

NPO法人建築設備コミッショニング協会  
— BSCA10周年記念シンポジウム in 関西 —



# 関西電力京都支店ビルの 井水を活用した 空調システムの改修計画と評価

平成25年 7月30日(火)  
於：武庫川女子大学 甲子園会館

**三浦 光城 (CxPE)**

**関西電力株式会社**

1. 改修計画概要
2. 施工段階における熱源性能の検証・評価
3. 運用段階における熱源性能の検証・評価
4. 運用段階におけるシステムの検証・評価
5. 井水利用省エネルギー効果の推定
6. まとめ



# 1. 改修計画概要

# 1. 改修計画概要

## ●建物概要

延床面積 10,627㎡

地上8階・地下1階・塔屋3階

設計 武田 五一

竣工 1937年(昭和12年)



竣工当時の建物外観



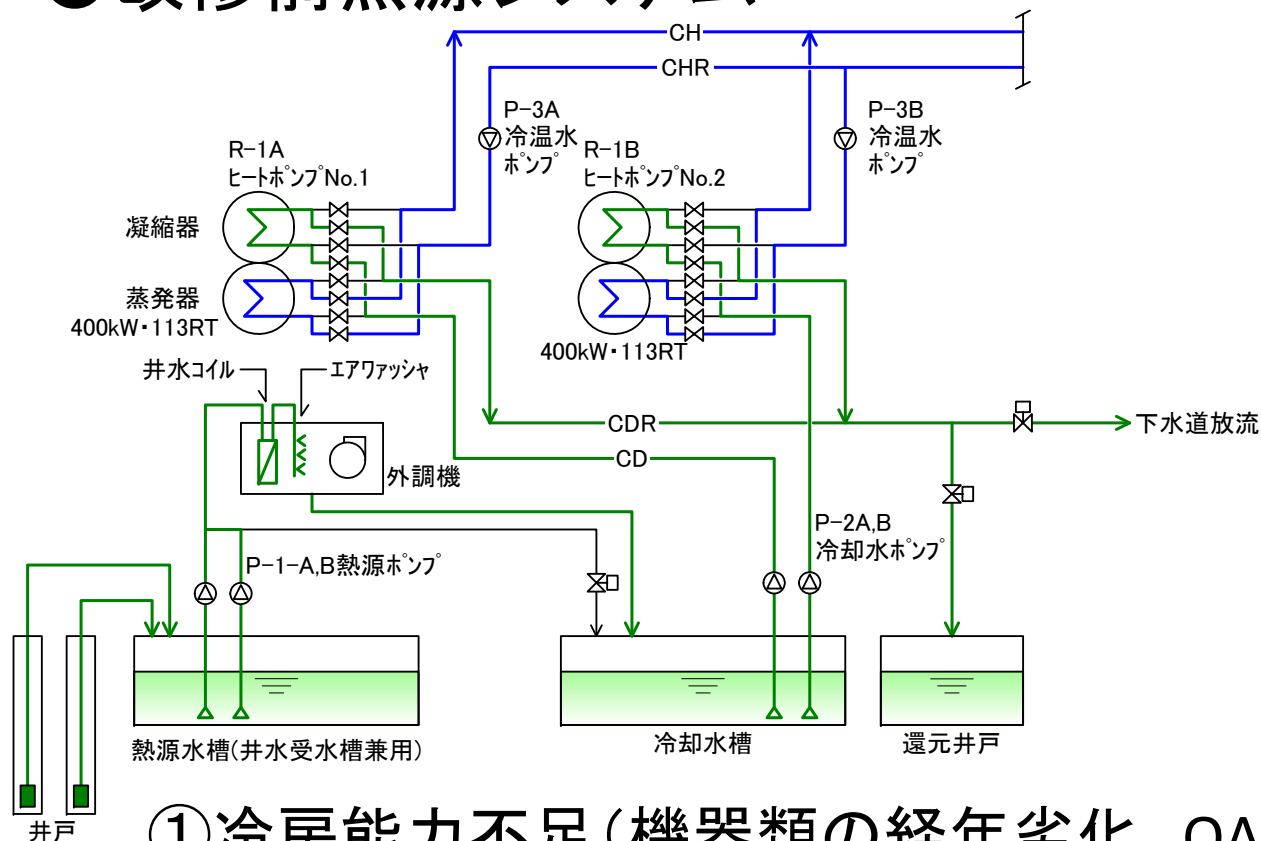
現在の建物外観

## ●空調設備概要

- ・中央熱源単一ダクト空調方式
- ・主要熱源：井水熱源ヒートポンプ × 2台(1987年改修)  
(冷房能力 400kW、暖房能力 320kW)
- ・空調機：エアワッシャー外調機＋各階空調機(1982年改修)
- ・井戸 揚水井戸 2本(井戸径：250mm×深度：GL-130m、GL-150m)  
還元井戸 1本(井戸径：250mm×深度：GL-74m)

# 1. 改修計画概要

## ● 改修前熱源システム



改修前のヒートポンプ

- ①冷房能力不足(機器類の経年劣化、OA化による室内発熱増)
- ②規制対象冷媒の使用
- ③還元井戸のオーバーフローによる下水道への井水放流
- ④井水エアワッシャ利用による空気質の懸念

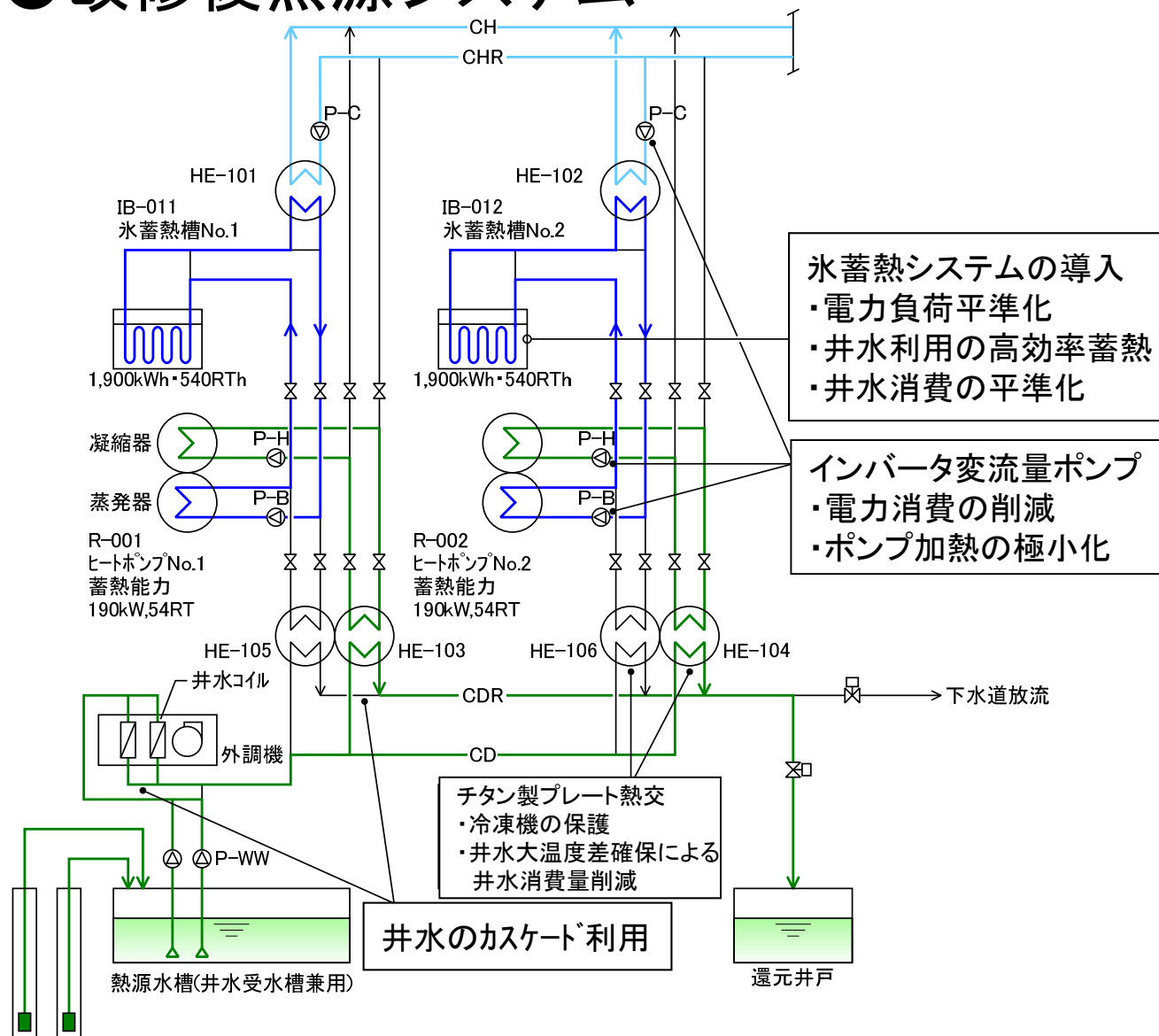
# 1. 改修計画概要

## ● 熱源システム改修概要

- ① 井水利用高効率ヒートポンプの採用
- ② 氷蓄熱導入による電力・井水負荷平準化  
(還元井戸オーバーフローの解消)
- ③ 井水系チタン製熱交換器を用いた冷凍機の保護と  
井水側大温度差確保・井水消費削減
- ④ 氷蓄熱の低温度を利用した低温送水(低温送風対応)
- ⑤ インバータポンプ変流量制御による電力消費削減  
(冷水・温水・ブライン)
- ⑥ 冷凍機→氷蓄熱槽直列配置による冷凍機高効率追掛運転
- ⑦ 井水のカスケード利用(外調機→熱源冷却水・熱源水)

# 1. 改修計画概要

## ●改修後熱源システム



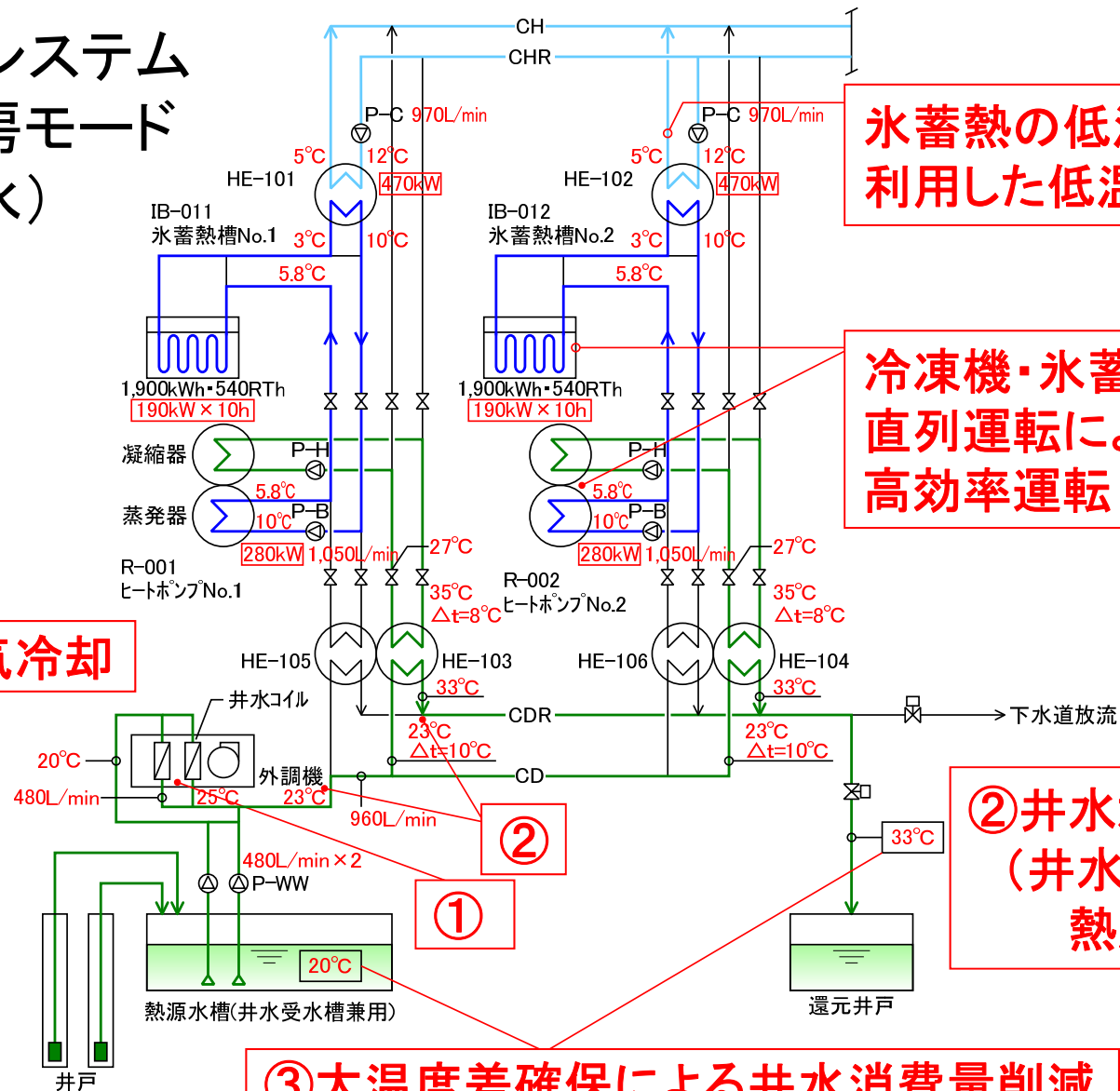
氷蓄熱槽  
(1,900kWh × 2槽)



