

マルイト難波ビルのエネルギーセキュリティと設備計画

The leading-edge equipment plan of Maruito Nanba Building, and its improved reliability of energy supply

村田和也・宮崎裕輔（鹿島建設）

Kazuya MURATA, Yusuke MIYAZAKI（Kajima Corporation）

森田武博・安藤直樹・片山史士・松阪拓樹（大阪ガス）

Takehiro MORITA, Naoki ANDO, Fumio KATAYAMA, Hiroki MATSUSAKA（Osaka Gas Co., Ltd.）

高砂熱学株式会社大阪支店、新日本空調株式会社大阪支店、東洋熱工業株式会社大阪支店、株式会社日立プラントテクノロジー関西支社、川重冷熱工業株式会社西日本支社、三洋電機株式会社、高木産業株式会社

キーワード:エネルギーセキュリティ (Energy Security)、エネルギーサービス (Energy Service)、汎用機器 (General Purpose Equipment)、省エネルギー (Energy Saving)

1. はじめに

マルイト難波ビルは、OCAT（大阪シティエアターミナル、JR なんば駅）に隣接し、地下鉄なんば駅（御堂筋線、四ツ橋線、千日前線、阪神なんば線～近鉄奈良線）とも地下道で接続する交通至便の立地にあり、ホテル、貸事務所、商業施設の複合用途ビルとして、2009年7月にグランドオープンした。

本件では、商業ビルとしての経済性を維持しつつ、建物全体でのエネルギー利用バランスや省エネルギー、テナントの個別空調への要求、室内環境の向上、改修性・拡張性などの機能を確保するため、従来の設計思想・手法を見直し、汎用機器を使用して新しい価値を生み出すことを目指した。

本件では、下記3項目を主眼とした設計を行っている。

- ①エネルギーセキュリティの再考（エネルギー利用計画）
- ②汎用機器を利用して省エネルギーと機能向上を実現する設計思想・手法
- ③エネルギーサービス活用の新しい視点

