

## 4 入力データの作成

### 4.1 データ整備の概要

#### (1) データ整備の範囲

データ整備の範囲は、東京 23 区およびその周辺を含む 33 km 四方の南北矩形エリアである（図 2.3）。東西および南北方向のインデックスをそれぞれ  $i$ 、 $j$  としてデータ整備範囲の南西端を始点として全域を東西 6600 区間、南北 6600 区間に等分割している。セル中心座標（ $Y$ 、 $X$ ）の  $Y$ 、 $X$  は世界測地系—平面直角座標系第 9 系の東西方向、南北方向の座標を表す。インデックス  $i$ 、 $j$  と座標の関係は次式で表される。

$$\begin{aligned} Y &= -25000.0 + (i-1) \times 5.0 + 2.5 \\ X &= -52500.0 + (j-1) \times 5.0 + 2.5 \end{aligned} \quad (225)$$



図 2.3 データ整備範囲

3次元セルは  $5\text{m} \times 5\text{m} \times h_c$  の直方体である（南北：5m、東西：5m：上下：1~10m）。鉛直方向の分割は不等間隔としており、セル高さ  $h_c$  はセル中心標高によって変化する。鉛直方向のインデックスを  $k$  とし、標高 0~500m の間を 100 区間に区切っている（ $k=0 \sim 99$ ）。

#### (2) 地域別使用データの一覧

水平 5m メッシュ解像度のデータベースを整備するに当たり、地盤面標高や建物高さ、土地利用等の推計に使用したデータを地域別に表 1.7 にまとめた。

### 4.2 地盤および建物の高さ

#### 4.2.1 高さ関連のデータ

##### (1) 地盤面標高データ

地表面高さのデータから作成される数値標高モデルは DEM (Digital Elevation Model) と称されている。地盤面の標高については、国土地理院の 5mDEM を用いる。ただし、5mDEM は関東地域において東京 23 区内に整備範囲が限られている。そこで、5mDEM が未整備の東京 23 区外の地域については国土地理院数値地図 50m メッシュ標高データを利用した。両データの接続する部分については、精度の違いに起因して大きな段差が生じることがある。そこ

表 1.7 地域別使用データ

地域	地盤面標高	建物形状	建物高さ	土地・建物用途	樹木
東京23区	数値地図5mメッシュ標高	都市計画GIS (平成13年度)、MAPCUBEデータ	MAPCUBEデータ、国土地理院航空レーザー測量データ	都市計画GIS (平成13年度)	植生図
東京都/市部	数値地図50mメッシュ標高 ※可能な地域は数値地図5mメッシュ標高	都市計画GIS (平成9年度)	都市計画GIS (平成9年度)	都市計画GIS (平成9年度)	植生図
横浜市		都市計画GIS (平成9年度)	都市計画GIS (平成9年度)	都市計画GIS (平成9年度)	植生図
川崎市		都市計画GIS (平成14年度)	都市計画GIS (平成14年度)	都市計画GIS (平成14年度)	植生図
千葉県		住宅地図	住宅地図、細密数値情報	住宅地図、細密数値情報	細密数値情報
埼玉県		住宅地図	住宅地図、細密数値情報	住宅地図、細密数値情報	細密数値情報

で 50mメッシュと 5mメッシュが隣接する場合は、5mDEM 領域内の境界付近の標高値と 50mメッシュ領域の標高値を用いて、50mメッシュ領域における境界付近の 10メッシュ分（500m相当）について線形補間した。

**(2) 航空レーザー測量データ**

航空レーザー測量により地表表層の建物や構造物、樹木、地盤等の絶対高さを知ることができる。このような高さのデータより作成した地表モデルは数値表層モデル、DSM(Digital Surface Model)と称されている。本研究資料では国土地理院による 1mDSM を活用する。このデータは 5mDEM の基になるものであり、観測は平成 13~14 年度に実施されたが、一部新宿地区のみ平成 16 年度のデータが整備されている。

1mDSM と 5mDEM の差分を取り、建物配置と照合することで建物高さを求めることができる。ただし、地盤面の評価において 1mDSM と 5mDEM が不一致であると誤差要因になる。そこで、建物や構造物、樹木等の影響を受けない更地として、国立競技場、駒沢公園競技場、光が丘公園内競技場の敷地から、それらに含まれる 1mDSM と 5mDEM を抽出した。表 1 8 は 2,500m<sup>2</sup> の領域について 1mDSM と 5mDEM による集計値を比較したものである。いずれも、差分の平均は数センチのオーダーであり、両者の差異は小さいと考えられる。

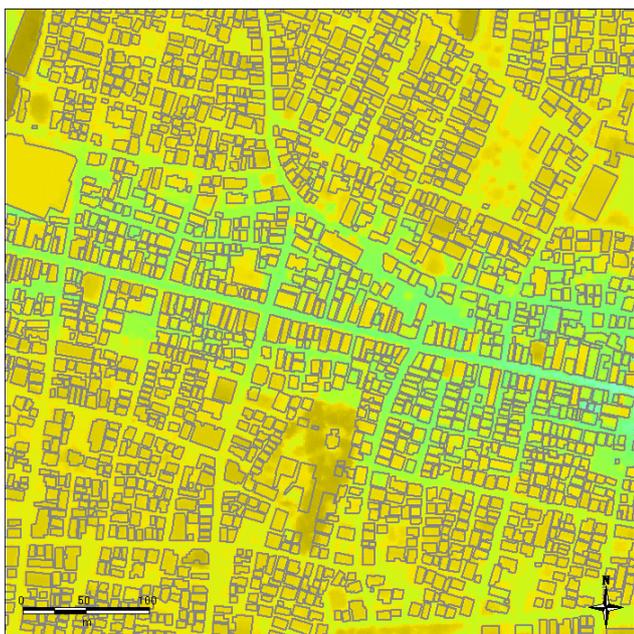
図 2 4 は汐留付近と戸越付近について、1mDSM データと東京都 GIS の建物オブジェクトを重ねて標高値を表示した例である。1mDSM データは東京都 GIS の建物位置とほぼ一致していることがわかる。

そこで、1mDSM を活用して東京都 GIS 建物を 5mメッシュ毎に分割し、各メッシュの高さは、分割されたメッシュに含まれる 1mDSM ポイントの中央値とした。塔屋や傾斜屋根等の屋上面の高さの違いを反映することになる。ただし、作業負荷を勘案し、屋上面の高さの違いを考慮する建物の対象は、建築面積が 5,000m<sup>2</sup> 以上または地上階数が 15 階以上の建物（東京 23 区内で約 1,400 棟）とした。それ以外の比較的小規模

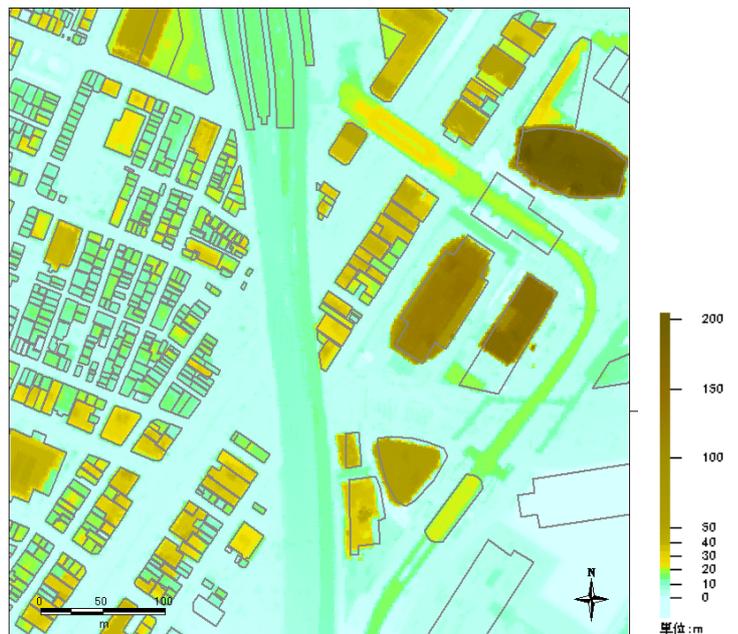
表 1 8 5mDEM と 1mDSM による平均標高の差分の例

場 所	5mメッシュ標高-1mDSM平均(m)		
	最大	最小	平均
国立競技場	0.06	-0.08	-0.004
駒沢公園競技場	0.04	-0.22	-0.07
光が丘公園競技場	0.06	-0.23	-0.08

※各場所において 5mDEM を 100 個抽出し、同位置の 1mDSM を平均化して平均標高を求め、両者の標高の差分を集計



(a) 戸越



(b) 汐留

図 2 4 1mDSM の分布事例

な建物については、屋根面を全て水平（陸屋根）と仮定し、各メッシュの建物に一律の高さを与える。

図 2 5 に東京ドーム周辺における地盤面の高さも含めた建物高さ分布（5m メッシュ）の例を示す。図 2 6 は大規模な建物における建物高さの詳細化の例である。通常は建物階数の情報を用いて図左に示すように全ての建物の屋上面は陸屋根で表現されていることが多いが、今回の場合、図右に示すように 5m メッシュ分割における 1mDSM データの活用により、建物高さが詳細化されている。

東京都 GIS データと 1mDSM データの作成年度の違いにより、建物の建替えや滅失などの影響による不整合（例えば、東京都 GIS の従前建物のオブジェクトに 1mDSM より建替え後の建物高さが与えられたり、逆に東京都 GIS の建物が既に滅失しているために 1mDSM から 0m の高さが与えられたりするなど）が発生しているケースもある。そこで、東京都 GIS の建物階数、1mDSM と 5mDEM との高さの差により求めた建物の相対高さを用いて 1 階当たりの階高を求め、不整合の影響により階高が適切な範囲にない場合には、1mDSM データより高さは付与せず、東京都 GIS の建物階数×3.5m をその建物の相対高さとし、5mDEM による地盤面標高と合わせ絶対高さを求めた。

高さを 5m メッシュで分割した建物に付与す

る際には、高さの平滑化処理が必要となる。なぜならば、1mDSM のポイント位置と東京都 GIS の建物の平面位置に若干のズレが生じる上に 1mDSM データ自身にも様々なノイズが含まれているからである。

### （3）CAD データ

近年、ランドマーク的な建物については建物の詳細な形状を再現する CAD データ等のデジタル化が民間企業により推進されている。これらの市販データを用いると建物の形状について精度が向上すると期待され、解析領域において

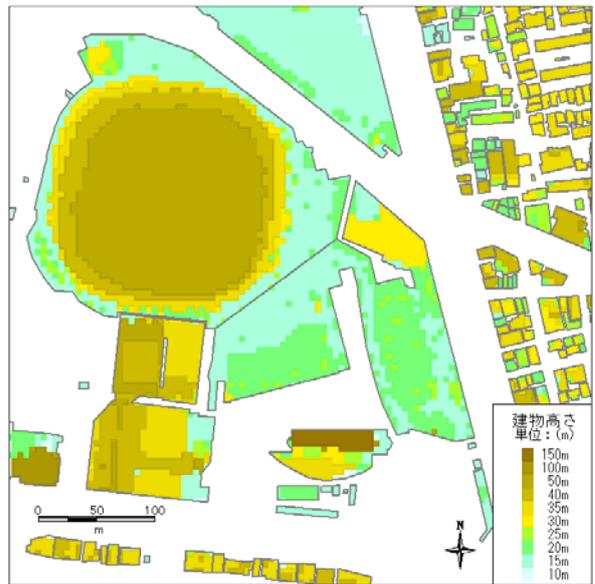
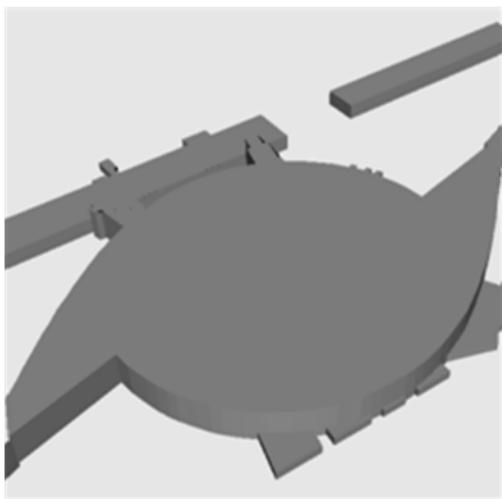
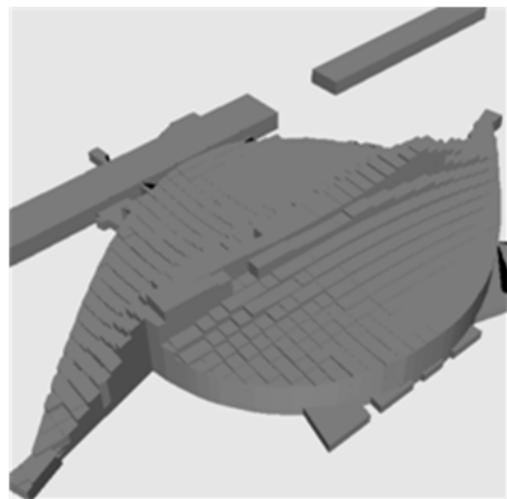


図 2 5 5m メッシュ分解した建物に高さを設定した例（東京ドーム周辺）



（a）建物階数データに基づく従来の方法



（b）1mDSM データを用いる今回の方法

図 2 6 大規模な建物における建物高さの詳細化の例



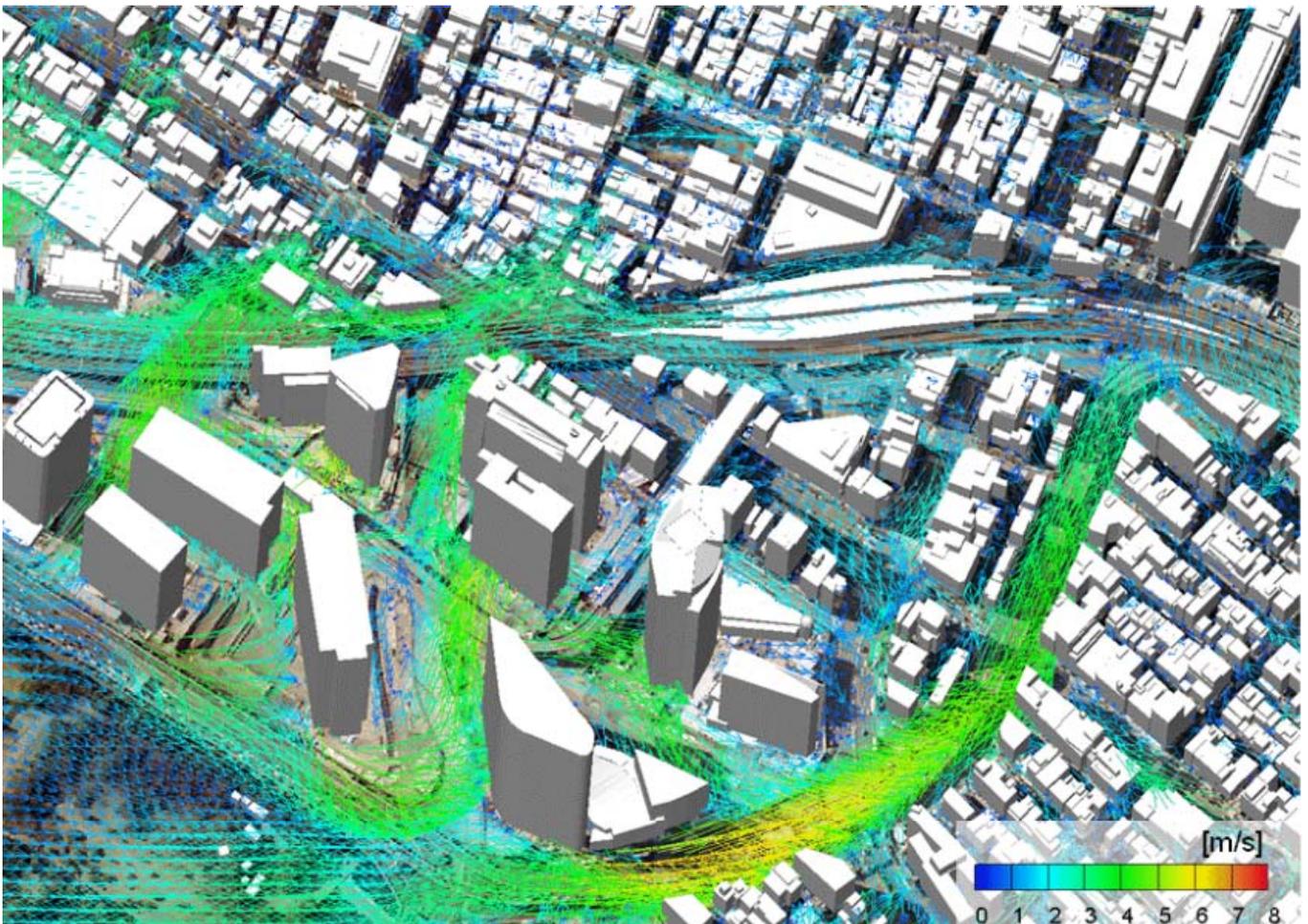


図 2 9 CAD と GIS を組み合わせた都市幾何形状の 3 次元表現（CFD 解析結果を含む）

東京都以外の領域では 1mDSM が未整備である等の理由のため直接建物高さを知ることができない。そこで、東京 23 区の建物について集計した建物用途毎の平均階高を用いて、当該建物の階数を乗じることで簡易に建物高さを算出することにする。

