【原著論文】

東京都 GIS 建物ポリゴンから推定した事業所系延べ床面積の 補正について

阪田知彦・吉川 徹

A study on the revision of floorage of business use buildings estimated based on
the Tokyo Metropolitan Government GIS building data

Tomohiko SAKATA and Tohru YOSHIKAWA

Abstract: This study aims at improvement in the accuracy of floorage of business use buildings which was estimated by Tokyo Metropolitan Government GIS (TMG-GIS) building data. To this end, this article clarified the problems in applying the revision formula proposed by Ohba (2000) to floorage estimations using TMG-GIS, and suggested its alternative. As the control to floorage estimated by TMG-GIS, we used the digital map of fixed property tax (FPT) in M city of Tama area of Tokyo.

First, we clarified the following three problems in formulating floorage revision formula for TMG-GIS: 1) the consistency of business building usage between TMG-GIS and FPT; 2) the difference of structure classification between TMG-GIS and FPT; 3) the effect of the conversional coefficient of floorage in TMG-GIS. Second, we formulated the revision formula by applying regression analysis to the buildings classified in business usage and structure for floorage by TMG-GIS. Last, we analyzed the effect of building usage mismatching to floorage revision formula.

Keywords: 延べ床面積 (floorage), 事業所系建物用途 (building usage of business use),
東京都都市計画地図情報システム (Tokyo Metropolitan Government city planning map system),
固定資産税課税台帳図データ (digital map of fixed property tax)

1. はじめに

1. 1. 本研究の目的

本研究では、東京都の事業所系建物用途別の延べ床面積を小地域単位で取得するために、東京都都市計画地図情報システム（以下、東京都 GIS）建物ポリゴンを用いて算出した推定値について、固定資産税課税台帳上の延べ床面積（以下、課税面積）に対

する補正に関する問題点を包括的に検討した。

都市・地域計画において、我が国の経済活動の一大中心である東京都の事業所系建物の集積の把握は重要性が高い。そのために建物用途別の延べ床面積を基にした分析事例は多く見られる¹⁾。その際、小地域単位での建物用途別延べ床面積を広範囲に取得する方法としては、次の2つが代表的である。

1つは、固定資産税課税台帳から取得する方法である。都市計画の最も基礎的な地域データを取得するための都市計画法第6条に基づく都市計画基礎調査では、地区別の建物用途別延べ床面積を固定資産税課税台帳より取得することを原則としている（建設省都市局, 1987）。さらに、都市・地域分析では、課税

阪田：〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1
東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻
Department of Architecture and Building Science,
Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan
University
1-1 Minamiohsawa, Hachioji-City, Tokyo, JAPAN
Tel. 0426-77-1111 ext.4767
E-mail: sakatat@ecomp.metro-u.ac.jp

面積が悉皆性や信頼性の面から活用されてきた¹⁾。ただし、公開性が低いのが難点である。

2つ目の方法は、近年整備が進んでいる都市計画基礎調査の結果を基に構築される GIS（以下、都市計画 GIS）の建物データより算出した推定値を用いる方法である¹⁾。例えば東京都都市計画局では、都市計画基礎調査の結果として町丁目別の延べ床面積を公表している（東京都都市計画局、1999）。この数値は、東京都 GIS 建物ポリゴンから推定した延べ床面積である。これは東京都の延べ床面積の現状を悉皆的に知ることができる極めて重要なデータである。ただし、この方法²⁾での推定値は、屋根伏の形状を建物の外形線の基準としていることや、建物内のピロティやアトリウム等の中空部分についての図形情報が無いことなどにより、課税面積などの法令上³⁾の面積よりも過大になることが知られている。

したがって、一概に「建物用途別の延べ床面積を用いた分析」といっても、データ取得方法が異なっていることが多い。東京都の事業所系建物集積を論じる際に、これらを相互に比較することも多いので、建物ポリゴンでの推定値の課税面積に対する過大の程度を把握することは極めて重要である。その道具として、東京都 GIS 建物ポリゴンから推定した延べ床面積を説明変数とした、課税面積に対する補正式を用意すれば、過大部分の除去に便利である。

この観点から阪田・吉川（1999）では、東京都 GIS 建物ポリゴンから推定した延べ床面積の精度について、東京都主税局公表の固定資産税床面積の東京都 23 区での合計値との比較を行い、概ね 13% 程度の過大推定であることを示した。しかし、これはあくまでも集計値レベルでの比較であり、より詳細な建物個別での分析は、建物個別の課税面積データの入手が困難であったため、課題として残っていた。

一方、大場（2000）は都市計画 GIS 上の個別建物データに適用可能な延べ床面積の補正式を提案した。大場は、千葉県市川市の 1991 年 4 月から 1993 年 5 月の間に竣工した建築物に関する建築計画概要書の延べ床面積、建築物主要用途と普通堅牢建物区分のデータを作成した。また都市計画図よりデジタ

イズにより建物ポリゴンを作成し、これと地上階数から、延べ床面積を算出している。これらのデータを対数変換し、回帰分析により法令上の延べ床面積の補正式を求めた。このうち、建築基準法上の業務施設用途で構造が普通建物に区分される建物 i の予測値 $\hat{T}_i$ は、建築面積（ポリゴン面積）を A_i 、地上階数を f_i とすると、次式で与えられる。

$$\hat{T}_i = e^{0.023} (A_i \cdot f_i)^{0.988} \quad (1)$$

この補正式により、従来よりも詳細かつ厳密に建物ポリゴンから推定した延べ床面積の法令上の延べ床面積との過大推定部分の除去が可能となる。

しかし、この式を東京都内の事業所系建物用途の東京都 GIS 建物ポリゴンに適用して課税面積に対する補正を行う場合には、次の問題がある。第一に大場（2000）では、業務施設以外の事業所系用途の補正式は示していないため、事業所系用途別の補正式の定式化が必要である。第二に東京都 GIS 建物ポリゴンの仕様に起因する問題として、固定資産税と東京都 GIS 間の ① 建物用途の整合性や ② 構造区分の違い、また、面積の過大推定部分を補正する目的で定義されている ③ 東京都 GIS の延べ床換算係数についての検討があげられる。

