

```

*****
* ファイル名   : HSMAC2D.FOR                                     *
* タイトル     : HSMAC法による2次元熱流動解析プログラム       *
* 製作者       : 平野 博之                                       *
* 所属         : 岡山理科大学 工学部 応用化学科               *
* 製作日       : 2003.12.25                                       *
* 言語         : FORTRAN (FORTRAN77でも実行可能)              *
*****
*
*   本プログラムでは、対流項は非保存形で1次精度風上差分を、拡散項
*   は2次精度中心差分を用いて離散化している。さらに高精度の近似を行う
*   場合は、適宜変更のこと。
*   格子分割数を変更するときは、PARAMETER文中のNX0,NY0をすべて変更。
*
* ●変数
*   →
*   速度 V=(U,V,W), 圧力 P, 温度 T
*
* ●基礎方程式について
*   →
*    $\nabla \cdot \mathbf{V} = 0$ 
*   →
*   
$$\frac{D\mathbf{V}}{Dt} = -\nabla P + \nu \nabla^2 \mathbf{V} + \mathbf{B} \times \mathbf{T}(0,1)$$

*   
$$\frac{DT}{Dt} = \text{ALP} (\nabla^2 T)$$

*   方程式に応じて、“BIS”、“BU0”、“ALP”を定義して与える。
*
* ●格子分割について (NX=3, NY=3の例)
*   仮想セル 左側境界                                右側境界 仮想セル
*   ↓ ↓                                ↓ ↓
*   +-----+-----+-----+-----+-----+
*   | P(0,NY+1) | | | | | P(NX+1,NY+1) |
*   仮想セル→ | . → . | | | | | . → . | ←仮想セル
*   | U(0,NY+1) | | | | | U(NX,NY+1) |
*   上方境界→ +====↑====+=====+=====+=====+====↑====←上方境界
*   (IY=NY) | V(0,NY) || | | | || V(NX+1,NY)
*   | . || . | | | | | . || . |
*   | || | | | | || |
*   +-----+-----+-----+-----+-----+
*   | | || | | | || |
*   | . || . | | | | | . || . |
*   | || | | | | || |
*   +-----+-----+-----+-----+-----+
*   | | || | | | || |

```

[illegible]

●スタッガードメッシュについて

*			← DX →		*
*					*
*				↑	*
*		P(i, j+1)			*
*		.		DY	*
*		V(i, j)		↓	*
*					*
*			↑		*
*		P(i-1, j)	P(i, j)	P(i+1, j) → U 定義点	*
*		.	.	.	*
*					*
*		U(i-1, j)	U(i, j)	↑ V 定義点	*
*					*
*			V(i, j-1)	. P, T 定義点	*
*				(注)	*
*			↑	プログラム中のTは,	*
*				本文中ではθとなっ*	*
*		P(i, j-1)		ている。	*
*		.			*
*					*
*					*
*					*
*					*
*					*

●パラメーターファイル (in2d. mac) について

* プログラムを実行すると, " i n 2 d . m a c " というパラメータ
* ファイルを読みに行くので, あらかじめ作成しておく.