**(a) 神奈川県**

解析領域に含まれている川崎市、横浜市では建物用途、建物階数が GIS データで整備されている。しかし、建物用途の区分は東京都のそれと一致しない場合がある。そこで、神奈川県と東京都の建物用途区分の対応関係を設定した上で、当該建物の建物高さを、建物用途毎の階高に建物階数を乗じて算出する。

**(b) 千葉県、埼玉県**

千葉県、埼玉県の建物用途、建物階数については GIS データを入手することができなかった。そこで、千葉県、埼玉県の住宅地図の建物

名称からその建物の階数と東京都の建物用途区分の対応関係を設定した上で、当該建物の建物高さを、建物用途毎の階高に建物階数を乗じて算出する。

**4. 2. 4 東京 23 区の建物階高**

東京 23 区の建物階高を集計するに当たり、東京 23 区の建物高さを以下の要領で整備した。大規模建物、MAPCUBE 建物の高さは以下のように設定した。

i) 5m メッシュ単位で分割して建物形状および高さを詳細化している大規模建物は、各棟のメッシュ高さの 95% タイル値を代表高さとした（煙突や尖塔などの影響を除くため）

ii) MAPCUBE データ（汐留地区周辺）の建物は、各棟における最高高さとした

その他の建物については陸屋根を仮定した。

建物高さがわかったので、東京都 GIS データの建物階数で除することでその建物の階高を知ることができる。関係法令を踏まえ、階高（各階のスラブの表面間の高さ）は 2.5m を下限とする。

- ・ 建築基準法施行令第 21 条 1 項により、居室の天井の高さは 2.1m 以上でなければならない。
- ・ 公庫融資住宅に係る基準（公庫住宅等基礎基準第 14 条）では、共同住宅の居室の天井高さは 2.3m 以上必要である（なお、最近のマンションは 2.4m 以上が一般的）。
- ・ 東京都建築安全条例第 32 条 3 項により、延床面積 50m<sup>2</sup> 以上の自動車車庫や自動車駐車場は、格納または駐車部分の床から天井

またははり下までの高さは 2.1m 以上、車路の部分においては 2.3m 以上必要である。

建物用途別、延床面積別に平均階高を集計した結果を図 30 に示す。参考に住宅については床高補正の有無についても記載してある。建築基準法施行令第 22 条により、木造住宅は床高が 45cm 以上必要であるため、階高を算出する際には、建物の高さから 45cm 引いた有効高さについても合わせて検討した。

独立住宅および集合住宅の平均階高は床高の補正の有無に関わらず 3m 以上になった。独立住宅の方が集合住宅より値が少し大きい。官公庁施設、専用商業施設、専用工業施設の平均階高は 4m 以上の値を示し、事務所建築物の 3.5m より大きい。供給処理施設、スポーツ・興行施設、倉庫運輸関係施設の平均階高は 5m を

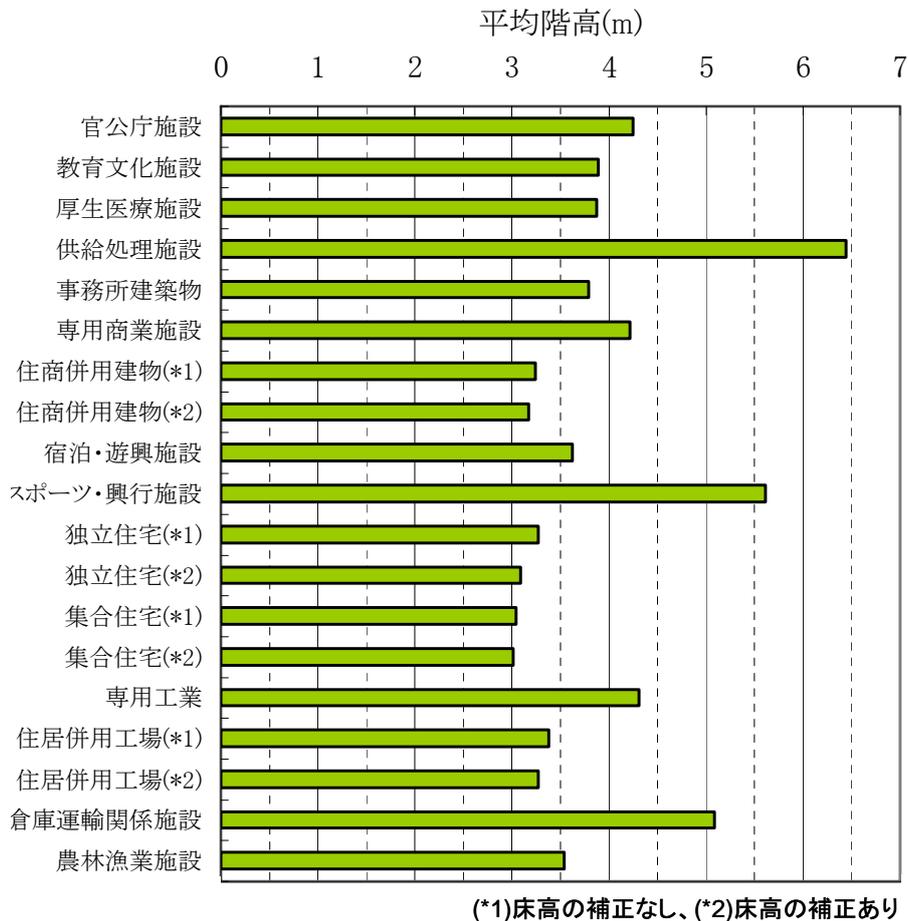


図 30 用途別建物平均階高

※建築基準法施行令第 22 条により、木造住宅は床高が 45cm 以上必要であるため、住宅関連用途の階高を算出する際には、建物の高さから 45cm 引いて階高を補正した場合とそうでない場合を併記した。

表 1 9 用途、延床面積別の建物棟数（東京 23 区）

国土地理院 1mDSM データ、東京都 GIS を用いた場合

用途名称	延床面積(m <sup>2</sup> )				合計棟数
	~1000	1000 ~5000	5000 ~20000	20000~	
官公庁施設	2,872	615	216	76	3,779
教育文化施設	14,984	3,969	1,666	104	20,723
厚生医療施設	5,055	1,282	248	59	6,644
供給処理施設	1,810	208	103	60	2,181
事務所建築物	40,463	12,300	2,163	462	55,388
専用商業施設	15,347	1,697	246	96	17,386
住商併用建物	167,233	3,394	217	16	170,860
宿泊・遊興施設	5,455	1,171	153	73	6,852
スポーツ・興行施設	745	252	85	31	1,113
独立住宅	738,183	166	1	0	738,350
集合住宅	212,675	27,534	3,697	458	244,364
専用工業	18,542	2,040	222	32	20,836
住居併用工場	47,379	303	5	0	47,687
倉庫運輸関係施設	19,204	1,211	355	143	20,913
合計棟数	1,289,947	56,142	9,377	1,610	1,357,076

超える。

そのような傾向はあまり見られない。

1mDSM データを用いて用途、延床面積別の建物棟数を集計したのが表 1 9 である。実際には 1mDSM データから 160~170 万棟が判別できたが、東京都 GIS データと整合するものは 135 万棟強であった。東京都 GIS データに登録されていない物置などを拾っている可能性がある。また、調査年度の相違により建物の新設、撤去の影響も考えられる。

図 3 1 は用途別延床面積別の平均階高の集計結果である。全体的な傾向として、延床面積が増大するにつれ平均階高の値が大きくなる。特に、スポーツ・興行施設や供給処理施設の階高は延床面積と共に急速に増加している。大規模な体育館やドーム、清掃工場など特殊な建物空間が反映された数値であると考えられる。

事務所建物についても延床面積が増大すると平均階高の値が大きくなり、延床面積 20,000m<sup>2</sup>を超えると平均階高は 4m を超える。ただし、延床面積 20,000m<sup>2</sup>以上の建物棟数が非常に少ないことから、延床面積の大きな場合についてはあくまでも増加傾向を示すための参考値であることに留意する必要がある。

独立住宅の床面積が大きくなると階高が増している。床面積の規模に応じて空間にゆとりが出てくると解釈できる。一方、集合住宅では

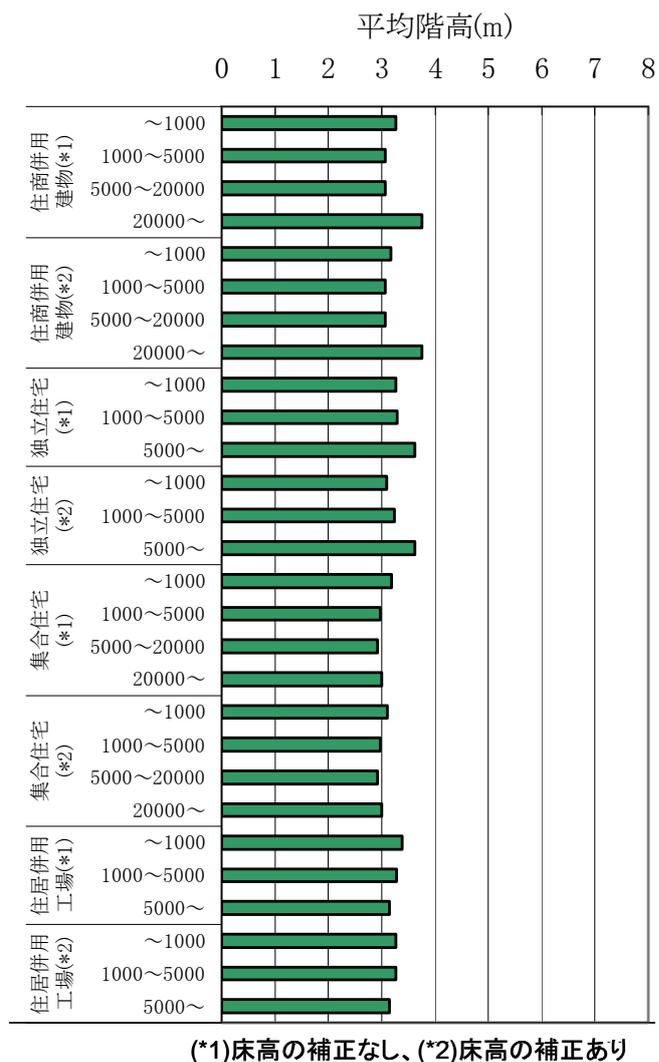
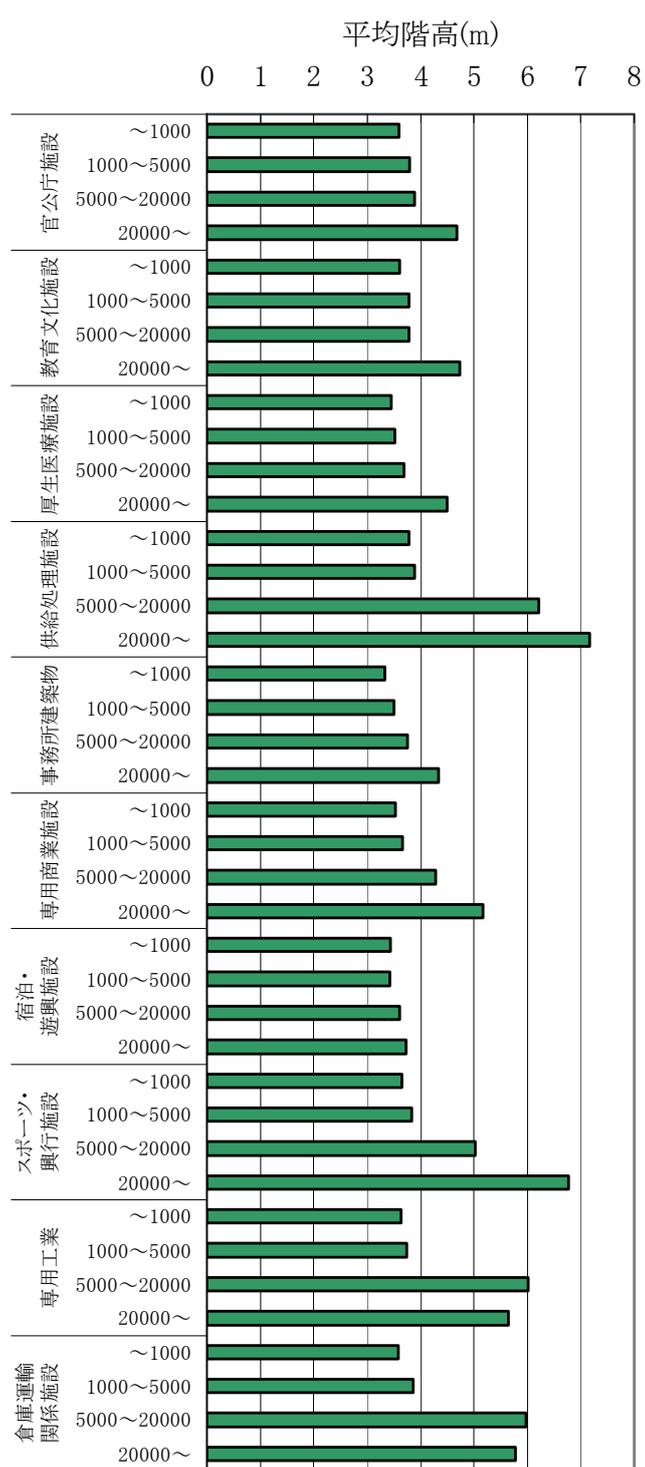


図 3 1 用途別延床面積規模別平均階高

#### 4. 2. 5 東京都以外の領域における建物用途区分の設定

##### (a) 神奈川県

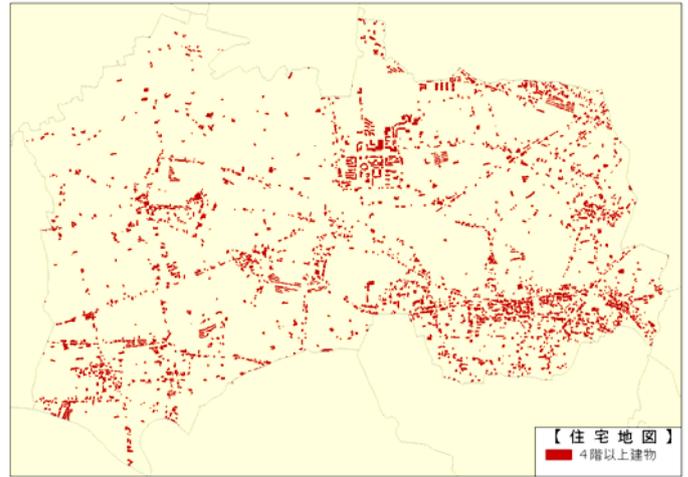
神奈川県内（川崎市、横浜市）の建物については、東京 23 区と建物用途の区分の対応を設定する。川崎市 GIS の建物用途と東京都 GIS の建物用途の対応を表 20 に、横浜市 GIS の建物用途と東京都 GIS の建物用途の対応を表 21 に示す。

##### (b) 千葉県、埼玉県

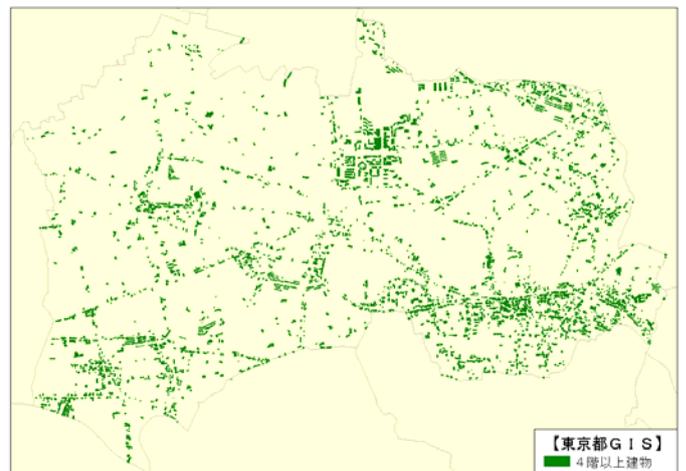
千葉県、神奈川県内の建物については、住宅地図データを用いて以下のように建物用途、建物地上階数を設定した。まず、住宅地図から建物用途と建物名称の関係を修正し、抽出された用途別の名称キーワードを表 22 に示す。この関係に基づいて、千葉県、神奈川県内の住宅地図の各建物の名称（表札）から建物用途を割りあてた。名称が記載されていない建物や表 22 の名称キーワードを含まない建物については、細密数値情報（10mメッシュ土地利用）データを併用し、用途を推定した。作成にあたっては、東京都練馬区の住宅地図データをサンプルとしている。使用したサンプルデータにおいては、階数の属性が入力されているデータは全体の約 15%程度であった。

住宅地図データにおいて、4 階以上の建物については地上階数の属性が付与されている。住宅地図の 4 階以上の建物の分布と東京都 GIS データの 4 階以上の建物の分布は概ね一致している（図 3 2）。階数属性が記載されていない建物については、地上階数を 2 階と仮定する。ただし、住宅地図データで 3 階以下の建物についても階数の情報が一部整備されている場合、その情報を優先する。

住宅地図データを利用した場合の建物用途と地上階数の設定方法を表 2 3 に整理する。



(a) 住宅地図データ



(b) 東京都 GIS データ

図 3 2 建物の分布（4 階以上）

表 2 3 住宅地図データを利用した場合の建物用途と地上階数の設定方法

		地上階数属性有	地上階数属性無
建物名称より建物用途の推定可の場合	建物用途	建物名称より推定した用途	建物名称より推定した用途
	地上階数	各建物の地上階数	地上階数2階と仮定
建物名称より建物用途の推定不可の場合	建物用途	細密数値情報より推定した用途	細密数値情報より推定した用途
	地上階数	各建物の地上階数	地上階数2階と仮定

