

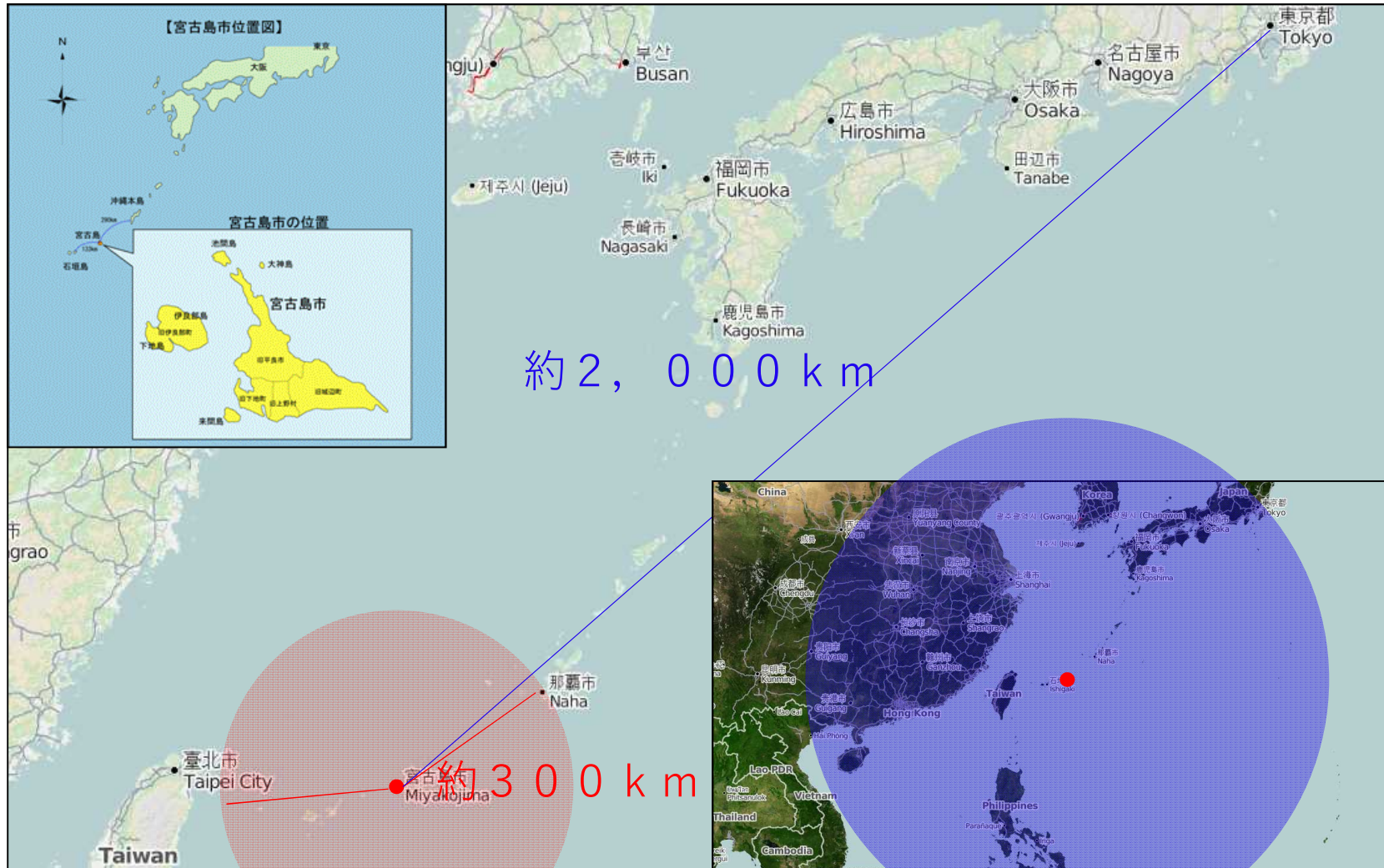
# すまエコプロジェクト報告会 ～島しょ型スマートコミュニティの取り組み～

宮古島市企画政策部  
エコアイランド推進課  
平成29年8月31日

- 宮古島市の概要（特徴）
- 政策背景
- 持続可能性とエネルギー
- すまエコプロジェクトについて～島嶼型スマートコミュニティ～
  - プロジェクトのねらい
  - プロジェクトの途中結果
  - プロジェクトの今後

# 宮古島市の特徴（1）

宮古島は東京から約2,000 km  
那覇から約300 kmで台湾との間に位置する島



## 宮古島市の特徴（2）

四方を海に囲まれた隆起珊瑚礁からなる平坦な島で、大きな河川等は無く、台風や干ばつを受けやすい厳しい自然環境にある。



人口 約55,000人

面積 約205km<sup>2</sup>

(内8割が宮古島)

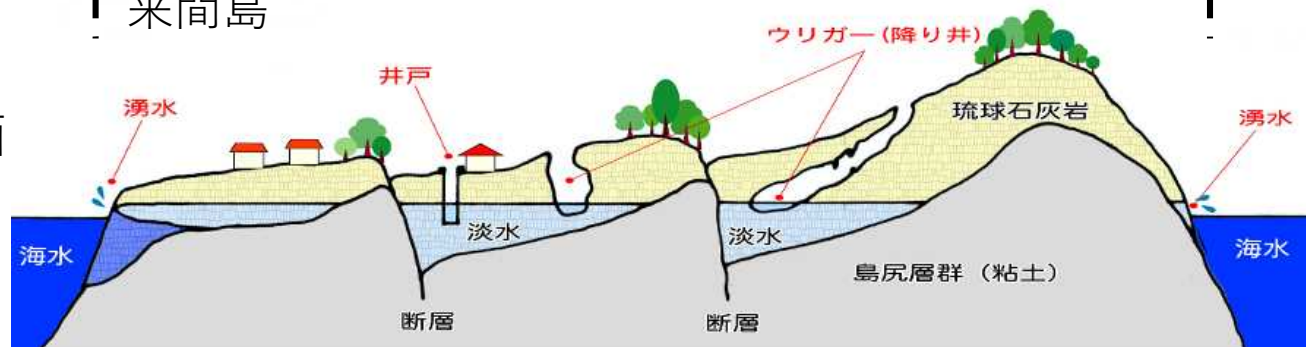
気候 亜熱帯性気候

気温 年平均23.3℃

降水量 年平均2,000mm

湿度 年平均79%

宮古島断面  
(概略)



