

休講と期末試験のお知らせ

■ 来週7月22日(水)は休講です

■ 期末試験

- 7月29日(水), 4講時目, @7044
- 試験時間: 60分
- 出題範囲: この講義の全て, OpenGLは除く
- 持ち込み可:
 - 講義資料の印刷物 (PCやスマホでの閲覧は不可)
 - 教科書・参考書, ノート

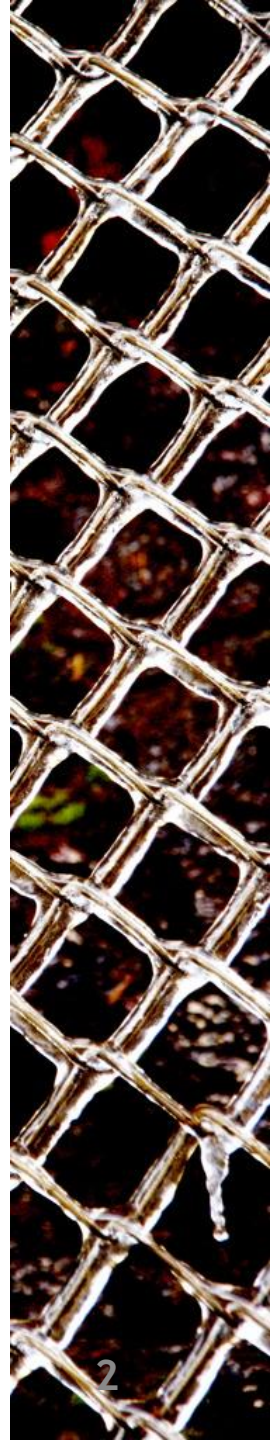
生産情報システム工学

#13 ボロノイ図(2)

2015/07/15(水)

溝口 知広 准教授(居室：61-408室)

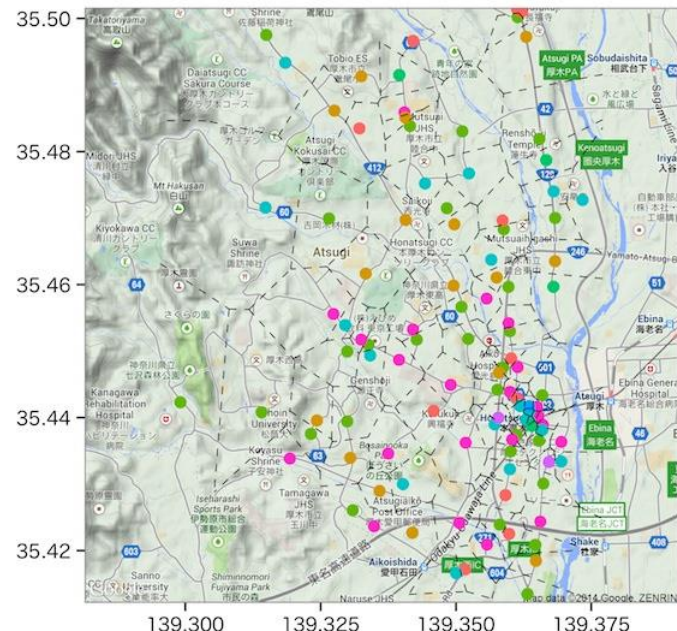
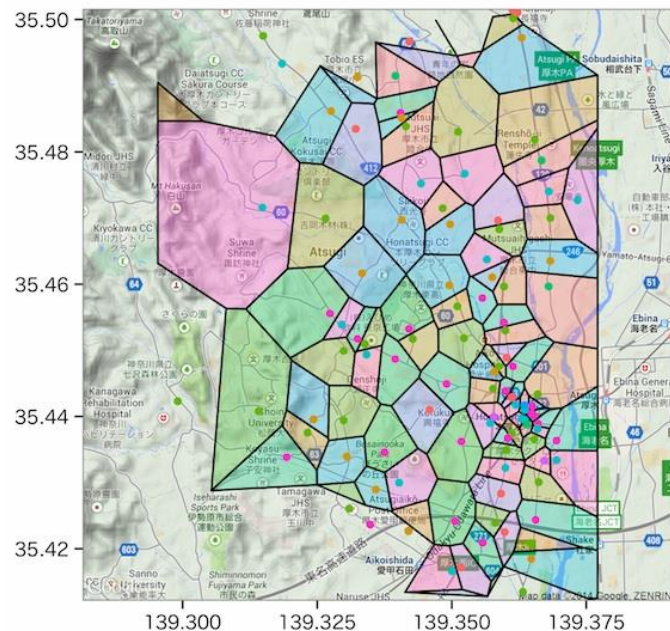
mizo@cs.ce.nihon-u.ac.jp



4.0 はじめに

■ ボロノイ図(Voronoi diagram)

- 最近点問題を解くために提案されたデータ構造
- 例：最寄りのコンビニはどこ？勢力圏は？



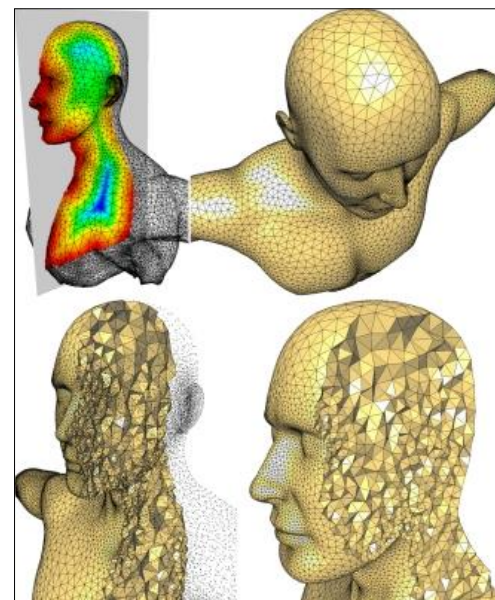
4.0 はじめに

■ ボロノイ図の応用例

- 最寄りの携帯基地局の探索
- 有限要素法(FEM)の領域分割
- 画像データの圧縮
- 離散データの集約
- ...

