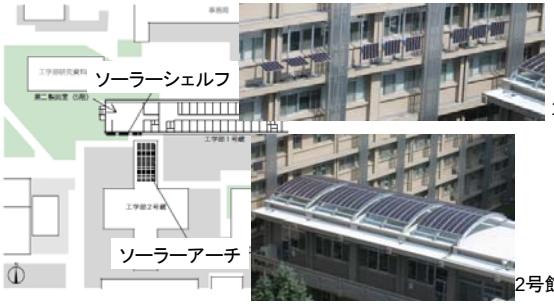
熊本大学黒髪南地区における分散電源の導入とその制御構想

熊本大学　大学院自然科学研究科
情報電気電子工学専攻
准教授　宮　内　　肇

分散電源の導入

熊本大学黒髪南地区への太陽光電池の導入

フィルム型太陽電池　計13kW



1号館5階

2号館屋上

分散電源の導入

熊本大学黒髪南地区への太陽光電池の導入

フィルム型太陽電池

研究棟I南側壁面

従来型太陽電池　50kW

研究実験棟I屋上

エコキャンパス構想

熊本大学エコキャンパス構想（初期イメージ）

図作成：みなまた環境塾　田中昭雄先生

エコキャンパス構想

Kumamoto University

熊本大学エコキャンパス構想

- キャンパスを実験フィールドとしてマイクログリッドのスマート制御手法開発・実証実験
- キャンパス内で省エネルギー実証試験
- キャンパスのCO2排出量見える化の社会実験
- ゼロエミッションキャンパスへの挑戦
- 新エネルギーニーズの掘り起こし

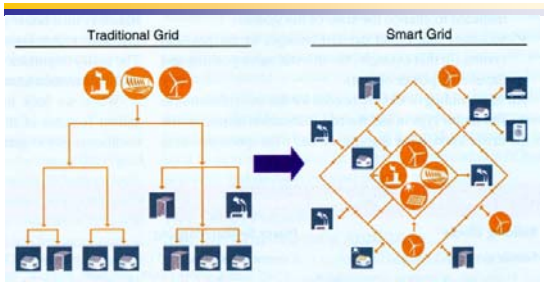
（学生・職員全てが新製品開発者兼モニター）

- 公開新製品アイデアコンテスト等の実施

エコ・エネ研究会第2回講演会
田中昭雄先生「熊本大学のスマートグリッド構想」より

スマートグリッド

Kumamoto University



従来型の系統構成	スマートグリッド
集中的に発電	至るところで発電
電力の流れは一方向	電力の流れはあらゆる方向
電力会社が接続を制御	誰でも系統に接続してよい
ふるまいは予測可能	ふるまいはカオス的

IEEE Power & Energy March/April 2010より

スマートグリッドの定義

Kumamoto University

スマートグリッドの定義

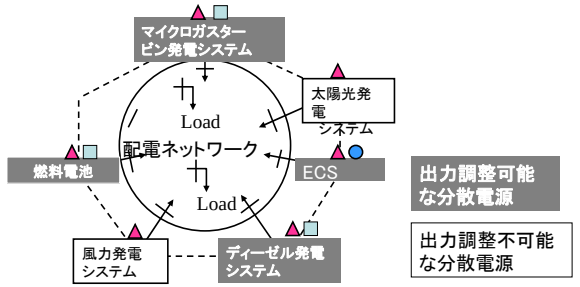
- 配電系のじょう乱に対する自己修復機能をもつ
- 需要側の積極的な需要応答（demand response）
- 現実の、および、サイバー攻撃に対する信頼性
- 21世紀の要求にあった電力品質
- 発電と貯蔵の適合
- 新しい発電、サービス、市場への適合
- 発電設備と運用効率の最適化

（米国エネルギー省による）

新しい制御手法の例

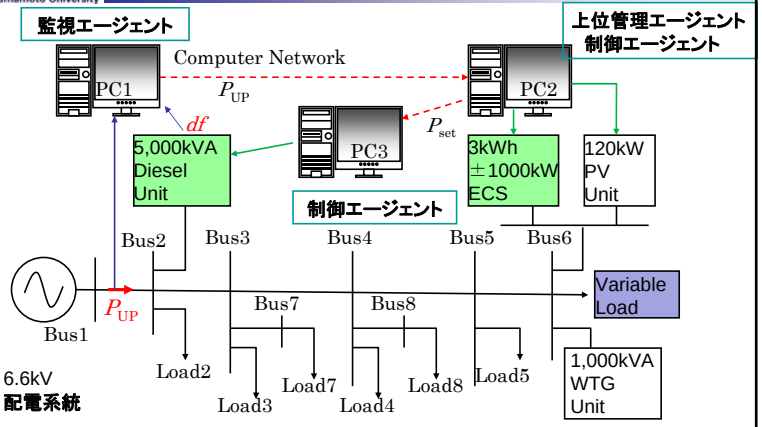
Kumamoto University

マルチエージェントシステム



情報を送信 ↓ ▲：監視エージェント（発電量を観測する）
● ：上位管理エージェント（電力安定化のため系統内の分散電源の発電量を決定する）
発電量を算出 ↓ □：制御エージェント（出力調整を行う）

