

地区防災を支えるエネルギー拠点としての福祉施設の可能性に関する研究

Study on Possibility of Social Welfare Facilities as Energy Center for Community Disaster Management

横浜国立大学 准教授 稲垣 景子

（研究計画ないし研究手法の概略）

地震や台風による停電・断水の影響は広範囲に及び、地区内での自立を余儀なくされるため、ライフライン停止を視野に需要家側（施設・地区）の対策が求められている。建物単位では、防災拠点となる建物のガイドラインが策定され、地区単位では、エネルギー安定供給等を目指す業務継続地区（BCD）の構築が進められているが、その主な対象は、庁舎や大病院、そして、都心部に限られる。一方、地域コミュニティでは、近隣で支え合う防災活動が重要とされ、「地区防災計画」を策定している例もあるが、機能継続や早期復旧のための施設整備やエネルギー確保はその対象ではない。そこで、本研究は、低密度地域も対象に、ライフライン途絶時の地域コミュニティの自立性向上に寄与する施設として福祉避難所（社会福祉施設）に着目し、地区防災を支えるエネルギー拠点としての可能性を明らかにすることを目的とする。高齢者や障害者などの要配慮者を受け入れる福祉避難所は、指定避難所（主に小中学校）に比べ、広域停電時も医療機器が使える環境整備や室内環境の質の向上が求められている。日常業務のエネルギー需要量も多く、多様な設備を有しているため、平常時・非常時に兼用可能な設備構成を検討できると考えた。

（実験調査によって得られた新しい知見）

1. 災害時に福祉施設に求められる機能・設備

2018年9月の北海道胆振東部地震では、北海道の全家庭295万世帯の電力供給が停電し、発電機のない社会福祉施設の高齢者や障害者への社会福祉サービスを混乱させた。北海道の調査によれば、北海道の社会福祉施設の7割以上が発電機を持っていない結果が得られている。一方、太陽光発電（PV）やコージェネレーションシステム（CHP）を備えていた社会福祉施設は、この災害時に電力や熱を継続的に供給できた。また、2019年9月には、東京近郊の千葉県の一部での令和元年台風15号による大規模な停電が発生し、冷房が使えなかった福祉施設等では、熱中症に苦しむ高齢者もいた。

以上をふまえ、本研究では、各地域の高齢者・障害者の社会福祉施設を中心に研究を行った。これらの施設で行われる福祉サービスや活動には、日常生活と災害時の両方に高性能な建築設備が求められる。また、福祉サービス提供者は、日常的に車で高齢者や障害者の送迎を行っているため、蓄電池を搭載した電気自動車に置き換えれば、その車両は社会福祉施設の電気設備になり得る。本研究では、災害対応に寄与するエネルギーシステムを備えた福祉施設が地域コミュニティの防災拠点として機能することを目指し、停電時や日常生活の需給を想定したうえで、近年の災害対応に寄与した太陽光発電やコージェネレーションシステム、車載蓄電池の導入効果を明らかにする。

2. 地域ケアプラザ

本研究では、横浜市にある社会福祉施設のひとつ「地域ケアプラザ」を主な対象とした。おおむね中学校区圏域（日常生活圏）に1館設置されており、高齢者、子ども、障害のある人など、誰もが地域において健康で安心して暮らせるよう、様々な取り組みを行っている。地域交流の場として機能するとともに、地域包括支援センター機能を有し、さらに、高齢者デイサービス等の福祉・保健サービスを提供している。横浜市の日常生活圏域ごとの人口密度を図1に、高齢化率を図2に示す。市内に約140館あり、各圏域の平均人口は約27,000人であるが、南西部に人口密度が低く高齢化率が高いエリアが分布している。このように低密なエリアにも地域ケアプラザは立地しており、郊外の貴重な拠点施設として機能している。

横浜市は、これらの地域ケアプラザを、福祉避難所として指定しており、災害時の地域コミュニティの中核になる可能性を有するが、非常用発電機（建物への電力供給用）の整備率は約20%である。以降では、福祉避難所に太陽光発電機、車載蓄電池、電熱供給設備を設置する可能性と効果について検討する。