# 地下ダム灌漑整備事業について

厳しい自然環境にある宮古島は、過去に干ばつなどによる大打撃を受けてきたことから、豊富な地下水を利用することによる水無し農業からの脱却を目指し、透水性の高い琉球石灰岩の地下に止水壁で貯水ダムを建設し、水源開発を実施した。  
(事業期間:S62年度～H12年度。総事業費:640億円。貯水量:砂川950万 $m^3$ 、福里1,050万 $m^3$ )



ピンフ岳 F P



ミルク峰 F P



仲尾峰 F P



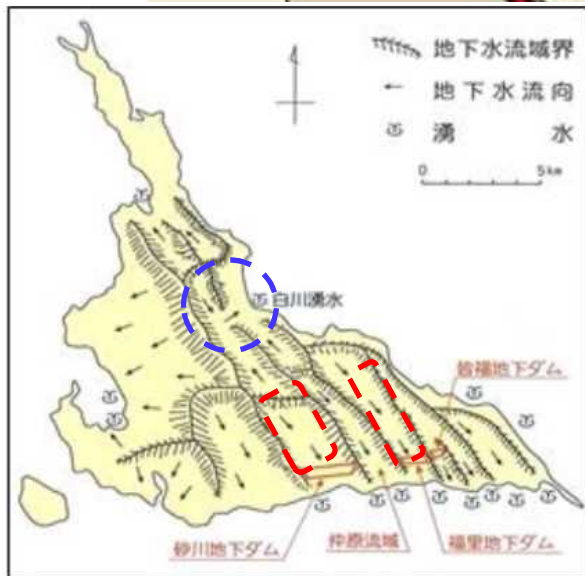
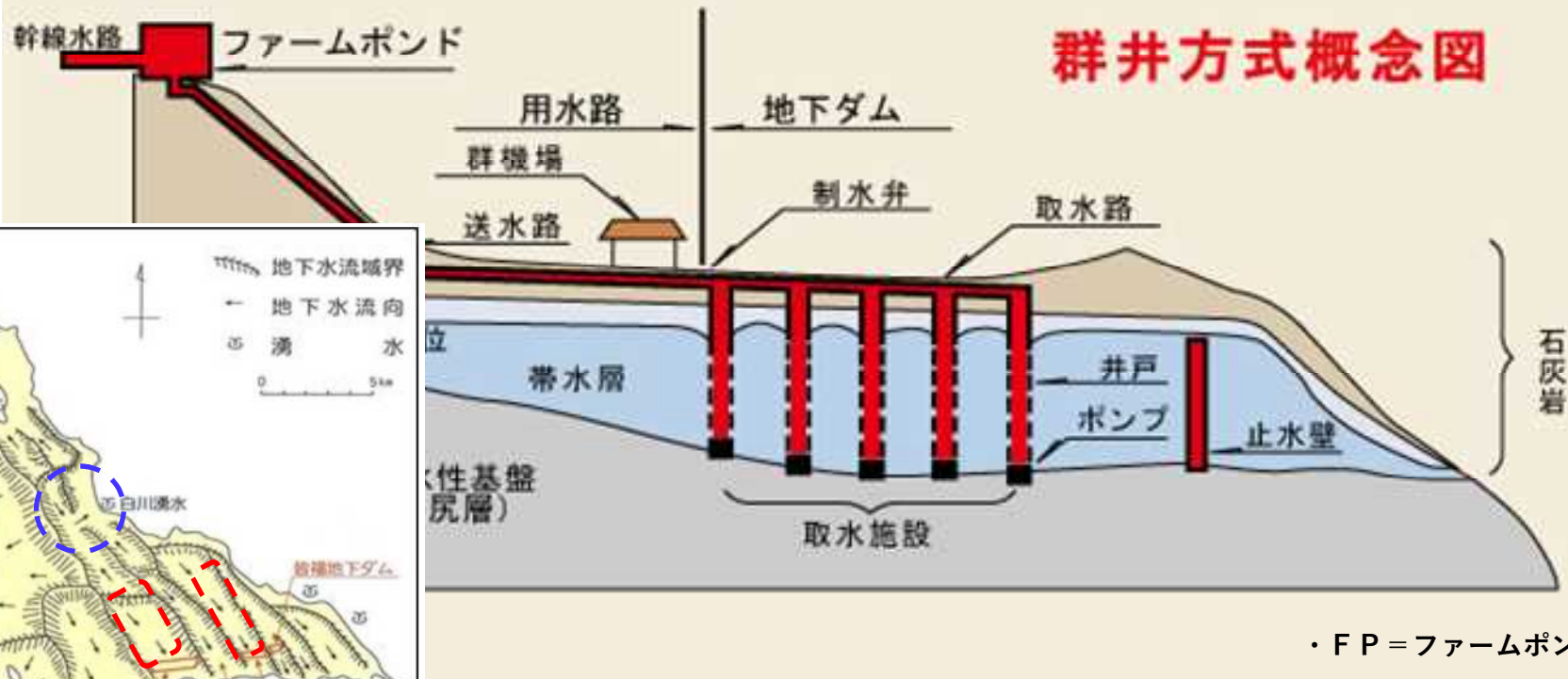
東山 F P



