

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—



立命館大学の省エネ推進のための コミッショニング活用

平成25年 7月30日(火)
於:武庫川女子大学 甲子園会館

米川 義人(立命館大学 BSCA賛助会員)

松下 直幹(アレフネット 登録CxTE)



本日の発表内容

1. 立命館大学のCxを活用した省エネ対策の 取組みについて

学校法人立命館 財務部管財課 米川義人
(BSCA賛助会員)

2. Cxを活用した省エネ対策の実施事例

株式会社アレフネット 松下直幹
(BSCA賛助会員、登録CxTE)

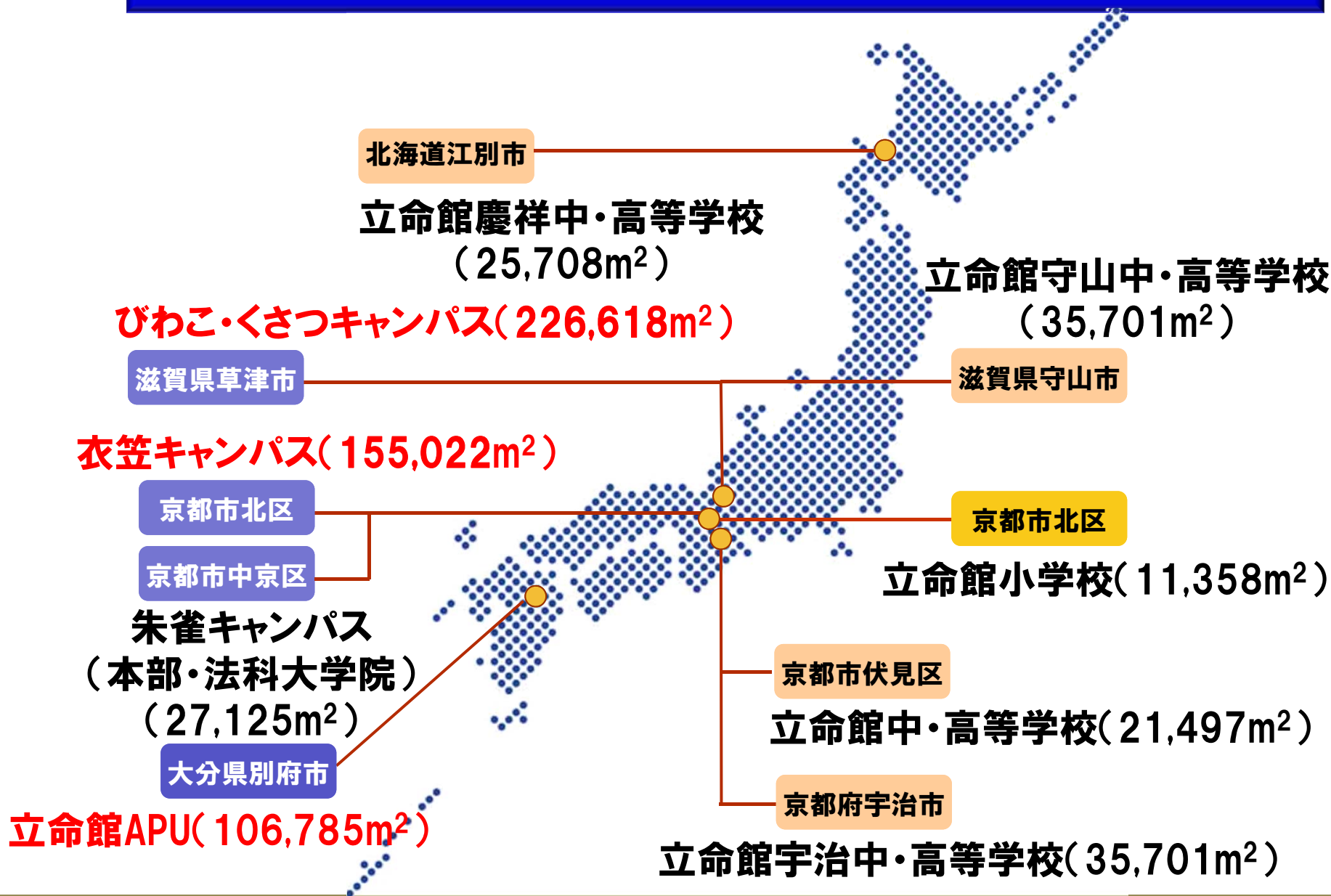


立命館大学のCxを活用した省エネ対策の取組み

立命館大学財務部管財課 米川義人（BSCA賛助会員）



立命館大学 キャンパスロケーション



1) 全学BEMS整備(2003～2007年)

- 全キャンパスの中央監視システムに、
BEMS(エネルギー管理システム)を追加設置
- 全学を広域ネットワークで接続し、BEMSデータ管理
 - 中央監視・BEMS設置業者(アレフネット)保守網経由で、
データ取得可能
 - アレフネットにデータ管理業務委託

2) 2006年～ Cx活用の省エネ対策

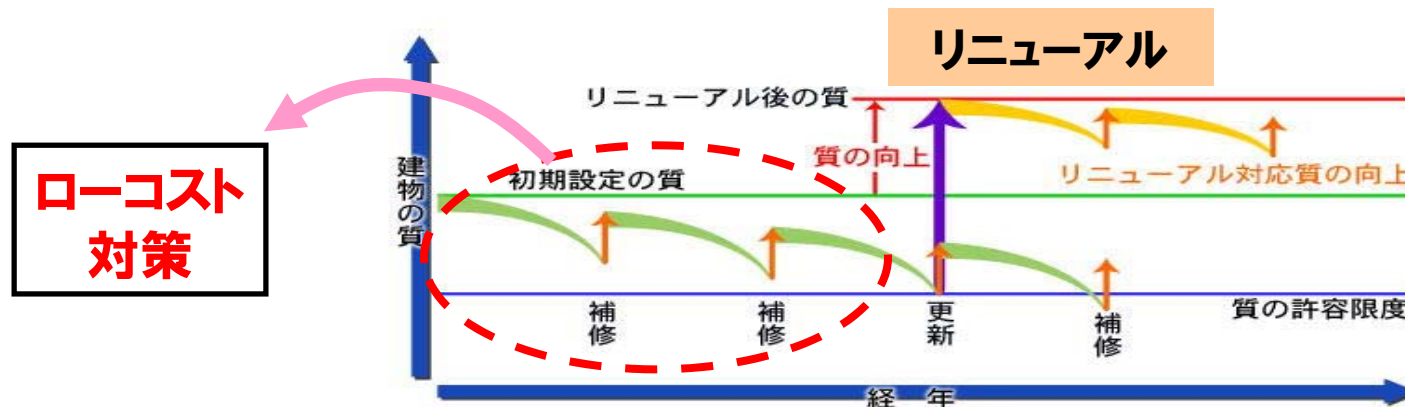
- この時期から**BEMSデータを活用した省エネ対策を実施**
 - … Cxという言葉は認識せずに、実質的にCxを実施していた
- 2012年に、賛助会員として入会

