

## 6. おわりに

東アジア地域における大気汚染物質の輸送過程を推定し、酸性沈着を評価するために応用気象研究部で開発を行っている長距離輸送モデルについて、モデルの構成や計算結果など、研究計画の第1期が終了したので、ここでいままで実施したことについて整理し、中間的な報告として記述した。モデルに取り入れた乾性及び湿性沈着過程はモデルの格子間隔や鉛直構造の分解能とも関連するので可能な限り簡略化した。大気汚染質の沈着過程に重要な役割を占める in cloud scavenging の過程がモデルには含まれていないので、これを取り入れることによってモデルを完成させる必要がある。この過程は SO<sub>2</sub> の雲中における過酸化水素 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) が介在する酸化反応だけでなく、化学反応の結果生成されたサルフェート等の微粒子が雲核として働くなど、雲物理過程と汚染質の相互作用も含まれているために非常に複雑な過程である。この過程をモデルに取り入れる必要があるため雲中における硫黄酸化物の変遷について詳細な化学反応は考慮していないがここで多少触れておいた。さらに in cloud scavenging の過程をモデルに取り入れるには、気象予測モデルに雲を表現できる雲物理過程が含まれていなければならないが、東アジア地域のような広い計算領域を必要とするモデルでは格子間隔もそれなりに粗くなり、雲物理過程は格子間隔より遥かに小さい現象となってしまう、モデルには取り入れられない。このように格子間隔が約127km の FLM では雲物理過程が含まれていないので、第1期の研究計画では湿性沈着過程は降水による沈着だけを考慮した。しかし、日本領域スペクトルモデル (JSM) では水平格子間隔が約40km、鉛直構造は23層で構成されており、300hPa の高度まで各気層毎に雲量が求められるようになっている。大気汚染質と雲の相互作用を輸送モデルに取り入れるために、先ず JSM で認識される雲に対して粒子が取り込まれるプロセスをパラメタリゼーションすることが考えられている。このパラメタリゼーションには確率過程を考慮する。しかし、JSM では計算領域が狭いので計算領域が広く東アジア地域をカバーするスペクトル FLM に JSM をネスティングすることにより、広い計算領域と高い空間分解能を得ることができる。外側のモデルと内側のモデルがスムーズに連結するようにネスティングにはスペクトル結合による方法が取られている。

## 謝 辞

モデルの検証を行うための硫黄酸化物の排出量及び沈着量に関する NAPAP, NADP/NTN のデータを提供して頂いた United States Environmental Protection Agency, Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory の Terry L. Clark 博士に感謝の意を表す。長距離輸送モデルの中で気象予測モデルとして用いた FLM の使用の承諾、提供して頂いた気象庁予報部数値予報課、改良した FLM を提供して頂いた予報研究部の永田雅博士 (現在、気象庁数値予報課) 拡散モデルの基礎を作った頂いた応用気象研究部の木村富士男博士 (現在、筑波大学)、またアジア地域における大気汚染質の排出源データを提供して頂いた科学技術庁政策研究所の加藤信夫氏に感謝する。

この研究は環境庁の「東アジアにおける酸性・酸化性汚染質の動態解明に関する研究」の一部として地球環境研究総合推進費によって行われた「東アジア地域における酸性雨に関連する大気汚染質の輸送に関する研究」である。

計算は気象研究所のHITAC M-280/S810によって行った。

## Appendix I

本文中に気象予測モデルと拡散モデルに用いた主な記号をモデル別に分類してそのリストを示す。

### A 1) 気象予測モデルにおける主な記号

- $m$  : マップスケールファクター  
 $u, v$  : それぞれ  $x, y$  方向の風速成分  
 $V$  : 風速ベクトル  
 $f$  : コリオリパラメーター  
 $\Phi$  : 重力ポテンシャル  
 $T$  : 気温  
 $\theta$  : 温位  
 $g$  : 重力による加速度  
 $\pi$  : 地上とモデル大気の上限の気圧差  
 $\sigma$  :  $\pi$  で基準化した気圧  
 $\dot{\sigma}$  : 鉛直速度 ( $=d\sigma/dt$ )  
 $F_u, F_v$  :  $x, y$  方向の運動量の水平拡散項  
 $F_h, F_q$  : 熱, 及び水蒸気の水平拡散項  
 $C_p$  : 乾燥空気の定圧比熱  
 $q$  : 比湿  
 $R$  : 乾燥空気の気体定数  
 $P$  : 気圧  
 $P_s$  : 地表面気圧  
 $P_t$  : モデル大気上面の気圧  
 $P_0$  : 温位を定義する基準気圧 (1000hPa)  
 $\alpha$  : 比容  
 $Q$  : 単位質量当たりの非断熱加熱または冷却による熱の増減量  
 $M$  : 凝結, 降水または蒸発による水蒸気の単位質量当たりの増減量  
 $q_t$  : 乱流エネルギー  
 $\tau_{H,E}$  : サブグリッドスケールの渦による運動量, 熱, 及び水蒸気の鉛直フラックス  
 $\rho$  : 空気密度  
 $K_M, K_H, K_E$  : それぞれ運動量, 熱, 水蒸気の鉛直拡散係数

$R_i$  : リチャードソン数

A 2) 拡散モデルにおける主な記号

$K_z$  : 粒子の鉛直拡散係数

$u_*$  : 摩擦速度

$k$  : カルマン定数

$\Psi_h$  : 風のシヤーと大気安定度を表す関数

$v_d$  : 乾性沈着速度

$\tau$  : サルフェート生成率

$v_{ds}$  : 地表面沈着速度

$r_a, r_b, r_s$  : 空気力学抵抗, 副気層抵抗, 地表面抵抗

$D_m$  : 汚染質の分子拡散

$H_{dep}$  : 乾性沈着を評価する  $\sigma$  座標上の高度

$v(D_r)$  : 雨滴の落下速度

$n_o(D_{so4})$  : 降水前におけるサルフェート大気中濃度

$n(t, D_{so4})$  : 降水開始より  $t$  時間後の粒径  $D_{so4}$  のサルフェートの大気中濃度

$\Lambda(D_{so4})$  : サルフェートの降水沈着率

$N(D_r)$  : 雨粒の基準化粒径分布 (マーシャル・パーマー分布で近似)

$\lambda_r$  : 雨粒の粒径分布曲線の傾き

$\varepsilon(D_r, D_{so4})$  : 粒径  $D_r$  の雨滴が粒径  $D_{so4}$  のサルフェートを捕捉する効率

$C_{so2}$  :  $SO_2$  の大気中における重量混合比

$\gamma_{cond}$  : 凝結率

$K_{bd}$  : ブラウン拡散係数

$F_a$  : 雲核化率

$q_c$  : 雲水量

$\rho_s$  : 雪片の密度

$q_s$  : 雲片の混合比

## Appendix II

ここでは長距離輸送モデルによる硫黄酸化物の輸送、沈着シミュレーションを実行する手順やそのために作成したファイル等の技術的な事柄について捕捉的に述べると共に、最後に未整理ではあるが、ランダムウォークモデルを含んだ移流・拡散モデルのプログラムリストを付けた (Appendix III)。そのためにリスト中に使用されている変数名の説明を文中に適時入れておいた。

### A 2 長期移流・拡散計算

長期移流・拡散計算プログラムの作成に当たっては以下の点を考慮して設計された。

- ①広域拡散計算の1ランがスーパーコンピュータ (HITAC-S810) の最小ジョブクラス内 (Qジョブ) で終了すること。
- ②ディスク容量を一度に大きく占有しないこと。
- ③計算が再スタートできること。
- ④1ランで可能な限り多くの結果を算出し、これを保存しておくことが可能なこと。
- ⑤使用するファイル数が多いのでエラーチェック機能を持つ。
- ⑥排出源はマルチプルソースとするが、煙源はグループにわけ、1シリーズの長期計算結果をさらに重合する。

これらの条件を満足するように設計した計算システムの流れを図A.1に示した。

#### A 2.1 1ランの計算

移流・拡散計算の最小ランは前もって計算されている気象予測データの磁気テープ1巻に収録されるデータ量に合わせた。この結果、原則としてQジョブでの計算を最小計算期間とし、このループを図A.1で1ランとして示してある。1ランでは約9日間分移流拡散計算を実行する。即ち、気象予測データは1巻のMTに9日分収録されており、これをディスクにおとすと160MB占有する。また、複数のランから目的とする期間の計算を実行する処理を1シリーズとして示してある。

計算の入力ファイルは

- 1) 排出源ファイル (SDATA, SDATA 2)
- 2) FLMによる気象予測結果のデータファイル (@VELDATA. DATE)
- 3) 前のランの続きの大気中粒子濃度ファイル (@RWM. OLD\*)

であり、このほかJCLで与える制御データである。一方、出力としては

- 1) 計算確認用リスト
- 2) 大気中粒子濃度ファイル

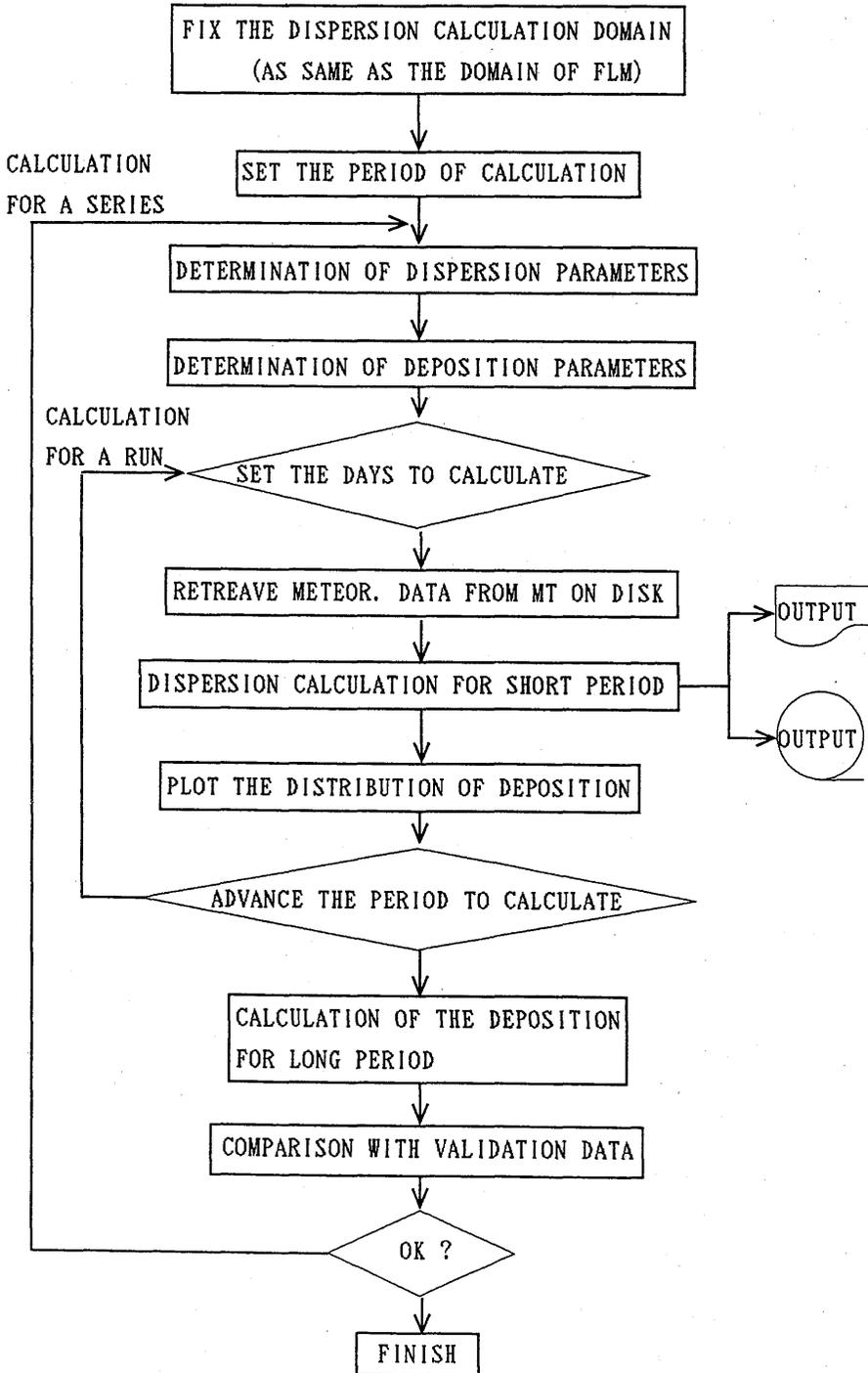


Fig. A.1 Flow chart of the calculation.

