

平成 26 年度  
地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業費補助金  
(構想普及支援事業)

横浜市低炭素な街づくりに向けたエネルギーの分析・評価を  
活用した事業化可能性調査 (横浜市)  
(事業化可能性調査)

# 成 果 報 告 書

平成 2 8 年 2 月

交付決定番号： 6 S 1 1 1 1 1

○株式会社 東芝

横浜市

◎みなとみらい二十一熱供給株式会社

東京瓦斯株式会社

東京電力株式会社

## はじめに

本調査は、一般社団法人新エネルギー導入促進協議会の「地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業費補助金（構想普及支援事業）」の補助により実施した。

### （1）補助対象事業

#### I. 事業化可能性調査

【補助事業の名称】：横浜市低炭素な街づくりに向けたエネルギーの分析・評価を活用した事業化可能性調査

【交付決定番号】：6 S 1 1 1 1 1

【補助事業者】：○株式会社東芝

横浜市

◎みなとみらい二十一熱供給株式会社

東京瓦斯株式会社

東京電力株式会社

### （2）補助事業の概要

横浜市域では、非常に多くの事業所や工場、公共施設等、多様な既存施設が存在するのに加え、今後も多くの新規開発が予定されている。これらの中には、「コミュニティの中で面的にエネルギー事業を行い、地産地消型のエネルギーシステムの設置などを行う事業（個別事業と称する）」が、横浜市の関与のもと複数計画されている。

本補助事業では、横浜市域における低炭素街づくりの推進の為に、様々なエネルギーデータを収集・分析・評価する仕組み（都市型エネルギーマネジメントシステム）を構築し、運用・活用していく事業（地域エコ事業）について、事業化可能性調査を実施する。都市型エネルギーマネジメントシステムを活用して地域エコ事業を推進することで、その後の省エネ提案事業やエネルギー供給事業等に積極的につなげることが可能になり、これらの事業（総括事業と称する）に複合的に取り組むことで事業性評価を向上させ、その実現性を高める。

より多くの既存施設を都市型エネルギーマネジメントシステムの仕組みに取り込むと同時に、個別事業についても総括事業との情報連携をはかることで、低炭素な街づくりの一層の促進が可能になり、事業効果を最大化することが可能になると考える。

本補助事業では、総括事業の事業計画を検討し、事業化可能性を調査すると同時に、今後予定される個別事業についても、平行して事業計画の検討を行う。

## 【 目 次 】

### 1. 申請概要

- 1-1 調査の目的・位置づけ
- 1-2 調査内容
- 1-3 実施体制
- 1-4 調査スケジュール

### 2. 地域でのエネルギー需給の管理に関する調査結果（必須）

- 2-1 エネルギーマネジメントの概要
- 2-2 対象地域
- 2-3 エネルギーマネジメントシステムの構成
- 2-4 エネルギーマネジメントの効果
- 2-5 詳細説明
- 2-6 MM2 1 DHCに関する調査結果と事業化に向けた検討
- 2-7 パシフィコ横浜に関する調査結果と事業化に向けた検討
- 2-8 鶴見区地域に関する調査結果と事業化に向けた検討
- 2-9 そのほか地域における調査結果と事業化に向けた検討

### 3. 再生可能エネルギーに関する調査結果（任意） 【対象なし】

### 4. 事業化に向けた検討

- 4-1 事業化の可否についての結論
- 4-2 事業実施体制
- 4-3 具体的な事業スキーム
- 4-4 事業実施スケジュール
- 4-5 事業採算性評価等
- 4-6 他地域への事業展開可能性
- 4-7 今後の展望・課題・対策
- 4-8 詳細説明
- 4-9 MM2 1 DHC、パシフィコ横浜、鶴見区地域等事業化に向けた検討

### （参考）添付資料

- (1) 成果報告書要約版（ホームページ掲載用）
- (2) 事業化検討委員会の議事録

## 1. 申請概要

### 1-1 調査の目的・位置づけ

横浜市では、温暖化対策として、平成22年度から横浜スマートシティプロジェクト（以下、YSCP）に取り組んできた。

YSCPは、平成22年度に経済産業省から「次世代エネルギー・社会システム実証地域」として選定を受け、家庭や業務ビルなど、既成市街地へのエネルギー受給バランスの最適化に向けたシステムの導入や実証を、日本を代表するエネルギー関連事業者や電機メーカーなど34社と横浜市が連携して取り組んできた。

このプロジェクトを通じ、HEMS※1や太陽光パネル、電気自動車の導入目標を掲げ、平成26年度まで事業を行い、目標を達成した。

[導入実績]

HEMS：4,200件(4,000件) ※2

太陽光パネル：37MW(27MW)

電気自動車：2,300台(2,000台)

※1 HEMS（Home Energy Management System）：家庭用エネルギー管理システム

※2（ ）は導入目標

横浜市では、YSCPの実証成果を生かし、防災性、環境性、経済性に優れたエネルギー循環都市を実現させるため、新たな公民連携組織「横浜スマートビジネス協議会」（以下YSBA）を発足し、平成27年度以降も図1.1のように取り組みを継続する。



図 1.1 YSCP 実証から YSCP 実装へ取り組み継続

YSBA は、YSCP の実証事業に参加した企業の一部と、新たに参加した企業の幹事企業 8 社、正会員企業 8 社の 16 社で構成される（平成 28 年 1 月現在）。

本補助事業では、総括事業の事業計画を検討し、事業化可能性を調査することを中心とし、今後予定される個別事業についても、平行して事業計画の検討を行う。

本補助事業の調査対象地域及び現状の問題点は以下の通り。

#### 【事業の対象区域】

- ・総括事業

横浜市全域

- ・個別事業

個別事業は以下の地域を候補として調査した。

- ・みなとみらい 21 地域

- ・中区

横浜市新市庁舎と横浜アイランドタワーとのエネルギー連携等

- ・南区

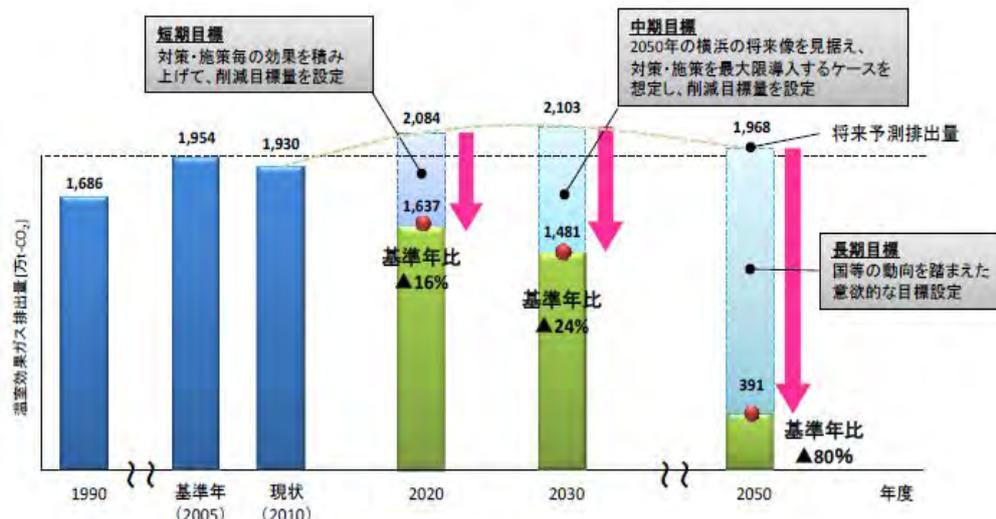
- ・市大センター病院と新南区総合庁舎とのエネルギー連携等

- ・鶴見区、港南区、磯子区等

- ・そのほか地域

【現状の問題点】

横浜市は2020年度までに2005年度比で温室効果ガスを16%削減する目標を定めている。目標達成するにはより効率的なエネルギー利用が求められている。本補助事業における総括事業では、CO2排出量が急速かつ大幅に増加している業務部門と、日本のCO2間接排出量の割合が最も大きい産業部門を中心に取り組むことにより、横浜市地球温暖化対策計画の一部を担っていく施策と、その事業性について調査する。



出所：横浜市地球温暖化対策実行計画(H26年3月)

図 1.1.1 横浜市CO2排出量の推移

表 1.1.1 横浜市CO2目標排出量

2020年度の目標排出量

単位：万t-CO2

	基準年 (2005年度)	2010年度	2020年度	
			現状すう勢	対策ケース
家庭部門	439	435	460	347 (▲112)
業務部門	335	357	456	357 (▲99)
産業部門	295	279	340	272 (▲68)
エネルギー転換部門	368	354	383	352 (▲31)
運輸部門	434	406	344	216 (▲128)
廃棄物部門	43	52	53	44 (▲9)
森林等による吸収・緑化				-1 (▲1)
CO2以外 5ガス	41	46	50	50 (▲0)
合計	1,954	1,930	2,084	1,637 (▲447)

基準年比 ▲16%

出所：横浜市地球温暖化対策実行計画(H26年3月)



## 1-2 調査内容

### 総括事業における調査内容

総括事業では、以下3つの事業内容を都市型エネルギーマネジメントと位置づけ、詳細な事業計画（導入内容、収支及び事業採算性、スケジュール、事業主体等）の策定を行うと共に、事業化の可能性を調査する。

#### ①地域エコ事業（エネルギーデータの収集・分析・評価）

- ・情報収集手段の確立
- ・パイロット事業を通じた評価方法の検討
- ・一定規模のコミュニティを選定する分析手法の検討

#### ②省エネ提案事業

- ・一定規模のコミュニティにおけるエネルギー利用評価指標の検討
- ・省エネルギー、再生可能エネルギー等の導入可能性評価方法の検討（低コスト、省エネルギー、B L C P、低CO<sub>2</sub>排出等のパターン）