“in2d.mac”のリスト

- * 1: U. NEW Uの計算結果の出力ファイル名
- * 2: V. NEW Vの計算結果の出力ファイル名
- * 3: P. NEW Pの計算結果の出力ファイル名
- * 4: T. NEW Tの計算結果の出力ファイル名
- * 5: U. OLD 継続計算のUの入力データ
- * 6: V. OLD 継続計算のVの入力データ
- * 7: P. OLD 継続計算のPの入力データ
- * 8: T. OLD 継続計算のTの入力データ

```

* 9: UVT. NEW .... Tecplot用データ *
*10: +=====+ *
*11: | ITYPE  1==> isothermal | *
*12: |          2==>nonisothermal | *
*13: +=====+ *
*14: ----- *
*15: ITYPE      ICYCLE  NITR    NCYCLE *
*16: 2          0      10000   1000 *
*17: ----- *
*18: EPSP      OMG *
*19: 1.0e-3    1.7e+0 *
*20: ----- *
*21: DT        RE      PR      GR *
*22: 1.0e-4    0.0e+0  7.1e-1  1.0e+5 *
*23: ----- *
*24: DLX      DLY      IREL    METHOD *
*25: 1.0e+0    1.0e+0  0       5 *
* *
* ITYPE..... 1 1, 1 2行を参照 *
* ICYCLE..... 計算開始のサイクル数 (時刻T=ICYCLE*DT) *
* NITR..... 圧力計算のための, 1サイクルあたりの最大反復回数 *
* NCYCLE..... 計算終了サイクル数 *
*          → *
* EPSP..... 収束判定値 ( $\nabla \cdot \nabla \leq \text{EPSP}$ を満足するまで, 反復計算によ *
*             って, 圧力場を計算する.) *
* OMG..... 圧力計算のための緩和係数, DT..... 時間刻み *
* RE..... レイノルズ数, PR..... プラントル数, GR..... グラスホフ数 *
* DLX..... 解析領域の横幅 (DLX=NX*DX) *
* DLY..... 解析領域の高さ (DLY=NY*DY) *
*             格子幅 (等間隔) DX, DYはプログラムの中で求める. *
* IREL... 圧力の基準値の設定 (0:行わない; 1:行う) *
* METHOD.. SMAC法においてのみ有効 *
* パラメータファイルの数値について, *
* FORTRAN プログラム..... できれば倍精度実数で与える"1.0D0, 1.0d0" *
*             Cプログラムと共用させて"1.0E0, 1.0e0"としても問題はない *
*             C プログラム..... "1.0E0, 1.0e0"として与える *
* TECPLOT用データを除いた入出力ファイルは書式なし形式で, 使用 *
* するコンパイラに依存する. コンパイラに依存しない形式にする *
* には, 容量は増えるが書式付き形式に変更すればよい. *
* *
* ●圧力の相対性について *
* 圧力の相対性設定の変数名: IREL *
* 0: 圧力の基準を設けない. *
* 1: 圧力の基準を設ける. *
*     本プログラムではP0(1, 1)=0となるように設定してある. *
*     サブルーチン PRESS を参照. *
*

```

```

*   ●変数・配列の説明
*   ICYCLE -----> 時間進行のためのカウンタ
*   ITR -----> 圧力計算のための反復回数カウンタ
*   IX, IY -----> 上の図を参照
*   U0, V0, T0----->圧力の反復計算を行う前の値
*   UN, VN, TN----->収束した新たな圧力を用いて計算された値
*
*****
PROGRAM HSMAC2D
*****
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)
PARAMETER ( NX0=20, NY0=20 )
COMMON / D1 / NX, NY
COMMON / D2 / DX, DY, DT
COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO
COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP
COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD
COMMON / D6 / DMAX
COMMON / D7 / ITYPE
COMMON / ARRAY1 / U0(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$                      V0(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$                      P0(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$                      T0(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)
CHARACTER FNAME(10)*20
*x方向の格子分割数
  NX = NX0
*y方向の格子分割数
  NY = NY0
*パラメータファイルのオープン
  OPEN (10, FILE='IN2D.MAC', STATUS='OLD')
*出力ファイル名の読み込み
  DO 10 I = 1, 9
    READ (10, '(A20)') FNAME(I)
  10 CONTINUE
*Uの計算結果出力用ファイルオープン(書式なし形式)
*書式なし形式はコンパイラに依存するので注意
  OPEN (11, FILE=FNAME(1), STATUS='NEW', FORM='UNFORMATTED')
*Vの計算結果出力用ファイルオープン(書式なし形式)
  OPEN (12, FILE=FNAME(2), STATUS='NEW', FORM='UNFORMATTED')
*Pの計算結果出力用ファイルオープン(書式なし形式)
  OPEN (13, FILE=FNAME(3), STATUS='NEW', FORM='UNFORMATTED')
*Tの計算結果出力用ファイルオープン(書式なし形式)
  OPEN (14, FILE=FNAME(4), STATUS='NEW', FORM='UNFORMATTED')
*in2d.mac中のコメント行(10-15行目)のスキップ
  READ (10, '(A)')
  READ (10, '(A)')
  READ (10, '(A)')