そこで本研究では、これらの問題点の整理・検証を行い、そこから、東京都 GIS での事業所系用途別に適用が可能な延べ床面積補正式を示し、その補正の程度を検証していくことにしよう。

図1 検証に使用するデータの準備

1. 2. 検証に使用するデータ

検証に必要なデータは、法令上の延べ床面積と東京都 GIS 建物データである。本研究では、デジタル固定資産税家屋台帳図データ（以下、固定資産データ）を整備している東京都下 M 市を分析対象地域とした。この M 市の固定資産データは公図をベースに空中写真及び現地調査より作成された基図をデジタル化したものであり、公図の縮尺である 1/600 で整備されている。本稿では 1998 年 1 月 1 日現在のデータを使用した。一方、東京都 GIS データは 1997 年の調査による結果を用いた。この建物データは 1/2500 の都市計画図をデジタル化したものである。

まず、東京都 GIS データ建物ポリゴンが固定資産データ建物ポリゴンを空間的な位置関係・形状から見て包含している関係にあるかどうか（以下、空間的整合と呼ぶ）の判定を課税客体番号ごとに行い（図 1 右下）⁴⁾、検証に用いるデータを準備した（表 1）。

2. 東京都 GIS データを用いた事業所系建物個別での延べ床面積推定の問題点の整理

本章では、東京都 GIS 建物を用いて事業所系用途別の建物個別に適用可能な延べ床面積補正式を構成する場合の、東京都 GIS データ固有のデータ仕様に起因する留意点を明らかにすることにより、実際の延べ床面積の推定値に含まれる誤差の見取り図の作成と次章以降の代替案の作成方針の設定を行う。

表 1 分析対象データ

建物用途 (東京都GIS)	構造 階数F	耐火構造			木構造			総計
		F<3	F≥3	計	F<3	F≥3	計	
官公庁		42	14	56	32		32	88
教育文化		123	57	180	126	1	127	307
厚生医療		28	23	51	17		17	68
供給処理		14		14	4		4	18
事務所建築物		80	94	174	63		63	237
専用商業		92	29	121	35		35	156
宿泊・遊興		2	22	24	14		14	38
スポーツ・興業		18	5	23	8		8	31
専用工場		182	67	249	131		131	380
倉庫運輸関係		113	12	125	109		109	234
農林漁業		4		4	31		31	35
総計		698	323	1,021	570	1	571	1,592

2. 1. 事業所系建物用途の整合性

大場（2000）は建築基準法上の建物用途区分で補正式を定式化した。これを東京都 GIS の用途区分と同一視して適用するのは、事業所系用途については注意が必要である。それは、建物個別に判定された用途が東京都 GIS データと固定資産税課税台帳上で異なることがあるからである。阪田・吉川（2001a）より、東京都 GIS の建物用途と課税主用途間における事業所系建物の用途整合率（表 2）は、住居系に比べて低く、概ね 50 % 程度である。

したがって、用途判定の方法が両データで若干違っていることを考慮しても⁵⁾、事業所系用途では住居系とは異なり、東京都 GIS データ上の用途区分で補正式を定式化することが次の観点から妥当であろう。実際に東京都 GIS データから推定した延べ床面積を補正する作業では、法令上の建物用途区分はわからない。ここで仮に、法令上の延べ床面積データの事業所系用途別に定式化された補正式を GIS の建物用途区分で読み替えて適用したとすれば、本来の適用すべき補正式とは異なる他の建物用途の補正式を適用してしまう場合が少なからず起こりうる。

ただし、東京都 GIS 建物用途区分で補正式を作成するとしても、そのサンプルは東京都 GIS データの建物ポリゴンが法令上の延べ床面積データの建物ポリゴンと空間的に整合している建物だけになる。本来は、空間的不整合の建物を含めたサンプルで補正式を作るべきだが、これは原理的に困難である。

表 2 両データ間の用途整合率

建物用途 東京都GIS	総数	空間的 不整合 建物数	空間的整合建物	
			建物数	%
官公庁	153	65	88	0.0
教育文化	632	325	307	0.0
厚生医療	150	82	68	30.9
供給処理	93	75	18	5.6
事務所建築物	310	73	237	50.2
専用商業	196	40	156	55.8
宿泊・遊興	41	3	38	7.9
スポーツ・興業	55	24	31	16.1
専用工場	584	204	380	43.4
倉庫運輸関係	624	390	234	53.4
農林漁業	201	166	35	14.3
総計	3,039	1,447	1,592	33.4

整合建物数は、東京都GIS建物用途と課税主用途が整合している数
なお、課税主用途は、阪田・吉川（2001a）の表1（建物分類表）によって、東京都GIS建物分類と関連づけたもので用途整合の判定を行っている

図2 用途の整合性とサンプルの概念

本研究ではこれらの点を考慮し、図2中の点線内の関係を明らかにすることを目標とする。そこで、基本的な延べ床面積補正式は、用途が整合していない建物も含んだサンプルで作成する（3章）。一方で、用途が整合したサンプルのみでの補正式も作成し、両補正式の比較を行う（4章）。

2.2. 東京都GISデータでの構造区分の扱い

大場（2000）は、建設大臣官房技術調査室（1996）のデジタルマッピング（DM）データ取得基準で定められた普通建物・堅牢建物区分（表3下）別に議論をしている。しかし、東京都GISポリゴンに限っては次の理由で大場（2000）と同じ議論がしにくい。

東京都GISデータにおいて、普通建物・堅牢建物区分は建物ポリゴンを構成する各線分（アーク）ごとに付与されており、アークの属性をポリゴンに付与する手間やその際の不具合⁶⁾などを考えれば、ポリゴンに最初から付与された耐火構造・木構造区

