

空気調和衛生工学会 特別賞 10 年表彰 『ドームシティガスビル』

DOME CITY GASBUILDING

大阪ガス(株) エンジニアリング部

OSAKA-GAS CO.,LTD ENGINEERING DEPARTMENT

岡 克己 植田 浩文

KATSUMI-O KA HIROBUMI-UEDA

1. はじめに

既築の業務ビルにおける省エネ・省 CO 対策が緊急の課題となっている。これによる法規制強化や維持管理の合理化、CSR の向上などへの対応として、業務ビルを長期間にわたり適正に維持管理することが重要視され始めてきた。

ドームシティガスビルは、岩崎橋地区の地域冷暖房を効率的に受け入れることのできる事務所ビルとして計画され 1996 年 3 月に竣工した。導入したシステムに対して、運用開始後 2 年間の性能検証によりその省エネ効果と効果的な運用方法を確認し、第 36 回空気調和・衛生工学会技術賞（建築設備部門）などを受賞した。以降 10 年を越える運用において、適正な維持管理を継続して行い、また竣工後 9 年目からは建物の利用形態の変化に対応したチューニングを行い、次期改修計画を含めた長期的保全計画に活用することができた。

本編では、ドームシティガスビルにおいて 10 年にわたり実行された取り組みとその効果について紹介する。

2. 建築概要

ドームシティガスビルは、大阪シティドームの建設に伴う大阪ガス岩崎構内の既存業務施設の統合集約化と地域冷暖房プラントの新設を計画の根幹とし、大阪ガスの業務棟として 1996 年に竣工した。

建築概要

建物名称：ドームシティガスビル（写真 1）

所在地：大阪市西区千代崎 3 丁目 5 - 1

用途：事務所・エネルギーセンター・駐車場

延床面積：47,938.63 m²（基準階面積 1,904.60 m²）

階数：地上 15 階，塔屋 2 階

構造：S 造・一部 R C 造



写真 1.ドームシティガスビル全景

3. 設備計画と省エネルギー手法

地域冷暖房は、大気汚染防止効果やエネルギーの有効利用となるため、当建物の新築時の計画主旨として地域冷暖房の効率的利用を目指し、（1）地域冷暖房の直圧ブリードインと冷水のカスケード利用、（2）地域冷暖房に対応した個別分散型冷媒自然循環システム、（3）熱負荷を平準化する躯体蓄熱空調システムを計画した。

また、冷却塔ブロー水の再利用、全熱交換器、熱線反射ガラス、高効率照明などのシステムも導入し、ビル全体として環境配慮設計を行った。

さらに隣接するエネルギーセンター棟（地域冷暖房プラント）にある都市管理センターにおいて、運転管理員が常駐し、BEMS（中央監視設備）を用いたビル・エネルギー管理を行っている。（表 1・図 1）

表 1.設備概要

<p>< 熱源設備 ></p> <p>地域冷暖房プラント (冷水 7 - 13 , 温水 80 - 70)</p>
<p>< 空調方式 ></p> <p>個別分散型冷媒自然循環システム、 外調機(全熱交換器, CO2 制御, 加湿)</p>
<p>< 排煙方式 ></p> <p>加圧防排煙方式</p>
<p>< 衛生設備 ></p> <p>給水 重力式・圧力送水併用方式</p> <p>地域冷暖房の冷却塔ブロー水再利用</p> <p>給湯 地域冷暖房の温水によるセントラル方式</p> <p>ガス 低圧、中圧B(DHC)、中圧A(保安設備)</p> <p>衛生器具 節水型脱臭便器</p> <p>排水処理 厨房排水処理</p> <p>ごみ処理 微生物処理</p>