1) ローコスト省エネ対策

- **運用改善(設定チューニング)、制御改善**を主体とした省エネ対策
- **投資対効果を4年以内が目安**
- **レトロコミッショニング + 継続コミッショニング**

2) 老朽化更新に伴う省エネ対策

- 単純に、同能力・同機種への更新としない
- 老朽化更新時の適正な設備容量・機種・制御法を総合的に検討
- **既存機能性能検証付入札仕様書業務委託**
- **更新後は、イニシャルコミッショニングを実施を義務付ける**



【ターゲット】

- エネルギー消費量の高い建物
- 制御改善, 制御設定チューニング等で省エネ効果が期待できる建物
= 投資対効果が高い

【実施前】

- 提案書の提出
 - 改善計画
 - 省エネ量の数値化
 - 投資対効果の提示

【実施後】

- 効果検証（イニシャルコミッショニング 3年）義務付け

➤ 既存機性能検証付入札仕様書作成 業務委託発注実施 【発注仕様書(抜粋)】

1. 適用範囲

この仕様書は、「立命館大学〇〇キャンパス △△棟の空調設備更新工事 入札仕様書作成業務」の委託に適用する。

2. 委託目的

計画する空調設備改修工事を単なる老朽化による取替えではなく、省エネルギーを意識した計画の提示を施工業者に要求する内容の入札仕様書の作成が本委託業務の目的である。

3. 委託業務内容

〇〇キャンパス△△棟の空調設備改修工事を2.の目的に従う入札仕様書とその工事予算見積の作成を以下に示す事項に配慮して行う。

- 1) 既存空調設備の運用分析を行い、省エネを配慮した室外機機器容量、室内機系統などの改修工事指針をまとめること。
- 2) 監視・制御・計測について、明確な仕様としてまとめること。
- 3) 工事竣工後の省エネ効果を把握するために、受注者に対してコミッションング業務(イニシャルCx)を求める。その際、その実施レベルとともに記載すること。

Cxを活用した省エネ対策の実施事例

アレフネット 松下直幹（賛助会員、登録CxTE）



立命館大学で実施した当社の省エネ対策業務

➤ ローコスト省エネ対策 業務(2007年から8件受注)

- ・ 中央熱源システム : 6件
- ・ 個別分散空調システム : 2件

➡ 制御改良が中心、投資最大:1800万円/1件、回収年数:4年以内

➤ 機能性能検証付入札仕様書作成業務委託(2012年から4件受注)

【仕様書記載内容】

- ・ 改修対象設備のエネルギー消費・運転分析結果
- ・ その結果を基にした更新推奨案を提示
 - 更新システム・機器、自動制御、監視計測ポイント
 - イニシャルコストと省エネ効果(投資対効果)



