

中華人民共和国

環境保護部汚染物質排出総量規制司大気処

中華人民共和国

大気中の窒素酸化物総量抑制プロジェクト

NOx 抑制効果把握手法に係るハンドブック

平成28年2月

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

株式会社 数理計画

公益財団法人 国際環境技術移転センター（ICETT）

中国事
JR
16-01



中華人民共和国  
大気中の窒素酸化物総量抑制プロジェクト

窒素酸化物抑制効果把握手法に係るハンド  
ブック

平成 27 年 11 月

株式会社 数理計画

公益財団法人 国際環境技術移転センター（ICETT）



## 目次

図目次 .....	iii
表目次 .....	iv
用語説明 .....	v
<b>第1章</b> 要約 .....	1
<b>第2章</b> 大気拡散シミュレーションモデルを利用する目的 .....	2
<b>第3章</b> 基準年のモデル化 .....	3
3.1 基準年の選定 .....	3
3.2 気象データ及び大気環境データの入手・分析 .....	3
3.2.1 気象データの入手・解析 .....	3
3.2.2 大気常時監視測定局実測値を用いた大気汚染評価 .....	7
3.3 基準年発生源排出インベントリの作成 .....	17
3.3.1 発生源排出インベントリ計算の基本方針 .....	17
3.3.2 重点調査対象工業企業 .....	22
3.3.3 非重点調査工業企業 .....	41
3.3.4 城鎮生活 .....	44
3.3.5 自動車 .....	47
3.4 大気拡散シミュレーションモデルによる大気環境濃度計算 .....	59
3.4.1 本ハンドブックで使用する大気拡散シミュレーションモデル .....	59
3.4.2 拡散計算実施のフロー .....	60
3.4.3 大気拡散シミュレーションモデルの設定 .....	61
3.4.4 CALPUFF プロセッサの実行 .....	62
3.4.5 地形データの作成 .....	64
3.4.6 気象データの変換 .....	65
3.4.7 拡散計算の実施 .....	66
3.5 大気拡散シミュレーションモデル計算値と自動測定局実測値の比較 .....	67
3.6 大気拡散シミュレーションモデルの精度向上検討 .....	69
3.7 大気拡散シミュレーションモデル計算結果を用いた大気汚染評価 .....	70
3.7.1 計算結果の図示 .....	70
3.7.2 発生源種類別寄与濃度断面図の作成 .....	72
<b>第4章</b> 排出削減計画の評価 .....	76
4.1 排出削減計画の分析方法 .....	76
4.2 排出削減計画実現時の発生源排出インベントリの作成 .....	76
4.2.1 重点調査工業企業 .....	76
4.2.2 非重点調査工業企業 .....	78
4.2.3 城鎮生活 .....	79

4.2.4	自動車	80
4.3	大気拡散シミュレーションモデルによる大気環境濃度計算	81
4.4	排出削減計画の評価	81
<b>第5章</b>	<b>参考資料</b>	<b>82</b>
5.1	主要な大気拡散シミュレーションモデルとその適用条件	82
5.2	本ハンドブックで扱った大気拡散シミュレーションモデルの概要	84
5.3	有効煙突高の推定	86
<b>第6章</b>	<b>参考文献</b>	<b>88</b>
	添付資料	89

## 目次

図 3.2-1	風配図により異常と判断した例.....	7
図 3.2-2	同期間の気象局のデータによる風配図.....	7
図 3.2-3	大気常時監視測定局分布図.....	9
図 3.2-4	時間変化統計分析の例（1 / 2）.....	11
図 3.2-5	時間変化統計分析の例（2 / 2）.....	12
図 3.2-6	気象濃度相関統計分析の例（1 / 3）.....	14
図 3.2-7	気象濃度相関統計分析の例（2 / 3）.....	15
図 3.2-8	気象濃度相関統計分析の例（3 / 3）.....	16
図 3.3-1	重点調査工業企業における発生源排出インベントリ作成フロー（簡易手法）.....	33
図 3.3-2	重点調査工業企業の煙突口径、排ガス速度、月別稼働時間等の入力画面.....	34
図 3.3-3	重点調査工業企業の海拔高度取得方法.....	34
図 3.3-4	発生源排出インベントリ作成フロー（詳細手法）.....	36
図 3.3-5	時刻別 CEMS の測定濃度データ.....	41
図 3.3-6	非重点調査工業企業の排出量データ作成フロー.....	43
図 3.3-7	非重点調査工業企業の海拔高度、排出高度、月別稼働時間等の入力画面.....	44
図 3.3-8	城鎮生活の排出量データ作成フロー.....	46
図 3.3-9	城鎮生活の海拔高度、排出高度、拡散幅度、月別稼働時間等の入力画面.....	47
図 3.3-10	自動車排出量の計算フロー.....	51
図 3.4-1	CALPUFF での拡散計算のフロー.....	61
図 3.5-1	月平均濃度の実測値と計算値の比較の例.....	68
図 3.5-2	実測値と計算値の比較（例）.....	69
図 3.7-1	濃度分布図の例.....	71
図 3.7-2	寄与濃度断面図の例.....	72
図 3.7-3	湘潭市における計算値と実測値の相関図（NO <sub>2</sub> ）.....	73
図 3.7-4	湘潭市における NO <sub>2</sub> 濃度分布図（2013 年）.....	74
図 3.7-5	湘潭市における発生源別寄与濃度断面図.....	75
図 4.1-1	排出削減計画の分析フロー.....	76
図 5.1-1	解析解モデルの模式図.....	82
図 5.1-2	数値解モデルの例（オイラー型モデル）.....	83
図 5.2-1	Terrain following vertical coordinate system のイメージ.....	86
図 5.3-1	排ガス上昇及び有効煙突高のイメージ.....	87

## 表目次

表 3.2-1	測定局の種類及び各測定局の測定項目 .....	5
表 3.2-2	大気常時監視測定局位置情報の整理例 .....	9
表 3.2-3	大気環境基準超過状況 (例) .....	10
表 3.2-4	測定局別年平均濃度と有効データ割合 (例) .....	17
表 3.3-1	発生源の種類 .....	19
表 3.3-2	環境統計及び汚染源普查から抽出する表番号と空間分布の関係 .....	20
表 3.3-3	時間変化の配分指標と配分方法 .....	21
表 3.3-4	空間分布配分指標 .....	22
表 3.3-5	環境統計 総 402 表の様式 .....	49
表 3.3-6	中国環境統計における車種分類 .....	53
表 3.3-7	交通量調査で用いる車種分類の例 .....	54
表 3.3-8	旅行速度調査の時間帯区分の例 .....	55
表 3.3-9	環境統計 総 401 表の様式 (一部) .....	56
表 3.3-10	汚染源普查の S406 表の様式 (一部) .....	57
表 3.4-1	計算結果の集計例 .....	67
表 3.7-1	湘潭市での計算概要 .....	73
表 4.2-1	重点調査企業における排出削減計画実現時の発生源排出インベント推計方法 .....	77
表 4.2-2	現況年における排出量の例 .....	77
表 4.2-3	排出削減計画実現時における排出量の例 .....	78
表 4.2-4	非重点調査工業企業における排出削減計画実現時の排出量の推計方法 .....	78
表 4.2-5	地級市 ZZZ 市における現況年と将来計画実現時の排出量 .....	79
表 4.2-6	城鎮生活における排出削減計画実現時の発生量の推計方法 .....	79
表 4.2-7	地級市 ZZZ 市における現況年と将来計画実現時の城鎮生活からの排出量 .....	80
表 4.2-8	計画達成時の排出量計算条件設定の例 .....	80
表 5.1-1	主な大気拡散シミュレーションモデルの概要 .....	84

## 用語説明

用語	内容
大気拡散シミュレーションモデル	気象データ、発生源データ等を入力データとして、拡散方程式を用いて、大気環境測定局以外での濃度を予測するモデル。計算結果は、大気汚染構造の把握、将来予測と目標設定等に利用することができる。
基準年	将来予測や対策効果の検討をするために、発生源排出インベントリや大気拡散シミュレーションを実施するベースとなる年。気象、排出量データ等について精度の良いデータが入手できる年を選定する。
高層気象データ	ラジオゾンデ（気象観測器）によって大気中の気圧、気温、湿度、風向、風速、高度について観測されたデータ。毎日2回世界中のすべての場所で同時に観測（中国では8時と20時）を実施している。
WRFモデル	アメリカ大気研究局（NCAR）によって開発された最新で最適なオープンソースプログラムの「局地気象予測モデル」のこと（The Weather Research and Forecasting Model）
全球気象モデル	地球全体をカバーする気象モデル。平面及び鉛直方向に対して地球全体をグリッド状に細分化し、それぞれのグリッドでの気象データを保持する。
風配図	測定期間内での風向別出現頻度をチャートグラフに示した図。その地区その期間での卓越風向を把握することができる。
環境基準	人の健康の保護及び生活環境の保全のうえで維持されることが望ましい基準
大気安定度	大気の上下混合の程度を表す指標。Pasquillの安定度階級分類表では、風速、日射量、雲量（或いは放射収支量）によって大気安定度の階級を決められている。
発生源排出インベントリ	どの物質がどこからどれだけの量を排出しているのかについて一覧にした表。工場等からの排出状態の定量的把握、大気拡散シミュレーションモデルへのインプットとその活用、将来予測と目標設定等に利用される。
活動量	排出をもたらす活動の大きさを示す。例として、燃料使用量、セメント等の工業生産量、畜産業における家畜頭数などがある。
排出係数	単位活動量当たりの汚染物質の平均排出量。その地域の状況にあった値

	を取得し、適用することが望ましい。
重点調査工業企業	環境統計における発生源分類の一つであり、主要汚染物質の排出量が各地域（地級市レベルの行政地域を基本単位とする）の年間排出総量の85%以上を占める工業企業をいう。
非重点調査工業企業	環境統計における発生源分類の一つであり、重点調査工業企業以外の企業を示す。
城鎮生活源	環境統計における発生源分類の一つであり、事業所活動及び生活活動によって発生する汚染源である。例として、ホテルでのボイラ利用、レストランでのガス利用、寒冷地での温水供給用ボイラの利用等がある。
環境統計データ変換システム	本ハンドブックの利用促進を目的として JICA との技術協力プロジェクトで開発されたシステム。登録されている環境統計データから、拡散計算を実施するための書式に変換することができる。重点調査工業企業、非重点調査工業企業、城鎮生活源、自動車源が対象である。
重みづけ	ある地区全体の排出量に対して、排出が特に多いとみられるところには多くの排出量を割り当て、排出が全くないとみられるところには排出量の割り当てを小さくしたり、排出量を割り当てないようにしたりすることである。これによってより現状に近い排出量の配分をすることができる。
幹線道路	主に高速道路、都市間道路、都市中心部を走る道路が該当する。
細街路	幹線道路以外の道路のこと。
線源有障碍道路	信号、平面交差点のある都市主要幹線道路
無障碍道路	都市中の高速道路と環状道路
旅行速度	道路の一定区間距離を信号待ちや交通渋滞による停止を含む移動に要した時間で除した値。
USEPA	アメリカ環境保護庁 ( <a href="http://www.epa.gov">United States Environmental Protection Agency</a> )
UTM 図法	投影法の一つであり、Universal Transverse Mercator の略称。この図法を用いた UTM 直交座標系は UTM の経度 6 度幅のゾーン内であれば、南緯 80 度から北緯 84 度まで、比較的広い範囲を一枚の平面地図として扱える。
Lambert 正積方位図法	投影法の一つであり、方位図法（地図の中心からの方位が正しく示される）および正積図法（面積が正しく示される）の両方の性質を持つ。
極射影	投影法の一つであり、北極点とある点を通る直線を平面上に投影した時

---

	に平面上での座標に変換することができる。
有意水準	ある事象が起こる確率が偶然とは考えにくい（有意である）と判断する基準となる確率。
t 分布	連続確率分布の一つである。正規分布する母集団の標準偏差が未知で標本数が少ない場合に平均を推定する問題に利用される。また、二つの平均値の差の統計的有意性を検討する際にも利用される。
黄標車	国 1 標準に達しないガソリン車及び国 3 標準に達しないディーゼル車



## 第1章 要約

---

中国経済の高度成長、化学石油エネルギーの大量消費及び自動車保有量の急成長に連れ、NOx の排出量が継続的に上昇してきている。「十二・五」の間に、中国は NOx を総量抑制指標に収め、全国及び省市別に NOx 総量抑制目標を制定した。NOx 総量抑制効果の把握は、今後の大気質改善効果、国・地域の総量抑制目標及び配分案の制定、NOx 総量抑制及び大気質改善のサポートに重大な意義がある。

中国における NOx 抑制効果を把握するために、本ハンドブックは CALPUFF という大気拡散シミュレーションモデルを選定し、NOx 抑制効果の把握手法とした。第二章～第五章は、主に大気拡散シミュレーションモデルを利用する目的、基準年のモデル化、基準年の大気汚染の概況評価、排出削減計画の評価、参考資料と 5 つの面から紹介し、中国における NOx 抑制効果把握に技術方法のサポートを提供した。第二章～第五章の主要内容は次のとおりである。

(1) 大気拡散シミュレーションモデルを利用する目的。第二章は主に大気環境科学研究と大気環境影響評価と環境管理・対策制定サポートと 3 つの面から大気拡散シミュレーションモデルの役割を記述した。

(2) 基準年のモデル化。大気拡散シミュレーションモデルの運用は、大量の基礎入力データのサポート及び処理だけでなく、自動測定局の実測データのとの比較を通じて、モデルのシミュレーション結果の精度も検証しなければならない。第三章は主にシミュレーション基準年の確定、モデル用入力データの入手及びプリプロセス、自動測定局実測データの統計、シミュレーション結果の検証等の面から紹介し、モデル用入力データの入手及びプリプロセスを重点に紹介した。モデル用入力データには、基準年発生源排出インベントリの作成、三次元気象場データ、地形標高データ、土地利用データ等が含まれる。また、本章では自動測定局の実測値について、大気質の基準超過状況、時間変化及び気象要素の相関分析から総合的に評価する方法、これを利用した大気拡散シミュレーション結果精度の検証方法、及び発生源別の寄与濃度断面図又は地理情報システム等の可視化ツールを利用して汚染情報を評価する方法も紹介した。

(3) 排出削減計画の評価。第四章は、主に 3 つの段階に分けて排出削減効果を評価する。まず、削減計画実現時の発生源排出インベントリをする。それから、大気拡散シミュレーションモデルを利用して、改めて当該計画実現時の大気質濃度を計算しなおす。最後に、第四章で紹介された方法を利用して、当該排出削減計画実現時の大気質改善効果を評価する。

(4) 参考資料。第五章は、主に大気環境分野でよく利用される大気拡散シミュレーションモデル及びその適用範囲を紹介し、本ハンドブック採用の CALPUFF の三大構成モジュール及びモデルの基本原理を詳しく紹介した。

## 第2章 大気拡散シミュレーションモデルを利用する目的

---

大気拡散シミュレーションモデルは、既存の大気物理と大気化学理論研究成果を基に、一定の科学仮定に基づき、数値シミュレーションの方法で、大気中に排出された SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、煤塵・粉じん等の大気汚染物質が気象場の駆動で、大気乱流により発生する対流拡散、乾性・湿性沈着、化学変換、空間輸送等の物理化学過程を再現する数学ツールである。大気拡散シミュレーションモデルは、大気環境科学研究、大気環境影響評価、環境管理及び対策制定サポート等の面で幅広く応用されている。

(1) 大気環境科学研究。大気拡散シミュレーションモデルを通じて、「汚染排出」と「大気質」間の定量的応答関係を構築でき、大気汚染物質の時空的変遷規則、内的メカニズム、原因由来等の大気科学問題の研究に基本ツールを提供する。空間分布情報及び時間分解情報を有する発生源排出インベントリを作成し、大気拡散シミュレーションモデルを利用して大気中汚染物質の濃度分布特徴についてシミュレーションを実施し、地域別の大気汚染特徴及び季節別の大気汚染物質の時間的変化規則を分析することにより、地域大気質の状況を全面的に評価し、かつ、環境健康効果研究のために精細化された大気汚染物質暴露量の水平分布に関するデータを提供することができる。

(2) 大気環境影響評価。大気拡散シミュレーションモデルを利用して、発生源の環境レセプター地点の大気質に対する影響についてシミュレーションを実施し、新規プロジェクトの大気発生源排出による周辺及び地域環境におけるレセプターの大気質への影響を評価し、プロジェクトの立地、発生源設置、大気汚染対策の制定及びその他の工事設計のために科学的根拠及びガイダンスを提供することができる。

(3) 環境管理及び対策制定サポート。大気拡散シミュレーションモデルを利用して、地域別業種別の環境レセプター評価地点の大気質への影響についてシミュレーションを実施し、大気質への影響の大きい地域及び業種を識別することにより、空間上・業種上でより精確有効な大気汚染物質総量抑制措置を講ずる。地域間の大気汚染物質の相互輸送規則を検討することにより、地域の大気汚染合同対策及び汚染物質共同抑制のために技術的サポートを提供する。異なる大気汚染総量抑制状況を設置することにより、大気拡散シミュレーションモデルを利用して異なる状況における環境レセプターの大気質改善効果についてシミュレーションを実施し、大気質改善効果のよい抑制案を選択して、より精確有効な大気汚染防止対策を制定する。

## 第3章 基準年のモデル化

### 3.1 基準年の選定

大気拡散シミュレーションモデルは、気象・排出量等の入力データと、精度検証のための大気環境測定データが必要である。基準年は、これら全てについて、精度よいデータが入手できる年を選定する。

大気拡散シミュレーションモデルの基準年は、技術的に上記を満たせる年であることが重要であるため、五カ年計画の基準年と異なる年を選定してもよい。例えば、環境規画院・湖南省湘潭市環境保護局・JICA 専門家チームが合同で実施した窒素酸化物総量抑制プロジェクトでは、発生源排出インベントリの計算に必要な 2010 年の交通量等のデータが存在しなかったため、2013 年にプロジェクトモデル都市である湘潭市の交通量調査を実施し、2013 年を基準年に選定した。

なお、後述する手順により、選定した年の気象が異常であり代表性がない結論になった場合、基準年を選定し直す。

### 3.2 気象データ及び大気環境データの入手・分析

#### 3.2.1 気象データの入手・解析

##### (1) 用途

気象データは、大気汚染物質の移流・拡散の入力条件となる。また、大気環境測定データとの相関解析を通じ、対象地域において大気汚染が高濃度になる条件の把握作業にも使用する。

##### (2) 条件

以下の条件を満たすデータが必要である。

条件 1：対象地域を代表する正確な気象データである。

1. (必須条件) 気象測定装置が、正しく設置されていること。
2. (必須条件) 気象測定装置が、近隣の建物の影響を受けないこと。
3. (重要条件) 気象測定装置が、適切に管理され、定期検査に合格していること。

条件 2：使用する大気拡散シミュレーションモデル、および、実施する大気環境測定データとの相関解析に必要な項目が測定されている。本ハンドブックで使用する大気拡散シミュレーションモデルの場合、気温、降水量、表面気圧、相対湿度、風向、風速、総雲量、低雲量、雲高（雲低高度）が必要である。また、1 時間間隔のデータが必要であるが、一般

に雲の観測は 1 時間間隔のデータが存在しないため 3 時間間隔あるいは 6 時間間隔のデータを入手して補間する。

条件 3 : 基準年が平年と比較して異常ではないことを確認できることが好ましい。

1. (その他重要条件) 11 年以上継続して測定されていて、11 年分のデータが入手できること。

条件 4 : 対象地域およびその周辺において複数の測定地点がある場合、全ての地点のデータを入手することが好ましい。実際に使用するのは 1 地点のデータであっても、複数の地点のデータを比較することにより、データの異常が発見できることがある。

### (3) 入手

#### 1) 地上気象データ

大気環境測定局の気象データに加えて、気象局と、対象地域内に空港がある場合は空港から入手する。

大気環境測定局での気象測定は、一般に、本ハンドブックで使用する大気拡散シミュレーションモデルに必要なデータのうち、降水量、湿度、雲量等のデータが無い。また、大気汚染の測定を目的として建設地点を選定しているために、近隣に建物があり、対象地域を代表する風向風速として不適切なことがある。それでも、気象局データの評価・補間、風向風速の地域差を考慮した拡散モデルの構築に役立つことがある。

データの入手と並行して、気象測定地点を訪問し、気象データに悪影響を与える条件がないかどうかを確認する。雨量計の上に木が育ってきたために降水量が正しく測定できていない、風向風速計の近くに新たに建物が建設されたため地域を代表する風向風速が測定できなくなった、等の例がある。

気象測定局には、国家基準気象測定局（基準局）、国家基本気象測定局（基本局）、国家一般気象測定局（一般局）及び地域自動気象測定局の 4 種類ある。それぞれの測定局の観測項目を表 3.2-1 に示す。

本ハンドブックで使用する大気拡散シミュレーションモデルには、雲量および雲底高度のデータが必要である。最寄りの気象測定局が雲量と雲底高度を観測していない場合は、最寄りの気象測定局に加えて、雲量と雲底高度を測定している気象測定局のデータも入手する。

基準局は、国の気象区分及び世界気候観測システムの要求に基づき、代表性のある長期的・連続的な気象資料を取得するために設置された気象測定局のことである。

基本局は、全国気候解析及び天気予報の必要に応じて設置された気象測定局のことである。

一般局は、主に省（自治区・直轄市）の行政区画に従って設置された地上気象測定局のことである。

地域自動気象測定局は、上記測定局では観測されない狭い地域での災害に対する気象測定に対応した気象測定局のことである。

表 3.2-1 測定局の種類及び各測定局の測定項目

	基準局	基本局	一般局	地域自動気象測定局	用途
気温	✓	✓	✓	✓	排ガス温度との差による浮力効果
風向	✓	✓	✓	✓	汚染物質の移流
風速	✓	✓	✓	✓	
降水量	✓	✓	✓	✓	湿性沈着のパラメータ
相対湿度	✓	✓	✓	✓	NOx の化学変化に関わる変換係数のパラメータ
気圧	✓	✓	✓	✓	地上付近の乱流速度の計算
日射量	✓	✓	✓		大気安定度の計算
雲量	✓	✓			
雲底高度	✓	✓			混合層高度の推定
視程	✓	✓	✓		濃度との関係性確認

✓は測定している項目であることを示す。

## 2) 高層気象データ

高層気象データは NOAA/ESRL Radiosonde Database<sup>1</sup>から入手することが出来る。

対象期間、データの入手範囲、風速の単位、対象地点、出力形式を指定すると、設定条件に即したデータを表示する。対象期間の設定の際、UTC (Coordinated Universal Time) 時間で設定すること。北京時間から 8 時間引いた値が UTC 時間である。

<sup>1</sup> <http://www.esrl.noaa.gov/raobs/>

高層気象データを測定している都市は限られているため、高層気象データを測定していない都市が多い。50km 以内であれば、最も近い都市の高層気象データを使うことで仮定することも可能である。

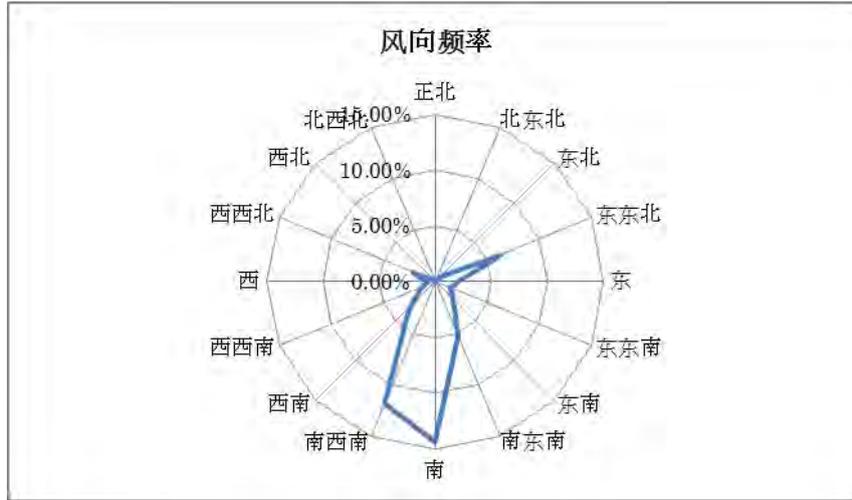
### 3) 気象モデル

高層気象データを測定している都市から 50km 以上離れている場合、及び盆地や標高の高い地域など地形に特徴のある都市の場合、最も近い都市の高層気象データを使うことができない。そこで、WRF 等の全球気象モデルのうち、対象範囲における気象データを使って拡散計算することができる。この気象モデルデータは、水平方向に対してグリッドで区切り、鉛直方向に対しては高度別に区切られている。そのため、グリッドそれぞれの気象場を作成することができる。

### (4) 解析

測定地点毎に、最高値、最低値、平均値、標準偏差を計算し、更に、風配図を作成する。次に、複数年のデータが入手出来た場合、基準年のデータが、それ以外の年と大きく異なっていないか確認する。判定方法の一例を添付資料 1 に示す。1 年分のデータのみ入手可能な場合は、自身の経験および統計書と比較し、対象地域を代表する気象データであるかどうかを判断する。

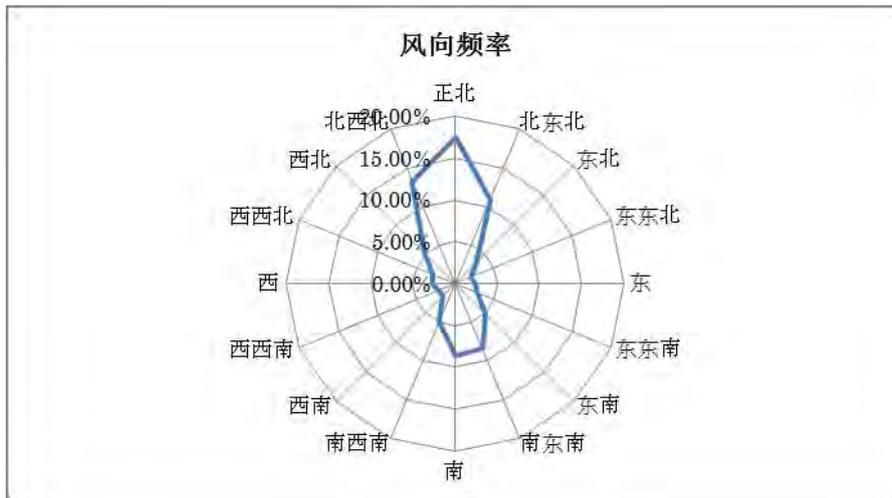
図 3.2-1 は代表性がないと判断した例である。冬に北風が卓越する地域であるが、北風の頻度が極端に少ない。測定機材の故障の可能性が指摘されたが、現地確認の結果、風向風速計のすぐ北側に新しく建物が建設されたのが原因で、北風が当たらなくなっていることが判明した。この気象データは使用せず、市内の他地点の気象データを使用した。



出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

説明：主風向が北から北西北の風である地域だが、風向計の北隣に大きな建物が建設され、北寄りの風の頻度がほとんどゼロになっている

図 3.2-1 風配図により異常と判断した例



出典：2013 年の気象局のデータを用いて、湖南省湘潭市環境保護局が図を作成（2015）

図 3.2-2 同期間の気象局のデータによる風配図

### 3.2.2 大気常時監視測定局実測値を用いた大気汚染評価

#### (1) 対象物質

NO<sub>2</sub> の解析は必須である。

NO、NO<sub>x</sub> および O<sub>3</sub> の解析も、NO<sub>2</sub> 濃度への影響が大きいため強く推奨する。NO および NO<sub>x</sub> を転送しないデータ転送システムを使用している場合、各測定局のデータ記録装置から NO 濃度データを取り出す必要がある。

更に、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO 等他の測定項目すべてについても、同様に評価することを推奨する。NO<sub>2</sub> とその他の汚染物質の濃度変化の特徴の違いから、NO<sub>2</sub> の高濃度の主要因が判明することがあるためである。

## (2) 準備

大気常時監視測定局の管理システムから、NO と NO<sub>x</sub> を含めてデータ処理を実施するソフトウェアへデータをインポートする。NO および NO<sub>x</sub> を転送しないデータ転送システムを使用している場合、各測定局のデータ記録装置から NO 濃度データを取り出す。

データ処理を実施するソフトウェアは、以下の観点に基づいて選択する。

条件 1 : 「汚染物濃度データ有効性的最低要求」 (2015 年時点では、GB-3095-2012 の表 4) に沿った計算が可能であること。

条件 2 : 使い慣れた或いは習得しやすいソフトウェアであること。

条件 3 : 容易に再計算できるソフトウェアであること。再計算は、異常値が発見された場合に除去あるいは訂正して計算し直したり、計算が正しいか再計算により見直したりするときに重要な指標である。

本ハンドブックに先だった試行分析では、パソコンにインストール済みである・多数のユーザがいて操作上の問題があっても解決しやすい、の 2 つの理由により、Microsoft Access 2013 を使用して解析し、作図は主に Microsoft Excel 2013 を使用した。

異常値は HJ/T 193-2005 に基づいて削除済みのはずであるが、再度、異常値がないか確認する。異常値があれば、それを削除あるいは訂正する。

本ハンドブックの試行では、ある地点の全測定項目の測定値で 0 が数時間継続したデータ等を異常値と判断して削除し解析した。

## (3) 大気常時監視測定局位置情報

大気常時監視測定局について、①位置と地表面からの高さ、②特徴、③主な大気汚染物質発生源からの方角・距離、④大気常時監視測定局毎に影響が大きいと考えられる発生源、⑤測定局の風向風速に影響する周囲の建物・木等の影響、について表に整理する。更に、測定局の分布を都市域の範囲と比較できるように地図に示す。

湖南省湘潭市環境保護局が試行した例を示す。

表 3.2-2 大氣常時監視測定局位置情報の整理例

監測点位信息							
	市監測站	江麓	岳塘	板塘	科大	昭山	
經度	112.911667	112.8936111	112.922778	112.94333	112.9075	113.0047	
緯度	27.8402778	27.87305556	27.8158333	27.861389	27.9119444	27.91528	
大唐	方位	99	116	80	124	137	184
	距離(公里)	8.58	11.41	7.42	6.44	12.98	11.56
湘鋼	方位		170	264	216	182	217
	距離(公里)		3	6.76	1.77	6.48	11.26
中材	方位	338	339	338	326	323	290
	距離(公里)	17.2	13	20.09	16.84	10.03	16.67
南方	方位	260	257	263	259	254	255
	距離(公里)	69.28	68.75	70.43	73.18	71.02	80.84
大型柴油車日常行駛的道路、停車場名		建設中路		書院路			
	方位	74		180			
影響風向風速的周圍建築物的情況		東東北		南			
	距離(公里)	0.04		0.02			
離地面高度							

出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）



出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

図 3.2-3 大氣常時監視測定局分布図

#### (4) 大氣環境基準超過狀況

大氣常時監視測定局・測定物質毎に、大氣環境基準超過狀況を計算して表にし、特徴を記述する。

計算は、「汚染物濃度データ有効性の最低要求」（2015年時点では、GB-3095-2012の表4）に沿って計算する。湖南省湘潭市環境保護局による試行では、全ての測定項目を対象として大氣環境基準超過狀況を報告したが、その結果のうちNO<sub>2</sub>及びO<sub>3</sub>を例として表3.2-3に示す。

記述する内容としては、年平均値環境基準超過の特徴状況、環境基準を大きく超過した日および時刻の曜日・気象条件等がある。

表 3.2-3 大気環境基準超過状況 (例)

				板塘	市监测站	江麓	科大	岳塘	昭山
NO <sub>2</sub>	年平均値	平均値	ug/m <sup>3</sup>	37.88	47.00	38.62	40.92	49.62	43.02
		有効性		无效	有效	无效	无效	无效	无效
		标准	ug/m <sup>3</sup>	40	40	40	40	40	40
		超标情况	%	达标	超标	达标	超标	超标	超标
		超标倍数			0.17		0.02	0.24	0.08
	24 小时平均值	标准	ug/m <sup>3</sup>	80	80	80	80	80	80
		超标频率	%	8.90%	4.27%	8.23%	6.31%	17.54%	9.04%
		最高値	ug/m <sup>3</sup>	126.04	109.63	140.79	119.29	126.25	173.96
		最大超标倍数		0.58	0.37	0.76	0.49	0.58	1.17
	1 小时平均值	标准	ug/m <sup>3</sup>	200	200	200	200	200	200
		超标频率	%	0.20%	0.00%	0.23%	0.04%	0.23%	0.12%
		最高値	ug/m <sup>3</sup>	418.00	193.00	246.00	254.00	390.00	228.00
		最大超标倍数		1.09		0.23	0.27	0.95	0.14
O <sub>3</sub>	最大 8 小时平均值	标准	ug/m <sup>3</sup>	160	160	160	160	160	160
		超标频率	%	0.27%	1.93%	10.63%	8.22%	1.38%	12.67%
		最高値	ug/m <sup>3</sup>	163.88	216.25	229.13	209.13	188.13	226.50
		超标倍数		1.02	1.35	1.43	1.31	1.18	1.42
	1 小时平均值	标准	ug/m <sup>3</sup>	200	200	200	200	200	200
		超标频率	%	0.00%	0.17%	0.96%	0.85%	0.06%	1.70%
		最高値	ug/m <sup>3</sup>	199.00	1184.00	415.00	261.00	718.00	381.00
		最大超标倍数			4.92	1.08	0.31	2.59	0.91

出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院 (2015)

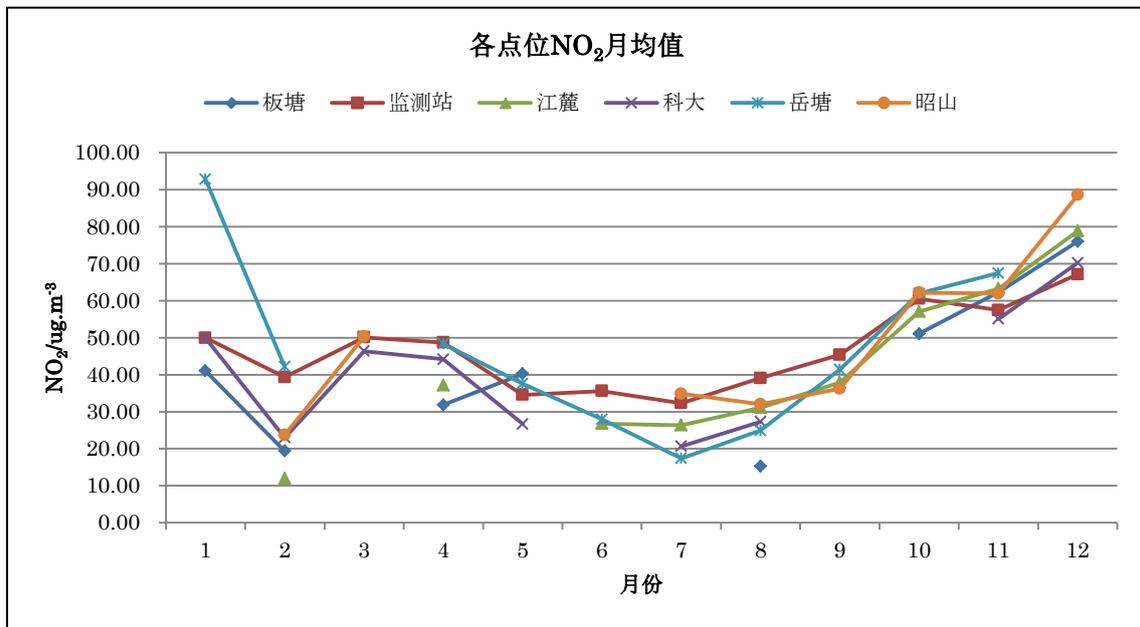
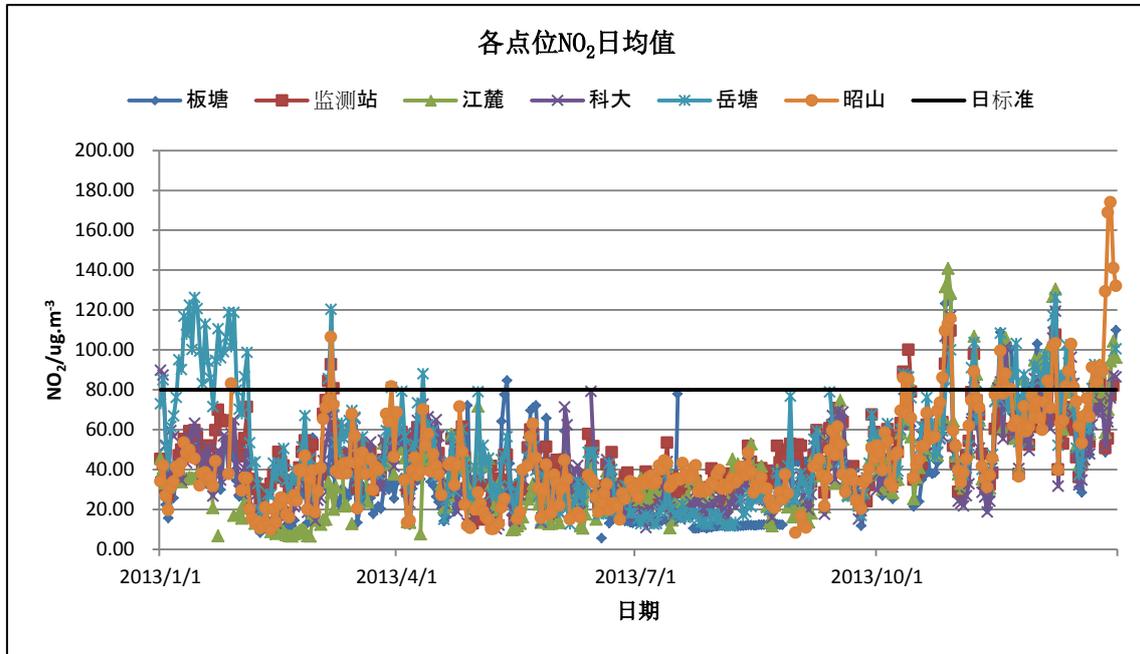
他の汚染物質に関しては省略

### (5) 時間変化統計分析

全測定項目について、日平均濃度、月平均濃度、時刻別平均濃度、曜日別平均濃度、経年変化を計算し、各々のグラフを作成する。環境基準が定められている物質については、関連する環境基準も表示する。

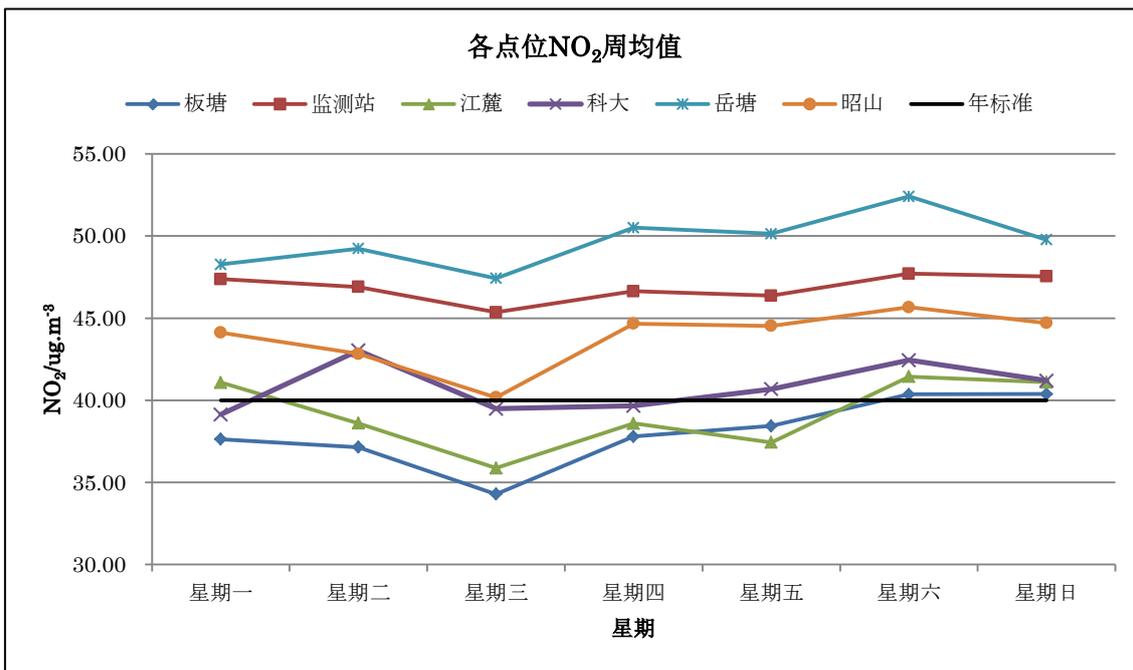
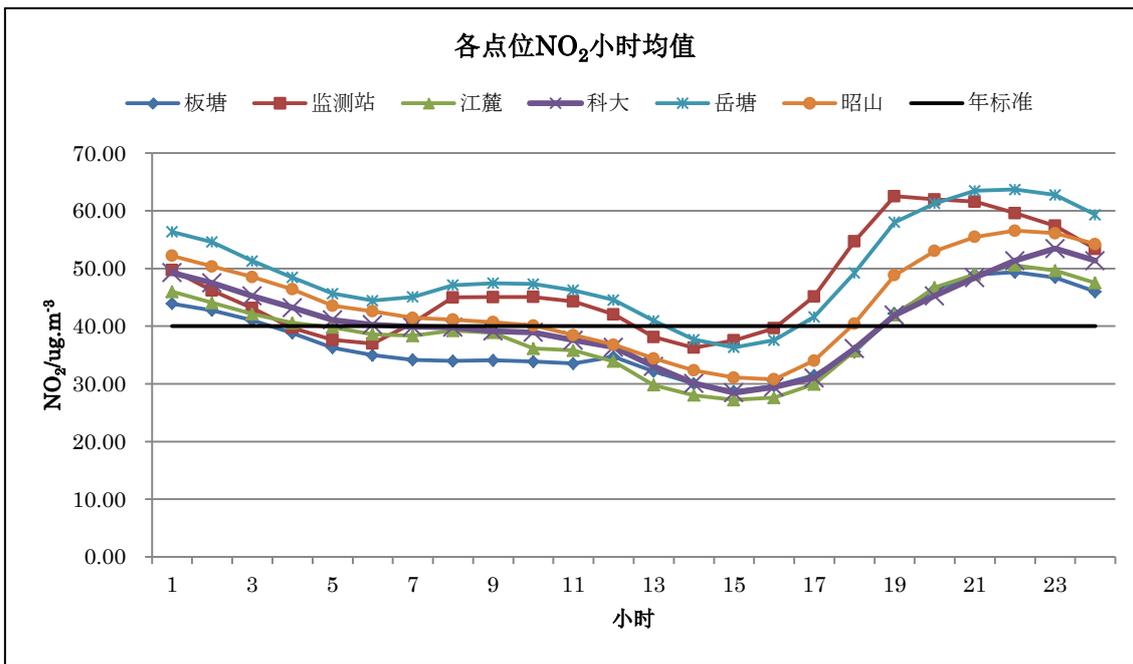
グラフに基づき、地点間の差、汚染物質の差、環境基準を超過している時と地域等、大気汚染の特徴を説明する。

湖南省湘潭市環境保護局が試行した結果のうち NO<sub>2</sub> の大気環境基準超過状況を例として図 3.2-4 及び図 3.2-5 に示す。他の汚染物質についても同様の解析を実施しているが、ここでは省略する。



出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

図 3.2-4 時間変化統計分析の例（1 / 2）



出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

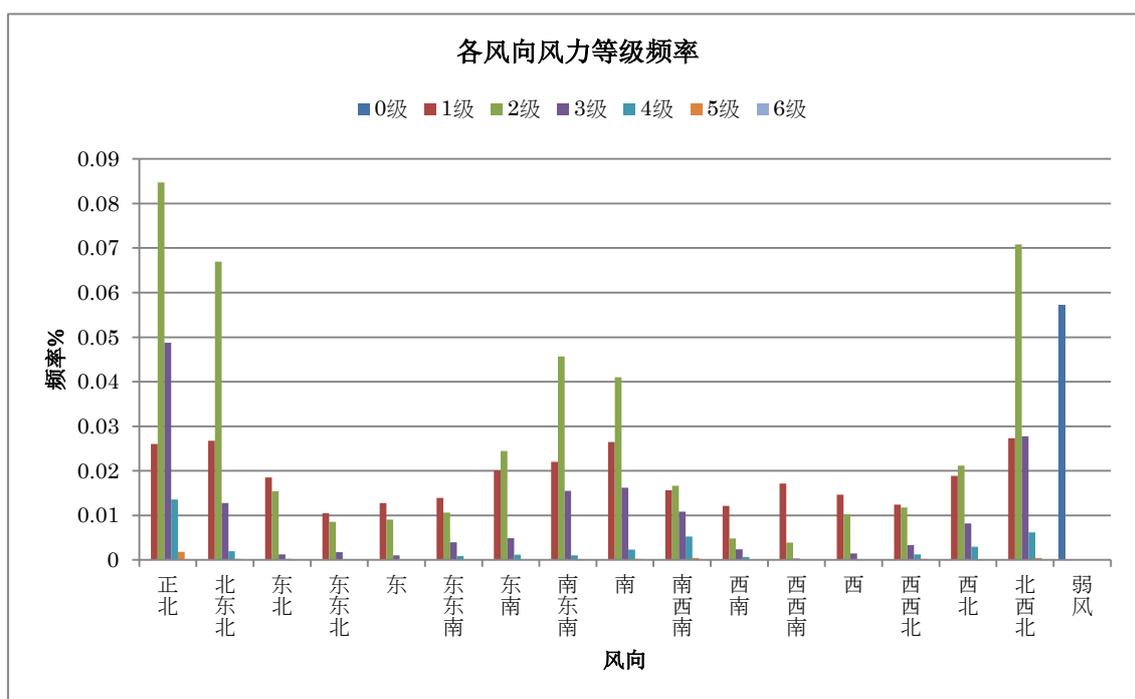
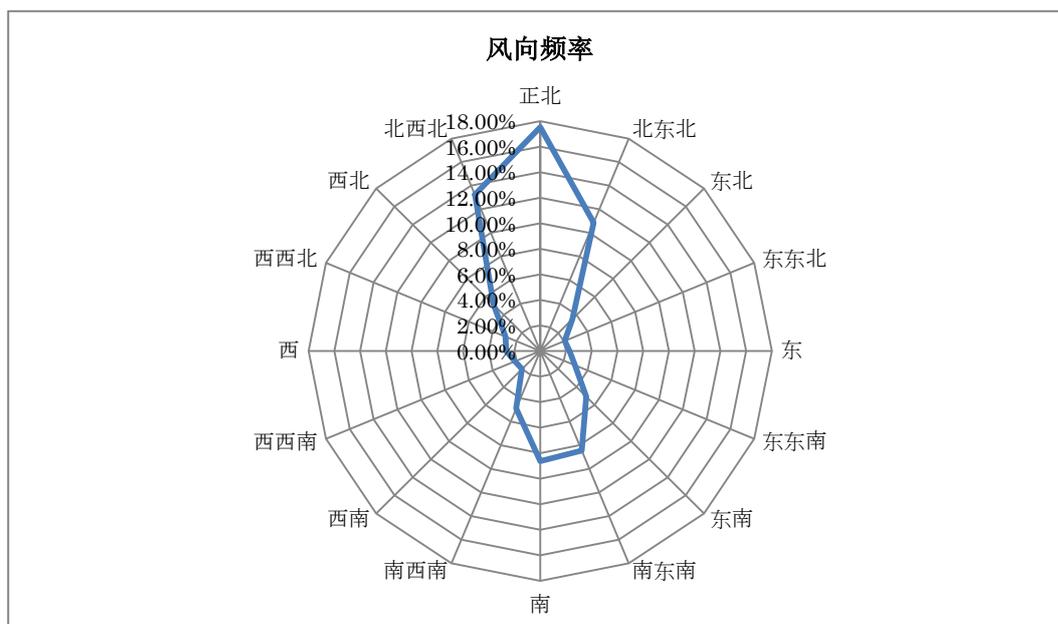
図 3.2-5 時間変化統計分析の例（2 / 2）

### (6) 気象濃度相関統計分析

大気安定度を計算し、風向頻度、風向風速階級別頻度、風向別平均濃度、大気安定度別平均濃度を計算し、グラフを作成し、大気汚染の特徴を説明する。

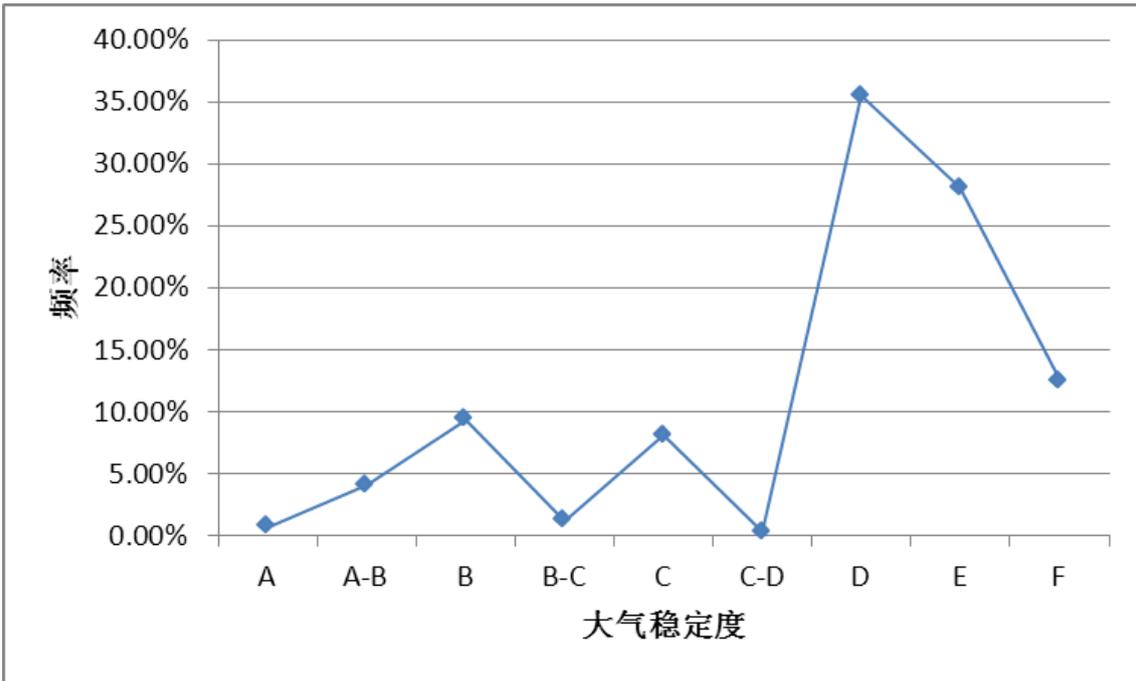
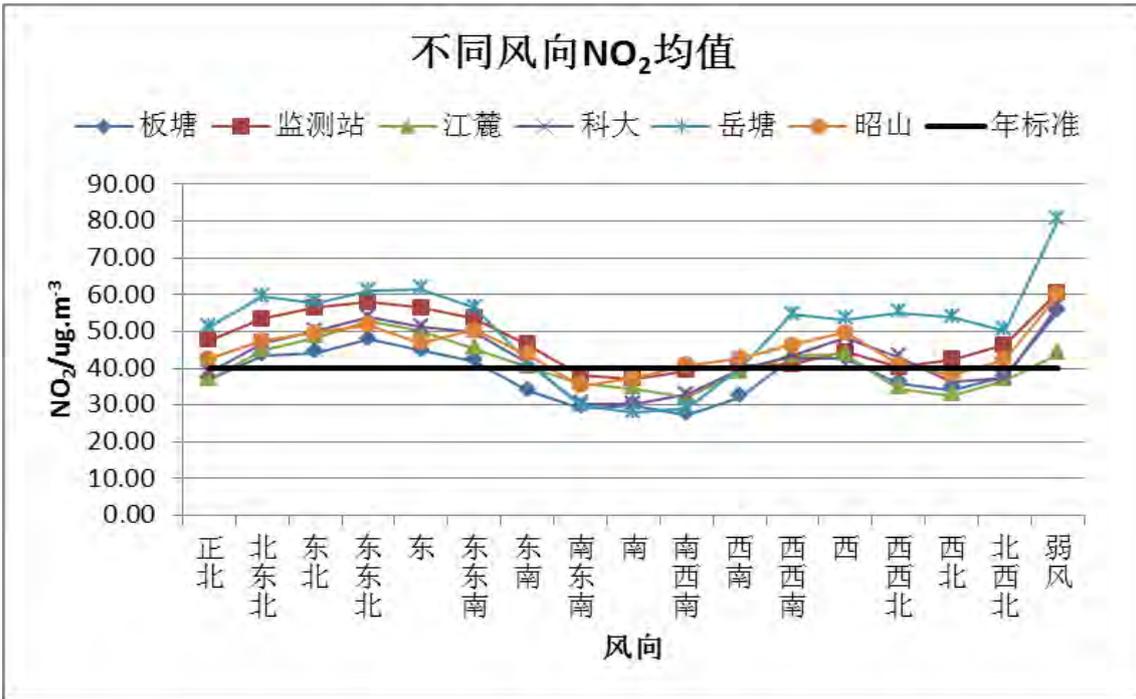
大気安定度の計算方法としては、本ハンドブックでは、気象局が測定しているデータのみで計算可能な GB/T13201-1991 を選定した。ただし、その方法では、夜間の雲量観測回数が少ないため、夜間の雲量データを補間する。放射収支量、風向風速偏差等の 1 時間間隔の測定データがあれば、それら入手可能なデータにあわせた安定度の計算方法を採用してもよい。

湖南省湘潭市環境保護局が試行した結果のうち NO<sub>2</sub> の大気環境基準超過状況を例として 図 3.2-6～図 3.2-8 に示す。



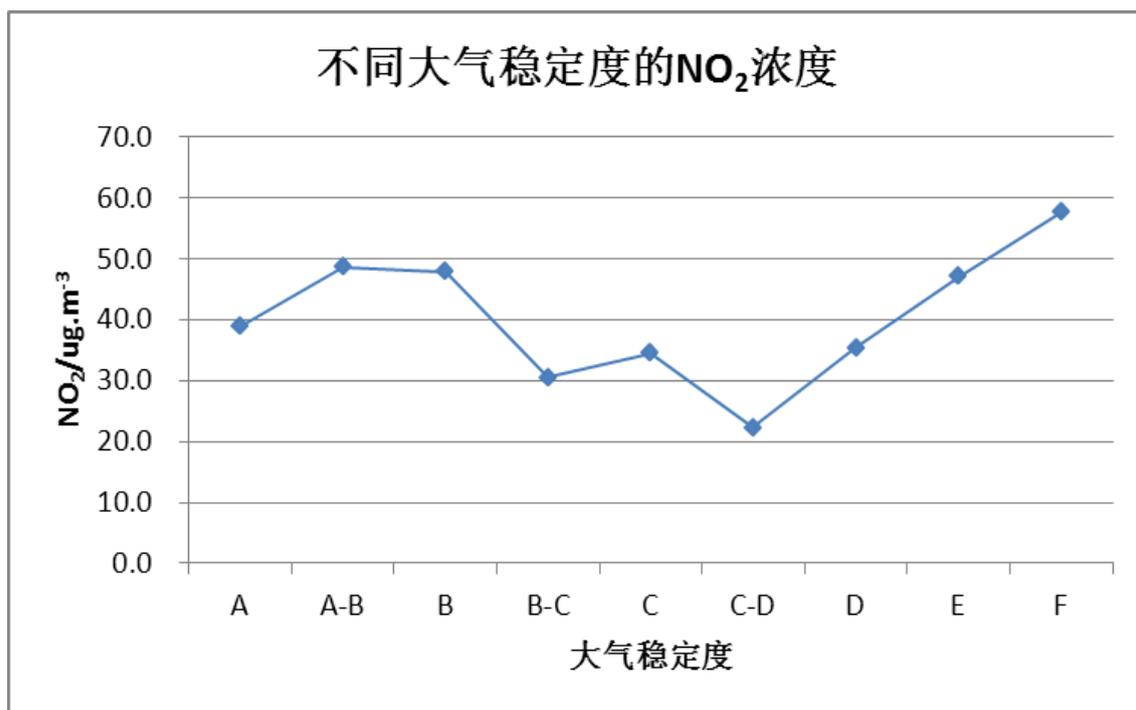
出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

