

### S - 3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的活総合的評価・予測・立案手法 の確立に関する総合研究プロジェクト

#### 3．都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価

##### ( 1 ) 都市シナリオの設定と二酸化炭素削減量統合評価

東京大学

大学院工学系研究科都市工学専攻 花木啓祐

<研究協力者> 東京大学

大学院工学系研究科都市工学専攻

石井 暁

#### [ 要旨 ]

都市の将来像を描くのは、新しい環境技術が次々と開発される現代において極めて困難であるが、将来の都市における二酸化炭素排出削減量を総合評価するためには重要である。本研究は、日本全国からの都市の中長期的政策オプションの検討として、気候条件、規模を代表する都市として、札幌、宇都宮、東京、広島、那覇の5都市を取り上げた。そして、2050年の都市からの二酸化炭素排出削減策導入効果を評価するため、都市チームの各研究者による将来可能性のある導入技術の洗い出しと、将来の都市シナリオの取りまとめをおこなった。その結果として、都市の規模により都市形態や社会構造の傾向が異なる可能性が大きいこと、各部門の導入可能技術オプションはそれらの要素に大きく左右されることなどが確認された。これを受けて、各部門の二酸化炭素削減量を統合評価する手法として地域レベルの空間分析を適用することを検討した。具体的には、民生・業務部門やエネルギー部門での削減効果を統合評価する際に有益である都市内部の用途別床面積を、都市計画用途地域の分類を用いることによって効率的に推定する手法を検討した。宇都宮での分析の結果から、用途地域によっては市街地地図および電話帳データベースを用いた推定方法によって(LV.1およびLv.2)高い精度(90%以上)で都市内の個々の建物内の複合用途を表現することが可能であり、この手法の妥当性が示された。また、都市計画基礎調査建物用途現況図のデータを用いることにより、検討された14の用途地域すべてにおいて91%以上という高い割合で建物複合用途が推定できることも示された。本研究で得られた知見は、今後の諸都市の分析および、統合評価法の確立に大きく貢献するものとなった。

[ キーワード ] 環境技術、地理情報システム、建物用途、都市計画、二酸化炭素

#### 1．背景および目的

現在の環境技術革新の時代において都市の将来像を描くことは、極めて困難でありながらも、2050年における都市由来の二酸化炭素排出削減量を総合評価するためには不可欠である。そしてその際、都市の各部門(運輸部門、民生・業務部門、エネルギー部門など)に導入される個々の技術の持つ削減効果を総合的に評価することが必要となる。現在、脱温暖化社会の実現に資する熱・エネルギー需要および二酸化炭素排出量の推計モデルは、国や地域の集計データを用いる場合(都市スケール)と、建物単体で技術導入効果を検討する場合(個別建物スケール)において、数多

くの研究成果が報告されている。しかし、日本における中長期的政策を考慮しながら2050年における都市の二酸化炭素排出削減量を分析する場合、総人口は今後減少傾向にあり都市のあり方問われる将来において、都市の地区スケールで対策オプションの導入を検討することが重要になると考えられる。

そこで本研究では日本全国の都市に対する中長期的な政策をにらんだ二酸化炭素排出削減策導入効果の評価をおこなう第一歩として、代表的都市の選定による日本全国の都市由来の二酸化炭素排出削減量の推定手順を考案すると同時に、将来の都市シナリオの設定と導入が検討される二酸化炭素削減技術をまとめた。また、各分野における削減効果を統合的に評価する手法として、都市の空間情報を用いた分析方法を確立することを目的として研究をおこなった。

## ２．都市シナリオ設定との推定方法の考案

### (１) 日本全国諸都市の推定方法

最終的に日本全体の二酸化炭素排出量の削減可能性を推定するに当たって二つの方法をまず検討した。第一の方法は代表都市を取り上げて解析を行い、それを元にして全国の値を求める方法である。第二の方法は、当初より日本全体を解析の対象とする方法で、90都市圏程度を同時に解析していく方法である。後者の場合、常に日本全体の数値を示しつつ研究を進めることができる利点がある一方で、都市の内部における建物密度などの構造までは踏み込んだ解析を行うことは不可能であり、たとえば地域冷暖房の導入効果の評価などは困難である。このようなことから、第一の方法を採用することにした。

