

# 農村が有する 自然エネルギー利用の 最適化システム



2012/09/19

NTCコンサルタンツ株式会社  
一般財団法人 日本水土総合研究所

## 開発の目的

- 農山漁村に豊富に存在しながら十分に利用されていない水力、太陽光、風力などの自然エネルギーにバイオマスエネルギーを含めた再生可能エネルギーを効率的に活用し、新たな自給エネルギーを得ることで、農山漁村の活性化、低炭素社会の実現や地球環境保全への積極的な貢献を目指す
- 農山漁村集落における、太陽光発電、小型風力発電、マイクロ水力発電やバイオマス発電等を総合的に組み合わせた発電ポテンシャルの把握が必要

## 開発の目的

- 地域の実情に応じた効率的な発電方式の組み合わせを求める簡易な手法がない
- 構想段階から専門的な技術を必要とするため、農村集落で導入の検討が行えるような簡易システムが必要
- 発電量の予測と検証の実証試験を行ない、最適な発電方式の組み合わせを求める支援ツールの開発が必要

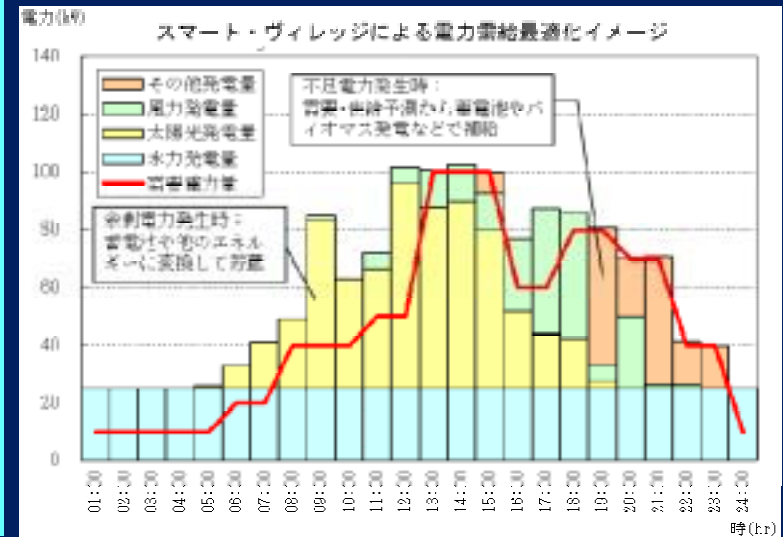
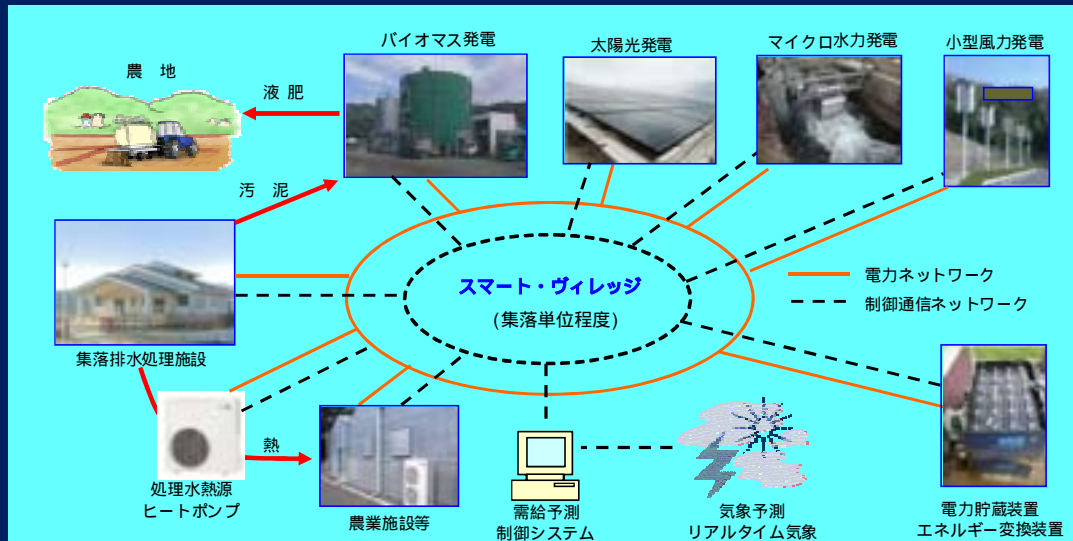
# 開発の目的

農村地域の持つ自然エネルギー・バイオマス資源



簡易な発電組合せ手法  
(ベストミックス)

小規模分散独立型農村版スマートグリッド  
(スマート・ヴィレッジ)



# システム開発のコンセプト

## 実務担当者の作業軽減と使い勝手

既存気象データベース(METPV-11)を利用

発電量推定式のパラメーターを減らす

試算結果を実務担当者が加工でき、  
独自の評価指標を設定できる

の発電量予測値の検証のため実証試験を行う

「年間時別日射量データベース(METPV-11)NEDO(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)、JWA(一般財団法人日本気象協会)」

予めNEDOのホームページからMETPV-11をダウンロードし、パソコンにインストールする必要がある。全国836地点の気象観測所とアメダス地点の全天日射量・日照時間・気温・風向風速・降水量および積雪深の6気象要素と、直達・散乱・斜面日射量データが1時間単位で収録され、日射量に着目して抽出した1990～2009年の20年間の平均年・寡照年・多照年の3種類のデータセットで構成されている。



