

JAERI - M
92-102

高精度拡散評価モデル PHYSIC

1992年7月

山澤 弘実

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division, Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1992

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 (株)原子力資料サービス

高精度拡散評価モデルPHYSIC

日本原子力研究所東海研究所環境安全研究部

山澤 弘実

(1992年6月9日受理)

SPEEDIの高精度化研究の中で気象の予報機能の拡充及び大気拡散計算の高精度化を目的に開発された高精度拡散評価モデルPHYSICについて、モデル内容、コードの構成、計算パラメータ及びコードの使用法について述べた。

PHYSICは既に開発済みの3次元局地スケール気象モデルに新たに作成した拡散モデルを結合したもので、複雑地形上での気象場及び乱流場の計算と同時に点状放出源からの放出物の拡散を評価するモデルである。気象場計算では、ブシネスク近似及び静水圧近似を用いたプリミティブ方程式系を中心とした方程式系を差分法により解く。濃度計算は粒子法を用いた拡散計算モデルを採用している。本モデルで対象とする水平空間スケールは10～1000km、鉛直空間スケールは1～10km、時間スケールは1時間～1日程度である。

High Performance Dispersion Model PHYSIC

Hiromi YAMAZAWA

Department of Environmental Safety Research
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received June 9, 1992)

The description and usage of the dispersion calculation model PHYSIC were summarized. The model was developed in the study of developing high performance SPEEDI with the purpose of introducing meteorological forecast function into the environmental emergency response system.

PHYSIC consists of two parts, the three-dimensional meteorological model and the dispersion model. The former comprises primitive equations with Boussinesq approximation, which are solved by a finite difference method. The latter employs a particle dispersion method. PHYSIC can be used to evaluate the meteorological condition as well as the dispersion from a point source located in a complex terrain. The spatial and temporal scales of the model are 10 to 1000 km horizontally, 1 to 10 km vertically and 1 hour to 1 day, respectively.

Keywords: Dispersion Model, PHYSIC, Complex Terrain, Meteorology, Local Scale, Model Code, Atmospheric Dispersion

目 次

1. はじめに	1
2. モデル	1
2.1 概 要	1
2.2 数値解法	2
2.3 乱流クロージャーモデル	3
2.4 日射量・大気放射量計算モデル	3
2.5 計算領域のネスティング	3
2.6 拡散モデル	4
3. 計算コード	4
3.1 全体概要	4
3.2 主要変数	8
3.3 モジュール	11
4. 入力データ	23
4.1 データの流れ	23
4.2 J C L	23
4.3 ファイル仕様	25
5. 使用方法	30
5.1 手 順	30
5.2 計算資源	34
5.3 モデルの出力するエラーメッセージ	34
6. ま と め	35
参考文献	36

Contents

1. Introduction	1
2. Model	1
2.1 Outline	1
2.2 Numerical Solution Method	2
2.3 Turbulence Closure Model	3
2.4 Solar Radiation and Atmospheric Radiation Model	3
2.5 Nesting of Calculation Domain	3
2.6 Dispersion Model	4
3. Code	4
3.1 Outline	4
3.2 Main Variables	8
3.3 Modules	11
4. Input Data	23
4.1 Flow of Data	23
4.2 JCL	23
4.3 Files	25
5. Usage	30
5.1 Procedure	30
5.2 Computer Resources	35
5.3 Error Messages from Model	35
6. Summary	36
References	37

1. はじめに

3次元気象モデルPHYSICは、SPEEDIの高精度化研究の中で気象の予報機能の拡充及び大気拡散計算の高精度化を目的に開発された数値モデルである。風速、温位、乱流統計量等の気象に関する物理量の空間分布（以下では気象場と呼ぶ）を計算するモデルの開発¹⁾に続き、点状放出を対象とした大気拡散モデルを開発し^{2,3)}、これらを結合して気象場及び点源放出物の濃度分布を計算するモデルとして整備を行った。そこで、拡散計算モデルを含んだ全体の名称を「高精度拡散評価モデル」とし、略称を従来どおりPHYSICとする。

本モデルは、モデルコード本体とこれをサポートするユーティリティーから成っている。モデルコード本体は、関連ファイルとJCLを作成すれば単体でも動作する。しかし、その操作手続きは煩雑であり、モデル内容を熟知していなければ実際上運用は困難である。ユーティリティーは地形等の必要なファイルの作成、モデルの起動、計算結果の図形出力を会話型またはメニュー形式で行い、操作者の負担を大幅に軽減する。

ユーティリティーに関する解説は別報告⁴⁾にまとめることとし、本報告ではモデルの内容、計算パラメータ、モデルコード本体の使用方法を解説する。モデルで扱う個々の過程の物理的な側面については以前の報告^{1,2)}に述べてある。本報告ではモデルコードの使用及び改良で必要となる事項に重点を置いて記述する。本報告で解説するモデルのバージョンはPHYSIC-D3V4C(省略形PHYD3V4)である。

2. モデル

2.1 概要

本モデルは、運動方程式、熱エネルギー保存式等の大気中の物理過程を表す方程式系を数値的に解き、気象場の時間変化を予報的(prognostic)に求める気象場モデルと、大気中の物質の拡散を多数の粒子により模擬する拡散モデルから成る。対象とする水平空間スケールは10~1000km、鉛直空間スケールは1~10km、時間スケールは1時間~1日程度である。

基本方程式系はブジネスク近似及び静水圧近似を用いたプリミティブ方程式系を中心とし、2次オーダーの乱流クロージャーモデル^{5,6)}、地表面熱収支式、地中熱伝導方程式等から成る。用いている座標系は地形準拠z*座標系と呼ばれるもので、

1. はじめに

3次元気象モデルPHYSICは、SPEEDIの高精度化研究の中で気象の予報機能の拡充及び大気拡散計算の高精度化を目的に開発された数値モデルである。風速、温位、乱流統計量等の気象に関する物理量の空間分布（以下では気象場と呼ぶ）を計算するモデルの開発¹⁾に続き、点状放出を対象とした大気拡散モデルを開発し^{2,3)}、これらを結合して気象場及び点源放出物の濃度分布を計算するモデルとして整備を行った。そこで、拡散計算モデルを含んだ全体の名称を「高精度拡散評価モデル」とし、略称を従来どおりPHYSICとする。

本モデルは、モデルコード本体とこれをサポートするユーティリティーから成っている。モデルコード本体は、関連ファイルとJCLを作成すれば単体でも動作する。しかし、その操作手続きは煩雑であり、モデル内容を熟知していなければ實際上運用は困難である。ユーティリティーは地形等の必要なファイルの作成、モデルの起動、計算結果の図形出力を会話型またはメニュー形式で行い、操作者の負担を大幅に軽減する。

ユーティリティーに関する解説は別報告⁴⁾にまとめることとし、本報告ではモデルの内容、計算パラメータ、モデルコード本体の使用方法を解説する。モデルで扱う個々の過程の物理的な側面については以前の報告^{1,2)}に述べてある。本報告ではモデルコードの使用及び改良で必要となる事項に重点を置いて記述する。本報告で解説するモデルのバージョンはPHYSIC-D3V4C(省略形PHYD3V4)である。

2. モデル

2.1 概要

本モデルは、運動方程式、熱エネルギー保存式等の大気中の物理過程を表す方程式系を数値的に解き、気象場の時間変化を予報的(prognostic)に求める気象場モデルと、大気中の物質の拡散を多数の粒子により模擬する拡散モデルから成る。対象とする水平空間スケールは10~1000km、鉛直空間スケールは1~10km、時間スケールは1時間~1日程度である。

基本方程式系はブジネスク近似及び静水圧近似を用いたプリミティブ方程式系を中心とし、2次オーダーの乱流クロージャーモデル^{5,6)}、地表面熱収支式、地中熱伝導方程式等から成る。用いている座標系は地形準拠z*座標系と呼ばれるもので、

地形を取り入れた計算が可能である(Fig.1)。これらの方程式系は基本的に前報告¹⁾と同じであるため、主要方程式名を列記するに止める(Table 1)。水蒸気に関する保存式は本モデルには含まれていない。

各方程式の境界条件をTable 1に示す。風速及び温位については、上端で勾配無し、下端(地表面)ではMonin-Obukhovの相似則を用いる。また、横方向ではRadiation Conditionまたはネスティングによる境界値を与える。乱流運動エネルギー及び乱流長さスケールについては、上端で0、下端でMonin-Obukhovの相似則から導出される式を用い、横方向ではRadiation Conditionを用いる。熱エネルギー保存式及び地中熱伝導方程式の地表面境界では、地表面熱収支式を用いて計算される地表面温度が用いられる。

本モデルを機能面から分けた場合の構成をFig.2に示す。本モデルには、上記方程式系から比較的独立して独自の機能を持つモジュール(以下ではサブモデルと呼ぶ)が含まれている。その一覧をTable 2に示す。Table 1の乱流運動エネルギー保存式及び乱流長さスケール保存式はサブモデルである乱流クロージャーモデルレベル2.5に含まれるものである。

前報告¹⁾以後に改良・修正を行った項目は、(1)乱流クロージャーモデルの改良、(2)日射量・大気放射量計算モデルの改良、(3)計算領域ネスティング手法の採用、(4)計算パラメータの簡素化である。また、(5)粒子型の拡散モデルの結合を行った。これらの改良点については、2.3節以降で述べる。また、計算パラメータについては第4章で述べる。

2.2 数値解法

座標形、格子点の定義、数値解法については前報告以後の修正は無い。概要は以下のとおり。

Table 1の方程式は、差分法により数値的に解かれる。大気中の格子点の定義をFig.3に示す。風速成分とその他の物理量は水平方向に半格子ずれた点で定義され、鉛直風成分と水平風成分は鉛直方向に半格子ずれた点で定義される。乱流拡散係数(渦拡散係数)は、水平風速成分及び温位と鉛直方向に半格子ずれた点で定義される。空間差分は1次の風上差分を用いてある。Table 1の③、⑥、及び乱流クロージャーモデルレベル2.0等の数値積分では台形公式を用いている。Fig.3には格子番号の定義も示した。風速の格子点番号はその他の量から半格子ずれて定義されている。地形に関する変数は半格子毎に定義されており、地形格子の番号は鉛直風の格子番号の2倍である。

予報的(prognostic)な方程式は交互方向陰解法(A. D. I. 法)を用いて解かれる。モデルで扱う地中格子の大きさは水平方向1kmのオーダーに対し鉛直方向1cm

のオーダーであるため、地中熱伝導方程式は鉛直方向のみの1次元の方程式である(水平格子点個数だけの互いに独立な方程式)。これは、Crank-Nicolsonの陰解法により解かれる。

2.3 乱流クロージャーモデル

乱流クロージャーモデルは、風速及び温位の分布を入力とし、乱流運動エネルギー、乱流長さスケール、乱流拡散係数及びその他の乱流統計量の3次元分布を計算するモデルである。乱流拡散係数は運動方程式及び熱エネルギー方程式の乱流輸送項を閉じるのに用いられる。風速変動の分散等の乱流統計量は拡散計算に用いられる。

レベル2.0モデルは乱流統計量を全て診断的に解くモデルであり、乱流量の初期化に用いられる。前報告¹⁾以後の変更は無い。レベル2.5モデルは、乱流運動エネルギー及び乱流長さスケールを予報的に解き、他の量は診断的に解くモデルである。通常乱流量計算はこのモデルを用いて行われる。従来のレベル2.5モデルは急激に乱流が発達する場合に非現実的な振る舞いをする場合があった。PHYSICでは、この点をレベル3.0の近似に近い仮定を導入⁶⁾することによって解消した。1次元モデル(PHYD1V3)の改良の具体的内容は別報告(文献7、p5)に記してある。本3次元モデルの改良も1次元モデルのものと同じである。

2.4 日射量・大気放射量計算モデル

本モデルは、雲量、水蒸気量等を入力パラメータとして、全天日射量及び下向きの大気放射量を計算するモデルである。本モデルの計算結果は地表面熱収支式を解く時に使用される。

前報告¹⁾までのモデルでは、全天日射量、下向き大気放射量は快晴日の値しか計算できなかった。本モデルでは、高層雲量、中層雲量、下層雲量を入力パラメータに追加し、曇天時の日射量及び大気放射量が計算できるようにした。これらのサブモデルは1次元用モデルのものと基本的に同じである^{7,8,9)}。ただし、日射量計算では、直達日射について地表面の傾斜角度及び傾斜方向を考慮して計算する点で1次元用モデルと異なる。

日射量及び放射収支量計算のための入力パラメータは水平方向に一様として計算される。従って、広い範囲の計算をする場合に雲量の違いによる地域差を反映した計算はできない。

2.5 計算領域のネスティング

ネスティング手法は、計算領域を数段の入れ子状にし外側領域の計算結果を内側

領域の初期条件及び境界条件として用いる手法である。モデルに馴染む初期条件を生成することが可能であり、実際の大気には無い側面境界の影響を緩和する効果がある。また一般的には、気象場の再現性を維持するためには本来の計算対象領域より大きな計算領域が必要な場合がある¹⁰⁾。このような場合には計算コストの軽減の効果も有る。

ネスティングによる初期条件生成では、外側領域の計算結果を内側領域の格子点に内挿する。ネスティングによる境界条件生成では、各時間ステップ毎の内側領域の境界の値を外側領域から内挿により求め、境界条件として用いているradiation conditionに外力項として加える¹⁰⁾。内挿は直線的に行う。本モデルによるネスティングでは常に外側領域から内側領域にデータが与えられる(one-way nesting)。ネスティングの対象となる変数は水平風速(2成分)及び温位である。モデルコード上はネスティングの深さの制限はない。

2.6 拡散モデル

本拡散モデルの詳細は他の文献^{2, 3)}に示されている。本拡散モデルは、大気中に放出された物質を風速場及び乱流場に従って移動する多数の粒子によって模擬することにより濃度を計算する。放出点から放出される粒子はその時の放出率に対応した「質量」を持つ。粒子の移動は、風速及び乱流によって決定される。乱流による粒子の移動は、乱流クロージャモデルによる乱流統計量から理論的に計算される粒子位置の統計量を満たすように、ランダム変数を用いて行われる。濃度の計算は、濃度計算セル(気象場計算の格子と同じ)内の粒子の持つ質量を合計し時間的に積算することにより、積算時間内での平均濃度として求める。

拡散計算で用いられる気象場データは、気象場計算の時間ステップ毎に拡散計算モデルに引き渡され、その都度拡散計算が行われる。

3. 計算コード

3.1 全体概要

計算コードは全てFORTRAN77で記述されている。ANALYSISによる解析結果をFig.4及びFig.5に示す。ソースの大きさは約12000文である。本コードには以下の特徴がある。

- プログラムはタスク毎にモジュール化されている。
- 主要サブルーチン間のデータの授受はほとんどの場合COMMON文を介して行われる。

領域の初期条件及び境界条件として用いる手法である。モデルに馴染む初期条件を生成することが可能であり、実際の大気には無い側面境界の影響を緩和する効果が有る。また一般的には、気象場の再現性を維持するためには本来の計算対象領域より大きな計算領域が必要な場合がある¹⁰⁾。このような場合には計算コストの軽減の効果も有る。

ネスティングによる初期条件生成では、外側領域の計算結果を内側領域の格子点に内挿する。ネスティングによる境界条件生成では、各時間ステップ毎の内側領域の境界の値を外側領域から内挿により求め、境界条件として用いているradiation conditionに外力項として加える¹⁰⁾。内挿は直線的に行う。本モデルによるネスティングでは常に外側領域から内側領域にデータが与えられる(one-way nesting)。ネスティングの対象となる変数は水平風速(2成分)及び温位である。モデルコード上はネスティングの深さの制限はない。

2.6 拡散モデル

本拡散モデルの詳細は他の文献^{2,3)}に示されている。本拡散モデルは、大気中に放出された物質を風速場及び乱流場に従って移動する多数の粒子によって模擬することにより濃度を計算する。放出点から放出される粒子はその時の放出率に対応した「質量」を持つ。粒子の移動は、風速及び乱流によって決定される。乱流による粒子の移動は、乱流クローザーモデルによる乱流統計量から理論的に計算される粒子位置の統計量を満たすように、ランダム変数を用いて行われる。濃度の計算は、濃度計算セル(気象場計算の格子と同じ)内の粒子の持つ質量を合計し時間的に積算することにより、積算時間内での平均濃度として求める。

拡散計算で用いられる気象場データは、気象場計算の時間ステップ毎に拡散計算モデルに引き渡され、その都度拡散計算が行われる。

3. 計算コード

3.1 全体概要

計算コードは全てFORTRAN77で記述されている。ANALYSYSによる解析結果をFig.4及びFig.5に示す。ソースの大きさは約12000文である。本コードには以下の特徴がある。

- プログラムはタスク毎にモジュール化されている。
- 主要サブルーチン間のデータの授受はほとんどの場合COMMON文を介して行われる。

- 一部の例外を除き変数は倍精度を用いている。
- ベクトル化により高速化されている。

3. 1. 1 計算全体の流れ

本コードでの計算で、一つの領域に対する計算の一区切りを「単位計算」と呼ぶことにする。本コードでは1ジョブステップ内でネスティング手法を用いた複数領域の同時計算は行えない。従って、ネスティング等の複雑な構造の計算を行う場合は、ファイルを介したデータの授受により単位計算を結合する必要がある。計算の構造（モード）を決定する要素は以下の様にまとめられる。