- 3) 粒子の沈着ファイル
- 4) 計算領域外粒子ファイル
- 5) 次のランの入力とする最終大気中粒子濃度ファイル

ここで、最終大気中粒子濃度のファイルを作成した理由はラン毎の再スタート時にディスク上に必要な領域を抑えるためであり、大気中粒子濃度ファイルの最後の時間のデータを読み込むことと同じである。

### A 2.2 排出源ファイル及び粒子の発生

1ランで使用する汚染質の排出源ファイルでは表 A.1に示すパラメーターが含まれており、読み込まれた排出源データを基に粒子を発生させる手順は以下の通りである。

- ①各排出源毎の排出量から計算領域全体の総排出量 (TTL) を求める。
- ②単位時間 (DELT=10分) に発生させる全粒子数 (NQDT) を各排出源の排出強度に応じて配分する。
- ③1個の粒子が負荷する汚染質量 (トン/粒子) を決定する係数 (QINIT) を計算。(QINIT = TTL/NQDT \* DELT / 3600)
- ④配分された粒子数を緯度・経度で表現された排出源の地点から  $\sigma = 0.98$  の高度から発生させる。粒子には水平、鉛直方向に初期拡散幅を与える。

Table A.1 Contents of emission file.

RECORD	PARAMETERS	DESCRIPTION	REMARKS
①	SCASE MAXP QINT	EMISSION CASE NUMBER OF EMISSION EMISSION RATE LOADED TO A PARTICLE	TONS/PARTICLE
②	NO NSP PNAME BLAT BLON QH	SERIAL NUMBER EMISSION NUMBER NAME OF PARTICLE LATITUDE LONGITUDE EMISSION INTENSITY	PUT MINUS FOR WEST TONS/YEAR

### A 2.3 気象予測データファイル

気象予測データファイルは前もってFLMによって1時間毎に予測した  $u, v, \sigma, \phi, K_z, RR$  の格子点データを磁気テープに収録してあり、これを移流・拡散計算を実行する際にディスクに読み込む。1巻の磁気テープ (6,250bpi/2,400ft) には約9日分収録されている。ファイル名 “@VELDATA. DATE” のDATEには例として“U41231”のように書かれるが、これはアメリカを対象とした1984年12月31日を意味している。

### A 2.4 計算結果出力ファイル

大気中、沈着、領域外の粒子の各ファイルとも同じ形式で出力する。表 A.2に出力ファイルの内容を示しておく。

Table A.2 Contents of the output file.

RECORD	CONTENTS
1	[HEADER] AREA CASE CSEG PLI PLJ STDAY NCALST NCALED INTDAY NVOL
2	[GIVEN PARAMETERS] SIGH SIGV VDEP WDEP
3	[SOURCE EMISSION (1)] MAXP QINT
4	[SOURCE EMISSION (2)] NSP(1) BLAT(1) BLON(1) ZZQ(1) QH(1) KOS(1), I=1, MAXP
5	[DATA ON NUMBER OF PARTICLES] NNP N1DEP NOUT
6 ~	[POSITION, EMISSION NUMBER, ATTRIBUTE OF PARTICLES] P(1,N) P(2,N) P(3,N) IFEP(N) IDEP(N)

レコード1はヘッダーであり、変数名は以下の通りである。

AREA : 計算値域の認識であり, [USA], [ASIA] など

CASE : 計算ケースの認識, [WS01ST01], WINTER SEASON CASE-01 SOURCE TYPE-01

CDEG : 計算領域パラメーター, USA では-80

PLI : 同上 46

PLJ : 同上 -14

NSTDAY : 計算開始月日

NCALST : 1 ラン毎の最終計算開始月日

NCALED : 1 ラン毎の最終計算終了月日

INTDAY : 計算積分日数

NVOL : 最終ファイルの通し番号  $NVOL = (NCALED - NCALST) / INTDAY$

レコード2は計算に与えたパラメーター情報を示している。

SIGH : 初期水平拡散幅

SIGV : 初期鉛直拡散幅

VDEP : 乾性沈着速度

WDEP : 降水による湿性沈着率

レコード3は排出源情報を示す。

MAXP : 排出源の地点数

QINT : 粒子1個が負荷する排出強度

レコード4も排出源情報である。

NSP(I) : 排出源番号, 1~80

BLAT(I) : 排出源の位置を示す緯度

BLON(I) : 排出源の位置を示す経度

ZZQ(I) : 排出源の高度を $\sigma$ 座標系で表している

QH(I) : 汚染質の排出強度 (トン/年)

レコード5は粒子の個数データである。

NNP : 計算領域の大气中で移流拡散している粒子数

N1DEP : 沈着した粒子数

NOUT : 計算領域の外に出た粒子数

レコード6以降はそれぞれの粒子の位置, 排出源番号, 粒子の属性等を示す。

P(1,N), P(2,N), P(3,N) : 粒子の座標位置

IFEP(N) : 排出源番号

IDEP(I) : 粒子の属性 (大气中, 湿性沈着, 乾性沈着, 領域外)

### Appendix III

#### DISPERSION MODEL (VER.4) CODE LISTINGS

The copyright of this model belongs to the Meteorological Research Institute.

```

C *****
*PROCESS DCOM, COMARY                                00000100
C RWMODV4 FOR ACID RAIN SIMULATION IN NORTH AMERICA 00000121
C RESTART                                             21
  PARAMETER(IM=73, JM=55, KM=16, DELXY=127. E3)      00000100
CCC PARAMETER (NM=30000, PAI=3. 1416, DELT=600, NQDT=20) 00000128
CC PARAMETER (NM=40000, PAI=3. 1416, DELT=600, NQDT=35) 00000130
  PARAMETER (NM=40000, PAI=3. 1416, DELT=600, NQDT=29) 00000130
C NQDT:PARTICLE RELEASED IN DELT                    00
C IF NQDT=20, THEN NUMBER OF PARTICLE IS 28800 IN 10 DAYS 00
C IF NQDT=35, THEN NUMBER OF PARTICLE IS 50400 IN 10 DAYS 28
C ITT: MAX INTEGRATION DAY                           00
C RWMGCM1                                             00000100
C *****
C * RANDOM WALK MODEL BASED ON S. R. DIEHL(1982) J. A. M. 69-83. * 00000100
C * FINMESH 1 JUNE 13, 1986 * 00000100
C *****
C * FOR ACID RAIN ARRANGE (IMOC/YM) * 00
C * 1990. 6. 28 SOURCE POINT IS VARIABLE * 00
C * 1990. 11. 19 SIGV=(1. 0-ZQ)*0. 5 * 00
C * 1992. 03. 24 SO2->SO4 , VD IS VARIVALE OF SURFACE CONDITION* 53
C * NEW VAR. >> REGION, LAND, RCRT, CKT, VD(N), WD(N), DSO2, DSO4 * 53
C * WSO2, WSO4, PSO2, PSO4, DSO2L, DOS2W, DSO4L, DSO4W * 53
C * WSO2L, WSO2W, WSO4L, WSO4W * 53
C *****
C INTEGER*2 IDA1(IM, JM), IDA2(IM, JM), IDA3(IM, JM), 00000100
  1 IDA4(IM, JM) 00000200
C 1 IDA4(IM, JM), IDA5(IM, JM) 00000200
  COMMON/A/ PS(IM, JM), PSD(IM, JM) 00000200
  COMMON/B/ U(IM, JM, KM), V(IM, JM, KM), SIGD(IM, JM, KM), 00000200
  * DIFK(IM, JM, KM), WK1(IM, JM, KM), AMAP(IM, JM) 00000200
  COMMON/A/ RC(IM, JM), RL(IM, JM) 00000200
  DIMENSION IA(IM, JM), ID(5), IDST(3), JD(5) 00000202
C ID 1=YEAR 2=MON 3=DAY 4=HOUR 5=DAY OF WEEK 00
C IDST: SIMULATION START DATE SAME AS ID(1-3) 00
  COMMON/D/ WORK1(IM, JM), WORK2(IM, JM), WORK3(IM, JM), XXX(NM) 00000200
  DIMENSION SIGM(KM), SIGMK(KM+1), ZZQ(NQDT), XXQ(NQDT) 00000200
  * , BLON(NQDT), BLAT(NQDT), NSP(NQDT), YYQ(NQDT) 00
  * , BLON2(NQDT), BLAT2(NQDT), NSP2(NQDT), ZZQ2(NQDT) 00
  CHARACTER*80 COMENT 00000200
  CHARACTER AREA*3, CASE*8, ARE2*3, CAS2*8 00
  COMMON/P/ P(3, NM), PP(3, NM), DP(3, NM), NC(100), INFP(NM), IDEP(NM) 00000200
C : POSITION VECTOR UNIT: METER 00000200
  DIMENSION X(NM) 00000303