野原岳 F P



来間島 F P



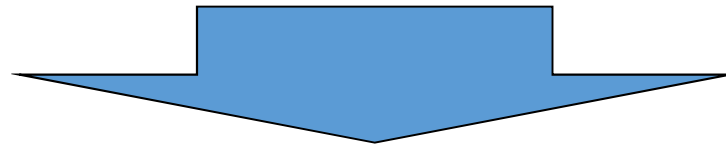
- 宮古島市の概要（特徴）
- **政策背景**
- 持続可能性とエネルギー
- すまエコプロジェクトについて～島嶼型スマートコミュニティ～
  - プロジェクトのねらい
  - プロジェクトの途中結果
  - プロジェクトの今後



## 当市の基本的な課題

---

- 離島県である沖縄県のさらに離島に位置する宮古島では、食料やエネルギー資源を島外依存。地産地消による資源循環が必要。
- ライフスタイルの変化や産業経済活動の活発化に伴う自然環境への負荷増大。生活の源となる水を始め、観光資源でもある自然環境の保全が必要。
- 人口減少による地域の衰退。地域産業の振興による雇用の確保が必要。



**「いつまでも住み続けられる豊かな島 = 持続可能な島づくり」**

上記課題を解決するため、**サステナブル・ディベロップメント**（持続可能な成長）を基本理念に取り組みを進めていくことが重要。

## エコアイランド宮古島宣言

生活の豊かさが増す一方で、島の自然環境への負荷は地下水汚染や海洋汚染等の形で現れはじめたことから、いつまでも住み続けられる豊かな島を目指すため、①循環型社会の構築、②環境保全の推進、③産業振興を柱とした「エコアイランド宮古島宣言」を行った。

### ○エコアイランド宮古島宣言（平成20年3月31日）

1. 私たちは、島の生活を支えるかけがえのない地下水を守ります。
1. 私たちは、美しい珊瑚礁の海を守ります。
1. 私たちは、みんなの知恵と工夫で、限りある資源とエネルギーを大切にします。
1. 私たちは、ゴミのない地球にやさしい美(か)ぎ島(すま)宮古(みゃ〜く)島(ずま)を目指し、一人ひとり行動します。
1. 私たちは、よりよい地球環境を取り戻し・守るため、世界の人々とともに考え・行動し、未来へバトンタッチします。
1. 私たちは、緑・海・空を守り、すべての生物が共に生きていける環境づくりのため行動します。

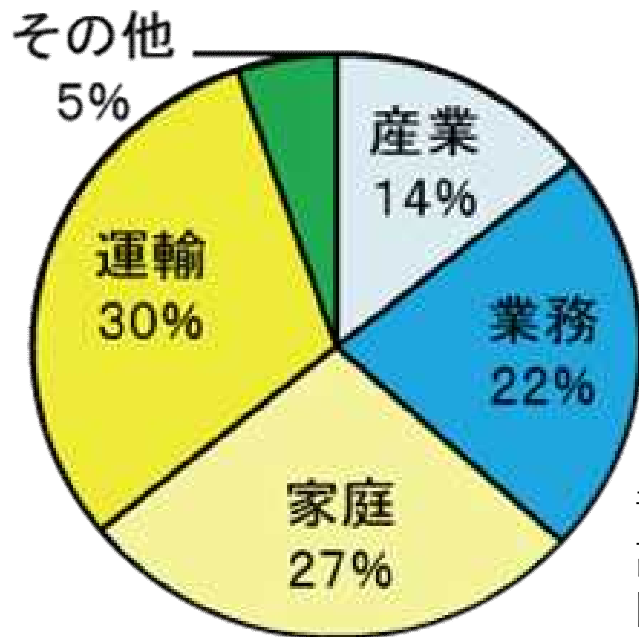




# 「環境モデル都市」としての取り組み(平成21年1月内閣総理大臣認定)

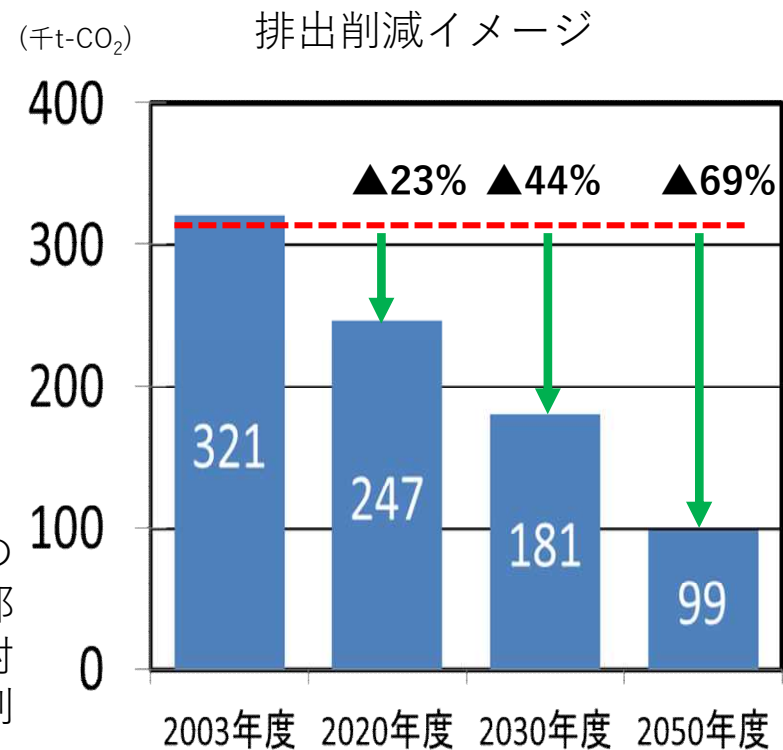
宮古島市は、日本政府より、我が国において唯一の島嶼型の環境モデル都市の認定を受け、環境モデル都市行動計画により以下のCO<sub>2</sub>削減目標を定めている。