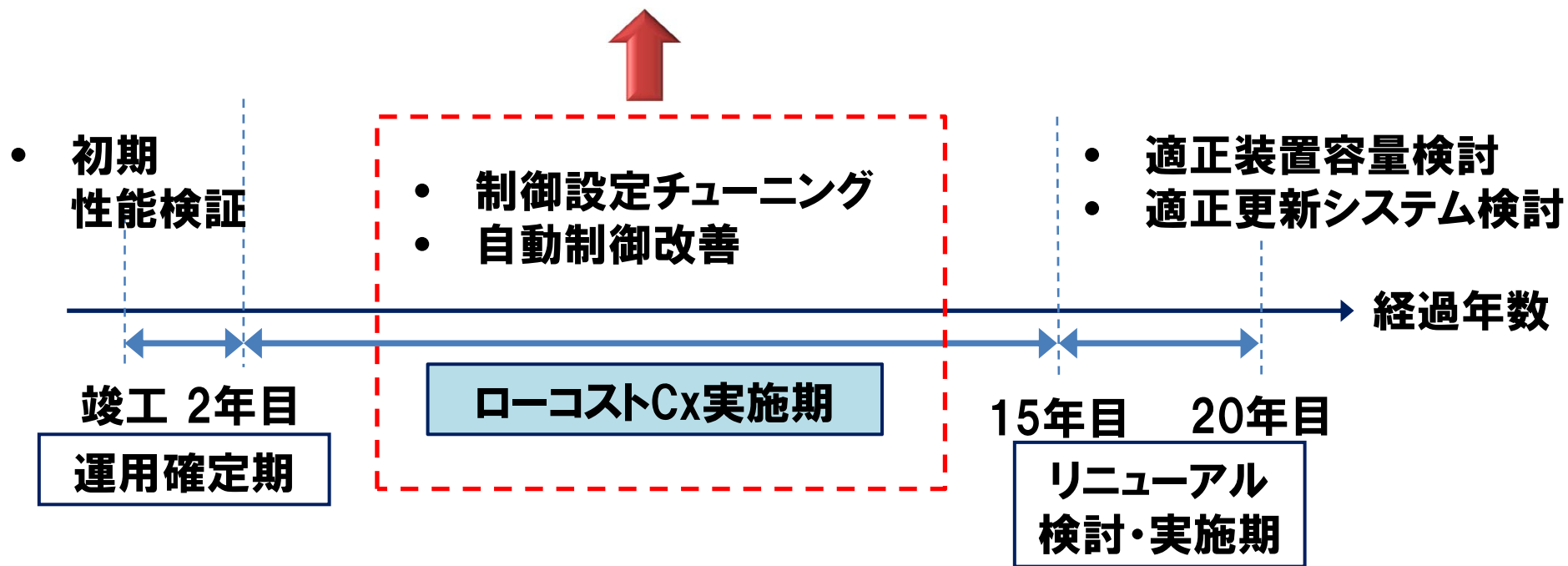
入札参加業者は、これを基に計画し、入札を行う
→ 学校が総合的に判定



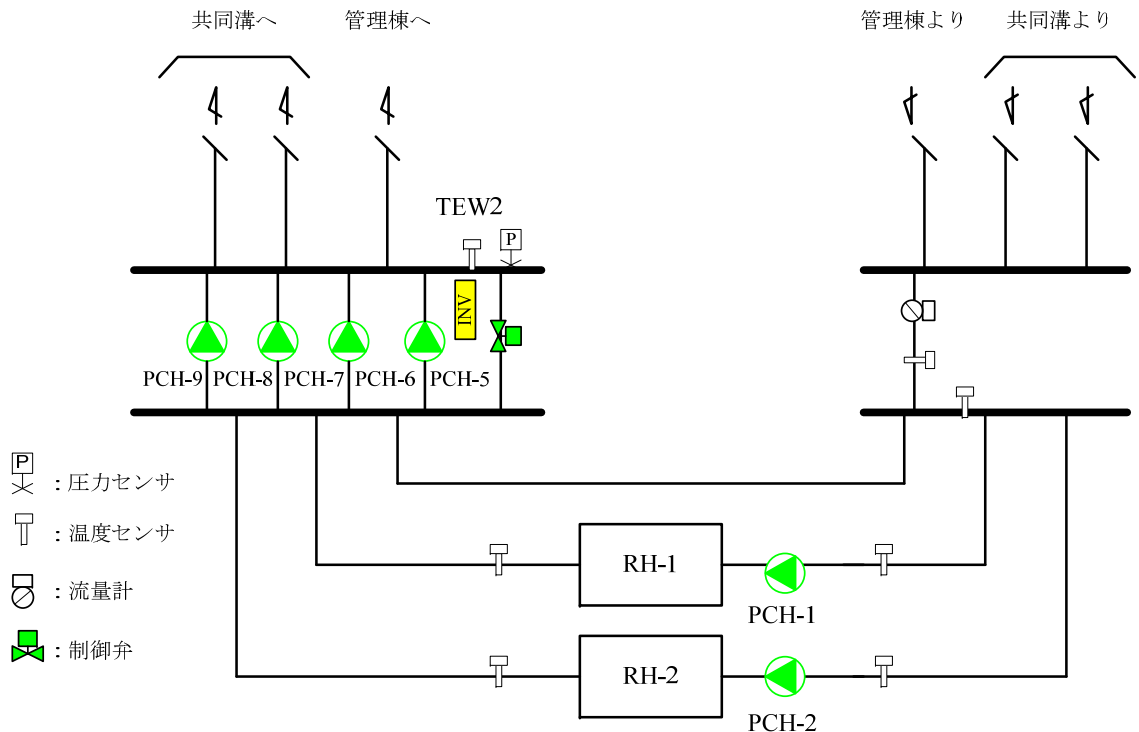
ローコスト省エネ対策

省エネ対策立案の着目点

- 結果的に過大設備となっている既存熱源システムの **部分負荷(低負荷運転)時の運転効率の改善方法**の検討
- 老朽化による更新実施まで、運転分析結果を基に考案した **低コスト対策技術(= 制御改善対策)**を導入



事例 立命館アジア太平洋大学(APU) 2011年実施



**2000年竣工
大分県別府市**



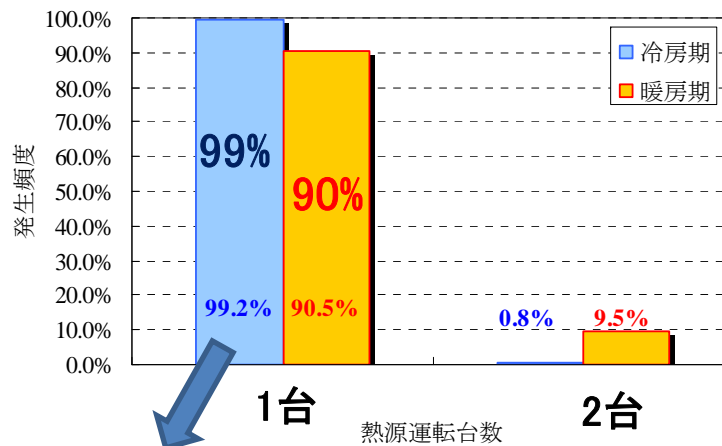
- **ガス吸収冷温水機： 600RT×2台**
 - 冷水1次ポンプ： (30kW・16m・363m³/h) ×2台
 - 冷却水ポンプ： (75kW・30m・531m³/h) ×2台
- **冷水2次ポンプ： (55kW・60m・181m³/h) ×4台**
→ 内、INV 1台

- 【主な制御】**
- 熱源台数制御
 - 二次ポンプ台数制御
 - 送水圧力一定制御
INV制御+圧力逃がし弁

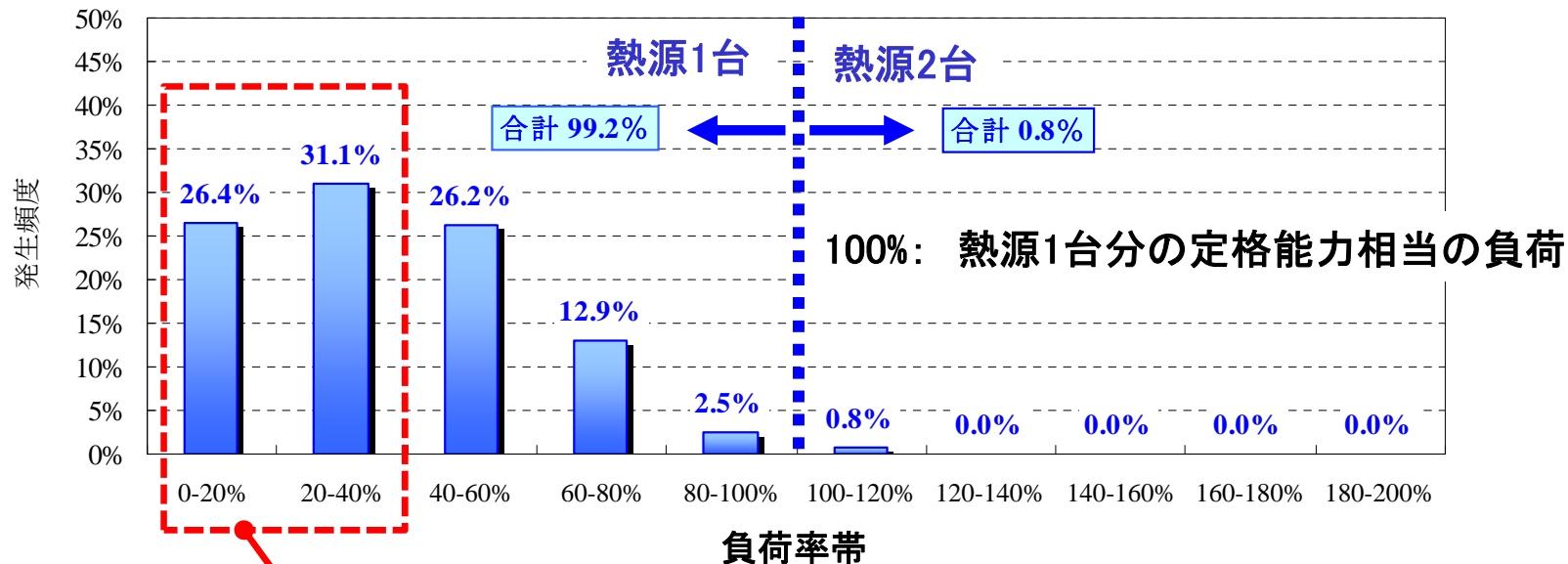
6棟に冷温水を供給

事例 立命館アジア太平洋大学(APU) 運転分析(1)

