



アークヒルズ 仙石山森タワー  
省エネへの取組

森ビル株式会社

管理事業部 施設管理部

池田 正人

# 目次

1. 会社概要

2. 建物概要

3. 設備概要

4. 導入技術

5. 省工ネ運用

# 1. 会社概要

会社名	森ビル株式会社
本社所在地	東京都港区六本木6丁目10番1号 六本木ヒルズ森タワー
代表取締役社長	辻 慎吾
設立	1959年6月2日
従業員	1,294名（2017年4月）
事業内容	総合ディベロッパー
売上高	2,587億円（2017年3月期連結）
賃貸ビル数	97棟（2017年4月）
入居会社数	3,008社（2017年4月）



## 森ビルグループ環境理念

「Vertical Garden City＝立体緑園都市」を理想とする

「街づくりとその運営」を通じて、

“都市と自然の共生” “都市の低炭素化” “資源循環”

を推進し、未来へつなげる持続可能な社会の実現に貢献します。

## 2. 建物概要

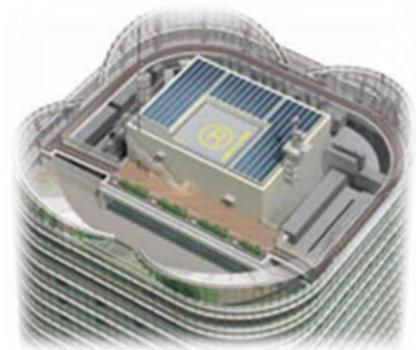
所在地	: 東京都港区六本木一丁目9番10号
主用途	: 事務所、住宅、商業施設
竣工	: 2012年8月7日
敷地面積	: 15,367.75㎡
延床面積	: 143,426.23㎡
階数	: 地下4階-地上47階-塔屋1階
高さ	: 206.69m (最高高さ)
構造	: 鉄筋コンクリート造 (一部鉄骨造)
設計	: 森ビル株式会社一級建築士事務所 入江三宅設計事務所 (協力)
施工会社	: 株式会社大林組 他
環境性能評価	: 2010年 CASBEE (新築) Sランク
主な認証・認定	: 2009年 JHEP認証 「AAA」認証 2017年 東京都 優良特定地球 温暖化対策事業所認定 (区分: トップレベル)



# 2. 建物概要



展望回廊 (ルーフデッキ)



太陽光発電



ビューラウンジ



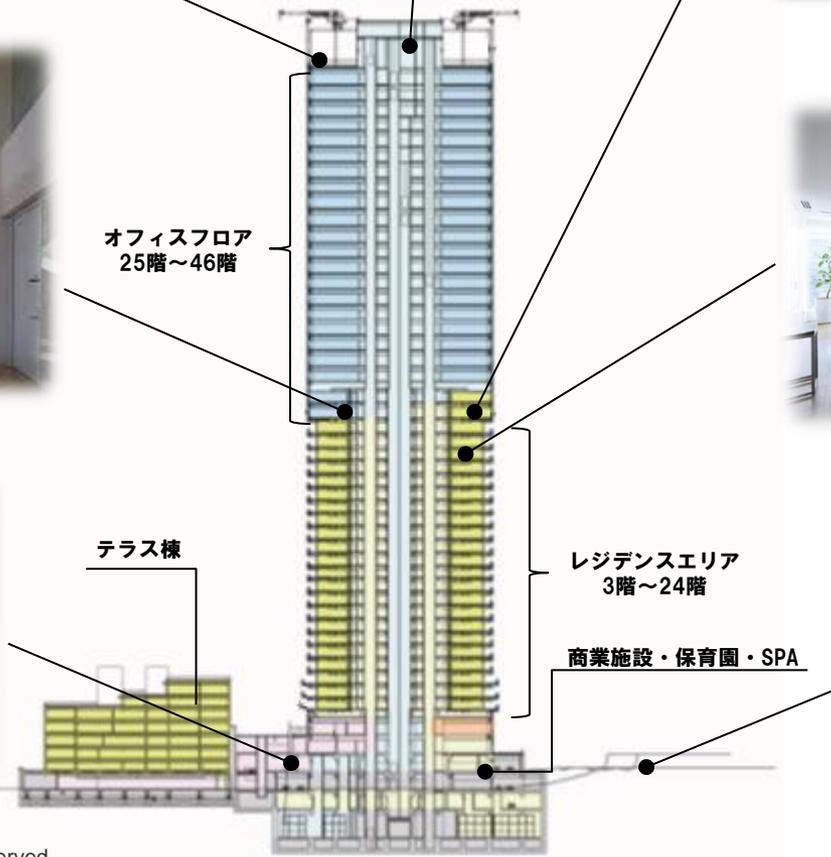
スカイラウンジ



レジデンス



SPA



ビオトープ

### 3. 設備概要・・・基準階

#### ■空調方式

- ・ペリメーター  
ウォールスルー型パッケージ
- ・インテリア  
エアハンドリングユニット（2台）  
VAV（50m<sup>2</sup>/台）
- ・共用部  
ファンコイルユニット