表3 構造区分

■ 東京都GIS建物ポリゴンの構造区分			
耐火構造	11 耐火造	主要構造部（柱・はり・壁・屋根）が耐火構造（RC造、S造、レンガ造、石造など）であるもの	
	12 簡易耐火造	①外壁が耐火構造で屋根が不燃材料（コンクリートモルタル、レンガ、瓦、鉄網礫子など）でできているもの ②主要構造部が不燃材料でできているもの ③防火被覆した木造	
木構造	21 防火造	柱及びはりが木造で、屋根及び外壁が不燃材料（モルタル、漆喰、タイル、スレートなど）でできているもの	
	22 木造	主要構造部が木造で、他の区分に該当しないもの	
■ 建設大臣官房技術調査室（1996）DMデータ構造区分 → 東京都GISデータではポリゴンを構成する各線分（アーク）に付与されている			
一般建物	3001	3階未満の建物及び3階以上の木造等で建築された建物をいう	
堅牢建物	3002	鉄筋コンクリート等で建築された建物で、地上階数3階以上又は3階相当以上の高さのものをいう	

分を用いた方が簡便かつ不都合が生じにくい。

こうした観点より、本研究では普通・堅牢建物区分は用いず、東京都GISポリゴン上の耐火構造・木構造区分（表1）を構造区分とすることにする。

2.3. 延べ床換算係数

東京都GISには上階の面積低減を考慮した階数別の延べ床換算係数のコード（以下、延べ床換算コード）が設定されている（表4）。これは、都市計画基礎調査時に外観目視により付与され、用途地域・斜線制限による上層階面積の低減度合の概略を知るための指標であり、適用事例も多い。

本稿の対象地域において、この延べ床換算コード別の建物棟数は表4右欄のようになっている。延べ床換算係数を用いることによって、単なる〔ポリゴン面積〕×〔階数〕での推定値と、法令上の延べ床面積との誤差はどれくらい小さくなるのかを、コード2のデータについて検証しておきたい。

図3は、延べ床換算係数を考慮した推定値（〔ポリゴン面積〕×〔階数〕×〔延べ床換算係数〕）⁷⁾と考慮していない推定値（〔ポリゴン面積〕×〔階数〕）それぞれと法令上の延べ床面積の差を、それぞれの推定値で除した誤差率の分布を示したものである。

〔ポリゴン面積〕×〔階数〕での推定値の誤差率の傾向は10～30%程度と、建物用途によって差異が認められる。一方で、延べ床換算係数を用いても、誤差率は全体の6～10%程度しか低減しないことがわかる。したがって、あとの4～20%程度の補正が可能な補正式を建物用途別に定式化する必要がある。

サンプル数全体から見れば少数であるが、面積推定値が過少評価になる建物もある。これには、地下階の影響が考えられる。図3中に地下階をもつ建物をプロットしてみると、確かに地下階をもつ建物は過少評価になりやすい。この他の過少要因として、ポリゴン面積が固定資産データの建物ポリゴンよりも、微妙に小さいものが多いことがあげられる⁸⁾。

なお、経年的に延べ床面積を推定し時系列的な分析をする場合は、このコードを過去の調査データに適用できない⁹⁾という問題も無視できない。

以上より、延べ床換算係数のみでは十分に延べ床

表 4 延べ床面積換算係数

コード	基準	1階	2階	3階	4-11階	12階以上	棟数※
1	全階数とも同一の形状のもの			1.00			1073
2	上層部が下層部の50%以上100%未満のもの	1.00	0.90	0.85	0.80		508
3	上層部が下層部の50%未満のもの	1.00	0.65	0.55	0.45	0.40	11

※対象地域における空間的整合建物（1592棟）についての各コード別の棟数
（東京都都市計画局，1999 より作成）

図 3 延べ床換算係数を用いた延べ床面積の誤差
(延べ床換算コード 2 の場合)

面積の補正ができているとは言い切れず，また時系列分析のためには適用が困難であることなどから，延べ床面積補正式の必要性が改めて確認できる。

3. 事業所系用途別の延べ床面積補正式

今回の検証で用いる両データの延べ床面積の基本統計量を表 5 の左に示す。一般に延べ床面積規模の分布の概形は大きく歪むことが知られている。これに対して，石坂（1984）は増山（1964）での理論的検証を踏まえ，対数正規分布は，従来から住宅の規模分布を良好に近似できる分布として広く用いられ

ていると指摘した。大場（2000）も面積を対数変換している。本研究もこれらに準拠しよう。

これより，建物ポリゴンから推定される延べ床面積推定値 $A_i \cdot f_i$ (A_i はポリゴン面積， f_i は地上階数)，課税面積 T_i はともに対数正規分布に従うと想定でき，それぞれ対数変換すると正規分布となる。周辺分布が正規分布であることより両者に 2 次元正規分布を仮定すると，武藤（1995）より誤差項 ε_i に正規性をもつ線形回帰式を設定できる。すなわち，課税面積 T_i は， α を定数項， β を傾きとすると，

$$\log_e T_i = \alpha + \beta \log_e (A_i f_i) + \varepsilon_i \quad (2)$$

となる。これより，補正值 $\hat{T}_i$ は次式で与えられる。なお， a ， b は α ， β の推定値である。

$$\log_e \hat{T}_i = a + b \log_e (A_i f_i) \quad (3)$$

表 5 右は，この式を空間的整合が取れたサンプル（図 2 の点線）に対して [構造] × [建物用途] の群別に適用した各係数を示したものである。

対象としたデータの違いや用途区分の違いはあるものの，[事務所建築物] と [木構造] すなわち，大場（2000）式にもっとも近い区分に着目すると，大場式（式 1）よりも傾き b ，決定係数 R^2 とも低い値¹⁰⁾ となっている。これは前述のように，東京都 GIS データと固定資産データで用途が整合していないサンプルを含んだサンプルから作った回帰式だからであると考えられる。さらにこれだけ多くの群に細分化したことによって補正值が不安定になっている恐れも否定し切れない。構造区分を考えた各群の傾き b の 95% 信頼区間に着目すると，構造区分を考えない群よりもその幅は大きく，かつ式 (1) の信頼区間¹⁰⁾ よりも幾分大ききであることからその傾向が読み取れる。前者については，面積補正の対象とするサンプルとの関係より，致し方ないが，後者については何らかの改善策を提示することが必要であろう。