2. 施設概要

＜建築概要＞

建物名称：マルイト難波ビル

所在地：大阪市浪速区湊町1丁目2番3号

建築主：株式会社 丸糸商店

設計施工：鹿島建設株式会社

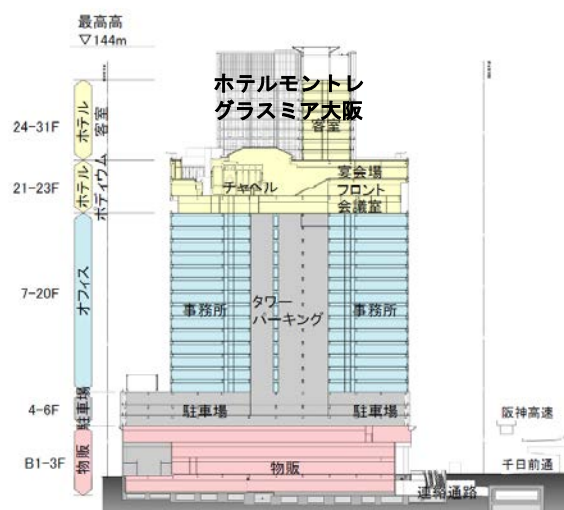
竣工：2009年6月30日

建物用途：オフィス、ホテル、物販店舗、駐車場

延床面積：123,194.04 m²

階数：地下1階 地上31階 塔屋2階

最高高さ：144m

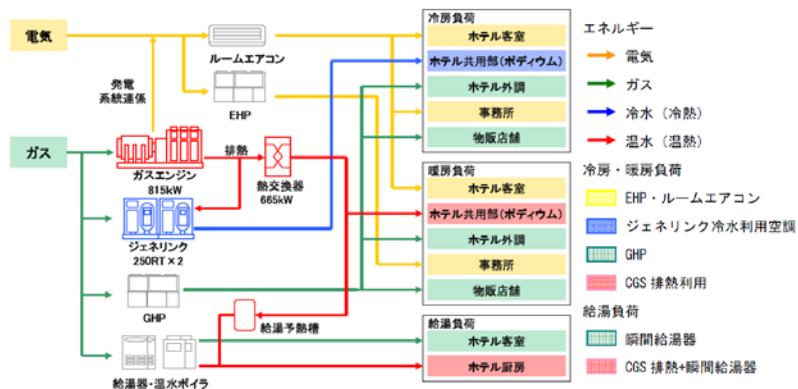


【図 2-1 マルイト難波ビル 建物構成図】

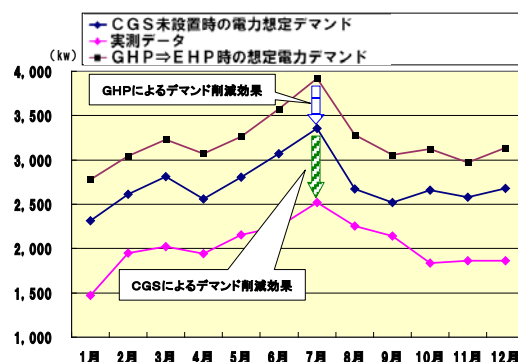
3. 設備システムの全体計画概要とエネルギーセキュリティ

3. 1. 電力・ガスの熱源多様化とバランス

本件はホテル、貸事務所、物販店舗など、季節別・曜日別にそれぞれ負荷パターンの異なる用途の複合ビルであり、電力とガスのエネルギー利用バランスを工夫することにより、社会インフラへの負担を軽減し、結果、有利な料金体系（大口需要家特約）による経済的メリットを得ることができた。



【図 3.1 エネルギーシステムフロー】



【図 3.2 デマンド検討】

3. 2. 社会インフラに配慮した運転計画

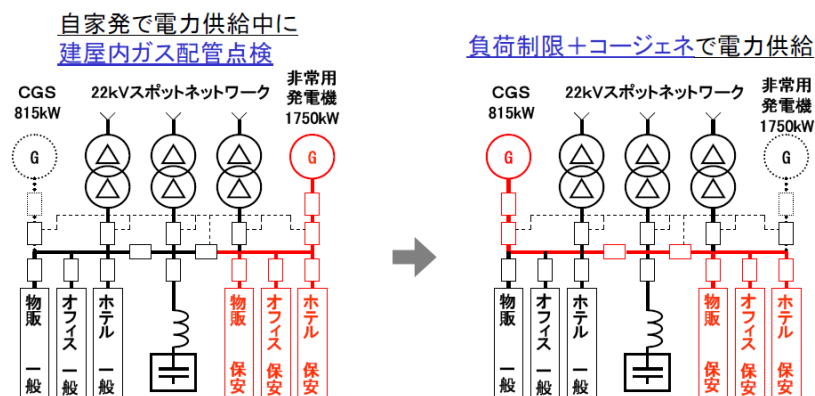
CGS の運転時間については、貸事務所部分の EHP によって形成される平日昼間の電力ピークカットを目的とし、夜間・休日は CGS 運転を停止して、商用電力を利用する設定とした。実績値から GHP と CGS の効果検討を行い、図 3.2 に示した。7月の電力ピークを 1500kW 程度下げていることが分かる。

3. 3. エネルギーセキュリティ

阪神大震災において、ビルオーナー経営のホテルが震災近くにあって生き残り、被災地の復興作業の拠点になった経験から、本件においても震災時に防災拠点としての機能を確保する施主方針が示された。本件の電力は 22kV3 回線スポットネットワーク受電であり、また、中圧ガスは阪神大震災や東日本大震災にも、ほとんど被害のなかった評価路線としており、何れも信頼性の高い供給源を確保している。エネルギーセキュリティが向上することで、建築物・不動産としての価値の向上が見込める。さらに、A 重油焚非常用発電機とブラックアウトスタート機能付 CGS とを組み合わせることで、停電の可能性を最小限に抑えている。何らかの事情で、商用電力と中圧ガスが同時に停止

した場合でも、中圧ガス復旧までの間、A 重油焚非常用発電機の負荷制限運転を行い、中圧ガス復旧後に CGS を立ち上げる設定としている。

停電時には防災用負荷に加え、防災拠点としてのビル機能を維持できるように、給水ポンプ、排水ポンプ、電気室用空調機、共用エレベーター、ホテル用エレベーター等に電力供給が行える。



