



# 情報メディア工学特論

## 可視化技術の基礎

2004/10/12

京都大学高等教育研究開発センター情報メディア教育部門

学術情報メディアセンター連携研究部門(兼任)

大学院工学研究科電気工学専攻(兼担)

小山田耕二



# コース概要 (1/2)

- ガイダンス・ボリウムコミュニケーション技術による協調可視化環境の実現 (10/5)
- 可視化技術基礎
  - スカラデータ可視化技術 (10/12)
  - ボリウムレンダリング技術 (10/19)
  - ベクタ・テンソルデータ可視化技術 (10/26)
- ボリウム処理技術
  - 生成技術 (多視点映像処理、ボクセル生成) (11/2)
  - 表示技術 (多視点表示、全方位表示) (11/9)

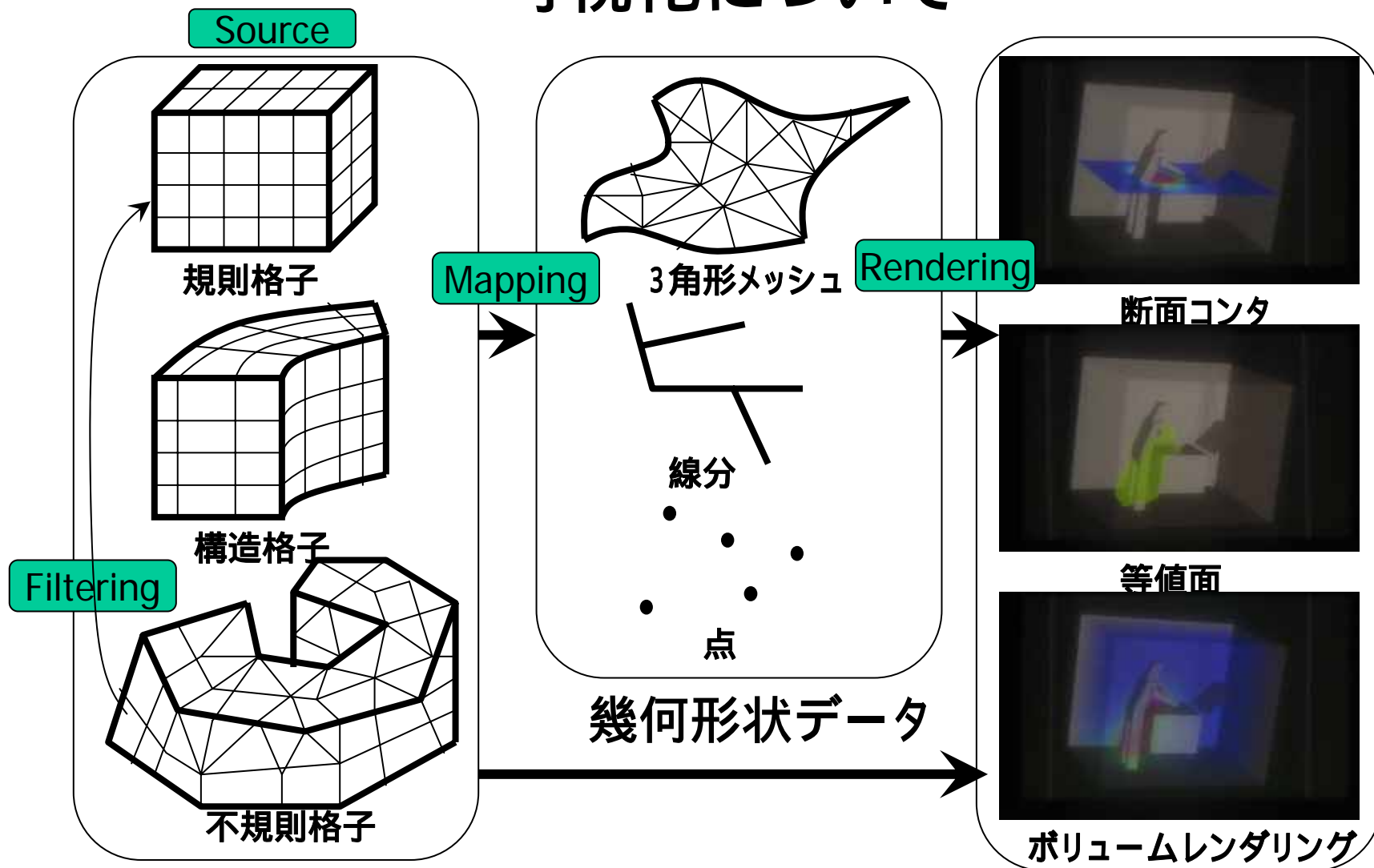


# 内容

- **可視化技術の基礎**
  - **歴史**
  - **可視化の対象となるデータ**
    - 数値データ
    - 格子形状
  - **データ処理技術**
    - 局所座標系
    - データ値補間技術
    - 格子の探索技術
    - 演習問題
  - **スカラデータ表示技術**
    - カラーマッピング
    - 等高線表示
    - 等値面表示
    - 断面コンタ表示



# 可視化について





# 歴史

- 歴史は，計算機のそれよりも古い．
- 主に 3 次元空間で定義された数値データを対象
- 1987年にACMから出された Visc(Visualization in Scientific Computing)レポート
- IEEEでは,1990年以降毎年「可視化」に特化した国際会議を開催している. また,ごく最近,「可視化」に特化した論文誌 “Transaction on Visualization and Computer Graphics”



# 可視化の対象となるデータ

- ボリュームデータ（3次元空間で定義された数値データ）
  - 3次元空間を構成する格子
    - 規則格子
    - 構造格子
    - 不規則格子
  - 節点（格子の頂点）で定義された数値データ
    - スカラデータ
    - ベクタデータ
    - テンソルデータ



# データ処理技術

- データ値の需要と供給におけるミスマッチ
  - 可視化処理では，任意の位置でデータ値が必要
  - ボリュームデータでは，離散的に数値データが定義
