



# GIS と不確実性 (Uncertainty)

地球学類


「地理情報システム (GIS)」

担当: 村山 祐司

TA: 花島 裕樹

E-mail: [hanashima@geoenv.tsukuba.ac.jp](mailto:hanashima@geoenv.tsukuba.ac.jp)

# 内容, 目標

- GISで用いられる地理空間データにおいて, “不確実性”という概念について理解する.
  - “不確実性”の起こりうる原因について, 理解する.
- 
- 実際にデータを用いる際に, 無条件にデータを信じるのではなく, “不確実性”を含んでいることを考慮できるようになる.

# 内容

1. はじめに
2. 地理空間情報と不確実性
3. 位置情報における不確実性
4. 主題属性における不確実性
5. 地理情報科学における不確実性に対する研究のアプローチ

# 1. はじめに

---

---

- 不確実性 (Uncertainty) は、地理情報科学の研究分野の一つ.
- 分析の信頼性を低下させる要素.
- 地理情報科学に限らず種々な学問で問題になっている。(量子力学, 統計学など)

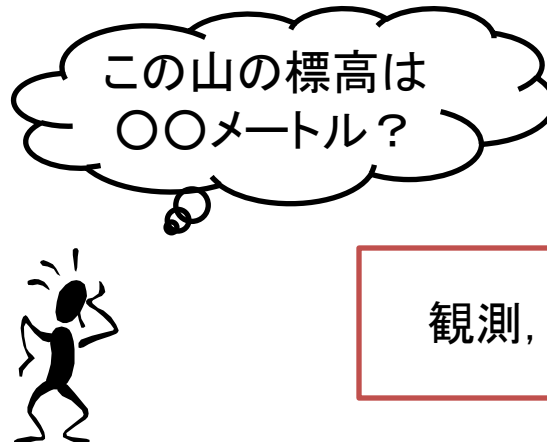
# 不確実性とは、

## 1. 気持ち、心理状態における不確実性



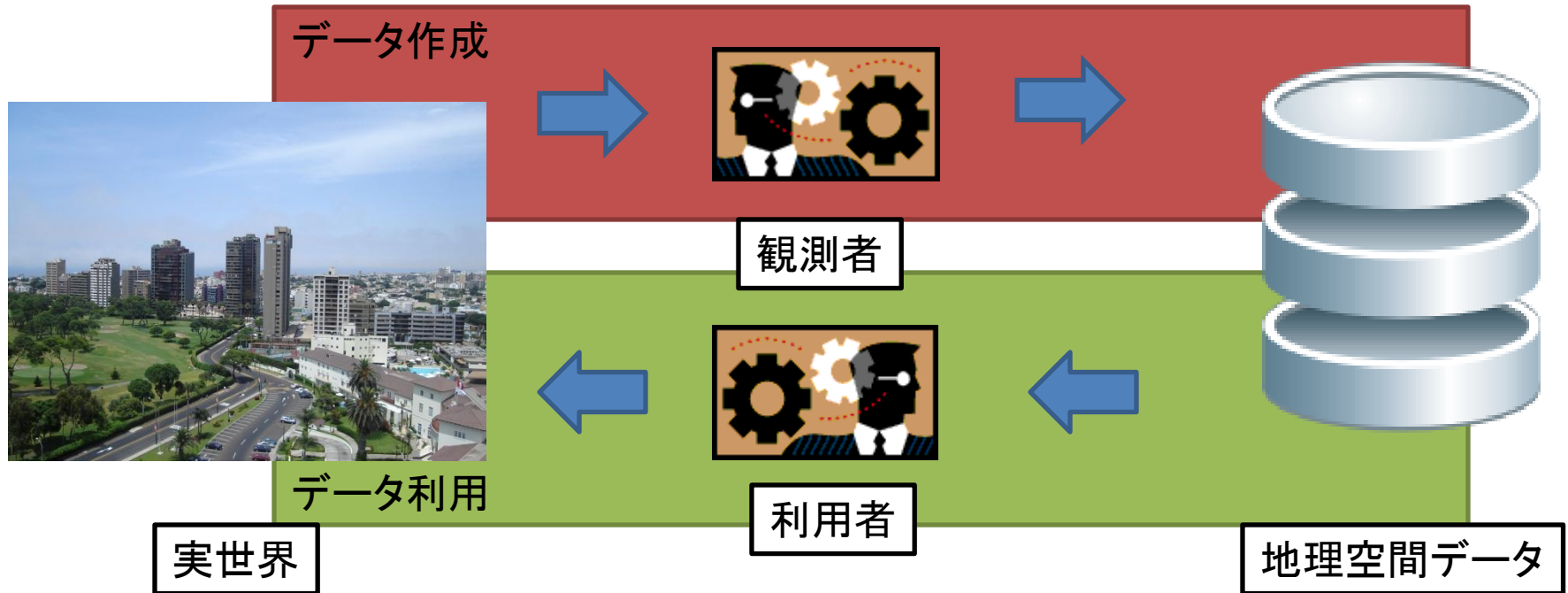
人間の認知、記憶の問題

## 2. 実世界や実世界のデータ、情報における不確実性



観測、測量手法の問題

## 2. 地理空間情報と不確実性



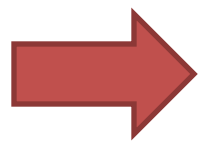
不確実性は、あらゆる過程において考えられる。  
データ作成、利用の2つに分けられる。

# 誤差(error)と不確実性(uncertainty)

- 誤差は、**真値(true value)**を前提とした観測値、推定値との差
