

二次電池による社会システムイノベーション 第10回分科会

2012/2/23

需要と発電を予測する リアルタイムのスマートハウス電力経営法

東京大学大学院工学系研究科
システム創成学専攻 修士2年
宮田秀明研究室

宮村幸宏

目次

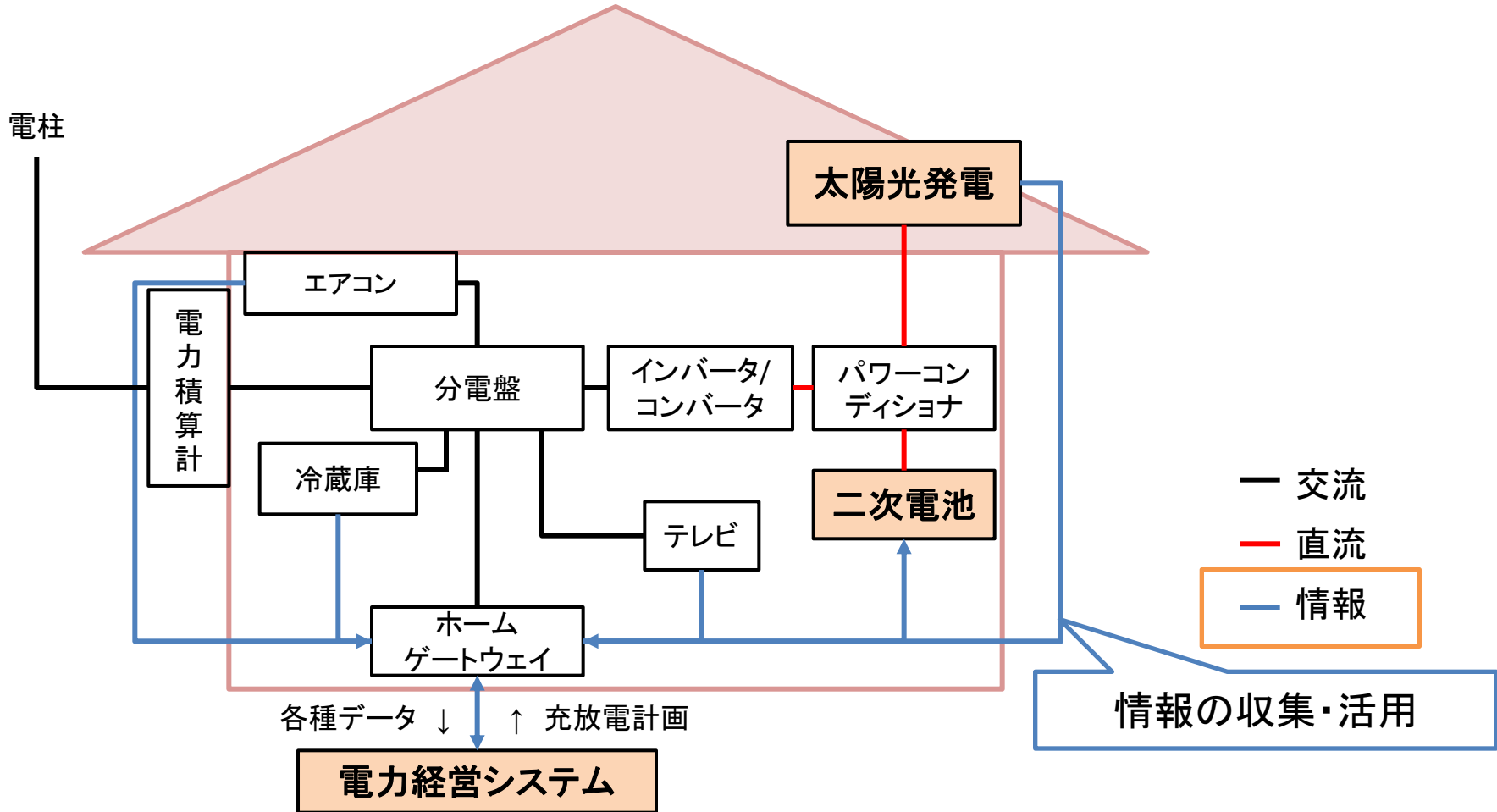
1. リアルタイムのスマートハウス電力経営法
2. 発電量予測法
3. 電力需要予測法
4. 電力経営システムの適用例

目次

1. リアルタイムのスマートハウス電力経営法
2. 発電量予測法
3. 電力需要予測法
4. 電力経営システムの適用例

1.リアルタイムのスマートハウス電力経営法

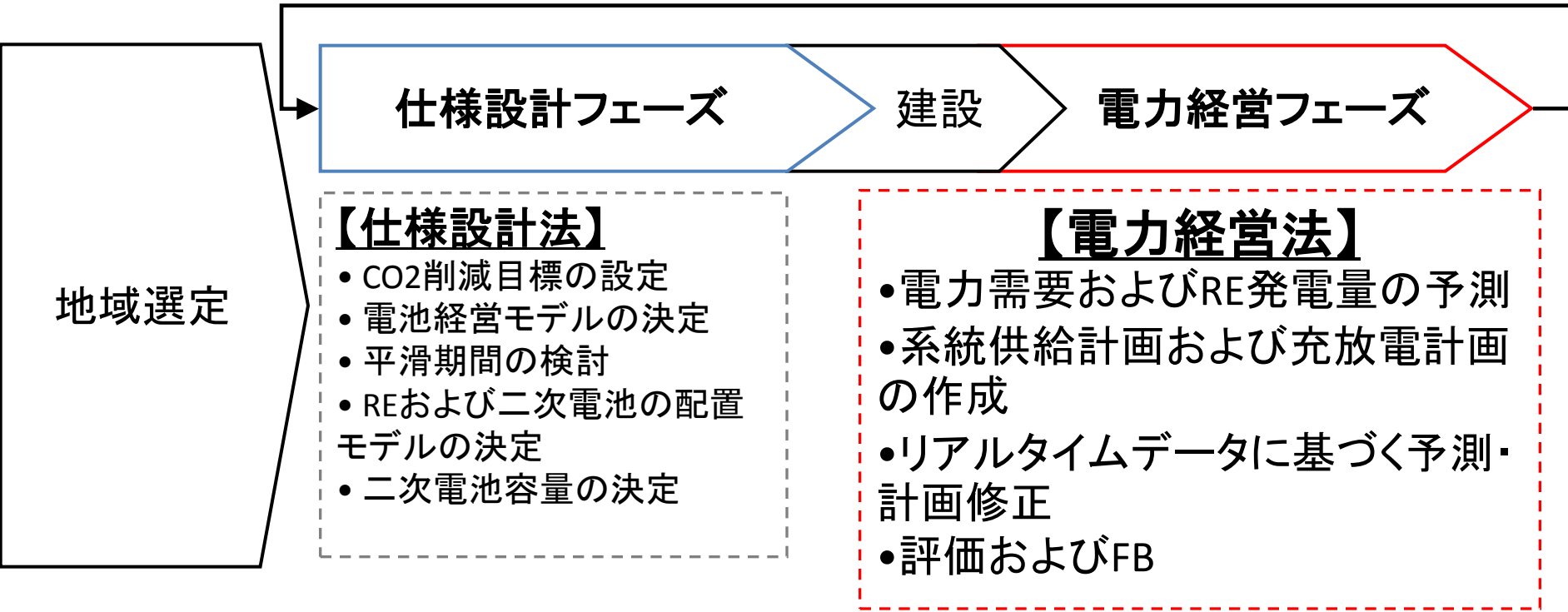
スマートハウスの電力システム



出力変動の大きい再生可能エネルギーの効率的な利用のためには予測等を用いて二次電池を効率的にマネジメントすることが必要です。

1.リアルタイムのスマートハウス電力経営法

再生可能エネルギー・二次電池導入へのソフトウェア技術的支援
Computational Social System Dynamics(CSSD)

