

特定非営利活動法人 建築設備コミッションング協会 (BS&A)

コミッションングで100年建築を目指す - 京都駅ビル熱源・空調設備省エネ改修 -

熱源・空調システムの年間一次エネルギー削減量60%達成 (ビル全体の削減量30%)

鉄道駅を中心としたホテル、デパート、劇場、行政関係施設などを含む大規模ビル施設の改修において、**コミッションング(Cx)の手法を適用して設備システムの抜本的な見直しを行い**、大幅な省エネ改修を行った。本プロジェクトでは、発注者とコミッションング管理チームを核に、設計者、施工者、運転管理者らによるチームを組織し、**共同で課題を解決した**。具体的には、蒸気主体システムに代えて多種の高効率熱源機を効果的に組み入れ運用改修を図ったこと、**熱源機の最適制御、クラウドBEMSによる性能分析および適正化等により、24時間稼働するビルの機能を維持しながら、緻密な計画のもとでシステム改修を行い、改修前後全体の30%(改修対象設備では60%)にあたる6,878kWh/年の1次エネルギー削減を達成した**。そのエネルギーコスト削減は5.9億円/年で投資コストは5.7年で回収する。

建物概要	コミッションングの実施	省エネ取組内容
<p>延床面積：235,942㎡ 竣工1997年 地上10階・地下2階の複合ビル (駅舎・百貨店・ホテル・劇場等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 調査フェーズ (2010~11年)：BEMSデータを活用して既存ビルの省エネ性能を定量的に分析し、課題を抽出し、発注者の要件 (OPR) を明確に詳細に記述 設計フェーズ (2011年・14年)：省エネ設計の内容を第三者であるCx管理チーム(CMT)がレビュー 施工フェーズ (2015~16年)：施工状況や性能(仕様)が適切であるかCx会議で精査 稼働性能評価・適正化フェーズ (2016~19年)：竣工後3年経ち、稼働性能評価・適正化を実施しながら適正化 省エネ性能はBEMSデータを活用して定量的に分析 Cxの稼働を文書化してビル管理者に伝達し性能を維持 国土交通省・第2回住宅・建築物CO2削減事業に採択 	<ul style="list-style-type: none"> 発注者要件 (OPR)：発注者が設計・施工に求めた要件 (OPR) は多岐にわたるが、重要な要件 (目的) は改修対象設備の一次エネルギー削減目標設定 改修システムの基本方針：既設装置とし、冷熱にロインタークーラー、蒸熱には空冷熱源ユニットを主に導入する蒸気主体のシステムを採用 小負荷時の高い部分負荷効率を達成するため、適正な熱源機の選定と適正な運転制御を実施 太陽熱、井戸水などの再生可能エネルギーを利用 装置稼働に合わせた電力デマンド制御を視野にエネルギーシフトの活用 二次ポンプ駆動電力の大幅な削減

省エネ管理体制	改修後のシステム
<p>コミッションングチーム (CMT)</p> <p>発注者(特定)：京都府・京都市 設計者：京都府・京都市 施工者：京都府・京都市 運転管理者：京都府・京都市</p>	<p>熱源機：蒸気発生機、熱交換機、冷水機、温水機</p> <p>空調機：VAV、FCU、ファンコイル</p> <p>ポンプ：二次ポンプ、冷却水ポンプ</p>

主熱源ターボ冷凍機群の最適制御

制御バロメータをデータ化して制御
制御モードはバロメータを切り替え

ターボ冷凍機単体の平均COPは、夏期6.5 中間期4.4 冬期17.3

熱回収HPで部分負荷を高める設計

本建物は24時間稼働、かつ季節を問わず冷熱が同時に要求されるので、冷熱源・蒸気源両システムのベース熱源として、**熱回収HPシステムを採用**

熱回収HPに対して最適な冷熱・蒸熱を配分する最適制御方法を開発

機能性能試験と適正化では、試運転とシミュレーションを用いた分析により適正な運転方法を導いた

冷熱回収合わせた総合COPは9.3と高く冬期の熱効率の向上に貢献

その他省エネ対策

蒸気源の再生可能エネルギー熱源の採用

- 給湯熱に太陽熱システムを採用 → 1.7kWh/y (65.6 GJ/y)
- 井水利用にヒートポンプを採用 → 29.2kWh/y (1,132.0 GJ/y)

蒸気源のCO2削減システム (CGS) の採用

- 発着時のBCP、電力のデマンド制御やネットワーク契約にも配慮
- CO2削減システム運用のLCC評価法を開発
- 運転は夏期の電力負荷ピーク期 (7~9月) のみとするのが最適と判断