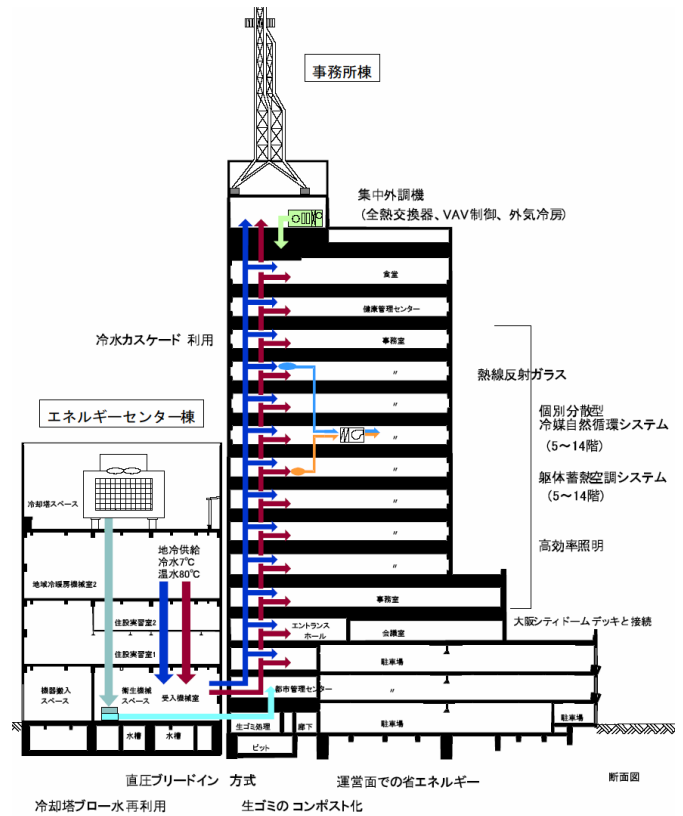


図 1.設備計画と省エネルギー手法

(1) 直圧ブリードインと冷水カスケード利用

DHC 冷水を直接受け入れることで、DHC の供給温度レベルを下げずに利用している。また、低温冷水を必要とする執務室とこれを必要としない外気負荷、電気室負荷等と利用温度レベルを使い分け、カスケード利用することにより、冷水熱量の効率的な運用行っている(図 2)。

(2) DHC 対応の個別分散型冷媒自然循環システム

二次側システムとして、搬送動力の低減、執務室のウォーターレス化を目指して、DHC 冷水温度に対応した個別分散型冷媒自然循環システム(RETS)を導入している。RETS の冷温水として、DHC 冷水は直接利用し、DHC 温水は間接熱交換器を介して利用している。