#### ■環境性能

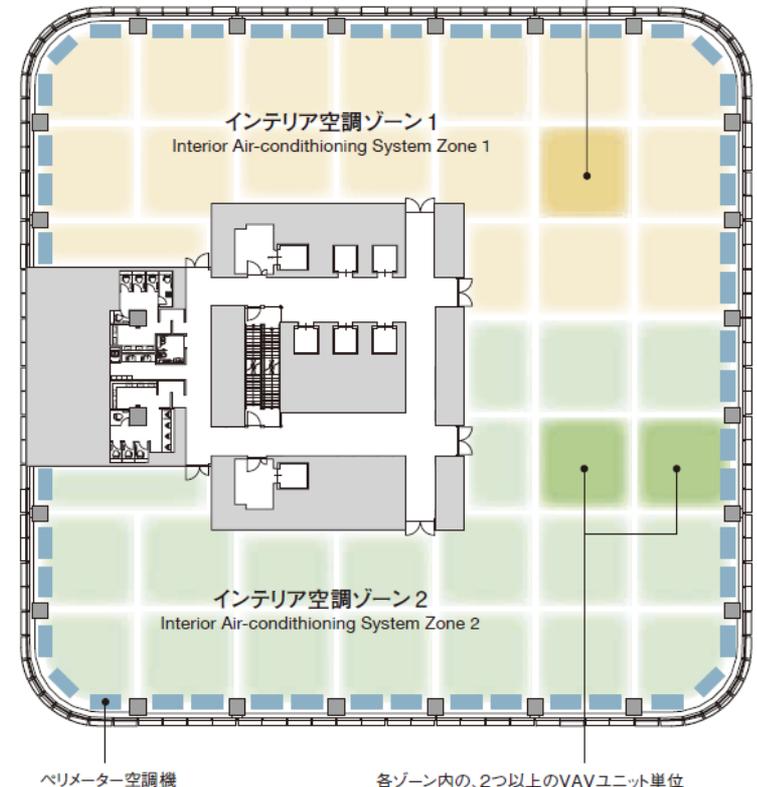
- ・PAL削減率・・・19%
- ・ERR削減率・・・36%

#### ■CASBEE（新築）

- ・最高評価「Sランク」取得



VAVユニット単位（約50m<sup>2</sup>）にて温度調整が可能



## ■照明方式

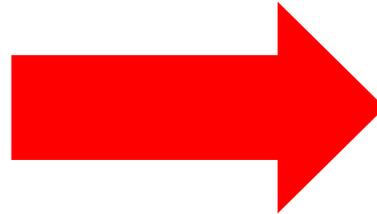
- ・ LED照明器具 + 明るさセンサーを用いた昼光制御



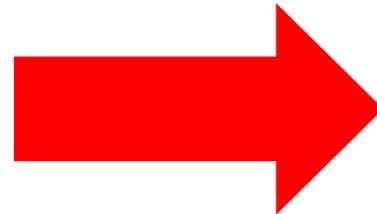
### 従来型LED照明

#### 【問題点】

- ・ 青白い(色温度が高い)
- ・ 演色性が低い(赤がきれい見えない)
- ・ まぶしさ感がある



森ビル独自でオフィス向け  
LED照明器具の開発



### 新LED照明

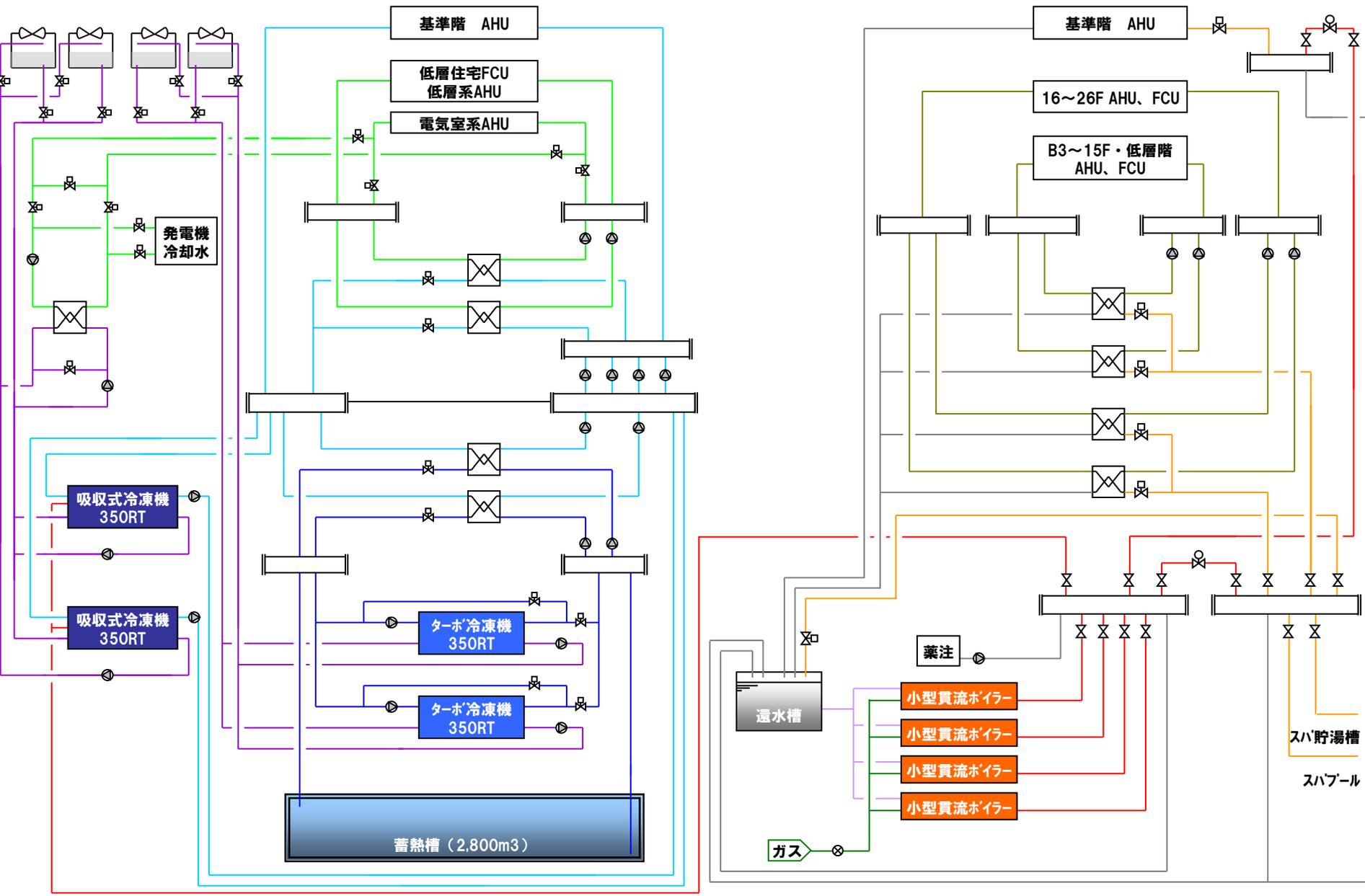
#### 【従来の問題点を解消】

- ・ 色温度：4,000K
- ・ 演色性（Ra）：80以上
- ・ カバー部の透光性を改良  
（まぶしさ軽減）

## 光の質と省エネ性能※に拘った器具

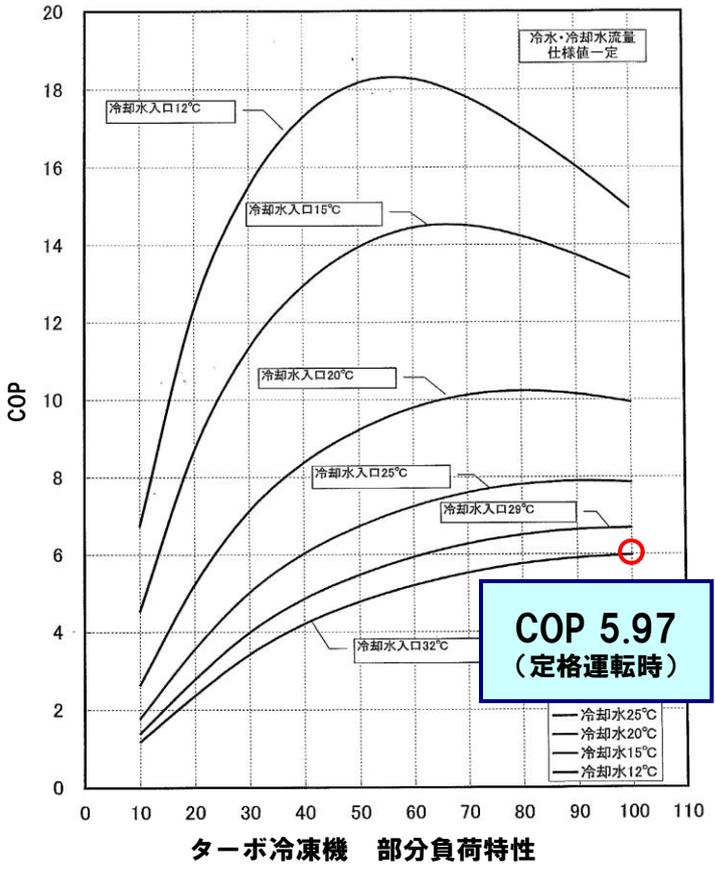
※従来照明器具（高効率蛍光灯）と比較し、約52%の消費電力削減

# 3. 設備概要・・・熱源システム



# 4. 導入技術・・・高効率冷凍機、温度成層型蓄熱槽

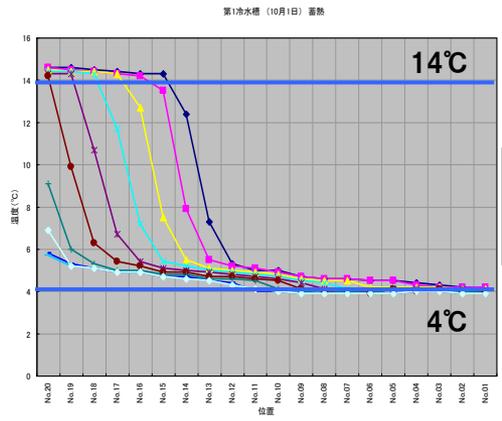
## 高効率冷凍機の導入



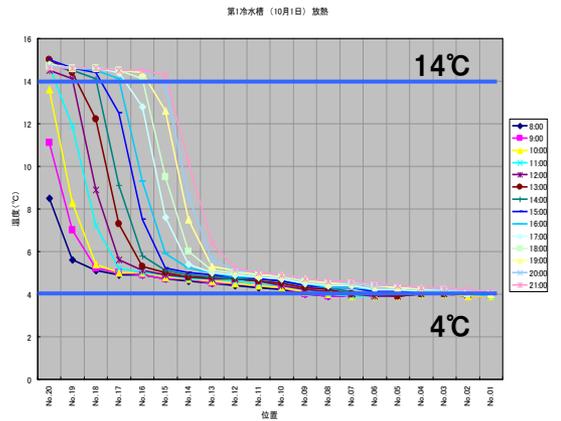
## 温度成層型蓄熱槽の導入

蓄熱槽1	蓄熱槽2	蓄熱槽3	蓄熱槽4	蓄熱槽5
15.9°C				4.6°C
15.7°C	15.6°C	15.7°C	15.6°C	15.7°C
15.7°C	15.6°C	15.7°C	15.6°C	15.7°C
15.7°C	15.6°C	15.7°C	15.6°C	15.7°C
15.0°C	14.9°C	15.0°C	14.9°C	15.0°C
14.8°C	14.6°C	14.8°C	14.6°C	14.8°C
13.1°C	13.2°C	13.1°C	13.2°C	13.1°C
9.1°C	8.9°C	9.1°C	8.9°C	9.1°C
8.2°C	8.1°C	8.2°C	8.1°C	8.2°C
7.2°C	7.1°C	7.2°C	7.1°C	7.2°C
6.6°C	6.3°C	6.6°C	6.3°C	6.6°C
5.9°C	5.9°C	5.8°C	5.9°C	5.8°C
5.2°C	5.3°C	5.3°C	5.2°C	5.4°C
4.6°C	4.6°C	4.7°C	4.6°C	4.6°C
4.4°C	4.5°C	4.4°C	4.4°C	4.5°C
4.4°C	4.4°C	4.5°C	4.4°C	4.4°C
4.4°C	4.4°C	4.4°C	4.4°C	4.3°C
4.4°C	4.1°C	4.3°C	4.4°C	4.4°C
4.3°C	4.4°C	4.4°C	4.3°C	4.3°C
4.3°C	4.3°C	4.3°C	4.3°C	4.4°C
4.4°C	4.3°C	4.4°C	4.4°C	4.3°C

