

岡部篤行東京大学名誉教授退職記念シンポジウム
「明日の空間情報科学と都市解析」

空間分析の発展と課題

村山 祐司
(筑波大学)

発表の内容

- ◆ 1 空間分析とは
- ◆ 2 空間分析の系譜
- ◆ 3 GIS環境下における空間分析
- ◆ 4 これからの空間分析

1 空間分析とは

- 空間分析(spatial analysis)とは、狭義には空間データを分析すること、あるいはその手法を指すが、広義には計量的方法や理論的モデルを用いて、地表面で生起する空間現象の構造やプロセスを解き明かすことを含んでいる。
- GISを、空間データを入力→管理→操作→出力するコンピュータシステムとみなすと、空間分析は「操作」の部分に相当する。

2 空間分析の系譜

- 4つの源流

計量地理学(quantitative geography)の流れ

地域科学(regional science)の流れ

空間統計学(spatial statistics)の流れ

計算幾何学(computational geometry)の流れ

新しい空間分析

- データ取得・計量的分析手法・図形表現などの面では**地理学(地図学)**，モデル構築・意思決定・将来予測などでは**地域科学**，そしてサンプリング，検定，自己相関，誤差論，確率論などに詳しい**空間統計学**，可視化技術や空間操作の効率的なアルゴリズム開発を手がける**計算幾何学**，さらには**数理生態学**，**オペレーションズ・リサーチ**，**計算機科学**などを含め，多種多様な学問の連携と協力が不可欠

→ GIS関連諸科学の英知を結集した

一種の「合わせ技」

空間分析の発展

◆ 計量革命(1950年代末～)

個性記述から法則定立へ

秩序, 規則性, 法則, 構造 → 空間的パターンの探求

◆ 新計量革命(1970年代～)

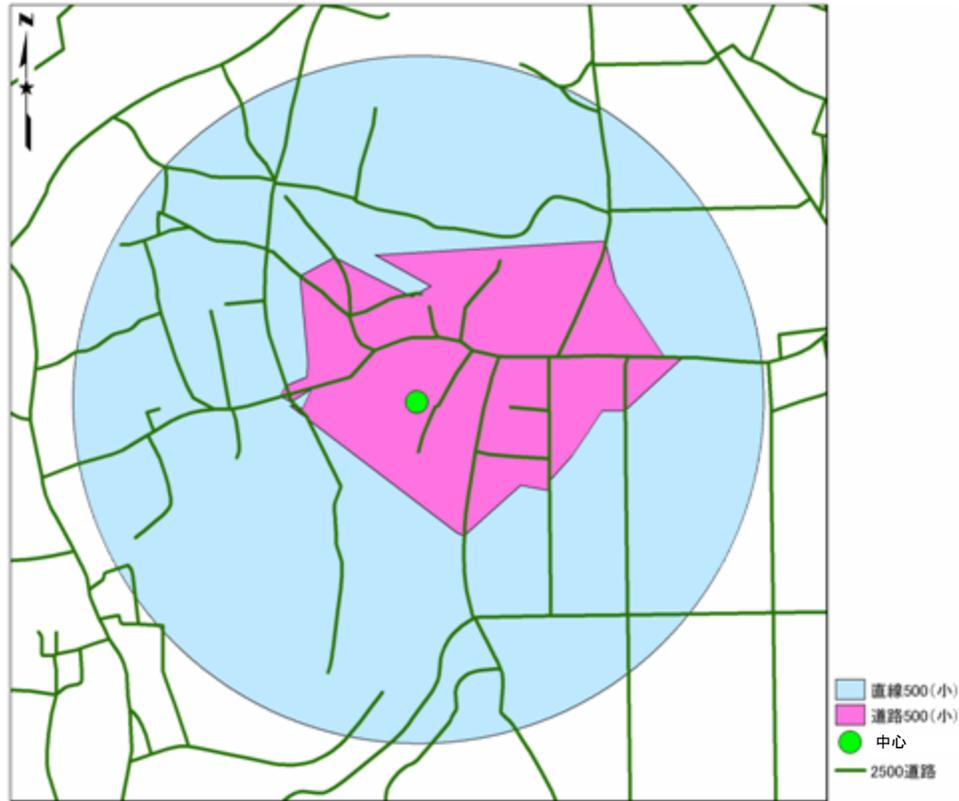
空間的パターンから空間的プロセスの研究へ

◆ GIS革命(1990年代～)

空間的プロセスから空間的予測へ, そして空間的管理・制御の研究へ

3 GIS環境下における空間分析

- 計測する
- マイニングする
- 可視化する
- 関係性を捉える
- プロセスを把握する
- データを作る

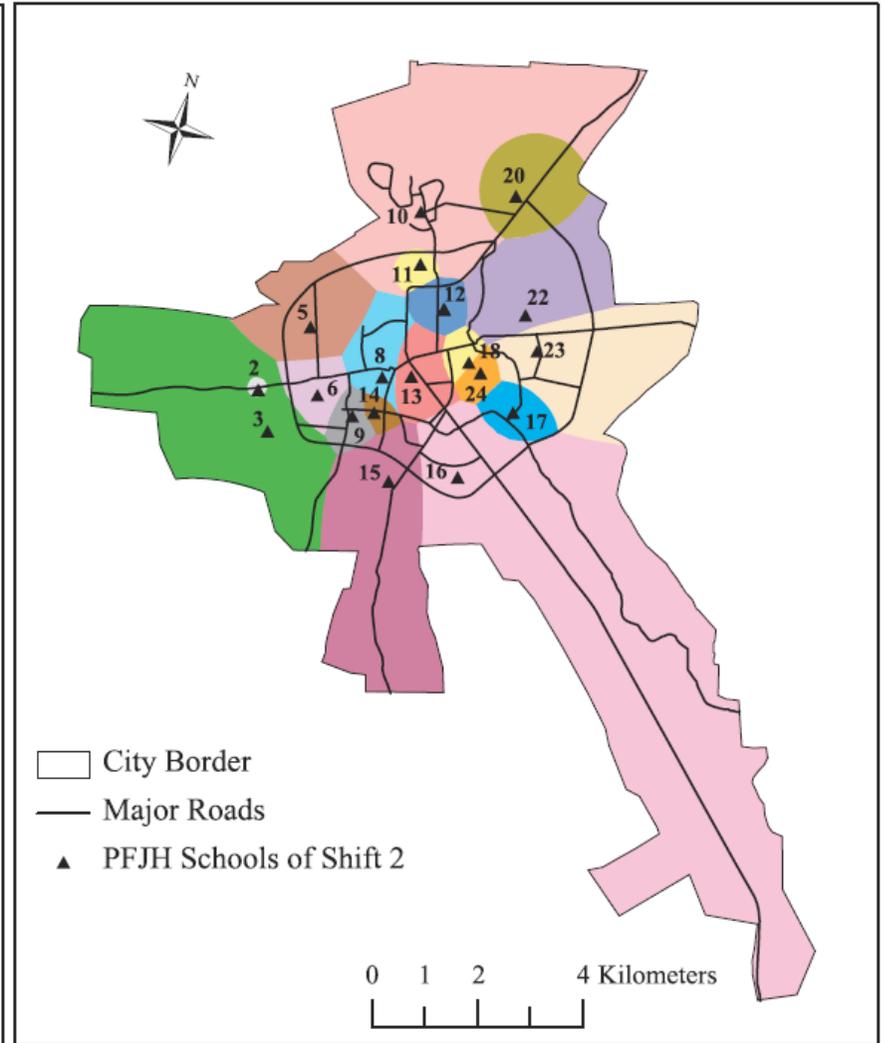
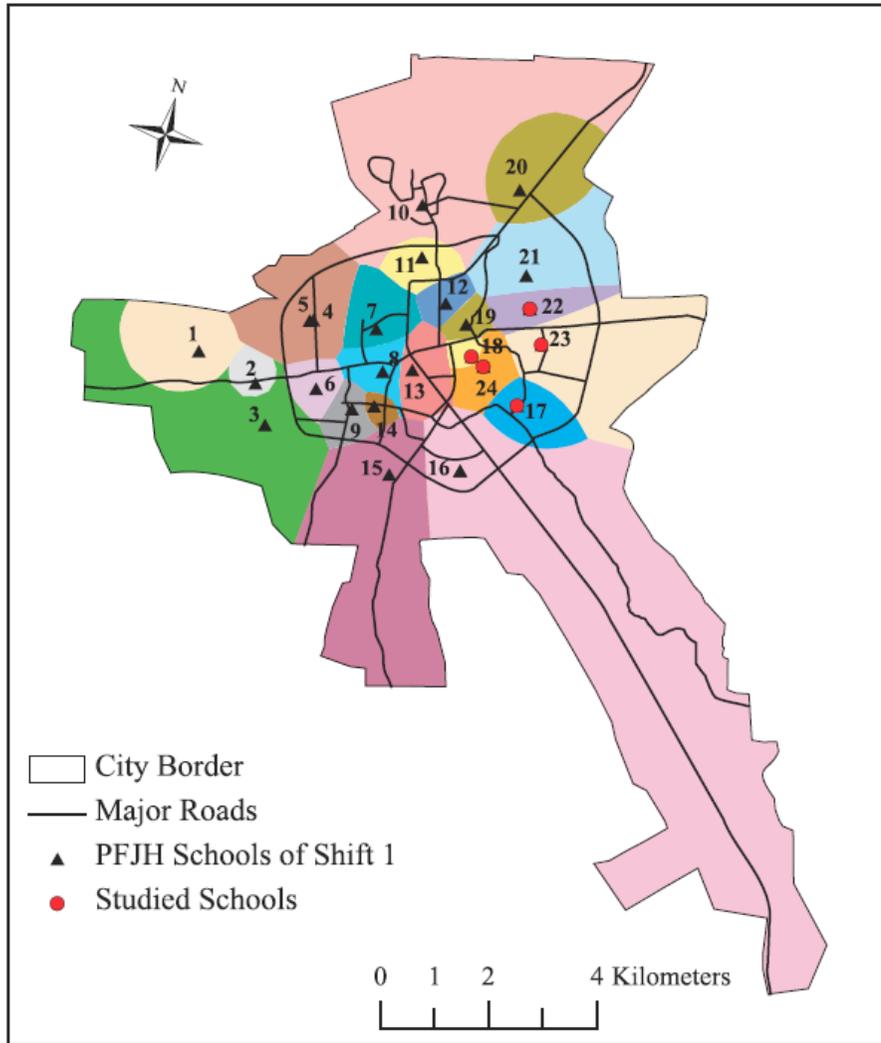


