



# 人間活動下の生態系ネットワークの崩壊と再生

(2008-2012)

PL: 酒井章子(現: 京都大学 生態学研究センター)

SL: 石井励一郎(研究推進戦略センター)

<http://www.chikyu.ac.jp/rihn/project/D-04.html>



本プロジェクトでは深刻な地球環境問題である

「生物多様性と生態系サービスの劣化」の本質を理解するため

・モンゴルでの草原の劣化

・マレーシア・ボルネオの熱帯雨林の減少

をケーススタディとして現地調査し、人間活動と生態系の相互作用網である“生態系ネットワーク”の構造の理解から、より望ましい生態系の維持への道筋をつけることをめざしました。

今日のご報告は、本プロジェクトでモンゴルでの人間活動の変化の調査を行った際に得られた成果の一部です。

# 高解像度衛星画像からモンゴルの首都への 人口集中を「見る」

—「人間活動下の生態系ネットワークの崩壊と再生」プロジェクトより—

- \*堤田 成政 (京都大学地球環境学堂 助教)  
石井 励一郎 (地球研・研究推進戦略センター 准教授)  
西前 出 (京都大学地球環境学堂 准教授)  
松岡 真如 (高知大学総合人間自然科学研究科 准教授)

Tsutsumida N., Saizen I., Matsuoka M., and Ishii R. (2015) Addressing urban expansion using feature-oriented spatial data in a peripheral area of Ulaanbaatar, Mongolia. *Habitat International* 47, 196-204.

