

特集／エネルギー需給最適化を実現する最新IT化技術

# 工場用空調熱源に最適制御を導入 “人”の介在したシステム化を推進

空調熱源をターゲットに最適制御を導入した豊田自動織機。運転の平準化に成功。しかしなお、全自動化が運転者の技能を置き去りにしたものであってはならないと指摘する。(編集部)

豊田自動織機(株) コーポレートセンター PE 環境部 PE 室 CO<sub>2</sub> 削減技術 G グループ長 後藤 茂之

## 1. はじめに

豊田自動織機は、その名の通り自動織機の製造・販売を目的として1926年に創立された。その後、多角化を進め、繊維機械、自動車（車両、エンジン、カーエアコン用コンプレッサ、エレクトロニクス）、産業車両、物流など、次々に事業領域を拡大。現在は事業部制が採用されている。

地球環境保護と経済発展の両立を目指した「環境経営」は、当社の経営活動の最重要課題の一つであり、長年にわたって全社的な取り組みを続けてきた。当PE環境部は其中で各事業部及びその工場と連携を図りながら、環境活動を展開している。

2008年4月には、CO<sub>2</sub>削減をさらに推進するために、社長を委員長とする環境委員会の下にPE環境部が事務局を務める「CO<sub>2</sub>排出削減会議」を設置。生産技術部門長クラスで構成されるメンバーによって、当社の多岐にわたる生産活動の中から省エネのアイデアなどを発掘し、その共有化を図ることで全社展開へと繋げている。さらにその下部組織として実務者レベルの「CO<sub>2</sub>排出削減ワーキング」を設け、月1回の会議開催のほかに、各工場における現地現物による改善事例の共有化を進めている（図-1参照）。

その中で、当社のディーゼルエンジンなどを生産する碧南工場において、空調熱源設備の高効率機器への

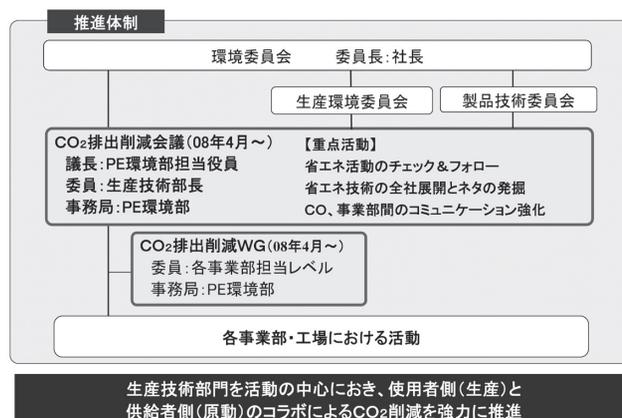


図-1 CO<sub>2</sub>排出削減活動推進体制

更新を行うとともに、使用エネルギーに応じた熱源設備及び動力プラントの最適化による省エネ対策を実施した。

## 2. 工場用空調熱源更新に伴い、最適制御の導入で大幅なCO<sub>2</sub>削減を実現

前述した通り、当社は環境経営を念頭に長年にわたってその活動を展開してきた。2008年からさらなるCO<sub>2</sub>排出量削減を進めるにあたって、同工場においても2009年に老朽化に伴う空調熱源設備の更新を契機に、CO<sub>2</sub>排出量を半分程度まで削減することを目標に計画立案を進めた。

今回の更新では、工場全体の約半分の空調熱源設備、蒸気式3台とガス式3台、計6台を電気とガスによる

高効率設備へと切り替えたが、CO<sub>2</sub>削減とコストの最小化が求められる中で、単なる機器の置き換えでは、その効果は限られる。そこで、新しい設備と既存の冷凍機や蓄熱槽のエネルギーなどを組み合わせ、いかに効率的に運用すれば良いかが大きな課題となった。工場全体に及び、しかも複合的に動く機器の人手による運転は難しい。そこで完全自動の最適制御システムを導入するという結論に至った。これはベンダーの一つであるアズビルのU-OPT（ユーオプト™）という製品により、気象予測データ、外気条件、負荷実績から24時間先までの負荷予測を行い、これらを用いて最適運転計画を策定するというものである（図-2参照）。

### 3. 導入工事と並行して 実務的なシステム講習実施

生産活動に影響が出ないように、工事は夏と冬を避け、空調の使用頻度の落ちる中間期に順次行ったため、更新には足掛け2年を要した。

また、今回のプロジェクト体制に関しては、設備が変わることでパラメータや計量ポイントなど、すべてが変更されるため、それらを統合して取り組む必要があった。このため、工場空調サブコンやシステムベンダーと連携して、社内からは我々の企画部署と設備の運転を担当するグループ、さらに現場の担当者も入る形で、工事期間中は定例会議やシステム講習などを行

った。空調工事の中で、実務的なシステム講習ができたことは非常に大きな意義があったと思う。

期間は、フィージビリティスタディー（FS）で約3ヵ月、リーマンショックの煽りを受け、実行を一時延期したこともあり、プロジェクト期間は約1年半。さらにその後、効果検証を行ったため丸2年間はずっと関わっていたということになる。

### 4. 現状予測における整合性に課題

最適制御は、対象設備の状態や気象情報などから、予測・最適化・運転指示を行うものであるが、この予測については、実績のフィードバックを行い、学習をしている。

予測精度の向上は課題であり、効率化を図るためには、我々にも高いシミュレーション能力が求められるのは必然である。そこで、導入した最適制御システムのオプションとして、オフライン状態でシミュレーションが可能となる仕組みを取り入れることにより、実績データとシミュレーション結果の検証を進めている。