```

```

      READ (10, '(A)')
      READ (10, '(A)')
      READ (10, '(A)')
      READ (10, *) ITYPE, ICYCLE, NITR, NCYCLE
*in2d.mac中のコメント行(17-18行目)のスキップ
      READ (10, '(A)')
      READ (10, '(A)')
      READ (10, *) EPSP, OMG
*in2d.mac中のコメント行(20-21行目)のスキップ
      READ (10, '(A)')
      READ (10, '(A)')
      READ (10, *) DT, RE, PR, GR
*in2d.mac中のコメント行(23-24行目)のスキップ
      READ (10, '(A)')
      READ (10, '(A)')
      READ (10, *) DLX, DLY, IRELP, METHOD
*継続の計算の場合
      IF (ICYCLE.NE.0) THEN
*Uデータファイルのオープン(書式なし形式)
      OPEN (15, FILE=FNAME(5), STATUS='OLD', FORM='UNFORMATTED')
*Vデータファイルのオープン(書式なし形式)
      OPEN (16, FILE=FNAME(6), STATUS='OLD', FORM='UNFORMATTED')
*Pデータファイルのオープン(書式なし形式)
      OPEN (17, FILE=FNAME(7), STATUS='OLD', FORM='UNFORMATTED')
*Tデータファイルのオープン(等温場でもT=0.0のデータを読み込む)(書式なし形式)
      OPEN (18, FILE=FNAME(8), STATUS='OLD', FORM='UNFORMATTED')
      END IF
*x方向の格子幅
      DX = DLX / FLOAT(NX)
*y方向の格子幅
      DY = DLY / FLOAT(NY)
*運動方程式中の拡散項の係数(ここではPr).....基礎式に応じて変更
      VIS = PR
*エネルギー方程式中の拡散項の係数(ここでは1).....基礎式に応じて変更
      ALP = 1.0D+0
*浮力項の係数(ここでは Gr * Pr**2).....基礎式に応じて変更
      BUO = GR * PR**2
*等温場なら浮力項の係数はゼロに設定
      IF (ITYPE.EQ.1) BUO = 0.0D0
*初期値の設定
      CALL CINITI
*時間進行のための戻り点
      700 CONTINUE
*時間進行
      CALL ADV
*速度場の計算
      CALL CALVEL

```

```

*圧力計算の反復回数を1に初期化
    ITR = 1
*圧力反復のための戻り点
    710 CONTINUE
*圧力計算が収束したかどうかのパラメータIFLGを初期化
*IFLG -> 0:収束 1:発散(設定された許容回数NITR以下で解が得られない)
    IFLG = 0
*圧力場の計算
    CALL PRESS
*    Newton法による圧力場の計算が収束したとき
    IF ( IFLG. EQ. 0 ) THEN
*        非等温場計算の場合
        IF ( ITYPE. EQ. 2 ) THEN
*            温度場を計算
            CALL CALTEM
        END IF
*    圧力場の計算が収束していないとき
    ELSE IF ( IFLG. EQ. 1 ) THEN
*        圧力計算の反復回数があらかじめ設定された最大値NITRより小さいとき
        IF ( ITR. LT. NITR ) THEN
*            さらに反復を繰り返す
            ITR = ITR + 1
            GO TO 710
*        圧力計算の反復回数がNITRになったら発散とみなして計算終了
        ELSE
            WRITE (6,*) ' NOT CONVERGE ! '
C            データを出力して強制終了
            CALL PROUT
            GO TO 900
        END IF
    END IF
*    時間進行カウンタ(ICYCLE)がNCYCLEより小さい時
    IF ( ICYCLE. LT. NCYCLE ) THEN
        GO TO 700
*    時間進行カウンタがNCYCLEになったら計算終了
    ELSE
        CALL PROUT
    END IF
    900 CONTINUE
*Tecplot用データの出力
    CALL TECPLT(FNAME(9))
    CLOSE (10)
    CLOSE (11)
    CLOSE (12)
    CLOSE (13)
    CLOSE (14)
    STOP

```

END

* 初期設定

SUBROUTINE CINITI

IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)