基準年（2003年）排出量：32万 t-CO<sub>2</sub>



部門別排出割合

部門別排出割合の高い運輸、家庭部門のエネルギー対策を中心とした削減計画を実施。



## これまでの10年

---

- エコアイランド宮古島宣言（H19）※H20.3.31
- 環境モデル都市の認定（H20）
- 次世代エネルギーパークの認定（H21）
- 具現化に向けたアクションプラン（H22）
- メガソーラー実証事業の開始（H22）
- 島嶼型スマートコミュニティ実証の立ち上げ（H23）
- バイオエタノールプロジェクトの継承（H24）
- 天然ガス試掘調査（H25）
- 小型電動モビリティプロジェクト開始（H25）

持続可能な島づくりにおける  
エネルギーの課題とは

- 宮古島市の概要（特徴）
- 政策背景
- 持続可能性とエネルギー
- すまエコプロジェクトについて～島嶼型スマートコミュニティ～
  - プロジェクトのねらい
  - プロジェクトの途中結果
  - プロジェクトの今後

## 持続可能な島づくり

生きていく上で必要不可欠なもの

- ・ 水
- ・ 食糧
- ・ エネルギー

エネルギーを**持続的・安定的**に使えるようにすること  
これを**低コスト**で実現すること

そうしなければ、この島に住み続けることはできない。

|        |  |   |         |
|--------|--|---|---------|
| ガソリン   | 約140円/L × 50L/月                                      | ⇒ | 7,000円  |
| L P ガス | 約1,700円 + 約570円/m <sup>3</sup> × 10m <sup>3</sup> /月 | ⇒ | 7,400円  |
| 電気     | 約26円/kWh × 300kWh/月                                  | ⇒ | 7,800円  |
| 合計     | 月々の光熱費：  |   | 22,200円 |

