

災害時の自律性を確保する拠点区域選定のための地域分類 — 横浜市の公共的施設を対象とした調査分析 —

Clustering Distributed Self-sustaining Zones for Disaster Management
- Research and Analysis of Public Facilities in Yokohama City -

○稲垣 景子¹, 佐土原 聡¹

Keiko INAGAKI¹ and Satoru SADOHARA¹

¹横浜国立大学大学院 環境情報研究院

Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

It is important to construct distributed self-sustaining architectures or districts for preparing lifeline disruption caused by earthquake. In this study, public buildings and places, i.e. municipal government offices, hospitals, schools, or public halls, are selected as candidate for distributed self-sustaining architecture in national capital region, Japan. We researched and spatial analyzed the existing public facilities and places in 1709 areas, the entire area of Yokohama City is divided into. Furthermore, we classified the areas into some categories. As a result, the method of urban clustering with energy demand property as an index was proposed for constructing and maintaining distributed self-sustaining zone for earthquake disaster reduction in urban area.

Keywords : *lifeline disruption, distributed self-sustaining zone, public facilities, energy demand, water demand*

1. はじめに

首都直下地震は、今後 30 年以内の発生確率が高く、推定される被害も甚大であることから、その対策として「首都中枢機能の継続性確保」と「膨大な被害の軽減と対応」が求められている。また、首都直下地震対策大綱において「首都中枢機能は、特に発災後 3 日間程度の応急対策活動期においても、途絶することなく、継続性が確保されることが求められる」とされる¹⁾。災害応急対策を円滑に実施するためには、防災拠点⁽¹⁾となる庁舎、消防署、避難所となる文教施設などの公共施設等の機能維持が求められる。官庁施設の建築設備は、官庁施設の総合耐震計画基準において「大地震動後の人命の安全及び二次災害の防止が図られているとともに、大きな補修をすることなく、必要な設備機能を相当期間継続できること」が目標とされているが、対象は国の官庁施設であり、大綱における首都中枢機能のうち行政中枢とされるのは、中央省庁と都庁および駐日外国公館等であり^{2), 3)}、都道府県および市町村が所有または管理している防災拠点となる公共施設のうち、耐震性を有する施設は、全体の約 6 割である⁴⁾。「首都中枢機能の継続」とともに、「膨大な被害の軽減と対応」には、首都圏内各地域における拠点機能の継続性確保も重要な課題と考えられる。

首都直下地震のライフライン復旧目標日数（首都地域における政策目標）⁵⁾からも、応急対策活動期にライフラインが途絶する可能性もあり、機能維持には、建物構造の耐震性とあわせ、停電時の自家発電設備や断水時の貯水槽などライフライン途絶時の備えが求められる。また、上水道復旧まで灘区役所や須磨区役所では近隣の河川水を中央区役所では井戸水を汲み上げ利用していた⁶⁾。使用不能になった神戸市役所第 2 庁舎入居部局は、近隣

の施設に移転し業務を継続した⁷⁾。新潟県中越地震においても、山古志村、川口町、中里村、川西町などで庁舎の被害が大きく、しばらくは屋外の建物や別の建物で対応した⁸⁾。設備の導入に加え、近隣施設との空間や設備の共用、さらに河川等の周辺環境の活用も有用である。

成熟社会では、環境面・財政面からストックの活用が求められており、首都圏の全施設の性能を一律に向上することは現実的でなく、各地で既存施設を計画的に維持更新する必要がある。高性能な施設や設備を地区内で共有し、一定の性能を持続的に確保するとともに、各機関が平常時から連携する執務環境を創出できれば、災害対応時に相互連携を図る上でも有用と考えられる。既に建物間でのエネルギー設備の相互融通に関する研究^{9), 10)}も進められており、横浜市新横浜地区では、隣接する 3 棟の建物間で電気と熱を融通する ESCO 事業⁽²⁾も実施される^{11), 12)}など、複数施設での設備機器の共用は注目を集めている。各機関の入居施設が隣接し共用されることで、省エネルギー効果や経済効果が得られ、機関間の連携促進も期待される。地方公共団体等の都市づくり・まちづくり構想においても、今後、既成市街地の再開発事業や個別建物のリニューアルなどの機会に、近隣の建物所有者の連携・協力により、建物間融通型のエネルギーの面的利用⁽³⁾が進むことが期待されている。このような背景をふまえ、既往研究¹³⁾では、既存の都県市区庁舎建物を中核とし、周辺環境を活用しながら、隣接する公共施設と設備や空間を共用し、各地区で継続的に維持更新する仕組みが示されている。しかし、庁舎以外の施設が中核となるケースは検討されておらず、各地区のニーズも明らかにされていない。

また、施設が集中し都市活動が活発なエリアの機能が停止すると、膨大な被害（機能障害）が発生すると考え

られる。「膨大な被害の軽減と対応」に資するため、活動が活発なエリアでは、特に自立性を高める必要があり、当該地域を明らかにする必要がある。

以上をふまえ、本研究では、主に防災拠点とされる公共的施設を中核とし、その周辺に立地する施設および地域資源からなる区域を「拠点区域」と定義し、地区の機能維持に資する既存施設とその周辺環境を網羅的に把握し、災害時の自律性を確保する拠点区域選定のための地域分類を行う。

2. 研究の目的と流れ

本研究では、ライフライン途絶時も自律的に機能する拠点区域の構築を目指し、その構想段階において、都市を概観し、候補地選定の基本計画策定に資する基礎資料の作成および地域分類手法の提案を目的とする。

はじめに、横浜市域を研究対象とし、拠点地区を構成する中核施設を整理する。中核施設の候補として、公的な防災関係機関が入居する施設の立地と、業務担当範囲（施設圏域）を把握する。

次に、都市活動が活発なエリアを明らかにするため、各地区の活動量を「エネルギー需要量」を指標として町丁目単位で示し、公共的施設（中核施設）の周辺環境の現状を把握する。災害発生直後から復興に至る各フェーズにおいて優先されるべき業務（業種）は、平常時とは異なるが、エネルギー需要量の高い地域は、都市活動の活発なエリアと考えられ、首都圏の機能維持の重要度が高い地区と捉えられる。また、建物間でのエネルギー設備の相互融通可能性を検討する資料となると考えられる。

以上をふまえ、防災関係施設をはじめとした公共的施設が立地する地区のエネルギー需要特性から、地域を分類し、それぞれの地区で導入可能な拠点構築手法を提示する。さらに、活動量（エネルギー需要量）の大きい地区を対象に、各エリアで担う機能および周辺施設との連携による効果を整理し、関係機関との協働を促進できる空間的な施設間連携の防災面での有用性を例示する。

本研究では「エネルギー需要量」を指標に、拠点区域を構成する建築ストックを網羅的に整理し、拠点区域構築のニーズとポテンシャルを広域的に把握する結果が、基本計画を策定する際の基礎資料となりうると考えられ、さらに、各地区の整理・分類を通し、地域分類手法の提案を行う。

