

研究開発課題名

PIAX対応型エネルギーコントロール ゲートウェイの研究開発

研究代表者

山中 直明 慶應義塾大学



研究分担者

山田 芳幸 マウンテンフィールズ株式会社



高島 研也 株式会社フォーサイ



研究開発の内容

研究開発の内容

研究開発の成果

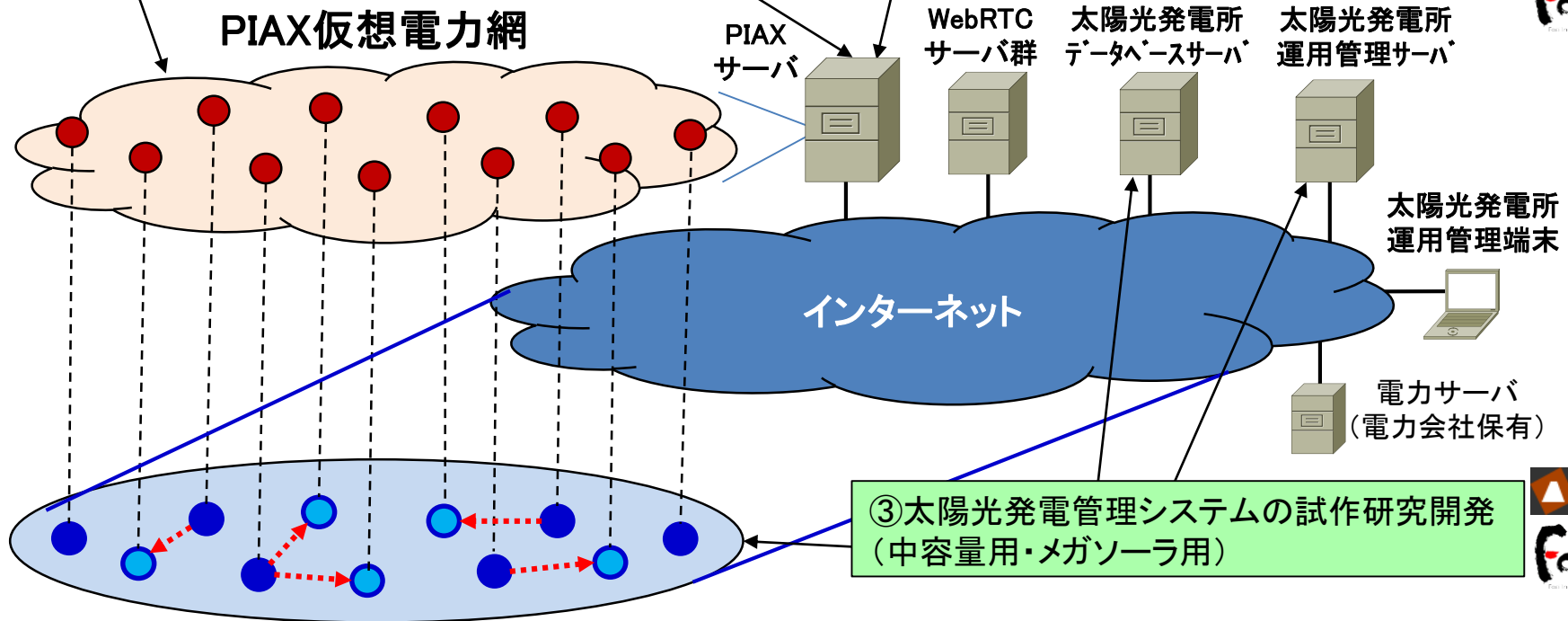
今後の成果展開および取り組み

- PIAXオーバーレイネットワークをプラットフォームとして、自律分散制御により高速でダイナミックな電力需給マッチングを実現する通信アプリケーションソフトウェアを開発
- PIAXプラットフォーム3.0の性能評価およびソフトウェア拡張による性能改善
- それらを導入するプラットフォームとして太陽光発電管理システムを実用化



