

別添資料 2.1-1 ボイラ登録制度及びエミッションインベントリに関するワークショップの配布資料(2010.06.25)



**Workshop**  
**On**  
**Boiler Registration and Permission System, and**  
**Emission Source Inventory**  
**in Mongolia and Japan**

**Date and time : Friday, 25 June 2010, 10:00-14:05**

**Place : Puma Imperial Hotel (2Floor), Ulaanbaatar City**

## **Schedule**

Chairman of the Workshop: Mr. Chultemsuren BATSAIKHAN,  
Air Quality Department of the Capital City (AQDCC)

### **1. Opening**

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

### **2. Boiler Registration and Permission System**

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

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

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

11:45-12:00 Coffee Break

### **3. Emission source inventory**

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

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

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

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

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

# Boiler registration system in Japan

2010. 6  
JICA

Capacity Development Project  
for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

## Competent authorities 所管官庁

### 1. Boiler registration system ボイラ登録システム

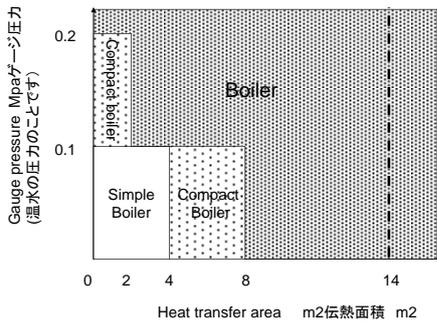
- (1) Boiler for power generation 発電用ボイラ  
Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)  
経済産業省
- (2) Not for power generation (Steam boiler ,HOB)  
発電ボイラ以外  
Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) 厚生労働省

### 2. Prevention of air pollution 大気汚染防止

Air pollution control law 大気汚染防止法  
Ministry of the Environment (MOE) 環境省

## Boiler registration system ボイラ登録システム

### 1. Assortment of boiler (In case of Hot water boiler) ボイラの区分 (温水ボイラの場合)



## 2. Notification 届出

Notification	Boiler	Compact boiler	Simple boiler
Manufacturing license (製造許可)	Necessity 必要	Not Required *1 不要	Not Required *2
Setting (設置許可)	Necessity	Necessity	Not Required
Periodic check (定期点検)	Necessity	Necessity	Not Required

\*1 Inspection is needed by the specified organization ( Each boiler)  
指定機関による検査 (水圧検査) がボイラごとに必要  
\*2 Approval is needed by the specified organization ( Each type of boiler)  
指定機関による製造許可が型式ごとに必要

## 3. Qualification of boiler operation ボイラ運転のための資格

Assortment 区分		Qualification 資格
Boiler	Heat transfer area 伝熱面積 > 14m <sup>2</sup>	License of boiler engineer ボイラ技師免許
	Heat transfer area ≤ 14m <sup>2</sup>	Pass the lecture of boiler (14h 14時間) ボイラ取扱技能講習に合格
Compact boiler (小型ボイラ)		Attend the lecture of boiler (11h 11時間) ボイラ特別教育受講
Simple boiler (簡易ボイラ)		-

## 4. Program of the lecture of boiler (Compact boiler)

	Subject	Induction hour (Min.)
Class room lecture (学科教育)	Structure of boiler (ボイラの構造)	2 hours
	Accessories of boiler (不足品) (Safety equipment, control apparatus etc.) (安全弁、制御装置他)	2 hours
	Fuel and burning (燃料及び燃焼に関する知識)	2 hours
	Applicable laws and regulations (関係法令)	1 hours
Skill practice (実技教育)	Operation and maintenance of compact boiler (小型ボイラの運転保守)	3 hours
	Check of compact boiler (ボイラの点検)	1 hours

## Air pollution control law in Japan日本の大気汚染防止法

### 1. Control subject (Smoke)規制物質(ばい煙)

Dust煤塵
SOX
Other air pollutants (他の汚染物質) (NOX, Cl, hydrogen chloride etc.)

### 2. Smoke generation equipment (32 categories) (ばい煙発生施設(32種類))

Boilerボイラ	Heat transfer area (伝熱面積) ≥ 10m <sup>2</sup> or Fuel consumption rate (燃料消費量) ≥ 480Mcal/h
-----------	--

### 3. Upper limit of emission (Dust)排出上限(煤塵)

Fuel燃料	Flue gas (排ガス量)	Upper limit (上限) mg/Nm <sup>3</sup>	Standard O <sub>2</sub> % (On) (基準酸素濃度)
Gas fuel (気体燃料)	≥ 40kNm <sup>3</sup> /h	50	5
	40kNm <sup>3</sup> /h >	100	5
Heavy fuel oil (液体燃料)	≥ 200kNm <sup>3</sup> /h	50	4
	40~200kNm <sup>3</sup> /h	150	4
	10~40kNm <sup>3</sup> /h	250	4
	10kNm <sup>3</sup> /h >	300	4
Coal (石炭)	≥ 200kNm <sup>3</sup> /h	100	6
	40~200kNm <sup>3</sup> /h	200	6
	40kNm <sup>3</sup> /h >	300	6

### Correction of O<sub>2</sub>% in flue gas (排ガス中の酸素濃度による補正)

$$C = (21 - O_n) / (21 - O_s) \cdot C_s$$

C: Dust consistency (after correction)(mg/Nm<sup>3</sup>)

煤塵濃度(補正後)

O<sub>n</sub>: Standard O<sub>2</sub>% in flue gas (%)

(基準酸素濃度)

O<sub>s</sub>: Measured result of O<sub>2</sub>% in flue gas (%)

(酸素濃度測定値)

C<sub>s</sub>: Dust consistency (Measuring result)(mg/Nm<sup>3</sup>)

煤塵濃度(測定値)

### 4. Measurement frequency (Dust)測定頻度(煤塵)

Fuel	Flue gas 排ガス流量	Measurement frequency
Gas fuel	-	More once per 5 years 5年以内に1回
Heavy fuel oil Coal	≥ 40kNm <sup>3</sup> /h	More once per 2 months (2カ月以内に1回)
	10kNm <sup>3</sup> /h >	More twice per a year (年2回以上)

### 5. Measures of the government

when the regulations do not keep

(基準が守れない場合の政府の対応)

(1) Order for improvement(改善命令)

(2) Order to stop the operation(操業停止命令)

(3) Penalty (Imprisonment, penalty charges)

罰則(懲役、罰金)

## 大気汚染発生源のインベントリの規制

自然環境・観光省、環境天然資源局  
専門家 ムンフバト

2010.06.25

1

- 「大気法」 第4章の16条  
大気を汚染する物質、物理的な有毒影響、それらの発生源の国のインベントリ
- 1. 大気を汚染する物質、物理的な有毒影響、それらの発生源の種類、数および量などが国の登録により登録される。
- 2. 全国全体のインベントリ、温室効果ガスの発生源および浸透の国の登録が環境担当部署が国の行政中央機関から認定された規制に従い、専門機関が実施する。

2

大気を汚染する発生源のインベントリを  
実施する規制  
1. 一般概要

- 「大気法」の16条を実施する目的で当該規則を守る。
- 発生源インベントリによって、空中に排出している汚染物質、物理的な有毒影響の種類、量、数などを定める。
- 大気汚染発生源のセンサスを県知事およびUB市長命令により、特別委員会を結成し、毎年第4期以内に実施する。

3

- 自然環境省からセンサスの対象となる市のリストを毎年6月以内に作成し、県知事および市長に送付する。
- センサスを大気汚染発生源のある各企業や個人所有発生源を対象に調査する。
- 大気汚染の固定発生源がある企業別で当該工場の位置を表す1:5000 図を作成し、インベントリ資料に添付する。
  - 図には工場の衛生保護地帯を/-----/ で表現する。
  - また、用途以外の地帯で汚染物質が浸透しているか。
  - 燃焼過程が行われている箇所および粉塵の積もった場所から空中に汚染する物質が排出している地点にマークを付け、汚染物質の名前と量、数などを図に添付する。

4

- 大気汚染発生源を  
汚染する物質を浸透する発生源の他、廃棄する発生源と区分する。

- 空中に汚染物質を浸透する発生源に；
  - 機械や設備
  - ガソリン貯蔵タンクなどが加えられる。
- 廃棄発生源には；
  - 煙突
  - 換気設備
  - 工場や炭鉱の換気設備などが含まれる。

5

## 2. センサスの登録伝票

- 大気汚染固定発生源のインベントリを付録-1の通り作成する。
- 大気を汚染する物質の掃除、有毒影響を減少させる、機械の稼動についてのインベントリを付録-2の通り作成する。
- 自動車・その他の移動発生源の登録を付録-3の通り作成する。

6

## 大気汚染固定発生源のセンサス

工場 工場の 面積	浸透発生源	廃棄する 発生源	固に示さ れた番号	廃棄す る発生 源の高さ M	発生源の				空中に排出する 排ガス混合物の				汚染物質の	燃料使用量 年間	
					中心径 D, m	面積 S, m <sup>2</sup>	速度 W, m/s	容量 V, m <sup>3</sup> /c	温度 C	名前	最高 濃度	合計 年間 量			

7

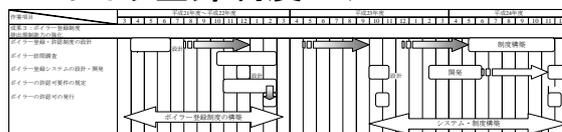
## Songinokhaihan 地区で稼働しているHOBの調査 2003-11-10

No	ボイラーの位置	ボイラ面積		煙道径		炉内温度		稼働開始年	レボース	稼働員名	燃料使用量 年間	ボイラの 本体総 容量 t	調査者の名前 と日付
		種類	容量	種類	容量	種類	容量						
	第1号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	270 t	18.5m <sup>3</sup>	孫越
	第2号ボイラー	PP-15-13.5	2	878x	2	180-3.2	2	2000		中	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第3号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第4号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		中	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第5号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第6号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第7号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第8号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第9号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第10号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第11号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第12号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第13号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第14号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第15号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第16号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第17号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第18号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第19号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第20号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第21号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第22号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第23号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第24号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第25号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第26号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第27号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第28号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第29号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第30号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第31号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第32号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第33号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第34号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第35号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第36号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第37号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第38号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第39号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第40号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第41号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第42号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第43号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第44号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第45号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第46号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第47号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第48号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第49号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第50号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第51号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第52号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第53号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第54号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第55号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第56号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第57号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第58号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第59号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第60号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第61号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第62号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第63号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第64号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第65号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第66号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第67号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第68号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第69号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第70号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第71号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第72号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第73号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第74号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第75号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第76号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第77号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第78号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第79号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第80号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第81号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第82号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第83号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t	18.5m <sup>3</sup>	
	第84号ボイラー	PP-15-13.5	1	878x	2	180-3.2	2	2000		長い	350 t		

## モンゴルにおけるボイラ登録制度について

JICA専門家 田畑 亨(固定発生源  
インベントリ/シミュレーション1)

## ボイラ登録制度スケジュール



- 第1年次  
ボイラ登録制度の基本設計案の作成
- 第2年次  
ボイラ登録データベースの設計、開発  
運転許可あるいは優良ボイラ認定
- 第3年次  
ボイラ登録システムの改良  
ボイラ登録制度の本格運用

## 目指すべきモンゴルのボイラ登録制度

モンゴル国のニーズにあった登録システムの構築

- ・安定的なボイラ運転を確保させるための制度  
ボイラの品質確保(効率、排ガス性状への要求)
- ・環境改善に結び付けられること  
ボイラ性能および運転状況の把握
- ・設置されるボイラを確実に登録させるシステム  
ボイラを設置するときに補足するシステム
- ・構築されたシステムを継続させる仕組み  
ボイラ運転者の啓蒙および優良事業者の表彰

## 当面の検討課題

- (1) 現在の登録制度の整理  
関係機関が多く、JICAプロジェクトでは把握が困難
- (2) 現在の課題の整理  
関係機関別の登録制度に対するニーズと課題の整理と集約
- (3) 目指すべき制度の関係機関での合意
- (4) 達成可能な規制値の検討とRoad Map作り

## 次のステップ

- 現在の制約条件を考慮しつつ、実効の上がる制度の構築のための具体的検討  
ボイラ容量別の仕組み作り  
対象ボイラを確実に登録させる仕組み作り  
.....

\* 制約条件

排ガス測定の実施件数能力

.....



ボイラ登録システム基本設計案の作成

## 日本における固定発生源インベントリ

田畑 亨（JICA専門家、固定発生源インベントリ/シミュレーション1）

## 内容

- 調査概要
- 調査の目的、対象、方法
- 調査票
- 固定発生源排出量分布
- 排出量の推移
- 施設種類別排出状況

## 調査概要

- 環境省は、3年ごとに、大気汚染防止法に定める排ガス発生施設を対象に大気汚染物質排出量総合調査 (Survey on the Enforcement Status of the Air Pollution Control Act) を実施している。

## 調査目的

- 調査目的は、硫黄酸化物、窒素酸化物及びばいじんの排出状況等を、工場・事業場を対象に、アンケート調査等により把握し、大気環境行政の推進を図るための基礎資料とすることである。

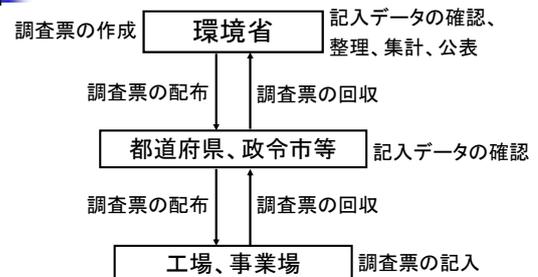
## 調査対象

- 大気汚染防止法では、32種類の施設を調査対象としている。

例

施設の種類	規模(以上)(1つ満たせば該当)
ボイラ	伝熱面積 10m <sup>2</sup> バーナーの燃焼能力 50L/h
ディーゼル機関	燃料の燃焼能力 50L/h
ガスタービン	〃

## 調査方法







## 日本における移動発生源インベントリ

前田 浩之  
JICA専門家  
移動発生源担当

25, June, 2010 Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

1

## 内容

- 概要、目的
- 対象
- 方法
  - 簡易法
  - 一般的な方法
    - 排出係数
    - 通行台数と旅行速度
- 移動発生源インベントリの活用

25, June, 2010 Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

2

## インベントリの目的と概要(1)

- 全国を対象としたもの
  - 環境省は、毎年、「自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査」業務を続けている
  - 大気環境行政のための解析のための参考資料として利用するため

25, June, 2010 Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

3

## インベントリの目的と概要(2)

- 地域を限定したもの
  - 地域の大气汚染問題解決のために、移動発生源の影響を分析したり、複数の対策案を比較したりする入力データとして、インベントリを作成する
  - 「地域」の大きさは、対象とする問題による。複数の県の範囲から、ホロー程度の大きさまで、様々である

25, June, 2010 Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

4

## インベントリの対象

- 物質
  - 基本は、SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM。(プロジェクトの目的によっては、その他の物質の排出量を推定することもある。)
- 発生源
  - 自動車、船、飛行機、鉄道、等(プロジェクトの目的によっては、登録されていない自動車からの排出量等を推定することもある)

25, June, 2010 Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

5

## インベントリ作成方法 一般的な方法(1)

- 手法概要  
排出量 = (排出係数 × 通行台数 × 距離) の合計
  1. 車種別旅行速度別の排出係数を推定
  2. 道路ごとに、車種別時刻別通行台数と旅行速度を調査
  3. 排出係数に、車種別通行台数と距離を乗じ、道路別時刻別排出量を計算

25, June, 2010 Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

6

## インベントリ作成方法 一般的な方法(2)

- 利点
  - 拡散シミュレーションの入力データとして利用できる
  - ⇒政策案の比較ができる
  - ⇒政策案によって大気汚染が環境基準を下回るかどうか、推定できる
- 必要な情報
  - 排出係数
  - 各道路の通行台数と旅行速度

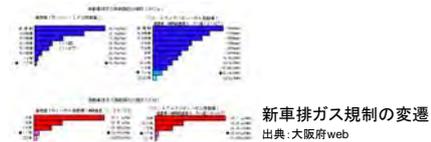
Mobile Inventory, Workshop of AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

7

## 排出係数(1)

- 排ガス濃度基準がだんだん厳しくなってきた。基準を満たしていない自動車は新車登録ができない。  
⇒シャーンダイナモの上で自動車を走らせ、排ガス量と燃料消費率(リットル/km/台)を測定し、車種別・排ガス規制別に特徴を把握する。



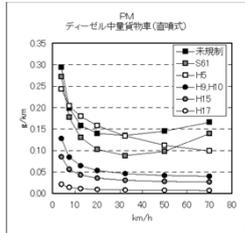
Mobile Inventory, Workshop of AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

8

## 排出係数(2)

- 例
  - 図は、直噴式ディーゼルエンジン貨物車、車輛総重量1.7~2.5トン、からの粒子状物質排出量
  - 横軸は旅行速度
  - 縦軸は排出量
  - ■は1986迄の車
  - ○は2005以降の車



出典:環境省web

Mobile Inventory, Workshop of AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

9

## 排出係数(3)

- SOx排出量は、燃料消費率(km/リットル、等)と燃料S分(%)で計算  
⇒これらの情報を収集
- 道路で通行台数を調べても、通った自動車の登録年はわからない  
⇒自動車登録データベースを使い、排ガス規制年別の割合を調べる
- 補正
  - 同じ1台でも、走行距離は異なる  
⇒車種別登録年別走行距離の割合を調べる  
(例:タクシーは走っている時間が長い、クラシックカーは車庫に保管している時間が長い、等)

Mobile Inventory, Workshop of AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

10

## 通行台数と旅行速度(1)

- 道路交通センサス(国土交通省が3~5年ごとに調査)
- プロジェクト独自の調査



出典:広島市web

Mobile Inventory, Workshop of AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

11

## 道路交通センサス インベントリに使う情報(1)

- 通行台数調査
  - 日本全国
  - 主な道路すべて(2005年の場合東京都だけで876地点)
  - 車種区分は、バイク、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、(歩行者と自転車はインベントリ作成に使わない)
  - 平日12時間交通量(7:00~19:00の実測)
  - 平日24時間交通量(主要地点は実測。その他の地点は「12時間交通量×昼夜率」の式で計算)
  - 休日12時間・24時間交通量(休日の交通量が少なくない地点について実測)
  - データの例  
<http://menteki.env.go.jp/noise/car/monitoring/public/sen.php>

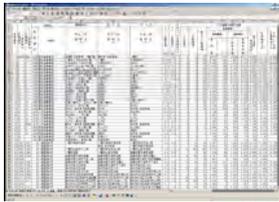
Mobile Inventory, Workshop of AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

12

## 道路交通センサス インベントリに使う情報(2)

- 通行台数調査データの例



出典: 岩手県web



出典: 東京都web

25, June, 2010

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

13

## 道路交通センサス インベントリに使う情報(3)

- 旅行速度調査

- 道路を数kmごとに分割した区間ごとに計算

  1. 平日は朝夕の最も混雑している時、休日は1日の中で最も混雑している時に、実際に自動車を運転し、時刻を記録
  2. 各区間ごとに、「距離÷運転している時間に信号待ちや交通渋滞による停止時間を加えた時間」で計算

25, June, 2010

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

14

## 道路交通センサス インベントリで活用

- 道路交通センサスのデータだけでは、インベントリは作成できない

課題の例	道路交通センサスの情報	インベントリ作成に必要な情報
車種	乗用車	軽乗用車 乗用車
時間帯	12/24時間の区分	シミュレーションに依存(例: 朝、日中、夕、夜)
旅行速度	最も混雑している時間帯	

- 車種比率、時間帯区分、混雑時以外の旅行速度、等を推定する方法が必要。小規模な交通量調査・旅行速度調査等を実施し、インベントリに必要な情報を推定するための計算式・定数を求める。

