

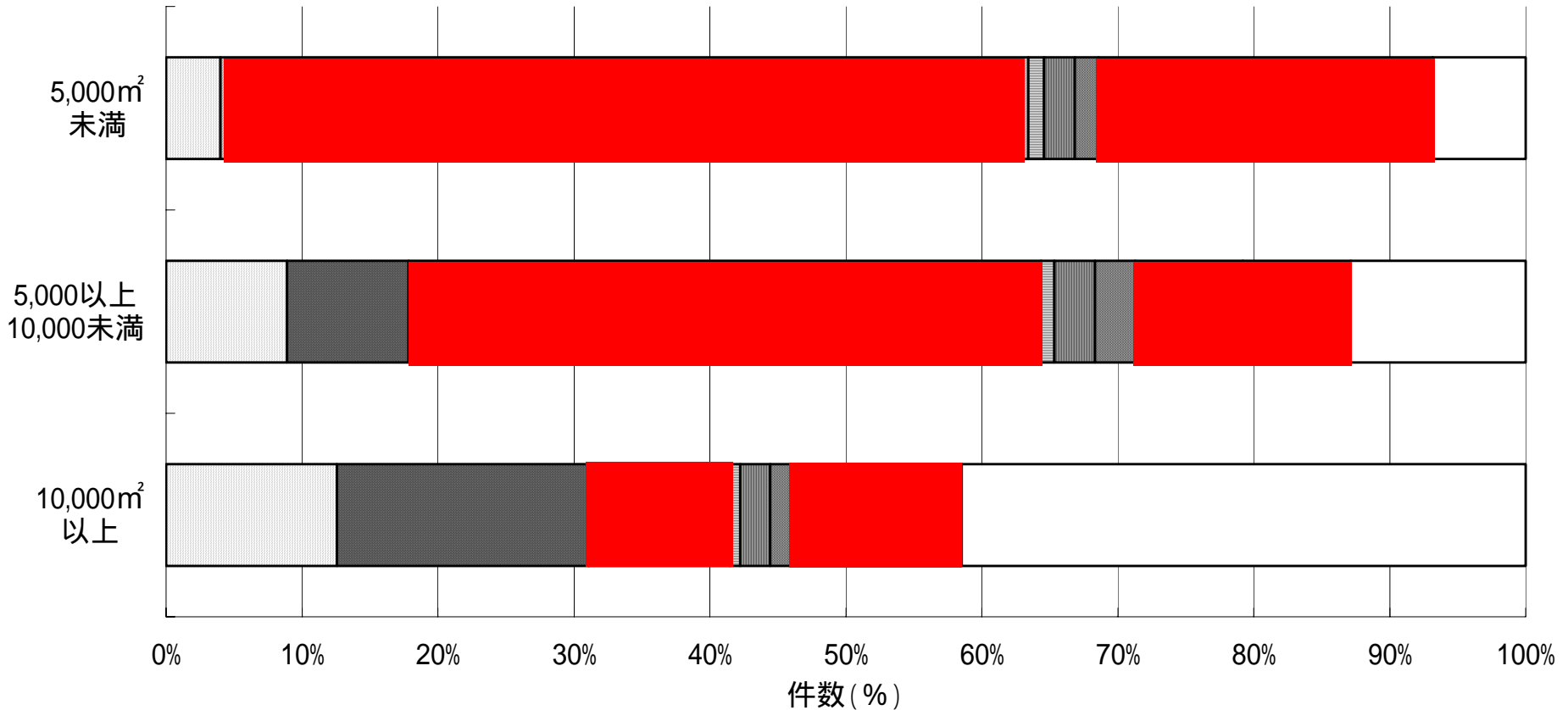
基調講演

今後の地域冷暖房はどうあるべきか

野部達夫(工学院大学)

オフィスの空調方式

- 定風量単一ダクト方式
- 変風量単一ダクト方式
- マルチ型パッケージユニット方式
- マルチゾーンユニット方式
- ファンコイルユニット方式
- ダクト併用ファンコイルユニット方式
- パッケージユニット直吹き方式
- パッケージユニットダクト方式
- その他(各階ユニット方式)



個別分散空調（マルチ） 位置づけの変化

従来

常駐管理者不在の小規模建物
中央式空調システムの補完用

最近

10万m²クラスのオフィスビルに採用
中央式空調システムの牙城を脅かす存在

個別分散空調興隆の背景

設計の省力化

施工の省力化

個別計量の容易さ

運用時の省力化

省コスト

メーカーの技術開発努力

メーカーの営業努力

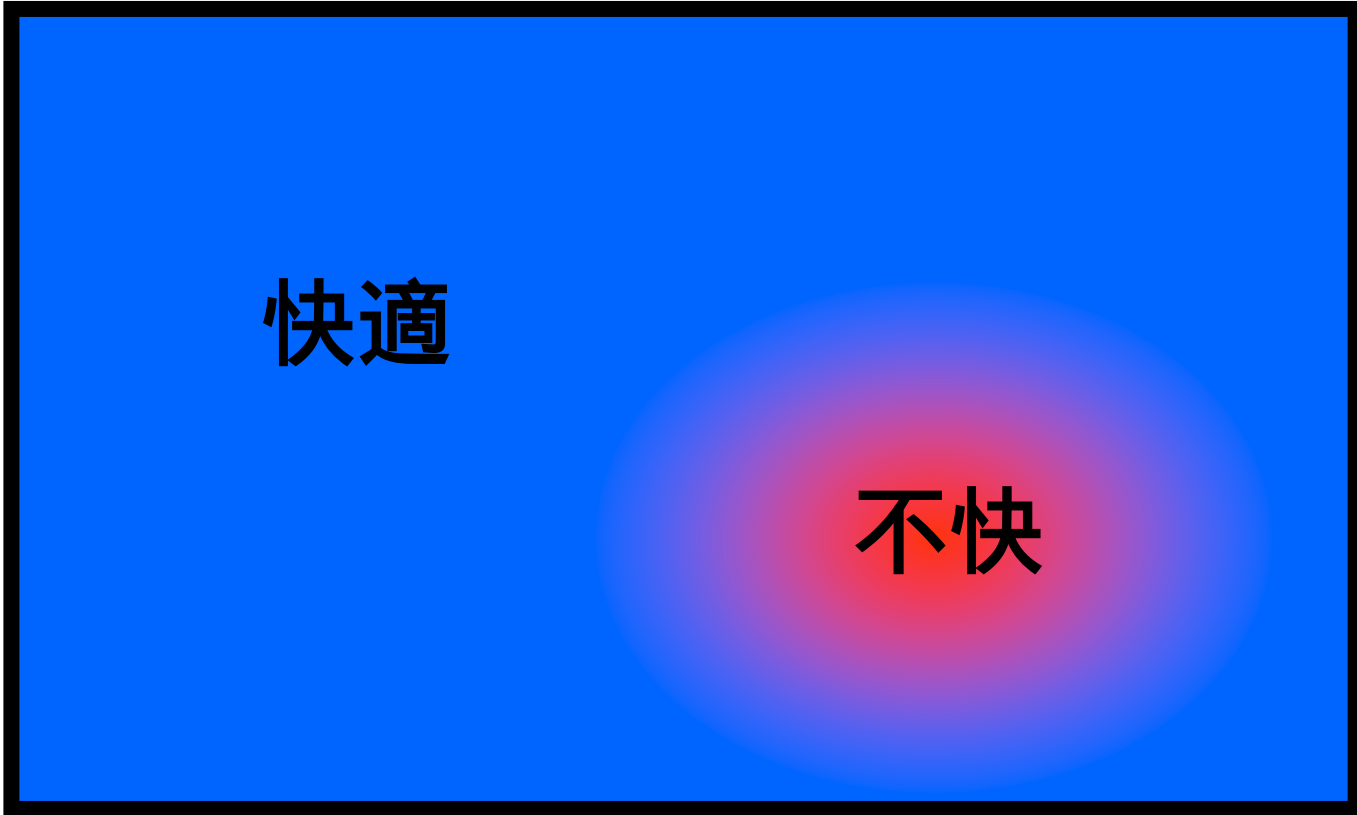
???

???