改修後のヒートポンプ  
製氷能力190kW × 2台

# 1. 改修計画概要

## ●改修後熱源システム 動作例(冷房モード : 追掛+解氷)



氷蓄熱の低温を  
利用した低温送水

冷凍機・氷蓄熱槽  
直列運転による  
高効率運転

①水による外気冷却

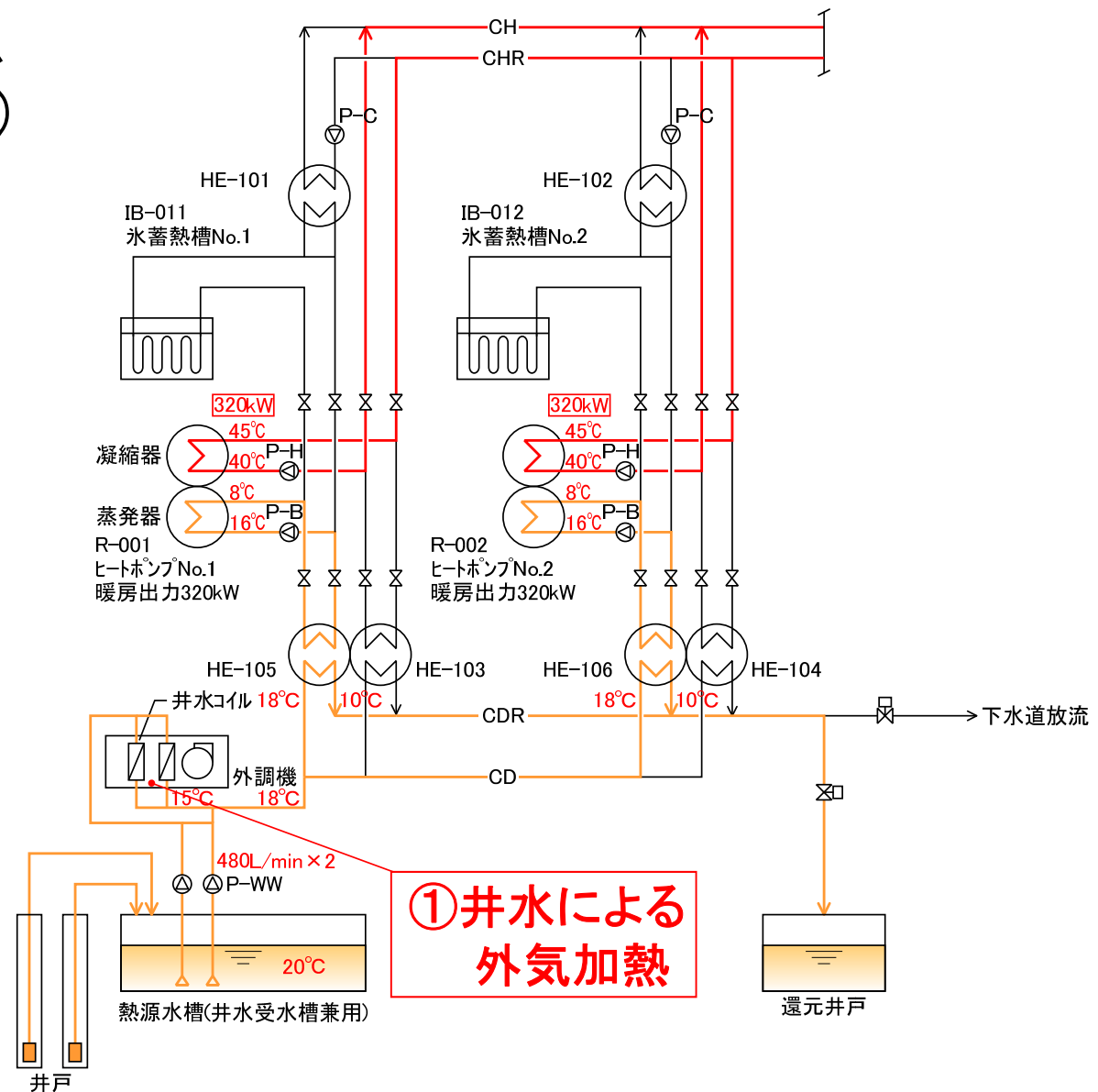
②井水カスケード利用  
(井水コイル→  
熱源冷却水)

③大温度差確保による井水消費量削減



# 1. 改修計画概要

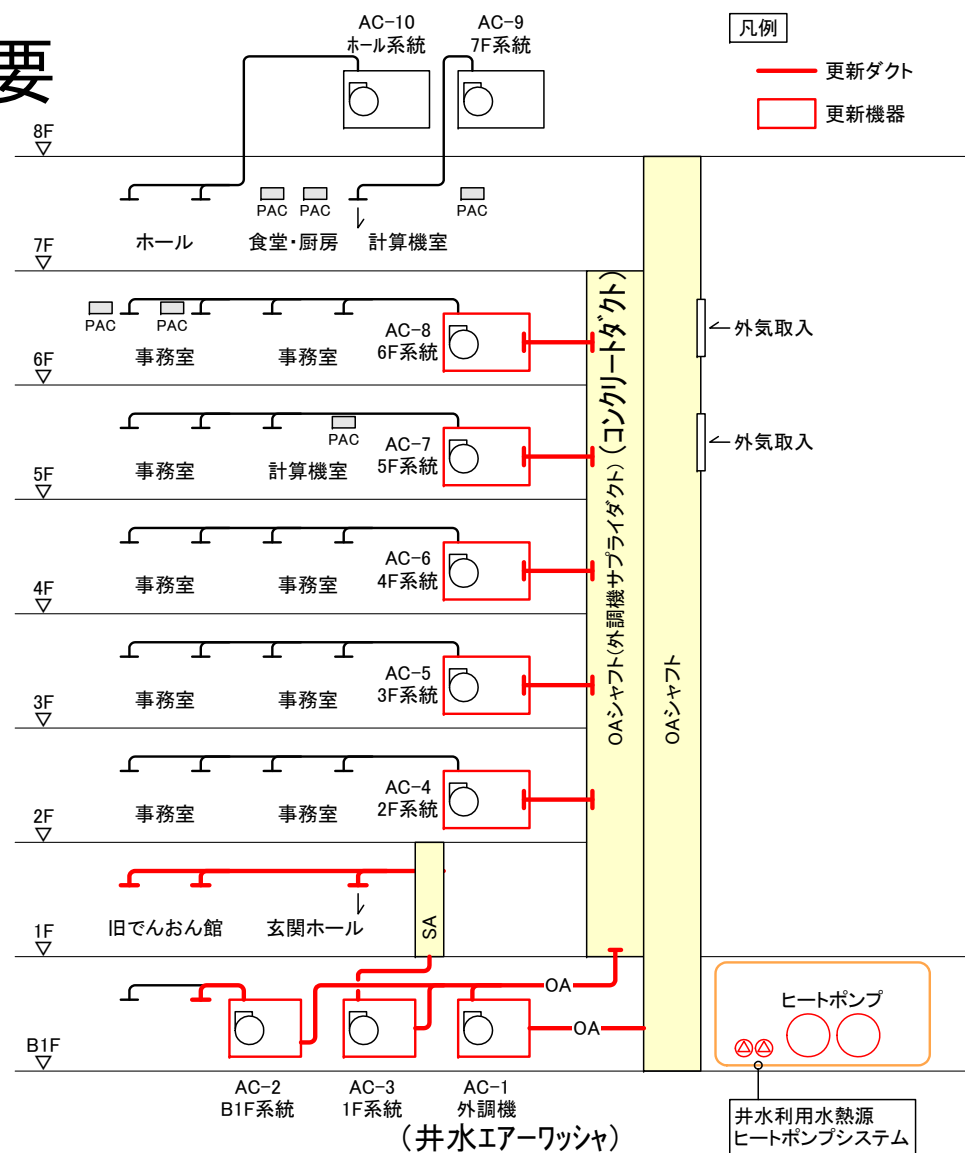
## ● 改修後熱源システム 動作例(暖房モード)



# 1. 改修計画概要

## ●改修前空調システム概要

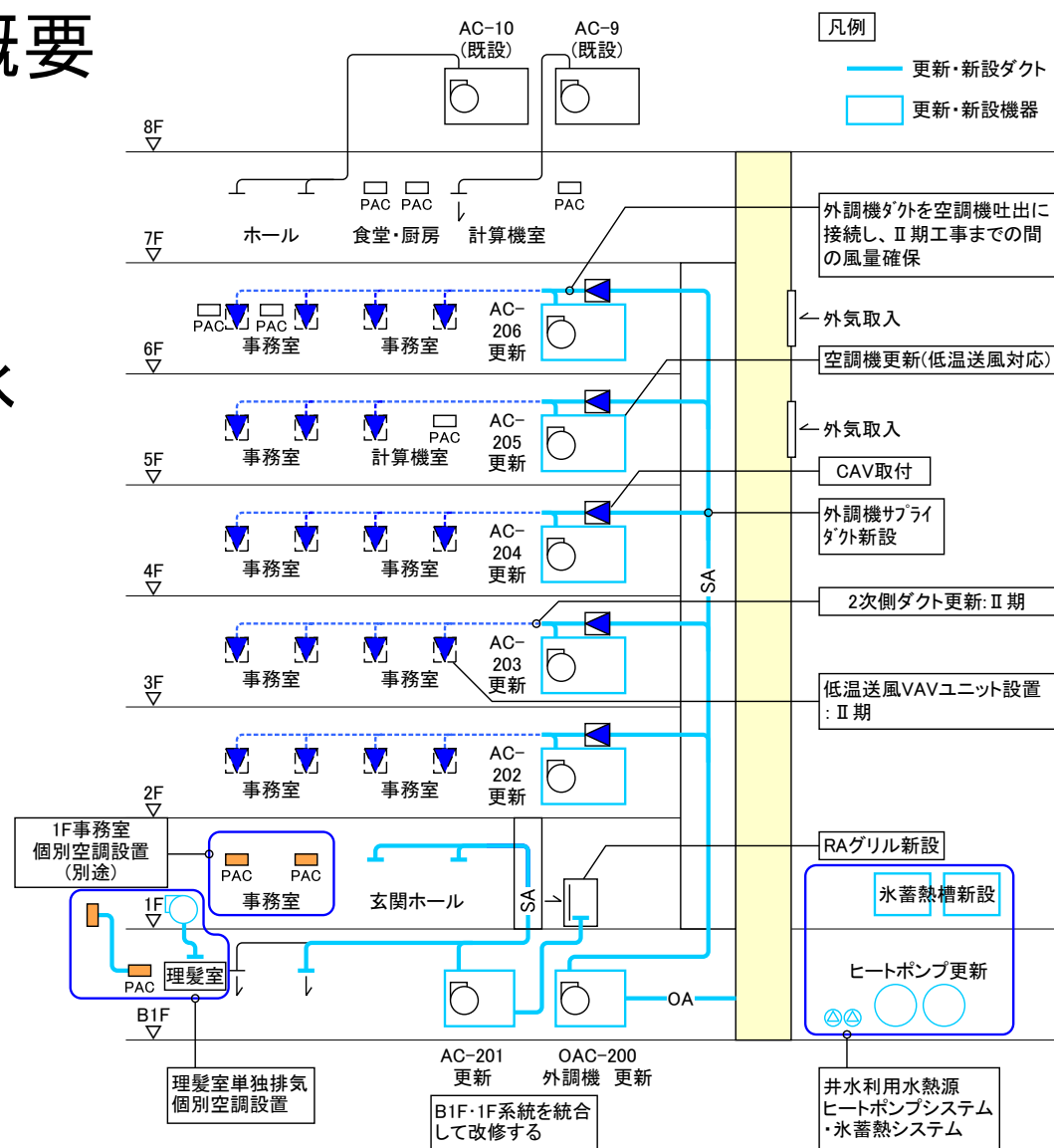
- ・井水エアワッシャによる  
外気予冷・予熱・加湿
- ・コンクリートダクトによる  
1次処理空気供給
- ・各階単一ダクト定風量  
空調機による空調



# 1. 改修計画概要

## ●改修後空調システム概要

- 外気処理空調機の更新  
井水エアワッシャの廃止  
井水コイル、2段加湿(井水コイル間加湿)の採用
- 1次処理外気供給用鋼板製ダクトの設置
- 各階空調機の更新  
低温送風、変風量化対応空調機に更新





