

平成24年度 建築基準整備促進事業

36. 空調システム等の最適制御による省エネルギー効果
に関する実証的評価

空調・給湯システムの制御に関する運転データの取得と
エネルギー消費量予測のための評価値の作成

高砂熱学工業株式会社
新菱冷熱工業株式会社
三機工業株式会社
ダイダン株式会社

2013年4月

1. 調査概要

1.1 調査の目的と成果

エネルギー消費量を評価指標とする新たな省エネルギー基準をより合理的なものとするために、

- ・空調システム： 制御仕様と省エネルギー効果の関係を実証するための実運転データの取得
- ・給湯システム： エネルギー消費量の評価に必要とされる実運転データの取得

【成果】

(イ)空調システムの制御における省エネ効果の実運転データを取得(28施設、70件)

→ 熱源機器、搬送機器、外気処理システム

制御方式：熱源台数制御、蓄熱制御、変風量制御、変流量制御、
外気冷房制御、最小外気負荷制御、熱交換換気制御

(ロ)給湯システムに係るエネルギー消費量の実運転データを取得(14施設、15件)

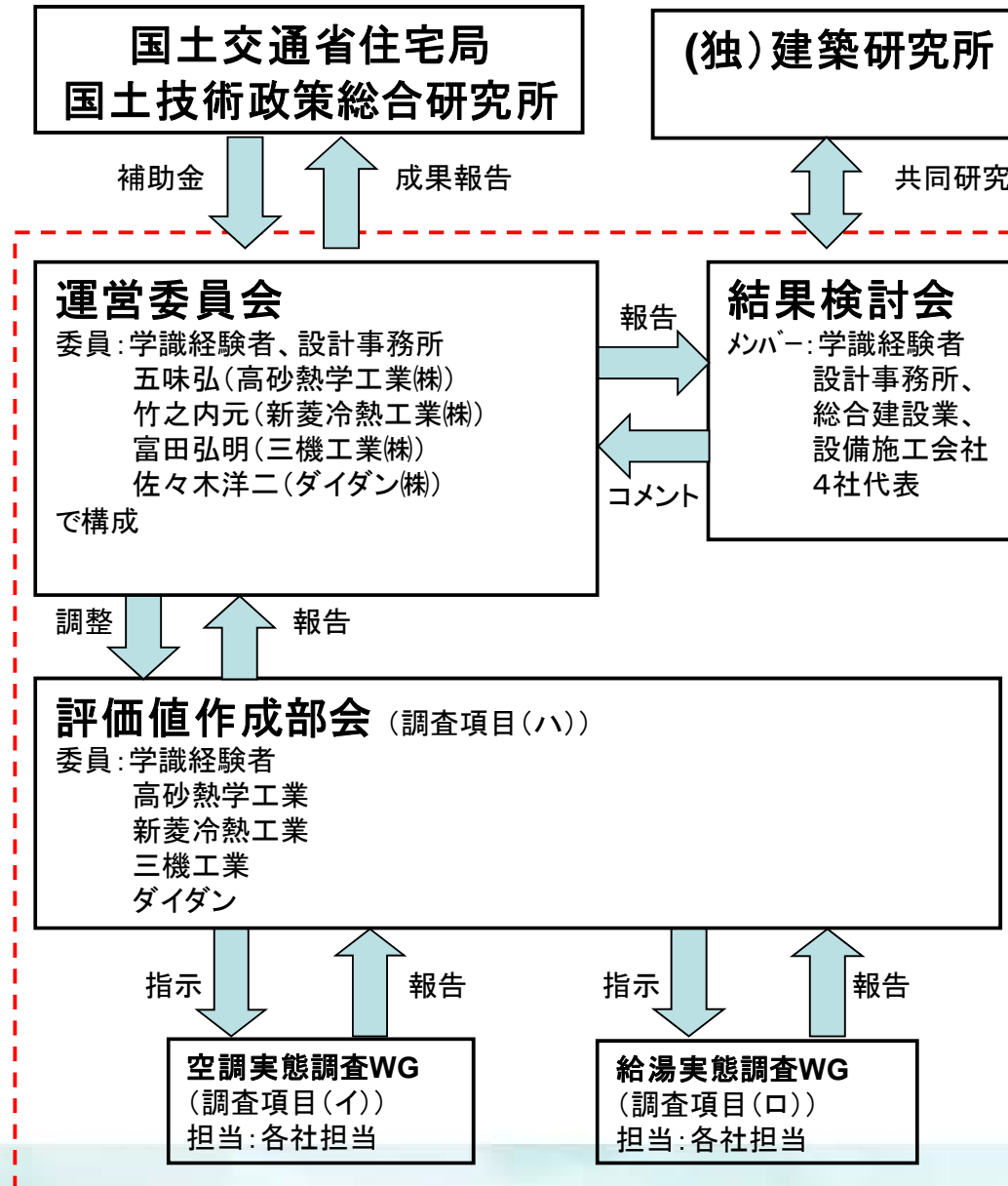
→中央式及び局所式給湯システム、太陽熱・排熱利用

以上の実運転データを基に、

(ハ)省エネ基準のエネルギー消費量評価に活用可能な評価値を出力

1. 調査概要

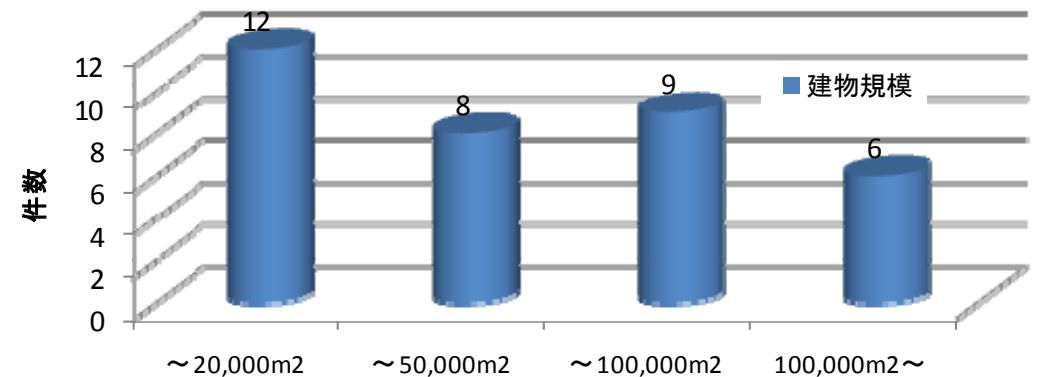
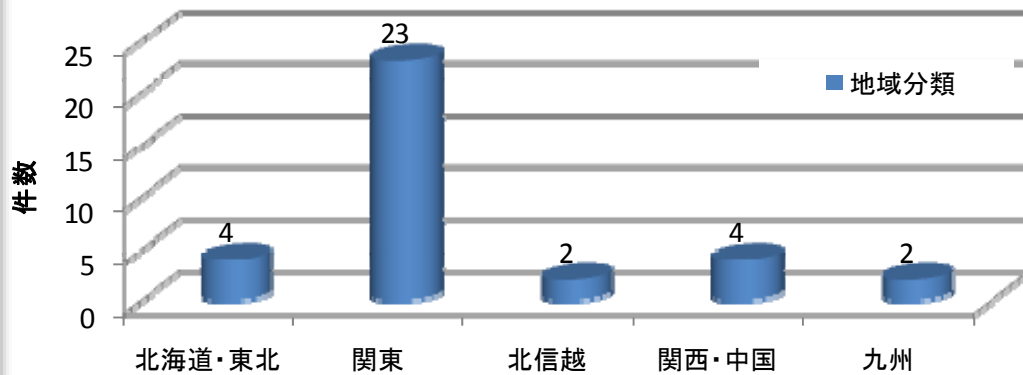
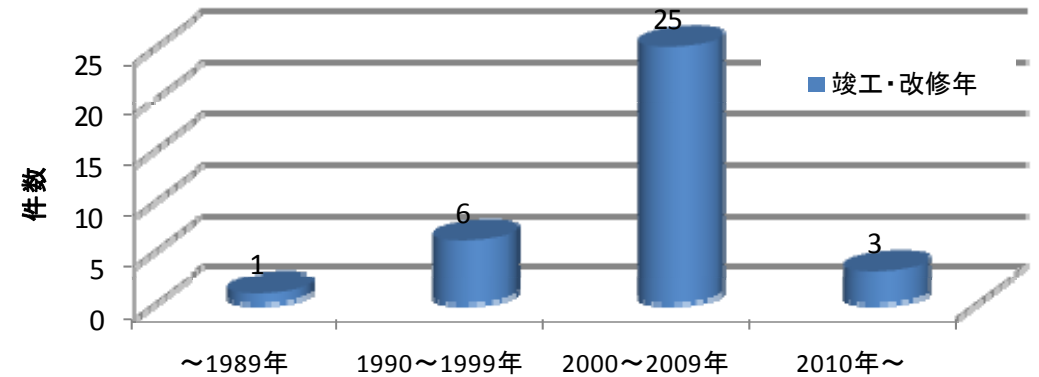
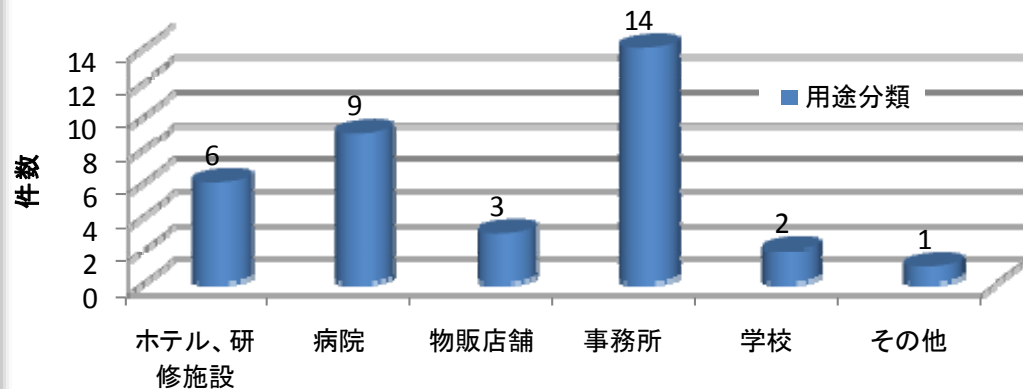
1.2 実施体制



1. 調査概要

1.3 実測物件

実測物件の特性(平成24年度 35物件 平成23年度21物件)



2. 調査内容 (イ)空調システムの実運転データ取得

2.1 (イ)空調システムの実運転データ取得

熱源機器：蓄熱槽を含む冷熱源機器の台数制御、送水温度制御、冷却水温度制御

- (1) 実運転データの取得：運転データの計測もしくはは既往の運転データを取得
- (2) 省エネルギー効果の整理：省エネルギー制御の導入効果を把握するための整理