■ ボロノイ図の応用分野

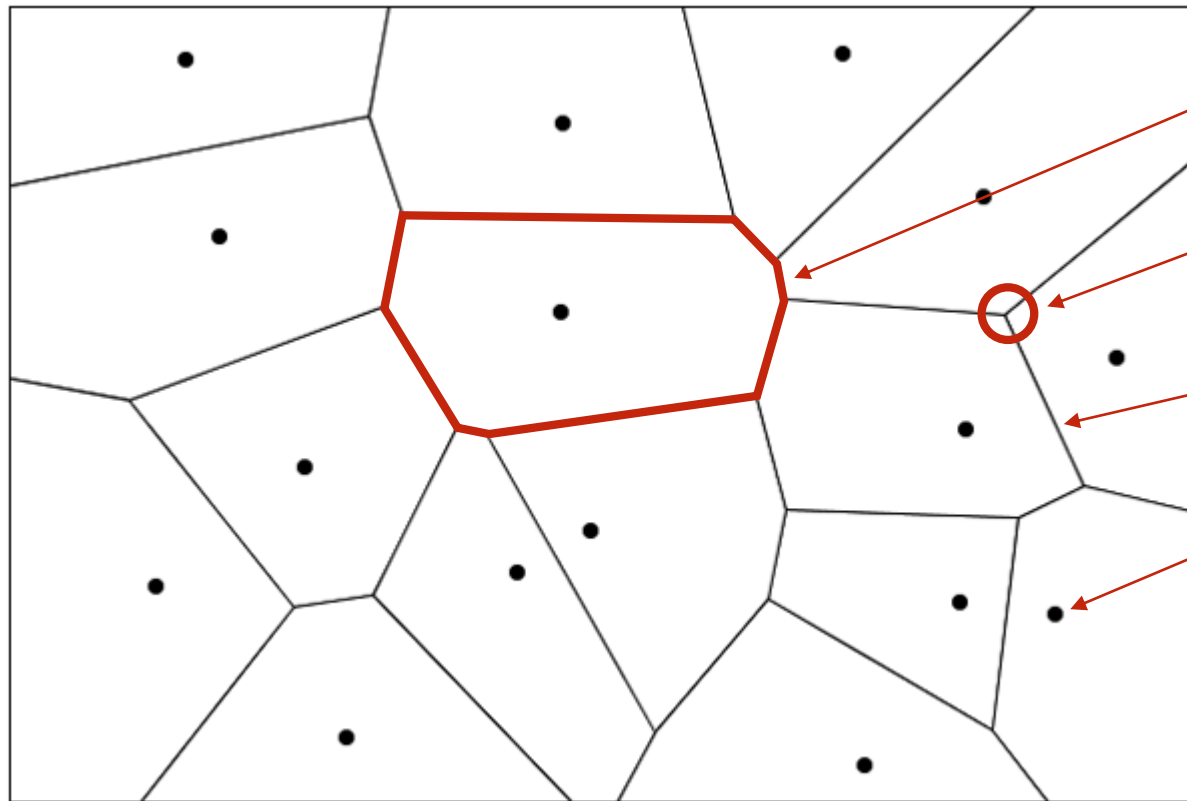
- 社会学, 数学, 生物学,
物理学, 考古学, ...