水深：約10m 蓄熱容量：2,800m<sup>3</sup> 蓄熱量：93.76GJ

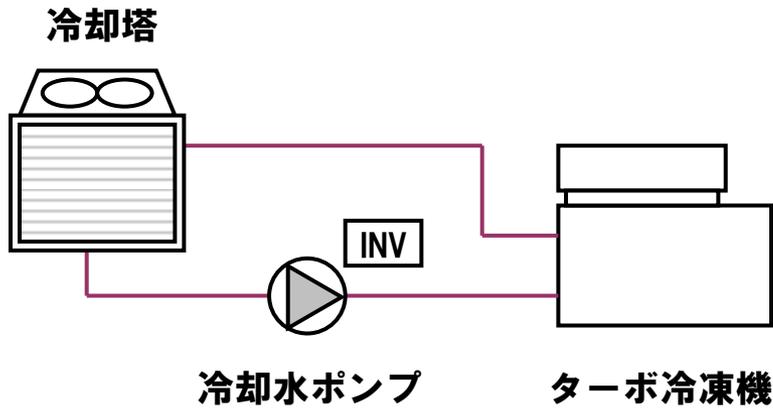


蓄熱 槽内温度プロフィール



放熱 槽内温度プロフィール

# 4. 導入技術・・・冷却水変流量制御

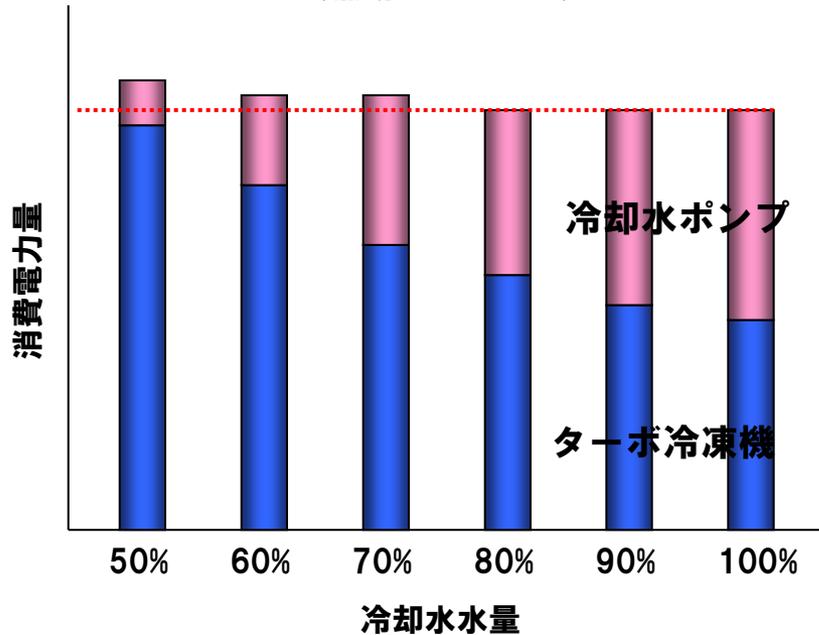


一般的に、冷却水流量が減ると

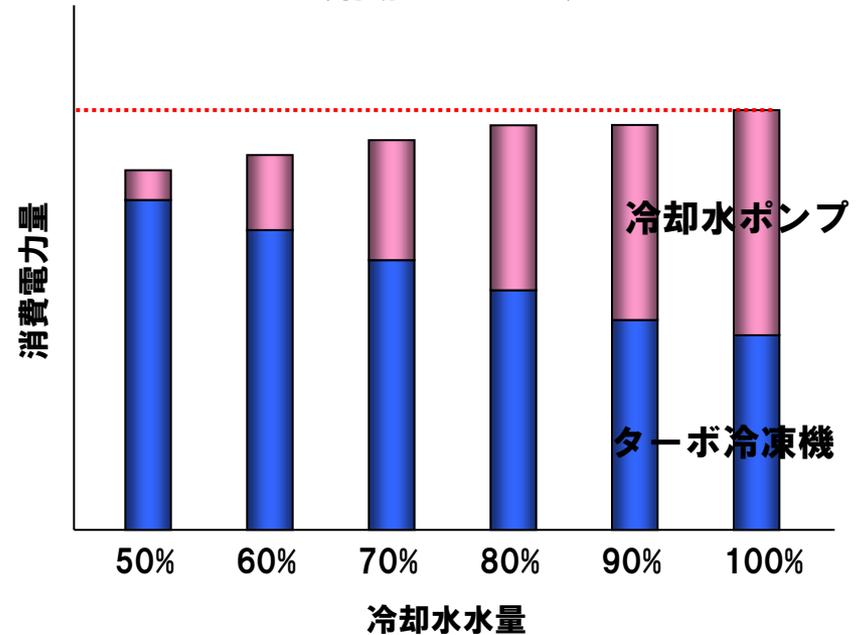
- ・ターボ冷凍機消費電力 増
- ・冷却水ポンプ消費電力 減

⇒合計消費電力量が最小となる最適制御を考える。

冷却水変流量制御とシステム消費電力量  
(無効なパターン)

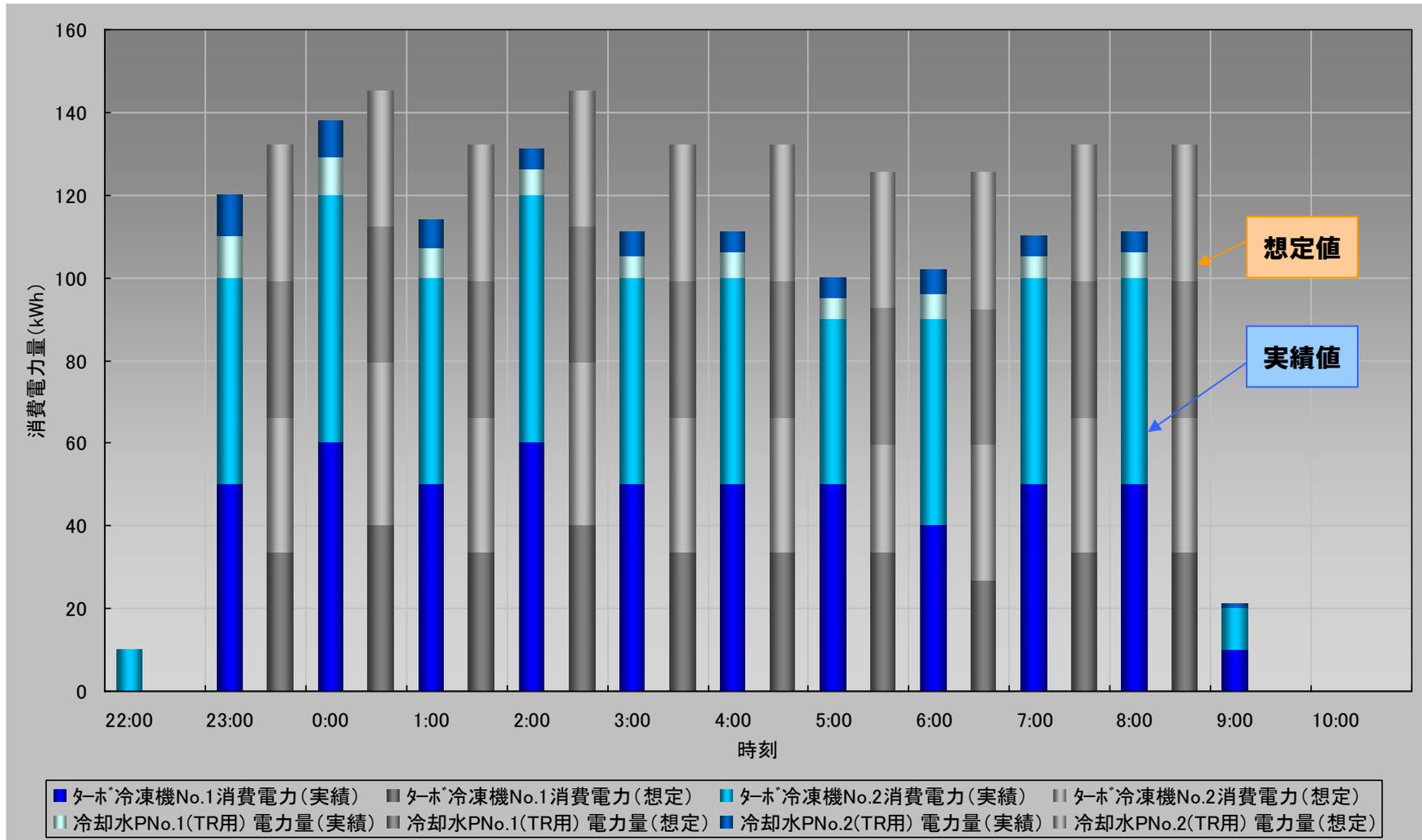


冷却水変流量制御とシステム消費電力量  
(有効なパターン)



# 4. 導入技術・・・冷却水変流量制御

## ターボ冷凍機・冷却水ポンプ システム電力消費量



### ■想定値設定条件

- ・ターボ冷凍機COP：16  
(冷却水温度14℃、負荷率50%)
- ・冷却水ポンプ：定格運転 (33kw)

### ■システムTOTAL消費電力量

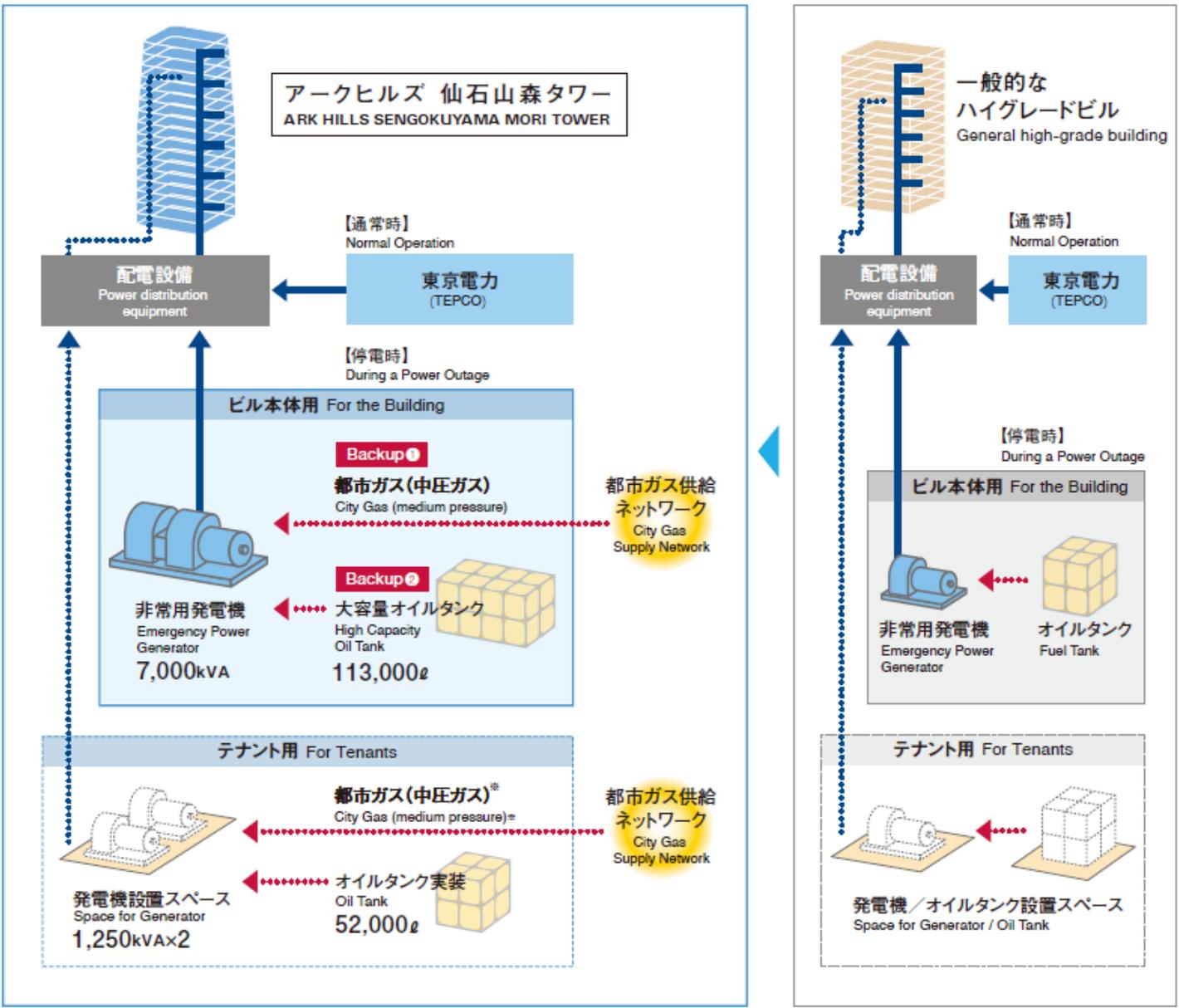
- ・実績値：1,179kwh/日
- ・想定値：1,335kwh/日
- ・省エネ率：11.7%

