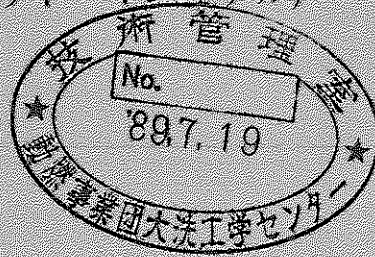


配布限定

19 7 31

# SOLFAS Ver. 0.3の開発

(インプット・マニュアル)



1989年5月

技術資料コード	
開示区分	レポート No.
S	N9520 89-010
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

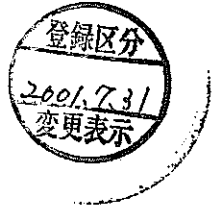
動力炉・核燃料開発事業団  
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



# SOLFAS Ver. 0.3の開発

(インプット・マニュアル)

大野修司\*1)

森井 正\*2)

増井章裕\*3)

澤田 隆\*2)

## 要 旨

ナトリウム燃焼解析コードの高精度化の一環として、燃焼ガスの多次元燃流動解析コード SOLFAS (Sodium Leak Fire and Aerosol Analysis Code System) を開発している。昭和63年度には、コードの3次元への拡張と複雑解析体系への適応化を実施して、SOLFAS Ver. 0.3 を完成させた。

本報告書は、このSOLFAS Ver. 0.3 の使用説明書として、入力データのほかに、解析モデル・数値解析法、複雑な境界条件・形状データ等の作成作業の簡素化のために開発したプリプロセッサ、について説明したものである。また、3次元SOLFASコードのチェックとして実施した3種類の例題計算の結果についても記述した。

- 
- \* 1) 動燃大洗工学センター, 安全工学部, プラント安全工学室
  - \* 2) 三菱原子力工業株式会社 制御安全設計部
  - \* 3) コンピュータソフト開発株式会社 (CSD)

## 目 次

## 要 旨

## 目 次

第1章 序 文 .....	1
第2章 3次元SOLFASコードのソルバー .....	5
2.1 保存式の一般形 .....	6
2.2 コントロールボリューム (Control Volume) .....	8
2.3 差分式 .....	10
2.4 圧力方程式 .....	33
2.5 境界条件 .....	35
2.6 解法アルゴリズム .....	46
第3章 3次元SOLFASコードのプリプロセッサ .....	52
3.1 機能概要 .....	53
3.2 使用環境 .....	54
3.3 プログラムの内容 .....	54
3.4 操作方法 .....	60
第4章 例題計算 .....	71
4.1 例題計算(1) — 2次元解析の再現 — .....	72
4.2 例題計算(2) — 3次元風洞流れ — .....	83
4.3 例題計算(3) — 3次元自然対流 — .....	90
第5章 コードマニュアル .....	113
第6章 結 論 .....	272
参考文献 .....	275
APPENDIX .....	276

第 1 章 序 文

## 第1章 序 文

Na漏洩事故による、事故室温度・圧力挙動詳細評価解析コードの開発の一環として、ガスに対する空間多次元熱流動解析コードSOLFASを開発している。

SOLFASコードは、昭和61年度に開発を始め、すでに層流バージョン(Ver.0.1)のチェック・検証を終え、ガス成分濃度の空間分布および、 $k-\epsilon$  2方程式乱流モデルによる乱流挙動を2次元で解析出来るようになった<sup>1)2)</sup>。本年度は、それを踏まえて、SOLFASコードを任意の3次元体系に適用出来るように拡張を行なった。もちろん、Na漏洩事故詳細評価解析コードとして完成させるためには、まだ開発しなければならない項目は他にも多くある。(例えば、Naエアロゾルモデル、Na燃焼モデル、熱ふく射モデル等)にもかかわらず、今回SOLFASコードを3次元に拡張したのは、以下の3つの理由による。

- 1) 将来、上記の物理モデルを開発し、SOLFASコードに組み込めば、SOLFASコードは大型化・複雑化するため、3次元化は、ますます困難な作業になる。
- 2) 実施のLMFBR プラントでのNa漏洩事故を考えると、Na漏洩の可能性のある部屋の形状は複雑であり、かつ種々の形をした機器が存在しているため、2次元での解析評価では限界がある。
- 3) 乱流現象は本質的に3次元運動であること。すなわち、2次元運動においては、乱流渦の伸長が不可能であるため、エネルギーの非粘性散逸が起こらず、そのため2次元は3次元乱流と全く異なった特性を持つと言われている。もっとも、これは乱流運動を直接に計算で再現した時(例えば、LESや乱流の直接シミュレーション)に重要になるものと考えられ、SOLFASで使用している平均流近似の乱流モデルでは、それほど問題でない可能性もある。

さて、SOLFASコードを3次元に拡張するに当たっての課題を抽出すると、主要なものとして次の3項目が上げられる。

- 1) メッシュの表現方法として、2次元SOLFASでの $(i, j)$ による2つの添字の表わす方法の拡張である $(i, j, k)$ の3つの添字の配列で表わす方法と、通し番号 $n$ の1つの添字の1次元配列で表わす方法との選択の問題。

この2つの方法の得失を表1-1に示した。この表により、通し番号 $n$ の1つの添字

で表わすことにした。この選択の大きな理由は、ベクトル化の効率・メモリの効率の観点である。

- 2) 3次元化により、入力データ、特に形状データ、境界条件データの作成は、非常に手間がかかるようになる。

この解決として、ユーザーとのインターラクティブな環境で使用出来る、プリプロセッサを新たに開発した。

- 3) 3次元化により、SOLFASコードで計算された出力は、非常に膨大になり、プリント出力では計算結果の妥当判断が困難になる。

この解決としては、本来、ユーザーとのインターラクティブな環境で使用出来る、ポストプロセッサを開発する必要があるが、今回は、従来の2次元SOLFASコードのグラフィックプログラム「SGRAPH」を3次元に拡張するのにとどめた。

本報告書の内容は以下の通りである。

第2章では、3次元SOLFASで解いている保存式とその差分式、および境界条件を整理し、数値解法アルゴリズムにも言及した。

第3章では、今回新たに開発したプリプロセッサについて述べた。

第4章では、例題計算として3ケースを記している。今回は3次元版SOLFASコードのチェックという意味で計算を実施した。

第5章には、コードマニュアルとして、入力データマニュアル及びコードの理解のために、各サブルーチンの機能と主要なサブルーチンのフローチャート、全コモン変数とパラメータ変数の意味を述べた。又、3ケースの例題計算のインプットデータリスト及び実行JCLについても記述した。

特に、全コモン変数の説明は後で見るように膨大であるが、SOLFASコードリストを解読するためには、必須のものであると考える。

表 1 - 1 計算セルの指定の方法の比較

( i , j , k ) による表現	通し番号 n による表現**
x, y, z の各方向につき最大値に関して記憶する必要がありメモリが多く必要	実際に計算するセルのみ記憶するためメモリ効率がよい
係数は 3 次元配列 → 最内側 DO ループ長は短い	係数は 1 次元配列 → DO ループ長が長い
解くべき行列は非対称であるが非零要素の位置は規則的 ( 帯状 ) → LSOR が使える 収束は有利? *	解くべき行列は非対称かつ非零要素の位置も不規則 → 収束が難しい? * → { LSOR が使えない ( ADI )
右に比較し, 入力ルーチンは簡単	計算セルの通し番号と, 空間の位置との対応表が必要 → 入力ルーチンが複雑
比較的簡単でかつまとまりのよい体系に適する	複雑に入り組んでいる体系に適する
圧力方程式は対称正定値行列 → ICCG 法が利用出来非常に収束が早い	圧力方程式は非対称

\* 非対称行列で非零要素の位置が規則的であることが, 行列の解法 ( 連立 1 次元方程式 ) である反復法の収束性にどの程度有利か現状不明である。

\*\* 例えば, COMMIX コード<sup>3)</sup> が同様の表現方法を採用している。



## 第 2 章 3 次元 SOLFAS コードのソルバー

## 第 2 章 3 次元 SOLFAS コードのソルバー

### 2.1 保存式の一般形

質量 (mass), 運動量 (momentum), およびエネルギー (energy), ガス濃度等のスカラー量の保存式は, 全て同じ形をしている。すなわち任意の従属変数 (運動量成分, エネルギー等) を  $\phi$  で表わすと, それに対する保存式はデカルト座標系では全て次式のように書ける。

$$\begin{aligned} & \underbrace{\frac{\partial}{\partial t} (\rho \phi)}_{\text{(非定常項)}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} (\rho u \phi) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho v \phi) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho w \phi)}_{\text{(対流項)}} \\ & = \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} \left[ \Gamma \phi \frac{\partial \phi}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \Gamma \phi \frac{\partial \phi}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \Gamma \phi \frac{\partial \phi}{\partial z} \right]}_{\text{(拡散項)}} + \underbrace{S \phi}_{\text{(発生項)}} \end{aligned} \quad (2.1-1)$$

ここで,  $u, v, w$ : それぞれ  $x, y, z$  方向の速度

$\rho$  : 流体の密度

上式の中に出てくる一般輸送拡散係数  $\Gamma \phi$ , 発生項  $S \phi$  は各従属変数  $\phi$  のそれぞれについて特有なものである。  $\Gamma \phi, S \phi$  の表を Table. 2.1-1 に示す。

乱流に関しては, (2.1-1) 式のすべての量 (速度, 密度, エネルギー-etc) をある時間平均量であると見なし, かつ, 一般輸送拡散係数  $\Gamma \phi$  を実効 (層流+乱流) 拡散係数と解釈する。すなわち,

$$\Gamma \phi = \Gamma \phi_{\text{層流}} + \Gamma \phi_{\text{乱流}} \quad (2.1-2)$$

である。さらに,  $\Gamma \phi$  と実効粘性係数との比として, 変数  $\phi$  に対するプラントル数  $\sigma \phi$  を導入する。すなわち,

$$\Gamma \phi = \frac{\mu_{\text{層流}} + \mu_{\text{乱流}}}{\sigma \phi} \quad (2.1-3)$$

である。

ここで,  $\mu_{\text{層流}}$ : 粘性係数

$\mu_{\text{乱流}}$ : 乱流モデルより計算される乱流渦粘性係数

表 2.1 - 1 デカルト座標系における一般輸送拡散係数

( $\Gamma \phi$ ) と発生項 ( $S \phi$ ) の具体的な形

保 存 式	従属 変数	方 向	拡 散 係 数 [ $\Gamma \phi$ ]	発 生 項 [ $S \phi$ ]
連 続 運 動 量	1	スカラー	0	0
(i)	u	x-方向	$\mu$	$-\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right) + \rho g_x$
(ii)	v	y-方向	$\mu$	$-\left(\frac{\partial p}{\partial y}\right) + \rho g_y$
(iii)	w	z-方向	$\mu$	$-\left(\frac{\partial p}{\partial z}\right) + \rho g_z$
エ ル ネ ギ ー	e	スカラー	$\lambda$	$\dot{Q}$
i 種 ガ ス 濃 度	$C_i$	スカラー	$D_{im}$	$\dot{m}_i$
乱 流 エ ネ ル ギ ー	k	スカラー	$\mu_{eff} / \sigma_k$	$P_k - \rho \cdot \epsilon$
乱 流 エ ネ ル ギ ー 消 散	$\epsilon$	スカラー	$\mu_{eff} / \sigma_\epsilon$	$C_1 \frac{\epsilon}{k} P_k - C_2 \frac{\epsilon}{k} \rho \cdot \epsilon$

$\dot{Q}$  : 単位体積あたりの発熱速度

$\dot{m}_i$  : 単位体積あたりの i 種ガス生成速度

$P_k$  : 平均流の勾配による単位体積あたりの乱流エネルギーの生成速度

$\mu, \lambda, D_{im}$ : 粘性係数, 熱伝導度, 実効拡散係数

$\mu_{eff}$  : 粘性係数 + 渦粘性係数

$\sigma_k, \sigma_\epsilon$  : k,  $\epsilon$  の乱流輸送における乱流プラントル数相当の無次元数

$C_1, C_2$  : k -  $\epsilon$  乱流モデルにおける経験定数

## 2.2 コントロールボリューム (Control Volume)

### 2.2.1 計算セル

セル寸法は各方向について非一様でもかまわない。Fig. 2.2-1に典型的なセル配置を示す。図で示すように各直方形セルをコントロールボリュームと呼ぶ。Table 2.2-1にコントロールボリュームに隣接した他のコントロールボリュームの座標インデックスのとり方を示す。以下の各差分式においては、このインデックスを使用する。

Table 2.2-1 隣接コントロールボリュームの座標インデックス

下添字	コントロールボリューム 中心	コントロールボリューム表面中心
0	$i, j, k$	
1	$i-1, j, k$	$i-1/2, j, k$
2	$i+1, j, k$	$i+1/2, j, k$
3	$i, j-1, k$	$i, j-1/2, k$
4	$i, j+1, k$	$i, j+1/2, k$
5	$i, j, k-1$	$i, j, k-1/2$
6	$i, j, k+1$	$i, j, k+1/2$

### 2.2.2 場の変数 (Field Variables)に対するコントロールボリューム (主コントロールボリューム)

SOLFASコードで採用しているスタガード格子 (staggered grid system) では、すべての場変数 (すなわち、スカラー従属変数のことであり、例えばエネルギー、濃度等) は各コントロールボリュームの中心で定義され、ベクトル量である流速は各コントロールボリューム表面で定義される。

Fig. 2.2-2に場変数に対するコントロールボリュームを示す。すなわち、格子点0のまわりに、1 ( $i-1$ ) : 西側, 2 ( $i+1$ ) : 東側, 3 ( $j-1$ ) : 南側, 4 ( $j+1$ ) : 北側, 5 ( $k-1$ ) : 底側, 6 ( $k+1$ ) : 頂上側の格子点が配置され

る。

このコントロールボリューム全域で、各保存式を積分し、差分方程式を導く。

### 2.2.3 流速に対するコントロールボリューム (運動量コントロールボリューム)

流速は、他の従属変数と異なり、この流速成分の方向にずらして (staggered) 配置される。

Fig. 2.2-3 に 2 次元格子での x 方向流速  $u$ 、y 方向流速  $v$  の定義される場所を短い矢で表わす。すなわち、 $u$  に関しては  $i$  方向にのみ、 $v$  に関しては  $j$  方向にのみずらす。こうすることにより圧力勾配が、そのまま圧力の格子点での値を使って、表わされる利点が生じる。これが、数値解を安定に得る大きな要因である<sup>1)</sup>。Table 2.2-2 に流速に対するコントロールボリュームの配置を示す。

Table 2.2-2 i 方向運動量コントロールボリュームの隣接コントロールボリューム座標インデックス

下添字	運動量コントロールボリューム	運動量コントロールボリューム 表面中心
0	$i + 1/2, j, k$	
1	$i - 1/2, j, k$	$i, j, k$
2	$i + 3/2, j, k$	$i + 1, j, k$
3	$i + 1/2, j - 1, k$	$i + 1/2, j - 1/2, k$
4	$i + 1/2, j + 1, k$	$i + 1/2, j + 1/2, k$
5	$i + 1/2, j, k - 1$	$i + 1/2, j, k - 1/2$
6	$i + 1/2, j, k + 1$	$i + 1/2, j, k + 1/2$

## 2.3 差分式

### 2.3.1 非定常項

#### 2.3.1.1 主コントロールボリューム

格子点 0 での流体の密度  $\rho_0$  , スカラー従属変数  $\phi_0$  が, コントロールボリューム全域で一定であると仮定すると (Fig. 2.3-1 を参照の事) , スカラー変数  $\phi$  の保存式における非定常項をコントロールボリューム内で積分して,

$$\int_0 \frac{\partial (\rho \phi)}{\partial t} d x d y d z = \left[ \frac{\partial (\rho \phi)}{\partial t} \right]_0 V_0 \\ = \frac{(\rho \phi)_{0^{n+1}} - (\rho \phi)_{0^n}}{\partial t} V_0 \quad (2.3-1)$$

を得る。

ここで, 上添字  $n$  は前タイムステップの値,  $n+1$  は新しいタイムステップの値であるが, 簡単のために, 以下では省略することとする。すなわち, 差分式での時間に依存する項は特に上添字  $n$  を書かなければ  $n+1$  時刻での値を表わす。

#### 2.3.1.2 運動量コントロールボリューム

運動量コントロールボリュームは主コントロールボリュームに対してずれているので, 差分式は上記と少し異なる。

Fig. 2.3-2 に例えば, X 運動量のコントロールボリュームの配置を示す。非定常項をコントロールボリューム内で積分すると, (2.3-1) 式と同様の式を得る。

$$\int_0 \frac{\partial}{\partial t} (\overline{\rho \phi}) d x d y d z = \frac{(\overline{\rho \phi})_{0^n} - (\overline{\rho \phi})_{0^{n-1}}}{\Delta t} \overline{V} \quad (2.3-1 a)$$

ここで, 変数の上の  $-$  は, 変数が主コントロールボリュームではなくて (なぜなら,  $\rho$  は主コントロールボリュームで定義されている) モーメントコントロールボリューム中心での値に対応することを示す。主コントロールボリュームとの幾何学的な差による量は

・流体の体積  $\bar{V}_0 = \frac{1}{2} (\Delta x_i + \Delta x_{i-1}) \Delta y \Delta z \quad (2.3-2)$

・密度  $\bar{\rho}_0 = \rho_{i+1/2} = \frac{\Delta x_i \rho_i + \Delta x_{i+1} \rho_{i+1}}{\Delta x_i + \Delta x_{i+1}} \quad (2.3-3)$

と表される。

### 2.3.2 対流項

#### 2.3.2.1 主コントロールボリューム

Fig. 2.3-3 a の (0) コントロールボリュームで、対流項を積分すると、

$$\int \left[ \frac{\partial (\rho u \phi)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho v \phi)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho w \phi)}{\partial z} \right] dx dy dz$$

$$= F_2 \langle \phi \rangle_{2^0} - F_1 \langle \phi \rangle_{0^1} + F_4 \langle \phi \rangle_{4^0} - F_3 \langle \phi \rangle_{0^3} +$$

$$F_6 \langle \phi \rangle_{6^0} - F_5 \langle \phi \rangle_{0^5} \quad (2.3-4)$$

となる。ここで、F (密度×速度×流れ断面積) は、コントロールボリュームの表面を通過する質量流束である。添字の2, 1, 4, 3, 6, 5 はそれぞれFig. 2.3-3の東西南北上下の各表面を表わす。例えば、

$$F_2 = F_{i+1/2} = \langle \rho \rangle_{2^0} (u \Delta y \Delta z)_2 = \langle \rho \rangle_{2^0} (u A_x)_2$$

$$= \langle \rho \rangle_{i+1^1} (u A_x)_{i+1/2} \quad (2.3-5)$$

は、Fig. 2.3-1 に示されている東側表面での質量流速である。

我々は、セル表面での従属変数の値を決定するために、上流差分法を適用する。

$$F_2 \langle \phi \rangle_{2^0} = F_{i+1/2} \langle \phi \rangle_{i+1^1} = F_2 \phi_0 = F_{i+1/2} \phi_i \quad (F_2 \text{ が正の時}) \quad (2.3-6 a)$$

$$= F_2 \phi_2 = F_{i+1/2} \phi_{i+1} \quad (F_2 \text{ が負の時}) \quad (2.3-6 b)$$

ここで、 $\langle \phi \rangle_{i+1^1}$ における上添字の示す座標は、流れが正だとした時の上流側、下添字が示すのは、流れが負の時の上流側を示す。式(2.3-6)は書き直されて

$$F_2 \langle \phi \rangle_{2^0} = |F_2| \phi_0 - |F_2| \phi_2 \quad (2.3-7)$$

ここで、オペレータ  $| \dots |$  は、

$$\begin{aligned} | A, B | &= A \quad \text{もし } A > B \\ &= B \quad \text{もし } B > A \end{aligned} \tag{2.3-8}$$

の意味である。

(2.3-7) を (2.3-4) に入れて、少し整理すると、

$$\begin{aligned} & \int \left[ \frac{\Delta (\rho u \phi)}{\Delta x} + \frac{\Delta (\rho v \phi)}{\Delta y} + \frac{\Delta (\rho w \phi)}{\Delta z} \right] dx dy dz \\ &= [ | 0, F_2 | + | 0, F_4 | + | 0, F_6 | + | 0, -F_1 | \\ & \quad + | 0, -F_3 | + | 0, -F_5 | ] \tilde{\phi}_0 \\ & - [ | 0, -F_2 | \tilde{\phi}_2 + | 0, -F_4 | \tilde{\phi}_4 + | 0, -F_6 | \tilde{\phi}_6 \\ & + | 0, F_1 | \tilde{\phi}_1 + | 0, F_3 | \tilde{\phi}_3 + | 0, F_5 | \tilde{\phi}_5 ] \tag{2.3-9} \end{aligned}$$

となる。

ここで、従属変数  $\phi$  の上に  $\sim$  があるが、これは、 $\alpha$  を陰度 (implicitness parameter) として、以下の様に定義する。(但し、SOLFASコードでは完全陰解法すなわち  $\alpha = 1$  の時のみに限定している。にもかかわらず将来の拡張を考慮して  $\alpha \neq 1$  の一般の場合に関して、差分式を展開する。)

$$\tilde{\phi} = \alpha \phi^{n+1} + (1 - \alpha) \phi^n \tag{2.3-10}$$

主コントロールボリュームの6表面での対流による質量流速  $F_i$  の具体的な形を表 2.3-1 に示す。

Table 2.3-1 主コントロールボリュームでの対流フラックス

$F_1 : [A_x u]_{i-1/2} \langle \rho \rangle_0^1$
$F_2 : [A_x u]_{i+1/2} \langle \rho \rangle_2^0$
$F_3 : [A_y v]_{i-1/2} \langle \rho \rangle_0^3$
$F_4 : [A_y v]_{i+1/2} \langle \rho \rangle_4^0$
$F_5 : [A_z w]_{k-1/2} \langle \rho \rangle_0^5$
$F_6 : [A_z w]_{k+1/2} \langle \rho \rangle_6^0$



2.3.2.2 運動量コントロールボリューム

我々は, Fig. 2.3-3 b に示す X-運動量コントロールボリュームを考える。

Fig. 2.3-3 a, Fig. 2.3-3 b の両コントロールボリュームを比較すると, 運動量コントロールボリュームの上表面を通過する j 方向への質量流束は,

$$\begin{aligned} \bar{F}_4 &= \frac{1}{2} [F_4 + F_{24}] \\ &= \left[ [A_y v]_{i, j+1/2} \langle \rho \rangle_{j+1} + \right. \\ &\quad \left. [A_y v]_{i+1, j+1/2} \langle \rho \rangle_{i+1, j+1}^{i+1} \right] \end{aligned} \quad (2.3-11)$$

となる。同様に, i 方向の質量流束は,

$$\bar{F}_1 = \frac{1}{2} \rho_0 [ (A_x u)_{i-1/2} + (A_x u)_{i+1/2} ] \quad (2.3-12)$$

となり, 全対流束  $\bar{F}_1, \dots, \bar{F}_6$  の X-運動量コントロールボリュームでの値は, Table 2.3-2 のようになる。従って, 対流項を運動量コントロールボリュームで積分すると, 式 (2.3-9) と同じ形になる。但し, 主コントロールボリュームでの流束  $F$  (Table 2.3-1) は運動量コントロールボリュームでの流束  $\bar{F}$  (Table 2.3-2) に置き換える必要がある。

最終的に, X-運動量の対流項の差分式は次式の形に整理される。

$$\begin{aligned} &\int \left[ \frac{\Delta(\rho u \phi)}{\Delta x} + \frac{\Delta(\rho v \phi)}{\Delta y} + \frac{\Delta(\rho w \phi)}{\Delta z} \right] dx dy dz \\ &= [ |0, \bar{F}_2| + |0, \bar{F}_4| + |0, \bar{F}_6| + |0, -\bar{F}_1| \\ &\quad + |0, -\bar{F}_3| + |0, -\bar{F}_5| ] \tilde{\phi}_0 \\ &- [ |0, -\bar{F}_2| \tilde{\phi}_2 + |0, -\bar{F}_4| \tilde{\phi}_4 + |0, -\bar{F}_6| \tilde{\phi}_6 \\ &\quad + |0, \bar{F}_1| \tilde{\phi}_1 + |0, \bar{F}_3| \tilde{\phi}_3 + |0, \bar{F}_5| \tilde{\phi}_5 ] \end{aligned} \quad (2.3-13)$$

Table 2.3-2 運動量コントロールボリュームでの対流フラックス

$$\begin{aligned}
 \overline{F}_1 &: \rho_0 \frac{1}{2} \left[ (u A_x)_{i-1/2} + (u A_x)_{i+1/2} \right] \\
 \overline{F}_2 &: \rho_2 \frac{1}{2} \left[ (u A_x)_{i+1/2} + (u A_x)_{i+3/2} \right] \\
 \overline{F}_3 &: \frac{1}{2} \left[ \langle \rho \rangle_0^3 [v A_y]_{i,j-1/2} + \langle \rho \rangle_2^{23} [v A_y]_{i+1,j-1/2} \right] \\
 \overline{F}_4 &: \frac{1}{2} \left[ \langle \rho \rangle_4^0 [v A_y]_{i,j+1/2} + \langle \rho \rangle_2^{24} [v A_y]_{i+1,j+1/2} \right] \\
 \overline{F}_5 &: \frac{1}{2} \left[ \langle \rho \rangle_0^5 [w A_z]_{i,k-1/2} + \langle \rho \rangle_2^{25} [w A_z]_{i+1,k-1/2} \right] \\
 \overline{F}_6 &: \frac{1}{2} \left[ \langle \rho \rangle_6^0 [w A_z]_{i,k+1/2} + \langle \rho \rangle_2^{26} [w A_z]_{i+1,k+1/2} \right]
 \end{aligned}$$

(注) SOLFASで考えているコントロールボリュームは長方体にかぎっており、従って例えばx方向流路断面積Axはi-1/2の面も、i+1/2の面も同じ値になる。しかしながら、将来の拡張を考慮して(ポーラスメッシュモデル等の導入)上記の様に一般的に記述している。

### 2.3.3. 拡散項

#### 2.3.3.1 主コントロールボリューム

Fig. 2.3-4 aの主コントロールボリュームで拡散項を積分すると次式になる。

$$\int \left[ \frac{\Delta [\Gamma \phi (\partial \phi / \partial x)]}{\Delta x} + \frac{\Delta [\Gamma \phi (\partial \phi / \partial y)]}{\Delta y} + \frac{\Delta [\Gamma \phi (\partial \phi / \partial z)]}{\Delta z} \right] dx dy dz$$

$$\begin{aligned}
 &= D_2 [\tilde{\phi}_2 - \tilde{\phi}_0] - D_1 [\tilde{\phi}_0 - \tilde{\phi}_1] + D_4 [\tilde{\phi}_4 - \tilde{\phi}_0] \\
 &- D_3 [\tilde{\phi}_0 - \tilde{\phi}_3] + D_6 [\tilde{\phi}_6 - \tilde{\phi}_0] - D_5 [\tilde{\phi}_0 - \tilde{\phi}_5] \\
 &= D_1 \tilde{\phi}_1 + D_2 \tilde{\phi}_2 + D_3 \tilde{\phi}_3 + D_4 \tilde{\phi}_4 + D_5 \tilde{\phi}_5 \\
 &+ D_6 \tilde{\phi}_6 - [D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6] \tilde{\phi}_0 \quad (2.3-14)
 \end{aligned}$$

ここで、D (一般輸送輸送拡散係数×流れ断面積÷コントロールボリューム中心間の距離) は、コントロールボリューム表面を通過する拡散強度(diffusion strength) であり、 $\tilde{\phi}$  は以前と同じ (2.3-10) 式で定義される量であり、 $\Gamma\phi$  は従属変数  $\phi$  に対応する一般輸送拡散係数である。

主コントロールボリュームでの拡散強度をTable 2.3-3に示す。

### 2.3.3.2 運動量コントロールボリューム

Fig. 2.3-4 bに示すように、i方向運動量コントロールボリュームでの積分は、式 (2.3-14) と同様の式により、以下の様になる。

$$\begin{aligned}
 &\int \left[ \frac{\Delta [\Gamma\phi (\partial\phi/\partial x)]}{\Delta x} + \frac{\Delta [\Gamma\phi (\partial\phi/\partial y)]}{\Delta y} \right. \\
 &\left. + \frac{\Delta [\Gamma\phi (\partial\phi/\partial z)]}{\Delta z} \right] dx dy dz \\
 &= \bar{D}_1 \tilde{\phi}_1 + \bar{D}_2 \tilde{\phi}_2 + \bar{D}_3 \tilde{\phi}_3 + \bar{D}_4 \tilde{\phi}_4 + \bar{D}_5 \tilde{\phi}_5 \\
 &+ \bar{D}_6 \tilde{\phi}_6 - [\bar{D}_1 + \bar{D}_2 + \bar{D}_3 + \bar{D}_4 + \bar{D}_5 + \bar{D}_6] \tilde{\phi}_0 \quad (2.3-15)
 \end{aligned}$$

主コントロールボリュームでの式 (2.3-14) との違いは、ただ拡散強度Dが、次式の $\bar{D}$ に代わっているだけである。

$$\bar{D}_2 = \frac{1}{2} \left[ [A_x]_{i+1/2} + [A_x]_{i+3/2} \right] \left[ \frac{\Gamma\phi}{\Delta x} \right]_2 \quad (2.3-16)$$

全 $\bar{D}$ のリストはTable 2.3-4に示す。(2.3-15)、(2.3-16)の $\Gamma\phi$ は実際は粘性係数 $\mu$ の事であるが、出来るだけ一般化ということで、 $\Gamma$ を使用した。

Table 2.3-4における、拡散係数(粘性係数) $\bar{\Gamma}_3, \bar{\Gamma}_4, \bar{\Gamma}_5, \bar{\Gamma}_6$ はそれぞれFig. 2.3-4 bにおける対応する拡散フラックス $\bar{D}_3, \bar{D}_4, \bar{D}_5, \bar{D}_6$ の定義位置での $\Gamma$ の値である。

SOLFASコードでは $\Gamma$ は、スカラー変量（温度、濃度、乱流量）の関数であり、各スカラー量を線型補間して、対応する位置での温度、濃度、乱流量（ $k$ 、 $\epsilon$ ）を求める。 $\Gamma$ はそれらの量から計算される。

Table 2.3-3 主コントロールボリュームでの拡散フラックス

$$D_1 : \frac{[A_x \cdot \Gamma]_{i-1/2}}{(\Delta x)_0 + (\Delta x)_1}$$

$$D_2 : \frac{[A_x \cdot \Gamma]_{i+1/2}}{(\Delta x)_0 + (\Delta x)_2}$$

$$D_3 : \frac{[A_y \cdot \Gamma]_{j-1/2}}{(\Delta y)_0 + (\Delta y)_3}$$

$$D_4 : \frac{[A_y \cdot \Gamma]_{j+1/2}}{(\Delta y)_0 + (\Delta y)_4}$$

$$D_5 : \frac{[A_z \cdot \Gamma]_{k-1/2}}{(\Delta z)_0 + (\Delta z)_5}$$

$$D_6 : \frac{[A_z \cdot \Gamma]_{k+1/2}}{(\Delta z)_0 + (\Delta z)_6}$$

Table 2.3-4 運動量コントロールボリュームでの拡散フラックス

$\bar{D}_1$	$:-\frac{1}{2} \left[ (A_x)_{i-1/2} + (A_x)_{i+1/2} \right] \left[ \frac{\Gamma}{\Delta x} \right]_0$
$\bar{D}_2$	$:-\frac{1}{2} \left[ (A_x)_{i+1/2} + (A_x)_{i+3/2} \right] \left[ \frac{\Gamma}{\Delta x} \right]_2$
$\bar{D}_3$	$:-\frac{1}{2} \left[ (A_y)_{i, j-1/2} + (A_y)_{i+1, j-1/2} \right] \left[ \frac{\bar{\Gamma}_3}{(\Delta y)_{j-1} + (\Delta y)_j} \right]$
$\bar{D}_4$	$:-\frac{1}{2} \left[ (A_y)_{i, j+1/2} + (A_y)_{i+1, j+1/2} \right] \left[ \frac{\bar{\Gamma}_4}{(\Delta y)_{j+1} + (\Delta y)_j} \right]$
$\bar{D}_5$	$:-\frac{1}{2} \left[ (A_z)_{i, k-1/2} + (A_z)_{i+1, k-1/2} \right] \left[ \frac{\bar{\Gamma}_5}{(\Delta z)_{k-1} + (\Delta z)_k} \right]$
$\bar{D}_6$	$:-\frac{1}{2} \left[ (A_z)_{i, k+1/2} + (A_z)_{i+1, k+1/2} \right] \left[ \frac{\bar{\Gamma}_6}{(\Delta z)_{k+1} + (\Delta z)_k} \right]$

2.3.4 発生項 (Source Term)

式 (2.1-1) の発生項の差分表現は,

$$S(\phi) = S_c(\phi) + S_p(\phi) \cdot \phi_0 \tag{2.3-17}$$

ここで,  $S_c(\phi)$ ,  $S_p(\phi)$ ,  $\phi_0$  は, コントロールボリューム 0 の全体にわたって一様であると仮定する。このように, 発生項を  $\phi$  で線型化し, かつ  $S_p(\phi) \leq 0$  にすると, 全体として数値解が安定であることが知られている<sup>1)</sup>。従って, 各コントロールボリュームでの積分は,

・主コントロールボリューム

$$\begin{aligned} \int S(\phi) dx dy dz \\ = S_c(\phi) \cdot V_0 + S_p(\phi) \cdot V_0 \cdot \tilde{\phi}_0 \end{aligned} \tag{2.3-18a}$$

・運動量コントロールボリューム

$$\begin{aligned} \int S(\phi) dx dy dz \\ = S_c(\phi) \cdot \bar{V}_0 + S_p(\phi) \cdot \bar{V}_0 \cdot \tilde{\phi}_0 \end{aligned} \tag{2.3-18b}$$

となる。

2.3.5 一般的な差分式 (General Finite-Difference Equation)

以上各項別に表した差分式 (2.3-1), (2.3-9), (2.3-14), (2.3-18a) を全部集めると, 主コントロールボリュームでのスカラー変量  $\phi$  の保存式に関する差分式が得られる。

$$\int [ (\text{非定常項}) + (\text{対流項}) - (\text{拡散項}) - (\text{発生項}) ] d x d y d z$$

$$= \frac{[\rho \phi]_0 - [\rho \phi]_0^n}{\Delta t} V_0 + \{ |0, -F_1| + |0, F_2| + \dots \} \tilde{\phi}_0$$

(非定常項) (対流項)

$$- \{ |0, F_1| \tilde{\phi}_1 + |0, -F_2| \tilde{\phi}_2 + \dots \} + [D_1 + D_2 + \dots] \tilde{\phi}_0$$

(対流項) (拡散項)

$$- \{ D_1 \tilde{\phi}_1 + D_2 \tilde{\phi}_2 + \dots \} - S_c(\phi) \cdot V_0 - S_p(\tilde{\phi}_0) \cdot V_0 = 0$$

(拡散項) (発生項) (2.3-19)

$\tilde{\phi} = \alpha \phi + (1 - \alpha) \phi^n$  を (2.3-19) に代入し,  $\phi_0$  を含む項を左辺に持って来て整理すると,

$$\phi_0 \left\{ \frac{\rho_0 V_0}{\Delta t} + a [ ( |0, -F_1| + \dots + |0, F_6| ) \right.$$

$$+ [ D_1 + \dots + D_6 ] - S_p(\phi) \cdot V_0 \left. \right\}$$

$$= [ ( |0, F_1| + D_1 ) \phi_1 + \dots + ( |0, -F_6| + D_6 ) \phi_6 ] \alpha$$

$$+ [ ( |0, F_1| + D_1 ) \phi_1^n + \dots$$

$$+ [ |0, -F_6| + D_6 ] \phi_6^n ] (1 - \alpha)$$

$$- \phi_0^n (1 - \alpha) [ ( |0, -F_1| + \dots + |0, F_6| ) + ( D_1 + \dots + D_6 )$$

$$- S_p(\phi) \cdot V_0 ] + \left[ \frac{\rho_0^n \phi_0^n}{\Delta t} V_0 + S_c(\phi) \cdot V_0 \right] \quad (2.3-20)$$

もしくは,

$$a_0 \phi_0 = (a_1 \phi_1 + a_2 \phi_2 + a_3 \phi_3 + a_4 \phi_4 + a_5 \phi_5 + a_6 \phi_6) a + b_0, \quad (2.3-21)$$

ここで,

$$b_0 = b_{10} + b_{20} + b_{30}. \quad (2.3-21)$$

である。

見やすいように、式 (2.3-21)、(2.3-22) で出てくる  $a_i$ 、 $b_i$  の各係数を Table 2.3-5 に整理した。さらに特殊なケースとして  $\alpha = 0$  ; 完全explicit、 $\alpha = 1$ 、implicit について、Table 2.3-6、2.3-7 に示した。

運動量コントロールボリュームについても、式 (2.3-1 a) (2.3-13) (2.3-15) (2.3-18 b) の各項を集め、同じ手順をくり返せばよい。得られる式は、主コントロールボリュームに対するものと同じ形の (2.3-21) 式になるが、各係数が少し相異なる。各係数を Table 2.3-8、2.3-9、2.3-10 に整理した。

Table 2.3-5 からわかるように、 $a_0$  に対し、2つの表現方法がある。(2.3-18 a)

最初の表現  $a_0(1)$  は、式 (2.3-1)、(2.3-9)、(2.3-14)、(2.3-18 a) のすべての項を集めたものである。2番目の表現  $a_0(2)$  は、 $a_0(1)$  から連続の式を差し引いたものである。すなわち、

$$a_0(1) - \{\text{連続の式の差分式}\} = a_0(2) \quad (2.3-23)$$

運動量式に対しては、 $a_0(1)$  の形だけを使用する。これは、連続の式が運動量コントロールボリュームではかならずしも満足されないので、 $a_0(2)$  を使うのは矛盾があると考えられるからである。それに対して、エネルギー式を解く時は、主コントロールボリュームに関して連続の式が満足されているので、 $a_0(2)$  の形を使用するのは理にかなっている。以上の議論より、SOLFASコードでは、エネルギー等のスカラー変量に対しては、 $a_0(2)$  の形 (2番目の表現) を採用し、運動量に対しては、 $a_0(1)$ 、 $a_0(2)$  の2つの表現をオプションで選べるようにしてある。(IMOM=1 とすれば最初の表現になり、IMOM=0 とすれば2番目の表現になる。第4章インプットマニュアルを

参考のこと)

a。(2)を求めるのは、以下の手順による。

式(2.1-1)で $\phi = 1$ ,  $S(\phi) = 0$ ,  $\Gamma(\phi) = 0$ とおくと連続の式になる。従って、連続の式の差分表現を得るには、主コントロールボリュームの差分式(2.3-20)で、 $\phi = 1$ ,  $D = S = 0$ とおけばよい。その結果、

差分表現された連続の式

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_0 V_0}{\Delta t} + \alpha [ |0, -F_1| + \dots + |0, F_6| ] \\ & - \alpha [ |0, F_1| + \dots + |0, -F_6| ] \\ & - (1 - \alpha) [ |0, F_1| + \dots + |0, -F_6| ] \\ & + (1 - \alpha) [ |0, -F_1| + \dots + |0, F_6| ] - \frac{\rho^n V_0}{\Delta t} = 0 \end{aligned} \tag{2.3-24}$$

(4.3-24)で $\rho_0$ は新しい時刻での値、 $\rho^n$ は古い時刻での値であることに注意して、a。(1)から(4.3-24)を引くと、a。(2)が得られる。すなわち、

$$\begin{aligned} a_0(2) &= a_0(1) - (\text{連続の差分式: 4.3-24式}) \\ &= \alpha [ (D_1 + \dots + D_6) - S_p(\phi) \cdot V_0 ] \\ & \quad + \alpha [ |0, F_1| + \dots + |0, -F_6| ] \\ & \quad + (1 - \alpha) [ |0, F_1| + \dots + |0, -F_6| ] \\ & \quad - (1 - \alpha) [ |0, -F_1| + \dots + |0, F_6| ] + \frac{\rho^n V_0}{\Delta t} \\ &= \alpha [ (|0, F_1| + D_1) + \dots + (|0, -F_6| + D_6) ] \\ & \quad + \left[ \frac{\rho^n}{\Delta t} - \alpha S_p(\phi) \right] V_0 \\ & \quad + (1 - \alpha) [ (|0, F_1| - |0, -F_1|) + \dots \\ & \quad \quad \quad + (|0, -F_6| - |0, F_6|) ] \end{aligned}$$



$$= \alpha \left[ a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 \right] + \left[ \frac{\rho^n}{\Delta t} - \alpha S_p(\phi) \right] V_0 \\ + (1 - \alpha) [F_1 - F_2 + F_3 - F_4 + F_5 - F_6] \quad (4.3-25)$$

なぜなら,  $|0, F_1| - |0, -F_1| = F_1$

かつ,  $|0, -F_2| - |0, F_2| = -F_2$

だからである。

### 2.3.6 運動量保存式の差分式表現

x方向運動量差分式は, 運動量コントロールボリュームにおいて $\phi$ を $u$ に置き換えればよい。但し, 運動量式には圧力の項が含まれているが, 圧力場は前もっても, 又, 圧力の保存式からも得られない(圧力の保存式というのはない!)。従って, 圧力場は未知数とし, 速度場が連続の式を満足するという条件から, 間接的に求めることにする。以上の理由から, 運動量差分式においては, 圧力を含む項は独立に扱い, 発生項の中には含めない。Fig. 2.3-3の運動量コントロールボリュームでのx-運動量差分式は,

$$a_0^u u_0 = a_1^u u_1 + a_2^u u_2 + a_3^u u_3 + a_4^u u_4 \\ + a_5^u u_5 + a_6^u u_6 + b_0^u - d_u [P_2 - P_0] \quad (4.3-26)$$

となる。

ここに,  $d_u = \Delta y \Delta z$

他の係数,  $a_0^u \dots a_6^u$ ,  $b_0^u = b_{10}^u + b_{20}^u + b_{30}^u$  はTable 2.3-8,

2.3-9, 2.3-10に記す。

$a_0^u$ ,  $b_0^u$ の中の発生項には圧力勾配は含まれていない。圧力勾配は(4.3-26)の最後の項で表わされている。他の方向jやkに対する運動量保存式の差分式も, 同様にして求められる。

Table 2.3-5 主コントロールボリュームに対する差分式の一般形とその係数

(式 2.3-21, 2.3-22)

$$a_0 \phi_0 = \alpha \left[ a_1 \phi_1 + \dots + a_6 \phi_6 \right] + \left[ b1_0 + b2_0 + b3_0 \right]$$

$a_1 : [   0, F_1   + D_1 ]$	$a_2 : [   0, F_2   + D_2 ]$
$a_3 : [   0, F_3   + D_3 ]$	$a_4 : [   0, F_4   + D_4 ]$
$a_5 : [   0, F_5   + D_5 ]$	$a_6 : [   0, F_6   + D_6 ]$
$b1_0 : (1 - \alpha) ( a_1 \phi_1^n + a_2 \phi_2^n + a_3 \phi_3^n + a_4 \phi_4^n + a_5 \phi_5^n + a_6 \phi_6^n )$	
$b2_0 : - (1 - \alpha) [ (   0, -F_1   + \dots +   0, F_6   ) + [ D_1 + \dots + D_6 ] - S_p (\phi) \cdot V_0 ] \phi_0^n$	
$b3_0 : \left[ \frac{\rho^n \phi^n}{\Delta t} + S_c (\phi) \right]_0 V_0$	
$a_0 (1) : \frac{\rho_0 \phi_0}{\Delta t} + \alpha [ (   0, -F_1   + \dots +   0, F_6   + [ D_1 + D_2 + \dots + D_6 ] - S_p (\phi) \cdot V_0$ (最初の表現)	
$a_0 (2) : \alpha ( a_1 + a_2 + \dots + a_6 ) + \left[ \frac{\rho^n}{\Delta t} - S_p (\phi) \right] V_0 + (1 - \alpha) [ F_1 - F_2 + F_3 - F_4 + F_5 - F_6 ]$ (2番目の表現)	

Table 2.3-6 主コントロールボリュームに対する差分式 ( $\alpha = 0$ ) とその係数

(式 2.3-21, 2.3-22)

$$a_0 \phi_0 = (b_{10} + b_{20} + b_{30})$$

$b_{10} : (a_1 \phi_1^n + a_2 \phi_2^n + a_3 \phi_3^n + a_4 \phi_4^n + a_5 \phi_5^n + a_6 \phi_6^n)$
$b_{20} : - [ (   0, -F_1   + \dots +   0, F_6   ) + [ D_1 + \dots + D_6 ] - S_p (\phi) \cdot V_0 ]$
$b_{30} : \left[ \frac{\rho^n \phi^n}{\Delta t} + S_c (\phi) \right]_0 V_0$
$a_0 (1) : \frac{\rho_0 V_0}{\Delta t}$
(最初の表現)
$a_0 (2) : \left[ \frac{\rho^n}{\Delta t} - S_p (\phi) \right] V_0 + [ F_1 - F_2 + F_3 - F_4 + F_5 - F_6 ]$
(2番目の表現)

Table 2.3-7 主コントロールボリュームに対する差分式 ( $\alpha = 1$ ) とその係数

(式 2.3-21, 2.3-22)

$$a_0 \phi_0 = (a_1 \phi_1 + \dots + a_6 \phi_6 + b_{30})$$

$a_1 : [   0, F_1   + D_1 ]$	$a_2 : [   0, -F_2   + D_2 ]$
$a_3 : [   0, F_3   + D_3 ]$	$a_4 : [   0, -F_4   + D_4 ]$
$a_5 : [   0, F_5   + D_5 ]$	$a_6 : [   0, -F_6   + D_6 ]$
$b_{30} : \left[ \frac{\rho^n \phi^n}{\Delta t} + S_c (\phi) \right]_0 V_0$	
$a_0 (1) : \frac{\rho_0 \phi_0}{\Delta t} + [ (   0, -F_1   + \dots +   0, F_6   ) + [ D_1 + D_2 + \dots + D_6 ] - S_p (\phi) \cdot V_0 ]$	
(最初の表現)	
$a_0 (2) : (a_1 + a_2 + \dots + a_6) + \left[ \frac{\rho^n}{\Delta t} - S_p (\phi) \right] V_0$	
(2番目の表現)	

Table 2.3-8 x運動量コントロールボリュームに対する差分式の一般形とその係数

$$a_0 \phi_0 = \alpha (a_1 \phi_1 + \dots + a_6 \phi_6) + (b_{10} + b_{20} + b_{30})$$

$a_1 \phi [   0, \bar{F}_1   + \bar{D}_1 ]$	$a_2 : [   0, -\bar{F}_2   + \bar{D}_2 ]$
$a_3 \phi [   0, \bar{F}_3   + \bar{D}_3 ]$	$a_4 : [   0, -\bar{F}_4   + \bar{D}_4 ]$
$a_5 \phi [   0, \bar{F}_5   + \bar{D}_5 ]$	$a_6 : [   0, -\bar{F}_6   + \bar{D}_6 ]$
$b_{10} : (1 - \alpha) (a_1 \phi_1^n + a_2 \phi_2^n + \dots + a_6 \phi_6^n)$ $b_{20} : - (1 - \alpha) \left[ (   0, -\bar{F}_1   + \dots +   0, \bar{F}_6   ) + [ \bar{D}_1 + \dots + \bar{D}_6 ] - S_p (\phi) \cdot V_0 \right] \phi_0^n$ $b_{30} : \left[ \phi^n \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} + S_c (\phi) \right] \bar{V}_0$ $a_0 (1) : \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} \bar{V}_0 + \alpha \{ (   0, -\bar{F}_1   + \dots +   0, \bar{F}_6   ) + [ \bar{D}_1 + \dots + \bar{D}_6 ] - S_p (\phi) \cdot \bar{V}_0 \}$ <p>(最初の表現)</p> $a_0 (2) : \alpha (a_1 + a_2 + \dots + a_6) + \left[ \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} - S_p (\phi) \right] \bar{V}_0$ $+ (1 - \alpha) [ \bar{F}_1 - \bar{F}_2 + \bar{F}_3 - \bar{F}_4 + \bar{F}_5 - \bar{F}_6 ]$ <p>(2番目の表現)</p>	

Table 2.3-9 x運動量コントロールボリュームに対する差分式 ( $\alpha = 0$ ) とその係数

$$a_0 \phi_0 = b1_0 + b2_0 + b3_0$$

$b1_0: a_1 \phi_1^n + a_2 \phi_2^n + \dots + a_6 \phi_6^n$
$b2_0: - [ (   0, -\bar{F}_1   + \dots +   0, \bar{F}_6  $ $\quad + [ \bar{D}_1 + \dots + \bar{D}_6 ] - S_p (\phi) \cdot \bar{V}_0 ] \phi_0^n$
$b3_0: \left\{ \phi^n \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} + S_c (\phi) \right\} \bar{V}_0$
$a_0 (1): \frac{\bar{\rho}_0 \bar{V}_0}{\Delta t}$ (最初の表現)
$a_0 (2): \left[ \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} - S_p (\phi) \right] \bar{V}_0 + [ \bar{F}_1 - \bar{F}_2 + \bar{F}_3 - \bar{F}_4 + \bar{F}_5 - \bar{F}_6 ]$ (2番目の表現)

Table 2.3-10 x運動量コントロールボリュームに対する差分式 ( $\alpha = 1$ ) とその係数

$$a_0 \phi_0 = (a_1 \phi_1 + \dots + a_6 \phi_6 + b3_0)$$

$a_1: [   0, \bar{F}_1   + \bar{D}_1 ]$	$a_2: [   0, -\bar{F}_2   + \bar{D}_2 ]$
$a_3: [   0, \bar{F}_3   + \bar{D}_3 ]$	$a_4: [   0, -\bar{F}_4   + \bar{D}_4 ]$
$a_5: [   0, \bar{F}_5   + \bar{D}_5 ]$	$a_6: [   0, -\bar{F}_6   + \bar{D}_6 ]$
$b3_0: \left\{ \phi^n \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} + S_c (\phi) \right\} \bar{V}_0$	
$a_0 (1): \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} \bar{V}_0 + [ (   0, -\bar{F}_1   + \dots +   0, \bar{F}_6  $ $\quad + [ \bar{D}_1 + \dots + \bar{D}_6 ] - S_p (\phi) \cdot \bar{V}_0 ]$ (最初の表現)	
$a_0 (2): (a_1 + a_2 + \dots + a_6) + \left[ \frac{\bar{\rho}_0}{\Delta t} - S_p (\phi) \right] \bar{V}_0$ (2番目の表現)	

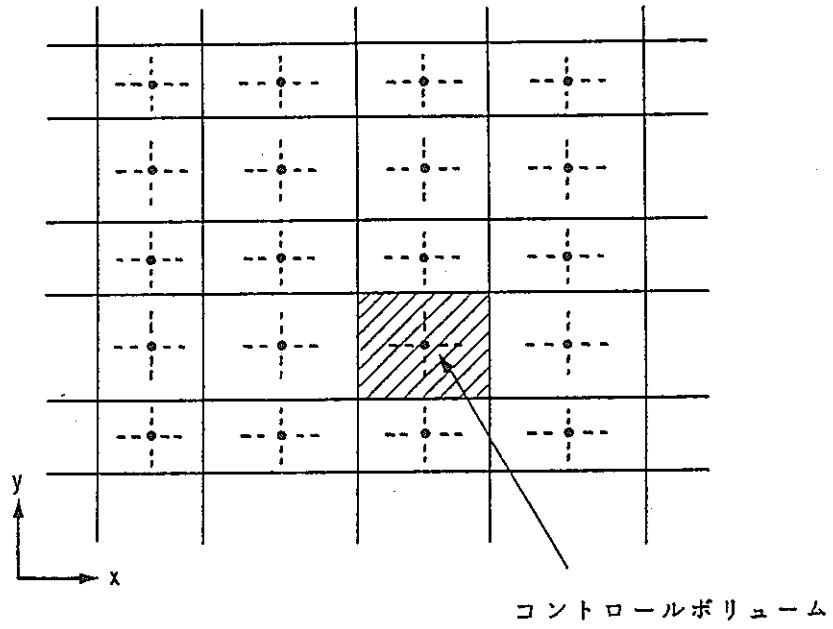


Fig. 2.2-1 コントロールボリューム

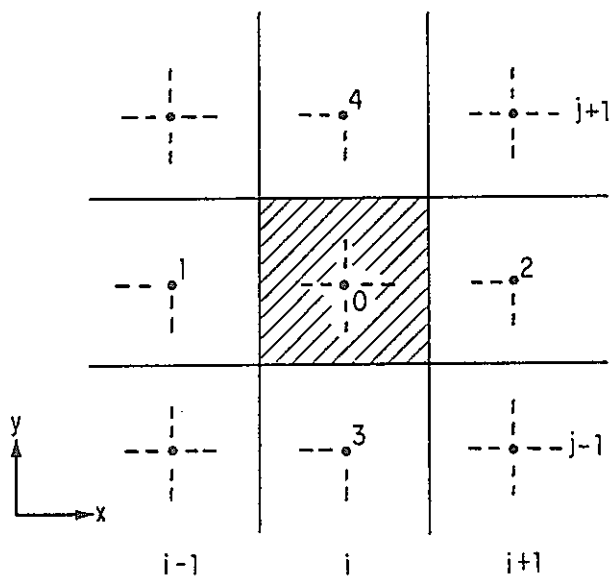


Fig. 2.2 - 2 格子点 0 のまわりのコントロールボリュームの  $i, j, k$  表示

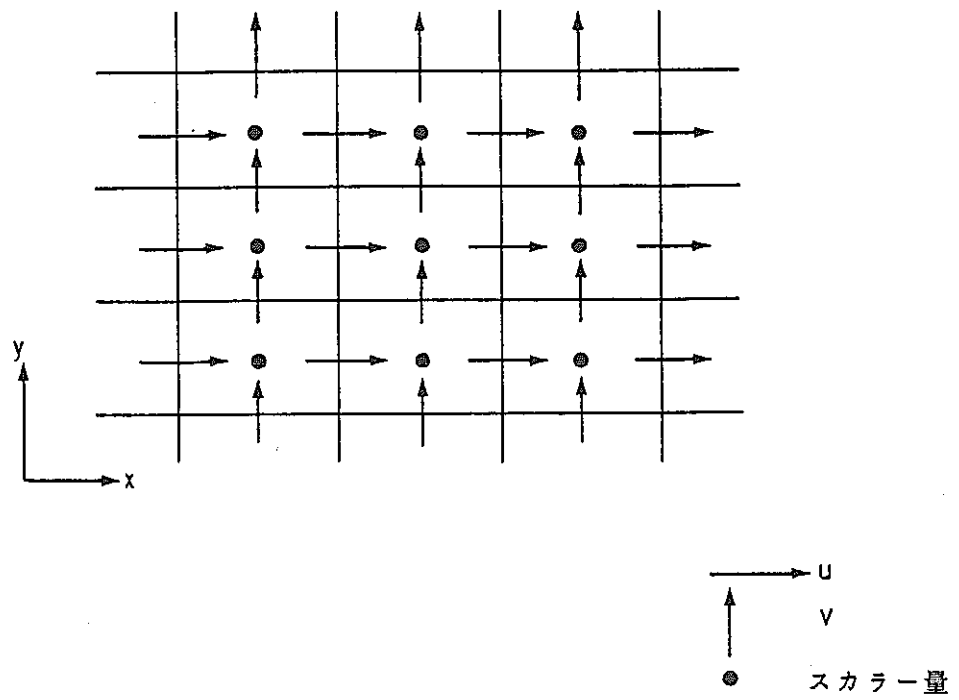


Fig. 2.2-3 スタガード格子

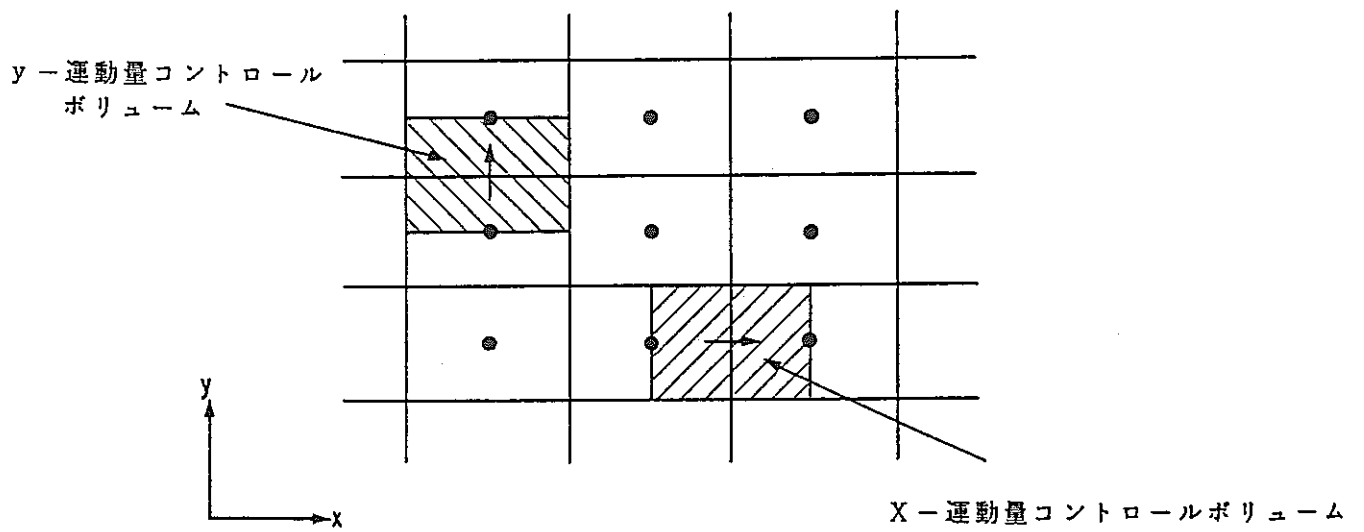


Fig. 2.2-4 運動量のコントロールボリューム



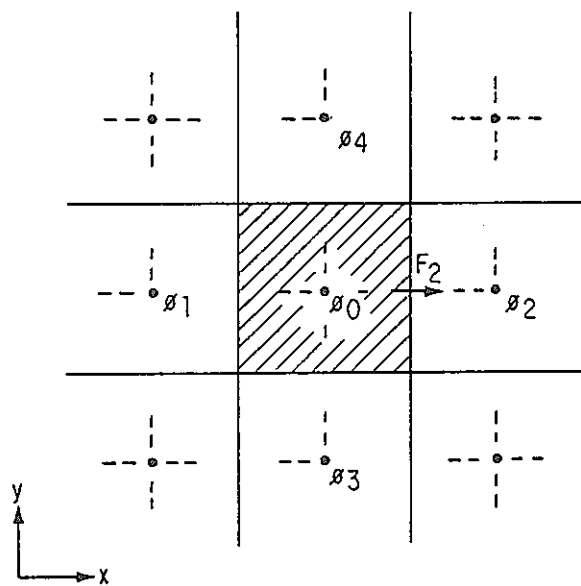


Fig. 2.3-1 スカラー従属変数に対する主コントロールボリューム

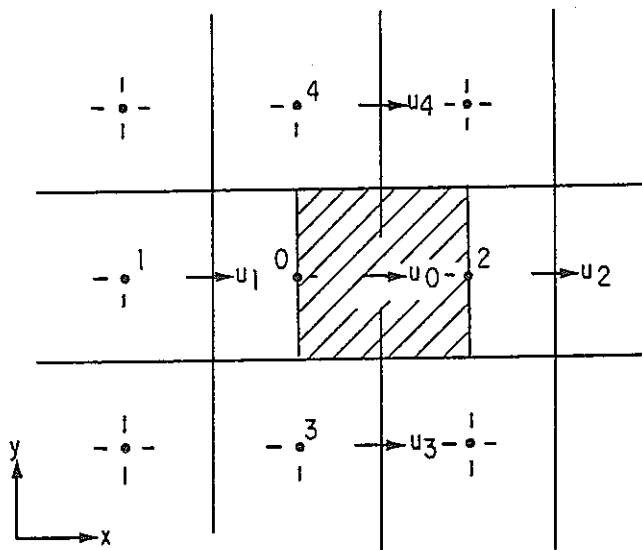
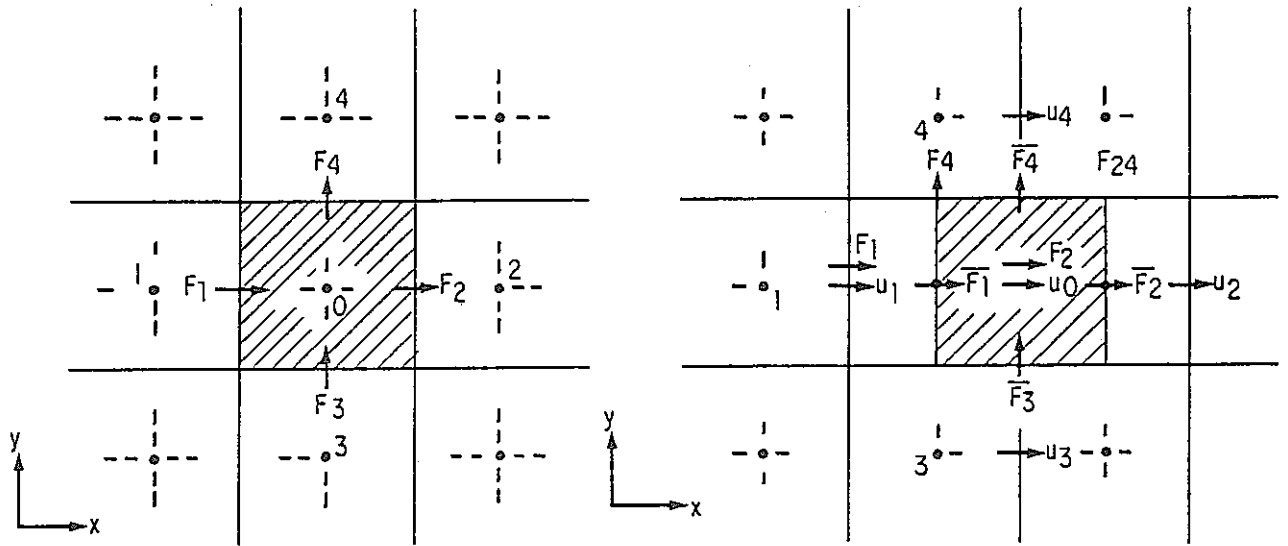


