

平成25年度 建築基準整備促進事業報告会

調査事項

E5: 特定建築物における省エネルギー措置の維持保全技術  
の明確化と効果検証

# 特定建築物の空気調和設備の維持保全技術の 実態把握と効果検証に関する調査

平成26年4月11日

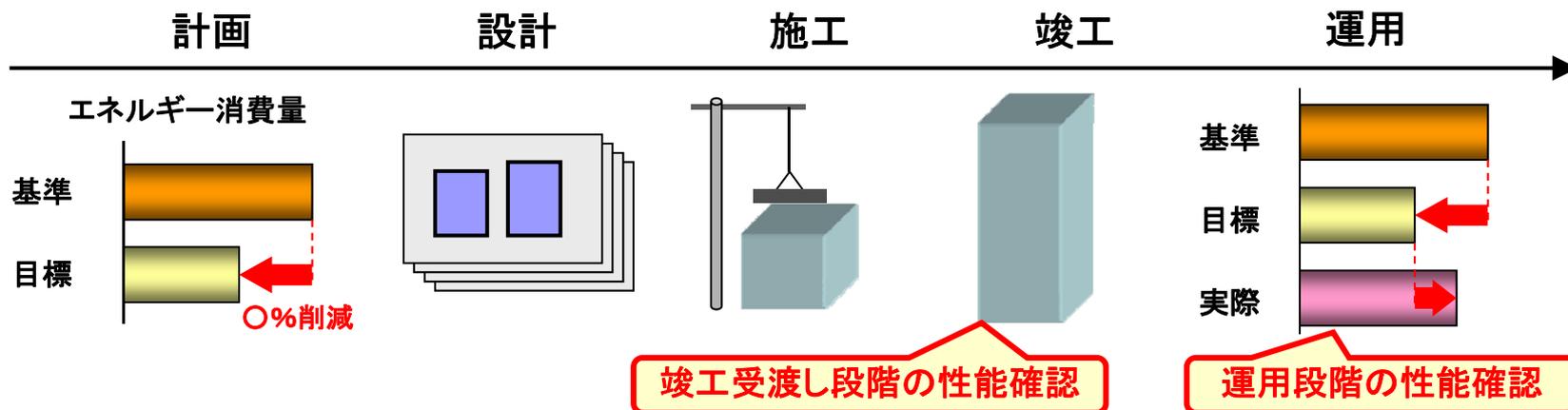
事業主体 (株)日建設計総合研究所

# 1. 調査の背景と目的

- ・ 建物の設備が、長期にわたって設計意図通りに運転されるには、**建物の竣工段階や運用段階で、継続的な性能確認を行うことが重要**である。
- ・ 現状、維持保全に関する定期報告義務が定められているものの、実際に効果を発揮するには、より具体的・定量的な判断基準が求められている。