➤ 熱源運転台数発生頻度



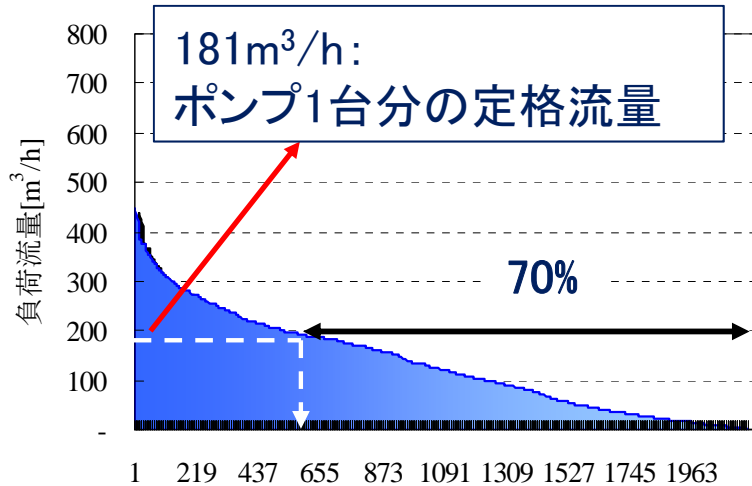
➤ 熱源運転負荷率帯別発生頻度(冷房)



熱源運転負荷率40%以下(低負荷運転)頻度 → 57%

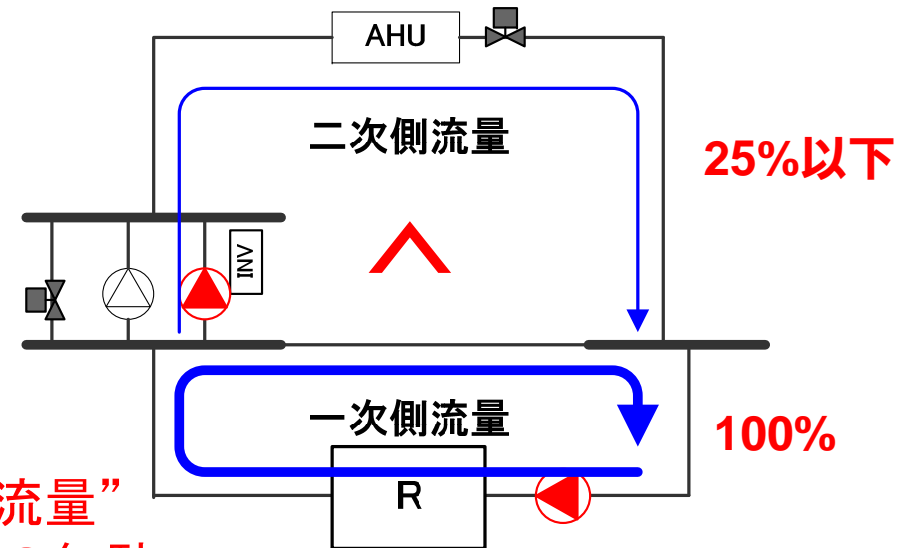
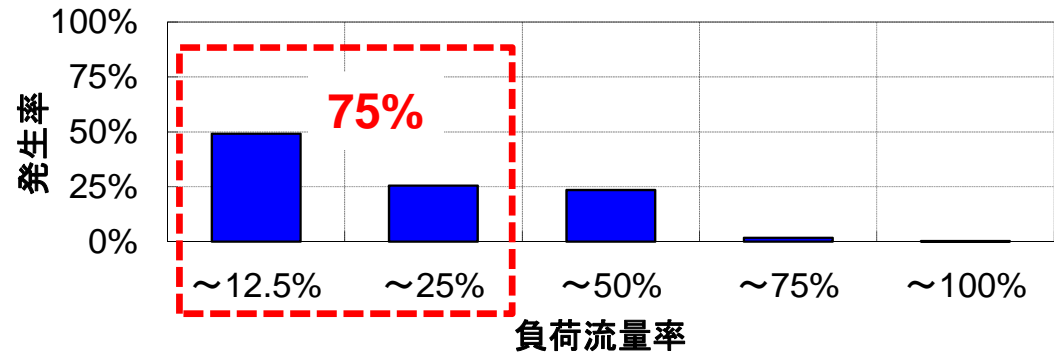
事例 立命館アジア太平洋大学(APU) 運転分析 (2)

➤ 負荷流量の降順分布(冷房)



二次ポンプ1台定格流量以下の発生頻度: 70%

➤ 一次ポンプ定格流量を100%としたときの二次側流量帯別の発生頻度分布(冷房)



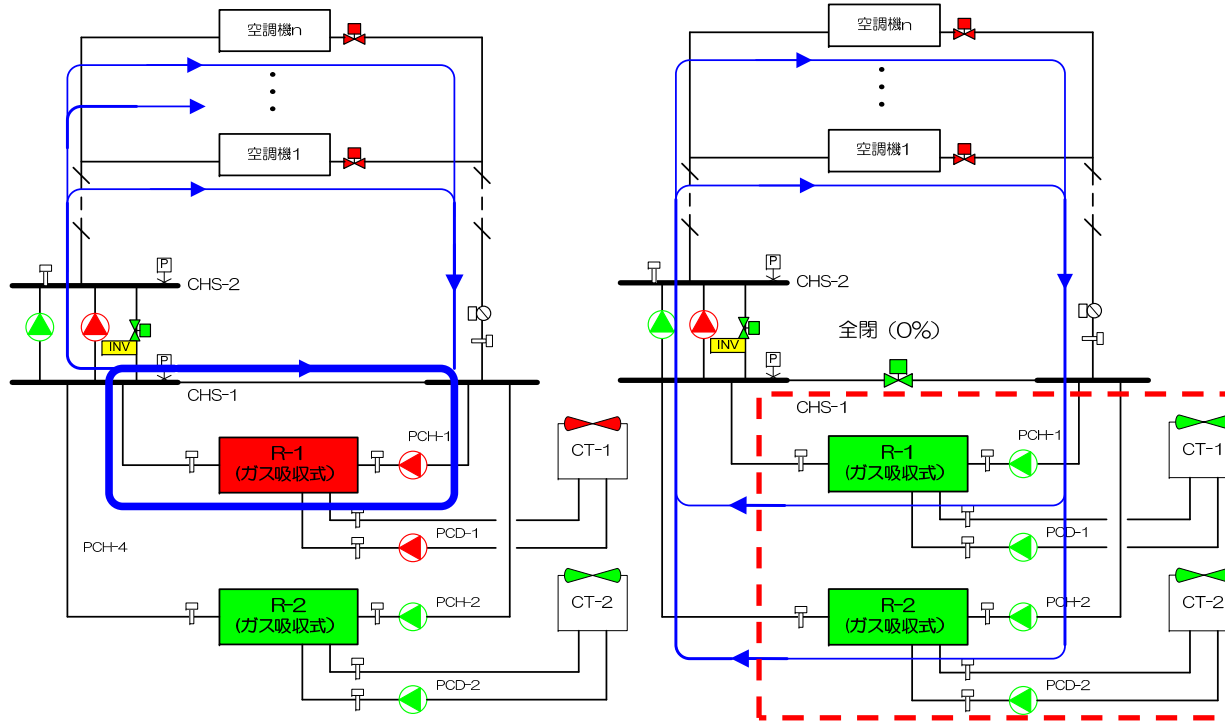
”二次側流量 < 一次側流量”
⇒ 一次ポンプエネルギーの無駄

1次ポンプ定格流量の25%以下の負荷流量発生頻度: 75%

実施対策1：熱源低負荷運転回避制御（1）

【熱源低負荷運転回避制御内容】

→ 低負荷時には熱源運転台数を“0台”とし熱源機と補機類を停止する制御



吸収冷温水機負荷率
20%以下の低負荷運転



ガス燃焼On-Off運転
COP 0.1~0.2(実測)
の非効率運転



低負荷運転回避

【低負荷ベース運転(従来)】

【低負荷時0台運転移行時】

【期待される効果】

- 1) 補機類停止による電力消費量の削減
- 2) 熱源の運転負荷率の向上による効率UP
(熱源低負荷運転回避)

