

問題解決技法入門

2. Graph Theory

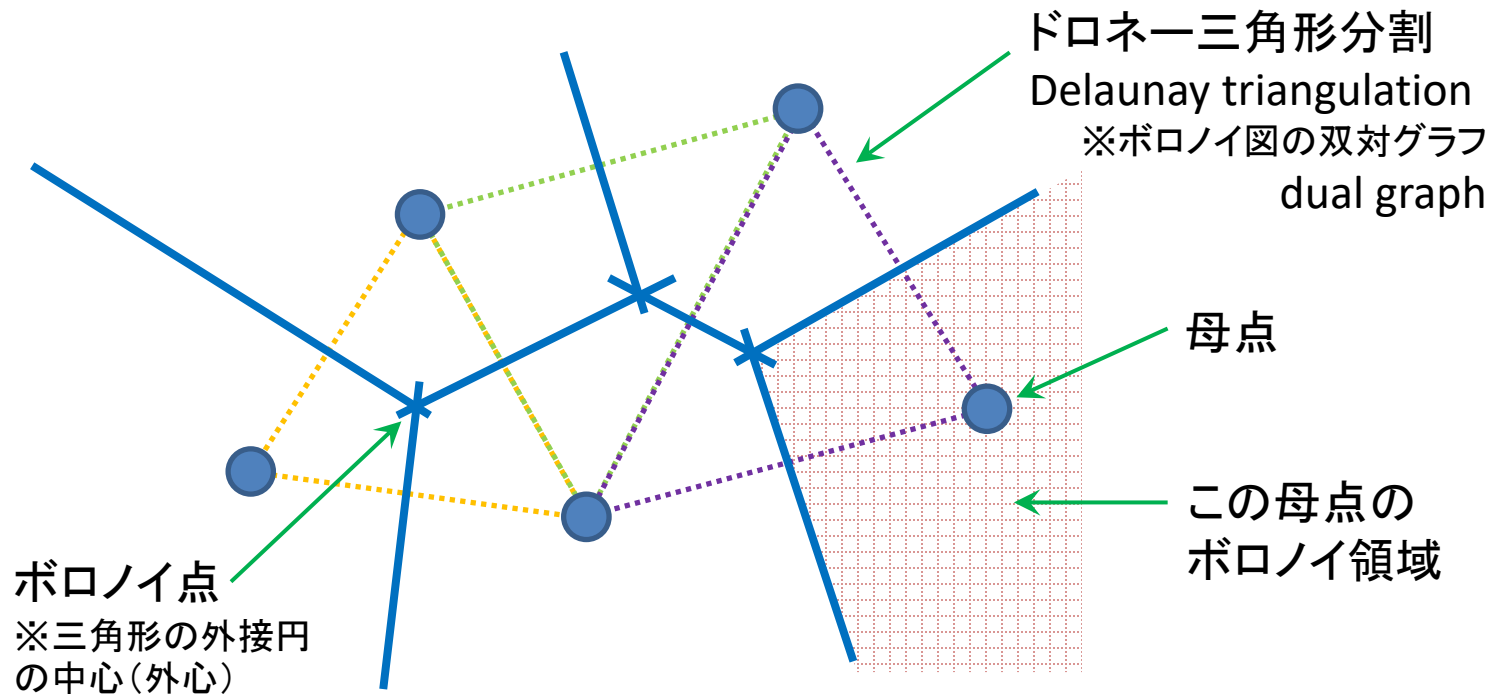
4. GIS, Voronoi diagram

堀田 敬介

Voronoi diagram とは？

- ボロノイ図 Voronoi diagram

- 空間上の複数個の点(母点)をもとに領域分割
- 各領域(ボロノイ領域)から最も近い母点はその領域内の母点
- 2次元ユークリッド空間上でユークリッド距離を考えると, 各領域は2点の垂直二等分線で分割される その際, 3つの母点を分ける境界線の交点は1点で交わる(ボロノイ点)



