

ガイドライン説明会（東京／オンライン） 2023/07/31
“SHASE-G 0023-2022 建物エネルギーシミュレーション
ツールの評価手法に関するガイドライン”

6章 空調システムシミュレーションツールのテスト

6.4. 建物・空調システムテスト

品川浩一（日本設計）

<対象システム>

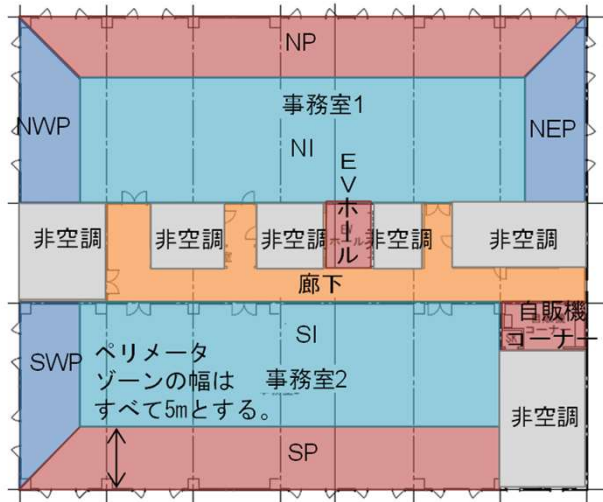
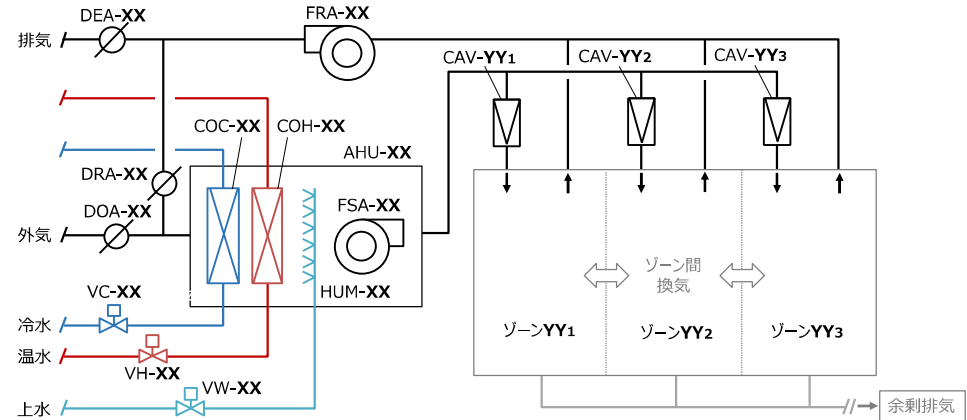


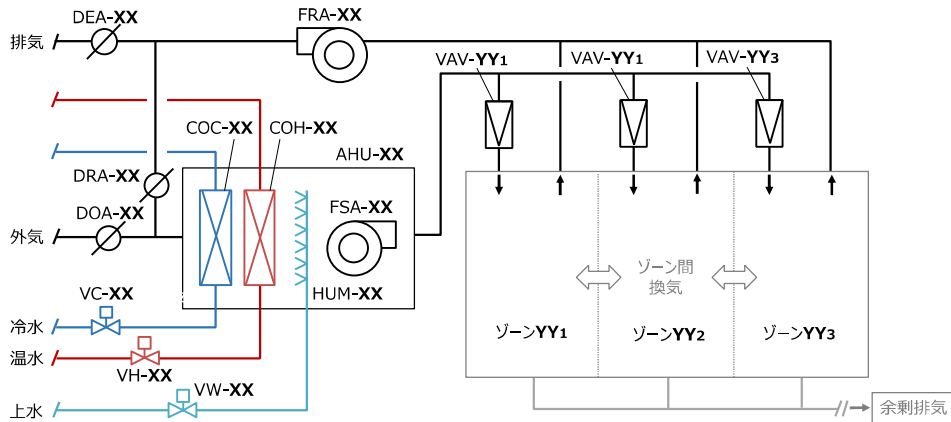
図6.1.1_1 基準階事務所のゾーニング p. 122



XX: 空調機記号 (NP, NI, SP, SI)
YYk: ゾーン記号 (NP, NEP, NWP, NI, SP, SWP, SI)

図6.1.3_1 定風量空調システム

p. 124



XX: 空調機記号 (NP, NI, SP, SI)
YYk: ゾーン記号 (NP, NEP, NWP, NI, SP, SWP, SI)

図6.1.3_5 変風量空調システム p. 129

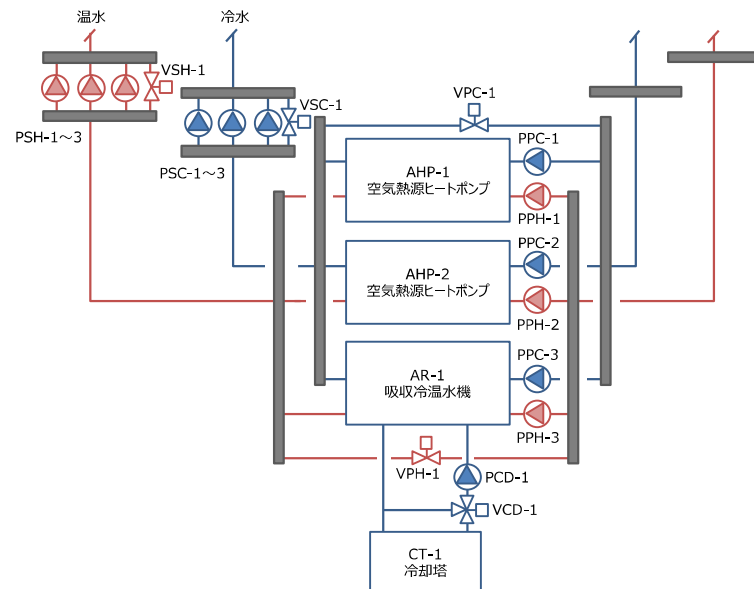


図6.1.3_2 熱源システム p. 126

<目的>

建物・空調システムを対象として1年間のシミュレーションを行い、製造熱量・処理熱量・一次エネルギー消費、各種エネルギー効率の季間値を算出し、複数の他ツールと結果を相対比較してツールを評価

<テスト条件>

→ これが他のテストとは違う

- 定風量空調方式による建物・空調システム (W-AC100)
- 変風量空調方式による建物・空調システム (W-AC110)
- 熱負荷と空調システムのシミュレーションとが連成・非連成に対応

<検証・評価>

- 熱源製造熱量・空調機処理熱量・配管ロスのバランスの相対比較
- 一次エネルギー消費量の相対比較
- 各種エネルギー効率の指標 (S-COP、WTF、ATF) の相対比較

<結果出力>

- 冷水モード期間／温水モード期間に分けて季間積算値を出力する。
- 空調機系統の冷却除湿熱量については冷水モード期間のみ、加湿給水量については温水モード期間のみ出力する。
- 未処理／過剰処理熱量については、能力不足／能力過剰時の室温変化を考慮できないツールの場合のみ出力する。
- 一次エネルギー換算係数は、電力9.76MJ/kWh、ガス45MJ/Nm³とする。

<結果出力>

- 出力する項目は以下の通り。

1) 熱源製造熱量 [GJ]

- 冷水モード期間の熱源製造熱量
($Q_{c_AHP-1/2}$ 、 Q_{c_AR-1})
- 温水モード期間の熱源製造熱量
($Q_{h_AHP-1/2}$ 、 Q_{h_AR-1})

2) コイル処理熱量 [GJ]

- 冷水モード期間の空調コイル処理全熱熱量
($Q_{cT_COC-NP/NI/SP/SI}$)
- 冷水モード期間の空調コイル処理顕熱熱量
($Q_{cS_COC-NP/NI/SP/SI}$)
- 温水モード期間の空調コイル処理全熱熱量
($Q_{hT_COC-NP/NI/SP/SI}$)
- 温水モード期間の空調コイル処理顕熱熱量
($Q_{hS_COC-NP/NI/SP/SI}$)

3) 加湿給水量 [m³]

- 温水モード期間の加湿給水量
($W_HUM-NP/NI/SP/SI$)

4) 消費電力 [kWh]

- 冷水モード期間と温水モード期間それぞれに対する下記の積算電力量
 - 給気ファン積算電力量
($E_{e_FSA-NP/NI/SP/SI}$)
 - 還気ファン積算電力量
($E_{e_FRA-NP/NI/SP/SI}$)
 - 冷温水2次ポンプ積算電力量
($E_{e_PSC-1/2/3}$)
 - 熱源消費積算電力量
($E_{e_AHP-1/2}$ 、 E_{e_AR-1})
 - 冷温水1次ポンプ積算電力量
($E_{e_PPC-1/2/3}$)
 - 冷却水ポンプ積算電力量 (E_{e_PCD-1})
 - 冷却塔ファン積算電力量 (E_{e_CT-1})

5) 燃料消費 [m³]

- 冷水モード期間と温水モード期間それぞれに対する下記の積算ガス消費量
 - AR-1ガス消費量 (E_{g_AR-1})

<評価>

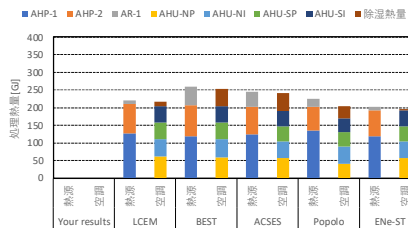
- 各ケースにおける結果を付属電子ファイル【Appendix C 6.4_建物・空調システムテスト.xlsx】に転記する。
- 他のツールとの比較結果がグラフシートに自動的に作成される。