- 不確実性は、**真値(true value)**が不明な状況下における、観測値、推定値との差

# GISで対象とする不確実性

- 使用する地理空間情報に基づいて、正しい(効果的な)意思決定を行うことを妨げる.



求められる精度は、意思決定ができる程度

cm(センチメートル), mm(ミリメートル),  $\mu\text{m}$ (マイクロメートル)  
単位スケールの誤差は問題としない.

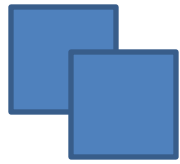
分析結果が正しく求められる程度に、確からしい(確実である)ことが重要.



# 3. 位置情報における不確実性

---

1. 仕様による不確実性  
(Uncertain specifications)
2. 観測時における不確実性  
(Uncertain measurements)
3. 変換操作時における不確実性  
(Uncertain transformations)



# 仕様による不確実性

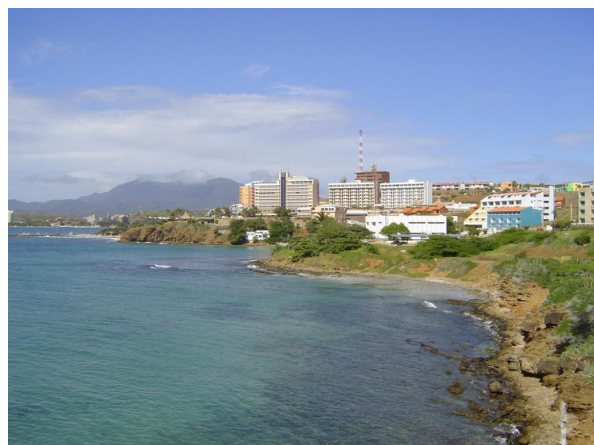
例: 海岸線(境界)



- 季節, 潮汐, 天気によって変化する.
  - 浜辺は境界の内側か, 外側か.
- ➡ 曖昧さ (vagueness)  
➡ 用語の定義

# 観測時における不確実性

例: 海岸線(境界)



〔海岸線において「仕様による不確実性」が解消されたとして。〕



観測者

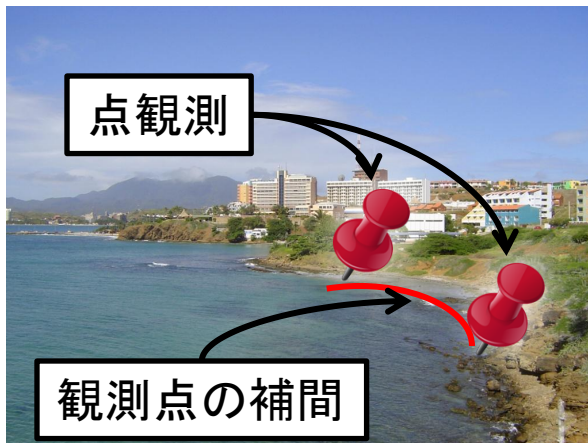
観測時には、多くの不確実な要素がある。

- ・ 観測器具の精度
- ・ 観測者の誤操作

観測データの応用が求める程度の正確さ(確実性)が目標

# 変換操作時における不確実性

例: 海岸線(境界)



〔海岸線において「仕様による不確実性」,  
「観測時における不確実性」が解消されたとして。〕

点観測の後, 観測点を補間することで, 弧を描く.