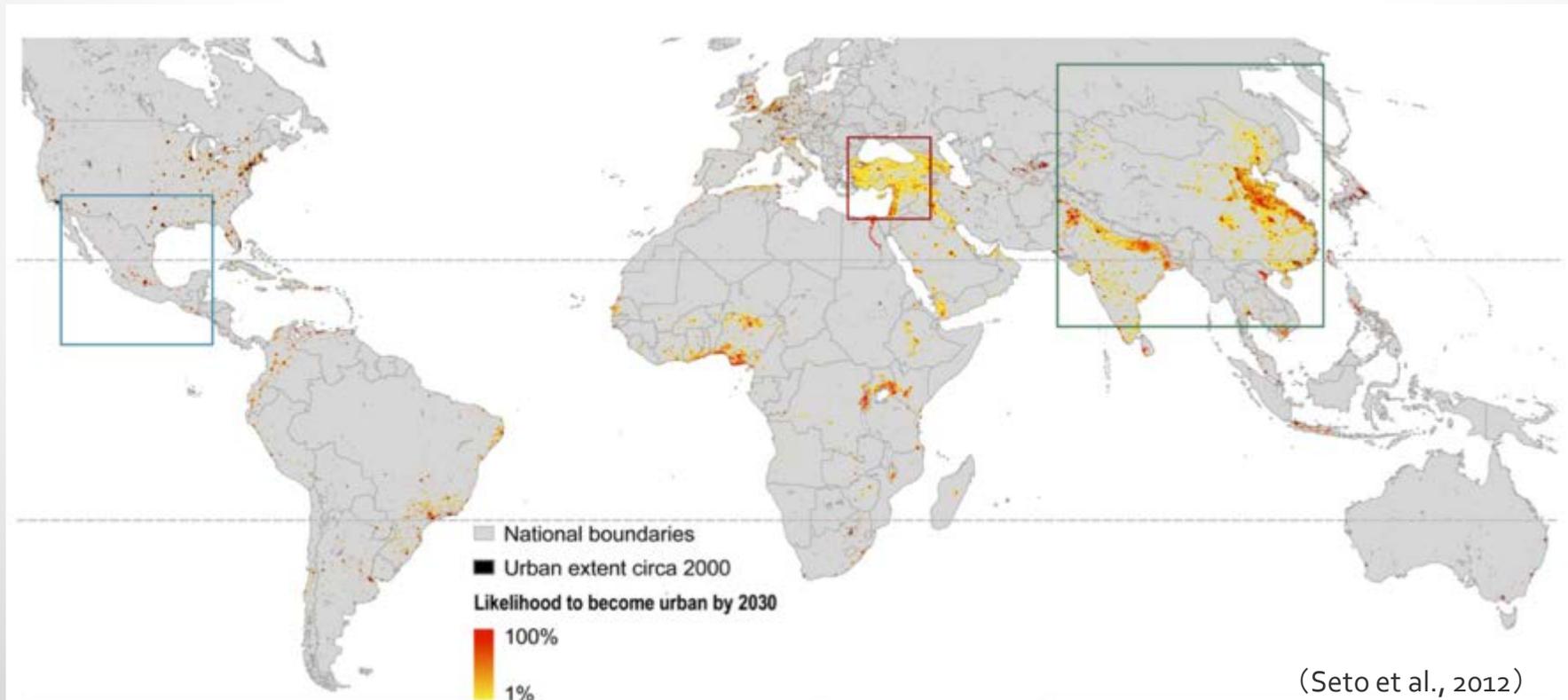


# 都市域の拡大

- ・都市域は人口増加率の2倍のペースで拡大

(Angel, Parent, Civco, Blei, & Potere, 2011; Seto, Güneralp, & Hutyrá, 2012)

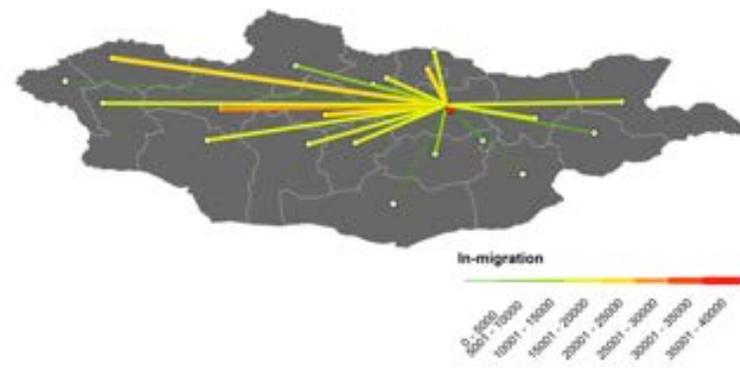
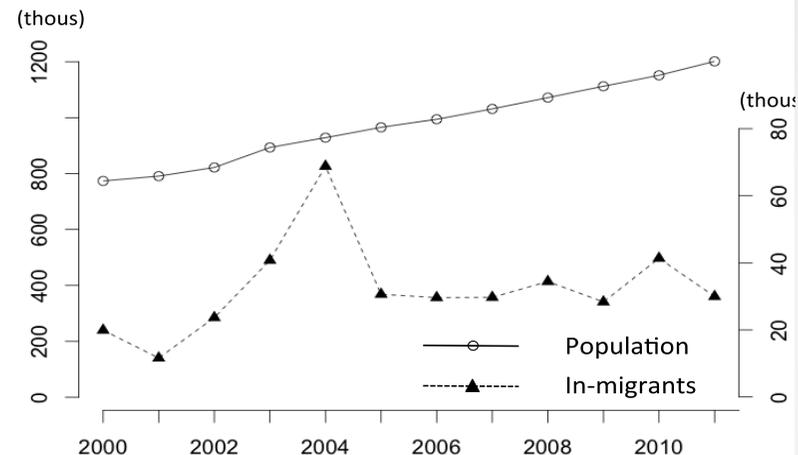
- ・都市域の拡大現象を理解することは環境問題の解決に寄与



(Seto et al., 2012)

# モンゴルの首都ウランバートルの人口増加と一極集中

- **人口の増加・一極集中**
  - 2007年に100万人を突破
  - モンゴル国総人口(280万人)の約40%が居住(2012)
- **ウランバートルへの人口流入**
  - 恒常的に流入人口が推移
  - 土地私有化政策の施行に伴い、流入人口が増大・土地の争奪戦



ウランバートルの総人口と移住人口の推移  
(NSO Mongolia)

## 土地私有化政策

(2002年公布、2003年施行)