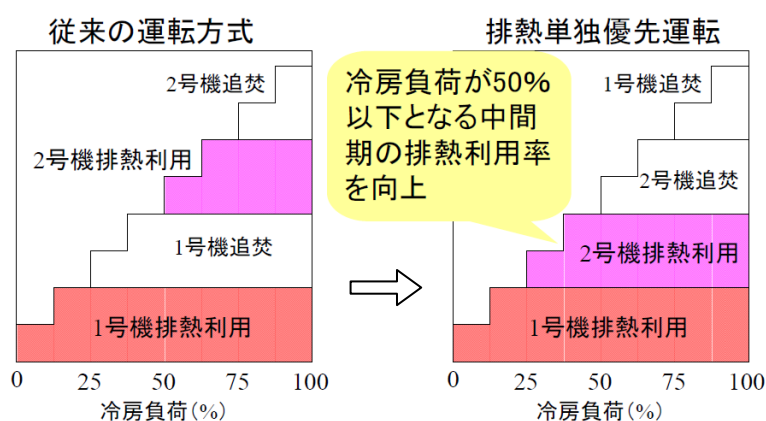
【図 3.3-1 電力バックアップシステム図】

4. 超省エネルギー型ジェネリンクの新しい運転手法

4. 1. ジェネリンクの排熱単独優先運転の考え方

本件の CGS 排熱はジェネリンクに優先的に利用している。ジェネリンクはバックアップと容量制御を目的として 2 台分割としたが、このような複数台運転の場合、中間期の低負荷運転についての改善の余地に気づき、新しい運転手法を採用した。

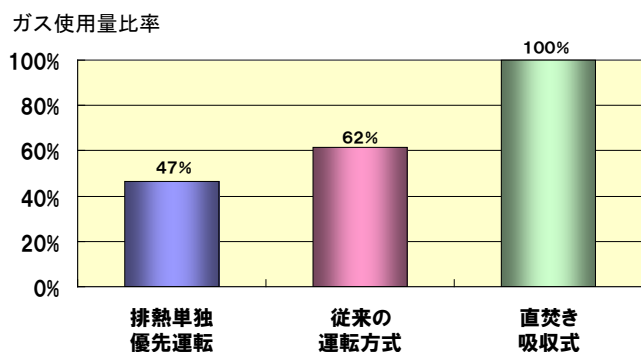
超省エネルギー型ジェネリンクには、ガス燃焼を伴わない排熱単独運転により、ガス消費量を抑える機能がある。図 4.1 に示すように、従来 2 台運転を行う際には負荷に応じて 1 台目排熱単独運転→1 台目ガス追焚運転→2 台目排熱単独運転→2 台目ガス追焚運転という制御をしている。しかし、この方式では中間期などの部分負荷運転の場合、CGS の排熱が余っているにも関わらず 1 台目がガス追焚運転をしてしまい、エネルギーロスとなる。本計画では、1 台目排熱単独運転→2 台目排熱単独運転→2 台目追焚運転→1 台目追焚運転という制御を採用した。



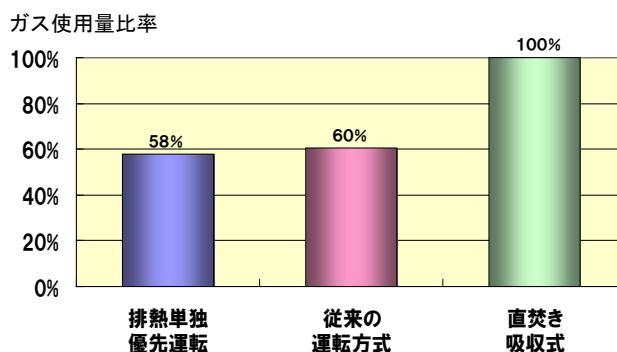
【図 4.1 複数台ジェネリンクの運転イメージ】

4. 2. ジェネリンク排熱利用運転実績

ジェネリンクの排熱単独優先運転の効果を以下に示す。冷房負荷が比較的低く、排熱単独での運転時間が長くなる中間期に排熱単独優先運転の効果が大きく出ており、図 4.2-1 より従来の運転方式(ガス使用量を 100% とする) と比べると約 40% のガス量が削減できている。図 4.2-2 から夏期での削減効果が約 0.8% あることがわかる。CGS 排熱と冷房負荷のバランスが良い建物では、既存ジェネリンクに排熱単独優先運転の考え方を取り入れることにより、更なる省エネルギー効果が期待できると考えられる。



