

「二次電池による社会システムイノベーション」第8回フォーラム 2011年2月24日

# スマートコミュニティの仕様設計システム および電力経営支援システム

**渡邊 圭**

東京大学大学院 工学系研究科  
システム創成学専攻 修士課程2年

# 発表内容

1. 背景
2. 研究の目的とアプローチ
3. スマートコミュニティの仕様設計システム
4. 仕様設計システム適用例
5. スマートコミュニティの電力経営支援システム
6. 電力経営支援システム適用例
7. 結論

# 背景

- 地球温暖化, 化石資源枯渇, エネルギーセキュリティ等の課題解決には, **再生可能エネルギー(RE\*)**の大量導入が効果的.
- RE発電の出力変動はリチウムイオン電池(LIB\*\*)等 **高性能二次電池**によって吸収できる.
- 電気自動車(EV\*\*\*)の普及に伴い, EV用電池の定置型二次利用が検討中.
- REと二次電池が住宅やマンション等に分散的に普及する.
- 下流電力系統の小規模地域でITを用いて効率的に電力を供給するしくみを**スマートコミュニティ**という.

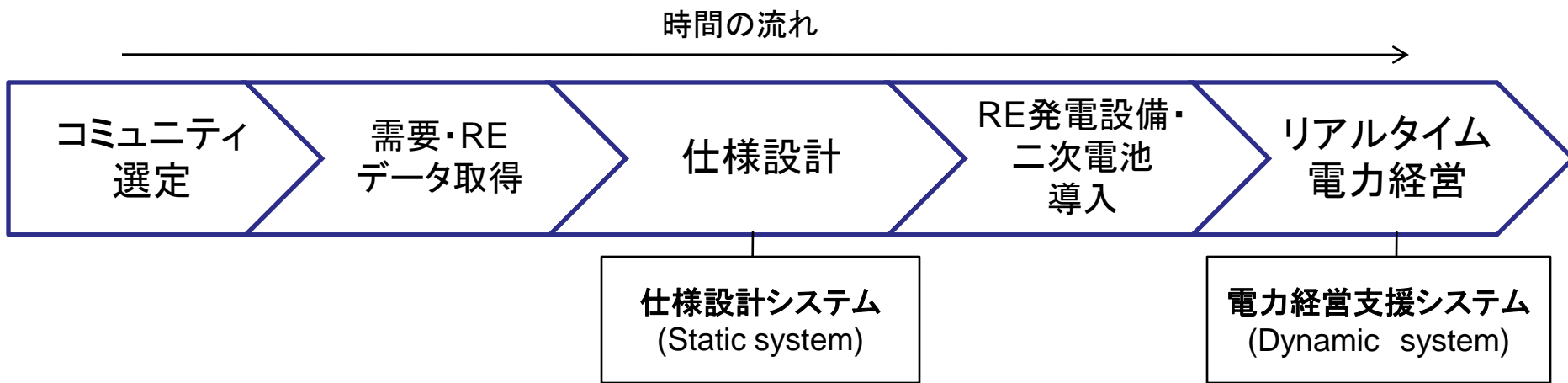
\*RE: Renewable energy, \*\*LIB: Lithium-ion battery, \*\*\*EV Electric vehicle

# 研究の目的と全体像

研究の目的:

再生可能エネルギー発電と定置型二次電池を利用してエネルギーの一部を「地産地消」するスマートコミュニティを実現するため、2つのシステムを開発すること。

1. 仕様設計システム
2. 電力経営支援システム



研究の位置付けと開発するシステムの社会への適用イメージ

# システムの目的とアプローチ

- スマートコミュニティの仕様設計システム

目的:

RE発電と二次電池の**最適導入規模設計**.

アプローチ:

**過去**の電力需要・RE発電データを用いた二次電池充放電計画策定を行う時間発展シミュレーション.

- スマートコミュニティの電力経営支援システム

目的:

設備導入後の**リアルタイム**な二次電池充放電計画策定・修正計画による**電力経営支援**.

アプローチ:

**予測データ**を用いた時間発展シミュレーション.

1. 電力需要量予測・RE発電量予測に基づく二次電池の充放電計画策定.
2. 予測誤差のフィードバックによる**修正予測**, 充放電量の**修正計画**.