RでVoronoi図を簡単に描く1

- Rを起動し, R Console で以下を入力

```
> install.packages("deldir")
```

← package(deldir) のインストール

```
> library(deldir)
```

← package(deldir) の読み込み

- 母点を適当につくり voronoi図を描く

```
> x <- c(2, 3, 7, 1, 3, 8)
```

← 6点の(x,y)座標設定

```
> y <- c(2, 3, 2, 5, 8, 9)
```

(2,2), (3,3), (7,2), (1,5),...

```
> dd <- deldir(x, y, plot=T)
```

※ <- : 右のモノを左に代入

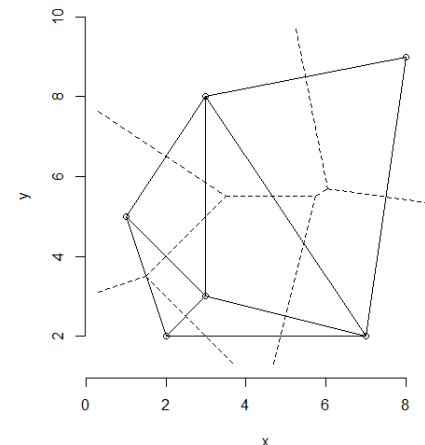
※ c(...) : ベクトルを作成

ボロノイ図 Voronoi diagram【点線】 と
ドロネー三角形分割 Delaunay triangulation【実線】
を描く

```
> tl <- tile.list(dd)
```

```
> plot(tl)
```

ボロノイ図 Voronoi diagram【実線】のみを描く



RでVoronoi図を簡単に描く 2

- 座標を用意

```
> x <- runif(20)
> y <- runif(20)
```

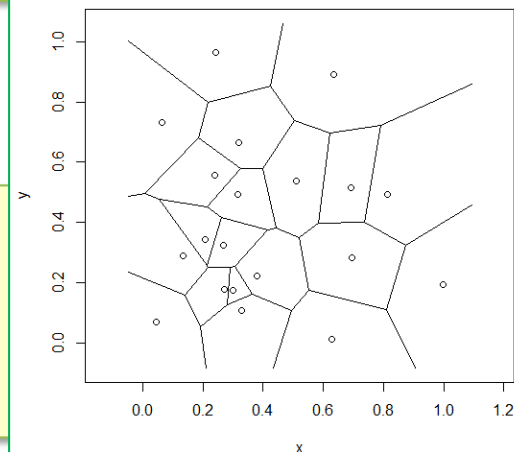
← [0,1)一様乱数を20個生成し,
(x,y)座標とする
※ **runif** : the **un**iform distribution
r = **ran**dom

- 座標の確認

```
> x
[1] 0.04693021 0.20785805 0.32963935 0.51061063 0.81478018 0.13452010
[7] 0.26855775 0.30166600 0.24344253 0.62985486 0.37873759 0.31884216
[13] 0.63481753 0.31565712 0.99787164 0.06323913 0.24069670 0.69282271
[19] 0.27066383 0.69622948
```

- ボロノイ図を描く

```
> dd <- deldir(x, y)
> tl <- tile.list(dd)
> plot(tl)
```



GIS, Voronoi diagram

RでVoronoi図を描く【**csv**編】

RでVoronoi図を描く【csv編0】

- データとしてcsv ファイル (*.csv) を準備
 - 「マイドキュメント(Y:)」に「R」フォルダをつくり保存

“kana.csv” ファイルの中身(Excelで開いた場合)

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

※name : 名前

※type : 種類 (ward = 区, city = 市, ...)