図 3.2-6 気象濃度相関統計分析の例（1 / 3）



出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

図 3.2-7 気象濃度相關統計分析の例（2 / 3）



出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

図 3.2-8 気象濃度相関統計分析の例（3 / 3）

### (7) 大気拡散シミュレーションモデル評価用濃度計算

大気拡散シミュレーションモデルの評価に用いるため、常時監視測定局の測定値を用いて基準年の年平均値を計算する（表 3.2-4）。GB3095-2012 の「汚染物濃度データ有効性的最低要求」の「年平均」の有効性規定を満たせない測定局のデータの場合は、大気拡散シミュレーションモデルの評価への使用については、利用可能な他の測定局の有無等に応じて判断する。

表 3.2-4 測定局別年平均濃度と有効データ割合 (例)

		年平均値						
			板塘	監測站	江麓	科大	岳塘	昭山
SO2	年平均値	ug/m3	55.05	42.11	54.15	60.05	60.12	39.36
	有効データ数	%	91.51%	93.70%	88.22%	88.22%	92.60%	87.40%
NO2	年平均値	ug/m3	37.88	47.00	38.62	40.92	49.62	43.02
	有効データ数	%	89.32%	96.16%	89.86%	91.23%	93.70%	90.96%
CO	年平均値	ug/m3	1.37	1.21	0.93	1.45	1.30	0.92
	有効データ数	%	95.34%	97.26%	90.14%	96.16%	96.99%	93.97%
O3	年平均値	ug/m3	35.41	36.73	53.78	51.01	42.80	52.15
	有効データ数	%	95.07%	95.89%	91.78%	96.71%	95.89%	94.79%
PM10	年平均値	ug/m3	111.08	138.44	125.54	142.33	115.07	139.42
	有効データ数	%	91.78%	95.07%	93.15%	92.88%	93.70%	92.88%
PM2.5	年平均値	ug/m3	81.81	86.51	86.48	81.16	81.29	79.54
	有効データ数	%	94.52%	97.26%	96.99%	96.16%	96.16%	94.79%

出典：湖南省湘潭市環境保護局、環境規劃院（2015）

## (8) 結論

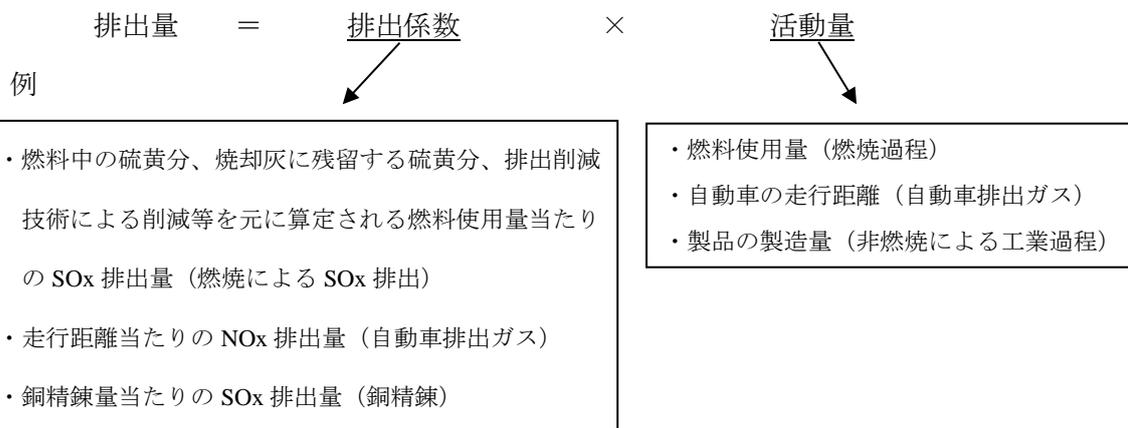
大気環境基準超過状況、及び、統計分析の結果に基づき、汚染物質別環境基準超過状況を、都市内の地域差、季節差、時間差の観点から述べる。

### 3.3 基準年発生源排出インベントリの作成

#### 3.3.1 発生源排出インベントリ計算の基本方針

##### (1) 排出量計算の基本式

排出量は、排出源区分ごとに次の基本式で算定される。



## (2) 排出量推計手法

排出量推計方法には、簡易手法と詳細手法がある。推計手法の基本方針を以下に示す。

### 1) 簡易手法

簡易手法は、発生源毎の活動量（燃料使用量）に代表的な平均排出係数を乗じることにより排出量を推計する手法である。簡易手法はトップダウン手法であり、排出量の大きな推計値を求めることを目的とする。

空間分布の最小単位は、得られた統計データの地域区分と一致する。それより細かい地域区分が必要な場合は何らかの方法で推定する必要がある。時間変化は、算定対象となる発生源の時間的な活動状況を示すデータを用いて、この排出量を時間的に配分する。

本ハンドブックでの簡易手法は、環境統計データ及び環境統計データ変換システムを用いて発生源排出インベントリを作成することである。

### 2) 詳細手法

詳細手法は、個々の発生源を積み上げて推計するボトムアップ手法、トップダウン手法における空間分布の細分化、排出係数や時間変化の精度向上などが該当する。

本ハンドブックでの詳細手法は、環境統計データ及び環境統計データで把握できていない情報を重点調査工業企業の補完調査や自動車交通量調査結果で補い、発生源排出インベントリを作成する。

## (3) 発生源の種類

発生源は、排出形態によって表 3.3-1 の 3 種類に分類される。

表 3.3-1 発生源の種類

	説明	対象発生源	排出量の計算方法
点源	特定の場所から排出される発生源	排出量の多い大規模工場	煙突毎或いは施設毎に排出量を計算
線源	点源と同様に、特定の場所ではあるが、発生源が連続して移動するため、一本の線（リンク）とみなして排出される発生源	幹線道路の走行による自動車排出ガス	交差点ごとに自動車の交通量が増減するため、排出量はリンクごとに計算
面源	個別の発生源が特定できないため、特定の範囲内に発生源が万遍なく存在し、排出される発生源	小規模の工場、幹線道路以外の道路の走行による自動車排出ガス、及び民生・家庭からの排出	排出量は行政区毎に計算し、特定の範囲内への排出量を配分

国で定められた環境統計年次報告制度では、毎年、各企業は定められている様式に記入し各行政区の環境保護局に報告する義務がある。基準年の発生源排出インベントリは、基準年における環境統計年報及び汚染源普查から得られる情報を用いて作成する。表 3.3-2 に環境統計及び汚染源普查から抽出する表番号と空間分布の関係を示す。

表 3.3-2 環境統計及び汚染源普查から抽出する表番号と空間分布の関係

対象	環境統計	空間分布
重点調査工業企業	工業企業汚染排放及処理利用状況 基 101 表	点源
	火電企業汚染排放及処理利用状況 基 102 表	点源
	水泥企業汚染排放及処理利用状況 基 103 表	点源
	鋼鉄冶金企業汚染排放及処理利用状況 基 104 表	点源
非重点調査工業企業	各地区非重点調査工業企業総汚染排放及処理利用状況 総 108 表	面源
城鎮生活	各地区県(市、区、旗)都市生活汚染排出及処置状況 総 302 表	面源
自動車	各地区自動車汚染源基本情報 総 401 表	面源または線源
	各地区自動車汚染源排出量状況 総 402 表	面源
対象	汚染源普查	空間分布
自動車	S406 表	面源

#### (4) 時間変化・空間分布

大気拡散シミュレーションモデルの入力データとなる発生源排出インベントリでは、大気拡散シミュレーションモデルで計算した大気環境濃度が実測値を再現できるように、計算の対象範囲や解像度に応じた空間分布や時間変化が必要である。インベントリの時間変化及び空間分布の設定方法を以下に示す。

##### 1) 時間変化

大気汚染対策の検討やシミュレーションモデルの入力データ等を作成するため、国、地域の合計排出量に時間変化を設定する場合には、時間変化は、表 3.3-3 の発生源区別時間変化配分指標を用いて、発生源の排出実態に合わせて、季節、月、週、曜日、日中／夜などの排出時間を設定する。ただし、重点調査工業企業と燃料消費に係る移動発生源の詳細手法では、アンケート調査、訪問調査及び交通量調査等により個別の発生源情報を収集し、工場の稼働時間や時刻別交通量等から時間変化を設定する。その際、重点調査工業企業においては、ほとんどの重点調査工業企業にオンライン連続排出ガス測定装置（CEMS）、が設置されているため、CEMS の測定データを利用して時間変化を設定してもよい。3.3.2 及び 3.3.5 の詳細手法で、時間変化の設定方法を詳述する。

表 3.3-3 時間変化の配分指標と配分方法

発生源区分	配分指標	配分方法
重点調査工業企業 非重点調査工業企業 城鎮生活	工場・事業場の操業時刻 工場、発電所・家庭などの燃料消費動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 24 時間 工場からの大気汚染物質排出は勤務時間に応じて変動する。発電所からの大気汚染物質排出は、照明や冷暖房の需要に応じて変動する。料理用燃料消費に伴う大気汚染物質排出は、食事時間に応じて変動する。</li> <li>・ 曜日 週末と平日では、工場・発電所・家庭などにおける燃料消費動向により設定する。</li> <li>・ 季節 気温変化や季節（春夏秋冬、雨季乾季）に応じて、冷暖房の使用状態が変化するため、暖房や発電所からの大気汚染物質排出量変動する。</li> <li>・ ほとんどの重点調査工業企業にはオンライン連続排出ガス測定装置（CEMS）が設置されているため、CEMS の測定データを利用して時間変化を設定してもよい。</li> </ul>
自動車	交通量調査結果	車種別時刻別交通量から 24 時間の時刻別変化を設定する。

## 2) 空間分布

大気汚染対策の検討やシミュレーションモデルの入力データ等を作成するため、国や地域の合計排出量からさらに細かい空間分布の排出量に配分する場合には、表 3.3-4 の発生源区分別空間分布配分指標を用いて推計する。ただし、重点調査工業企業の詳細手法では、固定汚染源の補完調査により個別の発生源情報を収集し、点源としてインベントリを作成する必要がある。また、自動車源の詳細手法では、交通量調査等により個別の発生源情報を収集し、線源としてインベントリを作成する必要がある。そのため、3.3.2 及び 3.3.5 の詳細手法で、発生源データの作成方法及び空間分布の設定方法を詳述する。

表 3.3-4 空間分布配分指標

発生源区分	種類	配分指標	配分方法
重点調査工業企業	点源	位置情報（緯度経度座標）	環境統計及び補完調査で収集した位置情報を利用して空間分布を把握する。
	面源	燃料消費量、生産量、製造工程等(緯度経度座標)	施設別の燃料消費量、生産量及び製造工程に基づき、煙突別或いは施設別に排出量を配分する。
非重点調査工業企業 城鎮生活	面源	人口、居住区範囲等	行政区別の人口或いは居住区の範囲により排出量を配分する。
自動車	線源	リンク端点の位置情報（緯度経度座標）	収集したリンクの位置情報を利用して空間分布を把握する。
	面源	人口、居住区範囲等	行政区別の人口或いは居住区の範囲により排出量を配分する。

### 3.3.2 重点調査対象工業企業

#### (1) 環境統計データの活用

環境統計における重点調査工業企業とは、主要汚染物質の排出量が各地域（地市レベルの行政地域を基本単位とする）の年間排出総量の 85%以上を占める工業企業をいう。

重点調査工業企業の内、火力発電所は基 101 表と基 102 表、セメント企業は基 101 表と基 103 表、鋼鉄冶金企業は基 101 表と基 104 表、それ以外の重点調査工業企業は基 101 表に入力されたデータを用いる。環境統計の重点調査工業企業の記入表は、重点調査工業企業の地理位置情報（緯度経度座標）を記載する書式になっているが、大気拡散シミュレーションを実行する際に不可欠な要素の固定発生源の各煙突に関する情報（地理位置（緯度経度座標）、煙突の高さ、流速、汚染物質）や年間稼働時間、月別稼働時間、稼働形態等の施設の稼働状況が把握されていない。そのため、簡易手法の場合、環境統計データ変換システムで煙突情報、稼働状況等を選択し、大気拡散シミュレーションモデルの入力データを作成する。詳細手法の場合、煙突や施設に関する情報や稼働時間等の固定発生源の補完調査を行い、大気拡散シミュレーションモデルの入力データを作成する。

工業企業汚染排出及処理利用状況基 101 表～基 104 表を以下に示す。赤枠で示した所が発生源排出インベントリとして使用する項目である。

## 工业企业污染排放及处理利用情况

表 号：基 101 表  
 制定机关：环境保护部  
 批准机关：国家统计局  
 批准文号：国统制[2011]134 号  
 有效期至：2013 年 12 月

组织机构代码：□□□□□□□□-□(□□)	
填报单位详细名称(公章)：	
曾用名： 20 年	
工业企业基本情况	
1. 法定代表人	
2. 行政区划代码	□□□□□□
3. 详细地址	_____省(自治区、直辖市)_____地区(市、州、盟) _____县(区、市、旗)_____乡(镇) _____街(村)、门牌号
4. 企业地理位置	中心经度/中心纬度 ____° ____' ____" / ____° ____' ____"
5. 联系方式	电话号码：□□□□-□□□□□□□□ 联系人：_____ 传真号码：□□□□□□□□ 邮政编码：□□□□□□
6. 登记注册类型	□□□ (按企业登记注册类型填相应代码)
7. 企业规模	1 大型 2 中型 3 小型 4 微型 <input type="checkbox"/>
8. 所属集团公司	1 神华 2 华能 3 大唐 4 华电 5 国电 6 中电投 7 中石油 8 中石化 <input type="checkbox"/>
9. 行业类别	行业名称：_____ 行业代码：□□□□
10. 开业时间	□□□□年□□月
11. 所在流域	流域名称：_____ 流域代码：□□□□□□□□□□
12. 排水去向类型	排水去向类型：_____ 排水去向代码： <input type="checkbox"/>
13. 排入的污水处理厂	排入的污水处理厂名称：_____ 排入的污水厂处理代码：□□□□□□□□-□(□□)
14. 接纳水体	接纳水体名称：_____ 接纳水体代码：□□□□□□□□□□

基 101 表续表 (一)

指标名称	计量单位	代码	本年实际	指标名称	计量单位	代码	本年实际
甲	乙	丙	1	甲	乙	丙	1
一、企业基本情况	—	—	—	二、工业废水	—	—	—
工业总产值（当年价格）	万元	1		废水治理设施数	套	31	
年正常生产时间	小时	2		废水治理设施处理能力	吨/日	32	
工业用水量	吨	3		废水治理设施运行费用	万元	33	
其中：取水量	吨	4		工业废水处理量	吨	34	
重复用水量	吨	5		工业废水排放量	吨	35	
煤炭消耗量	吨	6		其中：直接排入环境的	吨	36	
其中：燃料煤消耗量	吨	7		排入污水处理厂的	吨	37	
燃料煤平均含硫量	%	8		排入污水处理厂的化学需氧量浓度	毫克/升	38	
燃料煤平均灰分	%	9		排入污水处理厂的氨氮浓度	毫克/升	39	
燃料煤平均干燥无灰基挥发分	%	10		排入污水处理厂的石油类浓度	毫克/升	40	
燃料油消耗量(不含车船用)	吨	11		化学需氧量产生量	吨	41	
燃料油平均含硫量	%	12		化学需氧量排放量	吨	42	
焦炭消耗量	吨	13		氨氮产生量	吨	43	
焦炭平均含硫量	%	14		氨氮排放量	吨	44	
焦炭平均灰分	%	15		石油类产生量	吨	45	
天然气消耗量	万立方米	16		石油类排放量	吨	46	
其他燃料消耗量	吨标准煤	17		挥发酚产生量	千克	47	
用电量	万千瓦时	18		挥发酚排放量	千克	48	
工业锅炉数	台/蒸吨	19		氰化物产生量	千克	49	
其中：35 蒸吨及以上的	台/蒸吨	20		氰化物排放量	千克	50	
20(含)-35 蒸吨之间的	台/蒸吨	21		废水砷产生量	千克	51	
10(含)-20 蒸吨之间的	台/蒸吨	22		废水砷排放量	千克	52	
10 蒸吨以下的	台/蒸吨	23		废水铅产生量	千克	53	
工业窑炉数	座	24		废水铅排放量	千克	54	
主要原辅材料用量	—	—	—	废水镉产生量	千克	55	
(1)		25		废水镉排放量	千克	56	
(2)		26		废水汞产生量	千克	57	
(3)		27		废水汞排放量	千克	58	
主要产品生产情况	—	—	—	废水总铬产生量	千克	59	
(1)		28		废水总铬排放量	千克	60	
(2)		29		废水六价铬产生量	千克	61	
(3)		30		废水六价铬排放量	千克	62	

基 101 表续表 (二)

指标名称	计量单位	代码	本年实际	指标名称	计量单位	代码	本年实际
甲	乙	丙	1	甲	乙	丙	1
三、工业废气	—	—	—	主要脱硝剂消耗情况	—	—	—
工业废气排放量	万立方米	63			吨	80	
废气治理设施数	套	64		二氧化硫产生量	吨	81	
废气治理设施处理能力	立方米/时	65		二氧化硫排放量	吨	82	
废气治理设施运行费用	万元	66		氮氧化物产生量	吨	83	
脱硫设施数	套	67		氮氧化物排放量	吨	84	
脱硫设施处理能力	千克/时	68		烟(粉)尘产生量	吨	85	
脱硫设施运行费用	万元	69		烟(粉)尘排放量	吨	86	
脱硝设施数	套	70		废气砷产生量	千克	87	
脱硝设施处理能力	千克/时	71		废气砷排放量	千克	88	
脱硝设施运行费用	万元	72		废气铅产生量	千克	89	
除尘设施数	套	73		废气铅排放量	千克	90	
除尘设施处理能力	千克/时	74		废气镉产生量	千克	91	
除尘设施运行费用	万元	75		废气镉排放量	千克	92	
主要脱硫剂消耗情况	—	—	—	废气汞产生量	千克	93	
(1)	吨	76		废气汞排放量	千克	94	
(2)	吨	77		废气总铬产生量	千克	95	
脱硫副产物产生情况	—	—	—	废气总铬排放量	千克	96	
(1)	吨	78		废气六价铬产生量	千克	97	
(2)	吨	79		废气六价铬排放量	千克	98	

## 火電企業污染排放及處理利用情況

表 号：基 102 表  
 制定机关：环境保护部  
 批准机关：国家统计局  
 批准文号：国统制[2011]134 号  
 有效期至：2013 年 12 月

组织机构代码：□□□□□□□□-□(□□)  
 填报单位详细名称(公章)：

是否为企业自备电厂：是□ 否□

20 年

指标名称	计量单位	代码	本年实际						
			机组 1	机组 2	机组 3	机组 4	机组 5	机组 6	机组 7
甲	乙	丙							
编号	—	1							
装机容量	万千瓦	2							
锅炉额定蒸发量	蒸吨/时	3							
机组投产时间	年月	4							
发电设备利用小时数	小时	5							
发电量	万千瓦时	6							
供热量	万吉焦	7							
发电标准煤耗	克/千瓦时	8							
燃料煤消耗量	万吨	9							
其中：发电消耗量	万吨	10							
供热消耗量	万吨	11							
燃料煤平均含硫量	%	12							
燃料煤平均灰分	%	13							
燃料煤平均干燥无灰基挥发分	%	14							
燃料煤平均低位发热量	千焦/千克	15							
燃料煤平均含碳量	%	16							
燃料油消耗量	吨	17							
燃料油平均含硫量	%	18							
天然气消耗量	万立方米	19							
煤气消耗量	万立方米	20							
煤气中平均硫化氢浓度	毫克/立方米	21							
煤矸石消耗量	吨	22							
煤矸石平均含硫量	%	23							
煤矸石平均灰分	%	24							
其他燃料消耗量	吨标准煤	25							
其他燃料折标系数	—	26							
脱硫设施投产时间	年月	27							
脱硫工艺名称	—	28							

基 102 表续表 (一)

指标名称	计量单位	代码	本年实际						
			机组 1	机组 2	机组 3	机组 4	机组 5	机组 6	机组 7
甲	乙	丙							
主要脱硫剂名称	—	29							
主要脱硫剂消耗量	吨	30							
脱硫设施脱硫效率	%	31							
脱硫设施投运率	%	32							
脱硫副产物产生量	吨	33							
脱硫设施投产时间	年月	34							
脱硝工艺名称	—	35							
脱硝设施脱硝效率	%	36							
脱硝设施投运率	%	37							
主要脱硝剂名称	—	38							
主要脱硝剂消耗量	吨	39							
除尘设施投产时间	年月	40							
除尘工艺名称	—	41							
除尘设施除尘效率	%	42							
除尘设施投运率	%	43							
废气排放量	万立方米	44							
二氧化硫产生量	吨	45							
二氧化硫排放量	吨	46							
氮氧化物产生量	吨	47							
氮氧化物排放量	吨	48							
烟(粉)尘产生量	吨	49							
烟(粉)尘排放量	吨	50							

单位负责人:

审核人:

填表人:

填表日期: 20 年 月 日

## 水泥企业污染排放及处理利用情况

表 号：基 103 表  
 制定机关：环境保护部  
 批准机关：国家统计局  
 批准文号：国统制[2011]134 号  
 有效期至：2013 年 12 月

组织机构代码：□□□□□□□□-□(□□)

填报单位详细名称(公章)：

曾用名：

20 年

指标名称	计量单位	代码	本年实际	指标名称	计量单位	代码	本年实际	
甲	乙	丙	1	甲	乙	丙	1	
一、生产设施	—	—	—	三、主要产品	—	—	—	
水泥生产线数	条	1		水泥总产量	万吨	5		
其中：新型干法生产线数	条	2		熟料总产量	万吨	6		
二、主要原辅材料	—	—	—	熟料中氧化钙含量	%	7		
石灰石（大理石）消耗量	万吨	3		熟料中氧化镁含量	%	8		
电石渣消耗量	万吨	4						
甲	乙	丙	水泥窑 1	水泥窑 2	水泥窑 3	水泥窑 4	水泥窑 5	水泥窑 6
编号	—	9						
水泥窑类型	—	10						
设计生产能力	吨/日	11						
投产时间	年月	12						
熟料产量	万吨	13						
吨熟料标准煤耗	千克	14						
煤炭消耗量	吨	15						
煤炭平均含硫量	%	16						
煤炭平均灰分	%	17						
煤炭平均干燥无灰基挥发分	%	18						
煤炭平均低位发热量	千焦/千克	19						
煤炭平均含碳量	%	20						
脱硝设施投产时间	年月	21						
脱硝工艺名称	—	22						
脱硝设施脱硝效率	%	23						
脱硝设施投运率	%	24						
主要脱硝剂名称	—	25						
主要脱硝剂消耗量	吨	26						
除尘设施投产时间	年月	27						
除尘工艺名称	—	28						
除尘设施除尘效率	%	29						
除尘设施投运率	%	30						

基 103 表续表 (一)

指标名称	计量单位	代码	本年实际					
			水泥窑 1	水泥窑 2	水泥窑 3	水泥窑 4	水泥窑 5	水泥窑 6
甲	乙	丙						
废气排放量	万立方米	31						
二氧化硫产生量	吨	32						
二氧化硫排放量	吨	33						
氮氧化物产生量	吨	34						
氮氧化物排放量	吨	35						
烟(粉)尘产生量	吨	36						
烟(粉)尘排放量	吨	37						

单位负责人:

审核人:

填表人:

填表日期: 20 年 月 日

## 钢铁冶炼企业污染排放及处理利用情况

表号：基 104 表  
 制定机关：环境保护部  
 批准机关：国家统计局  
 批准文号：国统制[2011]134 号  
 有效期至：2013 年 12 月

组织机构代码：□□□□□□□□-□(□□)

填报单位详细名称(公章)：

曾用名：

20 年

指标名称	计量单位	代码	本年实际	指标名称	计量单位	代码	本年实际
甲	乙	丙	1	甲	乙	丙	1
一、生产设施情况	—	—	—	外购国产矿	万吨	17	
焦炉数	座	1		外购国产矿平均含硫量	%	18	
高炉数	座	2		进口矿	万吨	19	
高炉总炉容	立方米	3		进口矿平均含硫量	%	20	
转炉数	座	4		熔剂/黏结剂消耗量	万吨	21	
转炉公称总容量	吨	5		其中：石灰石	万吨	22	
电炉数	座	6		白云石	万吨	23	
电炉公称总容量	吨	7		焦炭消耗量	万吨	24	
烧结机数	台	8		焦炭平均含硫量	%	25	
球团设备数	套	9		三、主要产品	—	—	—
二、主要原辅材料	—	—	—	生铁产量	万吨	26	
炼焦煤消耗量	万吨	10		生铁含碳量	%	27	
炼焦煤平均含硫量	%	11		粗钢产量	万吨	28	
高炉喷煤量	万吨	12		粗钢含碳量	%	29	
高炉喷煤平均含硫量	%	13		钢材产量	万吨	30	
铁精矿消耗量	万吨	14		焦炭产量	万吨	31	
其中：自产矿	万吨	15		焦炉煤气产生量	万立方米	32	
自产矿平均含硫量	%	16		高炉煤气产生量	万立方米	33	

指标名称	计量单位	代码	本年实际						
			烧结机1	烧结机2	烧结机3	球团设备1	球团设备2	球团设备3	球团设备4
甲	乙	丙							
编号	—	34							
烧结机使用面积	平方米	35				—	—	—	—
设备生产能力	万吨/年	36							
烧结矿产量	万吨	37				—	—	—	—
球团矿产量	万吨	38	—	—	—				
铁精矿消耗量	万吨	39							

鉄精矿平均含硫量	%	40							
熔剂/黏结剂消耗量	万吨	41							
烧结矿/球团矿平均含硫量	%	42							
固体燃料消耗量	万吨	43							
其中：煤粉消耗量	万吨	44							

基 104 表续表 (一)

指标名称	计量单位	代码	本年实际						
			烧结机1	烧结机2	烧结机3	球团设备1	球团设备2	球团设备3	球团设备4
甲	乙	丙							
煤粉平均含硫量	%	45							
焦粉消耗量	万吨	46							
焦粉平均含硫量	%	47							
煤气消耗量	万立方米	48							
其中: 高炉煤气消耗量	万立方米	49							
高炉煤气硫化氢浓度	毫克/立方米	50							
焦炉煤气消耗量	万立方米	51							
焦炉煤气硫化氢浓度	毫克/立方米	52							
其他燃气消耗量	万立方米	53							
脱硫设施投产时间	年月	54							
脱硫工艺名称	—	55							
主要脱硫剂名称	—	56							
主要脱硫剂消耗量	吨	57							
脱硫设施脱硫效率	%	58							
脱硫设施投运率	%	59							
脱硫副产物产生量	吨	60							
脱硝设施投产时间	年月	61							
脱硝工艺名称	—	62	—						
脱硝设施脱硝效率	%	63							
脱硝设施投运率	%	64							
主要脱硝剂名称	—	65	—						
主要脱硝剂消耗量	吨	66							
除尘设施投产时间	年月	67							
除尘工艺名称	—	68	—						
除尘设施除尘效率	%	69							
除尘设施投运率	%	70							
废气排放量	万立方米	71							
其中: 机头排放量	万立方米	72							
球团主抽风系统排放量	万立方米	73							
二氧化硫产生量	吨	74							
二氧化硫排放量	吨	75							
氮氧化物产生量	吨	76							
氮氧化物排放量	吨	77							
烟(粉)尘产生量	吨	78							

## (2) 簡易手法

簡易手法は、環境統計データ変換システムを用いて環境統計データから CALPUFF の点源形式にデータを変換して出力する。簡易手法の流れを図 3.3-1 に示す。詳細な手順は環境統計データ変換システム操作マニュアルを参照すること。

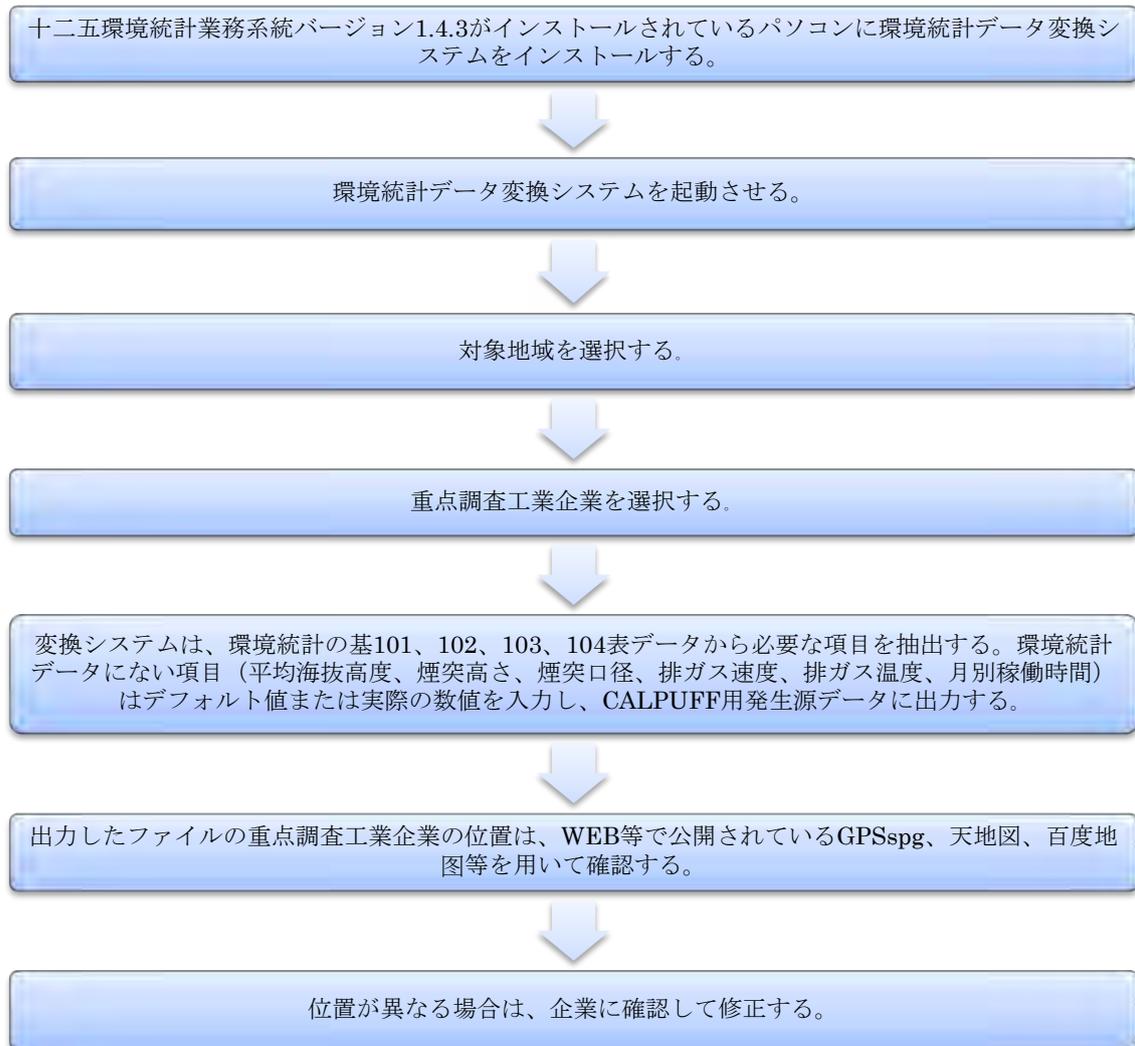


図 3.3-1 重点調査工業企業における発生源排出インベントリ作成フロー（簡易手法）

環境統計データ変換システムの重点調査工業企業の平均海拔高度、煙突高さ、煙突口径、排ガス速度、排ガス温度、月別稼働時間の入力画面の例を図 3.3-2 に示す。なお、平均海拔高度は位置情報（緯度経度座標）と標高データに基づいて取得することも可能である（図 3.3-3）。

図 3.3-2 重点調査工業企業の煙突口径、排ガス速度、月別稼働時間等の入力画面

注) 更新高程数据ボタンを押すことにより、対象の重点調査工業企業の海拔高度を取得することができる。

図 3.3-3 重点調査工業企業の海拔高度取得方法

重点調査工業企業が記載した基 101 表の緯度、経度の位置情報の認識が異なっている場合がある。大気拡散シミュレーションは、CALPUFF 用発生源データの企業の位置情報を基に実施するため、位置が異なると大気拡散シミュレーション結果に影響を及ぼす。例えば、環境統計データにある重点調査工業企業が実際の緯度・経度と異なり発生源のない農村部に位置していたため、実際、農村部の大気中の窒素酸化物濃度が低いものにも関わらず、大気拡散シミュレーションの結果として農村部の窒素酸化物濃度が異常に高くなる場合や環境統計データにある重点調査工業企業が実際の緯度・経度と異なり市街地の中心部に位置していたため、本来市街地の中心部に排出源のないものにも関わらず、大気拡散シミュレーションの結果として市街地の中心部に重点調査工業企業の排出源があり、窒素酸化物が排出される場合がある。そのため、重点調査工業企業の緯度、経度は、WEB 等で公開されている GPSspg、天地図、百度地図等を用いて確認しなければならない。

### (3) 詳細手法

詳細手法は固定発生源の補完調査結果を用いる方法である。固定発生源情報の補完調査は、調査票を用いて現地で確認する訪問調査である。企業が環境統計年次報告を提出する時期に実施すると企業側の理解が早く、調査票は回収しやすい。詳細手法の流れを図 3.3-4 に示す。

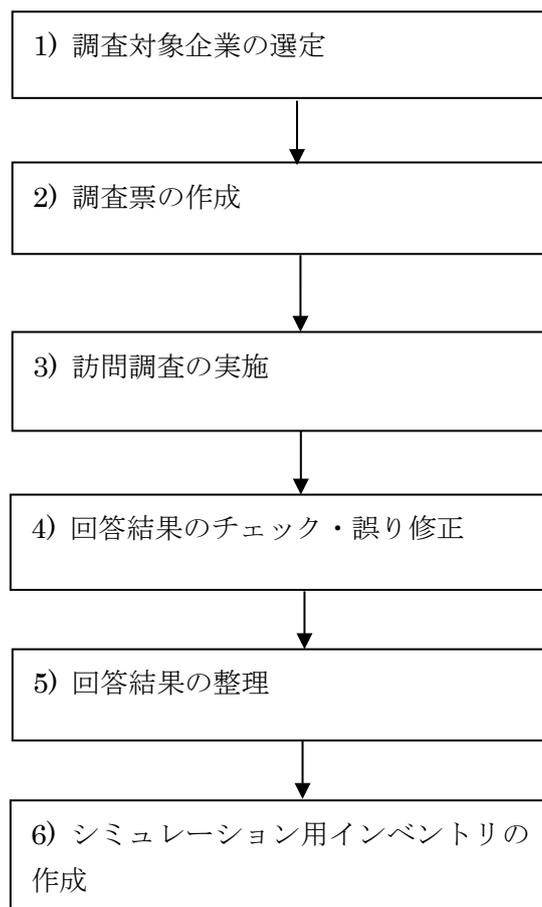


図 3.3-4 発生源排出インベントリ作成フロー（詳細手法）

### 1) 調査対象企業の選定

調査対象企業リストは、過去の環境統計年次報告及び 2010 年全国汚染源普查から作成する。調査対象工場・事業場は、年間石炭燃料使用量、年間 NO<sub>x</sub> 排出量により対象リストを選定する。

対象地域の環境統計年次報告で報告されている全ての重点調査工業企業の補完調査を実施するのが望ましいが、補完調査には時間、費用、人的労力が必要となる。そのため、対象企業の選定は、環境統計年次報告から得られる燃料使用量別企業リスト、年間 NO<sub>x</sub> 排出量別企業リストから企業を選定し、対象企業を選定してもよい。

選定基準は対象地域によって異なる。選定基準の例としては、石炭使用量の累積割合が 99.9%となる石炭使用量を線引きするラインとし、それ以上の石炭使用量を使用する企業で年間 NO<sub>x</sub> 排出量が 20 トン以上の企業を対象とするなどである。

### 2) 調査票の作成

調査票は以下の内容を含む。

**調査内容**

- 施設の概要
  - 施設の種類、脱硫施設の数及び処理能力
  - 脱硝施設の数及び処理能力
- 施設の運転に関する情報
  - 年間稼働時間、施設別稼働パターン
  - 施設別 SO<sub>2</sub> 排出量 (ton)、施設別 NO<sub>x</sub> 排出量 (ton)
- 煙突情報
  - 煙突の数、煙突の場所、煙突高さ、煙突出口の内径、煙突の写真
- 煙突内の排ガス情報
  - 煙突出口の排ガス温度 (°C)、煙突出口の排ガス流量(m<sup>3</sup>N/h)または排ガス流速(m/s)、NO<sub>x</sub> 濃度(mg/ m<sup>3</sup>N)、SO<sub>2</sub> 濃度(mg/ m<sup>3</sup>N)
- 燃料特性
  - 燃料の種類、施設別燃料別月別使用量、施設別燃料別年間使用量
- 将来計画

**3) 訪問調査の実施**

事前に企業に調査票を送付し、当日調査が実施できるよう企業側担当者に連絡しておく。その目的は以下の通りである。

- 調査票内容の不明点についての質問があれば、調査票の内容を説明する。
- 燃料部門、製造部門、環境部門（排ガス測定）等、部門ごとに担当者が異なるため、当日全ての項目が記入できるよう企業側に資料を準備してもらう。

訪問調査は、企業側担当者との協議しながら調査票を記入する。煙突情報に関しては、煙突の写真撮影及び企業担当者と煙突高さや煙突の内径を確認し、記入内容に間違いがないようにする。

訪問調査当日に記入できなかった項目がある場合、後日回答してもらうようにする。

**4) 回答結果のチェック・誤り修正**

煙突情報、稼働状況等大気拡散シミュレーションに必須の情報未記入箇所がないかを確認する。また未記入の項目、記入された情報が曖昧な項目、質問の意味を勘違いして記入されたと考えられる項目について、企業に電話や企業を訪問して内容を確認し、誤りがあれば訂正する。

## 5) 回答結果の整理

縦軸に企業名、横軸に必要な項目を記載した Excel 形式の表（排出インベントリ）を作成する。記入例を添付資料 2 に示す。環境統計の記載内容と比べ、座標位置の大きな誤り、単位の誤り、排出量計算に必須の情報未記入等の場合、誤りと断定できる情報は修正する。また、環境統計及び補完調査票に記入されている情報を記入する際は、以下の事に考慮する。

### (A) 煙突の位置情報

補完調査の調査票に記入されている緯度、経度を記入する。調査票に位置情報が記入されていない場合や、緯度・経度の記載が「度、分」までの記入の場合、環境統計に記載されている企業の位置情報を「度、分、秒(60進法)」の形式で記入する。

煙突の位置は、WEB 等で公開されている GPSspg、天地図、百度地図等を用いて確認する。企業の位置が確認できない場合は、環境統計の位置情報を用いる。企業の位置が確認できたが煙突の位置が探し出せない場合は、対象企業の敷地の中心に煙突があるとみなし、位置を設定する。

また、大気拡散シミュレーションで利用するために、併せて緯度、経度の表示形式を「度、分、秒(60進法)」から「度、10進法」に変換する。変換例を以下に示す。

例「112 度 30 分 23.40 秒」を 10 進法に変換する。「度」は変換せず、「分」を 60、「秒」を 3600 で割り、それらを足す。

$$\begin{aligned} &112 \text{ 度 } 30 \text{ 分 } 23.40 \text{ 秒} \\ &=112+(30 / 60)+(23.40 / 3600) \\ &=112+0.5+0.0065 \\ &=112.5065 \end{aligned}$$

### (B) 各煙突からの排出量の把握

補完調査において、1 工場で複数の煙突があるのが確認できたが、各煙突からの排出量を把握できなかった場合、環境統計の排出量を煙突毎に配分する。同じ製造過程で生産能力が異なる場合は、燃料消費量の比で配分、異なる製造過程の場合、製造工程を考慮して配分する。

排ガス濃度、排ガス流量、施設の年間稼働時間が補完調査で収集した調査票に記入されている場合は、以下の計算方法を用いて排出量を計算する。

$$\text{排出量(ton)}=\text{排ガス濃度(mg/m}^3\text{N)} \times \text{排ガス流量(m}^3\text{N/h)} \times \text{施設の年間稼働時間(h)} \times 10^{-9}$$

### (C) 排ガス流量及び流速

補完調査で排ガス流量及び流速を把握できなかった場合は、環境統計表の工業ガス排出量を稼働時間で割って1時間当たりの排出流量を積算する。

環境統計表の工業ガス排出量が記入されていない場合は、同業種の同様な規模の排ガス流量を用いる。排ガス流速は以下の計算式で計算する。

$$\text{排ガス流速(m/s)} = \text{排ガス流量(m}^3\text{N/h)} / \text{煙突の断面積(m}^2\text{)} / 3600(\text{s/h})$$

### (D) 年間稼働時間

補完調査で施設毎の年間稼働時間を把握できなかった場合、月別稼働時間を足して年間稼働時間を積算する。施設毎の稼働時間や年間稼働時間が記入されていない場合、環境統計の年通常生産時間を年稼働時間とする。

### (E) 月別稼働時間

補完調査で各施設の月別稼働時間が把握できなかった場合は、以下のように計算し、各月に配分する。

各施設における月別稼働時間 = 年通常生産時間 x 各月の燃料使用量(ton) / 年間燃料使用量(ton)

### (F) 年間燃料消費量

補完調査で把握した施設毎の月別燃料消費量を積算し、年間燃料消費量を計算する。環境統計表の年間消費量と比較を行い、ほぼ同じ値であることを確認する。

### (G) 施設別月別燃料使用量

補完調査で各施設の月別消費量を把握できなかった場合は、以下のように計算し、各月に配分する。

各施設における月別燃料消費量(ton) = 年間燃料使用量(ton) x 各月の稼働時間 / 年間稼働時間

### (H) 排出削減効率及び削減対象施設の稼働率

環境統計基 101 表では、排出削減効率及び削減対象施設の稼働率の記入欄がない。そのため、削減対象施設の稼働率を100%と仮定し、汚染物質発生量と汚染物質排出量から以下のように削減効率を計算する。

$$\text{削減効率(\%)} = (1 - \text{汚染物質排出量(ton)} / \text{汚染物質発生量(ton)}) \times 100$$

## 6) シミュレーション用インベントリの作成

シミュレーション用インベントリは、5) 回答結果の整理で集計した Excel 形式の表（排出インベントリ）から必要なデータだけに整理して作成する。その際、重点調査工業企業の所属地域に番号を割り当てる。また、月別稼働パターンと時刻別稼働パターンの時間変化は以下のように計算する。

### (A) 月別稼働パターン

月別稼働パターンは、年間稼働時間と月別稼働時間から計算する。

$$\text{月別稼働パターン} = \text{月別稼働時間} / \text{年間稼働時間}$$

### (B) 時刻別稼働パターン

補完調査で把握した各施設の時刻別稼働パターンを設定する。また、ほとんどの重点調査工業企業には、オンライン連続排出ガス測定装置(CEMS)が設置されているため、CEMSの測定データを利用して24時間の時刻別稼働パターンを設定してもよい。図 3.3-5 に時刻別 CEMS の測定濃度データを示す。時刻別稼働パターンは、24時間合計排出濃度と時刻別排出濃度から計算する。

$$\text{時刻別稼働パターン} = \text{時刻別排出濃度} / \text{24時間合計排出濃度}$$

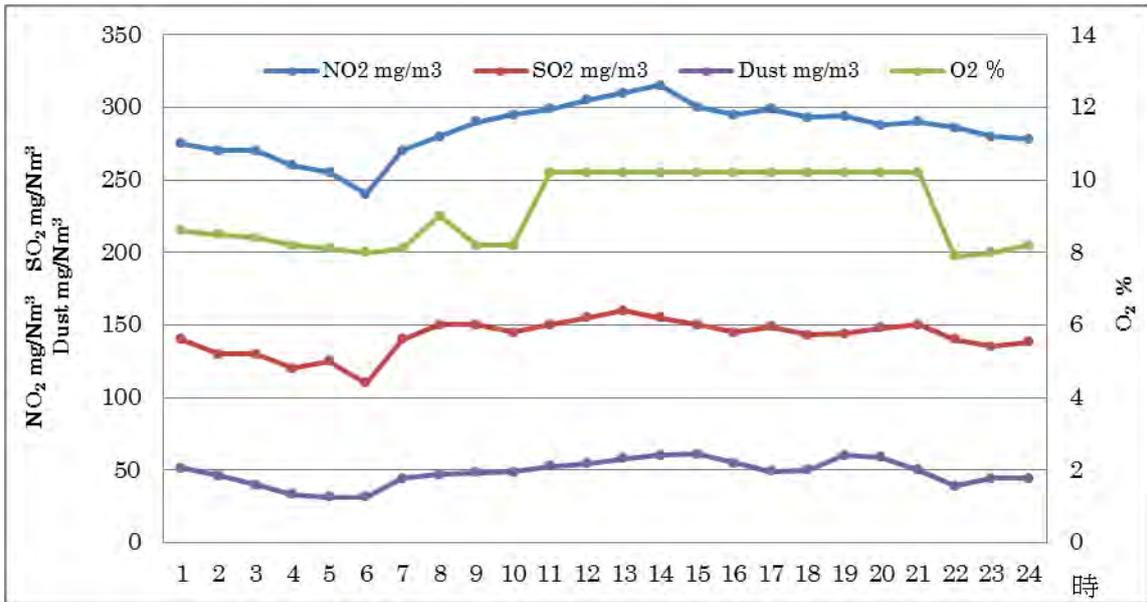


図 3.3-5 時刻別 CEMS の測定濃度データ

添付資料 2 の Excel 形式の表を元に作成したシミュレーション用インベントリの例を添付資料 3 に示す。

### 3.3.3 非重点調査工業企業

#### (1) 環境統計データの活用

環境統計における非重点調査工業企業とは、主要汚染物質の排出量が各地域（地市レベルの行政地域を基本単位とする）の年間排出総量の 85%以上を占める重点調査工業企業以外の企業のことをいう。

非重点調査工業企業からの排出量は、少ないため、個々の企業からの排出量ではなく各地区からの排出量データである各地区非重点調査工業総汚染排放及処理利用状総 108 表に入力されたデータを用いる。

各地区非重点調査工業総汚染排放及処理利用状況総 108 表を以下に示す。赤枠で示した所が発生源排出インベントリとして使用する項目である。

## 各地区非重点调查工业污染排放及处理利用情况

表号：综 108 表

制定机关：环境保护部

批准机关：国家统计局

批准文号：国统制[2011]134号

有效期至：2013年12月

行政区划代码：□□□□□□

综合机关名称：

20 年

指标名称	计量单位	代码	非重点测算量	非重点比例 (%)
甲	乙	丙	1	2
一、工业废水	—	—	—	—
工业用水总量	万吨	1		
其中：取水量	万吨	2		
重复用水量	万吨	3		
工业废水排放量	万吨	4		
其中：排入污水处理厂	万吨	5		
工业废水中化学需氧量产生量	吨	6		
工业废水中化学需氧量排放量	吨	7		
工业废水中氨氮产生量	吨	8		
工业废水中氨氮排放量	吨	9		
二、工业废气	—	—	—	—
煤炭消耗量	万吨	10		
其中：燃料煤消耗量	万吨	11		
二氧化硫产生量	吨	12		
二氧化硫排放量	吨	13		
氮氧化物产生量	吨	14		
氮氧化物排放量	吨	15		
烟（粉）尘产生量	吨	16		
烟（粉）尘排放量	吨	17		
三、工业固体废物	—	—	—	—
一般工业固体废物产生量	万吨	18		
一般工业固体废物综合利用率	万吨	19		
其中：综合利用往年贮存量	万吨	20		
一般工业固体废物处置量	万吨	21		

单位负责人：

审核人：

填表人：

填表日期：20 年 月 日

## (2) データ変換

環境統計データ変換システムを用いて環境統計データから CALPUFF の面源形式にデータを変換して出力する。湖南省湘潭市を例にすると、地区は雨湖区、岳塘区、湘郷市、湘潭県、韶山市の 5 つに分かれる。各地区の排出量を面源とし、重みづけをして排出量を配分する。排出量の配分手法の流れを図 3.3-6 に示す。詳細な手順は環境統計データ変換システム操作マニュアルを参照すること。

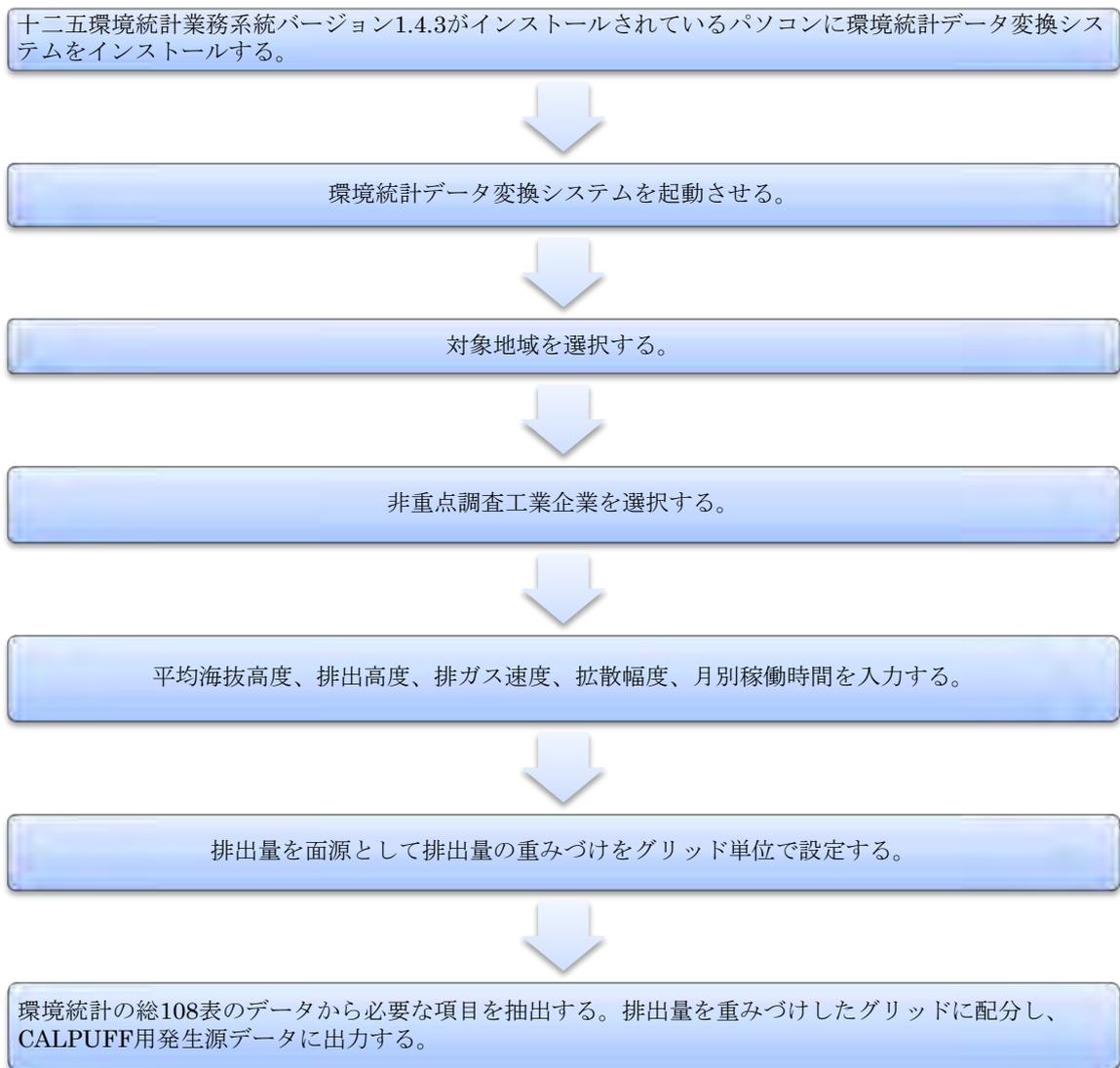


図 3.3-6 非重点調査工業企業の排出量データ作成フロー

環境統計データ変換システムの非重点調査工業企業の平均海拔高度、排出高度、排ガス速度、拡散幅度、月別稼働時間の入力画面の例を図 3.3-7 に示す。

**煙囪性状**

海拔高度(m): 100

排放高度(m): 10

扩散幅度(σz): 10

**运行模式指标(小时)**

1月:	672	2月:	672
3月:	200	4月:	672
5月:	672	6月:	200
7月:	400	8月:	672
9月:	672	10月:	500
11月:	0	12月:	672

\* 各月的最大值为744 (1, 3, 5, 7, 8, 10, 12月)、720 (4, 6, 9, 11月)、672 (2月)

保存后退出 取消

図 3.3-7 非重点調査工業企業の海拔高度、排出高度、月別稼働時間等の入力画面

### 3.3.4 城鎮生活

#### (1) 環境統計データの活用

城鎮生活は各地区県(市、区、旗)都市生活汚染排出及処置状況 総 302 表に入力されたデータを用いる。

各地区県(市、区、旗)都市生活汚染排出及処置状況総 302 表を以下に示す。赤枠で示した所が発生源排出インベントリとして使用する項目である。

## 各地区县（市、区、旗）城镇生活污染排放及处理情况

表号：综 302 表

制定机关：环境保护部

批准机关：国家统计局

批准文号：国统制[2011]134号

有效期至：2013年12月

行政区划代码：□□□□□□

综合机关名称：

20 年

综 302 表续表（一）

行政区名称	行政区代码	生活污水中主要污染物产生量（吨）					生活主要污染物排放量（吨）				
		化学需氧量	氨氮	总氮	总磷	油类	化学需氧量	氨氮	二氧化硫	氮氧化物	烟尘
甲	乙	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

单位负责人：

审核人：

填表人：

填表日期：20 年 月 日

### （2） データ変換

データは非重点調査工業企業のデータ変換同様に環境統計データ変換システムを用いて環境統計データから CALPUFF の面源形式にデータを変換して出力する。湖南省湘潭市を例にすると、地区は雨湖区、岳塘区、湘郷市、湘潭県、韶山市の 5 つにわかれる。各地区の排出量を面源とし、重みづけをして排出量を配分する。排出量の配分手法の流れを図 3.3-8 に示す。詳細な手順は環境統計データ変換システム操作マニュアルを参照すること。

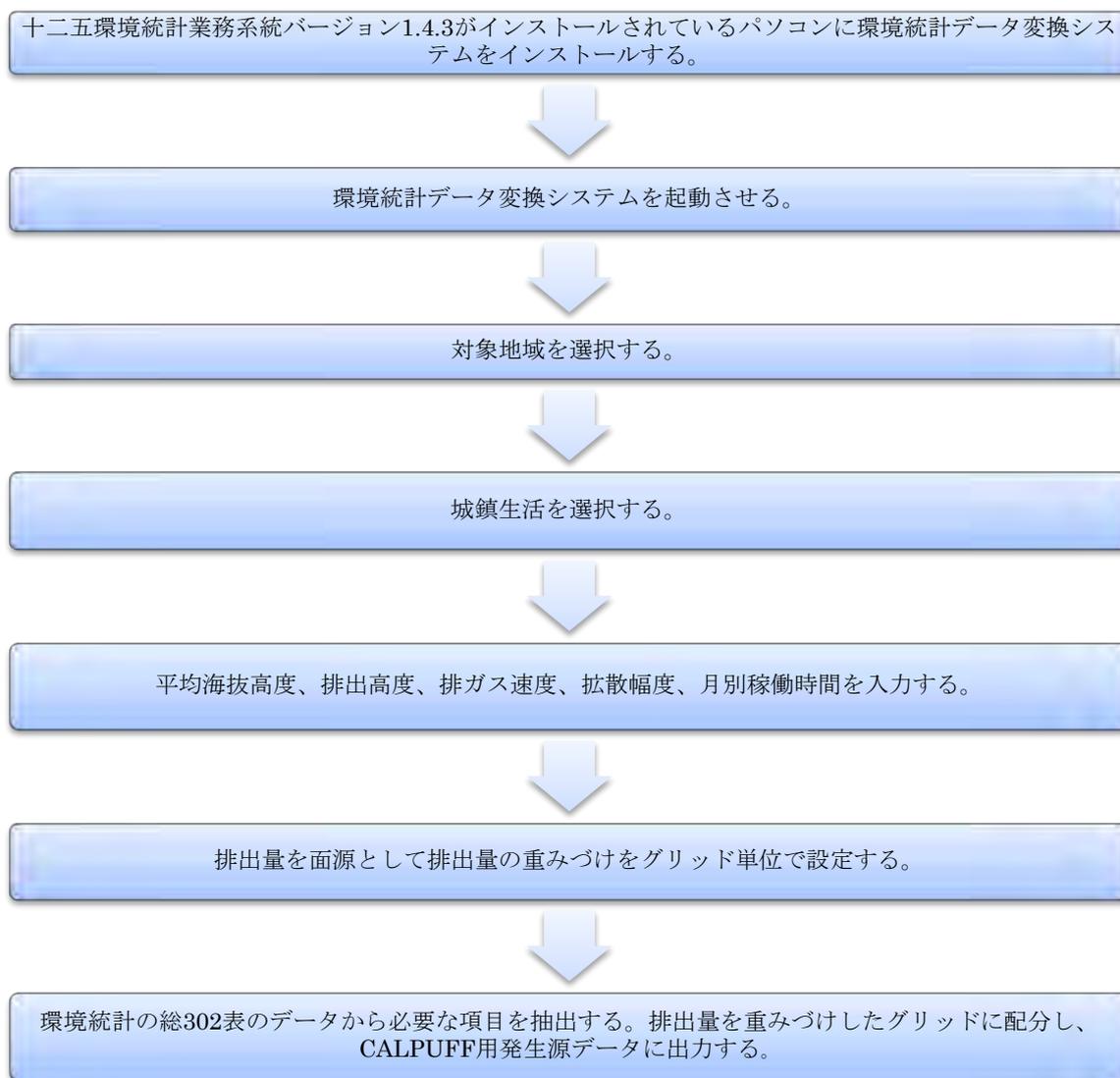


図 3.3-8 城鎮生活の排出量データ作成フロー

環境統計データ変換システムの城鎮生活の平均海拔高度、排出高度、排ガス速度、拡散幅度、月別稼働時間の入力画面の例を図 3.3-9 に示す。

The screenshot shows a software window with two main input sections:

- 煙性状 (Smoke Characteristics):**
  - 海拔高度 (m): 100
  - 排放高度 (m): 10
  - 拡散幅度 (σz): 10
- 運行モード指標(小时) (Operation Mode Index (Hours)):**

1月: 672	2月: 672
3月: 200	4月: 672
5月: 672	6月: 200
7月: 400	8月: 672
9月: 672	10月: 500
11月: 0	12月: 672

At the bottom, there is a note: \* 各月の最大値が744 (1, 3, 5, 7, 8, 10, 12月)、720 (4, 6, 9, 11月)、672 (2月)

Buttons at the bottom: 保存后退出 (Save and Exit), 取消 (Cancel).