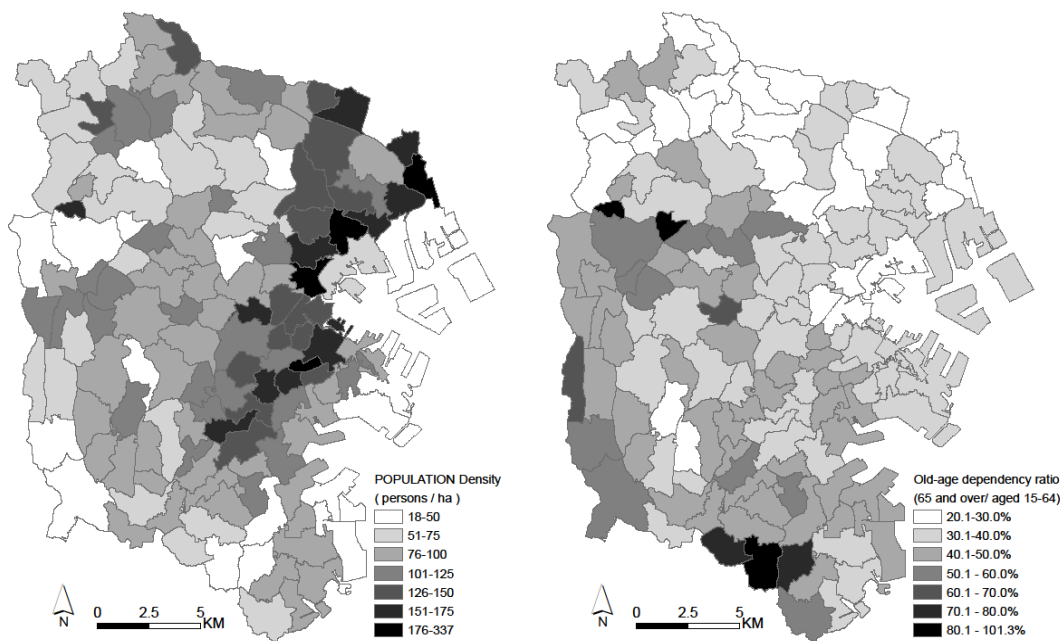


図1. 横浜市の人口密度（日常生活圏）

図2. 横浜市の高齢化率（日常生活圏）

3. 地域ケアプラザの施設概要とエネルギー消費特性

「地域ケアプラザ」の施設・設備概要、日常業務、災害対策についてヒアリング調査を行った。調査対象施設は、社会福祉法人が指定管理者として管理・運営している。冷暖房設備として、ガスヒートポンプ（GHP）エアコンと電気エアコン、電気床暖房装置を導入している。電気（コンセント需要）は照明、エレベーター、情報機器などで消費され、都市ガスは入浴等の給湯機器や調理器具で使われている。災害時は、約50人の高齢者や障害者を受け入れる計画であるが、被災時には在宅高齢者・障害者の支援業務を継続するため、重篤な避難者は同じ法人が運営する近隣の老人ホームや病院に案内する予定である。

次に、エネルギー需要を把握するため、時刻別エネルギー消費量の実測調査を行った。電力需要の多くが9～17時に発生し、都市ガスは午前中に使われていた。さらに、エネルギー消費量調査結果を延床面積で按分し、電力・熱の消費原単位を作成した。本研究ではデイサービスを併設する地域ケアプラザを拠点の候補とし、平均的な地域ケアプラザのモデル（ケアプラザ部 495.8 m²、デイサービス部 635.2 m²）を設定し、本調査での消費原単位および既往のエネルギー消費量原単位を参考にエネルギー消費量を推計した。季節別の時刻別エネルギー消費量を図3に示す。

