

災害時の自律性を確保する拠点区域構築に関する検討 Research of Constructing Secured Autonomic bases zone for disaster management

○梅沢 幸樹¹, 稲垣 景子², 佐土原 聡²
Miyuki UMEZAWA¹, Keiko INAGAKI² and Satoru SADOHARA²

¹ 横浜国立大学大学院 環境情報学府 (当時)

Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

² 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

In order to reduce the damage of an earthquake, it is required to improve the disaster-prevention facility of the every place region in the Tokyo area. However, large-scale development is difficult from financial aspects. Therefore, utilizing the stock of the existing institution and the production of structure which shares equipment of institutions are important. In this research, its attention was paid about the reliability of the water supply and the electric power supply at the time of disaster, and investigation analysis was conducted. The possibility of cooperation was examined in the base zone centering on a municipal government building.

Key Words: disaster-prevention facility, lifeline disruption, water supply, electric power supply

1. はじめに

首都直下地震が危惧される中、首都中枢機能の継続性確保のための計画が策定されているが、被害の軽減には、首都圏内の各地域の防災拠点を整備する必要がある。しかし、大規模開発は財政面や環境面からも困難なため、災害時に重要な拠点施設を中心とした拠点区域において、既存施設のストックを活用し、施設・設備共用をしていく仕組みづくりが重要である。災害時の自律性を確保する拠点区域の構築には、拠点施設を中核とし、周辺施設との連携、環境および未利用エネルギーの活用による供給信頼性の向上が必要と考えられる。そこで本研究では、災害時の水供給、エネルギー供給の信頼性確保に着目し、地域防災計画で災害対策本部が設置されるなど地域の中核として位置づけられている庁舎建物の現状調査および分析を行い、周辺施設や環境を整理し、区域内での連携可能性を検討するため、スタディエリアにおいて、拠点区域構築に関する検討を行った。

2. アンケート調査

首都圏内の都県・政令市および区役所庁舎を対象に調査を実施した。調査項目は、(1)建物概要、(2)建物エネルギー設備、(3)自家発電設備、(4)非常時のエネルギー供給、(5)環境負荷低減システム(太陽光発電など)、および水槽の貯水率、庁舎で業務に従事する職員数についても調査した。調査概要を表1に示す。

表1 アンケート調査の概要

	都県庁市庁舎	区役所庁舎				
調査期間	H19年10~11月	H20年4~5月				
調査対象	八都県市	東京	川崎	さいたま	千葉	横浜
(自治体数)	(8)	(23)	(7)	(10)	(6)	(18)
回収数	8	19	7	5	4	18
回収率(%)	100	82.6	100	50	66.7	100

電気・ガス・給水設備のアンケート結果から、災害時のライフラインの供給信頼性に関わる項目について考察した。給水方式は、殆どの庁舎で高置水槽方式が採用されて

おり、断水時には水槽残留水の利用が可能と考えられる。また、2県2市と区庁舎の2割で蓄熱式空調システムが導入され、蓄熱槽が整備されている。受電方式は、都県市では2県がループ受電、他は2回線受電(一部1回線の分庁舎あり)である一方、区役所の6割以上が1回線受電である。ガスは、6県市が中圧Bを採用している一方、区役所では低圧が約7割を占める。

以上から、各庁舎の設備は、ライフライン被害を受ける可能性が低いとはいえない状況にあり、災害時の供給信頼性向上のための対策を進める必要があると考えられる。

3. 自立性に関する分析

(1) 水供給に関する自立性分析

分析にあたり、現状の設備について、延床面積あたりの水槽容量と竣工年の関係を示した(図1)。

水槽容量の割合が低い庁舎は、都県市や総合庁舎等の大規模庁舎や、ポンプ直送方式を採用し水槽容量が小さい庁舎である。近年竣工した庁舎は、水槽容量の割合が低い傾向にあり、雨水・地下水利用がなされていることが多い。区庁舎は施設構成や規模が多様で、ばらつきが大きい。