- 局所座標系
  - 直交座標系に基づく局所座標系
  - 体積座標系に基づく局所座標系



# データ値補間技術

- 補間関数の決定
  - 対応する節点において1.0
  - 他の節点において0.0
  - 視察を用いた決定方法
- 全体座標から局所座標への変換
  - 座標そのものを補間
  - ニュートンラプソン法による座標変換
- 勾配データの計算
  - シェーディング計算で必要





# 格子の探索技術

- 以下ボリウムデータにおける任意点を含む格子の探索
  - ボリウムデータ空間は、重なることなくそして隙間を作ることなく、格子によって埋めつくされている。
  - 隣接する格子とは、格子点を共有している。
- ひとつの解決策
  - 1つの格子を適当に決めて、その内部点(探索開始点)から目標点に向かって半直線を引
  - 半直線は、探索開始点において $t=0$ 、そしてプローブ点において $t=1$ となるように、パラメータ表現
  - 交点における $t$ の値が始めて1を越えた時、その格子は、目標点を含むと解釈



# スカラーデータ表示技術

- 代表的表示手法
  - 等値面表示
  - 断面コンタ
  - ボリュームレンダリング
- カラーマッピング
  - 数値データを色に変換

Table 1.1: 標準的なカラーマッピング

正規化されたデータ値	赤色成分	緑色成分	青色成分	色名
0.0	0.0	0.0	1.0	青
0.125	0.0	0.5	1.0	青-シアン
0.250	0.0	1.0	1.0	シアン
0.375	0.0	1.0	0.5	シアン-緑
0.500	0.0	1.0	0.0	緑
0.625	0.5	1.0	0.0	黄緑
0.75	1.0	1.0	0.0	黄
0.875	1.0	0.5	0.0	橙
1.0	1.0	0.0	0.0	赤



# 等高線表示技術

- スカラデータの定義された面上でデータ値が同じである点の集合
  - 定義面は、多角形ポリゴンの集合体
  - スカラデータは、ポリゴンの頂点で定義
  - 多角形は、3角形に分解可能
- 3角形データにおける等高線決定
  - 3つのスカラデータ値がすべて閾値Cより大きいかまたは小さい時、等高線なし
  - 3角形の各稜線毎に
    - 稜線の両端で定義されるスカラデータ値のペア とCを比較
    - スカラデータ値のペアの定める範囲内にCが入っていれば、等高線との交点を計算
    - 線分の色をカラーマッピングテーブルから決定



