

市立吹田市民病院におけるレジリエンス強化と環境性能向上の両立
Both strengthening resilience and improving environmental performance at Suita Municipal Hospital

大成建設株式会社設計本部
Taisei Corporation Design Division
矢後 佐和子
Sawako Yago

キーワード：ISS 階 (Interstitial Space System)、クールヒートトレンチ(Cool and Heat Trench)、BCP 対応統合型 BEMS (Integrated Type BEMS of BCP Visualization & BCP Control)

1. はじめに

市立吹田市民病院は、JR 岸辺駅北側の吹田操車場跡地エリアで、吹田市と摂津市が「健都(北大阪健康医療都市)」という「健康・医療」をコンセプトとした国際級医療クラスターを目指す街づくりを行っている地域に建設され 2018 年 7 月に竣工した。市民病院の基本理念である『市民とともに心ある医療を』を実現するために、①防災拠点としての安全性・耐震性の確保、②環境負荷を抑えた施設、③変化に対応する柔軟性をもった施設、④快適で利用しやすい環境づくり、⑤ライフサイクルコストの適正化、の 5 つのコンセプトを整備方針として建物を計画した。

特に地域や地球環境への配慮（環境負荷の低減）に重きを置いており、CASBEE の第三機関の認証による設計段階の評価で、最高位の『S』ランク(BEE 値=3.0)を取得している。病院では全国 7 番目の『S』ランク取得となった。地球環境の配慮への取り組みとして、太陽光・地中熱等の自然エネルギーの有効利用と、地下水の外気予冷予熱・雑用水利用、積極的な緑化、メンテナンス性・清潔環境の維持実現など様々な技術の導入や工夫を行っている。

2. 計画概要

2-1. 建築概要

本建物は JR 岸辺駅にペDESTリアンデッキで直結している。計画地周辺では市民病院の他に、隣接して複合商業施設が設けられている。岸辺駅や副業商業施設とデッキで繋がる 2 階に主要外来機能を集約し、3 階には手術エリア、ICU、救急病棟、4～8 階は病棟エリアとなっており、病 431 床を有している。図-1 に断面構成図を示す。

2-2. 変化に対応する柔軟性

JR 岸辺駅から続くデッキの床レベルを病院の 2 階レベルとすることで生じた、6.8m となる 1 階の階高を有効利用し、1 階と 2 階の間に ISS 階（設備専用中間階）を設け、低層外来部門の外調機を集中設置している。図-2 に外調機の設置状況写真を示す。ISS 階に集約設置することで、病院諸室に入ることなくメンテナンス・更新が可能となるようにしている。ISS 階は 1 階への騒音伝達や漏水の懸念を考慮し、外調機設置エリアにはスラブを設け、ダクトや配管展開部は必要に応じて点検用キャットウォークを設けた。



図-1 断面構成図



図-2 ISS 階空調機械室内部写真

設備配管、電気配線、ダクトスペースの一部は外部シャフト化し、メンテナンス時の病院運営へ影響を軽減するとともに、諸室のレイアウトの自由度を高め、将来の改修の制約も軽減できるようにした。外部シャフトは外観のアクセントにもなっており、夜にはライトアップを行っている。図-3 に外部設備シャフトの外観写真、図-4 に ISS 階と合わせた断面概念図を示す。



図-3 外部設備シャフト外観写真

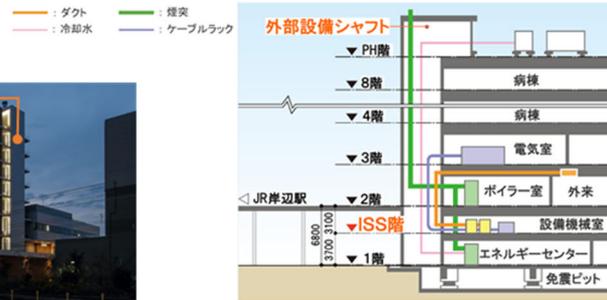


図-4 ISS 階・外部設備シャフト断面概念図

3. レジリエンス強化と環境性能向上のための取り組み

本病院施設は地域の中核を担う病院として、レジリエンス強化と環境性能向上の両立を図った。図-5 にその取り組みを示す。

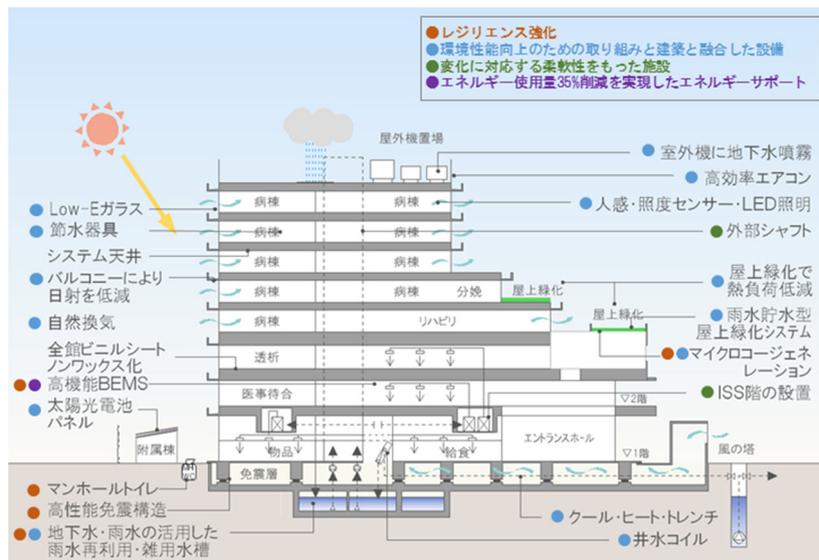


図-5 レジリエンス強化と環境性能向上のための取り組み

3-1. 信頼性の高い熱源システム

熱源システムは信頼性・経済性・環境性・メンテナンス性に考慮し計画した。図-6 に熱源システムフローを示す。

空調熱源は負荷用途に応じたエネルギーを使用し、年間で安定した室内負荷の対応を電気熱源、変動する外気負荷の対応をガス熱源とした。室内負荷のなかでも運転時間が短い外来エリアは GHP を主体とし、病室等連続運転となるエリアは EHP を採用した。また、蒸気の利用は医療用・厨房用の必要最小限に抑え、給湯用には貫流ボイラーに比べ効率の良い真空式給湯ボイラーを採用した。