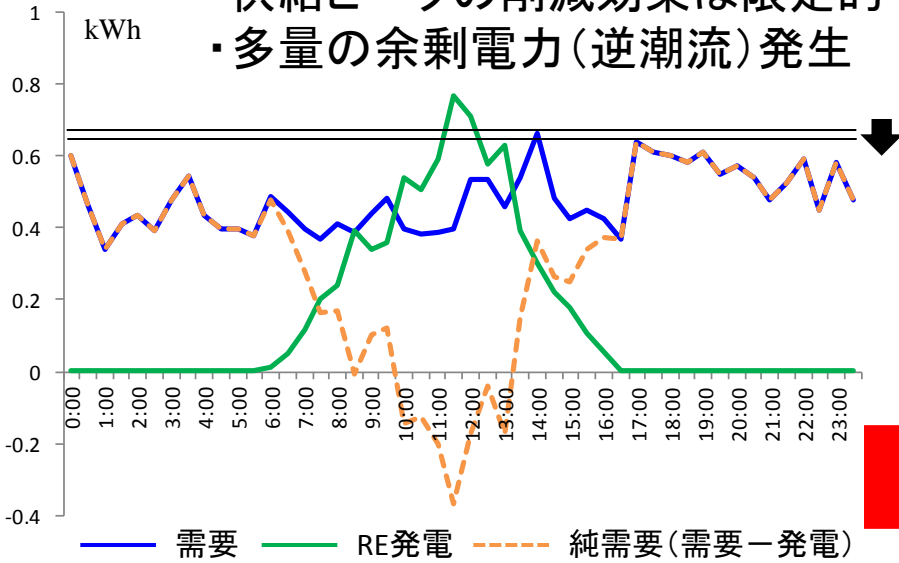


1.リアルタイムのスマートハウス電力経営法

再生可能エネルギー（RE）発電に加えて二次電池を導入し、それを適切に経営することで供給ピーク削減やREの効率的利用、システムの安定化などのメリットを得る。

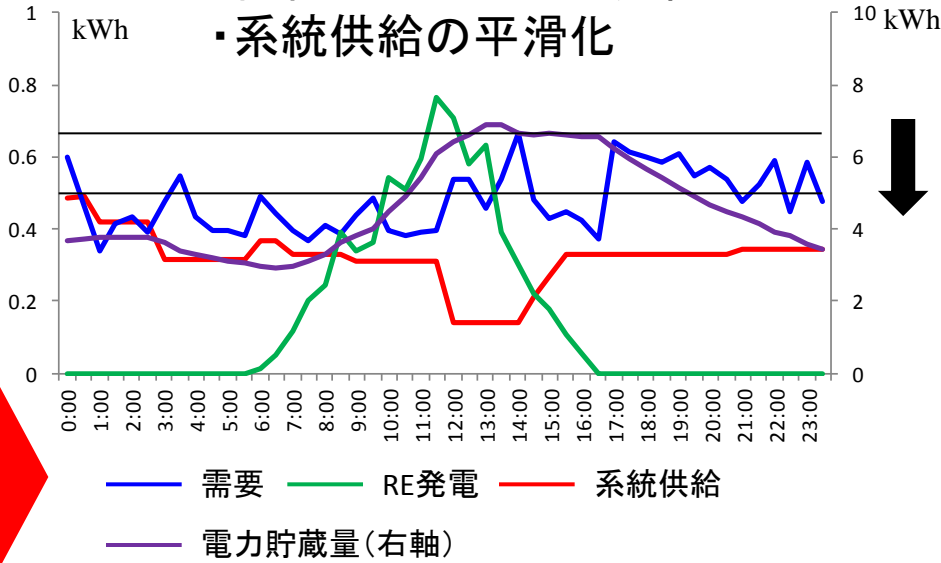
再生可能エネルギーのみ導入時

- ・供給ピークの削減効果は限定的
- ・多量の余剰電力(逆潮流)発生



再生可能エネルギー及び二次電池導入時

- ・供給ピークの削減効果大
- ・系統供給の平滑化



・供給ピークの削減
 ・RE有効利用率
 によりシステムのメリットを評価する

+

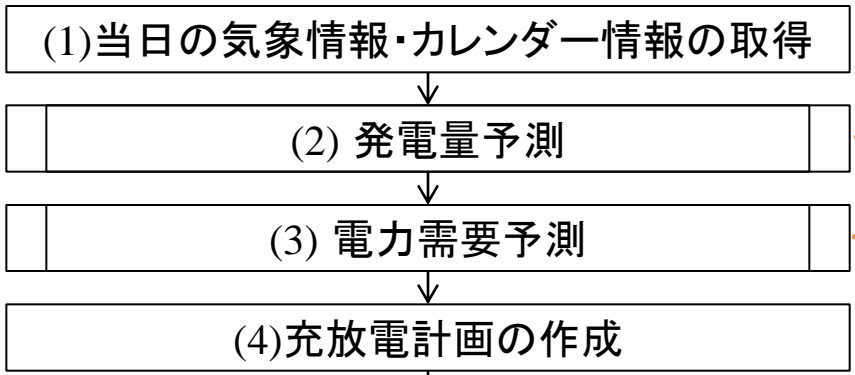
二次電池

電力経営システム

※ RE: Renewable Energy

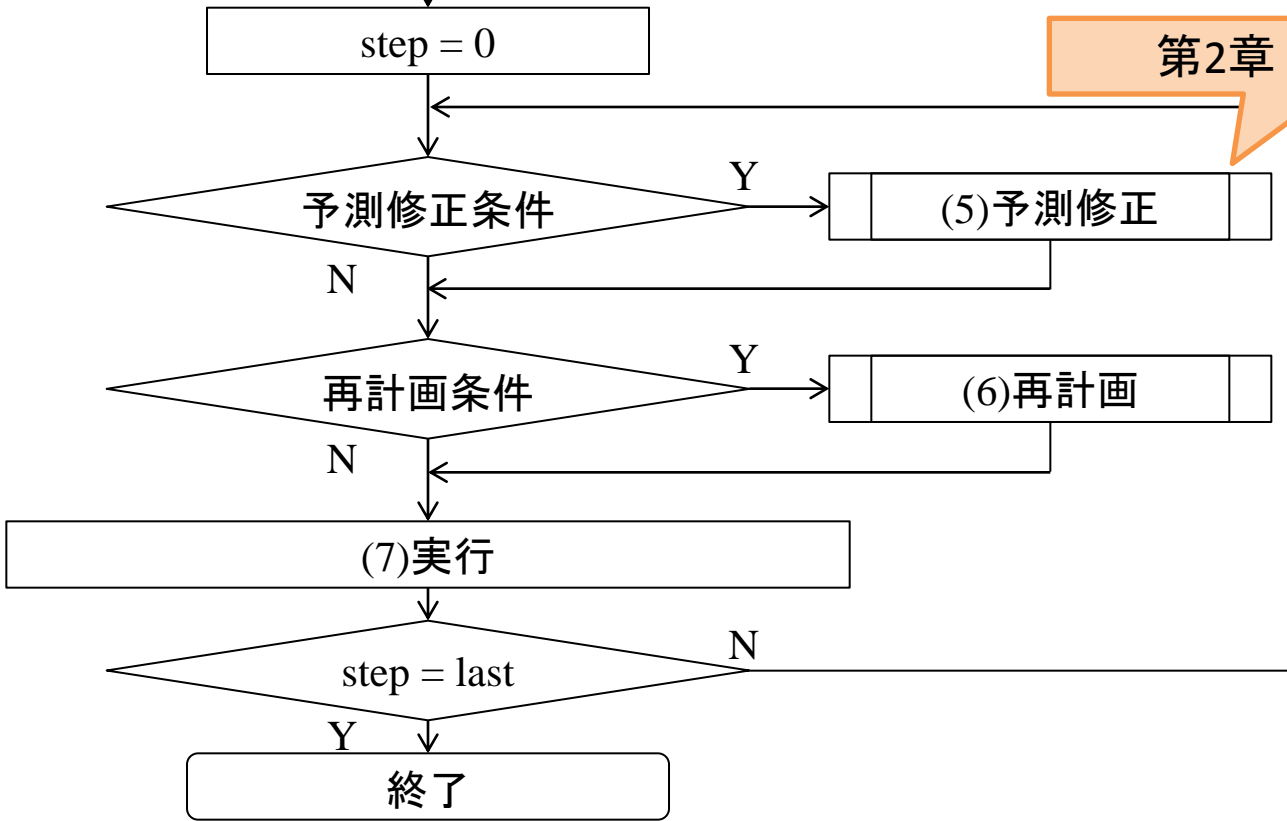
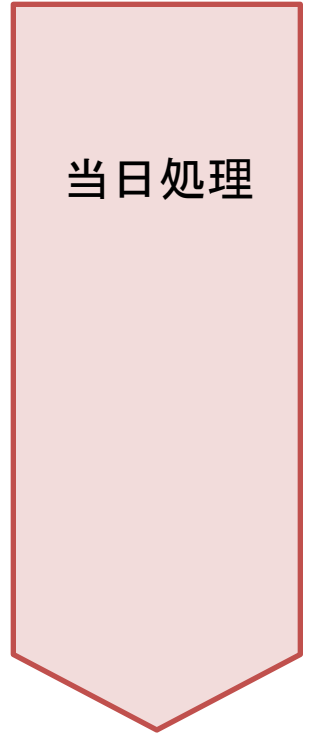
1.リアルタイムのスマートハウス電力経営法

