

第6章 熱需要マップ作成に向けた基礎検討

本章では、地域での熱供給事業の事業化検討・再生可能エネルギー熱の導入ポテンシャル推計精緻化作業の基礎データとして、地域や建物毎の熱需要を可視化した、「熱需要マップ」の整備・公表に向けた基礎検討を行った。

6.1 過年度調査結果の振り返り

平成24年度調査では、図6.1-1に示す熱需要マップを作成した。

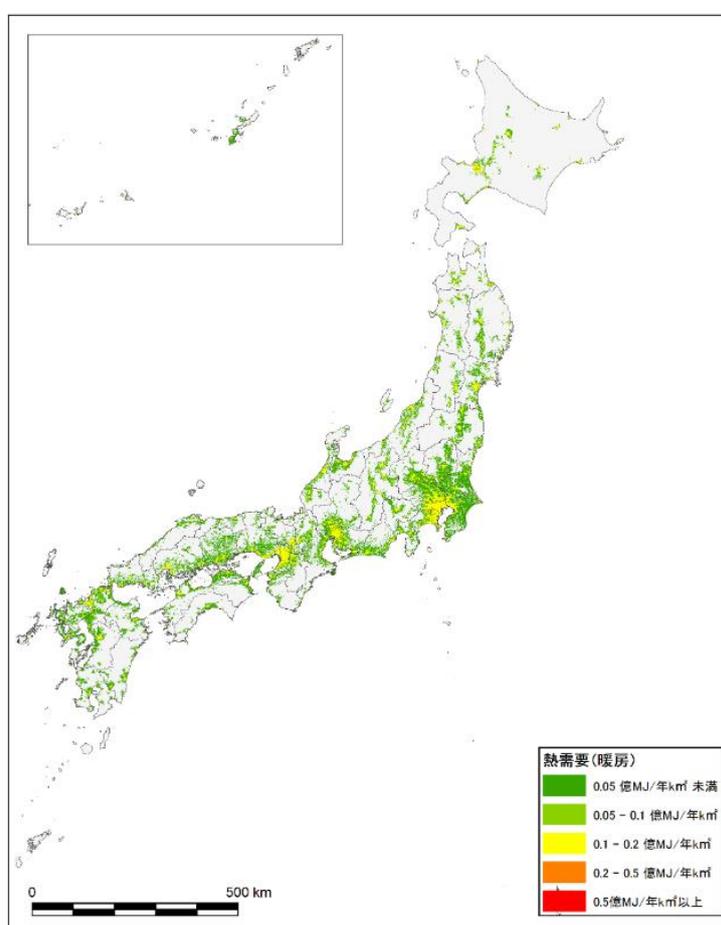


図 6.1-1 H24 調査において作成した熱需要マップ

出典：平成24年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書

本熱需要マップは点データで作成されているため、公開すれば利用者の熱利用に関する認知度や興味・関心を高めるものとなることが期待されたが、最終的にメッシュデータに加工し公開している。

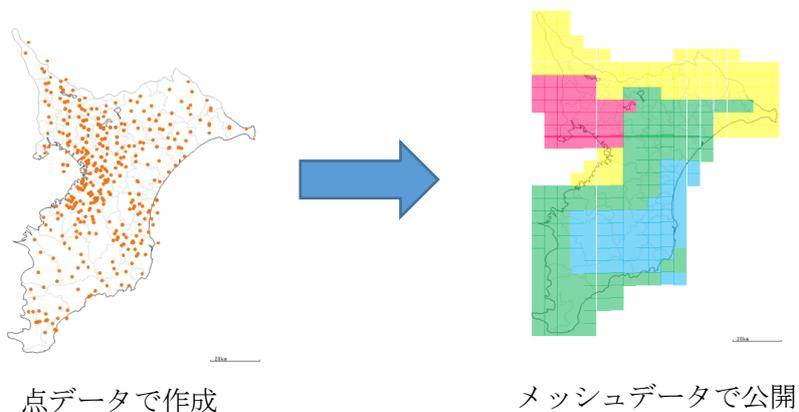


図 6.1-2 既存熱需要マップの公開方法

理由は次のとおりである。当時熱需要原単位は各種データを用い2ケース作成した（H24 報告書参照）。最終的には建物区分・地域区分が細かいケースを採用したが、もう一方のケースのデータと比較すると、一部に倍半分異なる原単位があり、その妥当性に十分な確証がなかったためである。

<参考：平成 24 年度調査で用いた熱需要原単位>

平成 24 年度調査で作成した 2 ケースの非住宅用途の熱需要原単位の比較表を表 6. 1-1 に示す。検討の結果、最新のデータでかつ、建物種別が細かく設定されており、地域毎の生のサンプルデータ用いているケース 2 のデータを使用した。

表 6. 1-1 2 ケースの非住宅用途の熱需要原単位の比較表 (単位：MJ/m²・年)

建物種別		小規模商業施設	中規模商業施設	大規模商業施設	学校	余暇・レジャー	宿泊施設	医療施設	公共施設	大規模共同住宅・オフィスビル	戸建住宅等	中規模共同住宅
		2倍以上異なる。										
北海道	ケース1	709.3	709.3	709.3	466.9	709.3	1,347.7	1,002.6	466.9	466.9	343.7	343.7
	ケース2	1,766.6	912.2	1,305.4	312.8	517.0	1,951.8	1,377.0	792.3	960.0	47,724.0	47,724.0
東北	ケース1	667.4	667.4	667.4	395.9	667.4	1,096.6	1,002.6	395.9	395.9	266.5	266.5
	ケース2	1,811.9	539.6	1,025.4	212.1	817.5	1,708.9	1,240.0	335.2	491.6	41,091.0	41,091.0
北陸	ケース1	772.0	772.0	772.0	454.5	772.0	1,180.4	1,069.6	454.5	454.5	273.2	273.2
	ケース2	1,698.1	746.6	1,080.4	250.0	485.3	1,777.6	1,687.6	853.8	571.0	37,133.0	37,133.0
関東	ケース1	765.7	765.7	765.7	432.0	765.7	1,088.3	979.2	432.0	432.0	243.0	243.0
	ケース2	2,088.4	649.9	1,041.1	203.2	761.2	1,826.6	1,682.1	462.5	747.0	25,126.0	25,126.0
東海	ケース1	803.4	803.4	803.4	448.3	803.4	1,096.7	981.7	448.3	448.3	238.0	238.0
	ケース2	1,823.5	681.5	954.3	160.0	604.0	1,744.3	1,505.4	332.2	447.7	23,825.0	23,825.0
近畿	ケース1	803.4	803.4	803.4	448.3	803.4	1,096.7	981.7	448.3	448.3	238.0	238.0
	ケース2	2,066.1	470.0	963.7	211.1	1,033.5	1,739.5	1,605.2	396.9	659.7	23,116.0	23,116.0
中国	ケース1	803.4	803.4	803.4	448.3	803.4	1,096.7	981.7	448.3	448.3	238.0	238.0
	ケース2	1,325.7	739.4	1,075.5	135.8	499.6	1,639.5	1,365.6	384.9	504.9	22,104.0	22,104.0
四国	ケース1	803.4	803.4	803.4	448.3	803.4	1,096.7	981.7	448.3	448.3	238.0	238.0
	ケース2	1,325.7	739.4	1,075.5	135.8	499.6	1,639.5	1,365.6	384.9	504.9	21,261.0	21,261.0
九州	ケース1	826.4	826.4	826.4	451.7	826.4	1,071.6	953.3	451.7	451.7	224.5	224.5
	ケース2	638.7	555.6	928.3	248.4	440.7	1,562.6	1,480.7	513.0	597.9	18,464.0	18,464.0
沖縄	ケース1	891.0	891.0	891.0	458.0	891.0	986.3	858.7	458.0	458.0	181.7	181.7
	ケース2	638.7	555.6	928.3	248.4	440.7	1,562.6	1,480.7	513.0	597.9	18,464.0	18,464.0

出典：平成 24 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書

平成 26 年度調査では、熱需要原単位の精度向上を目的とし、熱需要に関するアンケート調査方法を検討した（図 6. 1-3）。しかしながら、調査対象の選定が困難であったことやアンケート回収率に懸念があったこと等により今般までアンケートの実施には至っていない。

熱負荷・熱需要原単位の精緻化のためのアンケート調査票（案）

■ 回答者記名欄

- ・ ご所属（団体名、部署名、役職）
- ・ お名前 _____
- ・ TEL _____ E-MAIL _____

■ 1. 建築属性情報について

(1) 建築物カテゴリを以下のうちから1つお選びください。

- ①小規模商業施設
- ②中規模商業施設
- ③大規模商業施設
- ④学校
- ⑤余暇・レジャー
- ⑥宿泊施設
- ⑦医療施設
- ⑧公共施設
- ⑨大規模共同住宅・オフィスビル
- ⑩戸建住宅等
- ⑪中規模共同住宅

(2) 建築物所在都道府県 _____

(3) 所有形態

- ①土地・建物共に自社で所有
- ②借地で建物のみ自社で所有
- ③土地・建物共に賃貸
- ④その他 (_____)

(4) 建築面積 _____ (㎡)

(5) 延床面積 _____ (㎡)

(6) 竣工年 _____ (年)

(7) 営業時間 _____ (時) ~ _____ (時)

(8) 冷房期間 _____ (月) ~ _____ (月)

(9) 暖房期間 _____ (月) ~ _____ (月)

■ 2. 冷房消費量について

(1) データ収集年度 _____ (年度)

(2) 電力消費量 _____ (kWh)

(3) ガス消費量 _____ (㎡)

(4) 石油消費量 _____ (ℓ)

(5) 熱源種類 _____

(6) 最大負荷 _____ (W/㎡)

(7) 年間1次エネルギー消費量 _____ (MJ)

■ 3. 暖房消費量について

(1) データ収集年度 _____ (年度)

(2) 電力消費量 _____ (kWh)

(3) ガス消費量 _____ (㎡)

