

エコモデルタウン推進事業報告書

令和6年3月

仙台市

目 次

1. エコモデルタウン推進事業について	1
1-1. 背景・目的	2
1-2. 事業概要	3
(1) 田子西地区	3
(2) 荒井東地区	4
2. エネルギーマネジメントの取り組みについて	7
2-1. 取り組みの概要	8
(1) 田子西地区	8
(2) 荒井東地区	12
2-2. 運用結果	14
(1) CO2 排出削減効果	14
(2) 電気料金削減効果	18
(3) 本事業の環境性・経済性の評価	21
(4) エネルギーマネジメントシステムの最適化（田子西地区）	22
(5) 通信インターフェース標準化技術の実装（田子西地区）	23
(6) 戸建住宅におけるエネルギー自給率向上（田子西地区）	25
(7) 停電時における電力供給による防災性確保	26
3. 見える化の取り組みについて	29
3-1. 取り組みの概要	30
(1) 田子西地区	30
(2) 荒井東地区	31
3-2. 運用結果	32
(1) タブレットの利用状況	32
(2) デマンドレスポンスの取り組み（田子西地区）	34
4. その他の取り組み	37
4-1. 田子西地区	38
(1) 環境イベント開催等によるコミュニティ形成への寄与	38
(2) 本事業を端緒とした社会課題解決型複合事業の創出	41
4-2. 荒井東地区	43
(1) 環境イベント開催等によるコミュニティ形成への寄与	43
(2) 荒井タウンマネジメントのまちづくり事業	44
5. 事業の総括	47
5-1. 取り組みの評価と今後の課題について	48
(1) 設備構成について	48
(2) エネルギーマネジメントの取り組みについて	49
(3) 見える化の取り組みについて	50
(4) 事業期間について	50
(5) 事業の進捗管理について	51

（６）事業の採算性について	51
（７）まとめ.....	52
5－2．住宅の脱炭素化に向けて	53
5－3．外部有識者からのご意見.....	55

1. エコモデルタウン推進事業について

1-1. 背景・目的

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、エネルギー供給が途絶し、都市機能の低下や復旧作業への支障等が生じたことから、今後のまちづくりにおいては、特定のエネルギー源に過度に依存しないことや、非常時におけるエネルギーの確保が重要であることが明らかとなった。

このため本市では、「仙台市震災復興計画」（平成 23 年 11 月議決）の「100 万人の復興プロジェクト」において、持続的なエネルギー供給を可能にする省エネ・新エネプロジェクトの 1 つとして、新市街地形成が予定される地区において、民間資本との協働によりエコモデルタウン推進事業に取り組み、エネルギー効率の高い都市を目指すとともに、非常時にも安心な都市づくりを進めることとした。具体的取り組みとしては、次のとおりとしている。

○エコモデルタウン（仙台市震災復興計画 一部抜粋）

- ・ 非常時におけるエネルギー確保や特定のエネルギー源への依存度を低減させるため、関係機関と連携して再生可能エネルギーや天然ガスを含めたエネルギー構成の最適化に取り組めます。
- ・ 非常時にとどまらず、平時においても高いエネルギー効率と経済性を両立するモデル的な取り組みを推進します。
- ・ 次世代電力計（スマートメーター）の導入や、それらの機器と ICT（情報通信技術）を活用した各種サービスの開発を促進します。

以上を踏まえ、本事業は、民間事業者と協働し、新市街地形成が予定されていた田子西地区及び荒井東地区において、国の補助金等も活用しながら、再生可能エネルギーをはじめとした複数のエネルギー源を確保するとともに、ICT を用いて、これらの効率的な運用を目指すエネルギーマネジメント事業を実施したものである。

1-2. 事業概要

復興公営住宅が整備された田子西、荒井東の両地区において、事業者と連携し、高圧一括受電設備や太陽光発電・蓄電池を活用したエネルギーマネジメントを実施するとともに、タブレットを使用したエネルギーの「見える化」による住民の省エネ行動促進に向けた取り組みを行った。

事業期間は、国の補助金を活用する事業という性質上、総務省との協議等の結果を踏まえ約10年間とし、平成24年度に田子西地区、平成25年度に荒井東地区の整備に着手し、両地区ともに平成26年度から令和4年度までの9年間運用を行った。

いずれの地区も、複数企業で構成されるエネルギーマネジメント会社が事業主体となり、復興公営住宅全体の電気を、当該事業者が電力会社より一括受電し、各家庭に供給した。この一括受電による電力調達費と、各戸への電力販売料金（東北電力の規制料金（従量電灯B）相当）との差額を収益として復興公営住宅の管理業務を担う形とした。

各地区における事業概要は次のとおりである。

(1) 田子西地区

本地区では、一般社団法人仙台グリーン・コミュニティ推進協議会を事業主体とし、集合住宅である復興公営住宅（4棟・176世帯）及び戸建住宅（16戸）を対象として実施した。

復興公営住宅では、高圧一括受電設備や太陽光発電、蓄電池に加え、複数のエネルギー源を確保する観点から、ガスコージェネレーションシステム（CGS）を導入するとともに、電力需要予測に基づく高度なエネルギーマネジメントを実施した。また戸建住宅においても、太陽光発電、燃料電池、蓄電池又は電気自動車（EV）を組み合わせ、エネルギー自給率の高い低炭素なスマートハウスの実現を目指した。全ての設備を国の財源（総務省情報通信技術利活用事業費補助金及び震災復興特別交付税）を活用して整備しており、設備所有者は事業者となっている。特に総務省の補助金は、通信インターフェースの標準化に向けた社会実装や、エネルギー情報の「見える化」に係るシステム開発など、ICTを用いたエネルギーマネジメントシステムの整備に活用している。

平成24年度から25年度にかけて設備等を整備し、平成26年度から令和4年度までの9年間運用を行った。

ア：事業主体	一般社団法人 仙台グリーン・コミュニティ推進協議会 (国際航業株式会社、株式会社 NTT ファシリティーズ、東日本電信電話株式会社 (NTT 東日本) を構成団体とする一般社団法人)
イ：事業規模	復興公営住宅（4棟・176世帯）及び戸建て住宅（16戸）、集会所
ウ：事業費	約23億円（総務省情報通信技術利活用事業費補助金1/3、震災復興特別交付税2/3）
エ：主な設備	(復興公営) 高圧一括受電設備、太陽光発電40kW、蓄電池50kWh、CGS25kW、エネルギーマネジメント用サーバー、見える化用サーバー、見える化用タブレット (戸建) 太陽光発電、エネファーム、蓄電池又はEV、見える化用タブレット

オ：設備所有者	事業者
カ：事業期間	(整備) H24~25年度 (運用) H26~R4年度



図 1-1 田子西地区におけるエネルギーマネジメントの概念図

(2) 荒井東地区

本地区では、荒井東復興公営住宅エネルギーマネジメント事業整備運用企業グループ「グループ ASN」(構成企業：一般社団法人荒井タウンマネジメント、産電工業(株)、東日本電信電話(株))を事業主体とし、復興公営住宅(298戸)を対象に、高圧一括受電設備及び太陽光発電、蓄電池を活用したエネルギーマネジメント(田子西地区のシステムとも連係)を実施した。

田子西地区の事業者は、エネルギーマネジメント事業を主とするのに対し、荒井東地区の事業者は、荒井東地区全体のまちづくりを担う法人がタウンマネジメント事業を実施・運営しながら、エネルギーマネジメント事業との両立を目指し実施した。

また、田子西地区では、国の補助金等を活用して、実証的に、複数のエネルギー源を整備し、高度なエネルギーマネジメントシステムを導入したが、荒井東地区では、近い将来のスマートシティの実現を見据え、太陽光発電及び蓄電池による標準的なエネルギーマネジメントシステムの構築を図ることとした。

設備については、高圧一括受電設備や太陽光発電設備等は市が整備のうえ事業者に貸与し、電力「見える化」の取り組みに関する設備等は事業者が整備した。

平成25年度から26年度にかけて設備等を整備し、平成26年度から令和4年度までの9年間運用を行った。

ア：事業主体	グループASN（荒井タウンマネジメント、産電工業株式会社、東日本電信電話株式会社（NTT 東日本））
イ：事業規模	復興公営住宅 298 戸、集会所
ウ：事業費	約 2.5 億円（市負担：2 億円、事業者負担：5 千万円）
エ：主な設備	高圧一括受電設備、太陽光発電 10kW、蓄電池 34kWh、見える化用サーバー、見える化用タブレット
オ：設備所有者	市（高圧一括受電設備、太陽光発電、蓄電池等） 事業者（見える化用サーバー、見える化用タブレット）
カ：事業期間	（整備）H25～26 年度 （運用）H26～R4 年度



図 1-2 荒井東地区におけるエネルギーマネジメントの概念図

2. エネルギーマネジメントの取り組みについて

2-1. 取り組みの概要

(1) 田子西地区

ア. 復興公営住宅

田子西地区の復興公営住宅におけるエネルギーマネジメントシステムの概要及び各設備の配置図を図 2-1, 2-2 に示す。

復興公営住宅に設置した設備は、エネルギーセンターに設置した高圧一括受電設備、太陽光発電、蓄電池及び CGS とこれらを統合するエネルギーマネジメントシステムで構成されている。これらの設備により、非常時におけるエネルギー源の確保と、平常時における高いエネルギー効率と経済性の両立を図るため、系統からの電力、太陽光発電、都市ガスを用いたエネルギーのベストミックスの実現を目指した。また、国の補助金等を活用して実証的に高度なエネルギーマネジメントシステムを導入し、復興公営住宅全体の電力需要の予測に基づく需給管理を行った。さらに電力の需要が高まる時間帯において、住民の省エネ行動を促すデマンドレスポンスや CGS を活用したピークカットによる電気料金の削減など経済性の向上につながる取り組みも実施した。

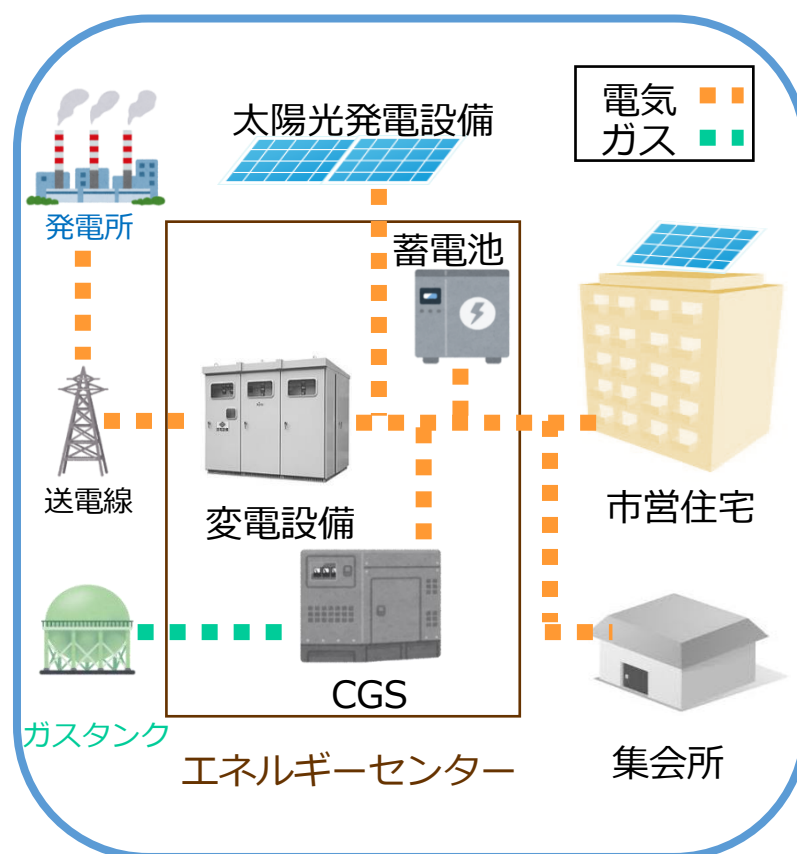


図 2-1 復興公営住宅（田子西地区）のエネルギーマネジメントシステム概要図

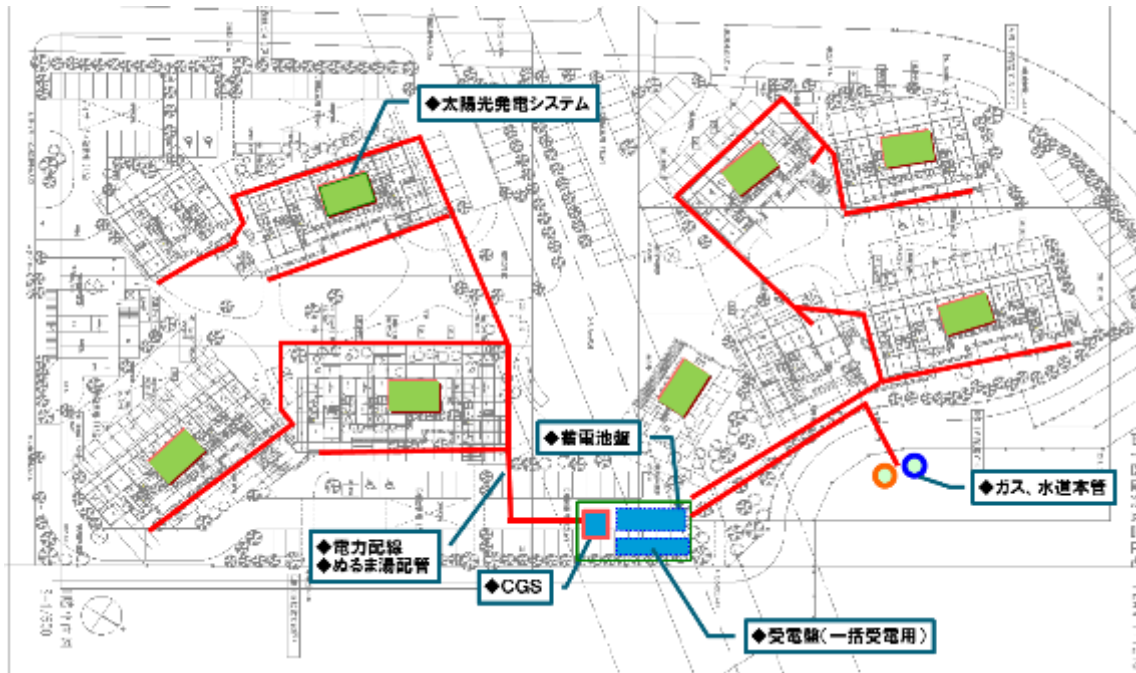


図 2-2 復興公営住宅（田子西地区）の設備配置図

○ 太陽光発電設備

各棟の屋上に 5kW の太陽光発電設備を 6 基、エネルギーセンターに 10kW を 1 基設置した。

○ 蓄電池

エネルギーセンターに 50kWh の蓄電池を設置した。

エネルギーマネジメントシステムからの指令により、系統からの電力とエネルギーセンターの太陽光発電を使って充電のうえ、放電するように設定するとともに、停電時に集会所の一部のコンセントで電力を使用できる環境を構築した。

○ CGS

エネルギーセンターに 25kW の CGS を設置した。

災害等の大規模停電時における集会所の電力確保や発電による電力のピークカットの取り組みを行った。また、CGS の運転時に発生する排熱を利用し、各戸へぬるま湯を供給するため、熱交換装置、貯湯タンク（450 リットル×4 基）等を設置した。

イ. 戸建住宅

各戸建住宅に、太陽光発電設備、燃料電池（エネファーム）、蓄電池又は電気自動車を設置し、太陽光発電や燃料電池（エネファーム）が発電した電力を、蓄電池又は電気自動車で効率的に活用する制御技術に加え、電力の発電・蓄電・消費状況を可視化する HEMS を構築した。

震災でのエネルギー途絶の経験を踏まえ非常時の電源を確保するとともに、特定のエネルギー源に過度に依存しないという考え方のもと、戸建住宅では、HEMS により複数の電源（系統からの電力、太陽光発電、燃料電池、蓄電池、電気自動車）を賢く使用しながら、系統からの電力購入量の抑制を図り、できる限りエネルギー自給率の高い低炭素なスマートハウスの実現を目指した。導入した HEMS の特徴としては、電気自動車の走行履歴等も含め居住者のエネルギー利用実績よりアルゴリズムを学習し、充放電の効率化を行うことで自給率の向上を図るものである。

なお、一般家庭において、系統から切り離れた状態で太陽光発電、燃料電池（エネファーム）、蓄電池の 3 電源を活用するシステムを実用化したことや、太陽光発電と燃料電池を組み合わせで電気自動車を充放電制御するシステムを一般家庭に導入したことは先進的な取り組みであった。