有限要素法(FEM)への応用

4.1 ボロノイ図の定義と性質

■ ボロノイ図



ボロノイセル

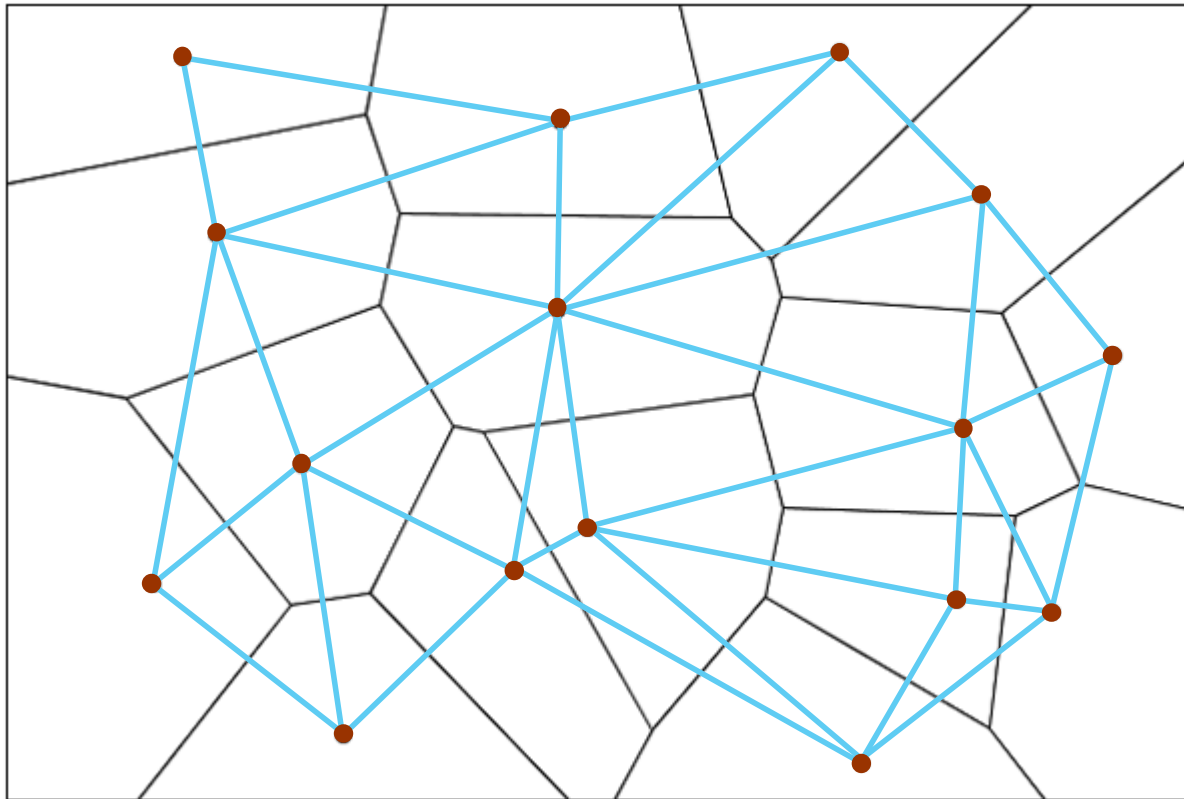
ボロノイ頂点

ボロノイ辺

母点

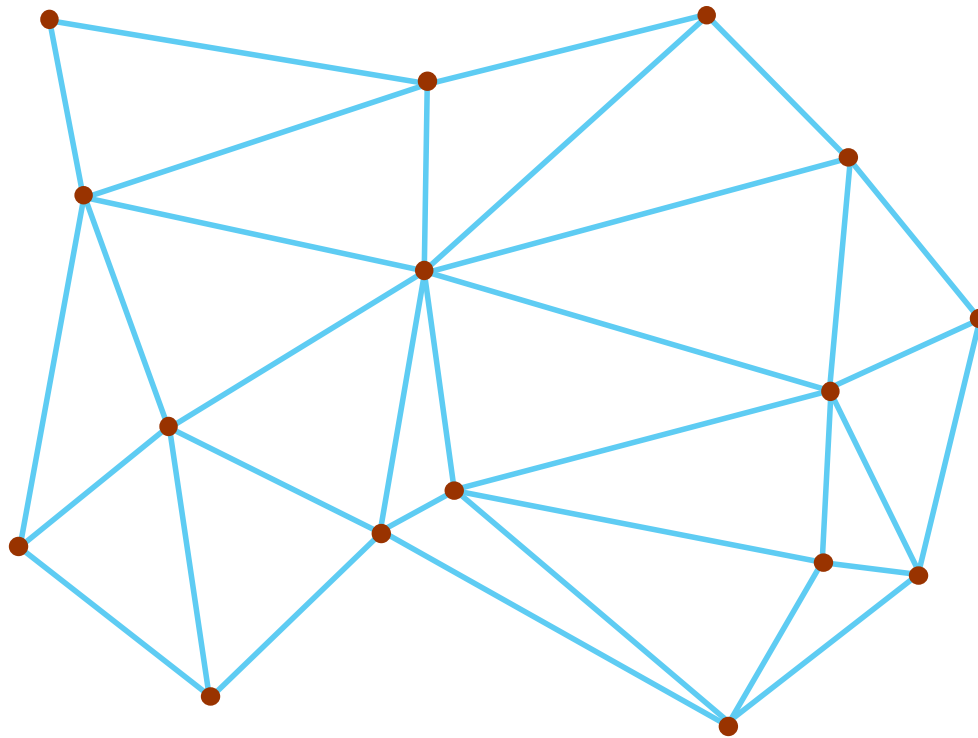
4.1 ボロノイ図の定義と性質

■ ドロネー三角形分割



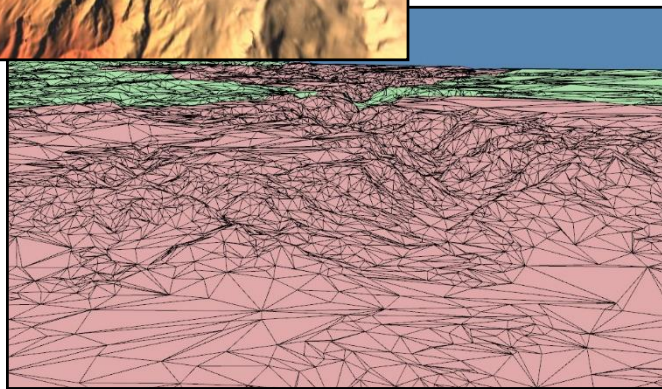
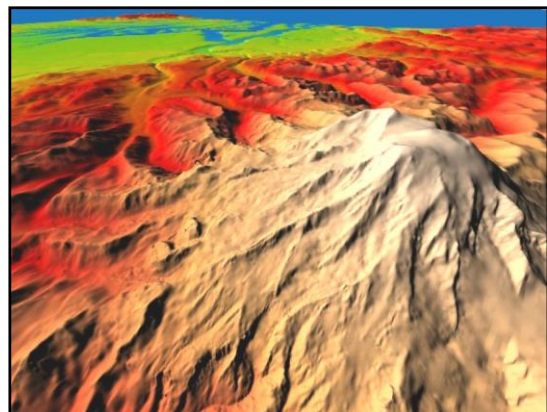
4.1 ボロノイ図の定義と性質

■ ドロネー三角形分割

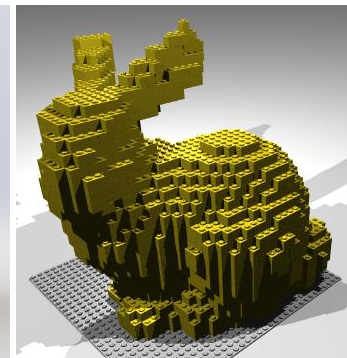
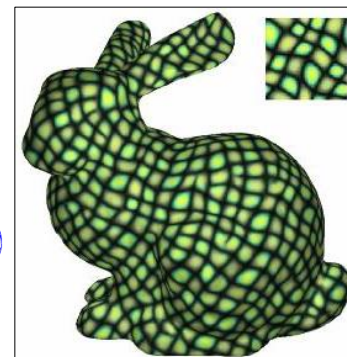
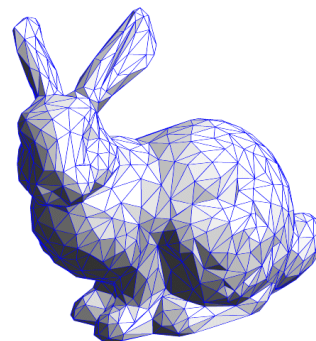


4.3 ドローネ三角形分割

■ 応用例



地形図，災害シミュレーション



コンピュータ・グラフィクス

4.3 ドローン三角形分割

■ 応用例：郡山市3次元浸水ハザードマップ



郡山市公式ウェブサイト

防災ウェブサイト

休日・夜間の医療

組織案内

文字サイズ・色合い変更

Foreign Language

Google カスタム検索

検索

暮らし

防災・防犯

健康・福祉
子育て

教育・文化
スポーツ

産業・ビジネス
観光

市政情報

ホーム > 防犯・防災 > 防災 > 郡山市3次元浸水ハザードマップ

● 防災

● 災害にあわれた方へ

● 情報提供サービス

● 避難所

● 郡山市浸水ハザードマップ

● 郡山市3次元浸水ハザードマップ

● 郡山市土砂災害ハザードマップ

● 自主防災・啓発

● 市の防災への取り組み・計画等

● 災害時要援護者避難支援制

いいね! 66 ツイート 2

更新日：2015年5月11日

郡山市3次元浸水ハザードマップ

3次元浸水ハザードマップは、ゲリラ豪雨等により発生が予想される市街地の浸水状況についてシミュレーション解析を行い、コンピューターグラフィックスを用いて立体的に表現したものです。