【図 4.2-1 ジェネリンク運転方式による効果（中間期）】



【図 4.2-2 ジェネリンク運転方式による効果（夏期）】

5. 連結式瞬間給湯器による省エネルギー効果

5. 1. ホテル給湯設計の考え方

ホテルのセントラル給湯には、連結式ガス瞬間給湯器を採用した。その理由を下記に示す。

- ① 貯湯槽レスのシステムとし、貯湯槽からの放熱ロスを無くした。
- ② 貯湯槽レスにより高層部に設置する設備機器は全てエレベーターに積載できることになる。
- ③ 貯湯槽レスにより、屋上荷重を大幅に低減し、全フロアにわたっての構造部材の削減を図る。
- ④ 潜熱回収型器を採用し、ガス使用量 (CO₂排出量) を削減する。
- ⑤ 故障機の自動解列により、サービス欠損を生じることなく柔軟な運用管理を可能とした。

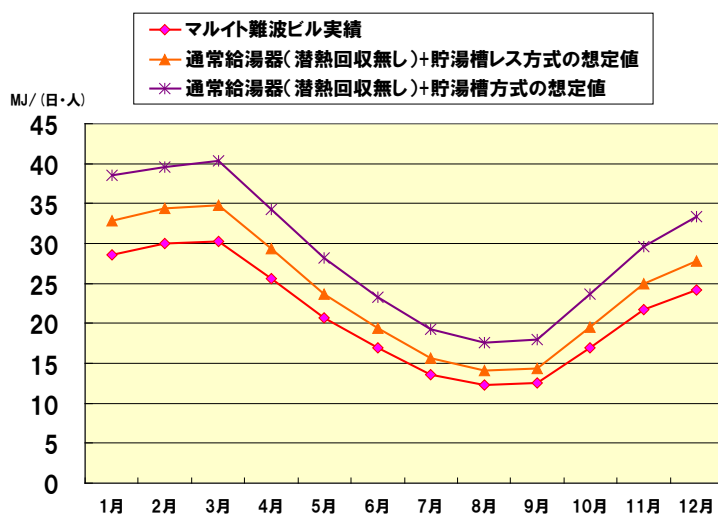
なお、ホテル共用部給湯については、CGS 排熱利用予熱槽 (2 m³×2 基、エレベーターに載る大きさ) を設置した。ホテル客室給湯については、コージェネレーションの運転時間と負荷発生時刻の不整合から、効果的でないと判断し、排熱利用を行わないこととした。

5. 2. 給湯システムの年間運転実績

図 5.2 に各月の 1 日あたり、宿泊定員あたりの給湯用ガス使用量 (客室用途のみ) を示す。図中には、給湯方式の違いが給湯用ガス量にどのように影響するかの想定値を示した。本件では給湯システムとして放熱ロスを抑えた貯湯槽レスシステムや高効率な潜熱回収型給湯器を採用しており、その省エネルギー効果が出ていることがわかる。

