

■カーボンニュートラル賞

業績の名称		中国電力(株)本社ビルにおける省CO2改修			
所在地		広島県広島市中区小町4-33			
受賞名称		カーボンニュートラル賞 中国・四国支部奨励賞			
カーボンニュートラル賞 選考支部名称		中国四国支部			
建物概要	延床面積	35,550	m ²		
	階数	地下2階	地上16階	塔屋2階	
	主用途	事務所			
	竣工年月日	1987年3月			
応募 又は 応募者 機関	代表応募者・機関	中国電力株式会社			
	建築主	中国電力株式会社			
	設計者	中国電力株式会社			
	施工者	新日本空調株式会社中国支店			
	建物管理者	中国企業株式会社			
業績の概要	■定性的な実績				
	1) 省エネルギーへの取組み・工夫 ・氷蓄熱システムによる負荷の平準化 ・低温送風システム ・アンモニア冷凍機 ・省エネ省CO2の見える化				
	2) 低カーボンエネルギーへの転換				
	3) 再生可能エネルギー利用・工夫				
	4) カーボンクレジット等ならびにその他				
	■定量的な実績				
	・一次エネルギー消費量の省エネ率を算定するための参照値(ベースライン)の根拠・出典名 2001年4月～2002年3月までの実績値 2,494 (MJ/年・m ²)				
	・一次エネルギー消費量の業績の実績値 1,595 (MJ/年・m ²)				
	・一次エネルギー換算係数根拠 省エネ法 9.760 (GJ/年・kwh)				
	・CO ₂ 排出係数〔出典名／電力(t-CO ₂ /kwh)〕 中国電力2013年度の調整後排出係数 /0.717 (t-CO ₂ /千kwh)				
	・CO ₂ 排出量の合計 117 (kg-CO ₂ /年・m ²)				
	・CO ₂ 削減率 36.0%				
	支部選考委員会選考理由	設備老朽化による改修であるが、単なる更新に留まらず、エネルギーデータを含む管理情報を分析検討、また使用状況の変化、将来性なども考慮した設備機器・システムへの改修を計画・実施し、大きな省エネ・省CO2化を達成した。 居ながら改修という難工事であったこと、11期(11年)の長期に渡り継続的に実施してきたことは大いに評価する。			

■ 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要旨

■ 建物の概要

中国電力㈱本社ビルは、広島県広島市中心部に立地し、中国5県を主とした電力安定供給の中核を担う事務所ビルとして1987年3月に竣工した。空調設備は、竣工時よりヒートポンプ蓄熱方式を取り入れ、システム全体の効率と経済性を追求した全電化ビルである。

竣工後14年が経過した2001年には、既存空調設備の機能性および劣化度を把握するとともに、将来あるべき姿を見据えた改修・保全計画を策定することを目的として、空調設備劣化度調査を実施した。

主な改修内容は、熱源および二次側空調機の更新であり、従来の水蓄熱空調システムを氷蓄熱（低温送風システム）＋水蓄熱システムに改修することにより、夜間電力へのシフトによる負荷平準化を図るとともに、更なる省エネ・省CO₂化を実現している。改修工事は、2002～2012年の11年間で、計11期にわたり実施した。

○建物概要

建物名称：中国電力㈱本社ビル
 (小町ビル1号館)
 所在地：広島県広島市中区小町4-33
 用途：事務所
 構造：地下SRC造，地上S造
 敷地面積：13,240㎡
 延床面積：35,550㎡
 (基準階面積：1,950㎡)
 階数：地下2階，地上16階，塔屋2階
 竣工年月：1987年3月
 監理：中国電力㈱
 施工：新日本空調㈱
 工期：2002～2012年(11期)

○空調概要 (青字は未更新機器を表す(2014年10月末時点。))

