

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-292041

(P2005-292041A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int. Cl.⁷

G01W 1/00

G06F 19/00

F I

G01W 1/00

G06F 19/00

テーマコード (参考)

A

100

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-110190 (P2004-110190)

(22) 出願日 平成16年4月2日(2004. 4. 2)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦

(74) 代理人 100091351

弁理士 河野 哲

(74) 代理人 100080285

弁理士 小出 俊實

(74) 代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74) 代理人 100087963

弁理士 石川 義雄

最終頁に続く

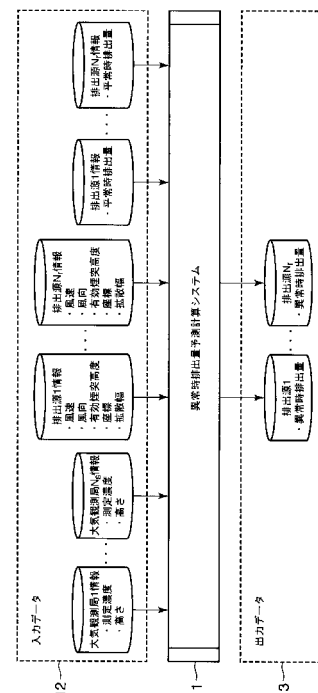
(54) 【発明の名称】 化学物質排出量予測計算システムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、大気中の化学物質測定濃度が異常高濃度を示した場合、大気中の化学物質が放出される排出源からの化学物質排出量の予測計算を行い、大気中化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定する化学物質排出量予測計算システムを提供することにある。

【解決手段】本発明は、大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される平常時排出量を入力する入力部と、大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示した期間に排出源から放出された化学物質の異常時排出量を出力する出力部とを具備し、排出源の（平常時排出量－異常時排出量）の2乗の和が最小となる解を求めることにより、大気中の化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定することを特徴とするものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気観測局においてある期間に測定された大気中の化学物質濃度が定められた基準値以上の異常高濃度を示した場合の化学物質排出量予測計算システムであって、

大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、排出源の風速、風向と、

大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される平常時排出量を入力する入力手段と、

大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示した期間に排出源から放出された化学物質の異常時排出量を出力する出力手段とを具備し、

10

排出源の（平常時排出量－異常時排出量）の 2 乗の和が最小となる解を求めることにより、大気中の化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定することを特徴とする化学物質排出量予測計算システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の化学物質排出量予測計算システムにおいて、

入力する化学物質の平常時排出量データとして、

法律・規制により届出された化学物質の排出源の平均排出量データを用いることを特徴とする化学物質排出量予測計算システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の化学物質排出量予測計算システムにおいて、

20

入力する化学物質の平常時排出量データとして、

排出源の化学物質排出量の実測値に統計処理を施して得られた平均排出量データを用いることを特徴とする化学物質排出量予測計算システム。

【請求項 4】

大気観測局においてある期間に測定された大気中の化学物質濃度が定められた基準値以上の異常高濃度を示した場合の化学物質排出量予測計算方法であって、

大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、排出源の風速、風向と、

大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される平常時排出量を入力とし、

30

大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示した期間に排出源から放出された化学物質の異常時排出量を出力し、

排出源の（平常時排出量－異常時排出量）の 2 乗の和が最小となる解を求めることにより、大気中の化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定することを特徴とする化学物質排出量予測計算方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載の化学物質排出量予測計算方法において、

入力する化学物質の平常時排出量データとして、

法律・規制により届出された化学物質の排出源の平均排出量データを用いることを特徴とする化学物質排出量予測計算方法。

40

【請求項 6】

請求項 4 記載の化学物質排出量予測計算方法において、

入力する化学物質の平常時排出量データとして、

排出源の化学物質排出量の実測値に統計処理を施して得られた平均排出量データを用いることを特徴とする化学物質排出量予測計算方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大気観測局においてある期間に測定された大気中の化学物質濃度が定められた基準値以上の異常高濃度を示した場合の化学物質排出量予測計算システムおよび方法に

50

関し、例えば大気シミュレーション、大気中の化学物質濃度計算、環境リスクアセスメント、市民の健康管理の分野で応用されるものである。

【背景技術】

【0002】

大気観測局において法律で定められた基準値より高濃度（異常高濃度）の化学物質が検出された場合、排出源の排出量を予測計算する手段は従来技術では存在しない。現状では、原因となる排出源を特定するために、すべての排出源から放出される化学物質の排出量を調査するか、過去の経験をもとに、原因となる排出源を特定する方法を用いてきた。

【0003】

図5は従来の大気中の化学物質濃度が異常高濃度の場合に行われてきた排出源を特定する手順を示すフローチャートである。 10

【0004】

すなわち、すべての処理はステップM00よりスタートする。ステップM00の起動時刻は一定時間毎でも任意の時刻でもなんでもよい。ステップM01以降の処理は、全ての大気観測局の大気中の化学物質濃度を調べる処理である。ステップM01において観測点の指標となる変数 n_{rM} に1を代入する。ステップM02において変数 n_{rM} が大気観測局数 N_r 以下であるか否かを判断する。大気観測局数 N_r 以下であれば処理をステップM03に移す。大気観測局数 N_r 以下でなければ全ての観測局の調査が完了したので、処理をステップM10へ移し、メインルーチンを終了する。ステップM03において大気観測局数 N_{rM} での測定濃度 $C_r(n_{rM})$ が基準値 C_t より大か否かを判断する。大であれば大気中の化学物質濃度が異常高濃度であるのでステップM04においてアラームを出し、ステップM05に移す。大でなければ大気中の化学物質濃度が正常値なので処理をステップM06へ移す。ステップM05では排出源を人手により調査し特定する。排出源の調査が終了したら処理をステップM06へ移す。ステップM06では大気観測局数 n_{rM} を1増加させる。 20