災害時に対してはヒエラルキーをつけた計画として

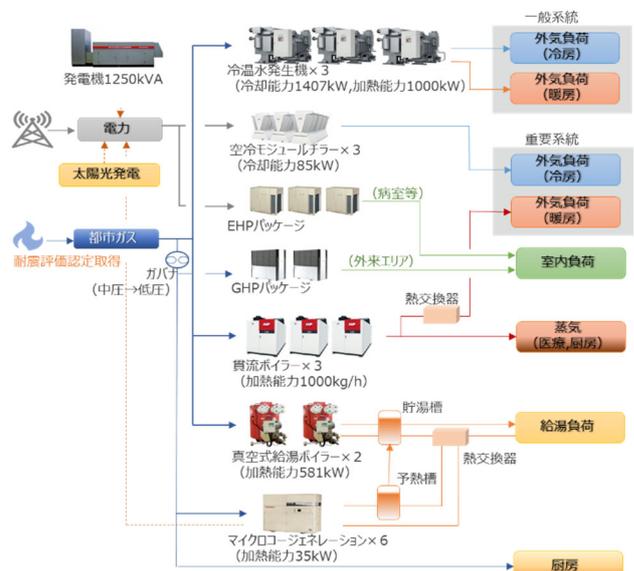


図-6 熱源システムフロー

おり、①発電機バックアップを受けた空冷モジュールチラーを手術室やICU等の重要系統の外気処理に利用、②信頼性を向上した中圧ガスを熱源としたマイクロコージェネレーションにより電力供給、GHPによりトリアージ待機スペースとなる外来エリアを空調できる計画とした。また、厨房についても中圧ガスにより継続利用可能としている。

3-2. 災害に強く信頼性の高いインフラ

防災拠点としてインフラ途絶時においても、72時間以上の事業継続を確保できるよう、電力、給水、排水、ガス、医療ガスについて対策を行っている。インフラのレジリエンス強化対策を図-7に示す。

雑用水槽は通常使用量の3日分の貯水を行い、さらに地下水を水源としており、井戸ポンプが稼働する限り使用することができる。

電力についてはBCP対応統合型BEMSにより

災害時の機能維持時間を調整することが可能となっている。(詳細は4章に示す。)

3-3. 災害時でも衛生的環境が確保できるインフラ途絶対策

災害時の下水道途絶に備え地下二重ピットに緊急排水槽を設置した。容量は平常時使用量の3日分(453m³)とした。

また、病院棟の排水はすべて地下二重ピットの汚水槽へ放流後、ポンプアップとする方式を採用することで、災害時に使用できる水回りを限定せず、院内の災害時の対応の幅を持たせた計画としている。図-8に排水システムフローを示す。

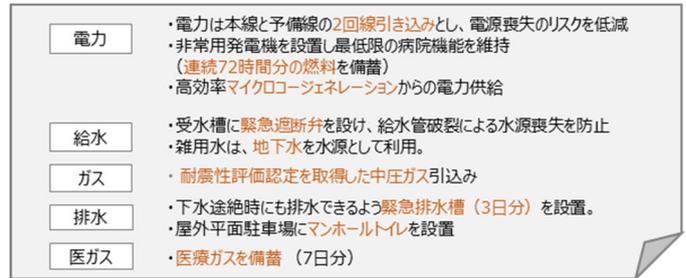


図-7 インフラのレジリエンス強化対策

3-4. 中圧ガスの耐震評価認定取得

耐震評価認定は、通常ガス専焼発電設備を導入する際以外には取得できないが、本計画では災害拠点病院としての重要性から特別に敷地境界線までの耐震評価認定を取得することができた。

中圧ガスは、冷温水発生機・貫流ボイラー・真空式給湯ボイラーに供給し、専用ガバナを介した低圧ガスをGHPパッケージ・マイクロコージェネレーション・厨房に供給している。

3-5. クールヒートトレンチによる地中熱利用

免震層を利用したクールヒートトレンチにより外気の子冷予熱を行っている。外気の取り入れ口は『風の塔』と名付けて、エントランス脇に『環境配慮型病院の象徴』として配置している。図-9に断面イメージを示す。

風の塔は風の流れをモチーフとした壁面緑化が施されており、夜には風の流れのモチーフをLEDで表現し、エントランス空間を演出している。図-10に風の塔の外観写真を示す。