※lon : longitude (経度) の略

※lat : latitude (緯度) の略

ドキュメント
(Y:)

R

kana.csv

※ここに保存

“kana.csv” をテキストエディタ(TeraPadやメモ帳)で開くと...

```
name,type,lon,lat
鶴見区,ward,139.6825,35.5084
神奈川区,ward,139.6294,35.4769
西区,ward,139.617,35.4536
中区,ward,139.6422,35.4447
南区,ward,139.6088,35.4315
保土ヶ谷区,ward,139.596,35.46
磯子区,ward,139.6184,35.4024
金沢区,ward,139.6244,35.3373
港北区,ward,139.633,35.5191
```

※csvファイルとは？

- データがコンマ(,)で区切られたテキストファイルのこと
- csvファイルを開くとExcelが自動で起動し、コンマ(,)で区切られたデータが各セルに表示される
- TeraPad等のテキストエディタで開くと、左のように表示される

RでVoronoi図を描く【csv編1】

- csv ファイル (*.csv) を読み込み **Voronoi図を描く**

- ✓ csvファイルの読み込み

※csvファイルの1行目はheader(項目名)が記述されているのでT(True)を指定する

```
> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)
```

("... ")に指定したcsvファイルを読みという命令

※ファイルはフルパス("Y:/R/kana.csv")で指定

例では, YドライブのRフォルダ内にあるkana.csvという名前のファイルをフルパスで指定している

ファイルを読込んだ後, 変数dfに代入する

- ✓ 読み込んだファイルの中身確認

```
> df
```

← 変数dfの中身確認は変数名を書いてEnter

- ✓ Voronoi図を描く

※plot=T(True) とすると描く

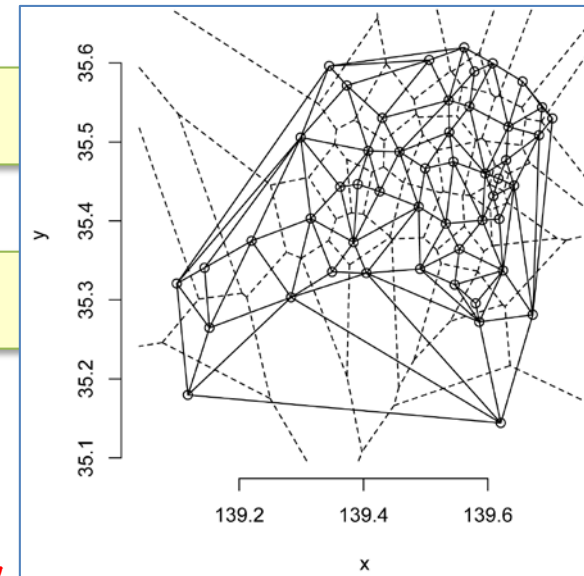
```
> dd <- deldir(df$lon, df$lat, plot=T)
```

指定した(x,y)座標でVoronoi図をつくり, 結果をddに代入

x座標として変数dfのlonを指定
y座標として変数dfのlatを指定

「変数名\$項目名」
と書くと列のデータを意味する
例) df\$lon ... 変数dfの項目lonのデータ

描画した **ボロノイ図【点線】**
と**ドロネー三角形分割【実線】**



RでVoronoi図を描く【csv編2】

- Voronoi図だけを描きたい場合

(ドロネー三角形分割は表示したくない場合)

```
> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)
```

```
> df
```

変数dfの中身を確認

```
> dd <- deldir(df$lon, df$lat)
```

```
> tl <- tile.list(dd)
```