3. 防災関係施設の整理

震災時には、都県市の施設に被害が生じた場合、その代替施設が必要となる一方、他都市や自衛隊、防災関係機関、ボランティアなど多方面にわたり多くの応援者が参集し、その活動場所、宿泊場所などが必要となる。自治体が策定する地域防災計画には、震災発生時における施設等の利用についての基本的な考え方や、活動拠点となる施設が示されている。

そこで、横浜市域を対象に、発災直後の応急活動期に拠点として利用される計画のある公共施設群の位置関係を整理する。横浜市地域防災計画「応急対策」¹⁴⁾に記載のある主な施設を対象とする。横浜市の災害対策本部の組織図を図1に示す。

横浜市では、市災害対策本部が「市役所本庁舎」に、区災害対策本部が「区役所」に設置される。市庁舎が機能しない場合の代替・補完施設が複数指定されている。区庁舎も同様に、支援施設が指定されている。なお、必要に応じて災害現地またはその周辺の施設に現地対策本部を設置する。

各区では、区庁舎建物以外に利用される施設として、土木事務所、資源循環部（廃棄物処理）事務所、消防署・出張所、水道局地域サービスセンター（営業所）がある。これらの機関が区総合庁舎に同居するケースもあるが、土木事務所は区庁舎に併設されている例は少ない。車両が接道しやすい立地が求められることや、従来、区役所とは別組織であり、土木系部局の現地事務所であったことに起因する。一方、横浜市では、多くの消防署は公会堂とともに区庁舎近くに立地している。

庁舎や事務所以外にも、様々な施設・用地を転用し、応急活動の拠点として利用する計画となっている。地域防災計画¹⁴⁾、¹⁵⁾に記載のある災害時の拠点の種類と対象施設を表1に、応急活動期に利用される施設と用地を表2に示す。拠点施設の多様性が確認できる。異なる用途の施設が、同じ応急活動拠点の用に供することも多い。

また、地域防災計画には、市が防災に関して処理する業務とともに、指定地方行政機関、指定公共機関、指定地方公共機関、神奈川県その他防災関係機関等の業務が大綱に規定されている。これら防災関係機関等が入居する施設（以下、防災関係施設）も、横浜市内に多く立地し、首都機能維持に重要な役割を果たす。例えば、神奈川県¹⁶⁾では、県災害対策本部を「県庁第二分庁舎」に、県庁舎が被災等で使用できない場合は、厚木市にある県総合防災センターに設置する。他にも、県全体の調整機能を担う拠点が横浜市内に設置される計画となっている。

そこで、本研究では、横浜市地域防災計画に記載のある、横浜市、および、指定地方行政機関、指定公共機関（鉄道・バス機関を除く）、指定地方公共機関、神奈川県、神奈川県警、自衛隊、消防団を対象とし、検討を進める。

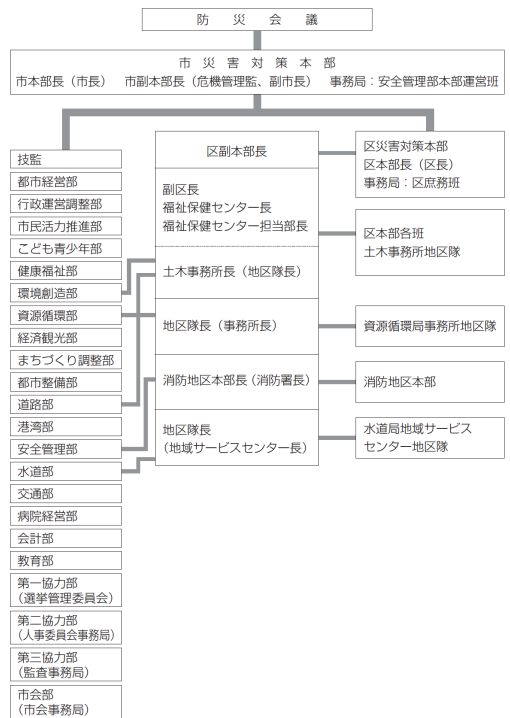


図1. 市災害対策本部の組織（出典：横浜市防災計画¹⁴⁾）

表1. 災害時の拠点の種類と対象施設

拠点の種類	数	対象施設
●広域応援活動拠点	45	県立高校・公園・耐震バス
●地域防災拠点 ⇒地域医療拠点	458 146	ほぼ全ての市立小学校と一部市立中学校 市立小学校の一部
●災害医療拠点病院 ⇒ヘリコプター搬送拠点 ⇒船舶搬送拠点	13 13 3	病院 公園・グラウンド・高校・病院屋上等 棧橋
●物資集配拠点 ⇒陸上輸送拠点 ⇒海上輸送基地 ⇒区物資集配拠点	6 4 27	会議場・体育館・公園等 埠頭 中高校・地区センター・公園・区役所等
●ボランティア活動拠点 ⇒県ボランティア支援センター ⇒市ボランティア活動拠点 ⇒区ボランティア活動拠点	1 1 28	県民活動サポートセンター 市社協 地区センター・図書館・区社協・中学校等
●応急給水拠点(配水池) (災害用地下給水タンク)	23	配水池 タンクのある小中学校・公園等
●水道局災害対策拠点	134	浄水場・配水池等

※横浜市地域防災計画(2008)を元に整理

表2. 応急活動期に利用される公共的施設・用地

災害時の用途	数	対象施設・用地
●災害対策本部支援施設	9 36	【市】メディアター・市長公舎・図書館等 【区】地区センター・公会堂
●広域避難場所 ●特別避難場所 ●補充的避難場所 ●いっとき避難場所 ●帰宅困難者避難・宿泊	121 337 - - 3+2	公園・大学・団地等 社会福祉施設等 県有施設(高校・体育館・青少年センター等) 空地・未利用地(スポーツ広場等) 公園+会議場・アリーナ
●救急告示医療機関 ●透析施設保有医療機関 ●献血血液供給 ●し尿くみとり	61 70 2 5	病院・診療所 病院・クリニック 赤十字血液センター 水再生センター・検認所
●遺体取扱 ⇒遺体取扱施設 ⇒焼骨仮収蔵場所	5 19 5	火葬場・葬祭場 区スポーツセンター・寺 墓地
●応援職員等宿泊施設 ●ヘリコプター緊急離着陸場 ヘリコプター緊急離着陸建物	8 23 11	職員会館・公共の宿・野外活動センター等 公園・グラウンド・バス等 病院・業務ビル