【0005】

このため、排出源の特定に大量の時間を要し、場合によっては、特定できない場合が生じており、大気中への化学物質の排出濃度削減の迅速な指導・命令の実現に支障をきたしてきた。

【0006】

大気観測局における大気中の化学物質の測定濃度より、その化学物質の排出源からの排出量を予測計算することは、従来は実現できなかった。 30

【0007】

図6は従来システムの入出力関係を示す構成説明図である。従来技術では、大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、前記時刻における排出源の風速、風向のみを入力とした。

【0008】

これらの入力値を用いて、大気中に化学物質を放出する排出源からの化学物質からの排出量と大気中の化学物質濃度の関係を近似式により表し連立方程式を作ると、変数である排出量の数よりも連立方程式の数が少ないという問題が生じる。化学物質の大気中濃度の観測点数 N_r が、化学物質の排出源数 N_s よりも少ない（ $N_r < N_s$ ）からである。以下に例を挙げて説明する。 40

【0009】

排出源からの排出量と観測点における化学物質の濃度値は、下記のようなパフモデル（線形の近似式）で表現される。

【数 1】

$$C_r(n_r) = \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s) \quad (\text{式 1})$$

【0 0 1 0】

ここで、 $Q_s(n_s)$ は排出源 n_s の排出濃度、 $\text{coeff}(n_s, n_r)$ は排出源 n_s の風速、風向、有効煙突高度、観測点との相対座標、拡散幅と大気観測局 n_r の高度にする定数である。現状では、地方公共団体に設置されている大気中の化学物質濃度の観測点数 N_r が、化学物質の排出源数 N_s よりも少ない ($N_r < N_s$)。制約式である連立方程式の数が N_r 、変数である化学物質濃度の数が N_s であるので、連立方程式の数が変数の数より少ない。

【0 0 1 1】

図 7 は従来の大気観測局の数が排出源の数より少ない場合の例を示す説明図である。すなわち、大気観測局の数 $N_r = 2$ が排出源の数 $N_s = 5$ より少なく、連立方程式の個数 (N_r) よりも、変数の個数 (N_s) が多いため、変数の値を決定することができない。

【0 0 1 2】

排出源からの排出量と観測点における化学物質の濃度値を (式 1) のような線形の近似式で表現せず、非線形の式で表現した場合には、大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、前記時刻における排出源の風速、風向のみを入力としている限りにおいては、さらに問題は複雑となり排出源から発生する化学物質濃度の解を求めることはできない。

【非特許文献 1】横山長之 編著 「大気環境シミュレーション」 株式会社 白亜書房
平成 4 年 9 月 25 日発行 p. 31 - 33

【非特許文献 2】今野浩 他著 「非線形計画法」 株式会社 日科技連出版社 1987 年 1 月 30 日発行 p. 1 - 7

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 3】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、排出濃度削減の迅速な指導・命令の実現のため、大気中の化学物質測定濃度が異常高濃度を示した場合、大気中の化学物質が放出される排出源からの化学物質排出量の予測計算を行い、大気中化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定する化学物質排出量予測計算システムおよび方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 4】

上記目的を達成するために本発明は、大気観測局においてある期間に測定された大気中の化学物質濃度が定められた基準値以上の異常高濃度を示した場合の化学物質排出量予測計算システムであって、大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、排出源の風速、風向と、大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される平常時排出量を入力する入力手段と、大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示した期間に排出源から放出された化学物質の異常時排出量を出力する出力手段とを具備し、排出源の (平常時排出量 - 異常時排出量) の 2 乗の和が最小となる解を求めることにより、大気中の化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定することを特徴とするものである。

【0 0 1 5】

また本発明は、前記化学物質排出量予測計算システムにおいて、入力する化学物質の平常時排出量データとして、法律・規制により届出された化学物質の排出源の平均排出量デ

ータを用いることを特徴とするものである。

【0016】

また本発明は、前記化学物質排出量予測計算システムにおいて、入力する化学物質の平常時排出量データとして、排出源の化学物質排出量の実測値に統計処理を施して得られた平均排出量データを用いることを特徴とするものである。

【0017】

また本発明は、大気観測局においてある期間に測定された大気中の化学物質濃度が定められた基準値以上の異常高濃度を示した場合の化学物質排出量予測計算方法であって、大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、排出源の風速、風向と、大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される平常時排出量を入力とし、大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示した期間に排出源から放出された化学物質の異常時排出量を出力し、排出源の（平常時排出量－異常時排出量）の2乗の和が最小となる解を求めることにより、大気中の化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定することを特徴とする。

10

【0018】

また本発明は、前記化学物質排出量予測計算方法において、入力する化学物質の平常時排出量データとして、法律・規制により届出された化学物質の排出源の平均排出量データを用いることを特徴とする。

【0019】

また本発明は、前記化学物質排出量予測計算方法において、入力する化学物質の平常時排出量データとして、排出源の化学物質排出量の実測値に統計処理を施して得られた平均排出量データを用いることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0020】

本発明の化学物質排出量予測計算システムおよび方法は、大気中の化学物質の平常時濃度を入力して、排出源からの排出濃度を予測計算することができ、排出源の特定にかかる時間を現状より削減できるため、排出濃度削減の迅速な指導・命令の実現が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下図面を参照して本発明の実施の形態例を詳細に説明する。

