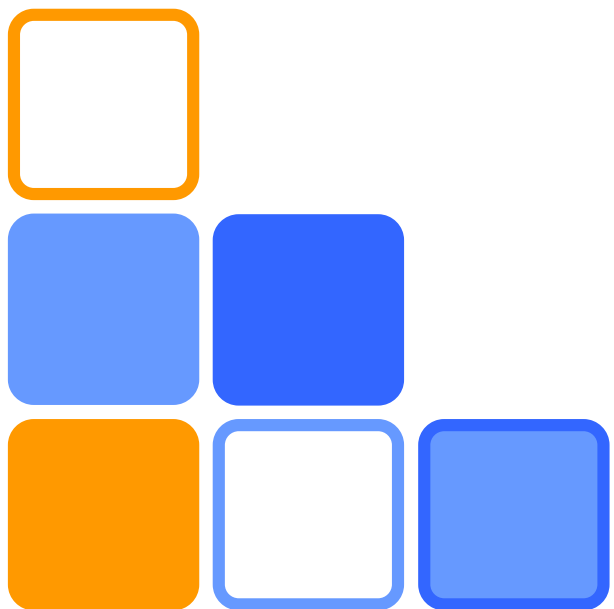


# GISにおけるファジイ理論の導入



担当:村山 祐司

TA:花島 裕樹



# 1. Geographical Information System

## □ GISとは

- 地理空間情報の管理, 保存, 出力を行う情報システム
- 位置情報によりデータ間の関連付けができる

## □ 自治体業務, 学術研究, ビジネスなどで活用





## GISの利用例

### GISを用いた典型的な最適地抽出分析

ex. 新店舗出店地の分析

- 駅からの距離
- ライバル店との距離
- 地価
- ・
- ・

ユーザからの要求

要求の統合

全ての要求を満たす  
場所を候補地として抽出





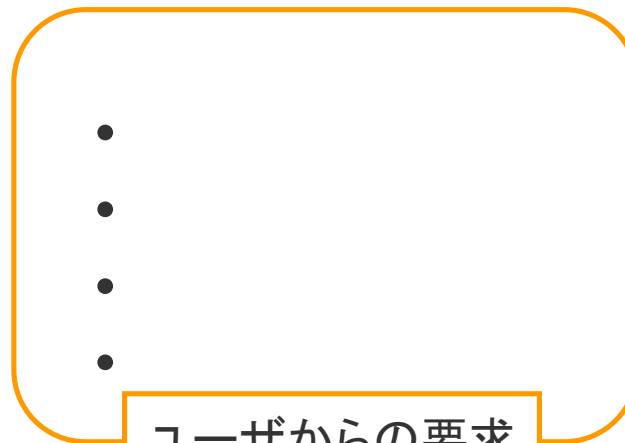
## ファジイ理論とは

- 1965年 L. A. Zadehにより提唱<sup>[1]</sup>
- 定性的事象を定量化し扱うことができる
- 人間の嗜好や感覚などをコンピュータ上で表現することを目的として提案された
- データベース, 人工知能, ロボット制御, 社会調査などの分野で曖昧さの処理に活用されている.

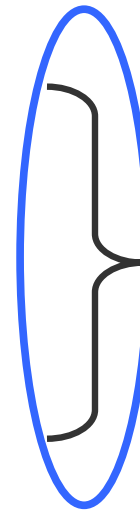


## □ GISにおけるファジイ理論導入の効果

分析過程



ユーザからの要求



候補地

1. 要求の柔軟な統合
2. 曖昧な要求の表現方法



## 2. ファジイ集合

### □ ファジイ理論における代表的な応用分野

#### 従来の集合

$$A = \{a, b, c, d\}$$

要素による定義

#### ファジイ集合

$$\overset{def}{A} \Rightarrow A = \{0.4/a + 0.6/b + 0.1/c + 0.8/d\}$$

(i.e. 要素a は0.4, 要素b は0.6, ...  
集合Aに帰属している)