※横浜市地域防災計画(2008)を元に整理

まず、これらの施設の立地を GIS 上で整理した。それぞれの拠点は市全域に分布しているが、活動のレベル毎に圏域のスケール(拠点の密度)が異なることから、圏域を、I 広域レベル、II 都県レベル、III 政令市レベル、IV 区(市町村)レベル、V 地域レベルの 5 段階に分類し、災害対応を行う防災関係施設の整理を行った。本研究では主に、管理部門を対象とした。主な行政本部機能について、表 3 に示す。業務(機関)毎に、施設圏域規模に差異はあるものの、I から V になるに従い、拠点数は増え、圏域は小さくなる。ライフライン寸断時にも、多機関が各レベルで(表の横方向に)連携し、施設間連携や物資調整ができれば、各圏域での業務継続性の向上が期待できよう。また、各機関の縦方向の連携維持も重要であり、各拠点施設間を縦横につなぐ情報・交通網の確保も欠かせない。一方、異なるレベルの機能が、敷地・施設を共有するときは、配慮を要する場合がある。例えば、集結地やヘリポート等の広域応援拠点(I 広域レベル)と避難所(V 地域レベル)は明確に区分する必要がある¹⁷⁾、オープンスペースにおける競合利用は、基本的には好まれない、スペース的に余裕があればしないほうがよい¹⁸⁾とされる。

さらに、ライフライン事業者の拠点施設を整理した。道路事業には、多様な主体が関与しているため、高速道路、国道、都県道、市町村道(東京都区部では特別区道)、農林道の道路管理者別に表 4 に整理した。この他に、V 地域レベルに「生活道」がある。また、供給系ライフライン事業者(管理部門)を表 5 に、供給系ライフライン施設管理のための拠点施設を表 6 に示す。

表3. 防災関係施設の整理(公的機関)

	行政機能	消火救助	警察	自衛隊	医療	資源回収
【監督官庁】	内閣府	消防庁	警察庁	防衛庁	厚労省	環境省
I 広域レベル	広域防災拠点:有明の丘(ヘッドクォーター)・東扇島(物流コントロール)					
II 都県レベル	県庁	消防応援活動調整本部	県警	地方防衛局	災害医療拠点病院	最終処分場
III 市レベル	市庁	消防本部	警察署	陸海空自基地	病院・医院	焼却工場
IV 区レベル	区庁	消防署	広域応援拠点:高校・公園等		事務所	
V 地域レベル	避難所	出張所	交番	医療救護所	回収場所	

表4. 防災関係施設の整理(道路事業者)

	高速	国道	都県道	市町村道	農林道
I 広域レベル	NEXCO 東日本 NEXCO 中日本 首都高速本社	国交省 関東地整局 運輸局	【国交省】	【国交省】	【農水省】
II 都県レベル	建設局 管理局	国道事務所 運輸支局	都県庁 土木(建設)事務所	【都県庁】 市区町村の本庁 土木事務所	都県庁 市庁舎 町村役場
III 市レベル					
IV 区レベル					
V 地域レベル					

表5. 防災関係施設の整理(供給系ライフライン事業者)

	電力	ガス	水道	下水道	NTT
I 広域レベル	内幸町本社 (中央給電指令所)	浜松町本社 (指令センタ)	【厚労省】 【環境省】 【国交省】等	【国交省】	西新宿本社 大手町 さいたま
II 都県レベル	支店	支社 支店 (出動拠点)	都県庁舎 広域水道企業団	都県庁	支店・都道 府県会社
III 市レベル	支社		市区町村庁	市区町村の本庁	中継局 交換局 (NTT 収容ビル)
IV 区レベル	営業所 工務店	サービス店舗 (63 フロック)	営業所 建設事務所 災害対策拠点	営業所 建設事務所	
V 地域レベル	発電車による 応急送電		応急給水拠点 @避難所等		特設公衆電話 @避難所等

表6. 防災関連施設の整理(供給系ライフライン施設)

	電力	ガス	水道	下水道	NTT
I 広域レベル	発電施設 (系統給電指令所)	ガス工場	貯水施設 取水施設		特定中継局 ネットワーク コントロールセンター
II 都県レベル	送電施設 (店所給電所)	かけステップ ガスホルダー 15K フロック	導水施設 送水施設	汚泥処理施設	区域中継局
III 市レベル					
IV 区レベル	変電施設 (御用所・変電所)	地区ガバナ 101L フロック	配水施設	下水処理場 ポンプ場	群局(GC) 単位局(UC)
V 地域レベル					

4. 地域環境の整理

次に、主な防災関係施設が立地している地区の概要を把握するため、横浜地域において、町丁目界 GIS データ¹⁹⁾を用い、条件を整理する。町丁目は、複数街区の集合体であり、地区としてまとまっているため、具体的な検討につなげやすいと考えられる。また、国勢調査データなども同区画で提供されており、将来的に他の要素と比較しやすく汎用性が高い。横浜市は、面積約 435km²、人口約 358 万人(平成 17 年度国勢調査時)の 18 区からなる政令指定都市で、1,709 地区(町丁目)からなり、地区の平均面積は 25.5ha である。

まず、各地区の活動量を定量的に把握するため、「エネルギー需要量」を指標に、各地区の現況を概観する。エネルギー需要量の高い地域は、活動の活発なエリアと考えられ、都市機能継続のためのニーズと捉えることも可能と考えられる。

算定方法を図 2 に示す。建物用途毎のエネルギー・水需要原単位(表 7)と平成 15 年度都市計画基礎調査(建物現況)データを用い、各地区の熱と電力の年間需要量を算定した。建物用途は表 8 に示すとおり延床面積を配

分し 8 分類した。なお、本研究では、管理部門を対象とすることから、民生部門のエネルギー・水消費動向を対象とし、工場や農業施設、処理施設等は対象としない。単位面積あたりの熱（暖房・給湯・冷熱）需要量を図 3 に、電力需要量を図 4 に示す。地図には、行政本部機能を担う施設を表示した。

エネルギー面的利用の導入適地条件とされる熱負荷密度 4.2TJ/ha・年以上の地区は、全市で計 387 地区あり、湾岸エリアをはじめ、各地に点在している（図 3）。エネルギー面的利用の導入適地と防災関係施設が重なる地区として、防災機関入居施設が集積する官庁街（関内地区）や、区本部が設置される「区庁舎」、「災害時医療拠点病院」、広域避難場所の「大学」等が立地する郊外地区が抽出された。エネルギー需要量の高い地区は、首都圏の機能維持対策の重点地区と捉えられるとともに、建物間でのエネルギー設備の相互融通可能性を検討する資料となる。

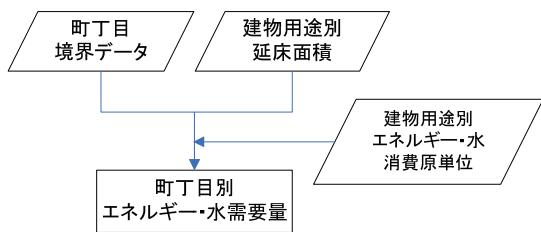


図 2. 各地区のエネルギー・水需要量の算定手順

表 7. 年間エネルギー・水需要原単位

	住宅	医療	業務	商業	宿泊	娯楽	文化	教育
暖房	71	335	247	147	335	180	360	239
給湯	201	862	8	96	251	268	0	0
冷熱	75	515	553	523	419	293	180	92
電力	46	185	189	226	200	200	63	55
データ出所	①	①	②	②	②	①	①	①
水	10.8	22.4	8.05	13.2	24.2	13.1	6.5	11.1

①プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究平成 6 年度報告書²⁰⁾
 ②空調学会：都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価、1994²¹⁾
 ※水需要原単位は、建物種類別の水使用量の実績（主に空調学会編：給排水衛生設備計画設計実務の知識、表 2.5、2001²²⁾）に基づき設定。⁽⁴⁾

表 8. 都市計画上の建物用途別床面積の算定方法

建物用途分類	都市計画上の建物用途分類
①住宅	
②集合住宅	住宅(=①+②+③)/2+④/2+⑤/2)
③店舗併用住宅	医療(=⑬ * 0.77)
④店舗併用集合住宅	業務(=③/4+⑤/2+⑥+⑪)/2)
(宿泊・娯楽・遊戯・その他)	商業(=③/4+④(その他)/2+⑦+⑩)/2)
⑤作業所併用住宅	宿泊(=④(宿泊)/2+⑧)
⑥業務施設	娯楽(=④(娯楽・遊戯)/2+⑨+⑩)
⑦商業施設	文化(=⑬ * 0.23 * 0.04)
⑧宿泊施設	教育(=⑬ * 0.23 * 0.96)
⑨娯楽施設	
⑩遊戯施設	
⑪商業系用途複合施設	
⑬文教厚生施設	

※文教厚生施設は、東京都区部の建物の用途別延床面積比率(教育文化施設 5.8%、厚生医療施設 1.8%)²³⁾、全国の用途別延床面積比率(教育施設 6.2%、文化施設 0.3%)²⁴⁾を用いて医療・文化・教育に比例配分

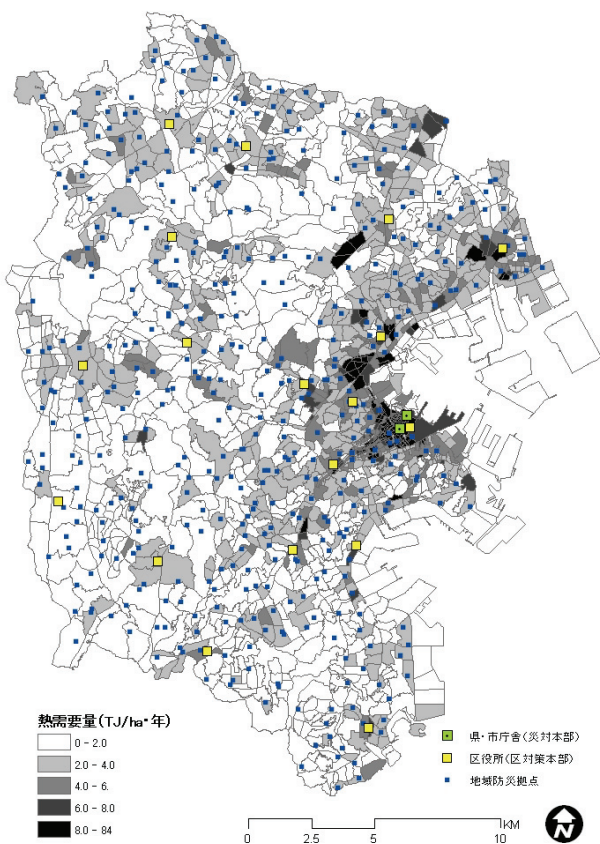


図 3. 横浜域における熱需要量（民生用）

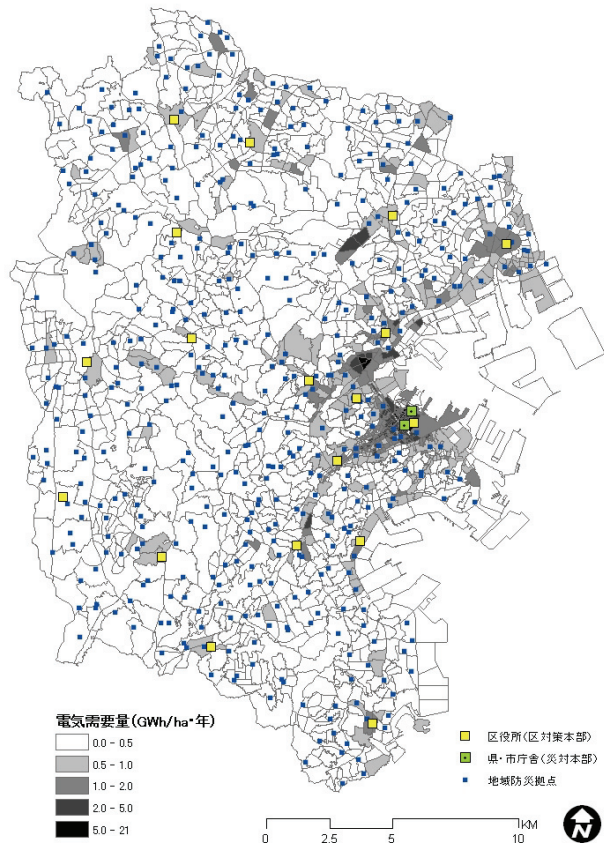


図 4. 横浜域における電気需要量（民生用）

横浜市域の各町丁目の単位面積あたりの熱需要量と総エネルギー需要量（電力需要と熱需要の総量）の散布図を図5に、熱需要量と水需要量の散布図を図6に示す。各地区のエネルギー需要量は、電力需要と熱需要の総量であるが、総エネルギー需要量は、熱需要量と強い相関（ $R^2=0.9894$ ）があり（図5）、水需要量についても、熱需要量と強い相関（ $R^2=0.917$ ）があった（図6）。従って、熱需要量はエネルギーと水の需要量を代表する指標として扱えると見なし、次章以降では熱需要を代表指標として扱う。なお、熱の利活用を検討する際、水（熱媒体としての冷温水）と電気（発電時の排熱）を扱うため、熱需要を中心に水と電気についても検討することになる。

5. 防災関係施設の立地する地域環境の整理

以上をふまえ、防災関係施設をはじめとした公共的施設が立地する地区のエネルギー需要量特性と構成施設を概観し、各区域で導入可能な拠点構築手法を提示する。

まず、前章で建物用途毎のエネルギー需要原単位と都市計画基礎調査（建物現況）データより算出した熱需要量を指標とし、防災関係施設（行政機能および消防救助）が立地する地区の熱需要量の平均値を求めた。結果を表9に示す。また、行政本部機能が立地する484地区と消防署所が立地する99地区の熱需要量毎の累積頻度分布を、それぞれ図7と図8に示す。

