

# **ADVENTURE\_TriPatch**

**Automatic generation of triangular surface patches from IGES data**

Version : 1.X

**プログラム使用マニュアル**

**March 1 , 2002**

**ADVENTURE Project**

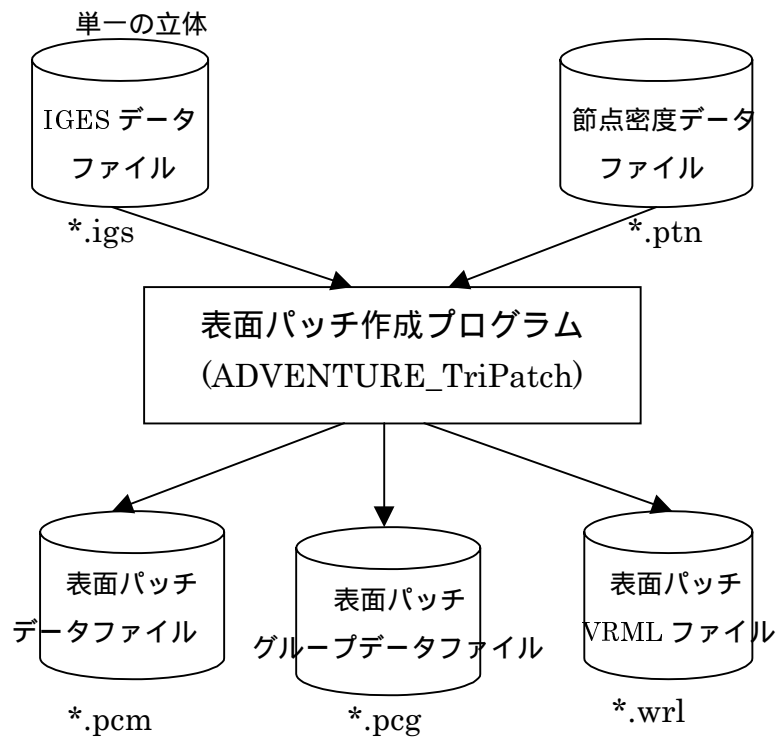
## 目次

|       |                  |    |
|-------|------------------|----|
| 1     | 概要               | 1  |
| 2     | 稼働環境             | 2  |
| 3     | インストールについて       | 2  |
| 3.1   | インストール方法         | 2  |
| 3.2   | ディレクトリ構成         | 2  |
| 4     | 表面パッチ作成プログラム操作説明 | 3  |
| 4.1   | プログラム操作のフロー      | 3  |
| 4.2   | プログラム実行例         | 4  |
| 4.3   | 実行結果について         | 5  |
| 4.3.1 | 実行ログについて         | 5  |
| 4.3.2 | 表面パッチの確認         | 8  |
| 5     | その他ツール           | 9  |
| 5.1   | 表面パッチ結合プログラム     | 9  |
| 5.1.1 | プログラム操作のフロー      | 10 |
| 5.1.2 | 注意事項             | 12 |
| 5.1.3 | プログラム実行例         | 14 |
| 5.1.4 | 表面パッチの確認         | 15 |
| 6     | ファイル仕様           | 16 |
| 6.1   | IGES データファイル     | 17 |
| 6.2   | 表面パッチデータファイル     | 18 |
| 6.3   | 表面パッチデータグループファイル | 20 |
| 6.4   | 節点密度データファイル      | 21 |

## 1 概要

本プログラムは、IGES 形式のファイルフォーマット（NURBS 曲面ベースのソリッドデータ）を入力し3角形の表面パッチを作成します。作成された3角形の表面パッチ情報は、以下のファイルに出力されます。

- (1)表面パッチデータファイル（ファイル拡張子：pcm）  
表面パッチの座標情報、コネクティビティデータを含むデータを保有
- (2)表面パッチ VRML ファイル（ファイル拡張子：wrl）  
表面パッチを VRML 形式に変換したデータを保有
- (3)表面パッチグループデータファイル（ファイル拡張子:pcg）  
表面パッチをグループ化した情報を含むデータを保有



本プログラムには、表面パッチに関する Tool として、“表面パッチ結合プログラム” (mrpatch: バージョン)が付属しています。これについては、後記「5.その Tool)」で説明します。

## 2 稼動環境

本プログラムは、以下の環境で動作します。

### (1) OS

Unix, Linux

### (2) コンパイラ

g++ (Ver 2.8.1 以上)

