

# 電力小売り事業、電気代そのまま払い、 インバランス補償の統合に向けて

(株) E-konzal

東京大学

**HP給湯器によるインバランス補償  
(2019年度の成果)**

- 電力自由化以降、多くの小売電気事業者が市場に参入。
- 小売電気事業者は脱炭素化の主体として大きな可能性。
- こうした事業者の多くは発電設備を有しておらず、市場からの調達によらない電源確保の手段として卒FIT電源は魅力。
- 卒FIT電源の調達にはインバランス対応が課題



**HP給湯機を用いたインバランス  
補償システムを開発・実証**

## ① 余剰電力予想手法の開発

- 太陽光発電予測モジュールの開発
- 電力需要予測モジュールの開発

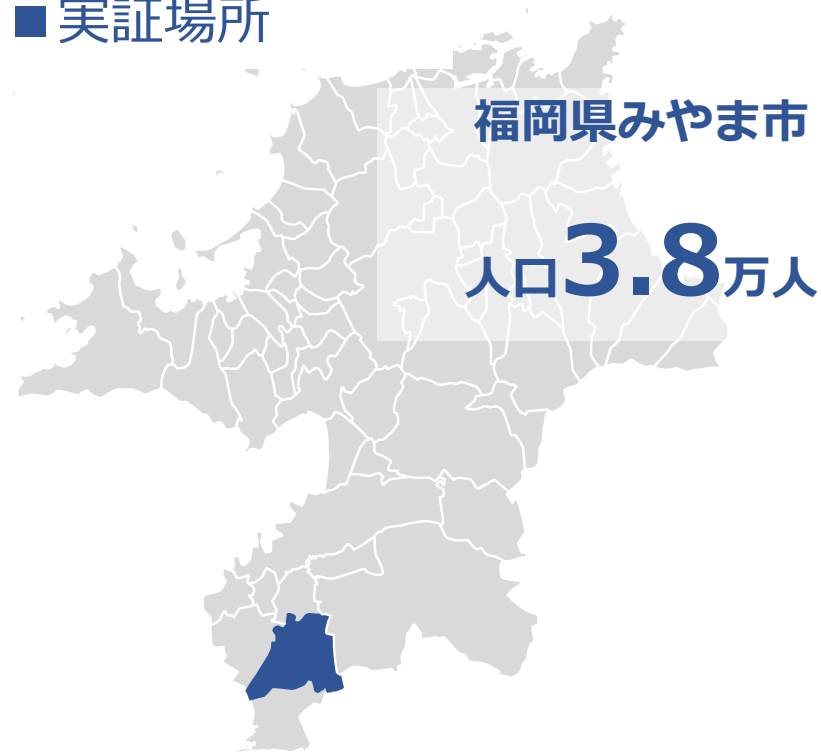
## ② 予測を踏まえたHP給湯機の外部制御手法の開発と実証

- 沸き上げ時間・量を判断するアルゴリズムの開発
- 実証結果の外部制御プログラムの試行的実施

## ③ インバランス改善による新電力経営へのインパクト評価

- 2019/12/16（月）～2019/12/23（日）にかけて、9世帯を対象に外部制御の実証試験を実施。
  - 湯切れリスクを最小化するため、下げ調整は行わないこととした。
  - 夜間は通常通り沸き上げを行い、昼間に追加的な沸き上げ制御のみを実施。
  - 開発したプログラムによって概ね正常に外部制御できたことを確認。

## ■ 実証場所

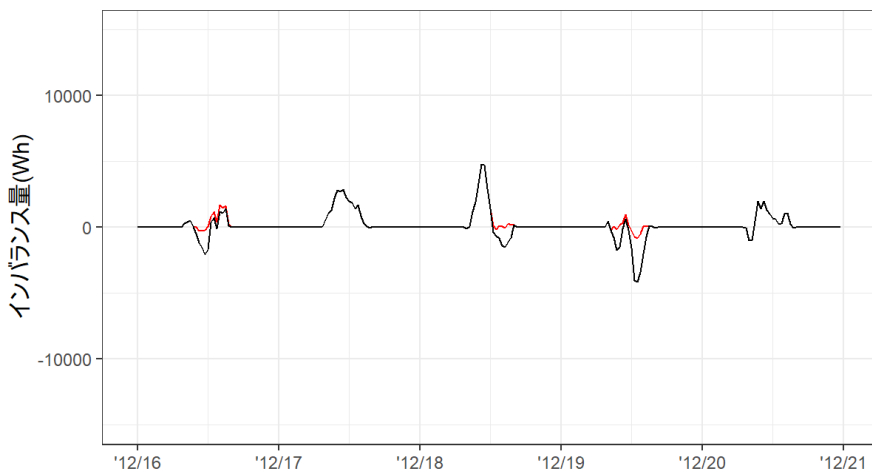


## ■ 実証対象世帯

| 世帯番号 | 契約容量 (kVA) | 世帯人数 | 年代構成                   |
|------|------------|------|------------------------|
| 世帯1  | 10         | 3    | 70代(2), 30代(1)         |
| 世帯2  | 8          | 4    | 70代(2), 40代(2)         |
| 世帯3  | 6          | 3    | 70代(2), 40代(1)         |
| 世帯4  | 6          | 3    | 40代(2), 20代(1)         |
| 世帯5  | 10         | 4    | 50代(2), 10代(2)         |
| 世帯6  | 10         | 3    | 60代(1), 50代(1), 10代(1) |
| 世帯7  | 10         | 3    | 70代(2), 40代(1)         |
| 世帯8  | 10         | -    | 主に事務所として利用             |
| 世帯9  | 8          | 4    | 70代(2), 50代(1), 20代(1) |

