

# 鳥取市若葉台地区スマート・グリッド・タウン実証事業成果報告

## 【鳥取市 平成26年3月10日作成】

H23～H25年度において、若葉台地区スマート・グリッド・タウン実証事業を実施したのでその成果を報告します（全体の事業期間：平成23年11月～平成25年3月）

### 実証事業の目的・目標

#### 【目的】

1. 「ダブル地産地消モデル」を確立⇒団地内で生まれたエネルギーと食料とを同地区内で消費
2. 低炭素団地を実現⇒とっとり型植物工場モデルと鳥取型スマートハウスを結び付けマインドレスポンス(※)指向を目指す

※マインドレスポンスとは「利用者マインドによるデマンドレスポンス」を略した造語

#### 【目標】

##### (1) お隣同士エネルギー融通システム

- 電力系統への逆潮流を起こすことなく鳥取オリジナルのお隣同士エネルギー融通が可能なおことの実証。
- 共同蓄電池24kWを2箇所設置し、太陽光で発電された電力を効率よく貯めて、宅内電力供給を行う。

##### (2) とっとり型植物工場

- 再生可能エネルギーによる植物工場内のCO<sub>2</sub>削減として、40%を削減目標とする
- 完全人工光型植物工場では導入した装置により生産・販売・数量の100%歩留まりの実現
- 発熱のほとんどないLED光源を用いて、LEDパルス照射による160%の成長効率の実現
- 太陽光による超高効率発電方式のUHPS導入による太陽光発電13%アップ

##### (3) 鳥取型スマートハウス

###### ① オール電化型

- 鳥取オリジナルお隣同士エネルギー融通システムに直流配線を使い、直流負荷を直接駆動することにより5%以上の電力ロス低減。
- 家庭内の電力使用量、太陽光電池の発電量等電気の流れを可視化するHEMS「見える化」システムを導入し、スマートハウス導入の有無で電気料を比較し、省コスト化の効果を検証。
- 昼間に太陽光発電の余剰電力をなるべく蓄電池に充電し、夜間の電気使用量が多い時間帯に放電して使用することで、電気の購入量を減らし節電に貢献する。

###### ② ガス併用型

- 家庭で使うエネルギーとCO<sub>2</sub>排出量の削減（一次エネルギー70%削減、CO<sub>2</sub>排出量80%削減）。
- 停電時においても電気やお湯を供給できる自立型エネルギー供給システムとしての実証を行う。
- 一般的な新築戸建て住宅に、「電池三兄弟（太陽電池・燃料電池・蓄電池）」を設置し、それぞれの電池を系統連系させる。
- 家庭内の電力使用量、太陽光電池と燃料電池の発電量、蓄電池の充放電量といった電気の流れを可視化するHEMS「見える化」システムを導入する。



## 実証事業の概要

とっとり型植物工場モデルと鳥取型スマートハウスを結びつけた「鳥取オリジナルお隣同士エネルギー融通システム」を若葉台団地に導入し実証を行う。

### ■とっとり型植物工場モデル

UHPS(超高効率太陽光発電システム)と二酸化炭素と発熱がほとんどないLED駆動方式による高付加価値の「イチゴ」栽培を行う植物工場

### ■鳥取オリジナルお隣同士エネルギー融通システム

工場一住宅のお隣同士でエネルギーを融通し合うシステム(将来のモデルハウスである「スマートハウス」を含む)

## 事業のスケジュール

項目	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
お隣同士エネルギー融通システム	システム設計	機器・システム導入	実証運転(データ取得)	
とっとり型植物工場	システム設計	機器・システム導入	実証運転(データ取得)	
UHPS(超高効率太陽光発電システム)	システム設計	機器・システム導入	実証運転(データ取得)	
スマートハウス(オール電化)	システム設計	機器・システム導入	実証運転(データ取得)	
スマートハウス(ガス併用型)	システム設計	機器・システム導入	実証運転(データ取得)	
			有人実証運転(データ取得)	

## 平成23年度の成果

### 1. お隣同士エネルギー融通システム

- 直流自営線により複数建物の太陽光発電を共同蓄電するシステム設計を行った。
- 関係する建物設置者や電力会社との協議により、実証エリアでの機器配置、配線配管方法を決定した。
- 太陽光発電の直流出力をスイッチにより交流連系側とお隣同士システム側に切り替える方式について特許申請を行った。
- CEMSの計測、監視サーバーシステムを設計した。

