

○ 東京工業大学 日野 幹雄
 (機数值解析研究所 吉川信二郎
 日本電気(株) 栗原 達雄

1. 予測システムの概要¹⁾: 本論文は、大気汚染の監視・予測・制御システム (APMS; 財機振興協会) の茨城県鹿島工業地帯における実用試験運用の結果の報告である。

a) 観測網— SO_2 ・ NO_x の計測ステーション 30ヶ所, 煙源濃度測定約 50 点, 地上および上空風速 (50, 110, 220m) の測定, リモート気温分布計 (PITS), 日射量計より成る。これらの測定値の 10 分平均値はセンターへ電話回線により通報され, 2 台のミニコン (NEAC-M4) で処理される。他に 3 時間ごとの気象情報が気象庁より送られてくる。

b) 統計制御モデル——中央コンピューター NEAC-2200/500 により因子分析・回帰分析による予測とさらに予測誤差の修正予測をカルマン・フィルターにより行う。

c) 物理モデル——同じく中央コンピューターにより, 総観および局所気象データから多変量解析による気象予測と, 煙源データから排煙量の予測を行う。これらの予測値を用いて, Puff あるいは準定常 plume モデルによる濃度予測を行う。濃度規制値を越える危険性のある場合には, 煙源規制を行った場合の効果を計算する。

d) ディスプレイ——濃度の実測および予測結果は, 等濃度線図とサークル曲線に; また風速場はベクトルでカラーディスプレイ装置に表示される。

2. 因子レベル周期回帰式による予測²⁻³⁾——濃度 C および風速成分 U, V より成るベクトル X に対し正準因子分析を行う。

$$X = F f \quad \dots \dots \dots (1)$$

因子 f に対し日周期性を考慮した位相回帰式を導く。

$$f(t+k) = B(T, k) g(t) \quad \dots \dots \dots (2)$$

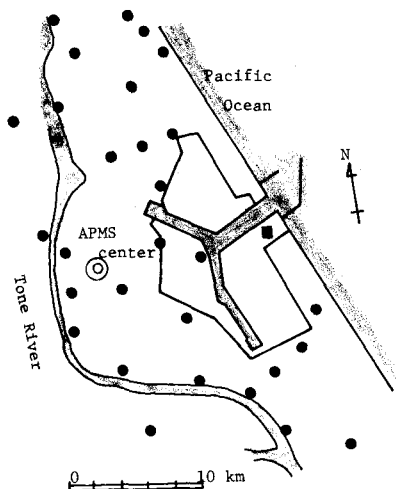


Fig. 1: APMS の実地試験地区の観測網

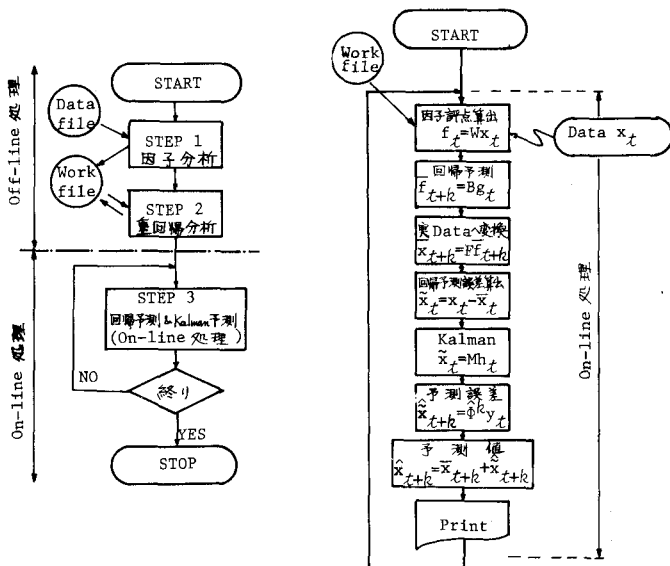


Fig. 2: 統計制御理論モデル

$$\text{こゝに, } g(t) = [f^T(t) f^T(t-1) \dots]^T \quad \dots \dots \dots (3)$$

式(2)による予測は1〜3時間先の予測に対して多くの場合、適切であった。

3. カルマン・フィルターによる予測²⁻³⁾——さらに、予測精度を向上させるために、予測誤差

$$\bar{x}(t) = x(t) - F(t) \bar{f}(t) \quad \dots \dots \dots (4)$$

に対して、システム方程式

$$\bar{x}(t) = \Phi(t-1) \bar{y}(t-1) \quad \dots \dots \dots (5)$$

(こゝに、 $\bar{y}(t) = [\bar{x}^T(t) \bar{x}^T(t-1) \bar{x}^T(t-2) \dots]^T \dots (6)$)を仮定し、行列重をカルマン・フィルターにより同定する。すなわち、式(5)を

$$\bar{x}(t) = M(t-1) h(t) \quad \dots \dots \dots (7)$$

と観測方程式形に書き直す。こゝに、 $h(t) = [\phi_1 \phi_2 \dots]^T$, $M = \bar{y}^T$ を対角要素とする行列。

$$\hat{h}(t|t) = \Lambda(t|t-1) \hat{h}(t-1|t-1) + K(t) [\bar{x} - M\hat{h}(t-1|t-1)] \quad \dots \dots \dots (8)$$

係数ベクトルの最適推定値が求まると、式(5)より $\bar{x}$ を求める。

上記の二方法を併用した1〜3時間先の SO_2 濃度の予測精度は80%程度であった。

(参考文献) 1) Sakagami, J., Hirase, M., Hino, M. & Yokayama, O.: The air pollution forecast and control system, Proc. IFIP (1976). 2) 日野幹雄・森義一・吉川信二郎: カルマン・フィルターによる大気汚染の予測, 土木学会論文報告集 No. 224, 79-90 (1974). 3) 日野幹雄: 因子分析・回帰分析およびカルマン・フィルターによる環境濃度の予測, 文部省科学研究費 特定研究(1)「環境汚染制御」昭和48年度研究経過および研究報告書, 京大 根木義一編, 137-144 (1974). 4) 日野幹雄: カルマン・フィルターと多変量解析を組み合わせた確率過程の予測法, 土木学会論文報告集 No. 228, 45-54 (1974).

Fig. 3:

予測と実測の SO_2 濃度の比較

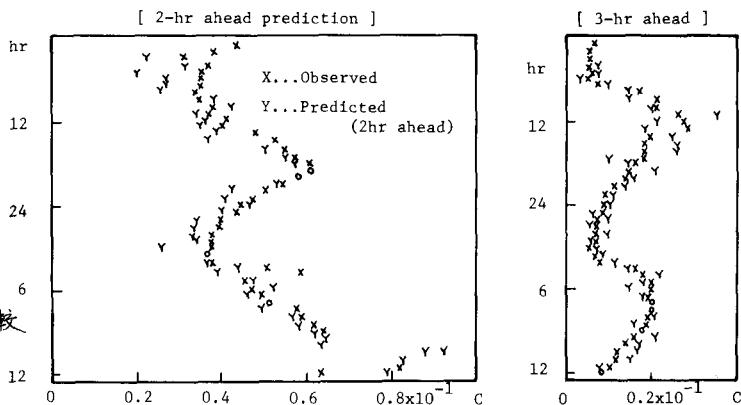


Fig. 4: 予測と実測の SO_2 濃度の相関