期間	冷水使用期間																																					
系統	AHU-NP系統								AHU-NI系統								AHU-SP系統								水搬送系統			AHP-1系統			AHP-2系統			AR-1系統				
データ	コイル全熱冷却熱量	コイル顕熱冷却熱量	加湿給水量	送気ファン電力	送気ファン電力	コイル全熱冷却熱量	コイル顕熱冷却熱量	加湿給水量	送気ファン電力	送気ファン電力	コイル全熱冷却熱量	コイル顕熱冷却熱量	加湿給水量	送気ファン電力	送気ファン電力	コイル全熱冷却熱量	コイル顕熱冷却熱量	加湿給水量	送気ファン電力	送気ファン電力	冷温水2次ポンプ電力	製造熱量	AHP-1電力	1次ポンプ電力	製造熱量	AHP-2電力	1次ポンプ電力	製造熱量	AR-1ガス消費量	AR-1電力	1次ポンプ電力	冷却水ポンプ電力	冷却塔ファン電力					
	Qct_COC-NP	Qcl_AHU-NP	W_HUM-NP	Ee_FSA-NP	Ee_FRA-NP	Qct_COC-NI	Qcl_AHU-NI	W_HUM-NI	Ee_FSA-NI	Ee_FRA-NI	Qct_COC-SP	Qcl_AHU-SP	W_HUM-SP	Ee_FSA-SP	Ee_FRA-SP	Qct_COC-SI	Qcl_AHU-SI	W_HUM-SI	Ee_FSA-SI	Ee_FRA-SI	Ee_PSC-1	Ee_PSC-2	Ee_PSC-3	Qc_AHP-1	Ee_AHP-1	Ee_PPC-1	Qc_AHP-2	Ee_AHP-2	Ee_PPC-2	Qc_AR-1	Eg_AR-1	Ee_AR-1	Ee_PPC-3	Ee_PCD-1	Ee_CT-1			
	[G]	[G]	[m3]	[kWh]	[kWh]	[G]	[G]	[m3]	[kWh]	[kWh]	[G]	[G]	[m3]	[kWh]	[kWh]	[G]	[G]	[m3]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[G]	[kWh]	[kWh]	[G]	[kWh]	[kWh]	[G]	[m3]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]			
W-AC100																																						
W-AC110																																						

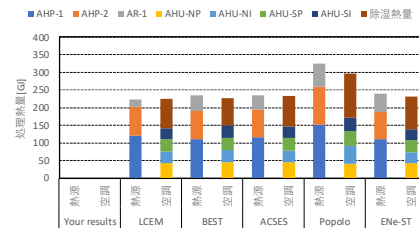
入力シート



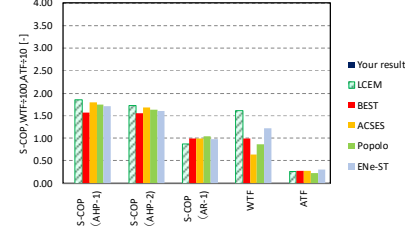
熱源・空調機処理熱量 (W-AC100冷房)



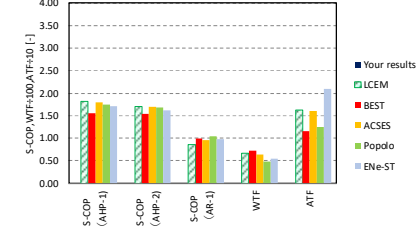
熱源・空調機処理熱量 (W-AC110冷房)



各種効率評価 (W-AC100冷房)



各種効率評価 (W-AC110冷房)



グラフシート



評価のポイントと評価例

注) 評価例はガイドライン本文ではない。委員の判断で評価して例示したものである。

<評価のポイント>

1. 熱源・空調機処理熱量

- ・ 熱源製造熱量・空調機コイル処理熱量・配管ロスのバランスがおかしくないか
- ・ W-AC100と W-AC110の比較からVAV制御により除湿熱量・処理熱量の変化が確認できるか

2. 一次エネルギー消費量

- ・ トータルのエネルギー消費量の絶対値やケース間の相対的な差に大きな違いがあるか
- ・ W-AC100と W-AC110の比較からVAV制御により、空気搬送エネルギー消費量に差異があるか（冷水・温水共に）

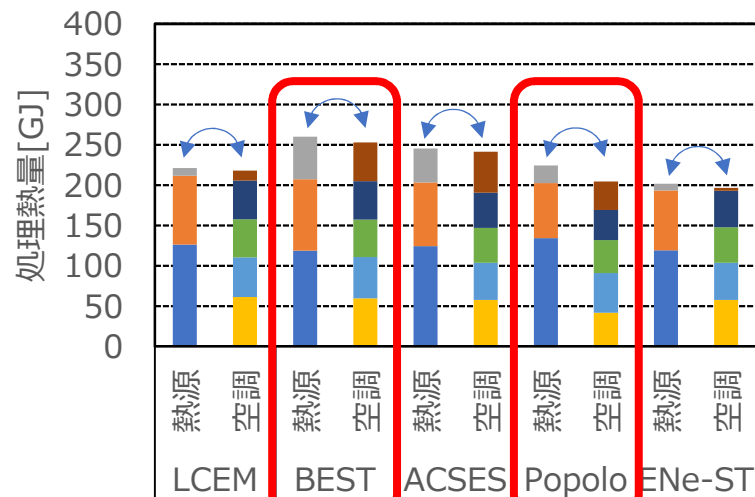
<評価のポイント>

3. 各種エネルギー効率の指標

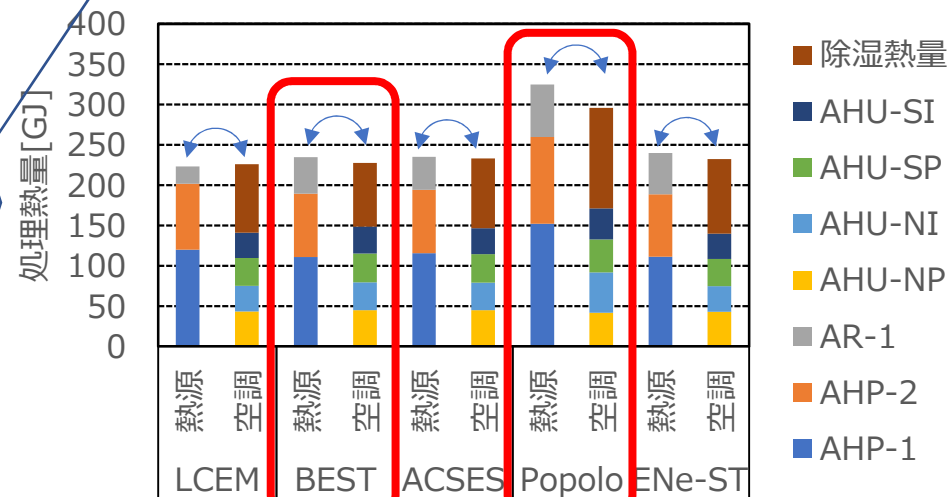
- 各種エネルギー効率の指標（S-COP、WTF、ATF）は大きな差異がないか
- 差異がある場合は、その要因が推計できるか

<評価例>

■ W-AC100冷水



■ W-AC110冷水



VAV制御により除湿熱量・処理熱量の変化が確認

<冷水期間>

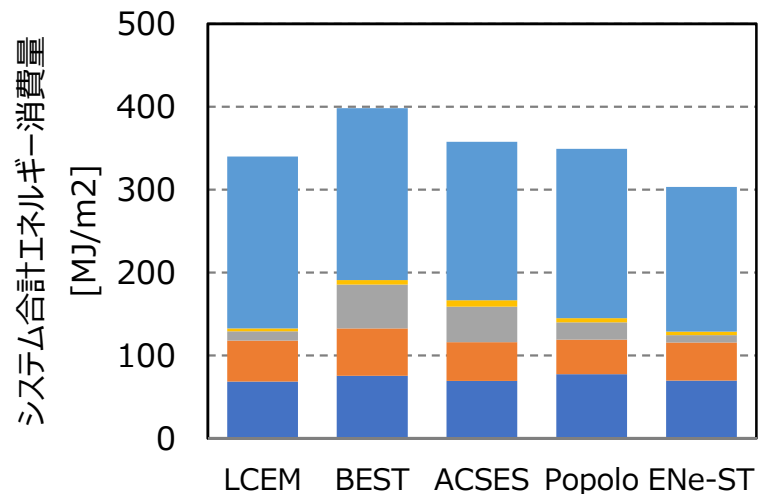
熱源製造熱量と空調機処理熱量の合計はほぼ等しく、熱バランスは概ね一致している
→連成計算・放熱ロスの設定で差異のあるケースもある。