電力経営の流れ



第2章

第3章



第2章

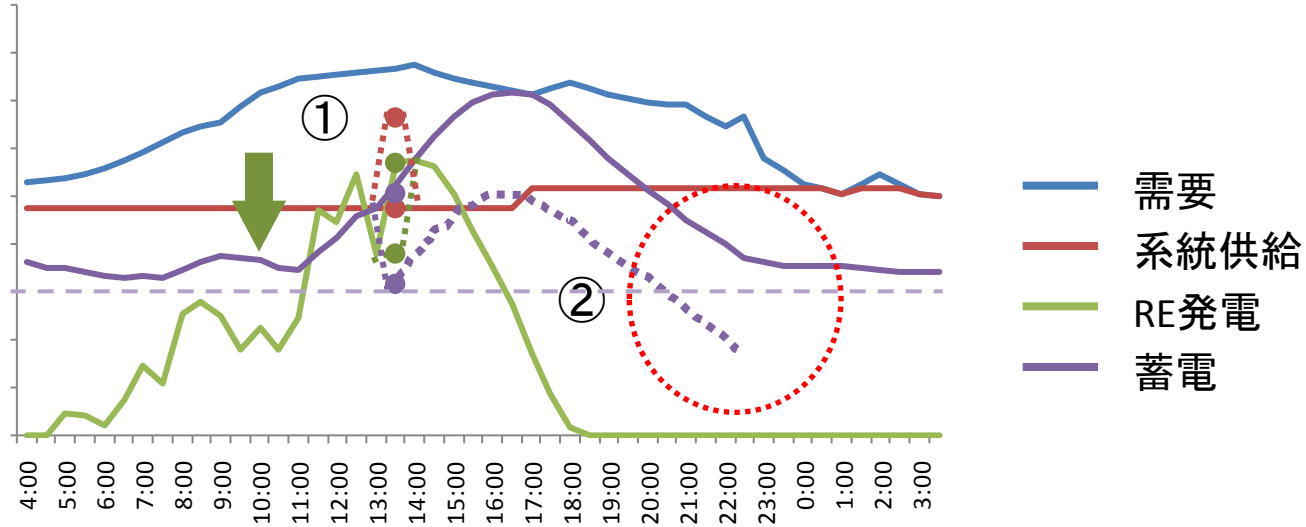
目次

1. リアルタイムのスマートハウス電力経営法
2. 発電量予測法
3. 電力需要予測法
4. 電力経営システムの適用例

2. 発電量予測法

予測の重要性

予測の誤差が大きくなると、システムに多大な影響を及ぼす。



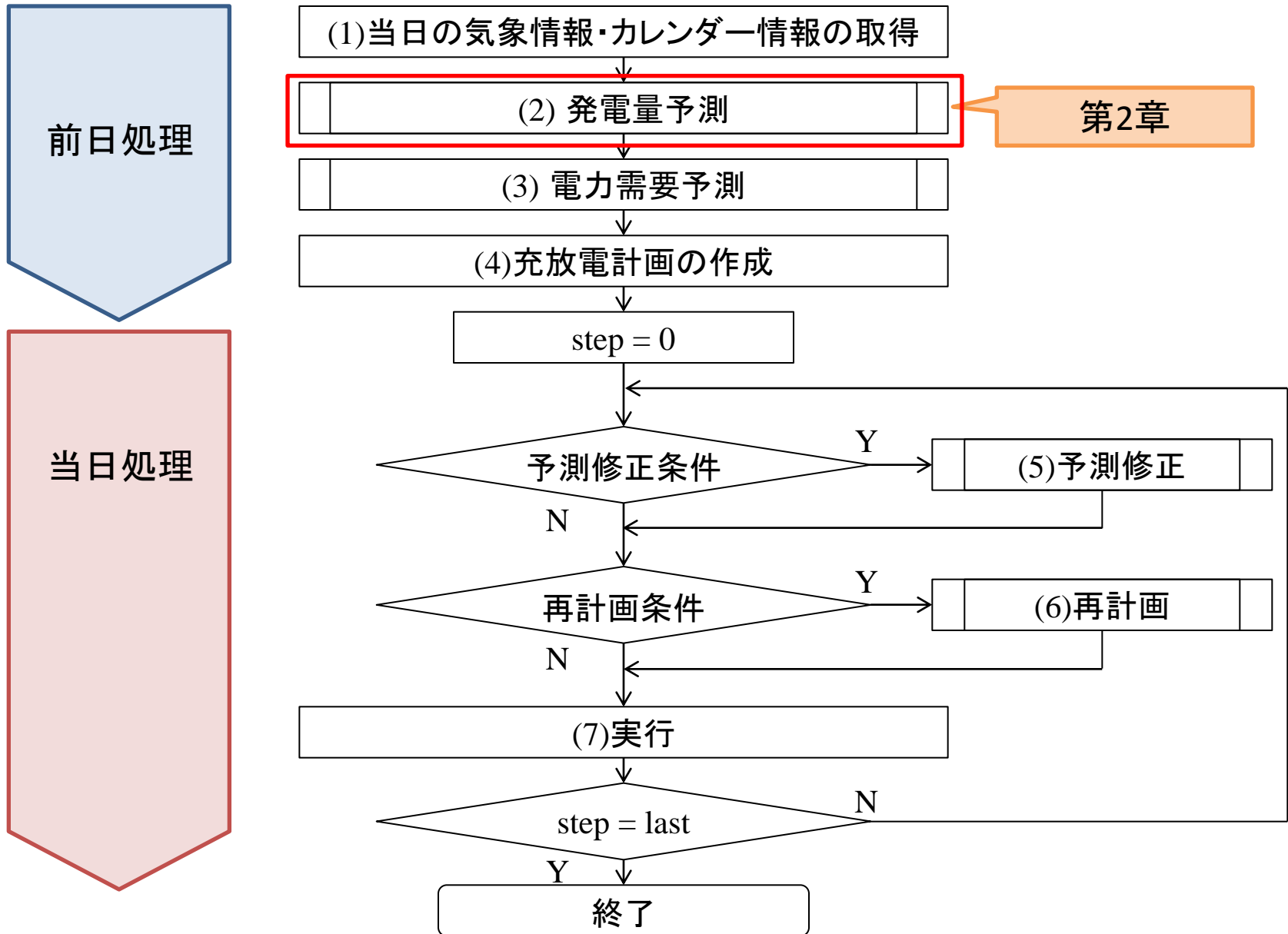
過大予測 ①系統購入による対応: 系統購入量の一時的な増加による契約料金増大
②二次電池放電増加による対応: その後の大幅な計画変更

