室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

ニューラルネットワークモデルを用いたマニラ都市圏の土地利用モデルの構築

メタデータ	言語: jpn 出版者: 土木学会 公開日: 2013-03-01 キーワード (Ja): 都市計画, 土地利用, 開発途上国 キーワード (En): 作成者: 佐々木, 恵一, TIGLAO, Noriel Christopher C., 田村, 亨 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1773

ニューラルネットワークモデルを用いたマニラ都市圏の土地利用モデルの構築*

Building a Model for Predicting Metro-Manila-City Development Impact of Land-use changes

佐々木　恵一**、Noriel Christopher C. Tiglao***、田村　亨****
by Keiichi SASAKI, Noriel Christopher C. Tiglao and Tohru TAMURA

1．はじめに

マニラ首都圏（17 市町村から成る）の面積は東京都区部とほぼ同じ、636km^{2}であり、そこに全国人口の約13%に当たる 945 万人（1995 年国調）が住んでいる。そして、農村部から流入する人口は年 3%（1980～1995）の伸びを続け、2010 年には 1,200 万人になると予測されている。これらの流入する人々の多くはスコッター(不法占拠者)と言われ、その数は 300 万人にも達しており、彼らの居住地区の人口密度は 1,000 人/ha を超えてその環境の悪化が指摘され続けている。

公共サイドは、首都圏整備局（MMDA）を中心に既に居住環境改善に乗り出しており、また都市計画制度にもとづいた土地利用誘導を行おうとしているが、ともに遅々として進まない状況である。これは、同整備局とそれを構成する市町村との権限調整が上手くいっていないことが一因と言われている。この調整を含めてマニラ首都圏の都市政策立案に資するためには、まず土地利用と人口の関係を定量的に把握する必要がある。

本研究は、フィリピン大学交通研究センター（以下、NCTS）が数年にわたって作成してきた'86 年、'96 年のマニラ都市圏土地利用データを使って、人口変動を予測するためのニューラルネットワーク(以下、NN)モデルを構築することが目的である。具体的には、マニラ都市圏全域のモデル構築を試みたが、良好なモデルはできず、現在市街化されている地域のうち旧市街地を除いた地域（人口密度が中程度で日本と似ている地域）を対象に、NN モデルを構築した。この地域を選定した理由は、人口密度が高い旧市街地ではスコッター居住が多く、土地利用変化と人口変化の現象が捕らえにくいと考えたためであり、逆に新興市街地（人口密度が低い地域）では、大規模ビレッジ開発が進んでおり、その開発動向と土地利用変化とを結び付けることがデータ収集単位（後述する）上、工夫がいると考えたためである。また、人口データについてもスコッター人口をどのくらいの精度で把握しているのか（国勢調査データを使用）が不明なため、高人口密度地区の分析は本研究の対象外とした。

2．マニラ首都圏の土地利用データ

NCTS で収集・整備した土地利用データは、バランガイと呼ばれる区画単位(平均人口 3,000 人)で調査したものである。調査は航空写真を用いて区画の全ての建物・道路等を GIS 上に入力したものを地図として出力し、調査員が区画をまわって、この地図上に建物現況利用状況を記入していくという、莫大な作業により

表 1 マニラ都市圏の土地利用構成比

Metro Manila	面積(ha)	構成比(%)
Residential	15,200	26.93
Commercial/Business	1,616	2.86
Industrial	3,531	6.26
Government/Quasi-Public	448	0.79
Educational	1,057	1.87
Sports/Athletics	610	1.08
Health/Welfare	238	0.42
Park/Recreational	331	0.59
Religious/Cemetery	718	1.27
Transport/Service Facility	899	1.59
Military	1,114	1.97
Agricultural Land	5,202	9.22
Grassland	3,784	6.70
Forest	759	1.34
Water Related	2,453	4.35
Open Space	8,432	14.94
River/Creek	1,307	2.32
Road	5,240	9.28
Unknown	3,501	6.20
Under Construction	0	0.00
Total	56,438	100.00

* キーワーズ ：都市計画、土地利用、開発途上国
** 学生員 室蘭工業大学 博士課程
(〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 TEL:0143-47-3419 ,FAX:0143-47-3411)
*** フィリピン大学 交通研究センター
**** 正員 室蘭工業大学建設システム工学科 助教授