PARAMETER (NX0=20, NY0=20)

COMMON / D1 / NX, NY

COMMON / D2 / DX, DY, DT

COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO

COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP

COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD

COMMON / D6 / DMAX

COMMON / D7 / ITYPE

COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),

\$ VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),

\$ PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),

\$ TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)

*新規計算の場合

IF (ICYCLE. EQ. 0) THEN

* Uの初期値設定..... 計算開始時は静止

DO 10 IX = 0, NX

DO 20 IY = 0, NY+1

UN(IX, IY) = 0.0D0

20 CONTINUE

10 CONTINUE

* Vの初期値設定..... 計算開始時は静止

DO 30 IX = 0, NX+1

DO 40 IY = 0, NY

VN(IX, IY) = 0.0D0

40 CONTINUE

30 CONTINUE

* Pの初期値設定..... 計算開始時は静止しているので変動圧力はゼロ

DO 50 IX = 0, NX+1 (12.3節を参照)

DO 60 IY = 0, NY+1 変動圧力(静止状態からのずれ:以降圧力とよぶ)

PO(IX, IY) = 0.0D0 をゼロに初期化

60 CONTINUE

50 CONTINUE

* (注意) 浮力項の計算で温度の配列を使用しているので等温場でもT=0として *

* 初期条件だけは設定する必要がある。ゼロ以外の値を入れると浮力項が計算 *

* される可能性があるので注意。 *

* Tの初期値設定(領域内は高温(+0.5)と低温(-0.5)の中間温度)

DO 61 IX = 0, NX+1

DO 62 IY = 0, NY+1

TN(IX, IY) = 0.0D0

```

62    CONTINUE
61    CONTINUE
..... 温度は境界で定義できないので仮想セルを用いる
        ここでは1次精度(前進あるいは後退)差分を使用(式(13.11), (13.12)を参照)
*      Tの境界: 右面(冷却)  $T = -0.5$ 
        DO 70 IY = 0, NY+1..... 仮想セルの温度を設定(式(14.56)を参照)
            TN(NX+1, IY) = 2.0D0 * ( -0.5D0 ) - TN(NX, IY)
70    CONTINUE
*      Tの境界: 左面(加熱)  $T = +0.5$ 
        DO 80 IY = 0, NY+1..... 仮想セルの温度を設定(式(14.56)を参照)
            TN(0, IY) = 2.0D0 * ( +0.5D0 ) - TN(1, IY)
80    CONTINUE
*      Tの境界: 上面(断熱)
        DO 90 IX = 1, NX..... 仮想セルの温度を用いて勾配ゼロを設定
            TN(IX, NY+1) = TN(IX, NY)
90    CONTINUE
*      Tの境界: 下面(断熱)
        DO 95 IX = 1, NX..... 仮想セルの温度を用いて勾配ゼロを設定
            TN(IX, 0) = TN(IX, 1)
95    CONTINUE
*継続計算(すでにある計算結果からスタート)の場合
    ELSE
*      Uデータファイルからの読み込み[Unit No.=15](書式なし形式)
        READ (15) UN
*      Vデータファイルからの読み込み[Unit No.=16](書式なし形式)
        READ (16) VN
*      Pデータファイルからの読み込み[Unit No.=17](書式なし形式)
        READ (17) P0
*-----*
*      (注意) 等温場の計算でも $T(=0)$ のファイルを読み込む必要がある      *
*-----*
*      Tデータファイルからの読み込み[Unit No.=18](書式なし形式)
        READ (18) TN
        CLOSE (15)
        CLOSE (16)
        CLOSE (17)
        CLOSE (18)
    END IF
    RETURN
END

*****
*                      時間進行
*****

SUBROUTINE ADV
    IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)
    PARAMETER ( NX0=20, NY0=20 )
    COMMON / D1 / NX, NY

```



```

COMMON / D2 / DX, DY, DT
COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO
COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP
COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD
COMMON / D6 / DMAX
COMMON / D7 / ITYPE
COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$          VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$          PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$          TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)

```

```
TIME = DT*FLOAT(ICYCLE)
```

```
ICYCLE = ICYCLE + 1
```

*時間進行カウンタ (ICYCLE) を100回毎に表示

```
IF (MOD(ICYCLE, 100).EQ.0) THEN
```

```
WRITE (6, 2000) ICYCLE
```

```
2000 FORMAT (' CYC = ', I8)
```

```
END IF
```

*-----

* UN -> UO : 必要なら入れ替える前にUNとUOから変動量を求める

* UN : 前の時間ステップにおいて最終的に得られた値, 圧力補正の度に更新される

* UO : 新しい時間ステップでの初期値. UNを保存.