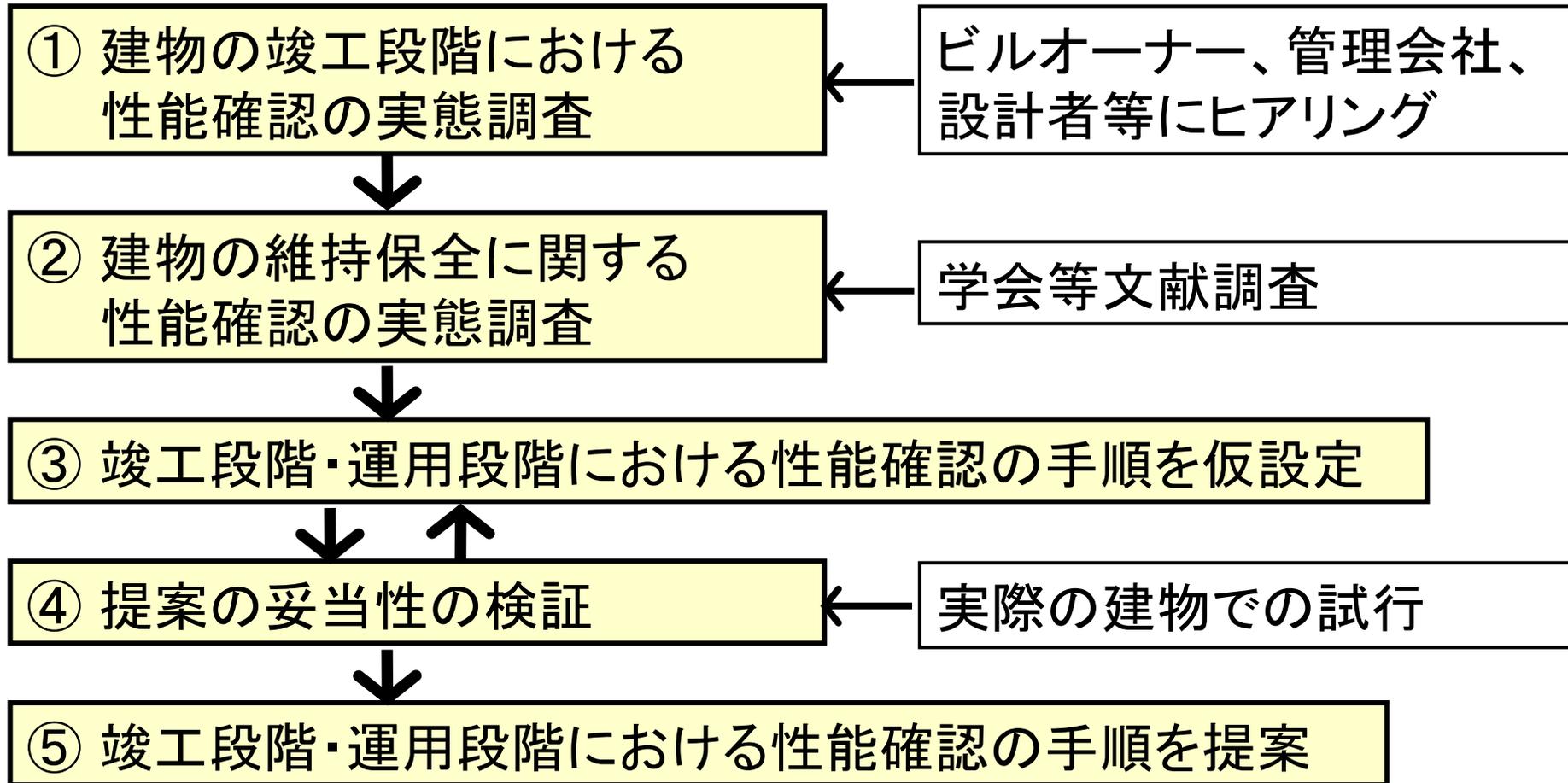


本調査では、建物の各設備が設計意図通りに適切に維持保全されているかを確認するための具体的な手順を明らかにし、所有者の判断の基準の案を作成することを目的とする。



## 2. 調査の手順

性能確認を確実に実行するために、空調設備の制御を中心に、以下の手順で検討を行う。

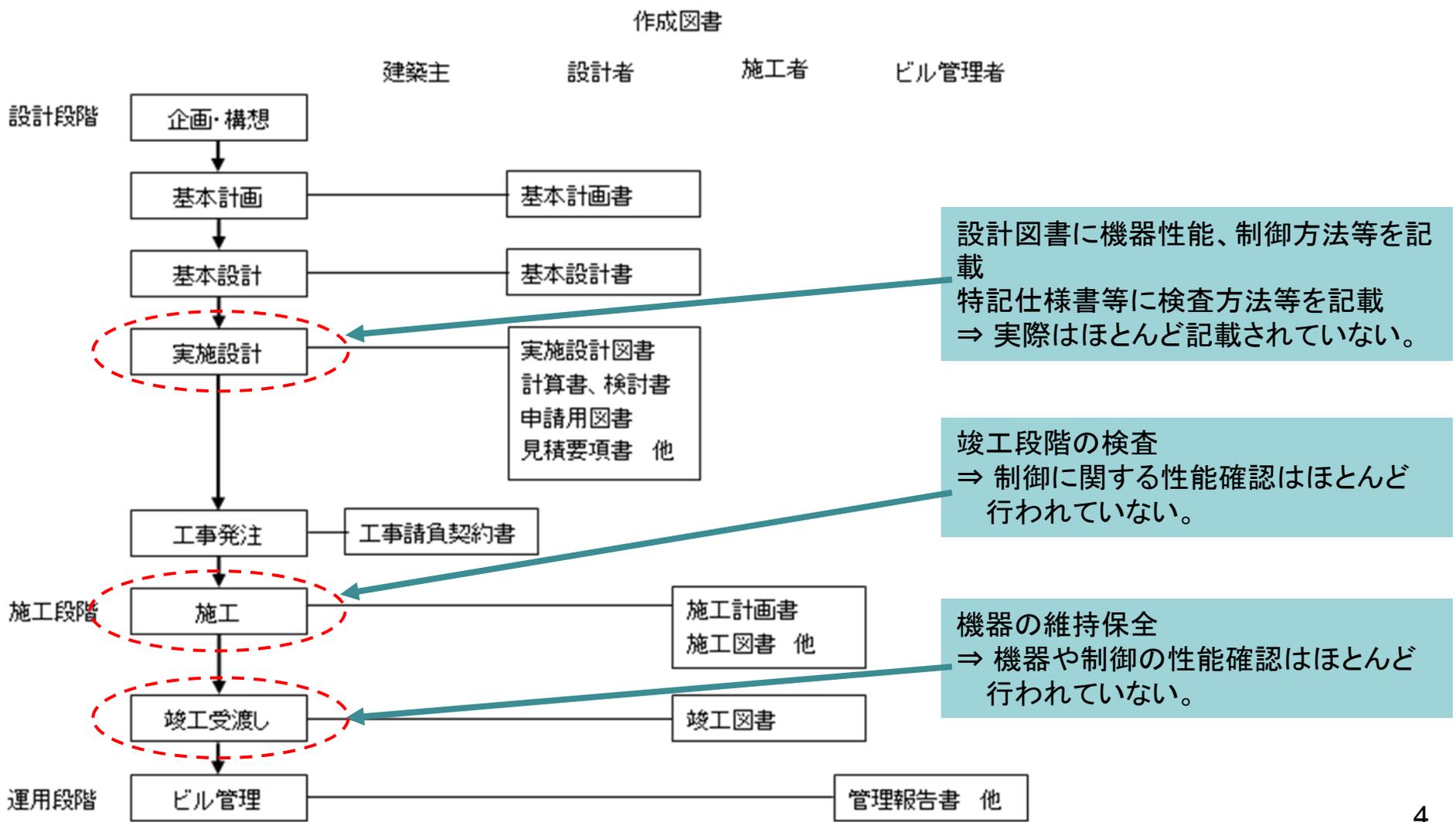


### 3. 建物の竣工検査、維持保全に関する実態調査

# 建物ライフサイクルにおける設計・施工・運用のプロセス

建物ライフサイクルにおける一般的な設計・施工・運用のプロセスを示す。

⇒ **施工・運用段階において機器や制御の性能確認はほとんど行われていない。**



# 設計・施工段階における性能確認実施のための課題

設計・施工段階における性能確認実施のための課題を示す。

段階	課題	解決策
設計段階	機器類の部分負荷特性に関する記載がない。	部分負荷特性はメーカーによって異なるため、施工段階でメーカーが確定した段階で負荷特性の提出を求める。
	自動制御の目標値、パラメータ設定値などの記載がないことが多い。	設計段階で記載できる目標値などは設計図書に記載する。 施工段階の詳細検討が必要なものについては、施工段階で設定する。
	施工段階で、工事施工者が実施すべき性能確認の項目、実施内容などの記載がないことが多い。	設計図書の特記事項に、工事施工者が実施する性能確認を記載する。
施工段階	機器が現場に設置された状態での性能確認が行われないことが多い。	竣工後 1 年間のデータ収集により、設置状態での性能を確認する。
	機器や設備システムの制御が、設計図書や現場での設定値のとおりには作動しているかどうか、確認できないことが多い。	同上

### 3. 建物の竣工検査、維持保全に関する実態調査

## 省エネ管理に関連する建物所有者の義務

ビルの管理項目のうち、省エネ管理に係わる建物所有者の義務の例を示す。

省エネ管理に関わる建物所有者の義務の例(法対応)

項目	① 維持保全状況の定期報告	① 特定事業者の定期報告
対象事業者(事業所)	延床面積300㎡以上の新築・増改築を行った建築物(特定建築物)	エネルギー使用量(原油換算値)1500kL/年以上の事業者(特定事業者)
実施内容	建物の適正な維持保全	管理標準の作成 管理標準に沿ったビル管理の実施
事業者(事業所)の義務	—	管理者等の選任、管理標準の作成とエネルギー管理状況の報告 (努力目標として、エネルギー原単位を年平均1%以上削減)
定期報告の頻度	3年ごと	毎年
届出先	所管行政庁	経済産業局
根拠法・条例	省エネ法第75条	省エネ法第5条、第7条

維持保全状況に関する定期報告(第3号様式、抜粋)

空気調和設備	<input type="checkbox"/> 熱源機器の台数制御	熱源機器の台数制御が正常に作動している	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 蓄熱空調システムにおける熱源機器の作動	蓄熱空調システムにおける熱源機器が正常に作動している	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 冷温水の変流量制御	冷温水の変流量制御が正常に作動している	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 空気調和機の変風量制御	空気調和機の変風量制御が正常に作動している	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 予冷・予熱時外気シャットオフ制御	予冷・予熱時外気シャットオフ制御が正常に作動している(モーターダンパーの作動)	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 最小外気負荷制御	最小外気負荷制御が正常に作動している	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> ヒートポンプ方式の空調機	フィルターに汚れや目詰まりがない	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
冷媒管に液漏れがない		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
吹き出し口から適切な風量がある		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
	温度調節ができる	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	

### 3. 建物の竣工検査、維持保全に関する実態調査

## ヒアリング概要と結果

建物の維持保全に関するヒアリング調査を行った。概要と結果を以下に示す。

概要	調査内容	対と象	回答
エネルギー管理に関するアンケート	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 設備管理標準の作成方法</li><li>・ ビル管理におけるエネルギー管理の位置づけ</li><li>・ 省エネ目標の設定等</li></ul>	ビル管理会社4社	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 会社単位での管理標準はなく、ビル単位で作成することが多い。</li><li>・ 省エネに関する目標設定や、具体的アクションを起こしている例は少ない。</li><li>・ 東京都の排出量取引制度をきっかけとして、省エネコンサルを始めたビルもある。</li></ul>
維持保全の定期報告に関するアンケート	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 定期報告の作成方法</li><li>・ 登録建築物調査機関の利用</li><li>・ 定期報告の運用方法に関する意見</li></ul>	ビル管理会社11社	<ul style="list-style-type: none"><li>・ IBECのテキスト等を参考に定期報告を作成している。</li><li>・ 登録建築物調査機関を知らないか、利用したことがない。</li><li>・ エネルギー管理の運用が厳格化すると、収益が悪化する恐れがあるが、その一方で新たなビジネスにつながる可能性もある。</li></ul>
その他(ヒアリング)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ エネルギー管理の運用実態等</li></ul>	ビルオーナー ビル管理会社等	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 定期報告の作成は、現状はサービスで行っている。将来厳格化されると、予算要求できる可能性はある。</li><li>・ 中小の管理会社は、自前でエネルギー管理を実施することは難しい。</li><li>・ 中小規模のビルでは、エネルギー管理によるコスト増を管理費に上乗せするのは難しいのでは。</li></ul>

#### 4. 性能確認プロセスの具体化

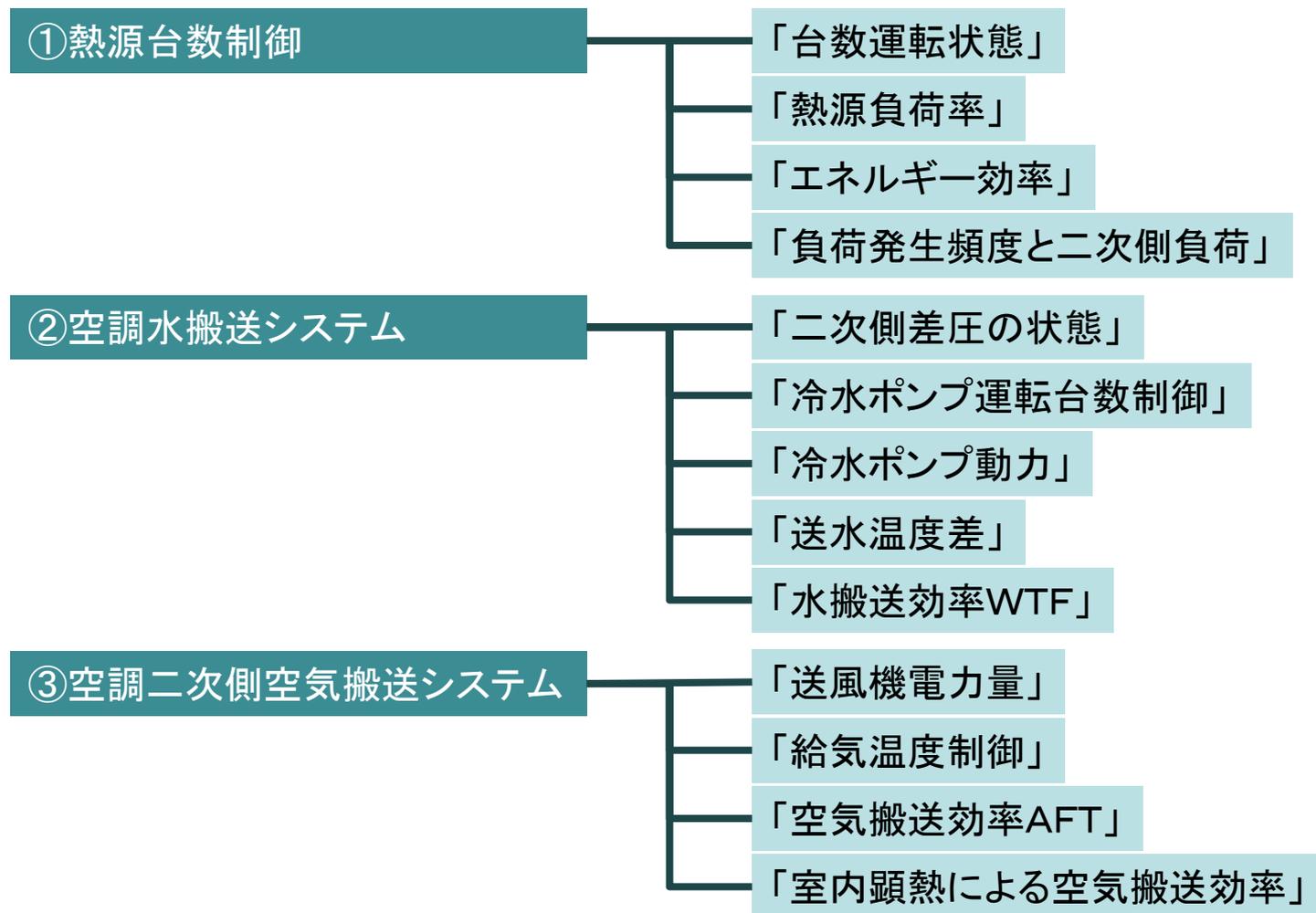
## 建物ライフサイクルにおける性能確認プロセスのあり方

建物ライフサイクルにおける性能確認プロセスのあり方と、実施概要、実施者を以下に示す。

建物 ライフサイクル		性能確認 プロセス(案)	実施概要	実施者	(参考)現状
計画 段階	企画・構想				
	基本計画				
設計 段階	基本設計	① 設計段階 (性能規定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測計量計画の立案、決定</li> <li>発注図書への性能確認方法の記載</li> </ul>	設計者	性能確認に関する記載はほとんどない
	実施設計				
	工事発注				
施工 段階	施工				
	竣工・受渡し	② 竣工受渡し 段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本性能の確認</li> <li>現場での性能確認</li> </ul>	工事施工者 (工事監理者)	制御に関する性能確認はほとんど行われていない
運用 段階	竣工後1年	③ 竣工受渡し 後段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備制御システムの定期的な性能確認</li> </ul>	工事施工者 (工事監理者)	竣工後1年間の性能確認に関する規定がない
	運用	④ 運用段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備制御システムの定期的な性能確認</li> <li>性能向上(オプション)</li> </ul>	建物所有者 ビル管理者 など	機器の維持保全が中心であり、性能確認が行われることは少ない