## 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

## 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

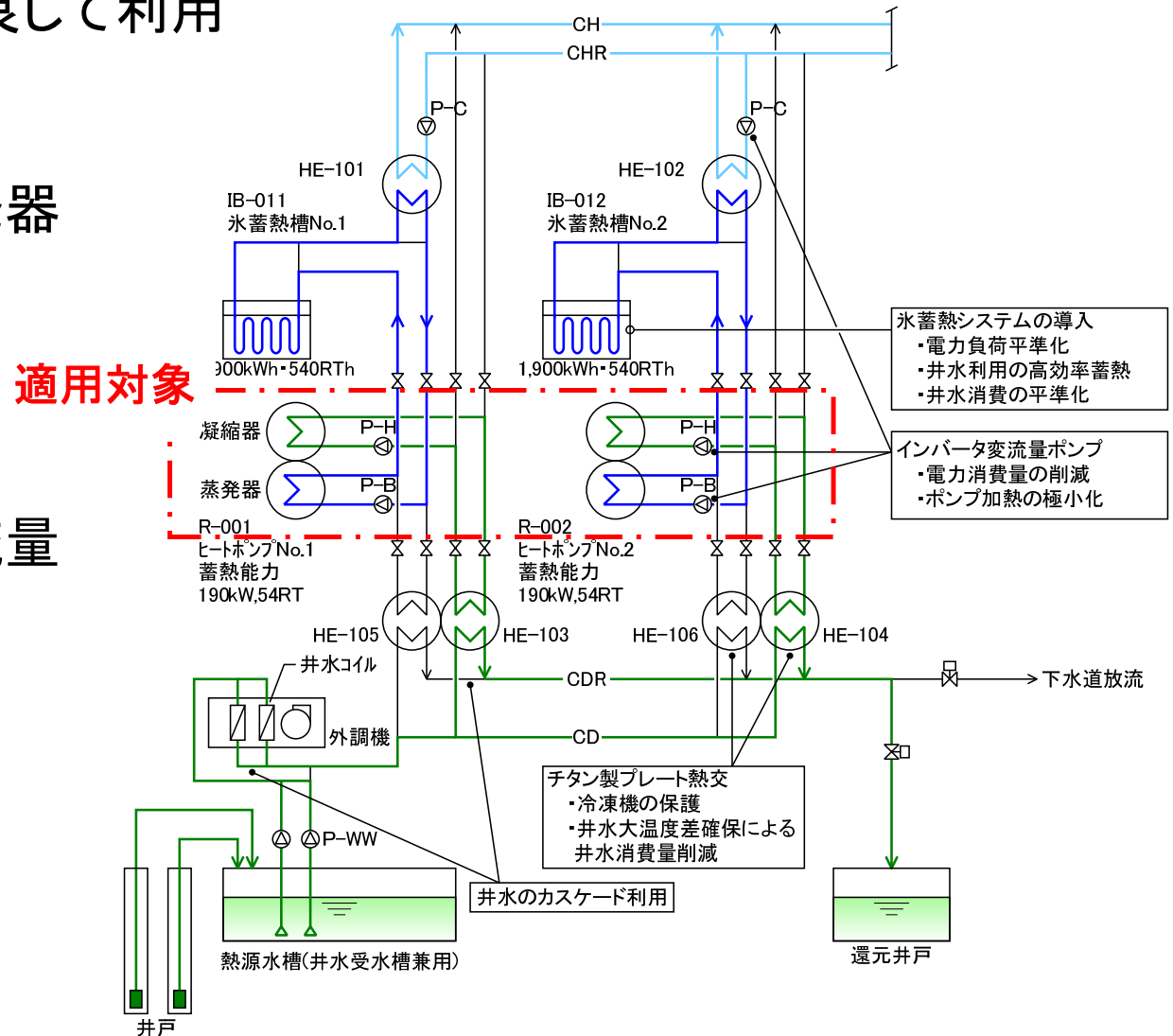
### ● LCEMツールを一部改良して利用

### ● 検証対象

- ・ 熱源機の凝縮器、蒸発器
- ・ 熱源水ポンプ
- ・ ブラインポンプ

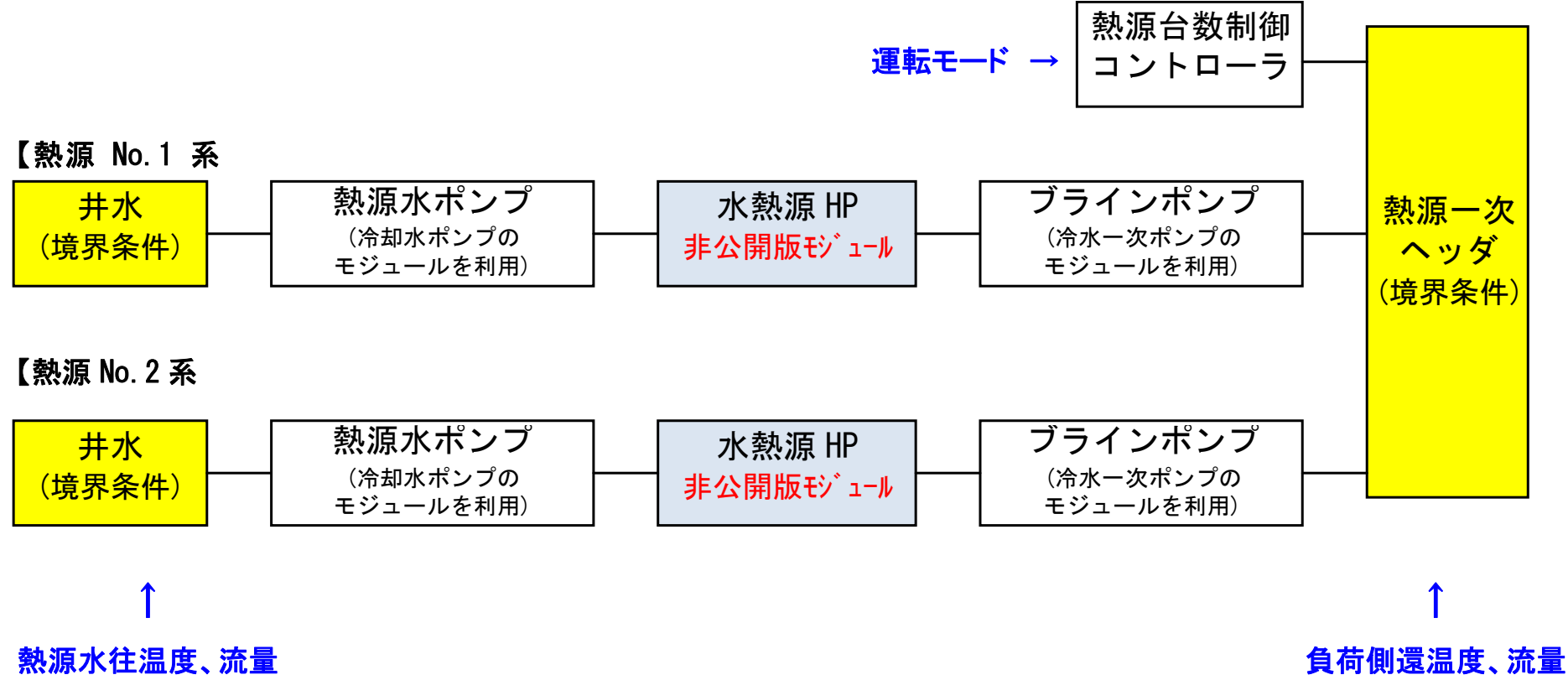
### ● 境界条件

- ・ 井水熱源水往温度、流量
- ・ 熱源一次ヘッダ部の還温度、流量



## 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

### ● LCEMツールによる計算モデル構築



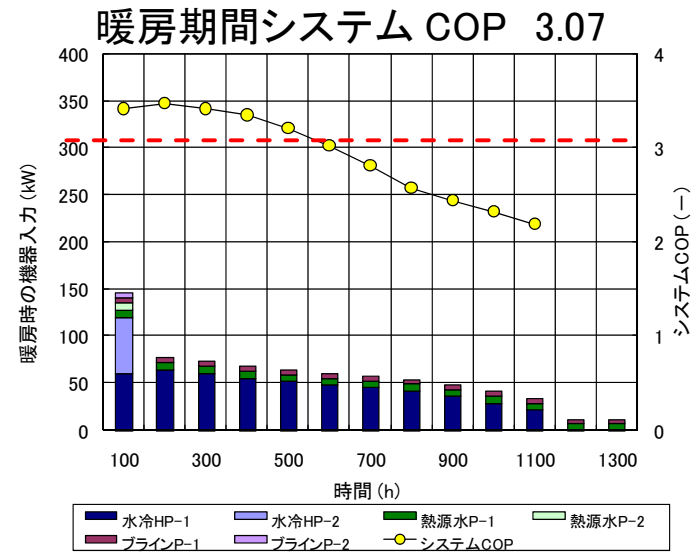
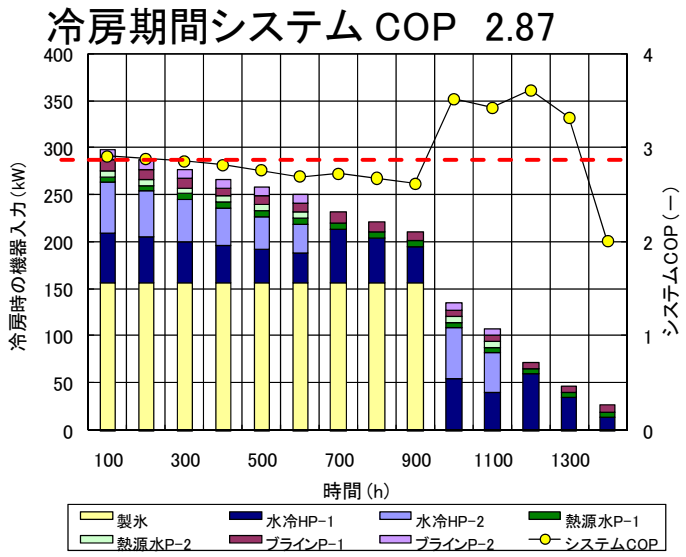
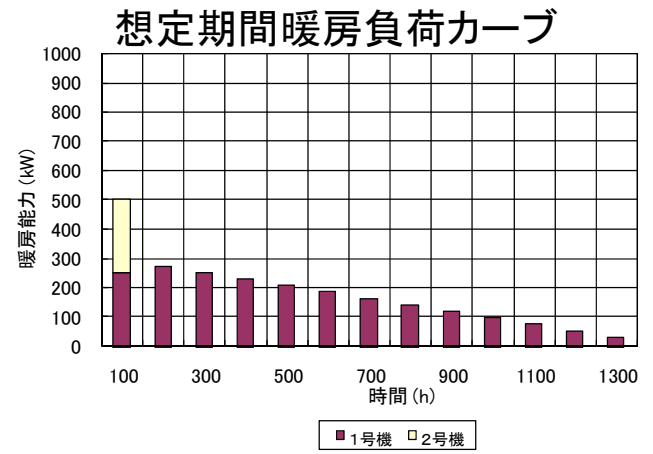
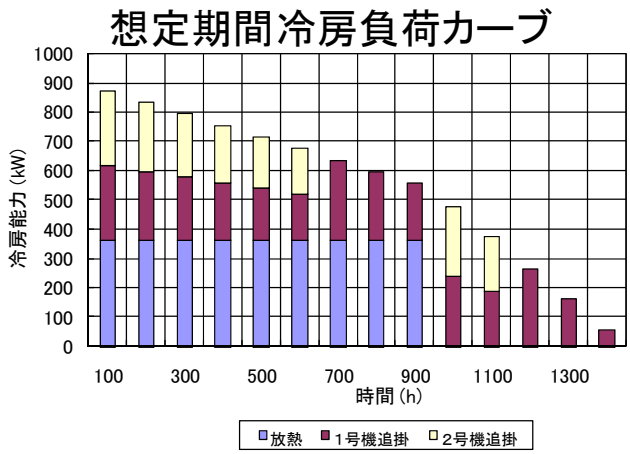


