

# つくば市の時空間データセットを用いた交通網と沿線土地利用の時空間解析

小荒井衛・中埜貴元

## Temporal Spatial Analysis of Land Use of Tsukuba City along TX rail road

Mamoru KOARAI and Takayuki NAKANO

**Abstract:** The authors produced temporal geospatial dataset of the area close to Kenkyu-Gakuen Station of the Tsukuba Express in Tsukuba City. Using each year geospatial data generated from temporal geospatial dataset, the authors tried temporal spatial analysis between human impacts such as development of new traffic network and land surface change such as land use change or increasing of buildings. It is possible to do temporal spatial analysis effectively using temporal geospatial dataset if dataset is revised high temporal resolution.

**Keywords :** 時空間データセット(Temporal geospatial dataset), 時空間解析(Temporal spatial analysis), 交通網(Traffic network), 土地利用(Land use), つくばエクスプレス(The Tsukuba Express), つくば市(Tsukuba City)

### 1. 研究の概要

地理空間情報を国土計画や環境分野等の様々な分野で高度利活用していくためには、地理空間情報に時間軸を加えることで地物の高頻度な変化を容易に管理し、これまで取得されてきた過去の地理空間情報も含めて貴重な財産として付加価値を持たせることが不可欠である。国土地理院が所有する地理空間情報について、一元のシステム化された時空間情報として管理できる仕様を検討し、そのようなデータがこれまでの地理空間情報と比べてどの様に高度利活用が可能なのかを示すことが重要である。

本発表では、つくば市の一部で時空間データを試作し、そのデータから鉄道開通という人為インパクトが周辺の土地利用にどのような変化を与えたのかを時空間解析した結果を紹介する。

### 2. つくば市の時空間データセットの作成

時空間データセットの構築範囲は、つくばエクスプレス（以下 TX と略す）の開通により近年大規模土地開発が急激に進んでいる、つくば市の研究学園駅周辺の約 15km<sup>2</sup>（図-1 の青枠）とした。衛星画像や資料調査に基づいてほぼ 1 年以下の単位で地物の生成・消滅・変化を捉え、時間精度の高い時空間データの作成を行った。データ項目は、交通網、土地利用（メッシュ、ポリゴン）、DEM、建物、水系である。

交通網や建物のように、個別に発生や消滅が任意に派生する地物については、畑山ほか（1999）に倣って図-2 に示すように、発生開始（SS）、発生完了（SE）、消滅開始（ES）、消滅完了（EE）の 4 つの時間属性を持たせるようにしている。行政資料（官報）等で厳密な時間情報が確認できる場合には 4 つの時間属性について入力が可能である。地物の変化した時間が画像等の資料でしか確認できない場合には、図-2 に示したような時間の曖昧性を持った概念で時間情報を捉えている。

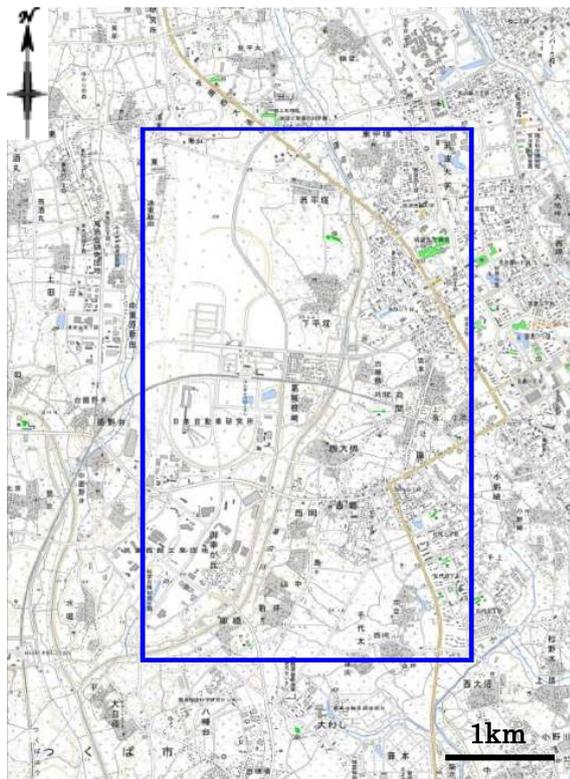


図-1 時空間データセットの作成範囲  
(1/2.5 万地形図「上郷」「谷田部」)