シミュレーション例（モデル）



東良暢氏（檜山研）修士論文より

シミュレーション例（結果）

Pdiesel (kW)：ディーゼル発電電力

Pecs (kW)：ECS の充放電電力

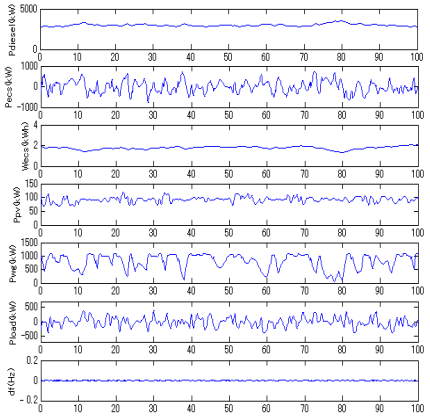
Wecs (kWh)：ECS の貯蔵電力量

Ppv (kW)：太陽光発電電力

Pwg (kW)：風力発電電力

Pload (kW)：変動負荷

df (Hz)：周波数偏差量



東良暢氏（檜山研）修士論文より

なぜ、スマートグリッド？

このスライド以降は私見で、エコ・エネ研究会の意見ではありません

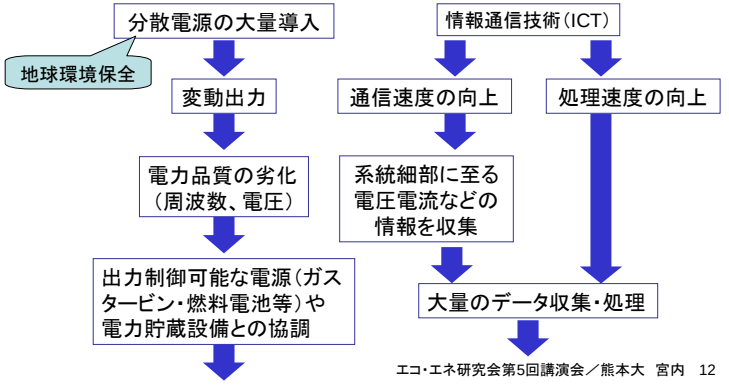
スマートグリッド導入の経緯

- **分散電源の導入** ⬅ 地球環境保全
- ICT（IT）の活用
- 需要増に対する供給力不足
- 送配電設備の老朽化
- 電力品質の劣化
  （周波数、電圧、信頼度）
- 電気料金の徹底した徴収