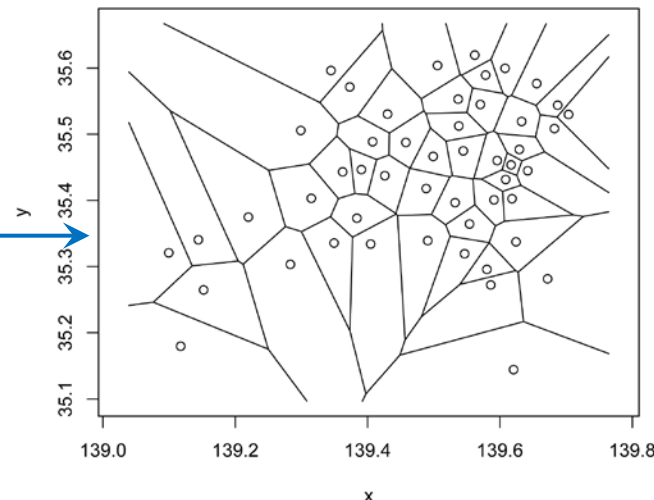
```
> plot(tl)
```

x座標として変数dfのlonを指定
y座標として変数dfのlatを指定

voronoi図だけを作り、変数tlに代入

変数tlをplot(描画)

※ボロノイ図【実線】
のみを描いた



変数 df の中身		df\$lon	df\$lat
name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

「変数名\$項目名」

と書くと列のデータを意味する

例) df\$lon ... 変数dfの項目lonのデータ

例) df\$type ... 変数dfの項目typeのデータ

例) df\$name ... 変数dfの項目nameのデータ

RでVoronoi図を描く【csv編3】

- 母点のtype毎にVoronoi領域を色分けしたいとき

```
> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)
```

```
> df
```

変数dfの中身を確認 → 変数dfの中身

```
> dd <- deldir(df$lon, df$lat, z=df$type)
```

```
> tl <- tile.list(dd)
```

```
> plot(tl)
```

x座標として変数dfのlonを指定
y座標として変数dfのlatを指定
zとして変数dfのtypeを指定

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

df\$type

df\$lon

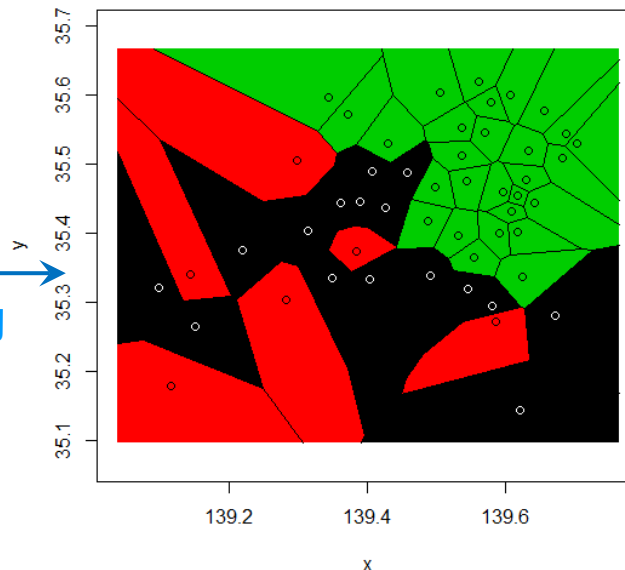
df\$lat

※ボロノイ図【実線】の
各母点のボロノイ領域を
type毎に色分けする
色は指定しなければ自動
例では、

ward (区) = 緑色

city (市) = 黒色

county (郡) = 赤色



注) county は主に米国の郡をさす
「高座郡寒川町」と言いたい時は
Samukawa Town, Koza District等

GIS, Voronoi diagram

RでVoronoi図を描く【[google地図](#)編】

RでVoronoi図を描く【地図編1】

- Voronoi図とGoogle地図を重ねて描く
- 準備

```
> install.packages("deldir")  
> install.packages("ggmap")
```

packageのインストール
(deldir と ggmap)
※インストール済みなら不要

```
> library(deldir)  
> library(ggmap)
```

パッケージの読み込み
(deldir と ggmap)
※読み込み済みなら不要

— Tips! (裏技・小ネタ)

```
> library()
```

※現在インストールされているパッケージのリストが表示される

```
> setwd("C:/Users/〇〇/Desktop/R")
```

[ctrl]+[p] ...1つ前の既出命令
[ctrl]+[n] ...1つ後の既出命令
をそれぞれ表示

※同じ命令を少し修正して書きたい
場合などに便利

※wd(working directory)設定 設定しておくで、ここにあるファイルはファイル名だけで指定できる
※例はWindowsのデスクトップにRフォルダを作っている場合(〇〇にはユーザー名が入る)

