

2014年3月5日

第1回 制御部門マルチシンポジウム

OS名: 次世代EMSのための制御理論の融合展開に向けて

デマンド・レスポンスの経済学

京都大学大学院経済学研究科 教授 依田高典

政策研究大学院大学 准教授 田中 誠

ボストン大学ビジネススクール 助教授 伊藤公一郎

○北九州市立大学経済学部 准教授 牛房義明

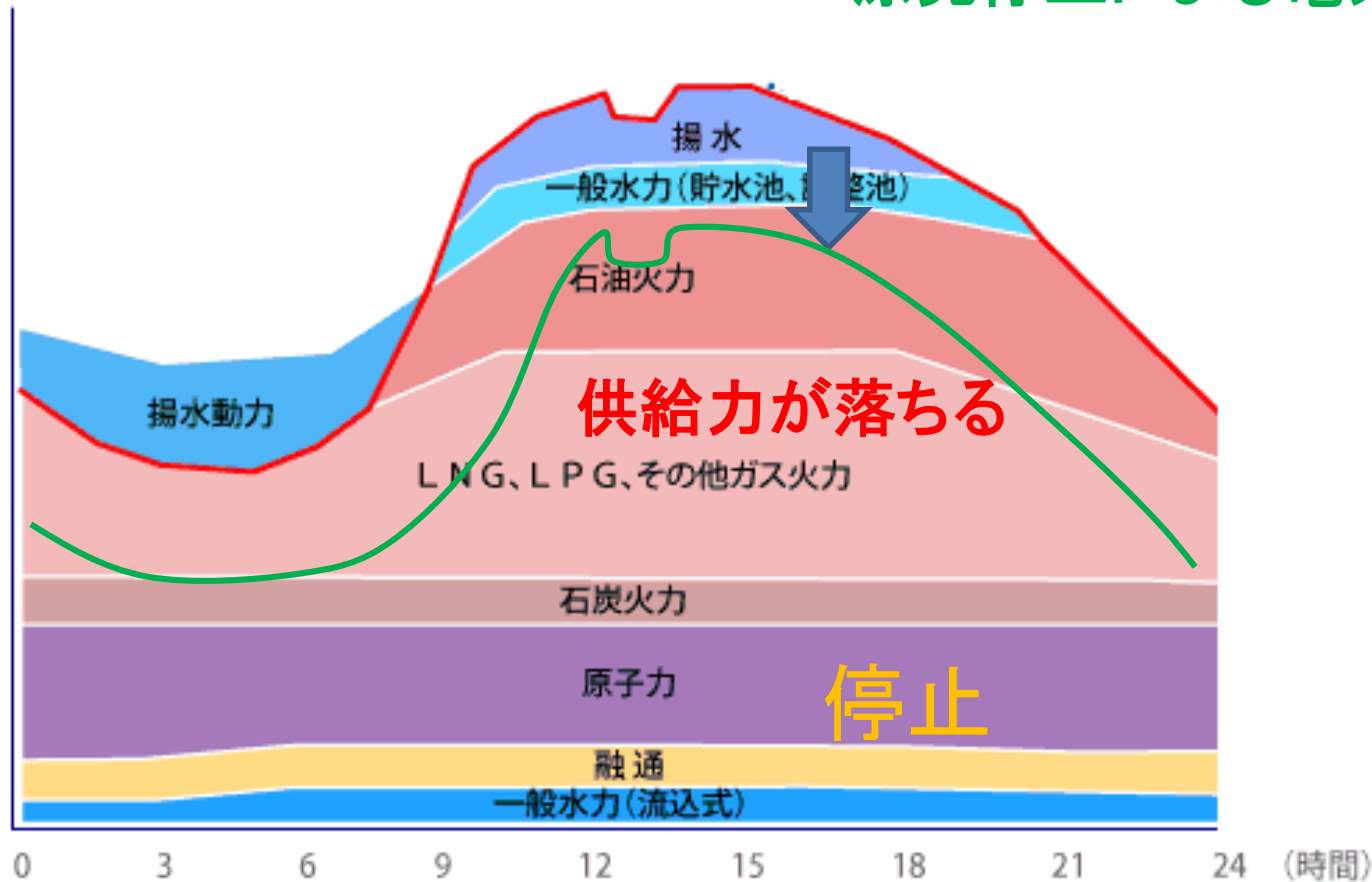
報告内容

- 本研究の背景と意義
 - 震災以降の電力不足問題
 - デマンド・レスポンスの必要性
- 北九州市社会実証について
- 次世代EMSのための制御理論の融合展開に向けて