(3) 熱負荷を平準化する躯体蓄熱空調システム

DHC 負荷率向上と冷水デマンド低減を目指して、躯体蓄熱空調システムを実施している(図 3)。

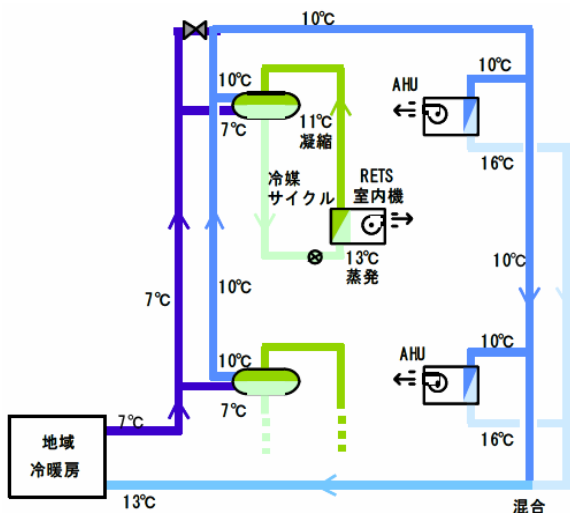


図 2.冷水フロー

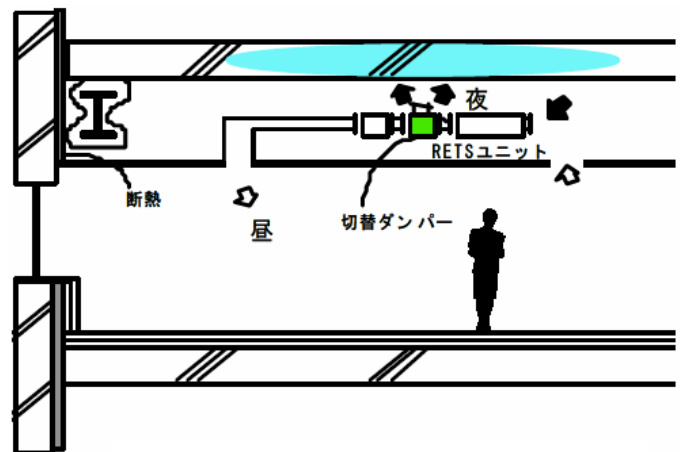


図 3.躯体蓄熱空調システム概念図

4. 省エネルギー・省資源化を目指した継続的な維持管理と実績

ここでは竣工後 11 年間にわたる維持管理の実績について紹介する。

4 - 1 省エネルギー・省資源を目指した取組み

当建物は、大阪ガスグループの環境基本理念に基づき、エネルギー利用の効率化、入居者協力による省エネルギー運用、廃棄物の削減・資源の再利用を実施している。具体的には、照明の部分消灯、空調温度設定の緩和、食堂の空調時間とエリアの制限、一般廃棄物の分別と廃棄物削減の強化、バイオ生ゴミ処理機による厨芥の減量化などである。

一方で、当建物は 1996 年の建物使用開始後、入居している組織の変化に伴い入居人員と利用用途が大きく変動している(表 2)。建物使用状況の変化として、冷房負荷密度の高い通信機室、お客さまセンター(コールセンター)コージェネレーション遠隔監視室の拡張による空調増強などが挙げられる。維持管理は、これらの使用状況の変化を考慮しながら、省エネルギー・省資源を目指して継続的に取り組んできた。

表 2.入居者数の推移と省エネ・省資源への取組み

年次	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年
入居者数	1,184人	1,325人	1,495人	1,460人	1,457人	1,435人
使用状況		12F・13Fの入居による館内人員増加	食堂空調の時間エリア制限	お客様C拡張 通信機室拡張 女子宿直室等設置		
省エネ・省資源の取組み	一般廃棄物の分別・水使用量削減	エレベータ運用改善	照明省エネ策の検討・実施	廃棄物削減の取組み開始		廃棄物削減の取組み強化
その他	大阪ガスの環境基本理念制定 POEM-Oの実施	全館入居 POEM-Oの実施			特殊用途室の増加	
年次	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
入居者数	1,423人	1,273人	1,296人	1,385人	1,450人	1,525人
使用状況		12F事務所(40%) エリア空室となる	10Fコージェネ遠隔監視室拡張(空調増強)	ガス料金関連グループ会社本社入居(12F)	ガス料金事務センター入居(12F)	
省エネ・省資源の取組み	照明消灯の徹底	夏季:28 空調 冬季:20 空調の本格運用		設計・施工者を含めた運用サポート活動の開始	運用サポートによる各種改善	運用サポートによる各種改善
その他	ISO14001取得(2002年3月)	大阪ガスグループの環境基本理念 大阪ガス組織改革	温水デマンド変更 分煙の徹底		厨房廃水処理 加圧浮上式から パイオ式へ改修	

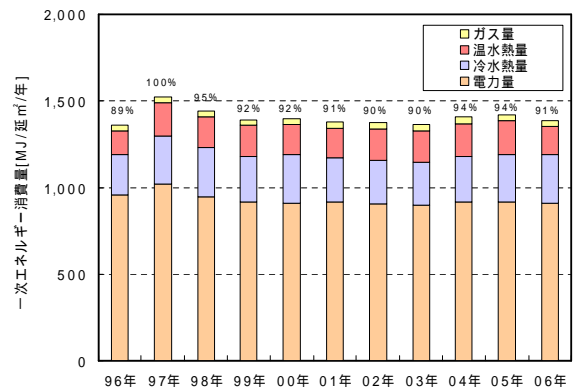
4 - 2 エネルギー消費の維持管理と実績

竣工後 11 年間の建物全体エネルギー使用量の推移を確認した(図 4)。1997 年度にほぼ全フロアが占有されたため、この年のエネルギー使用量を 100%としている。

