

## カーボンニュートラル賞

<b>受賞名称</b>	第6回カーボンニュートラル賞 東北支部
<b>カーボンニュートラル賞選考支部名称</b>	第6回カーボンニュートラル賞選考委員会 東北支部
<b>業績の名称</b>	秋田市新庁舎における低環境負荷建築の実現
<b>所在地</b>	秋田市山王一丁目1番1号
<b>応募に係わる建築設備士の関与</b>	株式会社 日本設計 星野 聡基 竹部 友久

### 応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社 日本設計					
建築主						
設計者	株式会社 日本設計					
施工者	清水・千代田・シブヤ・田村建設工事共同企業体					
建物管理者						
建物利用者						
検証者	秋田県立大学 システム科学技術学部 建築環境システム学科 教授 長谷川 兼一					
延床面積	31,582.99	m <sup>2</sup>				
階数	地上7階	地下1階	塔屋-階			
主用途	官公庁					
竣工年月日	2016年4月					

### 支部選考委員長講評

建築設備技術者と建築設計者が建築計画の初期の段階から協力して、省エネを配慮した建築の外皮性能と自然採光・自然換気を取り入れたパッシブ建築により、建築と設備のバランスが取れた寒冷地における省エネルギー建築を構築している。また、多くの高効率の設備システムにより、寒冷地の快適性を確保した上で省エネルギー、低炭素化を実現し一次エネルギーの削減率が48.5%であることを高く評価する。さらに、積雪寒冷地の積雪に対して、融雪用のポアホールによる地中熱ヒートポンプシステムを冷房時空調運転と連結して利用していることは、融雪と空調、異なる目的の設備を一体的に利用していることは特筆すべきである。

### 関与した建築設備士の言葉

秋田市庁舎で第一に思い出されるのは、東日本大震災の当日、秋田市内でプロジェクトチームの主要メンバーで震災を経験したことです。停電が続き、都市機能が麻痺した中で、ホテルの真っ暗なロビーでラジオを聞きながら皆で不安な一夜を明かした記憶です。これが、新たに生まれる建物がどうあるべきかを皆で考えるきっかけとなりました。その結果、自然エネルギーをはじめとする多様なエネルギーの利用が可能で、その地域の気候と上手につきあうことができる建築にしようという強い方針が確認されました。プロジェクトの初期段階から完成まで、プロジェクトチームのメンバーそれぞれが、思いを共有しながら、様々な制約や困難を乗り越え、設計内容を高め、洗練させて行くことができたのではないかと考えています。非常に楽しく充実したプロジェクトになりました。

( 星野 聡基 : 株式会社日本設計 )