次に、代表的な都市の選択に当たっては各部門の二酸化炭素に都市側の条件として与える影響を考え、最も重要な要件として人口規模と、冷暖房に支配的影響を与える気候条件を考えた。その結果、札幌市、宇都宮市、東京都、広島市、那覇市を対象にすることとした(表1)。この中で、宇都宮市や那覇市のような中規模あるいは小規模の都市は従来このような解析で取り上げられることは少なかった。しかし、日本全体の同行を考えるに当たっては、多数存在するこのような都市に着目することが不可欠だと考え、選択した。これらの都市では入手できるデータが限定しており、地球温暖化防止の地域計画も立てられていない。これらの都市の中で、本年度は宇都宮市を対象にして検討を進めた。

表１．解析対象とする５都市の規模と気候条件

都市名	面積 km <sup>2</sup>	人口 万人	日照時間 年間計	暖房デグ リーデー 度・日	冷房デグ リーデー 度・日
札幌市	1121	182.3	1774.8	2574	
宇都宮市	312	44.3	1938	1416	47
東京区部	617	802.6	1847.2	855	148
広島市	742	111.4	2004.9	1033	150
那覇市	49	12.6	1820.9		444

### (２) 都市シナリオ設定と導入技術オプション

都市を構成する主要要素である民生業務(建築物)、交通(交通、自動車単体技術)、エネルギー(燃料電池、太陽電池)の各部門において、専門家に2050年における状況予測と導入可能性のある革新的技術についてヒアリングをおこない、とりまとめた。その結果を表2に示す。

表2. 都市の各部門における将来の傾向、検討革新的技術および政策

対象部門	将来の傾向および検討革新的技術・政策	備考
都市全体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在より都市規模による人口分布や発展傾向等に明確な差</li> <li>・ 物質循環の地産地消化</li> <li>・ 情報流通のグローバル化</li> </ul>	・ 都市規模により導入される技術が大きく異なる
民生業務部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 病院の増加や学校の減少</li> <li>・ 断熱・空調・照明・給湯の技術革新</li> </ul>	・ 人口減少と社会構造の変化により建物用途別の床面積が大幅に変化する
交通・自動車単体部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通勤移動の減少や余暇移動の増加</li> <li>・ 最適燃料自動車の導入（燃料電池車、軽油代替DMEなど）</li> <li>・ 車に対する人の嗜好性の変化</li> <li>・ IT化（ホームオフィス化）</li> <li>・ 居住地事務所等誘導政策</li> <li>・ カーボンニュートラル燃料製造技術革新</li> </ul>	・ 移動目的のシフト
エネルギー部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 家庭用コージェネレーションシステム導入</li> <li>・ 燃料電池の系統電力化</li> <li>・ 太陽電池の普及</li> <li>・ SOFC・薄膜多結晶シリコン太陽電池導入</li> </ul>	・ 革新的技術導入の幅が大きい

### 3. 二酸化炭素排出削減量統合評価における空間分析手法の確立

#### (1) 目的

都市における二酸化炭素排出削減量の統合評価方法について、空間分析を用いた方法を確立することを試みた。具体的には、宇都宮市を対象に地理情報システム、電子地図情報、国・地方自治体の調査統計、都市計画および基礎調査情報、電話帳による個別情報を用いて、都市内部の各建築物における用途別床面積の推定法を検討することにより、民生・業務部門およびエネルギー部門における二酸化炭素削減効果の評価に役立つ手法を確立することを目的とした。

#### (2) 分析手法の検討

##### アプローチ

民生・業務部門からの熱需要、二酸化炭素の排出量、および最適技術オプション導入の評価には都市内部の建物の用途別床面積を把握し、実態調査より構築された建物熱・エネルギー需要積算モデルで計算された原単位を掛け合わせて推定する方法が一般的である<sup>1)</sup>。しかし、今回検討する統合評価法は、日本全国の都市からの二酸化炭素削減量の将来予測において、札幌、宇都宮、東京、広島、那覇の5都市が日本全国の都市における様々な特徴（気候、都市規模など）を網羅的に表現できていることを正確に評価できる必要がある。つまり、各都市における特徴を明確に出すためにも、都市全体の集計値のみを用いるのではなく、建物の空間的分布も考慮した検討が重要となる。

