

立命館大学『立命館大学BKCコアステーション中央熱源改修を契機にした省エネルギー化の推進』

改修の経緯（Plan）

本学は、持続可能な社会の実現に積極的に貢献するため、環境負荷低減に關する自主的な目標（2020年度までに1㎡あたりの一次エネルギーを2008年度比-25% 他）を定め、その達成に向けた施設整備を行っている。また、1994年に滋賀県・草津市に開設した「びわこ・くさつキャンパス（以下、BKC）」は学内最大規模の文理融合型キャンパスであり、環びわこ地域との共生、健康で豊かな生活創造への貢献など、地域に開かれた大学として多様な教育研究活動を日々展開している。

そんなBKCで省エネルギー化を更に推進するため、とりわけCO₂排出量が多い中央熱源（経年23年ガス吸収式冷温水機）の改修を計画した。

改修および制御導入（Do）

改修前の熱源構成は、ガス吸収式冷温水機のみで各建物に冷温水を供給するシステムであったが、今回の改修ではエネルギー事業者のシミュレーションツールを用いて、搬送動力や機器効率を考慮し、一年を通してライフサイクルコストが最適となるようシミュレーションを行った。その結果、空冷HPチラーとガス吸収式冷温水機との組み合わせを選択し、環境性能が高い空冷HPチラーを優先機として優先運転し、ガス吸収式冷温水機を負荷増加時に追従させる運転とすることで大きくCO₂削減を図ることができた。

また、夏季の最大電力発生時期には、電力デマンドをモニタリングしながら最大デマンド発生時間帯のみ自動でガス吸収式冷温水機を優先運転させる制御を導入し、電力平準化を図った。更に空冷HPチラーに対し、最大電力発生時に自動で容量制御する機能を追加し、熱源の優先機の入替えだけでは補填できない場合のバックアップとした。

その他、「各熱源の変流量制御導入」、「冷温水二次ポンプのポンプ容量の適正化、変揚程制御の導入」などの熱源効率向上および搬送動力削減を可能とする制御を導入することで、空調システム全体のシステム効率向上を図った。空調二次側についても、供給先の各建物の冷温水入口・出口に制御弁を設置し、空調負荷に応じた冷温水流量に抑制することで二次ポンプの搬送動力を削減するとともに、冷温水還り温度の安定化を図った。



＜中央熱源機器リスト＞

		能力	電力使用量
空冷HPチラー (10モジュール)	冷房	1,730kW	571kW
	暖房	1,490kW	509kW
		能力	燃料使用量
ガス吸収式 冷温水発生機	冷房	1,969kW	121Nm ³ /h
	暖房	1,845kW	170Nm ³ /h
		流量	電力使用量
冷温水一次ポンプ(INV付)		5,645L/min	22kW
冷温水二次ポンプ(INV付)		2,550L/min	22kW
冷却水ポンプ(INV付)		6,533L/min	37kW

■各熱源の変流量制御導入（図2）

今回採用した制御では、二次側流量と一次側流量を一致させるようにインバータで冷温水一次ポンプの流量制御を行っている。過剰な流量を削減することができる他、冷却水ポンプについても負荷量に応じ変流量制御を行うなど、搬送動力の大幅な低減を図ることができた。

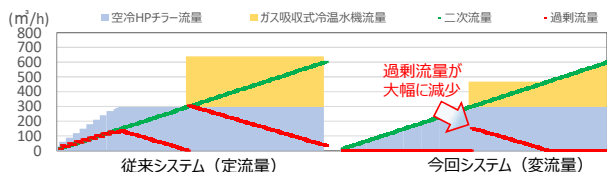


図2 二次流量と一次（熱源側）流量の関係 イメージ（横軸は二次側負荷熱量）

図1 熱源構成図

■冷温水二次ポンプのポンプ容量の適正化、変揚程制御の導入（図3）

二次ポンプ全台にインバータを設置し、冷温水の流量に応じて、供給する制御差圧を変化させる変揚程制御を導入した。その結果、ポンプ電力は最大流量である600m³/hにおいて162kW（図3グラフ赤線）であったものが、約20kW（図3グラフ青線）に約90%低減された。