業績の名称： 秋田市新庁舎における低環境負荷建築の実現

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

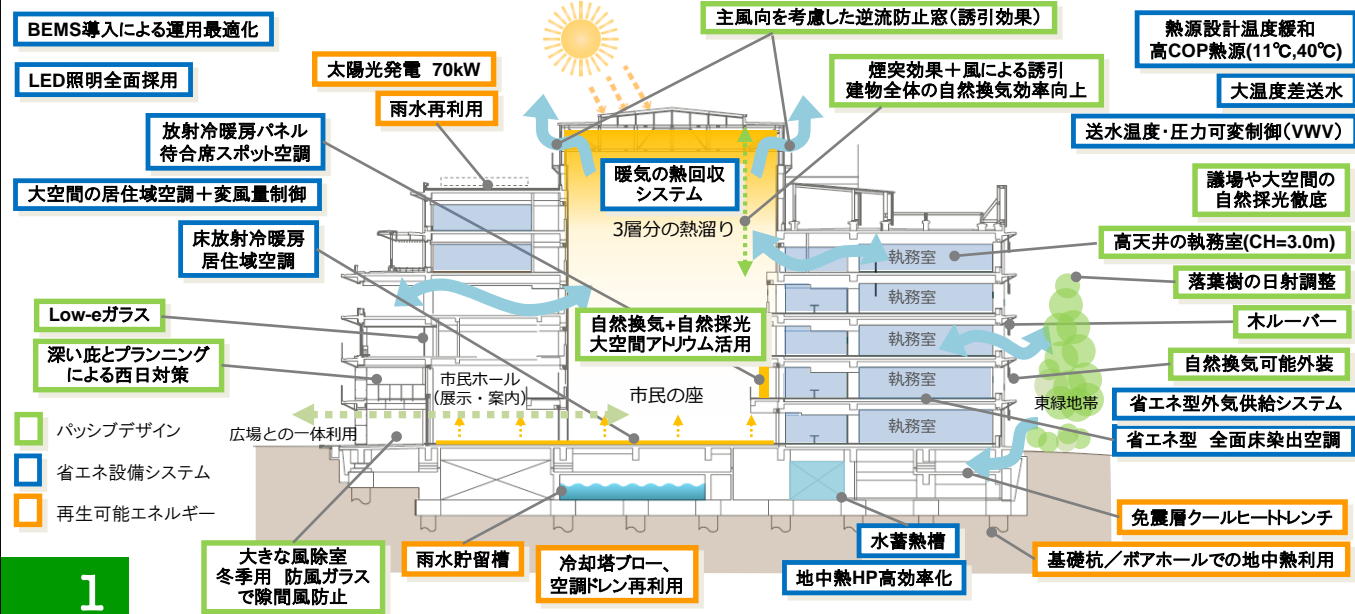
1/4

建築設備士によるパッシブデザインの実現  
寒冷地の気候特徴に配慮し、快適性と省エネルギーの両立する  
カーボンニュートラル建築

■ カーボンニュートラル建築の全体像

高い外皮性能とルーバー日射制御  
自然採光・自然換気が可能なパッシブの実現  
省エネルギーを実現する高効率設備システム + 再生可能エネルギー + BCP

名称:秋田市新庁舎 建築面積:5,798㎡ 延床面積:31,583㎡  
建物高さ:SGL+28.4m 地上7階 地下1階 RC造+一部PC造



省エネに配慮した建築プランニングと、建物全体で自然採光・自然換気が可能なパッシブ建築

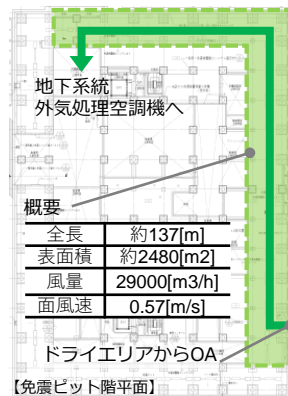
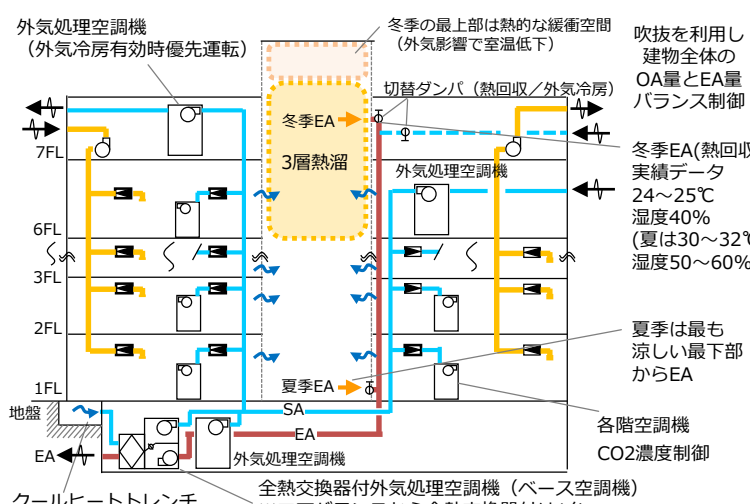
**縦ルーバー(多目的ホール)**  
**ダブルスキン(議場外周廊下)**  
**逆流防止窓(スライドウ)**  
**ブラインド+ロールスクリーン 簡易ダブルスキン(4F)**  
**市民SC 個室(3F)**  
**西日への配慮(西ファサード)**  
**深い庇(1~2F 軒天空間)**  
**東面 木ルーバーと庇**  
**大きな風除室(隙間風配慮)**  
**市民の座 自然採光のみでも十分明るい(全消灯状態)**  
**深い軒天井空間**  
**トイレ自然採光 換気可能**  
**コア**  
**執務室 冬の朝日 取込みと日射制御の容易な東側へ**  
**市民の座 中央部周囲に自然採光を導入**  
**トイレ自然採光 換気可能**  
**コア**  
**平面計画における省エネへの配慮**  
**災害対策本部**  
**網戸**  
**開度調整容易**  
**操作しやすい自然換気窓**  
**多目的ホール**  
**自然採光で明るい議場**  
**高天井(CH=3.0m)で明るい執務室**