道路距離500mバッファと直線距離500mバッファの概念図(2000年)
(道路データは数値地図2500より作成)

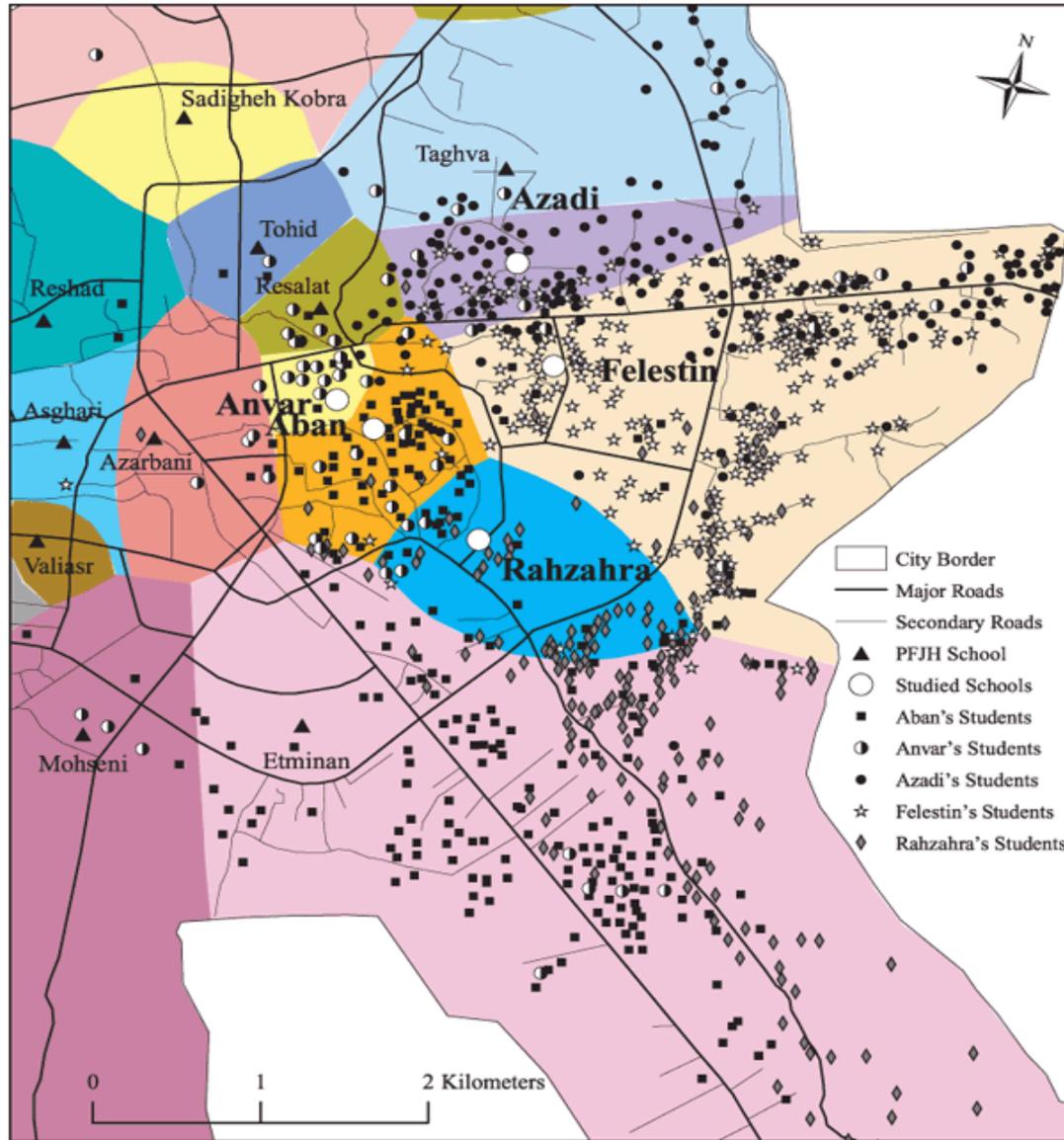
0 0.2 km

3 GIS環境下における空間分析

- 計測する
- マイニングする
- 可視化する
- 関係性を捉える
- プロセスを把握する
- データを作る



Source: Admadi Nejad, Murayama, and Rho'Dess (2009)