(4) 石油消費量 _____ (ℓ)

(5) 熱源種類 _____

(6) 最大負荷 _____ (W/㎡)

(7) 年間1次エネルギー消費量 _____ (MJ)

■ 4. 給湯消費量について

(1) データ収集年度 _____ (年度)

(2) 電力消費量 _____ (kWh)

(3) ガス消費量 _____ (㎡)

(4) 石油消費量 _____ (ℓ)

(5) 熱源種類 _____

(6) 最大負荷 _____ (W/㎡)

(7) 年間1次エネルギー消費量 _____ (MJ)

■ 5. 融雪消費量について

(1) データ収集年度 _____ (年度)

(2) 電力消費量 _____ (kWh)

(3) ガス消費量 _____ (㎡)

(4) 石油消費量 _____ (ℓ)

(5) 熱源種類 _____

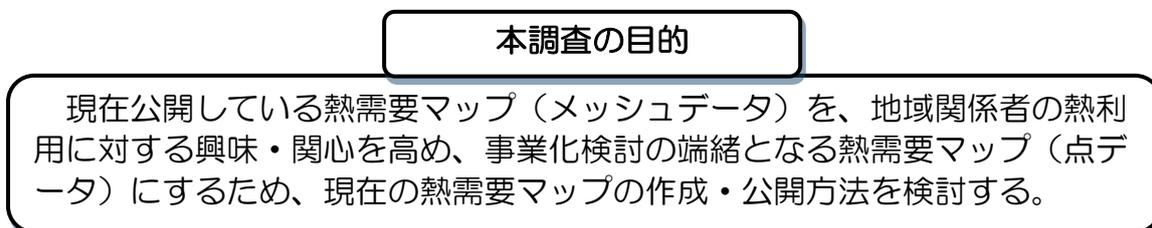
(6) 最大負荷 _____ (W/㎡)

(7) 年間1次エネルギー消費量 _____ (MJ)

図 6. 1-3 H26 調査で作成したアンケート調査票

6.2 本調査の目的及び検討フロー

本調査の目的を以下に示す。



本調査の検討フローを図 6.2-1 に示す。

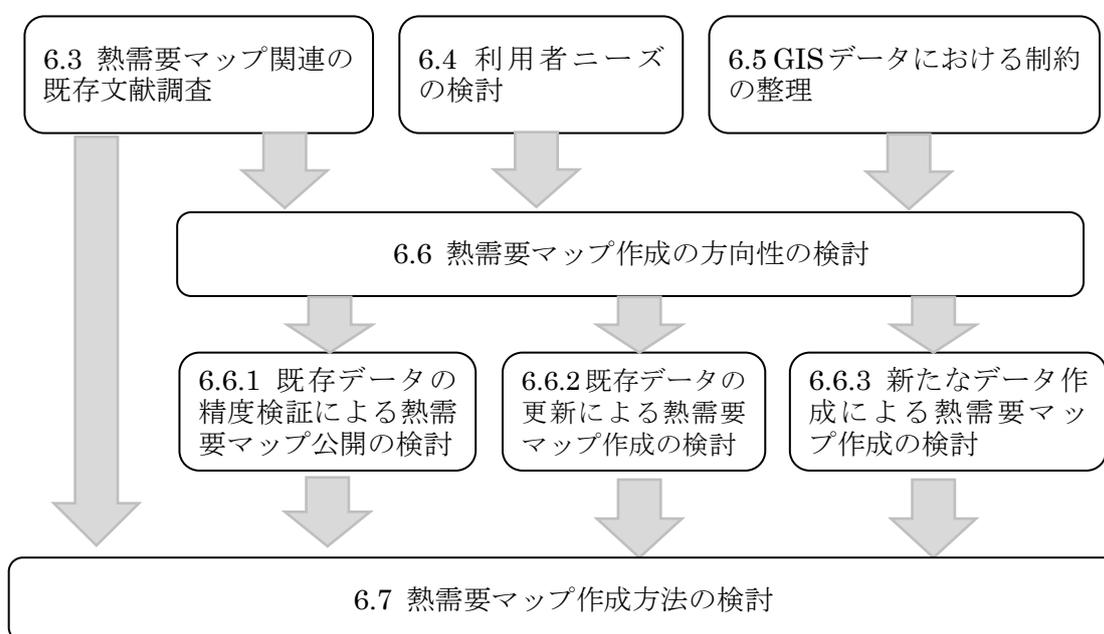


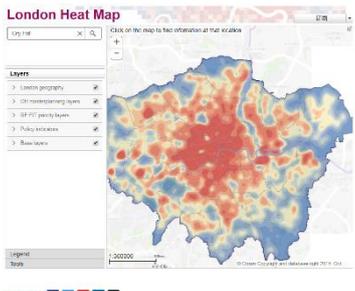
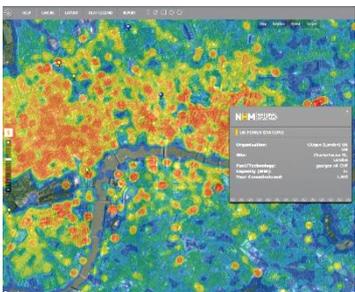
図 6.2-1 本調査の検討フロー

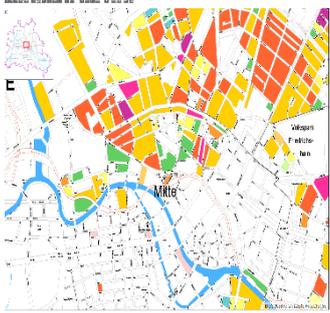
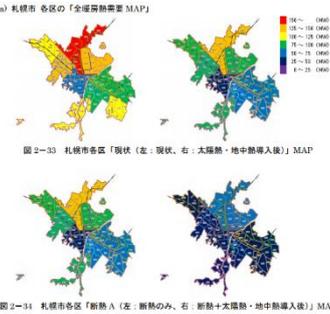
6.3 熱需要マップ関連の既存文献調査

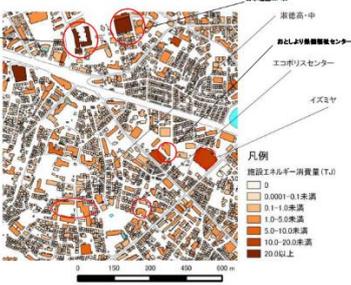
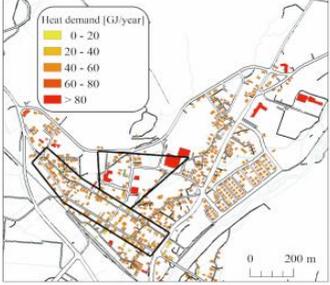
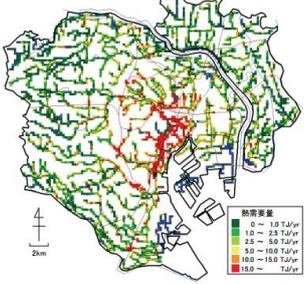
熱需要マップの作成にあたり国内外の熱需要マップ関連の既存文献を調査した。その結果を表 6.3-1 に示す。

イギリス、ドイツ、大ロンドン市の諸外国の事例では、WebGIS による動的なマップが公開・提供されており、建物の種類及び建物別の熱需要情報、大口需要家の情報、発電所やパイプラインの位置等を見ることが出来る。日本における既存事例では、建物別の熱需要情報や大口需要家の情報をマップ化している例等がある。国内外ともに全国を対象とした事例は少ない。

表 6.3-1 熱需要マップ等の既存事例調査結果

No.	内容
1	<p>■文献名： London Heat Map ■発行/発信者：大ロンドン市</p>  <p>■概要 市内の主要な熱需要及び排熱の場所や、地域熱供給パイプラインがどこを通っているかが確認できるマップを提供している。</p> <p>■作成目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 各地区への熱利用に関する施策立案の支援 地域熱供給検討の後押し <p>■掲載情報等 建物別の熱需要、建物の種類、排熱地点（排熱元の種類）、地域熱供給パイプラインの経路</p> <p>■その他特記事項 利用者登録をすれば熱需要や排熱情報などを利用者自らが更新することが可能。</p>
2	<p>■文献名： National Heat Map ■発行/発信者：英国エネルギー・気候変動省</p>  <p>■概要 地域の低炭素エネルギー計画・推進を目的として、建物単位の熱需要データを確認できるマップを提供。</p> <p>■作成目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 各地域への熱利用に関する施策立案支援 熱需要、コジェネ、発電所等の位置や規模の把握 <p>■掲載情報等</p> <ul style="list-style-type: none"> 建物別の熱需要 建物の種類 コジェネや発電所等の位置や規模 水源熱量（沿岸、運河等） 地域の境界線 <p>■その他特記事項 全国を対象として作成している。</p>

No.	内容
3	<p>■文献名： CHP Development MAP ■発行/発信者：英国エネルギー・気候変動省</p> <p>■概要 発電事業者・CHP事業者を対象として、エリア毎の熱需要内訳（大規模需要家、セクター別内訳等）が分かるマップを提供している。</p> <p>■作成目的 ・発電事業者やCHP事業者に対して、熱エネルギー利用を後押しする。 ・地域のエネルギー利用計画・推進を支援する。</p> <p>■掲載情報等 ・特定エリアにおけるセクター（大規模産業、小規模産業、商業施設、公共施設、学校、家庭等）別の熱需要 ・発電所の位置</p> <p>■その他特記事項 ・大規模需要家や特定需要家セクターを地図上にプロットできる。</p>
4	<p>■文献名： Berlin Digital Environmental Atlas ■発行/発信者：ベルリン特別市</p>  <p>■概要 市が提供する環境地図帳。8区分（土壌、水質、大気、気候、生物生息空間、土地利用、交通・騒音、エネルギー）の情報が掲載されており、それぞれに地図情報と統計データ等が紐付けられている。</p> <p>■作成目的 ・持続可能な都市発展を目指し、地域社会に対して信頼できる環境関連情報を提供する。</p> <p>■掲載情報等 ・建物用途、暖房種別、エネルギー消費量 ・発電所の位置と概要 ・CO₂排出量</p> <p>■その他特記事項 ・地熱・太陽光のポテンシャル情報を掲載している。 ・FIS Broker 専用ブラウザより GIS データを得る。</p>
5	<p>■文献名：再生可能な地中熱の利用による「札幌版次世代コミュニティ暖房」の可能性に関する研究 ■発行/発信者：札幌市立大学 齊藤 雅也</p>  <p>■概要 札幌市 都市計画部が管理する「札幌市都市計画基礎調査」のデータに基づき、札幌市各区および任意の戸建住宅の高密度地区を対象にした、地区ごとの「全暖房熱需要」を試算し、その結果を用いて「地中熱需要MAP」を作成した。</p> <p>■作成目的 ・建物の断熱性と機器のエネルギー効率、温熱快適性の関係を把握する等。</p> <p>■掲載情報等 ・札幌市のエリア別の太陽熱・地中熱需要</p>

