

報告 2

ICEBO/APCBC2014に参加して

Commissioning Process and Operational Improvements in the District Heating and Cooling Plant: -地域冷暖房プラントにおける性能検証と運用改善事例-

(株)三菱地所設計 高瀬 知章

【会議に参加して】

吉田理事長から話を頂いて、最近実施したDHC施設のコミッショニング事例なら発表できるかと思い、参加することにしました。私自身、英語での発表には全く自信がなく、社内外の方々に助けられて何とかPPTを作り発表に臨みました。発表後、予期せぬ質問がいくつかあり、回答に苦慮しましたが、日本からの参加者の皆さん（特に日建設計の張さん）に大いに助けられました。今になって言えることですが、良い経験をさせていただきました。

（写真-1）

【自身の発表内容】

大阪駅に建設されたノースゲートビルに新設された地域冷暖房プラント（供給面積：約 200,000 m²、冷熱容量：10,500RT）における、コミッショニングと運用改善事例について発表しました。コミッショニングプロセス適用の目的は以下です。

- (1) DHC プラントにおける我が国トップレベルのエネルギー効率の達成
- (2) コミッショニング及び運用改善効果の確認

プラントの設計においては、言うまでもなく安定供給や運用時のコスト低減が最重要テーマとなります。本プラントでは、これら基本事項を満足した上で、プラント完成後にコミッショニングにより設計性能を確認した上で、効率向上効果のある可能な運用改善を実施しました。数々の取組みの中から、以下の3つの技術について発表しました。

- ① 運転効率と経済性を考慮した最適運転方法の検証
- ② インバーターボ冷凍機の増減段タイミングの検証と運転変更
- ③ 冷却水流量制御方式の効果検証と制御方式の変更について

結果として、図に示すように、2012年度の日本のプラントの全国平均COPは0.76（一次エネルギー基準）となっていますが、本プラントでは、運用3年目には年間平均システムCOP 1.35を達成し、我が国トップクラスのエネルギー効率を達成しました。また、省エネルギーを達成する上で、コミッショニングとその結果に基づく運用改善を行うことが如何に重要なことを示すことができました。（図-1）以下に、発表後の主な質問と回答を記します。

- ① 冬期にかなり冷房負荷があるのはなぜか？

（回答）駅ビルにある百貨店が供給エリアの60%を占めるが、このエリアの内部発熱負荷が大きいため。

- ② 氷蓄熱システムがあるが、これを優先的に使用しないのはなぜか？

（回答）エネルギー効率ではターボ冷凍機に劣ることと、原発事故の影響により深夜電力料金のメリットが少なくなっているため、部分負荷時対応専用に運転することが、経済的に有利となっている。

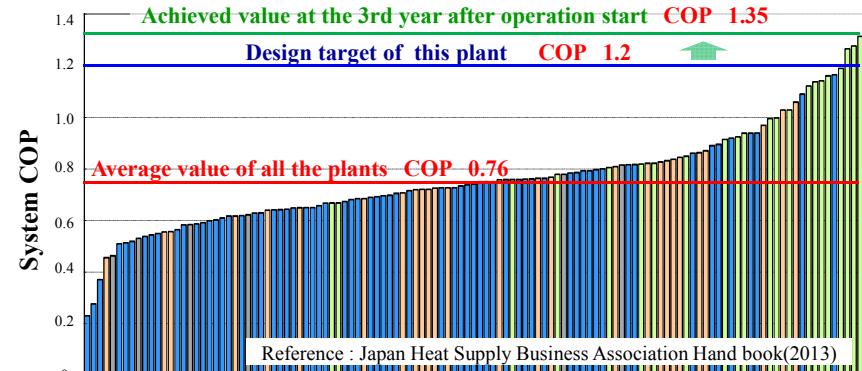


図-1 The Plant System COP of all the DHC plants in Japan of 2012



写真-1 発表状況



写真-2 欢迎パーティーにて
(青いシャツの方がWei教授)

【参考になった発表の紹介】

ICEBO 北京会議の議長を務められた清華大学 Wei 教授（写真-2）が発表された論文について、大変参考になったので、簡単に紹介します。テーマは、“Research of Energy Consumption Model and KPI system for evaluating operational energy performance for Airport Terminal”（空港ターミナルの運用エネルギー性能を評価するためのエネルギー消費モデルと KPI システムの研究）というものでしたが、多大なエネルギーを消費する空港施設を対象として、実用的なエネルギー管理や省エネルギーニーズに適用できるエネルギーモデルと評価指標を提案しています。また、このモデルを北京国際空港のエネルギー評価に適用し、全電気システムの冷房システム COP は、4.38（一次エネルギー換算値：1.6）となっており、良い効率で運用されていることが示されました。（図-2、3）