- 外部制御によって最新の予測に基づくインバランス調整が可能となることを確認
- 実証期間中に限れば、結果的に全体のインバランスはわずかに改善。外部制御による「逆効果」の時間が存在。

HP給湯機の外部制御前後のインバランス  
予測値変化(単位:Wh)\_全世帯合計



ITEM — インバランス予測値\_制御前 — インバランス予測値\_制御後

当日予測値 [HP給湯機制御前] - 前日計画値 : (赤線)

HP給湯機の外部制御前後のインバランス  
実測値変化(単位:Wh)\_全世帯合計

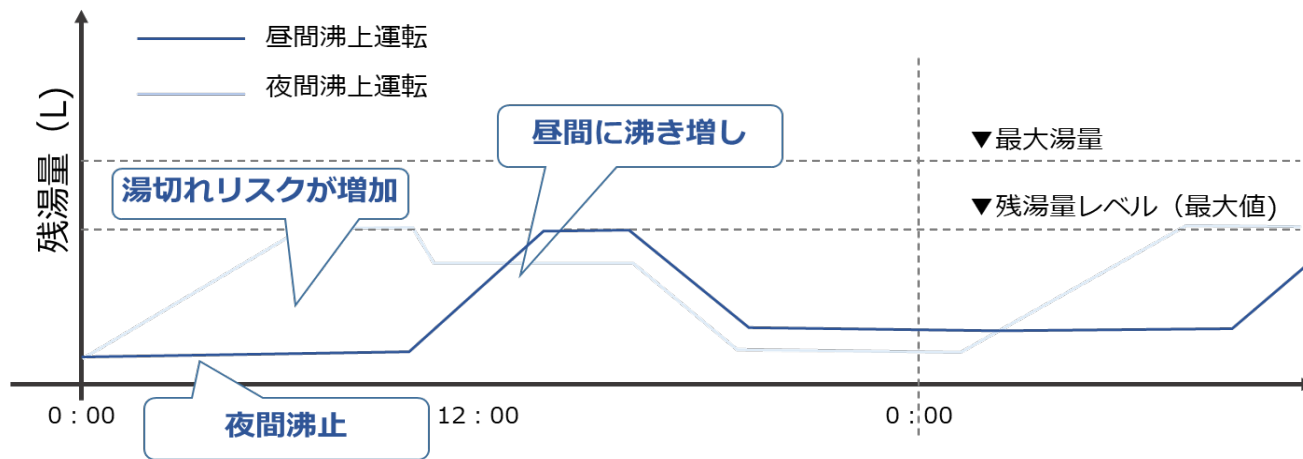


ITEM — インバランス実測値\_制御前 — インバランス実測値\_制御後

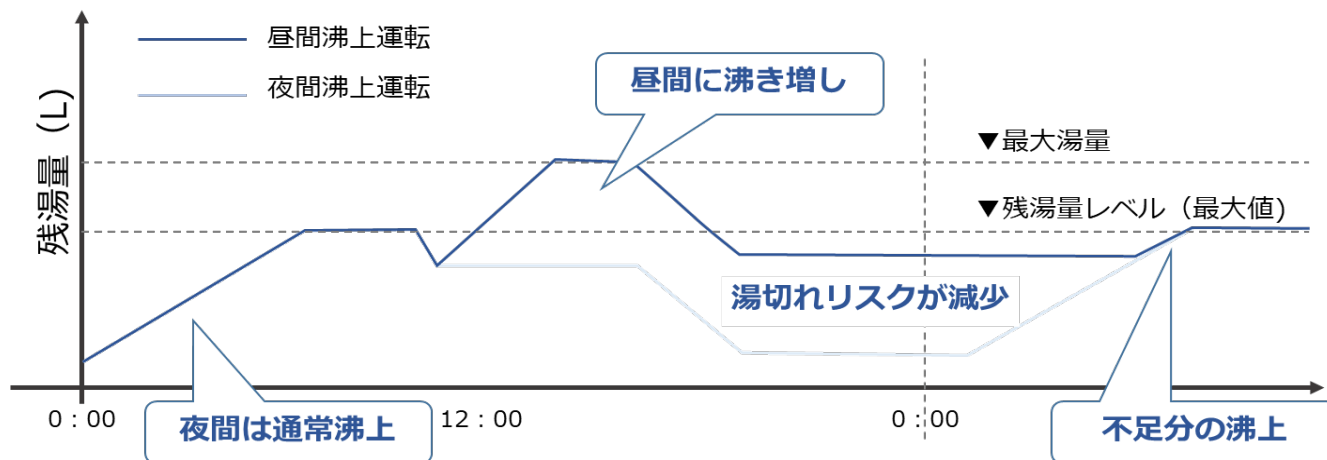
当日予測値 [HP給湯機制御なし] - 前日計画値 : 黒線

## インバランスの「上げ」制御（沸止制御）を追加

実証前

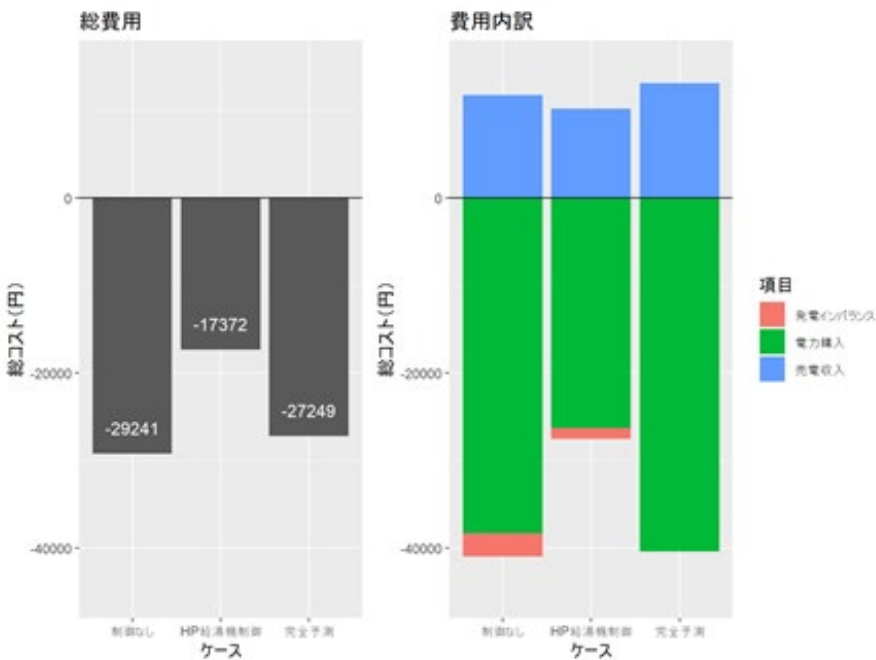


実証後



## ● 試算条件

- データ期間:30日間 (2019/11/16-2019/12/15)
- 世帯数：対象9世帯の総費用と売電収益の総和 (託送料等は含まず)
- 金額：税込み



9世帯で **1.2** 万円/月程度の経済的メリット (総費用が30%低減)

## エネルギー資源・学会11月号に投稿・掲載

000 エネルギー資源 Vol. 41 No. 6 (2020)

研究論文要旨 全文は電子ジャーナル(J-STAGE)に掲載

### 冬季を対象としたヒートポンプ給湯機を活用した卒FIT電源のインバランス制御に関する実証研究

Empirical Research on Imbalance Control for non-FIT Residential PV using Heat Pump Water Heaters in Winter

榎原友樹\*・松橋隆治\*\*・白岩紀人\*\*\*  
Tomoki Ehara Ryuji Matsuhashi Norito Shiraiwa  
(原稿受付日2020年6月15日、受理日2020年9月30日)

1. はじめに  
2019年11月以降、固定価格買取制度(以下、FIT)の買取期間が終了した住宅用太陽光発電設備、いわゆる「卒FIT」電源が市場に出始めている。卒FIT電源は、小売電気事業者にとって低炭素化に向けた有望な再生可能エネルギー電源であるが、卒FIT電源の調達には、計測値同時同量におけるインバランス発生リスクが発生する。このため、特に事業規模が小さい地域の小売電気事業者にとって、こうしたインバランスリスクの低減が、卒FIT調達が課題のひとつとなっている。