# 等値面表示技術

- スカラボリュームデータにおいてデータ値が同じである点の集合
  - スカラデータの全体的な分布を可視化
  - 医用ボリュームデータから骨・臓器等を立体再構成
- GE社のLorensenらにより提案されたマーチングキューブアルゴリズムが有名
  - 閾値Cが与えられた時、格子の構成する稜線のうちどこがスカラデータ値Cの等値面と交差するかの判定をテーブル参照で実現
  - 対象とする格子は、6面体1次要素であり、全部で256通りの交差パターン



# 等値面表示アルゴリズム

(Lorensen, 1987)

## 各格子ごとに

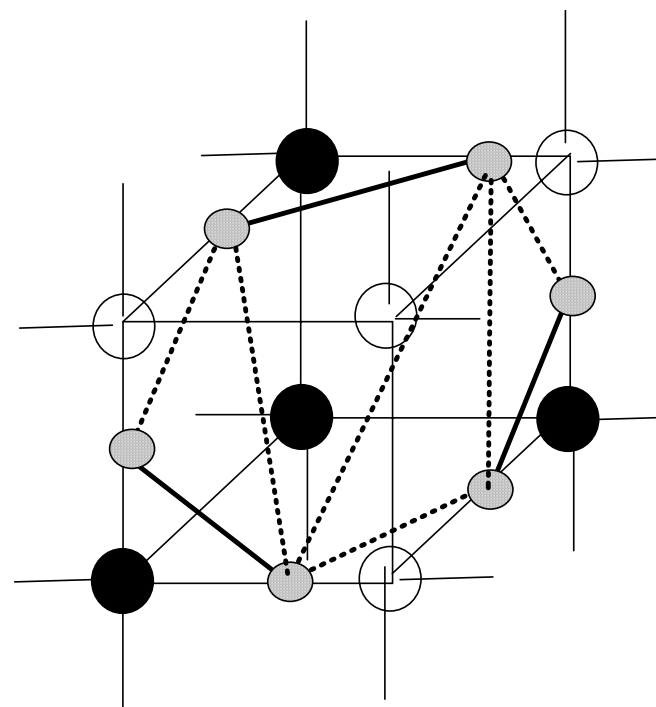
各格子点で

- スライス面より上方だと(+)と設定
- スライス面より下方だと(-)と設定