一方で、都市には大小様々な規模の建物が存在し、それらすべてについて使用用途および床面積等の属性情報を与えつつ空間分析をおこなうのは、小中規模の都市ならともかく、東京や札幌な

どの大都市については非常に困難である。したがって、将来の都市形態や都市発展を推測する手がかりとなることも期待して、都市計画用途地域の分類に着目して検討する方法を考案した。具体的には、用途地域毎に建物内の複合用途を考慮した床面積比率を計算し、それを他の同じ用途地域にも適用するという方法である。以下に建物用途の推定手順と用途地域を用いた分析について得られた知見をまとめる。

#### 用途別床面積推定手法の検討

建物用途の推定に用いたデータベースは以下のとおりである。

- ・ 市街地地図（ZmapTownII 宇都宮市）：2004 年 6 月時点のデータ
- ・ 電話帳データベース（TelePoint Pack 宇都宮）：2003 年 9 月時点のデータ
- ・ 宇都宮市都市計画基礎調査建物用途現況図：調査年度 2001 年（平成 13 年）
- ・ 宇都宮市都市計画用途地域図
- ・ 宇都宮市固定資産台帳データ（ 1）

（ 1 本報告書では使用にまでいたっていない）

市街地地図および都市計画基礎調査建物用途現況図（以下、建物現況図とする）による複合用途の建物を考慮した用途別床面積の推定には次の問題点がある。

- ・ 市街地地図：建物の用途分類がない。唯一の分類は「目標物（官公庁、公共施設、神社・仏閣など）」「集合住宅・アパート」「個人」「事業所」であり、住宅かそれ以外か程度の推定にしか使えない。
- ・ 建物現況図：「業務施設」「商業施設」「店舗併用住宅」「軽工業施設」など 22 分類されているが、建物あたり一つの用途で代表させているため、建物内の用途まで推定は不可能である。

そこで本研究では、GIS地理情報ソフトウェア（SIS MapModeller、インフォマティックス社）を用いて、上記のデータベースに都市計画用途地域図（以下、用途地域図とする）、および電話帳データベースを加えて、建物内部の複合用途の推定をおこなった。

#### （ 3 ）結果および考察

各データベースの利点を最大限に生かし、できるだけ推定誤差を減らすために以下の手順を考案した。

##### Step 1：電話帳データベースでの推定

電話帳データベースは登録されている電話番号のほかに、掲載名称、掲載名称補足情報、住所、緯度経度、業種コード等が収録されている。今回、産業中分類に分けられた業種コードを「業務施設」「商業施設」「宿泊施設」「飲食店」「病院・医院」「公共施設・学校」「屋外施設」「工場」「住宅」「その他（倉庫・駐車場など）」の10用途に整理した。この分類は今回の分析のため仮に設定したもので、必要に応じて容易に変更が可能である。電話帳データベースにおける用途分類上の問題点として、業種コードの割り振られていない情報が多数存在するということがあげられる（表 3）。

表 3 宇都宮市電話帳データの属性情報の有無

	掲載名称あり				
	業種コードあり		業種コードなし		
	各業種コード	コード：その他	掲載名補足情報あり	掲載名補足情報なし	
				(株)(有)を含む	名称のみ
情報数	31703	816	4106	267	82063
割合(%)	26.7%	0.6%	3.5%	0.2%	69.0%

表 3 によれば、自動的に用途に分類できたのは全体118,955件の26.7%に過ぎない。これは、電話帳データの業種コードに個人(住宅)が含まれないためだと思われる。残りの73.3%の用途は基本的に手作業で推定する必要があるが、作業の効率化を図るために、業種コード「その他」に分類されていたデータ、掲載名補足情報があるもの、掲載名に「(株)」や「(有)」があるデータを別途抽出して(全体の4.3%)、これらについてのみ手作業で業種を与えた。この作業後に残った82,063件(全体の69.0%)のデータは、ほぼすべてが個人名(家主の氏名)であり、これらはすべて個人住宅と考えて差し支えないと思われた。これにより電話帳に記載された情報についてはほぼ100%用途が割り振られた。