2. 調査方法  
本研究では地域新電力を対象に、まずは、各家庭における電力需要と前日の日射量予測データより、翌日の余剰電力発生量を簡易的に予測する手法を開発・実装した。次に各世帯におけるHP給湯機を地域新電力側で外部制御し、前日の計測値と当日の予測値の誤差に起因する発電インバランスを抑制するシステムを設計・開発した。さらに開発したシステムの動作について、9世帯を対象に実運用ベースで確認し、実データをもとにその有効性を検証した。なお、実証においては、漏切れリスクを最小化する観点から、余剰インバランスが発生すると予想されたときに保開湯き上げを行う方向(下げ調整)の制御のみを実施し、前日に保開湯し計測を策定したうえで、計測を停止する方向(上げ調整)は行わないこととした。

3. 結果と考察  
実証期間におけるHP給湯機の駆動状況を確認したところ、開発した外部制御プログラムの指示通りに、運転・停止が行われていることが確認できた。

一方で、インバランス解消の効果は、気象予測の誤差が当日のAM 8:00の時点でも大きかったことと、上げ調整を実施しなかったことなどから、限定的であった。一方で、実証期間におけるHP給湯機の動作を確認したところ、夜間に通常の湯上を行った後も、湯上は可能である場合があることがわかった。そこで、こうしたHP給湯機の運転特性を踏まえて、下げ調整を含む新たな運転制御手法を設計・提案した。加えて、提案した運転制御手法を導入することによる新電力事業者の経営に与える影響について、定量的な評価・検討を行った。その結果、HP制御前後によって1か月間で約12,000円(9世帯合計)のコスト低減が実現できるという試算結果となり、完全予測ケースよりも経済メリットは大きかった。これは対象期間における総費用の30%が低減できたことに相当する。こうした経済メリットの大部分はJEPXスポット市場単価の安い時間帯への需要シフトが寄与している。本事業を通じて改善を目指したインバランス費用については、半分以上に低減していることが確認できたが、経営全体に与える影響としては必ずしも大きくなかった。

4. 結論  
開発したシステムの経済性を評価したところ、現行制度下では、インバランス単独での経済性は限定的であったが、昼間の市場価格の低減メリットとあわせることで経済メリットを生み出しつつ、インバランスの低減ができることがわかった。今後、本事業で開発したシステムを実用化させるためには、特に余剰電力予測の誤差を低減するための取り組み(電力需要予測手法、および発電電力予測手法の改善)とHP保開湯き上げの調整力の最適化、さらにはシステムの費用低減が不可欠であると考えられる。

