

# 総合医療施設△△△△△

## 性能検証報告書サンプル [対策実施フェーズ]

(NPO 法人建築設備コミッショニング協会作成)

※本紙はあくまでコミッショニング事業における書類内容を示すサンプルであり、本紙に記載されている対策実施内容の全てが本補助金における補助対象となるものではないことに留意すること。

2018年2月

発注者 : ○○○○○会

コミッショニング事業者 : (株) □□□□□

## 【目次】

<b>1. コミッショニングの実施概要・体制</b> .....	<b>3</b>
1.1 実施概要 .....	3
1.2 実施体制 .....	4
<b>2. 調査フェーズで実施した不具合対策</b> .....	<b>4</b>
<b>3. 対策実施・最終確認フェーズ</b> .....	<b>5</b>
3.1 対策実施内容 .....	5
3.2 対策実施・最終確認フェーズのOPR .....	6
3.3 対策設計レビュー .....	6
3.4 機能性能試験期間の性能検証会議の開催・審議内容 .....	7
3.5 適正化業務対応 .....	7
3.6 不具合・改善策一覧表の更新 .....	8
3.7 対策実施による省エネ効果 .....	エラー! ブックマークが定義されていません。
3.8 対策実施の費用対効果 .....	8
<b>4. 設備運転・管理者への引継ぎ文書の作成支援</b> .....	<b>9</b>
4.1 引継ぎ文書の概要 .....	9
4.2 運転・管理指針 .....	9
4.3 運転操作説明書 .....	9
4.4 制御動作説明書 .....	10

# 1. コミッショニングの実施概要・体制

## 1. 1 実施概要

総合医療施設△△△△△の熱源システムをターゲットに既存建物の性能検証を実施した。性能検証(コミッショニング(以下、Cxとする))は、以下の2つのフェーズで行われた。

- 調査フェーズ ○年○月～○年○月(○ヶ月)
- 対策実施フェーズ ○年○月～○年○月(○ヶ月)

それぞれのフェーズで行った業務を表-1.1.1に示す。

表-1.1.1 総合医療施設△△△△△熱源設備 既存建物の性能検証業務

フェーズ	業務概要
調査フェーズ (○年○月～○年○月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BEMS データ分析・不具合抽出               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 過去1年間の既存のBEMS データ利用</li> </ul> </li> <li>● 現場計測及びデータ収集               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 仮設計測・ロガー装置の設置</li> </ul> </li> <li>● 現状把握のための実機操作による試験の実施</li> <li>● 不具合改善対策案の策定</li> <li>● 不具合改善対策のうち、運転者による運用で行える対策を実施(○年○月～○年○月)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 対策案に基づく現地操作(→運転管理員)</li> <li>- データ分析(BEMS 及び仮設計測器)・アドバイス (→CMT)</li> </ul> </li> <li>● 性能検証報告書[調査フェーズ]の作成 (CMT)</li> </ul>
対策実施フェーズ (○年○月～○年○月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 対策工事：冷水二次ポンプシステム・熱源設備部分更新及び自動制御システムの改修工事</li> </ul> <p><b>【対策実施フェーズ】(○年○月～○年○月)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 発注準備・発注(○年○月～○年○月)           <ul style="list-style-type: none"> <li>● 実施フェーズ発注仕様書作成</li> <li>● 性能検証仕様書[対策実施フェーズ]の作成</li> <li>● 対策発注</li> </ul> </li> <li>2) 対策工事(○年○月～○年○月)           <ul style="list-style-type: none"> <li>● 冷温水搬送設備の省エネ改善(自動制御工事)</li> <li>● 空冷ヒートポンプの省エネ改善</li> </ul> </li> <li>3) 機能性能試験の準備           <ul style="list-style-type: none"> <li>● 性能検証会議の開催</li> <li>● 機能性能試験計画書の作成</li> </ul> </li> <li>4) 性能検証報告書[対策実施フェーズ]作成</li> <li>5) 設備運転・管理者引継ぎ文書作成           <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設備運転・管理指針</li> <li>● 制御動作説明書</li> <li>● 運転操作説明書</li> </ul> </li> </ol>

## 1. 2 実施体制

Cxを実施する体制として、CMT(Commissioning Management Team,性能検証管理チーム)があり、CMT 以外の Cx 業務に関わる性能検証プロジェクト会議メンバーを合わせて、CT(Commissioning Team)と呼ばれる。CT の構成メンバーを表-1.2.1 に示す。

表-1.2.1 性能検証プロジェクト会議メンバー(CMT)