表 2 0 川崎市 GIS の建物用途と東京都 GIS の建物用途の対応

コード	内容	対応する東京都GIS用途分類
0	用途不明	不明
10	住宅	独立住宅
20	集合住宅	集合住宅
30	店舗併用住宅	住商併用建物
41	店舗併用集合住宅(宿泊施設)	住商併用建物
42	店舗併用集合住宅(娯楽施設)	住商併用建物
43	店舗併用集合住宅(遊戯施設)	住商併用建物
44	店舗併用集合住宅(上記以外)	住商併用建物
50	作業所併用住宅	住居併用工場
60	業務施設	事務所建築物
71	商業施設(A)	専用商業施設
72	商業施設(B)	専用商業施設
73	商業施設(C)	専用商業施設
80	宿泊施設	宿泊・遊興施設
91	娯楽施設(A)	宿泊・遊興施設
92	娯楽施設(B)	宿泊・遊興施設
93	娯楽施設(C)	宿泊・遊興施設
101	遊戯施設(A)	宿泊・遊興施設
102	遊戯施設(B)	宿泊・遊興施設
110	商業系用途複合施設	専用商業施設、宿泊・遊興施設
120	官公庁施設	官公庁施設
131	文教厚生施設(A)	教育文化施設、厚生医療施設
132	文教厚生施設(B)	教育文化施設、厚生医療施設
141	運輸倉庫施設(A)	倉庫運輸関係施設
142	運輸倉庫施設(B)	倉庫運輸関係施設
150	重化学工業施設	専用工場
160	軽工業施設	専用工場
171	サービス工業施設(A)	専用工場
172	サービス工業施設(B)	専用工場
180	家内工業施設	専用工場
191	処理施設(A)	供給処理施設
192	処理施設(B)	供給処理施設
193	処理施設(C)	供給処理施設
200	農業施設	農林漁業施設等
210	防衛施設	その他

表 2 2 建物用途と建物名称の関係から抽出した用途別キーワードの例

用途	キーワード
事務所	(株)、支店、郵便、信用、局、金庫、自動車、建設、工場、本社、交番、工業、銀行、署、I A、生命
学校	区立、小学校、幼稚園、中学校、神社、集会、学校、高等、地域、区民、会館、地区、都立、大学、図書、学部、附属、(学)、町会、斎場
商業建物	S S、石油、レストラン、湯、ジョナサン、テニス、ゴルフ、マクドナルド、マート、給油、エッソ、クラブ、ホスト、三菱石油、ブック、中古
ホテル	パラダイス、ゲーム、旅館、ホテル
住居併用工場	クリーニング、製作、モーターズ、(有)、木工
住商併用建物	店、ビル、美容、屋、商店、酒店、理容、中華、スナック、そば、サロン、ヘアー
集合住宅	コーポ、ハイツ、第、アパート、ハイム、都営、メゾン、マンション、棟、ハウス、丁目、パーク、グリーン、号、寮、シテイ
その他	保育、福祉、法人、医療、医院、病院、社団、保健、支援、児童、～園、社会、クリニック、介護、老人、～会、歯科、施設、外科、財団、在宅、学童、内科、敬老、出生、特別、脳、診療、医学部、言語、授産、赤ちゃん、母子、奉仕

表 2 1 横浜市 GIS の建物用途と東京都 GIS の建物用途の対応

コード	大分類	中小分類	東京都GISの主用途	
1110	住居系地域	独立専用住宅	独立住宅	
1120		集合住宅	集合住宅	
1130		住居系付属建物	独立住宅、集合住宅	
1210	業務系地域	事務所建物	事務所建築物	
1220		通信報道施設	事務所建築物	
1311	商業系地域	専用商業店舗	専用商業施設	
1312		商住併用施設(1)	住商併用建物	
1313		専用飲食店舗	専用商業施設	
1314		商住併用施設(2)	住商併用建物	
1315		専用サービス店舗	専用商業施設	
1316		商住併用施設(3)	住商併用建物	
1320		卸売市場	供給処理施設	
1330		宿泊施設	宿泊・遊興施設	
1341		遊技施設	宿泊・遊興施設	
1342		商住併用施設(4)	住商併用建物	
1343		遊興施設(1)	宿泊・遊興施設	
1344		遊興施設(2)	宿泊・遊興施設	
1345		興行施設	スポーツ・興行施設	
1346		スポーツ施設1	スポーツ・興行施設	
1411		工業系地域	家内工業施設	専用工業
1412	サービス工業施設A		専用工業	
1413	サービス工業施設B		専用工業	
1414	軽工業施設		専用工業	
1415	重化学工業施設		専用工業	
1420	工住併用施設		住居併用工場	
1430	研究施設1		事務所建築物	
1440	危険物施設		供給処理施設	
1510	官公庁施設地域	官公庁施設(1)	官公庁施設	
1520		官公庁施設(2)	官公庁施設	
1530		研究施設2	教育文化施設	
1611	公共公益系施設地域	教育施設(1)	教育文化施設	
1612		教育施設(2)	教育文化施設	
1613		教育施設(3)	教育文化施設	
1620		文化施設	教育文化施設	
1630		コミュニティー施設	教育文化施設	
1640		文化教養施設	教育文化施設	
1650		宗教施設	教育文化施設	
1661		医療施設(1)	厚生医療施設	
1662		医療施設(2)	厚生医療施設	
1670		社会福祉施設	厚生医療施設	
1680	スポーツ施設2	スポーツ・興行施設		
1710	暫定利用地	展示住宅	屋外利用地・仮設建物	
1720		仮設建物	屋外利用地・仮設建物	
1810	用途不明地	用途不明建物(1)	不明	
1820		用途不明建物(2)	不明	
1910	都市運営施設地区	道路施設	—(東京都GISには建物が無い)	
1920		鉄道施設	倉庫運輸関係施設	
1931		埠頭施設	倉庫運輸関係施設	
1932		船客ターミナル施設	倉庫運輸関係施設	
1940		航空施設	倉庫運輸関係施設	
1951		一般駐車施設	倉庫運輸関係施設	
1952		駐輪施設	倉庫運輸関係施設	
1953		バス施設	倉庫運輸関係施設	
1954		倉庫	倉庫運輸関係施設	
1955		物流施設	倉庫運輸関係施設	
1961		供給施設	供給処理施設	
1962		処理施設	供給処理施設	
3110		農業・漁業用地	農業施設	農林漁業施設
3120			漁業施設	農林漁業施設
4350	複合施設(商業系)	商業・業務系複合施設	専用商業施設、事務所建築物	
4360		業務・商業・住居系複合施設	事務所建築物、専用商業施設、集合住宅	
4420	複合施設(工業系)	工住複合施設	住居併用工場	
4690	複合施設(公共系)	公共系複合施設	官公庁施設	
4700	複合施設(公共住居系)	公住複合施設	集合住宅	

### 4. 3 建物等幾何データのメッシュ整備

#### 4. 3. 1 開口率と体積占有率

3次元セルの建物等幾何データのメッシュ値はセル界面の開口率とセル内の流体の体積占有率で表される。開口率は東西南北上下6面で定義され、各界面における流体が通過可能な面積の割合を示している。体積占有率はセル毎に定義され、セル内に占める流体の体積割合を示している。例えば、図33の左図のようにセル内に接する球体が存在する場合は、開口率は1.0、体積占有率は約0.4764となる。右図のように右下隅の半分が立方体で塞がれている場合は、南、東、下面の開口率が0.75となり、体積占有率は0.875となる。

メッシュの鉛直面（東西南北4面）の開口率の計算方法を図34（a）に示す。地面から順に見ると、以下ようになる。

$k=0$  は完全に地中にあるので開口率=0

$k=1$  は大部分が地面と建物で塞がれているが、一部が開放されているので開口率=0.15

$k=2$  は建物1と建物2で塞がれているので、開口率=0.35

$k=3$  は建物1の一部と建物2で塞がれているので、開口率=0.40

$k=4$  は建物2で塞がれているので、開口率=0.60

$k=5$  以上は建物がないので開口率=1.0

同様に水平面（上下2面）開口率と体積占有率は図34（b）のように求める。

以上の定義に基づいて、5mメッシュのポラスデータを整備した。計算結果の例として、汐留付近の $k=10$ の断面で切り出した体積占有率の分布を図35に示す。

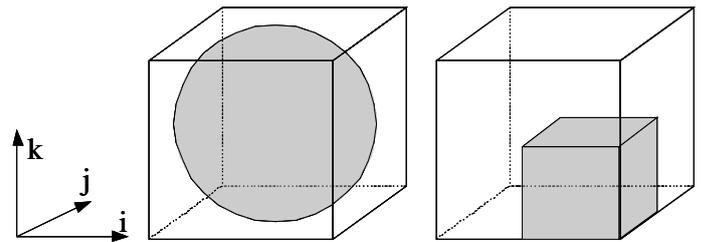


図33 開口率・体積占有率の計算例

（左：球体の場合、右：直方体の場合）

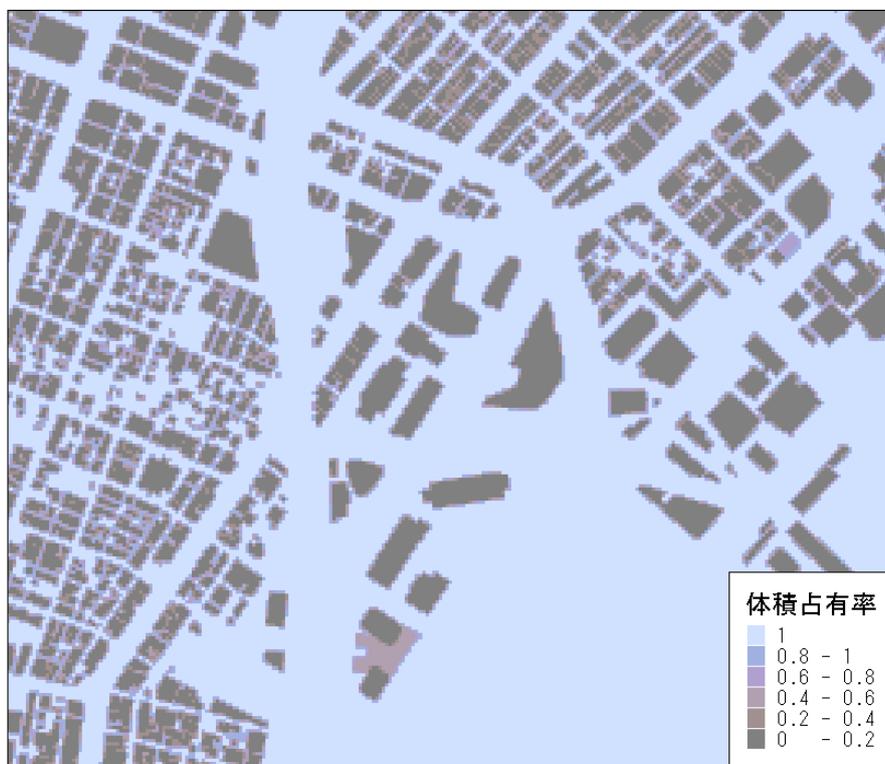
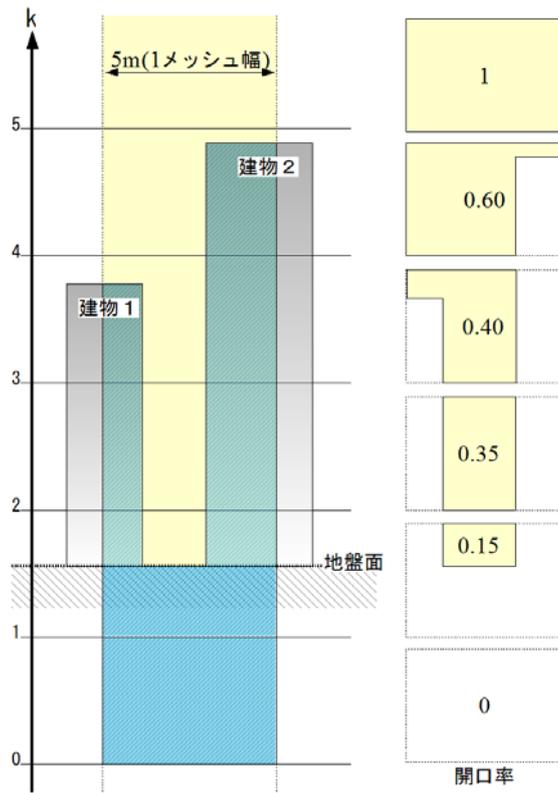
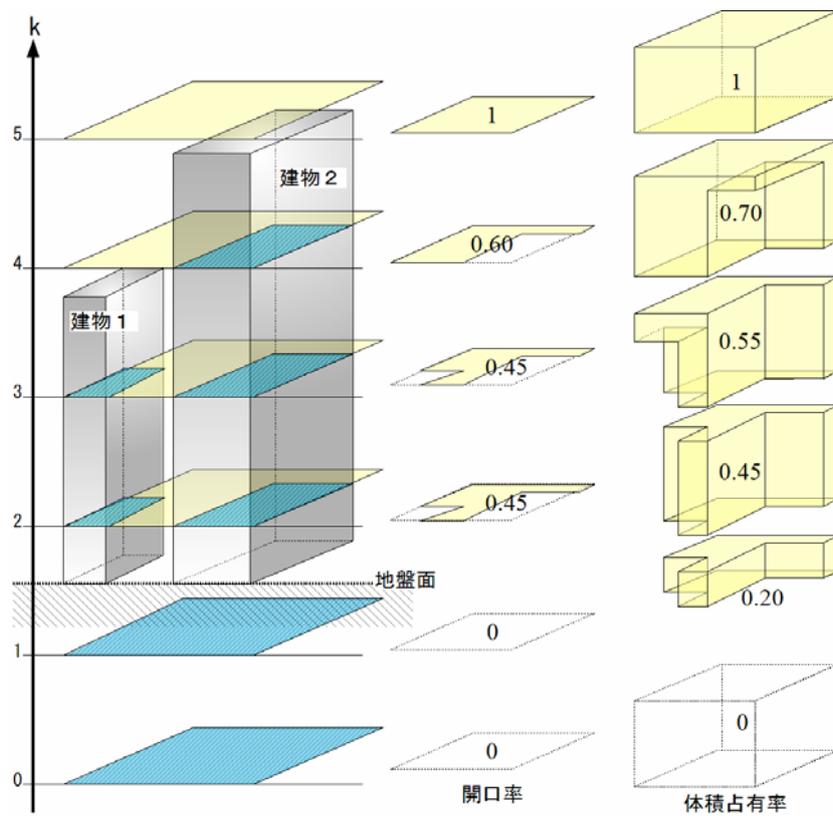


図35 汐留付近における体積占有率分布の例 ( $k=10$ )



( a ) 開口率 ( 東西南北 )



( b ) 開口率 ( 上下 )、体積占有率

図 3 4 開口率・体積占有率の計算例

#### 4. 3. 2 屋上面・壁面の面積

エネルギー輸送方程式を解く上で、解析セル内において顕熱が放散される建物の屋上面・壁面の面積の情報を知る必要がある。解析セル内の壁面面積については、5m メッシュ毎に分割された建物の周囲長に高さを乗じて算出した。図 3 6 のように 1 セルに複数の建物が含まれる場合は各建物の合計面積とし、また建物同士が接している部分は合計壁面面積から除く処理を行った。なお、MAPCUBE データや 1mDSM データにより形状を詳細化した建物の壁面面積は、図 3 7 の(A)~(C)の部分のように屋上の塔屋等の側面部分の面積も含まれる。屋上面積については、建物屋上を凹凸のない水平面と設定した建物、MAPCUBE データや 1m DSM データにより形状を詳細化した建物のいずれも 5m メッシュで分割された建物の面積とした。

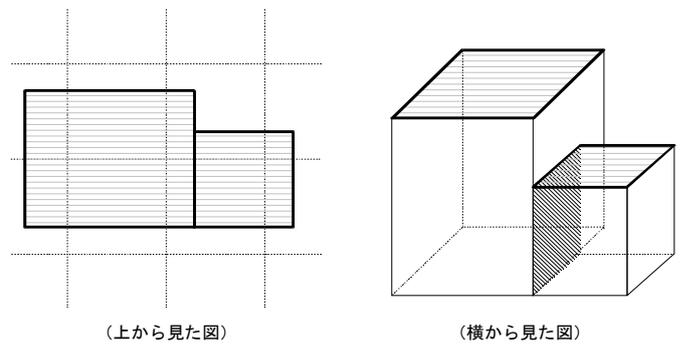


図 3 6 密接した建物の屋上面および壁面

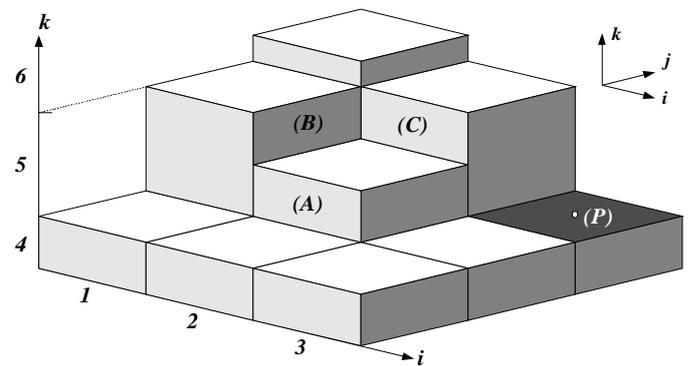


図 3 7 詳細化した建物の屋上の一部

#### 4. 4 土地利用

##### 4. 4. 1 東京都

数値解析における土地利用項目は、(a)建物敷地、(b)アスファルト、(c)草地、(d)水域、(e)樹木、(f)地表面なしの 6 種類である。(a)~(d)の項目については東京都 GIS (平成 9 年度) の土地データ、(e)は東京都現存植生図データ (1990 年代) を用いて、5m メッシュ毎の土地利用項目を設定した。メッシュ内に占める面積が最大となる項目をメッシュの代表土地利用項目とする。表 2 4 に東京都 GIS の土地用途コードと土地利用項目の対応を示す。この対応関係は、東京 23 区内、東京市部地域において共通しているものである。