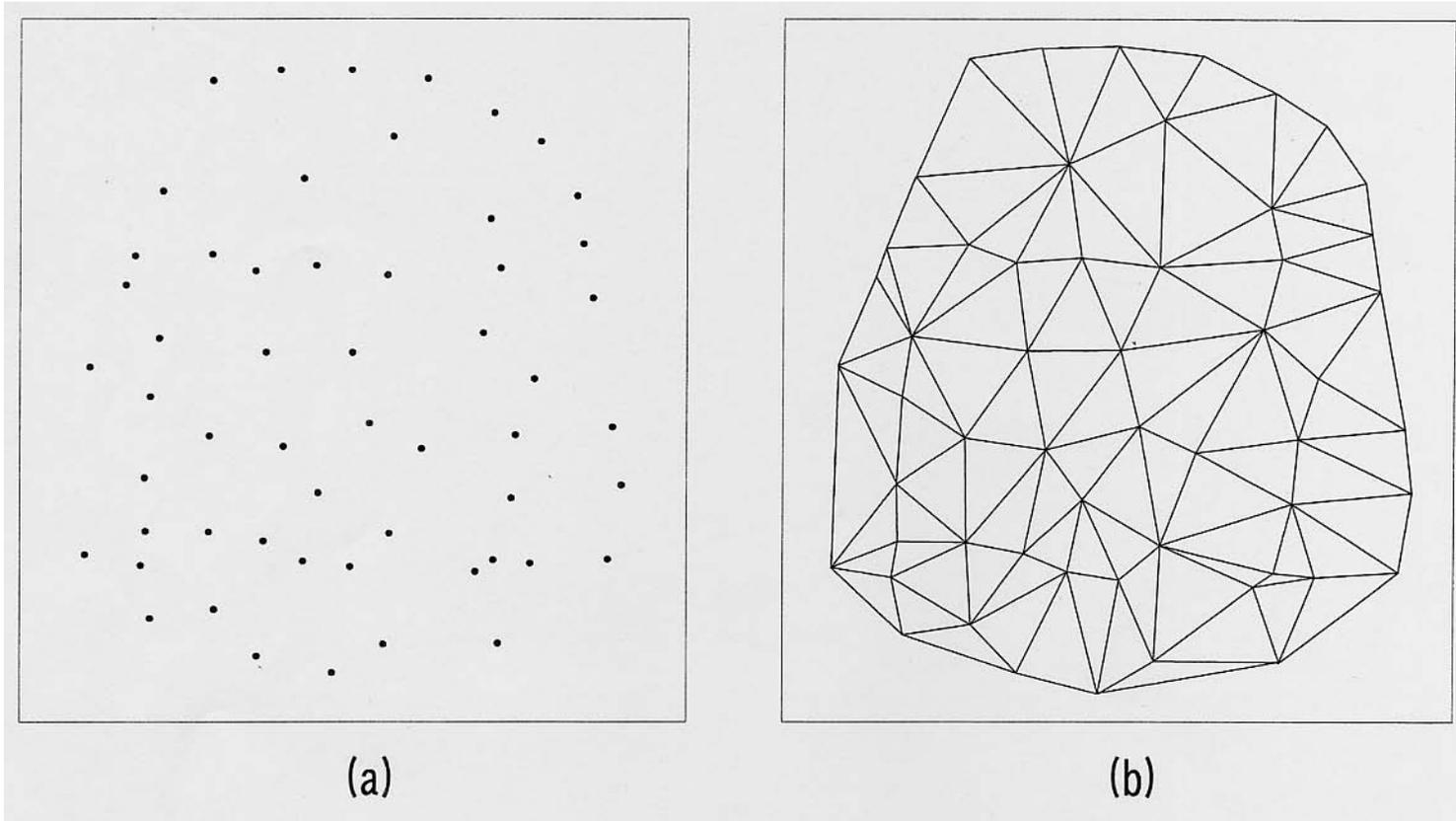


Source: Admadi Nejad, Murayama, and Rho'Dess (2009)

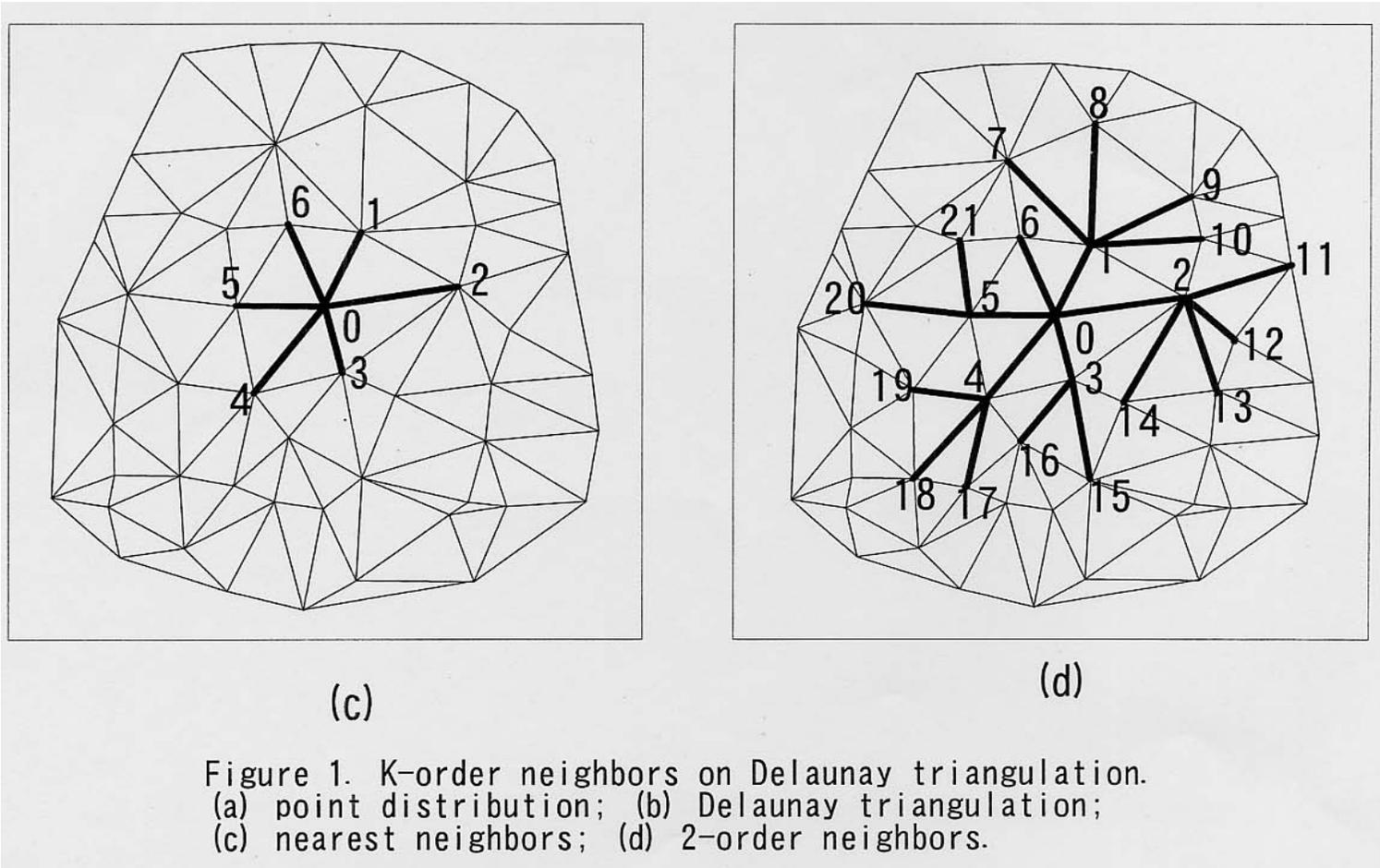
3 GIS環境下における空間分析

- 計測する
- マイニングする
- 可視化する
- 関係性を捉える
- プロセスを把握する
- データを作る

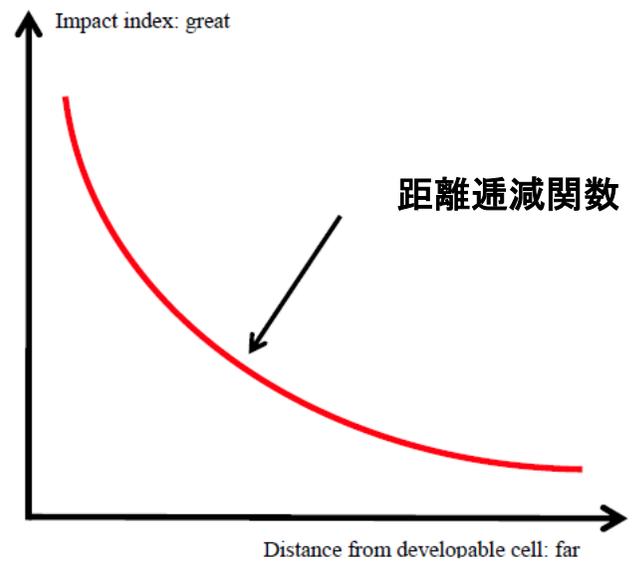
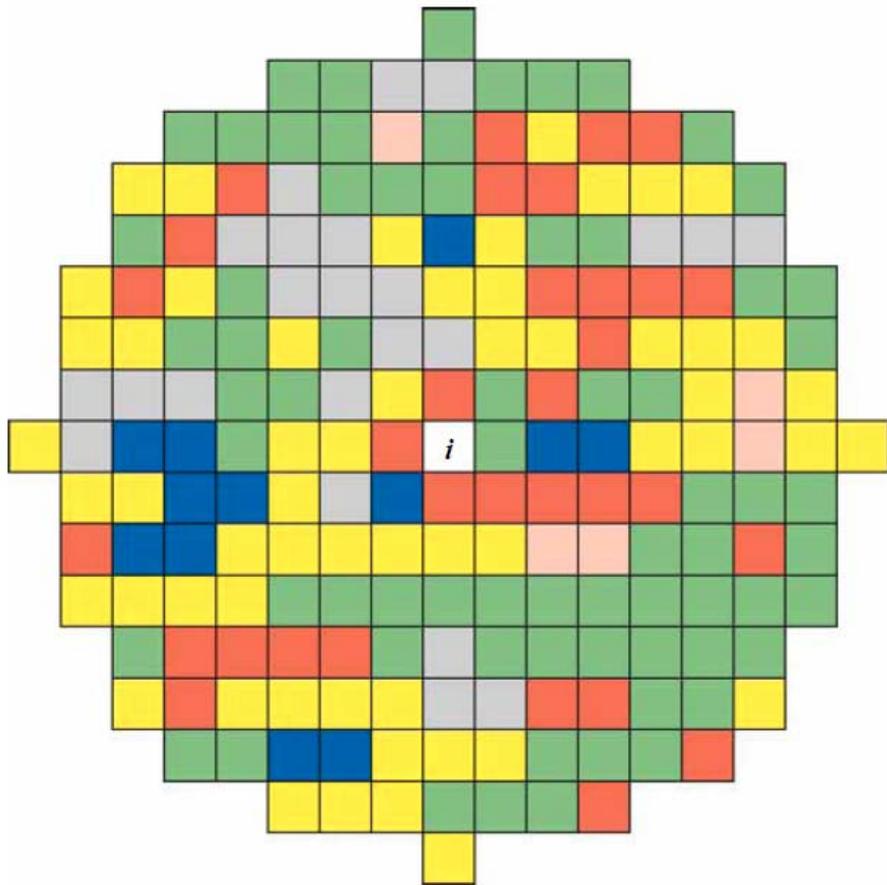
関係性を捉える