区分	氏名	所属	Cx 資格・登録 又は役割	調査 F	対策実施 F	
					第 1Step	第 2Step
CMT	×× ××	株式会社 ○○○○○(CxF <sup>(※1)</sup> )	CxPE <sup>(※2)</sup> (CA <sup>(※4)</sup> )	○	○	○
	×× ××	株式会社 ○○○○○	CxTE <sup>(※2)</sup>	○	○	○
	×× ××	株式会社 ○○○○○	CxTE <sup>(※2)</sup>	○	○	○
	×× ××	株式会社 ○○○○○	CxTE <sup>(※2)</sup>	○	○	○
施工者	×× ××	株式会社 □□□□□	対策実施、施工管理			○
	×× ××	株式会社 □□□□□	対策実施			○
運転管理者	×× ××	株式会社 △△△△△	運転管理			○
	×× ××	株式会社 △△△△△	運転操作			○

(\*1): BSCA<sup>(※4)</sup>の CxF 登録制度に登録するコミッショニング事業者(Commissioning Firm)、BSCA 登録制度

(\*2): 性能検証技術者(CxPE, Commissioning Professional Engineer)、BSCA 資格制度

(\*3): 性能検証専門技術者(CxTE, Commissioning Technical Engineer)、BSCA 登録制度

(\*4): NPO 法人建築設備コミッショニング協会(BSCA, Building Services Commissioning Associate)

## 2. 調査フェーズで実施した不具合対策

調査フェーズでは、対策提案の中で、CMT の助言や運用提案に基づき、運転・管理者が運用で行える以下の搬送設備に関する対策を約 1 年間実施した。

### 【冷水・温水系共通】

- ・ リニアポンプの吐出弁開度を 100%開とする。(弁圧損を無くす)
- ・ リニアポンプは、最小性能側(L 側)に固定。
  - ピーク負荷期は、リニアポンプを手動停止し、他ポンプで運用
- ・ 熱源運転台数は、冷水温度が 12℃以上、温水温度が 45℃以下にならないような台数にする。  
(運転員が常に意識して判断する)

### 【冷水系】

- ・ 連通管の弁を熱源機が流量不足でエラー停止しないことに注意しながら、従来通り「15%開」を維持し、中間期は、できるだけ二次ポンプを使わず一次ポンプだけの運転を試みる。
- ・ 冷房・暖房期など二次ポンプを運転する場合は、原則リニアポンプ 1 台を低流量側(L 側)にして運転し、2 台運転しない。

### 【温水系】

- ・ 夏期・中間期は、①連通管の手動弁を全閉、②二次ポンプを完全停止、③ヘッダ間バイパス全開、とし、蒸気/温水 HEX の温水ポンプで全揚程を賄う運転とする。
- ・ 暖房期は、冷水系運用指針に準ずる。

### 3. 対策実施フェーズ

#### 3.1 対策実施内容

調査フェーズの運用対策では、運転員が日々手動で対応し、一定の効果が得られたが、対策実施フェーズでは、熱源更新やポンプ容量のダウンサイズ・インバータ化、自動制御改善といった本格的な工事を伴う対策を実施した。具体的な対策実施概要を表-3.1.1、図-3.1.1～図-3.1.3に示す。

表-3.1.1 対策実施項目・目的・実施概要

対策工事	目的	実施概要
(1) 冷温水搬送設備更新工事	搬送動力の削減及び熱源運転効率改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷水・温水二次ポンプのサイズダウン更新とインバータによる変流量対応を実施する。(図-3.1.1)</li> <li>冷水:既 30kW→新 15kW、温水:既存 30kW→新 15kW (CMT 試算)</li> <li>末端差圧による二次ポンプインバータ制御及び一次ポンプ余剰圧力活用制御を導入する。(図-3.1.2)</li> <li>- 連通管に2方弁を設置</li> <li>- 制御コントローラ更新</li> <li>- 制御用センサの増設</li> </ul>
(2) 空冷ヒートポンプ更新工事	冷熱源設備の運転効率改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>空冷ヒートポンプ(AHP-3)を高効率な空冷モジュールヒートポンプに更新し、システム全体の高効率化を図る。(図-3.1.3)</li> </ul>
(3) BEMS 改善	制御改善、性能検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>性能検証のためのセンサを増設する。</li> <li>サンプリング周期1分のデータを収集できるようにする。</li> <li>* 本計画では、Cx対象部分のみ将来は全面更新</li> </ul>