## 両端の格子点の符号が異なる稜線について

- 交差点を計算
- 交差点での数値データを定義

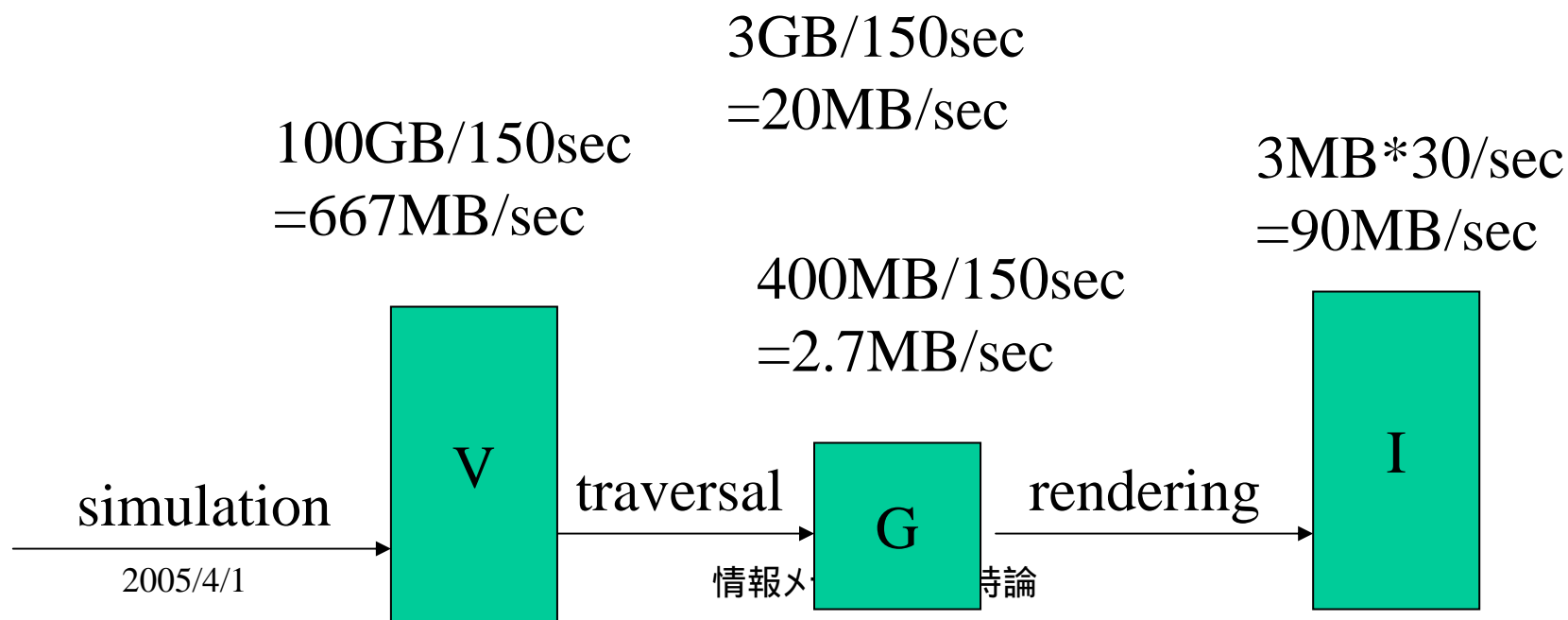
交差点を選んで3角形を定義  
数値データ付き3角形を出力

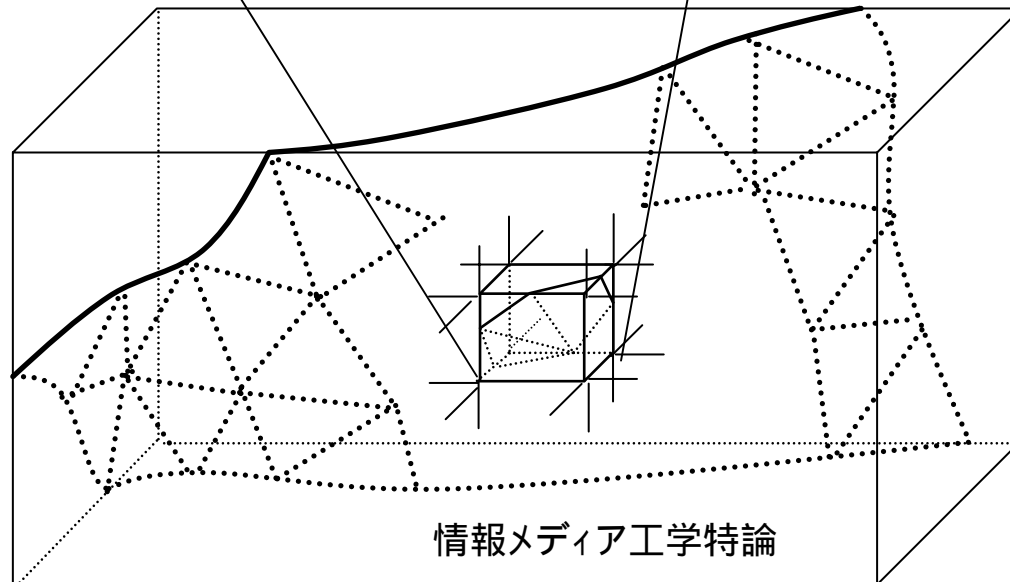
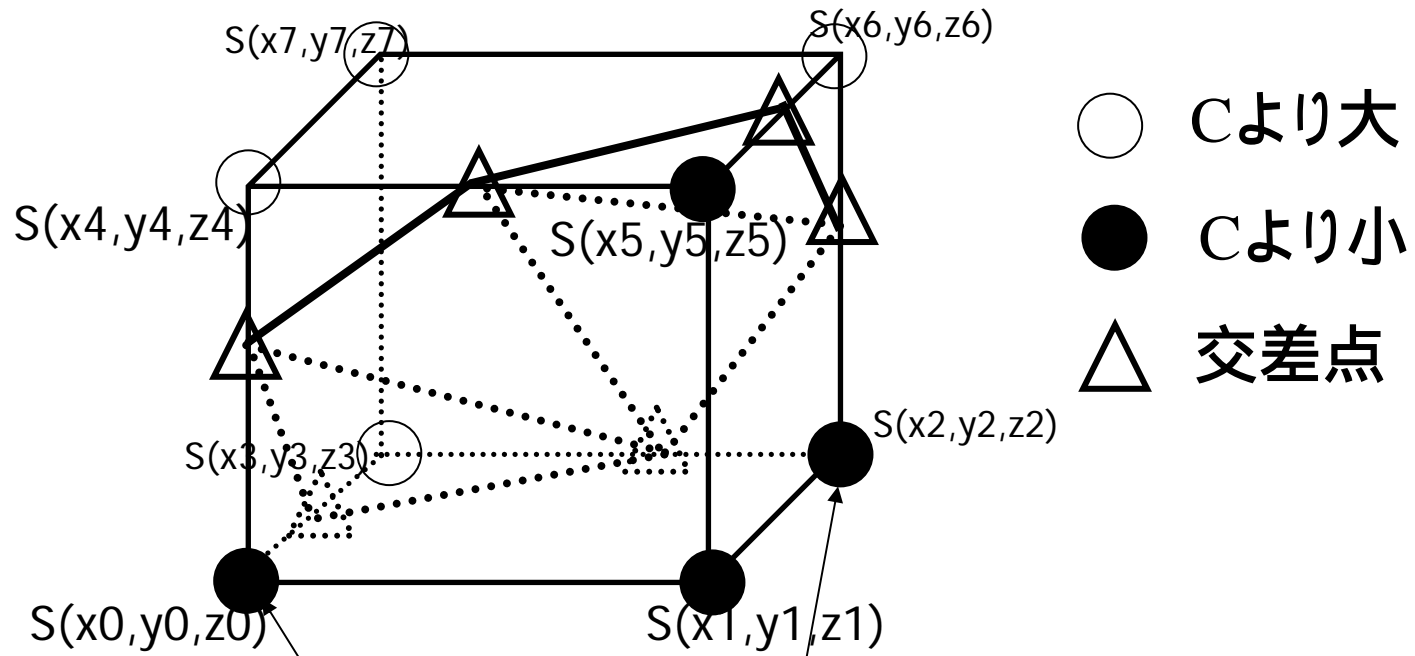