搬送機器：変風量(VAV)制御、変流量(VWV)制御

- (1) 実運転データの取得：平成23年度の収集物件から選択
- (2) 省エネルギー効果の整理：エネルギー消費量推定のための整理

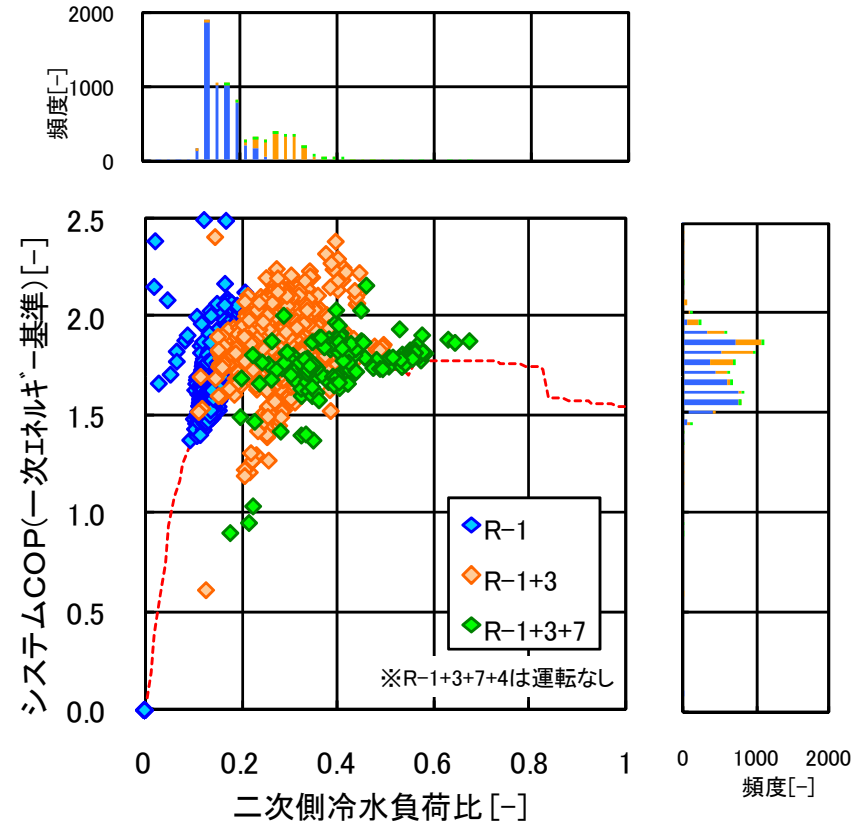
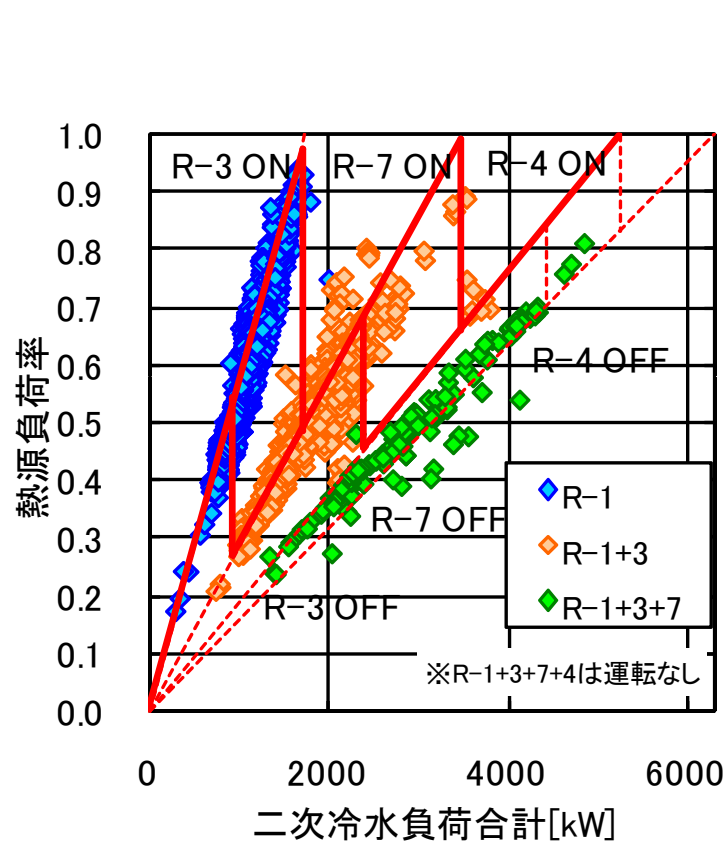
外気処理システム：外気冷房制御、最小外気量制御、熱交換換気制御

- (1) 実運転データの取得：平成23年度の収集物件から選択
- (2) 省エネルギー効果の整理：エネルギー消費量推定のための整理

2. 調査内容 (イ)空調システムの実運転データ取得

2.2 実運転データ

熱源台数制御での増減段の状況

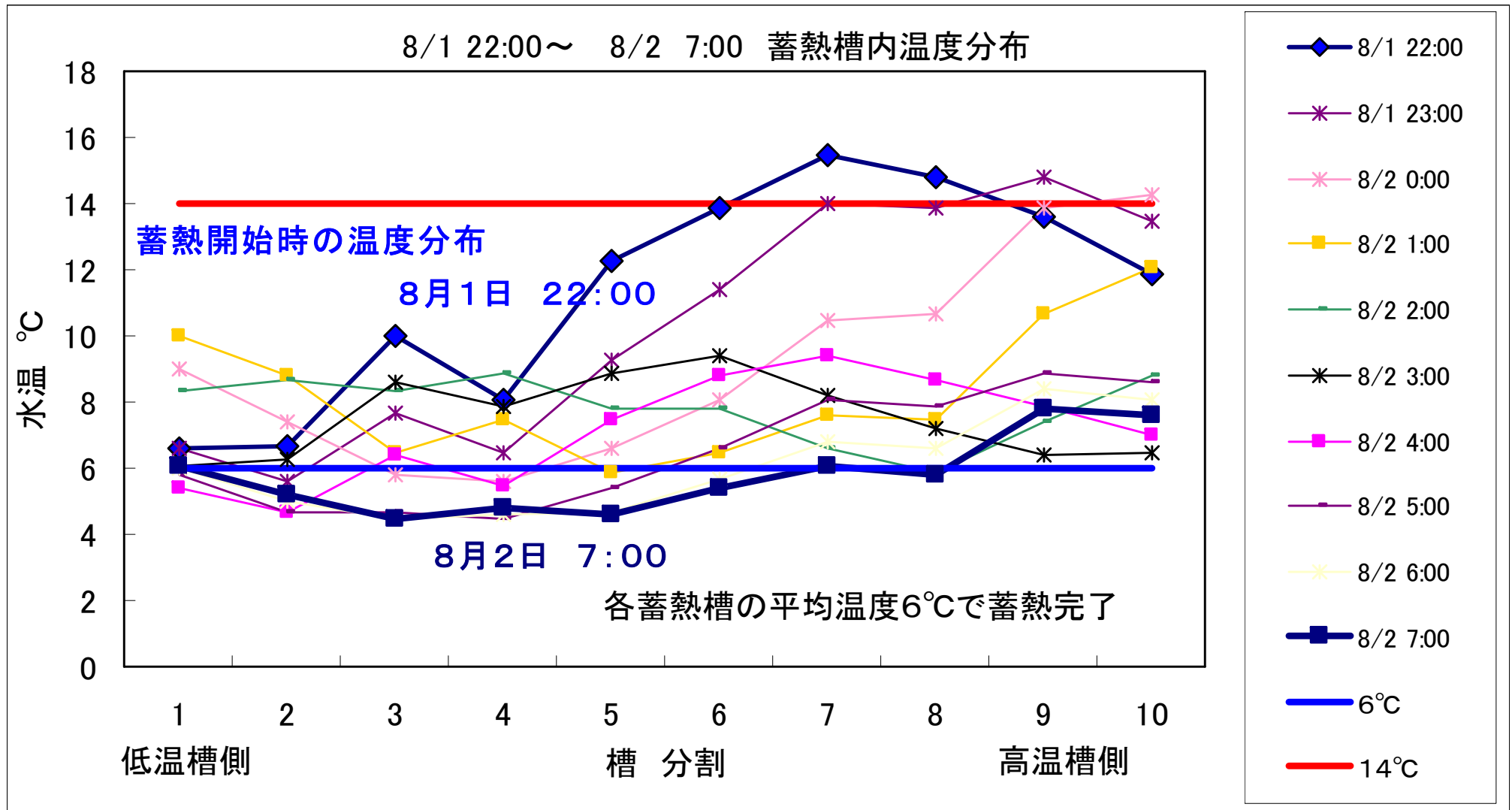


事務所 O 4 [自動制御] (通常運転)
 R-1:1, 755kW (ターボ冷凍機)
 R-3:1, 755kW (ターボ冷凍機)
 R-4:1, 053kW (ガス焚き冷温水発生機)
 R-7:1, 755kW (ターボ冷凍機)