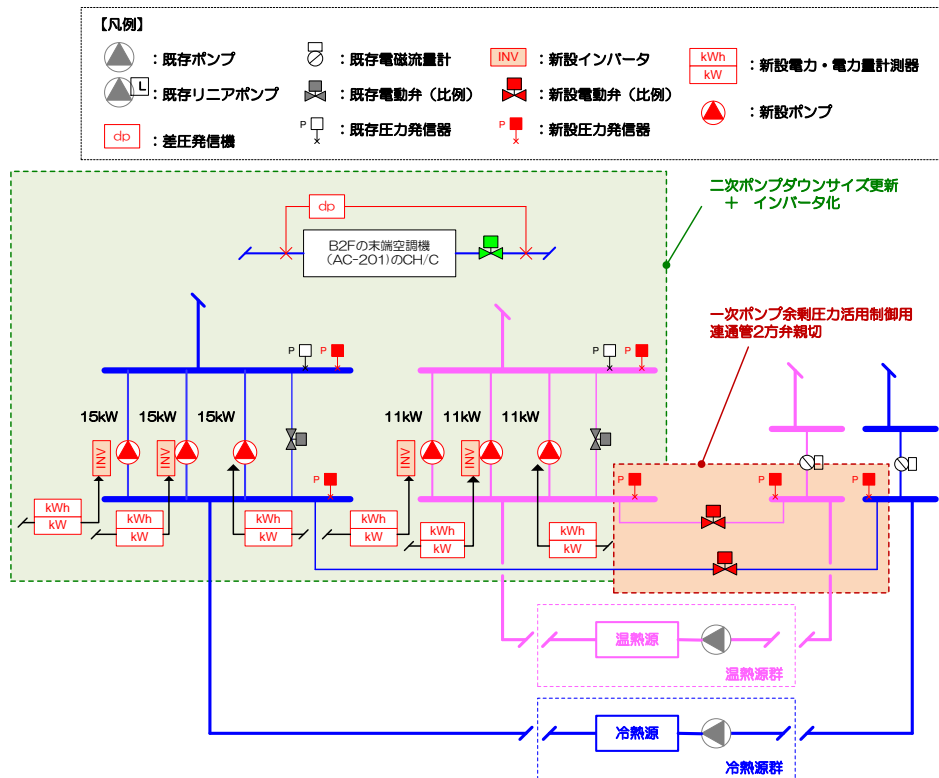


図-3.1.1 冷温水搬送設備更新システム図

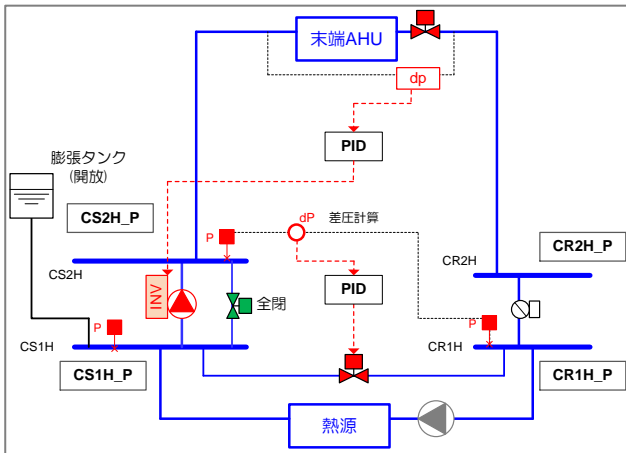


図-3.1.2 一次ポンプ余剰圧力活用制御フロー

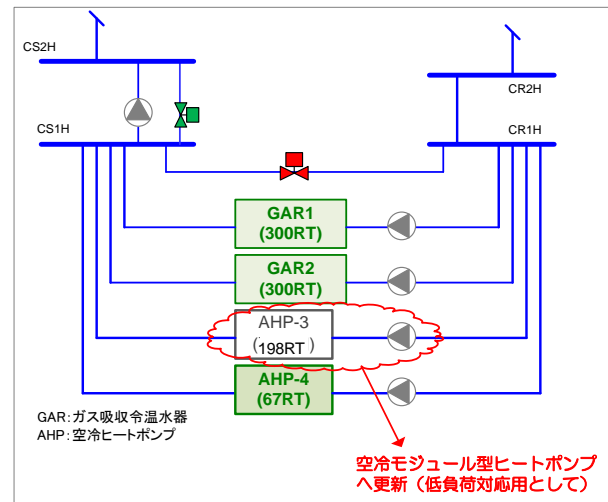


図-3.1.3 空冷ヒートポンプ更新工事

### 3. 2 対策実施フェーズのOPR

対策実施フェーズのOPRを以下の2点とした。

- (1) 対策実施対象設備のエネルギー削減量を一次エネルギー換算で30%以上とする。
- (2) 本対策費の費用対効果指標として、以下の単純償却期間を設け、これを5年以内とする。

$$\text{単純償却期間} = \text{対策実施コスト省エネ対策分}^{(1)} / (2013 \text{ 年度比}^{(2)}) \text{のエネルギーコスト削減分}$$

(\*1) 対策実施コスト省エネ対策分とは、対策実施箇所の機器を既存と同機種・同能力機に単純更新する場合のコストを差し引いた額とする

(\*2) 既存Cx実施前の2013年度をベースラインとした。換算値は以下の通り。

- ・ 一次エネルギー換算：電気 9.76 MJ/kWh、ガス 45MJ / Nm<sup>3</sup>
- ・ CO<sub>2</sub> 排出量換算：電気 0.000531 t-CO<sub>2</sub> / kWh、ガス 0.00223 t-CO<sub>2</sub> / Nm<sup>3</sup>
- ・ エネルギーコスト：電気 15.4 円/kWh(従量)、1780 円/kW(契約単価)、ガス 97 円/Nm<sup>3</sup>、水 500 円/m<sup>3</sup>

