

# スマートグリッドの シミュレーションによる設計法 (続報)

CSSD-I、II

Computational Social System Dynamics

電力社会システムのシミュレーションによる設計法  
の紹介

2010年6月24日

定置型利用分科会

宮田 秀明

新幹線、アポロ計画のシステムの時代、半導体の要素技術と  
ネットワークの時代を経て、再びシステムの時代へ  
環境システム、社会システムをビジネスへ

1. 新原料材料 material, element innovation
2. 新製法 process innovation
3. 新製品 product innovation
4. 新ビジネス business innovation
5. 新システム systems innovation

1-5を複合したイノベーションが21世紀には大切だろう  
複雑非線形な社会をシステム・イノベーションと

要素技術イノベーションで

日本では、製造業もIT産業も物売り、箱売りが中心で、世界の変化  
に対応できてなくて、このままでは危険。

iPodの製造原価は販売価格の50%、50%のうち2%だけがメーカーの利益、残りの50%アップル

# スマートグリッド・スマートコミュニティを実現する技術

## 発電・蓄電

価格	風力発電機	太陽電池	二次電池
2010	30万円/kw	30~50万円/kw	10万円/kwh
	↓	↓	↓
2015	30万円/kw	20万円/kw	3万円/kwh

米・EU・中・韓・日で激しいシェア争い  
中国のPV生産シェアは2009年に36%  
DRAM, フラットパネルのパターン

## 機器

変換機, 制御器, 送配電網

## ITとソフトウェア

- ・電力消費モニタリング「見える化」システム
- ・電力需要予測システム
- ・天気予報とRE発電予測システム
- ・二次電池を使った電力経営管理システム
- ・智能化電力社会システム(スマートグリッド, スマートコミュニティ-スマートビル, スマートハウス)の設計法

SAP, オラクル, HP, IBM, グーグル, GEなどが環境システム, 社会インフラシステムに戦略的に取り組んでいる。

1. ALL JAPANの取り組みが必要
2. 政府が集中投資して先に先進環境社会システムを実現する。環境特区

## 2010年5月時点での現状(沖縄の例)

1. AEC設立(22年3月19日)EV充電インフラ、レンタカー350台からスタート
2. 沖縄電力・東芝の宮古島マイクログリッド実験  
平成21年度離島独立型系統新エネルギー導入実証事業(NEDO、74億円)  
3%程度のピークカット効果しかないので、継承プロジェクトの実施が望まれる
3. 総務省二次補正予算事業「ネットワーク統合制御システム標準化等推進事業」  
NTTデータ提案がカヌチャベイリゾートを舞台にする(3億円)  
初年度はRE発電も蓄電も行わないので発展が望まれるプロジェクト
4. 沖縄・ハワイスマートグリッド共同研究  
まだ? 米国主導にならないようにしたい
5. 沖縄県、平成21年度ゼロエミッション・アイランド沖縄構想関連調査  
が平成22年4月に終了

EV普及とスマートグリッド社会の二本柱

スマートグリッドには大小多様な規模の地域が候補に挙げられている

大規模島嶼モデル(本島)中規模島嶼モデル(宮古島等)

小規模島嶼モデル(久米島)その他島嶼モデル(伊是名島等)

沖縄では県と経済界が一致してグランドデザインを作成しているのに、国のプロジェクトは縦割りのせいで、バラバラ、全体プランと整合性がなく、このままでは成果が期待できない

## Conceptual Understanding

1. PVが普及すると天候任せの発電量は膨大になるので、スマートグリッド・スマートコミュニティーへの二次電池の導入は必要条件になる。(全量買取、FITはすぐに破綻する)
  2. PHEV/EVが普及してくると車載電池の蓄電量は膨大になる。(1台で1~2日分の家庭需要)  
ガソリンエンジンも高性能な動力機械が駐車場に止まっているが、活用方法はないし効率が発電所より低い。車載二次電池は色々な活用が可能。
  3. リチウムイオン電池の長寿命化が認められてきた。他の電池とは全く異なる特性。電池の社会財化、4Rビジネスが検討されている。
- (日産 & 住商) (米国NREL) (BMWの開発責任者) <sup>5</sup>

# PV普及時の日本の電力需要に対する影響度

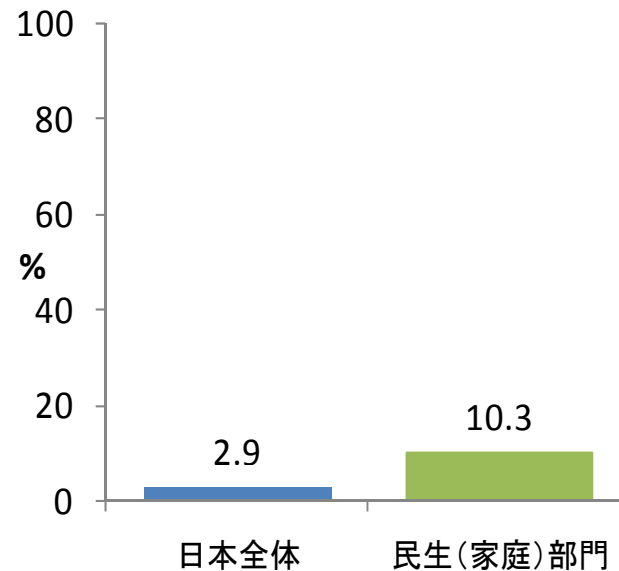
日本7,000万世帯の10%が4kWhのPVを持つとき(経産省目標)、  
PV発電量は日本の民生(家庭)部門の電力需要の10.3%