# 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

## ● 機器承認時の期間性能評価

冷暖房負荷の想定デューレーションカーブに対する  
システムCOP

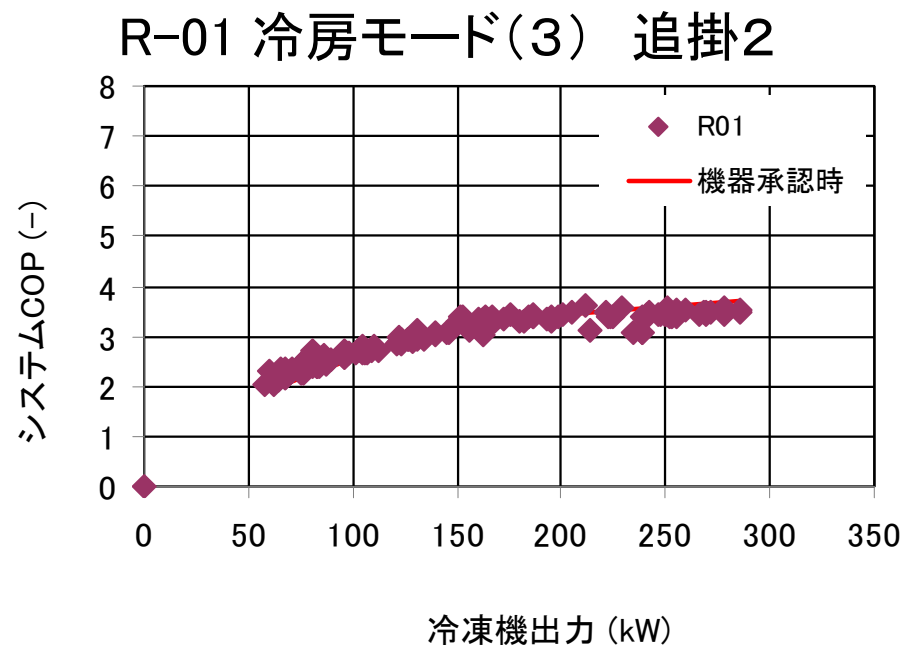
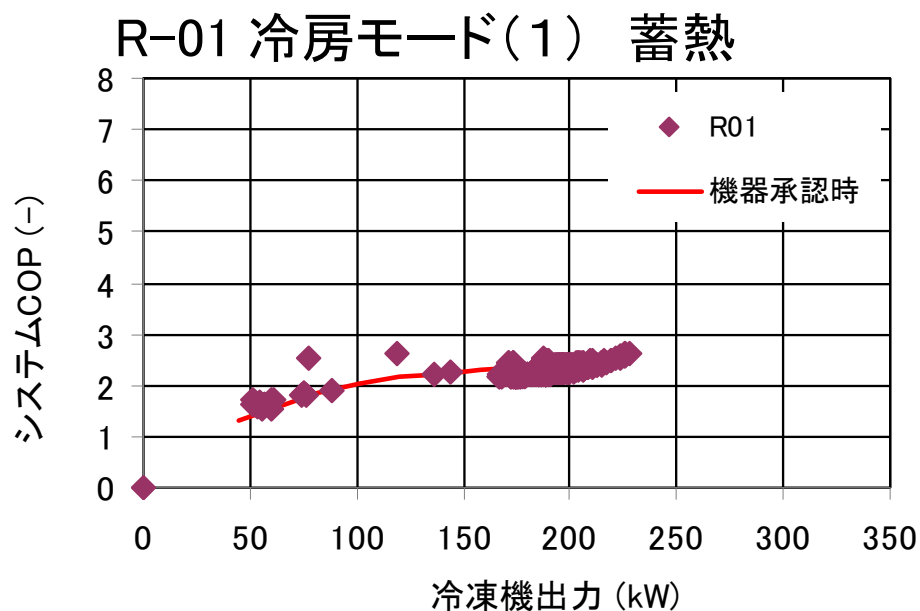
冷房: 2.87  
暖房: 3.07



## 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

### ● 試運転調整時と機器承認時の性能評価

- 部分負荷時を含めて性能維持を確認

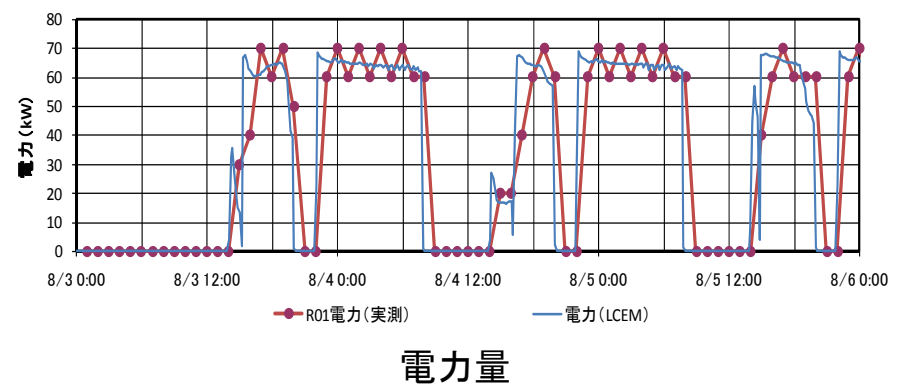
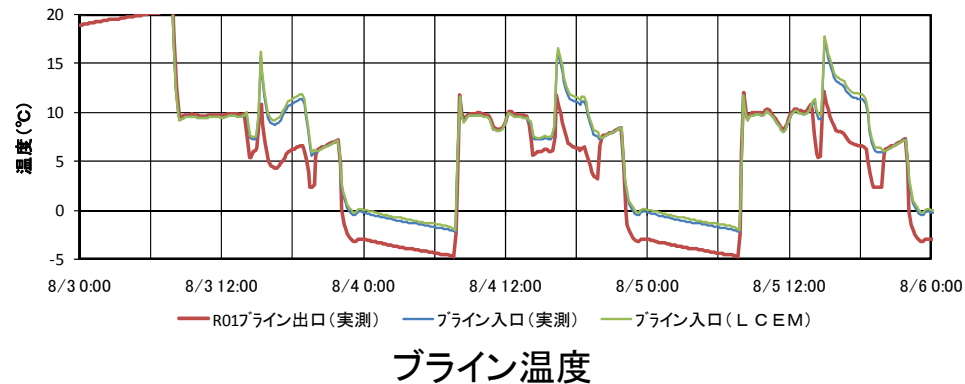
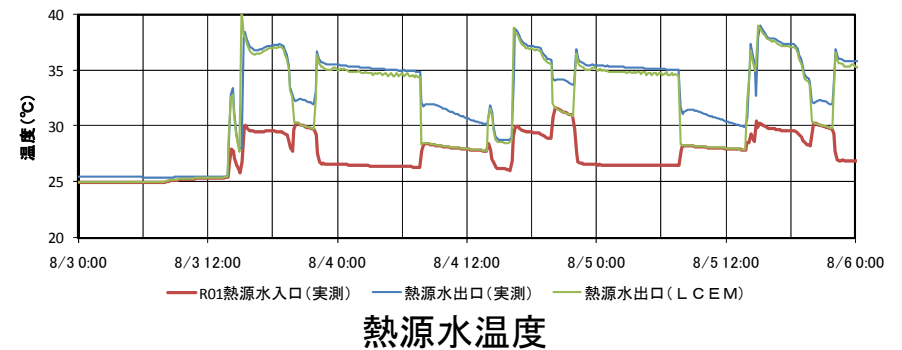
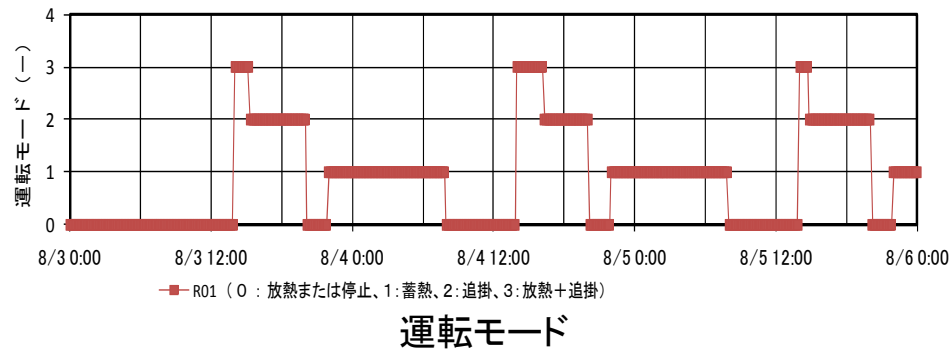