シュミレーション解析は、過去に実際にあったゲリラ豪雨や台風による豪雨3ケースで行っており、市街地全域に同じ雨が降った場合を想定して解析しています。

このハザードマップは、時間の経過に伴う浸水の発生状況を立体的な映像で見ることができますので、地域の防災活動や日頃からの備えにご活用ください。

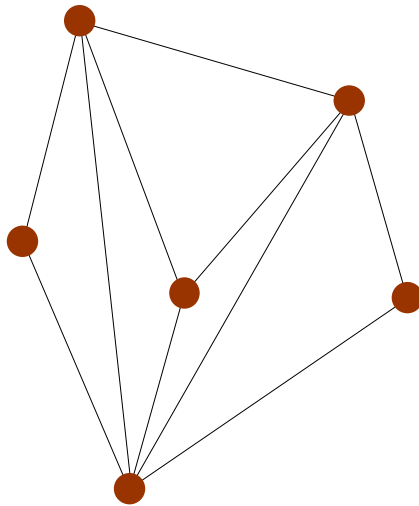
解析に用いた豪雨

- 非常に激しい雨のケース 時間雨量50～80mm(平成22年7月6日豪雨 最大時間雨量74mm) (外部サイトへリンク)
- 猛烈な雨のケース 時間雨量80mm以上(平成25年6月25日豪雨 最大時間最大101mm/h) (外部サイトへリンク)
- 台風による豪雨のケース (平成23年9月21～22日台風15号 総雨量251mm) (外部サイトへリンク)

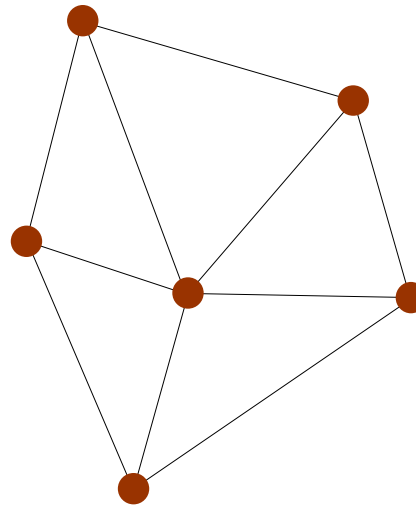
4.3.1 ドローネ三角形分割の最適性

■ 全ての可能な三角形分割の中で，最小の内角が最大となる分割

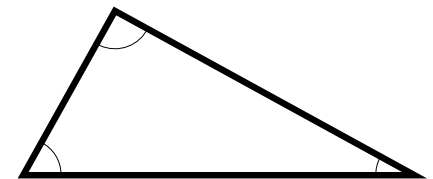
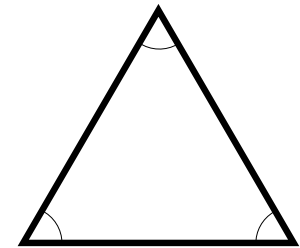
- 各三角形を正三角形に近づける
- 歪の大きな三角形を少なくする