# 等値面生成計算例

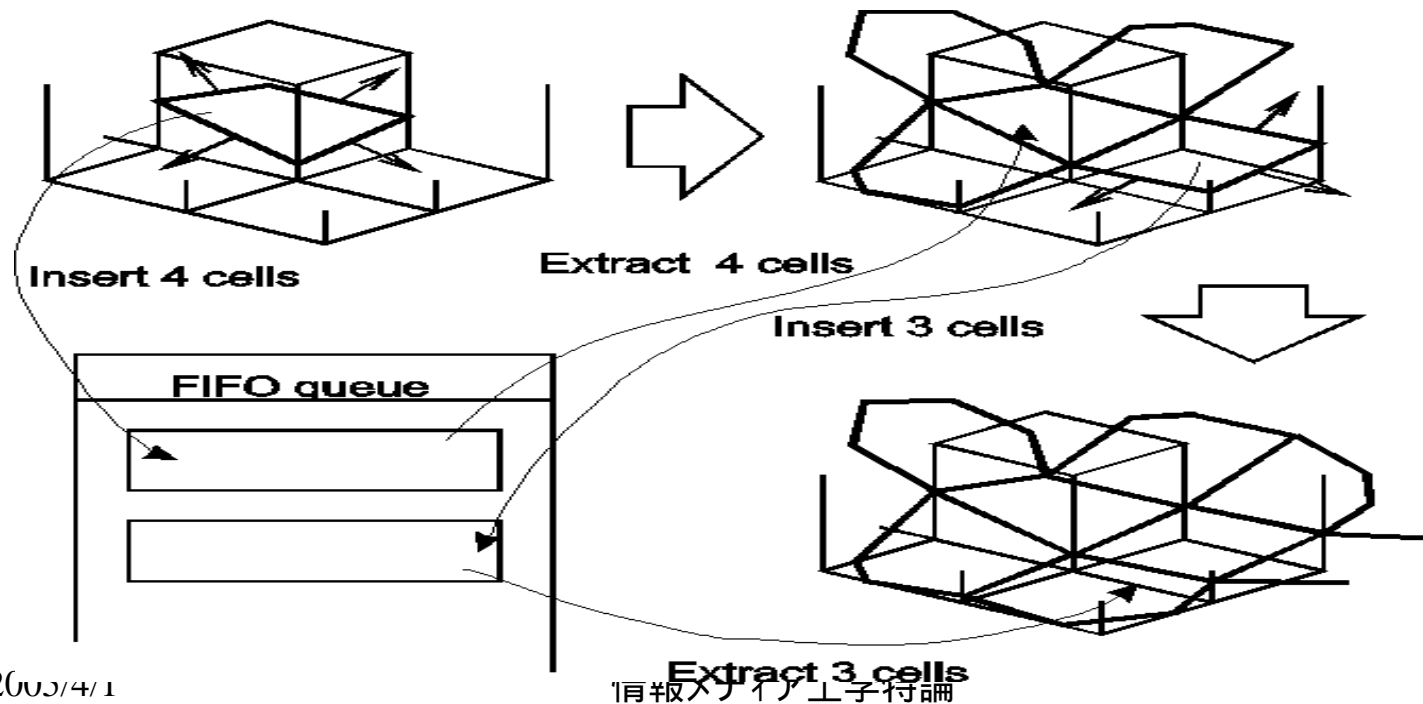
- 格子数が大きくなると等値面と交差しない  
格子の処理にかかる時間が目立つ





# 自己増殖的生成

- 隣接情報を利用して等値面に交差する格子を特定する





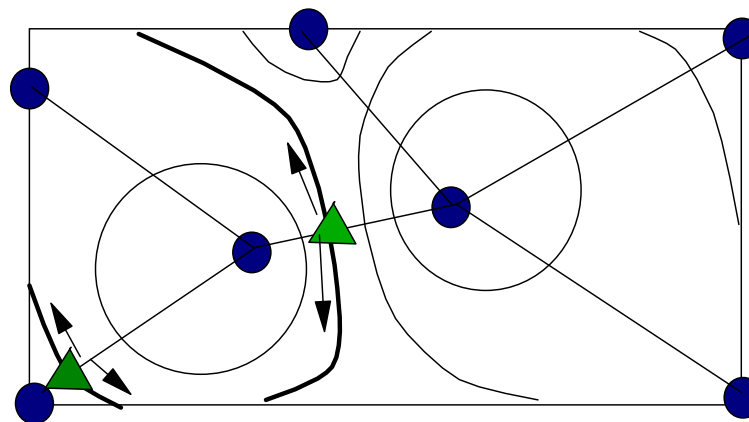


# 極点グラフの利用

(Itoh and Koyamada, 1996)