## 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

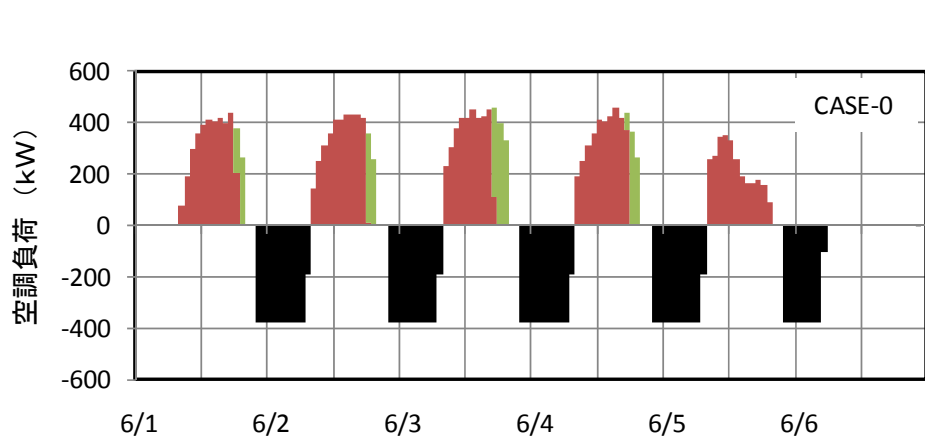
### ● 試運転調整時とLCEM計算値の比較

- 実測値と計算値の概ねの一致を確認

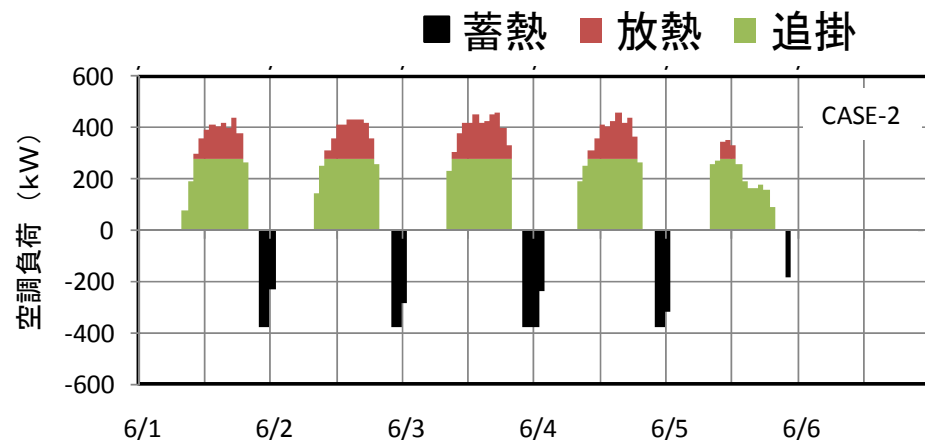


# 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

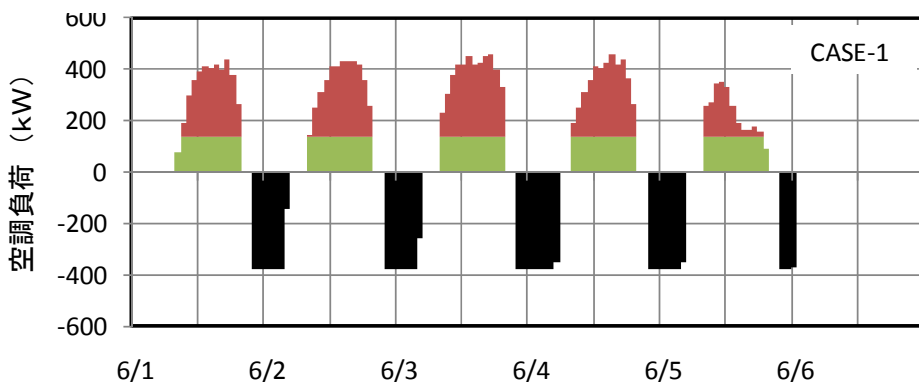
## ● 適正運転ケースの検討



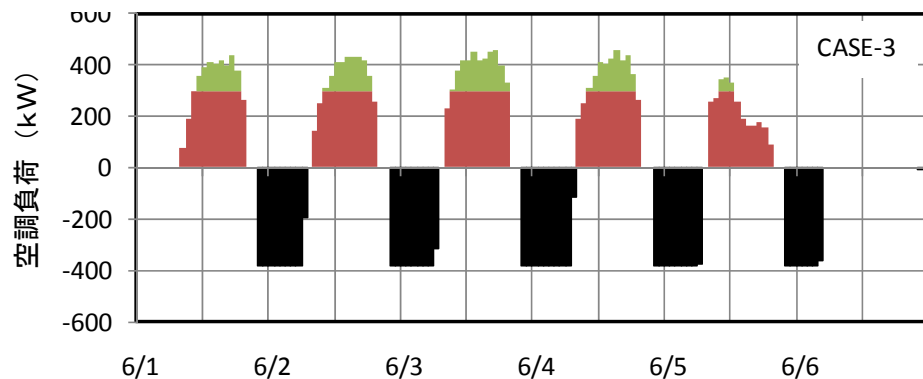
**ケース0 放熱優先→放熱完了後追掛**



**ケース2 HP負荷率50%制御)**



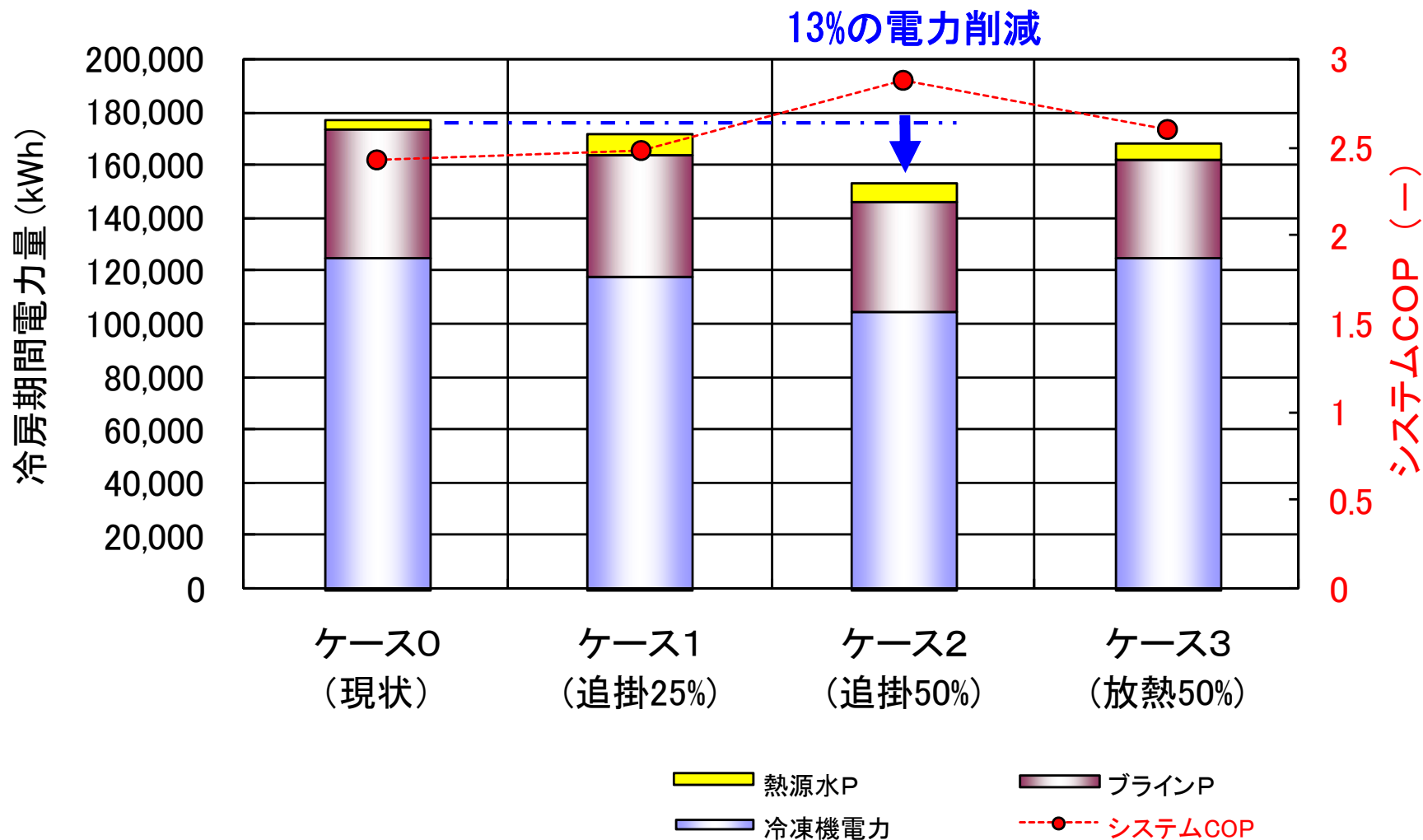
**ケース1 HP負荷率25%制御**



**ケース3 放熱ベース・HP追掛成行**

## 2. 施工段階における熱源性能の検証・評価

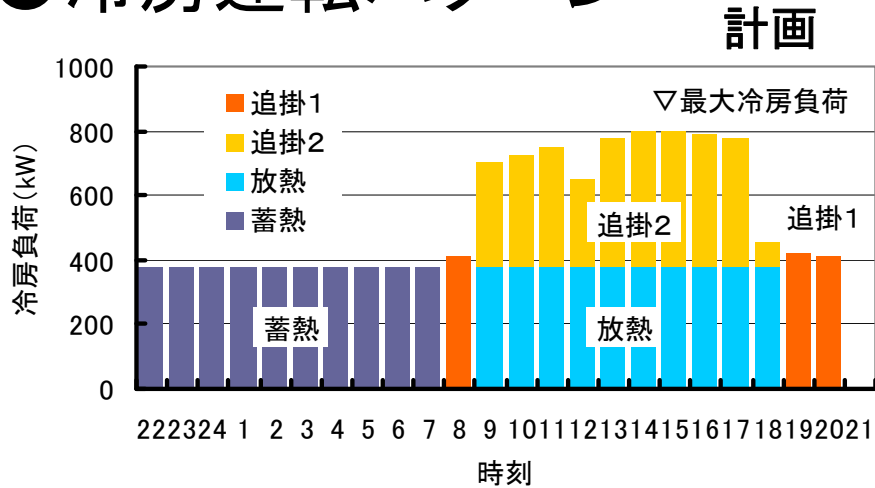
### ● 適正運転ケースの検討結果



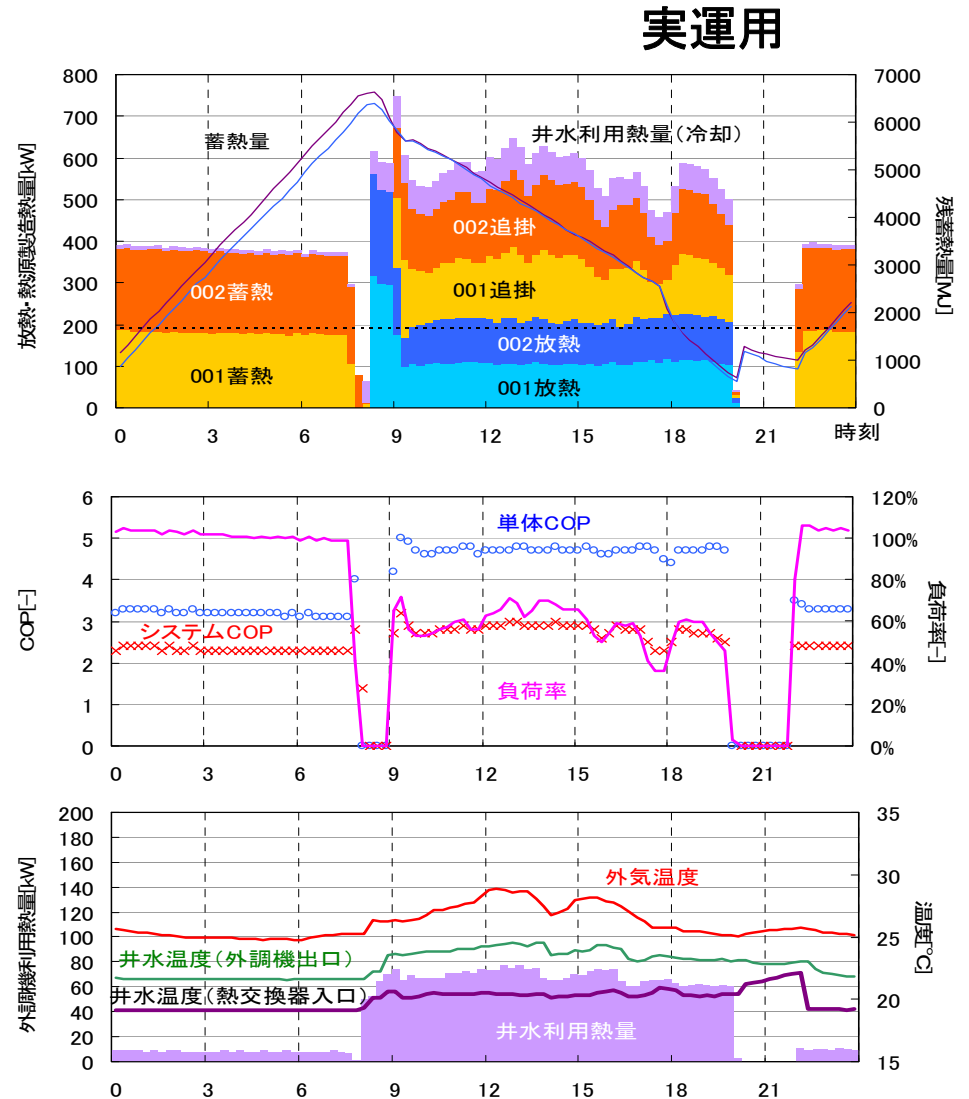
### 3. 運用段階における熱源性能の検証・評価

# 3. 運用段階における熱源性能の検証・評価

## ● 冷房運転パターン

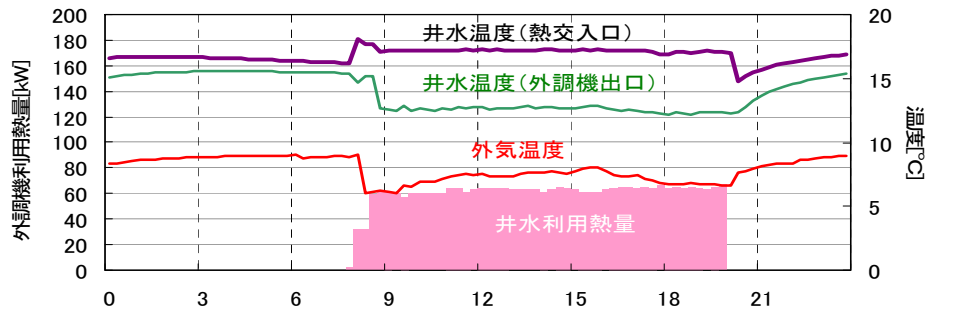
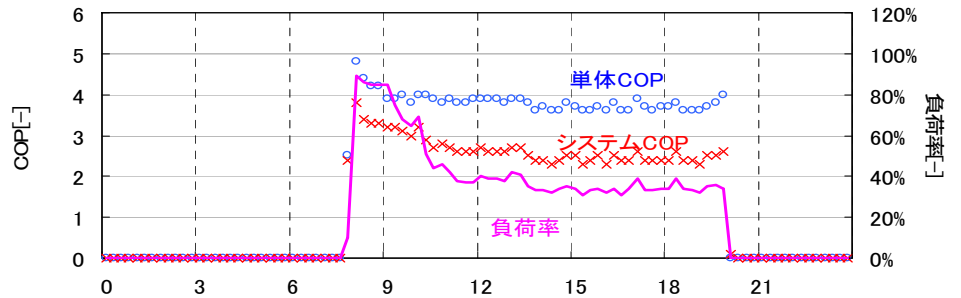
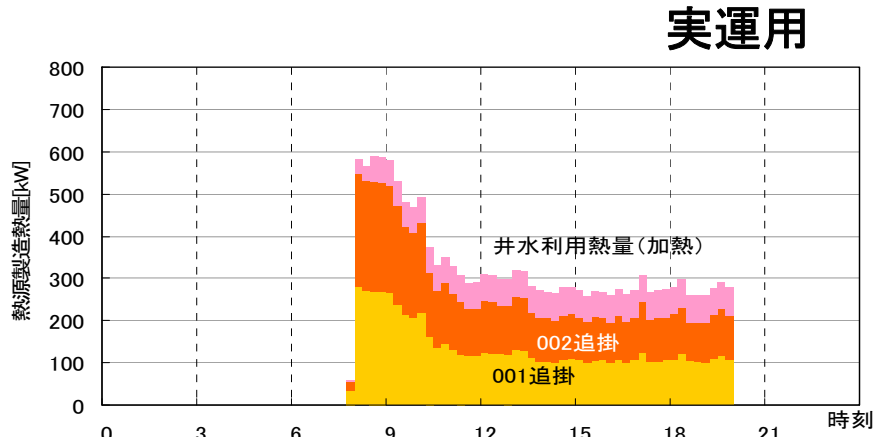
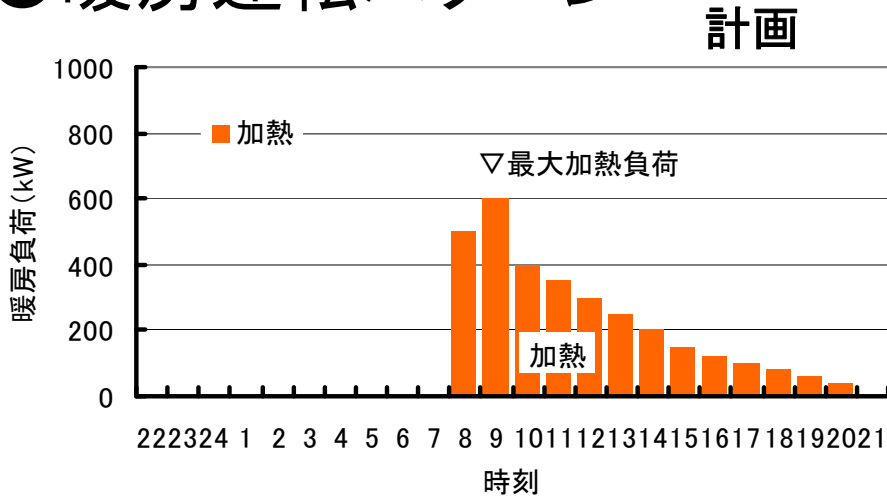