図 3.3-9 城鎮生活の海拔高度、排出高度、拡散幅度、月別稼働時間等の入力画面

### 3.3.5 自動車

自動車発生源排出量の算定は、入手できるデータによって簡易手法と詳細手法の2つに分けた。

簡易手法は大気拡散シミュレーションに入力する自動車発生源データを全て面源の形式で作成する方法である。詳細手法は、大気拡散シミュレーションに入力する自動車発生源データを、主要な幹線道路については線源の形式で作成し、幹線道路以外の道路（以降「細街路」と呼ぶ）については面源の形式で作成する方法である。この方法で計算するためには、主要な幹線道路について車種別規制区分別交通量、車種別旅行速度等のデータを用意することが必要となる。

簡易手法では、各県級市の環境保護局が、既存のデータのみを用いて自動車発生源データを作成できるため、追加調査なしで大気拡散シミュレーションを実行できるという利点がある。しかし、実際には、自動車から排出された大気汚染物質は道路の近傍で高濃度を示すが、面源形式で作成すると排出量分布が平均化されてしまうため、自動車排出量の影響を正確に評価するためには不適切である。自動車排出量の寄与を正しく評価するためには、可能な限り詳細手法を用い、主要な道路を線源として発生源データ作成を行うことが望ましい。

### (1) 簡易手法：環境統計データの活用

中国の各県級市の環境保護局が作成している環境統計の総 402 表では、各市の自動車登録台数を基に自動車からの大気汚染物質排出量が計算されている。総 402 表の例を表 3.3-5 に示す。

表 3.3-5 環境統計 総 402 表の様式

各地区机动车污染排放情况						
行政区划代码：□□□□□□					表 号：综 402 表 制定机关：环境保护部 批准机关：国家统计局 批准文号：国统制[2011]134 号 有效期至：2013 年 12 月	
综合机关名称：	20 年					
类型	机动车保有量	总颗粒物	氮氧化物	一氧化碳	碳氢化合物	
机动车保有量（辆）及主要污染物排放量（万吨）						
一、载客汽车						
(1) 微型汽车						
(2) 小型汽车						
(3) 中型汽车						
(4) 大型汽车						
二、载货汽车						
(1) 微型汽车						
(2) 轻型汽车						
(3) 中型汽车						
(4) 重型汽车						
三、低速载货汽车						
(1) 三轮汽车						
(2) 低速货车						
四、摩托车						
(1) 普通摩托车						
(2) 轻便摩托车						
小计						
车用油品升级、加强机动车管理导致的“十二五”累计新增削减量（万吨）						
车用油品升级						
加强机动车管理						
机动车主要污染物排放量（万吨）						
总计						
单位负责人：                      审核人：                      填表人：                      填表日期：20 年 月 日						

環境統計データ変換システムを用いることで、環境統計のデータから大気拡散シミュレーション入力用の自動車発生源ファイルを作成することができる。環境統計データ変換システムの詳細な操作手順については、環境統計データ変換システムの操作マニュアルを参照する。なお、面源排出量の空間分布の指標となるデータが得られる場合、発生源データにそれを反映させることで大気拡散シミュレーションモデルの再現性を改善できる。道路網、主要幹線道路により、重みづけをして、トップダウン手法で配分する。

## (2) 詳細手法：幹線道路排出量を線源とする発生源作成データ

詳細手法では、自動車排出量を線源排出量と面源排出量に分けて計算する。中国の標準書 HJ/T 180-2005<sup>2</sup>では自動車発生源による大気汚染の推定方法について定めており、線源、面源に分けて自動車からの排出量計算について記述されているため、これを参考に中国の各環境保護局が実施できる排出量計算方法を以下に示す。

なお、幹線道路からの排出量を線源として計算するためには、車種別交通量、旅行速度、車種別規制区分別自動車保有台数、等の追加データの入手が必要となる。排出量の計算フローを図 3.3-10 に示す。

---

<sup>2</sup> HJ/T180-2005 城市机动车排放空气污染测算方法

[http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/bzwb/dqhjbh/xgbz/200510/t20051001\\_68915.htm](http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/bzwb/dqhjbh/xgbz/200510/t20051001_68915.htm)

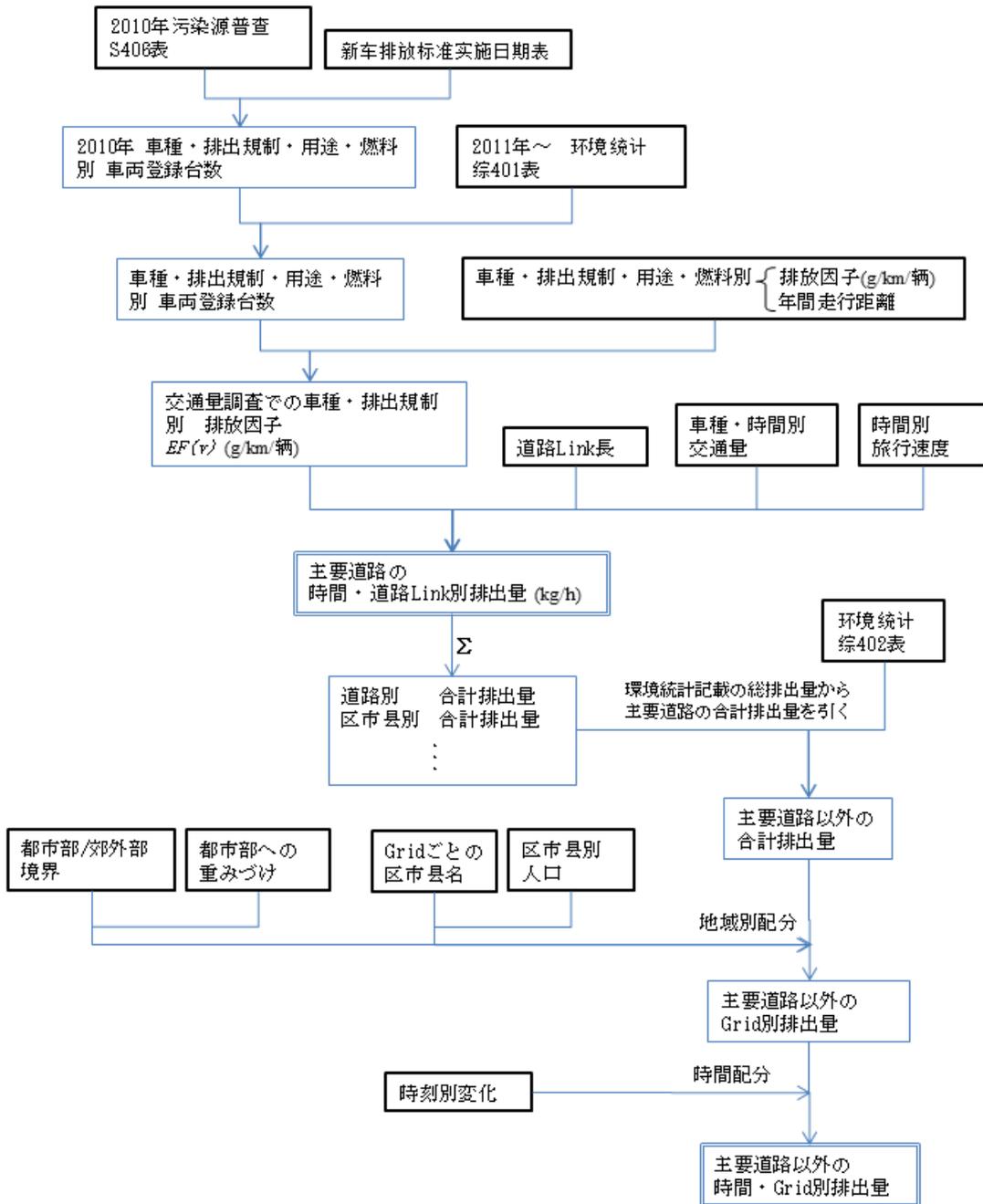


図 3.3-10 自動車排出量の計算フロー

## 1) 交通量の入手

以下に交通量調査の実施手順を示す。既に同等の車種別交通量データが得られる調査結果があれば発生源作成に使用できるので、データの有無・入手可能性を検討する。

### (A) 調査時間

24 時間調査（例：6 時～翌日 6 時）とする。全地点を同日・同時刻に並行して調査する。ただし、一部の道路については日中のみの計測とし、計測していない時間帯の交通量は他地点の交通量の時間変化パターン等から推測する場合もある。

### (B) 調査地点

HJT180-2005 では、道路種類を線源有障碍道路と無障碍道路に大別している。調査地点の選定の際には、調査対象の道路の交通量から他の路線の交通量を推定する必要があることを踏まえる必要がある。つまり、交通量、時間パターン等の特徴がその道路種類・地域を代表できると思われる典型的な道路を選定する。また他路線の交通量の推定は、車線数別に行うことを想定しているため、ある道路種類内で車線数の異なる複数の道路を調査するようにする。なお、車線の多い道路については、車道ごとに人員を配置し自動車流量を観測する必要があることに注意する。

また大気拡散シミュレーションの計算結果を大気汚染物質の観測データと比較するために、大気常時監視測定局に近く、最も自動車から影響を与えていると思われる幹線道路については、調査対象に含めることが望ましい。

### (C) 走行方向

同じ道路でも走行方向によっては交通量が異なる。とりわけ、朝夕の通勤ラッシュ時間帯では方向によって交通量が大きく異なるために、走行方向（往復の 2 方向の意味）別にカウントする必要がある。

### (D) 調査項目

調査地点毎に、車種別・時刻別通過台数を調査する。

### (E) 調査方法

人が現場で直接自動車台数を数えるのと同様以上の調査が可能であれば、代替手段を用いてもよい。例えば、調査当日はビデオカメラで現地を撮影し翌日以降に台数を数える、等が考えられる。

車種について

中国の環境統計では、車種の分類は以下の 12 分類が使用されている。

表 3.3-6 中国環境統計における車種分類

1	大型乗用車	車長 $\geq$ 6m、又は乗車定員 $\geq$ 20 人。乗車定員が変更できる場合は、上限で確定する。乗車定員には運転手が含まれる。
2	中型乗用車	車長 $<$ 6m、9 人 $<$ 乗車定員 $<$ 20 人
3	小型乗用車	車長 $<$ 6m、乗車定員 $\leq$ 9 人
4	微型乗用車	車長 $\leq$ 3.5m、エンジン・シリンダの総排出量 $\leq$ 1L
5	大型トラック	車長 $\geq$ 6m、総質量 $\geq$ 12000kg
6	中型トラック	車長 $\geq$ 6m、総質量 $\geq$ 4500kg $<$ 12000kg
7	軽型トラック	車長 $<$ 6m、総質量 $<$ 4500kg
8	微型トラック	車長 $\leq$ 3.5m、総質量 $\leq$ 1800kg
9	三輪自動車 (元三輪農業用トラック)	ディーゼルを動力とし、最高設計車速 $\leq$ 50km/hr、最大設計総質量 2000kg 以内、長さ $\leq$ 4.6m、幅 $\leq$ 1.6m、高さ $\leq$ 2m で、3 つの車輪がある貨車である。ハンドル・ステアリングを採用し、レバーで動力を伝え、運転室があり、かつ、車両の後半に長さ $\leq$ 5.2m、幅 $\leq$ 2.8m、高さ $\leq$ 2.2m の物品を置くスペースがある。
10	低速トラック (元四輪農業用トラック)	ディーゼルを動力とし、最高設計車速 $<$ 70km/hr、最大設計総質量 $\leq$ 4500kg、長さ $\leq$ 6m、幅 $\leq$ 2m、高さ $\leq$ 2.5m で、四輪を備えている貨車
11	一般二輪車	最大設計時速 $>$ 50km/hr 又はエンジン・シリンダの総排出量 $>$ 50ml
12	軽型二輪車	最大設計時速 $\leq$ 50km/hr、エンジン・シリンダの総排出量 $\leq$ 50ml

「環境統計年報発表制度」で使用されている分類に基づく。

出典：「環境統計年報発表制度」92 ページ

[http://www.hbj.hunan.gov.cn/new/zljp/hjtj/content\\_35228.html](http://www.hbj.hunan.gov.cn/new/zljp/hjtj/content_35228.html)

しかし、交通量調査においてこの 12 分類を車の外観のみで判断することは困難であるため、分類をある程度集約することが必要になる。分類の基本的な考え方と、集約した車種分類の一案を以下に示す。

1. 汚染物質排出量の計算に適した登録車両数の統計として、環境統計の車種区分を基本とする。

2. 交通量調査の現場で見分けられる車種区分にグループ化する。例えば、国Ⅰ、国Ⅱ等の排出基準別に交通量を数えることは難しいことから、交通量調査では排出基準を区別せずに数えるしかない。
3. 交通量調査の現場で連携して数えられる程度の車種区分にグループ化する。そのため、1台1km当たりの排出量が似ている車種は、1つの車種としてまとめて数える。(例：微型乗用車と小型乗用車)
4. 排出量の差が大きいもの、使用燃料が異なるもので、交通量調査の現場で見分けられるものは区分して数える。

表 3.3-7 交通量調査で用いる車種分類の例

1	微型乗用車・小型乗用車
2	中型乗用車
3	大型乗用車
4	微型トラック
5	軽型トラック・低速トラック
6	中型トラック
7	大型トラック
8	三輪自動車
9	軽型二輪車・一般二輪車
10	電気二輪車・電気三輪車

## 2) 旅行速度の入手

以下に旅行速度調査の実施手順を示す。線源排出量を計算する幹線道路それぞれについて旅行速度データが得られるのが望ましいが、入手できない場合は、平均的な値で代用することも考えられるため、文献値やデータの有無・入手可能性を検討する。

### (F) 調査時間

2時間程度の連続走行を1日あたり4回程度行う。旅行速度の日変化を把握するため、それぞれ道路種類・地域の特性を把握できる時間帯であることが好ましい。例えば、朝・夕のラッシュが予想される道路では、その時間帯を把握できるように時間帯を選んで行う。時間帯区分の例を以下に示す。

表 3.3-8 旅行速度調査の時間帯区分の例

区分	時間
朝（ラッシュの時間帯）	7 時~9 時
昼	13 時~15 時
夕（ラッシュの時間帯）	17 時~19 時
夜	21 時~23 時

**(G) 調査項目**

道路種類別・時間帯別に、平均旅行速度を計算する。

**(H) 調査方法**

走行ルートは、地域内での幹線道路と細街路のほか、道路種類・地域の特性を考慮して決定する。走行時に交通量調査の調査地点をできるだけ通るようにする。

記録	走行した道路名、車線数、時刻、状況（休憩・食事・給油等の停止情報、事故・道路工事等の平常時と異なる状況の情報）を記録する。
道路種類別・ 時間帯別 平均旅行速度	記録から必要なデータを抽出（例：休憩時間などのデータを取り除く）し、道路種類別・時間帯別平均旅行速度を計算する。

**3) 排出基準別登録台数調査あるいはデータ入手**

中国では環境統計及び污染源普查によって地級市単位での排出基準別自動車登録台数が集計されており、これが利用できる。環境統計の総 401 表、総 402 表、污染源普查の s406 表の例を表 3.3-9、表 3.3-5、及び表 3.3-10 に示す。

表 3.3-9 環境統計 総 401 表の様式 (一部)

车辆类型		使用性质	燃料种类	新注册车辆数 (辆)					转入车辆数 (辆)					注销车辆数 (辆)					转出车辆数 (辆)									
				排放标准					排放标准					排放标准					排放标准									
				国2	国3	国4	国5	国0	国1	国2	国3	国4	国5	国0	国1	国2	国3	国4	国5	国0	国1	国2	国3	国4	国5	国0	国1	国2
载客汽车	微型	出租车	汽油																									
			其他																									
		其他	汽油																									
			其他																									
	小型	出租车	汽油																									
			柴油																									
			其他																									
		其他	汽油																									
			柴油																									
			其他																									
	中型	公交车	汽油																									
			柴油																									
			其他																									
		其他	汽油																									
			柴油																									
			其他																									
	大型	公交车	汽油																									
			柴油																									
			其他																									
		其他	汽油																									
			柴油																									
			其他																									

表号: 综 401 表  
 制定机关: 环境保护部  
 批准机关: 国家统计局  
 批准文号: 国统制[2011]134号  
 有效期至: 2013年12月

行政区划代码: □□□□□□

综合机关名称: 20 年

表 3.3-10 污染源普查の S406 表の様式（一部）

机动车污染源调查表														
2010 年										表 号: S406 表				
										制表机关: 环境保护部				
										批准机关: 国家统计局				
										文 号: 国统制[2009]113 号				
										有效期至: 2011 年 12 月				
1. 直辖市、地区（市、州、盟）名称（公章）_____														
2. 行政区划代码 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>														
3. 联系方式			区 号 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>										联系人姓名 _____	
			电话号码 <input type="text"/>											
			传真号码 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>											
4. 载客汽车														
车辆类型	使用性质	燃料类型	其中：各年度注册量（辆）											
			2010 年保有量	1999 年底前	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
微型汽车	出租	汽油												
		其他												
	其他	汽油												
		其他												
小型汽车	出租	汽油												
		柴油												
	其他	汽油												
		柴油												
中型汽车	公交	汽油												
		柴油												
	其他	汽油												
		柴油												
大型汽车	公交	汽油												
		柴油												
	其他	汽油												
		柴油												

4) 排出係数の計算

1) の交通量調査で分類した車種別に、旅行速度別の排放因子 (g/km/台) を作成または入手する。排放因子は、中国環境科学研究所・自動車排汚監控中心が担当している、環境統

計等で使われている中国の排放因子を使用することが望ましいため、湘潭市で行った試算例では、市環境保護局から環境保護部を通して申請し、自動車排汚監控中心より車種別・旅行速度別の排放因子の提供を受けている。

なお、ここで言う排放因子とは、環境統計で使われている 1 台当たりの年間排出量 (g/年) ではなく、単位走行距離あたりの排出量 (単位が g/km/台) を意味することに注意する。

## 5) 幹線道路排出量 (線源) の計算

中国の環境統計年報において、排出量計算は車種別・排出ガス規制別自動車台数に、排出係数 (g/年) をかけて計算されている (下式)。

$$I_{\text{新注册}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p (N_{i,j,k} \times PX_{i,j,k}) \times 10^{-6}$$

式中： i 車種、j 燃料種類、k 排出ガス規制別自動車台数，台；

I 車種、j 燃料種類、k 排出ガス規制別排出係数，g/(年・台)

(十二五主要汚染物質排出総量削減計算細則)

この計算方法は分かりやすく簡便で、車種規制による削減効果を表現することができる。一方で、汚染物質の時間・空間分布が分からないため、大気拡散シミュレーションに使用する排出量を計算するためには不十分である。線源排出量は次式のように道路別・車種別・時刻別に計算する。

$$Q = \sum (EF(v) \times Cnt \times Len)$$

Q	排出量(g)
EF(v)	車種別旅行速度別排放因子(g/km/台)
Cnt	車種別交通量(台)
Len	区間距離(km)

排出量の計算結果は、道路別・時刻別・車種別等の区分で集計し、実際の交通様態に比べて合理的な結果であるかを検討する。異常と思われる場合は、上記の各要素について設定が妥当であるか再検討する。

## 6) 細街路排出量 (面源) の計算

線源として計算した幹線道路以外の細街路からの自動車排出量は、面源として計算する。細街路からの排出量は、地域内でその総量を求めて、それを季節・時間帯別、地域グリッド別に配分する方法が一般的である。

細街路排出量の求め方は、社会事象データ、衛星写真、燃料販売量等を基に推計する方法などいくつかの方法が考えられる。中国では環境統計年報で各県級市ごとに保有台数を

基にした排出量を計算しているため、湘潭市での試算例では、ここから幹線道路源排出量を引いた排出量を細街路排出量と見なすことで推計した。

$$Q_A = Q - Q_L$$

$Q_A$	細街路排出量
$Q$	環境統計による各県級市の排出量
$Q_L$	幹線道路排出量

ただしこの場合、他地域からの流入が多く交通量が多い道路があった場合、細街路排出量が過少に計算される恐れがあることに注意する。例えば、地域内を高速道路などが通過しており、大都市間の通過車両が大部分を占めると推測できる場合は、上記の式において幹線道路排出量から高速道路分の排出量を除く方法が考えられる。

## 7) データ変換

データはそれぞれ大気拡散シミュレーションモデル（このハンドブックにおいてはCALPUFF）の入力形式にデータを変換して出力する。

### 3.4 大気拡散シミュレーションモデルによる大気環境濃度計算

#### 3.4.1 本ハンドブックで使用する大気拡散シミュレーションモデル

NOx 抑制効果を把握するに当たり、拡散モデルの選定条件を以下に示す。

1. 中国で推奨されている拡散モデルであること  
「環境影響評価技術導則 大気環境」（HJ2.2-2008）では、CALPUFF、ADMS-EIA、AERMOD が推奨モデルに指定されている。そのため、これらいずれかの大気拡散シミュレーションモデルを利用することが好ましい。また、これらの大気拡散シミュレーションモデルの利用法等の情報をウェブサイト等から入手可能である。
2. 安価で入手できる拡散モデルであること  
大気拡散シミュレーションモデルの実施に関する予算は限られている。そのため、気象データや地形データ等の入力データ及び拡散モデル本体は無料或いは安価で入手できることが好ましい。
3. 排出量と寄与濃度が線形関係の大気拡散シミュレーションモデルであること  
発生源別寄与濃度を計算するため、発生源ごとに計算してその計算結果を重合できること、再計算をする際に対象の発生源のみの計算で済むことが好ましい。また、NOx 抑制効果把握に際し、様々な排出削減対策案について検証を行うため、計算時間及び計算回数は少ない方が好ましい。

これらの条件に合致する大気拡散シミュレーションモデルを表 5.1-1 から選定した結果、本ハンドブックでは CALPUFF Ver5.8.4 (USEPA 推奨モデル) を使用する。②の条件において、CALPUFF のプログラム及びコードはウェブサイトから無料で入手でき、関連する高層気象データや標高データ、土地利用データもウェブサイトから無料で入手できる。③の条件において、CALPUFF では「化学反応モデルを考慮しない」設定にすることで排出量と寄与濃度を線形関係にすることが出来る。

### 3.4.2 拡散計算実施のフロー

CALPUFF での拡散計算のフローを図 3.4-1 に示す。モデルは大きく 3 つの要素 (CALMET、CALPUFF、CALPOST) で構成されている。

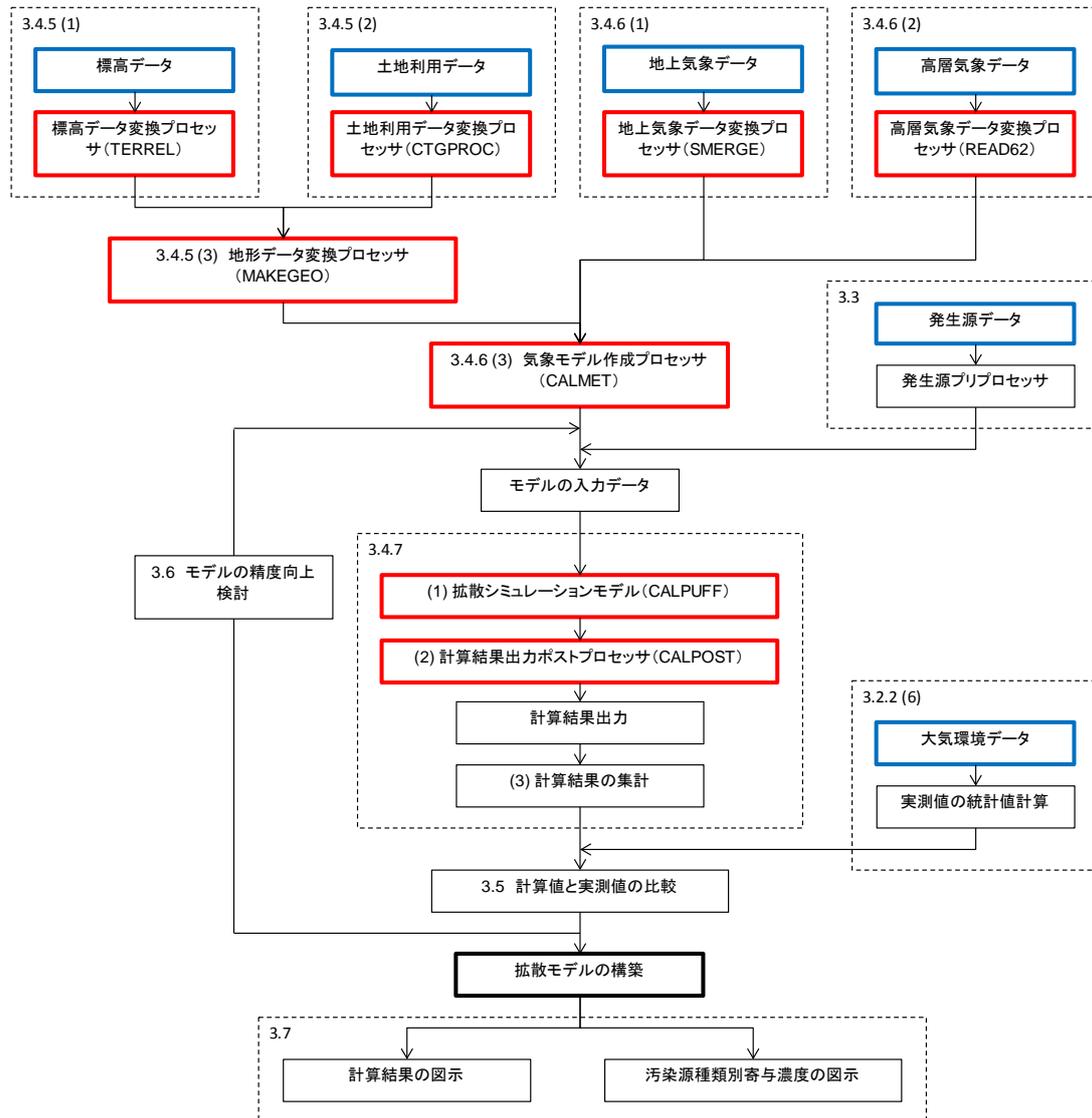


図 3.4-1 CALPUFF での拡散計算のフロー

### 3.4.3 大気拡散シミュレーションモデルの設定

大気拡散シミュレーションモデル全体に共通する以下の事項について設定する。

#### 1. 計算範囲・投影法

計算範囲は計算時間に影響を与えるため、必要な範囲を検討した上で設定する。CALPUFF では解析対象領域のみの計算結果を出力することが可能なので、大気汚染構造を重点的に把握したい範囲を指定することにより、計算時間・出力データのサイズを節約することができる。

また、地球は楕円形をしているため、同じ投影法でも低緯度と高緯度で歪みの程度が異なる。そのため、計算対象地域に適した投影法を選択する必要がある。原則とし

て、低緯度の場合は UTM 図法、中緯度の場合は Lambert 正積方位図法、高緯度の場合には極射影を用いる。

## 2. 計算解像度

同じ計算範囲でも、高解像度に設定すれば計算時間も増加する。CALPUFF の場合、計算範囲の解像度と解析対象範囲の解像度をそれぞれ設定できるので、計算範囲に応じて解像度の設定を変更することができる。

## 3. 計算対象期間

入手した気象データの期間及び大気常時監視測定局での実測期間に基づいて設定する。大気常時監視測定局での年間平均値及び年平均値における大気環境基準と比較することが多いため、計算対象期間を 1 年間とすることが多いが、大気汚染構造に季節性が見られる場合、影響の大きい季節のみで計算した方が良いこともある。

## 4. 対象発生源

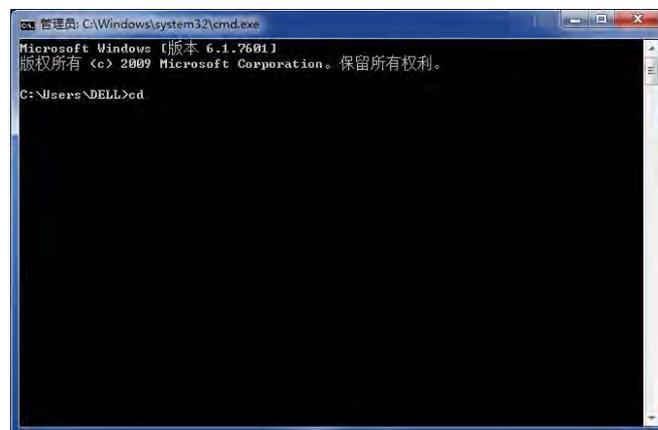
主な発生源は、重点調査工業企業、非重点調査工業企業、城鎮生活、自動車排ガスである。その他地域によって特に重視すべき発生源があれば追加する。

### 3.4.4 CALPUFF プロセッサの実行

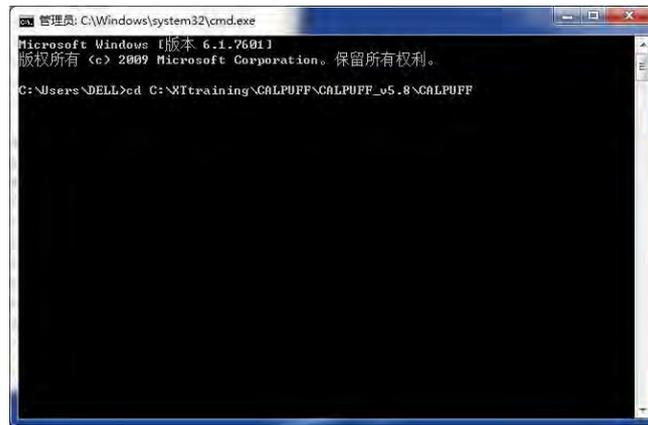
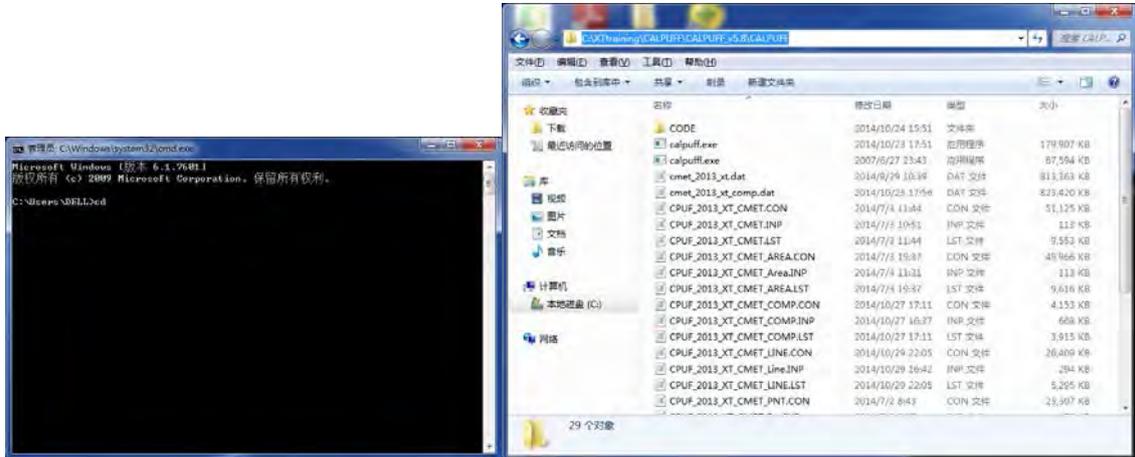
CALPUFF の各種プロセッサはコマンドプロンプトで実行ファイルと入力指示ファイル (INP ファイル) を指定して実行する。

<Windows 7 の場合>

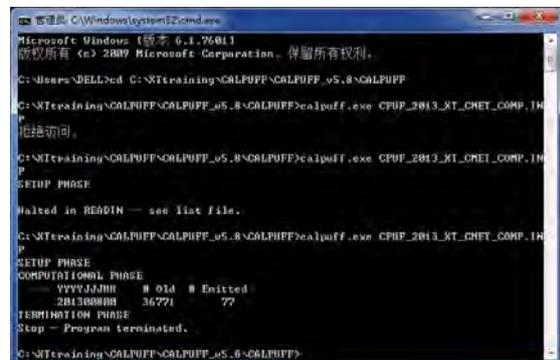
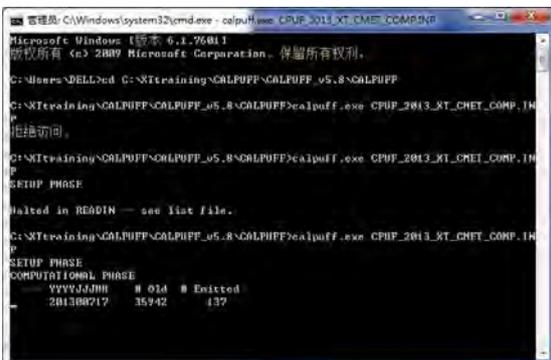
- ① スタート プログラムとファイルの検索で cmd と入力し Enter
- ② 黒い画面 (コマンドプロンプト) が現れる。
- ③ “cd” と入力した後、半角スペースを入力する。

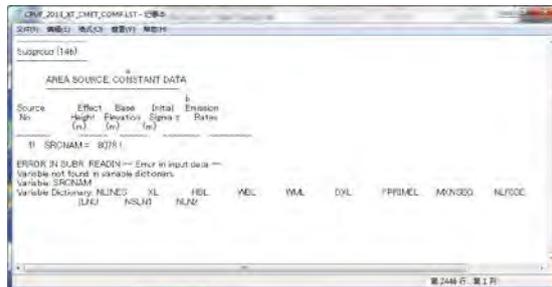
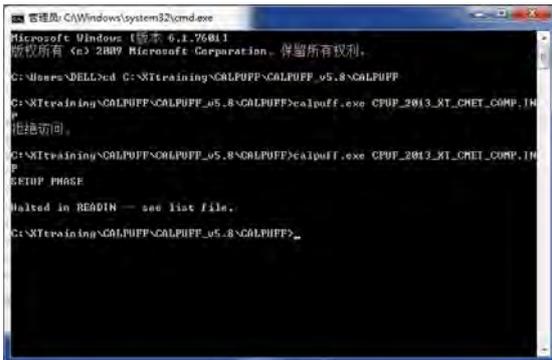


- ④ 実行ファイルのあるフォルダを開き、フォルダのアイコンをコマンドプロンプトにドラッグ&ドロップし、Enter を押す。
- ⑤ >の前がドラッグ&ドロップしたフォルダパスに変更されたことを確認する。



- ⑥ \*.exe \*.inp と入力して Enter を押すと、実行が開始される。
- ⑦ TERMINATION PHASE の文字が表示されれば、実行は成功している。出てこなければ途中で何かしらのエラーが発生しているのので、LST ファイルを確認する。





### 3.4.5 地形データの作成

具体的な操作方法は、別添資料 1『CALPUFF 操作マニュアル』を参照のこと。

#### (1) 標高データの収集・整理

標高データは USGS のサイト<sup>3</sup>より、SRTM30/GTOPO30 Global Data (～900m, 30arc-sec)をダウンロードする。標高データは、気象モデル作成時に地形の効果を反映させるとともに、拡散シミュレーションでの地形による大気汚染物質の強制上昇、地形による回り込みの効果を再現するために使われる。

ダウンロードしたファイルを解凍し、DEM ファイルを入力ファイルとして利用する。

CALPUFF には標高データを変換するプロセッサとして TERREL が用意されている。

TERREL では、入力ファイルと出力ファイル、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。出力した標高データファイルは MAKEGEO プロセッサで利用する。

#### (2) 土地利用データの収集・整理

土地利用データは USGS のサイト<sup>4</sup>より Lambert Azimuthal Equal Area Projection (Optimized for Asia)の USGS Land Use/Land Cover Scheme をダウンロードする。土地利用データを使って地表面粗度や Monin-Obukhov 長が計算され、その値は混合層内の乱流の状態を示す指標となる。

ダウンロードしたファイルを解凍し、IMG ファイルを入力ファイルとして利用する。

CALPUFF には土地利用データを変換するプロセッサとして CTGPROC が用意されている。

<sup>3</sup> [http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/SRTM30/](http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM30/)のフォルダのうち、e100n40 と e100n90

<sup>4</sup> Eurasia Land Cover Characteristics Data Base Version 2.0

[http://edc2.usgs.gov/glcc/tab Lambert\\_uras\\_as.php](http://edc2.usgs.gov/glcc/tab Lambert_uras_as.php)

CTGPROC では、入力ファイルと出力ファイル、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。出力した土地利用データファイルは MAKEGEO プロセッサで利用する。

### (3) 地形データの作成

TERREL で作成した標高データと CTGPROC で作成した土地利用データを用いて地形データを作成する。

CALPUFF には標高データと土地利用データを合成するプロセッサとして MAKEGEO が用意されている。

MAKEGEO では、入力ファイルと出力ファイル、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。出力した地形データファイルは CALMET プロセッサで利用する。

#### 3.4.6 気象データの変換

具体的な操作方法は、別添資料 1『CALPUFF 操作マニュアル』を参照のこと。

##### (1) 地上気象データの変換

CALPUFF には地上気象データを変換するプロセッサとして SMERGE が用意されている。

3.2.1 で準備した地上気象データを SMERGE の入力データの形式に変換する。

SMERGE の入力形式は CD144、NCDC SAMSON、NCDC HUSWO、ISHWO、TD3505、TD9956 の 6 種類に限定されており、いずれも NCDC<sup>5</sup>での形式であるため、中国の地上気象データのうち、これらのいずれかの形式でデータが作成されている地点は限られている。そこで、本ハンドブックでは、中国の地上気象データを TD3505 の形式に変換するプリプロセッサを作成している。プリプロセッサでは、気象データファイル名と出力ファイル名、気象局の位置情報を設定することで、TD3505 の形式に変換したファイルを出力する。その際、入手した気象データを別途決められた形式で作成すること。

SMERGE では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間と入力ファイルの形式 (TD3505) を指定する。出力した高層気象データファイルは CALMET プロセッサで利用する。

##### (2) 高層気象データの変換

高層気象データは NOAA/ESRL Radiosonde Database<sup>6</sup>から入手することが出来る。

対象期間、データの入手範囲、風速の単位、対象地点、出力形式を指定すると、設定条件に即したデータを表示する。対象期間の設定の際、UTC (Coordinated Universal Time) 時

<sup>5</sup> the U.S. National Climatic Data Center

<sup>6</sup> <http://www.esrl.noaa.gov/raobs/>

間で設定すること。北京時間から 8 時間引いた値が UTC 時間である。表示されたデータをすべてコピーしてメモ帳等のテキストエディタに貼り付けて保存する。その際の拡張子は「.fsl」とすること。

CALPUFF には高層気象データを変換するプロセッサとして READ62 が用意されている。

READ62 では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間と入力ファイルの形式を指定する。出力した高層気象データファイルは CALMET プロセッサで利用する。

### (3) 気象モデルの作成

MAKEGEO で作成した地形データ、SMERGE で作成した地上気象データ及び READ62 で作成した高層気象データを用いて気象モデルファイルを作成する。

CALPUFF には気象モデルを作成するプロセッサとして CALMET が用意されている。

CALMET では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。これらの設定は、これまでのプロセッサで指定した内容と同じでなければならない。出力した気象モデルファイルは CALPUFF プロセッサで利用する。

#### 3.4.7 拡散計算の実施

具体的な操作方法は、別添資料 1『CALPUFF 操作マニュアル』を参照のこと。

##### (1) 拡散計算の実施

3.3 で作成した発生源データと CALMET で作成した気象モデルを使って CALPUFF の拡散計算を実施する。

CALMET では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間、計算対象物質、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。これらの設定は、これまでのプロセッサで指定した内容と同じでなければならない。また、本ハンドブックでは化学変化を考慮しないため、CALPUFF の INP ファイル内のパラメータで設定する。ここで計算範囲より内側の範囲で解析対象範囲を絞り込むことが出来る。その際、解析対象範囲におけるグリッド間隔も狭くすることが出来る。発生源データはデータ変換されたファイルの内容を CALPUFF の INP ファイルの該当する箇所張り付け、発生源の数を修正する。

拡散計算は発生源別の寄与濃度を確認するため、発生源ごとに実施する。

##### (2) 計算結果の出力

CALPUFF の計算結果はデータが圧縮されているため、メモ帳等のテキストエディタでは開くことが出来ない。そこで、CALPOST プロセッサを使って圧縮されたデータからグリッド別或いは指定地点毎の計算濃度を抽出する。

CALPOST では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間、出力対象物質、出力範囲、計算結果を平均する期間（1 時間平均、日平均、年平均など）を設定する。

NOx で CALPUFF の計算を実施しているが、環境基準は NO2 である。そこで、NOx から NO2 に変換する式を設定する。CALPOST での変換式は $[NO_2]=a [NO_x]$ であり、a の値は「環境影響評価技術導則 大気環境」（HJ2.2-2008）で 0.75 と指定されている。

### (3) 計算結果の集計

発生源種類ごとに計算した結果を表 3.4-1 のようにまとめ、グリッド別の合計濃度を計算する。この集計には、Excel 或いは Access を用いる。この集計結果は 3.5、3.7 及び 4.4 で使用する。

表 3.4-1 計算結果の集計例

グリッド 番号	重点調査 工業企業	非重点調査 工業企業	城鎮生活	自動車排 ガス（主要 道路）	自動車排 ガス（主要 道路以外）	合計
101	14	5	7	10	2	38
102	12	4	7	8	1	32
...						
2119	5	1	10	30	12	58
2120	1	0	6	15	8	30

### 3.5 大気拡散シミュレーションモデル計算値と自動測定局実測値の比較

大気拡散シミュレーションモデルの精度を評価するために、大気拡散シミュレーションモデルでの計算値と大気常時監視測定局での実測値の相関図を作成する。ただし、実測値が有効時間数に達している大気常時監視測定局が 3 地点以下の場合、この方法で求められた値は参考程度となり、評価に使うことができない。横軸を計算値、縦軸を実測値とした場合の分布図を作成し、切片が 0 の近似直線を引く。発生源の影響を受けない地点での大気常時監視測定局のデータがある場合は、その地点でのデータの濃度を切片の値とする。この値をバックグラウンド濃度という。

この時、近似直線の傾きが 0.8 から 1.2 の範囲内でできるだけ 1 に近く、かつ、相関係数が 0.71 以上であることが、大気拡散シミュレーションモデルでの計算が高精度で実際の状況をより再現できていることになる。一方、相関係数が 0.71 未満である場合、計算値と実測値の整合性が取れていないことになる。また、近似直線の傾きが 1.2 より大きい場合、或

いは0.8より小さい場合、大気拡散シミュレーションモデルの計算は過小評価或いは過大評価していることになる。いずれの場合でも大気拡散シミュレーションモデルの計算結果の精度は良くないので、3.6を実施することが必要である。また、有意水準を使って2つの値の間の有意性を検証する必要がある。例えば、有意水準 $\alpha$ を0.05と仮定し、t分布における95%信頼区間の外側に来る確率をPとしたとき、Pは0.05より小さければ、計算値と実測値の間には有意差があると言える。

可能であれば、地点間の相関だけではなく、同一地点における時間別濃度の相関性も検証することを推奨する。例えば、1時間濃度の時間変化や月平均濃度の月別変化について実測値と計算値を比較することで、その地点における濃度変化の相関性を検証することができる。月平均濃度の実測値と計算値の比較の例を図3.5-1に示す。

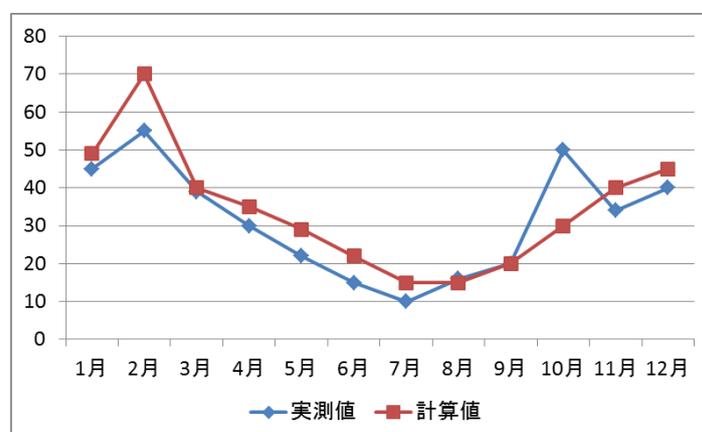
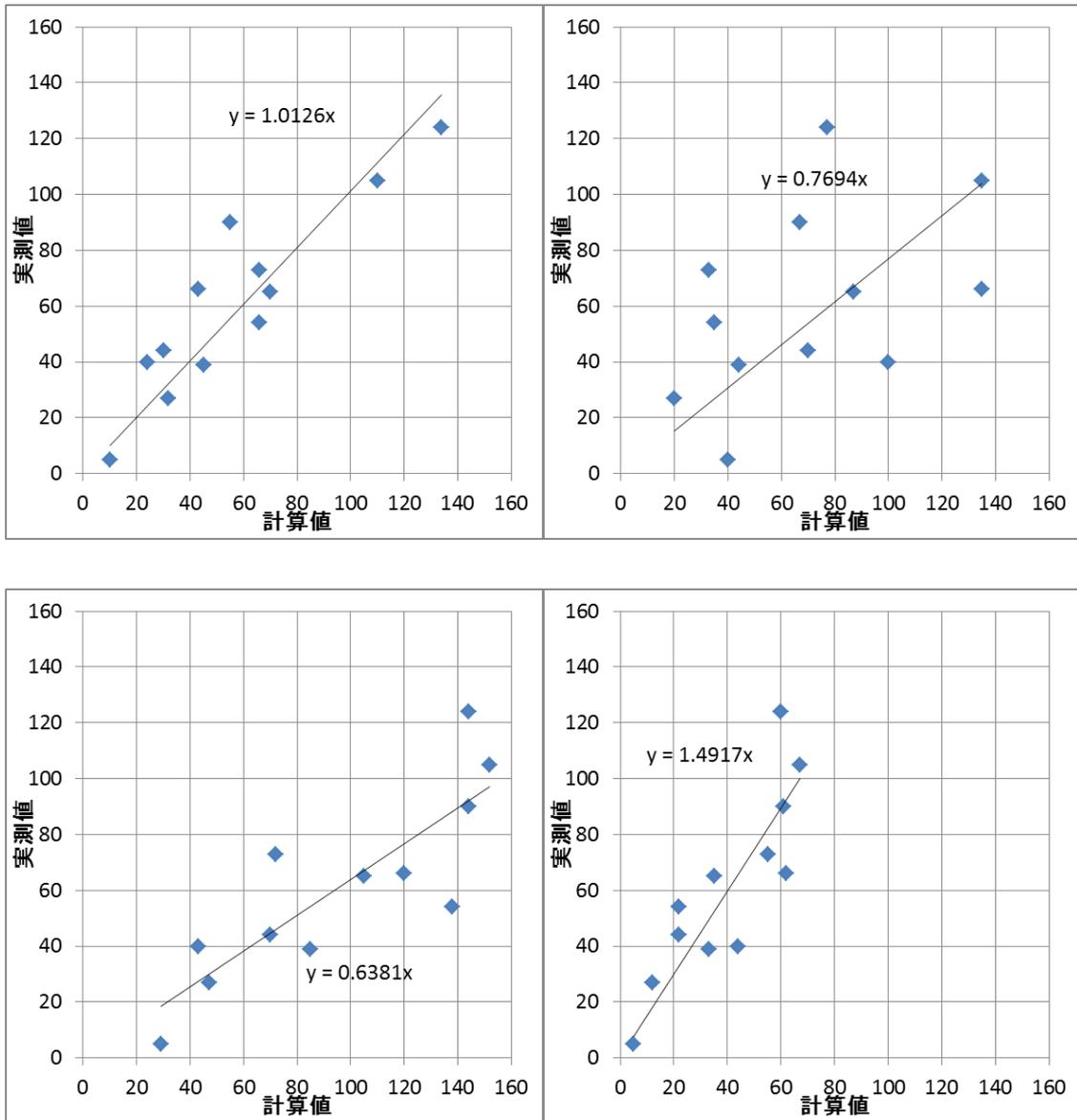


図 3.5-1 月平均濃度の実測値と計算値の比較の例



左上：精度の良い大気拡散シミュレーションモデル（相関係数：0.909）、右上：相関が良くない（相関係数：0.471）

左下：計算結果が過大（相関係数：0.839）、右下：計算結果が過小（相関係数：0.851）

図 3.5-2 実測値と計算値の比較（例）

### 3.6 大気拡散シミュレーションモデルの精度向上検討

3.5 で大気拡散シミュレーションモデルの精度が良くなかった場合、大気拡散シミュレーションモデルのパラメータ設定、排出量計算の確認、稼働パターン作成方法の検討が必要である。これらの検討の後、大気拡散シミュレーションモデルのパラメータを設定した場合は、計算した発生源すべてについて再計算をする。排出量及び稼働パターンを修正した

場合は、該当する発生源のみを計算し、修正対象外の発生源の計算結果と足し合わせ、3.5を再度行う。この作業を繰り返すことにより、大気拡散シミュレーションモデルの精度向上を実現することができる。

### 3.7 大気拡散シミュレーションモデル計算結果を用いた大気汚染評価

#### 3.7.1 計算結果の図示

ArcGIS 等の GIS ソフトを使って計算結果を図示し、濃度の分布状況を把握する。

濃度分布図の例を図 3.7-1 に示す。この例では、市街地の中心部及び幹線道路沿いで高濃度の範囲が見られる。また、他の地域と比較して、中心部の北側の地域でも高濃度の範囲が見られる。この図を作成することにより、大気環境基準を超過している範囲がどの地区にみられるのか、また、大気環境基準の超過割合はどの程度であるのかについて把握することができ、地域ごとの濃度低減対策を判断する材料となり得る。

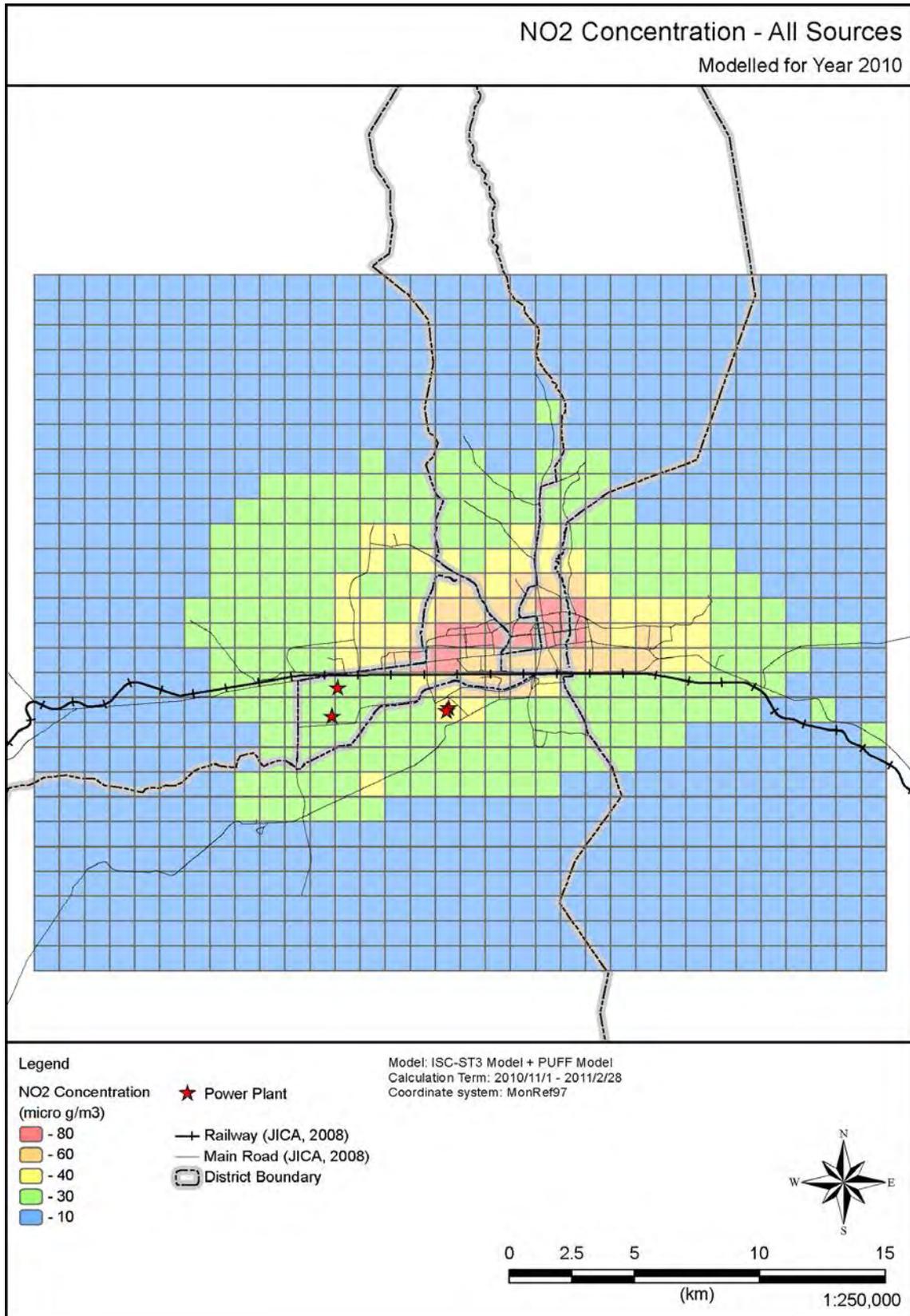


図 3.7-1 濃度分布図の例

### 3.7.2 発生源種類別寄与と濃度断面図の作成

南北方向一列のグリッド或いは東西方向一行のグリッドを抽出し、寄与濃度断面図を作成する。

寄与濃度断面図の例を図 3.7-2 に示す。この例では、北側が発電所からの寄与の大きい一方、同程度の濃度である中心地よりやや南側では、セメント工場からの寄与が大きくなっている。また、中心地周辺では自動車からの寄与が半分以上を占めていることが分かる。この図を作成することにより、どの地域でどの発生源からの寄与が大きいのかを把握することが出来る。また、この図は、どの地域でどのような対策を講ずれば良いかを判断する材料となり得る。