### 3. 3 対策設計レビュー

対策は、設計・施工で行う方法をとった。CMTは施工業者の設計担当に調査フェーズの結果を伝え、設計者はダウンサイズ容量、モジュールヒートポンプ能力選定を行うなど具体的な設計を行った。CMTは、その結果をレビューし、表-3.3.1のように設計がまとまった。

表-3.3.1 対策の設計概要(CMTレビュー済み)

<p>(1)冷温水搬送設備更新工事</p> <p>1) ポンプ容量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冷水系統：2000ℓ/min×25m×11kW × 3台 とする。</li> <li>・ 温水系統：1400ℓ/min×22m×7.5kW × 3台 とする。</li> <li>・ 冷水系統はインバータを2台に、温水系統はインバータを1台に設置する。</li> </ul> <p>2) 制御</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 連通管に二方弁を設置し、往還差圧による一次ポンプ余剰圧力活用制御を導入する。</li> <li>・ 末端空調機の差圧により、二次ポンプのインバータ制御を導入する、インバータ最小出力は12Hzとする。</li> <li>・ 基本的に、CMT提案を採用した。</li> </ul> <p>(2)空冷ヒートポンプ更新工事</p> <p>1) 機器選定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状の空冷ヒートポンプ(AHP-3)を撤去する。</li> </ul>
---

- ・ 空いた設置スペースにモジュール型高効率空冷ヒートポンプ(50HP×7セット≒299RT)を設置する。
- ・ 省エネ性を高めると同時に、空調熱源システムの信頼度向上を図る。

## 2) 制御

- ・ 運用時期に運転優先度を変えて、タイムスケジュールで制御する。(他機器との連携した自動制御は将来対応)

## (3)BEMS 改善工事

- ・ 今回対応部分に対して、新設 BEMS を設置する。(将来、他のポイントも新設側に移行する。)
- ・ データ収集のサンプリング周期は、1 分とし、CSV ファイルで蓄積する。
- ・ 今回取得ポイントは、本対策の機能性能試験で、調査フェーズ報告書において必要であるとされているポイントは全て取り込む。

## 3. 4 機能性能試験計画書の作成と機能性能試験要領書のレビュー

対策工事实施後の最終確認フェーズにおいて、設計性能を満たし、想定した省エネが達成されていることの確認を行い、機能性能試験を実施し、その結果に基づいて運転者・施工者とともに運用の適正化検討を行う。

対策実施フェーズでは、CMT が機能性能試験計画書の作成を行った。

機能性能試験計画書に基づいて施工者が作成した機能性能試験要領書のレビューを行った。

## 3. 5 適正化業務対応

### (1) 制御不具合への対応

運用を行っていく中で、運転者やCMTにより発見された不具合は、性能検証会議で報告されるとともにその解決方法について審議した。施工者による自動制御プログラムの改善とすべきか、運転員による対応とすべきかを性能検証会議参加者の合意を得て取り決めし、それに基づいて不具合への対策を行った。性能検証会議で報告された不具合項目を表-3.5.1 に示す。

表-3.5.1 不具合一覧

不具合 No.	内容
①	2 次ポンプを運転させると停止している熱源側の水を吸い込んでしまい、往水ヘッダ部でミキシングが起こる。その結果、往水の水温が上がってしまう。
②	膨張タンクの満水警報が頻発する。(≒還水ヘッダが負圧になる)
③	熱源の運転台数が増えるタイミングや 2 台運転中における流量低下による熱源のエラー停止が起こる。
④	末端の FCU の空調温度の低下が遅い。
⑤	冷水系統において、2 次ポンプを運転しているにもかかわらず、流量が出ず、温度が上がってしまう。
⑥	モジュール型空冷 HP の温度差がつかない。

表-3.5.1 に示した不具合②、③、⑤を改善するために、変更を加えた制御の概要を示す。表-3.5.2 は、設計時の仕様から変更された部分を赤字で示している。これらは、運転者からの報告や CMT による運転分析の結果に基づいた改善である。