### ■システムCOP

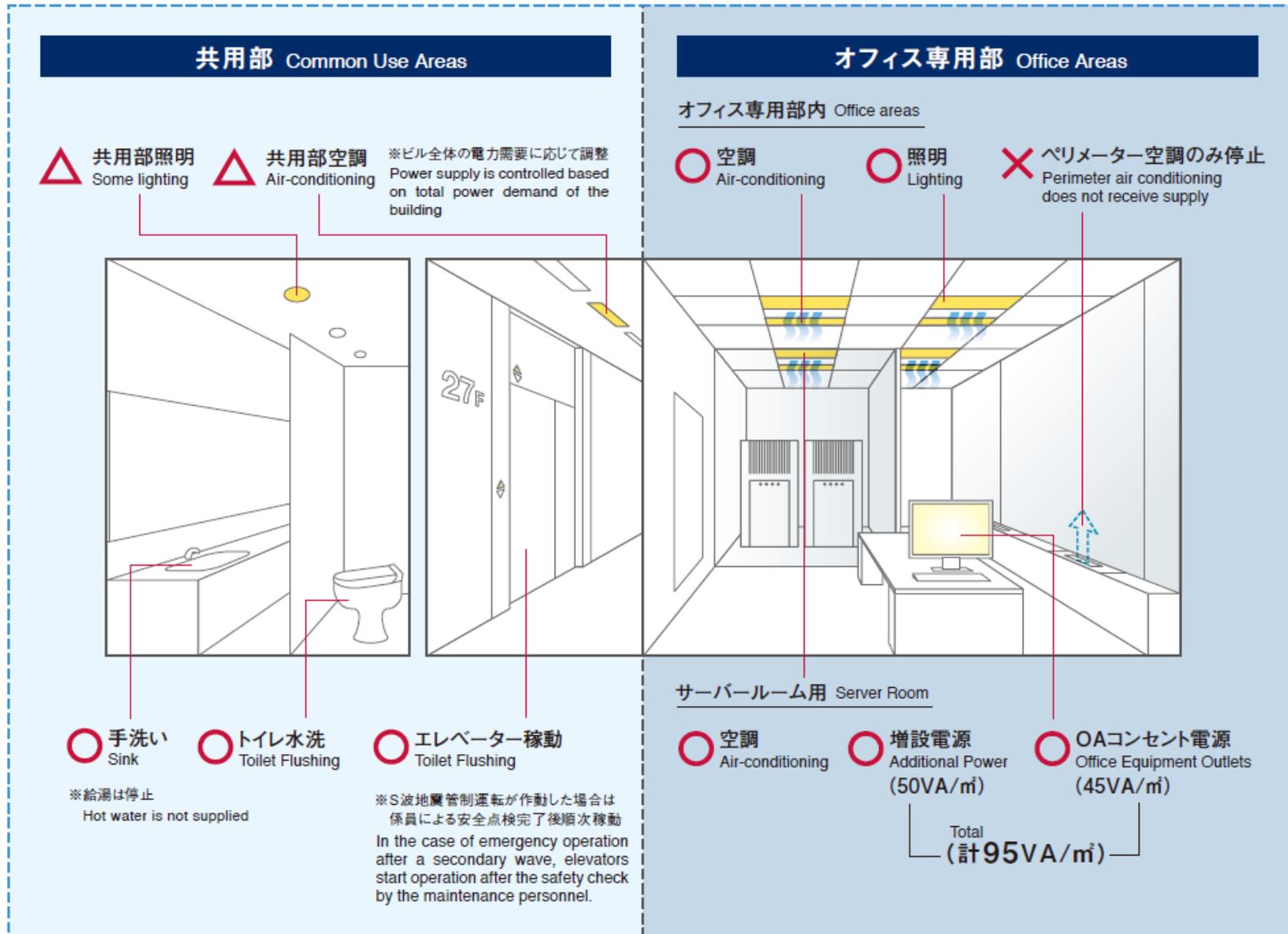
- ・実績値：9.42
- ・想定値：8.33

# 4. 導入技術・・・BCP対応

← 電源供給 Power Supply  
← 入居テナントが設置する発電機による電源供給 Power Supply from Power Generators installed by Tenants  
← 燃料供給 Fuel Supply