2

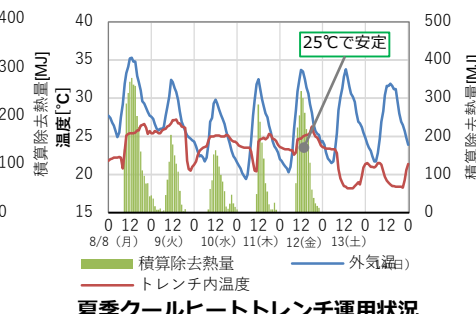
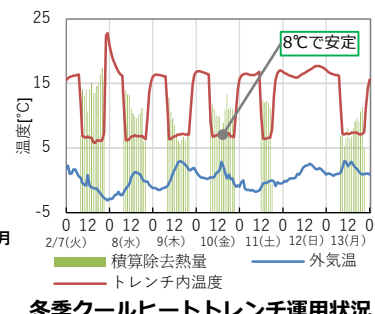
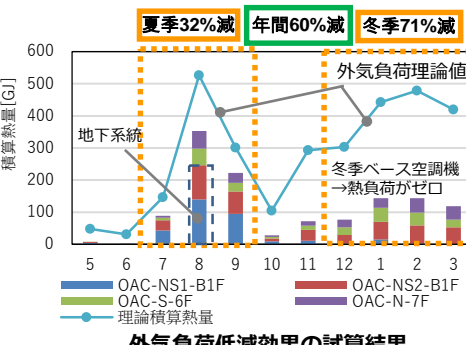
寒冷地の快適性と省エネルギー性に配慮した空調システム計画

寒冷地の外気負荷を最小化するシステム

- ▶ 寒冷地の冬季省エネには外気負荷の削減が最重要課題
- ▶ 免震層を利用したクールヒートレンジを活用する地下システムをベース運転(外冷有効時は屋上から)
- ▶ 全熱交換器による熱回収(冬季のみ熱溜りから)+CO2濃度制御
- ▶ 外気導入部は集約化し、建物の熱ロスを最小化し、加湿器、塩害フィルター等、メンテナンス箇所集約化
- ▶ トイレ換気回数等の低減(最適化)、倉庫換気のSA代替等、排気量削減対策(=熱損失の低減)
- ▶ 吹抜を利用して建物全体でのエアバランスを形成し(収支算でファン制御)隙間風防止
- ▶ 全熱交換器、VAV制御、クールヒートレンジによって、外気負荷は、冬季71%、夏季32%、年間60%削減
- ▶ 空調負荷全体に対しては、冬季43%、夏季16%、年間34%削減効果