## 3 インストールについて

### 3.1 インストール方法

tar + gz 形式のアーカイブファイルを展開し、トップディレクトリの下にある INSTALL.eucJP の内容に従ってインストールします。

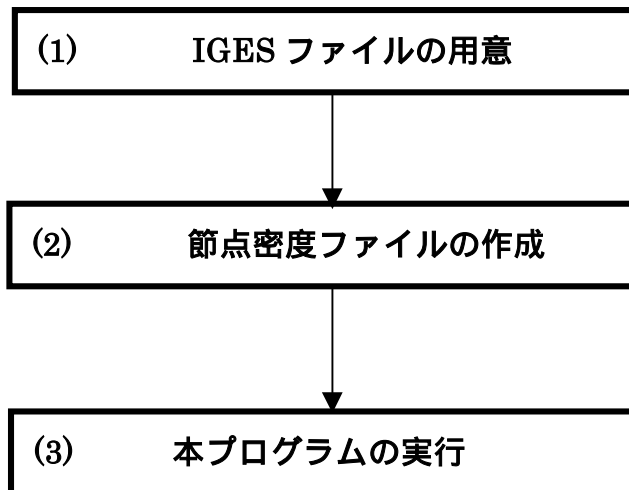
### 3.2 ディレクトリ構成

トップディレクトリの下にある README.eucJP を参照して下さい。

## 4 表面パッチ作成プログラム操作説明

### 4.1 プログラム操作のフロー

プログラム実行のフローを、以下に示します。



#### (1) IGES ファイルの用意

- ・IGES フォーマットのエンティティ制限事項等については、「5.1 IGES データファイル」を参照してください。
- ・Windows 上で IGES ファイルを作成した場合、ファイルを DOS UNIX 形式に変換して使用して下さい。
- ・ファイルの拡張子は igs とします。

#### (2) 節点密度ファイルの作成

- ・節点密度ファイルは、「6.4 節点密度データファイル」を参照して作成して下さい。
- ・ファイルの拡張子は ptn とします。

#### (3) 本プログラムの実行

以下のコマンドで実行します。

`ADVENTURE_TriPatch` *IGES データファイル名* *節点密度データファイル名*

注 1 ) IGES データファイル名及び節点密度データファイル名は、拡張子を除いて入力

注 2 ) *節点密度データファイル名*の後の引数に”-out\_pch\_form”を指定すると表面パッチデータファイル(\*.pcm)を表面パッチデータファイル(旧フォーマット:\*.pch)として出力できます。

## 4.2 プログラム実行例

トップディレクトリの下の *sample\_data* にサンプルデータが格納されています。

ここでは、*adventure\_manual\_data01.igs* および *adventure\_manual\_data01.ptn* を用いて実行例を示します。

例題の形状は、以下のものです。



```
% ADVENTURE_TriPatch    adventure_manual_data01    adventure_manual_data01
```

### 4.3 実行結果について

この節では、以下の2つの項目について説明します。

#### (1) 実行ログ

プログラム実行中に、画面に出力されるメッセージの説明。

#### (2) 表面パッチの確認

プログラムの実行により、作成された表面パッチの確認方法の説明。

#### 4.3.1 実行ログについて

例として、前期「4.2 プログラム実行例」の実行ログについて説明します。

<実行ログ>

```
-----
---   triangular patch generator       ---
---   (IGES ver5.3 --> triangular patch) ---
-----
```

#### .表面パッチ作成プログラムのスタートメッセージ

```
----- entity list of input -----
entity      n      entity_name(*:skip)
  126       54      Rational B-Spline Curve
  128        8      Rational B-Spline Surface
  186        1      Manifold Solid B-Rep Object
  314        2      *Color Definition
  502        1      VertexList
  504        1      EdgeList
  508        8      Loop
  510        8      Face
  514        1      Shell
```

上記までの実行ログは、IGES ファイルのエンティティの内容について示しています。

.entity 欄は、エンティティの番号を示しています。

.n 欄は、各エンティティの数を示しています。

.entity\_name 欄は、エンティティの名前を示しています。

対応していないエンティティが存在する場合、entity\_name 欄に \* が表示されます。

上記の場合には、色に関するエンティティが入力されたため \* を表示しています。

(表面パッチを作成する際には色情報を必要としないため、この例では問題なく実行できます)

```

--- report of CAD data required for mesh creation ---
data type --> solid
minimum edge length --> 9.746596e+00( edge number = 1)

```

.data type→ solidは、入力データがソリッドであることを示しています。  
 (data typeがnon solidの場合には、入力データがソリッドではないため、表面パッチは作成できません)  
 .minimum edge lengthは、IGESデータの稜線の一番短いものを示しています。  
 節点密度データファイルのベースの節点間隔との差が大きい場合、ひずんだ3角形を作成する場合がありますので、参考値として出力しています。

```

base edge length = 2.500000e+00
pattern--->Line
densityStrength = 2.500000e+00
densityRange    = 2.000000e+01
position1       = ( -6.152538e+01, 8.132398e+00, 0.000000e+00 )
position2       = ( -6.152538e+01, 8.132398e+00, 1.000000e+01 )

```

入力ファイルである節点密度データファイルの内容を示しています。

```

created boundary vertex = 311
faceID = 0 / 8 generated patch = 39
faceID = 1 / 8 generated patch = 516
faceID = 2 / 8 generated patch = 1117
faceID = 3 / 8 generated patch = 42
faceID = 4 / 8 generated patch = 538
faceID = 5 / 8 generated patch = 553
faceID = 6 / 8 generated patch = 1129
faceID = 7 / 8 generated patch = 486

```

本CADモデルを構成する面が8つあり、各面で表面パッチがいくつ作成されたかを示しています。  
 (0/8の分母の数字は、面の数。分子の数字は、面番号を示しています。面番号は0から始まります)

```

--- patch generater normally ended ---
created vertex = 2212
created triangular patch = 4420