### 2. とっとり型植物工場

#### ①植物工場

- HRDが、FEMSのシステム設計を行い、導入機器を選定した。
- システム設計と併せ、HRDがLEDによる基礎実験を行った。
- 発熱のほとんどないLEDを植物に近づけ成長過程を確認した。
- 太陽光に近いLEDとして、高いPPFD値、高効率、低発熱等の特徴のある「お陽さまのLED」をHRDが独自開発した。

#### ②UHPS

- システム設計と併せ、サンコネックスがUHPS基礎実験を行い、早期に課題を確認した。
- UHPS(水カーテン方式)の特許申請を行った。

### 3. スマートハウス

- 太陽光発電、家庭用燃料電池、家庭用蓄電池、お隣同士エネルギー融通システム、HEMSを組合せることによる省エネと、消費エネルギーの「見える化」と「最適な電力制御」を行い、省エネを検証するためのシステムを設計した。

## 平成24年度の成果

### 1. お隣同士エネルギー融通システム

#### ■「構造特区改革制度申請について」

お隣同士エネルギーシステムを一般に展開するためには、電気事業法上課題があるため、規制や制度の改正が必要となる。そのため、構造改革特区申請を行い、関係機関と協議を行った。構造改革特区申請の回答により、若葉台地区でのお隣同士エネルギー融通システムの実現が可能になった。

■ 定置型蓄電池(24kW)、移動式蓄電池(24kW)を導入し、余剰電力を蓄電池に貯めるシステムを導入した。1受電構内での蓄電利用は実用化されているが、個別受電している各需要家に対して共同蓄電された電力を給電することは、現行の電気事業法では不可であり、自営線で結ぶこともできない。しかし、本システムでは、スイッチ・ボックス(以下「SW-BOX」という)(太陽光パネルからの直流出力を、商用系統と連系するパワーコンディショナ入力(PCS)側と、お隣同士融通システムの充放電コントローラ側に切り替えるスイッチ)の仕組みにより、商用受電系統と電氣的に切り離して共同蓄電池に蓄電することにより、現行法の規定内で共同蓄電が可能とした。

■ 各施設から集まった共同蓄電池の電力を活用することで、災害時の停電でも宅内への電力供給を可能にし、防災を図るシステムとして、移動式共同蓄電池(EV)によるV2H技術を導入した。

## お隣同士エネルギー融通システム

SMART GRID TOWN

### お隣同士でエネルギーを融通

#### ● 実証事業者

中電技術コンサルタント(株)山陰支社鳥取営業所  
(鳥取市新品治町1-2)



## 2. とっとり型植物工場

### ①植物工場

■独自LED照射方式完全閉鎖制御型植物育成装置と発熱がほとんどないLED（お陽さまのLED）でのイチゴ栽培の実現。

■完全閉鎖制御型植物育成装置のスケジュール設定・操作、各種計測値収集、電力量データ収集、監視制御ができる育成監視ユニットの開発。

■完全閉鎖制御型植物育成装置の監視・スケジュール設定・操作、育成装置ユニットからのエネルギー・栽培データ収集、エネルギーデータ、栽培データ帳票の作成、エネルギーデータ監視、CEMSからの太陽光発電データの収集を可能にしたFEMSの開発。

■とっとり型植物工場において、再生可能エネルギーの活用により43%のCO2削減を達成。

**とっとり型植物工場** SMART GRID TOWN

**超高効率太陽光発電+LED照明で栽培を行う植物工場**  
実証事業者 興HRD(鳥取市津ノ井300-1)

**項目 1** 超高効率太陽光発電(UHPS)



**項目 2** 地中熱空調システム



**項目 3** LED光源を利用した新方式装置



**項目 4** FEMS  
電力の供給内容をPCで一元管理





**高付加価値のイチゴを栽培**

### ②UHPS

■太陽光パネルの発電能力を最大限に引き出すシステムで、太陽光パネル温度を環境温度以上に上げないように、パネルに適度に水をカーテンのように流す水カーテン方式とパネル温度をファンで下げることができる強制空冷方式から構成されるシステムを植物工場の屋根に導入した。