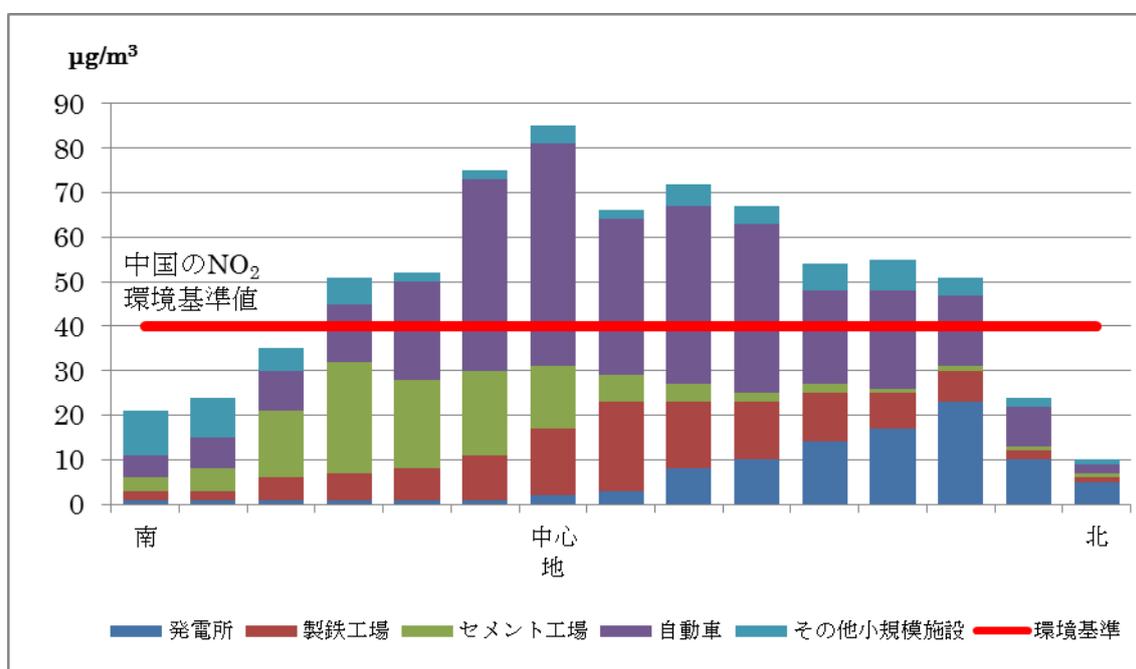


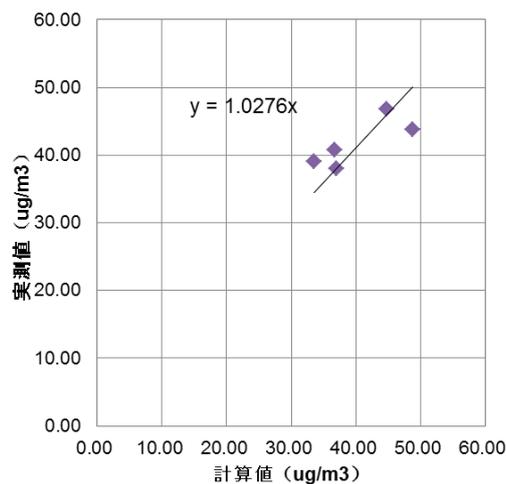
図 3.7-2 寄与濃度断面図の例

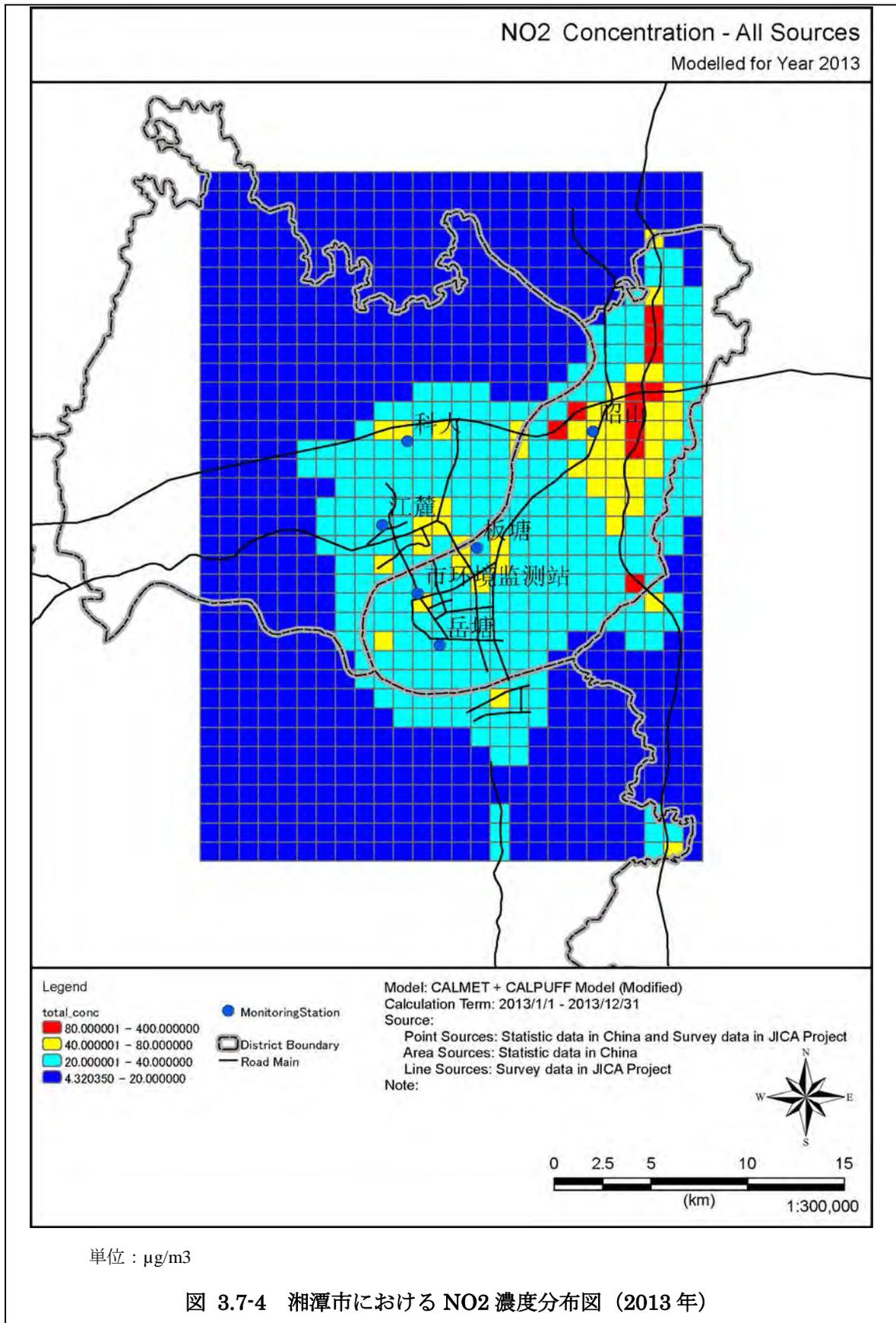
## BOX-1 湘潭市での計算事例

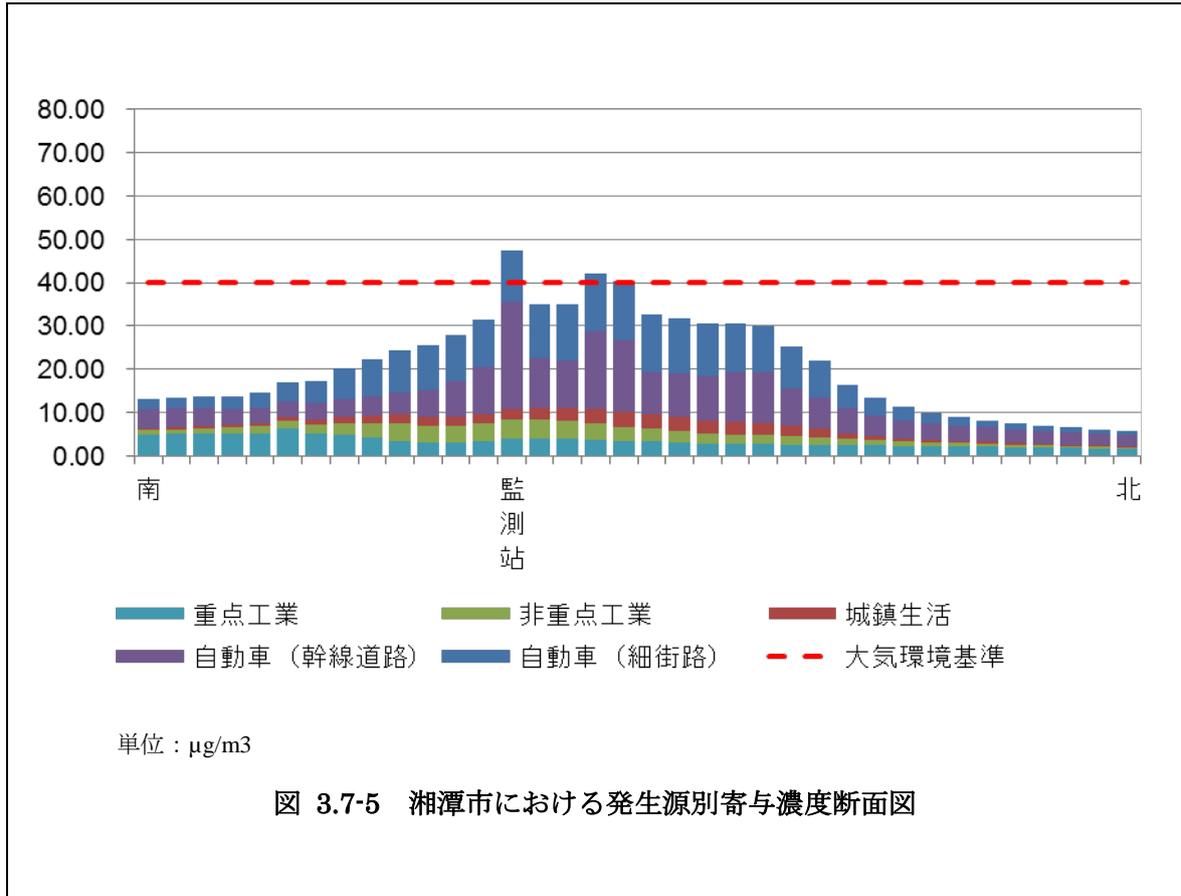
湖南省湘潭市をモデル都市として、大気拡散シミュレーションを実施した。湘潭市での計算事例を表 3.7-1 に示す。大気拡散シミュレーションモデルのパラメータ等の見直した結果、相関係数が 0.808、近似直線の傾きが 1.0276 となり、再現性の高いモデルを構築することができた。実測値と計算値を比較した相関図を図 3.7-3 に示す。また、2013 年の湘潭市での濃度分布図及び観測駅のグリッドを通る南北方向の発生源別寄与濃度断面図を図 3.7-4 及び図 3.7-5 に示す。

表 3.7-1 湘潭市での計算概要

項目	内容
対象地域	計算領域：湘潭市全体を含む約 115km x 90km 解析対象領域：中心部を約 16km x 26km
地形	SRTM30/GTOPO30 Global Data (~900m, 30arc-sec)
土地利用データ	USGS Land Use/Land Cover Scheme Eurasia (optimized for Asia)
解像度	計算領域：5km x 5km、解析対象領域：1km x 1km
対象汚染物質	NOx (NO、NO <sub>2</sub> )
発生源	重点・非重点調査工業企業、城鎮生活、自動車排ガス
対象期間	2013 年 1 月～2013 年 12 月
濃度計算地点	1km x 1km グリッドの中心点、大気常時監視測定局

図 3.7-3 湘潭市における計算値と実測値の相関図 (NO<sub>2</sub>)





## 第4章 排出削減計画の評価

### 4.1 排出削減計画の分析方法

排出削減計画の分析フローを図 4.1-1 に示す。ここでの対策案 A と対策案 B として、排出量削減計画が計画通りに実施された場合と全く実施されなかった場合の比較、ある発生源における排出量削減計画と別の発生源における排出量削減計画の比較等が想定される。

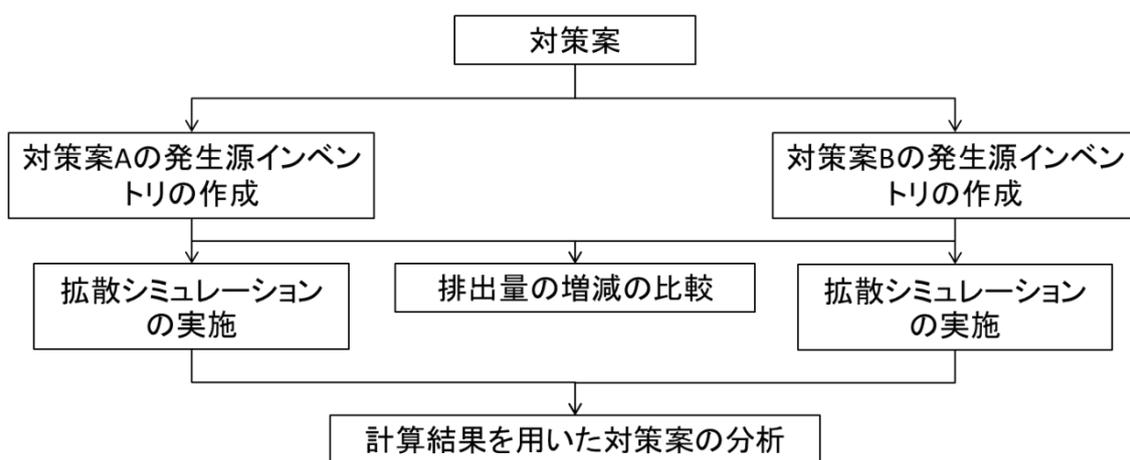


図 4.1-1 排出削減計画の分析フロー

### 4.2 排出削減計画実現時の発生源排出インベントリの作成

#### 4.2.1 重点調査工業企業

排出削減計画実現時の発生源排出インベントリは、現況年の発生源排出インベントリを基に作成する。その際、排出削減計画に基づき、削減対象企業の排出量を変更して排出量の推計を行うが、削減計画の対象となっていない企業の排出量は、現況年の排出量と変わらない事と仮定する。具体的には以下のように排出削減計画実現時の排出量を推計する。

表 4.2-1 重点調査企業における排出削減計画実現時の発生源排出インベント推計方法

	排出削減計画	排出量の推計方法
1	工場の淘汰	工場からの窒素酸化物排出量及び硫黄酸化物排出量を 0 とする。
2	施設の操業停止、	施設からの窒素酸化物排出量及び硫黄酸化物排出量を 0 とする。
3	脱硝施設の設置及び脱硝施設の改善	設置する脱硝施設や改善後の脱硝効率を施設の脱硝効率に記入する。削減対策実施後の排出量は以下の計算式を用いる。 対策施設の排出量=対策施設の窒素酸化物生産量 x (1-施設の脱硝効率(%)/100(%))
4	脱硫施設の設置及び脱硫施設の改善	設置する脱硫施設や改善後の脱硫効率を施設の脱硫効率に記入する。削減対策実施後の排出量は以下の計算式を用いる。 対策施設の排出量=対策施設の硫黄酸化物生産量 x (1-施設の脱硫効率(%)/100(%))

**囲み記事：現況年及び削減計画実現時における排出量の例**

現況年における排出量の例を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 現況年における排出量の例

NO.	企業名称	設備名称	脱硫施設 脱硫効率	脱硝施設 脱硝効率	二氧化硫 産生量	二氧化硫 排放量	氮氧化物 産生量	氮氧化物 排放量
1	XXX 鋼鉄有限公司	焼結機 1	0	0	201,304	201,304	98,748	98,748
1	XXX 鋼鉄有限公司	焼結機 2	95	85	201,304	10,065	98,748	9,875
1	XXX 鋼鉄有限公司	コークス炉	95	85	878,234	43,912	123,456	12,346
2	YYY 電力有限公司	ボイラー1	95	85	567,489	28,374	654,728	65,473
2	YYY 電力有限公司	ボイラー2	95	60	876,679	43,834	786,879	236,064
2	YYY 電力有限公司	ボイラー3	95	0	876,679	43,834	786,879	786,879
3	ZZZ 工業有限公司	ボイラー	0	0	1,234	1,234	3,245	3,245
4	SSS 水泥有限公司	キルン	.0	70	786,728	787	999,999	300,000

排出削減計画の例を以下に示す。

1. XXX 鋼鉄有限公司の焼結機 1 に脱硫効率 95%の脱硫施設を新設する。
2. XXX 鋼鉄有限公司の焼結機 2 を操業停止にする。
3. YYY 電力有限公司のボイラー2 に設置している脱硝効率 60%の設備を脱硝効率 85%の設備に変更する。
4. YYY 電力有限公司のボイラー3 に脱硝効率 70%の設備を設置する。
5. SSS 水泥有限公司を淘汰する。

現況年における排出量に上記排出削減計画を実施した場合の排出量の例を表 4.2-3 に示す。

表 4.2-3 排出削減計画実現時における排出量の例

NO.	企業名称	設備名称	脱硫施設 脱硫効率	脱硝施設 脱硝効率	二氧化硫 産生量	二氧化硫 排放量	氮氧化物 産生量	氮氧化物 排放量
1	XXX 鋼鉄有限公司	焼結機 1	95	0	201,304	10,065	98,748	98,748
1	XXX 鋼鉄有限公司	焼結機 2	95	85	0	0	0	0
1	XXX 鋼鉄有限公司	コークス炉	95	85	878,234	43,912	123,456	12,346
2	YYY 電力有限公司	ボイラー1	95	85	567,489	28,374	654,728	65,473
2	YYY 電力有限公司	ボイラー2	95	85	876,679	43,834	786,879	118,032
2	YYY 電力有限公司	ボイラー3	95	70	876,679	43,834	786,879	236,064
3	ZZZ 工業有限公司	ボイラー	0	0	1,234	1,234	3,245	3,245
4	SSS 水泥有限公司	キルン	0	70	0	0	0	0

※赤字が変更箇所

#### 4.2.2 非重点調査工業企業

非重点調査工業企業の排出量は個々の企業の排出量ではなく、各地区（県級市）から排出される排出量である。排出削減計画実現時の発生源排出インベントリは、現況年の発生源排出インベントリを基に作成する。その際、排出削減計画に基づき、削減対象地域の排出量を変更して排出量を作成する。そのため、削減計画は、地級市 ZZZ 市内の県級市 AAA 市の窒素酸化物排出量を〇〇%削減や地級市 ZZZ 市内の県級市 BBB 県硫酸化物排出量を xx%削減となる。具体的には以下のように排出削減計画実現時の排出量を推計する。

表 4.2-4 非重点調査工業企業における排出削減計画実現時の排出量の推計方法

	排出削減計画	排出量の推計方法
1	窒素酸化物排出量の 〇〇%削減	削減計画実現時の窒素酸化物排出量は以下の計算式を用いる。 各地区の窒素酸化物排出量=現況年における窒素酸化物排出量 $\times (1 - \text{窒素酸化物削減計画}(\%) / 100(\%))$
2	硫酸化物排出量の xx%削減	削減計画実現時の硫酸化物排出量は以下の計算式を用いる。 各地区の硫酸化物排出量=現況年における硫酸化物排出量 $\times (1 - \text{硫酸化物削減計画}(\%) / 100(\%))$

削減計画として地級市 ZZZ 市内の県級市 AAA 市の非重点工業調査企業からの窒素酸化物排出量 10%削減、地級市 ZZZ 市内の県級市 BBB 県の非重点工業調査企業からの硫黄酸化物排出量を 5%削減する場合の例を表 4.2-5 に示す。

表 4.2-5 地級市 ZZZ 市における現況年と将来計画実現時の排出量

No.	県級市	現況年の排出量(ton)		将来計画実現時の排出量(ton)	
		窒素酸化物	硫黄酸化物	窒素酸化物	硫黄酸化物
1	AAA 市	1000	3000	900	3000
2	BBB 県	2500	2000	2500	1900
3	CCC 区	900	1000	900	950
4	DDD 区	1000	1000	1000	1000

#### 4.2.3 城鎮生活

城鎮生活の排出量は各地区（県級市）から排出される排出量である。排出削減計画実現時の発生源排出インベントリは、現況年の発生源排出インベントリを基に作成する。その際、排出削減計画に基づき、削減対象地域の排出量を変更して排出量を作成する。そのため、削減計画は、地級市 ZZZ 市内の県級市 AAA 市の窒素酸化物排出量を〇〇%削減や地級市 ZZZ 市内の県級市 BBB 県の硫黄酸化物排出量を xx%削減となる。具体的には以下のように排出削減計画実現時の排出量を推計する。

表 4.2-6 城鎮生活における排出削減計画実現時の発生源の推計方法

	排出削減計画	排出量の推計方法
1	窒素酸化物排出量の 〇〇%削減	削減計画実現時の窒素酸化物排出量は以下の計算式を用いる。 各地区の窒素酸化物排出量=現況年における窒素酸化物排出量 $\times (1 - \text{窒素酸化物削減計画}(\%) / 100(\%))$
2	硫黄酸化物排出量の xx%削減	削減計画実現時の硫黄酸化物排出量は以下の計算式を用いる。 各地区の硫黄酸化物排出量=現況年における硫黄酸化物排出量 $\times (1 - \text{硫黄酸化物削減計画}(\%) / 100(\%))$

削減計画として地級市 ZZZ 市内の県級市 AAA 市の城鎮生活からの窒素酸化物排出量 20%削減、地級市 ZZZ 市内における県級市 CCC 区の城鎮生活からの硫黄酸化物排出量を 10%削減する場合の例を表 4.2-7 に示す。

表 4.2-7 地級市 ZZZ 市における現況年と将来計画実現時の城鎮生活からの排出量

No.	県級市	現況年の排出量(ton)		将来計画実現時の排出量(ton)	
		窒素酸化物	硫黄酸化物	窒素酸化物	硫黄酸化物
1	AAA 市	10000	5000	8000	5000
2	BBB 県	7000	4000	7000	4000
3	CCC 区	8000	6000	8000	5400
4	DDD 区	9000	5000	9000	5000

#### 4.2.4 自動車

自動車発生源については、現況の発生源排出インベントリを基に、排出削減計画による排出量の変化を反映して計画実現時の発生源排出インベントリを作成する。

例として、湘潭市で行った試算例での計算条件設定を以下に示す。この例では NOx 抑制計画を「十二次五ヵ年計画で定められた黄標車の淘汰」とし、これらの車両が全て最新規制車に置き換えられた 2015 年時点の自動車排出量を計算している。

表 4.2-8 計画達成時の排出量計算条件設定の例

	大気拡散シミュレーションモデル構築年	NOx 抑制計画の目標年
	2013 年	2015 年
交通量	実測調査の結果を用いる	2013 年度の実測値を基に、自動車排汚監控中心より提供された 2015 年推定登録台数を用いて伸び率を作成し、推定する
旅行速度	実測調査の結果を用いる	2013 年の実測値をそのまま用いる
排出係数	自動車排汚監控中心より提供	自動車排汚監控中心より提供された排出係数を用いる (黄標車の保有量をすべてゼロと仮定し、かつ、これらの車両がすべて最新規制車に置き換わったと仮定した。)
面源排出量の設定方法	環境統計 総 402 表	自動車排汚監控中心より提供された排出量を用いる

#### 4.3 大気拡散シミュレーションモデルによる大気環境濃度計算

4.2 で作成した発生源排出インベントリを基に拡散計算を実施する。濃度低減効果を把握するため、気象場は排出削減計画実現前の計算の条件と同一とする。拡散計算の実施方法は3.4と同様である。

#### 4.4 排出削減計画の評価

3.7.2 と同様の方法で発生源種類別寄与濃度断面図を作成し、排出削減計画実施前後の濃度分布及び環境基準達成状況を比較する。比較結果に基づき排出削減計画が大気環境濃度へ与える影響を評価し、以後の排出削減計画の検討材料とする。

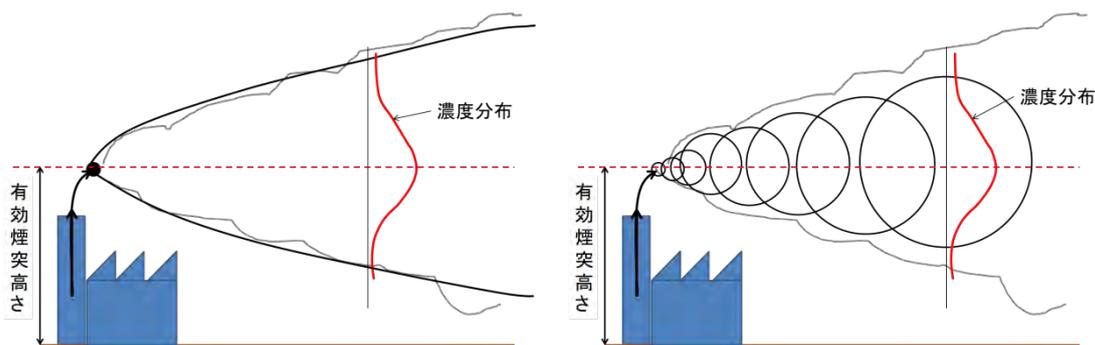
## 第5章 参考資料

### 5.1 主要な大気拡散シミュレーションモデルとその適用条件

大気拡散シミュレーションモデルには、解析解モデルと数値解モデルがある。

解析解モデルとは、物質輸送の基礎方程式をある一定の仮定を基にして数学的に得られた解を基本としたモデルである。

解析解モデルは、プルームモデルとパフモデルに分けられる。プルームモデルは煙突から排出された煙（汚染物質）が風に流されながら正規分布に従った広がる様子を計算式で表わしたものである。風が吹いていることが前提のため、無風或いは弱風時にはプルームモデルが適用できない。プルームモデルの弱点を補完した大気拡散モデルにパフモデルがある。パフモデルでは無風或いは弱風時においても拡散計算をすることが可能であり、連続的なプルームを多数の分割された塊で表している。解析解モデルの模式図を図 5.1-1 に示す。

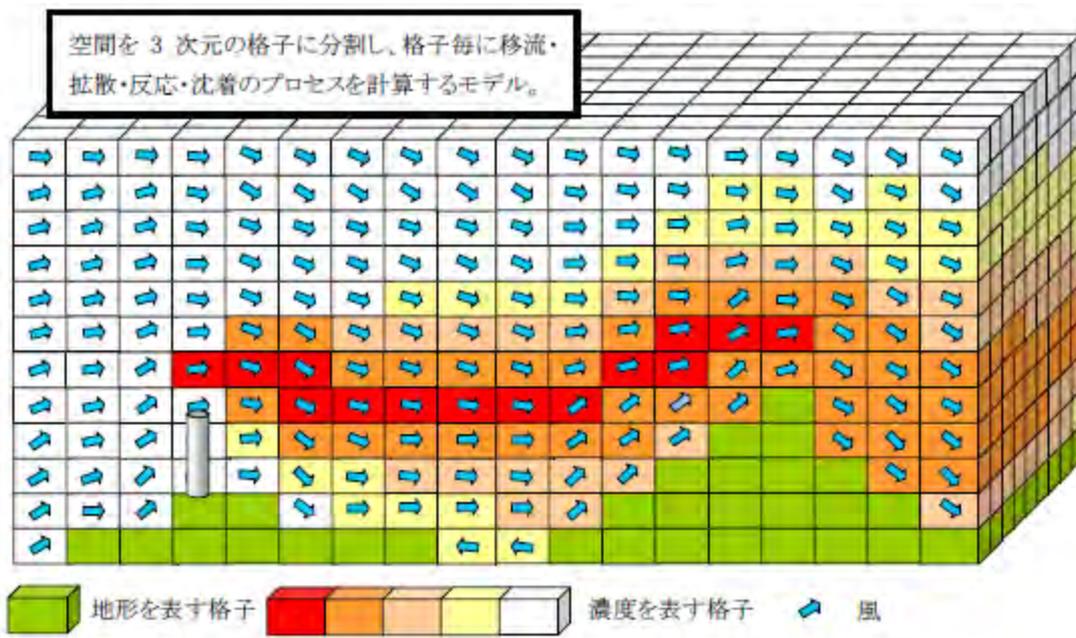


左：プルームモデル、右：パフモデル

図 5.1-1 解析解モデルの模式図

数値解モデルは、物質輸送の基礎方程式である微分方程式を差分法などにより離散化し、コンピュータを利用して数値解析的に解く方法を用いたモデルである。

数値解モデルは、ラグランジュ型とオイラー型に分けられる。ラグランジュ型とは、流体を疑似粒子の集まりとみなし、それぞれの粒子の位置が変わっていくのを追いかけるような計算の方法である。オイラー型とは、計算する範囲をブロック状の格子で分割し、ブロック間の大気汚染物質を移流拡散方程式で差分法し、計算することで時々刻々と変化する濃度を計算する方法である。数値解モデルの例を図 5.1-2 に示す。



出典：

<http://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/jouhoukoukai/shingikai/shingikai/documents/110203shiryo022.pdf>

図 5.1-2 数値解モデルの例（オイラー型モデル）

主な大気拡散シミュレーションモデルのメリット、デメリット及び適用範囲を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 主な大気拡散シミュレーションモデルの概要

モデル名称	モデル種類	メリット	デメリット	適用範囲
ISCST3	解析解モデル (プルームモデル)	二次生成を考慮しないため、計算時間が短い	現在は US-EPA 推奨外モデルである	50km 以下
ADMS-EIA	解析解モデル (プルーム+パフモデル)	詳細な物理過程が考慮されている	有料である (約 6 万元/ライセンス)	50km 以下
AERMOD	解析解モデル (プルームモデル)	地表面に近い高さでの動きの詳細な解析が可能	PUFF モデルが考慮されていない	50km 以下
CALPUFF	解析解モデル (パフモデル)	PUFF モデルを使うため、弱風時でも計算が可能 化学反応モデルの考慮の有無を選択できる	計算時間がやや長い	マルチスケール (局地、都市、地域)
CMAQ	数値解モデル (オイラー型モデル)	大気汚染物質間の相互影響、多くの物理・化学過程を扱うことができる	計算過程が複雑のため、非常に緻密な入力データ要求される	マルチスケール
WRF-Chem	数値解モデル (オイラー型モデル)	気象場と化学輸送の計算が同時に可能	研究者レベルの利用に限定されている	マルチスケール

## 5.2 本ハンドブックで扱った大気拡散シミュレーションモデルの概要

本ハンドブックでは、大気拡散シミュレーションモデルとして CALPUFF を取り扱う。ここでは CALPUFF の概要のみを述べる。詳細は、A User's Guide for the CALUFF Dispersion Model (Version 5)を参照のこと。

CALPUFF は、沿岸部や複雑地形による非定常な気流変化による汚染物質の移流・拡散に対応するため、1995 年に Scire らによって開発されたモデルであり、三次元気流モデルにより生成された気流の場において、移流パフによる汚染物質の移流拡散計算を行うものである。

モデルは、大きく 3 つの構成要素に分かれている。①三次元気流モデルを作成する CALMET、②パフモデルによる大気質拡散モデルを実施する CALPUFF、③計算結果を出力・解析する CALPOST である。これらに加え MAKEGEO 等いくつかのサブモジュールから成り立っている。

CALPUFF の基礎方程式は以下の通りである。

$$C = \frac{Q}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \cdot g \cdot \exp[-d_a^2/(2\sigma_x^2)] \cdot \exp[-d_c^2/(2\sigma_y^2)] \cdots \cdots (2-1)$$

$$g = \frac{2}{(2\pi)(2\pi)^{1/2}\sigma_z} \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp[-(H_e + 2nh)^2/(2\sigma_z^2)] \cdots \cdots (2-2)$$

ここで、

C : 地表面での濃度

Q : 一つのパフに含まれる汚染物質の質量

$\sigma_x$  : ガウス分布の x 方向の標準偏差

$\sigma_y$  : ガウス分布の y 方向の標準偏差

$\sigma_z$  : ガウス分布の z 方向の標準偏差

da : パフ中心とレセプター間の風向方向の距離

dc : パフ中心とレセプター間の風に直角な方向の距離

g : Z 方向のガウス分布関数成分

H : パフ中心の地表面からの有効高さ

h : 混合層高さ

鉛直成分項 g の  $\Sigma$  は混合層と地表面による反射を表す。この関数は、 $\sigma_z > 1.6h$  の範囲では限界値  $1/h$  に収束する。一般的に、混合層内のパフでは放出後数時間でこの条件に合致する。

水平方向に対称なパフ、つまり、 $\sigma_x = \sigma_y$  では、式 (2-1) は

$$C = \frac{Q(s)}{2\pi\sigma_y^2(s)} \cdot g(s) \cdot \exp[-R^2(s)/(2\sigma_y^2(s))] \cdots \cdots (2-3)$$

ここで、R はパフの中心とレセプターとの距離 (m)、また、s はパフの移動距離 (m) である。式 (2-3) の C(s)、 $\sigma_y(s)$ などは距離 s に依存する関数である。

なお、CALPUFF では鉛直方向の座標系として Terrain following vertical coordinate system を適用している。この座標系は、鉛直直交座標系を地形に合わせた座標系にすることにより、地形に沿ったパフの強制上昇及び回り込み効果を再現することができる。Terrain following vertical coordinate system のイメージを図 5.2-1 に示す。

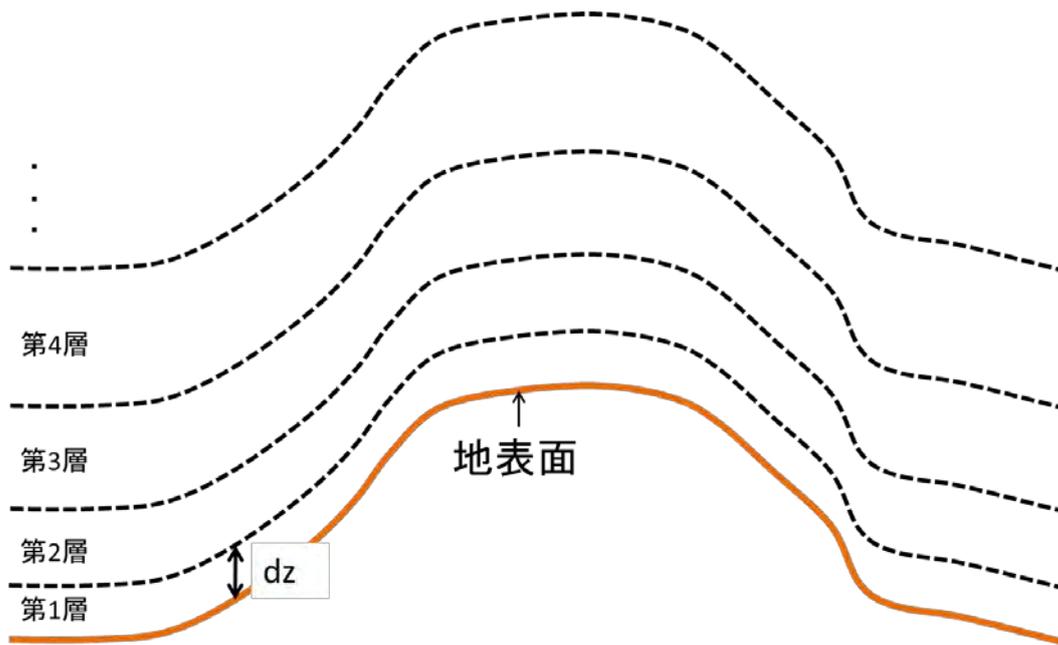


図 5.2-1 Terrain following vertical coordinate system のイメージ

### 5.3 有効煙突高の推定

一般に燃焼に伴う排ガスが煙突から排出されるので、排ガスが煙突から排出される時には吐出速度による慣性効果や排ガス熱量による浮力効果を持っている。これらの効果により、排ガスは煙突から出た後も風に運ばれながら上昇を続けるが、次第に周辺の空気が混入することにより上昇力を弱め、やがてそれ以上上昇しない高度に達する。このように煙突を出てからの排ガスの上昇分を  $\Delta H$  とし、煙突の実際の高さ ( $H_0$ ) に加えた高さが大気拡散式における発生源の高さで有効煙突高 ( $H_e$ ) と呼ぶ。式で表わすと以下の通りである。有効煙突高、煙突の実際の高さ及び排ガスの上昇分の関係を図 5.3-1 に示す。

$$H_e = H_0 + \Delta H$$

主な  $\Delta H$  は煙突出口付近の風の状態によって変わるため、有風時と無風時で推定式が異なる。有風時の推定式は CONCAWE の式、無風時の推定式は Briggs の式と呼ばれている。

CONCAWE の式

$$\Delta H = 0.175 \cdot Q_H^{1/2} \cdot u^{-3/4}$$

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

$Q_H$ : 排出熱量 (cal/s)

$u$ : 煙突頭頂部における風速 (m/s)

$\rho$ : 0 度における排ガス密度 ( $1.293 \times 10^3 \text{ g/m}^3$ )

$C_p$ : 定圧比熱 (0.24cal/K/g)

Q: 単位時間当たりの排ガス量 (m<sup>3</sup>N/s)

ΔT: 排ガス温度 (T<sub>G</sub>) と気温 (T<sub>a</sub>) との温度差

Briggs の式

$$\Delta H = 1.4Q_H^{1/4} \cdot (d\theta/dz)^{-3/8}$$

Q<sub>H</sub>: 排出熱量 (cal/s)

dθ/dz: 温位勾配 (°C/m)

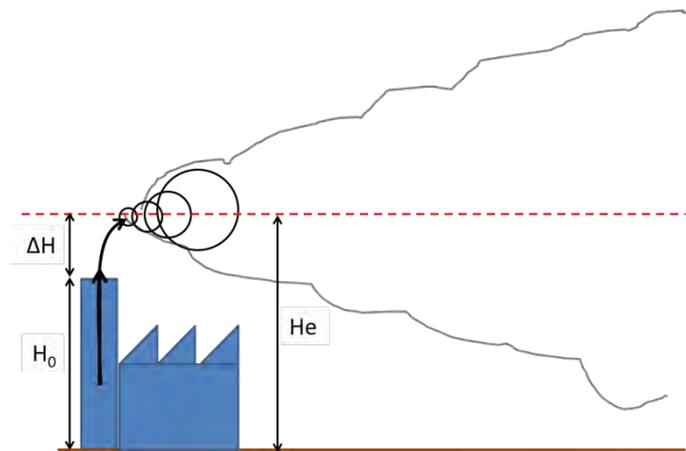


図 5.3-1 排ガス上昇及び有効煙突高のイメージ

## 第6章 参考文献

---

公害研究対策センター（2000）：『窒素酸化物総量規制マニュアル（新版）』 pp422

王丽萍 陈建平 主编（2012）：『大气污染控制工程』 中国矿业大学出版社 pp401

程水源 陈东升 著（2014）：『大气重污染过程预测技术研究』 中国环境出版社 pp151

Joseph S. Scire David G. Strimaitis Robert J. Yamartino (2000): A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5) pp521

环境保护部环境工程评估中心：CALPUFF 用户手册

<http://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/jouhoukoukai/shingikai/shingikai/documents/110203shiryoo022.pdf>

「环境影响评价技术导则 大气环境」（HJ2.2-2008）

「环境空气质量标准」（GB 3095-2012）

「[环境空气质量自动监测技术规范](#)」（HJ/T 193-2005）

「城市机动车排放空气污染测算方法」（HJ/T180-2005）

## 添付資料

## 添付資料 1

**基準年の異常年検定**

基準年の気象が平年の気象に比べて異常でなかったかどうかを統計手法を用いて検定する方法の 1 例を以下に示す。

## 1 – 手法

## 1) 方法

異常年は 1 県又は 1 地方にわたる広範囲に出現するものと考え、対象地域に対して最寄りの気象官署のデータを用いる。データの年数は基準年 1 年間と比較年 10 年間の最近 11 年とする。

検定方法は分散分析による不良標本の F 分布棄却検定法を用いる。評価対象としては、風向別出現回数、及び風速階級別出現回数などが考えられる。

## 2) 気象官署の選定

対象地域に対して最寄りの気象官署の選定に当たっては次の事項を考慮する。

- (1) 過去 1 年間、測風塔の移転、改築などを行っていないこと。
- (2) 地物による風向など気象の癖がなるべく少ないこと。
- (3) 同一県又は隣接県に所在し、通常の気候区分からみて対象地域と同一気候区に属すること。

## 3) F 分布棄却検定法

この方法は、正規分布をなす母集団から取り出した標本のうち、不良標本とみられるものを  $X_0$ 、その他のものを  $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$  とした場合、 $X_0$  を除く他の  $n$  個の標本の平均を  $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$  として、標本の分散からみて  $X_0$  と  $\bar{X}$  との差が有意ならば  $X_0$  を棄却する方法である。

## (F 分布検定の手順)

- (1) 仮説：不良標本  $X_0$  と他の標本（その平均値） $\bar{X}$  との間に有意な差は無いとする。

$$H_0: X_0 = \bar{X} \quad \left( \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \right)$$

- (2)  $F_0$  を計算する。

$$F_0 = \frac{(n-1)(X_0 - \bar{X})^2}{(n+1)S^2}$$

ただし、

$$S^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n}$$

- (3) 自由度  $v_1=1, v_2=n-1$  を求める。  
 (4) 有意水準（危険率）  $\alpha$  を決め、F 分布表より  $F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$  の値を求める。  
 (5)  $F_0$  と  $F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$  を比較して

$F_0 \geq F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$  ならば仮説棄却： $H_0: X_0 = \bar{X}$  は棄却

$F_0 < F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$  ならば仮説採択： $H_0: X_0 = \bar{X}$  は採択

とする。

- (6) 危険率  $\alpha$  での棄却限界を求めるには、 $F_0 = F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$  とおいて  $X_0$  を計算すればよい。

$$X_0 = \bar{X} \pm S \sqrt{\frac{(n+1)}{(n-1)} F_{v_2}^{v_1}(\alpha)}$$

危険率  $\alpha$  は 1%、2.5%、5% の 3 種類とした。 $F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$  のそれぞれの値は F 分布表より

1%： $F_9^1(0.01) = 10.56$

2.5%： $F_9^1(0.025) = 7.21$

5%： $F_9^1(0.05) = 5.12$

となる。

## 2. 実行例

表 1-1 に A 気象官署における風向別出現回数の検定例を示す。

表 1-1 風向出現回数の異常年棄却検定表

地点：A 気象官署

統計年：1967 年 1 月～1976 年 12 月

検定年：1977 年 1 月～1977 年 12 月

	統計年 (19xx)												検定年 77	F <sub>0</sub>	判定 ○採択, ×棄却			棄却限界 (5%)	
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	$\bar{X}$	S			5%	2.5%	1%	上限	下限
	NNE	244	276	206	256	242	228	276	330	316	300	267.4			39.6	328	1.92	○	○
NE	146	151	120	154	151	119	160	170	139	135	144.5	16.5	156	0.40	○	○	○	186	103
ENE	42	48	36	57	59	53	49	66	52	48	51.0	8.6	53	0.04	○	○	○	73	29
E	73	57	53	54	41	87	57	57	60	39	57.8	14.0	64	0.16	○	○	○	93	23
ESE	60	44	48	61	64	66	33	48	39	31	49.4	12.8	39	0.54	○	○	○	81	17
SE	62	93	79	66	50	62	65	88	84	61	71.0	14.0	73	0.02	○	○	○	106	36
SSE	150	187	186	127	104	171	167	149	158	114	151.3	28.6	148	0.01	○	○	○	223	80
S	240	206	250	256	262	281	265	264	281	254	255.9	21.7	191	7.32	×	×	○	310	202
SSW	187	159	200	189	186	221	193	162	193	226	191.6	21.4	207	0.42	○	○	○	245	138
SW	83	61	77	107	119	85	90	47	85	118	87.2	23.1	62	0.97	○	○	○	145	29
WSW	50	42	33	38	36	22	27	20	23	29	32.0	9.6	14	2.88	○	○	○	56	8
W	50	45	46	46	35	28	33	35	22	31	37.1	9.2	35	0.04	○	○	○	60	14
WNW	106	98	89	88	77	78	94	103	77	84	89.4	10.7	88	0.01	○	○	○	116	63
NW	281	286	221	265	277	236	292	261	193	244	255.6	31.8	242	0.15	○	○	○	335	176
NNW	496	506	527	492	479	516	451	461	435	489	485.2	29.1	512	0.69	○	○	○	558	412
N	602	629	684	626	682	630	606	598	601	582	624.0	34.7	571	1.92	○	○	○	711	537
Calm	48	40	65	38	56	45	62	61	162	143	72.0	43.7	137	1.81	○	○	○	181	0

添付資料 2 重点工業企業に対する訪問調査結果の整理例

Table with 12 columns: NO, 企業名, 企業番号, 企業業種, 行政区画番号, 所在地, 企業規模, 業種名称, 業種番号, 主要生産品生産状況, 生産量, 単位, 煙突番号, 経度\_X, 緯度\_Y. It lists details for various industrial companies like XXX Steel, YYY Power, and ZZZ Textile.

Table with 12 columns: NO, 企業名, 煙突高さ (m), 煙突出口内径 (m), 煙突出口温度 (°C), 煙突出口排ガス量 (m3/h), 煙突出口排ガス流速 (m/s), 煙突番号, 施設名称, 種類, 生産品, 生産能力, 単位, 採集方法 (ABC), 採集開始時間. It provides specific data for smokestacks and their associated facilities.

Table with 12 columns: NO, 企業名, 採集終了時間, バッチ所要時間, 1日のバッチ回数, 削減施設, 脱硝施設名称, 脱硝施設脱硝効率, 脱硝施設稼働率, 脱硝施設稼働率, 脱硝施設稼働率, 脱硝施設稼働率, 脱硝施設稼働率, 脱硝施設稼働率, 脱硝施設稼働率. It details the operational parameters and efficiency of denitrification facilities.

Table with 12 columns: NO, 企業名, SO2発生量, SO2放出量, NOx発生量, NOx放出量, 煤塵発生量, 煤塵放出量, 煙突番号, 燃料種類, 燃料消費量, Feb, Mar, Apr, May. It tracks sulfur dioxide and nitrogen oxide emissions along with coal dust and fuel consumption.

Table with 12 columns: NO, 企業名, Jun, Jul, Aug, Sep, Oct, Nov, Dec, 年間燃料消費量, 単位, 比重, 比重, 比重, 比重, 比重, 比重. It shows monthly and annual fuel consumption data and compares it to low-carbon coal benchmarks.

Table with 12 columns: NO, 企業名, 燃料含有硫黄率, 燃料含有灰分, 採集形式 (ABCD), 採集時間Jan, Feb, Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep, Oct. It details the sulfur and ash content in fuel and the sampling methods used.

Table with 12 columns: NO, 企業名, Nov, Dec, 年間製造時間, NO2\_mg/Nm3, SO2\_mg/Nm3, 将来計画, 将来計画. It provides data on annual production time and future plans for NO2 and SO2 emissions.