```

. “--- patch generater normally ended ---” は、表面パッチ作成が正常に終了した事を示しています。  
 (表面パッチ作成に失敗した場合には、“--- err patch generator abnormally ended ---” が出力されます)  
 . created vertex は、作成された頂点数を示しています。  
 . created triangular patch は、作成された3角形パッチ数を示しています。



```
-----  
---  check  ---  
-----  
~ 省略  ~  
----- TOPOLOGY CHECK -----  
~ 省略  ~  
out put mode is solid <-- 表面パッチのトポロジーチェックにおいて問題がなかった  
                           (問題がある場合、  
                           "---- err out put mode is un solid ----"  
                           が出力されます)  
  
-----  
--- repair normal vector of triangular patch  ---  
-----  
.表面パッチの向き補正処理プログラムのスタートメッセージ  
(表面パッチのコネクティビティは立体の外から見て、右周りとなるように補正されます)  
  
~ 省略  ~
```

#### 4.3.2 表面パッチの確認

本プログラム実行後、出力される VRML 形式の表面パッチ VRML ファイルを、お手持ちの VRML ブラウザ(VRML フォーマット Ver1.0 対応)で確認できます。

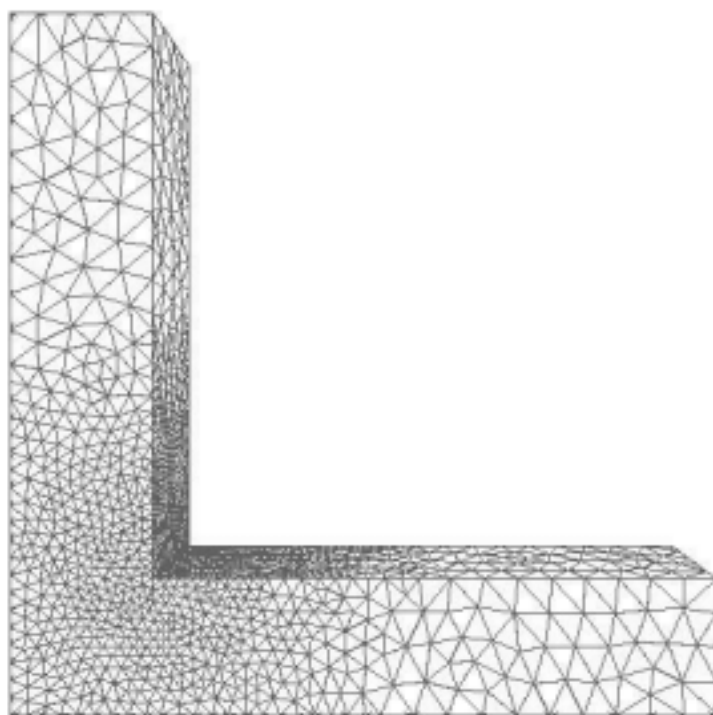


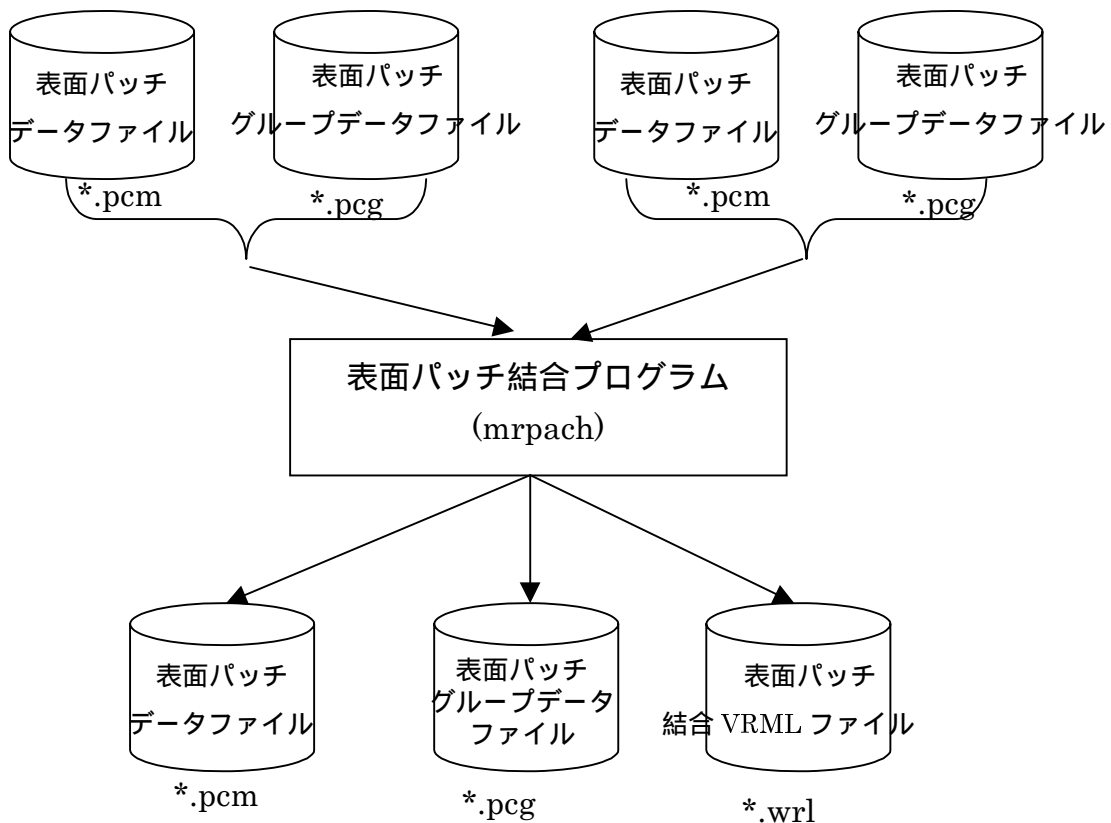
図 4-1 VRML ブラウザでの表示例

## 5 その他ツール

本プログラムに付属している表面パッチ結合プログラム(mrpach: バージョン)を説明します。

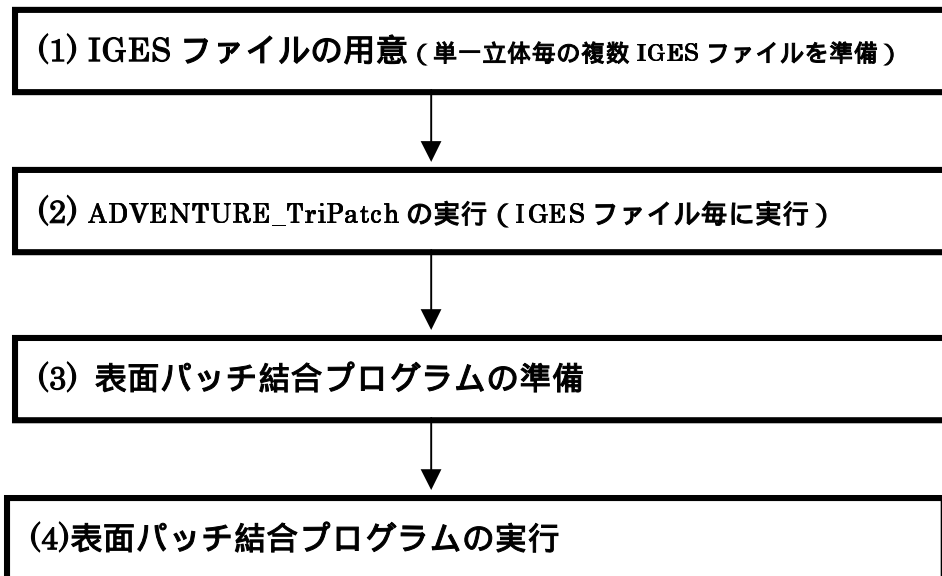
### 5.1 表面パッチ結合プログラム

本プログラムは、表面パッチデータファイル、表面パッチデータグループファイルを各2つ入力とし、各表面パッチデータファイルに含まれる領域間の整合化処理を行い、複数材料用の表面パッチデータ及び表面パッチグループデータファイルを作成します。