25, June, 2010

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

15

## 移動発生源インベントリの例 東京都全域

東京都全域(東西約100km)  
出典: 東京都web

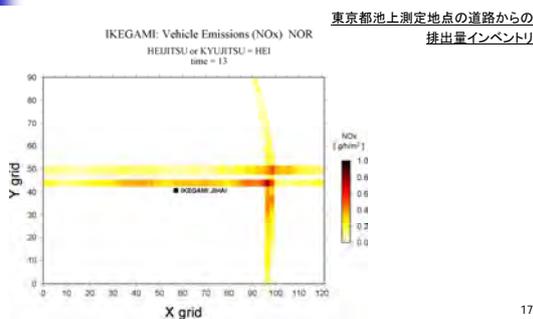


25, June, 2010

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

16

## 移動発生源インベントリの例 大気汚染測定地点周辺



17

## 移動発生源インベントリの活用

- データの信頼性評価
  - SOx排出量の合計を、燃料販売量 × S分(%)で計算されるSOx排出量と比較
- 大気汚染対策対象の選定
  - 東京湾岸の硫黄酸化物濃度を下げるために、船用の重油の規制が必要であることがわかった。
  - 大都市圏のNOx・PM濃度を下げるために、大都市圏の自動車排ガス規制を強化する必要があることがわかった。
- 排ガス規制案によりどの程度大気汚染が改善できるか、というシミュレーションの実施

25, June, 2010

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

18

## ありがとうございました



すべて、UB市で撮影。出典：JICA Expert Team

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

19

## UB市での 移動発生源インベントリ(案)

	最初のバージョン	次のバージョン
通行台数	人が数える	人が数える 交通監視システムのデータが使えるかもしれない。
旅行速度	車で走って測定	車で走って測定 交通監視システムのデータが使えるかもしれない。
排出測定	外国での測定データ	外国での測定データ??
S分	燃料分析を行う	最初のバージョンのデータを使う
登録台数	自動車登録・車検データベース	自動車登録・車検データベース
補正	情報収集中	情報収集中

Mobile Inventory, Workshop of  
AQDCC and JICA Project

25, June, 2010

20

## ウランバートル市の大気汚染発生源

S.Enkhmaa  
D. Oyunchimeg

## ウランバートル市の大気汚染発生源

- ▶ 火力発電所
- ▶ 自動車
- ▶ ゲル地区
- ▶ ゴミ
- ▶ 小中規模 HOB
- ▶ 発電所からの熱供給に接続されていないキヨスク、スーパー、靴修理場、自動車修理場、その他

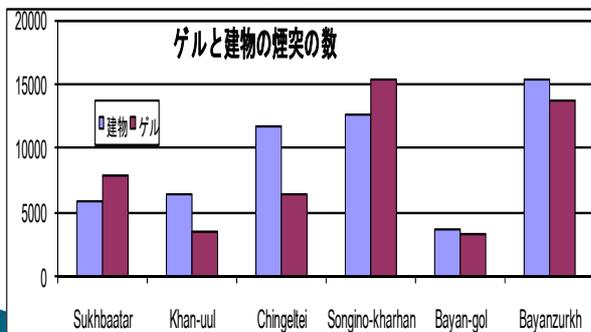
## ウランバートル市大気汚染発生源-火力発電所

- ▶ 火力発電所-IV, - 2.306897 t/年. バガノール Baganuur 炭鉱の石炭は(75%), Shivee-Ovoo 炭鉱の石炭は(25%)を占めている。電気アシュ取りが設備されている
- ▶ 第3火力発電所、年間の石炭使用量- 893283 t Baganuur 炭鉱の石炭を使用している。
- ▶ 第2火力発電所、年間の石炭使用量161330t Baganuur 炭鉱の石炭を使用している。

## ウランバートル市大気汚染発生源-ゲル地区 /2006年現在/

- ▶ ウランバートル市-103718
- ▶ 石炭使用量-403457t
- ▶ 木、薪の使用量-237195.8m<sup>3</sup>

## ウランバートル市大気汚染発生源 - ゲル地区

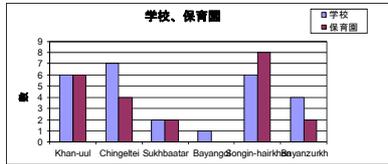


## ウランバートル市の大気汚染発生源- 中規模 HOB

- ▶ ウランバートル市内-189
- ▶ /学校、保育園、**軍隊キャンプ**、大規模企業/
- ▶ 石炭の使用量- 472500t

ウランバートル市の大気発生源-  
中規模 HOB

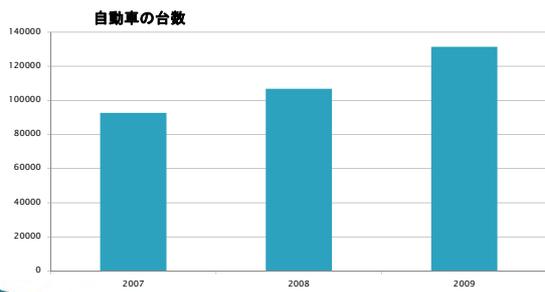
- ▶ 学校-25
- ▶ 保育園-18
- ▶ 石炭の使用量-89500t



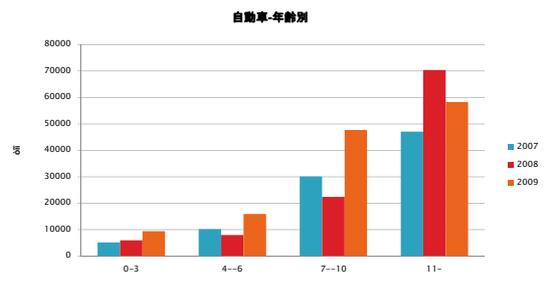
ウランバートル市大気発生源-  
小中規模HOB

- ▶ ウランバートル市内-1189
- ▶ 石炭の使用量-559500ton
- ▶ キヨスク、スーパー、靴の修理場、車修理場、タイヤ修理場、建物など
- ▶ その他の発生源の石炭の使用量-101050t

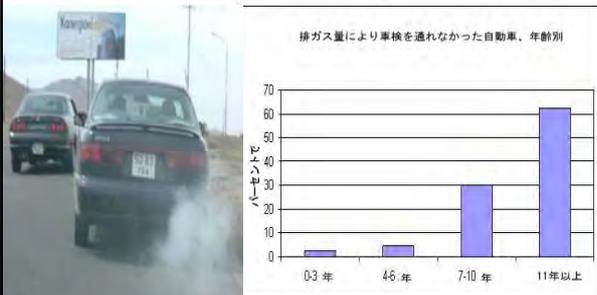
大気汚染発生源-自動車



ウランバートル市の大気汚染発生源-自動車



ウランバートル市大気汚染発生源-自動車



ウランバートル市の大気汚染発生源-自動車

液体ガス燃料から排出する排ガス量  
/測定/

		CO, %	CH <sub>4</sub> ppm
1	平均	2.7	367
2	最低	0.01	19
3	最高	9.14	2356

ウランバートル市の大気汚染発生源-自動車

ガソリンの燃焼により排出する排ガス量  
/測定/

		CO, %	CH,ppm
1	平均	1.4	571
2	最低	0.04	69
3	最高	4.44	3070

ウランバートル市の大気汚染発生源-自動

ディーゼル燃料の燃焼により排出する排ガス量  
/測定/

		煤塵, %
1	平均	54.1
2	最低	15.1
3	最高	96.7

石炭廃棄物から排出する排ガス量

ウランバートル市のゲル地区からの排ガス量/t

地区	石炭 /tonne/	%	SO2	NOx	PM10	PM2.5	NM VOC	NH3	CO
Khan-Uul	36208	9.0	343.9	272.8	6.0	2.5	4.6	0.010	18.187
Bayanzurkh	115842	28.7	1100.3	872.8	19.3	8.1	14.6	0.032	58.186
Bayangol	29254	7.2	277.9	220.4	4.9	2.0	3.7	0.008	14.694
Sukhbaatar	36322	9.0	345.0	273.7	6.0	2.5	4.6	0.010	18.244
Chingeltei	78999	19.6	750.3	595.2	13.2	5.5	9.9	0.022	39.680
Songinokhairkhan	106834	26.5	1014.7	804.9	17.8	7.5	13.4	0.029	53.661
Total	403459	100.0	3833	3040.6	67.2	28.2	50.8	0.11	202.703

石炭の廃棄物から空中に排出する排ガス

	石炭の使用量	%	SO2	NOx	PM10	PM2.5	NM VOC	NH3	CO
TPP-II	161330	4.799	1533	1215.8	17.8	11.3	20.26	0.05	81.0542
TPP-III	893283	26.57	8486	6732	77.348	62.5	112.2	0.251	448.796
TPP-IV	2306897	68.63	21916	17385	199.75	161	289.76	0.65	1159.01
Total	3361510	100	31935	25333	294.9	235	422.22	0.951	1688.86

石炭の廃棄物から空中に排出する排ガス

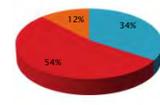
	自動車	台数	%	NOx	CO	NM VOC	NH3	PM10	PM2.5	PM10/PM2.5	PM10/CO	PM2.5/CO
1	乗用車/ガソリン	54704	59.0	1772.4	9649.8	1674	2	59	59	22403	3344.9	
2	乗用車/乗用車	12839	13.8	634	1687	85.5	0.2	194.1	194.1	5258	765.1	
3	乗用車-LPG	1959	2.1	74.1	262.1	123	0	2.1	2.1	802.5	119.8	
4	マイタロバス/公共用車	3000	3.2	850.5	2349	91.8	0.3	216	216	9214.6	1386.5	
5	バス/公共用	3440	3.7	4473	1702.8	551	0.9	696.6	696.6	2132.1	3167.4	
6	トラック	14205	15.3	3856.4	1406.7	455	0.8	575.3	575.3	17452.4	2615.8	
7	特別用車	2539	2.8	658.7	253.9	82	0.1	103.6	103.6	3144	471.2	
	合計	92706	100	12063	17330	3063	4.3	1847	1846.7	79406.4	11890.7	

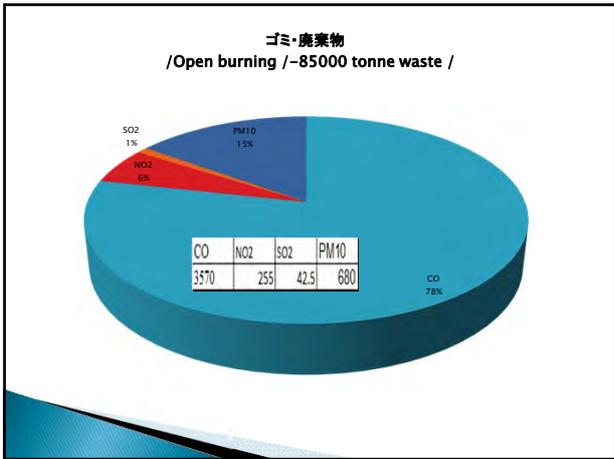
ウランバートル市の石炭の使用量



ウランバートル市の石炭廃棄物により発生するPM-10の割合

■ Bayca ■ TSH ■ Esp xoppoon  
■ その他 ■ 火力発電所 ■ ゲル地区





ご清聴ありがとうございました。

別添資料 2.1-2 発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップの  
配布資料 (2011.03.04)



## 発生源インベントリとシミュレーションに関わるワークショップ

日時 : 2011年3月4日(金) 10:00-13:00

場所 : モンゴル日本センター

### プログラム

- |             |   |
|-------------|---|
| 10:00~10:05 | 開会の挨拶(大気質庁)   |
| 10:05~10:30 | エミッションインベントリとは?<br>(田畑: 固定発生源インベントリ/シミュレーション1)          |
| 10:30~11:00 | 固定発生源インベントリについて(田畑)                                     |
| 11:00~11:30 | 移動発生源、その他発生源インベントリ、大気汚染物質合計排出量について<br>(前田: 移動発生源インベントリ) |
| 11:30~11:45 | シミュレーション結果について(田畑)                                      |
| 11:45~12:00 | コーヒーブレイク  |
| 12:00~12:50 | 発生源インベントリ及びシミュレーションに関する協議                               |
| 12:50~12:55 | 総括  |
| 12:55~13:00 | 閉会の挨拶   |

## エミッション・インベントリとは？

田畑 亨  
 固定発生源インベントリ/シミュレーション1

1

## 内容

1. エミッションインベントリとは？
2. エミッションインベントリの利用目的
3. 対象物質と発生源
4. 排出量の推計方法
5. 発生源の種類とデータ形式(空間分布)
6. 時間変化
7. ボイラ登録とエミッションインベントリ
8. まとめ

2

## 1. エミッションインベントリとは

- エミッションインベントリとは、ある期間に大気汚染物質がどこからどのぐらい排出があるのかを示すデータの目録(一覧表)である。

3

## エミッションインベントリの例(ボイラ)

No.	区名	ボイラ名	ボイラ製造国	ボイラ名	能力(kWh)	煙突	口径(m)	高さ(m)	緯度(度)	経度(度)	石炭使用量(ton/年)	排ガス温度(°C)	PM10排出量(ton/年)
1	KhanUul	#1 School	Mongolia	BZUI-100	0.7	Steel Pipe	1000	32	47.8674	106.8338	1000	119	70
2	KhanUul	#2 School	Mongolia	HP-18-54	0.4	Steel Pipe	800	32	47.8674	106.8337	2000	119	120
3	KhanUul	#3 School	Mongolia	MZ-1500	0.4	Brick	1200	21	47.8947	106.8038	1000	120	100
4	Bayanzurk	#24 School	Czech	Viaduras VSB IV	0.4	Steel Pipe	1200	15	47.9421	106.9106	1200	130	120
5	Bayanzurk	#25 School	Czech	Viaduras VSB IV	0.4	Steel Pipe	2000	40	47.9419	106.9101	800	130	800

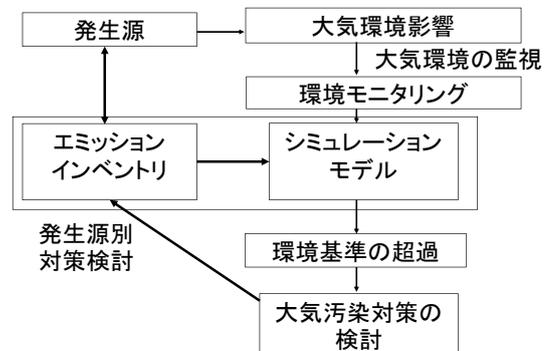
4

## 2. エミッションインベントリの利用目的

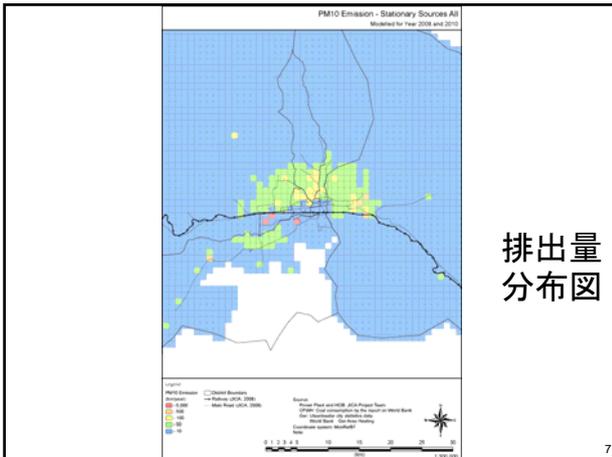
1. シミュレーションモデルの入力データ  
 大気汚染対策のためのモデルの入力データを作成する。大気汚染対策を実施するためには、発生源毎の年間合計排出量の推計に加えて、空間分布や時間変化の設定も必要である。
2. 発生源の排出実態の把握  
 大気汚染対策の指標となるように、市・区別の年間合計排出量を推計する。

5

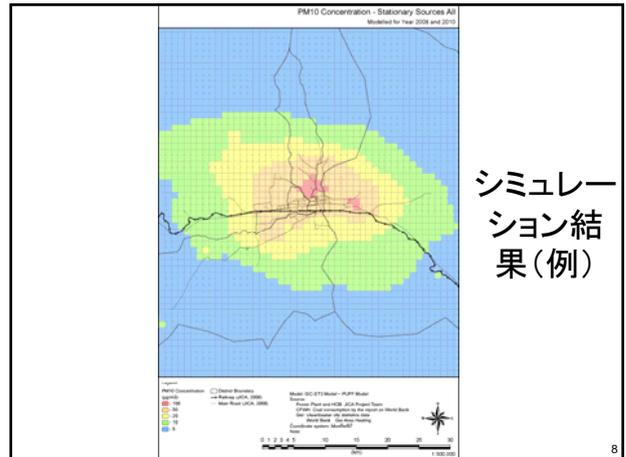
## シミュレーションによるエミッションインベントリの活用



6



排出量  
分布図



シミュレー  
ション結  
果(例)

### 3. 対象物質と発生源

#### (1)対象物質

SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP、PM10、CO

#### (2)発生源種類

- ・燃料燃焼由来  
固定発生源、移動発生源
- ・その他面的発生源

9

### 4. 排出量の推計方法

- 排出量 = 活動量 × 排出係数

#### 活動量

燃料使用量である。ウランバトルの燃焼施設では、石炭使用量が活動量となる。

#### 排出係数

あるカテゴリーにおける単位活動量当たりの汚染物質の平均排出量である。

10

### 排出量の計算方法

- HOBの石炭使用量 = 100 ton/年
- TSP排出係数 = 10.0 kg/ton  
石炭1ton当たりTSP 10.0 kgが大気に排出される。



$$\begin{aligned} \text{TSP排出量} &= 100 (\text{ton/年}) \times 10 (\text{kg/ton}) \\ &= 1000 \text{ kg/年} \\ &= 1.0 \text{ ton/年} \end{aligned}$$

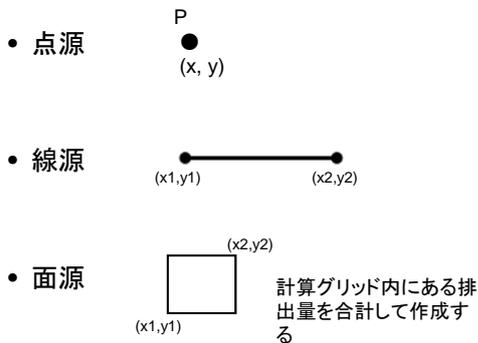
11

### 5. 発生源の種類とデータ形式(空間分布)

- 固定発生源  
火力発電所、工場、HOB、CFWH、ゲルストープ等の位置が固定された発生源である。
- 移動発生源  
自動車、航空機、鉄道等の移動する発生源である。
- その他面的発生源  
代表的な発生源として、焼却灰の飛散粉じん、道路粉じん等がある。

12

### 発生源のデータ形式(点源・線源・面源)



13

### ウランバートルの発生源とデータ形式

対象発生源	点源	線源	面源
火力発電所	○		
工場	大規模	○	
	小規模		○
HOB	○		
CFWH			○
ゲルストープ			○
自動車	主要道路	○	
	主要道路以外		○
航空機	○(駐機時)	○	
鉄道		○	
その他発生源			○

14

### 点源データの例

火力、HOB、工場の煙突毎に点源データを作成する。

- 名前
- 区、ホロー
- 煙突番号
- ボイラ名
- ボイラの出力
- 煙突位置(x, y)
- 年間排出量
- 排ガス量、排ガス温度
- 煙突高さ、煙突出口口径
- 排出量の月別変化、時間変化等

15

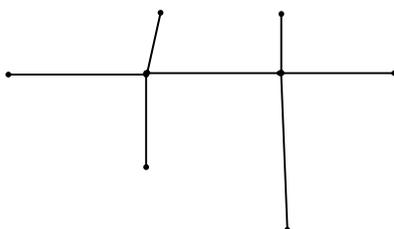
### 線源データの例

道路リンク毎に線源データを作成する。

- 道路リンクの始点(x1, y1)
- 道路リンクの終点(x2, y2)
- 道路名
- 道路種類
- 道路リンク番号
- 道路リンク距離
- 時刻別車種別走行量
- 時刻別速度等