添付資料3 添付資料2の表を元に作成した大気拡散シミュレーション用インベントリの例

NO.	企業名	企業業種	所属区域番号	業種番号	煙突番号	経度_X	緯度_Y	煙突高さ(m)	煙突出口内径(m)	煙突出口温度(°C)	煙突出口排ガス流速(m/s)	S02発生量	S02放出量	NOx発生量	NOx放出量
NO.	企業名称	行业类别	所属区域编号	行业代码	烟囱编号	经度_X	纬度_Y	烟囱高度(m)	烟囱出口内径(m)	烟囱出口温度(°C)	烟囱出口烟气流速(m/s)	二氧化硫产生量	二氧化硫排放量	氮氧化物产生量	氮氧化物排放量
1	XXX钢铁有限公司	钢铁	1	2323	1	109.88717	27.82400	80	2.5	180	21.5	201,304	10,065	98,748	9,875
1	XXX钢铁有限公司	钢铁	1	2323	1	109.88717	27.82400	80	2.5	180	21.5	201,304	10,065	98,748	9,875
1	XXX钢铁有限公司	钢铁	1	2323	2	109.88717	27.82417	100	2	130	20.3	878,234	43,912	123,456	12,346
2	YYY发电有限公司	火电	1	2134	1	111.92667	28.39067	200	4.7	200	15.5	567,489	28,374	654,728	65,473
2	YYY发电有限公司	火电	1	2134	2	111.93533	28.73533	180	3.1	200	25.7	876,679	43,834	786,879	78,688
2	YYY发电有限公司	火电	1	2134	3	111.95567	28.98900	210	5.6	300	18.8	876,679	43,834	786,879	78,688
3	ZZZ棉业有限公司	纺织	2	3012	1	113.90567	28.33900	60	1.5	80	7.86	1,234	1,234	3,245	3,245
4	WWW水泥有限公司	水泥	3	1232	1	110.95183	27.50550	100	2	100	17.6	786,728	787	999,999	300,000

NO.	企業名	Jan_Ptn	Feb_Ptn	Mar_Ptn	Apr_Ptn	May_Ptn	Jun_Ptn	Jul_Ptn	Aug_Ptn	Sep_Ptn	Oct_Ptn	Nov_Ptn	Dec_Ptn	年間製造時間
NO.	企業名称	Jan_Ptn	Feb_Ptn	Mar_Ptn	Apr_Ptn	May_Ptn	Jun_Ptn	Jul_Ptn	Aug_Ptn	Sep_Ptn	Oct_Ptn	Nov_Ptn	Dec_Ptn	年正常生产时间
1	XXX钢铁有限公司	0.098413	0.088889	0.098413	0.095238	0.098413	0.044444	0.095238	0.098413	0.095238	0.098413	0.000000	0.088889	7560
1	XXX钢铁有限公司	0.098726	0.089172	0.000000	0.095541	0.098726	0.044586	0.095541	0.098726	0.095541	0.098726	0.095541	0.089172	7536
1	XXX钢铁有限公司	0.089855	0.081159	0.089855	0.086957	0.089855	0.040580	0.086957	0.089855	0.086957	0.089855	0.086957	0.081159	8280
2	YYY发电有限公司	0.093093	0.084084	0.000000	0.090090	0.093093	0.090090	0.090090	0.093093	0.090090	0.093093	0.090090	0.093093	7992
2	YYY发电有限公司	0.093093	0.084084	0.093093	0.090090	0.000000	0.090090	0.090090	0.093093	0.090090	0.093093	0.090090	0.093093	7992
2	YYY发电有限公司	0.092814	0.083832	0.092814	0.000000	0.092814	0.089820	0.089820	0.092814	0.089820	0.092814	0.089820	0.092814	8016
3	ZZZ棉业有限公司	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	0.083333	2268
4	WWW水泥有限公司	0.102310	0.092409	0.102310	0.000000	0.000000	0.099010	0.099010	0.102310	0.099010	0.102310	0.099010	0.102310	7272

NO.	企業名	燃料消費量Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	年間燃料消費量	単位
NO.	企業名称	燃料消費量Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	燃料消費量	計量単位
1	XXX钢铁有限公司	23356.134	19005.93	23955.2625	23445.41	22785.825	23977.725	23302.913	21480.75	22920.59	23130.36	22762.85	18368.3	268492	Kcal/kg
1	XXX钢铁有限公司	23356.134	19005.93	23955.2625	23445.41	22785.825	23977.725	23302.913	21480.75	22920.59	23130.36	22762.85	18368.3	268492	Kcal/kg
1	XXX钢铁有限公司	8540	8212	8511	8340	8102	8324	8389	6699	8387	8345	8104	8501	98454	kcal/kg
2	YYY发电有限公司	49601	41031	48526	46527	50257	47796	51685	44069	46390	52419	48210	50348	576859	cal/g
2	YYY发电有限公司	49601	41031	48526	46527	50257	47796	51685	44069	46390	52419	48210	50348	576859	Kcal/kg
2	YYY发电有限公司	0	0	0	0	33505	31864	34457	29379	30927	34946	32140	33565	260783	Kcal/kg
3	ZZZ棉业有限公司	3000	2000	2700	2400	2550	2350	2430	2430	2450	2430	2430	2430	29600	cal/g
4	WWW水泥有限公司	5176.52	11655.57	13858.36	12983.8	12898.74	12886.84	12021.96	11874.05	13492.93	11301.98	12464.91	12903.55	143519.2	kcal/kg



中華人民共和国  
大気中の窒素酸化物総量抑制プロジェクト

窒素酸化物抑制効果把握手法に係るハンド  
ブック

～別添資料 1 CALPUFF 操作マニュアル～

平成 27 年 11 月

株式会社 数理計画

公益財団法人 国際環境技術移転センター (ICETT)



---

## 目 次

<b>第 1 章</b>	地形データの作成 .....	2
1.1	標高データの収集・整理 .....	2
1.1.1	概要 .....	2
1.1.2	作成方法 .....	2
1.2	土地利用データの収集・整理 .....	8
1.2.1	概要 .....	8
1.2.2	作成方法 .....	9
1.3	地形データの作成 .....	14
1.3.1	概要 .....	14
1.3.2	作成方法 .....	15
<b>第 2 章</b>	気象データの変換 .....	18
2.1	地上気象データの変換 .....	18
2.1.1	概要 .....	18
2.1.2	作成方法 .....	18
2.2	高層気象データの変換 .....	21
2.2.1	概要 .....	21
2.2.2	作成方法 .....	22
2.3	気象モデルの作成 .....	28
2.3.1	概要 .....	28
2.3.2	作成方法 .....	29
<b>第 3 章</b>	拡散計算の実施 .....	36
3.1	拡散計算の実施 .....	36
3.1.1	概要 .....	36
3.1.2	実施方法 .....	36
3.2	計算結果の出力 .....	52
3.2.1	概要 .....	52
3.2.2	実施方法 .....	53
3.3	計算結果の集計 .....	60
3.3.1	概要 .....	60
3.3.2	実施方法 .....	61

## 第1章 地形データの作成

---

### 1.1 標高データの収集・整理

#### 1.1.1 概要

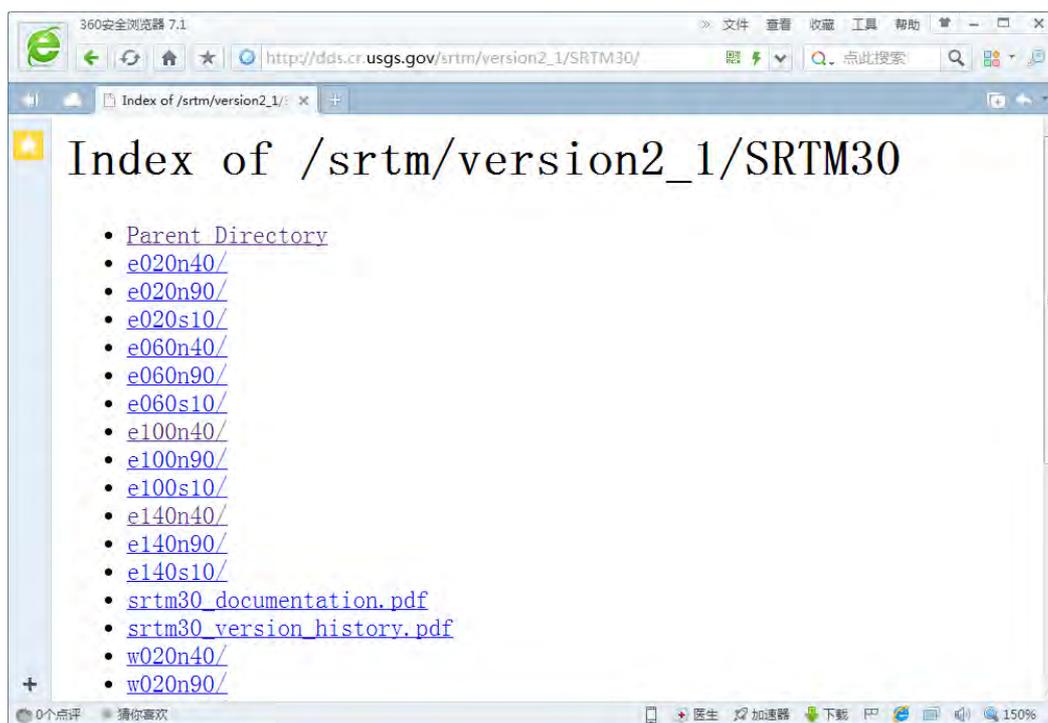
標高データは USGS のサイト<sup>1</sup>より、SRTM30/GTOPO30 Global Data (～900 m, 30 arc-sec)をダウンロードする。

ダウンロードしたファイルを解凍し、DEM ファイルを入力ファイルとして利用する。

CALPUFF には標高データを変換するプロセッサとして TERREL が用意されている。TERREL では、入力ファイルと出力ファイル、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。出力した標高データファイルは MAKEGEO プロセッサで利用する。

#### 1.1.2 作成方法

- (1) USGS のサイトより、SRTM30/GTOPO30 Global Data (～900 m, 30 arc-sec)をダウンロードする。北京以南は e100n40、北京以北は e100n90 のフォルダを開く。



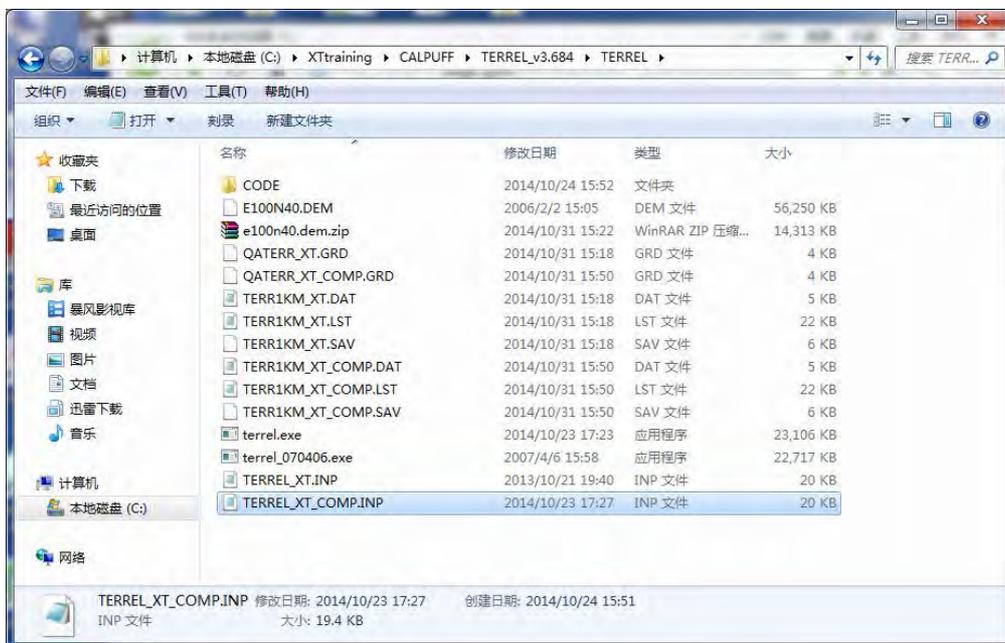
---

<sup>1</sup> [http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/SRTM30/](http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM30/)のフォルダのうち、e100n40 と e100n90

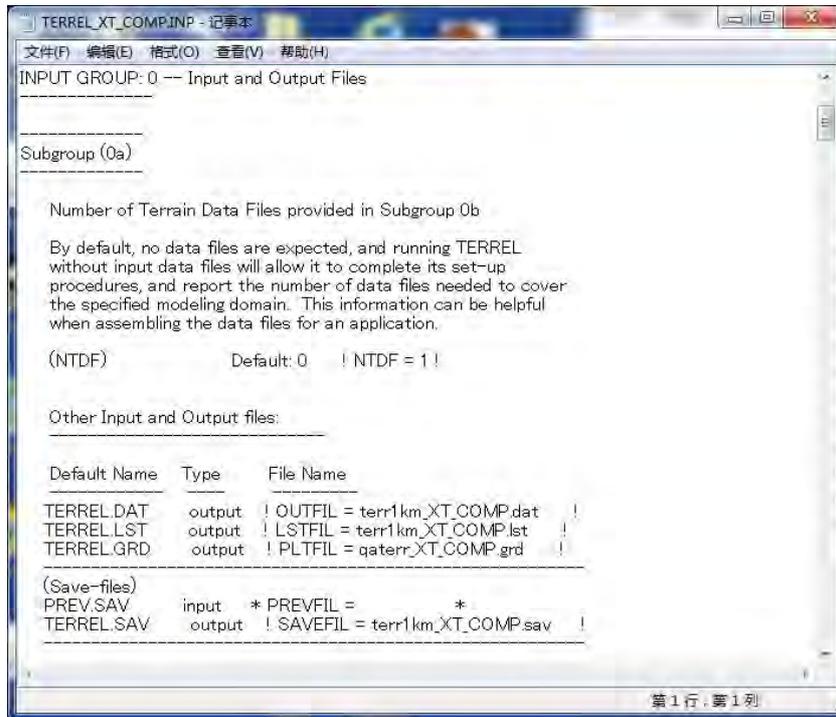
- (2) e100n40.dem.zip (北京以南) をクリックし、自分のパソコンに保存する。



- (3) TERREL フォルダに保存した e100n40.dem.zip を解凍する。解凍後のファイルは E100N40.DEM である。フォルダ内の INP ファイルを開く。



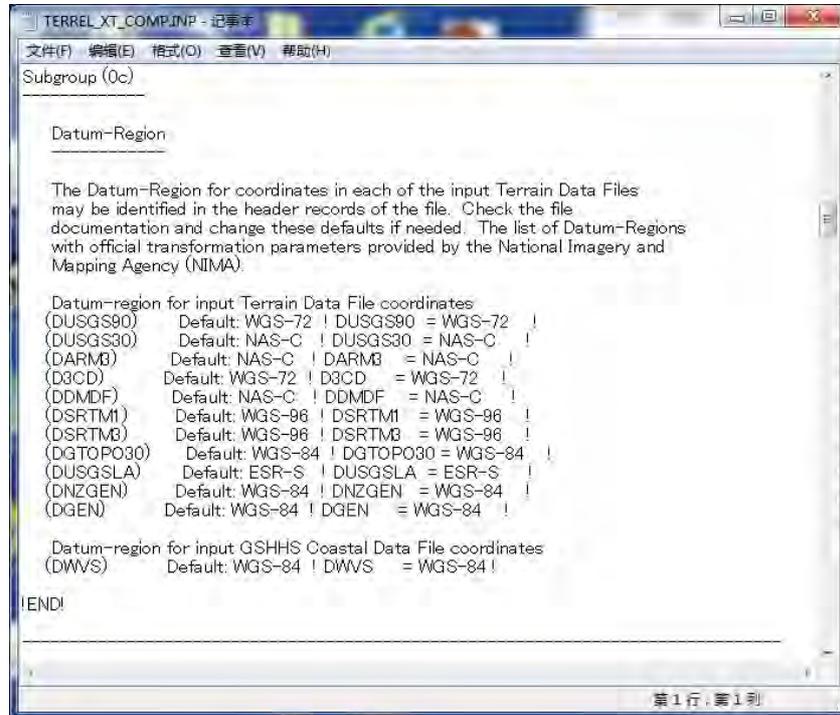
- (4) 標高データの入力ファイル数 (NTDF)、出力ファイル名 (OUTFIL、LSTFIL、PLTFIL) を設定する。



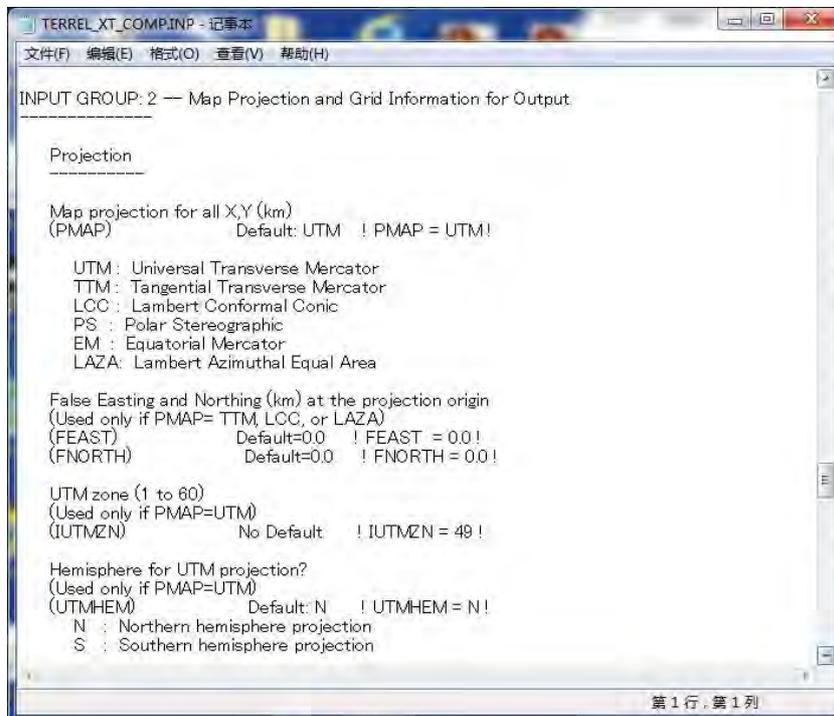
- (5) 標高データの入力ファイル名を指定する。初めの「1」は「1 つ目のファイル」を示す。「GTOPO30」は、指定する標高データの形式を示す。「GTOPO30」以外のデータを使うときは図中の一覧を参照すること。「=」の後ろに入力ファイルの名称を指定する。最後の「!END!»は必須のため入力を忘れないこと。



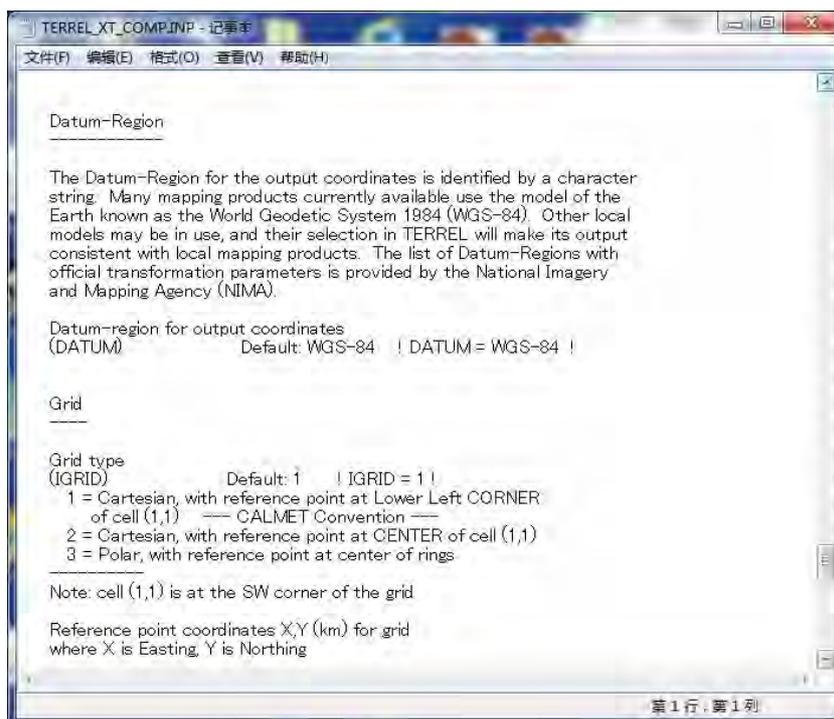
- (6) 標高データの座標系を指定する。入力データが「GTOPO30」の場合は「WGS-84」と指定する。その他のデータを使うときは図中の一覧を参照すること。



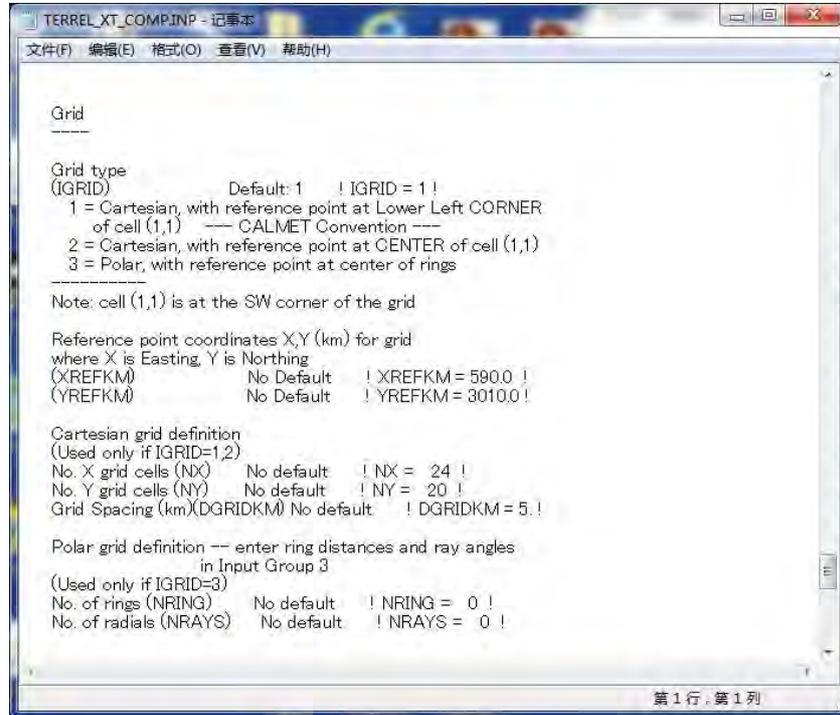
- (7) 出力データの投影法を指定する (PMAP)。このケースでは、「UTM」を指定している。UTM は、地球を経度 6 度毎に 60 個のゾーンに分割している。そのため、対象都市が含まれるゾーンを指定する (IUTMZN)。下の図は湖南省湘潭市の例であり「49」である。



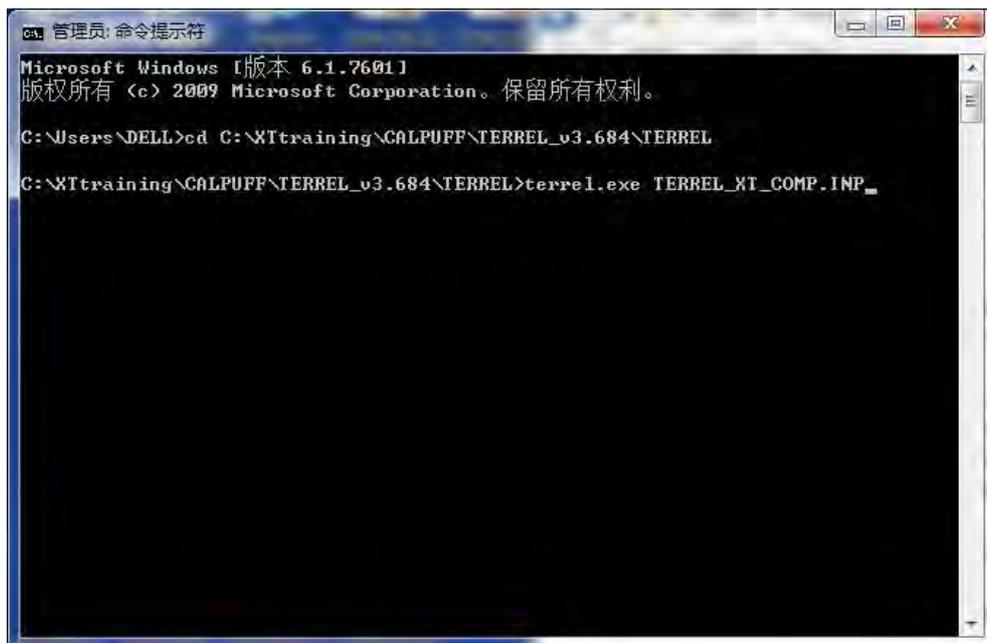
- (8) 出力データの座標系を指定する (DATUM)。このケースでは、「WGS-84」を指定している。



- (9) 出力データのグリッドの設定方法 (IGRID)、グリッドの左下の座標 (XREFKM、YREFKM)、グリッドの個数 (NX、NY) 及びグリッド間隔 (DGRIDKM) を指定する。

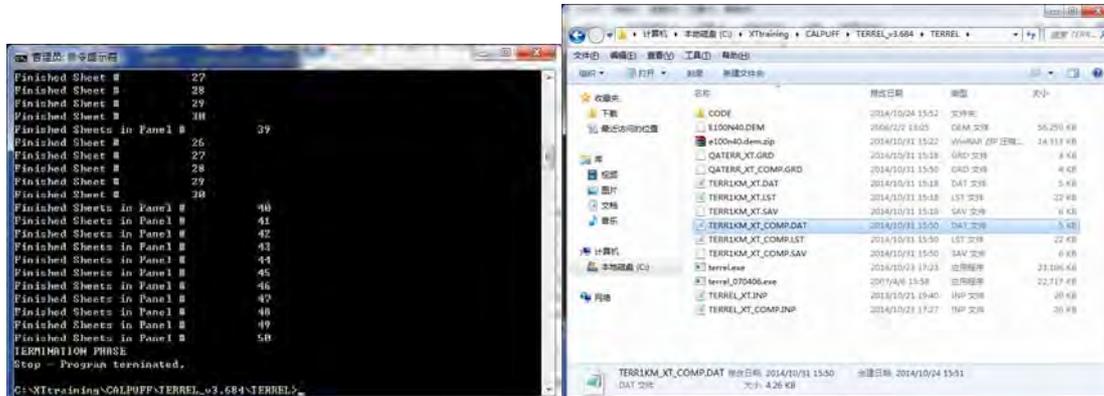


- (10) コマンドプロンプトの画面で TERREL のフォルダに移動し、  
terrel.exe <入力ファイル名>.INP  
と入力して、Enter を押す (ここでは TERREL\_XT\_COMP.INP)。

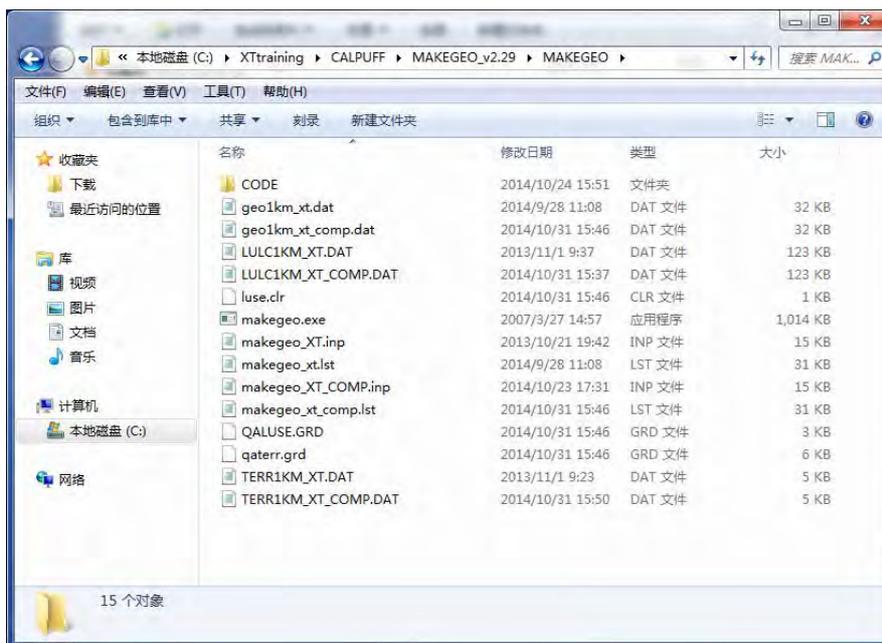


(11) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。

このケースでは、「TERR1KM\_XT\_COMP.DAT」である。



(12) 作成された「TERR1KM\_XT\_COMP.DAT」は 1.3 で利用するため、MAKEGEO フォルダにコピーする。



## 1.2 土地利用データの収集・整理

### 1.2.1 概要

土地利用データは USGS のサイト<sup>2</sup>より Lambert Azimuthal Equal Area Projection

<sup>2</sup> Eurasia Land Cover Characteristics Data Base Version 2.0

(Optimized for Asia)の USGS Land Use/Land Cover Scheme をダウンロードする。

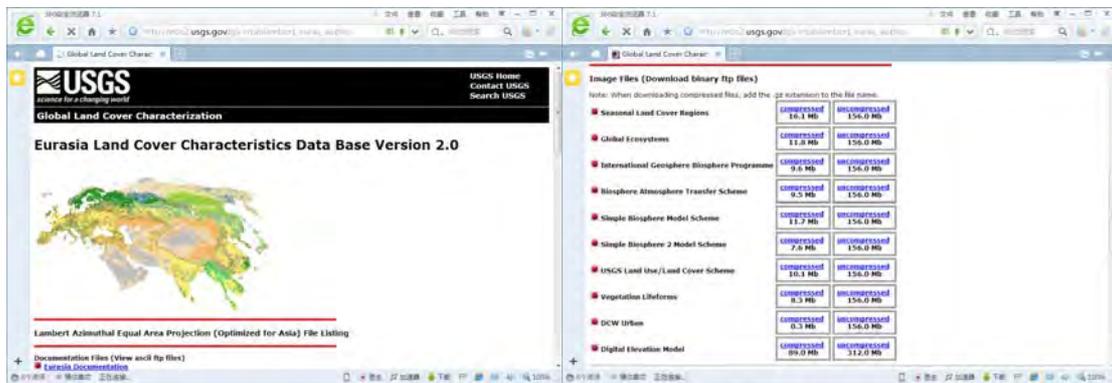
ダウンロードしたファイルを解凍し、IMG ファイルを入力ファイルとして利用する。

CALPUFF には土地利用データを変換するプロセッサとして CTGPROC が用意されている。

CTGPROC では、入力ファイルと出力ファイル、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。出力した土地利用データファイルは MAKEGEO プロセッサで利用する。

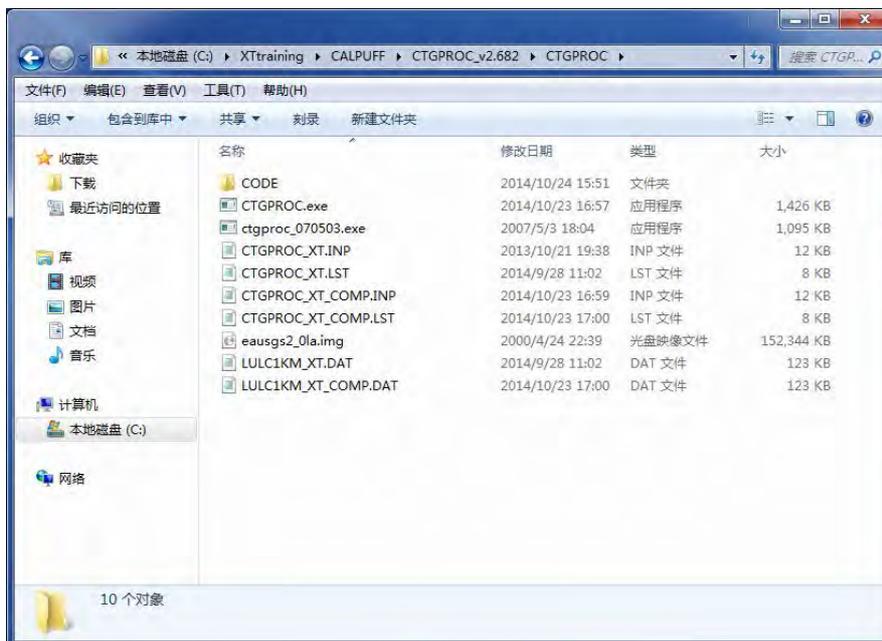
### 1.2.2 作成方法

(1) USGS のサイトより Lambert Azimuthal Equal Area Projection (Optimized for Asia)の USGS Land Use/Land Cover Scheme をダウンロードする。

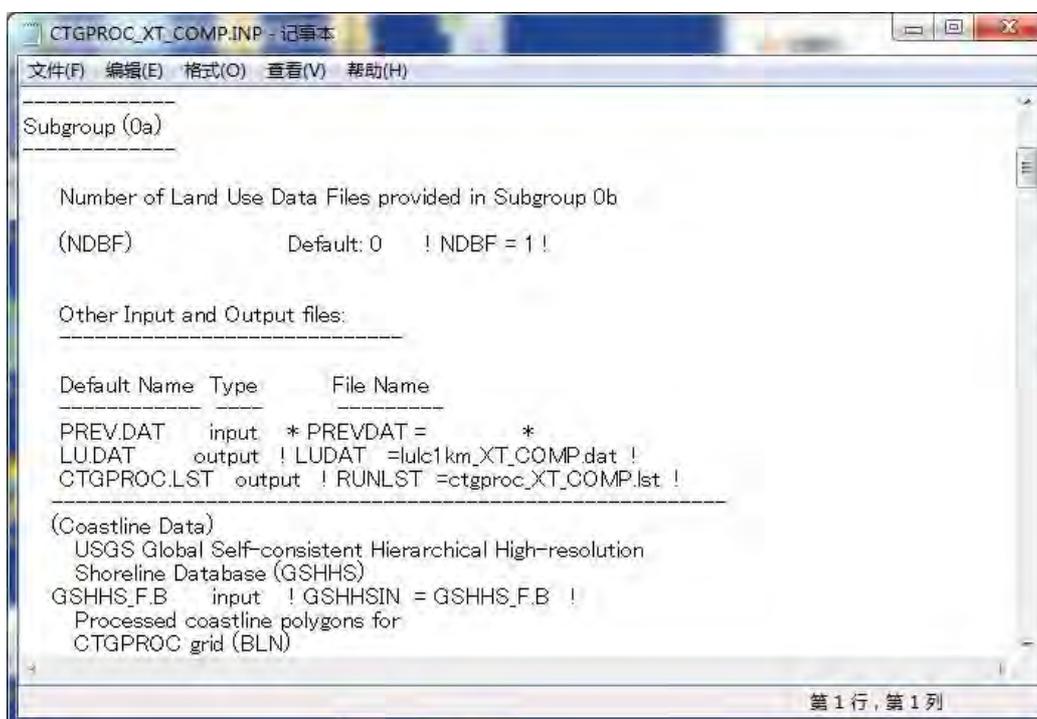


[http://edc2.usgs.gov/glcc/tablambert\\_uras\\_as.php](http://edc2.usgs.gov/glcc/tablambert_uras_as.php)

- (2) 圧縮形式ファイルをダウンロードした場合、CTGPROC フォルダ内に圧縮ファイルを解凍する。INP ファイルを開く。



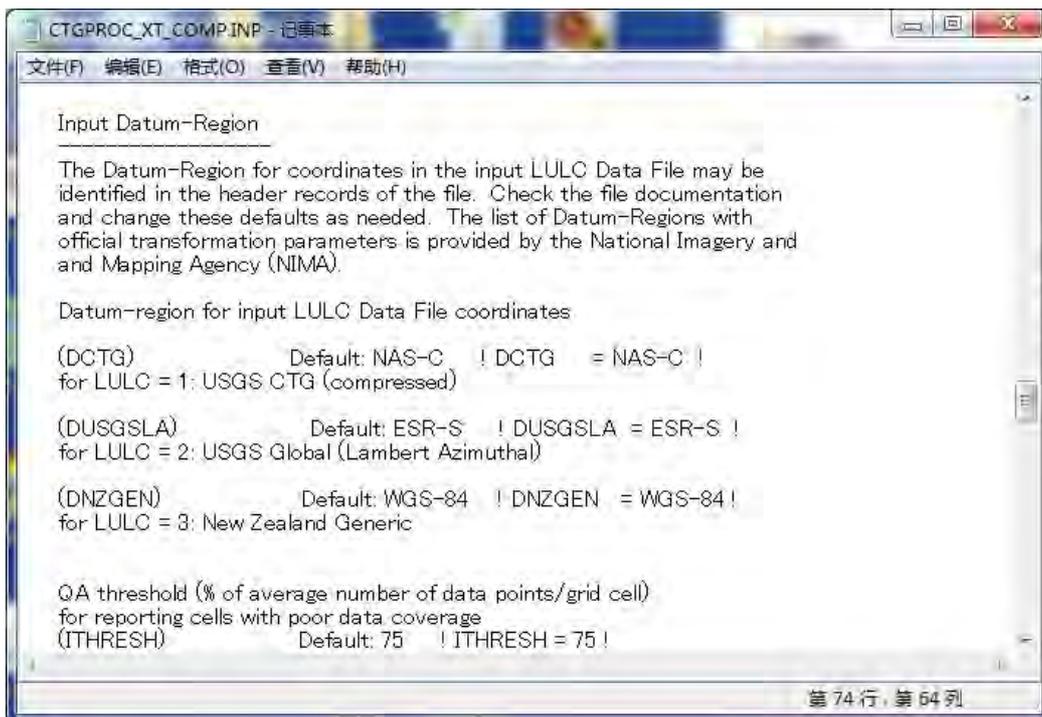
- (3) 土地利用データの入力ファイル数 (NDBF)、出力ファイル名 (LUDAT、RUNLST) を設定する。



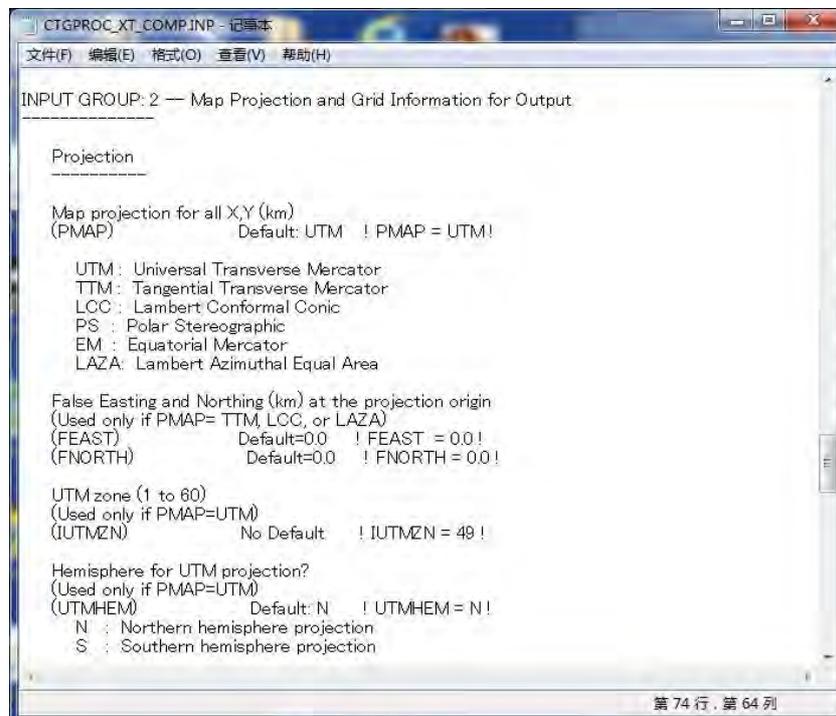
- (4) 土地利用データの入力ファイル名を指定する。初めの「1」は「1 目目のファイル」を示す。「GLAZAS」は適用する土地利用データの形式を示す。「GLAZAS」以外のデータを使うときは図中の一覧を参照すること。



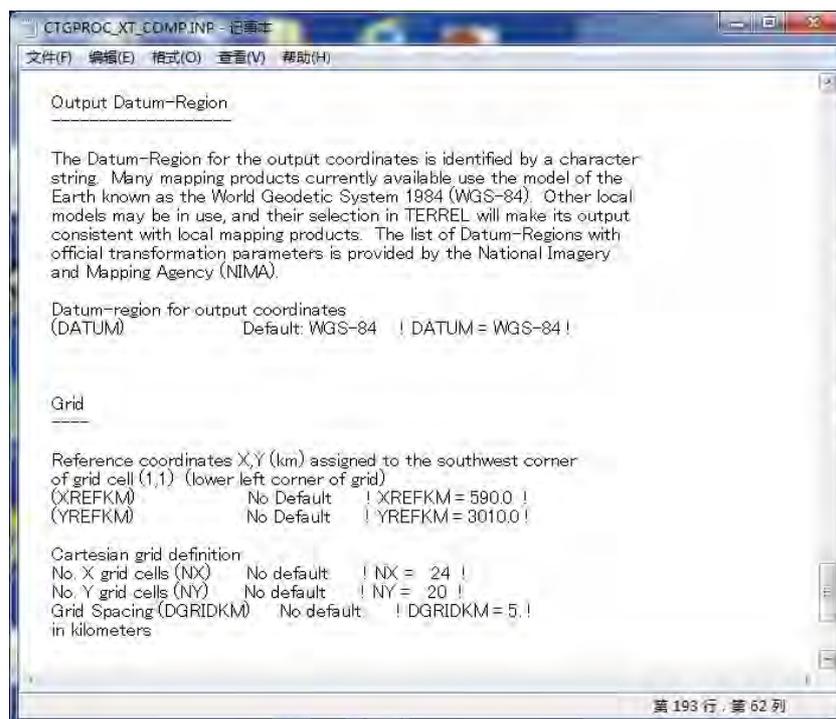
- (5) 入力データの座標系を指定する。下記のケースでは、入力データが「USGS Global (Lambert Azimuthal) for Eurasia - Asia」なので、「DUSGSLA」が「ESR-S」と指定していることを確認する。



- (6) 出力データの投影法を設定する (PMAP 等)。設定は、1.1 (7) での設定と同じ投影法にしなければならない。



- (7) 出力データの座標系 (DATUM)、出力データのグリッドの左下の座標 (XREFKM、YREFKM)、グリッドの個数 (NX、NY) 及びグリッド間隔 (DGRIDKM) を指定する。設定は、1.1 の (8) 及び (9) の設定と同じにしなければならない。



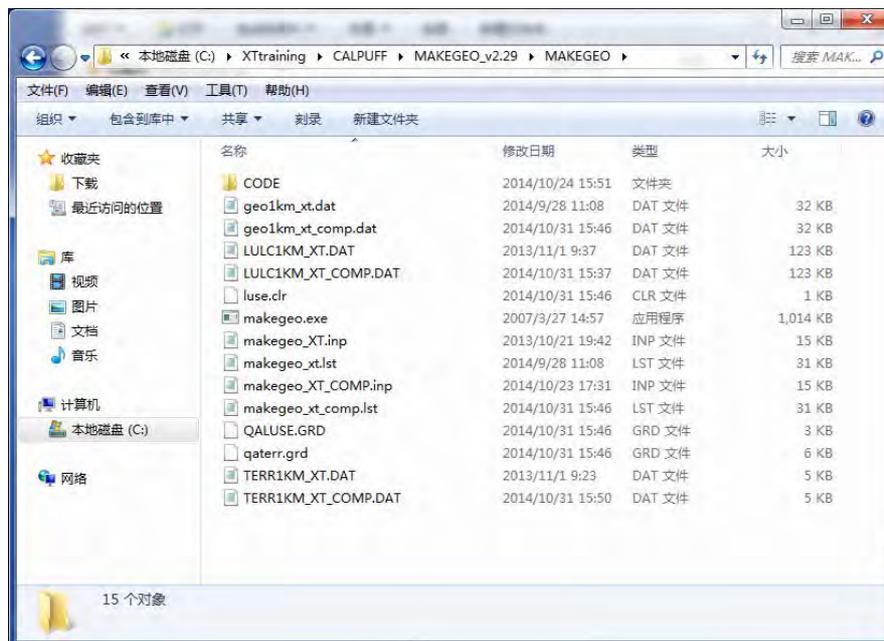
- (8) コマンドプロンプトの画面で CTGPROC のフォルダに移動し、  
CTGPROC.exe <入力ファイル名>.INP  
と入力して、Enter を押す（ここでは CTGPROC\_XT\_COMP.INP）。



- (9) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。  
このケースでは、「LULC1KM\_XT\_COMP.DAT」である。



- (10) 作成された「LULC1KM\_XT\_COMP.DAT」は 1.3 で利用するため、MAKEGEO フォルダにコピーする。



## 1.3 地形データの作成

### 1.3.1 概要

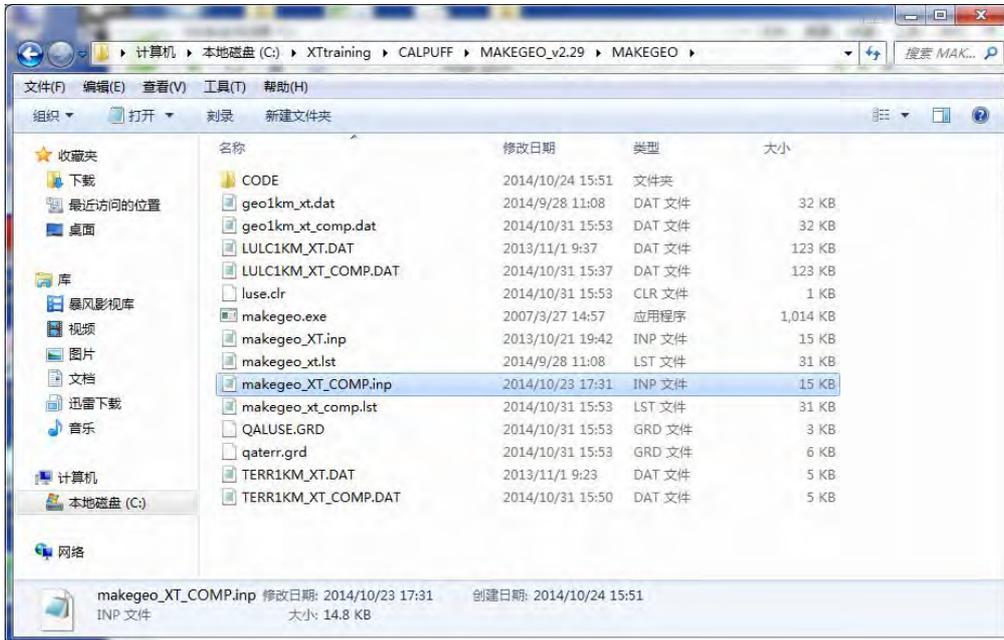
TERREL で作成した標高データと CTGPROC で作成した土地利用データを用いて地形データを作成する。

CALPUFF には標高データと土地利用データを合成するプロセッサとして MAKEGEO が用意されている。

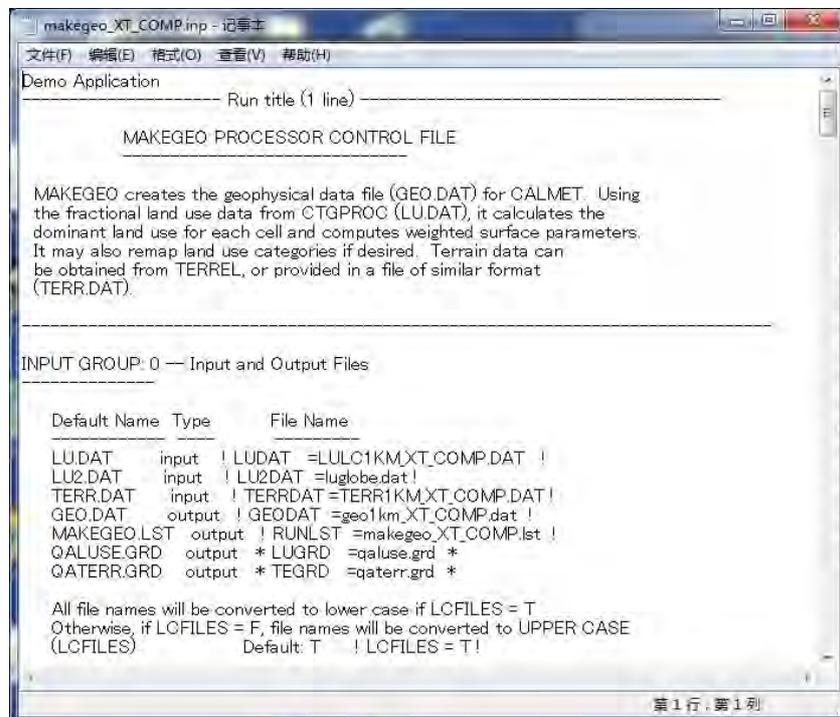
MAKEGEO では、入力ファイルと出力ファイル、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。出力した地形データファイルは CALMET プロセッサで利用する。

### 1.3.2 作成方法

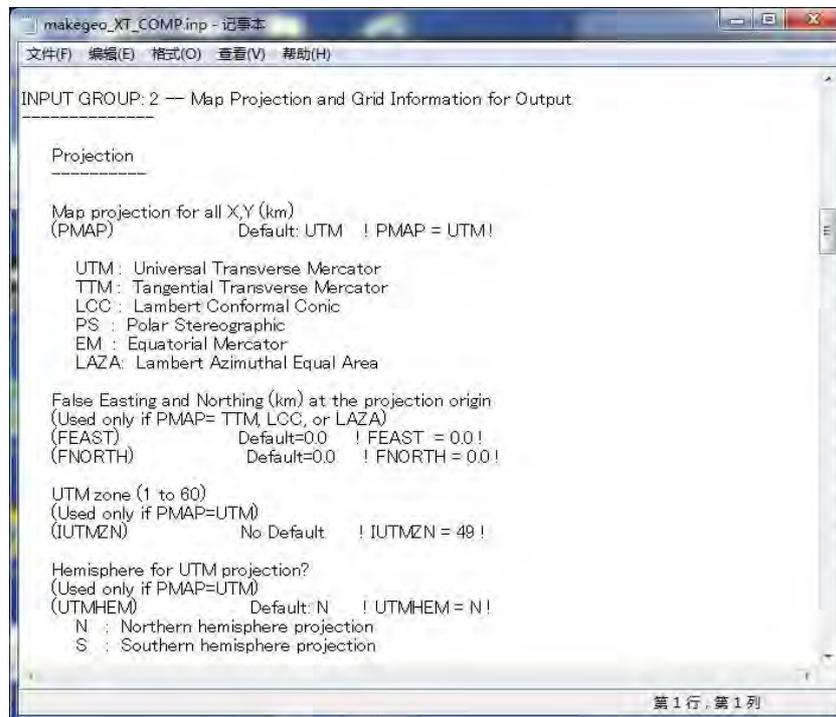
(1) MAKEGEO フォルダ内の INP ファイルを開く。



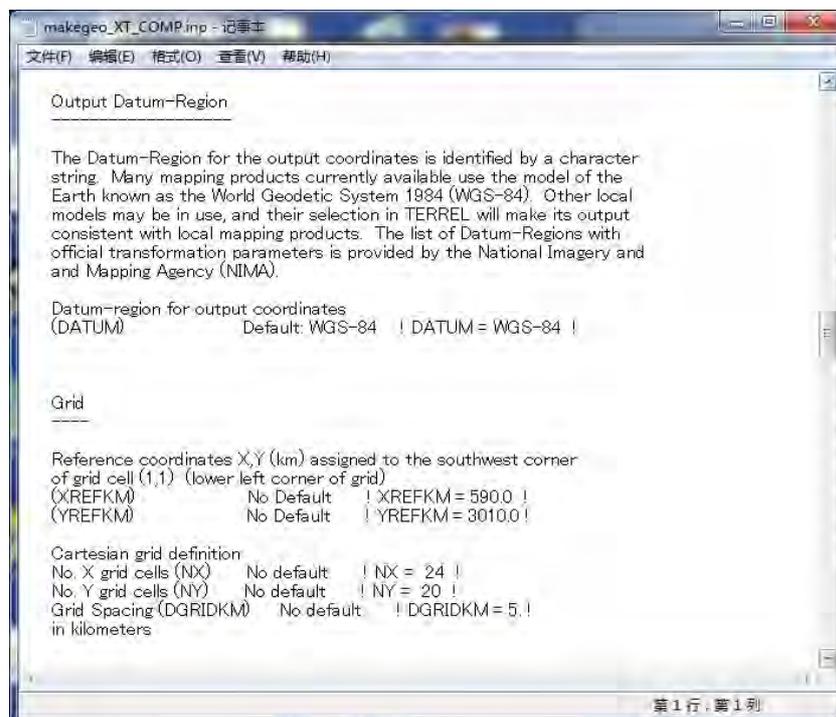
(2) 入力ファイル (LUDAT、TERRDAT) 及び出力ファイル名 (GEODAT、RUNLST) を設定する。



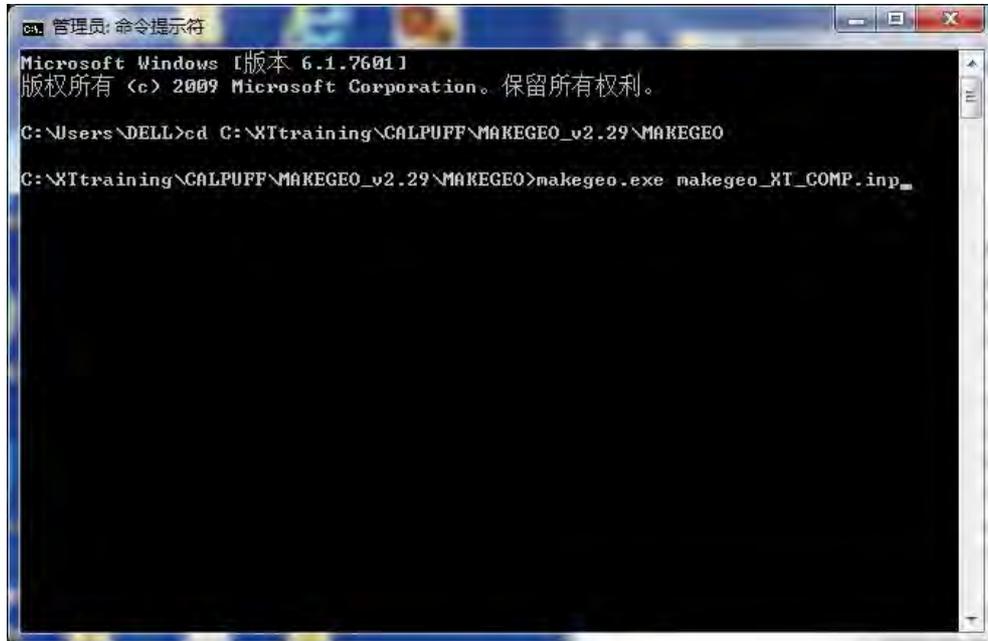
- (3) 出力データの投影法を設定する (PMAP 等)。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。



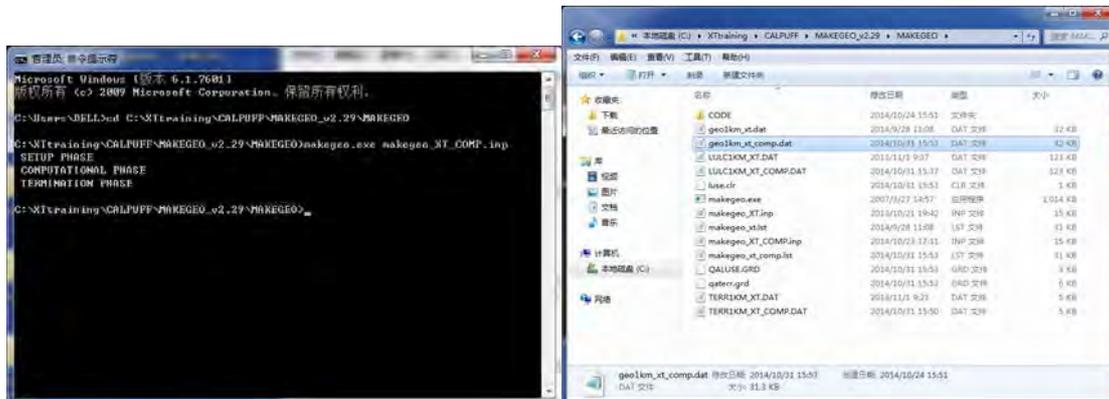
- (4) 出力データの座標系 (DATUM)、出力データのグリッドの左下の座標 (XREFKM、YREFKM)、グリッドの個数 (NX、NY) 及びグリッド間隔 (DGRIDKM) を指定する。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。



- (5) コマンドプロンプトの画面で MAKEGEO のフォルダに移動し、  
makegeo.exe <入力ファイル名>.INP  
と入力して、Enter を押す (ここでは makegeo\_XT\_COMP.INP)。



- (6) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。  
このケースでは、「geolkm\_xt\_comp.dat」である。



## 第2章 気象データの変換

### 2.1 地上気象データの変換

#### 2.1.1 概要

CALPUFF には地上気象データを変換するプロセッサとして SMERGE が用意されている。

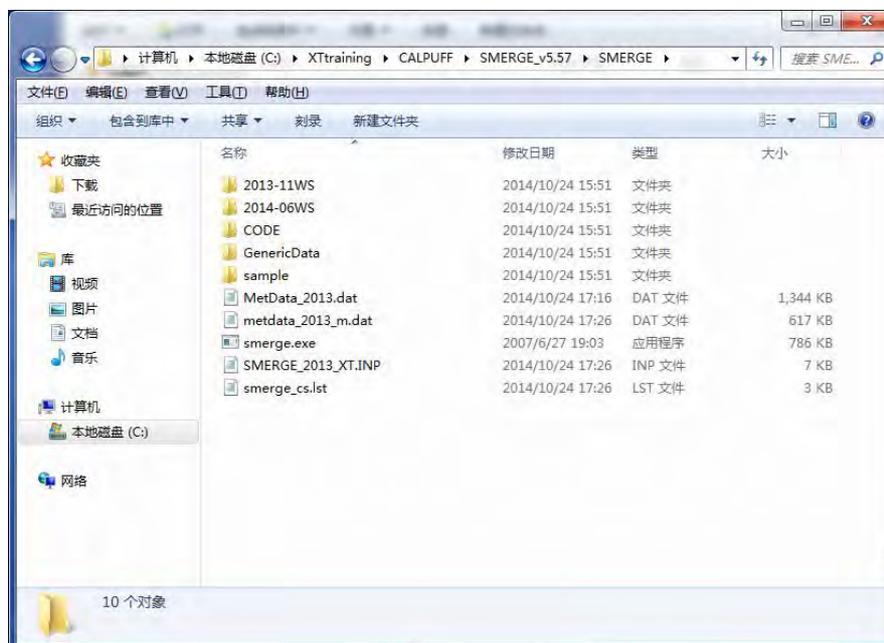
3.3 で準備した地上気象データを SMERGE の入力データの形式に変換する。

SMERGE の入力形式は CD144、NCDC SAMSON、NCDC HUSWO、ISHWO、TD3505、TD9956 の 6 種類に限定されており、いずれも NCDC<sup>3</sup>での形式であるため、中国の地上気象データのうち、これらのいずれかの形式でデータが作成されている地点は限られている。そこで、本ハンドブックでは、中国の地上気象データを TD3505 の形式に変換するプリプロセッサを作成している。プリプロセッサでは、気象データファイル名と出力ファイル名、気象局の位置情報を設定することで、TD3505 の形式に変換したファイルを出力する。その際、入手した気象データを別途決められた形式で作成すること。

SMERGE では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間と入力ファイルの形式(TD3505)を指定する。出力した高層気象データファイルは CALMET プロセッサで利用する。

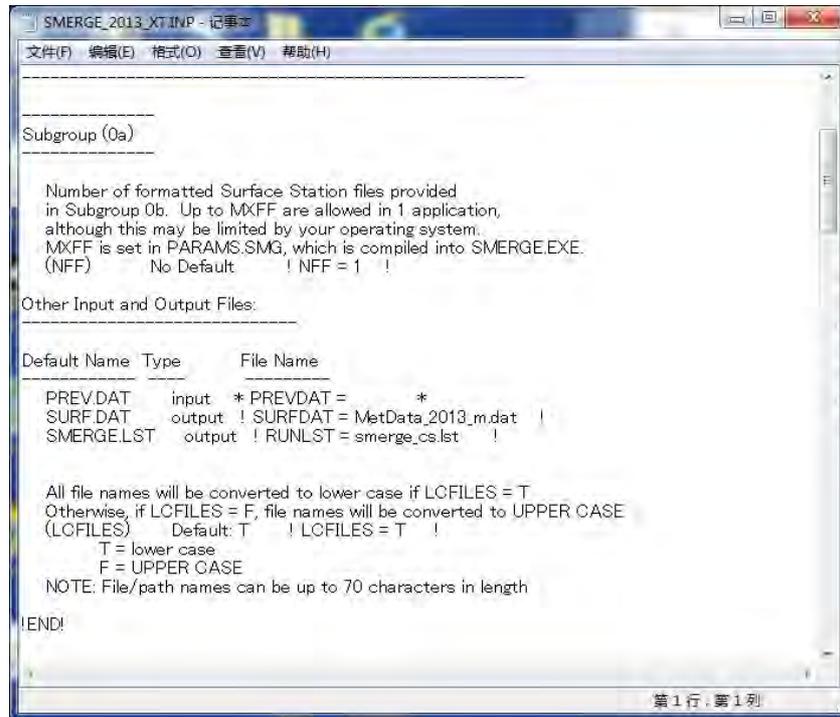
#### 2.1.2 作成方法

(1) SMERGE フォルダ内の INP ファイルを開く。

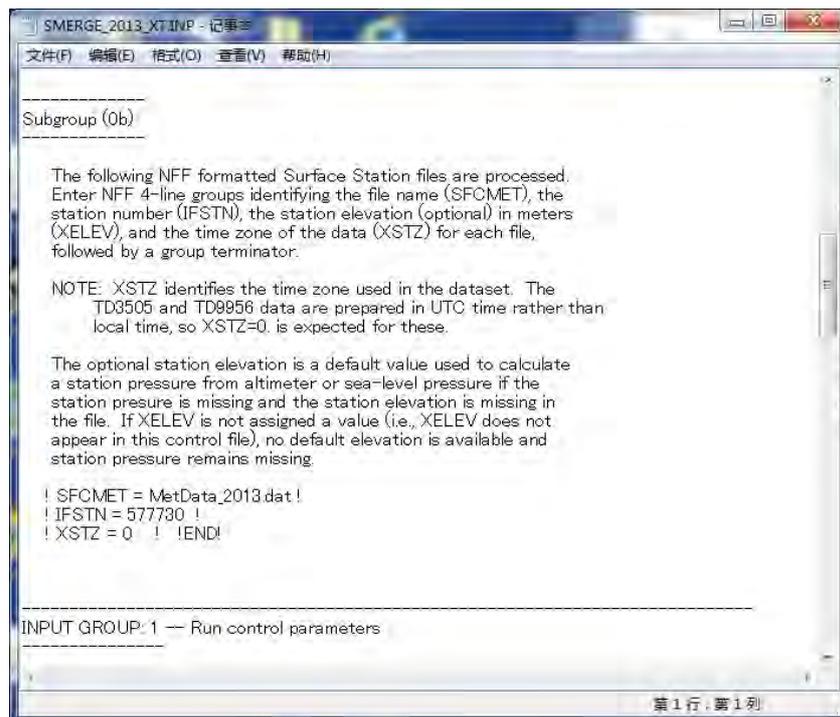


<sup>3</sup> the U.S. National Climatic Data Center

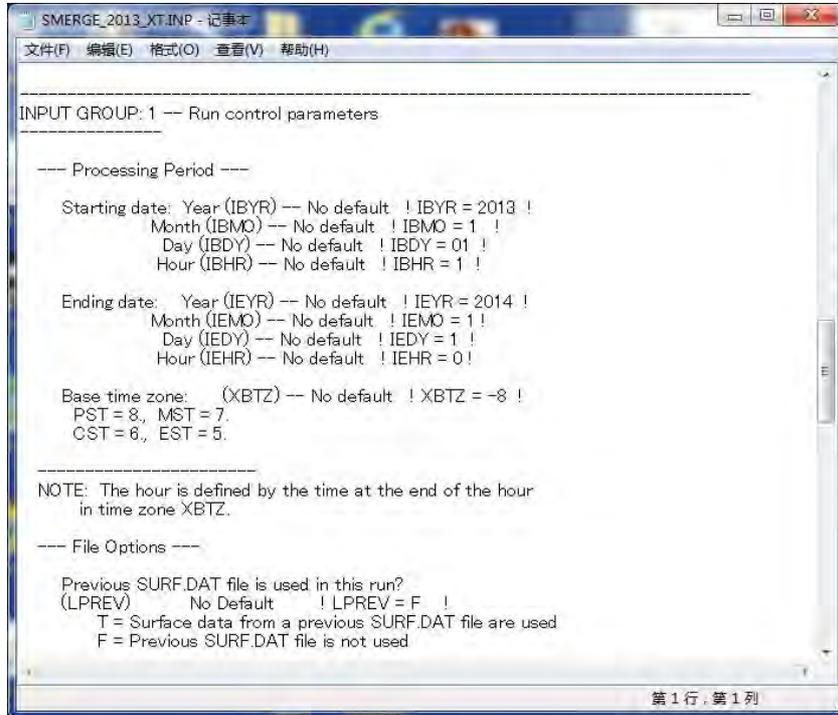
- (2) 地上気象データの入力ファイル数 (NFF)、出力ファイル名 (SURFDAT、RUNLST) を設定する。