仕様設計シミュレーションに用いるデータ

地域固有のスマートコミュニティ導入目標

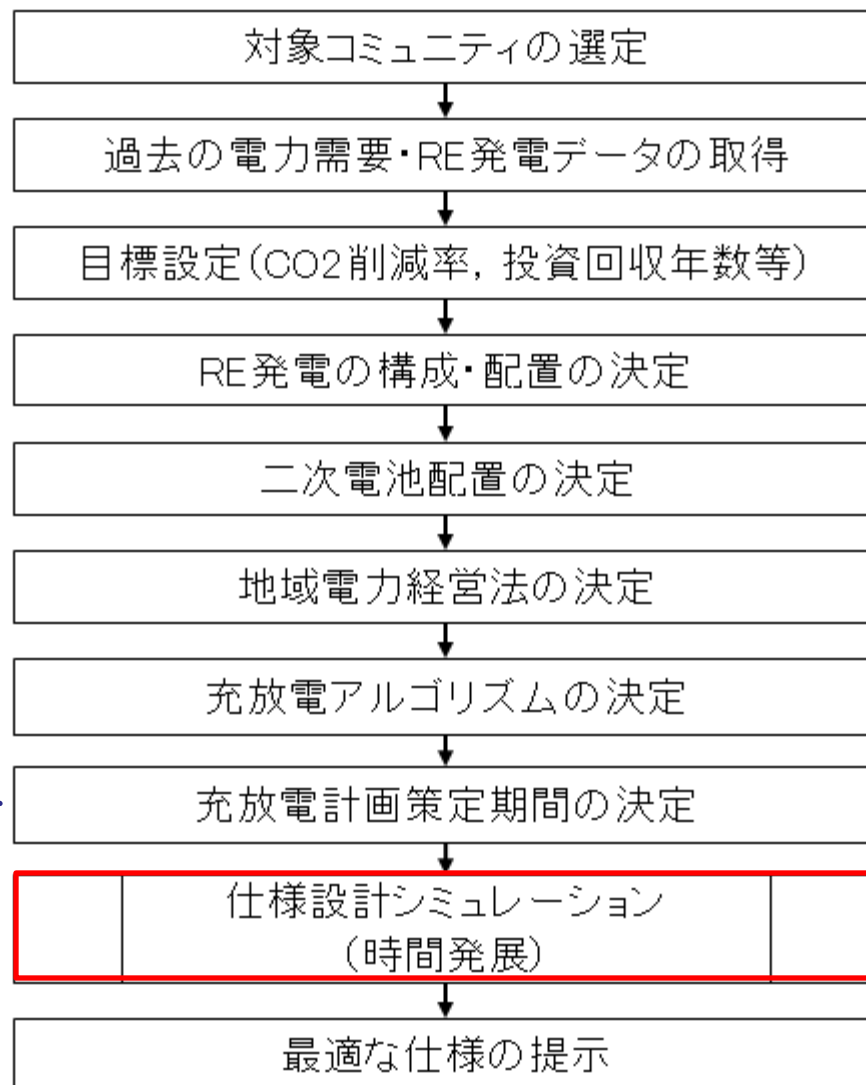
集中配置, 分散配置, ハイブリッド配置

設計の自由度が高い場合は  
最適解探索の変数として利用可能

本研究では1日を30分毎に分けた  
48Stepとする

全仕様ケースについて過去データを用いてシミュレーション

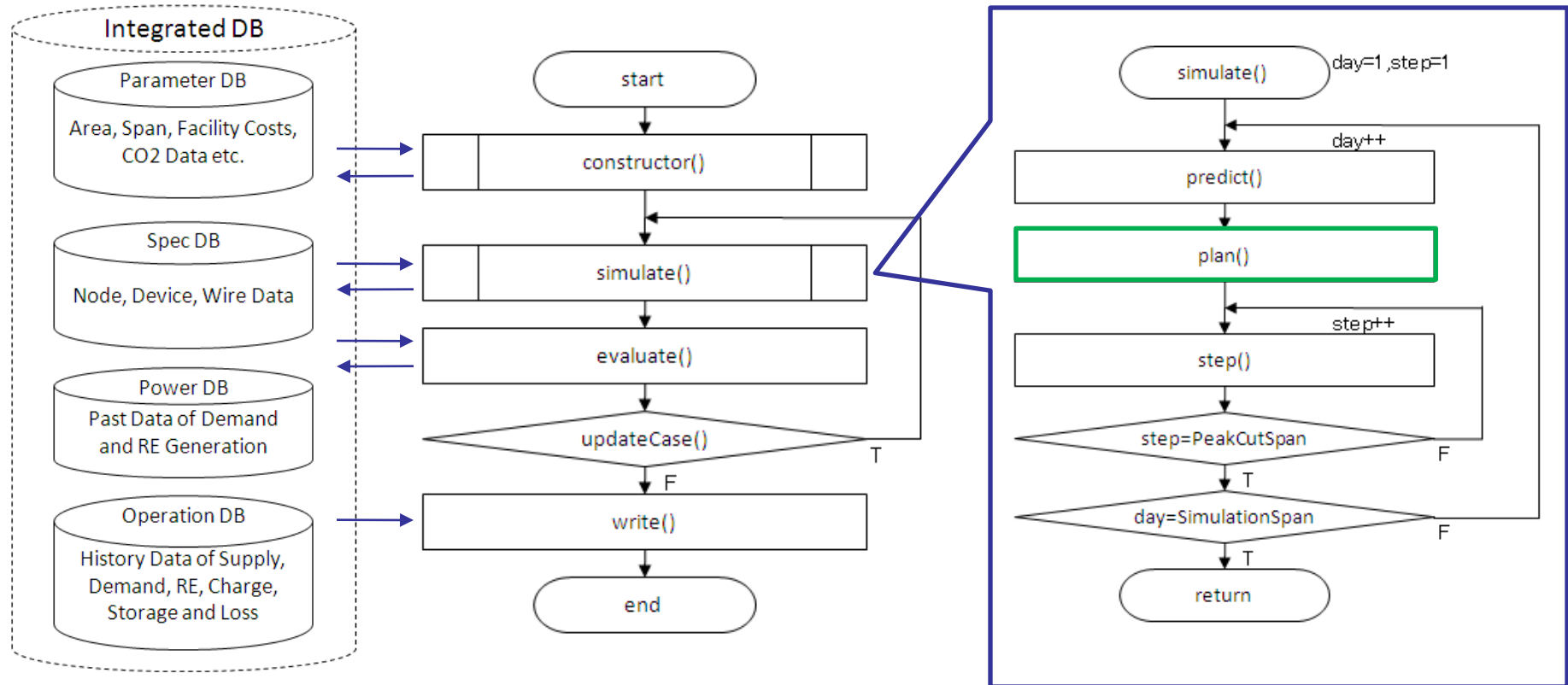
目標を達成する最適なRE発電設備,  
二次電池導入量の決定



仕様設計システムの全体像 [1]