熱負荷結果から基準階年間積算負荷は、BEST≒Popoloだが、潜熱熱量が異なることがシステム計算に影響を与えていると考えられる

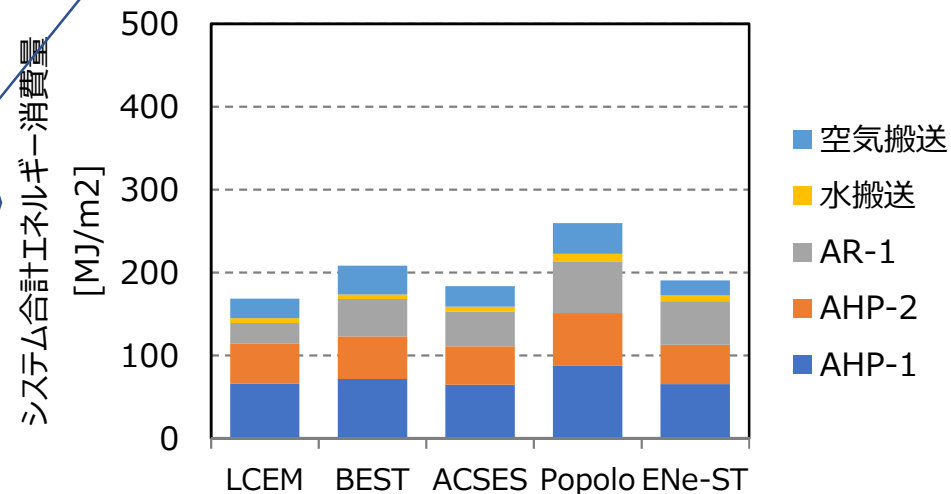
BESTとPopoloのみ連成計算

<評価例>

■ W-AC100冷水



■ W-AC110冷水



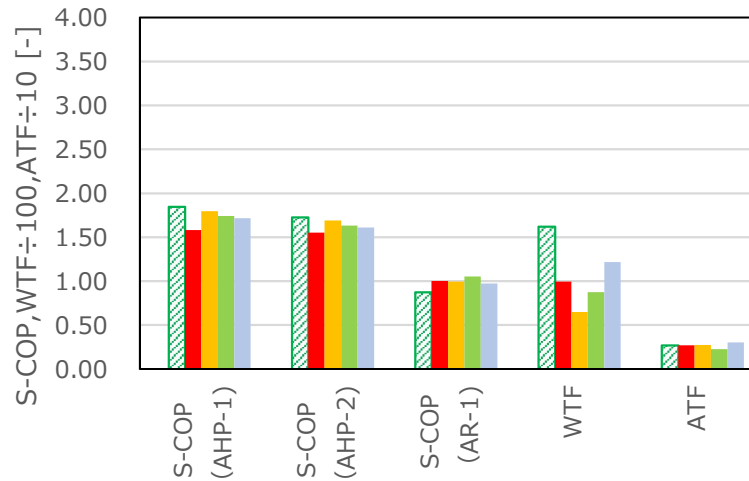
VAV制御により搬送の変化が確認

<冷水期間>

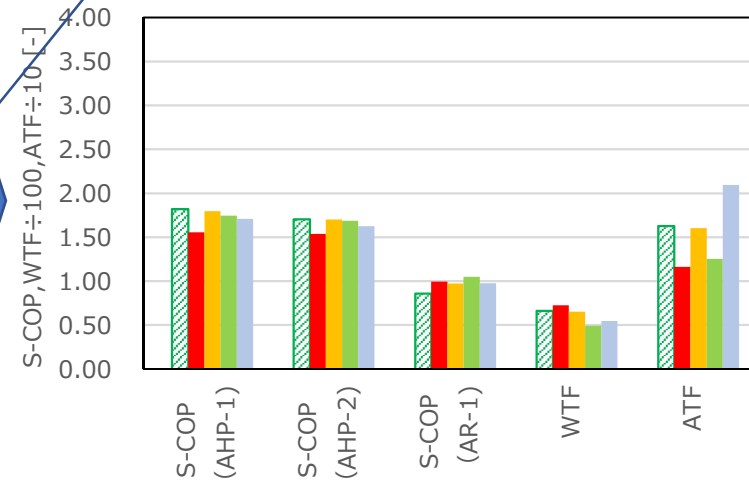
エネルギー消費量の構成比には差異が見られ、ツール間の処理熱量と同様な差異の傾向が、熱源・水搬送・空気搬送のエネルギー消費量で確認でき、機器特性・制御方法のモデリングなどの違いが予想できる。

<評価例>

■ W-AC100冷水



■ W-AC110冷水



VAV制御により搬送の変化が確認

<冷水期間>

各システムの各種エネルギー効率の指標（S-COP）は、熱源のS-COPは、ツール間・ケース間に大きな違いはなく、AR-1は温水時に稼働しているものとしがないものがある。

WTF・ATFには差があるため、ツール間の機器特性・制御方法のモデリングなどの違いが予想できる。

ガイドライン説明会（東京／オンライン） 2023/07/31
“SHASE-G 0023-2022 建物エネルギーシミュレーション
ツールの評価手法に関するガイドライン”

6章 空調システムシミュレーションツールのテスト

- 6.5. 自動制御ロジックテスト
 - 6.5.3. 熱源台数制御ロジック
 - 6.5.4. 冷却水制御ロジック
 - 6.5.5. 冷温水2次ポンプ変流量制御ロジック
 - 6.5.6. VAV制御ロジック

品川浩一（日本設計）

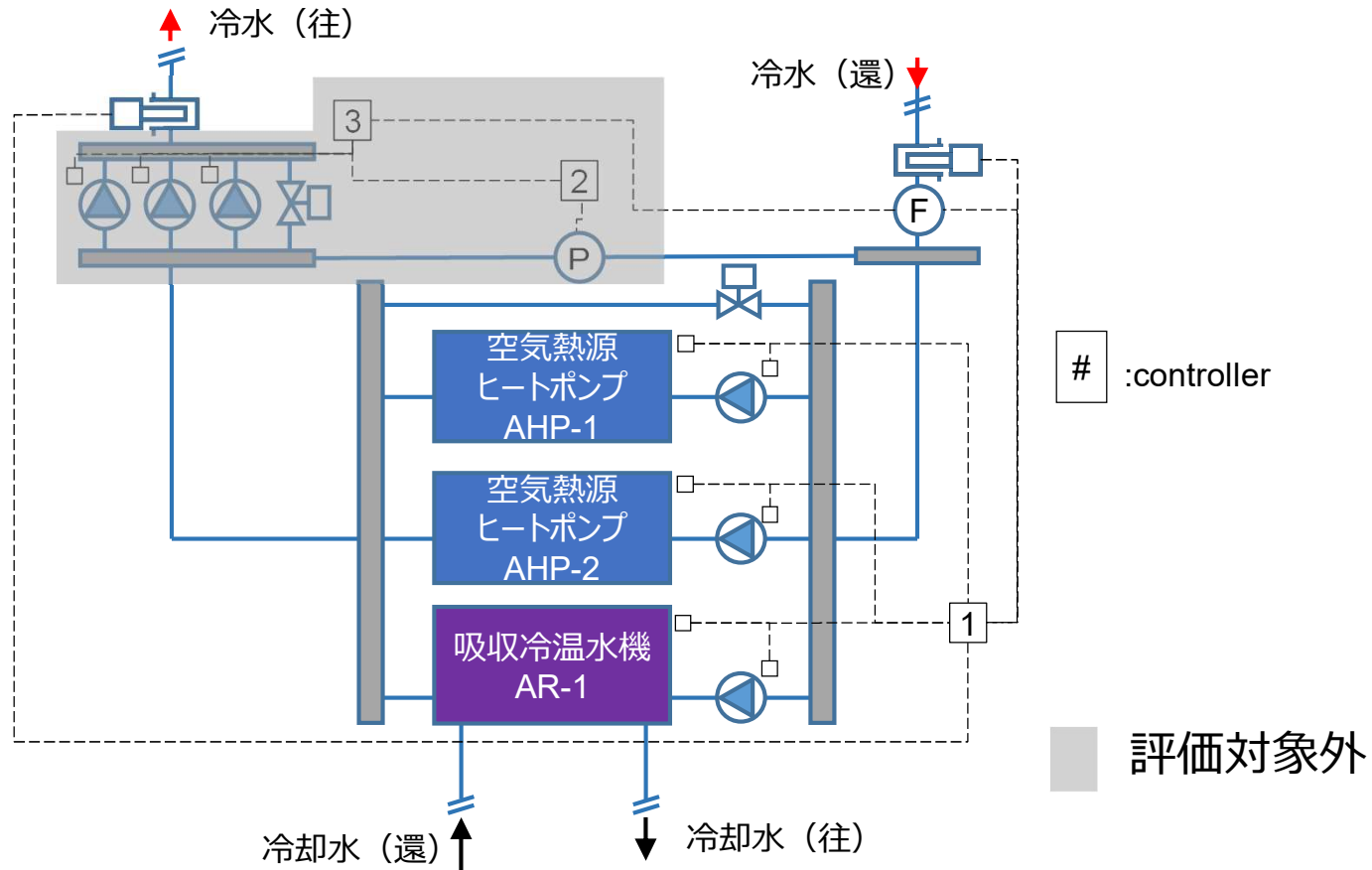
<目的>

自動制御ロジックテストでは、変風量空調方式による建物・空調システムテスト（W-AC110）で得られた年間シミュレーションの結果を用い、制御ロジックが正常に機能していることを検証しツールを評価

<テスト条件>

- 検証・評価は制御ロジックの主要変数に対する相関図を作成して行う。
- 評価対象とする結果の期間は、冷水モード期間（7月1日～7月31日）、温水モード期間（1月1日～1月31日）とする。
- テスト対象とする制御ロジックは、
 - 1)熱源台数制御
 - 2)冷却水変流量制御
 - 3)2次ポンプ変流量制御
 - 4)VAV制御とする。

<対象システム>



(a) 系統図

図 6.5.3.1.1 熱源台数制御動作確認のイメージ

<目的>

適切な運転台数に制御されていること、指定した増減段の閾値通りに台数が制御されていることを検証しツールが有する制御ロジックの正確性を評価

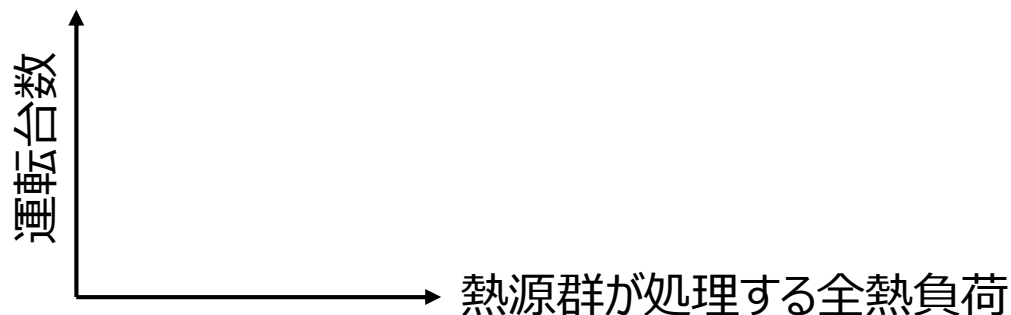
<テスト条件>

→ これが他のテストとは違う

- 変風量空調方式による建物全体システム建物・空調システム（W-AC110）のテスト結果を利用

<検証・評価>

- 毎時ステップの熱源群が処理する全熱負荷とそのステップにおける熱源の運転台数を指標として相関図として作成



<結果出力>

- W-AC110の年間計算のうち、冷水使用期間（7月1日～7月31日）、温水使用期間（1月1日～1月31日）
- 評価に必要な項目を、入力シート内にサンプリング出力ごとの瞬時値を抽出し転記
- シミュレーションの計算時間間隔（分）はプログラムによって異なるため、入力シートのサンプリング出力の時間間隔をプルダウンより選択
- 出力する項目は以下の通り。
 - 熱源製造熱量
($Q_c_AHP-1/2$ 、 Q_c_AR-1 、 $Q_h_AHP-1/2$ 、 Q_h_AR-1) [kW]