*-----

```
DO 70 IX = 0, NX
```

```
DO 80 IY = 0, NY+1
```

```
UO(IX, IY) = UN(IX, IY)
```

```
80 CONTINUE
```

```
70 CONTINUE
```

*-----

* VN -> VO : 必要なら入れ替える前にVNとVOから変動量を求める

* VN : 前の時間ステップにおいて最終的に得られた値, 圧力補正の度に更新される

* VO : 新しい時間ステップでの初期値. VNを保存.

*-----

```
DO 90 IX = 0, NX+1
```

```
DO 100 IY = 0, NY
```

```
VO(IX, IY) = VN(IX, IY)
```

```
100 CONTINUE
```

```
90 CONTINUE
```

*-----

* TN -> TO : 必要なら入れ替える前にTNとTOから変動量を求める

* TN : 前の時間ステップでの値

* TO : 新しい時間ステップでの初期値. TNを保存.

*-----

```
DO 110 IX = 0, NX+1
```

```
DO 120 IY = 0, NY+1
```

```
TO(IX, IY) = TN(IX, IY)
```

```
120 CONTINUE
```

```
110 CONTINUE
```

RETURN
END

* 速度場の計算

```

SUBROUTINE CALVEL
  IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
  PARAMETER ( NX0=20, NY0=20 )
  COMMON / D1 / NX,NY
  COMMON / D2 / DX,DY,DT
  COMMON / D3 / VIS,ALP,BUO
  COMMON / D4 / RE,PR,GR,TIME,OMG,EPSP
  COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD
  COMMON / D6 / DMAX
  COMMON / D7 / ITYPE
  COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$      VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$      PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$      TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)

```

* 時間微分:オイラー陽解法(1次精度前進差分)... 13. 2. 1項参照 *

* 対流項:1次精度風上差分..... 13. 3. 3項, 14. 2節参照 *

* 拡散項:2次精度中心差分..... 13. 1. 1項, 14. 2節参照 *

* U(IX, IY) の計算..... 式(14. 10), (14. 11), (14. 44)