## 【持続的・安定的】

⇒化石資源は有限であるため、再生可能エネルギーを取り入れるための仕組みを備えておくこと

※再生可能エネルギー＝再エネ

## 【低コスト】

⇒離島は構造的にエネルギーコストが高いため、構造的にコストを下げる仕組みを備えておくこと

2つの仕組みを備えること  
何が難しいのか・・・





## 再エネを取り入れるための仕組み

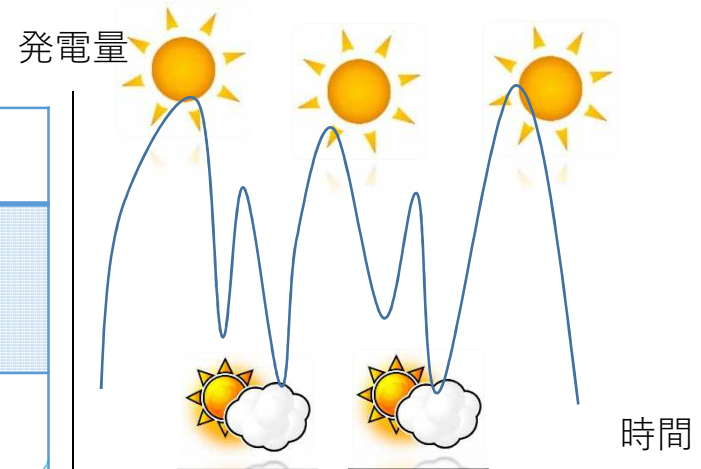
宮古島で実用可能な再エネは主に

- ・ 太陽⇒電気・熱エネルギー⇒
- ・ 風力⇒電気エネルギー⇒
- ・ バガス⇒電気・熱エネルギー⇒製糖工場

電気として太陽・風力を利用する時の問題点

- ・ 発電量がお天気まかせ

|     | 発電大   | 発電小   |
|-----|---|---|
| 太陽光 |  |  |
| 風力  |  |   |





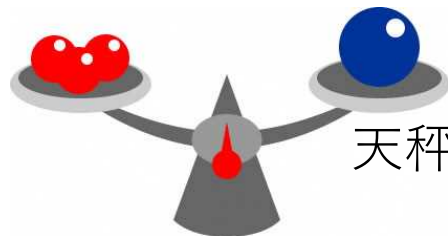
## 電力の特性

需要と供給を常に一致させなければならない

消費量  $>$  供給量  $\Rightarrow$  停電  
50 MW  $>$  45 MW

消費量  $<$  供給量  $\Rightarrow$  停電  
50 MW  $<$  55 MW

消費量  $=$  供給量  $\Rightarrow$  供給  
50 MW  $=$  50 MW



天秤のように常に需給のバランスを維持

維持するための力 = **調整力**

## 需給バランスの調整力

### 【従来】

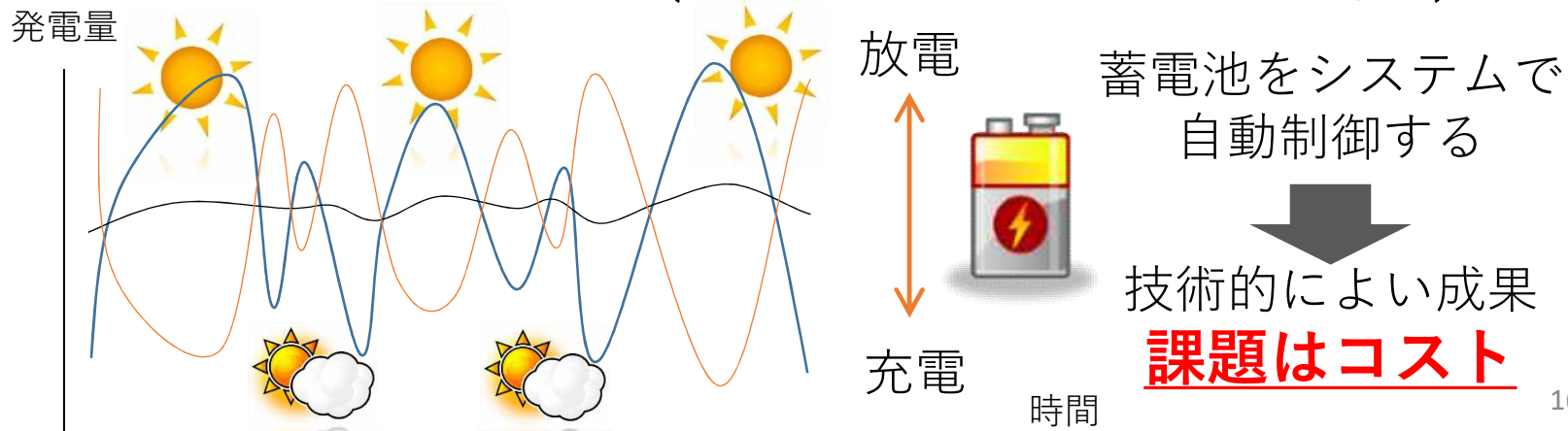
需要変動 ⇒ 火力発電で追従



再エネの導入拡大で需給変動が増大  
⇒ 追従が困難に

### 【新技術】

蓄電池の充放電（メガソーラーで実証）



## 太陽光発電の導入制約（調整力）

➤ 冬場 = 電力需要が少ない



➤ 晴れた日中 = 太陽光発電の出力が増加



➤ 火力発電機の出力を絞り、バランスを維持



➤ 急に曇ったら火力の出力を上げなければならないため、発電機は停止できない



➤ 太陽光発電を入れすぎると発電超過で停電の恐れ

天気に合わせて需要を調整できれば  
更なる太陽光発電導入が可能に

【持続的・安定的】

⇒化石資源は有限であるため、再生可能エネルギーを取り入れるための仕組みを備えておくこと

【低コスト】

⇒離島は構造的にエネルギーコストが高いため、構造的にコストを下げる仕組みを備えておくこと

2つの仕組みを備えること  
何が難しいのか・・・

## 離島のエネルギーコストの構造

### 【燃料コスト】

- ガソリン・軽油
- 灯油
- プロパンガス
- 重油（A重油、C重油）

- 輸送コスト分高い
  - 原油価格次第
- ⇒省エネ対策のみ有効。  
単価そのものを  
低減化するのは難しい。

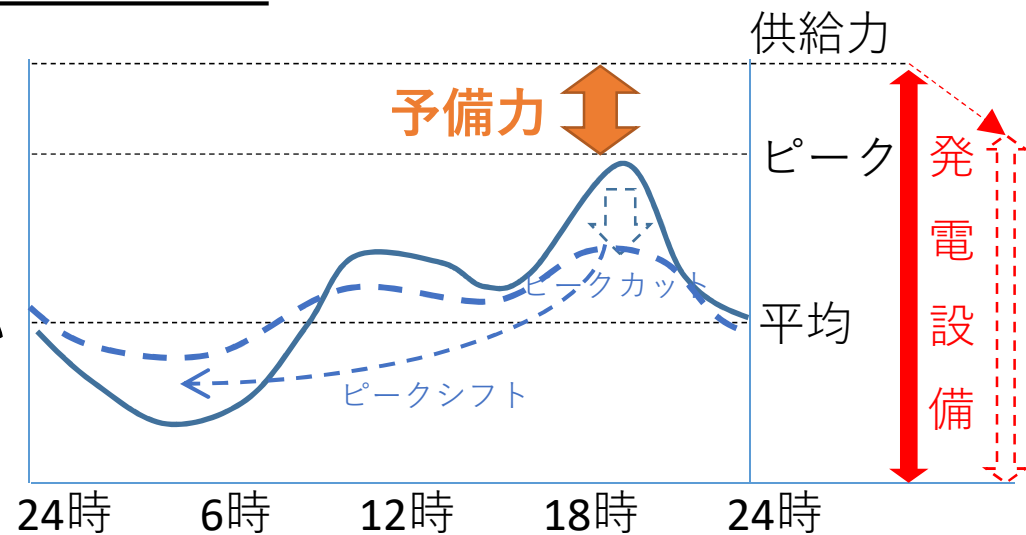
### 【インフラ設備コスト】

- 燃料供給設備・・・燃料は貯められる
  - 電力供給設備・・・電力は貯められない
- ⇒電力は貯められないから高くなる。

## 電力供給設備コストの構造

### 【予備力】

- 需要規模が小さい
- 変動が大きい
- ピークが読みづらい
- **予備力**が大きくなる



### 【負荷平準化していない】

- 供給設備が大きい割に電力を使う量が少ない。  
(高さ) (面積)
- 1の電力を作るコストが高い。  
⇒平準化すれば安くなる。

平準化するための力 = **調整力**



分かりづらいので別の例で・・・

【A社】

社用車：10台 年走行距離：10万km

ガソリン代：10,000L⇒140万円/年

車輻コスト：1千万円÷5年 = 2百万円/年

【B社】

1台 = 1万km 20円/km・年

社用車：5台 年走行距離：10万km

ガソリン代：10,000L⇒140万円/年

車輻コスト：5百万円÷5年 = 1百万円/年

【C社】

1台 = 2万km 10円/km・年

社用車：5台 年走行距離：12万km

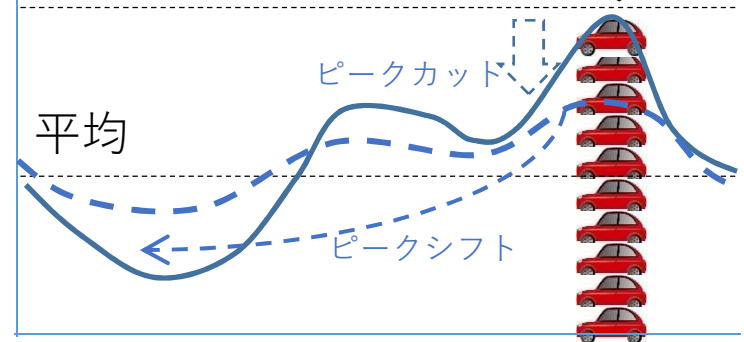
ガソリン代：12,000L⇒168万円/年

車輻コスト：5百万円÷5年 = 1百万円/年

1台 = 2.4万km 8.3円/km・年



ピーク



【持続的・安定的】

⇒ 再エネを入れる取り入れるための仕組み

【低コスト】

⇒ 構造的にコストを下げる仕組み

調整力を安く手に入れること

持続可能な島づくりに必要な  
エネルギーの仕組み

- 宮古島市の概要（特徴）
- 政策背景
- 持続可能性とエネルギー
- すまエコプロジェクトについて～島嶼型スマートコミュニティ～
  - プロジェクトのねらい
  - プロジェクトの途中結果
  - プロジェクトの今後