非ドローネー三角形分割

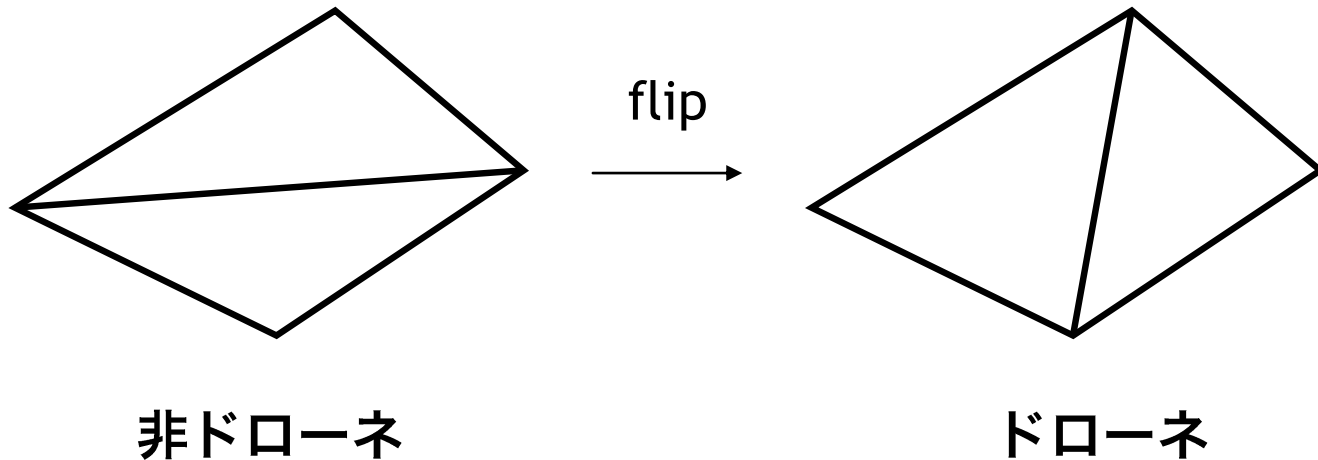


ドローネー三角形分割



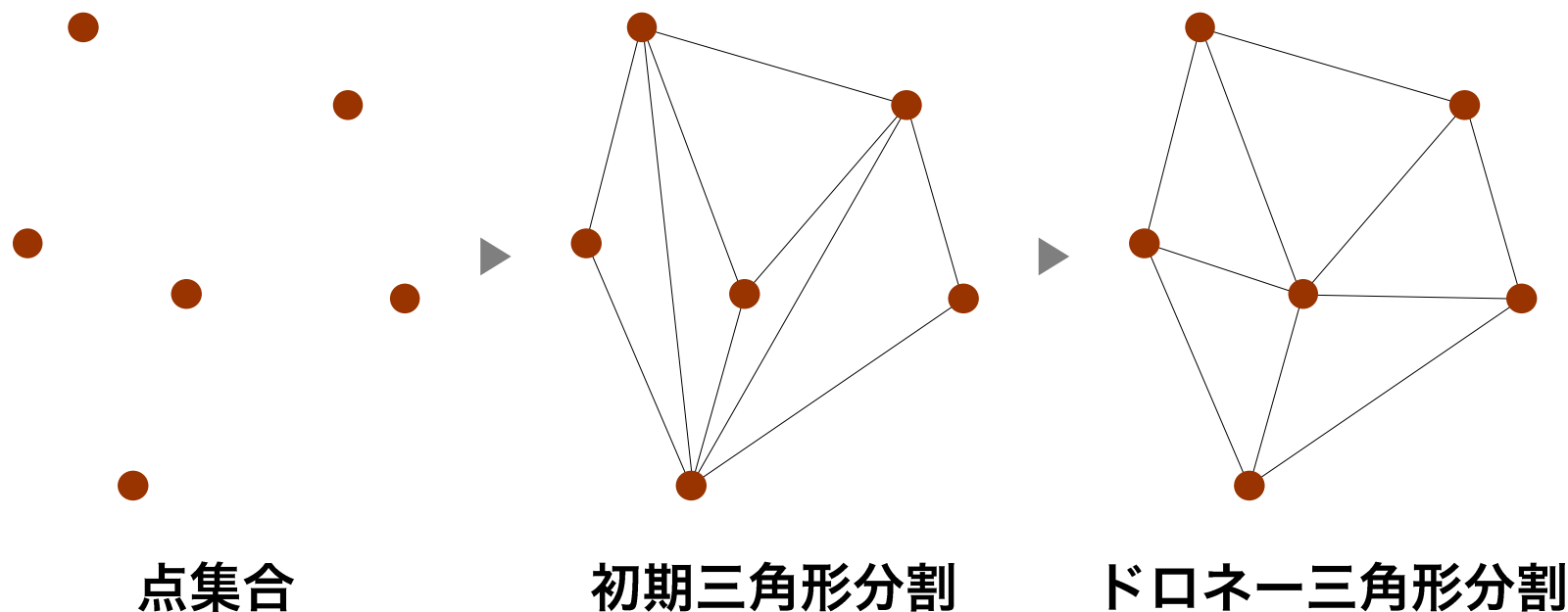
4.3.1 ドローネ三角形分割の最適性

- 任意の三角形分割からドローネ三角形分割への変換方法
 - 凸四角形内の対角辺を交換する(flip)



4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

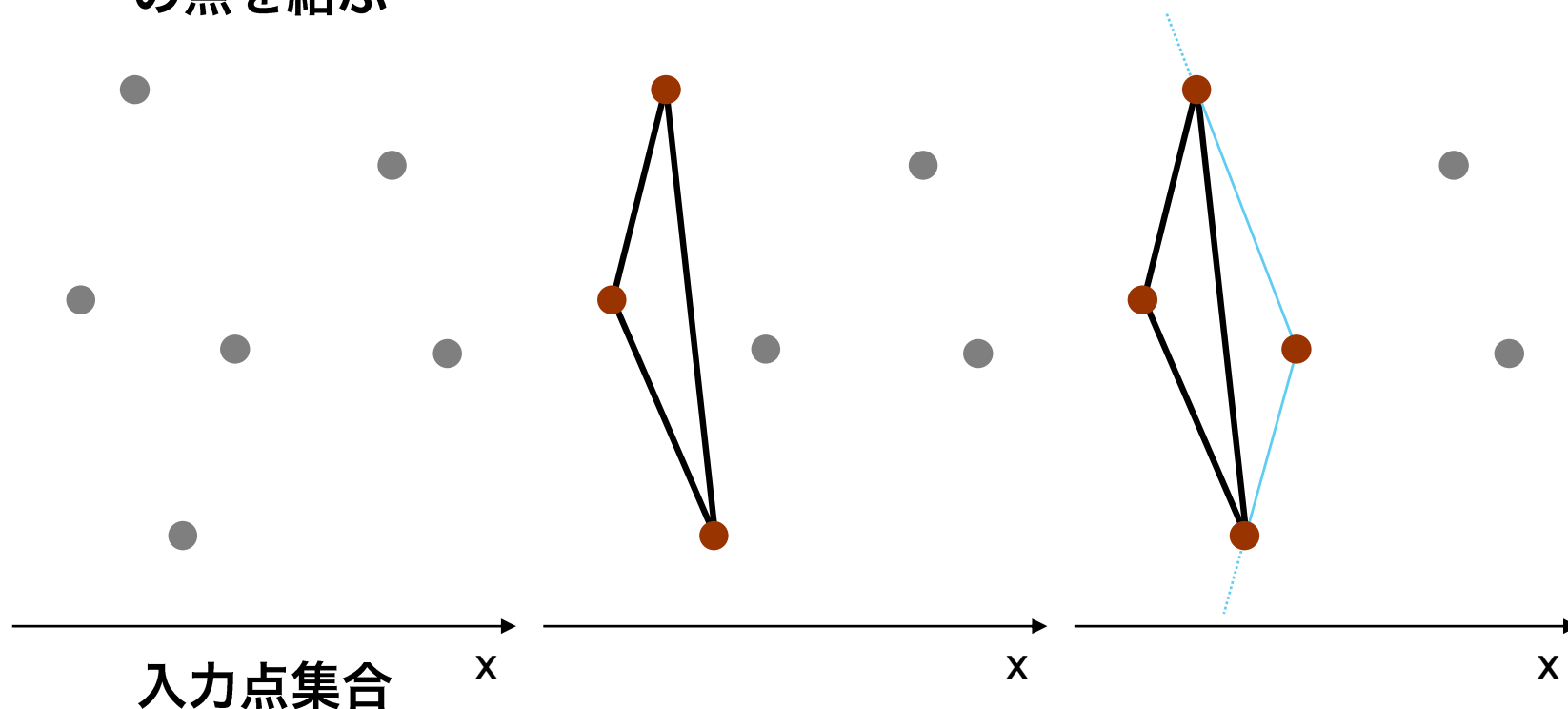
■ n 点の集合 S のドローネ三角形分割を構成する



4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 逐次添加法による初期三角形分割(1/2)