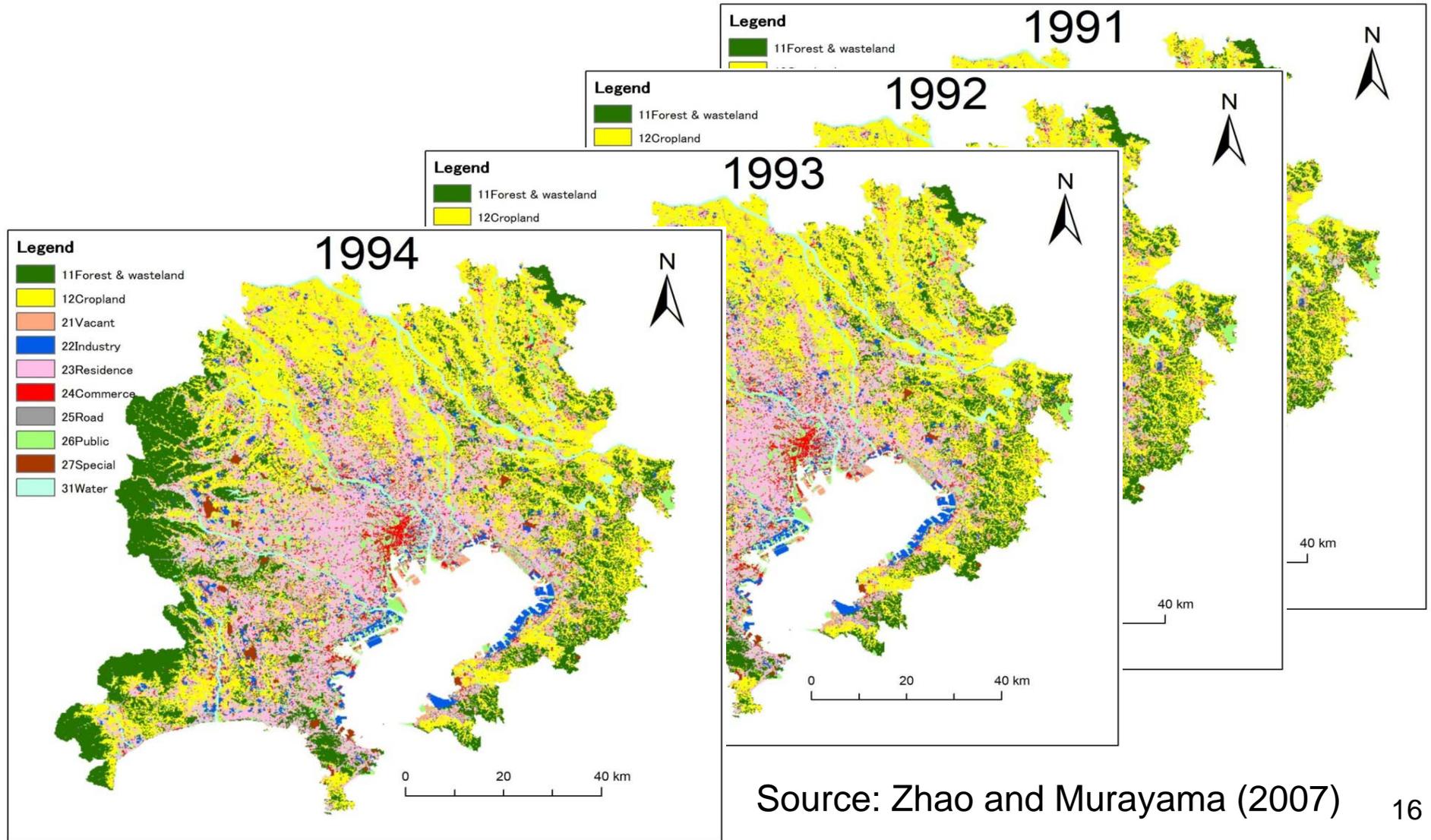
Source: Zhang and Murayama (2001)



Source: Zhang and Murayama (2001)

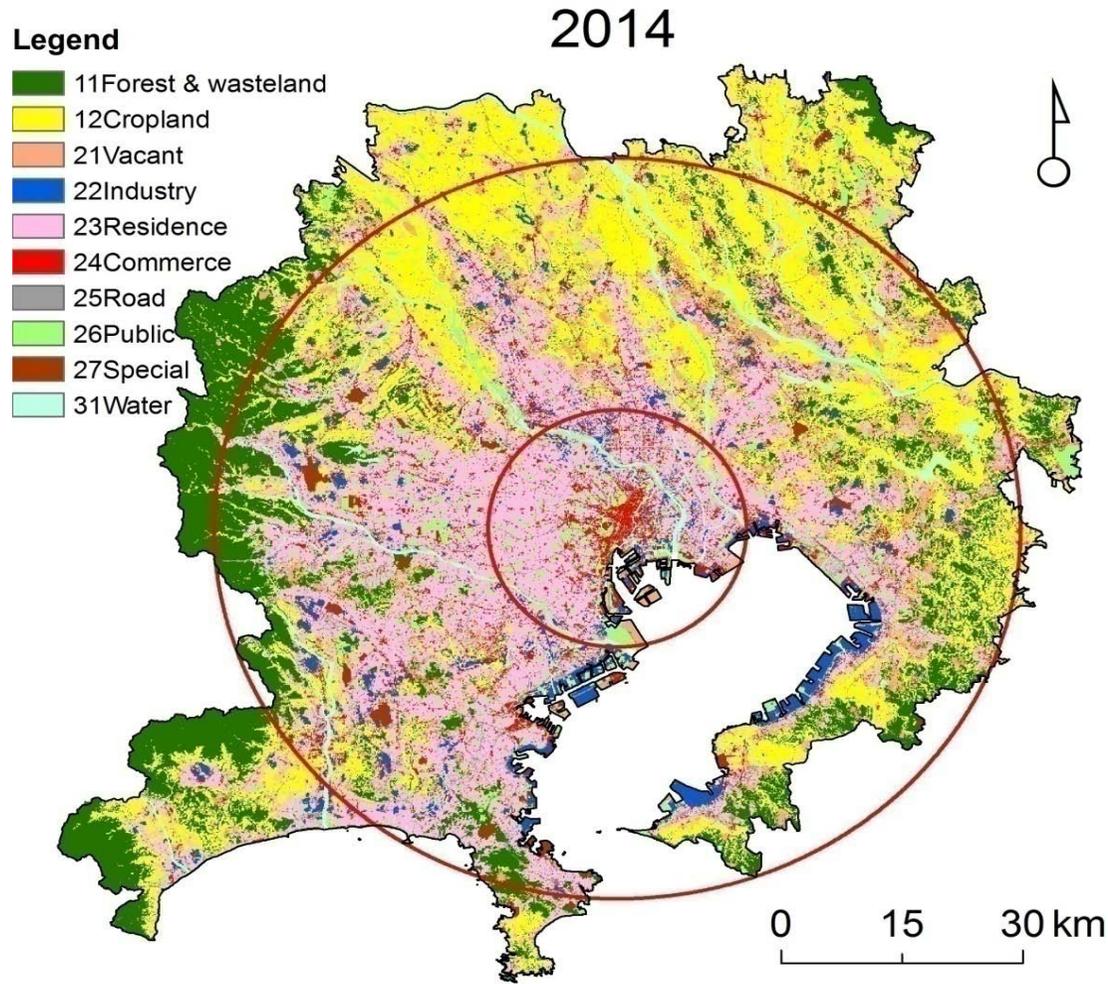


土地利用の変容



Source: Zhao and Murayama (2007)