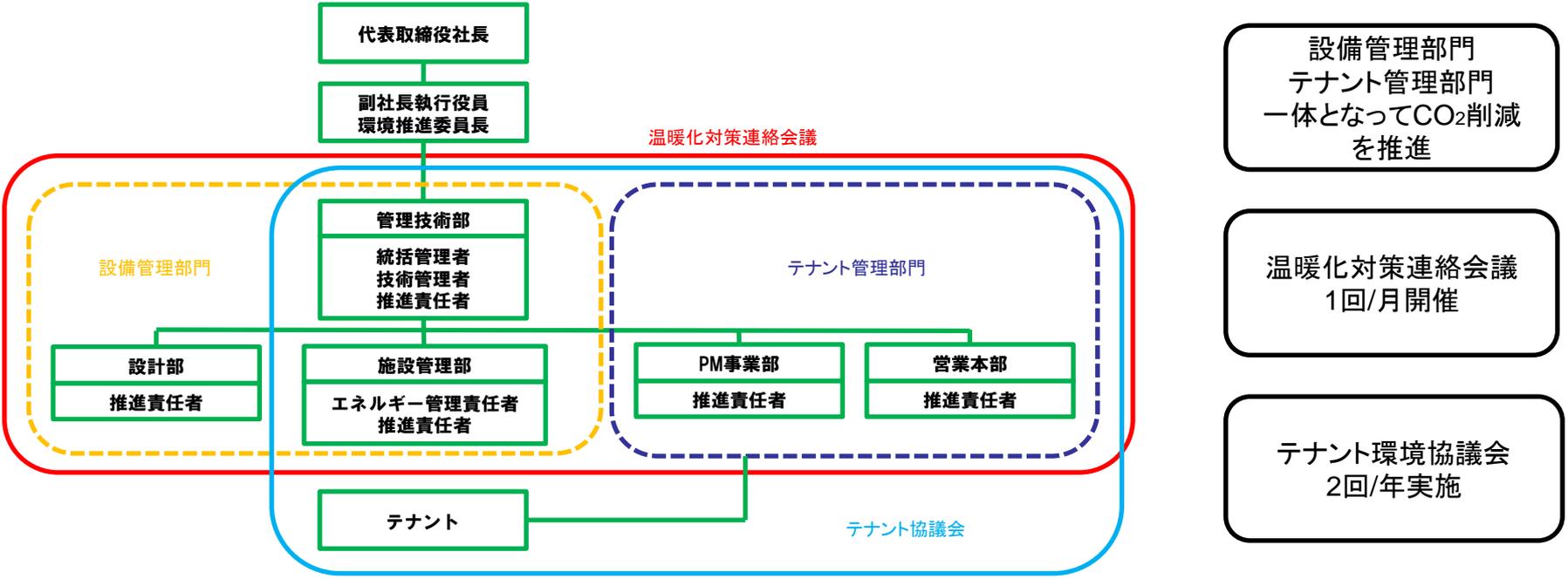


## 設計電力デマンド想定の85%に相当する電力供給

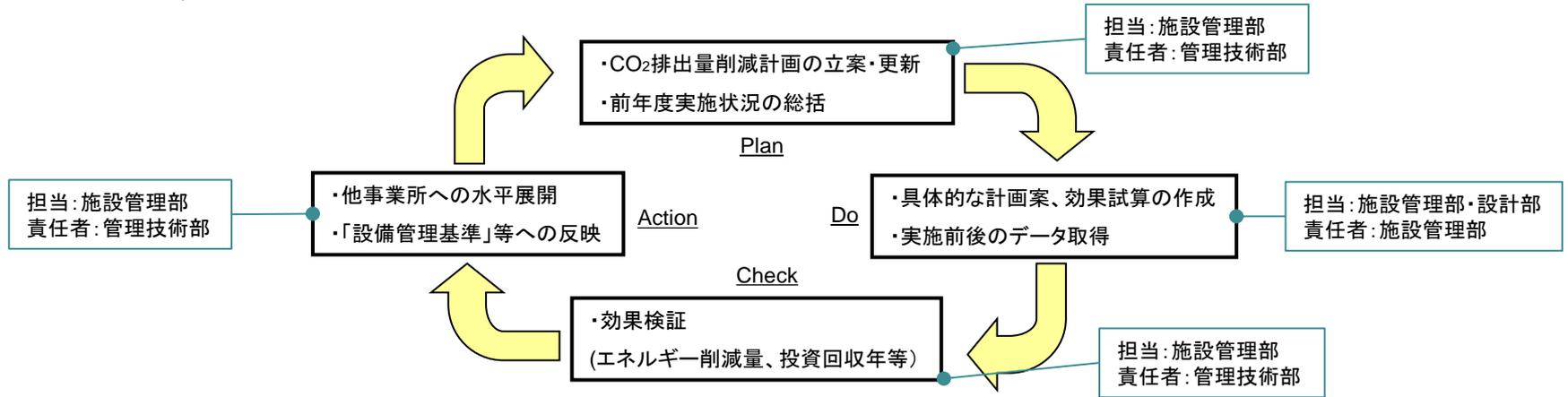


# 5. 省エネ運用・・・CO<sub>2</sub>削減推進体制の整備とPDCAサイクル

## ■CO<sub>2</sub>削減推進体制



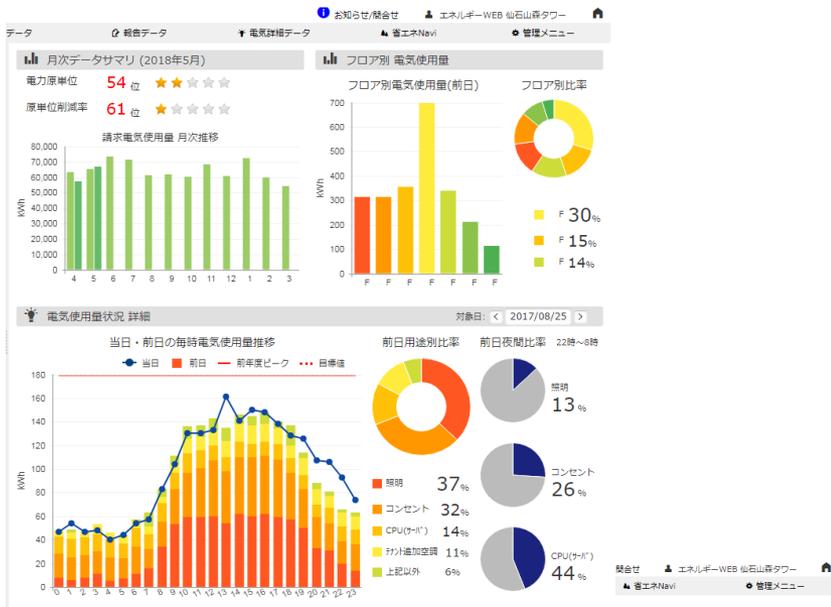
## ■PDCAサイクル





# 5. 省エネ運用・・・見える化への取り組み

## ■エネルギーWebシステムの提供

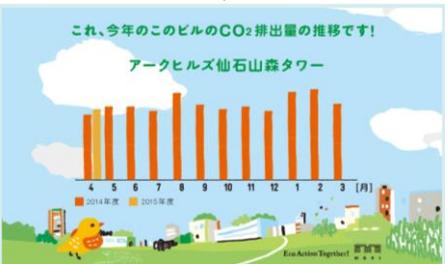
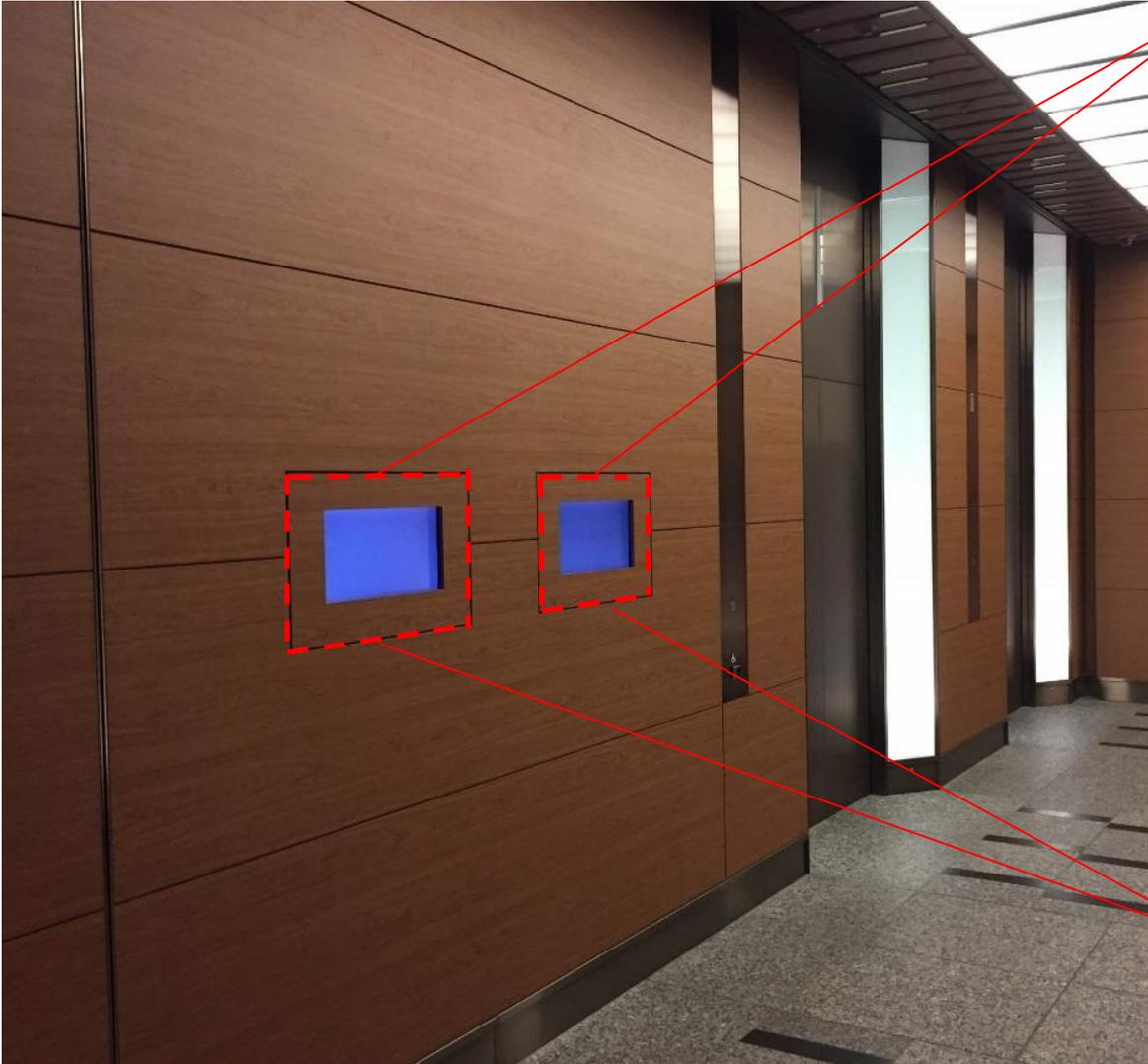


## ■省エネパンフレットの配布



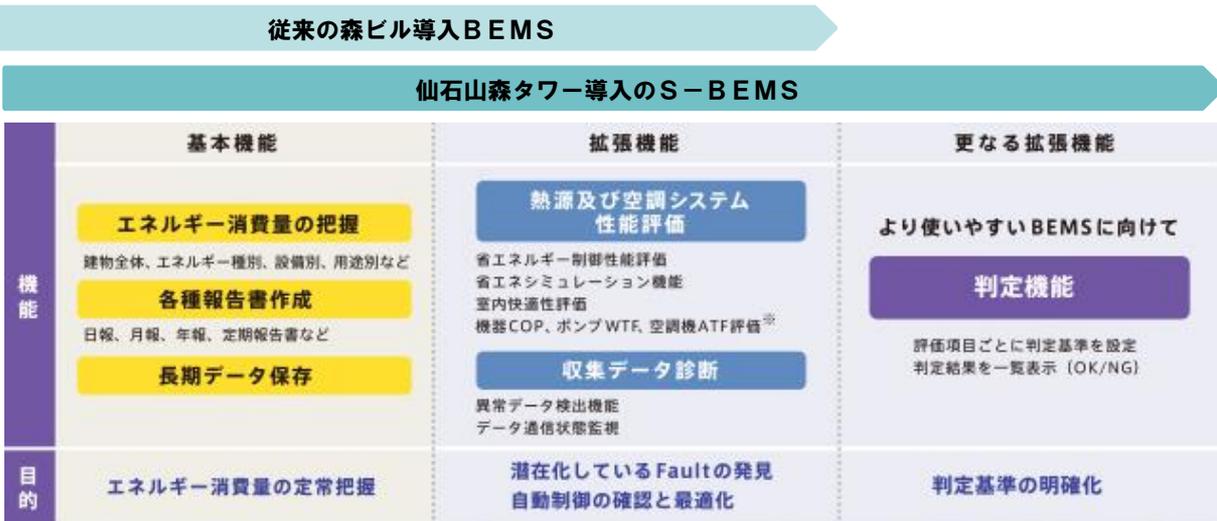
# 5. 省エネ運用・・・見える化への取り組み

## ■共用部各所情報モニターへの省エネ啓発映像放映

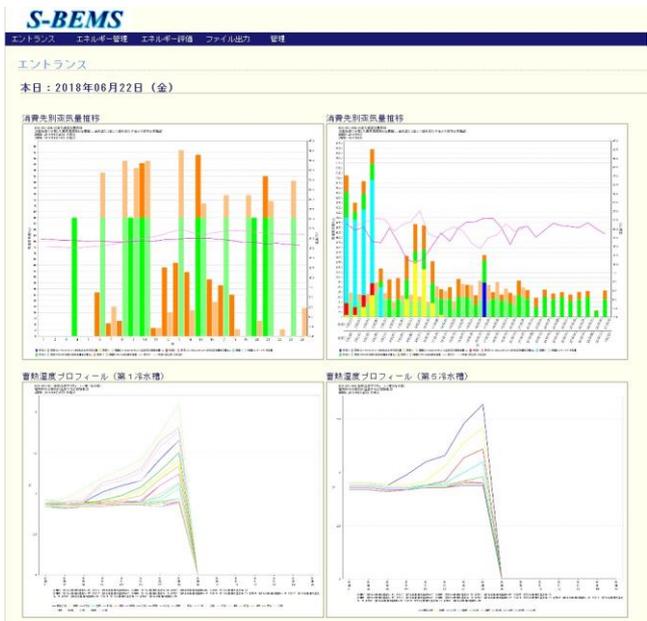


# 5. 省エネ運用・・・S-BEMSを用いた機器最適運転調整事例

## ■S-BEMSとは？



従来の機能に加え、各実測値に対して正常・異常の判定基準を明確化する判定機能を持ったBEMSデータ分析の更なる効率化を図っている。



エネルギー評価

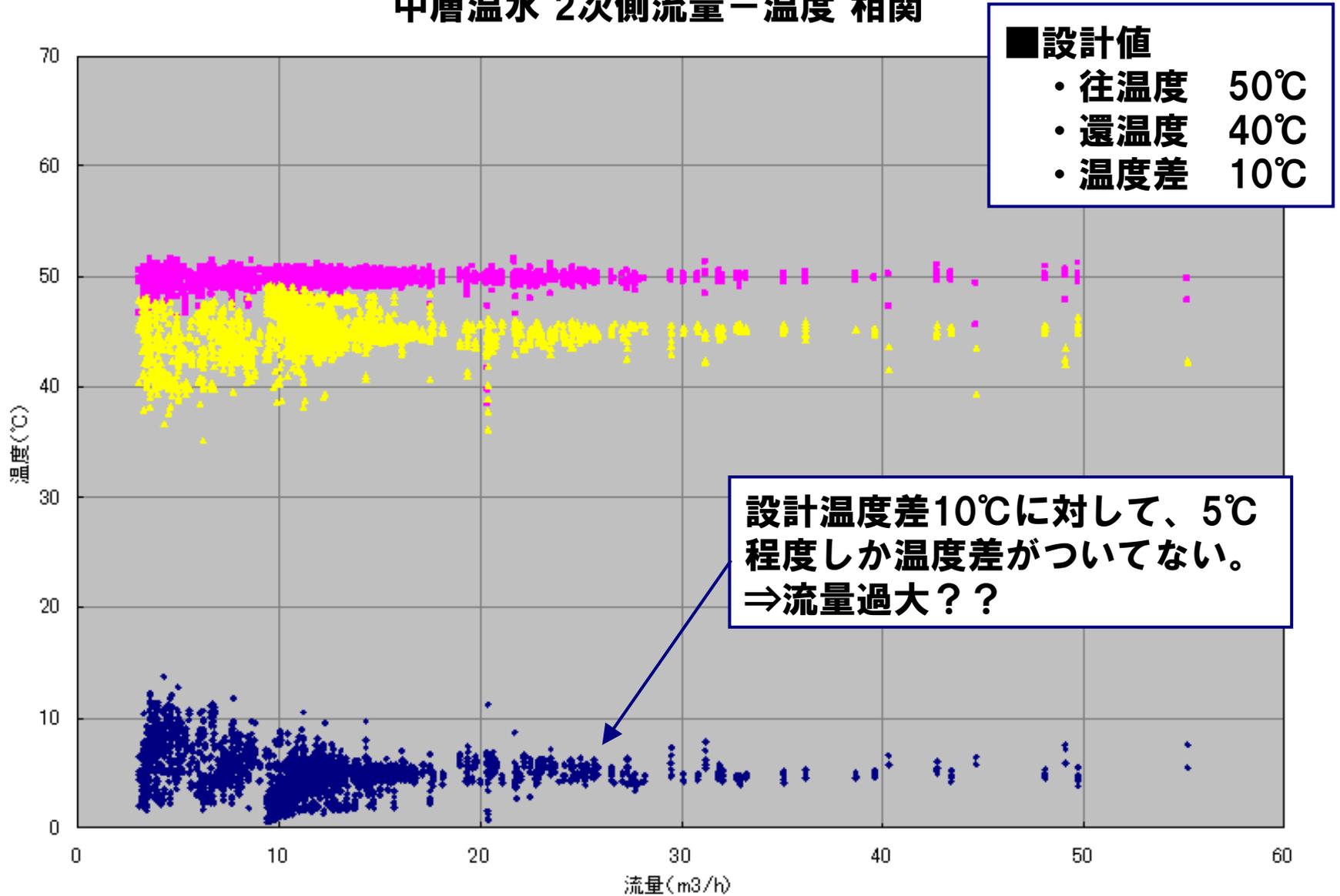
01 エネルギー性能評価 (冷熱源)