# 仕様設計シミュレーション

統合DB: パラメータDB, 設備仕様DB, 需給関連DB, オペレーションDBの4つのDBから構成。  
データ読込 (predict): 1日の電力需要・RE発電データ(過去データ)を読み込む。  
充放電計画策定 (plan): 多段平滑アルゴリズムを用いて1日の充放電量を定める。  
実行 (step): 発電所から需要家までの電力の流れを再現し, シミュレーション時間を1Step進める。

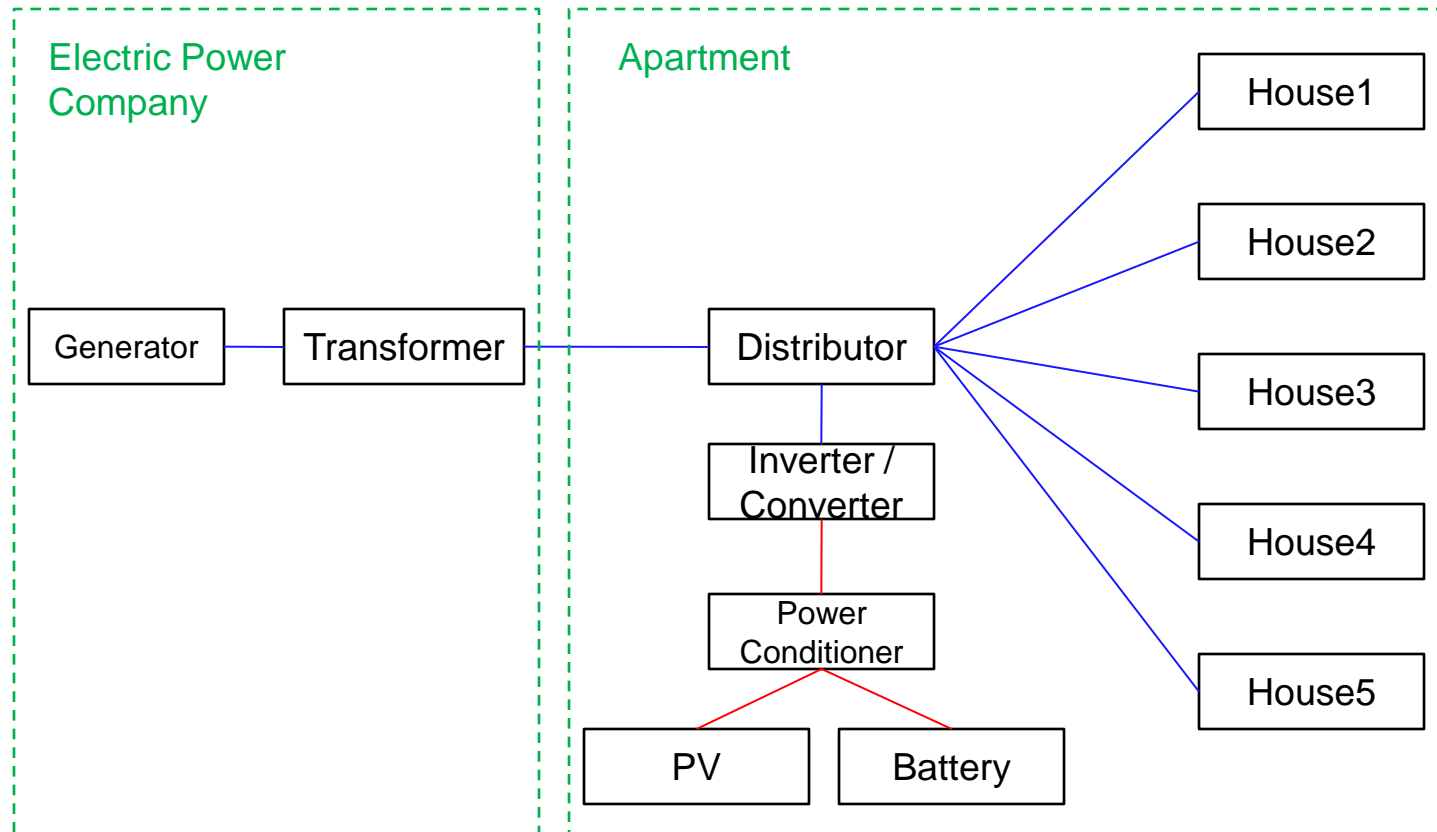


# 仕様設計シミュレーション適用例

## - 前提条件 -

対象コミュニティ	5世帯の集合住宅
需要データ	関東の5軒の実測データ
RE構成・データ	太陽光発電, 東京の気温・日射量より算出
目標	CO2削減率 30%, 期間逆潮流損失量 0kWh
シミュレーション期間	7/21-11/16(119日間)
計画策定期間	4時から翌4時までの24時間
RE配置	集中配置
二次電池配置	集中配置
地域電力経営法	分散管理型経営法
充放電アルゴリズム	多段平滑アルゴリズム
PV導入量	6.7-8.9kWp(需要の30-40%), 0.5kWp刻み
二次電池導入量	0-84.2kWh(平均日需要の0-100%), 5kWh刻み
蓄電量制約	電池容量の30-70%