過小予測 発電電力、二次電池利用の効率低下

→システムの安定運用、効率的運用のため、
高精度の発電予測法、適切な計画修正法が必要

(再掲) 1.リアルタイムのスマートハウス電力経営法

電力経営の流れ

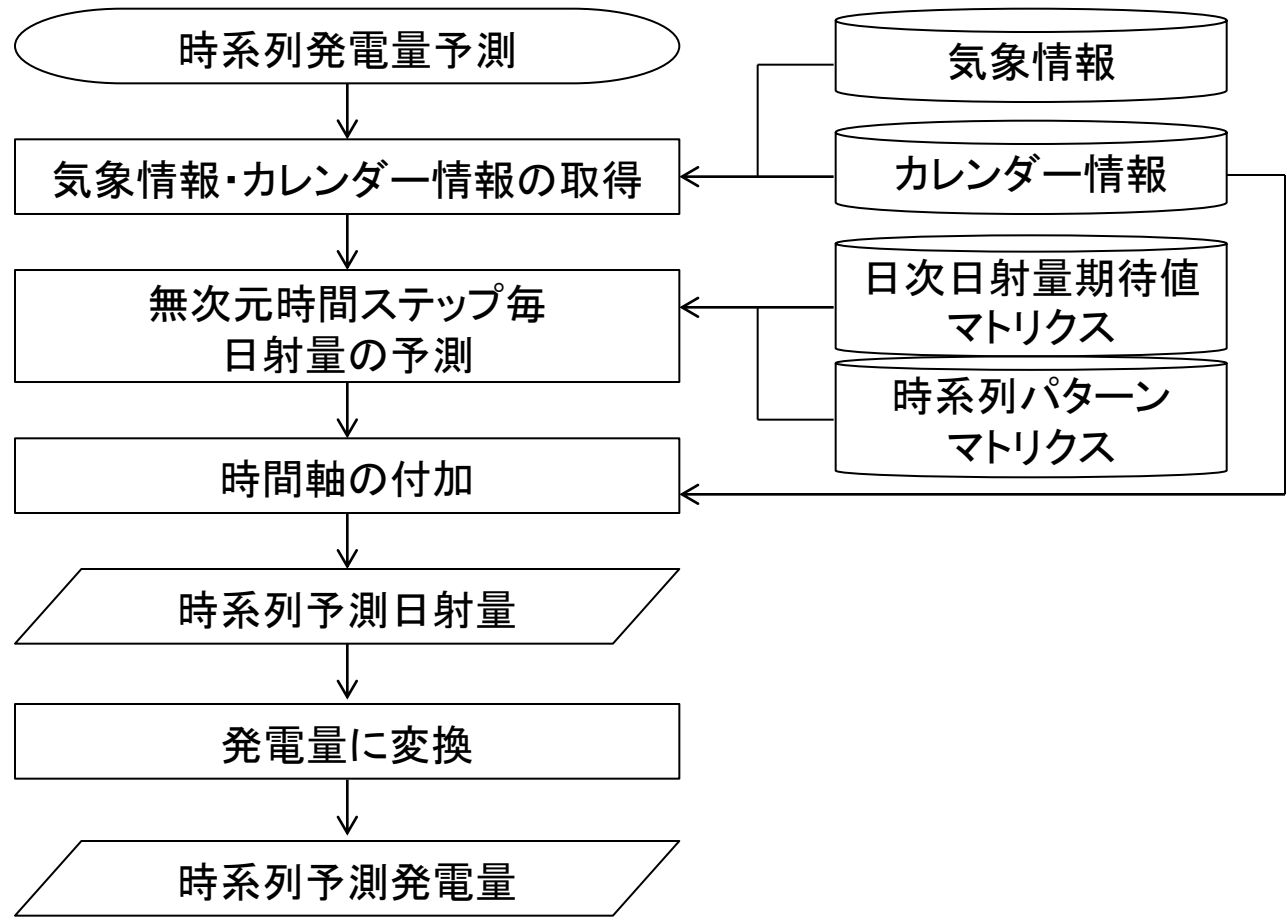


2. 発電量予測法

日次量と時系列パターンをそれぞれ予測し、それらを組み合わせることにより時系列日射量を予測する。

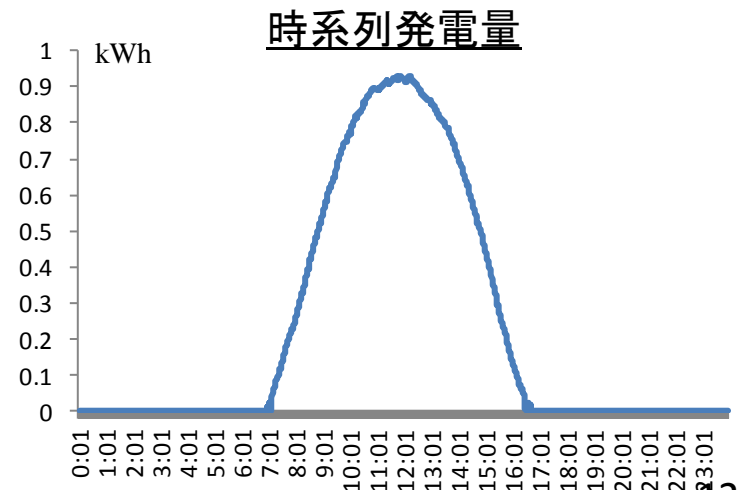
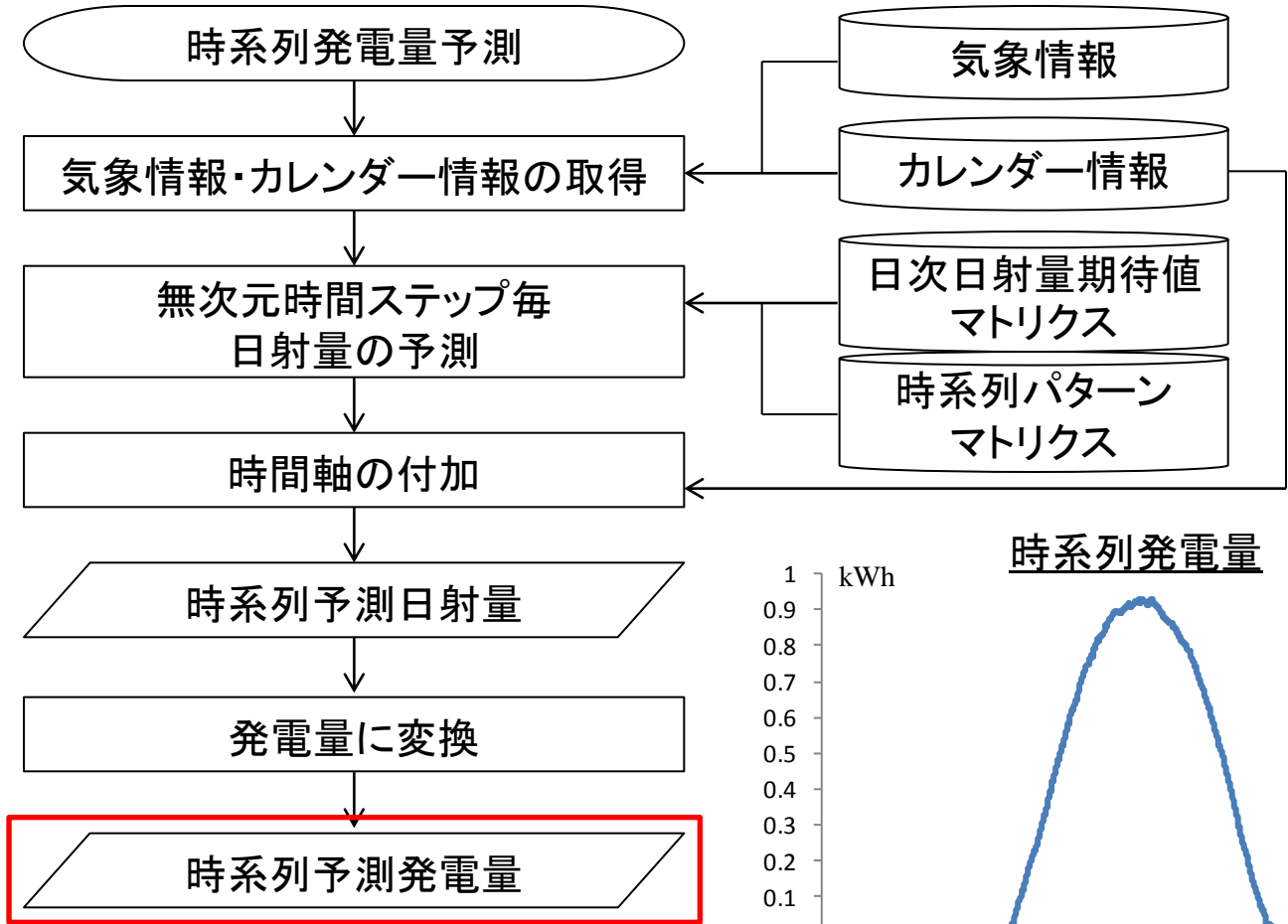
その値を変換式により変換することで時系列発電量を予測する。