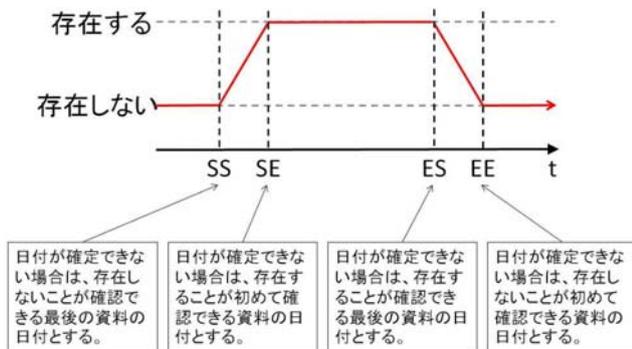
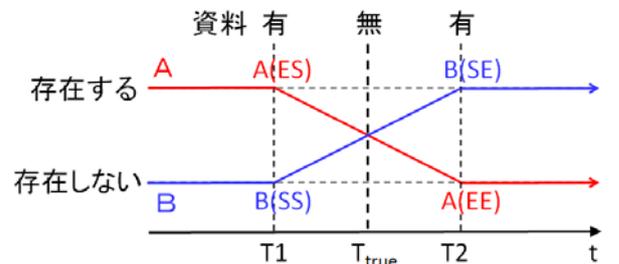


図-2 交通網、建物等の時間情報の考え方

土地利用や DEM などの必ず存在し面的に覆うデータについては、図-3 で示すような時間情報の付与を考えた。ある地点（メッシュまたはポリゴン）において、実際に属性 A が属性 B に変化した時間が  $T_{true}$  として、それを示す近接の画像情報が  $T1$  と  $T2$  の場合、ここで確実に言えるのは、

「 $T1$  には A が存在しており、B は存在していない」ことと、「 $T2$  には A は存在しておらず、B が存在している」ことである。すなわち、A は  $T1$

から  $T2$  の間に消滅し、B は同期間に発生したことになり、 $T1$  は A の消滅開始 (ES) 及び B の発生開始 (SS)、 $T2$  は A の消滅完了 (EE) 及び B の発生完了 (SE) となる。



※現実世界・・・Aが $T_{true}$ にBに変化

- ・ $T_{true}$ が確定できれば  $A(ES)=A(EA)=B(SS)=B(SE)=T_{true}$
- ・ $T_{true}$ が確定できない場合  $A(ES)=B(SS)=t1$   $A(EA)=B(SE)=t2$   
 $T1$ ・・・Aが確認できる(Bが確認できない)最後の資料の日付  
 $T2$ ・・・Bが確認できる(Aが確認できない)最初の資料の日付

$T1 \sim T2$ の期間は、AまたはBが存在するあいまいな期間(遷移期間)

図-3 土地利用等の時間情報の考え方

### 3. データ仕様の検討

時空間データ仕様について考察した。道路や建物については、地物毎に発生開始、発生完了、消滅開始、消滅完了の4つの時間属性を入力すれば良く、固定長のデータ仕様が設定可能である。

一方、土地利用や DEM では、属性が変化する毎にデータ更新を迅速に行える様にするには、更新属性情報を地物ごとに追加するような可変長のデータ仕様が管理しやすい。そこで、表-1 に示すような可変長型の土地利用データ仕様を提案した。

しかし、空間データ解析を主目的とした市販の GIS ソフトウェアでは、地物ごとにデータ長の異なる可変長データを取り扱うことが出来ないものが多く、データ管理側とデータ解析側とで理想とするデータ仕様が異なっているのが現状である。その不統一を克服する手法を検討することが、今後の課題の一つである。

表-1 土地利用データの可変長型データ構造

ユニーク ID	初年月日 (西暦)	左記年の土地利用コード	左記土地利用の消滅開始年月日 (西暦)	左記土地利用の消滅完了年月日 (西暦)	1回目変化する土地利用コード	~	(n-1)回目変化する消滅開始年月日 (西暦)	(n-1)回目変化する消滅完了年月日 (西暦)	n回目変化する土地利用コード
(8桁)	20000101	(4桁)	(8桁)	(8桁)	(4桁)	~	(8桁)	(8桁)	(4桁)