①P2Pマッチング制御ソフトウェアの研究開発

②PIAXプラットフォームの性能改善の研究開発



● : エージェント
● : ゲートウェイ(供給家) ● : ゲートウェイ(需要家)
..... : 仮想的な電力の流れ

WebRTC: Web Real-Time Communication

PIAX対応型エネルギーコントロールゲートウェイの研究開発全体概要

研究開発の成果

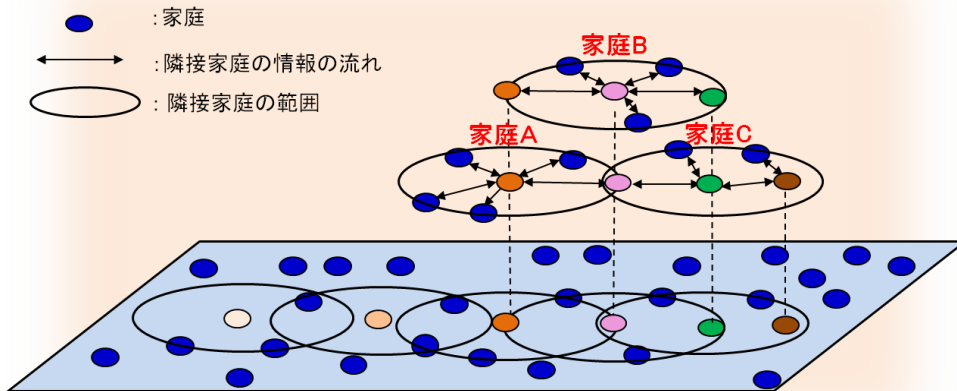
① P2Pマッチング制御ソフトウェアの研究開発

研究開発の内容

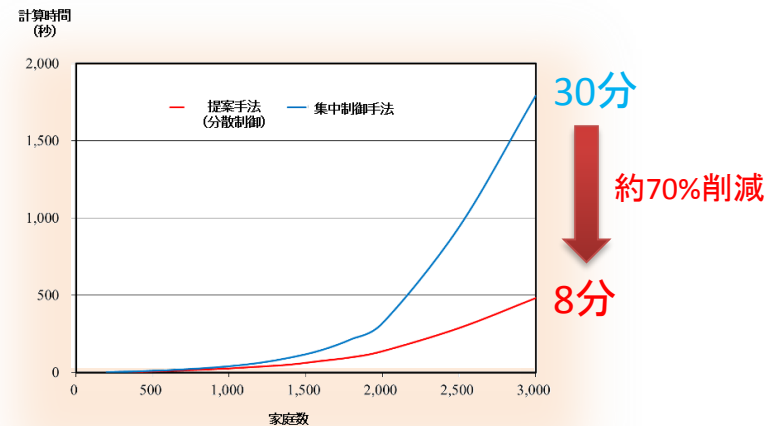
研究開発の成果

今後の成果展開および取り組み

- グリッド全体のユーザ満足度を最大化させる電力分散協調アルゴリズムを提案



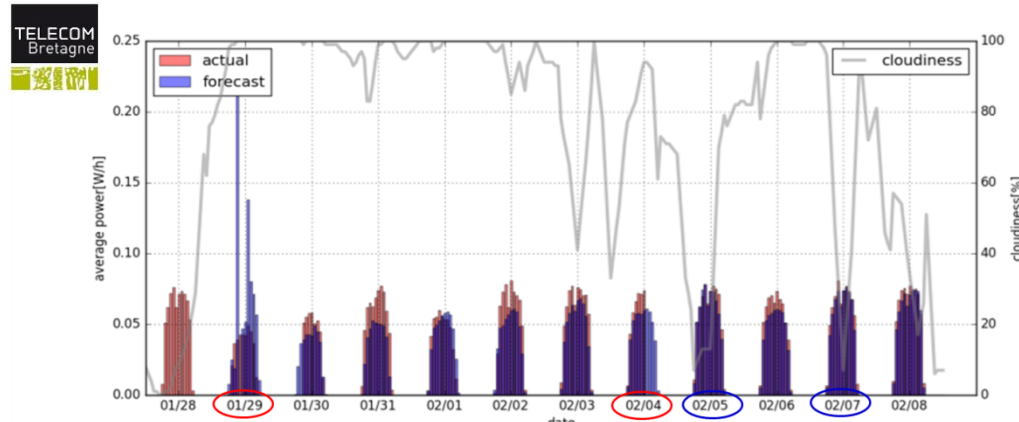
大規模電力分散協調アルゴリズム概要



