

2006年12月9日

地理空間分析のための
ベクタデータモデル共通基盤
- spパッケージのクラスとメソッド -

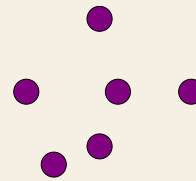
谷村 晋^{*1}

^{*1} 長崎大学熱帯医学研究所社会環境分野

1 ベクタモデル

地点、ネットワーク、領域などの構造を持つ地物
ための空間データモデル

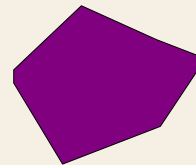
Points



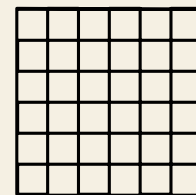
Line



Polygon



Grid



2 spパッケージ

- ★ たくさんの空間統計解析パッケージが存在するが、パッケージによって空間データ形式が異なるので不便だった（**共通基盤の提供が必要**）
- ★ **空間データのクラス（S4）とメソッドを提供し、空間統計解析パッケージにデータの互換性を持たせることを目的とする**
- ★ GISとの連携をはかる（GDAL, ORG, shapelibの利用）

3 sp に依存するパッケージ

DCluster	spdep
geoR	spgrass6
geoRglm	spgwr
GeoXp	splancs
gstat	svcR
maptools	trip
rgdal	(spgpc)

spGDAL, spmatools, sproj は sp や rgdal
に吸収されたようだ(未検証)