県本部が設置される県庁第二分庁舎ほか3県庁舎が立地する3地区の平均熱需要量は、30.67TJ/ha・年であり、市本部が設置される市庁舎および「市庁舎が機能しない又は十分でない場合の代替施設及び補完施設」計10施設が立地する地区の平均熱需要量は、18.20TJ/ha・年である。区本部が設置される区庁舎（18施設）の立地する地区は、平均5.39TJ/ha・年、地域防災拠点（453小中学校）の立地する地区は、平均2.70TJ/ha・年であった。1消防局、18消防署、79消防出張所の平均値はそれぞれ、6.73TJ/ha・年、4.55TJ/ha・年、2.26TJ/ha・年であった。なお、全地区の平均値は3.83TJ/ha・年である。都県レベルの防災関係施設が立地する地区は、熱需要量が大きく、地域レベルに近づくに従い、熱需要量は小さくなる。累積頻度分布図（図7、図8）からも、その傾向は明らかであり、相対的に都県レベルの防災関係施設が立地する地区の熱需要量は大きい。熱負荷密度4.2TJ/ha・年以上を地区内での施設連携の目安とした場合、都県レベルの圏域を業務範囲とする防災関係施設が立地する地区が、連携の可能性が高く、区レベル程度に検討の余地があると言える。

次に、各地区において防災関係施設が担う役割を検討するため、当該施設の熱需要量が、施設立地地区の熱需要量に占める割合を求めた。総熱需要量との関係を図9に示す。各施設の熱需要量は、平成19～20年に首都圏内の県庁・市役所・区役所庁舎を対象に実施したアンケート調査結果²⁵⁾と、市が所有する公共建築物耐震性エネルギーリスト²⁶⁾に基づく施設の延床面積、および、エネルギー需要原単位（表7）を用いて算定した。

地区の熱需要量が4.2TJ/ha・年以上で、当該施設の熱需要がほぼ100%を占める施設（県庁舎と市庁舎）では、当該施設、つまり、当該地区の自立性確保とともに、周辺地区との連携も視野に、中核施設としての可能性を検討する。地区の熱需要量が、4.2TJ/ha・年以上で、当該施設の熱需要が50%以下の施設（市本部代替施設や区庁舎

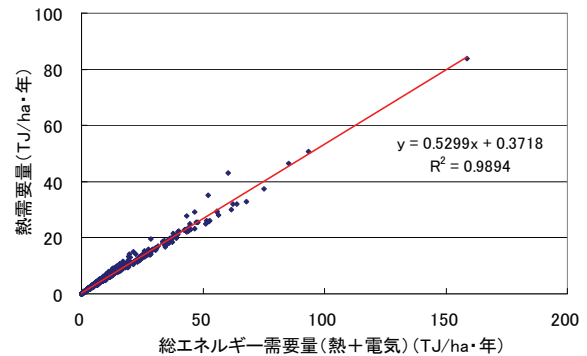


図5. 熱需要量と総エネルギー需要量との関係

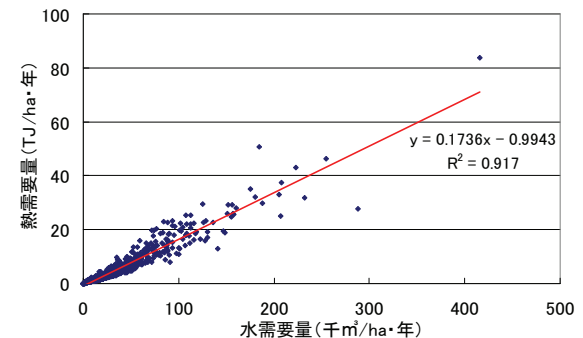


図6. 熱需要量と水需要量との関係

表9. 防災関係施設立地地区の平均熱需要量

	行政本部機能	(TJ/ha・年)	消防救助	(TJ/ha・年)
I 広域レベル				
II 都県レベル	県庁舎(3)	30.67		
III 市レベル	市庁舎等(10)	18.20	消防局(1)	6.73
IV 区レベル	区役所庁舎(18)	5.39	消防署(18)	4.55
V 地域レベル	地域防災拠点(453)	2.70	出張所(80)	2.26

※（ ）内は施設数を示す。

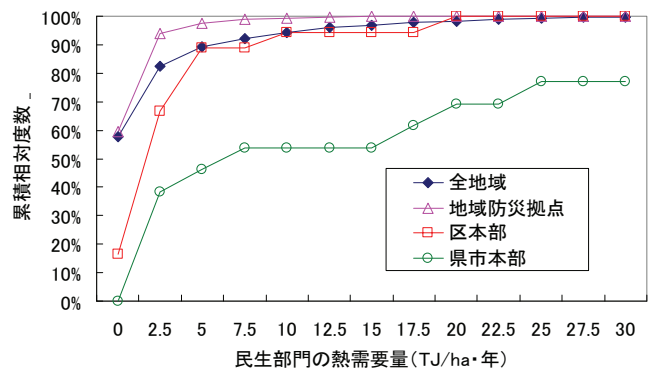


図7. 行政本部機能が立地する地区の熱需要量の累積頻度分布図

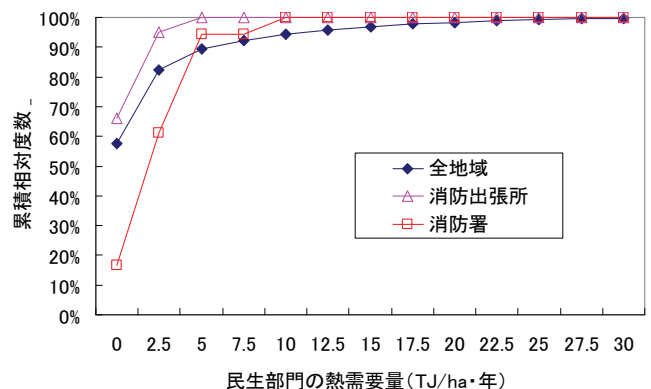


図8. 消防署所が立地する地区の熱需要量の累積頻度分布図

の半数)では、当該施設の自立性確保とともに、地区内の他施設と連携する可能性を検討する。また、地区の熱需要量が、 $4.2\text{TJ}/\text{ha}\cdot\text{年}$ 未満で、当該施設の熱需要の割合が低い施設(区庁舎の半数と地域防災拠点の大半)では、当該施設割合は、自立性確保を目指し、地域のライフスポットとして機能することが期待される。

次に、各地区を構成する施設の特徴を把握するため、災害時に拠点として活用される可能性の高い公共的施設の熱需要量が、施設立地地区の熱需要量に占める割合を求めた。ここでは、都市計画基礎調査(建物現況)における業務施設(行政施設)と文教厚生施設⁵⁾を、災害時に拠点となる可能性の高い公共的施設とした。行政本部機能が入居する施設が立地する地区について、総熱需要量との関係を散布図(図10)に示す。

