

平成21年度B部門大会
2009年8月18日

東大における ユビキタスパワーネットワークの研究

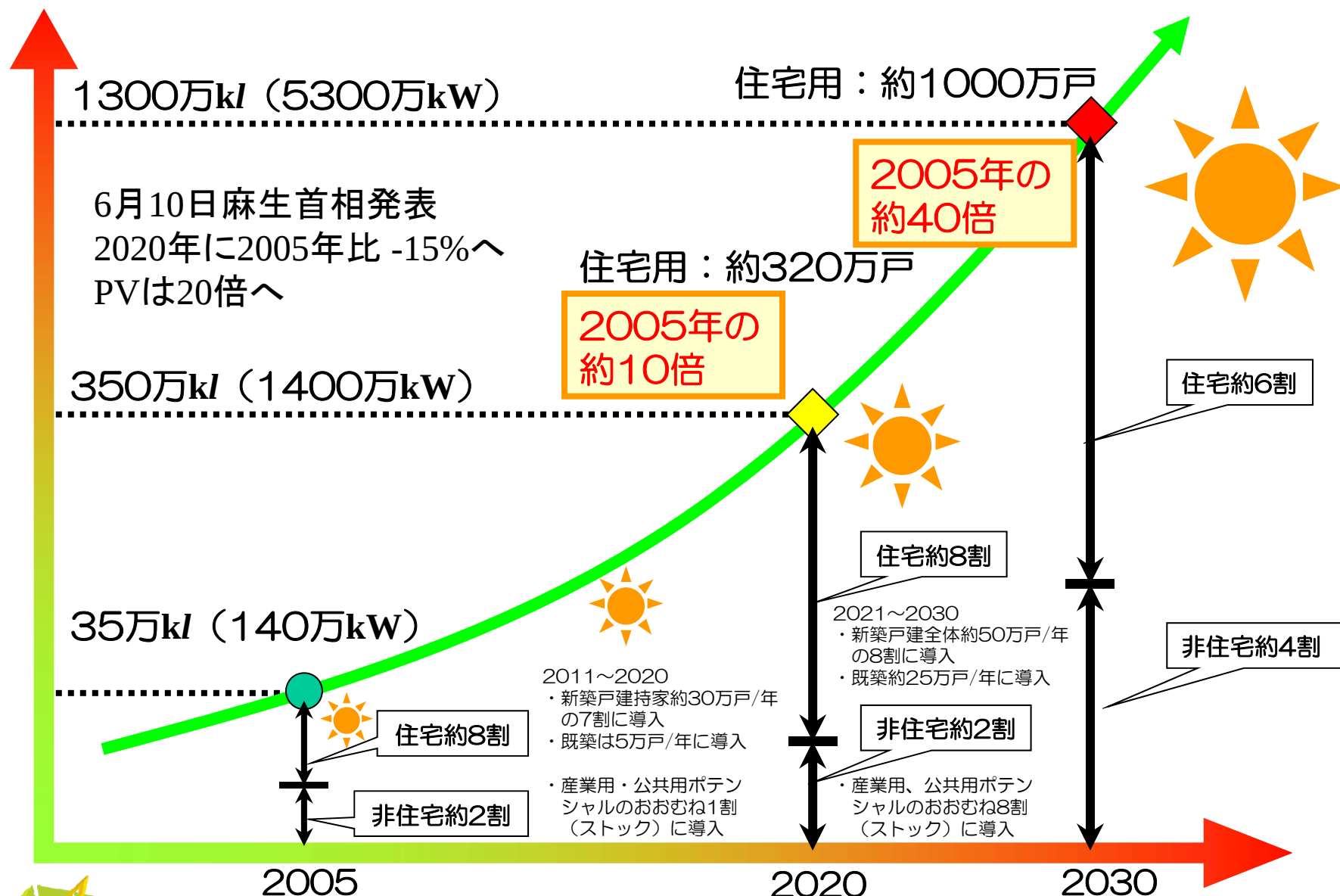
谷口 治人

東京大学大学院 工学系研究科

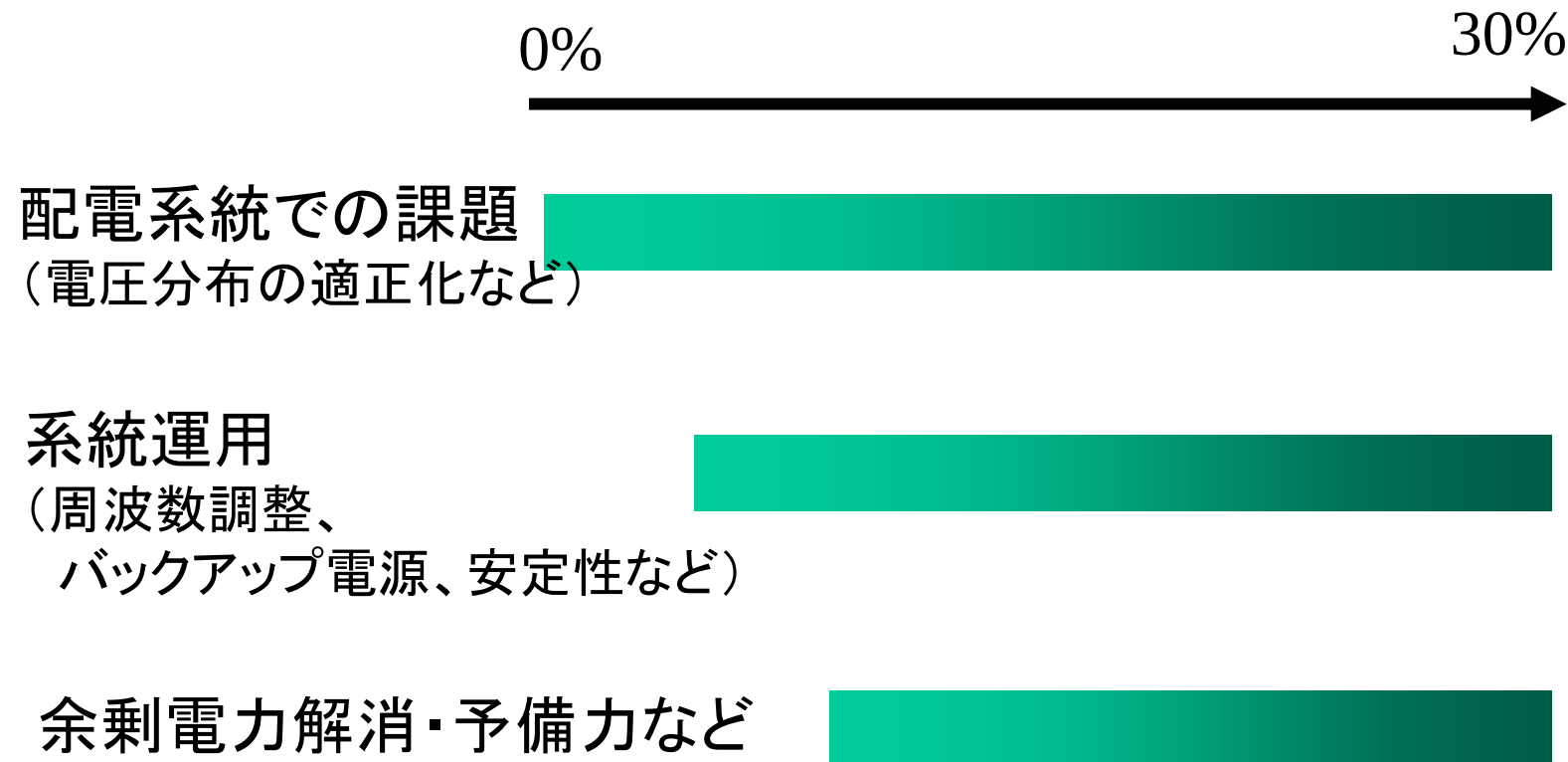
先端電力エネルギー・環境技術教育研究センター

Center for Advanced Power & Environmental Technology
(APET)