No.	内容	
	<p>・戸建住宅の建替えや改修に伴う形で断熱性が向上することを想定したシナリオ別太陽熱・地中熱需要</p> <p>■その他特記事項</p> <p>—</p>	
6	<p>■文献名：板橋区スマートシティ検討調査報告書</p> <p>■発行/発信者：板橋区</p> 	<p>■概要</p> <p>東京都の土地利用現況データ (GIS データ) 等から建築物別の熱需要詳細マップを作成し、エネルギーの融通の可能性のあるエリアを検討している。</p> <p>■作成目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー融通の可能性検討のため。 <p>■掲載情報等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地区毎の部門別 (家庭、業務、産業) の電気・熱エネルギー需要 ・特定施設 (多消費施設) の位置 ・建物別の熱需要 <p>■その他特記事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー融通の可能性のあるエリアを特定している。
7	<p>■文献名：バイオマス資源と熱需要分布を考慮した中山間地域熱供給システムの設計</p> <p>■発行/発信者：東北大学大学院 住友雄太</p>  <p>図5 熱需要マップ</p>	<p>■概要</p> <p>バイオマス熱供給の実現可能性調査のため、GIS を使用し、電子地図に電話帳データ記載の業種データを付加して業種別建物分布図を作成した。その上で熱需要情報を付加し、特定地域の熱需要マップを作成した。</p> <p>■作成目的</p> <p>中山間地域における木質バイオマス地域熱供給システムのエネルギー収支とコスト構造を明らかにする。</p> <p>■掲載情報等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建物別の熱需要 ・業種別建物分布図 <p>■その他特記事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電話帳データを利用した業種分類法により建物の種類を特定している。
8	<p>■文献名：下水熱利用の地域冷暖房システムの需要量の調査</p> <p>■発行/発信者：(国研) 国立環境研究所 池上貴志</p> 	<p>■概要</p> <p>下水処理区毎の熱需要特性を把握するため、下水熱利用 DHC (地域冷暖房システム) 導入の対象となる下水幹線が通過しているメッシュにおける熱需要密度を分析した。</p> <p>■作成目的</p> <p>下水処理区毎の熱需要特性の把握 等</p> <p>■掲載情報等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水幹線が通過しているメッシュの熱需要 <p>■その他特記事項</p> <p>—</p>

既存文献調査から得られた知見を以下に整理する。公開方法についてはいずれの事例も個人・団体所有物の個別建物について熱需要データを可視化しているものはなかった。本知見を踏まえると、熱需要マップの作成において個人・団体所有物の個別建物について熱需要を可視化する場合には、可視化方法を十分に議論検討する必要がある。

○作成目的（利用想定）について

- ・大部分が熱需要情報の提供による政策立案支援である。
- ・地域自治体や住民の熱利用に対する興味・関心の向上を目的としていることが伺える。事業化検討の入り口としての利用を想定している。

○ベースマップについて

- ・民間企業が整備した地図、または都市計画関連で整備した地図（例：都市計画基礎調査 GIS データ）を整備している事例が多い。
- ・建物カテゴリーについては、地図に詳細なカテゴリー情報がない。ある事例では建物の”名称”と電話帳に記載される電話帳名称のデータ結合手法である N-gram という手法を用いて、各建物をカテゴリー分類している事例がある。

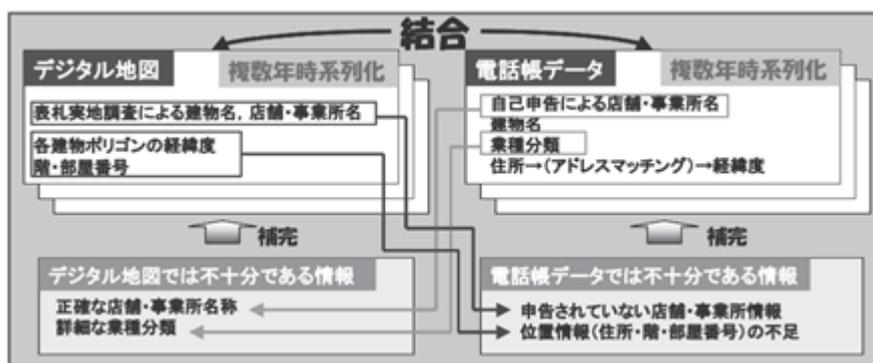


図 6.3-1 デジタル地図と電話帳データ時間結合のイメージ

出典：柴崎亮介ら、デジタル地図と電話帳データの時空間結合による店舗及び事業所の立体分布変動モニタリング手法、日本建築学会計画系論文集第 73 巻第 626 号、2008. 4

○熱需要原単位について

- ・公共施設は一部事例では実調査に基づくデータを整備している。
- ・住宅の構造や築年数等を考慮した上で熱損失係数を設定し熱需要を算定するといった事例もある。

○公開方法について

- ・個人情報の取扱いに関する詳細記述はいずれの文献にも見当たらなかった。
- ・多くのマップがポイントデータではなく、メッシュデータで表現している。
- ・一部ポイントデータで表現しているマップもあるが、公表しているのは公共施設等のカテゴリーに限定されている。

6.4 利用者ニーズの検討

本年度調査では、熱需要マップの利用方法を具体的に整理し、利用者ニーズを想定した熱需要マップの作成を検討した。

6.4.1 想定利用者とニーズの検討

熱需要マップの想定利用者と利用者ニーズを検討した結果を表 6.4-1 に示す。利用者としては自治体、民間事業者、施設所有者が想定される。主なニーズとしては、自治体では政策立案、民間事業者では熱需要量・特性や熱利用の採算性の高い建物の把握、施設所有者では熱利用による採算性、といったニーズが想定される。

表 6.4-1 熱需要マップの想定利用者と利用者ニーズ

利用者		対象	利用者ニーズ（潜在的ニーズ含む）
大区分	小区分		
自治体	都道府県、市区町村	○	<ul style="list-style-type: none"> ・温暖化対策計画の策定に利用。 ・具体には、自治区域内における総ポテンシャル量の把握、熱需要の高いエリアの把握、熱需要の高い施設の把握、に用いる。
民間事業者	調査・計画・設計等コンサルティング事業者	○	<ul style="list-style-type: none"> ・熱需要の高い施設の把握。 ・建物建築年数の把握。 ・施設ごとの熱需要特性の把握。 ・さらに、太陽熱、地中熱または木質バイオマスシステムを導入した場合の投資回収年数・初期投資・運転コストがわかればなお良い。
	機械・材料等事業者	△	同上
	施工事業者	△	同上
施設所有者（市民含む）		○	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽熱、地中熱または木質バイオマスシステムを導入した場合のコスト削減効果・投資回収年数。 ・さらに初期投資・運転コストがわかればなお良い。

6.4.2 ニーズへの対応方策（≒機能）と課題の整理

各利用者ニーズへの対応方策と、その実現に向けた課題を検討した結果を表 6.4-2 に示す。想定されるニーズへの対応方策を検討した結果、熱需要量や需要特性、建物の建築年数の可視化、事業化に関わるコストの推定である。しかしながら、それら対応方策を具現化するにあたっての課題は、現状存在するデータでは実現不可能なものが多い。そのため、まずは全てのニーズの課題とも言える原単位の更新が最重要課題であると考えている。

表 6.4-2 利用者ニーズへの対応方策及び課題の検討

No.	利用者ニーズ	対応方策	課題	課題解決の可能性	備考
1	自治区域内における総ポテンシャル量の把握	都道府県別・市区町村別の熱需要量の推計	推計自体には課題はない。原単位の更新が課題。	○	—
2	熱需要の高いエリアの把握	特定メッシュ単位での熱需要量の可視化	原単位の更新。	○	—
3	熱需要の高い施設の把握	建物ポリゴンごとの熱需要の可視化	原単位の更新。情報公開に課題がないか検討する必要がある。	△	—
4	施設ごとの熱需要特性の把握	建物種別ごとに熱需要特性を設定	建物種別ごとの実データの収集・整理・分析。	△	—
5	建物建築年数の把握	建物建築年数の可視化	全国レベルでの建物建築年数データは整備されていない。	×	熱需要に大きく関わる情報である。
6	初期投資・運転コストの把握	初期投資・運転コストの推定	不可能ではないが全国レベルでの推計になるため、個別建物の熱需要特性や建物形状等を考慮できないため精度が低いことが予想される。	△	熱需要とは直接的には関係ない情報であるが、導入促進の視点から重要な情報である。
7	投資回収年数・コスト削減効果の把握	投資回収年数・コスト削減効果の推定	同上	△	同上

6.5 GIS データにおける制約の整理

熱需要マップは12のレイヤ区分から作成されている。各レイヤ区分にはGISデータの制約上、以下に示す2つの課題が存在する。そのため各建物は必ずしも適切な建物カテゴリーには区分されておらず適当な熱需要原単位が適用されていない可能性や、過大・過小な原単位が割り振られている可能性がある。