```

```

C          VELOCITY COMPONENT OR VERTICAL DK OF THE PARTICLES          00000300
C----- 1992.2                                                         53
          DIMENSION LAND(IM, JM), DSO2(2), DSO4(2), WSO2(2), WSO4(2)    53
          *          , VD(NM), WD(NM)                                     53
C----- 1992.2                                                         53
          INTEGER*4 NRAN(NM+20)                                         00000300
C          RANDOM VARIABLE 1 OR -1                                       00000300
C          MONTH FOR 1984-1985                                           00
C          +---+ SIGMK: VERTICAL LEVEL ON THE SIGMA COORDINATE+++++++

          DATA SIGMK/                                                    00000300
          * 1.000, 0.990, 0.970, 0.940, 0.900, 0.850, 0.790, 0.720,    00000300
          * 0.640, 0.550, 0.450, 0.350, 0.250, 0.150, 0.100, 0.050,    00000300
          * 0./                                                           00000300
C          CKT CONVERSION RATE OF SO4 FORM SO2( /SEC)                   53
          DATA LAND/IJM*1/                                              53
          RG=6.371E6                                                       00000300
C *****INITIALIZATION*****                                           00000300
          READ(5,11) AREA, CASE                                          00
          11 FORMAT(A3,1X,A8)                                             00
          WRITE(6,600) 'ACID RAIN SIMULATION INPUT PARAMETER LIST'      00
          600 FORMAT(1H,'-----',A45,'-----')                       00
          WRITE(6,610) AREA, CASE                                         00
          610 FORMAT(1H,/, ' AREA: ',A3, ' CASE:',A8)                    15
          READ(5,*) CDEG, PLI, PLJ, INTDAY                                00000400
          WRITE(6,620) CDEG, PLI, PLJ, INTDAY                             00000400
          620 FORMAT(1H, ' CDEG=',F8.2, ' PLI=',F8.2, ' PLJ=',F8.2, ' INTDAY=',I3) 00
          READ(5,*) SIGH, SIGV, CKT, RCRT, INTOUT, IDKOUT                00000454
          WRITE(6,630) SIGH, SIGV, CKT, RCRT, INTOUT, IDKOUT            53
          630 FORMAT(1H, ' SIGH=',F10.2, ' SIGV=',F8.2,                 35
          * ' SO2-SO4=',E12.5, ' RAIN=',F12.6, ' OUTPUT LST=',I3, ' DSK=',I3) 57
C          READ(5,*) SIGH, SIGV, VDEP, WDEP, INTOUT, IDKOUT              00000421
C          WRITE(6,630) SIGH, SIGV, VDEP, WDEP, INTOUT, IDKOUT          21
C          630 FORMAT(1H, ' SIGH=',F10.2, ' SIGV=',F8.2,                21
C          * ' VDEP=',F12.5, ' WDEP=',E12.5, ' OUTPUT LST=',I3, ' DSK=',I3) 21
          READ(5,*) (IDST(I), I=1,3), NVOL                                00
          WRITE(6,640) IDST, NVOL                                          00
          640 FORMAT(1H, ' SIMULATION START DATE:',I5,I3, '/',I2, ' FILE NO=',I2) 00
          NSTDAY=10000*IDST(1)+100*IDST(2)+IDST(3)                       00
C          SIGV IS DEFINED LATER                                          00
C          READ(5,*) ALON, ALAT, SIGQ                                      00000400
C          WRITE(6,*) ALON, ALAT, SIGQ                                    00000400
C          READ(5,*) IHQS, IHQE, MQ, VDEP, WDEP                          00000400
C          WRITE(6,*) IHQS, IHQE, MQ, VDEP, WDEP                        00000400
          READ(5,*,END=21) MTOLD                                          00000400
          GO TO 22                                                         00000400
C***** MTOLD IS ATM. FILE BEFORE THIS PERIOD *****                  00
          21 MTOLD=0                                                       00000400
          22 CONTINUE                                                     00000500
C-----                                                                    00
    
```

```

C ***** READ LAND USE FILE 1992.2 *****
      READ(2,380) REGION
      WRITE(6,*) REGION
380 FORMAT(A20)
      ++++++
C   DSO2L, DSO2W: DRY DEPOSITION VELOCITY OF SO2 OVER LAND AND WATER (CM/SEC)
C   WSO2L, WSO2W: WET DEPOSITION RATE OF SO2 OVER LAND AND WATER
C   WSONL=WSO2W=3.0E-5(1/SEC)
C   ++++++
      READ(2,381) DSO2L,DSO2W,DSO4L,DSO4W,WSO2L,WSO2W,WSO4L,WSO4W
381 FORMAT(8F9.5)
      READ(2,383) ((LAND(I,J),I=1,73),J=1,55)
383 FORMAT(2X,73I1)
C
      WRITE(6,481) DSO2L,DSO2W,DSO4L,DSO4W,WSO2L,WSO2W,WSO4L,WSO4W
481 FORMAT(1H,8F9.5)
      WRITE(6,483) ((LAND(I,J),I=1,73),J=1,55)
483 FORMAT(1H,2X,73I1)
C
      DSO2(1)=DSO2L
      DSO2(2)=DSO2W
      DSO4(1)=DSO4L
      DSO4(2)=DSO4W
C
      WSO2(1)=WSO2L
      WSO2(2)=WSO2W
      WSO4(1)=WSO4L
      WSO4(2)=WSO4W
C
      CALL QMAKE(NSP,NQDT,BLAT,BLON,ZZQ,QINT,DELT)
      WRITE(6,167)
167 FORMAT(1H1)
C   1990.11/26 ADD BELOW
C   SOURCE POSITION
      DO 33 J=1,NQDT
      ALON=BLON(J)
      ALAT=BLAT(J)
      RAMD=AMOD(ALON+630.-CDEG,360.)*PAI/180.
      PHAI=ALAT*PAI/180.
      AMAPS=(1+SIN(PAI/3))/(1+SIN(PHAI))
      AMS=RG*AMAPS*COS(PHAI)
      XQ=AMS*COS(RAMD)
      YQ=AMS*SIN(RAMD)
      XXQ(J)=XQ+(PLI-1.)*DELXY-DELXY/2.
      YYQ(J)=-YQ-(1-PLJ)*DELXY-DELXY/2.
33 CONTINUE
C -----
C   VDEP: DEPOSITION VELOCITY IN M/SEC
C   IF(ALON.LT.0.) ALON=ALON+360.
C   AAA=0.

```

```

DO 30 K=1, KM                                00000500
30 SIGM(K)=0.5*(SIGMK(K)+SIGMK(K+1))          00000500
C                                               00000515
  NREL=0                                        00000515
C   : NUMBER OF RELEASE PARTICLES              00000515
  NP=0                                         00000500
C   : NUMBER OF ACTIVE PARTICLES              00000500
  NDEP=0                                       00000500
  NSOUT=0                                      00000500
C   : NUMBER OF DEPOSITED PARTICLES           00000600
  SEC=0.                                       00000600
C*****RESTART*****                          00000600
  IF(NVOL.LE.1) GO TO 34                        00
C   IF START, SKIP READING FILE                00
  READ(MTOLD) ARE2, CAS2, CDE2, PLI2, PLJ2, NSTDA2, INTDA2, NVO2, NQD2 00
  READ(MTOLD) SIGH2, SIGV2, VDEP2, WDEP2       00
  READ(MTOLD) MAXP2, QINT2                     00
  READ(MTOLD) (NSP2(1), BLAT2(1), BLON2(1), ZZQ2(1), I=1, NQD2) 00
  WRITE(6,*) '----- INPUT DATA CHECK -----' 06
  WRITE(6,450) ARE2, CAS2, CDE2, PLI2, PLJ2, NSTDA2, INTDA2, NVO2, NQD2 00
450 FORMAT(1H, 'ARE2=', A3, 'CAS2=', A8, 'CDE2=', F6.1, 00
*   'PLI2=', F6.1, 'PLJ2=', F6.1, 'NSTDA2=', I4, 'INTDA2=', I4, 05
*   'NVO2=', I4, 'NQD2=', I2)                05
  WRITE(6,452) SIGH2, SIGV2, VDEP2, WDEP2      00
452 FORMAT(1H, 'SIGH2=', F8.1, 'SIGV2=', F8.1, 'VDEP2=', F10.5 00
*   ', 'WDEP2=', F10.5)                       00
  WRITE(6,454) MAXP2, QINT2                    00
454 FORMAT(1H, 'MAXP2=', I5, 'QINT2=', F15.5) 00
  WRITE(6,456) (NSP2(1), BLAT2(1), BLON2(1), ZZQ2(1), I=1, NQD2) 00
456 FORMAT(1H, I10, 3F10.2)                   06
C   CHECK HEADER                               00
  IERR=0                                       00
  IF(AREA.NE.ARE2) IERR=IERR+1                00
  IF(CASE.NE.CAS2) IERR=IERR+1                00
  IF(CDEG.NE.CDE2) IERR=IERR+1                00
  IF(PLI.NE.PLI2) IERR=IERR+1                 00
  IF(PLJ.NE.PLJ2) IERR=IERR+1                 00
  IF(NSTDAY.NE.NSTDA2) IERR=IERR+1            00
  IF(NQDT.NE.NQD2) IERR=IERR+1                00
  IF(QINT.NE.QINT2) IERR=IERR+1              27
  IF(IERR.GE.1) THEN                           00
    WRITE(6,*) 'FILE DOES NOT MATCH THIS CALCULATION ERR=', IERR 00
    STOP                                       00
  END IF                                       00
C   WRITE HEADER INFORMATION IN EACH FILE      00
  WRITE(60) SIGH, SIGV, CKT, RCRT              54
*   , DSO2L, DSO2W, DSO4L, DSO4W, WSO2L, WSO2W, WSO4L, WSO4W 54
  WRITE(60) ARE2, CAS2, CDE2, PLI2, PLJ2, NSTDA2, INTDA2, NVO2, NQD2 00
  WRITE(60) SIGH2, SIGV2, VDEP2, WDEP2        00
  WRITE(60) MAXP2, QINT2                       00

```

```

WRITE(60) (NSP2(I), BLAT2(I), BLON2(I), ZZQ2(I), I=1, NQD2) 00
WRITE(61) SIGH, SIGV, CKT, RCRT 54
*, DSO2L, DSO2W, DSO4L, DSO4W, WSO2L, WSO2W, WSO4L, WSO4W 54
WRITE(61) ARE2, CAS2, CDE2, PLI2, PLJ2, NSTDA2, INTDA2, NVO2, NQD2 00
C WRITE(61) SIGH2, SIGV2, VDEP2, WDEP2 00
WRITE(61) MAXP2, QINT2 00
WRITE(61) (NSP2(I), BLAT2(I), BLON2(I), ZZQ2(I), I=1, NQD2) 00
WRITE(62) ARE2, CAS2, CDE2, PLI2, PLJ2, NSTDA2, INTDA2, NVO2, NQD2 00
WRITE(62) SIGH, SIGV, CKT, RCRT 54
*, DSO2L, DSO2W, DSO4L, DSO4W, WSO2L, WSO2W, WSO4L, WSO4W 54
C WRITE(62) SIGH2, SIGV2, VDEP2, WDEP2 00
WRITE(62) MAXP2, QINT2 00
WRITE(62) (NSP2(I), BLAT2(I), BLON2(I), ZZQ2(I), I=1, NQD2) 00
IF(MTOLD.NE. 0) THEN 00000600
24 READ(MTOLD, END=26) (JD(I), I=1, 4), AKT, NP 00000602
READ(MTOLD) NP, NSOUT, NDEP, NWDEPT, NREL, JTTL 00000621
WRITE(6, *) ' NP=', NP, ' NSOUT=', NSOUT, ' NDEP=', NDEP, 00000716
* ' NREL=', NREL, ' NWDEPT=', NWDEPT, ' JTTL=', JTTL 21
KLM=0 17
DO 1810 N=1, NP 00000700
KLM=KLM+1 07
C WRITE(6, *) ' KLM=', KLM 21
1810 READ(MTOLD) P(1, N), P(2, N), P(3, N), INFP(N), IDEP(N) 00000700
DO 1820 N=1, NP 00000726
IF(N.LT. 60) 26
*WRITE(6, 1888) N, P(1, N), P(2, N), P(3, N), INFP(N), IDEP(N) 00000726
1820 CONTINUE 00000826
1888 FORMAT(1H , I5, 3F12. 3, 2I10) 00000809
C SEC=SEC+24. *3600. 00000800
WRITE(6, *) ' KLM=', KLM 07
CCC GO TO 24 00000808
26 CONTINUE 00000800
KKT=NINT(AKT) 00000802
WRITE(6, 2299) (JD(I), I=1, 4), KKT, NP 00000802
2299 FORMAT(' RESTART AT', I4, 3I3, ' KT=', I3, ' NP=', I5) 00000800
END IF 00000800
34 CONTINUE 00
C***** 00000802
CALL TRNDAT(KKT, JD, NEN, MON, NIC, JIK) 02
WRITE(6, 8011) NEN, MON, NIC, JIK 02
8011 FORMAT(1H ./, ' INPUT PARTICLE LOCATION DATE:', I4, I3, '/', I2, 09
* I3) 02
WRITE(6, *) ' INPUT DATA CHECK' 02
CALL PRRSLT(NM, NP, NDEP, NSOUT, DELXY, P, INFP) 04
C***** 00000800
ISEND=3600./DELT+. 01 00000900
C UNIT=M**2/S 00000900
C 00000900
C ===== 00001000
C 00001000