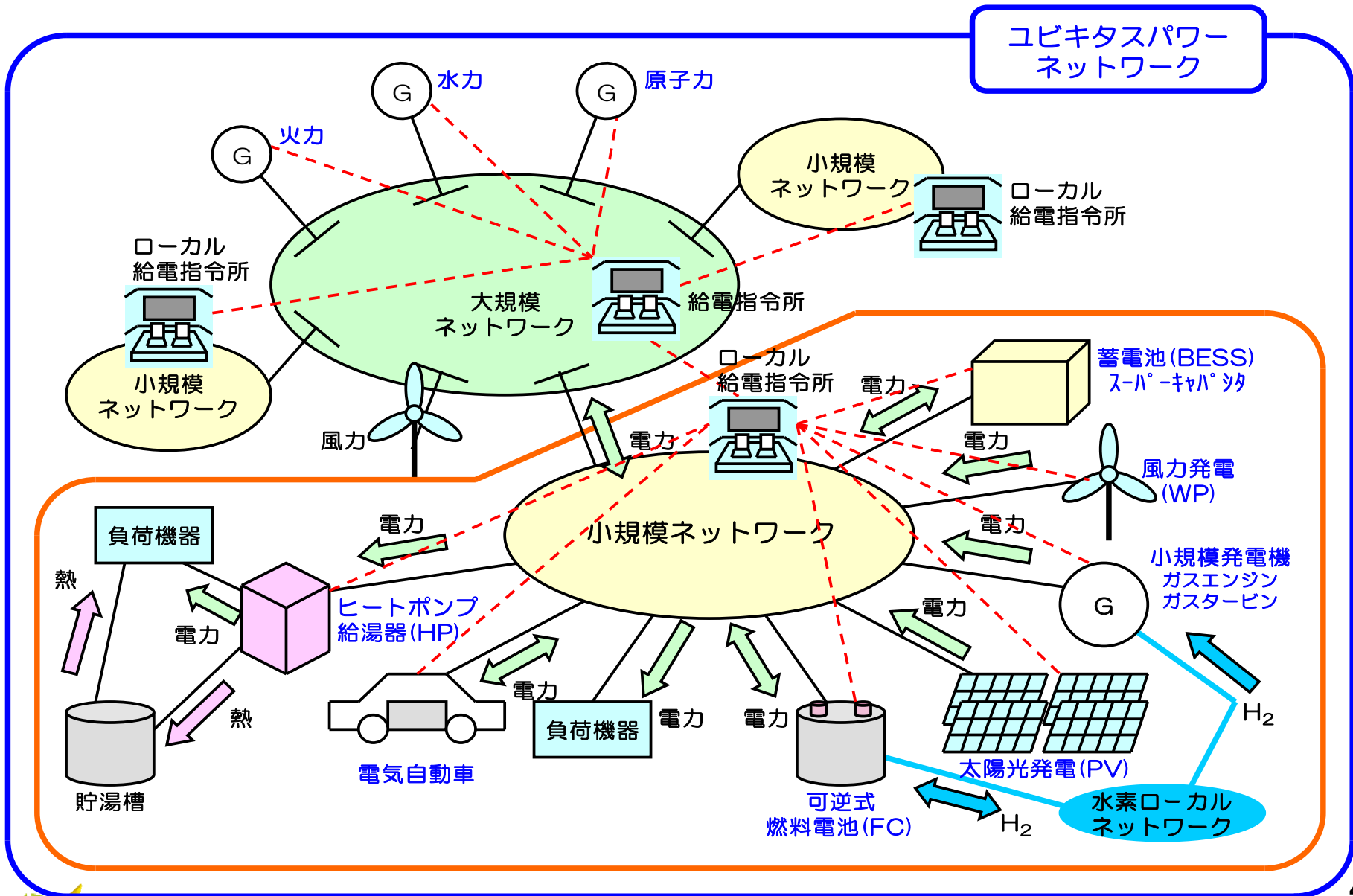
➤ 背景：太陽光発電の導入シナリオ（最大導入ケース）



➤ 背景：導入量に応じた課題の顕在化
(主として太陽光)



ユビキタスパワーネットワークの概念図



➤ ユビキタスパワーネットワークの提案コンセプト

■ なんでも……電源や蓄電・蓄熱装置の種類と量を問わないこと

- 既存の大規模電源（火力，水力，原子力）
- 分散型電源（太陽光発電，風力発電，燃料電池ほか）
- 電気自動車，定置形蓄電池，ヒートポンプ式給湯器ほか

■ どこでも……ネットワークのどこにでも電源や蓄積装置を接続できること

- ネットワークの中央／末端の違いや，電圧階級などを選ばずに，分散型電源や，蓄電・蓄熱機器を接続できる

■ いつでも……自然現象や使用状態の不確定性の影響を受けにくいこと

- 日射量や風量の変動の影響を受けにくい
- 電気自動車の充放電状態や，給湯使用状態にも対応，プラグ&プレイ

■ インテリジェント&インタラクティブ

……電力系統へICT技術を一層活用すること

- 大規模ネットワークと，分散型電源・蓄積装置との，万全な協調
- 事業者～消費者の電源・機器を含む双方向情報通信ネットワーク



ユビキタスパワーネットワークの定義（目的と手段）

目的

- 地球温暖化防止 (CO₂ 排出削減)
- 省エネルギー
- 社会的便益 (事業者・消費者双方)

手段

- 分散型電源、電気自動車等の積極活用
- 不確定性に対応できるシステム構築
- 大規模ネットワークとの万全な協調
- ICT技術の強力活用

対象とする電源・機器

- 太陽光発電
- 蓄電池
- 風力発電
- 負荷機器
- 電気自動車
- 燃料電池
- ヒートポンプ給湯器

系統技術上での課題

- 需給バランス
- 周波数調整、経済負荷配分
- 配電線電圧制御
- 蓄電池容量、電源予備力の適正化ほか

対象とするスケール

- 電柱（柱上変圧器）
- 配電線（フィーダー）
- 配電用変電所、ローカルエリア
- 一次変電所、上位系統



研究の方向性を形成
する主な3要素

- 系統技術上の課題
- 電源・機器の種類
- スケール



➤ 海外の状況：IEC (TC8)での用語定義(60050-617)の動向

■ スマートグリッドの定義（現在審議されている案）

electric power network that utilizes two-way communication and control technologies, distributed computing and associated sensors, including equipment installed on the premises of network users *

* network users：事業者と需要家の双方を含む

■ 上記定義への注記

Note: smart grids are intended to increase the quality of the electricity supply by providing functions such as:

- network automation
- power quality management
- distributed generation management
- demand response
- smart metering
- preventive maintenance
- outage management
- energy storage management