## 試算の前提条件

- 日本電力需要
    - 日本全体 10,013億kWh/year
    - 民生(家庭)部門 2,850億kWh/year
- ※平成21年度の値

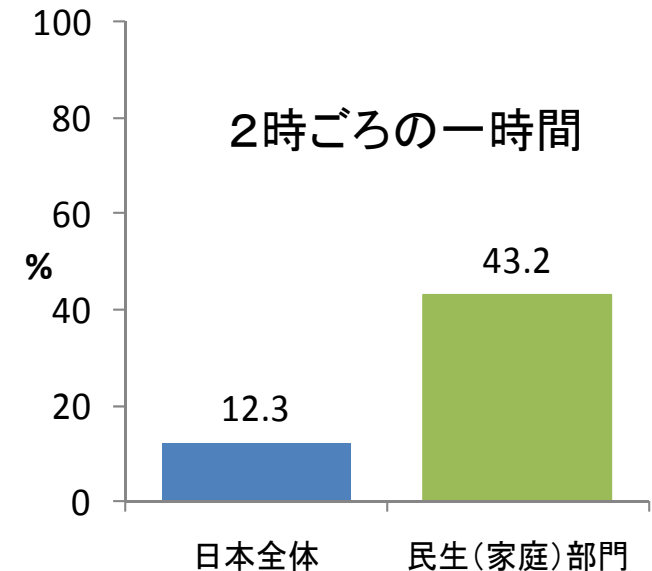
- PV
  - 発電容量 4kW/台
  - 家庭普及率 10%
  - 導入台数 700万台

## PV年間発電量の 年間電力需要に対する割合



PV稼働率 12%

## PV出力最大時発電量の 最大電力需要に対する割合



PV稼働率 80%

負荷率 63%<sup>6</sup>

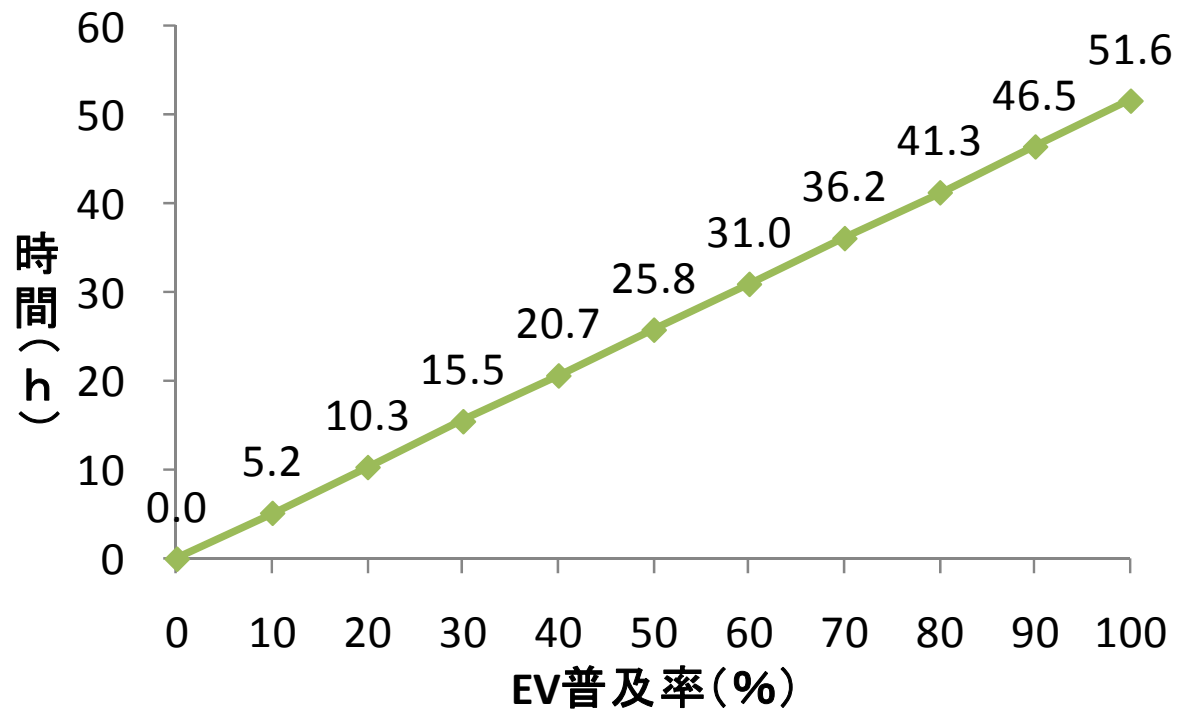
# EV蓄電量の民生部門電力需要に対する影響度

EV普及率20%時のEV蓄電量は、  
日本の民生(家庭)部門の電力需要の10.3時間分である

## 試算の前提条件

- 日本電力需要
  - 民生(家庭)部門  
2,850億kWh/year  
= 325万kWh/hour  
※平成21年度の値
- EV
  - 電池容量  
24kW/台
  - 充電率  
80%
- 日本乗用車数  
7,000万台

## EV蓄電量だけで民生(家庭)部門の電力需要を賄える時間



4. リチウムイオン電池の低価格化(30円/WH)は進むだろう。技術的な進歩、開発競争は国際的に激しさを増すだろう。DRAM/液晶のように大型化も進むだろう。
5. PHEV/EVからのリユース品、定量型専用の低価格品が競合する可能性もある。
6. リチウムイオン電池はNaS電池と違って、集中的に配置することも分散的に配置することもできる。