# 実証試験の概要

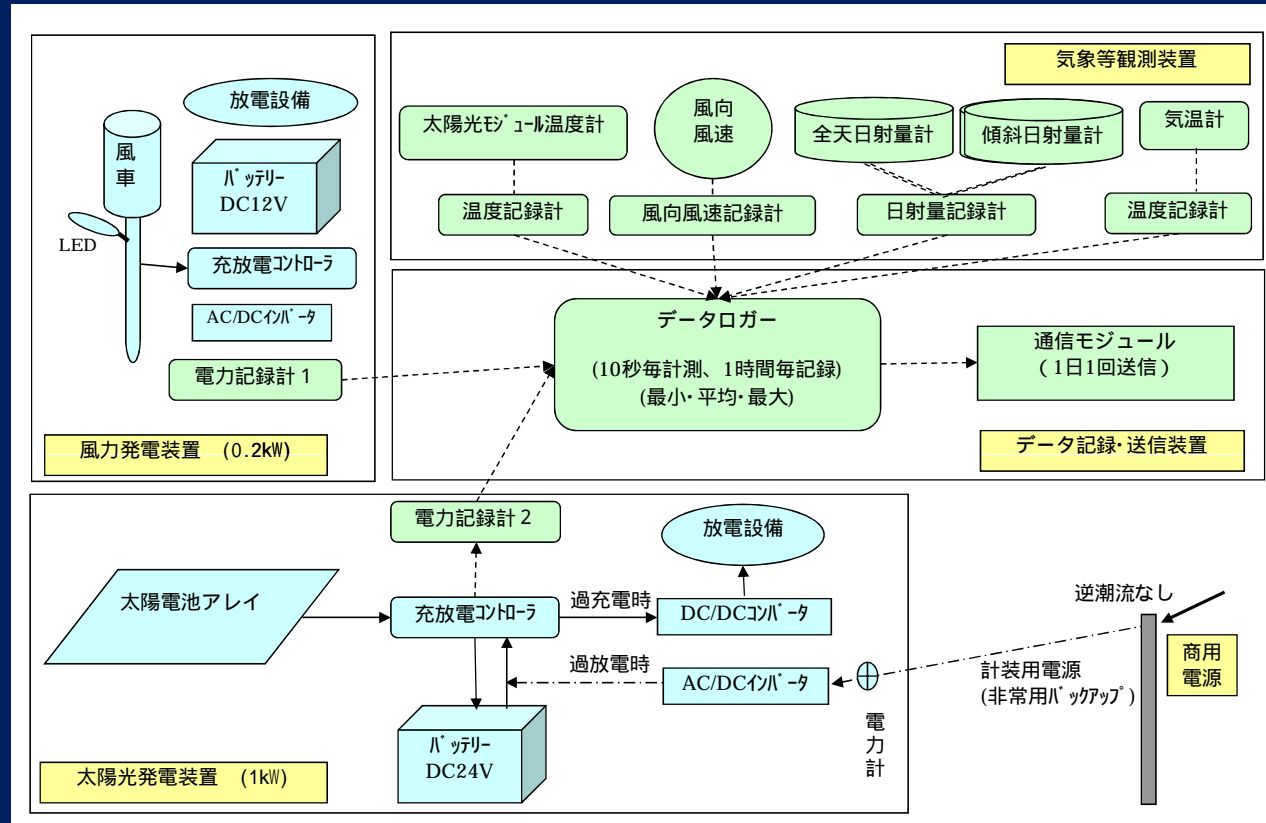
## 太陽光・風力発電装置、気象観測装置の設置



試験装置  
全景



気象観測  
装置

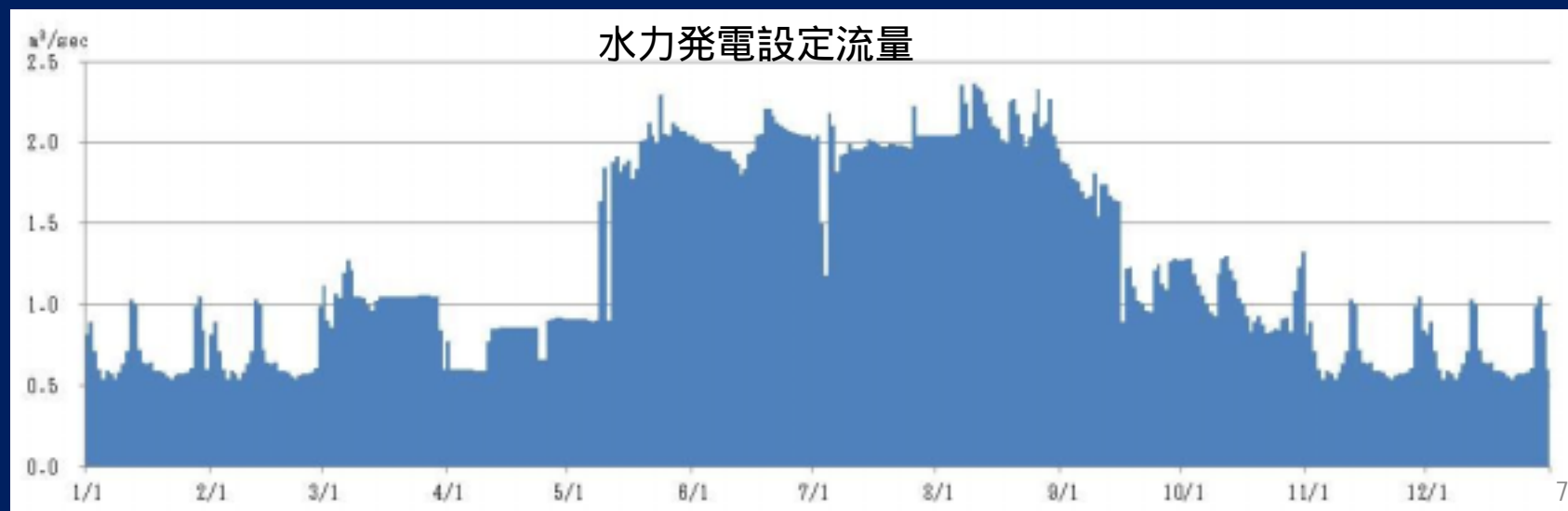


## データ収集・計測

- 2010/09/01 ~ 2010/12/31 : データ記録テスト、機器調整
- 2011/01/01 ~ 2011/12/31 : 分析用データ収集

# 実証試験結果(水力発電量)

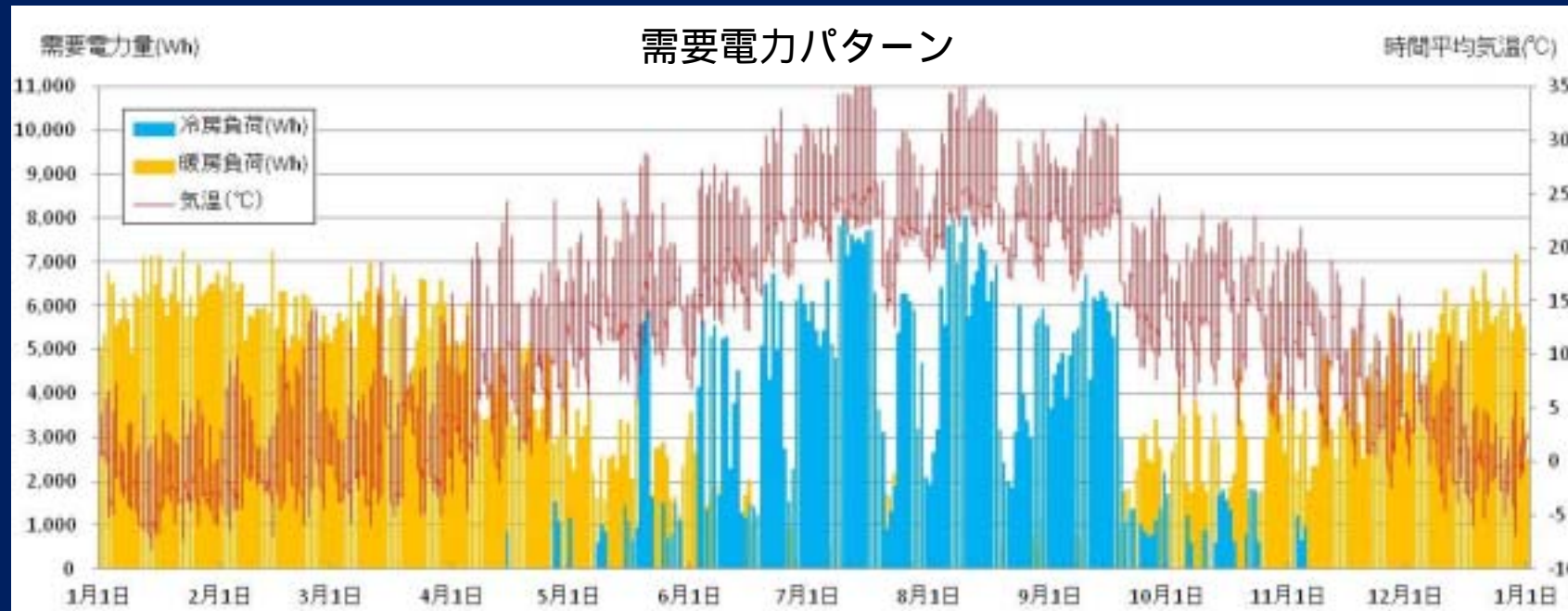
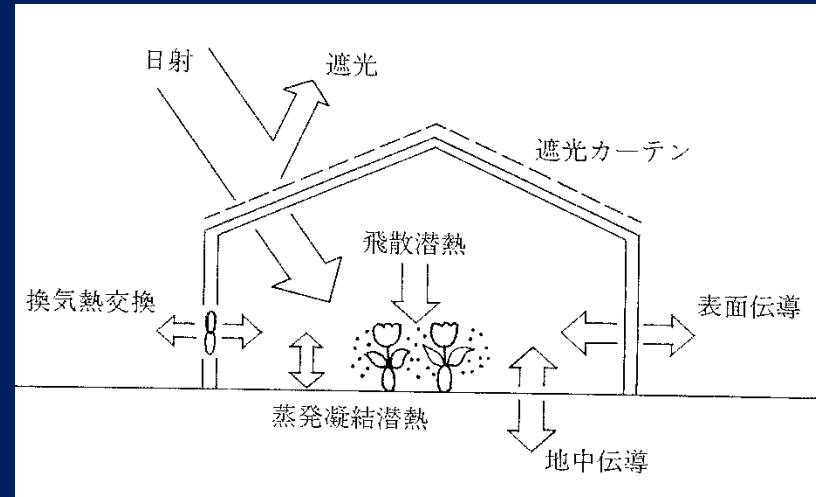
小型の下掛水車を背水の影響を受けない間隔で、直列方向に複数台設置する設定



# 実証試験結果(需要電力量)

需要電力は地域の目的に応じて設定する

試験では気候条件に連動する農業用ハウスの冷暖房電力を設定





# 実証試験結果 (各発電装置の実績発電量)

水力：2,320kWh/年 太陽光：1,350kWh/年 風力：30kWh/年



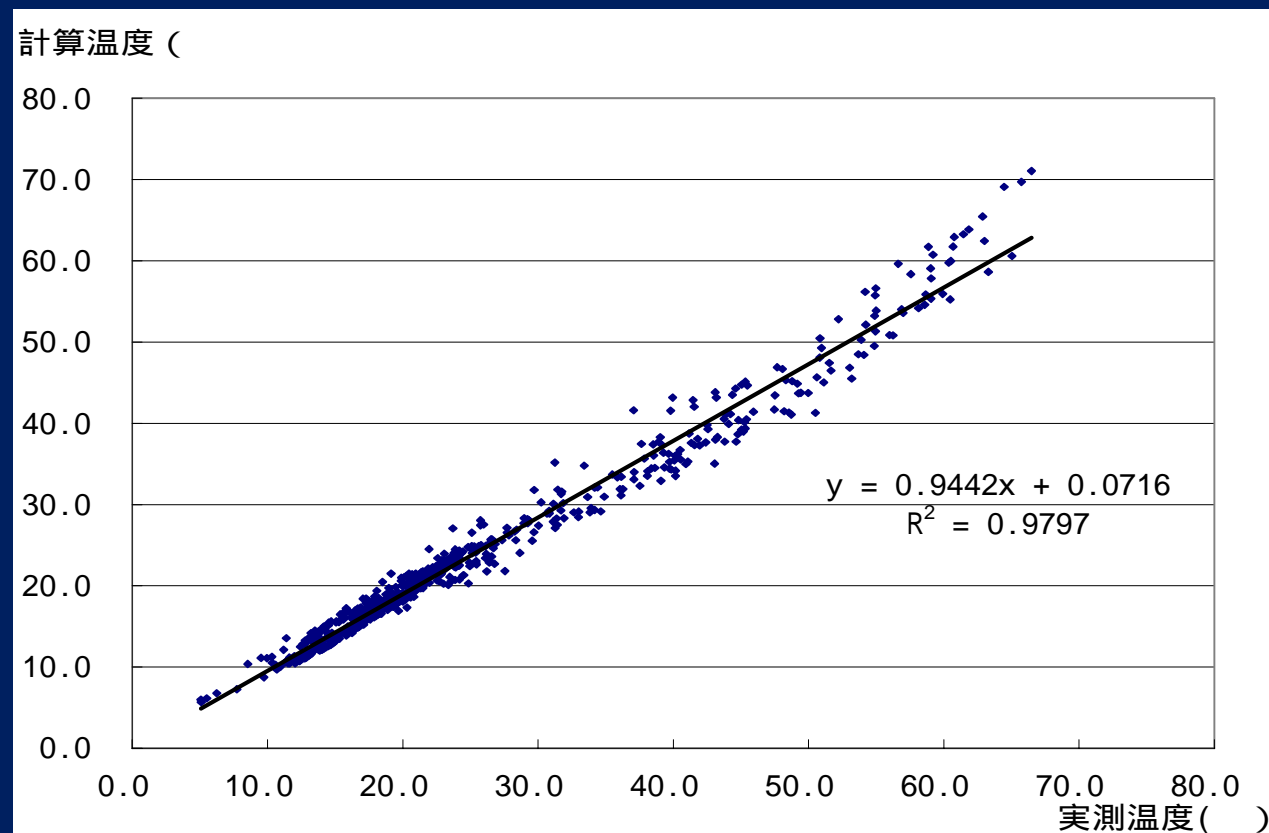
## 各発電量の年間合計

| 2011 年<br>1月～12月 | 水力発電              | 太陽光発電              |                          | 風力発電               |                          |
|------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
|                  | 実測値<br>(1kW × 1基) | 実測値<br>(210w × 1基) | 1kW 相当換算値<br>(210w × 5基) | 実測値<br>(200w × 1基) | 1kW 相当換算値<br>(200w × 5基) |
| 年合計 (kWh/年)      | 2,320             | 270                | 1,350                    | 6                  | 30                       |
| 比率               | 100.0%            |                    | 58.2%                    |                    | 1.3%                     |