夏季代表負荷日 (8/10)



# 3. 運用段階における熱源性能の検証・評価

## ● 暖房運転パターン



冬季代表負荷日(2/15)

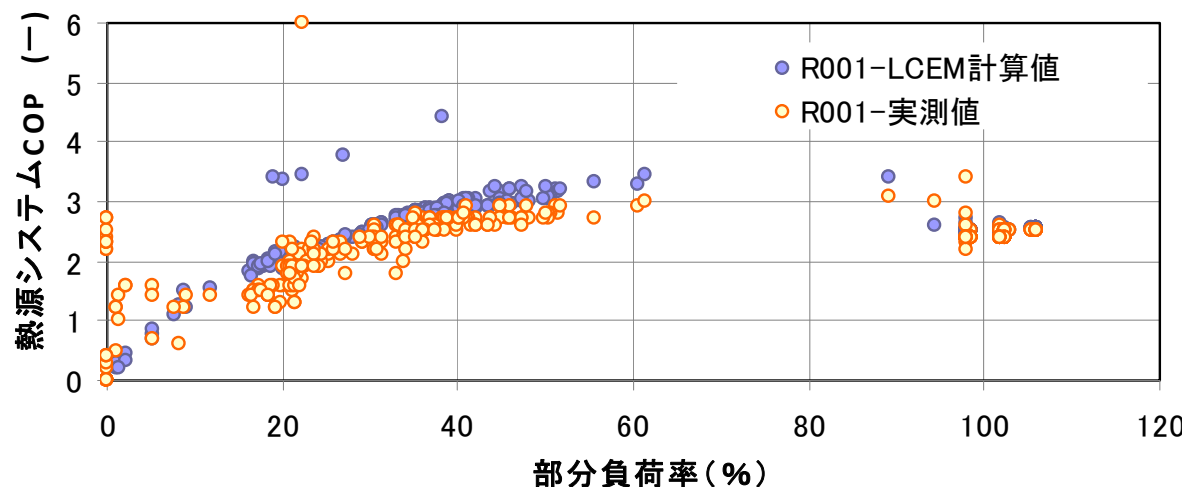
## 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

## 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

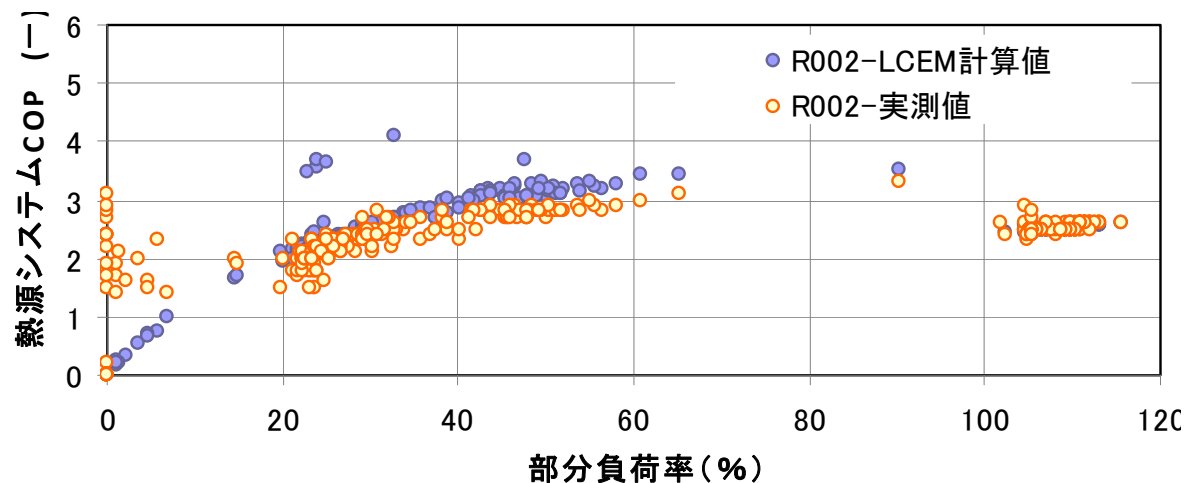
### ● LCEMツールによる性能検証

- 計算値と実測値の概ね合致。所定の性能確保を確認。

R001(水熱源HP)



R002(水熱源HP)