4 spのクラス

CRS-class

GridTopology-class

Lines-class

Polygons-class

SpatialGrid-class

SpatialLines-class

SpatialPixels-class

SpatialPoints-class

SpatialPolygons-class

DMS-class

Line-class

Polygon-class

Spatial-class

SpatialGridDataFrame-class

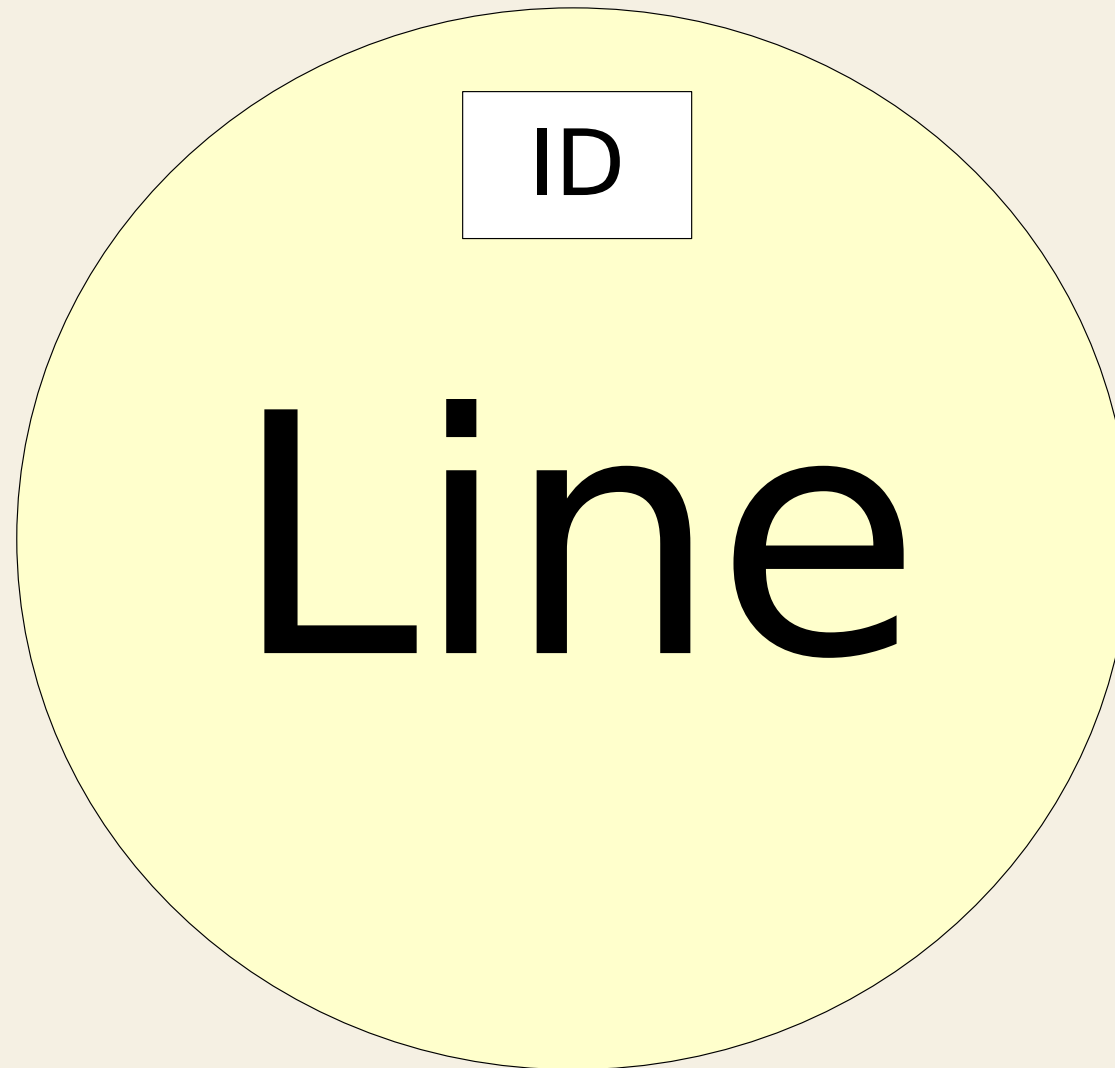
SpatialLinesDataFrame-class

SpatialPixelsDataFrame-class

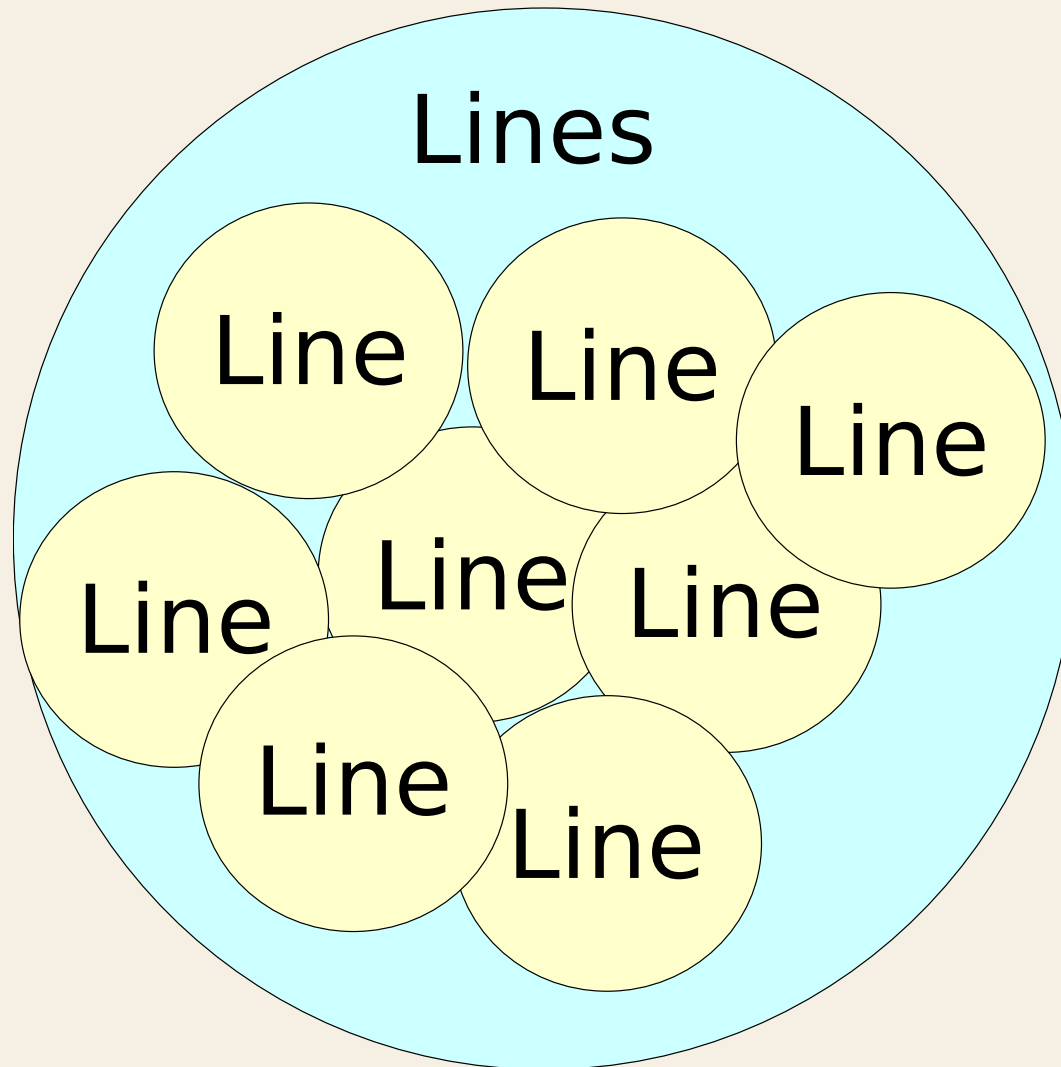
SpatialPointsDataFrame-class

SpatialPolygonsDataFrame-class

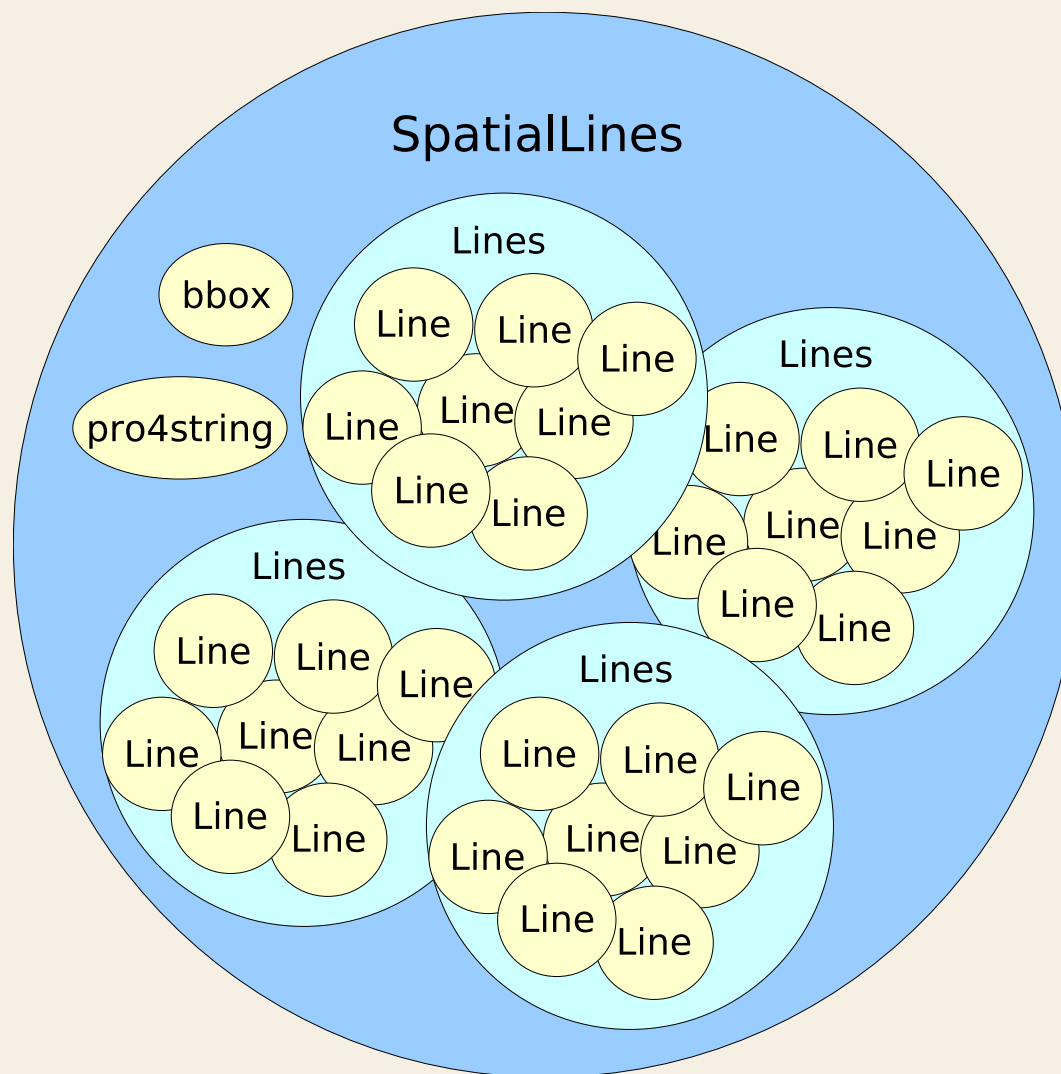
5 Line



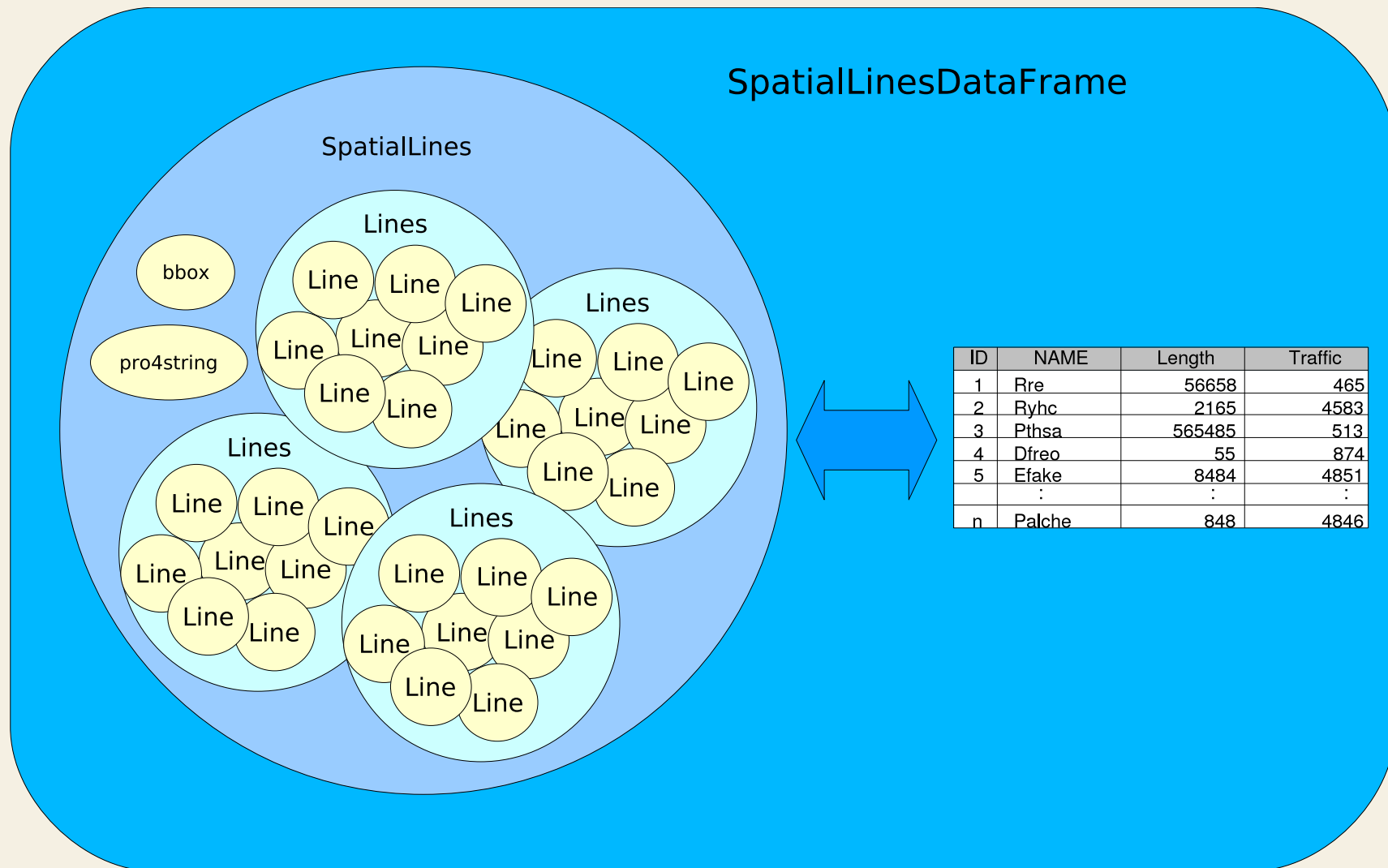
6 Lines



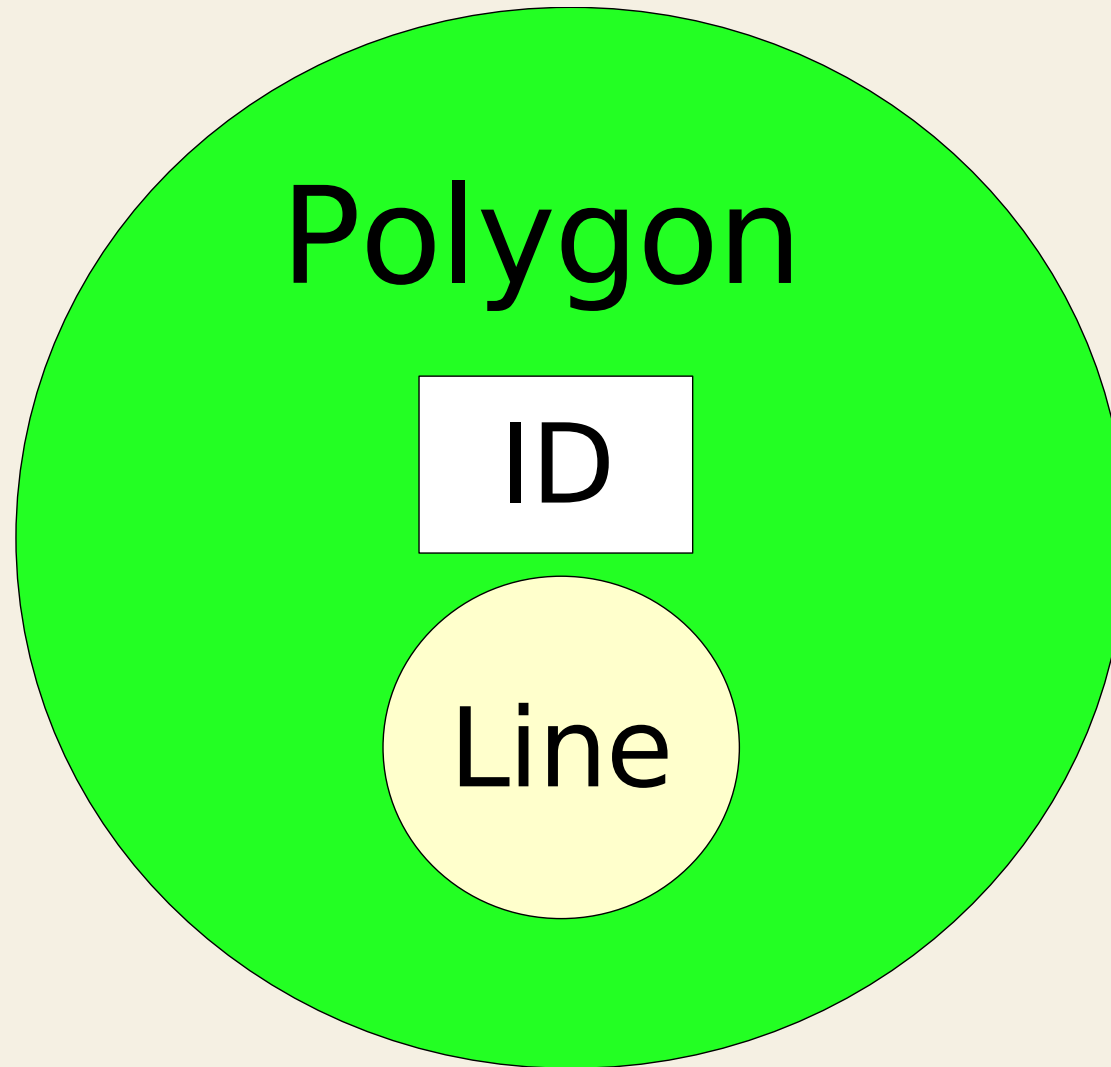
7 SpatialLines



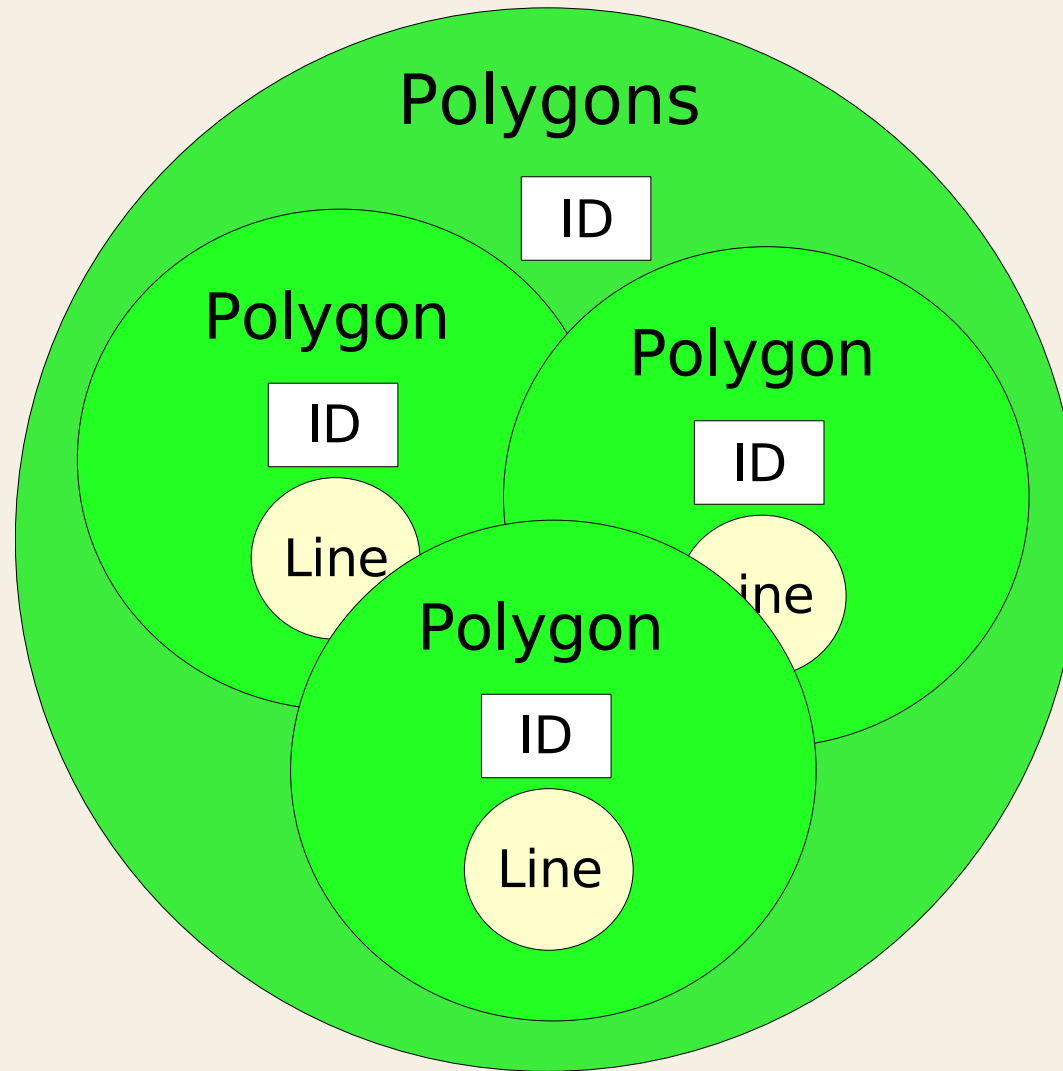
8 SpatialLinesDataFrame



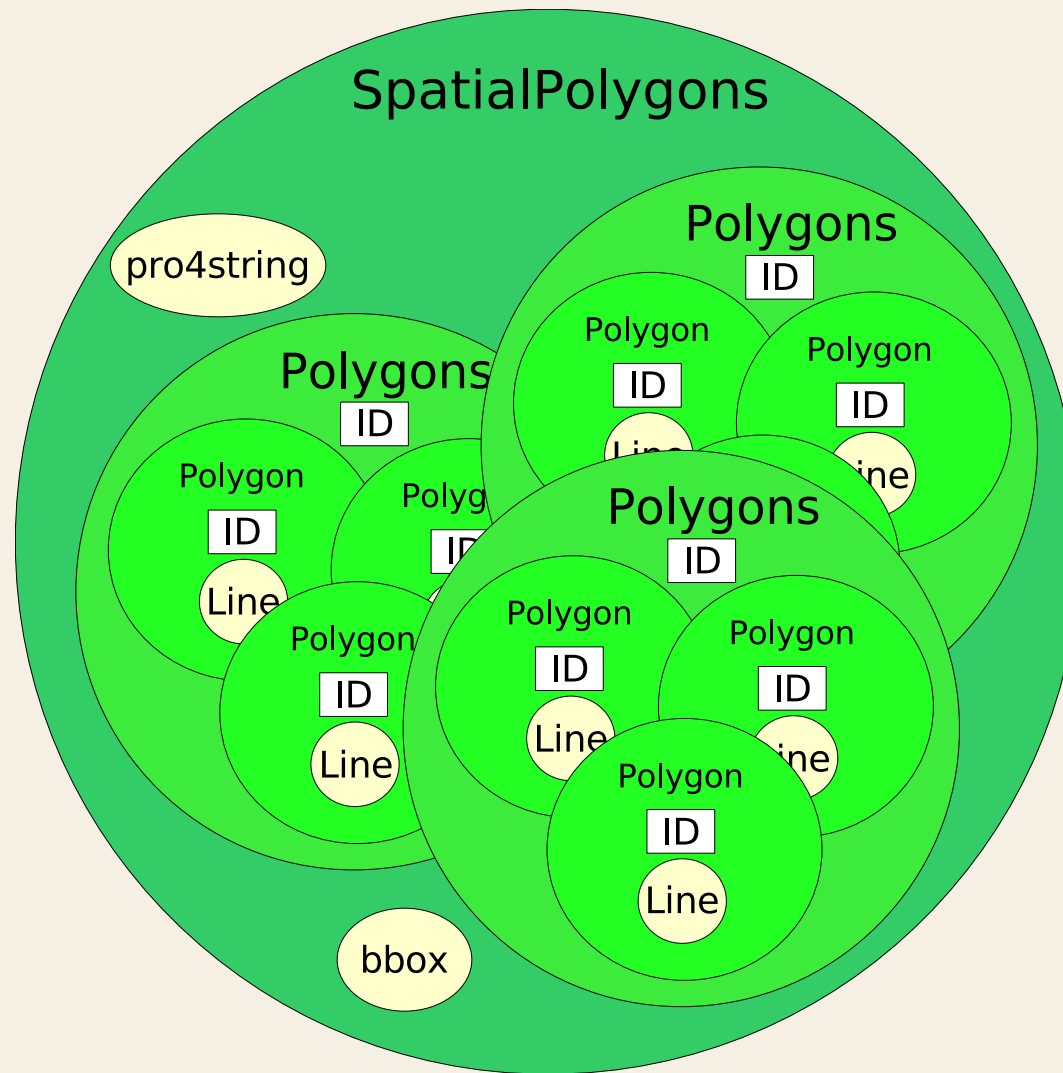
9 Polygon



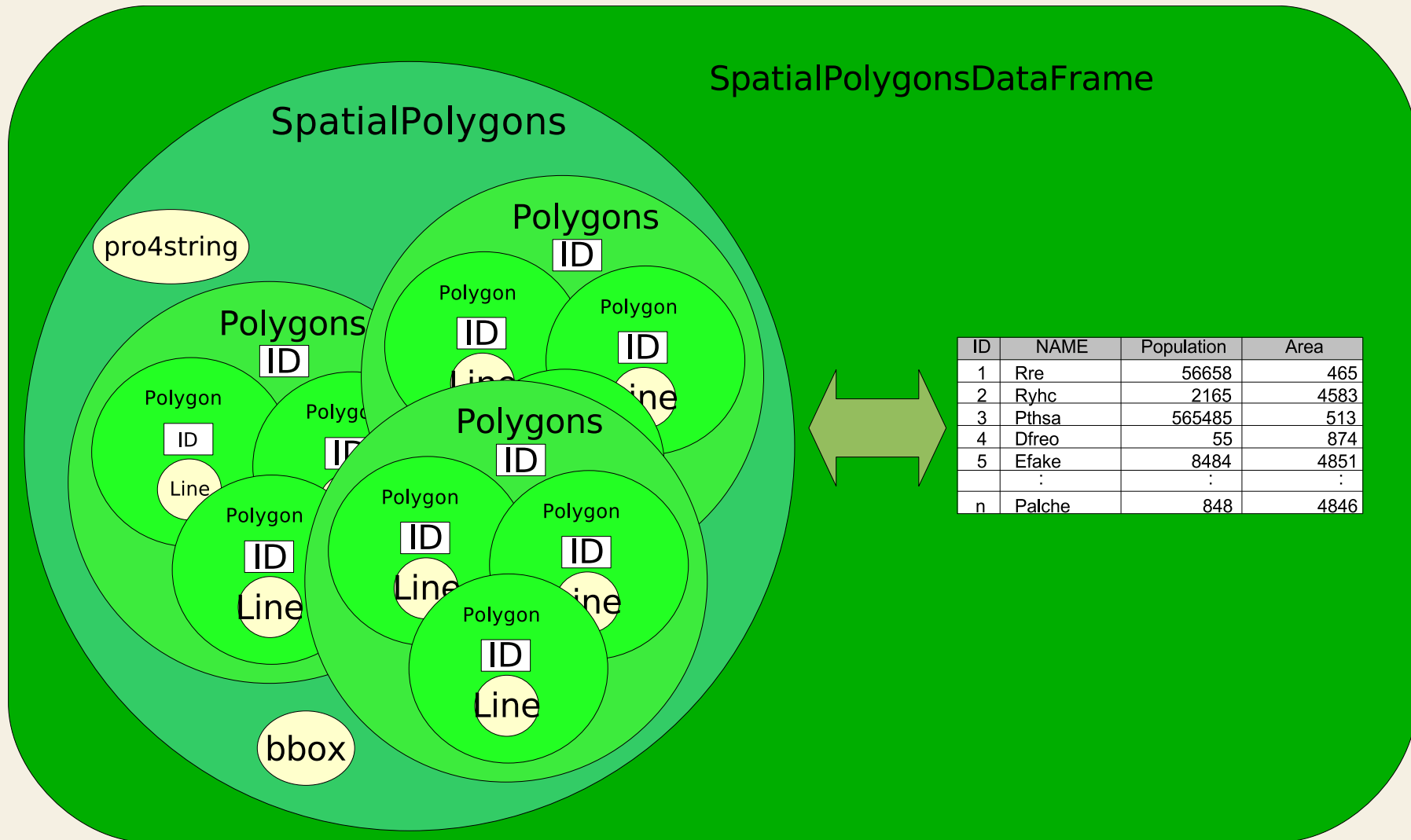
10 Polygons



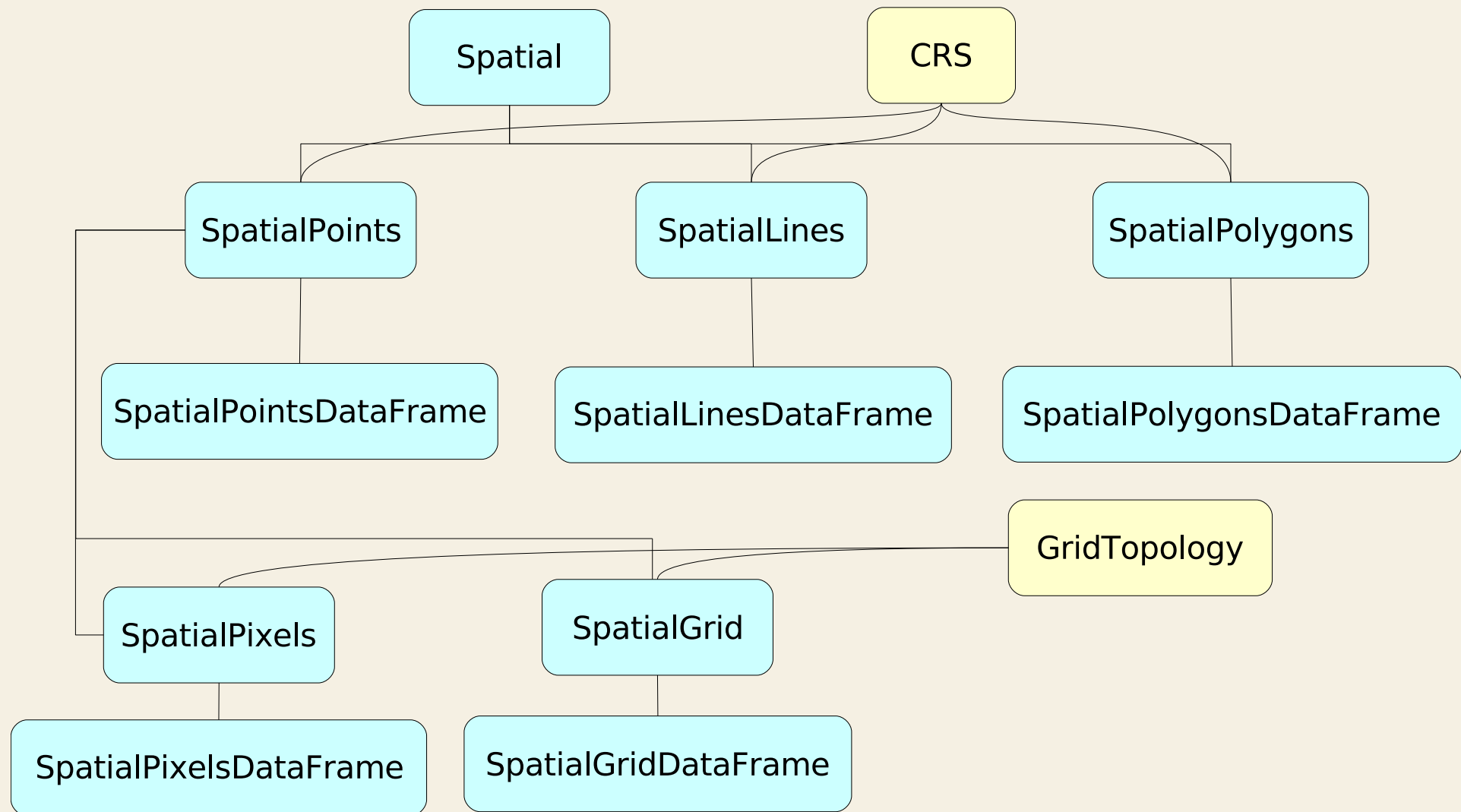
11 SpatialPolygons



12 SpatialPolygonsDataFrame



13 spの継承関係



14 主な共通 Methods

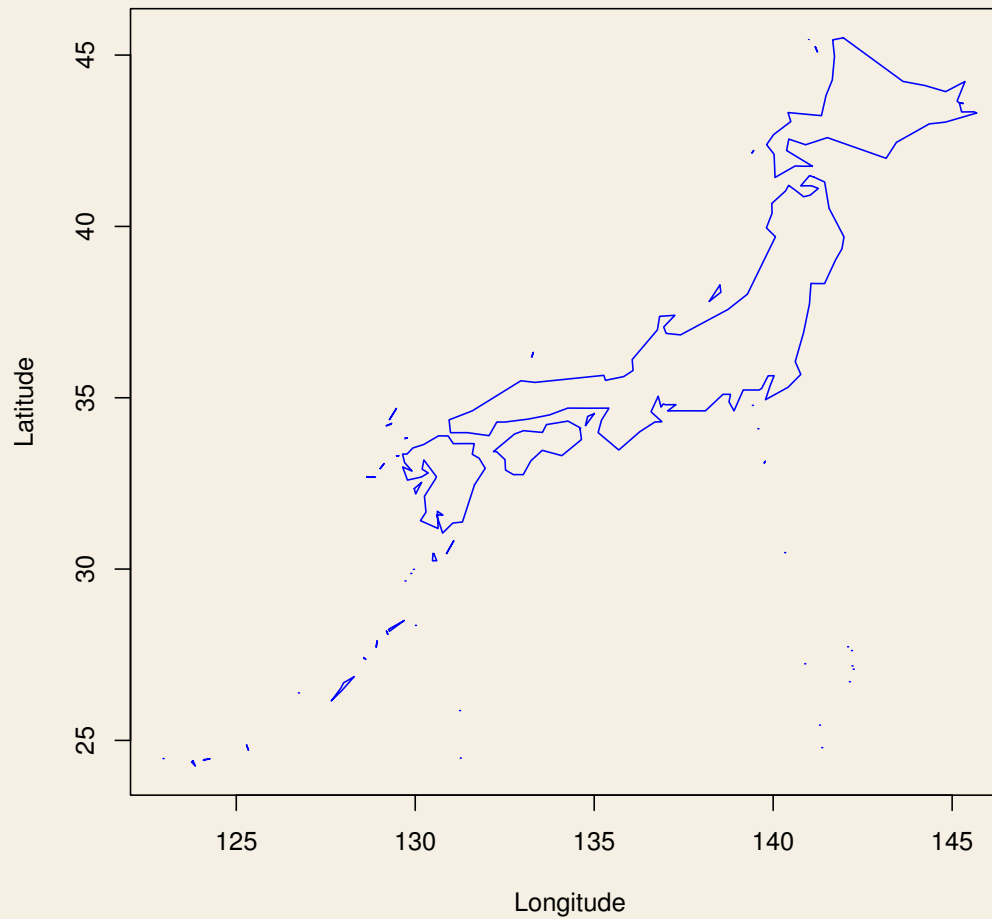
コマンド	機能
------	----

[データの操作（抽出など）
plot	オブジェクトの描画
show	データを表示
summary	データの要約を出力

15 デモ：日本の描画

```
1 library (maps)
  jp.poly <- map ("world", "japan", fill=TRUE,