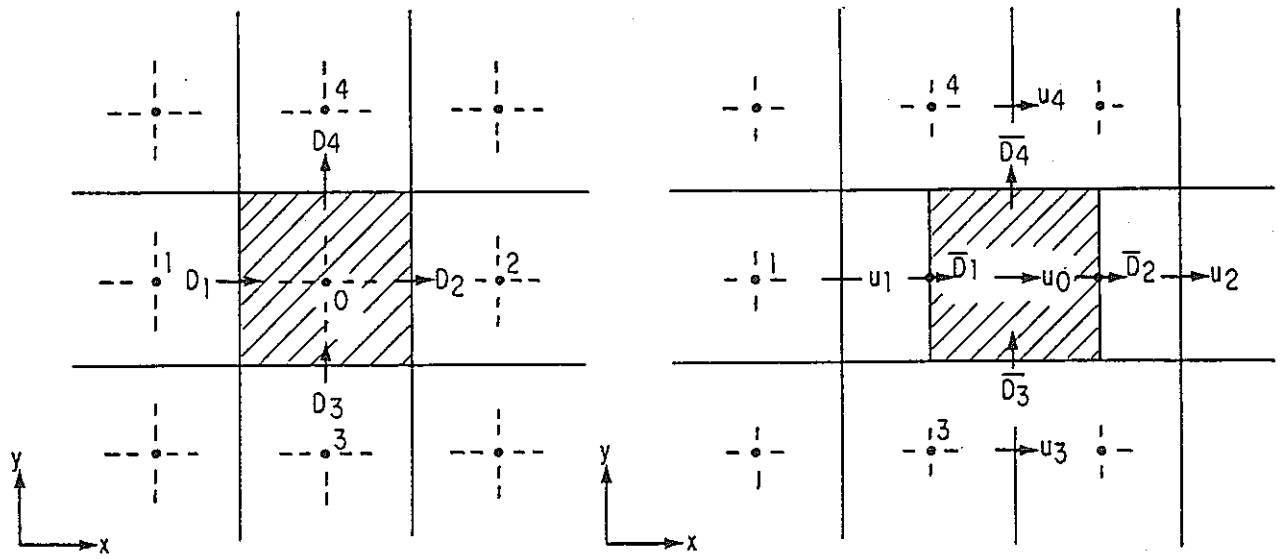
Fig. 2.3-2 X運動量コントロールボリューム



(a) スカラー変数

(b) X運動量

Fig. 2.3-3 コントロールボリュームにおける対流フラックス



(a) スカラー変数

(b) X運動量

Fig. 2.3-4 コントロールボリュームにおける拡散フラックス

2.4 圧力方程式

Fig. 2.3-1の主コントロールボリューム0についての質量保存式の差分式は、式(2.3-20)で $\phi = 1$ ,  $D = S = 0$ とにおいて、

$$\begin{aligned}
 V_0 \left( \frac{\partial \rho}{\partial t} \right) - [A_x u]_{i-1/2} \langle \rho \rangle_0^1 + [A_x u]_{i+1/2} \langle \rho \rangle_2^0 \\
 - [A_y v]_{j-1/2} \langle \rho \rangle_3^0 + [A_x v]_{j+1/2} \langle \rho \rangle_4^0 \\
 - [A_z w]_{k-1/2} \langle \rho \rangle_5^0 + [A^z w]_{k+1/2} \langle \rho \rangle_6^0 = \delta_0
 \end{aligned}
 \tag{2.4-1}$$

となる。ここに、 $\delta_0$ は質量誤差、 $\langle \rho \rangle$ は風上密度 (upwind density),  $A$ は流路断面積である。質量保存が完全に成立すれば、 $\delta_0$ は0になるが、収束計算の過程では、完全には0にはならない。連続の式から圧力に対する式を導くために、式(4.3-26)を次のように下記直す。

$$\phi = \phi^* - d \Delta P \quad (\phi = u, v, w), \tag{2.4-2}$$

ここで、

$$\phi^* = \frac{\alpha \sum_{l=1}^6 a_l \phi_l + b_1 + b_2 + b_3}{a_0} \quad (\text{一般の } \alpha \text{ の場合}) \tag{2.4-2 a}$$

$$\phi^* = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{a_0} \quad (\alpha = 0 \text{ の場合}) \tag{2.4-2 b}$$

$$\phi^* = \frac{\sum_{l=1}^6 a_l \phi_l + b_3}{a_0} \quad (\alpha = 1 \text{ の場合}) \tag{2.4-2 c}$$

である。

例えば、主コントロールボリュームの東側表面でのx方向速度uは、次式で表わされる。(Fig. 2.3-1)

$$u_2 = u_2^* - d_2 u \quad (P_2 - P_0) \tag{2.4-3 a}$$

ここに、

$$d_2 u = \frac{\Delta y \Delta z}{a_0 u} \tag{2.4-3 b}$$

である。

同様に、式(2.4-1)の他の方向の速度 $v, w$ は、 $v^*, w^*, d^v, d^w$ で以下のように表わされる。

$$\begin{aligned}
 u_1 &= u_1 - d_1^u \{P_0 - P_1\}, \\
 v_4 &= v_4 - d_4^v \{P_4 - P_0\}, \\
 v_3 &= v_3 - d_3^v \{P_0 - P_3\}, \\
 w_6 &= w_6 - d_6^w \{P_6 - P_0\}, \\
 w_5 &= w_5 - d_5^w \{P_0 - P_5\},
 \end{aligned}
 \tag{2.4-4}$$

ここで、下添字1……6は、主コントロールボリュームの各表面に対応している (Fig. 2.3-1 参照)。式(2.4-3)、(2.4-4)を式(2.4-1)に代入すると

$$a_0^p P_0 - \sum_{l=1}^6 a_l^p P_l - b_0^p = \delta_0
 \tag{2.4-5}$$

となる。

式(2.4-5)中の各係数はTable 2.4-1に整理している。

Table 2.4-1 圧力方程式の係数 (式 2.4-5)

$$\begin{aligned}
 a_1^P &: \left[ \frac{A_x}{a_0^u} \right]_{i-1/2} < \rho >_0^1 \Delta y \Delta z \\
 a_2^P &: \left[ \frac{A_x}{a_0^u} \right]_{i+1/2} < \rho >_2^0 \Delta y \Delta z \\
 a_3^P &: \left[ \frac{A_y}{a_0^v} \right]_{j-1/2} < \rho >_0^3 \Delta x \Delta z \\
 a_4^P &: \left[ \frac{A_y}{a_0^v} \right]_{j+1/2} < \rho >_4^4 \Delta x \Delta z \\
 a_5^P &: \left[ \frac{A_z}{a_0^w} \right]_{k-1/2} < \rho >_0^5 \Delta x \Delta y \\
 a_6^P &: \left[ \frac{A_z}{a_0^w} \right]_{k+1/2} < \rho >_6^0 \Delta x \Delta y \\
 a_0^P &: a_1^P + a_2^P + a_3^P + a_4^P + a_5^P + a_6^P \\
 b_0^P &: -V_0 \left[ \frac{\partial P}{\partial t_0} \right] + [A_x \overset{*}{u}]_{i-1/2} < \rho >_0^1 - [A_x \overset{*}{u}]_{i+1/2} < \rho >_2^0 \\
 &+ [A_y \overset{*}{v}]_{j-1/2} < \rho >_0^3 - [A_y \overset{*}{v}]_{j+1/2} < \rho >_4^0 \\
 &+ [A_z \overset{*}{w}]_{k-1/2} < \rho >_0^5 - [A_z \overset{*}{w}]_{k+1/2} < \rho >_6^0
 \end{aligned}$$

## 2.5 境界条件

### 2.5.1 要 約

SOLFASコードでは、汎用性を強調して、各境界面それぞれに対し、各変数の境界条件を独立に与える事が出来る。考慮出来る境界条件の種類と対応する変数を表 2.5-1 に示す。

実際の計算では、各境界面に対し、各変数について、表 2.5-1 から境界条件を選ぶ事になる。例えば、スベリのない固体壁境界を表すのに、法線流速境界条件は表 2.5-1 の(1)で法線流速を 0 とおき、さらに接線流速境界条件も表 2.5-1 の(1)で接線

流速を0とおげよい。

以下、各境界条件につき、差分式をまとめる。

## 2.5.2 境界に垂直な流速（法線流速境界条件）

流速としてはX-方向を考える。

### 2.5.2.1 境界での法線流速（ $u_{0,j,k} = u_{in}$ m/s）が与えられる。

図2.5-1にx-運動量コントロールボリューム（1, j, k）の、また図2.5-2に主コントロールボリューム（1, j, k）の境界コントロールボリュームの配置図を示す。（但し、図には、k方向の添字は略してある）

内点（i, j, k）での運動量保存差分式、圧力方程式で  $i = 1$  とおくと、以下のようになる。

$$\begin{aligned} a_{0^x} \cdot u_{1,j,k} &= a_{1P^x} \cdot u_{2,j,k} + a_{1M^x} \cdot u_{0,j,k} + a_{1J^x} \cdot u_{1,j+1,k} \\ &\quad + a_{1M^x} \cdot u_{1,j-1,k} + a_{1K^x} \cdot u_{1,j,k+1} + a_{1M^x} \cdot u_{1,j,k-1} \\ &\quad + b^x - (P_{2,j,k} - P_{1,j,k}) \end{aligned} \quad (2.5-1)$$

$$\begin{aligned} a_{0^p} \cdot P_{1,j,k} &= a_{1P^p} \cdot P_{2,j,k} + a_{1M^p} \cdot P_{0,j,k} + a_{1J^p} \cdot P_{1,j+1,k} \\ &\quad + a_{1M^p} \cdot P_{1,j-1,k} + a_{1K^p} \cdot P_{1,j,k+1} + a_{1M^p} \cdot P_{1,j,k-1} \\ &\quad + b^p \end{aligned} \quad (2.5-2)$$

上式に出てくる係数  $a_{0^x}$ ,  $a_{1P^x}$  …… ,  $a_{1M^x}$ ,  $b^x$  および  $a_{0^p}$ ,  $a_{1P^p}$  …… ,  $a_{1M^p}$ ,  $b^p$  の具体的な形は、第2.3節、第2.4節を参照すること。

境界速度  $u_{0,j,k}$  が与えられる場合は、(2.5-1)で  $u_{0,j,k}$  の代りに  $u_{in}$  とおき、(2-5-2)で  $a_{1M^p} = 0$  , とおけばよい。

### 2.5.2.2 連続流出条件

連続流出条件の定義により、図2.5-1の配置で以下の式が成立する。（流れの方向は図に示されている矢印と反対とする）

$$X \text{方向質量流速} : \rho_{0,j,k} \cdot u_{0,j,k} = \rho_{1+1/2,j,k} \cdot u_{1,j,k} \quad (2.5-3)$$

(2.5-3)より境界法線流速  $u_{0,j,k}$  は、

$$u_{0,j,k} = \frac{\rho_{1+1/2,j,k}}{\rho_{0,j,k}} \cdot u_{1,j,k} \quad (2.5-4)$$

となる。従って、境界流速が(2.5-4)で与えられるので、式の形は(2.5-2)



と同じである。

2.5.2.3 境界で圧力  $P_{0,j,k} = P_{in}$  (Pascal) が与えられる

この場合、前節までの境界条件とは異なり、境界法線流速を運動量保存則より求めなければならない。従って、 $x$ -運動量コントロールボリュームの配置図はFig. 2.5-3の様になる。

(2.5-1) 式に  $i = 0$  代入すると、形式的に、 $x$ -運動量保存式は、

$$a_{P^x} \cdot u_{0,j,k} = a_{IP^x} \cdot u_{1,j,k} + a_{IM^x} \cdot u_{-1,j,k} + a_{JP^x} \cdot u_{0,j+1,k} + a_{JM^x} \cdot u_{0,j-1,k} + a_{KP^x} \cdot u_{0,j,k+1} + a_{KM^x} \cdot u_{0,j,k-1} + b^x - (P_{1,j,k} - P_{0,j,k})$$

となる。

ここで、 $u_{-1,j,k} = u_{0,j,k}$  とおくと、

$$\{a_{P^x} - a_{IM^x}\} u_{0,j,k} = a_{IP^x} \cdot u_{1,j,k} + a_{JP^x} \cdot u_{0,j+1,k} + a_{JM^x} \cdot u_{0,j-1,k} + a_{KP^x} \cdot u_{0,j,k+1} + a_{KM^x} \cdot u_{0,j,k-1} + b^x - (P_{1,j,k} - P_{in}) \quad (2.5-5)$$

となる。

一方、圧力方程式の方は、(2.5-2) で  $P_{0,j,k} = P_{in}$  において、

$$a_{0P} \cdot P_{1,j,k} = a_{IP^P} \cdot P_{2,j,k} + a_{JP^P} \cdot P_{1,j+1,k} + a_{JM^P} \cdot P_{1,j-1,k} + a_{KP^P} \cdot P_{1,j,k+1} + a_{KM^P} \cdot P_{1,j,k-1} + (b + a_{IM^P} P_{in}) \quad (2.5-6)$$

となる。

2.5.3 境界に平行な流速 (接線流速境界条件)

図2.5-4に  $x$ -運動量コントロールボリューム ( $i, 1, k$ ) の、また図2.5-5に主コントロールボリューム ( $i, 1, k$ ) の境界コントロールボリュームの配置図を示す。(但し、図には  $k$  方向の添字は略してある)

内点 ( $i, j, k$ ) での運動量保存差分式、圧力方程式で  $j = 1$  とおくと、以下のようになる。

$$\begin{aligned}
a_0^x \cdot u_{i,1,k} &= a_{IP}^x \cdot u_{i+1,1,k} + a_{IM}^x \cdot u_{i-1,1,k} + a_{JP}^x \cdot u_{i,2,k} \\
&+ a_{JM}^x \cdot u_{i,0,k} + a_{KP}^x \cdot u_{i,1,k+1} + a_{KM}^x \cdot u_{i,1,k-1} \\
&+ b^x - (P_{i+1,1,k} - P_{i,1,k}) \quad (2.5-7)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
a_0^x \cdot P_{i,1,k} &= a_{IP}^P \cdot P_{i+1,1,k} + a_{IM}^P \cdot P_{i-1,1,k} + a_{JP}^P \cdot P_{i,2,k} \\
&+ a_{JM}^P \cdot P_{i,0,k} + a_{KP}^x \cdot P_{i,1,k+1} + a_{KM}^x \cdot P_{i,1,k-1} \\
&+ b^P \quad (2.5-8)
\end{aligned}$$

本境界条件の場合、境界での圧力は指定され得ない（すなわち、境界での流速が与えられる。）ので、(2.5-8)式中の $a_{JM}^P$ は0になる。一方、(2.5-7)式は境界条件の種類により、以下のようになる。

2.5.3.1 境界での接線流速 ( $u_{i,0,j} = u_{in}$  m/s) が与えられる。

この場合、(2.5-7)式で、 $u_{i,0,j}$ の代わり $u_{in}$ とおく

$$\begin{aligned}
a_0^x \cdot u_{i,1,k} &= a_{IP}^x \cdot u_{i+1,1,k} + a_{IM}^x \cdot u_{i-1,1,k} \\
&+ a_{JP}^x \cdot u_{i,2,k} + a_{KP}^x \cdot u_{i,1,k+1} \\
&+ a_{KM}^x \cdot u_{i,1,k-1} + (b^x + a_{JM}^x \cdot u_{in}) \\
&- (P_{i+1,1,k} - P_{i,1,k})
\end{aligned}$$

2.5.3.2 境界での接線流速勾配すなわち壁面摩擦応力 $\tau_w$ が与えられる。

この場合、(2.5-7)式に、摩擦応力 $\tau_w$ の定義式を代入すると

$$\begin{aligned}
\tau_w dx_i &\equiv a_{JM}^x (u_{i,0,k} - u_{i,1,k}) \\
(a_P^x - a_{JM}^x) u_{i,1,k} &= a_{IP}^x \cdot u_{i+1,1,k} + a_{IM}^x \cdot u_{i-1,1,k} \\
&+ a_{JP}^x \cdot u_{i,2,k} + a_{KP}^x \cdot u_{i,1,k+1} \\
&+ a_{KM}^x \cdot u_{i,1,k-1} \\
&+ (b^x + \tau_w dx_i) \\
&- (P_{i+1,1,k} - P_{i,1,k})
\end{aligned}$$

となる。

2.5.3.3  $k-\epsilon$ 乱流モデルでの壁関数

この場合、摩擦応力 $\tau_w$ が以下の式で評価される。

$$\tau_w = \rho u_t^2, \quad u_t \equiv \frac{u^P}{u^+}$$



例	$\phi$	エネルギー	濃度
	$\Gamma(\phi)$	$(\frac{\lambda}{C_v})$	$\rho D : (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}})$
	$\alpha(\phi)$	$(\frac{h}{C_v})$	$\rho h_{\text{mass}} : (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}})$
	$\lambda$ : 熱伝導度	$(\frac{\text{W}}{\text{m K}})$	$D$ : 拡散係数 $(\frac{\text{m}^2}{\text{s}})$
	$C_v$ : 定容比熱	$(\frac{\text{J}}{\text{kg K}})$	$h_{\text{mass}}$ : 物質伝達率 $(\frac{\text{m}}{\text{s}})$
	$h$ : 熱伝達率	$(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}})$	

2.5.4.2 境界でのスカラー流速を  $q(\phi)$  を与える。

$$a_0 \phi_{i,j,k} = a_{IP} \phi_{2,j,k} + \phi_{JP} \phi_{1,j+1,k} + a_{JM} \phi_{1,j-1,k} \\ + a_{KP} \phi_{1,j,k+1} + \phi_{KM} \phi_{1,j,k-1} + (\phi_{IM}^* \phi_{in} + b^*)$$

$$a_{IM}^* = (\rho_{in} u_{in}) \Delta y_j \cdot \Delta z_k$$

$$b^* = b + q(\phi) \Delta y_j \cdot \Delta z_k$$

$q(\phi)$  : 境界スカラー流速

例	$\phi$	エネルギー	濃度
	$q(\phi)$	境界熱流速	境界物質流速
		$(\text{W}/\text{m}^2)$	$(\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s})$

2.5.4.3 k-ε 2方程式乱流モデルの壁関数

この場合はφの種類に従い、おのこの壁関数は下表のようになる。

φ	壁関数
エネルギー	乱流熱伝達係数αが次式で与えられる $\frac{\rho u_t \tau}{\alpha} = \sigma_t u^+ + A$
濃度	乱流物質伝達係数α <sub>m</sub> が次式で与えられる $\alpha_m = P_r^D \cdot \alpha \quad (P_r^D : \text{乱流濃度プラントル数})$
乱流エネルギー	$a_0^k k_{1,j,k} = a_{1P}^k k_{2,j,k} + a_{JP}^k k_{1,j+1,k} + a_{JM}^k k_{1,j-1,k} + a_{KP}^k k_{1,j,k+1} + a_{KM}^k k_{1,j,k-1} + b^k$ <p>のように、内点での保存式と同じであるが、b<sup>k</sup>のソース項が特別な形になる。</p>
乱流エネルギー消散	$\epsilon_{1,j,k} = u_t^3 / (\kappa \Delta x_{1/2})$ <p>で直接ε<sub>1,j,k</sub>を与える → εの保存式は解かない</p>

表 2.5 - 1 SOLFASで考慮する境界条件

変 数		境 界 条 件
ベ ク ト ル	境界に垂直な流速  (法線流速)	1) 境界での法線流速が与えられる。 2) 境界でのでの圧力が与えられる。 (境界での法線流速は運動量保存則よりコード内で計算する) 3) 出口境界の時、質量流速が境界で連続となるようにコード内で計算する。(連続流出条件)
	境界に平行な流速  (接線流速)	1) 境界での接線流速が与えられる 2) 境界での摩擦応力が与えられる 3) $k - \epsilon$ 乱流モデル使用時に壁関数を適用する
ス カ ラ ー	温 度 (エネルギー)	1) 境界での熱伝達係数が与えられる。 2) 境界での熱伝達係数をコード内で計算する。 3) 境界での熱流速が与えられる。 4) $k - \epsilon$ 乱流モデル使用時に壁関数を適用する。
	濃 度	1) 境界での物質伝達係数が与えられる。 2) 境界での物質伝達係数をコード内で計算する。 3) 境界での質量流速が与えられる。 4) $k - \epsilon$ 乱流モデル使用時に壁関数を適用する。
	乱流エネルギー (k) 乱流エネルギー 消散 速度 (ε)	1) 境界での流速を0とする。 2) 壁関数を適用する

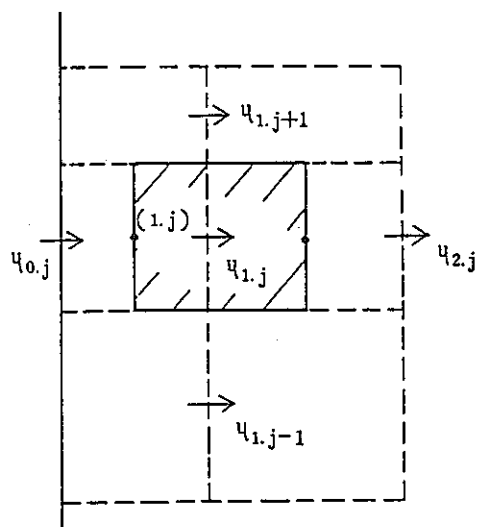


图 2.5 - 1

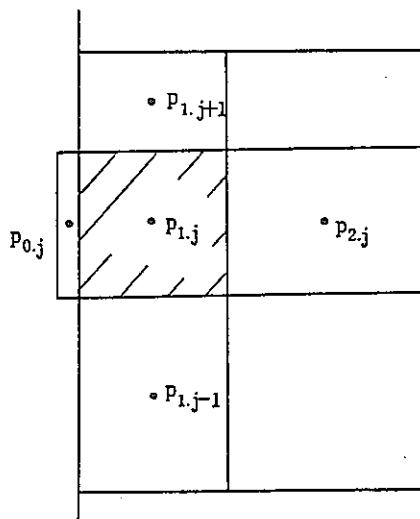


图 2.5 - 2

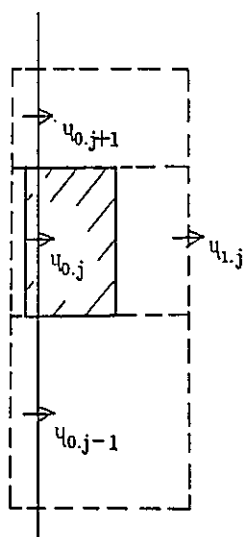


图 2.5 - 3

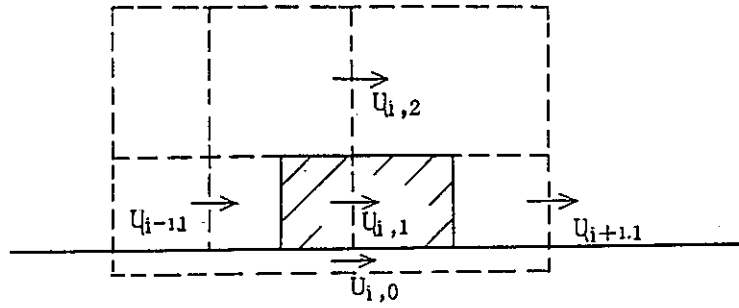


图 2.5 - 4

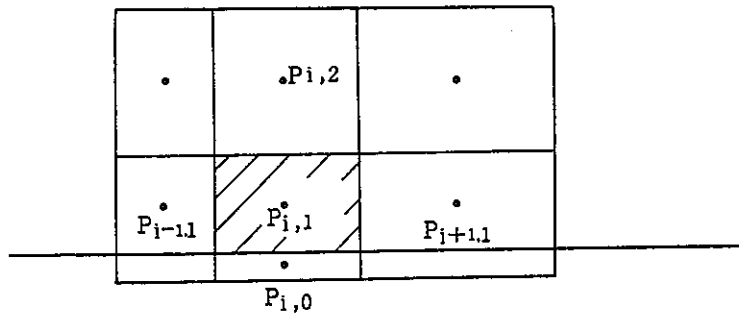


图 2.5 - 5



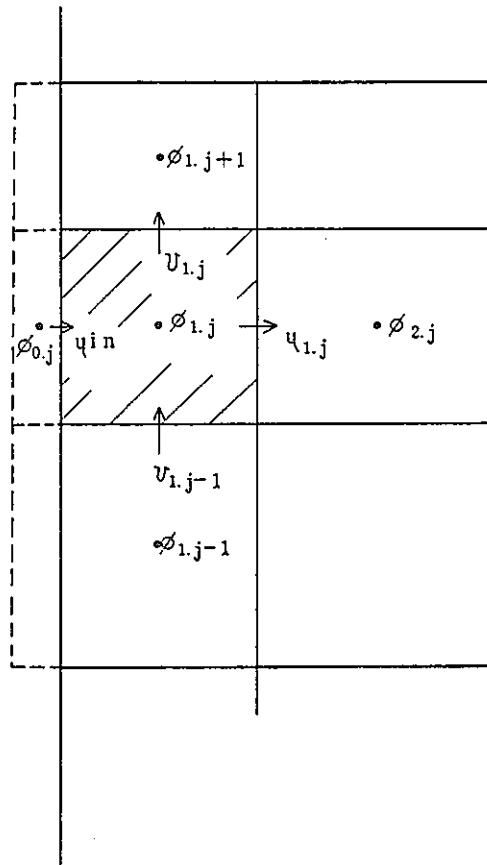


图 2.5 - 6

## 2.6 解法アルゴリズム

SOLFASの解法アルゴリズムは、SIMPLER法である。しかし、ここでは、他の類似のアルゴリズムである、SIMPLE法、SIMPLEST/ANL法及び、修正ICE法も比較として説明する。

### 2.6.1 半陰解法（修正ICE法）

半陰解法のため、数値解析解の安定性の要求から、許容される時間きざみ巾が制限される。すなわち、陽的な項に関し、以下の様なクーラン条件を時間きざみ巾が満足しなければならない。

$$\Delta t < \Delta t_{\text{courant}} \sim \left[ \frac{\Delta X_i}{u_i} \right]_{\min}, \quad (2.6-1)$$

$$\Delta t < \Delta t_{\text{vis}} \sim C \left[ \frac{\rho \Delta X_i^2}{\mu} \right]_{\min}, \quad (2.6-2)$$

$$\Delta t < \Delta t_{\text{cond}} \sim C \left[ \frac{\rho \Delta X_i^2}{\Gamma_n} \right]_{\min}, \quad (2.6-3)$$

ここで、添字“Courant”，“vis”，“cond”はそれぞれ、クーラン条件，粘性拡散，温度拡散を意味しており， $i$ は各座標方向を表す。係数 $C$ は $1/6 \sim 1/2$ の間である。たいていの場合，クーラン条件が主要因であり，(2.6-1)の条件から時間きざみ巾が決まる。それに比べて， $\Delta t_{\text{vis}}$ ， $\Delta t_{\text{cond}}$ は普通 $\Delta t_{\text{courant}}$ よりずっと大きい。粘性，温度拡散の時間スケールが問題になるのは，激しい乱流の場合のみである。半陰解法は上述のように，時間きざみ巾の制約はあるけれど，1タイムステップ当りのcpu時間は後述の陰解法に比べて少ない。従って，激しいトランジェントのように短い期間の詳しい情報が欲しい場合は，半陰解法はうまくゆく。（なぜなら，安定性うんぬんにかかわらず，このような場合は，非常に短い時間間隔での結果が必要であり，必然的に時間きざみ巾は小さくなるから）具体的なアルゴリズムをTable 2.6-1に示す。

### 2.6.2 SIMPLEST/ANL ( $\alpha = 1$ )

長時間かつゆっくりとしたトランジェントに上述の半陰解法を使用した場合，時間きざみ巾の制約から，非常に多くのcpu時間がかかる。

半陰解法と相異し，完全陰解法と呼ばれる方法では，非定常差分式に表われるすべて

の変数は、時間ステップ中新しい時刻の値であると仮定する。従って、新しい時刻の変数の値を求めるには、代数方程式を解く必要があり、そのためのくり返し (iteration)が必要である。

この場合、くり返しグループ (iteration loop) には2種類あり、外側くり返し (outer iteration) ループは、全変数のより精度のよい推定値を求める。一方、内側くり返しループは、例えば、SOR法でのループのように各保存式を解くためのループであり、半陰解法でも見られるものである。くり返しが進むにつれて、各変数の変化が小さくなってゆくなら、くり返しは収束するという。アルゴリズムはTable 2.6-2に示す様に、7つのステップから成立する。

### 2.6.3 SIMPLEとSIMPLER法 ( $\alpha = 1$ )

SIMPLE系統のアルゴリズムのオリジナルであるSIMPLE法、およびその改良版で、SOLFASコードに使用しているSIMPER法も共にSIMPLEST法と同じく完全陰解法である。これらの3つの方法の違いは、収束のやり方である。

SIMPLE法のアルゴリズムをTable 2.6-3に、SIMPLER法のアルゴリズムをTable 2.6-4にそれぞれ示す。

Table 2.6-2, 3, 4を比べて見ると、SIMPLE法、SIMPLER法とSIMPLEST法とはかなり相異しており、それに比べるとSIMPLE法とSIMPLER法との差は少ない。SIMPLEST法が他の2法と異なる主な点は次の2点である。

- ・ 圧力修正式を使わない。
- ・ 流速場は(2.6-5)の形ではなくて、(2.6-4)の形の運動量保存式から計算する

$$\phi = \phi^* - d \Delta P; \quad (\phi = u, v, w) \quad (2.6-4)$$

$$a_0 \phi_0 = \sum_l a_l \phi_l + b_0 - a_0 \Delta p \quad (2.6-5)$$

以上をまとめると、半陰解法 ( $\alpha = 0$ ) と完全陰解法 ( $\alpha = 1$ ) はそれぞれ以下の特長がある。

- ・ 半陰解法
  - 1) 時間ステップ当りの計算量が少ない。
  - 2) 時間きざみ巾に制限がある。

3) 従って、変化の激しい早いトランジェントに向いている。

・ 完全陰解法

1) 時間ステップ当りの計算量は多い。

2) 時間きざみ巾には制限がない。

3) 従って、定常解きを求める場合や、ゆるやかなトランジェントに向いている。

これらからわかるように、両者の長所と短所はお互いに反対になっており、両者の方法を問題により使い分けるのがもっともよいやり方であると言える。

Table 2.6-1 半陰解法（修正ICB法）のアルゴリズムの概要（ $\alpha = 0$ ）

<p>1. 前時刻ステップでの流速 <math>u, v, w</math> 及び力 <math>P</math> から (4.3-26) により仮の流速 <math>u^*, v^*, w^*</math> を計算する。</p> <p><math>\phi^*, d; [\phi = u, v, w]</math>.</p> <p>2. <math>u^*, v^*, w^*</math> から Table (2.4-1) により圧力方程式の係数を計算する。</p> <p><math>a_0^P, a_i^P, b_0^P</math>.</p> <p>3. 下式の圧力方程式を解いて、新しい時刻の圧力 <math>P^{n+1}</math> を求める。</p> <p><math>a_0^P P_0 - \sum a_i^P P_i - b_0^P = 0</math>.</p> <p>4. 下式と新しい圧力 <math>P^{n+1}</math> とから、新しい流速 <math>u, v, w</math> を計算する。</p> <p><math>\phi = \phi^* - d \Delta P; [\phi = u, v, w]</math></p> <p>5. 4で求めた流速により、スカラー変量 <math>\phi</math> の保存式 (Table 2.3-6) の係数を計算する。</p> <p><math>a_0, a_i, b_0</math></p> <p>6. 下式の保存式を解いて、新しいスカラー変量 <math>\phi^{n+1}</math> を求める。</p> <p><math>\phi_0 = \sum a_i \phi_i^n + b_0 / a_0</math></p>
--

Table 2.6-2 完全陰解法 (SIMPLEST-ANL) のアルゴリズムの概要 ( $\alpha = 1$ )

1. 前時刻ステップでの流速  $u, v, w$  及び圧力  $P$  から (4.3-26) により仮の流速  $u^*, v^*, w^*$  を計算する。  
 $\phi^*, d; [\phi = u, v, w]$
2.  $u^*, v^*, w^*$  から (Table 2.4-1) により圧力方程式の係数を計算する。  
 $a_0^P, a_l^P, b_0^P.$
3. 下式の圧力方程式を解いて、新しい時刻の新しい繰り返し圧力  $P^{n+1}$  を求める。  
 $a_0^P P_0 - \sum a_l^P P_l - b_0^P = 0.$
4. 下式と3.で求めた  $P$  とにより、新しい時刻の新しいくり返し流速  $u, v, w$  を計算する。  
 $\phi = \phi^* - d \Delta P; [\phi = u, v, w]$
5. 4.で求めた流速により、スカラー変量  $\phi$  の保存式の係数 (Table 2.3-7) を計算する。  
 $a_0, a_l, b_0.$
6. 下式の保存式を解いて、新しいスカラー変量  $\phi^{n+1}$  を求める。  
 $a_0 \phi_0 = \sum a_l \phi_l^n + b_0.$
7. 新しいくり返しの流速  $u, v, w$  及びスカラー  $\phi$  について収束チェックを行い、もし収束しなければステップ1に戻る。

Table 2.6-3 完全陰解法 (SIMPLE) のアルゴリズムの概要 ( $\alpha = 1$ )

<p>1. 前回のくり返し流速 <math>u, v, w</math> により, 運動量保存式の係数 (Table 2.3-10) を計算する。</p> $a_0, a_l, b_0, d; (\ell = 1, \dots, 6; \phi = u, v, w)$
<p>2. 前回のくり返し圧力 <math>P</math> により, 下式の運動量保存式を解いて, 新しいくり返し流速 <math>u, v, w</math> を求める。</p> $a_0 \phi_0 - \sum a_l \phi_l - b_0 + d \Delta P = 0; (\phi = u, v, w)$
<p>3. ステップ 2 で求めた流速により圧力修正式* の係数 (Table 2.4-1) を計算する。</p> $a_0^P, a_l^P, b_0^P$
<p>4. 下式の圧力修正式* を解いて, 新しいくり返しの圧力修正量 <math>P'</math> を求める。</p> $a_0^P P_0' - \sum a_l^P P_l' - b_0^P = 0$
<p>5. 次式により, 圧力, 流速を修正し, 新しいくり返し圧力, 流速を求める。</p> $P = P + P'$ $\phi = \phi - d \Delta P; (\phi = u, v, w)$
<p>6. ステップ 5. で計算した <math>u, v, w</math> により, スカラー変量 <math>\phi</math> の保存式の係数 (Table 2.3-7) を計算する。</p> $a_0, a_l, b_0$
<p>7. 下式の保存式を解いて, 新しい時刻の新しいくり返しスカラー変量 <math>\phi</math> を求める。</p> $a_0 \phi_0 = \sum a_l \phi_l^n + b_0$
<p>8. 新しいくり返しの流速, <math>u, v, w</math> 及びスカラー <math>\phi</math> について収束チェックを行い, もし収束しなければステップ 1 に戻る。</p>

\* 圧力修正式は, 圧力の修正量  $P'$  に対する質量保存則からえられる制約式であり, その導出法, 式の形ともに, 第 2.4 節に記載した圧力方程式と同じである。

Table 2.6-4 完全陰解法 (SIMPLER) のアルゴリズムの概要 ( $\alpha = 1$ )

1. 前回のくり返し流速  $u, v, w$  により, 運動量保存式の係数 (Table 2.3-10) を計算する。  
 $a_0, a_l, b_0, d; (l = 1, \dots, 6; \phi = u, v, w)$
2. 前回のくり返し流速  $u, v, w$  により圧力方程式の係数 (Table 2.4-1) を計算する。  
 $a_0^P, a_l^P, b_0^P,$
3. 下式の圧力方程式を解いて圧力推定値  $P$  を求める。  
 $a_0^P P_0 - \sum_l a_l^P P_l - b_0^P = 0$
4. 圧力指定値  $P$  とステップ1で求めた係数とから下式の運動量保存式を解いて, 新しいくり返し流速  $u, v, w$  を求める。  
 $a_0 \phi_0 - \sum_l a_l \phi_l - b_0 + d \Delta P = 0; (\phi = u, v, w)$
5. ステップ4で求めた流速から圧力修正式\*の係数 (Table 2.4-1)  $b_0^P$  を計算する。
6. 下式の圧力修正式\*を解いて, 新しいくり返しの圧力修正量  $P^1$  を求める。  
 $a_0^P P_0^1 - \sum_l a_l^P P_l^1 - b_0^P = 0.$
7. 次式により流速を修正し, 新しいくり返し流速を求める。  
 $\phi = \phi - d \phi \Delta P^1; [\phi = u, v, w]$
8. ステップ7で計算した流速  $u, v, w$  により, スカラー変量  $\phi$  の保存の係数 (Table 2.3-7) を計算する。  
 $a_0, a_l, b_0$
9. 下式の保存式を解いて, 新しい時刻の新しいくり返しスカラー変量  $\phi$  を求める。  
 $a_0 \phi_0 = \sum_l a_l \phi_l^n + b_0$
10. 新しいくり返しの流速,  $u, v, w$  及びスカラー  $\phi$  について収束チェックを行い, もし収束しなければステップ1に戻る。

\* 圧力修正式は, 圧力の修正量  $P^1$  に対する質量保存則から得られる制約式であり, その導出法, 式の形ともに, 第2, 4節に記載した圧力方程式と同じである。

### 第 3 章 3 次元 SOLFAS コードのプリプロセッサ



### 第3章 3次元SOLFASコードのプリプロセッサ

複雑な形状を取り扱う多次元コードでは、一般に入力量が膨大になり、入力ミスも起こりやすくなるので、SOLFASコードにおいても簡単なプリプロセッサを作成し、特に形状及び境界条件の入力に対し、入力量の削減及び入力データのチェックに役立てることとした。

#### 3.1 機能概要

SOLFASコードのプリプロセッサは、SOLFASコードで必要な形状及び境界条件等の入力データを対話的に作成、チェックするものであり、その主要機能は以下の4つである。

##### 3.1.1 入力機能

計算体系（メッシュ数、メッシュ長、構造物）及び、境界条件（流速、温度、濃度、乱流量）をCRT上で表型式により入力する。

##### 3.1.2 データ表示機能

入力データの確認のため、任意断面の固体／流体の区別、任意断面の境界条件をCRTに表示する。

##### 3.1.3 データ処理機能

入力データを基にSOLFASコードで必要なセル通し番号とijk番号対応リストや、各セル間の接続テーブルを作成する。

##### 3.1.4 出力機能

入力データ、処理データをフロッピーディスクにファイル出力する。

### 3.2 使用環境

本プリプロセッサはパソコン上で実行され、出力ファイルはフロッピーディスク経由でホストに送られる。

使用計算機及び言語は以下の通りである。

計算機……………PC9801シリーズ  
OS……………MS-DOS Ver2.0以上  
言語……………Pro-FORTRAN77

必要なハードウェア構成は、カラーCRT、キーボード、フロッピーディスクドライブのみである。また、テキスト画面のみを使用しているため、グラフィックライブラリ等は不要である。

### 3.3 プログラムの内容

本プリプロセッサのプログラムの構成を図3.3-1に、各サブルーチンの機能を表3.3-1に示す。なお、基本的なライブラリルーチンは省略している。プログラムの内容を機能単位毎に以下の6つに分類し、説明する。

#### 3.3.1 メインルーチン

本プログラムのメインとなる部分で、プログラム「MAIN」とサブルーチン「INIT」から構成される。ファイル入力とメニュー形式による各ルーチンの呼び出し及び変数の初期化を行っている。

ファイル名を入力すると「Filename. DAT」ファイルが存在するかどうかをチェックし、存在する場合は、この作成済ファイルを読み込んで、データを部分的に修正することを可能にしている。存在しない場合は、新規のファイルを作成し、以後の画面入力処理ではベースデータとしてデフォルト値を用いる。

ファイル入力が終了すると、メニュー画面を表示する。メニュー項目の場合に対応するキーが押されると、それぞれに対応したルーチンを呼び出す。すなわち

- 1……………メッシュ入力
- 2……………構造物入力
- 3……………境界条件入力

- 4 ……断面表示
- 5 ……出力ファイル作成
- E ……終了

である。

### 3.3.2 メッシュ入力ルーチン

メッシュ入力を行う部分で、サブルーチン「MESH」及び「MESHIN」から構成される。最初にメッシュ入力用メニューを表示し、番号がキー入力されると、それぞれに対応した方向のメッシュ入力処理を行う。

各方向のメッシュ分割数が入力されると、10メッシュ以内の時はメッシュ数だけの、それ以上の時は10個の行からなる表を表示し、メッシュ長の入力を受け付ける。

各メッシュ長が入力されると、第1メッシュからの積算長さを表示し、入力ミスのチェックを容易にしている。10メッシュ以上の時は順次スクロールさせている。全メッシュの入力が終了すると、確認後、メインルーチンに戻る。

### 3.3.3 構造物入力ルーチン

構造物入力を行う部分で、サブルーチン「STRUCT」、及び「STSUB」から構成される。また断面表示時には、サブルーチン「PUTBC」を呼び出している。

構造物数が入力されると、5個以内の時は、構造物数だけの、それ以上の時は、5個の行からなる表を表示する。構造物は直方体で表わされるので、X方向、Y方向、Z方向それぞれの開始メッシュ番号及び終了メッシュ番号の形で入力される。構造物の追加、削除、変更も容易に行えるようにしている。また入力の途中で確認できるように、断面表示ルーチンを呼び出す機能も有している。断面表示が終了すると再び、構造物入力に戻る。構造物の入力が終了すると、メインルーチンに戻る。

### 3.3.4 境界条件入力ルーチン

境界条件入力を行う部分で、サブルーチン「BCOND」、「BCIN」、「TPRT」、「BCINA」から構成される。また断面表示時には、サブルーチン「PUTBC」を呼び出している。

はじめに境界条件入力メニューを表示し、番号がキー入力されると、それぞれに対応した物理量の境界条件入力処理を行う。各入力画面には、構造物数+1個の行（構

造物数が5個以上の時は6個)からなる表が表示される。1行目は体系の外部境界を示しており、構造物境界と同様に境界条件入力処理を行っている。境界条件は、直方体境界の6面に対してそれぞれ指定できる。また、対象とする物理量により2～4種類の境界条件タイプをメニュー形式で用意しておき、番号を入力するとさらに、それに対応して境界条件指定に必要な数値データを入力するようにしている。

入力の途中で入力結果の確認ができるように、断面表示ルーチン呼び出す機能も有しており、断面表示が終了すると再び境界条件入力に戻る。境界条件入力が終了すると、メインルーチンに戻る。

### 3.3.5 断面表示ルーチン

断面表示を行う部分で、サブルーチン「HYOUJI」, 「PUTBC」及び4つの小サブルーチンから構成される。「PUTBC」以下のルーチンは、構造物入力及び境界条件入力において、断面表示する時にも使用される。

最初に表示する項目の指定(0の時は構造物のみ、1～9の時は、構造物及び番号に対応した境界条件)をし、次に表示する断面の指定を行う。断面はXY, YZ, XZの内の一断面が指定可能となっている。

指定された断面について、メッシュグリッド及び構造物、境界条件(指定された時のみ)を表示する。構造物は星印により、また境界条件は境界部の色により表示する。一画面内には横方向15メッシュ、縦方向10メッシュのみが表示されるが、矢印キーにより、これを超える領域も表示できるようにしている。断面表示が終了するとメインルーチンに戻る。

### 3.3.6 出力ファイル作成ルーチン

出力ファイルを作成する部分であり、サブルーチン「MKDATA」, 「MKCVDT」, 「MKBCDT」, 「MKIPDT」及び7つの小サブルーチンより構成される。

出力ファイルは「Filename. DAT」及び「Filename. OUT」の2つであり、Filenameは入力ファイル指定時に指定した名前がつけられる。「. DAT」ファイルは本プロセッサで次回データを更新する時に使用するベースデータファイル、また「. OUT」ファイルはSOLFASコードで入力されるファイルである。

「. OUT」ファイルに出力するため、コントロールボリュームの位置データ、境界

条件データ及び ( i , j , k ) 番号とコントロールボリューム番号のインターフェイスデータ等の作成を行う。

ファイル作成が終了とすると、イメンルーチンに戻る。

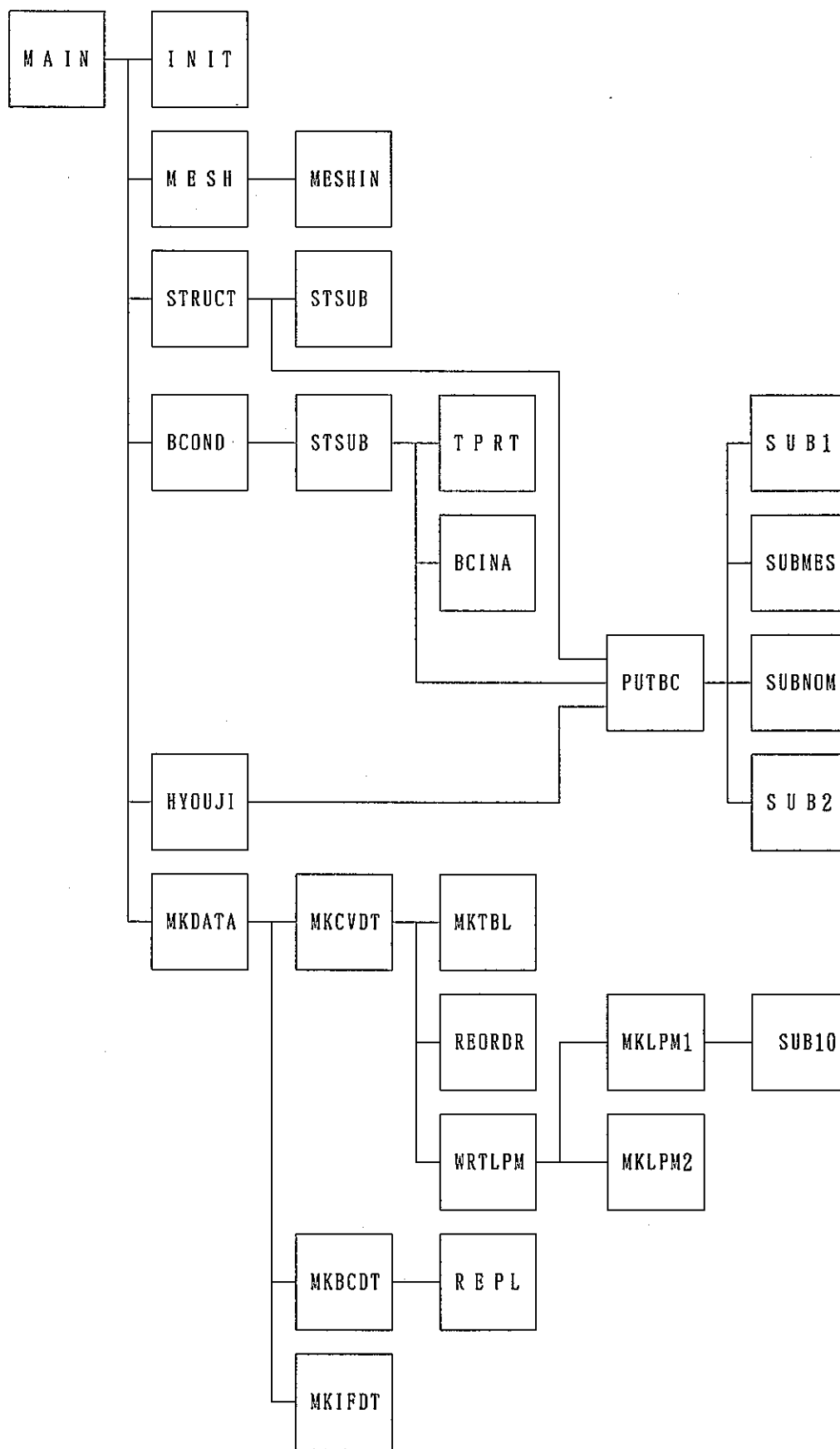


図 3.3-1 サブルーチン構成

表 3.3-1 サブルーチン一覧

サブルーチン名	機能
M A I N	メインルーチン (ファイル入力及びメニュー)
I N I T	変数初期化
M E S H	メッシュ入力メニュー
M E S H I N	メッシュ入力
S T R U C T	構造物入力
S T S U B	構造物入力表の一行表示
B C O N D	境界条件入力メニュー
B C I N	境界条件入力
T P R T	境界条件の種類表示
B C I N A	境界条件入力表の表示
H Y O U J I	断面表示メニュー
P U T B C	断面表示
S U B 1	断面表示範囲の計算
S U B M E S	メッシュ格子, 構造物の表示
S U B N U M	メッシュ番号の表示
S U B 2	境界条件の表示
M K D A T A	ファイル出力
M K C V D T	構造データのファイル出力
M K T B L	実CVの隣接仮想CVの作成
R E O R D R	i, j, kのメッシュ番号順に仮想CV番号の並べ替え
W R T L P M	MKLPM1, MKLPM2のコントロール
M K L P M 1	実CVの隣接CV番号のチェックと出力
M K L P M 2	仮想CVの隣接CV番号のチェックと出力
S U B 1 0	指定隣接CV番号の入れ替え
M K B C D T	環境条件データのファイル出力
R E P L	境界条件データ変換
M K I F D T	インターフェースデータのファイル出力

### 3.4 操作方法

本プリプロセッサは基本的にメニュー方式であり、メニューに従って操作すれば、SOLFAS入力ファイルが作成出来るようになっているので、以下に簡単に操作方法を示す。表示画面のフローチャートを図3.4-1に示す。

#### 3.4.1 起 動

MS-DOSモードでカレントドライブにプリプロセッサの入ったフロッピーディスクをセットし、「SOLFIN」と入力する。

#### 3.4.2 入力ファイル指定

入力ファイル名を半角8文字以内（カレントドライブ以外のファイルに対しては、ドライブ名「B:」等を含め10文字以内）で入力する。拡張子は「.DAT」が自動的に付加される。入力したファイル名のファイルが存在する時は、この作成済ファイルが読み込まれ、これをベースデータとして修正することができる。存在しない時は、新規のファイルが作られるが、この場合はデフォルトデータをベースに修正していくことになる。既存ファイルを使用する場合、修正後のデータが上書きされるので、元のデータも残して置きたい時には、あらかじめ、COPYコマンドによりバックアップをとる必要がある。

#### 3.4.3 初期メニュー選択

入力ファイルを指定して、ファイル入力が終了すると、初期メニューが表示されるので、1～5の番号で、処理項目を選択する。各処理が終了すると原則として初期メニューに戻って来るので、次の処理項目に移ることができる。

#### 3.4.4 メッシュ入力

初期メニューで1を選択すると、メッシュ入力モードとなる。まず、メッシュ入力メニュー画面が表示され、入力したい方向が指定できる。全方向を続けて入力する時は、0を選択する。

方向を指定すると、メッシュ数が問われるので、99以下の値を入力する。次にメッシュ間隔とメッシュ座標の表が表示されるので、上から順番にメッシュ間隔を入力していく（メッシュ間隔はm単位）。座標は、第一メッシュからの積算長さが自動的に計算、表示されるので、データのチェック便利である。メッシュ数の入力において、



0またはリターンキーのみを入力すると、ベースデータが表示されるので、これを修正することができる。修正の必要がないデータは、リターンキーを押すことにより次にスキップされる。

メッシュ数分のメッシュ間隔入力終了すると、確認メッセージが表示されるので、終了する場合にはY、再入力する場合にはNをキーインする。

### 3.4.5 構造物入力

初期メニューで2を選択すると、構造物入力モードとなるので、まず、構造物の数を50以下で入力する。0またはリターンキーのみを入力するベースデータが表示されるので、これを修正することができる。構造物は直方体で表わされるので、X方向、Y方向、Z方向それぞれの開始メッシュ番号、終了メッシュ番号の形で入力することになる。

構造物の境界条件は6つの面単位で与えるので、1つの直方体のある面に対し、複数の異なる境界条件を設定したい場合は、分割して複数の構造物として定義する必要がある。

構造物入力においては、修正、追加、削除は構造物単位すなわち行単位で行われる。修正の場合はカーソルを修正したい行に移動してCを入力した後、6個のメッシュ番号を順番に入力する。追加の場合は、挿入したい行にカーソルを移動しIを入力すると、一行が挿入されるので、次にCを入力して修正をする。なお、最終行の後に追加したい場合は、一旦、Eにより初期メニュー画面に戻った後、再び構造物入力で、構造物数を1増加した値を入力する。削除の場合は、削除したい行にカーソルを移動しDを入力する。

入力の途中で入力データをチェックしたい場合は、ESCキーにより、断面表示モードに移行することができる。断面表示モードの操作方法は(3.4-7)に記載する。断面表示を終了すると、構造物入力モードに戻って来る

構造物入力を終了する場合は、Eと入力すると初期画面に戻ることができる。

### 3.4.6 境界条件入力

初期メニューで3を選択すると、境界条件入力モードとなる。まず、境界条件入力メニュー画面が表示され、入力した物理量が9種類の内から指定できる。

物理量を指定すると、環境条件の一覧表が表示される。第1行(番号0)は、体系の外部境界、第2行以下は、構造物入力モードで指定した構造物を示している。6つの欄は、体系及び各構造物におけるX方向、Y方向、Z方向の両面を示している。

境界条件の入力は、体系及び各構造物の6つの面毎に行うので、カーソルを入力したい位置に移動した後、まず、物理量に対応して容易された2～4種類の境界条件タイプの中から番号を入力する。次に番号に対応して境界条件指定に必要な数値データが要求される(表3.4-1参照)ので、入力する。境界条件タイプはそれぞれ2～4色で見易く表示される。

入力の途中で入力データをチェックしたい場合は、ESCキーにより、断面表示モードに移行することができる。断面表示モードの操作方法は(3.4-7)に記載する。断面表示を終了すると、境界条件入力モードに戻ってくる。

境界条件入力を終了する場合は、Eと入力すると初期画面に戻ることができる。

#### 3.4.7 断面表示

初期メニューで4を選択すると、断面表示モードとなり、最初に断面表示メニューが表示されるので、表示する項目の指定(0の時は構造物のみ、1～9の時は構造物及び番号に対応した物理量境界条件)をする。

次に断面指定画面が表示されるので、表示したい断面の方向(XY, YZ, XZのいずれか)及びメッシュ番号を入力する。構造物入力モード及び境界条件入力モードの途中で、ESCキーにより断面表示に移行した場合は、断面表示メニューはスキップし、断面指定画面から開始する。

断面が指定されると、その断面のメッシュグリッド及び構造物、境界条件(指定された時のみ)を表示する。

メッシュグリッドは全て等間隔で表示されるので、入力したメッシュ間隔とは対応していないが、メッシュ数の確認は可能である。構造物は星印で、また境界条件は境界部の色(境界条件入力時と同じ色)で表示される。一画面内には横方向15メッシュ、縦方向10メッシュのみが表示されるが、矢印キーによりこれを越える領域も順次見ることができる。N及びBの入力により、同一方向の次のメッシュ番号及び前のメッシュ番号の断面表示に切り換えることが容易である。また、ESCキーにより別方向の

断面や、同一方向の任意の断面に切り換えることも可能である。

Eの入力により、断面表示を終了すると、初期メニューから呼び出した場合には初期メニュー画面へ、また、構造物入力から移行した場合には構造物入力画面へ、境界条件入力から移行した場合には境界条件画面へ戻る。

#### 3.4.8 出力ファイル作成

初期メニューで5を選択すると、出力ファイル作成モードとなり、出力ファイルが作成される。このモードでは操作は不要で、ファイル名も自動的に付与される。すなわち、入力ファイルに指定したファイル名に「. DAT」及び「OUT」が付加された2つの出力ファイルが作成される。「. DAT」ファイルは本プリプロセッサでベースデータファイルとして入力され使用されるものであり、既存のファイルを入力した場合、今回の処理により変更となったデータが上書きされる。「. OUT」ファイルはSOLFASコードの入力として用いられるファイルである。

出力ファイル作成が終了すると、プリプロセッサ処理を終了するかどうかが問われるので、終了する場合はY、再度実施する場合はNを入力する。Nを入力すると入力ファイル指定画面に戻るので、続けて別のファイルを処理することも可能である。