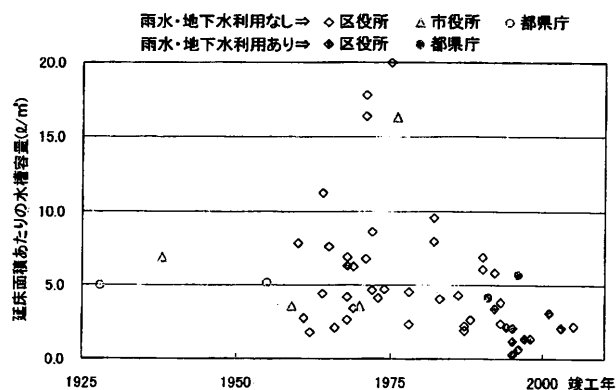


図1 延床面積あたりの水槽容量と竣工年の関係

次に、各庁舎での水槽内の貯留水により給水可能な期間を次式により算出した。

$$\text{給水可能日数} = \frac{(\text{高置水槽容量 (L)} + \text{受水槽容量 (L)}) \times \text{貯水率} + \text{蓄熱槽容量 (L)}}{\text{必要水量 (L/人・日)} \times \text{参集職員数}}$$

使用水量は、応急給水の目標水量^{2),3)}、平常時と同じ水量⁴⁾を要する場合について、給水可能期間が最短（貯水率 60%，参集率 100%）および最長（貯水率 80%，国土交通省業務継続計画に基づく参集率⁵⁾）、蓄熱槽水を利用した場合の3ケースについて算定した。図2・図3に区庁舎の算定結果を示す。水槽の貯水率、発生時間によっては1日未満で給水が停止する可能性もある。また、受水槽や高置水槽に比べ、容量の大きい蓄熱槽水を利用することで給水可能日数が延びることがわかった。

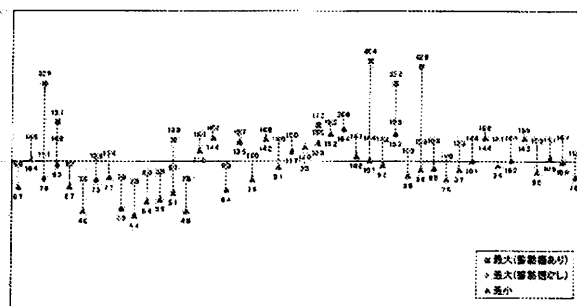


図2 応急給水目標水量の場合の給水可能日数

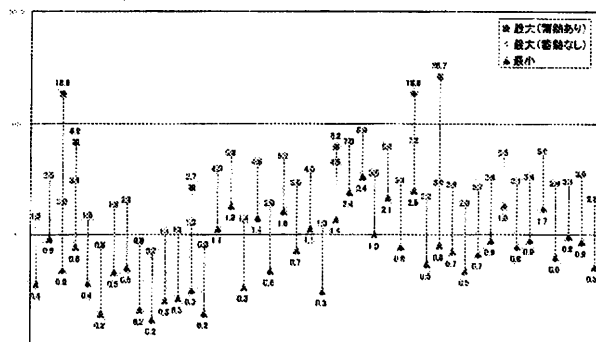


図3 平常時の使用水量の場合の給水可能日数

(2) 電力供給に関する自律性分析

現状の設備について、自家発電設備の導入時期と自家発電設備容量の契約電力に対する割合および竣工年との関係について示す（図4）。

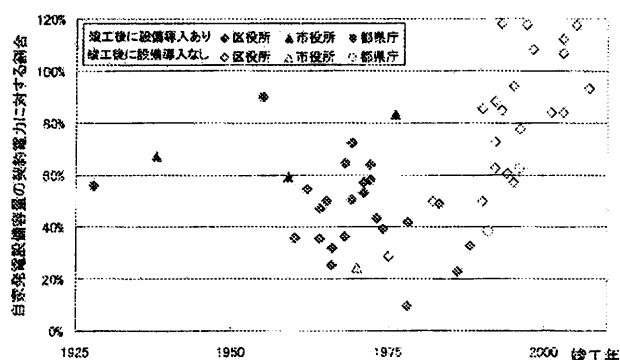


図4 自家発電設備容量の契約電力に対する割合と竣工年との関係

高度な耐震安全性を備えた防災拠点として機能するように整備がなされた千代田区役所を含め、1997年以降に竣工した庁舎では、80%を超える結果となった。庁舎竣工後、設備更新を行っている区庁舎の結果は80%未満となり、現在の設計基準は満たせていないことが予想される。また、導入年の異なる複数台の設備を有する庁舎が多く、更新年数は異なるが、一度に全ての設備を入れ替える庁舎は少ないことがわかる。1997年以降、100%を超える区庁舎が数箇所あることから、災害時の需要の目標値を100%として考えた場合、機能を72時間維持するために必要な電力量（契約電力(kw)×100%×72(時間)）に対する庁舎建物が保有している現状設備の充足率を示す（図5）。