集中制御⇒分散制御による計算時間の削減

- その他、下記のアプローチについて海外研究機関との連携やシミュレーションによる実証

- 送電距離最小化需要制御アルゴリズム
- 太陽光発電予測誤差を補う
バッテリー制御アルゴリズム
- 雲量を用いた太陽光発電予測アルゴリズム
- 複数メトリックを持つユーザ満足度に基づく
需給マッチングアルゴリズム



雲量をベースとした機械学習による発電量予測

研究開発の成果

② PIAXプラットフォームの性能改善の研究開発



PIAX性能評価結果

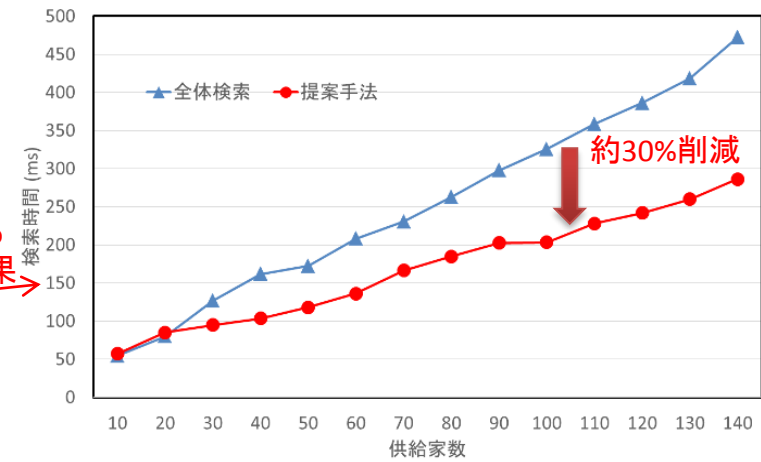
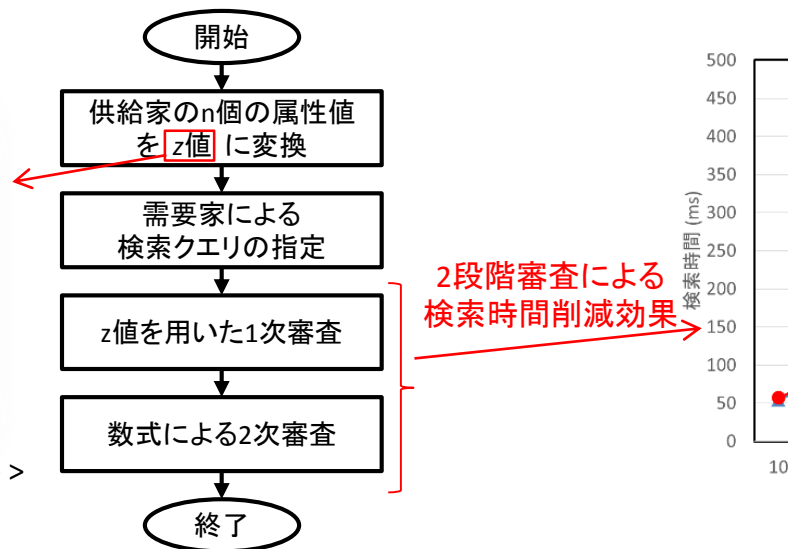
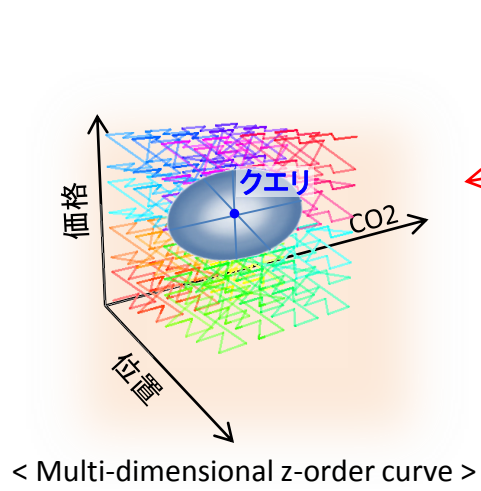
- 負荷試験によるPIAX2.0および3.0の性能評価
⇒ **ロバスト性の大幅な改善**
検索時間が許容範囲内にあることを確認