##### 4. 4. 2 神奈川県

神奈川県 (川崎市、横浜市) 内については、川崎市、横浜市の土地 GIS データおよび植生図データを利用して土地利用項目を設定した。表 2 5 に川崎市 GIS、表 2 6 および表 2 7 に横浜市 GIS における土地用途コードと土地利用項目の対応関係を示す。なお、それぞれの GIS の土地用途と東京都 GIS の土地用途分類との対応を図ったうえで、土地利用項目の設定を行った。

##### 4. 4. 3 千葉県、埼玉県

千葉県内や埼玉県内の代表土地利用項目に

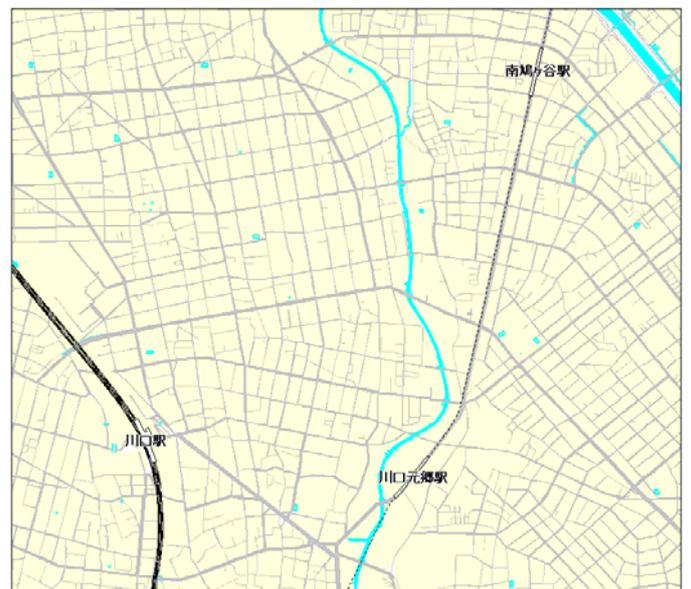


図 3 8 街区区域より作成した道路オブジェクト

については、国土数値情報、住宅地図、細密数値情報を利用して以下のデータ処理を実施した。

まず、国土数値情報 2500 (空間データ基盤) の街区区域のポリゴンおよび道路線のライン

データを用いて、道路線（道路中心線）によるバッファと街区区域（道路部分が抜けた領域）から図38のような道路ポリゴンを作成した。次いで、それを5mメッシュで分割して、各々の土地利用の属性をアスファルトとした。また、住宅地図データより水面を抽出して5mメッシュで分割し、土地利用の属性を水域とした。

次に、住宅地図データの建物を利用し、水面部分を除く街区区域ポリゴンから建物部分を型抜きし、残りの区域オブジェクトを5mメ

ッシュで分割した。そして、細密数値情報（10mメッシュ土地利用）のデータを利用して、5mメッシュで分割された区域オブジェクトを包含する細密数値情報の10mメッシュより土地利用属性を付与した。表28に細密数値情報の用途と土地利用項目の対応を示す。樹木については、細密数値情報の山林・荒地等を樹木と仮定した。

表24 東京都GISの土地用途コードと土地利用項目の対応

東京都土地GIS		土地利用項目	
主用途	コード	名称	コード
公共用地	官公庁施設	建物敷地	1
	教育文化施設	建物敷地	1
	厚生医療施設	建物敷地	1
	供給処理施設	建物敷地	1
商業用地	事務所建築物	建物敷地	1
	専用商業施設	建物敷地	1
	住商併用建物	建物敷地	1
	宿泊・遊興施設	建物敷地	1
	スポーツ・興行施設	建物敷地	1
住宅用地	独立住宅	建物敷地	1
	集合住宅	建物敷地	1
工業用地	専用工場	建物敷地	1
	住居併用工場	建物敷地	1
	倉庫運輸関係施設	建物敷地	1
	農林漁業施設等	草地	3
空地	屋外利用地・仮設建物	建物敷地	1
	公園・運動場等	草地	3
	未利用地等	アスファルト	2
道路		アスファルト	2
鉄道・港湾等		アスファルト	2
農業用地	田	草地	3
農用地	畑	草地	3
	樹園地	草地	3
	採草放牧地	草地	3
	水面・河川・水路	水域	4
林野	原野	草地	3
	森林	草地	3
その他	アスファルト	2	
不明	アスファルト	2	
不整合	アスファルト	2	
(東京都現存植生図から求める)		樹木	5
(東京都建物GISから求める)		地表面なし	0

表 2 5 川崎市 GIS の土地用途コードと土地利用項目の対応

NO	コード	内容			土地利用項目			
		大分類	中分類	小分類	名称	コード		
1	10101	自然的 土地 利用	農地	田	農振外	草地	3	
2	10102				農振内	草地	3	
3	10201		畑		農振外	草地	3	
4	10202				農振内	草地	3	
5	10300		山林	平坦地山林		草地	3	
6	10400			傾斜地山林		草地	3	
7	10500		河川、水路、水面			水域	4	
8	10600		荒地、海浜			草地	3	
9	10701		耕作放棄地	農振外		草地	3	
10	10702			農振内		草地	3	
11	20100	都市的 土地 利用	住宅用地			建物敷地	1	
12	20200		集合住宅用地			建物敷地	1	
13	20300		店舗併用住宅用地			建物敷地	1	
14	20400		店舗併用集合住宅用地			建物敷地	1	
15	20500		作業所併用住宅用地			建物敷地	1	
16	20600		業務用地			建物敷地	1	
17	20700		商業用地			建物敷地	1	
18	20800		宿泊娯楽用地			建物敷地	1	
19	21100		商業用地			建物敷地	1	
20	21200		公共用地			建物敷地	1	
21	21300		文教厚生用地			建物敷地	1	
22	21400		運輸倉庫用地			建物敷地	1	
23	21500		重化学工業用地			建物敷地	1	
24	21600		軽工業用地			建物敷地	1	
25	21900		供給処理施設用地			建物敷地	1	
26	22000		農地(農業施設)			草地	3	
27	22100		防衛用地			アスファルト	2	
28	30100		オープンス ペース	その他オープンスペース		草地	3	
29	30101			都市公園		草地	3	
30	30102			ゴルフ場		草地	3	
31	30201		その他空き地	未利用地		アスファルト	2	
32	30202			取壊し改装工事中		アスファルト	2	
33	30203			屋外利用 地	駐車場		建物敷地	1
34	30204				それ以外		建物敷地	1
35	30301		道路用地	自動車専用道路		アスファルト	2	
36	30302			幅員22m以上		アスファルト	2	
37	30303			幅員12~22m		アスファルト	2	
38	30304			幅員4~12m		アスファルト	2	
39	30305			駅前広場		アスファルト	2	
40	30400		鉄道用地			アスファルト	2	

表 2 6 横浜市 GIS の土地用途コードと土地利用項目の対応 (その 1)

横浜市GISの土地用途分類		土地利用項目	
小分類コード	土地利用小分類	名称	コード
1110	独立専用住宅地域	建物敷地	1
1120	集合住宅地区	建物敷地	1
1210	事務所地区	建物敷地	1
1220	通信報道施設	建物敷地	1
1311	専用商業店舗地	建物敷地	1
1312	商住併用施設(1)地	建物敷地	1
1313	専用飲食店舗地	建物敷地	1
1314	商住併用施設(2)地	建物敷地	1
1315	専用サービス店舗地	建物敷地	1
1316	商住併用施設(3)地	建物敷地	1
1320	卸売市場地区	建物敷地	1
1330	宿泊施設地区	建物敷地	1
1341	遊技施設地	建物敷地	1
1342	商住併用施設(4)地	建物敷地	1
1343	遊興施設(1)地	建物敷地	1
1344	遊興施設(2)地	建物敷地	1
1345	興行施設地	建物敷地	1
1346	スポーツ施設(1)地	建物敷地	1
1411	家内工業施設地	建物敷地	1
1412	サービス工業施設(A)	建物敷地	1
1413	サービス工業施設(B)	建物敷地	1
1414	軽工業施設地	建物敷地	1
1415	重化学工業施設地	建物敷地	1
1420	工住併用施設地区	建物敷地	1
1430	研究施設1地区	建物敷地	1
1440	危険物施設地区	建物敷地	1
1510	官公庁施設(1)地区	建物敷地	1
1520	官公庁施設(2)地区	建物敷地	1
1530	研究施設2地区	建物敷地	1
1611	教育施設(1)地	建物敷地	1
1612	教育施設(2)地	建物敷地	1
1613	教育施設(3)地	建物敷地	1
1620	文化施設地区	建物敷地	1
1630	コミュニティー施設地区	建物敷地	1
1640	文化教育施設地区	建物敷地	1
1650	宗教施設地区	建物敷地	1
1661	医療施設(1)地	建物敷地	1
1662	医療施設(2)地	建物敷地	1
1670	社会福祉施設地区	建物敷地	1
1680	スポーツ施設(2)地区	建物敷地	1
1710	展示用施設地区	建物敷地	1
1720	仮設建物地	建物敷地	1

表 2 7 横浜市 GIS の土地用途コードと土地利用項目の対応 (その 2)

横浜市GISの土地用途分類		土地利用項目	
小分類コード	土地利用小分類	名称	コード
1810	用途不明地(1)	アスファルト	2
1820	用途不明地(2)	アスファルト	2
1911	自動車専用道路	アスファルト	2
1912	幹線道路(1)	アスファルト	2
1913	幹線道路(2)	アスファルト	2
1914	一般道路	アスファルト	2
1915	狭隘道路	アスファルト	2
1916	道路管理施設地	アスファルト	2
1921	鉄軌道用地	アスファルト	2
1922	鉄道施設地	アスファルト	2
1931	埠頭施設地	アスファルト	2
1932	船客ターミナル施設地	建物敷地	1
1940	航空施設地	アスファルト	2
1951	駐車場1	建物敷地	1
1952	駐輪場1	建物敷地	1
1953	バス施設地	建物敷地	1
1954	倉庫地	建物敷地	1
1955	物流施設地	建物敷地	1
1961	供給施設地	建物敷地	1
1962	処理施設地	建物敷地	1
2000	未利用空地	アスファルト	2
2110	駐車場2	建物敷地	1
2120	駐輪場2	建物敷地	1
2130	資材置場	建物敷地	1
2141	スポーツ広場	草地	3
2142	一般広場	草地	3
2150	園地	草地	3
2160	墓地	草地	3
2210	土砂造成改変地	アスファルト	2
2220	土砂・産廃処分地	アスファルト	2
3111	水田	草地	3
3112	畑地	草地	3
3113	果樹園	草地	3
3114	農業施設地	草地	3
3120	漁業施設地	草地	3
3210	広葉樹林	草地	3
3220	針葉樹林	草地	3
3230	竹林	草地	3
3240	普通樹林	草地	3
3310	河川	水域	4
3320	水路	水域	4
3330	水面	水域	4
3410	荒地	草地	3
3420	海浜	アスファルト	2
3510	海面	水域	4
4350	商業・業務系複合施設	建物敷地	1
4360	商業・業務・住居系複合施設	建物敷地	1
4420	工住併用住宅	建物敷地	1
4690	公共系複合施設	建物敷地	1
4700	公住複合施設	建物敷地	1

表 2 8 細密数値情報（10mメッシュ土地利用）の用途と土地利用項目の対応

大分類	中分類	小分類	分類項目	土地利用項目
山林・農地等	山林・荒地等		樹林地、竹林、篠地、笹地、野草地（耕作放棄地を含む）、裸地、ゴルフ場等	樹木
		農地	田	水稻、蓮、くわい等を栽培している水田（短期的な休耕田を含む）、季節により畑作物を栽培するもの
	畑・その他の農地		普通畑、果樹園、桑園、茶園、その他の樹園、苗木畑、牧場、牧草地、採草放牧地、畜舎、温室等の畑及びその他の農地	草地
造成地	造成中地		宅地造成、埋立等の目的で人工的に土地の改変が進行中の土地	アスファルト
	空地		人工的に土地の整理が行われ、現在はまだ利用されていない土地及び簡単な施設からなる屋外駐車場、ゴルフ練習場、テニスコート、資材置場等	アスファルト
宅地	工業用地		製造工場、加工工場、修理工場等の用地、工場に付属する倉庫、原料置場、生産物置場、厚生施設等	建物
	住宅地	一般低層住宅地	3階以下の住宅用建物からなり、1区画あたり100平方メートル以上の敷地により構成されている住宅地、農家の場合は、屋敷林を含め1区画	建物
		密集低層住宅地	3階以下の住宅用建物からなり、1区画あたり100平方メートル未満の敷地により構成されている住宅地	建物
		中高層住宅地	4階建以上の中高層住宅の敷地からなる住宅地	建物
	商業・業務用地		小売店舗、スーパー、デパート、卸売、飲食店、映画館、劇場、旅館、ホテル等の商店、娯楽、宿泊等のサービス業を含む用地及び銀行、証券、保険、商社等の企業の事務所、新聞社、流通施設、その他これに類する用地	建物
公共公益施設用地	道路用地		有効幅員4m以上の道路、駅前広場等で工事中、用地買収済の道路用地	アスファルト
	公園・緑地等		公園、動植物園、墓地、寺社の境内地、遊園地等の公共的性格を有する施設及び総合運動場、競技場、野球場等の運動競技を行うための施設用地	草地
	その他の公共公益施設用地		公共業務地区（国、地方自治体等の庁舎からなる地区）、教育文化施設（学校、研究所、図書館、美術館等からなる地区）、供給処理施設（浄水場、下水処理場、焼却場、変電所からなる施設地区）、社会福祉施設（病院、療養所、老人ホーム、保育所等からなる施設地区）、鉄道用地（鉄道、車両基地を含む）、バス発着センター、車庫、港湾施設用地、空港等の用地	建物
河川・湖沼等		河川（河川敷、堤防を含む）、湖沼、溜池、養魚場、海浜地等	水面	
その他		防衛施設、米軍施設、基地跡地、演習場、皇室に関係する施設及び居住地等	アスファルト	
海		海面	水面	
対象地域外				アスファルト

#### 4.5 日射到達高さ

今回の作成データは5mメッシュの解像度を持つため、メッシュに含まれる各表面の日射の有無を当該解析セルの中心における日射到達高さにより間接的に判定する方法を考えることにする。メッシュの中心に日射が到達する下限の高さのことを日射到達高さとする。

メッシュの中心から太陽位置（方位角、高度）の向きにラインを伸ばして日射を遮る周囲の建物の有無を調べる。遮る建物がある場合はその建物までの距離と建物の高さから、メッシュの中心における日射到達高さを求める。

まず、日射に面する建物壁面の日陰判定を行う。建物を除外した場合の日射到達高さを求める。当該メッシュの中心から伸ばした日射判定

ラインを遮る建物がない場合は日射到達高さは0mとなる。

メッシュの中心が建物内部にあり、日射到達高さが建物高さよりも低い場合は、日射に面する日射到達高さより上の壁面および建物屋上に日射があたっていることになる。だから、日射到達高さは建物高さと同しくなる。なお、太陽の方位角と高度は以下の条件を与えて算出した。

- ・ジュリアンデイ 209日
  - ・時間 真太陽時 14時
  - ・緯度、経度 35 38' 58 41"、139 45' 00 77"
- 上記の条件で算出される方位角は 246.1 度、高度は 58.9 度となる。

建物高さは、メッシュ内に存在する単独もし

くは複数建物の高さの最大値である。なお、1 m DSM データを用いて各建物を 5m メッシュに分割して高さを詳細化した建物については、上記の建物高さは、各メッシュ内の詳細化した建物の高さとなる。

日射到達高さは、複数のメッシュをまたがって存在する建物の場合など自身の建物による周囲の凹凸の影響も考慮される。例えば、図 37 の(P)面は、隣接するセルに存在する自身の建物の影響を受け日陰となる場合がある。建物を含む日射到達高さについても同様である。

#### 4. 6 人工排熱

##### 4. 6. 1 人工排熱の対象

下記の用途の人工排熱を対象とする。

- ① 建物（地域冷房施設含む）の空調および熱源・換気システムから屋外に放出される顕熱潜熱について東京夏季（8月平均）における24時間のうち、14時を対象とする。
- ② 車が交通に費やすエネルギー量から屋外に放出される顕熱潜熱について東京夏季（8月平均）における24時間のうち、14時を対象とする。
- ③ 工場で費やすエネルギー量から屋外に放出される顕熱潜熱について東京夏季（8月平均）における24時間のうち、14時を対象とする。