3               col="transparent", plot=FALSE)
  plot (jp.poly, type="l", col="blue",
5       xlab="Longitude", ylab="Latitude")
```


15 デモ：日本の描画



15 デモ：日本の描画

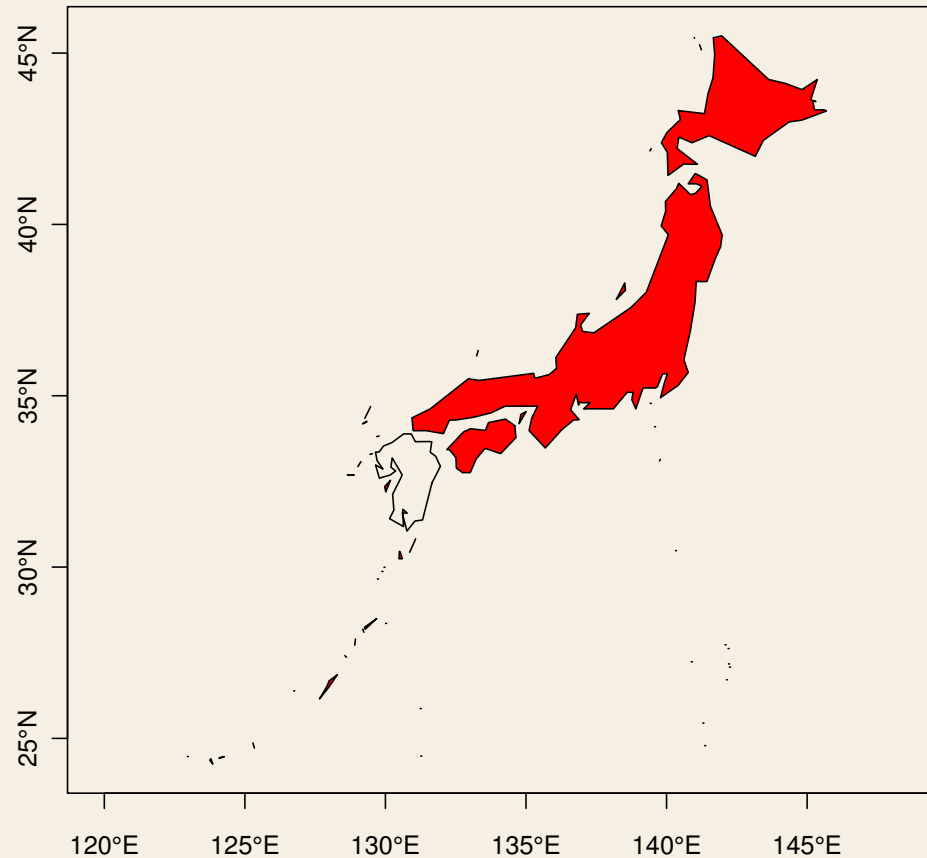
```
> class(jp.poly)
[1] "map"
> names(jp.poly)
[1] "x" "y" "range" "names"
5 > jp.poly$names
[1] "Japan:Haha_ Jima" "Japan:Sado"
[3] "Japan:Shikoku" "Japan:Kakeroma_ Jima"
[5] "Japan:Okino_ Daito" "Japan:Okushiri_ To"
[7] "Japan:Amakusa_ Shoto" "Japan:Honshu"
10 [9] "Japan:Kyushu" "Japan:Yome_ Jima"
[11] "Japan:Muko_ Jima" "Japan:Kume_ Shima"
```

以下略

15 デモ：日本の描画

```
1 library(sp)
  library(maptools)
3 IDs <- sapply(strsplit(jp.poly$names, ":"),
  function(x) x[1])
  jp.poly.sp <- map2SpatialPolygons(jp.poly,
5   IDs=IDs, proj4string=CRS("+proj=longlat_+datum=
  WGS84"))
  plot(jp.poly.sp,col="red",axes=TRUE)
```

15 デモ：日本の描画



15 デモ：日本の描画

```
> class(jp.poly.sp)
[1] "SpatialPolygons"
attr(,"package")
4 [1] "sp"
> getSpPnParts(jp.poly.sp)
[1] 47
> getSpPPolygonsIDSlots(jp.poly.sp)
[1] "Japan"
9 > summary(jp.poly.sp)
Object of class SpatialPolygons
Coordinates:
      min max
r1 122.95474 145.68861