#### 4. つくば市時空間データを用いたデータ解析

時空間地理情報を使ってデータ解析を行うためには、時空間データセットから解析に必要な時間頻度（例えば1年毎など）でデータを切り出して高頻度時系列地理空間情報を作成し、時系列解析を行えば良い。本研究では、試作した時空間データを使用して1年毎の時系列地理空間情報を作成し、TX沿線および県道19号線沿いの土地利用および建物の時間変化量の時空間解析を行った。TXおよび県道19号線の位置を中心に、両側1000mまで100m間隔でバッファを発生させ(図-4)、路線着工当時から各バッファにおける土地利用の変化量と変化年を土地利用分類ごとに求め、時間と土地利用変化量の関係を考察した。

TXを中心とした面積集計結果の内、バッファ0~100mは図-5に示し、400~500mは図-6に示す。なお、2006年と2007年は原資料がなく、変化情報を取得できなかったため、この結果では2005~2008年の3年間をまとめて表示している。いずれも2003年以降の変化面積が大きくなっているが、これはTX開通(2005年10月)を間近に控えた開発ラッシュのためと思われる。

バッファ0~100mにおける土地利用の変化内容については、2003~2004年は変化前が様々な土地利用なのに対して変化後は造成中地が大部分を占めている。2008~2009年は、変化前は造成中地が多いのに対し、変化後は住宅用地、商業用地、道路用地、その他公共用地の割合が多く、開発が進んできている様子が伺える。

一方、バッファ400~500mに関しては、変化面積のピークが2008~2009年となっており、バッファ0~100mよりは開発が少し後になっている様子が伺われる。2008~2009年の変化は、変化後の土地利用が造成中地になっている割合が、バッファ0~100mより大きいことから、その傾向が読み取れる。

県道19号線を中心とした面積集計結果の内、バッファ0~100mは図-7に、400~500mは図-8に示す。2003年以降に土地利用の変化面積が急増している傾向はTX沿線と同様である。しかし、

県道19号線の方向がTXと直交する方向のため、バッファ距離が大きくなるほど開発が後になっているという傾向は、TX沿線ほどは顕著ではない。2003~2004年にかけて森林系の土地利用が増加しているが、これは旧自動車研究所内の樹林が、それまでは商業用地に計上されていたのが、研究所敷地が払い下げられた時点で森林に計上されたための見かけ上の変化であり、実際に大量の森林が増加した訳ではない。

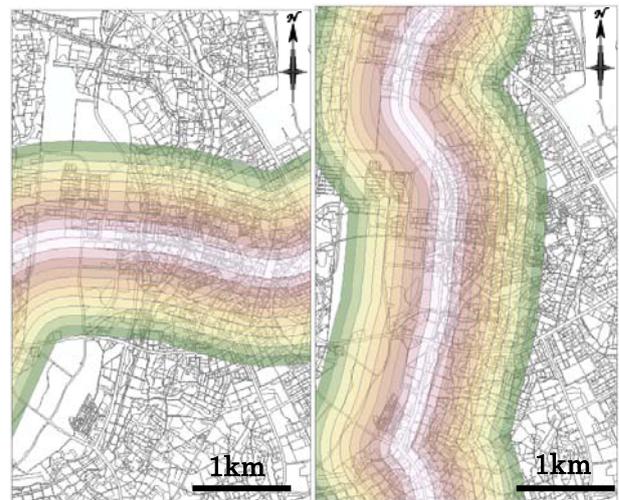


図-4 時空間解析に使用したバッファ  
左：TX，右：県道19号

建物データに着目した解析も行った。図-9と図-10はTXからのバッファ(0~100mと400~500m)の各年の建物変化戸数を建物面積別に色分けして表示したグラフである。建物の重心の位置がどのバッファに属しているかで解析した。変化建物個数は2005~2008年に多いが、バッファ400~500mでは2008~2009年にも変化建物個数が多く、建物の増加という変化がTXから遠い方は現在まで引き続いて発生していることを示している。建物の面積は100~300m<sup>2</sup>が多く、比較的大きな面積の建物が増加している傾向がある。