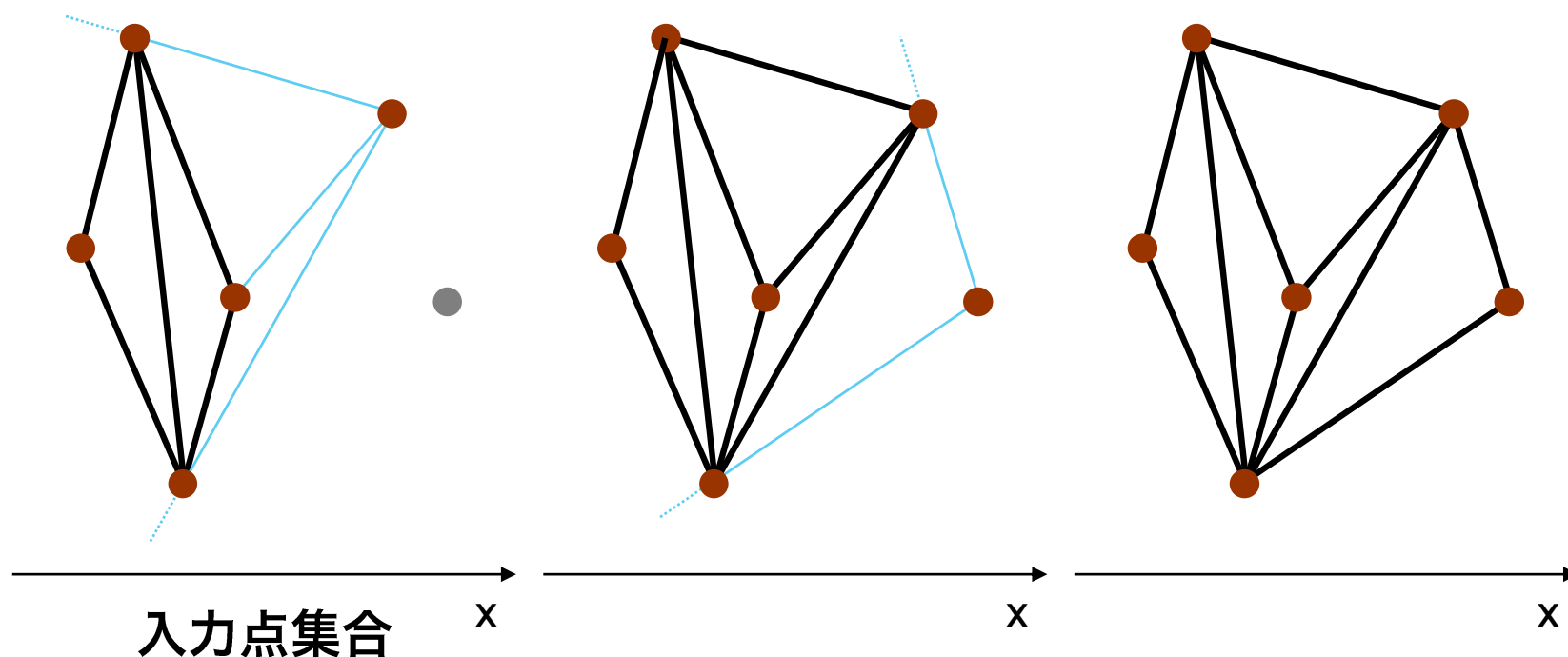
- 凸包と同様， x 座標順に点をソートし，1点ずつ順に追加し，その点から凸包への2接線を求め，接線に挟まれる凸包の境界上の点を結ぶ



4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

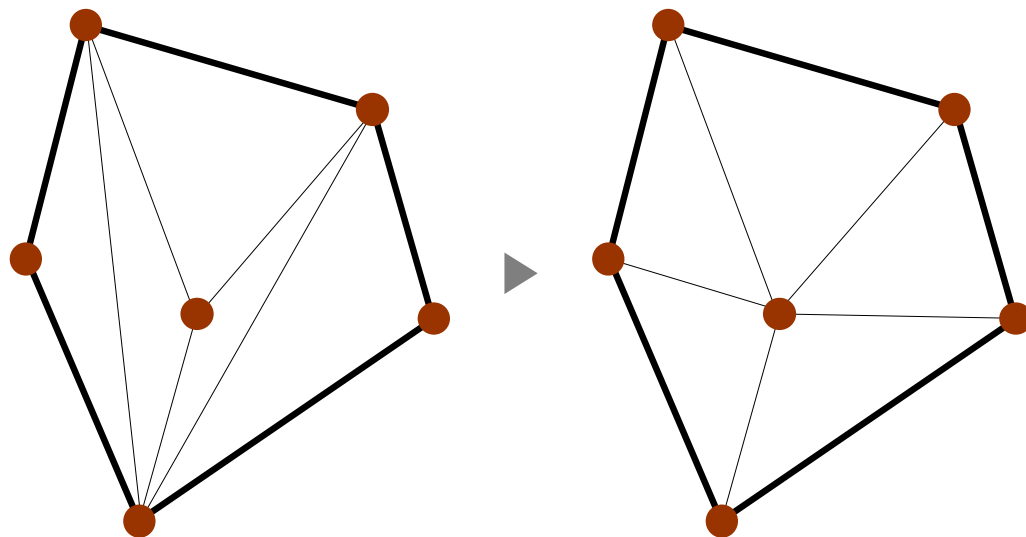
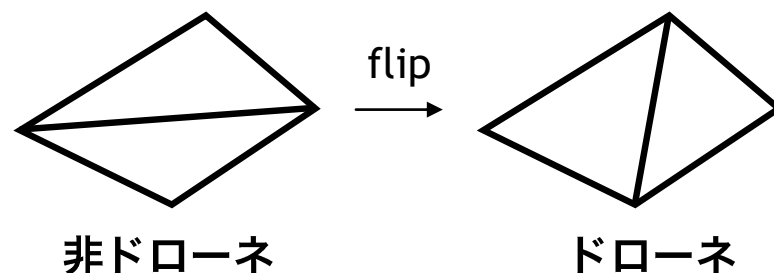
■ 逐次添加法による初期三角形分割(2/2)