# 実証試験結果(各設定値の検証1)

## 太陽光モジュール温度

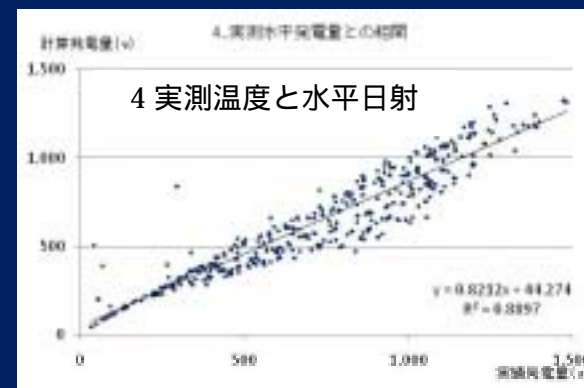
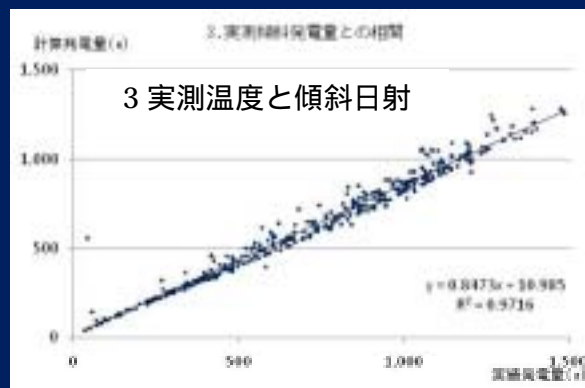
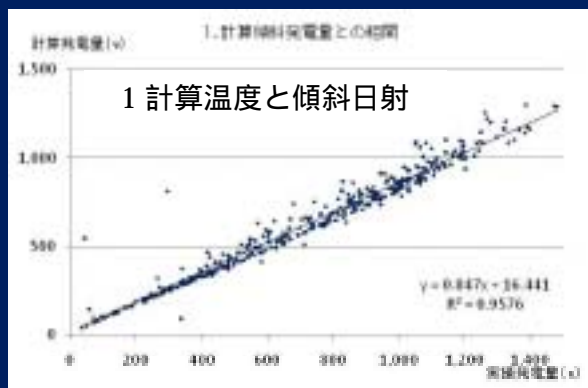
- ・モジュール形状と風速・風向を加味した計算による実測値の再現性は極めて高い
- ・但し、準備計算が煩雑であり実用性に欠ける
- ・季別の温度補正係数による簡易な発電量計算値を検証する