2. 調査内容 (イ)空調システムの実運転データ取得

2.2 実運転データ

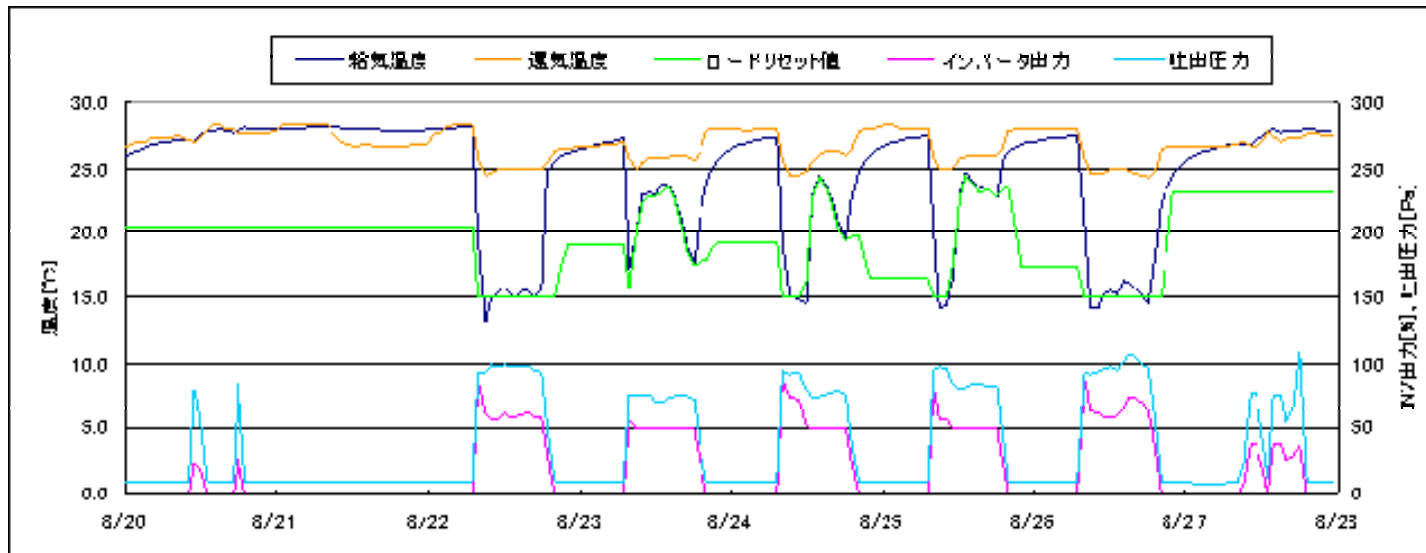
蓄熱制御での運転状況



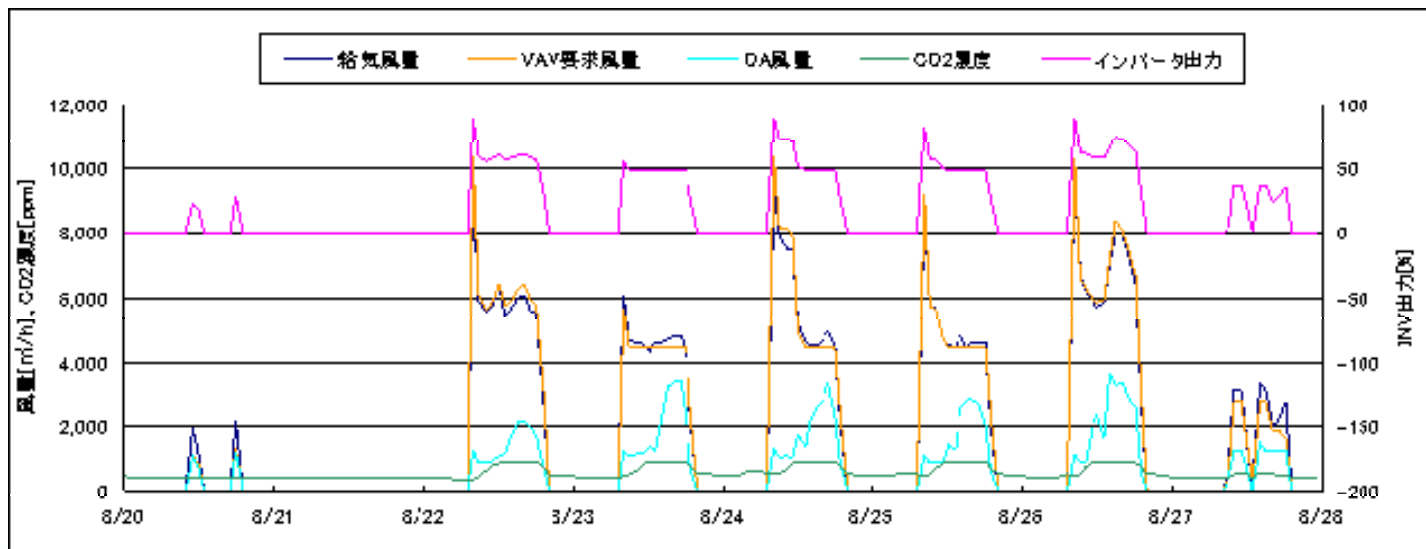
2. 調査内容 (イ)空調システムの実運転データ取得

2.2 実運転データ

VAV制御での運転状況



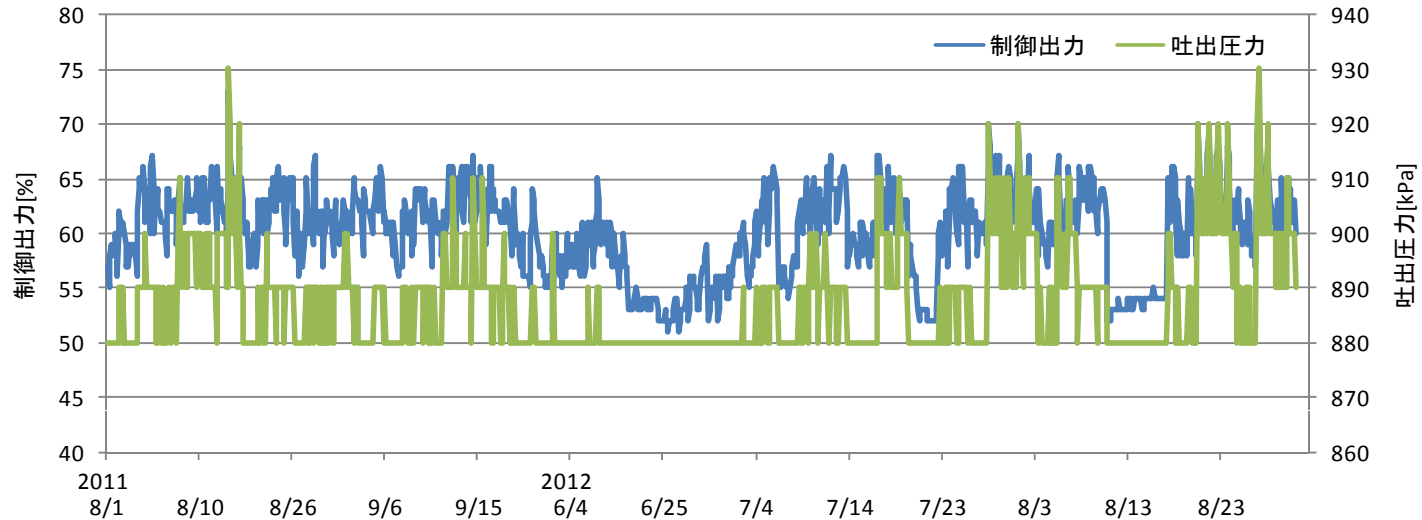
還気温度と設定値との偏差に応じて変風量制御されている



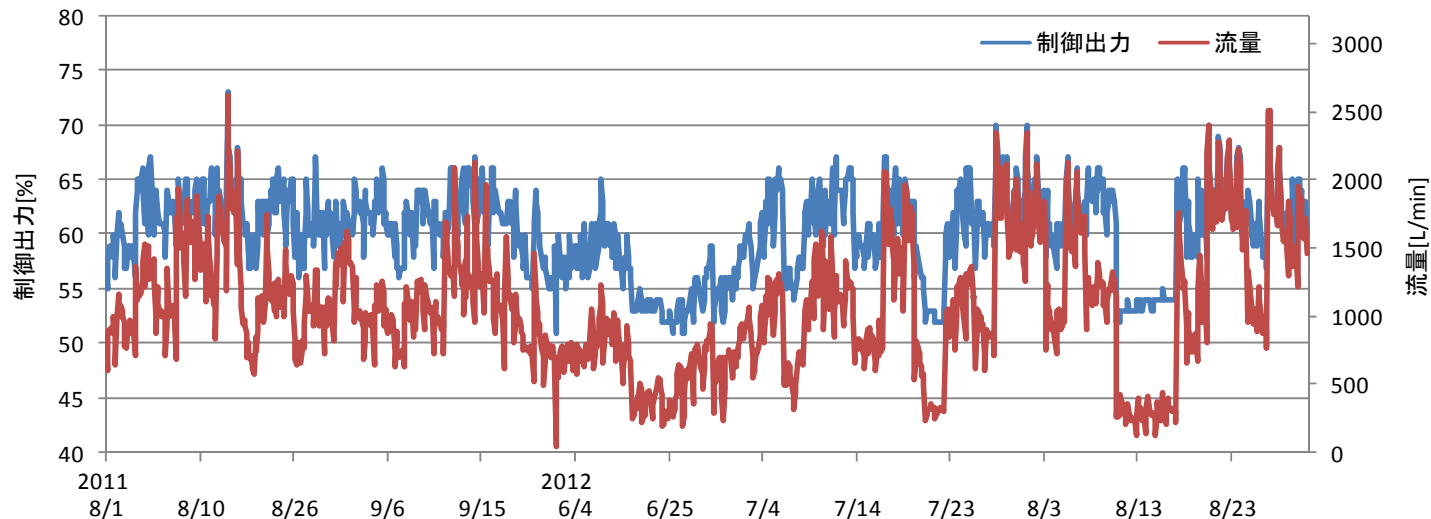
2. 調査内容 (イ)空調システムの実運転データ取得

2.2 実運転データ

VWV制御での運転状況



吐出圧力が設定値900kPaに対して880kPa～920kPaで周波数制御されている

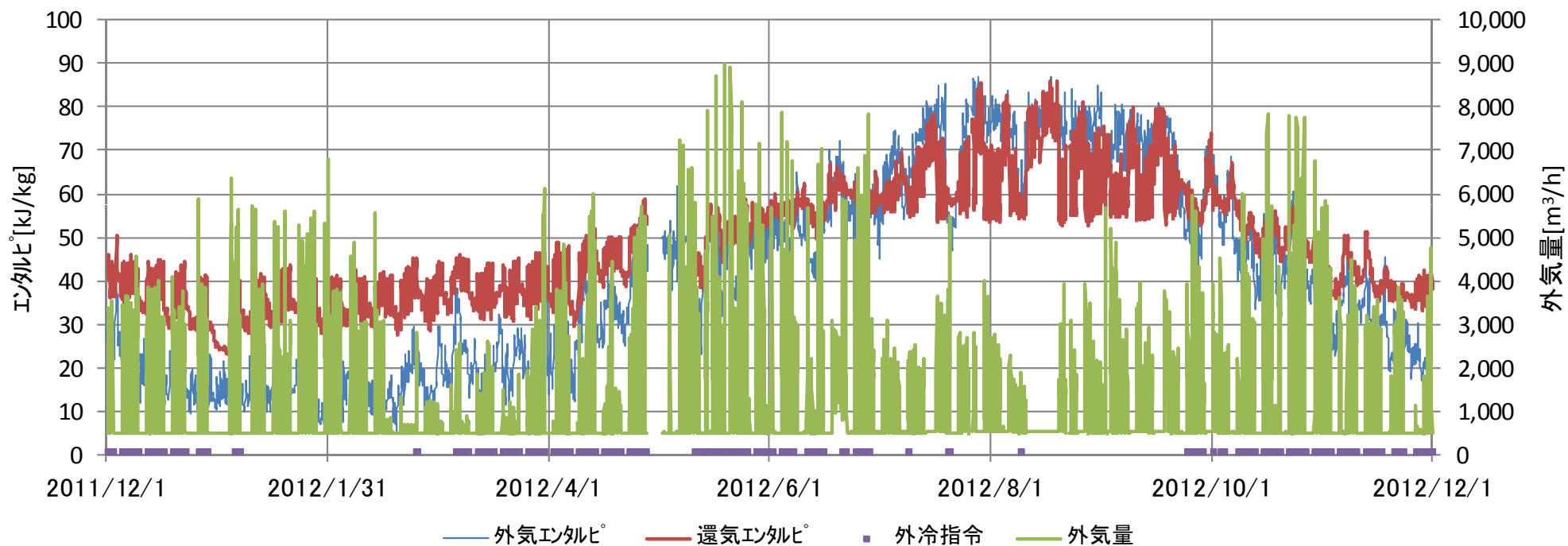


周波数制御の下限値20Hz、上限値40Hz(制御出力の範囲 40～80%)