【GIS レイヤ区分の課題】

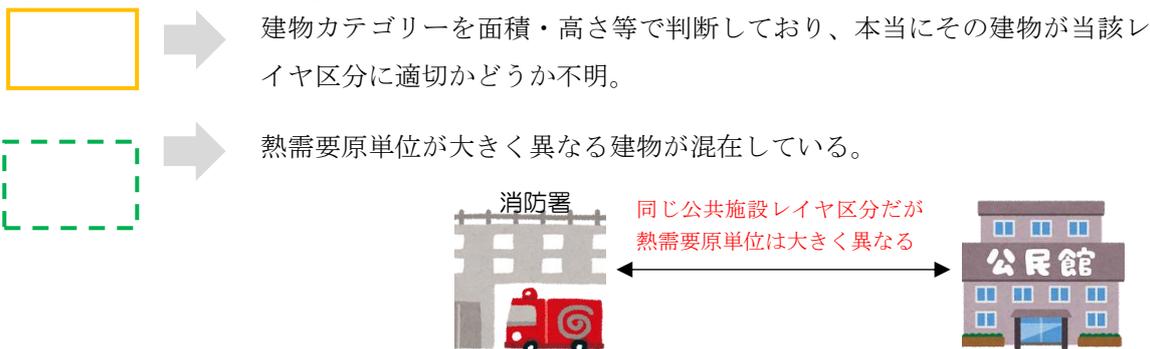


表 6.5-1 熱需要マップのレイヤ区分

※下表は過年度調査のGISデータセットにおけるレイヤ区分

レイヤ区分	各レイヤ区分の特徴、課題
小規模商業施設	住宅地図レイヤ区分で“商業施設”に該当する建物のうち、延べ床面積 500m ² 未満の建物を対象としている。
中規模商業施設	住宅地図レイヤ区分で“商業施設”に該当する建物のうち、延べ床面積 500m ² ～3,000m ² 未満の建物を対象としている。
大規模商業施設	住宅地図レイヤ区分で“商業施設”に該当する建物のうち、延べ床面積 3,000m ² 未満の建物を対象としている。
学校	住宅レイヤ区分の“学校”を対象としている。
余暇・レジャー	住宅レイヤ区分の“余暇・レジャー”を対象としている。
宿泊施設	住宅レイヤ区分の“宿泊施設”を対象としている。
医療施設	住宅レイヤ区分の“医療施設”を対象としている。
公共施設	住宅レイヤ区分の“公共施設”を対象としている。
大規模共同住宅・オフィスビル	住宅レイヤ区分で“目標物”に該当する建物のうち、高さ 6 m 以上の建物を対象としている。
戸建住宅等	住宅レイヤ区分の“一般家枠”に該当する建物のうち、延べ床面積 300m ² 未満、または高さ 9m 未満の建物を対象としている。
中規模共同住宅	住宅レイヤ区分の“一般家枠”に該当する建物のうち、延べ床面積 300m ² 以上、または高さ 9m 以上の建物を対象としている。

6.6 熱需要マップ作成の方向性の検討

熱需要マップのあるべき姿は、利用者ニーズを踏まえると事業化検討に利用可能な様々な熱に関する情報やコスト情報等を提供するマップである。しかしながら、熱需要等に関する全国情報は少ないこと、建物カテゴリーが明確にできないことから、利用者ニーズを完全に満たすマップを作成することは困難である。一方で、既存事例からわかるように熱需要マップの提供は自治体の政策立案や、市民や事業者の熱利用に対する興味・関心の向上に資することがわかっており、作成の意義はあると考える。

本業務では可能な限り精度の高い熱需要マップを作成することを目的としている。作成の方向性としては、“既存データの精度検証”、“既存データの更新”、“新たなデータの作成”の3つが考えられる。3つの方向性に関する対策案やメリット・課題等を表 6.6-1 に整理した。

表 6.6-1 熱需要マップの作成方法

方向性	対策案	メリット	課題
既存データの精度検証	既存使用原単位の精度検証 ⇒6.6.1項	妥当性が確認できれば早期にマップが公開可能となる。	全国を対象に一律にデータを整備している情報は少ない。
既存データの更新	DECCデータの更新 ⇒6.6.2項	データ数が増加し精度が向上する。	建物カテゴリーの GIS レイヤ区分との紐付けの適切性に関する課題が残る。
新たなデータの作成	アンケート調査手法の見直し ⇒H26 業務で調査手法を一定程度検討済み	全施設について一律の調査方法で生データを得ることが可能。	データ収集に多大な労力と時間がかかる。また、熱に不慣れた回答者によるデータなため精度に不安がある。
	カーボンマネジメントデータを活用した熱需要マップの作成 ⇒6.6.3項	公共施設について精度の高い電気・熱需要原単位が作成可能となる。	公共施設に限定されてしまう。

6.6.1 既存データの精度検証による熱需要マップ公開の検討

既存データの精度検証に必要な条件は以下のとおりである。

○非住宅用途熱需要の検証に必要なデータの条件

- ・建物カテゴリ区分が近い
- ・熱需要が“冷房”、“暖房”、“給湯”に区分されている
- ・地域別（東北、中部 等）に区分されていることが
- ・延べ床面積当たりの熱需要量で整理されている

○住宅用途熱需要の検証に必要なデータの条件

- ・都道府県別に区分されている
- ・熱需要が“冷房”、“暖房”、“給湯”に区分されている
- ・世帯あたりの熱需要量で整理されている

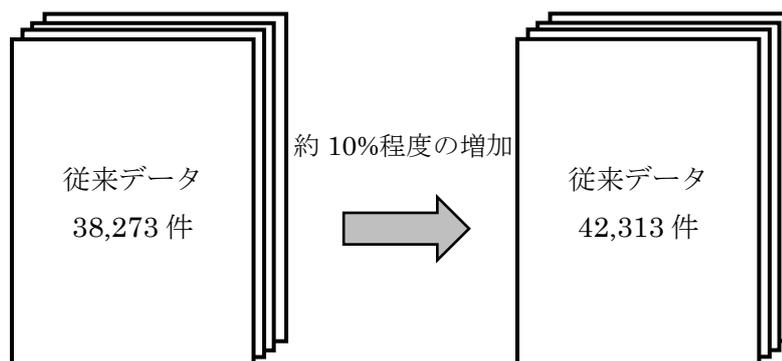
上記条件に該当するデータがないか調査を実施したが、一部条件を満たすデータはあるものの、検証に用いることができる資料は見当たらなかった。調査結果を表 6.6-2 に示す。

表 6.6-2 既存データの精度検証に係る文献調査結果

文献名	出典	データの概要	検証に使用できる可能性
H21 住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説	財団法人建築環境・省エネルギー機構	地域区分別に戸建住宅モデルを作成し、計算プログラムにより熱負荷を計算している。	地域区分が暖房日度という指標によってなされており、都道府県別ではないため使用にあたっては都道府県別の区分に再構成する方法を検討する必要がある。
低炭素都市づくりガイドライン（資料編）	国土交通省	負荷が電力・冷房・暖房・給湯の4区分、用途が5区分（住宅・業務・商業・宿泊・医療）に分類されデータが整理されている。	本調査で想定している用途区分よりも少ないため、使用することはできない。
民生部門エネルギー消費実態調査（総括編）	経済産業省	負荷が冷房・暖房・その他熱需要・照明・動力・その他の4区分、用途が6区分（事務所ビル・卸小売業・飲食店・病院・診療所・ホテル・学校）に分類されデータが整理されている。	同上。
平成22年度版建築物エネルギー消費量調査報告書	社団法人日本ビルエネルギー総合管理技術協会	用途が7区分に区分されている。負荷は一時エネルギー消費量のみ。	同上
住宅におけるエネルギー消費量データベース	住宅用エネルギー消費と温暖化対策検討委員会	北海道から九州までを6分割し、計算している。	地域が6区分に限られるため、都道府県別の区分に再構成する方法を検討する必要がある。また、負荷がエネルギー消費量のみであるため、そのままは使用できない。

6.6.2 既存データの更新による熱需要マップ作成の検討

熱需要原単位には一般社団法人日本サステナブル建築協会「非住宅建築物の環境関連データベース」(以下、DECC と称する。)のデータを使用している。DECC データは2016年6月に更新されている。更新内容はデータの追加である。前回から約10%程度追加されるに留まっていることからデータ精度の大きな向上は期待できない。また、上述したとおりカテゴリ区分の問題が解決されない限り本更新を活かすことができないという課題もある。



6.6.3 新たなデータ作成による熱需要マップ作成の検討

(1) 環境省カーボンマネジメントデータを活用した熱需要マップ作成方法の検討

1) 環境省カーボンマネジメント事業とは

「地球温暖化対策計画」では、温室効果ガス削減目標について、地方公共団体の公共施設を含む「業務その他部門」は2030年度に2013年度比で約26%減が目標とされており、全部門で最も厳しい目標となっている。環境省カーボンマネジメント事業は、地方公共団体に対して温室効果ガス削減につながる取り組みを大胆に強化・拡充し、取組の企画・実行・評価・改善を促す事業である。環境省カーボンマネジメント事業の概要図を図6.6-1