将来の土地利用推定



Source: Zhao and Murayama (2007)

3 GIS環境下における空間分析

- 計測する
- マイニングする
- 可視化する
- 関係性を捉える
- プロセスを把握する
- データを作る

建物別人口の導出

Areametric Method

$$BP_i = \left(\frac{CP}{\sum_{k=1}^n BA_k} \right) BA_i$$

Volumetric Method

$$BP_i = \left(\frac{CP}{\sum_{k=1}^n BA_k \cdot BF_k} \right) BA_i \cdot BF_i$$

$$BP_i = \left(\frac{CP}{\sum_{k=1}^n BA_k \cdot BH_k} \right) BA_i \cdot BH_i$$

$$BP_i = \left(\frac{CP}{\sum_{k=1}^n BV_k} \right) BV_i$$

Where:

BP_i Population of building i

CP Census tract population

BA_i Footprint area of building i

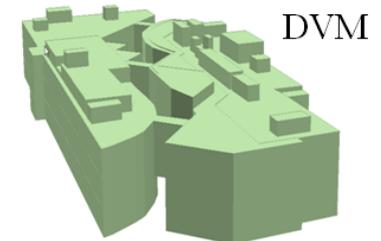
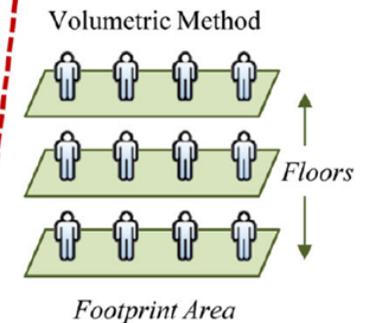
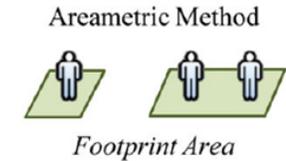
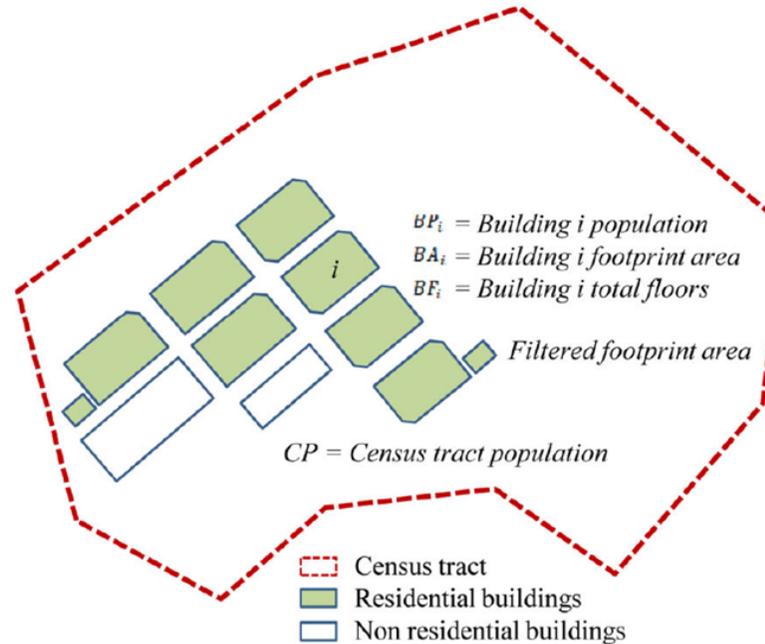
BF_i Number of floors of building i

BH_i Average height of building i (calculated from LiDAR data)

BV_i Total volume of building i (calculated from LiDAR data)

i Index

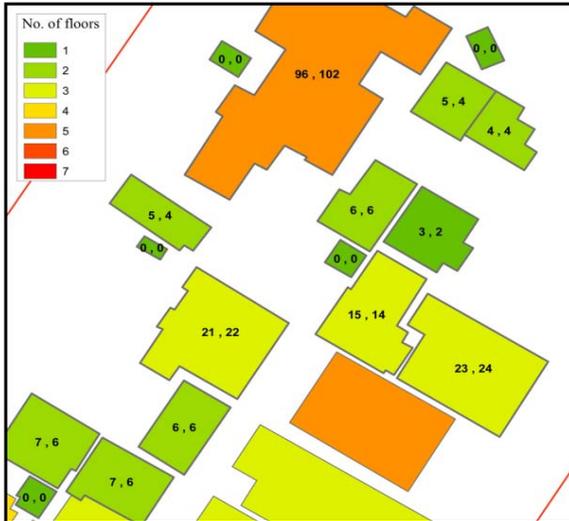
n Number of buildings that meet user-defined criteria and fall inside the CP polygon



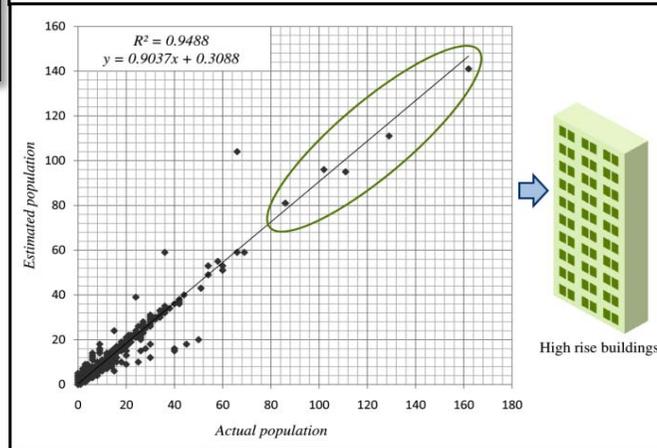
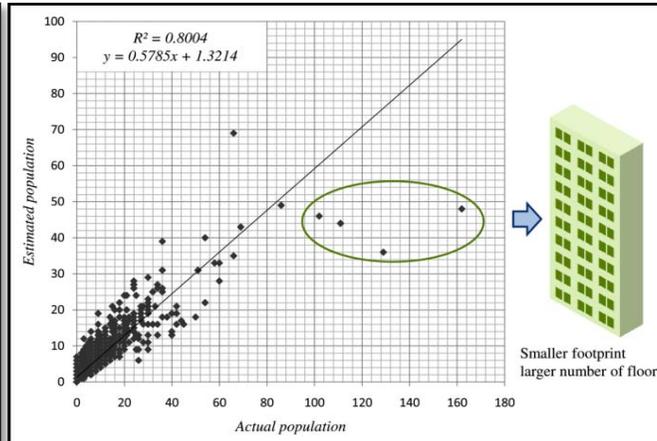
Source: Lwin and Murayama (2009)