【感想】

清華大学の先生方、学生のレベルの高さには感心しました。彼らの設備システムに関する活発な議論を見ていると、日本のレベルに追いつくのは時間の問題と思われます。中国ではほとんど省エネ対策のない既存ビルが多い一方で、海外の技術を取り入れた多くの新しい最先端ビルが増えており、短期間のうちに様変わりする可能性を感じられました。

また、会議の前日を含め、3 日間に渡り清華大学の先生方から歓迎（会食）を受けたことが忘れられません。学会レベルでの真剣かつ有意義な議論を見るにつけ、政治レベルでの中国との関係がぎくしゃくしていることが残念でなりません。

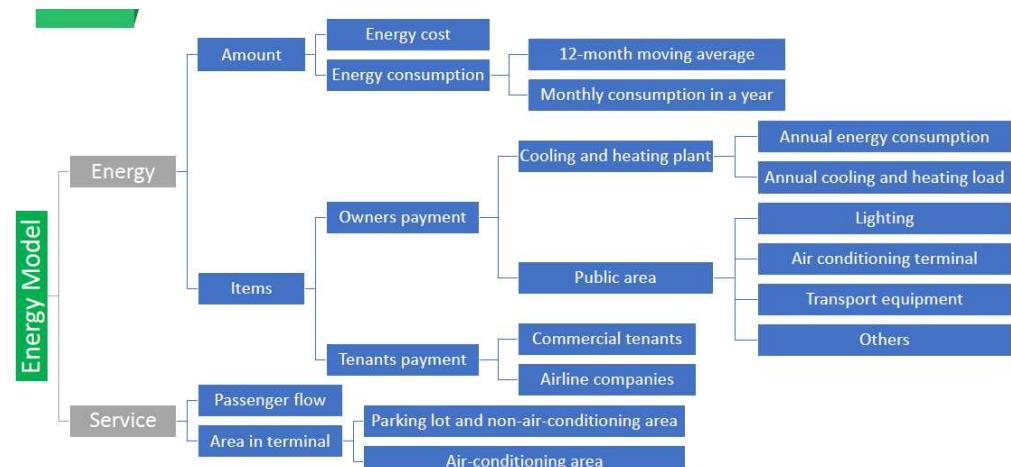


図-2 エネルギーモデル

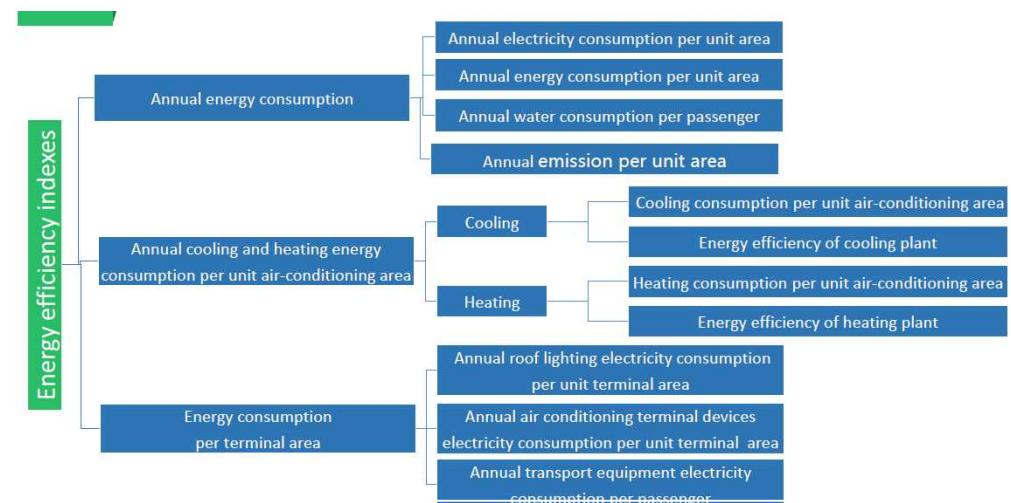


図-3 エネルギー効率の指標

報告 2

ICEBO/APCBC2014 に参加して

九州大学大学院人間環境学研究院 住吉大輔

—空調熱源システムの設定値最適化・劣化診断ツールの性能評価—

発表者：九州大学大学院人間環境学研究院 住吉大輔

連名者：株式会社アレフネット 松下直幹

連名者：東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 赤司泰義

【発表内容】

本研究では、2010年に開発した空調熱源システムの設定値最適化・劣化診断ツールについて、実際のシステムに導入した際の効果を明らかにする。開発したツールの概念図を図1に示す。ツールは以下の4つのパートに分かれている。それぞれの機能を説明する。

A) パラメータ調整ブロック

BEMS から実測値を受け取り、シミュレーション用のパラメータの同定を行う。熱源機やポンプなどの各機器にパラメータが組み込まれており、パラメータ調整を行うことによってシミュレーションが実測値に合わせてチューニングされるため、現状に合ったシミュレーションが行える。