- (1) 継続計算の有無
- (2) ネスティングによる初期化の有無
- (3) ネスティングによる境界条件設定の有無
- (4) 拡散計算の有無（拡散計算有りの場合、拡散計算の継続の有無）

以上の中で、(1)と(2)は排他的である他は互いに独立である。これらの組み合わせを用いて種々の計算が可能である。その例をFig.6に示す。連続した太い実線は一つの単位計算を表し、上下2段に実線が有る場合は上が外側領域の計算、下が内側領域の計算を表す。5例の内容は以下のとおり。

- (a) 単位計算のみ。
- (b) 前の計算から格子情報、地形情報、気象データを引き継いで行う継続計算。
- (c) 両領域とも通常の初期化による開始計算であり、外側領域の計算結果をネスティングにより内側領域の境界条件として用いる計算。
- (d) 内側領域ではネスティングによる初期化を用いている他は(c)と同じ構造。
- (e) 継続計算とネスティングを組み合わせた計算。外側領域では継続計算を行い、内側領域ではネスティングによる初期化、及び境界条件設定を行い、継続計算も併用している。4個の単位計算からなる。

ネスティングによる複数領域の計算では、格子構造だけが異なる全く同一のモデル（コード）を用いて計算が行われる。コード上のネスティングの有無の違いは、単に上位計算の結果を初期条件及び境界条件設定のための入力として用いるかどうか、及び下位計算のための出力を行うかどうかのみの違いである。

3. 1. 2 単位計算の流れ（メインルーチン）

計算の流れFig.7に示す。計算の流れはメインルーチンにより制御され、実際の計算はサブルーチンにより行われる。メインルーチンでは時刻の管理、制御フラグの判断が行われる。以下に計算の流れの順に処理内容を記す。(2)以下は時刻ループの内側の処理であり、時間ステップ数だけ繰り返される。

(1) 初期化

① 気象場計算初期化

最初に、制御フラグ(FRST)の判断により、開始計算用初期化(通常の初期化)または継続計算用初期化を行う。モデルは前の計算を引き継いで計算を行うことが可能であり、その場合の計算を継続(ADDモード)計算と呼ぶ。継続計算では、前の計算により出力されたファイルから格子、地形、時刻、気象場のデータを読み込み計算を継続する。開始計算では計算条件ファイル及び地形ファイルからデータを読み込み、新たに初期条件を生成し計算を開始する。

② 拡散計算初期化

制御フラグ(FPDIFN)の判断により、拡散計算の開始計算初期化または継続計算初期化を行う。拡散計算の継続は気象場計算の継続と独立である。継続計算の場合は放出点位置及び粒子位置等が粒子ファイルから読み込まれ、前の拡散計算を引き継ぐ。

(2) 時刻管理

時刻ループ内の先頭で時刻関係の変数(ITIME, TIME, IDAY, TIMEH, LDATE, LTIMEH)の更新を行う。これらの変数はメインルーチン内及び他のサブルーチンのほとんどでCOMMON文により宣言されている。これらの変数の参照は、いつでもどのサブルーチンからでも許されるが、値の更新はメインルーチンだけに許される。

(3) 拡散係数計算

前時刻ステップの風速、温位、乱流運動エネルギー及び乱流長さスケールから乱流クロージャーマデルレベル2.5により乱流拡散係数を計算する。

(4) 鉛直風計算

前時刻ステップの風速を用い、連続の式を積分することにより、鉛直風を計算する。

(5) 拡散計算(フラグFPDIFF//FPDIFN='GOGO'の時だけ実行される)

① 乱流統計量計算

乱流の時間スケール、風速変動の分散等の乱流統計量を乱流クロージャーマデルにより計算する。

② 粒子移動計算

平均風速及び乱流統計量の分布に従った粒子の移動計算を行う。フラグIRELEF=1の場合は粒子の放出を行う。

③ 濃度積算

各濃度積算セル毎にセル内の粒子の持つ「質量」を合計し、各時刻ステップ毎に積算する。

(6) 地表面温度計算

地表面熱収支式及び地中熱伝導方程式を用いて、地表面温度及び地中温度の計算を行う。安定度長等の接地層関連変数も同時に計算される。

(7) 温位計算

地表面温度を境界条件として温位の分布を熱エネルギー保存式を用いて計算する。移流項には前ステップの風速値を用いる。

(8) 圧力計算

静水圧近似式を用いて温位分布を積分することにより圧力分布を求める。地衡風速の形式で表された圧力分布の水平微分は運動方程式の外力項として用いられる。本計算で求められる外力項は、座標変換にともなう見かけの外力も含まれるため、厳密な意味での地衡風ではない。

(9) 水平風速計算

運動方程式を解くことにより水平風速(U, V 2成分)を求める。

(10) 乱流量計算

乱流運動エネルギー及び長さスケールをそれぞれの保存式を用いて計算する。

(11) ネスティングによる境界値計算

フラグの判断により、ネスティング手法を用いた次の時間ステップの境界値の計算を行う。

(12) 出力

フラグ及び時刻の判断により、ファイル等への出力を行う。出力項目は以下の5項目であり、各々の出力時刻は独立のフラグ及び出力時刻表によって管理されている。

① 作図用データ

風速等の3次元データ及びその他の2次元データを圧縮した形式でファイルに出力する。主に計算結果の作図に用いられる。

② ネスティング用初期条件データ

ネスティングによる初期化をする場合に用いるデータを出力する。

③ 継続計算用データ

継続計算に必要な全データをファイルに出力する。

④ 粒子データ

拡散の継続計算に必要な粒子の位置情報等をファイルに出力する。

⑤ リスト出力

種々の項目の計算結果をモデル標準の形式でリストに出力する。

3.2 主要変数

本節では、メインルーチン内で値が参照・更新される変数で、計算実行の制御上重要なフラグ、時刻テーブル、時刻変数等を説明する。これらのフラグは入出力サブルーチン群によりファイル等から入力され、メインルーチン内で判断され、計算実行を制御している。時刻テーブル及び時刻変数で、LDYまたはLDATで始まる変数は、YYMMDD形式の日付データを持つINTEGER*4の変数である。また、LTMまたはLTIMで始まる変数は、HHMMSS形式の時刻データを持つINTEGER*4の変数である。

また、風速等の3次元データ及び地表面温度等の2次元データについては3.2.5節で説明する。

3.2.1 計算制御フラグ

サブルーチンPREADによりJCLのデータ領域から読み込まれ、メインルーチン内で計算の実行を制御する働きを持つ。

1)FRSR (CHARACTER*4): 開始計算/継続計算の別

= 'RSTR' : 継続計算、 'NONE' : 開始計算

2)FPDIFF,FPDIFN (CHARACTER*2): 拡散計算の有無及び拡散の継続計算の有無

FPDIFF//FPDIFN = 'NONO' : 拡散計算無し、

'GONO' : 拡散計算有り (開始計算)

'GOGO' : 拡散計算有り (継続計算)

FPDIFFは当該単位計算内で拡散計算を行うかどうかを表し、FPDIFNは現在拡散計算を行っているかどうかを表す。計算開始時にFPDIFNが'GO'の時は拡散計算の継続計算を行うことを意味する。

3)IBCIN (INTEGER*4): ネスティングによる境界条件計算の有無

= 0 : 無し

0以外: 有り、ネスティング境界値入力ファイル機番

4)IBCRES (INTEGER*4): ネスティングによる初期化の有無

- = 0 : 無し
0以外: 有り、ネスティング初期値入力ファイル機番
- 5) IBCOUT (INTEGER*4): ネスティングによる境界値出力の有無
= 0 : 無し
0以外: 有り、ネスティング境界値出力ファイル機番
- 6) IBCREO (INTEGER*4): ネスティングによる初期化用出力の有無
= 0 : 無し
0以外: 有り、ネスティング初期値出力ファイル機番
- 7) LPOS: 当該計算の領域番号

当該計算の位置情報には計算領域情報ファイルのLPOS番目の位置情報を用い、ネスティングに関する位置情報にはLPOS-1(入力側)及びLPOS+1(出力側)番目の位置情報を用いる。

3. 2. 2 出力回数、出力日時

以下の変数は出力の回数及び日時を保持するINTEGER*4の変数で、計算初期化時にサブルーチンPREADによりJCLのデータ領域から読み込まれ、各時間ステップに時間ループ内で参照される。

- 1) NGOUT, LDYGD(48), LTMGD(48): 主データファイル出力回数、日時
- 2) NROUT, LDYRD(12), LTMRD(12): 継続計算用のファイル出力回数、日時
- 3) NPOUT, LDYPD(48), LTMPPD(48): 粒子ファイル出力回数、日時
- 4) NBCRES, LDYBD(12), LTMBD(12): ネスティングによる初期化用出力ファイルへの出力回数、日時
- 5) NDOUT, LDYDD(48), LTMDD(48): リストへの出力回数、日時
- 6) NACCLE, LDYAC(48), LTMAC(48): 濃度積算初期化回数、日時

3. 2. 3 時刻変数

時刻変数の定義をFig.8に示す。以下の説明で「不変」とあるものは計算の途中で値が変更されない。

- DELT : 気象場計算の時間増分、秒単位、不変
- LDATES, LTIMES: 計算シリーズの最初の日時、不変
- TIMES: LTIMESに対応する時間単位で表した時刻、不変
- LDATESS, LTIMSS: 当該単位計算の開始日時、不変
- LDATEE, LTIMEE: 当該単位計算の終了日時、不変
- LDYDIF, LTMDF: 拡散計算の開始日時、不変
- LDYREE, LTMREE: 拡散計算での放出終了日時、不変

LDINTG, LTINTG: 計算時間、YYMMDD,HHMMSSのDD以下が有効、不変
 TINTEG : 計算時間、時間単位、不変
 ITIME : 計算シリーズ開始日時からの時間、秒単位、整数
 TIME : 計算シリーズ開始日時からの時間、時間単位
 IDAY : 計算シリーズ開始日からの日数、計算開始日=0
 TIMEH : 現在の時刻、時間単位
 LDATE, LTIMEH : 現在の日時

最も基本となる変数はITIMEであり、時刻ループの先頭で

$$ITIME = ITIME + DELT$$

により計算される。DELTは倍精度変数であるが、小数点以下はゼロである必要がある。気象場の継続計算以外ではDELTは領域情報ファイルに指定された値が用いられる。同ファイル内のDELTの小数点以下が0でない場合はサブルーチンPREADで読み込む際に切り捨てられる。他の時刻関連変数(TIME, TIMEH, LTIMEH, LDATE, IDAY)は、ITIMEから計算され、その値はメインルーチン時間ループの先頭で確定される。時間ループに入る前まで、初期化によりITIME, TIMES, LDATESの値が確定していなければならない。これらの変数の値はいつでも参照可能であるが、時刻管理部分以外での値の変更は許されない。

メインルーチン及びサブルーチンでの時刻管理は、上記時刻変数の中からそれぞれの目的で使用し易い時刻変数を用いて行われる。メインルーチンの時刻管理は主にLDATE, LTIMEHを用いて行われる。継続モード計算では、IDAY及びTIMEHが用いられる。例外としてネスティング関係のサブルーチン内では、ネスティング関係データの時刻はTIMEBCにより管理される。TIMEBCはシリーズ最上位の計算の開始時刻の属する日の0時を起点として計算した時間単位の時間である。

3.2.4 パラメータ文

パラメータ文の定義をTable 3に示す。これらのパラメータ文は3次元配列及び2次元配列を用いるメインルーチン及び全てのサブルーチンの先頭で定義されている。主要な定数は以下のとおり。

NX : X方向の格子数

NY : Y方向の格子数

NZ : Z方向の格子数

NS : 地中の層数

NZOOM : ネスティングの最低倍率、当該計算から見た下位領域の大きさは最大1/NZOOMに制限

NPART : 最大粒子数

NMRGN : 乱数発生余裕

3. 2. 5 コモン文

主要コモン文の定義をTable 4に示す。ANALYSISによるコモン文の参照関係の解析結果をTable 5に示す。これらのコモン文は3次元配列及び2次元配列を用いるメインルーチン及びほとんどのサブルーチンの先頭で定義されている。GTIME、GCNST2、GCNST3の一部を除きブロック名CCNST1からZCNST3までは定数であり、計算の途中で値が更新されることはない。ブロック名CCNSTnは乱流クロージャーマデルの定数、GTIMEは時刻関連データ、GCNSTnは気象場計算のパラメータ、ZCNSTnは地形及び格子構造である。また、RPARAnはフラグ類、SLZnは地中格子情報、SLCnは地表面に関する定数、SLVnは地中の変数である。その他のブロック(VARIAn)には気象場に関する変数が定義されている。主要な変数の配列定義、単位及び説明をTable 6に示す。表中でCF以下は定数として扱われ、計算の途中で値が変更されることはない。

3. 3 モジュール

引数、変数名、関数名は特に断らない限り、I-Nで始まる名前は整数型、その他は倍精度実数である。

3. 3. 1 気象場計算モジュール

(1) サブルーチンUMAIN3,VMAN3,TMAIN3,EMN3ST,LMN3ST

引数 : 無し

機能 : 各々風速のU成分(評価対象変数名:UUN)、V成分(VVN)、温位(TTN)、乱流運動エネルギー(E2N)及び乱流長さスケール(ELN)の予報方程式をA. D. I法により一ステップ分だけ時間積分するサブルーチンである。ベクトル化されている。本サブルーチンが引用される前に、前ステップの乱流拡散係数(DKM, DKH等)、接地層関連変数(TST, UST, VST, STBL, TSF)、外力項(UG, VG)が確定していなければならない。横方向の境界値については、各評価対象変数の境界値に値が代入されていなければならない。本サブルーチンは評価対象配列の横方向境界に境界条件が与えられているものとして計算を実行する。

(2) サブルーチンSOILT

引数 : 無し

機能 : サブルーチン内固定のフラグ(ICNST)により以下の2とおりのうちどちらかの処理をする。標準ではICNST=0。

ICNST=1 : 地表面温度、地中温度は初期値のまま変化しない。大気の温度の変化に対応して接地層関連変数の評価を行う。

ICONST=0：地表面熱収支式及び地中熱伝導方程式を解くことにより、地中温度(TSL)、地表面温度(TSF)、接地層関連変数を評価する。ただし、地表面熱特性分類が水面の地表面温度は初期の値が保たれる。本サブルーチン内では、温度は全て絶対温度を用いて行われる。計算の手順は以下のとおり。

- ①日射量・大気放射量の評価
- ②大気第1層温度及び地中第1層温度の上昇量の予測
- ③地表面熱収支式地表面温度の予備評価
- ④安定度等の接地層変数の評価
- ⑤地表面熱収支式と地中熱伝導方程式の連立による地表面温度、地中温度の評価

(3)サブルーチンKMH251

引数： 無し

機能： 乱流クロージャーマデルレベル2.5により、乱流拡散係数(DKM, DKH等)を評価する。

(4)サブルーチンSAVEOD(IBCIN)

引数： IBCIN (入力) =0 radiation condition による境界条件の計算
>0 ネスティングによる境界条件用入力ファイル機番

機能： IBCINによりネスティングによる境界条件設定またはradiation conditionによる境界条件設定を行う。また、IBCINの値に関係なく、新値保持用配列から旧値保持用配列への代入が行われる。IBCINは、JCLのデータ領域からサブルーチンPREADにより読み込まれ、メインルーチン、本サブルーチンの順で値が渡される。本サブルーチンからIBCINの値がサブルーチンBCINに渡され、BCINで実際のファイル読み込みが行われる。

(5)サブルーチンWWINIT、エントリーWCAL

引数： 無し

機能： WWINITは格子情報の初期化を行う。WCALは連続の式を積分することによりZ*系での鉛直風WS及びデカルト座標系での鉛直風WWを評価する。

(6)サブルーチンTPINIT、エントリーTOPPAI

引数： 無し

機能： TPINITは本サブルーチンの初期化を行う。TOPPAIは静水圧近似式を用い温度分布を積分して圧力分布を求め、最終的に運動方程式の外力項に相当するUG、VGを評価する。積分の初期値は、モデルトップでのPSYNであり、時間ステップ毎にサブルーチンPSYNOPをコールして求める。

(7)サブルーチンPSYNOP

引数： 無し

機能： モデルトップでの圧力分布PSYNを、総観規模地衡風の水平成分WUGP、WVGPから計算する。WUGP、WVGPはパラメータファイルの値からサブルーチンPINTPOにより各時間毎に時間内挿される。

(8)サブルーチンRDINIT(SLAT, FLAT, FLON)、

エントリーRDTN(TIME, TEMP, CH, CM, CL, TURBID, PRECIP, AVALVD, RSOLA, RINF)

引数： SLAT 入力 太陽赤緯 (度)
 FLAT 入力 緯度 (度)
 FLON 入力 経度 (度)
 TIME 入力 日本標準時 (時間)
 TEMP(NX, NY) 入力 大気下層の平均温度 (K)
 CH, CM, CL 入力 高層、中層、下層雲量 (0 - 1)
 TURBID 入力 大気混濁係数
 PRECIP 入力 可降水量 (cm)
 AVALVD 入力 平均アルベード
 RSOLA(NX, NY) 出力 日射量 (W/m^2)
 RINF(NX, NY) 出力 下向き大気放射量 (W/m^2)