16

### 道路リンク



道路リンクとは、交通量の大きな増減がないと考えられる交差点から次の交差点までの道路区間のことを指す。

17

### 面源データの例

計算グリッド毎(例えば1km×1km)に面源データを作成する。

- 面源の始点(x1, y1)
- 面源の終点(x2, y2)
- 面源の大きさ(幅、高さ)
- 年間排出量
- 排出高さ
- 排出量の月別変化、時間変化等

18

## 6. 時間変化

- エミッションインベントリは、発生源毎の年間排出量推計だけではなく、それぞれの時間変化を設定する。
- それにより、インベントリの時間変化を反映させたシミュレーションが可能となり、計算値が測定局の濃度変化を再現できるようになる。その結果、シミュレーションの計算値が環境基準を満たすために必要な大気汚染対策を検討できるようになる。

19

## 時刻変化の設定

### ・月別変化

例えば、月別石炭使用量から月別変化を設定する。

10月	: 50%
11月	: 75%
12月～2月	: 100%
3月	: 75%
4月	: 50%
上記以外の月	: 0%

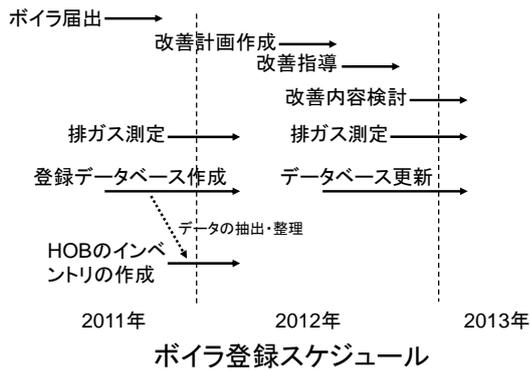
### ・時刻変化

例えば、稼働時間に合わせて設定する。

7時～18時	: 100%
19時～6時	: 50%

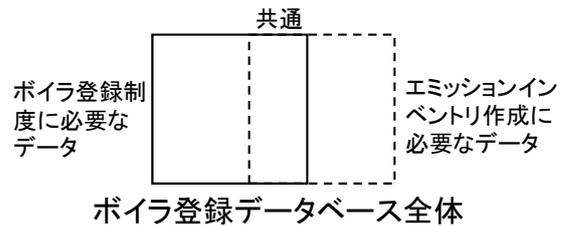
20

## 7. ボイラ登録とエミッションインベントリ



21

- 今後、構築するボイラ登録データベースには、ボイラ登録に必要なデータとエミッション・インベントリ作成に必要なデータがある。



22

## ボイラ登録制度とエミッションインベントリに必要なデータ一覧

データ形式	必要データ
ボイラ登録制度	ボイラ所有者、ボイラ管理者、ボイラの設置年月日、ボイラ効率、灰の処分方法、熱供給先等
エミッションインベントリ	煙突情報(位置、高さ、排ガス量、温度、煙突口径)、ボイラと煙突との連結関係、月別・季節別の石炭使用量・焼却灰の量、稼働時間等
共通	ボイラハウスの名前、ボイラの製造国、ボイラのタイプ、出力、位置、住所、石炭種類、年間石炭使用量、排出係数、集じん効率等

23

## ボイラ登録データの更新頻度

- ボイラ登録制度に必要なデータ  
ボイラの登録、監査、測定を行うため、データの更新が毎年必要である。
- エミッションインベントリに必要なデータ  
ボイラ登録データベースからエミッションインベントリに必要なデータを抽出し、インベントリを作成する。その後、シミュレーションによる大気汚染対策の検討に合わせて、定期的にデータの更新を行う。  
日本では3年に1回の頻度である。

24

## 8. まとめ

- 対象発生源とデータ形式  
固定発生源、移動発生源、その他面的発生源  
点源、線源、面源
- モデルの入力データであるエミッションインベントリの推計精度は、シミュレーションモデルの精度と直結している。そのため、大気汚染対策のためには、精度の高いエミッションインベントリを構築する必要がある。

25

Thank you

26

# 固定発生源インベントリについて

田畑 亨  
固定発生源インベントリ/シミュレーション1

1

## 内容

1. 対象施設と対象物質
2. 固定発生源の排出量推計方法フロー
3. 対象施設別石炭使用量・排出係数
  - 3.1 火力発電所
  - 3.2 HOB訪問調査
  - 3.3 CFWH
  - 3.4 ゲルストーブ
4. 固定発生源の排出量推計結果
5. まとめ

2

## 1. 固定発生源と対象物質

- ・固定発生源  
火力発電所、HOB、工場、CFWH、ゲルストーブ（壁ストーブ含む）
- ・対象物質  
TSP、PM10、SOx、NOx
- ・対象年  
2010年データを原則的に用いた。ただし、統計データが得られなかった発生源については、2010年以前のデータを使用した。  
この排出量推計結果は、現時点での暫定結果である。そのため、2011年6月までに排出係数の測定結果を反映させて、インベントリの見直しを行う予定である。

3

## 2 排出量推計方法の概要

- 排出量 = 石炭使用量 × 排出係数

発生源別石炭使用量、ゲル地区における年間石炭使用量等

対象物質別発生源別排出係数（火力、HOB・工場、CFWH、ゲルストーブ）、石炭生産地別硫黄分含有率、排煙対策効率等

4

## 3. 排出量の推計

- 3.1 火力発電所
- 3.2 HOB・工場
- 3.3 CFWH
- 3.4 ゲルストーブ

5

## 3.1 火力発電所

発電所名	2010年石炭使用量 (ton)
第2火力	192,000
第3火力	1,044,000
第4火力	2,888,000

6

### 排出係数

発電所	TSP (kg/ton)	PM10 (kg/ton)	SOx (kg/ton)	NOx (kg/ton)
No. 2	11.50	7.50	0.90	0.20
No. 3-1	4.90	3.20	1.40	0.50
No. 3-2	1.40	0.90	1.60	0.60
No. 4	0.85	0.55	10.60	3.40

出典

第2及び第3火力:本プロジェクトの調査結果  
第4火力:JICA第2次詳細計画策定調査

7

### 排出量 (ton/年)

	TSP	PM10	SOx	NOx
第2火力	2,208	1,440	173	38
第3火力	2,682	1,742	1,600	591
第4火力	2,455	1,589	30,616	9,820
合計	7,345	4,770	32,389	10,450

8

## 3.2 HOB・工場

#### ・HOBの定義

HOBは、ボイラハウスを持つボイラとした。出力は100kW以上を目安とした。

#### ・HOB訪問調査

HOBの管理者、位置、石炭使用量、排出実態等を把握するため、質問票を作成し、その調査票を用いて、ボイラ訪問調査を実施した。

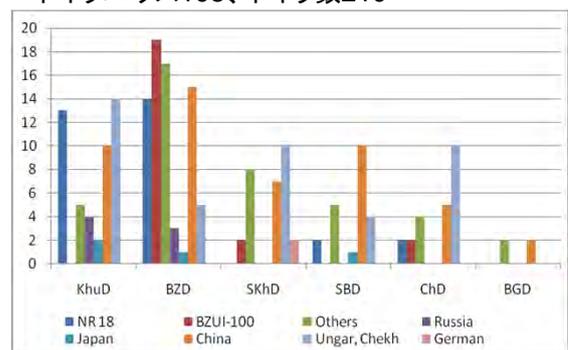
#### ・調査期間

2010年11月～2011年2月

9

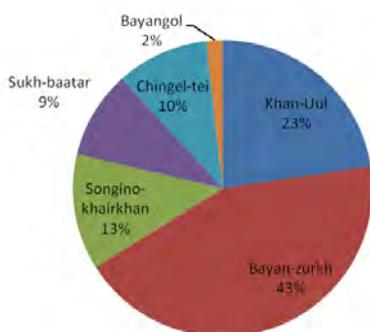
## HOB訪問調査結果の概要

・ボイラハウス108、ボイラ数210



10

## HOB区別ボイラ割合



11

## 石炭使用量

HOB及び工場	石炭使用量(ton/年)
2010年	133,975

12

### 排出係数(kg/ton)

	TSP	PM10	SOx	NOx
HOB・工場	24.4	14.6	7.7	2.4

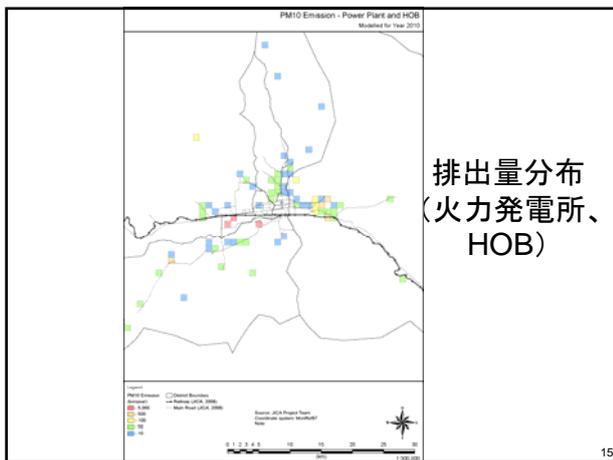
出典：本プロジェクトの調査結果  
(ロングサンプリングを実施したHOBの排出係数平均値)

13

### HOB排出量推計結果 (ton/年)

	TSP	PM10	SOx	NOx
HOB及び工場	3,269	1,956	1,032	322

14



15

### 3.3 CFWH

・CFWHは、ボイラハウスを持たない、100kW未満のボイラとする。

・本調査結果は、世界銀行のBoiler Market Studyの調査結果に基づき、排出量を推計した。

調査年は2008年である。

16

### CFWH数と石炭使用量

区	CFWHの数	石炭使用量
Bayangol	81	1,611
Bayanzurkh	425	8,516
Sukhbaatar	57	1,191
Songino hairhan	233	4,029
Chingeltei	165	3,025
Han-Uul	44	1,485
市合計(中心6区)	1,005	19,857

出典：World Bank, Boiler Market Study 2009

17

### 排出係数

対象汚染物質	排出係数(kg/ton)
TSP	11.0
PM10	6.6
SOx	15.8
NOx	5.2

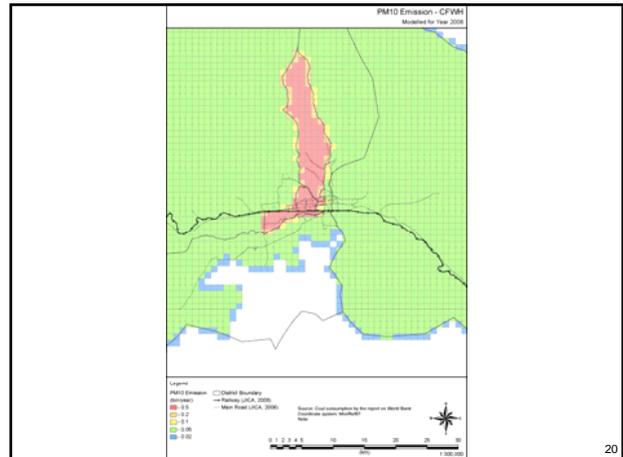
出典：JICA第2次詳細計画策定調査

18

## 排出量推計結果

区	排出量 (ton/年)			
	TSP	PM10	SOx	NOx
Bayangol	17.7	10.6	25.5	8.4
Bayanzurkh	93.7	56.2	134.6	44.3
Sukhbaatar	13.1	7.9	18.8	6.2
Songino hairhan	44.3	26.6	63.7	21.0
Chingeltei	33.3	20.0	47.8	15.7
Han-Uul	16.3	9.8	23.5	7.7
合計	218.4	131.1	313.7	103.3

19



20

### 3.4 ゲルストーブ(壁ストーブを含む)

- ゲル地区のゲル人口、建物に住む世帯数からゲルと壁ストーブの数を推定した。世帯数、人口は、2009年データを使用した。

区	ゲル	壁	合計
Khan Uul	6,257	11,909	18,166
Bayanzurkh	21,979	20,972	42,951
Bayangol	5,763	6,010	11,773
Sukhbaatar	7,569	11,281	18,850
Chingeltei	6,997	17,757	24,754
Sanginokhairahan	19,174	21,151	40,325
合計	67,738	89,080	156,818

出典: 市統計データ  
World Bank: Ger Area Heating

21

### 1台当たりの燃料使用量

	石炭 (ton/年)	木材 (ton/年)
ゲルストーブ	3.49	3.27
壁ストーブ	4.49	2.99

出典: World Bank: Ger Area Heating

### 燃料使用量(市合計)

	石炭 (ton/年)	木材 (ton/年)
ゲルストーブ	236,407	221,505
壁ストーブ	399,971	266,350
合計	636,378	487,855

22

## 排出係数

ストーブ種類	燃料	TSP	PM10	SOx	NOx
ゲルストーブ	石炭	5.4	3.3	7.5	2.4
	木材	7.5	7.1	0.5	0.8
壁ストーブ	石炭	3.4	2.1	6.7	1.9
	木材	7.5	7.1	0.5	0.8

出典  
 石炭の排出係数: JICA第2次詳細計画策定調査  
 木材の排出係数: EMEP/EEA 2009

23

## ゲル地域からの排出量

区	排出量 (ton/year)			
	TSP	PM10	SO2	NOx
Khan Uul	720	582	550	199
Bayanzurkh	1,744	1,406	1,274	471
Bayangol	476	384	350	129
Sukhbaatar	753	609	567	206
Chingeltei	973	787	755	271
Sanginokhairhan	1,629	1,314	1,201	442
合計	6,295	5,084	4,697	1,716

24





1. 移動発生源インベントリ
2. その他発生源インベントリ
3. 大気汚染物質合計排出量

前田浩之 ( maeda@sur.co.jp )  
 ( 移動発生源インベントリ担当 )

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

1

## インベントリの目的

2010/10/14(木) 7:45



2010/10/15(金) 7:45



1. どのような時に、何からどの程度大気汚染物質が出ているのか？
2. どのような政策を行えば、大気汚染物質排出量が、どの程度減るのか？

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

2

2011/1/30 Dr. Bayarsaikhan撮影 @ Bogdkhan Mountain



2011/2/19 前田撮影 @ MIAT



## 1. 移動発生源インベントリ



前田浩之 ( maeda@sur.co.jp )  
 ( 移動発生源インベントリ担当 )

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

5

## 対象

- ◆ 発生源
  - ・ 自動車
- ◆ 大気汚染物質
  - ・ PM, SOx, NOx, CO
- ◆ 年
  - ・ 2010年



2010/9/8 18:09  
 @ Baruun 4 Zam

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

6

## 方法

- ◆  $\Sigma$  (排出係数) × (交通量) × (距離)
  - 道路毎に、1時間毎に、自動車種類毎に、大気汚染物質排出量を計算し、その合計を計算する。
- ◆ 排出係数
  - 1台が1km走った時の大気汚染物質排出量。単位はg/台/km。
- ◆ 交通量  $\Theta$  рчим
  - 通過した台数。
- ◆ 距離
  - 道路の長さ。単位はkm

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

7

## 排出係数(1) ウランバートルの自動車

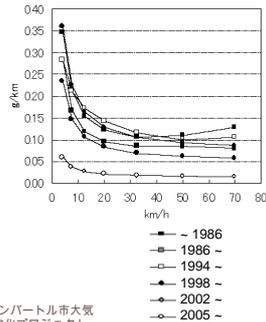
- ◆ 全ての車検記録から、2009年に車検を受けたUBとYHナンバーの自動車をすべて数えた。
- ◆ 製造国別
  - 日本 68,406 55.3%
  - 韓国 40,883 33.1%
  - 他 14,352 11.6%
- ◆ 製造から輸入までの年数
  - 1~2年 5,082 4.1%
  - 3年~ 118,559 95.9%
- ◆ 半数以上の自動車は、日本の排ガス基準に沿って製造されている。よって、日本の排出係数モデルを使用することとした。

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

8

## 排出係数(2) 日本の排出係数モデル

- ◆ 車種毎に、排ガス規制毎に、排ガスを測定し、排出係数が計算されている。
- ◆ ディーゼル小型乗用車のPMの排出係数を例として示す。
- ◆ 旅行速度の関数。
- ◆ 新しい基準の自動車の排出量は少ない。



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

9

## 排出係数(3) ガソリンの成分

	鉛	硫黄
MNS217:87	≦ 0 ~ 0.37g/dm <sup>3</sup>	≦ 0.10 ~ 0.12%
MNS217:2006	≦ 0.01g/dm <sup>3</sup>	≦ 0.05%
モンゴルでの測定データ	発見できず	発見できず
専門家の推定	有鉛ガソリン	
日本	= 0% (1986 ~)	≦ 0.035% (1970 ~)

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

10

## 排出係数(4) ガソリンの成分の影響

- ◆ モンゴルの「有鉛ガソリン」や「硫黄濃度が高いガソリン」を使うと、汚染物質削減装置の能力が低くなる。
- ◆ 有鉛ガソリンのために装置の能力が低くなり、「1986年以降に製造された自動車」は、「1982~1985年製造の自動車」と同じ量の汚染物質を出していると仮定する。
- ◆ UBとYHナンバーの自動車の99.3%が1982年以降に製造されているので、ガソリン車はすべて「1982~1985年製造の自動車」の排出係数を使用する。

モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト

11

## 排出係数(5) ディーゼル油の成分

	硫黄
MNS216:84	≦ 0.2 ~ 0.5%
MNS216:2006	≦ 0.2 ~ 0.5%
モンゴルでの測定データ	発見できず
日本	1976 ~ ≦ 0.5% 1992 ~ ≦ 0.2% 1997 ~ ≦ 0.05% 2005 ~ ≦ 0.001%

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

12

## 排出係数(6) ディーゼル油の成分の影響

- ◆ モンゴルの「硫黄濃度が高いディーゼル油」を使うと、汚染物質削減装置の能力が低くなる。
- ◆ 硫黄のために装置の能力が低くなり、「1997年以降に製造された自動車」は、「1994～1996年製造の自動車」と同じ量の汚染物質を出していると仮定する。
- ◆ YBとYHナンバーの自動車の83.6%が1994年以降に製造されている。ディーゼル車はすべて「1994～1996年製造の自動車」の排出係数を適用する。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

13

## 排出係数(7) 旅行速度



- ◆ 3日間（秋の平日、秋の週末、冬の平日）に、朝と日中と夕方と深夜の各2時間ずつ、3台の自動車を使用し、延べ72時間・1,193kmの運転データを作成した。そのデータから、ウランバートルの旅行速度を計算した。

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

14

## 交通量(1)

- ◆ 通過した台数
  - このプロジェクトで数えた
  - 35地点
  - 24時間（一部の地点は16時間）
  - 7車種別に数えた
  - 1時間毎に記録した
  - 3日間（休日と冬の調査は地点数を削減）

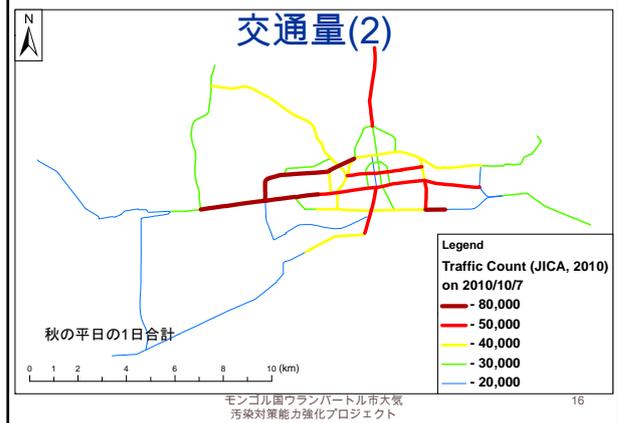


2010/11/24 9:29 @ 120-p Buudal

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

15

## 交通量(2)



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

16

## 距離

- ◆ 2007年版1/5,000の電子地図で、区間毎に測定

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

17

## 排出量

PM	70.8 (ton/year)
SOx	257.9 (ton/year)
NOx	752.8 (ton/year)
CO	3,017.0 (ton/year)

- ◆ 次頁以降の「当面の課題」の完了時には、値が大きく変化する可能性がある。
- ◆ 一般への発表・行政への活用は、「当面の課題」の完了まで待つていただきたい。