- ・「快適」の定義は「不快でない」

快適

不快



満足と不満足

「快適」の判断

ISO

不満足率が10%以下

$$(-0.5 < PMV < +0.5)$$

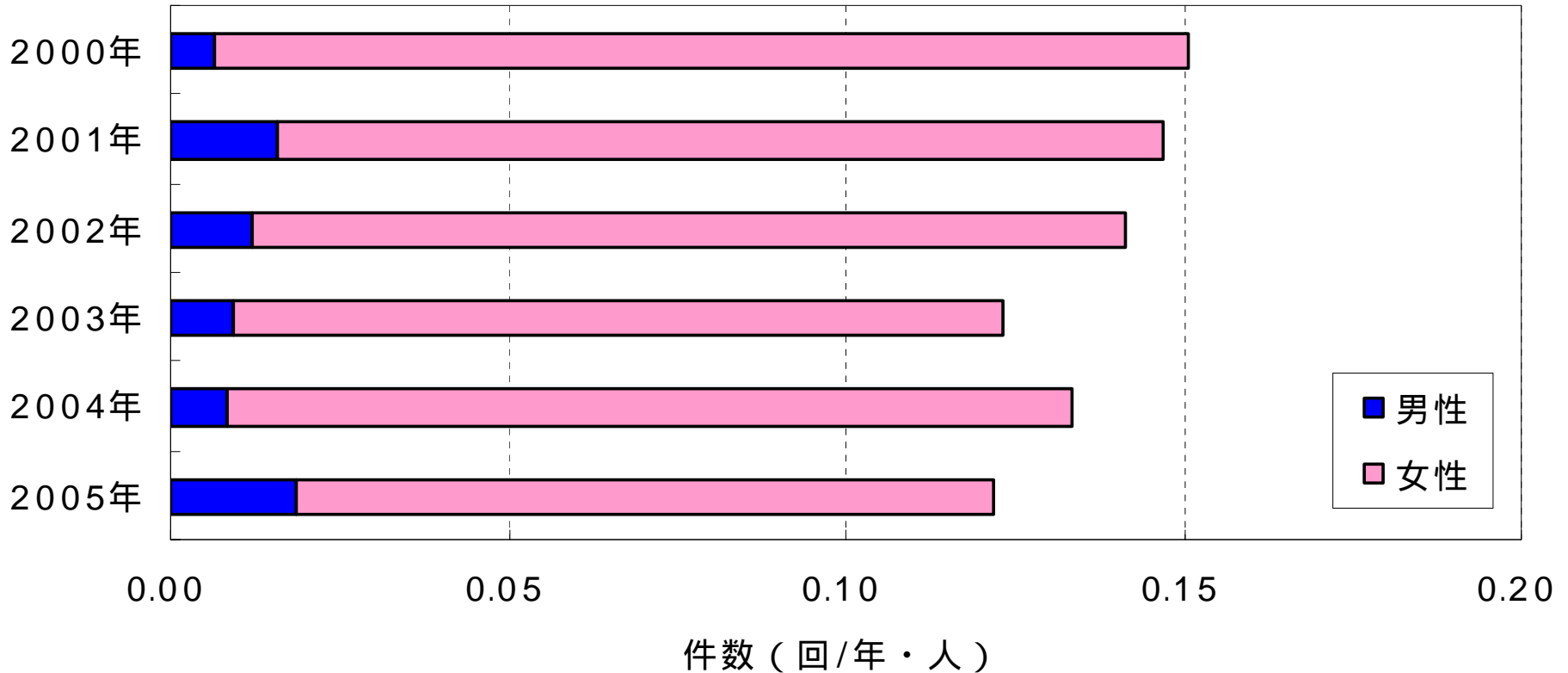
ASHRAE

不満足率が20%以下

$$(22 < SET^* < 26)$$

あるオフィスにおける空調クレーム

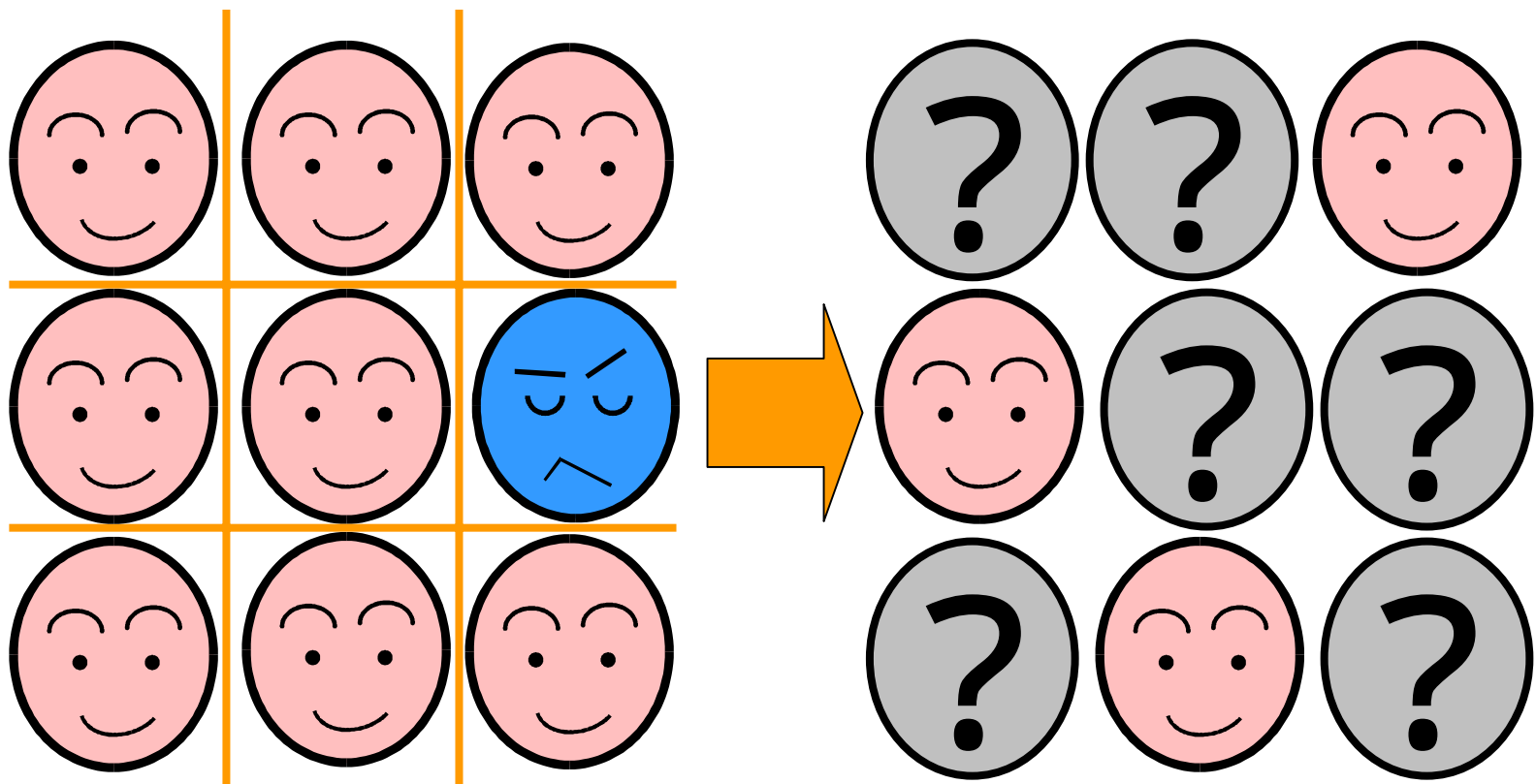
✓ 年間ひとり当たりのクレーム発生件数



➤ 女性からのクレームは男性の1.2倍！

アッシュ : 同調

モスコビッチ : マイノリティインフルエンス

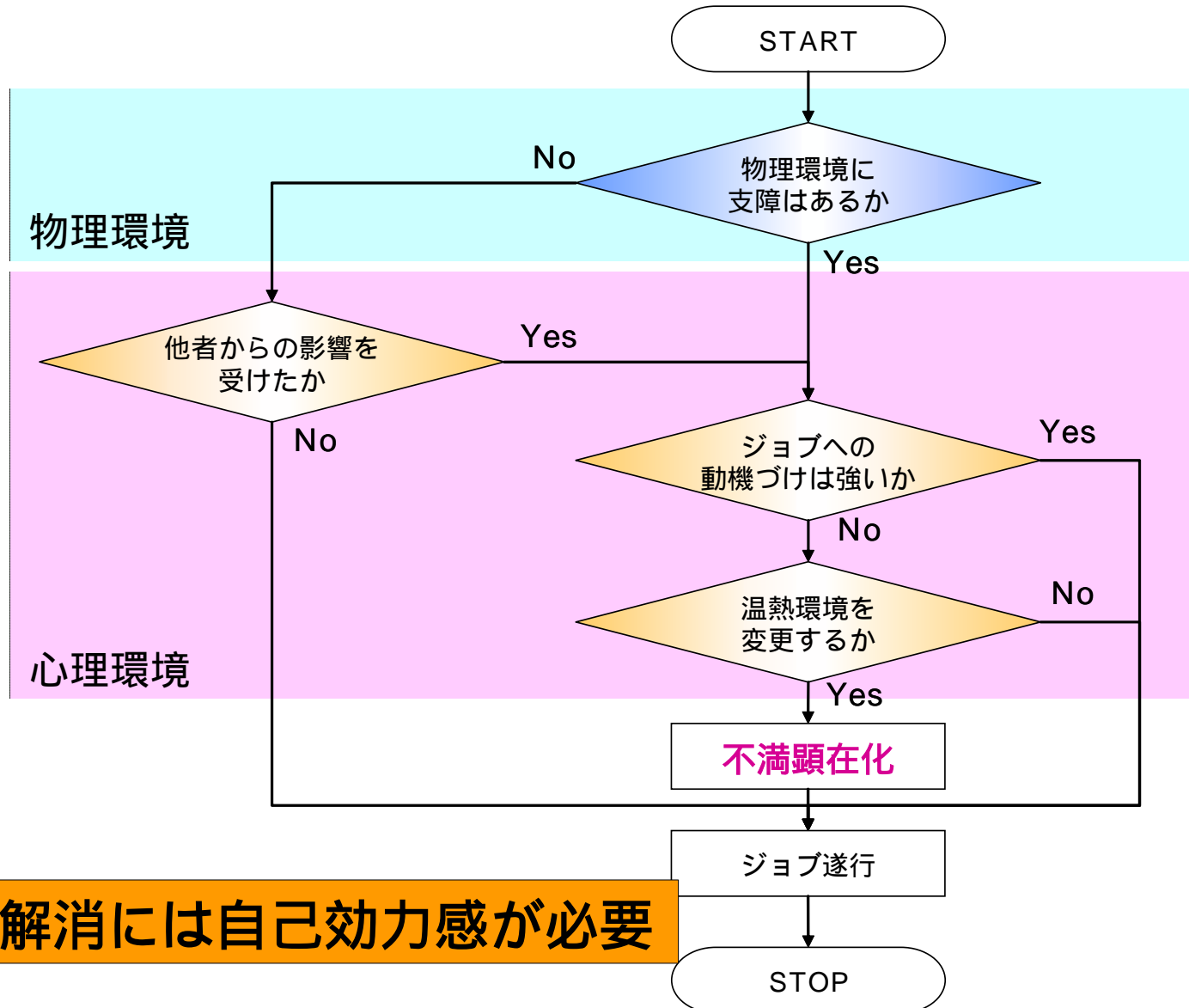


人の意見がわからなければ...

付和雷同

強硬な意見に引きずられる！

クレーム発生の2階層モデル(two-layer model)