#### ③エネルギー供給事業

- ・E S C O等のサービス事業を含めたエネルギー供給事業の事業計画検討

### 個別事業における調査内容

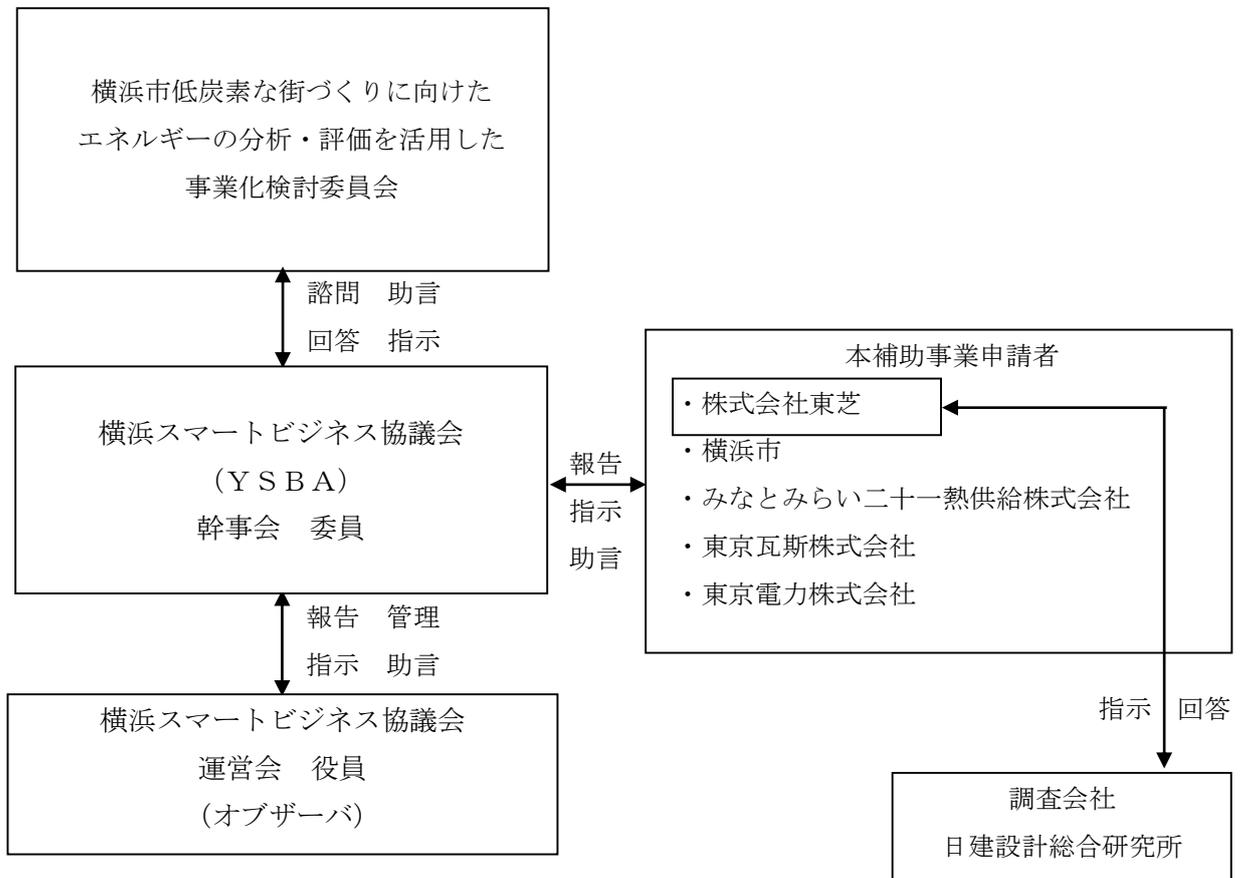
個別事業の一例であるみなとみらい21地域では、「みなとみらい2050プロジェクトアクションプラン（平成27年3月）」において、次のような計画が位置づけられている。

既存の都市基盤施設である地域冷暖房施設と共同溝に設置した熱供給導管（蒸気管・冷水管）により、エネルギーを面的に利用する地域冷暖房システムが導入されており、これによりピーク熱負荷の平準化や省エネルギーが図られている。

このようなエネルギーインフラを活用し、更に効率的なエネルギー利用を勧め、省エネを実現するとともに、災害を考慮したエネルギーのネットワークを形成する事が求められている。このため、現在の地域冷暖房システムを維持・高度化（省エネ等）を図りつつ、地域全体の環境性能や防災性に寄与するエネルギーシステムとして、自立型エネルギーインフラ（CGSなど）の創エネ、蓄エネの設備の導入を進める。

### 1-3 実施体制

本補助事業とY S B Aの実施体制は以下の通り。



#### 1-4 調査スケジュール

今回の調査では総括事業の事業性について調査を進め、個別事業の導入検討についても並行して実施した。調査スケジュールは表 1.4.1 の通り。

総括事業の調査は補助事業者である 5 社を中心に進め、調査の進捗はほぼ毎月開催される YSBA 幹事会及び年に 2 回程度開催される YSBA 運営会の場で報告し、適宜指示、助言を頂いた。

今回の事業性評価について、「横浜市低炭素な街づくりに向けたエネルギーの分析・評価を活用した事業化検討委員会」を 3 回開催し、有識者のご意見を頂いた。

表 1.4.1 調査スケジュール

項目	平成 27 年度												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
地域エコ事業			体制構築・準備										
省エネ提案事業			体制構築・準備										
エネルギー供給事業			体制構築・準備										
検討委員会開催				▽			▽		▽				
報告書作成													

## 2. 地域でのエネルギー需給の管理に関する調査結果

### 2-1 本補助事業におけるエネルギーマネジメントの概要

本補助事業では、横浜市全域を対象とした総括事業と、特定の施設やエリアを対象とした個別事業の2つの調査で構成される。

ここでは、それぞれのエネルギーマネジメントの概要について記載する。

#### 総括事業におけるエネルギーマネジメントの概要

総括事業では、横浜市におけるエネルギーデータの収集・分析・評価により、省エネ提案が可能なエリアや施設を抽出し、エネルギー供給事業に繋げることが可能かどうかを調査した。

その結果、施設やエリアの一次換算エネルギーと床面積を元に、4つの管理レベルに分類する事で、エネルギーマネジメントに関する省エネシナリオの適用により、個別事業の候補を生み出すことが可能であるとの結論に至った。

さらに、選定された施設やエリアの月別エネルギーデータを収集・分析する事で、空調や給湯といった熱源機器が消費するエネルギー量を推計する事が可能である事もわかった。

#### 個別事業におけるエネルギーマネジメントの概要

##### ・MM21DHCのエネルギーマネジメントの概要

横浜市みなとみらい21地区は、地域冷暖房施設と共同溝設置の熱供給導管からなる地域冷暖房システムが導入されており、これを更に創エネ、省エネ、蓄エネ、エネマネの4つの視点で事業を行う。これにより、エネルギー利用のさらなる効率化を図るとともに、防災性に寄与するエネルギーシステムとすべく検討を行った（詳細は2-6に記載）。

##### ・パシフィコ横浜におけるエネルギーマネジメントの概要

パシフィコ横浜では、会議センター、展示ホール、ホテル、駐車場等、トータル約25万㎡で地域冷暖房システムのエネルギーを利用しており、これに自立性の高いエネルギーシステムを構築・運用する事でエネルギー利用のさらなる効率化を図るとともに、非常時のエネルギーを確保すべく検討を行った（詳細は2-7に記載）。

##### ・鶴見地区におけるエネルギーマネジメントの概要

鶴見地区では、熱需要のある工業用需要家と、電力需要のある業務用需要家が近接しており、ここにガスコジェネレーションシステム（CGS）を導入、運用することで、総合的なエネルギー利用の効率化を図るべく検討を行った（詳細は2-8に記載）

##### ・その他地域におけるエネルギーマネジメントの概要

横浜市では、横浜市新市庁舎の整備、市大センター病院と南区総合庁舎のエネルギー連携、横浜市西口地域における熱供給事業の効率化といった、いくつかの個別事業を計画しており、それぞれに最適なエネルギーマネジメントを導入する事

で、エネルギー利用のさらなる効率化を図るべく検討を行った（詳細は2-9に記載）

尚、2-4、2-5では総括事業について記載し、個別事業の調査結果については、2-6より個別に記載する。

## 2-2 対象地域

### ・総括事業

総括事業は、横浜市全域のエネルギーデータの収集が可能なエリア及び各施設を対象とした。

### ・個別事業

個別事業は以下の地域を候補として調査した。

表 2.2 個別事業一覧

地区	エネルギー連携施設	主体	概要／事業詳細
みなとみらい地域	地域冷暖房需給先 (横浜ランドマークタワーほか)	みなとみらい二十一 熱供給	・新たなコージェネレーションシステム等の導入による、周辺施設との電気・熱エネルギー連携、熱のデマンドレスポンス
	パシフィコ横浜 (展示ホール、ホテルほか)	パシフィコ横浜	・コージェネレーションシステム等の導入による、パシフィコ横浜各施設の電気・熱エネルギー連携、電力のピークカット
	新市庁舎	横浜市 三菱日立パワーシステムズ	・コージェネレーションシステムの導入による、隣接するURとの電気・熱エネルギー連携、業務用燃料電池の導入
南区 地域	【南区総合庁舎】	横浜市	・市大センター病院から特定供給等により新南区総合庁舎へ電力を送る、エネルギーの面的利用・電源多重化の取組済
鶴見区 地域	工業需要家、業務需要 家	東京ガスエンジニアリン グソリューションズ	・新たなコージェネレーションシステム等の導入による、周辺施設との電気・熱エネルギー連携
<b>ほか予定地区</b>			
横浜西 口地域	横浜熱供給 供給先 (ベイシエラトンほか)	横浜熱供給	・高効率コージェネレーションシステム等を導入、電気はプラント施設で利用、周辺施設との熱エネルギー連携
十日市 場地域	3街区 (住宅、商業施設等)	東急電鉄 ほか	・一括受電、蓄電池などの活用等と、HEMS、BEMSの導入によるエネルギーマネジメントを通じた、街区間の電気エネルギー連携
横浜市郊 外部地域	集客施設等 (店舗・学校・老健施設等)	オリックス	・太陽光発電を導入、消費電力の一定割合を再生可能エネルギーで供給、蓄電池を併せて導入・制御する電気エネルギー連携
鶴見区大 黒町地域	【J-オイルミルズ、日産自 動車横浜工場】	J-オイルミルズ ほか	・日産自動車横浜工場にコージェネレーションシステムを設置、J-オイルミルズ横浜工場に供給する熱エネルギー連携の取組済
都筑区 保土ヶ谷 区ほか	公共施設等	調整中	・エネルギー消費量の高い病院や地域冷暖房施設などにおいて、新たなコージェネレーションシステム等の導入により、周辺施設との電気・熱エネルギー連携
戸塚区 地域	大成建設技術センター ほか	大成建設	・電力自己託送による関連隔地建物群を含めたトータルエネルギー管理
市内	学校施設等	調整中	・再生可能エネルギー、高効率な電源・熱源システムや蓄電池などの導入を検討し、複数施設とのエネルギー連携

