

# Rでリモートセンシングハンズオン

縫村崇行  
(NUIMURA, Takayuki)

名古屋大学

FOSS4G2012 Osaka  
2012/11/07

Rでリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

rgdal とは  
ラスター演算

データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

Appendix

1/36

## Outline

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

rgdal とは  
ラスター演算  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

2/36

Rでリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

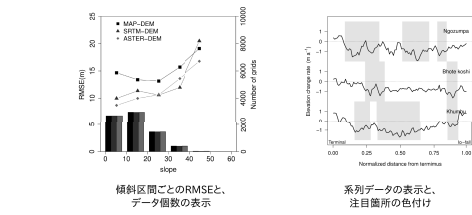
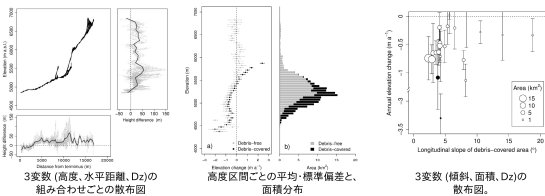
rgdal とは  
ラスター演算

データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

Appendix

2/36

## Rの作図例



Rでリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

rgdal とは  
ラスター演算

データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

Appendix

3/36

## 今回使用するデータ

- ▶ 2001-2010年の月別気温データ (CSV形式)<sup>1</sup>
- ▶ Landsat ETM+の band3 及び band4 (GeoTIFF形式)<sup>2</sup>  
USGS EarthExplorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)
- ▶ CGIAR 提供の SRTM3 DEM (GeoTIFF形式)<sup>2</sup>  
CGIAR-CSI (<http://srtm.csi.cgiar.org/>)



EarthExplorer



CGIAR-CSI

<sup>1</sup>ダミーデータ  
<sup>2</sup>300 m グリッドにリサンプリングしてある

4/36

Rでリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

rgdal とは  
ラスター演算

データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

Appendix

4/36

## rgdal パッケージのインストール

Rの起動

- ▶ Windows: プログラムメニューから R を選択
- ▶ Linux: ターミナルで R と入力 (大文字なのに注意)

パッケージのインストール<sup>1,2</sup>

```
> install.packages("rgdal", dependencies=TRUE)
# その後でくるダウンロードサーバ選択はどこでも OK
# 日本を選ぶとちょっと早いかも
```

Rでリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

rgdal とは  
ラスター演算

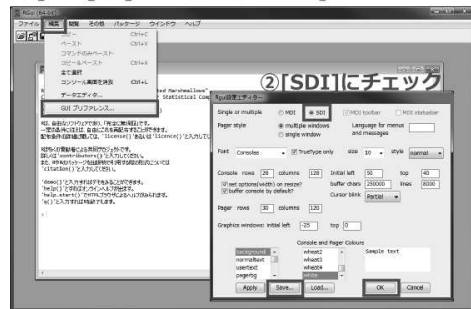
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

Appendix

5/36

## Windows 版 R のおすすめ設定

①[編集]->[GUIプリファレンス]



③[Save]->[保存]->[上書きにはい]->[OK]

⇒ 次の起動からは SDI<sup>1</sup> モードになり、グラフが別ウィンドウで出てくるので見やすい。

<sup>1</sup>シングルディスプレイインターフェース

6/36

Rでリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

Rの基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの入出力

統計解析

統計処理  
検定

地理空間データの解析

rgdal とは  
ラスター演算

データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)

Appendix

6/36

<sup>1</sup>Windows では自動的に依存するパッケージもインストールしてくれる。

<sup>2</sup>Ubuntu linux の場合は、事前に OS のパッケージマネージャで、"rgdal"、"libgdal1-dev"、"libproj-dev" をインストールする必要がある。