<評価>

- 各ケースにおける結果を付属電子ファイル【Appendix C 6.5.3_自動制御ロジック(熱源台数制御).xlsx】に転記する。
- 他のツールとの比較結果がグラフシートに自動的に作成される。

計算結果入力シート

以下の黄色セルにツール名称および計算結果を入力してください。

入力すると「グラフ」シートのグラフに計算結果が自動的に反映されます。

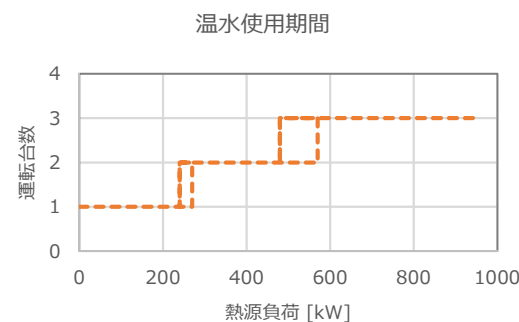
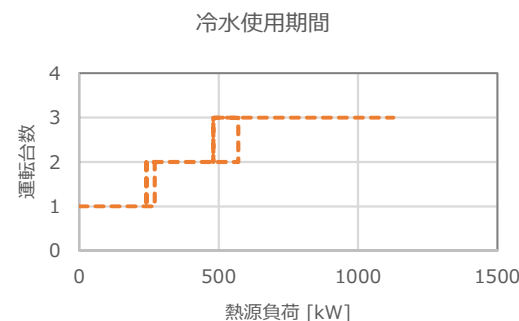
貼り付け時間間隔 (分)
 ツールの名称
 ツールのバージョン
 試行者
 実施日

シミュレーションの計算時間間隔に合わせて「分」を設定すること。

WEEK		熱源台数制御					
		AHP-1		AHP-2		AR-1	
		冷熱 Qc_AHP-1 [kW]	温熱 Qh_AHP-1 [kW]	冷熱 Qc_AHP-2 [kW]	温熱 Qh_AHP-2 [kW]	冷熱 Qc_AR-1 [kW]	温熱 Qh_AR-1 [kW]
7/1 0:00	7 NAC						
7/1 0:00	7 NAC						
7/1 0:00	7 NAC						
7/1 0:00	7 NAC						
7/1 0:00	7 NAC						
7/1 0:00	7 NAC						
7/1 0:00	7 NAC						

熱量は冷熱・温熱ともに正(絶対値)で入力すること

入力シート



グラフシート

6.5.3_自動制御ロジック(熱源台数制御)

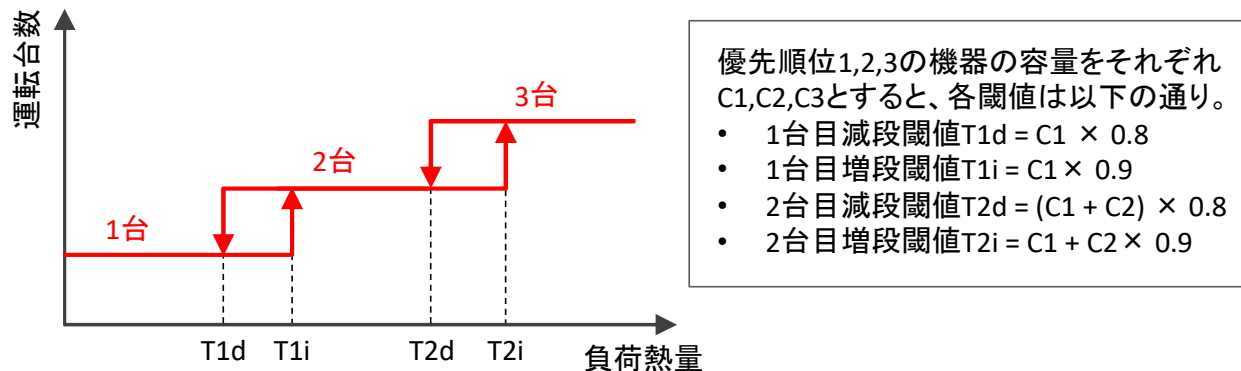


評価のポイントと評価例

注) 評価例はガイドライン本文ではない。委員の判断で評価して例示したものである。

<評価のポイント>

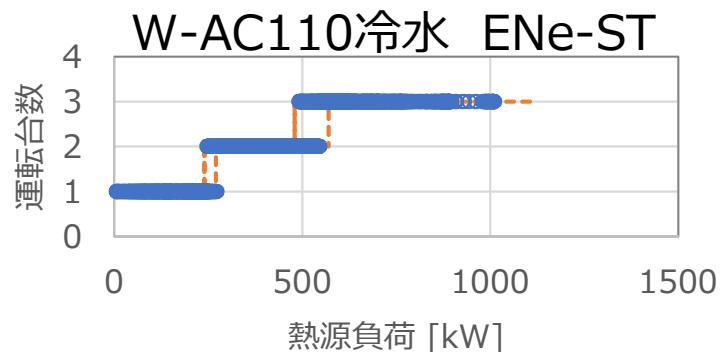
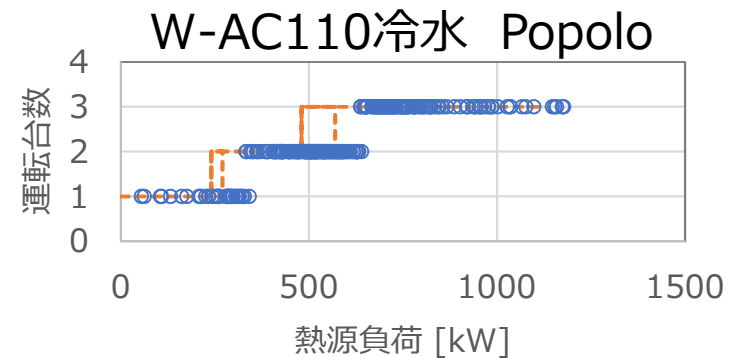
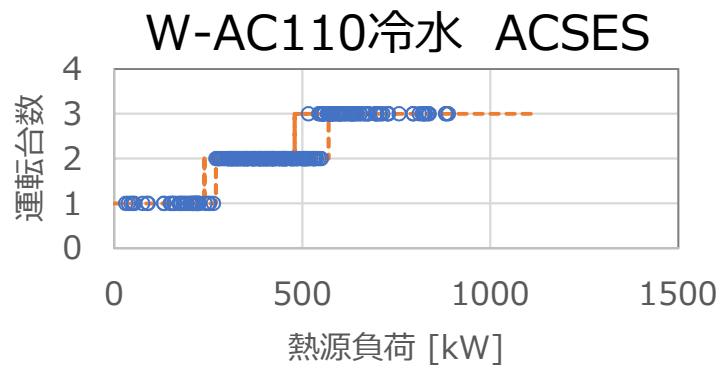
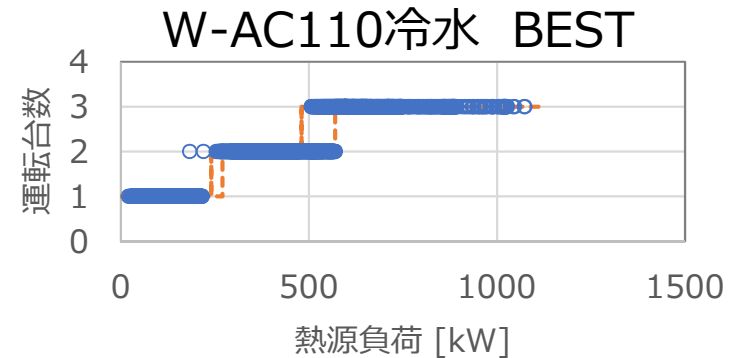
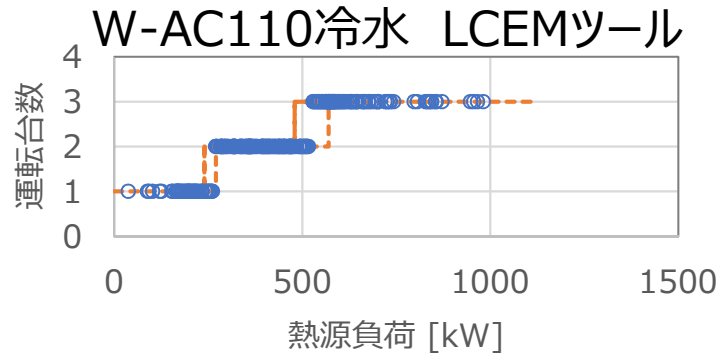
- 制御ロジックで想定している増減段の閾値を反映する階段状の分布となることを検証