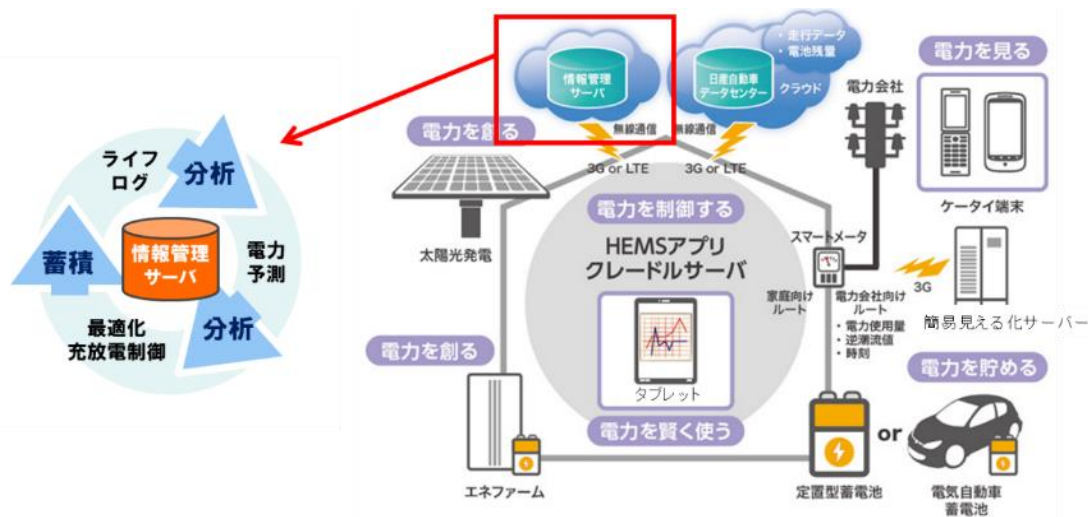


図 2-3 戸建住宅（田子西地区）のエネルギーマネジメントシステム概要図

○ 太陽光発電設備

対象住宅全 16 世帯に太陽光発電を導入した。太陽光発電の容量は各住宅の屋根面積及び形状により 3.04kW～3.84kW となっている。

○ 蓄電池

対象住宅 16 世帯のうち 14 世帯に蓄電池を設置した。

蓄電池の容量は、一般家庭における 1 日あたりの消費電力（10～15kWh 程度）を踏まえ、11kWh とした。

○ 電気自動車

対象住宅 16 世帯のうち 2 世帯には電気自動車を導入した。

また電気自動車に蓄えられた電気を住宅で使用できるように、V2H（Vehicle to Home）を設置した。なお、電気自動車の蓄電池容量は 24kWh となっている。

○ エネファーム及びエネグーン

エネファームは「家庭用燃料電池コージェネレーションシステム」の愛称で、家庭で使う電気とお湯を一緒に作り出す自家発電設備である。停電時でもガス及び水道が供給されていれば発電が可能であるが、本事業で導入したエネファームは初期型で、起動時には電気が必要であるため、停電時のエネファーム起動用電源として 6.6kWh の定置型蓄電池（エネグーン）を組み合わせた。



図 2-4 エネファーム及びエネグーン設置状況

(2) 荒井東地区

荒井東地区の復興公営住宅におけるエネルギーマネジメントシステムの概要及び各設備の配置図を図-図 2-5, 2-6 に示す。

復興公営住宅に設置した設備は、エネルギーセンターに設置した高圧一括受電設備、太陽光発電、蓄電池とこれらを統合するエネルギーマネジメントシステムで構成されている。これらの設備により、非常時におけるエネルギー源の確保と、平常時における高いエネルギー効率と経済性の両立を図るため、系統からの電力、太陽光発電を用いたエネルギーのベストミックスの実現を目指した。蓄電池においては、冬期間にピークカットを実施し、温室効果ガスと電気料金の削減を図った。

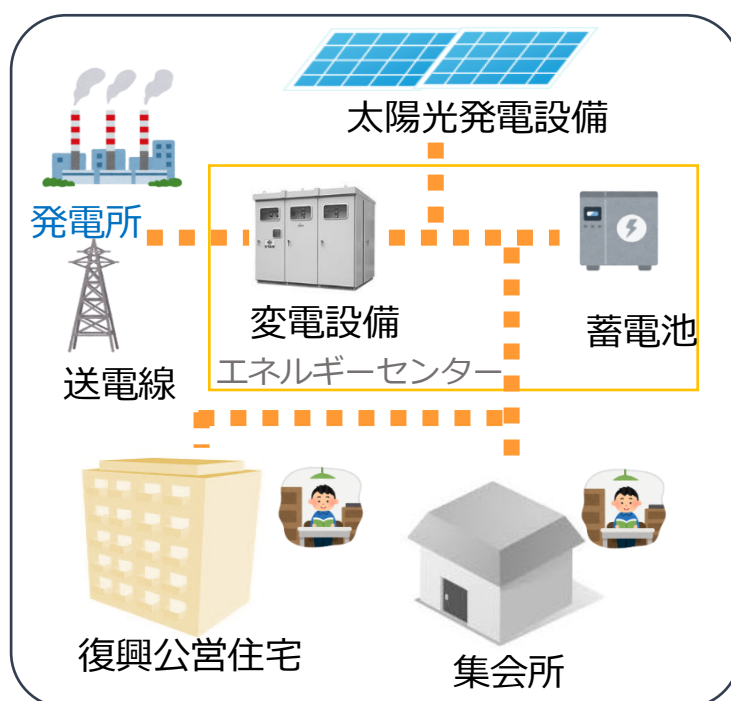


図 2-5 復興公営住宅（荒井東地区）のエネルギーマネジメントシステム概要図

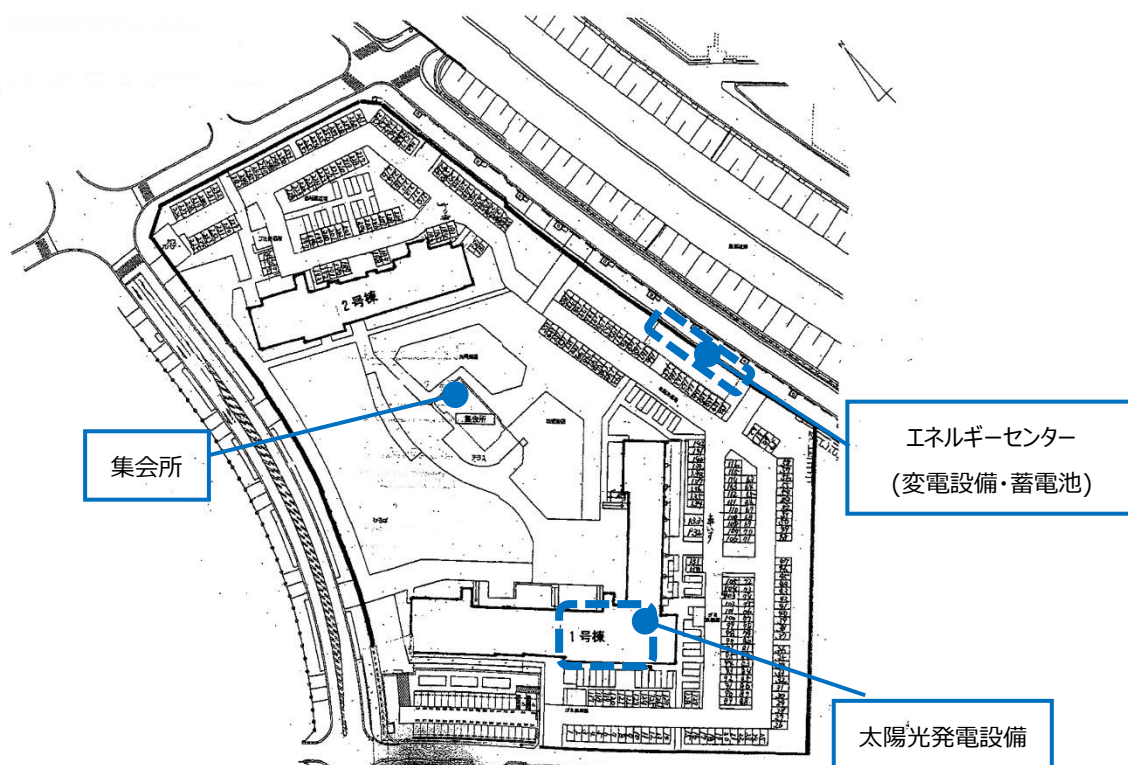


図 2-6 復興公営住宅（荒井東地区）の設備配置図

○太陽光発電設備

復興公営住宅 1 棟（南側）の屋上に 10kW の太陽光発電設備を設置した。

○蓄電池

エネルギーセンターに 34kWh の蓄電池を設置した。

停電発生時における備えに加え、需要が最大となる冬期においてピークカットを目的とした放電を行うよう設定した。

2-2. 運用結果

(1) CO2 排出削減効果

(ア) 太陽光発電による CO2 排出削減効果

① 田子西地区

田子西地区の太陽光発電による CO2 排出削減効果は、2014 年度から 2022 年度までの 9 年間に於いて 472 [t-CO₂] となった。また、積算発電量は、復興公営住宅が 437,907[kWh]、戸建住宅が 462,610[kWh]となった。CO2 排出削減効果は、系統からの電力購入と比較したものであり、近年は、再生可能エネルギーの普及等により電力会社の排出係数が減少したため削減効果が減少している。

復興公営住宅における計画の年間発電量 45,000[kWh/年]に対し、運用期間中の年間の平均発電量は 48,656[kWh/年]となり、計画以上の発電量となった。逆潮流を防止する RPR 動作が多発したことで、2020 年度は発電量が減少したが、2022 年度に需要予測システムの最適化を図ったことにより、RPR 動作が発生する頻度が低下し、発電量は増加した。

一方、戸建住宅における計画の年間発電量は 64,000 [kWh/年]であったのに対し、運用期間中の年間の平均発電量は 51,401[kWh/年]となり、計画を下回った。これはエネルギーマネジメントシステムのトラブルなどでの発電量のデータ欠損が影響しているためである。ただし 2019 年度以降は構成変更工事によりデータ欠損の影響が解消されたことから、発電量を正確に把握することができた。

復興公営住宅に整備した太陽光発電設備 (40kW) は、5 月のような発電量が多く電力需要が小さい時期であっても、系統側への逆潮流が発生する日が数日程度にとどまっております、国の補助金を活用したことにより FIT (固定価格買取) 制度による売電ができない中では、適正な規模であったと考えられる。

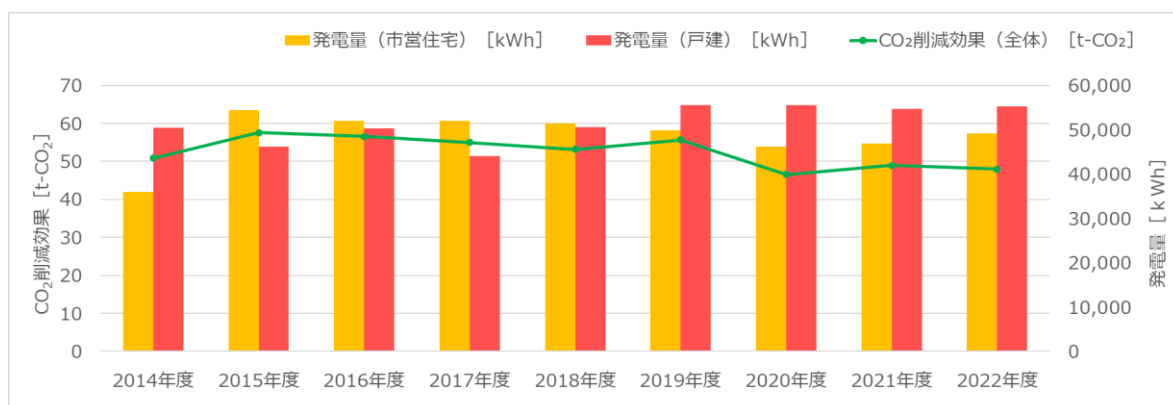


図 2-7 太陽光発電による CO2 排出削減効果 (田子西地区)

②荒井東地区

荒井東地区の太陽光発電による CO₂ 排出削減効果は 2014 年度から 2022 年度までの 9 年間に於いて、67[t-CO₂] となった。積算発電量は 130,283[kWh] で、2014 年度から 2022 年度までの平均発電電力量は 14,476[kWh] となった。

発電電力量に大きな変化はないものの、再生可能エネルギー普及等による電力会社の排出係数の減少により二酸化炭素排出削減効果は減少している。

なお、太陽光発電設備 (10kW) は、復興公営住宅 298 世帯の電力需要に対して小規模であり、発電した電力は、住戸部及び集会場において全て自家消費されている。

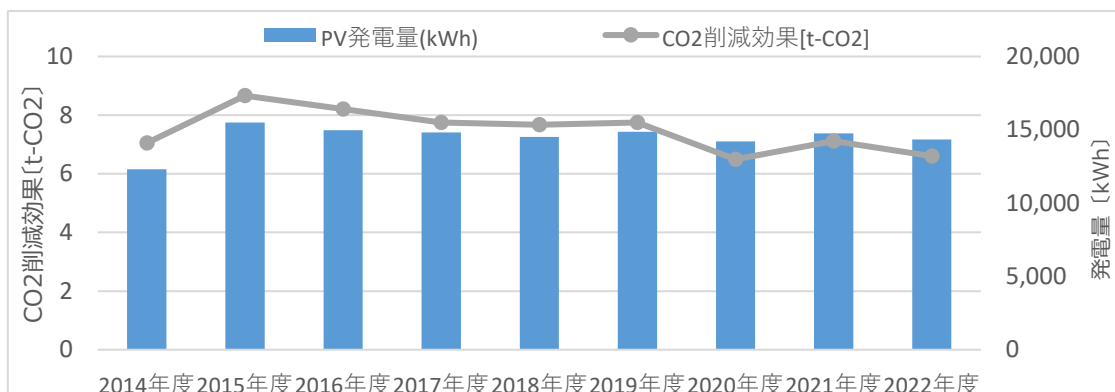


図 2-8 太陽光発電による CO₂ 排出削減効果 (荒井東地区)

(イ) CGS による CO₂ 排出削減効果 (田子西地区)

田子西地区に設置した CGS による CO₂ 排出削減効果は、2014 年度から 2022 年度までの 9 年間に於いて 65[t-CO₂]、積算発電量は 120,545[kWh] となった。

CO₂ 削減効果及び発電量は、年々減少傾向にある。計画では、CGS を通年運転 (24 時間運転) し、年間発電量を 39,420[kWh/年] と見込んでいたが、CGS の運転費 (ガス料金) が、系統電力から電気を購入する場合と比べて高く、CGS による発電を行う経済優位性が確保できなかった。このため、事業収支を確保できるように、CGS の運転は、電力需要の大きい冬季のみとするとともに、受電電力のピークカットに取り組むため運転日・時間の最適化を図った (図 2-10 参照) ことから、発電実績は計画を大きく下回る結果となった。

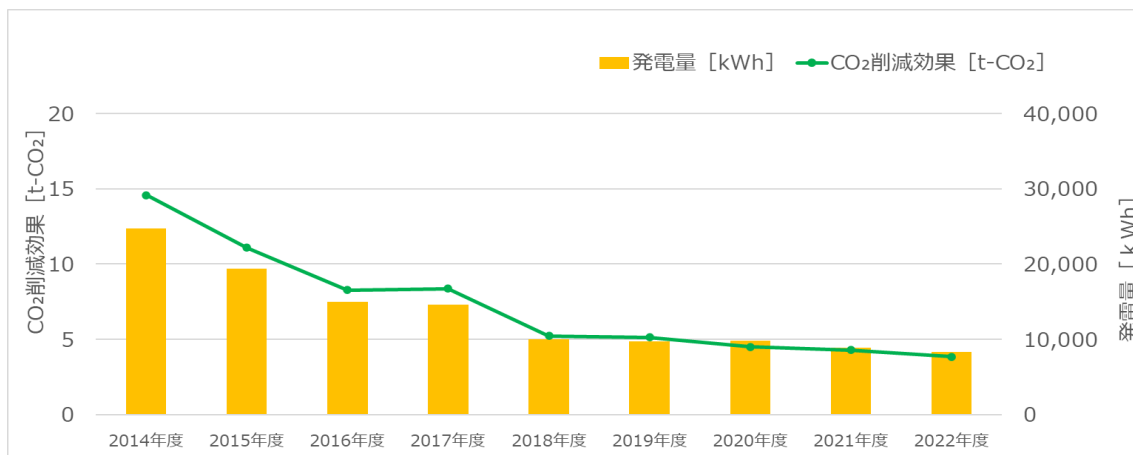


図 2-9 CGS による CO₂ 排出削減効果

2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	
①	→	②	→	③	→	④	→	⑤	→

① 通年運転、② 春季、冬季に運転、③ 冬季に運転、④ 冬季に平日、土日を考慮し運転、⑤ 冬季に平日、土日・祝日を考慮し運転

図 2-10 CSG 運転計画の見直し経過

(ウ) エネルギーマネジメントによる CO2 削減効果（田子西地区）

太陽光発電や CGS を含めた、田子西地区でのエネルギーマネジメント全体による CO2 削減効果は、エネルギーマネジメントを導入していない場合と比べて、復興公営住宅で 16%削減、戸建て住宅で 15%削減と試算された。

これは、総務省の「平成 29 年度 地域における ICT 活用による CO2 削減に関する調査研究」において、本地区を実証フィールドとして提供し、得られた結果である。エネルギーマネジメントによる CO2 削減効果が確認されたことはもとより、先駆的にエネルギーマネジメントに取り組んだことで、このような調査研究の実証フィールドとして提供・発信できたことも、本事業の成果の 1 つと考えられる。