機能： RDINITはサブルーチンの初期化、地表面の傾斜等の計算を行う。RDTNは入力パラメータから下向き大気放射量、日射量の計算を行う。計算では時刻ステップ毎に、地方時と日本標準時のずれを考慮した太陽高度を計算して日射量を算出する。(NX, NY)個の地表格子全てに対して斜面の傾斜角を考量した計算を行う。標準時の基準経度はSTDLATに与えられている。

(9)ファンクションFAIM(Z, STB), FAIH(Z, STB), PSYM(Z, STB, ZZER), PSYH(Z, STB, ZZER)

引数： Z 入力 地上高 (m)
 STB 入力 安定度長 (m)
 ZZER 入力 粗度長 (m)

機能： 接地層の無次元シア関数及びその積分値を求める関数群。FAIM、PSYMは風速、FAIH、PSYHは温位に関する値。出力は無次元。

(10)ファンクションSHMD(TEMP), SHMDD(TEMP)

引数： TEMP 入力 気温 (K)

機能： 飽和比湿 (SHMD) 及びその温度微係数 (SHMDD) を計算する。出力の単位はそれぞれ無次元(kg/kg)及び K^{-1} 。

(11)サブルーチンDEWTMP(QA, TDEW)

引数： QA 入力 比湿 (kg/kg)
 TDEW 出力 露点温度 (K)

機能： 比湿QAに対する露点温度を計算する。SHMD及びSHMDDを引用する。

(12) サブルーチン CMCHCL

引数： 無し

機能： 地表面での運動量の輸送係数及び顕熱の輸送係数を求める。計算結果は2次元配列 UCM, VCM, TCH に与えられ、サブルーチン UMAIN3、VMAIN3、TMAIN3 等の境界条件計算に用いられる。本サブルーチンはファンクション PSYM、PSYH を引用する。

(13) サブルーチン VARIAN(UU, VV, TT, RL1, E1, DKM, DKH, DZS, FZS, SU, SV, SW)

引数： UU(NX, NY, NZ) 入力 U成分風速 (m/s)
 VV(NX, NY, NZ) 入力 V成分風速 (m/s)
 TT(NX, NY, NZ) 入力 温位 (°C)
 RL1(NX, NY, NZ) 入力 乱流長さスケール (m)
 E1(NX, NY, NZ) 入力 乱流運動エネルギーの平方根 (m/s)
 DKM(NX, NY, NZ) 入力 運動量の乱流拡散係数 (m²/s)
 DKH(NX, NY, NZ) 入力 熱の乱流拡散係数 (m²/s)
 DZS(NZ2) 入力 鉛直方向の格子間隔 (m)
 FZS(NX2, NY2) 入力 座標変換係数
 SU(NX, NY, NZ) 出力 U成分風速変動の分散 (m²/s²)
 SV(NX, NY, NZ) 出力 V成分風速変動の分散 (m²/s²)
 SW(NX, NY, NZ) 出力 W成分風速変動の分散 (m²/s²)

機能： 乱流クロージャーマデルレベル2.5により、風速変動成分の分散 σ_u 、 σ_v 、 σ_w を求める。

3.3.2 初期化モジュール

(1) サブルーチン PFINIT(LUVPF, LTTPF)

引数： LUVPF 入力 風速分布初期化フラグ
 LTTPF 入力 温度分布初期化フラグ

機能： 以下に示すフラグの意味により、風速分布、温位分布、地表面温度、地中温度の初期化を行う。このサブルーチンは一般の初期化の場合にのみ用いられ、継続計算の場合の初期化及びネスティングによる初期化はこのサブルーチンを用いない。引数はメインルーチン内で陽に指定されている。

LUVPF=0 格子点高度の風速データ(1次元)をファイルから直接読み込む。
 =1 サブルーチン UVTST1 内のパラメータにより直線的な分布を与える。
 =2 サブルーチン UVTST2 内のパラメータにより指数分布を与える。
 =9 計算条件ファイルから初期値を作成する。標準の使い方。
 LTTPF=0 温度関連データの初期化は行われぬ。

- =1 サブルーチンTTTST1内のパラメータにより直線的な分布を与える。
- =9 計算条件ファイルから初期値を作成する。標準の使い方。

本サブルーチンは上記の何れの場合にもサブルーチンPRFCHKをコールして、大気第2層の風速から対数分布で計算された値を第1層に設定する。

(2) サブルーチンMSINIT(LZSMS, LZGMS, LZOZT, LPOS)

引数： LZSMS 入力 鉛直格子初期化フラグ
 LZGMS 入力 地形初期化フラグ
 LZOZT 入力 地表面特性初期化フラグ
 LPOS 入力 領域番号

機能： 以下に示すフラグの意味により、格子、地形、地表面特性を初期化する。このサブルーチンは継続計算の初期化の場合はコールされない。LPOSは計算領域情報ファイルに登録されている領域の中で当該計算が対象とする領域の番号を示す。同ファイルには領域番号毎の地形ファイル名及び土地利用ファイル名が登録されており、ファイルから地形及び土地利用情報を読み込む場合は自動的にファイルが指定される。また、水平方向の格子間隔もこのファイルから読み込まれる。鉛直方向の格子構造は本サブルーチン以下で決定される。LPOSはJCLのデータ領域からサブルーチンPREADにより読み込まれ、メインルーチンから本サブルーチンへ渡される。その他の引数はメインルーチン内で陽に指定されている。

LZSMS=0 サブルーチンZSTST0内のパラメータにより下層が密な鉛直格子間隔が自動的に作成される。

=9 サブルーチンZSTST1で鉛直格子高度を陽に設定する。標準。

LZGMS=0 サブルーチンZGTST0内によりサイン型の2次元山脈地形を設定する。

=1 サブルーチンZGTST1により直線的な傾斜の地形を設定する。

=2 サブルーチンZGTST2によりガウス型3次元地形を設定する。

=9 サブルーチンZGREADにより地形ファイルから読み込む。標準。

LZOZT=0 サブルーチンZOTST0により粗度長を陽に設定する。

=9 サブルーチンZOTST1により土地利用ファイルから読み込む。標準。

(3) サブルーチンCLL2D3

引数： 無し

機能： 乱流クロージャーマデルレベル2.0により風速、温位の分布から乱流運動エネルギー及びその他の乱流統計量を計算する。乱流関係変数の初期化に用いられる。

3.3.3 拡散計算モジュール

拡散計算モジュールでは、気象場モデルからの入力データ（引数等）を除き変数は基本的にREAL*4で定義されている。

(1) サブルーチン IPDIF(TIMESR, XORIR, YORIR, ZORIR, ZST, DXR, DYR, DELT, RDELTR)

引数： TIMESR 入力 時刻（時間）
 XORIR 入力 計算領域の左下隅を原点とした放出点X座標（m）
 YORIR 入力 同上、Y座標（m）
 ZORIR 入力 放出点地上高（m）
 ZST(NZP2) 入力 格子高さ（m）
 DXR 入力 X方向の格子間隔（m）
 DYR 入力 Y方向の格子間隔（m）
 DELT 入力 粒子移動計算の時間間隔（s）
 RDELTR 入力 粒子放出の時間間隔（s）

機能： 拡散計算のための格子の設定、時刻の初期化、乱数の発生を行う。

(2) エントリー RIPDIF(IUIN)

引数： IUIN 入力 入力用粒子ファイル機番

機能： 拡散計算の継続計算を行う場合IPDIFに代わり引用され、放出点位置情報、時刻情報、格子情報及び粒子情報が機番IUINから読み込まれる。サブルーチンIPDIFのエントリーである。

(3) エントリー POUT(IUOT, IDY, ITM, IDYS, ITMS, FNP)

引数： IUOT 入力 出力粒子ファイル機番
 IDY 入力 データの日付（YYMMDD）
 ITM 入力 データの時刻（HHMMSS）
 IDYS 入力 シリーズ開始日付（YYMMDD）
 ITMS 入力 シリーズ開始時刻（HHMMSS）
 FNP C*28 入力 出力粒子ファイル名（=Jnnnn.XXXP.YYY.DATA(PDDHHMM)）

機能： 拡散継続計算用の粒子ファイルを出力する。ファイルはPOファイルでありデータの日時からメンバー名が自動的に決められる。ファイルの結合はOPEN文を用いて行われる。

(4) エントリー PDIF1(IRELEF, TIMEH, UU, VV, WS, DKV, FZS, SU, SV, SW)

引数： IRELEF 入力 放出フラグ、=1の場合粒子の放出を行う。
 TIMEH 入力 時刻（時間）
 UU(NX, NY, NZ) 入力 U成分風速（m/s）
 VV(NX, NY, NZ) 入力 V成分風速（m/s）
 WS(NX, NY, NZ) 入力 W成分風速（m/s）

DKV(NX, NY, NZ) 入力 鉛直方向の拡散係数 (m^2/s)
 FZS(NX2, NY2) 入力 座標変換係数
 SU(NX, NY, NZ) 入力 U成分風速変動の分散 (m^2/s^2)
 SV(NX, NY, NZ) 入力 V成分風速変動の分散 (m^2/s^2)
 SW(NX, NY, NZ) 入力 W成分風速変動の分散 (m^2/s^2)

機能： 粒子の移動の計算を行う。サブルーチンIPDIFのエントリーである。気象場が更新される毎（気象場計算の時間増分毎）にメインルーチンからコールされる。粒子の移動計算の時間増分は気象場計算のそれと独立であり、コールされる度に現在時刻TIMEHまでの移動計算を時間増分DELT（サブルーチンIPDIFで定義）で行う。いつまでの移動計算が終了したかを保持する変数TIMEPにDELTを加え、TIMEHと比較して、TIMEP>TIMEHになるまで移動計算を進める。また、一回の移動計算ごとに濃度積算のサブルーチンCONCCをコールする。

粒子の放出はフラグIRELEF=1の場合のみに、サブルーチンIPDIFで定義された時間間隔毎に行われる。粒子の持つ「質量」は放出された時の放出率と放出時間間隔の積で与えられ、放出率はサブルーチンRLINTPをコールして求める。RLINTPは放出ファイルの値を時間内挿するが、モデルは放出率の単位を全く関知しない。以下では放出ファイル内の放出率の単位を仮にUとして扱うことにする。

(5)サブルーチンCONCI(DX, DY, ZST, FZS, LDATE, LTIMEH)

引数： DX 入力 X方向の格子間隔 (m)
 DY 入力 Y方向の格子間隔 (m)
 ZST(NZP2) 入力 格子高さ (m)
 FZS(NX2, NY2) 入力 座標変換係数
 LDATE 入力 日付 (YYMMDD)
 LTIMEH 入力 時刻 (HHMMSS)

機能： 濃度計算のサブルーチンを初期化する。濃度の積算値が初期化される。濃度計算の格子構造は必ずしも気象場計算と同一である必要はない。ここで入力されるDX, DY, ZSTで定義される格子で濃度の計算が行われる。ただし、格子の個数はNX, NY, NZに制限される。

(6)エントリーCONCC(NR, P, XN, YN, ZN)

引数： NR 入力 計算領域内に存在する粒子の個数
 P(NPART) 入力 粒子の「質量」（不特定単位Us）
 XN(NPART) 入力 粒子のX座標 (m)
 YN(NPART) 入力 粒子のY座標 (m)
 ZN(NPART) 入力 粒子のZ座標 (m)

機能： 粒子の位置から、粒子の存在する格子番号を計算し、質量を積算する。サブルーチンCONCIのエントリー。

(7) エントリーCONCO(LDYCXX, LTMXX, NCOUXX, SC)

引数： LDYCXX 出力 濃度積算開始日付 (YYMMDD)
 LTMXX 出力 濃度積算開始時刻 (HHMMSS)
 NCOUXX 出力 濃度積算回数
 SC(NX, NY, NZ) 出力 濃度 (不特定単位Us/m³)

機能： 積算開始時刻からの平均濃度SCを計算する。積算の初期化は行わない。サブルーチンCONCIのエントリーである。従って、CONCOを任意の時刻にコールすることが可能で、出力される濃度は最後に積算初期化 (サブルーチンCONCIをコール) した時刻からの平均濃度である。

(8) エントリーCONCX(LDATEZ, LTIMEZ)

引数： LDATEZ 入力 日付 (YYMMDD)
 LTIMEZ 入力 時刻 (HHMMSS)

機能： エントリーCONCC及びCONCOが動作しないようにする。濃度の積算CONCCは粒子移動計算毎にPDIF1内でコールされ、メインルーチンからの直接の制御が不可能である。そこで、濃度の計算が不必要な場合はメインルーチンからCONCXをコールすることにより、計算時間の節約のためCONCC、CONCOが動作しないようにできる。再起動させる場合はCONCIをコールする。

3. 3. 4 継続計算用入出力モジュール

(1) サブルーチンRSTR(FM, FD)

引数： FM 1*4 入力 継続計算用地形・格子入力ファイル機番
 FD 1*4 入力 同 気象データ入力ファイル機番

機能： 指定された機番からデータを読み込み、継続計算の初期化を行う。

(2) サブルーチンRSTW(MODE, FM, FC)

引数： MODE 入力 出力モード指定フラグ
 FM 1*4 入力 継続計算用地形・格子出力ファイル機番
 FC 1*4 入力 同 気象データ出力ファイル機番

機能： 継続計算用のデータをファイルに出力する。MODE=1の時、地形・格子ファイルと気象データファイルの両方に出力する。MODE=1以外では、気象データファイルだけにしか出力しない。単位計算内では地形・格子データは変化しないため、継続計算用データを複数回出力する場合は、最初の出力時に地形・格子データと気象データの両方を出力し、2回目移行は気象データのみを出力するようにメインルーチン内で制御される。

3.3.5 計算条件設定用入力モジュール

(1) サブルーチン PREAD

引数： 無し

機能： JCL のデータ領域のパラメータ（主に時刻関係のパラメータ）を読み込み、モデルの計算条件を設定する。

(2) サブルーチン SFINIT(LISTF)

引数： LISTF 入力 地表面初期化フラグ

機能： 計算条件ファイルから計算条件の時系列データを読み込み、時間内挿のための初期化を行う（エントリー PINTPO 参照）。また、LISTF の値により以下の処理を行う。LISTF はメインルーチン内で陽に指定されている。

LISTF=0 土地利用ファイルの地表面熱特性分類に従って地表面の熱特性値を設定する。標準。

=1-5 全ての地表面が与えられた番号の熱特性分類であるとして熱特性値を設定する。

(3) エントリー PINTPO

引数： 無し

機能： 気象場計算の時間ステップ毎に引用され、計算条件ファイルの時系列データ（地衡風風向・風速、接地層比湿、地表面湿潤度、高層雲量、中層雲量、下層雲量）を直線的に時間内挿し、コモン文を介して他のモジュールに渡す。計算条件ファイルには地表面湿潤度は D（乾燥）、M（中間）、W（湿潤）の 3 段階で与えられているが、内挿はそれぞれの湿潤度及び地表面熱特性分類に対応した蒸発能、アルベード、射出能、熱伝導率、及び熱容量を用いて行われる。各湿潤度に対応した値は DATA 文としてサブルーチン SFINIT で定義されている。

(4) サブルーチン RLINIT(XORI, YORI, ZORI, NSPC)

引数： XORI 出力 計算領域の左下隅を原点とした放出点 X 座標 (m)

YORI 出力 同上、Y 座標 (m)

ZORI 出力 放出点地上高 (m)

NSPC 出力 放出物の種類数

機能： 放出条件ファイルから放出点位置及び放出率の時系列データを読み込み、放出率時間内挿の初期化を行う（エントリー RLINTP 参照）。放出物の種類数は本サブルーチンではプログラム上 5 種類まで許されるが、現在のところ拡散計算には第 1 番目の放出率しか用いられない。

(5) エントリー RLINTP(NSPCO, RR)

引数： NSPCO 出力 放出物の種類数

RR(5) 出力 放出率

機能： コールされた時刻の放出率を放出条件ファイルの時系列データから直線内挿により求め、RRに返す。

3.3.6 作図用出力モジュール

(1) サブルーチンOUTMN(IUNIT, NCOUNT)

引数： IUNIT 入力 主データ出力ファイル機番

NCOUNT 入力 出力回数。何回目の出力であるかを表し、メインルーチンにより管理される。

機能： 主データをファイルに圧縮形式で出力する。主データファイルはPO形式で、メンバー名は出力日時から自動的にTDDHHMM形式で作成され、OPEN文で結合される。出力項目はサブルーチンを修正することにより自由に設定可能である。標準仕様での出力項目は以下のとおり。

①	風速U成分	3次元	出力配列名UU	データ項目名UUUU
②	風速V成分	3次元	VV	VVVV
③	風速W成分	3次元	WW	WWWW
④	温位	3次元	TT	PTMP
⑤	濃度	3次元	CONC	CONC
⑥	拡散係数	3次元	DKPV	DIFP
⑦	地表面温度	2次元	TSF	STMP

(2) サブルーチンOTSINI(IUNIT)、エントリーOUTTSR、OTSADD(IUNIT)

引数： IUNIT 入力 時系列データ出力ファイル機番

機能： OUTTSRは時系列データを出力する。出力項目はサブルーチン内で定義されているで、ソースを修正することにより変更可能である。OTSINIは本サブルーチンを初期化する。OTSADDは、継続モードで前計算により出力された時系列出力ファイルにデータを追加するための準備を行う。

(3) サブルーチンOUTGR(IUNIT)