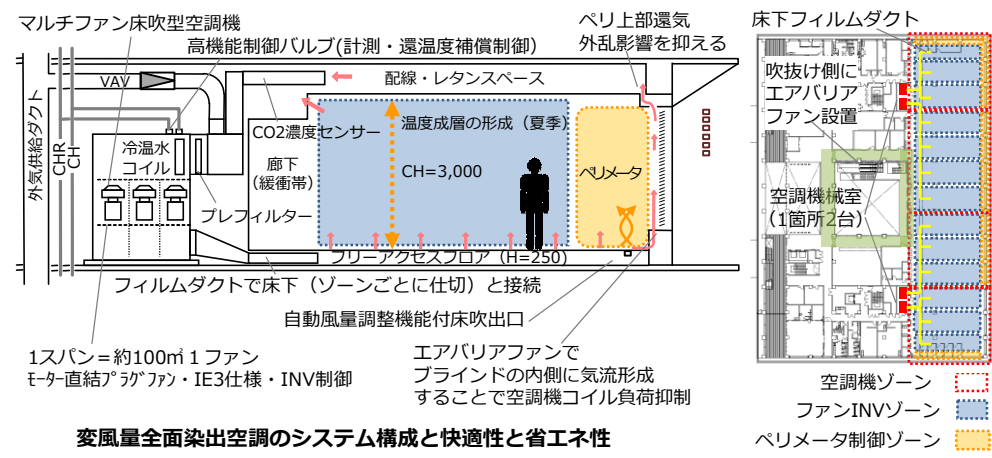


クールヒートレンジの計画



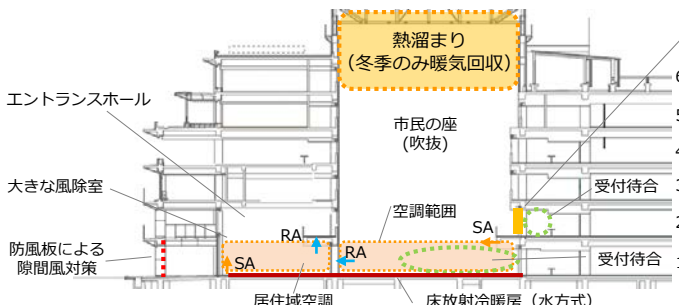
寒冷地における快適性・省エネ性を両立する変風量床染出空調の構築

- ▶ 寒冷地に最適な床染出空調方式と、外皮や吹抜の影響を抑える工夫で高い快適性を追求
- ▶ 送風温度は冷房18℃、暖房30℃で、熱源側の送水温度を緩和しやすく熱源の効率化に貢献
- ▶ 100m<sup>2</sup>を1ファンとしてファンを直接INV制御(VAV無)することで、全面染出空調のファン動力低減
- ▶ RA温度を上げての大温度差送風(18℃-27℃)設計、低圧損フィルター採用
- ▶ 冷温水大温度差コイル(冷水11℃-20℃ 温水40℃-31℃)、高機能バルブ(還温度補償)



大空間の居住域空調・変風量制御・放射冷暖房併用による省エネと快適性追求

- ▶多目的ホール(体育館としての使用等)や、議場、エントランスホール等の大空間は、定風量で計画されることが多いが、吹出口、吸込口の位置を工夫することで変風量制御を実現
- ▶エントランスホールは、隙間風影響を受けにくい床放射冷暖房、待合椅子背面には放射暖房パネルによるスポット空調とすることで、室全体の温度設定緩和による省エネや快適性を追求した