今回の『潜熱回収型給湯器+貯湯槽レス』システムと『通常型給湯器+貯湯槽』システムとを比較すると、年間約 27% 程度の省エネ効果が期待できる。

写真 5.2 は屋上に並べられた連結式ガス瞬間給湯器を示す。



【図 5.2 給湯方式による省エネルギー効果比較】

【写真 5.2 連結式ガス瞬間給湯器】

6. 貸事務所階の空調システム

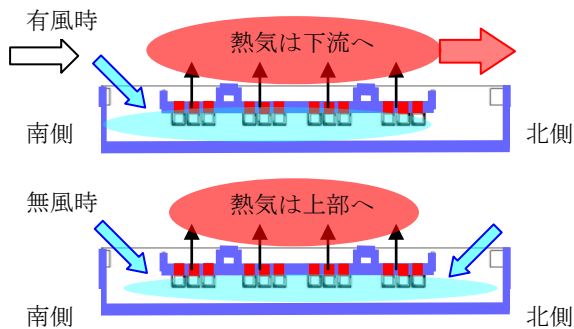
6. 1. 半開放屋外機置場熱流シミュレーション

本件の貸事務所階の屋外機置場（写真 6.1-1 外観、写真 6.1-2 内観）は、7 階～20 階にわたって積層している。屋外機置場を開放型バルコニーとすると、下階の排熱の一部が上階に吸い込まれる現象を繰り返し、上階で高圧カットによる停止が頻発した事例がある。そこで本件では、各階での屋外機の吸込と吹出を平面的に分離する半開放型屋外機置場を採用し、ショートサーキットの緩和を図った。

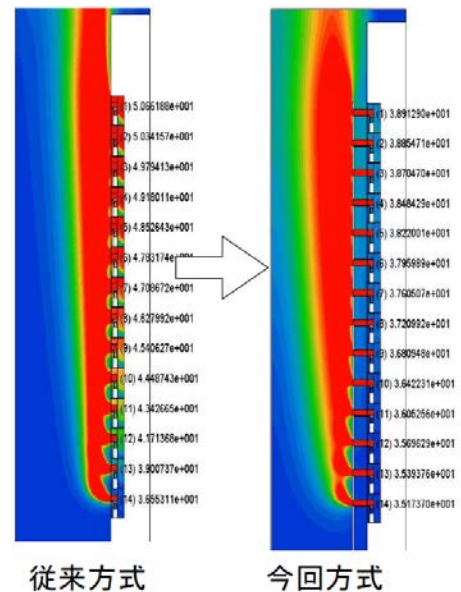


【写真 6.1-1 室外機置場外観】

【写真 6.1-2 室外機置場内観】



【図 6.1-3 室外機置場外気導入イメージ】



【図 6.1-4 室外機温熱シミュレーション】

7. 厨房の空調・換気設備改善

7. 1. 厨房空調・換気設備の問題点と解決方針

厨房の空調・換気設備については、かつては生外気＋スポットクーリングが主流であったが、最近では就労環境の改善と食品衛生の観点から、全外気空調を採用する事例が増えてきた。ところが全外気空調では、空調エネルギーが大きく、ランニングコストが掛かる。

そこで、いくつかのホテル厨房の空調・換気設備を調査して問題点をヒアリング・ピックアップした。全ての項目を本計画に反映することはできなかったが、従来の設計を根本から見直すことで、厨房の環境改善と空調・換気設備の省エネルギー効果が確認できた。