DO 10 IX = 1, NX-1	+-----+-----+-----+
DO 20 IY = 1, NY	P(i, j+1)
* VVはU(IX, IY)におけるVの補間値	.
VV = (VO(IX, IY) + VO(IX+1, IY))	V(i, j)
\$ +VO(IX, IY-1) + VO(IX+1, IY-1)) / 4. 0D0	+-----+-----+-----+
* 対流項(CNVUX, CNVUY)を1次精度風上差分にて計算	P(i-1, j) P(i, j) P(i+1, j)
IF (UO(IX, IY). GE. 0. 0D0) THEN	. → . → .
CNVUX = UO(IX, IY) * (UO(IX, IY) - UO(IX-1, IY)) / DX	U(i-1, j) U(i, j)
ELSE IF (UO(IX, IY). LT. 0. 0D0) THEN	+-----+-----+-----+
CNVUX = UO(IX, IY) * (UO(IX+1, IY) - UO(IX, IY)) / DX	V(i, j-1)
END IF	.
IF (VV. GE. 0. 0D0) THEN	P(i, j-1)
CNVUY = VV * (UO(IX, IY) - UO(IX, IY-1)) / DY	+-----+-----+-----+
ELSE IF (VV. LT. 0. 0D0) THEN	
CNVUY = VV * (UO(IX, IY+1) - UO(IX, IY)) / DY	
END IF	
* x方向の浮力項(BUOU)はゼロ	
TU = 0. 0D0	
BUOU = BUO * TU	
* 拡散項(DIFU)の計算	
DIFU = VIS * (

```

$      ( U0 (IX-1, IY)-2.0D0*U0 (IX, IY)+U0 (IX+1, IY) )/DX**2
$      +( U0 (IX, IY-1)-2.0D0*U0 (IX, IY)+U0 (IX, IY+1) )/DY**2
$      )
*      仮の速度 (U) の計算
      UN (IX, IY) = U0 (IX, IY)
$      + DT*( -CNVUX-CNVUY+DIFU+BUOU+( P0 (IX, IY)-P0 (IX+1, IY) )/DX )
20  CONTINUE
10  CONTINUE

*-----
*      V (IX, IY) の計算..... 式 (14. 12), (14. 13), (14. 14), (14. 45)
*-----
      DO 30 IX = 1, NX
      DO 40 IY = 1, NY-1
*      UUはV (IX, IY)におけるUの補間値
      UU = ( U0 (IX-1, IY )+U0 (IX, IY )
$      +U0 (IX-1, IY+1)+U0 (IX, IY+1) )/4.0D0
*      対流項 (CNVVX, CNVY) を 1 次精度風上差分にて計算
      IF ( UU. GE. 0.0D0 ) THEN
          CNVVX = UU*( V0 (IX, IY) - V0 (IX-1, IY) ) / DX
      ELSE IF ( UU. LT. 0.0D0 ) THEN
          CNVVX = UU*( V0 (IX+1, IY) - V0 (IX, IY) ) / DX
      END IF
      IF ( V0 (IX, IY). GE. 0.0D0 ) THEN
          CNVY = V0 (IX, IY)*( V0 (IX, IY) - V0 (IX, IY-1) ) / DY
      ELSE IF ( V0 (IX, IY). LT. 0.0D0 ) THEN
          CNVY = V0 (IX, IY)*( V0 (IX, IY+1) - V0 (IX, IY) ) / DY
      END IF
*      浮力項 (BUOV) の計算
      TV = ( T0 (IX, IY) + T0 (IX, IY+1) )/2.0D0
      BUOV = BUO*TV
*      拡散項 (DIFV) の計算
      DIFV = VIS*(
$      ( V0 (IX-1, IY)-2.0D0*V0 (IX, IY)+V0 (IX+1, IY) )/DX**2
$      +( V0 (IX, IY-1)-2.0D0*V0 (IX, IY)+V0 (IX, IY+1) )/DY**2
$      )
*      仮の速度 (V) の計算
      VN (IX, IY) = V0 (IX, IY)
$      + DT*(-CNVVX-CNVY+DIFV+BUOV+( P0 (IX, IY)-P0 (IX, IY+1))/DY )
40  CONTINUE
30  CONTINUE
*速度の境界条件の処理
      CALL VELBND
      RETURN
      END

*****
*      圧力場の計算
*****

```

```

SUBROUTINE PRESS
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
PARAMETER ( NX0=20, NY0=20 )
COMMON / D1 / NX,NY
COMMON / D2 / DX,DY,DT
COMMON / D3 / VIS,ALP,BUO
COMMON / D4 / RE,PR,GR,TIME,OMG,EPSP
COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD
COMMON / D6 / DMAX
COMMON / D7 / ITYPE
COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$      VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$      PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$      TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)

```

```

IXMAX = 0
IYMAX = 0
DMAX = 0.0D0

```

*P(IX, IY)の計算

```

DO 10 IX = 1, NX
DO 20 IY = 1, NY
DEL = DT*( 2.0D0/DX**2 + 2.0D0/DY**2 )..... 式(14.43)
DIV = ( UN(IX, IY) - UN(IX-1, IY) )/DX..... 式(14.42)
$      + ( VN(IX, IY) - VN(IX, IY-1) )/DY
IF ( DABS(DIV). GE. DABS(DMAX) ) THEN
IXMAX = IX
IYMAX = IY
DMAX = DIV
END IF
DELP = - OMG * DIV / DEL..... 式(14.41)
PO(IX, IY) = PO(IX, IY) + DELP..... 式(14.41)
UN(IX, IY) = UN(IX, IY) + DT/DX*DELP..... 式(14.46)
UN(IX-1, IY) = UN(IX-1, IY) - DT/DX*DELP..... 式(14.47)
VN(IX, IY) = VN(IX, IY) + DT/DY*DELP..... 式(14.48)
VN(IX, IY-1) = VN(IX, IY-1) - DT/DY*DELP..... 式(14.49)

