

Title	Economic benefit and dynamics of distributed resources in power systems
Author(s)	大曲, 祐子
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/59193">https://hdl.handle.net/11094/59193</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【128】

氏名	大 <sup>おお</sup> 曲 <sup>まがり</sup> 祐 <sup>ゆう</sup> 子 <sup>こ</sup>
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 25519 号
学位授与年月日	平成24年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	Economic benefit and dynamics of distributed resources in power systems (需要反応プログラムと分散型電源の経済性及び動特性に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 舟木 剛 (副査) 教授 伊瀬 敏史 教授 高井 重昌 教授 谷野 哲三

#### 論文内容の要旨

本論文では、著者が大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻において実施した研究成果をまとめた。需要反応プログラムと分散型電源が大量導入された電力系統への移行に向けて、需要反応プログラムの経済性の評価及び分散型電源の動特性の解析を行った。

第1章は序論であり、電力系統の運用・制御における需要反応プログラムと分散型電源の重要性について述べたあと、それらが大規模導入された系統へ移行するにあたり生じる課題について説明した。本論文の研究背景と目的をまとめた。

第2章では、需要反応プログラムの導入可能性評価に向けた基礎検討として、需要反応プログラムの経済性評価を行った。本研究で着目した蓄熱式空調システムを用いた需要反応プログラムは、電力市場価格の抑制に有効であることを明らかにした。

第3章では、分散型電源導入が電力品質に与える影響を明らかにするにあたり、まず従来の同期発電機の動特性に着目した。電力系統の機械モデルは、系統連系運転における同期発電機の動特性をより深く理解するための有効な手段となることを示した。

第4章では、電力変換器を介して系統連系した分散型電源の動特性を解析した。電力系統との同期方法に着目し、同期発電機と分散型電源の類似点及び相違点を明らかにした。

第5章では、本研究で得られた成果を総括し、本論文の結論とした。

本研究で得られた成果をまとめると、蓄熱式空調システムを用いた需要反応プログラムは、電力市場価格の抑制に有効であり、価格低下を通して小売供給者は経済的メリットを得ることを明らかにした。需要家に蓄熱式空調システム導入のインセンティブを支払い、価格高騰時に蓄熱式空調システムを需要反応リソースとして活用することが、コストの観点から見て望ましいといえる。また、分散型電源導入が電力品質に与える影響を明らかにするにあたり、電力系統の機械モデルは従来の同期発電機の動特性をより深く理解するための有効な手段となることを示した。さらに、同期発電機の動特性は動揺方程式で決まるのに対し、分散型電源の動特性は位相同期回路及び電力変換機の制御系の両方で支配されることを示した。安定な電力系統運用を行うには、位相同期回路と電力変換機制御系との相互作用を考慮する必要があることを明らかにした。本論文は、需要反応プログラムと分散型電源が大量導入された電力系統への移行に向けて、需要反応の導入拡大及び分散型電源導入が電力品質に与える影響の理解に貢献した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、「需要反応プログラムと分散型電源の経済性及び動特性に関する研究」に関する研究成果をまとめたものであり、以下の5章で構成されている。

第1章では、本研究の背景、今後の電気事業における課題と本研究の目的について述べた後、本論文の構成の概略を述べている。これからの電気事業では、環境負荷の低減と経済性が同時に求められることから、需要反応プログラムや分散型電源といった分散型リソースの導入拡大が必要不可欠となる。本論文では、分散型リソースが大量導入された電力系統への移行にむけて、需要反応プログラムの経済性の評価及び分散型電源の動特性の解析を行っている。ここでは、本研究の位置づけをまとめた。

第2章では、蓄熱式空調システムを用いた需要反応プログラムが、電力市場価格に与える影響を評価している。また、需要反応による価格低下が、小売供給者の電力調達コストに与える影響を評価し、需要反応プログラムの導入可能性を検討している。電力市場で実際に取引されたデータを用いた数値実験により、蓄熱式空調システムを用いた需要反応プログラムは、電力市場の価格抑制及び小売供給者の電力調達コスト削減に有効であることを明らかにした。需要家に蓄熱式空調システム導入のインセンティブを支払い、それを需要反応リソースとして活用することが、コストの観点から見て望ましいことを示した。

第3章では、分散型電源が電力品質に与える影響を明らかにするにあたり、まず従来の同期発電機の動特性に着目し、電力系統の機械モデルの振る舞いを実験的に検証している。電力系統の機械モデルは、安定限界などの概念を機械的な関係に置き換えて目に見える形で表現することで、系統連系運転における同期発電機の振る舞いを理解する有効な手段となることを示した。

第4章では、電力変換器を介して系統連系した分散型電源の動特性の解析を行っている。電力系統との同期メカニズムに着目し、系統連系運転における同期発電機と分散型電源の類似点と相違点を明らかにしている。同期発電機の

動特性は回転子の運動方程式のみで決まるのに対し、分散型電源の動特性は位相同期回路と電力変換器の制御系の両方に支配されることを示した。

第5章では、本論文で得られた成果についてまとめている。

以上のように、本論文では需要反応プログラムの導入可能性を明らかにし、また分散型電源の動特性に関して重要な知見を得ている。これらの研究成果は、電力系統の運用技術の進展に貢献するものである。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。