## 2-3 エネルギーマネジメントシステムの構成

本補助事業におけるエネルギーマネジメントシステムの構成は次の通り。

アイテム		設備概要	導入予定時期 (既設 or 新設)	投資金額	補助金
総括事業	都市型エネルギーマネジメントシステム	都市型エネルギーマネジメントシステム ①地域エコ事業（エネルギーデータの収集・分析・評価） ②省エネ提案事業 ※管理レベル分類・省エネシナリオ適用まで	・H28年度 横浜市の公共施設 2,000 施設を対象  ・H30年度 横浜市内の民間事業者 対象	3,500 万円  ※H28年度横浜市公共施設の分析・評価	H28年度は横浜市予算活用を想定  ※補助金活用について検討中
個別事業	MM21 DHC	地域冷暖房システムに創エネ、省エネ、蓄エネ、エネマネの4つの視点で行う事業を評価	2-6に記載		
	パシフィコ 横浜	地域冷暖房のエネルギー利用と自立エネルギーシステムの両立によるエネルギー利用の効率化と、非常時のエネルギー確保を検討	2-7に記載		
	鶴見地区	工業用需要家への熱供給と、業務用需要家への電力供給に向けたCGS導入による効率的なエネルギーの利用を検討	2-8に記載		
	その他地域	横浜市内の各地域で効率的なエネルギー利用を実現するエネルギーマネジメント導入の検討	2-9に記載		

## 2-4 エネルギーマネジメントの効果

都市型エネルギーマネジメントシステム未導入の場合、個別事業の対象をピックアップするには施設の竣工年度、空調・熱源機器等の導入・更新年度等から個別事業候補となる施設、エリアを選別し、施設、エリア毎に機器別のエネルギー消費量を調査した上で省エネ効果及び事業性を判断し、省エネルギーに繋がる提案を行う必要があった。

これに対し、都市型エネルギーマネジメントシステムを導入することにより、省エネ、低炭素機器を導入する個別事業候補を選定する事が可能である事を確認した。

## 2-5 詳細説明

総括事業では、以下3つの事業内容を都市型エネルギーマネジメントと位置づけ、横浜市におけるエネルギーデータの収集・分析・評価により、省エネ提案が可能なエリアや施設を抽出し、エネルギー供給事業に繋げることが可能かどうかを調査した。

### ①地域エコ事業（エネルギーデータの収集・分析・評価）

#### a. エネルギーデータの収集

地域エコ事業では、施設のエネルギーデータ収集について、横浜市が所有するデータを中心に分析を行う事とした。なお、収集データについては、総括事業の対象範囲拡大に伴い、横浜市内の民間事業者におけるエネルギーデータも随時収集対象とする。

今回の調査では、横浜市の協力のもと、横浜市所有の公共施設に関するエネルギーデータ(電気、ガス、水、熱等)、建物情報(規模、用途、面積等)、設備情報(熱源機器、空調機器等)を可能な範囲で受領し、建物単位のエネルギー消費実態について、用途別、規模別、設備方式別などの断面で分類・評価を行った。対象施設を、表 2.5.1 に示す。

表 2.5.1 調査対象施設一覧

用途	No	施設名	延床面積(m)	竣工年度	用途	No	施設名	延床面積(m)	竣工年度
地域 ケア プラザ・ 地区 センター	1	A地区センター（併設）	10,765	1996	博物館・ 博物館	1	A博物館	9,269	1994
		A地域ケアプラザ（併設）	10,765	1996		2	B図書館	30,764	1995
	2	C地域ケアプラザ	1,368	2005		3	C図書館	4,433	1976
	3	B地区センター（併設）	9,993	1993		4	D図書館	5,054	1995
		B地域ケアプラザ（併設）	9,993	1993		5	E図書館	24,565	1999
	4	D地域ケアプラザ	6,568	2006	消防署	1	A消防署（総合庁舎）	30,764	1994
	5	C地区センター	1,824	1982		2	B消防署	2,374	1994
	6	E地域ケアプラザ	650	2011		3	C消防署	2,496	2001
	7	D地区センター	2,872	2001		4	D消防署	1,605	1974
	8	A地域ケアプラザ	1,099	2002		5	E消防署（総合庁舎）	22,881	1996
	資源選別 センター	9	A地区センター	7,917	1978	6	A資源選別センター	6,463	1998
		10	B地域ケアプラザ	2,930	1997	7	A処分地	363	1973
		11	B地区センター	4,953	1989	8	A廃棄物最終処分場	873	1993
		12	C地域ケアプラザ	5,233	1994	1	A資源回収センター	190	1991
		13	C地区センター	1,822	1996	2	A輸送事務所	2,503	1991
14		D地域ケアプラザ	1,240	1999	4	B処分地	7,328	1985	
15		E地域ケアプラザ	1,071	2003	5	B輸送事務所	1,883	1987	
病院	1	A病院	74,148	2003	6	B資源選別センター	4,434	1995	
	2	B病院	38,738	1998	プール	1	Aプール	10,965	1984
	3	C病院	43,288	1986		2	Bプール	5,880	1974
精神障害者 支援 センター	1	A精神障害者生活支援センター	2,568	1998		3	Cプール	4,329	2002
	2	B精神障害者生活支援センター	1,977	2005		4	Dプール	5,585	1980
	3	C精神障害者生活支援センター	1,978	2011		5	Eプール	5,059	1976
	4	D精神障害者生活支援センター	1,719	2001	水再生 センター	1	A水再生センター	34,643	1972
	5	E精神障害者生活支援センター	1,829	2000		2	B水再生センター	38,622	1977
老人 ホーム	1	A養護老人ホーム	22,880	1967		3	C水再生センター	46,384	1968
	2	B養護老人ホーム	22,880	1967		4	D水再生センター	26,947	1984
	3	C養護老人ホーム	4,480	1962					
	4	D養護老人ホーム	3,924	1997					
	5	E養護老人ホーム	6,000	1979					

対象施設の建物情報及びエネルギー情報の概要について、表 2.5.2 に示す。エネルギー情報のデータについては、エネルギーを消費する設備機器が建物によって異なることから、電力や都市ガスといったエネルギー種の数様々となっている。

表 2.5.2 対象施設の建物情報及びエネルギー情報概要

◇建物情報	
建物名称	記号付記（所在地などの情報無し）
建物用途	9用途（①地域ケアプラザ・センター、②病院、③障害者支援センター、④老人ホーム、⑤図書館・博物館、⑥消防署、⑦資源選別・回収センター等、⑧プール、⑨水再生センター）
建物規模	延床面積（全体のみ）
竣工年度	建物の竣工年
◇エネルギー情報	
電力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昼間電力(kWh/月)、夜間電力(kWh/月)</li> <li>・電力合計(kWh/月)・・・上記合計</li> <li>・常用自家発電&lt;昼間&gt;(kWh/月)、常用自家発電&lt;夜間&gt;(kWh/月)</li> <li>※非常用除く、燃料を使用するもの</li> </ul>
都市ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市ガス13A低圧(m<sup>3</sup>/月)、都市ガス13A中圧(m<sup>3</sup>/月)</li> <li>・都市ガス(ガス機関) (m<sup>3</sup>/月)・・・上記内数</li> </ul>
灯油	・灯油(ディーゼル機関) (L/月)
重油	・A重油(ディーゼル機関)(L/月)
軽油	・軽油(ディーゼル機関) (L/月)
液化石油ガス	・液化石油ガス (L P G) (m <sup>3</sup> /月)
揮発油	・揮発油 (ガソリン) (L/月)
地域冷暖房	・DHC温水 (MJ/月)、DHC冷水 (MJ/月)
麻酔剤 (笑気ガス)	・麻酔剤 (笑気ガス) の使用量 (kg)
水	・水使用量 (m <sup>3</sup> /月)
下水等処理量	・終末処理場での下水等の処理量 (m <sup>3</sup> /月)

①-a で収集したデータについて一次エネルギー消費量を図 2.5.1 のように比較した。なかでも表 2.5.3 及び図 2.5.2 に示すように、受領データ全 55 施設のうち、水再生センター：52%、病院：31%を占めており、これらの建物用途において全体の約 80%超を占めていることが分かる。

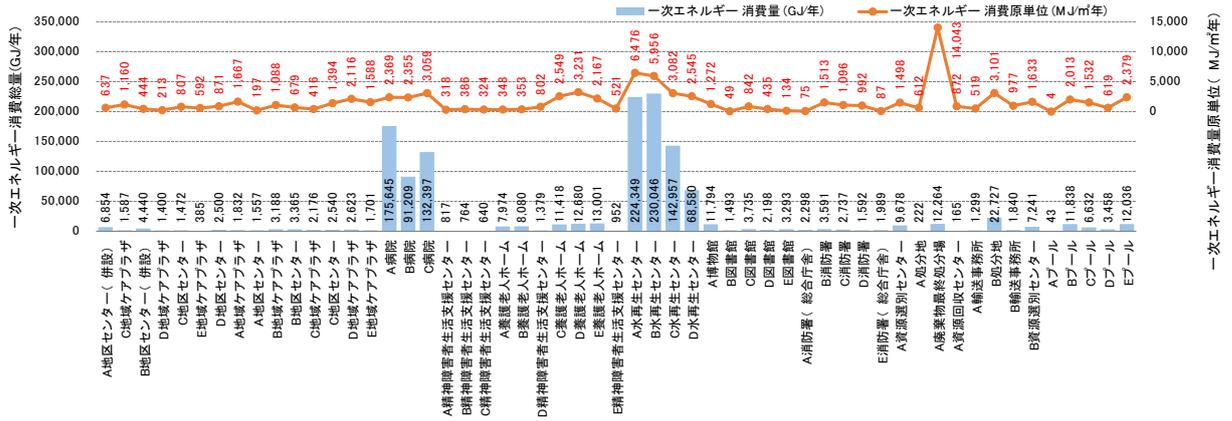


図 2.5.1 施設ごとの一次エネルギー総量

表 2.5.3 用途別一次エネルギー総量の合計とその全体構成比率

用途名称	一次エネルギー総量 (GJ/年)	構成比率
水再生センター	665,933	51.8%
病院	399,250	31.1%
資源選別センター	55,437	4.3%
養護老人ホーム	53,152	4.1%
地域ケアプラザ・地区センター	37,620	2.9%
プール	34,007	2.6%
図書館・博物館	22,513	1.8%
消防署	12,206	1.0%
精神障害者支援センター	4,553	0.4%
合計	1,284,670	100.0%