# 性能確認プロセスの具体化

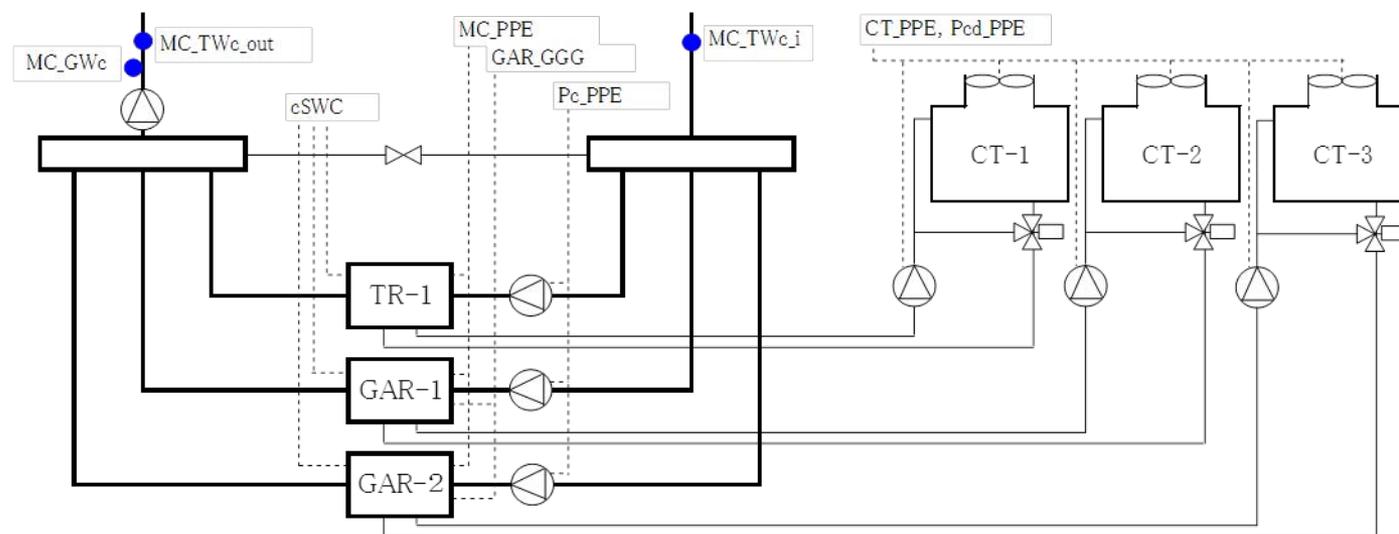
本調査では、下記の性能確認プロセスを具体化した。



# ① 熱源台数制御の性能確認プロセス

## ■ 適用範囲

性能確認範囲を下記に示す。

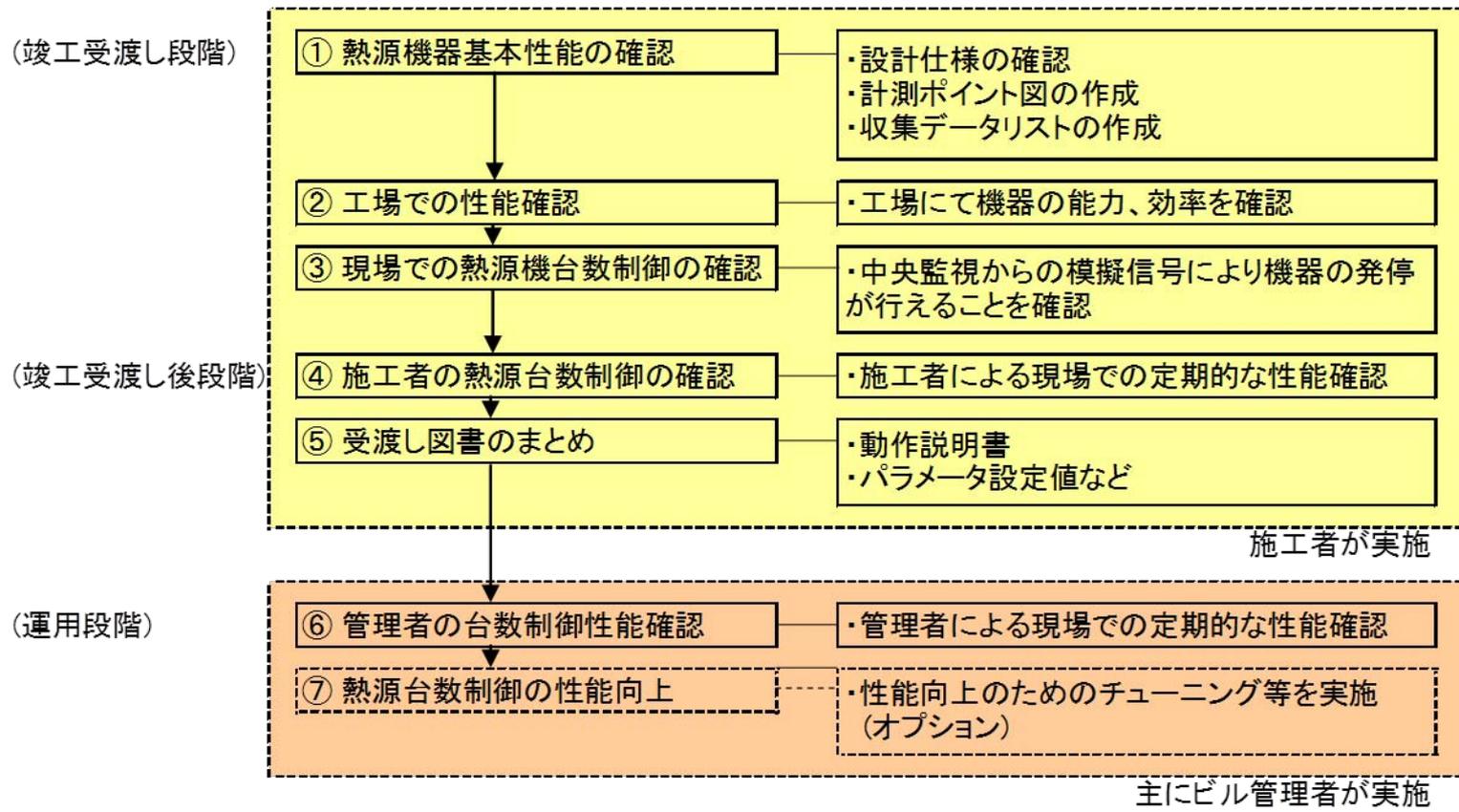


- TR-1 : ターボ冷凍機
- GAR-1,2 : 冷温水発生器
- MC\_TWc : 冷水温度 [°C]  
in, out : 入口, 出口
- MC\_GWc : 冷水流量 [m<sup>3</sup>/h]
- MC\_PPE : 冷凍機全体の電力消費量
- GAR\_GGG : 冷温水発生器全体のガス消費量
- cSWC : 冷凍機発停信号
- Pc\_PPE : 冷水1次ポンプ電力消費量

- CT-1, 2, 3 : 冷却塔
- CT\_PPE : 冷却塔全体の電力消費量
- Pcd\_PPE : 冷却水ポンプ全体の電力消費量

# ① 熱源台数制御の性能確認プロセス

## ■ 性能確認プロセスの概要(フロー)



#### 4. 性能確認プロセスの具体化

### ① 熱源台数制御の性能確認プロセス

性能確認に必要なデータと、分析項目の一覧を示す。

台数制御に関係のあるパラメータの設定値の調査例を示す。設計図や竣工引き渡し資料等より得た情報を集約する。

性能確認データ一覧

分析項目	必要データ								
	冷水流量	冷水往温度	冷水還温度	冷凍機発停信号	冷凍機電力量	冷凍機ガス消費量	冷水ポンプ電力量	冷却水ポンプ電力量	冷却塔電力量
2次側負荷	○	○	○						
冷凍機群負荷率	○	○	○						
冷凍機群SCOP	○	○	○		○	○	○	○	○
冷凍機運転台数				○					

パラメータの設定

機器名称	ターボ冷凍機	メーカー名	???
機器番号	TR-1		
台数	1 台		
冷却能力	1,760 kW	電力消費量	294 kW
定格COP	6.0 (1次エネルギー/2次エネルギー)		
設計値	流量	302 m <sup>3</sup> /h	
	出口水温	7 °C	入口水温
			12 °C
容量制御可能範囲	上限	100 %	下限
			20 %

機器名称	冷温水発生器	メーカー名	???
機器番号	GAR-1、2		
台数	2 台		
冷却能力	1,760 kW	電力消費量	8.9 kW
			ガス消費量
			1,350 kW
加熱能力	1,180 kW	電力消費量	6.8 kW
			ガス消費量
			1,350 kW
定格COP	(1次エネルギー/2次エネルギー)		
設計値	流量	302 m <sup>3</sup> /h	
	冷房	出口水温	7 °C
			入口水温
			12 °C
	暖房	出口水温	52
			入口水温
			55
容量制御可能範囲	上限	100 %	下限
			20 %

冷凍機	優先順位		熱量[kW]	負荷率[%]	備考
ターボ冷凍機 (TR-1)	1	増段条件	1,760	100	GAR-1とGAR-2は、2台運転時、耐久性を考慮して交互(ローテーション)運転とする。
		減段条件	-	-	
ガス炊冷温水発生器 (GAR-1)	2	増段条件	1,760	100	
		減段条件	704	40	
	3	増段条件	1,760	100	
		減段条件	939	53	
		増段条件	1,760	100	