(b) 熱源運転台数制御の確認

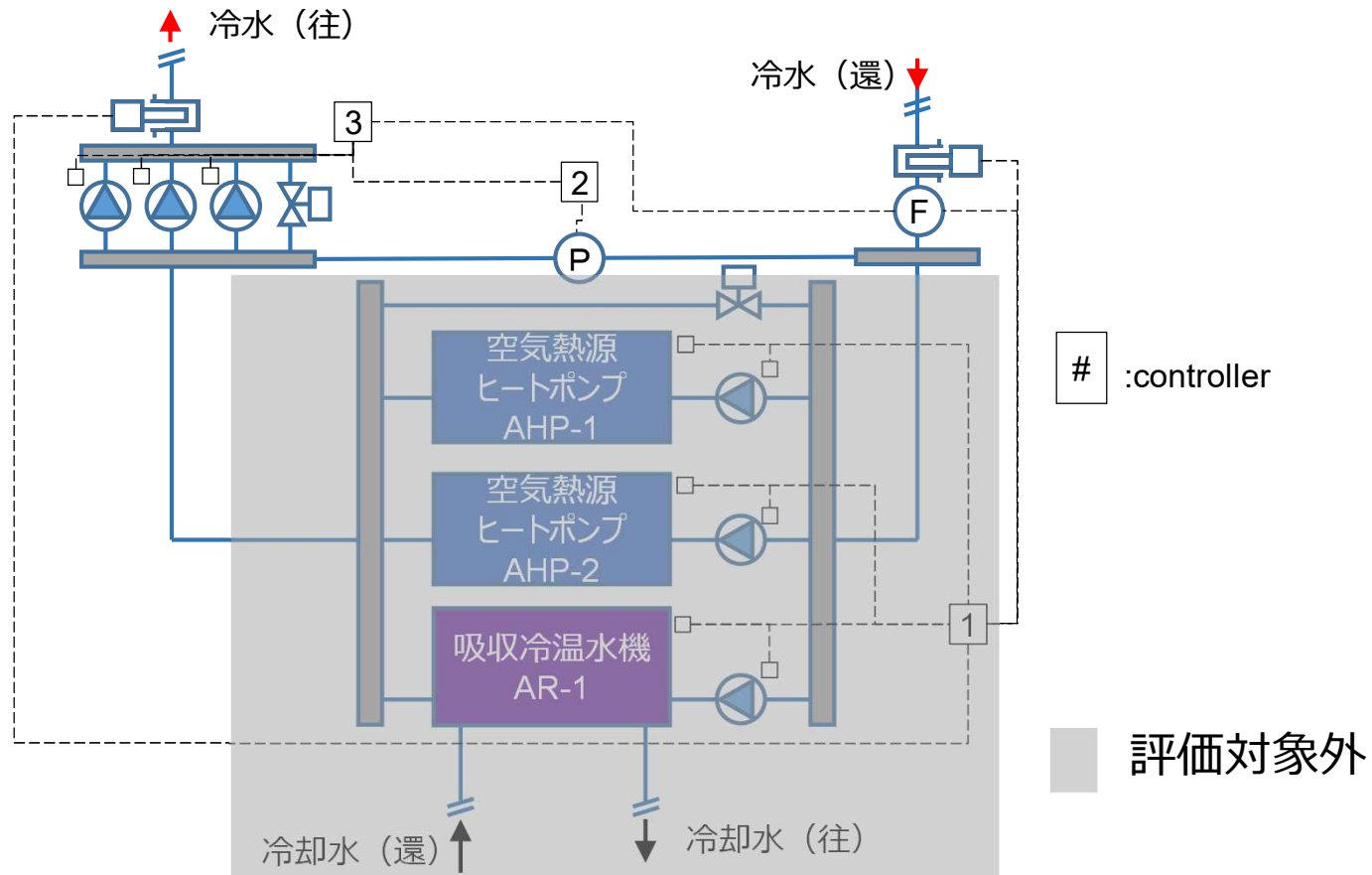
図 6.5.3.1.1 熱源台数制御動作確認のイメージ

<評価例>



エネルギーシミュレーションの精度という観点からみると、熱源台数制御に大きな違いはない。
 Popoloの熱源台数制御は、定格能力ではなく、最大能力に対する比率で増減段の閾値を設定している。

<対象システム>



(a) 系統図

図6.5.5.1_1 2次ポンプ制御動作確認のイメージ

<目的>

ポンプ前後差圧一定制御の閾値通りに回転数・揚程が制御されているかどうか、適切な運転台数に制御されているかどうかを確認し制御ロジックの正確性を評価

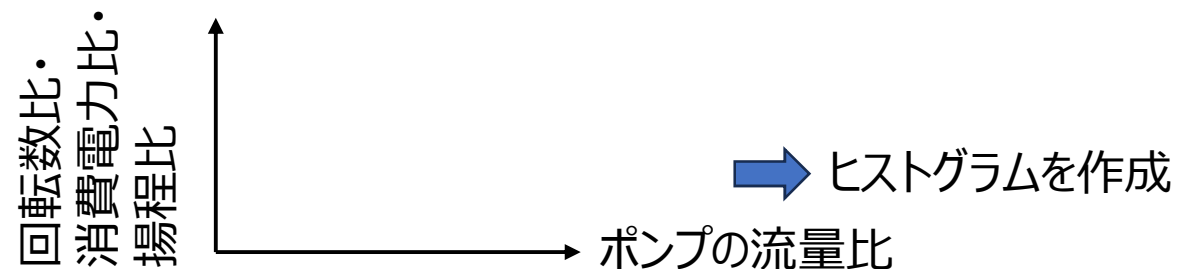
<テスト条件>

→ これが他のテストとは違う

- 変風量空調方式による建物全体システム建物・空調システム（W-AC110）のテスト結果を利用

<検証・評価>

- 毎時ステップのポンプの流量とそのステップにおけるポンプの定格に対する回転数比・消費電力比・揚程比を指標として相関図を作成



<結果出力>

- W-AC110の年間計算のうち、冷水使用期間（7月1日～7月31日）、温水使用期間（1月1日～1月31日）
- 評価に必要な項目を、入力シート内にサンプリング出力ごとの瞬時値を抽出し転記
- シミュレーションの計算時間間隔（分）はプログラムによって異なるため、入力シートのサンプリング出力の時間間隔をプルダウンより選択
- 出力する項目は以下の通り。
 - 2次ポンプの流量（Wc_PSC-1/2/3、Wh_PSH-1/2/3） [L/min]
 - 2次ポンプの回転数比（N_PSC-1/2/3、N_PSH-1/2/3） [-]
 - 2次ポンプの揚程（PH_PSC-1/2/3、PH_PSH-1/2/3） [kPa]
 - 2次ポンプの消費電力（Ee_PSC-1/2/3、Ee_PSH-1/2/3） [kW]

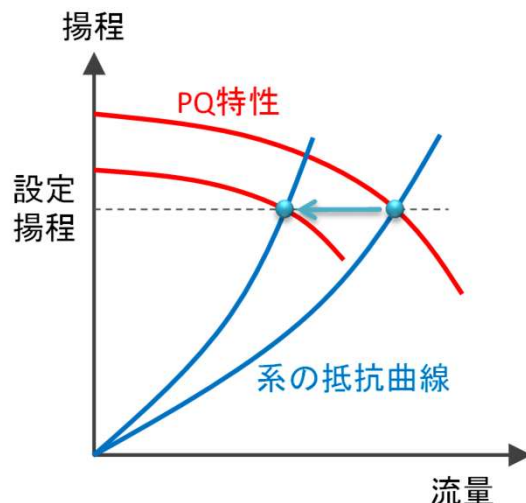


評価のポイントと評価例

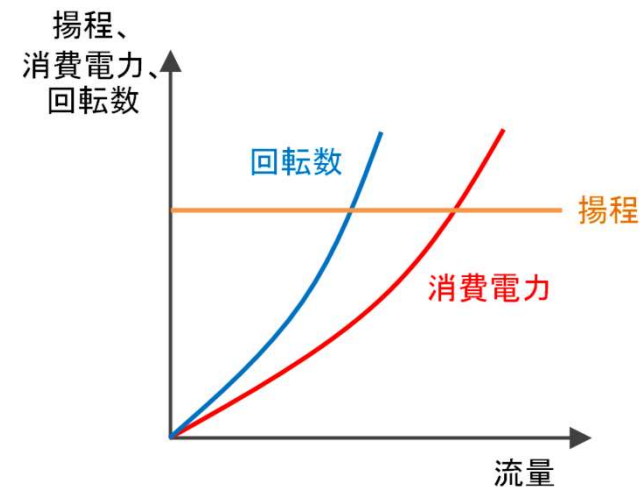
注) 評価例はガイドライン本文ではない。委員の判断で評価して例示したものである。

<評価のポイント>

- 制御ロジックで想定しているポンプ前後差圧一定制御の閾値を反映する分布となることを検証しツールを評価
- 運転台数が制御ロジックで想定している増減段の閾値を反映する階段状の分布となることを検証