# 実証試験結果(各設定値の検証2)

## 傾斜日射量と水平面日射量による発電量

- 実績発電量の再現性は傾斜面日射量による発電量の方が高い
- 但し、水平面日射量による発電量差は、傾斜面日射量の2%

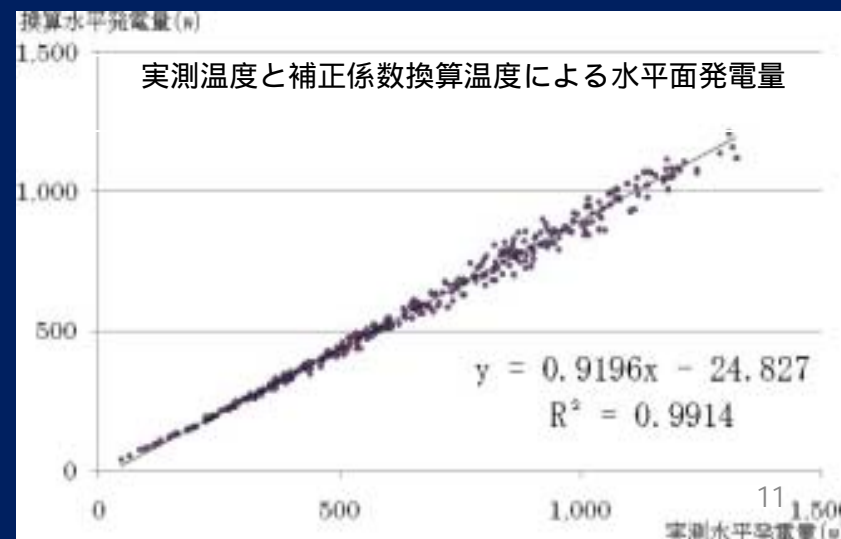


## 太陽光発電量の実務的計算方法

- モジュール温度は、季別の温度補正係数
- 日射量は、水平面日射量

### 候補地選定

- 詳細温度計算と傾斜面日射量で精査



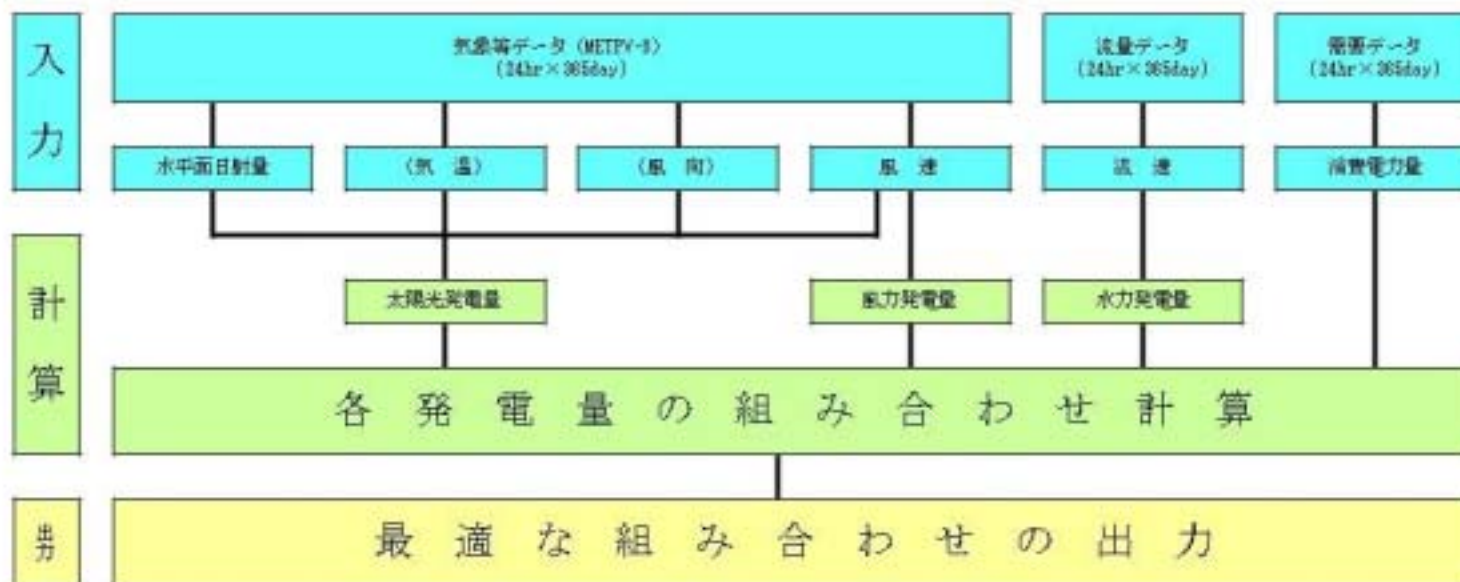
# 最適な組み合わせモデル

シミュレーションソフト (SVS-1, SVS-2)

- ・ 需要電力パターンに応じた最適な発電装置の組み合わせ計算

最適化の判断指標

- ・ 検討する地区の導入目的より優先度が異なる
- ・ 購入電力量、蓄電池容量、年間需給バランス、ピーク消費量低減、災害時の緊急用電源など
- ・ 担当者が地域の優先度に応じて選択・決定する



# 単位発電量の計算

## メニュー画面

気象等データ及び需要電力パターンの読み込み、風力・太陽光・水力・その他の単位発電量計算及び計算結果出力メニュー

SMART VILLAGE SYSTEM - 1

農村が有する自然エネルギー利用の最適化システム

単位発電量の計算

SVS-1 ver 3.01 (2012/07/20)  
NTCコンサルタンツ株式会社  
一般財団法人 日本水土総合研究所

1. 気象観測点の選択(METPV-11をダウンロードしてからお使いください) 都道府県 気象観測点

計算条件の入力

2. 水力発電諸元 3. 太陽光発電諸元 4. 風力発電諸元 18. タイトルの入力(省略可)

5. 一括計算(8, 13, 15) [ 6,7,9~12,14のデータが入力済みで、2~4の発電諸元を変えた場合に使います ] 19. このファイルの保存

個別計算(水力発電)

6. 流速データの書込み 7. 流量データの書込み 8. 水力発電量の計算

個別計算(太陽光発電)

9. 水平面日射量データの読み込み 10. 傾斜面日射量データの書込み 11. 気温データの読み込み 12. 風向データの読み込み 13. 太陽光発電量の計算

個別計算(風力発電)

14. 風速データの読み込み 15. 風力発電量の計算

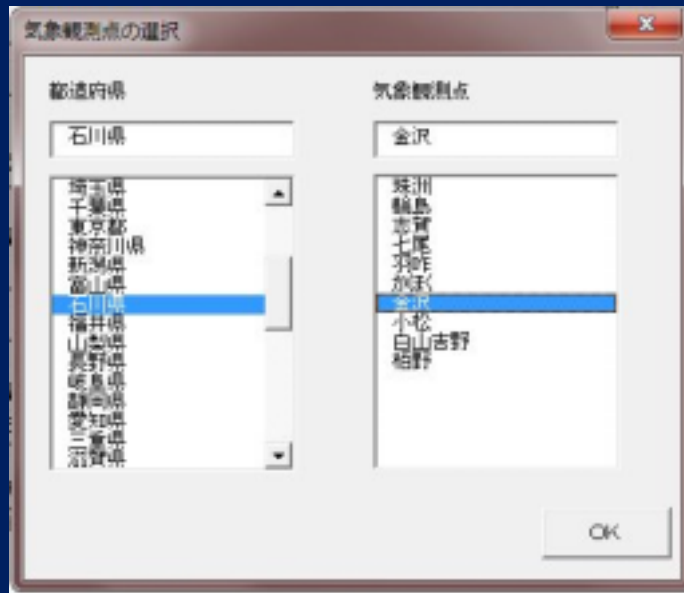
個別計算(その他発電)

16. その他発電量の書込み 17. 需要電力パターンの書込み 20. 操作及び計算手順の解説 21. 最適組合せ計算へ 22. 終了



# 単位発電量の計算

## 計算条件の入力画面



## 気象観測点の選択画面

太陽光発電(簡易計算)

計算式 :  $P = (U \times P_m \times N / P_o) \times K1 \times K2 \times K3$

P : 発電量(kWh/日)      U : 日射量(kWh/m<sup>2</sup>・日)  
P<sub>m</sub>: モジュール出力(w/台)      N : モジュール台数(1台)  
P<sub>o</sub>: 放射照度(w/m<sup>2</sup>)      K1 : 温度補正係数  
K2 : パワーコンディショナ効率  
K3 : その他の損失に対する補正係数

|                 |                |                                   |                     |
|-----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------|
| モジュール出力         | P <sub>m</sub> | <input type="text" value="210"/>  | (w/台)               |
| モジュール台数         | N              | <input type="text" value="1"/>    | (1台)                |
| 放射照度            | P <sub>o</sub> | <input type="text" value="1000"/> | (w/m <sup>2</sup> ) |
| 温度補正係数 K1(3~5月) |                | <input type="text" value="0.85"/> |                     |
|                 | (6~8月)         | <input type="text" value="0.8"/>  |                     |
|                 | (9~11月)        | <input type="text" value="0.85"/> |                     |
|                 | (12~2月)        | <input type="text" value="0.9"/>  |                     |
| パワーコンディショナ効率    | K2             | <input type="text" value="0.92"/> |                     |
| その他損失補正係数       | K3             | <input type="text" value="0.93"/> |                     |

OK

## 太陽光発電(簡易計算)の計算諸元入力画面

# 最適な組み合わせモデル

## メニュー画面

組み合わせパターンを入力、組み合わせ発電量計算、需給電力量計算及び計算結果出力メニュー

SMART VILLAGE SYSTEM - 2

農村が有する自然エネルギーの利用の最適化システム

発電設備の組合せ計算

SVS-2 ver 3.01 (2012/07/20)