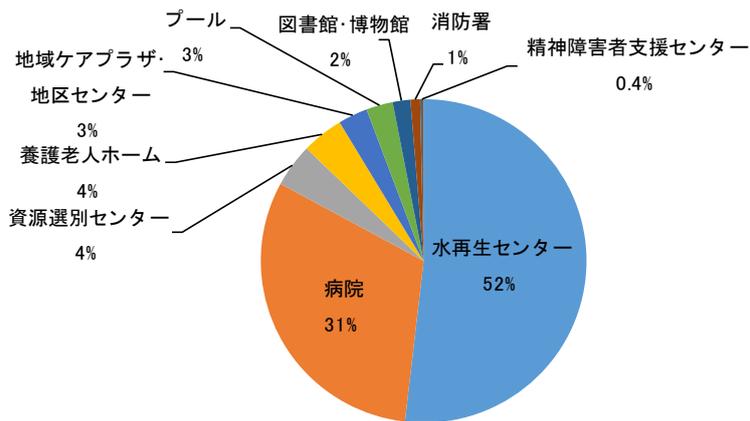


図 2.5.2 用途別一次エネルギー総量の合計とその全体構成比率

## b.用途別の分類

ここでは一般的なエネルギーマネジメント(以下、エネマネ)手法が適用できる施設と適用できない施設に施設を分類する。一般的なエネマネ手法とは一般建築設備である熱源設備・空調設備・照明設備等の運用改善を行うことによってエネルギー消費を合理化することと定義する。

表 2.5.3 に示す 9 用途の施設のうち、水再生センター、プール、資源選別センターはエネルギー消費の多くが建物内の一部の特殊設備に偏って利用されていると考えられる。例えば、水再生センターでは水の浄化プラントやそれに付随するポンプでのエネルギー消費が大半であり、プールでは屋内プールであればプールの加温設備にエネルギーの多くが費やされると考えられる。これらの建物においてはそれらの設備に制約を与えて運転を行うことが困難で、一般的なエネマネ手法の適用よりも、特殊設備のリプレースによる効率化が最も効果的なエネルギー削減の方法であると考えられる。

また、DECC（非住宅建築物の環境関連データベース）においても水再生センター、プール、資源選別センターと類似用途のカテゴリーが存在しないため、エネマネの際のベンチマーク等の目標値の設定も困難であることがわかる。

このことから本検討においては、受領した 55 施設のデータのうち 38 施設（表 2.5.4 における網掛け以外の施設）が一般的なエネマネ手法の適用が容易な施設と判断できる。

表 2.5.4 施設の用途分類

用途	No	施設名	延床面積(m <sup>2</sup> )	竣工年度	用途	No	施設名	延床面積(m <sup>2</sup> )	竣工年度
地域 ケア プラザ・ 地区 センター	1	A地区センター（併設）	10,765	1996	博物館・ 博物館	1	A博物館	9,269	1994
		A地域ケアプラザ（併設）	10,765	1996		2	B図書館	30,764	1995
	2	C地域ケアプラザ	1,368	2005		3	C図書館	4,433	1976
	3	B地区センター（併設）	9,993	1993		4	D図書館	5,054	1995
		B地域ケアプラザ（併設）	9,993	1993		5	E図書館	24,565	1999
	4	D地域ケアプラザ	6,568	2006	消防署	1	A消防署（総合庁舎）	30,764	1994
	5	C地区センター	1,824	1982		2	B消防署	2,374	1994
	6	E地域ケアプラザ	650	2011		3	C消防署	2,496	2001
	7	D地区センター	2,872	2001		4	D消防署	1,605	1974
	8	A地域ケアプラザ	1,099	2002		5	E消防署（総合庁舎）	22,881	1996
	9	A地区センター	7,917	1978	資源選別 センター	6	A資源選別センター	6,463	1998
	10	B地域ケアプラザ	2,930	1997		7	A処分地	363	1973
	11	B地区センター	4,953	1989		8	A廃棄物最終処分場	873	1993
	12	C地域ケアプラザ	5,233	1994		1	A資源回収センター	190	1991
	13	C地区センター	1,822	1996		2	A輸送事務所	2,503	1991
14	D地域ケアプラザ	1,240	1999	4		B処分地	7,328	1985	
15	E地域ケアプラザ	1,071	2003	5	B輸送事務所	1,883	1987		
病院	1	A病院	74,148	2003	プール	6	B資源選別センター	4,434	1995
	2	B病院	38,738	1998		1	Aプール	10,965	1984
	3	C病院	43,288	1986		2	Bプール	5,880	1974
精神障害者 支援 センター	1	A精神障害者生活支援センター	2,568	1998	3	Cプール	4,329	2002	
	2	B精神障害者生活支援センター	1,977	2005	4	Dプール	5,585	1980	
	3	C精神障害者生活支援センター	1,978	2011	5	Eプール	5,059	1976	
	4	D精神障害者生活支援センター	1,719	2001	水再生 センター	1	A水再生センター	34,643	1972
	5	E精神障害者生活支援センター	1,829	2000		2	B水再生センター	38,622	1977
老人 ホーム	1	A養護老人ホーム	22,880	1967		3	C水再生センター	46,384	1968
	2	B養護老人ホーム	22,880	1967		4	D水再生センター	26,947	1984
	3	C養護老人ホーム	4,480	1962					
	4	D養護老人ホーム	3,924	1997					
	5	E養護老人ホーム	6,000	1979					

凡例

	一般建築設備(熱源、空調、照明等設備)によるエネマネ手法の適用が容易と思われる施設(事務所、病院、ケア施設等)
	特殊設備によるエネルギー消費が大半で一般建築によるエネマネ手法が困難(廃棄物処理施設、プール、水再生センター等)

c. エネルギーマネジメント手法の検討方針

横浜市より受領し確認したデータに基づいて、評価・分析並びに手法の実施展開が可能な内容を整理し管理レベル分けに関するフローを検討した。このフローに倣い受領データを分析することにより、地域エネマネの評価手法において想定した手法の適用が可能か検証を行うこととする。

具体的には、施設のエネルギー消費の大小、エネルギー消費密度の大小から分類し、ある一定のしきい値を設定して、4つの象限（管理レベル）に分類することにより、エネルギー消費の特性に応じたエネマネ手法を検討することとする。

また本検討では、公共施設のデータのみを受領することが可能であったが、地域エネルギーマネジメントに関する検討主旨として、公共、民間に係わらず多くの建物に適用が可能なエネマネの評価分析手法の確立を目的としているため、公共及び民間施設の特徴に応じて検討を進めることとする。

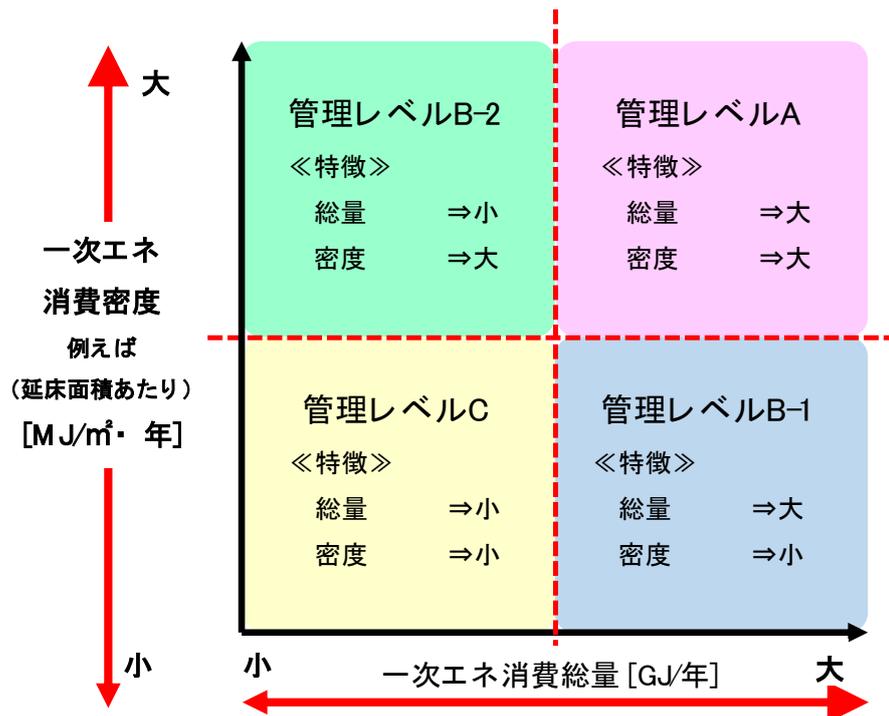


図 2.5.3 管理レベル分けのイメージ

d. 建物全体の年間一次エネルギー消費量と消費密度による管理レベル分け

本節では建物における年間一次エネルギー消費量と消費密度(延床面積当たりの一次エネルギー消費量)によって、用途別分類上、一般的なエネマネ手法が容易と分類した 38 施設の管理レベル分けを行う。

各施設の年間エネルギーデータを元に、横軸を一次エネルギー消費量[GJ/年]、縦軸を延床面積当たりの一次エネルギー消費量原単位[MJ/m<sup>2</sup>・年]とした散布図上に各施設のデータをプロットし、施設を管理レベルごとに分類を行う。管理レベルのしきい値としては、公共施設には ESCO 事業の公募基準を用い、民間施設には民間事業者の ESP 事業の採否基準を用いることとする。なお、ESCO 事業については検討対象施設が横浜市の公共施設であるため、横浜市の公募基準を用いることとする。以下に公共施設及び民間施設の管理レベル分けのしきい値を示す。