14 r2 24.25193 45.50443
```

```
Is projected: FALSE
proj4string : [+proj=longlat
+datum=wgs84]
> show(jp.poly.sp)
19 An object of class "SpatialPolygons"
Slot "polygons":
[[1]]
An object of class "Polygons"
Slot "Polygons":
24 [[1]]
An object of class "Polygon"
Slot "labpt":
[1] NaN NaN
29 Slot "area":
[1] 0
```

```
Slot "hole":  
[1] FALSE  
34  
Slot "ringDir":  
[1] 1  
39  
Slot "coords":  
      [,1] [,2]  
[1,] 142.1292 26.71192  
[2,] 142.1292 26.71192
```

以下繰り返しのため省略

15 デモ：日本の描画

```
> jp.poly.sp@polygons[[1]]@Polygons[[9]]
An object of class "Polygon"
Slot "labpt":
4 [1] 130.8475 32.6402

Slot "area":
[1] 3.652072

9 Slot "hole":
[1] TRUE

Slot "ringDir":
[1] -1
14
```



```
Slot "coords":
      [,1] [,2]
19 [1,] 131.6556 32.45749
   [2,] 131.9559 32.94112
   [3,] 131.8814 33.06557
   [4,] 131.7864 33.23442
   [5,] 131.5930 33.34947
   [6,] 131.6475 33.65972
   [7,] 131.5078 33.66248
24 [8,] 131.0631 33.65944
   [9,] 130.9192 33.88501
   [10,] 130.6492 33.88725
   [11,] 130.2353 33.63474
   [12,] 129.9325 33.53253
29 [13,] 129.7708 33.35640
   [14,] 129.6464 33.35525
   [15,] 129.7025 33.10751
```