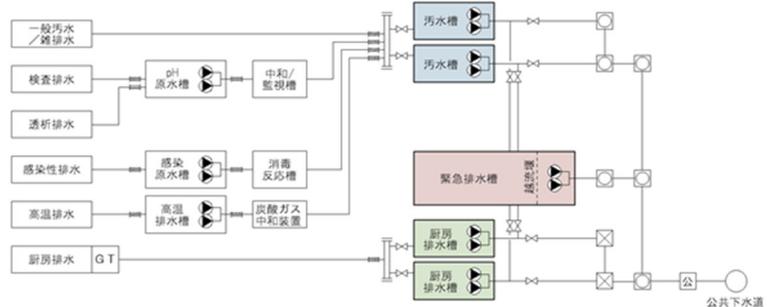


図-8 排水システムフロー

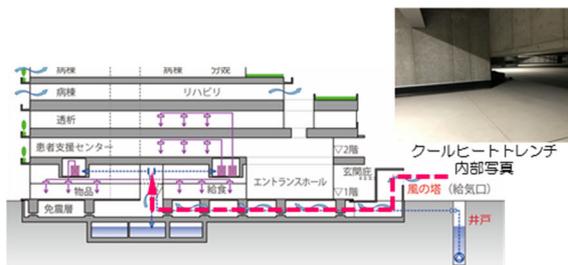


図-9 クールヒートトレンチ断面イメージ図

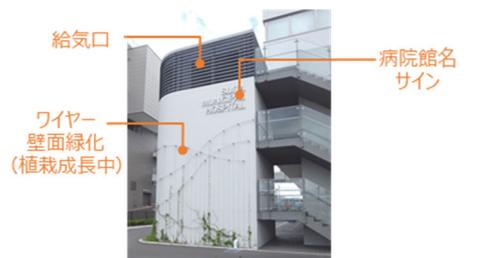


図-10 環境配慮型病院の象徴 風の塔

3-6. 地下水の外気予冷予熱・雑用水利用

『風の塔』から取り入れ、クールヒートトレンチで予冷予熱された外気は、更に井水コイルによって予冷予熱され、ISS 階に設置の外調機へ供給される。図-11 に断面イメージ図を示す。

予冷予熱で用いた井水は雑用水として多段階活用している。クールヒートトレンチ、井水コイルを通過する外気は病院棟全体外気量のおよそ 70%に相当する約 200,000m³/h で外来エリアを主とした病院棟低層部の外気取入れに利用している。

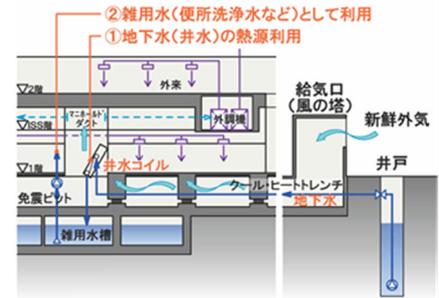


図-11 井水の多段階活用断面イメージ図

3-7. 電力平準化のための高効率マイクロコージェネレーション

排熱利用効率から求められる最大容量 (35kW×6台) の高効率マイクロコージェネレーション設備を設置した。

排熱は給湯熱源に使用している。予熱槽を設置することにより刻々と変化する給湯負荷に対応している。また、配管の放熱ロスの加温にも排熱を利用することで、給湯量が少ない時間帯の排熱利用率を向上させている。

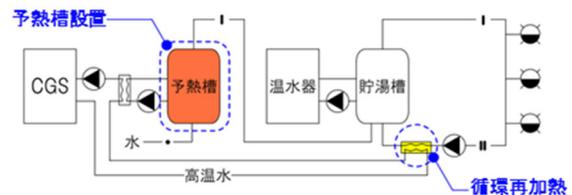


図-12 MCGS 廃熱利用イメージ

図-12 にシステムフローを示す。

4. レジリエンス性能を飛躍的に向上させるBCP対応統合型BEMS (T-BC Controller) の開発と導入効果

4-1. BCP対応統合型BEMSの開発

東日本大震災後、災害時の運用の難しさを様々な調査結果、書籍や映像、当事者へのヒアリング等から感じ、建築設備を、もっと簡単に誰でも使いこなせるようにするため“車のナビ”のようなものを作りたいと考えてきた。災害発生時に建築設備に精通した人が現地に居るとは限らない。BCP を実行に移すには、状況を理解しやすく、見やすい情報パネルが非常に有効であると考えた。そこで、混乱した状況下において、インフラ設備の被害状況と予想される必要使用量を早く正確に情報提供する見える化機能を開発・導入した。

加えて、予め計画された災害時機能維持時間に合わせて、建築設備を自動的にコントロールするシステムを実現した。

さらに災害状況によっては、例えば災害拠点病院の施設基準で求められる 72 時間以上、機能維持が必要な場合に備え、あらかじめその状況をシミュレーションし、短期、中期、長期と 3 段階に設定変更が可能で、より柔軟な対応が可能な機能とした (図-20,写真-12 参照)。

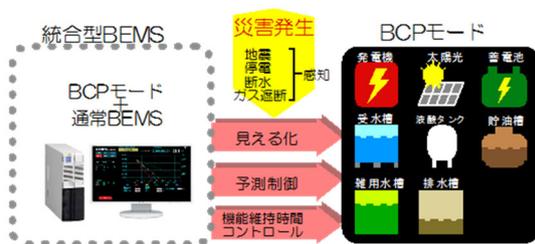


表-1 レベル別機能維持時間

短期 (レベル1)	機能維持72時間 (3日間)
中期 (レベル2)	機能維持120時間 (5日間)
長期 (レベル3)	機能維持168時間 (7日間)

図-13 BCP 対応統合型 BEMS (T-BC Controller) の概要

4-2. システム構成と特徴

本システムは、BEMS と連動した BCP モードに対応した統合型 BEMS である。災害時には、エネルギー使用量から機能維持可能時間を予測し、建物設備をコントロールする機能を備えている。BEMS システムのアプリケーションソフトウェアとして提供することにより、比較的安価で汎用性のある BCP 対応のシステムとして運用することを目指した。また、通常時はエネルギー管理のために用いられている BEMS に統合すること