下記を用いる電力ネットワーク

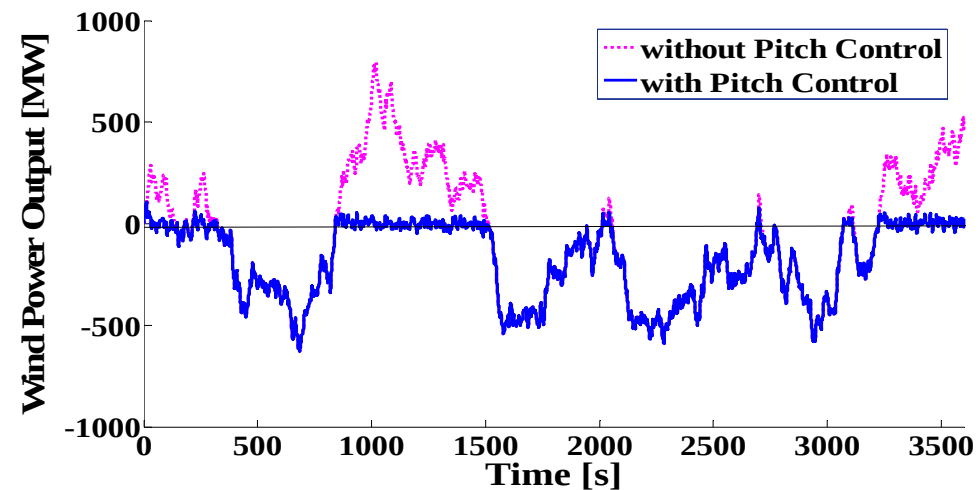
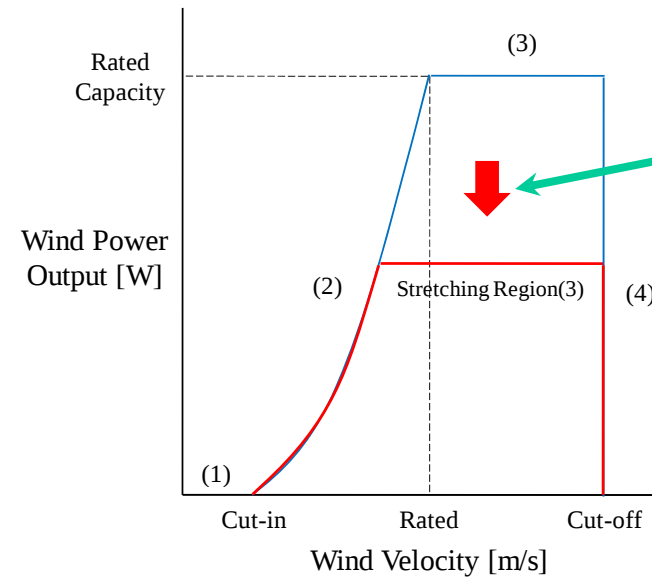
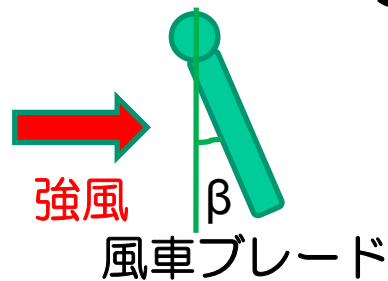
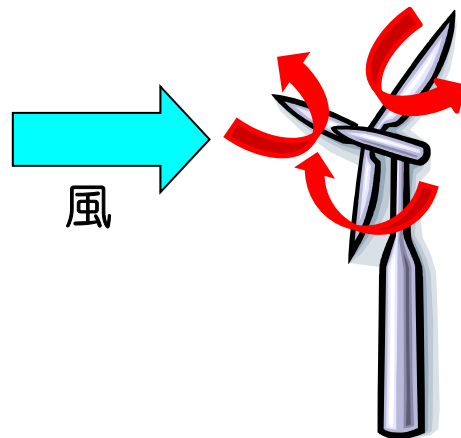
- 双方向通信と制御技術
- 分散的处理とセンサ
- 事業者機器および需要家機器

スマートグリッドが備える機能の例（あくまでも例の扱い）

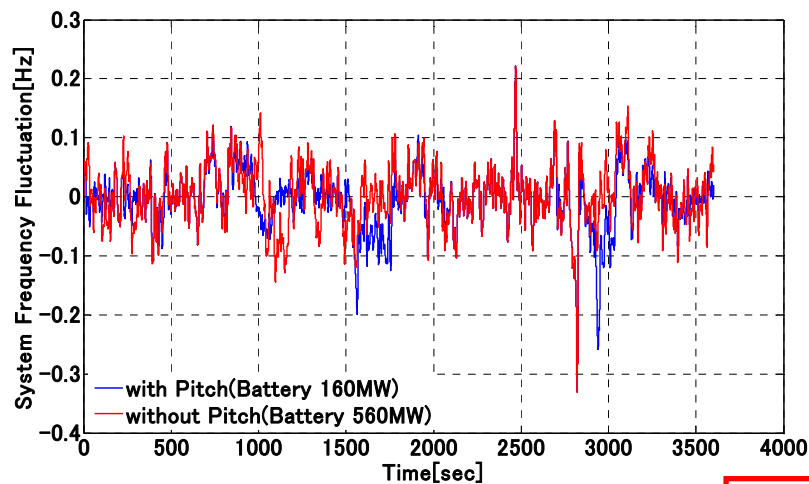
- 系統の自動化
- 電力品質管理
- 分散型電源の管理
- デマンドレスポンス
- スマートメータリング
- 予防保守
- 停電管理
- エネルギー貯蔵管理



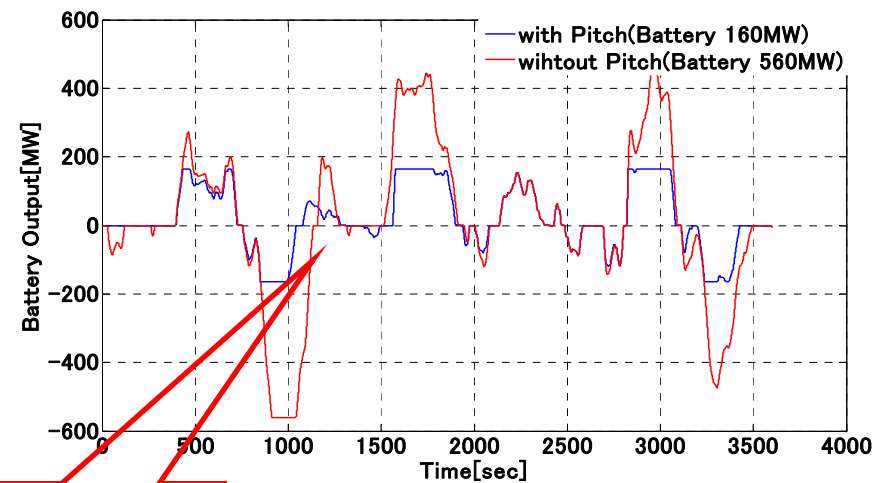
➤ これまでの研究成果：風力発電におけるピッチ角制御による
周波数変動抑制・蓄電池容量削減