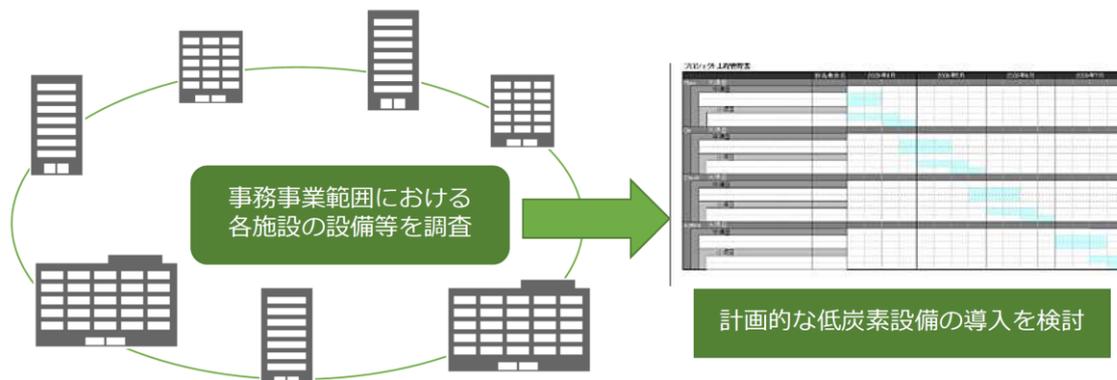


図 6.6-1 環境省カーボンマネジメント事業の概要

カーボンマネジメント実施自治体一覧を表 6.6-3 に示す。現在実施している自治体も含め全国で 78 の自治体が取組んでいる。

表 6.6-3 環境省カーボンマネジメント実施自治体一覧 (H28, H29)

都道府県名	地方公共団体名	都道府県名	地方公共団体名
北海道	石狩市	静岡県	藤枝市
	知内町		川根本町
	上砂川町	愛知県	犬山市
	弟子屈町	三重県	鈴鹿市
	白糠町		菰野町
	喜茂別町	滋賀県	湖南市
	乙部町	京都府	南丹市
	恵庭市	大阪府	寝屋川市
	上川町		大阪狭山市
	平取町	兵庫県	伊丹市
岩手県	大船渡市		南あわじ市
	洋野町		神河町
山形県	最上町		尼崎市
	小国町	鳥取県	境港市
福島県	大玉村	岡山県	津山市
	西会津町		玉野市
茨城県	土浦市		備前市
群馬県	中之条町		真庭市
	上野村		倉敷市
	東吾妻町		和気町
埼玉県	戸田市		広島県
	小川町	徳島県	海陽町
	神川町	香川県	香川県
千葉県	松戸市	高知県	三豊市
	浦安市		須崎市
	富里市	香南市	
	酒々井町	福岡県	北九州市
東京都	清瀬市		田川市
	西東京市		中間市
	瑞穂町		古賀市
神奈川県	横浜市		新宮町
	松田町	大木町	
新潟県	妙高市	宮崎県	都城市
	阿賀町		小林市
富山県	立山町	鹿児島県	薩摩川内市
福井県	美浜町		大崎町
山梨県	富士河口湖町		和泊町
長野県	長野県		伊仙町
	上田市		
	売木村		
		合計	78 自治体

2) カーボンマネジメントデータによる熱需要マップ作成方法の検討

カーボンマネジメントデータを活用した熱需要マップ作成手順を図 6.6-2 に示す。カーボンマネジメントデータを用いた全国レベル（公共施設に限る）の熱需要マップの作成を検討するにあたり、まずはカーボンマネジメント調査においてどのようなデータが整備されており、本業務に使用できる可能性があるのか具体的なデータで以って確認することとした（図 6.6-2 の①～⑤）。その結果を踏まえ熱需要マップ（全国版）の作成方法の課題検討を行った（図 6.6-2 の⑥）。

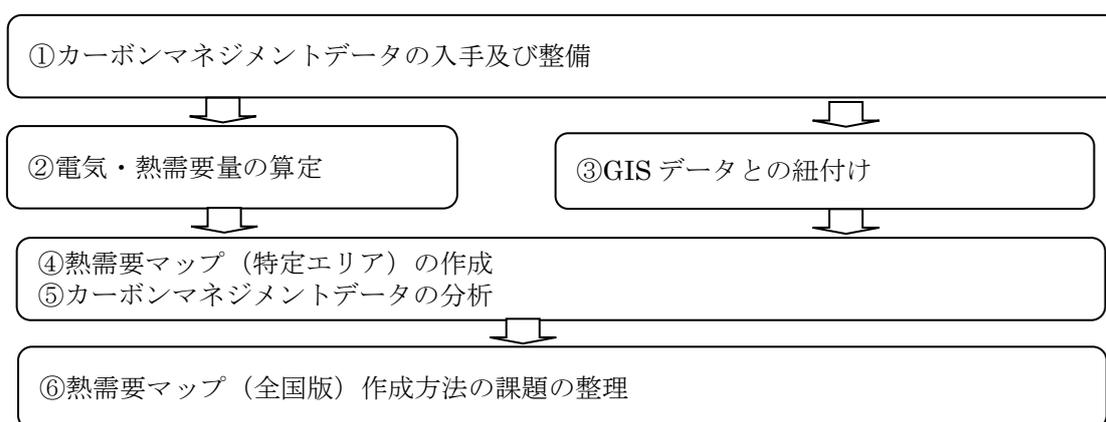


図 6.6-2 カーボンマネジメントデータを活用した熱需要マップ作成手順

①カーボンマネジメントデータの入手及び整備

情報公開請求等によりカーボンマネジメントデータを手入れし整備した。入手したデータ数やデータ項目を表 6.6-4 に示す。当初、電気や熱需要量を予測することが可能な延べ床面積や築年数等の情報も整理されていることを期待したが、今回調査した結果エネルギー使用量（電気・熱）のみに限られることがわかった。なお、電気・熱需要量と強く関係性があると考えられる延べ床面積について分析するべく、浦安市に協力を依頼し延べ床面積のデータを手入れした。

表 6.6-4 入手・整備したカーボンマネジメントデータ

自治体名	データ数の有無	データ項目			
		カテゴリー	延べ床面積	エネルギー使用量（電気）	エネルギー使用量（熱関連）
岩手県洋野町	142	×	×	○	○
新潟県十日町市	175	○	×	○	○
千葉県浦安市	104	×	○ ※個別依頼による追加収集	○	○
福岡県古賀市	64	×	×	○	○
佐賀県佐賀市	245	×	×	○	○
宮崎県高鍋町	21	×	×	○	○
合計	781	—	—	—	—

参考として入手した千葉県浦安市の平成 28 年度温室効果ガス排出量データを表 6.6-5 に示す。

表 6.6-5 千葉県浦安市の平成 28 年度温室効果ガス排出量データ（抜粋）

施設名	延べ床面積 (m ²)	エネルギー種							
		電気 (kWh)	ガソリン (L)	A 重油 (L)	灯油 (L)	軽油 (L)	都市ガス (m ³)	圧縮天然ガス (CNG) (m ³)	液化石油ガス (LPG) (m ³)
○○○事務所	198	12,916	0	0	0	0	15	0	0
○○多目的施設	6,360	17,168	0	0	0	0	24	0	0
△△△出張所	623	56,101	0	0	0	0	11,218	0	0
○○出張所	443	61,292	0	0	0	0	2,308	0	0
○○公民館	3,732	625,262	0	0	0	0	8,063	0	0
△△公民館	2,089	68,806	0	0	0	0	12,676	0	0
××公民館	2,083	61,129	0	0	0	0	19,452	0	0
□□□公民館	2,409	213,232	0	0	0	0	24,187	0	0
◇◇公民館	3,679	375,574	0	0	0	0	68,367	0	0
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・

②電気・熱需要量の算定

各エネルギーに対して原単位を設定し（表 6.6-6）、エネルギー需要量を算定した（表 6.6-7）。

表 6.6-6 原単位の設定

エネルギー種別	数値	単位
電気 (kWh)	0.00997	GJ/kWh
ガソリン(L)	0.0346	G J /L
A重油(L)	0.0391	G J /L
灯油 (L)	0.0367	G J /L
軽油 (L)	0.0377	G J /L
都市ガス (m3)	0.045	G J /m3
圧縮天然ガス (m3)	0.0435	G J /m3
液化石油ガス (LPG) (m3)	0.0508	G J /m3

出典：エネルギー使用量の原油換算表，経済産業省，H27

表 6.6-7 電気・熱需要量の算定結果（抜粋）

集計区分	エネルギー種別								熱需要等	
	電気 (kWh)	ガソリ ン (L)	A重油 (L)	灯油 (L)	軽油 (L)	都市 ガス (m3)	圧縮天 然ガス (CNG (m3)	液化石油 ガス (LPG) (m3)	電気 (kWh)	熱需需 量 (GJ)
〇〇課	423	-	-	-	-	-	-	-	423	0
△△△広場	484	-	-	-	-	-	-	-	484	0
××文化施設	1,992	-	-	56	-	-	-	-	1,992	2.1
〇〇文化施設	2,11	-	-	56	-	-	-	-	2,117	2.1
××××課	2,443	-	-	-	-	-	-	-	2,443	0
□□□文化施設	4,515	-	-	-	-	-	-	-	4,515	0
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・

③GIS データとの紐付け

提供を受けたカーボンマネジメントデータに緯度・経度データがなかったため、各公共施設の位置をマップで確認し、個別に GIS データに示された施設と一致するか確認を行った。その結果、GIS データ 732 のうち、カーボンマネジメントデータが示す施設と紐づいたのは 96 に留まった。紐づかない理由としては以下の 2 つが考えられる。

- ・ GIS データが当該エリアをカバーしていない。
- ・ ある建物の区分が GIS データの他のレイヤ区分に該当する。

→例：“公共施設”である市民ホールが GIS レイヤ区分上では“余暇・レジャー”に該当する。”

表 6.6-8 GIS データとの紐付け結果

自治体名	カーボンマネジメントデータ数	GIS データ数 (公共施設及び学校の カテゴリ) (A)	紐づいた データ数 (B)	B/A
岩手県洋野町※1	142	0	0	0.0%
新潟県十日町市	175	62	18	29.0%
千葉県浦安市	109※3	134	54	40.3%
福岡県古賀市※2	34	—	—	—
佐賀県佐賀市	245	503	21	4.1%
宮崎県高鍋町	21	33	3	9.1%
合計	726	732	96	—

※1 住宅地図マップのカバー外であるため GIS データがなかった。本調査で用いている住宅地図マップのカバー率は人口比で約 95%である。なお、他自治体においても人口密度の低い郊外部についても同じく GIS データが少ない。