・低～中層階 (B2～11F)
 熱源設備
 水冷スクリーチャー (270USRT) ×1台
 熱回収スクリーチャー (100USRT) ×1台
 空冷ヒートポンプチラー (120USRT) ×1台
 氷蓄熱槽 (内融式) ×3槽 (計1,731USRT)
 水蓄熱槽 (計1,021m³)
 空調設備 (4～11F)
 インテリア：変風量単一ダクト方式
 ペリメータ：床置ファンコイルユニット
 ・高層階 (12～14F)
 熱源設備
 アンモニア冷凍機 (60USRT) ×1台
 (氷蓄熱槽 (内融式) : 400USRT)
 空冷ヒートポンプチラー (50USRT) ×2台
 空調設備
 インテリア：定風量単一ダクト方式
 ペリメータ：床置ファンコイルユニット
 ・特殊階 (15～16F)
 水冷パッケージエアコン (計150USRT) ×2系統 (1系統予備)



図. 建物の外観

■ 空調設備劣化度調査の概要

主な調査内容は、空調設備の能力測定 (温度・風量・流量計測等による) や目視による機器劣化診断、X線・サンプリング等による配管劣化診断、室内温湿度調査等である。結果の概要は下記のとおりである。

- 1) R-1が定格能力に対し、80%程度の冷却能力であった。経年的な劣化や、過去に行った冷媒転換 (R-11→R-134a) 等によるものと思われる。
- 2) 水蓄熱槽からの送水温度が、設計値と比較して高いことが明らかとなった。熱源劣化 (R-1) に伴う熱源出口温度の上昇 (8.0℃まで上昇 (設計値6.5℃)) や、蓄熱効率低下等が要因。
- 3) 水蓄熱槽の蓄熱槽効率について、試算した結果、新築時の設計値60%に対して、44%と低い値であった。

⇒建物の大部分を占める低～中層階システムの送水温度を安定化させるとともに、従来水蓄熱システムの更なる改善が求められる。

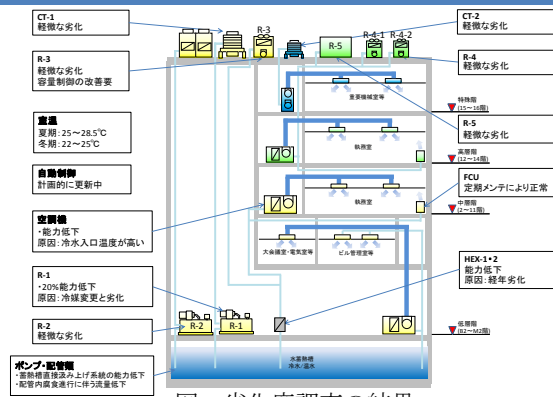


図. 劣化度調査の結果

■ 省エネ・省CO₂改修の概要(1)

空調設備劣化度調査の結果を踏まえ、省エネ・省CO₂性および電力負荷平準化等の観点から、更なる向上を図り、より信頼性の高い空調システムへ改修することとなった。改修内容のうち、主要部分の概要は下記のとおりである。

1) 氷蓄熱システムを最大限利用した負荷平準化

夜間移行率の更なる拡大を図るため、一般執務室である中層階の夏期の空調として、氷蓄熱システムを新設 (従来の水蓄熱システムより分離) した。これにより、低～中層階システムの夜間移行率は53%へ拡大する (従来の水蓄熱システムのみの夜間移行率は18%であった)。なお、夜間移行率は、熱源の効率やコスト等を勘案し、低～中層階システムで50% (中層階システム単独では44%) を目標としている。

2) 低温送風システム (氷蓄熱＋大温度差送水＋低温送風＋変風量) の採用による搬送動力低減

中層階の熱搬送システムで、更なる省エネ・省CO₂を図るため、低温送風システムを採用した。冷水は従来のΔt=5℃ (7℃→12℃) に対し、Δt=10℃ (5℃→15℃) に拡大されるため、水搬送動力の低減が可能となる。エアハンドリングユニット (以下、AHU) は従来の16℃給気に対し、13℃給気 (下限値設定) とすることで、空気搬送動力の低減が期待できる。