```

```
20 CONTINUE
```

```
10 CONTINUE
```

*

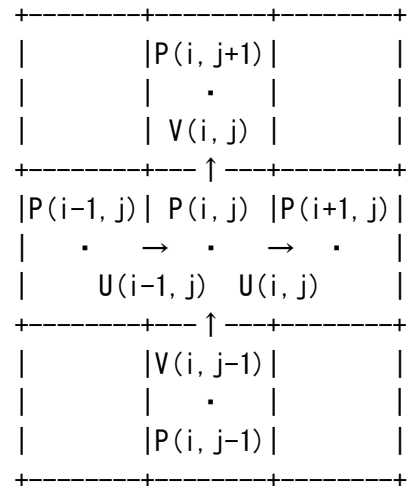
* 圧力の相対性に関する処理(IRELP=1なら以下の処理を行う)

```

IF (IRELP.EQ.1) THEN
POSTN = PO(1,1)
DO 30 IX = 1, NX
DO 40 IY = 1, NY
PO(IX, IY) = PO(IX, IY) - POSTN
40 CONTINUE
30 CONTINUE
END IF

```

*




```

        ELSE IF ( VVT. LT. 0.0D0 ) THEN
            CNVTY = VVT*( TO(IX, IY+1) - TO(IX, IY) ) / DY
        END IF
*      拡散項(DIFT)の計算
        DIFT = ALP*(
$          +( TO(IX-1, IY)-2.0D0*TO(IX, IY)+TO(IX+1, IY) )/DX**2
$          +( TO(IX, IY-1)-2.0D0*TO(IX, IY)+TO(IX, IY+1) )/DY**2
$          )
*      次の時間のTの計算
        TN(IX, IY) = TO(IX, IY) + DT*( -CNVTX-CNVTY+DIFT )
20    CONTINUE
10    CONTINUE
*境界条件の処理
    CALL TBND
    RETURN
    END
*****
*                      速度の境界条件の処理
*****
    SUBROUTINE VELBND
    IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)
    PARAMETER ( NX0=20, NY0=20 )
    COMMON / D1 / NX, NY
    COMMON / D2 / DX, DY, DT
    COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO
    COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP
    COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD
    COMMON / D6 / DMAX
    COMMON / D7 / ITYPE
    COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$      VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$      PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$      TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)
..... 以降の仮想セルを用いた境界条件(境界で定義できない場合)はいずれも
..... 1次精度(前進あるいは後退)差分を使用(式(13.11), (13.12)を参照)
*U (右面) ..... 境界で定義可能
        DO 10 IY = 1, NY
            UN(NX, IY) = 0.0D0
        10 CONTINUE
*U (左面) ..... 境界で定義可能
        DO 20 IY = 1, NY
            UN(0, IY) = 0.0D0
        20 CONTINUE
*U (上面) ..... 境界で定義できないので仮想セルを用いる
        DO 30 IX = 0, NX
            UN(IX, NY+1) = -UN(IX, NY) ..... 式(14.57)
        30 CONTINUE

```

```

*U (下面) .....境界で定義できないので仮想セルを用いる
      DO 40 IX = 0, NX
        UN(IX, 0) = -UN(IX, 1) ..... 式(14. 57)
      40 CONTINUE
*V (右面) .....境界で定義できないので仮想セルを用いる
      DO 50 IY = 1, NY-1
        VN(NX+1, IY) = -VN(NX, IY) ..... 式(14. 58)
      50 CONTINUE
*V (左面) .....境界で定義できないので仮想セルを用いる
      DO 60 IY = 1, NY-1
        VN(0, IY) = -VN(1, IY) ..... 式(14. 58)
      60 CONTINUE
*V (上面) .....境界で定義可能
      DO 70 IX = 0, NX+1
        VN(IX, NY) = 0. 0D0
      70 CONTINUE
*V (下面) .....境界で定義可能
      DO 80 IX = 0, NX+1
        VN(IX, 0) = 0. 0D0
      80 CONTINUE
      RETURN
      END