また、最適制御を実施する場合、制御対象となる設備情報を収集する必要があるため、計測機器の設置や配線工事が必要となる。対象範囲が広がると、設置機器も増加するため、費用対効果や付随効果を高めていく必要があると考えている。エネルギーの見える化についても同様である。まさにそこが壁で、結局そのライン

や設備の更新に伴って、見える化もセットで変われば良いが、対応が遅れることにより、陳腐化してしまう。それがもっと簡単に更新されることが望ましい。

### 5. システム化による稼働状態の 明確化で運転の平準化に成功

最適制御の導入による効果についてだが、現状ではCO<sub>2</sub>排出量は約1600トンの削減を達成しているが、当初想定していたこれらの効果に加えて、運転の平準化を行うことができたことも大きい。システムの導入によって、個々がそれぞれの理由や事情のある中で、運転時間がバラバラだったのがわ

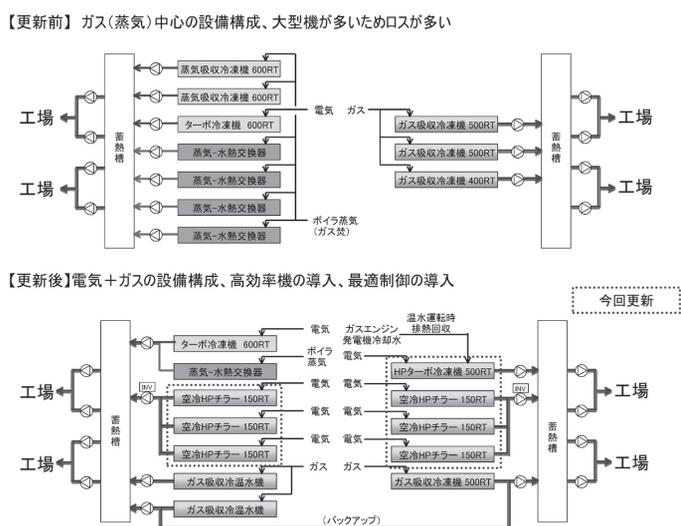


図-2 更新前後

かったため、それを調整することが可能となったのである。実際には工場全体にまたがった設備が多く点在しているため、それをどのような順番で動かすかといった判断は、かなり熟練した技術、視点がなければ難しい。それを平準化できたことは非常に大きな成果であると考えている。

また、電力のピークカットの面でも大きく寄与している。空調熱源の部分でどれだけ電力を抑えられるか、例えばピークの時間帯はガスで動かしたり、蓄熱槽をうまく使ってピークカットを行ったりということを、オフラインでシミュレーションすることができるため、目標値の目途付けも可能となった。さらに、このシミュレーション機能による電力需要予測を活用する形で、社内版の「電気予報」を出し、省エネに対する意識の喚起を促している。

## 6. 全自動化が運転者の技能を置き去りにしたものであってはならない

一方で最適制御については、どこまでITを信用できるのかという問題がある。いくらコンピュータが優れていても、結局は人のノウハウを取り入れていかなければ改善はありえない。データを解析していても、当然イレギュラーというものはある。それはやはり人でしか判断できない。

例えば、連携制御の範囲を決める際に、一番難しいのはコジェネである。その動きが複雑である上に、稼働条件が定められていたり、停止することができないなど、制約条件も多い。その縛りをロジック化して、運用コスト、総合効率、CO<sub>2</sub>排出量を考慮しながら、いかに最適化していくか。この流れは、なかなか経験を積まなければわからないものである。

そういったことを考えると、全自動化というのは運転者の技能を置き去りにしているところが少なからずあると思う。人の知見までキチンと入れて、それをシステムとして使いこなすことが必要である。さらに言えばエネルギーの供給側と使用側、双方のレベルを上げていかないと、制御システムを導入する意味はないと考えている。

この他、エネルギーの供給側と使用側という立場を考えた場合、まず、空調設備に関する部分では、蓄熱槽で完結している部分があるので問題は少ない。しかし、蒸気やエアといった2次エネルギーに関しては、やはり生産部門との調整が重要であり、使用量、条件、質などについて、しっかりお互い納得することが必要となる。この部分については全社的な取り組みとして行っており、今後、さらに注力すべき課題である。

## 7. 今後の展望と展開

全社展開として、待機電力の削減など、エネルギーのジャスト・イン・タイム化を定着させるような活動を行っている。これは最適制御の中で当然、行われていくべきだろう。当PE環境部は見える化の推進と合わせて、これを担う部署であり、今後も推進を図っていく。その中では、生産側から使用状況をできるだけ詳細に出してもらおうことが不可欠になってくる。

一方、見える化に関しては、社内検討会を発足し、あるべき姿・目指す姿を検討中の段階だが、社内にはさまざまな生産工程が混在しているため、それぞれに適した見え方、見せ方というものがあるはずである。それを誰に見せて、どう活用するかを明確にしていくことが今後の課題となる。

これまでに熱源と蒸気に加えてエアの最適制御も実施したが、今後はさらに、過去データと実際の運転とをうまくマッチさせて、質にこだわった活動を展開したいと考えている。さらに、今回の成果を踏まえて、他の工場にも拡大展開を図っていくことになる。

基本的には、今回の事例のように老朽更新を基本として、費用対効果を見ながら実施していくことになる。ただし、費用対効果をさらに向上させるため、今後はさらに細かい工夫をしていかなければならない。今年度は京都議定書の約束期間の最終年に当たるため、今はその目標達成に向けて邁進している状態だが、それ以降のことを考え、何をすべきかという対象の判断を正確に見極めていかなければならない。そのためにも、シミュレーションというものが非常に重要になってくるだろう。