引数： IUNIT 入力 地形・格子データ出力ファイル機番

機能： 作図用の地形データ、格子データを出力する。

(4) その他のサブルーチン群

以上の他に、作図用データの出力のためのサブルーチン群が利用されている。解説は省略し、名前の列記に止める。

OUTKR、OUTSR、OUTDT2、OUTDT3、OUTZM、OUTZH

3.3.7 ネスティング用入出力モジュール

(1) サブルーチン BCOTIN(LPOS)

引数： LPOS 入力 計算領域番号

機能： ネスティングのためのデータを出力するサブルーチンを初期化する。計算領域情報ファイルから領域番号LPOS及びLPOS+1の領域情報を読み込み、下位計算との位置関係を確定し、出力のための準備をする（BCOUTR、BCOUT、BCRESO参照）。

(2) エントリー BCOUT(IBCOUT)、BCOUTR(IBCOUT)

引数： IBCOUT 入力 ネスティング境界値出力ファイル機番

機能： BCOUTはネスティングによる境界条件設定のためのデータを機番IBCOUTのファイルに出力する機能を持ち、メインルーチン内固定の一定時間間隔毎にメインルーチンからコールされる。BCOUTRは、継続計算の場合に前計算で出力されたネスティング境界値ファイルにデータを追加するための準備を行う。IBCOUT=0の場合は両者とも何も行わない。

(3) エントリー BCRESO(IURES0)

引数： IURES0 入力 ネスティング初期値出力ファイル機番

機能： ネスティングによる初期条件設定に必要なデータをファイルに出力する。IURES0が30未満の場合は何も行わない。

(4) サブルーチン BCININ(IBCIN, LPOS)

引数： IBCOUT 入力 ネスティング境界値入力ファイル機番
LPOS 入力 計算領域番号

機能： ネスティングによる境界値設定を行うサブルーチンを初期化する。LPOS-1及びLPOSの位置情報を領域情報ファイルから入力し、内挿のための準備を行う。

(5) エントリー BCIN(引数省略)

機能： 入力された時刻での境界値を内挿により計算し引数に返す機能を持ち、サブルーチンSAVEODから毎時間ステップコールされる。対象となる変数は水平風速2成分及び温位である。実際のデータ入力が必要に応じサブルーチンBCREADにより行われる。

(6) サブルーチン BCRESI(IBCRES, LPOS)、エントリー BCRES(IBCRES)

引数： IBCRES 入力 ネスティング初期値入力ファイル機番
LPOS 入力 計算領域番号

機能： BCRESは機番IBCRESのファイルから上位計算結果を読み込み、ネスティングによる気象場変数の初期化を行う。BCRESIはサブルーチンの初期化を行う。

3.3.8 リスト出力モジュール

計算結果の可否を判断するための出力項目は計算目的によって異なるため、以下のサブルーチンをコールする際の引数及びサブルーチン内で定義されている出力内容を目的に合わせて変更する事が望ましい。以下のサブルーチンは全てメインルーチンからコールされる。

(1) サブルーチンDBGWVT(IXX, JYY, MS, ME, MI, LP)

引数： IXX 入力 出力格子番号 (X方向)
 IYY 入力 同 上 (Y方向)
 MS 入力 鉛直格子番号初期値
 ME 入力 同 上 最終値
 MI 入力 同 上 間隔
 LP 入力 改ページ指示フラグ =1: 改ページ

機能： 水平位置 (IXX, IYY) での安定度、地表面温度、地中温度、及び指定された鉛直格子点の風速、温位、乱流量等を出力する。また、引数で指定された位置以外に数地点のデータを同様の書式で出力する。これらの位置はサブルーチン内固定である。

(2) サブルーチンDBGWHR(ITM, LEV, MSX, MEX, MIX, MSY, MEY, MIY)

引数： ITM 入力 データ項目番号
 LEV 入力 鉛直格子番号
 MSX 入力 X方向格子番号初期値
 MEX 入力 同 上 最終値
 MIX 入力 同 上 間隔
 MSY 入力 Y方向格子番号初期値
 MEY 入力 同 上 最終値
 MIY 入力 同 上 間隔

機能： 指定された項目のデータの水平分布を指定された格子点について出力する。データ項目の番号と変数名及び内容の対応は以下のとおり。

ITM=1	UU	風速U成分 (m/s)	ITM=12	STBL	安定度 (m)
2	VV	風速V成分 (m/s)	13	TSF	地表面温度 (°C)
3	TT	温位 (°C)	14	HT	ダミー
4	E2	TK E (m ² /s ²)	15	UST	摩擦風速 (m/s)
5	EL	TK E * l (m ³ /s ²)	16	VST	摩擦風速 (m/s)
6	DKM	拡散係数 (m ² /s)	17	TST	摩擦温度 (K)
7	DKH	拡散係数 (m ² /s)	18	WW	鉛直風速 (m/s)
8	WS	鉛直風 (m/s)	19	CONC	濃度

9	UG	地衡風 (m/s)	20	DKXX	拡散係数 (m ² /s)
10	VG	地衡風 (m/s)	21	DKYY	拡散係数 (m ² /s)
11	TSL	地中温度 (K)	22	DKXY	拡散係数 (m ² /s)

4. 入力データ

4.1 データの流れ

モデルに関連するデータの流れをFig.9に示す。機番10から14は計算条件を設定するためのデータである。

機番10の領域情報ファイルは、ある対象地点にネスティングして設定された複数の計算領域の位置情報をまとめて記述したもので、利用者が準備しなければならない。機番11の地形データ及び機番12の土地利用データは、実際の地形を対象にする場合は、「国土数値情報」から地理データ作成ユーティリティーを用いてつくられる。仮想的な地形を対象にする場合は、これらのファイルと同じ形式のファイルを別途用意するか、またはモデル内のサブルーチン(ZGTSTn、ZOTST0)を利用する。後者の場合、地形データファイル、土地利用データファイルは必要ない。

機番5(JCL)は時刻関係のパラメータを持つ。機番13の計算条件ファイルは気象場計算のための種々のパラメータを持つ。機番14の放出条件ファイルは拡散計算関係のパラメータを持ち、拡散計算を行わない場合は必要ない。これらはモデル制御ユーティリティーによりメニュー形式の操作で作成される。また、これらのファイルは書式さえ正しければ必ずしもユーティリティーの作成したファイルである必要はない。書式については4.3節で説明する。

その他のファイルはモデルコードが出力するファイルである。この中の一部は、ネスティングまたは継続(ADDモード)計算を行う際に入力として用いられる。機番40から43のファイルは図形出力用のファイルであり、モデルが入力として用いることはない。これらのファイルに出力されたデータは図形出力ユーティリティーにより種々の形式の図形出力に使用される。

4.2 JCL

4.2.1 形式

Fig.10にJCLの例を示す。特殊な計算を行わない場合は、JCLは計算制御ユーティリティーにより作成されたものを用いることができる。

データ領域の書式を以下に説明する。モデル(サブルーチンPREAD)はデータ領域の21桁目(=の次)から48桁目を決められた書式で読み込む。各パラメータの意味は

9	UG	地衡風 (m/s)	20	DKXX	拡散係数 (m ² /s)
10	VG	地衡風 (m/s)	21	DKYY	拡散係数 (m ² /s)
11	TSL	地中温度 (K)	22	DKXY	拡散係数 (m ² /s)

4. 入力データ

4.1 データの流れ

モデルに関連するデータの流れをFig.9に示す。機番10から14は計算条件を設定するためのデータである。

機番10の領域情報ファイルは、ある対象地点にネスティングして設定された複数の計算領域の位置情報をまとめて記述したもので、利用者が準備しなければならない。機番11の地形データ及び機番12の土地利用データは、実際の地形を対象にする場合は、「国土数値情報」から地理データ作成ユーティリティーを用いてつくられる。仮想的な地形を対象にする場合は、これらのファイルと同じ形式のファイルを別途用意するか、またはモデル内のサブルーチン(ZGISTn、ZOTST0)を利用する。後者の場合、地形データファイル、土地利用データファイルは必要ない。

機番5(JCL)は時刻関係のパラメータを持つ。機番13の計算条件ファイルは気象場計算のための種々のパラメータを持つ。機番14の放出条件ファイルは拡散計算関係のパラメータを持ち、拡散計算を行わない場合は必要ない。これらはモデル制御ユーティリティーによりメニュー形式の操作で作成される。また、これらのファイルは書式さえ正しければ必ずしもユーティリティーの作成したファイルである必要はない。書式については4.3節で説明する。

その他のファイルはモデルコードが出力するファイルである。この中の一部は、ネスティングまたは継続(ADDモード)計算を行う際に入力として用いられる。機番40から43のファイルは図形出力用のファイルであり、モデルが入力として用いることはない。これらのファイルに出力されたデータは図形出力ユーティリティーにより種々の形式の図形出力に使用される。

4.2 JCL

4.2.1 形式

Fig.10にJCLの例を示す。特殊な計算を行わない場合は、JCLは計算制御ユーティリティーにより作成されたものを用いることができる。

データ領域の書式を以下に説明する。モデル(サブルーチンPREAD)はデータ領域の21桁目(=の次)から48桁目を決められた書式で読み込む。各パラメータの意味は

3. 2節参照。

- 第 1行： モデル名。出力ファイルにモデル名として出力される。任意の名前で可。
- 第 2行： 計算対象名。出力ファイルにコメントとして出力される。
- 第 3行： 主データファイル名。機番43としてOPEN文で結合される。メンバー名は自動的に作成される。
- 第 4行： 粒子ファイル名。機番50としてOPEN文で結合される。メンバー名は自動的に作成される。
- 第 5行： ADDモード指示フラグ。
'RSTR' (継続計算) または 'NONE' (通常初期化による開始計算)
- 第 6行： 拡散計算指示フラグ。
'NONO' (拡散計算無し)、'GONO' (開始拡散計算)、または 'GOGO' (継続拡散計算)。
- 第 7行： 領域番号。
- 第 8行： ネスティング初期値入力指示フラグ。
0 (ネスティング初期化無し) または 26 (ネスティング初期化有り)。
- 第 9行： 同 上 出力指示フラグ。
0 (出力無し) または 36 (出力有り)。
- 第10行： ネスティング境界値出力指示フラグ。
0 (出力無し) または 35 (出力有り)。
- 第11行： 同 上 入力指示フラグ。
0 (境界値ネスティング無し) または 25 (有り)。
- 第12行： シリーズ開始日時。YYMMDD HHMMSS形式。
- 第13行： 当該単位計算開始日時。YYMMDD HHMMSS形式。
- 第14行： 計算時間。YYMMDD HHMMSSのうち、DD以下が有効。
- 第15行： 拡散計算開始時刻。YYMMDD HHMMSS形式。
- 第16行： 粒子放出終了時刻。YYMMDD HHMMSS形式。

第17行以下のレコードには、データ出力の回数及び出力日時を設定する。レコード数は設定内容により変化する。リスト出力回数(NDOUT)、主データ出力回数(NGOUT)、粒子データ出力回数(NPOUT)、ADDモード用出力回数(NROUT)、ネスティング初期値出力回数(NBCRES)、濃度積算初期化回数(NACRS)、およびそれぞれの回数の後に必要分だけ日時(YYMMDD HHMMSS)を指定する。回数に-1を指定した場合は、日時のレコード(HHMMSSだけが有効)は間隔を意味し、当該計算開始日時以後等間隔で出力される。

4.2.2 規則

JCLのデータ領域に設定する項目に対する制限事項を以下に示す。これらは主にプログラム上の制限であり、計算実行の際はこれとは別にファイル容量、I/O回数等のシステム上の制限を受ける。

(1) ADDモード指示フラグで継続計算を指示した場合

当該単位計算開始日時は継続計算用入力ファイル内の時刻情報と整合していなくてはならない。矛盾があった場合はモデルは警告を出力し、ファイル内の時刻情報を優先して計算を実行する。この場合、拡散計算の日時及び入出力の日時との整合性を失うおそれがある。

(2) 出力回数、日時

出力回数は、時間間隔で設定した場合も含めて、以下の制限を受ける。また、出力日時は時刻順に並べられている必要がある。

NDOUT: 48以下

NGOUT: 48以下

NPOUT: 48以下

NROUT: 4以下

NBCRES: 4以下

NACRS: 48以下

(3) ファイル名

主データファイル名、粒子ファイル名はプログラム内でメンバー名を作成しOPENするため、ファイル名は以下の形式とする。ここで、Xは任意の英数字または'.'であり桁数は固定である。その他は固定である。

主データファイル名 = 'JXXXX.XXXXXXXXXX.DATA(T0000000)'

粒子ファイル名 = 'JXXXX.XXXXXXXXXX.DATA(P0000000)'

4.3 ファイル仕様

以下では使用者が準備する必要のあるファイルについて説明する。

4.3.1 領域情報ファイル

(1) 形式

Fig.11に領域情報ファイルの例を示す。このファイルはモデル内の多くのサブルーチン及びユーティリティーにより参照される。FORMAT(*)で読み込まれるため各レコード内の形式は自由である。各レコードの内容は以下のとおり。

RC	内 容
1	コメント、モデルは読みとばす
2	領域原点の経度、緯度（単位度）、全ての領域に共通の原点
3	領域数
4	領域番号、1からの昇順
5	X格子数、Y格子数、X格子間隔（■）、Y格子間隔（■）、左下隅の原点からのX方向距離（■）、同Y方向距離（■）、ダミー
6	気象場計算の時間増分（s）
7	地形データファイル名
8	土地利用データファイル名
:	<4-8の繰り返し>

(2) 規則

- 領域数は6以下とする。
- 外側領域（大きい領域）から順に並べる。
- X格子数及びY格子数は、計算モデル上の制限は無く記憶容量だけの制限を受ける。任意の格子数を設定する場合は、モデルのパラメータ文(NX,NY)を変更する必要がある。標準では両者とも50が指定してある。また、50を越える格子数を用いる場合は、現在のところ地理データ作成ユーティリティ及び図形出力作成ユーティリティ（DMJV1）の支援は受けられない。
- 気象場計算の時間増分は計算安定性を考慮して決める必要がある。また、小数点以下は0とする。

4.3.2 計算条件ファイル

(1) 形式

計算条件ファイルの例をFig.12に示す。本ファイルには風速の初期値設定用パラメータ、温度初期値用パラメータ、及びその他の条件の時間変化が入っている。ファイルの内容を以下に示す。第■+1レコード以外は自由形式である。このファイルはサブルーチンSFINITにより読み込まれる。

RC	内 容
1	コメント、モデルは読みとばす
2	風速初期値点数
3	高度 (■)、風向 (度)、風速 (■/s)
:	<点数分繰り返し>
n	水面温度 (°C)、地表面温度 (°C)、地表面温度勾配 (°C/■)、地中最深層温度 (°C)
n+1	温度初期値点数
n+2	高度 (■)、温度 (°C)、温位でないことに注意
:	<点数分繰り返し>
■	時間変化データ個数
■+1	日付 (YYMMDD)、時刻 (HHMMSS)、地衡風向 (度)、地衡風速 (■/s)、 接地層比湿 (無次元)、地面湿潤度 (D,M,W)、高層雲量 (0-1)、中層 雲量 (0-1)、下層雲量 (0-1)
:	[2(2X,16),2F9.2,D12.3,2X,A1,3F6.2] <個数分繰り返し>

(2) 規則

- 風速初期値点数、温度初期値点数、時間変化個数は全て10個以内とする。
- 時間変化データは時刻順に並べる。最初データの日時が計算開始日時以降の場合は、モデルは計算開始時刻にも同じデータが有るとして処理する。最後のデータについても同様である。
- 初期分布用データは最低高度から高度順に並べる。
- モデル内の初期条件作成では鉛直分布の内挿は直線内挿を用いる。
- 風速初期値用データの最高高度がモデル上端より低い場合は、モデルは最高高度のデータをモデル上端まで用いる。
- 温度初期値用データの最高高度がモデル上端より低い場合は、モデルは最高高度以上では3.5K/k■ (プログラム内固定、BLOCKDATAのGRTOP) の「温位」勾配が有るとして初期値を生成する。

4.3.3 放出ファイル

(1)形式

放出ファイルの例をFig.13に示す。放出ファイルには放出点位置、放出率時間変

化が記載されている。ファイルの内容はサブルーチンRLINITにより読み込まれ、拡散計算の初期化に用いられる。

RC	内 容
1	コメント、プログラムは読みとばす
2	計算領域左下隅を原点とした放出点位置 (■)、X,Y,Zの順、Zは地上高を表す、[3X,3D12.5]
3	時刻数、放出物種類数
4	日付 (YYMMDD)、時刻 (HHMMSS)、放出率… [2I7,1X,5D12.5]
:	<時刻数分繰り返し>

(2) 規則

- 時刻数は10以下とする。
- 放出物数は5以下とする。ただしモデルで対象とするのは現在のところ (バージョンD3V4C) 1個だけである。
- 放出率データは時刻順に並べる。
- 放出率データの最初の時刻が計算開始時刻以後の場合は、モデルは計算開始時刻にも同じ放出率であったとして処理する。最後のデータについても同様。
- 粒子の放出は、放出率データの値に関係なくJCLのデータ領域に設定された拡散計算開始時刻及び粒子放出終了時刻に従って行われる。本ファイルで設定する放出率は、粒子が放出されている場合のみ粒子の属性として与えられる。従って、上記時刻範囲外に放出率を設定してもプログラム上問題はないが、濃度の計算には反映されない。逆に、上記時刻範囲内で放出率を0とする事もできる。
- 放出率の単位は任意である。単位「U」の放出率をファイルに設定した場合モデルの出力する濃度の単位は「Us/m³」である。