30

【0022】

図1は本発明の実施形態例に係る化学物質排出量予測計算システムを示す構成説明図である。すなわち、化学物質排出量予測計算システム11は、大気観測局においてある期間に測定された大気中の化学物質濃度が定められた基準値以上の異常高濃度を示した場合の化学物質排出量予測計算システムであって、大気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、排出源の風速、風向と、大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される平常時排出量を入力データ12として入力する入力部と、大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示した期間に排出源から放出された化学物質の異常時排出量を出力データ13として出力する出力部とを具備し、排出源の（平常時排出量－異常時排出量）の2乗の和が最小となる解を求めることにより、大気中の化学物質の異常高濃度の原因となる排出源を特定することを特徴とするものである。ここで、異常時排出量、平常時排出量とは、環境基準

40

【数2】

(<http://www.env.go.jp/kijun/taikil.html>)

【0023】

に定められる数値を境に、大気観測局の測定値が基準を満たしていないときが異常時、満

50

たしているときが平常時とする。

【0024】

前記入力データの化学物質の平常時排出量データとして、法律・規制により届出された化学物質の排出源の平均排出量データを用いることができる。また、前記入力データの化学物質の平常時排出量データとして、排出源の化学物質排出量の実測値に統計処理を施して得られた平均排出量データを用いることができる。

【0025】

大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間（平常時）に、排出源から放出される化学物質排出量に統計処理を施した平常時排出量を入力として用いることを特徴とする。これとともに従来用いてきた、気中の化学物質の測定濃度、大気観測局の位置座標、化学物質が大気中に放出される排出源の煙突高度と煙の拡散幅、排出源の位置座標、前記時刻における排出源の風速、風向を入力とし、排出源から放出される化学物質の異常時排出量を予測計算して出力する。 10

【0026】

本実施形態例では数学的最適化手法を用いて、全ての排出源における平常時排出量との差が最も小さい異常時排出量を求める。化学物質の平常時排出量としては、排出源についてのPRTデータ、地方公共団体に届出されている年間や月間の平均排出量、各排出源（工場）独自に測定した排出量をもとに統計的操作（平均計算）を施して求める。

【0027】

大気中の化学物質濃度の測定値より、排出源より放出される化学物質の排出量を求める問題は非線形問題に帰着する。まず一般的な非線形問題とは以下により定義される。 20

【0028】

一般的な非線形問題（nonlinear programming）：

$f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^1, g_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^1, i=1, \dots, m; h_j: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^1, j=1, \dots, l$ が与えられたとき、制約条件 $g_i(x) \leq 0, i=1, \dots, m; h_j(x)=0, j=1, \dots, l$ の下で $f(x)$ を最小化する問題。これを本文中では以下のように略記する。

【数3】

$$\text{minimize}\{f(x) \mid g_i(x) \leq 0, i=1, \dots, m; h_j(x)=0, j=1, \dots, l; x \in \mathbb{R}^n\} \quad (\text{問題1})$$

【0029】

上記において f を目的関数、 $g_i(x) \leq 0, i=1, \dots, m; h_j(x)=0, j=1, \dots, l$ を制約関数と呼ぶ。 30

【0030】

特に $m=0, 1>0$ の場合に問題1は以下のように書き表される。

【数4】

$$\text{minimize}\{f(x) \mid h_j(x)=0, j=1, \dots, l; x \in \mathbb{R}^n\} \quad (\text{問題1'})$$

【0031】

問題1'に対しては、古くからラグランジェの未定係数法（method of indeterminate coefficient）により解が得られることが知られている。いま適当な1個の変数、例えば $x_1, \dots, x_l$ を選んだとき、方程式 $h_j(x)=0, j=1, \dots, l$ が 40

$$x_t = \phi_t(x_{l+1}, \dots, x_n), t=1, \dots, l$$

のように解けるものと仮定すると、 $f(x_1, \dots, x_n)$ を $x_{l+1}, \dots, x_n$ のみの関数として表現できるから（問題1'）は $x_{l+1}, \dots, x_n$ の制約なし最適化問題に変換することが可能である。この考え方を精密化したものがラグランジェの未定係数法であり、小規模な問題に対しては、（問題1'）を解く方法として昔からよく用いられてきた。

【0032】

大気中の化学物質濃度の観測値を入力とし、全ての排出源における平常時排出量との差が最も小さい異常時排出量を計算する問題は（問題1'）に帰着することができる。はじめにラグランジェ法を用いた問題の解法について説明し、次にこれを用いたシステムについて説明する。 50

【0033】

まず、ラグランジェ法を用いた解法について説明する。制約関数について説明する。制約関数は以下のように表すことができる。

【数5】

$$C_r(n_r) = \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s) \quad (\text{式1})$$

【0034】

ここで $Q_s(n_s)$ は排出源 n_s の異常時排出量である。 n_r は観測点を表す指標であり、 $1 \leq n_r \leq N_r$ を満たす。 N_r は観測点の数を表す。制約関数は N_r 個存在する。

【0035】

$\text{coeff}(n_s, n_r)$ は、ブルームモデルを用いた場合に以下で表される。

【数6】

$$\begin{aligned} \text{coeff}(n_s, n_r) = & (1/2 \pi u_s(n_s) \sigma_{s_y}(n_s) \sigma_{s_z}(n_s)) \cdot \exp((-1/2)(Y_s(n_s) / \sigma_{s_y}(n_s))^2) \\ & \cdot (\exp((-1/2)((z_r(n_r) - h_{se}(n_s)) / \sigma_{s_z}(n_s))^2) \\ & + \exp((-1/2)((z_r(n_r) + h_{se}(n_s)) / \sigma_{s_z}(n_s))^2)) \end{aligned}$$