全体像



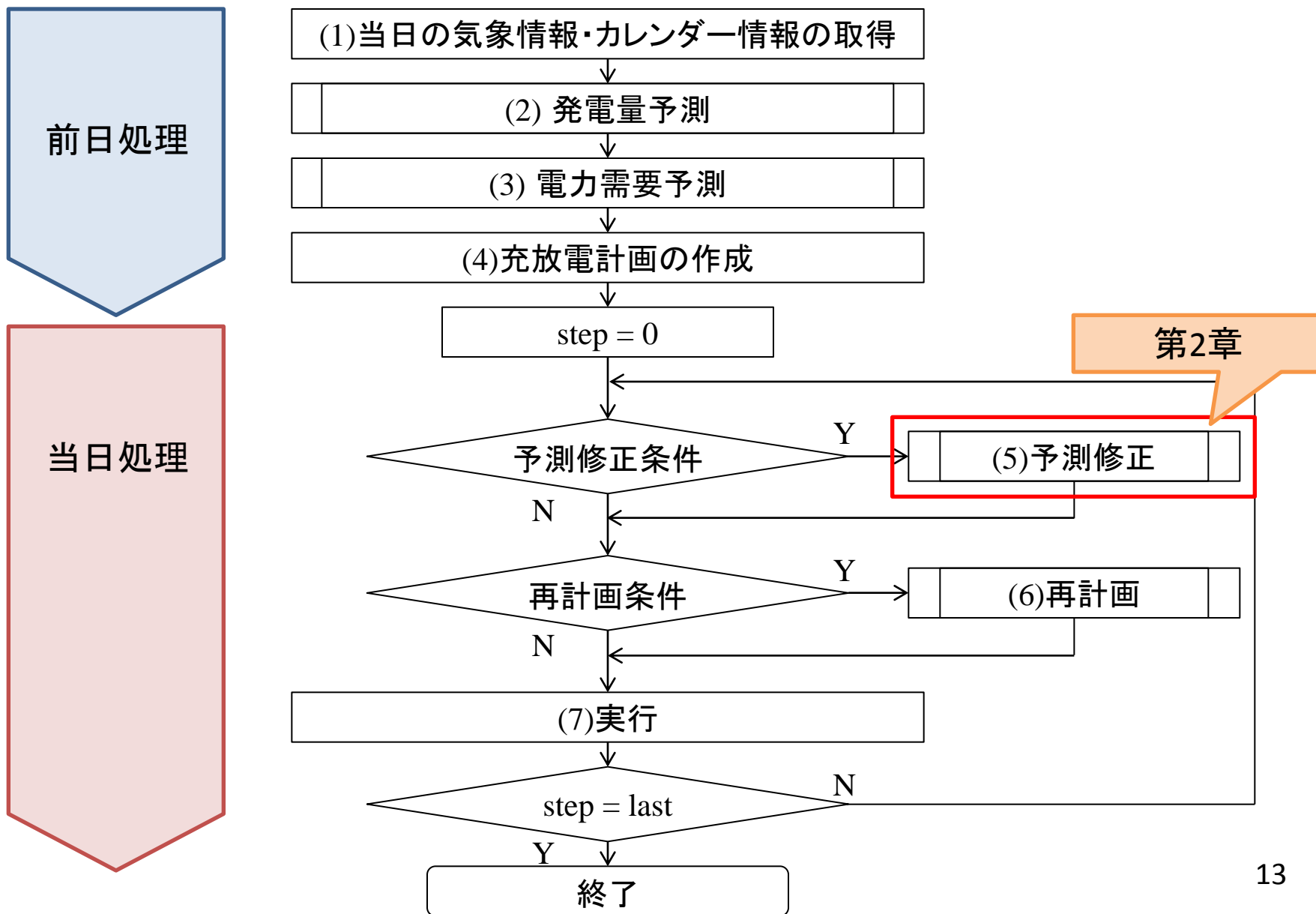
2. 発電量予測法

発電量予測の流れ



(再掲)3.電力経営システム

電力経営の流れ



2. 発電量予測法

予測修正

再予測(天気予報の変化)

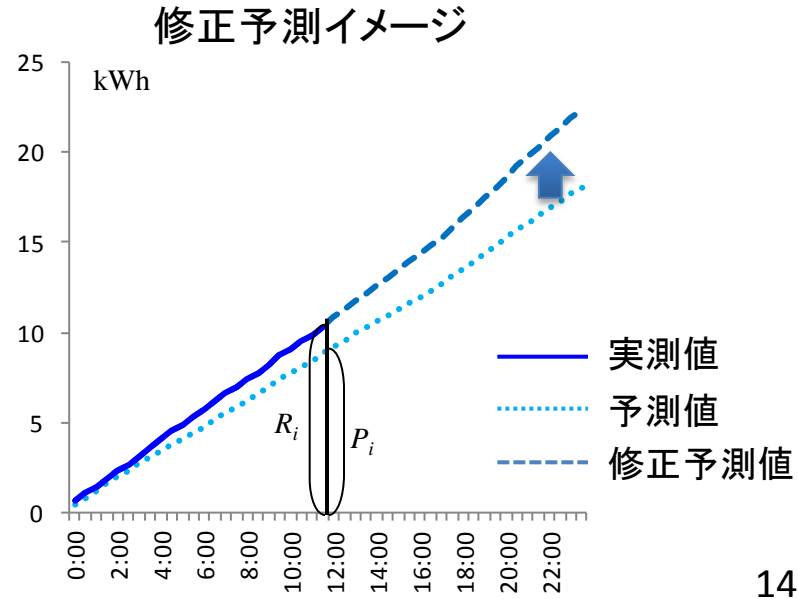
確定天気情報の取得・天気予報の更新によりWCPが変更された場合、予測をやり直す。

修正予測(誤差フィードバック)

当日の予測値と実績値の誤差を未来部分にフィードバックする。
修正係数 μ_t を以降の予測値に乘算し、予測値を更新する。

$$\mu_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i \frac{R_{t-i}}{P_{t-i}}$$

- μ_t : 時刻 t における修正係数
- R_{t-i} : 1日の開始から時刻 $t-i$ までの累積実績値
- P_{t-i} : 1日の開始から時刻 $t-i$ までの累積予測値
- m_i : 重み係数
- n : 修正係数算出に用いる過去時点の個数



2. 発電量予測法

適用と誤差検証

- 使用データ: 日射量・発電量

- 対象: 都内設置太陽光発電設備
- PV設備容量: 100kWp
- 計測時間単位: 1分
- 主な計測項目: 直流電力、交流電力(変換後)、日射強度
- 期間: 2008/1/1～2011/6/29

2008-2010年データによりマトリクス作成、2011年データを予測・検証する

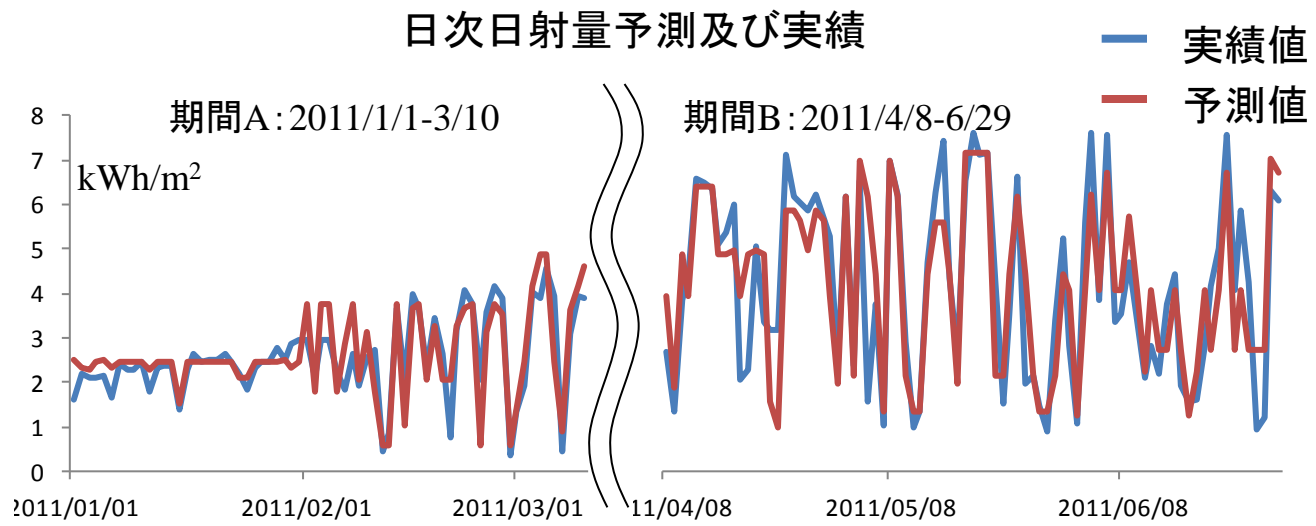
(ただし、2011/3/11～2011/4/7は欠損のため予測・検証データは
期間A: 1/1-3/10、期間B: 4/8-6/29 とする)