#### 3.4.9 終了

初期メニュー画面でEを入力するか、出力ファイル作成モードで作成後Yと入力すると本プリプロセッサは終了し、MS-DOSコマンドモードに戻る。

出力ファイル作成を一度も選択せずに初期メニュー画面から終了すると、ファイルは更新されず、画面上で作成したデータは全て消滅するので、注意が必要である。

#### 3.4.10 SOLFASコードへの転送

出力ファイルの内「. OUT」ファイルをフロッピーディスク経由でホスト計算機に転送する。転送方法はホスト計算機側のマニュアル等に記載の通りである。

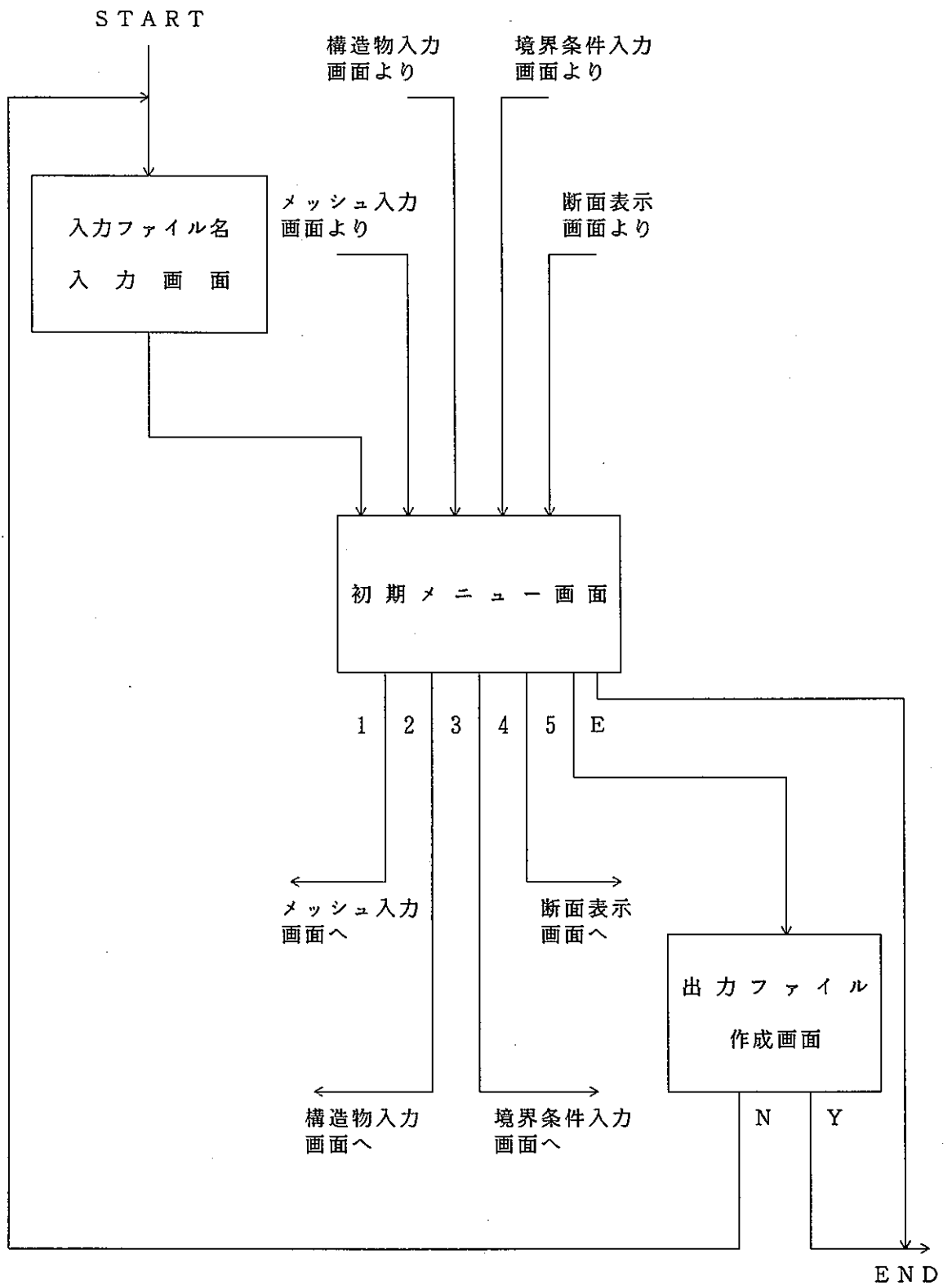


図 3.4 - 1 画面フローチャート(1)

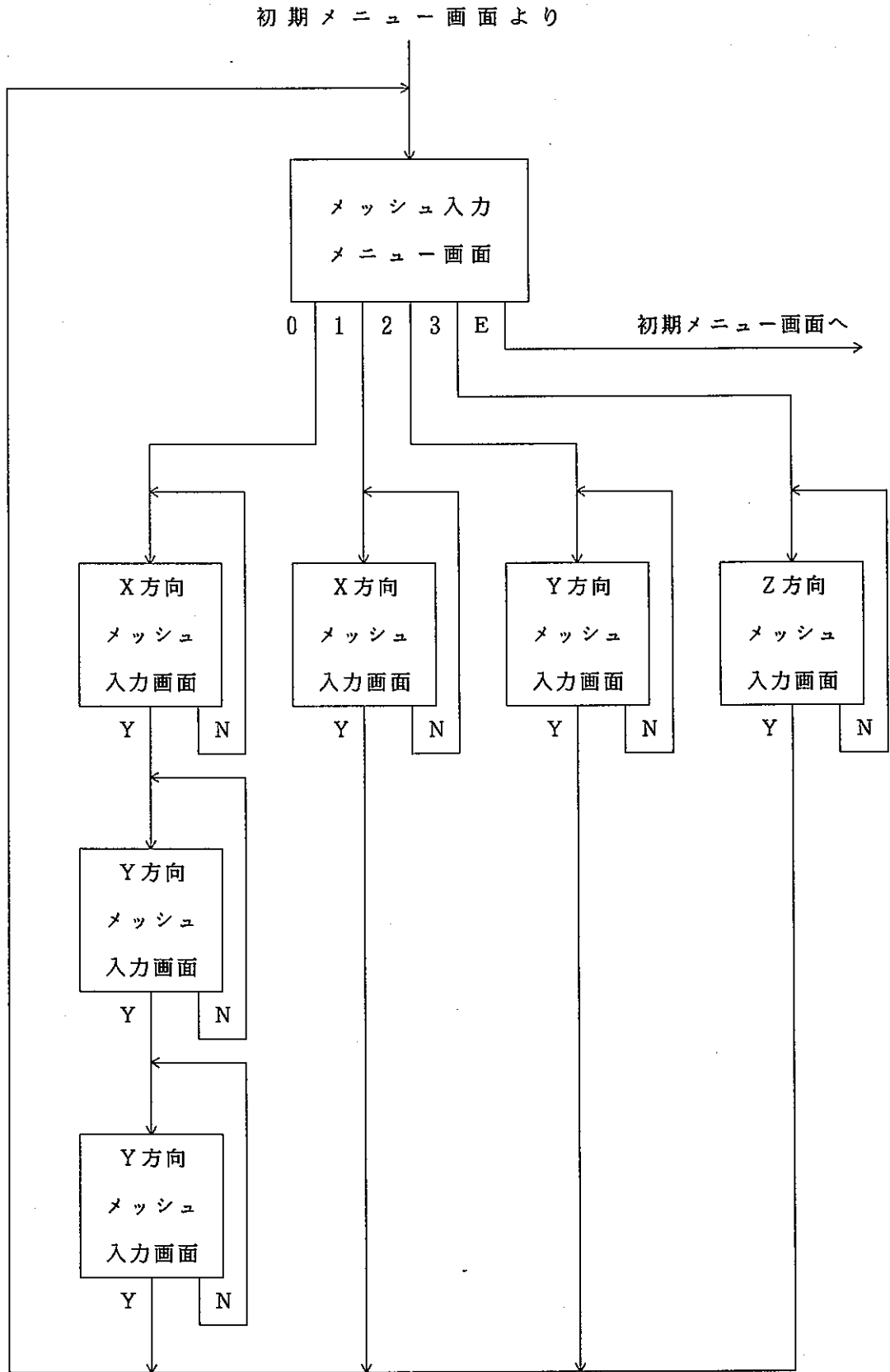


図 3. 4. - 1 画面フローチャート(2)

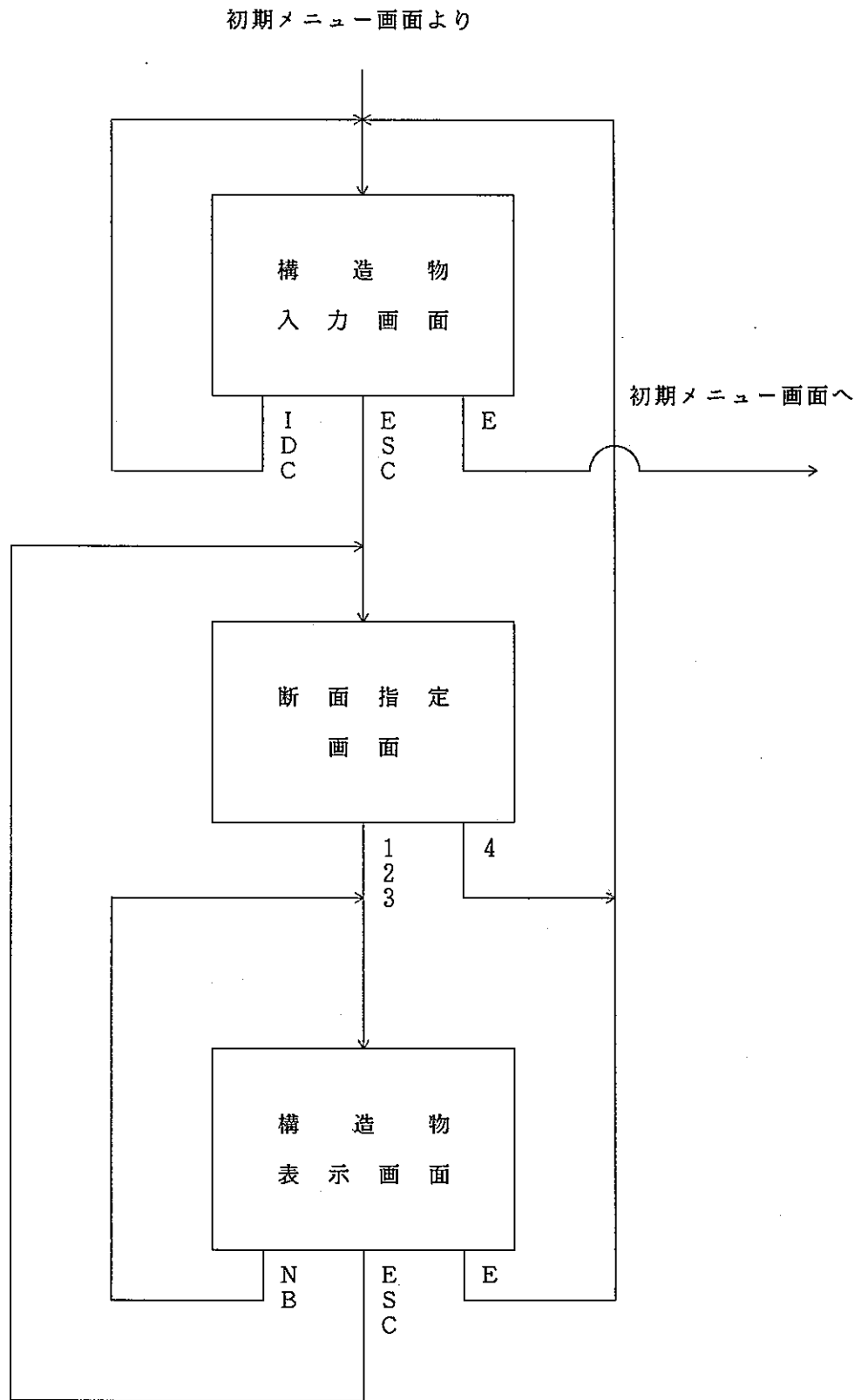


図3.4-1 画面フローチャート(3)

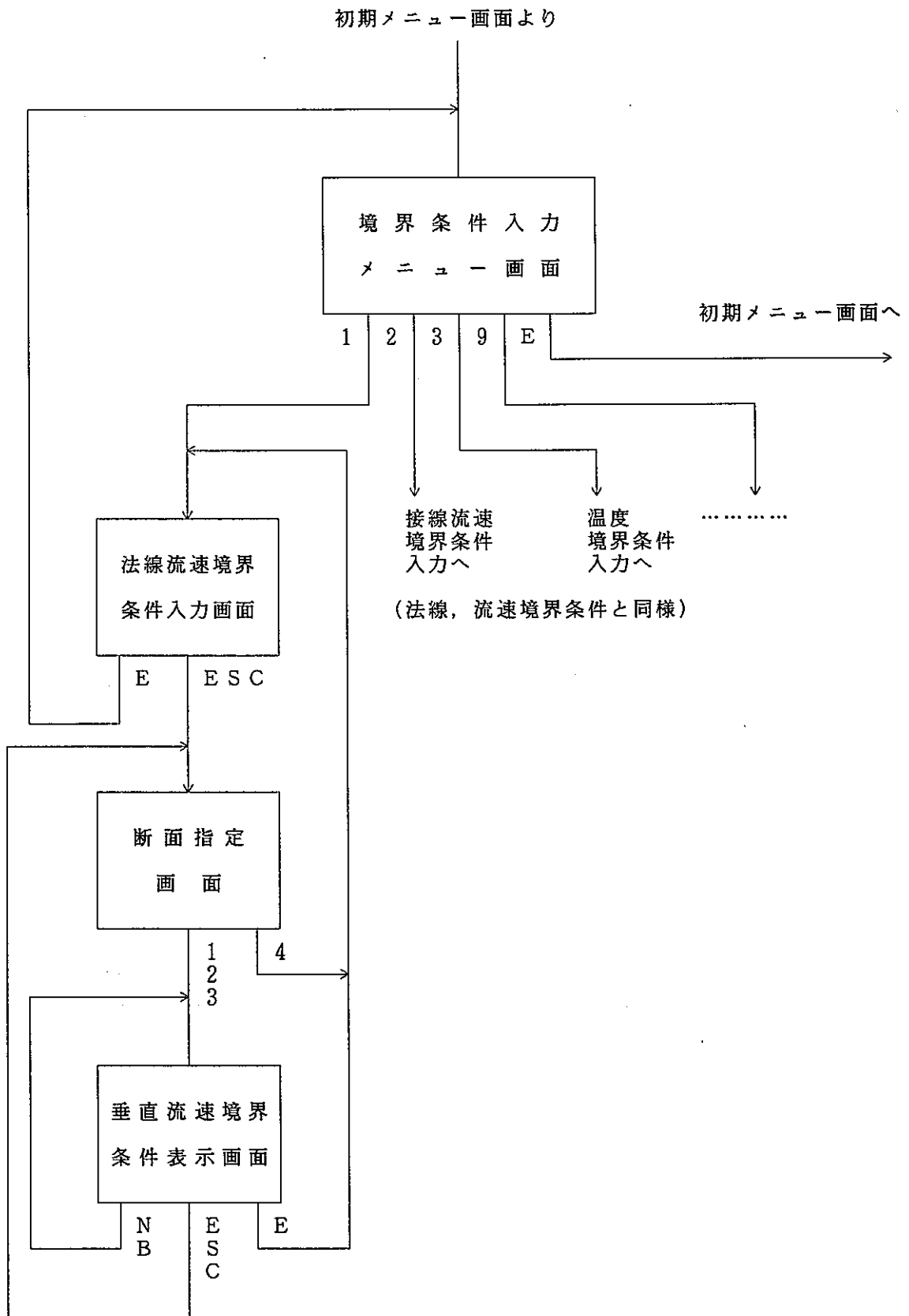


図 3.4. - 1 画面フローチャート(4)

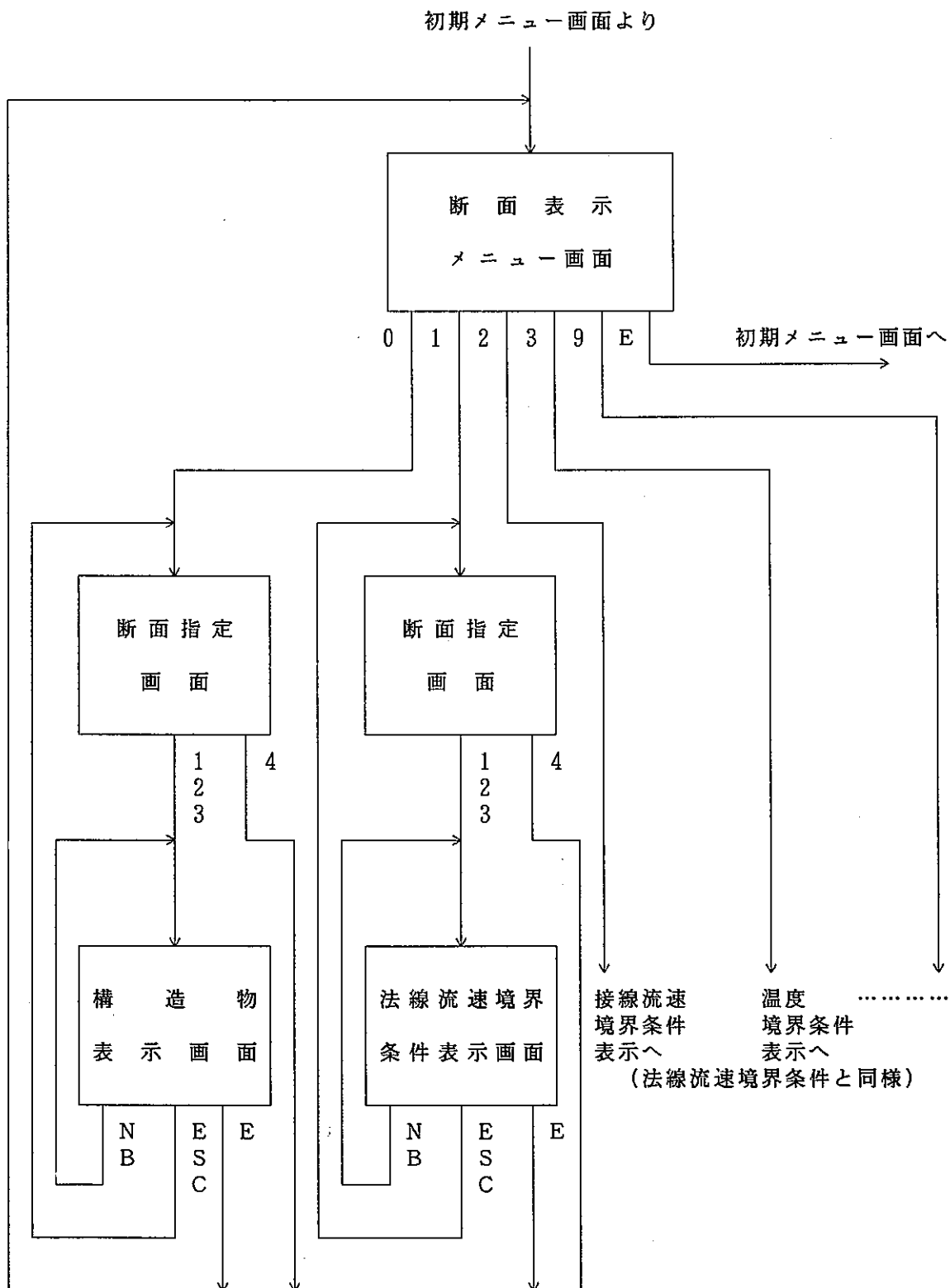


図3.4-1 画面フローチャート(5)



表 3.4 - 1 境界条件入力項目(1)

番号	物 理 量	境界条件 タイプ	入 力 項 目 1		入 力 項 目 2	
			名 称	単 位	名 称	単 位
1	法 線 流 速	法線流速	境界密度	kg/m <sup>3</sup>	法線流速	m/sec
		境界圧力	境界密度	kg/m <sup>3</sup>	境界圧力	Pascal
		連続流出	境界密度	kg/m <sup>3</sup>	—	—
2	接 線 流 速 (YZ面の時)	接線流速	J方向流速	m/s	K方向流速	m/s
		摩擦応力	J摩擦応力	Pascal	摩擦応力	Pascal
		壁関数	—	—	—	—
2	接 線 流 速 (XZ面の時)	接線流速	I方向流速	m/s	K方向流速	m/s
		摩擦応力	I摩擦応力	Pascal	K摩擦応力	Pascal
		壁関数	—	—	—	—
2	接 線 流 速 (XY面の時)	接線流速	I方向流速	m/s	J方向流速	m/s
		摩擦応力	I摩擦応力	Pascal	J摩擦応力	Pascal
		壁関数	—	—	—	—
3	温 度	境界温度	境界温度	K	—	—
		熱流束	境界温度	K	熱流束	W/m <sup>2</sup>
		壁関数	境界温度	K	—	—
		熱伝達係数	境界温度	K	熱伝達係数	W/m <sup>2</sup> K
4	乱 流 量	流 束	乱流 $\epsilon$ 値 <sup>1</sup>	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	乱流散逸	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
		壁関数	乱流 $\epsilon$ 値 <sup>1</sup>	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	乱流散逸	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>

表 3.4 - 1 境界条件入力項目(1)

番号	物理量	境界条件 タイプ	入力項目 1		入力項目 2	
			名称	単位	名称	単位
5	空気濃度	境界濃度	境界濃度	-	—	-
		物質流速	境界濃度	-	物質流速	kg/m <sup>2</sup> s
		壁関数	境界濃度	-	—	-
		物質伝達係数	境界濃度	-	物質流速	m/s
6	窒素濃度	境界濃度	境界濃度	-	—	-
		物質流速	境界濃度	-	物質流速	kg/m <sup>2</sup> s
		壁関数	境界濃度	-	—	-
		物質伝達係数	境界濃度	-	物質流速	m/s
7	酸素濃度	境界濃度	境界濃度	-	—	-
		物質流速	境界濃度	-	物質流速	kg/m <sup>2</sup> s
		壁関数	境界濃度	-	—	-
		物質伝達係数	境界濃度	-	物質流速	m/s
8	水素濃度	境界濃度	境界濃度	-	—	-
		物質流速	境界濃度	-	物質流速	kg/m <sup>2</sup> s
		壁関数	境界濃度	-	—	-
		物質伝達係数	境界濃度	-	物質流速	m/s
9	水蒸気濃度	境界濃度	境界濃度	-	—	-
		物質流速	境界濃度	-	物質流速	kg/m <sup>2</sup> s
		壁関数	境界濃度	-	—	-
		物質伝達係数	境界濃度	-	物質流速	m/s

## 第 4 章 例題計算

## 第4章 例題計算

### 4.1 例題計算(1) — 2次元解析の再現 —

#### 4.1.1 解析条件およびモデル図

3次元に拡張されたSOLFASコードで、2次元も解析可能である事を示すのは、汎用の意味から言って、必要な事である。ここでは、同じ問題を従来のSOLFAS 2次元版と、今回の3次元版とで解析し、同じ結果になることを示す。

解析対象は、図4.1-1に示す様に、水素の拡散、自然対流の問題である。本ケースは、解析コードの妥当性を示すものであり、現実の物理現象とは、かならずしも一般しない。

すなわち、図4.1-1において、左右の垂直壁は水素濃度がそれぞれ10%、0.1%である仮想的な固体壁で、水素はその壁から濃度勾配（初期のガス中の水素濃度は0.1%）で拡散してくるというモデルである。メッシュの数は図4.1-1に示すように垂直方向に5メッシュ、水平方向に6メッシュ不等間隔に切った。

#### 4.1.2 解析ケース

3次元版の2次元解析能力を試験するため、X、Y、Zの3方向から任意の2方向2次元で解析を実施した。従って解析ケースとしては、以下の4ケースになる。

		重力方向
(A)	2次元SOLFASコードにより解析 (X-Y)	-Y
(B)-1	3次元SOLFASコードによる解析 (X-Y)	-Y
(B)-2	3次元SOLFASコードによる解析 (Y-Z)	-Z
(B)-3	3次元SOLFASコードによる解析 (X-Z)	-Z

#### 4.1.3 解析結果

解析は、時間きざみ巾 2.0秒で2サイクル実施した。

計算終了時点（4秒後）における、流速、密度、圧力、水素質量濃度の分布を、表4.1-1、表4.1-3、表4.1-5、表4.1-7にそれぞれ2次元バージョン、3次元バージョン (X-Y)、(Y-Z)、(X-Z)の4ケースについて示した。又、主要な変量（運動量、質量、水素質量）の計算終了時のバランスを上記順に、表4.1

－ 2，表 4.1－ 4，表 4.1－ 6，表 4.1－ 8 にそれぞれ示した。

各表からわかるように，4 ケースの解析結果はよく一致しており，今回開発した 3 次元バージョンは，2 次元の解析も可能であること，さらに，解析結果は座標軸の選  
び方によらないことを確認出来た。

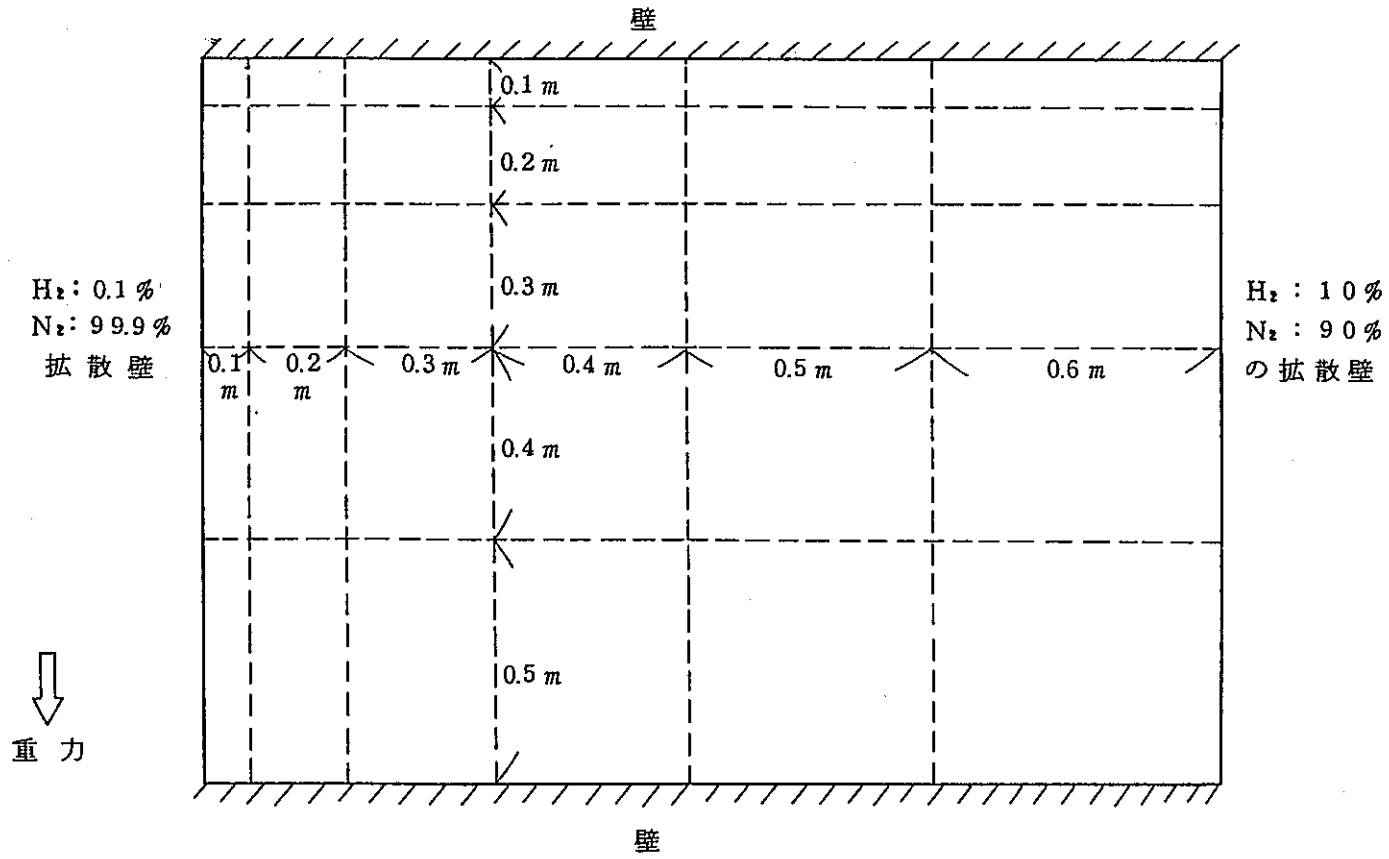


図 4.1 - 1 例題計算(1) — 2次元解析の再現 — の解析モデル

表 4.1-1 SOLFAS 2次元バージョンの結果 (主要な変数)

```

+-----+
+ NUMBER OF CYCLE =      2 +
+-----+

```

TIME= 4.0000E+00      DT= 2.0000E+00      ITER= 10      NSEC= 0

\*\*\*\*\* TABLE OF VELU (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 0	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6
J = 5	7.131E-04	-9.438E-02	-1.989E-01	-2.891E-01	-3.572E-01	-3.533E-01	-4.761E-03
J = 4	4.539E-04	-3.777E-02	-1.100E-01	-1.934E-01	-2.668E-01	-2.769E-01	-4.898E-03
J = 3	2.426E-04	-1.415E-03	-1.593E-02	-4.868E-02	-1.037E-01	-1.597E-01	-5.132E-03
J = 2	1.122E-04	1.469E-02	3.660E-02	5.964E-02	8.010E-02	2.694E-02	-5.606E-03
J = 1	3.465E-05	2.196E-02	5.968E-02	1.075E-01	1.609E-01	2.359E-01	-6.841E-03

\*\*\*\*\* TABLE OF VELV (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6
J = 5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 4	-9.459E-02	-5.181E-02	-2.963E-02	-1.660E-02	1.194E-03	5.826E-02
J = 3	-1.699E-01	-1.230E-01	-8.421E-02	-5.236E-02	-2.052E-03	1.492E-01
J = 2	-1.731E-01	-1.432E-01	-1.154E-01	-9.211E-02	-3.437E-02	2.267E-01
J = 1	-1.125E-01	-9.711E-02	-8.251E-02	-6.953E-02	-7.502E-02	2.040E-01
J = 0	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF DENS (KG/M\*\*3) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6
J = 5	1.257E+00	1.252E+00	1.246E+00	1.238E+00	1.227E+00	1.212E+00
J = 4	1.260E+00	1.257E+00	1.251E+00	1.243E+00	1.232E+00	1.213E+00
J = 3	1.262E+00	1.261E+00	1.259E+00	1.253E+00	1.240E+00	1.216E+00
J = 2	1.264E+00	1.264E+00	1.263E+00	1.261E+00	1.260E+00	1.221E+00
J = 1	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.264E+00	1.231E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF PRES (PASCAL) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6
J = 5	-4.242E-02	-5.513E-02	-6.150E-02	-5.064E-02	2.534E-03	1.424E-01
J = 4	-4.473E-02	-5.324E-02	-6.353E-02	-6.375E-02	-3.014E-02	8.243E-02
J = 3	-4.598E-02	-4.972E-02	-6.041E-02	-7.461E-02	-7.786E-02	-4.137E-03
J = 2	-1.827E-02	-2.072E-02	-3.118E-02	-5.424E-02	-8.774E-02	-7.340E-02
J = 1	4.786E-02	4.577E-02	3.603E-02	1.264E-02	-2.827E-02	-8.406E-02

\*\*\*\*\* TABLE OF CONC(1) (-) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6
J = 5	1.535E-03	1.813E-03	2.184E-03	2.700E-03	3.409E-03	4.457E-03
J = 4	1.340E-03	1.542E-03	1.871E-03	2.383E-03	3.137E-03	4.338E-03
J = 3	1.182E-03	1.264E-03	1.415E-03	1.780E-03	2.581E-03	4.149E-03
J = 2	1.084E-03	1.110E-03	1.151E-03	1.249E-03	1.301E-03	3.812E-03
J = 1	1.026E-03	1.030E-03	1.037E-03	1.052E-03	1.073E-03	3.146E-03

表 4.1 - 2 SOLFAS 2 次元バージョンの結果 (変数バランスチェック)

```

***** <<1>> X-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
XMERR1=-2.089914E-02 TOTXM=-1.021990E-02 TOTXMP=-1.979069E-02 TBFXM= 3.046993E-02
XBFXM1= 1.468438E-03 XBFXM2=-3.440119E-02 YBFXM1=-3.436174E-05 YBFXM2= 3.463796E-04 XPBFXM= 6.309067E-02 SXM= 0.000000E+00

XMERR2=-2.714406E-02 TOTXM=-1.021990E-02 TOTXMI= 0.000000E+00 STBFXM= 1.692415E-02
SXBXMI= 1.584385E-03 SXBXMI2=-4.444787E-02 SYBXMI=-5.049987E-05 SYBXMI2= 5.147922E-04 SXPBXMI= 5.932334E-02 SSXM= 0.000000E+00
***** <<2>> Y-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
YMERR1= 2.106727E-02 TOTYM=-3.252169E-03 TOTYMP=-1.281895E-03 TBFYM=-2.303755E-02
XBFYM1= 1.117793E-04 XBFYM2=-2.410517E-05 YBFYM1= 1.257224E-02 YBFYM2=-2.468107E-03 YPBFYM=-1.350335E-01 SYM= 1.018042E-01
YMERR2= 3.097160E-02 TOTYM=-3.252169E-03 TOTYMO= 0.000000E+00 STBFYM=-3.422377E-02
SXBYMI= 1.436963E-04 SXBYMI2=-3.760283E-05 SYBYMI= 1.667037E-02 SYBYMI2=-3.262790E-03 SYPBYMI=-1.808406E-01 SSYM= 1.331031E-01

***** TOTAL MASS BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
MERR1=-3.820842E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMP= 3.907288E+00 TRVELB= 2.029160E-02 APRES= 1.040006E+05
RUXB1= 6.731384E-04 RUXBN1= 1.961846E-02 RYVB1= 0.000000E+00 RYVBNJ= 0.000000E+00 TCSH= 0.000000E+00
MERR2=-2.768286E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMI= 3.882422E+00 STRVLB= 4.515775E-02 APRESP= 1.028050E+05
SRUXB1= 6.876739E-04 SRUXBN= 4.447007E-02 SRVYB1= 0.000000E+00 SRVYBN= 0.000000E+00 STCSH= 0.000000E+00

***** ENTHALPY BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (JOULE) *****
HERR1=-1.516554E-05 TOTE= 1.558686E+07 TOTEI= 1.550633E+07 TBCON= 8.052856E+04 TBDIF= 0.000000E+00
XBBCN1= 2.671394E+03 XBBCN2= 7.785717E+04 YBCN1= 0.000000E+00 YBCN2= 0.000000E+00 XBDIF1= 0.000000E+00 XBDIF2= 0.000000E+00
YBDIF1= 0.000000E+00 YBDIF2= 0.000000E+00 SE= 0.000000E+00
HERR2=-1.098258E-05 TOTE= 1.558686E+07 TOTEI= 1.540765E+07 STBCON= 1.792115E+05 STBDIF= 0.000000E+00
SXBCN1= 2.729080E+03 SXBCN2= 1.764824E+05 SYBCN1= 0.000000E+00 SYBCN2= 0.000000E+00 SXBDF1= 0.000000E+00 SXBDF2= 0.000000E+00
SYBDF1= 0.000000E+00 SYBDF2= 0.000000E+00 SSE= 0.000000E+00

***** CONCENTRATION(1) BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
CERR1=-1.274805E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCP= 6.440851E-03 TCBCON= 1.962519E-03 TCBDIF= 7.196536E-05
CXBCN1= 6.731384E-07 CXBCNN= 1.961846E-03 CYBCN1= 0.000000E+00 CYBCNN= 0.000000E+00 CXBDF1=-6.721986E-07 CXBDFN= 7.263755E-05
CYBDF1= 0.000000E+00 CYBDFN= 0.000000E+00 CSH= 0.000000E+00
CERR2=-1.472693E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCI= 3.882422E-03 STCBCN= 4.447695E-03 STCBDF= 1.452182E-04
SCXBC1= 6.876739E-07 SCXBCN= 4.447007E-03 SCYBC1= 0.000000E+00 SCYBCN= 0.000000E+00 SCXB01=-6.896763E-07 SCXB0N= 1.459079E-04
SCYBD1= 0.000000E+00 SCYBDN= 0.000000E+00 SCSH= 0.000000E+00

```



表 4.1-3 3次元SOLFASコード結果 (X-Y座標)

```

+-----+
+ NUMBER OF CYCLE = 2 +
+-----+

```

TIME= 4.0000E+00 DT= 2.0000E+00 ITER= 10 NSEC= 17

\*\*\*\*\* TABLE OF VELU (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	7.131E-04	-9.438E-02	-1.989E-01	-2.891E-01	-3.572E-01	-3.533E-01	-4.761E-03	0.000E+00
J = 5	4.539E-04	-3.777E-02	-1.100E-01	-1.934E-01	-2.668E-01	-2.769E-01	-4.898E-03	0.000E+00
J = 4	2.426E-04	-1.415E-03	-1.593E-02	-4.868E-02	-1.037E-01	-1.597E-01	-5.132E-03	0.000E+00
J = 3	1.122E-04	1.469E-02	3.660E-02	5.964E-02	8.010E-02	2.694E-02	-5.606E-03	0.000E+00
J = 2	3.465E-05	2.196E-02	5.968E-02	1.075E-01	1.609E-01	2.359E-01	-6.841E-03	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF VELV (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 5	0.000E+00	-9.459E-02	-5.181E-02	-2.963E-02	-1.660E-02	1.194E-03	5.826E-02	0.000E+00
J = 4	0.000E+00	-1.699E-01	-1.230E-01	-8.421E-02	-5.236E-02	-2.052E-03	1.492E-01	0.000E+00
J = 3	0.000E+00	-1.731E-01	-1.432E-01	-1.154E-01	-9.211E-02	-3.437E-02	2.267E-01	0.000E+00
J = 2	0.000E+00	-1.125E-01	-9.711E-02	-8.251E-02	-6.953E-02	-7.502E-02	2.040E-01	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF VELW (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 4	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 2	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF DENS (KG/M\*\*3) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	1.233E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.233E+00
J = 6	1.133E+00	1.257E+00	1.252E+00	1.246E+00	1.238E+00	1.227E+00	1.212E+00	1.133E+00
J = 5	1.133E+00	1.260E+00	1.257E+00	1.251E+00	1.243E+00	1.232E+00	1.213E+00	1.133E+00
J = 4	1.133E+00	1.262E+00	1.261E+00	1.259E+00	1.253E+00	1.240E+00	1.216E+00	1.133E+00
J = 3	1.133E+00	1.264E+00	1.264E+00	1.263E+00	1.261E+00	1.260E+00	1.221E+00	1.133E+00
J = 2	1.133E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.264E+00	1.231E+00	1.133E+00
J = 1	1.233E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.233E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF PRES (PASCAL) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	-4.243E-02	-5.513E-02	-6.146E-02	-5.051E-02	2.746E-03	1.424E-01	0.000E+00
J = 6	-4.243E-02	-4.242E-02	-5.513E-02	-6.150E-02	-5.064E-02	2.534E-03	1.424E-01	1.424E-01
J = 5	-4.475E-02	-4.473E-02	-5.324E-02	-6.353E-02	-6.375E-02	-3.014E-02	8.243E-02	8.234E-02
J = 4	-4.603E-02	-4.598E-02	-4.972E-02	-6.041E-02	-7.461E-02	-7.786E-02	4.137E-03	-4.166E-03
J = 3	-1.832E-02	-1.827E-02	-2.072E-02	-3.118E-02	-5.424E-02	-8.774E-02	-7.340E-02	-7.336E-02
J = 2	4.786E-02	4.786E-02	4.577E-02	3.603E-02	1.264E-02	-2.827E-02	-8.406E-02	-8.419E-02
J = 1	0.000E+00	4.786E-02	4.576E-02	3.600E-02	1.255E-02	-2.838E-02	-8.419E-02	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF CONC(1) (-) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03
J = 6	1.000E-03	1.535E-03	1.813E-03	2.184E-03	2.700E-03	3.409E-03	4.457E-03	1.000E-01
J = 5	1.000E-03	1.340E-03	1.542E-03	1.871E-03	2.383E-03	3.137E-03	4.338E-03	1.000E-01
J = 4	1.000E-03	1.182E-03	1.264E-03	1.415E-03	1.780E-03	2.581E-03	4.149E-03	1.000E-01
J = 3	1.000E-03	1.084E-03	1.110E-03	1.151E-03	1.249E-03	1.301E-03	3.812E-03	1.000E-01
J = 2	1.000E-03	1.026E-03	1.030E-03	1.037E-03	1.052E-03	1.073E-03	3.146E-03	1.000E-01
J = 1	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03

表 4.1-4 3次元SOLFASコード結果 (X-Y座標)

```

***** <<1>> X-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
XMERR1=-2.089914E-02 TOTXM=-1.021990E-02 TOTXMP=-1.979069E-02 TBFXM= 3.046993E-02
XBFXM1= 1.468438E-03 XBFXM2=-3.440119E-02 YBFXM1=-3.436174E-05 YBFXM2= 3.463796E-04 ZBFXM1= 0.000000E+00 ZBFXM2= 0.000000E+00
XPBFXM= 6.309067E-02 SXM= 0.000000E+00
XMERR2=-2.714406E-02 TOTXM=-1.021990E-02 TOTXMI= 0.000000E+00 STBFXM= 1.692415E-02
SXBXM1= 1.584385E-03 SXBXM2=-4.444787E-02 SYBXM1=-5.049987E-05 SYBXM2= 5.147922E-04 SZBXM1= 0.000000E+00 SZBXM2= 0.000000E+00
SXPBXM= 5.932334E-02 SSXM= 0.000000E+00
***** <<2>> Y-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
YMERR1= 2.106727E-02 TOTYM=-3.252169E-03 TOTYMP=-1.281895E-03 TBFYM=-2.303755E-02
YBFYM1= 1.117793E-04 YBFYM2=-2.410517E-05 YBFYM1= 1.257224E-02 YBFYM2=-2.468107E-03 ZBFYM1= 0.000000E+00 ZBFYM2= 0.000000E+00
YPBFYM=-1.350335E-01 SYM= 1.018042E-01
YMERR2= 3.097160E-02 TOTYM=-3.252169E-03 TOTYMO= 0.000000E+00 STBFYM=-3.422377E-02
SXBYM1= 1.436963E-04 SXBYM2=-3.760283E-05 SYBYM1= 1.667037E-02 SYBYM2=-3.262790E-03 SZBYM1= 0.000000E+00 SZBYM2= 0.000000E+00
SYPBYM=-1.808406E-01 SSYM= 1.331031E-01
***** <<3>> Z-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
ZMERR1= 0.000000E+00 TOTZM= 0.000000E+00 TOTZMP= 0.000000E+00 TBFZM= 0.000000E+00
XBFZM1= 0.000000E+00 XBFZM2= 0.000000E+00 YBFZM1= 0.000000E+00 YBFZM2= 0.000000E+00 ZBFZM1= 0.000000E+00 ZBFZM2= 0.000000E+00
ZPBFZM= 0.000000E+00 SZM= 0.000000E+00
ZMERR2= 0.000000E+00 TOTZM= 0.000000E+00 TOTZMO= 0.000000E+00 STBFZM= 0.000000E+00
SXBZM1= 0.000000E+00 SXBZM2= 0.000000E+00 SYBZM1= 0.000000E+00 SYBZM2= 0.000000E+00 SZBZM1= 0.000000E+00 SZBZM2= 0.000000E+00
SYPBYM= 0.000000E+00 SSZM= 0.000000E+00

***** TOTAL MASS BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
MERR1=-3.821517E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMP= 3.907288E+00 TRVELB= 2.029160E-02 APRES= 1.040006E+05 TCSH= 0.000000E+00
RUXB1= 6.731384E-04 RUXBNI= 1.961846E-02 RYVB1= 0.000000E+00 RYVBNJ= 0.000000E+00 RWZB1= 0.000000E+00 RWZBNK= 0.000000E+00
MERR2=-2.768533E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMI= 3.882422E+00 STRVLB= 4.515775E-02 APRESP= 1.028050E+05 STCSH= 0.000000E+00
SRUXB1= 6.876739E-04 SRUXBN= 4.447007E-02 SRVYB1= 0.000000E+00 SRVYBN= 0.000000E+00 SRWZB1= 0.000000E+00 SRWZBN= 0.000000E+00

***** CONCENTRATION(1) BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
CERR1=-1.274805E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCP= 6.440851E-03 TCBCON= 1.962519E-03 TCBDIF= 7.196536E-05 CSH= 0.000000E+00
CXBCN1= 6.731384E-07 CXBCNN= 1.961846E-03 CYBCN1= 0.000000E+00 CYBCNN= 0.000000E+00 CZBCN1= 0.000000E+00 CZBCNN= 0.000000E+00
CXBDF1=-6.721986E-07 CXBDFN= 7.263755E-05 CYBDF1= 0.000000E+00 CYBDFN= 0.000000E+00 CZBDF1= 0.000000E+00 CZBDFN= 0.000000E+00
CERR2=-1.472693E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCI= 3.882422E-03 STCBN= 4.447695E-03 STCBDF= 1.452182E-04 CSH= 0.000000E+00
SCXBC1= 6.876739E-07 SCXBCN= 4.447007E-03 SCYBC1= 0.000000E+00 SCYBCN= 0.000000E+00 SCZBC1= 0.000000E+00 SCZBCN= 0.000000E+00
SCXBD1=-6.896763E-07 SCXBDN= 1.459079E-04 SCYBD1= 0.000000E+00 SCYBDN= 0.000000E+00 SCZBD1= 0.000000E+00 SCZBDN= 0.000000E+00

```

表 4.1 - 5 3次元SOLFASコード結果 (Y-Z座標) — 主要な変数 —

```

-----+-----
+ NUMBER OF CYCLE = 2 +
+-----+-----
    
```

TIME= 4.0000E+00 DT= 2.0000E+00 ITER= 10 NSEC= 18

\*\*\*\*\* TABLE OF VELU (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 4	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 2	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF VELV (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	7.131E-04	-9.438E-02	-1.989E-01	-2.891E-01	-3.572E-01	-3.533E-01	-4.761E-03	0.000E+00
J = 5	4.539E-04	-3.777E-02	-1.100E-01	-1.934E-01	-2.668E-01	-2.769E-01	-4.898E-03	0.000E+00
J = 4	2.426E-04	-1.415E-03	-1.593E-02	-4.868E-02	-1.037E-01	-1.597E-01	-5.132E-03	0.000E+00
J = 3	1.122E-04	1.469E-02	3.660E-02	5.964E-02	8.010E-02	2.694E-02	-5.606E-03	0.000E+00
J = 2	3.465E-05	2.196E-02	5.968E-02	1.075E-01	1.609E-01	2.359E-01	-6.841E-03	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF VELW (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 5	0.000E+00	-9.459E-02	-5.181E-02	-2.963E-02	-1.660E-02	1.194E-03	5.826E-02	0.000E+00
J = 4	0.000E+00	-1.699E-01	-1.230E-01	-8.421E-02	-5.236E-02	-2.052E-03	1.492E-01	0.000E+00
J = 3	0.000E+00	-1.731E-01	-1.432E-01	-1.154E-01	-9.211E-02	-3.437E-02	2.267E-01	0.000E+00
J = 2	0.000E+00	-1.125E-01	-9.711E-02	-8.251E-02	-6.953E-02	-7.502E-02	2.040E-01	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF DENS (KG/M\*\*3) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	1.233E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.233E+00
J = 6	1.133E+00	1.257E+00	1.252E+00	1.246E+00	1.238E+00	1.227E+00	1.212E+00	1.133E+00
J = 5	1.133E+00	1.260E+00	1.257E+00	1.251E+00	1.243E+00	1.232E+00	1.213E+00	1.133E+00
J = 4	1.133E+00	1.262E+00	1.261E+00	1.259E+00	1.253E+00	1.240E+00	1.216E+00	1.133E+00
J = 3	1.133E+00	1.264E+00	1.264E+00	1.263E+00	1.261E+00	1.260E+00	1.221E+00	1.133E+00
J = 2	1.133E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.264E+00	1.231E+00	1.133E+00
J = 1	1.233E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.233E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF PRES (PASCAL) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	-4.243E-02	-5.513E-02	-6.146E-02	-5.051E-02	2.746E-03	1.424E-01	0.000E+00
J = 6	-4.243E-02	-4.242E-02	-5.513E-02	-6.150E-02	-5.064E-02	2.534E-03	1.424E-01	1.424E-01
J = 5	-4.475E-02	-4.473E-02	-5.324E-02	-6.353E-02	-6.375E-02	-3.014E-02	8.243E-02	8.234E-02
J = 4	-4.603E-02	-4.598E-02	-4.972E-02	-6.041E-02	-7.461E-02	-7.786E-02	-4.137E-03	-4.166E-03
J = 3	-1.832E-02	-1.827E-02	-2.072E-02	-3.118E-02	-5.424E-02	-8.774E-02	-7.340E-02	-7.336E-02
J = 2	4.786E-02	4.786E-02	4.577E-02	3.603E-02	1.264E-02	-2.827E-02	-8.406E-02	-8.419E-02
J = 1	0.000E+00	4.786E-02	4.576E-02	3.600E-02	1.255E-02	-2.838E-02	-8.419E-02	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF CONC(1) (-) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03
J = 6	1.000E-03	1.535E-03	1.813E-03	2.184E-03	2.700E-03	3.409E-03	4.457E-03	1.000E-01
J = 5	1.000E-03	1.340E-03	1.542E-03	1.871E-03	2.383E-03	3.137E-03	4.338E-03	1.000E-01
J = 4	1.000E-03	1.182E-03	1.264E-03	1.415E-03	1.780E-03	2.581E-03	4.149E-03	1.000E-01
J = 3	1.000E-03	1.084E-03	1.110E-03	1.151E-03	1.249E-03	1.301E-03	3.812E-03	1.000E-01
J = 2	1.000E-03	1.026E-03	1.030E-03	1.037E-03	1.052E-03	1.073E-03	3.146E-03	1.000E-01
J = 1	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03

表 4.1 - 6 3次元SOLPASコード結果 (Y-Z座標) — 変量バランスチェック —

```

***** <<1>> X-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
XMERR1= 0.000000E+00 TOTXM= 0.000000E+00 TOTXMP= 0.000000E+00 TBFXM= 0.000000E+00
XBFXM1= 0.000000E+00 XBFXM2= 0.000000E+00 YBFXM1= 0.000000E+00 YBFXM2= 0.000000E+00 ZBFXM1= 0.000000E+00 ZBFXM2= 0.000000E+00
XPBFXM= 0.000000E+00 SXM= 0.000000E+00
XMERR2= 0.000000E+00 TOTXM= 0.000000E+00 TOTXMI= 0.000000E+00 STBFXM= 0.000000E+00
SXBXM1= 0.000000E+00 SXBXM2= 0.000000E+00 SYBXM1= 0.000000E+00 SYBXM2= 0.000000E+00 SZBXM1= 0.000000E+00 SZBXM2= 0.000000E+00
SXPBXM= 0.000000E+00 SSXM= 0.000000E+00
***** <<2>> Y-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
YMERR1=-2.089914E-02 TOTYM=-1.021990E-02 TOTYMP=-1.979069E-02 TBFYM= 3.046993E-02
XBFYM1= 0.000000E+00 XBFYM2= 0.000000E+00 YBFYM1= 1.468438E-03 YBFYM2=-3.440119E-02 ZBFYM1=-3.436174E-05 ZBFYM2= 3.463796E-04
YPBFYM= 6.309067E-02 SYM= 0.000000E+00
YMERR2=-2.714406E-02 TOTYM=-1.021990E-02 TOTYMO= 0.000000E+00 STBFYM= 1.692415E-02
SXBYM1= 0.000000E+00 SXBYM2= 0.000000E+00 SYBYM1= 1.584385E-03 SYBYM2=-4.444787E-02 SZBYM1=-5.049987E-05 SZBYM2= 5.147922E-04
SYPBYM= 5.932334E-02 SSYM= 0.000000E+00
***** <<3>> Z-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
ZMERR1= 2.106727E-02 TOTZM=-3.252169E-03 TOTZMP=-1.281895E-03 TBFZM=-2.303755E-02
XBFZM1= 0.000000E+00 XBFZM2= 0.000000E+00 YBFZM1= 1.117793E-04 YBFZM2=-2.410517E-05 ZBFZM1= 1.257224E-02 ZBFZM2=-2.468107E-03
ZPBFZM=-1.350335E-01 SZM= 1.018042E-01
ZMERR2= 3.097160E-02 TOTZM=-3.252169E-03 TOTZMO= 0.000000E+00 STBFZM=-3.422377E-02
SXBZM1= 0.000000E+00 SXBZM2= 0.000000E+00 SYBZM1= 1.436963E-04 SYBZM2=-3.760283E-05 SZBZM1= 1.667037E-02 SZBZM2=-3.262790E-03
SYPBYM= 0.000000E+00 SSZM= 1.331031E-01
***** TOTAL MASS BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
MERR1=-3.821517E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMP= 3.907288E+00 TRVELB= 2.029160E-02 APRES= 1.040006E+05 TCSH= 0.000000E+00
RUXB1= 0.000000E+00 RUXBN1= 0.000000E+00 RVYB1= 6.731384E-04 RVYBNJ= 1.961846E-02 RWZB1= 0.000000E+00 RWZBNK= 0.000000E+00
MERR2=-2.768533E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMI= 3.882422E+00 STRVLB= 4.515775E-02 APRESP= 1.028050E+05 STCSH= 0.000000E+00
SRUXB1= 0.000000E+00 SRUXBN= 0.000000E+00 SRVYB1= 6.876739E-04 SRVYBN= 4.447007E-02 SRWZB1= 0.000000E+00 SRWZBN= 0.000000E+00
***** CONCENTRATION(1) BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
CERR1=-1.274805E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCP= 6.440851E-03 TCBCON= 1.962519E-03 TCBDIF= 7.196536E-05 CSH= 0.000000E+00
CXBCN1= 0.000000E+00 CXBCNN= 0.000000E+00 CYBCN1= 6.731384E-07 CYBCNN= 1.961846E-03 CZBCN1= 0.000000E+00 CZBCNN= 0.000000E+00
CXBDF1= 0.000000E+00 CXBDFN= 0.000000E+00 CYBDF1=-6.721986E-07 CYBDFN= 7.263755E-05 CZBDF1= 0.000000E+00 CZBDFN= 0.000000E+00
CERR2=-1.472693E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCI= 3.882422E-03 STCBCN= 4.447695E-03 STCBDF= 1.452182E-04 SCSH= 0.000000E+00
SCXBC1= 0.000000E+00 SCXBCN= 0.000000E+00 SCYBC1= 6.876739E-07 SCYBCN= 4.447007E-03 SCZBC1= 0.000000E+00 SCZBCN= 0.000000E+00
SCXBD1= 0.000000E+00 SCXBDN= 0.000000E+00 SCYBD1=-6.896763E-07 SCYBDN= 1.459079E-04 SCZBD1=-6.896763E-07 SCZBDN= 1.459079E-04

```

表 4.1 - 7 3次元SOLPASコード結果 (X-Z座標) — 主要な変数 —

```

-----
+
+ NUMBER OF CYCLE =      2  +
+
-----

```

TIME= 4.0000E+00 DT= 2.0000E+00 ITER= 10 NSEC= 18

\*\*\*\*\* TABLE OF VELU (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	7.131E-04	-9.438E-02	-1.989E-01	-2.891E-01	-3.572E-01	-3.533E-01	-4.761E-03	0.000E+00
J = 5	4.539E-04	-3.777E-02	-1.100E-01	-1.934E-01	-2.668E-01	-2.769E-01	-4.898E-03	0.000E+00
J = 4	2.426E-04	-1.415E-03	-1.593E-02	-4.868E-02	-1.037E-01	-1.597E-01	-5.132E-03	0.000E+00
J = 3	1.122E-04	1.469E-02	3.660E-02	5.964E-02	8.010E-02	2.694E-02	-5.606E-03	0.000E+00
J = 2	3.465E-05	2.196E-02	5.968E-02	1.075E-01	1.609E-01	2.359E-01	-6.841E-03	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF VELV (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 4	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 2	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF VELW (PRINT) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
J = 5	0.000E+00	-9.459E-02	-5.781E-02	-2.963E-02	-1.660E-02	1.194E-03	5.826E-02	0.000E+00
J = 4	0.000E+00	-1.699E-01	-1.230E-01	-8.421E-02	-5.236E-02	-2.052E-03	1.492E-01	0.000E+00
J = 3	0.000E+00	-1.731E-01	-1.432E-01	-1.154E-01	-9.211E-02	-3.437E-02	2.267E-01	0.000E+00
J = 2	0.000E+00	-1.125E-01	-9.711E-02	-8.251E-02	-6.953E-02	-7.502E-02	2.040E-01	0.000E+00
J = 1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF DENS (KG/M\*\*3) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	1.233E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.233E+00
J = 6	1.133E+00	1.257E+00	1.252E+00	1.246E+00	1.238E+00	1.227E+00	1.212E+00	1.133E+00
J = 5	1.133E+00	1.260E+00	1.257E+00	1.251E+00	1.243E+00	1.232E+00	1.213E+00	1.133E+00
J = 4	1.133E+00	1.262E+00	1.261E+00	1.259E+00	1.253E+00	1.240E+00	1.216E+00	1.133E+00
J = 3	1.133E+00	1.264E+00	1.264E+00	1.263E+00	1.261E+00	1.260E+00	1.221E+00	1.133E+00
J = 2	1.133E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.265E+00	1.264E+00	1.231E+00	1.133E+00
J = 1	1.233E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.133E+00	1.233E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF PRES (PASCAL) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	0.000E+00	-4.243E-02	-5.513E-02	-6.146E-02	-5.051E-02	2.746E-03	1.424E-01	0.000E+00
J = 6	-4.243E-02	-4.242E-02	-5.513E-02	-6.150E-02	-5.064E-02	2.534E-03	1.424E-01	1.424E-01
J = 5	-4.475E-02	-4.473E-02	-5.324E-02	-6.353E-02	-6.375E-02	-3.014E-02	8.243E-02	8.234E-02
J = 4	-4.603E-02	-4.598E-02	-4.972E-02	-6.041E-02	-7.461E-02	-7.786E-02	-4.137E-03	-4.166E-03
J = 3	-1.832E-02	-1.827E-02	-2.072E-02	-3.118E-02	-5.424E-02	-8.774E-02	-7.340E-02	-7.336E-02
J = 2	4.786E-02	4.786E-02	4.577E-02	3.603E-02	1.264E-02	-2.827E-02	-8.406E-02	-8.419E-02
J = 1	0.000E+00	4.786E-02	4.576E-02	3.600E-02	1.255E-02	-2.838E-02	-8.419E-02	0.000E+00

\*\*\*\*\* TABLE OF CONC(1) (-) ITER=10 ICYCLE= 2 TIME= 4.00E+00 \*\*\*\*\*

J	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4	I = 5	I = 6	I = 7	I = 8
J = 7	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03
J = 6	1.000E-03	1.535E-03	1.813E-03	2.184E-03	2.700E-03	3.409E-03	4.457E-03	1.000E-01
J = 5	1.000E-03	1.340E-03	1.542E-03	1.871E-03	2.383E-03	3.137E-03	4.338E-03	1.000E-01
J = 4	1.000E-03	1.182E-03	1.264E-03	1.415E-03	1.780E-03	2.581E-03	4.149E-03	1.000E-01
J = 3	1.000E-03	1.084E-03	1.110E-03	1.151E-03	1.249E-03	1.301E-03	3.812E-03	1.000E-01
J = 2	1.000E-03	1.026E-03	1.030E-03	1.037E-03	1.052E-03	1.073E-03	3.146E-03	1.000E-01
J = 1	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03	1.000E-03