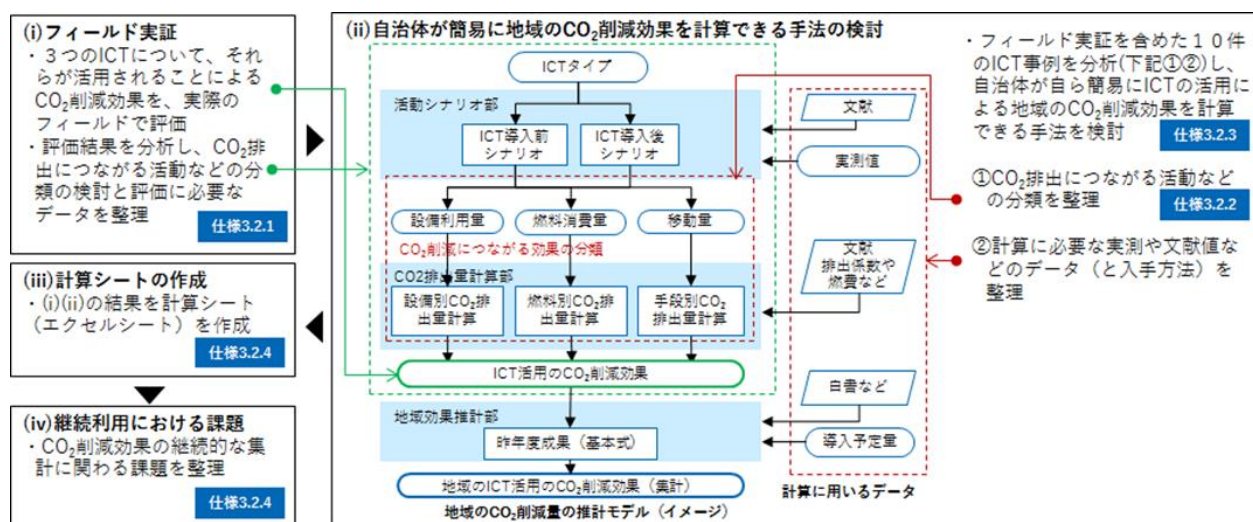


図 2-11 総務省調査研究の概要

【出典】平成 29 年度 地域における ICT 活用による CO2 削減に関する調査研究提案書
(NTT アドバンステクノロジー株式会社)

- ・集合住宅（田子西地区）における2016年度のCO₂削減効果を算出した。算出の過程は下記のとおり。
- ・比較対象として、CEMS導入前のエネルギー消費量を、統計資料から引用した（CEMSの見える化タブレットの利用率が少ないことから、家庭でのエネルギー使用量はシステム導入前後で不変とし、それらを購入電力・ガス量でを使用した場合のCO₂排出量比較も別途行う）

①CEMS導入後：エネルギーセンタからのエネルギー供給量（ただし、エネルギーセンタシステムの電気使用量を含む）、家庭でのガス消費量

	購入電力量 (kWh/年)	発電量 (kWh/年)	ガス購入量 (m ³ /年)	CO ₂ 排出係数	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	総CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	
受電	504,412	—	—	0.441(kg-CO ₂ /kWh) ※1	191.7	297.7	※1：関エネット、 事業者全体 ※2：仙台市ガス局
CGS	—	14,982	5,040	2.29(kg-CO ₂ /m ³) ※2	11.5		
太陽光	—	51,964	—	—	0		
ガス（給湯、 厨房など）	—	—	41,236	2.29(kg-CO ₂ /m ³)	94.4		

②CEMS導入前：①CGS、太陽光の発電量分を購入電力で賄ったとした場合の、電気供給量、家庭でのガス消費量。

	購入電力量 (kWh/年)	ガス購入量 (m ³ /年)	CO ₂ 排出係数	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	総CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	
受電	571,358	—	0.441(kg-CO ₂ /kWh)	221.2	359.9	※3：仙台市統計「都市ガス供給状況」、環境省「家庭CO ₂ 統計」を用いて戸建住宅によるガス使用量を想定(344m ³ ×176世帯)
ガス（給湯、 厨房など）	—	60,544※3	2.29(kg-CO ₂ /m ³)	138.6		

③CEMS（CGS、太陽光導入）導入効果

①CEMS導入後 - ②CEMS導入前 = 62.2(t-CO₂/年) 16%削減 ⇒5.2(t-CO₂/月) ⇒29kg-CO₂/月・世帯

図 2-12 復興公営住宅の CO₂ 削減効果

- ・戸建（田子西地区）のある家庭（id5）における2016年度のCO₂削減効果を算出した。算出の過程は下記のとおり。
- ・戸建てについては新築であるため、比較対象であるHEMS導入前のエネルギー消費量については、統計資料から仙台市の戸建の平均値を推定した値を用いた。

①HEMS導入後：家庭での電力使用量と、ガス使用量。（HEMSシステム運用に必要な電力使用量も含む）

	購入電力量 (kWh/年)	発電量 (kWh/年)	ガス購入量 (m ³ /年)	CO ₂ 排出係数	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	総CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)
系統	3069.7	—	—	0.553(kg-CO ₂ /kWh)	1.70	3.4
太陽光	—	1056.7	—	—	—	
エネファーム	—	2468.0	596※1	2.29(kg-CO ₂ /m ³)	1.36	
ガス（給湯、 厨房など）	—	—	132※1	2.29(kg-CO ₂ /m ³)	0.3	

②HEMS導入前：仙台市の平均より求めた値

	購入電力量 (kWh/年)	ガス購入量 (m ³ /年)	CO ₂ 排出係数	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	総CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)
系統	5,830※2	—	0.553(kg-CO ₂ /kWh)	3.22	4.0
ガス（給湯、 厨房など）	—	323※3	2.29(kg-CO ₂ /m ³)	0.74	

- ※1 エネファームの発電量から推計（次頁）
- ※2 以下の資料より戸建の電気使用量を想定
・総務省統計局「家計調査 2016年」の仙台市、電気
- ・環境省「家庭CO₂統計」
- ※3 以下の資料を用いて戸建住宅によるガス使用量を想定
・仙台市統計「都市ガス供給状況」
・環境省「家庭CO₂統計」

③HEMS導入効果

①HEMS導入後 - ②HEMS導入前 = 4.0 - 3.4 = 0.6[t-CO₂/年] ⇒ 50[kg-CO₂/月] 15%削減

図 2-13 戸建住宅の CO₂ 削減効果

【出典（図 2-12、図 2-13）】

平成 29 年度 地域における ICT 活用による CO₂ 削減に関する調査研究報告書（概要版）
（NTT アドバンステクノロジー株式会社）

(2) 電気料金削減効果

(ア) 太陽光発電、CGSによる電気料金削減効果（田子西地区）

田子西地区における2014年度から2022年度までの太陽光発電による電気料金削減効果は、復興公営住宅で11,824千円、戸建住宅で12,490千円となった。

また、CGSによる電気料金削減効果は2,789千円となった。CGSについては、運転時間の最適化を図るため、当初計画より時間を制限して運転したため、削減効果が減少している。

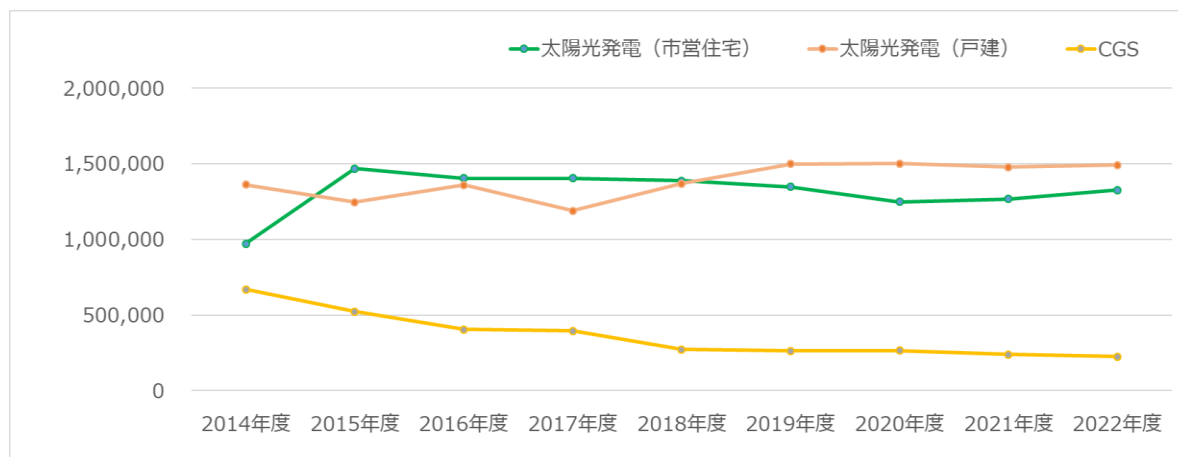


図 2-14 電気料金削減効果（田子西地区）

(イ) 太陽光発電による電気料金削減効果（荒井東地区）

荒井東地区における2014年度から2022年度までの太陽光発電による電気料金削減効果は、3,518千円となった。

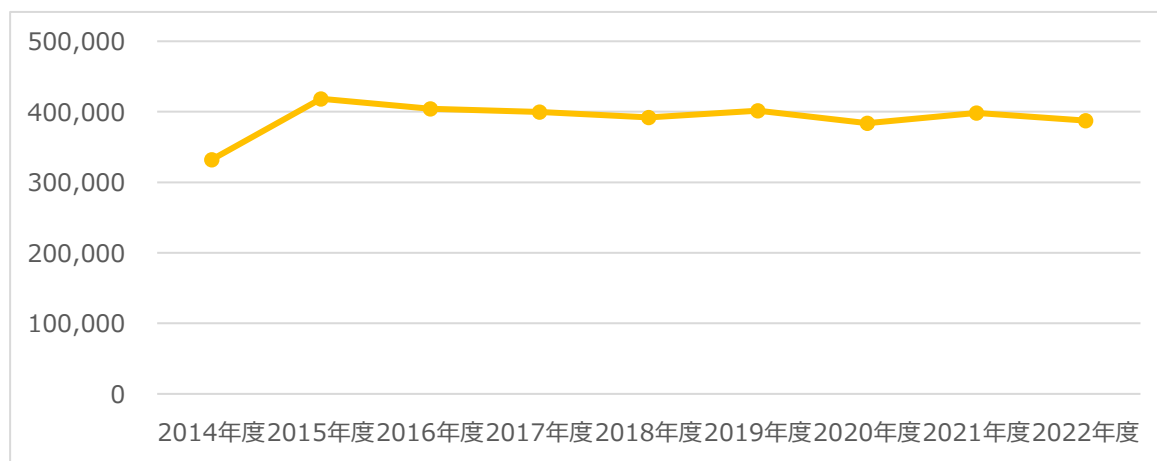


図 2-15 電気料金削減効果（荒井東地区）

(ウ) CGSによる電力ピークカットの削減効果等（田子西地区）

CGS について、電力需給の実績に基づき、2016 年度から受電のピークに合わせて効率的な運転を行った結果、2019 年度には、最大需要電力 141kW に対し、最大受電電力が 120kW（2019 年 4 月 2 日）となり、約 21kW のピーク電力を削減することができた。系統からの高圧受電の電気料金は、前年度の最大需要電力量（ピーク）によって決まるため、このピークカットによる経済効果は 235 千円と最大となった。

一方、その後の年度においては、冬季の過去の最低気温を踏まえて予め設定していた CGS の運転スケジュールに対し、実際の電力需要の高い時間が長かったことにより、ピークカットの電力削減効果が十分に得られなかった。

表 2-1 CGS 運用によるピークカット効果

年度	2014	2015	2016	2017	2018
ピーク電力 (CGS 運転なし) [kW]	134	136	146	150	136
ピーク電力 (CGS 運転あり) [kW]	134	136	143	135	130
ピーク電力削減効果[kW]	0	0	3	15	6
経済的効果[千円]	-387	-354	-128	74	-65

年度	2019	2020	2021	2022
ピーク電力 (CGS 運転なし) [kW]	141	155	154	160
ピーク電力 (CGS 運転あり) [kW]	120	140	145	153
ピーク電力削減効果[kW]	21	15	9	7
経済的効果[千円]	255	162	-7	-131

※電気基本料金 (1,510+消費税) [円/kW] ×ピーク電力削減効果 [kW] ×12ヶ月
+CGS発電量 [kWh] ×電力料金目安単価27 [円/kWh] - ガス料金 [円]

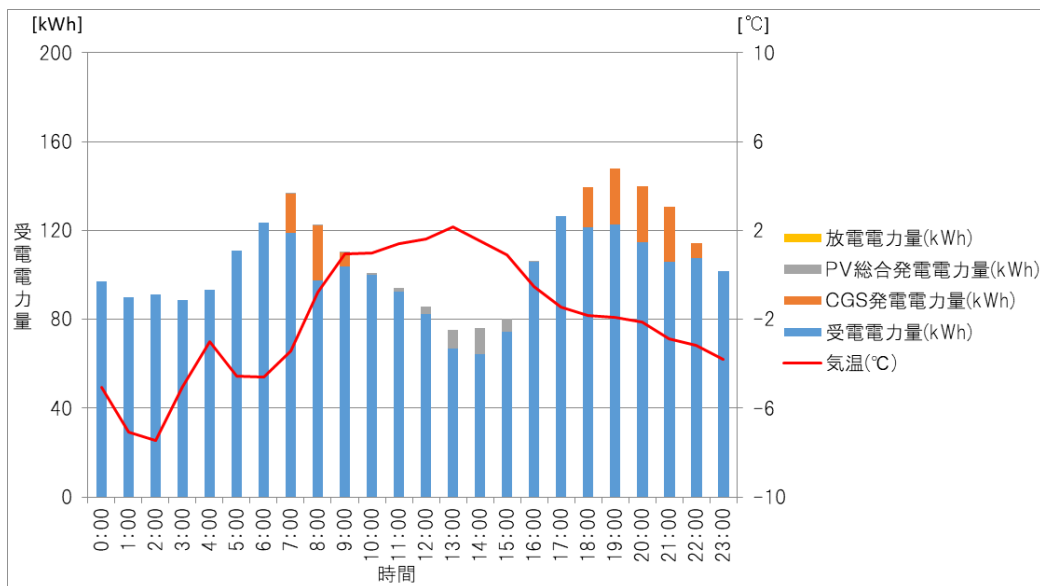


図 2-16 受電電力量の推移とピークカット効果の例（2023 年 1 月 25 日）

また CGS からの排熱を有効利用するため、排熱で温めたぬるま湯を各戸に供給した。このぬるま湯供給の運用効果について、2 回の効果検証を行った。

1 回目の検証においては、CGS 運転時に居室に何℃でぬるま湯が供給されているか確認したところ、CGS 運転開始から顕著な温度上昇までには5 時間程度のタイムラグが発生した。このことは、昼間の電力需要が伸びず、CGS 排熱が少なかったことが要因と考えられる。

このため、2 回目の検証では、電力需要があり CGS の運転が活発な冬季に検証を行った。電力需要量が大きい夕食時と朝食時の時間帯において、第1 回目と同様に居室に何℃でぬるま湯が供給されているか確認したところ、ぬるま湯の温度が速やかに上昇し、1 時間で2℃の温度上昇が確認できた。また、測定データをもとに、ぬるま湯供給に伴うガス料金削減額を算出したところ、108.0 [円/戸・月] であった。

以上の検証の結果、電力需要量が大きい時期や時間帯においては、CGS が効率的に稼働し、ぬるま湯が供給されることが確認できた。しかしながら、CGS のぬるま湯の供給量は1,800ℓであり、176 世帯という規模に対しては十分な熱需要を満たさないものであった。

なお、非常時は、集会所の電力使用のために CGS を運転することで、貯湯タンクにお湯を貯めることができるため、災害時の備えとしては有効と考えられる。

(エ) 蓄電池による電力ピークカットの削減効果（荒井東地区）

荒井東地区では、エネルギーセンターに設置した蓄電池（34kWh）の有効利用に向け、非常用電源としての機能に加え、2021 年度及び 2022 年度に電力のピークカットの取り組みを実施した。

この取り組みは、2018 年度から 2020 年度に本市が東北電力と連携して VPP（仮想発電所、バーチャルパワープラント）技術により指定避難所に設置した「防災型太陽光発電システム」の集中監視と一括制御に取り組んだ実証事業の一環で実施したもので、年間の電力需要が最大となる冬季において、電力需要が小さい深夜に蓄電池の充電を行い、需要が最も大きい時間帯に蓄電池の放電を行うピークカットの取り組みを行った。

電力需要に比べて、蓄電池の容量が小さいことから、ピークカットによる電力料金の削減効果は限定的であったものの、計画どおり実施することができた。系統からの購入電力の基本料金は、前年度の最大需要（ピーク）に応じて決まるため、このピークカットの取り組みにより、2021 年度、2022 年度ともに年間 100 千円の費用削減効果が得られた。

表 2-2 蓄電池によるピークカット効果

	2021 年度	2022 年度
ピーク電力（蓄電池運転あり）	235 [kW]	257 [kW]
ピーク電力削減効果	5 [kW]	5 [kW]
経済的効果※	100 [千円]	100 [千円]

※電気基本料金（1,510+消費税）[円/kWh] × ピーク電力削減効果 [kW] × 12 ヶ月

(3) 本事業の環境性・経済性の評価

本事業では、事業性の向上等を目的として、毎年度、事業者から報告される事業実績をもとに、実績評価を実施した。その際、専門的かつ客観的な視点で評価を行うため、「エネルギーに関する環境性と経済性の指標」を作成し、この指標も参考にしながら、有識者の意見を聴取のうえ、事業性の評価を行った。

◆エネルギーに関する環境性・経済性の指標

$$\text{環境性の指標} = \frac{\text{エコモデルタウン推進事業で運用した電源の単位電力当たりの CO2 排出量}}{\text{従前の電力供給による単位電力当たりの CO2 排出量}}$$

$$\text{経済性の指標} = \frac{\text{エコモデルタウン推進事業で運用したエネルギー料金}}{\text{従前の電力供給による電力料金}}$$

※指標が 100%未満の場合⇒環境性又は経済性のある電源

各指標の推移は下表のとおりである。

環境性については、両地区とも 100%を下回り、一般的な住宅団地に比べて環境性が確保された。これは、太陽光発電等の再生可能エネルギーを導入したことによるものである。田子西地区については、2016 年度に二酸化炭素排出係数の小さい電力会社に契約を変更した結果、さらに環境性が高まった（指標の数値が低くなった）。一方、荒井東地区については、太陽光発電の容量が田子西地区に比べて 10kW と小さいため、98%前後の推移にとどまっている。