# 電力系統と機器の配置



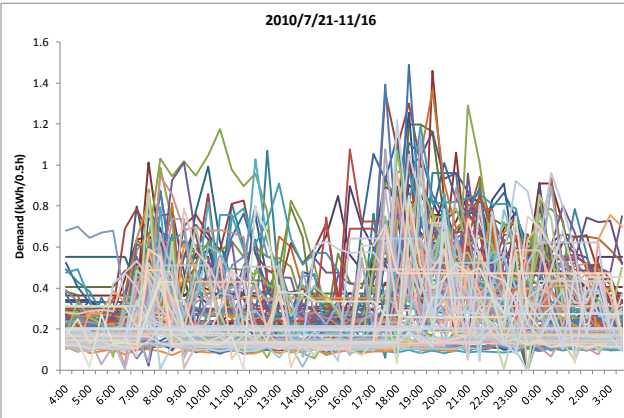
Node

Device

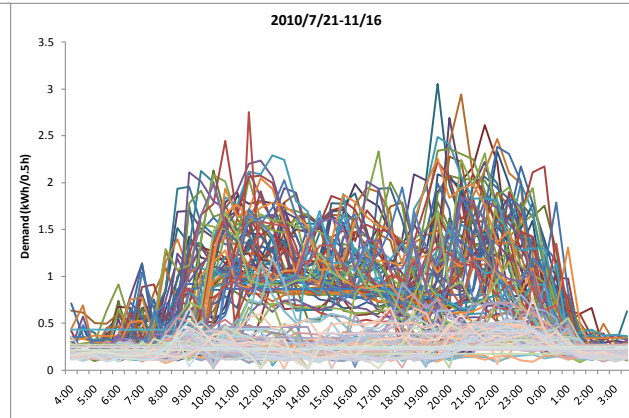
AC } Wire  
DC }

# 時系列電力需要量実測データ

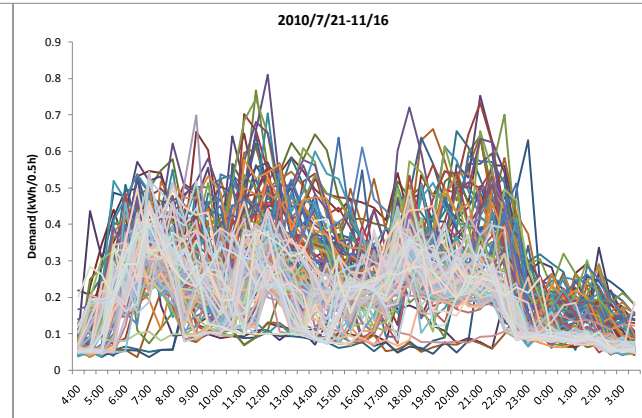
5軒の119日間の時系列電力需要量実測データと  
5軒の需要を足し合わせたコミュニティの時系列電力需要量を示す。  
コミュニティとしてまとめると需要変動が小さくなる。



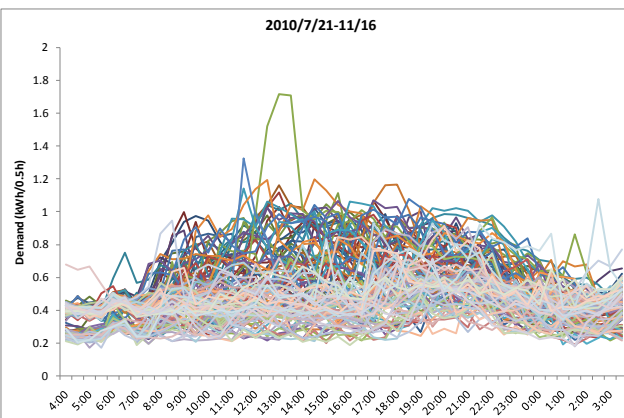
House1



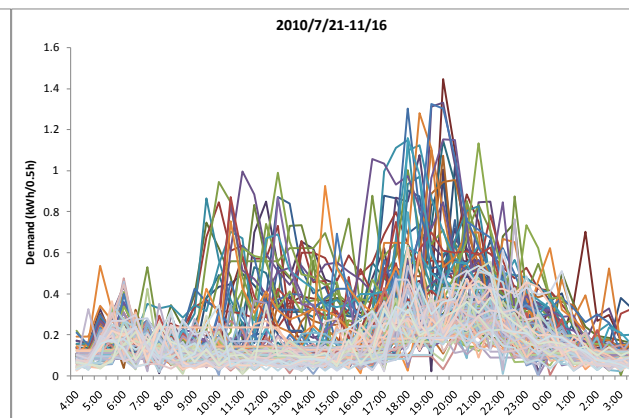
House2



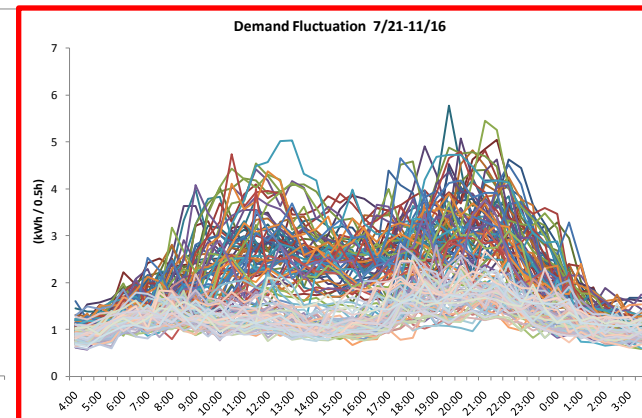
House3



House4



House5



Community

# シミュレーションの結果・仕様評価

1. 全109ケースのシミュレーションの結果について、CO2排出量削減率と逆潮流損失量を評価関数として仕様評価を行う。
2. 最適仕様について、シミュレーション結果の詳細を示す。