そこで構造区分が統合できるか否かを，単回帰モデルに対する AIC（赤池情報量規準）によって判定しよう¹¹⁾。構造区分を考えた回帰式ごとの AIC の和を AIC (1) とし，構造区分を考えない場合の AIC

表5 延べ床面積データの基本統計量（左）と回帰分析結果（右）

建物用途 (東京都GIS区分)		度数	GIS推定値				課税床面積				回帰分析		logTi=a+blog(Aifi)				残差 平方和の 縮小率
			平均値	分散	歪度	尖度	平均値	分散	歪度	尖度	a	b	95%信頼区間		R ²	AIC	
												下限	上限				
構造区分なし	官公庁	88	5.069	1.897	0.654	0.196	4.862	1.831	0.554	0.176	0.304**	0.904**	0.829	0.979	0.933	128.0	0.271
	教育文化	307	6.035	2.179	0.135	-0.385	5.691	2.378	0.034	0.170	-0.192**	0.981**	0.943	1.019	0.945	476.0	0.363
	厚生医療	68	6.336	2.566	0.494	-0.346	6.226	2.870	0.316	-0.477	-0.475**	1.069**	0.987	1.151	0.954	110.1	0.329
	供給処理	18	4.530	1.554	1.739	3.590	4.329	1.760	2.035	4.900	-0.328**	1.028**	0.881	1.175	0.965	17.9	-0.512
	事務所建築物	237	5.858	1.751	0.536	0.547	5.733	1.813	0.402	0.657	0.181**	0.954**	0.903	1.004	0.925	361.1	0.175
	専用商業	156	6.107	1.463	0.305	0.437	5.897	1.538	0.169	0.672	0.035**	0.965**	0.903	1.028	0.926	210.9	0.401
	宿泊・遊興	38	5.795	1.305	0.607	0.155	5.782	1.289	0.576	0.105	0.271**	0.958**	0.847	1.069	0.946	37.9	0.058
	スポーツ・興業	31	6.287	1.644	-0.100	0.414	5.956	1.530	0.111	0.089	0.464**	0.875**	0.720	1.031	0.906	53.9	0.466
	専用工場	380	5.966	1.764	0.480	0.241	5.769	1.713	0.473	0.504	0.486	0.889**	0.845	0.934	0.895	675.2	0.427
	倉庫運輸関係	234	5.100	1.952	0.485	-0.309	4.896	1.783	0.281	0.045	0.679	0.832**	0.771	0.892	0.871	447.9	0.488
耐火構造	農林漁業	35	4.415	0.454	-0.695	0.246	4.285	0.830	-0.056	-0.318	1.362**	0.664**	0.239	1.088	0.484	88.7	-2.044
	用途区分なし	1592	5.768	2.032	0.353	-0.064	5.557	2.059	0.276	0.240	0.205	0.928**	0.909	0.947	0.922	2,657.3	0.337
	官公庁	56	5.418	2.171	0.361	-0.307	5.204	2.060	0.341	-0.239	0.247**	0.901**	0.722	1.080	0.883	89.5	0.258
	教育文化	180	6.606	2.022	-0.137	-0.276	6.301	2.138	-0.128	-0.172	-0.159**	0.954**	0.872	1.035	0.900	291.0	0.364
	厚生医療	51	6.779	2.399	0.329	-0.594	6.686	2.670	0.171	-0.905	0.163**	0.935**	0.579	1.290	0.823	87.3	0.340
	供給処理	14	4.194	0.617	0.764	-0.317	3.960	0.454	0.163	-1.016	-1.023**	1.165**	0.882	1.448	0.997	21.9	0.747
	事務所建築物	174	6.207	1.605	0.531	0.498	6.095	1.621	0.392	0.670	0.569**	0.851**	0.692	1.011	0.807	286.4	0.183
	専用商業	121	6.311	1.322	0.585	0.213	6.109	1.450	0.306	0.638	0.420**	0.879**	0.761	0.997	0.935	187.5	0.402
	宿泊・遊興	24	6.289	1.146	0.604	-0.561	6.203	1.347	0.214	-0.355	1.138**	0.793**	0.493	1.092	0.857	35.7	0.047
	スポーツ・興業	23	6.691	1.263	0.168	-0.582	6.324	1.284	0.230	-0.664	0.487**	0.860**	0.631	1.089	0.966	47.7	0.460
木構造	専用工場	249	6.307	1.885	0.274	0.006	6.153	1.730	0.411	0.064	1.440	0.677**	0.552	0.802	0.686	549.0	0.431
	倉庫運輸関係	125	5.567	2.449	0.014	-0.808	5.383	1.929	0.089	-0.647	0.566	0.826**	0.686	0.966	0.749	231.1	0.488
	農林漁業	4	4.976	0.173	1.205	1.056	5.379	0.511	-1.012	1.240	1.909**	0.515*	0.079	0.950	0.410	18.0	-3.387
	用途区分なし	1021	6.201	2.034	0.129	-0.122	6.016	1.975	0.173	-0.043	0.501	0.848**	0.800	0.897	0.822	1,783.3	0.341
	官公庁	32	4.459	0.869	0.565	1.566	4.265	0.906	0.086	-0.058	0.269**	0.911**	0.817	1.005	0.935	45.0	0.741
	教育文化	127	5.226	1.294	0.063	-0.199	4.825	1.452	-0.348	2.024	-0.064**	0.963**	0.910	1.017	0.937	211.0	0.295
	厚生医療	17	5.008	0.749	-0.304	0.058	4.844	0.967	-1.236	1.373	-0.128**	1.005**	0.913	1.097	0.953	33.9	0.539
	供給処理	4	5.704	3.774	0.826	-1.141	5.619	5.151	0.572	-2.412	0.736**	0.769**	0.530	1.008	0.896	16.0	-0.502
	事務所建築物	63	4.893	0.897	0.492	2.745	4.734	0.998	0.454	4.230	0.308**	0.932**	0.876	0.989	0.928	121.7	-0.608
	専用商業	35	5.401	1.340	-0.236	-0.255	5.166	1.184	-0.562	-0.348	0.060**	0.958**	0.882	1.035	0.915	40.8	0.700
不構造	宿泊・遊興	14	4.948	0.464	-0.578	-0.927	5.060	0.397	-0.726	0.433	-0.247**	1.026**	0.870	1.181	0.946	21.3	-0.128
	スポーツ・興業	8	5.127	1.001	-1.704	3.007	4.896	0.793	-1.628	2.077	0.628**	0.851**	0.606	1.097	0.844	5.6	0.271
	専用工場	131	5.317	0.898	0.215	0.377	5.039	0.876	-0.362	0.792	0.541	0.890**	0.845	0.934	0.929	300.7	0.603
	倉庫運輸関係	109	4.564	0.858	0.310	-0.042	4.337	1.042	-0.273	1.103	0.855**	0.813**	0.750	0.877	0.916	241.0	0.198
	農林漁業	31	4.343	0.450	-0.660	0.074	4.144	0.709	-0.117	-0.162	2.683**	0.542	-4.416	5.500	0.316	103.7	-1.116
	用途区分なし	571	4.992	1.091	0.265	0.220	4.737	1.162	-0.164	1.285	0.328**	0.918**	0.896	0.939	0.933	1,118.3	0.096