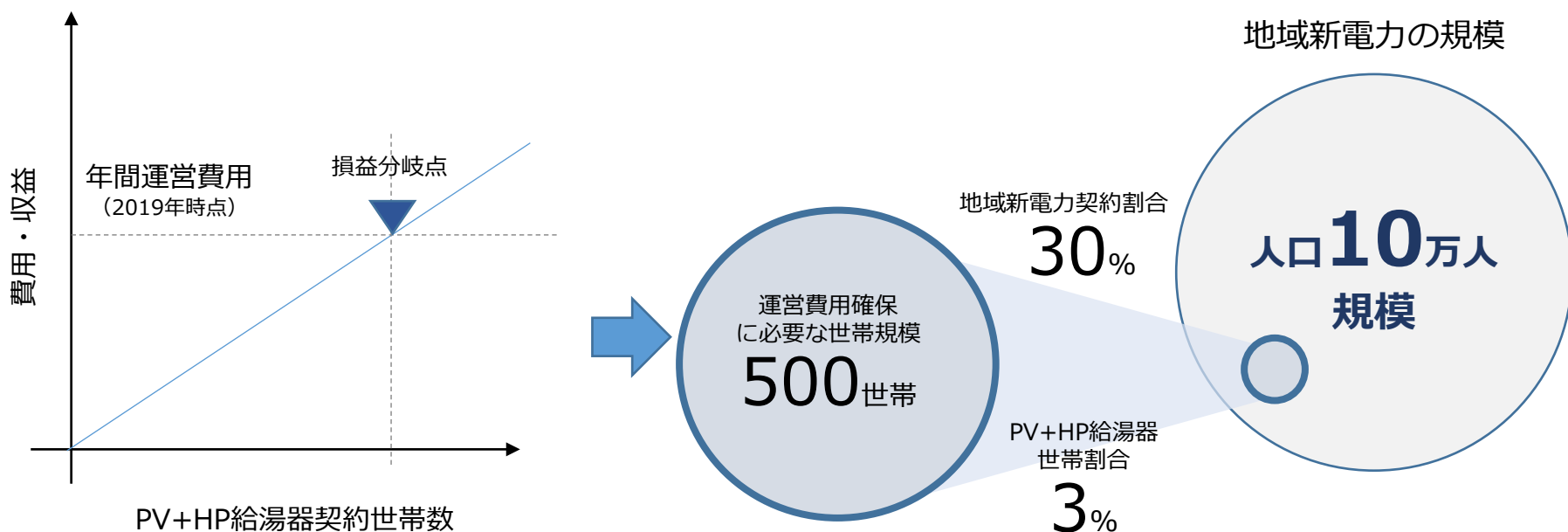
また、2022年度以降の制度変更を見据えると、こうしたインバランス制御による経済効果はますます増加することが想定される。

Corresponding author: Tomoki Ehara, E-mail: tomokiehara@e-konza.co.jp  
\*株式会社イー・コンサル  
\*\*532-0011 大阪府淀川区西中島3-8-15 EPO新大阪ビル1207号  
\*\*\*東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻  
〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1  
\*\*みよまスマートエネルギー株式会社  
〒835-0023 福岡県みやま市瀬高町小川15-1

- 58 -

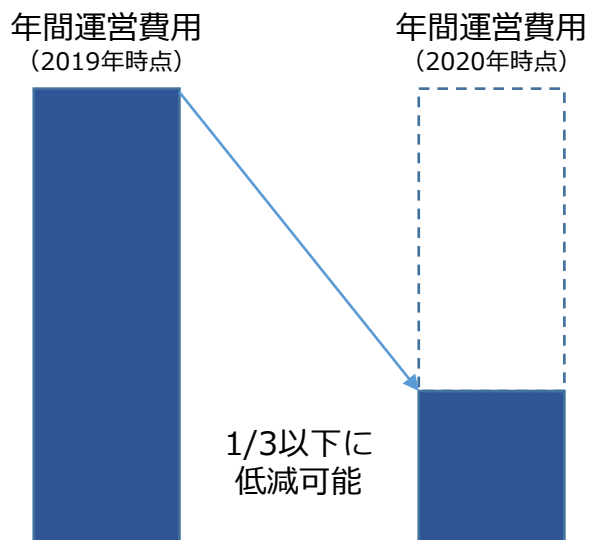


- 本システムを社会実装するためには、システムの年間運営費用を上回る経済的メリットを生む必要。
- 簡易的な試算によると、2019年度に開発したシステムの運営費用を上回る収益を確保するためには約500世帯のPV+HP給湯器世帯が必要。
- PV+HP給湯器世帯が占める割合は日本平均で約3%（PV導入世帯が4.6%、このうち65%がHP給湯器を所有と想定）、地域新電力の契約割合が世帯全体の30%とすると、世帯数5.6万世帯、人口10万人規模のがシステム導入の目安。