7. スマートグリッド、スマートコミュニティ、スマートビル、スマートハウスなどのすべてのゼロエミッション化電力システムに利用可能である。
8. これらの知能化電力システムを、RE発電と電池とIT通信を組み合わせ、どのような規模でどのようにに配置し、どのようにに経営するかを最適に設計する技術が求められている。(東大のCSSD、Computational Social System Dynamics、時間発展シミュレーションを使った設計法、経営法が一例である。)

スマートシティー4市のように、EV2000台プラスPV5MWプラス・・・のような足し算で社会システムはデザインできない。社会システムは複雑非線形なシステムであるとの認識が重要。

# コンピューターサイエンスによる設計法の革新

## 1. Design by experiment

自然現象も社会現象も非線形で複雑なシステムである

## 2. Design by analysis

有限要素法→大変形問題(衝突安全ボディー)

## 3. Design by simulation

挙動や性能を予測して設計する。

**ニッポンチャレンジアメリカズカップ(1996~2000)**

超高層ビルでは風による振動振幅をシミュレーションが  
できなければ入札要件を満たさない

- ・ 離散的で時間発展のシミュレーションが主流になっている
- ・ 大規模で生産と消費の両方が時間変動する電力社会システム  
の設計にはシミュレーション技術を使うべきである
- ・ 地域の気候と需要の特性に合わせた  
カスタマイズ設計ができなければならない
- ・ 電力社会システムの設計の優劣が競われるようになるだろう
- ・ 実証実験だけで得られる成果(データ)は限定的になる