観測データを地理空間情報として利用できるデータへするために,  
特定の性質を持たせる操作.

# 4. 主題属性における不確実性

---

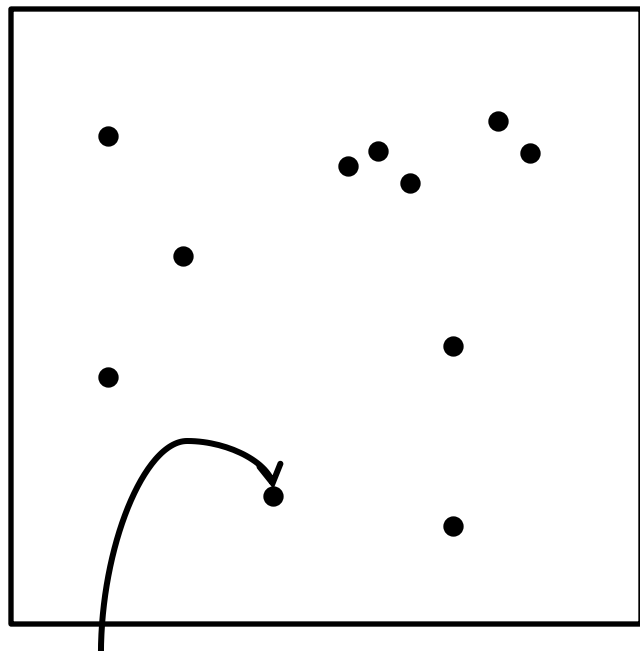
---

1. 分類の粒度 (Granularity)
2. 分類の区別可能性 (Indiscernibility)

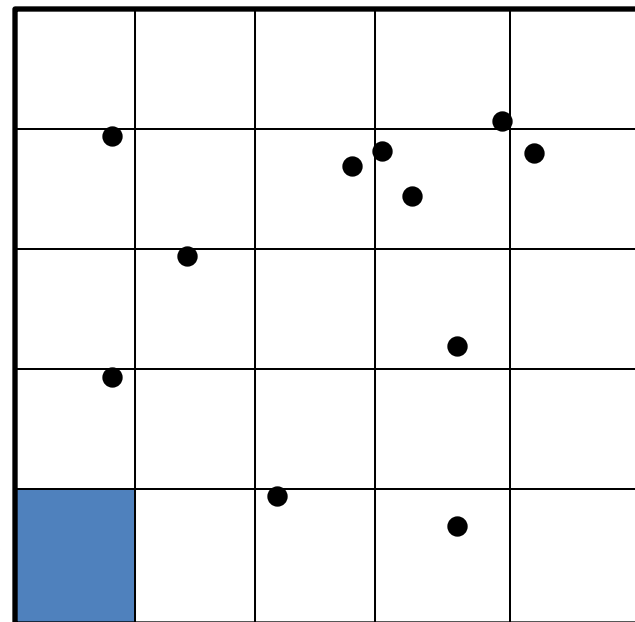
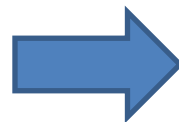