公共的施設の割合の高い地区では、災害対応機能を担うため、自立性を高める必要があり、公共的な拠点構築を促進すべき地区と考えられる。官主導で調整を進めやすい地区とも言える。また、エネルギー需要量が大きい地区は、活動量が大きい地区とも言え、ライフライン途絶時にも機能を維持することで、被災地全体の被害を軽減できる可能性を有する。特に、 $Y > 4.2X^{-1}$ の地区は、公共的施設の熱負荷密度が $4.2\text{TJ}/\text{ha}\cdot\text{年}$ 以上のエネルギー面的利用導入適地を示しており、環境面からも設備共用による省エネルギー効果が見込める地区であり、連携型拠点構築の適地と言える。行政本部機能を有する施設では、県庁舎と市庁舎(一部代替施設)、および、一部の区庁舎が、エネルギー需要量が大きく、かつ、公共的施設の割合が高い地区に立地している。一方、エネルギー需要量が大きく、公共的施設の割合が低い地区では、民間施設との官民協同型の連携策を検討し、地区としての継続性確保に取り組む意義がある。市本部代替施設の多くと区庁舎の一部が、この地区に立地している。また、エネルギー需要量が小さい場合は、公共的施設が自立し、ライフスポットとして機能することが期待される。地域防災拠点(主に公立小中学校)のほとんどが、この地区に立地している。

さらに、消防署所と災害医療拠点病院が立地する地区についても同様に、熱負荷密度と公共的施設が占める割合を求めた。結果を図11に示す。横浜市の消防署は、区庁舎に併設されている場合が多く、区庁舎と同様の傾向にある。消防出張所は、熱需要量の高くない地区に多くが立地している。災害医療拠点病院の約半数は、 $4.2\text{TJ}/\text{ha}\cdot\text{年}$ 以上の地区に立地し、公共的施設の割合も高い。大規模病院は、熱需要量が大きく、当該施設がその多くを占めているためである。ただし、平成19年度に開業した病院は、今回の都市計画基礎調査(建物現況)に反映されておらず、熱需要量が極端に低くなっている。

各地区の熱負荷密度と公共的施設が占める割合を、全地区について図12に、エネルギー面的利用の導入適地(熱負荷密度 $4.2\text{TJ}/\text{ha}\cdot\text{年}$ 以上の地区)を図13に示す。

建物間でエネルギー設備を相互融通する際は、熱負荷密度の高いこれらの地区を拠点候補地として検討を進めることが有用と考えられる。 $Y > 4.2X^{-1}$ の38地区は、公共的施設のみでの連携で、環境面での効果が得られる地区であるが、公共的施設が占める割合が低い場合は、民間施設と連携を図ることで効果が得られる地区と考えられる。また、熱需要量は大きいものの、公共的施設が占める割合が極端に低い地区も散見される。民間企業の本社などが立地する地区や、大規模商業施設・宿泊施設、高層住宅等からなる地区と考えられる。これらの地区では、民

間企業が主体となり、DCP(District Continuity Plan)の策定を目指す東京の丸有地区の様な取組みが望まれる。

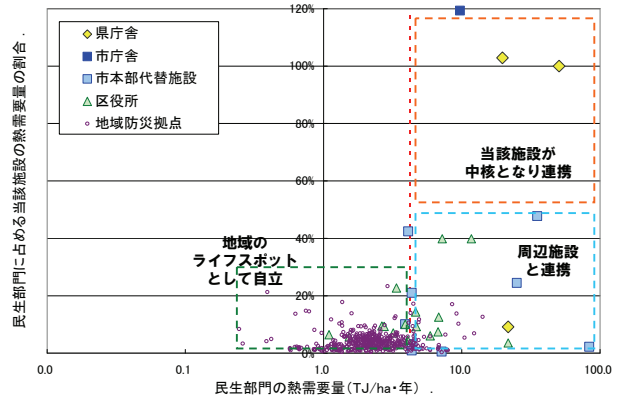


図9. 防災関係施設(行政本部機能)が立地する地区の熱負荷密度と当該施設が占める割合

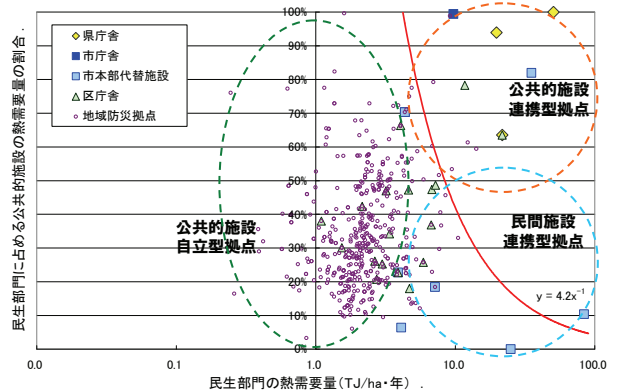


図10. 防災関係施設(行政本部機能)が立地する地区の熱負荷密度と公共的施設が占める割合

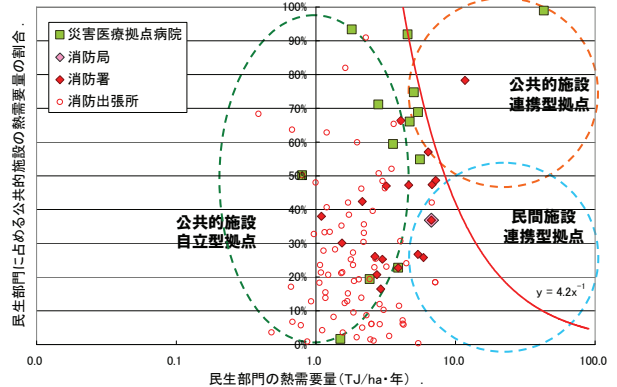


図11. 防災関係施設(消防署所と病院)が立地する地区の熱負荷密度と公共的施設が占める割合

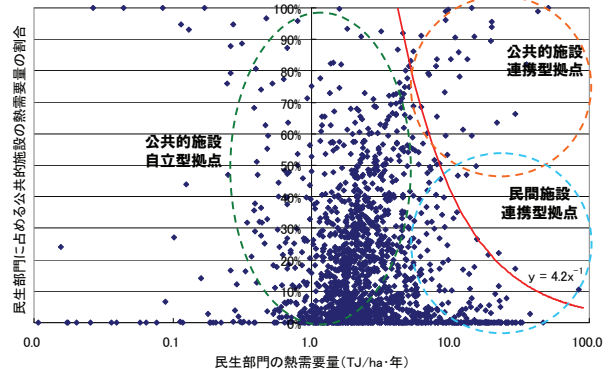


図12. 各地区の熱負荷密度と公共的施設が占める割合

(4) 区役所を中核とした地域

エリア⑨が該当する。区役所の庁舎が立地する。

区災害対策本部を設置する区庁舎を中核に、近隣の施設と機能を共有できれば、地域内で効果的な対策につながられよう。すでに、区総合庁舎として消防署や土木事務所等と施設を同じくする場合も多い。ただし、広域レベルの政府系機関や都県の機関が立地するエリア①の様な都心部では、業務の連携は生まれにくく、避難所の様な地域レベルの拠点が同居することによる効果も得られにくいと考えられる。

(5) 大学を中核とした地域

エリア⑩、⑬、⑭が該当する。区域の大半を大学キャンパスが占める。あまり数は多くないが、大学所在地では似た構成になると考えられる。また、エリア⑬は、寺院を中心とした地区であるが、大学も立地する。