表 2 地域別土地利用構成比

Metro Manila	Metro Manila 面積(ha)	Metro Manila 構成比(%)	Manila City 面積(ha)	Manila City 構成比(%)	Inside EDSA 面積(ha)	Inside EDSA 構成比(%)	Outside EDSA 面積(ha)	Outside EDSA 構成比(%)
Residential	15,200	26.93	1,420	36.64	4,161	40.79	9,620	22.71
Commercial/Business	1,616	2.86	406	10.49	615	6.03	595	1.40
Industrial	3,531	6.26	188	4.85	641	6.28	2,702	6.38
other	30,851	54.66	1,158	29.88	3,413	33.45	26,281	62.04
Road	5,240	9.28	703	18.15	1,372	13.45	3,166	7.47
Total	56,438	100.00	3,874	100.00	10,201	100.00	42,363	100.00

作成されたものである。

この土地利用データは、表 1 に示す 19 分類で構成されており、1986 年にマニラ首都圏のほぼ全域にわたって調査された。本分析においては、バランガイ単位のデータをマニラ都市圏の計画ゾーン(235 地区)に集計して用いることとした。また、土地利用の時系列変化を把握するために、土地利用変化が大きいと考えられるバランガイを対象として、1996 年に同様の調査が実施された。その数は、計画ゾーンで 54 地区である。

人口データについては国勢調査が実施された 1985 年と 1996 年のデータを使用して以降の分析を試みた。

3．土地利用と人口に関する基礎的集計

全マニラ都市圏の土地利用構成（19 分類）を表 1 に示す。これより、住宅地区が 27%、オープンスペースが 15%、道路用地 9%、農業用地 9%、草原 7%、工業用地 6%と続いている事が分かる。

本研究において、これら 19 分類を表 2 に示す 5 分類に集計した。集計に際して、旧市街地であるマニラ市ブロック、環状 4 号線（通称 EDSA 通り）の内側で市街化が進んでいるブロック(マニラ市を除く)、EDSA の外側で市街化が進行しつつあるブロックの 3 つに分け、5 分類の妥当性を検討した。

表 2 から分かるように、この 5 分類によって 3 つのブロックの土地利用傾向が把握できることが分かる。

次に人口についてまとめる。図 1 は、1985 年と 1995 年の 10 年間における人口密度の変化を図化したものである。これより EDSA の内側において、人口密度の伸びが鈍化し、密度が減少している地区が多いことが分かる。

4．土地利用データによる地区の分類

'86 年と'96 年の土地利用データを用いて 289 地区を主成分分析しその主成分得点をクラスター分析した。

表 3 は主成分分析の結果を示したものであり、2 軸

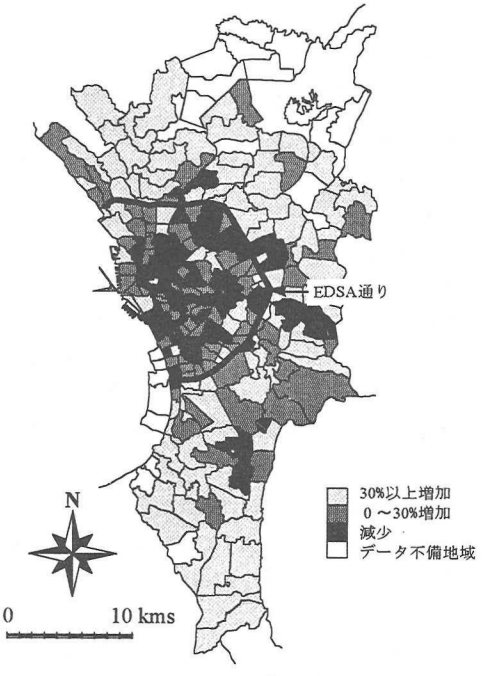


図 1 人口変化図

表 3 主成分得点係数表

	主成分得点係数 第一主成分	第二主成分
住　宅	0.495	0.224
商　業	-0.080	-0.549
工　業	0.124	0.393
その他	-0.465	-0.001
道　路	0.191	-0.381
寄与率	40.569	32.388
累積寄与率	40.569	72.958

までで 73%の現象を捕らえられることが分かる。また、各軸の主成分得点から、1 軸目は住宅地増進軸、2 軸目は都市化軸（商業地や工業地の増進に関わる軸）と言える。

地区別の主成分得点をクラスター分析した結果、3 つに分類できた。3 つのグループと軸との関係を図化したものが図 2 である。これより、グループ I は 1 軸が正の方向にある住宅地増進地区（既成市街地区）、

グループⅡは1軸が負、2軸が正の方向、すなわち都市化が進み住宅地の増進が少ない地区（旧市街地）、グループⅢは、1軸が負、2軸が負の方向、住宅地増進も都市化も進んでいない地区（新興市街地）と分類できる。この3グループの空間位置を示したものが、図3である。