	200peer (2peer × 100node)		2,000peer (20peer × 100node)	
	検索遅延(平均)	検索成功率	検索遅延(平均)	検索成功率
PIAX2.0	168ms	99%	148ms	50%
PIAX3.0	224ms	100%	372ms	100%

検索クエリの損失なし

- 高度な需給マッチング実現に向けてPIAX3.0の機能を拡張
 - (従来) Skip-graph属性値に対応付けされたLL-Netオーバーレイ ⇒ **2次元検索が限界**
 - (提案) **z値変換**を用いた多次元検索オーバーレイ形成 ⇒ **多次元検索が可能**

位置情報だけでなく、価格やCO2排出量や継続時間など**複数メトリック**による需給マッチングが可能に
検索時間削減のため、**2段階審査**による計算アルゴリズムを提案



多次元検索オーバーレイによる検索の流れ

研究開発の成果



③ 太陽光発電管理システムの試作研究開発

研究開発の内容

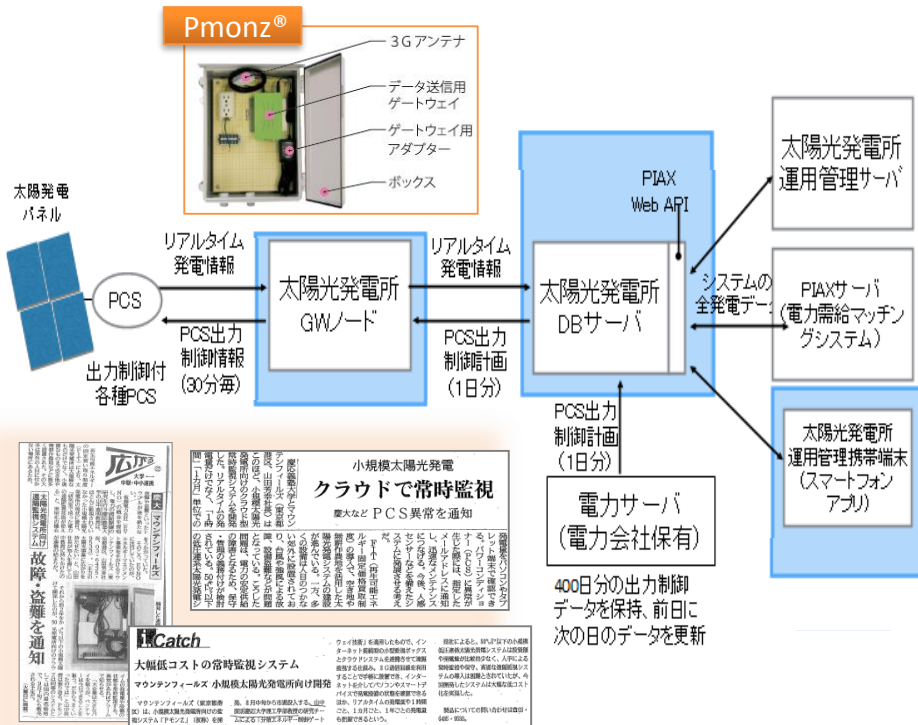
研究開発の成果

今後の成果展開および取り組み

PIAX対応ゲートウェイソフトウェアおよび運用管理端末でのGUI表示機能を開発

- （中容量用）発電情報の**高速処理・転送機能**、またクラウドプラットフォーム（AZURE）との連携により、1000台以上のゲートウェイを収容可能な**高スケーラブルな太陽光発電所データベースサーバソフト**を開発
- （メガソーラ用）上記に加えメガソーラ用PCS***メーカー主要5社**に対応した**太陽光発電所データベースサーバ**との**中継機能**、**ビッグデータ解析処理による太陽光パネル故障検出機能**を開発
（地理的相関、天候的相関、時間的相関）

*PCS: Power Conditioning System



The screenshot displays the solar power management GUI with the following sections:

- ログイン画面** (Login screen)