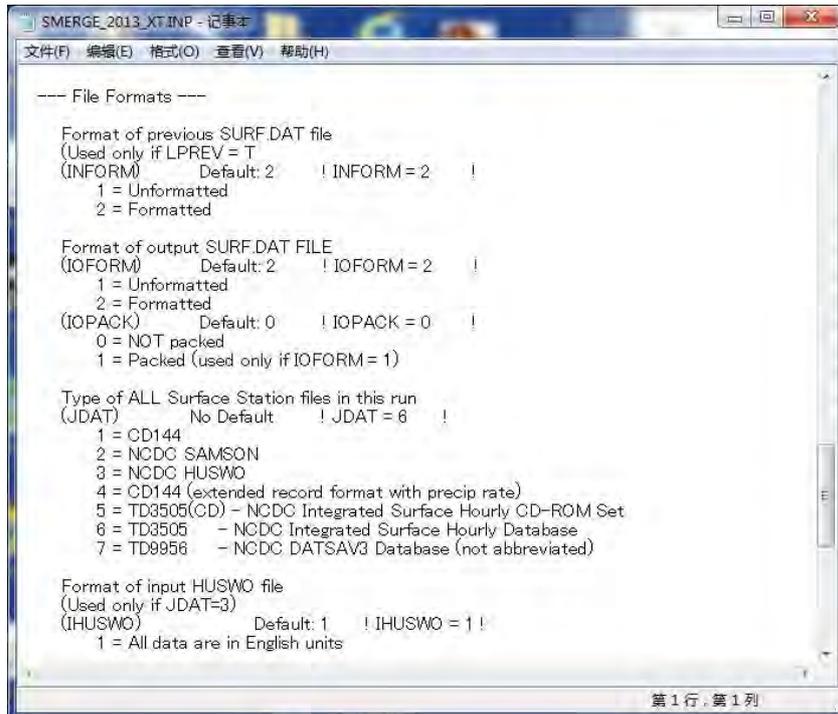
- (3) 地上気象データの入力ファイル名 (SFCMET)、測定局番号 (IFSTN) 及びタイムゾーン (XSTZ) を指定する。タイムゾーンについて、TD3505 や TD9956 の形式の地上気象データを使う場合、時間は UTC が採用されているため、タイムゾーンを「0」とする。



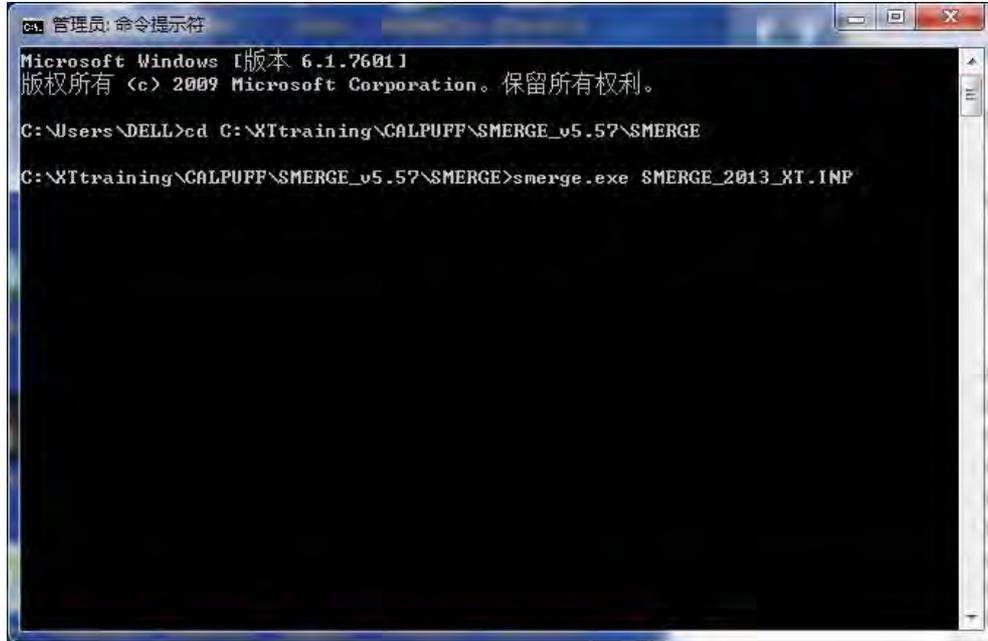
- (4) 地上気象データの開始日時と終了日時 (IBYR、IBMO、IBDY、IBHR、IEYR、IEMO、IEDY、IEHR)、タイムゾーン (XBTZ) を設定する。タイムゾーンの設定では、西向きを正、東向きを負としている。そのため、中国の場合は「-8」を設定する。



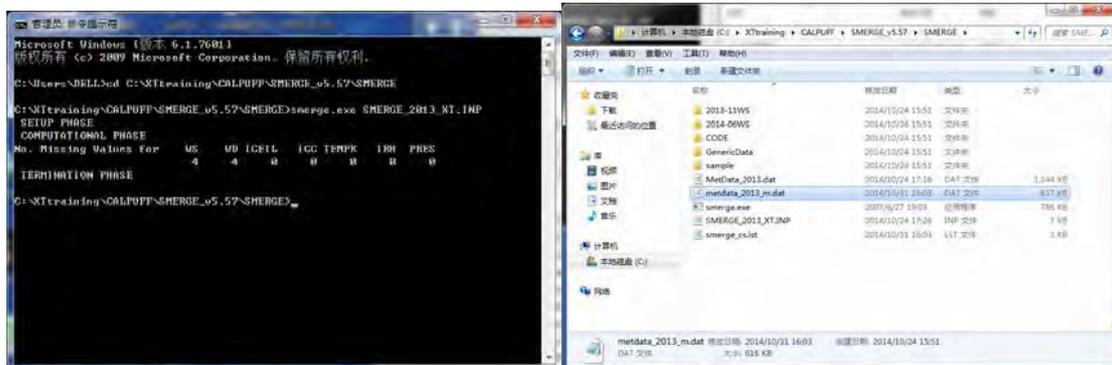
- (5) 地上気象データのファイル形式 (JDAT) を設定する。



- (6) コマンドプロンプトの画面で SMERGE のフォルダに移動し、  
 smerge.exe <入力ファイル名>.INP  
 と入力して、Enter を押す（ここでは SMERGE\_2013\_XT.INP）。



- (7) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。  
 このケースでは、「metdata\_2013\_m.dat」である。



## 2.2 高層気象データの変換

### 2.2.1 概要

高層気象データは NOAA/ESRL Radiosonde Database<sup>4</sup>から入手することが出来る。

<sup>4</sup> <http://www.esrl.noaa.gov/raobs/>

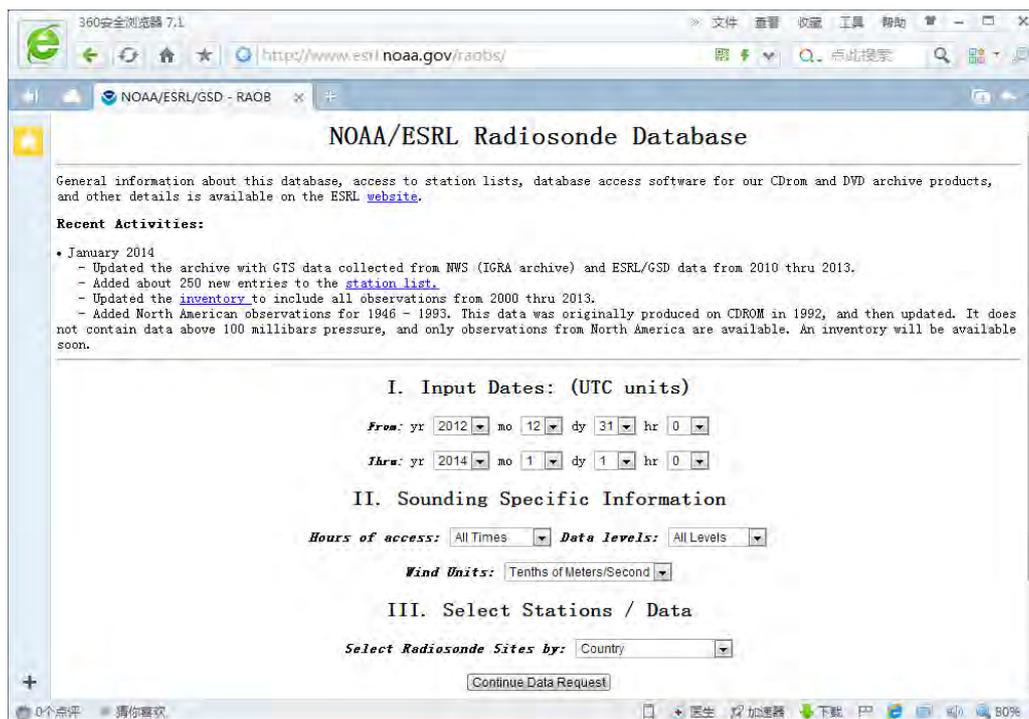
対象期間、データの入手範囲、風速の単位、対象地点、出力形式を指定すると、設定条件に即したデータを表示する。対象期間の設定の際、UTC (Coordinated Universal Time) 時間で設定すること。北京時間から 8 時間引いた値が UTC 時間である。表示されたデータをすべてコピーしてメモ帳等のテキストエディタに貼り付けて保存する。その際の拡張子は「.fsl」とすること。

CALPUFF には高層気象データを変換するプロセッサとして READ62 が用意されている。

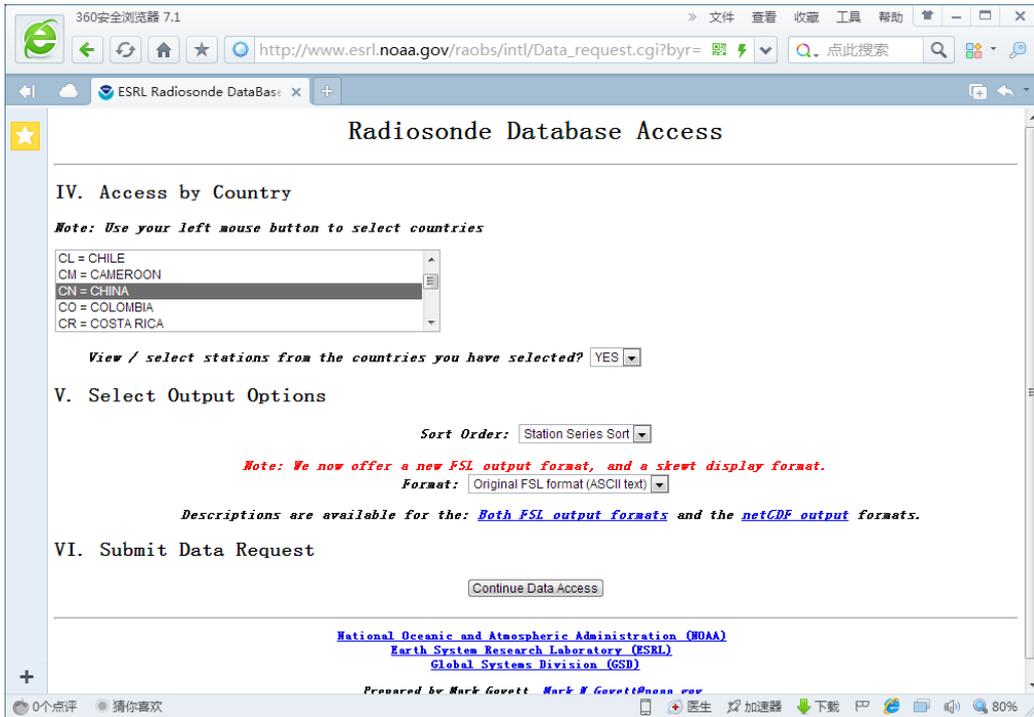
READ62 では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間と入力ファイルの形式を指定する。出力した高層気象データファイルは CALMET プロセッサで利用する。

## 2.2.2 作成方法

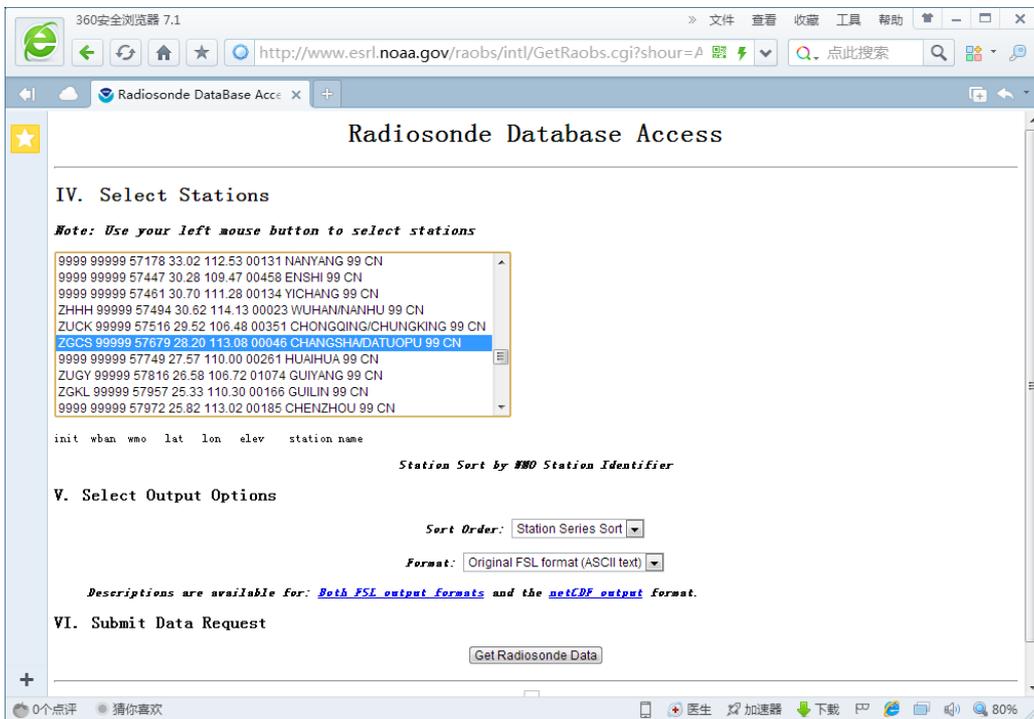
- (1) NOAA/ESRL Radiosonde Database にアクセスし、対象期間を設定する。高層気象データの日時は UTC のため、時差を考慮した上で、SMERGE で指定した対象期間を包括するように対象期間を設定する。風向の単位は「Tenth of Meters/Second」に設定する。



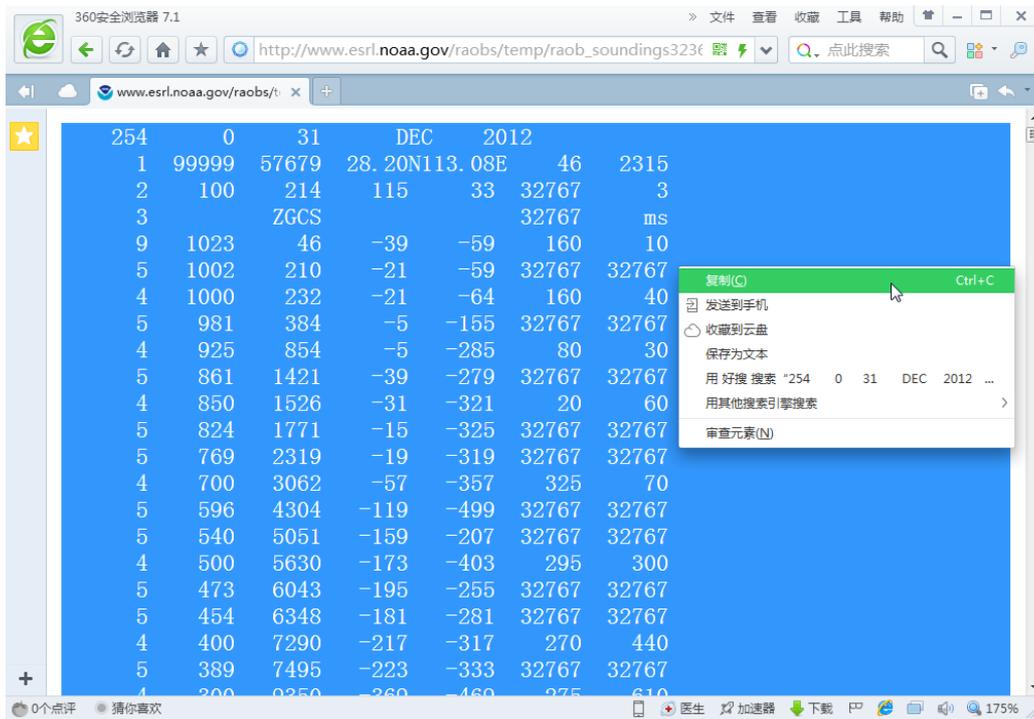
(2) 国 (CN=China) とファイル形式 (Original FSL Format) を指定する。



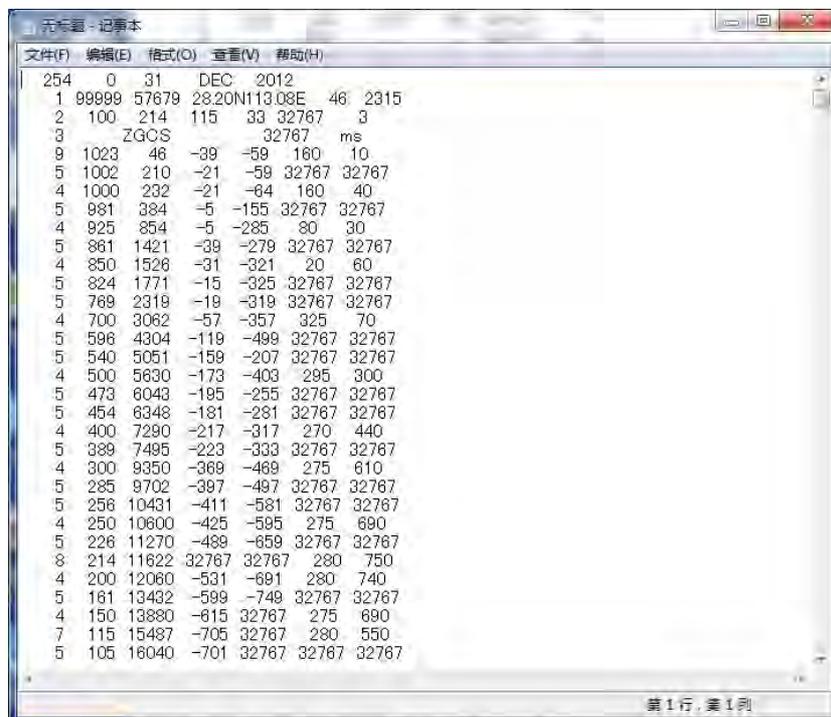
(3) 対象の測定局を選択し、「Get Radiosonde Data」をクリックする。



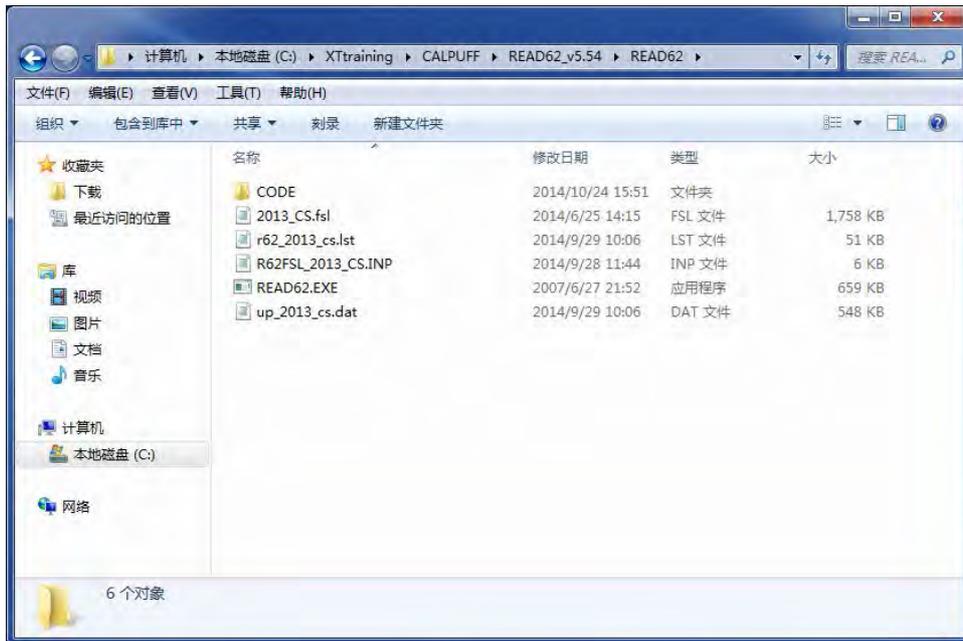
- (4) 対象期間の高層気象データが表示される。Ctrl+A ですべてのデータを選択し、Ctrl+C 或いは右クリックでコピーを選択する。



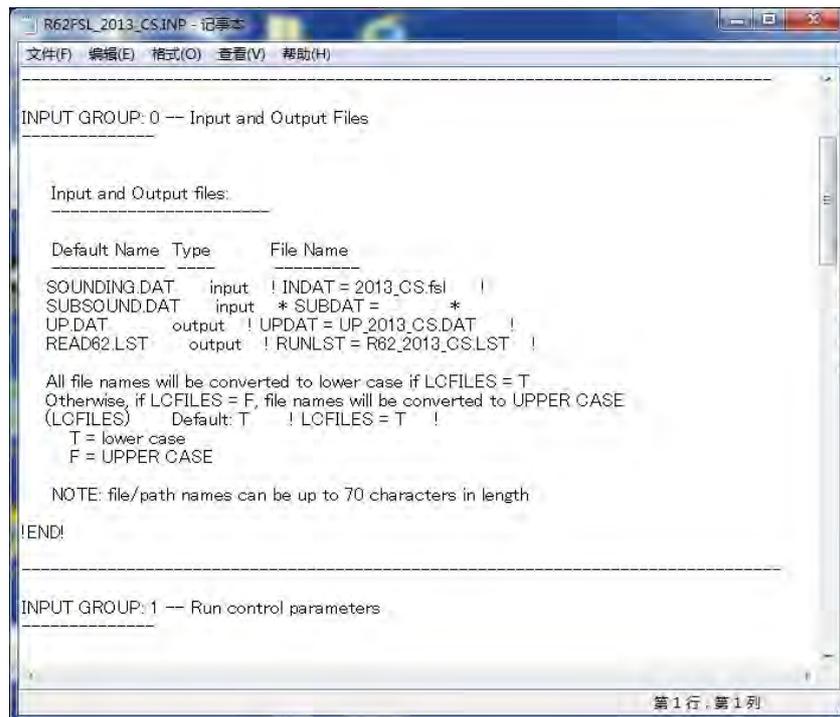
- (5) コピーしたデータをメモ帳やテキスト編集ソフトに貼り付けて、READ62 フォルダ内に名前を付けて保存する。



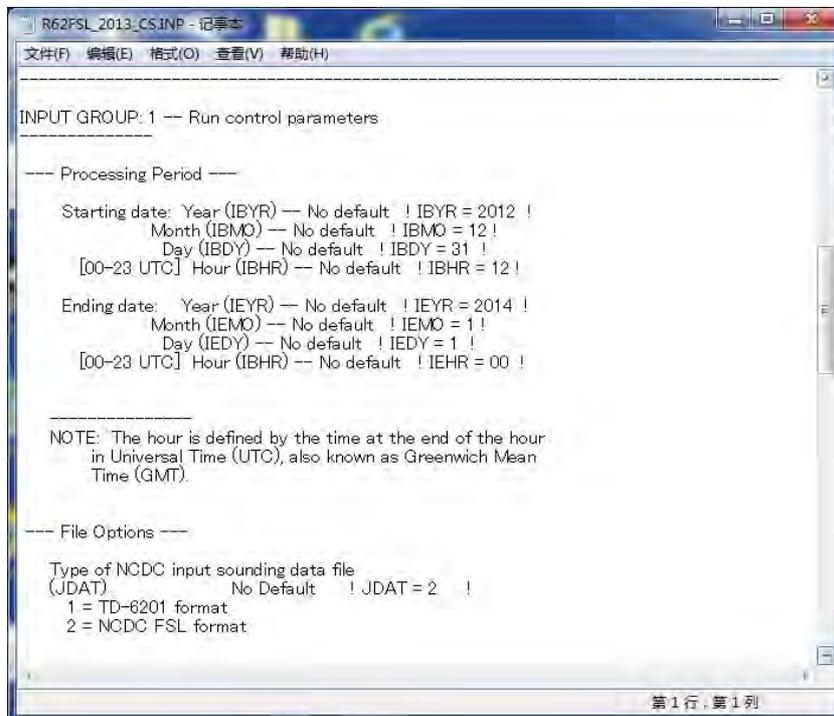
(6) READ62 フォルダ内の INP ファイルを開く。



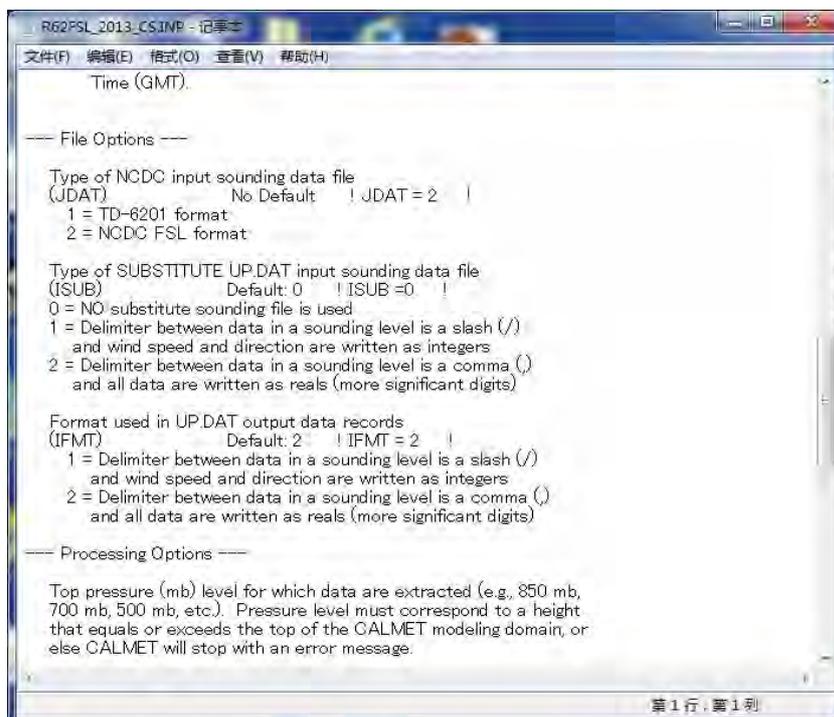
(7) 入力ファイル (INDAT)、出力ファイル名 (UPDAT、RUNLST) を設定する。



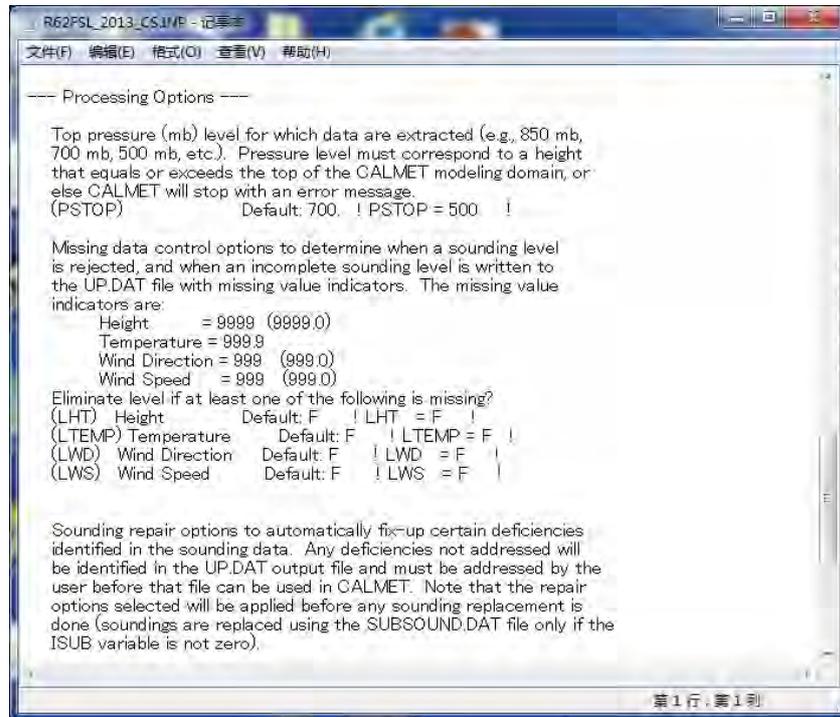
- (8) 高層気象データの開始日時と終了日時 (IBYR、IBMO、IBDY、IBHR、IEYR、IEMO、IEDY、IEHR) を設定する。高層気象データの日時は UTC のため、時差を考慮した上で、SMERGE で指定した対象期間を包括するように開始日時と終了日時を設定する。



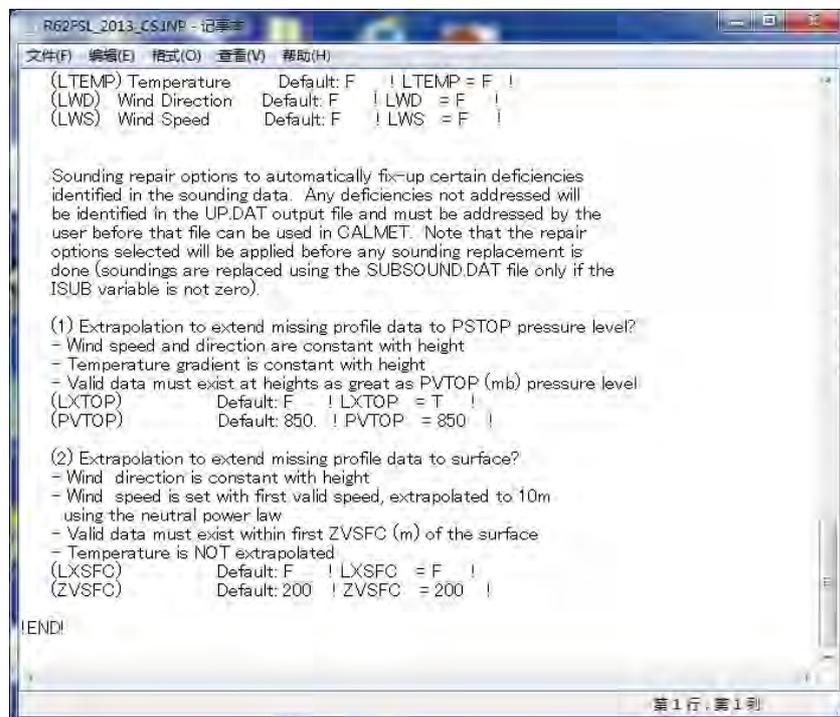
- (9) 高層気象データのフォーマットを指定する (JDAT)。



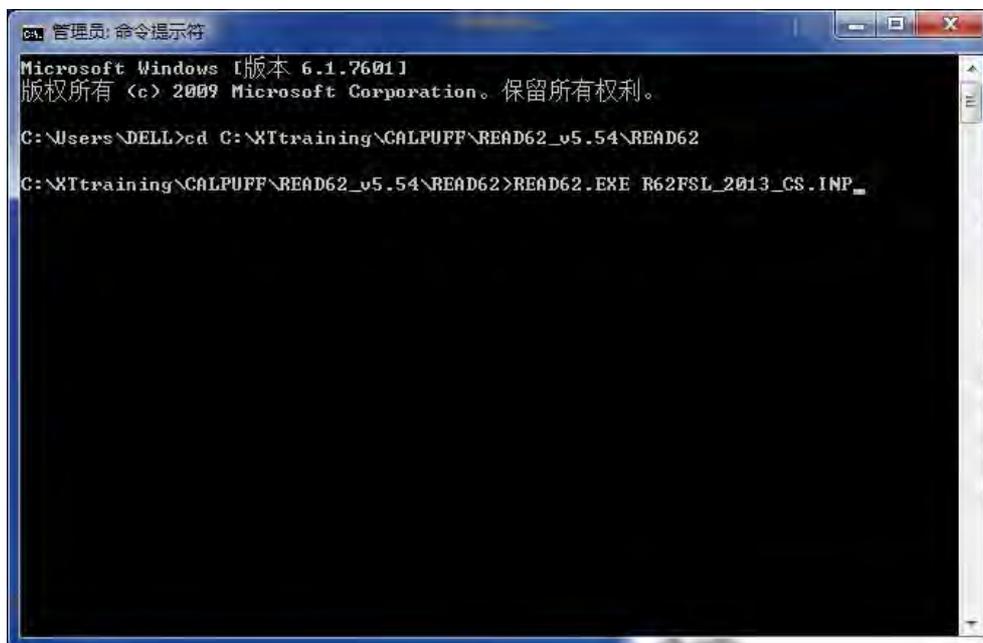
## (10) 出力する高層気象データの上端気圧を設定する (PSTOP)。



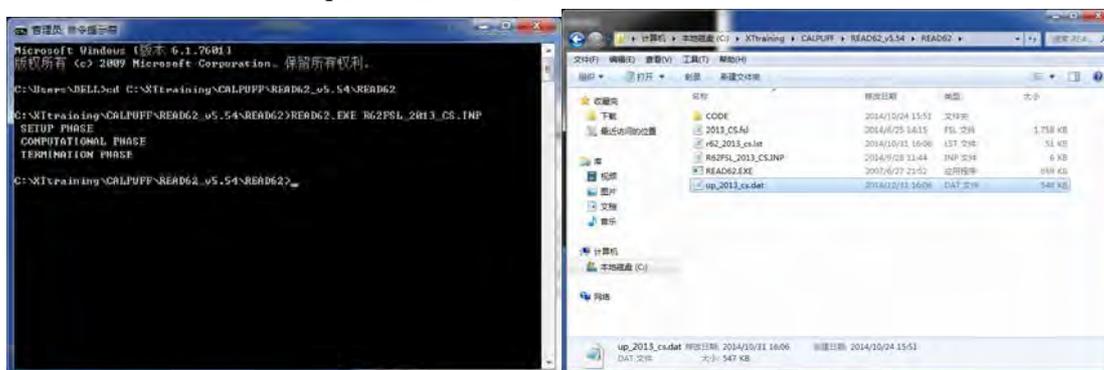
## (11) 欠測データを前後のデータで補間する場合、補完する設定 (LXTOP) を「T」にし、補完する高さの上限 (PVTOP) を設定する。



- (12) コマンドプロンプトの画面で READ62 のフォルダに移動し、  
READ62.EXE <入力ファイル名>.INP  
と入力して、Enter を押す（ここでは R62FSL\_2013\_CS.INP）。



- (13) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。  
このケースでは、「up\_2013\_cs.dat」である。



## 2.3 気象モデルの作成

### 2.3.1 概要

MAKEGEO で作成した地形データ、SMERGE で作成した地上気象データ及び READ62 で作成した高層気象データを用いて気象モデルファイルを作成する。

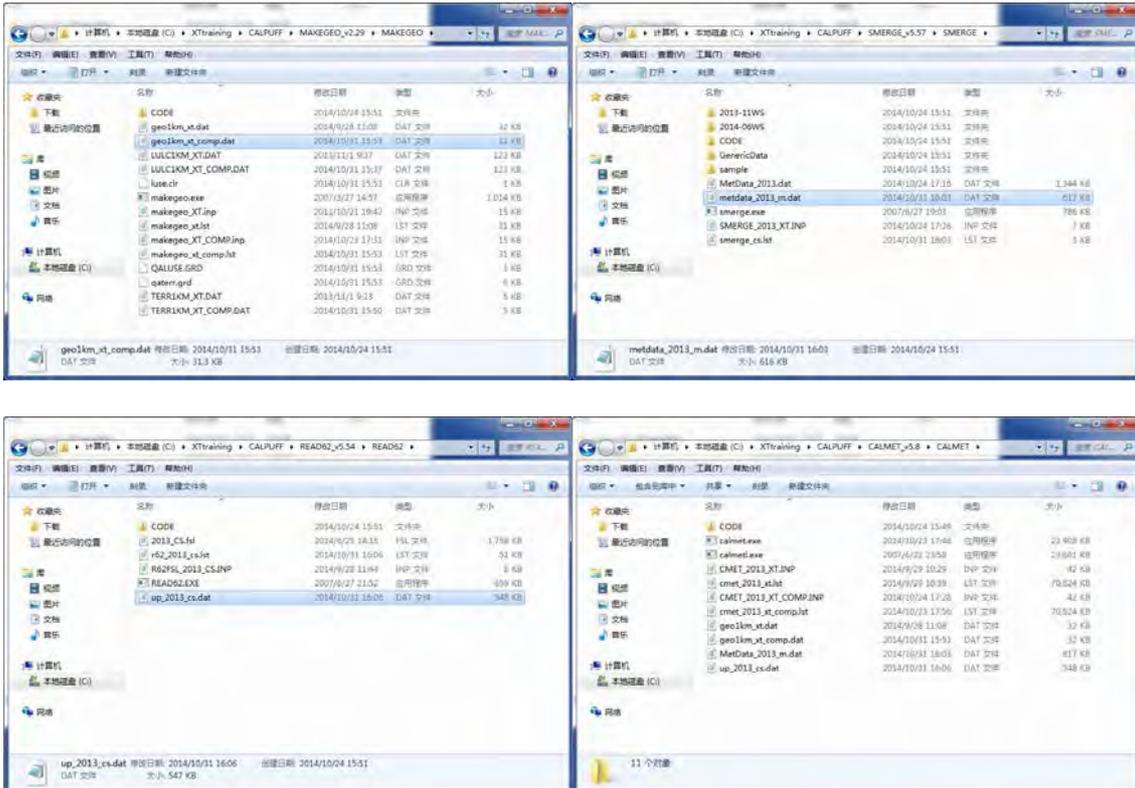
CALPUFF には気象モデルを作成するプロセッサとして CALMET が用意されている。

CALMET では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間、投影法と座標系及び計算範囲

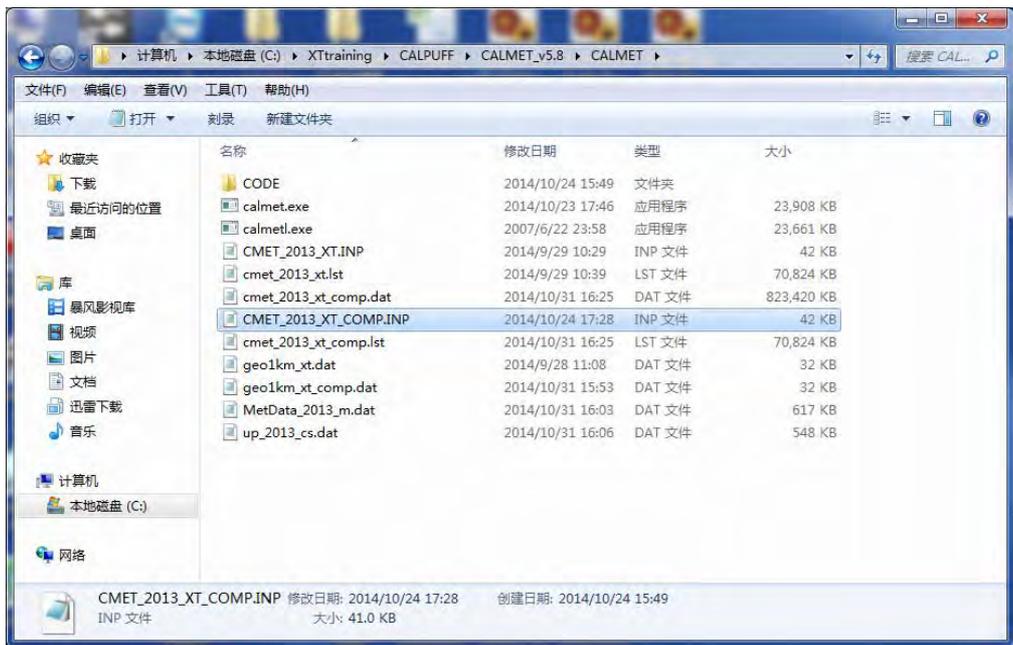
と計算解像度を指定する。これらの設定は、これまでのプロセッサで指定した内容と同じでなければならない。出力した気象モデルファイルは CALPUFF プロセッサで利用する。

### 2.3.2 作成方法

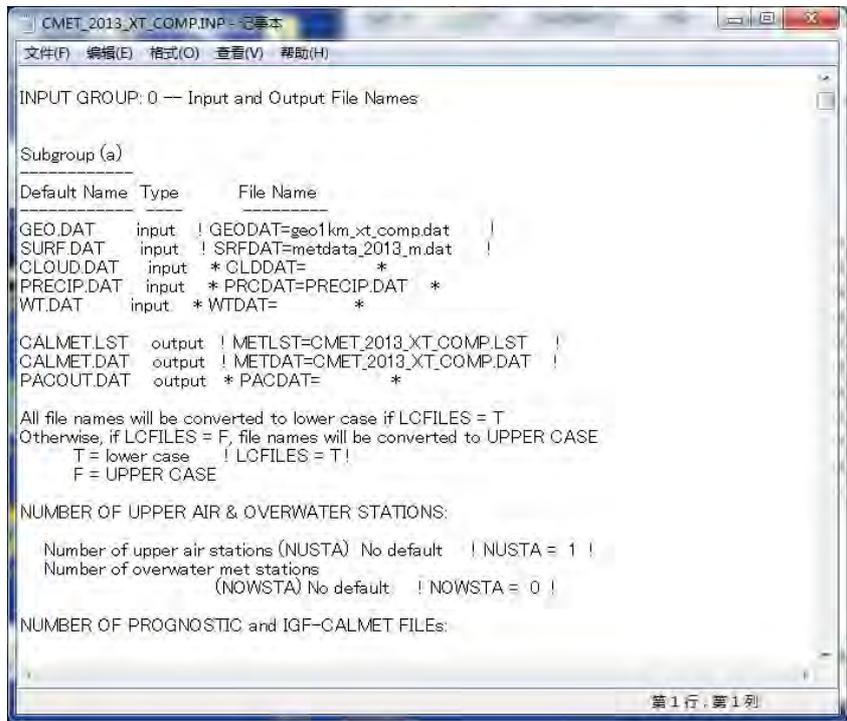
- (1) MAKEGEO で作成した地形データ、SMERGE で作成した地上気象データ及び READ62 で作成した高層気象データを CALMET フォルダにコピーする。



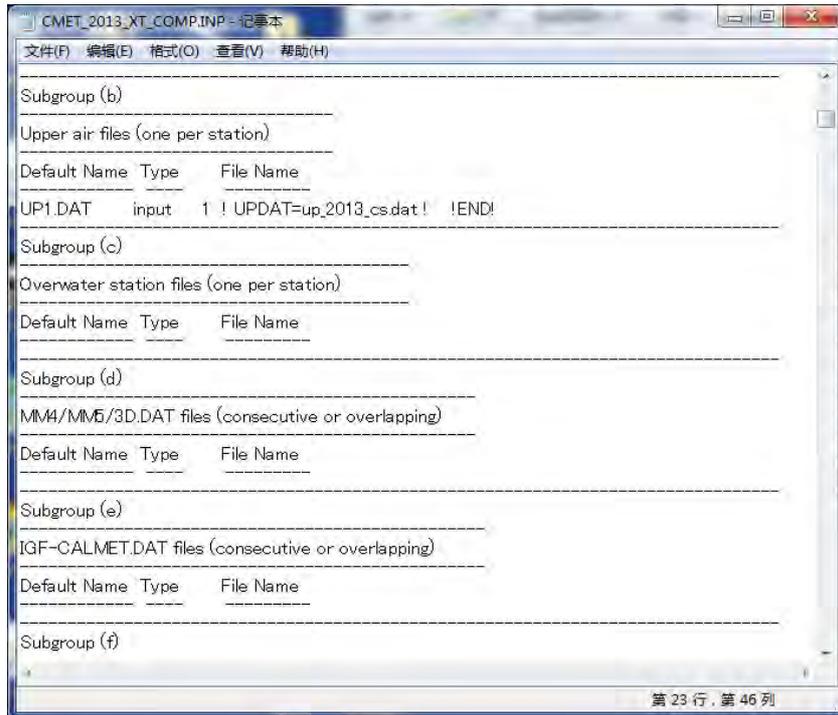
(2) CALMET フォルダ内の INP ファイルを開く。



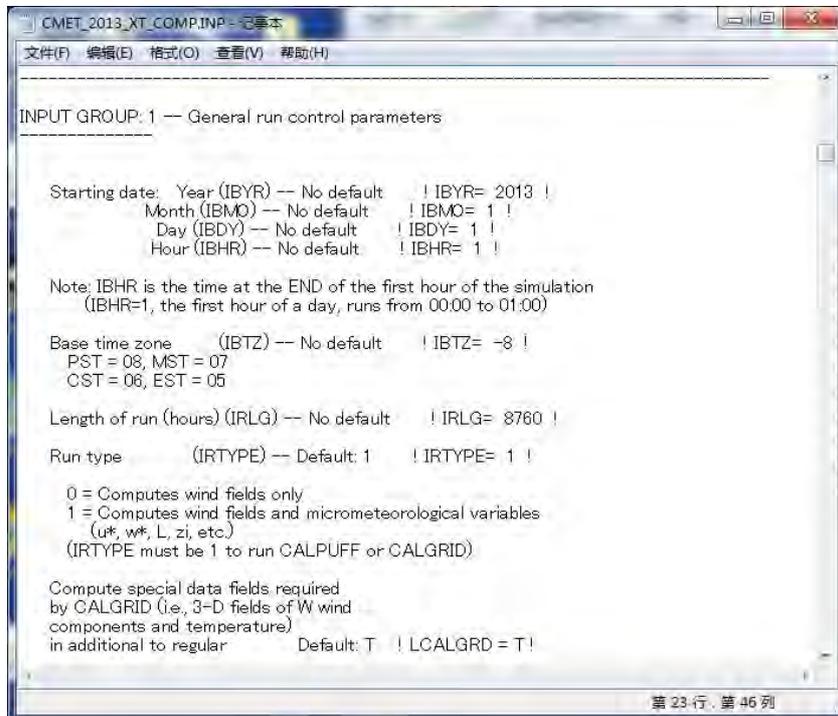
(3) 高層気象データ以外の入力ファイル (GEODAT、SRFDAT) 及び出力ファイル名 (METLST、METDAT)、高層気象データのファイル数 (NUSTA) を指定する。



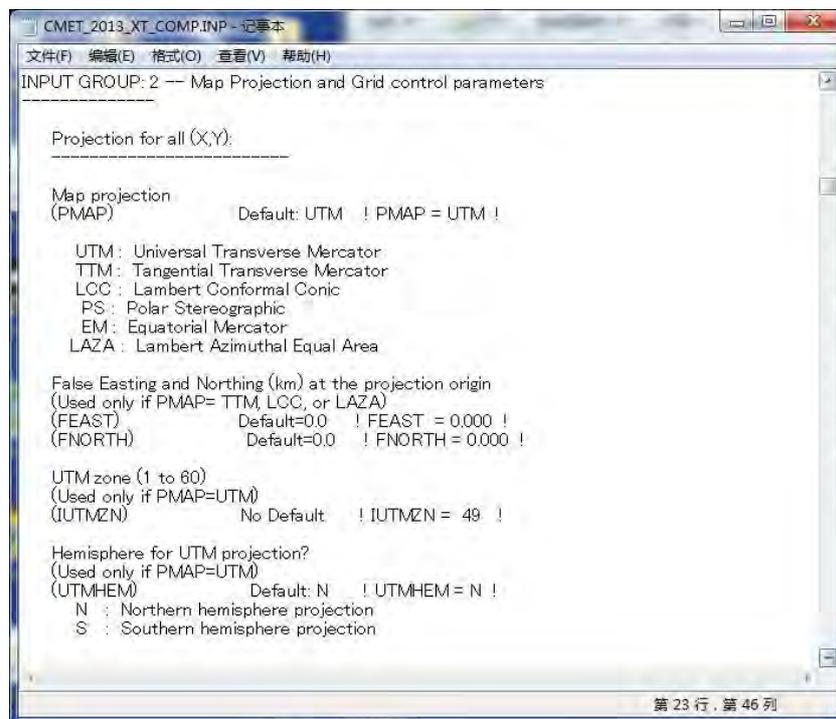
- (4) 高層気象データのファイル名 (UPDAT) を指定する。



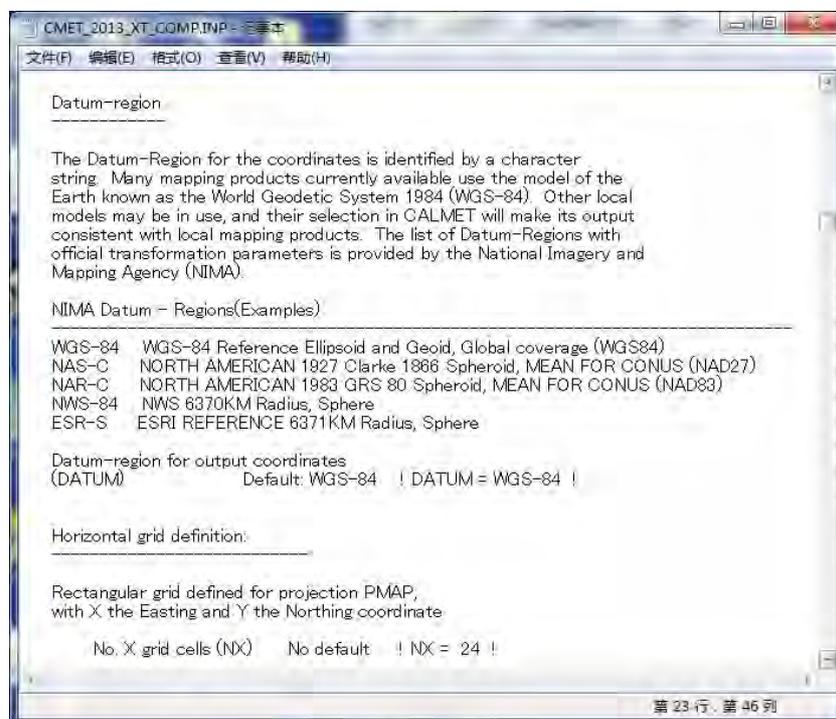
- (5) 計算開始日時 (IBYR、UBMO、IBDY、IBHR)、タイムゾーン (IBTZ)、計算時間数 (IRLG) を設定する。



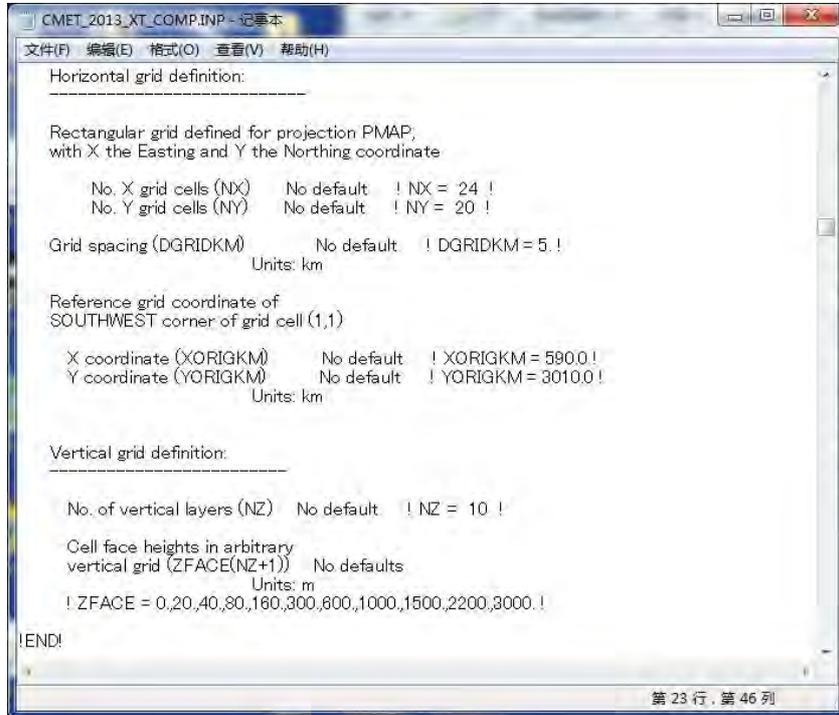
- (6) 出力データの投影法を設定する (PMAP 等)。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。



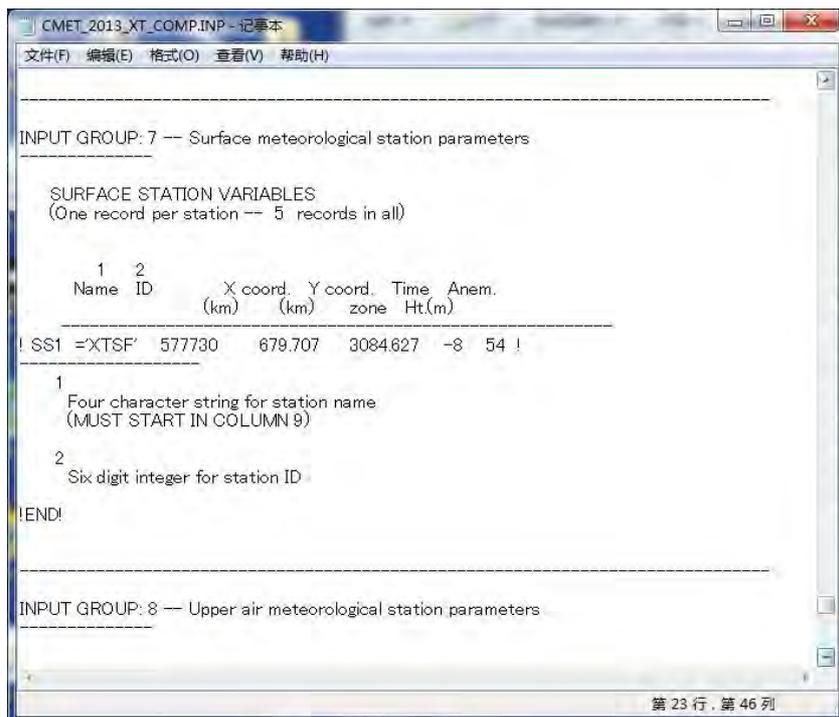
- (7) 出力データの座標系 (DATUM) を設定する。設定は、これまでの設定でなければならない。