表 4.1 - 8 3次元SOLFASコード結果 (X-Z座標) — 変量バランスチェック —

```

***** <<1>> X-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
XMERR1=-2.089914E-02 TOTXM=-1.021990E-02 TOTXMP=-1.979069E-02 TBFXM= 3.046993E-02
XBFXM1= 1.468438E-03 XBFXM2=-3.440119E-02 YBFXM1= 0.000000E+00 YBFXM2= 0.000000E+00 ZBFXM1=-3.436174E-05 ZBFXM2= 3.463796E-04
XPBFXM= 6.309067E-02 SXM= 0.000000E+00
XMERR2=-2.714406E-02 TOTXM=-1.021990E-02 TOTXMI= 0.000000E+00 STBFXM= 1.692415E-02
SXBXM1= 1.584385E-03 SXBXM2=-4.444787E-02 SYBXM1= 0.000000E+00 SYBXM2= 0.000000E+00 SZBXM1=-5.049987E-05 SZBXM2= 5.147922E-04
SXPBXM= 5.932334E-02 SSXM= 0.000000E+00
***** <<2>> Y-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
YMERR1= 0.000000E+00 TOTYM= 0.000000E+00 TOTYMP= 0.000000E+00 TBFYM= 0.000000E+00
YBFYM1= 0.000000E+00 YBFYM2= 0.000000E+00 YBFYM1= 0.000000E+00 YBFYM2= 0.000000E+00 ZBFYM1= 0.000000E+00 ZBFYM2= 0.000000E+00
YPBFYM= 0.000000E+00 SYM= 0.000000E+00
YMERR2= 0.000000E+00 TOTYM= 0.000000E+00 TOTYMO= 0.000000E+00 STBFYM= 0.000000E+00
SXBYM1= 0.000000E+00 SXBYM2= 0.000000E+00 SYBYM1= 0.000000E+00 SYBYM2= 0.000000E+00 SZBYM1= 0.000000E+00 SZBYM2= 0.000000E+00
SYPBYM= 0.000000E+00 SSYM= 0.000000E+00
***** <<3>> Z-DIRECTION MOMENTUM BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (NEWTON*SEC) *****
ZMERR1= 2.106727E-02 TOTZM=-3.252169E-03 TOTZMP=-1.281895E-03 TBFZM=-2.303755E-02
XBFZM1= 1.117793E-04 XBFZM2=-2.410517E-05 YBFZM1= 0.000000E+00 YBFZM2= 0.000000E+00 ZBFZM1= 1.257224E-02 ZBFZM2=-2.468107E-03
ZPBFZM=-1.350335E-01 SZM= 1.018042E-01
ZMERR2= 3.097160E-02 TOTZM=-3.252169E-03 TOTZMO= 0.000000E+00 STBFZM=-3.422377E-02
SXBZM1= 1.436963E-04 SXBZM2=-3.760283E-05 SYBZM1= 0.000000E+00 SYBZM2= 0.000000E+00 SZBZM1= 1.667037E-02 SZBZM2=-3.262790E-03
SYPBYM= 0.000000E+00 SSZM= 1.331031E-01

***** TOTAL MASS BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
MERR1=-3.821517E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMP= 3.907288E+00 TRVELB= 2.029160E-02 APRES= 1.040006E+05 TCSH= 0.000000E+00
RUXB1= 6.731384E-04 RUXBNI= 1.961846E-02 RYVB1= 0.000000E+00 RYVBNJ= 0.000000E+00 RWZB1= 0.000000E+00 RWZBNK= 0.000000E+00
MERR2=-2.768533E-12 TOTM= 3.927580E+00 TOTMI= 3.882422E+00 STRVLB= 4.515775E-02 APRESP= 1.028050E+05 STCSH= 0.000000E+00
SRUXB1= 6.876739E-04 SRUXBN= 4.447007E-02 SRVYB1= 0.000000E+00 SRVYBN= 0.000000E+00 SRWZB1= 0.000000E+00 SRWZBN= 0.000000E+00

***** CONCENTRATION(1) BALANCE CHECK PRINT (TIME= 4.000E+00 SEC) (KG) *****
CERR1=-1.274805E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCP= 6.440851E-03 TCBCON= 1.962519E-03 TCBDIF= 7.196536E-05 CSH= 0.000000E+00
CXBCN1= 6.731384E-07 CXBCNN= 1.961846E-03 CYBCN1= 0.000000E+00 CYBCNN= 0.000000E+00 CZBCN1= 0.000000E+00 CZBCNN= 0.000000E+00
CXBDF1=-6.721986E-07 CXBDFN= 7.263755E-05 CYBDF1= 0.000000E+00 CYBDFN= 0.000000E+00 CZBDF1= 0.000000E+00 CZBDFN= 0.000000E+00
CERR2=-1.472693E-11 TOTC= 8.475335E-03 TOTCI= 3.882422E-03 STCBCN= 4.447695E-03 STCBDF= 1.452182E-04 SCSH= 0.000000E+00
SCXBC1= 6.876739E-07 SCXBCN= 4.447007E-03 SCYBC1= 0.000000E+00 SCYBCN= 0.000000E+00 SCZBC1= 0.000000E+00 SCZBCN= 0.000000E+00
SCXBD1=-6.896763E-07 SCXBND= 1.459079E-04 SCYBD1= 0.000000E+00 SCYBDN= 0.000000E+00 SCZBD1= 0.000000E+00 SCZBDN= 0.000000E+00

```

## 4.2 例題計算(2) — 3次元風洞流れ —

### 4.2.1 解析条件およびモデル図

3次元に拡張されたSOLFASコードのチェックとして、3次元流れの基本的な問題、すなわち3次元層流強制流れの問題を解く。ここで、取り上げた例題は、一様流れの中におかれた角柱の後流である。モデル図を図4.2-1に示す。

図に示すように、X方向の左から  $0.1\text{m/s}$  の一様な流れの中に断面積  $1 \times 1\text{m}^2$  の正方形で、高さが  $3\text{m}$  の角柱が置かれている。境界条件として、X方向の右端は連続流出とする。下面は速度0の固体壁であり、他の3面はスリップ壁(対称、境界)とする。

メッシュの配置は、X方向には不等間隔で9個、Y方向Z方向は等間隔でそれぞれ3個、5個とした。

### 4.2.2 解析結果

解析は、時間きざみ  $1.0$ 秒で、600サイクルすなわち、600秒まで実施した。図4.2-2に、X-Z断面で、Y座標  $1.5\text{m}$  のところ、すなわち、角柱を切る断面での流速分布の時間変化図を示す。また、図4.2-3に、X-Y断面で、Z座標  $2\text{m}$  のところでの流速分布の時間変化図を示す。これらの図から、一様流れの中におかれた角柱まわりの流れとして妥当な結果になっていることがわかる。さらに、図4.2-4、4.2-5に計算終了時の各断面(X-Y, Y-Z, X-Z)での流速分布図を示す。

以上の結果図から、以下の事がわかる。

- (1) 角柱の後方には、渦が発生し、それが時間とともに発達してゆく。
- (2) 角柱の影響は、かなり後方まで及んでおり、 $\sim 15\text{m}$ 付近でも、X-Y断面での中心流速(図4.2-3)は完全には回復していない。

本解析結果は、かなりメッシュが荒いにもかかわらず、定性的に見て妥当な結果になっており、SOLFASの3次元版のチェックとしては問題ないと判断される。

計算を実行する上での、各パラメータ、およびCPU時間について表4.2-1にまとめた。

表 4.2 - 1 3次元風洞計算のまとめ

項 目	
解いているスカラー変数 とその緩和パラメータ	—
流速の緩和パラメータ	1.0
全メッシュ数	132
時間きざみ巾 (sec)	1.0
解析時間 (sec)	600.0
外側収束回数*1	10
内側収束回数*1	100
全CPU	3分10秒 M-780
CPU/1CYCLE・1メッシュ(msec)	2.4 M-780
メモリ容量 (MB)	3.0

- \*1 外側収束回数：時間サイクル当りの収束回数最大値  
内側収束回数：各変数の保存式を解くSOR法での収束回数最大値



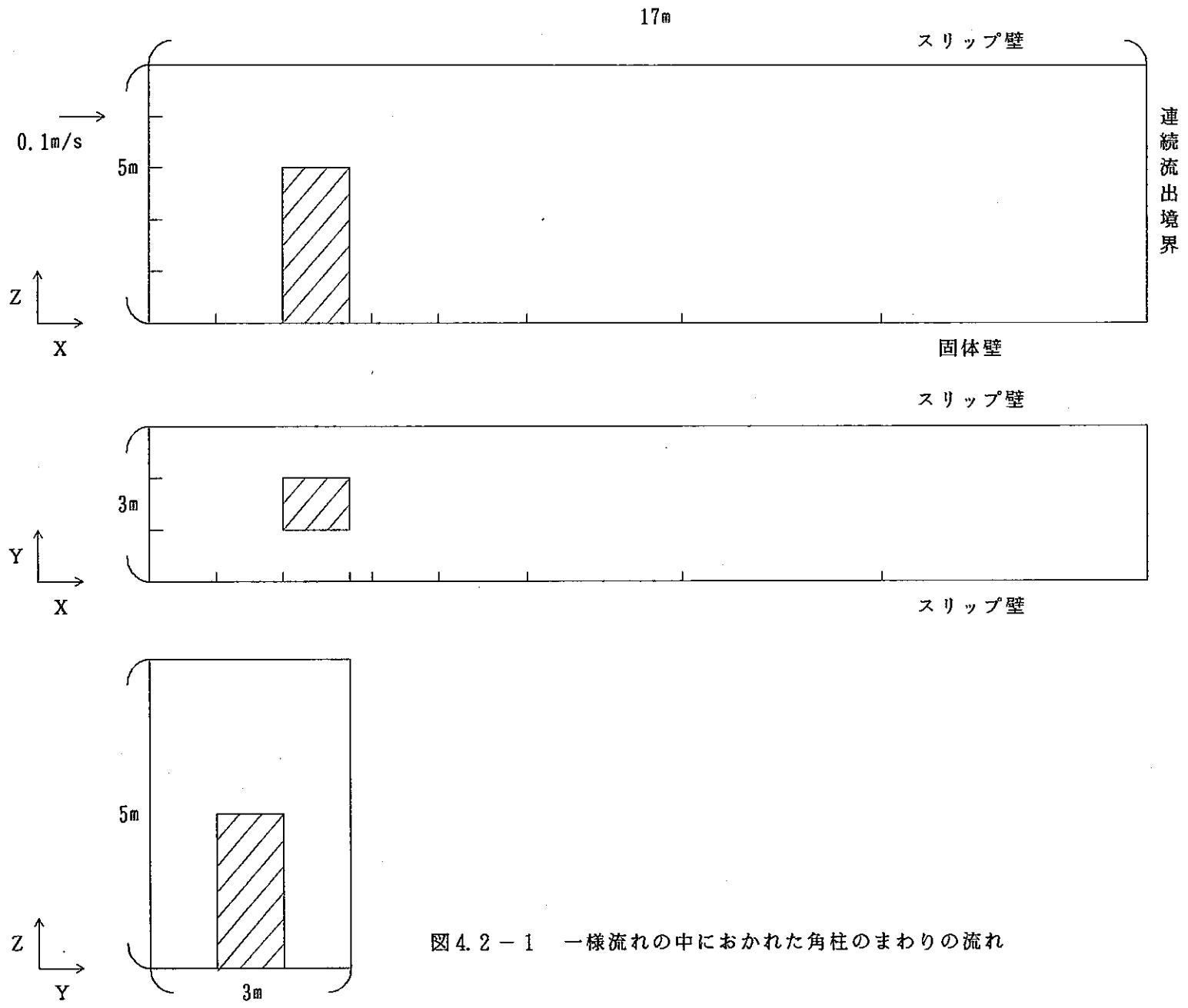
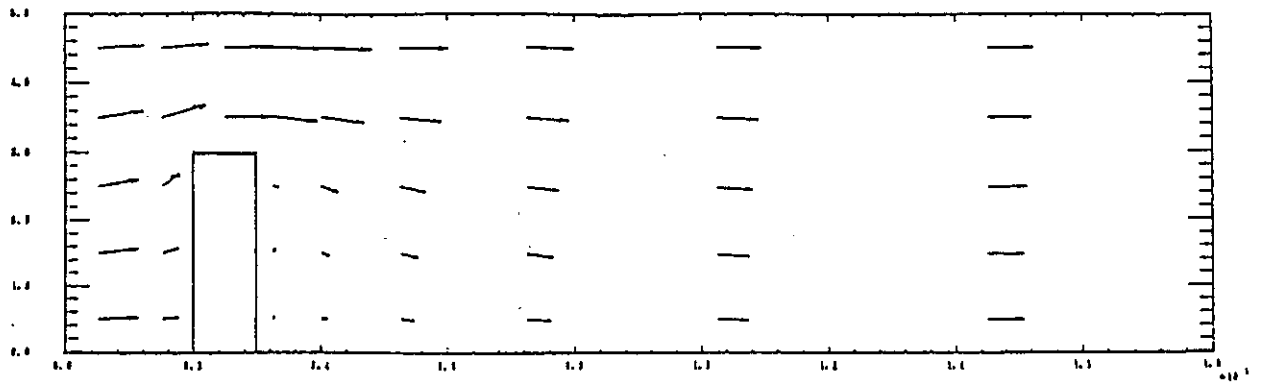
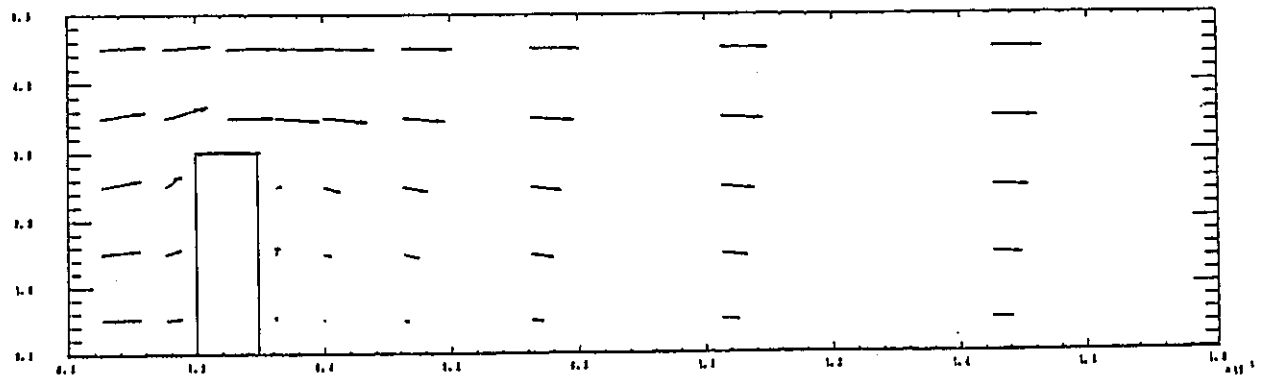


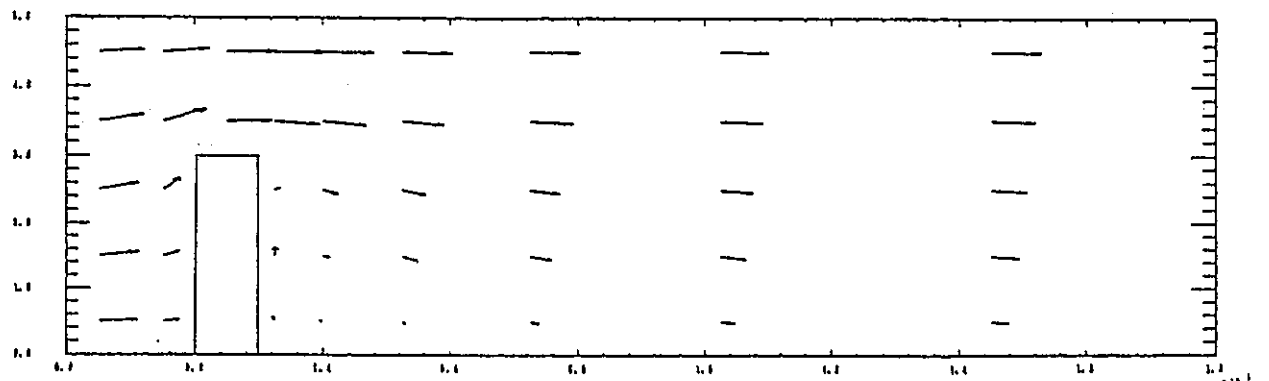
図 4.2 - 1 一様流れの中におかれた角柱のまわりの流れ



(100秒後)



(300秒後)



(600秒後)

図4.2-2 X-Z断面 (Y=1.5m) での流速分布の時間変化

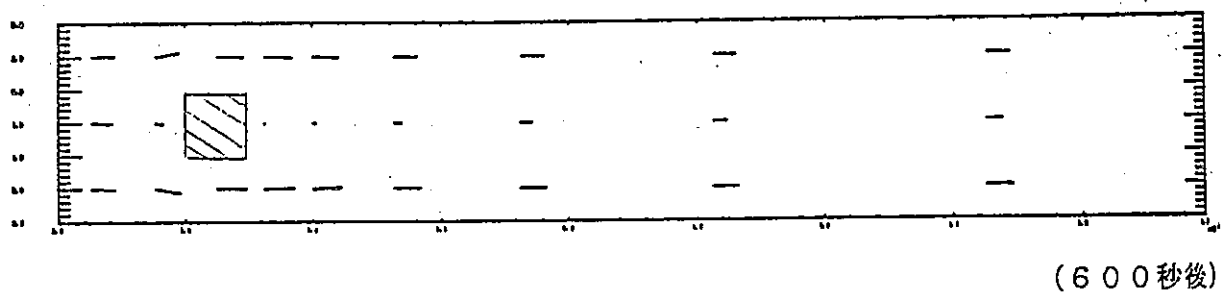
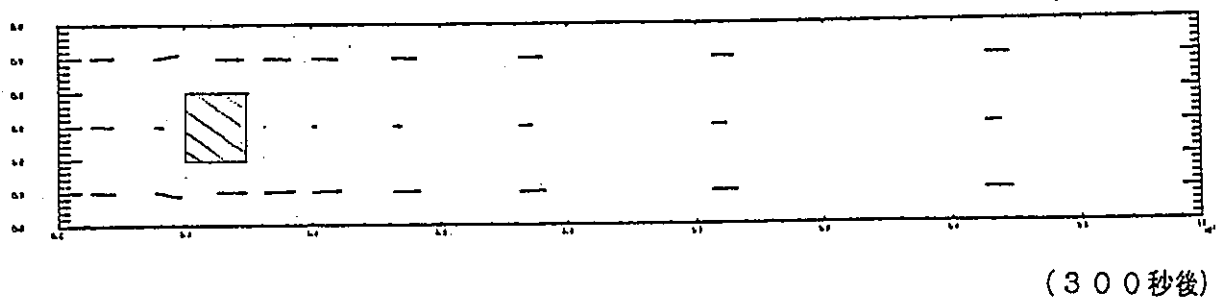
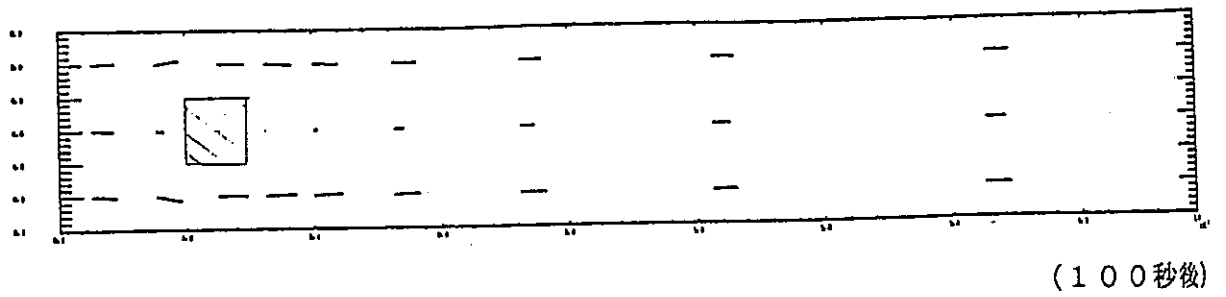


図4.2-3 X-Y断面 (2 = 2 m) での流速分布の時間変化

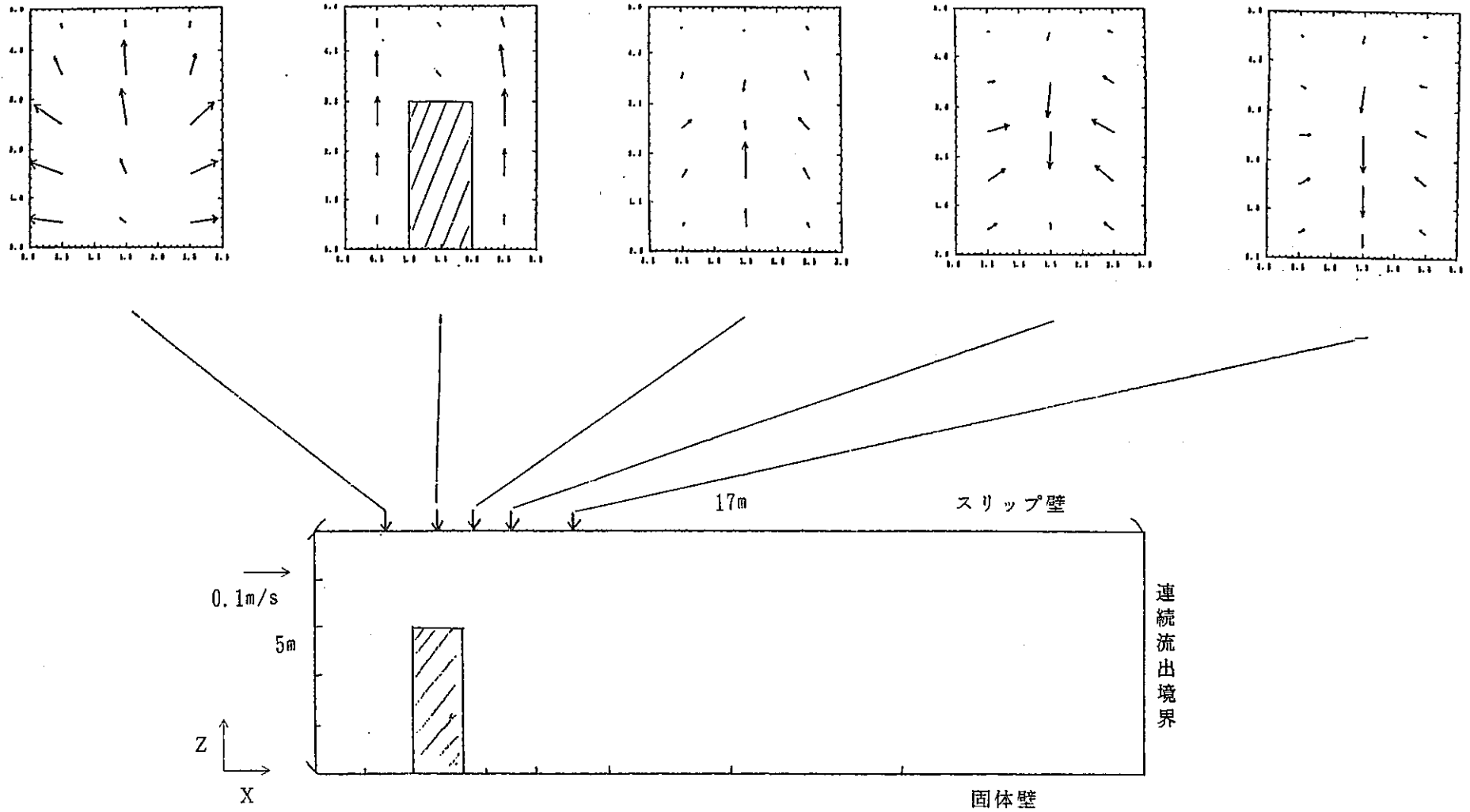


図 4.2 - 4. 600 後における Y - Z 断面の流速分布 (X = 1.5m, 2.5m, 3.25m, 4m, 5.25m)

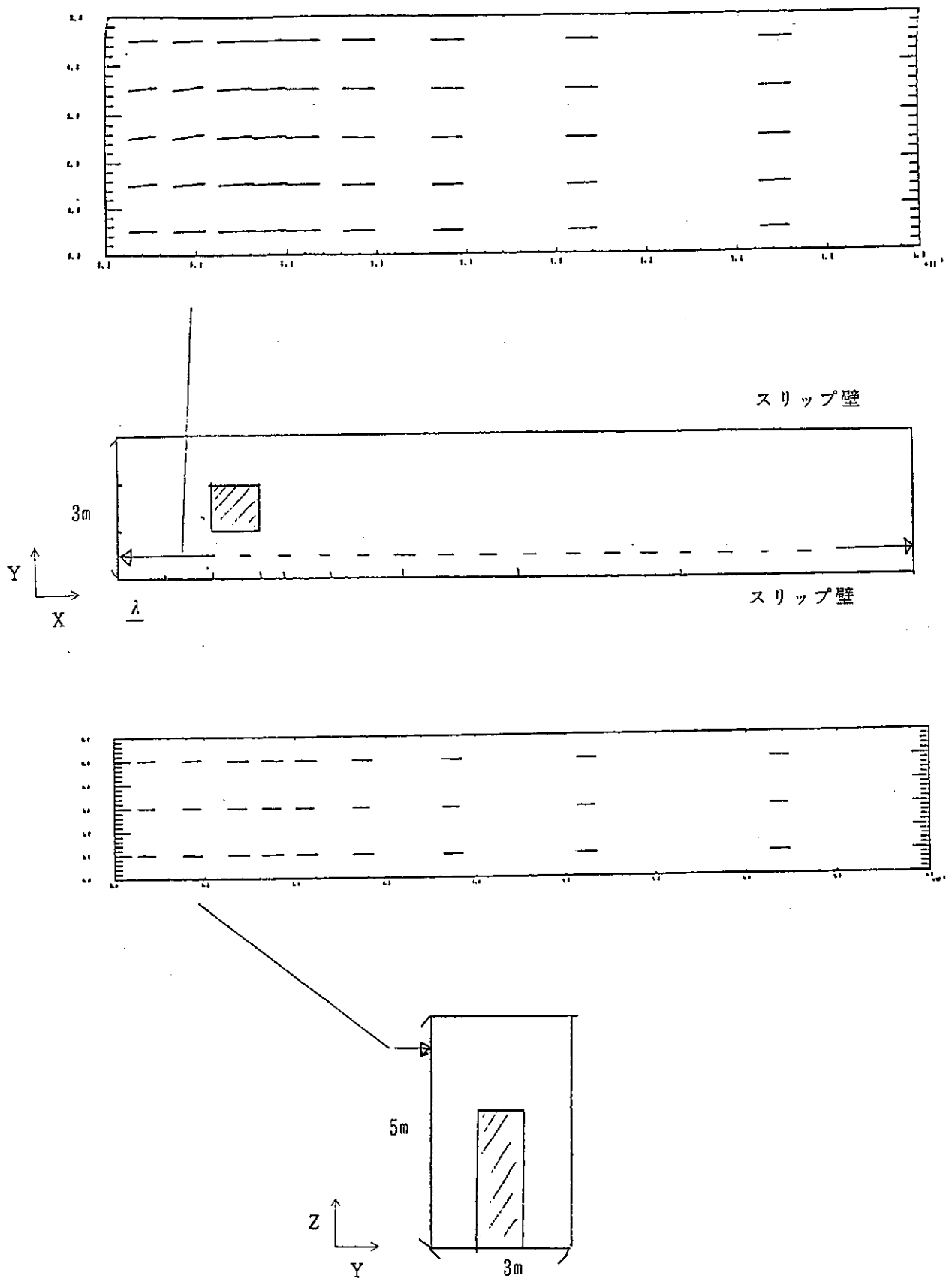


図 4.2 - 5 600後における X - Z 断面  
 (  $Y = 0.5m$  Y, X = Y 断面  
 (  $Z = 4.5m$  Y の流速分布

### 4.3 例題計算(3) — 3次元自然対流 —

#### 4.3.1 解析条件およびモデル図

3次元に拡張されたSOLFASコードのチェックとして、3次元自然対流の問題を解く。ここで取り上げた例題は一辺 0.7mの立方体の中心におかれた角柱の発熱体により生成される自然対流である。モデル図を図4.3-1に示す。図に示すように、立方体の中心に断面  $0.1 \times 0.1$ m正方形で高さ 0.3mの角柱があり、その4面が 500℃に加熱されている。又、立方体の6面のうち、X軸に垂直な2面が0℃の冷却面になっている。他の面はすべて断熱面とする。

#### 4.3.2 解析ケース

2次元の層流自然対流の評価で、高温伝熱面からガスへの伝熱量は、伝熱面近傍のメッシュの細かさに大きく影響される事がわかっている。従って、メッシュの大きさを変えて、以下の2ケースの解析を実施した。

ケースA X方向メッシュ 13 ; 0.05, 0.05, 0.1, 0.05, 0.025, 0.025, 0.1,  
0.025, 0.025, 0.05, 0.1, 0.05, 0.05  
Y方向メッシュ 11 ; 0.1, 0.1, 0.05, 0.025, 0.025, 0.1,  
0.025, 0.025, 0.05, 0.1, 0.1  
Z方向メッシュ 7 ; 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1

ケースB X方向メッシュ 15 ; 0.05, 0.05, 0.1, 0.05, 0.025, 0.0125, 0.0125,  
0.1, 0.0125, 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1, 0.05,  
0.05  
Y方向メッシュ 13 ; 0.1, 0.1, 0.05, 0.025, 0.0125, 0.0125, 0.1,  
0.0125, 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1, 0.1  
Z方向メッシュ 7 ; 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1

すなわち、内部構造物の 500℃高温伝熱面に隣接したメッシュの大きさが、ケースAでは 0.025m、ケースBではその半分の0.0125mであるところが相異している点である。それ以外は、両ケースとも同じである。又、時間きざみ巾の影響を見るために、両ケースそれぞれに時間きざみ巾を 0.5, 1, 2秒の3通りに変えて計6ケース解析を実施した。なお、計算サイクルはすべて 100サイクルまでとした。

#### 4.3.3 解析結果

ケース A について、

Y-Z, X-Z, X-Y 各断面での流速分布および温度分布の時間変化図を図 4.3-1 から図 4.3-11 にそれぞれ示す。

又、ケース B について、同じく流速分布及び温度分布の時間変化図を図 4.3-12 から図 4.3-21 にそれぞれ示す。

これらの結果より以下の事がわかった。

- (1) 流れの基本的なパターンは、中心の高温面で温められたガスは、1 度角柱上部で集まり、天井に衝突して、天井に浴って流れ、各 4 面に浴って下向きに流れる。
- (2) 温度分布は、上記流れにより、上の方からガス温度が上昇していくため、層状の温度分布を形成している。この温度分布は、力学的な安定なため、底部でのガス流れはほとんどない。
- (3) 細かく流れ分布を見ると、小さな渦が生成されており 200 秒の時点では、まだ定常状態にはなっていない。
- (4) 時間きざみ巾の影響はなく、安定に計算出来る事が確認出来た。

3 次元流れでの、渦の構造を把握するのは、なかなか困難であり、計算出力の見やすい方法を開発すべきである。

なお、温度分布のプロットで、角柱（伝熱面も含めて）の温度が 500℃ではなくて、0℃となっているため、角柱まわりの温度分布が、実際の温度分布と相異している。

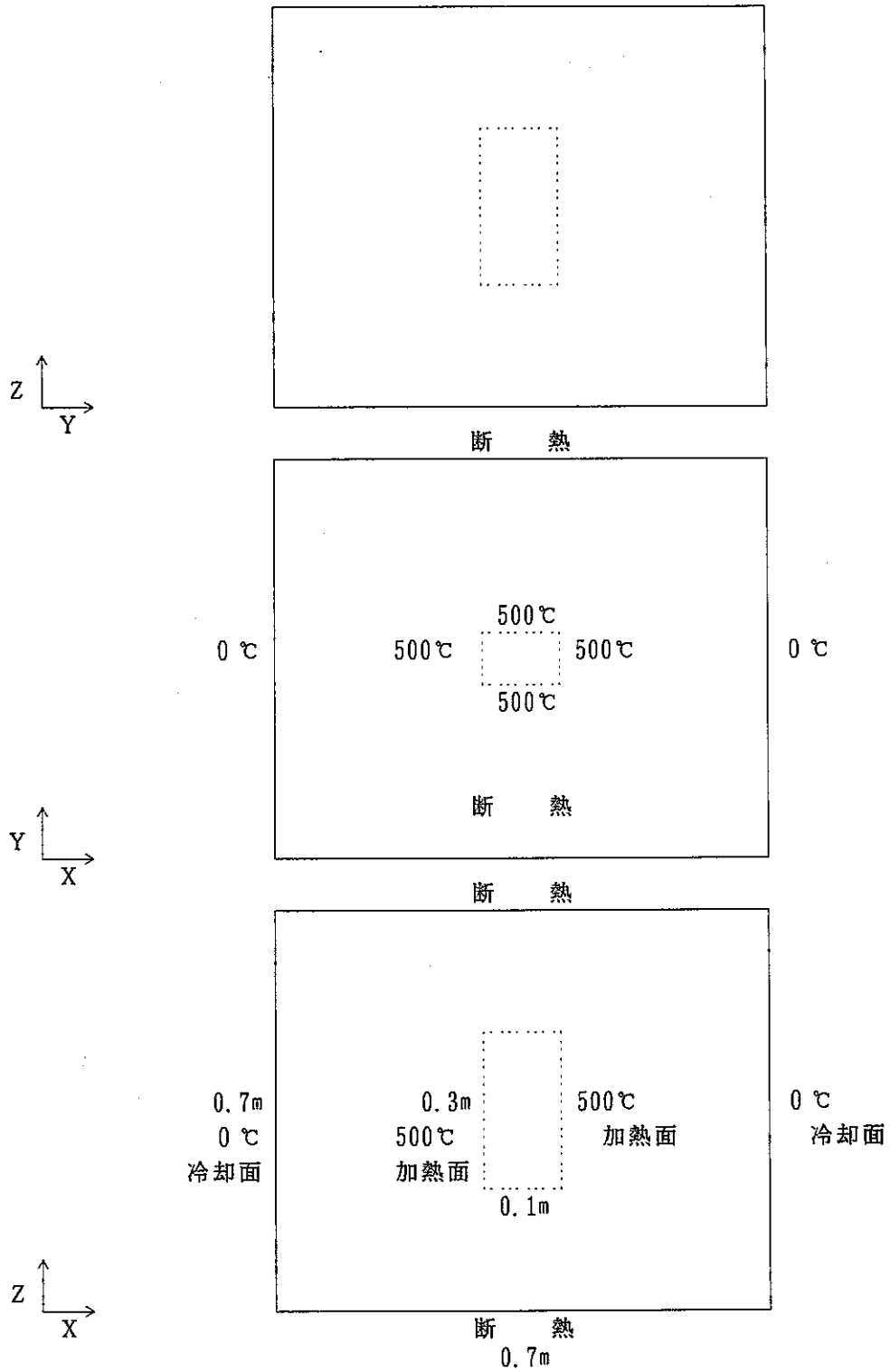
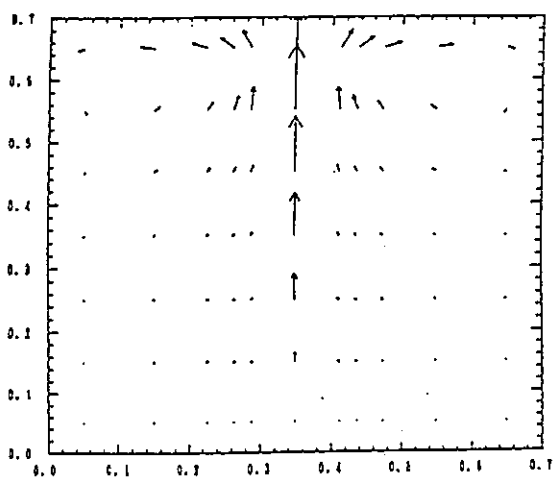
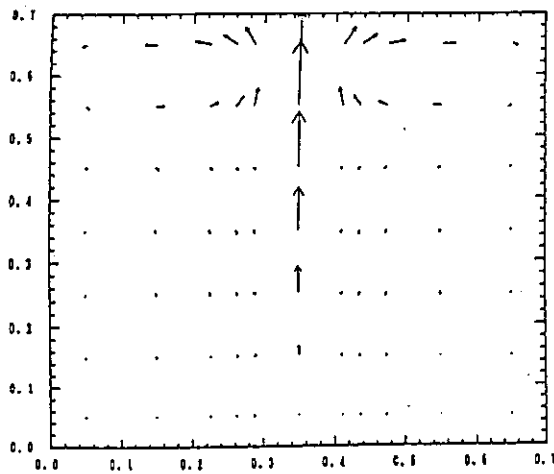


图 4.3 - 1 3 次元自然对流

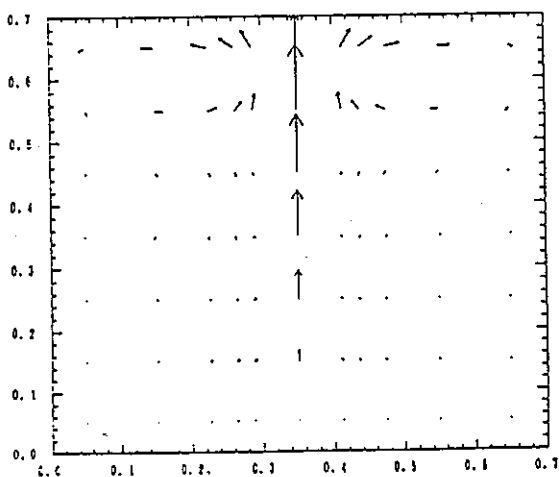




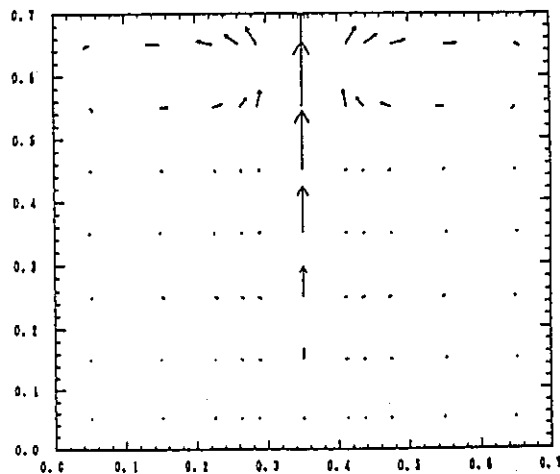
(10 秒後)



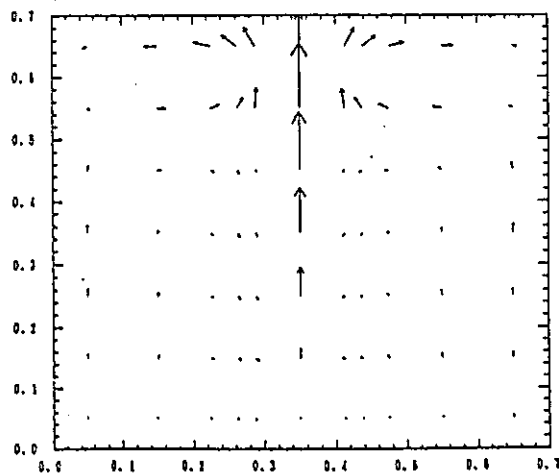
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

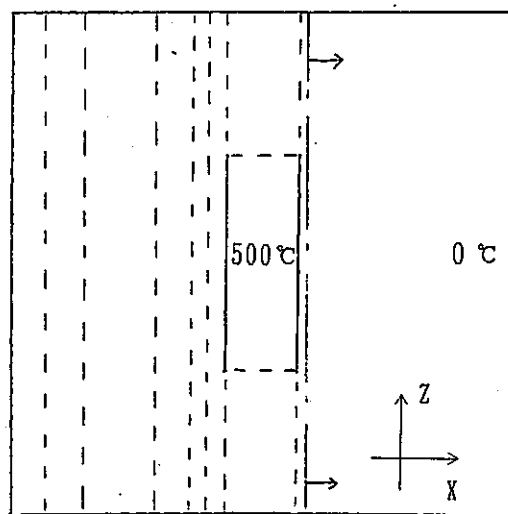
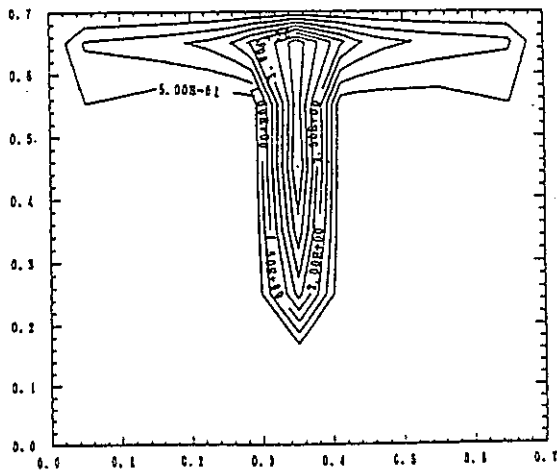
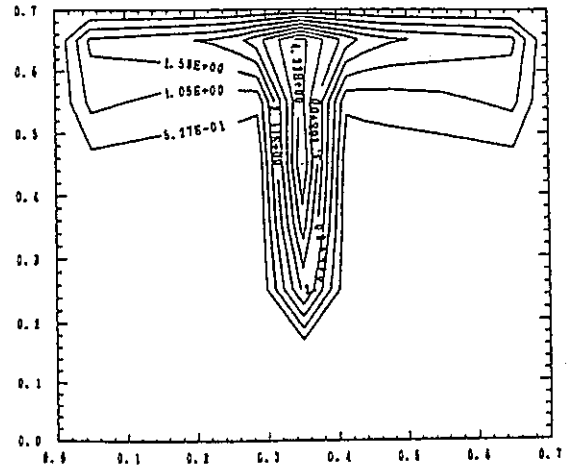


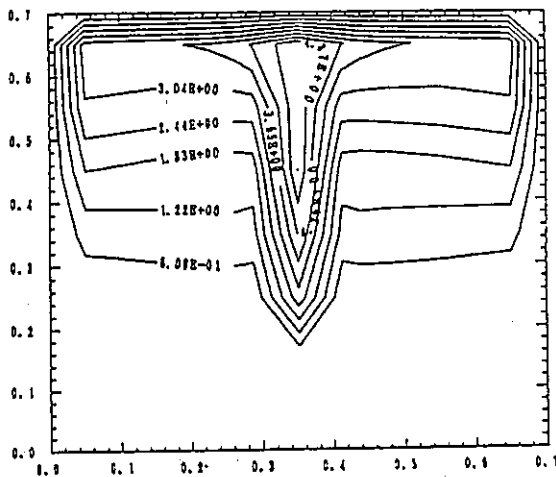
図4.3-2 X軸に垂直な ( $X=0.4125\text{m}$ ) Y-Z断面での流速分布変化図 (ケースA)



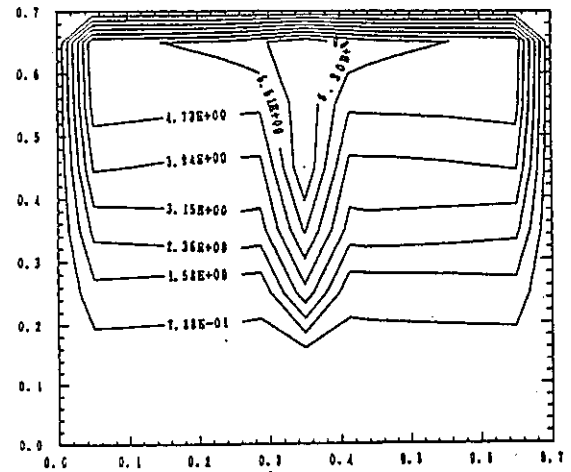
(10 秒後)



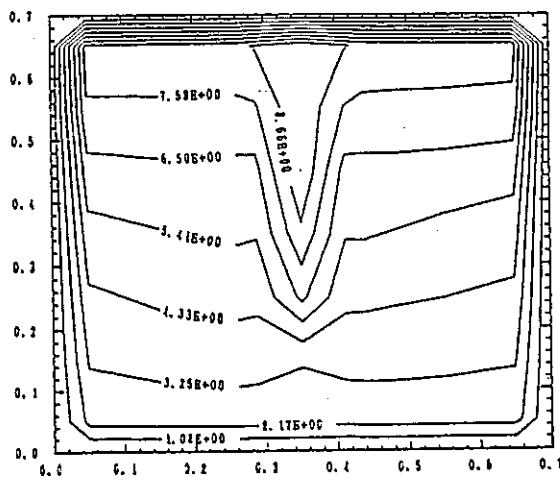
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

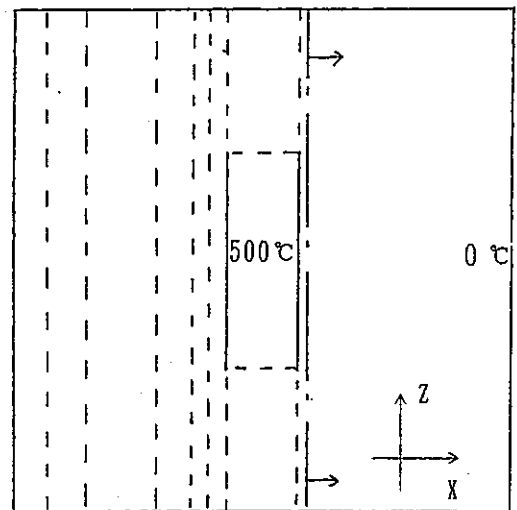
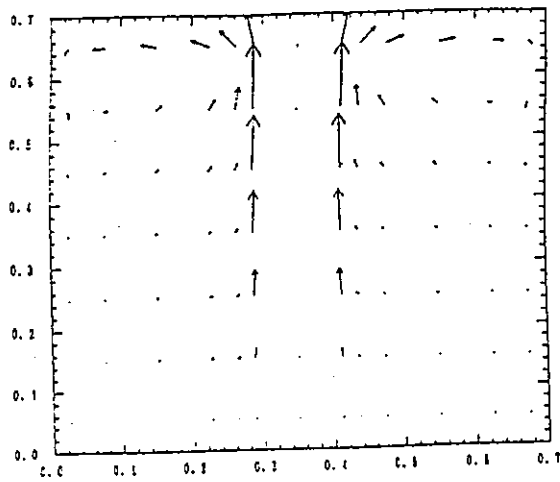
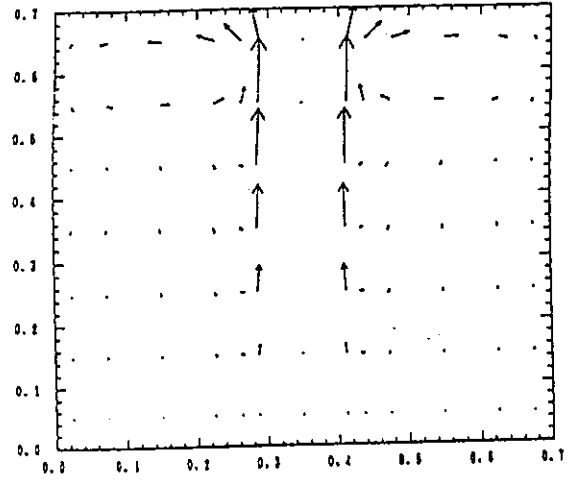


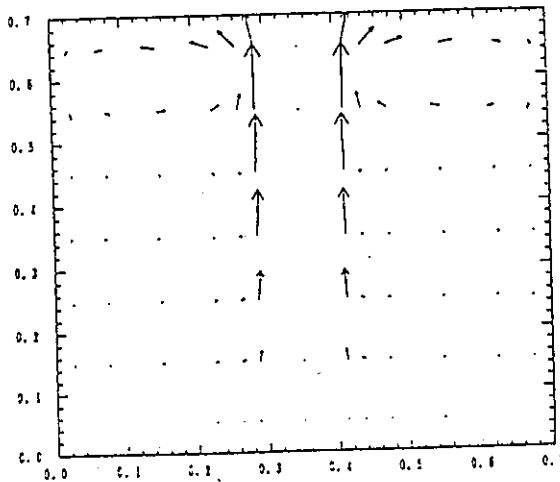
図 4.3-3 X 軸に垂直な ( $X = 0.4125\text{m}$ ) Y-Z 断面での温度分布変化図 (ケース A)



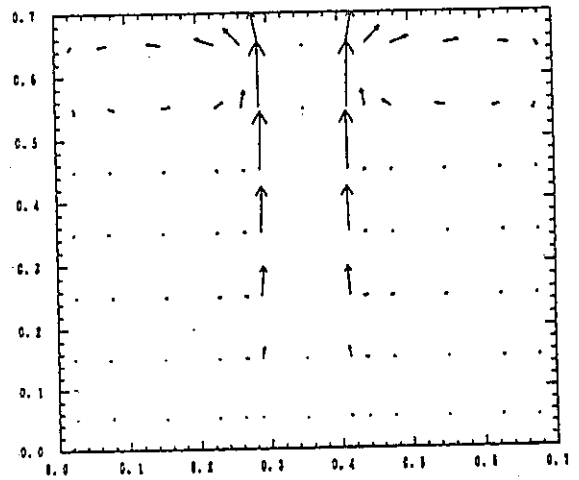
(10秒後)



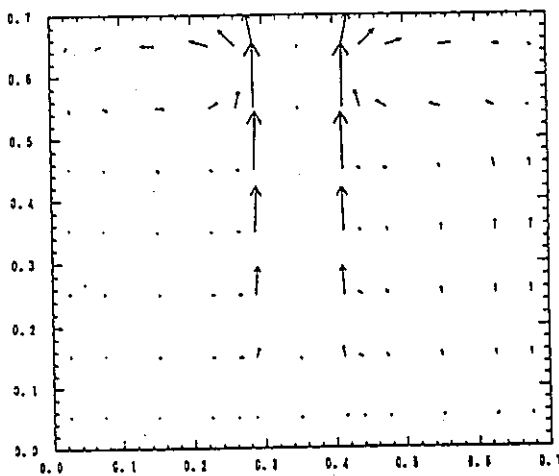
(20秒後)



(50秒後)



(100秒後)



(200秒後)

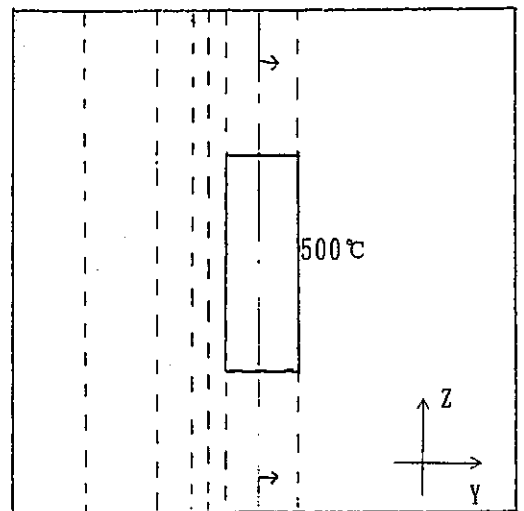
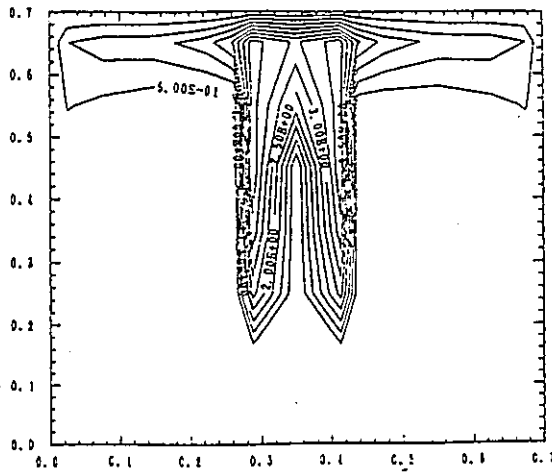
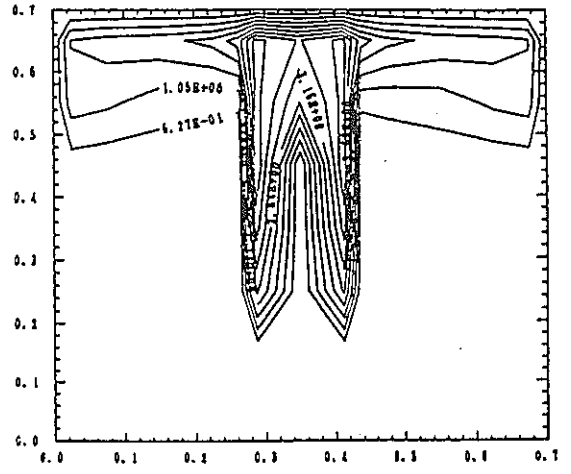


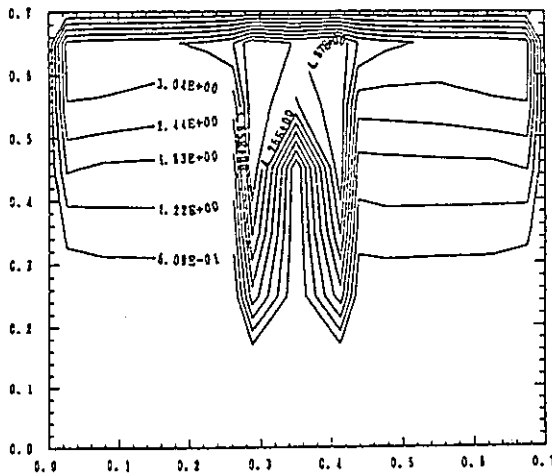
図4.3-4 Y軸に垂直な ( $Y=0.35\text{m}$ ) X-Z断面での流速分布変化図 (ケースA)



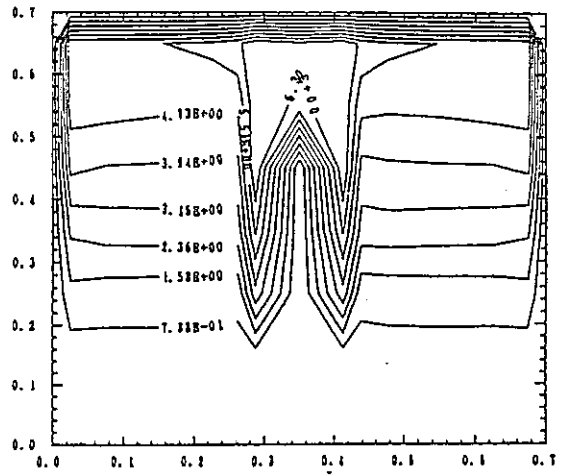
(10 秒後)



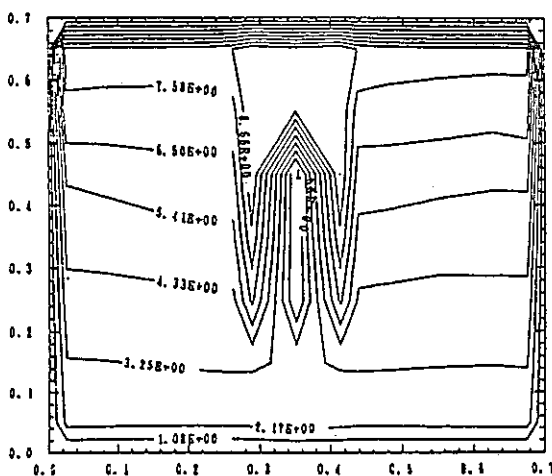
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

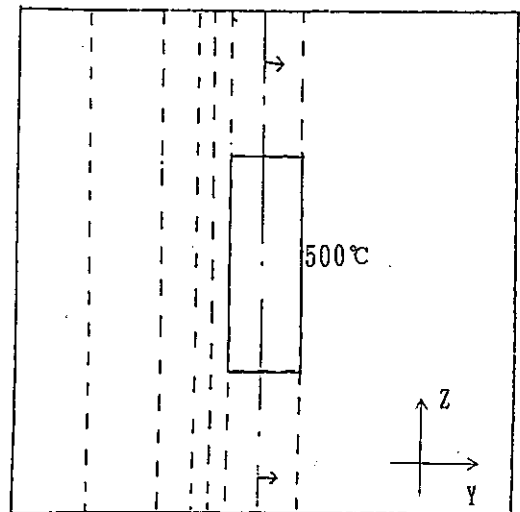
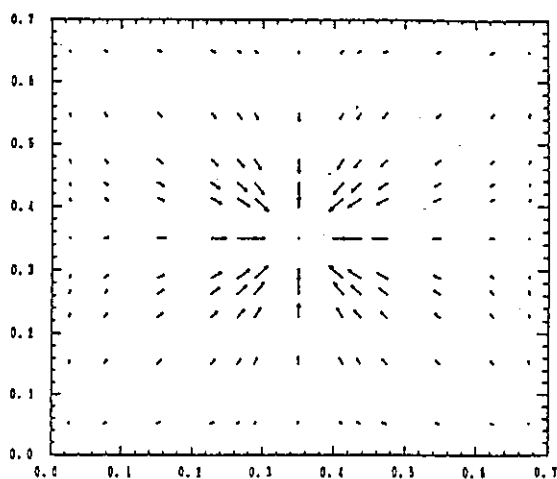
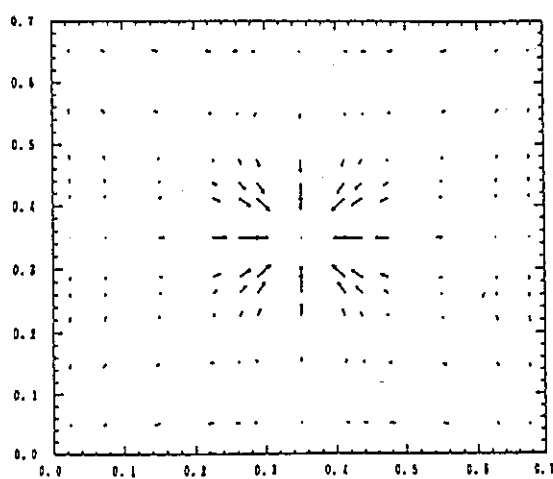


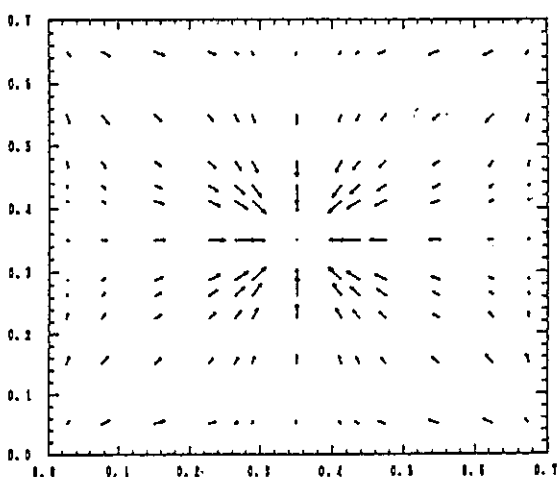
図4.3-5 Y軸に垂直な ( $Y=0.35\text{m}$ ) X-Z断面での温度分布変化図 (ケースA)



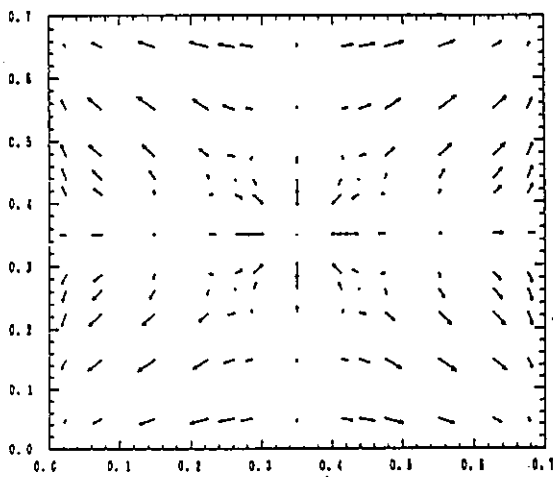
(10 秒後)