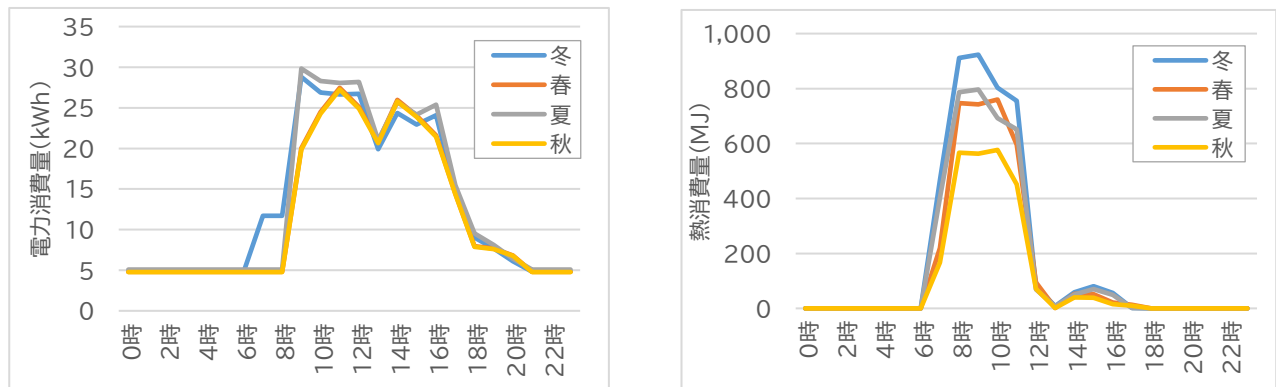


図3. 地域ケアプラザにおける季節別・時刻別エネルギー消費量（左図：電力、右図：熱）

4. エネルギーシステムの提案

停電時と平常時の需要に対応できるエネルギー供給システムの一例を図4に示す。導入設備は、既往災害調査で有用とされた設備を候補に、省エネルギー性・自立性の確保するため、太陽光発電(PV)などの自家発電設備、蓄電池を搭載した電気自動車とビルの間で電力を相互供給するシステム(V2B)を選定した。また、太陽熱集熱器(温水器)、貯湯槽、都市ガスを燃料とする家庭用燃料電池コージェネレーションシステム(CHP)などの熱供給設備も導入する計画とした。地域ケアプラザは平均約2台の軽自動車を保有しているため、これがEVに置き換わると仮定するなど、維持管理面から過大な設備の導入は避ける。

災害時（商用電源停止時）には、PVやCHP等が稼働し、照明、エアコン、床暖房付きの部屋に避難者が滞在し、情報機器の充電と給湯が可能な環境を想定した。商用電源およびガスの供給停止中には、太陽光による発電と熱エネルギーを使用できるものとした。

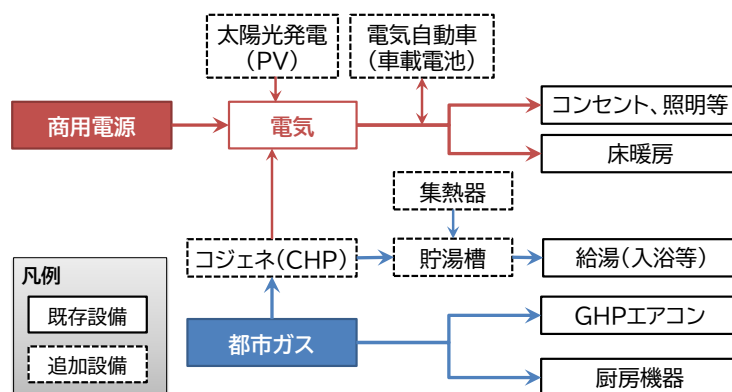


図4. エネルギー供給システム

5. 提案システムの効果と課題

提案システムのうち太陽光発電 (PV) とコージェネレーションシステム (CHP) の設備容量を 3 パターン設定し、①PV 重視型、②CHP 重視型、③バランス型の 3 ケースについて、平常時と災害時の需要量に対する電力・熱供給の充足率をそれぞれ求めた。需要量や日射量に影響する「季節」「天候」も考慮した。24 時間単位の評価結果を表 1～3 に示す。

平常時の晴天の場合、ケース①では電力需要の全て、②では約 8 割、③では約 1/3 を自家発電で賄うことができ (表 1)、②の省エネ効果が高いことが明らかとなった。