現在の電力問題について

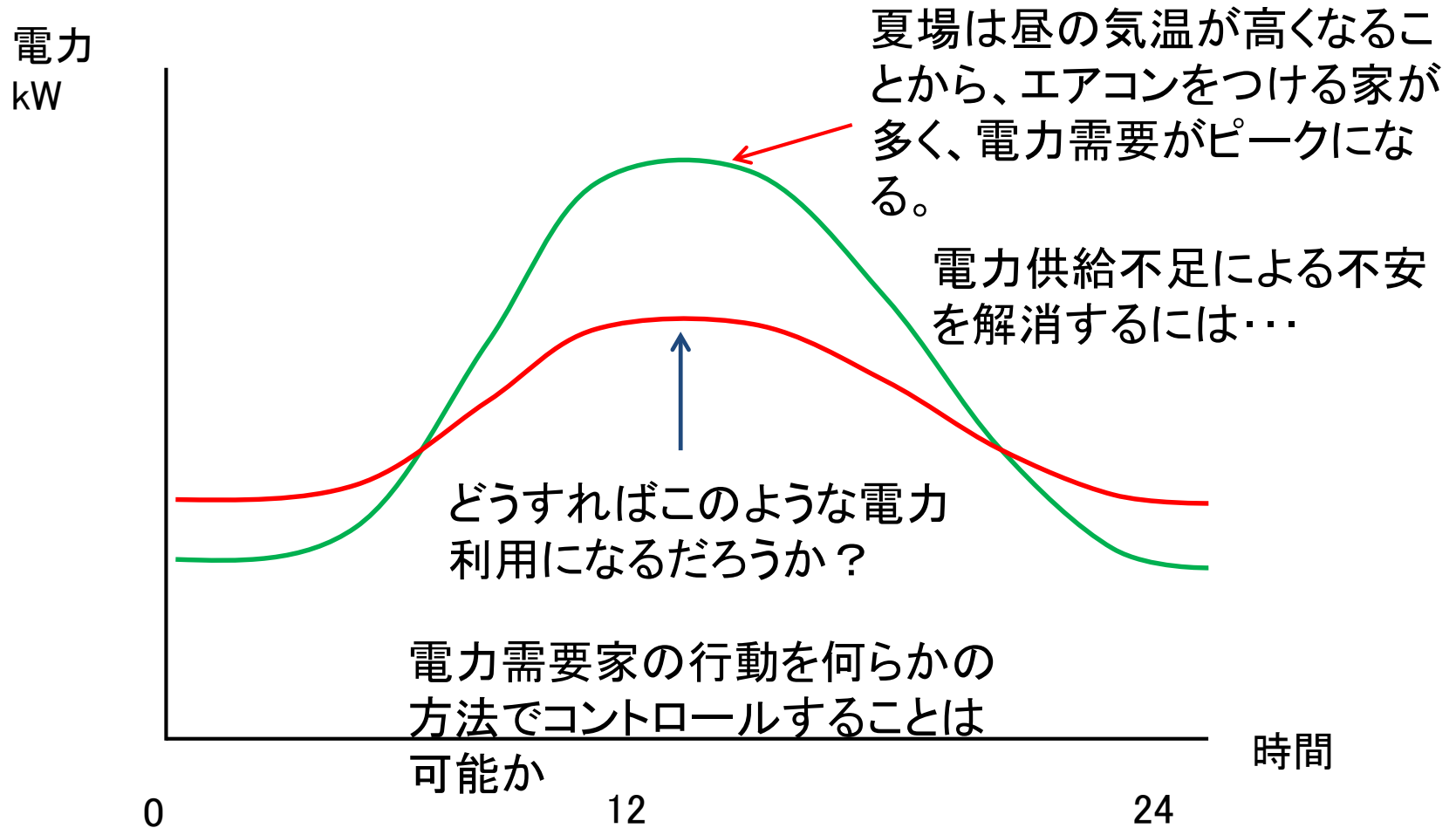
1日を通した
供給力構成のイメージ

原発停止による電力供給不足



現在の電力問題における電力需要家への対応策

真夏のピーク時の対応



デマンド・レスポンス

- 電力需給逼迫時や系統の不安定時に、需要家の電力使用を抑制すること
- 需要家に節電させる気を起こさせるシステム

デマンド・レスポンスのタイプ

北九州スマートコミュニティ事業
ではダイナミックプライシング社
会実験として2012年度から実施

- 電気料金ベース

- 電力需給が逼迫する時間帯は電気料金を高く、それ以外の時間帯は安く設定

- インセンティブベース

- 電力需給逼迫時に、電力消費削減の要請に応じた需要家に対して、対価が支払われる仕組み

北九州市のダイナミックプライシング（DP） の概要

- 実施期間 2012～2014年度
- 参加者
 - 住宅向け（マンション） 約200世帯
 - ランダム化比較試験（Randomized Control Trial, RCT）を利用してDPの効果測定
 - 事業所向け 約50事業所
 - RCTの利用なし