4.3.4. 地形ファイル

(1)形式

地形ファイルは、メインルーチンからサブルーチンMSINITをコールする際に地形初期化フラグがLZGMS=9の場合、サブルーチンZGREADによって読み込まれ、モデル計算の地形データとして用いられる。通常このファイルは地域データプール作成ユーティリティーによって作成される。

RC	内 容
1	コメント、モデルプログラムは読みとばす
2	同上
3	標高の値 (■)、モデルの入力並びは((ZG(I, J), I=1, NX), J=1, NY)であり
:	[30F7.1]で読み込む

(2)規則

- コメント部分に緯度、経度、格子間隔等の情報が地域データプール作成ユーティリティーによって書き込まれるが、モデルはこれらの値を用いない。モデルで用いられる緯度、経度、格子間隔等の情報は全て領域情報ファイルの値である。

4. 3. 5. 土地利用ファイル

(1)形式

土地利用ファイルは、メインルーチンからサブルーチンMSINITをコールする際に地表面特性初期化フラグがLZOZT=9の場合、サブルーチンZOTST1によって読み込まれ、モデル計算の地表面データ（風速に対する粗度、温位に対する粗度、地表面熱特性分類）として用いられる。通常このファイルは地域データプール作成ユーティリティーによって作成される。

RC	内 容
1	コメント、モデルプログラムは読みとばす
2	同上
3	風速に対する粗度(■)、モデルの入力並びは((ZO(I, J), I=1, NX), J=1, NY)
:	[30F7.3]で読み込む
m	温位に対する粗度(■)、モデルの入力並びは((ZT(I, J), I=1, NX), J=1, NY)
:	[30F7.3]で読み込む
n	熱特性分類番号、モデルの入力並びは((IT(I, J), I=1, NX), J=1, NY)
:	[30I7]で読み込む

(2)規則

- コメント部分に緯度、経度、格子間隔等の情報が地域データプール作成ユーテ

イリティーによって書き込まれるが、モデルはこれらの値を用いない。モデルで用いられる緯度、経度、格子間隔等の情報は全て領域情報ファイルの値である。

- 熱特性分類は1-5の整数で与えられる。分類番号は以下の意味を持ち、地表面温度計算の際に熱伝導率、熱容量、アルベド、射出率、蒸発能は各分類毎に異なる値が用いられる。値はサブルーチンSFINITで定義されている。

- 1 : 水田、畑等の季節変化する植被層
- 2 : 森林
- 3 : 家屋、道路等の人工地表面
- 4 : 裸地
- 5 : 海洋、湖沼等の水面

5. 使用 方 法

5. 1 手 順

5. 1. 1 計算領域の設定

計算領域の設定では、領域の位置、格子の大きさと個数、及び時間ステップの決定を行い、領域情報ファイル、地形ファイル、及び土地利用ファイルの準備を行う。作業内容は実地形を対象とする場合と、平坦地形または2次元山脈等の仮想的な地形を対象とする場合では異なる。

(1) 実地形対象

- ①領域の位置、格子の大きさと個数をFig.11に従って決定し、4. 3. 1節の仕様で領域情報ファイルを作成する。領域情報ファイルからは、当該計算の領域についての情報の他にネスティング用出力で用いるため下位計算領域の情報も読み込む。従って、対象とする領域の下に最低もう一つの下位領域が必要である。
- ②地域データプール作成ユーティリティー (Geographical Data Process Utility) を用いて地形ファイル及び土地利用ファイルを作成する。同ユーティリティーの使用方法は別報告参照⁴⁾。
- ③インクルードモジュール(INCLNUM)のNX,NY,NZを領域情報ファイルに定義した格子数に変更する。
- ④鉛直格子構造はプログラム内固定(サブルーチンZSTST1)で定義されている。これを目的に合う格子構造に変更する。
- ⑤メインルーチンのMSINITのコールの際の実引数を以下の様にする(3. 3. 2節(2)参照)。

```
CALL MSINIT(9,9,9,LPOS)
```

イリティーによって書き込まれるが、モデルはこれらの値を用いない。モデルで用いられる緯度、経度、格子間隔等の情報は全て領域情報ファイルの値である。

- 熱特性分類は1-5の整数で与えられる。分類番号は以下の意味を持ち、地表面温度計算の際に熱伝導率、熱容量、アルベド、射出率、蒸発能は各分類毎に異なる値が用いられる。値はサブルーチンSFINITで定義されている。

- 1 : 水田、畑等の季節変化する植被層
- 2 : 森林
- 3 : 家屋、道路等の人工地表面
- 4 : 裸地
- 5 : 海洋、湖沼等の水面

5. 使用 方 法

5. 1 手 順

5. 1. 1 計算領域の設定

計算領域の設定では、領域の位置、格子の大きさと個数、及び時間ステップの決定を行い、領域情報ファイル、地形ファイル、及び土地利用ファイルの準備を行う。作業内容は実地形を対象とする場合と、平坦地形または2次元山脈等の仮想的な地形を対象とする場合では異なる。

(1) 実地形対象

①領域の位置、格子の大きさと個数をFig.11に従って決定し、4.3.1節の仕様で領域情報ファイルを作成する。領域情報ファイルからは、当該計算の領域についての情報の他にネスティング用出力で用いるため下位計算領域の情報も読み込む。従って、対象とする領域の下に最低もう一つの下位領域が必要である。

②地域データプール作成ユーティリティー (Geographical Data Process Utility) を用いて地形ファイル及び土地利用ファイルを作成する。同ユーティリティーの使用方法は別報告参照⁴⁾。

③インクルードモジュール(INCLNUM)のNX,NY,NZを領域情報ファイルに定義した格子数に変更する。

④鉛直格子構造はプログラム内固定(サブルーチンZSTST1)で定義されている。これを目的に合う格子構造に変更する。

⑤メインルーチンのMSINITのコールの際の実引数を以下の様にする(3.3.2節(2)参照)。

```
CALL MSINIT(9,9,9,LPOS)
```


(2) 仮想地形対象

①実地形対象の①に準じて領域情報ファイルを作成する。ただし、領域の緯度はコリオリパラメータの計算に、経度は地方時の計算に用いられるので、仮想地形であっても目的に合った値を設定する必要がある。その他のパラメータはネスティングの際の位置情報として用いられる。地形ファイル名及び土地利用ファイル名は必要ないが、形式を一致させるためダミーのファイル名を記しておく。

②地形ファイル、土地利用ファイルは作成する必要がない。

③インクルードファイルの修正及び鉛直格子構造については(1)の③、④と同じ。

④メインルーチン内のMSINITのコールの際は以下の実引数を用いる。

```
CALL MSINIT(9,LZGMS,LZOZT,LPOS)
```

LZGMS、LZOZTの値は3. 2. 2節(2)を参照して決定する。他の引数は固定である。

5. 1. 2 時刻情報及び計算条件の設定

モデル計算の時刻に関する計算条件はJCLのデータ領域に設定する。書式は4. 2節、パラメータ内容は3. 2節参照。初期条件及び一般場の地衡風等の外部条件は計算条件ファイルに設定する。ファイル内容は4. 3. 2節参照。拡散計算の放出点位置及び放出量の時間変化は放出条件ファイルに設定する。モデル起動ユーティリティーはメニュー形式の操作によりJCLの作成及び計算条件ファイルの作成/修正、放出ファイルの作成/修正を行う。

5. 1. 3 その他の関連ファイルの準備

Fig.9に示すファイルの中で領域情報ファイル、地形ファイル、土地利用ファイル、計算条件ファイル及び放出条件ファイルの5個のファイルはモデルの使用者がユーティリティー等を用いて準備する必要があるファイルである。その他のファイルは入力ファイルであっても元はモデルにより出力されたファイルである。従って、ファイルの書式については使用者は関知する必要はないが、どの計算領域に対する何時のデータであるかについては使用者が管理しなければならない。また、入出力に関わらずジョブ実行時のファイルの定義は使用者の責任である。機番43の主データファイル及び機番50、51の粒子ファイルの結合はモデル内部で自動的にメンバー名を作成しOPEN文を用いて行われるが、ファイルの確保は使用者が行わなければならない。ただし、モデル起動ユーティリティーを用いた場合には、多少の制限が課せられるが、関連ファイルの準備及びJCLでの定義はメニューを介して簡単に行える。

どのファイルが必要であるかは計算条件(JCLデータ領域のフラグ、4. 2節参照)によって異なる。ファイルの内容、要/不要の別、及び格子数50×50×30(地

中5層)の場合の容量を以下にまとめる。

- (1) 継続計算地形・格子データ入力ファイル (機番20)、同変数入力ファイル (機番21)

前の計算を引き継いで継続計算を行う場合 (ADDモード指示フラグFRST='RSTR')のみ必要。機番20に指定する。

- (2) 継続計算地形・格子データ出力ファイル (機番30)

次の計算で継続計算を行う場合 (ADDモード用出力回数NROUTが0以外の場合)のみ必要。使用者がファイルを確保し、機番30に指定する。容量2.2MB。

- (3) 継続計算変数出力ファイル (機番31から34)

次の計算で継続計算を行う場合 (ADDモード用出力回数NROUTが0以外の場合)のみ必要。使用者がファイルを確保する。NROUT回数分 (最大4回) のファイルを機番31から順に指定する。容量7.5MB。

- (4) ネスティング初期値入力ファイル (機番26)

ネスティングによる初期値設定を行う場合 (ネスティング初期値入力指示フラグIBCRES=26の場合)のみ必要。機番26に指定する。

- (5) ネスティング境界値入力ファイル (機番25)

ネスティングによる境界条件設定を行う場合 (ネスティング境界値入力指示フラグIBCIN=25の場合)のみ必要。機番25に指定する。

- (6) ネスティング初期値出力ファイル (機番36から39)

下位計算でネスティングによる初期値設定を行う場合 (ネスティング初期値出力指示回数NBCRESが0以外の場合)のみ必要。ファイルは使用者が確保する。NBCRES回数分 (最大4回) のファイルを機番36から順に指定する。容量0.5MB。

- (7) ネスティング境界値出力ファイル (機番35)

常に必要。ファイルは使用者が確保し、機番35に指定する。一定時間間隔毎にファイルに出力され、1回の出力当たり0.45MB。出力間隔は10分であり、メインルーチン内で指定されている。

- (8) 図形出力用地形・格子データファイル (機番40)

常に必要。ファイルは使用者が確保し、機番40に指定する。容量は0.05MB以下。

- (9) 図形出力用時系列データファイル (機番41)

常に必要。ファイルは使用者が確保し、機番41に指定する。容量は出力項目数 (サブルーチンOTSINI内で指定) 及び出力時間間隔 (メインルーチン内で指定) に依存し、概略0.1~1MB。

- (10) 図形出力用時間制御ファイル (機番42)

常に必要。ファイルは使用者が確保し、機番42に指定する。容量は1KB以下。

- (11) 図形出力用主データファイル (機番43)

主データ出力を行う場合（主データ出力回数NGOUTが0以外の場合）に必要。ファイルは使用者が確保する。PO形式である。ファイルの結合はモデルが行うので、ファイル名をJCLデータ領域に指定する。容量は出力項目数（サブルーチンOUTMN内で指定）と出力間隔（JCLデータ領域で指定）に依存し、標準の7項目出力で1回当たり1.1MB。

(12) 入力用粒子ファイル（機番50）

拡散計算の継続計算を行う場合（拡散計算指示フラグFPDIFF//PFIDFN='GOGO'の場合）に必要。機番50に指定する。

(13) 出力用粒子ファイル（機番51）

次の計算で拡散計算の継続計算を行う場合必要。ファイルは使用者が確保する。PO形式である。ファイルの結合はモデルが行うので、ファイル名をJCLデータ領域に指定する。容量は計算領域に存在する粒子数及び出力回数（JCLデータ領域で指定）に依存し、粒子数10000個の場合1回の出力当たり0.25MB。

5. 1. 4 関連ファイルのファイル名

モデル起動ユーティリティーを用いない限りは、4. 2. 2節(3)の制約を除き、ファイル名はOS許すの範囲内で任意に付けることができる。しかし、ユーティリティーではファイル名を以下の規則に従って自動的に生成するため、混乱を避けるためユーティリティーを使用しない場合でも規則に従ってファイル名を付けることが望ましい。

ファイル名

領域情報ファイル	rrNEST.DATA
地形ファイル	rrnTGR.DATA
土地利用ファイル	rrnLND.DATA
計算条件ファイル	任意
放出条件ファイル	任意
継続計算地形・格子ファイル	rrnRSTM.ccc.DATA
継続計算変数ファイル	rrnRSTm.ccc.DATA
ネスティング初期値入力ファイル	rr(n-1)NICK.ccc.DATA
ネスティング初期値出力ファイル	rrnNICI.CCC.DATA
ネスティング境界値入力ファイル	rr(n-1)NBC.ccc.DATA
ネスティング境界値出力ファイル	rrnNBC.ccc.DATA
図形出力用地形・格子データファイル	rrnMSH.ccc.DATA
図形出力用時系列データファイル	rrnTMS.ccc.DATA
図形出力用時刻管理ファイル	rrnTCN.ccc.DATA

図形出力用主データファイル `rrnM.ccc.DATA(Tddhhmm)`
 粒子ファイル `rrnP.ccc.DATA(Pddhhmm)`

凡例

`rr` : 領域識別名、使用者が領域に対して付けた2文字の名前。
`n` : 当該計算の領域番号、領域情報ファイル内の領域番号と同一。
`k, l, m` : 任意の番号。
`ccc` : 3文字の任意の名前、計算シリーズの識別に用いる。
`ddhhmm`: 日、時、分。
 大文字 : 固定。

5.2 計算資源

ファイルの容量は5.1.3節に示した。主記憶容量は格子数及び最大粒子数に依存し、概略の値は下式で計算される。

$$\text{主記憶容量(kB)} = (\text{NX} \times \text{NY} \times \text{NZ}) \times 0.34 + (\text{NX} \times \text{NY}) \times 0.56 + \text{NPART} \times 0.07$$

大気中(50*50*30)、地中(50*50*5)の格子と20000個の粒子を用いた場合の容量は約28MBである。

計算時間は格子数、放出される粒子数、気象場計算時間ステップ及び拡散計算時間ステップに依存する。しかし、格子数に関するDOループ及び粒子数に関するDOループがベクトル化されているため、計算時間はこれらの大きさと単純な比例関係にはない。格子数が多いほど1格子点・1時間ステップ当たりの計算時間は短くなる。粒子数に関しても同様である。FACOM VP-2600での計算時間の例を以下に示す。

• 気象場計算のみのCPU時間

格子数(50*50*17) 1格子点、1ステップ当たり 4.4×10^{-6} s (VU 2.2×10^{-6} s)

格子数(50*50*30) 同上 3.4×10^{-6} s (VU 2.0×10^{-6} s)

• 拡散計算のみのCPU時間

粒子数約5000個 1粒子、1ステップ当たり 8.8×10^{-6} s (VU 3.8×10^{-6} s)

5.3 モデルの出力するエラーメッセージ

モデルは初期化の段階で設定されたパラメータについて簡単なエラーチェックを行い、メッセージを出力する。形式は以下のとおり。

<pre>*** サブルーチン名 FATAL/WARNING エラー内容</pre>
--

配列壊し、計算不安定、時刻パラメータの矛盾等の重大なエラーが発生するおそれがある場合はFATALと出力され、計算は中止される。その他の軽微なパラメータ矛盾の場合はWARNINGと出力され、計算は継続される。エラー内容の部分にはパラメータの内容等が出力される。

6. ま と め

SPEEDIの高精度化研究の中で気象の予報機能の拡充及び大気拡散計算の高精度化を目的に開発された高精度拡散評価モデルPHYSICについて、モデル内容、コードの構成、計算パラメータの内容及びコードの使用法について述べた。

PHYSICは既に開発済みの3次元局地スケール気象モデルに新たに作成した拡散モデルを結合したもので、気象場及び乱流場の計算と同時に点状放出源からの放出物の拡散を評価するモデルである。気象場計算では、ブシネスク近似及び静水圧近似を用いたプリミティブ方程式系を中心とし、2次オーダーの乱流クロージャーモデル、地表面熱収支式、地中熱伝導方程式を差分法により解く。濃度計算は粒子法を用いた拡散計算モデルを採用している。本モデルで対象とする水平空間スケールは10～1000km、鉛直空間スケールは1～10km、時間スケールは1時間～1日程度である。モデルコードはFORTRAN77で約12000行の大きさであり、スーパーコンピュータ上での使用を考慮しベクトル化されている。

モデルで扱う物理過程及びモデル計算をサポートするユーティリティー群の解説は別報告とし、本報告ではマニュアルとしても使えるようにモデルの使用法及びコードの内容を中心に記述した。

配列壊し、計算不安定、時刻パラメータの矛盾等の重大なエラーが発生するおそれがある場合はFATALと出力され、計算は中止される。その他の軽微なパラメータ矛盾の場合はWARNINGと出力され、計算は継続される。エラー内容の部分にはパラメータの内容等が出力される。

6. ま と め

SPEED I の高精度化研究の中で気象の予報機能の拡充及び大気拡散計算の高精度化を目的に開発された高精度拡散評価モデルPHYSICについて、モデル内容、コードの構成、計算パラメータの内容及びコードの使用法について述べた。

PHYSICは既に開発済みの3次元局地スケール気象モデルに新たに作成した拡散モデルを結合したもので、気象場及び乱流場の計算と同時に点状放出源からの放出物の拡散を評価するモデルである。気象場計算では、ブシネスク近似及び静水圧近似を用いたプリミティブ方程式系を中心とし、2次オーダーの乱流クロージャーモデル、地表面熱収支式、地中熱伝導方程式を差分法により解く。濃度計算は粒子法を用いた拡散計算モデルを採用している。本モデルで対象とする水平空間スケールは10～1000km²、鉛直空間スケールは1～10km、時間スケールは1時間～1日程度である。モデルコードはFORTRAN 77で約12000行の大きさであり、スーパーコンピュータ上での使用を考慮しベクトル化されている。

モデルで扱う物理過程及びモデル計算をサポートするユーティリティー群の解説は別報告とし、本報告ではマニュアルとしても使えるようにモデルの使用法及びコードの内容を中心に記述した。

参考文献

- 1) Yamazawa, H.: Development of a Three-Dimensional Local Scale Atmospheric Model with Turbulence Closure Model, JAERI-M 89-062 (1989).
- 2) 山澤弘実: 乱流クロージャーモデル・粒子拡散モデルを用いた拡散パラメータの計算, 天気, 投稿中.
- 3) 山澤弘実: 筑波山周辺での拡散実験の解析とシミュレーション計算, 天気, 投稿中.
- 4) 山澤弘実: 高精度拡散評価モデル (PHYSIC) 用ユーティリティー, JAERI-M (準備中).
- 5) Yamada, T.: Simulation of Nocturnal Drainage Flows by a q^2 Turbulence Closure Model, J. Atmos. Sci., 40, 91-106 (1983).
- 6) Helfand, H. M. and Labraga, J. C.: Design of a Nonsingular Level 2.5 Second-Order Closure model for the Prediction of Atmospheric Turbulence, J. Atmos. Sci., 45, 113-132 (1988).
- 7) 山澤弘実: 1次元気象モデルの開発 (PHYD1V3), JAERI-M 90-128 (1990).
- 8) 近藤純正, 三浦章: 地表面日射量の実験式と日射計をチェックする簡便な方法, 天気, 30, 469-475 (1983).
- 9) 竹内清秀, 近藤純正: "大気科学講座1", 東京大学出版会 (1981).
- 10) Yamazawa H.: Simulation of Local Meteorological Situation with a Three-Dimensional Numerical Model, Proceedings of the First International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications, Mito, March 1990.