図-11と図-12はTXからのバッファ(0~100mと400~500m)の各年の変化建物面積を土地利用別に色分けして表示したグラフである。バッファ400~500mに商業用地内の変化建物面積が多いが、このバッファ内に大型ショッピングセンターの建物の重心が位置しているためである。



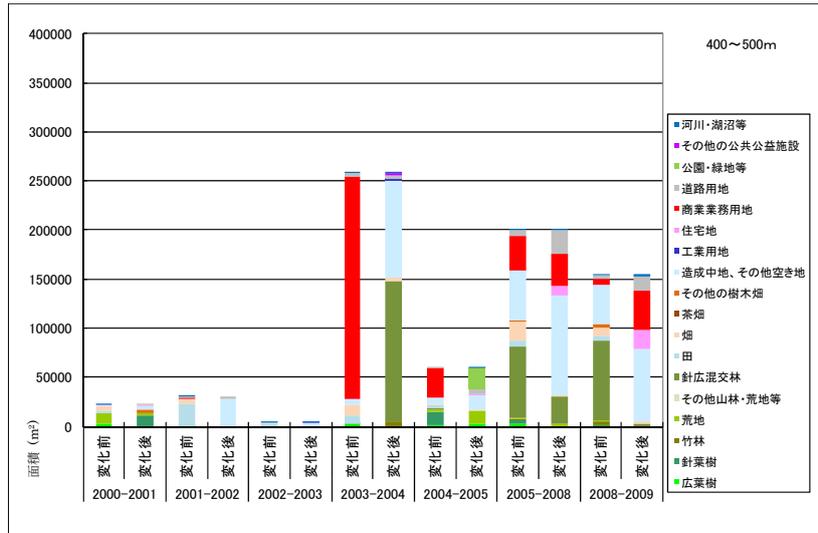


図-8 県道 19 号からのバッファ 400～500m の各年の土地利用変化の動向

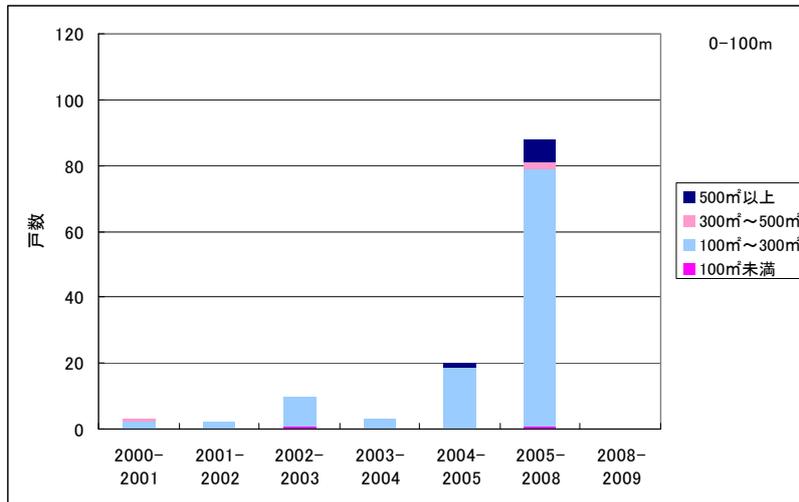


図-9 TX からバッファ 0～100m の各年の変化建物個数の動向

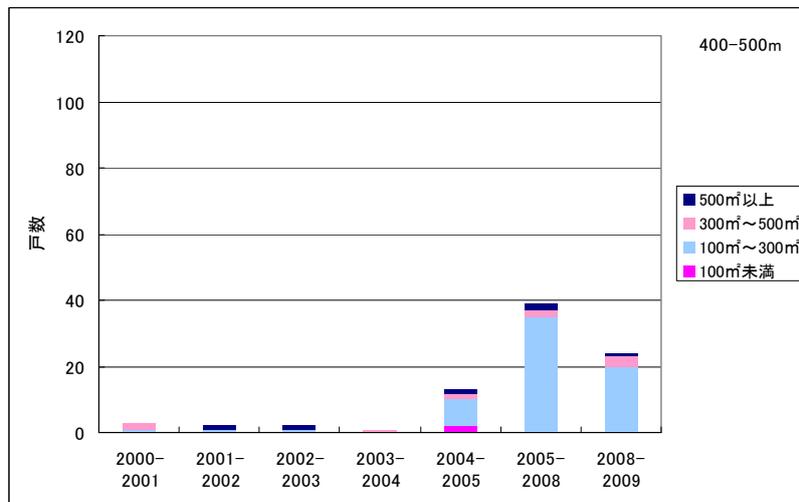


図-10 TX からバッファ 400～500m の各年の変化建物個数の動向

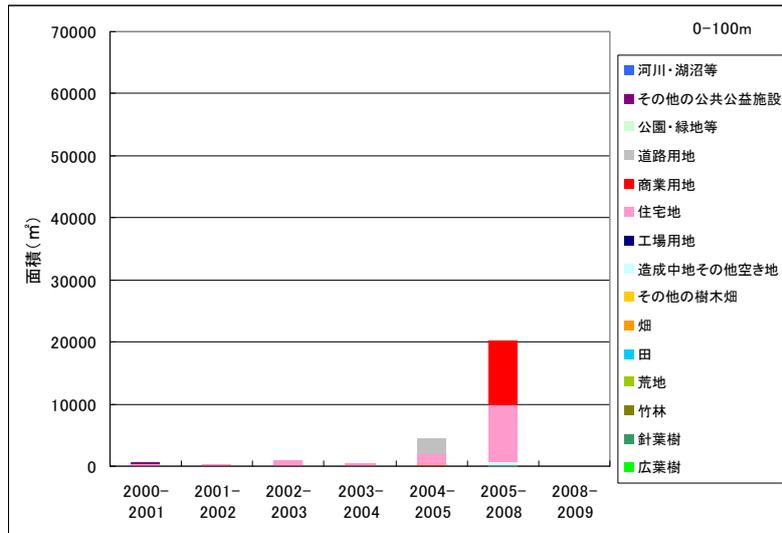


図-11 TX からバッファ 0～100m の各年の変化建物面積と土地利用の動向