経済性についても、両地区とも約 70~80%で推移し、一般的な住宅団地に比べて経済性が確保された。しかしながら、最終年度である 2023 年度は指標が大きく悪化した。これは、ロシアのウクライナ侵攻等による世界的なエネルギー価格の高騰に伴い、事業者が契約する電力会社からの高圧受電の電気料金が急騰する一方で、家庭向け電気料金の上昇幅が抑制されたことにより、収支が悪化したものである。

表 2-3 田子西地区における環境性及び経済性の推移

田子西地区	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
環境性	92.87%	90.66%	74.10%	77.72%	76.79%
経済性	81.07%	79.48%	68.35%	75.14%	73.04%

田子西地区	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度
環境性	79.32%	83.19%	71.71%	72.55%
経済性	72.84%	71.14%	72.57%	107.15%

表 2-4 荒井東地区における環境性及び経済性の推移

荒井東地区	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
環境性	96.97%	97.90%	98.22%	98.26%	98.28%
経済性	74.95%	75.57%	74.70%	76.88%	78.58%
荒井東地区	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	
環境性	98.24%	98.39%	98.30%	98.29%	
経済性	72.45%	70.53%	72.17%	93.60%	

(4) エネルギーマネジメントシステムの最適化（田子西地区）

田子西地区では、系統からの受電電力を可能な限り抑制するため、実証的に、電力需要予測機能を持つエネルギーマネジメントシステムを導入し、復興公営住宅において、太陽光発電、蓄電池、CGS 等と組み合わせた高度な制御について実証を行った。電力需要予測においては、過去の電力使用実績や気象予報データを活用して需要予測の精度向上を図ることで、適切な受電計画に基づくエネルギーマネジメントを実現した。

需要計画は、当初、1日の平均気温をもとに算出した需要予測により作成していたが、需要予測が大きく算出され、実績値と大きく乖離する結果となった（図 2-17）。このため、適切な需要予測ができるよう、過去 1 年間に得られた 1 日の電力使用量と平均気温のデータから、予測に係る係数を見直した結果、需要予測は大きく改善され、需要計画値と需要実績値の誤差率 ±10%以内（30 分単位）を実現した（図 2-18）。

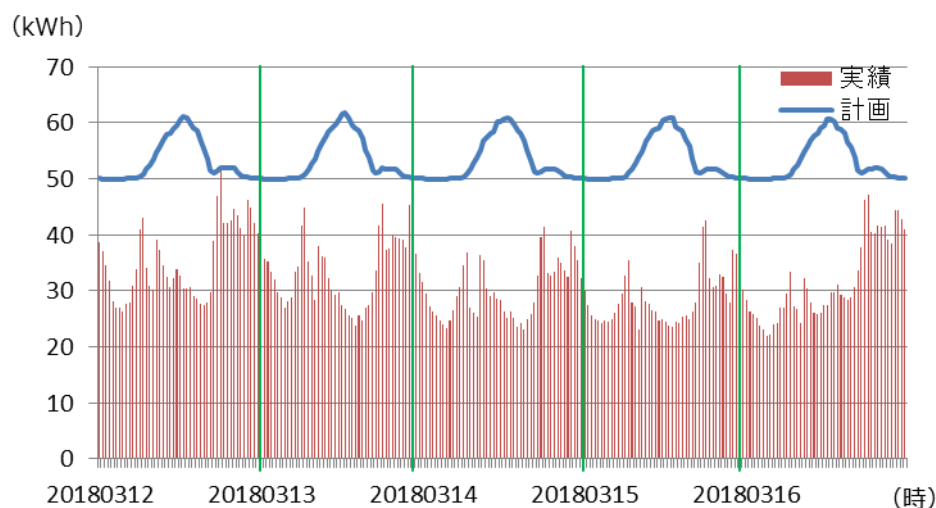


図 2-17 【改善前】 需要計画値・実績値（2018年3月12～16日）

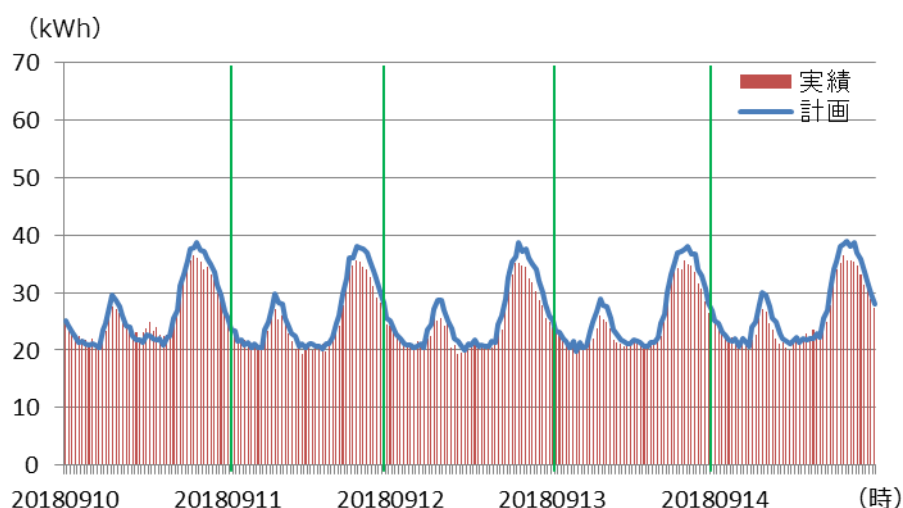


図 2-18 【改善後】 需要計画値・実績値（2018年9月10～14日）

（5）通信インターフェース標準化技術の実装（田子西地区）

住宅でのエネルギーマネジメントの実現には、異なるメーカーの機器間でも通信が可能となるよう共通の通信規格（インターフェース）が必要である。当時、スマートメーターや HEMS に関して、各メーカーが独自の規格で開発を進めてきたが、2011 年度に国やメーカーなどによる協議団体において、今後の国際的な規格の標準化を見据え、インターフェースの標準化が検討された。

こうした状況を踏まえ、本事業では、国の補助事業を活用し、上記協議団体において標準インターフェースとして推奨するとされた通信規格「ECHONET Lite」をはじめ、スマートメーターで計測したデータを建物内の HEMS 機器へ送信する B ルートや、障害物に強く長距離通信が可能な Wi-SUN 規格等を社会実装し、HEMS とスマートメーター間の通信インターフェースに関する実証を行った。その結果、実利用環境において通信の安定性を確認できたことから、これらのインターフェースについては、スマートメーターの通信方式として適切であることが確認された。

現在、ECHONET Lite は、エネルギーマネジメントの標準規格として、家電や太陽光発電システム、スマートメーター等に搭載され、全国的に普及しているとともに、国際標準規格としても承認されている。また、Wi-SUN は、スマートメーターのルート B 規格として実用化され、国内電力会社等に採用されており、2022 年 2 月に開催されたイベント「Wi-SUN Open House 2022 Winter」では、1 億台を超える Wi-SUN 認証デバイスが出荷されていることが示された。Wi-SUN 技術の世界市場規模は、2021 年に約 17 億 7,273 万米ドルと評価され、2022 年から 2028 年には 21.7%以上の成長率で拡大すると予測されている。

■ECHONET Lite：エネルギーマネジメントの管理システムである HEMS や家電等の機器を繋ぐための通信規格。

■B ルート：スマートメーターと HEMS 間の通信経路

■Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network)：IEEE802.15.4g 規格の 920MHz 帯無線通信。長距離通信に適し障害物にも強く低消費電力である特徴を持つ。

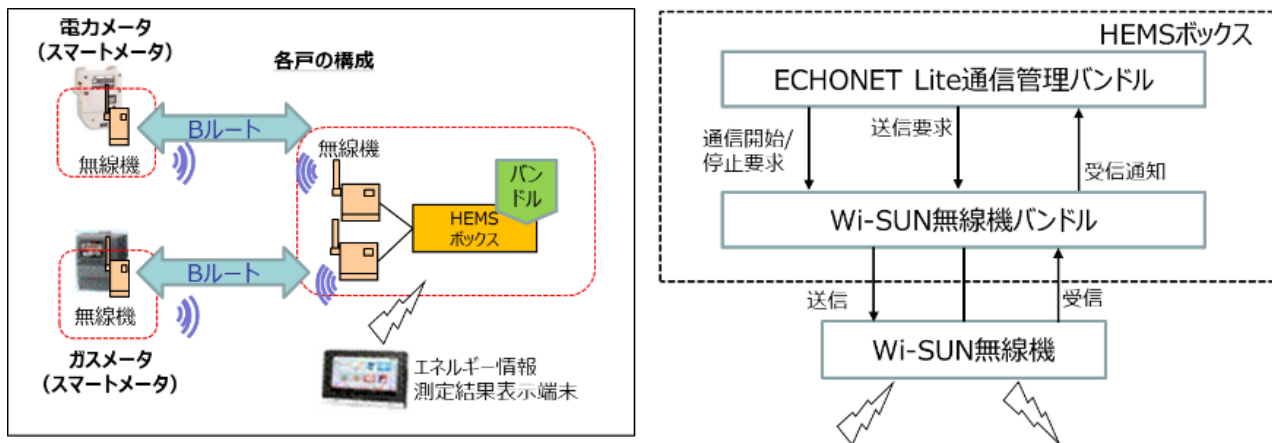
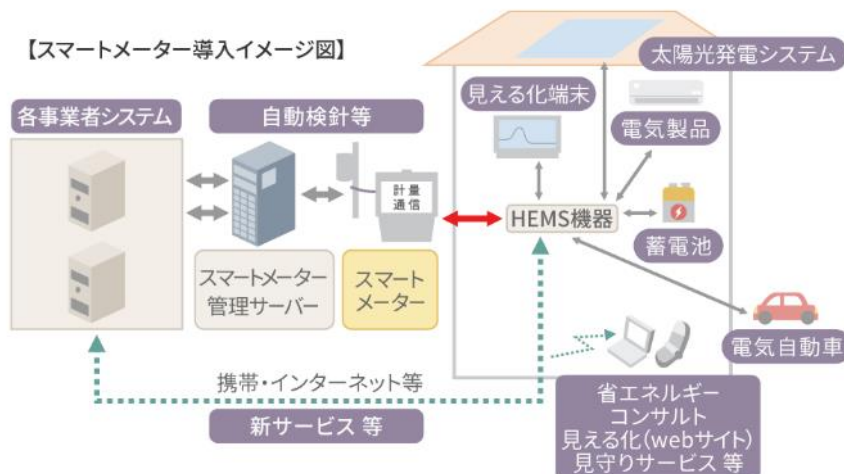
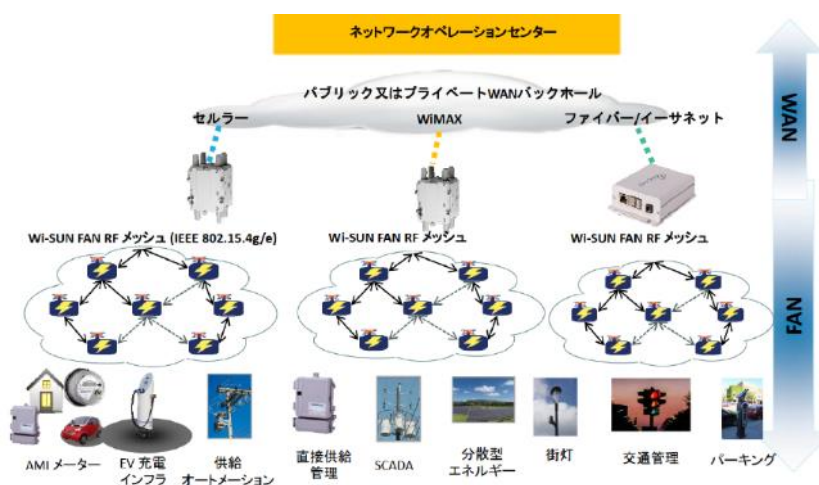


図 2-19 システム構成と Wi-SUN 無線機バンドル



※TEPCO（東京電力エナジーパートナー） HP より引用



※Wi-SUN アライアンス「Wi-SUN テクノロジーと認証」より引用

図 2-20 社会実装のイメージ

(6) 戸建住宅におけるエネルギー自給率向上（田子西地区）

田子西地区の戸建住宅では、非常時の電源確保とともに、特定のエネルギー源に過度に依存しないという考え方のもと、系統からの電力購入量の抑制を図り、できる限りエネルギー自給率を高めることを目指し、自給率 85% を目標にエネルギーマネジメントを実施した。

エネルギー自給率は、太陽光発電（PV）の家庭内消費電力量とエネファーム（FC）の発電量の合計値が、全体の電気使用量に占める割合とし、次式で算定した。

$$\begin{aligned} \text{エネルギー自給率} &= \left(1 - \frac{\text{PVの家庭内消費電力量} + \text{FCの発電量}}{\text{年間電気使用量}} \right) \times 100 \quad [\%] \\ &= \left(1 - \frac{\text{年間系統電力利用量}}{\text{年間電気使用量}} \right) \times 100 \quad [\%] \end{aligned}$$

目標達成に向けては、HEMSにより、過去の電力使用実績や気象予報データを活用した電力需要予測に基づき、エネファームや蓄電池を効率よく使用することで、エネルギー自給率の向上を図った。

その結果、2016年度においては、目標とした自給率 85% に達成した日があり、月平均の場合でも 80% 近くの自給率を達成したことから、エネルギー自給率の向上に対して一定程度の成果があったと考えられた。

しかしながら HEMS では、エネルギー自給率を重視する「自給自足モード」、と光熱費削減を重視する「経済モード」を選択できる仕様となっていたところ、ユーザーの意識や市場環境が変化する中で、住民の多くは電気・ガス料金が安価となる「経済モード」を選択することが分かった。

- ※「自給自足モード」：エネファームによって発電した電気利用を優先するモード
- 「経済モード」：夜間に系統から安い電気を購入することを優先するモード

表-2-5 エネルギー自給率の状況

項目	2016年									2017年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
系統買電電力量[kWh]	164	136	126	157	225	198	171	313	473	516	381	281
総消費電力量[kWh]	691	634	613	712	800	725	692	882	1,115	1,168	988	910
宅内消費電力量[kWh]	475	411	392	483	571	509	469	666	892	944	786	687
自給率	76.3%	78.5%	79.4%	77.9%	71.8%	72.7%	75.3%	64.5%	57.6%	55.8%	61.4%	69.1%

※「自給自足モード」を選択した住宅に限る

表-2-6 エネルギー自給率 目標達成状況

	a 宅	b 宅	c 宅	d 宅	e 宅
目標達成した日数	18	1	7	9	34
達成した日のエネルギー自給率の平均値	86.7%	90.7%	86.8%	87.9%	87.0%

※「自給自足モード」を選択した住宅に限る

また、2018年夏ごろより機器の経年劣化に伴う機器故障による停電が頻発し、居住者生活に影響を及ぼす状況が発生した。さらに各戸に導入したエネファーム及び蓄電池のメーカーが、エネルギー事業から撤退する旨の発表を受け、本事業終了後のサポート体制が不透明となった。このため、平時の居住者の生活への影響をできるだけ抑えとともに、災害時におけるエネルギー源を一定程度確保できること、かつ事業終了まではデータを継続して取得しつつ、事業終了時にはそのまま居住者へ引き渡せるシステム構成にすることが望ましいと考え、2019年7月に住民説明のうえ、全ての住宅でシステム構成の変更工事を実施した。

○構成変更前の電源構成

- ・太陽光発電
- ・エネファーム[発電ユニット]+定置型蓄電池（エネグーン：6.6kW）
- ・定置型蓄電池（M-Lib：11kW） or EV
- ・HEMSによる機器制御

○構成変更後の電源構成

- ・太陽光発電
- ・定置型蓄電池（エネグーン：6.6kW） or EV

（7）停電時における電力供給による防災性確保

（ア）田子西地区

田子西地区の復興公営住宅では、停電時にもエネルギーセンターに設置した CGS 及び太陽光発電・蓄電池から、集会所に電力供給を可能とした。ガスを用いて発電を行う CGS は、停電時も電力の供給が可能な設備であることに加え、本地区では、敷設するガス管を、東日本大震災時に被害がなかった中圧導管とすることで、システムの強靱化を図った。

CGS 及び太陽光発電・蓄電池により、集会所では停電時でも 35kWh の電源が確保され、非常用コンセントに加え、照明設備や通常のコンセントも使用可能となっている。また、ガスが使用できず CGS が稼働できない場合であっても、太陽光発電・蓄電池により、集会所では非常用コンセントを通じて 10kW×5 時間の電気設備が使用可能である。

事業期間中、大規模災害等による長時間の停電は発生しなかったものの、年次点検に伴い停電した際に、支障なく集会所に電力供給を行ったことを確認している。また 2019 年には、住民を対象に、非常時における集会所への電力供給の仕組みを確認する勉強会を実施した。