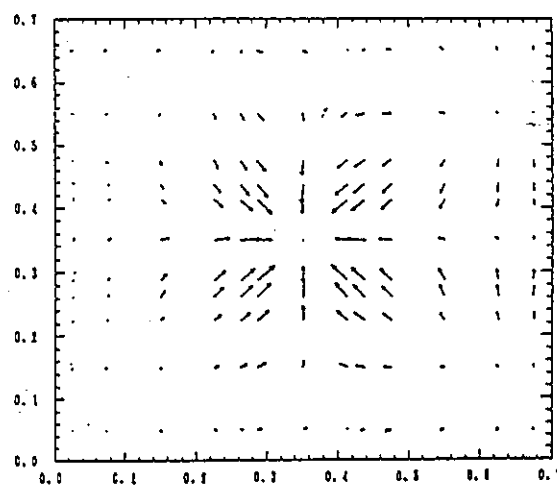
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

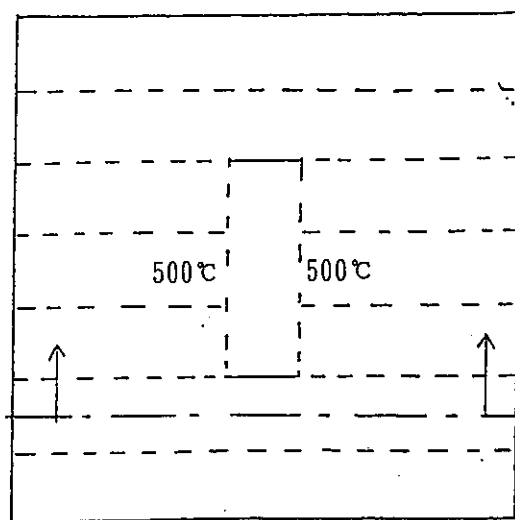
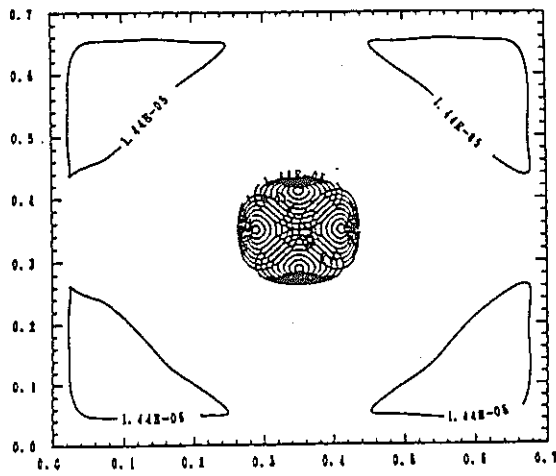
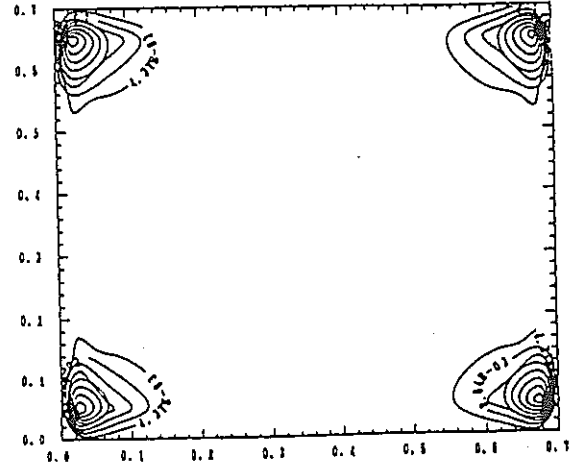


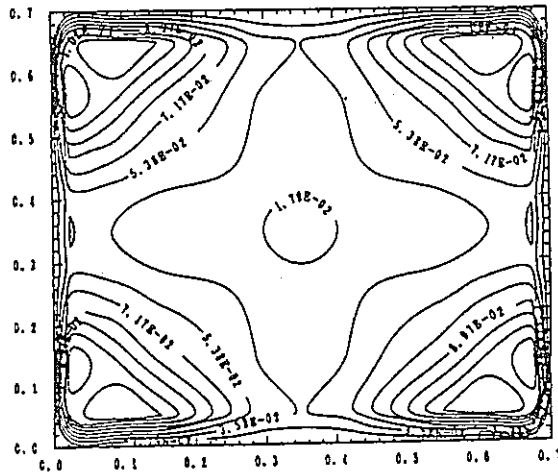
図 4.3 - 6 Z 軸に垂直な ( $Z=0.15\text{m}$ ) X-Y 断面での流速分布本朝図 (ケース A)



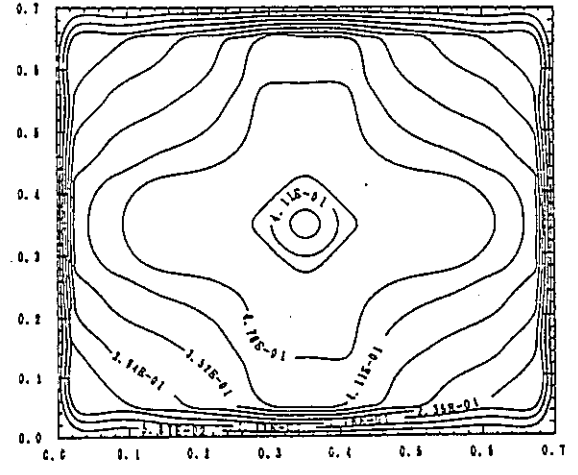
(10 秒後)



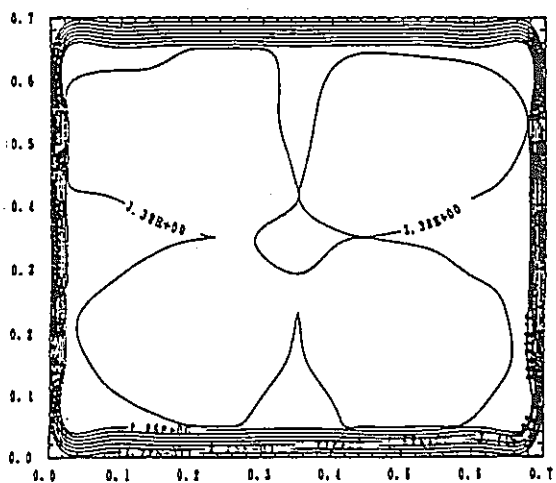
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

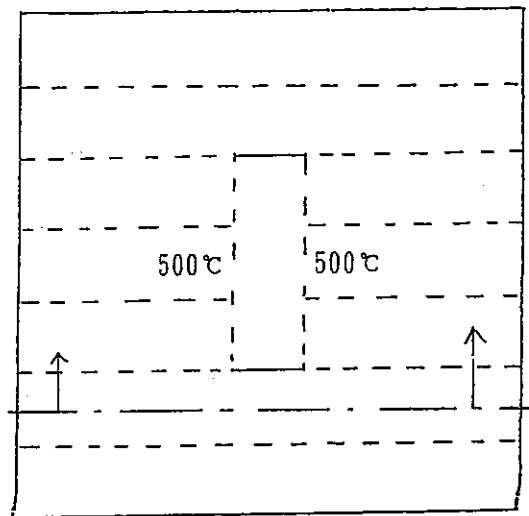


図 4.3-7 Z 軸に垂直な ( $Z = 0.15\text{m}$ ) X-Y 断面での温度分布変化図 (ケース A)

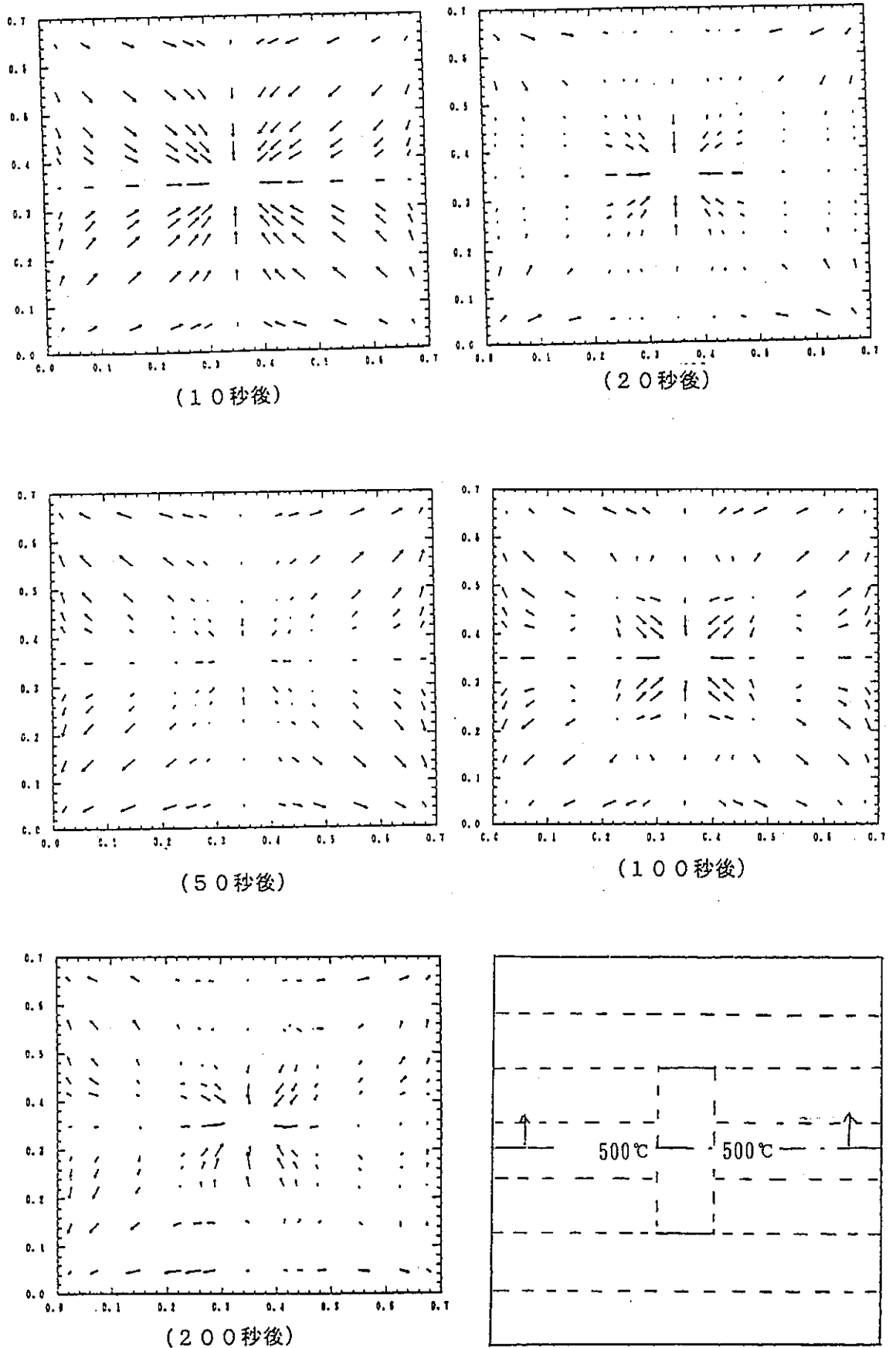


図4.3-8 Z軸に垂直な ( $Z=0.35\text{m}$ ) X-Y断面での流速分布変化図 (ケースA)

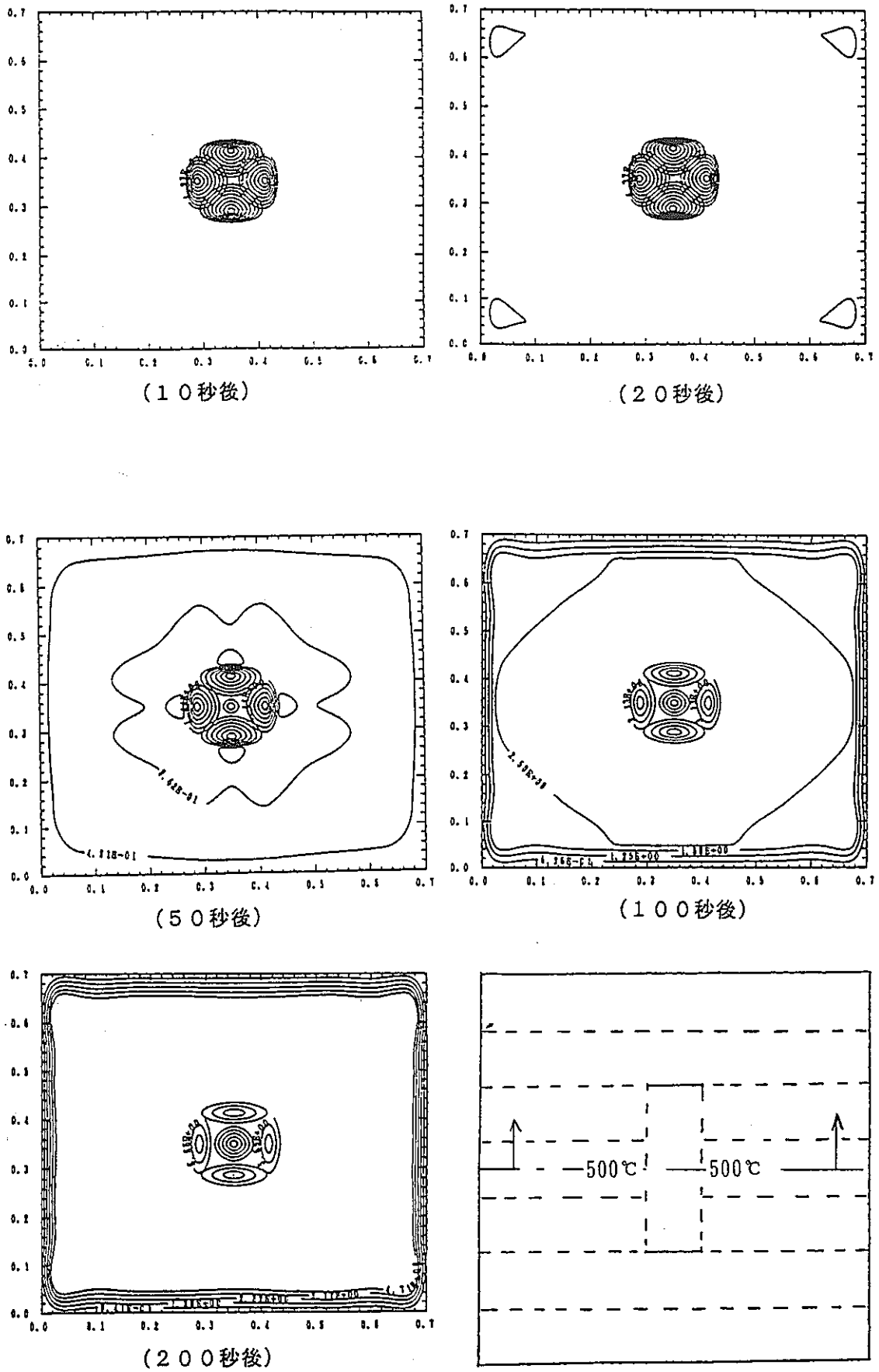


図 4.3-9 Z 軸に垂直な ( $Z = 0.35\text{m}$ ) X-Y 断面での温度分布変化図 (ケース A)



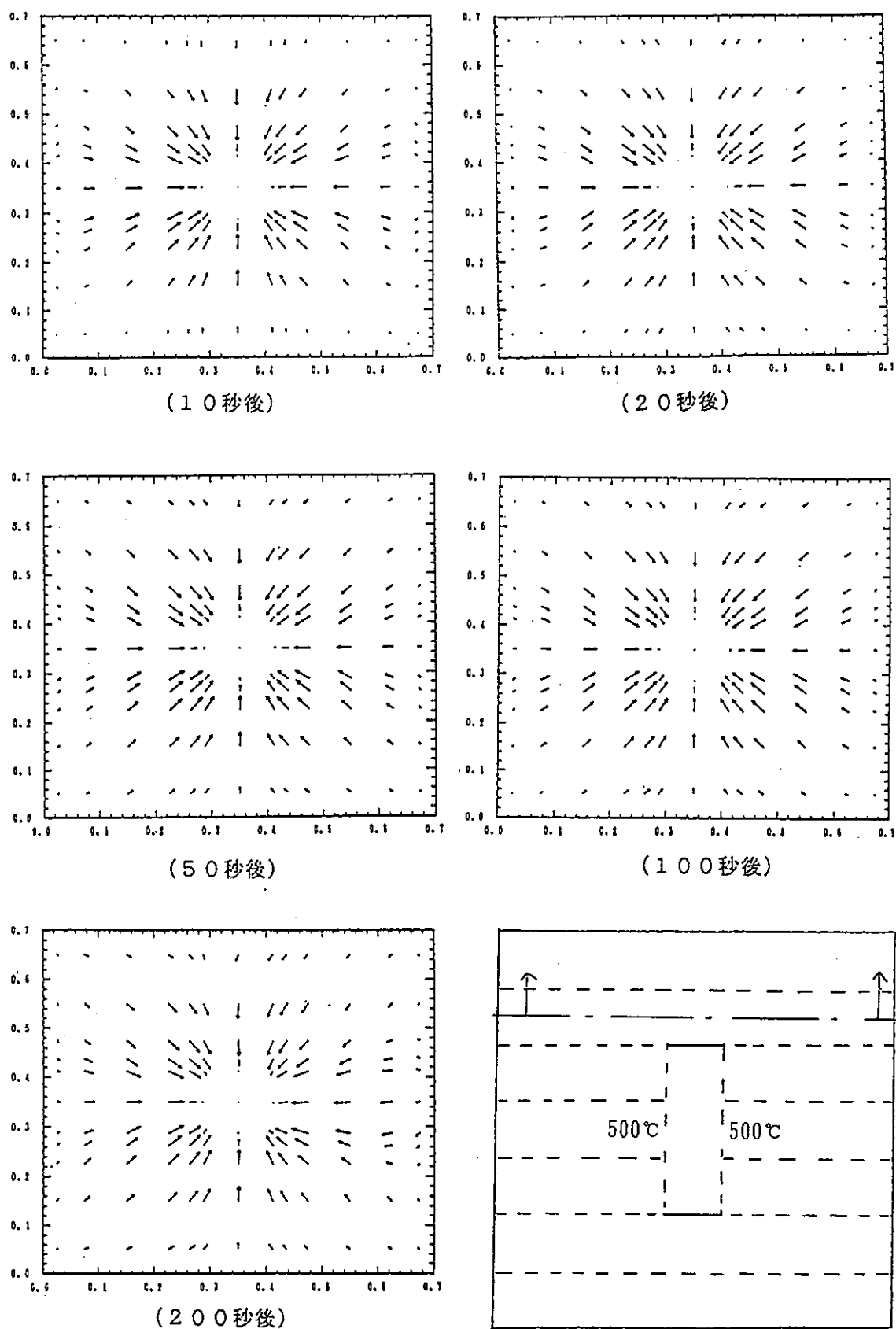
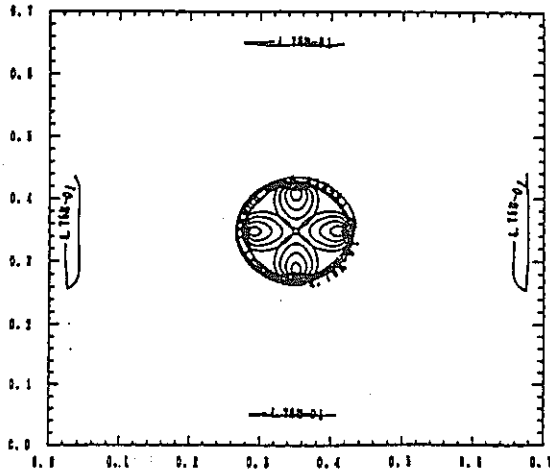
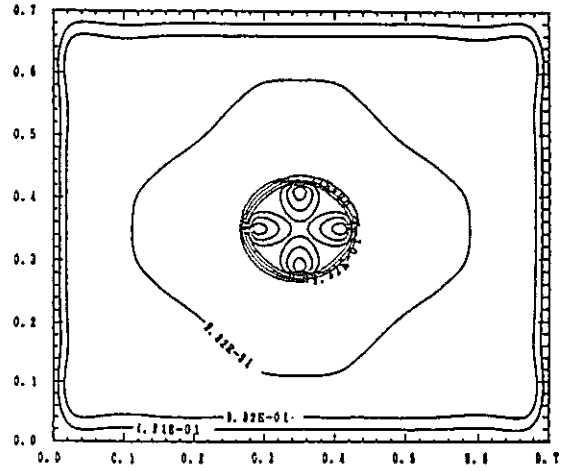


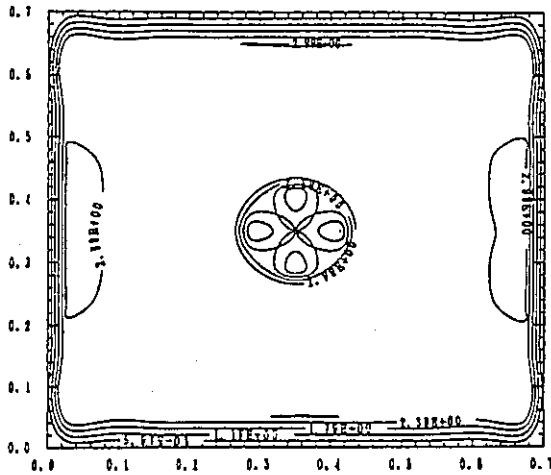
図4.3-10 Z軸に垂直な ( $Z = 0.55\text{m}$ ) X-Y断面での流速分布変化図 (ケースA)



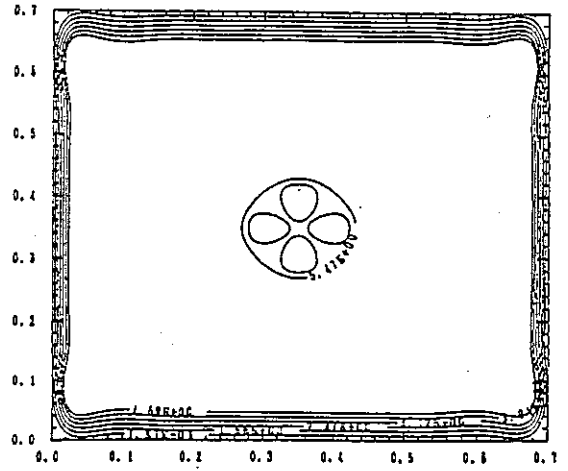
(10 秒後)



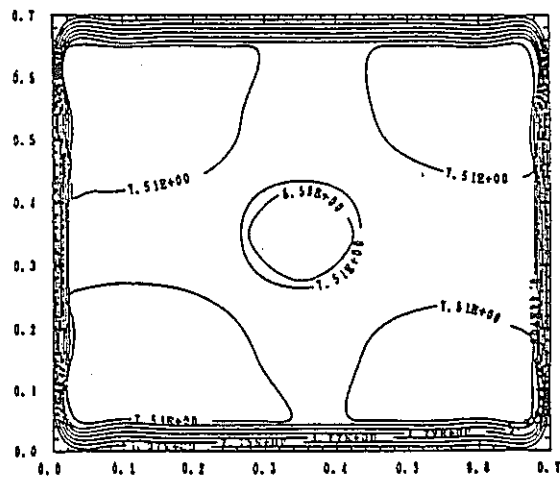
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

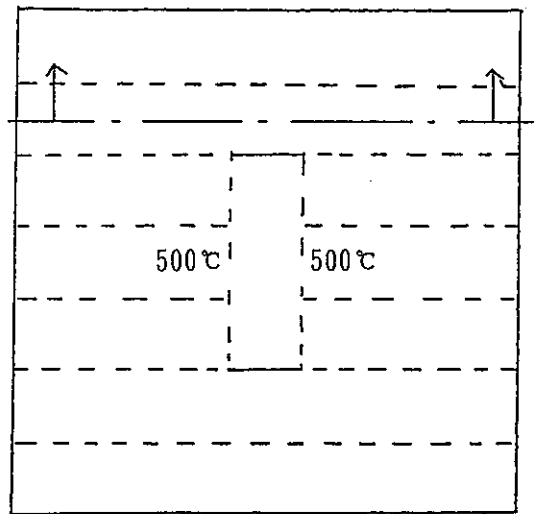
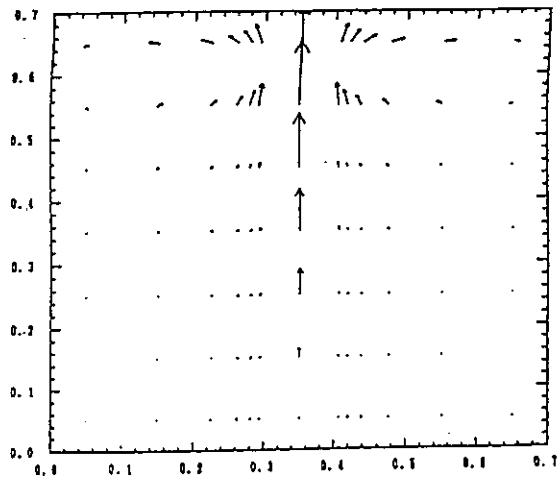
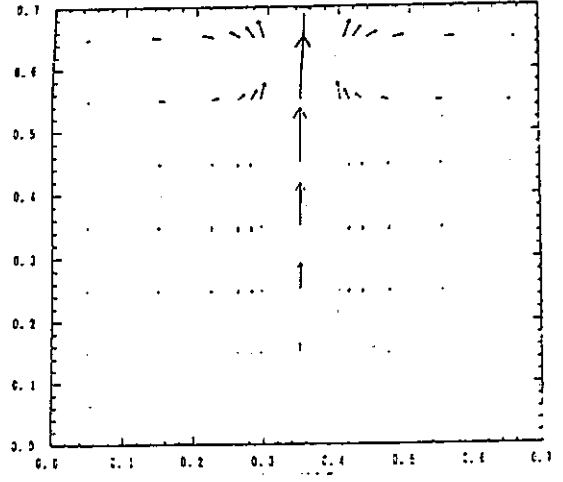


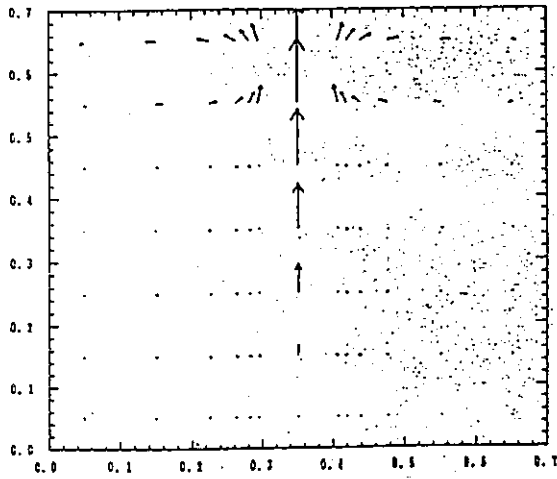
図 4.3-11 Z 軸に垂直な ( $Z = 0.55\text{m}$ ) X-Y 断面での温度分布変化図 (ケース A)



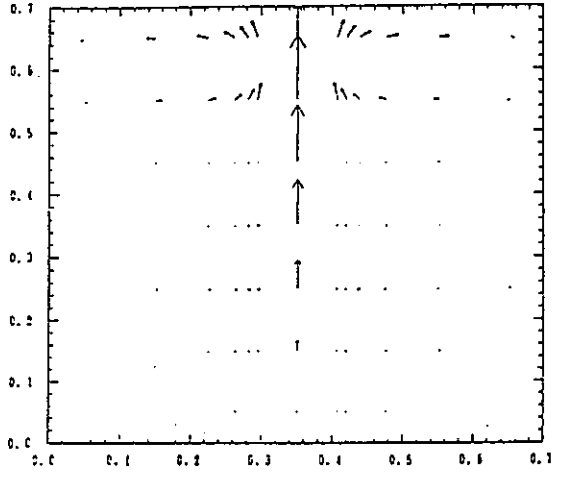
(10秒後)



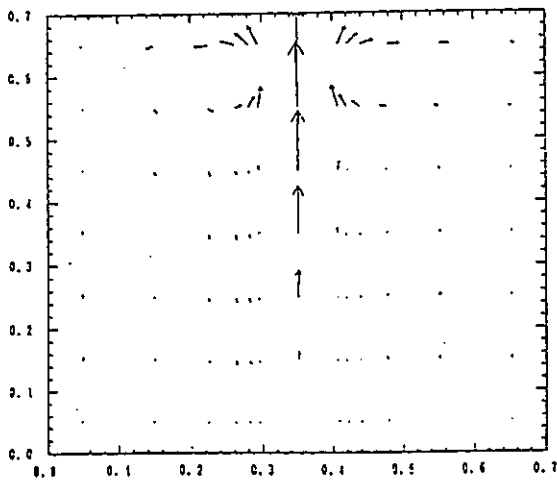
(20秒後)



(50秒後)



(100秒後)



(200秒後)

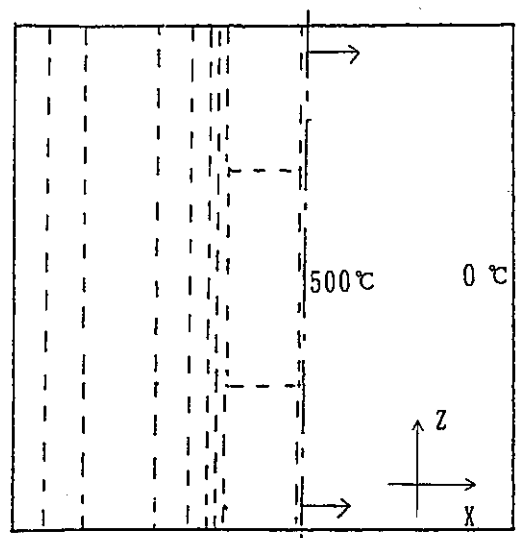
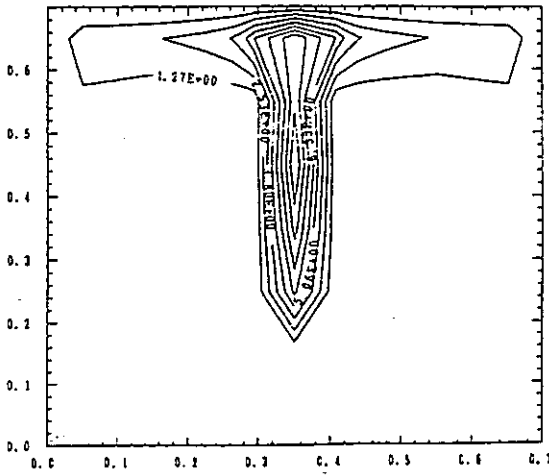
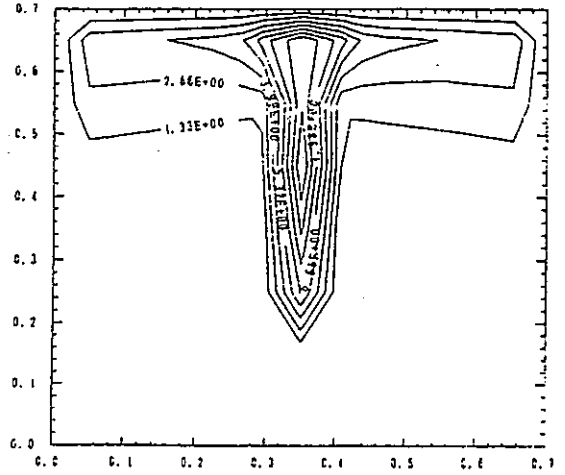


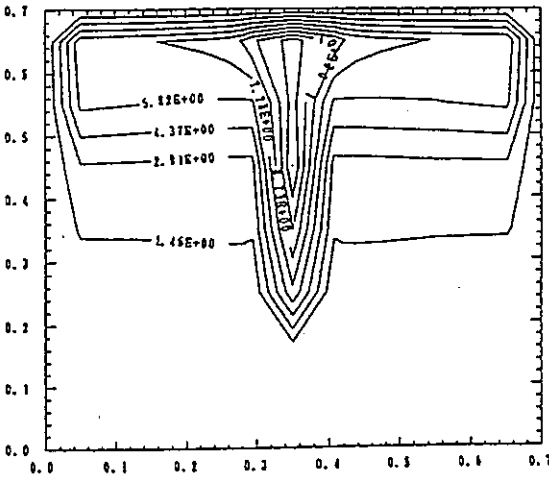
図 4.3 - 12 X 軸に垂直な ( $X=0.4063\text{m}$ ) Y-Z 断面での流速分布変化図 (ケース B)



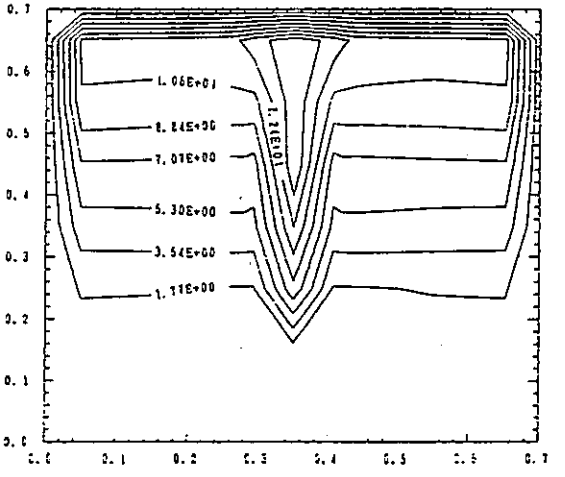
(10 秒後)



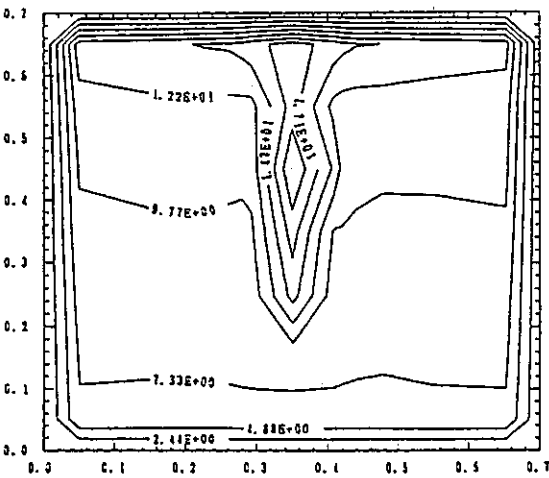
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

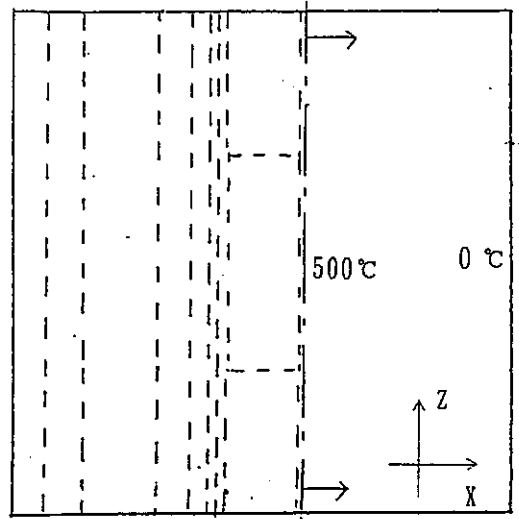
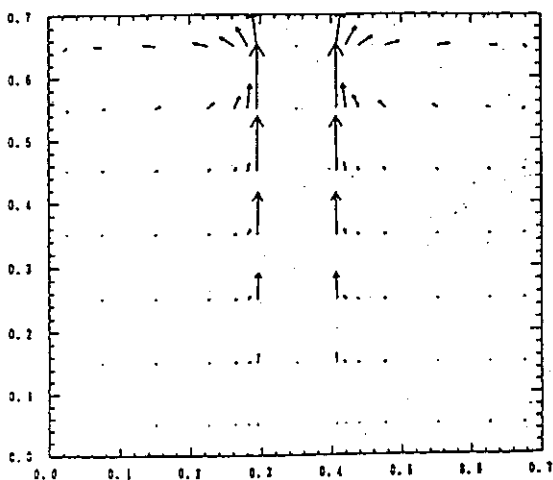
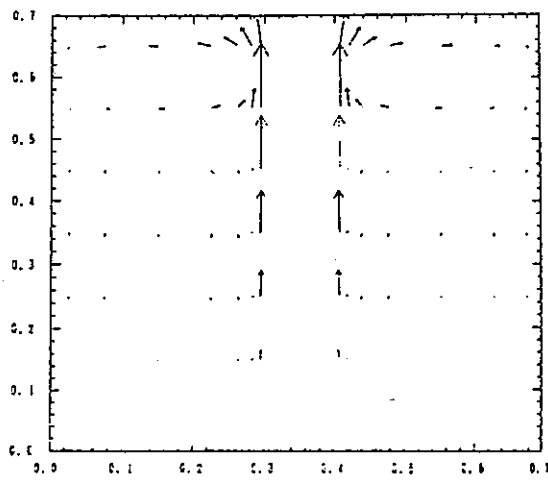


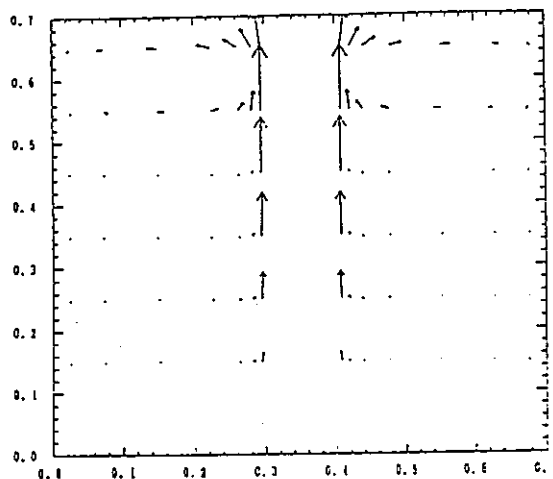
図 4.3-13 X 軸に垂直な ( $X = 0.4063\text{m}$ ) Y-Z 断面での温度分布変化図 (ケース B)



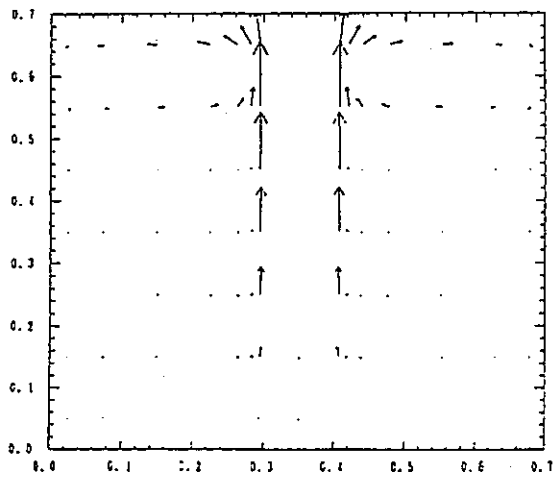
(10 秒後)



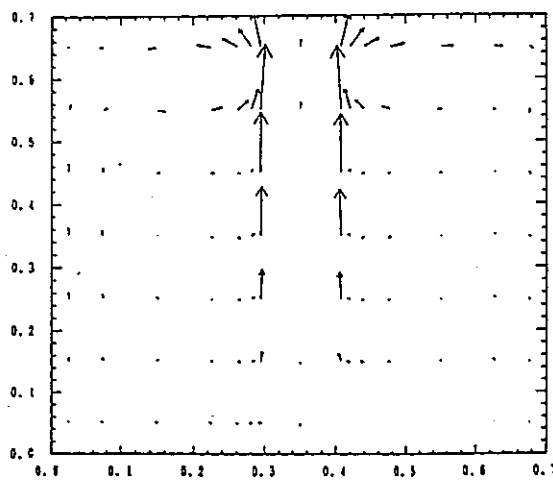
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

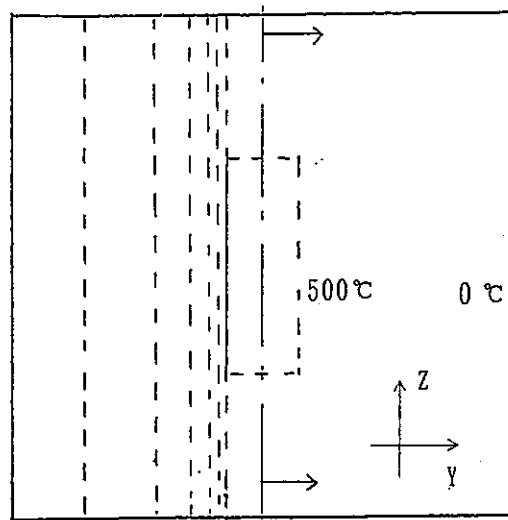
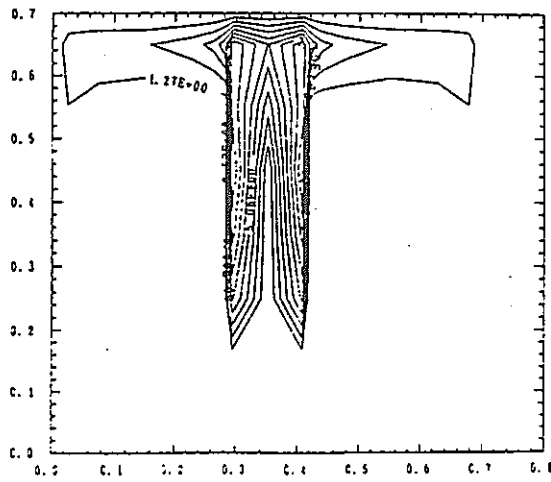
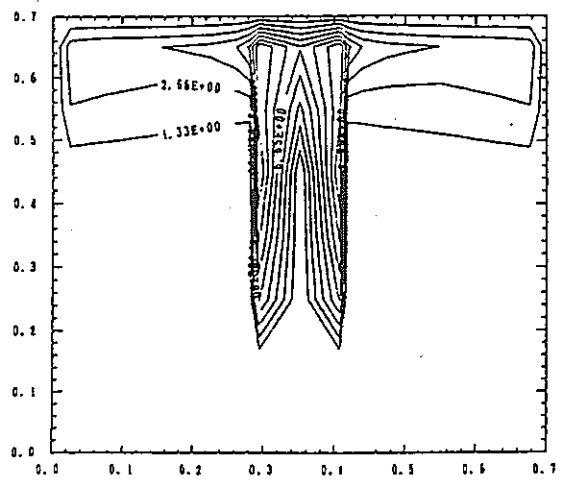


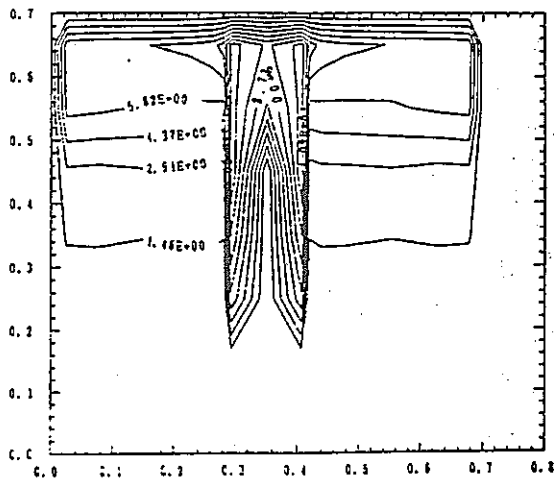
図 4.3-14 Y 軸に垂直な ( $Y=0.35\text{m}$ ) X-Z 断面での流速分布変化図 (ケース B)



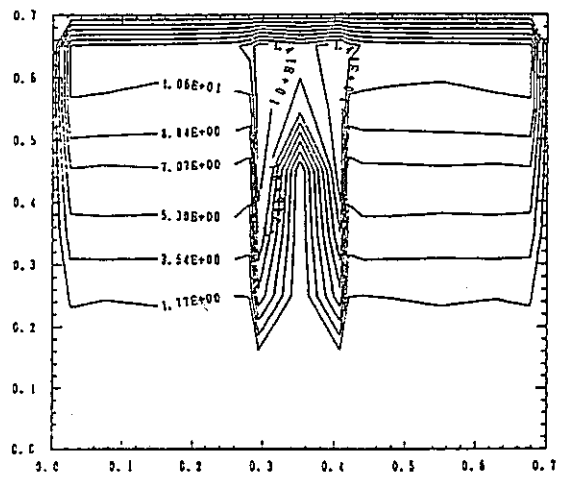
(10 秒後)



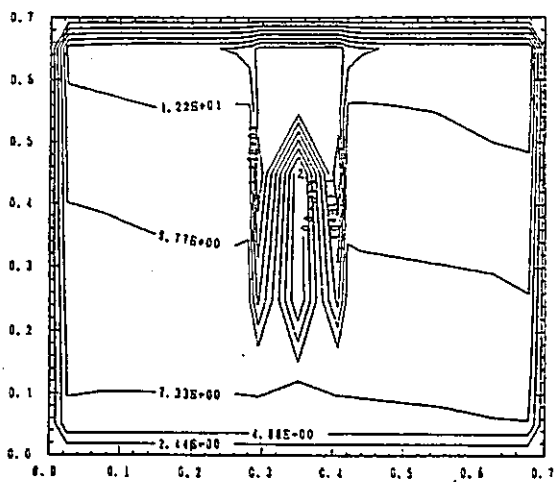
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

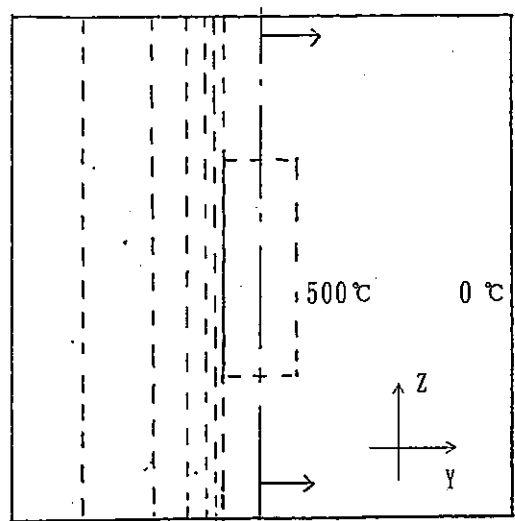


図 4.3-15 Y 軸に垂直な ( $Y=0.35\text{m}$ ) X-Z 断面での温度分布変化図 (ケース B)

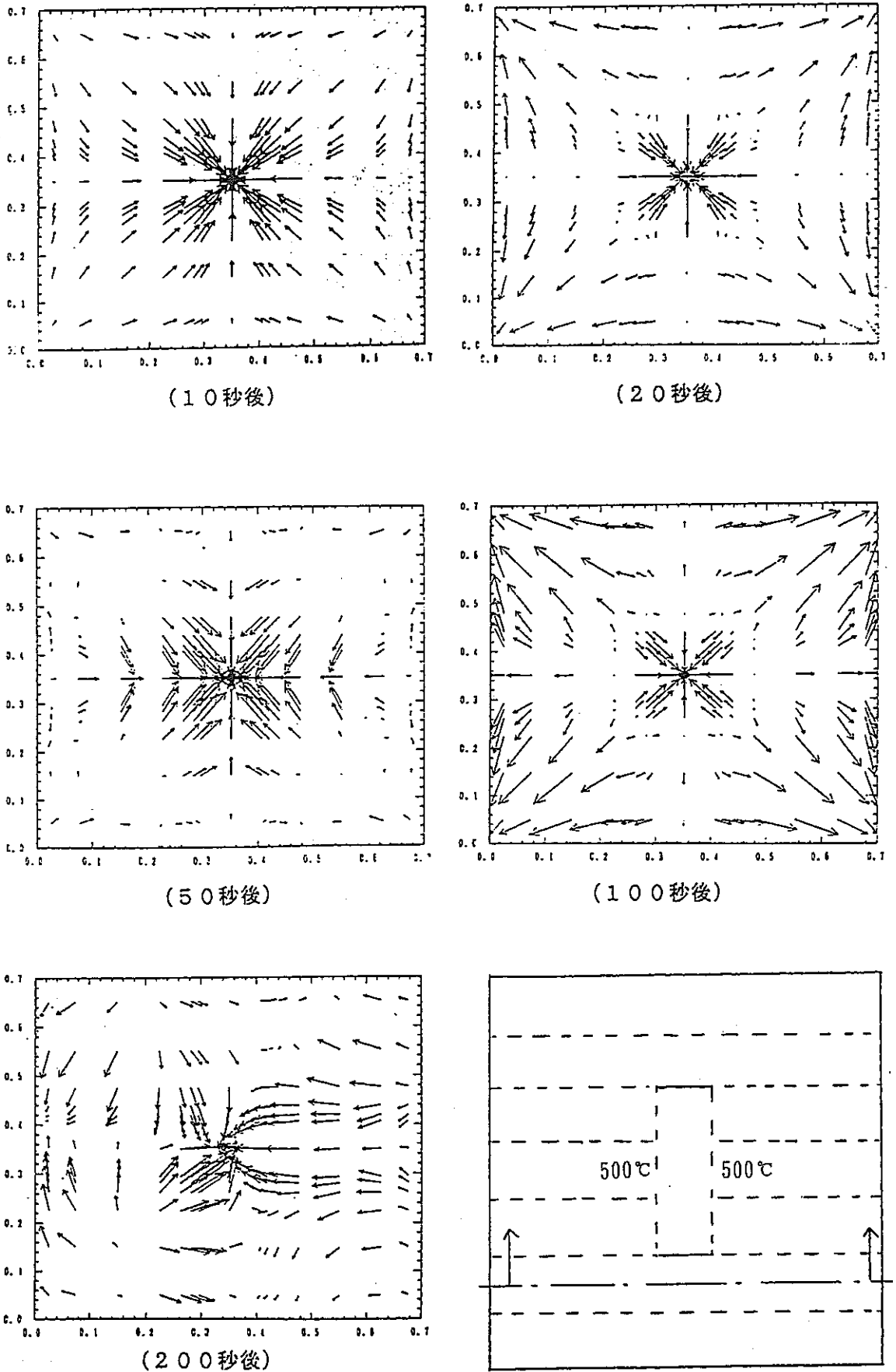
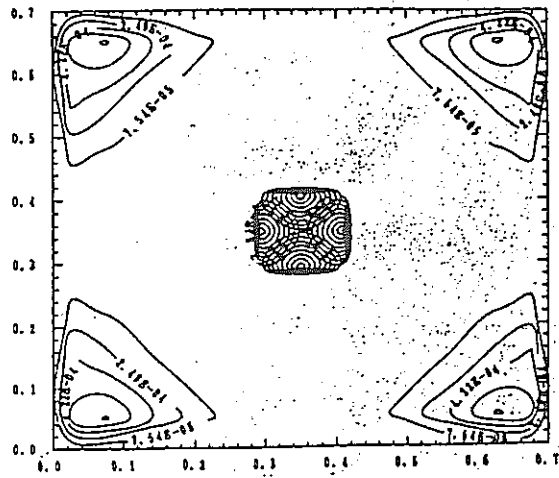
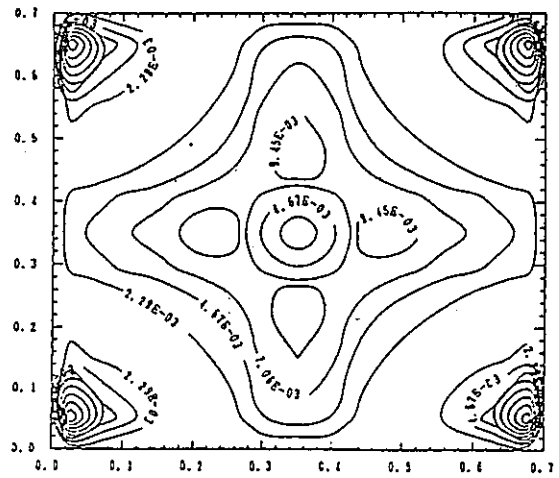


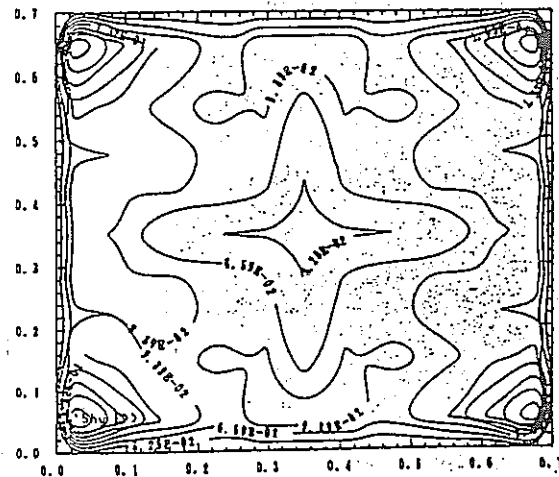
図4.3-16 Z軸に垂直な ( $Z = 0.15\text{m}$ ) X-Z断面での流速分布変化図 (ケースB)



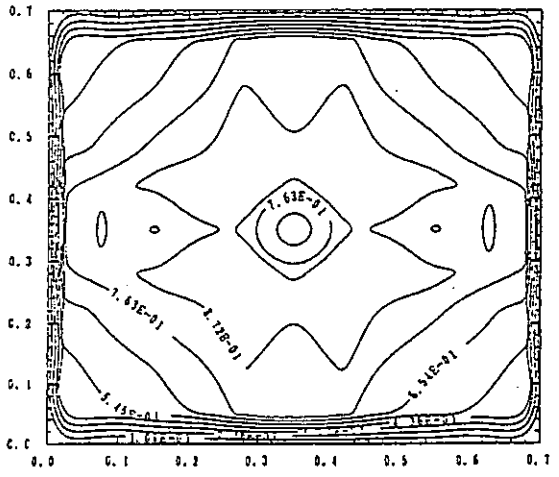
(10 秒後)



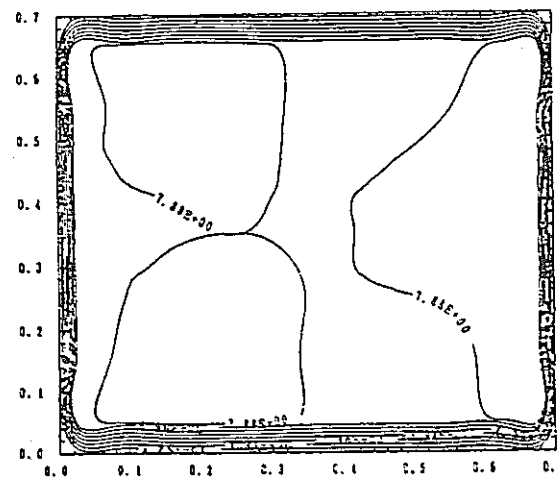
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

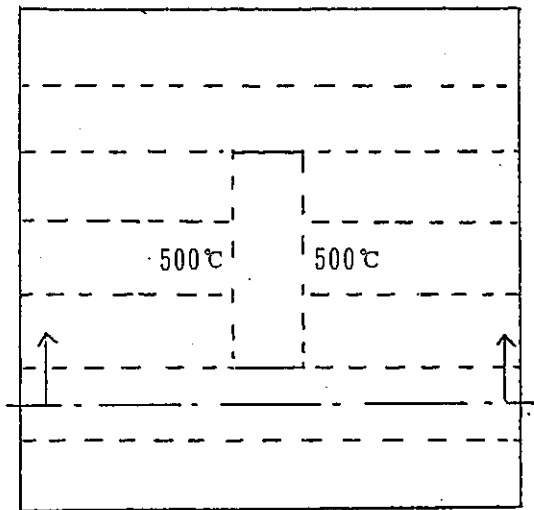
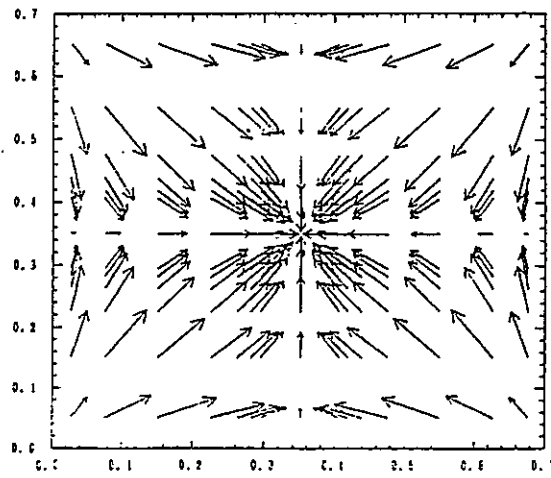
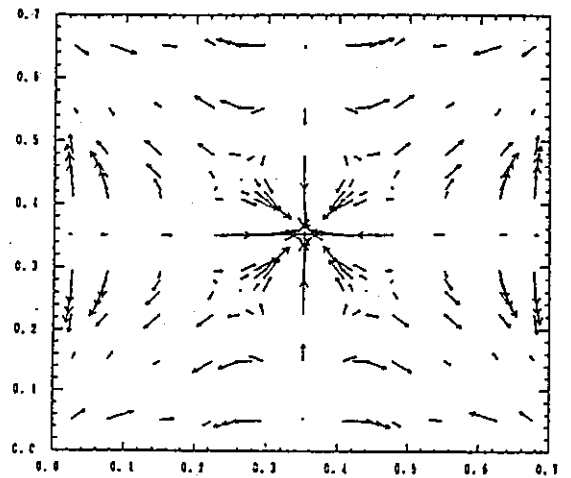


図4.3-17 Z軸に垂直な ( $Z=0.15\text{m}$ ) X-Y断面での温度分布変化図 (ケースB)

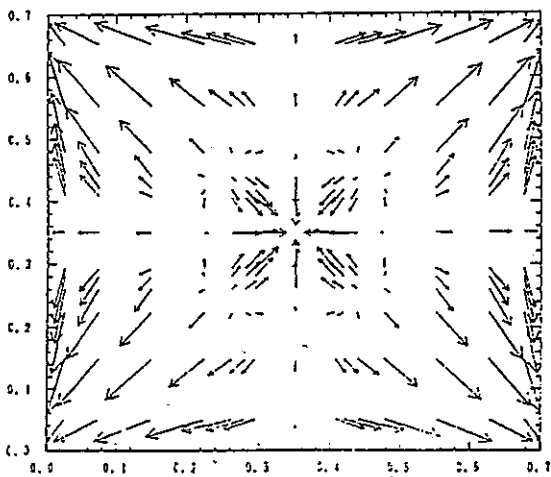




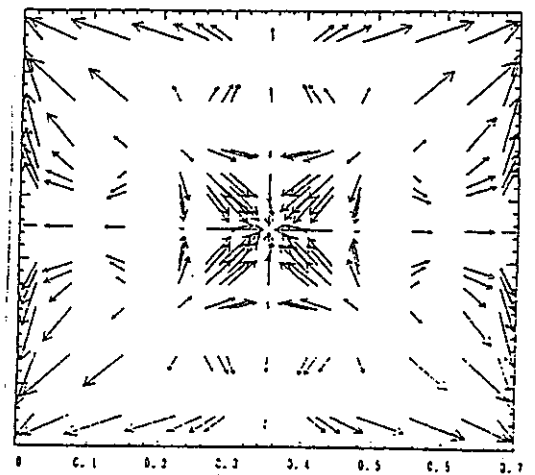
(10 秒後)