#### Step 2: 地図情報との重ね合わせおよび現況図等を用いた補完作業

Step 1で作成した電話帳データを市街地地図に重ね合わせて、宇都宮の建物内に用途を割り付けた。ここでは複数の用途が同じ建物上に重ね合わさることにより、建物内の複合用途を推定できるとした。しかし、宇都宮市内すべての建物に電話帳のデータを重ね合わせたのではデータの数が膨大であるので、3.2.1.にあるように、用途地域図を用いて宇都宮市街地図より用途地域を切り出して個別に検討を進めることとした(5節参考参照)。ここでの問題点は電話帳データでは用途を推定できる建物が限られているということである。これは、電話帳に登録していない個人等が存在すること、何らかの理由でデータが欠損していることが考えられる。そこで、建物用途推定の精度を向上させるため、次の方法を考案した。用途地域別における建物の用途を推定する際の推定精度を以下の4段階とすると、

- Lv.1 建物内の複合用途が電話帳記載情報により推定されるもの。
- Lv.2 電話帳記載情報に記載されない、個人家屋および集合住宅を市街地地図の属性情報により補完したもの。
- Lv.3 都市計画基礎調査建物用途現況図の情報を用いて、Lv.1およびLv.2で用途推定ができなかった建物についてその用途を補完したもの。Lv.1およびLv.2で可能な建物内の複合用途は推定できないが、建物全体としてひとつの用途が割り当てられる。
- Lv.4 残り。電話帳に記載がなく、市街地地図情報および都市計画基礎調査建物用途現況図においても、用途情報が割り当てられていないもの

図 1 に建物用途推定精度の概念図を示す。Lv.1およびLv.2で推定可能な建物は、建物内部の複合用途を推定できていると考えられる。そこで宇都宮市の各用途地域において、どれぐらい推定が可能であるのかを計算し表 4 に示す。表 4 は土地面積ベースであらわされている。本来ならば、各建物の階数データから建物延床面積を計算し比較するのが理想であるが、すべての建物について正確な階数データが存在しないため(特にLv.4の建物)、オリジナルである土地面積で表現し

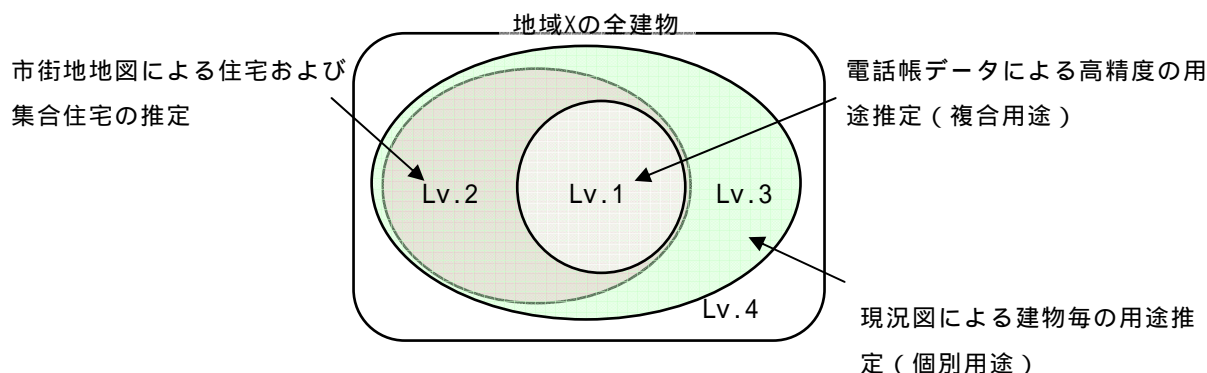


図1 建物用途推定精度の概念

ている。表4より、Lv.1およびLv.2の推定では、第二種中高層住居専用地域B地区（74.5%）を除いて、9地域で80%以上、4地域で90%以上の土地面積ベースで建物内部複合用途を推定できていることがわかる。また、Lv.3の精度での推定が可能であれば、この比率は今回検討した14地域すべてにおいて91.6%～97.0%に向上することがわかる。実際、今回対象としている宇都宮市では、現況図が電子データで整備されているためLv.3の精度で建物用途を推定することが可能である。しかし、本プロジェクトで対象とする5都市（札幌、宇都宮、東京、広島、那覇）についてデータ整備の現状を調査した結果、東京都および宇都宮市以外では現況図を電子データで調達することは不可能であった（2005年4月現在）。したがって、本研究における建物用途の推定はLv.2までとし、Lv.3およびLv.4の情報は考慮しないものとする。