B) システムシミュレーションブロック

対象システムの構成に合わせてシミュレーションを行う本ツールの心臓部である。パラメータ調整ブロックで調整されたパラメータと BEMS からの外気温度情報、負荷情報などを入力として計算を行う。

C) 最適化ブロック

冷却水温度と冷却水出入口温度差(冷却水流量に関連)の設定値について状況に応じた最適な組み合わせを求める。設定値の全ての組み合わせについてシステムシミュレーションによりエネルギー消費量を算出し、最も良い組み合わせを求める。結果を BEMS に返し、BEMS にて自動的に設定値を変更する。

D) 劣化診断ブロック

パラメータ調整ブロックでのパラメータ調整は一日一度実施され、調整には過去の2週間分の実測データが用いられる。パラメータは各機器の性能(平均的な効率)を表現するように設計しているため、日々のパラメータの変化を並べると各機器が劣化していく状況が把握できる。本ブロックでは、パラメータの変化を出力する。

ツールの効果を検証するため、京都にある学校施設の空調システムに本ツールを導入し、2年に亘る実測調査を実施した。実測結果として負荷と一次エネルギー消費量の関係を図2に示す。実測結果が青い点(1)である。赤い点(2)は本ツールによる計算結果であり、最適化した場合のエネルギー消費量の予測値を示している。青い点と赤い点はほぼ同程度のところにプロットがあり、本ツールのシミュレーションが高い精度で実測値を捉えられていることが確認できる。緑の点(3)は、最適化を行わず標準的な設定値で運転したと仮定した場合の計算結果を表している。緑の点は赤や青に比べてエネルギー消費量が大きく、特に負荷が大きい時に本ツールが効果的であることが