表-3.5.2 導入制御の不具合改善記録

制御ブロック名称	制御概要
冷熱源・温熱源設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱源が冷房モードか暖房モードかを設定する。</li> <li>・冷熱源グループ、温熱源グループが、0台から1台以上に起動したときに、熱源システム運用開始(往水1-2次ヘッダ間バイパス弁制御及び二次ポンプ(リニア)制御を開始)と判断する。</li> <li>・蒸気-温水熱交換器も1つの熱源と判断する。</li> <li>・自動/手動モードを設ける。自動時は上記の通り熱源機の状態に連動、手動時は中央監視からの手動又は、スケジュール制御により熱源システム運用開始とする。</li> </ul>
往水1-2次ヘッダ間バイパス弁制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱源システム運用開始指令により制御開始</li> <li>・二次側往還差圧(演算: 往水2次ヘッダ圧力 - 還水1次ヘッダ圧力)によるON/OFF制御</li> <li>冷水二次側往還差圧 = PES2-PES3</li> <li>温水二次側往還差圧 = PEH2-PEH3</li> <li>・二次側往還差圧計測値が設定値以上のときバイパス弁を開く、計測値が設定値-ディファレンシャル値以下の時にバイパス弁を閉じる。</li> <li>・設定圧力は、固定モードと推定末端差圧による自動可変設定モードの2種類 → 固定モードのみで制御を行う</li> <li>・二次ポンプが全台停止の場合「開」、少なくとも二次ポンプが1台運転したら「制御状態」とする。</li> </ul>
連通管弁制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・往水1次-還水1次ヘッダ間差圧(演算: 往水1次ヘッダ圧力-還水1次ヘッダ圧力)による比例制御(冷却制御)を行なう。</li> <li>冷水1次-還水ヘッダ間差圧 = PES1-PES3</li> <li>温水ヘッダ間差圧 = PEH1-PEH3</li> <li>・常時制御状態</li> <li>・冷・温熱源Grの運転台数が0台から1台になるときには、PIDがリセットされ設定開度設定からスタートする。 → 冷・温熱源Grの判断は、冷熱源・温熱源設定ブロックの設定状態による。</li> <li>・熱源運転台数・種類別に設定値を設ける。</li> </ul>
二次ポンプ(リニア)制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱源システム運用開始指令により制御開始</li> <li>・制御On指令時に、二次側往還差圧によるポンプ発停 + 高速・低速切換制御(常時低速)を実施。</li> <li>・低・高速切り替わりは、リニアポンプ出力(AO)を与えて行う。 → 両方0% (4mA) を与え、常時「低速側」にする。</li> <li><b>[リニアポンプ制御方法] 7/11に確定</b></li> <li>・末端差圧もしくは二次側往還差圧(往水2次ヘッダ圧力-還水1次ヘッダ間差圧)によるOn-Off制御とする。(PV値は切換可能とする)</li> </ul>
推定末端圧力制御 7/11 不要と判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<del>負荷流量に応じた必要な二次側往還差圧設定値を決定</del></li> <li>・<del>本設定値は、往水1-2次ヘッダ間バイパス弁制御と二次ポンプ(リニア)制御の設定値</del></li> </ul>

### 3. 6 不具合改善一覧表の更新

対策実施フェーズ終了時に、調査フェーズで作成した「不具合改善一覧表」に対策実施フェーズで行った結果や対策実施の過程で新たな課題が顕在化した場合には、それらを不具合改善一覧表に追記した。

### 3. 7 対策実施の費用対効果

導入コスト、費用対効果を表-3.7.1 に示す。総導入コストは、99,000[千円]だが、老朽化更新期に来ているので同機種・同能力機に更新する費用(老朽化更新分)を控除した費用が、省エネ対策費用となる。これをエネルギーコスト削減量で割った単純償却年数は、4.1年であった。

表-3.7.1 対策実施の費用対効果

工事項目	実コスト	老朽化更新分	省エネ対策分	省エネ効果	単純償却年数
冷温水搬送設備更新工事	18,000	10,000	8,000	-	-
空冷 HP 更新工事	86,000	48,000	38,000	-	-
BEMS 改善	5,000	1,000	4,000	-	-
合計	99,000	61,000	50,000	12,254	4.1年

単位: [千円]



## 4. 設備運転・管理者への引継ぎ文書の作成支援

### 4. 1 引継ぎ文書の概要

総合医療施設△△△△△の熱源システムをターゲットに既存建物のCxを調査フェーズと対策実施フェーズで実施した。この性能検証の実施内容と結果を設備運転・管理者に引き継ぎ、設備運転・管理者が熱源システムを適正に運転操作・管理できるように熱源システムの目的や目標値とともに、性能検証に関わる熱源システムの日常の運転に関するコンセプトや運転方法をまとめる。

「運転・管理指針」、「運転操作説明書」、「制御動作説明書」、「課題一覧表」の4つの文書を設備運転・管理者への引継ぎ文書と呼ぶ。施工者は、性能検証会議へ参加して性能検証過程で実施される作業を理解し、運転操作説明書と制御動作説明書を作成し、CMTのレビューを受ける。