不満の解消には自己効力感が必要

・「与えられた環境」と「選択した環境」



与えられた環境: クレーム多し

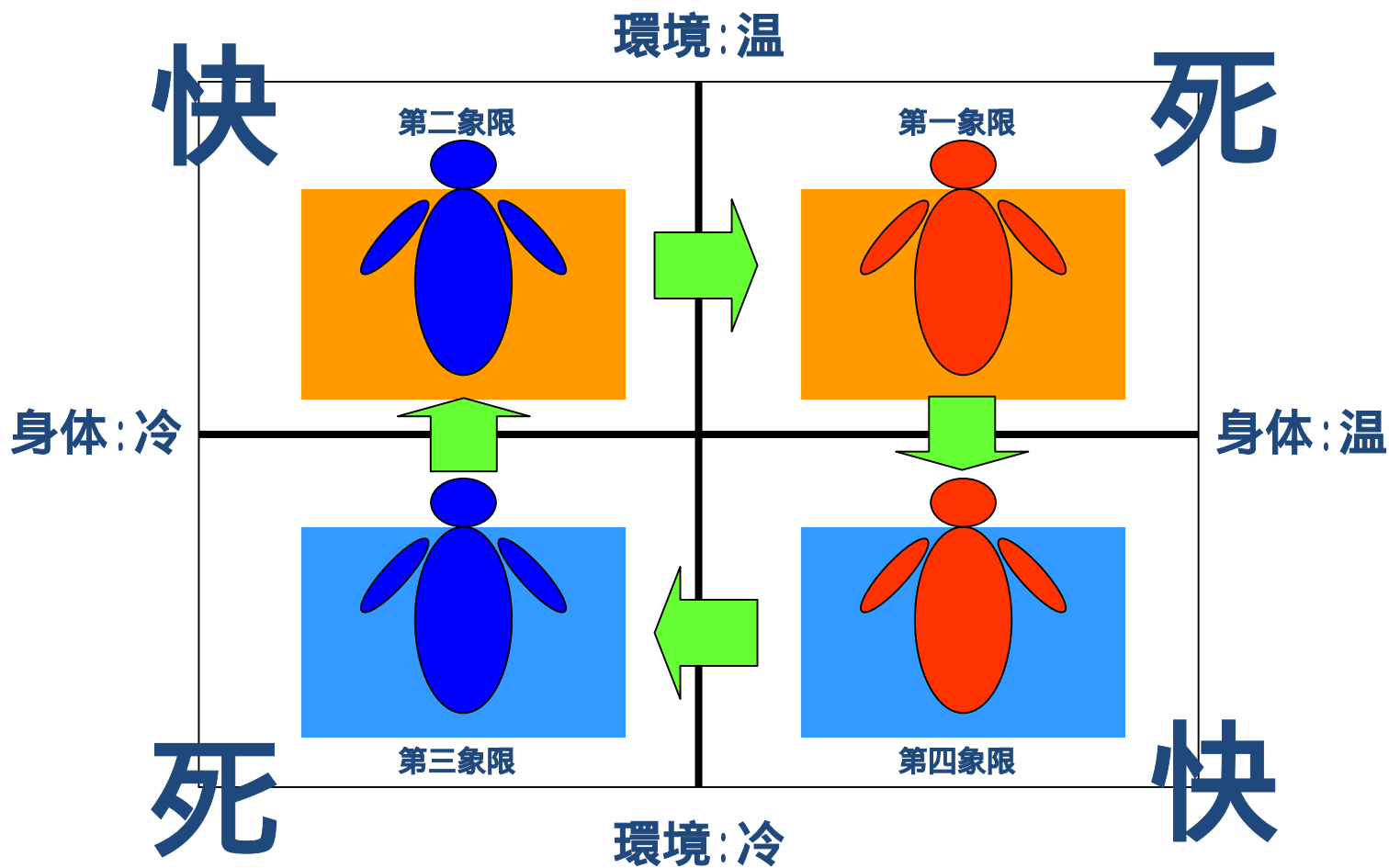
自己効力感なし



過酷な環境を自ら選択

自己効力感あり

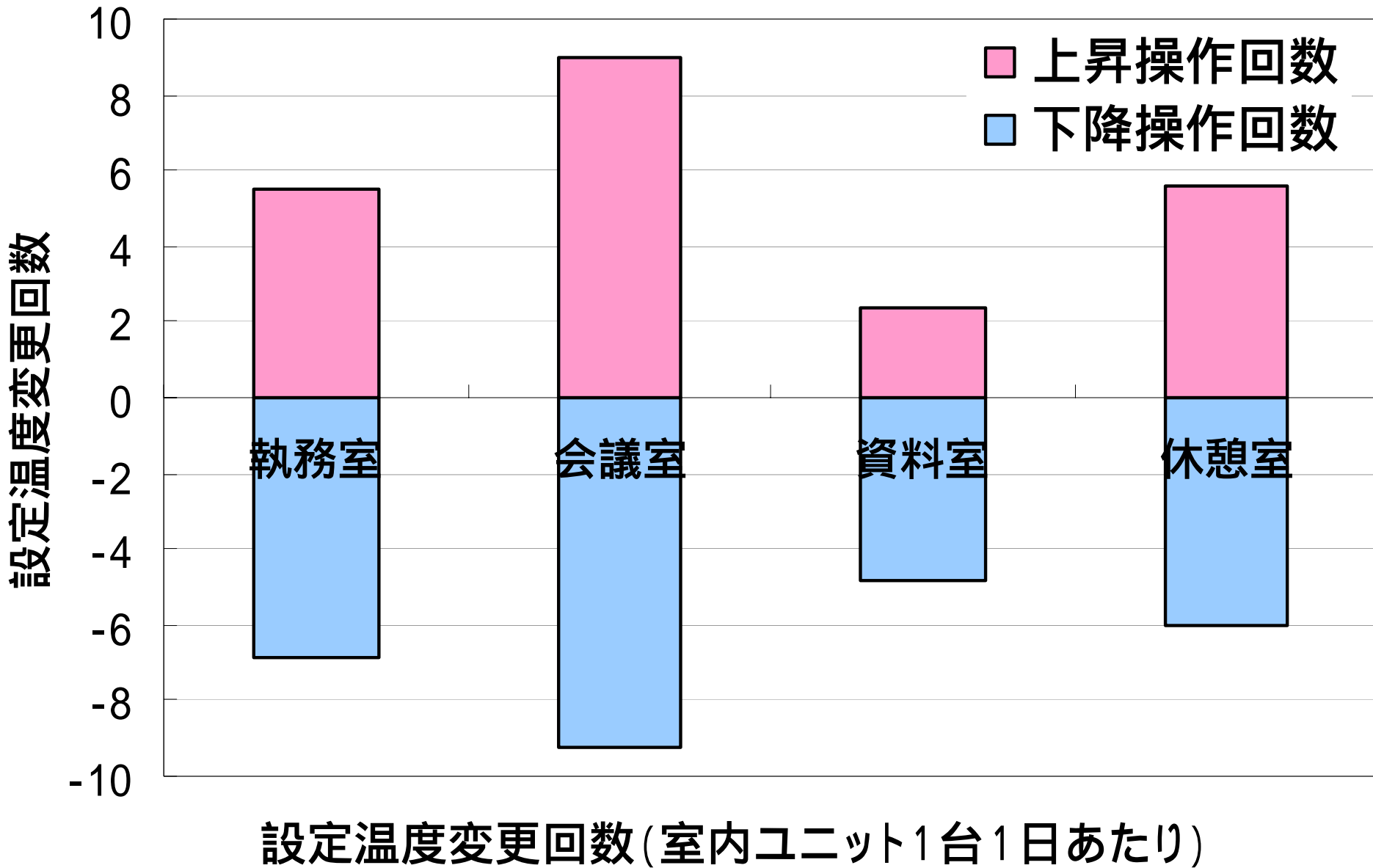
露天風呂の自己効力感



- ✓ 執務者は自由に時間外運転や室内設定温度の変更を行うことができる。
- ✓ 執務者は「環境選択権」が付与されたことになり、「自己効力感」が発現し、満足を獲得する。