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

18

## 当面の課題(1)

- ◆ 2010年のガソリンと軽油を日本で分析中
  - 排出係数の仮定と異なるならば、排出係数を変更して再計算
- ◆ 2009年迄のガソリンと軽油の硫黄分と鉛分の成分データを再び検索
  - 成分データが発見され、排出係数の仮定と異なるならば、排出係数を変更して再計算

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

19

## 当面の課題(2)

- ◆ 主要道路以外からの大気汚染物質排出量の推定
  - < 推定方法例 >
    1. ウランバートル全体のガソリン・ディーゼル油の使用量を推定 (例: ウランバートル税関で輸入手続きした量を調べる)
    2. 主要道路でのガソリン・ディーゼル油の使用量を推定 (例: 車種別燃料消費率 (L/100km) を調べ、交通量を乗じる)
    3. 主要道路以外での燃料消費量を計算
    4. 燃料消費量から交通量を推定
    5. 大気汚染物質排出量を計算

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

20

## 中期的課題(1)

- ◆ 削減政策毎に、大気汚染物質削減量を推定し、削減政策を比較
  - どのような政策を比較すべきか?
    - 例:
      - ガソリンと軽油の鉛・硫黄分 (基準変更と監査)
      - 日本やEUROの自動車排ガス規制の採用 (規制に適合していない自動車の輸入・登録を禁止する、等)
      - 自動車のメンテナンス水準の向上 (特に、走行距離が長い自動車。例: バス・マイクロバス)
      - バス専用レーン、マイクロバス中心街進入禁止、地下鉄建設

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

21

## 長期的課題(1)

- ◆ 燃料の監査
  - ガソリンと軽油は、MNSに基づいて、鉛と硫黄が規制されている。しかし、モンゴル国内で鉛と硫黄を測定した事例が見つからない。  
⇒定期的に測定・監査すべき。
- ◆ 日本やEUROに準じて自動車排ガス規制を強化
- ◆ 汚染物質削減装置の能力が低下しないように燃料規制を強化

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

22

## 長期的な課題(2)

- ◆ ウランバートルの状況を考慮した自動車排出係数の推定
  - 燃料の成分以外の状況も影響する
    - オリジナルではない部品が多数使われている
    - 排ガスに影響する装置のメンテナンス水準が日本と異なる
    - 自動車整備技術者の技術水準が日本と異なる
    - 冬の寒さ
  - 「ウランバートルで自動車を運転しながら排ガス測定を行う」のが望ましい。

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

23

## 長期的な課題(3)

- ◆ 鉄道・飛行機からの排出量推計
  - 自動車と比較して排出量が少ないと考えられるが、排出量が無いわけではない。

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

24

## 2. その他発生源インベントリ



前田浩之 ( maeda@sur.co.jp )  
( 移動発生源インベントリ担当 )

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

25

## 対象

- ◆ 発生源
  - ・ 火力発電所灰埋立地
- ◆ 大気汚染物質
  - ・ Dust
- ◆ 年
  - ・ 2010年



2010/6/3 13:53 @ Yarmag

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

26

## 方法

- ◆  $\Sigma(\text{面積}) \times (\text{削られる厚さ})$

面積	灰捨場の面積のうち飛散する可能性が高い範囲 ( 乾燥、植生無し、かつ被覆土壌無し )
厚さ	インタビューに拠れば、2~3cm/年

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

27

## 例 ( 第 4 火力の場合 )



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

28

## 飛散量

Dust	8,238 (ton/year)

- ◆ 次頁の「当面の課題」の完了時には、値が大きく変化する可能性がある。
- ◆ 一般への発表・行政への活用は、「当面の課題」の完了まで待っていただきたい。

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

29

## 当面の課題

- ◆ 『削られる厚さ』の測定



2010/12/10  
第3火力

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

30

## 中期的課題

- ◆ 削減政策を列挙し、大気汚染物質削減量を推定し、削減政策を比較
  - どのような政策を比較すべきか？

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

31

## 長期的課題

- ◆ 排出係数を計算するための測定
- ◆ インベントリの時間変化・分布を詳細化するための測定
- ◆ 火力発電所灰捨場以外の発生量の推定
  - 風による地表面Dustの飛散
  - 自動車による路上Dustの飛散
  - 野焼きによる煙

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

32

## 3. 大気汚染物質合計排出量

前田浩之 ( maeda@sur.co.jp )  
( 移動発生源インベントリ担当 )

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

33

## 大気汚染物質合計排出量 暫定版 ( ton/year )

	TSP	PM10	SOx	NOx	CO
発電所	7,345	4,770	32,389	10,450	
HOB	3,269	1,956	1,032	322	
CFWH	218	131	313	103	
ゲル	6,295	5,084	4,697	1,716	
自動車	71	71	258	753	3,017
鉄道	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
飛行機	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
発電所灰埋立地	8,238	N/A	N/A	N/A	N/A
合計	25,436	12,012	38,689	13,344	

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

34

## ありがとうございました



- ◆ 雪が降り、空中と道路上のDustが集まった。捨てる場所によっては、雪が解けて風が吹いたら大気汚染の原因になります...

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

35

# シミュレーションについて

田畑 亨  
固定発生源インベントリ/シミュレーション1

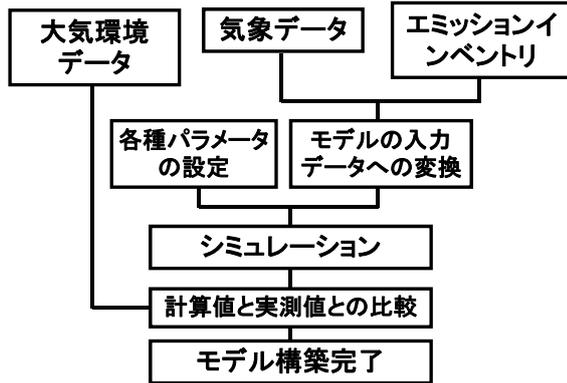
1

## 内容

1. シミュレーションモデルの構築までの流れ
2. シミュレーションの基本条件
3. シミュレーションモデルの概要
4. 気象データ
5. 発生源データ
6. シミュレーション結果
7. 今後の課題

2

### 1. シミュレーションモデル構築までの流れ



3

### 2. シミュレーションの基本条件

項目	内容
対象汚染物質	PM10、SOx
発生源	固定発生源
計算期間	2010年1月
対象地域	中心部を含む約80km × 80km
解像度	1km × 1km
利用データ	気象データ、大気環境データ

4

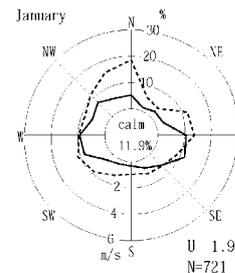
### 3. シミュレーションモデルの概要

- シミュレーションモデルにはUSEPAが公開しているISCST3モデルを使用した。ただし、ISCST3モデルでは風速1m/s以下の気象条件の時に濃度を計算しないことから、その際にはPuffモデルを用いた。

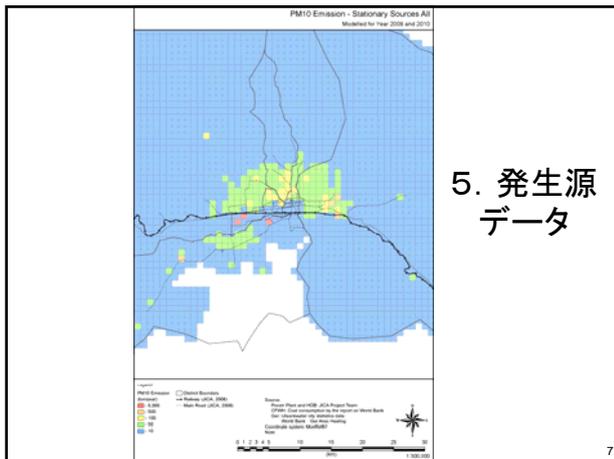
5

### 4. 気象データ

- NAMEMから提供された風向、風速データを用いた。

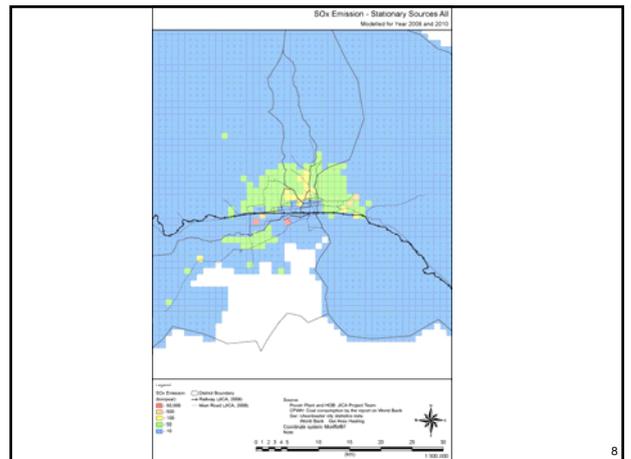


6

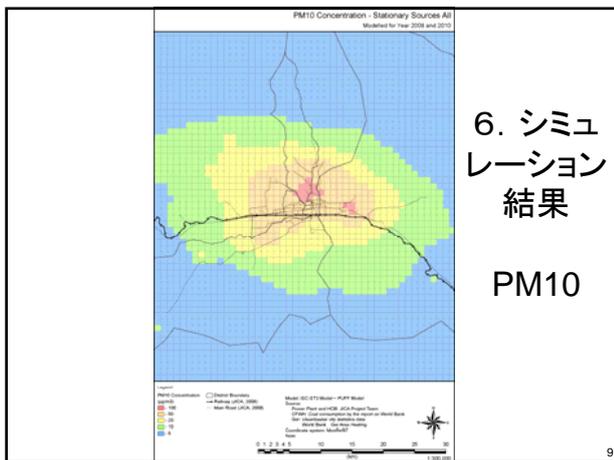


### 5. 発生源データ

7

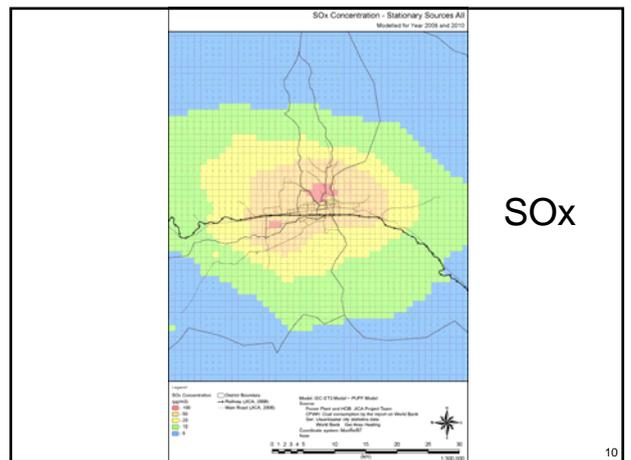


8



### 6. シミュレーション結果 PM10

9



### SOx

10

### 7. 今後の課題

- 現時点では、シミュレーションの計算期間や対象発生源も限定されているため、発生源データやモデルの信頼性向上が必要である。そこで、2010年5月末までに、石炭使用量、排出係数、ボイラ稼働時間等の設定や見直しを行い、エミッションインベントリを完成させる。
- その上で、移動発生源、その他面的発生源を含めた、シミュレーションモデルの再構築を図る予定である。また、US-EPAのAERMODを用いたシミュレーションも採用する予定である。

11

Thank you

12

別添資料 2.1-3 インベントリ・シミュレーション研修の配布資料 (2011.06)



## インベントリ、シミュレーションの研修概要

### 1. 研修の概要

#### 1-1. 研修日程（予定）

原則的に水曜日の午後に2時間程度を予定している。

日付	固定発生源	移動発生源、その他面的発生源	シミュレーション
第1回 6/6（月） 10:00～14:00	ゲルストーブ、壁ストーブの排出量推計	自動車の排出係数に影響する主な要因	気象と大気環境データの解析
	CFWHの排出量推計	自動車の排出係数	シミュレーションモデルの構築
第2回 6/7（火） 10:00～14:00	ボイラ登録データを用いた火力発電所、HOB、工場の排出量推計、宿題	自動車の交通量・旅行速度・排出係数による排出量推計、宿題	モデル入力データの作成、設定
第3回 6/15（水） 14:00～16:00	排出量の推計精度と排出量合計、宿題の答え合わせ		シミュレーションモデルの基本操作習得と構築
第4回 6/22（水） 10:00～12:00	/	その他の発生源	

#### 1-2. ワークショップの実施

2011年3月の調査結果に基づき、基準年のインベントリ、シミュレーションに関するワークショップを6/13（月）10:00～13:00にモンゴル日本センターで実施する。

#### 1-3. 田畑、前田の派遣期間

田畑：5/18（水）～6/16（木）

前田：5/23（月）～7/6（水）

### 2. 研修内容

#### 2-1. 固定発生源インベントリ

##### 2-1. 1 ゲルストーブ、壁ストーブの排出量推計

##### (1) 排出量推計方法概要

##### 1) 推計方法

排出量 = 燃料使用量 × 排出係数

燃料使用量：ゲルストーブあるいは壁ストーブの石炭使用量あるいは木材使用量

排出係数：ゲルストーブあるいは壁ストーブの大気汚染物質別燃料別排出係数

- ・使用データについて

人口、世帯数：市統計データ

燃料使用量、世帯数あたりのゲル数、壁ストーブ数：Ger Area Heating（世銀）

排出係数：JICA 第2次詳細計画策定調査、EMEP/EEA 2009 ガイドブック

## (2) ストーブの空間分布把握

- ・ゲル地域におけるホロー別ゲル居住の人口・世帯数と建物居住の人口・世帯数について

- ・1世帯当たりのゲルストーブ数、壁ストーブ数の算定方法

算定方法と推計数の信頼性について

世帯数あたりのゲルストーブ数及び壁ストーブ数の信頼性を高める必要がある。そのため、今年の冬にサンプリング調査により世帯数あたりのゲル数、壁ストーブ数に関する精度を高めていくことに喚起する。

## (3) 石炭・木材使用量の推計

- ・設定方法

石炭・木材使用量は、世銀の Ger Area Heating 調査から設定している。

この世銀の調査では、ヒアリング調査結果から1世帯当たりのゲルストーブ及び壁ストーブの石炭・木材使用量に関する講義を行う。

- ・冬季の測定予定

世銀の調査では、重量計やビデオを用いた実測調査ではなかった。また、1回の燃料投入あたりの使用量を計測していないことから、現実と乖離している可能性がある。C/P-WGが主体となり、冬季に訪問調査を実施する。

## (4) 排出係数の設定

- ・石炭

事前調査は、大気質庁の担当者が居住する建物において、ゲルストーブ及び壁ストーブの排ガス測定を実施した。ただし、排ガスの実測数が1ケースと少ないため、排出係数の精度はあまり高くない。

- ・木材

欧州のインベントリマニュアルである EMEP/EEA ガイドブックの係数を用いた、木材の排出係数に関する設定方法を教える。しかし、モンゴルと欧州の使用木材は異なり、モンゴルの気象・使用環境と大きく異なるため、信頼性が低い可能性が高い。そのため、今年の冬季調査で木材の排出係数調査を実施する予定である。

## (5) 排出量の算定

- ・ エクセルを用いた発生源別区別ホロー別の排出量推計方法に関する演習  
データの入力方法
- ・ 月別時刻別使用状況  
発生源毎に月別（あるいは季節別）時刻別稼働パターンを設定方法を講義する。
- ・ GIS を用いた計算メッシュ別排出量への配分方法（シミュレーション）  
基本的な配分方法について講義する。

## 2-1. 2 CFWH の排出量推計

### (1) CFWH の排出量推計方法概要

排出量 = 区別ホロー別の石炭使用量 × 排出係数

### (2) 石炭使用量の算定、排出係数の設定

- ・ 石炭使用量の算定  
Boiler Market Study のデータを使った区別ホロー別の石炭使用量の計算方法に関する講義する。
- ・ 排出係数の設定  
事前調査の排出係数を使用している。冬季調査で追加調査を実施することを喚起する。

## 2-1. 3 ボイラ登録データを用いた火力発電所、HOB、工場の排出量推計（第3回）

### (1) 排出量推計方法の概要

煙突単位での排出量推計であることを理解させるため、ボイラ施設と煙突の関係について講義する。

### (2) 発生源の基本情報

施設、煙突の諸元とインベントリ作成に必要なデータについて  
エクセルを用いたボイラ登録データの活用方法

### (3) 石炭使用量、排出係数の設定

ボイラ別の石炭  
訪問調査結果や実測調査結果を用いた石炭使用量と排出係数の設定方法について

## 2-1. 4 排出量の推計精度と排出量合計

### (1) 排出量の推計精度と冬季の追加調査について

- ・ 収集データの信頼性と排出量精度

- ・今後の排出量精度向上活動
- (2) 固定及び移動発生源の排出量合計
- (3) 対策ケースのインベントリ作成

## 2-2 移動発生源、その他面的発生源

### 2-2.1 自動車の排出係数に影響する主な要因

自動車の排出係数に影響する主な要因について説明する。

#### (1) 新車排ガス規制

新車排ガス規制というモンゴルには無い規制について説明し、排出係数への影響について説明する。

#### (2) 燃料成分規制

燃料成分規制が変化してきた理由の1つに、大気汚染対策がある。燃料成分規制の変化の歴史とその理由、排出係数への影響について説明する。

#### (3) 燃費規制

SO<sub>2</sub>の排出係数は、CO<sub>2</sub>の排出量削減を目的とした燃費規制の影響を受ける。燃費規制に伴うSO<sub>2</sub>の排出係数の変化について説明する。

### 2-2.2 自動車の排出係数

自動車の排出係数について説明する。

#### (1) 主要排出係数（日本・COPERT・MOVES2010a）の概説

主要排出係数3種について概説する。

#### (2) ウランバートルに適用した排出係数

本プロジェクトでの排出係数の選択基準について説明する。

#### (3) 排出係数の修正

ウランバートルの状況を排出係数に反映させたが、その考え方について説明する。

#### (4) 排出係数の課題

排出係数に大きな影響があると考えられるウランバートルの状況のうち、排出係数に反映させることができなかった状況について説明し、どのようにして反映させるべきか、考えを述べる。

## 2-2.3 自動車の交通量・旅行速度・排出係数による排出量推計

自動車の交通量・旅行速度・排出係数による排出量推計について説明する。

### (1) 旅行速度に応じた排出係数の計算

旅行速度から、排出係数を計算する方法について説明する。

### (2) 交通量に応じた排出量の計算

交通量から、排出量を計算する方法について説明する。

### (3) 排出量推計方法における課題

車齢別走行量比、など、ウランバートルでの情報が得られず反映できなかった事項について、どのようにして反映させるべきか、考えを述べる。

## 2-2.4 排出量の推計精度と排出量合計

自動車からの排出量の推計結果と、推計精度の検証方法について述べる。

### (1) 自動車からの排出量

自動車からの排出量推定結果について説明する。

### (2) 推計精度の検証方法

交通量から、排出量を計算する方法について説明する。

### (3) 移動発生源からの排出量計算における課題

自動車からの排出量計算における今後の課題について考えを述べる。また、自動車以外からの排出量計算方法の概要と課題についても述べる。

### (4) 移動発生源からの大気汚染物質削減案

移動発生源からの大気汚染物質削減のための政策案を述べ、どの政策を優先すべきか、実現可能性が高い政策はどれか、どのように実現すべきか、排出量の計算により政策案が比較できるがどの政策を比較すべきか、コメントをいただく。

### (5) 本プロジェクトの移動発生源インベントリ作業の進め方

これから、現況年インベントリを更新し、政策案比較のための排出量も計算する。データ収集・排出量計算の練習の場として最適であるため、アルタンゲレルさんに加えて、その他のモンゴル人とも協働で作業を進めたい。しかし、通訳が十分ではなく、忙しく、ま