表4 各用途地域における建物用途推定精度別土地面積（ $m^2$ ）およびその割合（%）<sup>1,2</sup>

用途地域	総土地面積	用途推定土地面積 Lv.1&Lv.2	用途推定可能 土地面積 <sup>3</sup> Lv.3	用途推定不可能 土地面積 Lv.4
商業用地	153596.1	134895.0 (87.8%)	9935.3 (6.5%)	5609.3 (3.7%)
近隣商業地	91667.8	81144.9 (89.0%)	7870.6 (9.0%)	2652.2 (3.0%)
第一種住居専用地域A	97187.0	85237.3 (87.7%)	8541.5 (8.8%)	3408.2 (3.5%)
第一種住居専用地域B	268386.7	222992.9 (83.1%)	34903.6 (13.0%)	10490.1 (3.9%)
第一種低層住居専用地域A	438070.8	402650.1 (91.9%)	14681.1 (3.4%)	20739.7 (4.7%)
第一種低層住居専用地域B	111643.6	99680.1 (89.3%)	4154.9 (3.7%)	7807.5 (7.0%)
第一種中高層住居専用地域A	152059.7	139764.9 (91.0%)	7085.1 (4.7%)	5209.7 (3.4%)
第一種中高層住居専用地域B	454120.9	409045.1 (90.1%)	27067.9 (6.0%)	18007.9 (4.0%)
第二種住居専用地域A	231302.1	193026.6 (83.5%)	25560.0 (11.1%)	12715.5 (5.5%)
第二種住居専用地域B	153325.2	125709.1 (82.0%)	18914.4 (12.3%)	8701.7 (5.7%)
第二種中高層住居専用地域A	83915.6	78379.3 (93.4%)	2801.1 (3.3%)	2735.2 (3.3%)
第二種中高層住居専用地域B	399441.8	297625.0 (74.5%)	78253.0 (19.6%)	23563.9 (5.9%)
工業地域	105008.2	93957.6 (89.5%)	3788 (3.6%)	7262.6 (6.9%)
準工業地域	153089.1	128923.8 (84.2%)	11336.8 (7.4%)	12828.5 (8.4%)