```

```

* 00001000
* METEOROLOGICAL DATA WAS MADE AT AKT, BUT WE ASSUMED IT 00001000
* WAS MADE AT KT 00001000
* 00001000
  KKKT=KKT+1 11
  CALL TRNDAT(KKKT, JD, NEN, MON, NIC, JIK) 11
  WRITE(6, 8012) NEN, MON, NIC, JIK 09
8012 FORMAT(1H ,/, ' INPUT PARTICLE LOCATION DATE+1:', I4, I3, '/', I2, 09
* 13) 09
  MK=20 00001000
2 READ(MK) ID, AKT, AMAP, RC, RL 00001000
  KT=NINT(AKT) 00001000
C WRITE(6, *) '=====>', ID, ' KT=', KT 16
  CALL TRNDAT(KT, ID, NEN2, MON2, NIC2, JIK2) 10
C WRITE(6, *) 'NEN2=', NEN2, ' MON2=', MON2, ' NIC2=', NIC2, ' JIK2=', JIK2 14
  IF(MTOLD.EQ.0) GO TO 18 02
  IF(NEN.NE.NEN2) STOP 10
  IF(MON.NE.MON2) STOP 10
  IF(NIC.NE.NIC2) STOP 10
  IF(JIK.NE.JIK2) STOP 10
  MTOLD=0 02
18 CONTINUE 02
  IF(KT.LT.12) THEN 00001000
  DO 19 K=1, KM 00001000
  READ (MK) 00001000
19 CONTINUE 00001000
  GOTO 2 00001000
  END IF 00001000
1 DO 20 K=1, KM 00001100
  READ(MK) BASE1, AMP1, ((IDA1(I, J), I=1, IM), J=1, JM), 00001100
2 BASE2, AMP2, ((IDA2(I, J), I=1, IM), J=1, JM), 00001100
3 BASE3, AMP3, ((IDA3(I, J), I=1, IM), J=1, JM), 00001100
4 BASE4, AMP4, ((IDA4(I, J), I=1, IM), J=1, JM) 00001100
* 5 BASE5, AMP5, ((IDA5(I, J), I=1, IM), J=1, JM) 00001100
  DO 20 I=1, IM 00001100
  DO 20 J=1, JM 00001100
    U (I, J, K)=AMP1*IDA1(I, J)+BASE1 00001100
    V (I, J, K)=AMP2*IDA2(I, J)+BASE2 00001100
    SIGD(I, J, K)=AMP3*IDA3(I, J)+BASE3 00001200
    DIFK(I, J, K)=AMP4*IDA4(I, J)+BASE4 00001200
* PHAI(I, J, K)=AMP5*IDA5(I, J)+BASE5 00001200
20 CONTINUE 00001200
C ++++++ 00001200
C BASE1:
  IF(KT.GE.35) MK=MK+1 00001200
C*****CONVERT FROM U, V TO UMAP, VMAP ***** 00001300
  DO 200 J=1, JM-1 00001300
  DO 200 I=1, IM-1 00001300
  WORK1(I, J)=(AMAP(I, J)+AMAP(I+1, J)+AMAP(I, J+1)+AMAP(I+1, J+1))/4. 00001300

```

```

200 CONTINUE                                00001400
DO 250 K=1, KM                              00001400
DO 220 J=1, JM-1                            00001400
DO 220 I=1, IM-1                            00001400
WORK2(I, J)=(SIGD(I, J, K)+SIGD(I+1, J, K)
1      +SIGD(I, J+1, K)+SIGD(I+1, J+1, K))/4. 00001400
WORK3(I, J)=(DIFK(I, J, K)+DIFK(I+1, J, K)
1      +DIFK(I, J+1, K)+DIFK(I+1, J+1, K))/4. 00001400
220 CONTINUE                                00001400
DO 250 J=1, JM-1                            00001400
DO 250 I=1, IM-1                            00001500
U(I, J, K)=U(I, J, K)*WORK1(I, J)          00001500
V(I, J, K)=V(I, J, K)*WORK1(I, J)          00001500
SIGD(I, J, K)=WORK2(I, J)                  00001500
DIFK(I, J, K)=WORK3(I, J)                  00001500
250 CONTINUE                                00001500
DO 260 J=1, JM                              00001500
DO 260 I=1, IM                              00001500
RC(I, J)=RC(I, J)+RL(I, J)                 00001500
IF(RC(I, J).GE.RCRT) THEN                  00001554
CC IF(RC(I, J).GE.0.5) THEN RCRT=0.5 FOR USA CALCULATION 00001554
CCC IF(RC(I, J).GE.1.) THEN                00001549
CCC IF(RC(I, J).GE.0.05) THEN              00001550
      RC(I, J)=1.                          00001500
      ELSE                                  00001500
      RC(I, J)=0.                          00001500
      END IF                               00001500
260 CONTINUE                                00001500
C *****                                00001500
C ***** DIFFUSION MODEL *****          00001500
C *****                                00001500
C +++++ MAIN LOOP +++++                   00001500
      JTTL=JTTL+1                          00001621
      DO 5000 ISTEP=1, ISEND                00001600
      SEC=SEC+DELT                          00001600
      SF1=SIGH*AMAPS                        00001700
C ----- NEW PARTICLE -----            00
C      DO 1010 N=1, NQ+NNN                  00001700
      DO 1010 N=1, NQDT                    00001700
      NREL=NREL+1                           15
      NP=NP+1                               00001700
1015 RAN1=RANDG(SF1)                        00001700
      RAN2=RANDG(SF1)                       00001700
      SRAN=(RAN1/SF1)**2+(RAN2/SF1)**2     00001700
      IF(SRAN.GT.4.) GOTO 1015              00001800
      XQ=XXQ(N)                             00
      YQ=YYQ(N)                             00
      ZQ=ZZQ(N)                             00
      SIGV=(1.0-ZQ)*0.5                    00
      P(1, NP)=XQ+RAN1                     00001800

```

```

P(2, NP)=YQ+RAN2                                00001800
P(3, NP)=ZQ+RANDG(SIGV*(1.-ZQ))                 00001800
CCC UNIFORM BETWEEN 0-ZQ                          00
CCC CALL RANDU(BB, 1)                             00
CCC P(3, NP)=1.0-(1.0-ZQ)*BB(1)                 00001800
* IDEP(NP)=0                                       00001800
  IF(P(3, NP).GT.1.) P(3, NP)=2.-P(3, NP)        00001800
C WRITE(41, 1009) N, P(3, NP), ID(2), ID(3), KT  00001800
C IDEP(NP)=1                                       00001800
C 1992.2 SAVE SOURCE NO.&RELEASE TIME              53
  IDEP(NP)=NSP(N)*1000                            00001859
  INFP(NP)=INT(SEC/DELT)                          00001853
C INFP:SOURCE NUMBER                              00
C INFP(NP)=NSP(N)                                00001853
C INFP(NP)=INT(SEC)                              00001800
C INFP:SOURCE NUMBER                              00
C INFP(NP)=NSP(N)                                00001800
1009 FORMAT(I6, F6.3, 3I2)                       00001800
1010 CONTINUE                                     00001900
1900 CONTINUE                                     00001900
C ----- 00
C ****ADVECTION 1***** 2000-2999                00001900
C REPRACE                                         00001900
  DO 2100 L=1, 3                                  00001900
  DO 2100 N=1, NP                                 00001900
2100 PP(L, N)=P(L, N)                             00001900
C ADVECTION                                       00001900
  CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, U, SIGM, DELXY) 00001900
  DO 2200 N=1, NP                                 00001900
  DP(1, N)=X(N)*DELT                             00002000
2200 P(1, N)=PP(1, N)+DP(1, N)                   00002000
  CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, V, SIGM, DELXY) 00002000
  DO 2210 N=1, NP                                 00002000
  DP(2, N)=-X(N)*DELT                            00002000
2210 P(2, N)=PP(2, N)+DP(2, N)                   00002000
  DO 2201 N=1, NP                                 00002000
C ARRANGE 1992.2                                  53
  IF(P(1, N).GT.DELXY*(IM-1)) IDEP(N)=-9000000-IDEP(N) 00002059
  IF(P(1, N).LT.0.) IDEP(N)=-9000000-IDEP(N)      00002059
  IF(P(2, N).GT.DELXY*(JM-1)) IDEP(N)=-9000000-IDEP(N) 00002059
  IF(P(2, N).LT.0.) IDEP(N)=-9000000-IDEP(N)      00002159
C IF(P(1, N).GT.DELXY*(IM-1)) IDEP(N)=-9         00002000
C IF(P(1, N).LT.0.) IDEP(N)=-9                   00002000
C IF(P(2, N).GT.DELXY*(JM-1)) IDEP(N)=-9         00002000
C IF(P(2, N).LT.0.) IDEP(N)=-9                   00002100
2201 CONTINUE                                     00002100
  CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, SIGD, SIGMK, DELXY) 00002100
  DO 2220 N=1, NP                                 00002100
  DP(3, N)=X(N)*DELT                             00002100
2220 P(3, N)=PP(3, N)+DP(3, N)                   00002100

```

```

C
C ****ADVECTION 2***** 3000-3999
C SIMPLIFIED RUNGE KUTTA METHOD
CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, U, SIGM, DELXY)
DO 3200 N=1, NP
3200 P(1, N)=PP(1, N)+0.5*( DP(1, N)+X(N)*DELT )
CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, V, SIGM, DELXY)
DO 3210 N=1, NP
3210 P(2, N)=PP(2, N)+0.5*( DP(2, N)-X(N)*DELT )
CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, SIGD, SIGMK, DELXY)
DO 3220 N=1, NP
3220 P(3, N)=PP(3, N)+0.5*( DP(3, N)+X(N)*DELT )
DO 2202 N=1, NP
C ARRANGE 1992. 2
IF(P(1, N).GT.DELXY*(IM-1)) IDEP(N)=-9000000-IDEP(1)
IF(P(1, N).LT.0. ) IDEP(N)=-9000000-IDEP(1)
IF(P(2, N).GT.DELXY*(JM-1)) IDEP(N)=-9000000-IDEP(1)
IF(P(2, N).LT.0. ) IDEP(N)=-9000000-IDEP(1)
C IF(P(1, N).GT.DELXY*(IM-1)) IDEP(N)=-9
C IF(P(1, N).LT.0. ) IDEP(N)=-9
C IF(P(2, N).GT.DELXY*(JM-1)) IDEP(N)=-9
C IF(P(2, N).LT.0. ) IDEP(N)=-9
2202 CONTINUE
C ****DIFFUSION***** 4000-4999
C HORIZONTAL DIFFUSION
C CALL RANDA(NRAN, NP)
C DO 4100 N=1, NP
C4100 P(1, N)=P(1, N)+NRAN(N)*SQRT(2.*DELT*DH)
C CALL RANDA(NRAN, NP)
C DO 4200 N=1, NP
C4200 P(2, N)=P(2, N)+NRAN(N)*SQRT(2.*DELT*DH)
C DEPOSITTED PARTICLE
DO 4350 N=1, NP
IF(IDEP(N).GE.1) GO TO 4350
P(1, N)=PP(1, N)
P(2, N)=PP(2, N)
P(3, N)=PP(3, N)
4350 CONTINUE
C VERTICAL DIFFUSION
DO 5000 KKK=1, 5
DDD=DELT/5.
CALL RANDA(NRAN, NP)
CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, DIFK, SIGMK, DELXY)
DO 4300 N=1, NP
PP(3, N)=P(3, N)
P(3, N)=P(3, N)+NRAN(N)*SQRT(2.*DDD*X(N) )
4300 IF(P(3, N).GT.1. ) P(3, N)=2.-P(3, N)
CALL INTAPO(X, P, NP, IM, JM, KM, DIFK, SIGMK, DELXY)
DO 4301 N=1, NP
P(3, N)=PP(3, N)+NRAN(N)*SQRT(2.*DDD*X(N) )