Table 1 List of model equations.

Equation name	Prognostic or Diagnostic	Boundary conditions			Radiation condition and/or nesting
		Top	Bottom	Lateral	
(1) Momentum eq.	Prognostic	No gradient	Similarity theory		Radiation condition and/or nesting
(2) Heat energy eq.	Prognostic	Constant gradient	Similarity theory with eq. (6)		Radiation condition and/or nesting
(3) Continuity eq.	Diagnostic		$w=0$		
(4) T.K.E. eq.	Prognostic	Zero	Similarity theory		Radiation condition
(5) T.S.L. eq.	Prognostic	Zero	Similarity theory		Radiation condition
(6) Ground surface heat budget eq.	Diagnostic				
(7) Soil layer heat conduction eq.	Prognostic	Eq. (6)	Constant temp.		
(8) Hydrostatic eq.	Diagnostic	Synoptic pressure			

Table 2 List of sub-models.

Sub-model	Function	Reference
Turbulence closure model level 2.5	Calculation of eddy diffusivity and other statistics from mean quantities with two prognostic equations	5,6,7
Turbulence closure model level 2.0	Same as TCM level 2.5 with all equations being diagnostic	5,6,7
Radiation model	Calculation of the global solar radiation at a slope with an arbitrary angle and the downward long-wave radiation from cloud amount, effective water pressure, air temperature, etc.	7,8
Diffusion model	Calculation of three-dimensional concentration distribution by using a particle diffusion method.	2,3
Ground surface model	Calculation of Ground surface temperature, surface heat fluxes and stability.	1,7

Table 3 Parameter statements defined at the top of main-routine and most subroutines.

```

PARAMETER ( NX = 50 , NY = 50 , NZ = 30 , NS = 5 )
PARAMETER ( NX2 = 2*NX , NY2 = 2*NY , NZ2 = 2*NZ )
PARAMETER ( NXP = NX + 1 , NYP = NY + 1 , NZP = NZ + 1 )
PARAMETER ( NXP2 = NX2+3 , NYP2 = NY2+3 , NZP2 = NZ2+1 )
PARAMETER ( NXYZ = NX*NY*NZ , NXY = NX*NY )
PARAMETER ( NZOOM = 2 )
PARAMETER ( NZX = NX/NZOOM+2 , NZY = NY/NZOOM+2 )
PARAMETER ( NPART = 30002 , NMRGN = 2000 )
    
```


Table 5 Common block reference analyzed by the ANALYSIS utility.

```

==== SUBPROGRAM NAME VS. COMMON BLOCK NAME ====
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I*****IZTUVT.EL SBS.KSWTP.RFFPP.SSDCP.CUUUU.TTTPM.ZZZZ.ZZZP.RROO.OO00.OLDID.DDDV.ICR6B.BBI
I*****IRRRMM.MMOLF.MAWPS.DAASS.HHEMF.LVVVV.TTTRS.GGGG.OSSFR.SSUT.UUUUU.UDCHA.BBBBA.POLCC.CCI
I*****IOBAAA.NNIOP.HVIIY.IIYY.MMWCI.LTTTR.TTTFI.TTIE.TTST.TTTT.TTMY.GGGR.DNIOR.IRI
I*****IOTIII.33LCR.2ENNN.NMHMH.DDTHN.2SSSE.SSECN.SSSNA.RWMIG.KSDDZ.ZAIMC.WWWWI.ICNTE.NEI
I*****ITRNNN.SSTK3.SOIIO.I . DMCI.DTTTA.TTAHI.TTAT.TTID. NNR.RRTTM.HDMSA.VHHPA.FIIIA.ISI
I*****I3M333.TT D3.1DTTP.T . PLT.3012D.010KT.012D0.101T . I . 23 . DESL.TXRMN. TND.NII
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I 1./GCNST1/ IXXXXX.XXXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XXXX. XX.XI
I 2./GCNST2/ IXXXXX.XXXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XXXX. XX.XI
I 3./CMCH / I XXX. X. XXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XI
I 4./FLG1 / I XXX.XXX X X XXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XI
I 5./GCNST1/ IXXXXX.XXXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XXXX. XX.XI
I 6./GCNST2/ IXXXXX.XXXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XXXX. XX.XI
I 7./GCNST3/ IXXXXX.XXXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XXXX. XX.XI
I 8./GTIME / IXXXXX.XXXXX.XXXXX. XX.XX X. XXXX. XX.XXXX. XX.XI
I 9./IPRFP0/ I . . . . . X X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 10./IPRFP1/ I . . . . . X X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 11./IPRFP2/ I . . . . . X X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 12./LISTV / I XXX.XXX X X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 13./MWK01V/ I XXXX.XXX . XXX . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 14./RDCNT1/ I X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 15./RNDTBL/ I . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 16./RPARAO/ IX . . . . . XX.X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 17./RPARA1/ IX . . . . . XX.X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 18./RPARA2/ IX . . . . . XX.X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 19./RPARA5/ IX . . . . . XX.X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 20./SLC1 / I . . . . . X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 21./SLC2 / I . . . . . X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 22./SLV1 / I . . . . . X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 23./SLZ1 / I . . . . . X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 24./TURB01/ I . . . . . XX . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 25./TZTLN / I X . X X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 26./UVC01V/ I . . . . . XX . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 27./UZOLN / I . . . . . X X . . . . . XXXX.XXXXX. XX.XI
I 28./VARIA1/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XXXX.XXXXX. XX.XI
I 29./VARIA2/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
I 30./VARIA3/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
I 31./VARIA4/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
I 32./VARIA5/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
I 33./VARIA6/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
I 34./VARIA7/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
I 35./VARIA8/ IXXXXX.XXX X.XXXXX. XX.XX X.XXXXX. XX.XI
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Table 5 (続き)

	SUBPROGRAM NAME	VS.	COMMON BLOCK NAME	====
I	*****I ZUVT.ELSBS.KSWTP.RFFPP.SSDCP.CUUUU.TTTPM.ZZZZZ.ZZZSP.RR000.00000.OLDID.DDDV.ICRBB.BBI			
I	*****I RRRMM.MMOLF.MAMPS.DAASS.HHEMF.LVVVV.TTTRS.GGGO.OSSFR.SSUTU.UUUUU.UDCHA.BBBA.POLCC.CCI			
I	*****I OBAAA.NNIOP.HVIIY.IIIYY.MMWC.LTTTR.TTRFI.TTTRI.TTTIE.TTTT.TTTT.TTMY.GGGR.DNIOR.IRI			
I	*****I OTII.33LCR.2ENNN.NMHH.DDTHN.2SSSE.SSECN.SSSES.SSNA.RWMIG.KSDDZ.ZAIMC.WWVI.ICNTE.NEI			
I	*****I TRNN.SSTK3.SOIIO.I			
I	*****I 3M333.IT D3.1DTTP.T			
I	36./VARI9/ IXXXX.XXX X.XXXXX.		XX.XX X.XXXX.	.XXXX . X . XI
I	37./VZOLN / I . X X.		X .	.XX .
I	38./ZCNST0/ IXXXX.XXXXX.XXXXX.		XX.XX X.XXXX.	.XXXX . XX . XI
I	39./ZCNST1/ IXXXX.XXXXX.XXXXX.		XX.XXXXX.XXXX.	.XXXX . XX . XI
I	40./ZCNST2/ IXXXX.XXX X.XXXXX.		XX.XX X.XXXX.	.XXXX . X . XI
I	41./ZCNST3/ IXXXX.XXX X.XXXXX.X		XX.XX X.XXXX.	.XXXX . X . XI

Table 6 List of main variables.

Name	Dimension	Unit	Description
UU	(NX,NY,NZ)	m/s	Wind speed, u-component
VV	(NX,NY,NZ)	m/s	Wind speed, v-component
WS	(NX,NY,NZ)	m/s	Wind speed, w-component in z* coordinate
WW	(NX,NY,NZ)	m/s	Wind speed, w-component in z coordinate
TT	(NX,NY,NZ)	deg.C	Potential temperature
E2	(NX,NY,NZ)	m ² /s ²	Turbulence kinetic energy
EL	(NX,NY,NZ)	m ³ /s ²	Turbulence length scale multiplied by E2
UG	(NX,NY,NZ)	m/s	Pressure gradient force in terms of geostrophic wind speed in x-direction
VG	(NX,NY,NZ)	m/s	Same as UG but in y-direction
DKH	(NX,NY,NZ)	m ² /s	Eddy diffusivity of heat
DKM	(NX,NY,NZ)	m ² /s	Eddy diffusivity of momentum
STBL	(NX,NY)	m	Monin-obukhov stability length
TSF	(NX,NY)	deg.C	Ground surface temperature
CONC	(NX,NY,NZ)	Undef.	Concentration
CF		1/s	Coriolis parameter
CK		.	von Karman constant
G		m/s ²	Gravitational acceleration
HZS		m	Height of model top in z* coordinate
HZZ		m	Height of model top in z coordinate
ZST	(NZP2)	m	Height of grid point
DZS	(NZ2)	m	Vertical grid interval
DX		m	Horizontal grid interval in x-direction
DY		m	Horizontal grid interval in y-direction
ZG	(0:NXP2,0:NYP2)	m	Terrain height

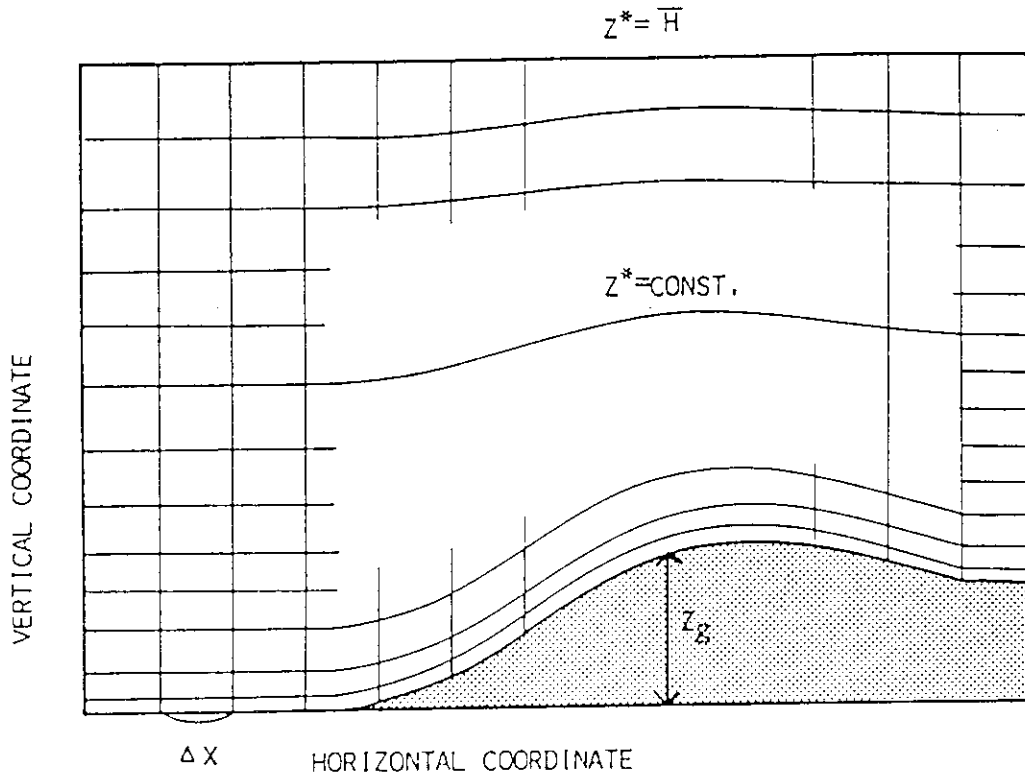


Fig. 1 Schematic illustration of terrain following z^* coordinate.

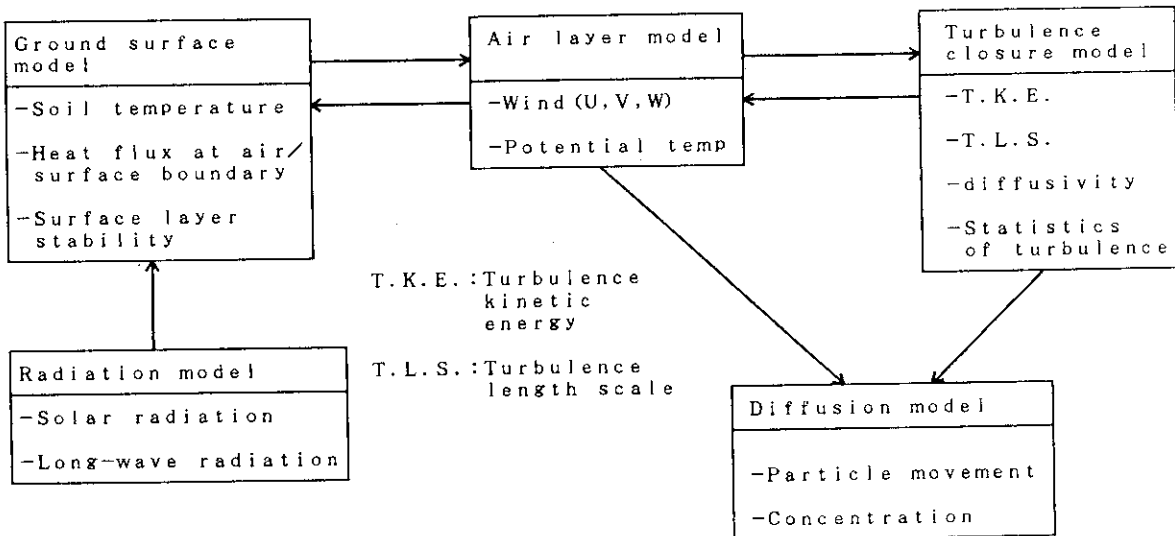


Fig. 2 Structure of the model PHYSIC-D3V4C. Data flow is depicted by arrows.

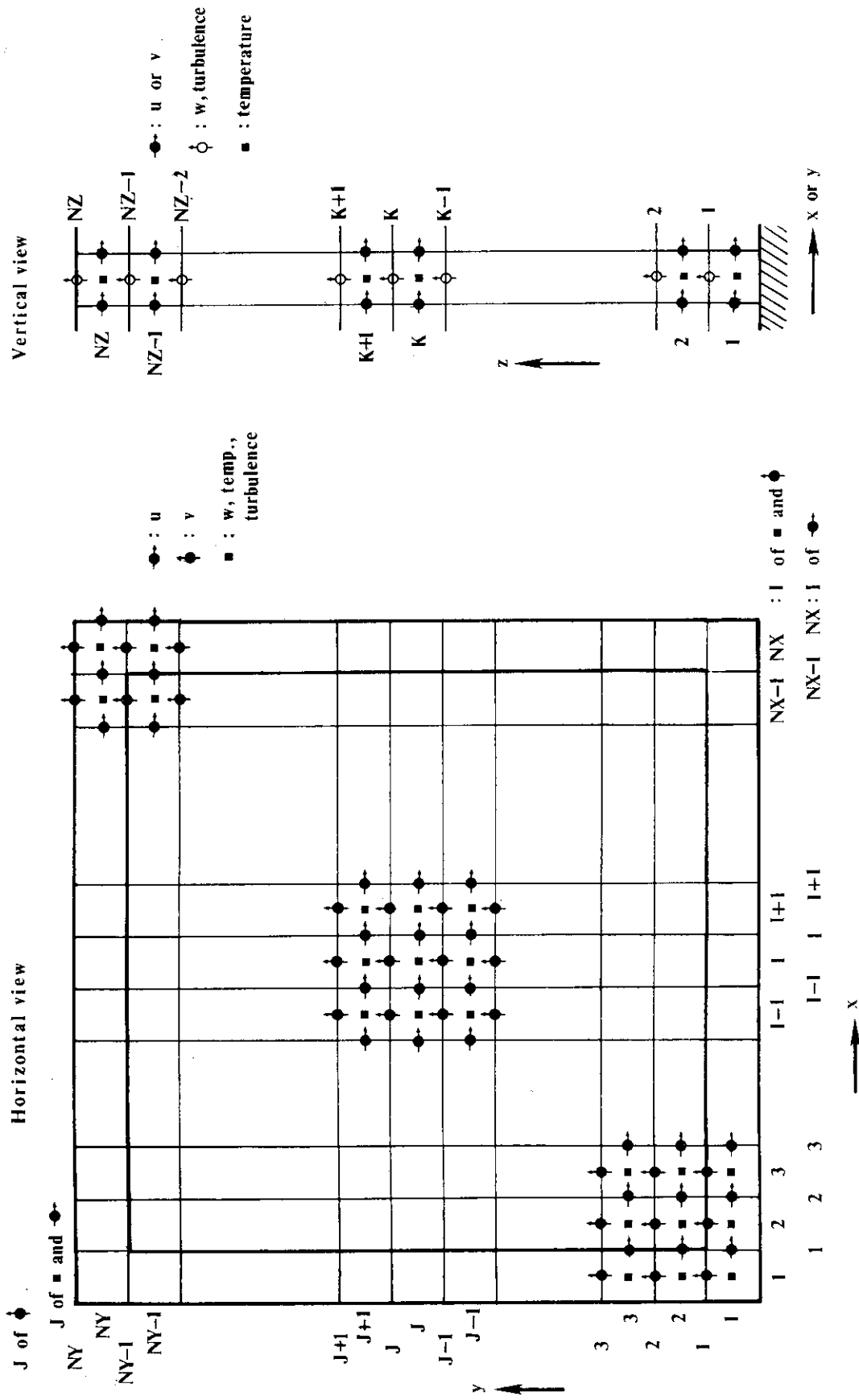


Fig. 3 Structure and numbering of grid system. Grid intervals in the horizontal directions are uniform in the horizontal directions, but arbitrary in the vertical direction.

THE CLASSIFICATION OF FORTRAN STATEMENTS			
I	COMMENT	3454(28.08 %)	0(0.0 %)
I	CONTINUATION	1411(11.47 %)	0(0.0 %)
I	ASSIGNMENT	2620(21.30 %)	0(0.0 %)
I	ASSIGN	0(0.0 %)	0(0.0 %)
I	GO TO	31(0.25 %)	22(0.18 %)
I	ASSIGNED GO TO	0(0.0 %)	38(0.31 %)
I	COMPUTED GO TO	1(0.01 %)	7(0.06 %)
I	ARITHMETIC IF	2(0.02 %)	43(0.35 %)
I	LOGICAL IF	75(0.61 %)	72(0.59 %)
I	ASSIGNMENT	40 PRINT	49(0.40 %)
I	ASSIGN	0 PUNCH	0(0.0 %)
I	GO TO	16 REWIND	0(0.0 %)
I	ASSIGNED GO TO	0 FIND	53(0.43 %)
I	COMPUTED GO TO	0 WAIT	434(3.53 %)
I	ARITHMETIC IF	0 CALL	844(6.86 %)
I	OPEN	0 RETURN	4(0.03 %)
I	CLOSE	0 STOP	80(0.65 %)
I	READ	0 PAUSE	0(0.0 %)
I	WRITE	4 DECODE	0(0.0 %)
I	BACKSPACE	0 ENCODE	0(0.0 %)
I	ENDFILE	0 INQUIRE	1(0.01 %)
I	IF (...) THEN	260(2.11 %)	1(0.01 %)
I	DO	670(5.45 %)	1(0.06 %)
I	DO UNTIL (...)	0(0.0 %)	63(0.51 %)
I	DO WHILE (...)	0(0.0 %)	21(0.17 %)
I	ELSE IF	162(1.32 %)	141(1.15 %)
I	END IF	26(0.21 %)	121(0.98 %)
I	FORMAT	260(2.11 %)	20(0.16 %)
I	OPEN	38(0.31 %)	0(0.0 %)
I	CLOSE	4(0.03 %)	72(0.59 %)
I	READ	9(0.07 %)	423(3.44 %)
I	WRITE	183(1.49 %)	0(0.0 %)
I	BACKSPACE	567(4.61 %)	0(0.0 %)
I	ENDFILE	3(0.02 %)	0(0.0 %)
I	PRINT	0(0.0 %)	0(0.0 %)
I	PUNCH	0(0.0 %)	0(0.0 %)
I	REWIND	10(0.08 %)	0(0.0 %)
I	FIND	0(0.0 %)	0(0.0 %)
I	WAIT		0(0.0 %)
I	INQUIRE		0(0.0 %)
I	COMPLEX		0(0.0 %)
I	LOGICAL		0(0.0 %)
I	INTEGER		22(0.18 %)
I	CHARACTER		38(0.31 %)
I	DOUBLE PRECISION		7(0.06 %)
I	REAL		43(0.35 %)
I	EQUIVALENCE		72(0.59 %)
I	DATA		49(0.40 %)
I	NAMELIST		0(0.0 %)
I	IMPLICIT		0(0.0 %)
I	PARAMETER		53(0.43 %)
I	COMMON		434(3.53 %)
I	SAVE		844(6.86 %)
I	DIMENSION		4(0.03 %)
I	EXTERNAL		80(0.65 %)
I	INTRINSIC		0(0.0 %)
I	DEFINE FILE		0(0.0 %)
I	PROGRAM		0(0.0 %)
I	BLOCKDATA		1(0.01 %)
I	FUNCTION		1(0.06 %)
I	SUBROUTINE		7(0.06 %)
I	ENTRY		63(0.51 %)
I	CALL		21(0.17 %)
I	RETURN		141(1.15 %)
I	STOP		121(0.98 %)
I	PAUSE		20(0.16 %)
I	END		0(0.0 %)
I	CONTINUE		72(0.59 %)
I	DECODE		423(3.44 %)
I	ENCODE		0(0.0 %)
I	DEBUG		0(0.0 %)
I	AT		0(0.0 %)
I	DISPLAY		0(0.0 %)
I	INIT		0(0.0 %)
I	TRACE		0(0.0 %)
I	-- ROGUE --		0(0.0 %)
I	NCHARACTER (JEF)		0(0.0 %)

TOTAL STATEMENTS = 12302

Fig. 4 Classification of FORTRAN statements of the model analyzed by the ANALYSIS utility.

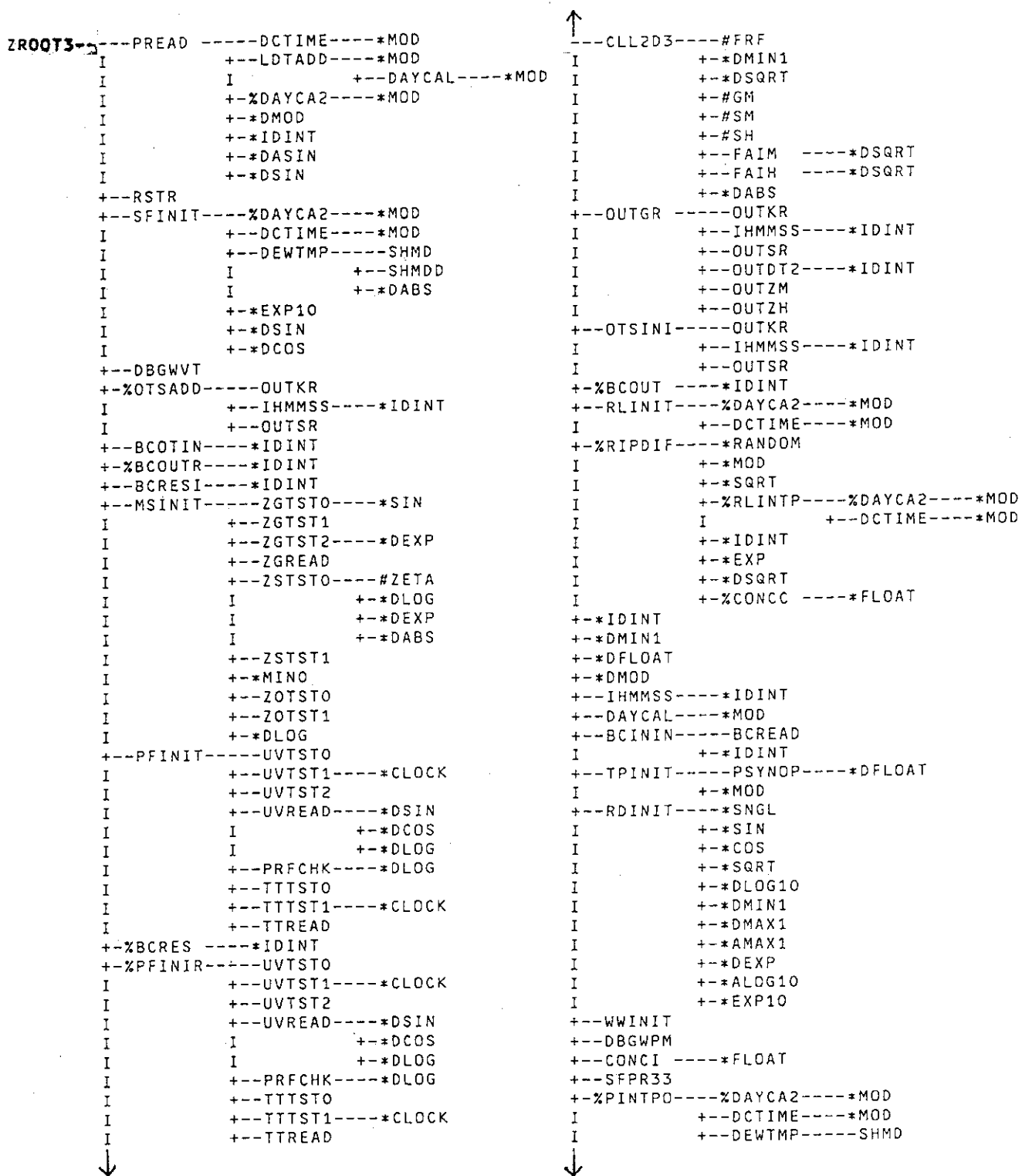


Fig. 5 Module reference in the form of tree structure analyzed by the ANALYSIS utility.