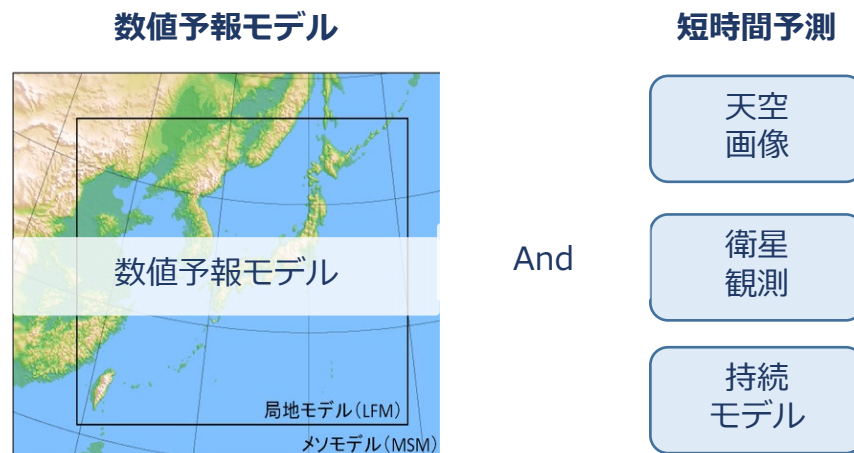
## ■ 運営費用の低減方策模索

- 2019年度は計画値策定のための日射量予測データ（数値予報モデル）を民間予測会社から購入。
- 気象庁のデータ配信サービスから、地点別日射量予測を抽出する手法をテスト。



## ■ PV予測の精度向上

- 数値予報モデル以外の短時間太陽光発電予測手法についての文献調査を実施し、スクリーニング。
- 有望技術については専門家や事業者ヒアリングを実施



年間運営費用の低減によって、人口3万人規模に適用可能に  
(全基礎自治体 1741のうち適用可能範囲が15%→**42%**へと拡大)

# 地域新電力の立ち上げ

- 大阪府北部エリア（能勢町・豊能町エリア）にて、自治体と共に地域新電力を立ち上げ（2020年7月3日）。
- 2020年10月より公共施設向け電力供給を開始。
- 実証成果（電気代そのまま払い、家電インバランス補償）の社会実装に向けて、独自システムを開発予定
- 東京大学松橋研をアドバイザーとする、産官学連携による社会イノベーションを目指す。



報道解禁日：2020年8月4日(火)14:00

Press Release  
報道関係者各位

株式会社能勢・豊能まちづくり  
2020年8月4日

## 大阪府の能勢町・豊能町は民間団体と協力し まちづくり会社を設立 「エネルギーを軸とした地域の経済循環に取り組む」

大阪府の能勢町と豊能町は、地域の民間団体とともに、会社「株式会社 能勢・豊能まちづくり」を設立。エネルギーを軸としたまちづくりを進め、収益の一部を活用して、交通、教育、防災といった地域課題に取り組む。8月3日に、町長や関係者が余舎を開催し、ビジョンを発表した。

大阪府の能勢町（町長 上森 一成）と豊能町（町長 塩川恒敏）と、能勢町内にある民間団体の一般社団法人地域循環型まちづくり推進機構（代表理事 榎原友樹）は、3者が出資者となる「株式会社 能勢・豊能まちづくり」7月に設立した。代表取締役には民間団体の榎原友樹が就任し、町長が役員を務める。出資総額は、950万円です。町長は16%ずつ株式を保有。

能勢町と豊能町は、大阪府の北部に位置し、豊かな田園風景や自然が残る。一方、近年は、過疎・高齢化等により、買い物弱者などの地域課題が顕在化してきた。2018年の台風21号では、多くの住宅が倒壊するなど、防災・減災への取組強化も迫られている。新設したまちづくり会社は小売電気事業を行い、能勢・豊能の両町等に電気を供給しながら、その収益を、電気自動車を活用した地域の交通、放置された森林を活用した防災拠点の整備、学校と連携した教育等に活用し、持続可能で、住み続けられる地域づくりに取り組む予定。

教育面では、ユネスコスクールに加盟し、SDGs等の取組に先進的な豊中高등학교能勢分校と、防災面では能勢町において、放置された森林を活用した民間アウトドアパークを運営する株式会社 冒険の森（代表者 俣野忠三郎）との連携を予定している。

### ●小売電気事業について

まちづくり会社では、地域新電力として小売電気事業に取り組む。環境省の軌道によると、町長からエネルギー代金として出ていくお金は、年間22億円。電気事業を地域にある会社が行うことで、税金等も地域に還元し、収益を地域事業に再投資することで、**地域にお金を循環させること（地域経済循環）**を狙う。秋頃から順次、町の施設に供給を始める予定。まちづくり会社から割安な電気を供給することで、町長はそれぞれ、年間百万円程度の電気代削減を見込む。来年度以降、民間事業者や家庭への供給も行う計画。