帰属度関数による定義

各要素に帰属度を返す関数を帰属度関数という。

その他の応用分野として,  
論理学, 確率論, 測度論などが挙げられる



## 帰属度関数



- 各要素に対応した $[0,1]$ の帰属度を設定

(0:集合に完全に属していない, 1:集合に完全に属している)

- $\mu_A(x)$ : ファジイ集合  $A$  における要素  $x$  の帰属度

(帰属度関数には通常  $\mu$  を用いる)

- $\mu_{A'}(x) = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$  のとき  $A'$  は従来の集合と等しい

(従来の理論との包含関係が成立している)

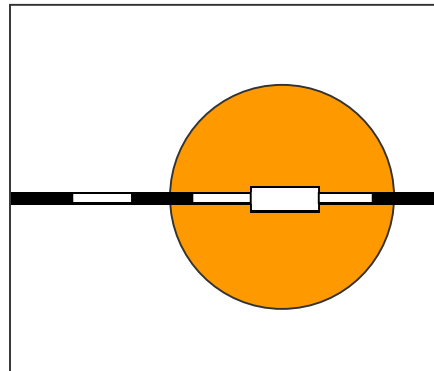


### 3. 要求の統合

#### □ ユーザの要求を集合として捉える

要求を満たしている場所を要素する集合を考える

e.g. 駅から近い



(バッファ処理)

#### □ 集合の演算によって要求の統合ができる

e.g.

$$\{\text{駅から近い}\} \cap \{\text{地価が安い}\} \cap \dots = \{\text{候補地}\}$$

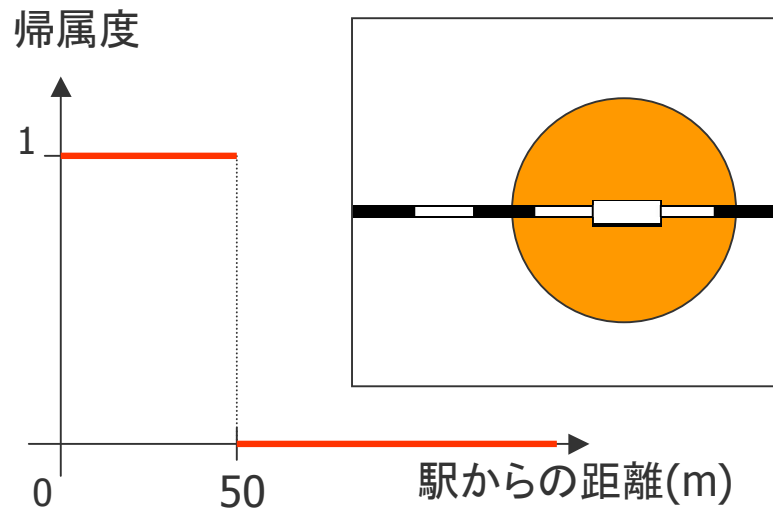




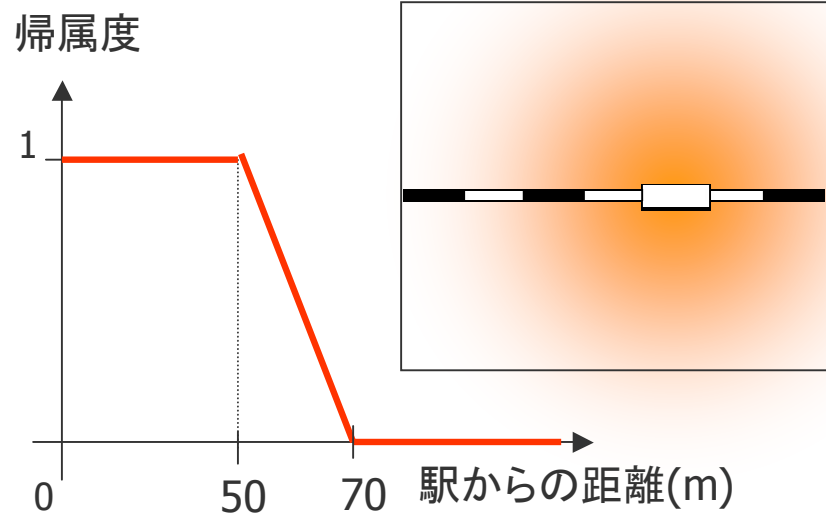
## 要求の帰属度関数

ex. 駅から近い

従来の集合



ファジイ集合



0と1の中間値を取ることができる為、柔軟な要求の統合ができる

(従来の手法では51mの地点は100mの地点と同等に扱われてしまう)