CSSD-I

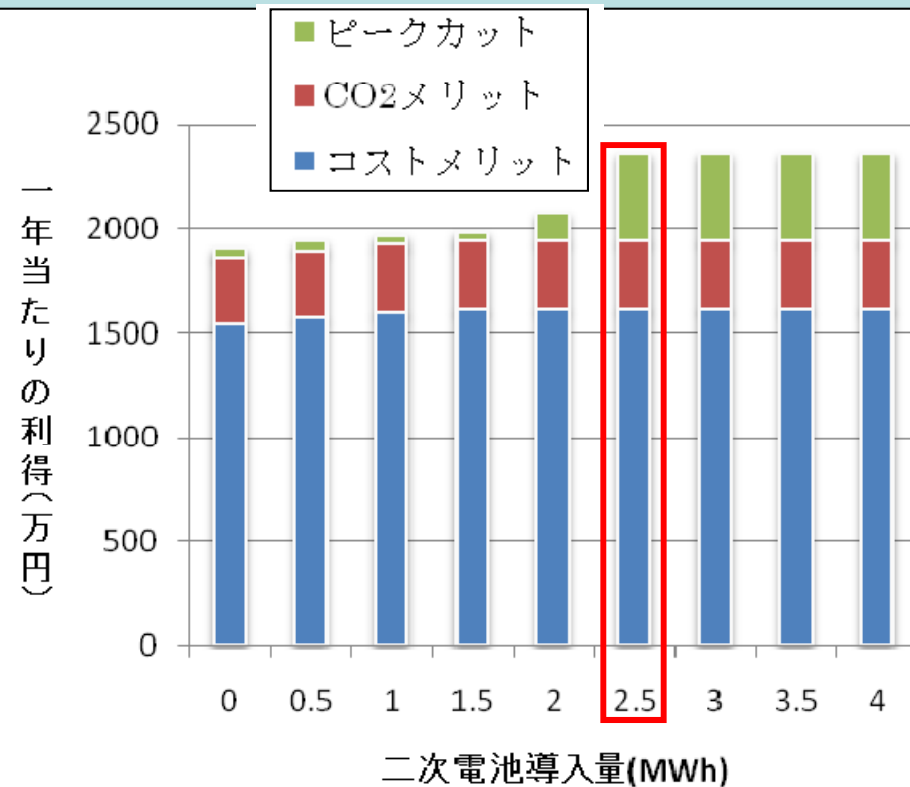
Computational Social System Dynamics

簡易版 2009沖縄コンサルテーションに使用

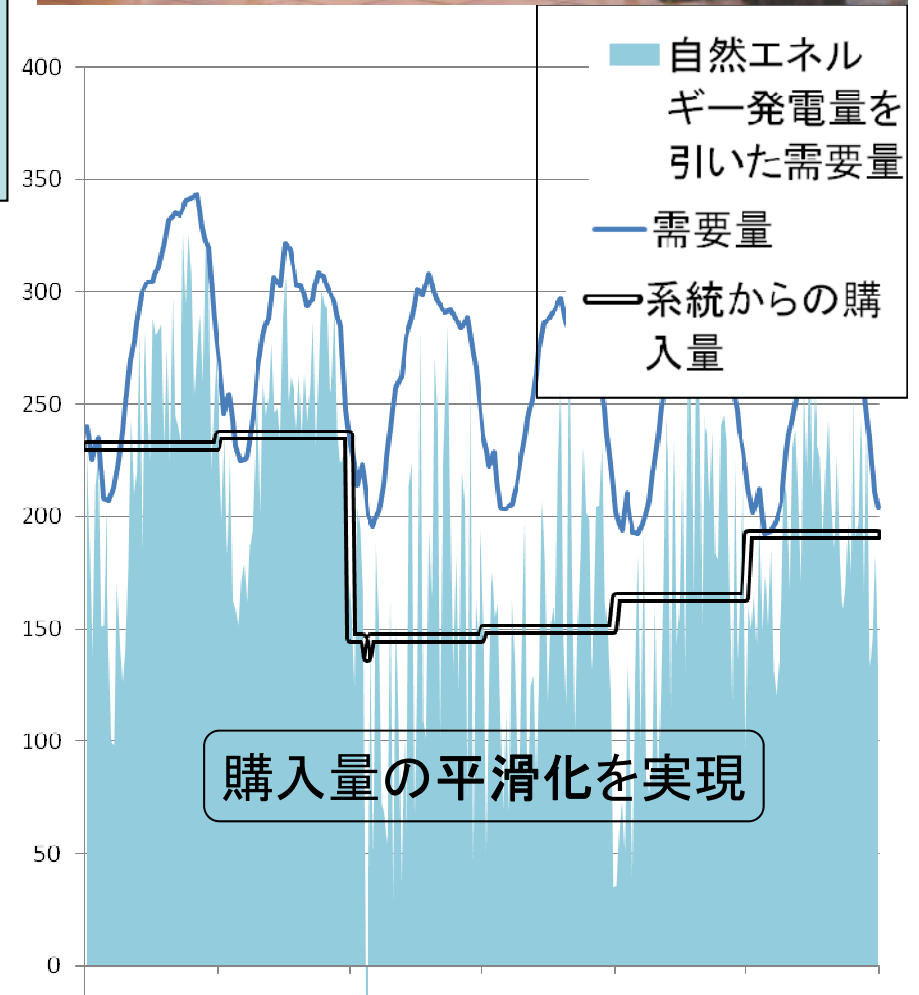
# 沖縄リゾート地プロジェクト カヌチャベイリゾート

- 風力発電30%(0.65MW)=2.1億円
- LIB2.5MWh=0.4億円  
(前提条件:LIBはリユースを想定の15円/Wh,  
風力は現状の32万円/kW)

初期投資回収年数**10.4年**



0分当たりの電力量(kWh)



購入量の平滑化を実現

# 異なるPV発電データを用いた シミュレーションの比較 (速報)

B4 前田 一樹

## シミュレーション方法・前提条件

- 異なる太陽光発電データを用いてシミュレーション

→ 結果を比較

データ A : 天気を乱数で決定した場合の発電パターン

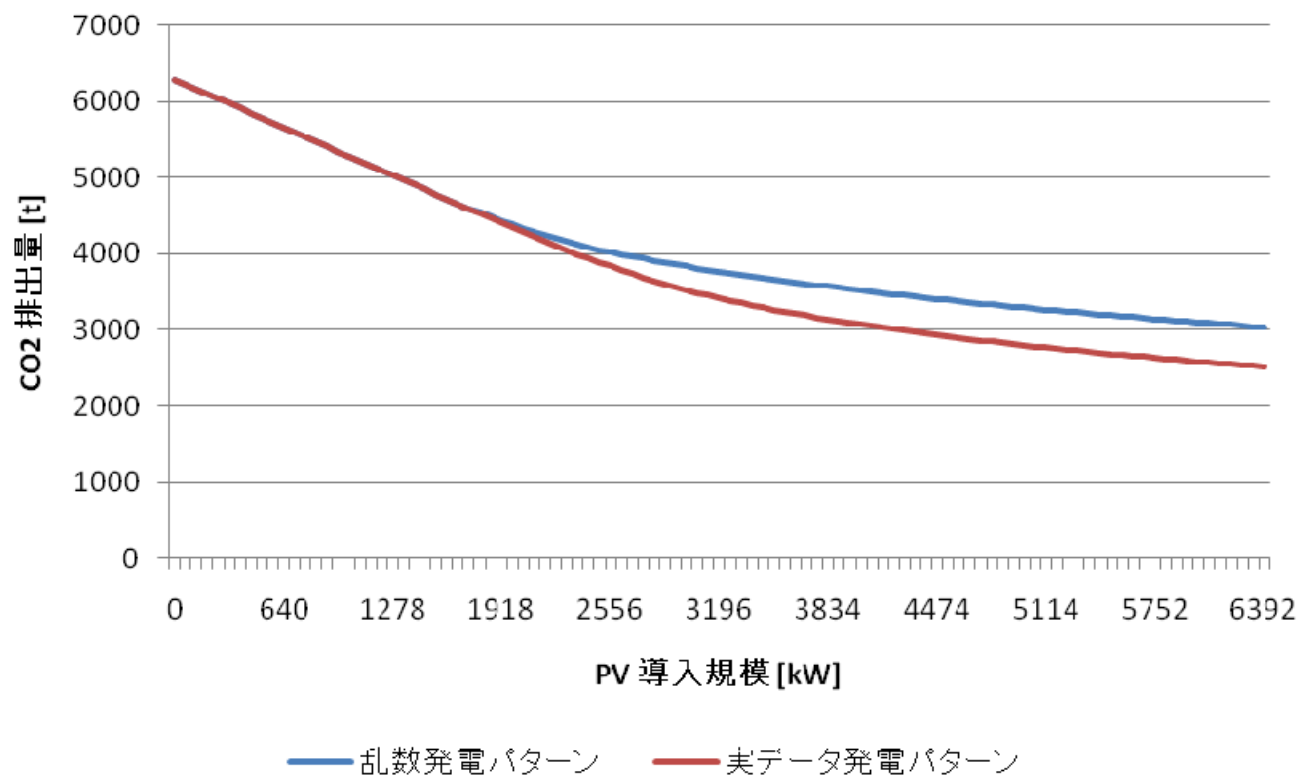
データ B : 実データをもとにした発電パターン

(気象庁 2008年 那覇市 全天日射量データより作成)