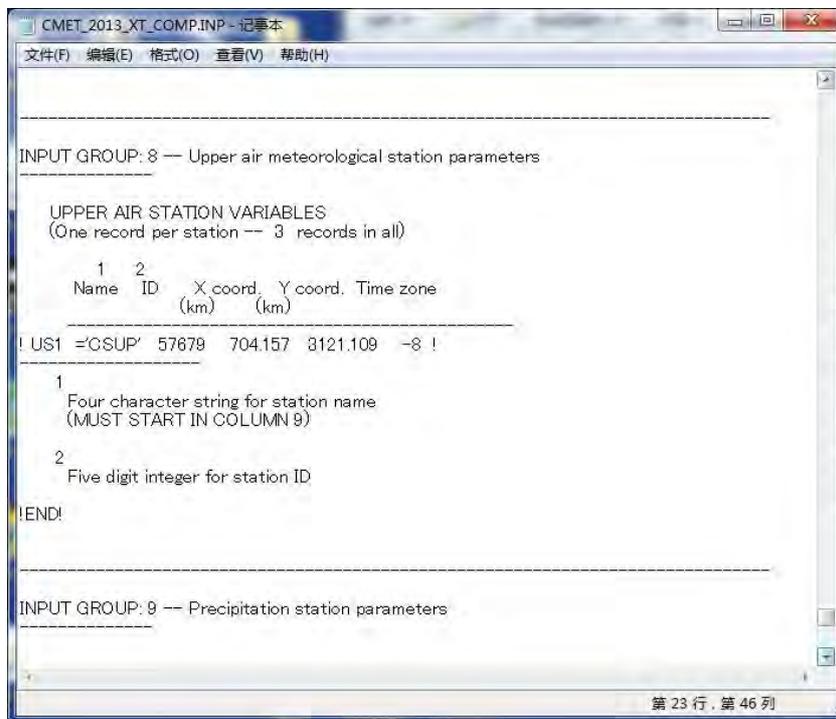
- (8) 出力データのグリッドの左下の座標 (XREFKM、YREFKM)、グリッドの個数 (NX、NY) 及びグリッド間隔 (DGRIDKM) を指定する。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。また、鉛直のグリッド数 (NZ) 及びグリッドを区分する高さ (ZFACE) を指定する。



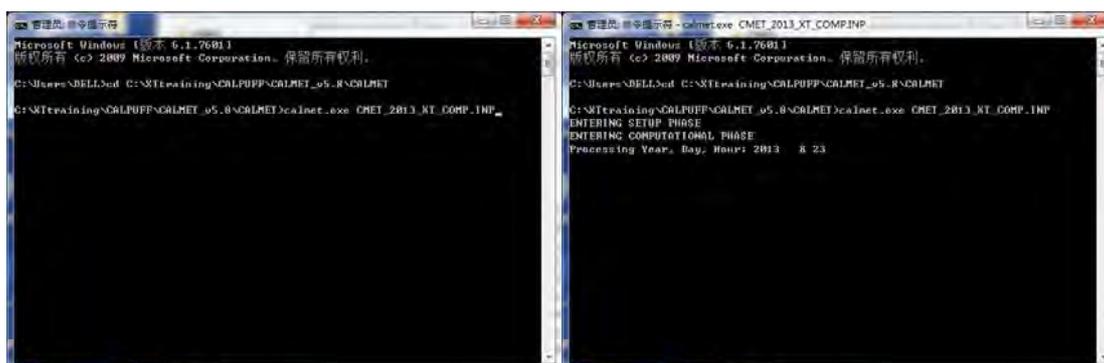
- (9) 地上気象データの名称 (NAME)、測定局番号 (ID)、測定局位置 (X coord.、Y coord.)、タイムゾーン (Time zone)、標高 (Anem. Ht.) を設定する。



- (10) 高層気象データの名称 (NAME)、測定局番号 (ID)、測定局位置 (X coord.、Y coord.)、タイムゾーン (Time zone) を設定する。

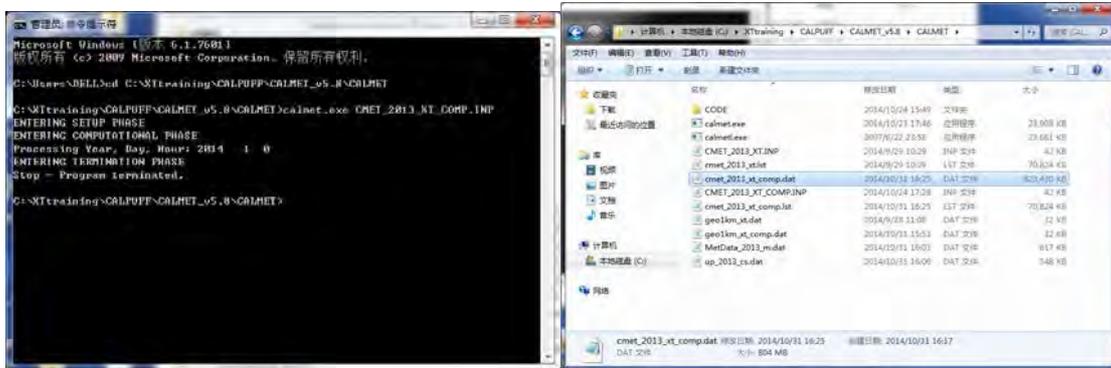


- (11) コマンドプロンプトの画面で CALMET のフォルダに移動し、  
**CALMET.exe <入力ファイル名>.INP**  
 と入力して、Enter を押す (ここでは CMET\_2013\_XT\_COMP.INP)。  
 計算が開始されれば、「Processing Year, Day, Hour: 年 月 時間」が表示され経過を確認することができる。



(12) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。

このケースでは、「cmet\_2013\_xt\_comp.dat」である。



## 第3章 拡散計算の実施

### 3.1 拡散計算の実施

#### 3.1.1 概要

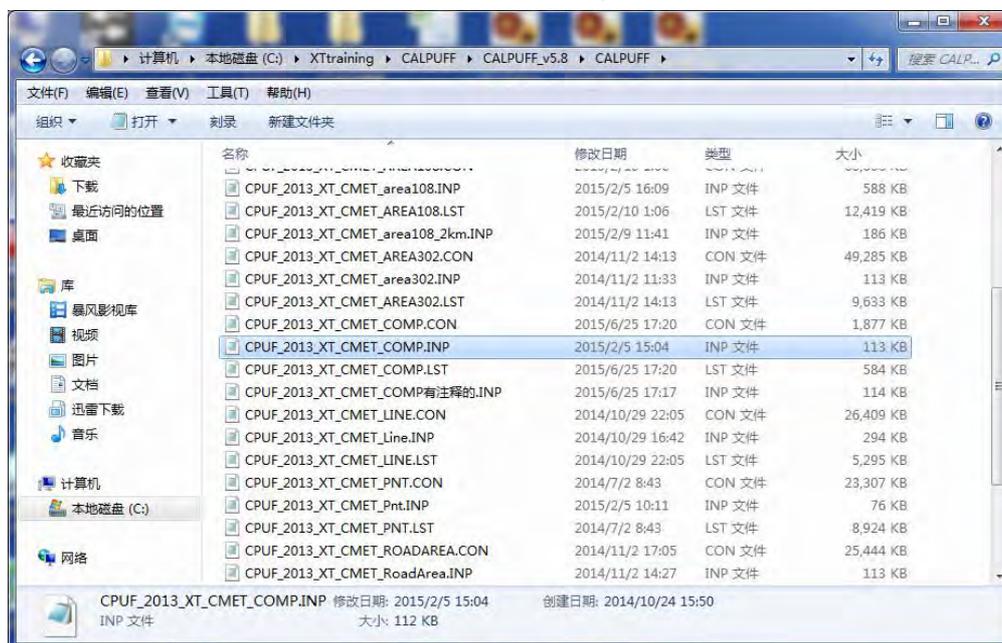
3.2 で作成した発生源データと CALMET で作成した気象モデルを使って CALPUFF の拡散計算を実施する。

CALMET では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間、計算対象物質、投影法と座標系及び計算範囲と計算解像度を指定する。これらの設定は、これまでのプロセッサで指定した内容と同じでなければならない。また、本ハンドブックでは化学変化を考慮しないため、CALPUFF の INP ファイル内のパラメータで設定する。ここで計算範囲より内側の範囲で解析対象範囲を絞り込むことが出来る。その際、解析対象範囲におけるグリッド間隔も狭くすることが出来る。発生源データはデータ変換されたファイルの内容を CALPUFF の INP ファイルの該当する箇所に張り付け、発生源の数を修正する。

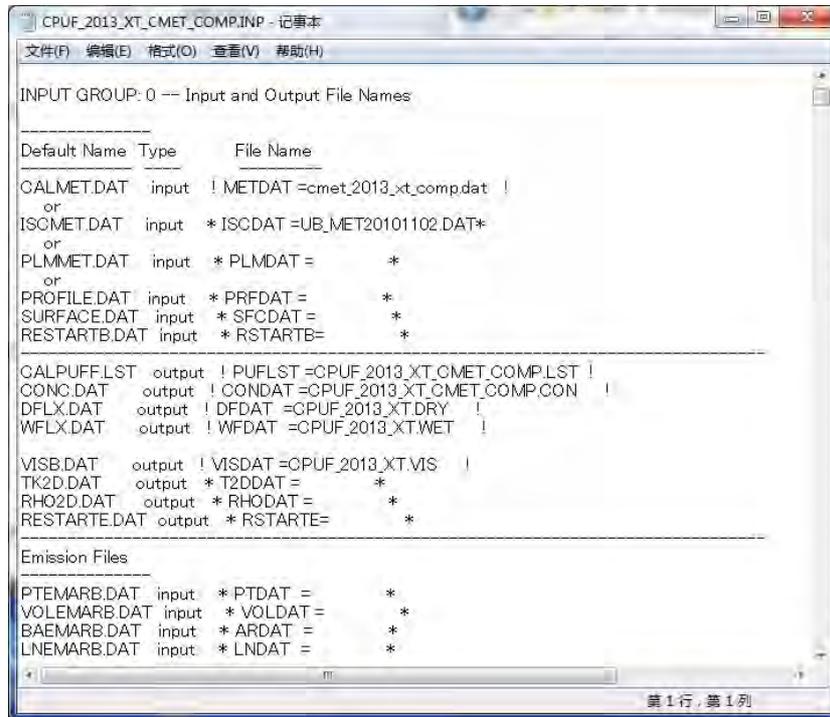
拡散計算は発生源別の寄与濃度を確認するため、発生源ごとに実施する。

#### 3.1.2 実施方法

(1) CALPUFF フォルダ内の INP ファイルを開く。



- (2) 気象モデルのデータ (METDAT) 及び出力ファイル名 (PUFLST、CONDAT) を指定する。

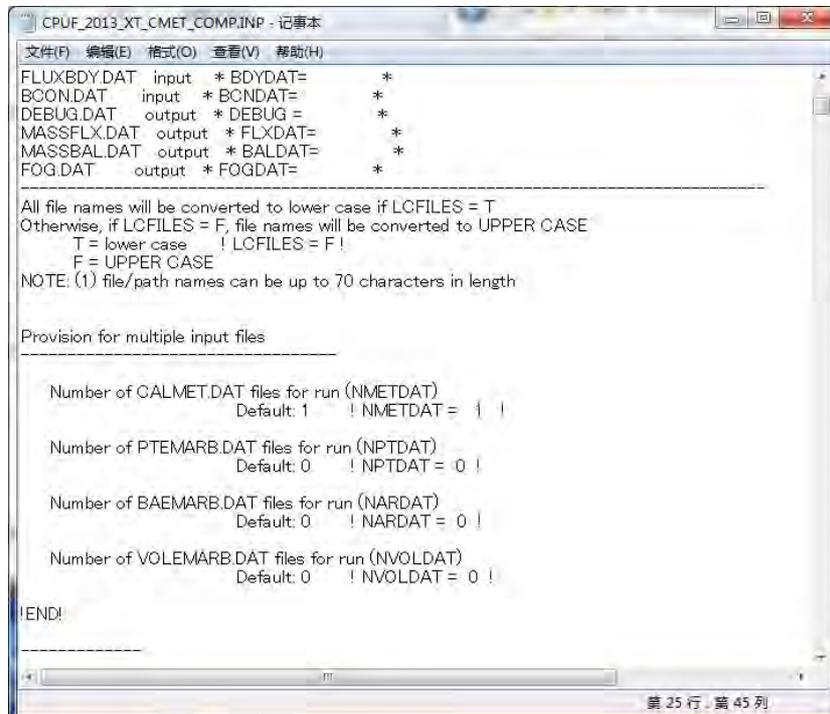


```

INPUT GROUP: 0 -- Input and Output File Names
-----
Default Name      Type      File Name
-----
CALMET.DAT       input    ! METDAT =cmet_2013_xt_comp.dat !
or
ISCMET.DAT       input    * ISCDAT =UB_MET20101102.DAT*
or
PLMMET.DAT       input    * PLMDAT =          *
or
PROFILE.DAT      input    * PRFDAT =          *
SURFACE.DAT      input    * SFCDAT =          *
RESTARTB.DAT     input    * RSTARTB=          *
-----
CALPUFF.LST      output   ! PUFLST =CPUF_2013_XT_CMET_COMP.LST !
CONC.DAT         output   ! CONDAT =CPUF_2013_XT_CMET_COMP.CON !
DFLX.DAT         output   ! DFDAT =CPUF_2013_XT.DRY !
WFLX.DAT         output   ! WFDAT =CPUF_2013_XT.WET !
-----
VISB.DAT         output   ! VISDAT =CPUF_2013_XT.VIS !
TK2D.DAT         output   * T2DDAT =          *
RH02D.DAT        output   * RHODAT =          *
RESTARTE.DAT     output   * RSTARTE=          *
-----
Emission Files
-----
PTEMARB.DAT      input    * PTDAT =          *
VOLEMARB.DAT     input    * VOLDAT =          *
BAEMARB.DAT      input    * ARDAT =          *
LNEMARB.DAT      input    * LNDAT =          *

```

- (3) CALMET で作成した気象モデルのファイル数 (NMETDAT) を指定する。



```

FLUXBDY.DAT      input    * BODYDAT =          *
BCONDAT          input    * BCNDAT =          *
DEBUG.DAT        output   * DEBUG =          *
MASSFLX.DAT      output   * FLXDAT =          *
MASSBAL.DAT      output   * BALDAT =          *
FOG.DAT          output   * FOGDAT =          *
-----
All file names will be converted to lower case if LCFILES = T
Otherwise, if LCFILES = F, file names will be converted to UPPER CASE
T = lower case    ! LCFILES = F !
F = UPPER CASE
NOTE: (1) file/path names can be up to 70 characters in length
-----
Provision for multiple input files
-----
Number of CALMET.DAT files for run (NMETDAT)
Default: 1        ! NMETDAT = 1 !

Number of PTEMARB.DAT files for run (NPTDAT)
Default: 0        ! NPTDAT = 0 !

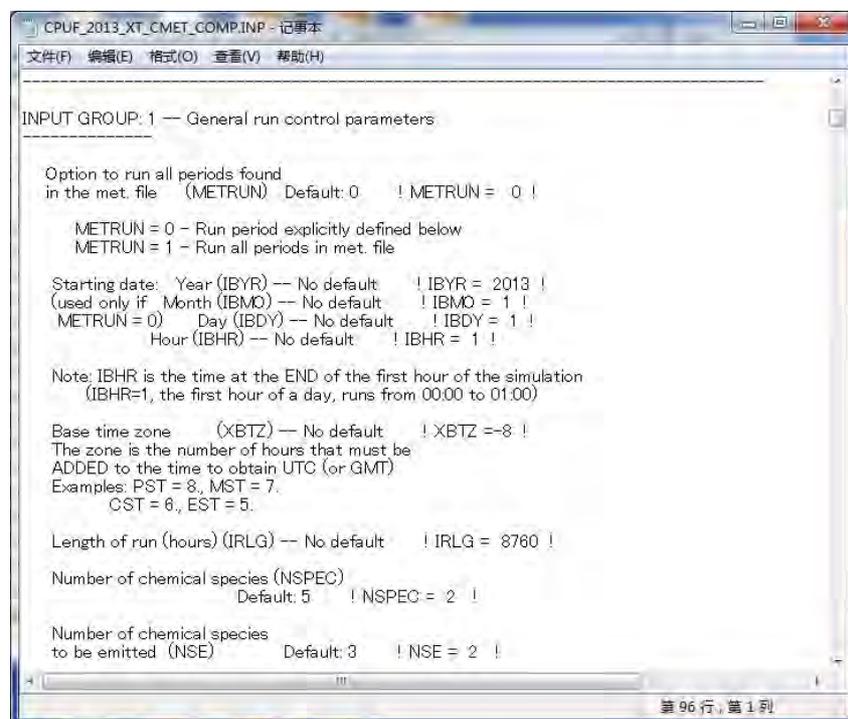
Number of BAEMARB.DAT files for run (NARDAT)
Default: 0        ! NARDAT = 0 !

Number of VOLEMARB.DAT files for run (NVOLDAT)
Default: 0        ! NVOLDAT = 0 !

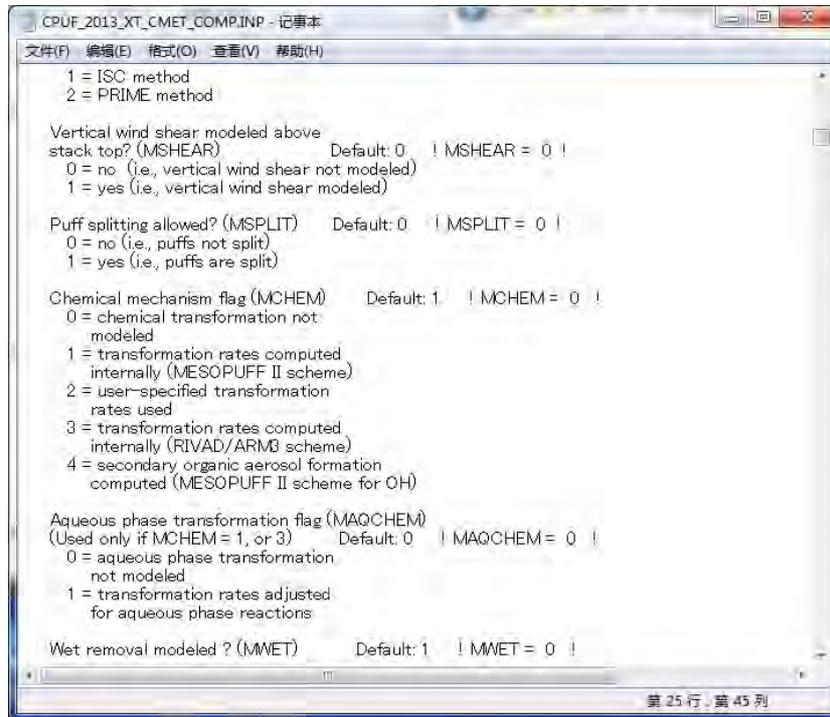
!END!
-----

```

- (4) 計算対象期間を設定する (METRUN)。「0」を設定した場合、計算開始日時を設定しなければならない (IBYR、IBMO、IBDY、IBHR)。「1」を設定した場合、気象モデルに含まれている期間が計算対象期間となる。また、タイムゾーン (XBTZ)、計算時間数 (IRLG)、計算対象物質数 (NSPEC) 及び発生源から排出される物質数 (NSE) を指定する。



- (5) 化学変化を考慮するか否かを設定する (MCHEM)。このハンドブックでは化学変化は考慮しないので、「0」を指定する。



```

CPUF_2013_XT_CMET_COMP.INP - 记事本
ファイル(F)  編集(E)  格式(O)  查看(V)  帮助(H)

1 = ISC method
2 = PRIME method

Vertical wind shear modeled above
stack top? (MSHEAR)      Default: 0  ! MSHEAR = 0 !
0 = no (i.e., vertical wind shear not modeled)
1 = yes (i.e., vertical wind shear modeled)

Puff splitting allowed? (MSPLIT)  Default: 0  ! MSPLIT = 0 !
0 = no (i.e., puffs not split)
1 = yes (i.e., puffs are split)

Chemical mechanism flag (MCHEM)   Default: 1  ! MCHEM = 0 !
0 = chemical transformation not
  modeled
1 = transformation rates computed
  internally (MESOPUFF II scheme)
2 = user-specified transformation
  rates used
3 = transformation rates computed
  internally (RIVAD/ARM3 scheme)
4 = secondary organic aerosol formation
  computed (MESOPUFF II scheme for OH)

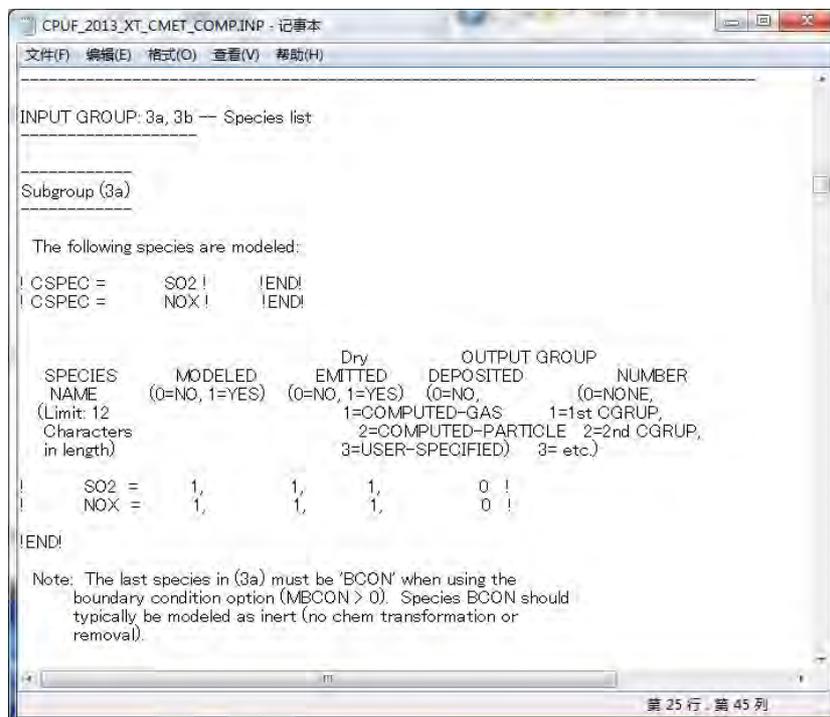
Aqueous phase transformation flag (MAQCHEM)
(Used only if MCHEM = 1, or 3)  Default: 0  ! MAQCHEM = 0 !
0 = aqueous phase transformation
  not modeled
1 = transformation rates adjusted
  for aqueous phase reactions

Wet removal modeled? (MWET)     Default: 1  ! MWET = 0 !

第 25 行, 第 45 列

```

- (6) 物質に関する情報を設定する。(4) で設定した計算対象物質数 (NSPEC) の物質を設定する。



```

CPUF_2013_XT_CMET_COMP.INP - 记事本
ファイル(F)  編集(E)  格式(O)  查看(V)  帮助(H)

INPUT GROUP: 3a, 3b -- Species list
-----
Subgroup (3a)
-----
The following species are modeled:
! CSPEC =   SO2 !   !END!
! CSPEC =   NOX !   !END!

          Dry          OUTPUT GROUP
SPECIES   MODELED     EMITTED   DEPOSITED   NUMBER
NAME      (0=NO, 1=YES)     (0=NO, 1=YES) (0=NO, 1=YES) (0=NONE,
(Limit: 12 1=COMPUTED-GAS  1=1st CGRUP,
Characters  2=COMPUTED-PARTICLE 2=2nd CGRUP,
in length)  3=USER-SPECIFIED)  3= etc.)

!   SO2 =   1,       1,       1,       0 !
!   NOX =   1,       1,       1,       0 !

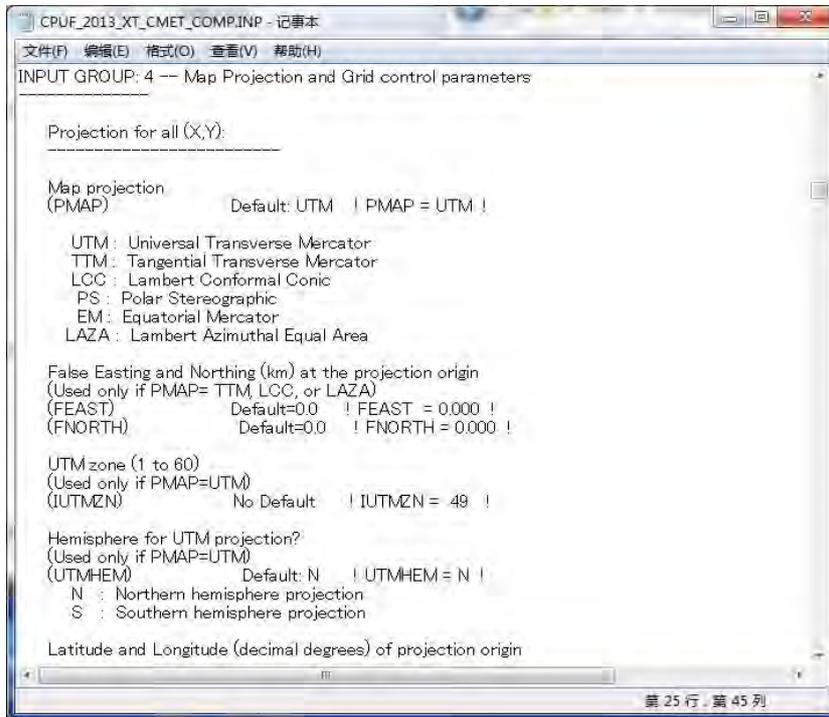
!END!

Note: The last species in (3a) must be 'BCON' when using the
boundary condition option (MBCON > 0). Species BCON should
typically be modeled as inert (no chem transformation or
removal).

第 25 行, 第 45 列

```

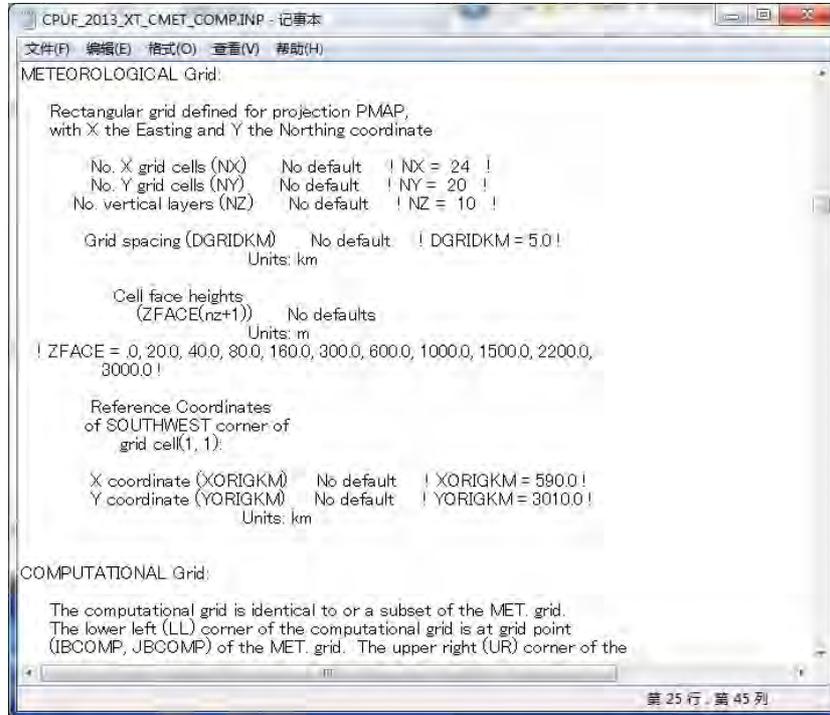
- (7) 出力データの投影法を設定する (PMAP 等)。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。



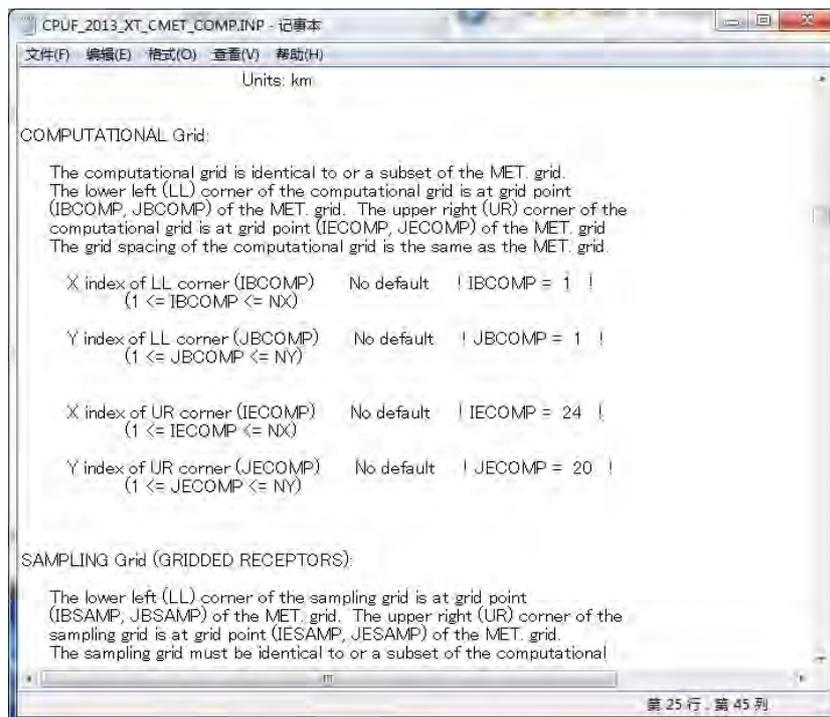
- (8) 出力データの座標系 (DATUM) を設定する。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。



- (9) 入力する気象モデルデータのグリッドの個数 (NX、NY、NZ)、水平方向のグリッド間隔 (DGRIDKM)、グリッドを区分する高さ (ZFACE) 及びグリッドの左下の座標 (XREFKM、YREFKM) を設定する。設定は、これまでの設定と同じでなければならない。

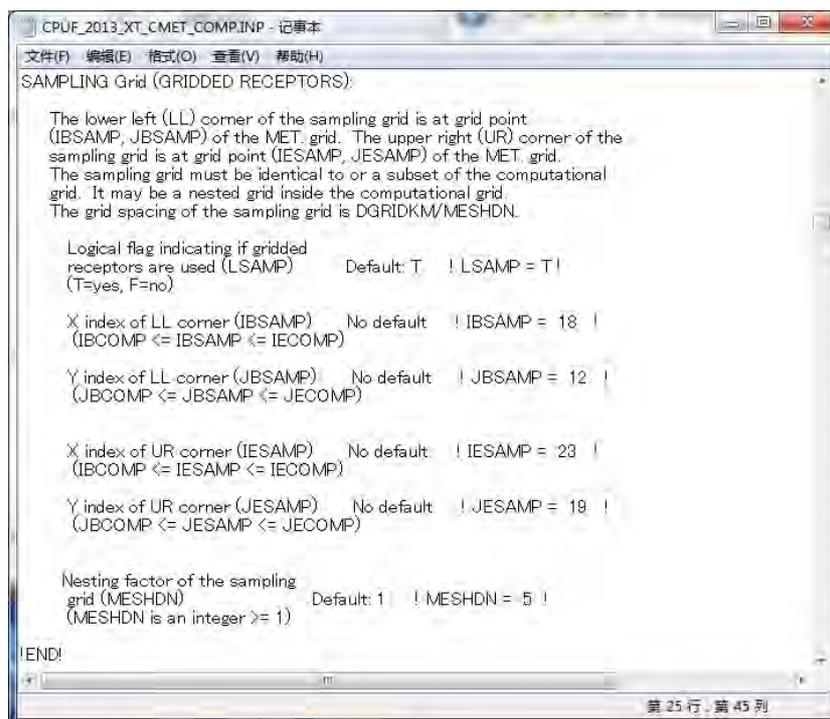


- (10) 計算グリッドの範囲を設定する (IBCOMP、JBCOMP、IECOMP、JECOMP)。(9) で指定した範囲内をグリッド番号で設定する。



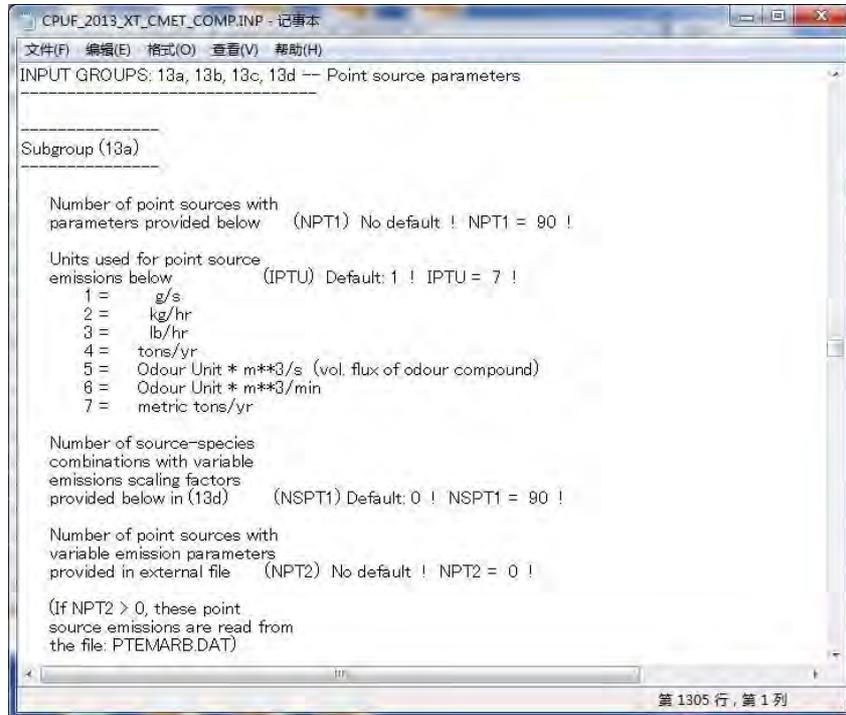
(11) 計算結果グリッドで出力する場合は、LSAMP を「T」として、出力するグリッドの範囲を設定する (IBSAMP、JBSAMP、IESAMP、JESAMP)。(10) で指定した範囲内をグリッド番号で設定する。設定した範囲におけるグリッド間隔を決めるための係数 (MESH DN) を設定する。

例：(9) で設定したグリッド間隔 (DGRIDKM) が 5km で、計算結果を出力するグリッド間隔を 1km に設定したい場合、DGRIDKM/MESH DN が 1 となる MESH DN、つまり、5 と設定すればよい。



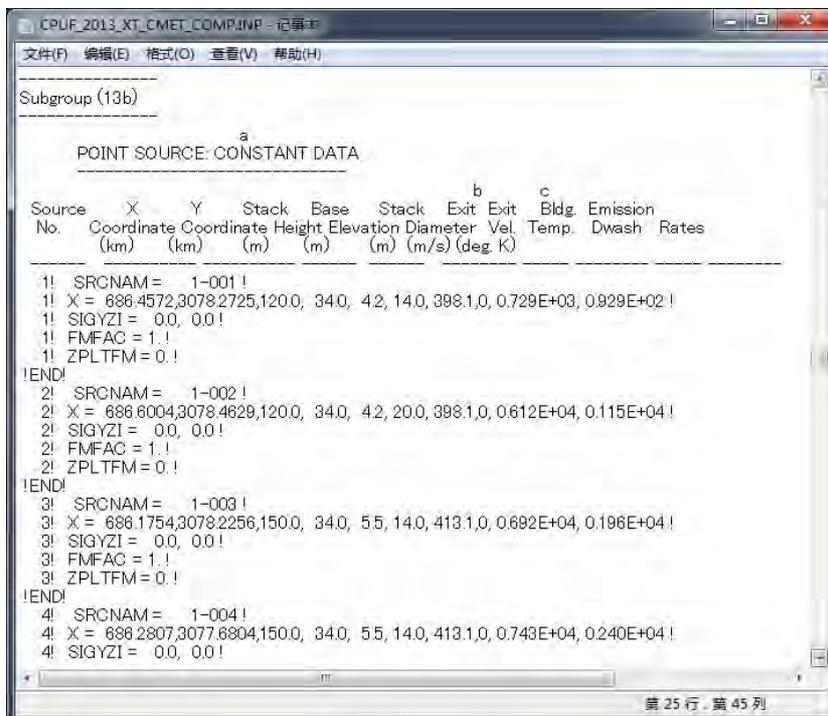
## (12) 点源の発生源データの設定

- 1) 13aにおいて、発生源の個数 (NPT1)、排出量の単位<sup>5</sup> (IPTU)、排出パターンを指定する個数 (NSPT1) を設定する。

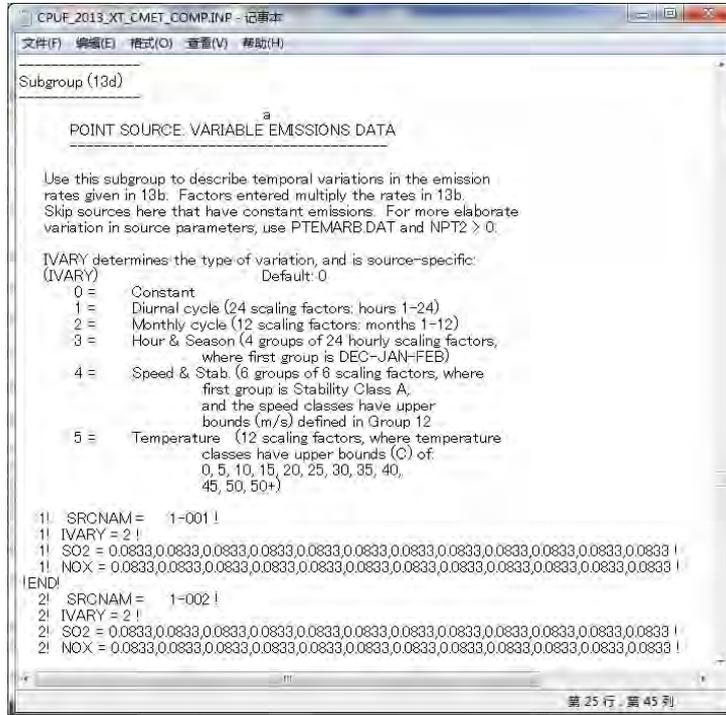


<sup>5</sup> 4 の ton/yr はアメリカの測量法における ton であり、7 の ton/yr はメートル法における ton であるので、厳密には異なることに注意する。中国の場合は 7 を使うのが適当と考える。

- 2) 13b において、発生源毎に発生源名称 (SRCNAM)、X 座標、Y 座標、煙突高さ、標高、煙突口径、排ガス速度、排ガス温度、物質別排出量 (X) を設定する。必要に応じて水平及び鉛直方向の拡散幅 (SIGYZI) を調整する。

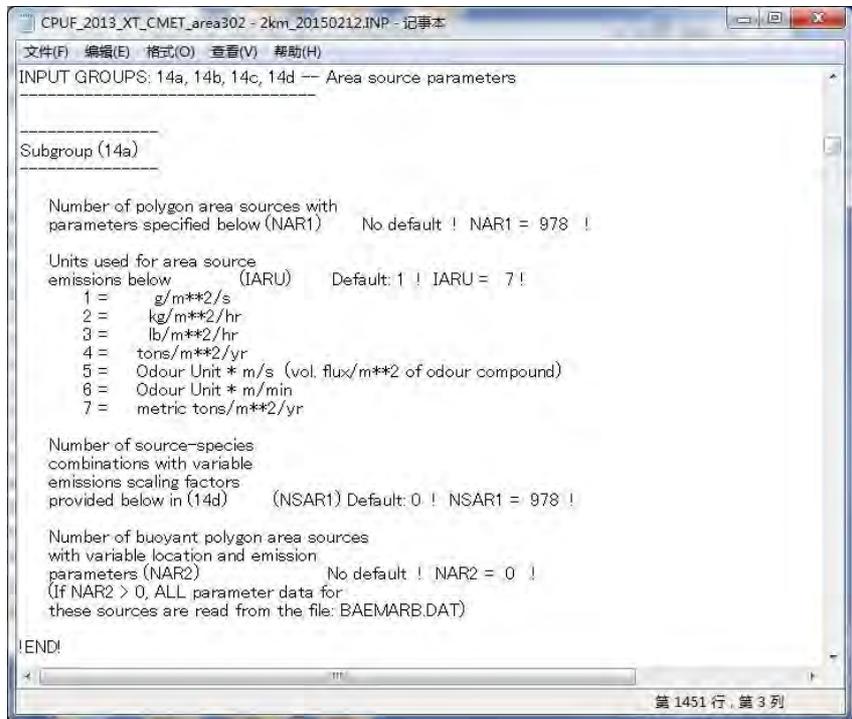


- 3) 13dにおいて、発生源毎に発生源名称(SRCNAM)、排出パターンの形式(IVARY)、排出物質別の排出パターンを設定する。IVARYは、時刻別「1」、月別「2」、季節別時間帯別「3」等の設定が可能である。設定しない場合は、排出パターンを一定とみなす。

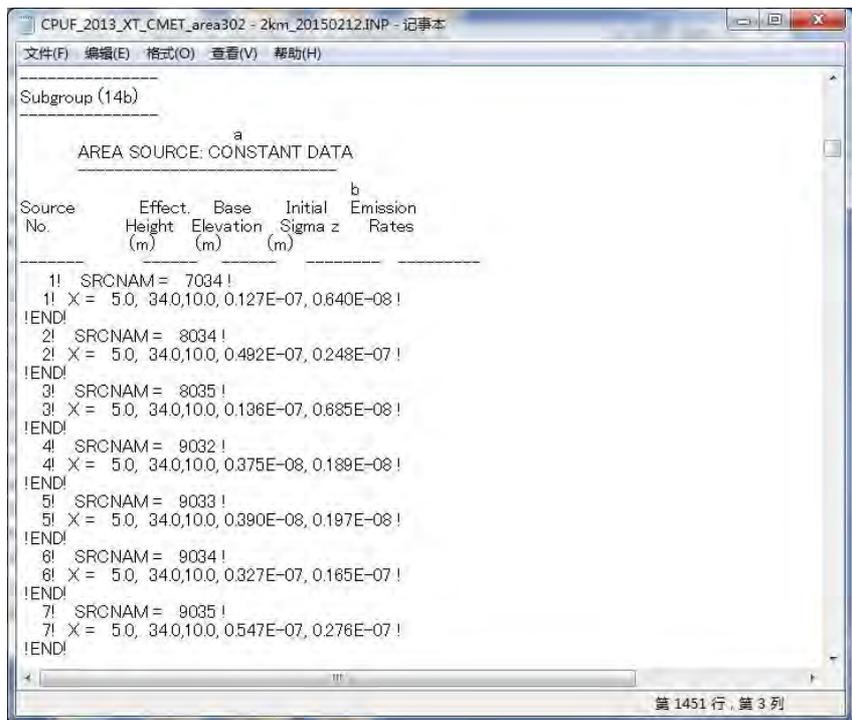


(13) 面源の発生源データの設定

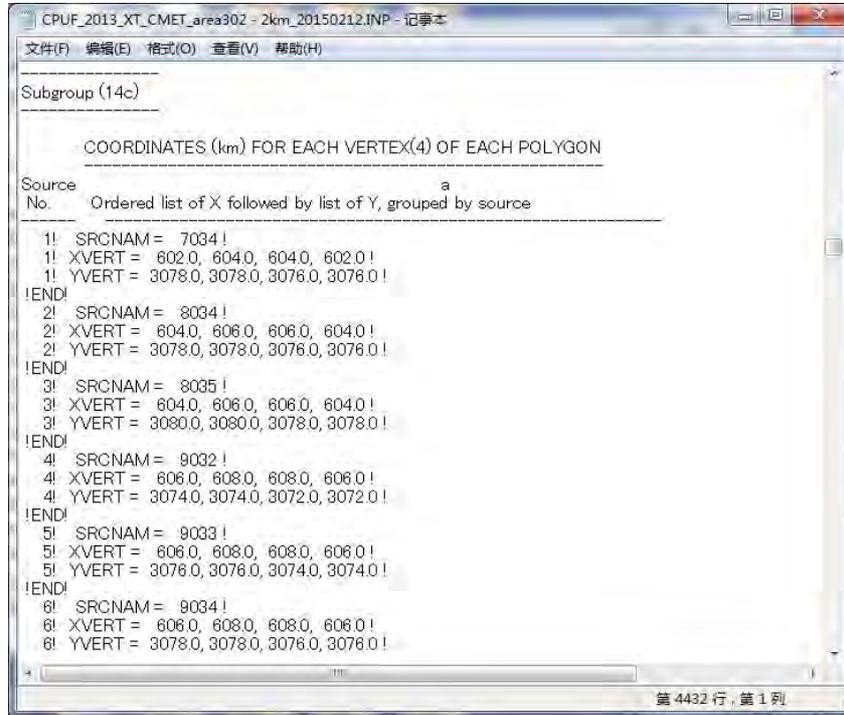
- 1) 14a において、発生源の個数 (NAR1)、排出量の単位 (IARU)、排出パターンを指定する個数 (NSAR1) を設定する。



- 2) 14b において、発生源毎に発生源名称 (SRCNAM)、有効排出高さ、標高、鉛直方向の拡散幅、物質別排出量 (X) を設定する。



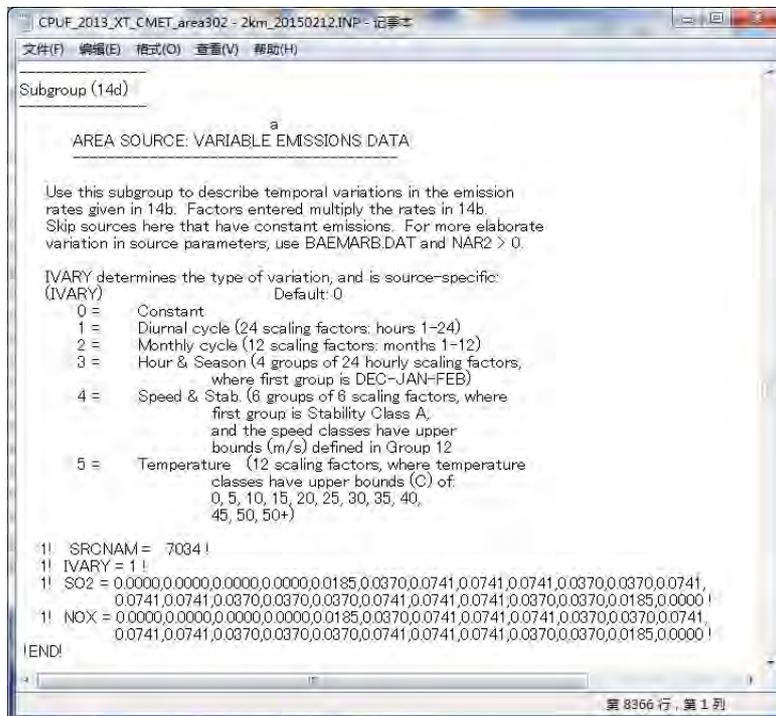
- 3) 14c において、発生源毎に発生源名称 (SRCNAM)、面源の 4 点の X 座標 (XVERT)、Y 座標 (YVERT) を設定する。それぞれ、左上、右上、右下、左下の順に設定する。



```
Subgroup (14c)

-----
COORDINATES (km) FOR EACH VERTEX(4) OF EACH POLYGON
-----
Source          a
No.   Ordered list of X followed by list of Y, grouped by source
-----
1! SRCNAM = 7034!
1! XVERT = 602.0, 604.0, 604.0, 602.0!
1! YVERT = 3078.0, 3078.0, 3076.0, 3076.0!
!END!
2! SRCNAM = 8034!
2! XVERT = 604.0, 606.0, 606.0, 604.0!
2! YVERT = 3078.0, 3078.0, 3076.0, 3076.0!
!END!
3! SRCNAM = 8035!
3! XVERT = 604.0, 606.0, 606.0, 604.0!
3! YVERT = 3080.0, 3080.0, 3078.0, 3078.0!
!END!
4! SRCNAM = 9032!
4! XVERT = 606.0, 608.0, 608.0, 606.0!
4! YVERT = 3074.0, 3074.0, 3072.0, 3072.0!
!END!
5! SRCNAM = 9033!
5! XVERT = 606.0, 608.0, 608.0, 606.0!
5! YVERT = 3076.0, 3076.0, 3074.0, 3074.0!
!END!
6! SRCNAM = 9034!
6! XVERT = 606.0, 608.0, 608.0, 606.0!
6! YVERT = 3078.0, 3078.0, 3076.0, 3076.0!
```

- 4) 14dにおいて、発生源毎に発生源名称(SRCNAM)、排出パターンの形式(IVARY)、排出物質別の排出パターンを設定する。IVARYは、時刻別「1」、月別「2」、季節別時間帯別「3」等の設定が可能である。設定しない場合は、排出パターンを一定とみなす。



```
Subgroup (14d)

      a
AREA SOURCE: VARIABLE EMISSIONS DATA

Use this subgroup to describe temporal variations in the emission
rates given in 14b. Factors entered multiply the rates in 14b.
Skip sources here that have constant emissions. For more elaborate
variation in source parameters, use BAEMARB.DAT and NAR2 > 0.

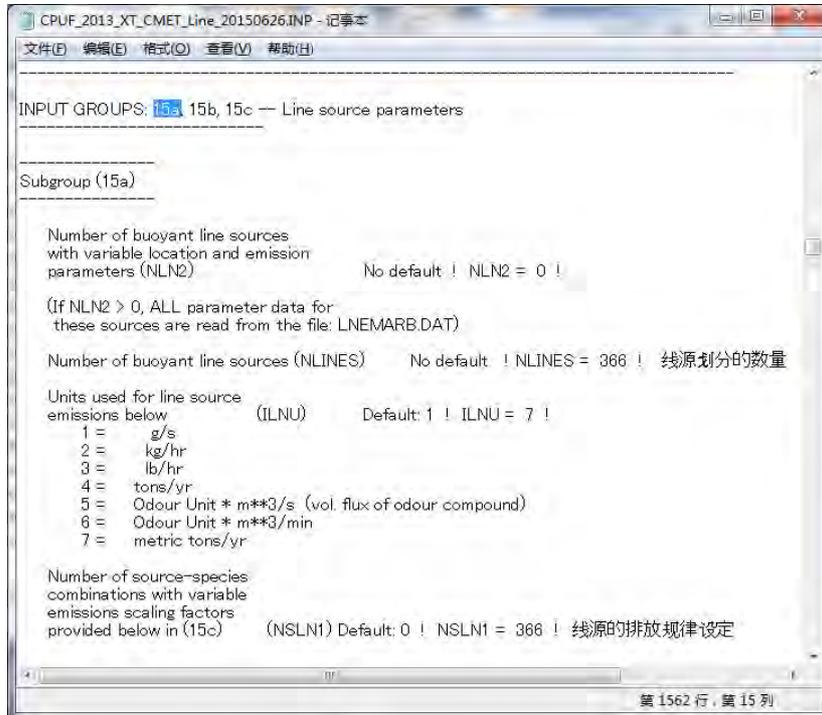
IVARY determines the type of variation, and is source-specific:
(IVARY)                                     Default: 0
  0 = Constant
  1 = Diurnal cycle (24 scaling factors: hours 1-24)
  2 = Monthly cycle (12 scaling factors: months 1-12)
  3 = Hour & Season (4 groups of 24 hourly scaling factors,
      where first group is DEC-JAN-FEB)
  4 = Speed & Stab. (6 groups of 6 scaling factors, where
      first group is Stability Class A,
      and the speed classes have upper
      bounds (m/s) defined in Group 12)
  5 = Temperature (12 scaling factors, where temperature
      classes have upper bounds (C) of:
      0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40,
      45, 50, 50+)

!! SRCNAM = 7034 !
!! IVARY = 1 !
!! SO2 = 0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0185,0.0370,0.0741,0.0741,0.0741,0.0370,0.0370,0.0741,
0.0741,0.0741,0.0370,0.0370,0.0370,0.0741,0.0741,0.0741,0.0370,0.0370,0.0185,0.0000 !
!! NOX = 0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0185,0.0370,0.0741,0.0741,0.0741,0.0370,0.0370,0.0741,
0.0741,0.0741,0.0370,0.0370,0.0370,0.0741,0.0741,0.0741,0.0370,0.0370,0.0185,0.0000 !
!END!
```

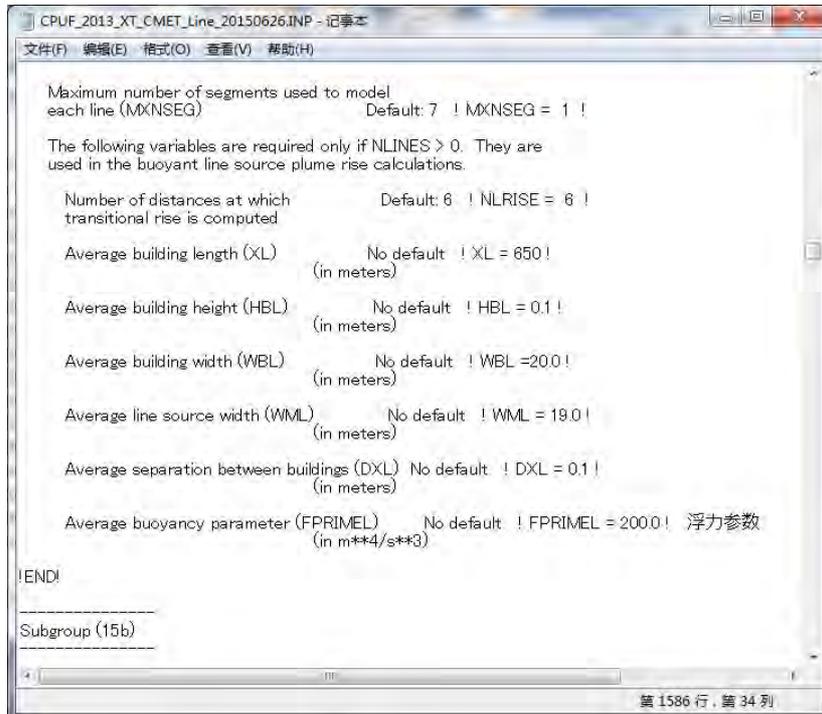
第 8366 行, 第 1 列

## (14) 線源の発生源データの設定

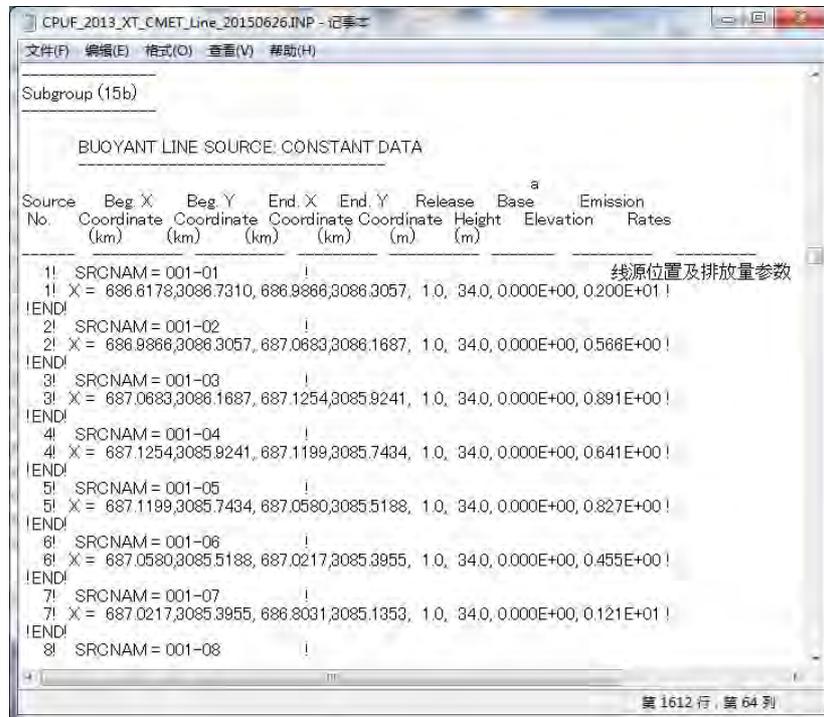
- 1) 15a において発生源の個数 (NLINES)、排出量の単位 (ILNU)、排出パターンを指定する個数 (NSLN1) を設定する。