【0036】

ここで $u_s(n_s)$ は排出源 n_s の煙突高風速、 $\sigma_{s_y}(n_s)$ は排出源 n_s の y 軸方向の拡散幅、 $\sigma_{s_z}(n_s)$ は排出源 n_s の z 軸方向の拡散幅、 $Y_s(n_s)$ は排出源 n_s の Y 軸座標、 $h_{se}(n_s)$ は排出源 n_s の有効煙突高度、 $z_r(n_r)$ は観測点 n_r の高さを表す。

【0037】

次に目的関数について説明する。平常時排出量に最も近い値の排出量 $Q_s(n_s)$ を求めようとしているので、目的関数は以下で表すことができる。

【数7】

$$f(x) = \sum_{n_s=1}^{N_s} (Q_s(n_s) - Q_{s_aver}(n_s))^2 \quad (\text{式2})$$

【0038】

式は $Q_s(n_s)$ に関する自乗関数であるため、最小値をもつことは保証される。ここで、 $Q_{s_aver}(n_s)$ は平常時排出量を表す。

【0039】

大気中の化学物質濃度の観測値を入力とし、全ての排出源における平常時排出量との差が最も小さい異常時排出量を計算する問題は、(式2)の目的関数を(式1)の制約条件下で満足する解 $Q_s(n_s)$ を得ることである。問題を解決するためにラグランジェの未定係数法を用いる。

【0040】

ラグランジェの未定係数法について説明する。まずラグランジェ関数について説明する。ラグランジェ関数は以下になる。

【数8】

$$\begin{aligned} L(Q_s(1), \dots, Q_s(N_s), \lambda_1, \dots, \lambda_{N_r}) \\ = \sum_{n_s=1}^{N_s} (Q_s(n_s) - Q_{s_aver}(n_s))^2 - \sum_{n_r=1}^{N_r} (2 \lambda_{n_r} (C_r(n_r) - \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s))) \end{aligned} \quad (\text{式3})$$

【0041】

ここで、 $2\lambda n_r$ はラグランジェ未定乗数である。目的関数（式2）は先に述べたとおり最小値を持つことは保証されるので、ラグランジェ関数（式3）の $Q_s(n_s)$ 、 λn_r についての一階の偏微分関数をもとめ、これらの導関数がゼロに等しくなるように λn_r を設定すれば、そのときの $Q_s(n_s)$ は（式2）を最小にする。

【0042】

（式3）の $Q_s(n_s)$ についての一階の偏微分関数がゼロに等しいと置いた式は以下である。

【数9】

$$(\partial L / \partial Q_s(n_{sx})) = 2(Q_s(n_{sx}) - Q_{s_aver}(n_{sx})) + \sum_{n_r=1}^{N_r} (2\lambda n_r)(\text{coeff}(n_{sx}, n_r)) = 0 \quad (\text{式4})$$

【0043】

（式4）を解くと、異常時排出量は以下のように表すことができる。

【数10】

$$\text{For } \forall \{n_{sx} | 1 \leq n_{sx} \leq N_s\}$$

$$Q_{sx}(n_{sx}) = Q_{s_aver}(n_{sx}) - \sum_{n_r=1}^{N_r} (\lambda n_r)(\text{coeff}(n_{sx}, n_r)) \quad (\text{式5})$$

【0044】

（式3）の λn_r についての一階の偏微分関数がゼロに等しいと置いた式は以下である。

【数11】

$$(\partial L / \partial \lambda n_{rx}) = 2(C_r(n_{rx}) - \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_{rx}) Q_s(n_s)) = 0 \quad (\text{式6})$$

【0045】

（式6）を解くと、下記式を得ることができる。

【数12】

$$\text{For } \forall \{n_{rx} | 1 \leq n_{rx} \leq N_r\}$$

$$C_r(n_{rx}) = \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_{rx}) Q_s(n_s) \quad (\text{式7})$$

【0046】

（式7）の異常時排出量の項 $Q_s(n_s)$ に（式4）を代入すると、下記式が得られる。

【数13】

$$\text{For } \forall \{n_{rx} | 1 \leq n_{rx} \leq N_r\}$$

$$C_r(n_{rx}) = \sum_{n_{sx}=1}^{N_s} \text{coeff}(n_{sx}, n_{rx}) (Q_{s_aver}(n_{sx}) - \sum_{n_r=1}^{N_r} (\lambda n_r)(\text{coeff}(n_{sx}, n_r))) \quad (\text{式9})$$

【0047】

（式9）をすべての観測局における式に変換すると連立方程式（式10）になる。

10

20

30

40

50

【数 1 4】

For $\forall \{n_{rx} | 1 \leq n_{rx} \leq N_r\}$

$$-\sum_{n_{sx}=1}^{N_s} \text{coeff}(n_{sx}, n_{rx}) \sum_{n_r=1}^{N_r} (\lambda n_r) (\text{coeff}(n_{sx}, n_r)) = C_r(n_{rx}) - \sum_{n_{sx}=1}^{N_s} \text{coeff}(n_{sx}, n_{rx}) Q_{s_aver}(n_{sx}) \quad (\text{式 1 0})$$

【0 0 4 8】

(式 1 0) は変数 λn_r の個数が N_r 個、連立方程式の数が N_r 個であるから、変数 λn_r の値を決定することができる。(式 1 0) により決定した λn_r を (式 5) に代入すれば異常時排出量 $Q_s (n_s)$ を得ることができる。

10

【0 0 4 9】

次にシステムについて説明する。本実施形態例のシステムは、以下の 3 部により構成される。

【0 0 5 0】

(1) 観測点異常高濃度検出ルーチン (図 2)