```

↑
--%PINTPO-----DEWTMP-----SHMDD
I          I          +-*DABS
I          +-*EXP10
I          +-*DSIN
I          +-*DCOS
+---KMH251-----#FRF
I          +-*DMIN1
I          +-*DSQRT
I          +-*GM
I          +-*SM
I          +-*SH
I          +-*DABS
I          +-*DMAX1
+---%WCAL
+---%VARIAN
+---%PDIF1  -----*RANDOM
I          +-*MOD
I          +-*SQRT
I          +-*%RLINTP-----%DAYCA2-----*MOD
I          I          +-*DCTIME-----*MOD
I          +-*IDINT
I          +-*EXP
I          +-*DSQRT
I          +-*%CONCC  -----*FLOAT
+---*MOD
+---%IPDIF  -----*RANDOM
I          +-*MOD
I          +-*SQRT
I          +-*%RLINTP-----%DAYCA2-----*MOD
I          I          +-*DCTIME-----*MOD
I          +-*IDINT
I          +-*EXP
I          +-*DSQRT
I          +-*%CONCC  -----*FLOAT
+---%SOILT  -----*DSQRT
I          +-*%RDTN  -----*SNGL
I          I          +-*SIN
I          I          +-*COS
I          I          +-*SQRT
I          I          +-*DLOG10
I          I          +-*DMIN1
I          I          +-*DMAX1
I          I          +-*AMAX1
I          I          +-*DEXP
I          I          +-*ALOG10
I          I          +-*EXP10
I          +-*PSYH  -----*DSQRT
I          I          +-*DLOG
I          +-*SHMD
I          +-*SHMDD
I          +-*DABS
I          +-*PSYM  -----*DSQRT
I          +-*DLOG
I          +-*DATAN
+---%CMCHCL-----*DABS
I          +-*PSYM  -----*DSQRT
I          I          +-*DLOG
I          I          +-*DATAN
↓