### 5.1.1 プログラム操作のフロー

プログラム実行のフローを、以下に示します。



#### (1) IGES ファイルの準備

後記「5.1.2 注意事項 –(1)CAD で行う準備」を参照して、複数材料用の複数の IGES ファイルを作成します。(1つの IGES ファイルには、単一立体のみが含まれるようにして複数の IGES ファイルを作成します)

#### (2) ADVENTURE\_TriPatch の実行

前記「4. 表面パッチ作成プログラム操作説明」に従い、複数の IGES ファイルから複数の以下のファイルを作成します。ADVENTURE\_TriPatch の実行は IGES ファイル単位に行います。

この時、節点密度ファイルは、極力同じものを使用します

(以下のファイルは、単一 IGES ファイル毎に作成されます)

- ・表面パッチデータファイル(\*.pcm)
- ・表面パッチグループデータファイル(\*.pcg)

#### (3) 表面パッチ結合プログラムの準備

後記「5.1.2 注意事項 –(2)表面パッチ結合プログラムを実行する際の注意」を確認して下さい。

## (4) 表面パッチ結合プログラムの実行

```
mrpach 領域 A.pcm 領域 A.pcg 領域 B.pcm 領域 B.pcg -o 結合後.pcm -g 結合後.pcg -v 結合後.wrl
```

- ・領域 A のファイル： 領域 A.pcm 領域 A.pcg
- ・領域 B のファイル： 領域 B.pcm 領域 B.pcg
- ・結合後のファイル： 結合後.pcm 結合後.pcg
- ・確認用の VRML ファイル： 結合後.wrl

-o の直後には、出力する表面パッチデータファイル名を指定します。

-g の直後には、出力する表面パッチグループデータファイル名を指定します。

-v の直後には、出力する表面パッチ結合 VRML ファイル名を指定します。

## トレランスの指定)

領域 A と領域 B に若干の隙間があるとうまく、結合できない場合があります。この場合、“-d 距離”のオプションを指定するとうまくいく場合があります。

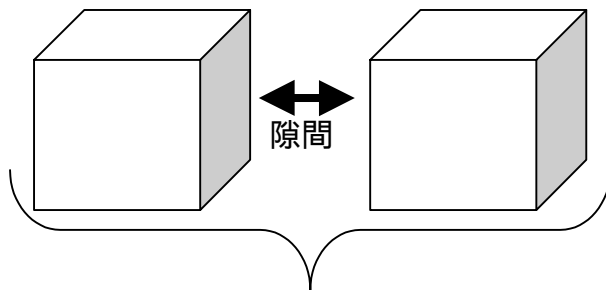
(トレランスはデフォルトでは、1.0e-05 が設定されています)