# 分類の粒度

属性, 特徴に関する指標の空間



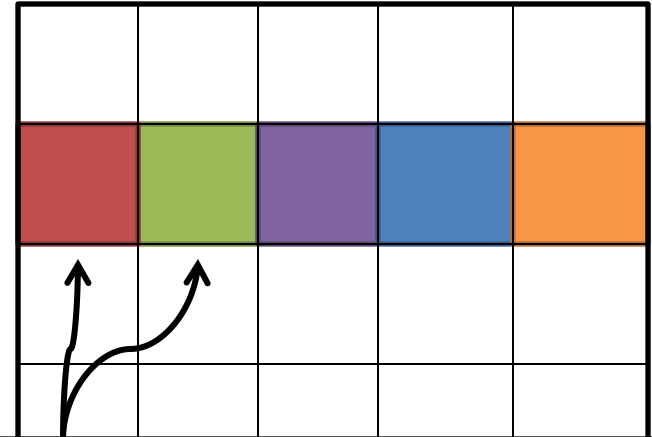
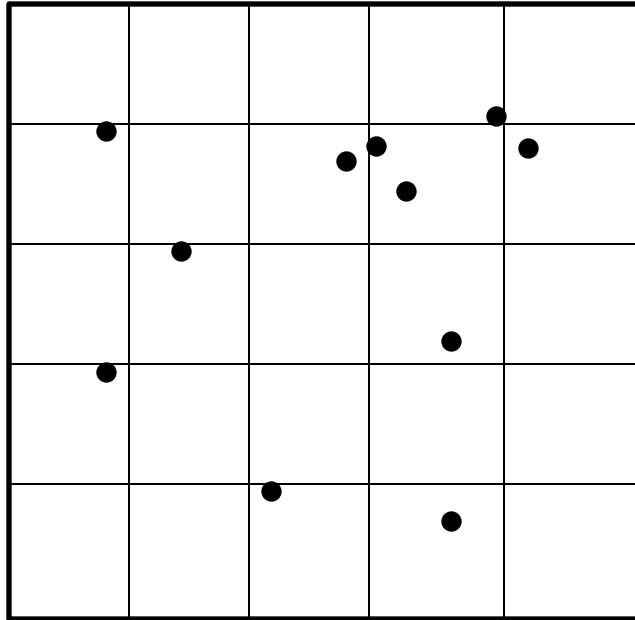
分類される要素



分類項目

- ・分類の粒度とは, 分類の粗さ, 細かさを表す.
- ・同じ分類項目内の要素は区別されない.
- ・データ作成時に発生する問題.

# 分類の区別可能性



それぞれの分類項目の明確な区別は行えるのか？(境界条件)

- ・分類項目の定義が厳密になされているか.
- ・データ利用時における問題.

# 5. 不確実性に対する研究アプローチ

1. 不確実性の発見, 評価
2. 不確実下における操作



# 不確実性の発見, 評価

- データ取得技術 (data acquisition technology) は日々進化し, 新たな手法が開発される.
- 不確実性が結果に与える影響の評価.
- 統計手法を用いた評価
  - ➔ 誤差と近い扱い

Wang, Z., 1990, Principles of Photogrammetry (with Remote Sensing), Press of Survey and Mapping, Beijing.

# 不確実下における操作

- 不確実性を考慮した, 分析, データ処理手法
- 確率を用いて不確実性を考慮する

Guo Q., Liu Y., Wiczorek J., 2008, Georeferencing locality descriptions and computing associated uncertainty using a probabilistic approach, *International Journal of Geographical Information Science*, 22(10), 1067-1090.

- ファジイ集合を用いて不確実性を表現する

Wang, F., 1990, Improving remote sensing image analysis through fuzzy information representation, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56, 1163-1169

- 砂山のパラドックス (Sorites Paradox)

# Sorites Paradox (砂山のパラドックス)

前提1: 砂山は膨大な数の砂粒からできている

前提2: 砂山から一粒の砂を取り除いても、それは依然として砂山のままである

前提2 を繰り返し適用したと、最終的に砂山の砂粒が一粒だけになる。

前提2 が真であるなら、この状態も「砂山」だが、前提1 が真だとすれば、このような状態は「砂山」ではない。 (wikipedia より引用)

- 地理的現象にも当てはまる。
- 数学的な推論が使えない状況で起こる。

# 参考文献

- Michael Worboys, Matt Dickham, 2004, GIS –A computing perspective- second edition, CRC press.
- Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, David W. Rhind, 2001, Geographic information system and science, Wiley  
(空間情報科学研究室で所蔵しています)
- Jingxiong Zhang, Michael Goodchild, 2002, Uncertainty in Geographical Information, Taylor & Francis