建物別人口の導出

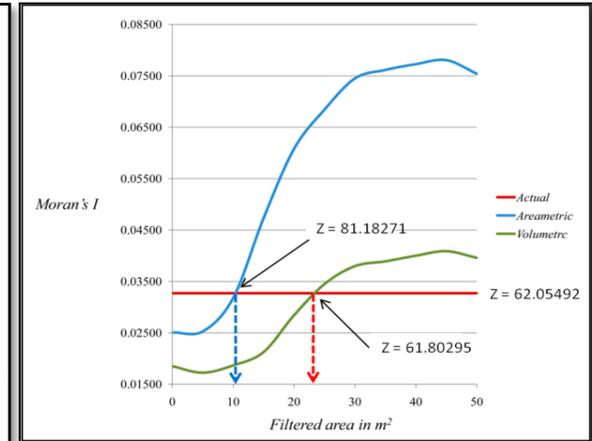
Visually assessment



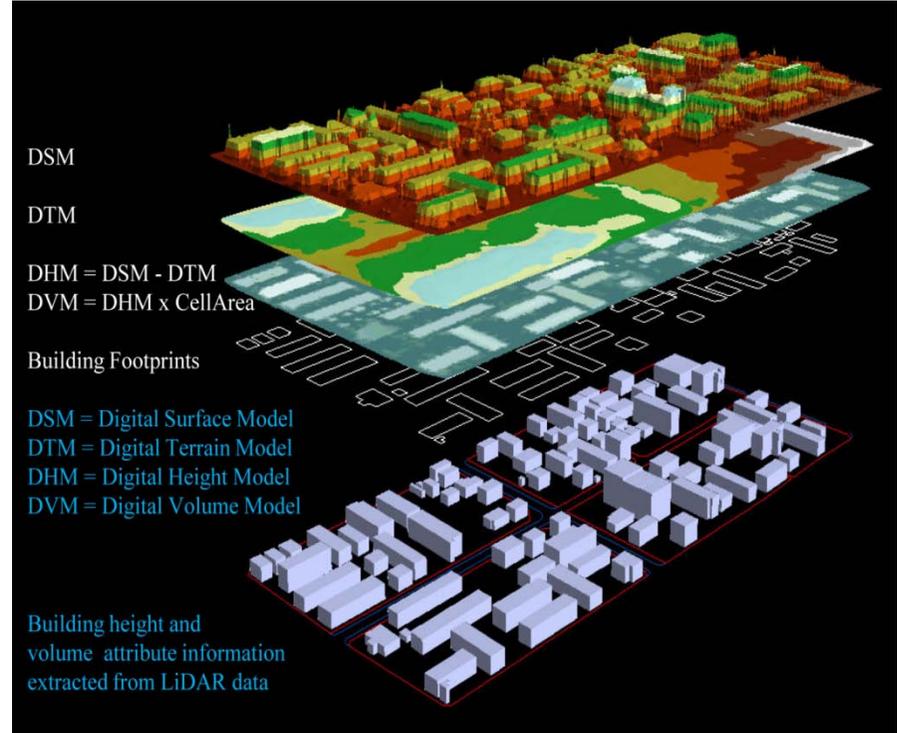
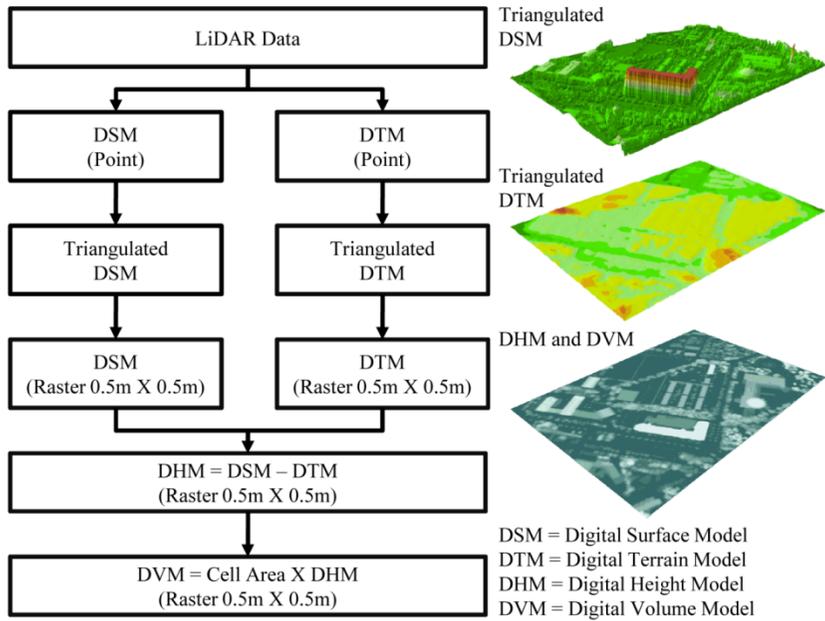
Statistically assessment