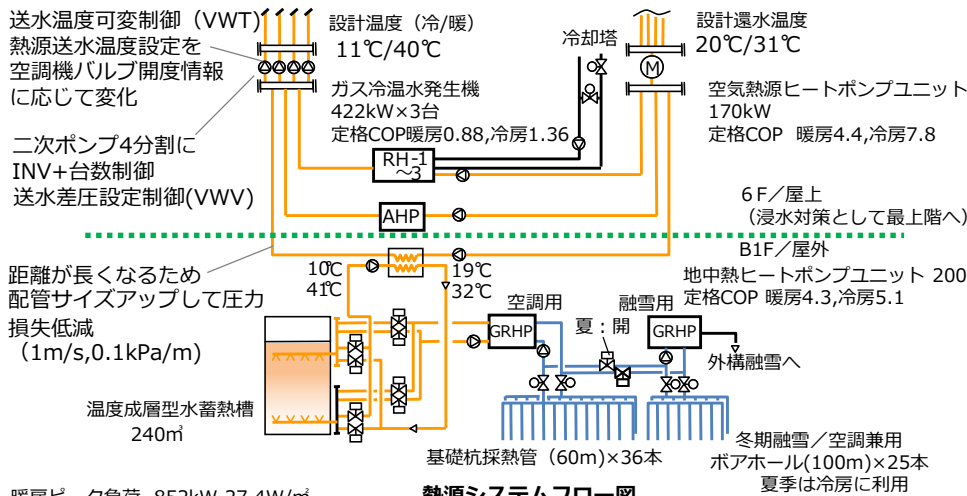


3

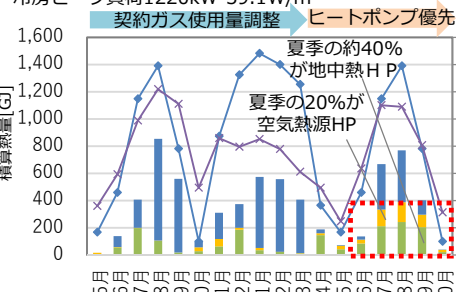
市民の座とエントランスホールの概要

寒冷地の省エネを実現する、地中熱を最大限利用する熱源システムと、運転効率を高める様々な工夫

- ▶寒冷地の省CO2・省エネを考え、冬のボイラー代替熱源として地中熱ヒートポンプをメイン熱源として採用
- ▶地中熱HPユニットをベース運転し、中間期(低負荷、外気条件良好時)や残業運転対応及び夏季の地中熱と併用してのメイン熱源として空気熱源ヒートポンプユニット、ピーク対応としてのガス熱源から構成
- ▶費用対効果、熱源運転効率を向上させるため、様々な工夫を行っている
  - ① 全体の送水温度を緩和(二次側空調とマッチング)冷房11℃、暖房は40℃(外気処理空調機のコイル列数を増やし、床染出空調方式等のシステムで実現)
  - ② 地中熱ヒートポンプは水蓄熱槽で深夜電力を利用し、ランニングコスト低減と運転の安定化
  - ③ 地中熱ヒートポンプユニットの容量は200kW(熱源容量の10%)、水蓄熱の放熱能力と合わせて昼間400kWでベース運転し稼働率を高め、年間負荷の30%~40%をカバーし費用対効果を向上
  - ④ 基礎杭を利用した地中熱利用でコスト低減。ポアホールは、冬季融雪/夏季空調の切り替え運用とし夏季は放熱容量として20%程度の余裕ができ、地中熱HPの期間COPを向上
  - ⑤ 冷水水機、冷却塔、一次ポンプINV、冷却水ポンプINVの自動最適運転制御
- ▶水搬送動力低減策として、送水差圧最適化制御、大温度差送水(ΔT=9℃)、SUS配管の採用
- ▶運転実績は、熱源全体のシステムCOPで冷房1.31(2年目)、暖房0.77(初年度のガス優先運転)2年目は暖房もヒートポンプ優先運転に切り替え、熱源全体の通年システムCOP=1.1と予測

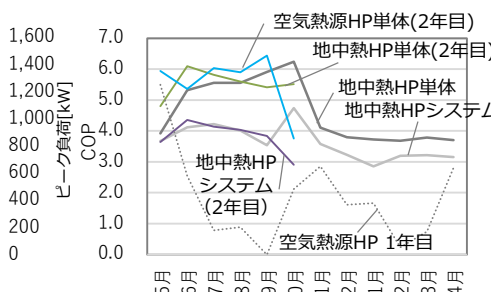


暖房ピーク負荷 852kW 27.4W/m<sup>2</sup>  
冷房ピーク負荷1220kW 39.1W/m<sup>2</sup>



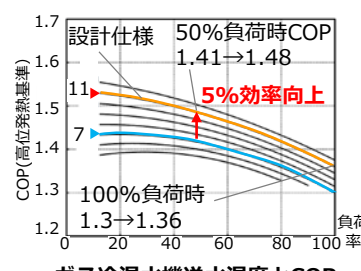
●初年度はガス使用契約使用量調整のため、夏季・冬季の途中からガス熱源優先での運転になっている。2年目からは運用を変更した。  
熱源運転状況

熱源システムフロー図

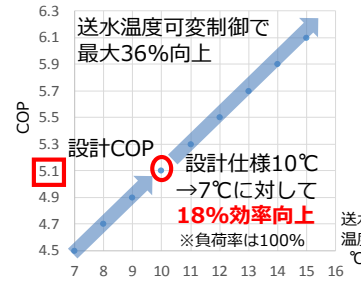


地中熱HP単体COP※1 冬季3.75 夏季5.60  
空気熱源HP COP 夏季5.88 冬季1.66※2  
※1 二次エネルギー基準  
※2 稼働時間が非常に短いため参考値(待機電力等が影響)