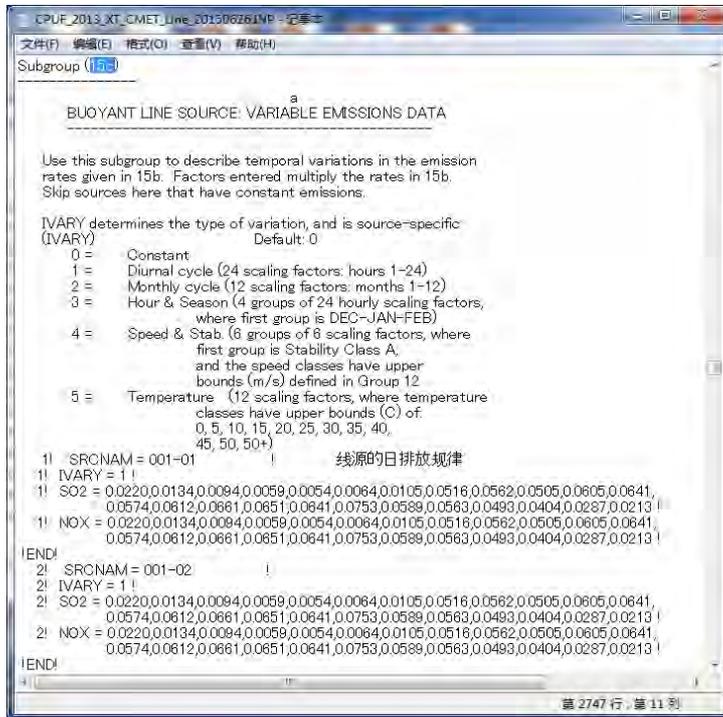
- 2) 建物の平均長さ (XL)、平均高さ (HBL)、平均幅 (WBL)、線源の幅 (WML)、建物間の距離 (DXL)、浮力パラメータ (FPRIMEL) を設定する。



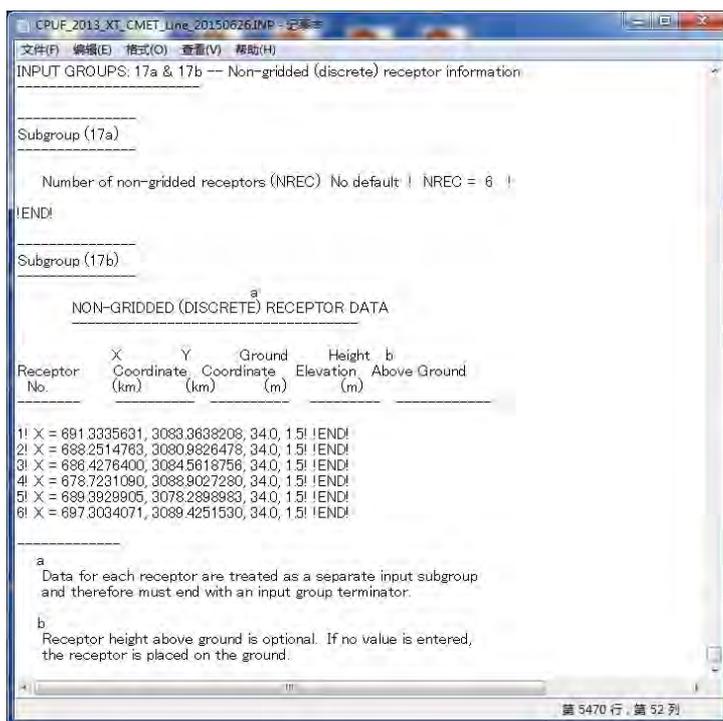
- 3) 15b において、発生源毎に発生源名称 (SRCNAM)、始点 XY 座標、終点 XY 座標、排出高さ、標高、物質別排出量 (X) を設定する。



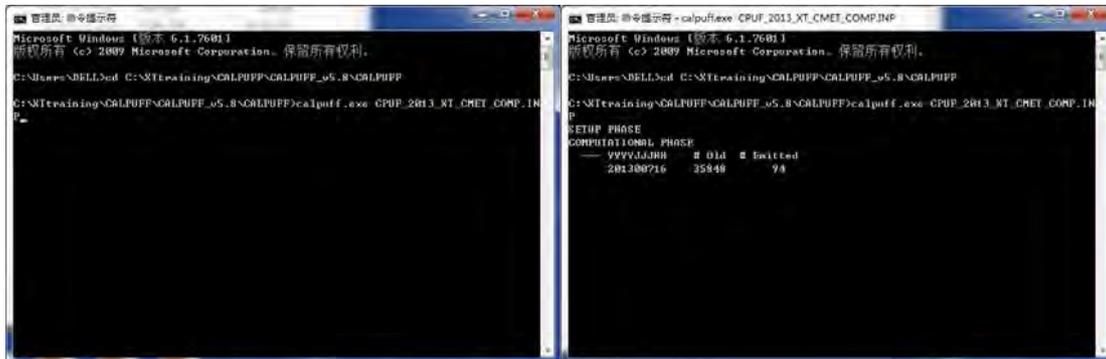
- 4) 15cにおいて、発生源毎に発生源名称(SRCNAM)、排出パターンの形式(IVARY)、排出物質別の排出パターンを設定する。IVARYは、時刻別「1」、月別「2」、季節別時間帯別「3」等の設定が可能である。設定しない場合は、排出パターンを一定とみなす。



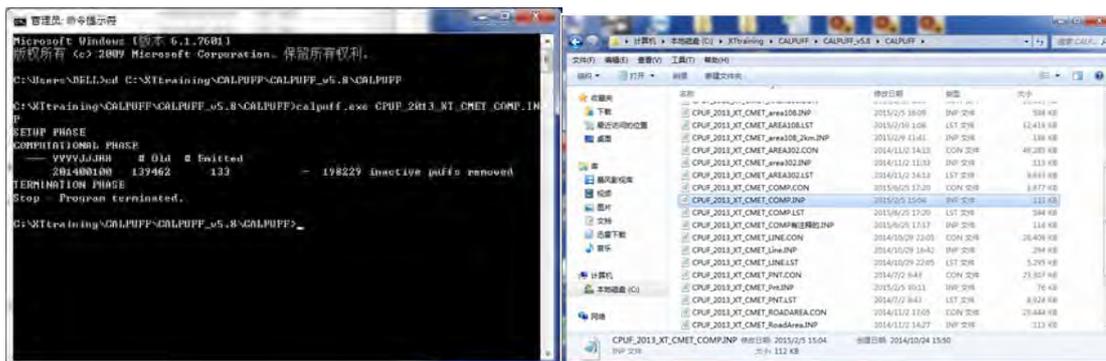
- (15) 必要に応じて、グリッド以外(例: 大気環境測定局)での濃度計算点の個数(NREC)、各濃度計算点のX座標、Y座標、標高、測定高さ(X)を設定する。



- (16) コマンドプロンプトの画面で CALPUFF のフォルダに移動し、  
calpuff.exe <入力ファイル名>.INP  
と入力して、Enter を押す（ここでは CPUF\_2013\_XT\_CMET\_COMP.INP）。  
計算が開始されると、計算実施経過を確認することができる。



- (17) 「TERMINATION PHASE」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。  
このケースでは、「cpuf\_2013\_xt\_cmet\_comp.con」である。



## 3.2 計算結果の出力

### 3.2.1 概要

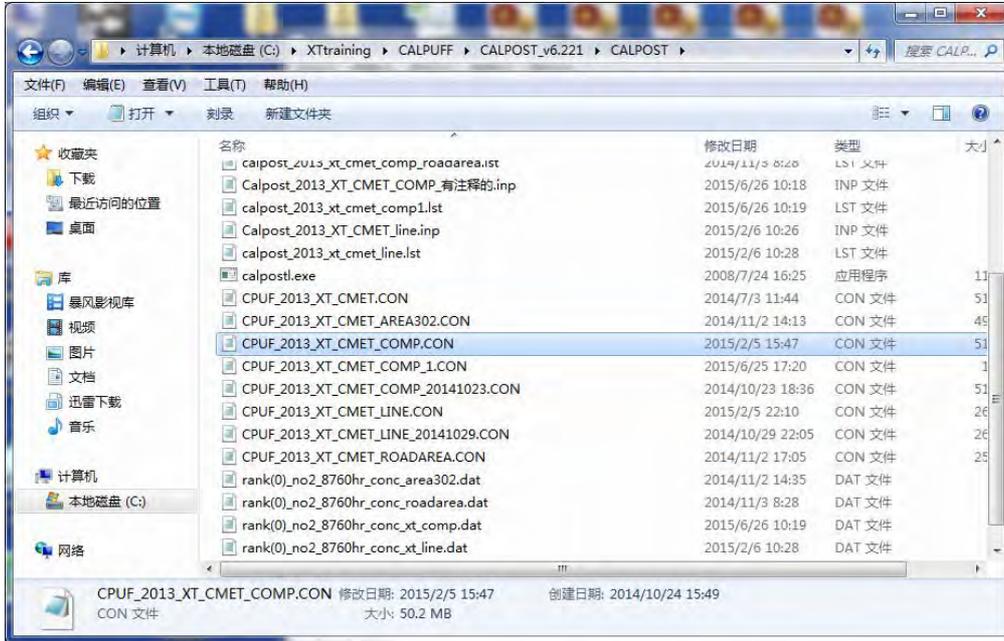
CALPUFF の計算結果はデータが圧縮されているため、メモ帳等のテキストエディタでは開くことが出来ない。そこで、CALPOST プロセッサを使って圧縮されたデータからグリッド別或いは指定地点毎の計算濃度を抽出する。

CALPOST では、入力ファイルと出力ファイル、計算期間、出力対象物質、出力範囲、計算結果を平均する期間（1時間平均、日平均、年平均など）を設定する。

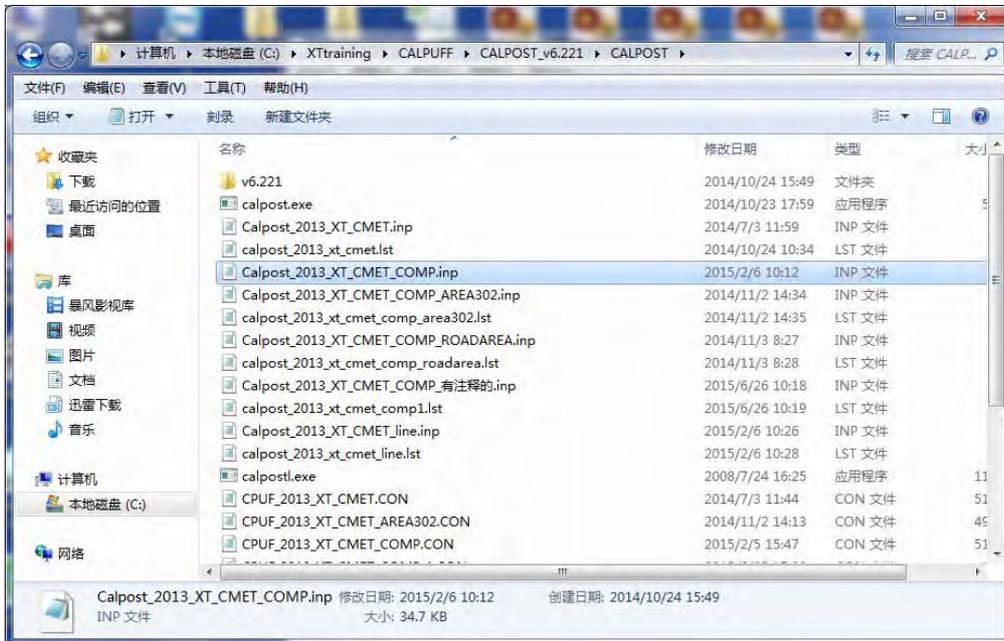
NOx で CALPUFF の計算を実施しているが、環境基準は NO2 である。そこで、NOx から NO2 に変換する式を設定する。CALPOST での変換式は  $[NO_2]=a [NO_x]$  であり、a の値は「环境影响评价技术守则 大气环境」（HJ2.2-2008）で 0.75 と指定されている。

### 3.2.2 実施方法

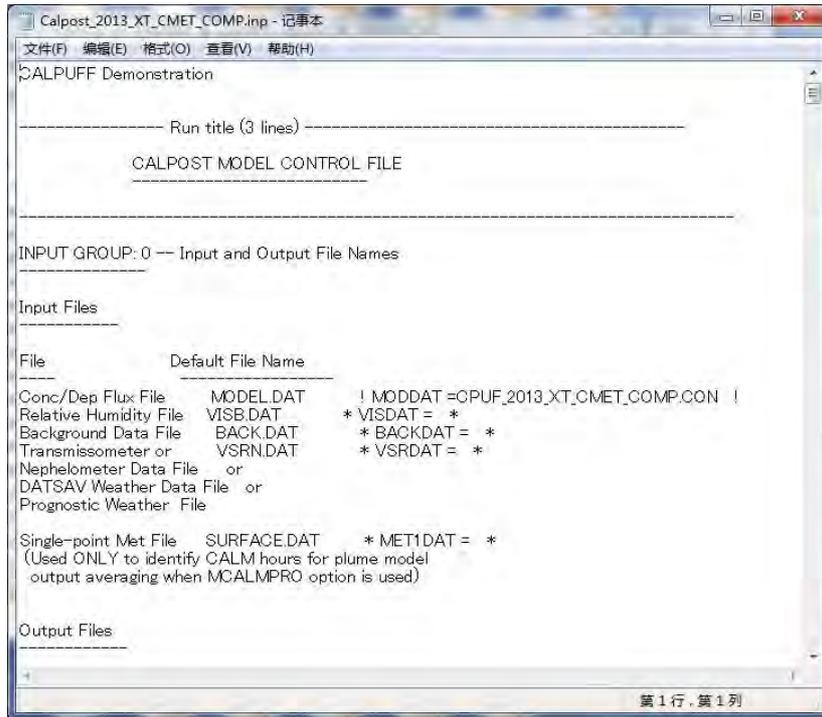
- (1) CALPUFF フォルダ内の計算結果ファイルを CALPOST フォルダにコピーする。



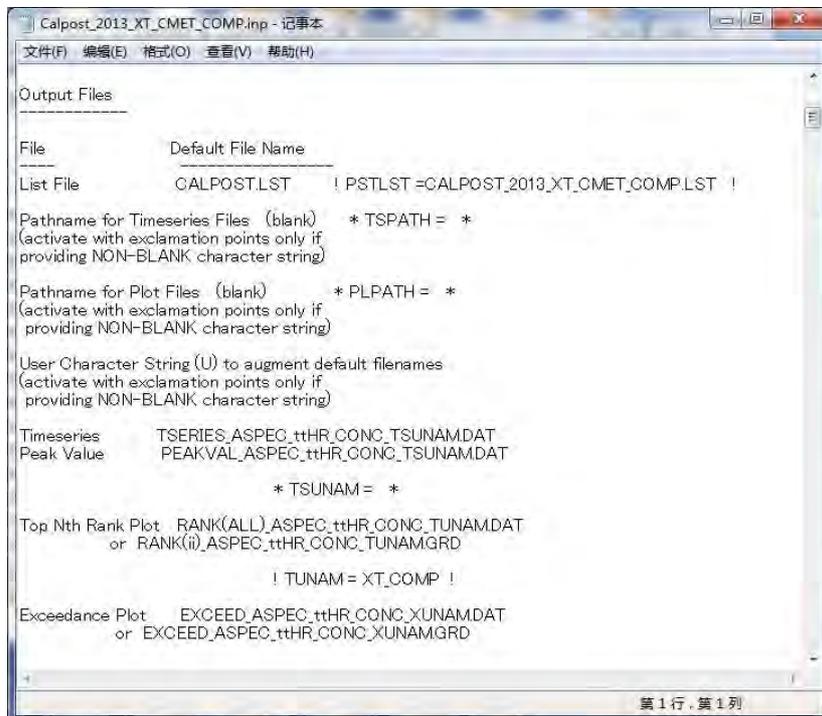
- (2) CALPOST フォルダ内の INP ファイルを開く。



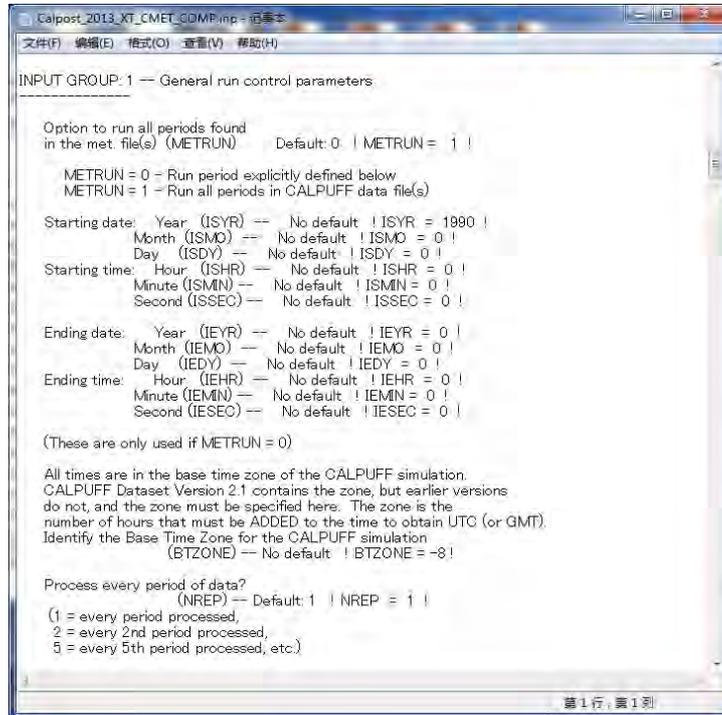
(3) CALPUFF で計算した結果ファイルを入力ファイル (MODDAT) として設定する。



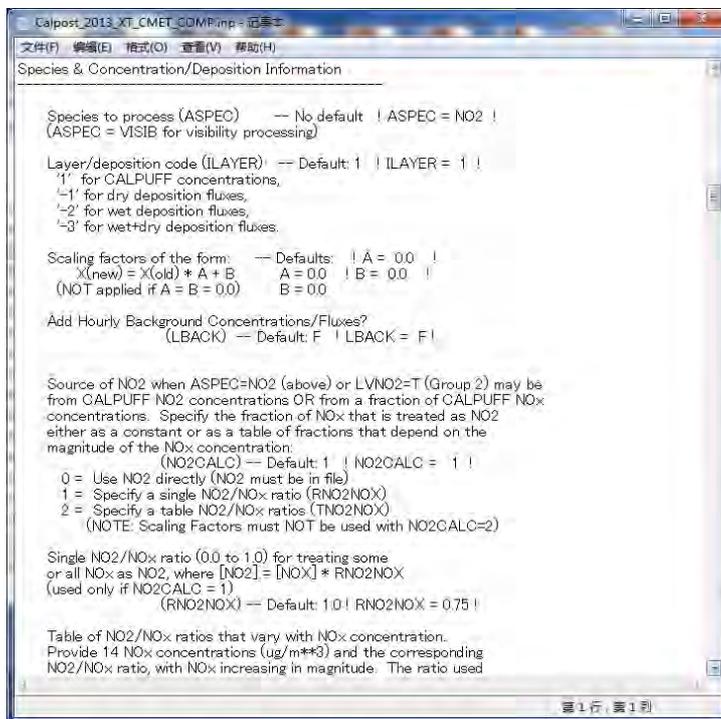
(4) 出力リストファイル名 (PSTLST)、出力ファイル名の一部 (TUNAM) を設定する。



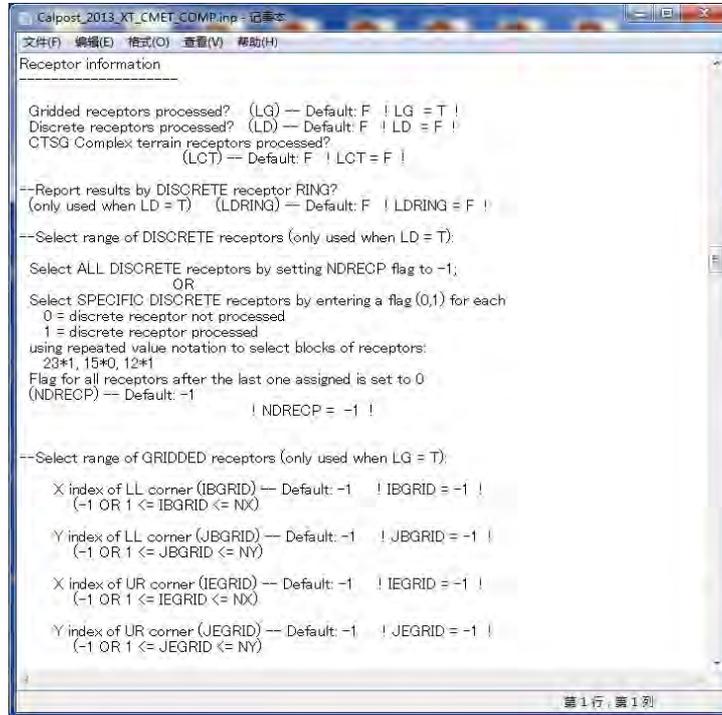
- (5) 集計対象期間を設定する (METRUN)。「0」を設定した場合、計算開始及び計算終了日時を設定しなければならない (ISYR、ISMO、ISDY、ISHR、ISMIN、ISSEC、IEYR、IEMO、IEDY、IEHR、IEMIN、IESEC)。「1」を設定した場合、CALPUFFで計算した期間が計算対象期間となる。また、タイムゾーン (BTZONE) を設定する。



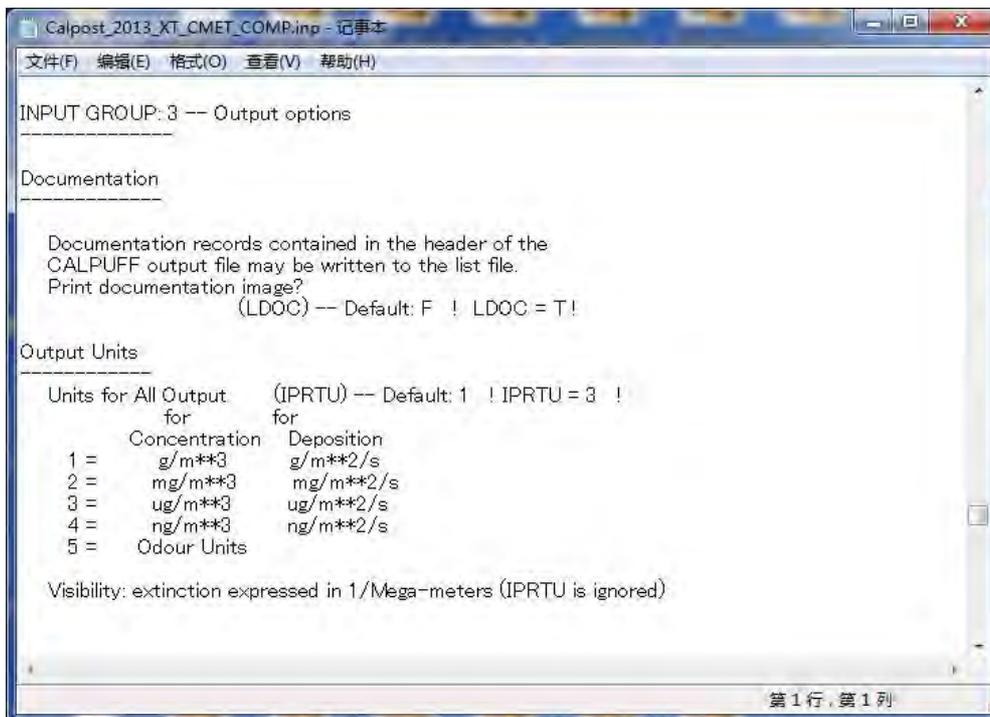
- (6) 集計対象物質 (ASPEC) を設定する。集計対象物質として NO<sub>2</sub> を設定した場合、NO<sub>x</sub> から変換するための係数 (RNO2NOX) を設定する。中国の環境影響評価指標では、RNO2NOX=0.75 である。



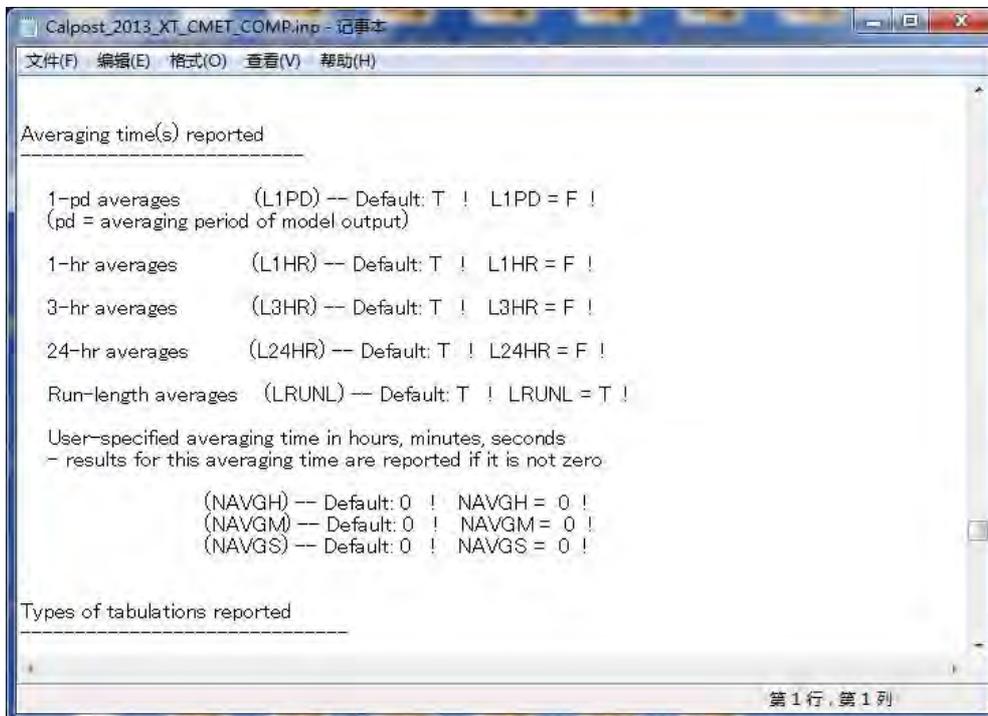
- (7) 計算結果の出力対象を設定する。グリッドでの計算結果を出力する場合、LG=T とし、計算結果の出力対象範囲をグリッド番号で設定する (IBGRID、JBGRID、IEGRID、JEGRID)。一方、測定局等 CALPUFF で指定した地点での濃度を出力する場合、LD=T とする。



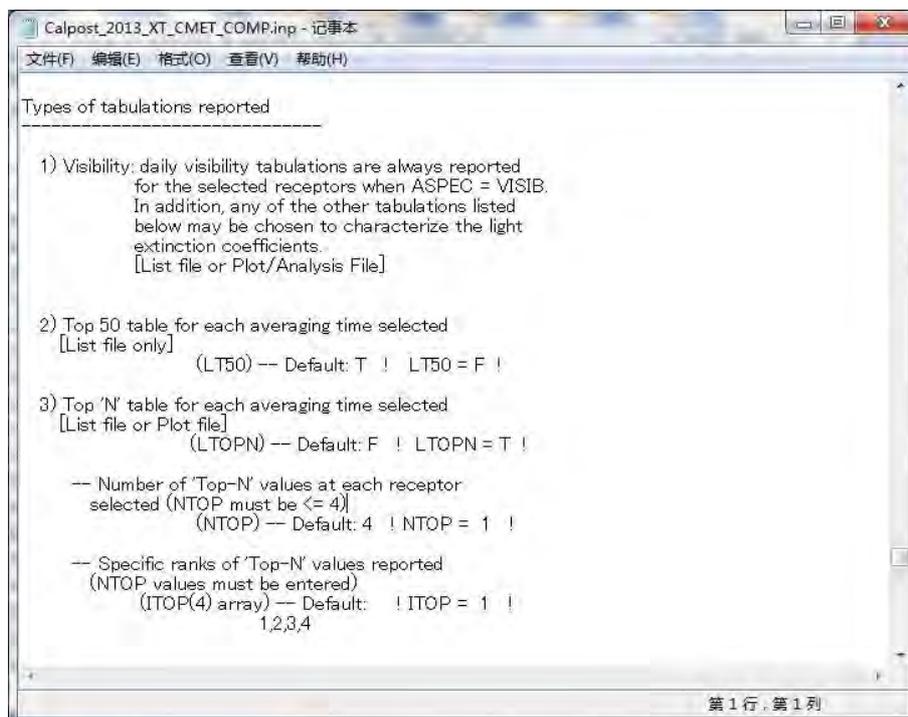
- (8) 出力濃度の単位 (IPRTU) を指定する。



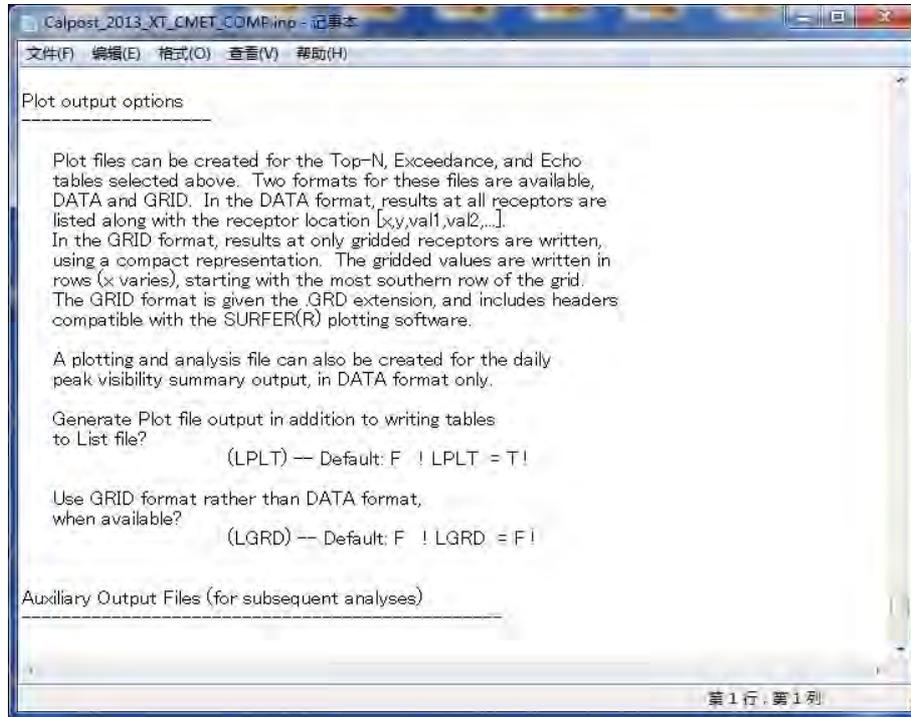
- (9) 1 時間平均 (L1HR)、3 時間平均 (L3HR)、24 時間平均 (L24HR)、計算対象期間すべての平均 (LRUNL) を計算するフラグを設定する。選択する平均対象期間のみ「T」とし、その他は「F」とする。



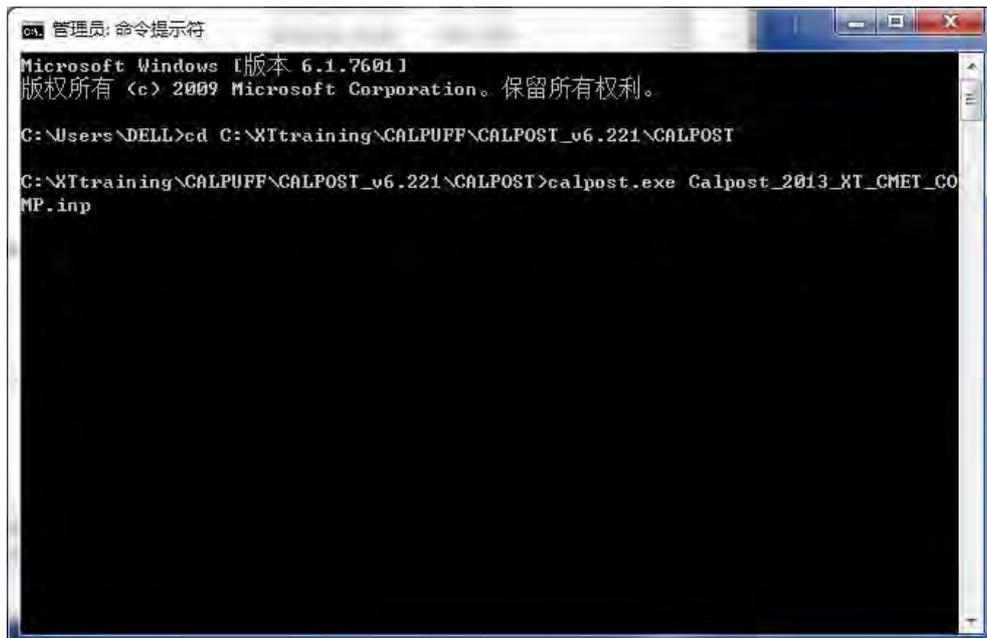
- (10) 各地点の平均濃度のうち、上から第 N 位までの濃度を出力する設定をする。



- (11) 出力ファイルの表示形式を設定する。リスト形式 (LPLT) 或いはグリッド形式 (LGRD) いずれかを「T」に設定する。

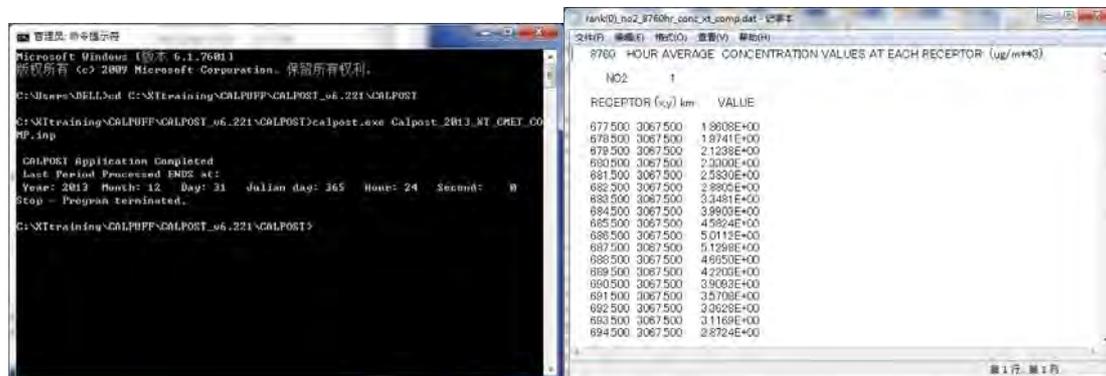


- (12) コマンドプロンプトの画面で CALPOST のフォルダに移動し、  
calpost.exe <入力ファイル名>.INP  
と入力して、Enter を押す (ここでは CPUF\_2013\_XT\_CMET\_COMP.INP)。



(13) 「Stop – Program terminated」のメッセージが出てきて計算が終了したら、出力ファイルが作成されているかどうか確認する。

このケースでは、「rank(0)\_no2\_8760hr\_conc\_xt\_comp.dat」である。



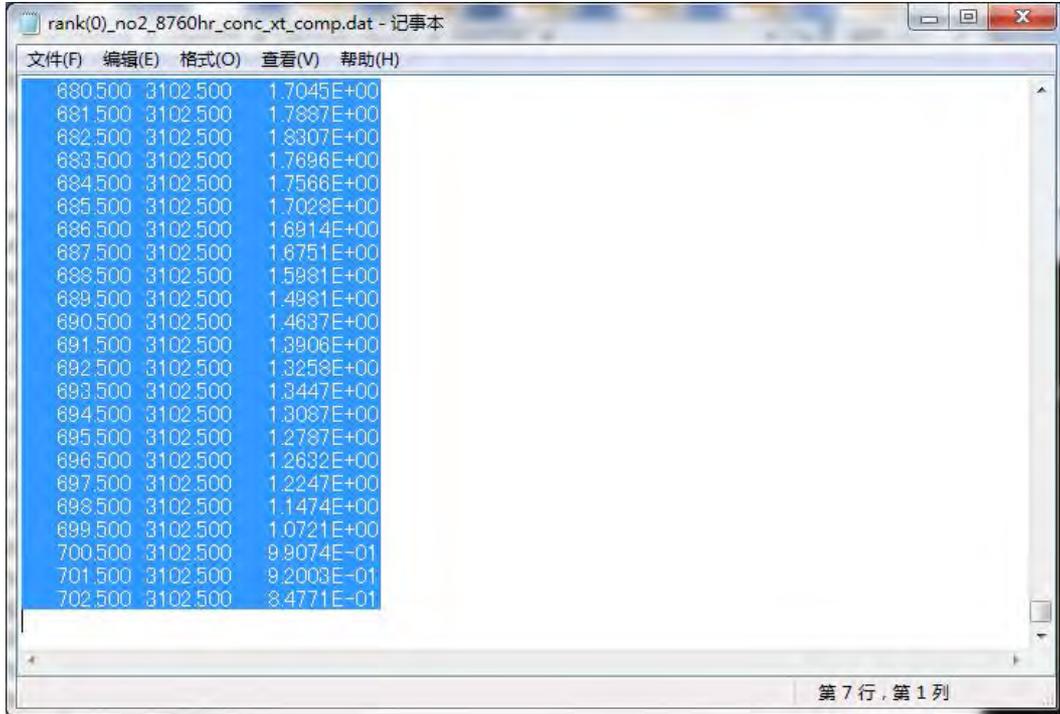
### 3.3 計算結果の集計

#### 3.3.1 概要

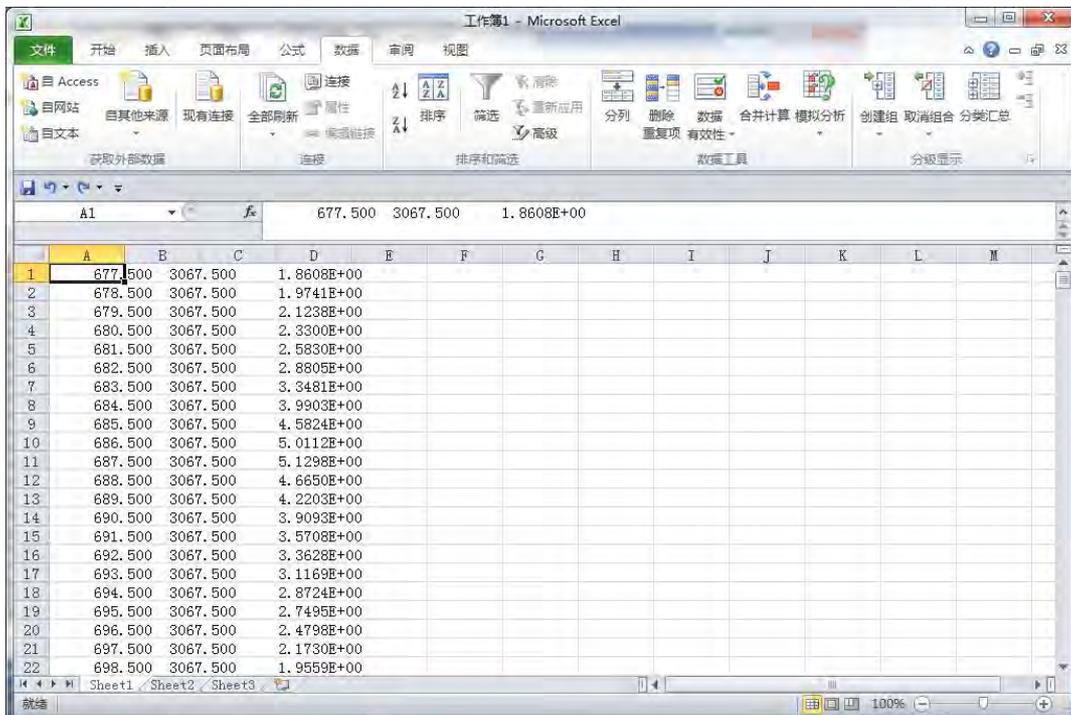
3.2 で出力した発生源種類ごとに計算した結果を以下のような表にまとめ、グリッド別の合計濃度を計算する。この集計には、Excel 或いは Access を用いる。この集計結果は、モデルの精度確認、濃度分布図等の作成、及び排出削減計画の評価に使用される。

### 3.3.2 実施方法

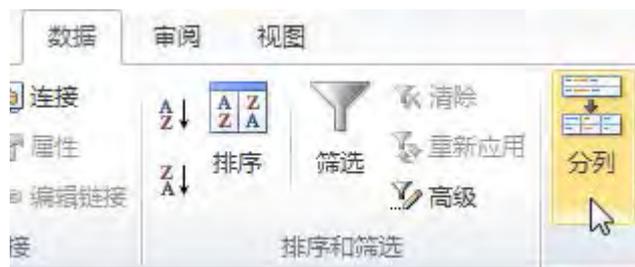
- (1) CALPOST で出力したグリッド別濃度計算結果のファイルを開き、該当範囲をコピーする。



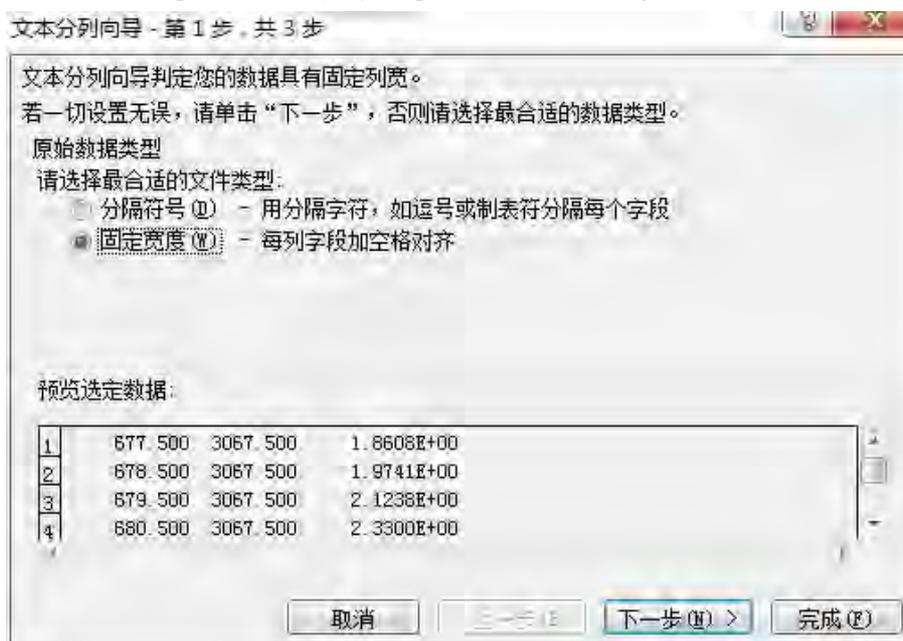
- (2) Excel ファイルを開き、コピーしたデータを貼り付ける



- (3) 貼り付けた行を選択し、[データ]-[区切り位置]をクリックする。



- (4) [元のデータの形式]で、「スペースによって右または左に揃えられた固定長フィールドのデータ」を選択し、「次へ」をクリックする。



- (5) データのプレビューを確認し、黒矢印の線が数値をまたいでいないかを確認する。またいでいた場合、矢印をドラッグしながら移動し調整する。調整ができれば「次へ」をクリックする。



- (6) 完了をクリックする。



(7) 区切り位置に合わせてそれぞれの列にデータが分割される。

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	677.5	3067.5	1.86E+00										
2	678.5	3067.5	1.97E+00										
3	679.5	3067.5	2.12E+00										
4	680.5	3067.5	2.33E+00										
5	681.5	3067.5	2.58E+00										
6	682.5	3067.5	2.88E+00										
7	683.5	3067.5	3.35E+00										
8	684.5	3067.5	3.99E+00										
9	685.5	3067.5	4.58E+00										
10	686.5	3067.5	5.01E+00										
11	687.5	3067.5	5.13E+00										
12	688.5	3067.5	4.67E+00										
13	689.5	3067.5	4.22E+00										
14	690.5	3067.5	3.91E+00										
15	691.5	3067.5	3.57E+00										
16	692.5	3067.5	3.36E+00										
17	693.5	3067.5	3.12E+00										
18	694.5	3067.5	2.87E+00										
19	695.5	3067.5	2.75E+00										
20	696.5	3067.5	2.48E+00										
21	697.5	3067.5	2.17E+00										
22	698.5	3067.5	1.96E+00										

(8) 先頭行に 1 行挿入し、各列に列タイトルを付ける。

The screenshot shows the same Microsoft Excel spreadsheet as above, but with a new row inserted at the top. The new row contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	X	Y	Point										
2	677.5	3067.5	1.86E+00										
3	678.5	3067.5	1.97E+00										
4	679.5	3067.5	2.12E+00										
5	680.5	3067.5	2.33E+00										
6	681.5	3067.5	2.58E+00										
7	682.5	3067.5	2.88E+00										
8	683.5	3067.5	3.35E+00										
9	684.5	3067.5	3.99E+00										
10	685.5	3067.5	4.58E+00										
11	686.5	3067.5	5.01E+00										
12	687.5	3067.5	5.13E+00										
13	688.5	3067.5	4.67E+00										
14	689.5	3067.5	4.22E+00										
15	690.5	3067.5	3.91E+00										
16	691.5	3067.5	3.57E+00										
17	692.5	3067.5	3.36E+00										
18	693.5	3067.5	3.12E+00										
19	694.5	3067.5	2.87E+00										
20	695.5	3067.5	2.75E+00										
21	696.5	3067.5	2.48E+00										
22	697.5	3067.5	2.17E+00										

- (9) 他の発生源も同様に計算結果を Excel に貼り付け、いちばん右の列にグリッド別合計排出量を計算する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	X	Y	Point	表108	表302	MajorRoad	MinorRoad	Total					
2		677.5	3067.5	1.86E+00	4.97E-01	3.82E-01	4.13E+00	4.59E+00	1.15E+01				
3		678.5	3067.5	1.97E+00	5.33E-01	4.01E-01	4.47E+00	4.82E+00	1.22E+01				
4		679.5	3067.5	2.12E+00	5.74E-01	4.21E-01	4.72E+00	5.08E+00	1.29E+01				
5		680.5	3067.5	2.33E+00	6.20E-01	4.45E-01	4.94E+00	5.40E+00	1.37E+01				
6		681.5	3067.5	2.58E+00	6.72E-01	4.65E-01	5.19E+00	5.65E+00	1.46E+01				
7		682.5	3067.5	2.88E+00	7.28E-01	4.76E-01	5.56E+00	5.82E+00	1.55E+01				
8		683.5	3067.5	3.35E+00	7.90E-01	4.83E-01	5.95E+00	5.92E+00	1.65E+01				
9		684.5	3067.5	3.99E+00	8.53E-01	4.64E-01	6.26E+00	5.73E+00	1.73E+01				
10		685.5	3067.5	4.58E+00	9.28E-01	4.60E-01	6.60E+00	5.71E+00	1.83E+01				
11		686.5	3067.5	5.01E+00	1.00E+00	4.37E-01	7.10E+00	5.47E+00	1.90E+01				
12		687.5	3067.5	5.13E+00	1.09E+00	4.35E-01	7.58E+00	5.51E+00	1.97E+01				
13		688.5	3067.5	4.67E+00	1.18E+00	4.39E-01	7.93E+00	5.61E+00	1.98E+01				
14		689.5	3067.5	4.22E+00	1.26E+00	4.47E-01	8.32E+00	5.78E+00	2.00E+01				
15		690.5	3067.5	3.91E+00	1.33E+00	4.62E-01	8.87E+00	6.02E+00	2.06E+01				
16		691.5	3067.5	3.57E+00	1.39E+00	4.87E-01	9.70E+00	6.38E+00	2.15E+01				
17		692.5	3067.5	3.36E+00	1.44E+00	5.48E-01	1.40E+01	7.19E+00	2.65E+01				
18		693.5	3067.5	3.12E+00	1.46E+00	5.67E-01	1.01E+01	7.45E+00	2.27E+01				
19		694.5	3067.5	2.87E+00	1.46E+00	5.64E-01	9.92E+00	7.43E+00	2.22E+01				
20		695.5	3067.5	2.75E+00	1.44E+00	5.55E-01	9.90E+00	7.32E+00	2.20E+01				
21		696.5	3067.5	2.48E+00	1.40E+00	5.34E-01	9.87E+00	7.07E+00	2.13E+01				
22		697.5	3067.5	2.17E+00	1.34E+00	5.09E-01	1.00E+01	6.75E+00	2.08E+01				

- (10) 1 列目に 3 列挿入し、左から IXIY、Column、Row と列タイトルを付ける。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	IXIY	Column	Row	X	Y	Point	表108	表302	MajorRoad	MinorRoad	Total		
2				677.5	3067.5	1.86E+00	4.97E-01	3.82E-01	4.13E+00	4.59E+00	1.15E+01		
3				678.5	3067.5	1.97E+00	5.33E-01	4.01E-01	4.47E+00	4.82E+00	1.22E+01		
4				679.5	3067.5	2.12E+00	5.74E-01	4.21E-01	4.72E+00	5.08E+00	1.29E+01		
5				680.5	3067.5	2.33E+00	6.20E-01	4.45E-01	4.94E+00	5.40E+00	1.37E+01		
6				681.5	3067.5	2.58E+00	6.72E-01	4.65E-01	5.19E+00	5.65E+00	1.46E+01		
7				682.5	3067.5	2.88E+00	7.28E-01	4.76E-01	5.56E+00	5.82E+00	1.55E+01		
8				683.5	3067.5	3.35E+00	7.90E-01	4.83E-01	5.95E+00	5.92E+00	1.65E+01		
9				684.5	3067.5	3.99E+00	8.53E-01	4.64E-01	6.26E+00	5.73E+00	1.73E+01		
10				685.5	3067.5	4.58E+00	9.28E-01	4.60E-01	6.60E+00	5.71E+00	1.83E+01		
11				686.5	3067.5	5.01E+00	1.00E+00	4.37E-01	7.10E+00	5.47E+00	1.90E+01		
12				687.5	3067.5	5.13E+00	1.09E+00	4.35E-01	7.58E+00	5.51E+00	1.97E+01		
13				688.5	3067.5	4.67E+00	1.18E+00	4.39E-01	7.93E+00	5.61E+00	1.98E+01		
14				689.5	3067.5	4.22E+00	1.26E+00	4.47E-01	8.32E+00	5.78E+00	2.00E+01		
15				690.5	3067.5	3.91E+00	1.33E+00	4.62E-01	8.87E+00	6.02E+00	2.06E+01		
16				691.5	3067.5	3.57E+00	1.39E+00	4.87E-01	9.70E+00	6.38E+00	2.15E+01		
17				692.5	3067.5	3.36E+00	1.44E+00	5.48E-01	1.40E+01	7.19E+00	2.65E+01		
18				693.5	3067.5	3.12E+00	1.46E+00	5.67E-01	1.01E+01	7.45E+00	2.27E+01		
19				694.5	3067.5	2.87E+00	1.46E+00	5.64E-01	9.92E+00	7.43E+00	2.22E+01		
20				695.5	3067.5	2.75E+00	1.44E+00	5.55E-01	9.90E+00	7.32E+00	2.20E+01		
21				696.5	3067.5	2.48E+00	1.40E+00	5.34E-01	9.87E+00	7.07E+00	2.13E+01		
22				697.5	3067.5	2.17E+00	1.34E+00	5.09E-01	1.00E+01	6.75E+00	2.08E+01		

(11) 追加した列を計算する。IXIY=Column\*1000+Row、Column=X 座標-左下基準 X 座標+0.5、Row=Y 座標-左下基準 Y 座標+0.5。

この表を使って発生源別寄与濃度断面図を作成したり、表を Access にインポートして濃度分布図を作成したりする。

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data table:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	IXIY	Column	Row	X	Y	Point	表108	表302	MajorRoad	MinorRoad	Total		
2	88058	88	58	677.5	3067.5	1.86E+00	4.97E-01	3.82E-01	4.13E+00	4.59E+00	1.15E+01		
3	89058	89	58	678.5	3067.5	1.97E+00	5.33E-01	4.01E-01	4.47E+00	4.82E+00	1.22E+01		
4	90058	90	58	679.5	3067.5	2.12E+00	5.74E-01	4.21E-01	4.72E+00	5.08E+00	1.29E+01		
5	91058	91	58	680.5	3067.5	2.33E+00	6.20E-01	4.45E-01	4.94E+00	5.40E+00	1.37E+01		
6	92058	92	58	681.5	3067.5	2.58E+00	6.72E-01	4.65E-01	5.19E+00	5.65E+00	1.46E+01		
7	93058	93	58	682.5	3067.5	2.88E+00	7.28E-01	4.76E-01	5.56E+00	5.82E+00	1.55E+01		
8	94058	94	58	683.5	3067.5	3.35E+00	7.90E-01	4.83E-01	5.95E+00	5.92E+00	1.65E+01		
9	95058	95	58	684.5	3067.5	3.99E+00	8.53E-01	4.64E-01	6.26E+00	5.73E+00	1.73E+01		
10	96058	96	58	685.5	3067.5	4.58E+00	9.28E-01	4.60E-01	6.60E+00	5.71E+00	1.83E+01		
11	97058	97	58	686.5	3067.5	5.01E+00	1.00E+00	4.37E-01	7.10E+00	5.47E+00	1.90E+01		
12	98058	98	58	687.5	3067.5	5.13E+00	1.09E+00	4.35E-01	7.58E+00	5.51E+00	1.97E+01		
13	99058	99	58	688.5	3067.5	4.67E+00	1.18E+00	4.39E-01	7.93E+00	5.61E+00	1.98E+01		
14	100058	100	58	689.5	3067.5	4.22E+00	1.26E+00	4.47E-01	8.32E+00	5.78E+00	2.00E+01		
15	101058	101	58	690.5	3067.5	3.91E+00	1.33E+00	4.62E-01	8.87E+00	6.02E+00	2.06E+01		
16	102058	102	58	691.5	3067.5	3.57E+00	1.39E+00	4.87E-01	9.70E+00	6.38E+00	2.15E+01		
17	103058	103	58	692.5	3067.5	3.36E+00	1.44E+00	5.48E-01	1.40E+01	7.19E+00	2.65E+01		
18	104058	104	58	693.5	3067.5	3.12E+00	1.46E+00	5.67E-01	1.01E+01	7.45E+00	2.27E+01		
19	105058	105	58	694.5	3067.5	2.87E+00	1.46E+00	5.64E-01	9.92E+00	7.43E+00	2.22E+01		
20	106058	106	58	695.5	3067.5	2.75E+00	1.44E+00	5.55E-01	9.90E+00	7.32E+00	2.20E+01		
21	107058	107	58	696.5	3067.5	2.48E+00	1.40E+00	5.34E-01	9.87E+00	7.07E+00	2.13E+01		
22	108058	108	58	697.5	3067.5	2.17E+00	1.34E+00	5.09E-01	1.00E+01	6.75E+00	2.08E+01		