- 気象データ

- 計測地: 東京都 東京地点(東京管区気象台)
- 計測時間単位: 1時間または10分
- 使用項目: 気温、天気

2. 発電量予測法

検証結果: 日次日射量



• 天気とカレンダー(月)情報を用いて日次日射量の予測を行った結果、誤差率 $E_{day} = 18.1\%$ となった。

• 日次日射量大きな変動に対応した予測を行っている。

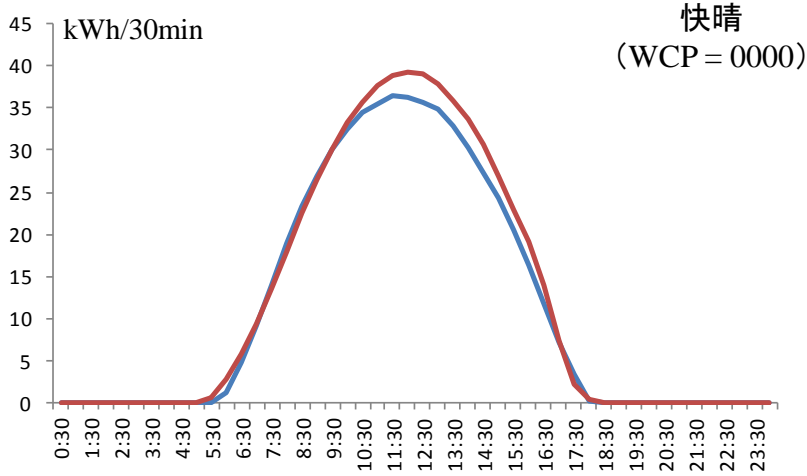
誤差率 E の定義

$$E = \frac{\sum_i |P_i - R_i|}{\sum_i R_i}$$

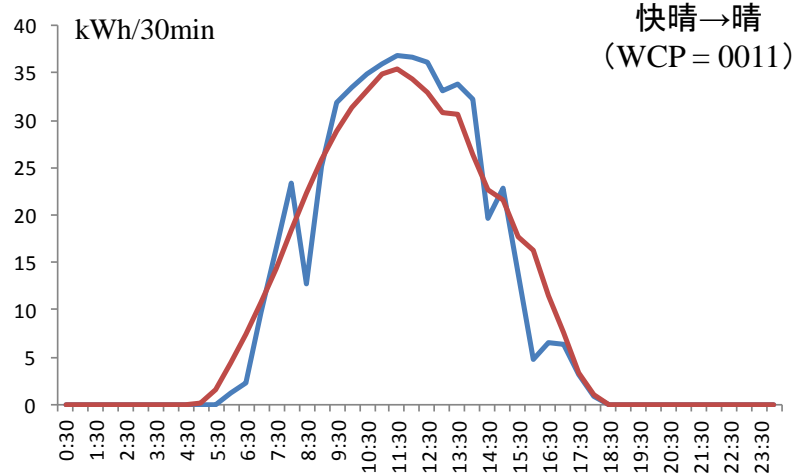
R_i : i における実測値
 P_i : i における予測値

2. 発電量予測法

検証結果: 時系列発電量



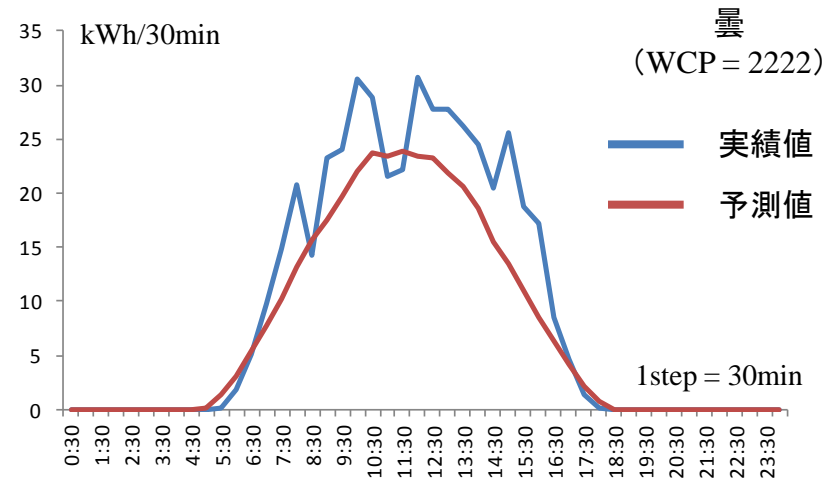
時間次積算絶対誤差: 43.4.kWh
(日次発電量に対する割合: $E_{step} = 7.9\%$)



時間次積算絶対誤差: 81.0kWh
(日次発電量に対する割合: $E_{step} = 15.7\%$)

期間A: $E_{step} = 28.1\%$
期間B: $E_{step} = 33.0\%$

•式による発電量への変換時に、期間全体での予測誤差は数%大きくなっている。

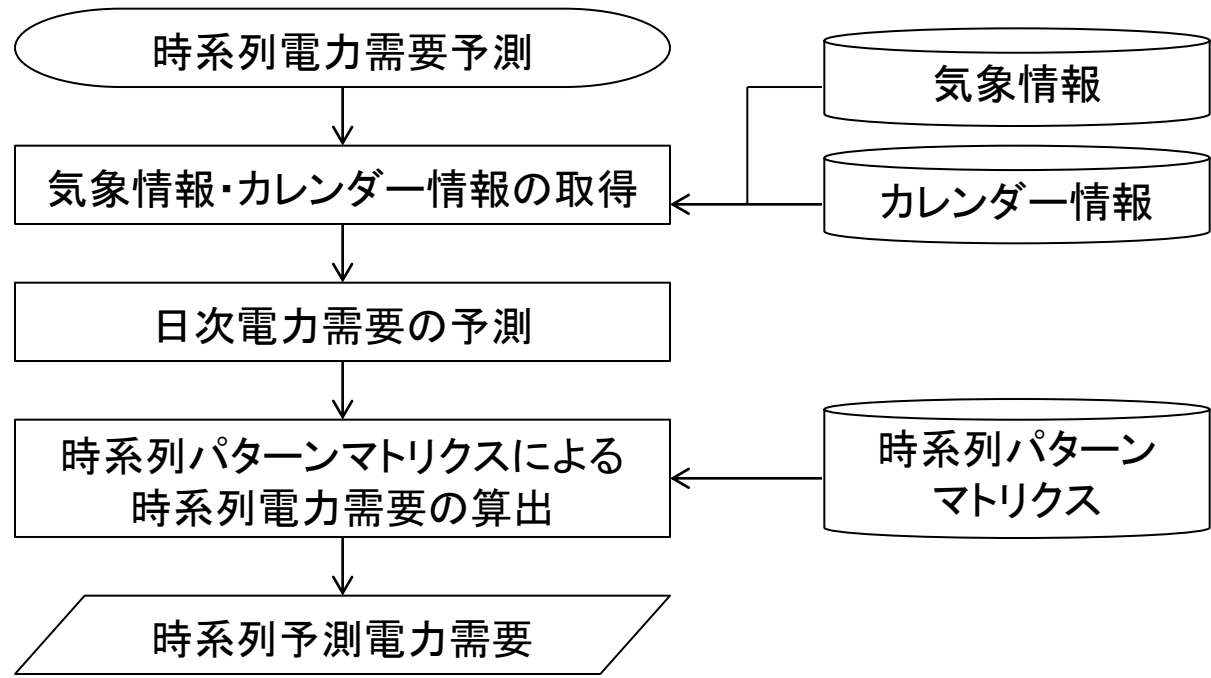


時間次積算絶対誤差: 113kWh
(日次発電量に対する割合: $E_{step} = 25.1\%$)

3.電力需要予測法

日次量と時系列パターンをそれぞれ予測し、それらを組み合わせることにより時系列電力需要を予測する。

全体像

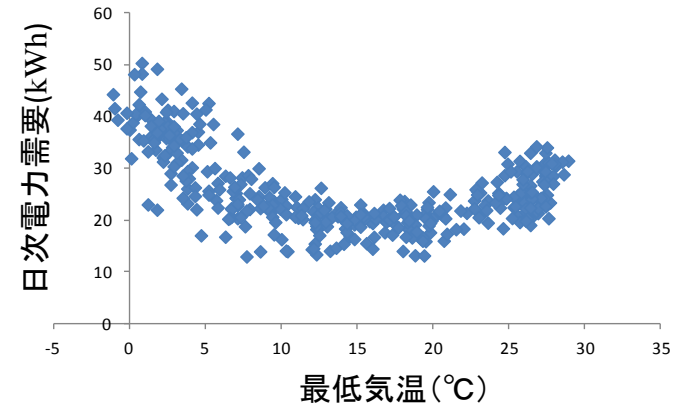
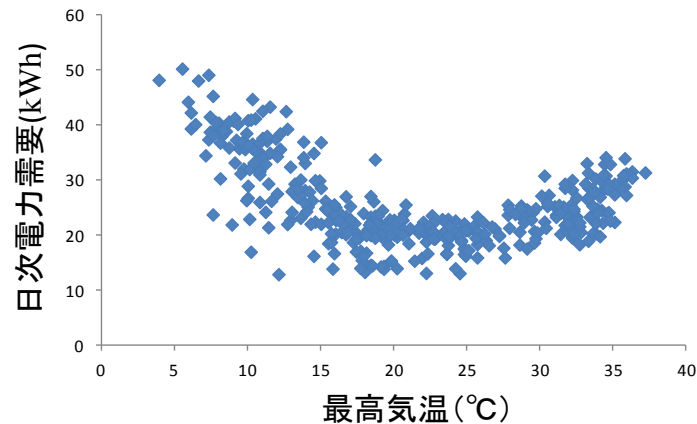