## 4.ファジイ理論を用いた要求の表現

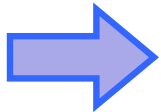
### □ 定性的な要素を含む要求の表現



「近い」、「遠い」などの形容詞

ユーザにとって直感的で理解が容易

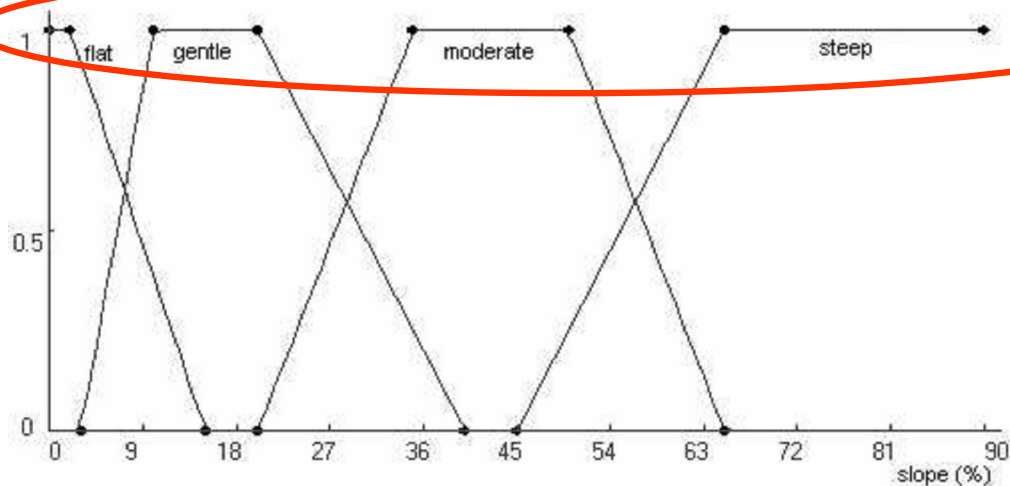
### □ ファジイ理論を用いて定量化



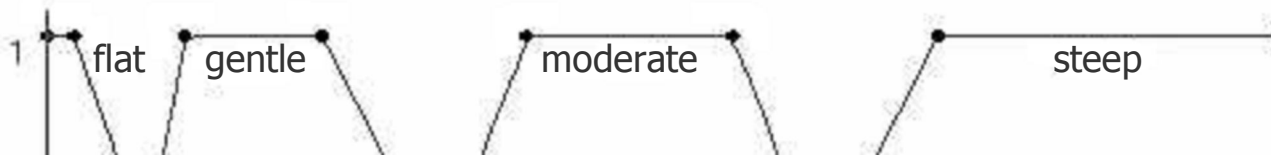
直感的に理解しやすい分析がGIS上で可能になる.



## 例：傾斜角に関する帰属度関数



(Tahsin, A. Y., Zuhail, A., 2004)



### 帰属度関数による定性的要素の表現

e.g.