モンゴル国民は一人あたり、一定の面積(ウランバートルでは0.07ha)までの土地を居住目的に限り無償で私有地化することができる。

# ウランバートルにおける都市域の拡大



都市周縁部では**ゲル地域**とよばれる居住地域が急発展している

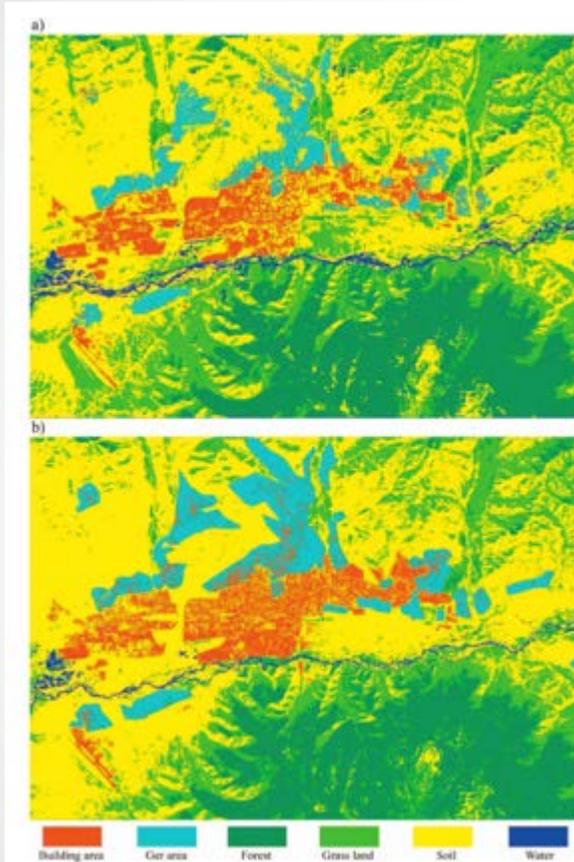
# ウランバートルの都市域拡大に伴う影響

- 大気汚染
  - 交通渋滞、石炭ストーブからの排煙
- 生活環境の悪化
  - 給水施設、し尿処理施設の未整備
- 都市管理の欠如
  - 都市計画の形骸化
  - 人口管理、土地管理の不備

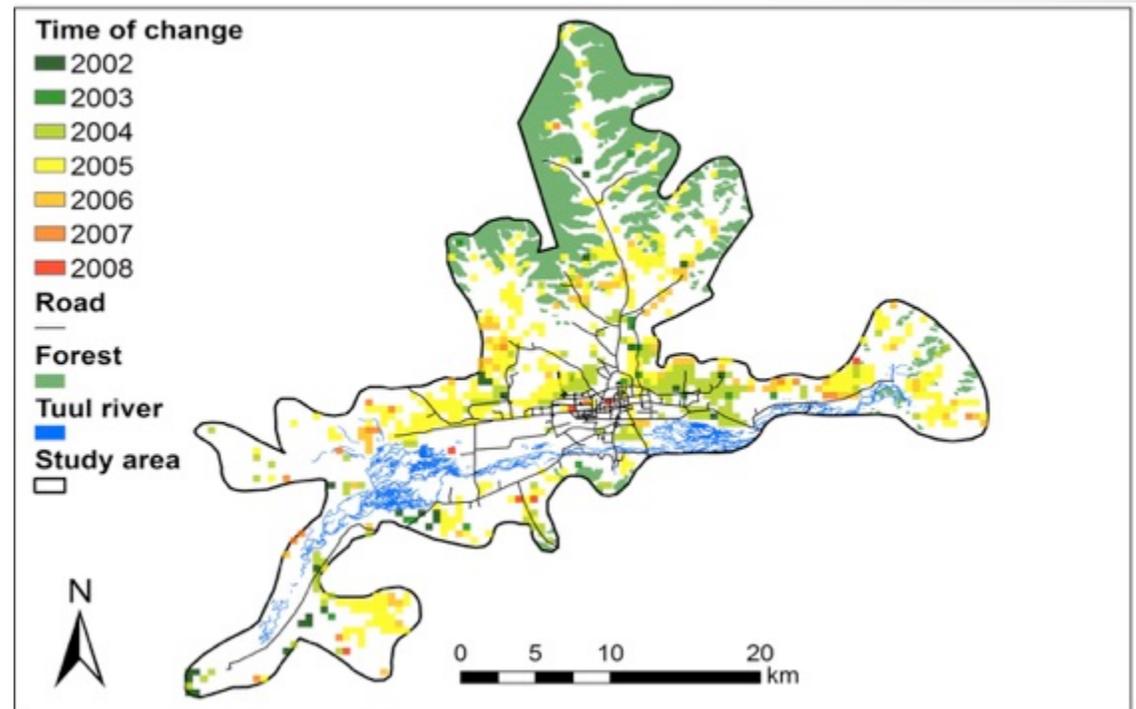
**土地の登録をしない移住者が多く、  
統計データには現れない現象  
→ 有効な対策がたてにくかった**