マンション住民に対するランダム化比較試験

- マンション住民をトリートメントグループ(DP料金適用)、コントロールグループ(DP料金非適用)に無作為に振り分け
- それぞれのグループの電力使用量等を比較することで実証の効果(ピークカット効果)を測定

トリートメントG

	2012年度	2013年度
Aグループ (マンション約60戸)	見える化+DP	見える化+DP+ポイント
Bグループ (マンション約60戸)	見える化+DP	見える化+DP+ポイント
Cグループ (マンション約70戸)	見える化	見える化+ポイント

コントロールG

見える化: 各家庭に設置する宅内表示器で電力使用量などが見えるようになること

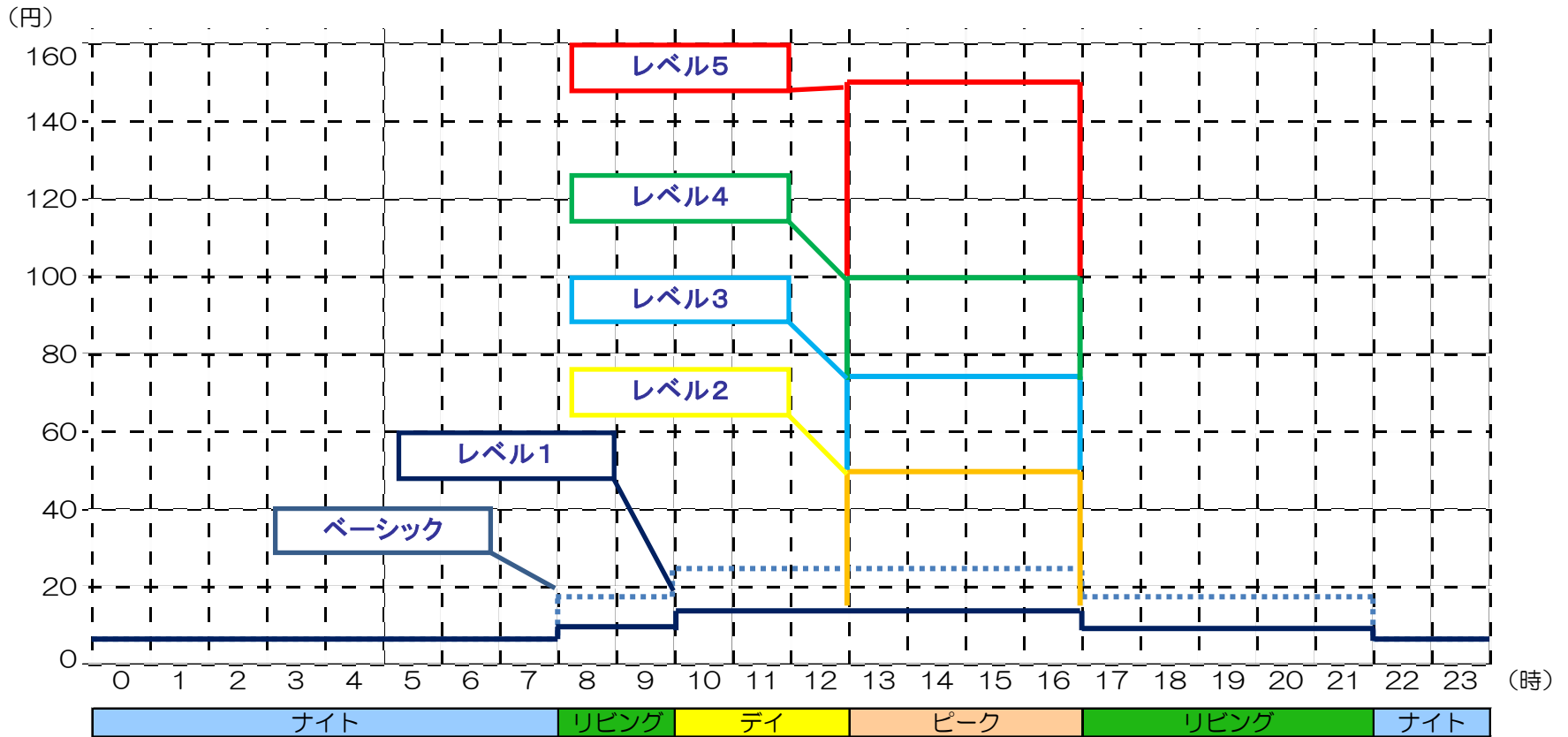
DP: ダイナミックプライシング

ポイント: 節電行動などに対してポイントを付与する仕組み

リコmend: 節電のお願いなどのお知らせをおこなう仕組み