1 次エネルギーは 1997 年から 2006 年まで若干の減少傾向が見られる。

ビル設備管理者と入居者による効果的な省エネルギー化が継続して実施されている。

図 4.エネルギー消費実績 '96~'06 年



5. 使用形態の変化に対応した運用サポートによる改善

5 - 1 運用サポート活動の概要

竣工後 9 年経過して、中長期の保全計画やさらなる省エネルギー・省資源化を図るため、ビルオーナー、ビル管理者、計画・設計・施工者により設備更新に先駆けた運用確認と建物使用状況の変化に対応したチューニング等の運用サポート活動を行った。

(1) 調査・分析【Check】

運転管理者に対し運用状況についてヒアリングを行い、新築計画時の考え方と竣工当初の運用との違いを整理した。また、現状のシステム制御設定などの調査を行い設定変更等を確認し、電力量、冷温水熱量、ガス量などのエネルギー量を年間・月間データの推移と傾向の分析によりターゲットを設定し、各システムに対して日・時間データの計量・分析を行った。

(2) 計画【Plan】

調査・分析結果より、各システムの運用方法に対して改善項目の抽出と効果の推定により、改善項

目の採否を検討した。改善項目の採否にあたり、活動メンバーのそれぞれの立場より優先度と対応方法を検討して、採用項目に対して具体的な実施計画を行った(表3)。

(3) 実施・フォロー【Do・Check】

改善項目の計画について、ビルオーナー及び居住者に説明して了承が得られた項目を実施した。実施後に改善項目の効果を確認して、実施方法を詳細調整しながら、継続的なフォローを行った。

5-2 冷水負荷バランスの改善

DHC 冷水は直接受け入れて、供給温度レベルを下げずに利用している。地域冷暖房の供給冷水は、冷媒自然循環システム(RETS)で7~10、外気・電気室等を負荷処理するAHUで10~16とカスケード利用することで、冷水利用温度と流量の適正化を目指している。

季節に合せた設定値変更を実施していたが冬期・中間期において、AHUの負荷割合が減ることで負荷分担バランスが崩れており、DHC冷水還温度が低く過剰な冷水流量となっていた(図5)。これは、通信機室、お客様センター、遠隔監視室の拡張など冷房増強を行い、冬期・中間期の冷水負荷分担バランスが崩れているためである。年間を通して冷水負荷分担バランスの適正化を図るために、下記の運用改善を行った。

- 1) RETS 冷水二方弁最小開度設定の変更(小負荷対応)
- 2) RETS 冷水還温度設定を季節により変更(中間期 10.5~11, 冬期 11~12)

その結果、冷媒自然循環システムの冷水還温度は、2006年改善前の8~10に対して2007年改善後には10~12で分布しており、冷水負荷分担バランスが改善され、適正な冷水温度と流量に近づけることができた(図6)。冷水温度設定を変更することでRETSの能力は低下するが、中間期・冬期の実態冷房負荷と合致しているため、室温は適正に保たれている。