## Rの基本操作

### Rの終了コマンド

```
> q()
# ワークスペースの保存についての質問は No で OK
```

### 作業ディレクトリの設定 (Windows の場合)

```
# 例えば C ドライブの handson フォルダの場合は
> setwd("c:/handson")
# 又は
> setwd("c:¥¥handson")
```

# ダメな例

```
> setwd("c:¥handson")
```

⇒ パス中のバックスラッシュ (円マーク) は 2 つにするか、スラッシュ 1 つに置き換える必要がある。

R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

ipital パッケージのインストール

Windows 版 R のおすす

設定

R の基本操作

R の基本操作

グラフ作成

外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

ipital とは

ラスタデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

7/36

## 数値入力と変数

### 数値の計算

```
> 2 + 3
[1] 5
```

```
> 2 ^ 8
[1] 256
```

### 変数

```
> temp.dc <- 10
> temp.dc
[1] 10
```

```
> temp.df <- 9 / 5 * temp.dc + 32
> temp.df
[1] 50
```

R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

ipital パッケージのインストール

Windows 版 R のおすす

設定

R の基本操作

R の基本操作

グラフ作成

外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

ipital とは

ラスタデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

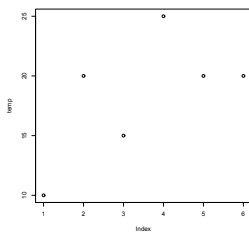
Appendix

8/36

## グラフの基礎 (plot 関数)

### 1 変数のプロット

```
> temp <- c(10, 20, 15, 25, 20, 20)
> plot(temp)
```



R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

ipital パッケージのインストール

Windows 版 R のおすす

設定

R の基本操作

R の基本操作

グラフ作成

外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

ipital とは

ラスタデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

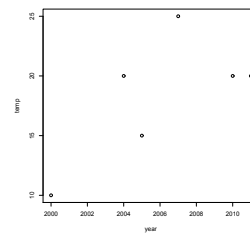
Appendix

9/36

## グラフの基礎 (plot 関数)

### 2 変数のプロット

```
> year <- c(2000, 2004, 2005, 2007, 2010, 2011)
> plot(year, temp)
```



R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

ipital パッケージのインストール

Windows 版 R のおすす

設定

R の基本操作

R の基本操作

グラフ作成

外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

ipital とは

ラスタデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

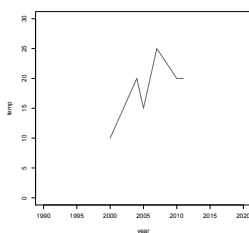
Appendix

10/36

## グラフの基礎 (plot 関数)

### 2 変数のプロット

```
> year <- c(2000, 2004, 2005, 2007, 2010, 2011)
> plot(year, temp, type="l", col="red", xlim=c(1990, 2020), ylim=c(0, 30))
```



R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

ipital パッケージのインストール

Windows 版 R のおすす

設定

R の基本操作

R の基本操作

グラフ作成

外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

ipital とは

ラスタデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

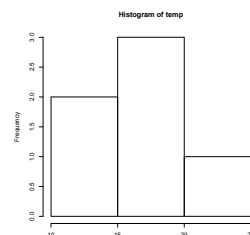
Appendix

11/36

## グラフの基礎 (histogram 関数)

### ヒストグラムの作成

```
> hist(temp)
```



R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

ipital パッケージのインストール

Windows 版 R のおすす

設定

R の基本操作

R の基本操作

グラフ作成

外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

ipital とは

ラスタデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

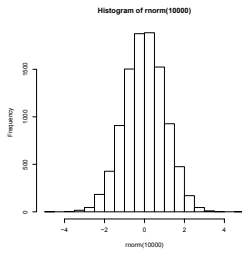
Appendix

12/36

## グラフの基礎 (histogram 関数)

### 大量のデータのヒストグラム

```
> hist(rnorm(10000))
```



R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

rgdal とは

ラスター演算

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

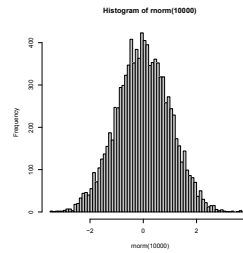
Appendix

13 / 36

## グラフの基礎 (histogram 関数)

### 大量のデータのヒストグラム

```
> hist(rnorm(10000), col="lightblue", breaks=100)
```



R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

rgdal とは

ラスター演算

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

14 / 36

## R で取り扱えるデータ

### 一般的なデータだと

- ▶ xls : csv に変換しといたほうが簡単
- ▶ csv : 簡単に読み込める
- ▶ txt : csv 以外の文字 (タブ、スペースなど) 区切りデータ
- ▶ dbf : GIS の属性テーブル情報を扱いたいときなど
- ▶ 画像データ : 画像処理も