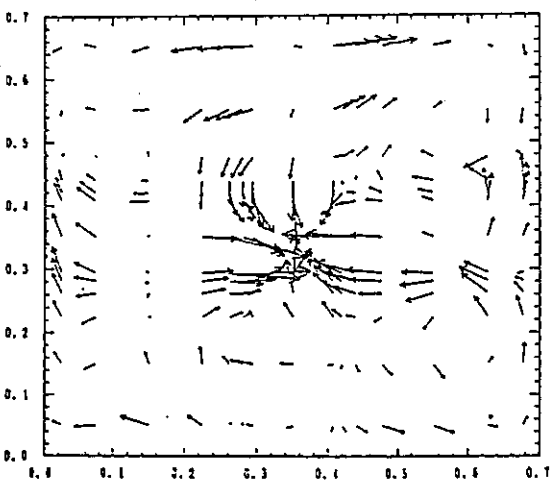
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

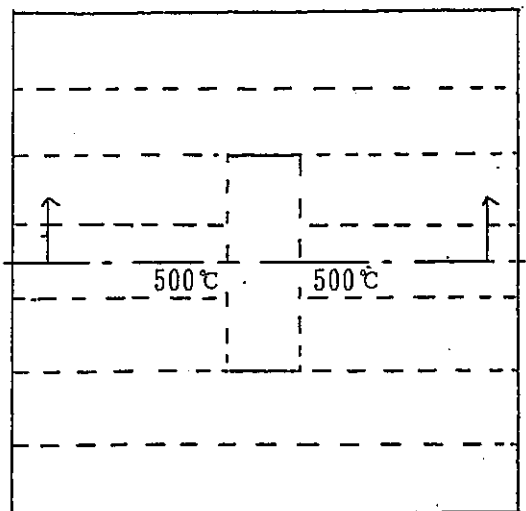
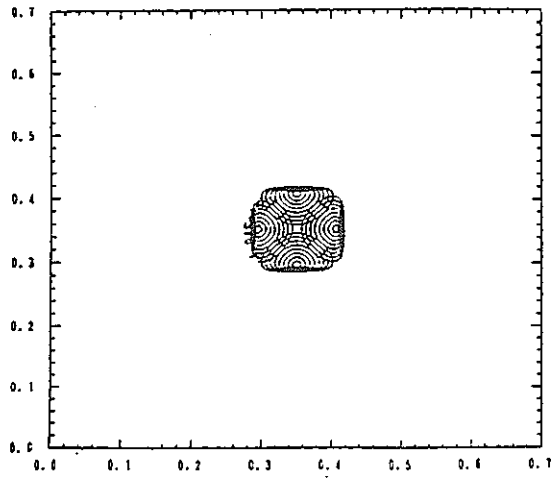
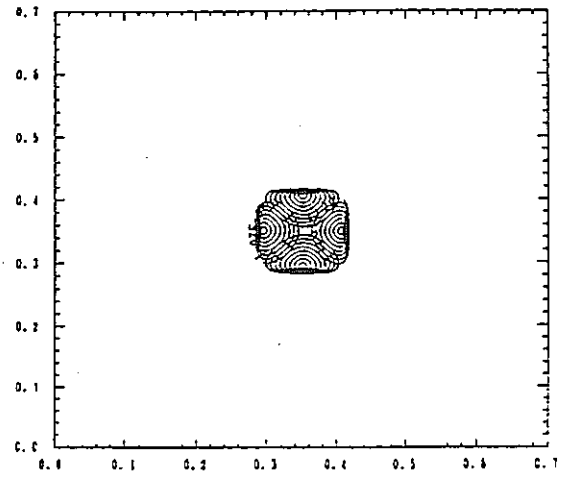


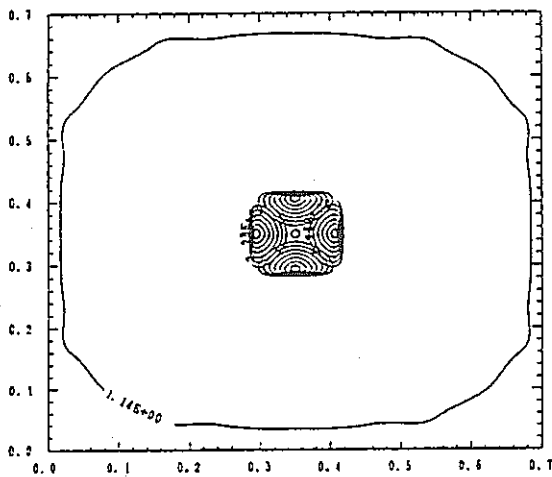
図 4.3-18 Z 軸に垂直な ( $Z = 0.35\text{m}$ ) X-Y 断面での流速分布変化図 (ケース B)



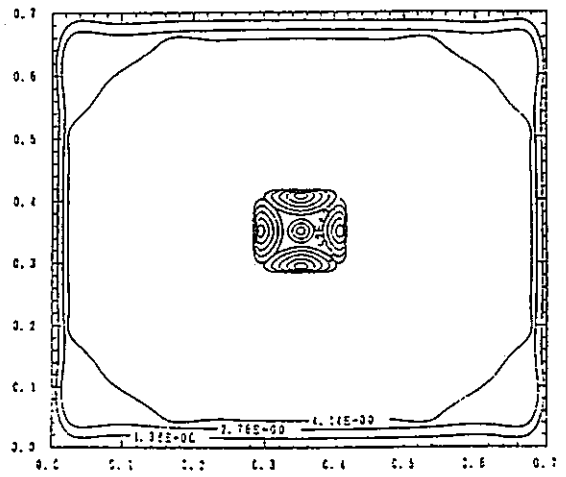
(10 秒後)



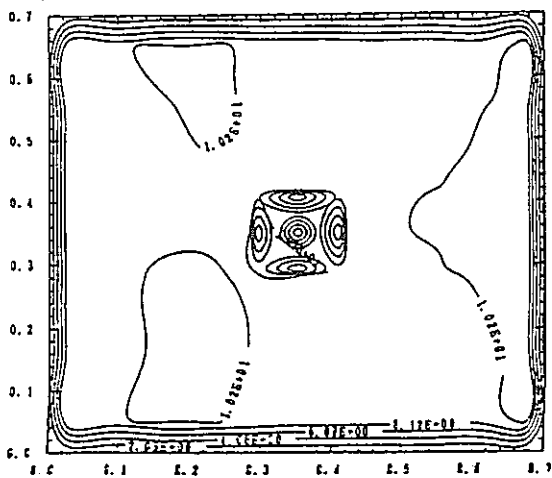
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

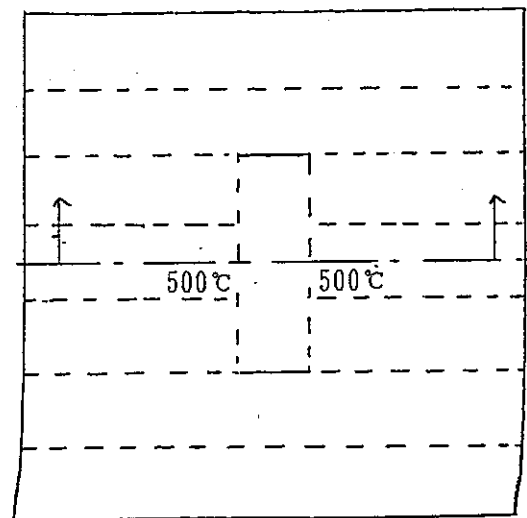
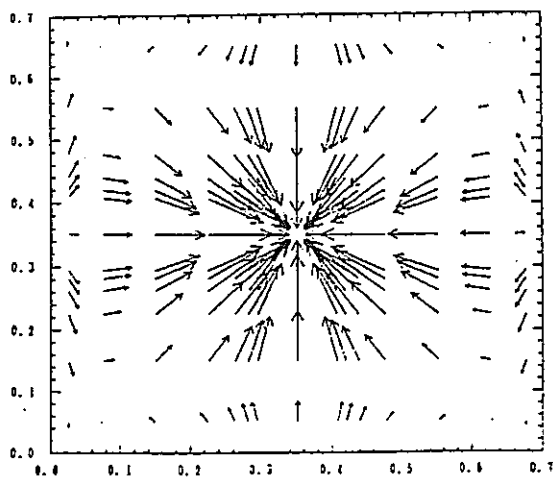
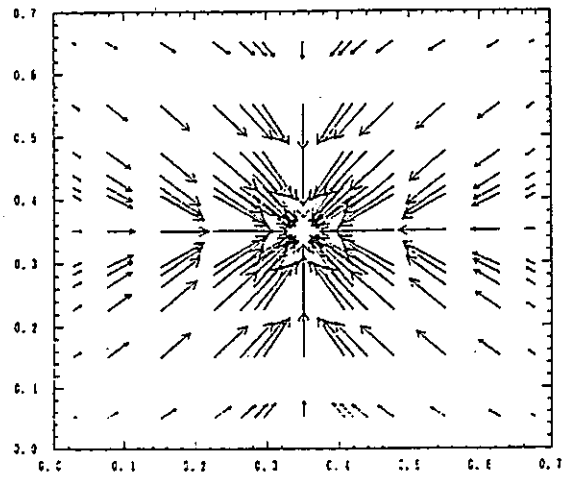


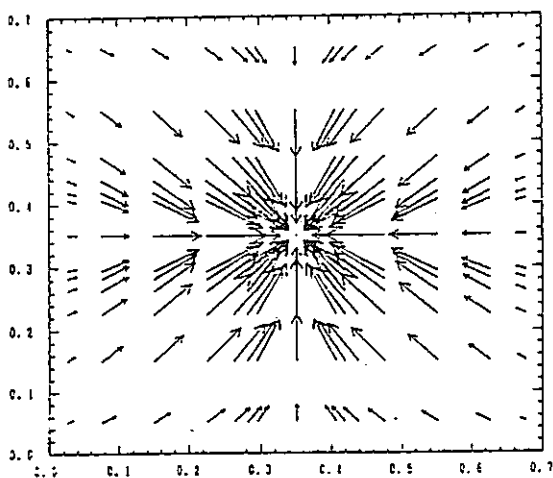
図 4.3-19 Z 軸に垂直な ( $Z = 0.35\text{m}$ ) X-Y 断面での温度分布変化図 (ケース B)



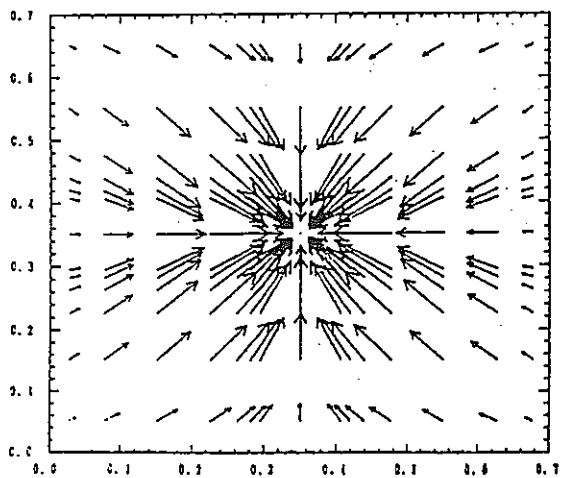
(10 秒後)



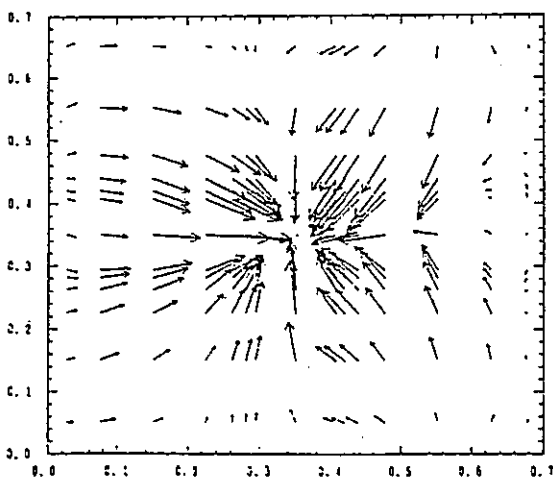
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

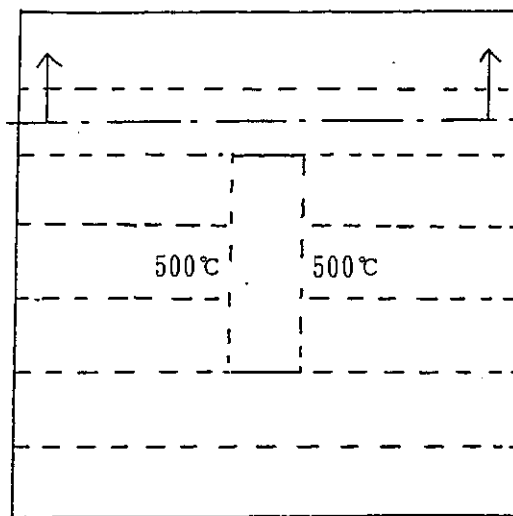
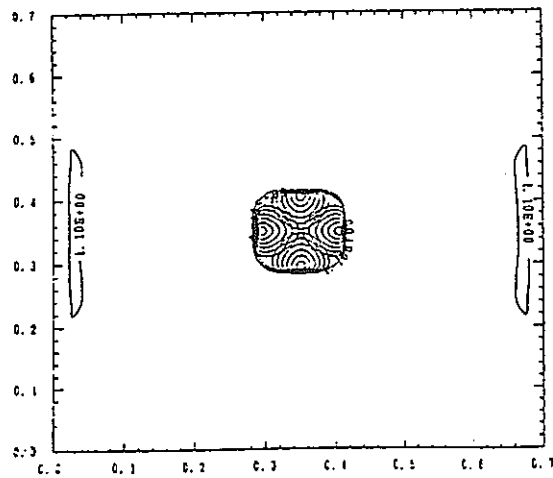
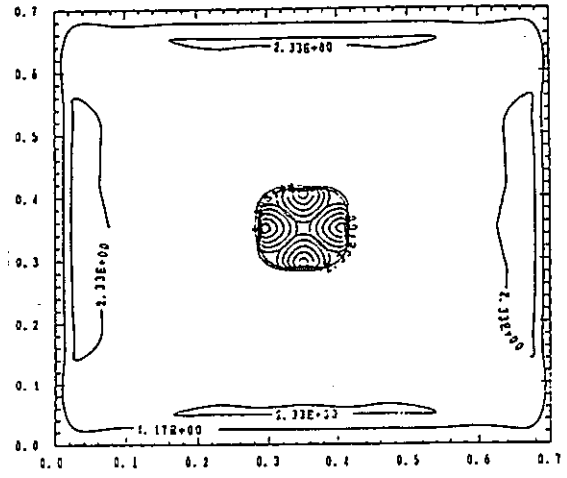


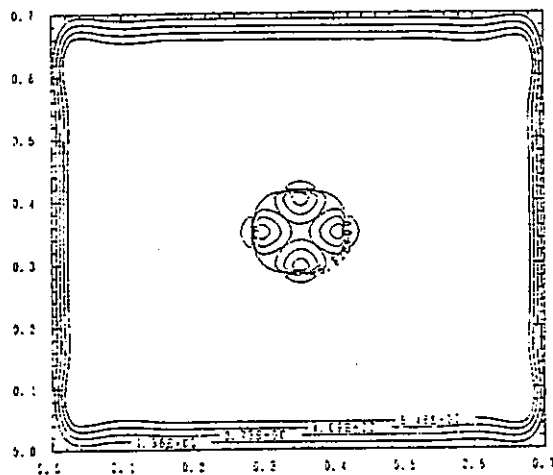
図 4.3-20 Z 軸に垂直な ( $Z=0.55\text{m}$ ) Z-Y 断面での流速分布変化図 (ケース B)



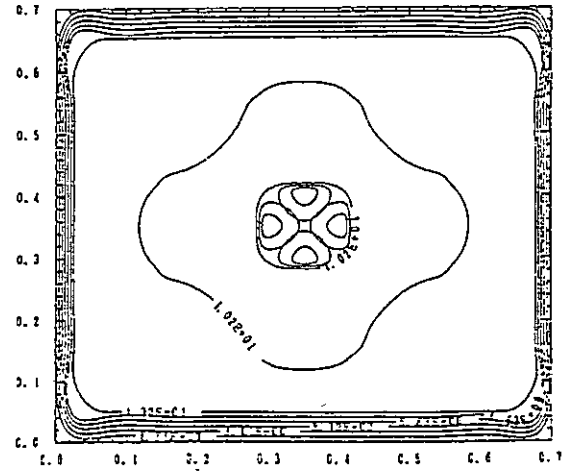
(10 秒後)



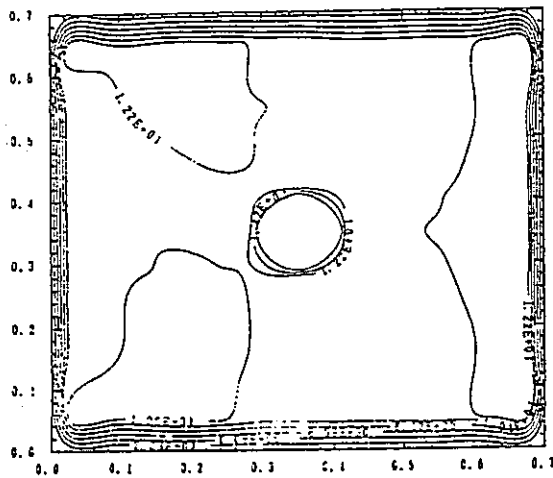
(20 秒後)



(50 秒後)



(100 秒後)



(200 秒後)

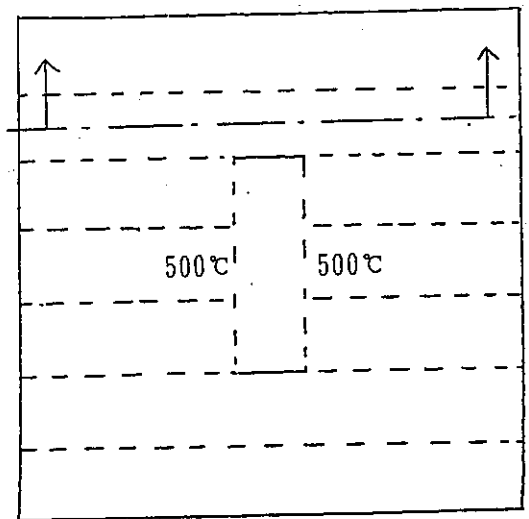


図 4.3-21 Z 軸に垂直な ( $Z = 0.55\text{m}$ ) X-Y 断面での温度分布変化図 (ケース B)

## 第 5 章 コードマニュアル

## 第5章 コードマニュアル

### 5.1 入力データマニュアル

ソルバーへの入力データマニュアル（5番ユニットからの入力）を表5.1-1に示す。  
入力形式はNamelist形式である。

### 5.2 サブルーチン機能の説明

ソルバーで使用する各サブルーチン名とその機能を表5.2-1に示す。

### 5.3 主要なサブルーチンのフローチャート

図5.3-1から図5.3-3に主要なサブルーチンのフローチャートを示す。

### 5.4 コモン変数の説明

ソルバーで使用する全コモン変数、パラメータ変数の意味を表5.4-1に示す。

### 5.5 例題計算インプットデータ

例題計算(1), (2), (3)の各入力データリストをおのこの表5.5-1, 表5.5-2, 表5.5-3に示す。

### 5.6 実行JCL

表5.6-1に実行JCLと必要なファイルを示す。

表 5.1-1 3次元流動解析コード「SOLFAS」入力マニュアル

1988年12月

&RESTR T	リスタートのコントロール
IRESTR	<u>T</u> r u e : リスタートラン <u>F</u> a l s e : イニシャルラン
JRSTAT	リスタートファイルの時刻歴IDナンバー。 もし、0以下なら一番最後のIDナンバー、すなわち前計算の終了時刻からリスタートする。
&DEBUG I	デバッグ出力のコントロール
IDEBUG (I) SDEBUG (I)	I番目のサブルーチンに対するデバッグのための出力変数の選択。 数字が増加するほど、出力する変数の種類が増える。 (添付表を参照すること)
&BCI &BCIMS &BCIEN &BCICN &BCITKE	運動量に対する境界条件 質量(圧力)に対する境界条件 エネルギー(温度)に対する境界条件 濃度に対する境界条件 k-ε乱流モデルに対する境界条件 以上の5つのネームリストブロックは、プリプロセッサより出力されるので、原則として、ここで入力する必要はない。 但し、特別の目的のために、プリプロセッサの出力をここで修正する事が出来る。 入力変更の意味は、表 5.3-1 を参照のこと

添付表 デイバグのオプション

...		
001	C..... LIST OF SUBROUTINE WITH DEBUG COMMON.....	00010000
001	C           ADI, COEFSC, COEFXH, COEFYH, COMPRS,	00020001
001	C           CONCBN, CONCEN, CONST, ENERBN, ENERGY,	00021001
001	C           EOS, INITAL, INPUT, MAIN, PCRIHE,	00030001
001	C           PLOTID, PLOT2D, PRINT, PSTAR, RESHAS,	00040001
001	C           RESHOM, RSTIN, RSTOUT, SAVEOA, SETSBC,	00050001
001	C           SETVBC,   SOR, TRANST, TUREBN, TUREPS,	00060001
001	C           TURKBN, TURKEN, VSTAR, XMOHBN, XMOHEN,	00070001
001	C           YMOHBN, YMOHEN	00071002
001	C   COEFSC : 1 = DENSHIP, DENSIH, DENSIJ, DENSIH,	00080000
001	C           :       VTSCIP, VTSCIH, VTSCJP, VTSCJH,	00081001
001	C           :       FRUSIP, FRUSIH, FRUSJP, FRUSJH, AOSCAL	00090000
001	C           :       IF(TDEPHO(2).OR.TDEPHO(3).OR.TDEPHO(4)) THEN	00090101
001	C           :       TENPIP, TEHPIH, TEHPJP, TEHPJH,	00090201
001	C           :       FRHLIP, FRHLIH, FRHLJP, FRHLJH,	00090301
001	C           :       FRHSIP, FRHSIH, FRHSJP, FRHSJH	00090401
001	C   COEFXH : 1 = DNSXJH, DNSXJP, VTXHJH, VTXHJP, VTXHJH, VTXHJP,	00091001
001	C           :       RUXHJH, RUXHJP, RUXHJH, RUXHJP	00091201
001	C           :       IF(TDEPHO(1).EQ.TRUE) THEN	00092001
001	C           :       THPXJH, THPXJP, FHLXJH(1), FHLXJP(1), FHSXJH(1), FHSXJP(1).	00093001
001	C   COEFYH : 1 = DNSYJH, DNSYJP, VTYHJH, VTYHJP, VTYHJH, VTYHJP,	00094001
001	C           :       RUYHJH, RUYHJP, RUYHJH, RUYHJP	00095001
001	C           :       IF(TDEPHO(1).EQ.TRUE) THEN	00096001
001	C           :       THPYJH, THPYJP, FHLYJH(1), FHLYJP(1), FHSYJH(1), FHSYJP(1)	00097001
001	C   COMPRS : 1 = T(1), HSAHPL(1), T(HSAHPL(1))	00100001
001	C           : 2 = 1 + ISTART, IEND, HD, H, NUH, IP1, IP2, NO, DELT, TIMES, TIMEL	00101001
001	C           :       + T, HSAHPL	00120001
001	C   CONCBN : 1 = HTF11, HTF1H1, HTFJ1, HTFJH1	00131001
001	C   CONCEN : 1 = CONC(1),	00135001
001	C           :       UFLX81, UFLX8H, VFLX81, VFLX8H,	00135101
001	C           :       UFXB81, UFXB8H, VFXB81, VFXB8H,	00135201
001	C           :       UFXN81, UFXN8H, VFXN81, VFXN8H,	00135301
001	C           :       UBDIF1(0), UBDIFH(0), VBDIF1(0), VBDIFH(0),	00135401
001	C           :       UBDIF1(2), UBDIFH(2), VBDIF1(2), VBDIFH(2)	00135501
001	C           : 2 = 1 + DIFU1H(1), DIFU1P(1), DIFU1H(1), DIFU1P(1)	00136001
001	C           :       + AIPCON, AIHCON, AJPCON, AJHCON, BCON, ACON,	00136101
001	C           :       + XREF, XERR	00137001
001	C   CONST : 1 = DX, DXB, DXRP, DXRH, DY, DYO, DYRP, DYRH,	00140001
001	C           :       C1HYU, CHYU12, CKE1, CKE2, CKE3, CKE4, CKES, CKE6	00141001
001	C   ENERGY : 1 = ENER, TEMP	00150001
001	C           : 2 = 1 + CONDIH, CONDIP, CONDJH, CONDJP,	00160001
001	C           :       + CACVIH, CACVIP, CACVJH, CACVJP,	00160101
001	C           :       + AIPENE, AIHENE, AJPENE, AJHENE, AOENE, BENE, AENE,	00161001
001	C           :       XREF, XERR	00170000
001	C   ENERBN : 1 = ETF11, ETF1H1, ETFJ1, ETFJH1	00180003
001	C   EOS : 1 = RUX81, RUX8H1, RYV81, RYV8H1, RVEL8,	00181003
001	C           :       NEOS, ACOMP, APRES, ACOMP, APRESP	00190002
001	C           : 2 = DENS, COMP	00191002
001	C   INITAL : 1 = VELU, VELV, PRES, ENER, TEMP, CONC(1), DEHS	00200002
001	C   PCRIHE : 1 = PSPLR	00210000
001	C           : 2 = 1 + BHAS, XREF, XERR	00220000
001	C   PLOTID : 1 = STINE, SPLOT	00230000
001	C   PRINT : 0 = STANDARD OUTPUT	00240000
001	C           : 1 = 0 + PSPLR, BHAS, (OUTUCV), (OUTVCV), (OUTHCV), (OUTCCV)	00250000
001	C   PSTAR : 1 = PRES	00260000
001	C           : 2 = 1 + ALPHA, AIHHA, AJPHA, AJHHA, BHAS, AHAS, TOTHX, TOTHY,	00270000
001	C           :       + XREF, XERR, PRES	00280000
001	C   RESHAS : 1 = BHAS	00290000
001	C   RESHOM : 1 = EXHOM, EYHOM	00300000
001	C   SAVEOA : 1 = STINE, SPLOT	00310000
001	C   SETSBC : 1 = ENER, TEMP, DENS, CONC(1), TURK, TURE, FRACHL(1) AT BOUNDARY	00320002
001	C   SETVBC : 1 = VELU, VELV AT BOUNDARY	00330000



添付表 デイバッグのオプション (続き)

001	C	SOR : 1 = ITER,IMX,JHX,XERRHX,XREFHX (AT FINAL ITERATION)	00340000
001	C	: 2 = 1 + X,AIP,AJH,AJP,AJH,A,B (AT INITIAL ITERATION)	00350000
001	C	: + ITER,IMX,JHX,XERRHX,XREFHX (AT EVERY ITERATION)	00360000
001	C	: 3 = 2 + XERR,X (AT EVERY ITERATION)	00370000
001	C	***** LEVEL 2,3 IS VALID ONLY IF SDEBUG .EQ. .TRUE.*****	00380000
001	C	SDEBUG(1) --- PSTAR	00390000
001	C	SDEBUG(2) --- VSTAR(USPLER)	00400000
001	C	SDEBUG(3) --- VSTAR(VSPLER)	00410000
001	C	SDEBUG(4) --- PCRIHE	00420000
001	C	SDEBUG(5) --- ENTLPY	00430000
001	C	SDEBUG(6) --- CONCEN	00440000
001	C	SDEBUG(7) --- TURKEN	00441002
001	C	SDEBUG(8) --- TUREPS	00442002
001	C	TRANS1 : 1 = TIME,ITER,VELMAX,TEHASS (&TRANS1)	00450000
001	C	: + TIME,ITER,IERR,JERR,EPSSHAS,BHSEB,BHSEB (&TRANS2)	00460000
001	C	: (IN CASE OF FAILURE OF MASS CONVERGENCY)	00470000
001	C	: + TIME,ITER,IERR,JERR, EPSU, UERR, UOERR (&TRANS3)	00480000
001	C	: (IN CASE OF FAILURE OF VELU CONVERGENCY)	00490000
001	C	: + TIME,ITER,IERR,JERR, EPSV, VERR, UOERR (&TRANS4)	00500000
001	C	: (IN CASE OF FAILURE OF VELV CONVERGENCY)	00510000
001	C	: 2 = 1 + VELU,VELV,BHAS,SUB.OUTUCV,SUB.OUTVCV	00520000
001	C	: + VELUO (IN CASE OF FAILURE OF VELU CONVERGENCY)	00530000
001	C	: + VELVO (IN CASE OF FAILURE OF VELV CONVERGENCY)	00540000
001	C	: 3 = 2 + MOMENTUM BALANCE(SUB.OUTUCV,SUB.OUTVCV)	00550000
001	C	: JUST AFTER SUB.VSTAR EXECUTING	00560000
001	C	: + ENTHALPY BALANCE(SUB.OUTUCV)	00570000
001	C	: JUST AFTER SUB.ENTLPY EXECUTING	00580000
001	C	: + CONCENTRATION BALANCE(SUB.OUTCCV)	00590000
001	C	: JUST AFTER SUB.CONCEN EXECUTING	00600000
001	C	: + USPLER,VSPLER,DENSP,DENS	00610000
001	C	TUREPS : 1 = TURE	00620002
001	C	: 2 = 1 + AIPTUE,AIHTUE,AJPTUE,AJHTUE,	00630002
001	C	: + SCTURE, BTUE,SPTURE, ATUE,	00631002
001	C	: + XREF,XERR	00640002
001	C	TURKEN : 1 = TURK	00640102
001	C	: 2 = 1 + AIPTUK,AIHTUK,AJPTUK,AJHTUK,	00640202
001	C	: + SCTURK, BTUK,SPTURK, ATUK,	00640302
001	C	: + XREF,XERR	00640402
001	C	VSTAR : 1 = USPLER,VSPLER	00641002
001	C	: 2 = 1 + GBMHX,AVHGX,DP,XREFI,XERRI,	00642002
001	C	: + GBMHY,AVHGY,DP,XREFJ,XERRJ	00643002
001	C	XHGHGX : 1 = STRTJ1,STRTJ	00650003
001	C	XHGHGX : 1 = ALPHHX,AIHHHX,AJPHHX,AJHHHX,BHXX,AMHX	00660000
001	C	YHGHGX : 1 = STRT11,STRT1	00670003
001	C	YHGHGX : 1 = ALPHNY,AIHHNY,AJPHNY,AJHHNY,BHNY,AMNY	00680000
001	C	*****	00690000

&CONTRI	計算を実行するための各種パラメータ
TMAX DT	計算終了時間 (sec) タイムステップ時刻幅 (sec)
NGAS	考慮するガスの成分数
IMOM	= 0 : 連続の式を考慮した運動量保存の差分式の係数を使う。 = 1 : 連続の式を考慮しない運動量保存の差分式の係数を使う。
ITMTRA EPSMAS EPSMOM EPSE EPSU EPSV EPSW EPSK EPSD	SIMPLER法での最大繰り返し回数 SIMPLER法の収束判定のための許容最大相対誤差 (質量) 同 上 (運動量) 同 上 (エネルギー) SIMPLER法の収束判定のための許容変動相対誤差 (速度u) 同 上 (速度v) 同 上 (速度w) 同 上 (乱流エネルギーk) 同 上 (乱流エネルギー消散速度ε)
RELAXU RELAXV RELAXW RELAXP RELAXE RELAXC RELAXK RELAXD	SIMPLER法での緩和パラメータ (速度u) 同 上 (速度v) 同 上 (速度w) 同 上 (圧力) 同 上 (エネルギー) 同 上 (質量分率) 同 上 (乱流エネルギー) 同 上 (乱流エネルギー消散速度)

ITMSOR	SOR法での最大繰り返し回数
EPSSOR	SOR法での収束判定のための許容最大相対誤差
OMSORU	SOR法での加速パラメータ (速度 u)
OMSORV	同 上 (速度 v)
OMSORW	同 上 (速度 w)
OMSORP	同 上 (圧 力)
OMSORE	同 上 (エネルギー)
OMSORC	同 上 (質量分率)
OMSORK	同 上 (乱流エネルギー)
OMSORD	同 上 (乱流エネルギー消散速度)
DTPRT	dtprt(sec)毎に標準出力を行う。
DTPLT	dtplt(sec)毎に2次元プロットファイルを出力する。
DTRST	dtrst(sec)毎にリスタートファイルを出力する。
DTBALV	dtbalv(sec) 毎に運動量バランスチェックの結果を出力する。
DTBALE	dtbale(sec) 毎にエネルギーバランスチェックの結果を出力する。
DTBALM	dtbalm(sec) 毎に質量バランスチェックの結果を出力する。
DTBALK	dtbalk(sec) 毎に乱流エネルギーバランスチェックの結果を出力する。
DTBALD	dtbald(sec) 毎に乱流エネルギー消散速度バランスチェックの結果を出力する。
ITMDNS	サブルーチンEOSで密度の収束のための最大繰り返し回数
EPSDNS	収束判定のための許容最大相対誤差
RELAXR	収束のための緩和パラメータ
&IJKMPI	コントロールボリュームの配置 (プリプロセッサより出力される)

& I N P V A I	初期値データ
VELU ( I, J )	流速 u (m/s)
VELV ( I, J )	流速 v (m/s)
VELW ( I, J )	流速 w (m/s)
PRES ( I, J )	圧力 (Pa)
TEMP ( I, J )	温度 (K)
CONC ( I, J, N )	N種ガスの質量分率 (-)
TURK ( I, J )	乱流エネルギー ( $m^2/s^2$ )
TURE ( I, J )	乱流エネルギー消散速度 ( $m^2/s^3$ )  以上各メッシュ毎に入力する。

VELUIN VELVIN VELWIN PRESIN TEMPIN CONCIN (N) TURKIN TUREIN	流速 u (m/s) 流速 v (m/s) 流速 w (m/s) 圧力 (Pa) 温度 (K) N種ガスの質量分率 (-) 乱流エネルギー (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ) 乱流エネルギー消散速度 (m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> ) 以上各メッシュ一様。
&KEMODL	k - ε 乱流モデルで使用する定数
CMYU CTI CT2 PRNDLK PRNDLD	} k - ε 乱流モデルの経験定数
PRNDLE PRNDLC PRANDL CKARNM CEE CHARVS CHARGM	乱流プラントル数 (エネルギー) 乱流プラントル数 (ガス濃度) プラントル数 カルマン定数 } 壁関数で使用する定数 (動粘性係数) (比熱比)
&OPTIOI	混合ガスの物性値オプション

<p>TDEPND (4)</p>	<p>TRUE : 物性値の温度・成分組成の依存性を考慮する。          FALSE : 物性値の温度・成分組成の依存性を考慮しない。          (1) : 粘性係数 (Pa・s)          (2) : 熱伝導度 (J/m K sec)          (3) : 拡散係数 (m<sup>2</sup>/s)          (4) : 定容比熱 (J/kg K)</p>						
<p>LISGAS (NGAS)</p>	<p>考慮するガスの種類          1 …… 空気,    2 …… 窒素,    3 …… 酸素,          4 …… 水素,    5 …… 水蒸気</p>						
<p>CALCEN CALCCN CALCKE</p>	<table border="0"> <tr> <td>エネルギーを解くか</td> <td rowspan="3">} 解くべきスカラー量の指定</td> </tr> <tr> <td>濃度を解くか</td> <td>False : 解かない</td> </tr> <tr> <td>k - ε 乱流モデルを解くか</td> <td>True : 解く</td> </tr> </table>	エネルギーを解くか	} 解くべきスカラー量の指定	濃度を解くか	False : 解かない	k - ε 乱流モデルを解くか	True : 解く
エネルギーを解くか	} 解くべきスカラー量の指定						
濃度を解くか		False : 解かない					
k - ε 乱流モデルを解くか		True : 解く					
<p>&amp;PLOTI</p>	<p>2次元プロット出力のコントロール</p>						
<p>I PLOT (I)</p>	<p>True : i 番目の変数のプロットデータを出力する。          False : i 番目の変数のプロットデータを出力しない。          i = 1 ; 速度,    2 ; 密度,    3 ; 圧力,    4 ; エネルギー,    5 ; 温度          6 ; 成分1の質量比,    7 ; 乱流エネルギー,          8 ; 乱流エネルギー消散速度</p>						
<p>&amp;PRINTI</p>	<p>標準出力のコントロール</p>						

I P R I N T	<p>True : i 番目の変数の標準出力を行う。</p> <p>False : i 番目の変数の標準出力を行わない。</p> <p>i = 1 ; 速度, 2 ; 密度, 3 ; 圧力, 4 ; エネルギー, 5 ; 温度 6 ; 成分の 1 の質量比, 7 ; 乱流エネルギー, 8 ; 乱流エネルギー消散速度</p>
& P R O P E I	物性値
N E O S	<p>= 1 : 理想期待の状態方程式を使う。</p> <p>= 2 : 温度膨張率による状態方程式を使う。</p> <p>BETA : 温度膨張率 (kg/m<sup>3</sup>/k)</p>
P R T E M P P R P R E S P R C O N C	<p>基準温度 (K) } " 圧力 (Pa) } TDEPND=Falseの時に使用する。 " 質量比 (-) }</p>
G A S C O N	気体定数 (J/K/mol)
X G R A V T Y G R A V T Z G R A V T	<p>i (X) 方向の重力加速度成分 (m/s<sup>2</sup>)</p> <p>j (Y) 方向の重力加速度成分 (m/s<sup>2</sup>)</p> <p>k (Z) 方向の重力加速度成分 (m/s<sup>2</sup>)</p>
& C V O U T I	各コントロールボリュームでの保存量バランスチェック
L U C V	X方向運動量コントロールボリューム (LUCV) に於ける, 速度 u 方向運動量変化の各成分のバランスを出力する。

LVCV	Y方向運動量コントロールボリューム (LVCV) に於ける, 速度 v方向運動量変化の各成分のバランスを出力する。
LWCV	Z方向運動量コントロールボリューム (LWCV) に於ける, 速度 w方向運動量変化の各成分のバランスを出力する。
LECV	主コントロールボリューム (LECV) に於ける, エネルギー変化 の各成分のバランスを出力する。
LCCV (J)	主コントロールボリューム (LCCV) に於ける, j成分ガスの質 量分率変化の各成分のバランスを出力する。
LKCV	主コントロールボリューム (LKCV) に於ける, 乱流エネルギー 変化の各成分のバランスを出力する。
LDCV	主コントロールボリューム (LDCV) に於ける, 乱流エネルギー 消散速度変化の各成分のバランスを出力する。



表 5.2 - 1 サブルーチンの機能説明

サブルーチン名	機 能
A D I J	未 使 用
BALCCL BALDCL BALECL BALKCL BALMCL BALUCL BALVCL BALWCL	(ガス成分濃度) (乱流エネルギー消散速度) (エネルギー) (乱流エネルギー) (質 量) (X方向運動量) (Y方向運動量) (Z方向運動量) <p style="text-align: right;">} 1時刻サイクルでの、各係数の計算体系内の変化量および体系外との移行量を計算する。</p>
BALCPR BALDPR BALEPR BALKPR BALMPR BALUPR BALVPR BALWPR	(ガス成分濃度) (乱流エネルギー消散速度) (エネルギー) (乱流エネルギー) (質 量) (X方向運動量) (Y方向運動量) (Z方向運動量) <p style="text-align: right;">} 与えられた時刻における、各変数の体系内バランスを書き出す。</p>
COEFSC COEFXM COEFYM COEFZM	(スカラー) (X-方向運動量) (Y-方向運動量) (Z-方向運動量) <p style="text-align: right;">} 各コントロールボリューム (以下 C/Vと略す) について、後で共通に必要な量をまとめて計算する。</p>

COMPRS	時刻歴プロッタファイルを圧縮する。
CONCBN CONCEN	(境界に隣接した C/V) } (内部 C/V) } ガス成分濃度場を解く
CONST	トランジェントの計算で変化しない量を最初に1回だけ計算する
DFPROP	植物値のデフォルト値を計算する
ENERBN ENERGY	(境界に隣接した C/V) } (内部 C/V) } エネルギー場を解く
EOS	密度を計算する
DELETE	リストからある要素を消去する
FIND	リストのある要素を見つける
INSERT	リストのある要素を挿入する
INITAL	初期値を設定する
INPUT	入力データを読み込む

MCACON	混合ガスの熱伝導度を計算する
MCADIF	混合ガスの拡散係数を計算する
MCAVIS	混合ガスの粘性係数を計算する
MCBDIF	2成分拡散係数を計算する
MCSCON	ガスの熱伝導度を計算する
MCSVIS	ガスの粘性係数を計算する
MCINIT	上記各ルーチンの初期値を設定する
NIBUN	サブルーチンCOMPRSで使用するユーティリティ
OUTCCV	(ガス濃度)
OUTDCV	(乱流エネルギー消費速度)
OUTECV	(エネルギー)
OUTKCV	(乱流エネルギー)
OUTUCV	(X方向運動量)
OUTVCV	(Y方向運動量)
OUTWCV	(Z方向運動量)
	与えられた C/Vにおける、各変数のバランスを書き出す
RCRIME	圧力修正量場を解く (P')
PLOT1D	時刻歴プロットプログラムXYPLOT用データの書き出し
PLOT2D	2次元プロットプログラムSGRAPH用データの書き出し
PRIINP	プリプロセッサの出力を読み込むルーチン
PRIOUT	PRIINPで読み込んだデータを書き出す

PRINT	標準アウトプットの書き出し
PSTAR	圧力推定値場を解く (P') (内部 C/V, 境界C/V)
RESMAS	質量残差量を計算する (内部 C/V, 境界C/V)
RESMOM	運動量誤差量を計算する
RSTIN	リスタートデータの読み込み
RSTOUT	リスタートデータの書き込み
SAVEDA	時刻歴プロットしたい変数を配列にストアする
SETCBC SETEBC SETKBC SETSBC SETUBC SETVBC SETWBC	(ガス成分濃度) (エネルギー) (乱流エネルギーおよび同消散速度) (圧力, 密度) (X方向流速) (Y方向流速) (Z方向流速)
	各変数の境界値を設定する
SIMPLR	SIMPLER法で流速, 圧力場を解く
SOR SOREPS SORMOM SORPRS	(エネルギー, ガス成分濃度, 乱流エネルギー) (乱流エネルギー消散速度) (運動量) (圧力)
	各変数の保存則差分式をSOR法で解く

T A B O U T	2次元配列を書く	
T B O U T K	X-Y断面の配列を書く	
T R A N S T	トランジェント計算のコントロールルーチン	
T U R E B N T U R E P S	(境界に隣接した C/V) (内部 C/V)	} 乱流エネルギー消散速度場を解く
T U R K B N T U R K E N	(境界に隣接した C/V) (内部 C/V)	} 乱流エネルギー場を解く
U S T A R V S T A R W S T A R	X方向流速場を解く Y方向流速場を解く Z方向流速場を解く	
X M O M B N X M O M E N	(境界に隣接した C/V) (内部 C/V)	} X-方向運動量保存差分式の係数を 計算する
Y M O M B N Y M O M E N	(境界に隣接した C/V) (内部 C/V)	} Y-方向運動量保存差分式の係数を 計算する
Z M O M B N Z M O M E N	(境界に隣接した C/V) (内部 C/V)	} Z-方向運動量保存差分式の係数を 計算する

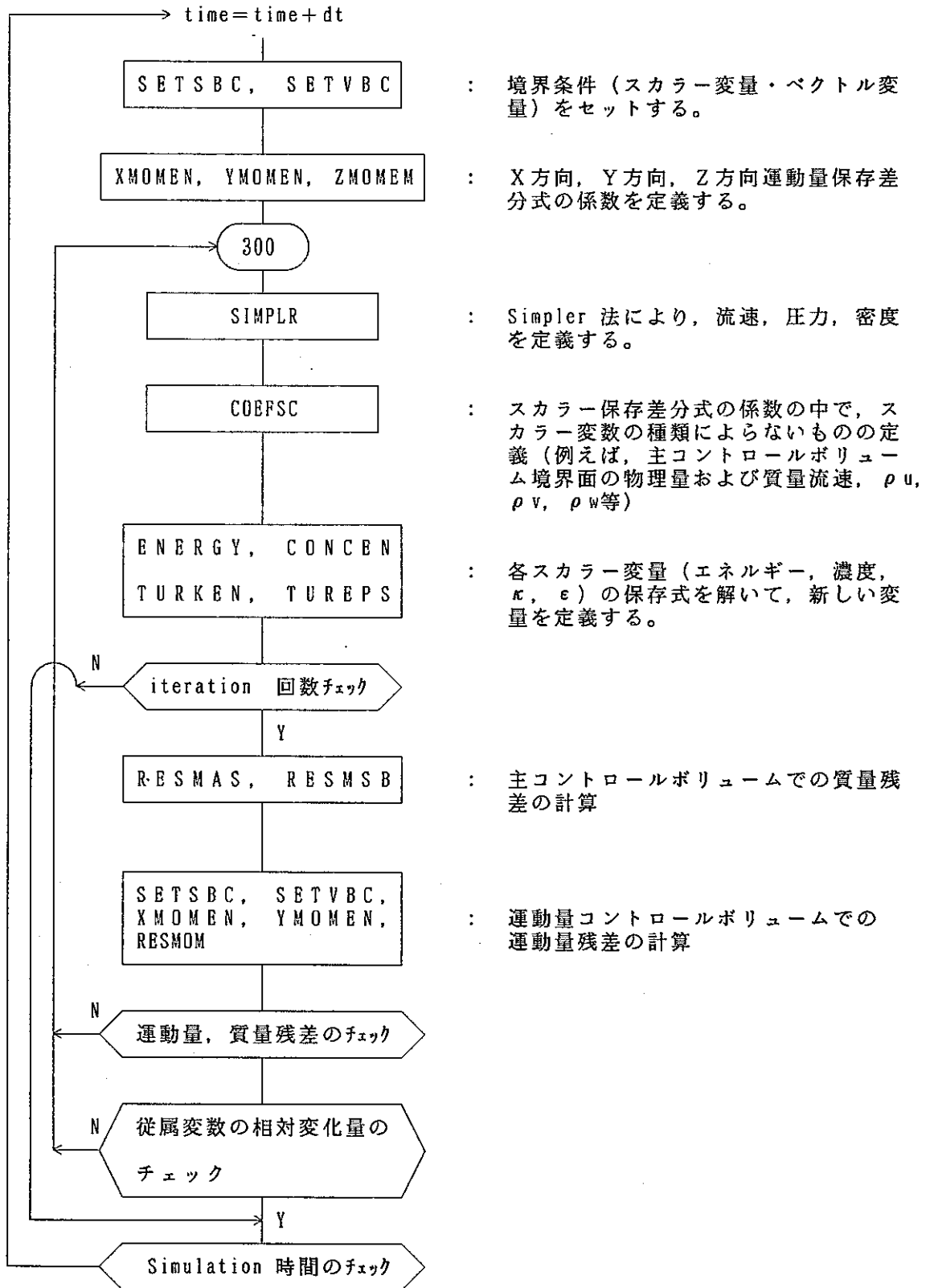


図 5.3-1 サブルーチン TRANSTの計算フロー

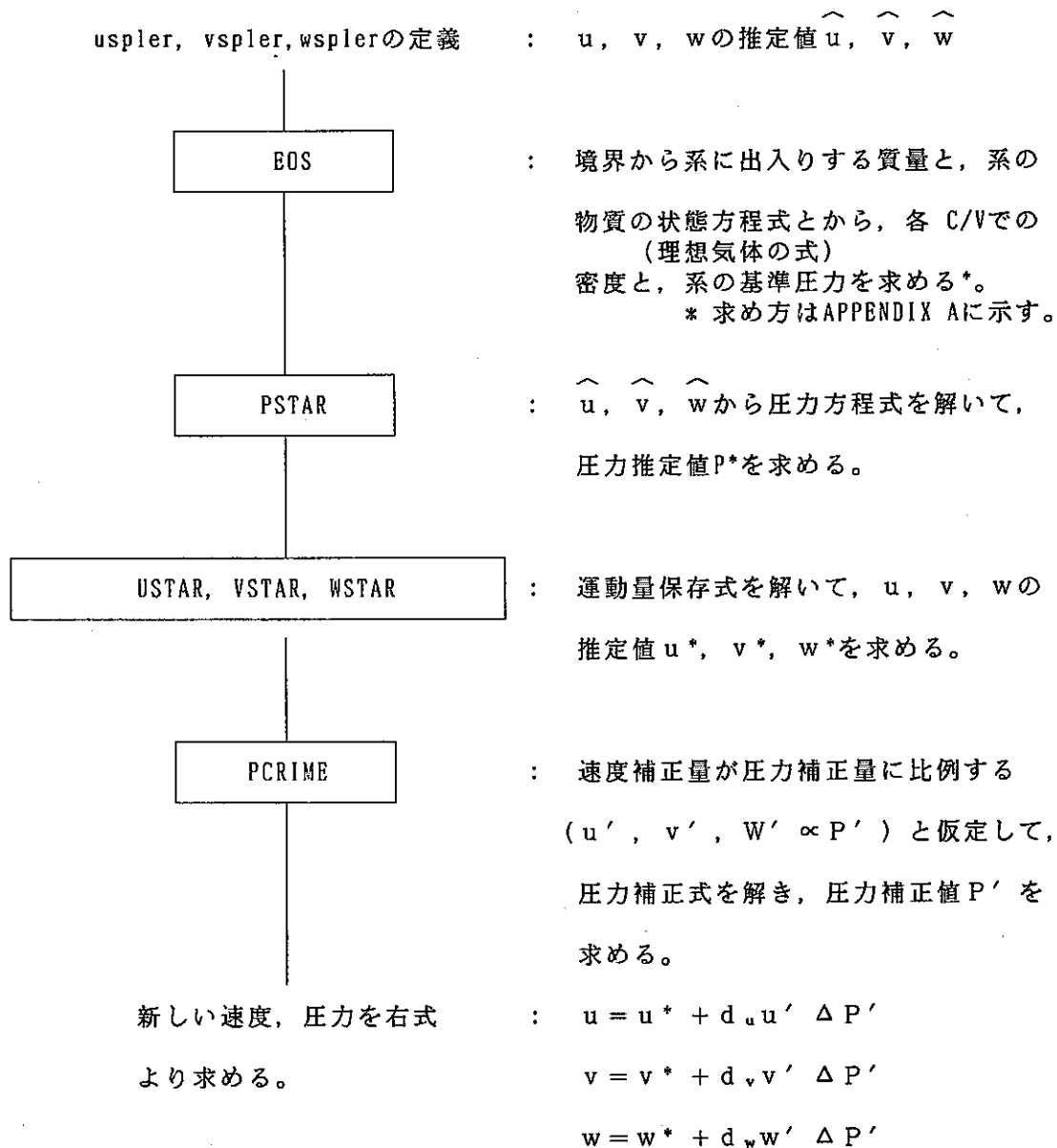
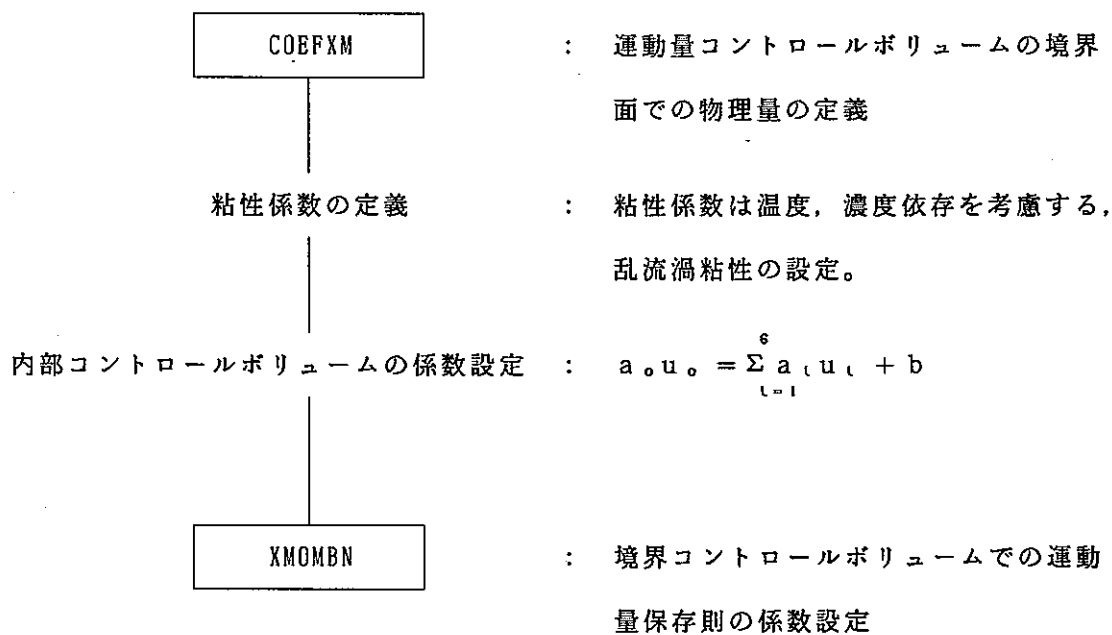
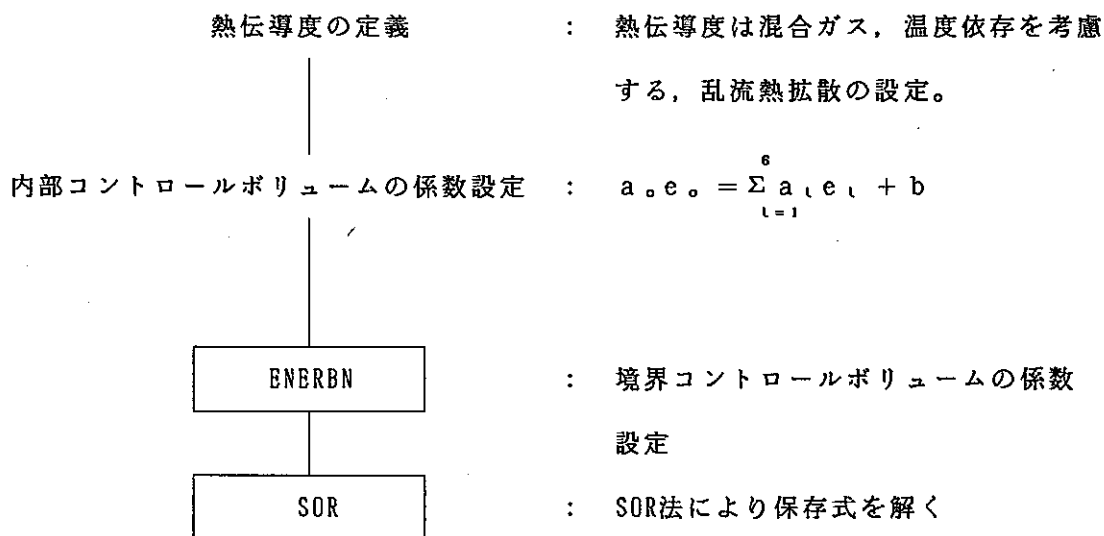


図5.3-2 サブルーチン SIMPLRの計算フロー



サブルーチン XMOMENの計算フロー  
(ベクトル変量の例)



サブルーチン ENERGYの計算フロー  
(スカラー変量の例)

図5.3-3 ベクトル変量（X-方向流速），スカラー変量（エネルギー）の保存則の計算フロー



表 5.4 - 1 ソルバーで使用する全コモン  
変数, パラメータ変数の意味

パラメータ文に出て来るパラメータ変数(1)			
変 数 名	意 味	単 位	備 考
LDEBUG	デバッグ出来るサブルーチンの最大数		
SCVSCT	境界の仮想コントロールボリュームを含めた全コントロールボリュームの最大数		
SIPLOT	断面2次元のプロットプログラム「SGRAPH」に出力する変数の最大数		
SIPRNT	標準出力出来る変数の最大数		
SISURF	I方向(X軸)に垂直な境界面にあるコントロールボリュームの最大数		
SJSURF	J方向(Y軸)に垂直な境界面にあるコントロールボリュームの最大数		
SKSURF	K方向(Z軸)に垂直な境界面にあるコントロールボリュームの最大数		
SLNGAS	コード内で物性値を用意しているガス種類の最大数		
SNCCV	コントロールボリューム (ガス濃度) 単位での各変数の保存値 (乱流エネルギー消散速度) チェックを行う時に指定出 (比エネルギー) 来るコントロールボリューム (乱流エネルギー) の最大数 (流速)		
SNDCV			
SNHCV			
SNKCV			
SNVRCV			
SNCVSC		流体で占められているコントロールボリュームの最大数。実際に計算するコントロールボリューム	
SNGAS	コード内で計算するガス種類の最大数		

パラメータ文に出て来るパラメータ変数 (2)			
変数名	意味	単位	備考
SNI SNJ SNK	} 各 I, J, K 方向でのコントロールポ }リュームの最大数		
SNIMAX SNJMAX	} 2次元断面プロットプログラム「SGR }APH」で使用する。2次元 I, J 方向 }のメッシュ最大数		

BCCONC	ガス濃度保存則に対する境界条件 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NCNB** (1, NG)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内, NG番号ガス濃度境界条件インデックスが0以外のものの数		
LCNB** (N, 1, NG) N=1, NCNB** (1, NG)	上記, NCNB** (1, NG) に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号		
NCNB** (2, NG)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内, NG番号ガス濃度境界条件インデックスが0のもの数		
LCNB** (N, 2, NG) N=1, NCNB** (2, NG)	上記, NCNB** (2, NG) に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号		
ICNB** (N, NG)	<p>NG番号ガス濃度境界条件のうち, 0以外のもの (すなわち 1, 2, 3)</p> <hr/> <p>境界条件インデックス</p> <p>= 0 境界濃度 (CB**) が指定される</p> <p>= 1 境界物質流束 (MFB**) が指定される</p> <p>= 2 k-ε乱流モデルの壁関数</p> <p>= 3 境界物質伝達率 (MCB**) が指定される</p>		

B C C O N C	ガス濃度保存則に対する境界条件 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
C N B ** ( N , N G ) N = 1 , N S C B **	境界ガス濃度	—	
M F B ** ( N , N G ) M C B ** ( N , N G ) N = 1 , N S C B ** ( 1 , N G )	境界物質流束 境界物質伝達係数	kg/m <sup>2</sup> ・s m/s	
	以上, **は I M, I P, J M, J P, K M, K P の 2 文字が入る。ここで, I M は I ( - ) 方向, I P は I ( + ) 方向の略である。		

BCENER	エネルギー保存則に対する境界条件 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NENB** (1)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内、エネルギー境界条件インデックスが0以外のものの数		
LENB** (N, 1) N=1, NENB** (1)	上記, NENB** (1)に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号		
NENB** (2)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内、エネルギー境界条件インデックスが0のもの数		
LENB** (N, 2) N=1, NENB** (2)	上記, NENB** (2)に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号		
IENB** (N) N=1, NENB** (1)	エネルギー境界条件のうち, 0以外のもの (すなわち 1, 2, 3) <hr/> 境界条件インデックス = 0 境界温度 (TB**) が指定される = 1 境界熱流速 (HFB**) が指定される = 2 k - ε 乱流モデルの壁関数 = 3 境界熱伝達係数 (HCB**) が指定される		

BCENER	エネルギー保存則に対する境界条件 (2)		
変数名	意味	単位	備考
TB** (N) N = 1, NSCBIM	境界温度 (**境界面)	℃	
HFB** (N) HCB** (N) N = 1, NENB**(1)	境界熱流束 (**境界面) 境界熱伝達係数 (**境界面)	w/m <sup>2</sup> w/m <sup>2</sup> k	
	<p>以上, **はIM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る。ここで, IMはI(-)方向, IPはI(+ )方向の略である。</p>		