(2) 排出量算出ルーチン (図 3)

(3) 制約なし最適化問題への帰着 (図 4)

(1) は大気観測局において、測定された大気中の化学物質濃度が基準値よりも高いか低いかを判断するルーチンである。基準値よりも高い化学物質濃度が観測された場合には (2) の排出量算出ルーチンへ処理を移行する。

20

【0 0 5 1】

図 2 はメインルーチンであり、すべての処理は M 0 0 0 よりスタートする。M 0 0 0 の起動時刻は一定時間毎でも任意の時刻でもよい。M 0 1 0 以降の処理は、全ての大気観測局の大気中の化学物質濃度を調べる処理である。M 0 1 0 において観測点の指標となる変数 n_{rM} に 1 を代入する。M 0 2 0 において n_{rM} が大気観測局数 N_{rM} 以下であるか否かを判断する。 N_{rM} 以下であれば処理を M 0 3 0 に移す。 N_{rM} 以下でなければ全ての観測局の調査が完了したので、処理を M 1 0 0 へ移し、メインルーチンを終了する。M 0 3 0 において大気観測局 n_{rM} での測定濃度 $C_r (n_{rM})$ が基準値 C_t より大か否かを判断する。測定濃度 $C_r (n_{rM})$ が基準値 C_t より大であれば大気中の化学物質濃度が異常高濃度処理を M 0 4 0 に移す。測定濃度 $C_r (n_{rM})$ が基準値 C_t より大でなければ大気中の化学物質濃度が正常値なので処理を M 0 5 0 へ移す。M 0 4 0 では排出源から放出される化学物質の異常時排出量を予測計算する。排出量が予測計算し終わったら処理を M 0 5 0 へ移す。M 0 5 0 では N_{rM} を 1 増加させる。

30

【0 0 5 2】

図 3 は異常時の排出量予測算出ルーチンである。図 3 中、 n_r は大気観測局の指標、 N_r は大気観測局の総数、 $C_r (n_r)$ は大気観測局 n_r での測定濃度、 $Z_r (n_r)$ は大気観測局の高さ、 n_s は排出源の指標、 N_s は排出源の総数、 $u_s (n_s)$ は排出源 n_s での煙突高風速、 $\phi_s (n_s)$ は排出源 n_s での排出源風向、 $u_r (n_r)$ は大気観測局 n_r での大気観測局風速、 $\phi_r (n_r)$ は大気観測局 n_r での大気観測局風向、 $N_r (n_r)$ は大気観測局 n_r での大気観測局数、 $Q_s (n_s)$ は排出源 n_s の異常時排出量、 $Q_{s_aver} (n_s)$ は排出源 n_s の平常時排出量、 $(X_s (n_s), Y_s (n_s))$ は排出源 n_s の座標、 $h_{se} (n_s)$ は排出源 n_s の有効煙突高度、 $u_s (n_s)$ は排出源 n_s の煙突高風速、 $(x_r (n_r), y_r (n_r))$ は大気観測局 n_r の座標、 $z_r (n_r)$ は大気観測局 n_r の高さ、 $\sigma_{sy} (n_s)$, $\sigma_{sz} (n_s)$ は排出源 n_s の拡散幅 ($X_s (n_s)$ の関数)、 $C_r (n_r)$ は大気観測局 n_r の濃度である。

40

【0 0 5 3】

メインルーチン M 0 4 0 より移行した処理は S A 0 0 0 よりスタートする。スタート後、処理は S A 0 1 0 へ移行する。S A 0 1 0 では変数 n_r に 1 を代入する。次に S A 0 2 0 へ処理を移す。S A 0 2 0 において n_r が大気観測局数 N_r 以下であるか否かを判断する。 N_r 以下であれば処理を S A 0 3 0 に移す。 N_r 以下でなければ全ての観測局の調査

50

が完了したので、処理をSA150へ移す。SA030において大気観測局の高さ z_r (n_r)を取得する。次に処理をSA040へ移す。SA040において変数 n_s に1を代入する。処理をSA050へ移す。SA050において n_s が大気中へ化学物質を放出する排出源の数 N_s 以下であるか否かを判断する。 N_s 以下であれば処理をSA060へ移す。 N_s 以下でなければ全ての発生源の調査が完了したので、処理をSA140へ移す。

【0054】

SA060において、大気観測局において前もって測定された大気中の化学物質濃度が異常高濃度を示さない期間に、排出源から放出される化学物質排出量に統計処理を施した平常時排出量 $Q_s \text{---aver}(n_s)$ を取得する。次にSA070で排出源 n_s の風速 u_s (n_s)を取得する。次にSA080で排出源 n_s の ϕ (n_s)を取得する。次にSA090で排出源 n_s の有効煙突高度 h_{se} (n_s)を取得する。次にSA100で排出源座標(X_s (n_s), Y_s (n_s))を取得する。次にSA110で排出源 n_s のy軸方向の拡散幅 σ_{sy} (n_s)、排出源 n_s のz軸方向の拡散幅 σ_{sz} (n_s)を取得する。次にSA210で $\text{coeff}(n_s, n_r)$ を計算する。 $\text{coeff}(n_s, n_r)$ は、プルームモデルを用いた場合に以下で表される。

10

【数15】

$$\begin{aligned} \text{coeff}(n_s, n_r) = & (1/2 \pi u_s(n_s) \sigma_{sy}(n_s) \sigma_{sz}(n_s)) \cdot \exp((-1/2)(Y_s(n_s) / \sigma_{sy}(n_s))^2) \\ & \cdot (\exp((-1/2)((z_r(n_r) - h_{se}(n_s)) / \sigma_{sz}(n_s))^2) \\ & + \exp((-1/2)((z_r(n_r) + h_{se}(n_s)) / \sigma_{sz}(n_s))^2)) \end{aligned}$$