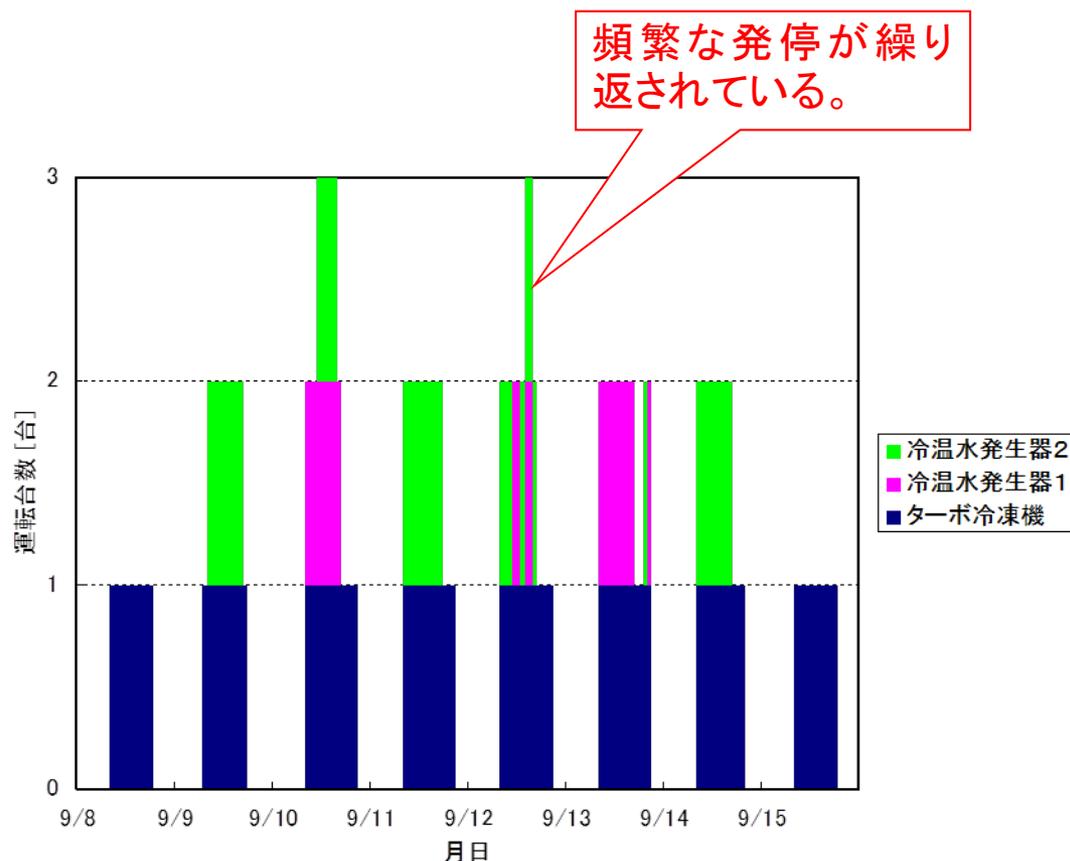
# ① 熱源台数制御の性能確認プロセス

## ■ 性能確認プロセス

**STEP1:** 横軸に日時、縦軸に機器運転状態の積み上げグラフを作成する。

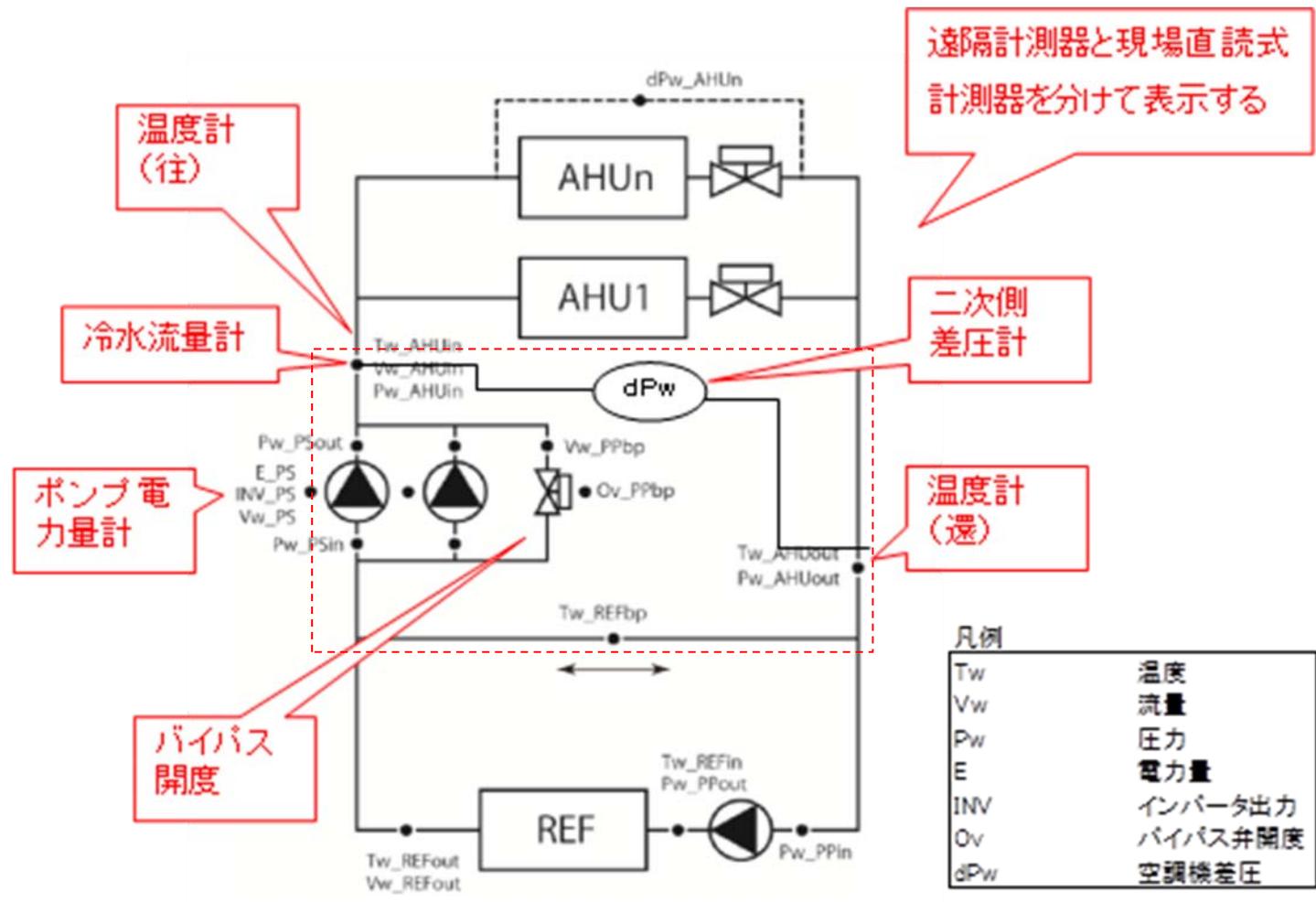
## ■ 参考情報

- ・運転開始、終了時刻が設定値であることを確認する。
- ・優先順位の高い機器から順番に起動していることを確認する。
- ・頻繁な発停がないのが望ましい。たとえば、9/12と9/13では不要な発停が行われている。このような場合は、増減段の設定値見直しを検討する。
- ・冷温水発生器が、設定通りローテーション運転が行われていることを確認する。



# ②空調水搬送系の性能確認プロセス

## ■適用範囲



#### 4. 性能確認プロセスの具体化

## ②空調水搬送系の性能確認プロセス

性能確認に必要なデータと、分析項目の一覧を示す。

空調水搬送系に関係のあるパラメータの設定値の調査例を示す。設計図や竣工引き渡し資料等より得た情報を集約する。

### 性能確認データ一覧

分析手法	必要データ						
	冷水流量	電力量	ポンプINV出力	ポンプ運転台数	二次側差圧	冷水往温度	冷水還温度
1) 二次側差圧の状態	○				○		
2) ポンプ台数制御	○		○	○			
3) ポンプ動力	○	○					
4) 送水温度差	○					○	○
5) 熱搬送効率(WTF)	○	○				○	

### パラメータの設定

系統名称	冷水・温水		制御メー	
	二次ポンプ		カー名	
制御方式	差圧一定方式+台数制御			
【ポンプ納入仕様書より】				
ポンプ流量(合計)		m3/h		
ポンプ1流量	m3/h	動力		台
ポンプ2流量	m3/h	動力		台
ポンプ3流量	m3/h	動力		台
【自動制御 取扱説明書より】				
INV出力		Hz(最大)		Hz(最小)
設定流量		m3/h(最大)		m3/h(最小)
ポンプ電力量		kW(最大設定流量時)		kW(最小設定流量時)
二次側差圧設定値 (推定末端圧制御の場合)		kPa(最大)		kPa(最小)
二次側差圧設定値 (吐出圧制御の場合)		kPa		
末端差圧設定値 (末端圧制御の場合)		kPa		
バイパス弁差圧設定値		kPa		
増段(1台→2台)	L/min	増段(2台→3台)		L/min
減段(3台→2台)	L/min	減段(2台→1台)		L/min
冷水温度(設計値)		°C(往)		°C(還)
温水温度(設計値)		°C(往)		°C(還)
WTF(設計値)	$WTF = \frac{\text{冷水最大流量}(m3/h) \times (\text{冷水還温度} - \text{冷水往温度})}{\text{ポンプ動力}(kW) / 0.86}$			

#### 4. 性能確認プロセスの具体化

## ②空調水搬送系の性能確認プロセス

「二次差圧の状態」推定末端圧一定制御の場合

### ■性能確認プロセス

**STEP1:** 中央監視やBEMデータの中から、冷水流量と二次側差圧の1時間データを取り出し、グラフを作成する。

**STEP2:** 制御パラメータ設定値一覧表から、二次側最大差圧・最小差圧設定値および最大流量・最小流量設定値を取り出し、グラフにプロットする。

A点:(最大流量、最大差圧)