## 5.1.2 注意事項

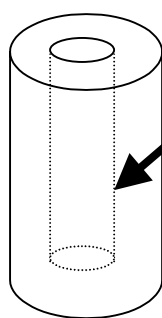
## (1) CAD で行う準備

表面パッチ結合プログラムを実行するに、CAD 側で予め行っていた方が良い点等を以下に説明します。

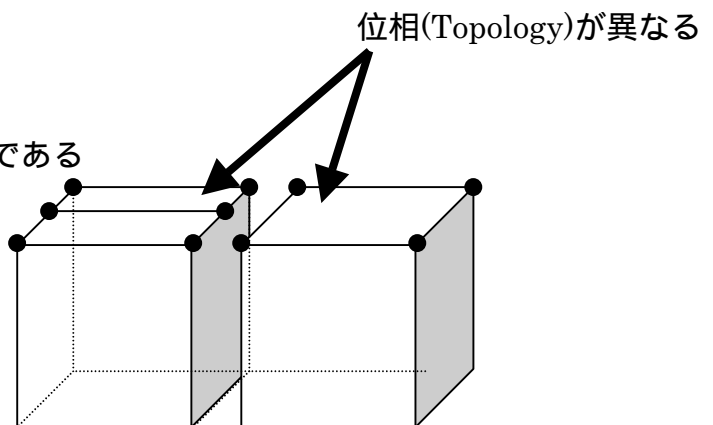
- 1) 形状 A と形状 B の間の距離は、隙間が開かないようにしておく事。(Case-1)
- 2) 形状 A と形状 B の境界面は、曲面でない方が望ましい。(Case-2)
- 3) 形状 A と形状 B の境界面は同一形状、同一位相(Topology)にしておく事。(Case-3)
- 4) 形状 A と形状 B は、交差しないようにすること。(Case-4)



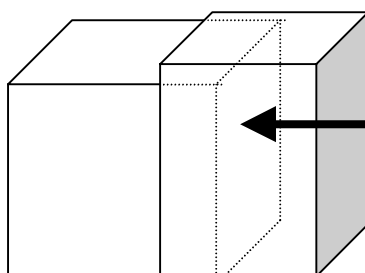
Case-1



Case-2



Case-3



Case-4

## (2) 表面パッチ結合プログラムを実行する際の注意

表面パッチ結合プログラムを実行する際に、注意しておく事項を以下に示します。

- 1) 形状 A と形状 B の表面パッチを作成する際、節点密度は、極力同じにする。
- 2) 3 つ以上の領域の表面パッチを結合する場合には、隣接している形状同士について順番に表面パッチ結合プログラムを実行する。

例えば)

A 領域表面パッチと B 領域表面パッチで、表面パッチ結合プログラム(mrpach)を実行して、出力された A+B 領域表面パッチと C 領域表面パッチで表面パッチ結合プログラム(mrpach)を実行する。

(注) A 領域表面パッチと C 領域表面パッチの結合はできない。



### 5.1.3 プログラム実行例

トップディレクトリの下の *sample\_data* にサンプルデータが格納されています。

ここでは、以下のファイルを例題として用います。

(以下のファイルは、*sample\_data* の *adv\_mat\_sample01.igs*, *adv\_mat\_sample01.ptn* 及び *adv\_mat\_sample02.igs*, *adv\_mat\_sample02.ptn* を用いて、iges ファイル単位に表面パッチを作成した結果ファイルです)

- *mat\_in01.pcm*, *mat\_in01.pcg*
- *mat\_in02.pcm*, *mat\_in02.pcg*

実行例を示します。 例題の形状は、以下のものです。



```
% mrpach mat_in01.pcm mat_in01.pcg mat_in02.pcm mat_in02.pcg -o merge.pcm -g merge.pcg -v merge.wrl
```



#### 5.1.4 表面パッチの確認

本プログラム実行後、出力される VRML 形式の表面パッチ VRML ファイルを、お手持ちの VRML ブラウザ(VRML フォーマット Ver1.0 対応)で確認できます。

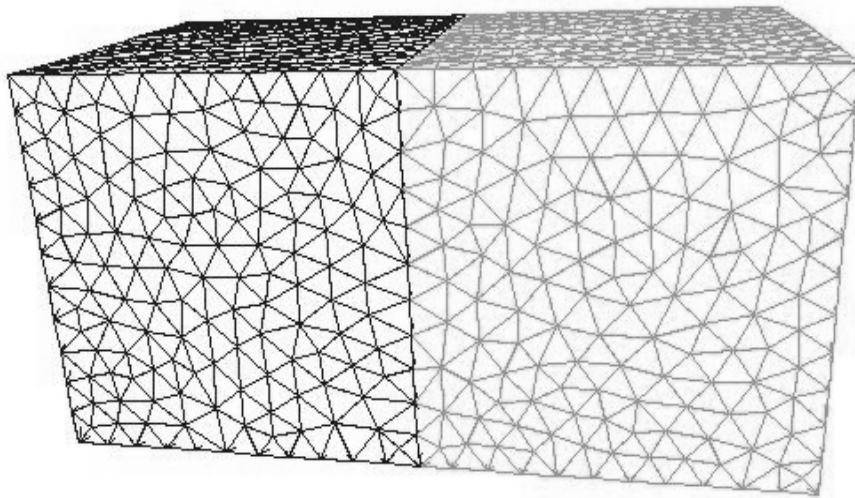


図 5-1 VRML ブラウザでの表示例

## 6 ファイル仕様

本プログラムで使用するファイルを以下に示します。

| ファイル名            | ファイルの概要   |
|------------------|---|
| IGES データファイル     | CAD で作成された IGES フォーマットのファイル。                    |
| 節点密度データファイル      | 3 角形パッチの疎密制御に使用するデータファイル                        |
| 表面パッチデータグループファイル | 表面パッチのグループ化情報を含むファイル                            |
| 表面パッチデータファイル     | 本プログラムで出力される節点座標、3 角形パッチの情報、領域を含むデータファイル        |
| 表面パッチ VRML ファイル  | 表面パッチを VRML 形式に変換したファイル<br>(VRML フォーマット Ver1.0) |