- 凸包と同様， x 座標順に点をソートし，1点ずつ順に追加し，その点から凸包への2接線を求め，接線に挟まれる凸包の境界上の点を結ぶ



4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

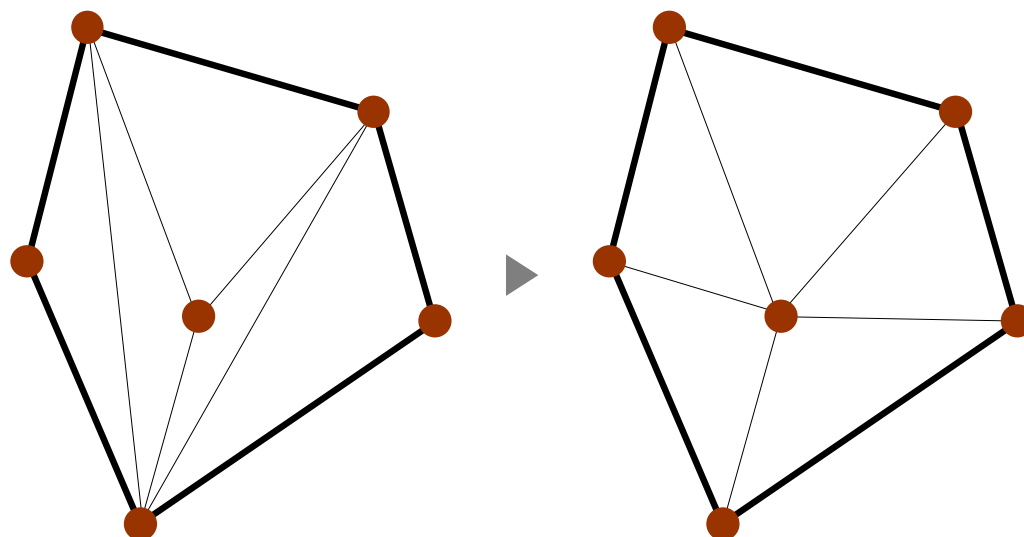
- 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換
→ Flip操作を繰り返す



4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換

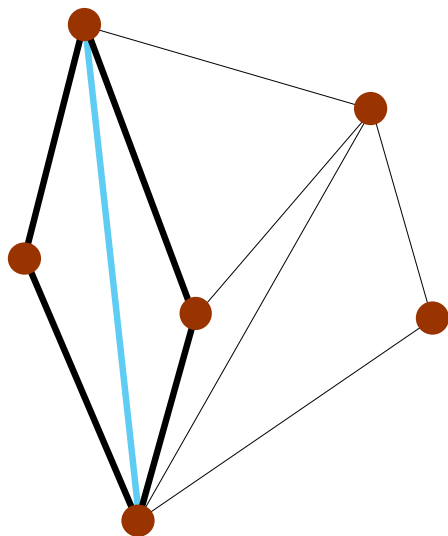
1. Flip操作の対象は、内部の辺のみ，境界は対象外



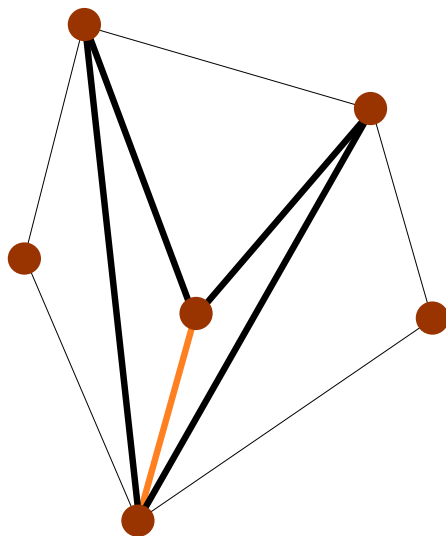
4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換

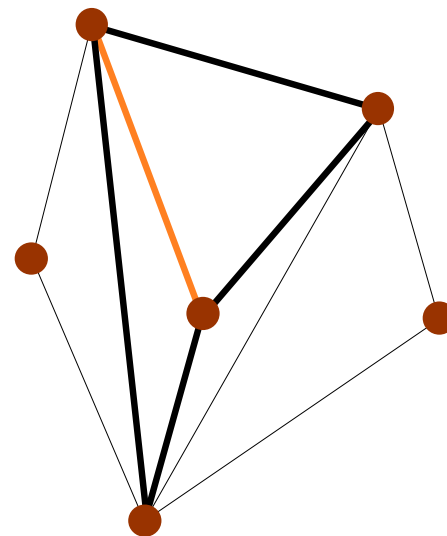
2. Flip操作の対象は、内部の辺のうち、隣接する2つの三角形の和が凸四角形になる辺



凸



非凸

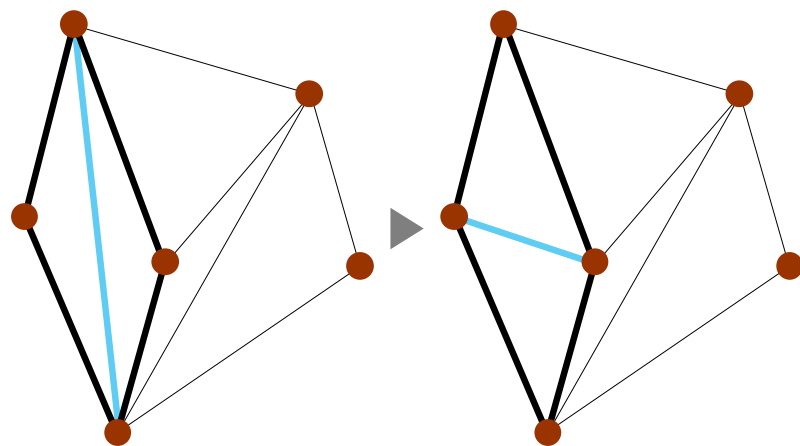


非凸

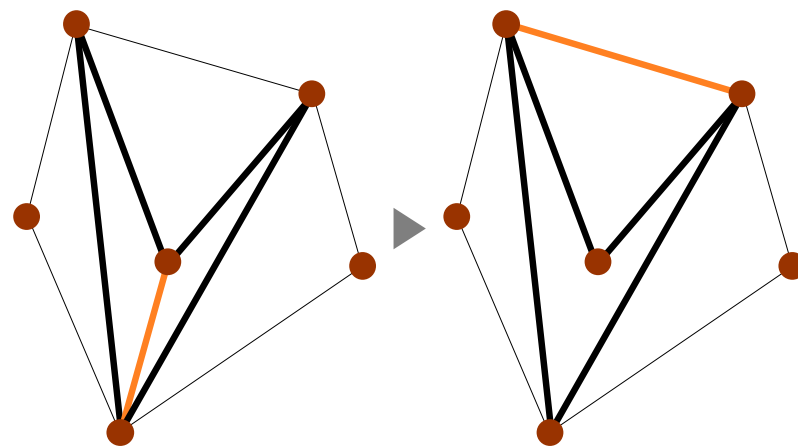
4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換