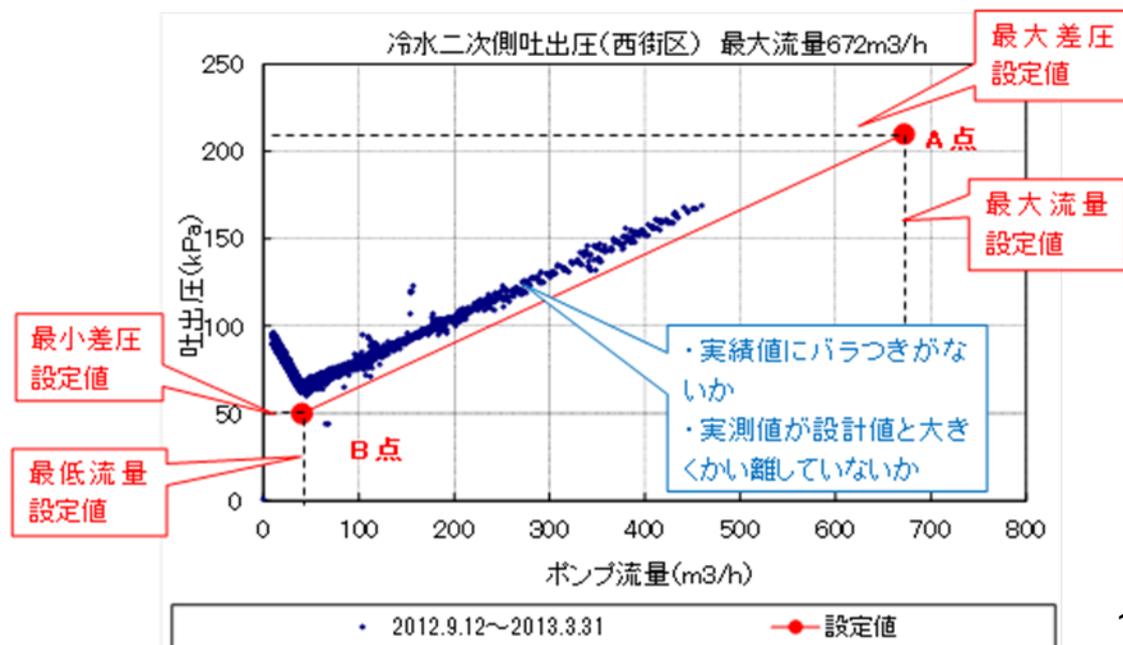
B点:(最小流量、最小差圧)

A点とB点をつないだ直線が、差圧設定線となる。

**STEP3:** 二次側差圧の中央監視データと差圧設定線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断する。

### ■参考情報

・中央監視データが、ほぼ差圧設定値に近い位置にプロットされている場合は、制御が設計意図通りに動いているといえる。



## 4. 性能確認プロセスの具体化

# ②空調水搬送系の性能確認プロセス

## 「冷水ポンプ運転台数制御」

### ■性能確認プロセス

#### ①台数制御

**STEP1:** 中央監視やBEMSデータの中から、冷水流量とポンプ運転台数の1時間データを取り出し、グラフを作成する。

**STEP2:** 制御パラメータ設定値一覧表から、ポンプ増段流量、減段流量を取り出し、グラフにプロットする。

**STEP3:** ポンプ運転台数別の流量の中央監視データと、ポンプ増減段設定線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断する。

#### ②インバータ開度

**STEP4:** 中央監視やBEMSデータの中から、冷水流量とポンプインバータ(INV)出力の1時間データを取り出し、グラフを作成する。

**STEP5:** 制御パラメータ設定値一覧表から、最大流量設定値とINV最大出力を取り出し、グラフにプロットする。

A点:(最大流量設定値、INV最大出力)

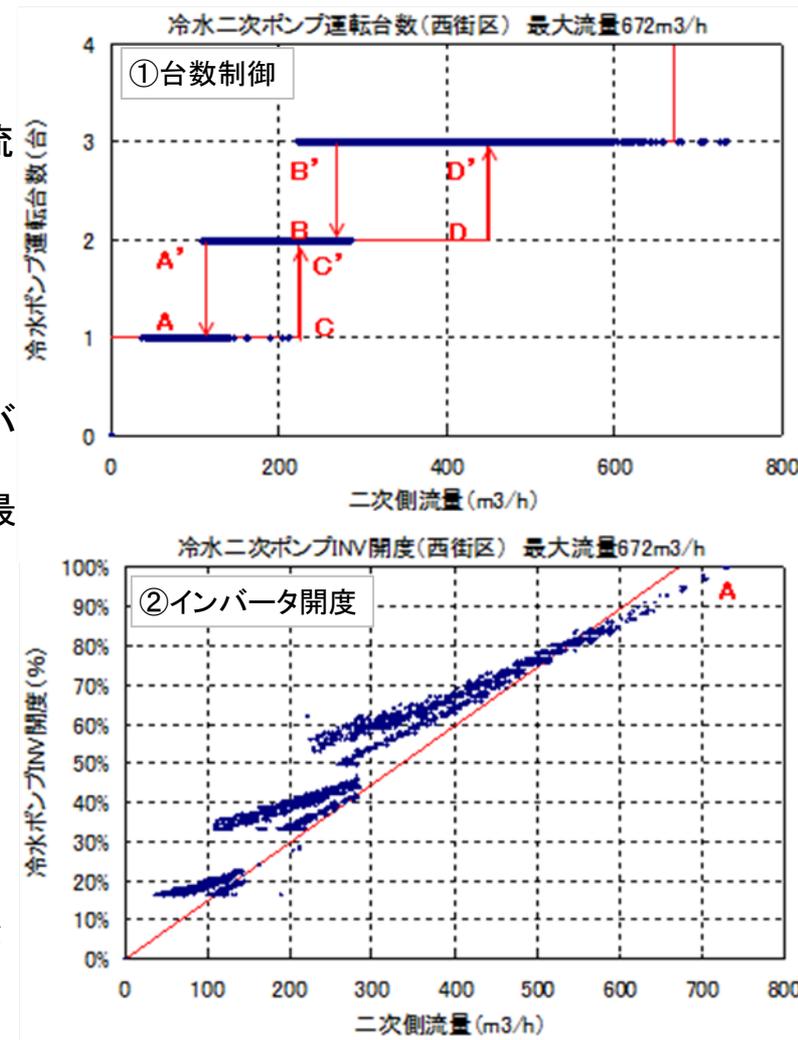
A点と原点をつないだ線が、INV出力直線になる。

**STEP6:** INV出力の中央監視データと、INV出力直線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断する。

### ■参考情報

①各運転台数における二次側流量が、上位への増段流量と、下位への減段流量の間にあるときは、制御が設計意図通りに働いているといえる。

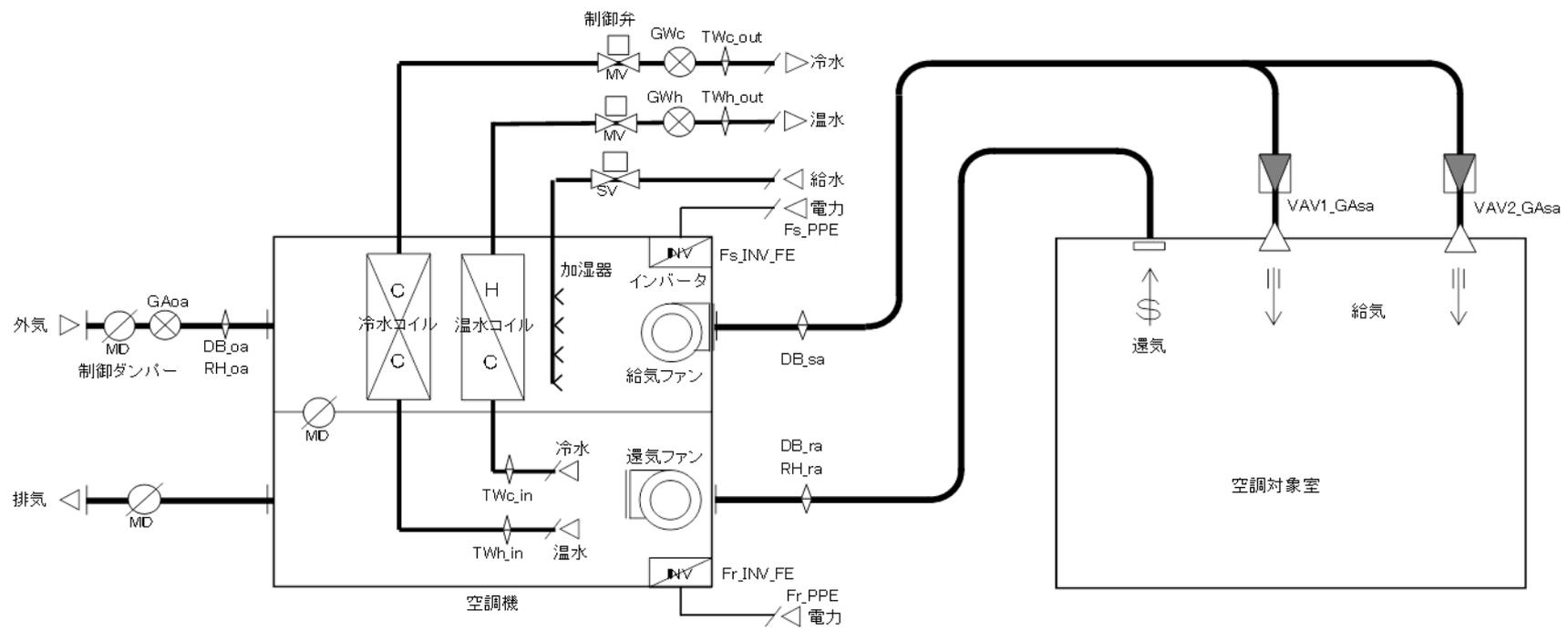
② INV出力が、ほぼINV直線付近にあるときは、制御が設計意図通りに働いているといえる。