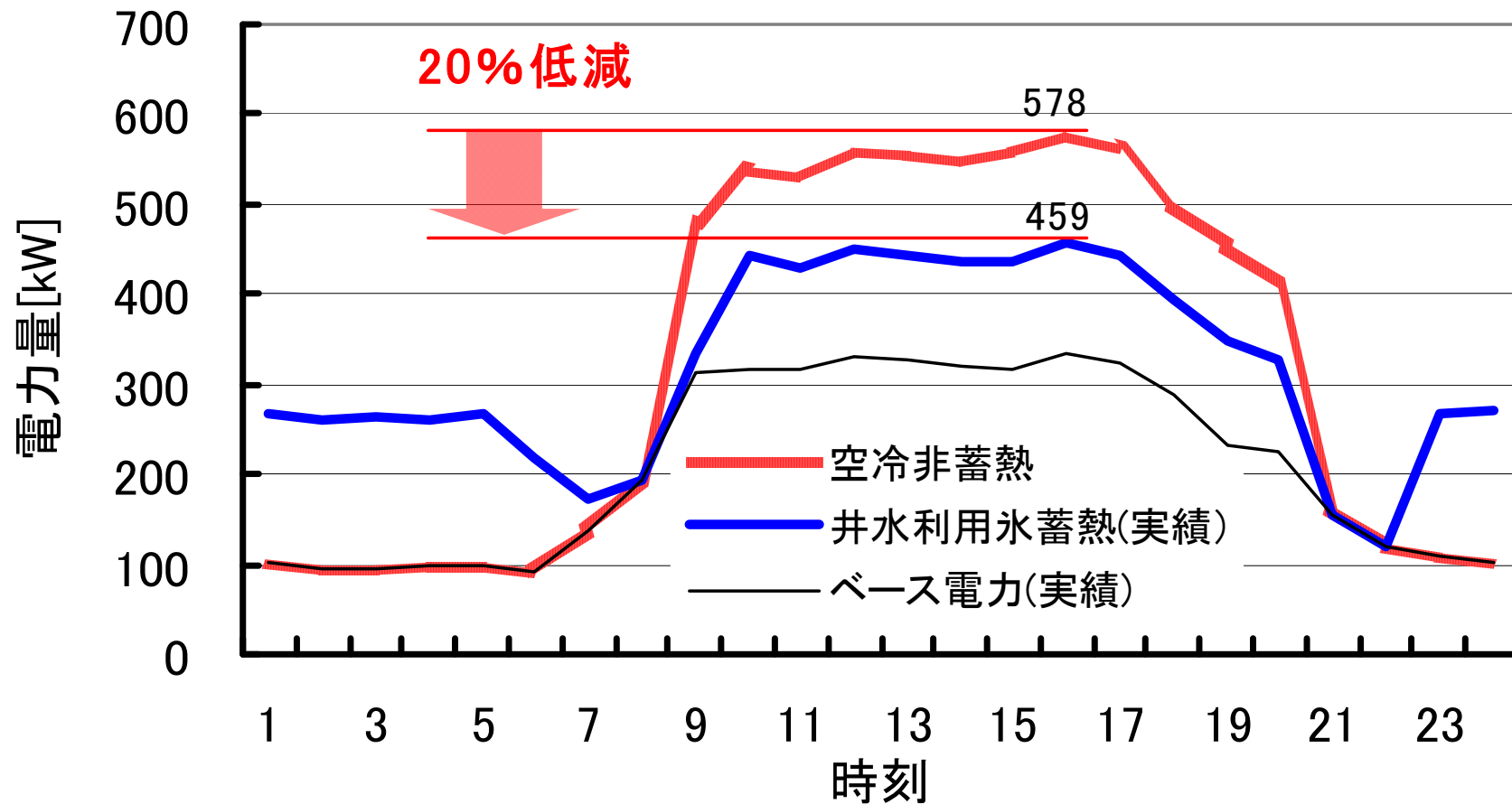




## 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

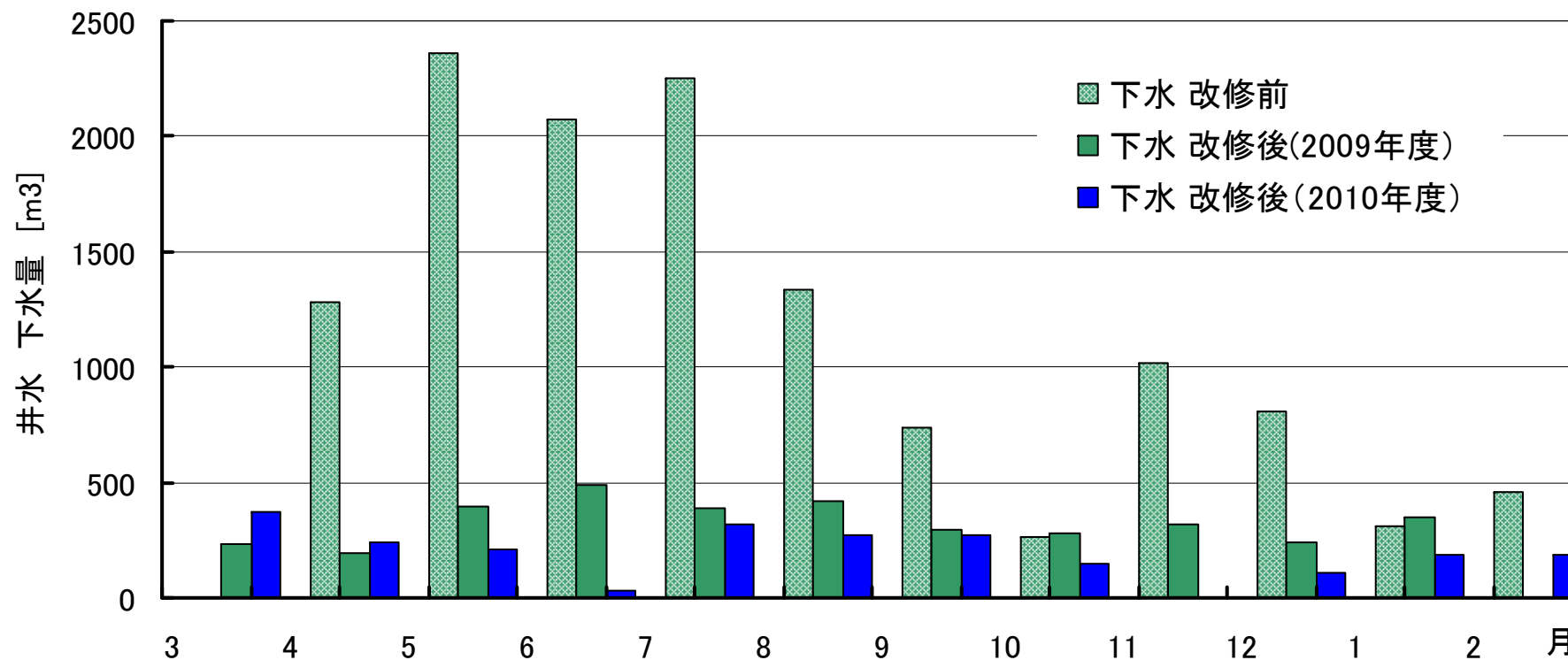
### ● 夏季最大負荷日デマンド比較

- 井水利用氷蓄熱により、デマンド値を20%低減



## ●井水系下水排水量

- 冷却水・熱源水は全量還元が可能となった



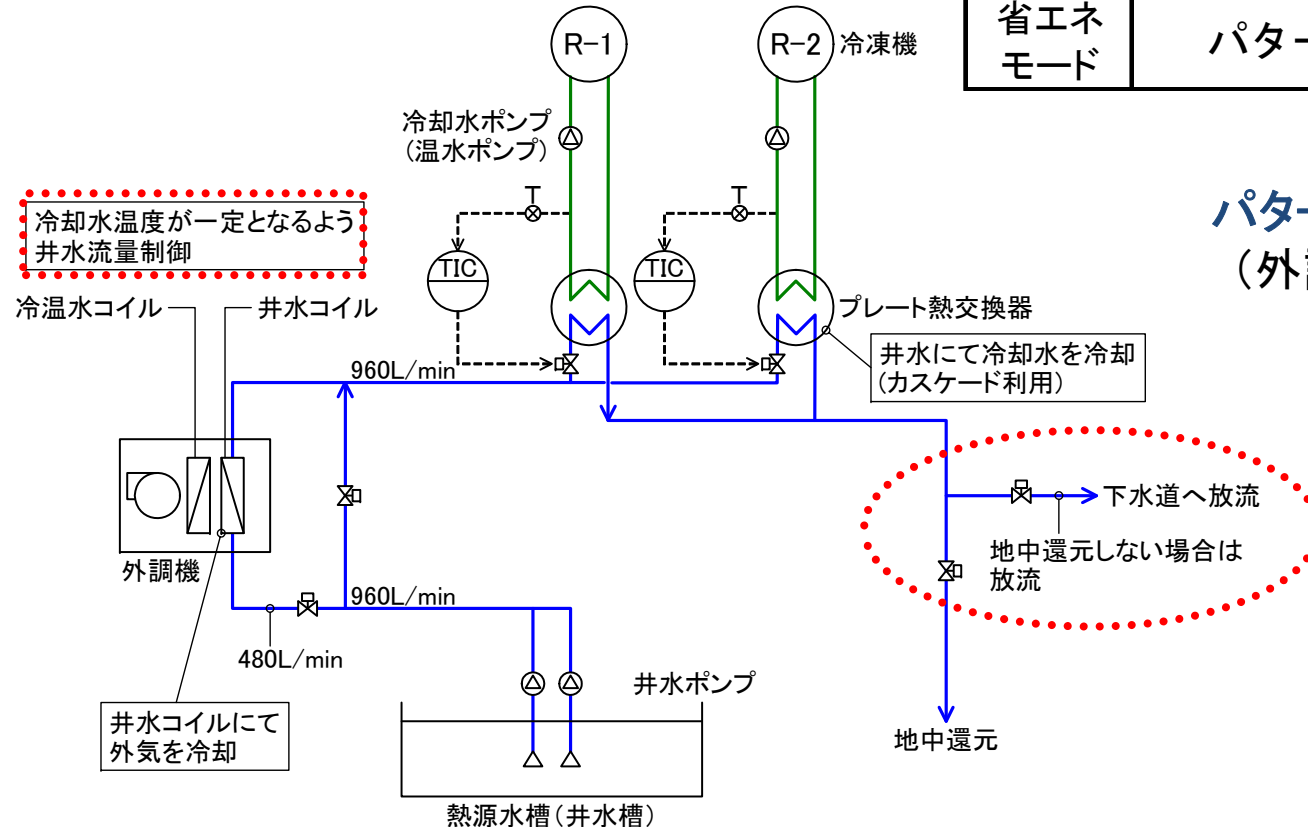
# 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

## ●井水による外気処理とカスケード利用の評価

- ・井水のカスケード利用  
(外調機井水コイル利用)有無
- ・井水制御方法:  
節水モード／省エネモード  
の違いについて実測により評価

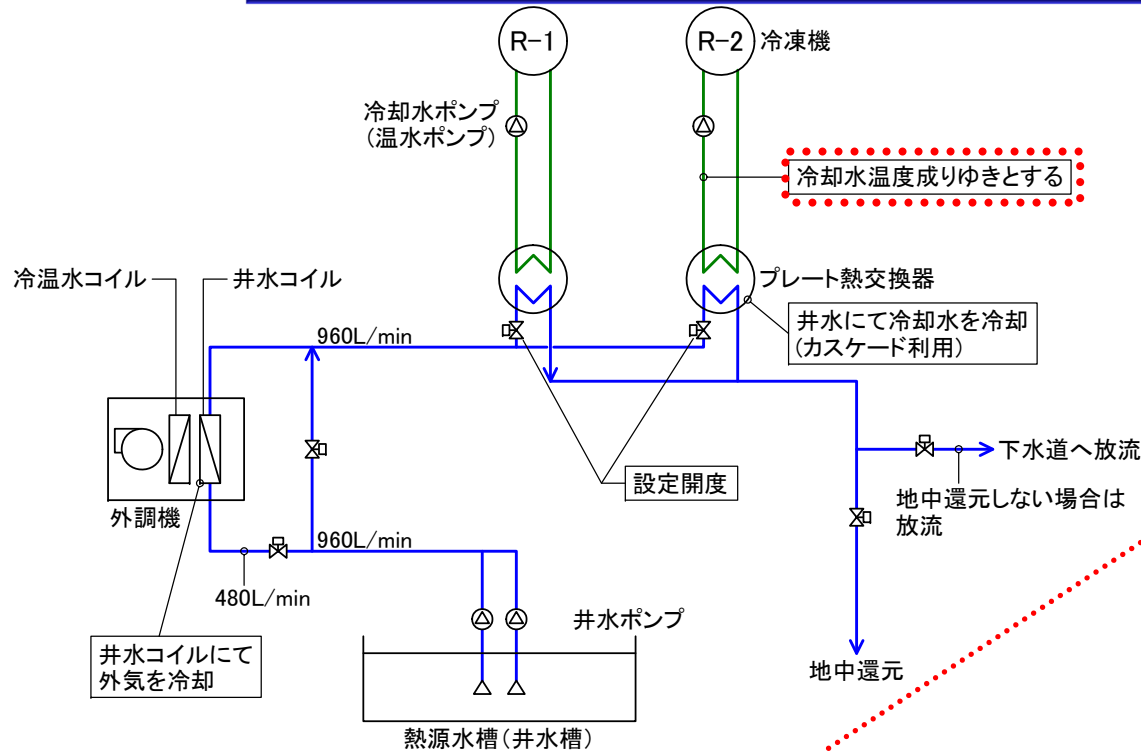
### ■各運転パターン

	外調機井水コイル利用 (カスケード利用)	外調機井水コイル停止 (バイパス)
節水モード	パターンA	パターンC (未実施)
省エネモード	パターンB	パターンD



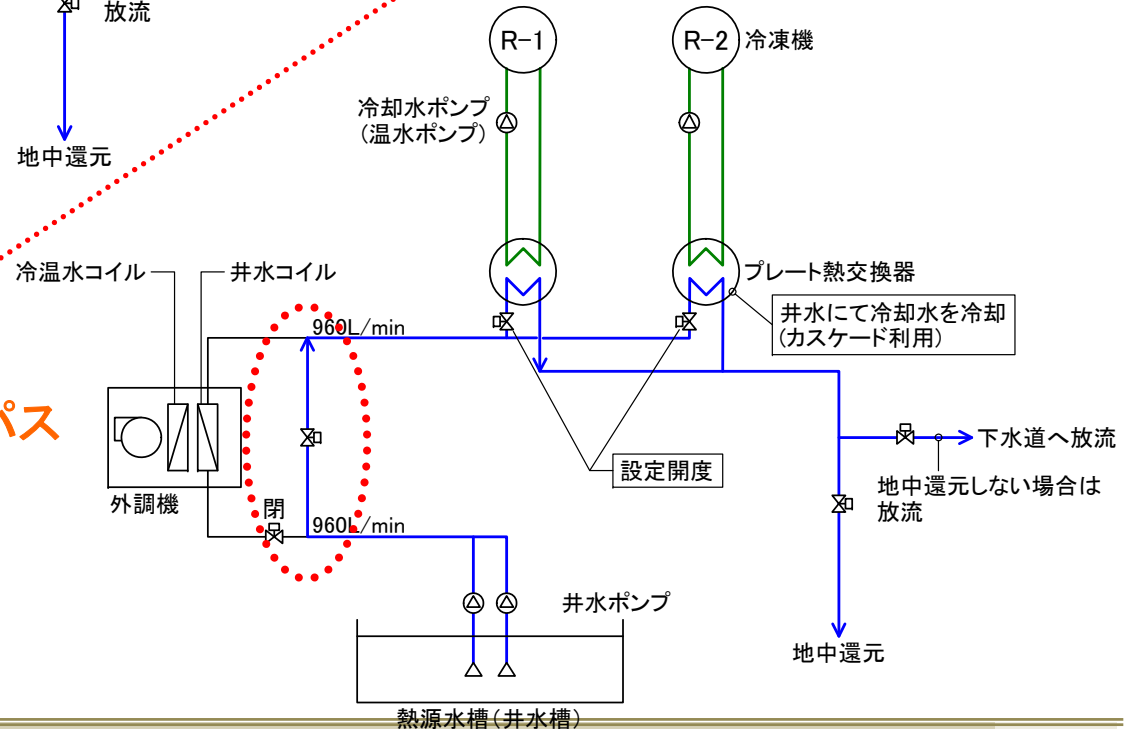
**パターンA: 節水・カスケード**  
(外調機＋井水コイル利用  
・2009年度運用)

# 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価



**パターンB: 省エネ・カスケード**  
 (外調機 + 井水コイル利用  
 : 2010年度試験)  
 暖房時パターンB":  
 コイル間加湿停止

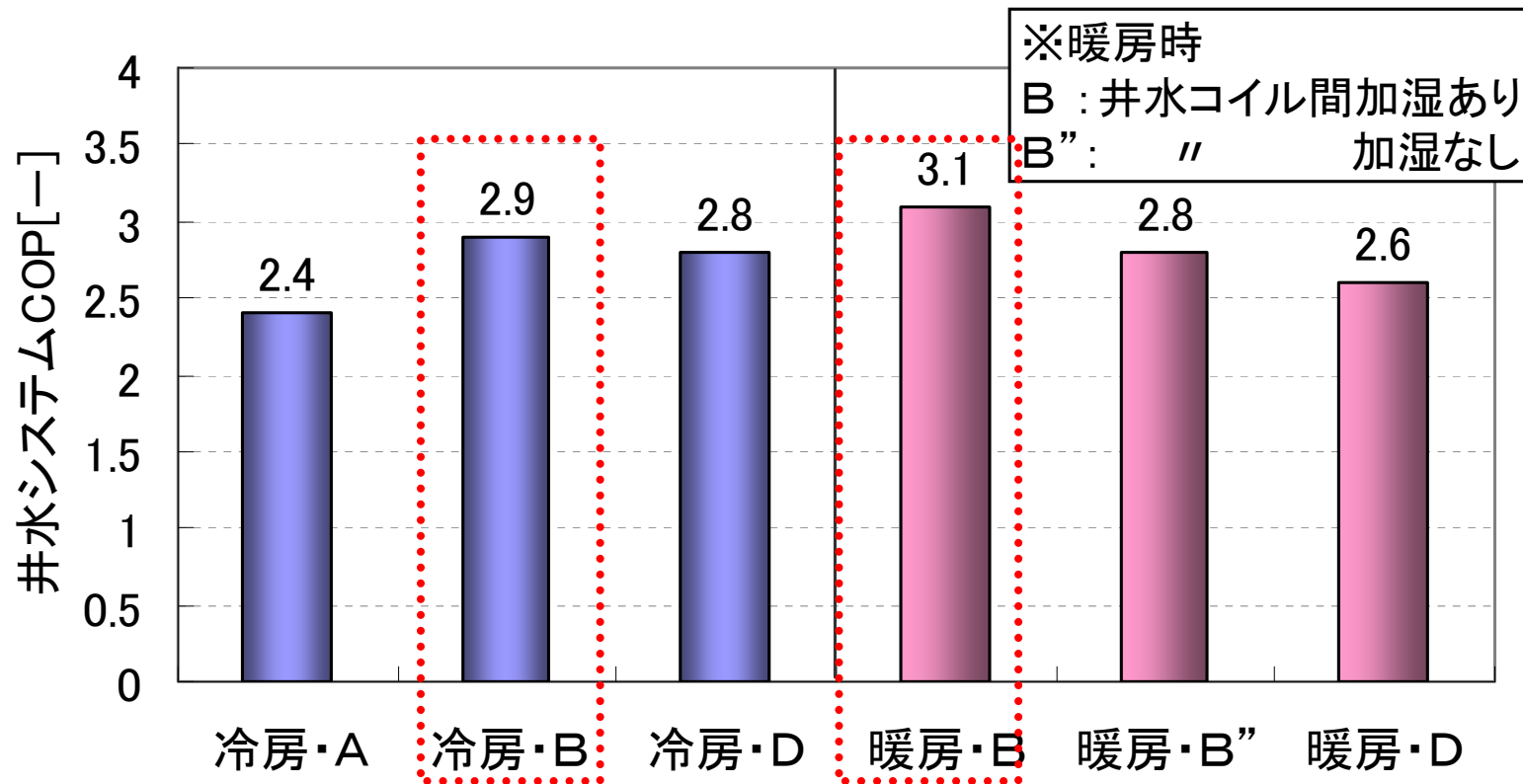
**パターンD: 省エネ・井水コイルバイパス**  
 (外調機 + 井水コイル停止:  
 2010年度試験運用)