Spatially assessment

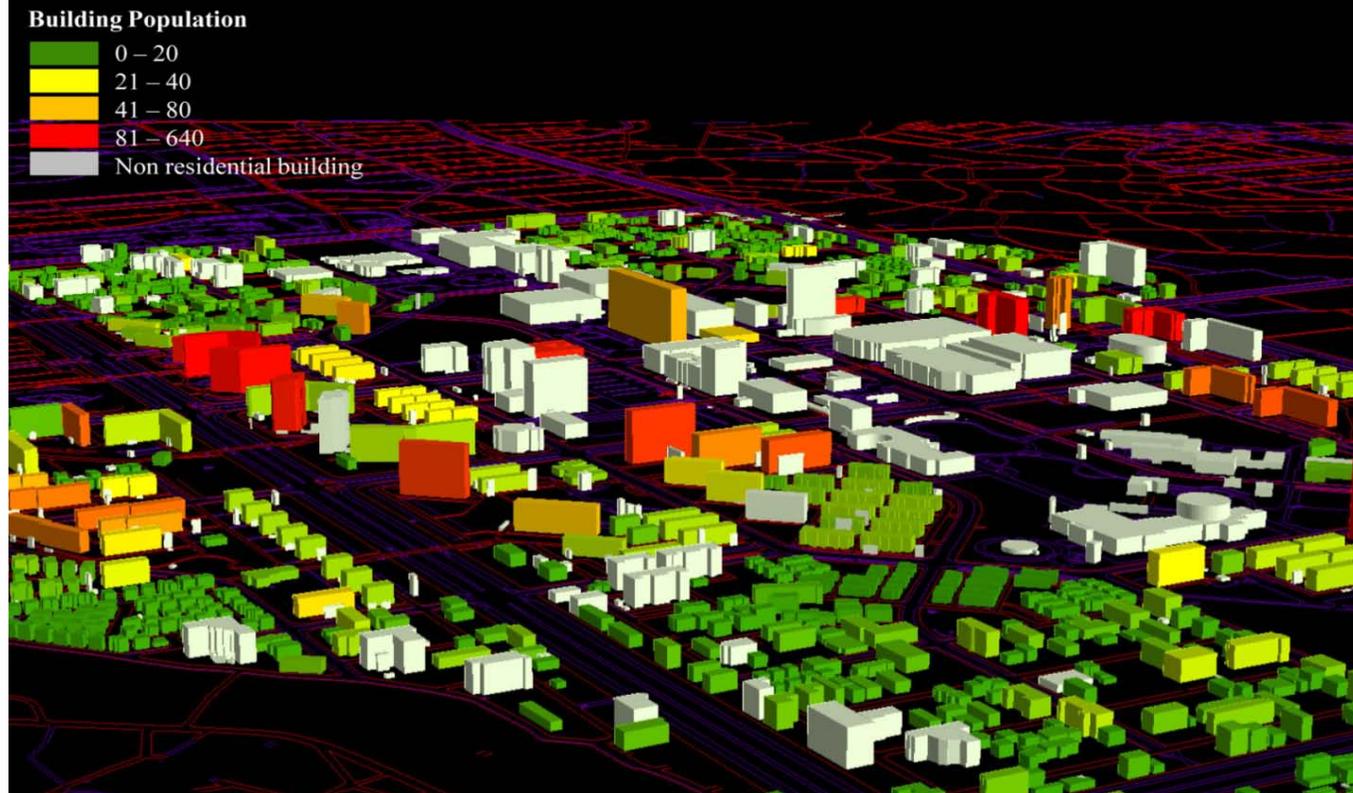


Spatially assessment using Moran's Index I and Z score

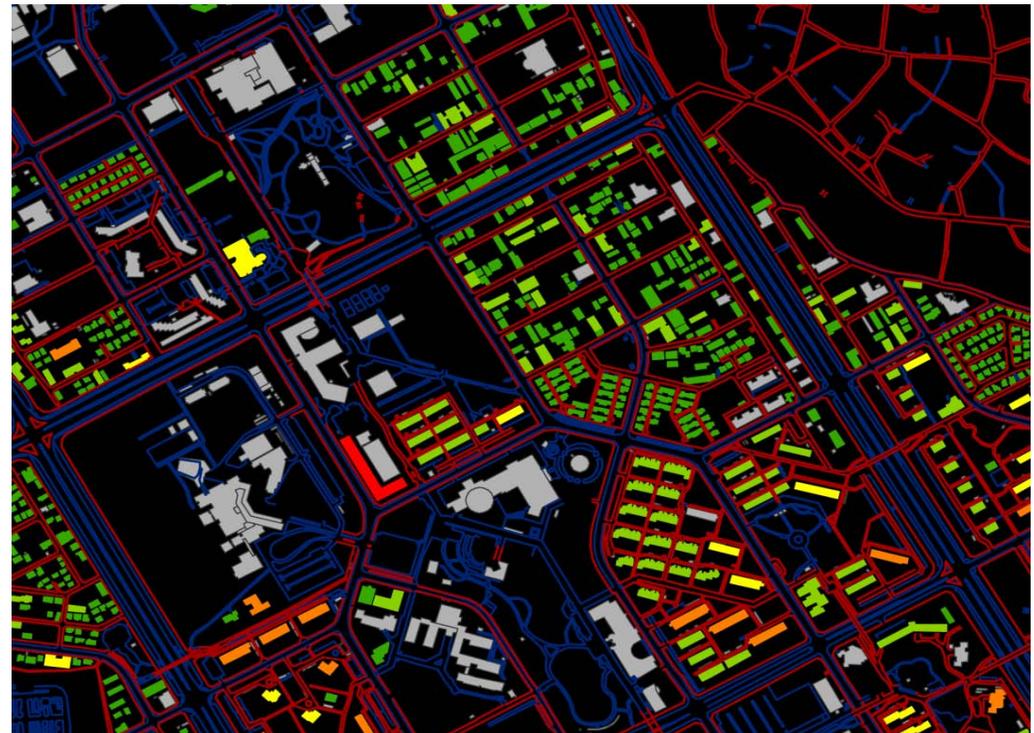
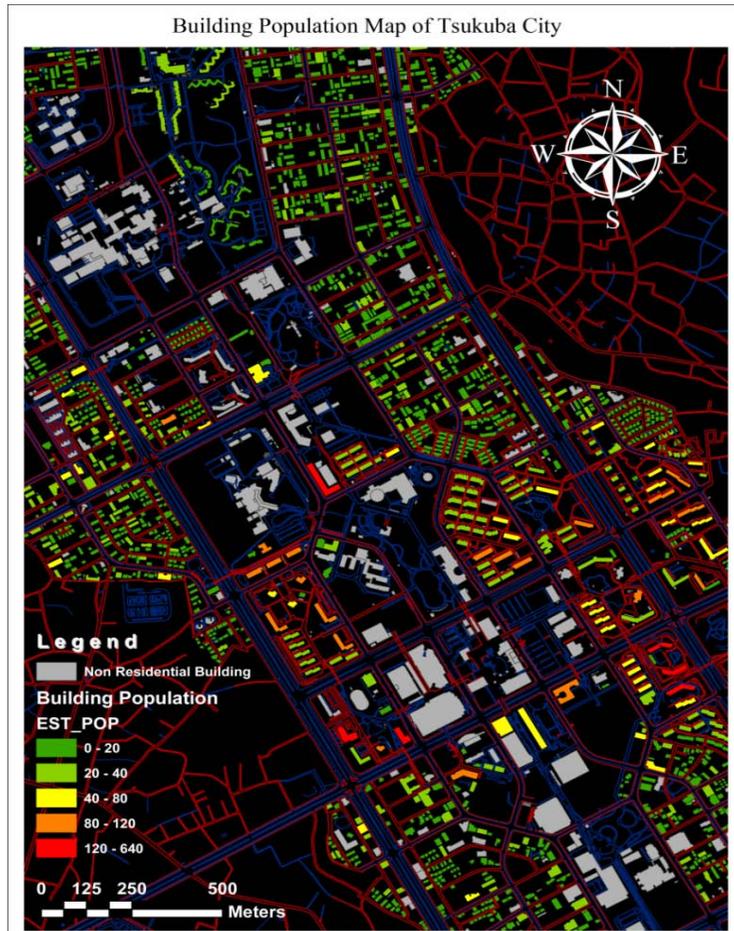


Source: Lwin and Murayama (2009)

3D visualization of quantitative building population data



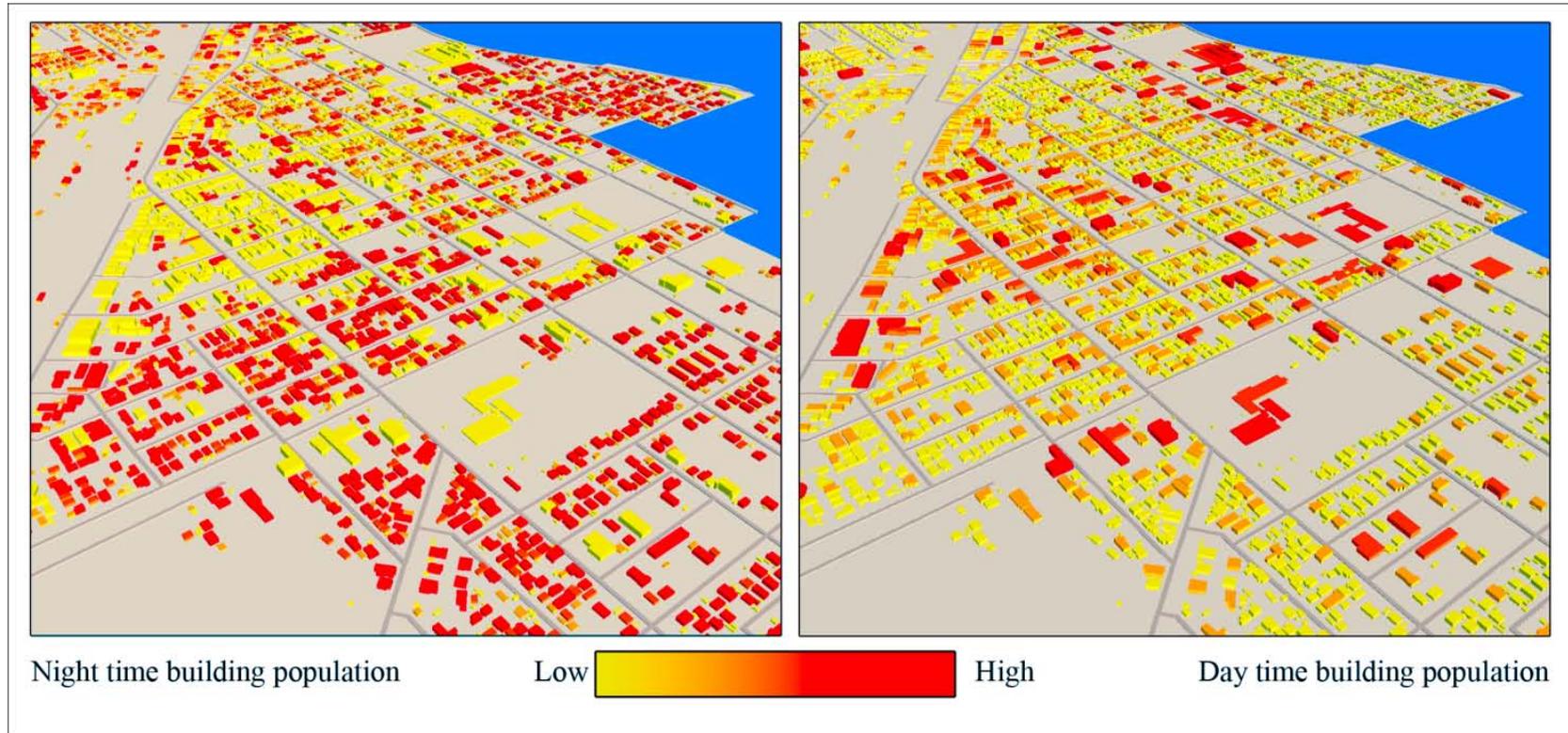
Source: Lwin and Murayama (2009)



Dasymetric mapping based on GIS estimated building population

Source: Lwin and Murayama (2009)

建物別昼夜間人口



Source: Lwin and Murayama (2009)