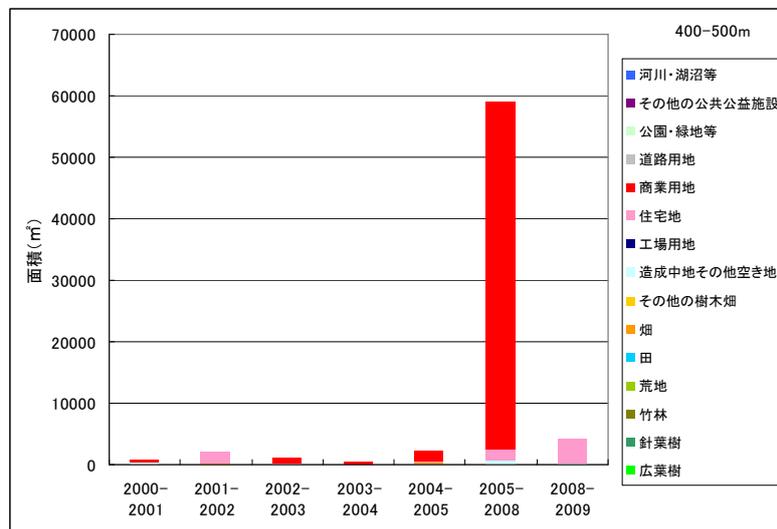


図-12 TX からバッファ 400～500m の各年の変化建物面積と土地利用の動向

県道19号を中心としたバッファごとの解析も行っているが、紙面の都合で割愛する。

## 5. まとめ

時空間化すべき地理空間情報の項目と仕様を検討し、つくば市の研究学園駅周辺をモデルに時空間データセットを試作した。また、試作した時空間データセットを使用して、交通網開通等の人為インパクトと土地利用変化及び建物増加との関連性を解析した。地物等の時間変化の更新を高頻度かつ定期的に行うことが可能な時空間情報が構築できれば、多面的な時空間解析を行うことが可能であることを示すことが出来た。

## 参考文献

- 畑山満則・松野文俊・角本繁・亀田弘行 (1999) : GIS-理論と応用, 7, 2, 25-33.
- 小荒井衛・中埜貴元 (2009) : 日本国際地図学会 平成 21 年度定期大会発表論文・資料集, 36-37.
- 小荒井衛・中埜貴元 (2010) : 日本国際地図学会 平成 22 年度定期大会発表論文・資料集, 44-45.