NTCコンサルタンツ株式会社  
一般財団法人 日本水土総合研究所

単位発電量計算結果の読み込み

1. 単位発電量の読み込み

各発電の組合せ計算

2. 検討する台数範囲の入力

|       | 最小台数                            | 最大台数                            |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|
| 風力発電  | <input type="text" value="0"/>  | <input type="text" value="10"/> |
| 太陽光発電 | <input type="text" value="40"/> | <input type="text" value="60"/> |
| 水力発電  | <input type="text" value="1"/>  | <input type="text" value="3"/>  |
| その他発電 | <input type="text" value="0"/>  | <input type="text" value="0"/>  |

(0以上) (最小+100)

最大組合せ数は、100万ケース以内です  
選択した範囲の組合せ数:

3. 発電の組合せ計算

選択した組合せの表示

4. 表示する組合せ台数の入力

|       | 台数                              |
|-------|---------------------------------|
| 風力発電  | <input type="text" value="1"/>  |
| 太陽光発電 | <input type="text" value="54"/> |
| 水力発電  | <input type="text" value="1"/>  |
| その他発電 | <input type="text" value="0"/>  |

(左で設定した検討する台数範囲内の値)

5. グラフ表示

6. このファイルの保存

7. 操作及び計算手順の解説

8. 終了

# 最適な組み合わせモデル

## 計算結果出力例(1)

- ・ 設置条件：水力発電 1～3基、太陽光発電 40～60基、風力発電 0～10基、その他発電 0基

| 検討<br>ケース<br>(693) | 設置ユニット数   |            |           |            | 年間合計           |                | 主要判定指標         |                |               |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                    | 風力<br>(基) | 太陽光<br>(基) | 水力<br>(基) | その他<br>(基) | 発電量<br>(kWh/年) | 需要量<br>(kWh/年) | 需給差<br>(kWh/年) | ピーク蓄電<br>(kWh) | ピーク買<br>(kWh) |
| 1                  | 0         | 40         | 1         | 0          | 13,020         | 16,331         | -3,311         | -2             | -             |
| 2                  | 0         | 40         | 2         | 0          | 16,626         | 16,331         | 295            | 1,611          | -             |
| 3                  | 0         | 40         | 3         | 0          | 20,232         | 16,331         | 3,901          | 4,958          | -             |
| 4                  | 0         | 41         | 1         | 0          | 13,256         | 16,331         | -3,076         | -2             | -             |
| 5                  | 0         | 41         | 2         | 0          | 16,862         | 16,331         | 530            | 1,828          | -             |
| 6                  | 0         | 41         | 3         | 0          | 20,468         | 16,331         | 4,136          | 5,177          | -             |
| 7                  | 0         | 42         | 1         | 0          | 13,491         | 16,331         | -2,841         | -2             | -             |

並べ替え

優先される指標  

 昇順  
 降順

次に優先される指標(省略可)  

 昇順  
 降順

次に優先される指標(省略可)  

 昇順  
 降順

キャンセル OK

### 主要判定指標

ピーク蓄電量：余剰電力を蓄電する場合に必要な蓄電設備容量

ピーク買電量：不足電力を蓄電設備で補う場合に必要な蓄電設備容量

- ・ 計算結果：水力発電1基、太陽光発電54基、風力発電1基

| 検討<br>ケース<br>(693) | 設置ユニット数   |            |           |            | 年間合計           |                | 主要判定指標         |                |                | 余剰電力量<br>(kWh/年) | 不足電力量<br>(kWh/年) |        |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|                    | 風力<br>(基) | 太陽光<br>(基) | 水力<br>(基) | その他<br>(基) | 発電量<br>(kWh/年) | 需要量<br>(kWh/年) | 需給差<br>(kWh/年) | ピーク蓄電<br>(kWh) | ピーク買電<br>(kWh) |                  |                  |        |
| 607                | 9         | 53         | 1         | 0          | 16,262         | 16,331         | -69            | 1,252          | -1,868         | 3,120            | 4,708            | -6,258 |
| 670                | 10        | 53         | 1         | 0          | 15,283         | 16,331         | -40            | 1,209          | -1,960         | 3,129            | 4,769            | -6,177 |
| 73                 | 9         | 54         | 1         | 0          | 16,315         | 16,331         | -16            | 1,331          | -1,903         | 3,216            | 4,873            | -6,146 |
| 106                | 1         | 54         | 1         | 0          | 16,335         | 16,331         | 4              | 1,331          | -1,894         | 3,225            | 4,947            | -6,070 |
| 169                | 2         | 54         | 1         | 0          | 16,356         | 16,331         | 24             | 1,348          | -1,885         | 3,233            | 5,012            | -6,007 |
| 232                | 3         | 54         | 1         | 0          | 15,373         | 16,331         | -44            | 1,309          | -1,870         | 3,242            | 5,036            | -5,991 |
| 295                | 4         | 54         | 1         | 0          | 16,396         | 16,331         | 65             | 1,355          | -1,867         | 3,250            | 5,052            | -5,985 |

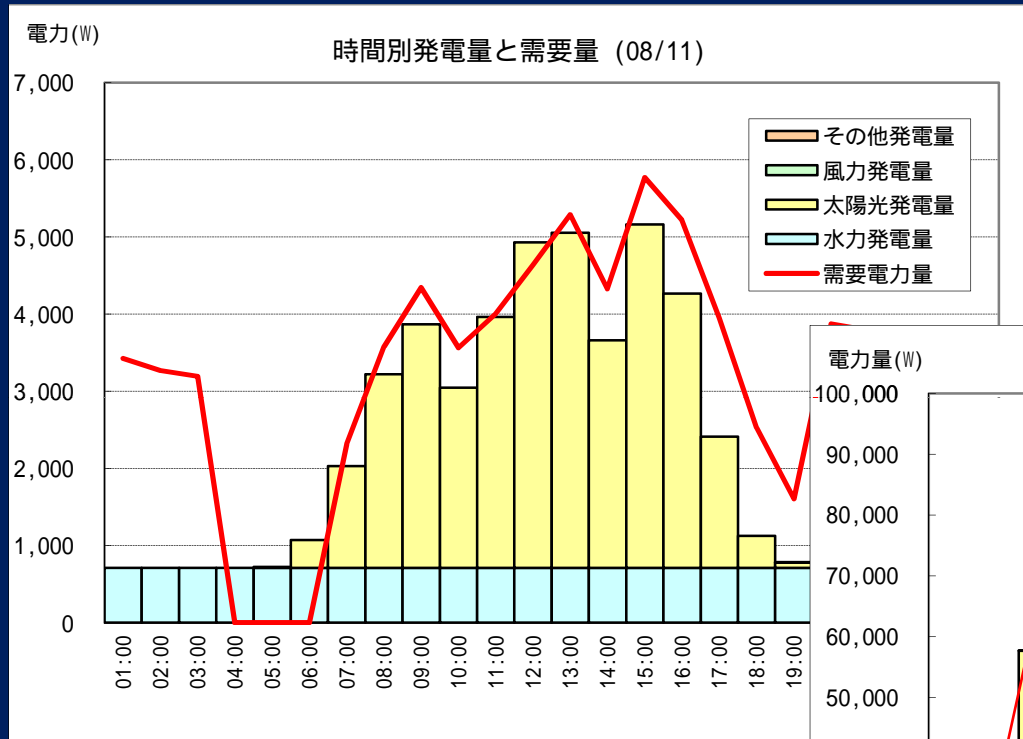
余剰電力量：蓄電設備が無い場合の余剰電力量(売電可能量)