※ 回帰分析結果のa欄の*印は帰無仮説「定数項aは0である」が有意水準5%以下で棄却されたものを*で、1%以下で棄却されたものを**で示している。また、b欄の*印は帰無仮説「傾きbは0である」が有意水準5%以下で棄却されたものを*で、1%以下で棄却されたものを**で示している。

※ 残差平方和の縮小率 = $1 - \frac{\sum (\text{補正後の延べ床面積} \hat{T}_i - \text{課税面積})^2}{\sum (\text{延べ床面積} A_{fi} - \text{課税面積})^2}$

をAIC(0)とする。AIC(0) < AIC(1)であれば、構造区分を考えない用途区分のみでの回帰式の方が望ましい。その結果（表6）は、ほとんどの用途で構造区分を考えないモデルが望ましいという結論となった。

この検証で採用された「構造区分なし」の各群別の $\log \hat{T}_i$ での係数を見ていくことにしよう。供給施設を除く多くの群では、傾きbの値は概ね1未満となっており、建物ポリゴンから推定した延べ床面積が課税面積よりも過大評価となることを反映した結果となっている。また、多くの群では決定係数 R^2 が0.85以上となっており、対数正規性の仮定の下では概ねよい補正式であるということが言えよう。

一方、補正值 $\hat{T}_i$ の真値そのものでの補正の効果も確認する必要がある。表5の右端の残差縮小率を見ると、供給処理及び農林漁業を除けば、多くの群で残差平方和の縮小率が0.5程度であるので、多く

表6 構造区分のAICによる統合判定

建物用途	AIC(0)	AIC(1)	判定
官公庁	128.0	134.6	OK
教育文化	476.0	501.9	OK
厚生医療	110.1	121.2	OK
供給処理	17.9	37.9	OK
事務所建築物	361.1	408.1	OK
専用商業	210.9	228.3	OK
宿泊・遊興	37.9	57.0	OK
スポーツ・興業	53.9	53.3	OK
専用工場	675.2	849.7	OK
倉庫運輸関係	447.9	472.1	OK
農林漁業	88.7	121.7	OK
用途区分なし	2,657.3	2,901.6	OK

AIC(0):
構造区分を考えない
場合の回帰式に対する
AIC
AIC(1):
構造区分を考慮した
回帰式のAICの和
AIC(0) < AIC(1)であれば
→ 構造区分を考えない
回帰式がよい
(OKと標記)
坂元ほか(1983)による

表7 残差の基本統計量

建物用途	建物数	課税面積 平均	Aiと課税面積の残差				Tiと課税面積の残差			
			中央値	平均	95%信頼区間 下	95%信頼区間 上	中央値	平均	95%信頼区間 下	95%信頼区間 上
官公庁	88	388	17.0	0.04	112.6	0.29	-2.1	-0.01	-50.6	-0.13
教育文化	307	948	59.8	0.06	278.2	0.29	-4.9	-0.01	-128.1	-0.14
厚生医療	68	2,021	35.4	0.02	183.7	0.09	-8.6	0.00	-2.9	0.00
事務所建築物	237	940	17.9	0.02	107.8	0.11	-9.8	-0.01	-130.8	-0.14
専用商業	156	859	55.8	0.06	182.2	0.21	-21.7	-0.03	-85.5	-0.10
専用工場	380	891	25.9	0.03	217.3	0.24	-20.8	-0.02	-176.1	-0.20
倉庫運輸	234	348	11.7	0.03	132.6	0.38	-2.5	-0.01	-59.0	-0.17