##### 4. 6. 2 データ整備範囲

東京 23 区およびその周辺を含む 33km 四方の南北矩形エリアデータである。

##### 4. 6. 3 人工排熱の排出位置

建物や工場、自動車など各種の人工排熱の排出位置は表 29 のように設定した。建物の空調および熱源・換気システムから屋外に放出される排熱の排出位置を一意に定めるのは難しい。そこで、建物規模で空調システムの導入割合を関数化した排熱原単位をもとに排熱を算出することにする。建物各棟の排熱量を3次元の解析セルへ空間的に配分するために排出位置を用途毎に区別し、非住居系は屋上面、住居系は壁面（バルコニー）と設定した。排出位置をポイント的に設定するのは困難なため、屋上や壁面より一様に排出されるものと仮定した。

地域冷暖房（DHC）が導入されている区域において、地域冷暖房に加盟する建物から回収した熱量は、地域冷房施設に投入されるエネルギー量と共にプラント位置の建物の屋上面から排出されると仮定する。地域冷暖房に加盟する建物については、熱源システムによる排熱がその場では発生しないことになる。ただし、換気による熱交換を見込み、建物用途により壁面あるいは屋上面から室内外のエンタルピー差に相当する熱量（冷気）が換気で屋外へ排出されたとした。

工場からの排熱については、燃焼炉の発熱が想定され、これについては屋上面から放熱され

表 29 人工排熱の排出位置

区分	排熱の種類	細分類	排出位置(高さ)
建物	建物排熱(DHC供給建物を除く)	住宅系建物(併用含む)	壁面
		非住宅系建物	屋上面
	DHCプラントの排熱		屋上面
	DHC供給建物の換気排熱	住宅系建物(併用含む)	壁面
事業所	工場排熱	地上排熱	屋上面
		煙突排熱	施設(建物)高さ+10m
	清掃工場・火力発電所排熱	地上排熱	屋上面
		煙突排熱	(絶対)煙突高さ
自動車	幹線道路からの排熱	高速道路	最上位の路面
		水面上の橋	橋上の路面
		上記以外	地盤面
	非幹線道路からの排熱	水面上の橋	橋上の路面
		上記以外	地盤面

るとしている。煙突排熱については、各工場の煙突位置および高さが不明なため、排出高さを施設高さ+10mと仮定し、清掃工場・火力発電所については各事業所の煙突位置および高さを個別に調査した。煙突側壁における熱損失は無視した。

建物や工場の建物各棟から排出される熱を屋上面あるいは壁面位置のセルに配分する際には、得られている3次元ポラスデータの屋上面積と壁面面積を活用した。

自動車の排熱の排出位置については路面高さとした。路面高さは地盤面の高さを国土地理院5mメッシュ標高データより、高速道路の高架(最上位面の路面)や水面上の橋の路面高さは国土地理院の航空機レーザー測量データ(概ね1m間隔毎の地盤面や建物表面などの高さデータ)より与えた。なお、数値計算の仕様に合わせ、掘割区間など路面高さが0m未満の場合は排出高さを0mに補正した。

なお、建物、工場、車の排熱原単位は既往の文献<sup>4)</sup>に基づいて与えているが、5mメッシュで作成するに当たり算出方法を以下に整理しておく。

#### 4.6.4 建物からの排熱

建物(地域冷暖房施設を含む)から放出される顕熱・潜熱を建物毎に表29の排出位置を踏まえて用途別(住居系、非住居系)に推計した。

図39は建物からの人工排熱の推計のフローである。東京都市部、神奈川県、埼玉県、千葉県についても、当該フロー左の地域冷暖房計画区域外における推計のフローを適用しており、各々の地域のGISデータを用いて求めた建物別用途別延床面積に用途別規模別排熱原単位を乗じて排熱を推計した。

地域冷暖房施設については、供給建物(需要先)やプラント位置について調査を行い、供給先の建物が判明した区域はプラントからの排熱および供給建物からの換気排熱を求め、他方、地域冷暖房施設の供給先の建物が不明な区域については、熱供給事業便覧データ等の供給延床面積に相当する延床分は換気排熱のみが放出されるとし、それ以外の延床分は地域冷暖房から熱の供給を受けていない建物以外の建物同様の方法により、平均的な排熱を求めた。

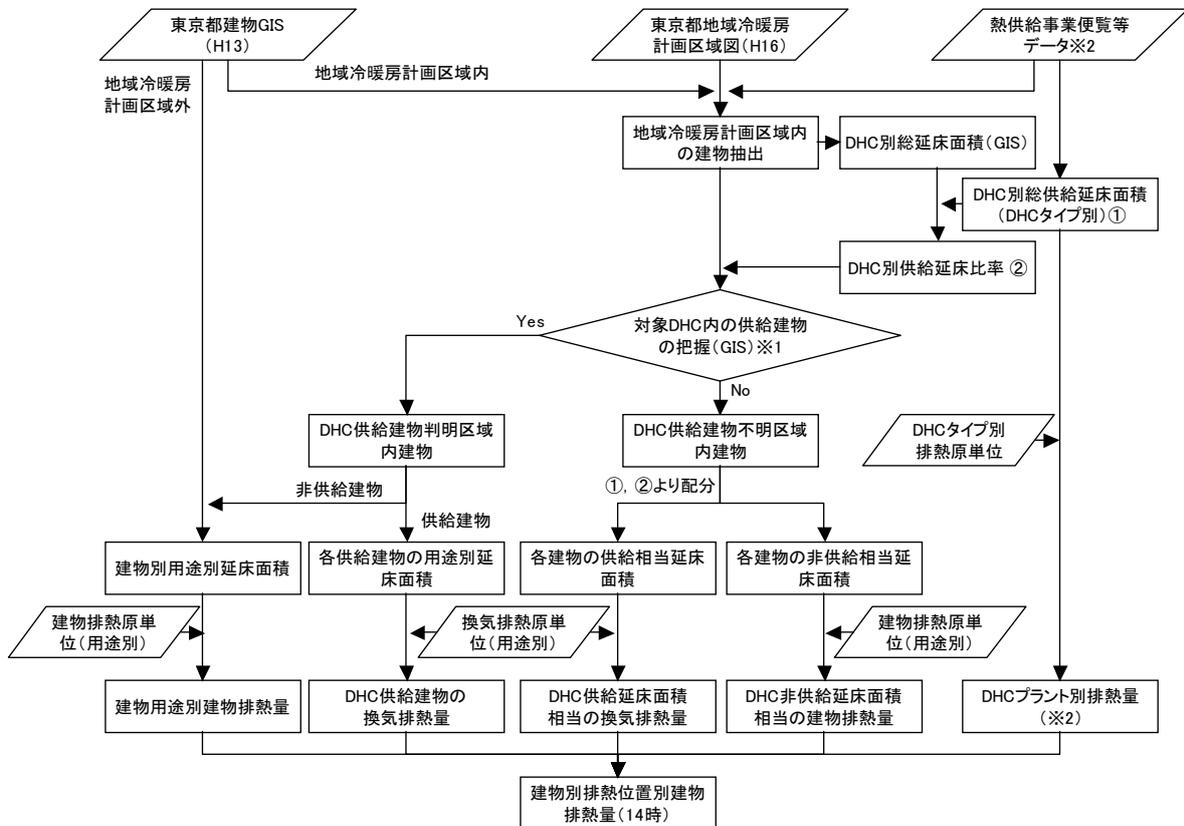


図39 建物排熱の推計フロー

表30に示すように建物用途と人工排熱用途区分の対応を図った上で、用途別の延床面積の規模に応じた区分毎に延床面積を集計した。神奈川県（横浜市および川崎市）のデータについては、各々の自治体の都市計画GISデータ（横浜市：平成9年度、川崎市：平成14年度）を用い、表31や表32に示す対応により、東京都内と同様に用途別規模別延床面積を集計した。

埼玉県、千葉県の記事については、体積占有率の算出と同様に、住宅地図データから排熱の推計に必要な建物の用途および階数を推定した。このようにして求めた用途別延床規模別延床面積に建物用途別時刻別延床面積規模別の排熱原単位を乗じて、建物各棟からの人工排熱を推計した。そして、各棟を3次元セルにより分割し、前出の3次元ポラスデータの屋上面積と壁面面積のデータを活用し、各棟の排熱を屋上面あるいは壁面に位置するセルに配分し、単位体積当たりの顕熱、潜熱の量を求めた。

#### 4.6.5 地域冷暖房施設からの排熱

東京23区における地域冷暖房計画区域（計画中も含む）に関して、各区域の熱源システムのタイプ（表33）および供給延床面積について整理した。熱源システムは田口ら<sup>46)</sup>の分類に

よる（表34）。各区域において、地域冷暖房施設から熱の供給を受けている建物の特定やプラント位置（複数ある場合は冷熱源の能力も）の把握を行った。

各区域の供給延床面積に地域冷暖房施設の排熱原単位（8月の推計値）を乗じて、各区域における地域冷暖房施設のプラントからの排熱を求め、プラント位置の建物の屋上面のセルに配分した。プラントが複数存在する区域については、冷熱源能力の比に応じて各棟に配分し、各々の屋上面のセルに配分した。なお、地域冷暖房施設から熱の供給を受けている建物については、換気排熱（顕熱、潜熱）のみが各棟から排出されるとし、住居系は壁面位置のセルに、非住居系は屋上面のセルに配分した。

表30 東京都GISの建物用途と人工排熱用途区分の対応表

東京都GIS用途分類			人工排熱用途区分
分類	建物主用途	建物用途コード	
公共用地	官公庁施設	111	事務所
	教育文化施設	112	学校
	厚生医療施設	113	その他
	供給処理施設	114	対象外
商業用地	事務所建築物	121	事務所
	専用商業施設	122	店舗
	住商併用建物	123	1F分店舗、2F~3F住宅（戸建）、4F以上住宅（集合）
	宿泊・遊興施設	124	ホテル
	スポーツ・興行施設	125	店舗
住宅用地	独立住宅	131	住宅（戸建）
	集合住宅	132	住宅（集合）
工業用地	専用工業	141	事務所
	住居併用工場	142	1F分事務所、2F~3F住宅（戸建）、4F以上住宅（集合）
	倉庫運輸関係施設	143	対象外

表 3 1 川崎市 GIS の建物用途と人工排熱用途区分の対応表

コード	内容	対応する東京都GIS用途分類	人工排熱用途区分
0	用途不明	不明	対象外
10	住宅	独立住宅	戸建住宅
20	集合住宅	集合住宅	集合住宅
30	店舗併用住宅	住商併用建物	各階層の用途に応じて設定
41	店舗併用集合住宅(宿泊施設)	住商併用建物	各階層の用途に応じて設定
42	店舗併用集合住宅(娯楽施設)	住商併用建物	各階層の用途に応じて設定
43	店舗併用集合住宅(遊戯施設)	住商併用建物	各階層の用途に応じて設定
44	店舗併用集合住宅(上記以外)	住商併用建物	各階層の用途に応じて設定
50	作業所併用住宅	住居併用工場	各階層の用途に応じて設定
60	業務施設	事務所建築物	事務所
71	商業施設(A)	専用商業施設	商業建物
72	商業施設(B)	専用商業施設	商業建物
73	商業施設(C)	専用商業施設	商業建物
80	宿泊施設	宿泊・遊興施設	ホテル
91	娯楽施設(A)	宿泊・遊興施設	ホテル
92	娯楽施設(B)	宿泊・遊興施設	ホテル
93	娯楽施設(C)	宿泊・遊興施設	ホテル
101	遊戯施設(A)	宿泊・遊興施設	ホテル
102	遊戯施設(B)	宿泊・遊興施設	ホテル
110	商業系用途複合施設	専用商業施設、宿泊・遊興施設	各階層の用途に応じて設定
120	官公庁施設	官公庁施設	事務所
131	文教厚生施設(A)	教育文化施設、厚生医療施設	その他
132	文教厚生施設(B)	教育文化施設、厚生医療施設	その他
141	運輸倉庫施設(A)	倉庫運輸関係施設	対象外
142	運輸倉庫施設(B)	倉庫運輸関係施設	対象外
150	重化学工業施設	専用工場	事務所
160	軽工業施設	専用工場	事務所
171	サービス工業施設(A)	専用工場	事務所
172	サービス工業施設(B)	専用工場	事務所
180	家内工業施設	専用工場	事務所
191	処理施設(A)	供給処理施設	対象外
192	処理施設(B)	供給処理施設	対象外
193	処理施設(C)	供給処理施設	対象外
200	農業施設	農林漁業施設等	対象外
210	防衛施設	その他	対象外

※併用・複合用途の場合、階層別に用途が設定されている

表 3 4 地域冷暖房の熱源システムの分類

分類	エネルギー源	機器構成	蒸気	冷水	温水
A	ガス	CGS+SB+SR	○	○	—
B	B-1	ガス	○	○	—
	B-2	ガス	○	○	—
C	ガス・電気	CGS+SB+SR+TR	○	○	—
D	ガス・電気	SB+SR+TR	○	○	—
E	ガス・電気	CGS+SB+SR+TR+BF	○	○	—
F	F-1	ガス・電気	○	○	—
	F-2	ガス・電気	○	○	—
	F-3	ガス・電気	○	○	○
G	電気	TR+BF+HP+HPX	—	○	○
H	電気	HP+HPX	—	○	○

CGS:コージェネレーションシステム、SB:蒸気ボイラ、SR:蒸気吸収式冷凍機、  
TR:ターボ冷凍機、BF:蓄熱槽、HP:空気熱源ヒートポンプ、HPX:熱回収ヒートポンプ

表 3 2 横浜市 GIS の建物用途と人工排熱用途区分の対応表

大分類	中小分類	コード	東京都GISの主用途	人工排熱用途区分	
住居系地域	独立専用住宅	1110	独立住宅	戸建住宅	
	集合住宅	1120	集合住宅	集合住宅	
	住居系付属建物	1130	※1	対象外	
業務系地域	事務所建物	1210	事務所建築物	事務所	
	通信報道施設	1220	事務所建築物	事務所	
商業系地域	専用商業店舗	1311	専用商業施設	商業建物	
	商住併用施設(1)	1312	商住併用建物	各階層の用途に応じて設定※2	
	専用飲食店舗	1313	専用商業施設	商業建物	
	商住併用施設(2)	1314	商住併用建物	各階層の用途に応じて設定※2	
	専用サービス店舗	1315	専用商業施設	商業建物	
	商住併用施設(3)	1316	商住併用建物	各階層の用途に応じて設定※2	
	卸売市場	1320	供給処理施設	対象外	
	宿泊施設	1330	宿泊・遊興施設	ホテル	
	遊技施設	1341	宿泊・遊興施設	商業建物	
	商住併用施設(4)	1342	※1	各階層の用途に応じて設定※2	
	遊興施設(1)	1343	宿泊・遊興施設	商業建物	
	遊興施設(2)	1344	宿泊・遊興施設	商業建物	
	興行施設	1345	スポーツ・興行施設	商業建物	
	スポーツ施設1	1346	スポーツ・興行施設	商業建物	
工業系地域	家内工業施設	1411	専用工業	事務所	
	サービス工業施設A	1412	専用工業	事務所	
	サービス工業施設B	1413	専用工業	事務所	
	軽工業施設	1414	専用工業	事務所	
	重化学工業施設	1415	専用工業	事務所	
	工住併用施設	1420	住居併用工場	各階層の用途に応じて設定※3	
	研究施設1	1430	事務所建築物	事務所	
	危険物施設	1440	供給処理施設	対象外	
官公庁施設地域	官公庁施設(1)	1510	官公庁施設	事務所	
	官公庁施設(2)	1520	官公庁施設	事務所	
	研究施設2	1530	教育文化施設	事務所	
	公共公益系施設地域	教育施設(1)	1611	教育文化施設	学校
教育施設(2)		1612	教育文化施設	学校	
教育施設(3)		1613	教育文化施設	学校	
文化施設		1620	教育文化施設	学校	
コミュニティー施設		1630	教育文化施設	学校	
文化教養施設		1640	教育文化施設	学校	
宗教施設		1650	教育文化施設	対象外	
医療施設(1)		1661	厚生医療施設	その他	
医療施設(2)		1662	厚生医療施設	その他	
社会福祉施設		1670	厚生医療施設	その他	
スポーツ施設2		1680	スポーツ・興行施設	商業建物	
暫定利用地	展示住宅	1710	屋外利用地・仮設建物	対象外	
	仮設建物	1720	屋外利用地・仮設建物	対象外	
用途不明地	用途不明建物(1)	1810	不明	対象外	
	用途不明建物(2)	1820	不明	対象外	
都市運営施設地区	道路施設	1910	※1	対象外	
	鉄道施設	1920	倉庫運輸関係施設	対象外	
	埠頭施設	1931	倉庫運輸関係施設	対象外	
	船客ターミナル施設	1932	倉庫運輸関係施設	対象外	
	航空施設	1940	倉庫運輸関係施設	対象外	
	一般駐車施設	1951	倉庫運輸関係施設	対象外	
	駐輪施設	1952	倉庫運輸関係施設	対象外	
	バス施設	1953	倉庫運輸関係施設	対象外	
	倉庫	1954	倉庫運輸関係施設	対象外	
	物流施設	1955	倉庫運輸関係施設	対象外	
	供給施設	1961	供給処理施設	対象外	
	処理施設	1962	供給処理施設	対象外	
	農業・漁業用地	農業施設	3110	農林漁業施設	対象外
		漁業施設	3120	農林漁業施設	対象外
複合施設(商業系)	商業・業務系複合施設	4350	※1	各階層の用途に応じて設定	
	業務・商業・住居系複合施設	4360	※1	各階層の用途に応じて設定	
複合施設(工業系)	工住複合施設	4420	※1	各階層の用途に応じて設定	
複合施設(公共系)	公共系複合施設	4690	※1	事務所	
複合施設(公共住居系)	公住複合施設	4700	※1	各階層の用途に応じて設定	