表3.改善項目の抽出

		[優先度] A:最優先 B:高い C:普通 D:低い		
		[対応] ●:採用済 ○:採用 △:検討 ×:不採用		
項目	改善検討項目(案)	優先度	今後の対応	
全般	管理			
	給湯熱量の把握	A	● 中間期・冬期の計測	
	使用先別エネルギー量を分析	A	●	
RETS(DHC)要心	省エネ法改正を見据えたエネルギー管理	A	△ 管理体制の見直し(継続的フォロー)	
	冷水	直圧ブリードインの運用状況を調査・改善する	B	● 年間を通じた検証
		凝縮器の冷水還温度設定は夏10℃、中間10.5℃、冬11℃に変更、二方弁最小開度設定5~10%に変更	A	● 年間を通じた検証
	蒸発器の温水還温度設定は50~40℃に設定変更二方弁最小開度設定5~10%に変更	A	○ 10/1より40℃設定に変更予定	
	宿直室対応として、小流量温水ポンプを設置	D	×	
	温水ポンプの台数・流量制御設定の見直し(送水圧力 1.0MPa、バイパス弁720kPa)	B	△ 流量実績から必要送水圧力を相定	
	空気	インテリア・パレメータに合わせた温度設定に変更(温度設定ゾーニングのソフト変更)	B	×
	外調機は夜間 間欠運転とする、給気温度は年間16℃	A	● 年間を通じた検証	
	躯体蓄熱	運用		
		RETS凝縮器の冷水還温度設定を躯体蓄熱時9℃	A	×
冷房躯体蓄熱の運転期間・時間の見直し		A	● 冷水デマンドの変更検討	
DHC温水デマンド対策として暖房躯体蓄熱を検討		A	×	
躯体蓄熱ゾーンの変更(インテリアとパレメータのゾーン分離)	B	×		
夜間のブラインド閉鎖を徹底	B	△		
省エネルギー・省資源化	熱			
	外気CO ₂ 制御の濃度設定1,000ppmに変更	B	△ 保留	
	外気冷房を年間2.5ヶ月に延長(4/初~5/中、10中~11/中)※宿直室の温度状況確認要	B	△ 許可条件を確認中	
	電力			
水	キー管理連動制御により照明消灯・空調停止	B	○ 仕様・運用を確認	
CO ₂	冷却塔ブロー水の再利用状況を継続的に調査する(地冷ブロー水の水管設定の確認を含む)	B	● 継続的なフォロー	
削減効果と入力熱量を把握(再利用の検討)	B	● 継続的なフォロー		

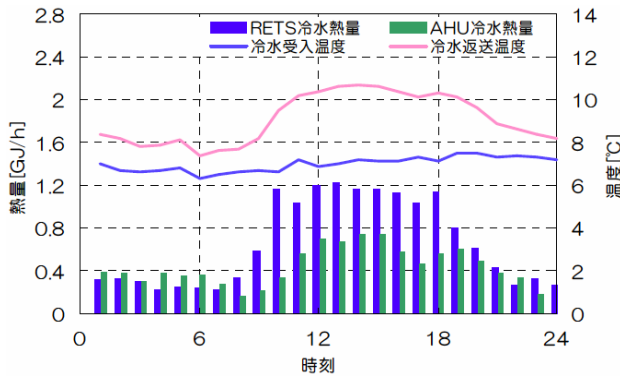


図5.冷水温度と熱量の実績(改善前)

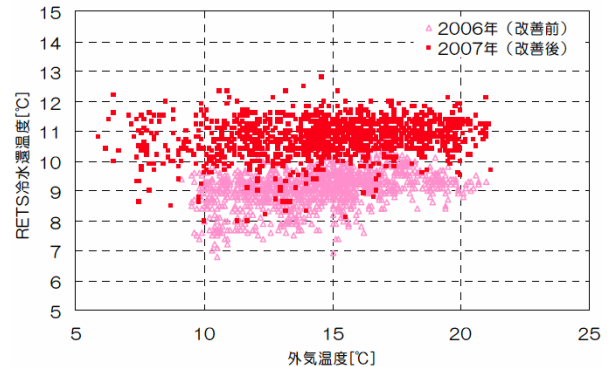


図6.外気温度とRETS冷水還温度の関係

5-3 冬期の過除湿対策

事務室のインテリアゾーンは冬期においても冷房要求となるため、加湿しながら冷却条件によっては室内冷却コイルにより除湿され、湿度が下がる傾向にある。前項の改善項目により、冬期における