Note: 1: 各列は推定精度レベル（Lv.1&Lv.2, Lv.3, Lv.4）ごとに区分されている。

2: 建物延床面積（土地面積×建物階数データ）で推定するのが理想であるが、階数データが無い建物があり、今回は元データをより反映させるため土地面積を用いた。

3: 用途推定が都市計画基礎調査建物用途現況図より可能な割合

表 5 各用途地域における建物用途推定精度別、建物戸数および平均土地面積<sup>1</sup>

用途地域	用途地域全体	用途推定 (Lv.1&2)	用途推定可能 (Lv.3)	用途推定不可能 (Lv.4)
商業用地	1139 (134.9 m <sup>2</sup> )	928 (145.4 m <sup>2</sup> )	99 (100.4 m <sup>2</sup> )	112 (50.1 m <sup>2</sup> )
近隣商業地	1038 (88.3 m <sup>2</sup> )	817 (99.3 m <sup>2</sup> )	115 (68.4 m <sup>2</sup> )	106 (25.0 m <sup>2</sup> )
第一種住居専用地域A	984 (98.8 m <sup>2</sup> )	727 (117.2 m <sup>2</sup> )	148 (57.7 m <sup>2</sup> )	109 (31.3 m <sup>2</sup> )
第一種住居専用地域B	2801 (95.8 m <sup>2</sup> )	2091 (106.6 m <sup>2</sup> )	333 (104.8 m <sup>2</sup> )	377 (27.8 m <sup>2</sup> )
第一種低層住居専用地域A	5868 (74.7 m <sup>2</sup> )	4468 (90.1 m <sup>2</sup> )	241 (60.9 m <sup>2</sup> )	1159 (17.9 m <sup>2</sup> )
第一種低層住居専用地域B	1374 (81.3 m <sup>2</sup> )	1131 (88.1 m <sup>2</sup> )	70 (59.4 m <sup>2</sup> )	173 (45.1 m <sup>2</sup> )
第二種住居専用地域A	2113 (109.5 m <sup>2</sup> )	1505 (128.3 m <sup>2</sup> )	282 (90.6 m <sup>2</sup> )	326 (39.0 m <sup>2</sup> )
第二種住居専用地域B	972 (157.7 m <sup>2</sup> )	656 (191.6 m <sup>2</sup> )	135 (140.1 m <sup>2</sup> )	181 (48.1 m <sup>2</sup> )
第二種中高層住居専用地域A	678 (123.8 m <sup>2</sup> )	566 (138.5 m <sup>2</sup> )	47 (59.6 m <sup>2</sup> )	65 (42.1 m <sup>2</sup> )
第二種中高層住居専用地域B	3646 (109.6 m <sup>2</sup> )	2437 (122.1 m <sup>2</sup> )	498 (157.1 m <sup>2</sup> )	711 (33.1 m <sup>2</sup> )
第二種中高層住居専用地域A	1533 (99.2 m <sup>2</sup> )	1180 (118.4 m <sup>2</sup> )	163 (43.5 m <sup>2</sup> )	190 (27.4 m <sup>2</sup> )
第二種中高層住居専用地域B	5360 (84.7 m <sup>2</sup> )	4220 (96.9 m <sup>2</sup> )	378 (71.6 m <sup>2</sup> )	762 (23.6 m <sup>2</sup> )
工業地域	1102 (95.3 m <sup>2</sup> )	872 (107.7 m <sup>2</sup> )	68 (65.3 m <sup>2</sup> )	172 (42.2 m <sup>2</sup> )
準工業地域	1317 (116.2 m <sup>2</sup> )	924 (139.5 m <sup>2</sup> )	190 (59.7 m <sup>2</sup> )	203 (63.2 m <sup>2</sup> )

Note:1: 土地面積は( )内に表されている

表 6 各都市計画用途地域における用途別床面積の比率

		用途別床面積の比率(%)									
		業務 施設	商業 施設	宿泊 施設	飲食 店	病院 医院	公共 施設 学校	屋外 施設	工場	住居	その他
商業地域		41.1%	27.1%	2.2%	9.9%	2.3%	6.6%	1.1%	0.0%	8.3%	1.2%
近隣商業地域		8.1%	12.6%	1.6%	1.9%	2.9%	7.6%	0.3%	0.3%	63.5%	1.1%
第一種 住居地域	A	11.7%	6.0%	0.6%	0.8%	0.2%	0.3%	0.0%	1.6%	75.3%	3.5%
	B	9.1%	13.2%	0.1%	0.6%	1.2%	1.0%	0.0%	0.2%	73.8%	0.8%
第一種 低層住居 専用地域	A	3.5%	2.0%	0.0%	0.8%	0.4%	1.0%	0.2%	0.4%	91.3%	0.3%
	B	3.6%	1.1%	0.0%	0.4%	0.8%	0.6%	0.1%	0.1%	93.2%	0.3%
第一種 中高層住居 専用地域	A	3.2%	2.0%	0.0%	0.1%	0.8%	0.3%	0.1%	0.0%	93.3%	0.2%
	B	2.7%	9.3%	0.0%	1.1%	0.4%	1.5%	0.1%	0.3%	84.4%	0.2%
第二種 住居地域	A	19.8%	24.2%	0.4%	5.8%	2.5%	2.3%	0.8%	1.6%	41.6%	1.0%
	B	16.8%	20.8%	0.6%	9.1%	1.3%	5.9%	0.3%	0.1%	43.4%	1.8%
第二種 中高層住居 専用地域	A	8.0%	5.2%	0.0%	1.3%	3.3%	1.6%	0.0%	0.1%	80.3%	0.1%
	B	7.0%	13.2%	0.0%	2.0%	1.2%	1.7%	0.2%	0.0%	74.2%	0.6%
工業地域		12.4%	6.7%	0.0%	0.3%	2.3%	0.3%	0.0%	9.2%	66.7%	2.2%
準工業地域		11.9%	8.7%	2.8%	2.8%	1.9%	0.9%	0.6%	1.3%	59.6%	9.5%