➤ 周波数変動抑制・蓄電池容量削減のシミュレーション検証



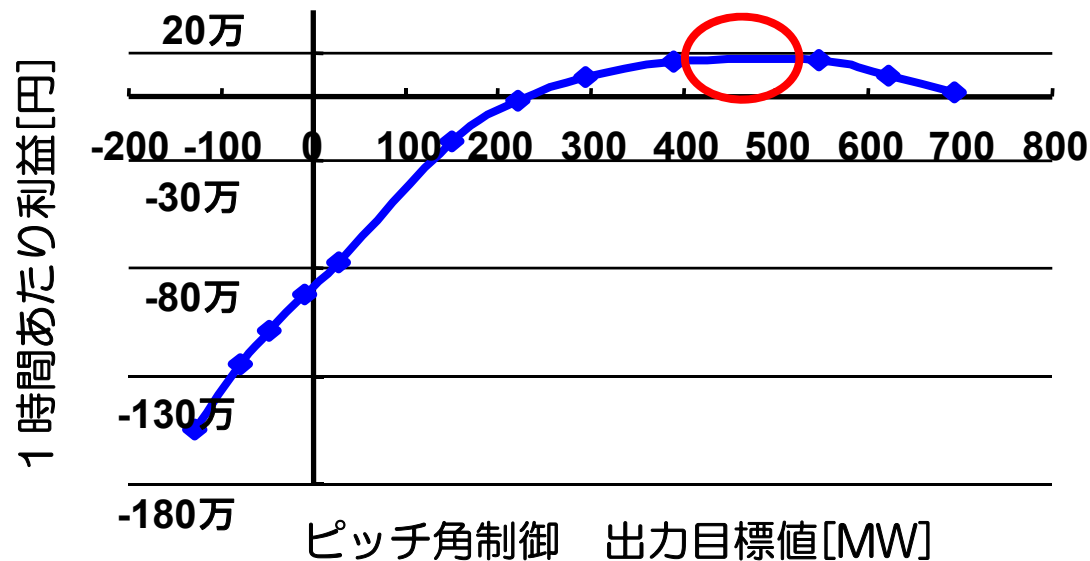
周波数変動



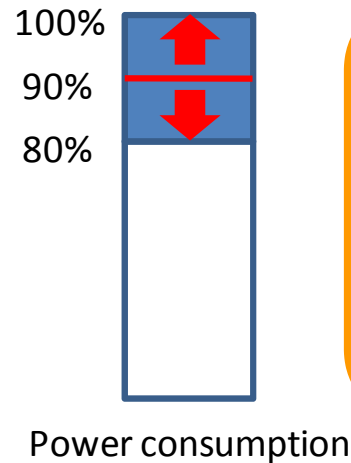
蓄電池容量の削減

蓄電池出力

➤ 風力エネルギー逸失と蓄電池削減効果のコスト評価

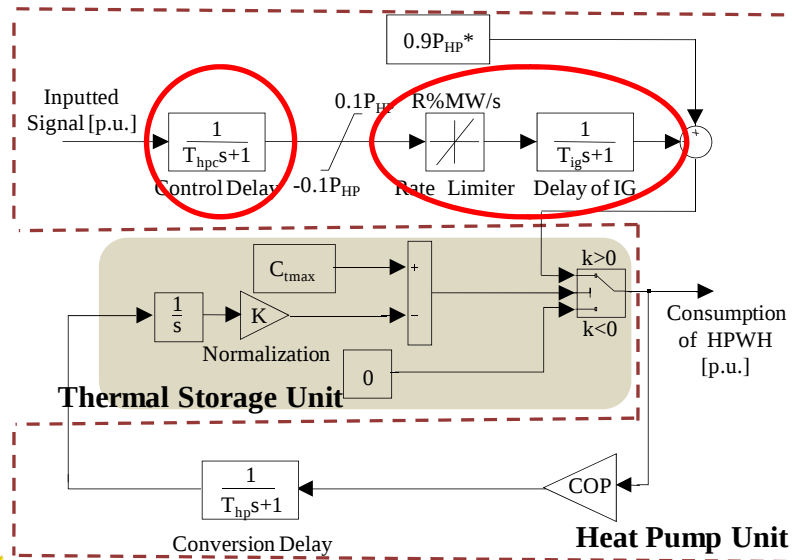
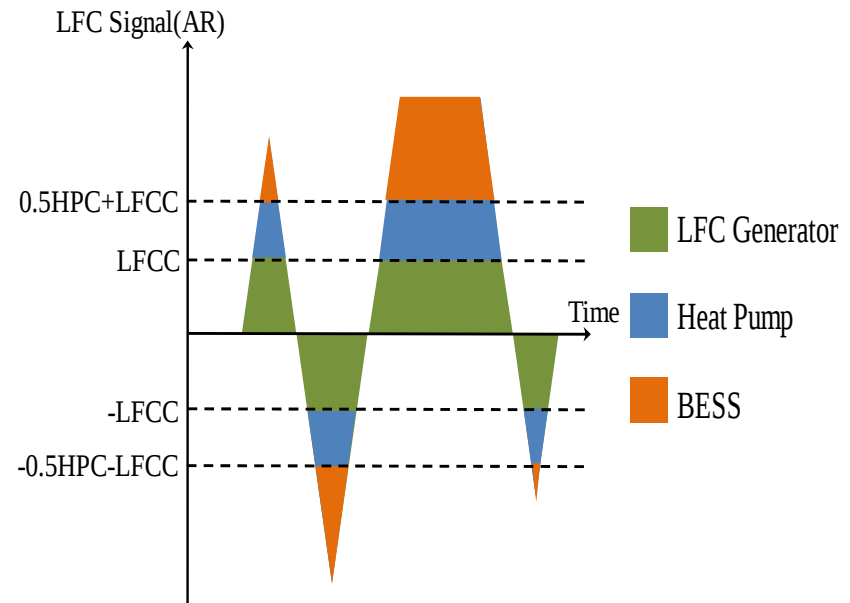