# 全ケースのシミュレーション結果と最適仕様の提示

目標:

(1)CO2削減率30%

(2)期間逆潮流損失量が0kWh

最適仕様:

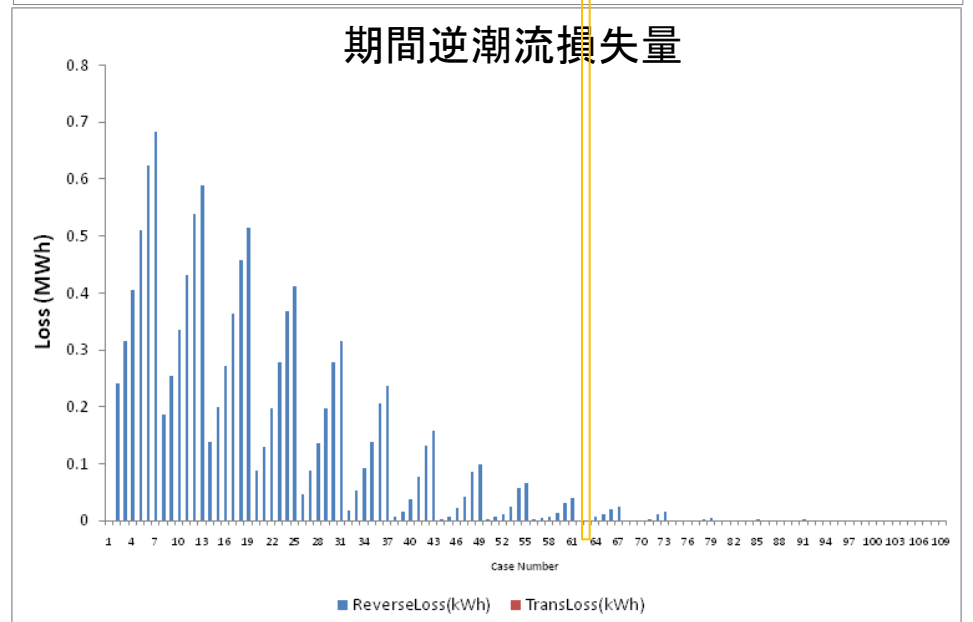
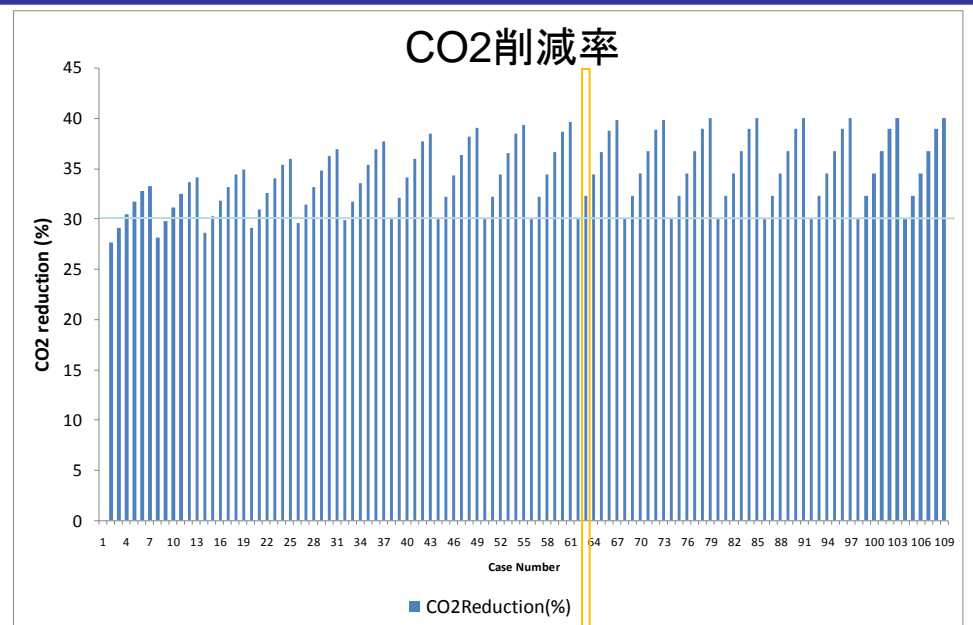
「Case63」