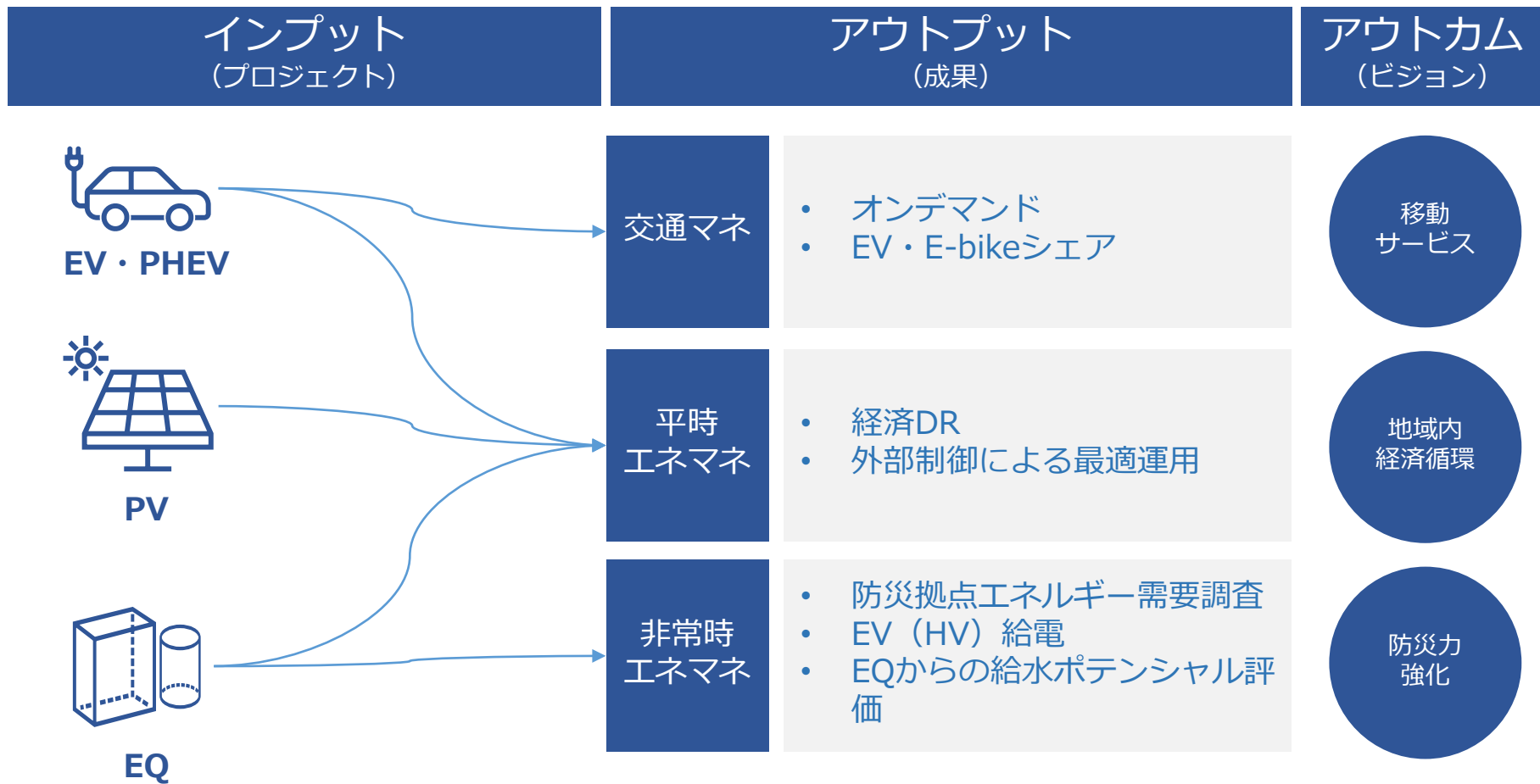
電源は、他事業者と協力し、地域環境にも配慮された再生可能エネルギー由来の電源の比率の高い電気を供給する。今後、地域内のキャンプ場敷地内等でリユースの太陽光パネルを設置したり、町民宅で発電した「卒FIT電気」を買い取ったりするなどして、環境や地域への負荷の少ない地域電源からの供給も増やしていく予定。  
なお自治体共同出資による新電力会社は、**関西地域では初**となる。

### ◆能勢町 町長 上森 一成のコメント「カギは自立・分散型の地域づくり」

本格的な人口減少時代の中で、自治体には地域運営の視点が不可欠であり、地域運営の向上に必要な人材や資金を確保していくためには、自治体がしっかりと稼ぐ力を身につけることが重要です。

一方、国内や世界各地で記録的な高温や豪雨、干ばつなどの被害が多発し、気候変動は気候危機へと極めて深刻なレベルに移行しています。さらには、新型コロナウイルスの感染拡大という新たな脅威に直面しています。こうした中で、中期で持続可能な社会経済をつくるためのカギは「自立・分散型の地域づくり」にあると思っています。農山村地域こそ食糧やエネルギー資源をはじめとする大きな潜在力があり、エネルギーの地産地消を通じて、地域経済の循環を生み出していきたいと考えています。