これまでの研究成果：ヒートポンプ給湯器制御による 周波数制御への貢献（蓄電池削減）



定格付近でのみ
消費電力制御
(例：90±10%)

本来機能（給湯）
への影響小

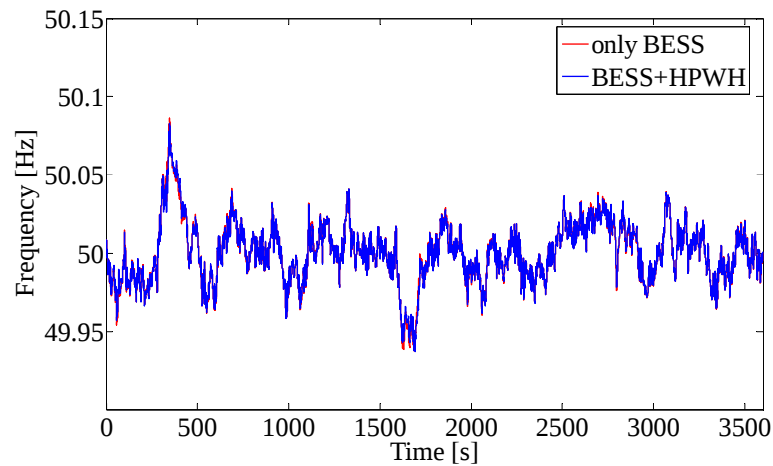


* P_{HP} : Rated Power Consumption of HPWH[p.u.]