※2 福岡県古賀市はデータの入手が遅かったため、紐付け対象から除外している。

※3 提供頂いたデータから施設以外（例：公園、公用車等）を除いたデータ数である。

④熱需要マップ（特定エリア）の作成

GISデータとカーボンマネジメントデータを別個にマッピングした結果を図6.6-3に示す。紐づかなかったGISデータ（緑点）が多かったことがわかる。紐づかなかった理由としては、GISデータとカーボンマネジメントデータで対象としている施設に違いがあったためである。具体的にはGISデータでは学校に関して校舎だけでなくプールや体育館も対象としているがカーボンマネジメントデータでは対象になっていない、一方でカーボンマネジメントデータでは学童クラブや文化施設が対象となっているが、GISデータでは対象となっていない、もしくは他のレイヤ区分（例：文化施設は“余暇・レジャー”区分に該当）に含まれているといったことが挙げられる。

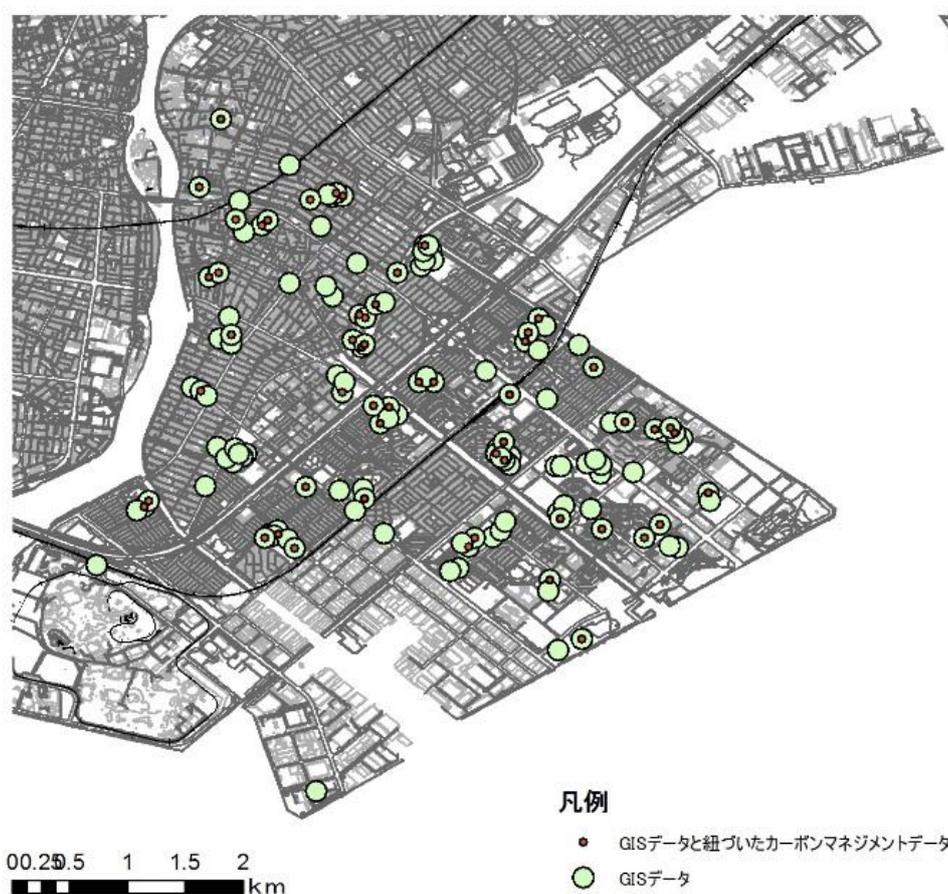


図 6.6-3 GISデータとカーボンマネジメントデータのマッピング

カーボンマネジメントデータから作成した電気・熱需要マップを図 6.6-4~5 に示す。

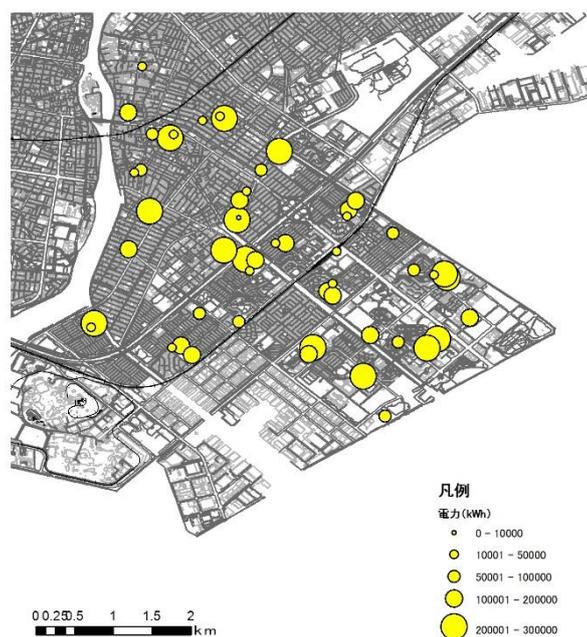


図 6.6-4 カーボンマネジメントデータから作成した電気需要マップ

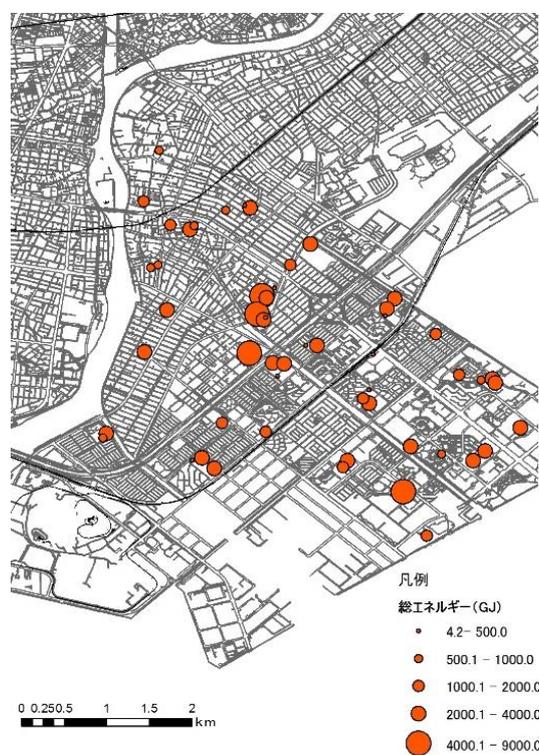


図 6.6-5 カーボンマネジメントデータから作成した熱需要マップ

⑤カーボンマネジメントデータの分析

各施設の“燃料使用量”は、以下に示す因子との関連性が強いと考えられる。

- a) 建物用途
- b) 建物面積（建築面積、延べ床面積）
- c) 構造（木造、RC造、S造）
- d) 築年数
- e) 使用人数
- f) 気温（平均気温、最高気温、最低気温）
- g) 地域（北海道、東北、・・・、沖縄）
- h) 主に使用する燃料種（灯油、A重油、・・・、電気）

この中で特に影響が強いと考えられ、かつカーボンマネジメントデータ等から取得できた延べ床面積に関して燃料使用量と相関があるか分析を行った。

使用したデータを表 6.6-9 に示す。

表 6.6-9 相関分析に用いたデータ数

自治体名	使用したデータ数
新潟県十日町市	18
千葉県浦安市	54
佐賀県佐賀市	21
合計	93

※十日町市及び佐賀市の延べ床面積データは GIS データから延べ床面積を推測し作成した。浦安市のデータは市に協力を仰ぎご提供頂いた。

延べ床面積と（電気・熱）との相関関係を分析した結果を図 6.6-6 に示す。その結果、強い相関は確認できなかった。

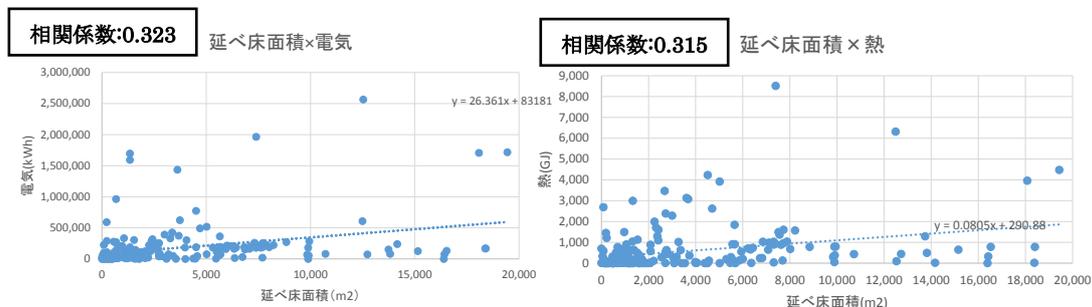


図 6.6-6 延べ床面積と（電気・熱）との関係（全データ）

また、延べ床面積に次いで電気・熱需要量に影響を及ぼすと考えられる“平均気温”のデータを追加して分析を行った。その結果を表 6.6-10 に示す。平均気温も電気・熱需要との相関は弱い。また、偏相関係数を確認したが相関係数と大きな差はないことから、各因子はお互いにさほど影響を受けていないことがわかる。

表 6.6-10 電気・熱需要に関する“延べ床面積”と“平均気温”の相関関係等

項目		相関係数	偏相関係数	差分
電気需要	「延べ床面積－電気需要」	0.323	0.325	0.002
	「平均気温－電気需要」	-0.044	0.052	0.096
	「延べ床面積－平均気温」	-0.283	-0.284	0.001
熱需要	「延べ床面積－熱需要」	0.315	0.317	0.002
	「平均気温－熱需要」	-0.041	0.053	0.094
	「延べ床面積－平均気温」	-0.283	-0.285	0.002