- いずれのデータも、設備稼働率は年平均12%
- 風力発電導入量なし

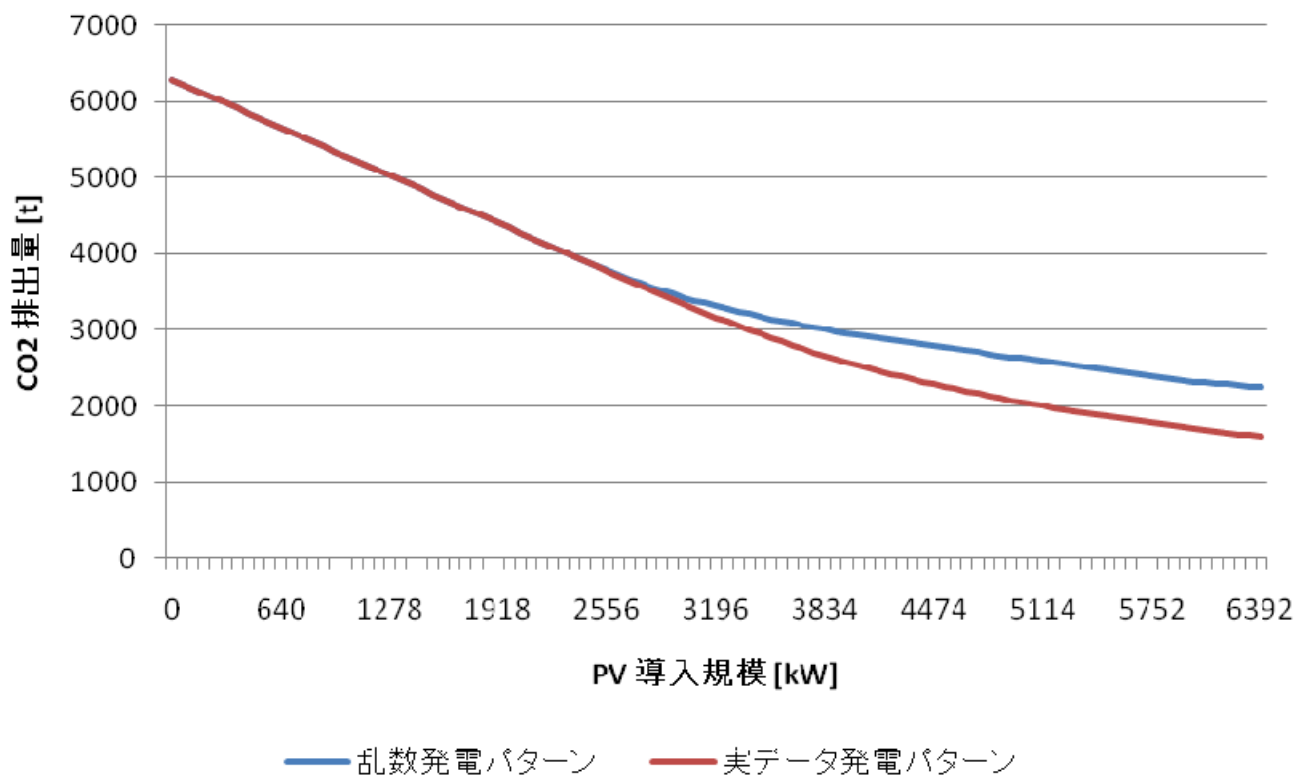
# シミュレーション結果 ① LIB 5MWh 導入ケース

## 発電パターン別CO2 排出量



# シミュレーション結果 ② LIB 10MWh 導入ケース

## 発電パターン別CO2排出量



**CSSD-II**

**Computational Social System Dynamics**

**汎用版 多様で複雑な電力システムに対応する**

# 宮古島CO2削減テストベッド・プロジェクト

## 供給



宮古発電所: 21.5 MW  
宮古第二発電所: 55 MW  
(宮古ガスタービン発電所: 15 MW含む)