シード格子からの自己増殖型等値面生成  
極点グラフの提案

- シード格子の特定を高速化
- 多くの極値を持つ場合、極点グラフ生成がボトルネック





# ボリューム細線化

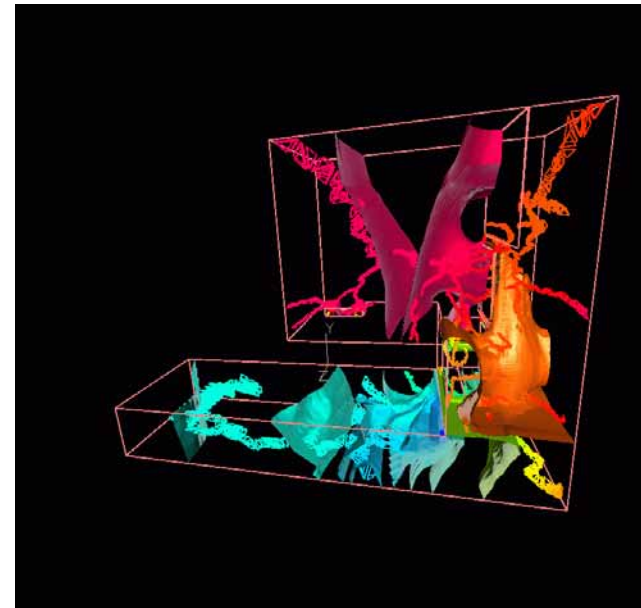
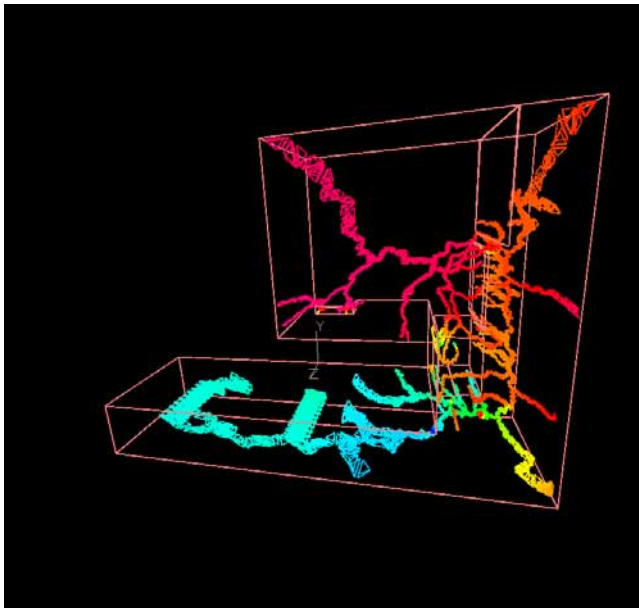
(Itoh Yamaguchi and Koyamada, 1996)

- 画像処理における細線化技術の3D化
- 極点グラフ作成を効率化
- ある格子を除去すると仮定する
  - 極点を頂点として持つ格子は除去しない
  - その格子に接続する格子につながりが存在するなら除去する
  - そうでないなら除去する