不足電力量：蓄電設備が無い場合の不足電力量(必要買電量)

# 最適な組み合わせモデル

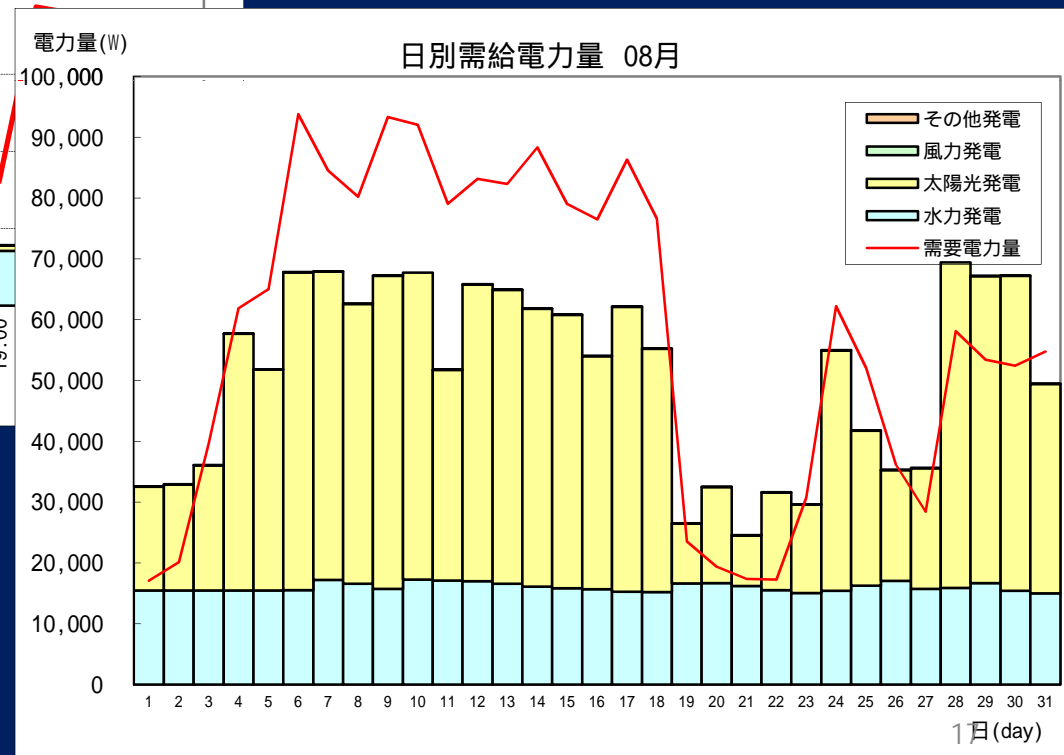
## 計算結果出力例(2)