BCMASS	質量保存則（圧力方程式）に対する境界条件		
変数名	意味	単位	備考
PB** (N) N=1, NMSB** (1)	**境界面での境界圧力	Pa	
DB** (N) N=1, NSCB**	**境界面の密度	kg/m <sup>3</sup>	
NMSB** (1)	**境界主コントロールボリュームの内、 **方向境界に圧力が与えられている（圧力境界）コントロールボリュームの数	—	
LMSB** (N, 1) N=1, NMSB** (1)	上記, NMSB** (1)に対応した主コントロールボリュームの通し番号	—	
NMSB** (2)	**境界主コントロールボリュームの内、 圧力境界以外のコントロールボリュームの数	—	
LMSB** (N, 2) N=1, NMSB** (2)	上記, NMSB** (2)に対応した主コントロールボリュームの通し番号		
	<p>ここで, **はIM, IP, JM, IP, KM, KPの2文字が入る。IMはI (-)方向, IPはI (+)方向を表わす。</p> <p>(NSCB** = NMSB**(1) + NMSB**(2))</p>		



BCMOMX	I方向運動量保存則に対する境界条件 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NXMBI*(1)	I*が境界面であるI方向運動量コントロールボリューム(I*半コントロールボリューム)の数		
LXMBI* (N, 1) N=1, NXMBI*(1)	上記NXMBI*(1)に対し対応したI方向運動量コントロールボリュームの通し番号 ・NXMBI*(1)はNSCBI*に等しい ・NXMBI*(1), LXMBI*(N, 1)は現在使用せず		
NXMBI*(2)	I*の境界条件インデックスが1以外のI方向運動量コントロールボリュームの数		
LXMBI* (N, 2)	上記, NXMBI*(2)に対応したI方向の運動量コントロールボリュームの通し番号		
SXMBI* (N, 1) N=1, NXMBI*(2)	上記, NXMBI*(2)に対応したI方向運動量コントロールボリュームのI*平面内の通し番号 ・通し番号は1~NSCBI*の中にある。 ・ここでのコントロールボリュームは半コントロールボリュームのとなりのものである。		

BCMOMX	I 方向運動量保存則に対する境界条件 (2)		
変数名	意味	単位	備考
NXMBI*(3)	I*の境界条件インデックスが1のI方向運動量コントロールボリューム(半コントロールボリューム)の数		
LXMBI* (N, 3)	上記, NXMBI*(3)に対応したI方向運動量半コントロールボリュームの通し番号		
SXMBI* (N, 2) N=1, NXMBI*(3)	上記, NXMBI*(3)に対応したI方向運動量半コントロールボリュームのI*平面内での通し番号 ・通し番号は1~NSCBI*の中にある		
	以上, *にはI(-)方向の場合はM, I(+)方向の場合はP の1文字が入る		
IXMBI* (N)	I*境界のI方向運動量境界条件インデックス(1以外のもの, すなわち0か2) 境界条件インデックス = 0 境界面でI方向流速(UBI*)が指定される。 = 1 境界圧力(PBI*)が指定される = 2 連続流出境界条件		

BCMOMX	I方向運動量保存則に対する境界条件 (3)		
変数名	意味	単位	備考
NXMBJ*(1) NXMBK*(1)	J*, K*が境界面であるI方向運動量コントロールボリュームの数		
LXMBJ*(N, 1) N=1, NXMBJ*(1) LXMBK*(N, 1) N=1, NXMBK*(1)	上記, NXMBJ*(1), NXMBK*(1)に対応したI方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
NXMBJ*(2) NXMBK*(2)	J*, K*が境界面であるI方向運動量コントロールボリュームの内, 境界条件インデックスが0以外のものの数		
LXMBJ*(N, 2) N=1, NXMBJ*(2) LXMBK*(N, 2) N=1, NXMBK*(2)	上記, NXMBJ*(2), NXMBK*(2)に対応したI方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
NXMBJ*(3) NXMBK*(3)	J*, K*が境界面であるI方向運動量コントロールボリュームの内, 境界条件インデックスが0のものの数		
LXMBJ*(N, 3) N=1, NXMBJ*(3) LXMBK*(N, 3) N=1, NXMBK*(3)	上記, NXMBJ*(3), NXMBK*(3)に対応したI方向運動量コントロールボリュームの通し番号		

BCMOMX	I 方向運動量保存則に対する境界条件 (4)		
変数名	意味	単位	備考
IXMBJ*(N) N=1, NXMBJ*(2) IXMBK*(N) N=1, NXMBK*(2)	J*, K*が境界のI方向運動量境界条件 インデックス(0以外のもの, すなわち1 か2) 境界条件インデックス = 0 境界面で接線流速が指定される (UBJ*, UBK*) = 1 境界面で摩擦応力(XMFBJ*, XMFBK*)が指定される = 2 k-ε乱流モデルの壁関数が適用さ れる。		
	以上*には(-)方向はM, (+)方向は Pの1文字が入る		
UBI*(N) N=1, NXMBI*(2)	I*境界でのI方向境界流速	m/s	
UBJ*(N) N=1, NXMBJ*(3)	J*境界でのI方向境界流速	m/s	
XMFBJ*(N) N=1, NXMBJ*(2)	J*境界でのI方向摩擦応力	Pa	

BCMOMX	I 方向運動量保存則に対する境界条件 (5)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
UBK* (N) N=1, NXMBK* (3)	K* 境界での I 方向境界流速	m/s	
XMF BK* (N) N=1, NXMBK* (2)	K* 境界での I 方向摩擦応力	Pa	
	以上, *には (-) 方向はM, (+) 方向にはPの1文字が入る		

BCMOMY	J方向運動量保存則に対する境界条件 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NYMBJ*(1)	J*が境界面であるJ方向運動量コントロールボリューム (J*半コントロールボリューム) の数		
LYMBJ* (N, 1) N=1, NYMBJ*(2)	上記NYMBJ*(1)に対応したJ方向運動量コントロールボリュームの通し番号 ・ NYMBJ(1)はNSCBJ*に等しい ・ NYMBJ(1), LYMBJ(N, 1)は現在使用せず		
NYMBJ*(2)	J*の境界条件インデックスが1以外のJ方向運動量コントロールボリュームの数		
LYMBJ* (N, 2)	上記, NYMBJ*(2)に対応したJ方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
SYMBJ* (N, 1) N=1, NYMBJ*(2)	上記, NYMBJ*(2)に対応したJ方向運動コントロールボリュームのJ平面内での通し番号 ・ 通し番号は1~NSCBJ*の中にある ・ ここでのコントロールボリュームは半コントロールボリュームのとなりのものである。		

BCMOMY	J方向運動量保存則に対する境界条件 (2)		
変数名	意味	単位	備考
NYMBJ*(3)	J*の境界条件インデックスが1のJ方向運動量コントロールボリューム(半コントロールボリューム)の数		
LYMBJ* (N, 3)	上記, NYMBJ*(3)に対応したJ方向運動量半コントロールボリュームの通し番号		
SYMBJ* (N, 2) N=1, NYMBJ*(3)	上記NYMBJ*(3)に対応したJ方向運動量半コントロールボリュームのJ平面内の通し番号 ・通し番号は1~NSCBJ*の中にある		
	以上, *にはJ(-)方向の場合はM, J(+)方向の場合はPの1文字が入る		
IYMBJ* (N)	J*境界のJ方向運動量境界条件インデックス(1以外のもの, すなわち0か2) 境界条件インデックス = 0 境界面でJ方向流速(VBJ*)が指定される。 = 1 境界圧力(PBJ*)が指定される。 = 2 連続流境界条件		

BCMOMY	J方向運動量保存則に対する境界条件 (3)		
変数名	意味	単位	備考
NYMBK*(1) NYMBI*(1)	K*, I*が境界面であるJ方向運動量コントロールボリュームの数		
LYMBK*(N, 1) N=1, NYMBK*(1) LYMBI*(N, 1) N=1, NYMBI*(1)	上記, NYMBK*(1), NYMBI*(1)に対応したJ方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
NYMBK*(2) NYMBI*(2)	K*, I*が境界面であるJ方向運動量コントロールボリュームの内, 境界条件インデックスが0以外のものの数		
LYMBK*(N, 2) N=1, NYMBK*(2) LYMBI*(N, 2) N=1, NYMBI*(2)	上記, NYMBK*(2), NYMBI*(2)に対応したJ方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
NYMBK*(3) NYMBI*(3)	K*, I*が境界面であるJ方向運動量コントロールボリュームの内, 境界条件インデックスが0以外のものの数		



BCMOMY	J方向運動量保存則に対する境界条件 (4)		
変数名	意味	単位	備考
LYMBK*(N, 3) N=1, NYMBK*(3) LYMBI*(N, 3) N=1, NYMBI*(3)	上記, NYMBK*(3), NYMBI*(3)に 対応したJ方向運動量コントロールポリ ャムの通し番号		
IYMBK* (N) N=1, NYMBK*(2) IYMBI* (N) N=1, NYMBI*(2)	K*, I*境界のJ方向運動量 境界インデックス(0以外のもの, すなわ ち1か2) 境界条件インデックス = 0 境界面で接線流速が指定される (VBK*, VBI*) = 1 境界面で摩擦応力(YMFBK*, YMFB I*)が指定される = 2 k-ε乱流モデルの壁関数が適用さ れる		
	以上, *には(-)方向はM, (+)方向 はPの1文字が入る		
VB J*(N) N=1, NYMBJ*(2)	J*境界でのJ方向境界流速	m/s	
VB K*(N) N=1, NYMBK*(3)	K*境界でのJ方向境界流速	m/s	

BCMOMY	J方向運動量保存則に対する境界条件 (5)		
変数名	意味	単位	備考
YMF BK* (N) N=1, NYMBK* (2)	K*境界でのJ方向境界摩擦応力	Pa	
VBI* (N) N=1, NYMBI* (3)	I*境界でのJ方向境界流速	m/s	
YMFBI* (N) N=1, NYMBI* (2)	I*境界でのJ方向境摩擦応力	Pa	
	以上, *には(-)方向はM, (+)方向にはPの文字が入る		

BCMOMZ	K方向運動量保存則に対する境界条件 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NZMBK*(1)	K*が境界面であるK方向運動量コントロールボリューム (K*半コントロールボリューム) の数		
LZMBK* (N, 1) N=1, NZMBK*(1)	上記NZMBK*(1)に対応したK方向運動量コントロールボリュームの通し番号 ・NZMBK(1)はNSCBK*に等しい ・NZMBK(1), LZMBK(N, 1)は現在使用せず		
NZMBK*(2)	K*の境界条件インデックスが1以外のK方向運動量コントロールボリュームの数		
LZMBK* (N, 2)	上記, NZMBK*(2)に対応したK方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
SZMBK* (N, 1) N=1, NZMBK*(2)	上記, NZMBK*(2)に対応したK方向運動コントロールボリュームのK平面内での通し番号 ・通し番号は1~NSCBK*の中にある ・ここでのコントロールボリュームは半コントロールボリュームのとなりのものである。		

BCMOMZ	K方向運動量保存則に対する境界条件 (2)		
変数名	意味	単位	備考
NZMBK*(3)	K*の境界条件インデックスが1のK方向運動量コントロールボリューム(半コントロールボリューム)の数		
LZMBK* (N, 3)	上記, NZMBK*(3)に対応したK方向運動量半コントロールボリュームの通し番号		
SZMBK* (N, 2) N=1, NZMBK*(3)	上記NZMBK*(3)に対応したK方向運動量半コントロールボリュームのK平面内の通し番号 ・通し番号は1~NSCBK*の中にある		
	以上, *にはK(-)方向の場合はM, K(+)方向の場合はPの1文字が入る		
IZMBK* (N)	K*境界のK方向運動量境界条件インデックス(1以外のもの, すなわち0か2) 境界条件インデックス = 0 境界面でK方向流速(WBK*)が指定される。 = 1 境界圧力(PBK*)が指定される。 = 2 連続流出境界条件		

BCMOMY	J方向運動量保存則に対する境界条件 (3)		
変数名	意味	単位	備考
NZMBI*(1) NZMBJ*(1)	I*, J*が境界面であるK方向運動量コントロールボリュームの数		
LZMBI*(N, 1) N=1, NZMBI*(1) LZMBJ*(N, 1) N=1, NZMBJ*(1)	上記, NZMBI*(1), NZMBJ*(1)に対応したK方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
NZMBI*(2) NZMBJ*(2)	I, Jが境界面であるK方向運動量コントロールボリュームの内, 境界条件インデックスが0以外のものの数		
LZMBI*(N, 2) N=1, NZMBI*(2) LZMBJ*(N, 2) N=1, NZMBJ*(2)	上記, NZMBI*(2), NZMBJ*(2)に対応したK方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
NZMBI*(3) NZMBJ*(3)	I*, J*が境界面であるK方向運動量コントロールボリュームの内, 境界条件インデックスが0以外のものの数		

BCMOMZ	K方向運動量保存則に対する境界条件 (4)		
変数名	意味	単位	備考
LZMBI*(N, 3) N=1, NZMBI*(3) LZMBJ*(N, 3) N=1, NZMBJ*(3)	上記, NZMBI*(3), NZMBJ*(3)に対応したK方向運動量コントロールボリュームの通し番号		
IZMBI*(N) N=1, NZMBI*(2) IZMBJ*(N) N=1, NZMBJ*(2)	I*, J*境界のK方向運動量境界インデックス(0以外のもの, すなわち1か2) 境界条件インデックス = 0 境界面で接線流速が指定される(WBI*, WBJ*) = 1 境界面で摩擦応力(ZMFB I*, ZMFB J*)が指定される = 2 k-ε乱流モデルの壁関数が適用される		
	以上, *には(-)方向はM, (+)方向はPの1文字が入る		
WBK*(N) N=1, NZMBK*(2)	K*境界でのK方向境界流速	m/s	
WBI*(N) N=1, NZMBI*(3)	I*境界でのK方向境界流速	m/s	

BCMOMZ		K方向運動量保存則に対する境界条件 (5)	
変数名	意味	単位	備考
ZMFB I * (N) N=1, NZMBI * (2)	I * 境界での J 方向境界摩擦応力	Pa	
WBJ * (N) N=1, NZMBJ * (3)	J * 境界での K 方向境界流速	m/s	
ZMFB J * (N) N=1, NZMBJ * (2)	J * 境界での K 方向摩擦応力	Pa	
	以上, * には (-) 方向は M, (+) 方向には P の文字が入る		

BCSCAL	主コントロールボリュームの境界条件		
変数名	意 味	単 位	備 考
NSCB**	主コントロールボリュームの内、**方向の面が境界であるもの (**境界主コントロールボリューム) の数		
LSCB** (N) N=1, NSCB**	上記NSCB**に対応した主コントロールボリュームの通し番号		
	ここで、**はIM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る。 IMはI (-) 方向, IPはI (+) 方向		



BCTURE		$\epsilon$ (k - $\epsilon$ 乱流モデル) 保存則に対する境界条件 (1)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考	
NTEB** (1)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内, $\epsilon$ の境界条件インデックスが 0 以外のものの数			
LTEB** (N, 1) N=1, NTEB** (1)	上記NTEB** (1)に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号			
NTEB** (2)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内, $\epsilon$ の境界条件インデックスが 0 のものの数			
LTEB** (N, 2) N=1, NTEB** (2)	上記NTEB** (2)に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号			
ITEB** (N) N=1, NTEB** (1)	$\epsilon$ の境界条件のうち, 0 以外のもの  = 0 使用せず = 1 流入境界 = 2 k - $\epsilon$ 乱流モデルの壁関数			
TEB** (N) N=1, NSCB**	境界での乱流エネルギー消散速度 ( $\epsilon$ )	$m^2/s^3$		

BCTURE	$\epsilon$ (k - $\epsilon$ 乱流モデル) 保存則に対する境界条件 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
	<p>以上, **はIM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る                      ここで, IMはI (-) 方向, IPはI (+) 方向の略である</p>		

BCTURK	k (k - ε 乱流モデル) 保存則に対する境界条件 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NTKB** (1)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内, kの境界条件インデックスが0以外のものの数		
LTKB** (N, 1) N=1, NTKB** (1)	上記, NTKB** (1)に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号		
NTKB** (2)	**面が境界面である主コントロールボリュームの内, kの境界条件インデックスが0のもの数		
LTKB** (N, 2) N=1, NTKB** (2)	上記, NTKB** (2)に対応した, 主コントロールボリュームの通し番号		
ITKB** (N) N=1, NTKB** (1)	kの境界条件のうち, 0以外のもの  = 0 使用せず = 1 流入境界 = 2 k - ε 乱流モデルの壁関数		
TKB** (N) N=1, NSCB**	境界での乱流エネルギー (k)	$m^2/s^2$	

BCTURK	k (k - ε 乱流モデル) 保存則に対する境界条件 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
	<p>以上, **はIM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る</p> <p>ここで, IMはI (-) 方向, IPはI (+) 方向の略である</p>		

BC1	壁面での物質伝達による対流速度関連インターフェース (1)		
変数名	意味	単位	備考
UBDIF*(N, 0) N=1, NSCBI* UBDIF*(N, NG) NG=2, ... NGAS	I*境界面に垂直な物質伝達による混合ガスの平均対流速度  I*境界面に垂直な物質伝達によるNG番目ガスの対流速度	m/s  m/s	
VBDIF*(N, 0) N=1, NSCBJ* VBDIF*(N, NG) NG=2, ... NGAS	J*境界面に垂直な物質伝達による混合ガスの平均対流速度  J*境界面に垂直な物質伝達によるNG番目ガスの対流速度	m/s  m/s	
WBDIF*(N, 0) N=1, NSCBK* WBDIF*(N, NG) NG=2, ... NGAS	K*境界面に垂直な物質伝達による混合ガスの平均対流速度  K*境界面に垂直な物質伝達によるNG番目ガスの対流速度	m/s  m/s	
SXMBI*(N, 1) N=1, NXMBI*(2)	I*の運動量境界条件インデックスが1以外のI方向運動量コントロールボリュームのI*平面内での通し番号  ・通し番号は1~NSCBI*の中にある  ・ここでのコントロールボリュームは半コントロールボリュームのとなりのものである		

BC1	壁面での物質伝達による対流速度関連インターフェース (2)		
変数名	意味	単位	備考
SXMBI*(N, 2) N=1, NXMBI*(3)	I*の運動量境界条件が1のI方向運動量 コントロールボリュームのI*平面内での 通し番号 ・通し番号は1~NSCBI*の中にあ る		
SYMBJ*(N, 1) N=1, NYMBJ*(2) SYMBJ*(N, 2) N=1, NYMBJ*(3) SZMBK*(N, 1) N=1, NZMBK*(2) SZMBK*(N, 2) N=1, NZMBK*(3)	上記と同じ 但し, J*, k*平面内 以上, *にはM, Pの1文字が入る ここで, Mは(-)方向, Pは(+)方向 の略である		
SCNB**(N, 1, NG) N=1, NCNB** (1, NG)	**面が境界面である主コントロールボリ ュームの内, NG番目ガス濃度境界条件イ ンデックスが0以外のもの**平面内での 通し番号 ・通し番号は1~NSCB**の中にあ る		

BC 1	壁面での物質伝達による対流速度関連インターフェース (3)		
変数名	意味	単位	備考
SCNB**(N, 2, NG) N=1, NCNB** (2, NG)	<p>**面が境界面である主コントロールボリュームの内, NG番目ガス濃度境界条件インデックスが0のもの**平面内での通し番号</p> <p>・通し番号は1~NSCB**の中にある</p>		
	<p>**は, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る</p> <p>ここで, IMはI(-)方向, IPはI(+ )方向の略である</p>		

BC 2	境界条件インデックスが 2, 3 の時の境界スカラ伝達係数		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
ETFB**	境界での比エネルギー移動係数 $\left( = \frac{\text{熱伝達係数 } \frac{W}{m^2K}}{\text{定容比熱 (J/kgK)} \right)$	$\frac{kg}{m^2s}$	
MTFB**	境界でのガス濃度移動係数 $\left( = \text{物質伝達係数 (m/s)} \times \text{密度 (kg/m}^3\text{)} \right)$	$\frac{kg}{m^2s}$	
	<p>以上**には, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る                  ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+)                  方向の略である</p>		



BMSFLX	境界での濃度勾配拡散による質量流束		
変数名	意味	単位	備考
UPXNB*(N, NG) N=1, NSCBI*	I方向に垂直な境界面における, ガス種N Gの拡散質量流束	kg/m <sup>2</sup> s	
VPXNB*(N, NG) N=1, NSCBJ*	J方向に垂直な境界面における, ガス種N Gの拡散質量流束	kg/m <sup>2</sup> s	
WPXNB*(N, NG) N=1, NSCBK*	K方向に垂直な境界面における, ガス種N Gの拡散質量流束	kg/m <sup>2</sup> s	
NG=1, NGAS	*には1, Nの1文字が入る。 ここで, 1は(-)方向, Nは(+)方向 の略である。		

C B A L D	スカラー変量の 1 タイムステップ間での変化量 (乱流エネルギー消散速度)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
D * (1) B C N * (2)	* (1) 軸に垂直な境界面における対流による乱流エネルギー消散速度 $\epsilon$ の移行量	$m^2/s^3 \cdot kg$	
D * (1) B D F * (2)	* (1) 軸に垂直な境界面における拡散による乱流エネルギー消散速度 $\epsilon$ の移行量	$m^2/s^3 \cdot kg$	
	以上 * (1) には X, Y, Z の 3 座標軸名, * (2) には 1 : (-) 方向, 2 (+) 方向の 1 文字が入る。		
S D	計算体系内部での乱流エネルギー消散速度 $\epsilon$ の発生量	$m^2/s^3 \cdot kg$	
T O T D	各時刻における計算体系内部にある乱流エネルギーの消散速度 $\epsilon$ の全量	$m^2/s^3 \cdot kg$	
T O T D P	1 タイムステップ前の時刻における T O T D	$m^2/s^3 \cdot kg$	

C B A L D R	コモン/C B A L D /の変数の時間積分量		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
S D * (1) B C * (2)	変数 D * (1) B C N * (2) の時刻 t までの積算	$m^2/s^3 \cdot kg$	
S D * (1) B D * (2)	変数 D * (1) B D F * (2) の時刻 t までの積算	$m^2/s^3 \cdot kg$	
S S D	変数 S D の時刻 t までの積算	$m^2/s^3 \cdot kg$	
T O T D I	変数 T O T D の初期値	$m^2/s^3 \cdot kg$	
	以上 * (1) には, X, Y, Z の 3 座標軸名 * (2) には, 1 : (-) 方向, 2 : (+) 方向の 1 文字が入る		

C B A L E	スカラー変量の1タイムステップ間での変化量 (比エネルギー)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
*(1) B C O N *(2)	*(1)軸に垂直な境界面における対流による比エネルギー e の移行量	J/kg · kg	
*(1) B D I F *(2)	*(1)軸に垂直な境界面における拡散による比エネルギー e の移行量	J/kg · kg	
S E T O T E T O T E P	計算体系内部での比エネルギー e の発生量 各時刻における計算体系内部にある比エネルギー e の全量 1タイムステップ前の時刻における T O T E	J/kg · kg J/kg · kg J/kg · kg	
	以上*(1)には X, Y, Z の 3 座標軸名, *(2)には 1 : (-) 方向, 2 : (+) 方向の 1 文字が入る		

C B A L E R	コモン/CBALE/の変数の時間積分量		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
S*(1)BCN*(2)	変数*(1)BCON*(2)の時刻 t までの積分	J/kg・kg	
S*(1)BDF*(2)	変数*(1)BDIF*(2)の時刻 t までの積分	J/kg・kg	
SSE	変数SEの時刻 t までの積分	J/kg・kg	
TOTEI	変数TOTEの初期値	J/kg・kg	
	<p>以上*(1)には, X, Y, Zの3座標軸名</p> <p>* (2)には, 1 : (-) 方向,</p> <p>2 : (+) 方向の1文字が入る</p>		

CBALK	スカラー変量の1タイムステップ間での変化量 (乱流エネルギー)		
変数名	意味	単位	備考
K*(1)BCN*(2)	*(1)軸に垂直な境界面における対流による乱流エネルギーkの移行量	$m^2/s^2 \cdot kg$	
K*(1)BDF*(2)	*(1)軸に垂直な境界面における拡散による乱流エネルギーkの移行量	$m^2/s^2 \cdot kg$	
SK	計算体系内部での乱流エネルギーkの発生量	$m^2/s^2 \cdot kg$	
TOTK	各時刻における計算体系内部にある乱流エネルギーkの全量	$m^2/s^2 \cdot kg$	
TOTKP	1タイムステップ前の時刻におけるTOTk	$m^2/s^2 \cdot kg$	
	以上*(1)にはX, Y, Zの3座標軸名, *(2)には1: (-)方向, 2: (+) 方向の1文字が入る		

C B A L K R	コモン/C B A L K /の変数の時間積分量		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
S K * (1) B C * (2)	変数 K * (1) B C N * (2) の時刻 t までの積算	$m^2/s^2 \cdot kg$	
S K * (1) B D * (2)	変数 K * (1) B D F * (2) の時刻 t までの積算	$m^2/s^2 \cdot kg$	
S S K	変数 S K の時刻 t までの積算	$m^2/s^2 \cdot kg$	
T O T K I	変数 T O T K の初期値	$m^2/s^2 \cdot kg$	
	以上 * (1) には X, Y, Z の 3 座標軸名 * (2) には, 1 : (-) 方向, 2 : (+) 方向の 1 文字が入る		

C B A L M		スカラー変量の1タイムステップ間での変化量（ガス濃度，密度）(1)	
変 数 名	意 味	単 位	備 考
C * (1) B C N * (2) ( N G )	* (1)軸に垂直な境界面における対流による N G種ガス濃度の移行量	kg	
C * (1) B D F * (2) ( N G )	* (1)軸に垂直な境界面における拡散による N G種ガス濃度の移行量	kg	
C S H ( N G )	計算体系内部での N G種ガスの発生量	kg	
T O T C ( N G )	各時刻における計算体系内部にある N G種 ガスの全量	kg	
T O T C P ( N G ) N G = 1, N G A S - 1	1タイムステップ前の時刻における T O T C	kg	
	以上，* (1)には X, Y, Z の3座標軸名， * (2)には 1 : ( - ) 方向， N : ( + ) 方向の1文字が入る。		
R U X B 1	I ( - ) 境界面より流出入する質量移行量	kg	
R U X B N I	I ( + )            "	kg	
R V Y B 1	J ( - )            "	kg	
R V Y B N J	J ( + )            "	kg	
R W Z B 1	K ( - )            "	kg	
R W Z B N K	K ( + )            "	kg	



C B A L M	スカラー変量の1タイムステップ間での変化量（ガス濃度，密度）(2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
T C S H	計算体系内部での質量発生量	kg	
T O T M	各時刻における計算体系内部にある全質量	kg	
T O T M P	1タイムステップ前の時刻におけるT O T M	kg	

C B A L M R	コモン/C B A L M / の変数の時間積分量		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
S C * ( 1 ) B C * ( 2 ) ( N G )	変数 C * ( 1 ) B C N * ( 2 ) の時刻 t までの積算	kg	
S C * ( 1 ) B D * ( 2 ) ( N G )	変数 C * ( 1 ) B D F * ( 2 ) の時刻 t までの積算	kg	
S C S H ( N G ) T O T C I ( N G )	変数 C S H の時刻 t までの積算 変数 T O T C の初期値	kg kg	
	以上, * ( 1 ) には X, Y, Z の 3 座標軸名, * ( 2 ) には 1 : ( - ) 方向, N : ( + ) 方向の 1 文字が入る。		
S R U X B 1 S R U X B N S R V Y B 1 S R V Y B N S R W Z B 1 S R W Z B N	変数 R U X B 1 の時刻 t までの積算 " R U X B N I " " R V Y B 1 " " R V Y B N J " " R W Z B 1 " " R W Z B N K "	kg kg kg kg kg kg	
S T C S H T O T M I	変数 T C S H の時刻 t までの積算 変数 T O T M の初期値	kg kg	

C B A L U	X方向運動量の1タイムステップ間での変化量 (X方向流速)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
* (1) B F X M * (2)	<p>* (1)軸に垂直な境界面における対流と拡散によるX運動量の移行量</p> <p>* (1)にはX, Y, Zの3座標軸名</p> <p>* (2)には1 : (-) 方向, 2 : (+) 方向の1文字が入る</p>	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
X P B F X M	計算体系のX方向境界両面にかけられた圧力差によるX運動量の発生量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
S X M	計算体系内に発生した密度差による重力によるX運動量の発生量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
T O T X M	各時刻における計算体系内部にあるX運動量の全量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
T O T X M P	1タイムステップ前の時刻におけるT O T X M	$\frac{m}{s} \cdot kg$	

CBALUR	コモン/CBALU/の変数の時間積分量		
変数名	意味	単位	備考
S*(1)BXM*(2)	変数*(1)BFXM*(2)の時刻 t までの積算 *(1)には X, Y, Z の 3 座標軸名 *(2)には 1 : (-) 方向, 2 : (+) 方向 の 1 文字が入る	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
SXPBXM	変数XPBFXMの時刻 t までの積算	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
SSXM	変数SXMの時刻 t までの積算	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
TOTXMI	変数TOTXMIの初期値	$\frac{m}{s} \cdot kg$	

C B A L V	Y方向運動量の1タイムステップ間での変化量 (Y方向流速)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
* (1) B F Y M * (2)	* (1)軸に垂直な境界面における対流と拡散によるY運動量の移行量 * (1)にはX, Y, Zの3座標軸名 * (2)には1: (-)方向, 2: (+)方向の1文字が入る	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
Y P B F Y M	計算体系のY方向境界両面にかけられた圧力差によるY運動量の発生量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
S Y M	計算体系内に発生した密度差による重力によるY運動量の発生量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
T O T Y M	各時刻における計算体系内部にあるY運動量の全量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
T O T Y M P	1タイムステップ前の時刻におけるT O T Y M	$\frac{m}{s} \cdot kg$	

CBALVR	コモン/CBALV/の変数の時間積分量		
変数名	意味	単位	備考
S*(1)BYM*(2)	変数*(1)BFYM*(2)の時刻 t までの積算 *(1)には X, Y, Z の 3 座標軸名 *(2)には 1 : (-) 方向, 2 : (+) 方向 の 1 文字が入る	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
SYPBYM	変数YPBYMの時刻 t までの積算	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
SSYM	変数SYMの時刻 t までの積算	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
TOTYMI	変数TOTYMの初期値	$\frac{m}{s} \cdot kg$	

C B A L W	Z方向運動量の1タイムステップ間での変化量 (Z方向流速)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
* (1) B F Z M * (2)	* (1) 軸に垂直な境界面における対流と拡散によるZ運動量の移行量 * (1)にはX, Y, Zの3座標軸名 * (2)には1: (-)方向, 2: (+)方向の1文字が入る	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
Z P B F Z M	計算体系のZ方向境界両面にかけられた圧力差によるZ運動量の発生量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
S Z M	計算体系内に発生した密度差による重力によるZ運動量の発生量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
T O T Z M	各時刻における計算体系内部にあるZ運動量の全量	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
T O T Z M P	1タイムステップ前の時刻におけるT O T Z M	$\frac{m}{s} \cdot kg$	

CBALWR	コモン/CBALW/の変数の時間積分量		
変数名	意味	単位	備考
S*(1)BZM*(2)	変数*(1)BFZM*(2)の時刻tまでの積算 *(1)にはX, Y, Zの3座標軸名 *(2)には1:(-)方向, 2:(+)方向 の1文字が入る	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
SZPBZM	変数ZPBZMの時刻tまでの積算	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
SSZM	変数SZMの時刻tまでの積算	$\frac{m}{s} \cdot kg$	
TOTZMI	変数TOTZMの初期値	$\frac{m}{s} \cdot kg$	



CCVOUT	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（ガス濃度）の変化率 (1)		
変数名	意味	単位	備考
CCON** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を対流により移行していくガス濃度の移動速度	kg/s	
CDIF** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を拡散により移行していくガス濃度の移動速度	kg/s	
	以上**には、IM, IP, JM, JP, KP, KPの2文字が入る。ここに、IMはI(-)方向, IPはI(+ )方向の略		
RUXIP(N) RUXIM(N) RVYJP(N) RVYJM(N) RWZKP(N) RWZKM(N)	N番目主コントロールボリューム I(+ )境界面での質量流速 " I(-) " " J(+ ) " " J(-) " " K(+ ) " " K(-) "	kg ----- m <sup>2</sup> ・s	
CRTINC (N)	タイムステップ間でのN番目の主コントロールボリューム中のスカラー量（ガス濃度）の変化率	kg ----- s	スカラー 保存式の 右辺

CCVOUT	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（ガス濃度）の変化率 (2)		
変数名	意味	単位	備考
CONCER (N)	境界面を通して移行して来るものと内部で発生するものによりタイムステップ間でのN番目の主コントロールボリューム中のスカラー量（ガス濃度）の変化率	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$	スカラー 保存式の 右辺
HSCONC (N)	タイムステップ間でN番目主コントロールボリューム中で発生するスカラー量（ガス濃度）	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$	
CMASER (N)	N番目主コントロールボリュームでの質量保存誤差	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$	
N=1, NCCV			

CFCONC		スカラー変数（ガス濃度）の保存則差分式の係数	
変数名	意味	単位	備考
A**CON (N)	主コントロールボリュームNに対するガス濃度の保存則差分式の係数（右辺） $a_i^*$ **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここにIPはI(+), IMはI(-)の略である。	$\frac{kg}{s}$	
ACON (N) BCON (N)	係数（右辺） $a_o^*$ 定数項（右辺） $b^*$ *ここで、スカラー変量 $\phi$ の保存則差分は $a_o \phi_o = \sum_{i=1}^6 a_i^* \phi_i + b$	$\frac{kg}{s}$	
AA**CN (N)	対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1） **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここにIPはI(+), IMはI(-)の略である。 参照文献のP97表5.2参照		
SCONC (N) BCONBN (N)	スカラー変数（ガス濃度）の発生項 対象としている主コントロールボリュームが境界である時、境界での発生項（内部なら0.0)	$\frac{kg}{s \cdot m^3}$ $\frac{kg}{s}$	
N = 1, NCVSC			

CFENER	スカラー変数（比エネルギー）の保存則差分式の係数		
変数名	意味	単位	備考
A**ENE (N)	主コントロールボリュームNに対する比エネルギー保存則差分式の係数（右辺） $a_i^*$ **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここにIPはI(+), IMはI(-)の略である。	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$	
AENE (N)  BENE (N)	係数（右辺） $a_0^*$  定数項（右辺） $b^*$  *ここで、スカラー変数 $\phi$ の保存則差分式は $a_0 \phi_0 = \sum_{i=1}^6 a_i^* \phi_i + b$	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$  J/S	
AA**EN (N)	対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1） **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここにIPはI(+), IMはI(-)の略である。参照文献のP97表5.2参照	—	
SHEAT (N)  BENE BN (N)	スカラー変数（比エネルギー）の発生項 対象としている主コントロールボリュームが境界である時、境界での発生項（内部なら0.0）	$\text{J/S} \cdot \text{m}^3$  J/S	
N = 1, NCVSC			

CFMASS	質量保存式（圧力方程式，圧力補正式）の係数		
変数名	意味	単位	備考
A**MAS (N)	主コントロールボリュームNに対する質量 保存則差分式の係数（右辺） $a_i^*$ **にはIP, IM, IP, JM, KP, KMの2文字が入る ここに，IPはI（+），IMはI（-） の略である	$m \cdot s$	
AMAS (N) BMAS (N)	係数（右辺） $a_0^*$ 定数項（右辺） $b^*$ *ここで，質量保存式は， $a_0 P_0 = \sum_{l=1}^6 a_l^* P_l + b$	$m \cdot s$ $\frac{kg}{s}$	
N = 1, NCVSC			

CFMOMR	運動量保存則差分式の係数のうち左辺の係数		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
AMMX (N)	X 運動量	kg	
AMMY (N)	Y 運動量	s	
AMMZ (N)	Z 運動量		
N=1, NCVSCT			

CFMOMX	X運動量の保存則差分式の係数（右辺）		
変数名	意味	単位	備考
<p>A**MMX (N)</p> <p>AOMMX (N)</p> <p>BMMX (N)</p>	<p>X運動量コントロールボリュームNに対するX運動量保存則差分式の係数<math>a_i^*</math></p> <p>**にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに, IPはI(+), IMはI(-)の略である。</p> $\frac{\rho}{\Delta t} V$ <p>定数項<math>b^*</math></p> <p>*ここで, 運動量<math>\phi</math>の保存則差分式は,</p> $a_0 \phi = \sum_{i=1}^6 a_i \phi_i + b$ <p>この<math>a_0</math>はコモン/CFMOMR/</p>	<p>kg/s</p> <p>kg/s</p> <p><math>\frac{kg \cdot m}{s^2}</math></p>	
<p>BMMXBN (N)</p>	<p>対象としているコントロールボリュームが境界である時, 境界での発生項（内部なら0.0）</p>	<p><math>\frac{kg \cdot m}{s^2}</math></p>	
<p>AA**MX (N)</p>	<p>対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1）</p> <p>**にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに, IPはI(+), IMはI(-)の略である。参考文献のP97表5.2参照</p>	<p>—</p>	
<p>N=1, NCVSCT</p>			

CFMOMY	Y運動量の保存則差分式の係数（右辺）		
変数名	意味	単位	備考
<p>A**MMY (N)</p> <p>AOMMY (N)</p> <p>BMMY (N)</p>	<p>Y運動量コントロールボリュームNに対するY運動量保存則差分式の係数<math>a_i^*</math></p> <p>**にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに, IPはI(+), IMはI(-)の略である。</p> $\frac{\rho}{\Delta t} V$ <p>定数項<math>b^*</math></p> <p>*ここで, 運動量<math>\phi</math>の保存則差分式は,</p> $a_0 \phi = \sum_{i=1}^6 a_i \phi_i + b$ <p>この<math>a_0</math>はコモン/CFMOMR/</p>	<p>kg/s</p> <p>kg/s</p> <p><math>\frac{kg \cdot m}{s^2}</math></p>	
<p>BMMYBN (N)</p>	<p>対象としているコントロールボリュームの境界である時, 境界での発生項（内部なら0.0）</p>	<p><math>\frac{kg \cdot m}{s^2}</math></p>	
<p>AA**MY (N)</p>	<p>対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1）</p> <p>**にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに, IPはI(+), IMはI(-)の略である。参考文献のP97表5.2参照</p>	<p>—</p>	
<p>N=1, NCVSCT</p>			



CFMOMZ	Z運動量の保存則差分式の係数（右辺）		
変数名	意味	単位	備考
<p>A**MMZ (N)</p> <p>AOMMZ (N)</p> <p>BMMZ (N)</p>	<p>Z運動量コントロールボリュームNに対するZ運動量保存則差分式の係数<math>a_i^*</math></p> <p>**にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに, IPはI(+), IMはI(-)の略である。</p> $\frac{\rho}{\Delta t} V$ <p>定数項<math>b^*</math></p> <p>*ここで, 運動量<math>\phi</math>の保存則差分式は,</p> $a_0 \phi = \sum_{i=1}^6 a_i \phi_i + b$ <p>この<math>a_0</math>はコモン/CFMOMR/</p>	<p>kg/s</p> <p>kg/s</p> <p><math>\frac{kg \cdot m}{s^2}</math></p>	
<p>BMMZBN (N)</p>	<p>対象としているコントロールボリュームの境界である時, 境界での発生項（内部なら0.0）</p>	<p><math>\frac{kg \cdot m}{s^2}</math></p>	
<p>AA**MZ (N)</p>	<p>対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1）</p> <p>**にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに, IPはI(+), IMはI(-)の略である。参考文献のP97表5.2参照</p>	<p>—</p>	
<p>N=1, NCVSCT</p>			

CFSCAL	主コントロールボリュームの各表面での種々の物理量		
変数名	意味	単位	備考
DENS*P (N) TEMP*P (N) FRML*P (N) FRMS*P (N) N=1, NCVSC	主コントロールボリュームの* (+) 表面 での密度 * (+) 表面での温度 * (+) 表面でのガスモル分率 * (+) 表面でのガス質量分率 ここで, *はI, J, K	kg/m <sup>3</sup> K — —	
DENS*M (N) TEMP*M (N) FRML*M (N) FRMS*M (N) N=1, NCVSCT	主コントロールボリュームの* (-) 表面 での密度 * (-) 表面での温度 * (-) 表面でのガスモル分率 * (-) 表面でのガス質量分率 ここで, *はI, J, K	kg/m <sup>3</sup> K — —	
FRUSIP (N) FRVSJP (N) FRWSKP (N) N=1, NCVSC	主コントロールボリュームの各 (+) 表面 での質量流束	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$	
FRUSIM (N) FRVSJM (N) FRWSKM (N) N=1, NCVSCT	主コントロールボリュームの各 (-) 表面 での質量流束	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$	
	以上, (+) 表面と (-) 表面とで配列の 次元が相異している理由は, 上記物質は (-) 表面で計算し, (+) 表面での値は となりのコントロールボリュームの (-) 表面の物理量に等しくなるため, 計算しな くてよいため。		

C F T U R E	スカラー変数（乱流エネルギー消散速度）の保存則差分式の係数		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
A ** T U E (N)	主コントロールボリュームNに対する乱流エネルギー消散速度の保存則差分式の係数（右辺） $a_{i^*}$ **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。ここにIPはI(+), IMはI(-)の略である	$\frac{kg}{s}$	
A T U (N)  B T U E (N)	係 数（右辺） $a^*$ 。  定数項（右辺） $b^*$  *ここで、スカラー変量 $\phi$ の保存則差分式は $a_0 \phi + \sum_{l=1}^6 a_{l^*} \phi_l + b$	$\frac{kg}{s}$  $\frac{m^2}{s^3} \cdot \frac{kg}{s}$	
A A ** T E (N)	対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1） **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここにIPはI(+), IMはI(-)の略であ。参考文献のP97表5.2参照	—	
S C T U R E (N)  S P T U R E (N)	スカラー変数（乱流エネルギーの消散速度）の発生項*  * $S \phi = S_c + S_p \cdot \phi$	$\frac{m^2}{s^3} \cdot \frac{kg}{s}$  $\frac{kg}{s \cdot m^3}$	
N = 1, N C V S C			

CFTURK	スカラー変数（乱流エネルギー）の保存則差分式の係数		
変数名	意味	単位	備考
A**TUK (N)	主コントロールボリュームNに対する乱流エネルギーの保存則差分式の係数 (右辺) $a_i^*$ **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。ここにIPはI(+), IMはI(-)の略である	$\frac{kg}{s}$	
ATUK (N)  BTUK (N)	係数 (右辺) $a_o^*$  定数項 (右辺) $b^*$  *ここで、スカラー変量 $\phi$ の保存則差分式は $a_o \phi_o + \sum_{l=1}^6 a_l^* \phi_l + b$	$\frac{kg}{s}$  $\frac{m^2}{s^3} \cdot \frac{kg}{s}$	
AA**TK (N)	対流項の離散化のやり方により異なった値を持つ係数（風上差分法では1） **にはIP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここにIPはI(+), IMはI(-)の略であ。参考文献のP97表5.2参照	—	
SCTURK (N)  SPTURK (N)	スカラー変数（乱流エネルギー）の発生項*  * $S\phi = S_o + S_p \cdot \phi$	$\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{s \cdot m^3}$  $\frac{kg}{s \cdot m^3}$	
N=1, NCVSC			

CFVEX	X運動量コントロールボリュームの各表面での種々の物理量		
変数名	意味	単位	備考
DNSX** (N)	X運動量コントロールボリューム**表面での密度	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
TMPX** (N)	**表面での温度	K	
FMLX** (N)	**表面でのガスモル分率	—	
FMSX** (N)	**表面でのガス質量分率	—	
RUXMIM (N) RUXMIP (N) RVXMJM (N) RVXMJP (N) RWXMKM (N) RWXMKP (N)	各表面での質量流束	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$	
	<p>上記**には、IP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。</p> <p>ここに、IPはI (+) 方向, IMはI (-) 方向の略</p>		

CFVECY	Y運動量コントロールボリュームの各表面での種々の物理量		
変数名	意味	単位	備考
DNSY** (N)	Y運動量コントロールボリューム**表面での密度	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
TMPY** (N)	**表面での温度	K	
FMLY** (N)	**表面でのガスモル分率	—	
FMSY** (N)	**表面でのガス質量分率	—	
RUYMIM (N) RUYMIP (N) RVYMJM (N) RVYMJP (N) RWYMKM (N) RWYMKP (N)	各表面での質量流束	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$	
	上記**には、IP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここに、IPはI (+) 方向, IMはI (-) 方向の略		

CFVECZ	Z運動量コントロールボリュームの各表面での種々の物理量		
変数名	意味	単位	備考
DNSZ** (N)	Z運動量コントロールボリューム**表面での密度	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
TMPZ** (N)	**表面での温度	K	
FMLZ** (N)	**表面でのガスモル分率	—	
FMSZ** (N)	**表面でのガス質量分率	—	
RUZMIM (N) RUZMIP (N) RVZMJM (N) RVZMJP (N) RWZMKM (N) RWZMKP (N)	各表面での質量流束	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$	
	上記**には、IP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここに、IPはI (+) 方向, IMはI (-) 方向の略		

CNTRLO		各種出力のコントロール		
変数名	意味	単位	備考	
TWPRT DTPRT	次に標準プリント出力する時刻 標準プリント出力する間隔	S S		
TWPLT DTPLT	次にプロット出力する時刻 プロット出力する間隔	S S		
TWRST DTRST	次にリスタート用出力する時刻 リスタート用出力する間隔	S S		
TWBAL* DTBAL*	変数*の計算体系内のバランス情報を次に出力する時刻 バランス情報を出力する時刻 ここに*はV……運動量 E……エネルギー M……質量 K……乱流エネルギー D……乱流エネルギー消散速度	S S		



COMPRT	標準プリント出力コントロール		
変数名	意味	単位	備考
IPRINT (N) N=1, SIPRINT	.T.なら出力 .F.なら出力しない (N) 1:流速 2:密度 3:圧力 4:比エネルギー 5:温度 6:濃度(成分1) 7:乱流エネルギー 8:乱流エネルギー消散速度		

CONTRL	計算のコントロール (I)		
変数名	意味	単位	備考
TMAX DTI EPSMOM EPSMAS	シュミレーション時間 初期時間きざみ巾 全運動量の収束判定誤差 全質量の収束判定誤差		
EPS*	変数*の収束判定誤差 *は、U X-方向流速 V X-方向流速 W Z-方向流速 E 比エネルギー K 乱流エネルギー D 乱流エネルギー消散速度		
EPSSOR EPSDNS	SOR法での収束判定誤差 サブルーチンEOSでの密度計算での収束判定誤差		
ITMTRA ITMSOR ITMDNS	外側くり返し最大数 内側 (SOR法) くり返し最大数 サブルーチンEOSでの密度計算くり返し最大数		

CONTRL	計算のコントロール (2)		
変数名	意味	単位	備考
IMOM	運動量コントロールボリュームで質量保存を仮定するか否か = 0 仮定する = 1 仮定しない		
NGAS NGAS1	考慮するガス種類数 NGAS - 1		

DCVOUT		主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（乱流エネルギー消散速度）の変化率(1)		
変数名	意味	単位	備考	
DCON** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を対流により移行していく乱流エネルギー消散速度移動速度	$m^2/s^3$ ・ kg/s		
DDIF** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を拡散により移行していく乱流エネルギー消散速度移動速度	$m^2/s^3$ ・ kg/s		
	以上**には, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る。 ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+ )方向の略			
RUXIP(N) RUXIM(N) RVYJP(N) RVYJM(N) RWZKP(N) RWZKM(N)	N番目主コントロールボリューム I(+ )境界面での質量流速 " I(-) " " J(+ ) " " J(-) " " K(+ ) " " K(-) "	$\frac{kg}{m^2 \cdot s}$		
DRTINC (N)	タイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中のスカラー量（乱流エネルギー消散速度）の変化率	$m^2/s^3$ ・ kg/s	スカラー 保存式の 右辺	

DCVOUT	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（乱流エネルギー消散速度）の変化率(2)		
変数名	意味	単位	備考
TUREER (N)	境界面を通して移行して来るものと内部で発生するものによりタイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中のスカラー量（乱流エネルギー消散速度）の変化率	$m^2/s^3$ ・ kg/s	スカラー 保存式の 右辺
DSTURE (N)	タイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中で発生するスカラー量（乱流エネルギー消散速度）	$m^2/s^3$ ・ kg/s	
N = 1, NDCV			

DEBUG	デバッグプリントのオプション		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
I D E B U G (40) S D E B U G (8)	} 添付表を参照の事		

ECVOUT	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（比エネルギー）の変化率 (1)		
変数名	意味	単位	備考
ECON** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を対流により移行していく比エネルギー移動速度	J/kg ・ kg/s	
EDIF** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を拡散により移行していく比エネルギー移動速度	J/kg ・ kg/s	
	以上**には，IM，IP，JM，JP，KM，KPの2文字が入る。 ここに，IMはI（-）方向，IPはI（+）方向の略		
RUXIP (N) RUXIM (N) RVYJP (N) RVYJM (N) RWZKP (N) RWZKM (N)	N番目主コントロールボリューム I(+)境界面での質量流速 " I(-) " " J(+) " " J(-) " " K(+) " " K(-) "	kg <hr/> m <sup>2</sup> ・s	
ERTINC (N)	タイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中のスカラー量（比エネルギー）の変化率	J/kg ・ kg/s	スカラー保存式の右辺

E C V O U T	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（比エネルギー）の変化率 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
E N E R E R (N)	境界面を通して移行して来るものと内部で発生するものによりタイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中のスカラー量（比エネルギー）の変化率	J/kg ・ kg/s	スカラー 保存式の 右辺
H S H E A T (N)	タイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中で発生するスカラー量（比エネルギー）	J/kg ・ kg/s	
N = 1, N E C V			



EDDYVS	コントロールボリューム表面での乱流渦粘性係数		
変数名	意味	単位	備考
VTXM** (N) VTYM** (N) VTZM** (N) N=1, NCVSCT	X運動量コントロールボリュームの**表面での乱流渦粘性係数 Y運動量コントロールボリュームの**表面での乱流渦粘性係数 Z運動量コントロールボリュームの**表面での乱流渦粘性係数		
VTSC** (N)	主コントロールボリュームの**表面での乱流渦粘性係数 以上**には, IP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る。 ここに, IPはI(+)のIMはI(-)の略である		

ERROR					
変数名	意味	単位	備考		
EMASS	使用せず				
EXMOM (N) EYMOM (N) EZMOM (N)	} 各方向運動量コントロールボリュームに おける運動量残差	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$			
EMASMX (N) EMASMY (N) EMASMZ (N)			} 各方向運動量コントロールボリュームに おける運動量残差	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$	
N=1, NCVSCT					

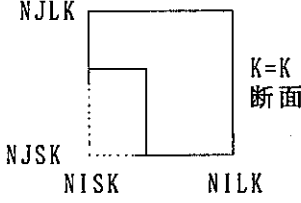
G A S	混合ガス物質値に関する変数（リスタートに必要なもの）		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
W G M O L E ( N G )	N G 番目のガスの分子量	kg/モル	
C A P S I N ( N G )	N 番目ガスの定容比熱 現在 N G = 1 しか使用せず，すなわち比熱は温度，ガス濃度にかかわらず一定値	J/kgK	
L I S G A S ( N G )  N G = 1 , N G A S	ガス種類 1 …… 空気， 2 …… 窒素， 3 …… 酸素， 4 …… 水素 5 …… 水蒸気	—	
I N V G A S ( N L G )  N L G = 1 , 5	計算で考慮するガス種のリスト		

GAS1	混合ガス物性値に関する変数（リスタートに必要ないもの）		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
FRACML (NG, N)	主コントロールボリュームNでのNG番目 ガスのモル分率		

I C C V O T	スカラー量（ガス濃度）の保存を主コントロール単位でチェックする番号		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
**CCV (N, NG)	N番目主コントロールボリュームの**境界面の境界条件インデックス **には, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る。 ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+) 方向の略である。		
LCCV(N, NG) NCCV(NG)	チェックする主コントロールボリュームの 通し番号 チェックする主コントロールボリュームの 総数		
N=1, NCCV (NG) NG=1, NGAS			

IDCVOT	スカラー量 (乱流エネルギー 消散速度)の保存を主コントロール単位でチェックする番号		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
**DCV (N)	<p>N番目主コントロールボリュームの**境界面の境界条件インデックス</p> <p>**には, IM, IP, JM, JP, KM KPの2文字が入る。</p> <p>ここに, IMはI (-) 方向, IPはI (+) 方向の略である。</p>		
LDCV (N) NDCV	<p>チェックする主コントロールボリュームの 通し番号</p> <p>チェックする主コントロールボリュームの 総数</p>		
N=1, NDCV			

IECVOT	スカラー量（比エネルギー）の保存を主コントロール単位でチェックする番号		
変数名	意味	単位	備考
**ECV(N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面の境界条件インデックス **には, IM, IP, JM, JP, KM KPの2文字が入る。 ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+) 方向の略である。		
LECV(N) NECV	チェックする主コントロールボリュームの 通し番号 チェックする主コントロールボリュームの 総数		
N=1, NECV			

I J K M A P	(I, J, K)での指定とシーケンスでの指定との対応リスト(1)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
L I S T C V (I, J, K)	(I, J, K)の主コントロールボリュームのシーケンス番号		
N I S K (K) N I L K (K) N J S K (K) N J L K (K)	Kを指定した時の(I, J)断面における 四隅の座標 		
N J S I (I) N J L I (I) N K S I (I) N K L I (I)	Iを指定した時の(J, K)断面における 四隅の座標		
N K S J (J) N K L J (J) N I S J (J) N I L J (J)	Jを指定した時の(J, K)断面における 四隅の座標		
I = 1, N I + 2 J = 1, N J + 2 K = 1, N K + 2			



I J K M A P	( I, J, K ) での指定とシーケンスでの指定との対応リスト(2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
N I N J N K	I 方向の主コントロールピッチの最大数 J 方向の主コントロールピッチの最大数 K 方向の主コントロールピッチの最大数		

I K C V O T	スカラー量 (乱流エネルギー) の保存を主コントロール単位でチェックする番号		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
**KCV (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面の境界条件インデックス **には, IM, IP, JM, JP, KM KPの2文字が入る。 ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+) 方向の略である。		
L K C V (N) N K C V	チェックする主コントロールボリュームの 通し番号 チェックする主コントロールボリュームの 総数		
N=1, N K C V			

INPVAR	各変数の初期値		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
VELUIN	X方向流速の初期値	m/s	
VELVIN	Y方向流速 "	m/s	
VELWIN	Z方向流速 "	m/s	
PRESIN	圧 力 "	Pa	
TEMPIN	温 度 "	K	
CONCIN(NG)	NGガス濃度 "	—	
TURKIN	乱流エネルギー "	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
TUREIN	乱流エネルギー消散速度 "	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	

ITERAT	収 束 回 数		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
ITER	サブルーチンTRANST内での収束回数		

IUCVOT	X方向運動量の保存を運動量コントロールボリューム単位でチェックする		
変数名	意味	単位	備考
**UCV(N)	N番目X運動量コントロールボリュームの **境界面の境界条件インデックス **には, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る ここに, IMはI(-)方向, IPは I(+)方向の略である		
LUCV(N) NUCV	チェックするX運動量コントロールボリュームの 通し番号 チェックするX運動量コントロールボリュームの 総数		
N=1, NUCV			

IVCVOT	Y方向運動量の保存を運動量コントロールボリューム単位でチェックする		
変数名	意味	単位	備考
**VCV(N)	<p>N番目Y運動量コントロールボリュームの</p> <p>**境界面の境界条件インデックス</p> <p>**には, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る</p> <p>ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+) 方向の略である</p>		
LVCV(N) NVCV	<p>チェックするY運動量コントロールボリュームの 通し番号</p> <p>チェックするY運動量コントロールボリュームの 総数</p>		
N=1, NV·CV			

I W C V O T	Z方向運動量の保存を運動量コントロールボリューム単位でチェックする		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
**WCV (N)	N番目Z運動量コントロールボリュームの **境界面の境界条件インデックス **には, IM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る ここに, IMはI(-)方向, IPは I(+)方向の略である		
LWCV (N) NWCV	チェックするZ運動量コントロールボリュ ームの通し番号 チェックするZ運動量コントロールボリュ ームの総数		
N=1, NWCV			

K C V O U T	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（乱流エネルギー）の変化率 (1)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
K C O N ** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を対流により移行していく乱流エネルギー移動速度	$\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{s}$	
K D I F ** (N)	N番目主コントロールボリュームの**境界面を拡散により移行していく乱流エネルギー移動速度	$\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{s}$	
	以上**には，IM，IP，JM，JP，KM，KPの2文字が入る。 ここに，IMはI（-）方向，IPはI（+）方向の略		
R U X I P (N) R U X I M (N) R V Y J P (N) R V Y J M (N) R W Z K P (N) R W Z K M (N)	N番目主コントロールボリューム I(+ )境界面での質量流速 " I(-) " " J(+ ) " " J(-) " " K(+ ) " " K(-) "		$\frac{kg}{m^2 \cdot s}$
K R T I N C (N)	タイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中のスカラー量（乱流エネルギー）の変化率	$\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{s}$	スカラー保存式の右辺



K C V O U T	主コントロールボリュームにおけるスカラー変量（乱流エネルギー）の変化率（2）		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
TURKER (N)	境界面を通して移行して来るものと内部で発生するものによりタイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中のスカラー量（乱流エネルギー）の変化率	$\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{s}$	スカラー保存式の右辺
KSTURK (N)	タイムステップ間でのN番目主コントロールボリューム中で発生するスカラー量（乱流エネルギー）	$\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{s}$	
N = 1, NKCV			

K E T U R B	壁面での乱流摩擦応力		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
X M T B J * ( N ) N=1, NXMBJ*(2)	J * 境界面での X 方向乱流摩擦応力	Pa	
X M T B K * ( N ) N=1, NXMBK*(2)	K * 境界面での X 方向乱流摩擦応力	Pa	
Y M T B K * ( N ) N=1, NYMBK*(2)	K * 境界面での Y 方向乱流摩擦応力	Pa	
Y M T B I * ( N ) N=1, NYMBI*(2)	I * 境界面での Y 方向乱流摩擦応力	Pa	
Z M T B I * ( N ) N=1, NZMBI*(2)	I * 境界面での Z 方向乱流摩擦応力	Pa	
Z M T B J * ( N ) N=1, NZMBJ*(2)	J * 境界面での Z 方向乱流摩擦応力	Pa	
	以上*にはP, Mの1文字, ここで, Pは(+) Mは(-)の略		
P K D V V T ( N ) N=1, NSCVSC	平均流による乱流エネルギーの生成を乱流 渦粘性係数で割ったもの $\left[ \frac{\partial U_i}{\partial X_j} + \frac{\partial U_j}{\partial X_i} \right] \frac{\partial U_i}{\partial X_j}$ i=1, 2, 3 j=1, 2, 3	$\frac{1}{s^2}$	

K E T U R R	k - ε 乱流モデルおよび壁関数で使用する定数		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
CMYU CT1 CT2 PRNDLK PRNDLD	} k - ε 乱流モデルの経験定数		
PRNDLE PRNDLC PRANDL CKARMN CEE CHARVS CHARGM	乱流プラントル数 (比エネルギー) 乱流プラントル数 (ガス濃度) プラントル数 カルマン定数 } 壁関数で使用する定数	—	
CIMYU CMYU12 CKE1 CKE2 CKE3 CKE3CN CKE4 CKE4CN CKE5	CT1 × CMYU CMYU <sup>0.5</sup> CMYU <sup>0.75</sup> ÷ CKARMN CEE × CMYU <sup>0.25</sup> ÷ CHARVS PRNDLE ÷ CMYU <sup>0.25</sup> PRNDLC ÷ CMYU <sup>0.25</sup> } k - ε 乱流モデル壁関数で使用する定数 (サブルーチン CONST参照)	—	