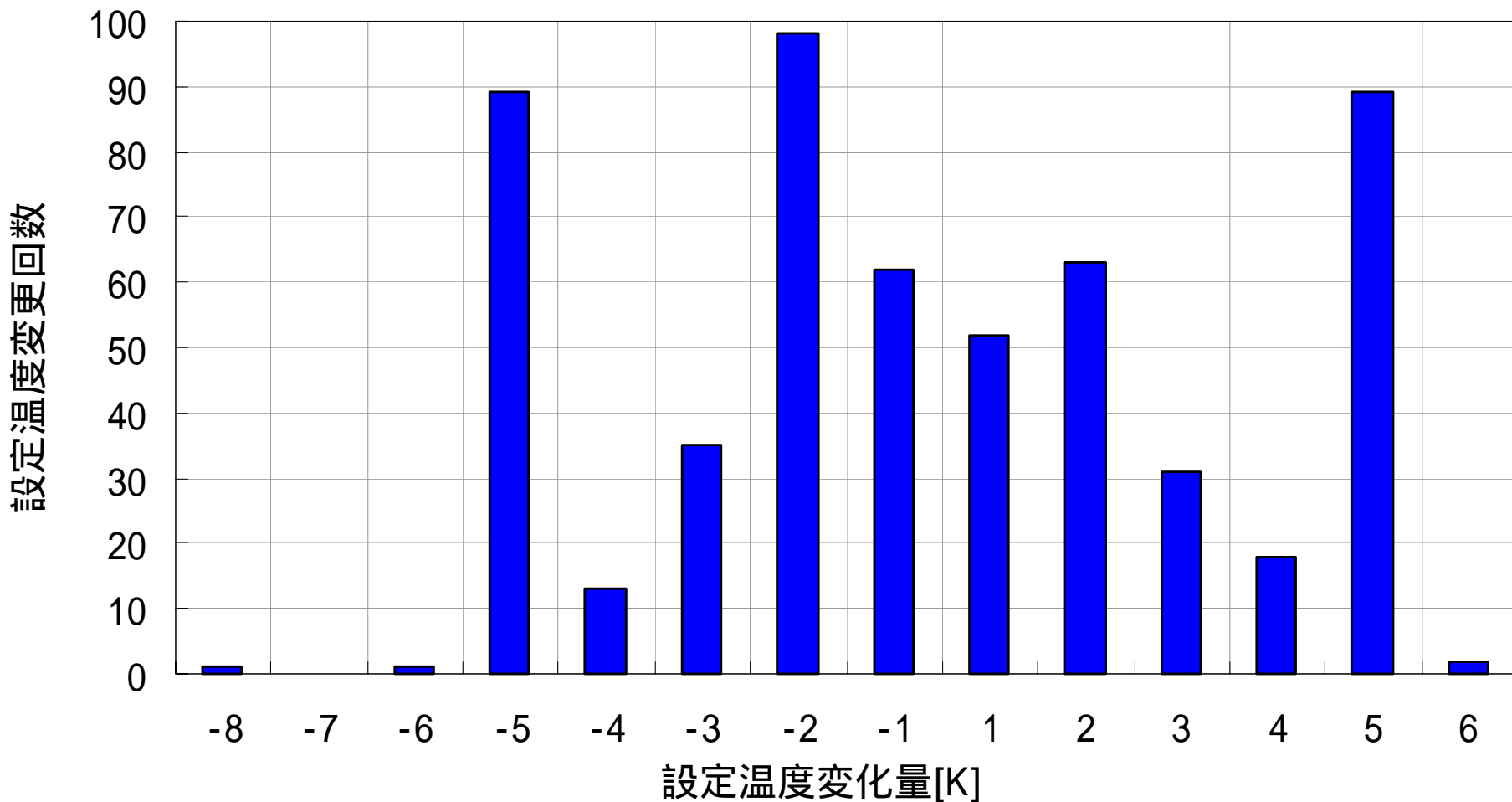


コントローラ操作の実態



コントローラ操作の実態

一度に設定温度の大幅な変更を要求している！



興隆の背景 実性能の向上 しかし、実態性能把握が困難

- ・設置条件による特性変化

配管長、高低差、ショートサーキット、ユニットの組合わせ・・・

- ・在室者由来の負荷の励振

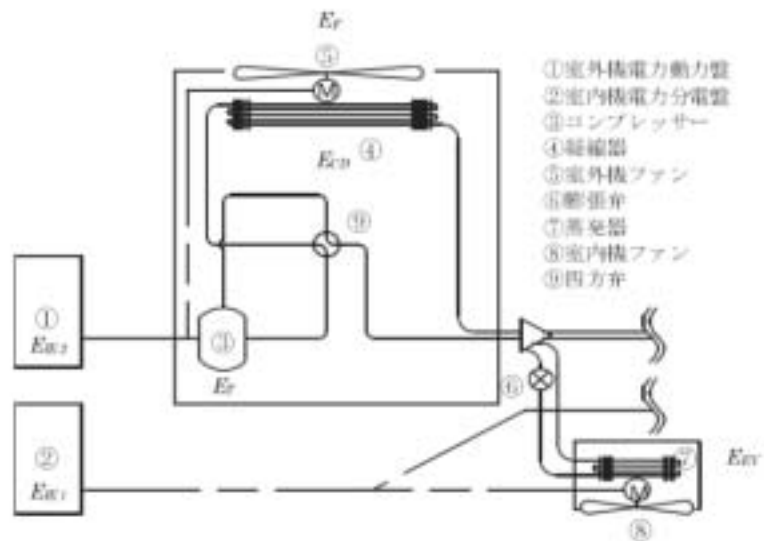
発停、設定温度変更、風量変更、・・・

- ・システム由来の運転の非定常性

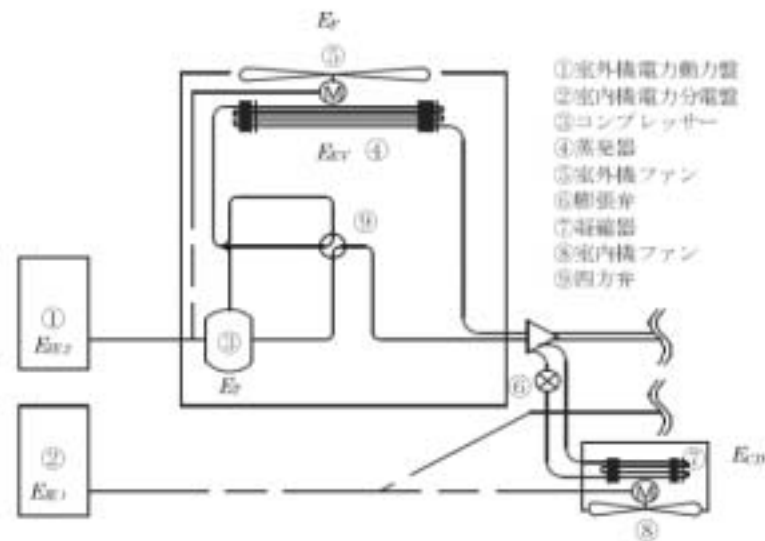
デフロスト運転、油戻し運転、極小負荷時の間歇運転、・・・

- ・制御ロジックの調整・変更

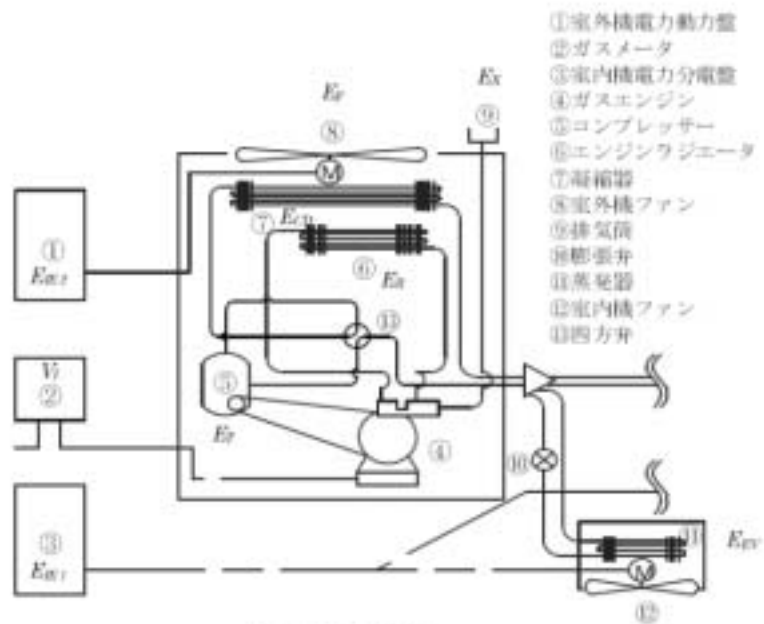
ブラックボックス？



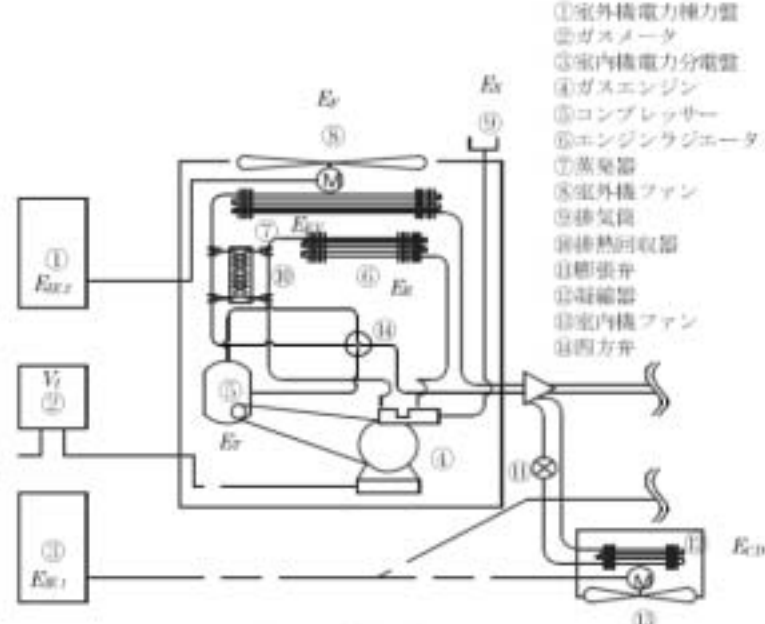
(a) BHP 冷房運転



(b) BHP 暖房運転



(c) GHP 冷房運転



(d) GHP 暖房運転

図 3.3.1 室外機の構造

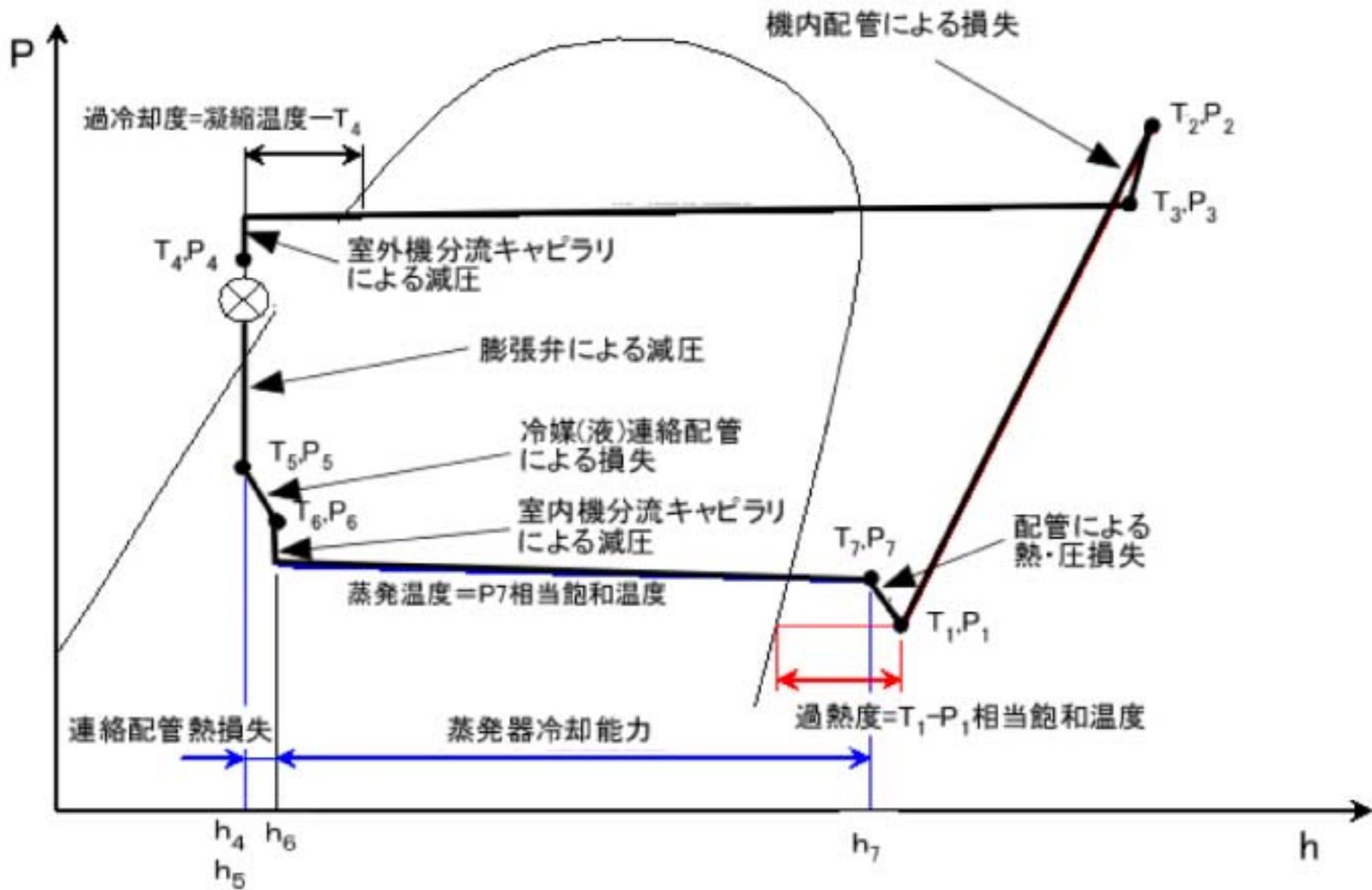


図 3.1.2 実際の冷凍サイクル(マルチパッケージ型空調機)

3.5 メーカーにおける性能評価方法

カタログ等の性能仕様値は JIS 規格 (JISB8615-1) の試験方法に準拠し、定格冷房、中間冷房、定格暖房、中間暖房、定格暖房低温の 5 つの条件の性能を測定する。その結果より、J I S 規格 (JISB8616 付属書 1 期間エネルギー消費効率算出方法) の方法から、通年エネルギー消費効率 (A P F) を算出している。各試験は表 3.5.1 に示す温度条件で評価されている。

表 3.5.1 吸込空気温度条件

項目		温度条件			
		室内側吸込空気温度 (°C)		室外側吸込空気温度 (°C)	
		乾球温度	湿球温度	乾球温度	湿球温度
冷房	定格冷房	27	19	35	24
	中間冷房 (定格能力の 50% ± 5%)	27	19	35	24
暖房	定格暖房	20	15 (最高)	7	6
	中間暖房 (定格能力の 50% ± 5%)	20	15 (最高)	7	6
	定格暖房低温	20	15 (最高)	2	1

また、マルチパッケージ型空調機の室外ユニットと室内ユニットとの標準的組合せも下記に示すように基本的に決まった条件で測定を実施している。

- ・室内ユニットの形態は、使用上最適なものとし、通常、四方向カセット形とする。
- ・冷房能力 28 kW までは 2 台、28.0 kW を超え 50 kW までは 4 台とする。
- ・室内ユニットの能力は、その冷房能力の合計と室外ユニットの冷房能力との比が 1 (1 となる組合せがないものは直近) となるものを選定する。