2. 調査内容 (イ)空調システムの実運転データ取得

2.2 実運転データ

外気冷房制御での運転状況



外気エンタルピーと還気エンタルピーの大小比較で外気冷房制御を指令している。

3. 調査内容 (ロ)給湯システムの実運転データ取得

3.1 (ロ)給湯システムの実運転データ取得

事前調査:

(1)既往の調査

- ・既往の文献や測定データを調査し、給湯システムのエネルギー消費量を整理

中央式給湯システム:

(1)実運転データの取得

- ・既往の文献調査に加え、専用熱源もしくは空調兼用熱源の運転データを測定
- ・排熱利用、太陽熱利用の給湯システムの運転データを収集

(2)省エネルギー効果の整理

- ・放熱損失などに対するエネルギー消費量評価のための整理

局所式給湯システム:

(1)実運転データの取得

- ・既往の文献調査に加え、実験施設等の運転データを測定

(2)省エネルギー効果の整理

- ・立上がり時の温度変化などに対するエネルギー消費量評価のための整理

3. 調査内容 (ロ)給湯システムの実運転データ取得

3.2 実運転データの分析概要

番号	名称	主熱源	分析概要
1.	病院06	温水ヒータ(灯油)	ボイラ効率(ON-OFF)、配管放熱率
2.	病院06	温水ヒータ(ガス)	ボイラ効率(比例)、配管放熱率
3.	研修03	温水ヒータ(ガス)	ボイラ効率(ON-OFF)、配管放熱率
4.	ホテル02	蒸気(空調兼用)	配管放熱率
5.	事務所12	CO2冷媒ヒートポンプ	COP、配管放熱率(昇温器電力)
6.	病院08	フロン冷媒ヒートポンプ	COP(外気温度による)、配管放熱率(推定)
7.	病院01	太陽熱+蒸気	集熱効率、集熱量、放熱率
8.	研修04	太陽熱+温水ヒータ(ガス)	集熱効率、集熱量、太陽熱利用率
9.	その他02	太陽熱パネル	集熱効率(機器単体)
10.	病院05	CGS(ガスエンジン) 冷房+暖房+給湯	発電効率、温水回収率、蒸気回収率、総合効率
11.	事務所09	CGS(ガスエンジン) 冷房+暖房+給湯	発電効率、温水回収率、蒸気回収率、総合効率
12.	病院02	CGS(ガスエンジン) 冷房+暖房+給湯	発電効率、温水回収率、蒸気回収率、総合効率
13.	病院03	CGS(ガスエンジン)給湯	排熱量、放熱率
14.	事務所10	局所(電気)	配管放熱率
15.	事務所13	局所(電気)	配管放熱率

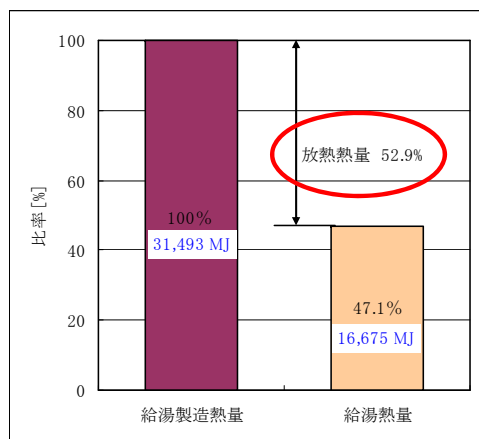
3. 調査内容 (ロ)給湯システムの実運転データ取得

3.3 実運転データ

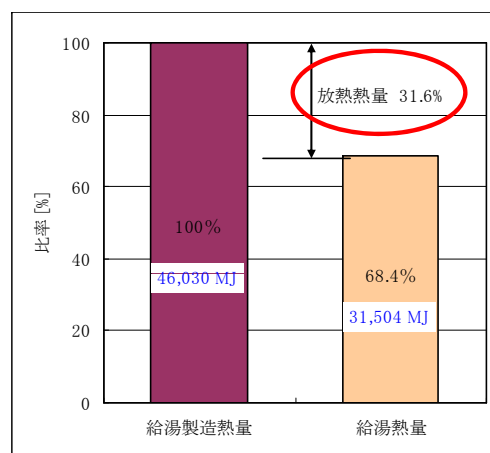
中央式給湯システムでの配管放熱量

実運転データより配管放熱量は給湯製造熱量の2～5割程度であった。

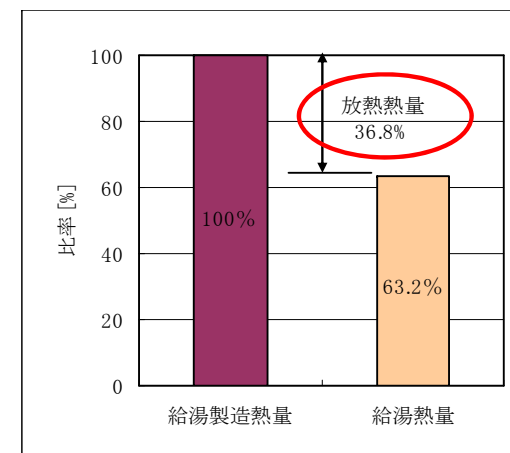
(1) 温水ヒーター



病院06 (機器更新前)



病院06 (機器更新後)



研修施設03

所在地：関東
用途：病院
竣工年：2005年
規模：18,122m²
病床数：300床
機器：B-1 581kW×2
ST-1 8.0m³×2
OAH 加熱能力：123kW

給湯水栓数：360箇所
給湯配管長：3,060m

※2012年11月に温水ヒーター2台を更新。(燃料を灯油から都市ガスに変更)

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.1 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

(1)空調システムに関する評価値

- ・変風量(VAV)制御及び変流量(VWV)制御の部分負荷率と省エネルギー効果の関係を整理
- ・外気処理システムの空調負荷の削減効果を整理
- ・蓄熱を含む台数制御、熱源送水温度制御、冷却水温度制御の導入による省エネルギー効果を整理

(2)給湯システムに関する評価値

- ・中央式について、放熱損失とエネルギー消費量を整理
- ・局所式について、立上がり時の温度変化とエネルギー消費量を整理
- ・中央式での排熱利用、太陽熱利用とエネルギー消費量を整理

(3)制御方式と評価値

- ・制御方式の組合せと省エネルギー効果(相乗効果／不適切な組合せ)

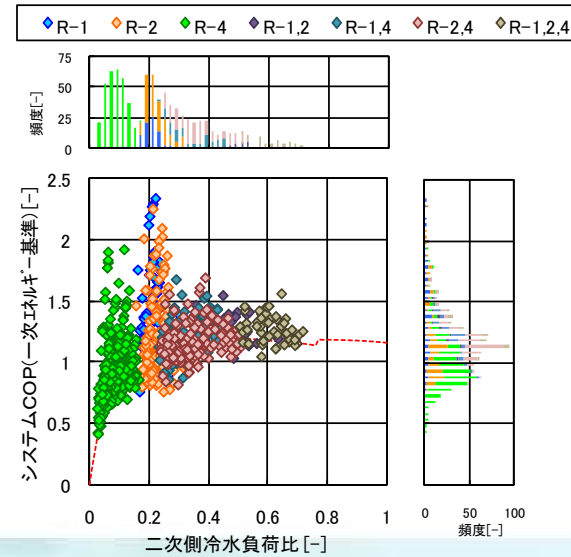
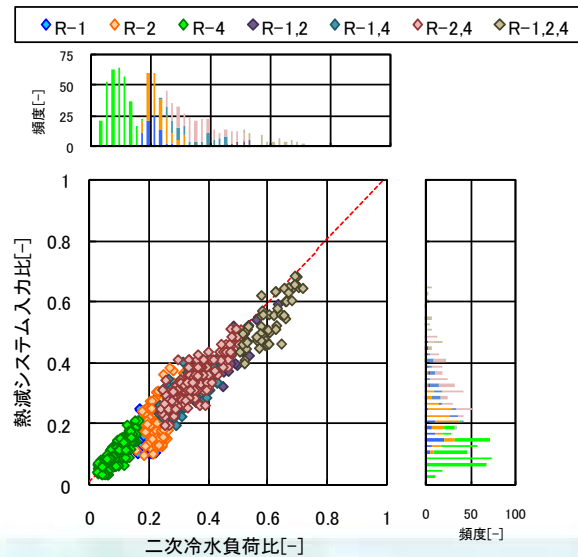
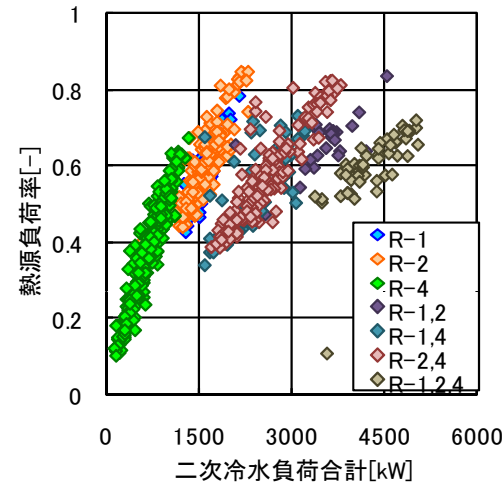
4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