- ・ 横浜市の ESCO 事業の公募基準

→延床面積 7,000 m<sup>2</sup>以上、一次エネルギー消費量 8,000GJ/年以上

上記の面積にて一次エネルギー消費原単位を換算し、1,143MJ/m<sup>2</sup>・年以上とする。

- ・ 民間事業者の ESP の基準

→延床面積 10,000 m<sup>2</sup>以上、一次エネルギー消費量 18,500GJ/年以上

上記の面積にて一次エネルギー消費原単位を換算し、1,850MJ/m<sup>2</sup>・年以上とする。

管理レベル分けの検討では、受領したデータが全て市有施設であるため、上に

示す横浜市 ESCO 基準に基づいてグループ分けを行うこととした。管理レベルは、図 2.5.4 に示すように A(総量：大、原単位：大)、B-1(総量：大、原単位：小)、B-2(総量：小、原単位：大)、C(総量：小、原単位：小)の 4 象限のグループ分けとした。

図 2.5.4 の緑線部分を拡大した図を 2.5.5、それぞれの施設を管理レベルに分類しリスト化したものを表 2.5.5 に示す。エネルギー消費総量及び密度が小さい建物が多くを占め、全 38 施設の中で、管理レベル C に分類されるものが、24 施設となった。また、エネルギー消費総量と密度が共に高い傾向にある管理レベル A に分類される施設としては病院、老人ホーム、博物館等の 7 施設となった。

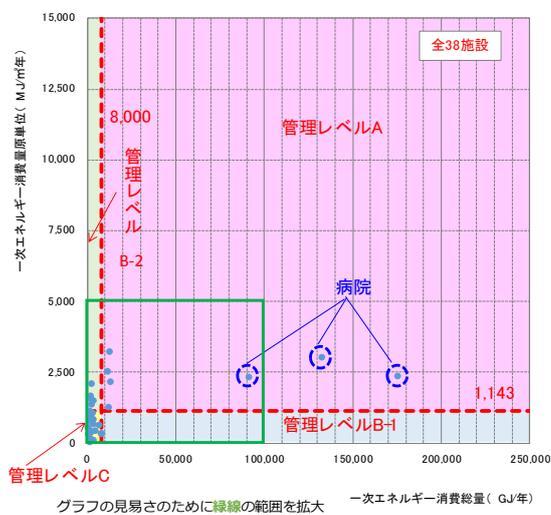


図 2.5.4 横浜市の ESCO 基準による管理レベル分け散布図

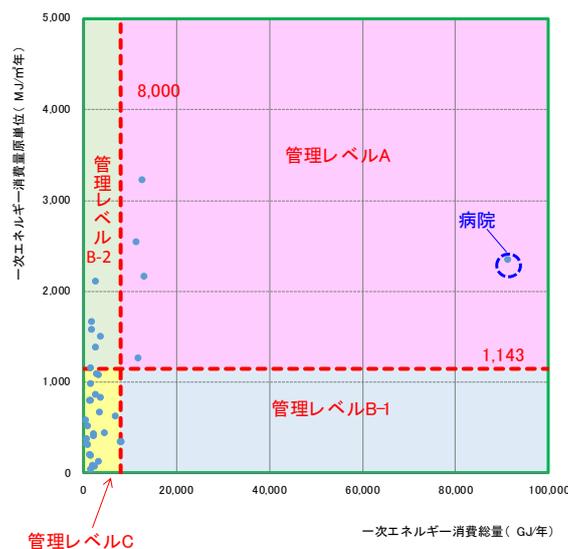


図 2.5.5 横浜市の ESCO 基準による管理レベル分け散布図 (拡大)

表 2.5.5 各管理レベルの施設リスト（横浜市 ESCO 基準）

No.	施設名称	一次エネルギー消費量 GJ/年	一次エネルギー消費原単位 MJ/m <sup>2</sup> ・年	管理レベル分け 横浜市ESCO基準	No.	施設名称	一次エネルギー消費量 GJ/年	一次エネルギー消費原単位 MJ/m <sup>2</sup> ・年	管理レベル分け 横浜市ESCO基準
管理レベルA					7施設				
1	A病院	175,645	2,369	A	4	C図書館	3,735	842	C
2	C病院	132,397	3,059	A	5	B地区センター	3,365	679	C
3	B病院	91,209	2,355	A	6	E図書館	3,293	134	C
4	E養護老人ホーム	13,001	2,167	A	7	B地域ケアプラザ	3,188	1,088	C
5	D養護老人ホーム	12,680	3,231	A	8	C消防署	2,737	1,096	C
6	A博物館	11,794	1,272	A	9	D地区センター	2,500	871	C
7	C養護老人ホーム	11,418	2,549	A	10	A消防署（総合庁舎）	2,298	75	C
管理レベルB-1					1施設				
1	B養護老人ホーム	8,080	353	B-1	11	D図書館	2,198	435	C
管理レベルB-2					6施設				
1	B消防署	3,591	1,513	B-2	12	C地域ケアプラザ	2,176	416	C
2	D地域ケアプラザ	2,623	2,116	B-2	13	E消防署（総合庁舎）	1,989	87	C
3	C地区センター	2,540	1,394	B-2	14	D消防署	1,592	992	C
4	A地域ケアプラザ	1,832	1,667	B-2	15	A地区センター	1,557	197	C
5	E地域ケアプラザ	1,701	1,588	B-2	16	B図書館	1,493	49	C
6	C地域ケアプラザ	1,587	1,160	B-2	17	C地区センター	1,472	807	C
管理レベルC					24施設				
1	A養護老人ホーム	7,974	348	C	18	D地域ケアプラザ	1,400	213	C
2	A地区センター（併設）	6,854	637	C	19	D精神障害者生活支援センター	1,379	802	C
3	B地区センター（併設）	4,440	444	C	20	E精神障害者生活支援センター	952	521	C
					21	A精神障害者生活支援センター	817	318	C
					22	B精神障害者生活支援センター	764	386	C
					23	C精神障害者生活支援センター	640	324	C
					24	E地域ケアプラザ	385	592	C

このように、受領した施設のデータを4象限に分類することで、エネマネ手法を重点的に検討すべき施設とそうでない施設を把握することができた。併せて管理レベルごとにエネルギー消費の傾向・特徴をとらえることにより、表 2.5.6 に示すような対策の方向性が見えてくることが分かった。

表 2.5.6 管理レベル分けと対策の方向性

管理 レベル	管理レベル分けによるポジショニング把握		対策の方向性の検討	
	エネルギー消費 量の傾向	特徴	対策の方向性	必要情報等
A	総量：大 原単位：大	省エネ施策の費用対効果が大きい。	ESP、ESCO 事業などの事業可能性検討	設備機器の稼働データの把握等
B-1	総量：大 原単位：小	省エネ施策の費用対効果が小さい。 施設規模が大きい建物。	運用改善対策の可能性検討	設備運用の実態把握等
B-2	総量：小 原単位：大	使用時間の多い機器などを保有している建物 原単位改善対策が有効	エネルギー消費の多い設備機器に関する改善・更新対策の可能性検討	高稼働機器の把握等
C	総量：小 原単位：小	費用対効果が得られにくい	ZEB 化に向けた可能性検討	建築情報を用いた創エネ検討等

#### e.月別エネルギーデータの分析

ここまで分類した管理レベルごとのエネマネ手法をさらなる検討材料とするため、月別のエネルギーデータを分析し、エネルギー種別ごとの消費量構成比率などから、空調や給湯といった熱源機器が消費するエネルギー量を推計することとした。推計においては、以下①～④に示す4つのグループに分類することで、年間消費量では把握できなかった施設の特徴を整理することとする。本検討は、特に管理レベルAを対象施設として、エネルギーサービス事業等を検討する際に年間の熱需要を把握する手法として有効であると考えられる。

- ①電気熱源が主体の建物
- ②ガス熱源が主体の建物
- ③電気+ガス熱源を併用した建物
- ④DHCからの熱供給

推計にあたって、施設の分類や熱需要の推計に関する前提条件を示す。また、この前提条件をフロー図として整理したものを図 2.5.6 に示す。またこの推計フローに従って、各施設の熱源種別を想定・分類した結果について、表 2.5.7 にその一覧を示す。

#### 【施設の分類について】

- ・都市ガスの消費構成比率が数%とほとんどガスを利用していない施設は、電気熱源が主体の施設と分類した。
- ・表 2.5.7 に示す建物用途別のエネルギー消費量内訳比率から、どの用途においても熱源のエネルギー消費量内訳比率が30%前後であることから、都市ガスの一次エネルギー消費量の構成比率が30%以上の施設は、ガス熱源が主体の施設と分類した。
- ・DHCからの熱供給を受入れている施設は本検討で対象とした建物が何れも冷水及び温水の受入れを行っている。温水については温度帯の高い高温水を供給して暖房及び給湯で使用されることもあるが、一般的には暖房用途での利用が多いため、DHCからの供給熱量分そのものを冷暖房によるエネルギー消費量と想定した。
- ・上記以外の施設は電気とガス熱源を併用した施設と分類した。

#### 【熱源設備(空調・給湯)でのエネルギー消費量の推計について】

- ・熱需要の推計方法は、建物のエネルギー消費の中で照明、給湯、衛生、昇降機などの消費エネルギー量は季節によって大きく変動することは無いと考え、月の消費量の変動分を空調によるエネルギー消費量としてとらえる。具体的にはエネルギー消費が最低となる中間期の月は、空調によるエネルギー消費が最も小さくなる傾向にあるため、最低月における空調熱源のエネルギー消費をゼロと想定し、各月の最低月からの変動量の積算値を空調熱源にお

けるエネルギー消費量と推計した。

- ・ガス熱源が主体の施設における熱需要の推計においては、建物内において都市ガスは大半が空調熱源もしくは給湯等の熱に変換されて利用されていると想定し、都市ガスのエネルギー消費量は、空調熱源と給湯熱源によるエネルギー消費を合わせたものと想定した。