都市内の建物の中には実際に使用されていないもの（ビルに隣接する小さな倉庫など＝名称や電話番号なし）が数多く含まれている可能性がある。もし仮にLv.4クラスの建物にそのような建物が多く含まれるとすれば、総土地面積を建物数で除した建物あたりの平均土地面積は他のカテゴリと比較して小さいはずである。そこで用途推定精度別の建物戸数と平均土地面積を計算した値を表5に示す。

表5より、Lv.1およびLv.2で推定された建物の土地面積大きく、大規模建物を優先して用途が推定できていることがうかがえる。また、Lv.4の平均土地面積が最小であることから、都市内で使われていない小規模建物がこのカテゴリに多く含まれていることがわかる。しかし、いくつかの用途地域においてLv.3の土地面積はLv.1とLv.2と同等レベルかえであり、Lv.1およびLv.2では漏れているが、考慮すべき建物が含まれていることを示している。宇都宮市内の建物用途を高精度で把握するためには、やはりLv.3での建物用途の推定が望ましい。

最後に、Lv.1およびLv.2のデータから推定した各都市計画用途地域における用途別床面積の割合を表6に示す。割合を計算する際、以下の仮定を用いてデータを調整した。

- ・ 現況図の業務施設の中から工場を抽出した。「サービス工業」、「家内工業施設」、「軽工業」、「運輸倉庫」、「危険物貯蔵処理施設」を次のように仮定し、用途を新規に割り当てた。  
サービス工業：業務施設＋工場＋住宅（工場、業務施設、住宅の比率を33%ずつとする）  
家内工業施設：工場＋住宅（50%を工場、残りを住宅とする）  
軽工業：業務施設＋工場（50%を工場、残りを業務施設とする）  
運輸倉庫：その他  
危険物貯蔵処理施設：工場＋その他（工場の50%とする）
- ・ 階数データが「0」となっている建物は、市街地地図の属性コードにより最低階を次のように仮定した。  
1200（目標物）：1階  
1363（ビル・アパート）：2階  
1364（個人）：1階  
1365（事業所）：1階

14の用途地域において、各第一種および第二種住宅専用地域はA地区とB地区の二つを切り出して用途別床面積の割合が類似しているかどうか比較した。するとそれぞれ用途地域に含まれる建物の土地面積（表3）、総建物戸数（表4）が違うにもかかわらず、同用途地域間での用途別床面積の割合は、業務施設および住居の割合が非常に類似している。商業施設の割合、または公共施設・学校の割合に少しの誤差が見られるものの、それぞれの特徴が表現されていると思われる。

#### 4．本研究により得られた成果および今後の展望

本研究では今回分析をおこなう日本の代表的な都市の選定を行うと同時に、将来の都市シナリオの設定と導入可能性のある技術オプションについてとりまとめをおこなった。また二酸化炭素削減量の総合評価手法の第一歩として空間情報を用いた検討をおこなった。宇都宮の結果より、対象の5都市において可能である市街地地図および電話帳データベースを用いた方法で（Lv.1およびLv.2）、用途地域によっては高い精度で都市内の建物用途別の床面積が、個々の建物内の複合用途レベルまで推定できることが明らかとなった。また分析の効率化として、都市計画用途地域



の分類にしたがって用途別床面積の割合を算出して他の地域に適用する方法の妥当性が示された。今後は、建物用途を延床面積規模別にも分類し分析の精度をあげたいと考えている。また、今回用途地域等を手がかりにしながら得られた知見を元に、より具体的な将来の都市形態を描くことを試みると同時に、更なる各部門における導入可能な技術オプションの検討を進める必要がある。また、本研究を宇都宮から、札幌、東京、広島、那覇に広げて検討することが今後の課題である。今回確立された空間分析法は、業務・民生およびエネルギー部門の評価以外に、太陽電池技術の導入検討などにも適用が可能であると考えている。