## すまエコプロジェクトのねらい

### 1. 見える化による省エネ

- 無理なく、我慢するのではなく、可視化して気づきを促すことで省エネに繋がられるのではないかな。

|        |  |   |               |
|--------|--|---|---------------|
| ガソリン   | 約140円/L × 50L/月                                      | ⇒ | 7,000円        |
| L P ガス | 約1,700円 + 約570円/m <sup>3</sup> × 10m <sup>3</sup> /月 | ⇒ | 7,400円        |
| 電気     | 約26円/kWh × 300kWh/月                                  | ⇒ | <u>7,800円</u> |
| 合計     | 月々の光熱費：  |   | 22,200円       |

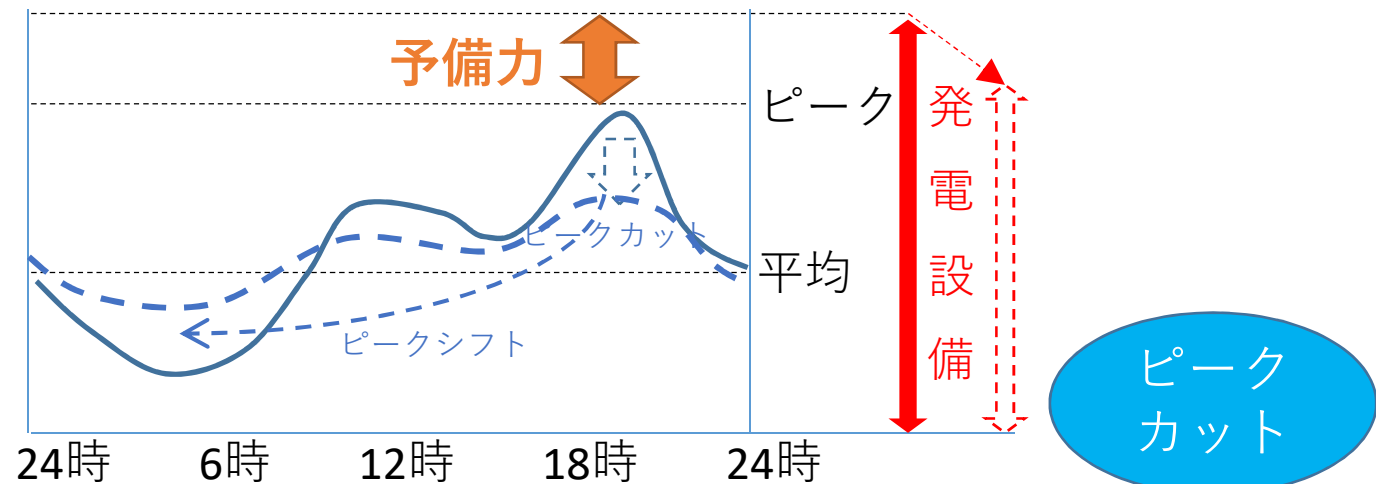
- 例えば、7,800円の電気代を支払っている家庭において、1割省エネができれば、800円近く電気料金負担が軽くなる。
- 電気の「見える化」をサービスとして提供することで、例えば300円の料金を頂き、持続的に運営することができないか。
- 事業所では省エネに加え、契約電力（基本料金）の削減によって、電気料金負担の軽減ができるのではないかな。

島全体の燃料消費量を  
抑制できる。

省エネ

## 2. すまエコアクションによる節電（調整力）

- 電力のピークの時間帯にみんなで少しずつ節電することで、ピークカットに繋がられないか。



- 例えば、宮古島2万5千世帯の1割2,500世帯が500Wずつ一斉に節電したら、1.25MW、農業地下ダムポンプの制御でさらなるピークカット効果を得られるのではないか。コスト削減分の一部を沖縄電力から還元を受けることができるのか。
- 地下ダムのポンプ動力を太陽光等の発電にマッチングさせることで効率的なエネルギー利用ができるのではないか。

再エネ

- 宮古島市の概要（特徴）
- 政策背景
- 持続可能性とエネルギー
- すまエコプロジェクトについて～島嶼型スマートコミュニティ～
  - プロジェクトのねらい
  - プロジェクトの途中結果
  - プロジェクトの今後



### 1. 見える化による省エネ

- 無理なく、我慢するのではなく、可視化して気づきを促すことで省エネに繋がられるのではないかと。

#### 【家庭部門】

- 年度比較を行った結果として、一部の世帯においては、3割を超える省エネ効果が確認されたが、全体としては、当初は効果が出るものの、一過性にとどまり、継続的なサービスにつながるような、明確な効果を示すには至らなかった。
- 日々の電気使用量のばらつきを評価したところ、節電効果が見られた。
- 一方、アンケート結果として、300円以上の料金を支払ってもよいという回答は全体の25%程度。残りの70%程度の世帯においては、300円の料金支払いも難しいという結果となった。

### 1. 見える化による省エネ

- 無理なく、我慢するのではなく、可視化して気づきを促すことで省エネに繋がられるのではないか。

#### 【事業所】

- 一部事業所において省エネ効果が確認できるが、多くの事業所では既に省エネに取り組んでいることや、顧客サービスへの影響等があり、節電・省エネは難しい状況が判明した。
- 事業所の契約電力（基本料金）削減についても一部の事業所において大きな効果が見込める結果となったが、全体としては大きな効果を得るには至らなかった。
- ヒアリング等の結果としては、見える化による省エネよりも設備更新による省エネに積極的な姿勢をもつ傾向が見受けられた。