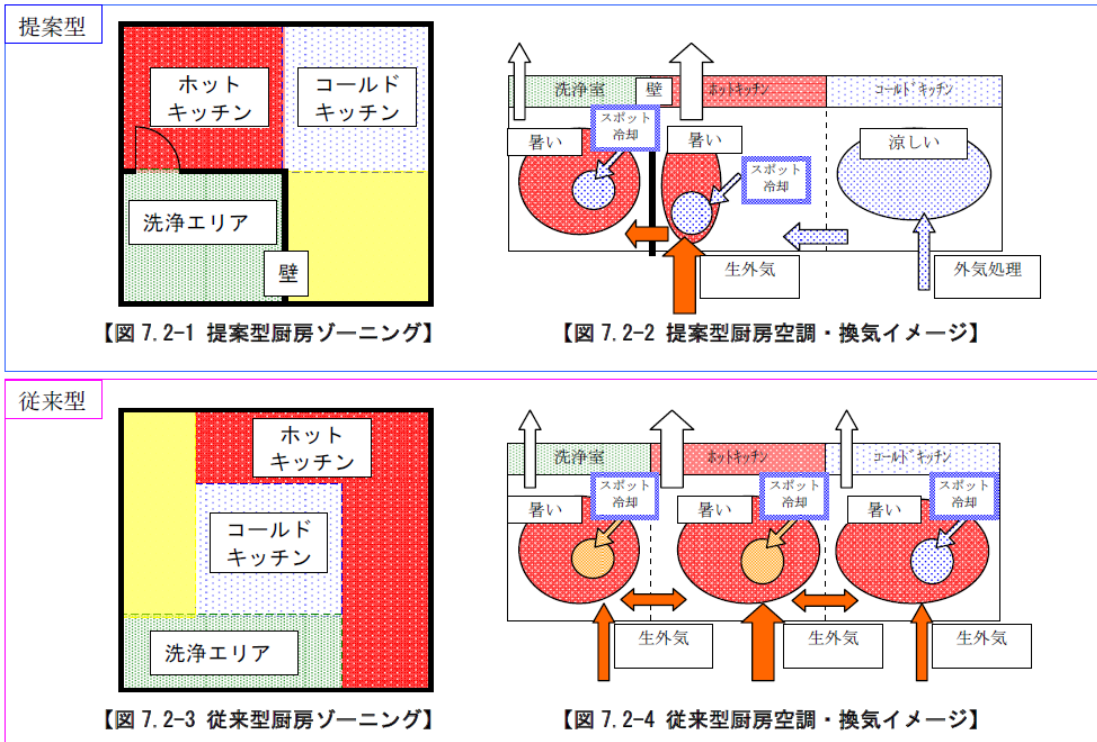
7. 2. 厨房空調・換気設備の改善設計手法

従来厨房の問題点を解決するには、セクション分離とエアフローの整理が必要である。具体的には、下記の解決方法を策定した。

- ① コールドセクション、ホットセクション、洗浄セクションをできるだけ分離する。
- ② 最低必要外気量を設定し、コールドセクションに全量処理外気を吹き出すように配置する。
- ③ 生外気量を設定し、ホットセクション、洗浄セクションに吹き出すように配置する。