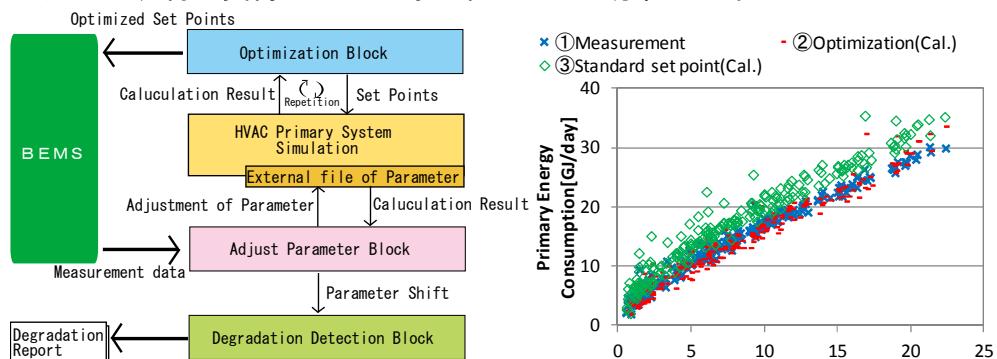


図1 ツールの構成

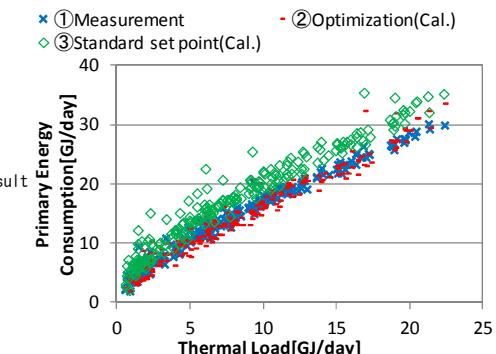


図2 負荷とエネルギー消費量

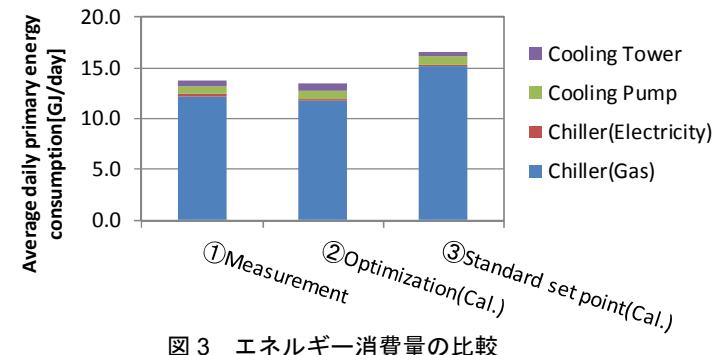


図3 エネルギー消費量の比較

分かる。図3にエネルギー消費量の積算値の比較を示す。ツールにより2年間の積算で18.5%の省エネルギー効果が得られる結果であった。またこれによるコスト削減効果は154万円であった。

図4に劣化診断ブロックの出力結果である熱源機器と冷却水ポンプのパラメータの変化を示す。熱源機器は運転時間1時間当たり平均0.005%、冷却水ポンプは平均0.0007%エネルギー効率が低下していることが確認された。パラメータが大きく増加していないことから今のところ不具合は発生していないものと考えられる。

なお、本ツールはBSCAのホームページにて公開されている。

http://www.bsca.or.jp/library/tools_open2.html

【発表への反応】

発表後、何人かの参加者から質問があった。発表中でパラメータについての説明が不足していたことから、これについて確認するものであった。説明後の反応は、パラメータによる劣化診断のアイデアについて関心を持って頂いたようだった。

【会議に参加して】

今回の会議ではセッションの司会を担当させて頂きました。バンケットでは他国からの参加者との交流もでき、中国やヨーロッパの状況について話を伺えたことは有意義でした。特に中国の先生方は、中国のエネルギー消費量が加速的に増加していることに対して危惧をしているようで、今後国を挙げての対策が進んでいくのではないかと言うことが感じられました。日本よりも速いスピードでコミッショニングの普及が進むのではないかでしょうか。

また、余談になりますが、何と言っても驚いたのは、フルチャージの参加費を払った参加者全員に対してタブレット端末(図5)が配布された(貸し出しではありません)ことでした。CO₂削減のためペーパーレス会議を目指しているところで冊子体の配布物は用意されておらず、タブレットまたはUSBの配布でした。日本の学会では考えられないことなので、良し悪しは別として文化の違いを感じました。

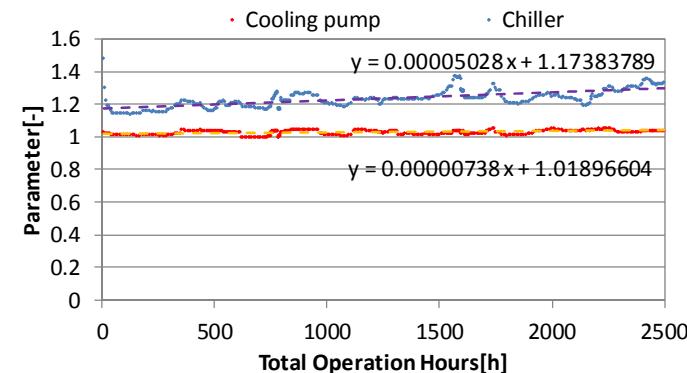


図4 パラメータの変化による劣化状況の把握



図5 配布されたプログラムとタブレット

【感想】

会議以外の面では、以前に中国を訪れたときに比べ街中で売っているものの中に高級品が増えたように感じました。また、自転車が減ったようにも感じました。富裕層が増え、海外から輸入された高級品の消費や自動車への転換が進みエネルギー消費量が増加していくものと思います。これは中国だけでなく多くの他のアジアの国々にもいずれ来ることだと思います。我々はアジアの国々とコネクションをもって、協力して省エネルギー対策を進めていくことが重要だと改めて感じました。