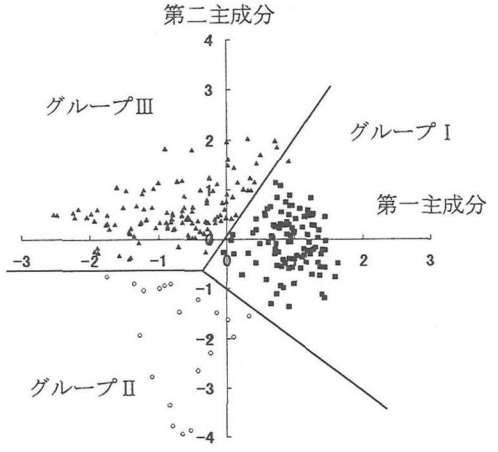


図2 第一、第二主成分の配置図

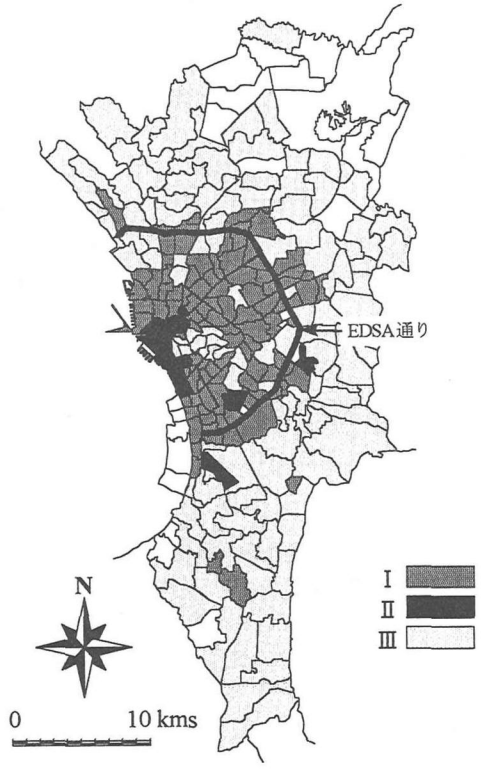


図3 土地利用分類

表4は各グループごとの土地利用を集計したものである。この表4と表2を比較してみると、表4の方地区特性をよく表現していることが分かる。例えば、旧市街地（表2のマニラ市、表4のグループⅡ）の比較では、商業・業務用地が多く、住宅用地が少なくなっている傾向は表4においてより顕著に表れている。

表4 分類別土地利用構成比

	Ⅰ		Ⅱ		Ⅲ	
	Ⅰ	構成比	Ⅱ	構成比	Ⅲ	構成比
Residential	5,825	55.1%	154	10.6%	8,242	23.1%
Commercial/Business	674	6.4%	344	23.7%	482	1.4%
Industrial	599	5.7%	25	1.7%	2,680	7.5%
other	1,730	16.4%	649	44.7%	21,422	60.1%
Road	1,737	16.4%	280	19.3%	2,796	7.8%
	10,565	1.00	1,452	1.00	35,621	1.00

次に、この3つのグループ（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）と、人口密度との関係をまとめる。図4は横軸に図1に示した人口密度変化をとり、縦軸に各グループごとの地区数の構成割合（各グループごとで100%）を示したものである。これより、旧市街地(Ⅱ)は人口密度が0～10%減と10～30%減が多く、既成市街地(Ⅰ)では、0～10%増が、そして、新興市街地(Ⅲ)では、30%以上増が多くなっていることが分かる。なお、グループごとの平均人口密度は、Ⅰグループ 314.2 人/ha、Ⅱグループ 144.9 人/ha、Ⅲグループ 74.3 人/ha となっている。

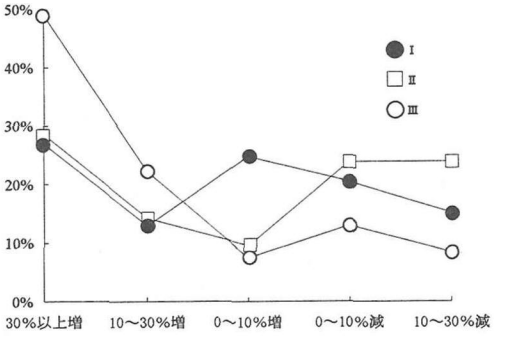


図4 分類別人口変化動向

以上の結果より、土地利用分類により、マニラ市は3つのグループに分けて捕らえられることが分かった。そして、それぞれのグループと人口との関係も把握できる可能性が高いことが示唆された。