エネルギー賞が受賞してもこのツールで最適な運転方法を検討できる

二次ポンプ駆動電力の削減

- 実稼働最大流量を元にポンプサイズを34%削減
- 二次ポンプを全自動化し、1日1回の下り周波数を12Hzとした
- 未定常稼働時、過速防止制御を採用

二次送電設備の省エネ率は81.0%

クラウドBEMSの採用

クラウドBEMSを構築し関係者全員がアクセスできるようにした

機能性能試験ではCxに精通した技術者が遠方からタイムリーかつ迅速に分析し、性能分析から適正化に至るPDCAサイクルを効果的に回した

省エネルギー達成状況のまとめ

改修前の基準年 (2009年) と比較 (削減率は改修対象設備に対して)

- 一次エネルギー削減率 6.87% (266.67kWh) 58.6%削減
- CO2排出削減量 13,556 t-CO2 60.2%削減

受賞

省エネ大賞 (省エネ事例部門) 受賞 (サービス分野) 経済産業大臣賞

空気調和・衛生工学会 特別賞 リニューアル賞

建築設備技術者協会 カーボンニュートラル大賞

【受賞】

- 京都駅ビル開発社
- 建築設備コミッションング協会
- 日経設計
- 高松製作工業
- J R西日本テックシア
- 日本建築システム
- ジェイアール西日本総合ビルサービス

日本初！ 官庁施設の新築コミッションング 長崎県庁舎新築工事

年間一次エネルギー消費量 40%削減・年間光熱水費 2,480円/㎡以下を達成！

■長崎県の想いと設計者の提案のマッチングから、新築コミッションングがスタート

- 長崎県の想い：「省資源・省エネルギーなど環境に配慮し、他県に先駆けて低炭素社会の実現を目指すための最先端の取り組みを行う新時代環境共創型の庁舎」の実現
- 設計者の提案：新時代の環境共生型庁舎にふさわしい高い省エネルギー目標達成を確実に達成するためには、設計から運用フェーズまで一貫したコミッションングが有効

経緯

設計フェーズ

企業：基本設計、実施設計

Cx推進：設計フェーズ、運用フェーズ

設計フェーズ：設計の検証、OPRの検証

運用フェーズ：機能性能試験の仕様の検討

機能性能試験

機能性能試験実施業務を総合評価方式で公募を行い、日建設計総合研究所が特定され、産官学連携体制で実施した。

設計フェーズのCMTが作成した機能性能試験計画書に基づき、2017年2月~2019年3月

合計稼働時間200時間、機能性能試験稼働時間100時間、稼働時間100%、稼働時間100%、稼働時間100%

稼働時間100%、稼働時間100%、稼働時間100%

室内環境性能

温度、湿度、放射、気流、温冷感に関する項目に於いて、実稼働BEMSデータを活用して、第1回、第2回、中間期間、計5回実施。居住者に「SAFARI」を実施。

室内環境性能は概ね機能性能試験計画書で設定された合格基準を満足していることを確認した。

中間期の空調・自然換気・自然採光のバランスが十分に機能しているため、インテリジェントな省エネ設計が実現していることが確認された。

エネルギー性能

22項目の試験の中で、2次ポンプVAV制御、空調機VAV制御、外気冷熱回収、外気CO2制御など、7項目が合格判定。改善提案、OPRで設定された目標値は全て達成されていることを確認した。

冬の外気温調整設定変更等による省エネ効果も確認。

OPRの目標実現状況確認結果

建物全体の年間一次エネルギー消費量 810 kWh/㎡以下

空調設備の年間一次エネルギー消費量 320 kWh/㎡以下

建物全体の年間一次エネルギーコスト 2117 円/㎡以下

沖縄科学技術大学院大学(OIST) 既存Cxプロジェクト

既存熱源・空調設備システムの改善検討を目的として、

- 1) BEMSデータ分析・運転者へのヒアリングを実施し、**分析報告書**を作成
- 2) 1)を基に問題点とその改善策・対策実施の費用対効果をまとめた**不具合・改善策一覧表**を作成
- 3) プロジェクト全体の成果をまとめた**Cx報告書**を提出し、これを増築する新研究棟の設計・施工に対するセカンドオピニオンとして活用

建物概要

ウェットラボ、ドライラボ

所在地：沖縄県国頭郡恩納村字谷茶

敷地面積：約70ha

延床面積：約52,000㎡

竣工年：2010年3月 センター・第1研究棟竣工
2012年5月 第2研究棟竣工
2015年3月 第3研究棟竣工
2017年3月 第4研究棟竣工予定

コミッションング実施状況

2016.3 企画フェーズ

2016.9~2017.3 調査フェーズ(初期)

