

# 数値シミュレーション結果の等値面表示

1 P-4

唐澤直樹 新井慎也 白石 健 市原 勲  
川鉄システム開発部

## 1. はじめに

数値シミュレーションの結果として得られる膨大なデータのCGによる可視化は研究者・エンジニアの分析・結果評価業務において、非常に重要となって来ている。

当社ではスーパーコンピュータによって構造、伝熱、流体、磁場などの解析を行い、従来、グラフィック端末によるポスト処理を行ってきた。

しかし、現状利用できるソフトの視覚的表現レベルは十分ではないと考え、GWS(グラフィックワークステーション)を用いて、実際のアプリケーション面から応用する技術を試験研究し、実現象の表現技術(モデル化と応用ソフト)を開発中である。

そのツールの一つとして、GWS上で開発した3次元等値面の可視化システムについて述べる。

## 2. システムフロー

解析結果データは、スーパーコンピュータからゲートウェイを介してLAN経由で転送して、GWSで等値面を生成処理、表示を行う。

GWSの3次元機能であるシェーディング表示、半透明表示、ステレオ表示を活用している。

以下に本システムの概要を記す。

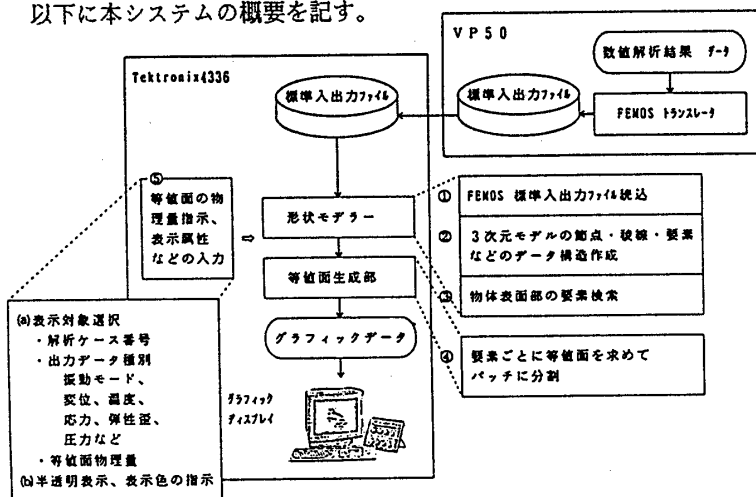


図1 システムフロー

GWS上のデータファイルを読み込み(図1-①)、3次元モデルのデータ構造作成(②)、物理量指示などの表示指示受付(⑤:対象の出力データ、表示色の選択など)、モデル外表面部の探索(③)、等値面作成(④)を行い、要求された等値面を出力する。その出力イメージはモデルの外形形状をワイヤフレーム表示した内部に等値面を面塗り表示あるいは半透明表示するというものである。

形状・解析データ入力に関して、ソルバーとのデータ形式は、従来、プリポストプロセッサとして広く用いていたFEMAS仕様のインタフェースを標準として使用した。

## 3. 取り扱う対象

対象とするモデルは3次元有限要素法のソリッド要素: 4面体、5面体、6面体である。ソルバーが差分法を用いたものは有限要素法のデータフォーマットに変換して接続する。

物理量は要素節点上に値を持つものとする。

可視化する等値面は、節点の物理量から補間して得た稜線上の頂点で構成する多角形で近似する。(図2)

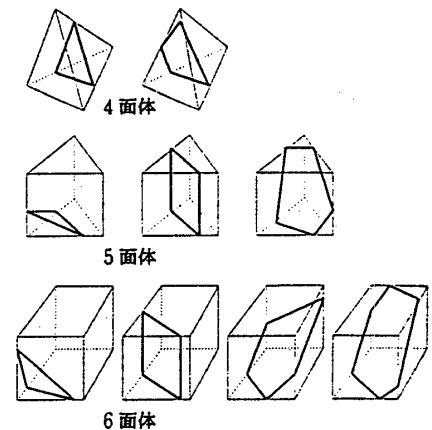


図2 等値面多角形

Iso-surface Visualization for Numerical Simulation

Naoki KARASAWA, Shinya ARAI, Takeshi SHIRAIISHI, Isao ICHIHARA  
KAWASAKI STEEL Systems R&D Co.