いずれの地区も広域避難場所に指定されており、地区内に小学校（地域防災拠点）や特別支援校（特別避難場所）、専門学校、私立中高等の文教施設が立地している。大学には複数の建物と空地、さらに人材も在るので、周辺施設との連携は有用であろう。また、2001年の北米大停電では、コージェネレーションシステム等により電力供給を継続し、周辺地域のライフスポットとして機能した大学がある²⁷⁾。

また、公立小学校は、地域防災拠点に指定されているが、他の私立校は地域防災計画に位置づけられていない。首都圏各地には、私立校が多く、これらは貴重な地域資源であることから、周辺施設との連携策を講じることは有用と考えられる。

7. おわりに

本研究では、災害時の自律性を確保する拠点区域選定のための地域分類を行うにあたり、横浜市域を対象地として以下を実施した。

- ・ 公的な防災関係機関の入居施設を空間情報化し、業務担当範囲（施設圏域）のレベルをⅠ広域・Ⅱ都県・Ⅲ市・Ⅳ区・Ⅴ地域の5レベルに分類し、各拠点の担当範囲を把握した。
- ・ 各地区の活動量（重要度）と、拠点を構成しうるストックを示す指標として「エネルギー需要量」を用い、町丁目単位で各地区の現状を把握した。
- ・ 防災関係施設をはじめとした公共的施設が立地する地区のエネルギー需要量特性から、エネルギー面的利用の導入適地条件とされる熱負荷密度4.2TJ/ha・年を基準に、それぞれの地区で導入可能な拠点構築手法を提示した。
- ・ 特にエネルギー需要量の大きい（熱負荷密度4.2TJ/ha・年以上）地区を対象に、各エリアの機能と周辺施設との連携による効果を整理し、防災面での有用性を例示した。拠点区域の中核として、官庁、大規模文教施設、病院、区役所、大学等の学校施設が挙げられた。

今回は、横浜市域において、主に、災害時の行政本部機能を中心とした管理部門を対象としたが、今後、他都市を含め、首都圏全域を対象に、災害時に拠点として機

能維持が求められる業務部門施設（鉄道運輸倉庫施設や処理施設、防衛施設等）も加えて検討する必要がある。また、建物現況データを用い算定した「エネルギー需要量」の一指標で、ニーズと災害対応力を扱える可能性を提示した。需要量の算定には、約5年毎に実施される都市計画基礎調査結果と、消費量の実態調査に基づく原単位を用いており、結果は現状を正確に表すものではないが、既存資料を用いて都市を概観する点において有用と考える。需要量原単位に基づき、季節別・時刻別検討も可能であることから、今後、詳細な検討を進めたい。さらに、土地の災害に対する「脆弱性」や施設の「安全性」も考慮し、定量的に評価することで、拠点構築のポテンシャルを示す評価軸につながるものと考えられる。復旧・復興過程を観測する指標として、電力消費量を用いる手法も提案されおり²⁸⁾、将来、本指標を災害発生後の復旧・復興状況把握に発展的に活用できる可能性もあろう。ただし、平常時と同じ機能が非常時に要求される施設⁽⁶⁾がある一方で、比較的緊急度の低い施設や、平常時と災害時の用途が異なる施設もある。災害時の各フェーズで優先されるべき業務をふまえ、建物用途毎の重要度を考慮することが求められる。

本研究では、建築ストックの活用に着目しているが、既存施設に高性能な施設や設備を共有できるよう追加整備することは、費用面や整備時の一時移転の面などから難しい点もあり、新規の建物整備地区も含めた検討を進める必要がある。また、本研究は、既存資料で首都圏を概観し、拠点候補地選定の準備段階における基本計画策定等で参考となる資料を提示することを目指したものであり、拠点区域の計画実施には、各地区の現況を实地調査する必要がある。

成熟社会を迎えた現代において、各地域で小中規模の拠点を計画的に構築・維持するためには、街区内で、最新の高性能な施設・設備を共有できる仕組みづくりが有効と考えられ、本研究の成果は、ストックを活かした拠点候補地の選定手法の提示につながるものと考えられる。また、空間的な施設間連携が、平常時から関係機関との協働を促進し、災害時における調整を容易にする可能性も期待される。

謝辞

調査の実施にあたり、各自治体の担当者の方々よりデータ提供等のご協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

また、本研究の一部は、文部科学省 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（総括代表：林春男）(3) 相互に関連したライフライン復旧最適化に関する研究（テーマ代表：山崎文雄）(5) 自律分散型拠点構築による地域防災力向上（サブテーマ代表：佐土原聡）、および、科学研究費補助金・若手研究(B)「災害時の地域生活継続を実現する自律分散型エネルギー拠点の構築」（代表：稲垣景子）の研究成果に基づくものである。

補注

- (1) 防災拠点：地震などの大規模な災害が発生した場合に、被災地において救援、救護等の災害応急活動の拠点となる施設。災害対策の指揮と実行、災害情報の発信・収集、負傷者・避難者の安全な受け入れ等の役割、機能が求められる。災害時

に防災拠点として使用するため、都道府県や市町村ごとに、地域の中核となる公共施設や民間施設が防災拠点として指定されている。なお、災害時の応急活動の中核となる施設や建物のほか、救援物資の配送拠点や仮置き場として使用される公園、広場などのオープンスペースも地域の防災拠点に指定されている。²⁹⁾

- (2) ESCO 事業：Energy Service COmpany の略。工場やビルの省エネルギーに関する包括的なサービスを提供し、それまでの環境を損なうことなく省エネルギーを実現し、さらにその結果得られる省エネルギー効果を保証する事業。
- (3) エネルギーの面的利用：地区・街区レベルの複数の建物でエネルギーを利用すること。スケールメリットを活かした高効率設備の導入や、エネルギー利用に時間差がある複数の建物でのエネルギーの融通、蓄熱・蓄電システム等によるエネルギー利用の平準化等により、設備の能力を十分に活用し効率的に運転できるため、地区全体のエネルギー消費量を削減できる。³⁰⁾ 広域な供給エリアへ大規模エネルギープラントから供給する「熱供給事業型」、小規模な特定地域内へ集中的なエネルギープラントから供給する「集中プラント型」、近接する建物所有者が協力し、エネルギーの融通、或いはエネルギーの共同利用を行う「建物間融通型」に分類される。³¹⁾
- (4) 水需要原単位は、建物種類別の水使用量の実績²²⁾に基づき建物用途別に以下のとおり設定した。

建物用途	水原単位 (L/m ² ・日)	建物種類別の水使用量の実績 ²²⁾
住宅	10.8	【一般家庭】平均 10.8 L/(m ² ・日)
医療	22.4	【病院】平均 22.4 L/(m ² ・日)
業務	8.05	【庁舎・事務所】平均 8.05 L/(m ² ・日) 【デパート】平均 21.8 L/(m ² ・日)
商業	13.2	【スーパーマーケット】平均 12.4 L/(m ² ・日)
宿泊	24.2	【ホテル】平均 24.2 L/(m ² ・日)
娯楽	13.1	【劇場・映画館】平均 13.1 L/(m ² ・日)
文化	6.5	【公会堂】平均 14.3 L/(m ² ・日) 【美術館・博物館】平均 3.57 L/(m ² ・日)
教育	11.1	【小・中・高等学校（プール用水含む）】 平均 11.1 L/(m ² ・日)