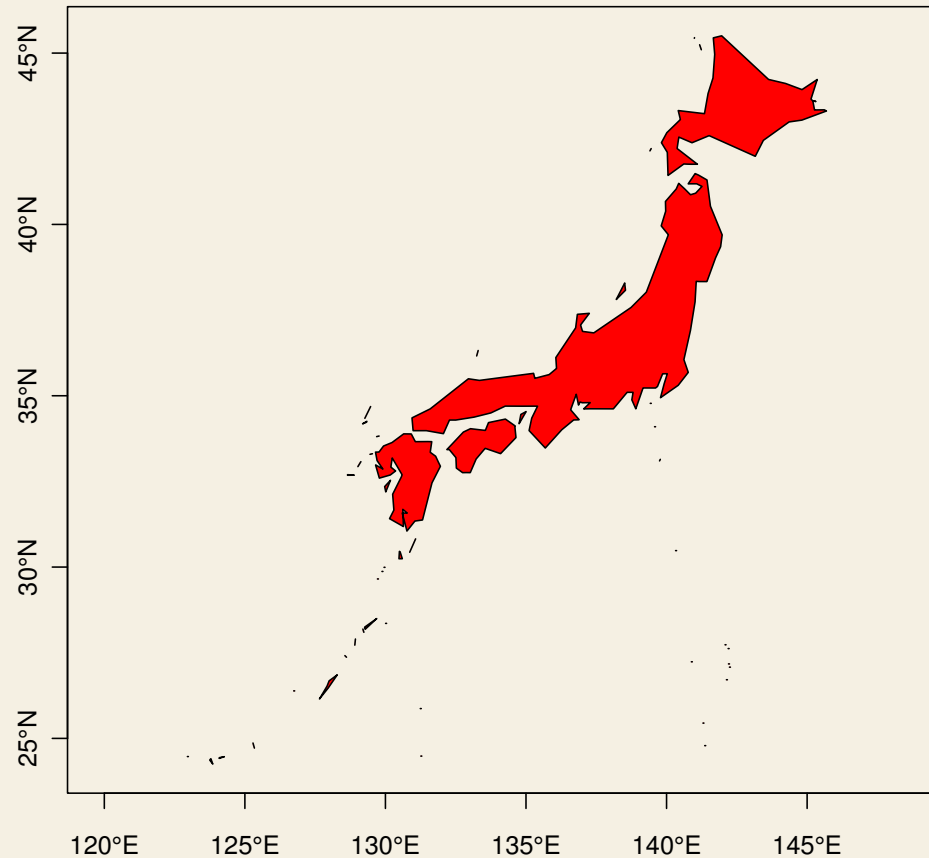
```
[16,] 129.9094 32.86114
[17,] 129.6486 32.98054
34 [18,] 129.7831 32.59586
[19,] 130.1733 32.68747
[20,] 130.3619 32.80499
[21,] 130.1925 32.91751
[22,] 130.2417 33.18360
39 [23,] 130.5925 32.69389
[24,] 130.5664 32.63304
[25,] 130.2572 32.12529
[26,] 130.3003 31.66251
[27,] 130.1461 31.41253
44 [28,] 130.6395 31.18305
[29,] 130.6175 31.68583
[30,] 130.7750 31.57611
[31,] 130.5972 31.57639
[32,] 130.7425 31.12387
```

```
49 [33,] 130.7636 31.05002  
[34,] 131.0503 31.34360  
[35,] 131.3192 31.37362  
[36,] 131.6556 32.45749
```

15 デモ：日本の描画

```
> jp.poly.sp@polygons[[1]]@Polygons[[9]]@hole
[1] TRUE
3 > jp.poly.sp@polygons[[1]]@Polygons[[9]]@hole <-
  FALSE
> jp.poly.sp@polygons[[1]]@Polygons[[9]]@hole
[1] FALSE
> plot(jp.poly.sp, col="red", axes=TRUE)
```

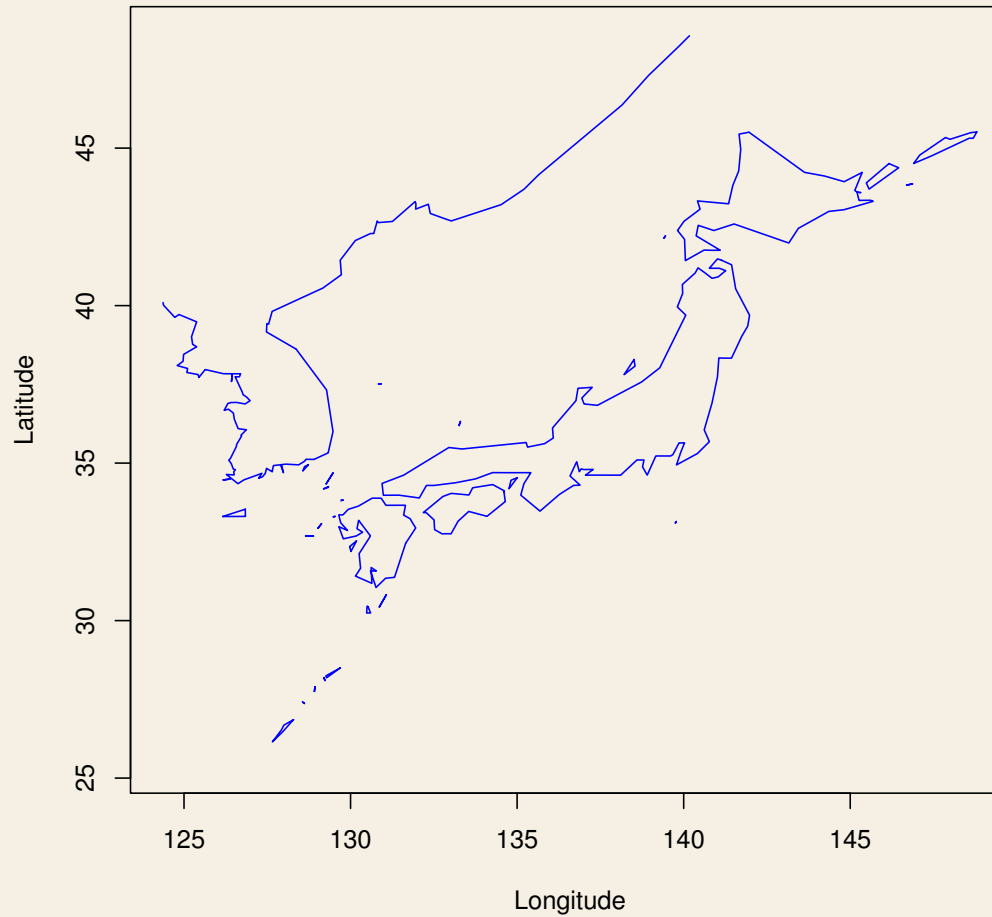
15 デモ：日本の描画



15 デモ：日本の描画

```
jp.line <- map("world",interior=FALSE,  
2         col="transparent",  
         plot=FALSE,  
4         xlim=c(125,150),ylim=c(25,45))  
plot(jp.line,type="l",col="blue",  
6     xlab="Longitude",ylab="Latitude")
```

15 デモ：日本の描画



15 デモ：日本の描画

```
> class(jp.line)
[1] "map"
> names(jp.line)
4 [1] "x" "y" "range" "names"
> jp.line$names
[1] "USSR" "China"
[3] "North_Korea" "South_Korea"
[5] "Japan:Haha_Jima" "USSR:?"
9 [7] "Japan:Sado" "Japan:Shikoku"
```

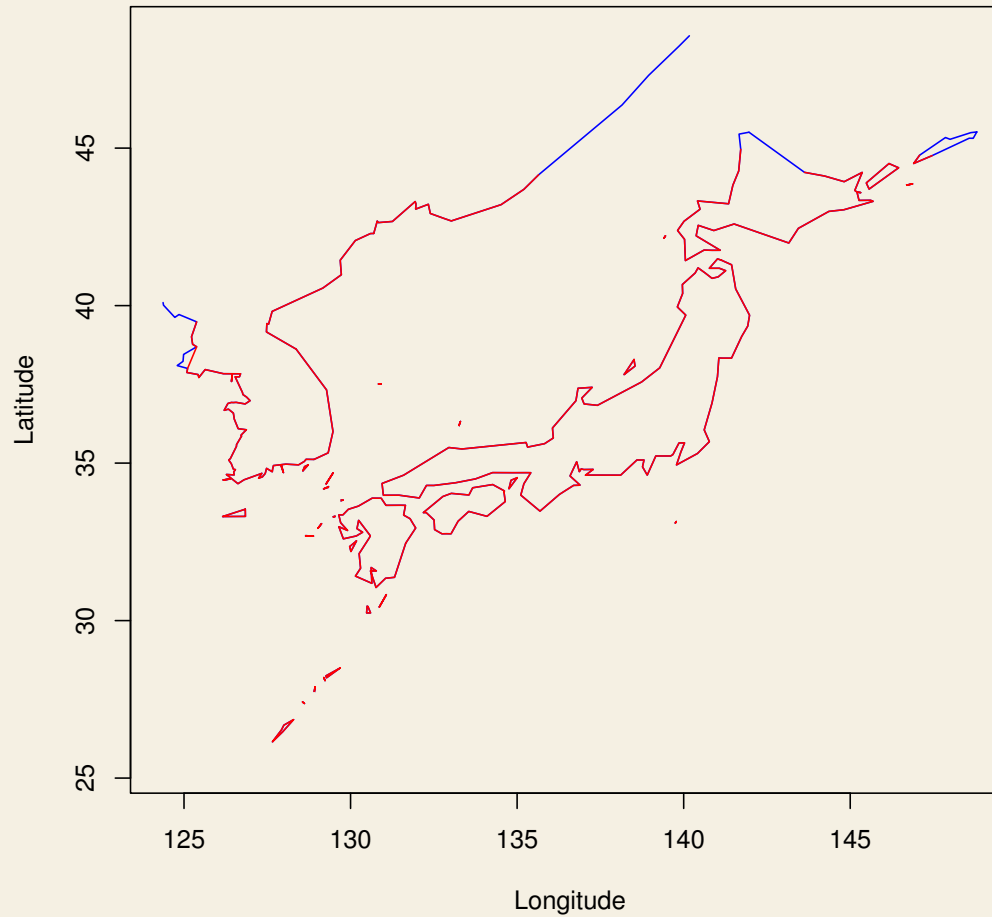
以下略

15 デモ：日本の描画

```
1 jp.line <- pruneMap(jp.line,xlim=c(125,150),
                      ylim=c(25,45))
3 lines(jp.line, col="red")
```