5．NNモデルによる土地利用-人口モデルの構築

1章でも記したように、本研究では人口密度が中程度の地域を対象として土地利用-人口モデルを構築す

ることとした。モデル作成においては4章のグルーピングにおける既成市街地地区（グループⅠ）を対象とし、このうち'86年と'96年の2時点のデータがそろっている19地区を対象として分析することとした。

分析においては、土地利用データ（5分類）を説明変数として地区の人口密度を目的変数とする重回帰モデルと土地利用データを入力層、人口密度を出力層とするNNモデルの二つを構築する。そして、各モデルの現状再現性と将来予測性からモデルの有効性を検討することとした。

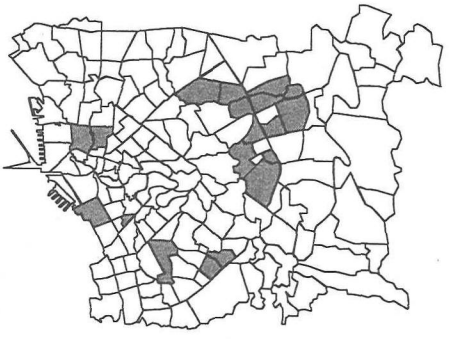


図5 NNモデル適用地域

'86データを用いて重回帰モデルを構築した結果は(1)式の通りである。

$$y = 0.221x_{res} - 0.020x_{comm} + 0.311x_{indl} + 0.122x_{other} + 0.141x_{road} - 2011 \quad (1)$$

ここで、

y: 人口密度（人/ha）

x_i: 単位面積当たりの土地利用iの面積（m^2/ha）

重回帰係数は0.25であり、重回帰モデルでは予測値と実測値の相関係数は0.68であった。NNモデルでは、入力層(5)-中間層(8)-出力層(1)のニューロ構成を考え

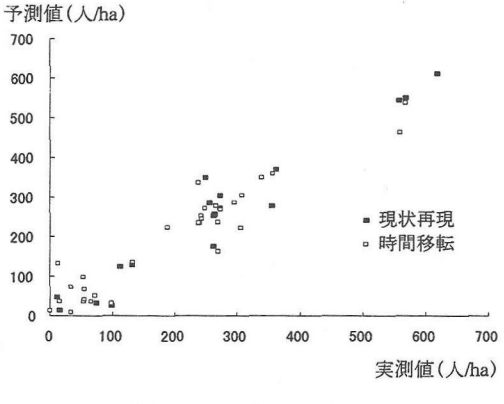


図5 NNモデルの相関図

モデル構築した。推計した結果は図5に示す様に、現状再現性についての相関係数は0.97と高い値が得られた。

以上、2つのモデルを比較すると、NNモデルの現状再現性が高いことが分かる。

次にNNモデルを用いてモデルの時間移転性を検討することとした。具体的には、'86NN年モデルを用いて、'96年の土地利用データを入力し、'96年の人口密度を推計することとした。その結果、予測値と実測値との相関係数は0.93となり、NNモデルの時間移転性が検証できた。

6．結論

本研究の目的は、マニラ首都圏の土地利用－人口モデルの構築であり、以下のことが明らかになった。

①土地利用を5つに分類することで、マニラ首都圏の土地利用特性に応じた地区のグループ分け(3つ)ができることを明らかにした。

②3つのグループと人口密度の変化とを対応させたところ、この3分類で土地利用と人口密度との関係を把握できる可能性が高いことを示せた。

③人口密度中程度の地区にNNモデルを適用し、土地利用変化に対する人口密度変化を表せられるモデルが構築できた。

今後の課題は、グループⅡ、グループⅢについてもNNモデルを工夫して土地利用－人口モデルを構築し、マニラ都市圏全体の人口変動を予測することである。

<参考文献>

1)土井、紀伊：ニューラルネットワークを用いた知識獲得手法の開発と土地利用分析への適用、土木学会論文集 No.590/IV-39,31-42, pp31-42, 1998.4

2)岩田、外尾：マニラ市の民間都市開発の先進性と後進性、土木計画学研究・講演集 No.15(1), pp225-232, 1992.11

3)岩田、外尾：大規模民間都市開発における協力分担方式-マニラとバンコクのケース-、都市計画論文集 No.29, pp409-414, 1994

4)西岡、フィリピンにおける囲郭住居システムの成立に関する研究、都市計画論文集 No32, pp517-522, 1997

5)フィリピンの都市・住宅計画関連法令および制度(1997.4)、フィリピン都市計画研究会編