により、被災時のみにしか使用しない遊休設備となることなく運用することができる。

4-3. BCP モード移行トリガー

災害情報、停電、断水、ガス供給遮断などを感知すると、それらをトリガーとし、ポップアップで立ち上がり、ユーザーに災害発生を知らせるとともにインフラ設備の維持可能時間の予測を開始する。供給インフラの状況（電力、市水、ガス）を素早く把握、備蓄インフラ（発電機燃料、飲用水、雑用水）の供給可能時間や排水貯留槽への放流可能時間を実際の使用量から予測し、機能維持時間の見える化を行い、適切な災害時活動方針の決定を支援する。さらに、あらかじめ策定した機能維持時間となるように負荷を選択し、使用量をコントロールする制御機能を備えている。また、災害規模により外部の支援が期待できない場合には、機能維持時間を3段階のレベルに設定変更が可能である。

BCP モード立ち上がり時は、短期（レベル1）にて予測制御を開始するようにした。病院機能の維持時間は、災害拠点病院の施設基準（厚生労働省）で求められている72時間（3日間）とした。大規模都市圏の広域災害時を想定し、救助や燃料の補給に時間がかかる場合も予想されるため、中期（レベル2）、長期（レベル3）は表-1に示す時間とした。

4-4. BCPモード画面は情報把握しやすいUIを実現

各設備の使用状況などの情報を一元管理できるような画面を用意し、ユーザーによる煩雑な操作を不要とし情報把握しやすいUI（ユーザーインターフェース）とした。各設備アイコンをクリックすると、系統図を用いたグラフィック画面で詳細な状況を表示するようにした。被災時のパニック状態でも混乱しないように、可能な限り感覚的に操作しやすい使用勝手を目指した。図-14,15に画面事例を示す。



図-14 各設備のBCP画面例

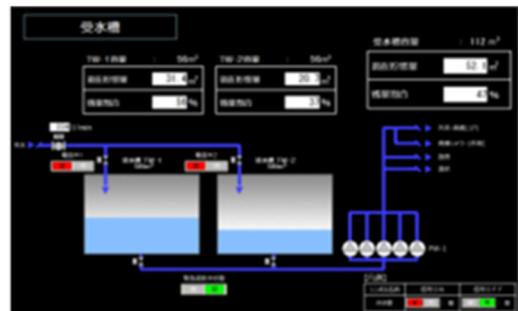


図-15 給水システムのグラフィック

4-5. 機能維持時間の予想の見える化

災害発生からインフラ容量がどのように変化し、現状の運用を続けると、あと何時間で枯渇するのか、直近の使用量から演算を行う。図-16に非常用発電機オイルタンクの運転可能時間予測画面を示す。点線で予想グラフを表示し、機能維持時間の把握を可能とした。

災害が発生した時、油や水の備蓄が規定容量を満足しているとは限らない。例えば油は経年劣化による廃棄量を少なくするために定期的な試運転により消費され、減っている可能性もある。又、水の備蓄は引込設計水量や給水装置のON/OFFレベル設定によっては、夕方頃は受水槽容量の50~70%程度の容量となっている場合も考えられる。災害発生時には正確に現状を把握する事が重要である。全ての備蓄容量や主要な機器の稼働状況の「見える化」を行なった。

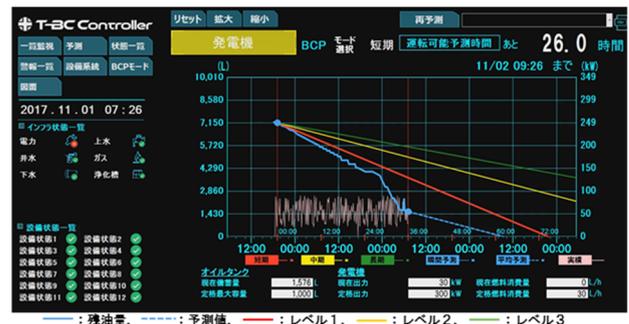


図-16 BCP対応統合型BEMSの運用画面例

4-6. 機能維持時間のコントロール

インフラ設備の維持可能時間を予測しても、条件によっては目標とする維持時間の確保ができない場合が想定される。本システムでは予測した維持可能時間を確保するため、目標とする日時から大きく予測値が乖離した場合に、中央監視システムに対して制御レベル信号をBACnet通信で出力することで、インフラの使用を抑

制し、目標とする設備の維持可能時間の確保を行う。

設備機器の制御は、利用者の混乱を防ぐために、段階ごとに設備・機器の制御を行う。この制御では、制御当初は最小レベルの信号を出力し、その後改善されない場合に徐々にレベル信号を上げて出力を行うことで段階的な制御を実現した。

表-2 制御レベルの出力範囲

モード	制御レベル
平常時	0
短期	1～5
中期	6～11
長期	11～15

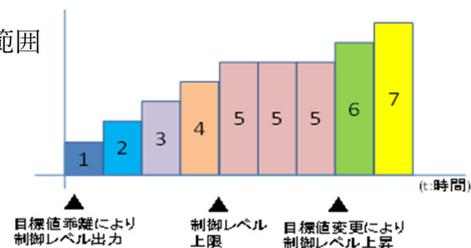


図-17 各レベルの制御範囲例

例えば、目標とする維持可能時間の確保が困難な場合、重要負荷を含めた設備の制御を行うレベルを変更することにより維持可能時間の確保を行う。また、短期／中期／長期のレベルに応じて制御する範囲を限定することで、医療用設備など人命にかかわる重要設備に関わる制御に対するフェイルセーフを設けている。

吹田市民病院では、重要負荷を医療継続のための手術室やICUの電源・空調、透析機械、給排水ポンプ類、サーバー用電源と設定し、制御レベルの高位に設定した。トリアージ待機スペースやスタッフステーションの空調等は保安負荷とし中位に設定し、状況に応じて切断していくこととした。