### 科学関連のデータでは

- ▶ GeoTIFF : リモセンデータ
- ▶ Shapefile : GIS データ
- ▶ NetCDF : 気候データで一般的

R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

rgdal とは

ラスター演算

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

15 / 36

## CSV データ読み込み

### データのある場所に移動

```
# Windows: C ドライブの handson フォルダの場合  
> setwd("C:/handson")
```

```
# Ubuntu: /home/username/handson フォルダの場合  
> setwd("/home/username/handson")
```

### read.csv 関数

```
# 月平均気温 (2001-2010) のデータ  
> temp <- read.csv("temperature.csv")
```

R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

rgdal とは

ラスター演算

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

16 / 36

## CSV データ加工

### matrix 関数で 2 次元配列に変換

```
> temp.matrix <- matrix(temp[,2], 10, 12, byrow=T)
```

```
# dim 関数で次元数のチェック  
> dim(temp.matrix)  
[1] 10 12
```

R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

rgdal とは

ラスター演算

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

17 / 36

## CSV データ出力

### 2 次元配列の列と行にラベルをつける

```
# 列ラベルに月  
> colnames(temp.matrix) <- 1:12
```

```
# 行ラベルに年  
> rownames(temp.matrix) <- 2001:2010
```

### 2 次元配列を CSV に出力

```
> write.csv(temp.matrix, "temp_matrix.csv")
```

R でリモートセンシングハンズオン

T. Nuimura

はじめに

rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

rgdal とは

ラスター演算

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

18 / 36

## 2次元配列の計算

### apply関数で縦・横それぞれの計算

```
# 横方向、つまり年別の平均
> apply(temp.matrix, 1, mean)

# 縦方向、つまり月別の平均
> apply(temp.matrix, 2, mean)
```

mean以外にも、sum、max、min、sd、summaryなども。

## t検定

### t.test関数

```
# 2001年と2010年の気温差を検定
> t.test(temp.matrix[1,], temp.matrix[10,])
t = -0.1537, df = 21.996, p-value < 0.8793
# 2001年と2010年では有意な気温差なし
```

```
# 2001-2010の1月と2月の気温差を検定
> t.test(temp.matrix[,1], temp.matrix[,2])
t = -5.1308, df = 17.532, p-value < 7.588e-05
# 1月と2月では有意な気温差あり
```

## 無相関検定

### cor.test関数

```
# 2001年と2010年の気温の相関
> cor.test(temp.matrix[1,], temp.matrix[10,])
t = 23.6361, df = 10, p-value < 4.169e-10
cor 0.9911685
# 相関係数 0.99 の有意な相関
```

## 地理空間データの解析

GIS やリモートセンシング解析で使用されるデータ大きく分けて2種類 (ベクター、ラスター) に分けられる

- ▶ ベクター：点、線、面などの地物データ  
⇒ ESRI Shape ファイル形式 (\*.shp) が一般的
- ▶ ラスター：連続的なグリッドデータ  
⇒ GeoTIFF ファイル形式 (\*.tif) が一般的



