

# エネルギーの需給最適を実現する連携制御とその効果測定

JEITA 制御・エネルギー管理専門委員会 WG 1

一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) 産業システム事業委員会の制御・エネルギー管理専門委員会では、工場やビルを中心にエネルギー需給の制御を最適に行う方式を総称して「連携制御」と名づけ、その普及に取り組んでいる。普及を図るために、2012年1月に連携制御の導入検討から効果の検証方法までを網羅した『連携制御ガイドブック』を刊行するとともに、JEITAのホームページで公開している<sup>(1)</sup>。IEC(国際電気標準会議)/TC65/JWG14にも「RENKEI CONTROL」という用語とともに、省エネ全般の大きな課題である導入効果の測定方法を提案している。

本稿では、連携制御の概要、適用例について紹介する。

## 連携制御の概要

連携制御とは、図1に示すように需要と供給のミスマッチによる無駄や、複数の供給設備間で生じる無駄を削減するため、需要側、供給側の設備同士を互いに連携させ、全体を最適に制御するコンセプトであり、各種エネルギーのセンシング、モデリング、予測、最適化、多変数最適制御などの計測制御技術を駆使したソリューションである。また、供給設備、需要設備を段階的に連携させて省エネを進めることが可能であり、現場サイドにとって導入しやすい形態をとることができる。したがって、

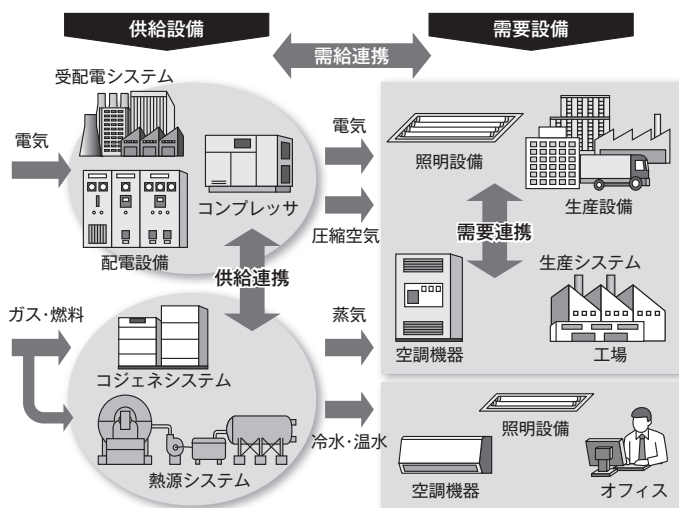


図1 連携制御の概念

連携制御にはさまざまな形態があり、ここでは5種類のカテゴリを紹介する。

### (1) 供給機器連携

供給設備内での各機器の個々の特性を考慮した運転を行う手法である。機器の組み合わせや設定を最適配分して、コストあるいはCO<sub>2</sub>排出量を最小化するものである。

### (2) 供給設備連携

複数の供給設備間を連携して制御する手法である。例えば、工場内の複数の供給設備を1つの供給設備とみなした負荷の最適配分や、隣接工場の供給設備を1つの供給設備とみなした負荷の最適配分など、供給設備間の負荷を最適に配分するものである。

### (3) 需給連携

需要設備の需要量に応じて供給設備の運転を行う手法である。現在の需要量あるいは需要設備側の情報に基づいて、供給機器の負荷の最適配分を行うものである。

### (4) 需給双方向連携

需要設備の需要量と供給設備の能力を考慮して、供給機器の負荷配分と需要設備の運転を同時に最適化する手法である。

### (5) 需要設備連携

需要設備同士が連携し、需要側の負荷調整を行う手法である。需要側の調整としては、操業調整を行う場合や生産計画の変更を行う場合がある。

## 連携制御の事例

連携制御の導入事例としては、様々な事例<sup>(2)~(9)</sup>が報告されている。ここでは、供給設備連携の例として、国内でいくつかの実績のある自動車工場の原動力プラントの最適運用の典型的な事例<sup>(2)、(3)</sup>を紹介する。対象の原動力設備プラントの構成を図2に示す。主な機能とその効果を以下に示す。

### (1) 負荷予測機能

電気・熱(空調)負荷・蒸気負荷に対し、30分単位で48時間先まで予測を行う。電気・蒸気負荷予測は、パターン予測をベースに温度や直近の実績などを利用した補正を加えて行う。熱負荷予測は、構造化ニューラルネ

ットワーク<sup>(4)</sup>やカルマンフィルタ<sup>(5)</sup>などを使用したものが適用される。予測には、気象情報配信会社から3時間ごとに電子メールによって提供される気象予報情報を取り入れている。