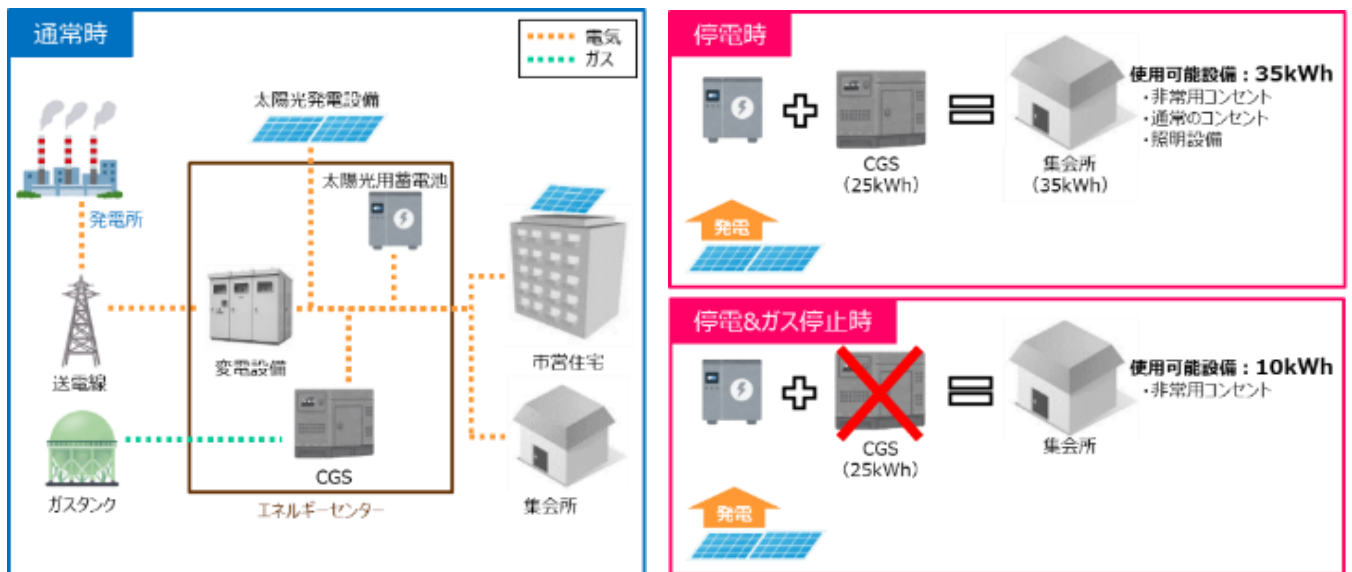


図 2-21 復興公営住宅における停電時の電力供給イメージ



災害時集会所使い方勉強会



非常用コンセント使い方説明

戸建住宅では、各戸において、停電時でも燃料電池（エネファーム）及び太陽光発電・蓄電池から、平時に使用しているコンセントに電力を供給し、平常時と同様に電気を使用できるシステムを構築した。

なお、設備整備を行った時点では、停電時に自律運転ができるエネファームが市販されていなかったため、停電時でもエネファームが起動できるよう専用の蓄電池を組み合わせた。また、当時は市販されていなかった、太陽光発電及びエネファームと連携した V2H を導入するなど、先駆的なシステムを構築した。

事業期間中において、2014 年に 1 分未満の停電が発生したことを契機に、一部住民から設備の操作方法を確認したいとの意見が出たことから、戸建住宅の住民を対象とした非常モードへの切り替え操作の勉強会を実施するなど、住民の防災意識向上につながった。また、その 1 年後に再度、短時間（約 10 分間）の停電が発生したが、非常モードへの切り替え操作が円滑に行え、システムの動作と住民の切り替え操作の両面に問題がないことが確認できた（大規模災害等による長時間の停電は生じていない）。

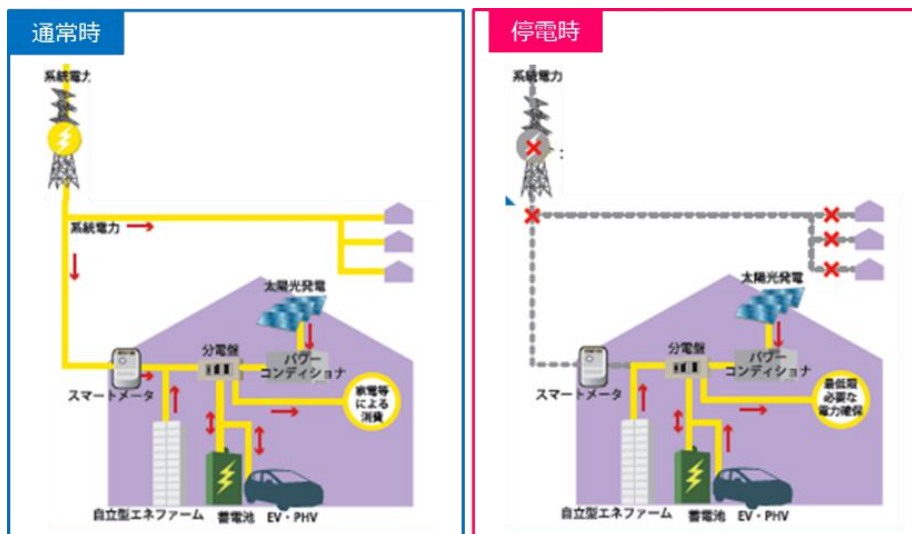


図 2-22 戸建住宅における停電時の電力供給イメージ



非常時の設備操作に関する勉強会

(イ) 荒井東地区

荒井東地区の復興公営住宅では、停電時でも、エネルギーセンターに設置した太陽光発電・蓄電池から、集会所に電力供給を可能とした。夜は蓄電池からの電力の供給、日中は太陽光パネルの発電電力の利用と蓄電池への充電により、災害時においても継続的に電力供給が可能となるシステムを構築した。これにより、集会所では非常用コンセントを通じて10kW×3時間の電気設備が使用可能である。

事業期間中、大規模災害等による長時間の停電は発生しなかったものの、年次点検に伴い停電した際に、支障なく集会所に電力供給を行ったことを確認している。

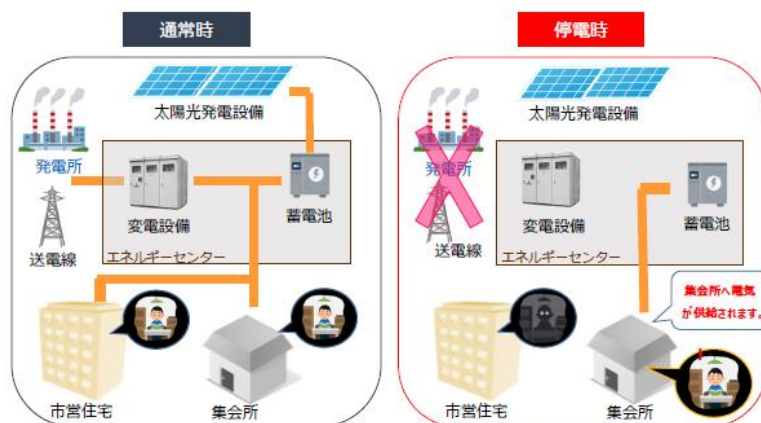


図 2-23 復興公営住宅における停電時の電力供給イメージ

3. 見える化の取り組みについて

3-1. 取り組みの概要

住民の省エネ行動を促進するため、両地区とともに、エネルギー使用量等を「見える化」する取り組みを行った。導入当時、この取り組みは先進的なサービスであり、各戸に配布したタブレット端末を利用して、自宅や地域のエネルギー使用量等を把握できる仕組みを構築した。

(1) 田子西地区

ア. 復興公営住宅

田子西地区の復興公営住宅では、各戸に設置したスマートメーターのデータを、HEMS ボックス経由でエネルギーセンター内の簡易見える化サーバーに集約し、各戸に配布したタブレット端末において、電力、ガス、水道、ぬるま湯の1時間単位の使用量を閲覧できるサービスを提供した。

また、タブレット端末には、エネルギー使用量の見える化に加え、タブレット端末の利用を促進するため、町内会行事等のお知らせ表示機能や節電等と呼び掛けるデマンドレスポンスの機能も追加した。

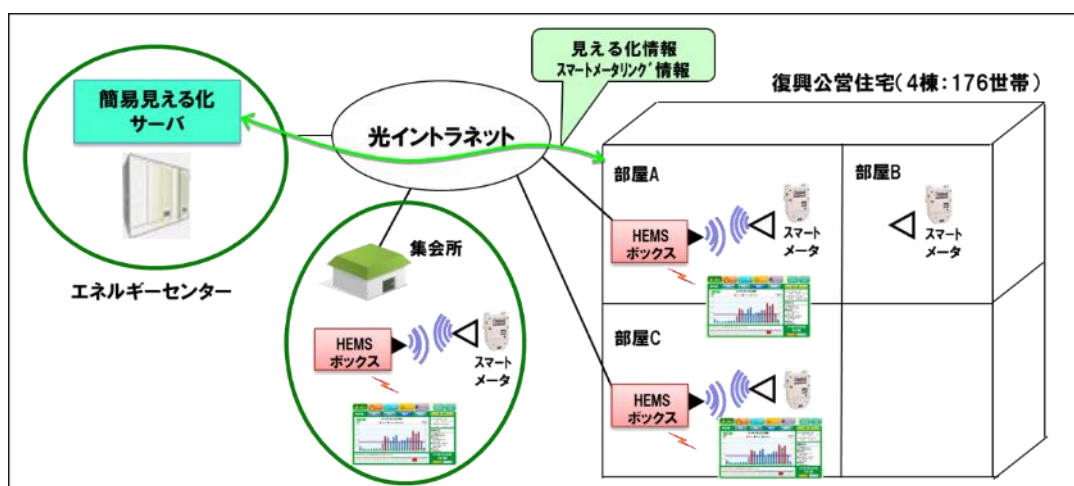


図 3-1 システムイメージ



図 3-2 タブレット画面イメージ

イ. 戸建住宅

戸建住宅では、各戸に配布したタブレットで、現在の電力情報をほぼリアルタイムで確認できる仕組みとした。具体的には、「太陽光発電、エネファームの発電量」、「蓄電池の容量及び充放電状況」、「電力の流れている方向」、「部屋ごとの消費電力・温湿度」、「電力供給元（系統からの電力、太陽光発電、蓄電池、エネファーム）」の閲覧が可能である。

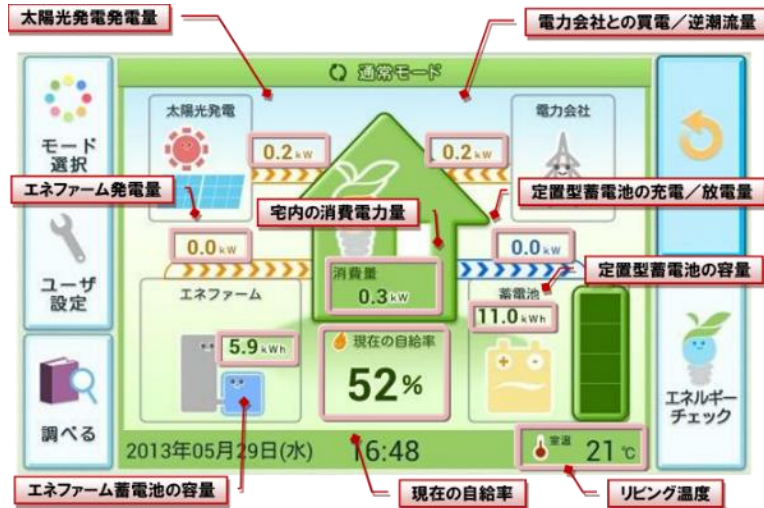


図 3-3 タブレット画面イメージ

(2) 荒井東地区

荒井東地区においても、田子西地区と同様に、各戸に設置したスマートメーターのデータを、HEMS ボックス経由でエネルギーセンター内の簡易見える化サーバーに集約し、各戸に配布したタブレット端末において、電力の消費状況を閲覧できるサービスを提供した。

タブレット端末では、各戸での消費量に加え、各住戸の電力消費量をもとに地域での節電に関する順位（ランキング情報）や、荒井東エリア全体の電力消費情報（地域のエネルギー情報）等を表示できる仕組みとした。また、エネルギー使用量の見える化に加え、タブレット端末の利用を促進するため、周辺施設や地域のイベント情報等を表示できる機能も追加した。



図 3-4 タブレット画面イメージ

3-2. 運用結果

(1) タブレットの利用状況

ア 田子西地区

田子西地区の復興公営住宅におけるタブレット閲覧数の推移を図3-5に示す。

運用開始した当初は年300回以上の閲覧数があったものの、年々減少する結果となった。このためタブレット端末の利用促進に向け、タブレット操作説明会の開催や操作方法を分かりやすく示したパネルを掲示したほか、毎月の町内会行事や近隣のバス停時刻表などをお知らせ欄で閲覧できる仕組みを追加した。ただし本地区は、国の補助制度を活用している関係上、後述する荒井東地区のようなサービスの拡充ができなかったため、利用者数の増加につなげることができなかった。

図3-6に示すとおり、タブレット端末を利用していた世帯数のうち、間取り別の電力使用量が平均以下の世帯数割合は概ね4割～6割で推移しており、タブレット端末によるエネルギー使用量の「見える化」は、省エネ行動の促進に一定の効果があったものと考えられる。

また本地区では、端末利用と省エネ行動の促進を図るため、デマンドレスポンス等の取り組みも実施した（詳細は(2)を参照）。

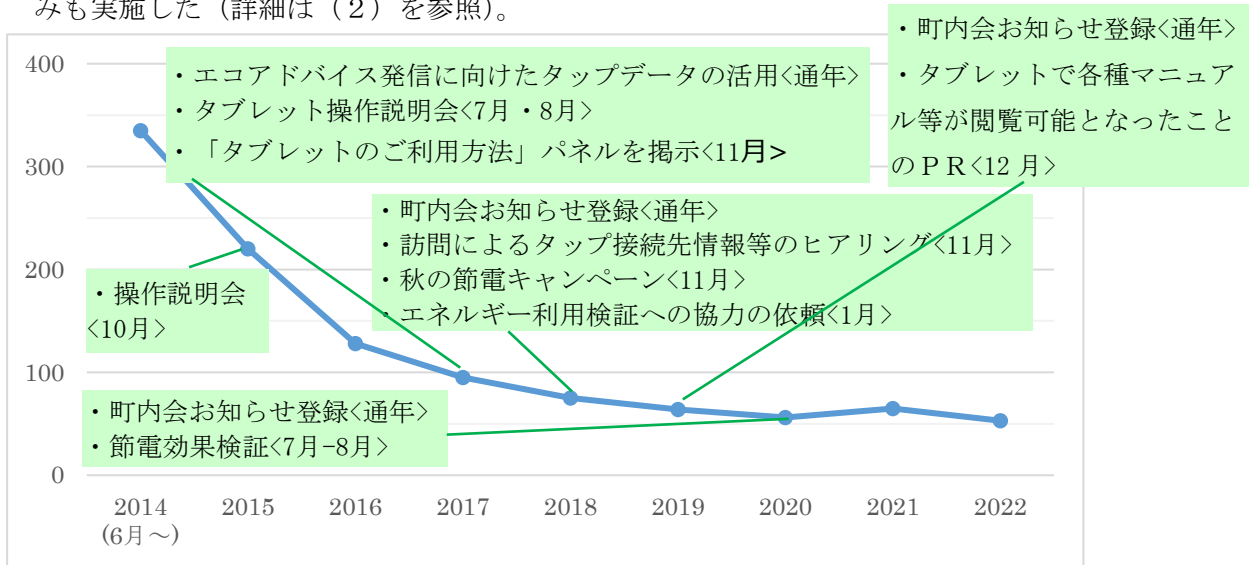


図3-5 タブレット閲覧数と利用促進取り組み (田子西地区復興公営住宅)

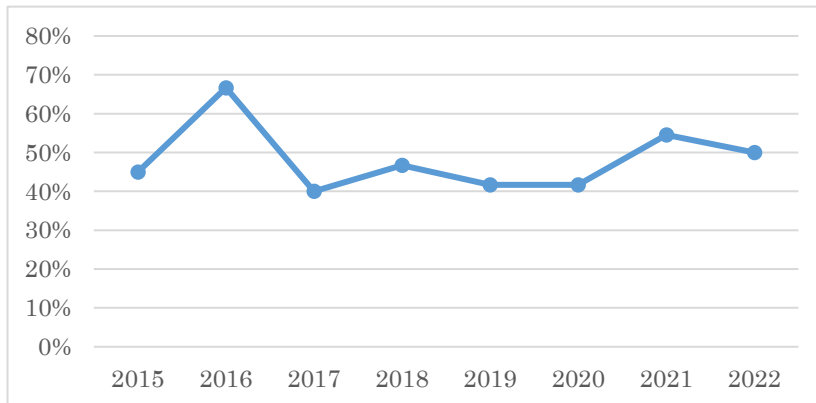


図3-6 タブレット利用世帯のうち、間取り別の電力使用量が平均以下の世帯数割合 (田子西地区復興公営住宅)

戸建住宅については、タブレット利用状況についてアンケートを行ったところ、16世帯中9世帯が月1回以上使用しているとの回答であった。また遠隔管理システムにより、タブレットの電源が入っていないことが多い世帯は4世帯あったものの、残りの世帯は使用履歴が確認できたことから、16世帯中12世帯は「見える化」のサービスを利用していることがうかがえた。