た、難易度が高い作業である。そのために必要な技術について述べ、作業の進め方について意見をいただく。

## 2-2.5 その他の発生源

その他の発生源からのインベントリについて述べる。

### (1) 発電所の灰埋立地からの排出量推計

発電所の灰埋立地の測定と、排出量の計算方法、計算結果について説明する。

### (2) その他の発生源の課題

発電所の灰埋立地からの排出量計算の課題、対策、灰埋立地以外からの排出量計算の課題、などを概説する。

### (3) 本プロジェクトのその他の発生源インベントリ作業の進め方

これから、現況年インベントリを更新し、政策案比較のための排出量も計算する。測定や排出量計算の練習の場として最適であるため、サンチルバヤールさんに加えて、その他のモンゴル人とも協働で作業を進めたい。しかし、通訳が十分ではなく、現地調査は環境が悪く、また、難易度が高い作業である。そのために必要な技術について述べ、作業の進め方について意見をいただく。

## 2-3. シミュレーション

### 2-3.1 気象と大気環境データの解析

#### (1) 解析方法フロー

#### (2) 気象データの解析

風配図、大気安定度、大気安定度と大気拡散

#### (3) 大気環境データの解析

代表的な解析方法

大気環境濃度の一般的挙動

測定局分類と濃度変化

#### (4) 気象データと大気環境データの解析

風向別平均濃度、風速階級別平均濃度、大気安定度と濃度

### 2-3.2 シミュレーションモデルの構築

#### (1) モデルの構築フロー

入力データ、プリプロセッサ、シミュレーションモデルの構築までの一連の流れについて理解する。

## (2) シミュレーションモデルの概要

- ・モデルの基本構造
- ・モデル概要と発生源
- ・パフモデルと ISC-ST3 モデル  
    プルームモデルとパフモデルの概要

## 2-3. 3 モデル入力データの作成・設定

### (1) プリプロセッサ

気象データ・発生源データをモデル入力データに変換するため、プリプロセッサの使い方について講義する。演習は、9月あるいは10月に実施する。

### (2) 発生源の稼働状況設定

発生源別月別（あるいは季節別）時刻変化とシミュレーションモデルでの設定方法についてプレゼンし、発生源の稼働状況を独自に設定できるようにする。

## 2-3. 4 シミュレーションモデルの基本操作習得と構築

### (1) シミュレーションの基本操作習得

構築したモデルを用いて、シミュレーションの基本操作を習得する。

計算結果の表示

### (2) モデルの構築

計算結果との比較に用いることが測定データ、モデルの調整方法、モデルの計算値と環境基準との比較ができるようにする。

\*2011年9月～10月に演習及び追加研修を予定している。

## 気象データと大気環境データの解析

田畑 亨 (固定発生源インベントリ/シミュレーション1)

1. 気象データの整理と解析

2. 大気環境データの整理と解析

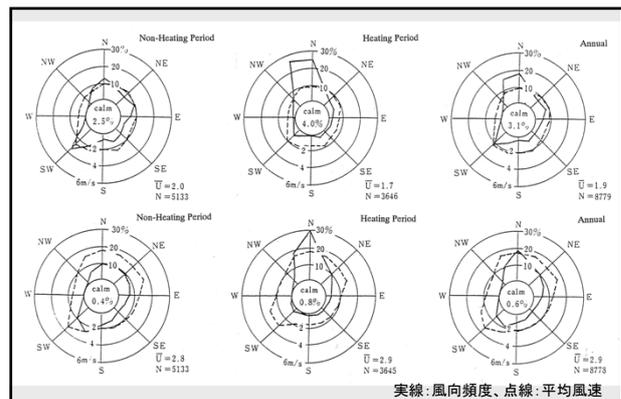
3. 気象データと大気環境データの解析

気象データと大気環境の解析

### 1. 気象データの収集と解析

地域における大気汚染物質の移流・拡散の主要な条件である気象条件の実態を把握する。

- 風向、風速  
季(期)別時間帯別風配図  
月平均風速の変動図  
風向、風速の出現頻度
- 大気安定度

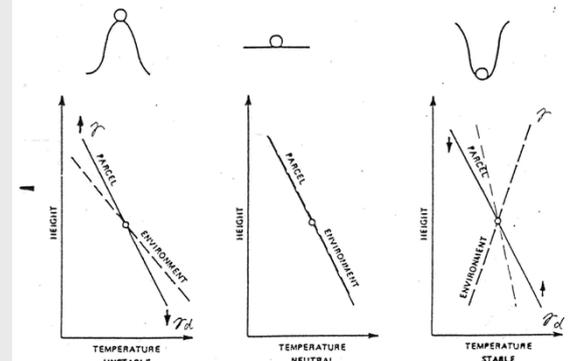


実線：風向頻度、点線：平均風速

### 1.1 風配図

### 1.2 大気安定度

- 大気安定度は、大気の上下混合の程度を表す指標である。  
Pasquillの安定度分類が使用される。

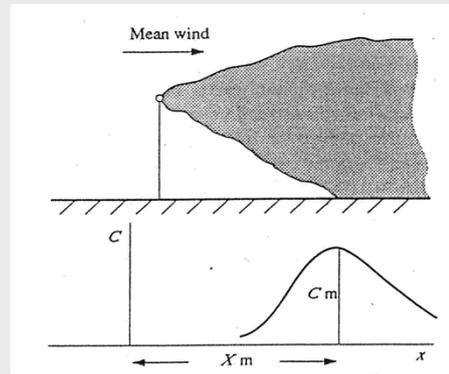


温度鉛直分布(不安定、中立、安定)

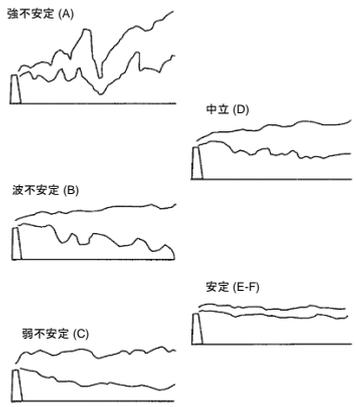
## 大気安定度分類

風速	日射量 (T) kW/m <sup>2</sup>				日中と夜間	夜間	
	T ≥ 0.60	0.60 > T ≥ 0.30	0.30 > T ≥ 0.15	0.15 > T	本曇 (8~10)	上曇(5~10) 中・下層曇 (5~7)	曇量 (0~4)
U < 2	A	A-B	B	D	D	G	G
2 ≤ U < 3	A-B	B	C	D	D	E	F
3 ≤ U < 4	B	B-C	C	D	D	D	E
4 ≤ U < 6	C	C-D	D	D	D	D	D
6 ≤ U	C	D	D	D	D	D	D

A: 強不安定、B: 並不安定、C: 弱不安定、  
D: 中立、E: 弱安定、F: 並安定、G: 強安定



大気汚染物質の拡散



大気安定度による拡散の違い

## 2. 大気環境データの整理と解析

- 各汚染物質の濃度測定値を整理し、空間的・時間的変動の特徴を調べる。また、汚染物質相互間の関連について地域特性を明らかにする。

### 2.1 代表的な解析

測定局毎に汚染物質の指標を整理する。

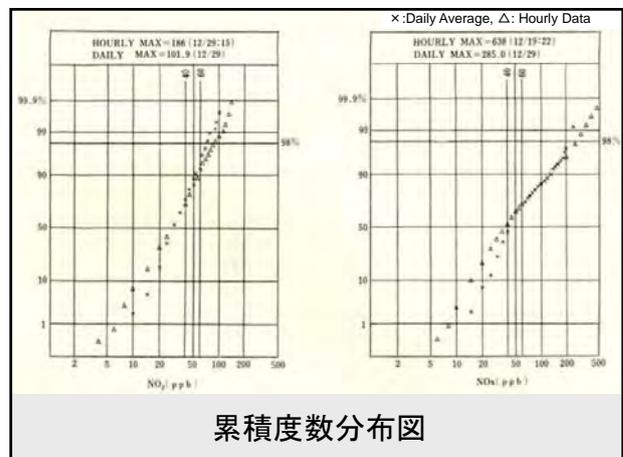
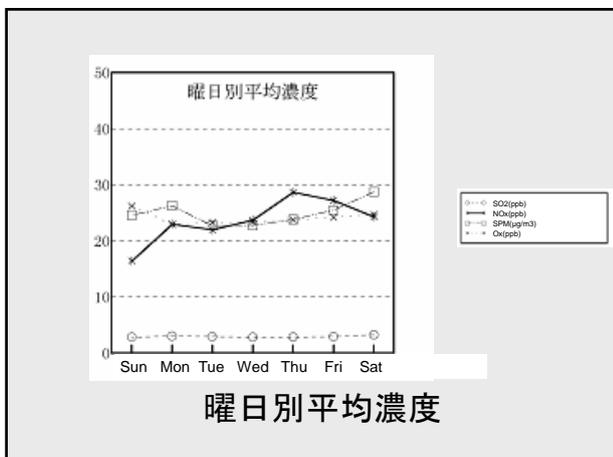
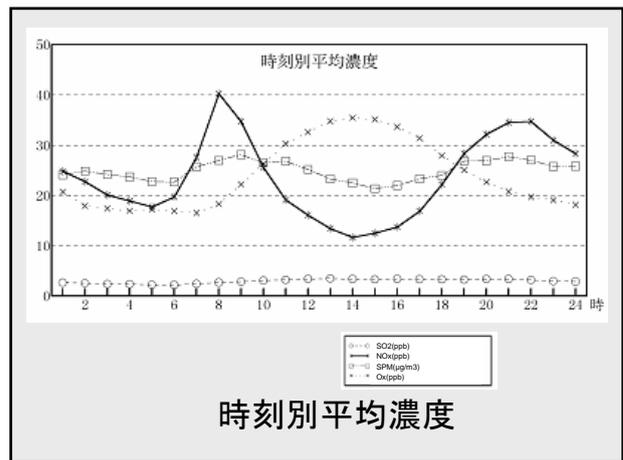
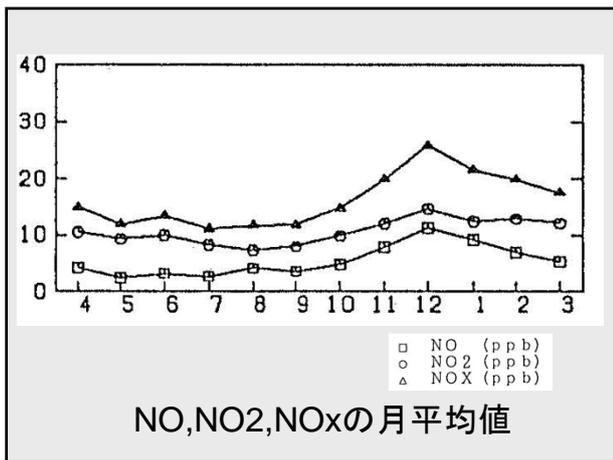
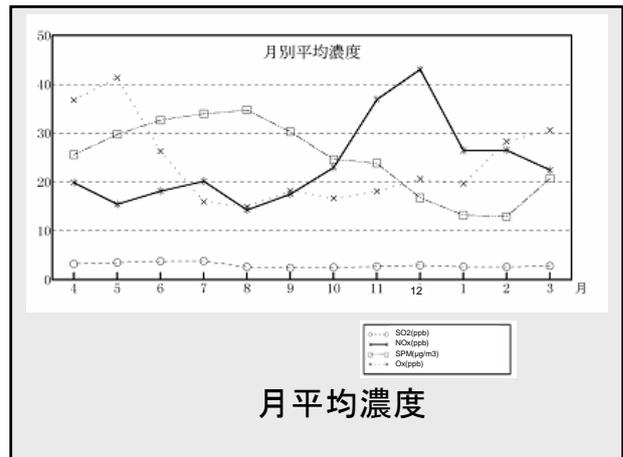
- ・有効測定日数
- ・測定時間
- ・年平均値
- ・1時間値の最高値
- ・日平均値の98%値
- ・環境基準との適合状況

### 解析結果の整理方法

州	市	測定局		有効測定日数	測定時間	年平均値	1時間値の最高値	日平均値の98%値	環境基準の超過時間
		名称	種類						

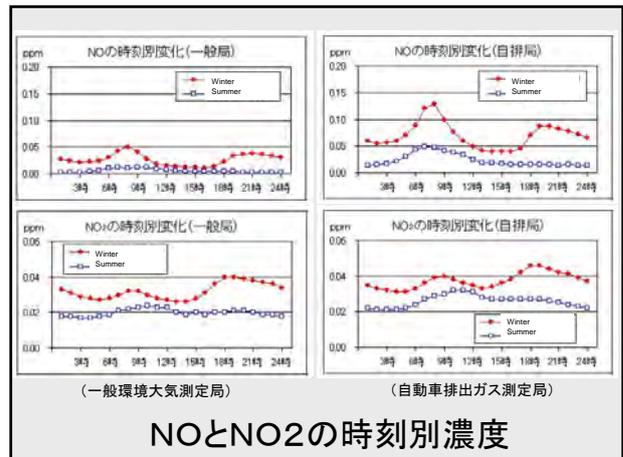
## 2.2 大気環境濃度の一般的挙動

- NO<sub>x</sub>(NO,NO<sub>2</sub>)とO<sub>3</sub>の関係  
NO<sub>x</sub>の大部分は、はじめにNOとして大気中に排出され、O<sub>3</sub>等により酸化されてNO<sub>2</sub>になる。NO<sub>2</sub>は、また紫外線の影響下で、光化学反応によって、NOに還元される部分がある。
- VOCは、NO<sub>x</sub>及びO<sub>3</sub>の反応過程に影響を及ぼす。
- 一般的に、昼間の紫外線量増加に伴い、O<sub>3</sub>濃度の上昇し、NO<sub>x</sub>濃度が低下する。

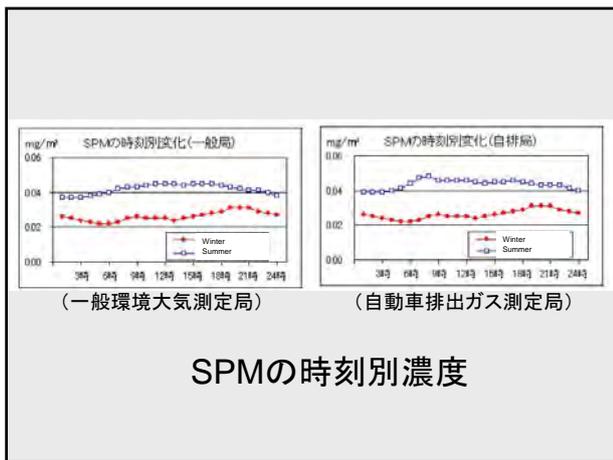


### 2.3 日本の測定局分類と濃度変化

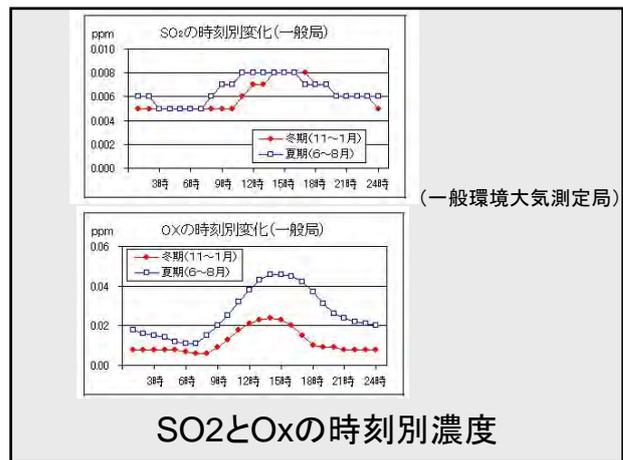
- 一般環境大気測定局  
自動車排出ガス測定局以外の測定局である。固定発生源又は移動発生源から直接の影響を受けにくい場所で測定する。
- 自動車排出ガス測定局  
自動車走行による排出物質に起因する大気汚染の考えられる交差点、道路及び道路端付近において測定する。



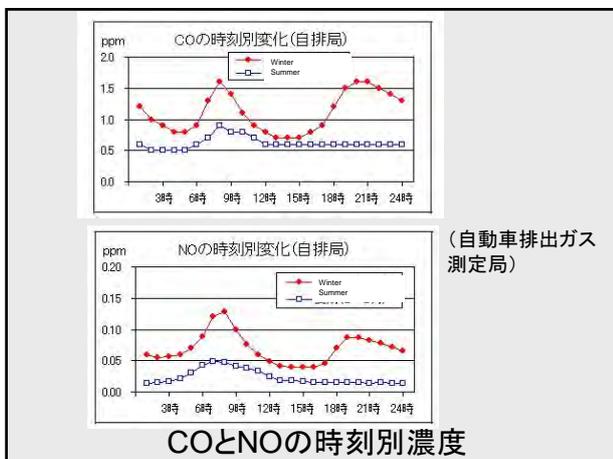
NOとNO2の時刻別濃度



SPMの時刻別濃度



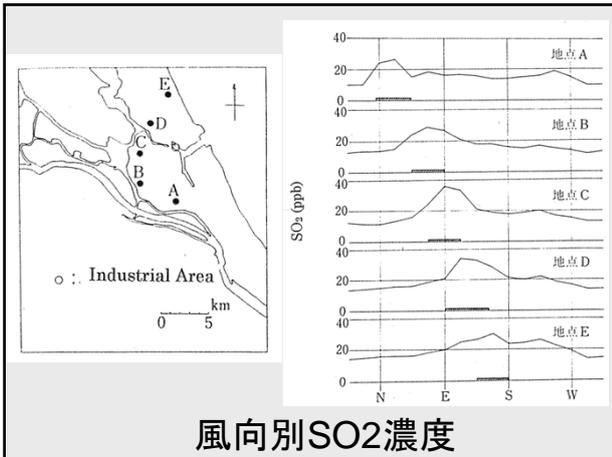
SO2とOXの時刻別濃度



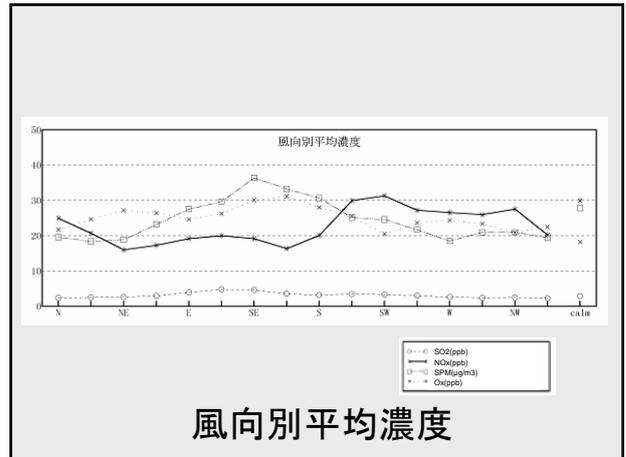
COとNOの時刻別濃度

### 3. 気象データと大気環境データの解析

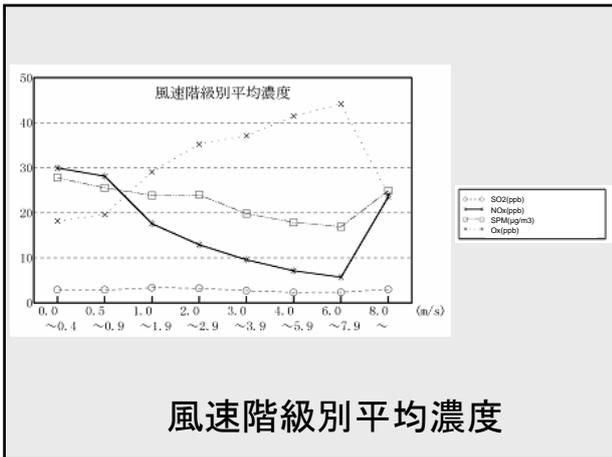
- 大気汚染濃度に最も大きな影響を与えているのが、気象条件である。そのため、気象データと環境濃度との関係を調べることにより、地域濃度特性を明らかにする。