※偏相関係数は3つの因子のうち1つの因子の影響を除いた相関をみた係数である。

次に最もデータ数が多い浦安市のみに絞って相関分析を行った。その結果を図 6.6-7 に示す。相関係数は延べ床面積と電気が 0.607、延べ床面積と熱が 0.471 とやや相関があることが確認された。また、点のバラツキが 2 方向に分かれており、かつ延べ床面積 5,000m² を境に異なる傾向が伺えた。

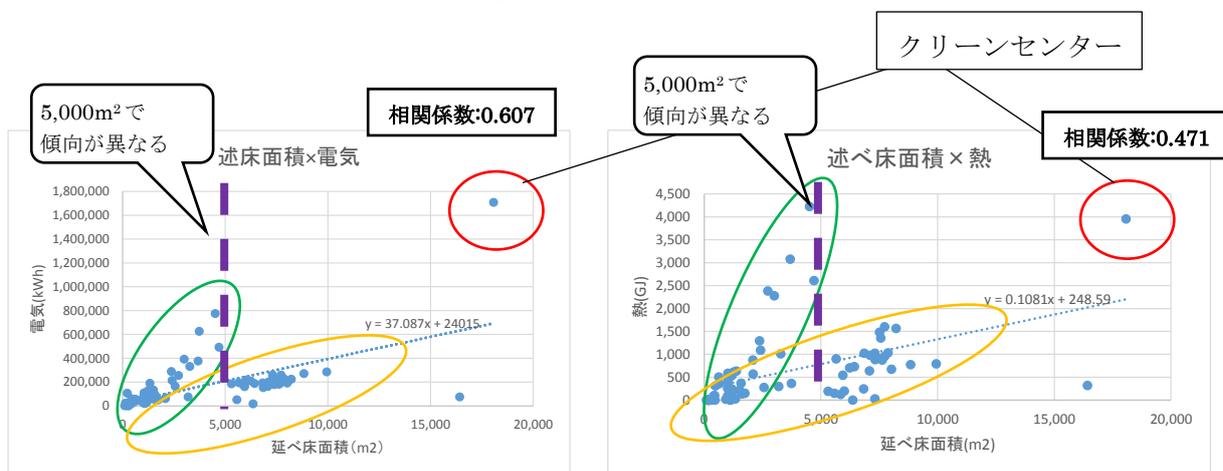


図 6.6-7 延べ床面積と（電気・熱）との関係（浦安市データ）

延べ床面積との関係を確認するため、5,000m²未満のデータと 5,000m²以上のデータに分けて再度分析した結果を図 6.6-8～9 に示す。5,000m²未満のケースでは相関係数が大きくなり強い相関があることが確認された。一方で 5,000m²以上のケースでは相関が弱まることを確認された。

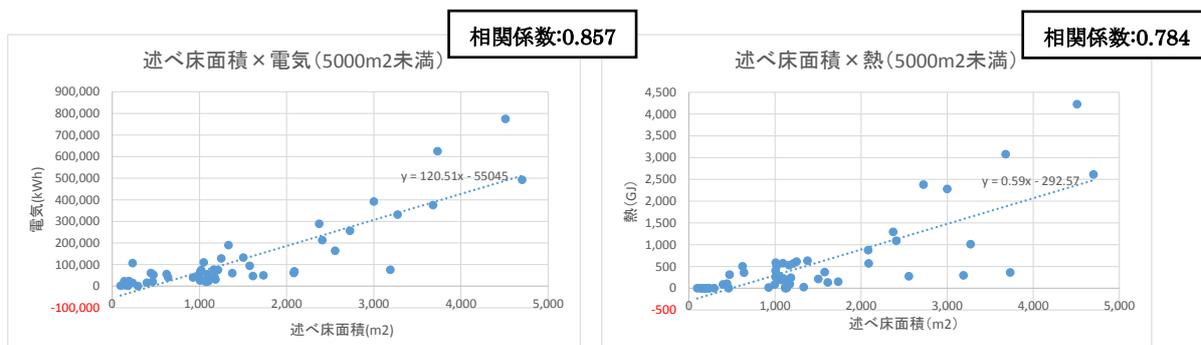


図 6.6-8 延べ床面積と（電気・熱）との関係（浦安市データ、5,000m²未満）

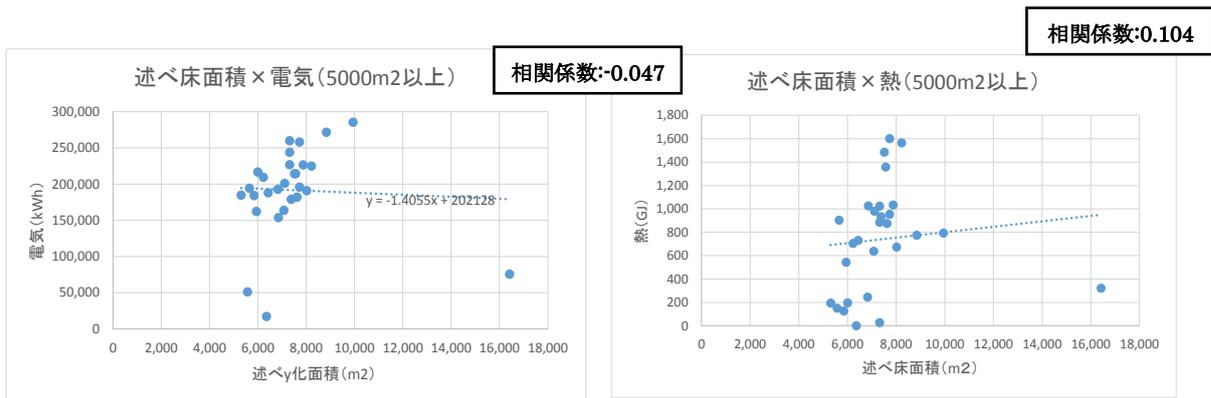


図 6.6-9 延べ床面積と（電気・熱）との関係（浦安市データ, 5,000m²以上）

※クリーンセンターのデータは除外している。

少ないデータ数から得られた結果であるため、本傾向が全国的にも共通して見られるかどうかはわからない。その上であえて考察すると、延べ床面積が小さい公共施設（公民館・福祉施設等）の方が電気・熱を必要とする施設が多く、延べ床面積が大きい公共施設（体育館、公園、図書館等）の方が電気・熱の必要量にバラツキが多い施設が多いと推測する。一方で、3自治体（十日町市、浦安市、佐賀市）の分析（図 6.6-6）においてその傾向が見られなかったのは施設利用者数と利用形態が影響しているのではないかと考える。地方部における公共施設では都市部に比べて利用者が少ないため、エネルギー使用量の合理化を図るため、なるべく少ない部屋数の利用を推奨することがある。そのため延べ床面積が大きくても実際に使用される部屋数（＝延べ床面積）は少ないため電気・熱需要量が少ないのではないかと推測する。

⑥熱需要マップ（全国版）作成方法の課題の整理

上述①～⑤から得られた、カーボンマネジメントデータから熱需要マップ（全国版）を作成する際の課題を以下に示す。

OGIS データに関する課題

- ・GIS データにおいてカバーしている自治体は 1,299 市町村に留まる。
- ・カバーしている市町村であっても、郊外エリアはカバーしていないエリアが存在する。
- ・学童クラブ、文化施設等の一部施設が含まれていない。
- ・小学校・中学校では、本校舎とは別に体育館・プールといった附属施設もデータ化されており、カーボンマネジメントデータとは紐付けできない。
- ・カーボンマネジメントデータに多くある“水処理関連施設”、“総合体育館”、“美術館”、“保養施設”、“給食センター”、“クリーンセンター”、“老人福祉施設”といった

施設の GIS データがない。別のカテゴリー（余暇・レジャー、宿泊施設）に含まれていると考えられる。

○カーボンマネジメントデータに関する課題

- ・当初、カーボンマネジメントデータには“施設名”、“燃料使用量”の他に、“延べ床面積”、“築年数”等の、各施設の使用燃料量との関係性の高い因子データも含まれると期待していたがそのデータはなかった。
- ・自治体によっては施設を管理する担当課ごとにデータを整理しており、本調査で使用できる形式にはなかった。

○GIS データとの紐付けに関する課題

- ・カーボンマネジメントデータに住所、緯度・経度情報がないため、1施設ずつ確認し紐づける必要がある。

上記課題を踏まえるとカーボンマネジメントデータと GIS データを紐づけ、熱需要マップを作成することは容易でないとと言える。

6.7 熱需要マップ作成方法の検討

これまでの調査・検討から、全国版の熱需要マップ作成には2つの大きな課題があると認識する。1つ目の課題は“精緻な建物カテゴリーを具備したマップがない”こと、2つ目の課題は“精度の高い需要原単位もしくは需要モデル式が設定できない”ことが挙げられる。

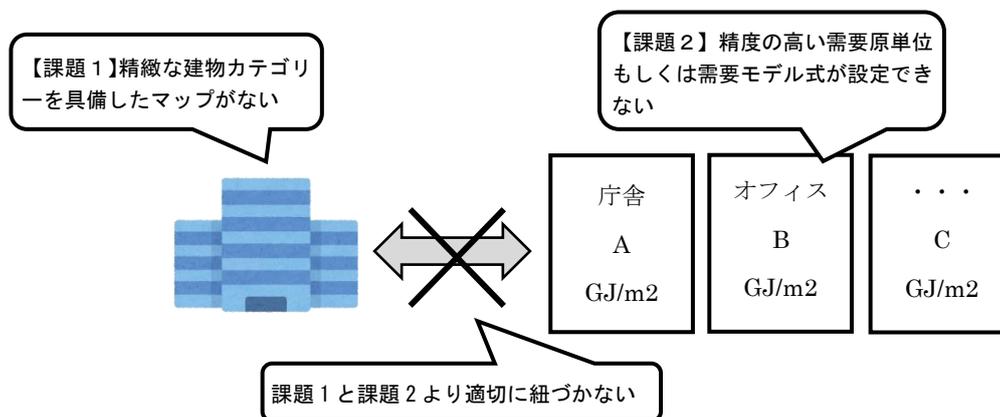


図 6.7-1 熱需要マップ作成方法の課題

上記課題に対しては、以下に示す対応が考えられる。

【課題1】精緻な建物カテゴリーを具備したマップがない

(対応の方向性)