# 従来の都市域拡大に関する衛星画像分析



Landsat (30m) を用いたポスト分類比較法の例 (Amarsaikhan et al., 2011)



MODIS (500m) を用いた土地被覆変化推定の例 (Tsutsumida et al., 2013)

これまでは、ピクセルごとの変化(面的な変化)しかわからなかった

# 空間解像度の違い

MODIS (MOD13Q1: 250m)



Landsat ETM+ (Pan: 15m)



IKONOS (Pan: 0.8m)

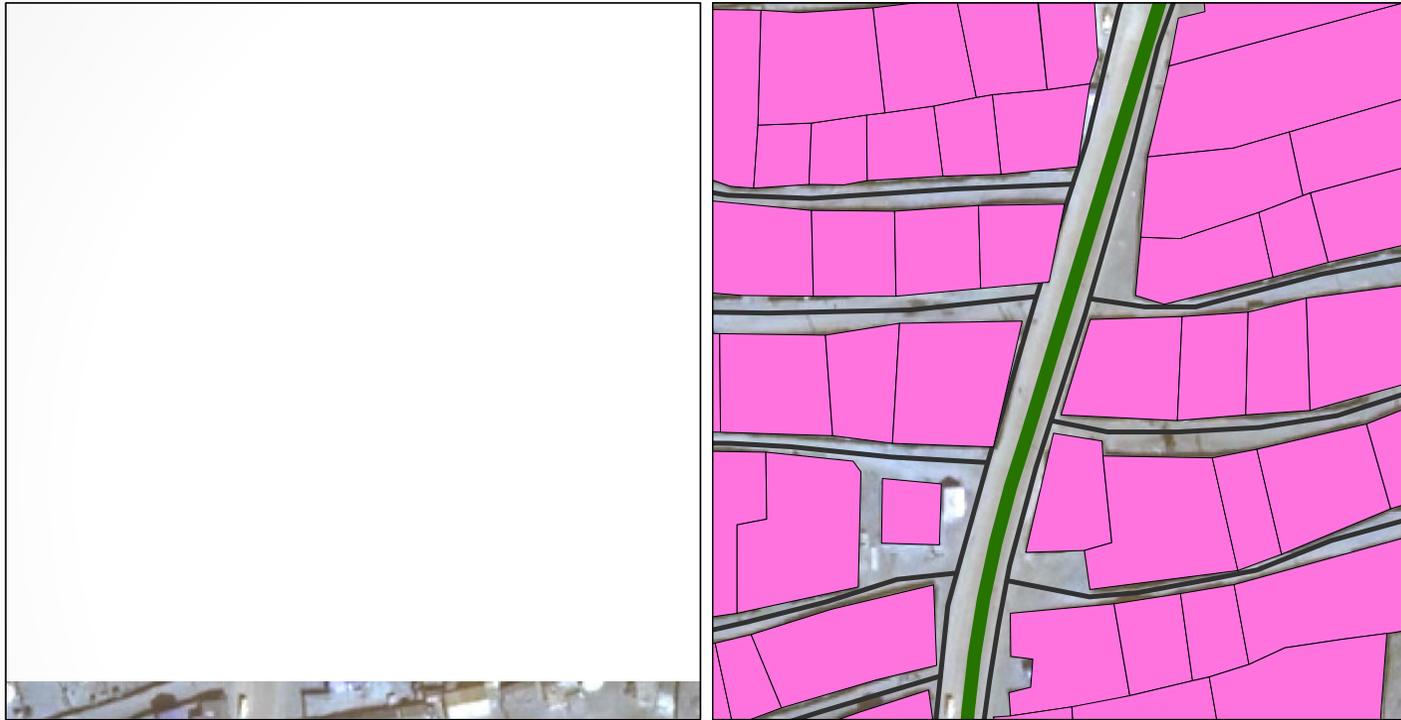


Quickbird (Pan: 0.6m)