表 2.1 熱処理量計測方法の特徴

分類	空気側		冷媒側	推定法	
名称	室内機側・空気エンタルピー法	室外機側・空気エンタルピー法	冷媒エンタルピー法	メーカーによる推定法(CC法等)	実験に基づく回帰式
必要なデータ	<ul style="list-style-type: none"> 吹出口空気温度 (吹出口毎に複数点) 吹出口空気湿度 (吹出口毎に複数点) 吸込口空気温度 吹出口空気湿度 吸込み空気風量 	<ul style="list-style-type: none"> 吹出口空気温度 吹出口空気湿度 吸込口空気温度 吹出口空気湿度 吹出し空気風量 	<ul style="list-style-type: none"> 凝縮温度 蒸発温度 過熱度 過冷却度 冷媒流量 	<ul style="list-style-type: none"> 冷暖運転モード サーモON/OFF 運転電流 凝縮圧力相当飽和温度 蒸発圧力相当飽和温度 INV圧縮機回転数 定速圧縮機ON/OFF 等 	
特徴	長所	<ul style="list-style-type: none"> 外乱の影響を受けにくい 	<ul style="list-style-type: none"> 室内に入る必要がないため居住者の迷惑にならない。計測許可を得やすい 	<ul style="list-style-type: none"> 実COP±10%の精度で算出可能 追加の計測器設置が不要 遠隔監視が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 適切な回帰式を作れば、精度は高い(?)。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> 居室に入る必要があり、居住者の迷惑になる可能性がある。 同系統に室内機は複数台あり、また吹出口毎に空気温湿度が異なるため、計測器が多数必要であり煩雑 風量の計測が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 外乱の影響を受ける 風量の計測が困難 湿度の計測が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 必要なセンサーの数は少ない 室内に入る必要がないため居住者の迷惑にならない。計測許可を得やすい 冷媒流量の計測が困難&煩雑である。 正しく熱量を推定するためには冷媒回路図を理解する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> メーカーの全面的な協力が必要 メーカー以外には推定式の詳細が分からず、汎用性に欠ける。 全ての機種に対して適用できるわけではない。

室内機AE法

室外機AE法

RE法

CC法

実験式法

プローブ
挿入法

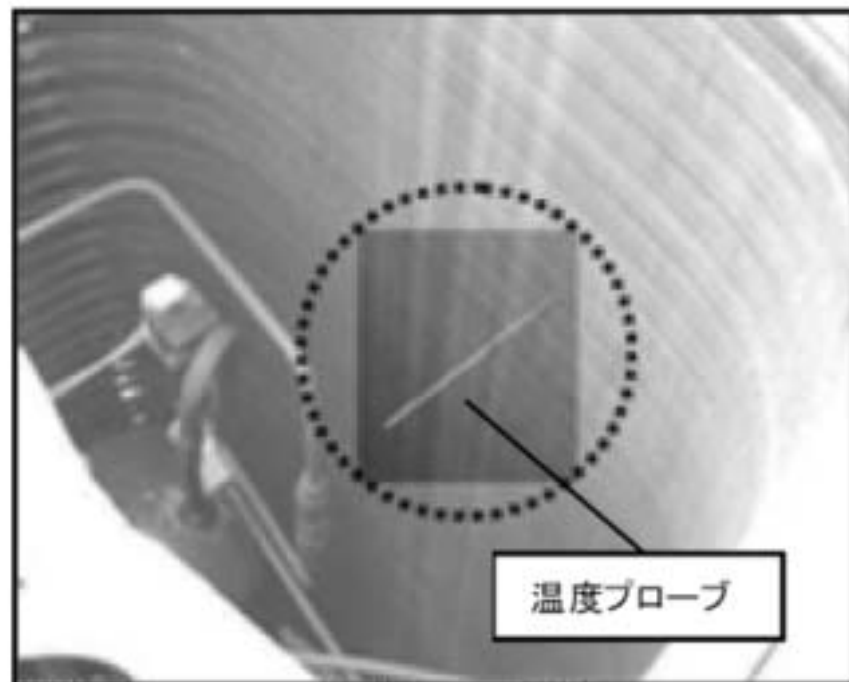
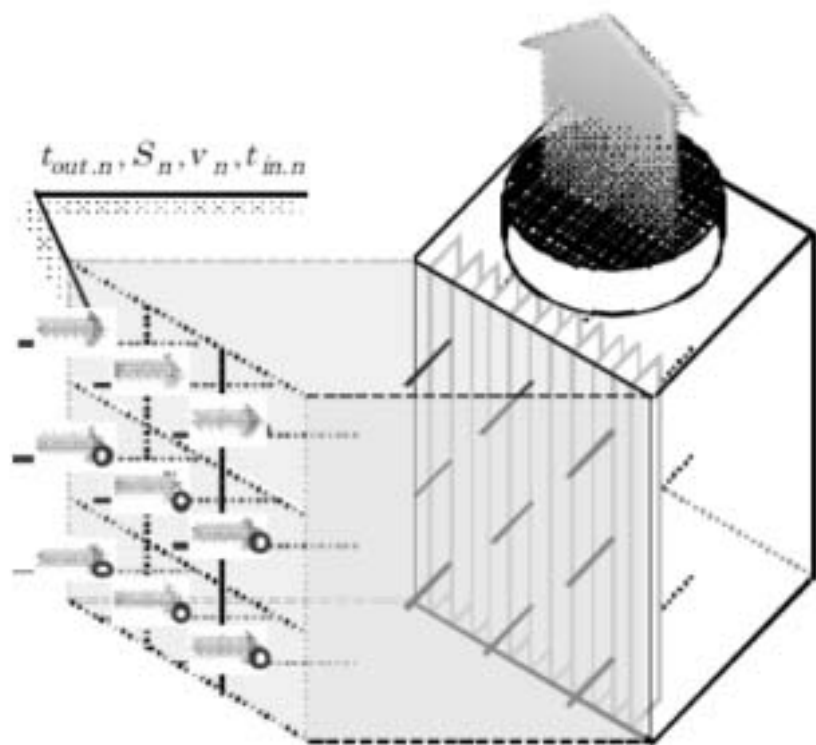


図 3.3.2 室外機熱交換器へのプローブの挿入

表 3.3.1 実測事例一覧

事例	設備容量 [kw]	設備容量/床面積		床面積 [m ²]	定格COP		設置年	
		冷房[w/m ²]	暖房[w/m ²]		冷房時	暖房時		
温暖地 GHP	東京都Kビル	85	221	229	385	1.39	1.53	2006
	大阪府Oビル	56	248	284	226	1.19	1.23	2007
	埼玉県Nビル	56	86	97	648	1.17	1.29	2009
温暖地 EHP	東京都Y(1,2)ビル	42	210	240	200	1.20	1.29	2008
	東京都Sビル	50.4	246	261	205	1.15	1.23	2007
	高知県Yビル	56	200	200	280	1.42	1.34	2006
寒冷地 GHP	北海道Aビル	85	228	257	373	1.39	1.52	2008
	北海道Yビル	45	213	237	211	1.37	1.38	2007
	北海道Kビル	56	150	168	374	1.33	1.37	2008
	北海道Hビル	56	131	147	428	1.18	1.23	2006
寒冷地 EHP	北海道Tビル	123.5	162	181	762	1.09	1.19	2005
	北海道Sビル	28	200	225	140	1.20	1.38	2010

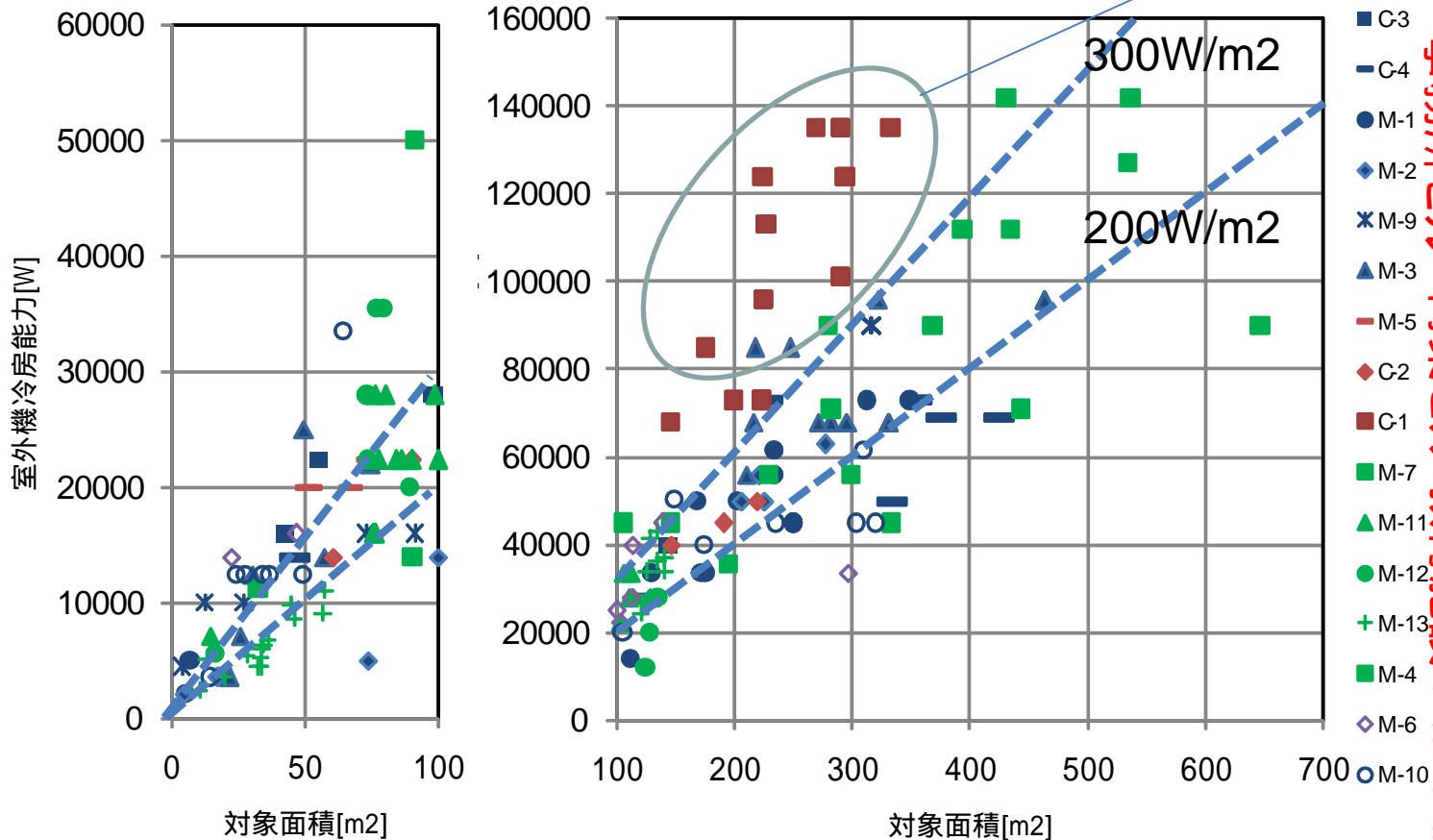
表 3.3.2 各事例の計測期間

事例		計測期間	
温暖地 GHP	東京都Kビル	2007/7/11~2008/2/12	217日
	大阪府Oビル	2007/8/23~2008/1/8	139日
	埼玉Nビル	2010/7/29~2011/5/10	200日
温暖地 EHP	東京都Y(1,2)ビル	2009/1/14~2009/10/1	260日
	東京都Sビル	2008/7/1~2009/1/7	192日
	高知県Yビル	2008/7/2~2009/4/5	278日
寒冷地 GHP	北海道Aビル	2008/7/9~2009/3/31	266日
	北海道Yビル	2008/7/10~2009/7/9	365日
	北海道Kビル	2009/7/9~2010/7/8	365日
	北海道Hビル	2010/8/7~2011/7/28	356日
寒冷地 EHP	北海道Tビル	2009/7/9~2010/7/8	365日
	北海道Sビル	2010/7/22~2011/7/21	365日