2. Flip操作の対象は、内部の辺のうち、隣接する2つの三角形の和が凸四角形になる辺



凸

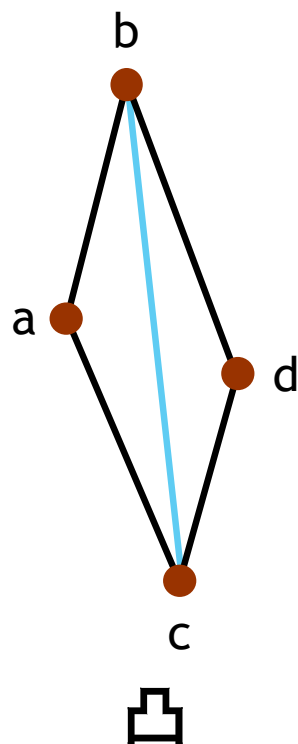


非凸

4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換

- 凸四角形の判定方法：三角形の符号付き面積を利用



隣接している三角形が $\triangle abc$ と $\triangle bcd$ の場合,

a,b,dは時計回り, $\triangle abd$ の面積は負

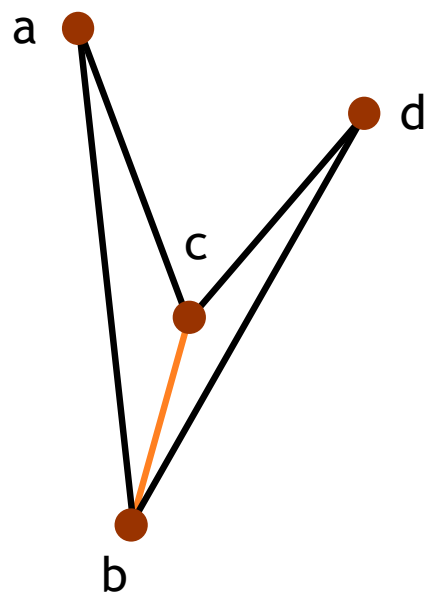
a,c,dは反時計回り, $\triangle acd$ の面積は正

隣接する2つの三角形の面積の符号が異なる
ので, 四角形abdcは凸

4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換

- 凸四角形の判定方法：三角形の符号付き面積を利用



非凸

隣接している三角形が $\triangle abc$ と $\triangle bcd$ の場合,

a, b, d は反時計回り, $\triangle abd$ の面積は正

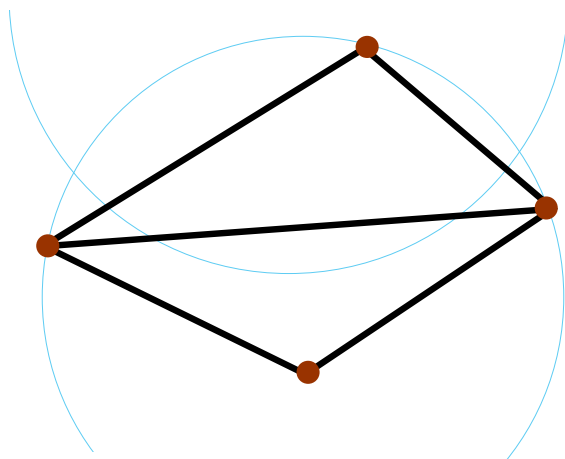
a, c, d は反時計回り, $\triangle acd$ の面積は正

隣接する2つの三角形の面積の符号が同じ
なので, 四角形 $abdc$ は非凸

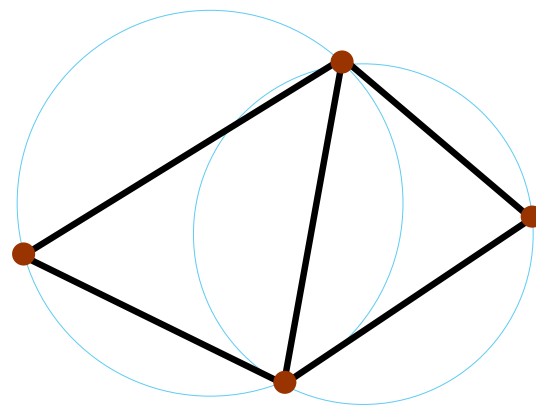
4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ 任意三角形からのドローネ三角形分割への変換

- Flip操作を行うかどうかの判定
 - 凸四角形とその対角線がドローネ三角形であるかどうかを判定する
 - 三角形の外接円が点を内部に含むかどうかを判定する



非ドローネ
(内部に点を含む)
→ flipする



ドローネ
(内部に点を含まない)
→ 何もしない

4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

■ アルゴリズム

1. 初期分割 : S の初期三角形分割を求める(逐次添加法など)
2. キューの初期化 : S の凸包上の辺を除き三角形分割のすべての辺をキュー Q に入れる
3. Flip操作 : Q が空になるまで以下を繰り返す
 - a. Q から最初の辺 e を削除する
 - b. もし, (1)辺 e に隣接する2つの三角形の和が凸四角形で, かつ (2)対角線 e が非ドローネ三角形分割であれば
 - I. 凸四角形の対角線を交換する(flip)
 - II. 新しい対角線を Q に入れる
 - III. 凸四角形の4辺を Q に入れる

4.3.3 ドローネ三角形分割の構成アルゴリズム

- $a \rightarrow a'$ と flip した場合，三角形の形状が変わる
- 新たに作られた三角形の辺は今後 flip の可能性があるので，キューに追加する
- 下図の場合， b と c が該当する