室内冷却コイルの顕熱比は 1.0 となり、ドライコイル化されて湿度低下を抑制しながら加湿エネルギーの無駄を省いた。

5 - 4 冷媒自然循環システムの温水利用改善

RETS の暖房対応として、DHC 温水より間接熱交換器を介してインバータポンプにより温水 60 を供給している。

2006 年改善前の RETS 温水還温度は、計画 50 に対して実績 55 以上で推移している（図 7）。これは、前述のように内部発熱密度が高くなるなど建物使用形態が変化したため、冬期の暖房負荷が少なく還温度制御が有効に機能せずに過剰な温水流量を供給しており、温水ポンプ動力の削減余地が考えられる。温水利用の適正化を図り温水ポンプ動力を削減するために、下記の運用改善を行った。

- 1) RETS 温水二方弁最小開度設定の変更（小負荷対応）
- 2) RETS 温水利用温度（還温度）設定の変更（50～40 で系統毎に任意変更）

その結果、温水利用温度差の適正化することで、2006 年改善前に対して 2007 年改善後には温水ポンプ動力を 31% 低減できた（図 8）。

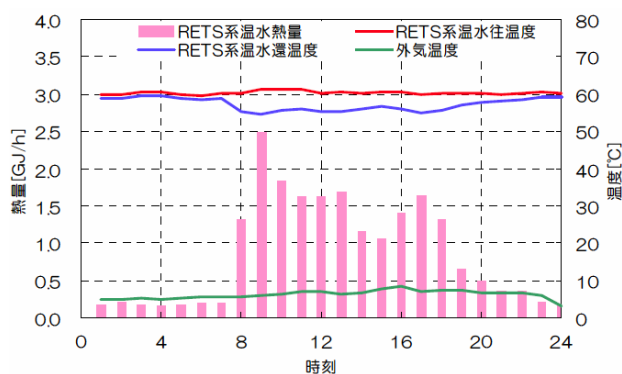


図 7.冷媒自然循環システム温水温度と熱量(改善前)

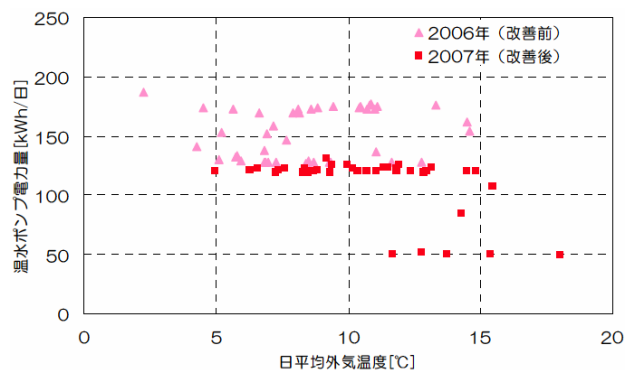


図 8.外気温度と温水ポンプ電力量の関係

5 - 5 躯体蓄熱空調システムの運用改善

当建物は、ピークシフト効果により DHC 負荷率向上と冷水デマンド低減を目指して、躯体蓄熱空調システムを実施している。

前述のように建物使用形態の変化により冷房負荷密度が高くなったが、さらなる DHC 負荷率向上と現状の冷水デマンド契約値の維持または低減も見据えて、運転方法の改善を検討した。

躯体蓄熱は運転時間が長くなると熱ロスと蓄熱時ファン動力の増大により、エネルギー及び経済面で不利となる。短期間・短時間で冷房ピーク負荷を抑えられるように、運用の適正化を図る必要がある。これまでの運転実績とシミュレーションにより躯体蓄熱運転方法を検討することで、より適した運転時間・期間に見直して、冷水デマンドを効率的に抑制するため躯体蓄熱の基準時間を以下とした。

- 1) 7/初～7/中：5 時間
- 2) 7/中～9/中：10 時間
- 3) 9/中～9/末：5 時間
- 4) 休日後の立ち上がり日は + 2 時間とする