3.電力需要予測法

日次電力需要の予測

日次電力需要は、最高気温と最低気温を変数とする式により予測する。

家庭における気温と日次電力需要の関係



$$Y = a_1 T_h + a_2 T_h^2 + a_3 T_l + a_4 T_l^2 + b$$

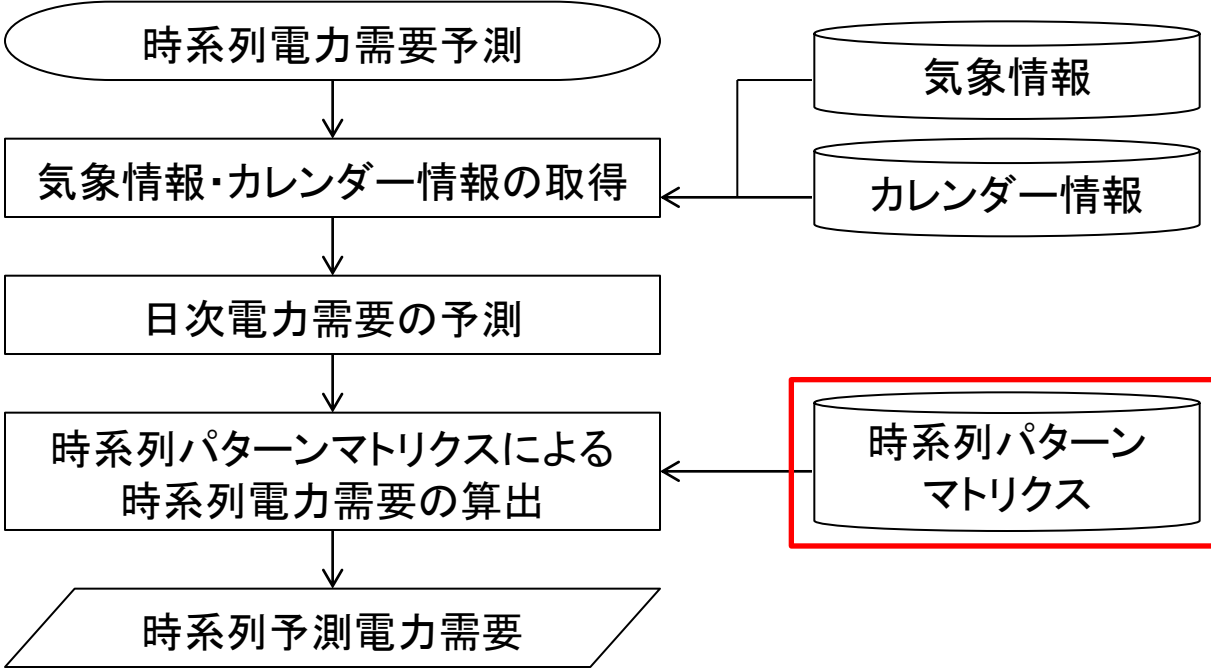
Y : 目的変数(日次電力需要)

T_h : 最高気温

T_l : 最低気温

3.電力需要予測法

電力需要予測の流れ



3.電力需要予測法

時系列パターンの作成

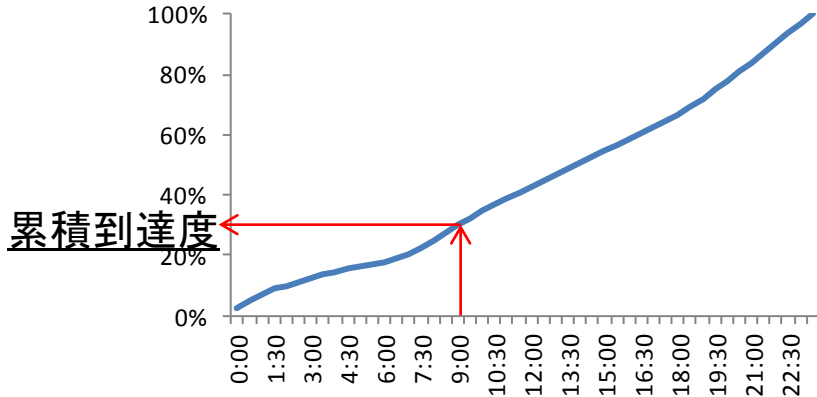
3つの手法により1日の電力需要の累積カーブをクラスタリングし、平日・土日それぞれの代表パターンを作成する。