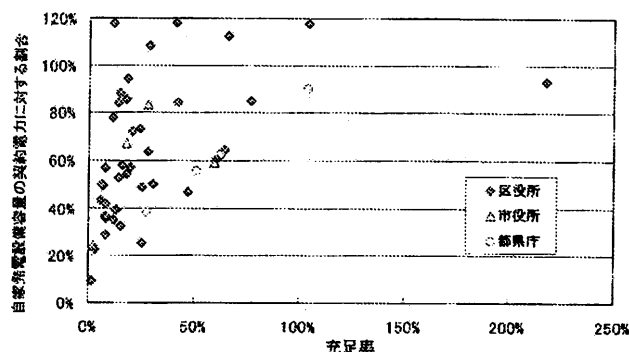


図5 自家発電設備容量の契約電力に対する割合と充足率との関係

充足率が100%を超える庁舎は、国の合同庁舎と合築整備されている庁舎および2005年に竣工した施設等である。また、十分に自家発電容量が確保されている庁舎においても、備蓄燃料の少なさが影響し、充足率が低くなっていると考えられ、災害時の機能維持のための対策が必要である。

4. 拠点構築に関する可能性の検討

庁舎施設に関するヒアリング調査から、横浜市では、区役所、消防署、公会堂の3つの施設が隣接していることが多いとの回答が得られた。そこで、連携について検討するために、横浜市を対象とし18区庁舎（A～Eは延床面積5,000㎡以上、F～Sは10,000㎡以上）の周辺環境を整理した。結果を表2に示す。災害対応に携わる施設、室内空間を様々な用途に転用できる施設および避難所となりうる施設等、災害時に重要な施設が近隣に立地するケースが多く、ヒアリングの回答の通り、消防署や公会堂の近隣立地がみられた。また、緊急輸送路や河川、オープンスペースの立地も多くの区庁舎周辺でみられた。また、近隣の建物間でエネルギーを融通することで、災害時だけでなく平常時の省エネルギー性向上にも寄与できると考えられる。

以上から、総合的に条件を満たすFエリアにおいて、拠点区域の構築に関する検討を行うこととした。

表2 区庁舎周辺の公共施設および環境整理

施設名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
区役所	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
消防署	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
公会堂	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
河川	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
公園等	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
緊急輸送路	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※○：庁舎立地街区および隣接街区に施設あり△：500m以内に施設あり

このような拠点区域を構築するため、スタディエリアにおいて今後の可能性を含め、提案を行う。

まず、設備共用の仕組みの提案であるが、現状の設備から全ての設備を入れ替えることは前節の結果から、現実的ではないため、災害時の電力需要の目安として、対契約電力100%を目標値とし、技術進展にともなう段階的な設備更新により性能を上げていくことを提案する。

1回目の設備更新で、区庁舎の契約電力1,050kw、非常用設備600kwに、400kw容量の常用設備を導入する（対契約電力が目標値の100%）。400kw容量の削減率は表7に示す。区庁舎および消防署の契約電力を合わせ（1,170kw）、区庁舎の現状の常用設備および消防署の非常用設備は維持し、400kw容量の非常用設備と400kw容量の常用設備を導入する。この更新で、拠点区域として、災害時の需要の目標である100%を達成する。さらに、表6の結果からわかるように、連携した場合、省エネルギー効果があるといえる。図11に設備更新のイメージを示す。

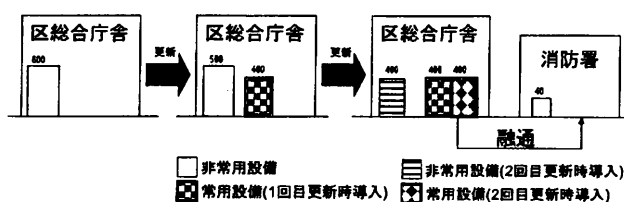


図11 設備更新のイメージ図

表7 400kw容量設備導入の場合の削減率

運転パターン	電主 6~18時	電主 24時間	熱主 6~18時	熱主 24時間
一次E削減率	2.91%	-0.38%	2.19%	2.52%
CO2削減率	6.36%	4.22%	5.18%	5.89%