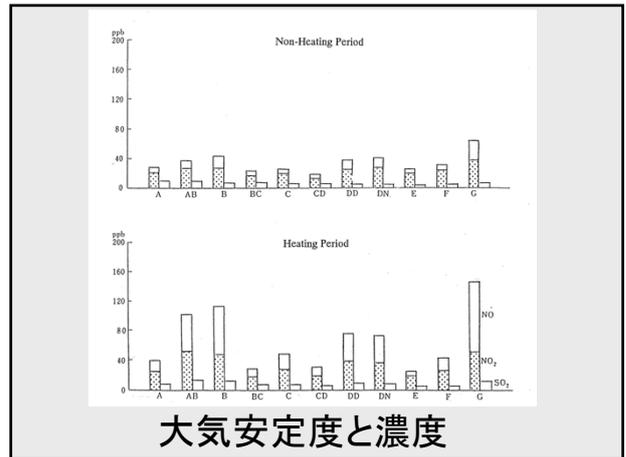
風向別SO<sub>2</sub>濃度



風向別平均濃度



風速階級別平均濃度

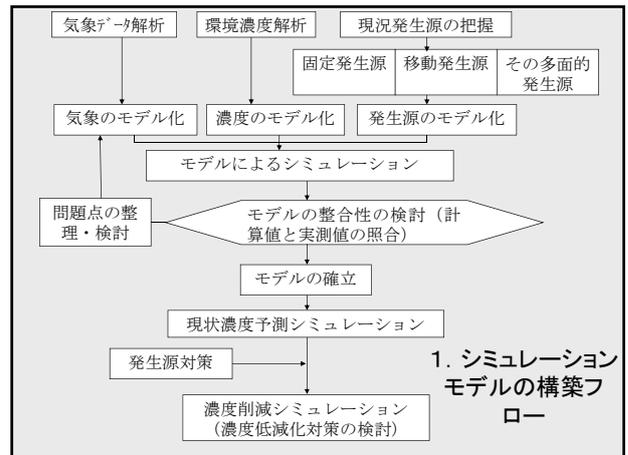


大気安定度と濃度

Thank you

## 発生源インベントリとシミュレーション

田畑 亨 (固定発生源インベントリ/シミュレーション1)



## 2. シミュレーションの基本条件

- 対象物質  
SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>), TSP, PM10, CO
- 基準年  
2010年3月～2011年2月
- 対象範囲  
ウランバートル市中心部を含む34km × 28km
- 解像度  
1.0km

## 濃度の評価期間

- 評価期間を決定するため、発生源インベントリ、気象条件、大気環境濃度の解析を行う。
- その上で、年間あるいは冬季などを対象にシミュレーションを行う。

## 3. 気象のモデル化

- シミュレーションモデルの入力データにするため、気象データを変換する。
- 測定を実施していない領域の必要情報を補完する。
- 風向の設定  
16 風向 + 静穏 (Calm)
- 風速階級  
静穏 (弱風時を含む) 0.0-0.9 (m/s)  
有風時 1.0- etc

## 地表風の代表性

- 計算領域の測定局における風向と風速との関係を解析する。
- 代表局を選定するため、ウランバートル市の気象データを解析する。

## 気象ウェート

Wind Sped\Air Stability Index	A	B	C	D	E	F&G
0.0-0.4						
0.5-0.9						
1.0-1.9						
2.0-2.9						
3.0-3.9						
4.0-5.9						
6.0-7.9						
8.0-						

## 4. 発生源インベントリモデル

ウランバートル市における代表的な発生源

- 火力発電所
- HOB、工場
- 自動車
- CFWH
- ゲルストーブ
- 火力からの焼却灰による飛散粉じんなど

上記の発生源は、以下の3つのカテゴリに分類できる。

- 点源
- 線源
- 面源

## 発生源のタイプ

### (1) 点源

火力発電所、HOB、大工場

### (2) 面源

個々の発生源について、排出量の少ない発生源  
例. ゲルストーブ、CFWH、細街路

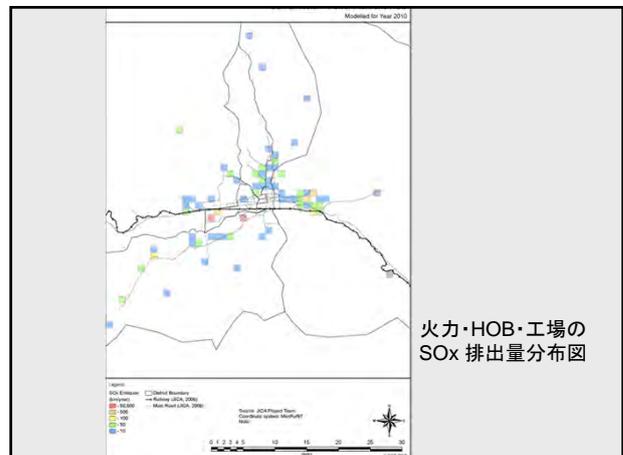
### (3) 線源

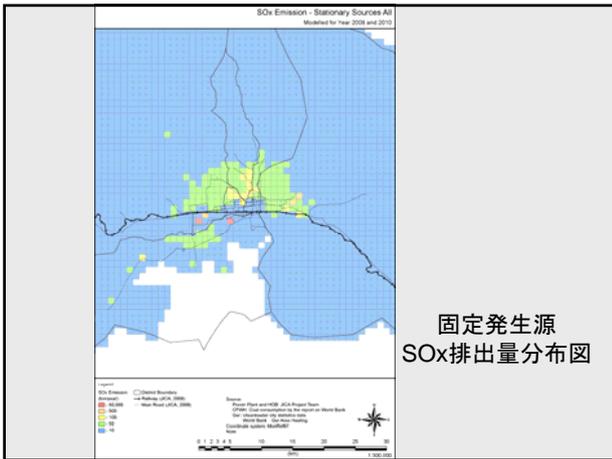
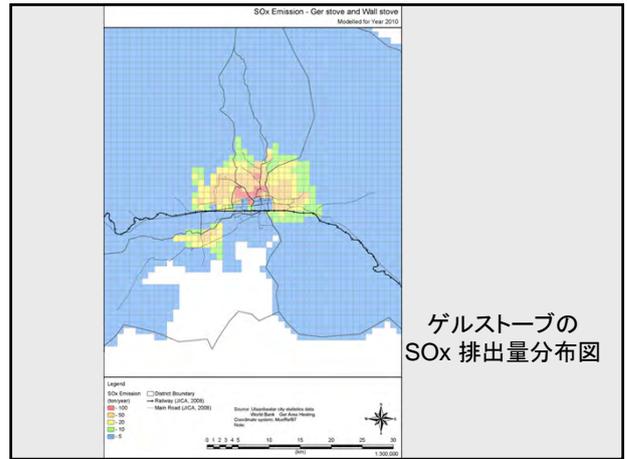
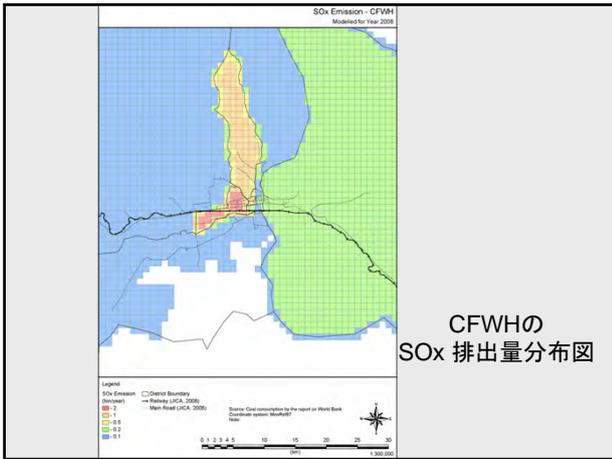
幹線道路

## ウランバートルにおける発生源区分

発生源のタイプ		点源	線源	面源
固定発生源	中規模以上	火力、HOB、中大規模工場		小規模工場
	小規模			ゲルストーブ、CFWH
移動発生源	自動車等		幹線道路	細街路

## 5. 発生源インベントリ





6. 大気汚染物質の拡散とシミュレーションモデル

### シミュレーションの種類

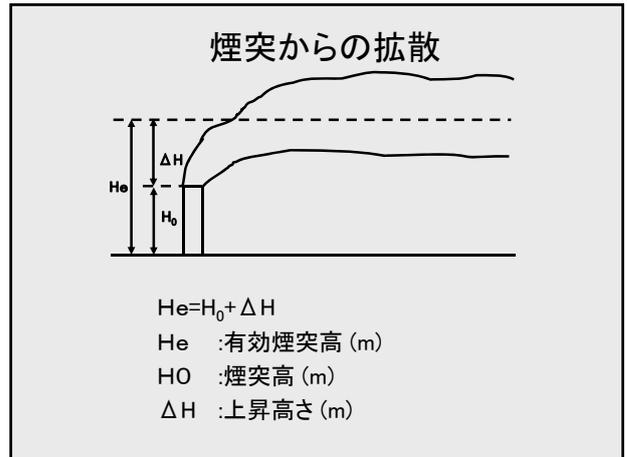
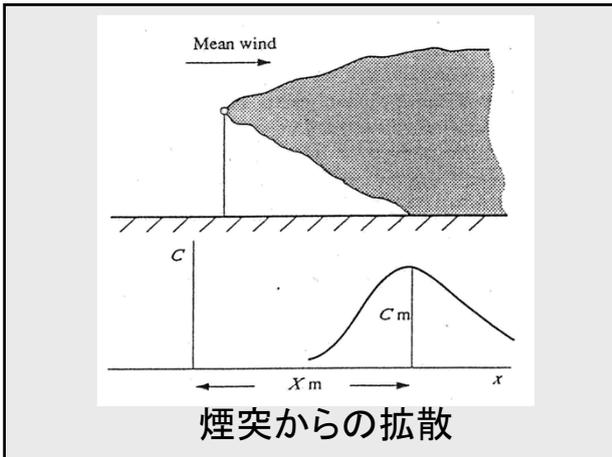
- 解析解型  
Plumeモデル  
(→ISC-ST3モデル)  
Puffモデル
- 数値解型  
ボックスモデル

途中経過は計算しない  
既存の平地における関係を当てはめる

希釈

### Plumeモデル

- 煙の拡散を定量的に予測しようとする時に使われる予測計算式(シミュレーションモデル)のひとつで、有風の気象条件の計算式として使用される。  
風下に連続して流されていく煙の典型的な形の1つを英語の「plume」(羽飾り)に見立てて名付けられた。平坦地で風下に向かって連続して拡散される定常状態の汚染物質濃度の予測値を求めるのに適している。

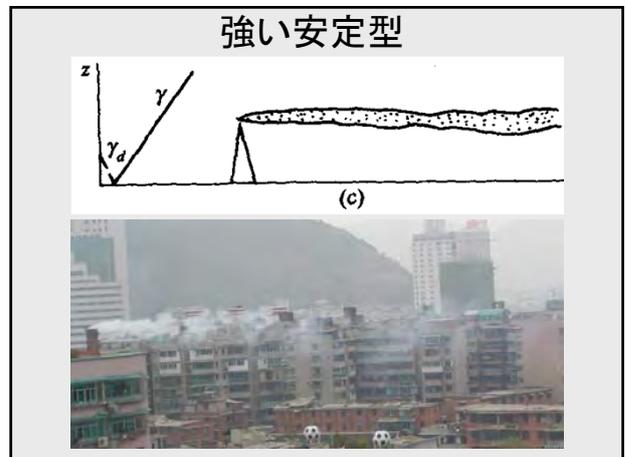
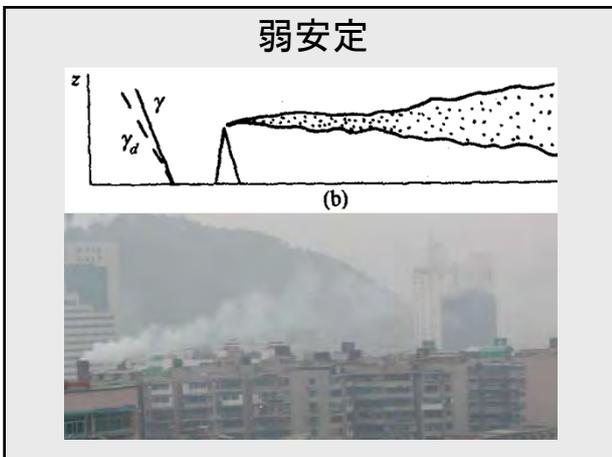
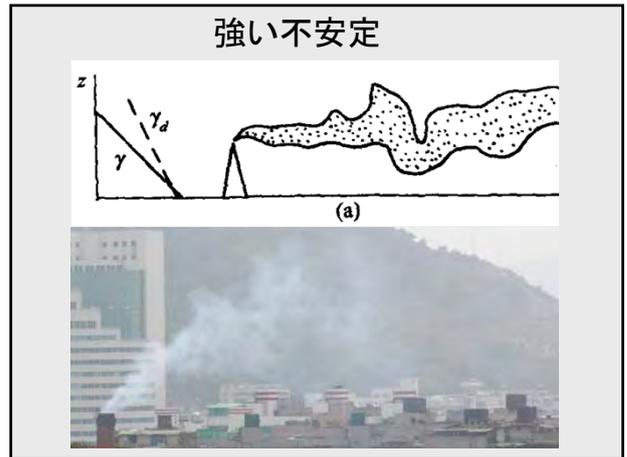


**He 計算方法**

- 有風時 (CONCAWE式)
 
$$\Delta H = 0.175 \cdot Q_H^{1/2} \cdot u^{-3/4}$$

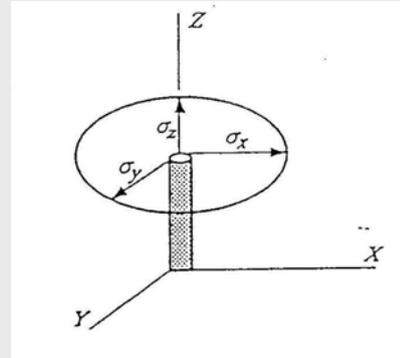
$$Q_H = \rho C_p Q \Delta T$$

$Q_H$  : Heat emission (cal/s)  
 $u$  : Wind speed of top of stack height (m/s)  
 $\rho$  : Stack gas density at 0°C ( $1.293 \times 10^3 \text{g/m}^3$ )  
 $C_p$  : Specific heat at constant pressure (0.24 cal/K/g)  
 $Q$  : Stack gas emission rate ( $\text{m}^3\text{N/s}$ )  
 $\Delta T$  :  $T_c$  (stack gas temperature) - 15°C (temperature)
- 静穏時 (Briggs式)



## PUFFモデル

- 煙の拡散を定量的に予測しようとする時に使われる予測計算式(シュミレーションモデル)のひとつで、無風又は微風の気象条件の計算式として利用される。
- 瞬間的に排出された煙の形を英語の「puff」(丸く、ふわつとしたもの)に見立てて名付けられた。非定常状態や無風、微風時の汚染物質の濃度の空間分布を求めるのに適する。



Puffモデルの拡散

## Puff式(点源)

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

(2-4-28)

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

$$\eta_z'^2 = R^2 + \frac{\sigma_z^2}{\gamma^2} (z+He)^2$$

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

- R :Horizontal Distance between Point Source and Calculation Point  
 Qp :Point Source Emission(m3N/s)  
 U :Wind Speed  
 He :Effective Height

## Puff式(面源)

$$C(R, z) = \frac{Q_s}{2\sqrt{2\pi} \cdot \gamma} \left\{ \ln \frac{B_+ + (\sqrt{B_+^2 + (2\alpha\gamma R(z-He))^2}}}{A_+ + (\sqrt{A_+^2 + (2\alpha\gamma R(z-He))^2}} \right. \\ \left. + \ln \frac{B_- + (\sqrt{B_-^2 + (2\alpha\gamma R(z+He))^2}}}{A_- + (\sqrt{A_-^2 + (2\alpha\gamma R(z+He))^2}} \right\}$$

$$A_{\pm} = \alpha^2(z \pm He)^2 - \gamma^2 R^2, \quad B_{\pm} = A_{\pm} + \gamma^2 R^2$$

Qp :Point Source Emission(m3N/m2·s)

## EPA ISC-ST3モデルの特徴

•ISC-ST3モデルは、風速1m/s以上のみを対象に計算するブルーム型モデルである。

↓

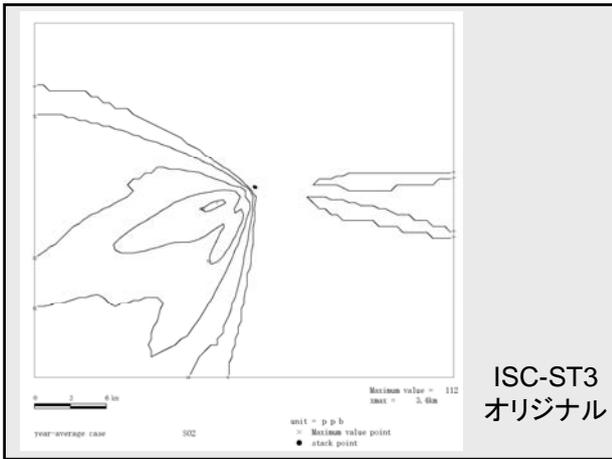
•静穏時には、発生源の中心で高濃度となるため、風速に静穏が多いメキシコの中央高原では、ブルーム型モデルによる計算結果と実測値の整合性がとれない。

↓

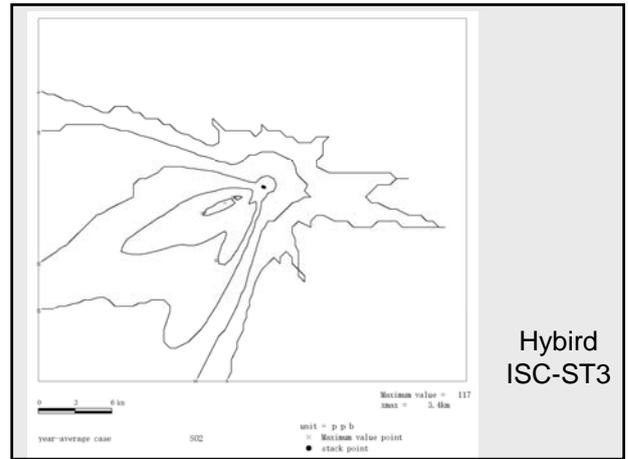
•そのため、ISC-ST3モデルに、静穏時の計算に適したパフモデルを組み入れる必要がある。(Hybrid ISC-ST3モデルの開発)

## Hybridモデルによるテスト計算結果

- 気象データ及び火力発電所のテスト用の排出量データを用いて、オリジナルのISC-ST3モデルとHybrid ISC-ST3モデルとの比較を行った。



ISC-ST3  
 オリジナル



Hybird  
 ISC-ST3

Thank you

## 移動発生源インベントリの 計算方法

前田浩之 ( maeda@sur.co.jp )  
( 移動発生源インベントリ担当 )  
インベントリとシミュレーションの研修  
2011.6.2~6.3 @ NAMEM

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

1

## 研修の対象

1. 移動発生源は一般に以下の4種類
  1. 自動車
  2. 鉄道
  3. 飛行機
  4. 船
2. UB市の大気汚染対策に影響が大きいのは自動車。排出量計算が難しいのも自動車。
3. 今回の研修は、自動車を対象とする。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

2

## 排出量の計算方法

- ◆  $Q = \sum (EF \times Len \times Cnt)$ 
  - Q 排出量(g)
  - EF 排出係数(g/km/台)
  - Len 距離(km)
  - Cnt 台数(台)
- 排出係数に距離と台数を乗じ、その合計を計算する。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