高解像度の衛星画像からは“ゲル”や塀が確認できる

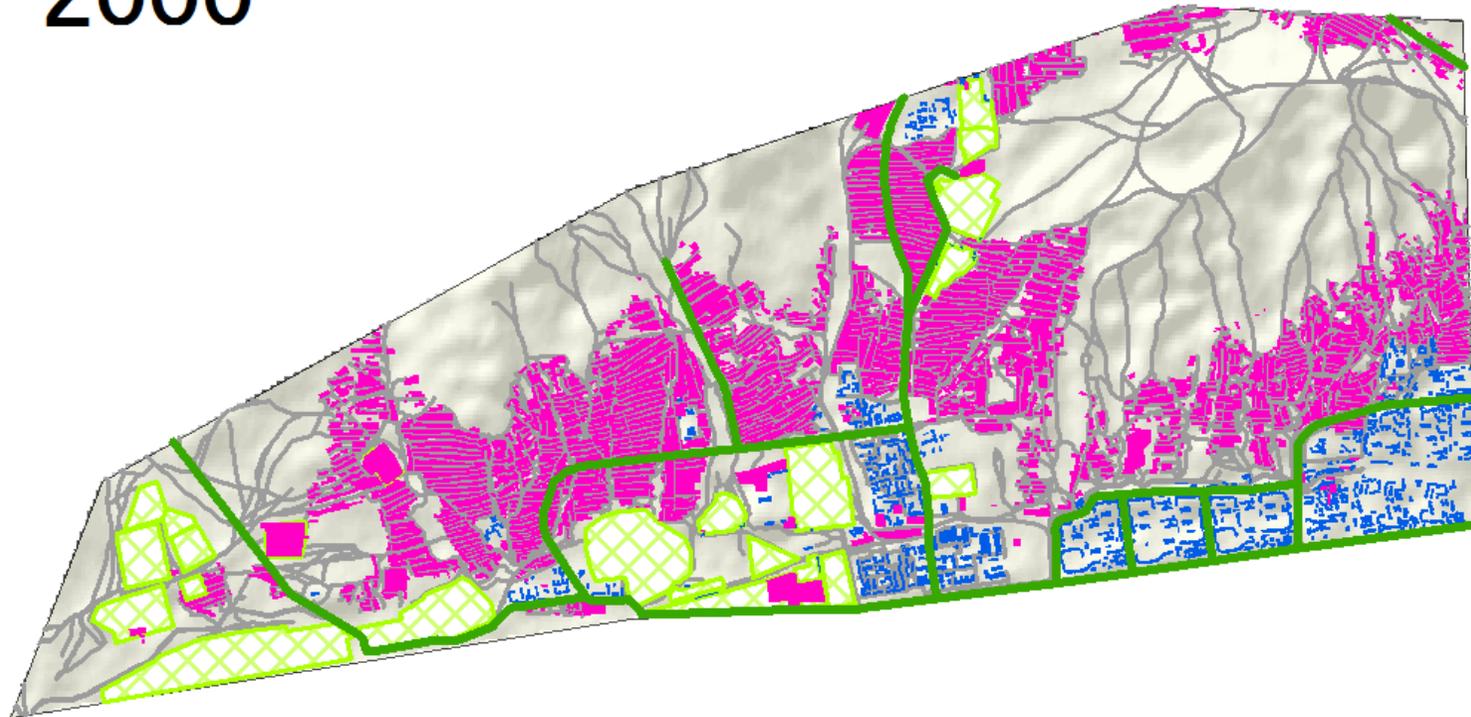
# 高解像度衛星画像を用いた地理情報データ化



2000年,2006年,2008年の超高解像度衛星画像から  
個々の都市構成物をGISデータ化

# 個々の都市構成物を視覚化した ゲル地域の時系列変化

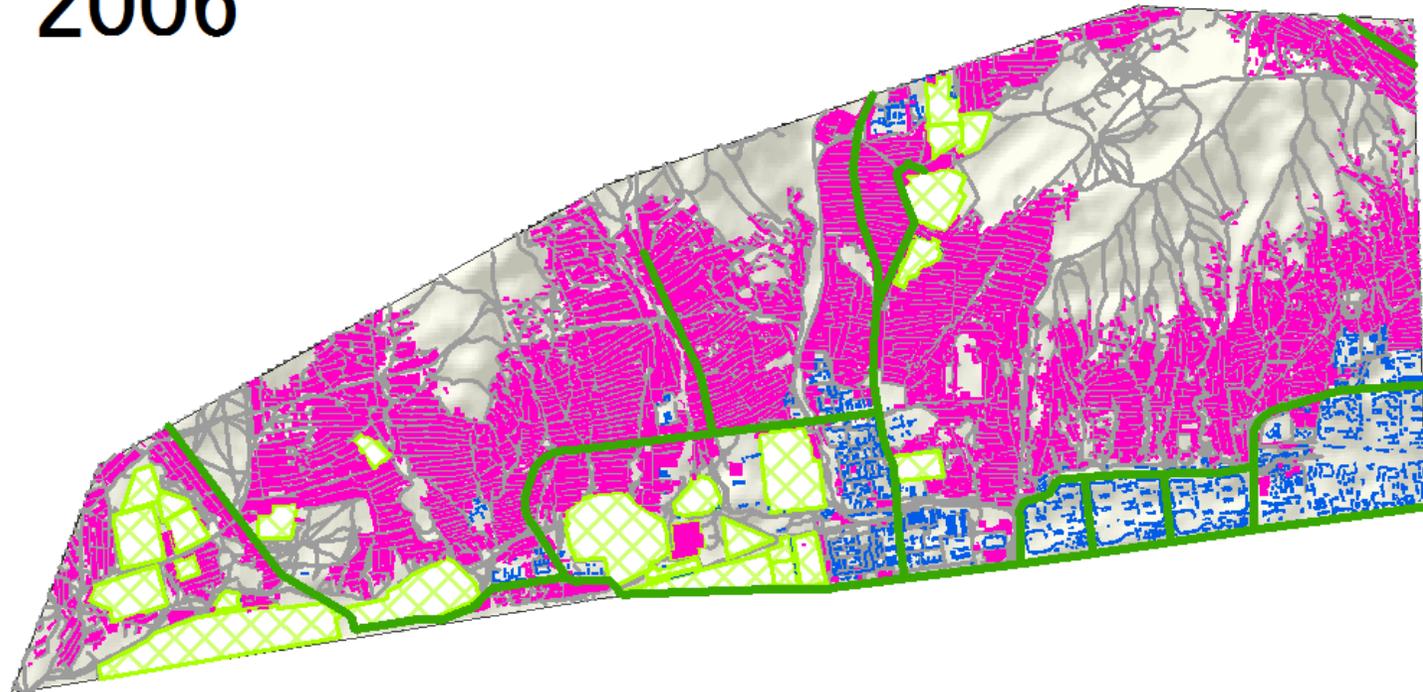
2000



Residential plots Buildings Main roads Roads Others

# 個々の都市構成物を視覚化した ゲル地域の時系列変化

2006



Residential plots Buildings Main roads Roads Others

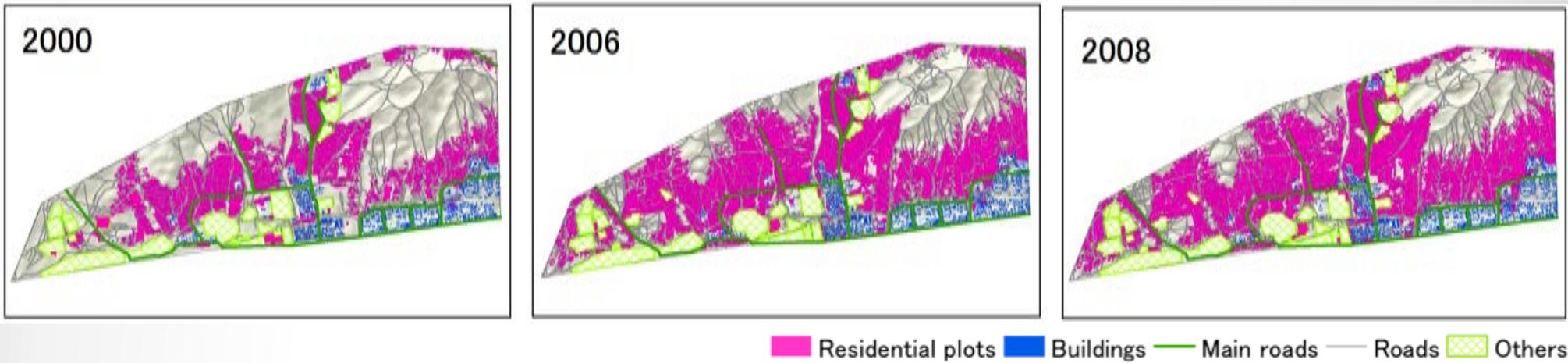
# 個々の都市構成物を視覚化した ゲル地域の時系列変化

2008



Residential plots Buildings Main roads Roads Others

# 個々の都市構成物を視覚化した ゲル地域の時系列変化



## 個々の都市構成物の分布の変遷がはじめて明らかになった。

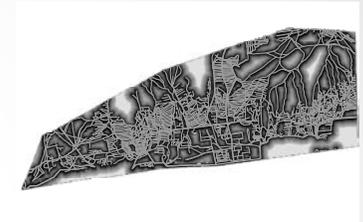
- 居住地の大幅増加(193%、2000—2008年)
- 高層建築物(107%)、その他の土地利用(工場、学校、政府関連施設)は不変