20

【0055】

次にSA130で n_s を1インクリメントして、処理をSA150へ移す。SA150の判断でSA140へ処理が移った場合、 n_r を1インクリメントして、処理をSA020へ移す。

【0056】

SA020の判断でSA150へ処理が移った場合、SA150で変数 n_r に1を代入する。次にSA160へ処理を移す。SA160において n_r が大気観測局数 N_r 以下であるか否かを判断する。 N_r 以下であれば処理をSA170へ移す。 N_r 以下でなければ全ての観測局の調査が完了したので、処理をSA190へ移す。SA170において制約式を生成する。制約式は以下の式で表される。

30

【数16】

$$\begin{aligned} N_s \\ C_r(n_r) = \sum_{n_s=1} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s) \end{aligned} \quad (\text{式1})$$

【0057】

次にSA180において n_r を1インクリメントして、処理をSA160へ移す。SA160からSA190へ処理が移った場合に $N_s > N_r$ が成立するか否かを判断する。現状では地方公共団体に設置されている大気観測局の数の方が排出源の数よりも少ないのでSA190の条件式は成立し、SA200へ処理を移す。SA200においてラグランジェの未定係数法を利用する。この結果SA220において異常時排出量 Q_s (n_s)を決定することができる。SA190からSA210へのパスは処理手順を完璧にするために示したものである。SA190の条件式が成立しない手順をあえて示すが、現状の地方公共団体ではSA210へ処理が移ることはない。SA210の処理は $N_s < N_r$ の場合に、 N_r 個の連立一次方程式より N_s 個の変数の値を決定する問題なのでSA220への解法は周知である。SA220の後処理を終了し、メインルーチン図2のM040へ処理を移す。

40

【0058】

図4は制約なし最適化問題への帰着（ラグランジェの未定定数法）するルーチンである

50

。図 3 の異常時排出量予測計算システムの処理 S A 2 0 0 より処理は移行される。処理は S B 0 0 0 よりスタートする。

【 0 0 5 9 】

次に処理は S B 0 1 0 へ移り、目的関数が生成される。S B 0 1 0 で生成される目的関数は以下で表すことができる。

【数 1 7 】

$$f(x) = \sum_{n_s=1}^{N_s} (Q_s(n_s) - Q_{s_aver}(n_s))^2 \quad (式 2)$$

10

【 0 0 6 0 】

次に処理は S B 0 2 0 へ移りラグランジェ関数が生成される。S B 0 2 0 で生成されるラグランジェ関数は以下で表すことができる。

【数 1 8 】

$$L(Q_s(1), \dots, Q_s(N_s), \lambda_1, \dots, \lambda_{N_r}) \\ = \sum_{n_s=1}^{N_s} (Q_s(n_s) - Q_{s_aver}(n_s))^2 - \sum_{n_r=1}^{N_r} (2 \lambda_{n_r}) (C_r(n_r) - \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s))$$

20

【 0 0 6 1 】

次に S B 0 3 0 において、S B 0 2 0 で生成したラグランジェ関数の $Q_s(n_s)$ についての一回の偏微分関数がゼロに等しいと置く。式は以下で表される。

【数 1 9 】

$$(\partial L / \partial Q_s(n_{sx})) = 2(Q_s(n_{sx}) - Q_{s_aver}(n_{sx})) + \sum_{n_r=1}^{N_r} (2 \lambda_{n_r}) (\text{coeff}(n_{sx}, n_r)) = 0$$

【 0 0 6 2 】

次に S B 0 4 0 で、S B 0 3 0 で生成した式を異常時排出量について表せば、式は以下のように表すことができる。 30

【数 2 0 】

$$Q_{sx}(n_{sx}) = Q_{s_aver}(n_{sx}) - \sum_{n_r=1}^{N_r} (\lambda_{n_r}) (\text{coeff}(n_{sx}, n_r))$$

【 0 0 6 3 】

次に S B 0 5 0 において、S B 0 2 0 で生成したラグランジェ関数の λ_{n_r} についての一回の偏微分関数がゼロに等しいと置いた式は以下である。

【数 2 1 】

$$(\partial L / \partial \lambda_{n_{rx}}) = 2(C_r(n_{rx}) - \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s)) = 0$$

40

【 0 0 6 4 】

次に S B 0 6 0 において、S B 0 5 0 で生成した式を $C_r(n_{rx})$ について解くと、下記式を得ることができる。

【数 2 2】

$$C_r(n_{rx}) = \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_s(n_s)$$

【0 0 6 5】

次に、S B 0 7 0 において、S B 0 6 0 の異常時排出量の項 $Q_s(n_s)$ に S B 0 4 0 を代入すると、下記式が得られる。

【数 2 3】

$$C_r(n_{rx}) = \sum_{n_{sx}=1}^{N_s} \text{coeff}(n_{sx}, n_{rx}) (Q_{s_aver}(n_{sx}) - \sum_{n_r=1}^{N_r} (\lambda n_r) (\text{coeff}(n_{sx}, n_r)))$$

10

【0 0 6 6】

S B 0 7 0 をすべての観測局における式に変換すると連立方程式 S B 0 8 0 になる。

【数 2 4】

For $\forall \{n_r \mid 1 \leq n_r \leq N_r\}$

$$- \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) \sum_{n_r=1}^{N_r} (\lambda n_r) (\text{coeff}(n_s, n_r)) = C_r(n_r) - \sum_{n_s=1}^{N_s} \text{coeff}(n_s, n_r) Q_{s_aver}(n_s)$$