3) アンモニア冷凍機の採用による環境負荷低減

高層階システムの熱源R-5 (氷蓄熱ユニット) は、GWPおよびODPの低いアンモニア冷凍機を採用し、環境負荷低減に配慮した。

■ 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要旨

■ 省エネ・省CO₂改修の概要(2)

4) 省エネ・省CO₂のみえる化

空調改修効果の確認および運用改善を継続的に実施することを目的として、BEMSを導入した。計測点数は約830点（電力量・温湿度・流量・熱量等）であり、低温送風システムの効果検証を主目的としているため、AHU系統について多数計測することとした。計測したデータは、定期的に整理・分析を行い、運転状況の確認を行うとともに、ビルオーナー、ビル管理者およびメンテナンス会社間で共有し、日々の運用改善等に活用している。

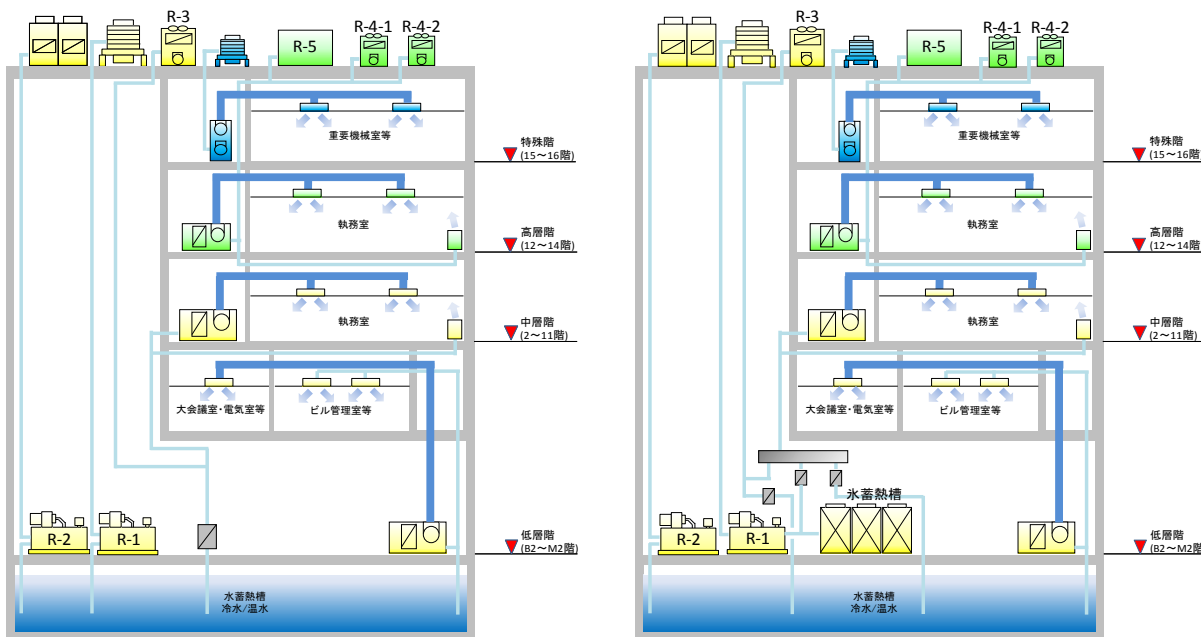


図. 空調システムフロー（概要版）
（左図：改修前、右図：改修後）

上図に改修前後におけるシステムフロー（概要版）を示す。低～中層階の空調は、従来は水蓄熱により行っていたのに対し、改修後では中層階（一部低層階を含む）を水蓄熱系統から独立させ、水蓄熱により空調（冷房）する計画とした。補助熱源のR-3は水蓄熱の主熱源R-2、水蓄熱の主熱源R-1の予備機として運用している（夏期の夜間は水蓄熱運転、日中は水蓄熱の追掛運転として運用）。