## 需要

- 年間需要量 24万MWh

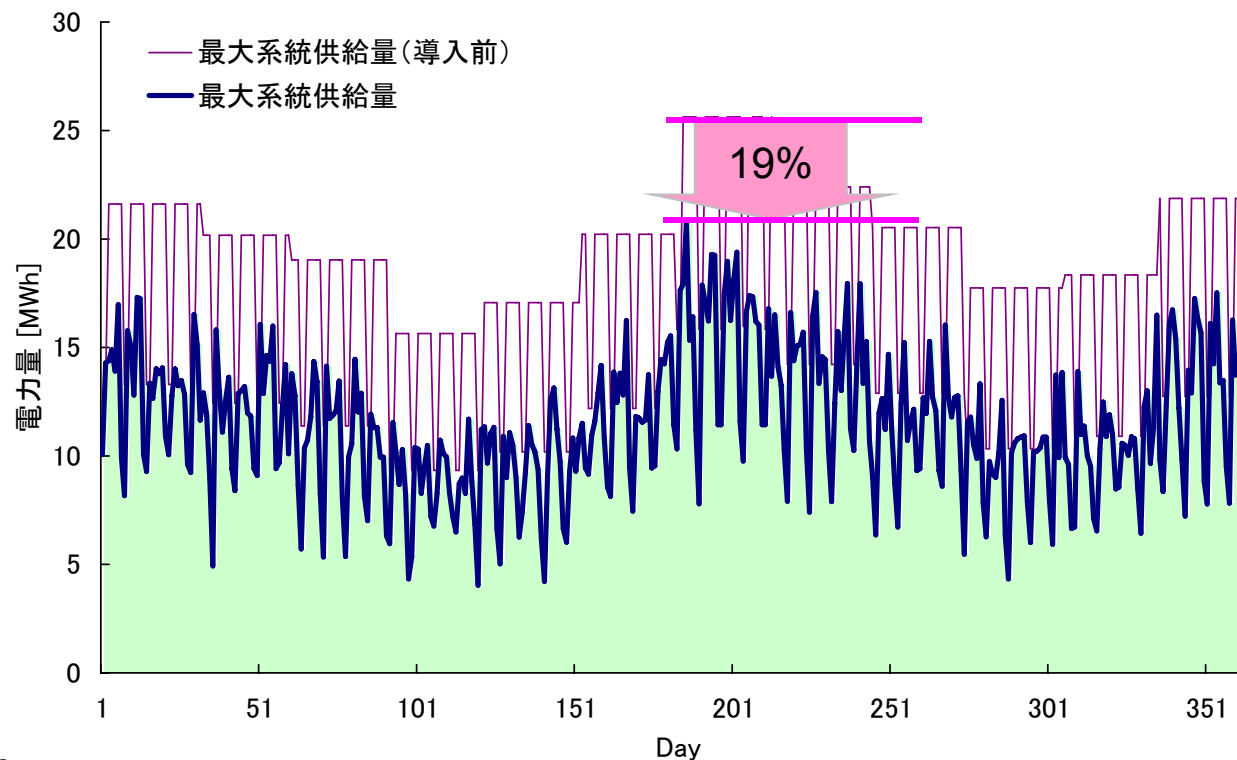
17

シミュレーションによる環境社会システム設計を太陽電池、風車、二次電池を使って行くと、10年間に200-400億円の投資でCO2排出量を20%削減し同時に化石燃料発電設備を20%削減できます。二次電池を使わなければ化石燃料発電設備は現状をキープしなければなりません。