その結果、7 月末から 8 月初旬のピーク負荷が先鋭化せずに各日の冷水デマンドが 6～7GJ/h で安定して効率のよい運転となった。日最高外気温度に対する冷水ピーク熱量の関係より、目安として外気温度 30 以上で躯体蓄熱 10 時間、外気温度 25～30 で躯体蓄熱 5 時間程度が適正と推測される（図 9,10）。冷水デマンドは改善前に対して 4% 程度の低減効果が見られた。

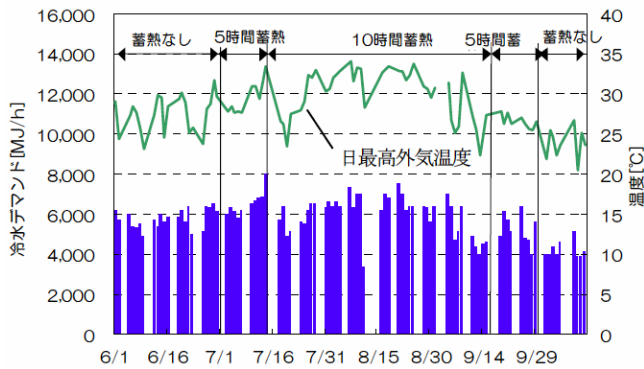


図 9.日最高外気温度と冷水ピーク熱量

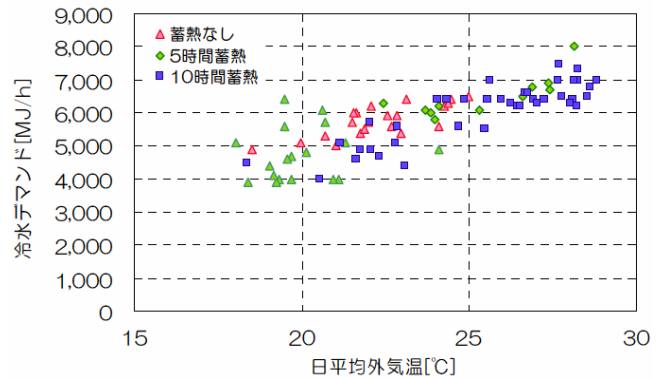


図 10.外気温度と冷水ピーク熱量

5 - 6 各設備の運用改善

このほかにも当建物内の各設備について下記項目の運用の見直しを行った。

- ・ 厨房器具の更新に合わせて節水型洗浄機に更新
- ・ 浴槽の使用制限（常時 2 槽利用 1 槽利用）
- ・ 夜間の外調機を間欠運転（室内環境は維持）
- ・ CO₂ 濃度の制御設定値を変更（外気負荷低減）
- ・ 暖房給気温度の変更（混合ロス低減）
- ・ 外気冷房期間の見直し（冷房負荷低減）
- ・ ファンフィルターユニットの運転停止
- ・ 厨房外調機の冷房時の給気温度設定を現状の 17 から 24 に見直して空調負荷を低減
- ・ メイン厨房排気ファンの運転時間を見直して排気ファン電力を低減。
- ・ 利用頻度が少ない 2～3 階エレベータホールの空調運転を時間帯により停止して冷温水熱量とファン電力を低減。
- ・ 駐車場の照明を現状の全点灯から時間帯により部分消灯して照明電力を低減。
- ・ 乗用エレベータ 6 台のうち 3 台は平日 22 時～6 時、土・日曜日に停止して、ELV 電力を低減。

5 - 7 運用サポートによる改善効果

建物使用形態の変化に対応したチューニング及び運用サポートによる全体の効果を把握するため、これまでの実績値及び実績に基づく試算値により、改善効果を確認した。比較対象は、運用改善を開始する直前の 2005 年 4 月～2006 年 3 月までのエネルギー消費量及び水使用量の実績データとした。運用サポートによる全体の改善効果は、2005 年実績に対して一次エネルギー消費量は 5.5% 低減、CO₂ 排出量は 6.4% 低減することができた（図 11,12）。