OPTION	計算オプション		
変数名	意味	単位	備考
TDEPND(4)	ガス物性値に温度依存を考慮するか否かのオプション .T. : 温度依存を考慮する .F. : 温度依存を考慮しない (1) 粘性係数 (2) 熱伝導度 (3) 拡散係数 (4) 定容比熱		
CALCEN CALCCN CALCKE	エネルギーを解くか ガス濃度を解くか k-ε乱流モデルを解くか	解くべきスカ ラー量の指定 F: 解かない T: 解く	

PLOT	SGRAPHへのデータコントロール		
変数名	意味	単位	備考
IPLOT (I)	T : I 番目の変数のプロットデータを出力する F : I 番目の変数のプロットデータを出力しない  I = 1 ; 速度, 2 ; 密度, 3 ; 圧力 4 ; 比エネルギー 5 ; 温度 6 ; 成分1の質量比 7 ; 乱流エネルギー 8 ; 乱流エネルギー消散速度		

PLOT1	時刻歴プロットプログラムXYPLOTへのデータコントロール		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
STIME (N) SPLOT (N, NG) N = 1, N PLOT	時刻 STIME (N) のでの変数値 SPLOT (N, NS) NS 個の変数値の時刻歴をプロット出来る		
N PLOT	時刻歴のデータ数		

P O S I T E	乱流エネルギー消散速度を計算する主コントロールボリューム		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
N C V T E  L N C V T E ( N ) N = 1 , N C V T E	乱流エネルギー消散速度を保存則より計算する主コントロールボリュームの数* 上記主コントロールボリュームの通し番号 *乱流エネルギー消散速度は壁関数が適用されている主コントロールボリュームでは保存則から計算しない		

POSITS	主コントロールボリュームの数と位置 (1)		
変数名	意味	単位	備考
NCVSC	計算領域（スカラー量保存式を解く領域）にある主コントロールボリュームの総数。 （主コントロールボリュームの通し番号に一致）	—	
NCVSCT	NCVSCに境界仮想コントロールボリュームを加えた総数。 ○境界仮想コントロールボリュームの通し番号は、NCVSC+1から始まる ○境界仮想コントロールボリュームは、境界をはさんで、計算領域と反対側にある厚さ0の主コントロールボリュームである。	—	
L** (N)	N番目の主コントロールボリュームを**方向にずらした先の主コントロールボリュームの通し番号	—	
L**** (N)	N番目の主コントロールボリュームを2つある****のうち、後ろの**方向にずらし、引き続いて前の**方向にずらした先の主コントロールボリュームの通し番号 (例を次ページに示す)	—	



P O S I T S	主コントロールボリュームの数と位置 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
	<p>(例)</p> <p>L I P K M ( N ) 最初に K ( - ) 方向, 引き続き I ( + ) 方向に ずらした先の主コントロ ールボリュームの通し番 号</p> <p>○ ** は, I M, I P, J M, J P, K M K P の 2 文字が入る。</p> <p>○ ずらした先が N C V S C T 個の主コント ロールボリューム内になれば 0 とする</p> <p>○ ずらす順により, ずらした先の主コント ロールボリュームの番号が相異なる場合 がある。</p>		

POSITX	X運動量コントロールボリュームの配置		
変数名	意味	単位	備考
NCVXM  LNCVXM (N) N=1, NCVXM	運動量保存式によりX方向流速を計算する X運動量コントロールボリュームの数* 上記に対応したコントロールボリュームの 通し番号		
NCVXMI  LCVXMI (N) N=1, NCVXMI	NCVXMより境界半運動量コントロール ボリューム (I (±) が境界面であるX運 動量コントロールボリューム) を除いた数 NCVXMIに対応したコントロールボリ ュームの通し番号		
	*全X運動量コントロールボリュームから 圧力境界であるコントロールボリューム を除いたもの		

P O S I T Y	Y運動量コントロールボリュームの配置		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
UCVYM  LNCVYM (N) N=1, NCVYM	運動量保存式によりY方向流速を計算する Y運動量コントロールボリュームの数* 上記に対応したコントロールボリュームの 通し番号		
NCVYMI  LCVYMI (N) N=1, NCVYMI	NCVYMより境界半運動量コントロール ボリューム (J (±) が境界面であるY運 動量コントロールボリューム) を除いた数 NCVYMIに対応したコントロールポリ ュームの通し番号		
	*全Y運動量コントロールボリュームから 圧力境界であるコントロールボリューム を除いたもの		

POSITZ	Z運動量コントロールボリュームの配置		
変数名	意味	単位	備考
UCVZM LNCVZM (N) N=1, NCVZM	運動量保存式によりZ方向流速を計算する Z運動量コントロールボリュームの数* 上記に対応したコントロールボリュームの 通し番号		
NCVZMI LCVZMI (N) N=1, NCVZMI	NCVZMより境界半運動量コントロール ボリューム (K (±) が境界面であるZ運 動量コントロールボリューム) を除いた数 NCVZMIに対応したコントロールボリ ュームの通し番号		
	*全Z運動量コントロールボリュームから 圧力境界であるコントロールボリューム を除いたもの		

PROP DF	一定値の物性値を使用する時の基準値		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
PRTEMP PRPRES PRCONC (NG)	基準温度 基準圧力 NG種ガス基準質量比 以上TDEPND=.F. の時に使用する	K Pa —	

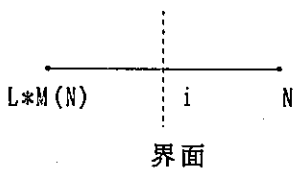
PROPER	物 性 値 (1)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
V L X M ** (N)	X 運動量コントロールボリュームの**表面での粘性係数	Pa・s	
V L Y M ** (N)	Y 運動量コントロールボリュームの**表面での粘性係数	Pa・s	
V L Z M ** (N)	Z 運動量コントロールボリュームの**表面での粘性係数	Pa・s	
N=1, NCVSCT	**には, I P, I M, J P, J M, K P K M の 2 文字が入る		
C N D L * M (N)	主コントロールボリュームの* (-) 表面での熱伝導度	J/(m・K・s)	
N=1, NCVSCT			
C N D L * P (N)	主コントロールボリュームの* (+) 表面での熱伝導度	J/(m・K・s)	
N=1, NCVSC			
D I F L * M (N, NG)	主コントロールボリュームの* (-) 表面でのNGガスの実効拡散係数	m <sup>2</sup> /s	
N=1, NCVSCT			
D I F L * P (N, NG)	主コントロールボリュームの* (+) 表面でのNGガスの実効拡散係数	m <sup>2</sup> /s	
N=1, NCVSC			
NG=1, NGAS-1			
C A C V * M (N)	主コントロールボリュームの* (-) 表面での定容比熱	J/(kg・K)	
N=1, NCVSCT			
C A C V * P (N)	主コントロールボリュームの* (+) 表面での定容比熱	J/(kg・K)	
N=1, NCVSC			
	*には, I, J, K の 1 文字が入る		

P R O P E R	物 性 値 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
* G R A V T	* 方向の重力加速度分 * には X, Y, Z の 1 文字が入る	m <sup>2</sup> /s	
G A S C O N N E O S  B E T A	気体定数 = 1 : 理想気体の状態方程式を使う = 2 : 温度膨張率による状態方程式を使う  温度膨張率	J/(K・mol)  kg/(m <sup>3</sup> ・K)	

PRSDIF	計算体系に外部から圧力差によって与えられる運動量の計算に使用するデータ		
変数名	意味	単位	備考
LPDF*M (N) LPDF*P (N) N=1, NSCB*M	<p>* (-) 境界面の主コントロールボリュームの通し番号</p> <p>LPDF*M (N) の主コントロールボリュームから* (+) 方向に進んでゆき、</p> <p>i (+) 境界面に初めて到達した時の</p> <p>i (+) 境界面の主コントロールボリューム通し番号</p> <p>○境界が圧力境界の時は、仮想境界主コントロールボリュームを採用する。</p> <p>○LPDF*M, LPDF*Pは両変数セットで計算体系に与えられる圧力差による*方向運動量を計算するために使われる。</p> <p>(サブルーチンBALUCL, BALVCL, BALWCL)</p> <p>*にはI, J, Kの1文字が入る</p>		



RELAX	緩和パラメータ, 加速パラメータ		
変数名	意味	単位	備考
RELAX*	変数*に対するSIMPLER法での緩和 パラメータ * U X方向流速 V Y方向流速 W Z方向流速 P 圧力 E 比エネルギー C 濃度 K 乱流エネルギー D 乱流エネルギー消散速度		
OMSOR*	変数*に対するSOR法での加速パラメータ		

SHAPE	コントロールボリュームの形状データ (1)		
変数名	意味	単位	備考
DX (N) DY (N) DZ (N)	主コントロールボリュームNの各方向長さ	m	
DXB (N)  DYB (N)  DZB (N)	主コントロールボリュームNとI (-) 方向に隣接しているLIM (N) との中心間距離  主コントロールボリュームNとJ (-) 方向に隣接しているLJM (N) との中心間距離  主コントロールボリュームKとK (-) 方向に隣接しているLKM (N) との中心間距離	m  m  m	
D*RP (N) D*RM (N)  N=0, NCVSCT	主コントロールボリュームNと* (-) 方向に隣接している主コントロールボリュームとの界面での状態量を計算する時の重み  <div style="text-align: center;">  <p style="margin: 0;">L*M(N)      i      N</p> <p style="margin: 0;">界面</p> </div> $X_i = D*RP(N) \cdot X(L*M(N)) + D*RM(N) \cdot X(N)$ <p style="margin: 0;">X(N) : 主コントロールボリュームNでの状態量X</p> <p style="margin: 0;">X<sub>i</sub> : 界面iでの状態量Xの値</p>	— —	

SHAPE	コントロールボリュームの形状データ (2)		
変数名	意味	単位	備考
ACV (*) <sub>1</sub> (*) <sub>2</sub> (N)	(*) <sub>1</sub> 運動量コントロールボリュームの (*) <sub>2</sub> 方向の流路断面積。 すなわち、 (*) <sub>2</sub> に垂直な表面の面積 (*) <sub>1</sub> には I, J, K の 1 文字 (*) <sub>2</sub> には I, J, K のうち (*) <sub>1</sub> に等しくないもの	m <sup>2</sup>	
ACV* (N)	主コントロールボリュームの*方向の流路 断面積。 すなわち*に垂直な表面の面積 ○ ACV (*) <sub>1</sub> (* <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> で (* <sub>1</sub> ) <sub>1</sub> と (* <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> と を等しくしたものは ACV (*) <sub>1</sub> に等し い	m <sup>2</sup>	
VCV* (N) VCV VTOT	*運動量コントロールボリュームの体積 主コントロールボリュームの体積 全計算体系の体積		
N=1, NCVSCT	以上*には, I, J, K の 1 文字が入る		

TRANS	コントロール表面での乱流も考慮した輸送係数		
変数名	意味	単位	備考
VISX** (N) VISY** (N) VISZ** (N) N=1, NCVSCT	X運動量コントロールボリュームの**表面での実効粘性係数 Y運動量コントロールボリュームの**表面での実効粘性係数 Z運動量コントロールボリュームの**表面での実効粘性係数 **には, IP, IM, JP, JM, KP, KMの2文字が入る	Pa・s Pa・s Pa・s	
COND*M(N) N=1, NCVSCT COND*P(N) N=1, NCVSC	主コントロールボリュームの* (-), * (+) 表面での実効熱伝導度	J/(m・k・s)	
DIFU*M(N, NG) N=1, NCVSCT DIFU*P(N, NG)) N=1, NCVSC	主コントロールボリュームの* (-), * (+) 表面での実効拡散係数 *には I, J, Kの1文字が入る	m <sup>2</sup> /s	
	以上「実効」の意味は, 乱流輸送による増加分を足したということである。		

UCVOUT	X運動量コントロールボリュームにおけるX運動量の変化 (1)		
変数名	意味	単位	備考
XDP (N) XMPRES (N) XMGRVT (N)	X方向の圧力差 圧力差により加えられるX方向運動量変化 重力により加えられるX方向運動量変化	Pa N N	
XRTINC (N)	タイムステップ間でのN番目X方向運動量コントロールボリューム中のX方向運動量の時間変化	N	運動量保存式の右辺
XCON** (N)	N番目X方向運動量コントロールボリュームの**表面を対流により移行していくX方向運動量の移動速度	N	
XVIS** (N)	N番目X方向運動量コントロールボリュームの**表面を拡散により移行していくX方向運動量の移動速度 以上**にはIM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る。 ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+)方向の略	N	
XMOMER (N)	N番目X方向運動量コントロールボリュームの表面を通して移行してくるものと内部で発生するものによりタイムステップ間で変化するX方向運動量	N	運動量保存式の右辺

UCVOUT	X運動量コントロールボリュームにおけるX運動量の変化 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
XMASER (N) N = 1, NUCV	N番目X方向運動量コントロールボリ ュームでの質量保存誤差	kg/s	

VAR	各保存則により得られる従属変数		
変数名	意味	単位	備考
VELU (N)	N番目I方向運動量コントロールボリュームのI方向流速	m/s	
VELV (N)	N番目J方向運動量コントロールボリュームのJ方向流速	m/s	
VELW (N)	N番目K方向運動量コントロールボリュームのK方向流速	m/s	
DENS (N)	N番目主コントロールボリュームの密度	kg/m <sup>3</sup>	*
ENER (N)	" 比エネルギー	J/kg	
TEMP (N)	" 温度	℃	*
PRES (N)	" 圧力	Pa	
CONC (N, NG) N = G, NGAS	" NG種ガス質量濃度	—	
TURK (N)	" 乱流エネルギー	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> (J/kg)	
TURE (N)	" 乱流エネルギー消散速度	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> (J/kg・s)	
N=0, NCVSCT	*密度は状態方程式より, 温度は比熱の定義より求める。		

VARAV	密度の計算に使用する量		
変数名	意味	単位	備考
APRES	系の圧力 (平均圧力)	Pa	
APRESP	1タイムステップ前の圧力	Pa	
COMP (N) N=1, NCVSCT	主コントロールボリュームNでの下記の量 $\frac{\bar{M}}{RT}$ R : 気体定数 T : 温度 $\bar{M}$ : 平均分子量	$\frac{s^2}{m^2}$	
ACOMP	$\Sigma COMP (N) * VCV (N)$	$s^2 \cdot m$	
ACOMPP	1タイムステップ前のACOMP	$s^2 \cdot m$	
AVCOMP	ACOMP / VTOT	$\frac{s^2}{m^2}$	



VARO	前のくり返し時の値		
変数名	意味	単位	備考
<p>****O</p> <p>VELUO (N)</p> <p>VELVO (N)</p> <p>VELWO (N)</p> <p>N=1, NCVSCT</p>	<p>変数****に対する以下の量</p> <p>サブルーチンTRANSTでのくり返しループの中で、前のくり返し時の値</p> <p>} 各方向流速</p>	<p>m/s</p>	
<p>BMASO (N)</p> <p>TURKO (N)</p> <p>TUREO (N)</p> <p>ENERO (N)</p> <p>CONCO (N, NG)</p> <p>N=1, NCVSC</p> <p>NG=1, NGAS</p>	<p>主コントロールボリュームNでの質量誤差</p> <p>乱流エネルギー</p> <p>乱流エネルギー消散速度</p> <p>比エネルギー</p> <p>ガス濃度</p>	<p>kg/s</p> <p>m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup></p> <p>m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup></p> <p>J/kg</p> <p>—</p>	

VARP	コモン/VAR/中の変数の前タイムステップでの値		
変数名	意味	単位	備考
VELUP (N)	I-方向流速	m/s	
VELVP (N)	J-方向流速	m/s	
VELWP (N)	K-方向流速	m/s	
ENERP (N)	比エネルギー	J/kg	
TEMPP (N)	温度	℃	
PRESP (N)	圧力	Pa	
CONCP (N, NG) NG=1, NGAS	NG種ガス質量濃度	—	
TURKP (N)	乱流エネルギー	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> (J/kg・s)	
TUREP (N)	乱流エネルギー消散速度	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> (J/kg・s)	

VARPR	前タイムステップでの密度		
変数名	意 味	単 位	備 考
DENSP (N) N=1, NCVSCT	前タイムステップでの密度	kg/m <sup>3</sup>	

VAR1	SIMPLER法における推定値		
変数名	意味	単位	備考
USPLER (N) VSPLER (N) WSPLER (N) PSPLER (N) N=1, NCVSCT	} SIMPLER法での推定値 (2.6節参照)	m/s m/s m/s Pa	

V C V O U T	Y 運動量コントロールボリュームにおける Y 運動量の変化 (1)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
Y D P ( N ) Y M P R E S ( N ) Y M G R V T ( N )	X 方向の圧力差 圧力差により加えられる Y 方向運動量変化 重力により加えられる Y 方向運動量変化	Pa N N	
Y R T I N C ( N )	タイムステップ間での N 番目 Y 方向運動量 コントロールボリューム中の Y 方向運動量 の時間変化	N	運動量保 存式の右 辺
Y C O N * * ( N )	N 番目 Y 方向運動量コントロールボリュー ムの * * 表面を対流により移行していく Y 方向運動量の移動速度	N	
Y V I S * * ( N )	N 番目 Y 方向運動量コントロールボリュー ムの * * 表面を拡散により移行していく Y 方向運動量の移動速度 以上 * * には I M, I P, J M, J P, K M, K P の 2 文字が入る。 ここに, I M は I ( - ) 方向, I P は I ( + ) 方向の略	N	
Y M O M E R ( N )	N 番目 Y 方向運動量コントロールボリュー ムの表面を通して移行してくるものと内部 で発生するものによりタイムステップ間 で変化する Y 方向運動量	N	運動量保 存式の右 辺

V C V O U T	Y運動量コントロールボリュームにおけるY運動量の変化 (2)		
変 数 名	意 味	単 位	備 考
Y M A S E R (N) N = 1, N V C V	N番目Y方向運動量コントロールボリュームでの質量保存誤差	kg/s	

WCVOUT	Z運動量コントロールボリュームにおけるZ運動量の変化 (1)		
変数名	意味	単位	備考
ZDP(N) ZMPRES(N) ZMGRVT(N)	Z方向の圧力差 圧力差により加えられるZ方向運動量変化 重力により加えられるZ方向運動量変化	Pa N N	
ZRTINC(N)	タイムステップ間でのN番目Z方向運動量コントロールボリューム中のZ方向運動量の時間変化	N	運動量保存式の右辺
ZCON** (N)	N番目Z方向運動量コントロールボリュームの**表面を対流により移行していくZ方向運動量の移動速度	N	
ZVIS** (N)	N番目Z方向運動量コントロールボリュームの**表面を拡散により移行していくZ方向運動量の移動速度 以上**にはIM, IP, JM, JP, KM, KPの2文字が入る。 ここに, IMはI(-)方向, IPはI(+)方向の略	N	
ZMOMER (N)	N番目Z方向運動量コントロールボリュームの表面を通して移行してくるものと内部で発生するものによりタイムステップ間で変化するZ方向運動量	N	運動量保存式の右辺

WCVOUT	Z運動量コントロールボリュームにおけるZ運動量の変化 (2)		
変数名	意味	単位	備考
ZMASER (N) N = 1, NWCV	N番目Z方向運動量コントロールボリュームでの質量保存誤差	kg/s	



表 5.5 - 1 例題計算(1)の入力データリスト  
(X - Z 座標)

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 01 OF 09

CXZ

START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

```
2 &RESTR
3 IRESTR= F, JRSTAT = 0,
2 &END
2 &DEBUGI SDEBUG= T, T, T, T, F, T, F, F,
13 IDEBUG= 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 0,
21 0, 0,
13 IDEBUG= 0, 1, 1, 0, 0,
21 1, 2, 0, 0, 0,
21 2, 0, 0, 0, 1,
21 0, 0, 1, 1, 1,
21 1, 0, 0, 0, 1,
21 1, 2, 1, 0, 0,
21 0, 0, 0, 0, 1,
21 0, 0,
2 &END
2 &BCI
3 NXMBIM(1) = 5, 5, 0,
3 LXMBIM(1,1) = 52, 51, 50, 49, 48,
3 LXMBIM(1,2) = 1, 7, 13, 19, 25,
3 IXMBIM(1) = 0, 0, 0, 0, 0,
3 SXMBIM(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5,
5 UBIM(1) = 0., 0., 0., 0., 0.,
3 NXMBIP(1) = 5, 5, 0,
3 LXMBIP(1,1) = 6, 12, 18, 24, 30,
3 LXMBIP(1,2) = 5, 11, 17, 23, 29,
3 IXMBIP(1) = 0, 0, 0, 0, 0,
3 SXMBIP(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5,
5 UBIP(1) = 0., 0., 0., 0., 0.,
3 NXMBJM(1) = 30, 30, 0,
3 LXMBJM(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
17 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,
17 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
3 LXMBJM(1,2) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
17 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,
17 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
3 IXMBJM(1) = 30*1,
3 NXMBJP(1) = 30, 30, 0,
3 LXMBJP(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
17 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,
17 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
3 LXMBJP(1,2) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
17 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,
17 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
3 IXMBJP(1) = 30*1,
3 NXMBKM(1) = 6, 0, 6,
3 LXMBKM(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3 LXMBKM(1,3) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
5 UBKM(1) = 0., 0., 0., 0., 0., 0.,
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 02 OF 09

CXZ

```
START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
3 NXMBKP(1) = 6. 0. 6.
3 LXMBKP(1,1) = 25,26,27,28,29,30.
3 LXMBKP(1,3) = 25,26,27,28,29,30.
5 UBKM(1) = 0.. 0.. 0.. 0.. 0.. 0..
3 NZMBKM(1) = 6. 6. 0.
3 LZMBKM(1,1) = 31,32,33,34,35,36.
3 LZMBKM(1,2) = 1. 2. 3. 4. 5. 6.
3 IZMBKM(1) = 0. 0. 0. 0. 0. 0.
3 SZMBKM(1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6.
5 WBKM(1) = 0.. 0.. 0.. 0.. 0.. 0..
3 NZMBKP(1) = 6. 6. 0.
3 LZMBKP(1,1) = 25,26,27,28,29,30.
3 LZMBKP(1,2) = 19,20,21,22,23,24.
3 IZMBKP(1) = 0. 0. 0. 0. 0. 0.
3 SZMBKP(1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6.
5 WBKP(1) = 0.. 0.. 0.. 0.. 0.. 0..
3 NZMBIM(1) = 5. 0. 5.
3 LZMBIM(1,1) = 1. 7,13,19,25.
3 LZMBIM(1,3) = 1. 7,13,19,25.
5 WBIM(1) = 0.. 0.. 0.. 0.. 0..
3 NZMBIP(1) = 5. 0. 5.
3 LZMBIP(1,1) = 6.12,18,24,30.
3 LZMBIP(1,3) = 6.12,18,24,30.
5 WBIP(1) = 0.. 0.. 0.. 0.. 0..
3 NZMBJM(1) = 30,30, 0.
3 LZMBJM(1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9,10.
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20.
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30.
3 LZMBJM(1,2) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9,10.
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20.
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30.
3 IZMBJM(1) = 30*1.
3 NZMBJP(1) = 30,30, 0.
3 LZMBJP(1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9,10.
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20.
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30.
3 LZMBJP(1,2) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9,10.
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20.
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30.
3 IZMBJP(1) = 30*1.
2 &END
2 &BCIMS
3 NMSBIM(1) = 0. 5.
3 LMSBIM(1,2) = 1. 7,13,19,25.
5 DBIM(1) = 5*1,133.
3 NMSBIP(1) = 0. 5.
3 LMSBIP(1,2) = 6.12,18,24,30.
5 DBIP(1) = 5*1,133.
3 NMSBJM(1) = 0. 30.
3 LMSBJM(1,2) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9,10.
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20.
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30.
5 DBJM(1) = 30*1,133.
3 NMSBJP(1) = 0. 30.
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 03 OF 09

CXZ

```
START COL 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
COL 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
3 LMSBJP(1,2) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
5 DBJP(1) = 30+1.133,
3 NMSBKM(1) = 0, 6,
3 LMSBKM(1,2) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
5 DBKM(1) = 6+1.133,
3 NMSBKP(1) = 0, 6,
3 LMSBKP(1,2) = 25,26,27,28,29,30,
5 DBKP(1) = 6+1.133,
3 NSCBIM = 5,
3 LSCBIM(1) = 1, 7,13,19,25,
3 LPDFIM(1) = 1, 7,13,19,25,
3 NSCBIP = 5,
3 LSCBIP(1) = 6,12,18,24,30,
3 LPDFIP(1) = 6,12,18,24,30,
3 NSCBJM = 30,
3 LSCBJM(1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3 LPDFJM(1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3 NSCBJP = 30,
3 LSCBJP(1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3 LPDFJP(1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3 NSCBKM = 6,
3 LSCBKM(1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3 LPDFKM(1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3 NSCBKP = 6,
3 LSCBKP(1) = 25,26,27,28,29,30,
3 LPDFKP(1) = 25,26,27,28,29,30,
2 &END
2 &BCIEN
3 NENBIM(1) = 5, 0,
3 LENBIM(1,1) = 1, 7,13,19,25,
3 IENBIM(1) = 1, 1, 1, 1, 1,
3 TBIM(1) = 5+273.15,
3 HFBIM(1) = 5+0.0,
3 NENBIP(1) = 5, 0,
3 LENBIP(1,1) = 6,12,18,24,30,
3 IENBIP(1) = 1, 1, 1, 1, 1,
3 TBIP(1) = 5+273.15,
3 HFBIP(1) = 5+0.0,
3 NENBJM(1) = 30, 0,
3 LENBJM(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3 LENBJM(1,2) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,
17 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 04 OF 09

CXZ

```
START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      IENBJM(1) = 30*1.
3      HFBJM(1) = 30*0.0.
3      TBJM(1) = 30*273.15,
3      NENBJP(1) = 30. 0.
3      LENBJP(1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10.
17      11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      LENBJP(1,2) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10,
17      11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      IENBJP(1) = 30*1.
3      HFBJP(1) = 30*0.0.
3      TBJP(1) = 30*273.15,
3      NENBKM(1) = 6. 0.
3      LENBKM(1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6.
3      IENBKM(1) = 1. 1. 1. 1. 1. 1.
3      TBKM(1) = 6*273.15,
3      HFBKM(1) = 6*0.0.
3      NENBKP(1) = 6. 0.
3      LENBKP(1,1) = 25,26,27,28,29,30.
3      IENBKP(1) = 1. 1. 1. 1. 1. 1.
3      TBKP(1) = 6*273.15,
3      HFBKP(1) = 6*0.0.
2      &END
2      &BCICN
3      NCNBIM(1,1) = 0. 5.
3      LCNBIM(1,2,1) = 1. 7.13,19,25.
3      SCNBIM(1,2,1) = 1. 2. 3. 4. 5.
3      CNBIM(1,1) = 5*0.001.
3      NCNBIP(1,1) = 0. 5.
3      LCNBIP(1,2,1) = 6.12,18,24,30.
3      SCNBIP(1,2,1) = 1. 2. 3. 4. 5.
3      CNBIP(1,1) = 5*0.1.
3      NCNBJM(1,1) = 30. 0.
3      LCNBJM(1,1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10,
17      11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      SCNBJM(1,1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10,
17      11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      ICNBJM(1,1) = 30*1.
3      MFBJM(1,1) = 30*0.0.
3      CNBJM(1,1) = 30*0.001.
3      NCNBJP(1,1) = 30. 0.
3      LCNBJP(1,1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10,
17      11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      SCNBJP(1,1,1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10,
17      11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
17      21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3      ICNBJP(1,1) = 30*1.
3      MFBJP(1,1) = 30*0.0.
3      CNBJP(1,1) = 30*0.001.
```

PROJECT: #062035  
 GROUP: SOLFAS  
 TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
 LEVEL: 01.01  
 USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
 TIME: 17:02  
 PAGE: 05 OF 09

CXZ

```

START COL 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
3  NCNBKM(1,1) = 6, 0,
3  LCNBKM(1,1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3  SCNBKM(1,1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3  ICNBKM(1,1) = 1, 1, 1, 1, 1, 1,
3  CNBKM(1,1) = 6*0.001,
3  MFBKM(1,1) = 6*0.0,
3  NCNBKP(1,1) = 6, 0,
3  LCNBKP(1,1,1) = 25,26,27,28,29,30,
3  SCNBKP(1,1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3  ICNBKP(1,1) = 1, 1, 1, 1, 1, 1,
3  CNBKP(1,1) = 6*0.001,
3  MFBKP(1,1) = 6*0.0,
2  &END
2  &BCITKE
3  NTKBIM(1) = 5, 0,
3  LTKBIM(1,1) = 1, 7, 13, 19, 25,
3  ITKBIM(1) = 2, 2, 2, 1, 1,
3  TKBIM(1) = 3*0.001890, 0.001323, 0.002325,
3  NTEBIM(1) = 5, 0,
3  LTEBIM(1,1) = 1, 7, 13, 19, 25,
3  ITEBIM(1) = 2, 2, 2, 1, 1,
3  TEBIM(1) = 3*0.08714, 0.006293, 0.02868,
3  NTKBIP(1) = 5, 0,
3  LTKBIP(1,1) = 6, 12, 18, 24, 30,
3  ITKBIP(1) = 1, 1, 1, 1, 1,
3  TKBIP(1) = 5*0.001890,
3  NTEBIP(1) = 5, 0,
3  LTEBIP(1,1) = 6, 12, 18, 24, 30,
3  ITEBIP(1) = 1, 1, 1, 1, 1,
3  TEBIP(1) = 5*0.08714,
3  NTKBJM(1) = 6, 0,
3  LTKBJM(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3  ITKBJM(1) = 2, 2, 2, 2, 2, 2,
3  TKBJM(1) = 6*0.001890,
3  NTEBJM(1) = 6, 0,
3  LTEBJM(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6,
3  ITEBJM(1) = 2, 2, 2, 2, 2, 2,
3  TEBJM(1) = 6*0.08714,
3  NTKBJP(1) = 6, 0,
3  LTKBJP(1,1) = 25,26,27,28,29,30,
3  ITKBJP(1) = 2, 2, 2, 2, 2, 2,
3  TKBJP(1) = 6*0.001890,
3  NTEBJP(1) = 6, 0,
3  LTEBJP(1,1) = 25,26,27,28,29,30,
3  ITEBJP(1) = 2, 2, 2, 2, 2, 2,
3  TEBJP(1) = 6*0.08714,
2  &END
2  &CONTRI
3  TMAX=4.0, DT=2.0, ITMSOR=100, ITMTRA=10, IMOM=0, NGAS=2,
3  EPSMAS=0.00001, EPSSOR=0.00001, EPSU=0.00001, EPSV=0.0001, EPSE=0.0001,
3  EPSMDM=0.00001, EPSW=0.0001, EPSK=0.0001, EPSD=0.0001,
3  DTPRT=1.0, DTPLT=1., DTRST= 99999.,
3  DTBALV=1.0, DTBALE=1.0, DTBALM=1.0, DTBALK=0.1, DTBALD=0.1,
3  RELAXU=1.0, RELAXV=1.0, RELAXW=1.0, RELAXP=1.0, RELAXE=1.0, RELAXC=1.0,

```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 06 OF 09

CXZ

START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

```
3 RELAXK=1.0,RELAXD=1.0,
3 OMSORU=1.0,OMSORV=1.0,OMSORW=1.0,OMSORP=1.5,OMSORE=1.0,OMSORC=1.0,
3 OMSORK=1.0,OMSORD=1.0,
3 ITMDNS=20, EPSDNS=1.0E-10, RELAXR=0.7,
2 &END
2 &IJKMPI
3 LISTCV(1,1,1) = 53,31,32,33,34,35,36,54,
3 LISTCV(1,2,1) = 52, 1, 2, 3, 4, 5, 6,37,
3 LISTCV(1,3,1) = 51, 7, 8, 9,10,11,12,38,
3 LISTCV(1,4,1) = 50,13,14,15,16,17,18,39,
3 LISTCV(1,5,1) = 49,19,20,21,22,23,24,40,
3 LISTCV(1,6,1) = 48,25,26,27,28,29,30,41,
3 LISTCV(1,7,1) = 56,47,46,45,44,43,42,55,
3 NISK(1) = 1,
3 NILK(1) = 8,
3 NJSK(1) = 1,
3 NJLK(1) = 7,
2 &END
2 &INPVAI
3 VELVIN = 0.0,
3 VELVIN = 0.0,
3 VELWIN = 0.0,
3 PRESIN = 0.0,
3 TEMPIN = 273.15
3 CONCIN(1) = 0.001,
3 CONCIN(2) = 0.999,
3 TURKIN = 0.001890,
3 TUREIN = 0.08714,
3 DENGIN = 1.033,
2 &END
2 &KEMODL
3 CMYU = 0.09, CT1 = 1.44, CT2 = 1.92, PRNOLK = 1.0, PRNDLD = 1.3
3 PRNDLE = 1.0, PRANDL = 1.0, CKARMN = 0.435, CEE = 9.0,
3 CHARVS = 1.0E-5, CHARGM = 1.4, PRNDLC = 1.0,
2 &END
2 &OPTIOI
3 CALCEN=F, CALCCN=T, CALCKE=F,
3 TDEPND=F,F,F,F, LISGAS=4,2,
2 &END
2 &PLOTI
3 IPLOT =T,T,T,F,F,F,T,T
2 &END
2 &POSITI
3 NCVSC = 30, NCVSCT=116,
3 LIM(1) = 52, 1, 2, 3, 4, 5,51, 7, 8, 9,
15 10,11,50,13,14,15,16,17,49,19,
15 20,21,22,23,48,25,26,27,28,29,
15 53,31,32,33,34,35, 6,12,18,24,
15 30,43,44,45,46,47,56, 0, 0, 0,
16 0, 0, 0,36,42, 0,
3 LIP(1) = 2, 3, 4, 5, 6,37, 8, 9,10,11,
15 12,38,14,15,16,17,18,39,20,21,
15 22,23,24,40,26,27,28,29,30,41,
15 32,33,34,35,36,54, 0, 0, 0, 0,
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 07 OF 09

CXZ

START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

16		0,55,42,43,44,45,46,25,19,13,
16		7,1,31,0,0,47,
3	LJM(1)	= 57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,
15		67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,
15		77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,
3	LJM(87)	= 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,
15		11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
15		21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3	LJP(1)	= 87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,
15		97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,
15		107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,
3	LJP(57)	= 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,
15		11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
15		21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,
3	LKM(1)	= 31,32,33,34,35,36,1,2,3,4,
16		5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,
15		15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,
16		0,0,0,0,0,0,54,37,38,39,
15		40,30,29,28,27,26,25,49,50,51,
15		52,53,0,0,41,48,
3	LKP(1)	= 7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,
15		17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,
15		27,28,29,30,47,46,45,44,43,42,
16		1,2,3,4,5,6,38,39,40,41,
15		55,0,0,0,0,0,0,56,48,49,
15		50,51,52,37,0,0,
3	LIMKM(1)	= 53,31,32,33,34,35,52,1,2,3,
16		4,5,51,7,8,9,10,11,50,13,
15		14,15,16,17,49,19,20,21,22,23,
16		0,0,0,0,0,0,36,6,12,18,
15		24,29,28,27,26,25,48,0,0,0,
16		0,0,0,0,30,0,
3	LKMIM(1)	= 53,31,32,33,34,35,52,1,2,3,
16		4,5,51,7,8,9,10,11,50,13,
15		14,15,16,17,49,19,20,21,22,23,
16		0,0,0,0,0,0,36,6,12,18,
15		24,29,28,27,26,25,48,0,0,0,
16		0,0,0,0,30,0,
3	LIPKM(1)	= 32,33,34,35,36,54,2,3,4,5,
16		6,37,8,9,10,11,12,38,14,15,
15		16,17,18,39,20,21,22,23,24,40,
16		0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
16		0,41,30,29,28,27,26,19,13,7,
16		1,31,0,0,0,25,
3	LKMIP(1)	= 32,33,34,35,36,54,2,3,4,5,
16		6,37,8,9,10,11,12,38,14,15,
15		16,17,18,39,20,21,22,23,24,40,
16		0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
16		0,41,30,29,28,27,26,19,13,7,
16		1,31,0,0,0,25,
3	LIMKP(1)	= 51,7,8,9,10,11,50,13,14,15,
15		16,17,49,19,20,21,22,23,48,25,
15		26,27,28,29,56,47,46,45,44,43,
15		52,1,2,3,4,5,12,18,24,30,



PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 08 OF 09

CXZ

```
START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
COL
15      42. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
16      0. 0. 0. 6. 0. 0.
3      LKPIM(1) = 51. 7. 8. 9. 10. 11. 50. 13. 14. 15.
15      16. 17. 49. 19. 20. 21. 22. 23. 48. 25.
15      26. 27. 28. 29. 56. 47. 46. 45. 44. 43.
15      52. 1. 2. 3. 4. 5. 12. 18. 24. 30.
15      42. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
16      0. 0. 0. 6. 0. 0.
3      LIPKP(1) = 8. 9. 10. 11. 12. 38. 14. 15. 16. 17.
15      18. 39. 20. 21. 22. 23. 24. 40. 26. 27.
15      28. 29. 20. 41. 46. 45. 44. 43. 42. 55.
16      2. 3. 4. 5. 6. 37. 0. 0. 0. 0.
16      0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 47. 25. 19.
15      13. 7. 1. 0. 0. 0.
3      LKPIP(1) = 8. 9. 10. 11. 12. 38. 14. 15. 16. 17.
15      18. 39. 20. 21. 22. 23. 24. 40. 26. 27.
15      28. 29. 20. 41. 46. 45. 44. 43. 42. 55.
16      2. 3. 4. 5. 6. 37. 0. 0. 0. 0.
16      0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 47. 25. 19.
15      13. 7. 1. 0. 0. 0.
3      NCVXM = 25.
3      LNCVXM(1) = 1. 2. 3. 4. 5. 7. 8. 9. 10. 11.
15      13. 14. 15. 16. 17. 19. 20. 21. 22. 23.
15      25. 26. 27. 28. 29.
3      NCVXMI = 25.
3      LCVXMI(1) = 1. 2. 3. 4. 5. 7. 8. 9. 10. 11.
15      13. 14. 15. 16. 17. 19. 20. 21. 22. 23.
15      25. 26. 27. 28. 29.
3      NCVZM = 24.
3      LNCVZM(1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.
15      11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.
15      21. 22. 23. 24.
3      NCVZMI = 24.
3      LCVZMI(1) = 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.
15      11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.
15      21. 22. 23. 24.
3      NCVTE = 16.
3      LNCVTE(1) = 8. 9. 10. 11. 12. 14. 15. 16. 17. 18.
15      19. 20. 21. 22. 23. 24. ,
3      DX(0) = 0.0.
15      0.1. 0.2. 0.3. 0.4. 0.5. 0.6.
15      0.1. 0.2. 0.3. 0.4. 0.5. 0.6.
15      0.1. 0.2. 0.3. 0.4. 0.5. 0.6.
15      0.1. 0.2. 0.3. 0.4. 0.5. 0.6.
15      0.1. 0.2. 0.3. 0.4. 0.5. 0.6.
15      0.1. 0.2. 0.3. 0.4. 0.5. 0.6.
15      0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0.
15      0.6. 0.5. 0.4. 0.3. 0.2. 0.1.
15      0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0.
15      0.0. 0.0. 0.0. 0.0.
3      DY(0) = 0.0.
15      56*1.0.
3      DZ(0) = 0.0.
15      0.5. 0.5. 0.5. 0.5. 0.5. 0.5.
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: CXZ  
LEVEL: 01.01  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 09 OF 09

CXZ

```
START COL 1 2 3 4 5 6 7 8
15 0.4, 0.4, 0.4, 0.4, 0.4, 0.4,
15 0.3, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3,
15 0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2,
15 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1,
15 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
15 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1,
15 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
15 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5,
15 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
15 0.0, 0.0,
2 &END
2 &PRINTI
3 IPRINT=T,T,T,T,T,F,F
2 &END
2 &PROPEI
3 NEOS = 1,
3 PRTEMP=273.15,PRPRES=1.013E+05,PRCONC=0.001,0.999,
3 GASCON=8.31696,
3 XGRAVT=-0.0, YGRAVT=-0.0, ZGRAVT=-9.8,
2 &END
2 &CVOUTI
3 LUCV = 1, 3, 5,13,15,17,25,27,29,
3 IMUCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
3 IPUCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
3 KMUCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 KPUCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 LWCV = 1, 3, 6,13,15,18,19,21,24,
3 KMWCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
3 KPWCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
3 IMWCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 IPWCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 LCCV = 1, 3, 6,13,15,18,25,27,30,
3 IMCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 IPCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 KMCCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 KPCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,
2 &END
3 LECV = 1, 3, 6,13,15,18,25,27,30,
3 IMECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 IPECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 JMCCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 JPECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,
3 LDCV = 1, 3, 6,13,15,18,25,27,30,
3 IMDCV = 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0,
3 IPDCV = 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1,
3 KMDCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 KPDCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,
3 LKCV = 1, 3, 6,13,15,18,25,27,30,
3 IMKCV = 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0,
3 IPKCV = 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1,
3 KMKCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
3 KPKCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,
```

表 5.5 - 2 例題計算(2)の入力データリスト

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: SAMPLE2  
LEVEL: 01.08  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 01 OF 03

SAMPLE2

START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

```
2 &RESTRT
3 IRESTR= F, JRSTAT = O,
2 &END
2 &DEBUGI      SOEBUG= T, T, T, T, F, F, F, F,
13             IDEBUG= 0, 0, 1, 1, 0,
21             0, 0, 0, 0, 0,
21             2, 0, 0, 0, 2,
21             0, 0, 1, 2, 1,
21             1, 0, 0, 0, 1,
21             1, 2, 2, 0, 0,
21             0, 0, 0, 0, 1,
21             0, 1,
13             IDEBUG= 0, 0, 0, 0, 0,
21             0, 0, 0, 0, 0,
21             0, 0, 0, 0, 0,
21             0, 0, 0, 0, 0,
21             0, 0, 0, 0, 0,
21             0, 1, 1, 0, 0,
21             0, 0, 0, 0, 0,
21             0, 0,
2 &END
2 &BCI
2 &END
2 &BCIMS
2 &END
2 &BCIEN
2 &END
2 &BCICN
2 &END
2 &BCITKE
2 &END
2 &CONTRI
3 TMAX=1.0, DT=1.0, ITMSOR=100, ITMTRA=10, IMOM=0, NGAS=2,
3 EPSMAS=0.00001, EPSSOR=0.00001, EPSU=0.0001, EPSV=0.0001, EPSE=0.0001,
3 EPSMOM=0.00001, EPSW=0.0001, EPSK=0.0001, EPSD=0.0001,
3 DTPRT=1.0, DTPLT=1.0, DTRST= 99999.,
3 DTBALV=1.0, DTBALE=1.0, DTBALM=1.0, DTBALK=0.1, DTBALD=0.1,
3 RELAXU=1.0, RELAXV=1.0, RELAXW=1.0, RELAXP=1.0, RELAXE=1.0, RELAXC=1.0,
3 RELAXK=1.0, RELAXD=1.0,
3 OMSORU=1.0, OMSORV=1.0, OMSORW=1.0, OMSORP=1.5, OMSORE=1.0, OMSORC=1.0,
3 OMSORK=1.0, OMSORD=1.0,
3 ITMDNS=20, EPSDNS=1.0E-10, RELAXR=0.7,
2 &END
2 &IJKMPI
2 &END
2 &INPVAI
3 VELUIN = 0.0,
3 VELVIN = 0.0,
3 VELWIN = 0.0,
3 PRESIN = 0.0,
3 TEMPIN = 273.15
3 CONCIN(1) = 0.007874,
3 CONCIN(2) = 0.992126,
3 TURKIN = 0.001890,
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: SAMPLE2  
LEVEL: 01.08  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 02 OF 03

SAMPLE2

START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

```
3 TUREIN = 0.08714.  
3 DENSIN = 1.033,  
2 &END  
2 &KEMODL  
3 CMYU = 0.09, CT1 = 1.44, CT2 = 1.92, PRNDLK = 1.0, PRNDLD = 1.3  
3 PRNDLE = 1.0, PRANDL = 1.0, CKARMN = 0.435, CEE = 9.0,  
3 CHARVS = 1.0E-5, CHARGM = 1.4, PRNDLC = 1.0,  
2 &END  
2 &OPTIOI  
3 CALCEN=F, CALCCN=F, CALCCK=F,  
3 TDEPND=F,F,F,F, LISGAS=4,2,  
2 &END  
2 &PLOTI  
3 IPLOT =T,T,T,F,F,F,F,F  
2 &END  
2 &POSITI  
2 &END  
2 &PRINTI  
3 IPRINT=T,T,T,T,T,F,F  
2 &END  
2 &PROPEI  
3 NEOS = 1,  
3 PRTEMP=273.15, PRPRES=1.013E+05, PRCONC=0.007874, 0.992126,  
3 GASCON=8.31696,  
3 XGRAVT=-0.0, YGRAVT=-0.0, ZGRAVT=-9.8,  
2 &END  
2 &CVOUTI  
3 LUCV = 1, 3, 5, 13, 15, 17, 25, 27, 29,  
3 IMUCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 IPUCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 JMUCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JPUCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 LWCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 19, 21, 24,  
3 JMWCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 JPWCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 IMWCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 IPWCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 LCCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,  
3 IMCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 IPCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JMCCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JPCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,  
2 &END  
3 LECV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,  
3 IMECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 IPECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 KMECV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 KPECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,  
3 LDCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,  
3 IMDCV = 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0,  
3 IPDCV = 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1,  
3 JMDCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JPDCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,  
3 LKCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30.
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: SAMPLE2  
LEVEL: 01.08  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 03 OF 03

SAMPLE2

START COL		1	2	3	4	5	6	7	8		
3	IMKCV	=	1	0	0	1	0	0	1	0	0
3	IPKCV	=	0	0	1	0	0	1	0	0	1
3	JMKCV	=	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	JKKCV	=	0	0	0	0	0	0	1	1	1

PNC SN9520 89-010

表 5.5 - 3 例題計算(3)の入力データリスト

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: SAMPLE3  
LEVEL: 01.03  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 01 OF 03

SAMPLE3

```
START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
2  &RESTR
3  IRESTR= F, JRSTAT = 0,
2  &END
2  &DEBUGI   SDEBUG= T, T, T, T, F, F, F, F,
13         IDEBUG= 0, 1, 1, 1, 0,
21         0, 0, 0, 1, 1,
21         2, 1, 0, 0, 2,
21         0, 1, 1, 2, 1,
21         1, 0, 0, 0, 1,
21         1, 2, 2, 0, 0,
21         0, 0, 1, 0, 1,
21         0, 1,
13         IDEBUG= 0, 0, 0, 0, 0,
21         0, 0, 0, 0, 0,
21         0, 0, 0, 0, 0,
21         0, 0, 0, 0, 0,
21         0, 0, 0, 0, 0,
21         0, 1, 1, 0, 0,
21         0, 0, 0, 0, 0,
21         0, 0,
2  &END
2  &BCI
2  &END
2  &BCIMS
2  &END
2  &BCIEN
2  &END
2  &BCICN
2  &END
2  &BCITKE
2  &END
2  &CONTRI
3  TMAX=2., DT=2., ITMSOR=300, ITMTRA=10, IMOM=0, NGAS=2,
3  EPSMAS=0.00001, EPSSOR=0.00001, EPSU=0.0001, EPSV=0.0001, EPSE=0.0001,
3  EPSMOM=0.00001, EPSW=0.0001, EPSK=0.0001, EPSD=0.0001,
3  DTPRT=2., DTPLT=2., DTRST= 99999.,
3  DTBALV=2., DTBALE=2., DTBALM=2., DTBALK=2., DTBALD=2.,
3  RELAXU=1.0, RELAXV=1.0, RELAXW=1.0, RELAXP=1.0, RELAXE=1.0, RELAXC=1.0,
3  RELAXK=1.0, RELAXD=1.0,
3  OMSORU=1.0, OMSORV=1.0, OMSORW=1.0, OMSORP=1.5, OMSORE=1.0, OMSORC=1.0,
3  OMSORK=1.0, OMSORD=1.0,
3  ITMDNS=20, EPSDNS=1.0E-10, RELAXR=0.7,
2  &END
2  &IJKMPI
2  &END
2  &INPVAI
3  VELVIN = 0.0,
3  VELVIN = 0.0,
3  VELWIN = 0.0,
3  PRESIN = 0.0,
3  TEMPIN = 273.15
3  CONCIN(1) = 0.007874,
3  CONCIN(2) = 0.992126,
3  TURKIN = 0.001890,
```



PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: SAMPLE3  
LEVEL: 01.03  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 02 OF 03

SAMPLE3

START COL -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

```
3 TUREIN = 0.08714,  
3 DENGIN = 1.033,  
2 &END  
2 &KEMODL  
3 CMYU = 0.09, CT1 = 1.44, CT2 = 1.92, PRNDLK = 1.0, PRNDLD = 1.3  
3 PRNDLE = 1.0, PRANDL = 1.0, CKARMN = 0.435, CEE = 9.0,  
3 CHARVS = 1.0E-5, CHARGM = 1.4, PRNDLC = 1.0,  
2 &END  
2 &OPTIOI  
3 CALCEN=T, CALCCN=F, CALCKE=F,  
3 TDEPND=F,F,F,F, LISGAS=4,2,  
2 &END  
2 &PLOTI  
3 IPLOT =T,T,T,T,T,F,F,F,  
2 &END  
2 &POSITI  
2 &END  
2 &PRINTI  
3 IPRINT=T,T,T,T,T,F,F,F,  
2 &END  
2 &PROPEI  
3 NEOS = 1,  
3 PRTEMP=273.15, PRPRES=1.013E+05, PRCONC=0.007874, 0.992126,  
3 GASCON=8.31696,  
3 XGRAVT=-0.0, YGRAVT=-0.0, ZGRAVT=-9.8,  
2 &END  
2 &CVOUTI  
3 LUCV = 1, 3, 5, 13, 15, 17, 25, 27, 29,  
3 IMUCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 IPUCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 JMUCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JPUCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 LWCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 19, 21, 24,  
3 JMWCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 JPWCV = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,  
3 IMWCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 IPWCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 LCCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,  
3 IMCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 IPCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JMCCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JPCCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,  
2 &END  
3 LECV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,  
3 IMECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 IPECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 KMECV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 KPECV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,  
3 LDCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,  
3 IMDCV = 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0,  
3 IPDCV = 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1,  
3 JMDCV = 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  
3 JPDCV = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1,  
3 LKCV = 1, 3, 6, 13, 15, 18, 25, 27, 30,
```

PROJECT: #062035  
GROUP: SOLFAS  
TYPE: DATA

MEMBER: SAMPLE3  
LEVEL: 01.03  
USERID: #062035

DATE: 88/12/13  
TIME: 17:02  
PAGE: 03 OF 03

SAMPLE3

START COL	1	2	3	4	5	6	7	8			
3	IMKCV	=	1	0	0	1	0	0	1	0	0
3	IPKCV	=	0	0	1	0	0	1	0	0	1
3	JMKCV	=	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	JPKCV	=	0	0	0	0	0	1	1	1	

PNC SN9520 89-010

表 5. 6 - 1 実行JCL

```

-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
001 //T3011FLW JOB (POPO),MOR11,NOTIFY=T3011, 00000100
001 // MSGLEVEL=(2,0),MSGCLASS=X, 00000200
001 // ATTR=(T9,C4,W5) 00000300
001 // EXEC DTLIST,SYSTEM=BEP1 00000400
001 // EXEC DTLIST 00000400
001 //DATA.SYSIN DD DSN=T3011.FLOW20.DATA(STEPLBR),DISP=OLD 00000500
001 * //FLOW20 EXEC PGH=LJ020 00040010
001 * //STEPLIB DD DSN=T3011.FLOW20.LOAD,DISP=SHR 00050010
001 * //FT05F001 DD DISP=OLD,DSN=*&INPUT 00060010
001 * //FT06F001 DD SYSOUT=X 00060110
001 * //FT10F001 DD DSN=T3011.STEPL8.SGRAPH2,DISP=(NEW,CATLG), 00200010
001 * // DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200), 00200020
001 * // SPACE=(TRK,(10,5),RLSE),UNIT=DASD 00200110
001 * //FT11F001 DD DSN=T3011.STEPL8.XYPLOT2,DISP=(NEW,CATLG), 00200010
001 * // DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200), 00200020
001 * // SPACE=(TRK,(10,5),RLSE),UNIT=DASD 00200110
001 * //FT20F001 DD DSN=T3011.STEPL8.RDATA2,DISP=(NEW,CATLG), 00200010
001 * // DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200), 00200020
001 * // SPACE=(TRK,(10,5),RLSE),UNIT=DASD 00200110
001 * //FT21F001 DD DSN=T3011.STEPL8.RDATA1,DISP=SHR 00200010
001 * // 00270010
    
```

実行時に必要なファイル	
UNIT番号	ファイルの意味
5	入力データ
6	プリンタへの出力
10	プロットプログラム「SGRAPH」へのプロットファイル
11	プロットプログラム「XYPLOT」へのプロットファイル
20	リストデータ出力
21	リストデータ入力
55	プリプロセッサからの入力

## 第 6 章 結 論

## 結 論

ナトリウム燃焼時雰囲気ガス 2次元熱流動解析コードSOLFAS Ver.0.2 を3次元に拡張したため、コードの使用説明書として本報告書をまとめた。

第2章では、SOLFASで解いている保存式、すなわち質量（圧力方程式）、運動量、エネルギー、ガス濃度、 $k-\epsilon$ 乱流モデルでの乱流エネルギー $k$ 、そして乱流エネルギー消散速度 $\epsilon$ 、の式を3次元で表わした。そして、それらの保存式をスカラーコントロールボリューム、運動量コントロールボリュームで展開して空間的に離散化を行なった。この時、コントロールボリュームの位置の表現方法として、従来の $(i, j)$ の拡張である $(i, j, k)$ のように各方向の3つの添字で表わすのではなく、 $n$ の1つの通し番号で表わした。この理由は、記憶領域の効率化と、DOループでのベクトル長を長くして、ベクトル化効率を高めるためである。又、同じ第2章で、境界条件を整理し、かつ数値解法アルゴリズムSIMPLERについて、他の類似アルゴリズムであるICE, SIMPLE, SIMPLESTの各手法との比較の中で説明した。

次に、コードの3次元化により、複雑な境界形状を解析出来るようになったが、それにともない、入力データの作成も非常に手間がかかるようになった。そのため、今回は新たに、パソコン上で動作するプリプロセッサを開発した。その内容を第3章に示した。プリプロセッサの開発により、複雑な外部境界形状、内部構造物境界形状及び各境界での境界条件の指定、そして、メッシュの作成等を、CRTのカラー画面を見ながら、会話的に実施することが出来るようになり、作業効率、ミスの発見等が向上した。

3次元に拡張したSOLFAS(Ver.0.3)コードの機能チェックとして、以下の3ケースの例題計算を行なった。

- (1) 水素ガスの2次元拡散・自然対流
- (2) 3次元風洞流れ
- (3) 3次元立方体内の自然対流

(1)の解析により、3次元SOLFASコードで2次元の解析を完全に再現できることが確認出来た。さらに、 $X-Y$ ,  $Y-Z$ ,  $Z-X$ の各座標系において、すべて結果が一致し、解析結果は座標軸の選び方によらないことも確認した。

(2)の解析では、一様な流れの中に置かれた角柱のまわりの流れを評価した。その結果、物理的に見て妥当な結果を得た。

(3)の解析では、立方体の中心に高温の角柱が置かれた時の立方体内ガスの自然循環流れを評価した。解析は、加熱面に隣接したメッシュの寸法を変えて2ケース実施した。その結果物理的に見て妥当な結果を得た。以上、(2)で運動量、(3)でエネルギーの各保存式を3次元で解析可能な事を確認した。

最後に、コードのインプット・マニュアルをまとめた。特に、従来のSOLFASではコモン変数、パラメータ変数についての説明書がなくて、計算結果のリスト及び解析コードのソースリストの解読に不便を与えていたが、今回、3次元化にともない、コードを大幅に修正したので、これを機会に全コモン変数・パラメータ変数の説明を記載した。

## 参考文献

### 第1章 序

- 1) 大野他, “ナトリウム燃焼詳細解析コードSOLFASの開発  
(パラメータ計算によるコード特性の把握)”,  
PNC SN9410 88-104, 1988年8月
- 2) 森井他, “ナトリウム燃焼時雰囲気ガス熱流動解析コードの改良作業”,  
PNC I9410 88-021, 1988年6月
- 3) V. L. Shah et al, “COMMIX-1B : A Three-Dimensional Transient  
Single-Phase Computer Program for Thermal Hydraulic Analysis of Single  
and Multicomponent System, Volume II :User's Manual”, ANL-85-42Vol. II,  
Sept, 1985

### 第2章 3次元SOLFASコードのソルバー

- 1) S. V. Patankar, “コンピュータによる熱移動と流れの数値解析”  
水谷 他訳, 森北出版(株)

### 第5章 コードマニュアル

第2章の1)と同じ文献

## APPENDIX 密度の計算

主コントロールボリュームの密度を  $\rho_{i,j,k}$ ,  $\rho^{\circ}_{i,j,k}$  (前時刻の値) とし, 系の境界から計算体系に出入りする質量流束を  $f_{in}$ ,  $f_{out}$  とすると, 系全体の質量保存式は, 1 タイムステップ  $\Delta t$  間に,

$$\sum_{i,j,k} (\rho_{i,j,k} - \rho^{\circ}_{i,j,k}) \Delta V_{i,j,k} = (f_{in} \cdot S_{in} - f_{out} \cdot S_{out}) \Delta t \quad (A-1)$$

$\Delta V_{i,j,k}$  :  $i, j, k$  コントロールボリュームの体積 ( $m^3$ )

$S$  : 質量流出入面積 ( $m^2$ )

$f$  : 質量流束 ( $kg/m^2 \cdot s$ )

となる。このままでは,  $\rho_{i,j,k}$  の分布が決まらないので, 以下の仮定をおく。

状態方程式  $\rho = \rho(T, C, P)$  および, 状態方程式に出てくる圧力  $P$  は, 基準圧力として, 系全体で一様とする\*。すなわち,

$$\rho_{i,j,k} = \rho(T_{i,j,k}, C_{i,j,k}, \bar{P}) \quad (A-2)$$

$T_{i,j,k}$  : 温度 ( $K$ )

$C_{i,j,k}$  : ガス濃度 (-)

$\bar{P}$  : 基準圧力 (pascal)

である。ここで, 未知数と方程式との数を調べてみると,

未知数は  $\rho_{i,j,k}$ ,  $\bar{P}$  の  $i \times j \times k + 1$  個

方程式は (A-1) が 1 つ, (A-2) が  $i \times j \times k$  個の  $i \times j \times k + 1$  個

で等しい。従って, 各時刻ごとに, (1), (2)式から密度  $\rho_{i,j,k}$ , 基準圧力  $\bar{P}$  を計算する。

\* この仮定は, 流れによる圧力差は厳密に求めるが, 圧縮, 膨張による圧力差伝播はその速度が充分早くて,  $\Delta t$  タイムステップ間に計算体系全体に均等に拡がって一様になるという意味である。言い換えれば音速  $\gg$  対流速度, あるいはマッハ数  $\ll 1$  の仮定と同等である。