- [1]全体サマリー表示画面** (Overall Summary Display Screen)
- [2]発電所グループ表示画面** (Power Plant Group Display Screen)
- [3]当日発電所全件情報画面** (Today's All Power Plant Information Screen)
- [4]周辺機器情報表示画面** (Peripheral Device Information Display Screen)
- [5]指定日の発電情報グラフ画面** (Graph Screen for Specified Day's Generation Information)
- [6]発電情報履歴ダウンロード画面** (Download History Screen for Generation Information)
- [7]太陽光パネル劣化診断画面** (Solar Panel Deterioration Diagnosis Screen)
- [8]各種管理設定画面** (Various Management Settings Screen)

Key data points from the GUI:

- 全体サマリー** (Overall Summary):
 - 発電電力(本日): 6.7 kWh
 - 発電電力(今月): 81.7 kWh
- ME発電所グループ** (ME Power Plant Group):
 - 発電電力(現在): 100.0 kW
 - 発電電力(本日): 0.0 kWh
 - 発電電力(今月): 0.0 kWh
- SM発電所グループ** (SM Power Plant Group):
 - 発電電力(現在): 0.0 kW
 - 発電電力(本日): 6.7 kWh
 - 発電電力(今月): 81.7 kWh
- [7]太陽光パネル劣化診断結果** (Solar Panel Deterioration Diagnosis Result):
 - PCS1: 正常 (Normal)
 - PCS2: 異常 (Abnormal)
 - PCS3: 正常 (Normal)