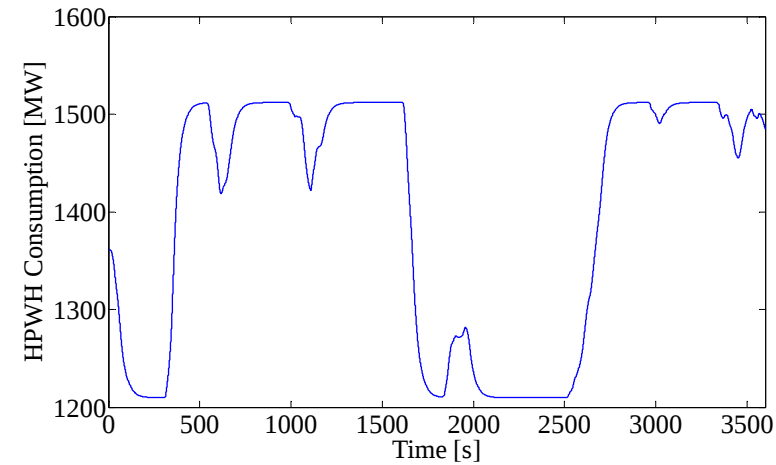
ヒートポンプ制御モデル

入江寛、「大容量風力発電導入時における
需要家ヒートポンプ級と茎と蓄電池の協調に
よる系統周波数制御」、東京大学、修士論文、
2009年

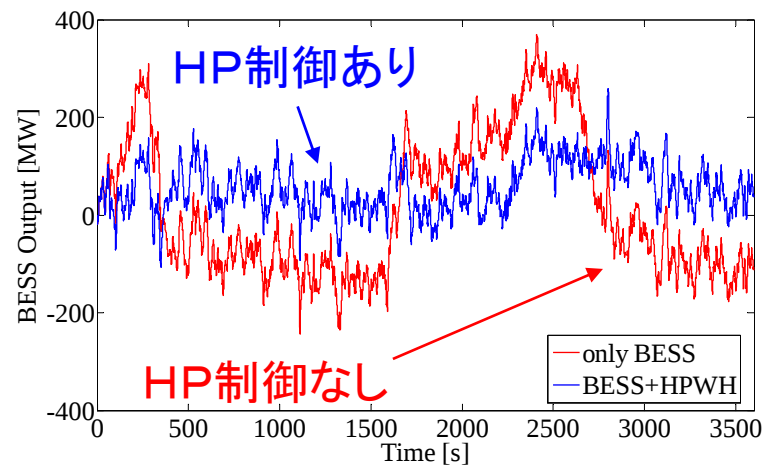
▶ ヒートポンプ制御による蓄電池削減のシミュレーション比較



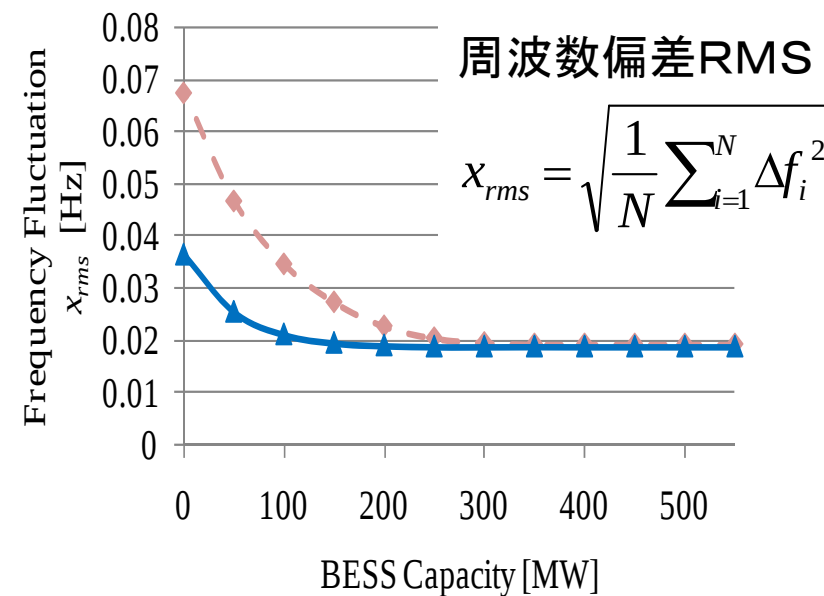
周波数



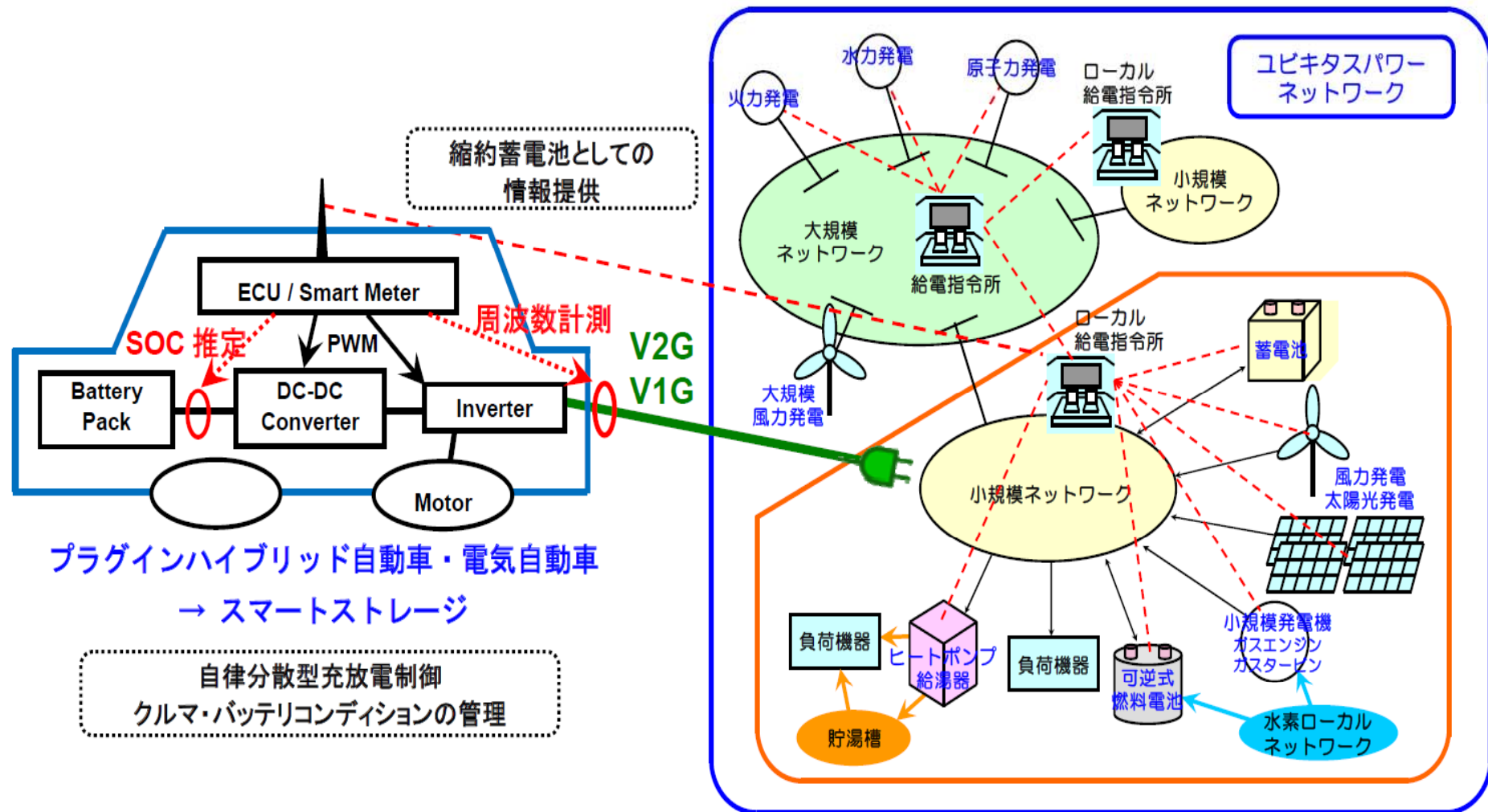