## すまエコプロジェクトの途中結果

---

### 2. すまエコアクションによる節電

- 電力のピークの時間帯にみんなで少しずつ節電することで、ピークカットに繋がられないか。

#### 【家庭部門】

- 全体の1割程度の世帯がメール応答。ただし、節電電力量は限定的であり、日々ばらつきがあった。
- メール依頼による人手を介した節電では、量的にも限定的になり、かつ確実性にも課題が残った。

#### 【事業所部門】

- 多くの事業所では、忙しい業務時間帯にメール確認や節電対応を行うことが困難であることが分かった。
- 家庭同様、人手を介した節電には限界があることが分かった。

ピーク  
カット

#### 【農業部門】

- 夏場の節電に関して、数MW規模の節電（ピークシフト）効果が見込まれる。干ばつ時期の対応について、課題が残っている。
- 冬場の太陽光対応に関しても、数MW程度の太陽光導入拡大効果が見込まれる。確実性検証において、課題が残っている。

再エネ

### まとめ

平成25年度にスタートしたこれまでのシステムでは、社会実装することは困難との結論となった。

理由としては、以下3点。

1. サービスとしての料金徴収が困難であること
2. システムの維持コストが高いこと
3. 沖縄電力との連携体制構築

一方、これまでの検証結果や検討状況など、実証事業を進めてきた結果として、様々な可能性が明らかになった。

## まとめ

具体的には、

1. 沖縄県との働きかけにより、沖縄電力と議論する場が設置され、具体的な社会コスト低減化の試算が可能となったこと（⇒負荷平準化が社会コスト低減化のカギ。家庭や事業所から料金徴収せずとも成立可能なスキーム検討）。
2. 家庭や事業所の電力消費を調整する上での課題が明らかになり、確実な調整のためには生活に影響のない仕組みが必要であり、それを実現する方策検討に繋がった。
3. 地下ダムのパンプ制御システムについては、活用可能性が検証された。

- 宮古島市の概要（特徴）
- 政策背景
- 持続可能性とエネルギー
- すまエコプロジェクトについて～島嶼型スマートコミュニティ～
  - プロジェクトのねらい
  - プロジェクトの途中結果
  - 今後の方向性

## 1. 自動・低コストな調整手段（調整力確保）

- 電力消費を調整する上で、以下の条件を満たす方法を検討。
  - ①人手を介さないこと（生活に影響なく、确实）
  - ②調整効果が大きいこと（電力量）
  - ③低コストで実現すること
- 地下ダムのポンプは、水をくみ上げるタイミングを調整可能（農業への影響ない範囲で）。
- 遠隔制御可能で确实性が見込める。
- くみ上げた水はいずれ使われるので、無駄がない（低コスト）。
- ただし、干ばつ期に調整できるか、要検証。

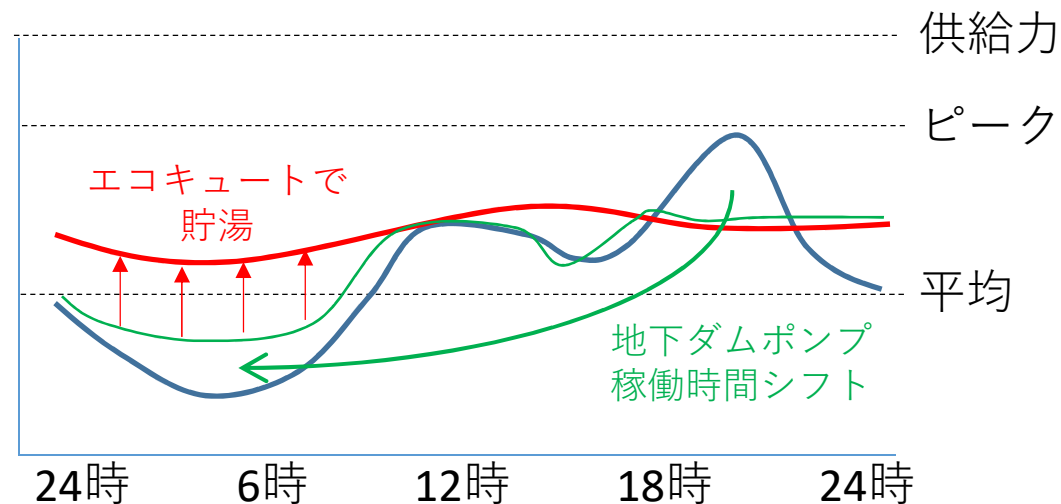
## 1. 自動・低コストな調整手段（調整力確保）

- 地下ダムポンプ以外で、以下の条件を満たす設備として、ヒートポンプ式給湯機（エコキュート＝E Q）を題材に検討。
  - ①人手を介さないこと（生活に影響なく、確実）
  - ②調整効果が大きいいこと（電力量）
  - ③低コストで実現すること
- E Qは、電気で貯湯するため、沸き上げる時間帯を調整可能（生活に影響なく確実）。
- 家庭が必要とする温水を作り、いずれ使われるため、無駄が少ない。
- E Qそのものの価格も低下してきており、家庭におけるエネルギーコスト低減化にも貢献可能。