ベクター

34	49	38	44
19	50	73	53
22	46	60	52
8	10	28	11

ラスター

rgdal パッケージではいずれのファイルも読み込み可能

## rgdalを使ってGISデータ (ラスター) の読み込み

Rでは基本パッケージでも様々なデータ読み込み関数がある

- ▶ read.bin：バイナリデータ
- ▶ read.csv：CSV
- ▶ read.delim：様々な区切りテキスト (CSV、タブ、空白など)

rgdal パッケージでは、以下のGIS読み込み関数が使用可

- ▶ readOGR：ベクターデータ
- ▶ readGDAL：ラスターデータ

## rgdalで対応しているGISフォーマット

ほとんどのGISデータに対応している。有名どころだと

### readOGRで読めるベクターデータ

- ▶ ESRI shapefile：ベクターデータのデファクトスタンダード
- ▶ KML：Google Earth ファイル
- ▶ GPX：GPS ファイル (Garmin、GPS 付きスマートフォンなど)

### readGDALで読めるラスターデータ

- ▶ GeoTiff：ラスターデータのデファクトスタンダード
- ▶ HDF：科学データ配布によく使われる
- ▶ netCDF：気候データで一般的

## readGDAL で読み込み

```
#rgdal パッケージの読み込み、セッションの最初に毎回  
library(rgdal)
```

GeoTIFF を dem.obj という変数に読み込む場合

```
#ディレクトリの移動  
setwd("c:/handson")
```

```
#GeoTIFF ファイルの読み込み  
dem.obj <- readGDAL("srtm_dem_300.tif")
```

⇒dem.obj という名前の sp クラスの変数が生成される

この sp クラスの変数はラスタデータのグリッド値の他に、  
様々な属性情報を含んでいる。

R でリモートセンシングハンズオン  
T. Nuimura

はじめに  
rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定  
R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの読み込み  
統計解析  
統計処理  
検定  
地理空間データの解析  
rgdal とは  
ラスタデータ  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)  
Appendix

25 / 36

## sp クラスの構造

sp クラスデータは以下のようなスロットをもつ

- ▶ data : data.frame 形式で band1 というラベルのグリッド値
- ▶ grid : さらに 3 つのサブスロットを含む
  - ▶ cellcentre.offset : 左下端のグリッドの中心座標
  - ▶ cellsize : グリッドサイズ (= 解像度)
  - ▶ cells.dim : ラスタデータの列数と行数
- ▶ grid.index : 不明
- ▶ coords : 左下端と右上端のグリッドの中心座標  
(coords の値と 1/2 グリッドサイズ分ずれていることに注意)
- ▶ proj4string : 1 つのサブスロットを含む
  - ▶ projargs : 座標系情報 (WGS84 など)

#確認するには以下のコマンドを使用  
str(dem.obj)

R でリモートセンシングハンズオン  
T. Nuimura

はじめに  
rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定  
R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの読み込み  
統計解析  
統計処理  
検定  
地理空間データの解析  
rgdal とは  
ラスタデータ  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)  
Appendix

26 / 36

## sp クラスのデータ処理

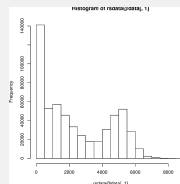
sp クラスのデータの処理は、"dem.obj@data[,1]" を操作することによって行える。

いくつかの処理例

```
#NoData を計算から除外 (-9999 を NoData にしている場合)  
dem.obj@data[dem.obj@data[,1] == -9999,1] <- NaN
```

```
#平均値の計算  
mean(dem.obj@data[,1], na.rm=T)
```

```
#ヒストグラムのプロット  
hist(dem.obj@data[,1])
```



R でリモートセンシングハンズオン  
T. Nuimura

はじめに  
rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定  
R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの読み込み  
統計解析  
統計処理  
検定  
地理空間データの解析  
rgdal とは  
ラスタデータ  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)  
Appendix

27 / 36

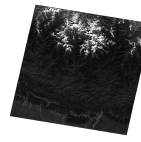
## Landsat による NDVI の計算

NDVI (正規化植生指数)

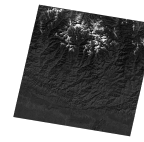
$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad \begin{array}{l} IR: \text{Infrared (赤外バンド)} \\ R: \text{Red (赤色バンド)} \end{array}$$

Landsat の場合 (R⇒Band3、IR⇒Band4)