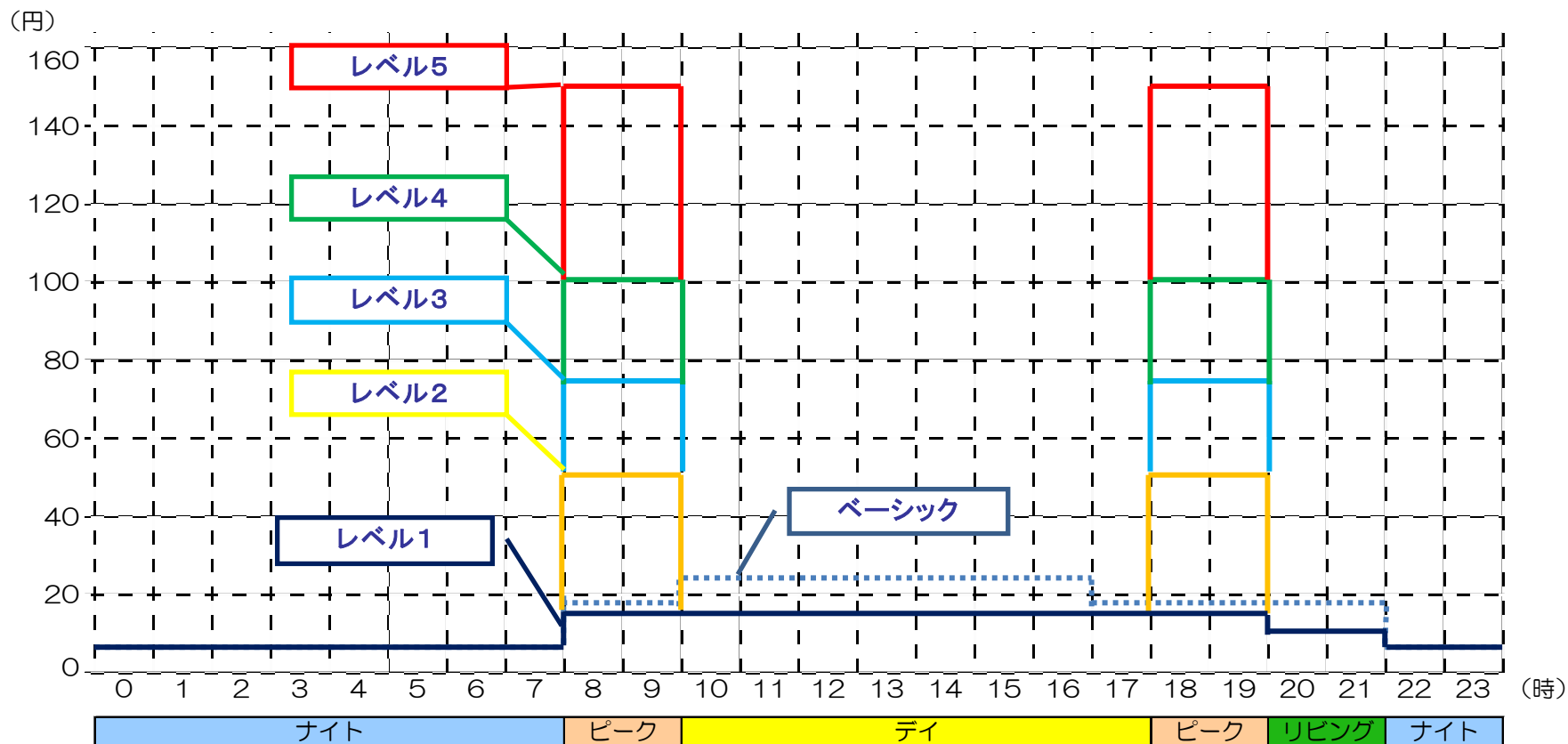
住宅向け料金テーブル 夏

<6月~9月>



住宅向け料金テーブル 冬

<12月~2月>



実証データ分析の手法について

- パネルデータ分析

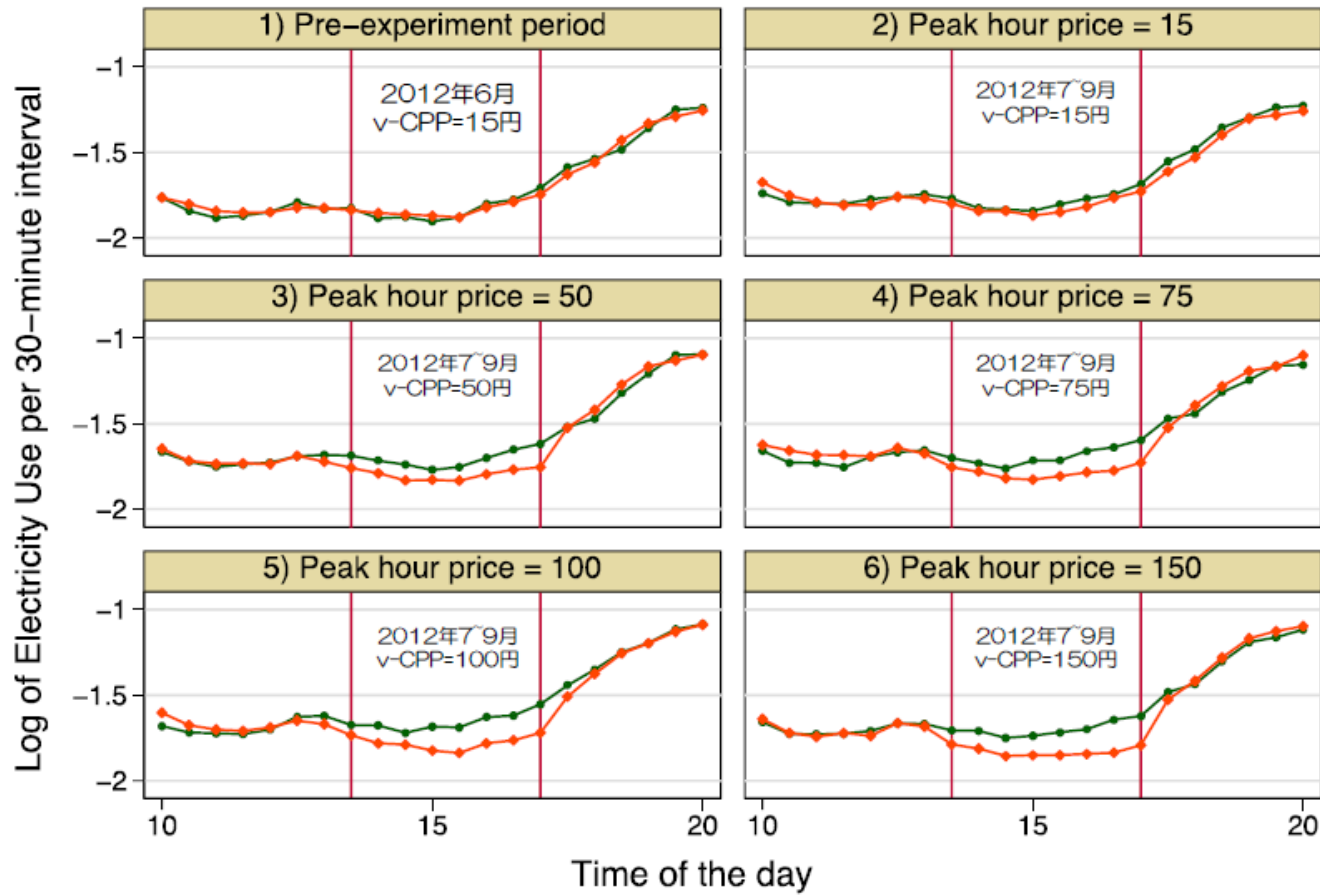
- 時系列データとクロスセッションデータを組み合わせたデータを分析する方法
- 経済主体固有の効果、時間効果をコントロールできる

パネルデータ回帰式

- $\ln y_{it} = \alpha_i + \sum \beta x_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$
 - y_{it} :被説明変数(電力消費量)
 - α_i :個別効果(世帯人数などの世帯別属性をコントロール)
 - β :トリートメント効果
 - x_i :トリートメント・インデックス(DP発動日)
 - γ_t :時間効果(気温、日時属性をコントロール)
 - ε_{it} :誤差項(不均一分散、系列相関をコントロール)

2012年度 夏期の結果 1

【ピークカット効果分析図解】



出所: 依田、田中、伊藤(2012)、

次世代エネルギー社会システムにおけるデマンド・レスポンス経済効果調査事業
北九州市における変動型CPP社会実証 2012年度夏期評価結果

2012年度 夏期の結果 2

【2012年7～9月のピークカット率】

CPP(円)	ピークタイム 13:00-17:00	ショルダー (8:00-13:00&17:00- 22:00)	オフピーク (22:00-8:00)
50	-9.03% **	1.55%	4.22% *
75	-9.59% **	3.10%	5.21% **
100	-12.55% ***	1.48%	4.78% *
150	-13.12% ***	1.15%	5.54% **