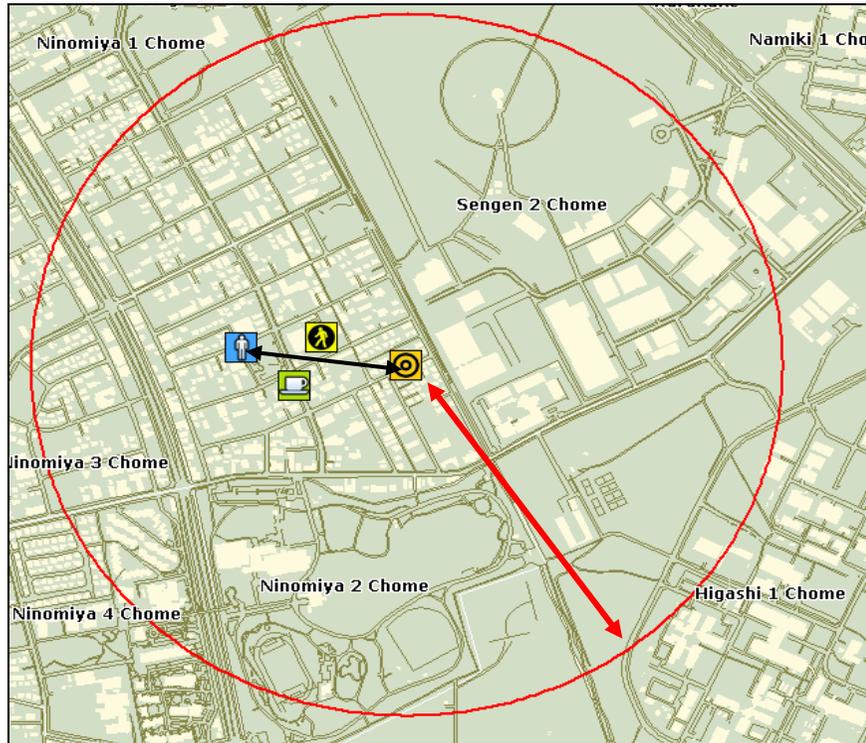
集計的思考から非集計的思考へ

空間分析から時空間分析へ

4 これからの空間分析

フレッシュな空間データをリアルタイムで分析し、意思決定

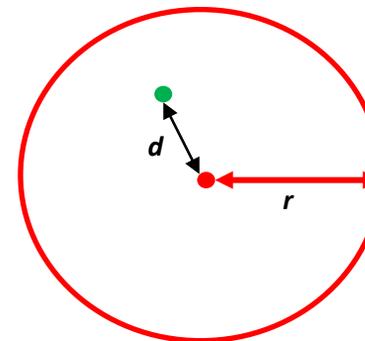
オンラインマイクロ空間分析



Measurement Accessibility Indices



ANALYSIS TYPE: Find Domain
ANALYSIS TOOL: Circle
RADIUS: 612 m
TOTAL BLDG. POPULATION: 3434
W.BLDG. POP. MEAN CENTER: 25876.69; 7247.12
POP. INDEX: 0.463
FACILITY X,Y MEAN: 25967.33; 7178.59
FACILITY INDEX: 0.3181
CONNECTIVITY X,Y MEAN: 26012.52; 7265.5
CONNECTIVITY INDEX: 0.2516



Accessibility index = d / r
Value = 0 ~ 1

Example in Circle Tool

Interpretations:

For residents: Smaller facility index -> Favorable place

For business owners: Smaller facility index -> nearest competitor

オンラインマイクロ空間分析



Measurement Accessibility Indices

ANALYSIS TYPE: Find Domain

ANALYSIS TOOL: Line

TOTAL LINE DISTANCE: 1727.39 m

BUFFER DISTANCE: 100 m

TOTAL BUILDING POPULATION: 2452



Potential Applications

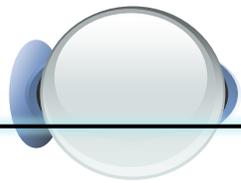
Traffic noise studies

Local community bus route planning

etc.

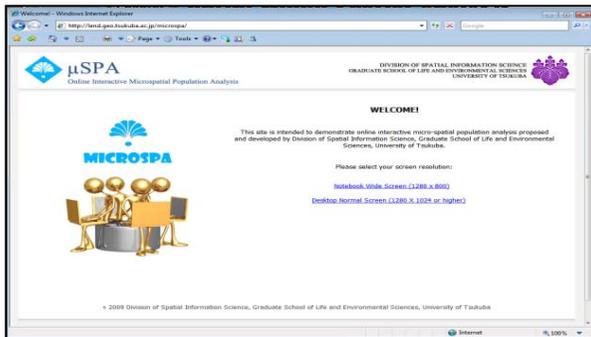


Source: Lwin and Murayama (2009)

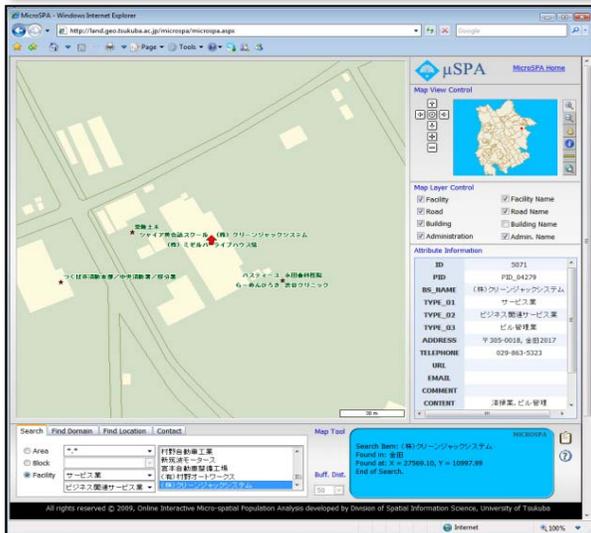


オンラインマイクロ空間分析

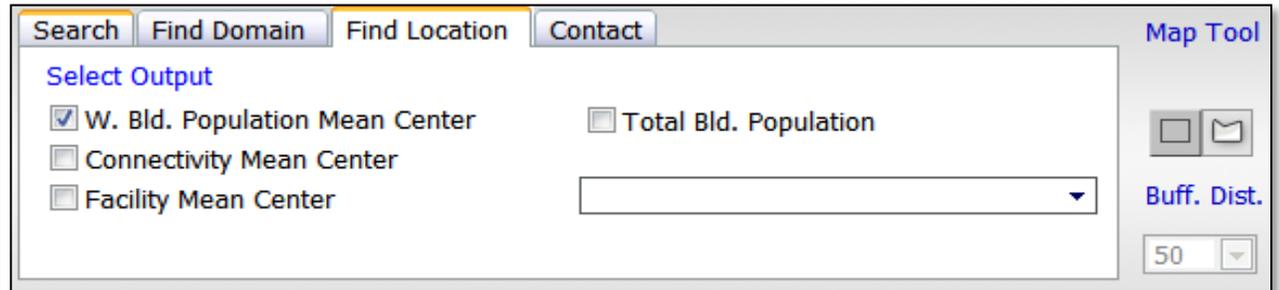
Implementation of a Web GIS



Find Domain Mode



Find Location Mode



Display Unit (show analysis results)



空間分析と岡部先生

- Spatial autocorrelation

Okabe (1976)

- City systems

- Voronoi diagrams

A Okabe, B Boots, K Sugihara (1992)

引用数は2,204(Google scholar, 2009.9.16)

A Okabe, B Boots, K Sugihara, SN Chiu (2000)

引用数は227(Google scholar, 2009.9.16)

- Network spatial analysis

SANETは50カ国以上で利用(2009.3)

References

- Admadi Nejad, F., Y. Murayama, T. Rho'Dess. 2009. The application of GIS in education administration: Protecting students from hazardous roads. *Transactions in GIS*, **13**, 105-123.
- Lwin, K., Y. Murayama. 2009. A GIS approach to estimation of building population for micro-spatial analysis. *Transactions in GIS*, **13**, 401-414.
- Murayama, Y. 2004. American influence on Japanese human geography: A focus on the quantitative and GIS revolutions. *GeoJournal*, **59**, 73-76.
- Okabe, A. 1976. A Note on Geary's spatial contiguity ratio. *Geographical Analysis*, **8**, 315-318.
- Okabe, A., B. Boots, K. Sugihara. 1992. *Spatial tessellations: Concepts and applications of Voronoi diagrams*. Chichester: John Wiley.
- Okabe, A., B. Boots, K. Sugihara, SN. Chiu. 2000. *Spatial tessellations: Concepts and applications of Voronoi diagrams* (2nd edition). Chichester: John Wiley.
- Zhang, C., Y. Murayama. 2001. Testing local spatial autocorrelation using k -order neighbours. *International Journal of Geographical Information Science*, **14**, 681-692.
- Zhao, Y., Y. Murayama. 2007. A new method to model neighborhood interaction in cellular automata-based urban geosimulation. *Lecture Notes in Computer Science*, **4488**, 550-557.

ご静聴ありがとうございました

村山祐司

mura1@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

<http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/teacher/murayama/>