20

【0 0 6 7】

S B 0 8 0 は変数 λn_r の個数が N_r 個、連立方程式の数が N_r 個であるから、S B 0 9 0 において変数 λn_r の値を決定することができる。

【0 0 6 8】

次に S B 1 1 0 において、S B 0 9 0 で求められた λn_r の値を S B 0 4 0 へ代入すれば異常時排出量 $Q_s(n_s)$ を得ることができる。

【0 0 6 9】

以上のように、原因となる排出源を特定する方法には、他に例えば、排出源の排出量の値を、異常時観測量に近づけるように少しずつ変化させて求めていく方法（最急降下法）もあるが、本発明の実施形態例は、以下のような効果がある。

【0 0 7 0】

(1) 本発明の実施形態例は、繰り返し計算がないため、計算時間が少ない。

【0 0 7 1】

(2) 精度の良い解が得られる。すなわち、大気濃度が環境基準を満たさない状況は突発的な事故が原因である排出量の超過により引き起こされる。よって同時に多数の事業所（工場）が届出排出量を超過する事象が起こる可能性は極めて低い。つまり少数の事業所の届出排出量からの超過が異常の原因であり、その他の事業所は届出排出量遵守（平常時排出量のまま）だから、 N_s 個の事業所 N_s の排出量を N_s 次元の座標として表せば、異常時排出量座標は平常時排出量座標の近傍にあることが予想されるためである。

【0 0 7 2】

なお、本発明は、上記実施形態例そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態例に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0 0 7 3】

【図 1】本発明の実施形態例に係る化学物質排出量予測計算システムを示す構成説明図である。

50

【図 2】 本発明の実施形態例に係る観測点異常高濃度検出ルーチンを示すフローチャートである。

【図 3】 本発明の実施形態例に係る排出量算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図 4】 本発明の実施形態例に係る制約なし最適化問題への帰着を示すフローチャートである。