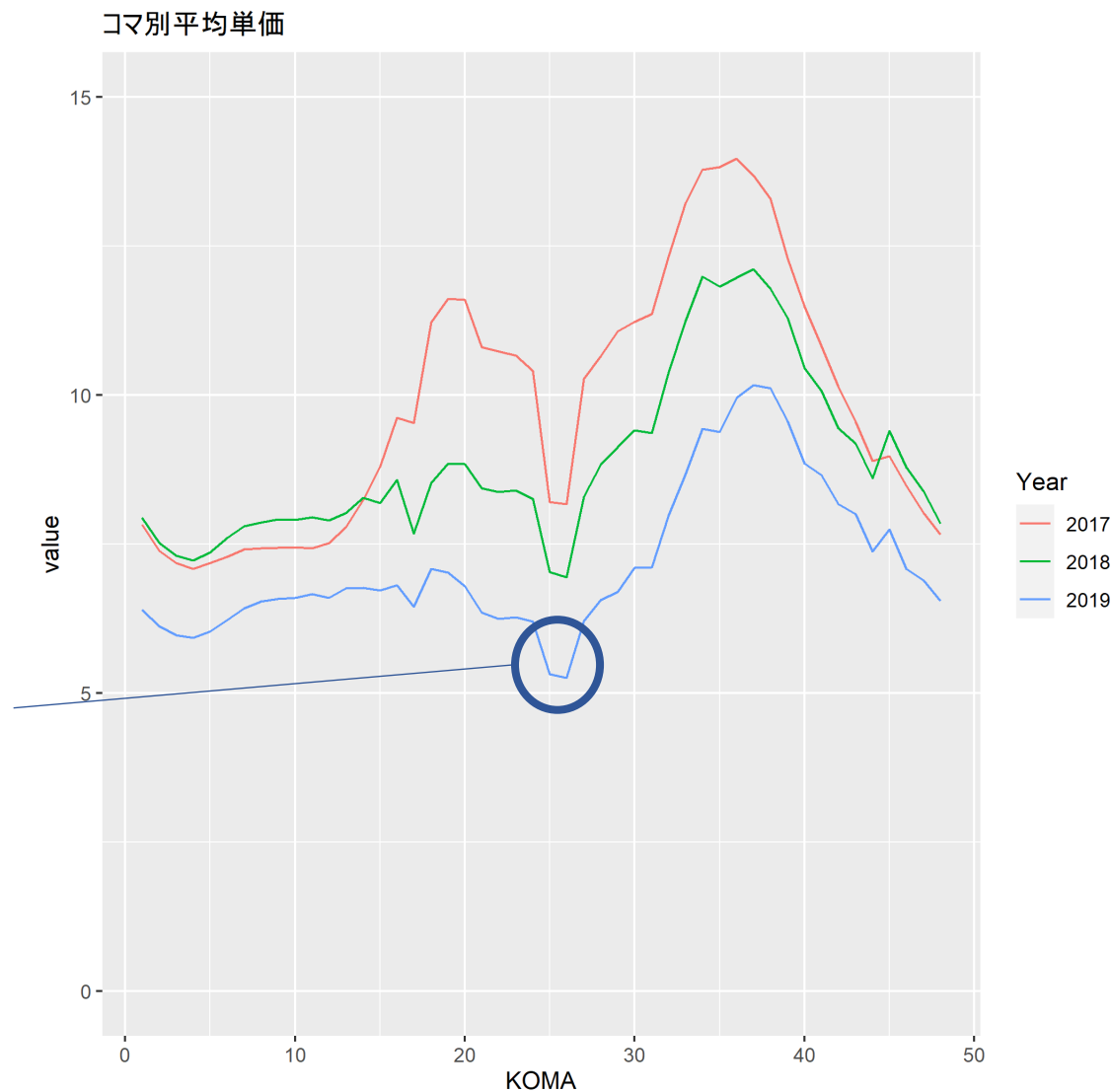


JEPXへの平均売電単価:

6円/kWh

JEPXコマ別平均単価は全体的に低下傾向

昼間時間帯の低下は特に大きく、夜間時間帯を下回る





## 能勢の未来 担い手育て



能勢町の府立豊中高校能勢分校（旧能勢高校）の生徒たちが能勢のまちづくりを考える取り組みに力を入れている。少子高齢化で「消滅」の懸念もあるなか、海外の先進地を視察し、具体的なアイデアを練る。能勢町側も将来の担い手として期待を寄せ、協力している。

「帰り道が暗いから街灯を増やせないか」「電動自転車は貸し出しできない?」

能勢分校で10月中旬、町半にわたって話し合った。

地域新電力会社の収益の使い方について話し合う生徒ら＝能勢町の府立豊中高校能勢分校

## 豊中高校分科生「地域魅力化クラブ」発足

## 独の自然エネルギー施設視察も



テーマは「同校の収益で何ができるか」。2年の浜風太（さんか）は「実現できるかもしれないが、アイデアがいろいろ出てもおもしろかった」。

クラブはこの春発足した。メンバーは現在30人。夏には町内のフェスや道の駅を取材しており、今後、分校のホームページなどで発信する予定だ。

能勢町は府の最北端に位置し、面積の8割を森林が占める。人口は9719人（10月末現在）で、15年前に比べ8割近く減った。住民の高齢化率は4割に達する。民間シンクタンク・日本創成会議が6年前に

ドイツ、ブリロン市でバイオマス施設を視察する府立豊中高校能勢分校の生徒ら＝昨年9月、同校提供

示した試算では、2040年までの若年女性の減少率が81・4％と府内で最も高く、「消滅可能性都市」に挙げられた。

能勢町は将来どうなるのか。「子どもが減ると、高校の役割は国際的な視点から地域に貢献する人材の育成だと考えた」と能勢分校の内田千秋教頭は話す。15年度に文部科学省の「スーパーグローバルハイスクール」に指定されたが、毎年10人程度の生徒が海外の視察を研究する取り組みを始めた。