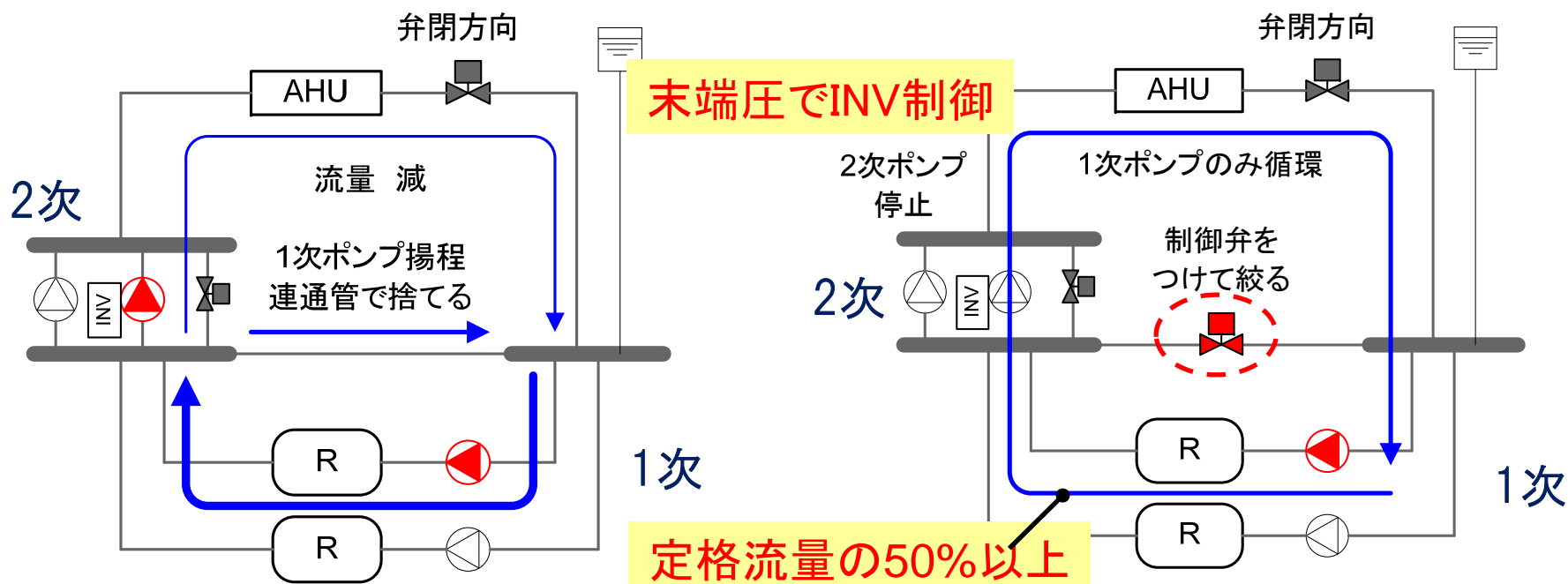


- ・ 低負荷判断方法
- ・ 熱源機の起動・停止方法
がポイント

実施対策2： 一次ポンプ余剰圧力活用制御

【1次ポンプ余剰圧力制御概要】

- 1) 連通管に制御弁(連通管制御弁)を設置
- 2) この制御弁を適切に絞リ, 1次ポンプの余剰圧力を2次側循環に活用
- 3) 1次ポンプ余剰圧の不足分だけを2次ポンプインバータで調整
- 4) 熱源機通過流量は, エラー停止しないように50%以上となるようにする.



【負荷側の要求が小さい場合:通常】

【1次ポンプ圧力の2次側循環活用】

➤ 熱源低負荷運転回避制御導入(熱源0台運転制御)

【期待される効果】

- 熱源一次ポンプ電力消費量削減
- 熱源冷却水ポンプ電力消費量削減
- ガス消費量削減

➤ 一次ポンプ余剰圧力制御導入

【期待される効果】

- 二次ポンプ電力消費量削減

➤ 冷却水ポンプインバータ導入+制御導入

【期待される効果】

- 冷却水ポンプ電力消費量削減



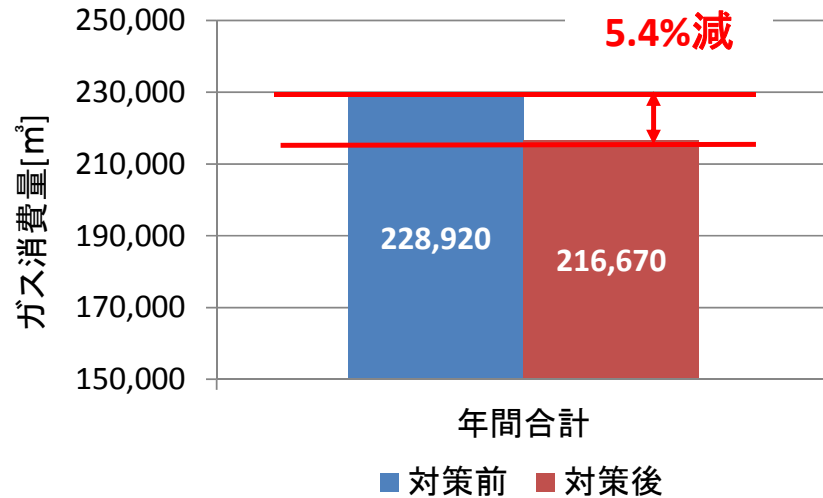
実施検証結果1（エネルギー削減効果）

	消費量 (単位:ガス [m3], 電力 [kWh])		削減量	削減率	削減コスト [円]
	2011年	2012年			
ガス	228,920	216,670	12,250 [m3]	5.4%	1,408,000
電力	388,417	161,097	227,320 [kWh]	58.5%	3,182,000
削減コスト合計					4,590,000