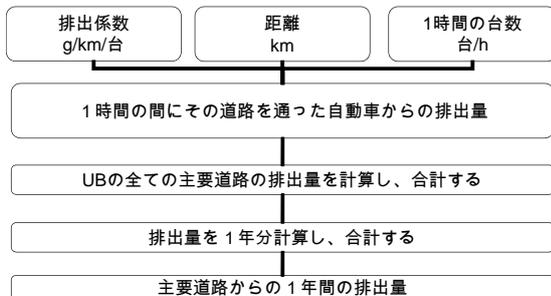
3

## 主要道路からの排出量計算方法

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

4

## 主要道路からの排出量計算フロー



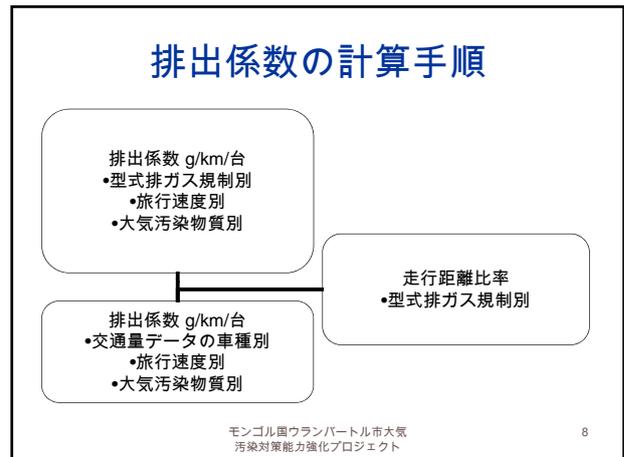
モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

5

## 排出係数

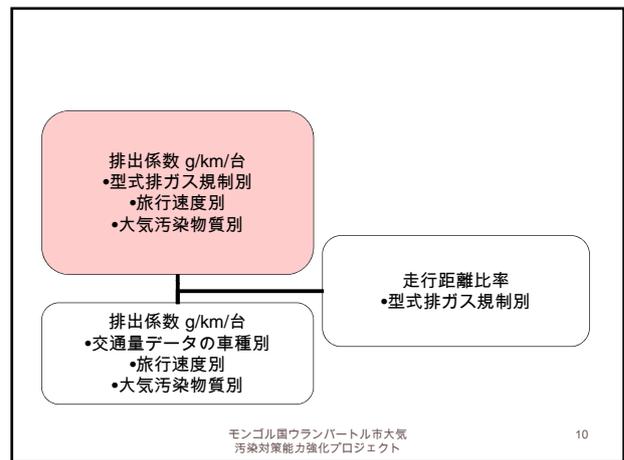
モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

6



## 型式排ガス規制別排出係数

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 9



- ## 型式排ガス規制別排出係数
- 自動車1台が1km走行した時に出る大気汚染物質の量
    - 自動車の種類別  
(同じジャンルでも、2010年モデルより1990年モデルの方が多)  
(軽い車より、重い車の方が多)
    - 旅行速度別  
(渋滞している時の方が多)
    - 大気汚染物質別  
(NOx、CO、SO2、HC、等、物質毎に違う)
- 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 11

- ## 型式排ガス規制
- 排ガス基準を満たさない型式の自動車は新車として登録できない。
  - その結果、排ガス基準を満たす型式だけが、製造・販売・輸入される。基準を満たさない型式は製造を中止する。
    - 日本：1973年から。24回バージョンアップ。
    - ヨーロッパ：1970年から。1993年以降は、EURO1～EURO5の名前で4回バージョンアップ。
    - モンゴル：この制度が無い。
- 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 12

## 例：日本, Heavy duty diesel vehicle, NOx



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

13

## 例：日本, Heavy duty diesel vehicle, PM



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

14

## 型式排ガス規制別排出係数はどうやって作られたか

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

15

## 手順

1. 走行モードの選定
2. シャーシダイナモメーター(C/D)という装置の上で、走行モードに沿って、運転し、排ガスを測定
3. 多数の自動車の排ガスを、同様に測定
4. 『速度別』『型式排ガス規制別』に平均を計算

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

16

## 走行モードとは？

- ◆ 平均的な走行パターンとしてモデル化されている走行条件。
- ◆ 以下は、最も単純なモードの1つ。日本では『10モード』と呼ばれている。
  1. アイドリング(20秒)
  2. 20km/hまで加速(7秒)
  3. 20km/hで走行(15秒)
  4. 20km/hから減速して停止(7秒)
  5. アイドリング(16秒)
  6. 40km/hまで加速(14秒)
  7. 40km/hで走行(15秒)
  8. 40km/hから20km/hまで減速(10秒)
  9. 20km/hから40km/hまで加速(12秒)
  10. 40km/hから減速して停止(17秒)

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

17

## シャーシダイナモメーター(C/D)での測定

- ◆ 自動車は固定
- ◆ タイヤの下に重いローラーがある。エンジンに、走行負荷を与えることができる。
- ◆ 自動車の排ガスを、分析装置へ導いて測定する。
- ◆ 写真は東京都環境科学研究所の測定の様子



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

18

## コメント

- ◆ 車検時の排ガス測定データでは排出係数は作ることができない。
  - 車検では、負荷がない状態で排ガス測定をしている。
- ◆ C/Dは運営費用が安くない
  - C/D (300,000,000Tg以上)の他、排ガス測定器等の機材、維持費用も少なくない。
  - 新しい排ガス測定装置は自動車に載せられるくらい小さくなったため、走行モード通りに走ることができるならば、C/Dは不要

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

19

## 型式排ガス規制別排出係数の使い方

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

20

## 排出係数の例 日本のガソリン乗用車のNOx(g/km)

排ガス規制バージョン	旅行速度(km/h)						
	4	7.5	12.5	20	32.5	50	70
規制前	3.755	2.803	2.830	2.284	2.286	2.270	3.495
1973	3.141	1.990	1.799	1.568	1.522	1.612	2.482
1975	1.889	1.093	1.032	1.058	0.965	0.965	1.492
1976	1.763	0.939	0.724	0.909	0.928	0.901	1.237
1978	0.506	0.409	0.248	0.280	0.312	0.334	0.545
1986	0.608	0.359	0.244	0.180	0.144	0.139	0.165
2000	0.069	0.042	0.029	0.022	0.018	0.015	0.014
2005	0.020	0.013	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006

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

21

## 問題(1)

- ◆ ガソリン乗用車(1999年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
  - 旅行速度は20km/h
  - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
  - その他の条件は日本と同じと仮定

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

22

## 排出係数の例 日本のガソリン乗用車のNOx(g/km)

排ガス規制バージョン	旅行速度(km/h)						
	4	7.5	12.5	20	32.5	50	70
規制前	3.755	2.803	2.830	2.284	2.286	2.270	3.495
1973	3.141	1.990	1.799	1.568	1.522	1.612	2.482
1975	1.889	1.093	1.032	1.058	0.965	0.965	1.492
1976	1.763	0.939	0.724	0.909	0.928	0.901	1.237
1978	0.506	0.409	0.248	0.280	0.312	0.334	0.545
1986	0.608	0.359	0.244	0.180	0.144	0.139	0.165
2000	0.069	0.042	0.029	0.022	0.018	0.015	0.014
2005	0.020	0.013	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006

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

23

## 問題(1)と答え

- ◆ 問題
  - ガソリン乗用車(1999年式)が1台だけ、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
    - 旅行速度は20km/h
    - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
    - その他の条件は日本と同じと仮定
- ◆ 答え
  - $0.180 \times 1.59 = 0.2862g$

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

24

## 問題(2)

- ◆ ガソリン乗用車(2000年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
  - 旅行速度は20km/h
  - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
  - その他の条件は日本と同じと仮定

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

25

## 排出係数の例 日本のガソリン乗用車のNOx(g/km)

排ガス規制バージョン	旅行速度(km/h)						
	4	7.5	12.5	20	32.5	50	70
規制前	3.755	2.803	2.830	2.284	2.286	2.270	3.495
1973	3.141	1.990	1.799	1.568	1.522	1.612	2.482
1975	1.889	1.093	1.032	1.058	0.965	0.965	1.492
1976	1.763	0.939	0.724	0.909	0.928	0.901	1.237
1978	0.506	0.409	0.248	0.280	0.312	0.334	0.545
1986	0.608	0.359	0.244	0.180	0.144	0.139	0.165
2000	0.069	0.042	0.029	0.022	0.018	0.015	0.014
2005	0.020	0.013	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006

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

26

## 問題(2)と答え

- ◆ 問題
  - ガソリン乗用車(2000年式)が1台だけ、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
    - 旅行速度は20km/h
    - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
    - その他の条件は日本と同じと仮定
- ◆ 答え
  - $0.022 \times 1.59 = 0.03498\text{g}$

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

27

## UBの型式排ガス規制別排出係数をどうやって得るか？

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

28

## UB用の排出係数

- ◆ モンゴルでは、負荷がかかった状態で、自動車の排ガスを測定し、排出係数として整理したデータがない。
- ◆ 他の国で測定して作られた排出係数を、UB用に修正して使う。

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

29

## 排出係数の候補

1. 日本：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)
2. ヨーロッパ：COPERT 4 version 8.0 – (European Environment Agency, February 2010)
3. USA：MOVES2010a (US-EPA, 2010)
4. 簡便法：AMHIB (WB, 2010)等

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

30

## 排出係数の選択

- ◆ UBの自動車の統計
  - (出典：2009年のUB市の車検データ)
  - 製造国別
    - 日本 68,406台 (55.3%)
    - 韓国 40,883台 (33.1%)
    - 他 14,352台 (11.6%)
  - 製造から輸入までの年数
    - 1~2年 5,082台 (4.1%)
    - 3年~ 118,559台 (95.9%)
- ◆ 半数以上の自動車は、日本の排ガス基準で作られた。よって、日本の排出係数モデルを使用するのがよい。

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

31

## 排出係数をUB用に修正するための仮定

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

32

## 型式排ガス規制の前提

- ◆ ガソリン
  - ガソリンに含まれる鉛により、排ガス処理装置の性能が悪くなる。日本では、1987年に有鉛ガソリン完全禁止。
- ◆ ディーゼル油
  - ディーゼル油中の硫黄により、排ガス処理装置の性能が悪くなる。日本では、1992年から、硫黄濃度の基準値がどんどん小さくなった。
  - 現在、日本の基準(10ppm, 2005.1~)は、モンゴルの基準 (2,000ppm, MNS216:2006)の1/200。

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

33

## 有鉛ガソリンの歴史

- ◆ 日本
  - オクタン価90のガソリンは、1975年から鉛禁止。
  - オクタン価96のガソリンは、1987年から鉛禁止。
- ◆ モンゴル
  - MNS217-87では、有鉛ガソリンが許可されていた
  - MNS217-2006で、有鉛ガソリンが禁止された
  - モンゴルでガソリンの鉛を測定したデータは無い
  - 2010年11月にPetrovisで購入したガソリンを日本で測定した >> 無鉛

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

34

## 未確認情報

- ◆ UNEPのPCFVでは、2008.1に有鉛ガソリンが使われていたとされている。  
(<http://www.unep.org/transport/pcf/PCFV/MapWorldLead-Jan2008.pdf>)
- PCFVによれば、モンゴル政府の情報。
- ガソリンの鉛を測定出来る試験室がないのに、どうやって測定したのか？
- 輸入先のロシアと中国が無鉛なのに、モンゴルのために特別に有鉛ガソリンを製造する会社があるのか？
- この情報は本当かどうか確認できなかったため、無視する。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

35

## 有鉛ガソリンの影響

- MNSに適合したガソリンが販売されてきた。
  - MNS217:2006が有効になった2006.12.10以降、有鉛ガソリンは使われていない。
  - それまでは、有鉛ガソリンが使われていた。
  - 2006.12.10以前に登録された自動車は、有鉛ガソリンにより、排ガス処理装置が劣化している。
- と考えられるので
- 2006年までにモンゴルで登録されたガソリン自動車には、日本の1986年型の自動車の排出係数を使う。ただし、CO<sub>2</sub>とSO<sub>x</sub>は排ガス処理装置でほとんど処理されないので、製造年の排出係数を使う。

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

36

## ガソリンの硫黄濃度の歴史

		(ppm)	
日本	~ 2004.12	<=100	国
	2005.1~	<=10	製油会社
モンゴル	1987~	<= 1,200	MNS217:87
	2006.12~	<= 500	MNS217:2006
	2010.11	300 (A-80) 200 (AI-92) 100 (AI-95)	PETROVISで購入したガソリン

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

37

## ガソリン中の硫黄の影響

- MNS217に適合したガソリンが販売されている。
  - 2005年以降の型式の排ガス処理装置は、硫黄により、排ガス処理装置が劣化している。
- と考えられるので
- 2005年以降の型式のガソリン自動車には、日本の2004年型の自動車の排出係数を使う。ただし、CO<sub>2</sub>とSO<sub>x</sub>は排ガス処理装置でほとんど処理されないため、製造年の排出係数を使う。

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

38

## ディーゼル油の硫黄濃度の歴史

		(ppm)	
日本	1953~	<=12,000	国
	1976~	<= 5,000	国
	1992~	<= 2,000	国
	1997~	<= 500	国
	2003.4~	<= 50	製油会社
	2005.1~	<= 10	製油会社
モンゴル(И Бүлэг)	1984~	<= 2,000	MNS216:84
	2006.12~	<= 2,000	MNS216:2006
	2011.1	1,400	PETROVISで購入した軽油

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

39

## ディーゼル油中の硫黄の影響

- MNS通りのディーゼル油が販売されている。
  - 1997年以降の型式の排ガス処理装置は、硫黄により、排ガス処理装置が劣化している。
- と考えられるので
- 1997年以降の型式のディーゼル自動車には、日本の1996年型の自動車の排出係数を使う。CO<sub>2</sub>とSO<sub>x</sub>は排ガス処理装置でほとんど処理されないため、製造年の排出係数を使う。

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

40

## 日本製以外の自動車

- トロリーバスは、大気汚染物質が出ないので
  - トロリーバスの排出係数は0
- と仮定し
- その他の自動車は、日本の自動車と同じ量の汚染物質が出る。
- と仮定し
- その他の自動車は、日本の自動車と同じ排出係数を使う。

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

41

## 問題(3)

- ◆ ガソリン乗用車(2000年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NO<sub>x</sub>が何g排出されたでしょうか？
- 旅行速度は20km/h
- ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
- 2006年にモンゴルに輸入された自動車の場合

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

42

### 解答 (3)

- ◆ 2006年に有鉛ガソリンを使い、排ガス処理装置が劣化しているため、1986年型の排出係数を使う
- ◆  $0.180 \times 1.59 = 0.2862g$

### 問題(4)

- ◆ ガソリン乗用車(2000年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
  - 旅行速度は20km/h
  - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
  - 2008年にモンゴルに輸入された自動車の場合

### 解答 (4)

- ◆ 有鉛ガソリンの影響がないため、2000年型の排出係数を使う
- ◆  $0.022 \times 1.59 = 0.03498g$

### 問題(5)

- ◆ ガソリン乗用車(2010年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
  - 旅行速度は20km/h
  - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
  - 2010年にモンゴルに輸入された自動車の場合

### 解答 (5)

- ◆ 硫黄濃度が高いガソリンを使い、排ガス処理装置が劣化しているため、2004年型の排出係数を使う
- ◆  $0.022 \times 1.59 = 0.03498g$

### 問題(6)

- ◆ ディーゼル中型乗用車(2010年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りました。NOxが何g排出されたでしょうか？
  - 旅行速度は20km/h
  - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
  - 2010年にモンゴルに輸入された自動車の場合
  - ディーゼル中型乗用車の排出係数は配布資料参照

## 解答 (6)

- ◆ 硫黄濃度が高いディーゼル油により排ガス処理装置が劣化しているため、1996年型の排出係数を使う
- ◆  $0.556 \times 1.59 = 0.88404\text{g}$

## SOxの排出係数

## SOxの排出係数表がない

- ◆ 日本の近況
  - SOx排出量が小さくなり、SOx大気汚染問題が解決したため、SOx排出係数表が作られなくなった。
  - 地球温暖化ガスの排出量計算のため、CO<sub>2</sub>排出係数表が掲載されるようになった。
- ◆ 問題
  - どうすれば、SOxの排出係数が計算できるか？

## SOxの排出係数の計算方法

- ◆ 原理
  - 自動車排ガスのCO<sub>2</sub>のほとんどは、燃料に含まれるCと大気中のO<sub>2</sub>が結合したものである。SOxも同様。
- ◆ 計算方法
  - CO<sub>2</sub>の排出量(CO<sub>2</sub>の排出係数)から、使った燃料に含まれていた炭素量が計算できる。
  - 燃料の炭素濃度データがあるので、使った燃料が計算できる。
  - 燃料の硫黄濃度データがあるので、使った燃料に含まれていた硫黄量が計算できる。
  - 硫黄のほとんどがSO<sub>2</sub>として排出されるので、SOxの排出量が計算できる。
  - では、排出係数の計算式は？

## SOxの排出係数の計算方法

- ◆  $EF_{SOx} = EF_{CO_2} \times (12/44) \times (1/R_C) \times (R_S) \times (64/32)$ 
  - EF<sub>SOx</sub> :SOx排出係数
  - EF<sub>CO<sub>2</sub></sub> :CO<sub>2</sub>排出係数
  - R<sub>C</sub> :燃料中のC濃度
  - R<sub>S</sub> :燃料中のS濃度
  - 12, 44, 64, 32: 各物質の分子量

## 問題(7)

- ◆ ガソリン乗用車(2000年式)が1台、ドゥルンザムから中央郵便局前まで、走りまわりました。SOxが何g排出されたでしょうか？
  - 旅行速度は20km/h
  - ドゥルンザムから中央郵便局前までは、1.59km
  - ガソリンの炭素濃度は85.2重量%、硫黄濃度は0.015重量%(2010.11のPETROVISのAI-92とAI-95の平均)
  - ガソリン乗用車のCO<sub>2</sub>排出係数は配布資料参照

## 解答 (7)

- ◆ CO<sub>2</sub>排出係数
  - 238.3g/km (2000年式)
- ◆ SO<sub>x</sub>排出係数
  - $238.2 \times (12/44) \times (1/0.852) \times (0.00015) \times (64/32) = 0.02287\text{g/km}$
- ◆ SO<sub>x</sub>排出量
  - $0.02287 \times 1.59 = 0.03637 \text{ g}$

## 排出係数からわかること

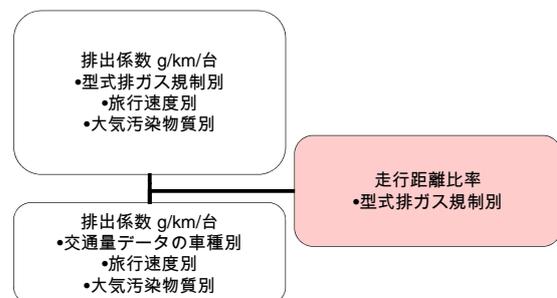
## 大気汚染物質削減方法

- ◆ モンゴルも型式排ガス規制を採用すべき
  - 排ガス規制を満たしていない自動車の輸入禁止
  - 最新式規制でなくても、大気質が、大気質基準以下になるのか、シミュレーションで確認すべき
- ◆ 硫黄の規制を強化すべき
  - ロシアが、硫黄濃度を下げた燃料を製造・輸出してくれるのか？
  - モンゴル国内に建設予定の製油所に、硫黄を削減する装置を設置し、その製油所で作る燃料をUBで使うことは可能か？
- ◆ 電気交通の振興
  - 地下鉄など、電気式鉄道の建設
  - トロリーバス路線の増強

## 今後の課題

- ◆ ガソリンとディーゼル油の鉛濃度と硫黄濃度の調査
  - 税関申告書に附属した成分表から、鉛濃度と硫黄濃度の統計を年別に作成し、排出係数の仮定を改良する。古い資料が廃棄される前に調査すべき。
- ◆ 他の国で作られた排出係数がUBの車と比較してどの程度誤差があるのか？
  - 燃費調査
  - 運転しながら自動車の排ガスを測定する調査
- ◆ 韓国の排ガス係数は？
  - 韓国の自動車排ガス規制と排出係数入手