各フロアのAHUは、NE、SE、NW、SWの4方角系統に分割される。2007年度以降のAHU更新により、回転数制御、CO₂制御（導入外気量制御）、給気温度リミット制御（下限値設定）を追加している。改修後では、送風機INV制御+冷温水2方弁制御を採用しており、負荷が減少した際は、INV制御、2方弁制御の順で制御が作動する。給気温度は、室内の空調負荷が減少した際に、室内の過冷却を防止するため、13℃を下限値として設定している（INVが最低周波数に達するまでは、13℃固定給気）。

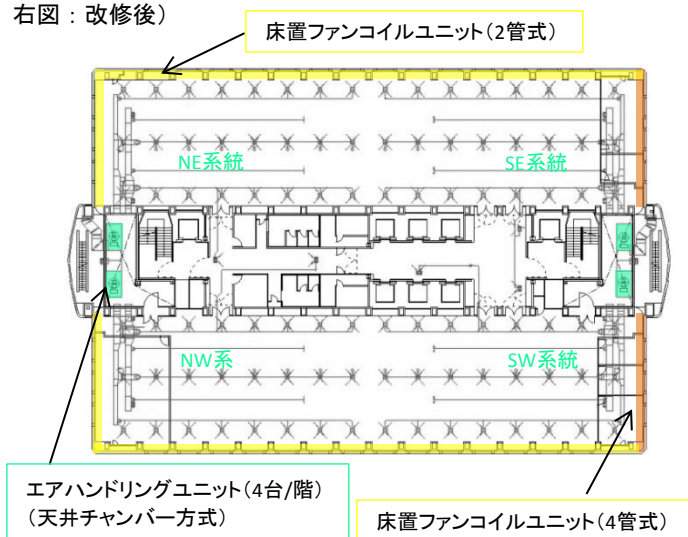


図. 基準階平面図

■ 省エネ・省CO₂改修の計画

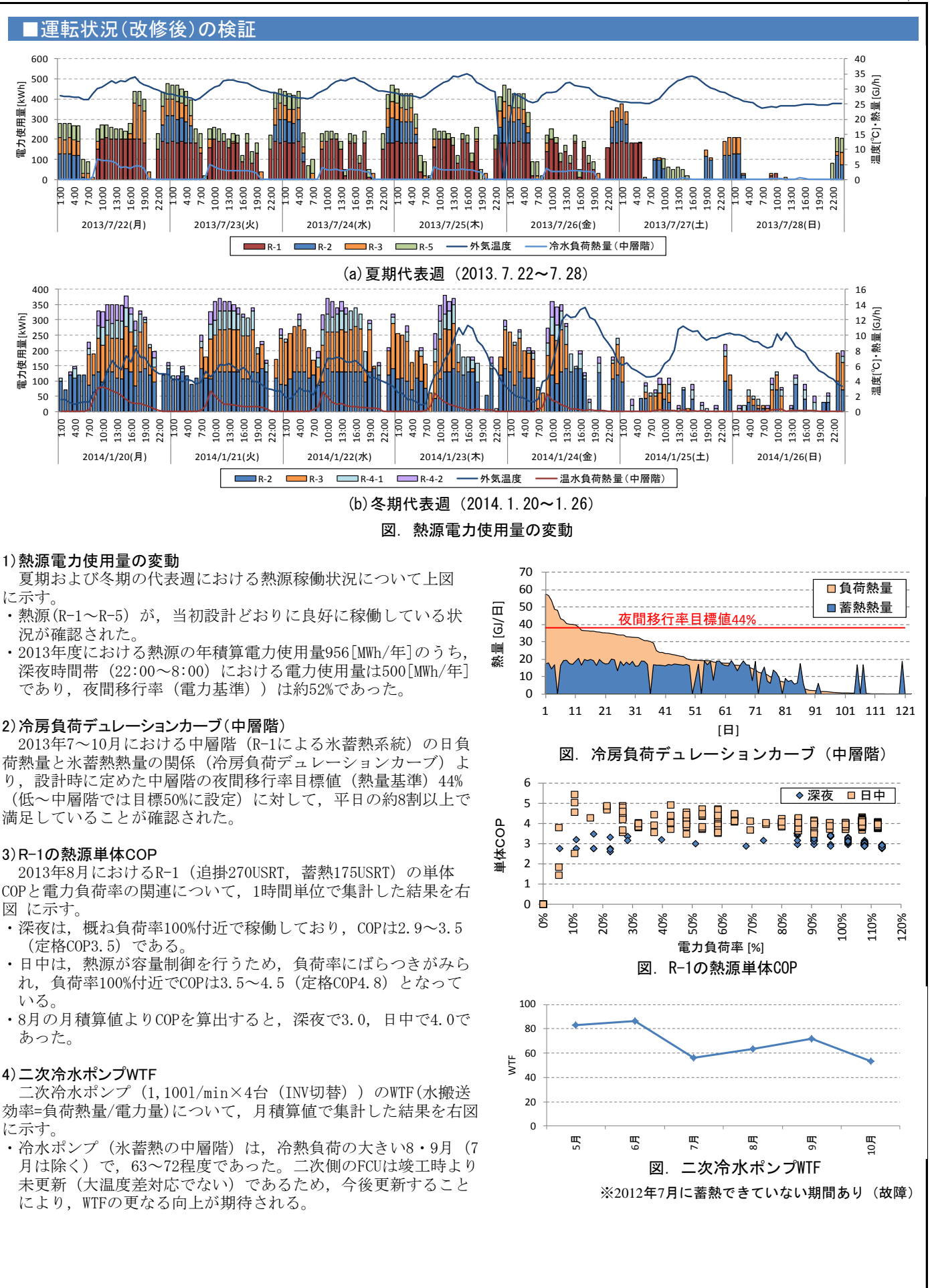
空調設備劣化度調査の結果を基に、機器の劣化度・重要度等を定量的に評価し、それらを勘案したうえで、改修の優先順位を定め、改修対象範囲を決定した。