※各欄の左側は残差の実数値、右側は課税面積の平均で除したものの
※紙面の関係上、建物数が50以上の建物用途のみに着目した

の場合はここで構成した補正式で補正した延べ床面積の補正值 $\hat{T}_i$ の方がより課税面積に近い値であると言えよう。

さらに残差縮小の詳細を、GIS推定値 $A_i \cdot f_i$ 及び補正值 $\hat{T}_i$ と課税面積との残差についての基本統計量(表7)を基に見ていく。この残差は2つの対数正規分布の差であるので、対称分布であるとは限らないから、まず中央値を見てみよう(東京大学教養学部, 1991)。その結果は、すべての用途で中央値の絶対値が補正によって小さくなっている。一方、 $\hat{T}_i$ との残差の平均値を見ると、その絶対値はGIS推定値 $A_i \cdot f_i$ との残差よりも多くの用途で縮小しているが、事務所建築物及び専用工場では、その絶対値が拡大している。その理由として、残差の分布が非対称性をもっており、特に面積規模の大きい建物での補正の効果が低くなっていることが考えられる。

4. データ間の用途整合性を考慮した建物個別の延べ床面積の補正式

さらに、3章で定式化した補正式の各係数の比較考察の中で述べた、用途整合性の問題が補正式の傾き b や決定係数 R^2 に影響している可能性について詳細な検討を行う。特に、事務所建築物・専用商業・専用工場(東京都GISの用途区分に拠る)と用途区分を考えない場合について検証する。

ここでは、両データ間の用途整合性を2種類定義することにした。1つは、東京都GISと課税主用途間での整合性、もう1つは、東京都GISデータの建物用途と一致する課税用途を少しでも含んでいれば整合とみなす整合性、である。前者を「TU=FUの関係」、後者を「TU=semiFUの関係」と呼称する。

この関係に沿って、これらの関係が成立(整合)したサンプルでの回帰式と、不整合となったサンプルでの回帰式をそれぞれ作成した(表8)。

その結果として、用途整合性を考慮しない3章での補正式よりも、概ね決定係数 R^2 は大幅に大きくなることより、補正式の説明力は向上している。また、傾き b についてはあまり大きな変化は見られないが、用途によってその度合いが異なるものの、95%信頼区間は用途整合性を考慮しなかった補正式よりも、その幅が縮小している。

また、TU=FU, TU=semiFUの関係に着目すると、回帰係数や相関係数、95%信頼区間に顕著な差は見

表8 東京都GISデータ建物用途と固定資産建物用途の整合性を考慮した延べ床面積の補正式

区分		東京都GIS建物用途と課税主用途間での比較 (TU=FU)										東京都GIS建物用途と課税用途間での比較 (TU=semiFU)									
建物用途	構造	AIC(0)	モデル	該当数	a	b	95%信頼区間 下	95%信頼区間 上	R ²	AIC(1)	ΣAIC(1)	判定	該当数	a	b	95%信頼区間 下	95%信頼区間 上	R ²	AIC(2)	ΣAIC(2)	判定
事務所建築物	耐火	286	整合	97	0.705**	0.892**	0.835	0.950	0.909	90			131	0.660**	0.892**	0.838	0.947	0.890	129		
			不整合	77	-0.044	0.961**	0.858	1.063	0.819	123	213	OK	43	-0.221	0.970**	0.832	1.109	0.826	79	208	OK
			整合	22	-0.059	0.996**	0.858	1.134	0.915	25			27	-0.030	1.006**	0.863	1.149	0.890	34		
	木造	122	整合	41	1.747*	0.608**	0.311	0.905	0.288	85	110	OK	36	1.839*	0.574**	0.269	0.879	0.280	74	108	OK
			不整合	119	0.380*	0.938**	0.889	0.986	0.925	117			158	0.445**	0.924**	0.878	0.970	0.909	161		
			整合	118	0.266	0.908**	0.815	1.001	0.761	211	328	OK	79	0.276	0.887**	0.767	1.008	0.733	153	315	OK
専用商業	耐火	188	整合	69	-0.086	0.982**	0.883	1.081	0.852	100			87	0.100	0.956**	0.869	1.043	0.847	120		
			不整合	52	0.280	0.923**	0.797	1.049	0.808	79	179	OK	34	0.026	0.953**	0.784	1.123	0.797	58	178	OK
			整合	18	1.290*	0.738**	0.564	0.911	0.826	18			20	1.343*	0.734**	0.563	0.905	0.809	20		
	木造	41	整合	17	-0.171	0.989**	0.794	1.184	0.879	20	39	OK	15	-0.054	0.957**	0.747	1.167	0.873	18	38	OK
			不整合	87	0.136	0.944**	0.858	1.030	0.847	120			107	0.265	0.928**	0.851	1.005	0.844	141		
			整合	69	0.057	0.955**	0.863	1.048	0.863	96	216		49	-0.066	0.966**	0.854	1.078	0.862	73	214	
専用工場	耐火	549	整合	120	0.429*	0.907**	0.852	0.961	0.901	136			148	0.523**	0.898**	0.847	0.948	0.895	172		
			不整合	129	0.647**	0.873**	0.801	0.945	0.818	214	351	OK	101	0.621*	0.869**	0.785	0.953	0.807	176	348	OK
			整合	45	1.137	0.734**	0.507	0.960	0.486	100			52	1.273*	0.718**	0.514	0.923	0.489	111		
	木造	301	整合	86	1.643**	0.635**	0.470	0.800	0.404	181	282	OK	79	1.764**	0.604**	0.423	0.784	0.357	170	280	OK
			不整合	165	0.348	0.907**	0.846	0.969	0.839	264			200	0.456*	0.897**	0.841	0.952	0.837	311		
			整合	215	0.627**	0.861**	0.795	0.927	0.756	411	675	OK	180	0.655**	0.848**	0.773	0.923	0.735	358	668	OK
用途区分なし	耐火	1,783	整合	719	0.257**	0.932**	0.906	0.957	0.878	1,011			934	0.258**	0.931**	0.909	0.953	0.881	1,309		
			不整合	302	0.506**	0.879**	0.835	0.922	0.841	505	1,516	OK	87	1.882**	0.597**	0.488	0.705	0.579	159	1,467	OK
			整合	317	0.262	0.886**	0.823	0.949	0.705	638			410	0.238	0.892**	0.837	0.948	0.709	809		
	木造	1,118	整合	254	0.892**	0.782**	0.706	0.857	0.621	418	1,056	OK	161	1.603**	0.640**	0.541	0.740	0.501	226	1,036	OK
			不整合	1036	0.069	0.952**	0.929	0.975	0.861	1,722			1344	0.080	0.950**	0.930	0.970	0.864	2,204		
			整合	556	0.501**	0.872**	0.837	0.906	0.814	927	2,649	OK	248	1.700**	0.624**	0.556	0.692	0.566	385	2,588	OK