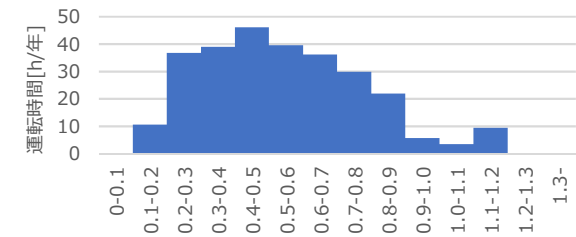
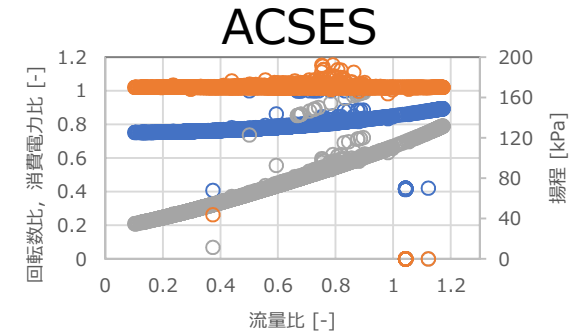
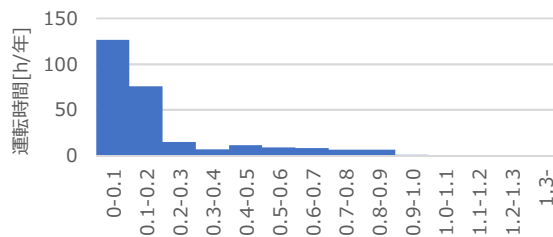
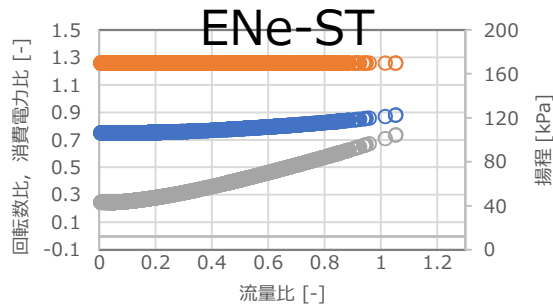
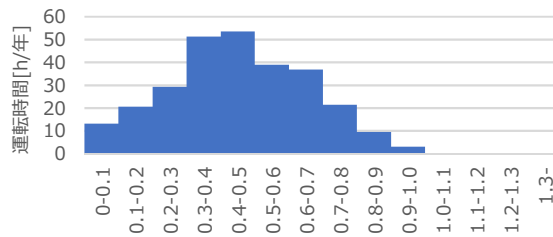
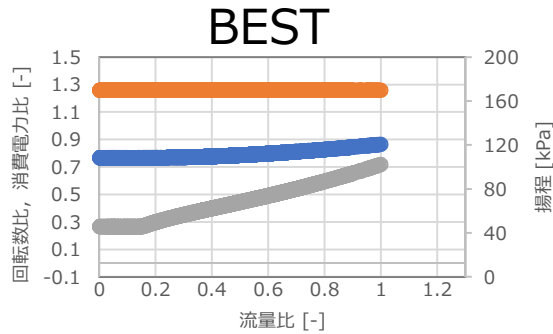
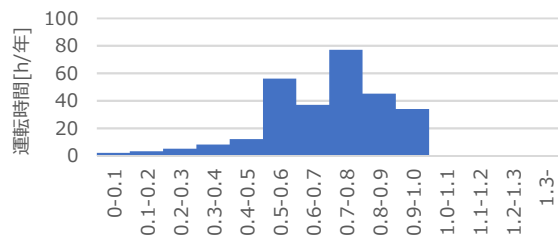
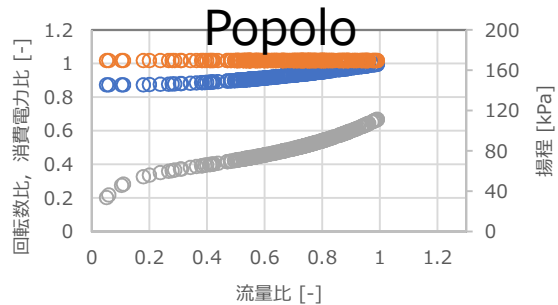
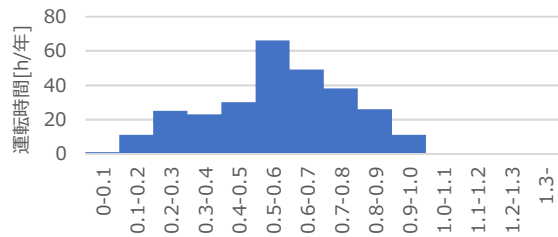
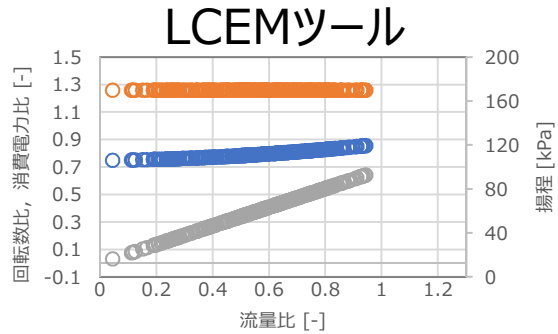
(b) 往還差圧一定制御



(c) 消費電力、回転数変化特性の確認

図6.5.5.1_1 2次ポンプ制御動作確認のイメージ

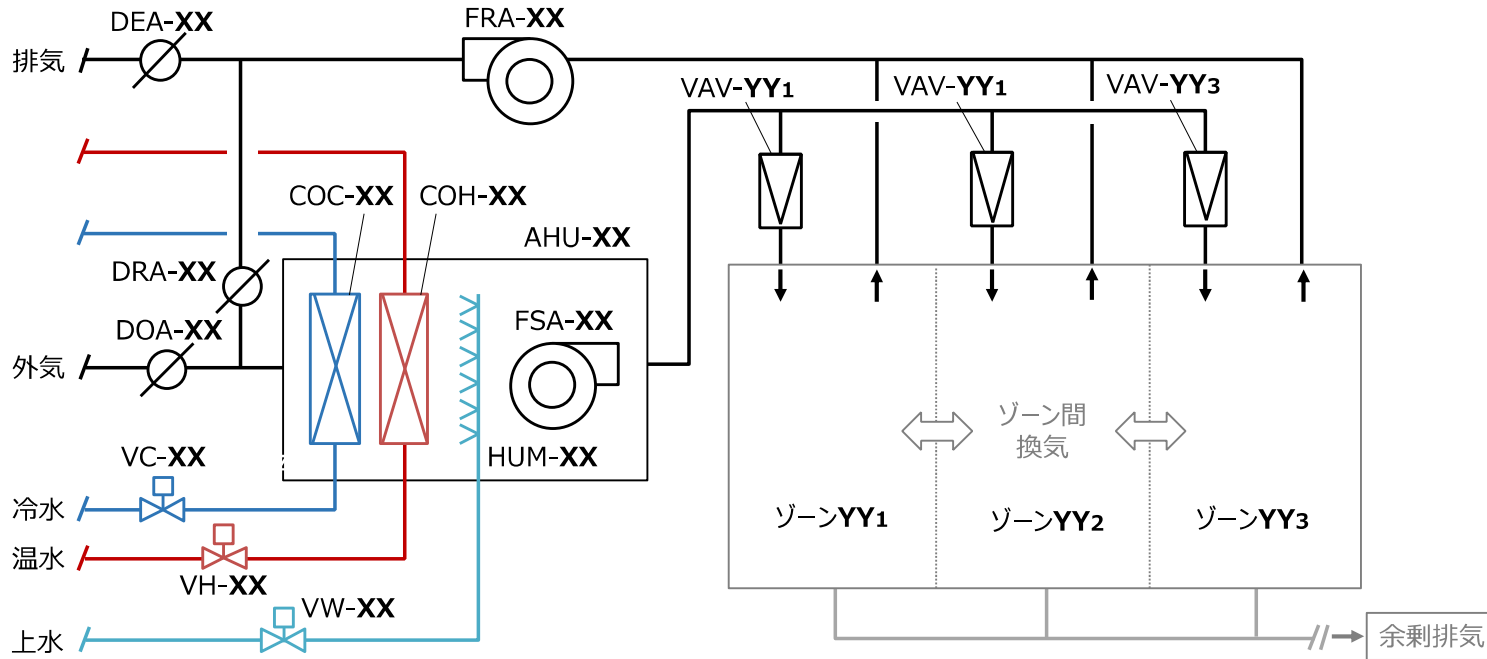
<評価例>



● 回転数比 ○ 消費電力比 ○ 揚程

ベースポンプであるPSC-1の流量比と回転数・消費電力費・揚程の関係はツール間に大きな違いはないが、ヒストグラムは異なるため、空調機制御に差異があると考えられる。

<対象システム>



XX: 空調機記号 (NP, NI, SP, SI)
 YYk: ゾーン記号 (NP, NEP, NWP, NI, SP, SWP, SI)

図6.5.6.1_1 VAV制御動作確認のイメージ

<目的>

- 代表日における室温の時系列変化を作成して、室温設定値を保持していることを検証しツールが有する制御ロジックの正確性を評価
- 室負荷と給気風量の相関図を作成して、負荷に応じた給気風量に制御されていることを検証しツールが有する制御ロジックの正確性を評価
- 給気温度と給気風量の相関図を作成して、ロードリセット制御がされていることを検証しツールが有する制御ロジックの正確性を評価