マルチの冷房設備容量

○ 設計図書の調査（室外機単位能力）

商業ビル



事務所ビル 商業ビル 教育施設 文化施設

✓ 現行設計の室外機容量は、 $200\text{W}/\text{m}^2$ 以上

フィールドにおける室外AE法(プローブ挿入法)

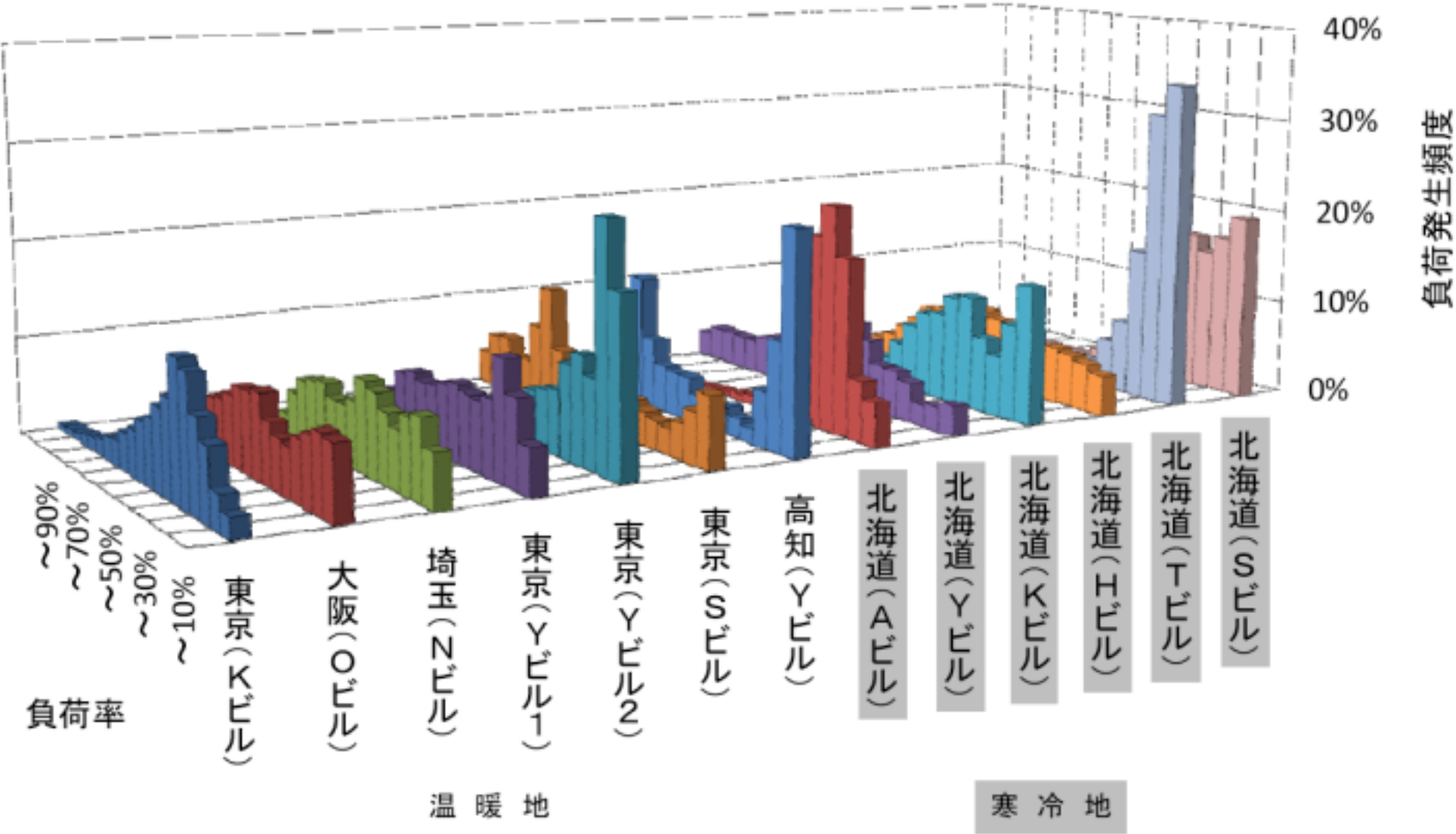


図 3.3.4 負荷率ヒストグラム・冷房期間

フィールドにおける室外AE法(プローブ挿入法)

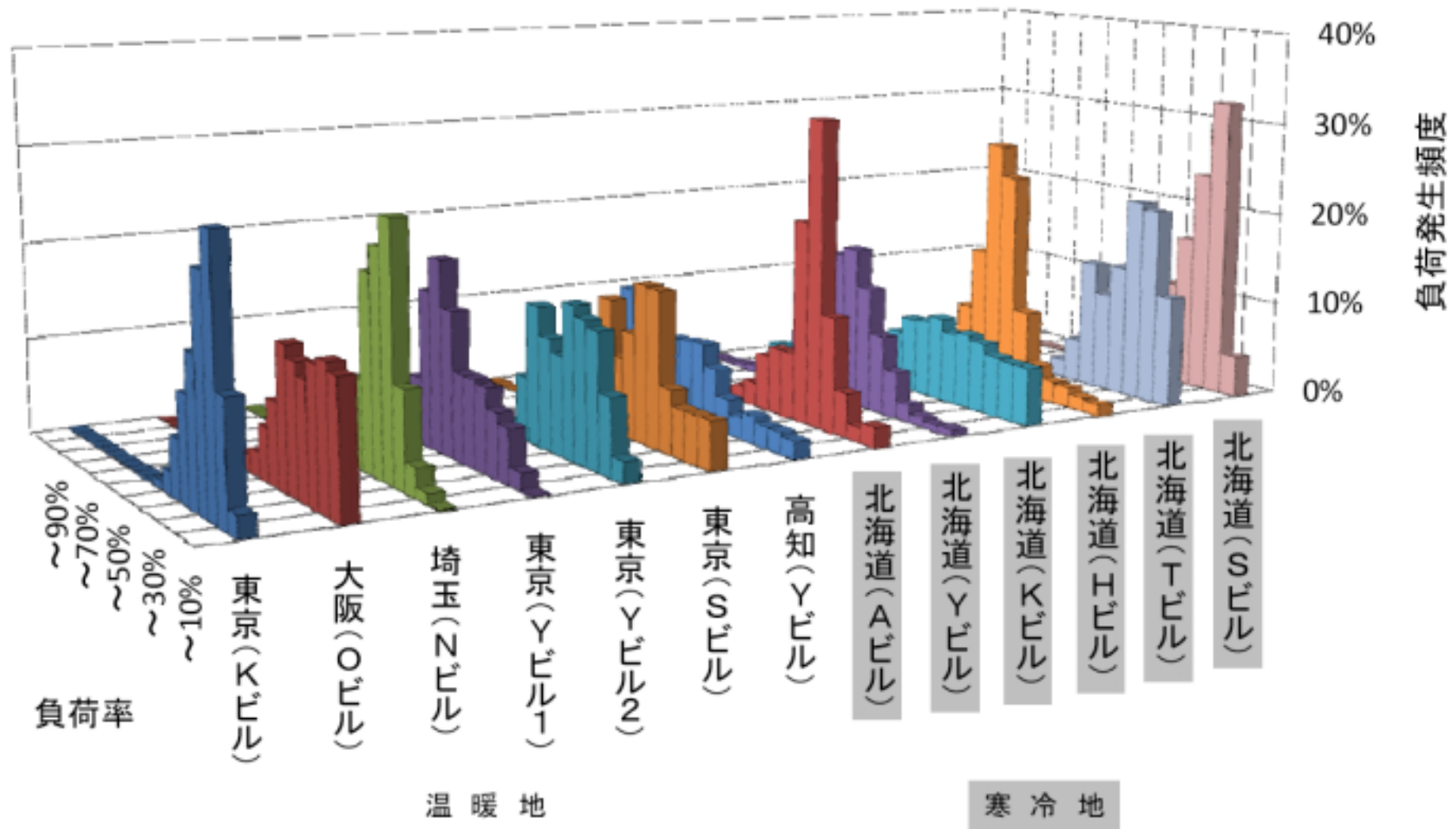


図 3.3.5 負荷率ヒストグラム・暖房期間

フィールドにおける室外AE法(プローブ挿入法)

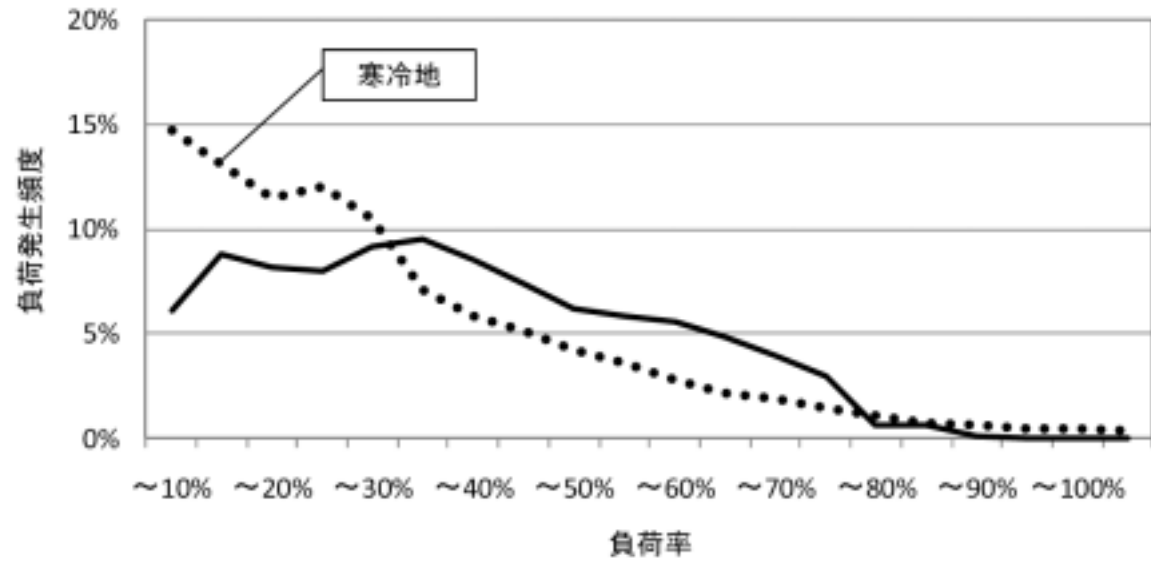


図 3.3.6 負荷率の分布の平均 (冷房期間)