5. クールヒートトレンチと地下水利用による外気負荷低減

5-1. 病院における外気負荷低減対策

病院の空調換気設備においては、院内感染防止のため、ロビーなど一部の室を除いて、還気を設けることなく、全外気空調システムとして設計するのが一般的である。また、他の用途に比べて、外気処理量が多いのが特徴である。本施設においても、外調機 32 台すべてが全外気システムであり、外気負荷をいかに低減するかが省エネルギーのポイントであった。

そこで、複数の空調機に調和された外気を導入することで、各空調機の外気負荷を低減させることとした。その実現のために以下の2つの計画を行った。

① 施設の中心部に ISS 階を設け、外調機を集中設置させ、調和空気を導入させやすくした。

ISS 階の中央部にはマニホールダクトを設置し、各外調機へ処理外気を導入させている。また、マニホールダクトを建物の両側まで延長させ、外壁にガラリ接続させることで、緊急時の外気取り入れを可能としている。

② 外気処理のためのエネルギーを施設の特性や自然エネルギーを利用して最小化した。

本施設の場合、免震構造を取っているため、免震層をクールヒートトレンチとして利用する計画とした。免震層は地中壁に面しており、年間を通じて安定した地中熱を有効に利用することができる。

さらに、クールヒートトレンチから ISS 階に外気を導く途中に年間を通じて安定した地下水熱を有効利用することで更なる省エネルギーを図った。予冷予熱後の地下水は雑用水槽に貯留し、便所洗浄水などに多段階に有効活用している。図-18 にこれらの外気の流れを示す。

5-2. クールヒートトレンチ利用計画

免震層内に外気を流入させ、外気を処理するにあたって、①クールヒートトレンチとして最大限にエネルギー利用すること、②免震層内に汚染物質を発生させることなく外気を空調機に導き入れること、の2点に配慮した。

これらを解決するため、いくつかのパターンについて CFD シミュレーションを実施し、トレンチ内の温度状況、温度ムラを確認し、最終案を決定した。検討パターンを表-3 に示す。最終案ではトレンチ内風速は 5m/s に抑え最大限の効果を得るとともに、カビ等を防止するため空気が滞留しないようトレンチ内の入隅部を設けないようにしている。

クールヒートトレンチの設置範囲は上階排水管の有無により規制があったが、可能な範囲で拡張し、約

2,115 m²とした。また、取り入れ外気がより長くトレンチ床面と温度交換できるように間仕切り壁を2箇所設置し、空気の通過経路が長くなるように調整した。これによりトレンチ長さは128mとなった。

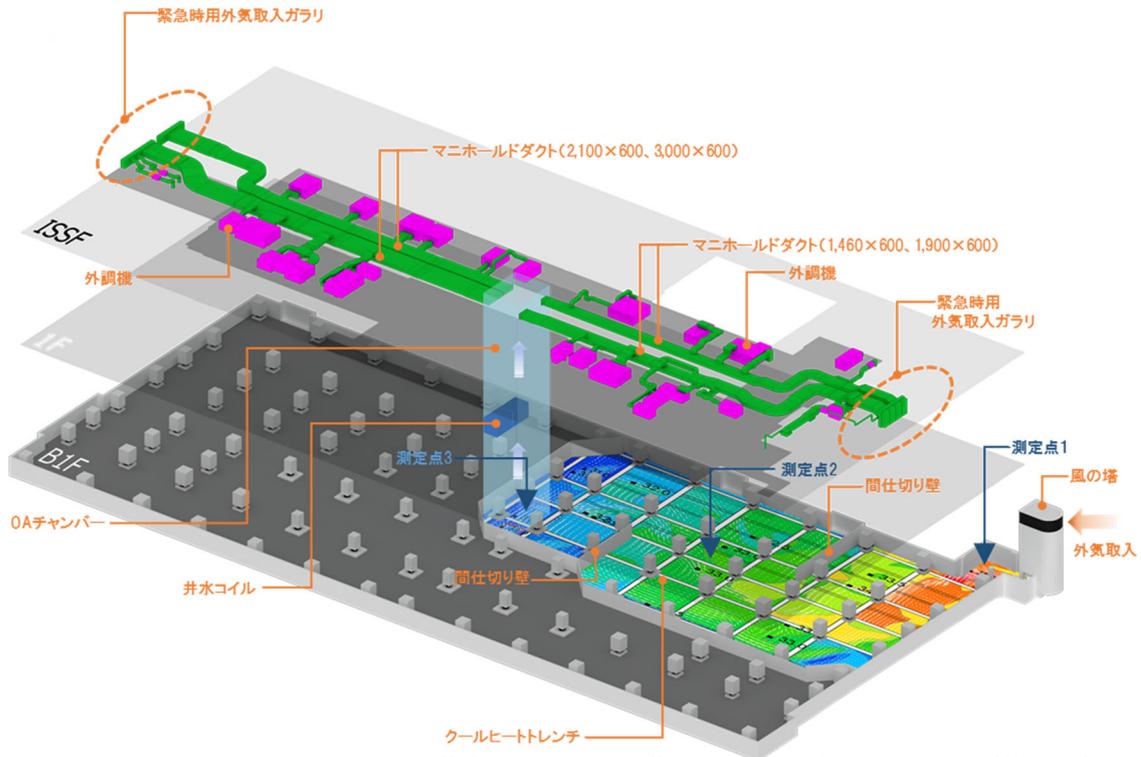


図-18 クールヒートトレンチ・井水コイル・ISS階マニホールドダクトまでの外気の流れ

表-3 検討パターン

		内部壁	ビット 表面温度	入口温度 [°C]		出口温度 [°C]		温度差 [°C]		風量 [m ³ /h]	熱量 [MJ/h]	
				夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期		夏期	冬期
①	熱交換面積増加案	無し	変動	35.4	0.3	34.6	1.3	-0.8	1.0	200,000	-176.1	220.2
②	①+内部壁設置案	有り	変動	35.4	0.3	34.5	1.3	-0.9	1.0	200,000	-198.1	220.2
③	②+風量半減案	有り	変動	35.4	0.3	33.9	2.2	-1.5	1.9	100,000	-165.1	209.2
決定	②+ビット表面温度固定	有り	固定	35.0	0.8	31.0	4.8	-4.0	4.0	200,000	-880.7	880.7