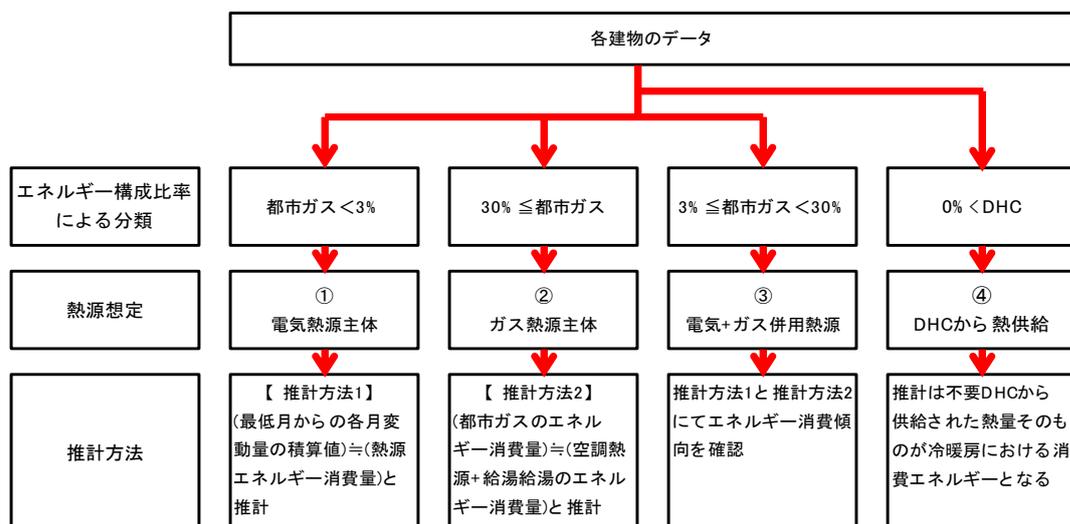


図 2.5.6 エネルギー消費構成比率による熱源構成ごとの分類

表 2.5.7 建物用途別エネルギー消費量内訳比率

建物用途	熱源	熱搬送	給湯	照明	コンセント	動力	その他	冷蔵	合計
事務所	31.1	12	0.8	21.3	21.1	8.6	5.1		100
ホテル	28.6	18.6	9.9	14.7	7.7	9.2	11.3		100
病院	32	12	18		21	11	6		100
スーパー	31.4	7.4	6.7	22	5.8	10.9	5.4	10.4	100
百貨店	30.6	9.2	3.2	28.9	11	9.8	2.2	5.1	100
平均	30.74	11.84	7.72		30.7	9.9	6	7.75	-

※照明、コンセントの平均値は照明及びコンセントを合算した値の平均値とした。

【出典】オフィス、商業施設、ホテル、病院の省エネルギーの各資料を参照（財団法人省エネルギーセンターHP）

表 2.5.8 エネルギー消費構成による熱源分類

No.	施設名称	電気 比率 %	ガス 比率 %	管理レベル 横浜市ESCO 基準	管理レベル 民間ESP 基準
電気熱源主体 4施設					
1	B地区センター（併設）	100%	0%	A	C
2	E地域ケアプラザ	99%	1%	C	C
3	A地区センター	100%	0%	C	C
4	A博物館	99%	1%	C	C
ガス熱源主体 19施設					
1	A地区センター（併設）	70%	30%	A	A
2	C地域ケアプラザ	45%	39%	A	A
3	B地域ケアプラザ	43%	57%	A	B-2
4	C地区センター	61%	39%	A	B-2
5	D地域ケアプラザ	34%	66%	A	B-2
6	E地域ケアプラザ	58%	42%	B-1	C
7	B病院	53%	47%	C	C
8	C病院	50%	50%	C	C
9	B精神障害者生活支援センター	54%	46%	B-2	C
10	C精神障害者生活支援センター	43%	57%	C	C
11	A養護老人ホーム	52%	48%	C	C
12	B養護老人ホーム	55%	45%	B-2	B-2
13	D精神障害者生活支援センター	66%	34%	B-2	C
14	C養護老人ホーム	49%	51%	B-2	C
15	D養護老人ホーム	50%	50%	B-2	C

No.	施設名称	電気 比率 %	ガス 比率 %	管理レベル 横浜市ESCO 基準	管理レベル 民間ESP 基準
16	E養護老人ホーム	48%	52%	C	C
17	E精神障害者生活支援センター	61%	39%	C	C
18	B消防署	55%	45%	C	C
19	C消防署	52%	48%	C	C
電気+ガス併用熱源 13施設					
1	D地域ケアプラザ	57%	27%	A	A
2	C地区センター	75%	25%	C	C
3	D地区センター	84%	16%	C	C
4	A地域ケアプラザ	84%	15%	C	C
5	B地区センター	71%	29%	C	C
6	C地域ケアプラザ	71%	29%	C	C
7	A病院	77%	23%	C	C
8	A精神障害者生活支援センター	73%	27%	C	C
9	C図書館	70%	30%	B-2	C
10	D図書館	81%	19%	C	C
11	E図書館	73%	27%	C	C
12	D消防署	74%	26%	C	C
13	E消防署（総合庁舎）	88%	12%	C	C
■DHC主体 2施設					
1	B図書館	65%	0%	C	C
2	A消防署（総合庁舎）	62%	5%	C	C

### e-1 電気熱源主体（推計方法1）

電気熱源が主体と分類された施設において月別のエネルギーデータを用い、空調熱源によるエネルギー消費量を推計することを目的として検討を行った。推計方法は、建物のエネルギー消費の中で照明、給湯、衛生、昇降機などの消費エネルギー量は季節によって大きく変動することは無いと考え、エネルギー消費が最低となる中間期の月は、空調熱源のエネルギー消費が最も小さくなりほぼゼロであると想定し、各月の最低月からの変動量の積算値を空調熱源におけるエネルギー消費量と推計した。

A 博物館を例に推計方法を図 2.5.7 に示す。棒グラフの青枠部分に示すエネルギー消費が最小となる5月からの各月の変動量を年間積算することでA博物館における空調熱源の年間エネルギー消費量を推計した。エネルギー消費量は全体の約35%を占め、約4,200GJ/年という推計結果となった。

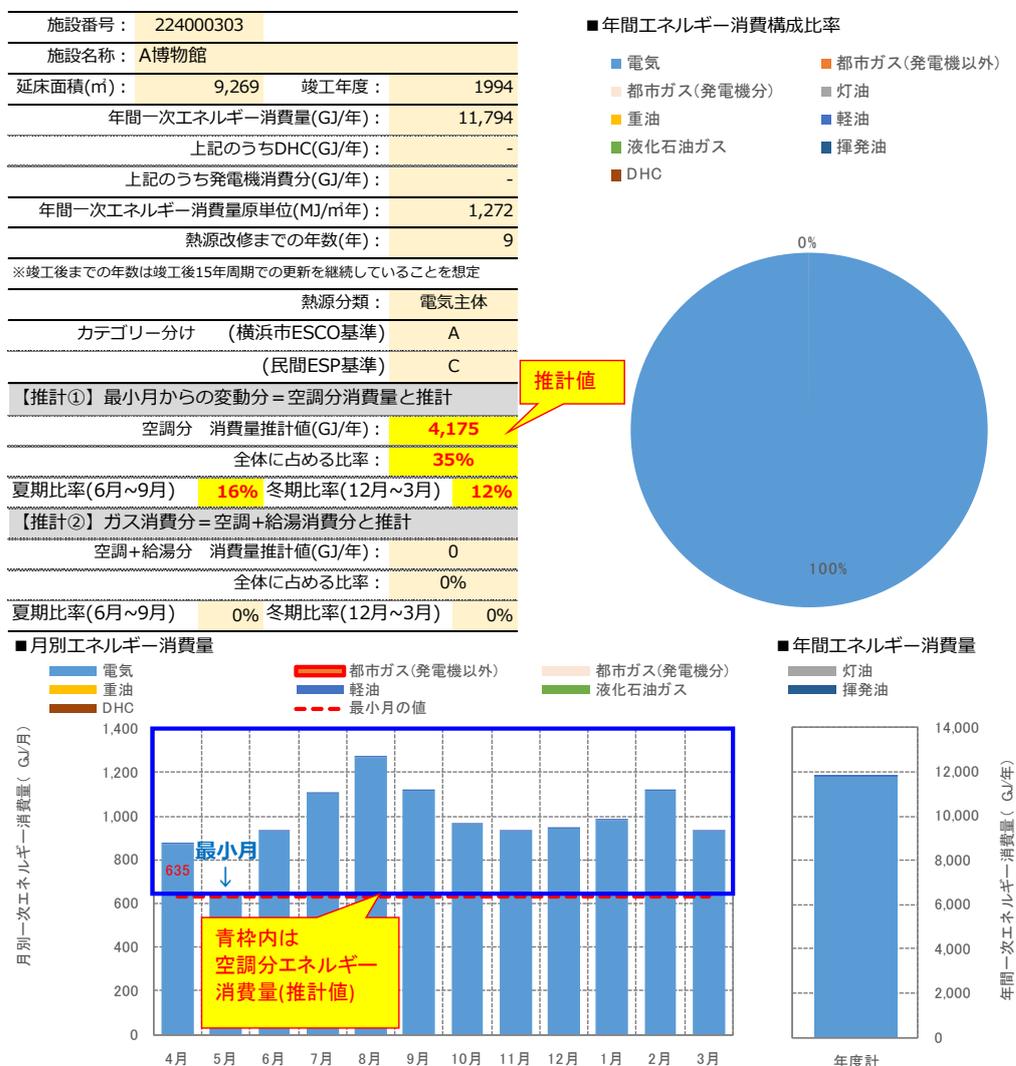


図 2.5.7 電気熱源主体の検討例

## e-2 ガス熱源主体(推計方法 2)

ガス熱源が主体と分類された施設において空調熱源及び給湯熱源における消費エネルギーを推計することを目的として検討を行った。ガス熱源が主体の施設における熱需要の推計においては、建物内において都市ガスは大半が空調熱源もしくは給湯等の熱に変換されて利用されていると想定し、都市ガスのエネルギー消費量は、空調熱源と給湯熱源によるエネルギー消費を合わせたものと想定した。

B病院を例に推計方法を図 2.5.8 に示す。各月の使用量を示す棒グラフに示すガスの消費量を年間積算することで B 病院における空調及び給湯熱源のエネルギー消費量を推計した。空調及び給湯熱源のエネルギー量は全体の約 39%を占め、約 35,000GJ/年という推計結果となった。