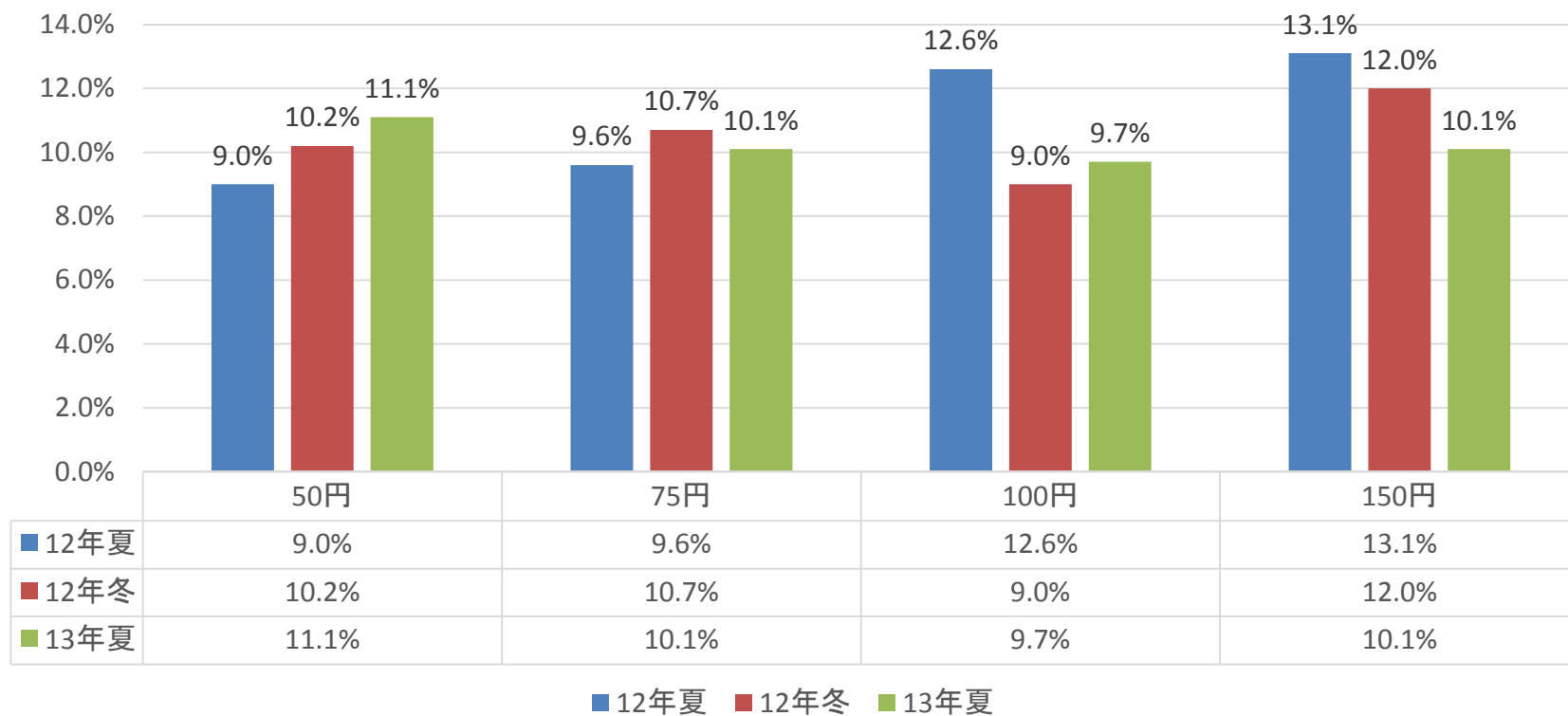
Note: * <0.1 , ** <0.05 , *** <0.01

ピーク時に約9～13%のピークカット効果が見られる。
CPPのレベルが大きければピークカット効果も大きい~~が効果は低減。~~
50円/75円と100円/150円と2グループのDR効果。
オフピーク時に約4～6%のピークシフト効果が見られる

出所: 依田、田中、伊藤(2012)、
次世代エネルギー社会システムにおけるデマンド・レスポンス経済効果調査事業
北九州市における変動型CPP社会実証 2012年度夏期評価結果