表示期間: 月報 (日データ) 2018年 6月 21日 (木) ~ 2018年 6月 21日 (木)  
 年報 (月データ) 2017年 6月 ~ 2017年 6月  
 判定: OK NG 閉 一 閉

順	種別	システム	項目	評価値	判定条件	実測値	判定	参考値	備考	グラフ
01	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401A 単体COP	5.8	評価値 $\geq -10\%$	5.5	OK	103.5 %	参考値: ターボ冷凍機 (冷却能力: 1231kWh) の負荷率	0-TR-0401A-0ターボ冷凍機単体COP-負荷率推移
02	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401B 単体COP	5.8	評価値 $\geq -10\%$	5.5	OK	101.7 %	参考値: ターボ冷凍機 (冷却能力: 1231kWh) の負荷率	0-TR-0401A-0ターボ冷凍機単体COP-負荷率推移
03	評価指標	ターボ冷凍機	0-CP-0401A 冷水一次ポンプWTE	82.1	評価値 $\geq -10\%$	78.5	OK	105.9 %	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 136.2x3/h) の負荷率	0-CP-0401A-0ターボ冷凍機冷水一次ポンプWTE-負荷率推移
04	評価指標	ターボ冷凍機	0-CP-0401B 冷水一次ポンプWTE	82.1	評価値 $\geq -10\%$	257.9	OK	105.0 %	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 136.2x3/h) の負荷率	0-CP-0401A-0ターボ冷凍機冷水一次ポンプWTE-負荷率推移
05	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401A システムCOP	4.3	評価値 $\geq -10\%$	4.6	OK			0-TR-0401A-0ターボ冷凍機システムCOP推移
06	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401B システムCOP	4.3	評価値 $\geq -10\%$	4.6	OK			0-TR-0401A-0ターボ冷凍機システムCOP推移
07	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401A~B システムCOP	4.3	評価値 $\geq -10\%$	4.6	OK	102.3 %	参考値: ターボ冷凍機+運転台数の負荷率	0-TR-0401A-0ターボ冷凍機システムCOP-負荷率推移
08	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401A 出入口温度差	10.6 °C	評価値 $\geq -10\%$	9.6 °C	NG	51.0 kWh	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 136.2x3/h) の流量	0-TR-0401Aターボ冷凍機出入口流量-流量推移
09	評価指標	ターボ冷凍機	0-TR-0401B 出入口温度差	10.6 °C	評価値 $\geq -10\%$	9.5 °C	NG	51.3 kWh	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 136.2x3/h) の流量	0-TR-0401Bターボ冷凍機出入口流量-流量推移
11	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401A 単体COP	1.3	評価値 $\geq -10\%$	0.4	NG	4.4 %	参考値: 吸収冷凍機 (冷却能力: 1231kWh) の負荷率	0-AR-0401A-0吸収冷凍機単体COP-負荷率推移
12	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401B 単体COP	1.3	評価値 $\geq -10\%$	0.0	NG	0.0 %	参考値: 吸収冷凍機 (冷却能力: 1231kWh) の負荷率	0-AR-0401A-0吸収冷凍機単体COP-負荷率推移
13	評価指標	吸収冷凍機	0-CP-0402A 冷水一次ポンプWTE	111.0	評価値 $\geq -10\%$	355.0	OK	23.1 %	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 105.0x3/h) の負荷率	0-CP-0402A-0吸収冷凍機冷水一次ポンプWTE-負荷率推移
14	評価指標	吸収冷凍機	0-CP-0402B 冷水一次ポンプWTE	111.0	評価値 $\geq -10\%$	405.6	OK	21.5 %	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 105.0x3/h) の負荷率	0-CP-0402B-0吸収冷凍機冷水一次ポンプWTE-負荷率推移
15	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401A システムCOP	1.2	評価値 $\geq -10\%$	0.0	NG			0-AR-0401A-0吸収冷凍機システムCOP推移
16	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401B システムCOP	1.2	評価値 $\geq -10\%$	0.0	NG			0-AR-0401A-0吸収冷凍機システムCOP推移
17	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401A~B システムCOP	1.2	評価値 $\geq -10\%$	0.0	NG	0.0 %	参考値: 吸収冷凍機+運転台数の負荷率	0-AR-0401A-0吸収冷凍機システムCOP-負荷率推移
18	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401A 出入口温度差	10.0	評価値 $\geq -10\%$	3.3 °C	NG	0.1 kWh	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 105.0x3/h) の流量	0-AR-0401A吸収冷凍機出入口流量-流量推移
19	評価指標	吸収冷凍機	0-AR-0401B 出入口温度差	10.0	評価値 $\geq -10\%$	3.5 °C	NG	0.1 kWh	参考値: 冷水一次ポンプ (定格能力: 105.0x3/h) の流量	0-AR-0401B吸収冷凍機出入口流量-流量推移
21	評価指標	蓄熱機	蓄熱 (エネルギー) 効率【放熱/蓄熱】	80.0	評価値 $\geq -10\%$	100.0 %	OK			蓄熱 (エネルギー)-効率
22	評価指標	蓄熱機	システム効率【熱交換器/ターボ冷凍機】	80.0	評価値 $\geq -10\%$	97.0 %	OK			システム効率
23	評価指標	蓄熱機	蓄熱機効率【蓄熱/名目蓄熱】	80.0	評価値 $\geq -10\%$	94.0 %	OK			蓄熱機効率
24	評価指標	蓄熱機	蓄熱機出入口温度差	10.0	評価値 $\geq -10\%$	10.3 °C	OK	124.0 kWh	参考値: 蓄熱機の流量 (1ターボ冷凍機流量+熱交換器一次側流量)	蓄熱機出入口流量-流量推移