## 5 . 参考

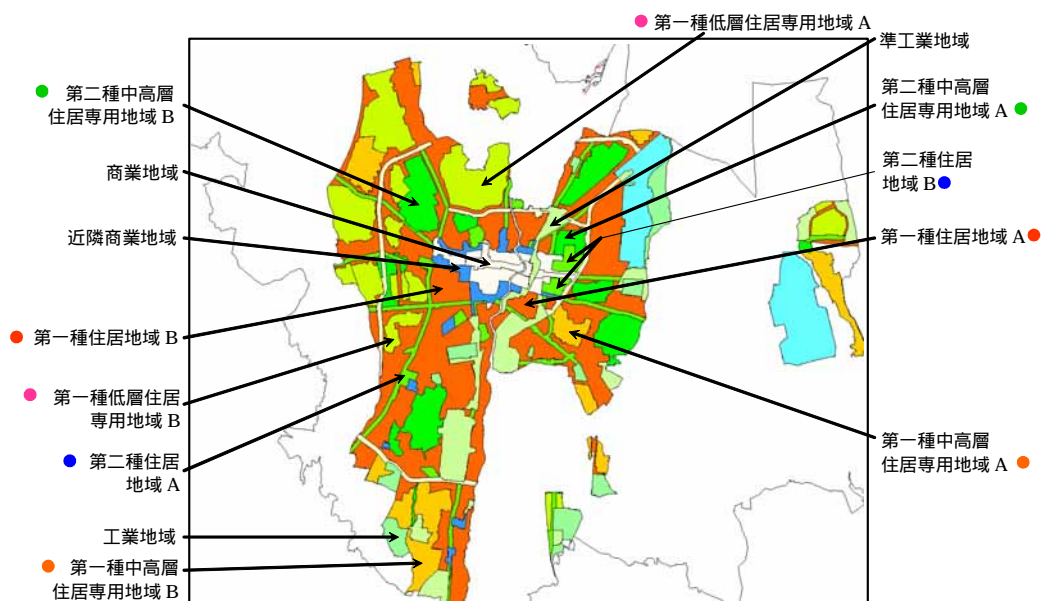


図2 宇都宮市用途地域図

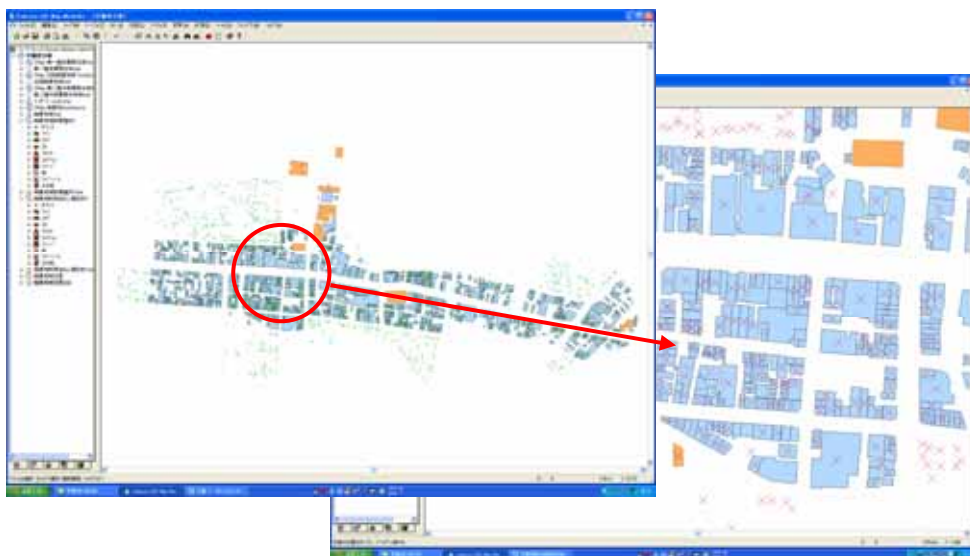


図3 電話帳データと市街地地図の重ね合わせ（商業地域の例）

## 6．引用文献

- 1) 環境省(2003)都市における人口排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書。環境省

## 7．国際共同研究等の状況

該当なし

## 8．研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

なし

<その他誌上発表(査読なし)>

なし

### (2) 口頭発表(学会)

なし

### (3) 出願特許

なし

### (4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

なし

### (5) マスコミ等への公表・報道等

なし

## 9．成果の政策的な寄与・貢献について

本研究により都市内の地区スケールでの解析精度の高い二酸化炭素削減量の統合評価手法が確立されつつあり、今後具体的な適用例とともに結果が示されれば、都市の政策提言をサポートする強力なツールとなる。この成果を国内外の雑誌に発表することにより、世界に広く発信する。