```

```

4301 IF(P(3,N).GT.1.) P(3,N)=2.-P(3,N) 00002600
C   DEPOSITED PARTICLE 00002600
    DO 4360 N=1,NP 00002600
      IF(IDEP(N).LT.1) P(3,N)=PP(3,N) 00002600
4360 CONTINUE 00002600
C *****DEPOSITION***** 00002600
    HDEP=100. 00002600
C   PDEP=VDEP/HDEP*DDD 00002653
    CALL RANDU(XXX, NP) 00002600
C ***** DRY DEPOSITION COEFFICIENT SETTING ***** 53
    DO 4390 N=1, NP 53
      PS04=( SEC-FLOAT(INFP(N))*DELTA )*CKT 53
      IF(PS04.GT.0.9) PS04=0.9 70
      PS02=1.0-PS04 53
C 53
      IN= P(1, N)/DELXY+0.5+1 53
      JN= P(2, N)/DELXY+0.5+1 53
      IF(IN.LE.0.OR.IN.GT.IM.OR.JN.LE.0.OR.JN.GT.JM) THEN 53
        VD(N)=PS02*DSO2(2)+PS04*DSO4(2) 53
      ELSE 53
        VD(N)=PS02*DSO2(LAND(IN, JN))+PS04*DSO4(LAND(IN, JN)) 53
      END IF 53
C   IF(MOD(N, 500).EQ.1) WRITE(6, *) 'DRY:', N, PS04*100, IDEP(N) 69
      IF(IDEP(N).GT.0) 67
      *IDEP(N)=INT(IDEP(N)/1000)*1000+INT(PS04*100.0) 67
C   IDEP(N)=INT(IDEP(N)/1000)*1000 64
4390 CONTINUE 53
    DO 4400 N=1, NP 00002700
      PDEP=VD(N)/HDEP*DDD 00002653
      IF(P(3,N).LT.0.99) GO TO 4400 00002700
      IF(IDEP(N).GE.1.AND.XXX(N).LT.PDEP) IDEP(N)=-1000000-IDEP(N) 00002759
4400 CONTINUE 00002700
5000 CONTINUE 00002700
C *****WET DEPOSITION***** 00002700
C   PDEP=WDEP*DELTA 00002853
    CALL INTAPO2(X, P, NP, IM, JM, RC, DELXY) 00002800
    CALL RANDU(XXX, NP) 00002800
C ***** WET DEPOSITION COEFFICIENT SETTING ***** 53
    DO 5050 N=1, NP 53
      PS04=( SEC-FLOAT(INFP(N))*DELTA )*CKT 53
      IF(PS04.GT.0.9) PS04=0.9 70
      PS02=1.0-PS04 53
C 53
      IN= P(1, N)/DELXY+0.5+1 53
      JN= P(2, N)/DELXY+0.5+1 53
      IF(IN.LE.0.OR.IN.GT.IM.OR.JN.LE.0.OR.JN.GT.JM) THEN 53
        WD(N)=PS02*WSO2(2)+PS04*WSO4(2) 53
      ELSE 53
        WD(N)=PS02*WSO2(LAND(IN, JN))+PS04*WSO4(LAND(IN, JN)) 53
      END IF 53

```

```

C      IF(MOD(N,2000).EQ.1) WRITE(6,*) 'WET:',N,PSO4*100,IDEF(N)          69
      IF(IDEF(N).GT.0)                                                    66
      *IDEF(N)=INT(IDEF(N)/1000)*1000+INT(PSO4*100.0)                    66
5050 CONTINUE                                                            53
      DO 5100 N=1,NP                                                       00002800
      PDEF=WD(N)*DELTA                                                    00002853
      IF(IDEF(N).GE.1.AND.XXX(N).LT.PDEF*X(N)) IDEF(N)=-2000000-IDEF(N) 00002859
5100 CONTINUE                                                            00002800
5002 CONTINUE                                                            00002900
C ====END OF MAIN LOOP =====+                                       00002900
C ****OUTPUT***** 6000-6999                                             00002900
C      WRITE(6,*) 'AKT=',AKT,' KT=',KT,' ZQ=',                          00
C      * ZQ,' SIGV=',SIGV,' SIGH=',SIGH,' ALAT=',ALAT                 00
C      * , ' ALON=',ALON                                                00
C      IF( NP.NE.0 .AND. MOD(NINT(AKT),INTOUT).EQ.0) THEN                00002921
      LFLAG=0                                                              21
      IF( NP.NE.0 .AND. MOD(NINT(AKT+1.),IDKOUT).EQ.0) LFLAG=1           00002921
      IF( NP.NE.0 .AND. MOD(NINT(AKT+1.),INTOUT).EQ.0) LFLAG=2           00002921
      IF(LFLAG.GE.1) THEN                                                23
      NDDEF=0                                                              00002900
      NWDEF=0                                                              00002900
      NOUT=0                                                               00002900
      DO 4401 N=1,NP                                                       00002900
C      IF(IDEF(N).EQ.-1) NDDEF=NDDEF+1                                    00002900
C      IF(IDEF(N).EQ.-2) NWDEF=NWDEF+1                                    00002900
C      IF(IDEF(N).EQ.-9) NOUT=NOUT+1                                      00002900
      IF(INT(IDEF(N)/1000000).EQ.-1) NDDEF=NDDEF+1                       00002959
      IF(INT(IDEF(N)/1000000).EQ.-2) NWDEF=NWDEF+1                       00002959
      IF(INT(IDEF(N)/1000000).EQ.-9) NOUT=NOUT+1                         00002959
4401 CONTINUE                                                            00002900
      N1DEF=NDDEF+NWDEF                                                   00002900
      NWDEPT=NWDEPT+NWDEF                                                21
      NDEF=NDEF+N1DEF                                                     00002900
      NSOUT=NSOUT+NOUT                                                    00002900
      NNP=NP-N1DEF-NOUT                                                   00002900
      WRITE(60) (ID(I),I=1,4),AKT,NP                                     00002900
      WRITE(60) NNP                                                       00002900
      WRITE(61) (ID(I),I=1,4),AKT,NP                                     00002900
      WRITE(61) N1DEF                                                     00002900
      WRITE(62) (ID(I),I=1,4),AKT,NP                                     00002900
      WRITE(62) NOUT                                                      00002900
      DO 6060 N=1,NP                                                       00002900
      IF(IDEF(N).GE.1)                                                    00002900
      *WRITE(60) P(1,N),P(2,N),P(3,N),INFP(N),IDEF(N)                  00002900
C      IF(IDEF(N).LE.-1.AND. IDEF(N).NE.-9)                               00003000
      IF(IDEF(N).LE.-1000000.AND. IDEF(N).GE.-9000000) THEN            00003059
      *WRITE(61) P(1,N),P(2,N),P(3,N),INFP(N),IDEF(N)                  00003000
      IF(IDEF(N).LT.-9000000)                                             00003059
C      IF(IDEF(N).EQ.-9)                                                  00003000
      *WRITE(62) P(1,N),P(2,N),P(3,N),INFP(N),IDEF(N)                  00003000

```

```

6060 CONTINUE                                00003000
C   CALL COND (NP, P, INFP, IDEP, NM)         00003021
C   END IF                                    00003021
C   WRITE(6, *) ID, ' KT=', KT                21
C                                             00003000
C   IF(MOD(KT, 24).NE.0) GO TO 9999           00003021
C   WRITE(6, *) 'MOD(KT, 24).NE.0>', ID, ' KT=', KT 16
C   CALL TRNDAT(KT, ID, NEN, MON, NIC, JIK)    02
C   IF(LFLAG.EQ.2) WRITE(6, 8017) NEN, MON, NIC, JIK+1 21
8017 FORMAT(1H1, /, ' EXAMPLE OF PARTICLE LOCATION  DATE:', I4, I3, ' / ', I2, 00
      * I3)                                     00
C   WRITE(6, 8018) JTTL, NREL                  21
8018 FORMAT(1H , ' INTEG. HOUR=', I6, ' NO. OF RELEASE PARTICLE=', I6) 22
C   WRITE(6, 8019) NP, NDEP, NWDEPT, NSOUT     00003021
C   WRITE(6, 8021) NNP, N1DEP, NOUT            21
8021 FORMAT(1H , ' THIS PERIOD      NNP=', I6, ' N1DEP=', I6, ' NOUT=', I6) 00003121
8019 FORMAT(1H , ' TILL NOW NP(AIR+DEP)=' I6, ' NDEP=', I6 00003121
      * , ' (WET=', I6, ')', ' NSOUT=', I6)    21
C   IF(LFLAG.EQ.2) THEN                        21
C   CALL PRRSLT(NM, NP, NDEP, NSOUT, DELXY, P, INFP) 21
C   WRITE(6, 8022) 'NUMBER OF PARTICLE IN EACH ATMOSPHERIC LAYER' 00
8022 FORMAT(1H , ///, '-----', A50, '-----') 03
C----- 02
C   COMENT=' ACID RAIN SIMULATION BY M. R. I'   00003200
C   KT=NINT(AKT)                               00003200
C   CALL OUTPC(P, IM, JM, NP, ID, DELXY, KT, COMENT, IA) 00003200
C *****ENDING***** 8000-8999               00003300
C   END IF                                     21
C   CALL COND (NP, P, INFP, IDEP, NM)         00003021
C   END IF                                    00003121
9999 CONTINUE                                00003300
C   IF(MK.EQ.20+INTDAY.AND.KT.EQ.35) STOP     00003300
C   IF(MK.EQ.20+INTDAY) GO TO 999             00003300
C ===== 00003300
C   GOTO 2                                     00003300
999 CONTINUE                                00
C   LAST PARTICLES IN ATMOSPHERE              00
C   WRITE(6, 8017) NEN, MON, NIC, JIK+1       21
C   WRITE(6, 8018) JTTL, NREL                  21
C   WRITE(6, 8019) NP, NDEP, NWDEPT, NSOUT     00003021
C   WRITE(6, 8021) NNP, N1DEP, NOUT            21
C   WRITE(63) ARE2, CAS2, CDE2, PLI2, PLJ2, NSTDA2, INTDA2, NVO2, NQD2 00
C   WRITE(63) SIGH2, SIGV2, VDEP2, WDEP2       00
C   WRITE(63) MAXP2, QINT2                      00
C   WRITE(63) (NSP2(I), BLAT2(I), BLON2(I), ZZQ2(I), I=1, NQD2) 00
C   WRITE(63) (ID(I), I=1, 4), AKT, NP         00002900
C   WRITE(63) NNP, NSOUT, NDEP, NWDEPT, NREL, JTTL 00003321
C   LL=0                                       21
C   DO 9090 N=1, NP                           00002900
C   IF(IDEP(N).GE.1) THEN                     00003222

```

```

WRITE(63) P(1, N), P(2, N), P(3, N), INFP(N), IDEP(N)          00003321
LL=LL+1                                                         00003021
IF(LL.LT. 60)                                                  00003121
*WRITE(6, 1888) N, P(1, N), P(2, N), P(3, N), INFP(N), IDEP(N) 00003224
END IF                                                         00003321
9090 CONTINUE                                                 00003300
WRITE(6, *) 'NORMAL END'                                       21
STOP                                                           00003318
END                                                           00003300
FUNCTION RANDG (SIG)                                          00003300
DIMENSION N(420)                                             00003300
A=0.                                                           00003300
1 CALL RANDA(N, 400)                                         00003300
DO 100 I=1, 400                                             00003400
100 A=A+N(I)                                                 00003400
RANDG=A/20.*SIG                                             00003400
RETURN                                                         00003400
END                                                           00003400
C                                                               00
SUBROUTINE                                                    21
* PRRSLT(NM, NP, NDEP, NSOUT, DELXY, P, INFP)                21
C PRINT RESULT                                               02
DIMENSION P(3, NM), NC(100), INFP(NM)                       03
DO 6100 N=1, NP, (NP+20)/20                                  00003002
6100 WRITE(6, 8010) N, AINT(P(1, N)/DELXY+1. 5),            00003102
* AINT(P(2, N)/DELXY+1. 5), P(3, N), INFP(N)                00003102
8010 FORMAT(2X, I8, 2F8. 2, F8. 3, I9)                       00003102
C                                                               00003102
C ****ANALYSIS***** 7000-7999                               00003102
DO 8100 K=1, 21                                              00003102
8100 NC(K)=0.                                                 00003102
DDZ=0. 05                                                    00003202
DO 8200 N=1, NP                                             00003202
K=(1. -P(3, N))/DDZ+1. 5                                     00003202
IF(K. GT. 21) K=21                                          00003202
8200 NC(K)=NC(K)+1                                          00003202
WRITE(6, 8022) 'NUMBER OF PARTICLE IN EACH ATMOSPHERIC LAYER' 02
8022 FORMAT(1H , ///, '-----', A50, '-----')           02
DO 8300 K=20, 1, -1                                         00003202
8300 WRITE(6, *) 1. -(K-1)*DDZ, NC(K)                       00003202
RETURN                                                         02
END                                                           02
C                                                               02
SUBROUTINE TRNDAT(KT, ID, NEN, MON, NIC, JIK)                01
C PRESENT TIME + KT -> NEN, MON, NOC, JIK                    01
DIMENSION ID(5), MONTH(12)                                   03
DATA MONTH/31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31/ 03
JIK=KT+ID(4)                                                 01
NIC=ID(3)                                                     01
MON=ID(2)                                                     01