※ 回帰分析結果のa欄の*印は帰無仮説「定数項aは0である」が有意水準5%以下で棄却されたものを*で、1%以下で棄却されたものを**で示している。
また、b欄の*印は帰無仮説「傾きbは0である」が有意水準5%以下で棄却されたものを*で、1%以下で棄却されたものを**で示している。

られない結果となった。このことより、延べ床面積の補正を考える上での両データ間の用途整合性は、まずは課税主用途レベルまでを押さえれば、実用上は差し支えないと考えられる。

さらに、補正式の安定性を確かめておこう。このため、用途整合を考慮した場合の回帰モデルと、そうでない（3章での）モデルをAICによって比較した。すると概ね用途整合・不整合を別けて回帰式を作成した場合のモデルの方がAICが小さく、補正式としては望ましいという結論がでた。

前述のように、この用途の整合不整合の分別は東京都GISデータのみを用いた推定作業では行うことはできない。しかし、より精緻な延べ床面積の補正を求める場合には、まず両データ間の用途の整合性を確認した上で補正式を適用すると、より精緻な補正が可能となることが示唆された。

5. まとめ

本研究では、東京都GIS建物データから推定した事業所系用途別延べ床面積の補正についての留意点の抽出と、これを基にした補正式を作成した。

本研究の知見としては、

- (1) 実際の延べ床面積補正の作業を考えた場合の用途整合性や使用するサンプルとの関係を模式的に示した。これより、東京都GIS建物データに適用可能な延べ床面積補正式を建物用途別に定式化する場合、特に事業所系建物は固定資産データ建物用途との用途整合性の面から、東京都GISデータの建物用途区分ごとの定式化が妥当であると考えられる。
- (2) 対数線形回帰による事業所系建物用途別の延べ床面積補正式の作成では、補正式の安定性をAICにより検証し、今回の対象地域では概ね建物用途別のみでの推定の方が妥当であることを示した。
- (3) 用途整合性より区分したサンプルによる補正式を作成し、用途不整合を含んだサンプルを用いた補正式よりも説明力が高いことを示した。

があげられる。

今後の課題としては、次のものがあげられる。本研究では、空間的整合性、用途整合性、東京都GISポリゴンデータの過大性を含めた誤差要因を一本化して、対数変換した2次元正規分布でモデル化した。これらの要因を分別することは現状では困難であり今後の課題である。また、都市・地域分析で多用されている固定資産データを補正の対象としたが、面積に対する不算入部分の扱いが異なる建築基準法をはじめとする他の法令上の延べ床面積データ³⁾を基にした検証を通じた延べ床面積補正值における系統誤差の包括的な比較分析も課題である。さらに、様々な地域で適用が可能な延べ床面積補正式の定式化や、各都市計画基礎調査時点の建物ストックデータに応じた補正式の定式化、なども課題である。これらの課題については稿を改めたい。

なお、本研究はM市との共同研究におけるデータ整理作業のうち、担当部分を筆者らの責任でまとめたものである。

注

- 1) 阪田・吉川（2001b）のレビュー参照。
- 2) 建物個別での延べ床面積の推定は、[ポリゴン面積]×[階数]で算出した近似値を用いる（例えば、市古，2000；権ほか，1997）か、これに補正係数をかけた補正值を用いる（例えば、東京都都市計画局，1999；阪田・吉川，1999，2001b；兼田ほか，1999；日本建築センター，2000）。
- 3) 代表的な3種類の法令上の延べ床面積データについて整理すると表9のようになる。大場（2000）が用いた建築計画概要書のデータは一般に入手が可能であるが、経年的な入手は現状では困難である（ただし、平成10年の建築基準法改正により、こうした建物台帳の整備が義務づけられ、これまで各行政庁にゆだねられていた建物に関する資料の保存期限を、該当建物の除却までとすることに変更された。将来的には建築確認申請データの経年的な入手が可能になるであろう）。また、申請後の設計変更による面積増減に対応したデータは入手が困難である。一方、登記簿・固定資産税家屋台帳について同様の観点より整理してみると、経年的なデータの入手は可能である。また、面積自体は竣工後の面積であり、これらの点では建築計画概要書より優れている。しかし、この2つのデータソースは、公開性が低いことがデメリットである。また、これらの3つのデータ間で延べ床面積に対する面積の不算入部分の有無

表9 法令上の延べ床面積

凡例：○メリット △デメリット			
名称	建築確認申請 建築計画概要書	登記簿	固定資産税家屋台帳
根拠法	建築基準法	不動産登記法	地方税法
公開性	窓口での閲覧は可能	法務局での閲覧・写 しの請求が可能 (手数料500～1000円)	課税台帳は非公開
信頼性	△確認申請後の面積 増減は完了報告書に のみ記載(完了報告 書は原則非公開) △概ね過去5年程度	○登記されている面 積は竣工後の面積 △増改築による面積 増減は反映されない	○課税目的であるこ とより、あらゆる データを用いて調査 される ○増改築による面積 増減も反映される
位置情報	△申請順に整備され ているので、ある地 域内の悉皆的把握は 困難	○位置を示す地図 (フルマップ)が 整備されている	○地方税法で台帳の 付図の整備が推奨さ れている
区分所有	—	登記の際、建物自体 の面積と登記単位 (区分されたもの) の面積を併記	区分所有の場合は課 税客体単位で整備さ れている