### 4. 2 運転・管理指針

運転・管理指針とは、設計者が設計主旨を基にして、設備システムのエネルギー性能を発揮させるためにはどのように運転・管理をすべきかの方針を文書化したものである。

運転・管理指針の基本構成例を以下に示す。

- (1) システムの目的・目標値(省エネ効果)
- (2) 運転を適正化するための運転・管理方法

#### 1) 運転のポイントと注意事項

- ・手動・自動・緊急時対応などの運転方法の注意事項
- ・設定値の変更要領の注意事項
- ・シーズン切替え時の注意事項
- ・その他の注意事項

#### 2) 管理のポイントと注意事項

- ・センサ及びアクチュエータの保守管理の注意事項
- ・BEMSのデータの収集・整理・保存の注意事項
- ・その他の注意事項

### 4. 3 運転操作説明書





中央監視システムの機能と熱源システムの運転方法・運転手順、中央監視とBEMSデータの収集・整理・分析及びグラフの見方・不具合の判断方法、運転を最適化するための適切な対処方法、運転管理上で留意すべき事項などについて施工者が作成する。

運転操作説明書の基本構成例を表-4.3.1に、運転操作説明の事例を表-4.3.2に示す。

表-4.3.1 運転操作説明書の基本構成例

章	項目
1	中央監視システムの機能と設備システムの運転方法及び手順 <ul style="list-style-type: none"><li>・ システムの機能</li><li>・ 運転方法及び手順</li></ul>
2	中央監視及びBEMSデータ <ul style="list-style-type: none"><li>・ 入出力項目一覧</li><li>・ データ収集・整理・保存上の留意点</li><li>・ データの分析及びグラフの見方・不具合の判断方法</li></ul>
3	運転を最適化するための適切な対処方法 <ul style="list-style-type: none"><li>・ シーズン切り替え時の留意点</li><li>・ 手動・自動運転、緊急時の留意点</li><li>・ 運転管理上の留意点</li></ul>
4	その他留意事項

表-4.3.2 運転操作説明の事例

制御ブロック	運転方法																																																																																																													
<p>冷熱源・温熱源設定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱源制御盤の熱源機台数制御コントローラで冷水モード又は温水モードを設定する。</li> </ul> <p style="text-align: center;">熱源機の冷水/温水モード</p> <table border="1" data-bbox="571 331 1374 488"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">冬期</th> <th colspan="2">中間期</th> <th colspan="5">夏期</th> <th colspan="2">中間期</th> <th colspan="1">冬期</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1月</th> <th>2月</th> <th>3月</th> <th>4月</th> <th>5月</th> <th>6月</th> <th>7月</th> <th>8月</th> <th>9月</th> <th>10月</th> <th>11月</th> <th>12月</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">供給モード</td> <td>冷水</td> <td colspan="12" style="background-color: #e0f2f7;"></td> </tr> <tr> <td>温水</td> <td colspan="12" style="background-color: #fff9c4;"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ガス吸収式冷温水機</td> <td>冷水</td> <td colspan="4" style="background-color: #e0f2f7;"></td> <td colspan="5" style="background-color: #e0f2f7;"></td> <td colspan="3" style="background-color: #fff9c4;"></td> </tr> <tr> <td>温水</td> <td colspan="4" style="background-color: #fff9c4;"></td> <td colspan="5" style="background-color: #fff9c4;"></td> <td colspan="3" style="background-color: #e0f2f7;"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">空冷ヒートポンプチャラー</td> <td>冷水</td> <td colspan="12" style="background-color: #e0f2f7;"></td> </tr> <tr> <td>温水</td> <td colspan="12" style="background-color: #fff9c4;"></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>自動/手動モードを設ける。自動時は熱源機の状態に連動し、手動時は中央監視から手動又はスケジュール制御により熱源システムを運用開始する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="584 595 839 786" style="text-align: center;">  <p>熱源機制御盤</p> </div> <div style="font-size: 2em; color: red;">→</div> <div data-bbox="1050 595 1305 786" style="text-align: center;">  <p>熱源機台数制御コントローラ</p> </div> </div>			冬期		中間期		夏期					中間期		冬期			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	供給モード	冷水													温水													ガス吸収式冷温水機	冷水													温水													空冷ヒートポンプチャラー	冷水													温水												
		冬期		中間期		夏期					中間期		冬期																																																																																																	
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月																																																																																																	
供給モード	冷水																																																																																																													
	温水																																																																																																													
ガス吸収式冷温水機	冷水																																																																																																													
	温水																																																																																																													
空冷ヒートポンプチャラー	冷水																																																																																																													
	温水																																																																																																													
<p>一次・二次ヘッドバイパス制御</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>二次ポンプ制御盤の二次ポンプ台数制御コントローラで冷水・温水の二次側往還差圧を設定する。</li> <li>熱源システム運用開始指令により制御を開始する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="574 981 847 1137" style="text-align: center;">  <p>二次ポンプ制御盤</p> </div> <div style="font-size: 2em; color: red;">→</div> <div data-bbox="1061 981 1295 1137" style="text-align: center;">  <p>二次ポンプ台数制御コントローラ</p> </div> </div>																																																																																																													
<p>連通管差圧設定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷水・温水の一次側往還差圧を熱源運転台数・種類別に設定する。</li> </ul>																																																																																																													
<p>二次ポンプ(リニア)制御</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>常時リニアポンプ出力 0%(4mA)を与えて低速運転とする。</li> <li>熱源システム運用開始指令により制御を開始する。</li> </ul>																																																																																																													