```

```

NEN=ID(1) 01
10 CONTINUE 12
  IF(JIK.GE.24) THEN 01
    JIK=JIK-24 01
    NIC=NIC+1 01
  END IF 01
  IF(NIC.GT.MONTH(ID(2))) THEN 01
    NIC=1 01
    MON=MON+1 31
  END IF 01
  IF(MON.GT.12) THEN 01
    MON=1 01
    NEN=NEN+1 01
  END IF 01
  IF(JIK.GE.24) GO TO 10 12
C WRITE(6,8016) (ID(I),I=1,4) 14
C WRITE(6,8017) NEN,MON,NIC,JIK 14
C8016 FORMAT(1H ,/, ' INPUT OF TRAN-DATE:', I4, I3, ' / ', I2, I3) 14
C8017 FORMAT(1H ,/, ' RESULT OF TRAN-DATE:', I4, I3, ' / ', I2, I3) 14
  RETURN 01
  END 01
C 01
  SUBROUTINE QMAKE(NP, NNQ, BLAT, BLON, ZZQ, QINT, DELT) 02 27
C MAKE MULTI SOURCE FOR RONDON WALK MODEL 00015100
  PARAMETER(MMP=50) 00015200
  DIMENSION QP(MMP), KOS(MMP), IDNT(MMP), XLAT(MMP), XLON(MMP) 00016000
  DIMENSION NP(NNQ), BLAT(NNQ), BLON(NNQ), ZZQ(NNQ), ZQ(MMP) 00016100
  CHARACTER*8 SCASE, NAME(MMP) 00016200
C READ SOURCE DATA FROM FILE 00016300
  READ(3,200) MAXP, SCASE 00017000
  READ(3,210) 00018000
  * (IDNT(I), NAME(I), XLAT(I), XLON(I), ZQ(I), QP(I), I=1, MAXP) 00018100
200 FORMAT(6X, I4, 5X, A8) 00018200
210 FORMAT(I8, A8, 3F8.2, F10.1) 00018300
C 00019000
  NQ1H=NNQ 00020000
  Q1H=NNQ 00030000
C 00091000
  TTL=0.0 00092000
  DO 10 I=1, MAXP 00100000
    TTL=TTL+QP(I) 00110000
10 CONTINUE 00120000
  WRITE(6,*) ' TTL=', TTL 00121000
  DO 20 I=1, MAXP 00130000
    KOS(I)=INT(QP(I)/TTL*Q1H+0.5) 00140000
    IF(KOS(I).LE.0) KOS(I)=1 00141000
20 CONTINUE 00150000
  DO 25 I=1, MAXP 00151000
    WRITE(6,100) I, KOS(I), QP(I) 00152000
25 CONTINUE 00153000

```

KOST=0	00160000
DO 30 I=1, MAXP	00170000
KOST=KOST+KOS(I)	00180000
30 CONTINUE	00190000
IMAX=1	00190100
KOSMAX=0	00190200
DO 35 I=1, MAXP	00191000
IF(KOS(I).GT.KOSMAX) THEN	00192000
KOSMAX=KOS(I)	00192100
IMAX=I	00192200
END IF	00192300
35 CONTINUE	00193000
WRITE(6,*)	00200000
* 'KOST=', KOST, ' NQ1H=', NQ1H, ' Q1H=', Q1H, ' IMAX=', IMAX	00201000
KK=0	00210000
31 CONTINUE	00220000
IREP=0	00230000
IF(KOST.GT.NQ1H) THEN	00240000
KOS(IMAX)=KOS(IMAX)-1	00250000
IREP=1	00260000
KK=KK+1	00270000
IF(KK.GT.10) GO TO 40	00280000
END IF	00290000
IF(KOST.LT.NQ1H) THEN	00290100
KOS(IMAX)=KOS(IMAX)+1	00290200
IREP=1	00290300
KK=KK+1	00290400
IF(KK.GT.10) GO TO 40	00290500
END IF	00290600
KOST=0	00291000
DO 37 I=1, MAXP	00292000
KOST=KOST+KOS(I)	00293000
37 CONTINUE	00294000
WRITE(6,*) 'KK=', KK, ' KOS(IMAX)=' , KOS(IMAX),	00295000
* 'KOST=', KOST, ' NQ1H=', NQ1H	00296000
IF(IREP.NE.0) GO TO 31	00300000
40 DO 50 I=1, MAXP	00310000
WRITE(6,100) I, KOS(I), QP(I)	00320000
50 CONTINUE	00330000
100 FORMAT(1H , I3, ' KOS=' , I3, ' QP=' , F10.2)	00340000
J=1	00341000
II=0	00341100
III=0	00341200
60 II=II+1	00342000
III=III+1	00342100
IF(II.GT.KOS(J)) THEN	00343000
J=J+1	00343100
II=1	00343200
END IF	00343300
NP(III)=IDNT(J)	00344000

```

BLAT(III)=XLAT(J)                                00344100
BLON(III)=XLON(J)                                00344200
ZZQ(III)=ZQ(J)                                    00344300
IF(III.GE.NQ1H) GO TO 70                          00344400
IF(J.LE.MAXP) GO TO 60                            00345000
70 CONTINUE                                         00346000
WRITE(6,300)                                        00346100
300 FORMAT(1H1,/,20X,'====LIST OF SO2 SOURCE =====') 00346200
WRITE(6,310) SCASE,MAXP,TTL                        00346300
310 FORMAT(1H,' CASE:',A8,' NUMBER OF SOURCE:',I3,   00346627
*' TOTAL EMISSION(T/YEAR)=' ,F12.1,/)            00346727
TTLH=TTL/8760.                                     00346827
TTLDT=TTLH*DELT/3600                              00346927
QINT=TTLDT/Q1H                                     00347027
WRITE(6,311) TTLH,TTLDT,QINT                      00347127
311 FORMAT(1H,' TOTAL EMISSION(T/HOUR)=' ,F8.1,' (T/DELT)=' 00347227
*,F7.1,' QINT(TON/KOS)=' ,F7.1)                  00347327
WRITE(6,315) 'NO.', 'IDENT', 'NAME', 'LAT.', 'LON.', 'EMISSION' 00347400
315 FORMAT(1H ,A4,3X,A6,A10,2X,2A10,A12)          00347527
WRITE(6,320) (I, IDNT(I), NAME(I), XLAT(I), XLON(I), QP(I), I=1, MAXP) 00347600
320 FORMAT(1H ,I4,1X,I8,2X,' (',A8,')',2F10.2,F12.1) 00347727
WRITE(6,330)                                       00347800
330 FORMAT(1H ,/,',----SOURCE POINT OF EACH PARTICLE----',/, 00347900
* 1H , ' NO.',2X, ' IDNT', ' LAT.', ' LON. ')      00348000
WRITE(6,340) (I, NP(I), BLAT(I), BLON(I), I=1, NQ1H) 00348100
340 FORMAT(1H ,I4,2X,I8,2F10.2)                  00349000
RETURN                                             00350000
END                                               00360000
SUBROUTINE RANDU(A,N)                             00003400
C GIVES RANDOM VALUE BETWEEN 0 TO F WITH UNIFORM PROBABILITY 00003400
DIMENSION A(*)                                    00003400
DATA IX /1/                                       00003400
DO 100 I=1,N                                      00003400
IX=IX*48828125                                    00003500
IF(IX.GE.0) GO TO 20                              00003500
10 IX=(IX+2147483647)+1                           00003500
20 CONTINUE                                        00003500
A(I)=ABS(MOD(IX,100000)/100000.)                 00003500
100 CONTINUE                                       00003500
RETURN                                             00003500
END                                               00003500
SUBROUTINE INTAPO(X,P,NP,IM,JM,KM,XX,SIG,DELXY)  00003500
DIMENSION P(3,NP),X(NP),AK(40000),KN(40000)    00003528
DIMENSION XX(IM,JM,KM),SIG(KM)                 00003600
DELXYI=1./DELXY                                  00003600
C ---IF NORMAL COORDINATE-----                00003600
C                                               <-- A --> 00003600
C GRID      1 ..... I          F(X)          I+1 00003600
C COORDIN   0 ..... (I-1)*DX      X          I*DX 00003600
C                                               F(X)=A*F(I+1)+(1-A)*F(I) 00003600

```

```

C          I-1 = IFIX(X/D)                                00003600
C          A = X-(I-1)                                    00003600
C  EXCEPTION      I>IM      OUT OF RANGE                00003600
C                I<0       OUT OF RANGE                00003700
C  ---IF NON-NORMAL COORDINATE-----                    00003700
C                <-- A -->                              00003700
C  GRID          1 ..... I          F(X)      I+1      00003700
C  COORDIN      ...G(1)..... G(I)          X          G(I+1) 00003700
C                F(X)=A*F(I+1)+(1-A)*F(I)              00003700
C                I AT (X-G(I))*(G(I+1)-X)<0            (1) 00003700
C                A=(X-G(I))/(G(I+1)-G(I))              00003700
C  EXCEPTION      I EQ. (1) WAS NOT FINED              00003700
C                IF      (X-GG)*(G(1)-X)<0            00003700
C                I=1, A=0.                              00003800
C                ELSE   OUT OF RANGE                    00003800
C
C  DO 10 N=1, NP                                         00003800
C    IF( (P(3, N)-SIG(1)) * (SIG(KM)-SIG(1)) .LT. 0.) THEN 00003800
C      AK(N)=0.                                          00003800
C      KN(N)=1                                          00003800
C    END IF                                             00003800
C    IF( (P(3, N)-SIG(KM)) * (SIG(1)-SIG(KM)) .LT. 0.) THEN 00003800
C      AK(N)=1.                                          00003800
C      KN(N)=KM-1                                       00003800
C    END IF                                             00003800
10 CONTINUE                                           00
C  DO 50 K=1, KM-1                                       00003800
C  DO 20 N=1, NP                                         00
C    IF( (SIG(K+1)-P(3, N))*(SIG(K)-P(3, N)).LT. 0.) THEN 00003900
C      AK(N)=(P(3, N)-SIG(K))/(SIG(K+1)-SIG(K))        00003900
C      KN(N)=K                                          00003900
C    END IF                                             00003900
C    IF( (SIG(K)-P(3, N)).EQ. 0.) THEN                  00003800
C      AK(N)=0                                          00003900
C      KN(N)=K                                          00003900
C    END IF                                             00003900
20 CONTINUE                                           00
50 CONTINUE                                           00003900
C  DO 100 N=1, NP                                        00004000
C  IN =IFIX(P(1, N)*DELXYI) +1                          00004000
C  JN =IFIX(P(2, N)*DELXYI) +1                          00004000
C  AI =P(1, N)*DELXYI-(IN-1)                            00004000
C  AJ =P(2, N)*DELXYI-(JN-1)                            00004000
C  IN1=IN+1                                              00004100
C  X(N)=  AI *    AJ *    AK(N) *XX(IN1, JN+1, KN(N)+1) 00004100
C  *      +(1.-AI)*  AJ *    AK(N) *XX(IN , JN+1, KN(N)+1) 00004100
C  *      +    AI *(1.-AJ)* AK(N) *XX(IN1, JN , KN(N)+1) 00004100
C  *      +    AI *    AJ *(1.-AK(N))*XX(IN1, JN+1, KN(N) ) 00004100
C  *      +(1.-AI)*(1.-AJ)* AK(N) *XX(IN , JN , KN(N)+1) 00004100
C  *      +(1.-AI)*    AJ *(1.-AK(N))*XX(IN , JN+1, KN(N) ) 00004100