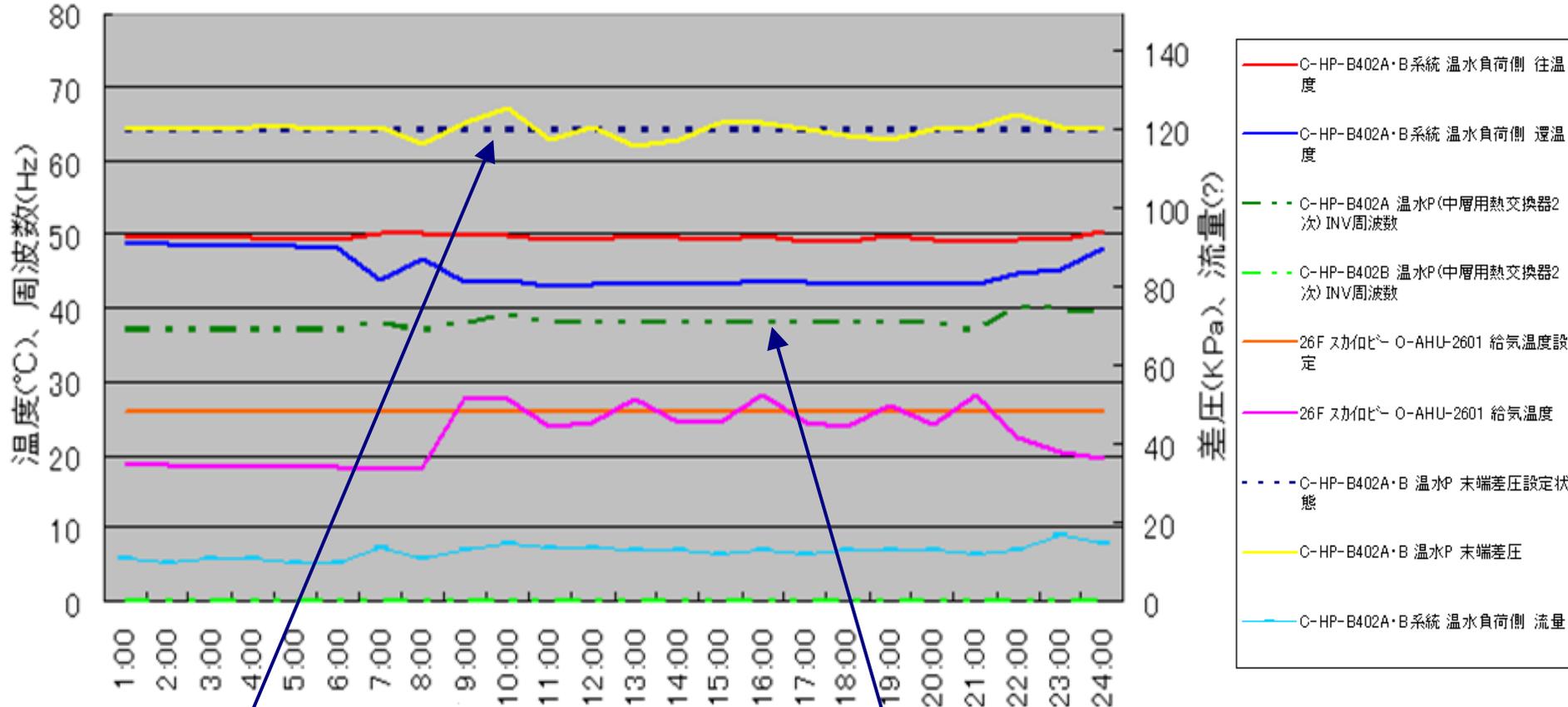
# 5. 省エネ運用・・・①温水末端差圧設定変更

## 中層温水 2次側流量－温度 相関



◆C-HP-B402A/B二次側往還温度差    ■C-HP-B402A・B系統 温水負荷側 往温度    ▲C-HP-B402A・B系統 温水負荷側 還温度

# 5. 省エネ運用・・・①温水末端差圧設定変更

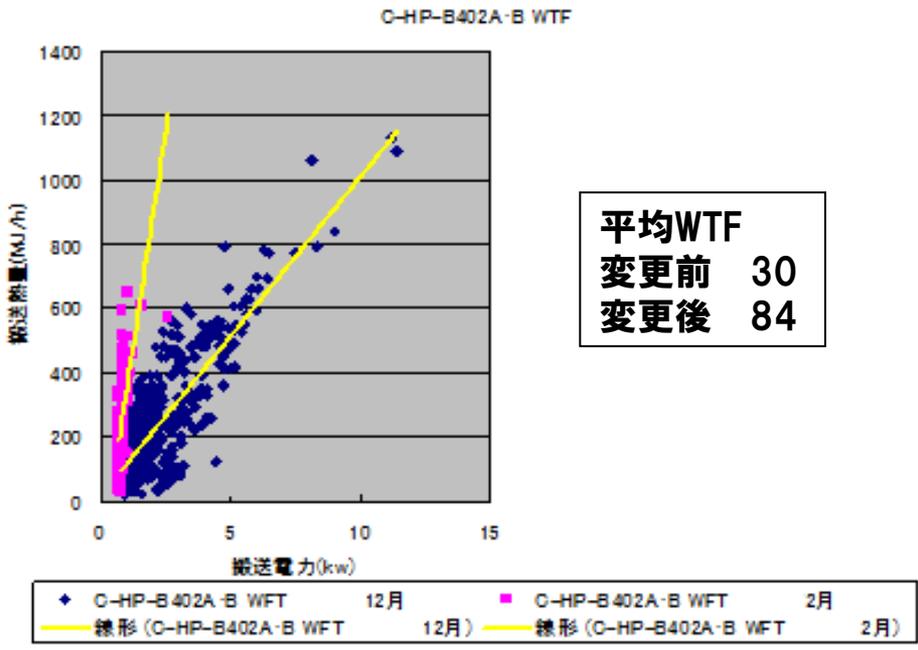


■末端差圧設定値  
竣工時の試運転調整により  
120kPaにて設定

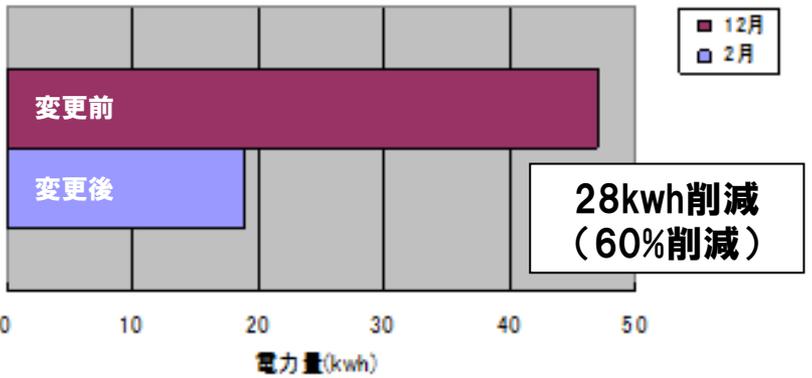
■温水ポンプ  
最低周波数30Hzに対して、  
38Hz前後で運転

# 5. 省工ネ運用・・・①温水末端差圧設定変更

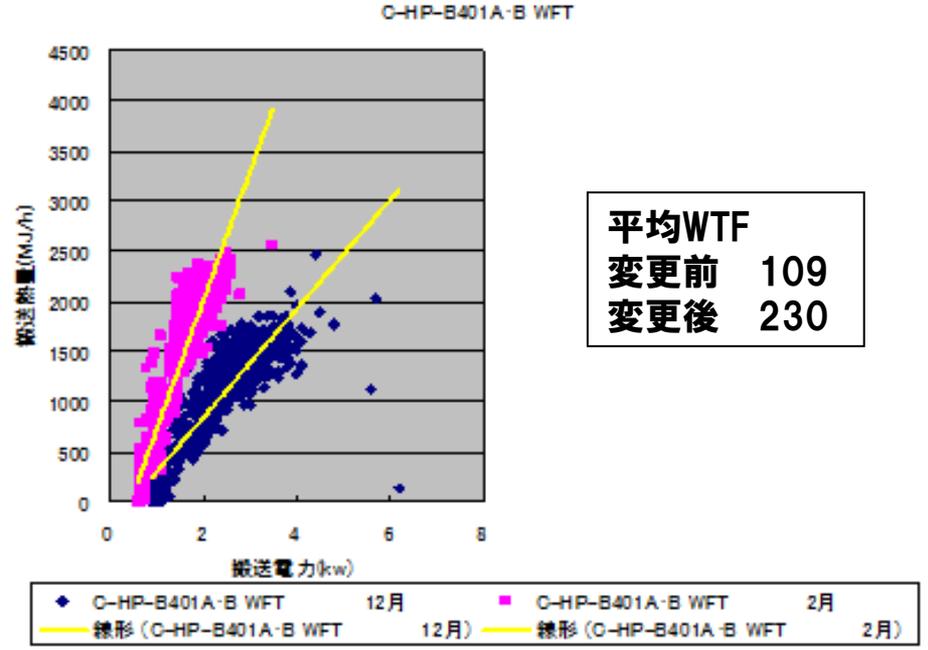
## 中層系統 120kPa ⇒ 50kPa



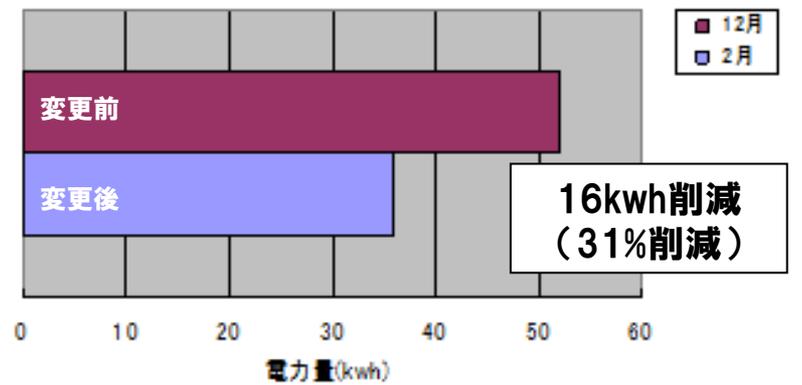
C-HP-B402A-B 電力量比較 (月平均日報)



## 低層系統 130kPa ⇒ 75kPa



C-HP-B401A-B 電力量比較 (月平均日報)