# ボリューム細線化例

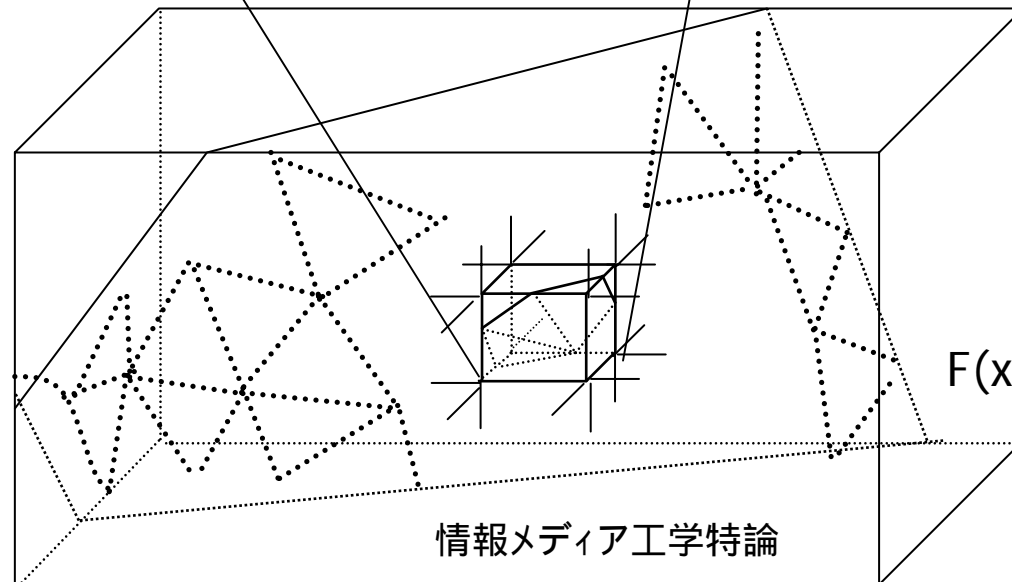
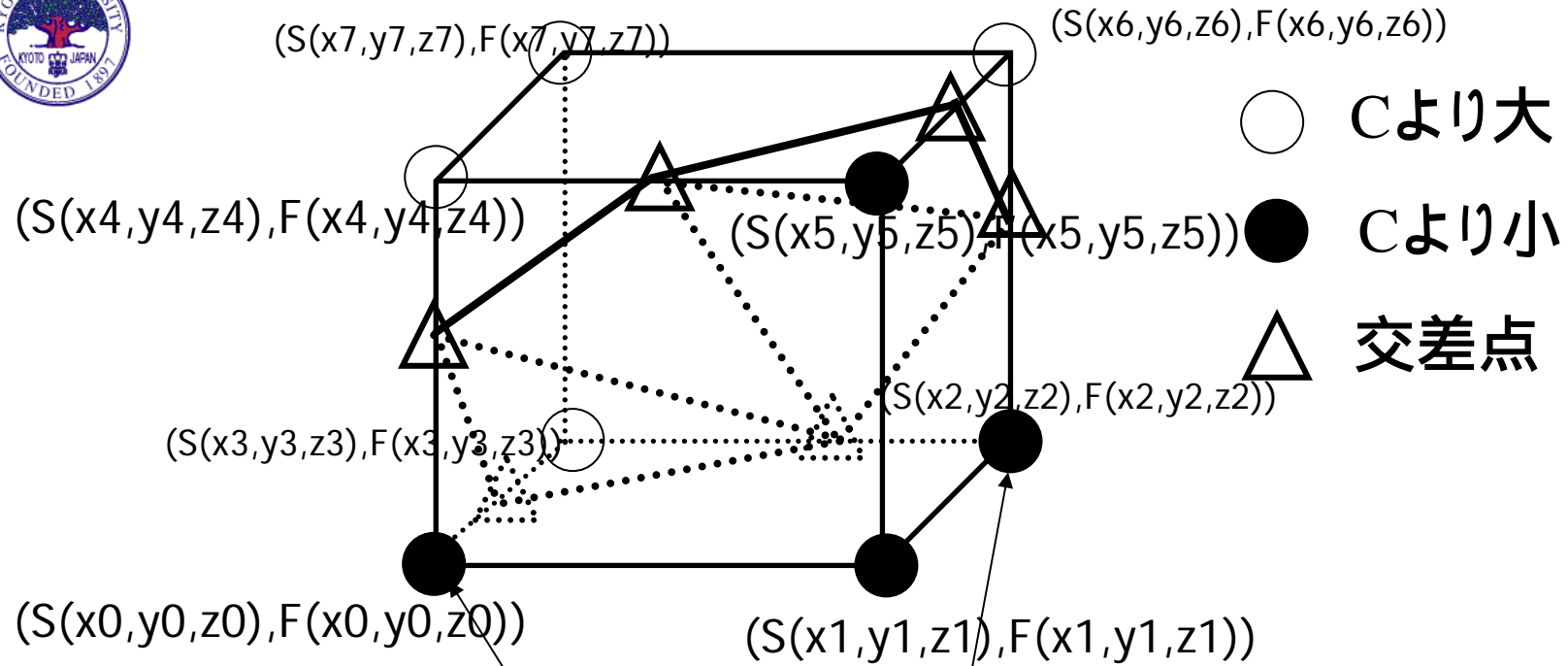
- 細線化結果(左)と生成した等値面(右)





# 断面コンタ表示技術

- スカラボリュームデータ内における任意平面上でデータ値をマッピング
  - 平面の上で等高線を抽出し, その間をデータ値をカラーマッピング
  - 特定領域におけるスカラデータの全体的な分布
- データマッピング平面の作成法
  - 平面上に2次元の規則格子を設定し, その節点位置でスカラデータを補間
  - 等値面として平面を多角形の集合として抽出し, 多角形の各頂点でもとのスカラデータを補間計算



$$F(x, y, z) = ax + by + cz + d$$



# まとめ

- **可視化技術の基礎について理解した**
  - 歴史
  - 可視化の対象となるデータ
  - データ処理技術
  - スカラデータ表示技術



# 小テスト(氏名: )

- スカラデータの可視化技術についてみなさんの研究テーマに関する適用を考えてください。
- 6面体2次要素の補間関数  $i=0.1$  を求めよ.