■実証事業とは他に、市内住宅に1箇所UHPSを導入した。

■UHPS(水カーテン方式)により、降雪時において一日あたり平均17%の発電量増加を達成。

**UHPS (超高効率太陽光発電システム)** SMART GRID TOWN

**太陽光パネルの発電能力を最大限に引き出すシステム**  
●実証事業者 サンコネックス㈱(鳥取市千代水1丁目22-1)



とっとり型植物工場の屋上に計5枚を設置  
太陽光発電 20kW





市内住宅に設置したUHPS

### 3. スマートハウス

#### ①オール電化型

■少子高齢化社会の進展により急増が予想される高齢者世帯と核家族世帯単身世帯との生活スタイルが違ふ世帯同士がエネルギーの効率的利用でメリットの高い「鳥取オリジナルお隣同士エネルギー融通システム」を実証するとともに、タイプの異なる2つのスマートハウスに太陽光発電やガス発電による創エネや、HEMS等を導入し、エネルギーの最適化を図った。

■住宅設備をネットワークに接続し、制御を行うと同時に、取得した様々なデータをスマートフォンアプリで確認できるエネルギーの「見える化」システムを独自開発した。

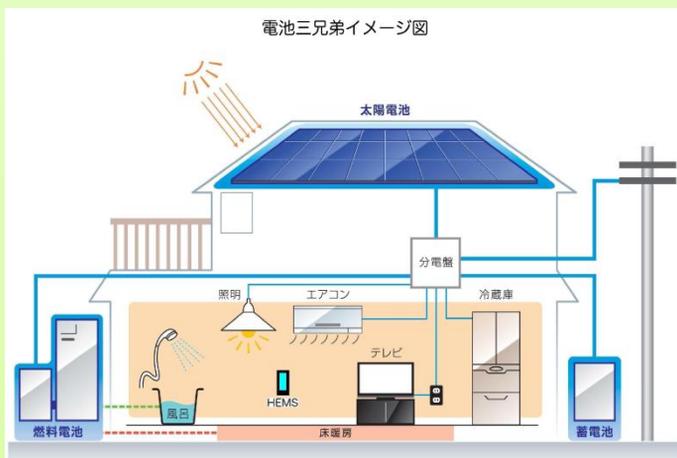
■電力の見える化により、電気の使い方を利用者自らマネジメントを行い、EVも太陽光発電が停止する夕方時期に宅内供給を行う等、効率的な電気の利用を行い、マインドレスポンスが達成できた。

#### ②ガス併用型

■住宅設備をネットワークに接続し、制御を行うと同時に、取得した様々なデータをスマートフォンアプリで確認できるエネルギーの「見える化」システムを独自開発した。

■「電池三兄弟」(太陽光発電、燃料電池、蓄電池)を取り入れた省エネ効果の実証を行った。

■電池三兄弟システム(燃料電池(JX日鉱日石エネルギー製)、太陽電池(Panasonic製3.5kW)、家庭用リチウム蓄電池(伊藤忠エネクス製 6kWh))とスマートフォンアプリで確認できるエネルギーの「見える化」(HEMS)を導入。