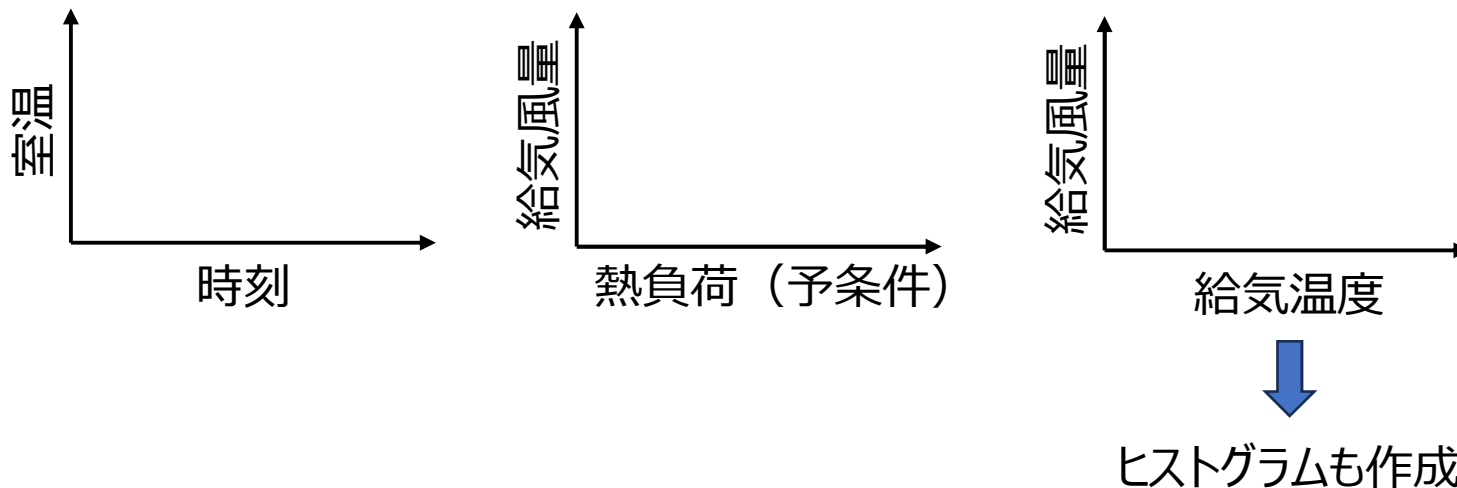
<テスト条件>

→ これが他のテストとは違う

- 変風量空調方式による建物全体システム建物・空調システム（W-AC110）のテスト結果を利用

<検証・評価>

- 熱負荷シミュレーションと空調システムのエネルギーシミュレーションとが連成しているプログラムにおいて代表日における室温の時系列変化を作成
- 毎時ステップの熱負荷データとそのステップにおける給気風量を指標として相関図を作成
- 毎時ステップの給気温度とそのステップにおける給気風量を指標として相関図を作成



<結果出力>

- W-AC110の年間計算のうち、冷水使用期間（7月1日～7月31日）、温水使用期間（1月1日～1月31日）
- 評価に必要な項目を、入力シート内にサンプリング出力ごとの瞬時値を抽出し転記
- シミュレーションの計算時間間隔（分）はプログラムによって異なるため、入力シートのサンプリング出力の時間間隔をプルダウンより選択
- 出力する項目は以下の通り。
 - 空調機ファン給気風量(V_FSA-NP/NI/SP/SI) [m³/h]
 - 空調機給気温度 (Tdb_AHU-NP/NI/SP/SI_out) [°C]
 - 室内気温 (Tdb_NWP/NP/NEP/NI/SWP /SP/SI) [°C]
 - 給気ファン消費電力 (Ee_FSA-NP/NI/SP/SI) [kW]
 - 還気ファン消費電力 (Ee_FRA-NP/NI/SP/SI) [kW]



評価のポイントと評価例

注) 評価例はガイドライン本文ではない。委員の判断で評価して例示したものである。

<評価のポイント>

- 空調時間帯に室温設定値を保持している変化となることを検証
- 制御ロジックで想定している最小風量の閾値を反映する折れ線形の分布となることを検証
- 制御ロジックで想定している最小風量および給気温度の上下限値の閾値を反映するL字形の分布となることを検証

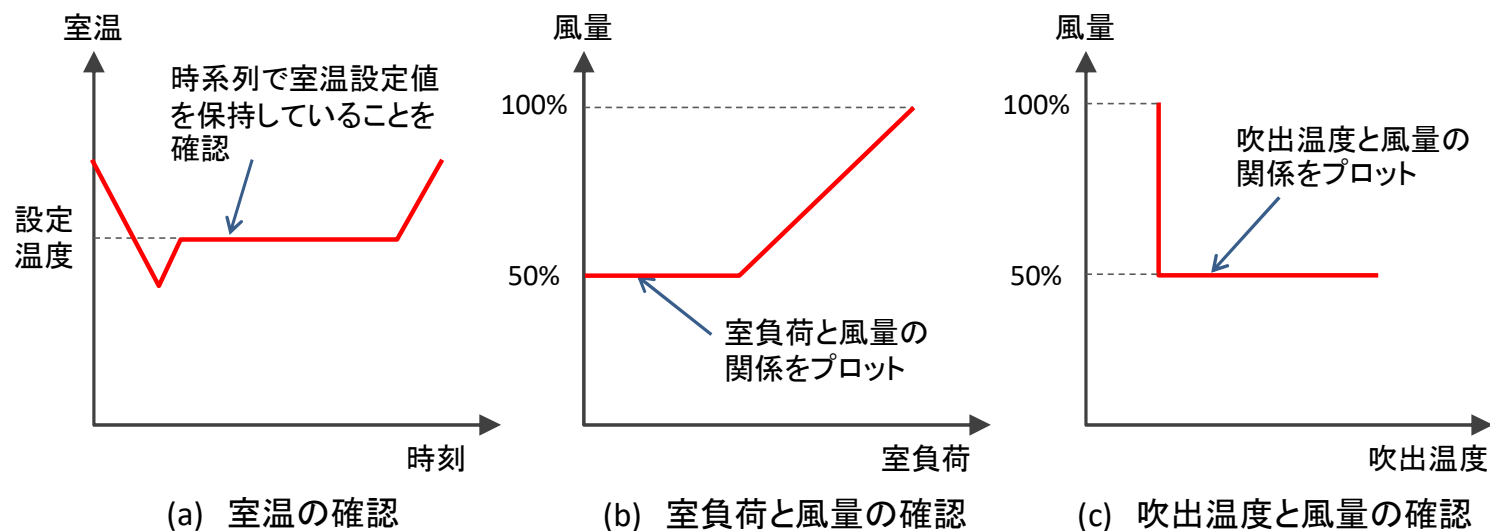
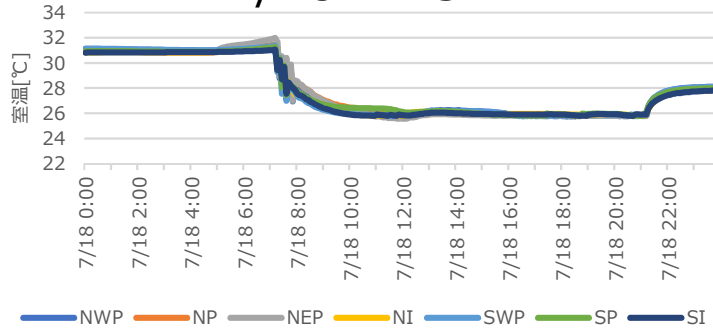