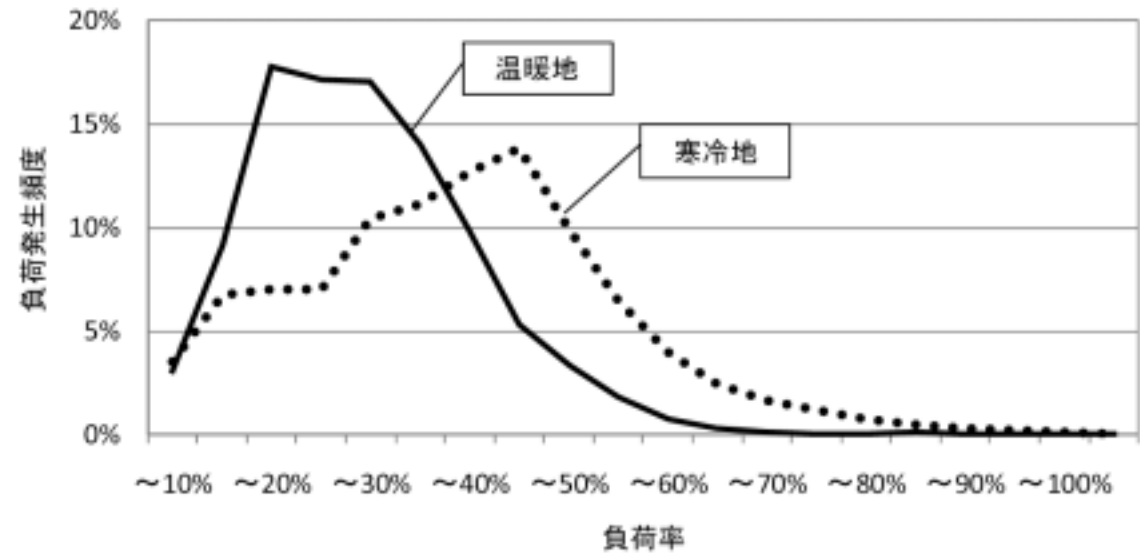
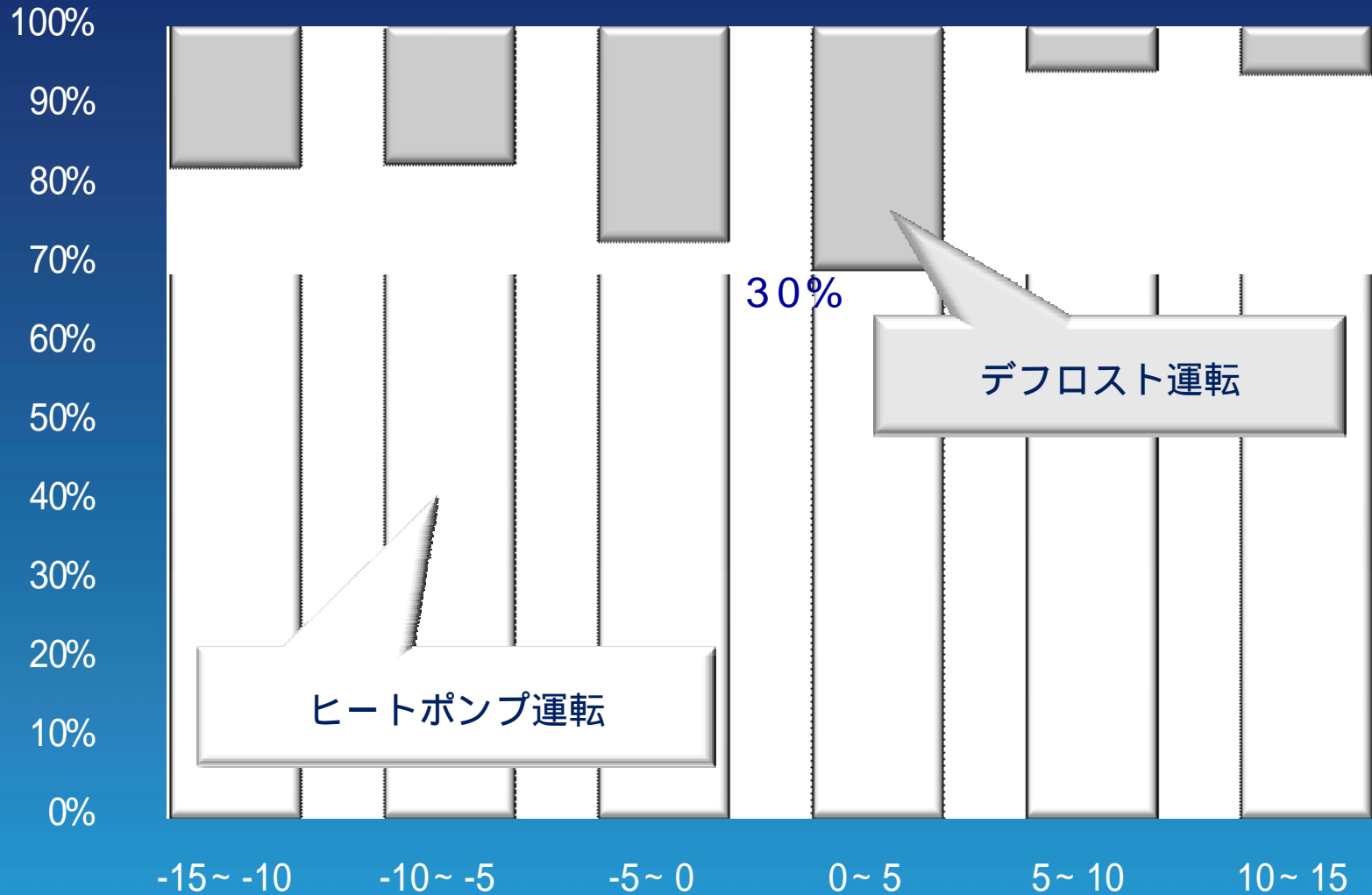


図 3.3.7 負荷率の分布の平均 (暖房期間)

EHPが暖房運転時にデフロストに消費したエネルギー割合



GHPが暖房運転時に採用する運転モード

排熱単独運転 = エンジン排熱による冷媒加熱

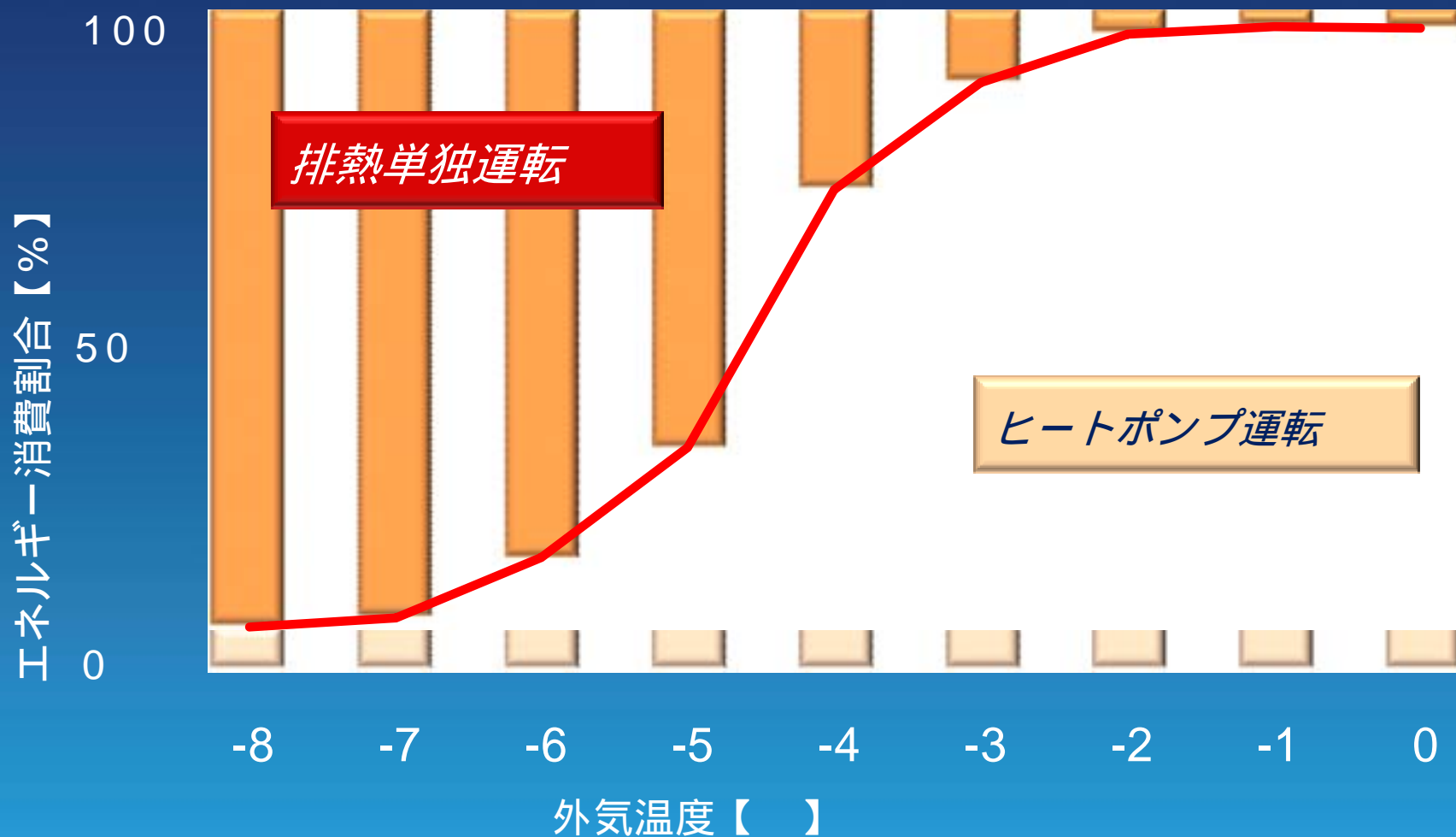


表 3.3.3 CSPF,HSPF,APF 実測値の算出式

CSPF 実績値 (冷房期間エネルギー消費効率)	$[-] = \frac{\text{冷房期間中の室外機製造熱量合計[J]}}{\text{冷房期間中の一次エネルギー消費量[J]}}$
HSPF 実績値 (暖房期間エネルギー消費効率)	$[-] = \frac{\text{暖房期間中の室外機製造熱量合計[J]}}{\text{暖房期間中の一次エネルギー消費量[J]}}$
APF 実績値 (期間エネルギー消費効率)	$[-] = \frac{\text{計測期間中の室外機製造熱量合計[J]}}{\text{計測期間中の一次エネルギー消費量[J]}}$

表 3.3.4 一次エネルギー消費量換算値

一次エネルギー消費量	
GHP	期間中ガス消費量×45(MJ/m ³)+期間中室外機電力*9.76(MJ/kwh)
EHP	期間中室外機電力*9.76(MJ/kwh)

フィールドにおける室外AE法(プローブ挿入法)