PV 7.2kWp

Battery 50kWh

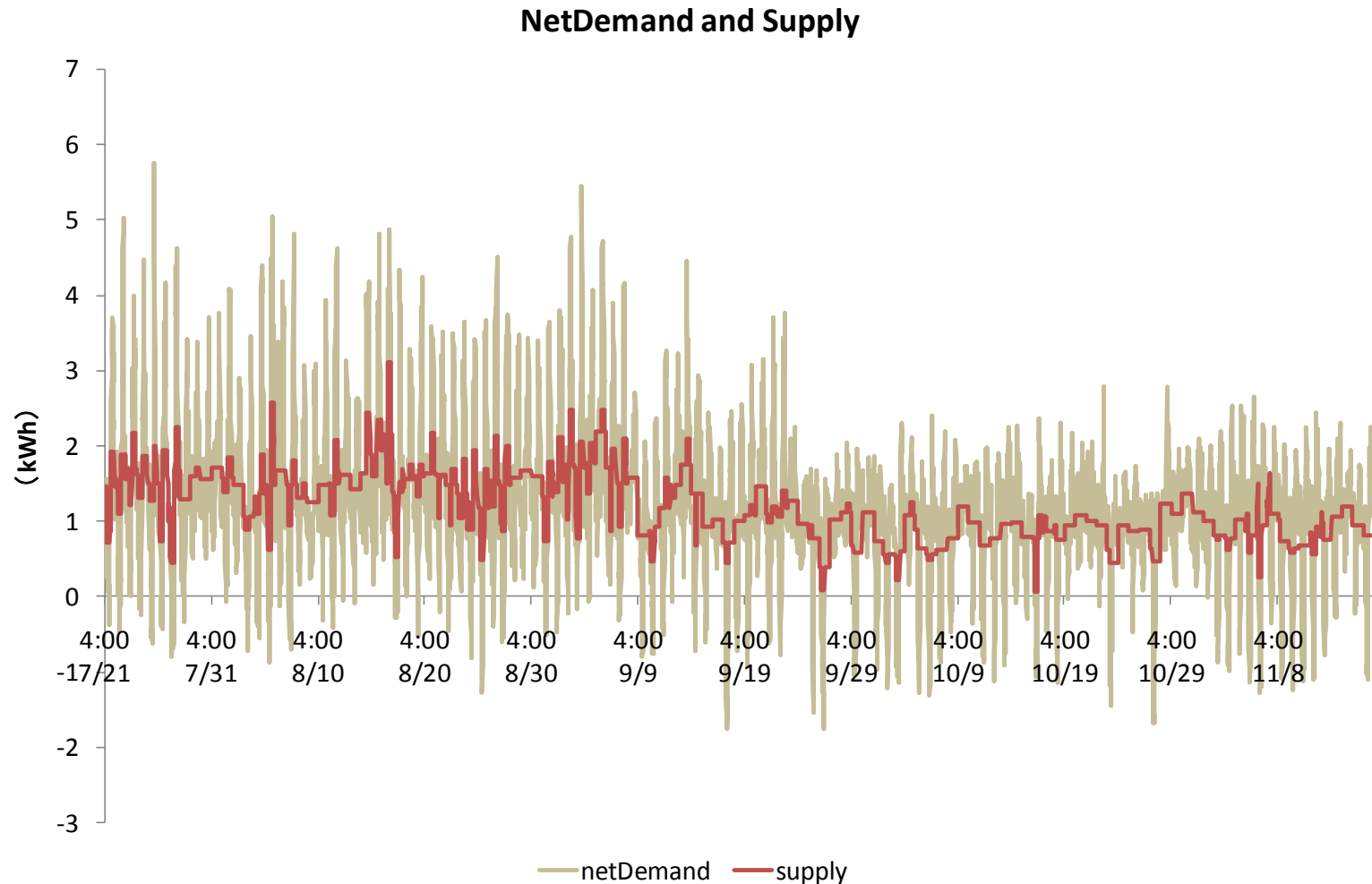
CO2削減率 32.2%

期間逆潮流損失量 0kWh



# 純需要量・系統供給量履歴

119日間の時系列純需要量・時系列系統供給量履歴を示す。  
二次電池が充放電を行うことによって系統供給量が平滑化された。

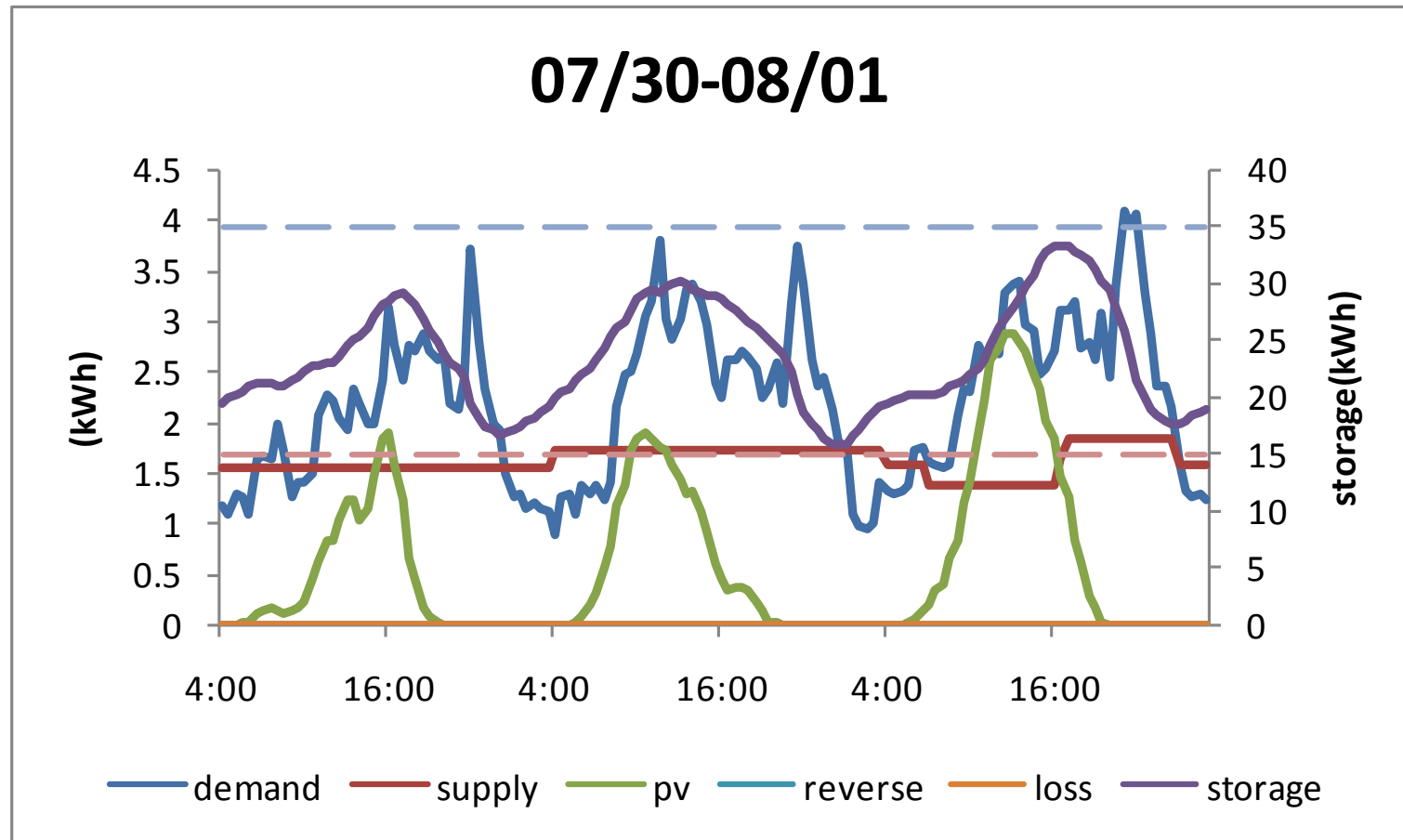


# 各種電力量履歴

3日間の各種時系列電力量履歴を示す。

電力需要を、PV・二次電池・電力システムを利用して満たしている。

1日のサイクルで充放電が行われ、系統供給量が平滑化された。



# 電力経営支援システム適用例

仕様設計シミュレーションで提示した最適仕様(PV7.2kWp, Battery50kWh)の設備が導入されたと仮定し、  
下記2ケースのリアルタイム電力経営支援シミュレーションを行って修正計画法の有効性を検証する。