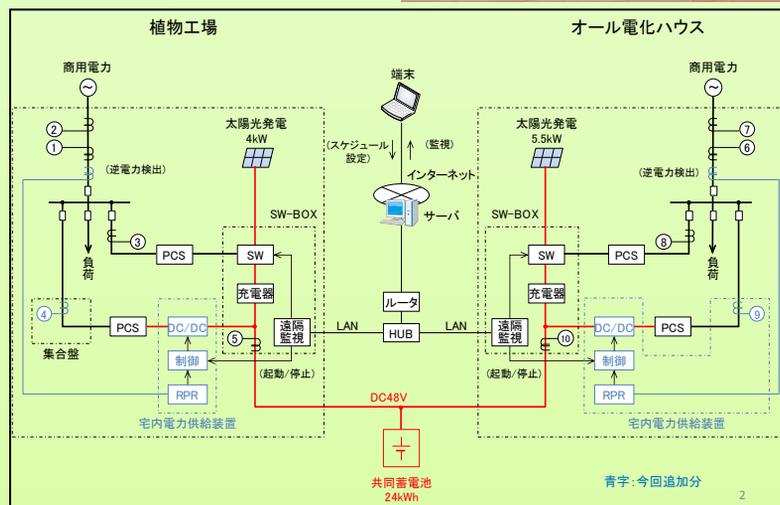
## 平成25年度の成果

### 1. お隣同士エネルギー融通システム

- 植物工場とオール電化ハウスに宅内電力供給装置を1台ずつ、計2台を設置し、共同蓄電池から各施設に系統連系して宅内電力供給を行う仕組みを構築した。
- 昇圧型DC/DCコンバータとパワーコンディショナを組合せることにより、共同蓄電池の電圧によらずパワーコンディショナの最適運転電圧に合わせて運転できるものとした。
- 太陽光発電のみを蓄電する共同蓄電システムと、複数台連系対応型のパワーコンディショナーを使うことで中国電力と連系協議を進め、1台の共同蓄電池から、複数の建屋への系統連系を可能とした。
- 共同蓄電池宅内給電システムの系統連系条件として、①逆潮流防止の措置、②パワコン複数台運転時の保護試験成績の提出をクリアし、国内初(本市調べ)となる、複数受電構内での共同蓄電池の電気を宅内に系統連系給電する装置を導入した。
- 平日は植物工場、休日はオール電化ハウス(休業日)より余剰の太陽光発電を蓄電し、日没後の夕方時間帯に宅内電力供給を行う実証を行い、安定した運転を行うことができた。



共同蓄電池からの宅内供給システム



青字:今回追加分

## 2. とっとり型植物工場

### (1) 植物工場

■特殊な液肥(善玉菌)を土壌に混ぜることで、一般的閉鎖植物工場のように徹底した無菌状態を維持する必要がなく栽培が可能、栽培装置が簡易な構造のため、イニシャルコストを大きく抑えることができる特徴のあるLED照射方式土耕栽培装置を導入し、LED照射時間をタイマー制御し、FEMSでエネルギーデータ監視を図りながらイチゴ栽培実証を行った。

■LED照射方式完全閉鎖制御型植物育成装置で栽培実証していたイチゴ栽培に成功した。量産化に向けた実証を行うステップに進むことができた。



栽培装置で栽培したイチゴ

■イチゴ栽培を可能にしたが、栽培期間は露地とあまり差がないと感じている。受粉のやり方で、イチゴの形が変わってくるため、露地と同等レベルな形がつかれることを目標に栽培実証を継続して行う。最終的には、日々イチゴが収穫出来るよう実証実験を進める。

■FEMSは、工場のデマンド制御機能が搭載されているため、工場内の電力量を監視し、ある任意の閾値に達すると警報を発報し、管理者に通知することで、電気を消灯させるなど、使用電力を削減することができる。実証期間中はデマンドに到達することなく、電力使用することができた。将来工場の稼働率によりデマンド機能を有効に活用する予定である。

■植物工場におけるCO2削減効果について、目標数値40%に対し、年間(H25年2月～H26年1月)で70%の削減を達成した。

■とっとり型植物工場の栽培技術を利用して、中心市街地空き店舗を活用した「まちなか植物工場」が開設された。また、同じく栽培技術を活用して、市内小学校跡地に民間企業が植物工場を整備し、平成26年1月より生産を行うこととなった。

### (2) UHPS

■水冷方式の発電効率は、7月に20%、8月に19%の発電効率がアップされ、定量的目標を達成した。

■強制空冷方式の発電効率は、7月8月とも8%の発電効率がアップした。

■水冷方式で、積雪があった日の1日あたりの発電効率は、積雪時に自動制御で的確に作動し、パネルの雪を溶かしたことで発電効率が大きく向上した(25%～30%アップ)。

■24年度には一般住宅に1台導入し、融雪効果が非常に高いことが分かった。近年、積雪地域で問題になっている太陽光パネルの設置後に発生する雪ずりによる落雪事故の防止に有効であり、今後のこの落雪事故防止を検討している住宅に対し普及を進めていく。

■水冷方式、空冷方式とも、気象状況を監視して、自動的にエネルギーマネジメントシステムによる制御ができた。

■H24年度にHEMS(家庭内のエネルギー監視システム)+UHPS(超高効率発電システム)の制御及び監視部(仮名:HCS(ホームコミュニケーション・サーバー(以下「HCS」という。))を開発した。このシステムは高効率発電装置の制御・太陽光パネルの融雪機能制御びセルフクリーニング・エネルギーの見える化・家庭内見守り機能(高齢者及び子供)・ホームコミュニケーション機能などの機能を有している。このシステムを製品化するためには、さらに多くの機能を追加実装し、制御精度を上げ既存製品に無い機能で他の製品と差別化を図る必要であると同時に、上記の実証実験により得られたデータを使用する事により、今まで製品化がされていない革新的な、新しいジャンル(高機能統合型新HEMSシステム)の製品の開発を行った。

### 3. スマートハウス

#### ①オール電化型

■スマートハウス(オール電化)のデイサービス施設は、同じ若葉台地区に同規模のデイサービスセンターを運営しており、その施設は電気、ガスを使用している。この施設とスマートハウスの光熱費を比べたところ、年間(H25年1月～H25年12月)で、約550千円の光熱費削減、削減率42%を達成した。