「傾斜が緩やかな場所」



帰属度関数「gentle」に対応する地点 (10° ~ 20° の地点) をピックアップ



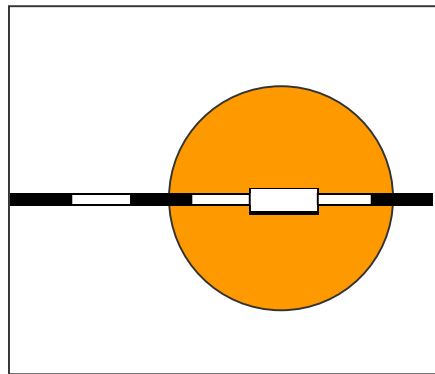
## 定性的要素の表現における課題

### □ スケール

- 状況によって「近い」、「遠い」などの指す値は異なる



e.g. 駅から近い



目的: 新店舗の出店(都市)  
→ 50m~100m

目的: 新店舗の出店(地方)  
→ 1km~2km

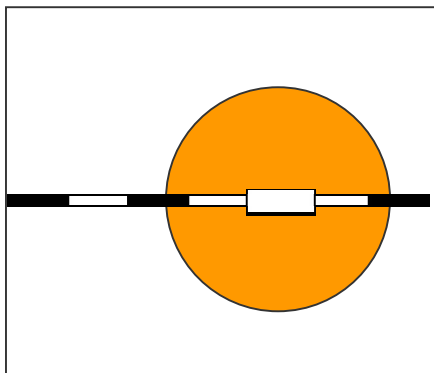
分析の { 対象エリア  
注目する事象の性質 } によって変化する



## 定性的要素の表現における課題2

### □ ユーザの嗜好

e.g. 目的: 新店舗の出店  
要求: 駅から近い



ユーザA: 食料品店  
→200m~300m



ユーザB: 飲食店  
→50m~100m



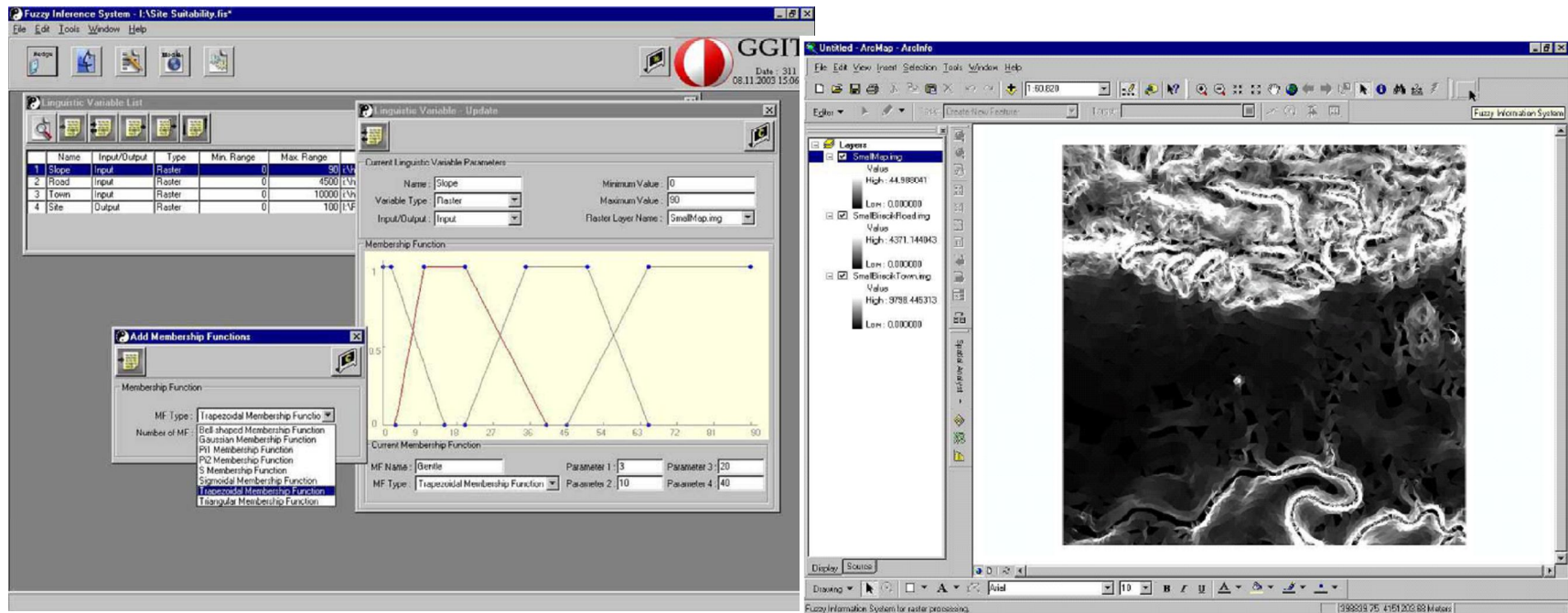
ユーザC: 飲食店  
→0m~50m

分析の目的や目的の性質によって変化する