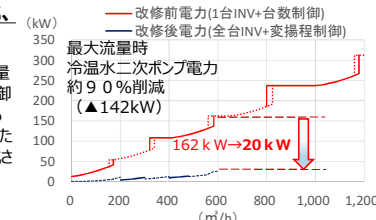


図3 冷温水二次流量と二次ポンプ電力の関係



省エネ効果の検証（Check）

熱源設備の改修および先に述べた自動制御の導入により、CO₂排出量は対前年である年間1,023t（▲48.6%）削減と、半減させることができた。

CO₂削減量の内訳は、熱源設備本体の改修では787t（▲42.9%）、冷温水一次ポンプ動力削減が76t（▲92.5%）、冷温水二次ポンプ動力削減が160t（▲85.7%）となっている。

特に搬送動力にて約9割の削減を実現しており、単なるインバータ導入だけではなく、冷温水入口・出口弁制御による冷温水二次ポンプの搬送動力の削減や、「冷温水一次ポンプの変流量制御」および「冷温水二次ポンプの変揚程制御」の導入による最適化を行ったことで、省CO₂効果を最大化することができた。

BKC全体でも約8%の省CO₂を実現しており、立命館大学の省エネ取り組み史上、最も効果が大きい設備改修の一つとなった。

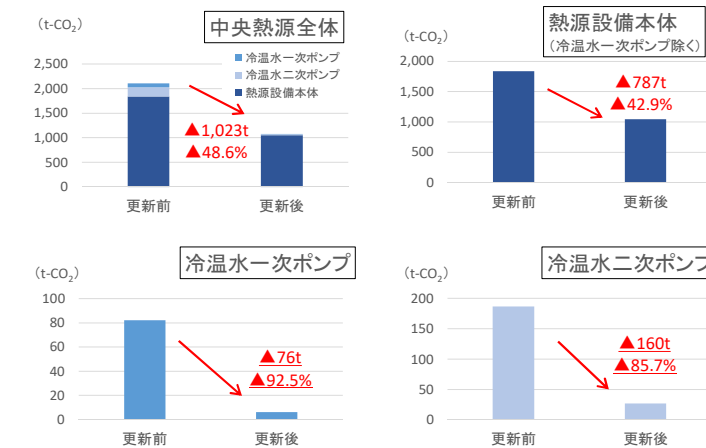


図4 熱源設備改修前後のCO₂排出量（搬送動力を9割削減）

継続的改善への取り組み（Action）

高効率な設備運用を継続化しつつ、更なる省エネ推進を目指し継続的なPDCAサイクルを継続的に進めることを目的に、単体・システム両方でエネルギー効率を分析・評価できる仕組みとして「BEMS（Building Energy Management System）」を導入した。本事業においては1,700点を超えるデータを収集するBEMSを導入し、熱源設備だけではなく、冷温水供給先である建物11棟における空調機等のモニタリングおよび分析を実施している。

また、モニタリングし分析した情報は、タイムリーにフィードバックする必要があり、それを可能にする為、デマンド制御や各建物への冷温水入口・出口弁制御などの各種制御を、ネットワークを介した遠隔制御が可能な状態とし、各種パラメータ値を遠隔で変更できるICT技術も導入している。

今後、更なる省エネ推進のため、直近では以下項目の実施を予定している。

＜今後実施予定の省エネ項目＞

- ・冷温水二次ポンプの運転周波数低減に向けたポンプ台数制御の見直し
- ・ガス吸収式冷温水機の一次側最低流量の40%への引き下げ
- ・各建物の冷温水入口・出口弁制御の更なる調整（現設定値・二次側空調機の運転状態をモニタリング、パラメータ調整）
- ・日毎・季節毎における冷温水供給先である各棟空調機運用のモニタリングによる無駄な稼働の抑制 他