- 居住地が集塊性(無秩序ではなく塊となって)をもち急増

→ **土地の登録をしない移住者が多く、統計データには現れない現象の把握が可能となった。**

# 空間ロジスティックモデルによるゲル地域拡大の要因分析

2000-2008年の私有地分布の拡大を  
他要因を用いてモデル化

		Coefficients
Dependent variable	Residential plots in 2008	
	(Intercept)	-0.636 ***
	Residential plots in 2000	1.060 ***
	Distance from main roads	0.053
Independent variables	Distance from roads in 2000	-0.551 *
	Elevation	0.090
	Slope	-0.164
	Distance from water kiosks	-0.781 ***
AUC value		0.838
Moran's I in residuals		0.025



main roads

Elevation

Slope

Distance from water kiosks



All variables were standardized into mean of zero and standard deviation of 1.

\* : Statistically significant at the 5% level (p-value  $\leq 0.05$ )

\*\*\* : Statistically significant at the 0.1% level (p-value  $\leq 0.001$ )

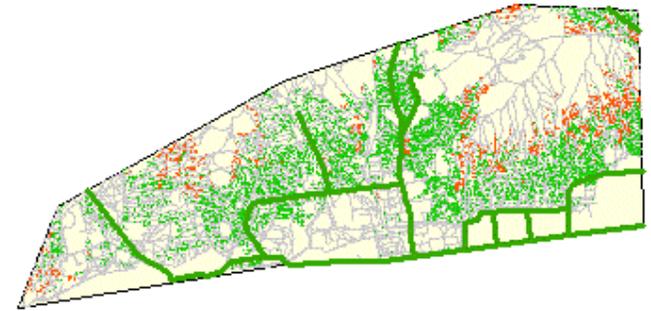
## 2008年の居住地分布の特徴

- 2000年のものに対して類似の関係(集塊性)
- 道路からの近接性が関係
- 水キオスクからの近接性が関係

ゲル地域拡大は地形(標高・傾斜)よりも社会インフラがより影響を与えている

# 今後の展開

- 都市問題・環境問題の対策への応用
  - 都市計画、都市管理への貢献
    - (例) 災害リスクの高い居住地の推定、居住禁止地域の提言、スラム化防止
  - ゲル地域起因の環境影響評価
    - (例) CO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>排出量推定、渋滞予測、水質汚染



# まとめ

- モンゴルでは急速な地方からの都市への簡易住居(ゲル)を用いた人口集中と、それにとまなう環境悪化が深刻化しているが、定量的なデータが少なく十分な対策ができていない。
- 高解像度の人工衛星画像にもとづく画像・空間解析から、新規加入の住居の分布と、その増加する地理的条件が明らかになった。
- 環境問題の対策への応用が期待される。  
→住民や住居の分布の最新情報が得られにくい途上国への応用も。