} 我が国では問題ではないが。。。

システム屋の立場から

電力システムから見たスマートグリッド



何ができる？

出力制御可能な電源・
電力貯蔵設備との協調

大量のデータ収集・処理

情報処理能力の観点からあきらめていた
・系統各部までの情報収集
・小容量電源、さらには、需要そのものの制御
・制御手法

価格弾力性の付与

電力品質の向上（信頼度も含む）
経済性の向上

現在のシステムから

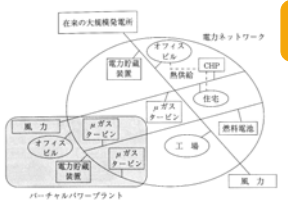
現有システムの存在

全くの新システムの
構築ではない

・現有システムとの整合（物理的、制御手法）
・供給の継続性（“不断”＝“普段”）

課題

「既存システムといかに整合させて
新しいシステムを構築するか」



奈良編著「電力自由化と系統技術」（電気学会）より

熊大エコキャンパスでの課題1

熊本大学黒髪南地区への分散電源の導入

既存の実系統への導入

既存の設備にインパクトのないことが目標

一挙に大量導入することはできない（予算がない）

長期計画のない
段階的導入

計画面からは、
1. 既存の設備や負荷と整合することが必要
2. 分散電源を追加導入する際には、
既導入分散電源設備との整合が必要

一需要家の立場から

一需要家が分散電源を導入する場合

低炭素化　目的　経済性

分散電源のでき得る限りの導入

分散電源の徹底した活用

あるいはエネルギーコスト最小化

分散電源の出力最大化が基本

既存の設備や上位系に影響がないことが建前
本音は今でも負荷変動は上位系へダダ漏れ

対上位系への変動については、
現在の負荷変動以下に抑制制御

一需要家の立場から

Kumamoto University

一需要家が分散電源を導入する場合

低炭素化　目的　経済性

分散電源のでき得る限りの導入

30分毎の契約電力値の監視（デマンド抑制）

分散電源出力の予測・監視が必要

負荷の予測・監視も必要

さらには、負荷制御も可能

熊大エコキャンパスでの課題2

Kumamoto University

熊本大学黒髪南地区への分散電源の導入

既存の実系統への導入ではあるが、一需要家内のできごと

既存の設備、上位系統にインパクトのないことが目標

制御面からは、
3. 基本的には、変動電源の出力は最大限利用し、
　その上で上位系へは現在の負荷変動レベル以下に抑制
4. 分散電源出力・負荷の予測・監視により、
　30分間電力量の監視・制御（デマンド抑制）
(5)負荷制御

大学は教育の場－課題3

Kumamoto University

熊本大学黒髪南地区への分散電源の導入

学生への啓蒙　目的　低炭素化・経済性

エネルギーに興味のない学生も。。。

キャンパスで電気を作ってるんだ

意識の植え付け

電気を作るってたいへんなんだ

分散電源出力や負荷の情報収集

こんなにCO2を出しているんだ

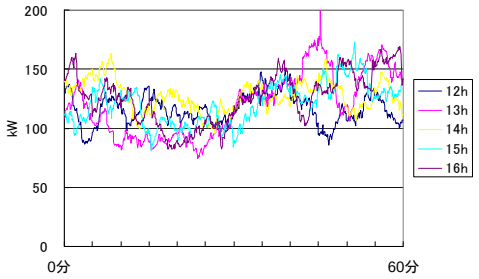
6.「見える化」計画

学内Webでの情報提示
表示装置の設置（学生ロビーなど）

学内電力需要測定の例

Kumamoto University

2005年7月19日(火)、総合研究棟空調動力負荷



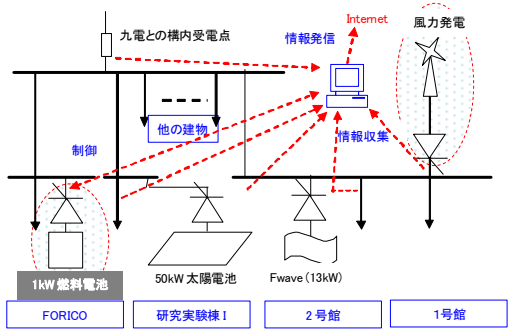
5秒毎の空調動力負荷

測定当時は、このデータを
情報・電気系のWebで開示

黒髪南地区での実験設備

Kumamoto University

熊本大学黒髪南地区の2010年度初の構成



熊本大学での実証試験

Kumamoto University

多くの事業者（大規模需要家）の場合・・・
・ スマートグリッドを新しく構築するものではない
・ 経済的メリット、社会的要請から分散電源の導入を図る

↓

本学で実証すべきなのは、
「一需要家として
いかに既存のシステムと適合しつつ、
分散電源の段階的導入を図るか」　ではないか。

先進的なスマートグリッドの検討も必要。
しかし、実証の観点から！

↓

負荷、既設分散電源との整合
経済性の追求

熊大実証試験の課題（まとめ）

Kumamoto University

既存システムとの整合　　需要家としての経済性

↓　↓

1. 既存の設備や負荷との整合（負荷供給電圧の制御も含む）
2. 分散電源の順次追加導入時に既設分散電源との整合
3. 基本的な運用制御法は、変動電源出力を最大限利用。
   その上で上位系とは現在の負荷変動レベル以下に抑制
4. 分散電源出力・負荷の予測・監視により、
   30分間電力量の監視・制御（デマンド抑制）

(5)負荷制御

6.「見える化」計画

これらの逐次解決を図る

↑

教育の場

最後に

Kumamoto University

熊本大学黒髪南地区への分散電源の導入

↓

一需要家が苦悩しつつも、社会的要請に応え、
分散電源を順次拡充していく過程の実証試験

↓

教職員・学生も巻き込んだ、社会の一つの縮図としての
社会実験

↓

本学だけでなく、産学官多くの方のお知恵とご支援、
そして、ご批判・ご叱責をお願い致します