```

```

*      +   AI *(1.-AJ)*(1.-AK(N))*XX(IN1, JN , KN(N) )           00004100
*      +(1.-AI)*(1.-AJ)*(1.-AK(N))*XX(IN , JN , KN(N) )           00004100
100 CONTINUE                                                         00004100
   RETURN                                                             00004200
   END                                                                 00004200
*****                                                                00004200
SUBROUTINE INTAPO2(X, P, NP, IM, JM, XX, DELXY)                       00004200
DIMENSION P(3, NP), X(NP)                                           00004200
DIMENSION XX(IM, JM)                                                00004200
DELXYI=1./DELXY                                                      00004200
DO 100 N=1, NP                                                       00004200
  IN =IFIX(P(1, N)*DELXYI) +1                                         00004200
  JN =IFIX(P(2, N)*DELXYI) +1                                         00004200
  AI =P(1, N)*DELXYI-(IN-1)                                           00004200
  AJ =P(2, N)*DELXYI-(JN-1)                                           00004200
  X(N)=  AI *   AJ *XX(IN+1, JN+1)                                     00004200
*      +(1.-AI)*   AJ *XX(IN , JN+1)                                 00004200
*      +   AI *(1.-AJ)*XX(IN+1, JN )                                00004200
*      +(1.-AI)*(1.-AJ)*XX(IN , JN )                                00004200
100 CONTINUE                                                         00004200
   RETURN                                                             00004200
   END                                                                 00004200
C
SUBROUTINE PRINT(A, IA, IM, JM)                                       00004200
DIMENSION IA(IM, JM)                                                 00004200
WRITE(*, 1) A, ((I-1)/10, I=1, IM)                                   00004200
1  FORMAT(' 1' /A4, 73I1)                                           00004200
DO 10 J=1, JM                                                         00004200
10 WRITE(*, 2) (J,                                                  00004200
* (IA(I, J), I=1, IM))                                             00004200
2  FORMAT(1X, I2, 1X, 73I1.0)                                       00004300
   RETURN                                                             00004300
   END                                                                 00004300
C
SUBROUTINE OUTPC(P, IM, JM, NP, ID, DELXY, KT, COMENT, IA)           00004300
DIMENSION P(3, NP), IA(IM, JM), ID(5), Y(32)                       00004300
CHARACTER*80 COMENT                                                  00004300
DO 99 I=1, IM                                                         00004300
DO 99 J=1, JM                                                         00004300
  IA(I, J)=0                                                           00004300
99 CONTINUE                                                           00004400
DO 100 N=1, NP                                                         00004400
  IN= P(1, N)/DELXY+0.5+1                                             00004400
  JN= P(2, N)/DELXY+0.5+1                                             00004400
  IA(IN, JN)=IA(IN, JN)+1                                             00004400
100 CONTINUE                                                         00004400
DO 110 I=1, IM                                                         00004400
DO 110 J=1, JM                                                         00004400
  II=IA(I, J)                                                         00004400
  IF(II.GE.1) IA(I, J)=1                                             00004400

```

```

IF(II.GE.2) IA(I,J)=2      00004500
IF(II.GE.4) IA(I,J)=3      00004500
IF(II.GE.8) IA(I,J)=4      00004500
IF(II.GE.16) IA(I,J)=5     00004500
IF(II.GE.32) IA(I,J)=6     00004500
IF(II.GE.64) IA(I,J)=7     00004500
IF(II.GE.128) IA(I,J)=8    00004500
IF(II.GE.256) IA(I,J)=12   00004500
110 CONTINUE                00004500
CALL PRINT(' PC ', IA, IM, JM) 00004500
WRITE(*,2) (I,I=0,8)        00004600
2 FORMAT(/20X,' I=',9I10)    00004600
WRITE(*,3) 0,(2**I,I=0,7)    00004600
3 FORMAT(' PARTICLE COUNT COUNT/GRID =',9I10) 00004600
WRITE(*,1) ID,KT,COMENT     00004600
1 FORMAT(/' ID=',5I5,' KT=',I3/1X,A80) 00004600
RETURN                      00004600
END                          00004600
SUBROUTINE RANDA(N,IM)      00004600
DATA IX/1/                  00004600
INTEGER*4 N(*)              00004700
JM=IM/13.+0.999            00004700
DO 100 J=1, JM              00004700
IX=IX*48828125              00004700
IF(IX) 10,20,20             00004700
10 IX=(IX+2147483647)+1     00004700
20 CONTINUE                 00004700
DO 100 I=1,13               00004700
NNN=1                       00004700
IF(BTEST(IX,I+11)) NNN=-1   00004700
N((J-1)*13+I)=NNN          00004800
100 CONTINUE                00004800
RETURN                      00004800
END                          00004800
SUBROUTINE COND (NP,P,INO,IDEF,NM) 00004800
DIMENSION P(3,NM),INO(NM),IDEF(NM) 00004800
NN=0                        00004800
DO 100 N=1,NP               00004800
IF(IDEF(N).GE.1) THEN       00004800
NN=NN+1                     00004800
P(1,NN)=P(1,N)              00004900
P(2,NN)=P(2,N)              00004900
P(3,NN)=P(3,N)              00004900
INO(NN)=INO(N)              00004900
IDEF(NN)=IDEF(N)            00004900
END IF                       00004900
100 CONTINUE                00004900
NP=NN                       00004900
RETURN                       00
END                           00

```

## 参 考 文 献

- Blackadar, A. K., 1962 : Vertical distribution of wind and turbulent exchange in a neutral atmosphere. *J. Geophys. Res.*, **67**, 3095-3102.
- Businger, J. A., J. C. Wyngaard, Y. Izumi and E. F. Bradley, 1971 : Flux-profile relationships in the atmospheric surface layer. *J. Atmos. Sci.*, **28**, 181-189.
- Businger, J. A., 1973 : Turbulent transfer in the atmospheric surface layer. Workshop on micrometeorology. D. A. Haugen, Ed., 67-100. Published by the American Meteorological Society.
- Carmichael, G. R. and L. K. Peters, 1984 : An Eulerian transport/transformation/removal model for SO<sub>2</sub> and sulfate- I. Model development. *Atmos. Environ.*, **18**, 937-951.
- Cuong, N. B., B. Bonsang and G. Lambert, 1974 : The atmospheric concentration of sulfur dioxide and sulfate aerosols over antarctic, subantarctic areas and oceans. *Tellus*, **26**, 241-249.
- Dickerson, M. H., 1978 : MASCON-A mass consistent atmospheric flux model for regions with complex terrain. *J. Appl. Met.*, **17**, 241-253.
- Diehl, S. R., D. T. Smith and M. Sydor, 1982 : Random-Walk simulation of gradient-transfer process applied to dispersion of stack emission from coal-fired power plants. *J. Appl. Met.*, **21**, 69-83.
- Eliassen A.,  $\Phi$ . Hov, I. S. A. Isaksen, J. Saltbones and F. Stordal, 1982 : A Lagrangian long range transport model with atmospheric boundary layer chemistry. *J. Appl. Met.*, **21**, 1645-1661.
- Gislason, K. B. and L. P. Prahm, 1983 : Sensitivity study of air trajectory long-range transport modeling. *Atmos. Environ.*, **7**, 997-1101.
- Gunn, K. L. S. and J. S. Marshall, 1958 : The distribution with size of aggregate snowflakes. *J. Meteor.*, **15**, 452-461.
- 畠山史郎, 1986 : 硫黄化合物の放出と大気中での酸化反応。国立公害研究所研究報告, 第102号, 215-231.
- Hegg, D. A. and P. V. Hobbs, 1982 : Measurements of sulfate production in natural cloud. *Atmos. Environ.*, **16**, 2663-2668.
- Hegg, D. A., S. A. Rutledge and P. V. Hobbs, 1984 : A numerical model for sulfur chemistry in warm-frontal rainbands. *J. Geophys. Res.* **89**, D 5, 7133-7147.
- Hegg, D. A., P. V. Hobbs and L. F. Radke, 1984 : Measurement of the scavenging of sulfate and nitrate in clouds. *Atmos. Environ.*, **18**, 1939-1946.
- 泉 克幸, 1986 : 対流圏の有機エアロゾル。国立公害研究所研究報告, 第102号, 133-148.
- 加藤信夫, 小川芳樹, 小池俊也, 坂本保, 坂本進, 1991 : アジア地域のエネルギー消費構造と地球環境影響物質 (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>) 排出量の動態分析。NISTEP REPORT No. 21 科学技術庁, 科学技術政策研究所。
- Kato, N. and H. Akimoto, 1992 : Anthropogenic emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> in Asia : Emission inventories. *Atmos. Environ.*, **26A**, 2997-3017.
- Kessler, E., 1969 : On the distribution and continuity of water substance in atmospheric circulation. *Met. Monogr.*, No. 32, 84pp.

- Kimura, F. and T. Yoshikawa, 1988 : Numerical simulation of global scale dispersion of radioactive pollutants from the accident at the Chernobyl nuclear power station. *J. Met. Soc. Japan*, **66**, 489-495.
- Kitada, T., G. R. Carmichael, and L. K. Peters, 1986 : Effects of dry deposition on the concentration-distributions of atmospheric pollutants within land-and sea-breeze circulations. *Atmos. Environ.*, **10**, 1999-2010.
- Liu, M. K. and D. A. Stewart, 1982 : A mathematical model for the analysis of acid deposition. *J. Appl. Met.*, **21**, 859-873.
- Louis, J. F., 1979 : A parametric model of vertical eddy fluxes in the atmosphere. *Boundary-Layer Met.*, **17**, 187-202.
- 萬納寺信崇, 1988 : JSM の統計的検証。昭和63年数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 67-76。
- Marshall, J. S., 1953 : Precipitation trajectories and patterns. *J. Meteor.*, **10**, 25-29.
- Marshall, J. S. and W. M. Palmer, 1948 : The distribution of raindrops with size. *J. Meteor.*, **5**, 165-166.
- McNaughton, D. J., C. M. Berkowitz and R. C. Williams, 1981 : A diagnostic analysis of a long-term regional air pollutant transport model. *J. Appl. Met.*, **20**, 795-801.
- Mellor, G. L. and T. Yamada, 1974 : A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layer. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 1791-1806.
- Merceret, F. J., 1975 : Relating rainfall rate to the slope of raindrop size spectra. *J. Appl. Met.*, **14**, 259-260.
- 大関 誠, 1985 : VFM の降水量予報の統計的な検証。昭和60年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 90-94。
- Pardo, J., G. D. Hartog and H. H. Neumann, 1991 : An investigation of the ADOM dry deposition module using summertime O<sub>3</sub> measurements above a deciduous forest. *Atmos. Environ.*, **25 A**, 1689-1704.
- Pardo, J., 1991 : Seasonal contrasts in modeling and observed dry deposition velocities of O<sub>3</sub> and NO<sub>2</sub> over three surfaces. *Atmos. Environ.*, **27 A**, 807-814.
- Pardo, J. and G. C. Edwards, 1991 : Sensitivity of ADOM dry deposition velocities to input parameters : A comparison with measurements for SO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> over three land use types. *Atmos. Ocean*, **29**, 667-685.
- Penkett, S. A., B. M. Jones. A. Brice and A. E. Eggleton, 1979 : The importance of atmospheric ozone and hydrogen peroxide in oxidizing sulfur dioxide in cloud and rainwater. *Atmos. Environ.*, **13**, 123-127.
- Rutledge, S. A. and P. W. Hobbs, 1983 : The mesoscale and microscale structure and organization of clouds and precipitation in midlatitude cyclons; VII : A model for the "Seeder-Feeder" process in warm front rainbands. *J. Atmos. Sci.*, **40**, 1185-1206.
- Scott, 1978 : Parameterization of sulfate removal by precipitation. *J. Appl. Met.*, **17**, 1375-1389.
- Sherman, C. A., 1978 : A mass-consistent model for wind fields over complex terrain. *J. Appl. Met.*, **17**, 312-319.
- 巽 保夫, 1983 : 10層アジア地区ファインメッシュモデル (10L FLM)。気象庁電子計算室報告・別刷29号 45-93。
- 鶴田治雄, 草野 一, 渡辺善徳, 太田正雄, 平野耕一郎, 1988 : 大気汚染質の雲粒・雨滴によるとりこみ機構と酸化反応 (第1報)。横浜市公害研究報第12号, 37-56。