データの分析 (12000点/1分周期, 22GB)

不具合・改善策一覧表 提出

調査フェーズ(詳細)対策実施フェーズ

計画中、実施予定

データ処理

1分間隔データ1年分の大量の生データを使えるように前処理を実施。

(ポイント：約12,000点、ファイル：8760files/年、総容量：22GB)

SHASE Cx委員会 データマネジメント手法検討 小委員会の開発ツールを活用 (BS&A公開ツール)

主な調査項目・データ分析の視点(1)

熱源・空調の熱負荷・エネルギー消費実態の把握

外気温度、冷熱システム、蒸気システム

気温の高い沖縄で、空調熱負荷が多い

研究室の室内温度・湿度の維持 (高質な湿度環境維持)

除湿後の再熱量が非常に多い

主な調査項目・データ分析の視点(2)

熱源システム関係

- 水蒸気システムの運用改善
- 11~4月に中間期・冬の氷蓄熱システム運用停止
- 蒸気ボイラの運転効率の改善
- 台数制御/バロメータ、圧力設定の適正化

空調システム関係

- 除湿再熱負荷軽減検討
- 異なる室内条件の研究室の個別化し、外調機の設定値の緩和
- 各研究室のヒュームフードの利用状況の確認・運用改善検討

対策提案・効果ポテンシャルの提示

熱源・空調設備への改善対策の実施で約20%削減と試算(下表)

区分	改善対策	1次[Wh/㎡]	1次[MWh]
熱源	氷蓄熱システム運用停止	3.17	1.8
	蒸気ボイラの制御チューニング	10.81	12.5
空調	温水循環ポンプの制御チューニング	0.31	0.42
	除湿再熱熱の冷熱・蒸熱削減	3.02	5.07
合計		17.3	19.8

不具合・改善策一覧表を作成、Cx報告書の提出 (261ページ)

これを基に対策実施フェーズを実施予定

神奈川県立近代美術館葉山館 熱源・空調システムに関するコミッションング

設備システムの概要

- 1) 熱源設備
 - 冷水発生機 100RT×2台(写真2)
 - 熱回収型冷水チラー 40RT×2台(写真3)
 - 冷却塔 100RT×2台(写真3)
- 2) 空調設備
 - 空気調和機 計18台
 - ファンコイルユニット 計23台
 - パッケージ空調機、ビル用マルチ空調機
- 3) 配管方式
 - 1次側熱源回り冷水配管/温水配管
 - 定流量方式+ヘッダーバイパス方式
 - 2次側空調機系統冷水配管/温水配管
 - 台数制御+ヘッダーバイパス方式
 - 冷水コイル及び温水コイル4管方式
 - ファンコイル系統
 - シングルコイル4管方式(2方弁切り替え比例制御)

建物概要

場所：神奈川県三浦郡葉山町一色

用途：美術館

構造：SRC造(一部S造)

規模：地上2階、地下2階

延床面積：7,111.51㎡ (うち展示室：1,297㎡)

竣工：2003年3月

特徴

本建物はPFI事業によるもので、4社で構成されるSPCが、神奈川県と契約し、建設から竣工後30年間契約で維持管理している。神奈川県は本建物を賃借し、エネルギー費を負担し、美術館を運営している。

コミッションングの概要

- 1) Cxの種別：既存建物のコミッションングのうち、調査フェーズの初期部分
- 2) 体制：CA/吉田新一、CxPE/岡部、須山喜美
- 3) 期間：2017年1月~4月

Cxの実施内容：既存建物のコミッションングの調査フェーズ(初期)

- 1) 現状の課題抽出と究明
 - (1)-1 現状の課題と管理・運転状況との因果関係の把握・検証
 - 恒温恒湿制御上の課題を究明 (露点温度制御・再熱制御の両面)
 - (1)-2 現状の熱源システム運転に関する検証
 - 熱源機群の運転制御上の課題を究明 (熱回収チラーと冷水発生機の複合運転制御の両面)
 - (1)-3 現状の熱源システムの容量の妥当性に関する検証
 - 機器の稼働状況や熱源機容量の妥当性検証
- 2) 改修に向けた各種情報の提供と提案
 - (2)-1 改修課題・対策一覧表の作成・提供
 - 課題・概要・経緯・原因・改善案等をまとめた「改善課題・対策一覧表」を提供。管理者が今後、対応状況等を追記し、現状課題をフォローしていく。
 - (2)-2 今後の改修計画に向けてOPR策定を提案
 - (2)-3 推奨される熱源システム改修案の提示
 - 改修設計に資する複数の熱源システムを提案、併せて熱源システム比較や望ましい計装システム(案)も提供