# 宮古島プロジェクトを発展させればCO2排出量を20%削減するとともに化石燃料発電設備を20%削減できます

- 日単位では平均35%に相当する6.2MWh (12.4MW)のピーク削減効果
- 年単位では19%に相当する4.8MWh(9.6MW)のピーク削減効果

## 年間平滑化効果の「見える化」



18

※ 風力発電 :16MW、太陽光発電:16MW、二次電池 :150MWh の場合

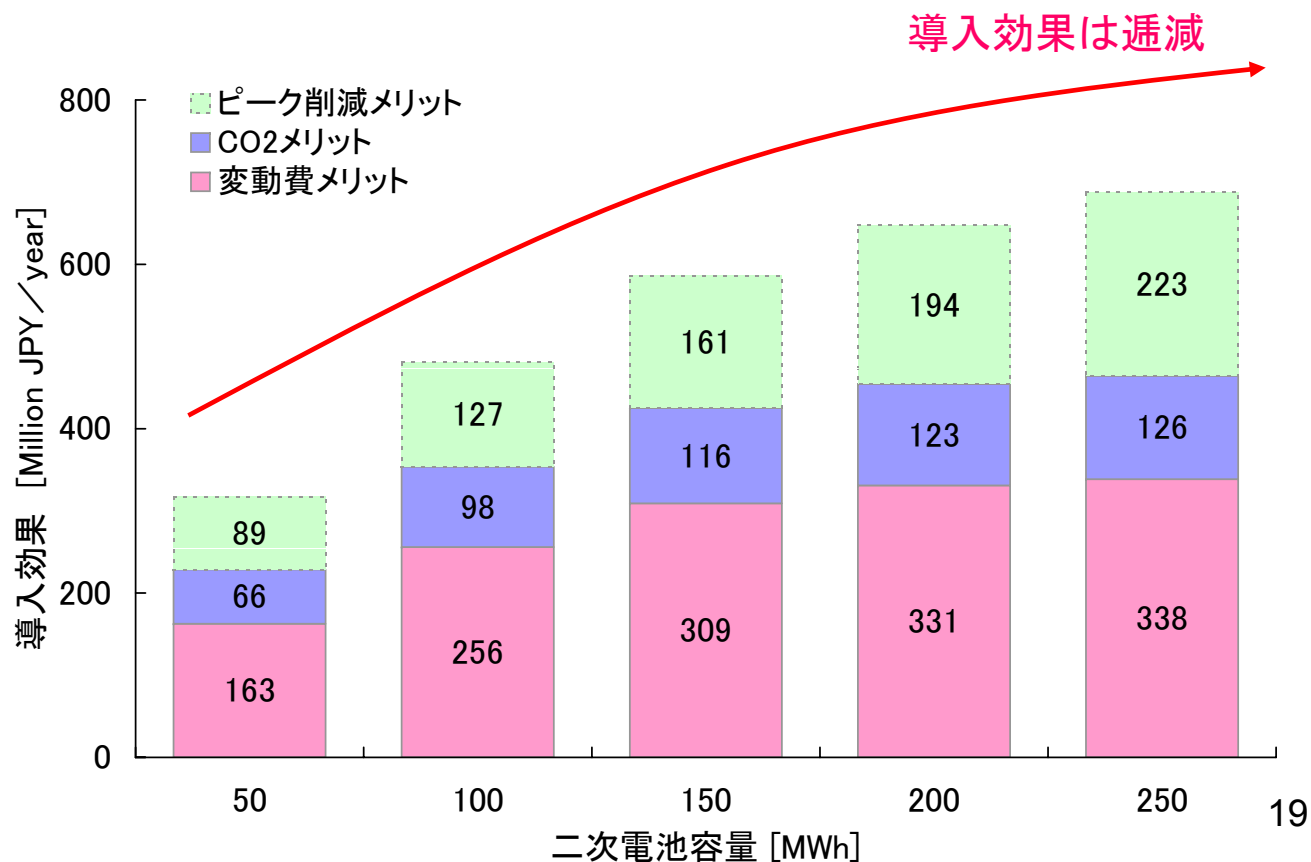
# 集中配置モデルの仕様評価

- 予算制約などを考慮することで、シナリオにおける最適な二次電池導入量を決定することができる

## 二次電池容量の最適化

### 前提

- 火力発電  
設備: 25万円/kW  
耐用年数: 15年
- 風力発電  
導入量: 16MW
- 太陽光発電  
導入量: 16MW



CSSD-II

Computational Social System Dynamics

汎用版 多様で複雑な電力システムに対応する

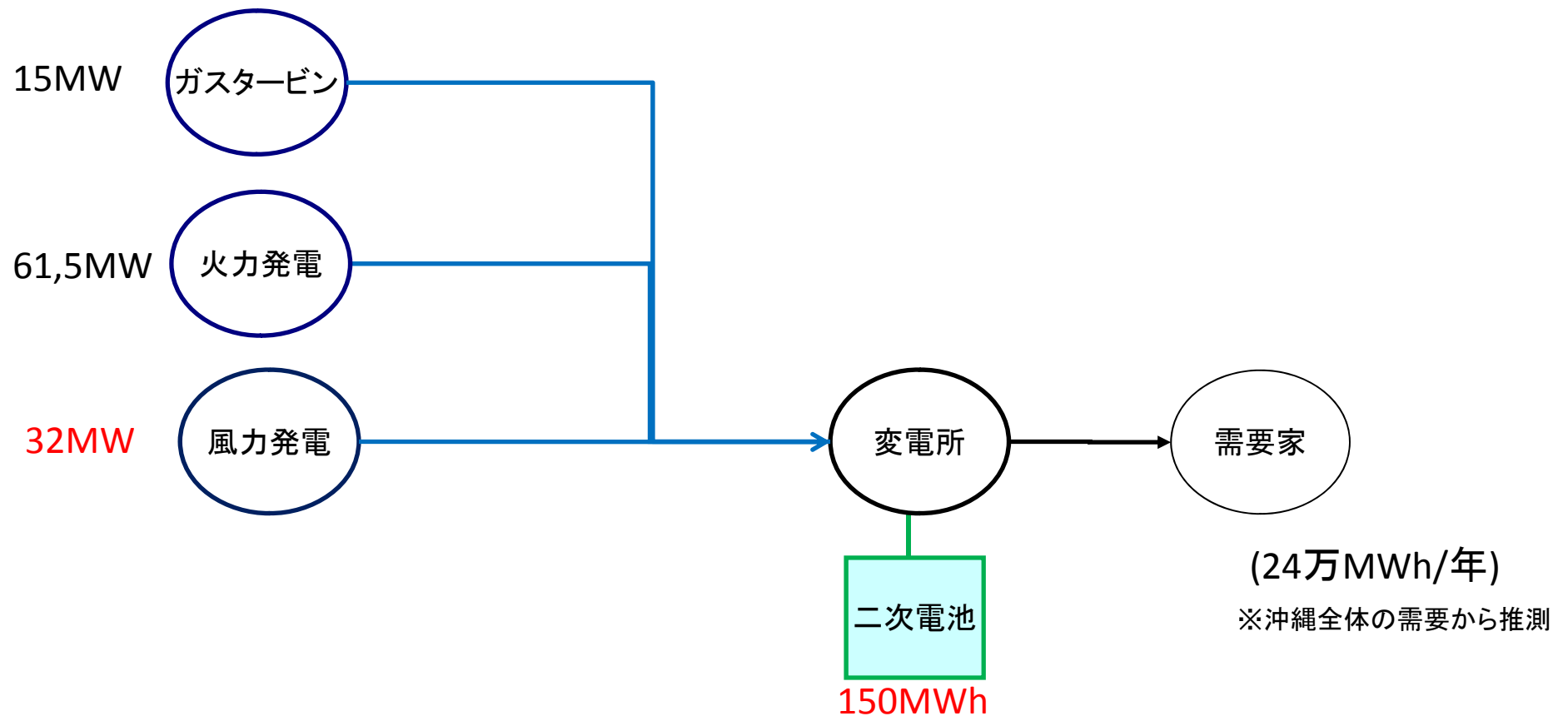
スマートグリッドにおける電池の  
最適配置設計シミュレーション  
(速報)