#### 4. 4 制御動作説明書

制御動作説明書は Cx に関連する設備システムの自動制御の動作説明に関する文書として、自動制御工事業者の情報を基に作成する。記載内容は、PID 制御のような一般的な制御動作の説明ではなく、例えば熱源機器の台数制御、ポンプの運転台数制御、VAV 制御など、機能性能試験で対象としたシステムに特化し、制御動作を説明する制御ロジックと閾値や PID 制御パラメータの説明とその設定値・変更要領・変遷記録、センサ及びアクチュエータの適正な校正頻度など設計図書から読み取ることが困難な情報について施工者が作成する。

制御動作説明書の基本構成例を表-4.4.1 に、制御動作説明の事例を表-4.4.2 に、熱源システムの緊急時動作確認の事例を表-4.4.3 に示す。

表-4.4.1 制御動作説明書の基本構成例

章	項目
1	熱源システム <ul style="list-style-type: none"> <li>制御項目及び制御ロジック</li> <li>冷房・暖房運転、蓄熱運転・放熱運転、緊急時運転モード</li> <li>制御パラメータの説明、設定値と設定値変更要領と変遷記録</li> <li>年間の設定変更の頻度とその値及び合理的な設定調整範囲</li> <li>センサ及びアクチュエータの適正な校正頻度</li> </ul>
2	空調・換気システム <ul style="list-style-type: none"> <li>制御項目及び制御ロジック</li> <li>冷房・暖房運転、外気冷房運転、緊急時運転モード</li> <li>制御パラメータの説明、設定値と設定値変更要領と変遷記録</li> <li>年間の設定変更の頻度とその値及び合理的な設定調整範囲</li> <li>センサ及びアクチュエータの適正な校正頻度</li> </ul>
3	水搬送システム <ul style="list-style-type: none"> <li>制御項目及び制御ロジック</li> <li>緊急時運転モード</li> <li>制御パラメータの説明、設定値と設定値変更要領と変遷記録</li> <li>年間の設定変更の頻度とその値及び合理的な設定調整範囲</li> <li>センサ及びアクチュエータの適正な校正頻度</li> </ul>
4	その他留意事項

表-4.4.2 制御動作説明の事例

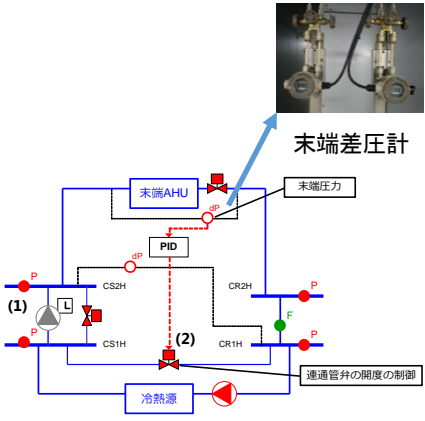
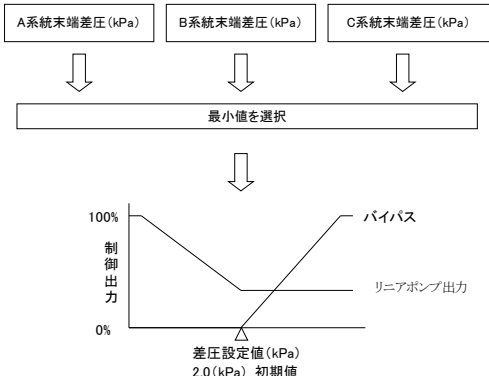
制御ブロック	制御概要
冷熱源・温熱源設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷水モード又は温水モード設定を受ける。</li> <li>冷熱源グループ、温熱源グループが0台から1台以上に起動したとき、熱源システム運用開始(一次・二次ヘッダ間バイパス弁制御及び二次ポンプ(リニア)制御開始)と判断する。</li> <li>自動/手動モードを設ける。自動時は熱源機の状態に連動し、手動時は中央監視から手動又はスケジュール制御により熱源システムを運用開始する。</li> </ul>
一次・二次ヘッダバイパス制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱源システム運用開始指令により制御を開始する。</li> <li>設定された冷水・温水の二次側往還差圧により ON/OFF 制御を行う。</li> <li>二次側往還差圧計測値が設定値以上のときバイパス弁を開く、計測値が[設定値-ディファレンシャル値]以下の時にバイパス弁を閉じる。</li> <li>二次ポンプが全台停止の場合に「開」、二次ポンプ 1 台運転で「制御状態」とする。</li> </ul>
連通管差圧設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱源運転台数・種類別に設定された冷水・温水の一次側往還差圧により比例制御を行う。</li> <li>常時制御状態とする。</li> </ul>
二次ポンプ(リニア)制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱源システム運用開始指令により制御を開始する。</li> <li>制御 On 指令時に末端差圧により ON/OFF 制御[ポンプ発停+常時低速制御]を行う。</li> </ul>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">末端圧によるバイパス弁制御</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">二次ポンプ台数制御コントローラ</p> </div> </div>