これを知った町側は17年秋、高校生で地域を考察するのは将来につながるものとして「ドイツを学びませんか」と学校側に提案した。将来への危機感を募らせた。

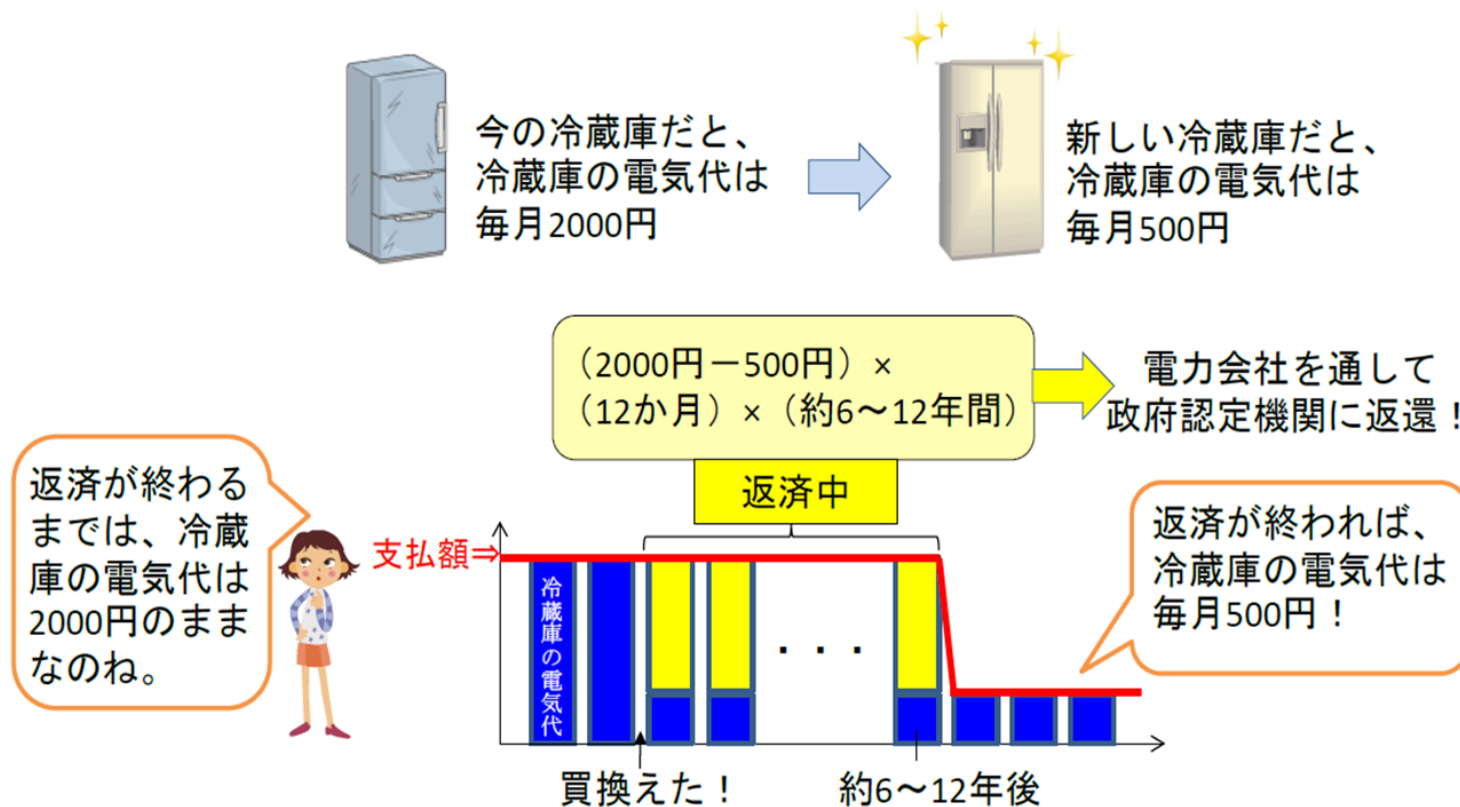
昨年9月には生徒4人が上森一成町長らとドイツ西部ブリロン市を訪れた。木材チップを燃やして公共施設に熱を供給するバイオマス施設などを視察し、研究成果は町民らに発表した。参加した3年の中樺太さん（18）は「ドイツのように森林を生かす取り組みが町でできれば」と話す。

地域魅力化クラブの発足は、まちづくりについでに地元と活動を深めていこうという思いの表れだ。上森町長は「子どもたちがまちづくりに興味を持ち、将来的にかかわってほしい」と期待する。

# 「電気代そのまま払い」の社会実装



## (例) 冷蔵庫に適用した場合



※新しい冷蔵庫の本体価格を10~20万円として試算した場合

# 「電気代そのまま払い」実施に向けた取組 18

- 公共施設で利用されている冷蔵庫を対象に電力消費データの実測を開始（2020年12月2日）。
- 実測データをもとに、「電気代そのまま払い」を実施→地域への普及拡大を予定。

| メーカー  | 製造年   | 容量 (L) |
|-------|-------|--------|
| シャープ  | 1994年 | 89     |
| 三洋電機  | 2004年 | 137    |
| 三洋電機  | 2003年 | 47     |
| 日立    | 1987年 | 235    |
| ナショナル | 不明    | 265    |
| 三洋電機  | 2009年 | 109    |
| 東芝    | 2004年 | 137    |
| 日立    | 2019年 | 154    |
| ナショナル | 1999年 | 405    |



- 2019年のHP給湯機のインバランス制御実証の結果を踏まえ、開発したシステムを適用可能な規模を特定
- システムの課題を踏まえ、運営費用低減、予測精度向上などの検討を継続。その結果、人口3万人規模にも適用可能となる見通し
- 実証システムの実装に向けて大阪府北部エリア（能勢町・豊能町エリア）にて、自治体と共に地域新電力を立ち上げ（2020年7月3日）。PV+EV+EQの組み合わせで複合的な課題解決を目指す。
- 電気代そのまま払いの実装に向けても取り組みを開始。効果を定量化し、市民への普及拡大を目指す。