改修計画の概要は右表のとおりである。居ながら工事となるため、単年度による同時施工は、費用および施工面で不可能であることから、複数年に分割して計画した。当初は7年間で計画していたが、幾度かの計画変更により、最終的には11年間で改修することとなった。中層階のFCUは、当初計画では大温度差対応型へ更新予定としていたが、機能（能力）が健全であることから、更新による搬送動力低減効果や改修コスト等を勘案し、改修範囲より除外した。高層階の二次側空調設備は、大温度差送水（冷水往還温度差7℃→12℃から7℃→15℃への拡大）への改修案があったが、上記と同様の理由で改修対象外としている。

表. 改修計画の概要

改修計画	変更前	変更後
2002	R-1、一部配管、自動制御等	R-1、一部配管、自動制御等
2003	特殊階PAC、AC(B2、3F)、自動制御等	特殊階PAC、AC(B2、3F)、自動制御等
2004	R-3、水蓄熱槽(R-1)、HEX、ポンプ等	R-3、水蓄熱槽(R-1)、HEX、ポンプ等
2005	R-5、冷却塔、水蓄熱槽断熱改修	R-5、冷却塔、水蓄熱槽断熱改修
2006	R-4、AHU(1～3F)、BEMS	R-4、AHU(1～3F)、BEMS
2007	R-2、AHU(4～7F)	R-2、AHU(4、5F)
2008	AHU(8～11F)	AHU(6、7F)
2009		AHU(8F)
2010		AHU(9F)
2011		AHU(10F)
2012		AHU(11F)

■ 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要旨



■ 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要旨

■ 省エネルギー・省CO₂効果の検証(建物全体の検証)

改修前の2001年度と改修後の2013年度で省エネ・省CO₂効果を検証した結果は、下記のとおりである。受電電力量には、特殊階の情報通信系機械室の消費量(約3,300m²・24時間冷房)も含まれているため、一般事務室部分の消費量は、これらより低い値を示すと思われる。