【図 5】 従来行われてきた排出源を特定する手順を示すフローチャートである。

【図 6】 従来の化学物質排出量予測計算システムを示す構成説明図である。

【図 7】 従来の連立方程式の数を変数の数より少ない例を示す説明図である。

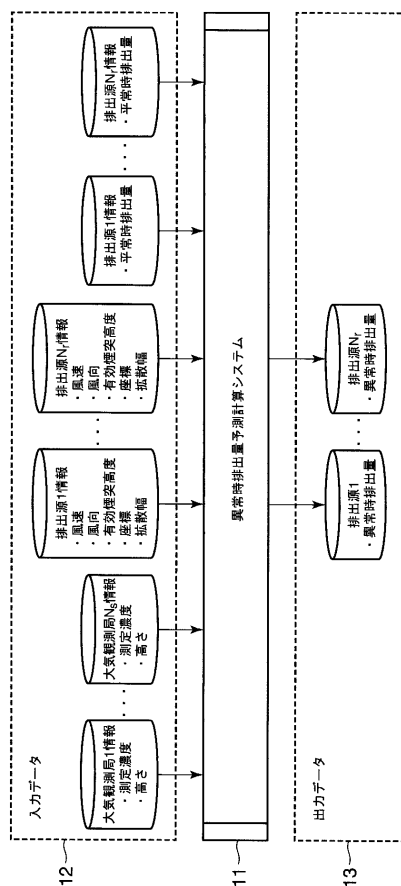
【符号の説明】

【0074】

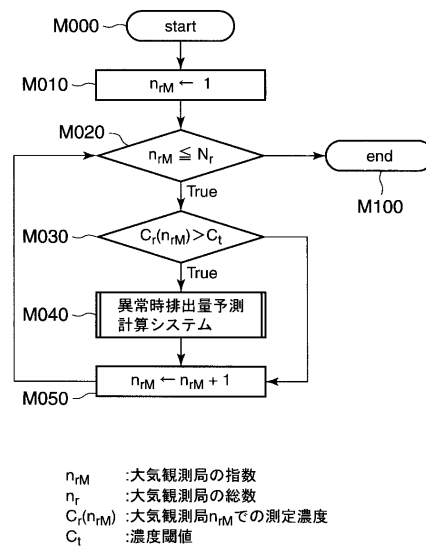
10

- 1 1 化学物質排出量予測計算システム
- 1 2 入力データ
- 1 3 出力データ

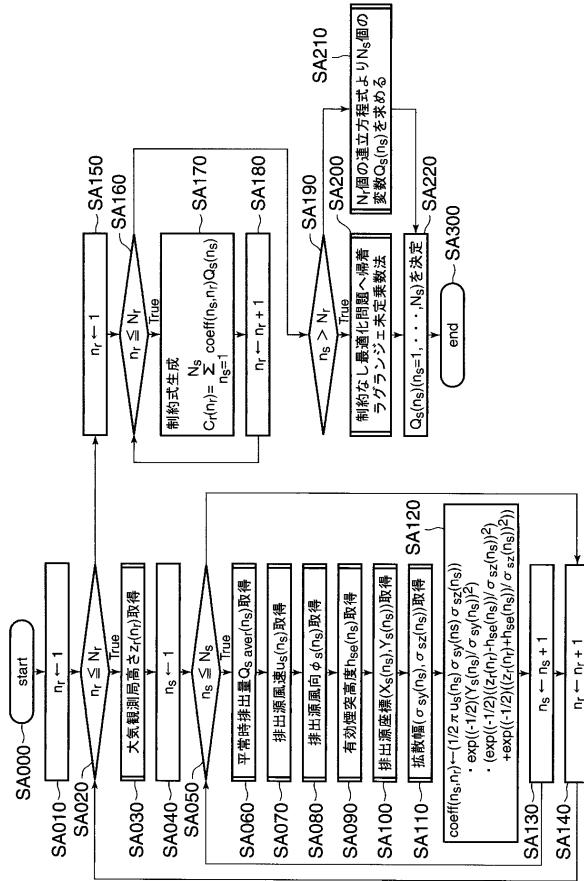
【図 1】



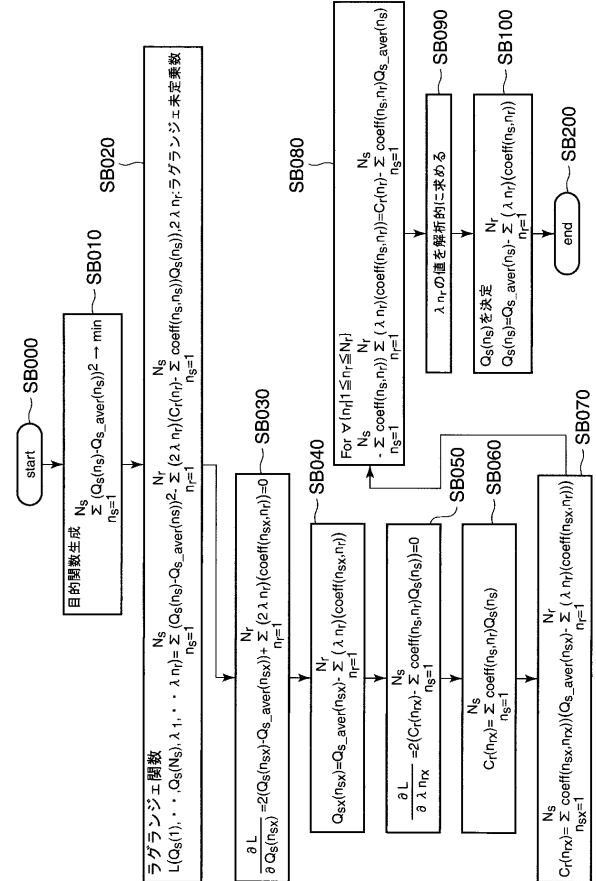
【図 2】



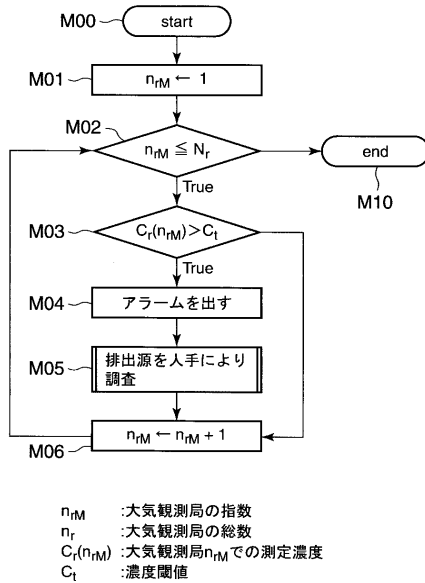
【図 3】



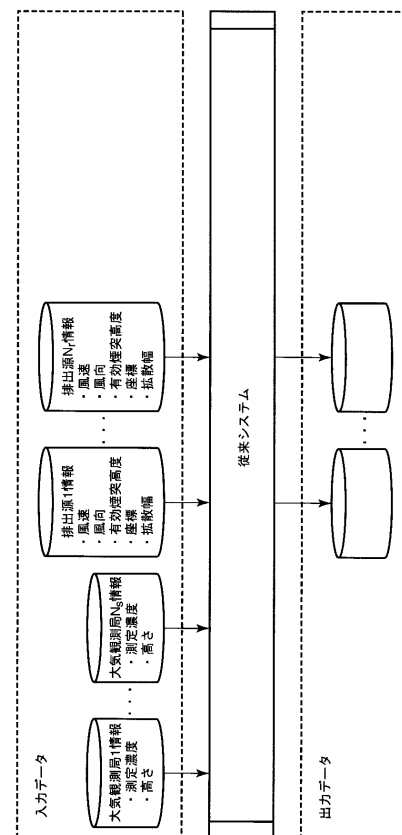
【図 4】



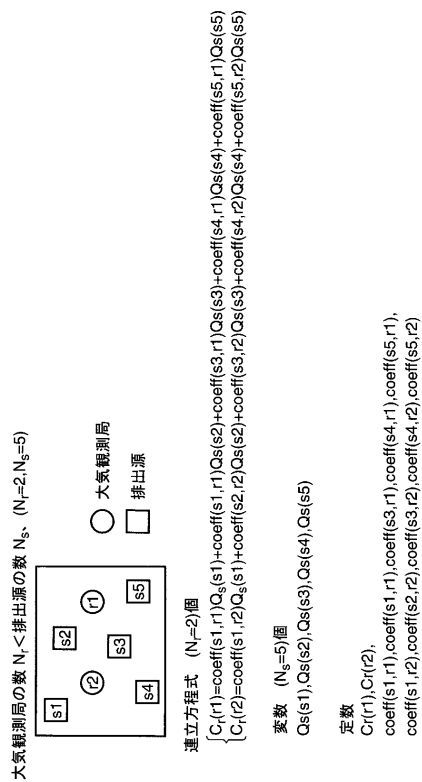
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 武井 雄一郎
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 飯橋 真輔
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 中村 正人
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 伴 弘司
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 杉山 泰之
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 岸本 亨
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内