RでVoronoi図を描く【地図編2】

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

kana.csv

- ファイル(*.csv)の読み込み

```
> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)
```

- 経度・緯度の最小値・最大値を取得

```
> loc <- c(min(df$lon), min(df$lat), max(df$lon), max(df$lat))
```

- Google map の取得



google map から切り出す位値を取得
左下の(x,y)座標=(min(経度),min(緯度))
右上の(x,y)座標=(max(経度),max(緯度))

```
> GM <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=10, source="google"))
```

※location ... 切り出す地図の位置(左下(x,y)座標-右上(x,y)座標の4点で指定)

※zoom ... 地図の縮尺指定: 1市が対象なら12ぐらい, 1県が対象なら10ぐらいに設定

※source ... 取得する地図のソース(源, 元, 情報源, 出所)

- 地図描画確認

```
> GM
```

※欲しいサイズになっているかどうか確認

縮尺はzoomで調整するので, 値を小さくしたり大きくしたりして再度読み込み直す

RでVoronoi図を描く【地図編3】

● 母点の描画準備

```
> GP <- geom_point(data=df, aes(x=lon, y=lat, colour=factor(type)),  
size=3)
```

母点の大きさを3に設定

dataとしてdfを使う

x座標としてdfのlon

y座標としてdfのlatを使う

母点の色分けにdf
のtypeを利用する

● ボロノイ領域の描画準備

```
> dd <- deldir(df$lon, df$lat)  
> GS <- geom_segment(data=dd$dirsgs, aes(x=x1, y=y1, xend=x2,  
yend=y2), size=0.5, linetype=1)
```

dataとして変数ddのdirsgsを使う

(x,y)座標としてdd\$dirsgsの(x1,y1)を

(xend,yend)としてdd\$dirsgsの(x2,y2)を使う

※線の太さ

※線種

実線 = 1

各種点線 = 2,3,4,5,...