図 7.2-1, 2 に、今回提案する設計手法によるゾーニングや空調・換気設備のイメージを示す。

図 7.2-3, 4 に、従来の設計手法によるゾーニングや空調・換気設備のイメージを示す。

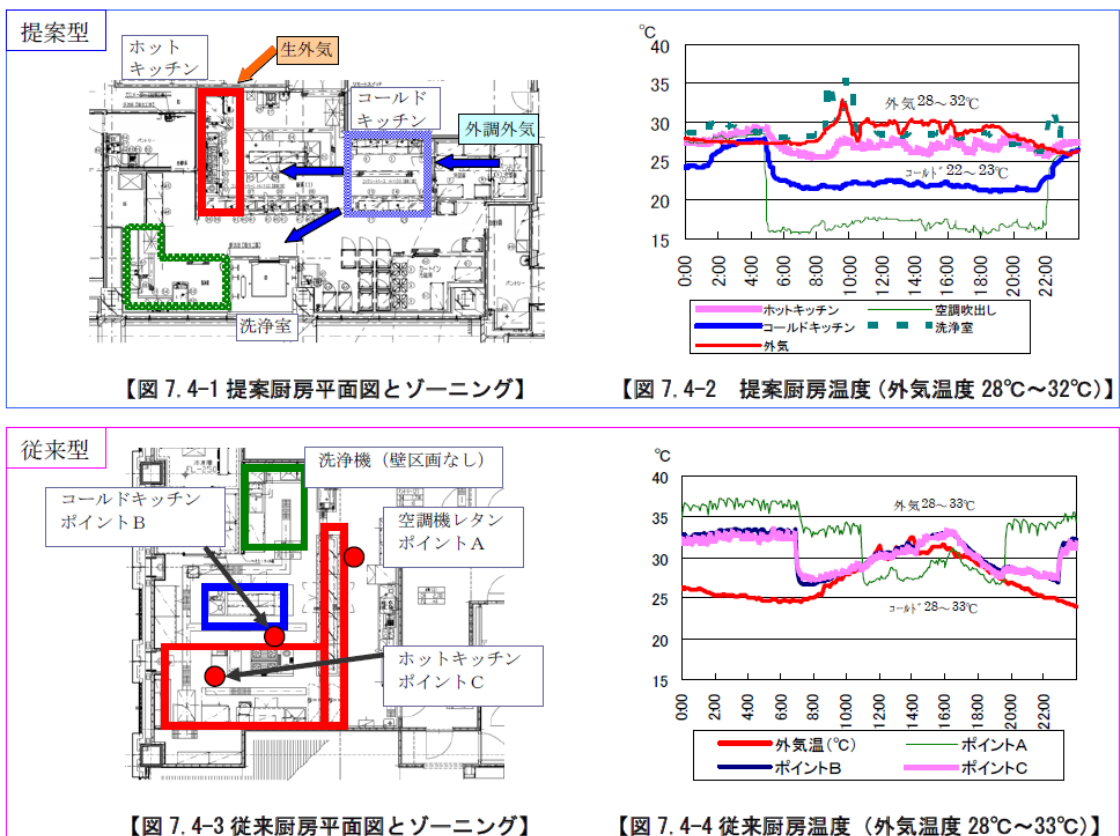


7. 3. 低輻射厨房機器（涼厨）の採用による改善案

厨房内環境が悪化する要因には、機器の表面が高温になることによる輻射熱や、調理熱等が厨房内に拡散し空調負荷となることが挙げられる。最近では、機器側で輻射熱と排気拡散を抑えたガスの涼しい厨房「涼厨」が商品化されており、温熱環境の向上に大きく寄与している。

7. 4. 提案厨房と従来厨房の実測比較

前章までの考え方を踏襲した厨房空調設計を実際に行い、マルイト難波の厨房に適用した。提案型の厨房（図 7.4-1）と従来型の厨房（図 7.4-3）について、夏期実測結果を報告する。



外気温度がほぼ同じ条件での実測結果をグラフ化した。提案型（図 7.4-2）のクールドキッチンでは外気温・ホットキッチン温度に関係なく、22～23℃を維持しているのに対して、従来型（図 7.4-4）は外気温度とホットキッチンの影響を大きく影響を受け厨房全体の温熱環境が悪化していることがわかる。

7. 5. 厨房用外気負荷検証

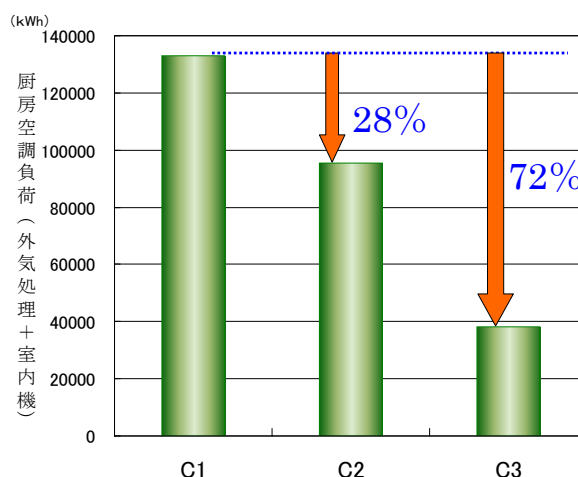
計画にあたって改善案による厨房用外気処理に必要な年間空調負荷の削減量を試算した。ケース毎に外気の全体導入量は変えず処理方式の違いによる空調負荷を計算した。生外気の空調寄与率は 20%とした。結果を図 7.5 に示す。

C1：厨房稼働（朝一夜）時間内 100%全外気処理。

C2：方式は C1。ただし、下処理・洗浄時間は最小限外気量導入による省エネ運用。

C3：提案する必要最低限の外気処理、および生外気。

C1 の全外気処理厨房に比べると、運用工夫により C2（28%）まで下げることは可能であるが、今回提案した改善案により C3（72%）まで空調負荷削減が可能である。提案方式が省エネに大きな役割を果たすことがわかった。