が異なる。

- 空間的整合・不整合の分別は阪田・吉川（2001a）でも行われているが、延べ床面積という量的な指標を比較検証するには、単なる用途などのカテゴリー同士のマッチングに着目する場合よりも厳密なオーバーレイが要求される。つまり、オーバーレイによって空間的に整合していると判別できても、1つの課税台帳番号（客体番号）の家屋が複数の建物ポリゴンに分割されて地図上に表現されている場合は、1つしかない課税面積が複数の GIS 建物ポリゴンに付与されてしまうといった現象が生じる。こうした関係を、両データ間での調査時点の数ヶ月のズレや、縮尺の違い等にも配慮し、住宅地図を併用し手作業で判別した。この作業でも、判別が不可能な建物ポリゴンがあったが、これ以上の資料がないため、空間的不整合ポリゴンの一部として分析対象から省いた。
- 東京都 GIS 上の建物用途は、外観目視によって判定されている。一方、固定資産データ上の建物用途は、様々な公的資料より判定されており、1棟内に複数の用途が混在する場合には、各用途内で最大の床面積をもつ用途を課税主用途として扱う（東京都総務局行政部・主税局資産税部、1997）。大場（2000）での建築基準法上の建物用途の判定も後者に近い。したがって、ここでの「判定方法の違い」は、「外観目視での判定」と「公的資料からの判定」の違いを意味する。なお、こうした様々な延べ床面積データの建物用途自体の確からしさについての比較検証も本来は必要であるが、将来の課題としたい。
- 対象地域内で、建物ポリゴンに付与されている建物構造分類（表3上）のうち、耐火造建物（主に鉄筋コンクリート・鉄骨造）で地上階数が3階以上のものが323棟（表1）ある（すなわち、堅牢建物に区分されるべき建物）にもかかわらず、これらも普通建物として分類されている。
- 正確には、「建築面積に各階数ごとの延べ床換算係数をかけた各階床面積の総和」のこと。

8) これらの建物ポリゴンは、空間不整合とする程には極端に大きさが異なっていないポリゴンで、空間的に整合しているものとして扱っている。その他の過少要因については、把握する資料がない。

- 延べ床換算コードは1996年調査分のデータより付与されるようになった。東京都 GIS データで建物をポリゴンとして整備するようになったのは1986年からである。この点については、市古（2000）では、1996年と1991年の調査時点での延べ床換算コードの有無に言及し、統一性を確保するために「ポリゴン面積」×「階数」で延べ床面積を算出している。一方で、東京都都市計画局（1999）では、延べ床換算コードの有無に言及した上で、この係数を適用したものとしていないものを併記している。
- 大場（2000）によれば、式（1）の決定係数は0.991、傾きの95%信頼区間は[0.956, 1.021]である。
- 構造区分ごとの回帰係数の信頼区間などを見ると、それぞれの回帰式に一定の意義があると考えられる。しかし、サンプル数の少なさを考慮すると、鈴木（1995）が指摘するように、検定などだけでなくAICを用いたモデルの統合の可能性の精査も必要であると判断される。

参考文献

- 石坂公一（1984）首都圏における住宅の敷地規模分布の特性について。「日本都市計画学会学術研究論文集」、19, 457-462。
- 市古太郎（2000）『GIS分析による用途地域制度の運用実態と土地利用の計画化方策に関する研究』、東京都立大学大学院都市科学研究科博士論文。
- 大場 亨（2000）建築面積及び地上階数からの延べ面積の予測。「日本都市計画学会学術研究論文集」、35, 1033-1038。
- 兼田敏之・松尾博雄・佐藤桂二・青山 崇（1999）『名古屋都心部土地の高度利用化に関する基礎的研究』、名古屋都市センター。
- 建設省都市局（1987）『都市計画基礎調査実施要領』。
- 建設大臣官房技術調査室（1996）『建設省公共測量作業規程』、社団法人日本測量協会。
- 権 昌希・玉川英則・市古太郎（1997）ポリゴンデータを用いた大都市幹線道路周辺市街地の空間構造分析。「地理情報システム学会講演論文集」、6, 267-270。
- 阪田知彦・吉川 徹（1999）事業所系床の基準地域メッシュ内現況面積の推定方法の一提案と最大容量推計—東京都地図情報システム土地・建物データを用いたケーススタディー—。「地理情報システム学会講演論文集」、8, 73-78。

阪田知彦・吉川 徹 (2001a) 都市計画基礎調査と固定資産税データ間の建物用途の整合性に関する分析. 「GIS -理論と応用」, 9 (1), 9-18.

阪田知彦・吉川 徹 (2001b) GIS建物データとメッシュシステムに立脚した東京都区部における延べ床面積規模別事業所系建築物の地理的分布の分析. 「日本建築学会計画系論文集」, 545, 189-196.

坂元慶行・石黒真木夫・北川源四郎 (1983) 『情報量統計学』, 共立出版.

鈴木義一郎 (1995) 『情報量規準による統計解析入門』, 講談社, 121-134.

東京大学教養学部編 (1991) 『統計学入門』, 東京大学出

版会, p.32.

東京都総務局行政部・主税局資産税部 (1997) 『固定資産評価事務の手引き (家屋編)』, 財団法人東京税務協会.

東京都都市計画局 (1999) 『東京の土地利用 多摩・島しょ地域』, 東京都.

日本建築センター (2000) 『平成 11 年度容積充足に関する分析調査報告書』, 日本建築センター.

増山元三郎 (1964) 『少数例のまとめ方 2』, 竹内書店, 529-546.

武藤真介 (1995) 『統計解析ハンドブック』, 朝倉書店, 134-135.