1時間毎に計算し1日分を表示



1日分を積み上げ  
1月分を表示

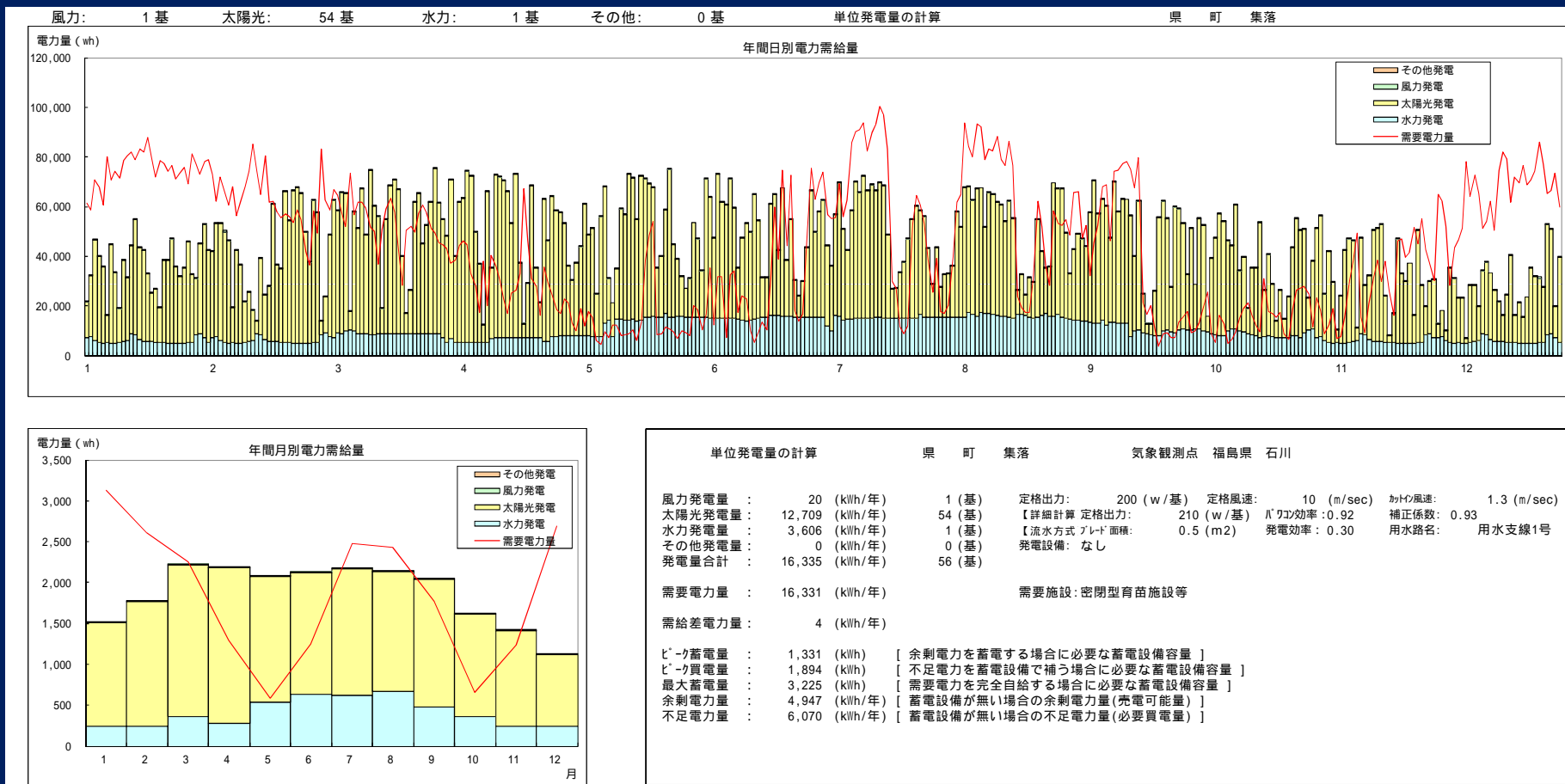
1月分を積み上げ  
1年分を表示



# 最適な組み合わせモデル

## 計算結果出力例(3)

### 1年間の日別需要電力量と各発電量

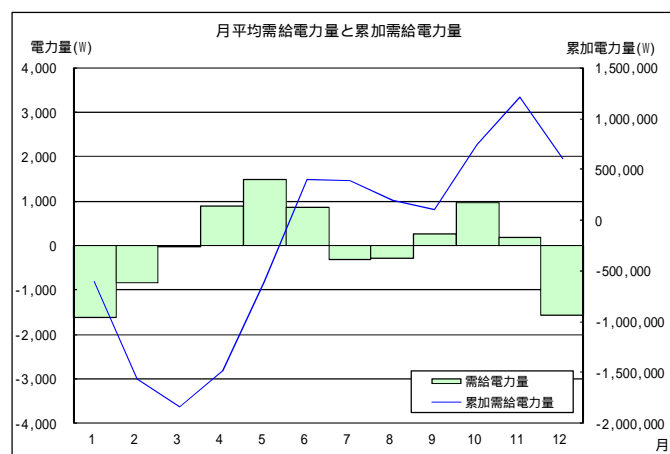
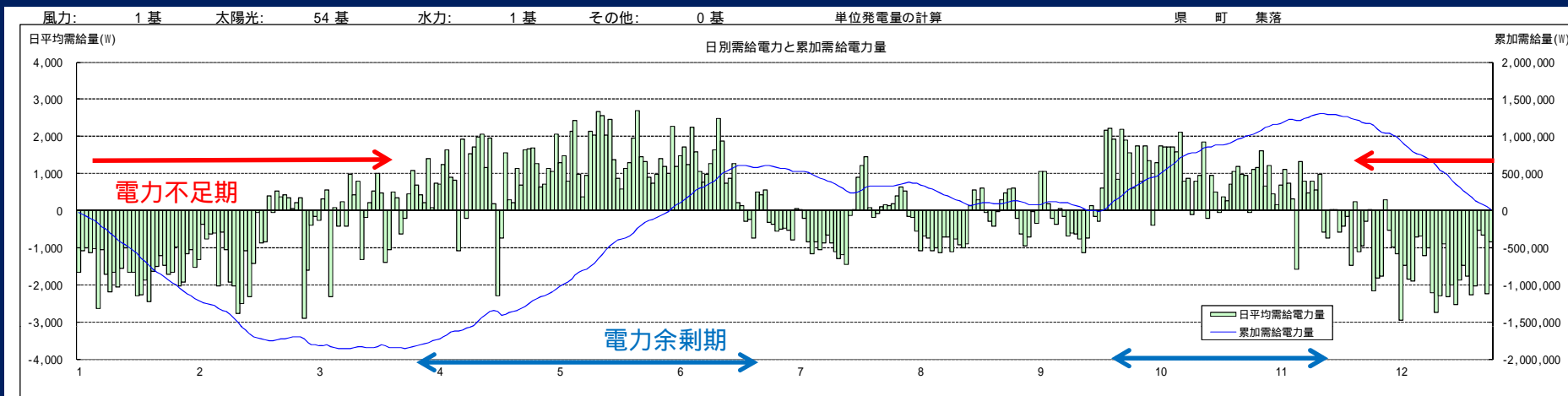




# 最適な組み合わせモデル

## 計算結果出力例(4)

### 1年間の日別需給電力量収支



需要電力量に対し、1年間の需給電力  
収支は±0となる

冬季の不足電力、春・秋季の余剰電力  
対策が必要

電力不足期は、バイオマス発電などの  
導入を検討

# シミュレーションソフトの特徴

全国各地で検討が可能

- ・ 気象等データの収集・加工などの準備作業は不要

簡易に発電量を算定し、最適組合せ計算を行う

- ・ 担当技術者の作業労力の大幅な軽減

不足電力・余剰電力の発生時期と電力量が時間別で判る

- ・ 補完する発電設備、変換・貯蔵する設備の導入計画に活用

1種類の発電装置だけの検討も可能

- ・ 需要量に必要な太陽光発電パネル枚数を求めるなど

売電目的の発電計画の検討も可能

- ・ 但し、本開発の目的ではない

担当者が試算結果を加工することにより様々な活用が可能

# 得られる効果

全国農村集落の自然エネルギー・ポテンシャルを把握

- ・ 農村振興策の基礎的情報の整理が可能

電力需給計画のアウトラインを簡易に行う

- ・ アウトラインから必要な予算・工期を把握
- ・ 具体的な機器の設計や設置の円滑な検討
- ・ 全国の農村集落のエネルギー自給策の普及拡大に貢献

エネルギー自給を核とした農村振興

- ・ 自給電力の農業利用、付加価値の創造、雇用の創出
- ・ 災害に強い農村集落(災害時の緊急用電力としても活用)

# スマート・ヴィレッジに向けた将来的な課題

天気予報に基づく、地点別の太陽光・風力発電量パターン  
及び需要電力パターンの予測技術

太陽光・風力発電予測と連動したバイオマス発電などの制  
御可能電力源の導入技術と高効率運用技術、及びバイオ  
マス供給とストック技術

余剰電力の他のエネルギーへの変換・貯蔵技術と自律的な  
集落内エネルギーマネジメント技術

本開発は、「農林水産省 官民連携新技術研究開発事業」の助成を  
受けて実施したものである

# 農村が有する 自然エネルギー利用の 最適化システム

御清聴、有難うございました

NTCコンサルタンツ株式会社  
一般財団法人 日本水土総合研究所