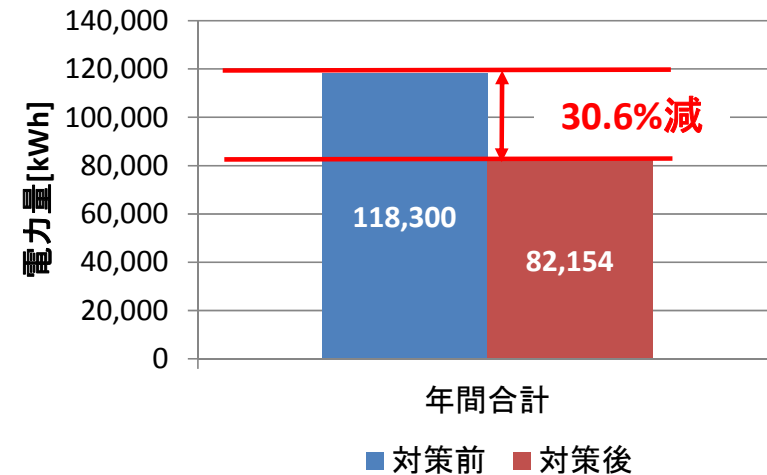
- イニシャルコスト: 1260万円
- 単純償却年数 : 2.75年

実施検証結果2（機器別効果）

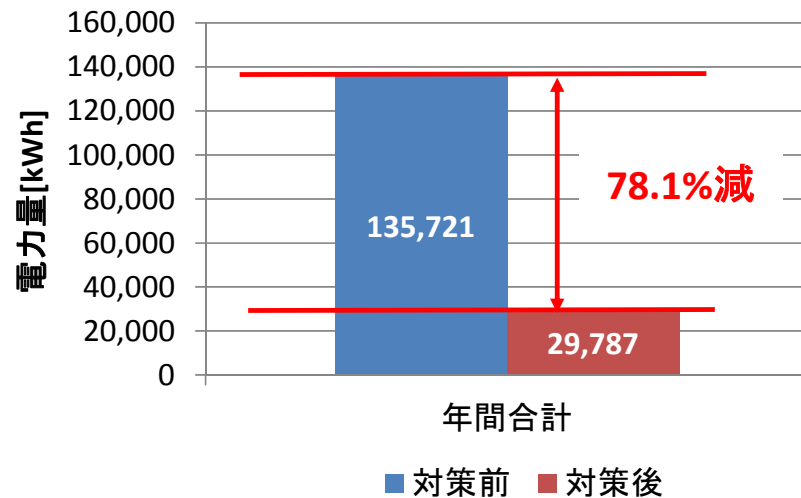
➤ ガス消費量（5.4%減）



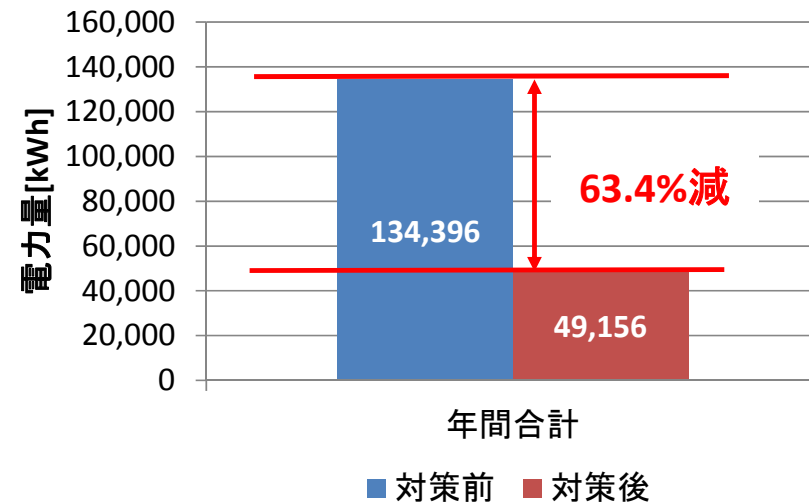
➤ 一次ポンプ電力（30.6%減）



➤ 冷却水ポンプ電力（78.1%減）



➤ 二次ポンプ電力（63.4%減）





機能性能検証付入札仕様書業務委託事例

➤ 個別分散空調システム



1) BKC 多機能セミナーハウス

GHP室外機合計冷房能力 : 1073kW(21台)
 室内機能力合計 : 926kW(138台)

2) BKC 研究棟

GHP室外機合計冷房能力 : 1349kW(30台)
 室内機能力合計 : 1320kW(118台)

3) BKC 産学共同研究棟

EHP室外機合計冷房能力: 452.2kW(12台)
 室内機能力合計 : 450.7kW(32台)



➤ 中央式空調システム

1) 衣笠 明学館 熱源システム更新

空冷ヒートポンプチラー 250kW×2台、ワンポンプシステム



事例：BKC多目的セミナーハウスGHP更新工事

➤ GHP稼働累積時間 ⇒ GHP本体の運転時間カウンタ値

GHP区分	GHPエンジン累積運転時間	
A	10,000時間超	→ 使用頻度「高」
B	5,000時間超, 10,000時間以下	} → 使用頻度「低」
C	5,000時間以下	

➤ GHP稼働率 = 空調用ガスメータ計量値(1時間値) / Σ(GHP定格ガス消費量)
 → GHP運転負荷率の目安とした
 ＊ ガスメータは取引用の空調ガスメータ1個しかない