最終決定案のシミュレーションによる温度分布を図-33に示す。実施設計段階のシミュレーションによる予冷予熱効果は夏期、冬期ともに4°C程度となった。

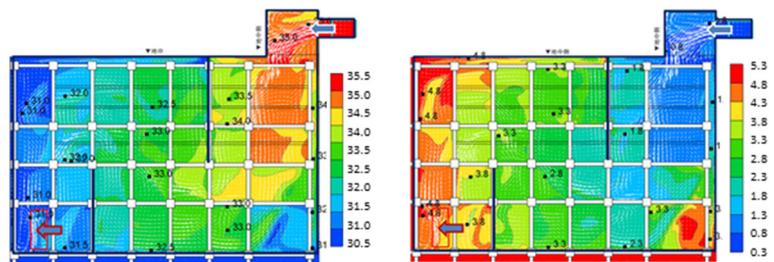


図-19 最終決定案温度分布予測図 (左:夏期 右:冬期)

5-3. 実測によるクールヒートトレンチの検証

竣工後、クールヒートトレンチの効果検証のため実測を行った。

クールヒートトレンチの冬期、中間期、夏期の効果検証のため2020年2月7日(金)~2020年7月1日(水)の期間、クールヒートトレンチ内3カ所に表面温度、温度・湿度センサーを設置し、自動計測を行った。測定間隔は10分間とした。また、外気温湿度についてはBEMSのデータを利用した。図-18に測定位置、表-4に測定項目を示す。

クールヒートトレンチの空気温度実測値を図-20に示す。予熱・予冷効果は概ね4°C程度、最大で5°Cを超える場合があり、シミュレーションによる予測値と合致した。一日のうちで朝の外調機立上げ時間帯に最も大きな予熱効果を得られており、立上げに伴うエネ

表-4 測定項目

No.	測定点	測定項目	測定機器
1	入口	床表面温度	熱電対+データロガー
		空気温度	温湿度計(おんどとり)
		空気温・湿度	温湿度計(おんどとり)
2	中間地点	床表面温度	熱電対+データロガー
		空気温度	温湿度計(おんどとり)
		空気温・湿度	温湿度計(おんどとり)
		空気湿度	湿度センサー
3	出口	床表面温度	熱電対+データロガー
		空気温度	温湿度計(おんどとり)
		空気温・湿度	温湿度計(おんどとり)

と合致した。一日のうちで朝の外調機立上げ時間帯に最も大きな予熱効果を得られており、立上げに伴うエネ

ルギー削減に貢献している。また、空調機入口における床表面温度と露点温度の比較を図-21 に示す。常に床表面温度が露点温度より高いことがわかる。また、外気入口ならびに中間地点でも常に床表面温度が露点温度より高く、ピット内で結露が発生していないことが示されている。

クールヒートトレンチ内温度と外気温度の相関図(図-22)を見ると、外気温度が低いほど予熱効果は高く最大値は 7.4°Cで、設計風量 200,000 m³/h からエネルギー削減効果は約 500kW と算出される。

トレンチ入口地点の空気温度は外気温度とほぼ正比例となっている。中間地点の空気温度は入口地点に比べて緩やかな勾配となっており、出口地点はさらに緩やかになっている。外気温度 14~16°C付近で入口地点空気温度と出口地点空気温度はほぼ同等となり、以降外気温度が高くなると入口地点よりも出口地点の空気温度が低くなる結果となった。外気温度が 14~16°Cを超えてもピット床表面温度は 10~12°C程度にとどまっていることによるものと考えられる。

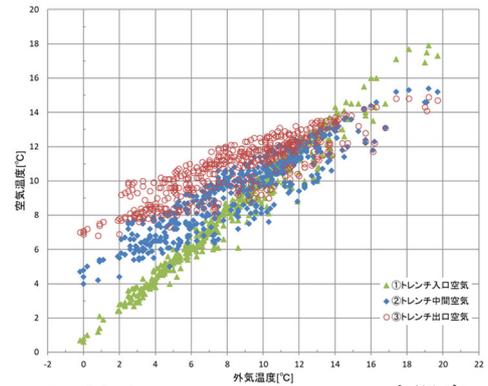


図-22 クールヒートトレンチ内温度と外気温 (2020年2月)

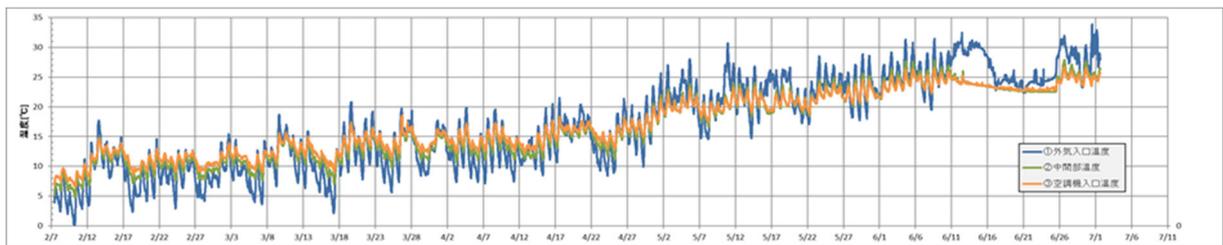


図-20 クールヒートトレンチ空気温度実測値 (2020年2月~7月)