## 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

### ●井水による外気処理とカスケード利用の評価結果

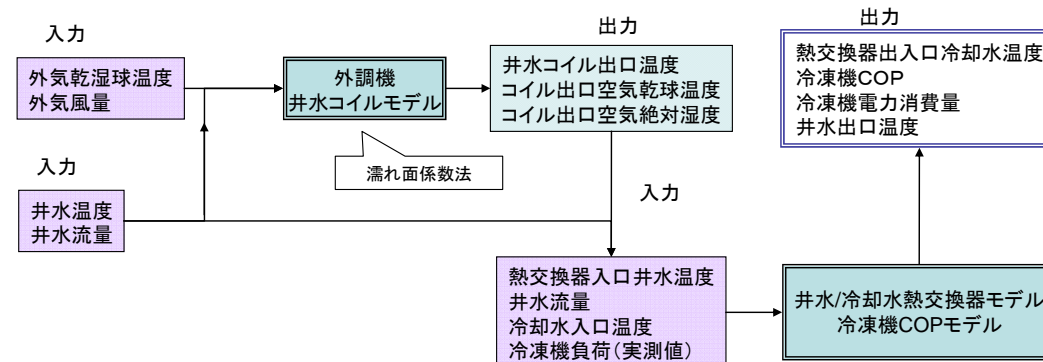
- ・冷房時・暖房時ともに **パターンBの省エネモード+井水カスケード利用** の場合がもっとも効率が良いことを確認
- ・省エネモードにおいても汲み上げた井水は全量還元可能  
⇒検証以降はパターンBを基本運転パターンとして運用



## 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

### ● 井水コイル利用による電力削減効果のシミュレーション

- 外調機および熱源システムについてシミュレーションプログラムを作成。

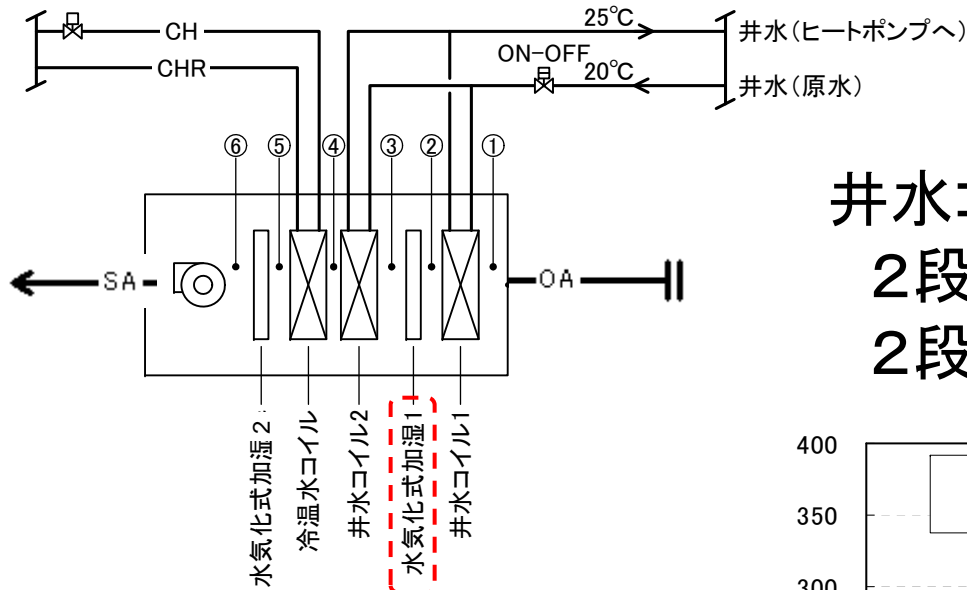


- 実測熱負荷を入力として、パターンを変更した場合のエネルギー消費量を算定。削減量は2.9～6.0%の削減と試算。運転モード比較運用の実測値(BおよびDモード)とほぼ一致

	①熱負荷低減量 [MJ]	②電力消費量削減量 [kWh]	③熱源システム電力 消費量実測値[kWh]	④井水コイル運用による 電力削減効果 ②÷③
7月12日	3,102	73	1,198	6.0%
7月13日	2,969	64	2,223	2.9%
7月14日	3,118	61	1,899	3.2%
7月15日	3,150	63	1,997	3.2%
7月16日	3,243	67	2,019	3.3%

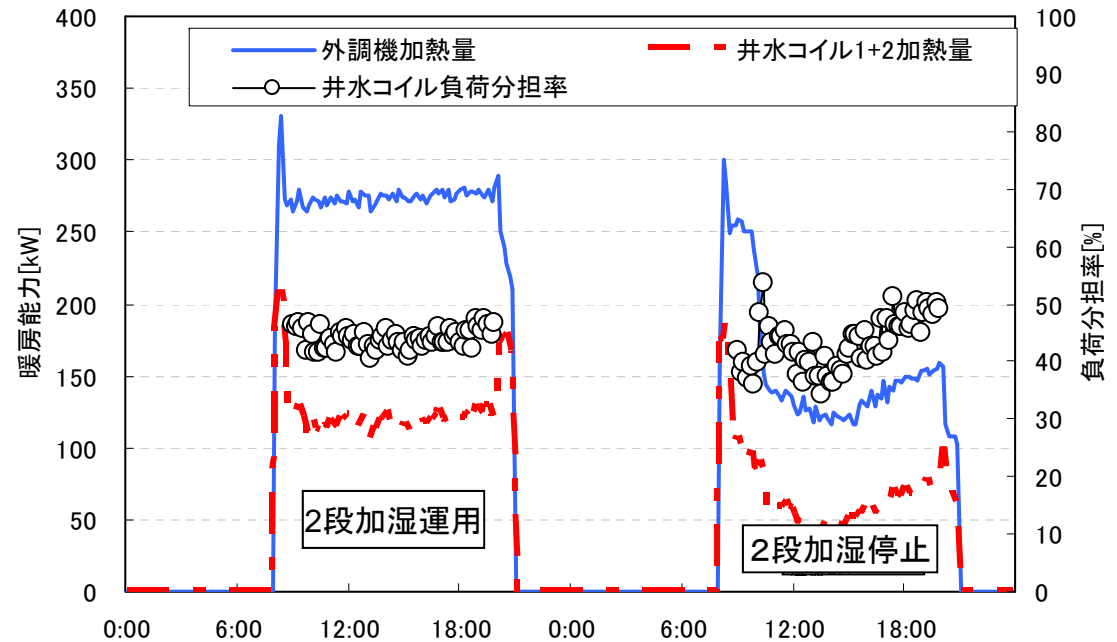
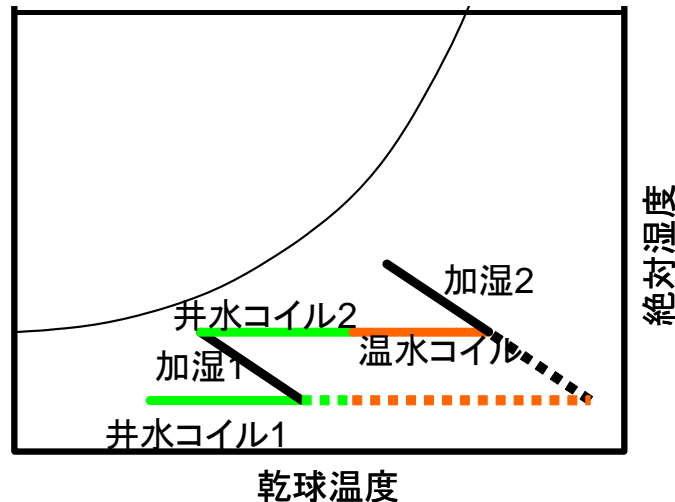
# 4. 運用段階におけるシステムの性能検証・評価

## ● 2段加湿(水加湿による冷却)による井水コイル加熱量評価



### 井水コイル加熱量

2段加湿運用時・・・2,781MJ/日 (1.9倍)  
 2段加湿停止時・・・1,490MJ/日

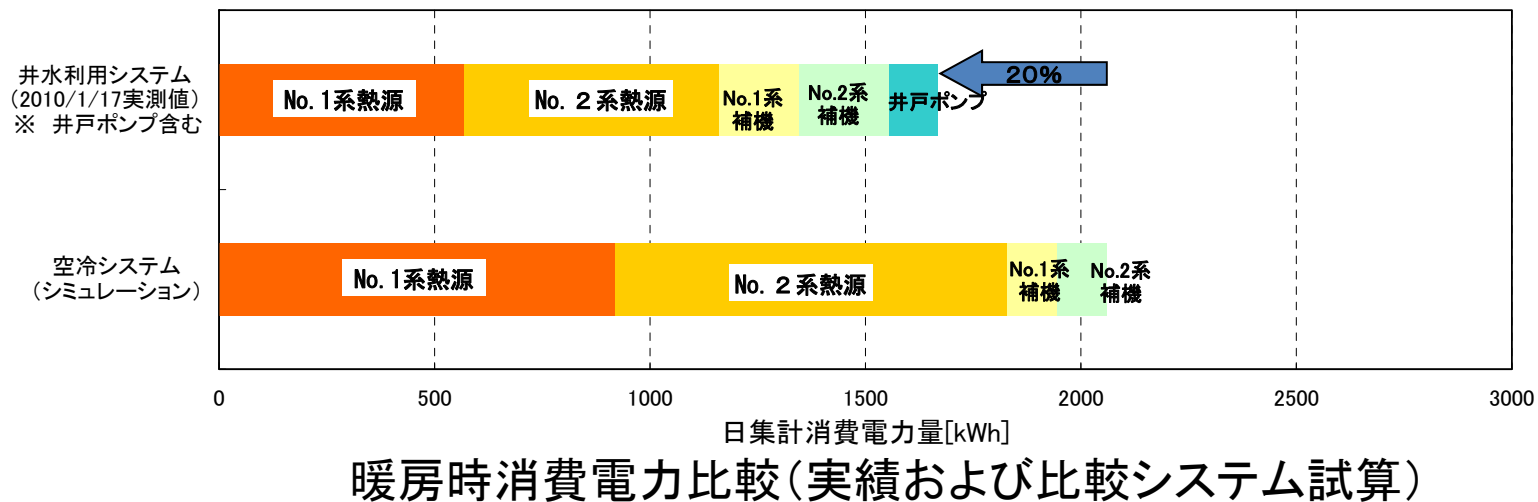
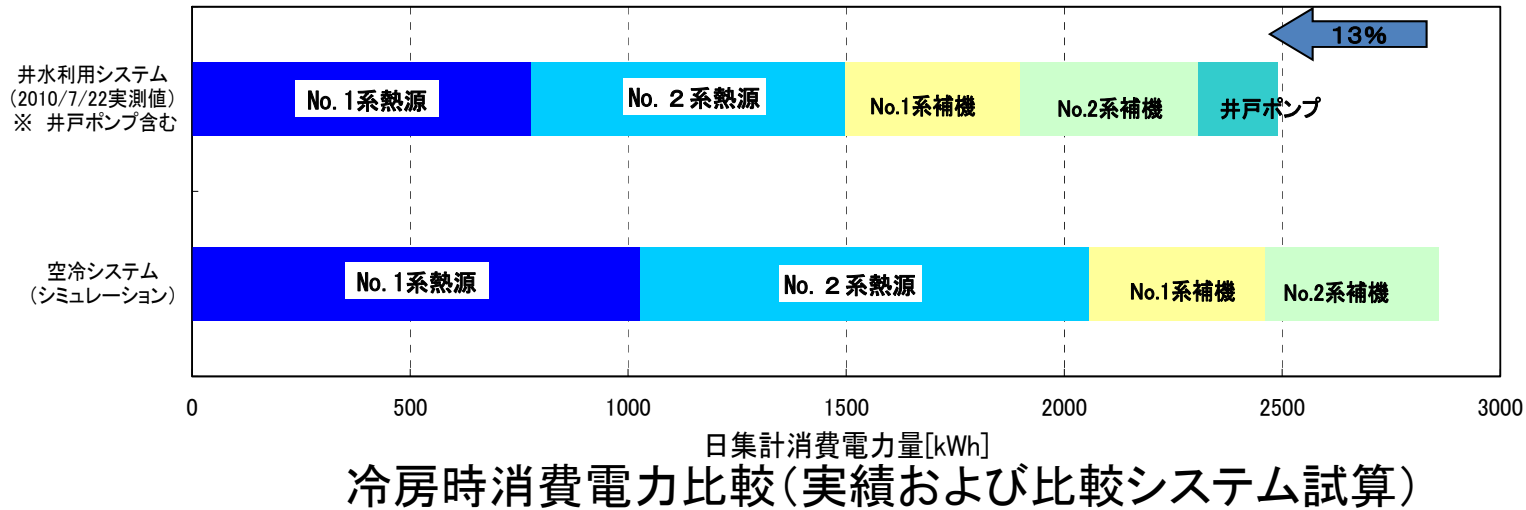


## 5. 井水利用省エネルギー効果の推定



# 5. 井水利用省エネルギー効果の推定

● 井水利用システムを利用した場合、  
冷房時で13%、暖房時20%の省エネ効果が見込まれる。





## 6. まとめ

## 6. まとめ

- 蓄熱システム＋井水カスケード利用による井水大温度差システムにより電力及び井水の負荷平準化を実現した。
- 井水の負荷平準化により還元井戸のオーバーフローを解消し、全量還元が可能となった。
- 井水の外調機利用及びカスケード利用の組合せの検証により、最も省エネルギーな井水運転モードを特定した。
- 2段加湿方式の採用により、井水コイルにおいて暖房時に高い加熱能力を得ることができた。
- 施工段階からLCEMによる熱源システムの性能検証・評価を行い、適正運用方法の考察にも活用した。



**ご清聴ありがとうございました**