## 6.1 IGES データファイル

- (1) IGES 仕様書 Ver5.3 に準拠しています。(ASCII フォーマット)
- (2) NURBS (有理化 B スプライン) 曲面ベースのソリッドの入力に対応しています。  
(IGES データが、ソリッド作成されている場合、エンティティ番号 186 が存在します。  
エンティティ番号 186 が存在しない場合、本プログラムでは、エラーとなります。)
- (3) 本プログラムは、以下の CAD から出力される IGES ファイルを想定しています。
- a. I-DEAS MasterSeries 8
  - b. MicroCADAM V4R2
- (4) 対応しているエンティティ

| No | エンティティ番号 | エンティティ名              |
|----|----------|----------------------|
| 1  | 100      | 円弧                   |
| 2  | 110      | 線                    |
| 3  | 124      | 変換マトリックス             |
| 4  | 126      | 有理化 B スプラインカーブ       |
| 5  | 128      | 有理化 B スプラインサーフェース    |
| 6  | 186      | 多様体ソリッド B-Rep オブジェクト |
| 7  | 502      | 頂点                   |
| 8  | 504      | 辺                    |
| 9  | 508      | ループ                  |
| 10 | 510      | 面                    |
| 11 | 514      | シェル                  |

## 6.2 表面パッチデータファイル

以下に表面パッチデータファイルのフォーマットを示します。

- ・表面パッチの各領域（ボリューム）のコネクティビティは、形状の外からみて右周りです。
- ・拡張子は pcm
- ・ボリューム境界の表現については、「図 6-1 表面パッチデータファイルのボリューム境界の表現」を参照。

|                    |             |             |  |                            |
|--------------------|-------------|-------------|--|----------------------------|
| NV                 | 0           | NR          |  | 頂点数、予備（0 を入力））、領域数         |
| x[0]               | y[0]        | z[0]        |  | 頂点座標（NV 行）                 |
| x[1]               | y[1]        | z[1]        |  |                            |
| x[2]               | y[2]        | z[2]        |  |                            |
| ~                  | 省略          | ~           |  |                            |
| x[NV-1]            | y[NV-1]     | z[NV-1]     |  |                            |
| （以下のブロック NR 回繰り返す） |             |             |  |                            |
| NP0                | 0           | 0           |  | 表面パッチ数、予備(0 を入力)、予備（0 を入力） |
| e1[0]              | e2[0]       | e3[0]       |  | パッチコネクティビティ（NP0）           |
| e1[1]              | e2[1]       | e3[1]       |  |                            |
| e1[2]              | e2[2]       | e3[2]       |  |                            |
| ~                  | 省略          | ~           |  |                            |
| e1[NP0 - 1]        | e2[NP0 - 1] | e3[NP0 - 1] |  |                            |

表面パッチデータファイルのフォーマットのサンプル

|                  |                 |                             |
|------------------|-----------------|-----------------------------|
|                  | *pcm ver. 1.0   | <…ファイルフォーマットのバージョン          |
|                  | 347 0 2         | <… 頂点数 予備1 領域数              |
|                  | 0.0 0.0 0.0     | <…0 番目の頂点座標 (X,Y,Z 座標)      |
|                  | 1.0 9.0 88.0    | <…1 番目の頂点座標 (X,Y,Z 座標)      |
|                  | ~ 省略 ~          |                             |
|                  | 84.05 34.6 98.1 | <…346 番目の頂点座標 (X,Y,Z 座標)    |
| ボリューム0番目の表面パッチ情報 | 5786 0 0        | <… ボリューム0 番目の表面パッチ数 予備2 予備3 |
|                  | 153 55 412      | <-0 番目の表面パッチを構成する節点番号の並び    |
|                  | 567 45 34       | <-1 番目の表面パッチを構成する節点番号の並び    |
|                  | ~ 省略 ~          |                             |
|                  | 567 45 34       | <-5785 番目の表面パッチを構成する節点番号の並び |
| ボリューム1番目の表面パッチ情報 | 456 0 0         | <… ボリューム1 番目の表面パッチ数 予備2 予備3 |
|                  | 99 42 765       | <-0 番目の表面パッチを構成する節点番号の並び    |
|                  | 19 32 67        | <-1 番目の表面パッチを構成する節点番号の並び    |
|                  | ~ 省略 ~          |                             |
|                  | 99 23 21        | <-455 番目の表面パッチを構成する節点番号の並び  |

注) 予備1、予備2、予備3については予備項目です。(現在は全て0。)