熱需要マップには ESRI ジャパン Arc GIS データコレクション詳細地図 Area II マップを使用しているが、新たな基本となるマップを作成する。具体的には、既存文献調査に挙げた「バイオマス資源と熱需要分布を考慮した中山間地熱供給システムの設計, 東北大学」を参考に、ZENRIN 住宅地図データベース Zmap Town II における表札データと、全文検索アルゴリズムの一種である N-gram (参考文献: デジタル地図と電話帳データの時空間統合による店舗及び事業所の立体分布変動モニタリング手法, 東京大学) を用い建物を詳細に区分したマップを作成することでこれまでのレイヤ区分を一新する。

<既存レイヤ区分>



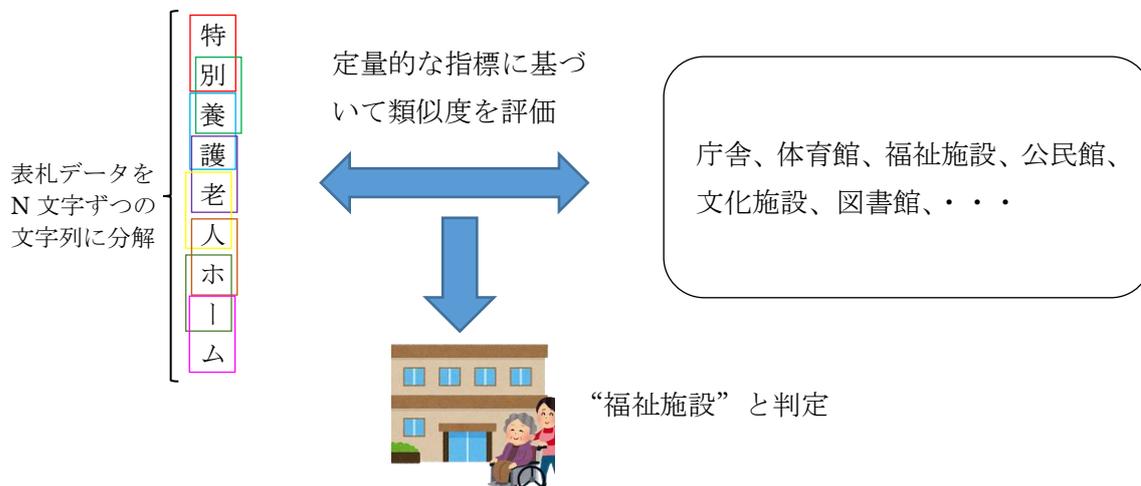
<新規レイヤ区分>



...

Town II マップと全文検索アルゴリズムによりレイヤ区分を細分化

参考: 全文検索アルゴリズムのイメージ



【課題2】精度の高い需要原単位もしくは需要モデル式が設定できない

(対応の方向性)

課題1への対応により建物カテゴリーが細分化されることから、非住宅系についてはDECCデータをそのまま使用することで、詳細な建物カテゴリー分類に対応できるようにする。

＜既存調査における非住宅系の需要原単位の設定成方法＞

DECCデータ22の建物用途別の熱需要原単位からGISレイヤ区分11の熱需要原単位を設定していた。学校の熱需要原単位の設定例を以下に示す。



図 6.7-2 既存調査における熱需要原単位の設定方法 (例：学校)

＜新たな方法による原単位の設定方法＞

上述課題1により各建物のカテゴリー区分が明らかになることにより、DECCデータをそのまま適用できる建物区分が多くなる。新しく作成した建物カテゴリーとDECCデータを照らし合わせ、なるべくDECCデータのカテゴリー区分のまま使用できるようにすることで精度を向上させる。

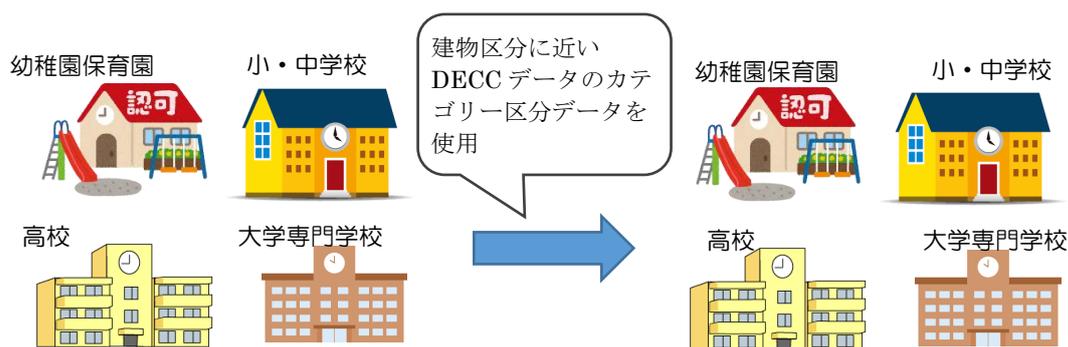


図 6.7-3 新たな方法における熱需要原単位の設定方法 (例：学校)

上記対応の方向性に基づき検討した全国版の熱需要マップの作成方法を図 7-1 に示す。

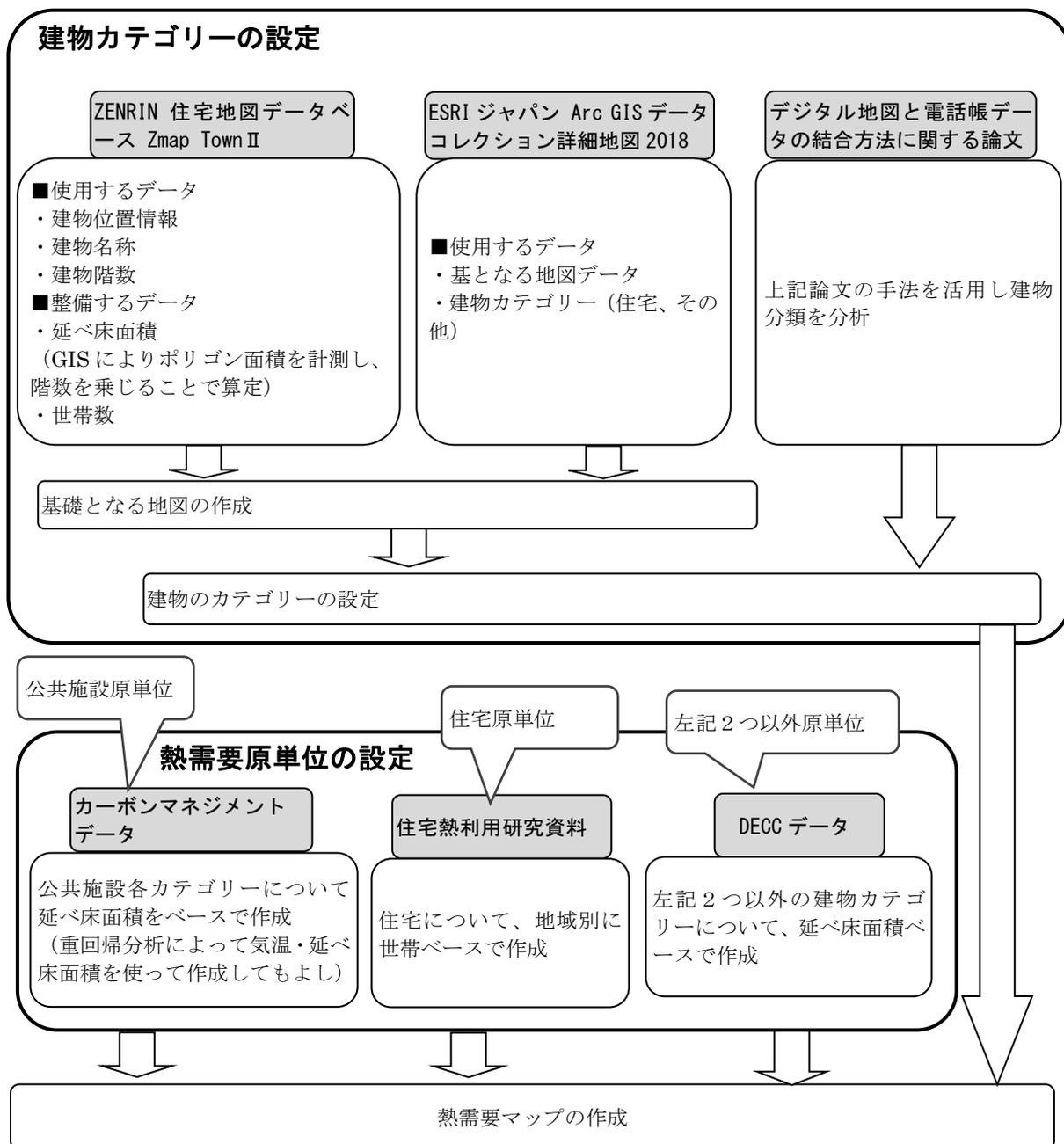


図 6. 7-2 全国版の熱需要マップの作成方法 (案)

本作成方法（案）の特徴を以下に示す。

- これまで利用してきた GIS のカテゴリーを使用せずに済み、細かいカテゴリーを設定することができる。
- 上記対応により原単位の設定にもメリットが生まれる。これまで GIS データ上の制約により GIS のカテゴリーに沿うように原単位を作成していた。そのため原単位が他の原単位と倍半分違うという結果になっていた。それが解消されることになる。つまりは DECC データを加工せずにそのまま利用でき、原単位の精度が高まる。

また作成方法（案）の課題を以下に示す。熱需要マップの作成にあたってはコスト面の低減を如何に行うかが重要となる。

- Town II データの購入に多額の費用がかかる。実施にあたっては全国版熱需要マップ作成の効果と費用のバランスを十分に検討する必要がある。