また、400kw容量の常用設備を2台導入し、多重化を図ることで供給信頼性の向上に寄与すると考えられる。

水供給に関しては、総合庁舎等の延床面積の多い庁舎では、延床面積あたりの総容量が小さく、災害時のスペース利用には有効ともいえるが、災害時の水需要に対応できる水量を確保するため、雨水や河川など、地域の環境を活用した仕組みづくりが重要である。

さらに、太陽光発電の導入について検討する。本エリアでは、3,673㎡の区庁舎屋上に年間発電量30,000kwhのパネルが設置されている。この設備を区庁舎周辺の公共施設（消防署、土木事務所、警察署）に設置した場合、屋根の総面積が11,594.39㎡なので、面積比から年間約90,000kwhの発電量が見込まれる。当該施設の年間電力消費量（約300万kwh）の約3%が賄え、屋根面全てに増設した場合には約10%が確保できる。災害時において電力を確保できる太陽光発電導入し、電力消費のピーク時には負荷として利用することで平常時にも有効な設備となると考えられる。

6. まとめ

調査の結果、全ての庁舎に耐震性の高い設備が整備されている訳ではなく、水供給および電力供給の評価から、対策が必要な庁舎が多くみられた。ケーススタディの結果から、災害時の施設利用者数を見込んだ場合、水が不足する可能性が高く、地域の環境を含めた拠点区域の構築が必要であるといえる。また、省エネルギー効果を示すことで、環境面での有用性が明らかとなり、水供給・エネルギー供

給の両評価から、拠点区域の設備共用の仕組みづくりの導入の可能性を示すことができた。複数の公共施設が隣接する場合は、テナントが入れ替わりやすい民間施設との連携と比べ、長期的に計画しやすく、区役所等を中心とした街区における拠点構築は有用と考えられる。また、建物密度が高い首都圏では隣棟間隔が狭く、建物間で施設・設備を共有できる可能性は高い。建物間のエネルギー融通に有効とされる建物規模（延床面積10,000㎡以上）の横浜市内の公共施設を図12に示す。庁舎以外にも、大学などの文教厚生施設や、病院などを自律分散型拠点のコア施設にできる可能性がある。

今後の課題としては、各施設の詳細なデータや災害時に拠点区域に求められる活動内容および施設の連携体制等を明らかにし、設備機能の維持に加え、各施設が連携して災害対応の体制について検討することで、自律性の高い拠点区域を構築につながるものと考えられる。

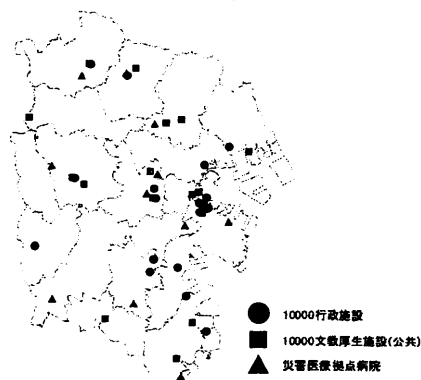


図12 10000㎡以上の公共施設

謝辞

本研究を進めるにあたり、横浜市民生活推進局、東京都23区、さいたま市10区、千葉市6区、川崎市7区、神奈川県警察本部をはじめ、関係各機関よりご協力を賜りました。厚く御礼申し上げます。なお、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) 相互に連携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」（21710168）の研究成果に基づくものである。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 厚生労働省：水道の耐震化計画等策定指針、平成20年3月
- 3) 横浜市水道局、大地震に備える新世紀のよこはま水道、2007
- 4) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧（第13版）、4 給排水衛生設備設計編、p.107, 2001.12.
- 5) 国土交通省、国土交通省業務継続計画、2007.6.
- 6) 環境省地球環境局：地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン（第3版）参考資料2 温室効果ガス排出量計算のための算定式及び排出係数一覧、平成19年3月。
- 7) (社)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、1996.
- 8) (社)空気調和・衛生工学会、都市ガスによるCGS計画・設計と評価、1994.