## 5.実装例

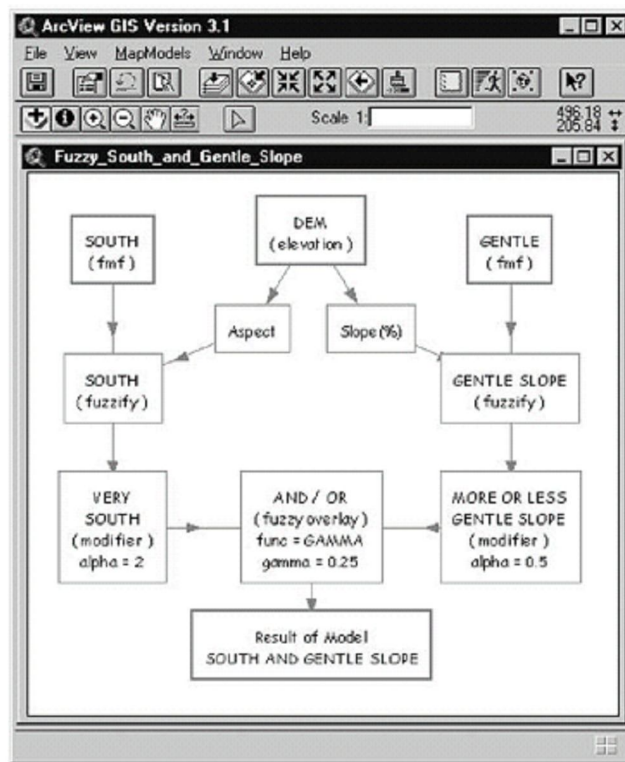
### □ FuzzyCell (Tahsin and Zuhail 2004)



ArcObjectを用いて開発



## MapModel (Benedikt et al. 2002)



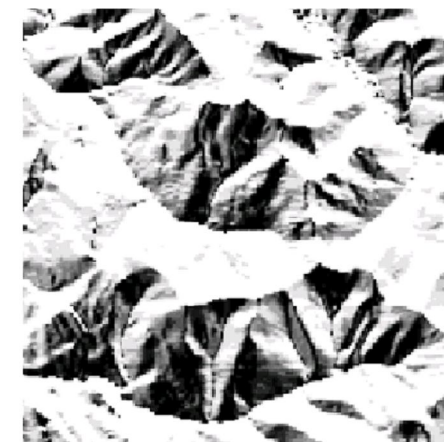
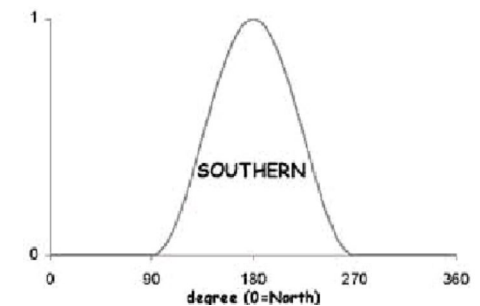
The INPUT dialog box shows the following settings:

- inGrid\_A: grid6 very\_south.outGrid (visible)
- inGrid\_B: gridE more\_or\_less\_gentle\_slope.outGrid (visible)
- func: GAMMA (visible)
- gamma: 0.25 (visible)

(b)

The 'Loop's MapModels - Fuzzy Membership Function' dialog box shows the following settings:

- N of points: 3
- Yc: 0, 1, 0
- Func: SINUS, SINUS
- Xc: 90, 180, 270

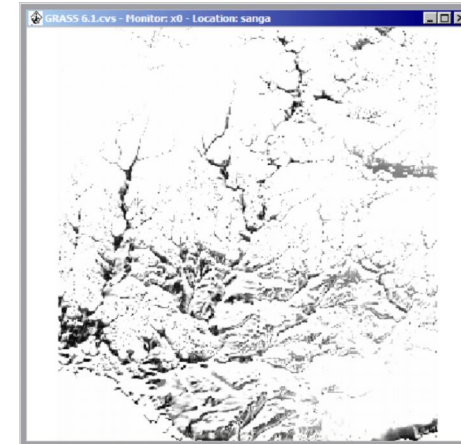
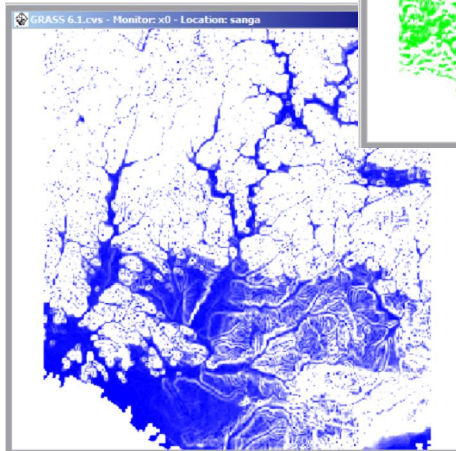
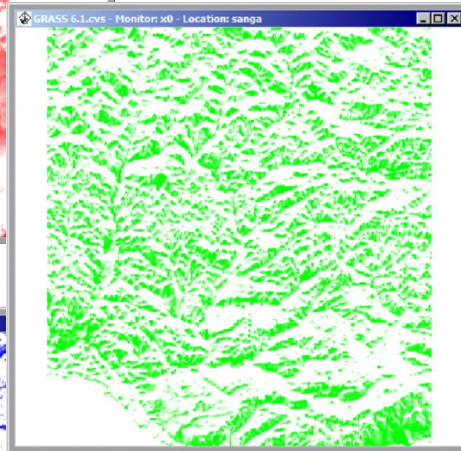
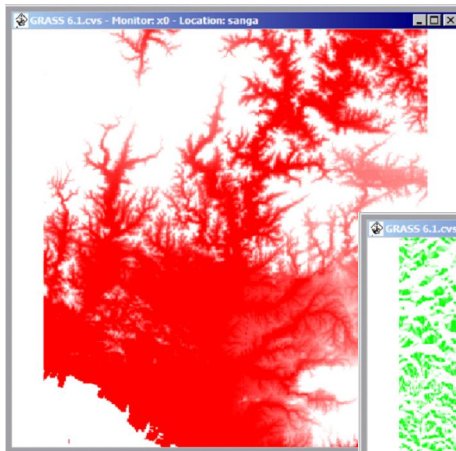


ユーザによる細かい設定が可能





## □ GRASSにおけるファジイ理論の応用 (花島 2008)



GRASSはラスタ形式の解析に優れている為  
ファジイ理論との相性がよい.

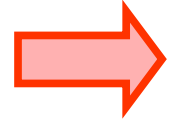




## 6.まとめ

### □ ファジイ理論のGISに対する有効性

- 要求の柔軟な統合
- 曖昧な言語表現の定量化



主要な研究課題として

- スケール
- ユーザの嗜好

が挙げられる

GISにおけるファジイ理論の適用に関して、  
今後の研究成果が期待されている。



## 参考文献

- [1] Zadeh, L. A., 1965, Fuzzy sets, *Inform. Control*, 8, 338–353
- [2] Tahsin, A. Y., Zuhail, A., 2004, The Enhancement of ArcGIS with Fuzzy Set Theory, ESRI International User Conference
- [3] Benedikt, J., Reinberg, S., Riedl, L., 2002, A GIS application to enhance cell-based information modeling, *Information Sciences*, 142, 151–160
- [4] 花島裕樹, 2008, GISにおける定性的空間推論に関する研究, 東京学芸大学修士論文