- 1. 季節によるクラスタリング
- 2. 累積到達度によるクラスタリング
- 3. 1、2両方によるクラスタリング

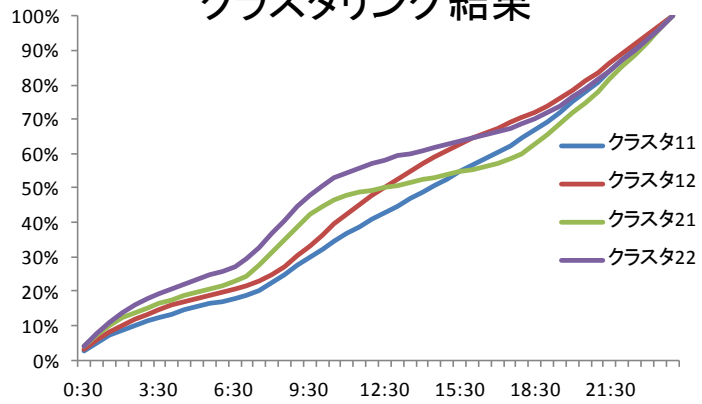
累積到達度によるクラスタリング

以下に定義される累積到達度により、複数時点でk-means法によりクラスタリングを行う。それらの組み合わせにより需要パターンを分割する。

累積到達度の定義



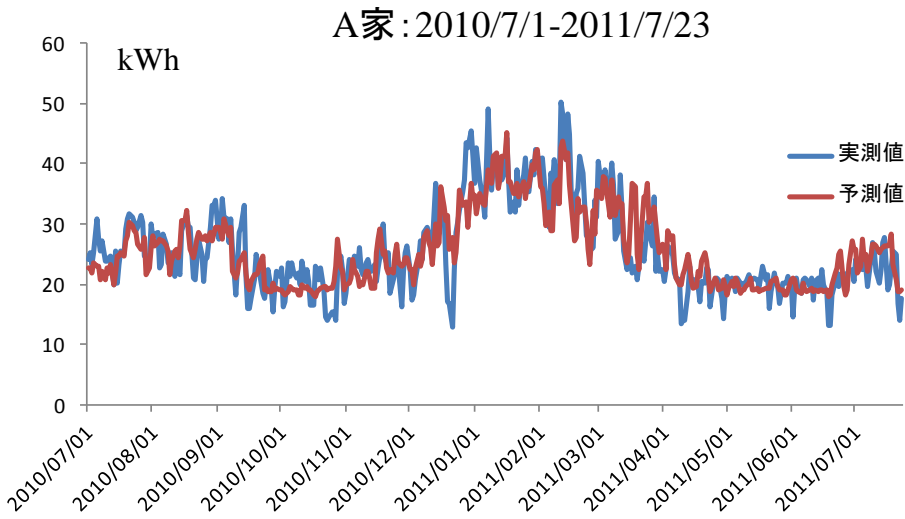
9時及び15時時点の累積到達度によるクラスタリング結果



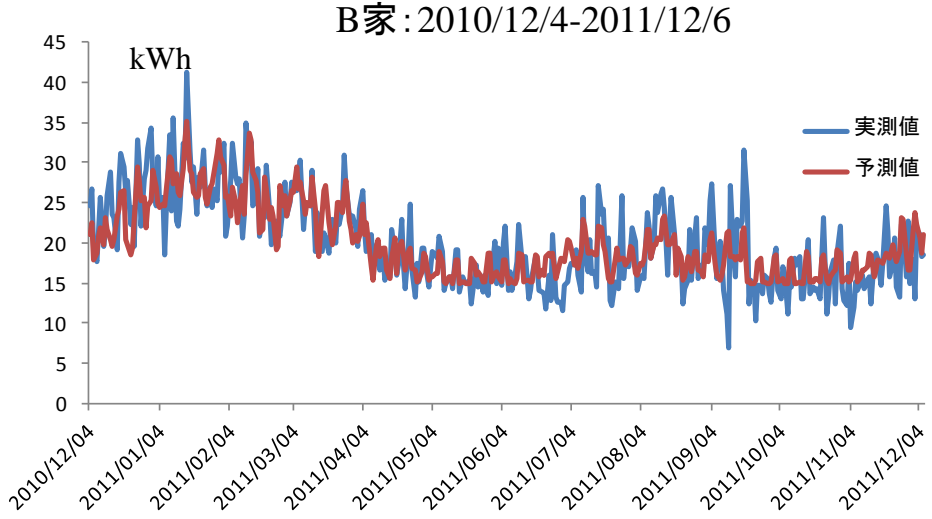
5.電力需要予測法

検証結果:日次需要

日次需要の実績値及び予測値



$$E_{day} = 11.5\%$$



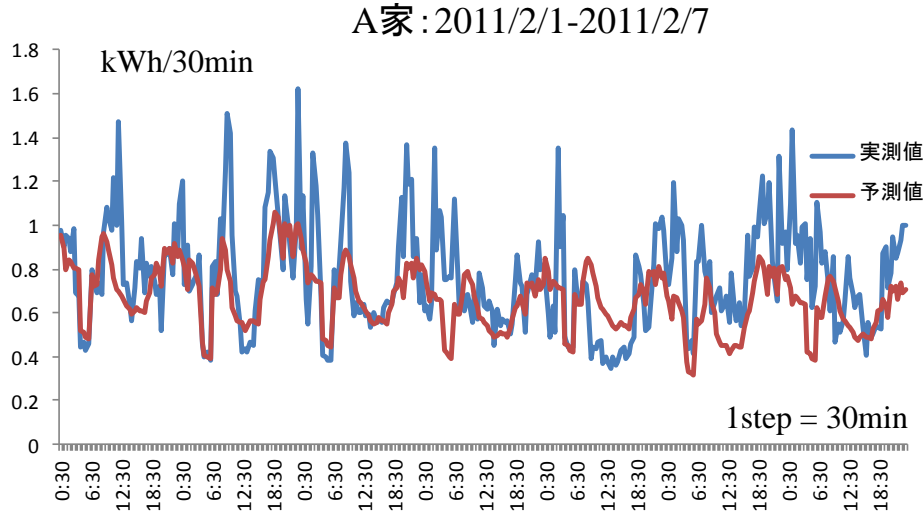
$$E_{day} = 13.2\%$$

季節変動に対応した予測を行っている。
日々の変動に対して、急激な変動がある場合には誤差が大きくなっているが、傾向を追うことに成功している。

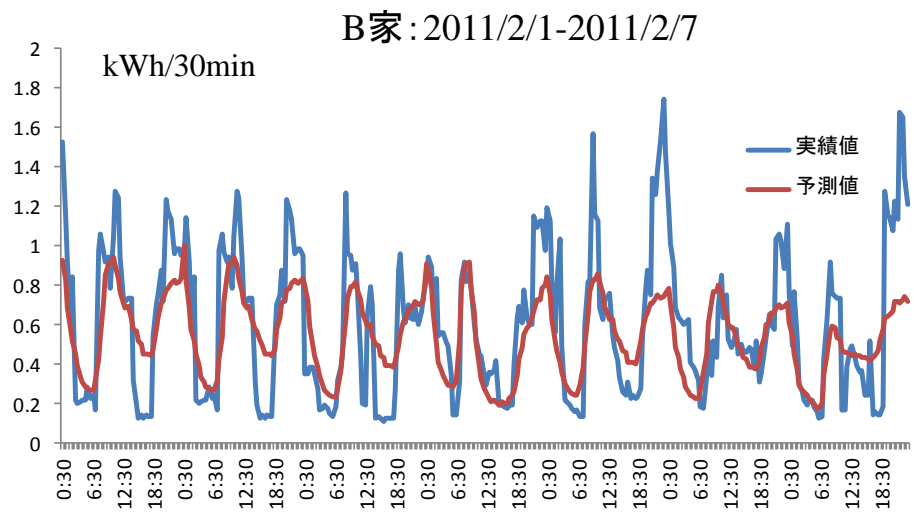
3.電力需要予測法

検証結果:時間次需要

時間次需要の実績値及び予測値



$$E_{step} = 21.0\%$$



$$E_{step} = 30.0\%$$

家庭に独自の変動パターンを各々の家庭で予測することができる。
時系列パターンは多様なパターンの代表として作成されるため多様な変動が均
されている。そのため、step毎の急激な変動に対しては誤差が大きくなっている。

4.電力経営システム適用例

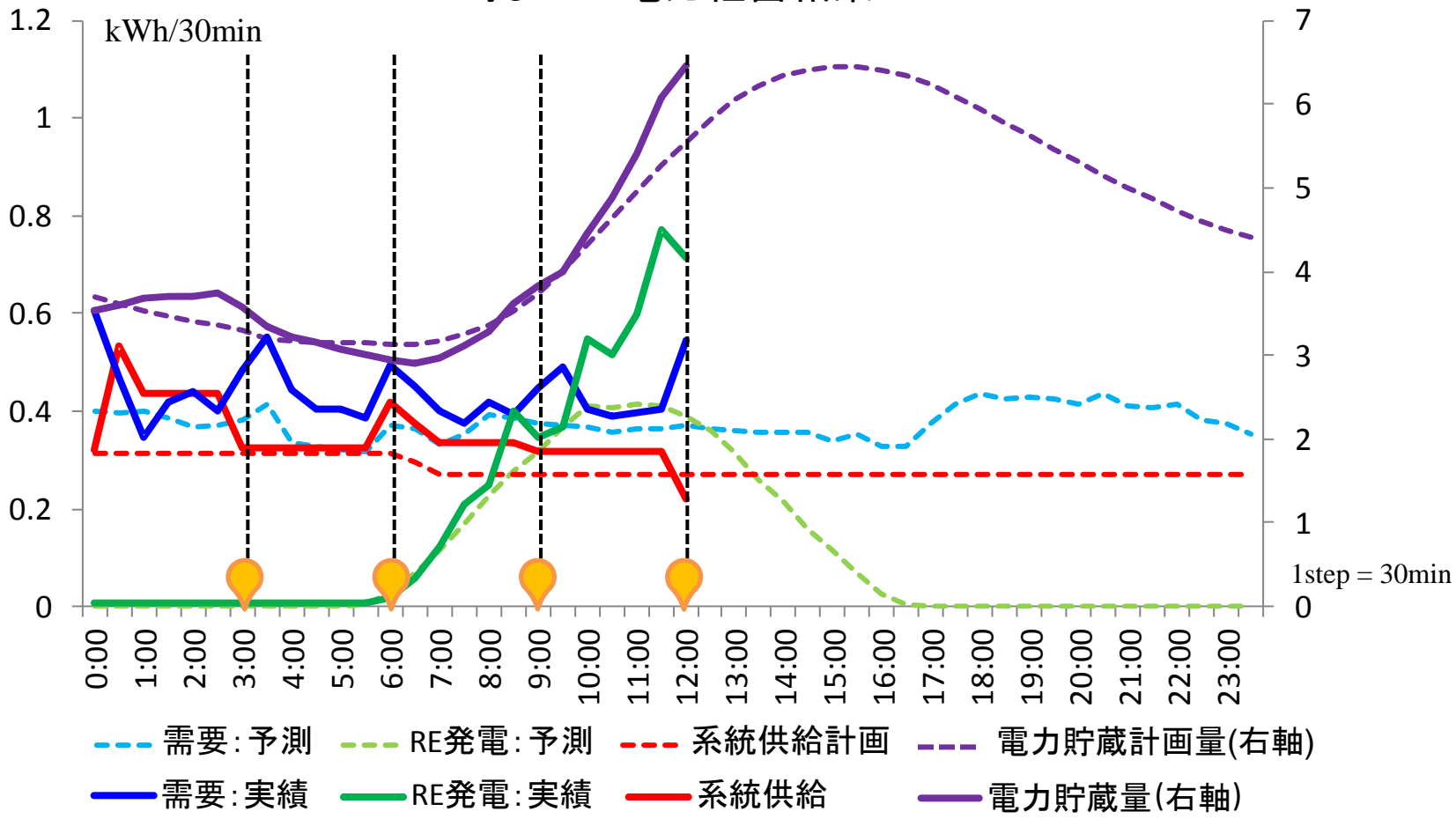
ケース設定

- 期間
 - 春：B家2011/4/11－4/17
 - 夏：A家2010/7/11-7/17
 - 秋：A家2010/10/11-10/17
 - 冬：B家2011/1/11-1/17
- 対象
 - 都内所在2家庭(3章と同様のA家・B家)
 - 設備導入量：太陽光発電3kW, 二次電池10kWh
- 使用データ
 - 日射量・発電量データ：2章と同様
 - 気象データ：2章及び3章と同様

4.電力経営システム適用例

当日の電力経営

12時までの電力経営結果



📍 : 予測修正・再計画のタイミング