HP給湯器消費電力



蓄電池入出力



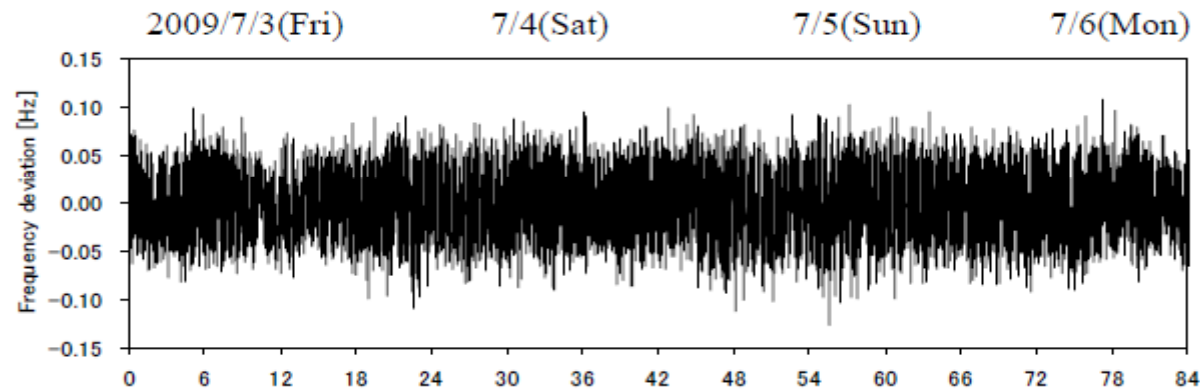
ユビキタスパワーネットワークにおけるスマートストレージ



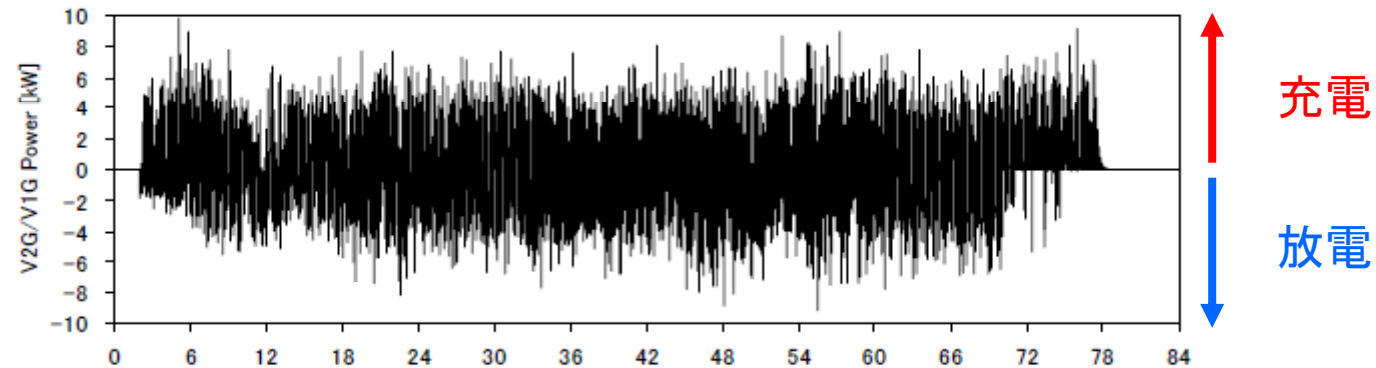
太田豊、谷口治人、中島達人、K. M.Kiyanage、横山明彦、「ユビキタスパワーネットワークにおける自律分散型スマートストレージの提案」、電力技術・電力系統技術研究会、PE-09-160、PSE-09-168、2007年9月、(投稿中)