```

* 温度の境界条件の処理

```

      SUBROUTINE TBNB
      IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)
      PARAMETER ( NX0=20, NY0=20 )
      COMMON / D1 / NX, NY
      COMMON / D2 / DX, DY, DT
      COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO
      COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP
      COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD
      COMMON / D6 / DMAX
      COMMON / D7 / ITYPE
      COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$          VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$          PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$          TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)
      ..... 温度は境界で定義できないので仮想セルを用いて境界条件を与える
               ここでは1次精度(前進あるいは後退)差分を使用(式(13. 11), (13. 12)を参照)
*右面
      DO 10 IY = 0, NY+1
        TN(NX+1, IY) = 2. 0D0 * ( -0. 5D0 ) - TN(NX, IY) ..... 式(14. 56)
      10 CONTINUE
*左面
      DO 20 IY = 0, NY+1

```

$TN(0, IY) = 2.0D0 * (+0.5D0) - TN(1, IY)$ 式 (14.56)

20 CONTINUE

*上面..... 勾配ゼロ

DO 30 IX = 1, NX

$TN(IX, NY+1) = TN(IX, NY)$

30 CONTINUE

*下面..... 勾配ゼロ

DO 40 IX = 1, NX

$TN(IX, 0) = TN(IX, 1)$

40 CONTINUE

RETURN

END

* データ出力

SUBROUTINE PROUT

IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)

PARAMETER (NX0=20, NY0=20)

COMMON / D1 / NX, NY

COMMON / D2 / DX, DY, DT

COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO

COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP

COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD

COMMON / D6 / DMAX

COMMON / D7 / ITYPE

COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),

\$ VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),

\$ PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),

\$ TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)

WRITE (11) UN

WRITE (12) VN

WRITE (13) PO

WRITE (14) TN

RETURN

END

* Tecplot用データ出力

SUBROUTINE TECPLT (FNAME)

IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H, O-Z)

PARAMETER (NX0=20, NY0=20)

COMMON / D1 / NX, NY

COMMON / D2 / DX, DY, DT

COMMON / D3 / VIS, ALP, BUO

COMMON / D4 / RE, PR, GR, TIME, OMG, EPSP

COMMON / D5 / ICYCLE, ITR, IFLG, IRELP, METHOD

COMMON / D6 / DMAX


```

COMMON / D7 / ITYPE
COMMON / ARRAY1 / UO(0:NX0, 0:NY0+1), UN(0:NX0, 0:NY0+1),
$          VO(0:NX0+1, 0:NY0), VN(0:NX0+1, 0:NY0),
$          PO(0:NX0+1, 0:NY0+1),
$          TO(0:NX0+1, 0:NY0+1), TN(0:NX0+1, 0:NY0+1)
CHARACTER FNAME*20
*
OPEN (21, FILE=FNAME, STATUS='NEW')
WRITE (21,*) ' VARIABLES = "X", "Y", "U", "V", "T"'
NX1 = NX+1
NY1 = NY+1
WRITE (21, 4000) NX1, NY1
4000 FORMAT (1H, ' ZONE I=', I3, ', J=', I3, ', F=POINT')
DO 10 IY = 0, NY
  DO 20 IX = 0, NX
    X = DX * FLOAT (IX)
    Y = DY * FLOAT (IY)
    U = ( UN (IX, IY)+UN (IX, IY+1) )/2.0D0
    V = ( VN (IX, IY)+VN (IX+1, IY) )/2.0D0
    T = ( TN (IX, IY) +TN (IX+1, IY)
$      +TN (IX, IY+1)+TN (IX+1, IY+1) )/4.0D0
    WRITE (21, 4010) X, Y, U, V, T
4010 FORMAT (1H, 5(1PE11.3))
20 CONTINUE
10 CONTINUE
CLOSE (21)
RETURN
END

```

各種データを格子分割図の交わる点
(上の図の四隅の点)における値に変換して出力