※1：東京都 GIS に直接対応する用途なし

※2：各階層の用途が全て併用用途の場合は 1F 分商業建物、2F 戸建住宅とする

※3：各階層の用途が全て併用用途の場合は 1F 分事務所、2F 戸建住宅とする

表 3 3 地域冷暖房計画区域の熱源システムおよび供給延床面積

区域番号	区域名称 (東京都 <sup>1)</sup> )	事業所名 ( (社)日本熱供給事業協会)	タイプ	供給面積 <sup>2)</sup> (千㎡)
1	西新宿	新宿新都心	C	2,223
2	丸の内二丁目	丸の内二丁目	B	712
3	大手町	大手町	D	1,925
4	東池袋	東池袋	D	616
5	青山	青山	B	214
6	内幸町	内幸町	D	874
7	赤坂	赤坂	B	128
9	東銀座	東銀座	B	113
10	品川八潮	品川八潮団地	B	408
11	光が丘	光が丘団地	F	994
12	芝浦	芝浦	A	400
13	西新宿六丁目	西新宿	H	614
14	銀座二・三丁目	銀座2・3丁目	G	44
15	丸の内一丁目	丸の内一丁目	B	386
16	西池袋	西池袋	D	428
17	新川	新川	G	204
18	日比谷	日比谷	G	239
19	赤坂六本木	赤坂・六本木アーケヒルズ	D	430
20	神田駿河台	神田駿河台	G	185
21	芝浦四丁目	芝浦4丁目	G	249
22	銀座五・六丁目	銀座5・6丁目	G	77
23	霞ヶ関三丁目	霞ヶ関三丁目	B	319
24	八重洲日本橋	八重洲日本橋	B	150
25	箱崎	箱崎	H	280
26	西新宿一丁目	西新宿一丁目	B	358
27	紀尾井町	紀尾井町	B	100
28	南大井六丁目	南大井6丁目	D	158
29	東品川二丁目	天王洲	D	494
30	竹芝	竹芝	F	226
32	蒲田五丁目	蒲田駅東口	B	52
33	北青山二丁目	北青山二丁目	F	141
34	銀座四丁目	銀座四丁目	B	63
35	明石町	明石町	A	266
37	虎ノ門四丁目	虎ノ門四丁目城山	D	168
38	有楽町	有楽町	B	677
39	歌舞伎町	新宿歌舞伎町	C	83
40	用賀四丁目	用賀四丁目	D	82
41	恵比寿	恵比寿	A	391
42	赤坂五丁目	赤坂五丁目	C	117
43	初台淀橋	初台・淀橋	E	397
45	東京国際フォーラム	東京国際フォーラム	C	212
46	錦糸町駅北口	錦糸町駅北口	F	253
47	京橋2丁目	事業所登録なし	H	51
48	後楽一丁目	後楽1丁目	H	295
49	西新宿六丁目西部	西新宿六丁目西部	H	89
50	新宿南口西	新宿南口西	F	365
51	新宿3丁目東	事業所登録なし(未建設)	計画中	—
52	本駒込二丁目	本駒込2丁目	G	150
54	広尾一丁目	広尾一丁目	B	74
55	臨海副都心	東京臨海副都心	F	1,687
56	田町駅東口	事業所登録なし	B	162
57	新宿南口東	新宿南口東	E	228
58	大崎一丁目	大崎1丁目	G	299
59	虎ノ門二丁目	虎ノ門二丁目	B	187
60	品川東口南	品川東口南	E	337
61	永田町二丁目	永田町二丁目	F	251
62	蒲田五丁目東	蒲田五丁目東	A	127
63	晴海一丁目	晴海アイランド	G	415
64	渋谷道玄坂	渋谷道玄坂	E	127
65	六本木1丁目	事業所登録なし	F	不明
66	汐溜北	汐溜北	C	720
67	品川駅東口	品川駅東口	C	595
68	新砂三丁目	事業所登録なし	B	50
69	東品川四丁目	東品川四丁目	A	363
70	六本木六丁目	六本木ヒルズ	A	727
71	キャン/下丸子本社	事業所登録なし	C	不明
72	北千住駅西口	事業所登録なし(未建設)	E	—
73	赤坂九丁目	事業所登録なし(未建設)	計画中	—
74	豊洲三丁目	事業所登録なし(未建設)	計画中	—

1) 東京都地域冷暖房計画区域一覧 (平成 16 年 3 月)

2) 出典: 「熱供給事業便覧平成 16 年度版」(社)日本熱供給事業協会 ほか

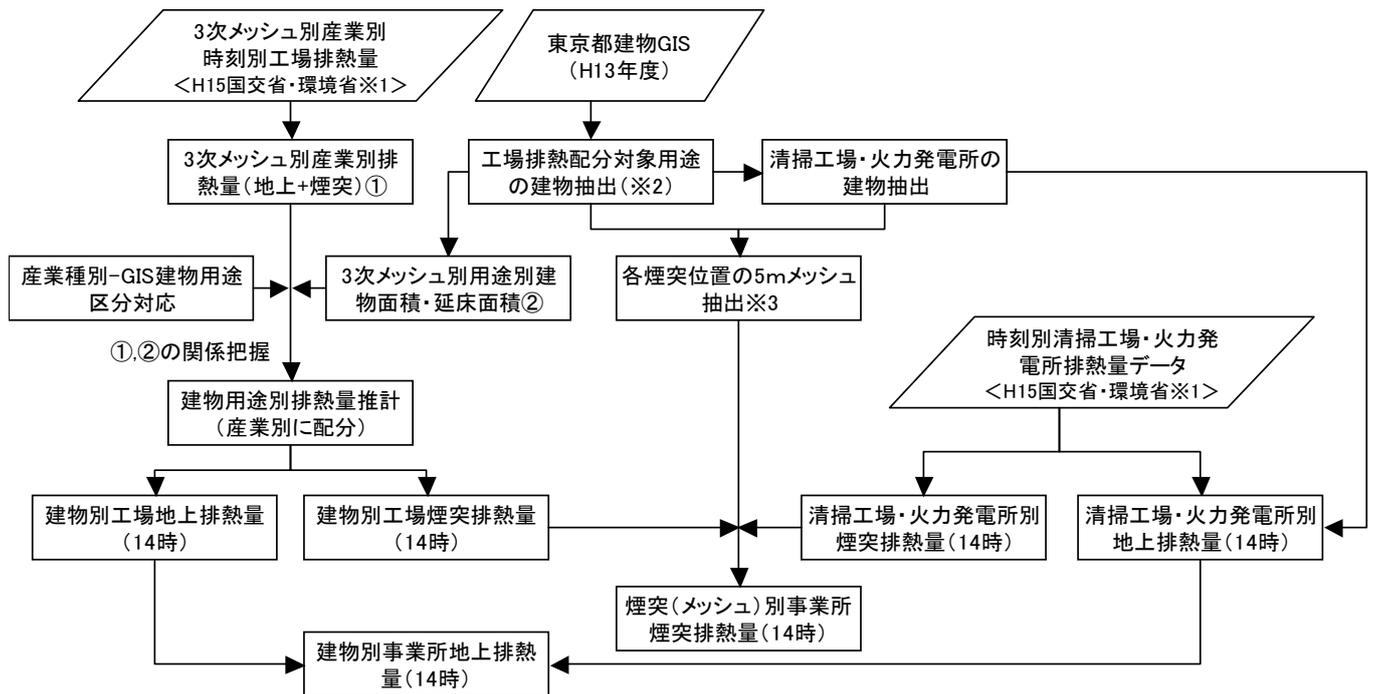
#### 4. 6. 6 工場からの排熱

3次メッシュ別の工場排熱データや清掃工場・火力発電所毎の排熱データを活用して、図40の流れで建物各棟に人工排熱(顕熱、潜熱)を配分した。清掃工場・火力発電所については、東京都GISの建物データから該当する各建物を抽出した。各事業所の煙突については、東京都GISデータでは捉えられていないため、航空写真等により位置および形状を把握して別途オブジェクトを作成した。また、各事業所について煙突高さについての調査を行った。そして、各事業所の排熱データを建物各棟に与えた上で、地上排熱(燃焼炉近傍の排熱)については、各棟の屋上面位置のセルに配分し、煙突排熱については煙突頂部位置のセルに配分した。煙突側壁からの熱の散逸は無視した。

その他の工場(事業所)からの排熱については、東京都GISの建物データを用い、前出の既往調査による3次メッシュ別産業種別毎の排熱を当該3次メッシュ内に存在する対应用途の建

物属性(建物面積、延床面積)に応じて各棟に配分し、地上排熱については各棟の屋上面位置のセルに配分し、煙突排熱については煙突頂部位置のセルに配分した。

以上より求めた建物排熱および工場排熱を建物各棟に付与した場合の14時の顕熱分布の例について図41~図42、潜熱分布の例について図43~図44に示す。また、それらの排熱の排出位置について図45および図46に示す。



※1：国土交通省・環境省：平成15年度都市における人工排熱制御によるヒートアイランド対策調査報告書、2004.3  
 ※2：小規模なものを除くため、建物面積100㎡以上の建物を抽出(地域冷暖房施設は除く)  
 ※3：煙突の位置・形状データは航空写真を参考にして作成

図40 事業所排熱(地上、煙突)の推計フロー

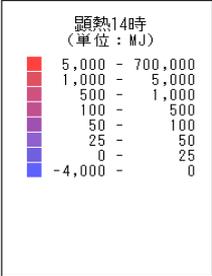


図 4 1 建物各棟からの顕熱分布例 (14 時) その 1

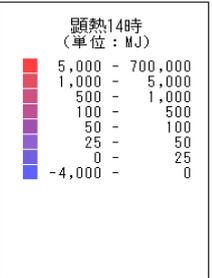
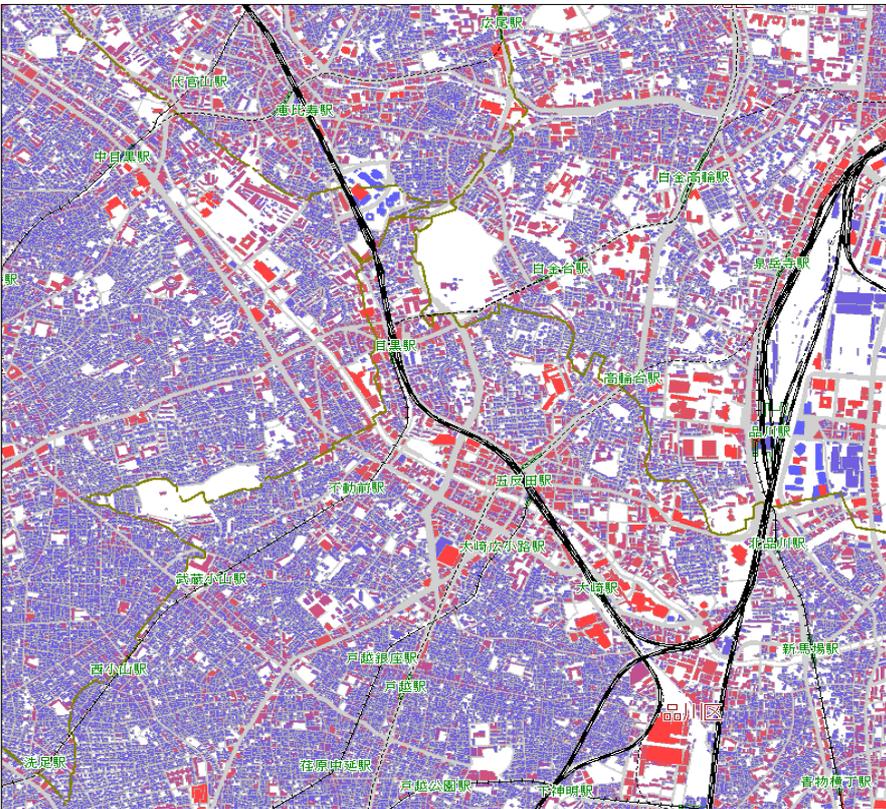