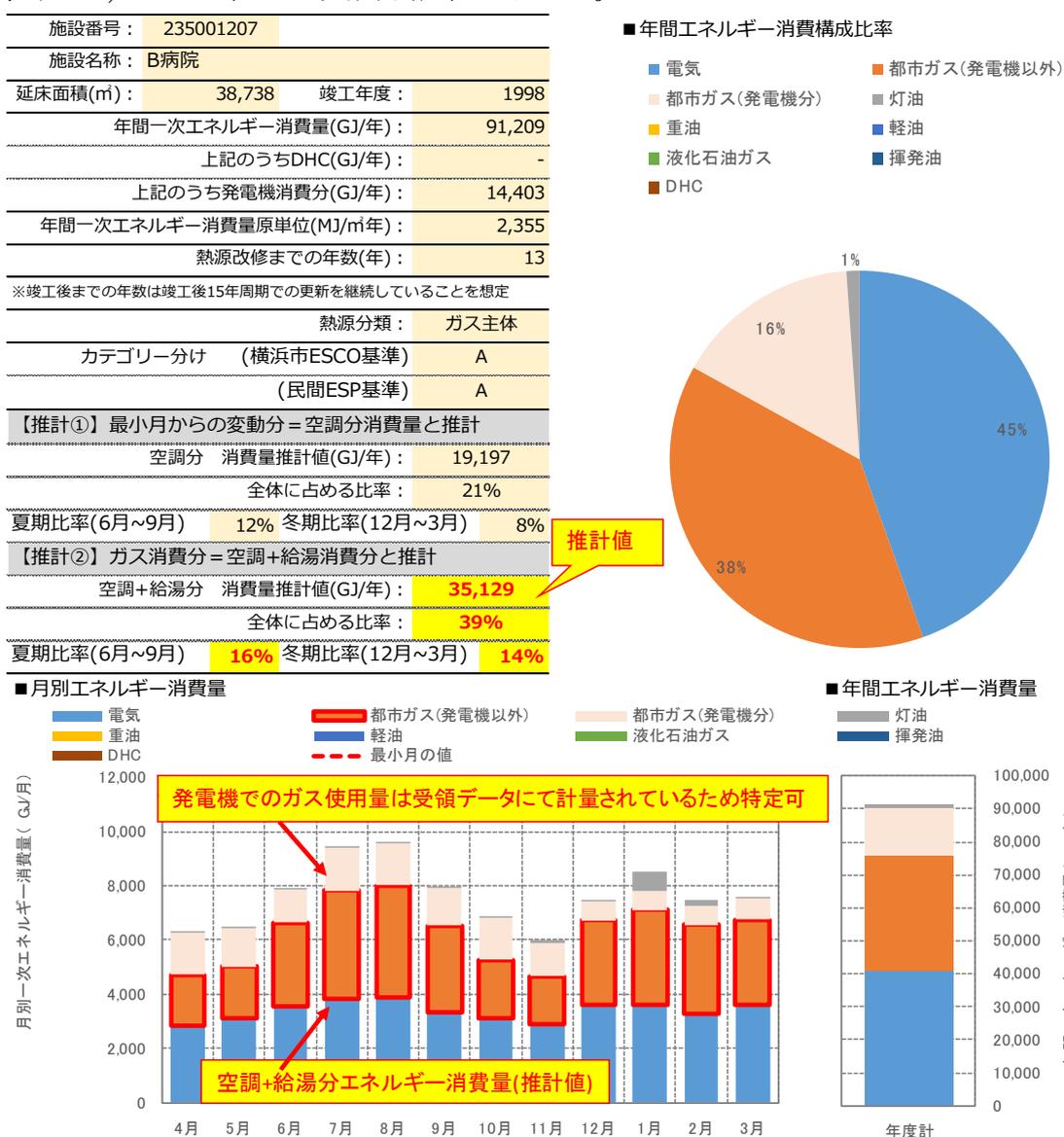


図 2.5.8 ガス熱源主体の検討例

## ② 省エネ提案事業

4象限による管理レベル分けと、月別エネルギーデータ分析により、省エネの提案が可能な事業候補を検討し、次の3事業を導いた。

### a. ESP 事業提案の可能性のある候補の抽出(管理レベルA)

前節における管理レベル分けのしきい値を民間の ESP 基準に変更することで ESP 事業提案の可能性のある候補を抽出することを目的とする。結果を図 2.5.9 及び図 2.5.10 に民間事業者の ESP 基準による管理レベル分け散布図を示す。またそれぞれの施設の管理レベル分けをリストにしたものを表 2.5.9 に示す。ここで管理レベル A に分類される施設はエネルギー消費量及び消費原単位共に基準値よりも高く、ESP 事業提案の可能性が有ると言える。

本検討で管理レベル A に該当する施設は3施設のみで全て病院用途である。ある一定規模以上の病院の傾向としてはエネルギー消費総量及び消費原単位共に高くなるため、管理レベル A に分類されやすい、つまり、ESP 事業のターゲットになりやすい用途であるといえる。

今後、検討データが、公共施設のみでなく民間施設も含めての検討となると、全体のプロット数も増加するため、管理レベル A に分類される施設は増加し、事業対象となる施設も増加すると考えられる。

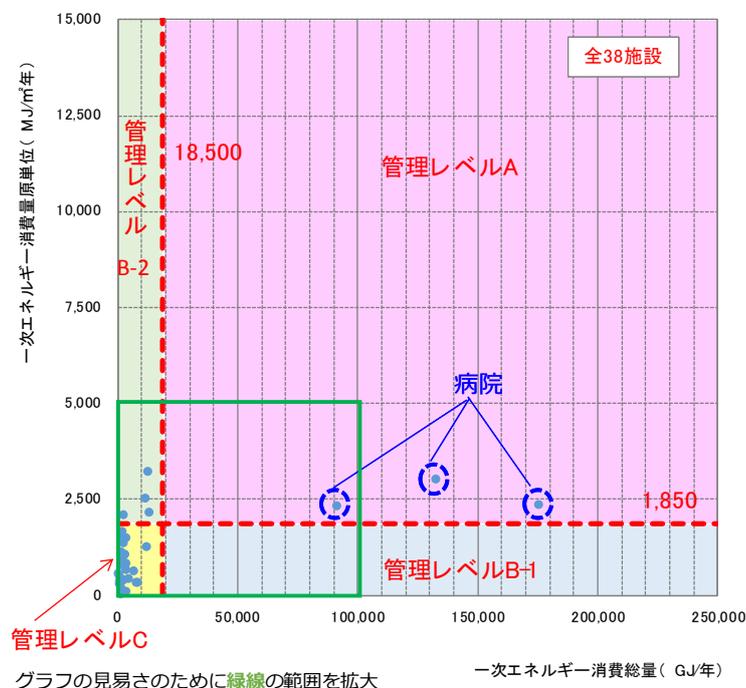


図 2.5.9 民間事業者の ESP 基準による管理レベル分け散布図

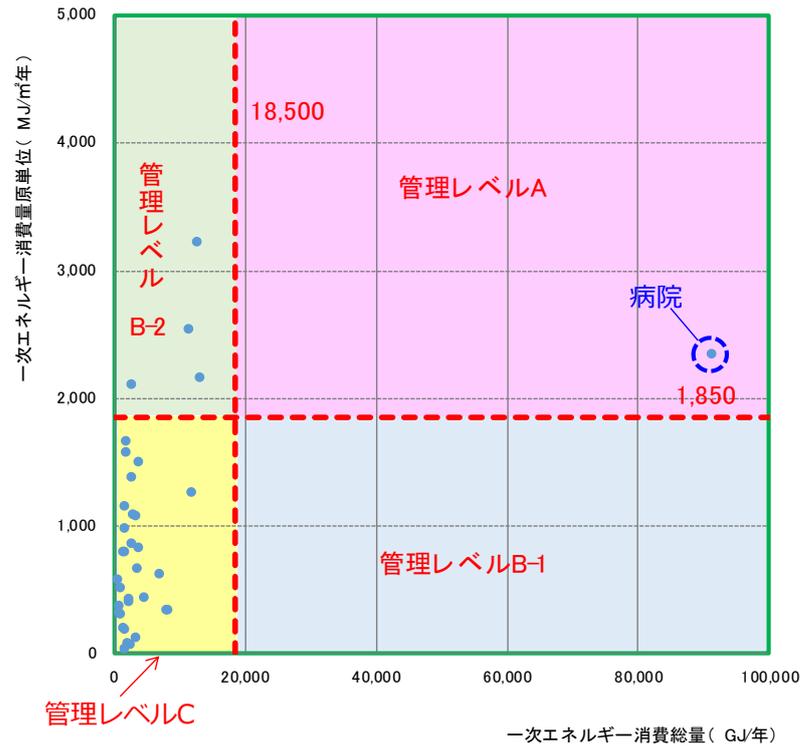


図 2.5.10 民間事業者の ESP 基準による管理レベル分け散布図 (拡大)

表 2.5.9 管理レベル A の施設リスト (民間事業者 ESP)

No.	施設名称	一次エネルギー消費量 GJ/年	一次エネルギー消費原単位 MJ/m <sup>2</sup> ・年	管理レベル分け 施設ESP基準
	管理レベルA			3施設
1	A病院	175645	2369	A
2	C病院	132397	3059	A
3	B病院	91209	2355	A

b. ZEB化事業提案の可能性のある候補の抽出(管理レベル C)

本節では管理レベル C の中で ZEB 化の可能性の高い一次エネルギー消費量及び一次エネルギー消費原単位が低い建物を抽出し、ZEB 化の可能性を検討する。検討にあたり、ZEB 化の可能性の高い建物のエネルギー消費量及び密度のしきい値として、文献値が乏しいことから、一次エネルギー消費量が 1,000GJ/年未満、一次エネルギー消費原単位が 500MJ/m<sup>2</sup>・年未満と仮に設定した。このしきい値については、今後、建物のデータ数の増加と共に ZEB 化事業の実証等が進めば、そこで得られた知見により置き換えていくことが望ましい。図 2.5.11~図 2.5.13 に本検討で設定したしきい値に基づき、ZEB 化の可能性が高い建物を抽出する過程を示す。また、この過程により抽出された施設は、図 2.5.13 に示す通り、全 38 施設のなかで 3 施設が対象となった。