図6.5.6.1_1 VAV制御動作確認のイメージ

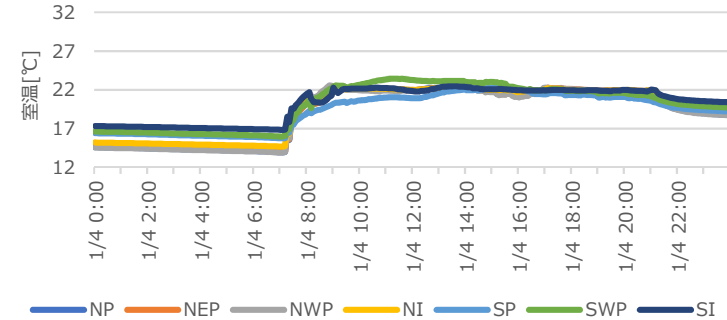
<評価例>

冷房時はどのツールも空調時間帯は±1℃程度に制御ができているが、暖房時は冷暖混在のため少し設定温度からの乖離が生じている

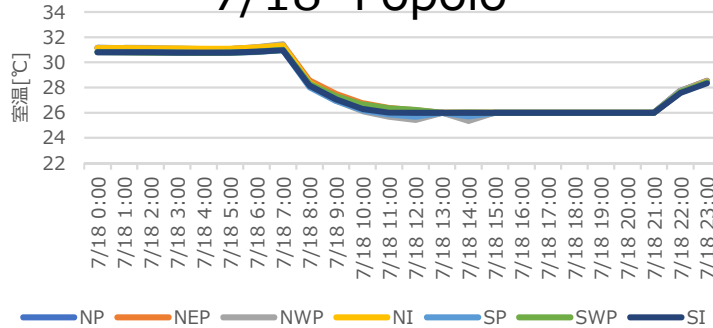
7/18 BEST



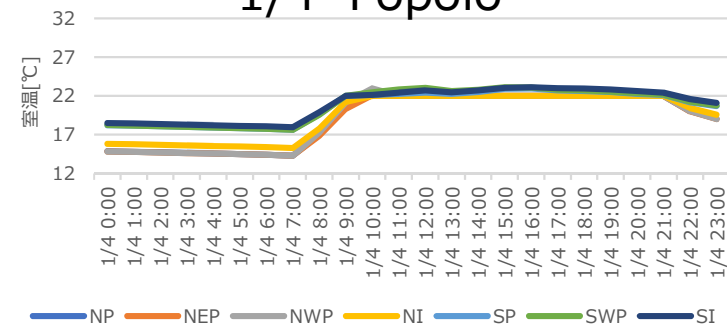
1/4 BEST



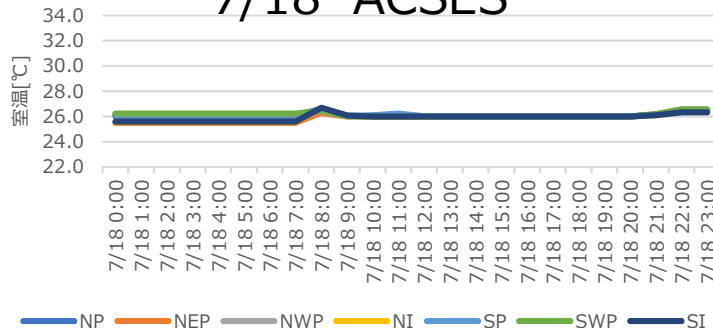
7/18 Popolo



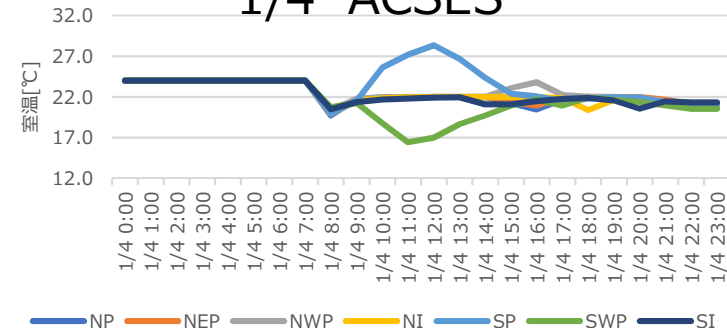
1/4 Popolo



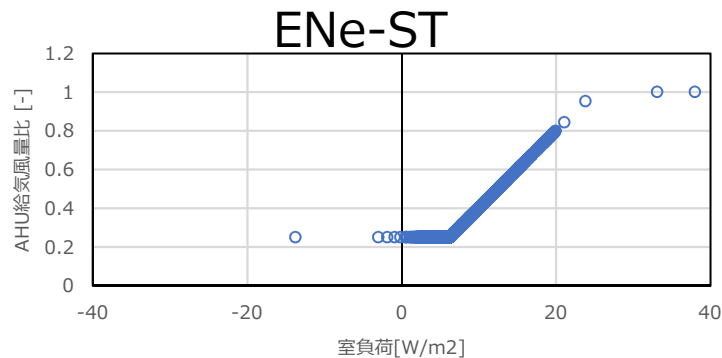
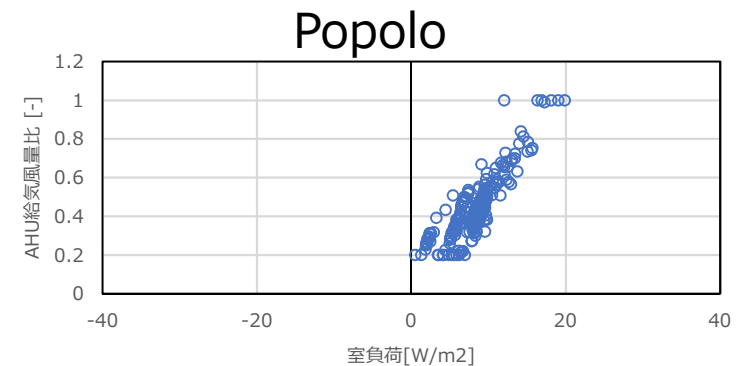
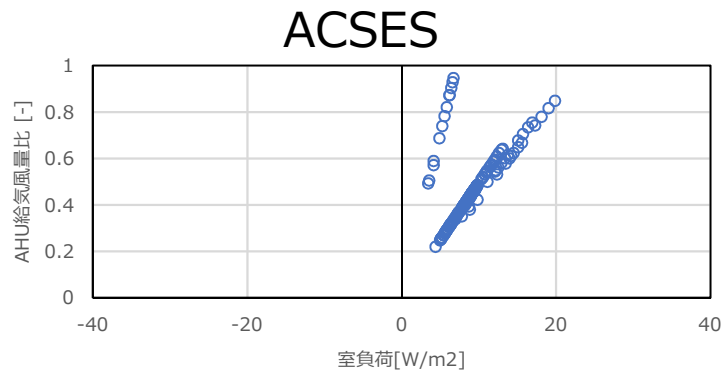
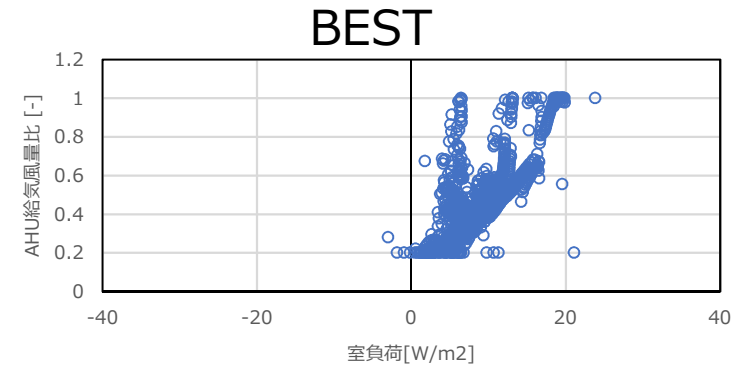
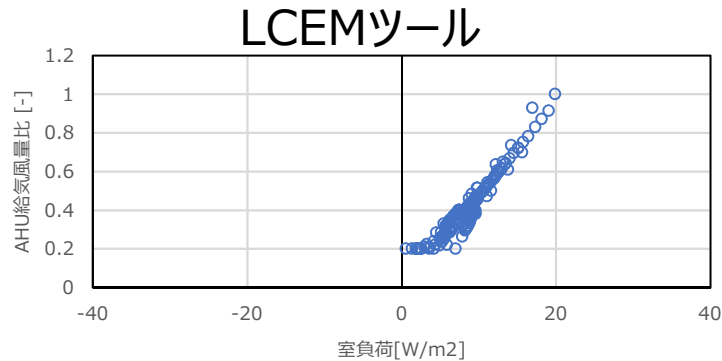
7/18 ACSES



1/4 ACSES

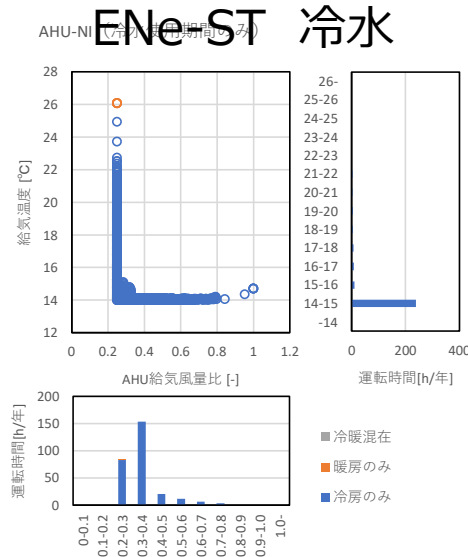
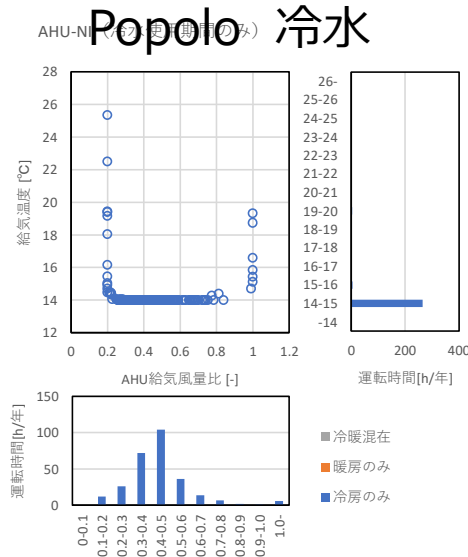
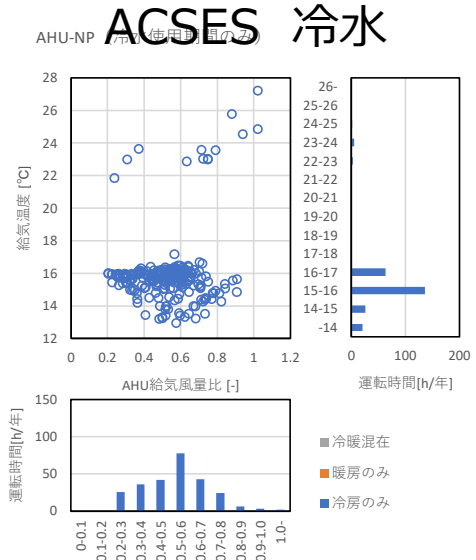
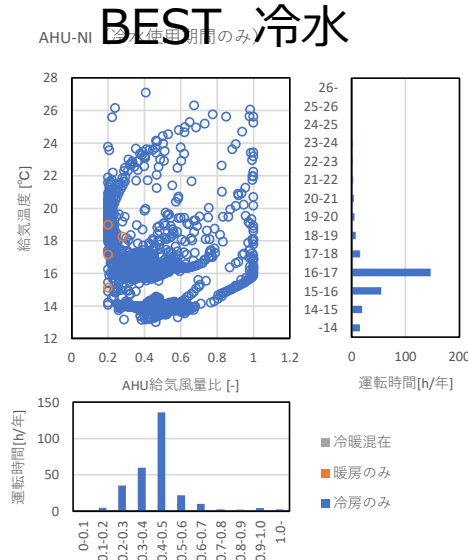
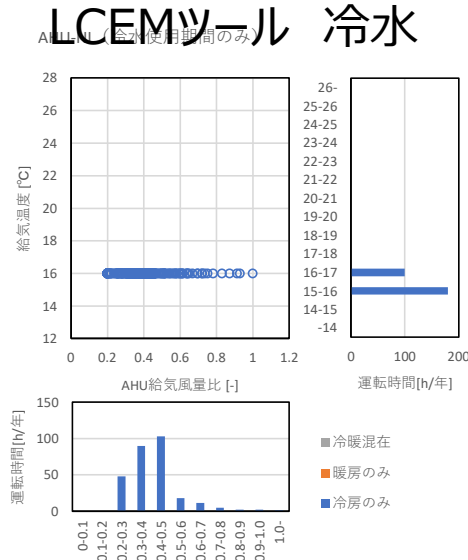


<評価例>



室負荷と正の相関があり、最小風量比に対応していることがわかる。
 BESTおよびPopoloは建物負荷との連成計算しているため、空調負荷がその他のツールとは合致せず、弱い相関となっている。

<評価例>



<インテリア>
PopoloおよびENe-ST は、L字型の相関。
BESTおよびACSESは、最多風量比は0.4-0.6・最多温度は15-17°Cで分布。
LCEMツールは給気温度リセット制御がない。