商業の水原単位は、政令指定都市と東京 23 区の小売業売場面積に占める百貨店の売場面積³²⁾の割合（8.8%）をデパート、他をスーパーマーケットとして比例配分した。

文化の水原単位は、公会堂と博物館（美術館を含む）の平均延床面積^{26), 33)}に横浜市内の各施設数³⁴⁾を乗じた総延床面積の比（27.4：72.6）に基づき比例配分した。

- (5) 文教厚生施設：建物用途分類のひとつ。文教厚生施設（A）として「大学、高等専門学校、専修学校、各種学校、病院、体育館、競技場、公会堂、博物館」が、文教厚生施設（B）として「障害者施設、老人福祉センター、診療所、神社、寺院、教会、公衆浴場、集会所」が事例として挙げられており、それぞれ（民間）と（公共）に分類される。
- (6) 既往調査²⁵⁾によれば、1997 年以降に竣工した首都圏の都県市区庁舎に設置されている自家発電設備容量の契約電力に対する割合は、いずれも 80%を超えている（平均 103%）。

参考文献

- 1) 中央防災会議：首都直下地震対策大綱, 2005.9
- 2) 国土交通省：官庁施設の総合耐震計画基準, 平成 19 年 12 月
- 3) 公共建築協会（発行）・国土交通大臣官房官庁営繕部（監修）：官庁施設の基本的性能基準及び同解説 平成 18 年度, 豊文堂, 2006.
- 4) 総務省消防庁国民保護・防災部防災課：防災拠点となる公共施設等の耐震化推進状況調査報告書, 平成 20 年 11 月
- 5) 内閣府 防災担当：首都直下地震に係る被害想定手法について,

- <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/15/shiryoku3.pdf>
- 6) 阪神・淡路大震災神戸市災害対策本部：阪神・淡路大震災一神戸市の記録 1995 年一, (財) 神戸都市問題研究所, 平成 8 年 1 月 17 日
 - 7) 柏原士郎, 上野淳, 森田孝夫：阪神・淡路大震災における避難所の研究 (4-3 避難・救援拠点となった区役所の実態), 大阪大学出版, pp.125-138, 1998.
 - 8) 新潟県中越大震災記録誌編集委員会：中越大震災（前編）雪が降る前に, 平成 18 年 3 月
 - 9) 工月良太他：分散型エネルギーシステムの面的利用による街区のサステナビリティ向上に関する研究(その 1~4), 日本建築学会学術講演梗概集 D-1, pp.889-896, 2007.8
 - 10) 工月良太他：分散型エネルギーシステムの面的利用による街区のサステナビリティ向上に関する研究(その 5~10), 日本建築学会学術講演梗概集 D-1, pp.771-782, 2008.9
 - 11) 横浜市まちづくり調整局保全推進課：横浜市新横浜地区 3 施設 ESCO 事業ホームページ,
<http://www.city.yokohama.jp/me/machi/archi/esco/3shisetu/>
 - 12) 村井雄高, 吉田聡, 佐土原聡他：既成市街地における建物間エネルギー融通に関する研究 その 1~その 3, 日本建築学会学術講演梗概集 D-1, pp.795-800, 2008.9
 - 13) 稲垣景子, 佐土原聡：首都圏における地域防災力向上のための自立分散型拠点構築に関する調査分析, 地域安全学会論文集, No.10, pp.11-19, 2008.11
 - 14) 横浜市防災会議：横浜市防災計画一震災対策編一, 平成 20 年 12 月,
<http://www.city.yokohama.jp/me/anzen/kikikanri/keikaku/shinsai.html>
 - 15) 横浜市防災会議：横浜市防災計画一資料編一, 平成 20 年 3 月,
<http://www.city.yokohama.jp/me/anzen/kikikanri/keikaku/siryoku.html>
 - 16) 神奈川県：神奈川県地域防災計画一地震災害対策計画一, 第 4 章災害時の応急活動対策, pp.82-123, 平成 17 年 3 月,
<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/saigai/bosaieikaku.htm>
 - 17) 防衛省：平成 21 年度 防衛白書, p.178, 2009.4
 - 18) 三船康道, 養田ひろ子：阪神・淡路大震災における公的機関の応急的公園利用に関する考察, 日本建築学会計画系論文集, No.492, pp.157-162, 1997.2
 - 19) 総務省統計局, 統計センター：地図で見る統計（統計 GIS）,
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/toukeiChiri.do?method=init>
 - 20) 日本地域冷暖房協会：プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究 平成 6 年度報告書
 - 21) 空調調和・衛生工学会：都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価, 空調調和・衛生工学会, 1994.
 - 22) 空調調和・衛生工学会編：給排水衛生設備計画設計の実務の知識（第 2 版）, オーム社, p.21, 2001.
 - 23) 東京都総務局統計部調整課：東京都統計年鑑 平成 19 年, 1 土地面積及び気象（1-3 土地利用現況調査（2）建物の地域、用途別延面積比率等）
 - 24) 尾島俊雄：建築の光熱水費（企画・設計・管理者の手引）, 丸善, 1984.8
 - 25) 稲垣景子, 佐土原聡：災害時の自律性を確保する拠点区域の構築に関する研究（首都圏の庁舎建物を対象とした調査分析）, 日本建築学会学術講演梗概集 D-1, pp.977-978, 2009.8
 - 26) 横浜市：横浜市が所有する公共建築物耐震性能リスト, 2009.
 - 27) 稲垣景子, 吉田聡, 佐土原聡：建築物における保安電力の確保に関する考察一北米大停電における自家発電設備の稼働実態調査一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp.783-784, 2004.
 - 28) 高島正典, 林春男：電力消費量時系列データを指標とした復

旧・復興過程のリアルタイム観測手法に関する基礎的研究,
地域安全学会論文報告集, No.8, pp.348-353, 1998.10

- 29) 総務省消防庁：防災拠点の耐震化促進資料, 平成 17 年 7 月
- 30) 国土交通省：平成 19 年度 国土交通白書, pp.67-68, 2008.
- 31) エネルギーの面的利用促進研究会：エネルギーの面的利用
促進に関する調査報告書, 平成 17 年 3 月
- 32) 経済産業省経済産業政策局：平成 19 年商業統計表（二次加
工統計表）, 業態別統計編（小売業）, 2009.
- 33) 日本博物館協会：博物館白書平成 11 年度版, 1999.
- 34) 横浜市都市経営局政策部政策課：第 87 回 横浜市統計書, 第
16 章教育および文化, 2008.

(原稿受付 2009.9.04)

(登載決定 2010.1.08)