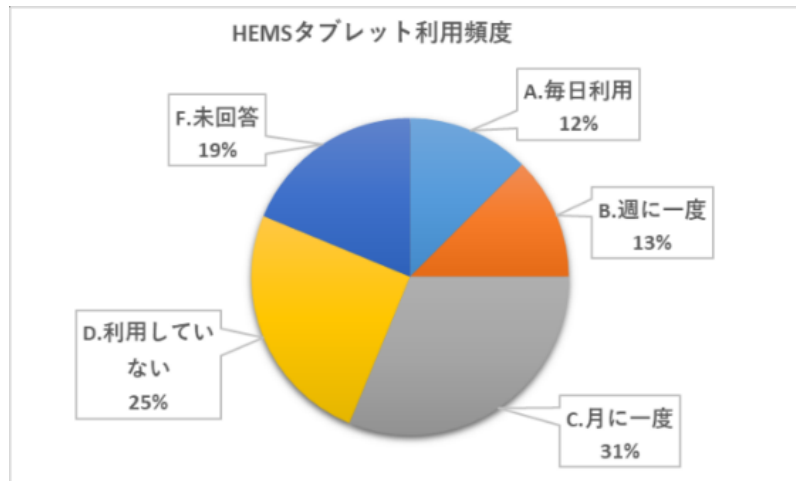


図 3-7 タブレット利用状況（田子西地区戸建住宅）

イ 荒井東地区

荒井東地区については、タブレットの閲覧状況が200～400回程度だったが、タブレット端末の利用促進に向け、2020年度から、近隣施設や地域のイベント、節電の豆知識などの地域情報サービスの提供をはじめたことで、閲覧数が大きく増加した。「地域情報サービス」については、エネルギーマネジメント事業者が、エリアマネジメント会社である強みを生かし、荒井駅周辺及び沿岸部の飲食店や施設の紹介、荒井タウン内でのイベント情報の発信など、情報の充実に努めた。さらに、2022年度からは、入居者個人が所有するスマートフォンやタブレット、パソコンからもHEMSへのアクセスを可能とし、住民が「見える化」サービスを利用しやすい環境整備に取り組んでいる。

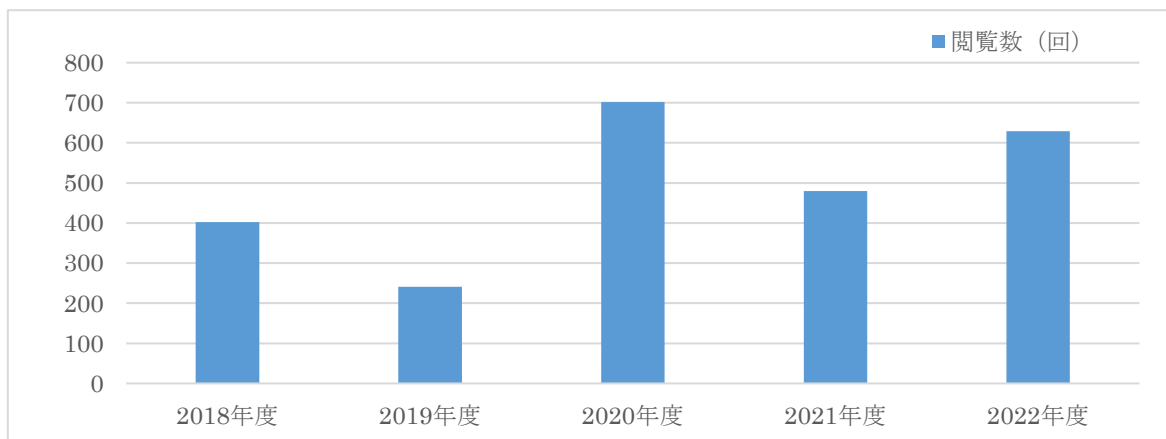


図 3-8 タブレット閲覧数（荒井東地区）

また、図 3-9 に示すとおり、タブレット端末を利用していただいていた世帯数のうち、間取り別の電力使用量が平均以下の世帯数割合は概ね約 6～7 割で推移しており、タブレット端末によるエネルギー使用量の「見える化」は、省エネ行動の促進に一定の効果があったものと考えられる。このため、見える化サービスを利用しやすい環境を整備し、利用を促していくことが重要である。

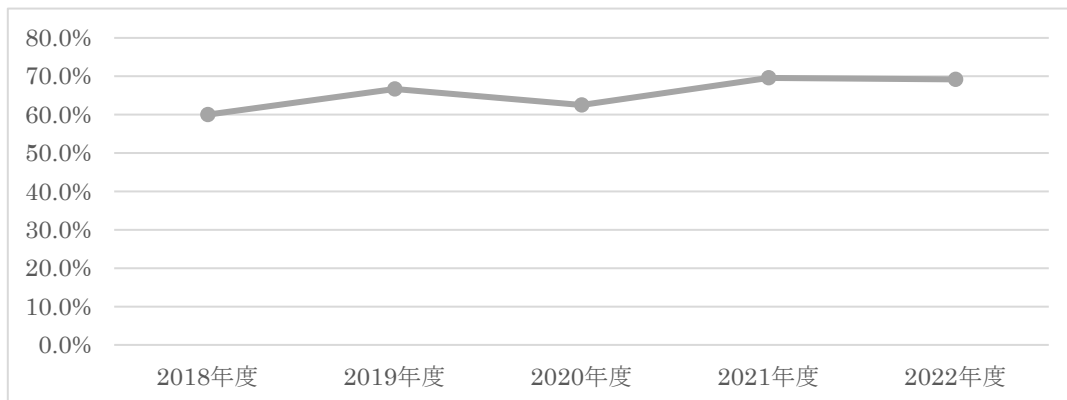


図 3-9 タブレット利用世帯のうち、間取り別の電力使用量が平均以下の世帯数割合 (荒井東地区)

(2) デマンドレスポンスの取り組み (田子西地区)

タブレット端末の利用促進と電力使用量の削減を図るため、2020 年度にタブレット端末を活用し、節電の呼びかけを行う「デマンドレスポンス」(DR) の取り組みを実証的に行った。

- 対象世帯：全世帯
- スケジュール

2021 年 10 月～11 月：取り組みの周知 (町内会役員会等への説明、チラシの配布など)

2021 年 12 月～22 年 2 月：デマンドレスポンス実施

2022 年 3 月～4 月：結果検証、住民アンケート

田子西市営住宅にお住まいの方へ

タブレット端末を使った節電キャンペーン

田子西市営住宅全体の電力消費が増加する時間帯に節電をお願いするため、エネルギー見える化システムのタブレット端末に一定時間節電を求めるメッセージを表示いたします。期間中、タブレット端末でお使いの電力使用量を確認し、節電に活用いただけますよう、多くの皆様のご協力をよろしくお願いいたします。

キャンペーン期間

・準備期間：2021年10月8日(金)～2021年11月30日(火)
 ・実施期間：2021年12月1日(水)～2022年2月28日(月)

キャンペーン概要及びお願いしたいこと

・まず、タブレット端末で見える化システムを見ましょう！

・電力需要が多い、主に夕方の時間帯に節電メッセージを表示させますので、確認してみましょう！(裏面下図の赤帯部分)
 準備期間中は週に1度ほど、実施期間中は月に数回節電メッセージを表示させます。

・キャンペーン終了後、お配りするアンケートにご協力いただいた皆様に謝礼として、近隣の店舗でお使いになれる商品券(500円相当)を進呈させていただきます。

※詳しいタブレットの使い方は裏面でご確認下さい

本件お問い合わせ先

TEL 022-762-9288

※お電話での受付は平日の9:00～17:00になります。

一般社団法人仙台グリーン・コミュニティ推進協議会

図 3-10 住民に配布したチラシ

○ 配信メッセージ

毎週土曜日に、家電を利用する際の節電メッセージや、外出を促すメッセージを、タブレット端末のお知らせ欄に表示した。

配信日	配信文
12月4日	エアコンの温度を2度下げてください。風向を上にとすると部屋全体の温度が高くなります。
12月11日	今日はテレビをつけずに生活してみませんか？本を読んだり、散歩をしましょう。
12月18日	冷蔵庫の中身を少なくする事で電気使用量が減るようです！温度も1段階下げてください
12月25日	本日はクリスマスですね！暖かい恰好をして外に散歩をしてみませんか？
1月8日	スリッパを履くことや重ね着をして暖かく過ごしましょう。暖房は自動のままです！
1月15日	屋内で楽しめるところに出かけてみませんか？宮城は楽しいところがたくさん！
1月22日	コンセントがつながっている家電はありますか？使っていないければ抜いてみましょう！
1月29日	少し歩いて新たな発見を見つけませんか？無理はしないようにしましょうね！
2月5日	エアコンのお掃除は行いませんか？きれいな空気を入れるためにお掃除しましょう！
2月12日	コロナ対策をしつつ外で散歩をしましょう！電気の消し忘れに気をつけてください！
2月19日	TVの明るさを調節して目に優しくしましょう！明る過ぎには気を付けてください！
2月26日	使っていないけど電源が入っていたりする家電等ありますか？見てみましょう！

○結果

本取り組みを通じたタブレットの閲覧数は以下のとおりである。

取り組みについて全世帯へチラシを配布する等の周知を行ったこともあり、実証期間中の閲覧数は増加したものの、閲覧世帯数は10世帯未満に限られた。

表 3-1 タブレット閲覧数結果

	2021/7	2021/8	2021/9	2021/10	2021/11	2021/12	2022/1	2022/2
閲覧数	8	2	2	13	5	37	43	41
閲覧世帯	3	1	2	8	4	8	6	8
DR閲覧世帯	-	-	-	-	-	4	1	4

デマンドレスポンス（DR）によるメッセージを閲覧した世帯の電力使用量は、下表のとおりである。デマンドレスポンスの実施により、3 か月間 4 世帯合計で、7.9kWh の電力使用が削減された。

表 3-2 メッセージ配信前後の電力使用量比較

世帯	DR発動前日	DR発動日
A	17.4	14.3
B	113.4	108.8
C	147.6	145.4
D	31.6	33.6
世帯合計	310	302.1

また、住民アンケートでは、「外出を促すメッセージは散歩のきっかけになってよかった」、「DR 行動がなるべく簡単だとよいと感じた。」、「電気の利用を下げようと意識することができた。」という肯定的な意見が出された。運動や長時間の TV 視聴の見直し等の健康面にもかかわるメッセージは、住民の方々も好評であったことから、今後、健康維持・向上にもつながる情報の発信は有効と示唆された。

一方、「タブレットの利用には慣れが必要で、何度か訪問して操作説明をしてもらいたい。」という意見も出された。実証では、デマンドレスポンスによるメッセージを認識するために、「タブレットを起動して見る」というワンアクションが必要であることが一定のハードルとなり、今回、閲覧世帯数が広がらなかった要因と考えられる。現在では、スマートフォンやタブレット等にプッシュ型で情報が送られてくるのが一般的となっており、デマンドレスポンス機能についても、同様の仕組みとすることで、より多くの方に気づいていただき、協力が得られたのではないかと考えられる。

4. その他の取り組み

4-1. 田子西地区

(1) 環境イベント開催等によるコミュニティ形成への寄与

復興公営住宅においては、居住者の省エネ行動を促進するとともに、コミュニティ形成に寄与するため、町内会との連携により、夏祭りや防災訓練等の町内会イベントと共催し、環境啓発イベントや設置した設備を効果的に活用するための勉強会等を実施してきた。

表 4-1 町内会連携等のイベント一覧

実施時期	項目	内容
2014年11月	タブレット端末の利用状況、省エネ意識に関するヒアリング調査①	調査依頼書をポスト投函し、タブレット端末の利用状況、省エネ意識、見える化システムに対するニーズの把握を目的にヒアリングを実施（調査協力者：60名）
2015年9～10月	タブレット端末の利用状況、省エネ意識に関するヒアリング調査②	調査依頼書をポスト投函し、タブレット端末の利用状況、省エネ意識、見える化システムに対するニーズの把握を目的にヒアリングを実施（調査協力者：26名）
2015年10月	タブレット操作説明会	タブレットの立ち上げから各種情報の確認など、基本的な操作方法の説明会を実施（参加者：6名）
2017年7月	LED ランタン工作教室	LED ランタン工作を通じて、ライトダウンなどの省エネ活動や、省エネ効果を HEMS で確認する方法等について周知（参加者：21名）
		環境省が推奨するライトダウンキャンペーン期間に、チーム単位で参加する節電ゲームを実施し、省エネに取り組んだ。
2017年8月	エネルギーセンター見学会	田子西町内会を対象に、田子西復興公営住宅の導入システム（太陽光発電パネル、蓄電池、CGS 等）を紹介するとともに、災害時などの停電時には集会所で電気が使用できることを説明（田子西夏祭りと同時開催）
2017年8月	HEMS 操作説明会	各家庭での省エネルギー活動に活用してもらうため、HEMS について説明を実施（田子西夏祭りと同時開催。）
2017年8月	水素自動車展示会	田子西夏祭り時に、宮城県より水素自動車をレンタルし展示会を実施。夏祭りの照明の電力供給を水素自動車から行うとともに、次世代自動車を紹介
2017年11月	防災訓練での設備説明	「環境にやさしく災害につよまちづくりを考える取り組み」の一環として、防災訓練（11月12日）の開催にあわせて「災害時の電気の使い方等」の説明会を実施（参加者：約90名）

2018年10月	LED ランタン工作教室	昨年度に引き続き、ライトダウンなどの省エネ活動等について周知啓発を図るため、LED ランタン工作教室を開催。
2018年11月	防災訓練での設備説明	座学と見学会を実施し、非常時におけるエネルギーセンターの役割を周知。
2019年12月	災害時集会所使い方勉強会	災害時の集会所使い方勉強会として、停電や停ガス時の各設備の運用について説明し、各設備がどのように稼働し、集会所のどこに通電されるかを周知した。また、明成高校の共催で非常時補助食試食会を行った。



LED ランタン工作教室の実施状況



防災訓練での設備説明

また、本事業のエネルギーマネジメント設備を整備した戸建住宅(全16世帯)についても、住民を対象とした環境啓発イベントや、設置設備の効果を活用するための勉強会などを開催した。また非常時の対応や環境負荷の軽減に加え、日常の電気料金削減も住民の大きな関心であったため、電気料金プラン診断サービスも実施した。

エネルギーへの取り組みだけでなく、共有地の維持管理活動を通じてコミュニティ力を高め、非常時に助け合う住民同士の関係の構築に資する取り組みも行った。

表 4-2 戸建住宅の居住者連携のイベント一覧

実施時期	項目	内容
2014年6月	停電体験と非常時切り替え操作勉強会	未入居宅にて実施し、11世帯が参加(2014年6月21日時点の全世帯)。災害時の停電を想定し、系統に接続されていない環境をつくり、タブレットを操作して非常時の自給自足モードへの切り替えデモを実施。タブレット画面から、PV発電量やFC発電量より実際に使用可能な電力量を確認し、エアコン、テレビ等の家電の稼働可能を確認。
2015年2月	HEMS 利用による節電意識調査	タブレット端末の利用状況、省エネ意識、見える化システムに対するニーズ把握を目的に実施。

2015年2月	電気料金プラン診断サービス①	HEMS データより電力会社からの買電量データを用いて、電気料金プラン毎に料金を試算したレポートを提供。プラン別の料金結果とあわせて季節別や時間別のグラフを掲載。 (6世帯より申込を受けレポート発行。)
2015年11月	電気料金プラン診断サービス②	2015年2月の診断サービス結果を聞いて、当時申し込まなかった世帯が関心を持ったことから2回目の電気料金プラン診断サービスを実施。(7世帯より申込を受けレポート発行。)

ご家庭にあった電気料金プランを見つけてみませんか??
 ~電気料金プラン最適化サービスのご案内~

私の家にあった電気料金プランって??
 電力会社には複数の契約プランがあることをご存知ですか?
 現在、東北電力では一般家庭向けに6つの契約メニューがあり、契約アンペア数との組み合わせによって、**20通りの契約から選択が可能です。**
 「電気料金プラン最適化サービス」とは、**皆様のご家庭の電力使用状況のデータをいただき、最も安い契約プランを診断するサービスです!**
 この度、**田子西地区(周辺含む)にお住まいの皆様を限定に無料で、本サービスをご提供いたします。**
下記日程にて説明会を開催いたしますので、お気軽にお越し下さい!!
2月7日~2月18日まで、8組の方にお申込み頂きました!

開催日程:
2月21日(土) 2月22日(日)
 10:00 ~ 17:00
 詳しくは前面をご覧ください!