報告 2

ICEB2014 北京講演、見学の感想

コミッショニングの未来 (株)日建設計 張 兆明

【初めに】

担当業務の関係で久しぶりに学会に参加できました。大学院で研究した以来、コミッショニング関係で従事したこと�이ありませんでしたが、弊社の長年かけたコミッショニング事例の成果を拝借し、英語で講演できたことは、今年で一番ワクワクドキドキする出来事になりました。

【ICEBO での講演】

10 年以上かけて継続的コミッショニングを行ってきたパナソニック東京汐留ビルをテーマに講演し、10 年間如何に省エネルギー・チューニング手法を確立し、50%近くの素晴らしい省エネ率を実現できたかを紹介し、盛大な拍手で迎えられました。時間の関係で細かい手法や実例の紹介ができませんでしたが、やはり質疑から見る世界各地の研究者・設計者の着目点はやはり省エネを踏まえての創エネでした。ZEB を実現するためにいくら「省」しても達成できず、肝はやはり「創」ではないかと質疑され、本ビルにて少々太陽光を利用する試みをしておりますが、残念ながら大規模な自然エネルギー利用はまだできず、今後の課題となるしか回答できませんでした。そうです。自然エネルギーは現実的に建物に応用され、大きく貢献するのはまだ遠く、すべての研究者、エンジニア及び設計者にかかる大きな課題です。

【その他の講演】

講演者は主に米国・Texas A&M Engineering Experiment Station、中国・清華大学、それからわれわれ日本・APCBC でした。まさに世界省エネ技術を先導する米国・日本、それからエネルギー消費大国・中国。前二者は持続コミッショニングが如何に世界中に貢献したかを実例で証明し、後者は現在如何にコミッショニング手法について研究し、実建物に応用していくことについて熱く語っていました。特に若い世代の研究者が、複雑な理論知識を理解し、シミュレーションを熟練に運用し、機械原理ベースからコミッショニングの試行錯誤を行っていることが何より喜ばしく感じました。中国でのコミッショニング応用事例はまだ多くありませんが、BEMS データの重要性、自動制



御の重要性を認識し始めていることから、これからどんどんコミッショニングの舞台が大きく広がるでしょう。

【些細な見聞】

学会は清華大学の省エネ実験棟にて行いました。100 年の歴史を誇る清華大学の古い建物の一つで、教室に空調設備がありませんでしたが、右図のように放射冷暖房の効果を検証するために全面天井放射コイルを敷設してありました。しかも太陽エネルギーを源とした熱源と連結し更なる省エネの可能性を模索している模様です。

さすがにこれだけの大密度空間にて放射に頼り全負荷処理を期待するのは無理があり、暑がり屋の私は暑くてたまりませんでしたが、こういう外見にこだわらず、現代設計の先端とも言える放射冷暖房と太陽エネルギー利用を大胆に試みるのはなにより感銘を受けました。大規模採用とは程遠くないでしょう。

学会以外に、中国のトップレベル不動産企業である「SOHO 中国」の開発した「望京 SOHO」と「銀河 SOHO」を見学しました。どちらもオフィス・商業等複雑用途の混在した総合建築群で、北京でトップレベル省エネを目指す建物でした。省エネセンターにも兼用している総合受付センターのロビーで BEMS 大画面に向けて紹介していただきました。全建物の配管・ダクト系統を BIM で作成し、直観に各機器のリアルタイムエネルギー消費も確認できました。さらに各テナントのリアルタイムエネルギー消費を確認でき、監視カメラの画面まで確認できました。BIM 及び BEMS をここまで運用したとはまさにびっくり・感動しました。最近 BIM はどんどん日本の建設業界に展開していますが、しぶしぶ BIM 勉強会に参加する自分を思い出すと恥ずかしくてたまりませんでした。

自社の省エネマネジメント部門にてコミッショニングを実行しており、すでに竣工 1 年を経とうとする「望京 SOHO」では省エネルギー率 30% 以上実現できそうだと伺いました。セントラル外調機系統から各テナントに OA を供給するのは CAV を通しているなど、設計上甘々しい部分を除いて、様々な方面で中国の省エネルギー事業は世界のトップレベルを目指し始めています。

近年、日本の設計・施工企業がどんどん中国市場に進出していますが、これから日本のコミッショニング専門家部隊もどんどん中国に展開できるでしょうかと、改めて思うとワクワクしてたまりませんでした。