PIAX対応ゲートウェイソフトウェアの開発概要

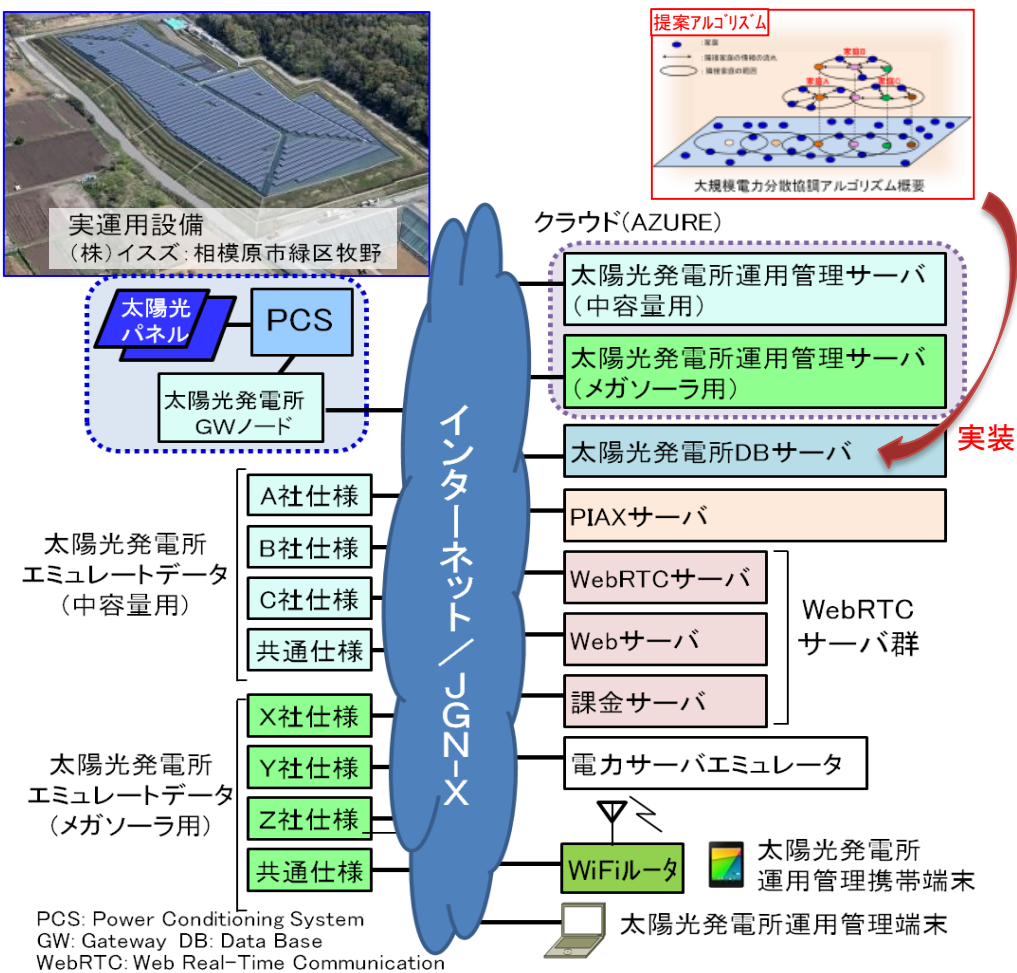
運用管理端末GUI表示機能概要(メガソーラ用) ※中容量用のGUIは次スライドにて紹介

研究開発の成果

統合実証実験 (H27.12~H28.3)

研究開発の内容 研究開発の成果 今後の成果展開および取り組み

- 複数の太陽光発電所エミュレータに加え、メガソーラ実運用設備をインターネット経由(一部JGN-X経由)で接続し、PIAXオーバレイネットワークにおける本研究開発システムの運用を実証



統合実証実験システム構成図

統合実証実験実施の様子

今後の成果展開・波及効果創出への取り組み

研究開発の内容

研究開発の成果

今後の成果展開および取り組み

今後の成果展開

- 早期導入を推進したゲートウェイの研究分担者による展開
 - メガソーラへの適用数を増やす
 - 住宅デベロッパのHEMS*との連携
- 高速の検索マッチング技術の展開
 - 太陽光発電の出力量変化に応じて、近隣の蓄電池の充電量・充電速度を高速かつリアルタイムに追従させるシステムへの適用
 - PIAXを用いて1000ノード以上で1分を切る高性能なシステムへ進化させ、複数の発電事業ベンダとの連携を推進
- 高度な情報処理技術を用いた故障推定技術のオープンソフト化
 - 太陽光パネルの出力パターンから故障を推定する技術の他社管理システムへの導入を目指す
 - ディープラーニング技術により、発電量を木陰や方角の異なるモジュールにおいても推定する手法は、事業展開を議論中
- 海外への展開
 - シンガポール・米国のプロジェクトへ打診済
 - 米・仏の大学へソフトウェア開示から共同研究に移行

波及効果

- 電力網だけでなく、コンテンツ・ビデオ・センサーデータといったIoT取引プラットフォームへの適用を推進
- 海外のクラウドシステムベンダとの連携を通じて実際のビジネスモデルへ展開予定

*HEMS: Home Energy Management System