## 走行距離比率



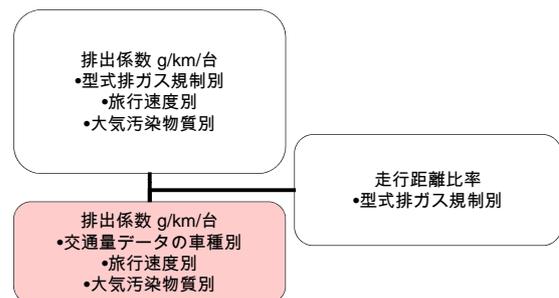
## 走行距離比率が必要な理由

- ◆ 道路を通った自動車の台数を数える時、年式や輸入年別に数えることはできない。
  - 例：問題3と4は、輸入した年が2年違うのみで、外観は同じ自動車である。台数を数える時には区別できない。
- ◆ 交通量調査は、目で見て判断できる情報でしか、車種を区分できない。交通量調査の車種区分に合わせた排出係数が必要
- ◆ 型式排ガス規制別排出係数→（走行距離に応じた加重平均）→交通量調査車種区分別排出係数を計算する。

## 走行距離比率

- ◆ 年式別平均年間走行距離
  - 走行距離が長さに応じた重み付け
  - 例えば、バス会社が、古いバスを10台、新しいバスを10台持っているとする。新しいバスの方が故障が少ない、燃費がよい、等の理由により、新しいバスを使う頻度が多い。
  - UBでは、年式別平均年間走行距離のデータが得られなかった。古い車も新しい車も同じように走っていると仮定する。
- ◆ 交通量データの車種別燃料種類別年式別自動車台数
  - 台数に応じた重み付け
  - 車検データベースを使い、車種別燃料種類別年式別に台数を数え、比率を計算

## 交通量データの車種別排出係数



## 計算方法

- ◆  $EF_{type} = \sum (EF_{model} \times R_{model})$ 
  - $EF_{type}$  : 交通量データ車種別排出係数
  - $EF_{model}$  : 型式排ガス規制別排出係数
  - $R_{model}$  : 走行距離比率
- 型式排ガス規制別排出係数に、走行距離比率を乗じて、足し合わせる。

## 問題(8)

- ◆ 問題3の自動車(ガソリン乗用車, 2000年式, 2006年に輸入)が10台、問題4の自動車(ガソリン乗用車, 2000年式, 2008年に輸入)の5台の場合、旅行速度は20km/hでの、NOxの平均排出係数は何g/kmですか？

## 解答 (8)

- ◆ 問題3の自動車 の排出係数は、0.180g/km
- ◆ 問題4の自動車 の排出係数は、0.022g/km
- ◆ 平均は  
 $(0.180 \times 10 + 0.022 \times 5) / 15 = 0.127 \text{g/km}$

## 実際の計算

- ◆ 2009年に車検を受けた自動車123,641台を、排出係数表の区分に分類し、台数比率を計算する。

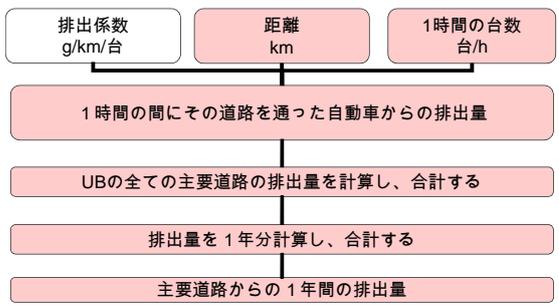
## 車種別台数の一部

Year	License Plate	Vehicle Type	Count
2009	2009-00000	Сүхэрийн хэрэгсэл	24
2009	2009-00001	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00002	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00003	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00004	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00005	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00006	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00007	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00008	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00009	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00010	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00011	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00012	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00013	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00014	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00015	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00016	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00017	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00018	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00019	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00020	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00021	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00022	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00023	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00024	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00025	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00026	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00027	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00028	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00029	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00030	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00031	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00032	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00033	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00034	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00035	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00036	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00037	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00038	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00039	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00040	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00041	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00042	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00043	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00044	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00045	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00046	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00047	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00048	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00049	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00050	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00051	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00052	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00053	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00054	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00055	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00056	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00057	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00058	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00059	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00060	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00061	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00062	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00063	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00064	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00065	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00066	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00067	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00068	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00069	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00070	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00071	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00072	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00073	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00074	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00075	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00076	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00077	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00078	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00079	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00080	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00081	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00082	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00083	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00084	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00085	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00086	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00087	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00088	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00089	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00090	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00091	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00092	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00093	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00094	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00095	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00096	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00097	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00098	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00099	Сүхэрийн хэрэгсэл	13
2009	2009-00100	Сүхэрийн хэрэгсэл	13

## 今後の課題

- ◆ UBの年式別平均年間走行距離を毎年調査
  - オドメーターの値を車検データベースに記録する。そのためには、車検規則の変更が必要か？

## 排出量の計算



## 計算の流れ

1. ある区間を走った台数を調べる
2. 1時間の台数から、1時間の排出量が計算できる。
3. 24時間それぞれの排出量を計算し、合計を計算すると、1日の排出量が計算できる。
4. すべての道路について同じように計算し、合計を計算すると、UB全体の1日の排出量が計算できる。
5. 365日分を同じように計算し、合計を計算すると、UB全体の1年間の排出量が計算できる。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

73

## 交通量データの例

Direction	Volume	Time Interval	...
1	230	7:00-8:00	...
2	84	8:00-9:00	...
3	8	9:00-10:00	...
4	42	10:00-11:00	...
5	6	11:00-12:00	...
6	0	12:00-13:00	...
7	0	13:00-14:00	...

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

74

## 問題(9)

- ◆ 2010/10/7の7:00~8:00に、中央郵便局からドゥルンザムへ通った自動車から出たNOxの量は？
  - 仮定
    - すべての自動車が、中央郵便局からドゥルンザムまで運転した。
    - 旅行速度20km/h
    - 車種別の排出係数は、車種1は0.8g/km、2は1.2g/km、3は0.0g/km、4は2.0g/km、5は1.2g/km、6は2.4g/km、7は1.2g/kmと仮定

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

75

## 解答(9)

車種	台数	排出係数	距離	排出量
1	230	0.8g/km	1.59km	292.56
2	84	1.2g/km	1.59km	160.272
3	8	0.0g/km	1.59km	0
4	42	2.0g/km	1.59km	133.56
5	6	1.2g/km	1.59km	11.448
6	0	2.4g/km	1.59km	0
7	0	1.2g/km	1.59km	0
合計				597.84

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

76

## 1日あたりの排出量の計算

- ◆ 1時間毎に、台数データに排出係数を乗じて計算し、合計を計算する。
- ◆ 23:00~7:00の台数を数えていない場所は、23:00~7:00に台数を数えた道路データを用いて推定。
- ◆ 全ての道路について、排出量を同様に計算

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

77

## 年間排出量の計算

- ◆ 秋の平日、秋の休日、冬の平日は、交通量調査結果から計算。
- ◆ 冬の休日は、上記3日の交通量データから交通量を推定し、排出量を計算。
- ◆ 4/1~10/31は秋の交通量と同じ、11/1~3/31は冬の交通量と同じ、と仮定して、年間排出量を計算

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

78

## 主要道路以外からの排出量

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

79

## 一般的な方法

- ◆ 主要道路以外の交通量データを推定し、排出係数を乗じて計算する。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

80

## UBの場合

1. UB市税関で、UB市の燃料輸入量がわかる。
2. UB市の燃料輸入量のほとんどが、UB市内で使われていると仮定する。
3. 主要道路のSOx排出量から、燃料使用量が計算できる。
4. 1と3の燃料使用量の差が、主要道路以外で使われている燃料の量である。
5. 燃料使用量から、交通量を計算し、大気汚染物質排出量を計算する。(主要道路以外の状況として、小型乗用車と大型乗用車(マイクロバス等)が半々で使われている、時速20km/h、と仮定)
6. 大気汚染物質排出量をグリッドに配分する。(人口に比例して自動車が使われていると仮定)

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

81

## 宿題

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

82

## 概要

1. 交通量を数える(1時間のみ)
2. 道路の距離を測る
3. PM10の排出量を計算する

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

83

## 交通量を数える



- ◆ <http://www.its.mn/RouteTrafficInfo.do> の道路でVDSセンサーを探す。
- ◆ VDSセンサーの下を通る台数を数える。
- ◆ 7車種区分は1人で数えられないので、簡易な車種区分とする(大型バス、トロリーバス、乗用車、貨物車の4種)。
- ◆ 調査時間は1時間
- ◆ 記録は、5分単位で記録する。

モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

84

## 道路の長さ

1. <http://www.its.mn/RouteTrafficInfo.do> で、調査した道路の長さ、始点名、終点名を調べる。
2. 始点と終点をGoogle Earthで探し、距離を測る。
3. 1も2も測定誤差があるため、1と2の距離は違ってよい。

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

85

## PM-10の排出量を計算する

- ◆ 本当の排出係数を計算するのは難しいので、下記の仮の排出係数を使ってください。

• 乗用車	1.05g/km
• 大型バス	2.0g/km
• トロリーバス	0.0g/km
• 貨物車	1.2g/km

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

86

## 宿題に書くべきこと

- ◆ 測定地点(地図、道路名、区間名、方向 <http://www.its.mn/RouteTrafficInfo.do> の道路名と区間名と方向名を使ってください)
- ◆ 測定日時
- ◆ 4車種別5分毎の交通量(表)
- ◆ 道路の長さ (<http://www.its.mn/RouteTrafficInfo.do> の値と、Google Earth で計った値)
- ◆ PM-10の排出量
  - 計算の過程が確認できるように、Excelのセル式で計算しExcelファイルを [maeda@sur.co.jp](mailto:maeda@sur.co.jp) へ提出する、或いは、筆算の過程が追える紙を提出すること。

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

87

## お願い

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

88

## 質問および議論

- ◆ わからなかった部分の説明を聞きたい、前田が知らないデータを知っている、等、個別の質問および議論を歓迎します。
- ◆ 先着順とします。
- ◆ 英語あるいは日本語の電子メールで、AQDCCに来ることができるときを [maeda@sur.co.jp](mailto:maeda@sur.co.jp) まで知らせてください。

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

89

## ありがとうございました

- ◆ 硫黄と鉛の規制を強化しつつ、ロシアから燃料を輸入するためには、どうしたらよいか.....



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

90

## 参考資料

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

91

## 排ガス規制の種類

	日本	モンゴル
車検排ガス規制	1966~	MNS5013 MNS5014
型式排ガス規制	1973~	無し

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

92

## AMHIBの排出係数

- ◆ Light duty vehicles, gasoline 0.1g/km
- ◆ Light duty, diesel 2.0g/km
- ◆ Buses, diesel 2.0g/km
- ◆ Light heavy duty vehicles, diesel 2.0g/km
- ◆ Medium heavy duty vehicles, diesel 2.0g/km
- ◆ Medium heavy duty vehicles, gasoline 0.4g/km

- ◆ 出典 : Discussion Paper, December, 2009, p105
- ◆ 利点 : 簡単に計算できる
- ◆ 欠点 : 大気汚染対策の効果が計算できない

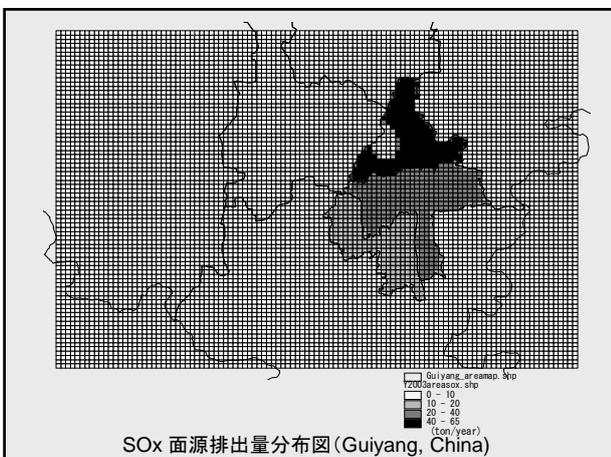
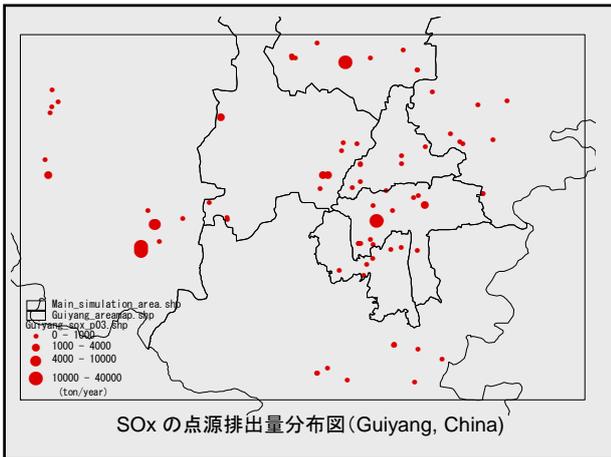
モンゴル国ウランバートル市大気  
汚染対策能力強化プロジェクト

93

# シミュレーション結果の評価と大気汚染対策(具体例)

田畑 亨 (固定発生源インベントリ/シミュレーション1)

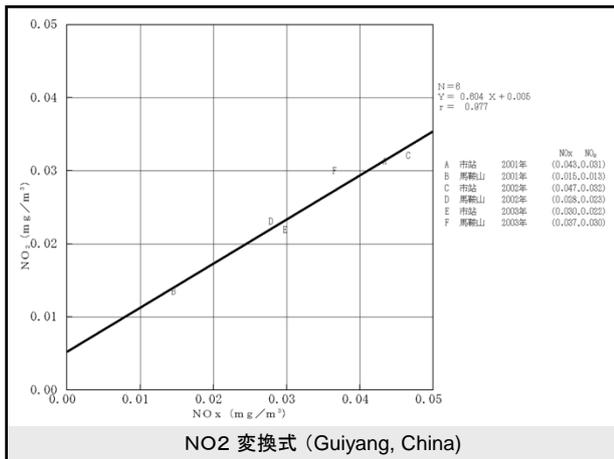
## 1. 発生源インベントリ



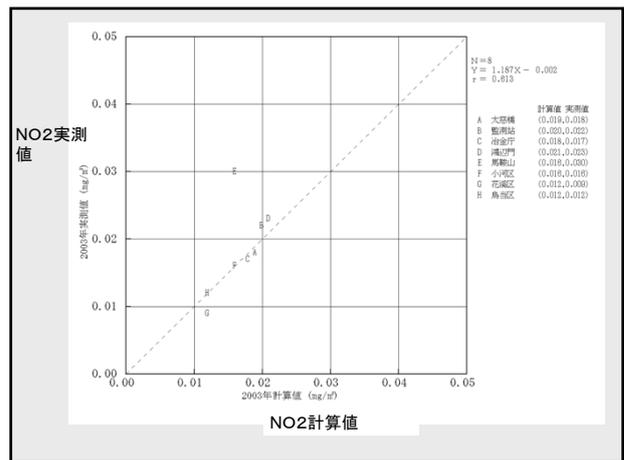
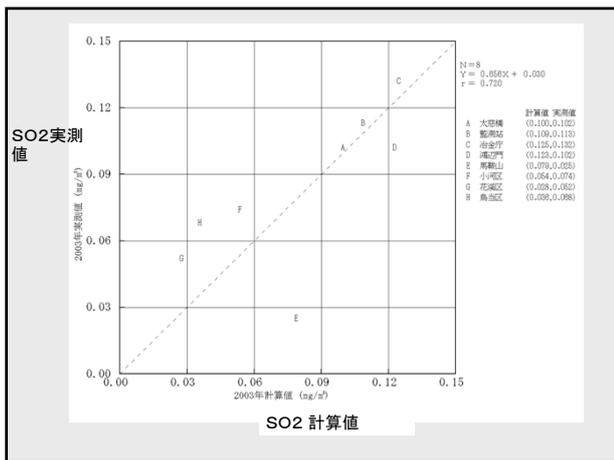
## 2. NO<sub>2</sub> 変換式

- 発生源インベントリデータはNO<sub>x</sub>であるため、シミュレーション結果もNO<sub>x</sub>となる。NO<sub>x</sub>の計算濃度からNO<sub>2</sub>濃度に変換するため、NO<sub>x</sub>とNO<sub>2</sub>の実測値を比較する。

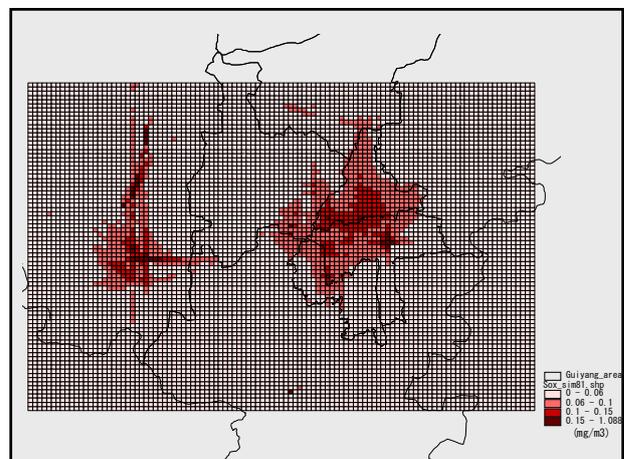
↓  
比較結果を用いて、NO<sub>2</sub> への変換式を求める。

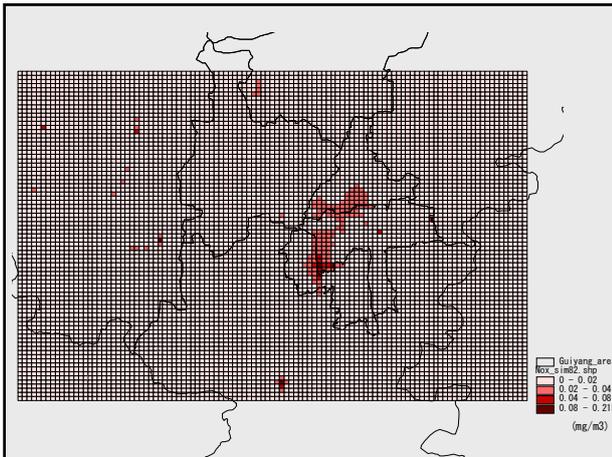


### 3. 計算値と実測値の比較



### 4. シミュレーション結果



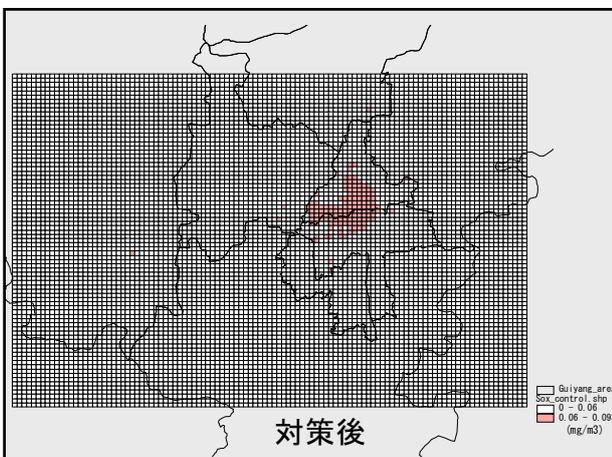
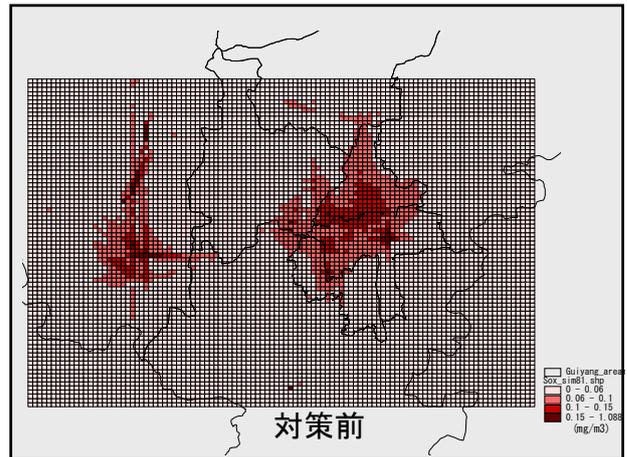


## 5. シミュレーションを用いた大気汚染対策

(対策ケースのシミュレーション結果と大気環境基準との比較)

### SO<sub>2</sub>発生源対策

- ①点源対策
  - ・脱硫装置の設置
  - ・煙突高さを上げる、など
- ②面源対策
  - 低硫黄炭を使用する



Thank you