↑
---%CMCHCL-----%PSYH  -----*DSQRT
I          I          +-*DLOG
I          +-*DSQRT
+---%TMAIN3
+---%TOPPAI-----%PSYNOP-----*DFLOAT
I          +-*MOD
+---%UMAIN3-----*DABS
+---%VMAN3-----*DABS
+---%EMN3ST-----%FAIM  -----*DSQRT
I          +-*DCBRT
+---%LMN3ST-----*INT
+---%SAVEOD-----%BETO1
I          +-*DMIN1
I          +-*DMAX1
I          +-*DABS
I          +-*%BCIN  -----*BCREAD
I          I          +-*IDINT
I          +-*DSQRT
+---%TRBTRM
+---%OUTTSR-----%OUTKR
I          +-*IHMMSS-----*IDINT
I          +-*OUTSR
+---%CONCO  -----*FLOAT
+---%OUTMN  -----%IHMMSS-----*IDINT
I          +-*OUTSR
I          +-*MOD
I          +-*OUTKR
I          +-*OUTDT3-----*IDINT
I          +-*OUTDT2-----*IDINT
+---%BCRESO-----*IDINT
+---%RSTW
+---%POUT  -----*RANDOM
I          +-*MOD
I          +-*SQRT
I          +-*%RLINTP-----%DAYCA2-----*MOD
I          I          +-*DCTIME-----*MOD
I          +-*IDINT
I          +-*EXP
I          +-*DSQRT
I          +-*%CONCC  -----*FLOAT
+---%DBGWHR

```

Fig. 5 (続き)

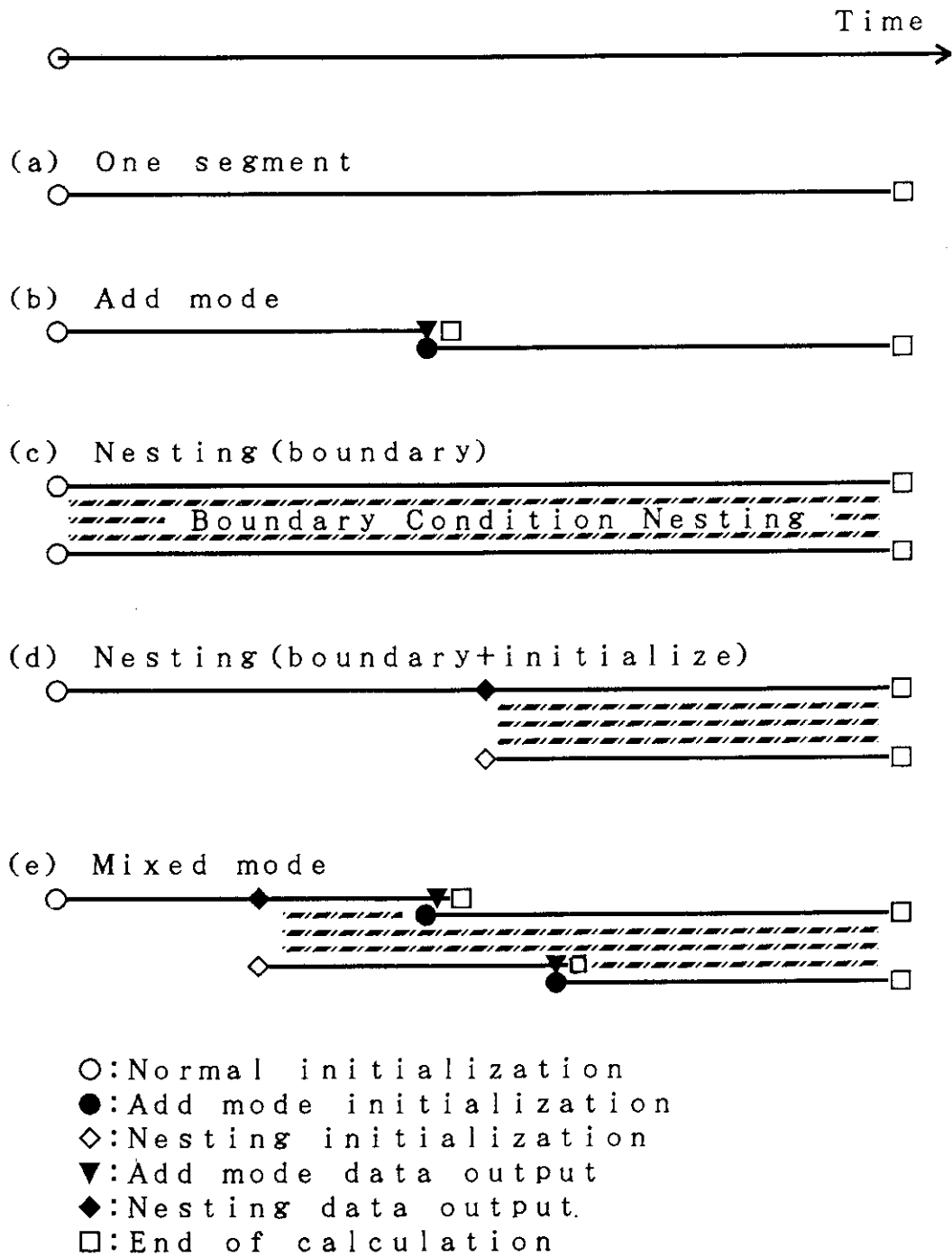


Fig. 6 Examples of calculation modes. Thick lines depict calculation segments. In the examples(c), (d) and (e), upper line and lower line respectively show calculation of outer domain and that of inner domain which are linked by the nesting method.

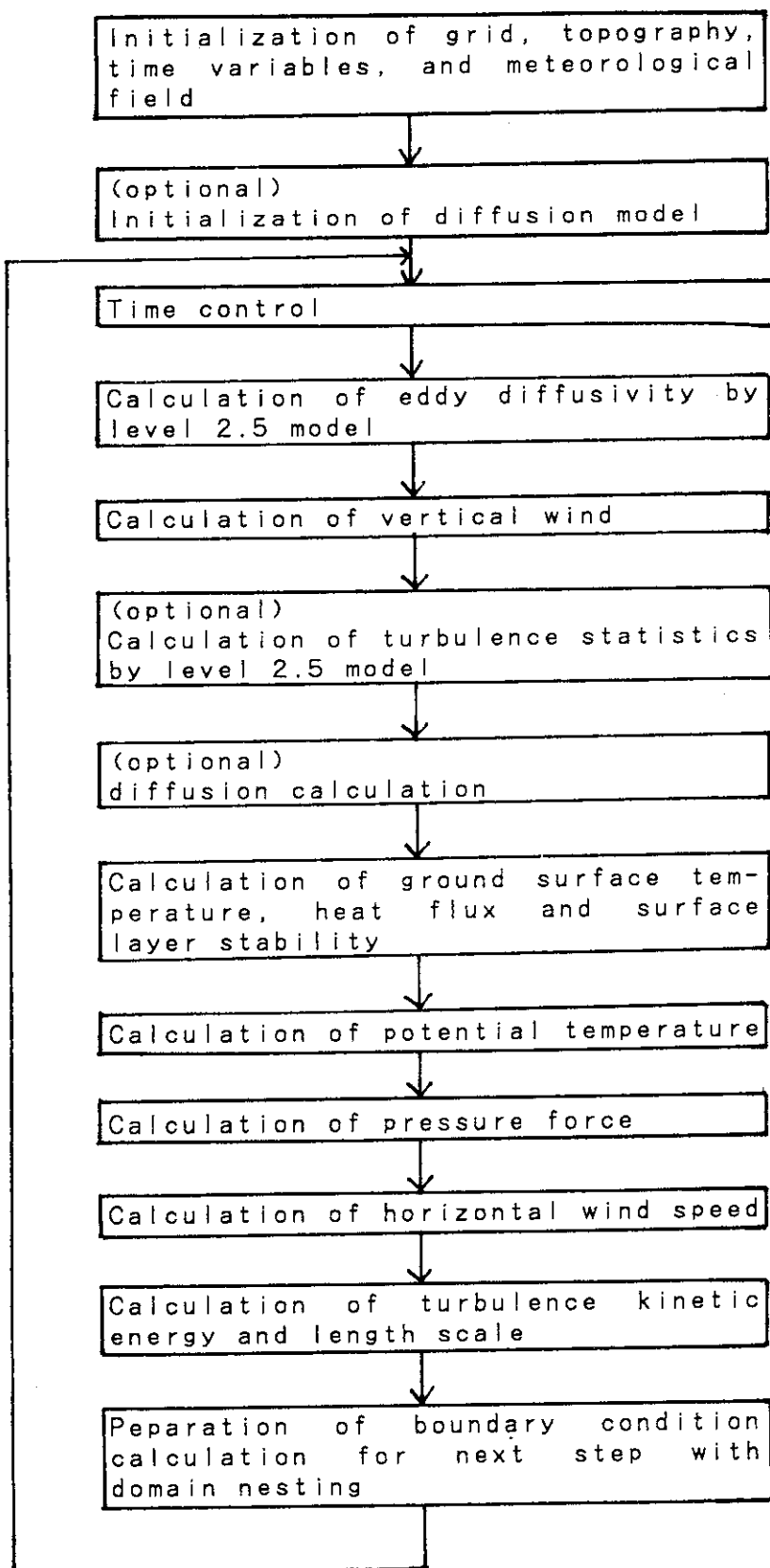


Fig. 7 Flow chart of one calculation segment.

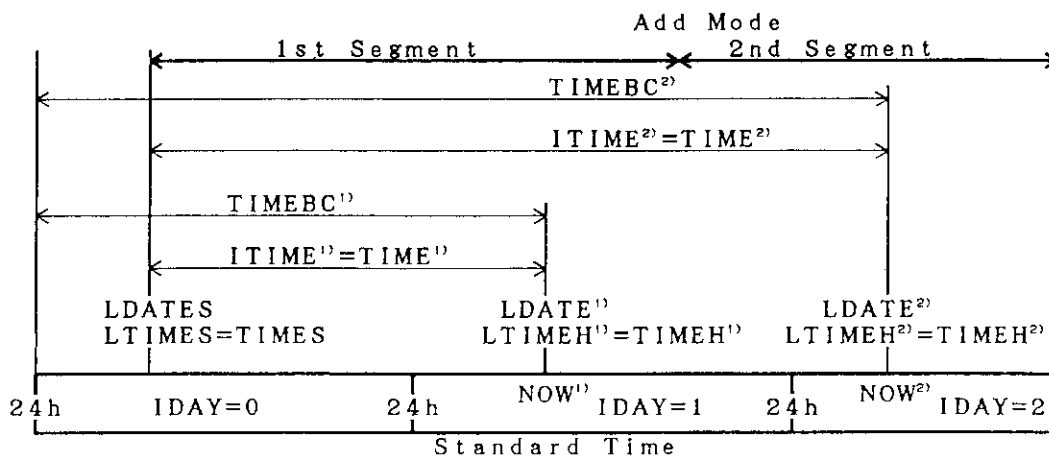


Fig. 8 Definition of time variables. TIMEBC is measured from the midnight of the first day (IDAY=0) to which the series start time of the calculation in the outermost domain belongs. ITIME (s) and TIME(hr) are measured from the series start time. LDATE(yymmdd) LTIME(hhmmss) respectively hold date and time of a moment. TIMEH is the decimal expression of LTIME with the unit of hour.

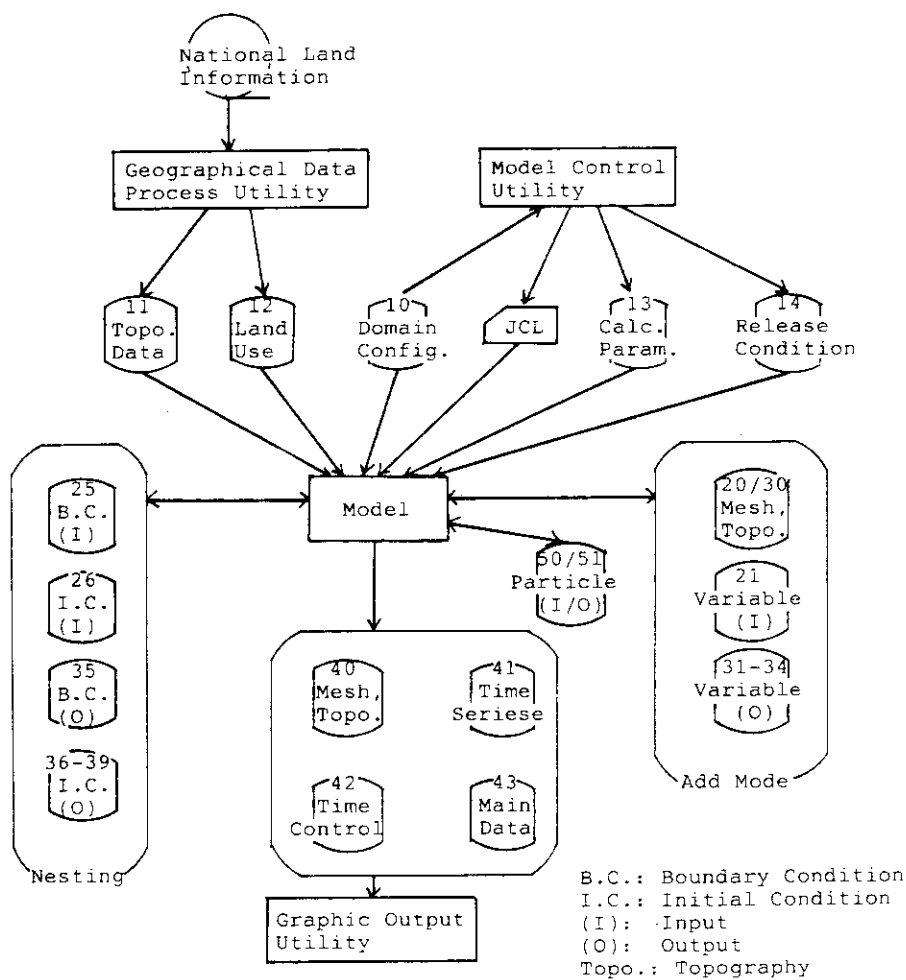


Fig. 9 Linkage of files and utilities to the model PHYSIC-D3V4C.

```

T(08) C(02) W(04) I(04) E(04) CLASS(3)
// EXEC FORT77VE,SO='J4289.CPHYSIC',Q='.FORT77',
//      A='ELM(ZROOT99),NOVS,NOVMSG',B='AE'
// EXEC LKED77,B='MAP',SECTION=31
// EXEC GO,OBSIZE=137
//FT10F001 DD DSN=J4289.BTBNEST.DATA,DISP=SHR
//FT13F001 DD DSN=J4289.BPHYSIC.PRM.DATA(TB2R51),DISP=SHR
//FT14F001 DD DSN=J4289.TB2RL.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//**20F001 DD DSN=J4289.TB2RSTM.DATA,DISP=SHR
//**21F001 DD DSN=J4289.TB2RST1.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT25F001 DD DSN=J4289.TB1NBC.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT26F001 DD DSN=J4289.TB1NIC3.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT30F001 DD DSN=J4289.TB2RSTM.DATA,DISP=SHR
//FT31F001 DD DSN=J4289.TB2RST1.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT32F001 DD DSN=J4289.TB2RST2.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT33F001 DD DSN=J4289.TB2RST2.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT35F001 DD DSN=J4289.TB2NBC.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT36F001 DD DSN=J4289.TB2NIC1.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT37F001 DD DSN=J4289.TB2NIC2.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT40F001 DD DSN=J4289.TB2MSH.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT41F001 DD DSN=J4289.TB2TMS.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//FT42F001 DD DSN=J4289.TB2TCN.ZZZ.DATA,DISP=SHR
//SYSIN DD *
( OUTFIP ) CMODEL =PHYD3V4          ( A8 ) MODEL NAME
( OUTFIP ) COBJEC =TB2 Y85 R01 ZZZ  ( A16 ) OBJECTIVE NAME
( OUTFIP ) GOUTFN =J4289.TB2M.ZZZ.DATA(T000000) ( A28 ) GRAPH-FIP FILE
( POUT ) POUTFN =J4289.TB2P.ZZZ.DATA(P000000) ( A28 ) PARTICLE FILE
( RESTRT ) FRSR =NONE              ( A4 ) RSTR OR NONE
( DIFCAL ) FF//FN =GONO            (2A2 ) NONO,GONO,GOGO
( NEST.G ) LPOS = 2                 ( I5 ) 1 , 2 , 3 , OR
( NEST.I ) IBCRES = 26              ( I5 ) 0 OR 26
( NEST.O ) IBCREO = 36              ( I5 ) 0 OR 36 - 39
( NEST.O ) IBCOUT = 35              ( I5 ) 0 OR 35
( NEST.I ) IBCIN = 0                ( I5 ) 0 OR 25
(P) LDATES LTIMES = 851106 130000   (2I8) SERIESE START
(P) LDATSS LTIMSS = 851106 130000   (2I8) THIS CAL.STRAT
(P) LDINTG LTINTG = 000000 060000   (2I8) CALC. PERIOD
(P) LDYDIF LTMDIF = 851106 150000   (2I8) DIF.CAL. START
(P) LDYREE LTMREE = 851106 163000   (2I8) RELEASE END
(P) NDOUT = -1                       ( I5 ) PRINT COUNT
(P) LDY LTM = 000000 010000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) NGOUT = 8                         ( I5 ) FIPOUT COUNT
(P) LDY LTM = 851106 140000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 150000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 153000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 160000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 163000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 170000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 180000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 190000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) NPQUT = 2                         ( I5 ) PARTICLE OUT C
(P) LDY LTM = 851106 160000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 163000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) NRQUT = 3                         ( I5 ) ADD DATA OUT C
(P) LDY LTM = 851106 160000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 163000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 190000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) NBCRES = 2                        ( I5 ) NEST.INI.D.OUT
(P) LDY LTM = 851106 163000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) LDY LTM = 851106 190000          (2I8) DATE TIME,INTV.
(P) NACRS = -1                       ( I5 ) PRINT COUNT
(P) LDY LTM = 000000 003000          (2I8) DATE TIME,INTV.
//

```

Fig.10 Example of JCL.

```

TSUKUBA TRACER EXPERIMENTS: MODEL VALIDATION ← Comment line
140.1467 36.2183 ← Longitude and latitude (deg) of domain: (FLON,FLAT)
3
1 ← Domain number: LPOS
50 50 1000.000 1000.000 -25000.00 -25000.00 000.0005
20.00 ← Time increment: DELT1
J4289.TB1TGR.DATA ← Topographical data filename (NX1,NY1), (DX1,DY1), (X1,Y1), Dummy
J4289.TB1LND.DATA ← Land use data filename
2
50 50 500.000 500.000 -12500.00 -12500.00 000.000
10.00
J4289.TB2TGR.DATA
J4289.TB2LND.DATA
3
50 50 250.000 250.000 -6250.00 -6250.00 000.000
10.00
J4289.TB3TGR.DATA
J4289.TB3LND.DATA
    
```

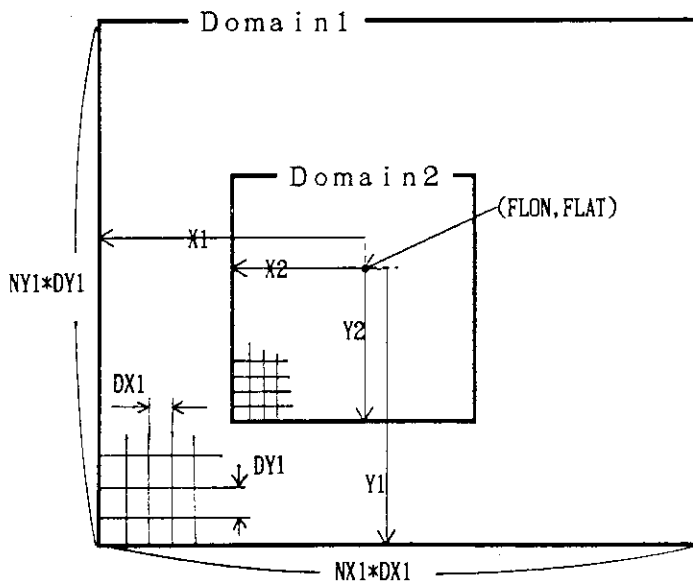


Fig.11 Example of a nest file. FLON and FLON with the unit of degree are the common origin of the domains defined in the file. The relative position (X_n, Y_n) of the lower-leff corner of a domain from the origin is measured as the lower figure shows. It should be noted that $X1, Y1, X2$ and $Y2$ are negative in this case.

```

++++ TSUKUBA TRACER EXPERIMENT(RUN 85-1): MODEL VALIDATION
  4
  100.00    45.00    4.00
  450.00    45.00    6.00
  600.00    168.75   9.00
 1000.00    168.75   10.00
   16.000   16.000  -0.006360   16.000
  4
   1.00    16.000
  450.00   13.610
  600.00   15.140
 1600.00    7.380
  5
851106 130000  140.00   12.00   1.050D-2  W   1.00  1.00  1.00
851106 140000  140.00   12.00   1.050D-2  W   1.00  1.00  1.00
851106 150000  140.00   12.00   1.050D-2  W   1.00  1.00  1.00
851106 160000  140.00   12.00   1.050D-2  W   1.00  1.00  1.00
851106 170000  140.00   12.00   1.050D-2  W   1.00  1.00  1.00

```

Fig.12 Example of a calculation condition file. This file defines initial conditions for wind and temperature as well as temporal changes in external conditions.

```

TSUKUBA TRACER EXPERIMENTS: MODEL VALIDATION
  1.25000E4  1.25000E4  7.00000E0
  2          3
851106 150000  1.00000E6  0.00000E0  0.00000E0
851106 163000  1.00000E6  0.00000E0  0.00000E0

```

Fig.13 Example of a release condition file. This file defines release point location measured from the lower-left corner of a domain and temporal change of release rate.