熱源台数制御の省エネルギー効果

制御対象	検出部	制御目標
熱源：RH-1, 2, 4(排熱投入), RH-3(ガス焼き冷温水)	二次側負荷	製造熱量

- ・台数増段時の熱源機負荷率が 80%以下で低負荷率での増段となっている。
- ・システム COP は理想曲線に近い値が得られている。

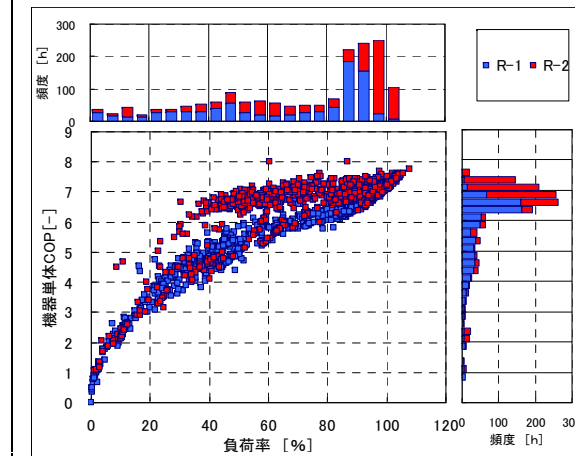
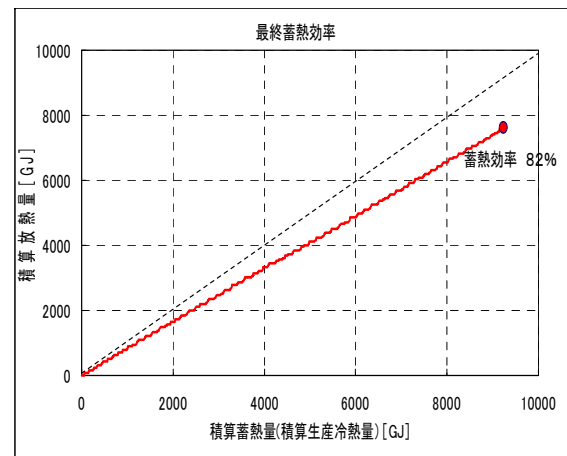
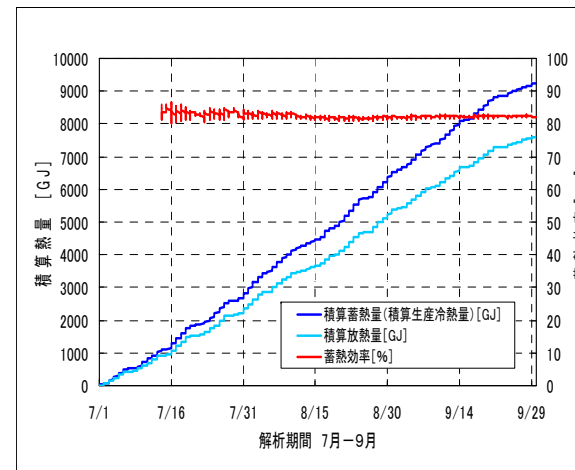
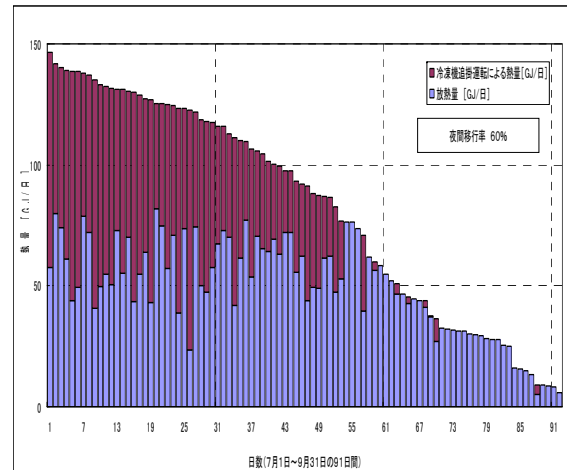


4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

蓄熱制御の省エネルギー効果

制御対象	検出部	制御目標
熱源：多層混合型水蓄熱槽 電力負荷ピークカットに伴うスケジュール運転	蓄熱槽温度	蓄熱槽温度

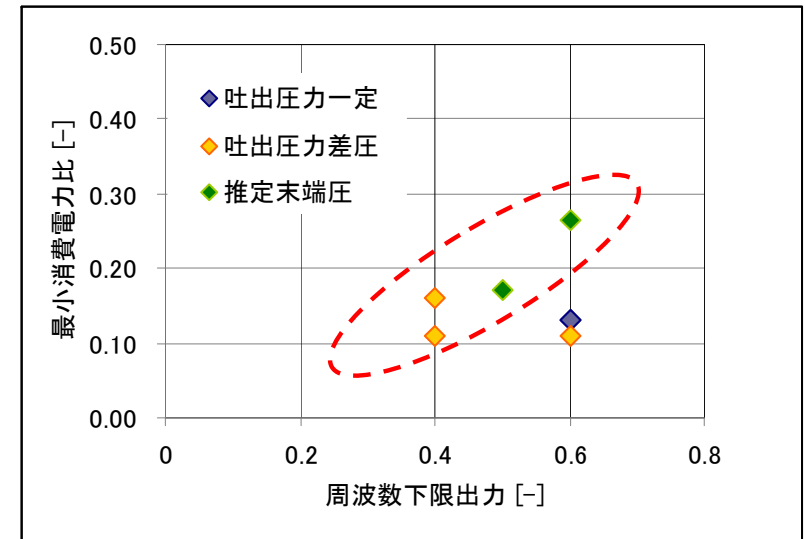
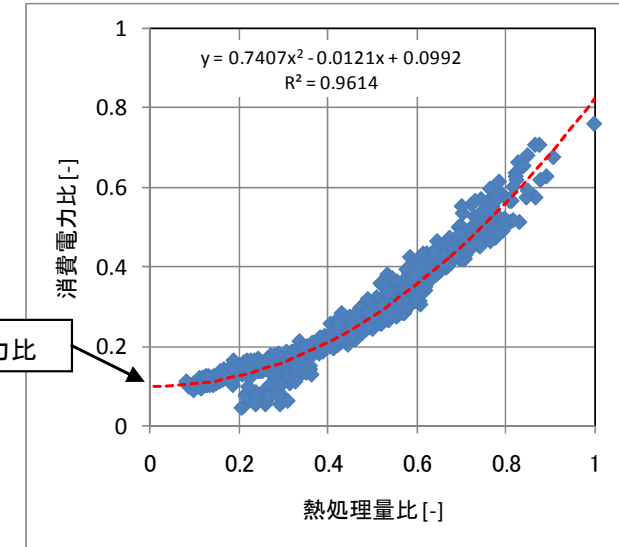
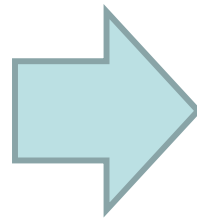
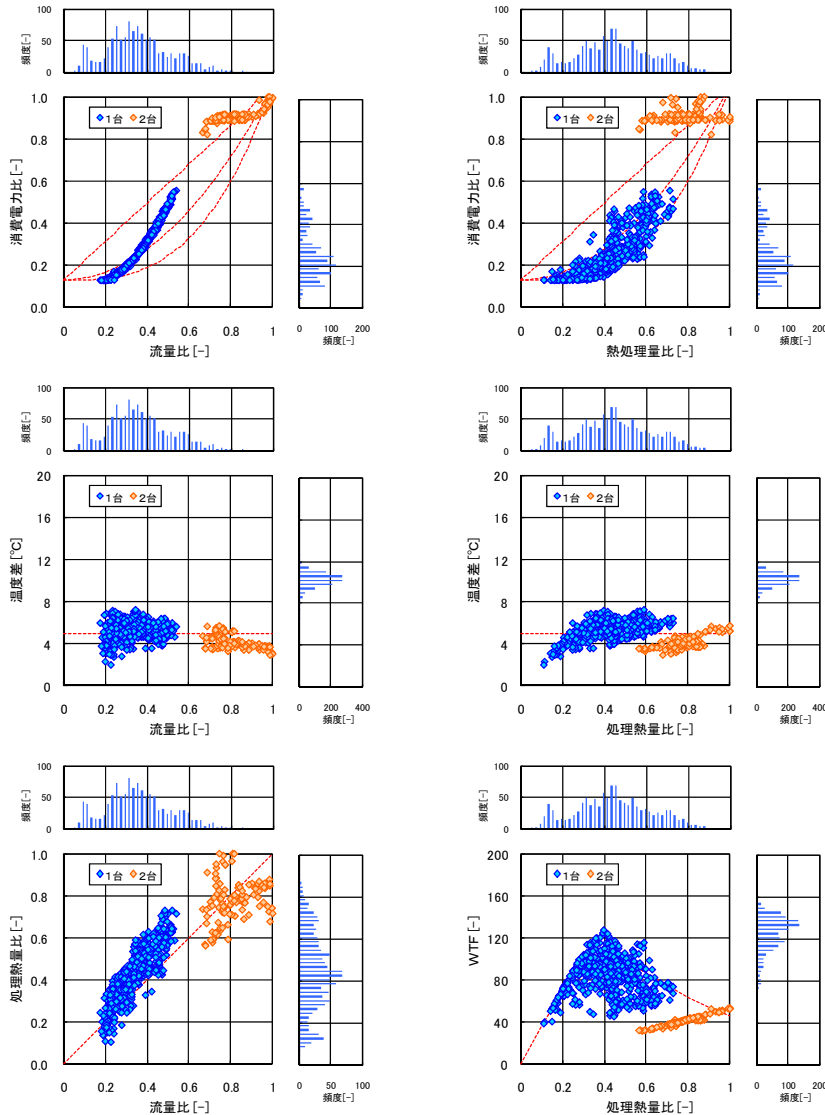