枠で切り取ったときに閉じていないポリゴンを
pruneMapで閉じる

15 デモ：日本の描画

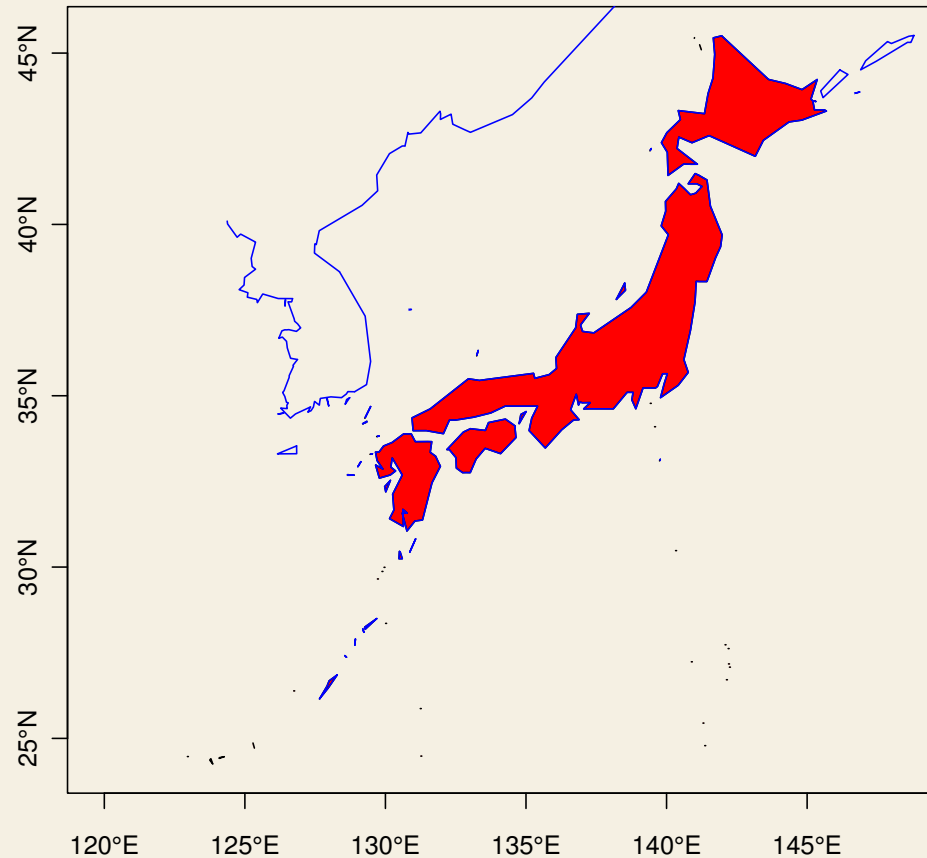


15 デモ：日本の描画

```
> jp.line.sp <- map2SpatialLines(jp.line,  
2 + proj4string=CRS("+proj=longlat +datum=wgs84"))  
> class(jp.line.sp)  
[1] "SpatialLines"  
attr(,"package")  
[1] "sp"  
7 > summary(jp.line.sp)  
Object of class SpatialLines  
Coordinates:  
      min max  
r1 125.08614 147.45831  
12 r2 25.44609 44.96166  
Is projected: FALSE  
proj4string : [+proj=longlat +datum=wgs84]
```

```
> plot(jp.poly.sp, col="red", axes=TRUE)
> plot(jp.line.sp, col="blue", add=TRUE)
```

15 デモ：日本の描画



16 楕円体と測地系

Datum	Ellipsoid
NAD27	Clarke 1866
NAD83	GRS80
Tokyo	Bessel
WGS84	WGS84
日本測地系 2000	GRS80

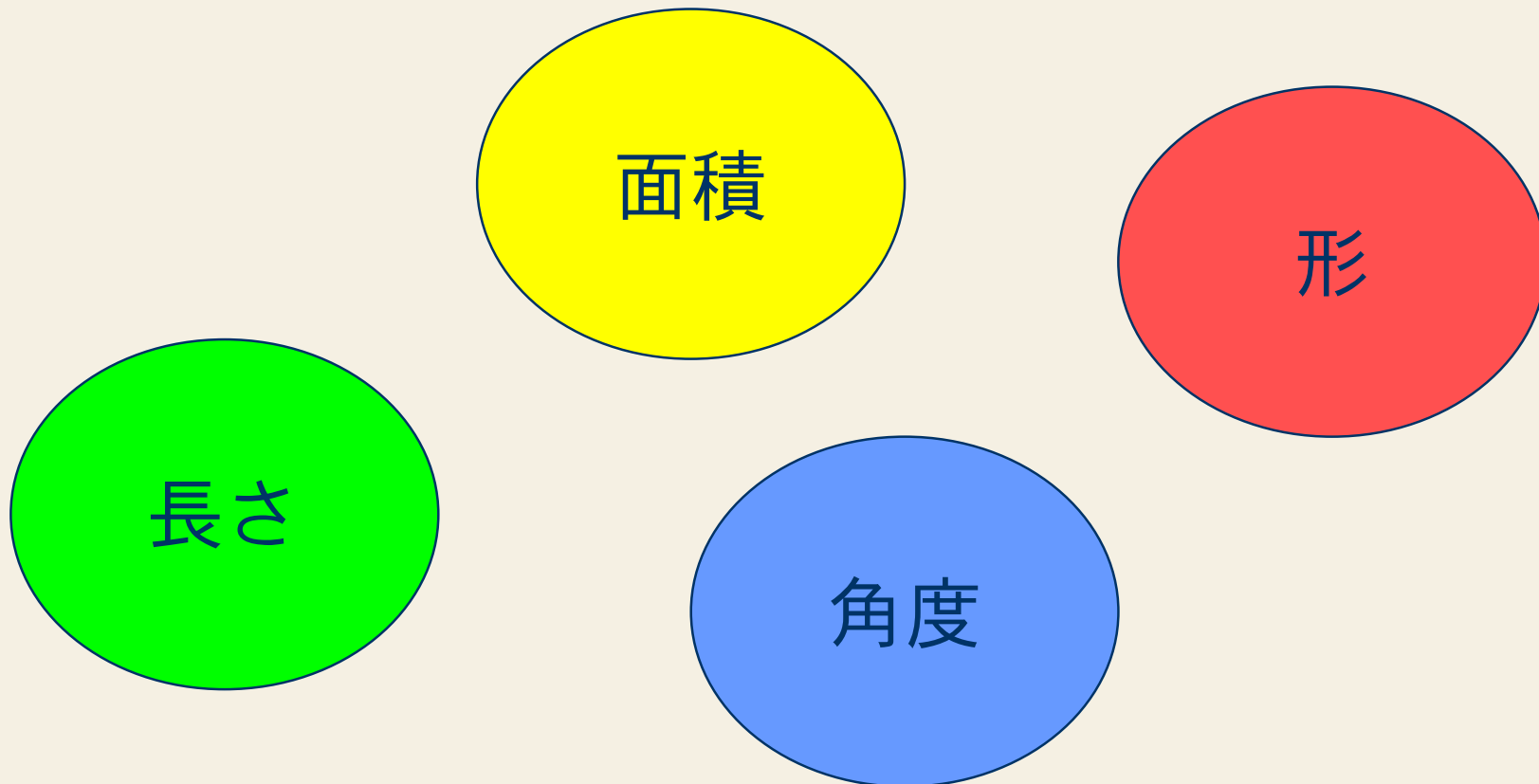
測地系が異なると、同じ経緯度でも違った位置を示す。
例えば、長崎付近ではTokyoとWGS84では420mほどずれる。

17 地図投影法

- ★ 地球表面を平面の地図として表現するには投影する必要がある
- ★ 地図投影法には、投影点(視点)と投影面の置き方に種類がある

18 どれを正確にするか

地図投影法によって下のどの情報が正確に保存されるのかが違う



19 地図投影法の種類

- ★ 形を縮尺に応じて正確に 正角図法
- ★ 面積比を正確に 正積図法
- ★ 長さを縮尺に応じて正確に 正距図法
- ★ 方位を正確に 方位図法

20 座標系 (coordinate system)

★ 座標系とは

- ➔ 空間内の点の位置を数値の組で表すために定められるパラメータのセット
- ➔ 座標系は **CRS クラス** で定義されている

★ 座標系の変換

- ➔ 投影法・座標系を相互に変換することを **幾何変換** という
- ➔ **coordinates-methods**
- ➔ **coordnames-methods**

21 CRS クラス

PROJ4のインターフェイスクラス 定義済みのもの

```
> CRSargs(CRS("+proj=longlat_+datum=WGS84"))  
[1] "_+proj=longlat_+datum=WGS84_+ellps=WGS84_+  
towgs84=0,0,0"
```

未定義：平面直角座標系（I系：長崎県）

```
CRS("+proj=tmerc_+ellps=GRS80  
+units=m_+lat_0=33_+lon_0=129.5_+k=0.9999_+x_0=0_+y  
_0=0")
```

datum	ellipse	definition/comments
WGS84	WGS84	towgs84=0,0,0
GGRS87	GRS80	towgs84=-199.87,74.79,246.62 Greek Geodetic Reference System 1987
NAD83	GRS80	towgs84=0,0,0 North American Datum 1983
NAD27	clrk66	nadgrids=conus,alaska,ntv2_0.gsb,ntv1_can.dat North American Datum 1927
potsdam	bessel	towgs84=606.0,23.0,413.0 Potsdam Rauenberg 1950 DHDN
carthage	clark80	towgs84=-263.0,6.0,431.0 Carthage 1934 Tunisia
hermannskogel	bessel	towgs84=653.0,-212.0,449.0 Her- mannskogel
ire65	mod_airy	towgs84=482.530,- 130.596,564.557,-1.042,-0.214,- 0.631,8.15 Ireland 1965
nzgd49	intl	towgs84=59.47,-5.04,187.44,0.47,- 0.1,1.024,-4.5993 New Zealand Geodetic Datum 1949

略表記	座標系	略表記	座標系
aea	Albers Equal Area	aeqd	Azimuthal Equidistant
airy	Airy	aitoff	Aitoff
alsk	Mod. Stererographics of Alaska	apian	Apian Globular I
august	August Epicycloidal	bacon	Bacon Globular
bipc	Bipolar conic of west- ern hemisphere	boggs	Boggs Eumorphic
bonne	Bonne (Werner lat_1=90)	cass	Cassini
cc	Central Cylindrical	cea	Equal Area Cylindrical
chamb	Chamberlin Trimetric	collg	Collignon
crast	Craster Parabolic (Put- nins P4)	denoy	Denoyer Semi-Elliptical
eck1	Eckert I	eck2	Eckert II
eck3	Eckert III	eck4	Eckert IV
eck5	Eckert V	eck6	Eckert VI
eqc	Equidistant Cylindrical (Plate Caree)	eqdc	Equidistant Conic
euler	Euler	fahey	Fahey
fouc	Foucaut	fouc_s	Foucaut Sinusoidal

略表記	座標系	略表記	座標系
gall	Gall (Gall Stereographic)	geos	Geostationary Satellite View
gins8	Ginsburg VIII (TsNI-IGAiK)	gn_sinu	General Sinusoidal Series
gnom	Gnomonic	goode	Goode Homolosine
gs48	Mod. Stererographics of 48 U.S.	gs50	Mod. Stererographics of 50 U.S.
hammer	Hammer & Eckert-Greifendorff	hatano	Hatano Asymmetrical Equal Area
imw_p	International Map of the World Polyconic	kav5	Kavraisky V
kav7	Kavraisky VII	krovak	Krovak
labrd	Laborde	laea	Lambert Azimuthal Equal Area
lagrng	Lagrange	larr	Larrivee
lask	Laskowski	lcc	Lambert Conformal Conic
lcca	Lambert Conformal Conic Alternative	leac	Lambert Equal Area Conic
lee_os	Lee Oblated Stereographic	loxim	Loximuthal

略表記	座標系	略表記	座標系
lsat	Space oblique for LANDSAT	mbt_s	McBryde-Thomas Flat-Polar Sine (No. 1)
mbt_fps	McBryde-Thomas Flat-Pole Sine (No. 2)	mbtfpp	McBride-Thomas Flat-Polar Parabolic
mbtfpq	McBryde-Thomas Flat-Polar Quartic	mbtfps	McBryde-Thomas Flat-Polar Sinusoidal
merc	Mercator	mil_os	Miller Oblated Stereographic
mill	Miller Cylindrical	mpoly	Modified Polyconic
moll	Mollweide	murd1	Murdoch I
murd2	Murdoch II	murd3	Murdoch III
nell	Nell	nell_h	Nell-Hammer
nicol	Nicolosi Globular	nsper	Near-sided perspective
nzmg	New Zealand Map Grid	ob_tran	General Oblique Transformation
oce	Oblique Cylindrical Equal Area	oea	Oblated Equal Area
omerc	Oblique Mercator	ortel	Ortelius Oval
ortho	Orthographic	pconic	Perspective Conic