等値面の物理量の与え方によっては一意に面を定義できない場合（等値面頂点の発生個数が多すぎるなど）もある。この事はソルバーによる解析の細かさ以上の精度は出ないという事であるから、計算した頂点の中から、要素を横切る様に多角形を生成できる頂点を選ぶ。この多角形で等値面として代表させ、アルゴリズムを極力シンプルなものとした。

#### 4. データ構造

要素の稜線上に求めた頂点列から、多角形を定義する頂点の順番を決めるために、要素の稜線の隣接関係を参照可能とする事が必要となり、ウィングドエッジ表現による情報を使用した。要素を仮に閉じた立体のようにみなして、境界表現を用いて、節点・稜線・面・要素を関係づける参照情報を付加する。その情報を基に要素の表面側を囲む外周を輪郭とする多角形を生成する。

データ構造内では、物体の要素ポイントが指す要素配列において、稜線を指すポイントを持ち、その先の稜線配列にウィングドエッジ情報をもつ。稜線配列内の節点ポイントの指す節点配列内には物理量、座標値といった形状・解析データが収められる。

#### 5. 等値面生成

要素を単位として等値面を生成する手順を述べる。

- (1) 物体の全稜線中から、指定した物理量の存在する稜線を検索し、その稜線が属する要素を抽出する。
- (2) それらの要素を各々参照しながら等値面を求める。
  - (a) 稜線に左面・右面の情報を付ける。この情報を基に各々の稜線にウィングドエッジ4本を付加する。
  - (b) 稜線を参照して、等値面頂点の存在する稜線を見つけたら、ポイント配列に入れておく。（図3）
  - (c) 最初に見つけた頂点の属する稜線から、左右どちらの面を調べに行くかを決めるには、始点・終点のうちで物理量の値の大きい方を改めて始点、小さい方を終点として稜線を見た時の左側の面を調べる。

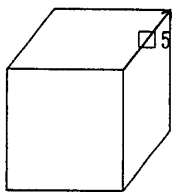


図3 最初の頂点

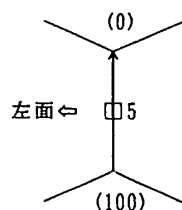


図4 次の面の方向

多角形の表裏の判断は頂点を左回りに与えた側を表側としており、ここでは物理量の増加する側を表としている。（図4）

- (d) この面内に存在する、別の等値面頂点を探してポイント配列に入れる。次にこの頂点と接する隣の面に進む。（図5）
- (e) 探索を開始した頂点に戻るまで(d)の処理を繰り返す。（図6）

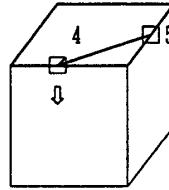


図5 面内の探索

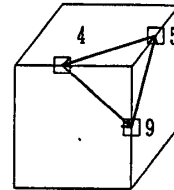


図6 探索完了

- (f) 上記のようにたどる事で多角形を定義する頂点の順番を認識できる。等値面の個々の多角形は煩雑さを避けて全て三角形で管理する。そのために四角形以上は分割処理を行う。

非定常熱伝導解析による温度の等値面を表示した例を示す。（図7）

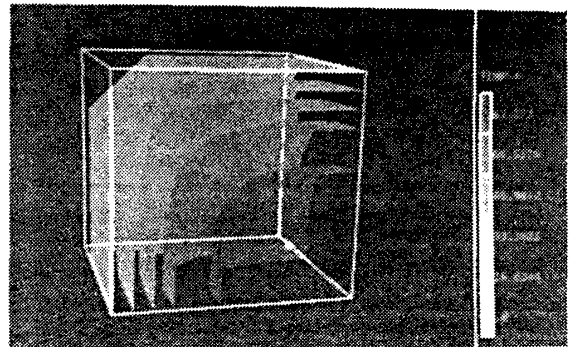


図7 温度の等値面

#### 6. おわりに

解析モデル内部の表示、特に3次元等値面の可視化は有効であり、モデルの検証から結果評価、プレゼンテーションなどに利用できる。

今後、時系列データを用いたアニメーション的表示、マンマシンインターフェースの改良などのレベルアップを行い、その適用テーマもさらに拡げていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 白石ら, 材料とプロセス, Vol.1.1, 1502 (1988)