# ③空調二次側空気搬送系の性能確認プロセス

## ■適用範囲

空気調和設備のうち、中央熱源方式であり、下図に示す通りファン、コイル、ダクト、ダンパーなどで構成される空気搬送システムを対象とする。



#### 4. 性能確認プロセスの具体化

### ③空調二次側空気搬送系の性能確認プロセス

- 性能確認に必要なデータと、評価項目の一覧を示す。

評価項目	計測項目(記号)												
	(DB <sub>sa</sub> ) 給気温度_DB	(DB <sub>ra</sub> ) 還気温度_DB	(GA <sub>sa</sub> ) 給気風量	(VAV <sub>n</sub> , Gasa) VAV風量	(TWc <sub>in</sub> ) 冷水入口温度	(TWc <sub>out</sub> ) 冷水出口温度	(GWc) 冷水量	(TWh <sub>in</sub> ) 温水入口温度	(TWh <sub>out</sub> ) 温水出口温度	(GWh) 温水流量	(Fs_PPE) (Fr_PPE) ファン電力量	(Fs_INV/FE) (Fr_INV/FE) インバータ周波数	空調機運転状態
送風機消費電力量			(○)	○							○	(○)	
給気温度評価	○	○	(○)	○									○
ATF					○	○	○	○	○	○	○	(○)	○
ATF(室内顕熱)	○	○	(○)	○							○	(○)	○

- 空調機の実運転での性能の確認例を示す。

空調機実績運転状況

設計最大送風量	送風量		CMH
	給気送風機	動力	kW
		INV周波数	Hz
	還気送風機	動力	kW
INV周波数		Hz	
設計最小送風量	送風量		CMH
	給気送風機	動力	kW
		INV周波数	Hz
	還気送風機	動力	kW
INV周波数		Hz	

風量制御装置送風量

	名称 (対象室名)	制御装置	設計(最大)風量 (CMH)	最小風量 (CMH)
制御装置 1		VAV・CAV・MD		
制御装置 2		VAV・CAV・MD		
制御装置 3		VAV・CAV・MD		
制御装置 4		VAV・CAV・MD		
制御装置 5		VAV・CAV・MD		
制御装置 6		VAV・CAV・MD		
制御装置 7		VAV・CAV・MD		
制御装置 8		VAV・CAV・MD		
制御装置 9		VAV・CAV・MD		
制御装置 10		VAV・CAV・MD		
制御装置 11		VAV・CAV・MD		
制御装置 12		VAV・CAV・MD		

# ③空調二次側空気搬送系の性能確認プロセス

## 「給気温度制御」

### ■性能確認プロセス

#### Step1 設定予測値のグラフ化

- ・空調機実運転状態において、給気送風機および還気送風機各々で設計最大風量および設計最大風量時電力量および竣工図空調機器表より必要な数値を参照し、下式を用い設計最大風量時の設計最大室内顕熱処理量を算出する。
- ・空調機実運転状態における設計最大風量を確認する。
- ・制御パラメータ値を参照し、設定給気温度の設定予測線をプロットする。

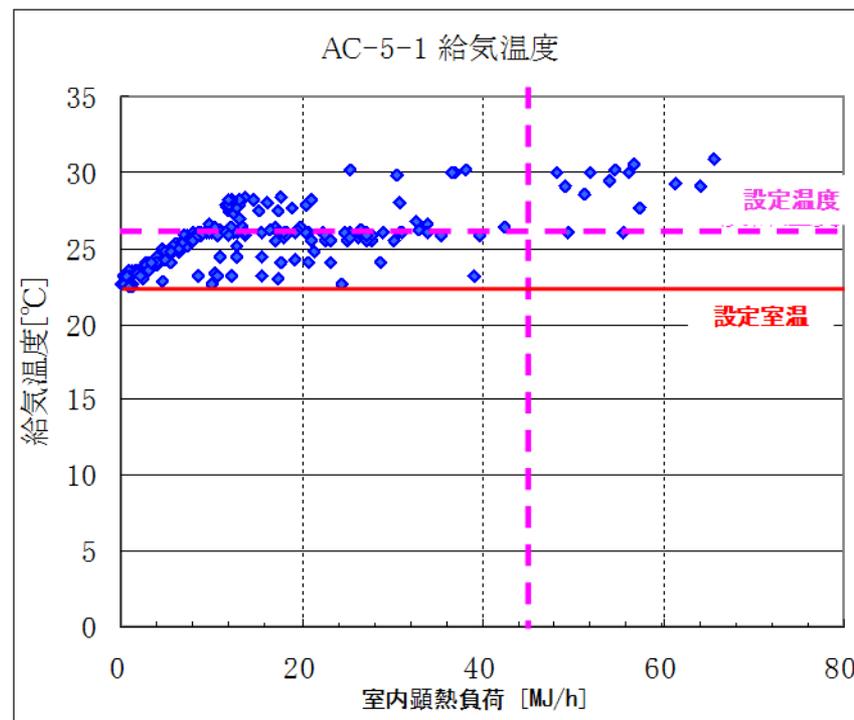
#### Step2 運転計測値のプロット

- ・風量、給気温度、還気温度を計測し、下式にて室内顕熱負荷を算出し、それらを図にプロットする。

$$\begin{aligned}
 \text{送風量} &= (\text{計測風量: } \Sigma \text{ VAVn\_GAsa}) [\text{CMH: m}^3/\text{h}] \\
 \text{消費電力量} &= (\text{計測電力量: } \text{Fs\_PPE} + \text{Fr\_PPE}) [\text{kWh}] \\
 \text{給気温度\_DB} &= (\text{計測給気温度: } \text{DB\_sa}) [^\circ\text{C}] \\
 \text{還気温度\_DB} &= (\text{計測還気温度: } \text{DB\_ra}) [^\circ\text{C}] \\
 \text{室内顕熱負荷} &= (\text{計測室内顕熱負荷: 下式による}) \\
 \text{室内顕熱負荷} &= (\text{空気比重量: } 1.2 \text{ kg/m}^3) \times (\text{空気比熱: } 0.001 \text{ MJ/kg}\cdot^\circ\text{C}) \\
 &\times (\text{送風量}) \times ((\text{還気温度\_DB}) - (\text{給気温度\_DB})) [\text{MJ/h}]
 \end{aligned}$$

### ■参考情報

- ・実運転では、給気温度は制御され、空調機の往・還の温度差が設計値程度に維持される。
- ・また、出現頻度の少ないデータは参照しないようにする。



# 5. 実際の建物での試行(日建ビルでの試行)

空調設備における性能検査を、**大規模建物**で試行。

## 検証対象建物 1



建物名称	日建設計東京ビル	
延床面積	20,581㎡	
階数	地下1階、地上14階、塔屋1階	
竣工	2003年3月	
設備	氷蓄熱システム・ガス冷温水発生機・BEMS	
検査対象	ハード	氷蓄熱システム
		ガス冷温水発生機
		冷却塔
		ポンプ
		空調機
	ソフト	熱源台数制御
		VWV
		VAV
外気冷房 他		

# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

・性能確認に必要なデータを確認したところ、分析できるのは下記の5つの項目であった。

分析手法	必要データ									
	冷温水流量	電力量	ポンプ INW 出力	ポンプ運転台数	ポンプ前後差圧	末端圧力	ポンプ吐出圧力	バイパス弁開度	冷温水往温度	冷温水還温度
計測有無	○	○	×	○	×	○	×	×	○	○
1) 二次側差圧の状態	○				○	○				
1) 吐出圧の状態							○			
2) 送水温度差	○								○	○
3) ポンプ動力	○	○								
4) ポンプ台数制御	○			○						
5) ポンプインバータ出力	○		○	○						
6) 熱搬送効率(WTF)	○	○						○	○	○
7) バイパス弁状態	○		○		○	○		○		

# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

## 「二次側末端差圧の状態」

### ■ 性能確認プロセス

- STEP1:** BEMSデータの中から、冷水流量と末端差圧の1時間データを取り出し、グラフを作成する。
- STEP2:** 制御パラメータ設定値一覧表から、末端差圧設定値および設計流量設定値を取り出し、グラフにプロットする。
- STEP3:** 末端差圧のBEMSデータと差圧設定線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断する。

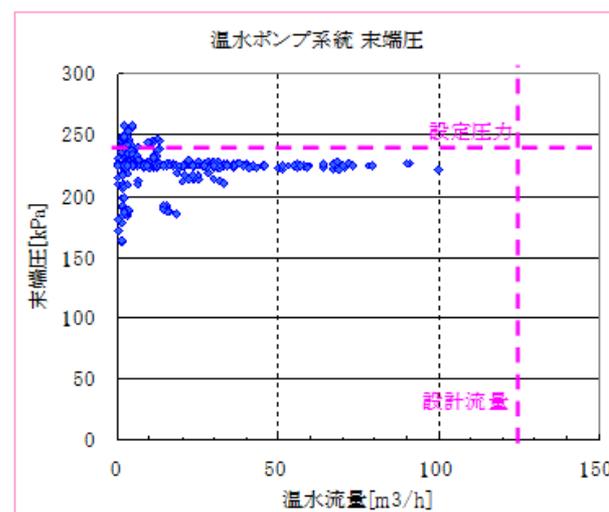
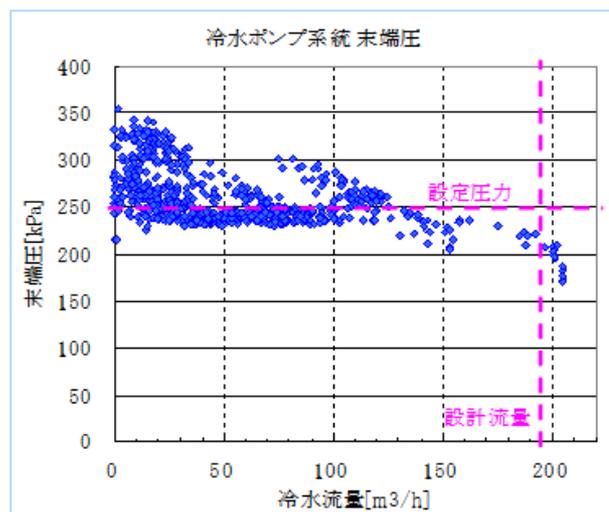
### ■ 確認内容

