

観光地理情報学 2016年度第9回  
空間解析の基礎Ⅱ  
商圈分析の基礎

首都大学東京 都市環境学部 自然・文化ツーリズムコース  
倉田 陽平  
ykurata@tmu.ac.jp



## 今日の授業の目的

「ある地点に店舗を出店すれば、どこからどれくらいの顧客がやってくるか？」をGIS上で予測する手法の基礎を学ぶ



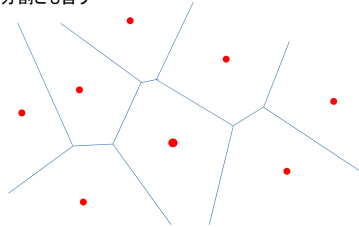
すべての消費者が自宅から最も近くのコンビニに通うと仮定したとき、各コンビニの「なわばり」はどのようになるだろうか？



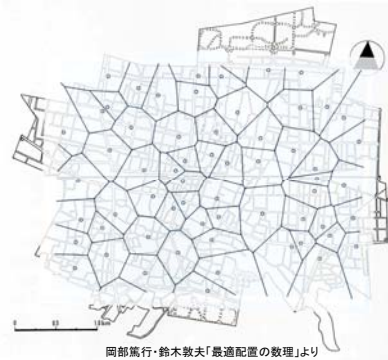
## ポロノイ図 (Voronoi diagram)

各地点の消費者が「必ず最寄りの施設に行く」場合に生じる施設の商圈分布を示す図

数学的な定義: ある母点集合が与えられたとき、空間上の任意の点かもよりの母点に帰属するようにしたときに得られる空間分割のことをティーンセン分割とも言う



## 小金井市における各ポストのなわばり



岡部篤行・鈴木敦夫「最適配置の数理」より

## ポロノイ図を体験しよう

1. 「voronoi geometry demo」でぐるぐる！
2. 一番上の「Geometry Demo with Google Maps」を開く
3. 「Show triangle grid」と「Show boundaries」の☑をはずす
4. 南大沢あたりに地図のドラッグと左のバーを使ってズーム (ダブルクリック禁止)
5. まずは地図を自由にぶちぶちクリックせよ
6. 気が済んだら「Delete all points」で点を全消去
7. 今度はテーマを決めてポロノイ図を作成せよ
8. できあがったものはあとでまた使うので開いたまま



[http://petrich.org/Science/GeometryDemo/GeometryDemo\\_GMap.html](http://petrich.org/Science/GeometryDemo/GeometryDemo_GMap.html)

## ポロノイ図には面白い性質がたくさんある



## ポロノイ図の性質①



- 各ポロノイ領域は凸多角形で、平均的には六角形
- 各頂点には通常三つの辺が集まる

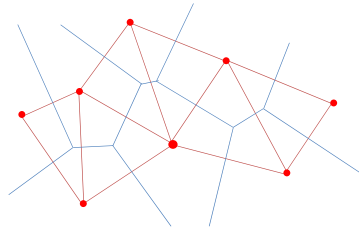
## ポロノイ図の性質②



「不便な場所」を探すのに便利！

## ボロノイ図の性質③

- ボロノイ領域が隣接する点同士を結んでいくと、三角形のネットワーク(ドローネ三角網)が得られる
- これは、「自然なお隣さん関係」を示している



10

## どこがどこのお隣？



11

## ボロノイ図の性質④



実は自然界によく出現する模様

12

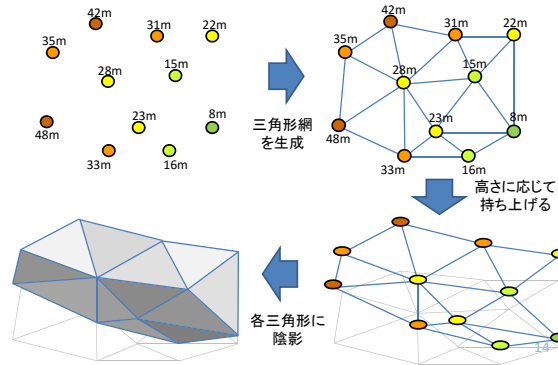
## ボロノイ図とドローネ三角網の関係を 実感してみよう

1. Show triangle grid に☑
2. Show neighborhoods (Voronoi diagram)の☑をオン-オフにしてみて、関係を理解しよう
3. なお、結果は印刷して、名前とテーマを書いて提出

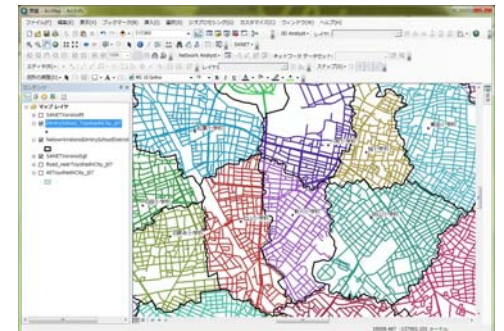


13

## ドローネ三角網の応用



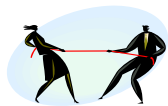
## 参考: ネットワークボロノイ図



[http://geokoma.blog.shinobi.jp/gis関連のこと/ネットワークボロノイ \(by%20sanet\)](http://geokoma.blog.shinobi.jp/gis関連のこと/ネットワークボロノイ(by%20sanet)) によるポリゴン作成