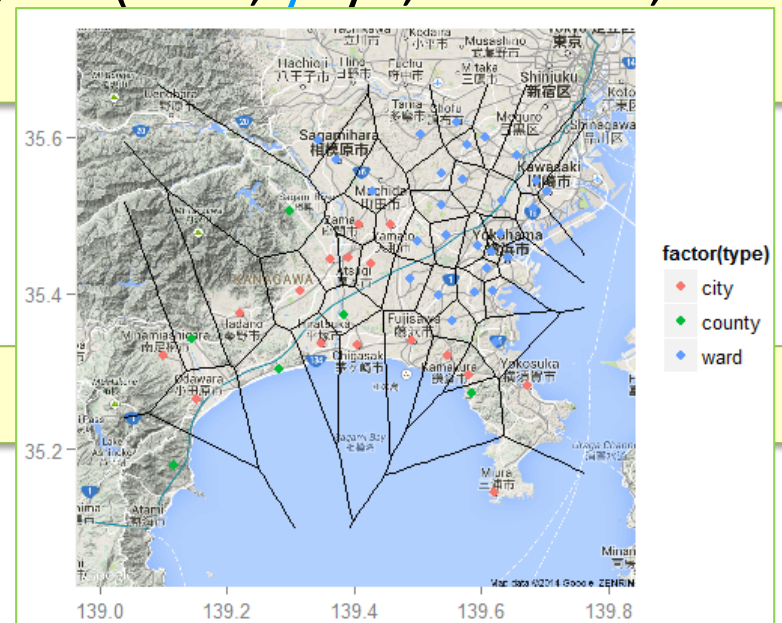
● 描画

```
> GM+GP+GS
```

※google map

※母点

※ボロノイ領域



RでVoronoi図を描く【地図編】

Tips! たくさんの命令を打つのは大変だし間違えちゃう！
一度にまとめて命令したい！

- ① まとめて実行したい命令を1つのファイルに書く(下参照). 制作には「TeraPad」や「メモ帳」「秀丸」などのテキストエディタを使う

```
df <- read.csv("kana.csv", header=T)
loc <- c(min(df$lon), min(df$lat), max(df$lon), max(df$lat))
GM <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=10, source="google"))
GP <- geom_point(data=df, aes(x=lon, y=lat, colour=factor(type)), size=3)
dd <- deldir(df$lon, df$lat)
GS <- geom_segment(data=dd$dirsgs, aes(x=x1, y=y1, xend=x2, yend=y2), size=0.5,
linetype=1)
```

- ② ファイルの種類を「全てのファイル」にし、「ファイル名.R」で保存. このとき、ファイル名は半角アルファベットが良い(例:ファイル名「vormap.R」とし「Y:/R/」フォルダに保存)
- ③ R(R Studio)で以下を実行

```
> source("Y:/R/vormap.R")
> GM+GP+GS
```

RでVoronoi図を描く【地

Tips! ggmapで読込む地図の種類を変える

① default (`mptype="terrain"`)

```
> GM <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=13, source="google"))
```

② roadmap (`mptype="roadmap"`)

```
> GMr <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="google", mptype="roadmap"))
```

③ hybrid (`mptype="hybrid"`)

```
> GMh <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="google", mptype="hybrid"))
```

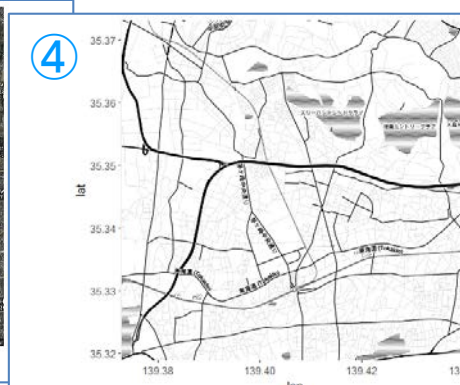
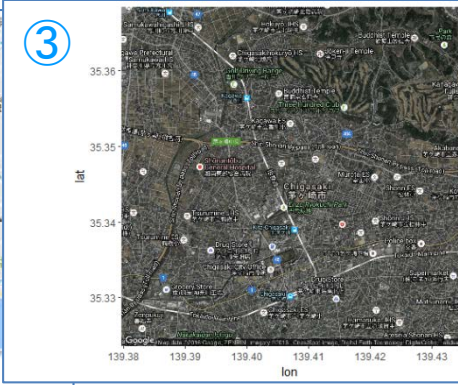
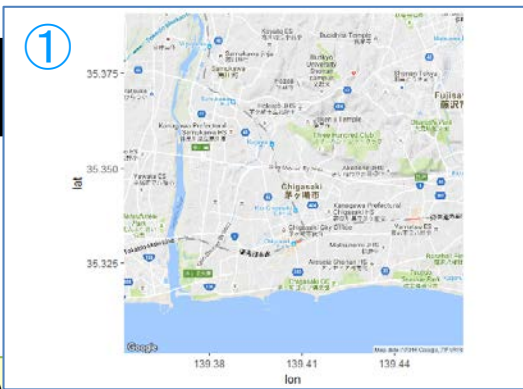
④ toner (`mptype="toner"`)

注) zoomの数値が大きいと、読込に相当時間がかかる。まずは11程度で試そう

```
> GMt <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="stamen", mptype="toner"))
```

⑤ toner-lite (`mptype="toner-lite"`)

```
> GMl <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="stamen", mptype="toner-lite"))
```