- ・実測データがほぼ差圧設定値に近い位置にプロットされており、制御が計画通りに運用できていると考えられる。

(1) ポンプ流量-末端圧

(冷水ポンプ測定期間：2012/8/10～2012/9/30)

(温水ポンプ測定期間：2013/12/7～2014/1/31)



# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

## 「冷水ポンプ運転台数制御」

### ■性能確認プロセス

**STEP1:** 中央監視やBEMSデータの中から、冷水流量とポンプ運転台数の1時間データを取り出し、グラフを作成する。

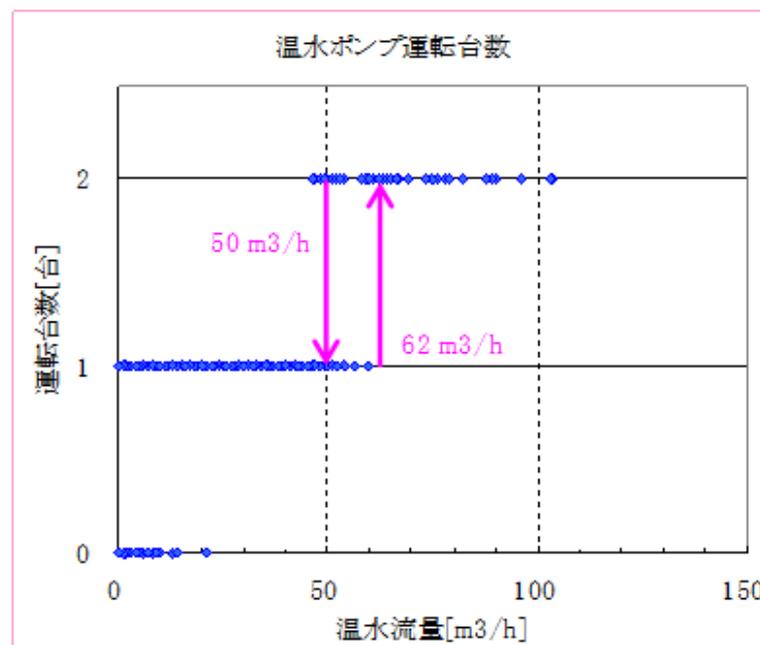
**STEP2:** 制御パラメータ設定値一覧表から、ポンプ増段流量、減段流量を取り出し、グラフにプロットする。

A-A': 減段流量 50m<sup>3</sup>/h  
C-C': 増段流量 62m<sup>3</sup>/h

**STEP3:** ポンプ運転台数別の流量の中央監視データと、ポンプ増減段設定線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断する。

### ■確認内容

想定したライン上に実測値夜プロットがされており、およそ設定通りにポンプの増減段ができています。



## 5. 実際の建物での試行(日建ビルでの試行)

# 空調二次側空気搬送系の性能確認プロセスの試行

- ・性能確認に必要なデータを確認したところ、性能確認できるのは、下記の5つの項目であった。

評価項目	給気温度_DB	給気温度設定_DB	還気温度_DB	還気湿度_RH	外気温度_DB	外気湿度_RH	給気風量	外気風量	VAV風量	冷温水入口温度	冷温水出口温度	冷温水流量	ファン電力量	インバータ周波数	空調機運転状態	外気冷房有効状態	外気ダンパ開度	室内温度_DB	室内湿度_RH	
計測有無	○	○	○	○	○	○	△*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
1) 送風機消費電力量							(○)		○				○	(○)						
2) 給気温度	○	○	○				(○)		○						○					
3) 給気温度補正制御	○	○	○				(○)		○						○					
4) ATF										○	○	○	○	(○)	○					
5) ATF(室内顕熱)	○	○	○				(○)		○				○	(○)	○					
6) 外気冷房制御性能	○	○	○	○	○	○	(○)	○	○					(○)	○	○	(○)	(○)	(○)	(○)

## 5. 実際の建物での試行(日建ビルでの試行)

# 空調二次側空気搬送系の性能確認プロセスの試行

## 「給気温度制御」

### ■性能確認プロセス

#### Step1 設定予測値のグラフ化

- ・空調機実運転状態において、給気送風機および還気送風機各々で設計最大風量および設計最大風量時電力量および竣工図空調機器表より必要な数値を参照し、設計最大風量時の設計最大室内顕熱処理量を算出した。
- ・空調機実運転状態における設計定格風量を確認した。
- ・制御パラメータ値を参照し、設定給気温度の設定予測線をプロットした。

#### Step2 運転計測値のプロット

- ・風量、給気温度、還気温度を計測し、室内顕熱負荷を算出し、それらを図にプロットした。

### ■確認内容

- ・給気INVの上限を60%として運用しているため、定格風量に到達する前に給気温度が下がっている。
- ・負荷が一定以下になると給気温度が上がり始めており、風量が絞られて、次に給気温度が上がっている様子が見られる。

(1) 風量-給気温度(冷房期)(2012/7/1~2012/9/30)

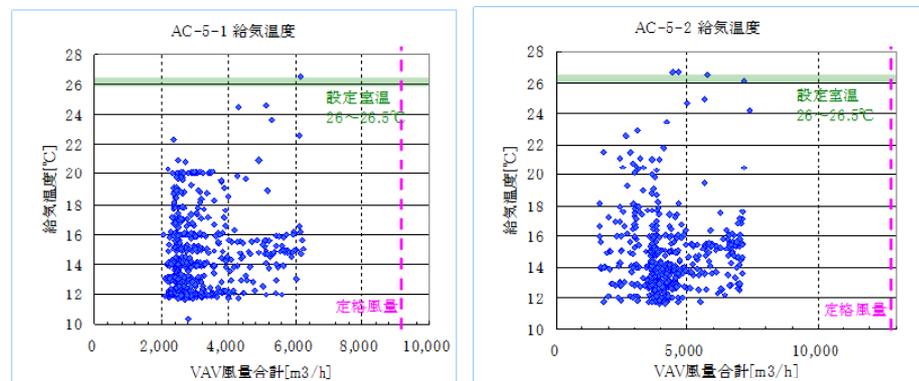


図 6.1-18 VAV風量合計と給気温度の関係(冷房期)

- 給気 INV の上限を 60% として運用しているため、定格風量に到達する前に給気温度が下がっている。

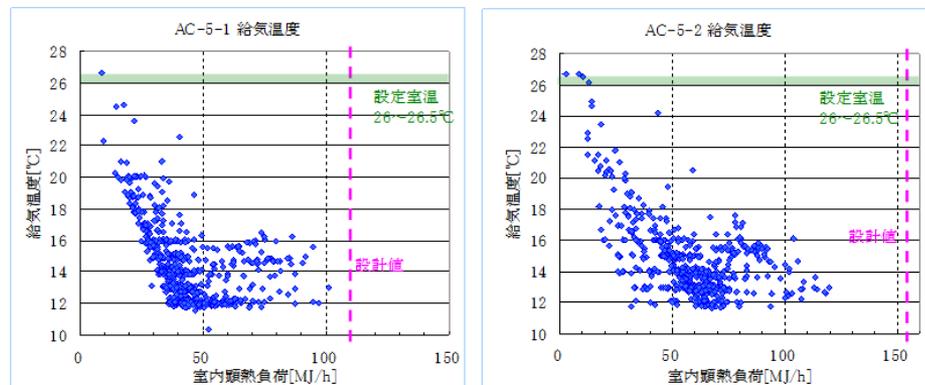


図 6.1-19 室内顕熱負荷と給気温度の関係(冷房期)