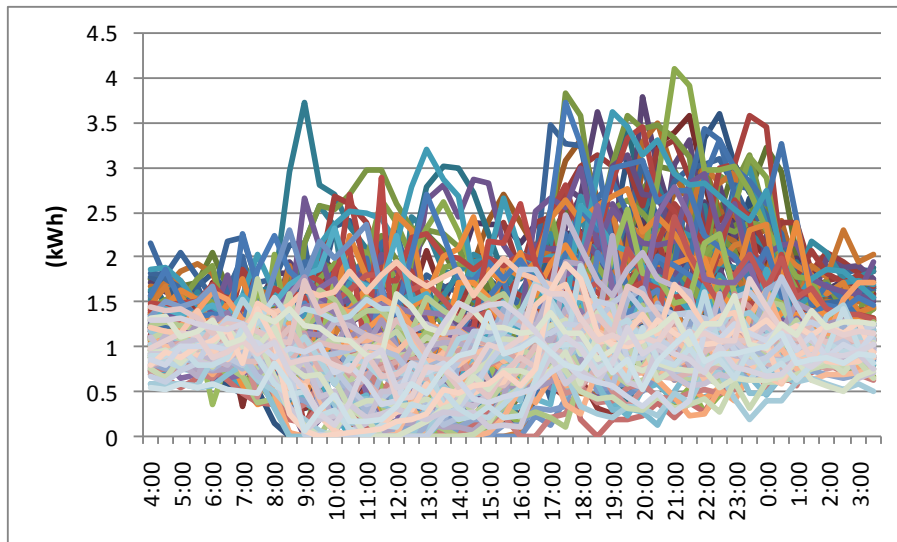
- (1) 修正計画なし
- (2) 修正計画あり

# シミュレーション結果 系統供給量

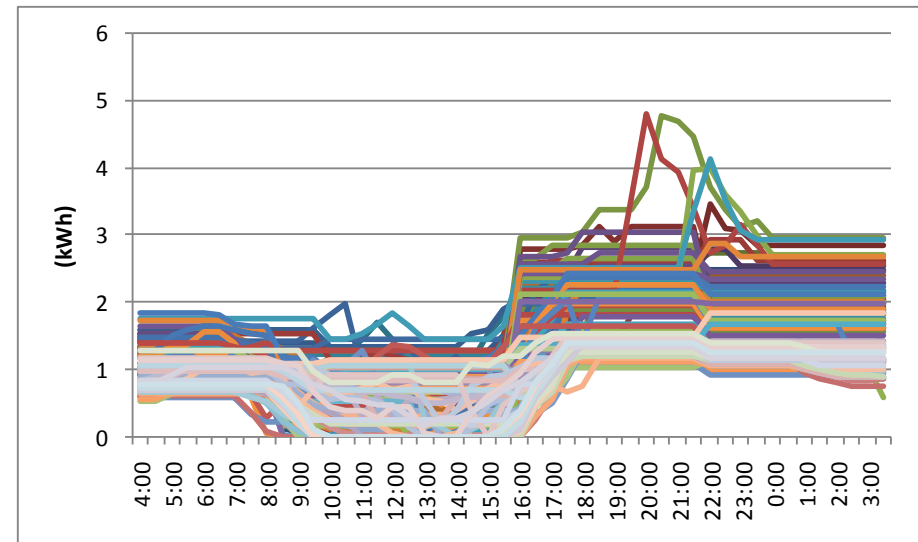
2ケースの119日間の時系列系統供給量履歴を示す。

(1)では、電力系統が予測誤差を吸収したため系統供給量は激しく変動した。

(2)では、二次電池が予測誤差を吸収したため系統供給量は平滑化された。



**(1)修正計画なし**

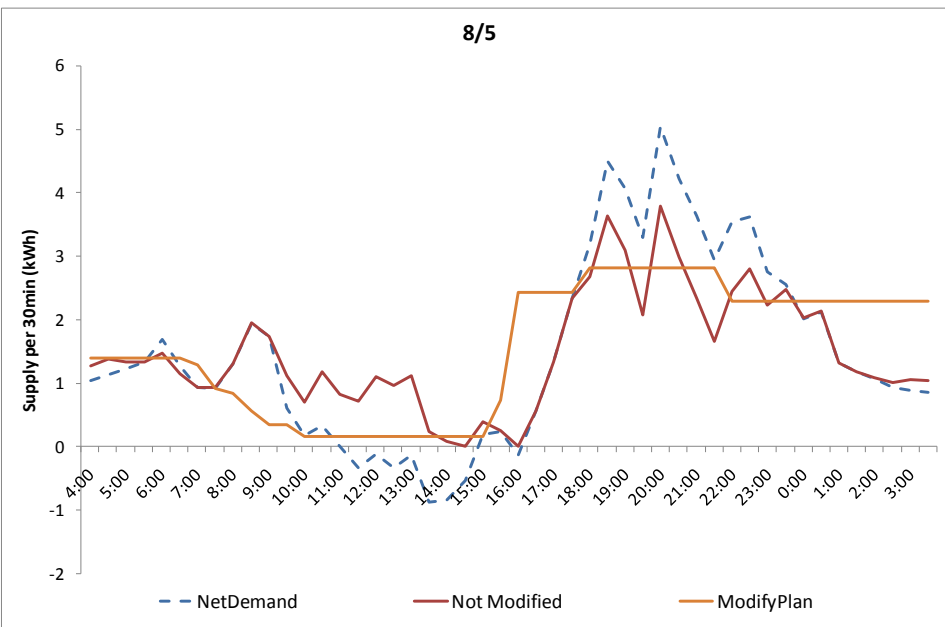


**(2)修正計画あり**

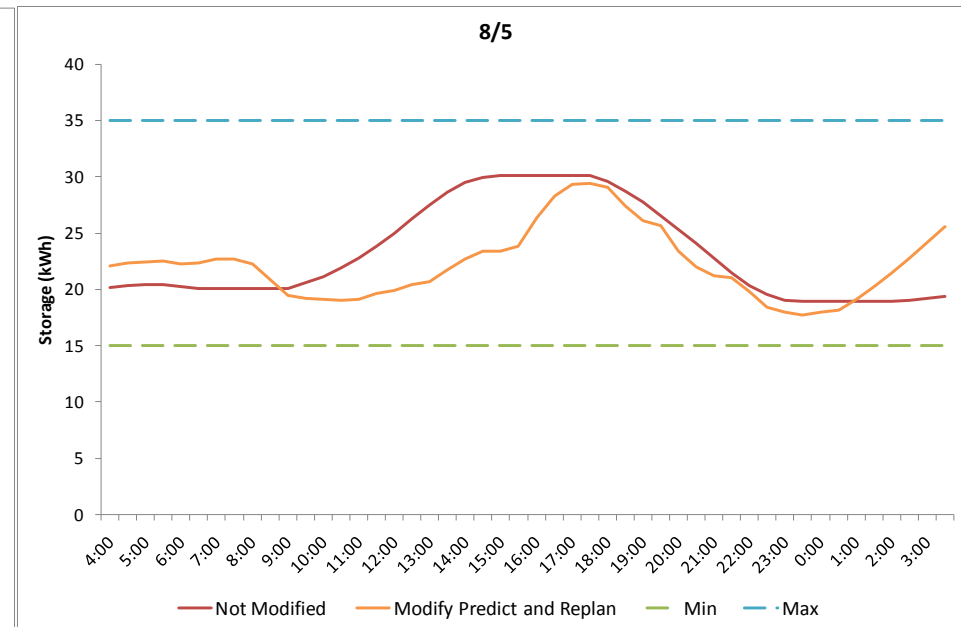
# シミュレーション結果 1日の系統供給量と蓄電量

**修正計画なし(赤)**では、1日のはじめの計画にしたがって充放電を実行したため、予測誤差の影響が系統供給量に現れた。

一方、**修正計画あり(オレンジ)**では、6時間ごとの修正予測・充放電量再計画と毎ステップの修正計画を実行したため、予測誤差を二次電池が吸収し、系統供給量を平滑化できた。



純需要量と2ケースの系統供給量履歴



2ケースの蓄電量履歴

# 結論

1. 過去データを用いた時間発展シミュレーションにより、定置型二次電池とRE発電の最適な導入規模を設計するシステムを開発した。
2. 電力需要とRE発電の過去時系列データを用いた仕様設計シミュレーションを行い、コミュニティの目標に対する最適解としての仕様設計が実現できることを示した。
3. 設備導入後に予測データを用いたリアルタイムな電力経営支援を行うシステムを開発した。
4. 最適仕様における電力経営支援シミュレーションを行い、設備運用上、修正計画法が有効であることを示した。