15

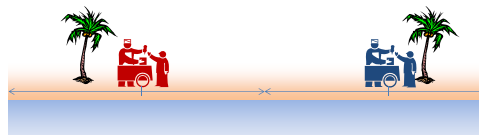
## ホテル競争モデル



16

## ホテル競争モデル

- ビーチに移動可能なアイスクリーム屋台が2軒
- 各屋台が商圈最大になるように移動したら、最終的にどうなるか？



17

## ホテル競争モデルの示唆

- 交通手段が線状だと、店はお互いの商圈を最大にしようと隣り合う
- この状態は利用者にとって「最適」とは言えない



18

## ホテリング立地競争モデルの拡張

- お店三軒の場合はどうか？
- チェーン店の場合はどうなるか？
- 2次元の場合はどうなるか？



19

## 2次元の場合

- シミュレーションの結果、ある程度の均衡状態に落ち着くことが判明
- しかしこの均衡状態も消費者にとっては最適状態ではない！



20

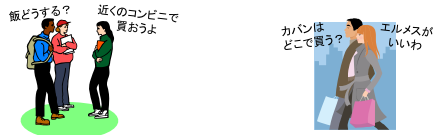
## ハフモデル



21

- いままでの議論の問題点：  
消費者は必ず最寄りの施設へ行くという仮定

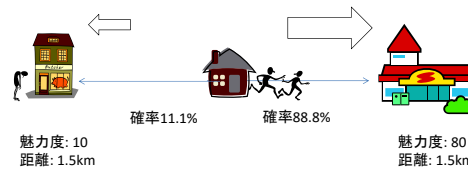
- この仮定が通用しない業種は？  
コンビニ スーパーマーケット 郵便局  
ファミレス 高級飲食店 家電量販店  
小学校 温泉 ブランドショップ



22

## 現実には

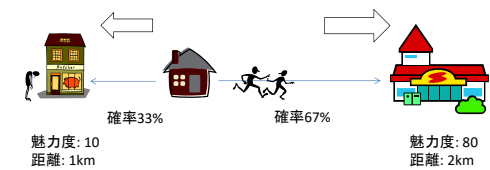
各施設の魅力が非均質のときは、  
魅力と距離に応じて各施設を訪れる



23

## 現実には

各施設の魅力が非均質のときは、  
魅力と距離に応じて各施設を訪れる



仮に距離の二乗に反比例

24

## 小売引力の法則(ハフモデル)

$$\text{地点 } P_i \text{ での 店舗 } S_j \text{ の「引力」} = \frac{\text{店舗 } S_j \text{ の魅力度}}{P_i \text{ から } S_j \text{ までの距離}^2}$$

$$\text{地点 } P_i \text{ の消費者が 店舗 } S_j \text{ に行く確率} = \frac{P_i \text{ における店舗 } S_j \text{ の引力}}{P_i \text{ 周辺の店舗の引力の和}}$$



25

## ハフモデルの一般化

地点  $P_i$  の消費者が 店舗  $S_j$  を選択する確率:

$$p_{ij} = \frac{A_j}{d_{ij}^\lambda} \cdot \frac{1}{\sum_k \frac{A_k}{d_{ik}^\lambda}}$$

店舗  $S_j$  の魅力度  
地点  $P_i$  と店舗  $S_j$  との距離

- 魅力度 ← 売り場面積, 価格設定...
- 距離 ← 直線距離, ネットワーク距離, 認知距離...
- $\lambda$  ← 単純に「2」または 最尤法により推定

26

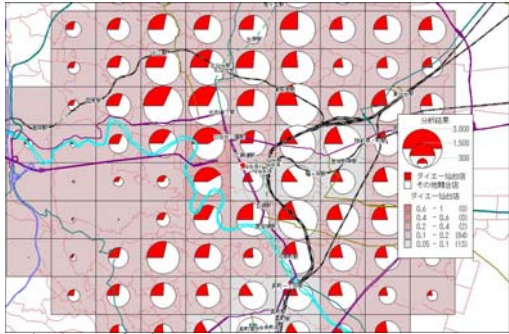
## さらに一般化(ロジットモデル)

- 店舗  $S_j$  の各魅力要素の値:  $A_{j1}, A_{j2}$
- 距離:  $d_{ij}$
- 地点  $P_i$  の消費者が店舗  $S_j$  を選択する確率:

$$p_{ij} = \frac{\exp\left(-\alpha d_{ij} + \sum_l \beta_l A_{jl}\right)}{\sum_{k=1}^n \exp\left(-\alpha d_{ik} + \sum_l \beta_l A_{kl}\right)}$$

27

## ハフモデルに各地区人口をかければ、 来店客数が予測できる



朝日折込マッピングシステム <http://www.asa-ori.co.jp/1291078472814/>

28

## GISを利用して...

- どこに新規出店すれば良いか？
- どの地域に広告を打てば良いか？
- 増床の効果は？
- 交通網の改善の効果は？



©PASCO

29

## 今日のキーワード

- 商圈
- ボロノイ図
- ドローネ三角網
- ネットワークボロノイ図
- ホテリングの立地競争モデル
- ハフモデル
- ロジットモデル



30