冷水カスケード利用と冷媒自然循環システムの運用改善は、温水ポンプ動力 31% 低減し、冷温水搬送効率 $WTF = 175$ （暖房のみ $WTF = 33$ ）と高い搬送効率を得られた。また、冷水カスケードにより DHC の搬送効率を向上できた。

躯体蓄熱の運用改善は、冷水デマンドを 4% 低減し、負荷率向上により DHC の高効率化が図れた。

給湯の運用改善は、給湯熱量 35%，給湯補給水も 4,363m³/年（全体の 9.2%）を低減できた。

外調機の運用改善は、冷温水熱量 536GJ/年，ファン動力 60,000kWh/年程度を低減できた。

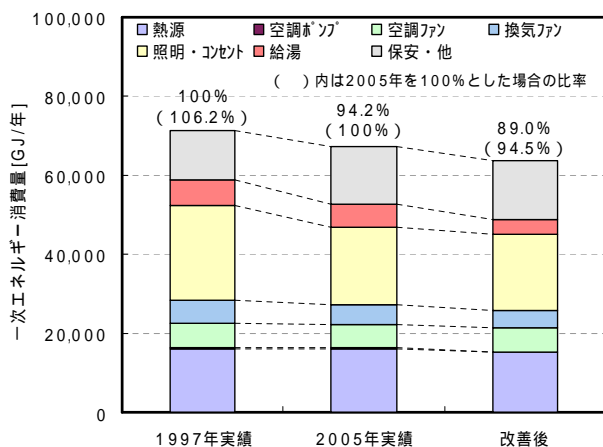


図 11. 1次エネルギー消費量の比較

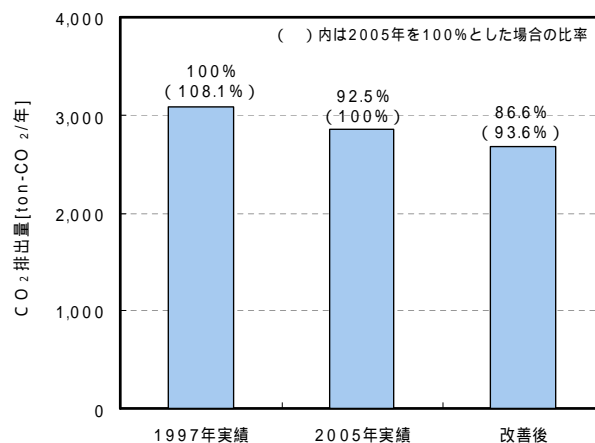


図 12. CO2排出量の比較

6. おわりに

当建物においてビルオーナー・入居者、運用管理者は、竣工後も適正な維持管理を継続的に取組み、計画・設計・施工者を加えて運用確認と運用サポート活動に取り組んできた。竣工後の活動として、具体的な中長期・維持保全計画の立案、省エネルギー・省資源化を目指した継続的な維持・管理の推進、将来の設備更新を見据えた運用確認と使用形態の変化に対応したチューニング及び運用サポート活動の実施に取り組む、環境負荷低減と長期運用への反映が達成できた。

今後はこれらの活動を継続して、さらなる環境負荷低減に取り組んでいきたいと考えている。

最後に、本建物の運用に際して、ご指導・ご協力いただきました(株)安井建築設計事務所、(株)竹中工務店、(株)大阪ガストータルファシリティーズほか関係者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 粕谷 他：「Dビルにおける地域冷暖房の有効利用技術に関する長期運用実績評価」空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文、2007年発表
- 2) 粕谷 他：「空気吹付方式躯体蓄熱空調システムの評価研究」日本建築学会大会学術講演梗概集、2002年発表
- 3) 岡 他：「ドームシティガスビル」空気調和・衛生工学会誌 2008年7月号