もっと詳しく・参考文献

• 参考文献

- 谷村晋「Rで学ぶデータサイエンス7地理空間データ分析」共立出版(2010)
- 山本他「Rで学ぶデータサイエンス12統計データの視覚化」共立出版(2013)
- U.リゲス「Rの基礎とプログラミング技法」シュプリンガー(2006)
- 岡田昌史編「The R Book」九天社(2004)
- 金明哲「Rによるデータサイエンス」森北出版(2007)
- 青木繁伸「Rによる統計解析」オーム社(2009)
- 荒木孝治「RとRコマンダーではじめる多変量解析」日科技連(2007)
- 長畑・大橋「Rで学ぶ経営工学の手法」共立出版(2008)
- R情報サイト(ex. RjpWiki = <http://www.okada.jp.org/RWiki/>)
- R for Windowsインストール(ex. <http://cran.md.tsukuba.ac.jp/bin/windows/>)

GIS, Voronoi diagram

RでVoronoi図を描く【地図番外編】

RでVoronoi図を描く【地図番外編1】

- ボロノイ領域を色分けするには...
- 準備

```
> install.packages("ggplot2", dependencies=TRUE)  
  
> library(ggplot2)  
> library(reshape2)  
> library(plyr)
```

packageのインストール
(ggplot2)

※地図編に追加して必要
※インストール済みなら不要

パッケージの読み込み
(ggplot2, reshape2, plyr)

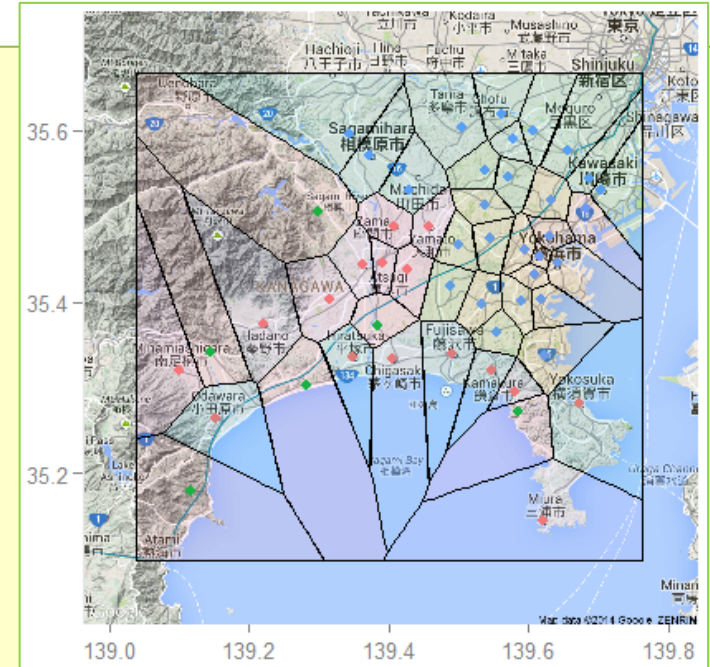
※地図編に追加して必要
※読み込み済みなら不要

RでVoronoi図を描く【地図番外編2】

※参考HP: Data Science by R and Python オープンデータを解析する
<http://tomoshige-n.hatenablog.com/entry/2014/08/15/002345>

• ボロノイ領域色分け

```
> tl <- tile.list(dd)
> uc <- unclass(tl)
> uc <- lapply(uc, function(l) {
+   data.frame(x=l$x, y=l$y)
+ })
> tldef <- melt(tl, id.vars=c("x"))
> tldef <- tldef[,c(4,1,3)]
> names(tldef) <- c('tile', 'lon', 'lat')
> GV <- geom_polygon(data=tldef, aes(x=x, y=y, fill=factor(tile)),
colour='black', alpha=0.1)
```



※ボロノイ領域の枠線の色

※ボロノイ領域の透過率 (alpha=0.0[透明] ~ 1.0[無透過])

• 描画

```
> GM+GP+GV
```

※GMとGPは地図編で作成した「google map」と「母点」