蓄熱効率、夜間移行率、冷凍機COPで評価

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

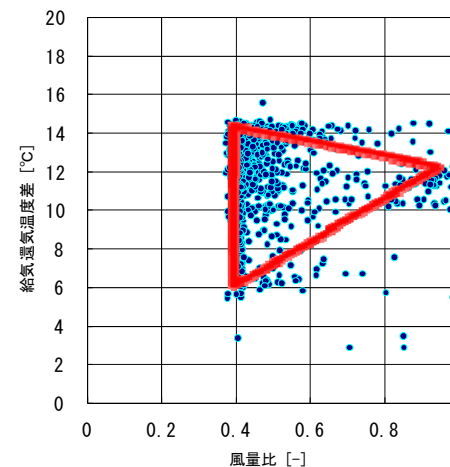
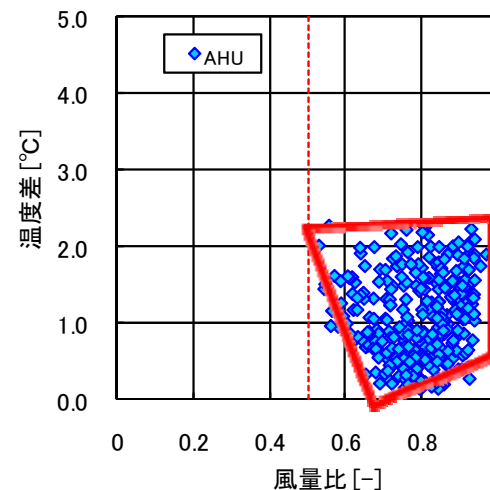
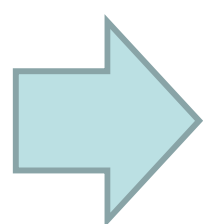
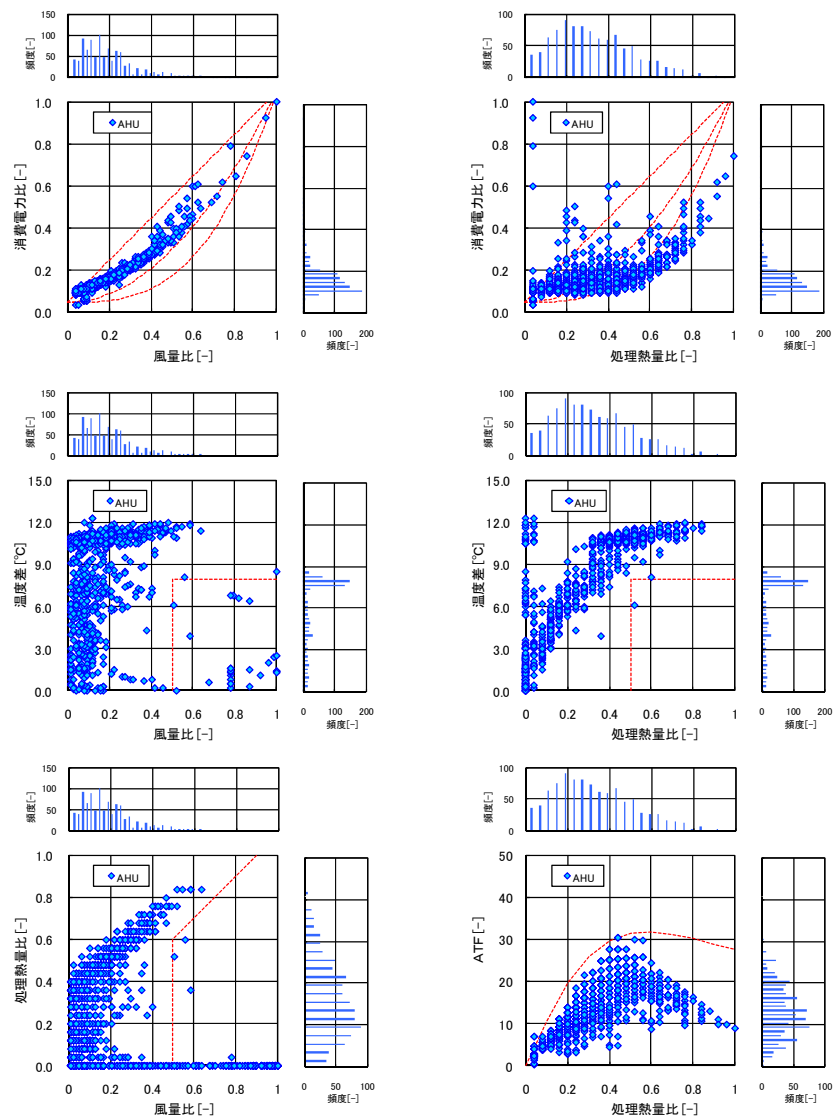
VWV制御の省エネルギー効果