➤ 充電目標を満足する (PH) EV による周波数調整

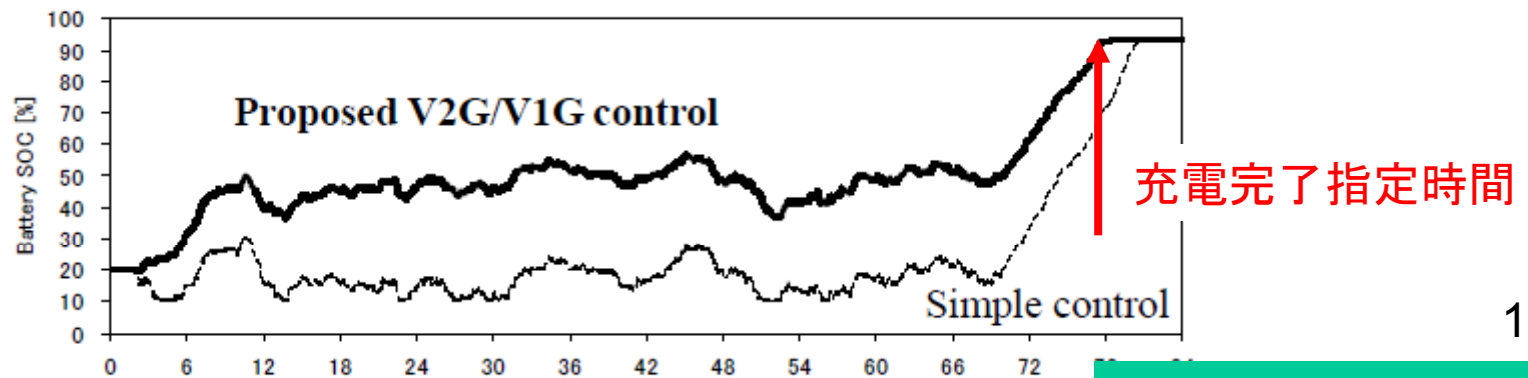
周波数変動



バッテリー電力



バッテリーSOC



➤ さらなる研究の方向性(案)

- ユビキタスパワーネットワークでの給電システムの構成・役割の明確化
- 不確定性を有する多数台機器と、全体ネットワーク最適化との整合モデリング手法の確立
- 分散型電源・負荷機器の計測制御ハードウェアの提案・検証
- 情報通信ネットワークの所要性能の明確化・各種通信方式の適用可能性検討