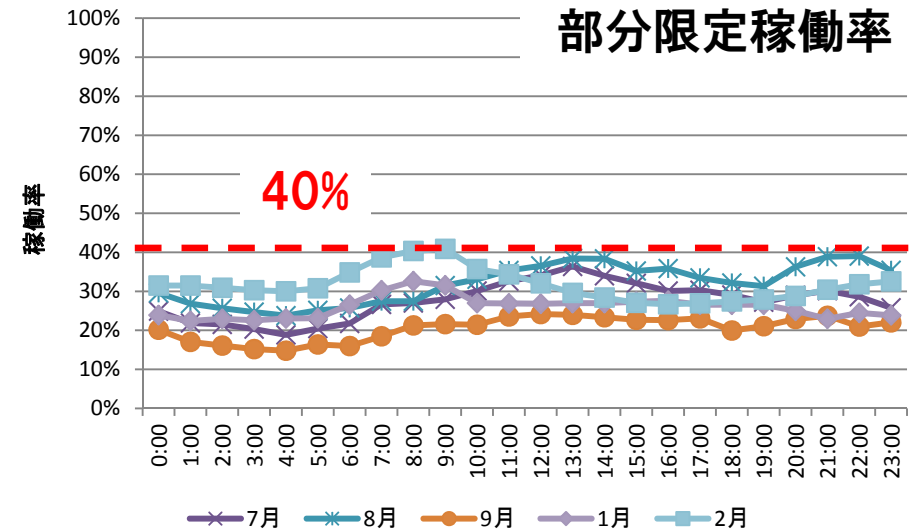
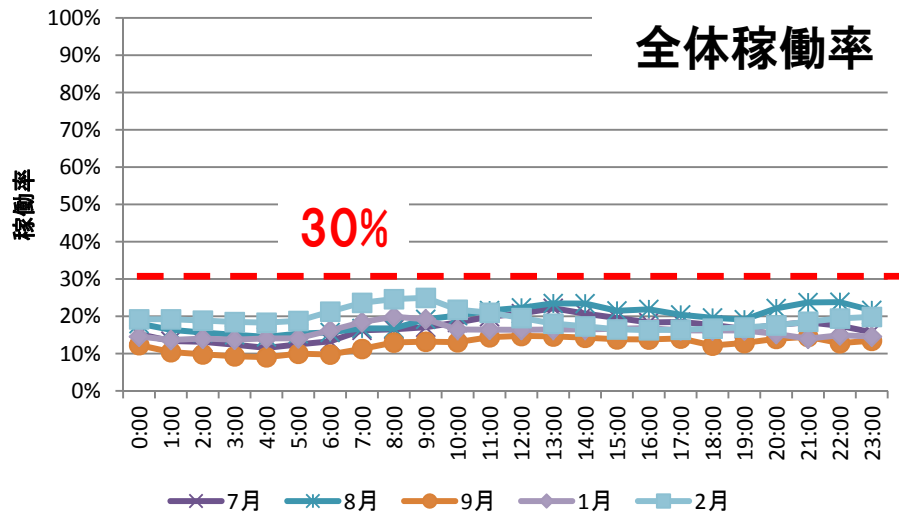
稼働率種類名	分母
全体稼働率	A,B,C全てのGHP (Qall=80.5m ³)
部分限定稼働率	B,CのGHPを除く全GHP(=Qp β =49.08m ³ /h)

運転時間の短いGHPの定格ガス量は、分母に含めない
 → 部分限定稼働率

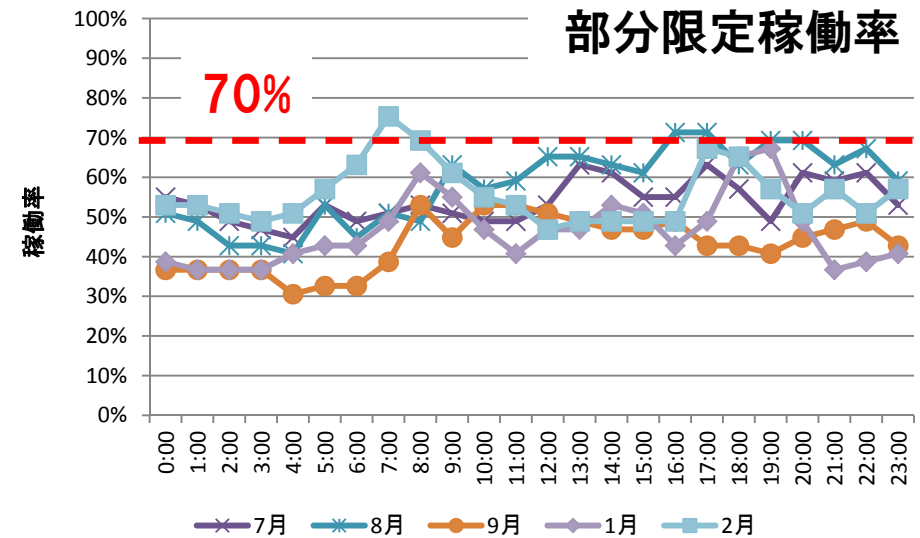
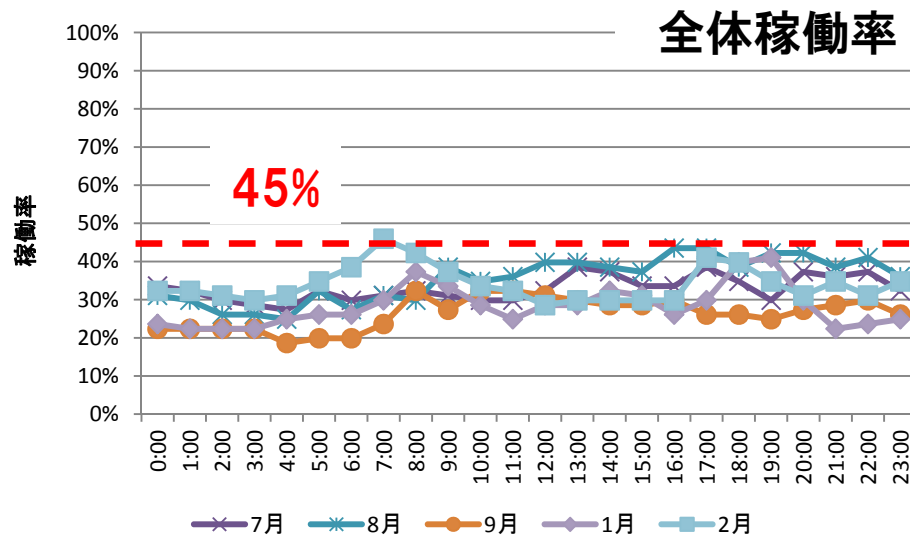


GHP稼働率分析 (FY2011冷房:7・8・9月, 暖房:1・2月)