- AC-5-1は35MJ/h以下、AC-5-2は60MJ/h以下の部分で負荷の減少につれて給気温度が上がっており、INVの下限であると考えられる。

## 6. 実際の建物での試行(名古屋大学での試行)

空調設備における性能検査を、**中規模建物**で試行。

### 検証対象建物 2

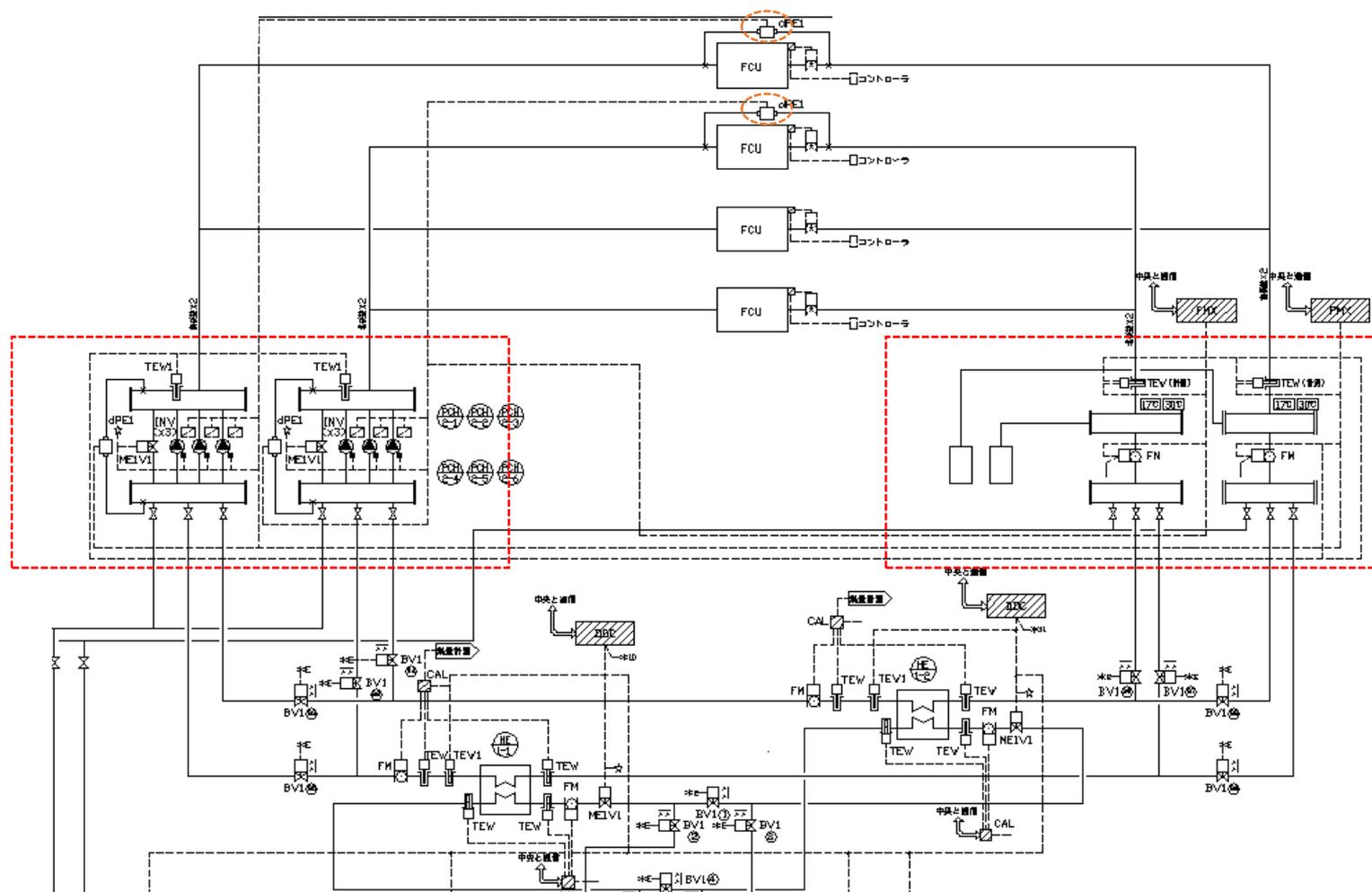


建物名称	名古屋大学総合研究棟(地域環境系)	
延床面積	7,179m <sup>2</sup>	
階数	地上8階	
竣工	2013年2月	
設備	水蓄熱・水熱源ヒートポンプ・BEMS	
検査対象	ハード	水蓄熱システム
		水熱源ヒートポンプ
		ポンプ
		FCU
	ソフト	蓄放熱制御
		VWV
水熱源パッケージ冷却水制御		
	他	

## 6. 実際の建物での試行(名古屋大学での試行)

# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

### ■適用範囲



## 6. 実際の建物での試行(名古屋大学での試行)

# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

- ・性能確認に必要なデータを確認したところ、分析できるのは下記の4つの項目であった。

必要データ	流量	電力量	ポンプINV出力	ポンプ運転台数	ポンプ前後差圧 (ヘッド-間差圧)	末端差圧	VWV制御差圧定格 設定	バイパス弁開度	往温度	還温度
分析方法										
計測有無	○	×	○	○	○	○	○	×	○	○
BEMS上での 計測ポイント番号	111018		111045-7	111029 111033 111037	111020	111051	111052		111028	111027
手順書の適用範囲図 での計測ポイント	Vw_AHUout		-	-	dPw_AHUin	-	-		TEW_AHUin	TEW_AHUout
1)二次側差圧の状態	○				(○)	○				
2)送水温度差	○								○	○
3)ポンプ動力	○	○								
4)ポンプ台数制御	○			○						
5)ポンプインバータ出力	○		○	○						
6)熱搬送効率(WTF)	○	○						○	○	
7)バイパス弁状態	○		○		○			○		

# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

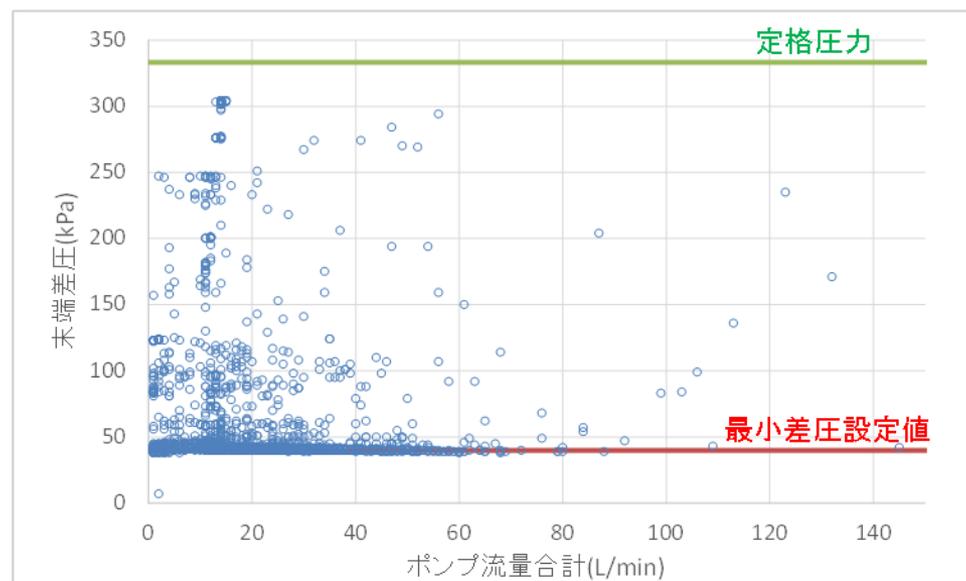
## 「二次側末端差圧の状態」

### ■ 性能確認プロセス

- STEP1:** BEMSデータの中から、冷水流量と末端差圧の1時間データを取り出した。
- STEP2:** 制御パラメータ設定値一覧表から、末端差圧設定値および設計流量設定値を取り出し、グラフにプロットした。
- STEP3:** 末端差圧のBEMSデータと差圧設定線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断した。

### ■ 確認内容

- ・末端差圧が最小差圧設定値上に載っている時間が多いが、設定値より圧力が上昇している時間帯も見受けられるため制御内容を確認する必要がある。



# 空調水搬送系の性能確認プロセスの試行

## 「台数制御」

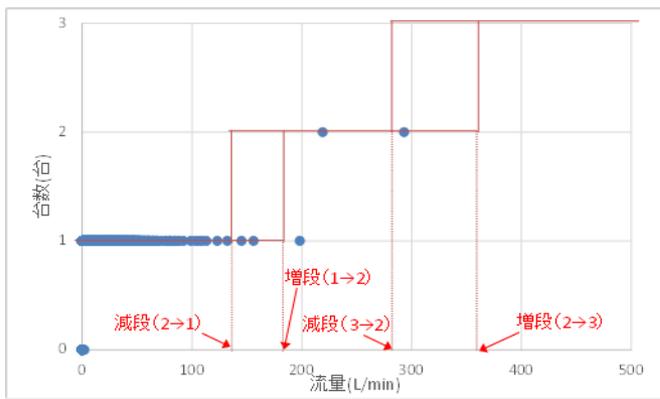
### ■性能確認プロセス

#### ①台数制御

- STEP1:** 中央監視やBEMSデータの中から、冷水流量とポンプ運転台数の1時間データを取り出した。
- STEP2:** 制御パラメータ設定値一覧表から、ポンプ増段流量、減段流量を取り出し、グラフにプロットした。
- STEP3:** ポンプ運転台数別の流量の中央監視データと、ポンプ増減段設定線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断する。

### ■性能確認プロセス

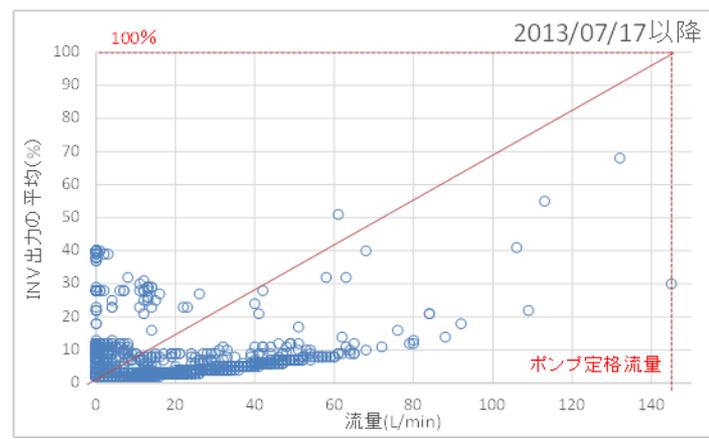
- ・台数制御は、想定したライン上に実測値によるプロットがされており、およそ設定通りにポンプの増減段ができています。



#### ②インバータ出力

- STEP4:** 中央監視やBEMSデータの中から、冷水流量とポンプインバータ(INV)出力の1時間データを取り出し、グラフを作成する。
- STEP5:** 制御パラメータ設定値一覧表から、最大流量設定値とINV最大出力を取り出し、グラフにプロットする。  
A点:(最大流量設定値、INV最大出力)  
A点と原点をつないだ線が、INV出力直線になる
- STEP6:** INV出力の中央監視データと、INV出力直線を比較して、設計意図通りに動いているかどうかを判断した。

- ・INV制御は、想定よりINV出力が下回っていることがわかる。



## 7. まとめ

空調設備をはじめとして、各設備が真に省エネルギー性能を発揮するためには、竣工受渡し段階における機能性能試験および運用段階における継続的な性能確認が重要である

そこで、実建物における実測調査および既往文献調査を実施し、この調査結果を基に、設計された省エネルギー技術の性能や機能が適切に維持保全されているかを確認するための手順を明らかにした。

これにより、以下のことを明らかにした。

- ・現状の設計施工プロセスでは、設備システムの性能確認について特に規定がなく、ほとんど実施されていない。
- ・したがって施工段階で性能確認を行うには、実施項目や手順などを設計図書に記載しておく必要がある。
- ・施工段階では、四季にわたる性能確認ができないので、竣工後1年間の性能確認を行うことが望ましい。
- ・運用段階でも、設計性能を満足しているかどうか、ビル管理者などが定期的に設備システムの性能を確認することが望ましい。
- ・このために、設備システムのうち熱源台数制御、VWV制御、VAV制御の性能確認の手順を明らかにした。