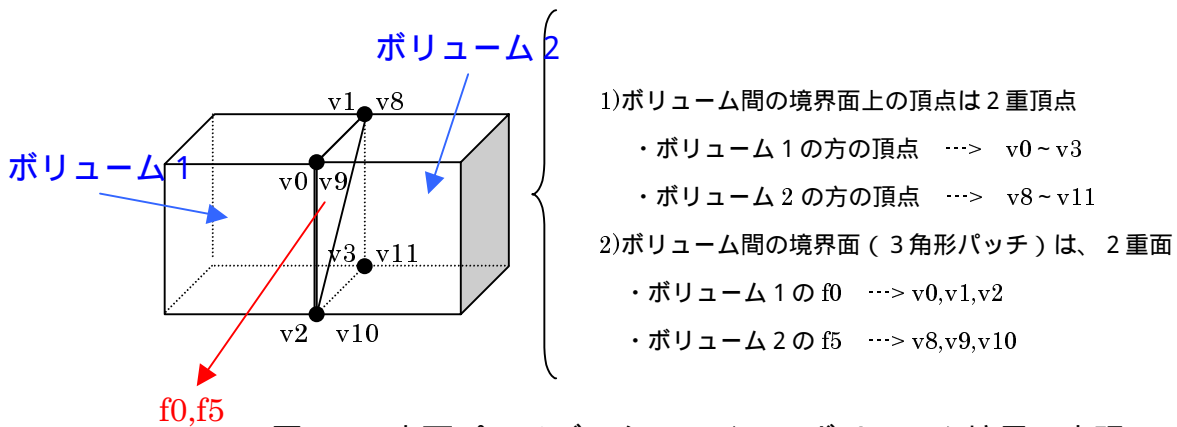


図 6-1 表面パッチデータファイルのボリューム境界の表現

## 6.3 表面パッチデータグループファイル

```

#mainVertexInfo
mainVertexN 299          < - メイン節点の数 (注-1)
0                          < - 0 番目のメイン節点
1                          < - 1 番目のメイン節点
    ~ 省略 ~
10
27
    ~ 省略 ~
2161
2162                      < - 299-1 番目のメイン節点

#edgeGroupInfo
edgeGroupN 305          < - エッジグループの数
edgeGroup 2               < - 0 番目のエッジグループを構成する節点の数
0                          < - 0 番目のエッジグループの 0 番目の節点
1                          < - 0 番目のエッジグループの 1 番目の節点
edgeGroup 2               < - 1 番目のエッジグループを構成する節点の数
0                          < - 1 番目のエッジグループの 0 番目の節点
10                         < - 1 番目のエッジグループの 1 番目の節点
    ~ 省略 ~
edgeGroup 2               < - 305-1 番目のエッジグループを構成する節点の数
9                          < - 305-1 番目のエッジグループの 0 番目の節点
30                         < - 305-1 番目のエッジグループの 1 番目の節点

#faceGroupInfo
faceGroupN 8           < - 面グループの数
faceGroup 470         < - 0 番目の面グループを構成するパッチの数
0                          < - 0 番目の面グループの 0 番目のパッチの番号
1                          < - 0 番目の面グループの 1 番目のパッチの番号
    ~ 省略 ~
469                        < - 0 番目の面グループの 470-1 番目のパッチの番号
    ~ 省略 ~
faceGroup 39          < - 8-1 番目の面グループを構成するパッチの数
4283                      < - 8-1 番目の面グループの 0 番目のパッチの番号
4284                      < - 8-1 番目の面グループの 1 番目のパッチの番号
    ~ 省略 ~
4321                      < - 8-1 番目の面グループの 39-1 番目のパッチの番号

```

(注-1) メイン節点とはモデルの形状を特徴づける代表的な節点です。

## 6.4 節点密度データファイル

### (1) 節点密度データの概要

節点密度データは、ベース節点間隔とローカル節点密度に分類されます。

#### a. ベース節点間隔

表面パッチの稜線長を指定します。この長さに従うように表面パッチが作成されます。

#### b. ローカル節点密度

入力形状の任意の個所の表面パッチを細かくしたい場合に利用します。ローカル節点密度は、“点からの距離に反比例”、“線分からの距離に反比例”(2パターン)があります。ローカル節点密度を指定する場合、節点密度を設定する場所( $x, y, z$ 座標)、適用範囲、密度の強さのパラメータを設定します。

### (2) 節点密度適用例

図 6-2 ~ 図 6-4 に節点密度適用例(注)を示します。節点密度適用例は、“点からの距離に反比例”と“線分からの距離に反比例(2パターン)”の計3パターンについて示してあります。

- ・各パターンの左図は、適用結果図、右図は密度と距離の関係図を示しています。
- ・密度と距離の関係図の横軸  $r$  または  $r_1 \sim r_4$  は距離、縦軸  $d$  は密度です。
- ・密度と距離の関係図の距離とは、“点からの距離に反比例”の場合、指定した点からの距離を示し、“線分からの距離に反比例”の場合、指定した線分からの距離を示します。
- ・“点からの距離に反比例”、“線分からの距離に反比例”は距離と密度の関係が反比例です。(但し、“線分からの距離に反比例”の1パターンについては、線分からの距離で、密度を制御することが可能です。)

<例>

例として図 6-2 “点からの距離に反比例”をピックアップして説明します。この密度を適用すると点からの距離が離れるに従って、密度が低下していきます。(点から離れると、節点間隔が大きくなる。)

(注)

トップディレクトリの下 *sample\_data* に本“節点密度適用例”で使用したサンプルデータが格納されています。

(*adventure\_manual\_data02.igs*, *adventure\_manual\_data02.ptn*)