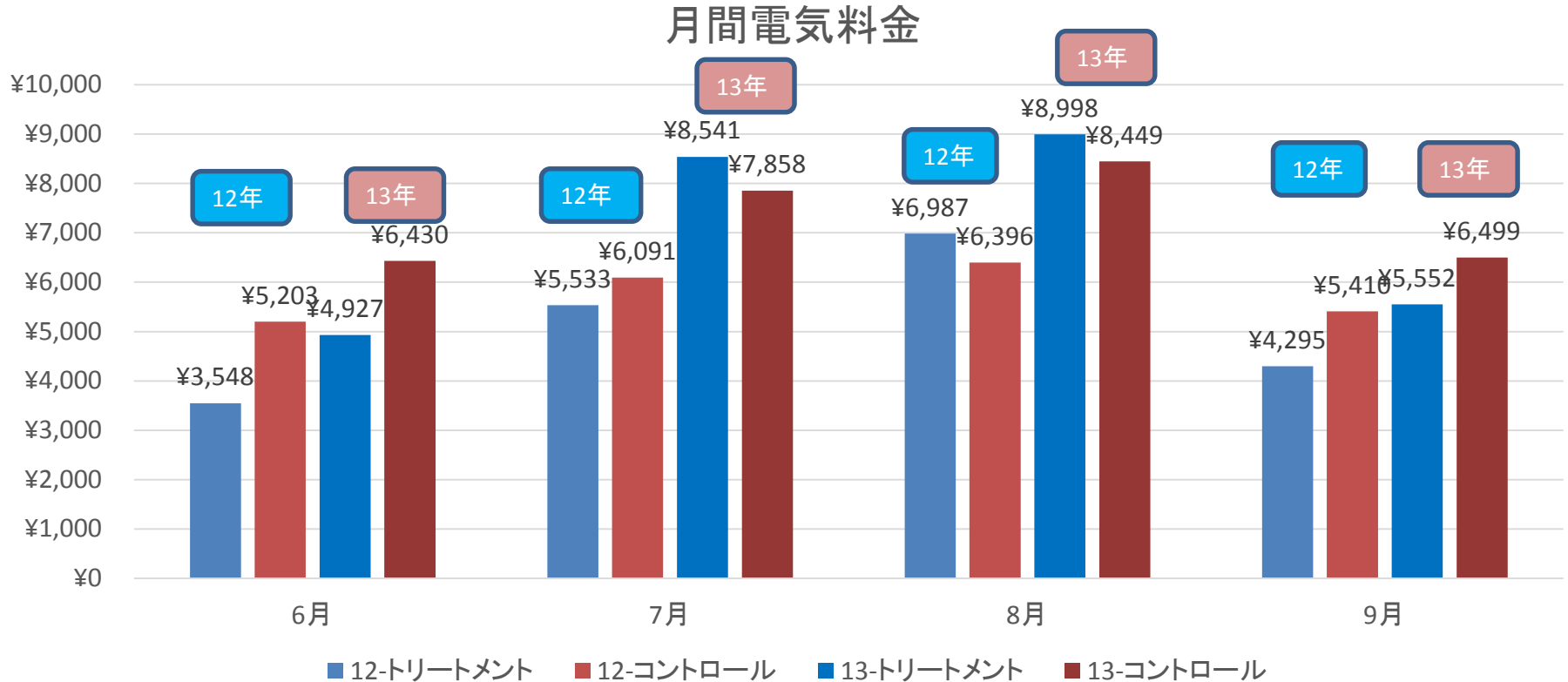
12年度夏から13年度夏までのDPの結果

ピークカット効果



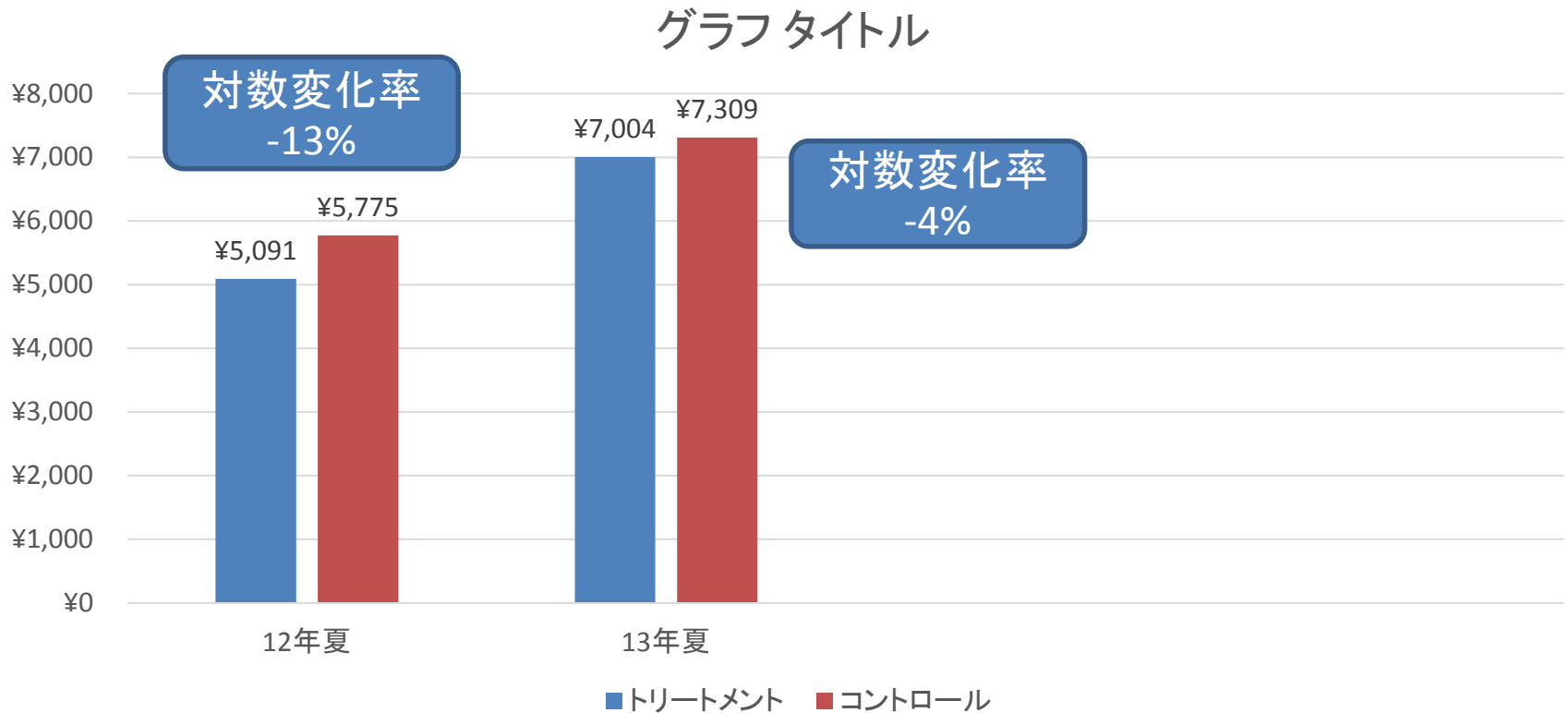
- 2012年夏は価格差に対して反応が見られたが、2012年冬、2013年夏では見られなくなった。

12年度夏、13年度夏の1世帯あたりの 月間別平均支払額



- 2013年5月以降の料金値上げ、猛暑の影響で2013年度は2012年度に比べ、電気料金の支払額が増加。

12年度夏、13年度夏の1世帯あたりの 4ヶ月平均支払額



- 2012年度、2013年度ともにトリートメントGの支払額はコントロールGより少ない。
- 2013年度は2012年度に比べ、電気料金の支払額の削減率が小さい。

需要の価格弾力性の推定

- 需要の価格弾力性

- 1%の価格の変化に対し、電力使用量が何%変化するかを表す指標。

$$\text{需要の価格弾力性} = \frac{\text{需要量の変化率}}{\text{価格の変化率}} = \frac{\frac{dy}{y}}{\frac{dp}{p}} = \frac{dy}{dp} \frac{p}{y}$$

- ここでは以下の回帰式を推定

$$\ln y_{it} = \alpha_i + \beta \ln p_{it} + \gamma temp_t + \lambda \ln p_{it} * temp_t + e_{it}$$

temp: 最高気温

弾力性を調べることで何をするのか

- 個々の需要家に対し、適切な料金を提示し、電力需給を調整
- 供給側にとっては収益の改善

次世代EMSのための制御理論の 融合展開に向けて(1)

- 現状維持バイアスの克服
- マニュアル・デマンド・レスポンスからオート・デマンド・レスポンスへの移行
- 工学者・技術者が開発する**最先端の基盤技術**との融合による社会実証の実現
- 生活の質、労働者の作業効率、工場の生産性を損なわないデマンド・レスポンスの実現

次世代EMSのための制御理論の 融合展開に向けて(2)

- 再生可能エネルギーの普及
 - 電力需要家は**発電、蓄電、制御、売電**が可能
 - **需要家同士**でのエネルギー管理システムの構築が求められる
 - **分散協調型エネルギー管理システム**の構築とその社会経済的な評価(**費用便益分析**)も必要