開催場所: 田子西インフォメーションセンター
 ※2月中は平日13:00~17:00の間も田子西インフォメーションセンターで説明を行っています。
 ※担当者が不在の場合もございます。事前に、裏面記載の問い合わせ先までご連絡頂けると確実に対応可能な日をお知らせできます。

電気料金プラン診断

（２）本事業を端緒とした社会課題解決型複合事業の創出

本事業を通じて、事業者が住民と接し、住民の生の声を聴いたことで、地域共生の仕組みづくりが必要と考え、田子西復興公営住宅の隣接地に、Open Village ノキシタを2019年5月にオープンした。

ノキシタは、「コレクティブスペース」、「カフェ」、「保育園」、「障害者サポートセンター」の4つの事業所から成り立っており、エコモデルタウン推進事業で得られたコミュニティ運営の経験をもとに、復興公営住宅に優先入居された高齢者や障害のある方、子育て世代などの居場所づくりを通じて、社会課題解決につなげることを目指した先進的な取り組みとして、全国各地から視察に来るなど大きな話題となっている。

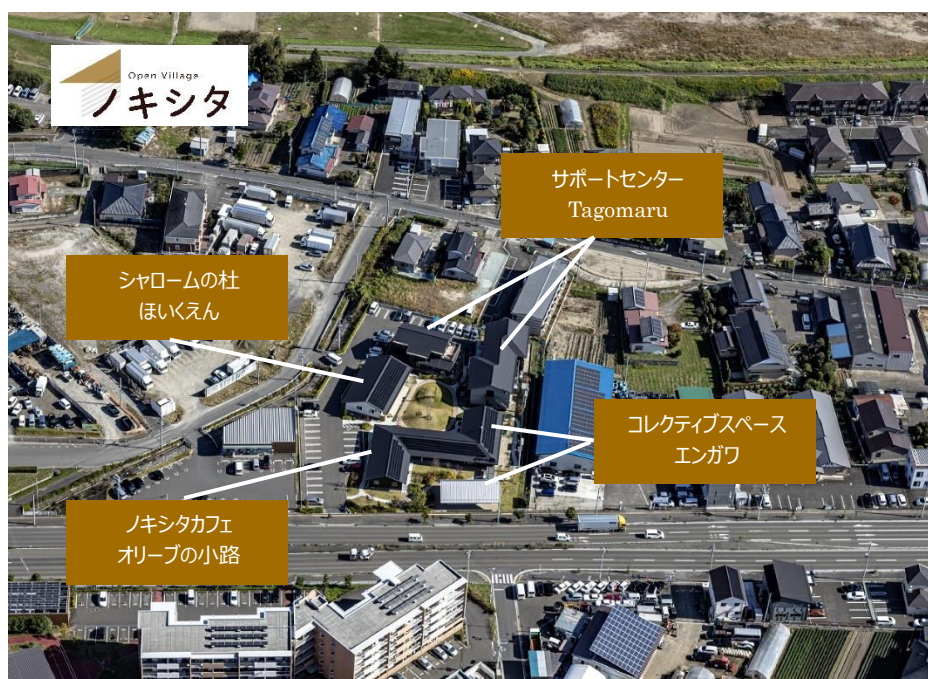


図 4-1 ノキシタ施設概要図



コレクティブスペース「エンガワ」

談話スペース・シェアキッチン・和室・図書スペースがあり、会員制だが誰でも利用することができる。さまざまな人が緩やかに繋がって心地よく過ごせるスペース。



ノキタカフェ オリーブの小路（こみち）

障がい者の就労支援も行っているカフェ。”野菜を美味しくたくさん摂れる店”をコンセプトに、ゆっくりと時間を過ごしなが健康になれる、という一石二鳥のお店を目指している。



シャロームの杜（もり） ほいくえん

0～2歳児が対象の企業主導型保育園。ノキタに訪れる高齢者や障がい者など、多様な人々と関わり合う環境でのびのびと保育している。



サポートセンター Tagomaru

重度の障害のある方の日中の生活支援と夜間の支援を行っており、いろんな関わりの中で“わくわくする生活”を目指している。

4-2. 荒井東地区

(1) 環境イベント開催等によるコミュニティ形成への寄与

環境啓発イベントや、避難訓練と併せたエネルギー設備に係る説明などを開催した。新聞紙を使ったエコバッグづくり等、住民の間における交流を深められるイベントを実施することで、コミュニティ形成にも寄与した。

表 4-3 町内会連携等のイベント一覧

実施時期	項目	内容
2018年7月	子ども向けワークショップ 自然と環境にやさしい工作 教室	太陽光発電と蓄電池について説明し、しくみを理解するためソーラーパネルを使ったペットボトル工作を行った。
2018年10月 2019年11月	エネルギー設備について (消火・避難訓練と同日開催)	町内会の消火・避難訓練と連携し、非常時や災害時におけるエネルギー設備のはたらきと活用について説明を行った。
2019年12月	電気の「見える化」説明会	一括受電や蓄電システムを用いた施設の電力設備、及び電気の「見える化」システムについての説明会を実施した。
2020年10月	エネルギー設備のはなしと 新聞エコバッグづくり	電気消費量が最も多くなる冬季の節電のアイデアを共有するとともに、7月よりレジ袋有料化が始まったことを契機として、新聞紙を使ったエコバッグづくりを行った。
2020年12月	エネルギー設備のはなしと 実践！タブレット操作	HEMS システムの利用促進を目指し、実際に居住者に操作をしてもらうデモンストレーションを実施した。



エネルギー設備・タブレット操作説明会



新聞紙を使ったエコバッグづくり

(2) 荒井タウンマネジメントのまちづくり事業

本事業を端緒として設立された荒井タウンマネジメントは、「エコタウン事業」のほか、マルシェ運営事業等の「コミュニティ形成事業」、イベント企画運営等の「にぎわい創出事業」、テナント賃貸事業等の「不動産事業」、「官民連携事業」といった多様な事業を推進しており、荒井東地区のまちづくりを推進している。

なお、同法人は「都市再生推進法人」として、市と連携し取組みを進めていく公的な位置付けが与えられた団体となっている。

①コミュニティ形成事業

日頃から住民同士が「顔の見える関係」を築き、いざという時でも安全・安心なまちの礎となるコミュニティづくりを支援している。また、住民や訪れる方がまちづくりに参加する機会を提供している。

マルシェ運営事業として、地場野菜や加工食品、手作り雑貨、アート、リラクゼーション、ワークショップなどが出店する「荒井なないろマルシェ」を毎月第4日曜日に開催しているほか、コミュニティ支援事業として地元町内会や進出施設・企業と連携して、地域コミュニティづくりに貢献している。



②にぎわい創出事業

地区の東側に広がる「仙台海手」への玄関口に相応しい賑わいづくりに向けて、商業・交流施設の計画的な誘致だけでなく、多彩なイベントの企画運営を行っている。2015年12月には、地下鉄東西線開業&荒井東地区街開きを記念したイベント「あらフェス」を開催し、東北各県の地鍋・地酒、お笑い芸人や仙台の人気タレント、音楽・ダンスパフォーマンス、サッカー・バスケ・テニス等のスポーツ企画、そして地元・七郷やお隣の六郷の踊りが披露され、新しいまち「荒井東」の誕生を祝福した。



③不動産事業

荒井東地区での暮らしを豊かにするテナントを積極的に誘致するため、地権者の協力を得ながら不動産事業を行っている。保育所、学童保育、ミニデイサービス、歯科医院、調剤薬局などのライフサポート施設が入居するアライデザインセンター2の賃貸事業を行っている。



④都市利便増進施設活用事業

本地区においては、土地区画整理事業の設計段階で、地元からの要望を受け、約 7,150 m²の公園用地が確保されていた。そこで、荒井タウンマネジメントでは、仙台市と都市再生特別措置法に基づく「都市利便増進協定」を締結し、市から公園用地の一部を借り受け、フットサルやテニスなどを楽しめる運動施設や管理施設などを自己資金で整備するとともに、当該施設の運営や公園全体の日常的な維持管理を行うという、全国初のスキームによるパークマネジメントを実現した。



5. 事業の総括

5-1. 取り組みの評価と今後の課題について

(1) 設備構成について

(ア) 復興公営住宅

田子西地区の復興公営住宅の設備構成は、太陽光発電と蓄電池、ガスコージェネレーション（CGS）である。

太陽光発電はエネルギーセンターと各棟の屋上に合計で40kWを整備し、発電電力は全て自家消費された。系統への逆潮流の発生日数は少なく、適正な規模であったと考えられる。

蓄電池は、電力需要の予測と実績に乖離がある場合に充放電するシステムであり、予測システムの適正化を図ることで一定の成果が得られた。また、集会所の非常用電源設備として機能の維持が図られた。

CGSについては、系統に依存しない自律分散型電源としての活用と排熱利用によるぬるま湯の供給を行った。当初CGSは通年運転としていたものの、系統電力からの購入に比べてCGSの発電による経済優位性が確保できなかったため、電力需要に合わせた運転とすることで、電力料金の削減につながるピークカットを効率的に行うことができた。一方、CGSのぬるま湯の供給量は1,800ℓであり、170世帯という規模に対しては十分な熱需要を満たさないものであった。

荒井東地区の復興公営住宅の設備構成は、太陽光発電と蓄電池である。

太陽光発電は、エネルギーセンターに10kWを整備し、発電電力は全て自家消費された。田子西地区が176世帯であるのに対し、荒井東地区が298世帯であることを踏まえると、平時の環境負荷低減という観点からは本地区への導入量は十分ではなかったと考えられる。

蓄電池は、集会所の非常用電源設備として機能の維持が図られた。また、2021年度より蓄電池を活用した電力ピークカットの取り組みを行った。本取り組みにより一定の電力料金の削減効果は得られたものの、電力需要に比べて蓄電池の容量が小さかったことから、その効果は限定的であった。

以上を踏まえると、非常時のエネルギー源の確保、平時の高いエネルギー効率と経済性の両立を目的として、今回のような集合住宅でエネルギーマネジメントを実施する場合、太陽光発電、蓄電池、ガス発電（CGS）を組み合わせた設備構成とすることは、1つのモデルとなると考えられる。この際、太陽光発電及び蓄電池は、世帯数を踏まえた規模とすることが重要であるほか、以下の制御を実施することで、エネルギー効率をさらに高めることができると考えられる。ただし、いずれの設備もイニシャルコストが大きいため、コスト回収が課題となる。

- ▶ 太陽光発電で発電した電力は、蓄電池に充電し、最も電力の需要が高まる時期、時間帯に放電するように蓄電池を制御する。
- ▶ ガス発電設備は、ピークカット目的で運転し、蓄電池で平準化しきれない需要に合わせて運転するように制御する。また、熱の需要を考慮した規模となるよう留意する。

(イ) 戸建住宅

田子西地区の戸建住宅の設備構成は、太陽光発電、蓄電池（又は電気自動車）、燃料電池（エネファーム）であり、系統からの電力を含めた複数の電源を HEMS により賢く使用しながら、系統からの電力購入量の抑制を図ることで、できる限りエネルギー自給率の高い低炭素なスマートハウスの実現を目指した。

太陽光発電は、各戸に約 4kW を設置し、発電電力はおおむね自家消費を優先するものとした。また、電力需要予測に基づくエネルギーマネジメントにより、エネファームや蓄電池を効率よく使用することで、自給率 90%を上回る住宅もあるなど、一定の成果が確認できた。しかしながら、HEMS では、エネルギー自給率を重視する「自給自足モード」と光熱費削減を重視する「経済モード」を選択できる仕様となっていたところ、ユーザーの意識や市場環境が変化する中で、住民の多くは電気・ガス料金が安価となる「経済モード」を選択することが分かった。

また、非常時の対応という点では、事業期間中に短時間（約 10 分間）の停電が発生した際には、非常モードへの切り替え操作が円滑に行え、システムの動作と住民の切り替え操作の両面に問題がないことが確認できた（大規模災害等による長時間の停電は生じていない）。

(2) エネルギーマネジメントの取り組みについて

田子西地区では、複数の電源を組み合わせ、ICT（情報通信技術）を活用した高度なエネルギーマネジメントシステムを実証的に導入した。

復興公営住宅においては、電力需要予測機能を持つエネルギーマネジメントシステムを導入し、太陽光発電、蓄電池、CGS 等と組み合わせた高度な制御を行った。過去の電力使用実績や気象予報データを活用して需要予測の精度向上を図ることで、需要計画値と需要実績値の誤差率±10%以内（30 分単位）を実現した。

また、戸建住宅においても、過去の電力使用実績や気象予報データを活用した電力需要予測に基づき、太陽光発電やエネファーム、蓄電池を効率よく使用することで、エネルギー自給率の向上を図った。その結果、目標とした自給率 85%を達成するなど、電力需要予測に基づくエネルギーマネジメントの有効性が確認された。

さらに、住宅のエネルギーマネジメントの普及に向けて重要となるスマートメーターや HEMS 間のインターフェースの標準化に向け、当時、普及途上であった「ECHONET Lite」等の通信規格について、国の補助事業を活用して先駆的に社会実装し、実証を行った。その結果、実利用環境において通信の安定性が確認され、スマートメーターの通信方式として適切であると評価された。現在では、当該通信規格は、エネルギーマネジメントの標準規格として、家電や太陽光発電システム、スマートメーター等に搭載され、全国的に普及しているとともに、国際標準規格としても承認されている。

(3) 見える化の取り組みについて

本事業では、住民の省エネ行動を促進するため、当時としては先進的であった、タブレット端末により自宅や地域のエネルギー等の使用量を「見える化」するサービスを導入した。

このサービスを活用していた世帯については、おおむね電力使用量の削減が確認された。また、デマンドレスポンスの取り組みにおいても、省エネ等と呼びかけるメッセージの発信が、電力消費の削減につながるという効果が確認できたところであり、見える化サービスの導入は、省エネ行動の促進に一定程度効果があったと評価することができる。

一方で、補助金を活用した制約もあり、見える化に特化した単独サービスの提供となったことや、専用のタブレットを起動するというワンアクションが必要等のハードルがあり、サービスを積極的に活用する世帯は限定的であった。また、本事業では、各戸における電気料金を他の市営住宅と同等の水準とする必要があり、省エネ行動に対応した柔軟な電気料金メニューとすることができなかつたため、住民にとって、省エネの取り組みが経済的なインセンティブにつながる仕組みとなっていなかつた点も、サービスの活用世帯が伸びなかつた要因の一つと考えられる。

以上を踏まえると、こうした「見える化サービス」の利用拡大を図り、利用者の行動変容につなげていくためには、サービスを利用しやすい環境を整備するとともに、省エネに取り組むことでインセンティブが働く仕組みづくりが重要と考えられる。

この点、荒井東地区においては、エリアマネジメント会社という強みを生かし、地域情報サービスを合わせて提供したほか、個人所有端末でもエネルギー等の使用量を閲覧できる仕組みを導入できたところであり、「見える化サービス」の利用者数増加に向けて、今後の参考となる取り組みであった。

(4) 事業期間について

本事業では、事業期間を概ね10年間とした。設備導入や実証までを事業期間とすることが多い他のエネルギーマネジメント事業と比べて、実運用を通じて、様々なデータを得られたことや評価・検証を行えたという点では、稀有な事例であり、評価できるものと考えられる。

一方で、事業期間に対し、サーバーなど機器やネットワークオペレーションシステム、アプリケーションソフト等の耐用年数が事業期間よりも短かつたことや、導入した機器がいずれも黎明期の製品であったことから、故障等への対応には困難が伴った。また本事業では独自にシステムを構築したため、代替機を簡単に適用できず、機器の故障リスクを承知しながら、既存機器を継続利用せざるを得なかつた。とりわけITを使ったサービスや技術が、急速に進む中、本事業では国の補助金を活用したことによる制約もあり、ユーザーのニーズや市場環境の変化に柔軟に対応できなかつたことは大きな課題であった。

(5) 事業の進捗管理について

本事業では、事業性の向上等を図ることを目的として、毎年度、事業者から提出される事業実績報告書をもとに、事業実績の評価を行う仕組みとした。

その際には、専門的かつ客観的な視点で評価を行うため、エネルギーに関する環境性・経済性の指標を設定し、指標の推移も踏まえながら、有識者からの意見を聴取のうえ、事業性の評価を行った。また評価結果を踏まえ、事業者に対して、事業性向上に向けた提言も行っており、PDCAサイクルにより適切に事業の進捗管理が図られたものと評価される。特に、有識者からは、事業者との直接の質疑応答を通じて様々な所感やアドバイスをいただいております、事業者にとっても有意義なものになったと考えられる。

一方、エネルギーに関する環境性・経済性の指標については、評価の客観性確保という点で一定の効果はあったものの、導入した設備の能力により指標の数値がおおむね固定化されてしまい、事業者の運用によるマネジメントの実績が反映されないという課題もあった。このため事業者の運用成果を評価できる補足的な指標の設定も必要であったと考えられる。

(6) 事業の採算性について

本事業では、エネルギーマネジメント事業者が復興公営住宅全体の電気を電力会社より一括受電し、各家庭に供給することで、一括受電による電力調達費と、各戸への電力販売料金（東北電力の規制料金（従量電灯B）相当）との差額を収益として、復興公営住宅の管理業務を担う形とした。

しかしながら田子西地区では、事業開始当初から導入設備に係る固定資産税や維持管理コストの負担が大きかったことに加え、国の補助金を活用したことによる制約や復興公営住宅という性質上、受益者に負担を求めることができなかつたため、本事業による収益だけでは事業が成立しなかつた。特に本地区では、先端技術を社会実装していくという実験的な側面も大きく、システムを一から構築したこと等により整備費が大きく膨らむという構造的な課題もあった。

荒井東地区については、田子西と比べて固定資産税の負担が小さかつたため、ほとんどの年度で収支差がプラスとなった。しかし最終年度である2022年度には、ロシアのウクライナ侵攻等による世界的なエネルギー価格の高騰により、電力会社からの高圧電力の電気料金が急騰する一方で、家庭向け電気料金の上昇幅が抑制されたことにより、収支が悪化した。ただし本地区の事業者は、エリアマネジメント会社として、本事業の他にも多様な事業を展開することで事業の安定化に努めており、こうした点は、今後のエネルギーマネジメント事業のあり方において大きなヒントになるものと考えられる。

以上を踏まえ、今後のエネルギーマネジメント事業の実施にあたっては、公的機関からの補助金等に頼るのではなく、受益者に適切な負担を求めることができる仕組みの構築や、他の収益性の高い事業と組み合わせること等により、収益性を確保していくことが重要と考えられる。

(7) まとめ

本事業においては、再生可能エネルギーである太陽光発電をはじめ、複数のエネルギー源を効果的に運用することにより、非常時の防災対応力を確保するとともに、平時からの高いエネルギー効率と経済性の両立を図るという当初の目的に対しては一定程度達成できたものと考えられる。また、ICTを活用した高度なエネルギーマネジメントを実施し、新たな通信技術の実装や電力需要予測に基づく効率的な設備運用を実現するなどの成果も得られた。一方で、事業の採算面で課題があったことや、ICTをはじめ、この分野での技術の進歩や社会環境の変化に柔軟に対応できない等の課題もあった。