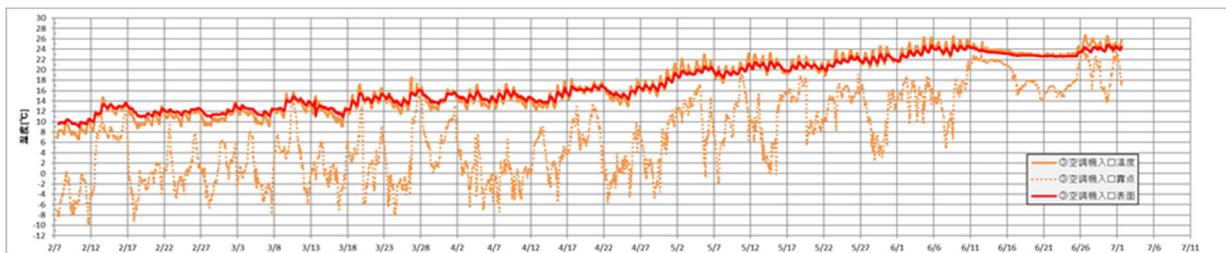


図-21 空調機入口における床表面温度と空気温度、露点温度 (2020年2月~7月)

5-4. BEMS データによる省エネルギー検証

図-23 に示す負荷のデュレーションカーブに示されるように、病院の場合は他の用途に比べて暖房負荷も年間を通じて割合が高く、年間を通じて安定的に利用できる地中熱や井水熱の利用は空調負荷全体の省エネルギーに大きく寄与することが期待される。

ISS 階設置の外調機は全 26 台あり、それぞれについてクールヒートトレンチ通過後の外調機取り入れ外気温度、外調機冷温水コイル通過後の給気温度が計測されている。

それぞれの外調機について、2019年4月から2020年3月までのデータを使って、冷温水コイル熱量からクールヒートトレンチと井水利用による省エネルギー効果量を算出した。省エネルギー効果量は年間で冷房 320.3GJ、暖房で 90.2GJ であり、このシステムにおける全空調負荷の 30~50%の省エネルギーが図れていることが確認できた。

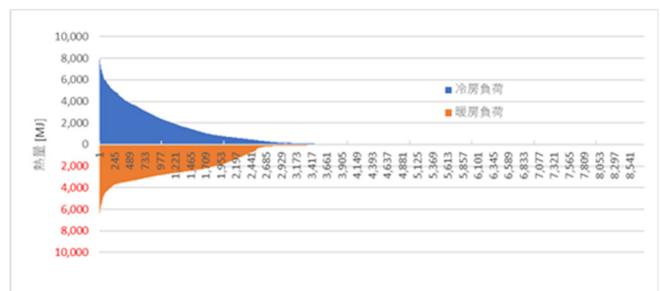


図-23 空調負荷デュレーション (2019年4月~2020年3月)

また、井水コイル熱量も BEMS で収集されているので、全体の省エネルギー量から差し引くことで、クールヒートトレンチの効果が算出される。その結果、この系統において、クールトレンチとして 20%前後、ヒートトレンチとして 30%前後の省エネルギー効果があることが示された。このように算出した省エネルギー効果を空調負荷全体で評価したグラフが、図-24 である。

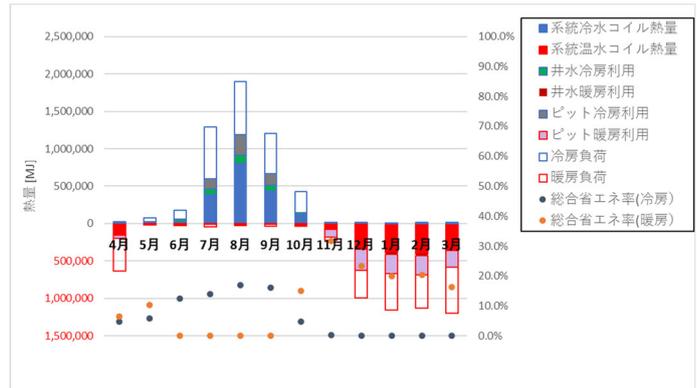


図-24 クールヒートトレンチ + 井水利用省エネルギー効果

年間空調負荷全体においては冷房負荷削減効果として 14.5%、暖房負荷削減効果として 18.6%の効果があつたことになる。

この未利用エネルギーの有効活用により年間エネルギー消費量を大幅に削減することができた。

6. エネルギー使用量 35%削減を実現したエネルギーサポート

6-1. エネルギーサポート体制

高機能 BEMS を活用したエネルギー管理により PDCA サイクルを確実に実行し、省エネルギー改善を図っている。病院に代わり大成建設のエネルギー管理士が建物のエネルギー運用状況を管理、1 回/月提出するエネルギーレポートで運用改善のアドバイスを実施している。2018 年 12 月の開院より、設備運用について改善提案を行っている。

6-2. 建物エネルギー消費量 ～ベンチマークとの比較

図-25 に、2019 年度の月別一次エネルギー消費量を示す。一次エネルギー消費量の季節変動を見ると約 41%の開きがあるが、電力消費量だけでは約 28%となっており、設計通り負荷変動をガスにより担っている結果となった。