【図 7.5 外気処理方法による省エネ効果検証】

8. エネルギーサービス活用の新しい視点

エネルギーサービスは、エネルギー会社が主体となって進めている熱源機器のリース・メンテナンスサービスで、一般には熱源設備を導入する際の初期投資コスト削減効果が強調されることが多い。しかし、本件ではこのサービスを、全く新しい利点に着目して採用した。（既存システムの中にある利点に気付くことも重要である。）

① 採算が取れるのであれば事業予算の制約を受けることなく、より高効率のシステムを導入できる。

- ・ここでの高効率のシステムは、単なるカタログ上の性能ではなく、エネルギーサービス会社の運転経験を踏まえた実質的な効率を意味する。また熱源機の中には、経験上故障が少なく安定した効率を得られる「名機」と呼ばれる機種があり、この機器選択をエネルギーサービス会社に一任できる。

② 運用実績データやその他の様々な条件を考慮した、最適運転のアドバイスが可能となる。

- ・季節別、曜日別の電力負荷パターン、熱負荷パターンをもとにした高効率運転設定
- ・電力料金・ガス料金の契約約款（ピーク値、変動幅、時間帯、曜日、必要消費量）への適合
- ・国際市場の影響による電力単価・ガス単価の変動への追従

以上の全てを考慮した優れた運転企画をできる人材は社会的にも限られており、民生用ビルにおいて、専任でそのような人材を確保することは難しいと考えられる。

③ 予防保全型メンテナンスによるサービス欠損の最小化

- ・遠隔監視システムにより検知されるわずかな予知情報をもとに、サービス欠損が発生する前に対策を行う予防保全型メンテナンスが可能となる。
- ・エネルギーサービス会社として、同型の機種を多数保有しているのでメンテナンスに習熟している。また、他物件での不具合情報を速やかにフィードバックできる。

④ メンテナンス費用の最小化

- ・ 定期交換部品や消耗品が安価に調達できる。
- ・ 修理可能な交換部品については、他物件との共用化ができる。買取り機器の場合は、交換部品も買取りになってしまう。

⑤ 将来の更新時の負担軽減

- ・ 何年かのエネルギーサービス期間終了後、新型機種への更新や改造による高効率化、延長使用の選択肢がある。買取り機器では、性能が低下した機器を使い続ける事例が多い。
- ・ 近年は、CO₂排出量削減のための技術革新が著しい。例えば本件ではガスエンジン発電機を導入したが、10年後には、燃料電池が最適な選択になっている可能性もある。

以上のように、ビルオーナーは、熱源機器を購入するのではなく熱源サービスを購入する形になり、熱源の信頼性と確実な経済的メリットを享受できると考えた。特に昨今の再生可能エネルギー利用機器については、有効性はあるものの民間への普及率が未だに低いことが懸念される。しかしエネルギーサービス形態をとれば、民間にもストレスなく受け入れられると考えられる。この考え方を布石として、日本版のスマートエネルギーネットワークは構築され则认为る。

9. おわりに

エネルギーソリューションから汎用機器の工夫に至るまで、これまでの考え方を再考して新たな省エネルギーに取り組んだ。採用した手法について、竣工後に実測を行い、その効果を検証した。特にエネルギーセキュリティ・複数台ジェネリック省エネ運転・貯湯槽レス省エネ給湯器・オフィス加圧空調方式と室外機置場の新提案・厨房環境の改善方法については、他の物件に適用しても有意義な結果が出ると認識している。

また、今年度に入って更に重要性が再認識されている、防災時の電源系統バックアップの考え方（3.3章で示した自家発とCGSの連携方法）については、顧客から新たな評価を受けている。中圧ガス（評価路線）は東日本大震災でも供給停止することなく信頼性の高さが証明されており、電力インフラ停止時でもコージェネの継続発電によるBCPが可能である。

マルイト難波では、大規模な複合ビルという特性をうまく取り込み、機能性や省エネ、地域に貢献する大規模建物としての節電、災害時のBCPへの考え方など、昨今の建物に要求されている役割に応える1つの解決案を提示できた。

この業績は、広く社会に普及できるものとする。

最後に、本建物の設計・建設・運用にあたり、建築主をはじめとする多くの方々にご指導、ご支援を頂き、紙面をお借りして厚く御礼申し上げます。