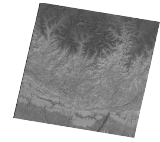
$$NDVI = \frac{Band4 - Band3}{Band4 + Band3} \quad \begin{array}{l} IR: \text{Band4} \\ R: \text{Band3} \end{array}$$



Band3



Band4



NDVI

R でリモートセンシングハンズオン  
T. Nuimura

はじめに  
rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定  
R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの読み込み  
統計解析  
統計処理  
検定  
地理空間データの解析  
rgdal とは  
ラスタデータ  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)  
Appendix

28 / 36

## Landsat による NDVI の計算

```
#GeoTIFF ファイルの読み込み  
band3.obj <- readGDAL("landsat_band3_300.tif")  
band4.obj <- readGDAL("landsat_band4_300.tif")
```

```
#計算結果用の変数を確保 (Band4 でもどちらでも良い)  
ndvi.obj <- band3.obj
```

```
#ラスタ演算 #2 行にわかれてるけど実際は 1 行で  
ndvi <- (band4.obj@data[,1] - band3.obj@data[,1]) / (band4.obj@data[,1] +  
band3.obj@data[,1])
```

```
#sp クラスは band1 というラベル名がある (紛らわしいので注意!)  
ndvi.obj@data[,1] <- data.frame(band1=ndvi)
```

```
#GeoTIFF ファイルに結果を書き出し  
writeGDAL(ndvi.obj, "landsat_ndvi.tif")
```

R でリモートセンシングハンズオン  
T. Nuimura

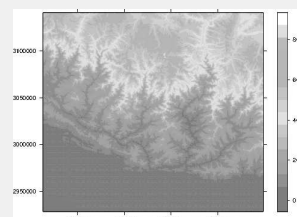
はじめに  
rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定  
R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの読み込み  
統計解析  
統計処理  
検定  
地理空間データの解析  
rgdal とは  
ラスタデータ  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)  
Appendix

29 / 36

## データの可視化 (空間分布)

ラスタデータのみ

```
#DEM データの場合  
#terrain.colors(20) が色の設定、scales オプションで軸目盛り表示  
spplot(dem.obj, col.regions=terrain.colors(20), scales=list(draw=T))
```



R でリモートセンシングハンズオン  
T. Nuimura

はじめに  
rgdal パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定  
R の基本操作  
R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの読み込み  
統計解析  
統計処理  
検定  
地理空間データの解析  
rgdal とは  
ラスタデータ  
データの可視化 (空間分布)  
データの可視化 (その他)  
Appendix

30 / 36

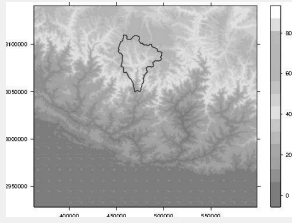
## データの可視化 (空間分布)

### ラスターデータ + ベクターデータ

```
#latticeExtra パッケージを追加インストール&読み込み
install.packages("latticeExtra")
library(latticeExtra)
```

#ベクターデータの読み込み

```
basin <- readOGR("khumbu_himal_basin.shp", layer = "khumbu_himal_basin")
spplot(dem.obj, col.regions=terrain.colors(20), scales=list(draw=T)) +
layer(sp.polygon, basin)
```



R でリモートセンシングハンスオン

T. Nuimura

はじめに

lattice パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出入力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

lattice とは

ラスターデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

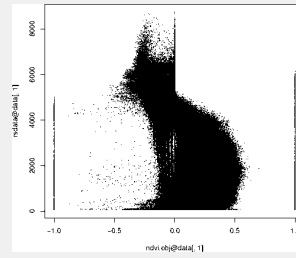
Appendix

31 / 36

## データの可視化 (その他)

#plot 関数にて

```
plot(ndvi.obj@data[,1], dem.obj@data[,1], cex=0.1)
```



何か変な縦線が3本？

⇒ band3 と band4 の無効なデータ (0 や 255 という値) を適切に扱わなかったのが原因。

R でリモートセンシングハンスオン

T. Nuimura

はじめに

lattice パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出入力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