図-25 月別一次エネルギー消費量

2019 年度の一次エネルギー消費量原単位は環境配慮に対する様々な取り組みにより 2,087MJ/m²・年に抑えることができた。東京都省エネカルテによる用途別のエネルギー消費原単位上位 25%値の基準年度 (表-5) では医療用途のエネルギー消費量は 3,219MJ/m²・年となっており、約 35%の削減となっている。

表-5 建物用途別のエネルギー消費原単位上位 25%値 (東京都省エネカルテ)

用途	基準年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
医療	3,219	2,502	2,529	2,534	2,511

(MJ/m²・年)

約35%削減

2019年度実績
2,087MJ/m²・年

また、地域別・面積区分別・建物用途別の単位延床面積当たりの年間一次エネルギー消費量平均値 (DECC データ) (表-6) と比較すると、震災前データとの比較では約 32%の削減となっている。震災後は全体的に省エネ化が進んできているが、そのデータ (2015~2017 年度) と比較しても約 19%の削減となっており、大きな削減効果を得られていることがわかる。

表-6 地域別・面積区分別・建物用途別の単位延床面積当たりの年間一次エネルギー消費量平均値 (DECC データ)

※地域区分：6、建物用途：病院、延床面積 30,000 m²以上

データ年度	年間一次エネルギー消費量 (MJ/m ² ・年)	調査件数
2006~2010年度 (震災前)	3,065	211
2011~2012年度 (震災後)	3,012	31
2015~2017年度 (震災5年経過後)	2,581	6

約19~32%削減

2019年度実績
2,087MJ/m²・年

6-3. 用途別エネルギー消費量

用途別エネルギー消費量の内訳を図-26 示す。その他用途が 33%と大きな割合を占めているが、テナント系統、コンセント、大型医療機器電源、検査室のガス使用量が含まれており、これらは病院運営に欠かせないエネルギーであり固定された使用量である。

その他用途を除いたエネルギー消費量は 1,399MJ/m²・年となっている。

6-4. コージェネレーション運転による電力平準化

図-27 に、コージェネレーション運転を開始する前後の日別時刻別電力消費量を示す。時刻別電力消費量のピーク値が 1,040kW から 820kW へ約 21%削減され、ピーク電力削減効果が確認できた。

マイクロコージェネレーションは平日 9時から 17時の 8時間運転としている。2019年4月の稼働は 21日間で、平均ガス消費量は 478m³/日、月間発電量は 36,090kWh/月、平均発電効率は約 32% (LHV) となっている。

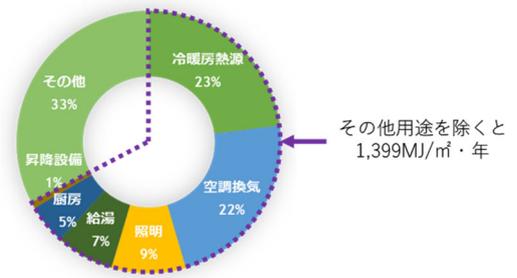


図-26 エネルギー消費量内訳 (2019年4月～2020年3月)

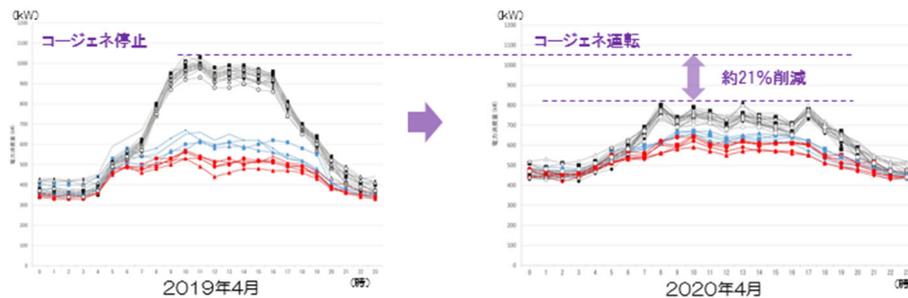


図-27 時刻別電力消費量

6-5. クールヒートトレンチと井水コイルによるガス使用量平準化

図-47 に、日別用途別ガス消費量を示す。クールヒートトレンチと井水コイルの熱利用量が多い夏期 (2019年8月) において、外調機の冷熱源である冷温水発生機のガス使用量を比較すると、クールヒートトレンチと井水コイルの使用を停止していた 14日のガス使用量 (約 1,600m³/日) に対し、熱利用量が最大であった 6日のガス使用量 (約 1,300m³/日) は、約 19%削減され、ピーク時のガス使用量の平準化に寄与していることが確認できた。

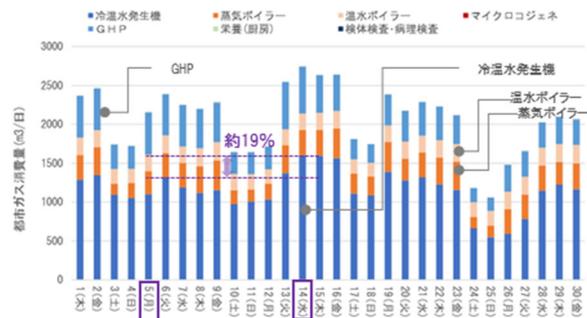


図-28 日別用途別ガス消費量 (2019年8月)

7. おわりに

本稿ではレジリエンス強化と環境性能向上の両立について、BCP 対応型 BEMS の開発と採用、クールヒートトレンチと井水コイルによる外気負荷低減、エネルギーマネジメントにフォーカスし報告した。

エネルギーサポート体制は竣工後 3年間継続予定であり、今後も更なる省エネルギー改善のため運用改善提案を行っていききたい。また、各種の取り組みについても効果の検証を継続していく予定である。



図-29 建物外観