図 4 2 建物各棟からの顕熱分布例 (14 時) その 2

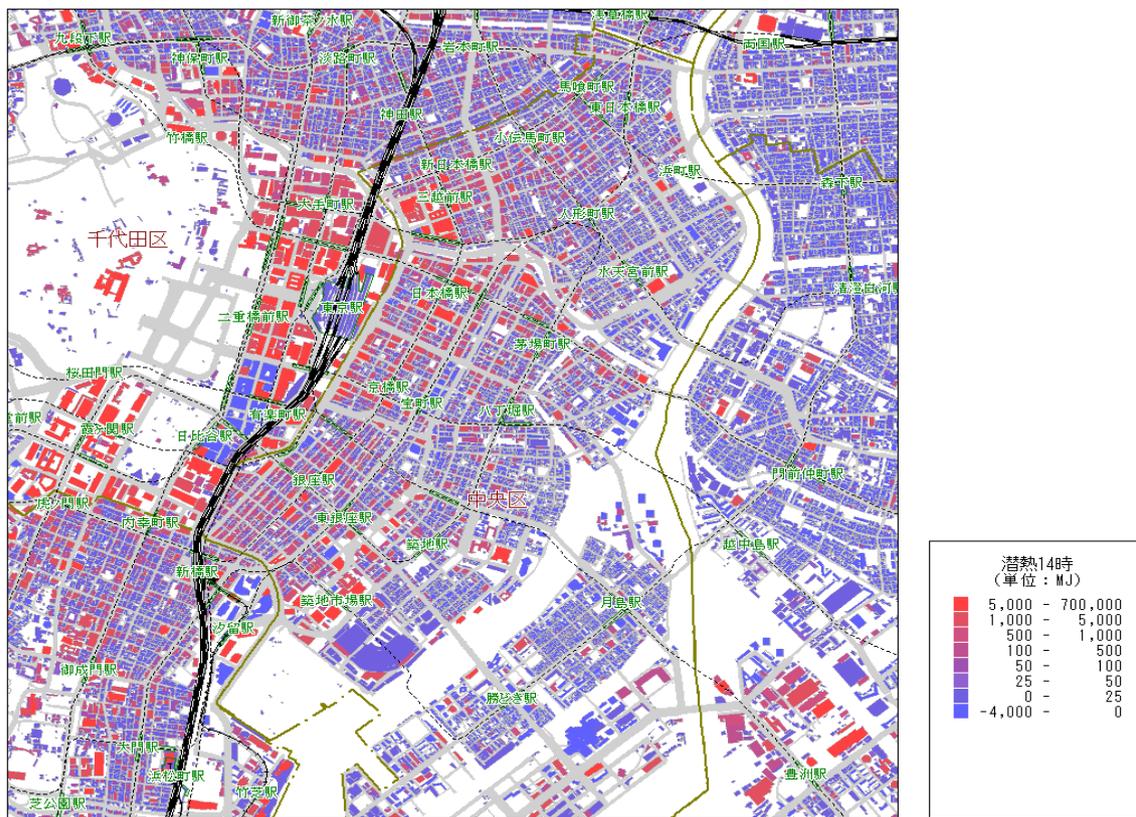


図 4 3 建物各棟からの潜熱分布例 (14時) その1

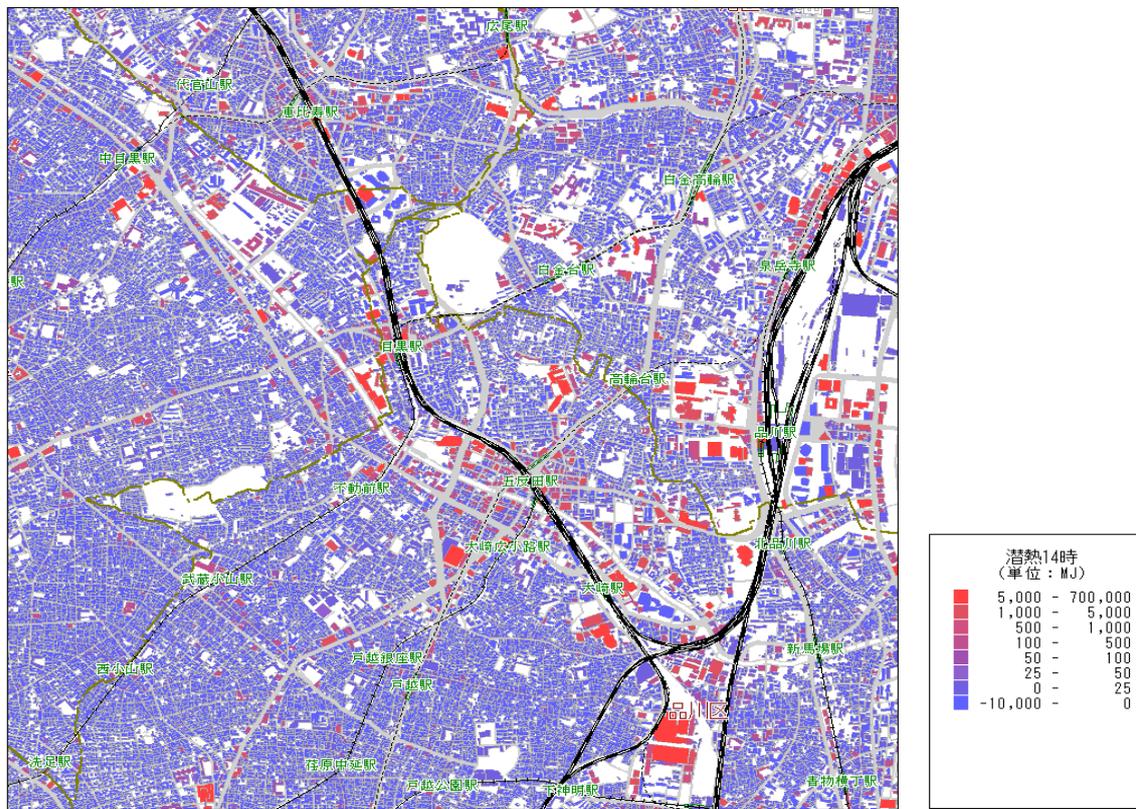


図 4 4 建物各棟からの潜熱分布例 (14時) その2

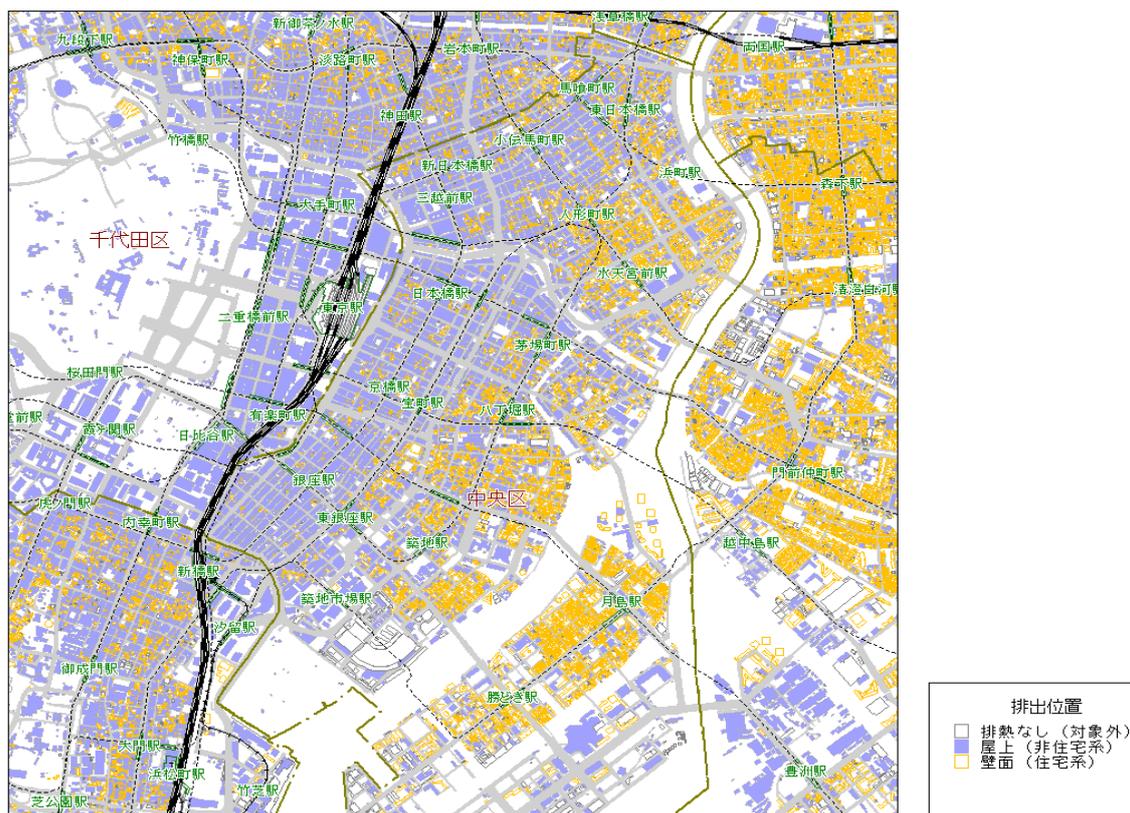


図 4 5 建物各棟からの排熱の排出位置（その 1）

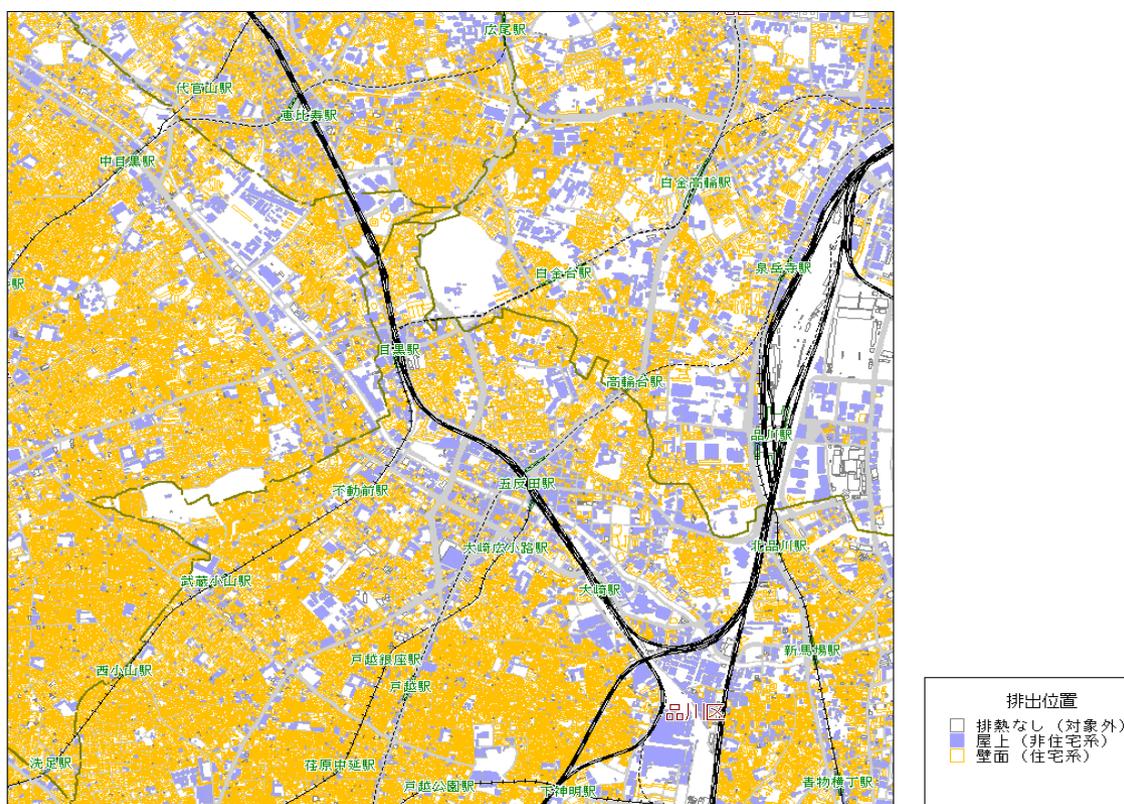


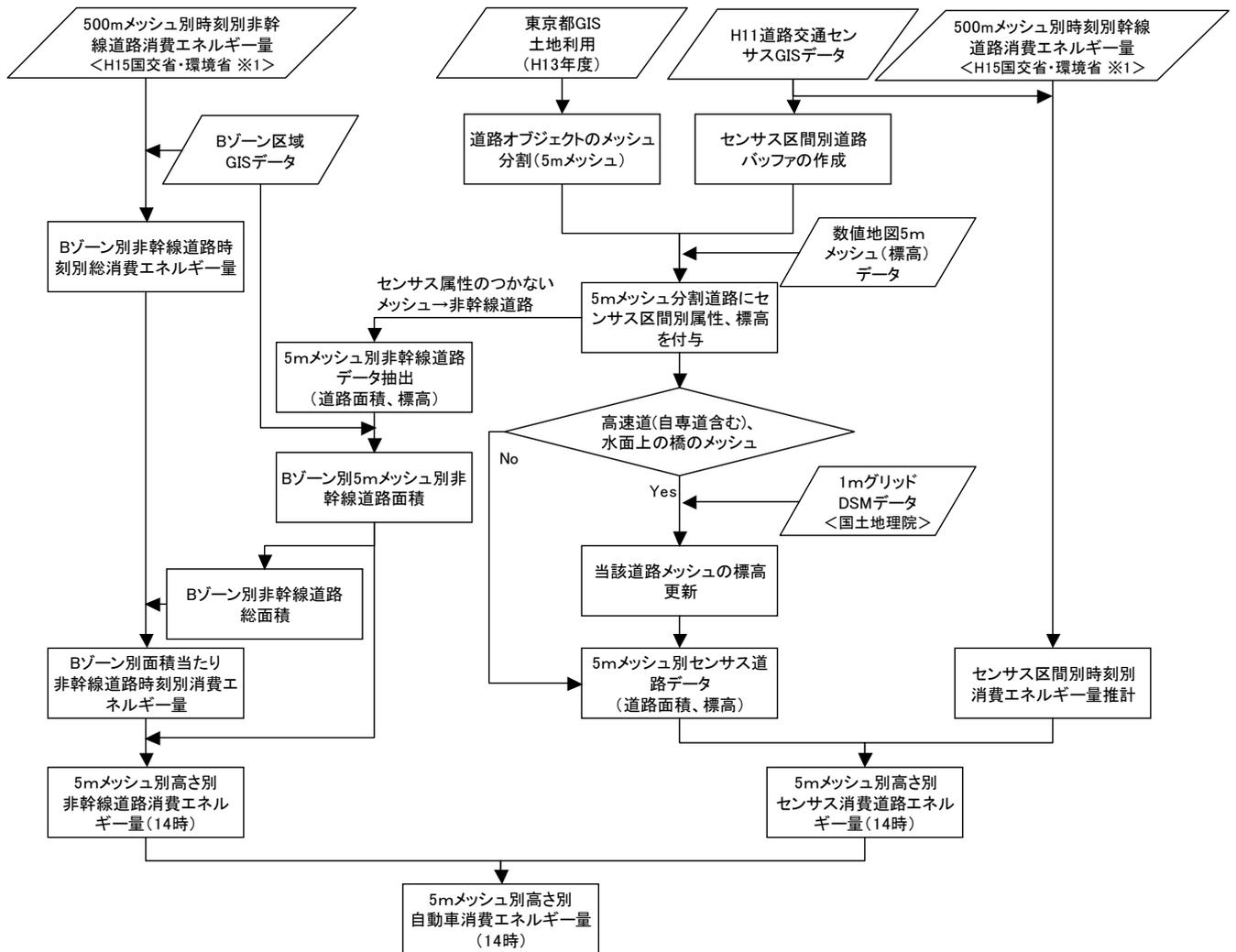
図 4 6 建物各棟からの排熱の排出位置（その 2）

#### 4. 6. 7 自動車排熱

5m メッシュ別高さ別の自動車走行の消費エネルギーによる 14 時の排熱（顕熱、潜熱）を図 4 7 に示す流れで推計した。時刻別自動車消費エネルギー量（顕熱、潜熱）データを活用して、自動車排熱を次のように推計した。幹線道路は平成 11 年度道路交通センサス調査道路（センサス道路）の区間別の線形 GIS データと前出の調査による幹線道路（センサス道路）の自動車排熱量データからセンサス区間別の時刻別排熱量（顕熱、潜熱）を求めた。また、非幹線道路は前出の調査による非幹線道路における自動車排熱量データと道路交通センサス調査の B ゾーンの区域オブジェクトにより、B ゾーン別の時刻別排熱量（顕熱、潜熱）を求めた。

また、これらの排熱を立体的にメッシュ配分するため、次の方法で 5m メッシュ別高さ別の道路データを作成した。

東京都内については、東京都 GIS の土地利用データ（23 区：平成 13 年度、多摩地域：平成 9 年度）より抽出した道路オブジェクトを 5m メッシュで分割し、5m メッシュ分割道路データを作成した。神奈川県内については横浜市、川崎市の都市計画 GIS（横浜市：平成 9 年度、川崎市：平成 14 年度）の土地利用データから東京都内と同様に 5m メッシュ道路データを作成した。埼玉県、千葉県内については、国土数値情報 2500（空間データ基盤）の道路線および街区区域データを用いて、道路線によるバッファと街区区域（道路部分が抜けた領域）から道路



※1：国土交通省・環境省：平成 15 年度 都市における人工排熱制御によるヒートアイランド対策調査報告書、2004.3

図 4 7 自動車排熱（消費エネルギーベース）の推計フロー

オブジェクトを作成し、5mメッシュで分割した。

上記の道路メッシュデータにおいて幹線道路と非幹線道路を区分するため、平成11年度センサス道路線形のGISデータを用いて、各センサス区間の車道幅員相当（高速：車線数×3.5m、一般道：車線数×3.25m）のバッファオブジェクトを作成し、そのバッファに含まれる道路メッシュを抽出してセンサス区間の属性を与え、区間属性が付与された道路メッシュを幹線道路とし、残りの道路メッシュは全て非幹線道路として設定した。

路面高さについては、東京23区内は国土地理院の数値地図5mメッシュ標高データ、その他の地域は数値地図50mメッシュ標高データにより与えた。なお、数値地図5mメッシュ標高データの標高値は、首都高速等の高架橋位置では橋下の地盤面の高さ、渡河橋位置では水面のため高さはエラー値となっている。そこで、これらの位置のメッシュについては、概ね1mグリッドで地表面や建物の凹凸を把握できる国土地理院提供の航空機レーザー測量データ（1mグリッドDSM）を利用して、最上位の路面高さを付与した。図48および図49に5mメッシュ別の路面高さ（自動車排熱高さ）分布を示す。そして、幹線道路については、前述のセンサス

区間毎の自動車排熱量データとセンサス道路メッシュデータ（道路面積、高さ）により、センサス区間毎の顕熱、潜熱（14時）を当該センサス区間の道路メッシュに道路面積に応じて配分し、5mメッシュ別高さ別の顕熱、潜熱（14時）を求めた。非幹線道路については、前述のBゾーン別の非幹線道路からの自動車排熱量およびBゾーン別に集計した非幹線道路メッシュ面積より、Bゾーン毎に単位道路面積当たりの排熱量を求め、各々の非幹線道路メッシュ面積に応じて排熱を配分し、5mメッシュ別非幹線道路からの顕熱、潜熱（14時）を推計した。最終的には両者を合算し、5mメッシュ別高さ別自動車顕熱、潜熱（14時）を求めた。

図50と図51に5mメッシュ別の自動車からの顕熱（14時）の例を示す。



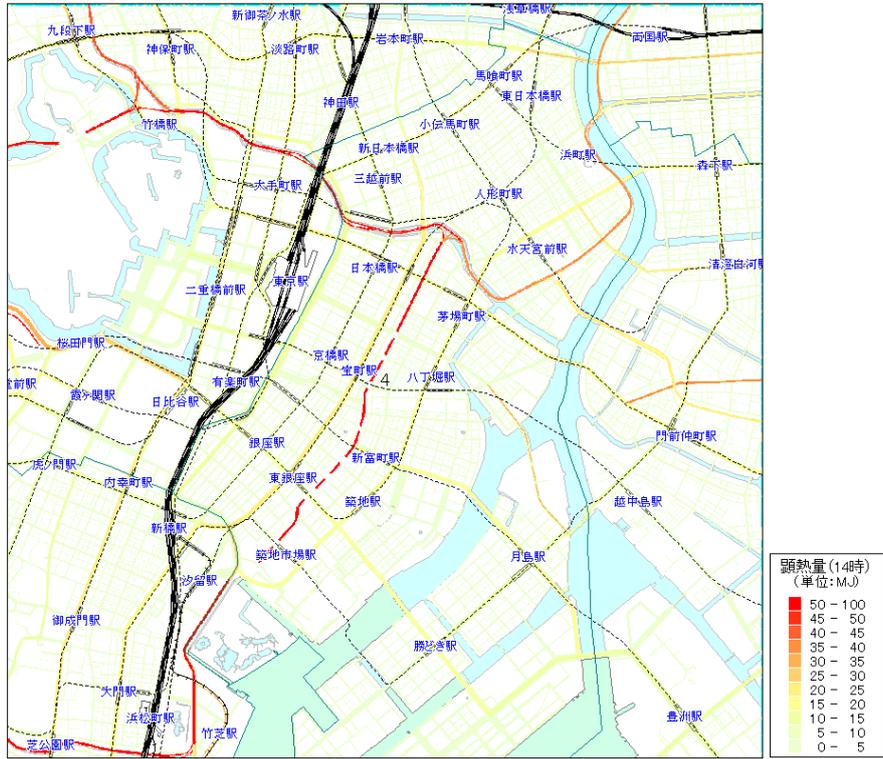


図 5 0 5mメッシュ別の自動車顕熱（14時）の例

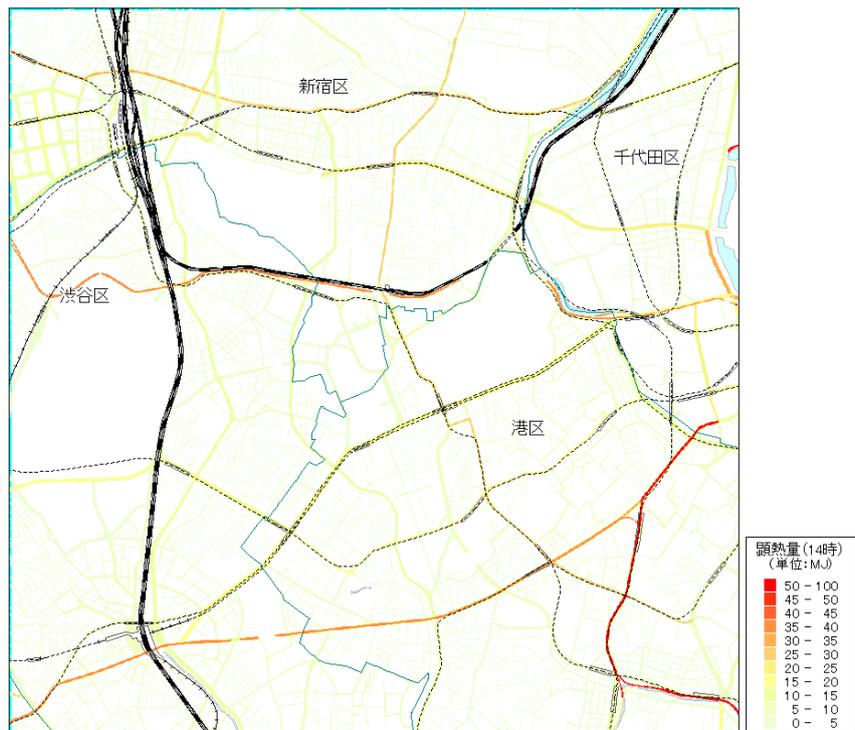


図 5 1 5mメッシュ別の自動車顕熱（14時）の例

#### 4. 6. 8 メッシュ別人工排熱の例

前項までに求めた建物（地域冷暖房施設を含む）、工場、自動車からの排熱を合計した 5m メッシュ別高さ別の人工排熱データを任意の水平面、鉛直面について描画した事例を示す。