- Venkatram, A., B. E. Lay and S. W. Wong, 1982 : A statistical model to estimate long term concentration of pollutants associated with long-range transport. *Atmos. Environ.*, **16**, 249-257.
- Waleck, C. J., R. A. Brost., J. S. Chang and M. L. Wesely, 1986 : SO<sub>2</sub>, sulfate and HNO<sub>3</sub> deposition velocities computed using regional land use and meteorological data. *Atmos. Environ.*, **20**, 949-964.
- Wesely, M. L., and B. B. Hicks : 1977 : Some factors that affect the deposition rates of sulfur dioxide and similar gases on vegetation. *J. Air Polu. Cont. Associ.*, **27**, 1110-1116.
- Wesely, M. L., 1989 : Parameterization of surface resistances to gaseous dry deposition in regional-scale numerical models. *Atmos. Environ.*, **23**, 1293-1304.
- Wyngaard, J. C., 1973 : On surface layer turbulence. Workshop on micrometeorology. D. A. Haugen, Ed., 101-149. Published by the American Meteorological Society.
- 山口 幸裕, 1991 : 鳥根県における大気降下物に関する研究。鳥根県衛生公害研究所特別研究成果報告書。

## 気象研究所技術報告一覧表

- 第1号 バックグラウンド大気汚染の測定法の開発 (地球規模大気汚染特別研究班, 1978)  
Development of Monitoring Techniques for Global Background Air Pollution (MRI Special Research Group on Global Atmospheric Pollution, 1978)
- 第2号 主要活火山の地殻変動並びに地熱状態の調査研究 (地震火山研究部, 1979)  
Investigation of Ground Movement and Geothermal State of Main Active Volcanoes in Japan (Seismology and Volcanology Research Division, 1979)
- 第3号 筑波研究学園都市に新設された気象観測用鉄塔施設 (花房龍男・藤谷徳之助・伴野 登・魚津 博, 1979)  
On the Meteorological Tower and Its Observational System at Tsukuba Science City (T. Hanafusa, T. Fujitani, N. Banno and H. Uozu, 1979)
- 第4号 海底地震常時観測システムの開発 (地震火山研究部, 1980)  
Permanant Ocean-Bottom Seismograph Observation System (Seismology and Volcanology Research Division, 1980)
- 第5号 本州南方海域水温図——400m (又は500m) 深と1000m 深—— (1934-1943年及び1954-1980年) (海洋研究部, 1981)  
Horizontal Distribution of Temperature in 400m (or 500m) and 1000m Depth in Sea South of Honshu, Japan and Western-North Pacific Ocean from 1934 to 1943 and from 1954 to 1980 (Oceanographical Research, 1981)
- 第6号 成層圏オゾンの破壊につながる大気成分および紫外日射の観測 (高層物理研究部, 1982)  
Observations of the Atmospheric Constituents Related to the Stratospheric Ozone Depletion and the Ultraviolet Radiation (Upper Atmosphere Physics Research Division, 1982)
- 第7号 83型強震計の開発 (地震火山研究部, 1983)  
Strong-Motion Seismograph Model 83 for the Japan Meteorological Agency Network (Seismology and Volcanology Research Division, 1983)
- 第8号 大気中における雪片の融解現象に関する研究 (物理気象研究部, 1984)  
The Study of Melting of Snowflakes in the Atmosphere (Physical Meteorology Research Division, 1984)
- 第9号 御前崎南方沖における海底水圧観測 (地震火山研究部・海洋研究部, 1984)  
Bottom Pressure Observation South off Omaezaki, Central Honshu (Seismology and

Volcanology Research Division and Oceanographical Research Division, 1984)

第10号 日本付近の低気圧の統計 (予報研究部, 1984)

Statistics on Cyclones around Japan (Forecast Research Division, 1984)

第11号 局地風と大気汚染物質の輸送に関する研究 (応用気象研究部, 1984)

Observations and Numerical Experiments on Local Circulation and Medium-Range Transport of Air Pollutions (Applied Meteorology Research Division, 1984)

第12号 火山活動監視法に関する研究 (地震火山研究部, 1984)

Investigation on the Techniques for Volcanic Activity Surveillance (Seismology and Volcanology Research Division, 1984)

第13号 気象研究大気大循環モデル I (MRI・GCM-I) (予報研究部, 1984)

A Description of the MRI Atmospheric General Circulation Model (The MRI・GCM-I) (Forecast Research Division, 1984)

第14号 台風の構造の変化と移動に関する研究——台風7916の一生—— (台風研究部, 1985)

A Study on the Changes of Three Dimensional Structure and the Movement Speed of the Typhoon through Its Life Time (Typhoon Research Division, 1985)

第15号 波浪推算モデル MRI と MRI-II の相互比較研究——計算結果図集—— (海洋研究部, 1985)

An Intercomparison Study between the Wave Models MRI and MRI-II —— A Compilation of Results —— (Oceanographical Research Division, 1985)

第16号 地震予知に関する実験的及び理論的研究 (地震火山研究部, 1985)

Study on Earthquake Prediction by Geophysical Method (Seismology and Volcanology Research Division, 1985)

第17号 北半球地上月平均気温偏差図 (予報研究部, 1986)

Maps of Monthly Mean Surface Temperature Anomalies over the Northern Hemisphere for 1891-1981 (Forecast Research Division, 1986)

第18号 中層大気の研究 (高層物理研究部・気象衛星研究部・予報研究部・地磁気観測所, 1986)

Studies of the Middle Atmosphere (Upper Atmosphere Physics Research Division, Meteorological Satellite Research Division, Forecast Research Division, MRI and the Magnetic Observatory, 1986)

第19号 ドップラーレーダによる気象・海象の研究 (気象衛星研究部・台風研究部・予報研究部・応用気象研究部・海洋研究部, 1986)

Studies on Meteorological and Sea Surface Phenomena by Doppler Radar (Meteorological Satellite Research Division, Typhoon Research Division, Forecast Research Division, Applied Meteorology Research Division and Oceanographical Research

- Division, 1986)
- 第20号 気象研究所対流圏大気大循環モデル (MRI・GCM-I) による12年間の積分 (予報研究部, 1986)
- Mean Statistics of the Tropospheric MRI・GCM-I based on 12-year Integration (Forecast Research Division, 1986)
- 第21号 宇宙線中間子強度1983-1986 (高層物理研究部, 1987)
- Multi-Directional Cosmic Ray Meson Intensity 1983-1986 (Upper Atmosphere Physics Research Division, 1987)
- 第22号 静止気象衛星「ひまわり」画像の噴火噴煙データにもとづく噴火活動の解析に関する研究 (地震火山研究部, 1987)
- Study on Analyses of Volcanic Eruptions based on Eruption Cloud Image Data obtained by the Geostationary Meteorological Satellite (GMS) (Seismology and Volcanology Research Division, 1987)
- 第23号 オホーツク海海洋気候図 (篠原吉雄・四竈信行, 1988)
- Marine Climatological Atlas of the Sea of Okhotsk (Y. Shinohara and N. Shikama, 1988)
- 第24号 海洋大循環モデルを用いた風の応力異常に対する太平洋の応答実験 (海洋研究部, 1989)
- Response Experiment of Pacific Ocean to Anomalous Wind Stress with Ocean General Circulation Model (Oceanographical Research Division, 1989)
- 第25号 太平洋における海洋諸要素の季節平均分布 (海洋研究部, 1989)
- Seasonal Mean Distribution of Sea Properties in the Pacific (Oceanographical Research Division, 1989)
- 第26号 地震前兆現象のデータベース (地震火山研究部, 1990)
- Database of Earthquake Precursors (Seismology and Volcanology Research Division, 1990)
- 第27号 沖縄地方における梅雨期の降水システムの特性 (台風研究部, 1991)
- Characteristics of Precipitation Systems during the Baiu Season in the Okinawa Area (Typhoon Research Division, 1991)
- 第28号 気象研究所・予報研究部で開発された非静水圧モデル (猪川元興・斉藤和雄, 1991)
- Description of a Nonhydrostatic Model Developed at the Forecast Research Department of the MRI (M. Ikawa and K. Saito, 1991)
- 第29号 雲の放射過程に関する総合的研究 (気象研究部・物理気象研究部・応用気象研究部・気象衛星・観測システム研究部・台風研究部, 1992)
- A Synthetic Study on Cloud-Radiation Processes (Climate Research Department,

Physical Meteorology Research Department, Applied Meteorology Research Department, Meteorological Satellite and Observation System Research Department and Typhoon Research Department, 1992)

第30号 大気と海洋・地表とのエネルギー交換過程に関する研究 (三上正男・遠藤昌宏・新野宏・山崎孝治, 1992)

Studies of Energy Exchange Processes between the Ocean-Ground Surface and Atmosphere (M. Mikami, M. Endoh, H. Niino and K. Yamazaki, 1992)

第31号 降水日の出現頻度からみた日本の季節推移——30年間の日降水量資料に基づく統計—— (秋山孝子, 1993)

Seasonal Transition in Japan, as Revealed by Appearance Frequency of Precipitating-Days——Statistics of Daily Precipitation Data During 30 Years—— (T. Akiyama, 1993)

第32号 直下型地震予知に関する観測的研究 (地震火山研究部, 1994)

Observational Study on the Prediction of Disastrous Intraplate Earthquakes (Seismology and Volcanology Research Department, 1994)

第33号 各種気象観測機器による比較観測 (気象衛星・観測システム研究部, 1994)

Intercomparisons of Meteorological Observation Instruments (Meteorological Satellite and Observation system Research Department, 1994)

# 気 象 研 究 所

1946 (昭和21) 年 設立

所 長 : 理 博 山 岸 米 二 郎

予 報 研 究 部	部 長 :	古 賀 晴 成
気 候 研 究 部	部 長 :	村 木 彦 磨
台 風 研 究 部	部 長 :	大 塚 伸
物 理 気 象 研 究 部	部 長 :	能 美 武 功
応 用 気 象 研 究 部	部 長 : 理 博	花 房 龍 男
気 象 衛 星 ・ 観 測		
シ ス テ ム 研 究 部	部 長 :	田 中 豊 顯
地 震 火 山 研 究 部	部 長 :	望 月 英 志
海 洋 研 究 部	部 長 :	周 東 健 三
地 球 化 学 研 究 部	部 長 : 理 博	伏 見 克 彦

## 気 象 研 究 所 技 術 報 告

編 集 委 員 長 : 古 賀 晴 成

編 集 委 員 : 加 藤 政 勝 内 山 明 博 赤 枝 健 治  
水 野 量 高 薮 出 廣 田 道 夫  
神 定 健 二 蒲 地 政 文 松 枝 秀 和  
事 務 局 : 松 林 繁 樹 西 井 久 人

気象研究所技術報告は、1978 (昭和53) 年の初刊以来、気象研究所が必要の都度発行する刊行物であり、気象学、海洋学、地震学その他関連の地球科学の分野において気象研究所職員が得た研究成果に関し、技術報告、資料報告および総合報告を掲載する。

気象研究所技術報告の編集は、編集委員会が行う。編集委員会は原稿の掲載の可否を判定する。

本誌に掲載された論文の著作権は気象研究所に帰属する。本誌に掲載された論文を引用する場合は、出所を明示すれば気象研究所の許諾を必要としない。本誌に掲載された論文の全部又は一部を複製、転載、翻訳、あるいはその他に利用する場合は、個人が研究、学習、教育に使用する場合を除き、気象研究所の許諾を得なければならない。

気象研究所技術報告 ISSN 0386-4049

第 34 号

平成 7 年 6 月 25 日 発行

編 集 兼  
発 行 者

気 象 研 究 所

〒305 茨城県つくば市長峰1-1

TEL.(0298)53-8535

印 刷 所

朝 日 印 刷 株 式 会 社

〒308 茨城県下館市中館186