■再生可能エネルギー自給率は、年間(H25年1月～H25年12月)で31%、電力自給率は、年間(H25年1月～H25年12月)で23%を達成でき、マインドレスポンスによる無駄がなく効率的に再生可能エネルギーによる宅内電力の自給自足をしていることが分かった。

#### ②ガス併用型

■H25年7月にスマートハウス(ガス併用型)の入居者の利用が始まり、実際の生活スタイルによるデータの集積・分析が実施できた。

■宅内に蓄電池を系統連系接続した状態で、系統停電時での自家発電を可能にした(逆潮保護機能が搭載された蓄電池の導入を実現)。

■1次エネルギー削減率は、目標70%に対して88%、CO2削減率は、目標80%に対して103%を達成することができた。

■「電池三兄弟」(太陽光発電、燃料電池、蓄電池)導入により、H25年4月～H26年1月の電力自給率が71%を達成することができた(電力供給率は210%を達成)。

## 実証事業全体の成果

### 1. 事業全体

実証事業全体として、当初計画したスケジュールどおり事業を実施することができた。コミュニティ全体の再生可能エネルギー普及率は59%の自給を図ることができ、それによりCO<sub>2</sub>・一次エネルギーの削減を図り、低炭素団地として成果を生むことができた。各実証事業の定量的目標においては、目標数値より大きく達成したセクションもあった。今後実証事業で生まれたシステム・技術をさらにブラッシュアップし、ビジネス展開の促進を図りたいと考える。

### 2. お隣同士エネルギー融通システム

商用受電系統から個別に受電している複数の建屋で構成されるコミュニティにおいて、各建屋の太陽光発電の余剰分を商用系統とは切り離れた状態で共同蓄電池に蓄電し、コミュニティ内で有効に消費する地産地消型の国内初のシステム導入が達成できた。

別構内の建屋から共同蓄電池を充放電するシステム導入が国内初ということもあり、制度上の問題があったが、構造改革特区で提案が認められ、現行法令上で事業を進めることができた。太陽光発電の蓄電池への切替運用、直流配電も問題なく作動し、定量的目標が達成できたと考える。また、懸案であった共同蓄電池からの系統連系宅内給電も市内企業の技術により導入ができた。

### 3. とっとり型植物工場

植物工場の定量的目標を達成することができた。また、実証期間中に植物工場のビジネス展開を図ることができた。若葉台での取組が波及効果を生みだしたことは大きな成果であるとする。

植物工場内にFEMSを導入し、栽培装置を34台で運営を行ったが、デマンド監視により、電気代の抑制を図ることができた。

FEMSにおいて、一括監視制御により、人をつけることなくマネジメントすることができた。

LED光源によるイチゴ栽培に成功したが、量産化を図るために課題があり、引き続き実証を行う必要がある。

### 4. UHPS

全国的に日射量が多い時期にもかかわらずパネル温度上昇により発電効率が下がる7月、8月において、UHPSを導入したことで、発電効率を上げることができた。その優位性を出しつつ、コストメリットを出すため引き続きシステムの改良を行う。

また、実証により、特に冬季の積雪時での融雪機能に効果が高いことが分かった。以前より積雪の多い地域で、融雪対策で悩んでいる住宅居住者に対してマーケティング活動を図っていきたいと考える。

平成24年度より一般住宅にUHPSを導入する等マーケティング活動を実施することができた。

また、販路拡大を図るために、若葉台実証で行った制御システムのブラッシュアップを行うことができた。

### 5. スマートハウス

#### ①オール電化型

オール電化型においては、大幅に省コスト住宅であることが実証で認められた。

定量的目標を達成することができた。HEMSを導入し、リアルタイムに電力の動きを把握することができることから、利用者の省エネ意識向上を図ることができた。オール電化タイプが再エネ自給率と電力自給率の差があまりなかったことは利用者が電気の効率的利用を図った結果であるとする。

また、利用者からは、大幅な光熱費削減が達成したことは大きく、省エネ効果の高いスマートハウスであると意見をもらった。

#### ②ガス併用型

ガス併用型においては、太陽光電池、燃料電池、蓄電池の効率的な電力運用をHEMSにより行うことができた。また、系統連系した蓄電池の運用ができたことも大きな成果であるとする。今後集積したデータで優位性を打ち立て、マーケティング活動につなげていきたいと考える。