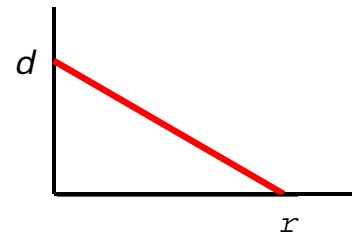
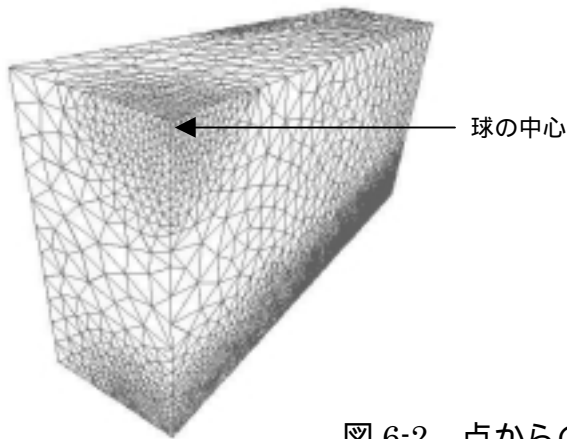


図 6-2 点からの距離に反比例  
( *NodalPatternOnPoint* を使用 )

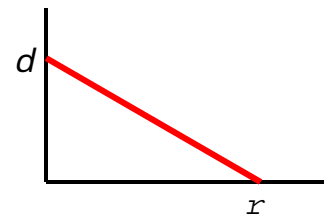
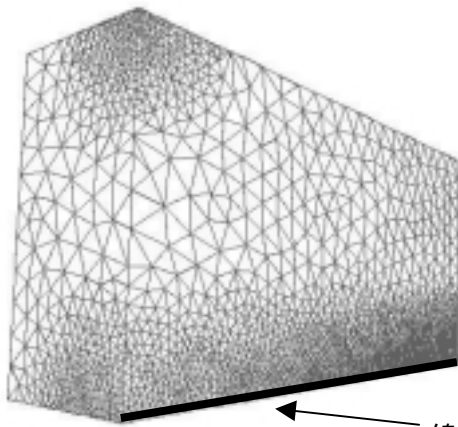


図 6-3 線分からの距離に反比例  
( *NodalPatternOnLine* を使用 )

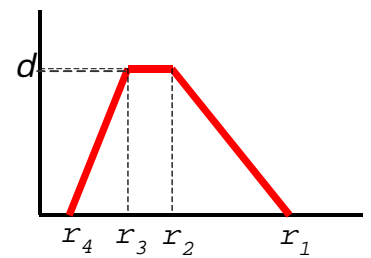
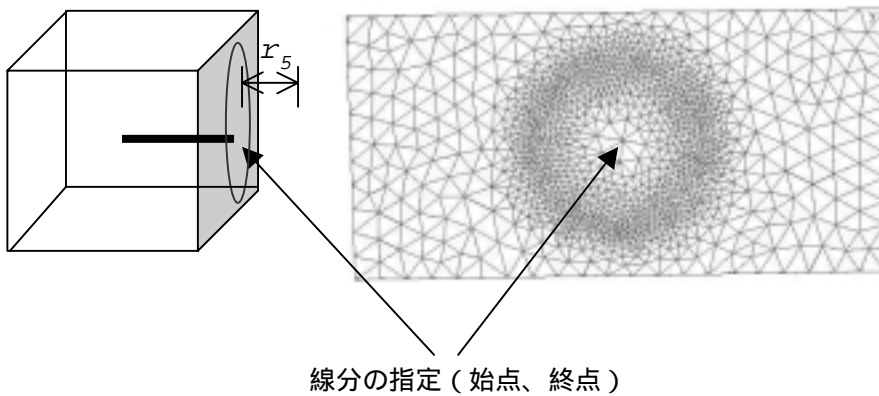


図 6-4 線分からの距離に反比例  
( *NodalPatternOnCylinder* を使用 )



### (3) 節点密度データファイルのフォーマット

以下に節点密度データファイルのフォーマットを示します。

```

BaseDistance          <----- ベース節点間隔
1.00E+00

NodalPatternOnPoint   <----- 点からの距離に反比例
2.00E+01  4.7         <----- 球の中心からの範囲(r) 密度の強さ
1.00000E+01 0.00000E+00 0.00000E+00 <----- 球の中心座標

NodalPatternOnLine    <----- 線分からの距離に反比例
2.00E+01  4.7         <----- 線分からの範囲(r) 密度の強さ
1.00000E+01 0.00000E+00 0.00000E+00 <----- 線分の始点座標
1.00000E+01 2.00000E+00 0.00000E+00 <----- 線分の終点座標

NodalPatternOnCylinder <-----線分からの距離に反比例 (節点密度の範囲指定が可能)
12.0  10.0  9.0  8.0  3.0  1.5 <--- 範囲1 ~ 範囲5 (r1 ~ r5), 密度の強さ
347.1  0.0  100.0 <----- 線分の始点座標
406.1  0.0  100.0 <----- 線分の終点座標

```

- ・プログラムを実行する際、必須項目は *BaseDistance* です。
- ・その他の項目 (*NodalPatternOnPoint*、*NodalPatternOnLine*、*NodalPatternOnCylinder*) は、入力形状の任意の箇所の表面パッチを細かくしたい場合に利用します。