図 5 2 と図 5 3 に地盤面直上もしくは地盤面を含む解析セルに与えた人工排熱（顕熱 14 時）の水平分布を例示する。なお、水平面については地形の凹凸による影響を除くため、地盤面からの相対高さに変換して描画している。

図 5 4 に示す断面について人工排熱の設定状況を述べる。対象にしたのは総延長 5km の領域である。この領域を西から 1km 毎に(1)～(5)の 5 領域について分割し、それぞれの鉛直断面における人工排熱（顕熱 14 時）の例について図 5 5 ～ 5 9 に示す。

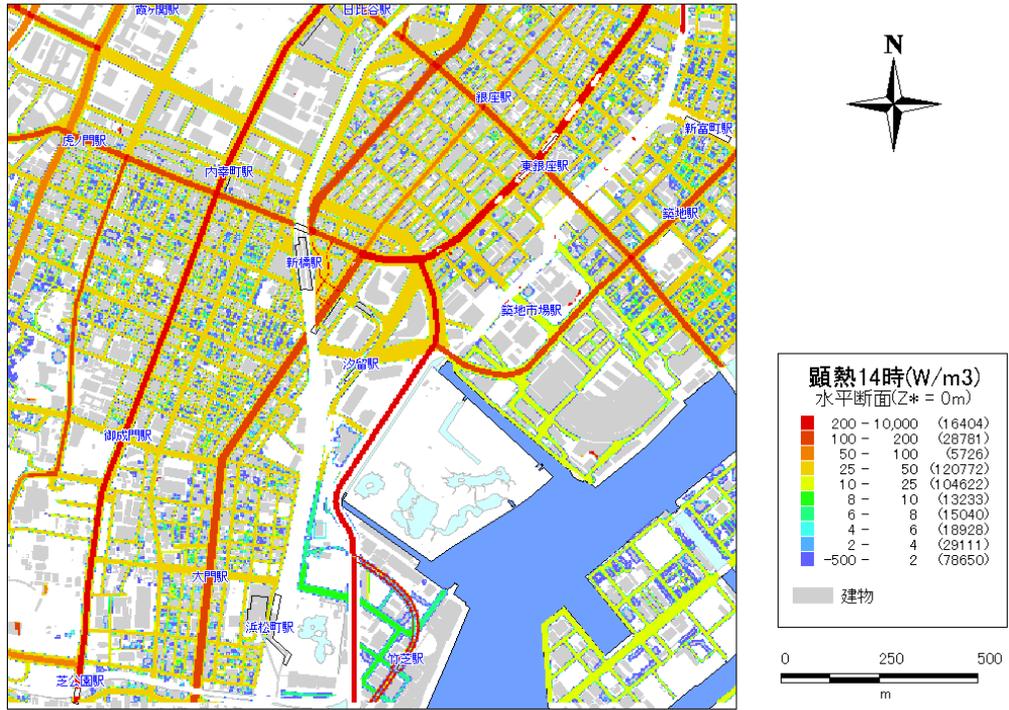


図 5 2 地表面近傍における人工排熱（顕熱 14 時）の例

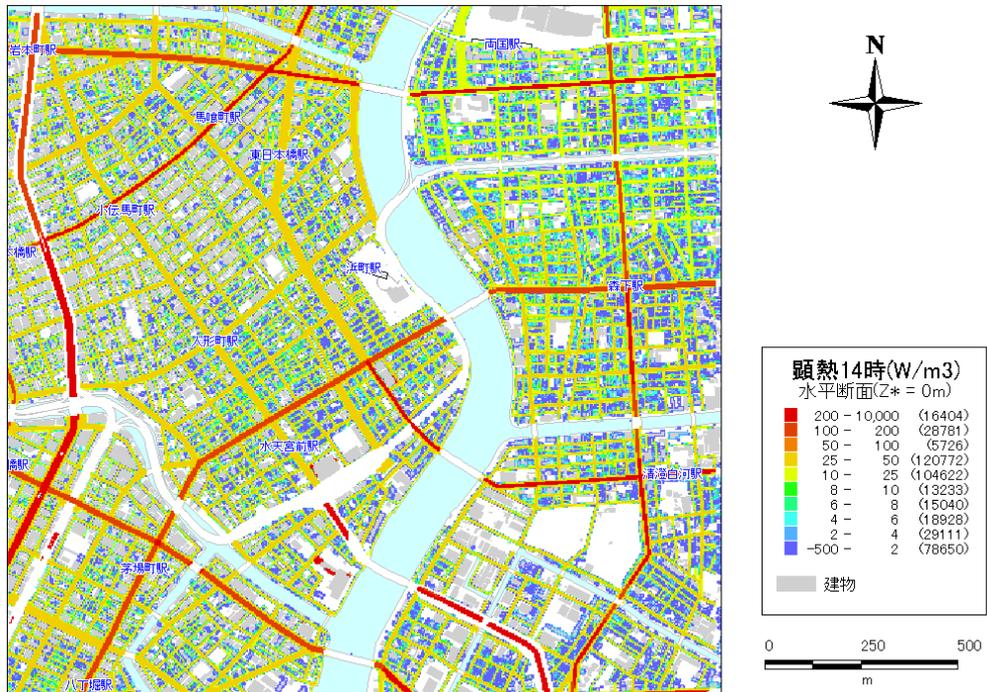


図 5 3 地表面近傍における人工排熱（顕熱 14 時）の例

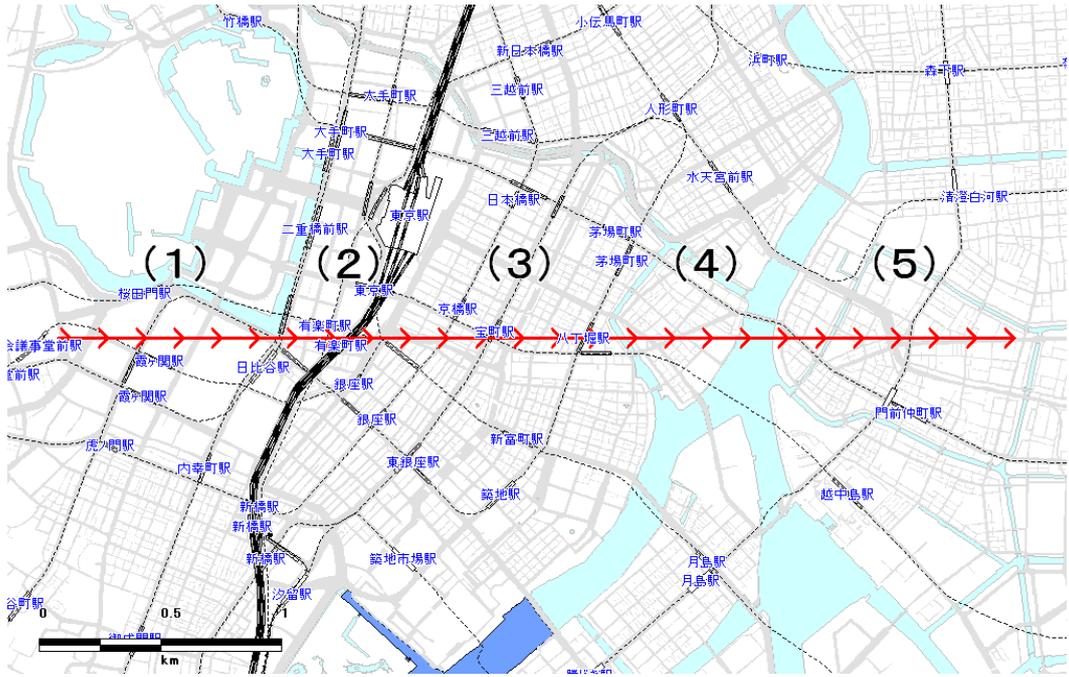


図 5 4 断面位置

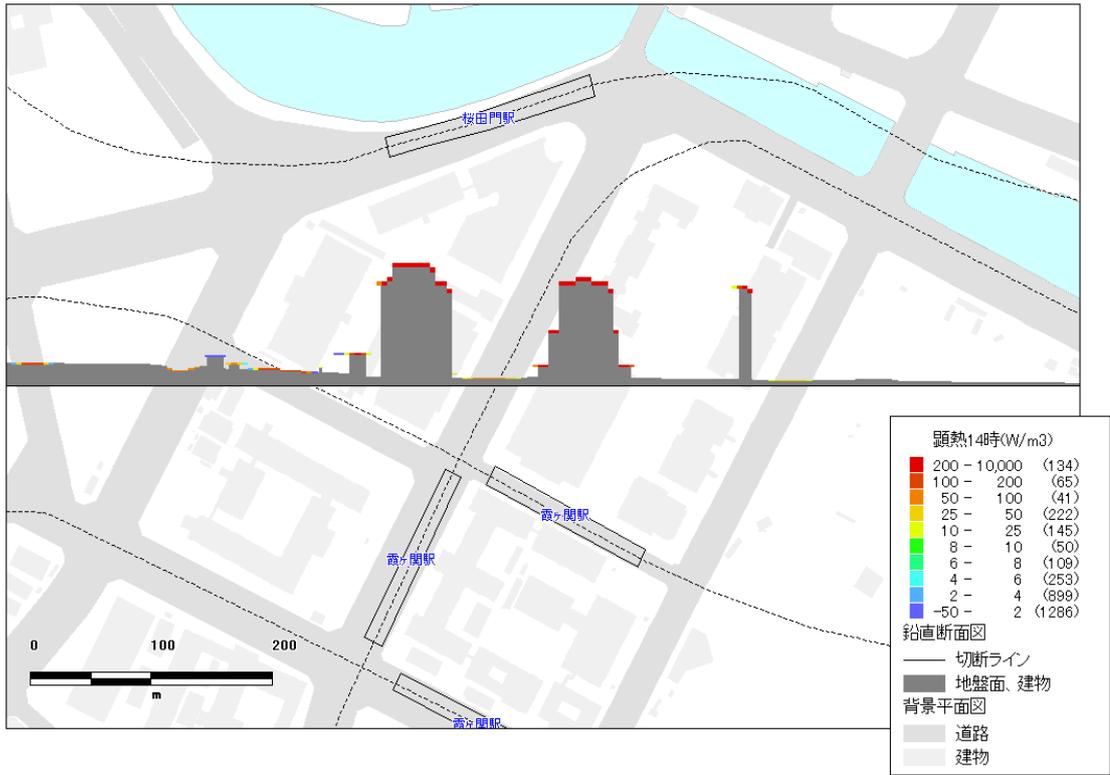


図 5 5 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）(1)



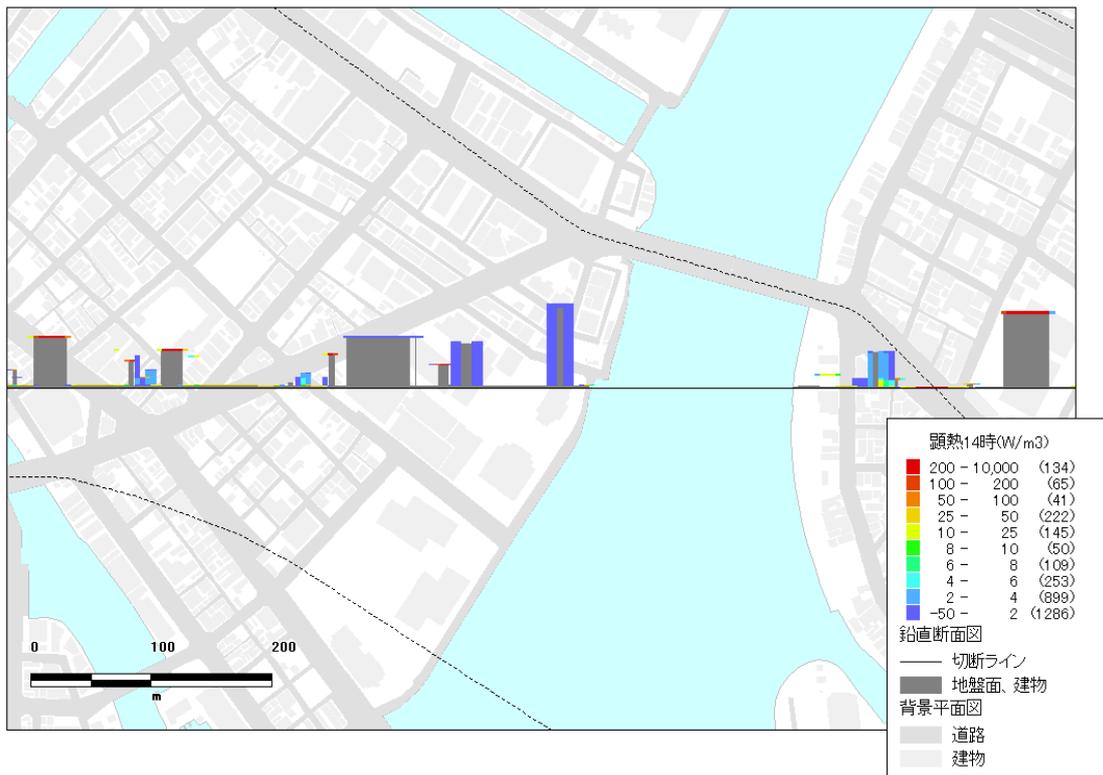


図 5 8 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）（4）

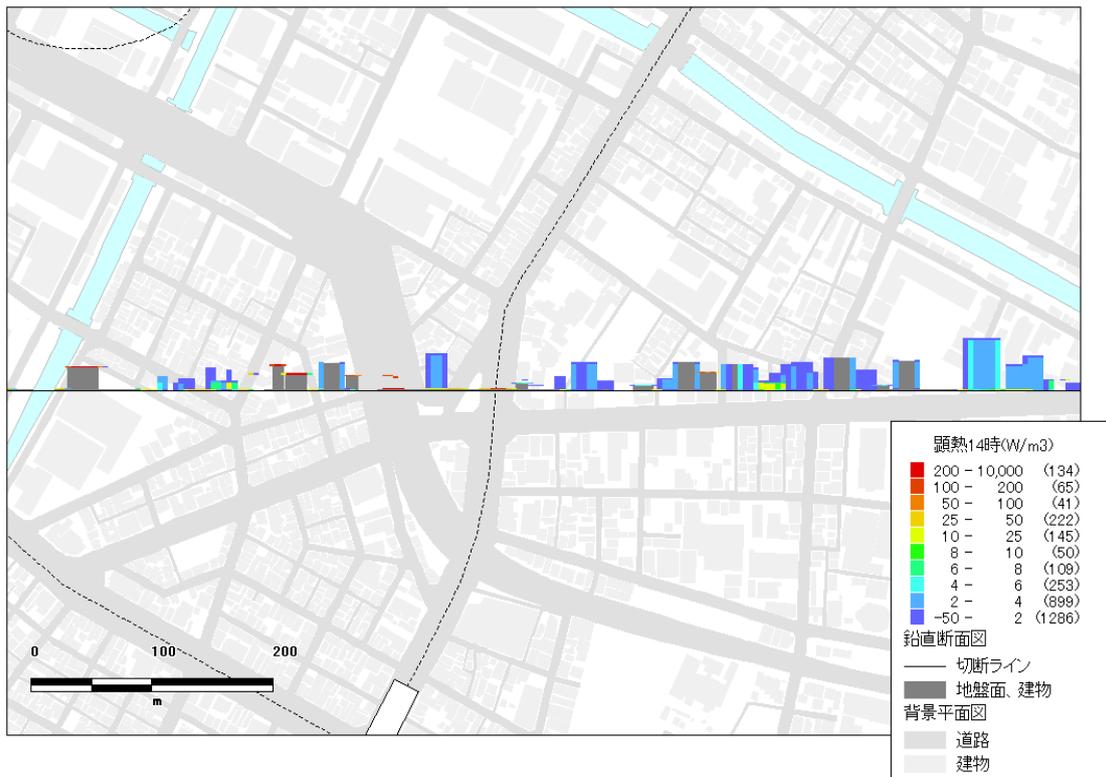


図 5 9 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）（5）