表-4.4.3 熱源システムの緊急時動作確認の事例

	中央監視設備PC異常	中央監視設備CPU異常	リモート制御盤異常	ローカル制御盤異常	機器異常(熱源機・熱交換器・ポンプ)	監視設備を使用せず手動で運転を実施
熱源機の運転制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・OPS2台異常時は状態監視・操作がすべて不能になる</li> <li>・CPUが機能していれば台数制御・熱源機の運転は継続する</li> <li>・代替PC等でバックアップが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リモート制御盤の各モジュールで異常時の状態を保持、継続運転は可能(CPU1台のみ異常時はバックアップCPUで制御は継続)</li> <li>・温度制御・差圧制御等は異常時前の状態を保持するが、異常CPUの範囲内の全ての制御が停止する</li> <li>・放熱用熱源機温度制御弁は異常時前の状態を保持する</li> <li>ローカル制御盤の調節計に切替え温度制御を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電源異常時は全ての制御機器の操作は不能となる(電源は二重化されていて1系統の異常では制御は継続される)</li> <li>・個別モジュール異常時は接続されている機器のみ制御が不能</li> <li>・制御モジュールの異常時はモジュールの割当のグループ化により影響を限定</li> <li>・モジュール異常では放熱用熱源機温度制御弁は異常時前の状態を保持する</li> <li>ローカル制御盤の調節計に切替え温度制御を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[制御電源異常]</li> <li>・温度入力信号は停止し、温度制御弁は異常時前の状態を保持する</li> <li>・熱源機の出口温度制御は継続する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動運転中で代替機がある場合、自動で切り替わる</li> <li>・手動運転中機器の場合は手動で代替機を起動する</li> <li>・インバータ故障時は商用に自動で切替わる</li> <li>・熱源機が自動運転中で代替機があれば自動で切り替わる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[熱源機の手動運転]</li> <li>・熱源機入口温度制御バルブは手動で開閉を行う</li> <li>・熱源機入口・出口の冷温水切替弁を開閉する(冷防/暖房切替ありの場合)</li> <li>・冷水ポンプインバータ出力は手動で設定する</li> <li>・熱源機入口冷却水制御バルブは手動で開閉を行う</li> <li>・冷却水温度差制御バルブは手動で開閉する</li> <li>・熱源機は機側盤で起動する</li> <li>・冷温水ポンプ、冷却水ポンプは連動運転する</li> </ul>
熱交換器運転制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・OPS2台異常時は状態監視・操作がすべて不能になる</li> <li>・CPUが機能していれば台数制御・熱源機の運転は継続する</li> <li>・代替PC等でバックアップが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱交換器台数制御は停止し、異常時前の状態を保持する</li> <li>・熱交二次側温度制御用1次ポンプインバータは異常時前の状態を保持する</li> <li>・負荷に追従させるにはインバータを手動に切替、出力の変更が必要</li> <li>・自動追従で温度制御を行うには調節計の設置が必要</li> <li>・主管差圧制御用二次ポンプインバータへの出力は異常時前を保持する</li> <li>ローカル制御盤の調節計に切替え差圧制御を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱交換器台数制御は停止し、異常時前の状態を保持する</li> <li>・熱交二次側温度制御用1次ポンプインバータは異常時前の状態を保持する</li> <li>・負荷に追従させるにはインバータを手動に切替、出力の変更が必要</li> <li>・自動追従で温度制御を行うには調節計の設置が必要</li> <li>・主管差圧制御用二次ポンプインバータへの出力は異常時前を保持する</li> <li>ローカル制御盤の調節計に切替え差圧制御を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[制御電源異常時]</li> <li>・温度入力信号は停止し、温度制御弁は異常時前の状態を保持する</li> <li>・熱源機の出口温度制御は継続する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動運転中で代替機がある場合、自動で切り替わる</li> <li>・手動運転中機器の場合は手動で代替機を起動する</li> <li>・インバータ故障時は商用に自動で切替わる</li> <li>・自動で切り替わる</li> <li>・熱源機が自動運転中で代替機があれば自動で切り替わる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[熱交換器の手動運転]</li> <li>・熱交換器入口・出口の冷温水切替弁を開閉する(冷防/暖房切替ありの場合)</li> <li>・熱交1次側温度制御弁を開く</li> <li>・熱交1次側ポンプインバータを手動設定する</li> <li>・熱交2次側ポンプインバータを手動設定する</li> <li>・熱交1次・2次ポンプを手動運転する</li> </ul>