- 1) 受電電力量・CO₂排出量
それぞれ**3,274[MWh/年]**、**2,347[t-CO₂/年]**の減(削減率は約**36%の減**)であり、大幅な省エネ・省CO₂効果が確認された。
- 2) 最大需用電力量
2,169[kW](2002年度) ⇒ 1,576[kW](2013年度)であり、約**27%の削減効果**が得られた。
- 3) 電力の夜間移行率[深夜電力割合(深夜時間帯:22:00~8:00)]
2013年度実績で、**33%**(1,922[kWh/年]/5,811[kWh/年])であった。
- 4) 一次エネルギー消費量原単位
2013年度実績で、**1,595[MJ/年・m²]**であった。一般的なオフィスの原単位**1,731[MJ/年・m²]**(出典:省エネルギーセンター)と比較すると約**8%程度**小さい。
- 5) CO₂排出量原単位
2013年度実績で、**117[kg-CO₂/年・m²]**であった。

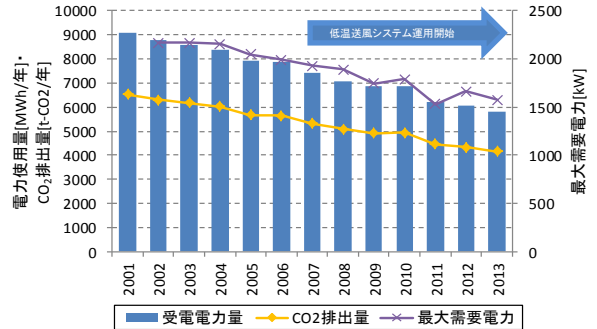


図. 電力使用量とCO₂排出量の

※ 一次エネルギー換算係数は9.76[GJ/MWh]として算定。
※ CO₂排出係数(調整後排出係数)は0.717[t-CO₂/MWh]として算定

■ 省エネルギー・省CO₂効果の検証(AHUと二次冷水ポンプの検証)

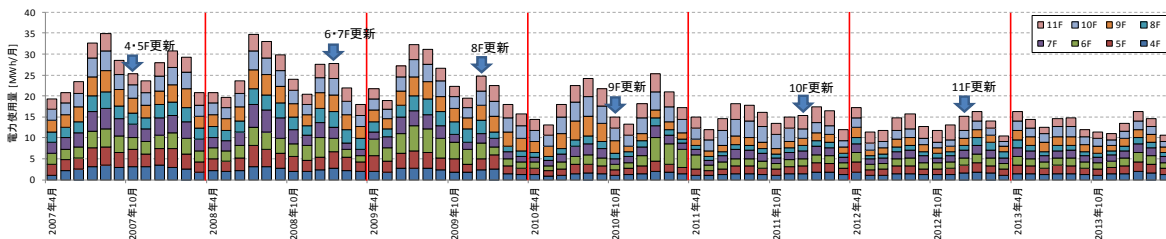


図. AHUの月積算電力使用量の変動(2007~2013)

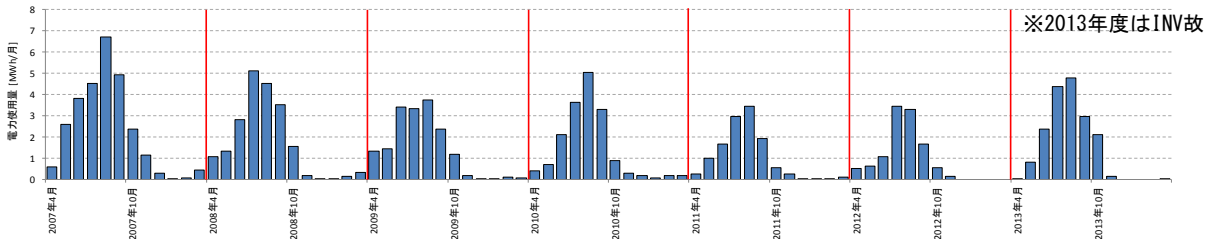


図. 二次冷水ポンプの月積算電力使用量の変動(2007~2013)