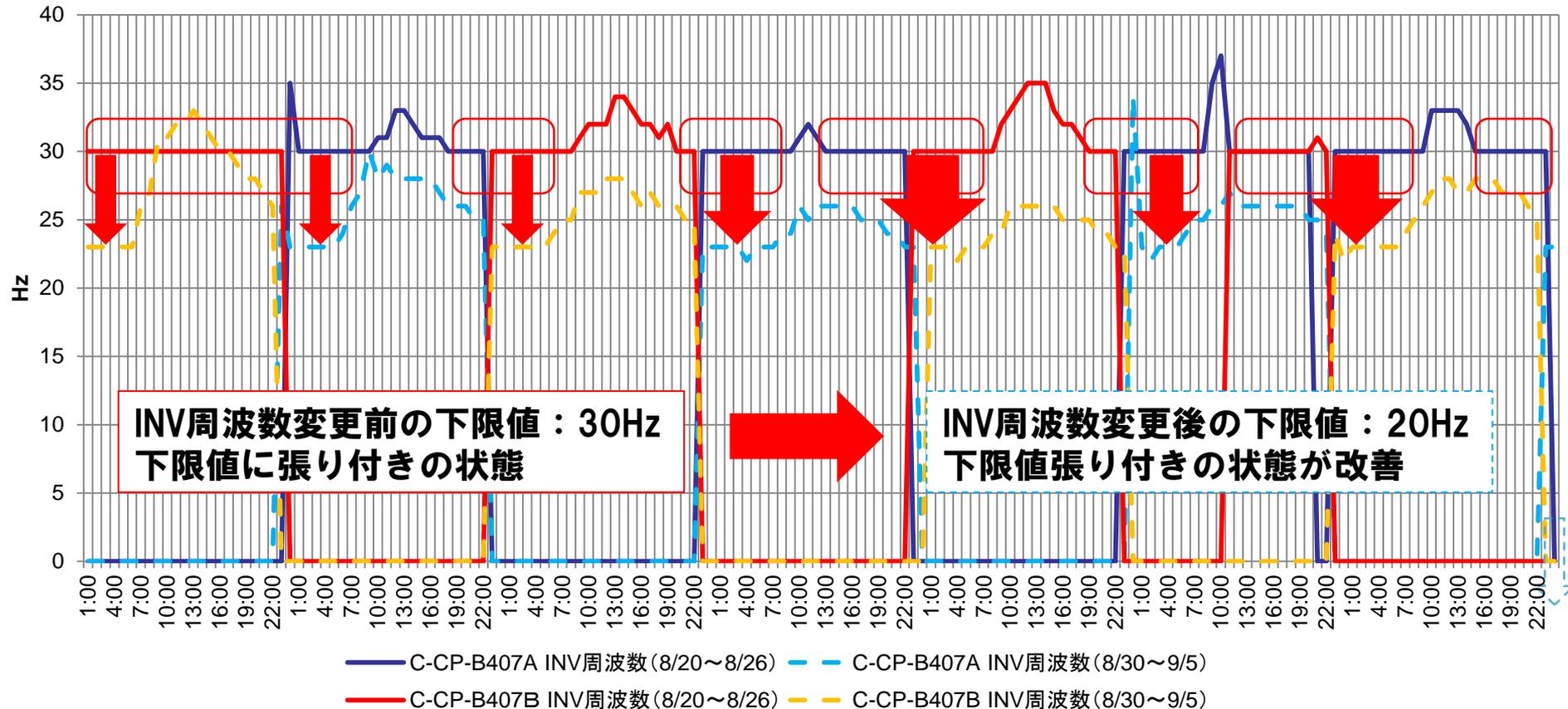


## 5. 省エネ運用・・・②冷水ポンプインバーター周波数下限設定変更

### ■インバーター (INV) 周波数下限値変更に至った経緯

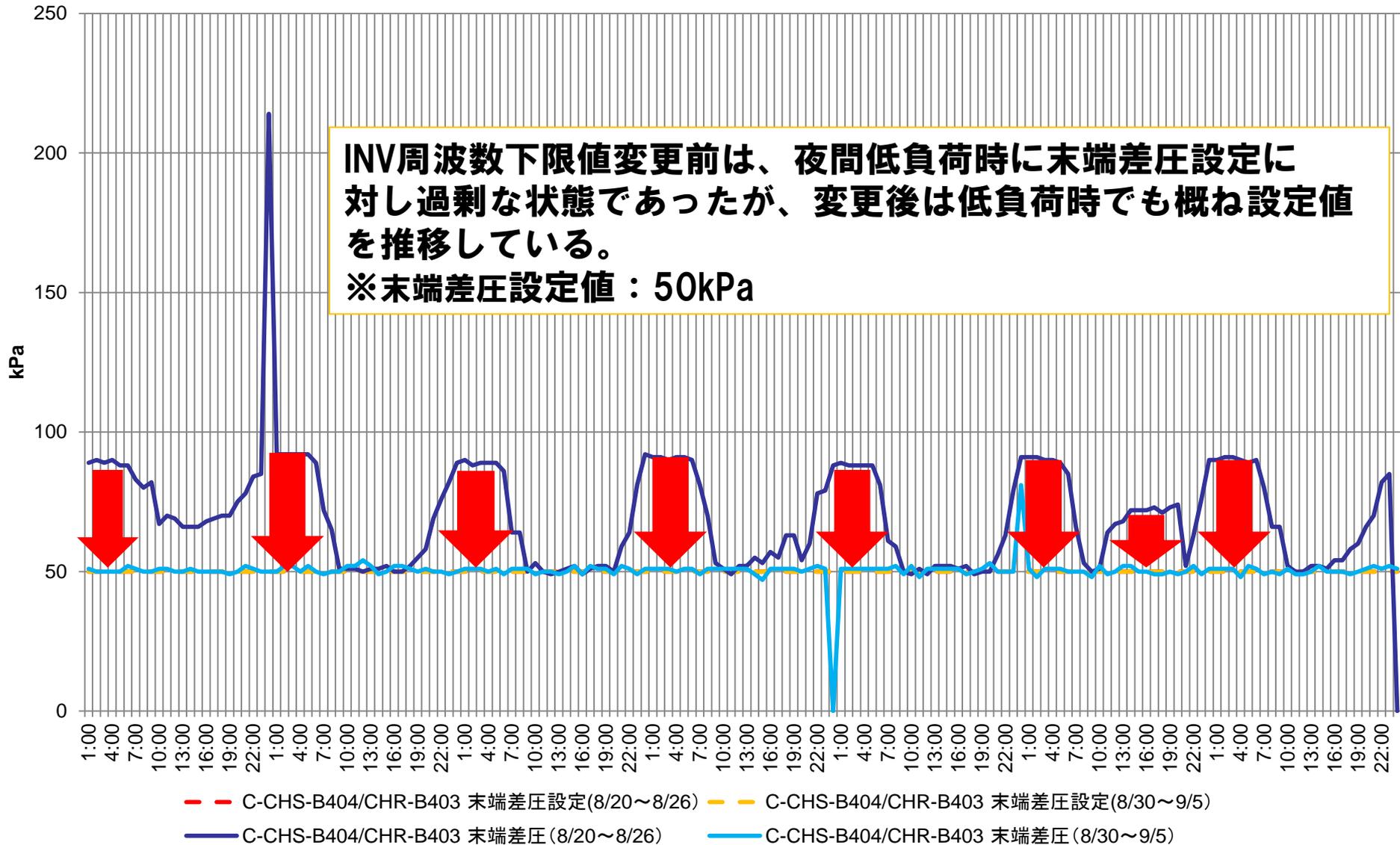
C-CP-B407系統（冷水2次ポンプ）の末端差圧値について、夜間・早朝の低負荷時に設定値を大幅超過している状態を確認した。原因を調べると、C-CP-B407系統のINV周波数下限値が30Hzとなっていた為であり、下限値を下げることで改善が出来ると判断した。

### C-CP-B407 INV周波数推移



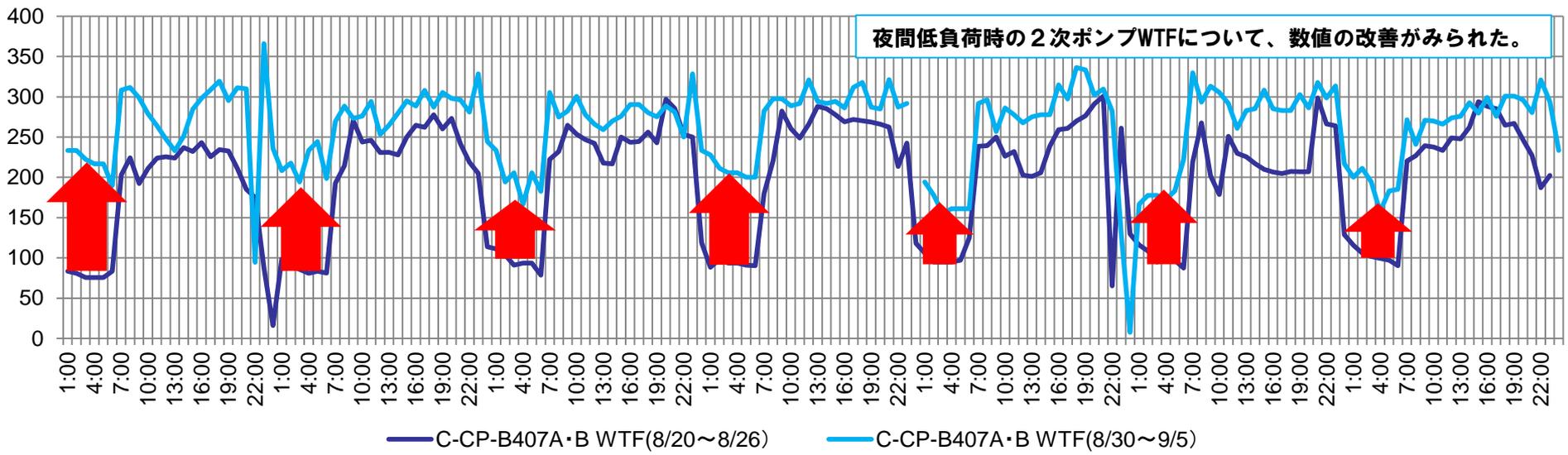
# 5. 省エネ運用・・・②冷水ポンプインバーター周波数下限設定変更

## C-CHS-B404/CHR-B403 末端差圧推移

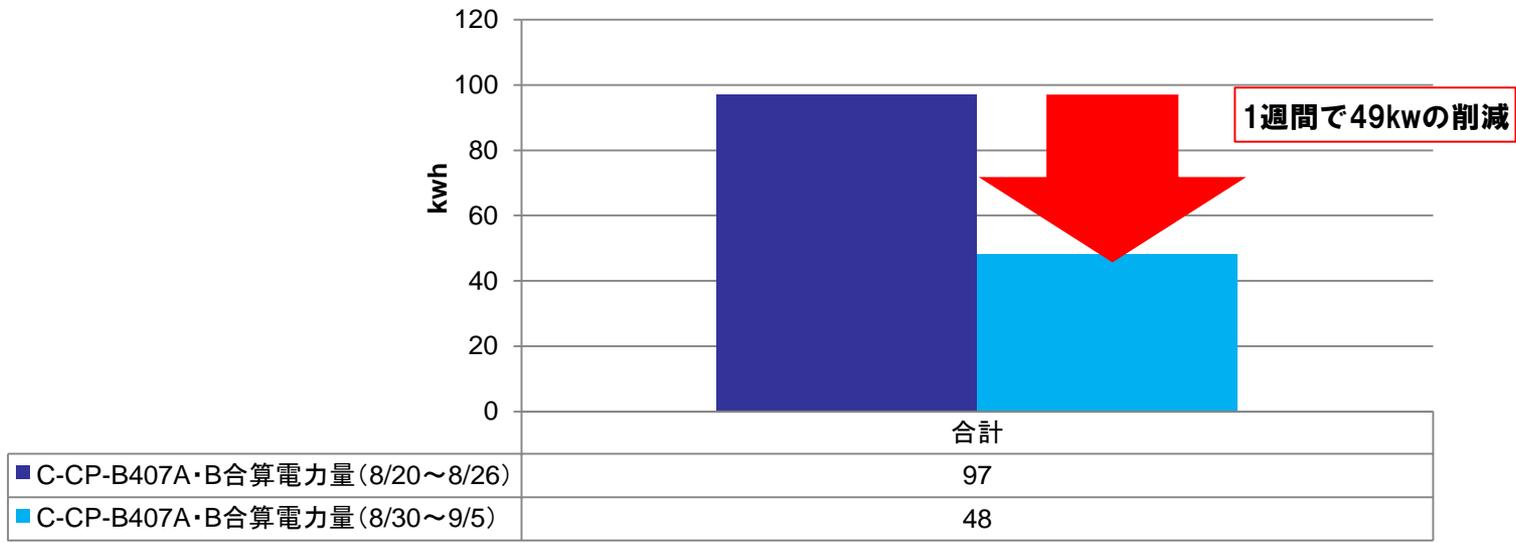


# 5. 省エネ運用・・・②冷水ポンプインバーター周波数下限設定変更

## C-CP-B407A・B WTF推移



## C-CP-B407A・B 合算電力量（22時～8時）比較



空に希望を。  
地上に緑を。  
地下に喜びを。

森ビルは50年。世の中に元気とゆとりを  
もたらす都市づくりへ、さらに挑戦します。

挑戦するから調和が生まれる。空中・地上・地下、それぞれに最高の役割を担う「垂直型」  
の都市機能をつくる。地表に緑をとり戻すために、空と地下を活用する。すると、人にも  
環境にも、無理なく、やさしく、豊かな生活をもたらす画期的な姿が出現する。私たち  
森ビルが築いていく、これが、ヴァーティカルガーデンシティ(立体緑化都市)構想です。



ご清聴ありがとうございました。