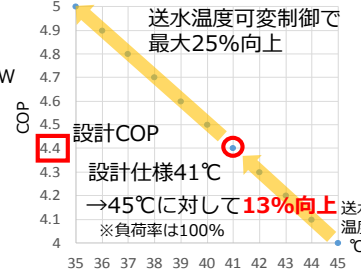
ヒートポンプ熱源機 COP



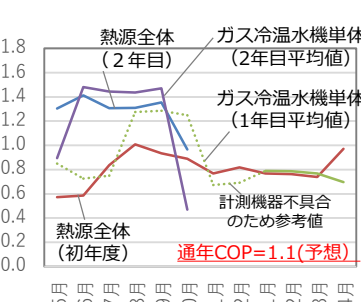
ガス冷水水機送水温度とCOP



送水温度可変制御で最大36%向上



地中熱ヒートポンプ送水温度とCOP



ガス冷水水機COP夏季1.44 冬季0.80※1  
熱源システムCOP 夏季1.31 冬季0.77※2  
※1 ガスは高位発熱量基準で一次エネルギー基準COP  
※2 初年度ガス熱源中心の運転の場合、2年目は改善予定

ガス熱源及び熱源全体システムCOP

**4** 再生可能エネルギーの活用と電力負荷平準化  
カーボンニュートラル化に関する評価

**ピーク電力負荷の低減**

- ▶ピーク電力は、8月の546kW、原単位は約18W/m<sup>2</sup>、ガスとのベストミックス熱源で中間期と夏季冬季の空調期間との差が小さい
- ▶水蓄熱による放熱による電力ピークカット効果は約9%、外気負荷システムでさらに6%減で合計15%のピーク負荷削減

**災害時も利用可能な太陽光発電70kWによる創エネ**

- ▶秋田市では比較的良好な実績が期待できるため、屋上及び南側ルーバーに、単品シリコン太陽光発電パネル70kWを計画
- ▶災害時の系統電源停止時にも、低層共用部、災害対策諸室廻りのコンセント、照明、トイレの利用が可能
- ▶リチウムイオン蓄電池を利用し、平常時はピークカットとして活用
- ▶年間発電量実績は、68,729KWh/年で、建物全体の年間電力量(2,211,381kWh)の約3.3%を供給
- ▶長期の停電が予想される場合には、発電機を停止して、夜間の人員の待機等に利用することで発電機の延命が可能

**雨水・空調ドレン・冷却水ブロー水の再利用**

- ▶雨水に加え、空調ドレン水(冬季の気化加温ドレン、夏季の結露水)冷却塔のブロー排水等も再利用し雑用水代替率向上
- ▶雨水、冬季の降雪も利用でき、年間雑用水の約87%を代替

**コミショニング・チューニング定量的評価**

- ▶しゅん工後に各種設備運転状況、エネルギー消費実態を検証
- ▶年間一次エネルギー消費量は826MJ/m<sup>2</sup>・年(※1)
- ▶リファレンシャル(※2)に対しては48.5%削減
- ▶ZEB評価(※3)では、エネルギー需要量は61.1%削減  
太陽光発電設備による発電量の評価と合わせてZEB-Ready達成

※1 系統連係による太陽光発電による原単位低減分21[MJ/m<sup>2</sup>・年]を差し引きした場合で、電気、ガスの取引量ベースでの算出値  
※2 応募様式4に詳細は示す通り。官公庁は省エネルギーセンター公表値の官公庁の「駐車場を除いた値」で、情報通信施設や商業施設等については東京都環境局「優良特定地球温暖化対策事業所の認定基準」の基準値)からの算出値  
※3 空調調和衛生工学会「ZEBの定義と評価方法」より、リファレンス及び実績からコンセントの消費分を除き、太陽光発電による自己消費分は含めての評価