2007~2013年度におけるAHUと二次冷水ポンプの月積算電力使用量および削減率の検証により、下記結果が得られた。

- 1) AHUは、2007年度と2013年度の夏期を比較すると、**17~20[MWh/月]**(55~58%の減)程度の削減効果が得られた。年積算値では、**約49%(155[MWh/年]・111[t-CO₂/年])の減**であり、大きな削減効果が確認された。
- 2) 二次冷水ポンプは、2012年度の8、9月では約**3,300kWh/月**(51~67%の減)程度の削減効果が得られた。年積算値では、**約59%(16[MWh/年]・12[t-CO₂/年])の減**であった。今後、ファンコイルユニットの更新により、更なる動力削減が期待される。

表. AHUの月積算電力削減率(2007年度比)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	78.5%	-48.7%	-28.0%	13.6%	-32.9%	-28.6%	-33.5%	-83.2%	-88.7%	-78.6%	127.6%	-22.3%	-24.9%
2009	124.5%	-44.2%	-10.6%	-26.5%	-44.1%	-51.6%	-50.7%	-86.1%	-98.0%	-14.3%	51.7%	-86.5%	-37.6%
2010	-31.5%	-73.8%	-45.3%	-19.6%	-25.3%	-32.2%	-63.1%	-73.4%	-39.3%	184.3%	210.2%	-55.8%	-38.5%
2011	-57.0%	-61.1%	-56.4%	-34.5%	-48.8%	-61.1%	-77.5%	-77.8%	-96.0%	-57.1%	-79.3%	-76.7%	-55.7%
2012	-14.4%	-76.4%	-71.7%	-23.4%	-51.1%	-66.5%	-76.1%	-89.1%	-100.0%	-100.0%	-100.0%	-59.0%	-59.0%
2013	-93.6%	-99.6%	-37.6%	-3.3%	-28.8%	-39.8%	-10.2%	-38.7%	-100.0%	-100.0%	-99.1%	-36.1%	-36.1%

表. 二次冷水ポンプの電力削減率(2007年度比)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年積算
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	8.1%	-5.8%	0.9%	6.6%	-5.6%	4.3%	-5.1%	-13.6%	-1.9%	-8.8%	-25.5%	-13.9%	-5.1%
2009	12.7%	-8.8%	16.7%	-1.0%	-11.0%	-6.5%	-11.8%	-17.5%	-11.9%	-26.5%	-38.7%	-24.8%	-11.5%
2010	-25.2%	-37.5%	-22.8%	-31.0%	-30.7%	-24.2%	-40.8%	-43.5%	-34.9%	-17.3%	-28.5%	-17.1%	-29.4%
2011	-22.4%	-42.7%	-37.8%	-44.3%	-49.1%	-43.6%	-47.0%	-38.8%	-45.1%	-43.3%	-43.5%	-42.3%	-42.2%
2012	-10.6%	-45.2%	-49.3%	-54.5%	-55.0%	-55.3%	-54.0%	-45.0%	-45.9%	-47.2%	-52.0%	-49.7%	-48.2%
2013	-15.4%	-30.5%	-46.3%	-55.1%	-57.6%	-58.3%	-55.4%	-53.3%	-51.8%	-47.1%	-50.0%	-49.3%	-49.0%

■ まとめ

本建物では、2002~2012年まで、長期にわたる改修計画のもと空調リニューアルを実施してきた。改修工事により得られた結果のまとめについて下記に示す。

- 1) 竣工14年後に空調設備劣化度調査を実施し、定量的な評価結果に基づき、最適な改修範囲を決定し、改修工事を実施した。
- 2) 2013年度における建物全体のCO₂排出量は、**2,347[t-CO₂/年]**の減(2001年度比で**36%の減**)となり、大幅なCO₂削減効果が得られた。
- 3) 氷蓄熱による低温送風システムの採用により、AHUで**111[t-CO₂/年]**(△49%)、ファンコイルユニットで**12[t-CO₂/年]**(△59%)のCO₂排出量削減効果が確認された。