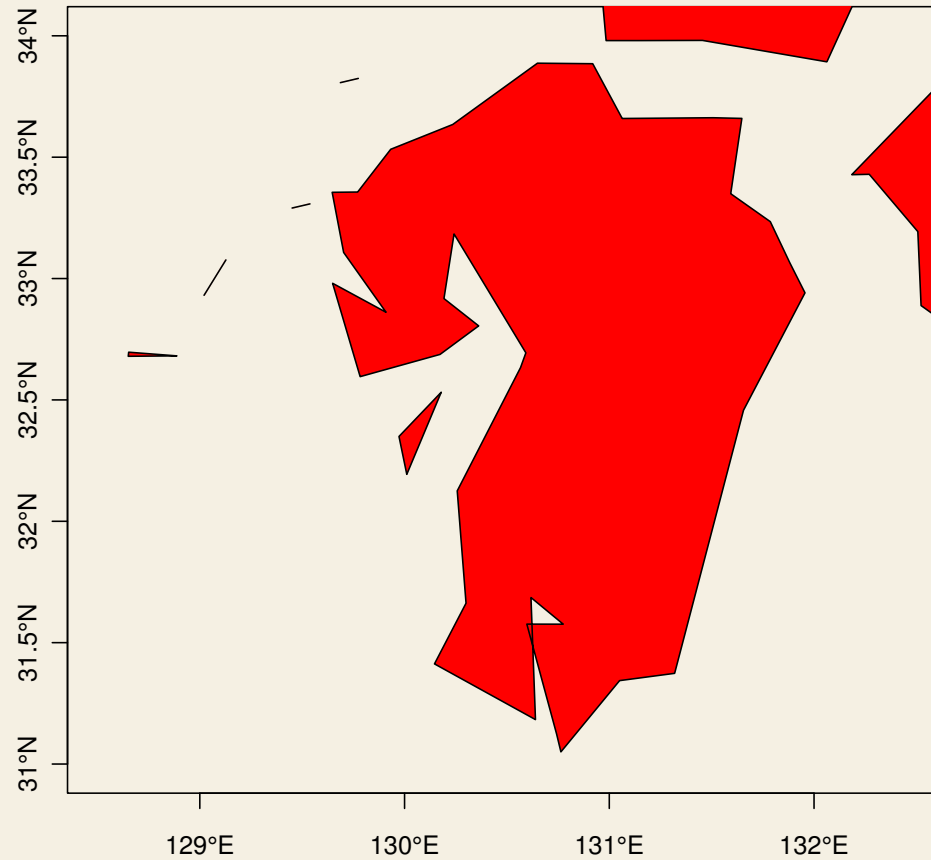
略表記	座標系	略表記	座標系
poly	Polyconic (American)	putp1	Putnins P1
putp2	Putnins P2	putp3	Putnins P3
putp3p	Putnins P3'	putp4p	Putnins P4'
putp5	Putnins P5	putp5p	Putnins P5'
putp6	Putnins P6	putp6p	Putnins P6'
qua_aut	Quartic Authalic	robin	Robinson
rpoly	Rectangular Polyconic	sinu	Sinusoidal (Sanson-Flamsteed)
somerc	Swiss. Obl. Mercator	stere	Stereographic
sterea	Oblique Stereographic Alternative	tcc	Transverse Central Cylindrical
tcea	Transverse Cylindrical Equal Area	tissot	Tissot
tmerc	Transverse Mercator	tpeqd	Two Point Equidistant
tpers	Tilted perspective	ups	Universal Polar Stereographic
urm5	Urmaev V	urmfps	Urmaev Flat-Polar Sinusoidal
utm	Universal Transverse Mercator (UTM)	vandg	van der Grinten (I)

略表記	座標系	略表記	座標系
vandg2	van der Grinten II	vandg3	van der Grinten III
vandg4	van der Grinten IV	vitk1	Vitkovsky I
wag1	Wagner I (Kavraisky VI)	wag2	Wagner II
wag3	Wagner III	wag4	Wagner IV
wag5	Wagner V	wag6	Wagner VI
wag7	Wagner VII	weren	Werenskiold I
wink1	Winkel I	wink2	Winkel II
wintri	Winkel Tripel		

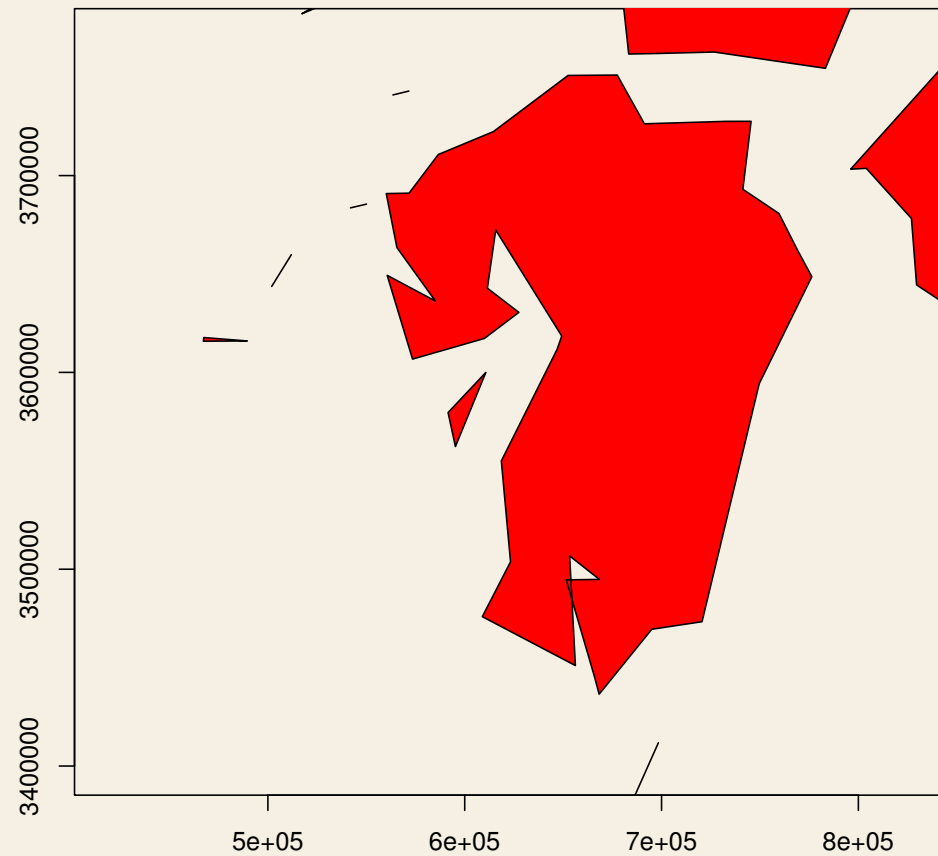
22 幾何変換

```
library(rgdal)
jp.poly.utm <- spTransform(jp.poly.sp, CRS("+proj=
      utm_+zone=52_+ellps=WGS84"))
3 plot(jp.poly.sp, col="red", axes=TRUE,xlim=c
      (129,132),ylim=c(31,34))
jp.poly.utm@polygons[[1]]@Polygons[[9]]@hole <-
      FALSE
plot(jp.poly.utm, col="red", axes=TRUE,xlim=c
      (550000,700000),ylim=c(3400000,3770000))
```

23 地理座標系



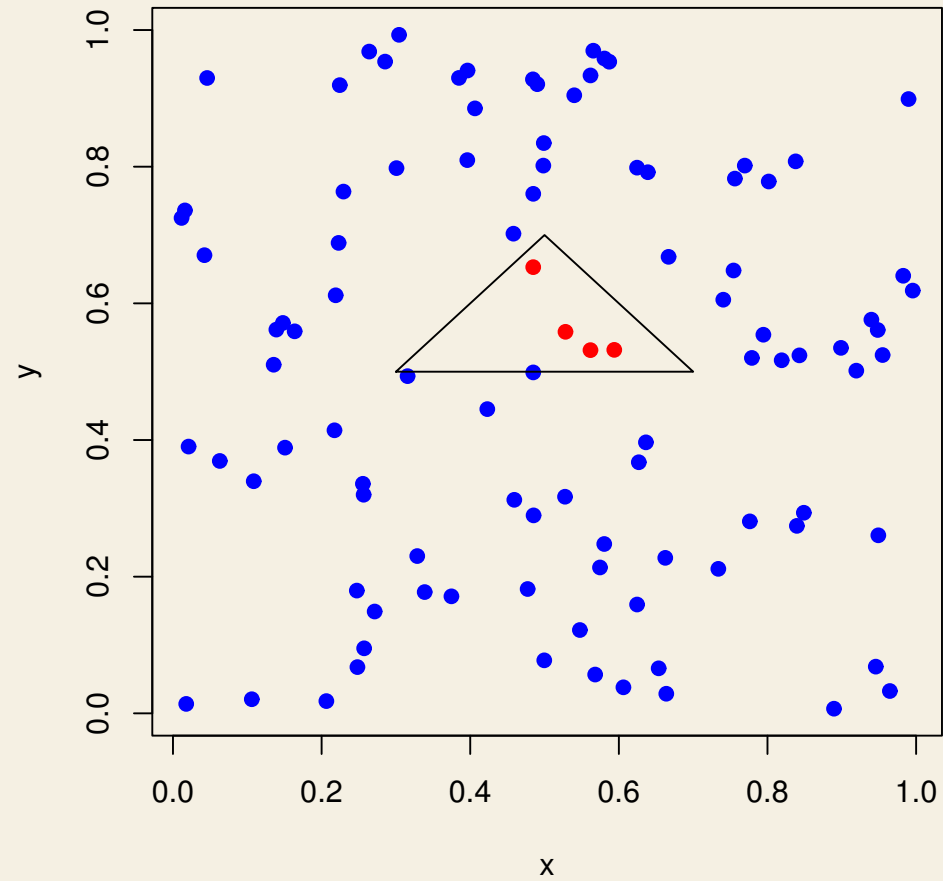
24 UTM 第52帯



25 point.in.polygon

```
1 x <- runif(100); y <- runif(100)
  p.x <- c(0.3,0.7,0.5); p.y <- c(0.5,0.5,0.7)
3 z <- point.in.polygon(x,y,p.x,p.y)
  cols <- c("blue","red")
5 plot(x,y,col=cols[z+1],pch=16)
  polygon(p.x,p.y)
```