この負荷予測では、予測誤差が2～4%以内で、高精度の予測結果を得ている。

### (2) プラントモデル機能

図2の対象プラントに対して、実績データを統計処理して得られた機器特性や運用ルールなどを統合し、プラントモデルを作成している。ガスタービン、排ガスボイラ、蒸気タービンなどの重要設備の運転状態により分類されるいくつかのパターンがシミュレーションできるように構築されている。

### (3) 最適運用計画機能

本プラントの最適運用においては、離散変数と連続変数を含む非線形混合整数最適化問題となり、最適運用計画を計画周期30分、計画期間24～38時間で算出している。同一計画期間において、実績期間の運転状態を固定値として計画周期ごとに補正計画を行い、常に最新の運転状況を反映した運用計画を得るような仕組みとしている。

設備の特性上の制約や、現場の運用ルールを考慮した様々な制約条件を満足しながら、運用コストあるいはCO<sub>2</sub>排出量が最小となるような運用計画を立案する。計画結果は、ガイダンスシステムとして運転員にガイダンスを出す場合と直接設備の起動停止の制御指令をDCS(分散制御システム)などの下位制御システムに出力する場合の切り替えが可能となっている。

本システムにより、供給品質を維持しつつ運転員負荷の最小化を達成し、従来の運用に比べ、省エネ効果として約3～10%の低減が得られている。

## 今後の展望と課題

今後、ますます連携制御の導入が活発化するとともに、機能と適用範囲の拡大が予想される。

機能拡大では、製造管理システムや受発注システムで行われる需要予測機能と連動する必要がある。また、最適生産量に適合したエネルギーを予測・制御する連携機能や電力負荷の平準化を目的とした高度なデマンド制御との連携が考えられる。

個々の製造現場・事業所の範囲にとどまらず、コンビナートで行われているような、地域に存在する事業所の設備間での連携を行い、地域内でのエネルギー最適化を

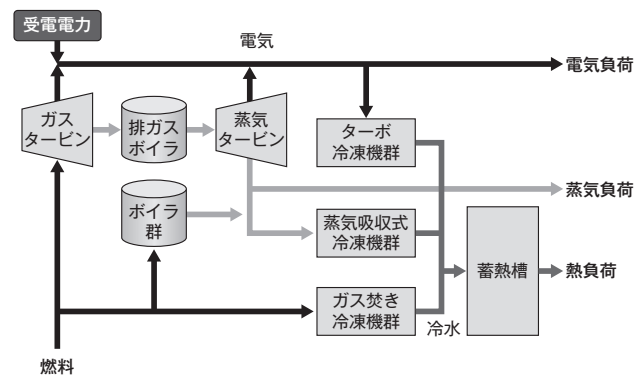


図2 原動力設備プラントの構成

目指す、地域冷暖房システムの発展型のような連携制御に発展していくことが予想される。さらに電力デマンド制御では、個々の事業所内でのデマンド管理から地域全体でのデマンド管理を行うスマートグリッドへの対応が必要とされる。

以上のような連携制御の拡大を着実にかつ迅速に実現するための課題は、導入コスト削減と通信仕様・運用方法などを含むICTの標準化である。

コスト削減では、パッケージ化を進めてエンジニアリングコストを極力抑えることに加え、省エネ効果を調査するフィージビリティ・スタディ(FS)段階のコスト、対策導入後の機能維持・向上のコストの削減が重要である。

また、実際に現場で使用されている測定器、制御機器、電動機を含む操作端、操業管理システムは、各社の多種多様な機器を効率よく統合するためのICTの標準化も望まれる。さらに、国による連携制御の普及施策・支援が大いに期待される。

### 参考文献

- (1) JEITA 制御・エネルギー管理専門委員会 WG1：連携制御ガイドブック
- (2) 項, 川森, 福山：原動力設備プラントの最適運用と適用事例, 富士時報, Vol.77, No.2, pp.166-170, 2004
- (3) 植木, 鈴木, 今福：原動力設備の運用最適化パッケージの開発, アズビル技報, 2009年12月号
- (4) 福山, 戸高：ユーティリティ設備の最適運転による省エネルギー, 計測と制御, Vol.45, No.10, pp.871-874, 2006
- (5) 植木, 鈴木, 今福：ユーティリティ設備の運用最適化事例, 計測と制御, Vol.51, No.1, pp.83-86, 2012
- (6) 高津：高度制御・最適化ソリューション, 横河技報, Vol.50, No.3, pp.87-90, 2006
- (7) 若杉, 末吉：高度制御技術による省エネルギーソリューション, 横河技報, Vol.53, No.1, pp.11-14, 2010
- (8) 戸坂, 角田, 鈴木, 近藤：工場における省エネ支援事例, 月刊省エネルギー, Vol.64, No.8, pp.48-51, 2012
- (9) 月刊省エネルギー, 2012年10月号