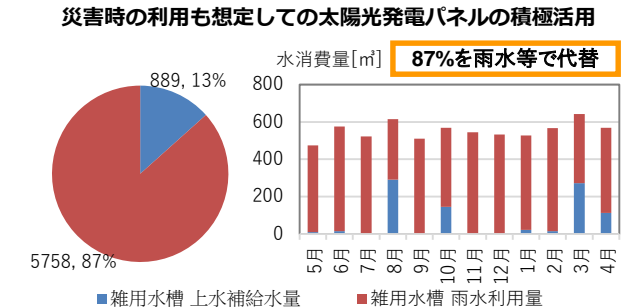
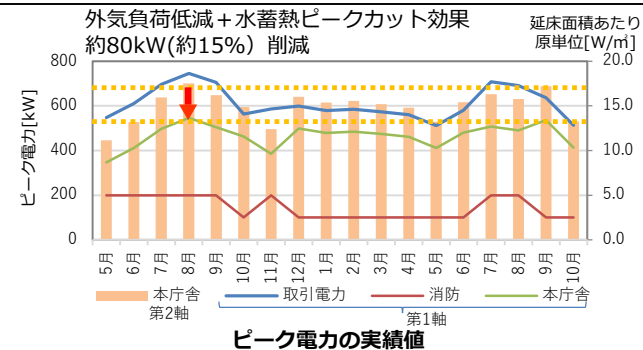
**おわりに**

建築設備技術者と建築設計者が計画の初期段階から協力して、寒冷地における鍵となる工夫を考え、建築のプランニングに反映した。快適性と省エネのバランスも考慮し、二次側の空調方式が決まり、熱源一次側、二次側のマッチング及びさらに一歩進んだ省エネを追求した環境負荷低減技術により、カーボンニュートラル建築を実現した。

**環境負荷低減手法の評価**

No	環境負荷低減手法	削減効果	削減効果 [MJ/m <sup>2</sup> 年]
1	外皮性能向上	3.1%	49
2	外気負荷最小化システム	15.4%	247
3	自然換気による非空調化	2.4%	39
4	高効率熱源	6.4%	103
5	高効率ポンプ変流量制御	1.5%	24
6	空調の変風量制御	6.0%	97
7	高効率照明と自然採光	12.5%	200
8	その他	5.2%	83
9	太陽光発電	1.3%	21
10	増エネルギー要因	-5.3%	-86
	合計	48.5%	777

1. PAL32%(300→206.8MJ/m<sup>2</sup>・年)ベリ床面積比率41%と熱効率率実績から
2. 外気負荷削減量(理論値)で年間空調負荷34%減から
3. 中間期の設計想定負荷(一般的な事務所を想定)からの削減分5.4%減から
4. 寒冷地ポイラを中心とした熱源COP0.6に対して、実績として年間0.8(初年度)から
5. IE3モーターやVVVF制御による効果として、年間WTF実績値=67から
6. 大空間の変風量化、床染出空調の変風量化等を実績値から算定
7. 全面的なLED照明の採用を原単位の減と同等として算定
8. 除風対策及び熱源補機類・給排水・給湯・換気の高効率化等をその他として計上
9. 太陽光発電パネル実績値(2016.5~2016.4)
10. 融雪用エネルギー、テナント分、UPS系統の充実等による増エネの実績値でリファレンスとの差



**雨水・空調ドレン・冷却水ブロー排水利用による雑用水代替**

**エネルギー消費先別原単位及び削減率**

	基準値		実績値		削減率
	[MJ/m <sup>2</sup> ・年]	構成比率	[MJ/m <sup>2</sup> ・年]	構成比率	
熱源	411.4	25.7%	244.4	28.8%	-41%
熱源補機	71.8	4.5%	24.3	2.9%	-66%
水搬送	50.9	3.2%	7.1	0.8%	-86%
空気搬送	193.3	12.1%	69.7	8.2%	-64%
照明	296.1	18.5%	96.3	11.4%	-67%
コンセント	296.3	18.5%	338.3	39.9%	14%
換気	134.9	8.4%	10.2	1.2%	-92%
給排水	10.7	0.7%	2.4	0.3%	-77%
給湯	18.0	1.1%	0.2	0.0%	-99%
テナント	0.0	0.0%	35.1	4.1%	-
昇降機	35.8	2.2%	3.9	0.5%	-89%
融雪	0.0	0.0%	8.7	1.0%	-
その他	84.1	5.2%	6.7	0.8%	-92%
合計	1,603.3	100%	847.1	100%	-47.2%