2010/6/4

渡辺 圭

## 提案ケース6

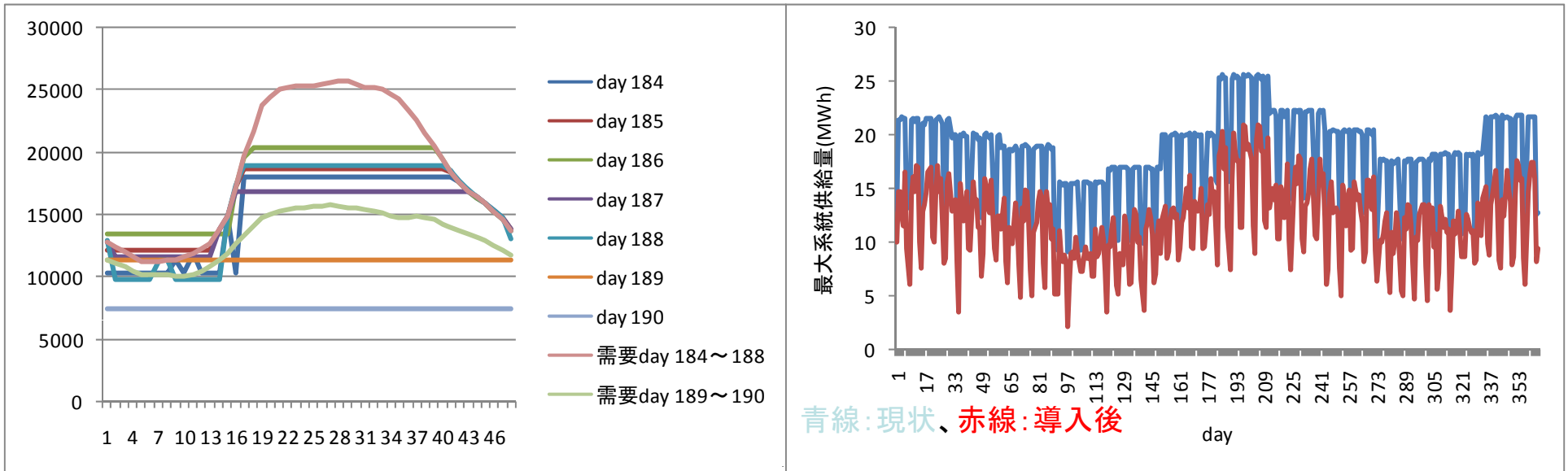
(風力のみ利用、変電所に電池を配置するモデル)



# 提案ケース6

24時間平滑化

ピークカット(18%、平均22%)

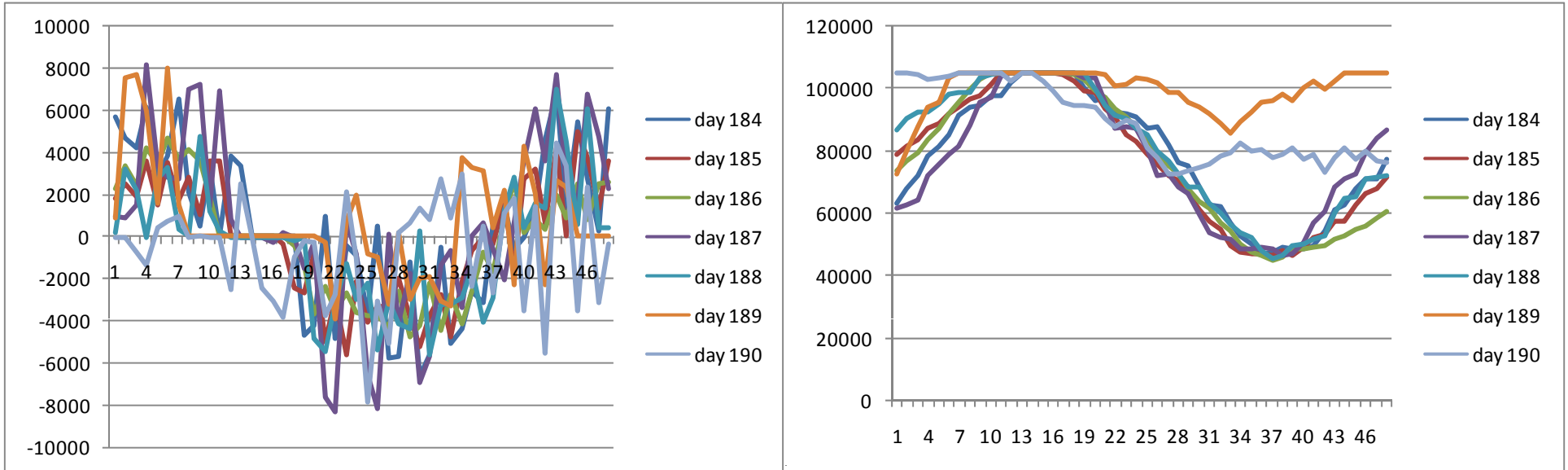


	現状	提案ケース1	提案ケース2	提案ケース3	提案ケース4	提案ケース5	提案ケース6
太陽光発電(MW)	0	20	20	20	20	0	0
風力発電(MW)	4.2	20	20	20	20	32	32
LIB(太陽光) (MWh)	0	150	0	0	75	0	0
LIB(風力)(MWh)	0	0	150	0	75	150	0
LIB(変電所) (MWh)	0	0	0	150	0	0	150 <sup>22</sup>

# 提案ケース6

充放電履歴

SOC履歴



	現状	提案ケース1	提案ケース2	提案ケース3	提案ケース4	提案ケース5	提案ケース6
太陽光発電(MW)	0	20	20	20	20	0	0
風力発電(MW)	4.2	20	20	20	20	32	32
LIB(太陽光) (MWh)	0	150	0	0	75	0	0
LIB(風力)(MWh)	0	0	150	0	75	150	0
LIB(変電所) (MWh)	0	0	0	150	0	0	23150

1. 最適なPVとLIBの組み合わせ導入規模は、需要変動とPV発電の正しいデータを使ってシミュレーションを実行しないと設計できない。
2. 電池の最適配置もシミュレーションしなければ求められない。
3. 集中配置と分散配置とハイブリッド配置の問題も同様の手法を適用していく。
4. 天候と需要の変動は地域ごとに異なるので、カスタマイズ設計が必要(大きなビジネスになるだろう、物販だけ?)
4. 今後は、採算性評価、予測誤差なども考えていく。
5. シミュレーションによるスマートグリッド、スマートコミュニティの設計法を開発・普及させていきたい。  
(CSSD事業化パートナー企業募集中)