lattice とは

ラスターデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

32 / 36

## データの可視化 (その他)

#0 と 255 の値を NA (←R での NoData 値) に置換

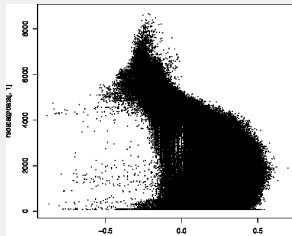
```
band3.obj@data[band3.obj@data[,1] == 0 | band3.obj@data[,1] == 255,1] <- NA
band4.obj@data[band4.obj@data[,1] == 0 | band4.obj@data[,1] == 255,1] <- NA
```

#からの NDVI 再計算

```
ndvi <- (band4.obj@data[,1] - band3.obj@data[,1]) / (band4.obj@data[,1] +
band3.obj@data[,1])
ndvi.obj@data[,1] <- data.frame(band1=ndvi)
```

#再び plot

```
plot(ndvi.obj@data[,1], dem.obj@data[,1], cex=0.1)
```



R でリモートセンシングハンスオン

T. Nuimura

はじめに

lattice パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出入力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

lattice とは

ラスターデータ

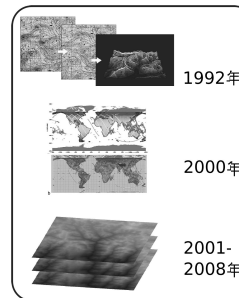
データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

33 / 36

## 最後にちょっとだけ (簡単に) 自分の研究紹介



1992-2008 年の多時期の DEM データから、標高値の時系列変化ごとに計算

⇒ 氷河の表面高度がどのように変化する (上昇 or 低下) が求められる

R でリモートセンシングハンスオン

T. Nuimura

はじめに

lattice パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出入力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

lattice とは

ラスターデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

34 / 36

## 最後にちょっとだけ (簡単に) 自分の研究紹介

### 表面高度の変化速度の計算例

```
#2 重の for ループでグリッドごとに以下の計算を行う
#使用する地形データの年 (実際は 15 時期)
years <- c(1992,2000,2004,2008)
```

```
#各年の地形データでの標高値 (固定)
elevation <- c(5029,5025,5020,5020)
```

```
#lm 関数で高度変化速度 (m year-1) の計算
lm(elevation ~ years, data.frame(years, elevation))
```

#下記の計算結果が表示される

```
#Coefficients:
#(Intercept) years
#6252.6857 -0.6143
```

#つまりこの例の場合は  $y = -0.6143x + 6252.6857$  と線形近似された

R でリモートセンシングハンスオン

T. Nuimura

はじめに

lattice パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出入力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

lattice とは

ラスターデータ

データの可視化 (空間分布)

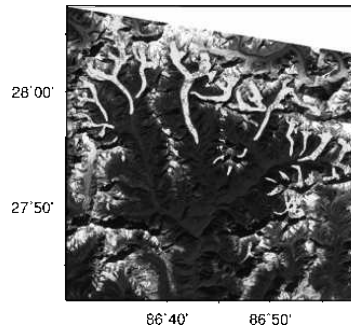
データの可視化 (その他)

Appendix

35 / 36

## 氷河表面の高度変化率の空間分布

色のついていない場所が氷河域、暖色が低下、寒色が上昇を示す



結果は Nuimura et al., (2012) Journal of Glaciology にあります  
こちらの図は論文中の図からあえて大幅に改変しています。

論文出版社の著作権的な大人の事情で

R でリモートセンシングハンスオン

T. Nuimura

はじめに

lattice パッケージのインストール  
Windows 版 R のおすすめ設定

R の基本操作

R の基本操作  
グラフ作成  
外部データの出入力

統計解析

統計処理

検定

地理空間データの解析

lattice とは

ラスターデータ

データの可視化 (空間分布)

データの可視化 (その他)

Appendix

36 / 36