## 2. 調整力の活用

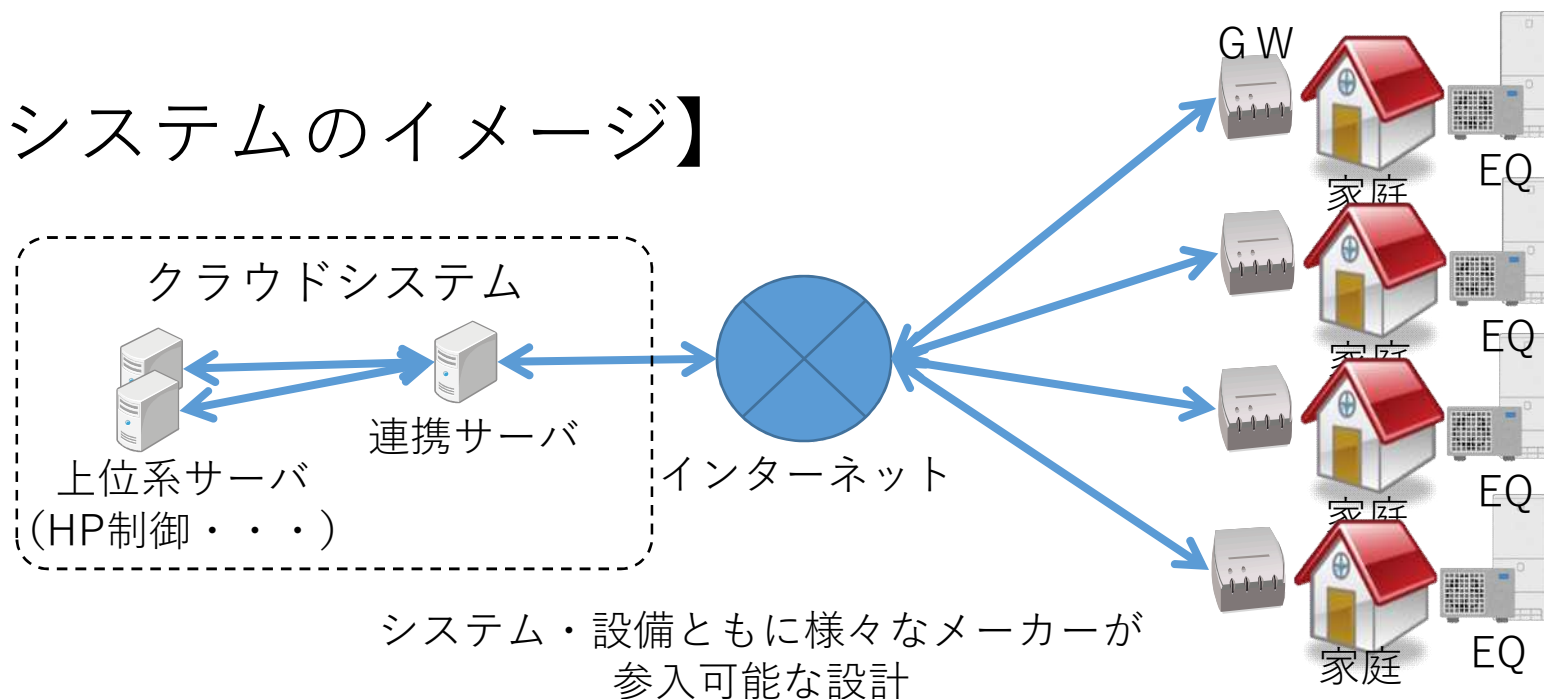
- ▶ 地下ダムポンプやE Qの調整により、安価な調整力を手に入れることで、再エネ導入拡大や負荷平準化による低コスト化が可能に。
- ▶ さらに、農業にも家庭にも影響はなく、逆にエネルギーコスト削減に貢献できる仕組みになれば、社会実装が可能。



### 3. EQ調整の検証

- EQの調整は、各家庭の沸き上げタイミングを時間帯別に割り当てる必要。
- 実現する手段として、IT・IoT技術を活用。
- システム・設備・通信を低コストで実現する方策の検証をエコパークにおいて行っている。

#### 【システムのイメージ】



## 4. E Qの普及

- E Qは1つ1つの設備が消費する電力量が小さいため、たくさんの設備を少しずつ調整することで大きな調整力として束ねることが必要。
- これまでE Q調整の低コスト化に係る様々な課題をクリアしてきた。（他メーカー間通信、E Q設置コスト、水の硬度対策、GW小型化・低コスト化・屋外設置、通信コスト等）
- E Qは省エネ設備でもあるため、導入することがメリットになる家庭を対象に普及を進め、さらなる低コスト化につなげることが必要。
- 他方、宮古島のみではシステム全体の低コスト化は進まないため、他地域との連携なども必要。

### 5. 思い描く未来の姿

- 今後、化石資源の埋蔵量は確実に減少し、いつかは採取不可能に（その前に価格高騰）。
- 再エネによるエネルギー供給が当たり前の時代に。
- 再エネ（太陽・風・海・・・）は無尽蔵だが、自然任せのため、需要と供給のバランス維持をいかに実現するかが課題。
- その時代には、発電は全て自然任せで、調整は消費側で行う時代になるのではないか。
- 様々な条件がこうしたスマートコミュニティ実現の必要性を訴えているが、国内でまだ成功例はない。離島だからこそ、初の成功の期待が宮古島に寄せられている。

### 【すまエコメンバーの皆様へ】

皆様のご協力により、大変貴重なデータを収集することができ、そのデータを分析することで、スマートコミュニティの実現に向けた道筋を明らかにすることができました。心から感謝申し上げます。

皆様の家庭や事業所に設置した設備を活用した形での実現は困難という結果になり、心苦しい限りですが、皆様のご協力を無駄にしないよう、社会実装まであと一歩ですので、何としましてもこぎ着けたいと考えております。

引き続き、ご関心をお寄せ頂き、今後は実装の段階にて皆様に改めてご参画頂けましたら大変ありがたく存じます。

### 【すまエコメンバーの皆様へ】

設置させて頂きました設備に関しましては、今年度内に撤去し、原状回復させて頂くこととなります。

日程調整等、諸々ご迷惑をおかけ致しますが、何卒ご理解の上、ご協力の程、宜しくお願い申し上げます。  
改めまして、正式な文書を発送させて頂きます。

以上、ご静聴ありがとうございました。