25 point.in.polygon



26 Overlay

point-in-polygon を利用して Overlay を実装（ポリゴン同士やラインの Overlay はできない）

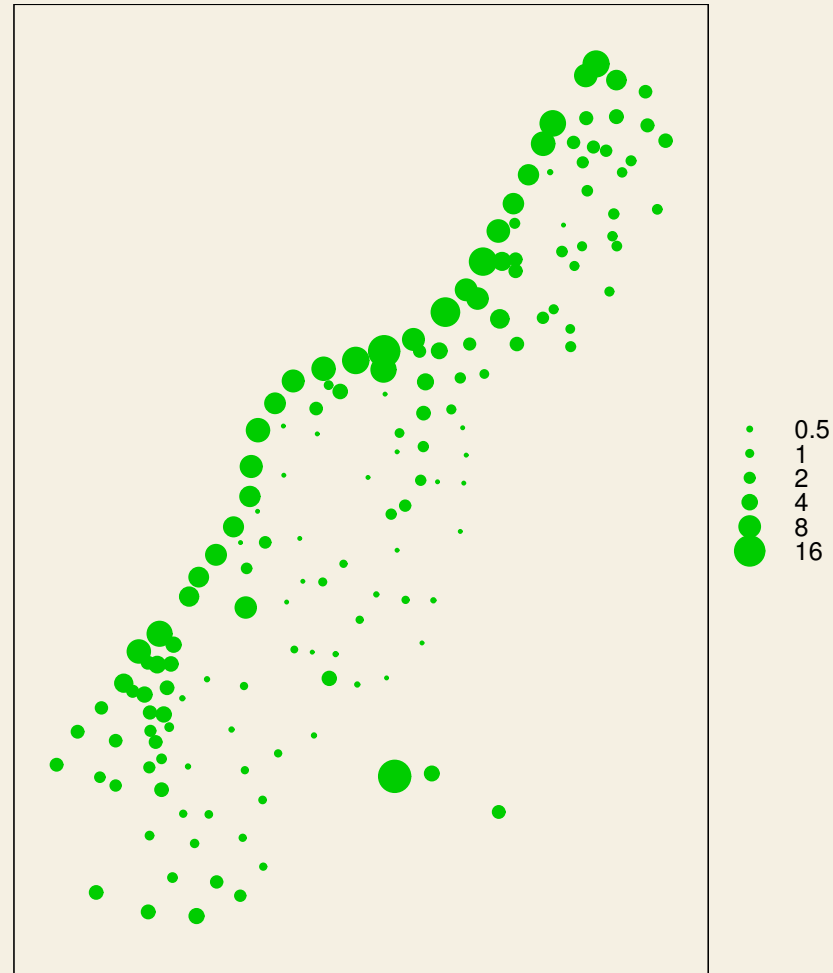
対象クラス	重なるクラス	戻り値
SpatialPoints	SpatialPolygons	二値ベクトル
SpatialPointsDataFrame	SpatialPolygons	内包点の属性値平均
SpatialPolygons	SpatialPoints	ポリゴンID/属性値
SpatialGridDataFrame	SpatialPoints	グリッド属性値
SpatialGrid	SpatialPoints	グリッド位置
SpatialPixelsDataFrame	SpatialPoints	ピクセル値
SpatialPixels	SpatialPoints	ピクセル値

27 bubble

```
data(meuse)
2 coordinates(meuse) <- c("x", "y")
bubble(meuse, "cadmium", maxsize=2.5,
4       main = "cadmium concentrations (ppm)",
       key.entries = 2^(-1:4))
```


27 bubble

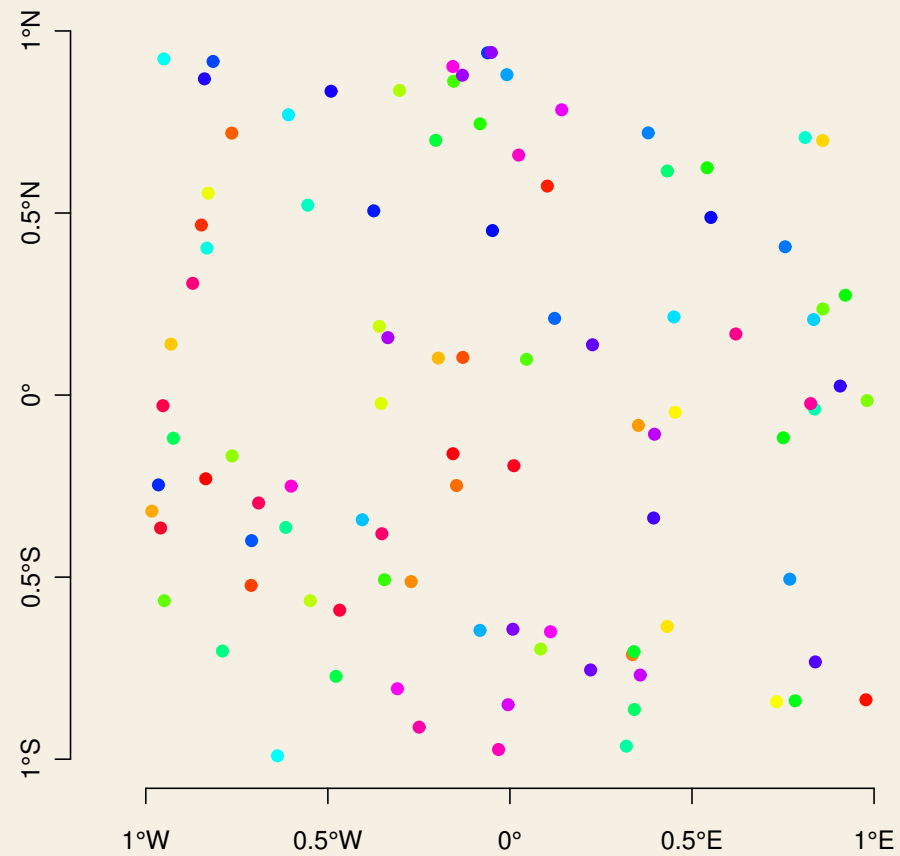
cadmium concentrations (ppm)



28 degAxis

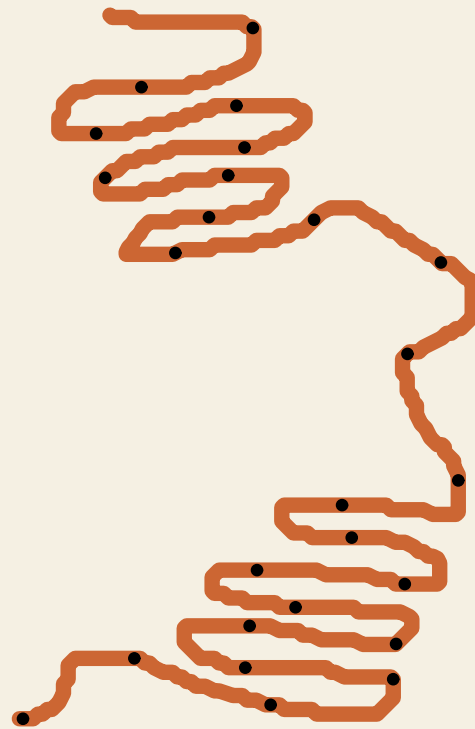
```
1 xy <- cbind(x=2*runif(100)-1,y=2*runif(100)-1)
  plot(SpatialPoints(xy,
3     proj4string=CRS("+proj=longlat"),
     xlim=c(-1,1),ylim=c(-1,1),pch=16,
5     col=rainbow(100))
  degAxis(1)
7 degAxis(2,at=c(-1,-0.5,0,0.5,1))
```

28 degAxis

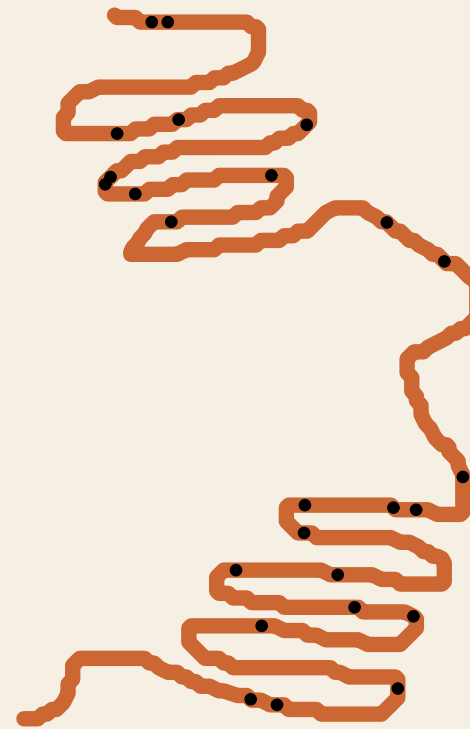


29 spsample

サンプリング（ Geosimulation やデータの間引き
に使える）



等間隔



ランダム

30 その他の便利なメソッド

recenter-methods

経度が360度をまたぐ場合の調整

select.spatial

対話的にポリゴンを作成しその中に含まれるポイントを選択する

spDistsN1

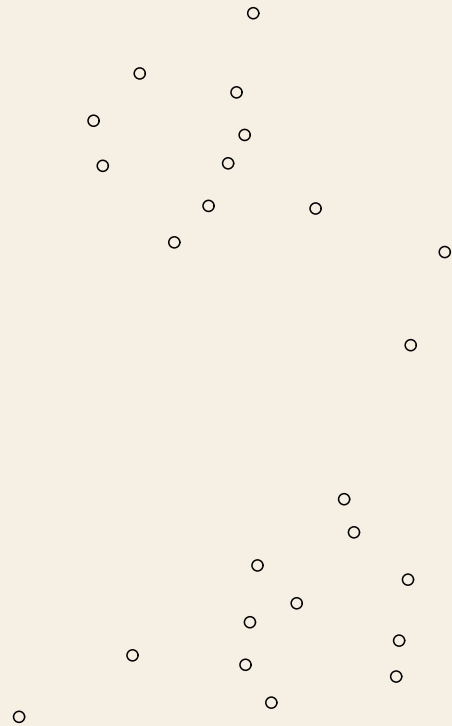
緯度経度またはUTMで表現される点の間の距離を計算

unionSpatialPolygons

ポリゴンの結合

31 課題：ネットワーク分析

地理空間クラスター



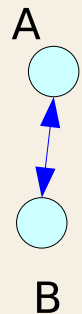
見かけのクラスター



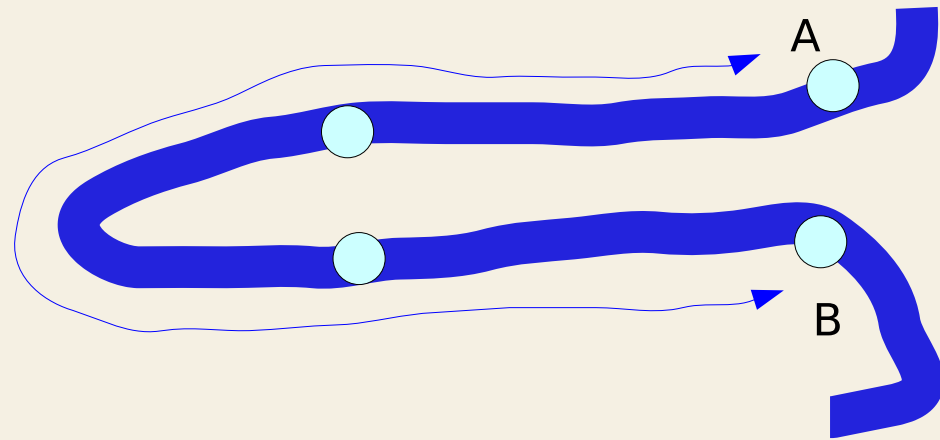
ネットワーク

31 課題：ネットワーク分析

ネットワーク距離の測定が必要



ユークリッド距離



ネットワーク距離

31 課題：ネットワーク分析

- ★ 位相ネットワーク分析 `sna`, `ggm`,
`mathgraph`
- ★ 有値ネットワーク分析 ない？

Rjpwikiの「RでGIS」によるとe1071パッケージ内の`allShortestPaths`および`extractPath`両関数で可能かも？昨日リリースされた新しいパッケージ**`trip`**で可能かも。