4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

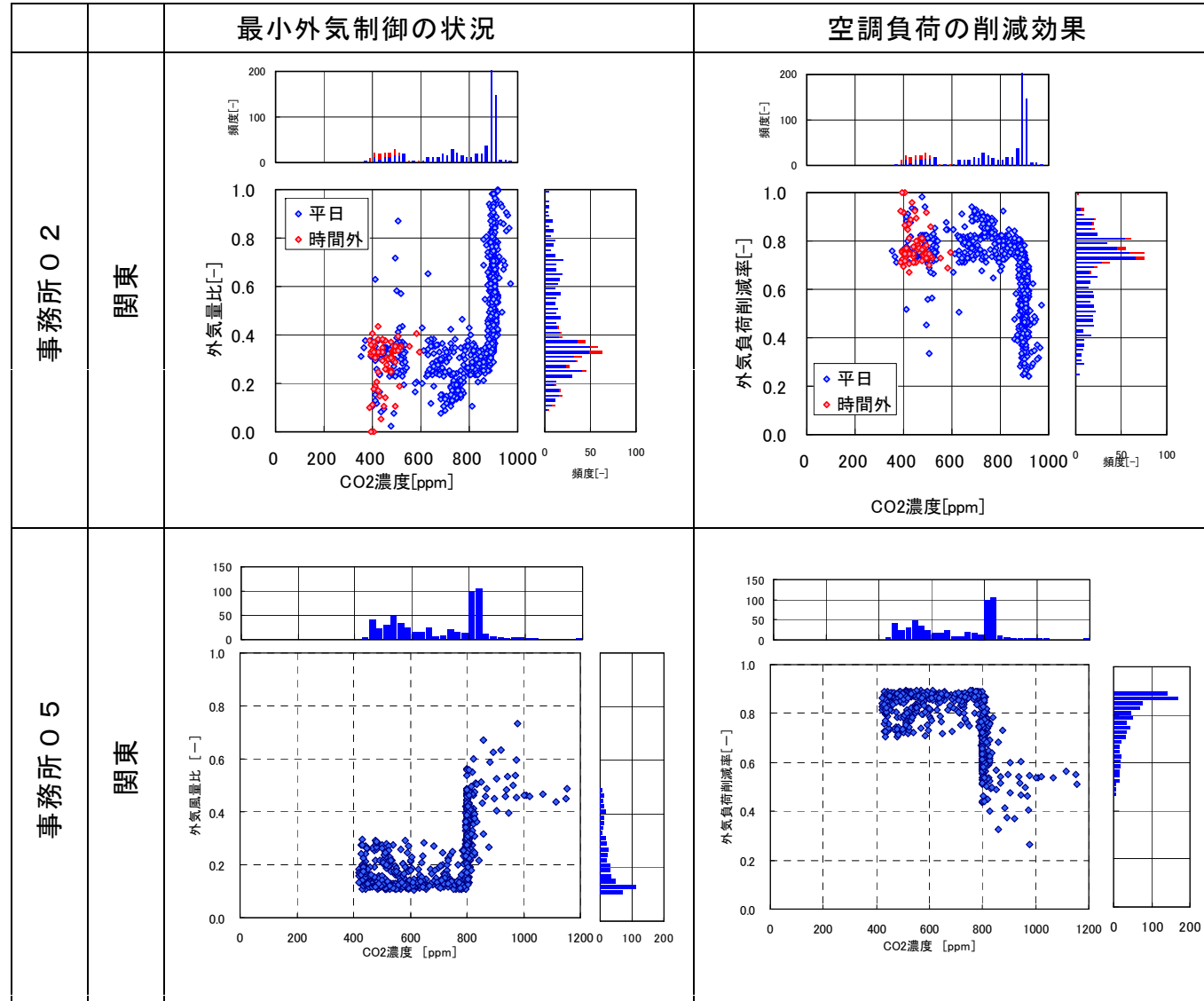
VAV制御の省エネルギー効果



省エネルギー効果を得るには
給気と還気の温度差確保が必要

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果 最小外気負荷制御の省エネルギー効果

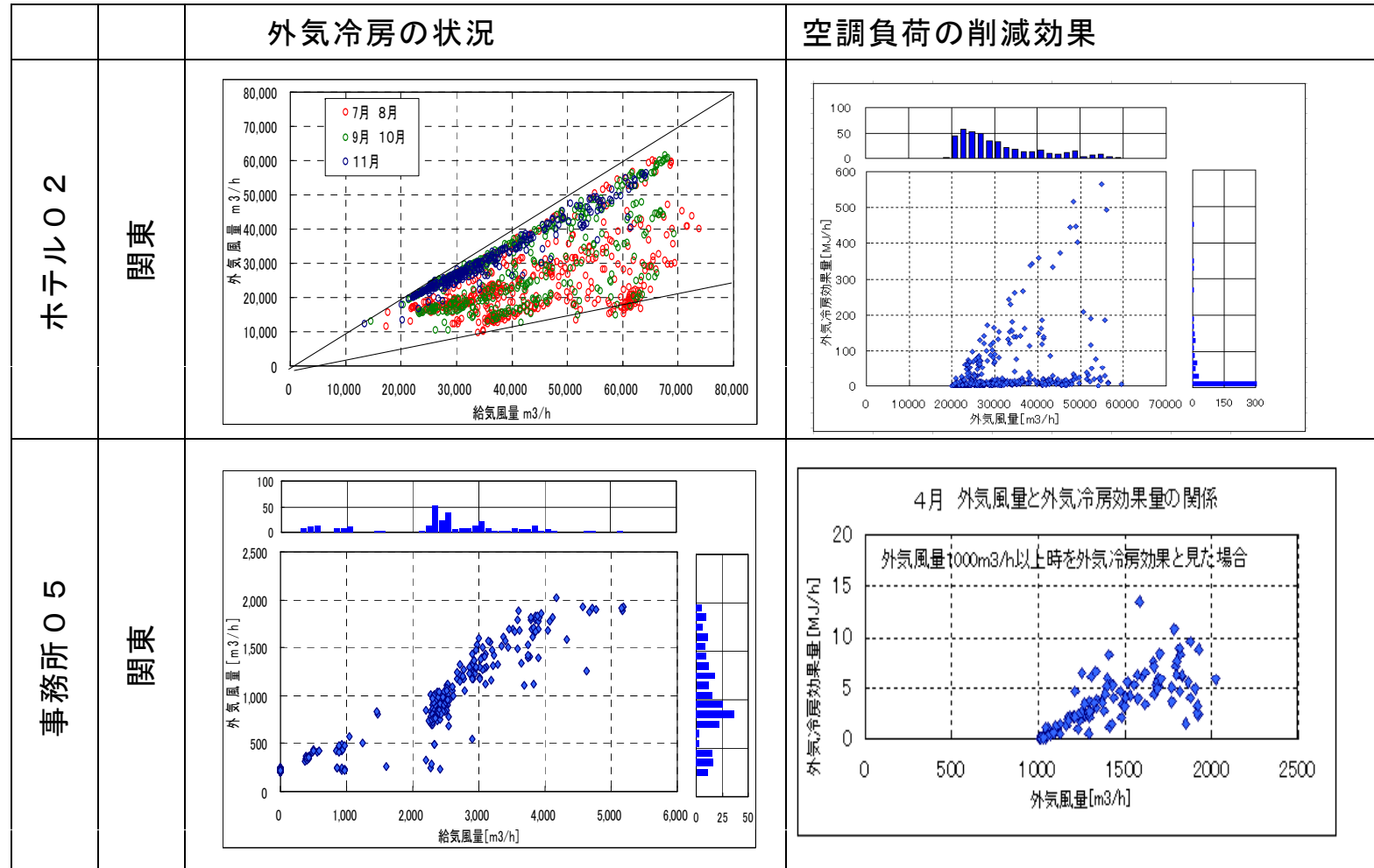


CO2濃度による変風量制御で外気負荷が削減

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

外気冷房制御の省エネルギー効果



中間期の外気冷房制御で空調負荷が削減

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

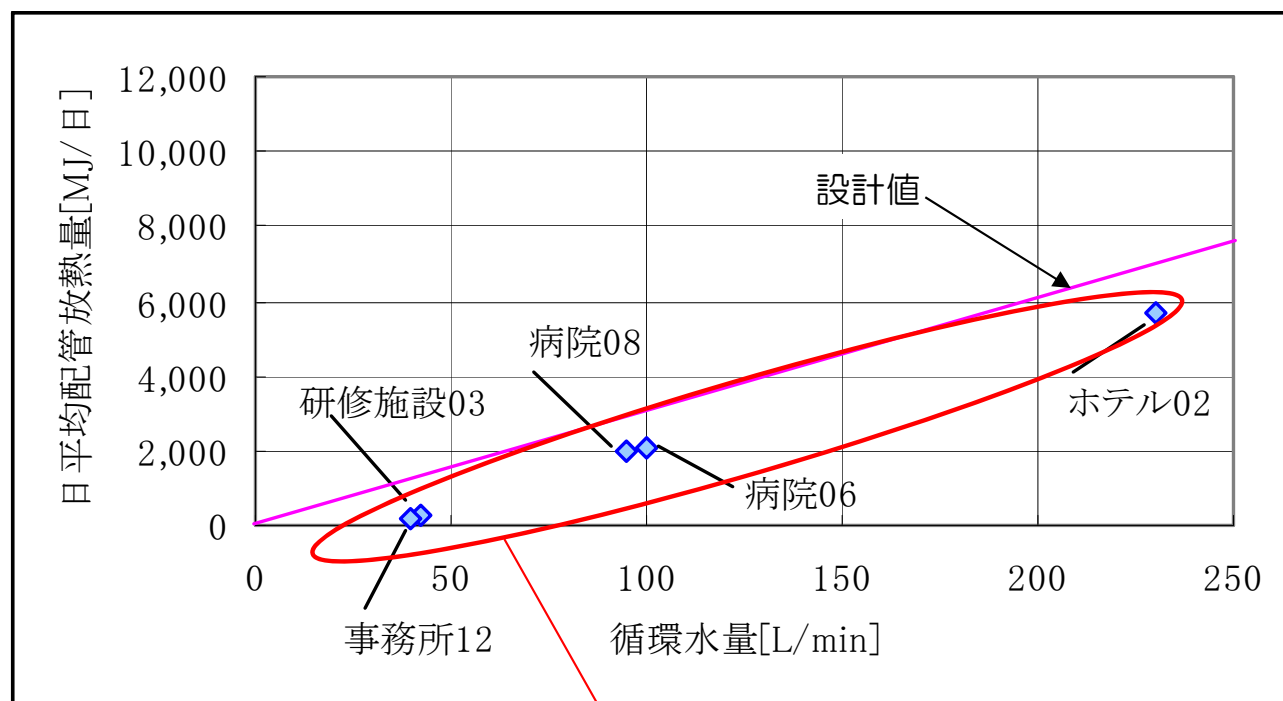
4.2 評価値の結果

中央式給湯システムの配管放熱量

給湯設備の循環水量は配管放熱量を温度差（通常5℃差）で除して選定する。

→循環水量と実測した日平均配管放熱量の関係

(設計値＝循環水量L/min×5℃×4.186kJ/kcal×60min/h×24h/日)

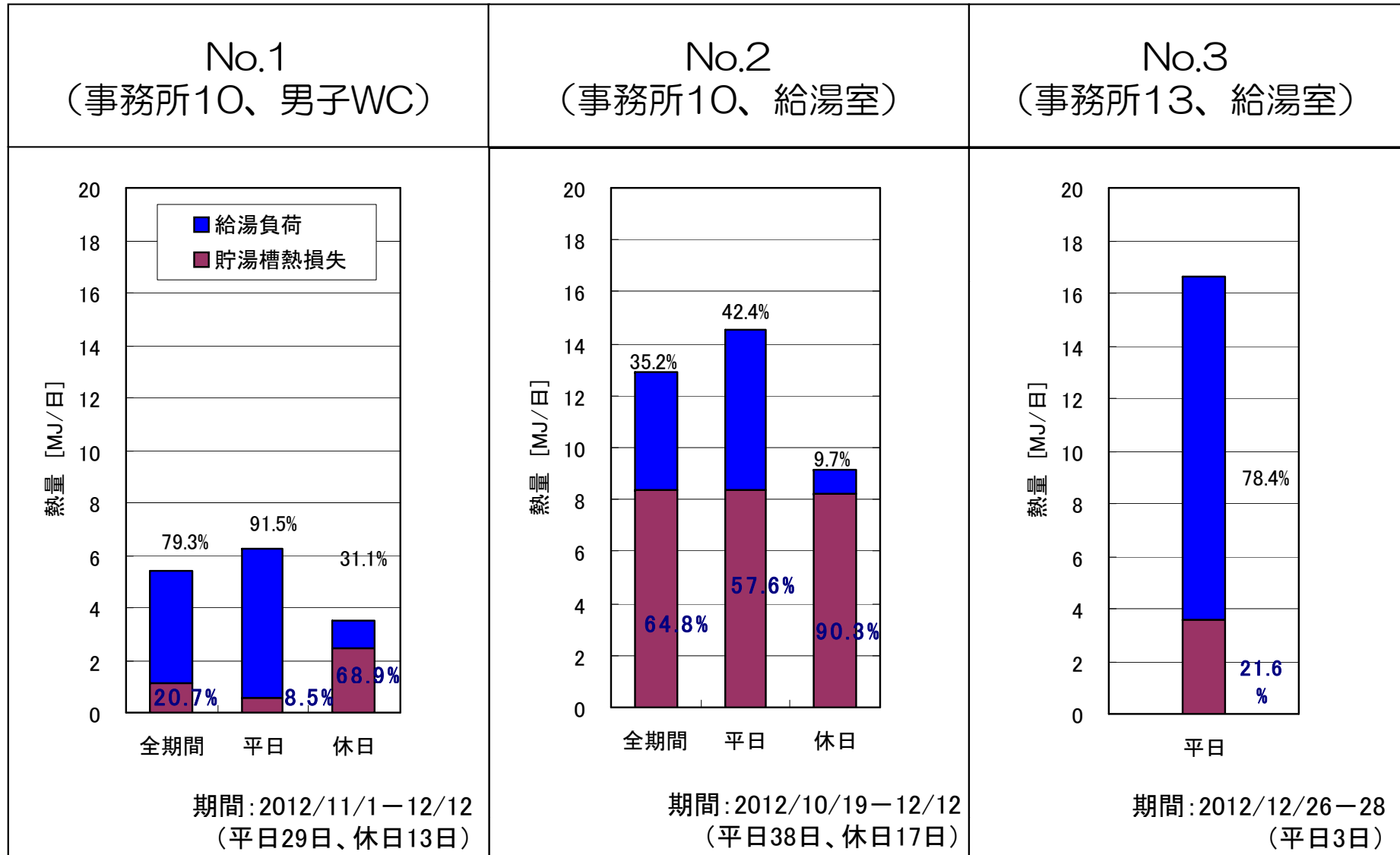


設計値より配管放熱量が少ない

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

局所式給湯システムの給湯負荷



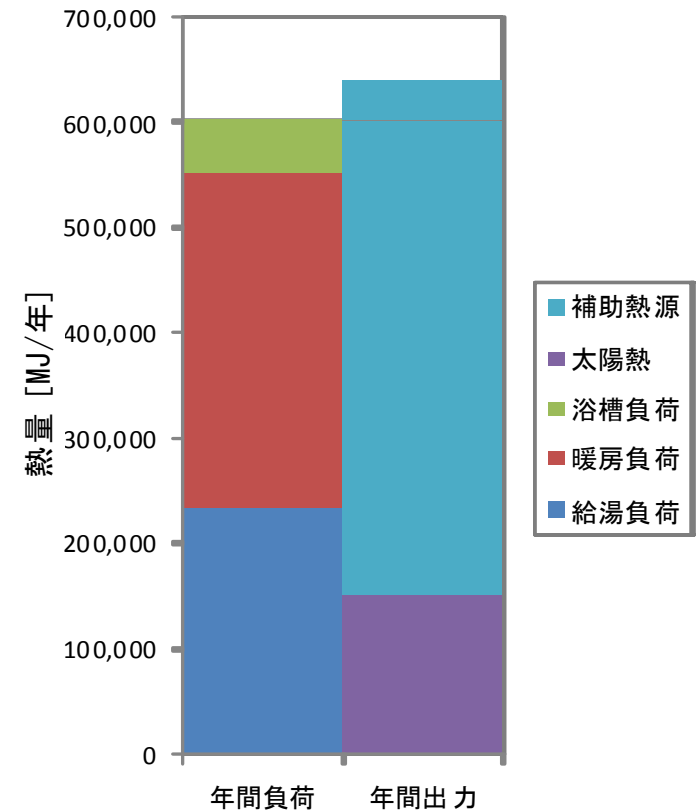
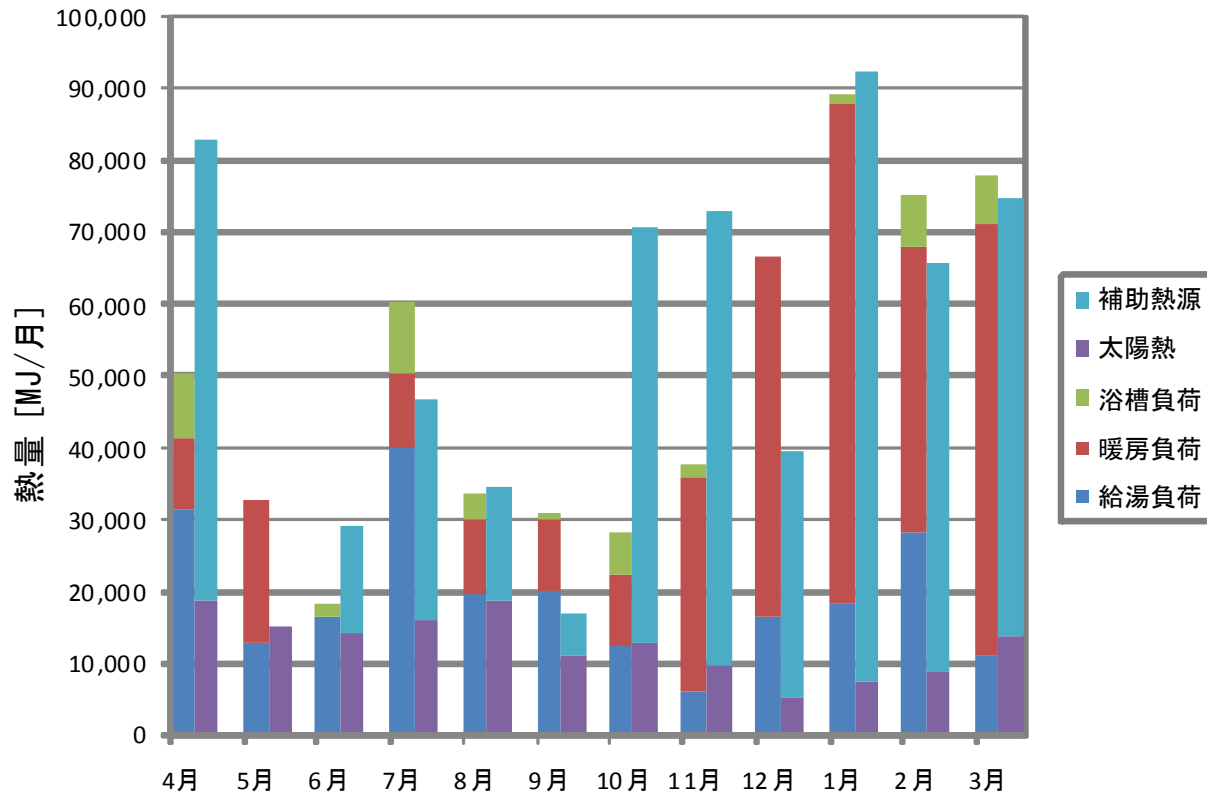
4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