次に、災害時のエネルギー需要 (照明、空調、情報端末の充電、給湯) に対する充足率を試算した。避難者収容スペースは、受入可能人数および市の基準 (2 m²/人) を参考に、90 m²とし、避難者の活動時間を 7～24 時とした。コージェネは 24 時間稼働することとした。商用電源が停止した場合も、ガス供給が継続している場合は、ほぼ電力需要を充足でき、電力用途を広げて平常時に近い運営も可能である (表 2)。一方、商用電源・ガスとも供給を停止した場合は、コージェネが稼働しないため発電量が少ない。ケース①は自立可能だが、ケース②は曇天・雨天時に、ケース③は雨天時に自立が難しい (表 3)。また、晴天時は、いずれのケースも蓄電容量超過分のロスが生じており、電力用途拡大の余地がある。熱供給に関しても、蓄熱量を超える時間帯があり、需要量を平準化できるように運用面を工夫することで、ロスを抑制し施設利用者の健康性・快適性を向上できる可能性がある。

提案システムの導入効果を平常時・災害時の両面から試算した結果、ケース③ (バランス型) が最も優位で、各機器をバランスよく配置することが望ましいとの結論に至った。また、平常時の省エネ性を高め、災害時の機能継続を図るためには、季節や天候をふまえて需給バランスを調整する必要がある。

表 1. 平常時の需要に対する電力供給割合

A. 平常時	晴天	曇天	雨天
①PV 重視型	97 ~ 104 %	47 ~ 61 %	17 ~ 21 %
②CHP 重視型	30 ~ 36 %	18 ~ 20 %	13 ~ 14 %
③バランス型	61 ~ 78 %	27 ~ 33 %	14 ~ 16 %

※蓄電容量を超えるロス分は含まない

表 2. 災害時の需要に対する電力供給割合 (停電+都市ガス供給継続時)

B-1. 災害時	晴天	曇天	雨天
①PV 重視型	218 ~ 224 %	218 ~ 222 %	107 ~ 131 %
②CHP 重視型	225 ~ 248 %	158 ~ 169 %	135 ~ 138 %
③バランス型	239 ~ 241 %	194 ~ 226 %	124 ~ 133 %

※蓄電容量を超えるロス分は含まない

表 3. 災害時の需要に対する電力供給割合 (停電+都市ガス供給停止時)

B-2. 災害時	晴天	曇天	雨天
①PV 重視型	200 ~ 214 %	200 ~ 207 %	76 ~ 100 %
②CHP 重視型	101 ~ 133 %	34 ~ 44 %	10 ~ 13 %
③バランス型	200 ~ 214 %	101 ~ 133 %	30 ~ 40 %

※蓄電容量を超えるロス分は含まない

6. おわりに

社会福祉施設は、災害時にも事業を継続するとともに、福祉避難所として避難者を受け入れ、周辺地域の災害対応にも寄与することが求められているが、エネルギー設備を増強することで、自家利用にとどまらず、地域コミュニティのエネルギー拠点として地域に貢献できる可能性がある。また、地域ケアプラザをはじめとする社会福祉施設は、郊外エリアに多く、その立地面からも地域の拠点施設としてのポテンシャルを有している。ただし、季節や天候、被害状況により、需要量と供給量の変動するため、需給バランスの調整が求められる。また、設備の維持管理面から、災害時だけでなく平常時にも利活用されるシステムが望ましい。建築レベルでのシステム増強が、当該施設だけでなく災害時の地域コミュニティのレジリエンス力向上につながることを期待される。

<参考文献>

- 1) 木作尚子、大西一嘉、稲垣景子、山本真聖：神奈川県下における福祉避難所の整備状況に関する研究、地域安全学会梗概集、No.45、pp.107-110、2019.11
- 2) 横浜市：災害時要援護者支援ガイド、2019
- 3) 日本地域冷暖房協会：2010 プロジェクト日本全国地域冷暖房導入可能性調査平成6年度報告書、1995

(発表論文)

- ・ 山本真聖、稲垣景子、吉田聡、佐土原聡：福祉避難所における自立分散型エネルギーの導入効果に関する研究～横浜市の地域ケアプラザを対象として～、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1、p.2261-2262、2020年9月
- ・ K. Inagaki, S. Yoshida, S. Sadohara: A STUDY ON SELF-SUFFICIENT BUILDINGS AGAINST DISASTER: SURVEY OF SOCIAL WELFARE FACILITIES IN JAPAN, Proceedings of the 17th World Conference on Earthquake Engineering (17WCEE Proceedings), 6h-0005, September 2020 (On-line conference: September 2021)