時刻別月平均

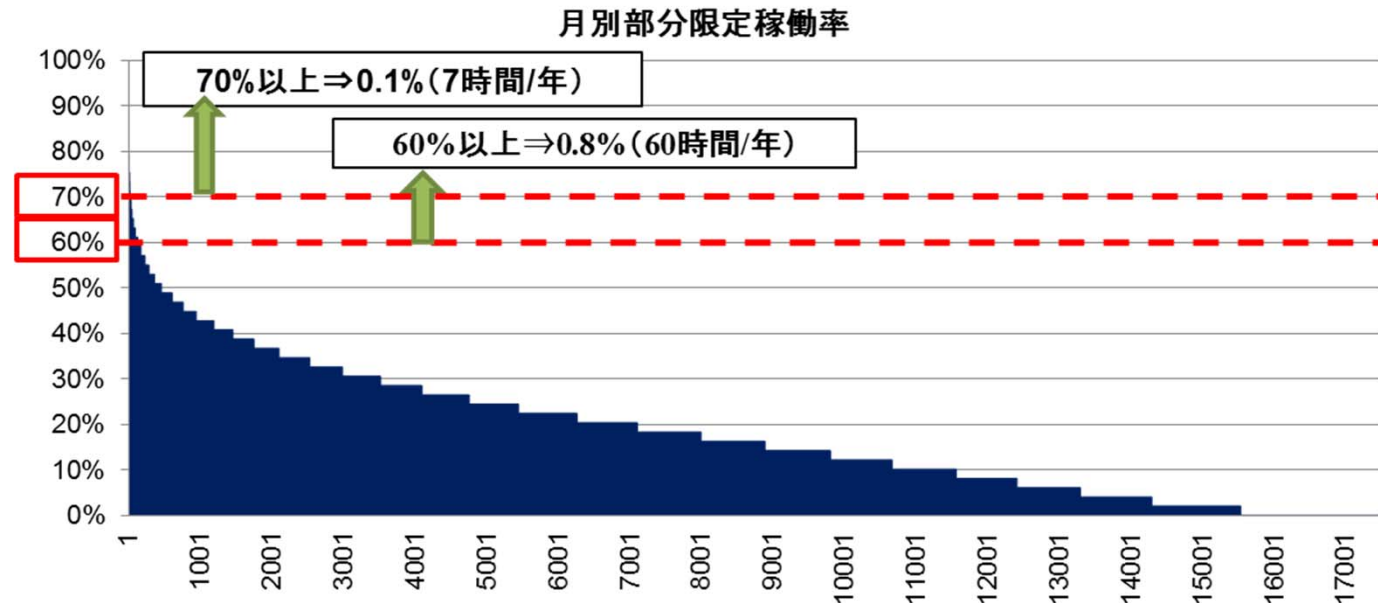


時刻別月最大



2年間(2010・2011年)部分限定稼働率降順分布

➤ 2年間の部分限定稼働率データ(17520時間)の降順分布



- ✓ 稼働率が70%以上となるのは, 2年間で高々0.1%, 7時間/年
60%以上でも0.8%, 60時間/年に過ぎない



室外機能力をダウンサイズすることは可能と判断

➤ 実際のリニューアル計画(GHP)

比較項目	更新前	更新後	増減率
室外機台数	21台	13台	-41%
室外機能力合計	1073kW	762kW	-25%
室内機能力合計	926kW	864kW	-7%

➤ メリット

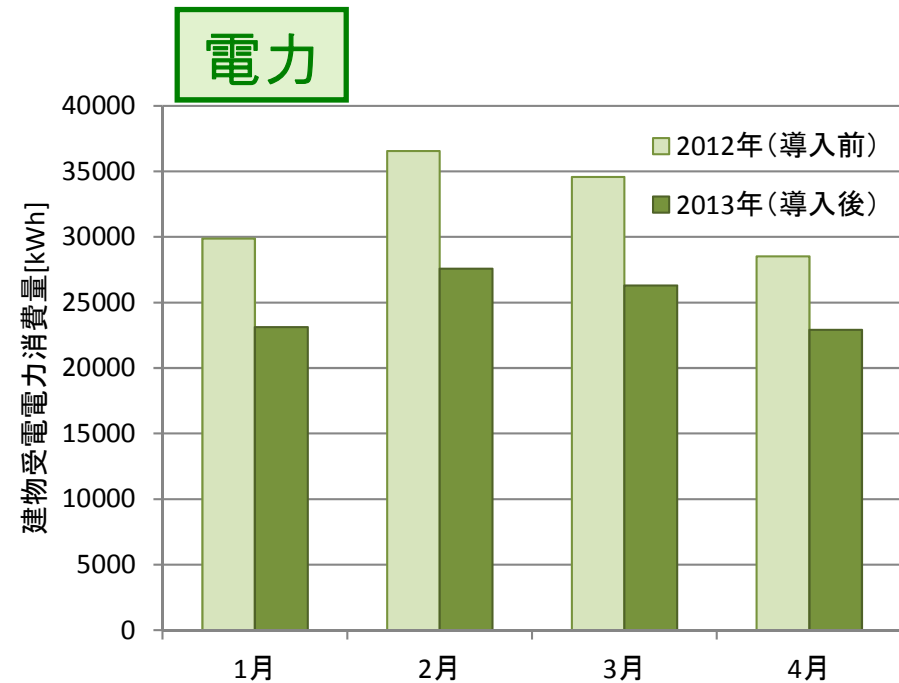
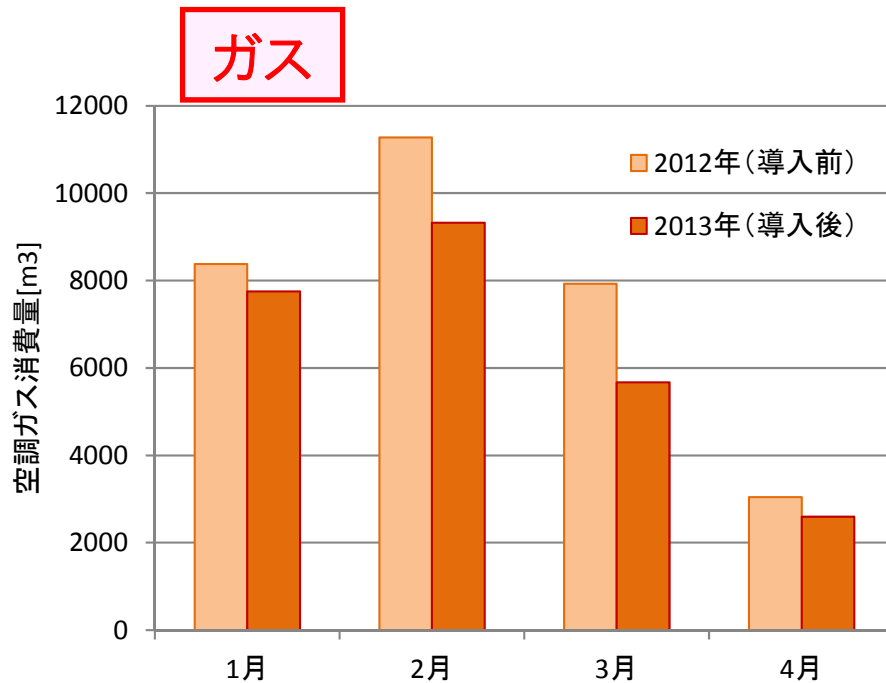
1) GHP台数・容量減(室内機グループ統合し、かつ装置容量低減)

1 + 1 ~~⇒~~ 2 でなく、1.5 など
 → **メンテナンスコスト削減**

2) 室内・室外機の能力比率を低減 ⇒ **GHP室外機の運転効率向上
 (低負荷運転割合の回避)**

⇒ **GHPは低負荷運転が弱い。稼働率を上げる必要があると判断**

➤ 導入前後のガス・電力消費量比較



**機器の性能向上のメリット + 制御導入メリット
(現在、分析中)**

- 立命館大学では、**Cxを活用した省エネ対策**を実施
 - BEMS整備とデータ管理

- ローコスト省エネ対策では、主に**制御・運用改善による対策**を実施
 - BEMSデータを元に、制御手法を考案・実施
 - ・ 低負荷運転回避制御
 - ・ ツーポンプ方式の一次ポンプ余剰圧力活用制御
 - ・ ワンポンプ方式搬送制御
 - など、効果のある方法は水平展開中

- 老朽化更新時の省エネ対策では、**既存性能確認とその結果を基にした計画立案**をする
 - **機能性能確認付入札仕様書作成委託**を実施
 - 更新工事受注業者には、**イニシャルCxを義務付**