エネルギーマネジメント以外の部分では、本事業を端緒として、田子西地区では全国でも例を見ない複合的な社会福祉施設「OpenVillage ノキシタ」が開設されるとともに、荒井東地区においても、タウンマネジメント法人（一般社団法人荒井タウンマネジメント）により地域の賑わい創出やコミュニティ形成といった多様な事業が展開されるなど、当初は想定していなかった成果も得られた。

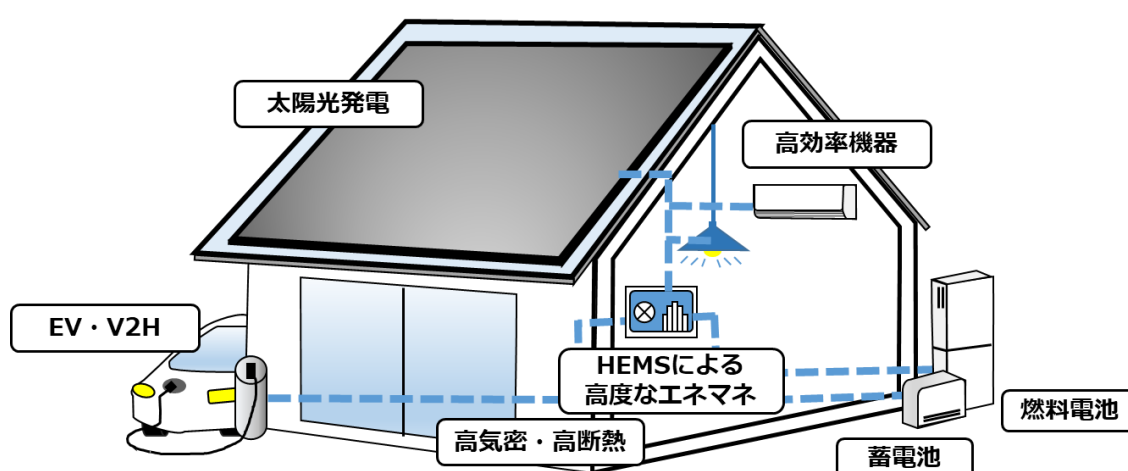
本事業は、この分野の実証事業としては黎明期に行われたものであり、複数の課題が明らかになった一方で、先端技術の社会実装や、地域のまちづくりへの貢献などの成果も得られたところであり、事業者が、自らの創意工夫により、約10年間の事業計画期間満了まで事業を実施し終えたことは一定評価できるものと考えられる。

5-2. 住宅の脱炭素化に向けて

脱炭素社会の実現に向けては、各住宅で、再生可能エネルギーを自ら作り出し、余剰分は蓄電池にためておき、夜間等必要な時に賢く使うことにより、住宅におけるエネルギーの自給自足を進めていく（エネルギーの自給率を高める）ことが重要である。エネルギーの自給率を高めることは、非常時の防災力を確保するうえでも重要である。また国が再生可能エネルギーの主力電源化を推進する中、限られた電力系統を効果的に活用し、電力供給を安定させるためには、大規模な発電所による発電事業者側の取り組みだけでなく、電力を消費する需要家（消費者）側でも積極的な省エネとエネルギーマネジメントが求められる。

本事業では、先端技術の導入による実証事業という事業の性質上、採算性等に課題はあったものの、再生可能エネルギーによる創エネと、電力需要予測に基づく高度なエネルギーマネジメントシステムを組み合わせ、エネルギーを効率的に活用していくことが、エネルギー自給率を高めていくうえで有効であることが確認された。近年は、太陽光発電の余剰電力を活用しながら蓄電池等を組み合わせたうえで、需要家が使う電気の量や時間をコントロールして電力需要のパターンを変化させる「デマンドレスポンス（DR）」の取り組みが広がりつつあり、そのような中においても、本事業の中で得られた、電力の使用実績や気象情報に合わせたエネルギーマネジメントの考え方は有効に活用できるものと考えられる。

以上を踏まえ、脱炭素社会を見据えた今後の住宅のあるべき姿としては、高気密・高断熱化や高効率機器の導入による省エネを徹底したうえで、自家消費型の太陽光発電や燃料電池による創エネ、蓄電池や電気自動車・V2Hによる蓄エネが行われ、さらに電力の使用実績や気象情報に基づき、これらの設備を効率的に運用する高度なエネルギーマネジメントシステムが構築された住宅と考えられる。また、近年、家庭等に設置された小規模なエネルギー源を束ね、地域内の電力需給バランスを最適化する仮想発電所（VPP）の取り組みが注目されている。今後は、こうした取り組みにより、地域で創ったエネルギーを、地域内で有効に活用していくことが重要であり、そのことが、本事業の成果で得られたような地域コミュニティの形成にも寄与することが期待される。



脱炭素社会を見据えた住宅のあるべき姿（イメージ）

本市は、2023年11月に国から選定された「脱炭素先行地域」において、市内最大の郊外住宅地である「泉パークタウン」エリアの一部で、エネルギー事業者やHEMSの機器メーカー等との連携

により、既存住宅を対象に、断熱改修による省エネを図りつつ、太陽光発電や蓄電池等を導入し、最適な形で遠隔で自動制御するエネルギーマネジメント（DR/VPP）を実施することとしている。防災環境都市を標榜する本市として、住宅の脱炭素化を一層促進するとともに、災害へのレジリエンスを高めていくため、本事業で得られた知見や教訓も活かしながら、脱炭素先行地域において、住宅の新たな脱炭素モデルを創出し、市域への普及はもとより、東北地域全体に波及させていきたい。

5-3. 外部有識者からのご意見

本事業の進捗管理にあたって、毎年度事業実績に関して意見をいただいていた以下の4名の有識者の方々に対し、本事業の全体的な総括について意見を伺った（50音順）。

株式会社三井住友銀行 コーポレート・アドバイザー本部

部長 井本卓志 氏

①エコモデルタウン事業について

本事業では、エネルギーマネジメントに関する実証事業が行われたが、仙台市においては、独自の評価手法に基づいた事業実績評価を実施された。

当時、同様の取組が他の自治体においても実施（大規模 HEMS 情報基盤整備事業や被災地域情報化推進事業など）されたが、実施後の事業内容について評価を公表している事例などは殆ど見られない。

仙台市の取組は、それらとは一線を画し、自治体自らが問題意識を持ち、事業性の評価基準も自ら制定し、事業の最終年度まで事業者とコミュニケーションを取りながら、また、当該事業に利害関係の無い外部の有識者を招聘し、忌憚のない意見を集め、それらを参考にして仙台市の提言として事業者へ提示することで次年度以降の取組方針を明確にしてきたという、稀有な事例と思われる。

事業内容そのものの評価にとどまらず、エコモデルタウン事業が一般事業と同様と見做し、債務超過に陥った場合は事業者としてどう対処するのか、という重いテーマについても、事業者と誠実に対話を重ね、事業者側から一定の拠出を得ることに繋がった。

補助金に関する事業は、ともすれば、補助金の獲得には熱心でも、投資採算の計画が甘かったり、結果的に無駄な投資、補助金の無駄遣いになるケースがある。補助金額の大小にかかわらず、その結果について報告書などが不明瞭なケースも散見される。本事業に関する仙台市の取組は、補助金利用の姿勢に一石を投じたものであり、民間事業者にとっても、緊張感のある関係となったものと推察する。

②エコモデルタウン事業を通じて、田子西地区、荒井東地区に芽生えた価値

最終年度である令和4年度は、国際的な社会情勢の変化や円安の影響などで燃料価格が高騰し、電力価格にも大きな影響が見られ、エネルギーマネジメントだけでは対応できない厳しいエネルギー環境となった。これは、当初計画では全く予想されていない事象であった。

事業運営面では、当時は最先端であった機器類についても、年々陳腐化し、メーカーによるサポート体制も期待できない状況となった。

そのような状況の中でも、事業運営の安定化を図るために、事業者による多くの工夫や踏み込んだ取り組みが行われ、過年度には債務超過回避の努力もなされ、借入金についても最終年度にまとめて返済されることが確認できた。事業の最終年度において、将来に亘って持続可能な事業モデルを継続させるための課題や、必要な対応など、これまでの取組についても整理・総括をされた。

一方、田子西地区では、当該事業に関わる事業者自らが、企画・具現化、運営されている、複合型交流施設「ノキシタ」が、オープンから4年半が経過し、認知度も年々向上、コロナ禍による自粛生活も落ち着いたことで視察申し込みが増加し、取材や講演の引き合いも多くなっていると伺った。エコモデル事業の取り組みから派生した、地域にとって意義のある象徴的な事業と理解

する。

また、荒井東地区では、「エネルギーマネジメント事業」の観点では、事業経営全体に占めるウエイトが然程高くないものの、「エネルギーマネジメント事業を核としたタウンマネジメントの展開」により、事業全体の収支を確保する運営をされている。タウンマネジメントという観点では、やはり、他の地域では見られないような独自の工夫や新たな取り組みが積極的に行われており、理想的なタウンマネジメント事業が具現化、継続されている。従来から一部世帯で電気料金の滞納が常態化しつつも、立場上、強い回収ができなかった状況があり、それがタウンマネジメントの根底にエネルギーマネジメントという取組がある故の難しさであった訳だが、それでも「エネルギーマネジメントが地域コミュニティの交流や信頼関係の醸成の基盤となっている」という説明を伺い、たいへん感銘を受けた。今後も、全体の事業性を安定化させ、持続可能な事業モデルを形成されると推察する。これらの取組は、SDGs の観点でも高く評価されるべき取り組みと考える。

株式会社日本総合研究所 リサーチ・コンサルティング部門 戦略企画部 部長／プリンシパル 段野孝一郎 氏

東日本大震災以降、日本の社会課題として、改めてエネルギーセキュリティの脆弱性が明らかになった。当時、震災復興に加えて、日本の成長戦略としても、日本のエネルギー産業の強化・エネルギーインフラの強靱化が求められ、全国大でエネルギーマネジメントを核とした様々な社会実装の取り組みが加速した。以下では、当時の政策方針や事業環境を振り返りつつ、本事業の特色と成果について総括を述べさせて頂く。

第一に、東日本大震災以降のエネルギー政策において、石油危機以降、電力需要が伸び続けている家庭部門の省エネは喫緊の課題であった。当時の環境・エネルギー政策では、HEMS 等に代表されるタブレット端末を家庭に設置し、見える化や DR を通じて節電行動を促す取り組みが重要視され、各地で HEMS を中心とした実証事業が多数展開され、多額の補助金も投下された。しかし、「見える化」だけでは生活者の行動変容は期待できないことが判明し、多くの事業は設備導入だけで終了し、その後は「ナッジ理論」（経済的なインセンティブや行動の強制をせず、行動変容を促す戦略・手法）に基づく政策に重点が移っている。本エコモデルタウン事業においては、HEMS が中心となっている点は共通しているが、田子西・荒井東の両事業者によって HEMS 導入後も生活者への様々な働き掛けが行われてきており、結果的にナッジと同様の施策が取り入れられるなど、単なる設備導入に留まらず、様々な運用上の試行錯誤がなされてきている点が評価できる。

第二に、エネルギーインフラは、災害時の防災性・機能性が重要であるが、災害時におけるバックアップとしての機能ばかりを追求してしまうと、経済性や環境性が犠牲になる、過剰投資となってしまうという可能性がある。本エコモデルタウン事業では、環境性や防災性に加え、平時のエネルギーマネジメントとしての経済性を両立させる取組が当初より志向されていたところが高く評価できる点である。特に、複数年の事業運営を通じて、平時のエネルギー利用と防災性を両立させる運用や設備構成について、実データに基づく示唆が得られた点は、今後の横展開に向けても活用が可能な稀有な成果と言える。

第三に、東日本大震災以降、「エネルギーを核としたまちづくり」が様々な地域で標榜され、2016年の電力自由化以降、地域新電力等が地域のまちづくりに関与する事例も増加している。ただし、その多くは住民に対して電力供給+ α のサービスを提供するにとどまっており、まちの

賑わいづくり等にまで踏み込んだ事例は多くはない。本エコモデルタウン事業では、サービス提供者であるタウンマネジメント会社が、エネルギー供給事業（高圧一括受電事業）によって築かれた生活者との接点をベースに、イベント事業や付帯サービス事業の事業化を行い、地域住民を巻き込んだコミュニティ形成に成功している（荒井東地区）。また、エネルギーマネジメント事業の運営に参画する事業者が、当該地域に複合型交流施設「ノキシタ」を開業したこと（田子西地区）も、エネルギーマネジメントがまちづくりに好影響を及ぼす効果の1つとして捉えることができる。このように、「エネルギーマネジメントを核としたまちづくり」の社会実装に繋がり、他地域にも参考となる先進的な事例が創出された点も、極めて高く評価できる点であると言える。

最後に、設備導入からその後の事業運営まで、長期間を対象とした官民連携事業の事例はエネルギー分野では事例が少なく、事業運営期間と設備の耐用年数のギャップ、メーカー保守サポート対応終了等、事業計画時に想定していなかった課題も顕在化した。しかし、両地区のエネルギーマネジメント事業者の真摯な対応により、事業終了後も地域住民に大きな影響を与えることなく、事業の引継ぎがなされている点も強調しておきたい。本事業で得られた成果と教訓については、今後、同様の事業を企画する他の自治体等においても、大いに参考となるであろう。

東北大学 未踏スケールデータアナリティクスセンター 特任教授 樋地正浩 氏

復興公営住宅と戸建住宅について再生可能エネルギーを取り入れた実際のエネルギー管理とそれに関連するサービスを10年の長期にわたり継続できた経験とそれを通して得られた実データが最大の成果である。特に、太陽光発電の実績データを住宅メーカーや太陽光パネルメーカーに依存することなく、独立して10年の長期にわたり収集した点は大きな成果である。各事業者の毎年の報告にもある通り、この収集したデータから月単位の太陽光発電量は年による変化は少ないことが実証されている。そのため、どの程度の設備を導入すればどの程度の発電量が毎月得られるのかがわかり、今後、太陽光パネルを設置する人がどの程度の発電量が見込まれ、どの程度の電気料金削減が期待できるかをメーカー以外の客観的立場から示す際に利用できる。政策関連では、大規模太陽光発電所の設置申請時の期待される発電量を審査、確認する際にも活用できることに加え、CO2排出量削減効果に代表される持続可能な社会の実現に向けた貢献の試算にも利用できる。

持続可能な社会を実現するためには、無理のない形で長期にわたり継続した活動が不可欠であるが、そのような活動を支える上では経済性を無視することはできない。太陽光発電と蓄電池を組み合わせた自立的なエネルギーは、電気料金やCO2排出量の削減以外に非常時・災害時のエネルギー確保の点でも重要であり、経済性と環境性、耐災害性を両立できることを示したことも大きな成果と言える。

住民を巻き込む形でタブレットの利用率向上や省エネルギーに向けた取り組みを試行する中でコミュニティの活性化が促進された点は大きな成果である。田子西地区の事業参画企業による複合型交流施設「ノキシタ」の活動は、地域コミュニティの活性化に向けたさまざまな成果が得られている特筆すべき取り組みであるだけでなく、他地域からの視察や他地域の遊休公共施設の活用施策の一つとして成果が広がっている点で優れている。荒井東地区では、地域情報サービスとして、地元の企業と住民の間の顔が見える関係づくりが行われ、それが定期開催の形で定着していることに加え、継続的に実施していることで地域包括支援センターや民生委員といった地域を支える人たちにも広く認知されてきている。この広がりや、高齢者だけでなく子育て世代にも

広がってきており多種多様な地域コミュニティの住民を巻き込んだ稀有な事例になってきている。エネルギー管理を中心としたタウンマネジメント事業は、地域コミュニティの形成と活性化のさまざまな活動に住民の参加を促す上で、エネルギーを通じた顔の見える関係構築が有効であることを裏付けることができたと言える。このことは、町内会をはじめとする地域コミュニティの活動力低下を解決するヒントになりえる。

株式会社三井住友銀行 公共・金融法人部

部長 松澤尚史 氏

東日本大震災は、日本のエネルギー政策の課題を浮き彫りにした側面もあり、その直後から再生可能エネルギーの導入やスマートコミュニティの実証事業が全国各地で行われた。

スマートコミュニティやエコタウンの分野でいえば、国の補助金を原資に地域住民にタブレットが配布され、エネルギーの見える化を起点に省エネマインドの醸成やコミュニティ形成が図られた。

しかし、その多くは、タブレットの用途制限や陳腐化による利用頻度の低さであったり、タウンマネジメント会社のランニングコストの増大による赤字化などで、当初の目的を果たせず、道半ばで実証事業を終えている。

仙台市のエコモデルタウンにおいても同様の課題を抱えスタートしたが、荒井東地区では、サービス提供者であるタウンマネジメント会社が事業の多角化を進め、安定した経営基盤を作り、また、イベントや多様なサービス機能を地域住民を巻き込み行うことで、阪神淡路大震災の際に問題となったコミュニティ形成に大きく貢献した。

田子西地区においては、初期投資が重くランニングコストが膨らむ中、サービス提供者であるタウンマネジメント会社を構成する親会社の支援により、経営危機を乗り越え、加えて、近隣に新設した子育て支援・障害者支援施設と連携し、全国でも殆ど類を見ない複合的な福祉機能を提供し、モデルケースとなっている。

タウンマネジメント会社の工夫と仙台市のサポートにより、両施設とも、当初の想定を超えたアウトプットが成され、エネルギー分野に留まらず、地域が抱える様々な社会課題を解決する取り組みが行われており、そのことは、全国から視察者が多数訪れていることからわかる。

我が国としてもこの分野の実証実験としては、黎明期に行われたものであり、課題も多く顕在化したが、学びの多い取り組みになったと評価している。