太陽熱利用システムでの太陽熱の利用状況

〈実測結果〉

- 太陽熱出力時間帯の太陽熱利用率
25.0%(負荷ベース)
23.5%(出力ベース)



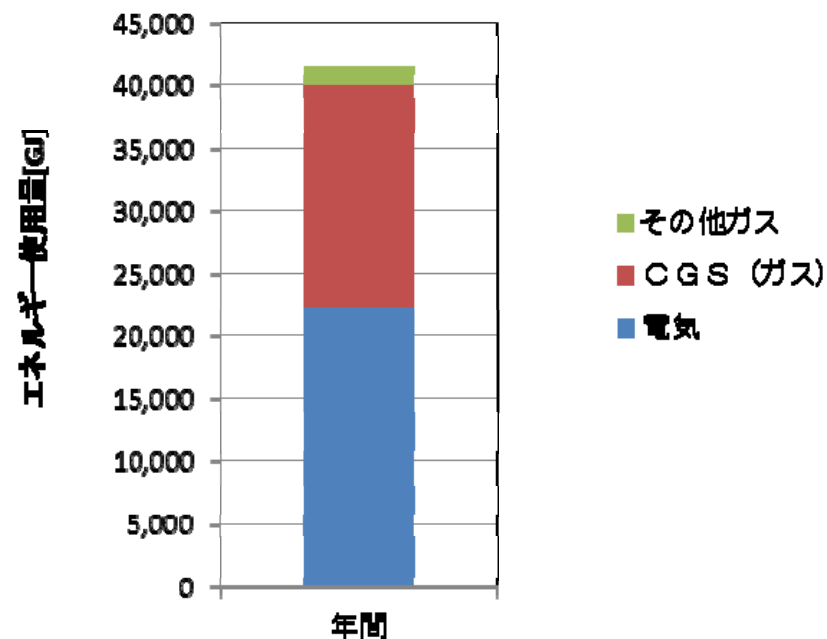
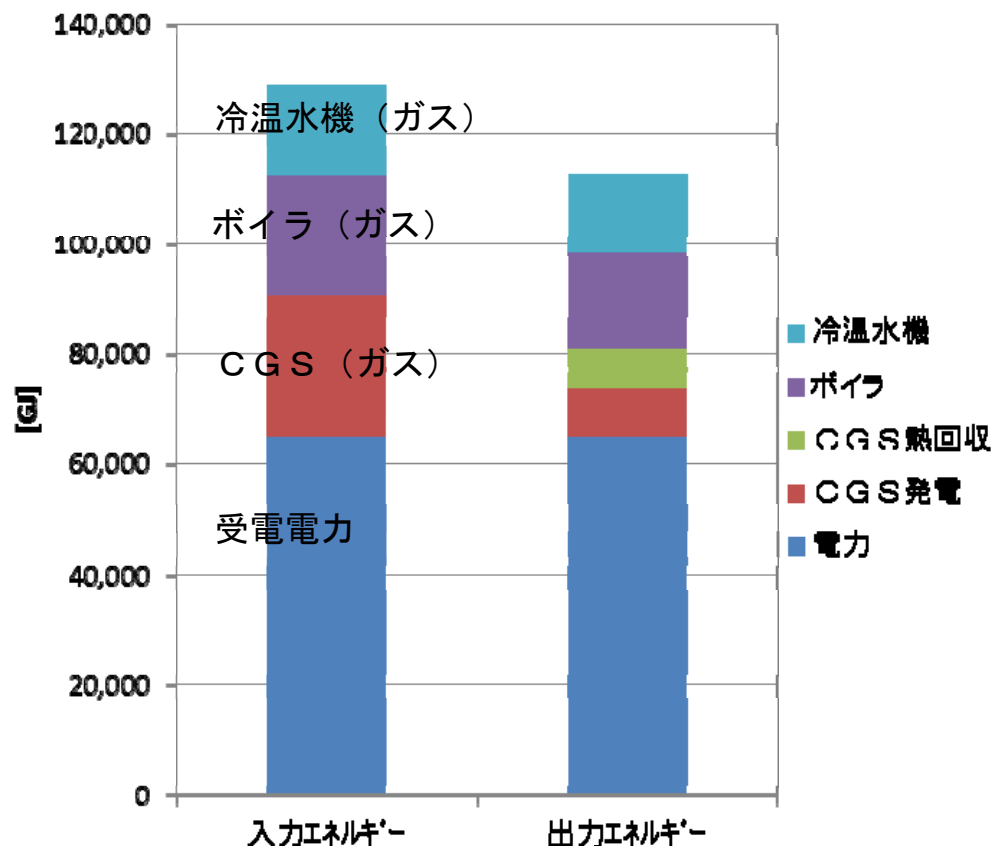
4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果

排熱利用(CGS)システムでの 建物エネルギー利用状況

病院 (05) 2011.4月~2012.3月

事務所 (09) 2012.1月~2012.12月

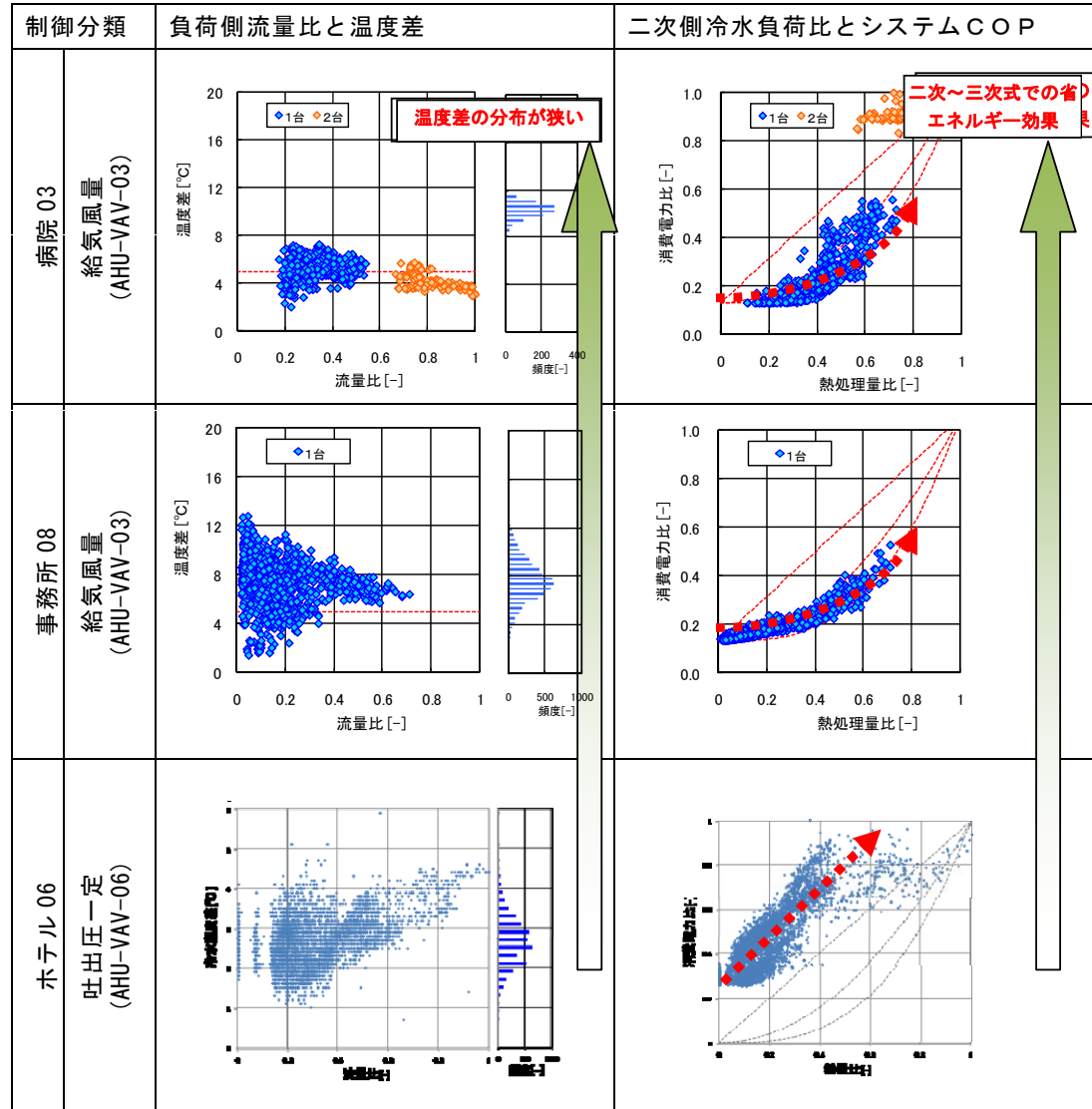


CGS消費エネルギーは建物全体の約20%
CGS回収熱利用は建物全体エネルギー消費の約6%

CGS消費エネルギーは建物全体の約42%

4. 調査内容 (ハ)実運転データに基づく評価値の作成

4.2 評価値の結果 制御の組合せによる省エネルギー効果



5. まとめ

- (1)平成23年度、24年度の2年間に渡り、初めて一同にしかも体系的に実運転データを集めることができた。実運用での35施設85件のエネルギー消費実態は、これからの省エネルギー対策の検討における実運転データとして貴重な資料である。
- (2)省エネルギー効果として有効な空調システムの各種制御方式、および給湯システムの実運転データを基に、省エネルギー基準の計算方法における入出力に関連する評価値としてまとめた。さらに、これまで殆ど実態が明らかになっていない制御導入時ほかの実運用データを示した。これらは、今後、エネルギー消費量を評価指標とする省エネルギー基準をより合理的なものとする施策において、エネルギーシミュレーションでのベンチマークデータなどへの重要な情報と成り得る。
- (3)平成23年度の東日本大震災の影響で意図的に極端ともいえる節電時における低負荷率の運転を含む、同じ施設での実運転データを平成24年度も継続して取得したことで、広範囲の負荷率での貴重なデータが得られた。