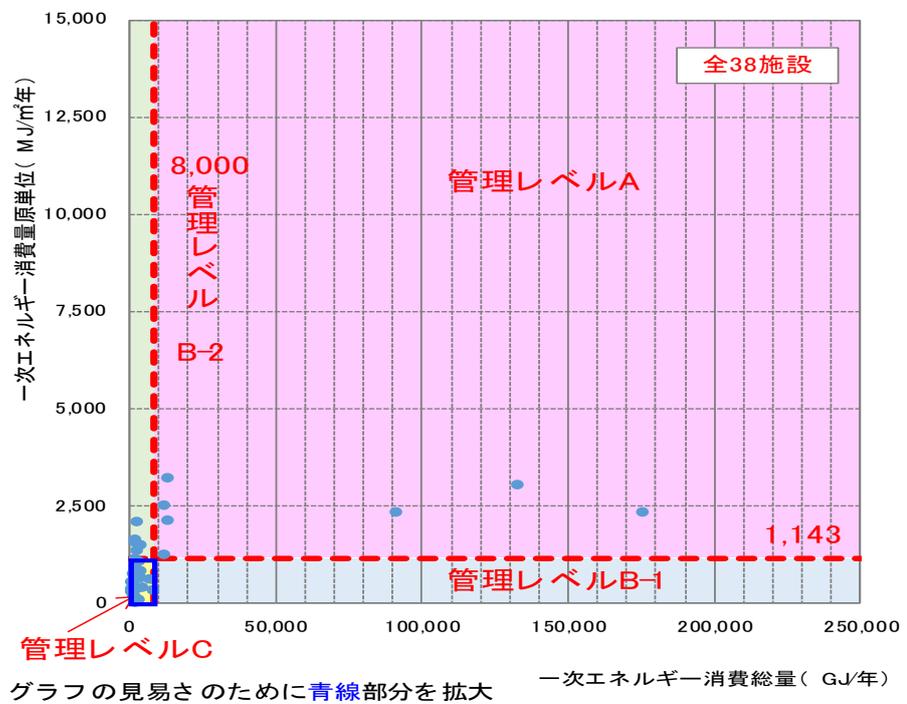
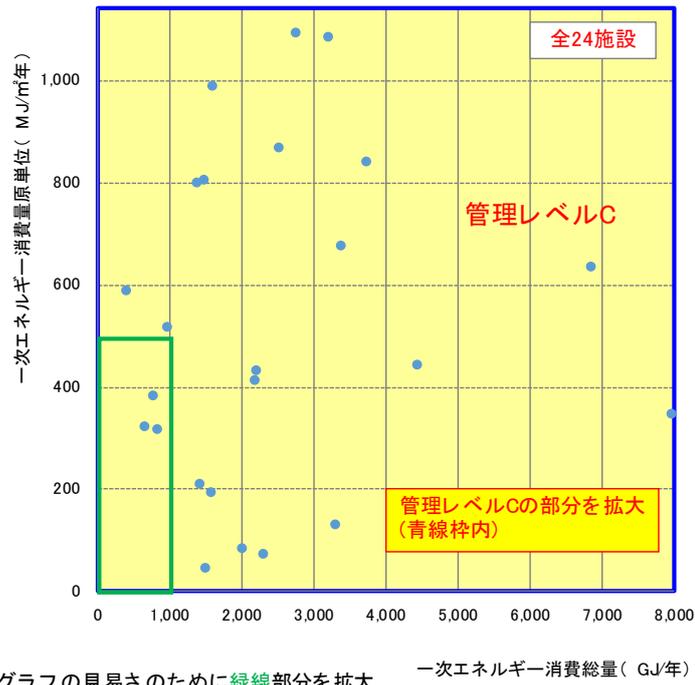


図 2.5.11 ZEB 化の可能性の高い建物の抽出過程(1)



グラフの見易さのために緑線部分を拡大

図 2.5.12 ZEB 化の可能性の高い建物の抽出過程(2)

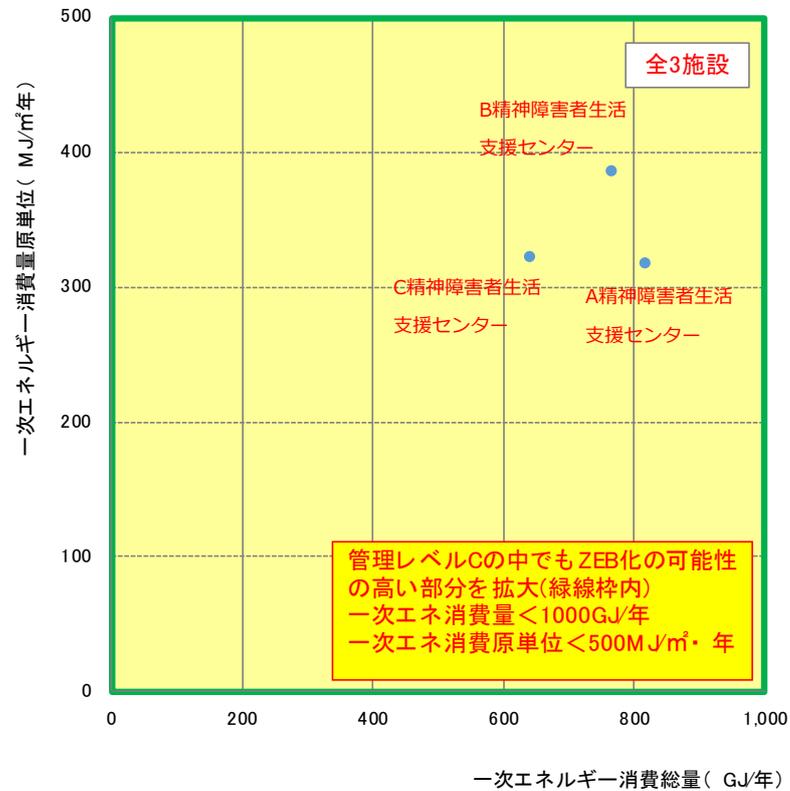


図 2.5.13 ZEB 化の可能性の高い建物の抽出過程(3)

抽出した3施設に対して、再生可能エネルギーを利用した創エネルギー設備の利用により、エネルギー収支がネットでゼロとなるか検討する。具体的には、施設の建築面積を屋根面積と仮定し、創エネルギー設備として太陽光発電パネルを想定、発電した電力量と建物でのエネルギー消費量を比較し、エネルギー収支の確認を行う手順で検討した。太陽光発電パネルの発電量の算定条件を表 2.5.10 に示す。

ここで、太陽光発電パネルの設置係数については室外機、冷却塔等の設置面積を考慮し、設置係数を0.5とし、建築面積(≒屋上面積)の約5割程度の太陽光パネルが設置可能と仮定した。また、太陽光パネルの効率は市場に出回っている製品の効率を加味し、一般的な値を想定した。

表 2.5.10 太陽光パネル発電量算出条件

項目	設定値	単位	備考
設置係数	0.5	-	屋根面積の半分程度は設置が可能と想定した。
発電出力当たりの太陽光パネル年間発電量	1000	kwh・年/kw	一般的な値を想定した。
発電出力当たりの太陽光パネル面積	7	m2/kw	一般的な値を想定した。
発電量 一次エネルギー換算係数	9.76	MJ/kwh	省エネ法の全日平均とした。

検討結果を表 2.5.11 及び図 2.5.14 に示す。太陽光パネルにて発電した電力量を一次エネルギー換算した値を表 2.5.11 に「生成量」として示すが、建物での一次エネルギー消費量に対する生成量の割合は、約5~7割と高い値を示し、ZEBに近いグレードの建物であると言える。本検討のような簡易な検討では、生成量と消費量の収支がネットでゼロとなるZEBではないと判断されるが、建物を詳細に調査することで、太陽光パネルの設置場所の精査や追加で設置できる場所(外壁及び外構等)の検討等により設置面積をさらに確保できる条件が整えば、ZEB化の実現可能性はあると想定される。

表 2.5.11 ZEB化検討結果

建物名称	延床面積 ㎡	建築面積 ㎡	竣工年 年	一次エネルギー				生成量/ 消費量 * 100 (想定) %	太陽光パネル 面積 (想定) ㎡
				消費量 (実績) GJ/年	消費量原単位 (実績) MJ/㎡・年	生成量 (想定) GJ/年	生成量原単位 (想定) MJ/㎡・年		
A精神障害者生活支援センター	2,568	795	1,998	817	318	554	216	68%	398
B精神障害者生活支援センター	1,977	596	2,005	764	386	415	210	54%	298
C精神障害者生活支援センター	1,978	507	2,011	640	324	353	179	55%	253

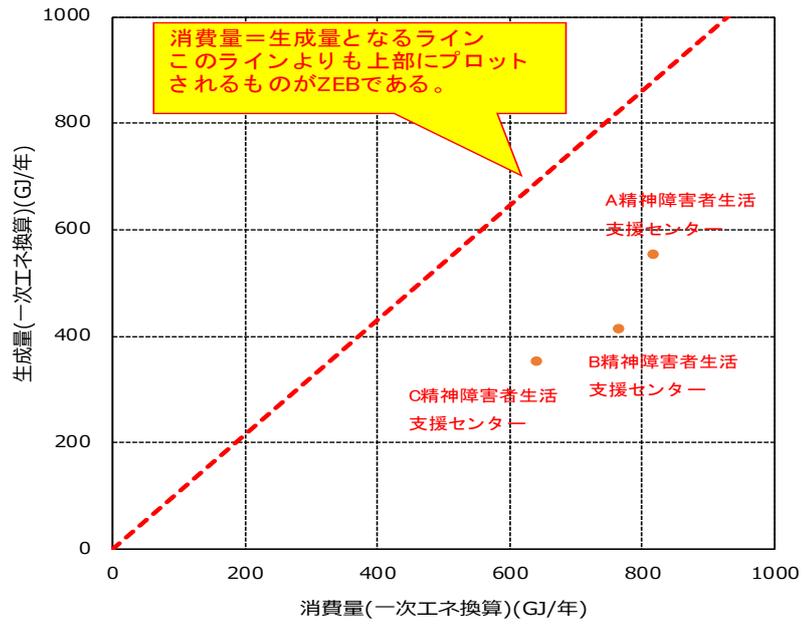


図 2.5.14 Z E B 化検討結果