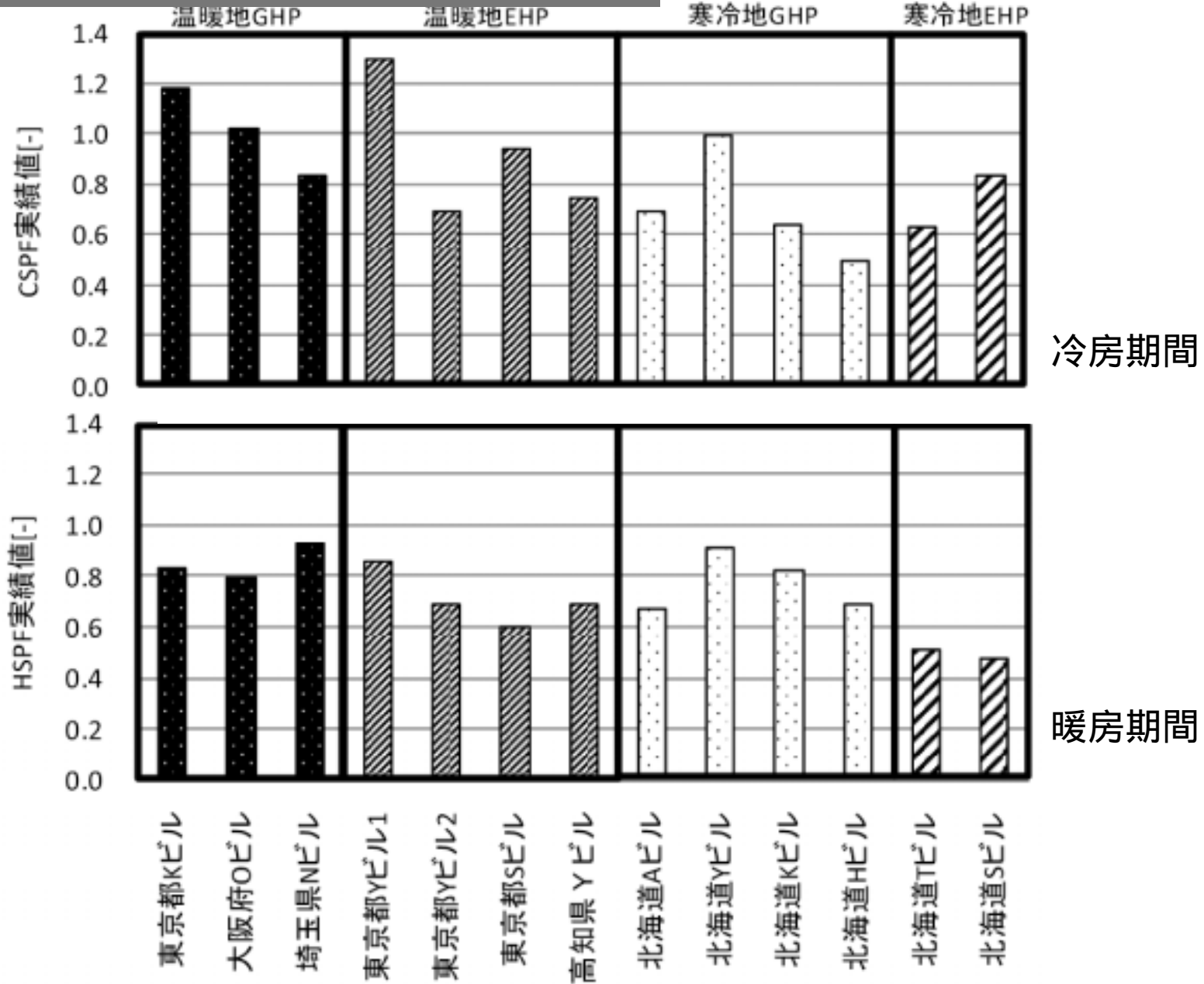


図 3.3.11 エネルギー消費効率実測値 (一次エネルギー)

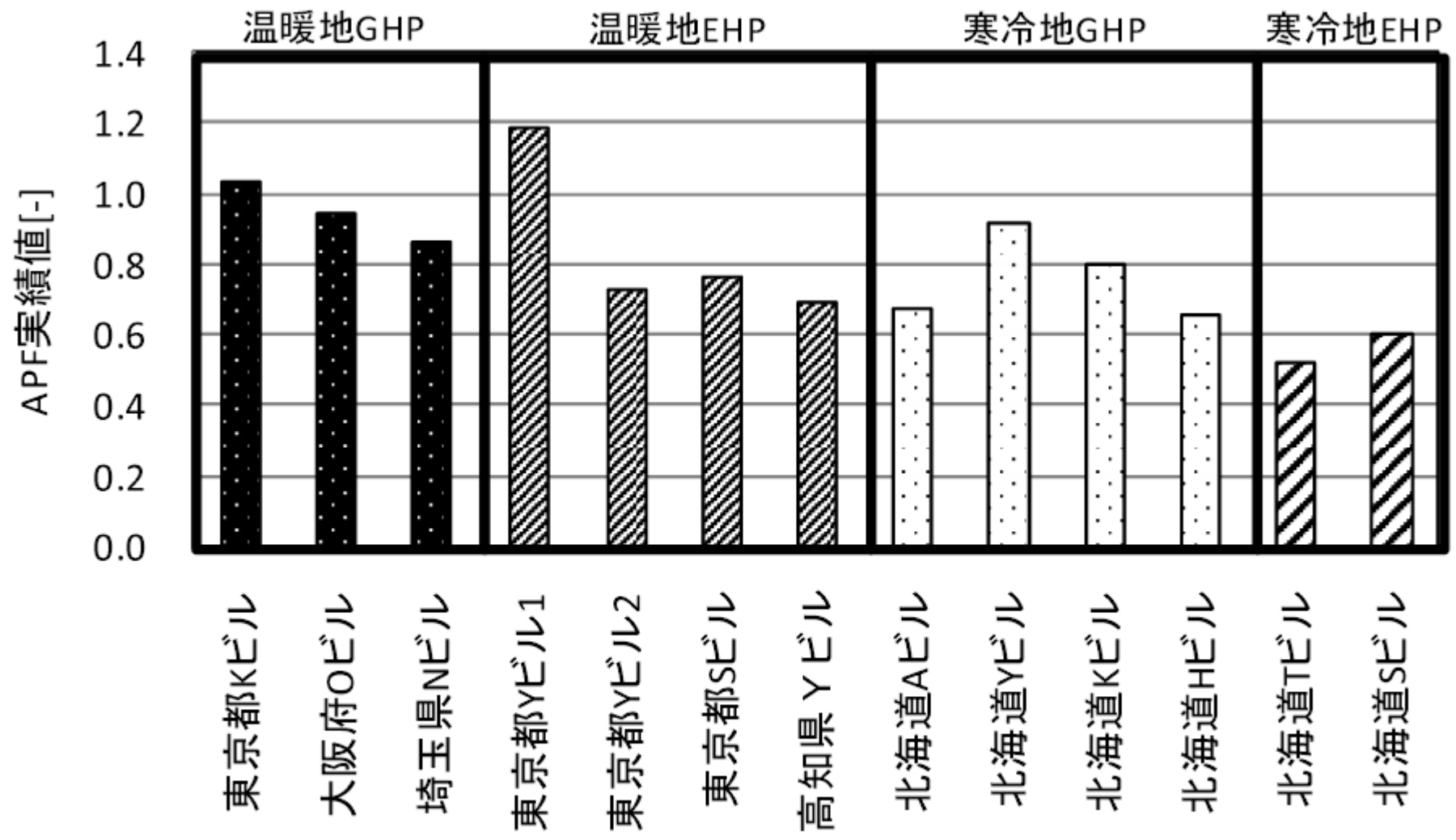
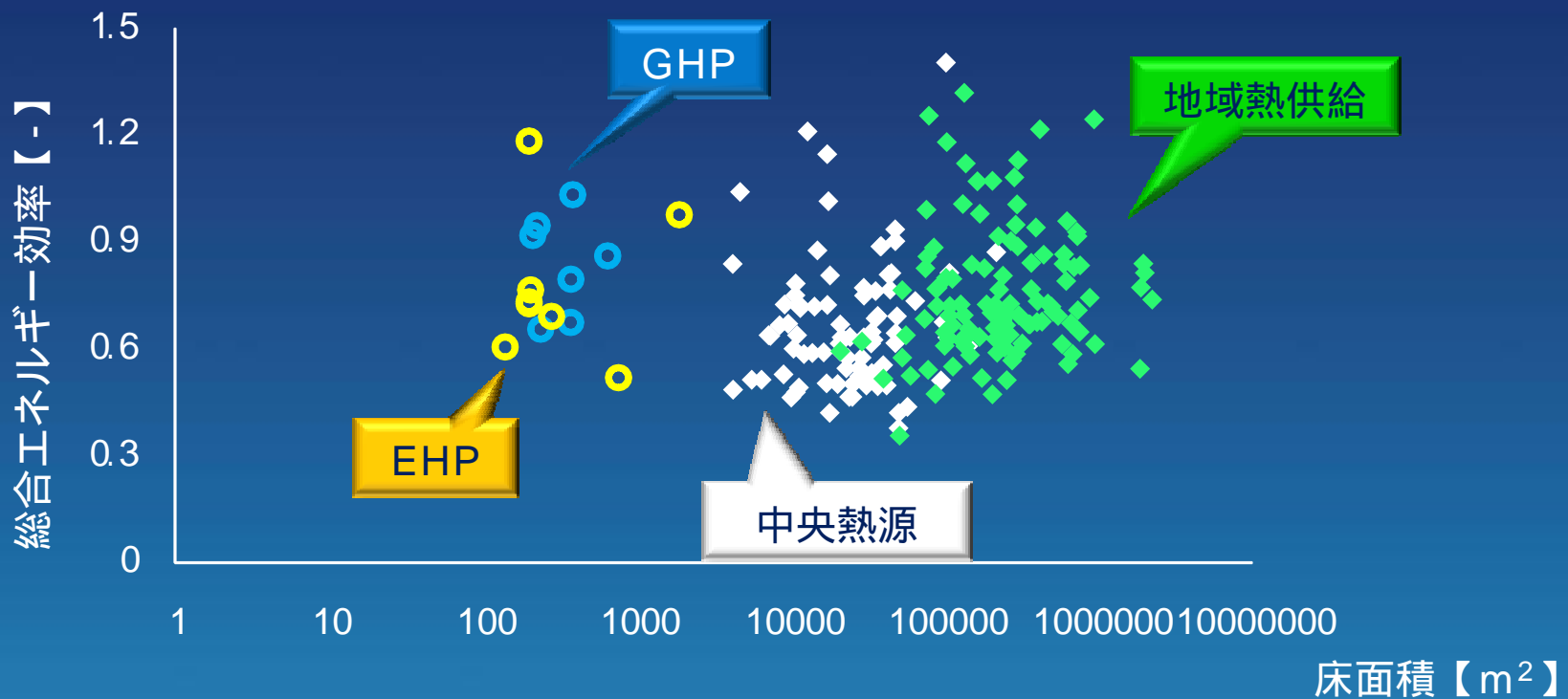


図 3.3.12 エネルギー消費効率実測値 (年間) (一次エネルギー)

表 3.3.5 エネルギー消費効率の平均

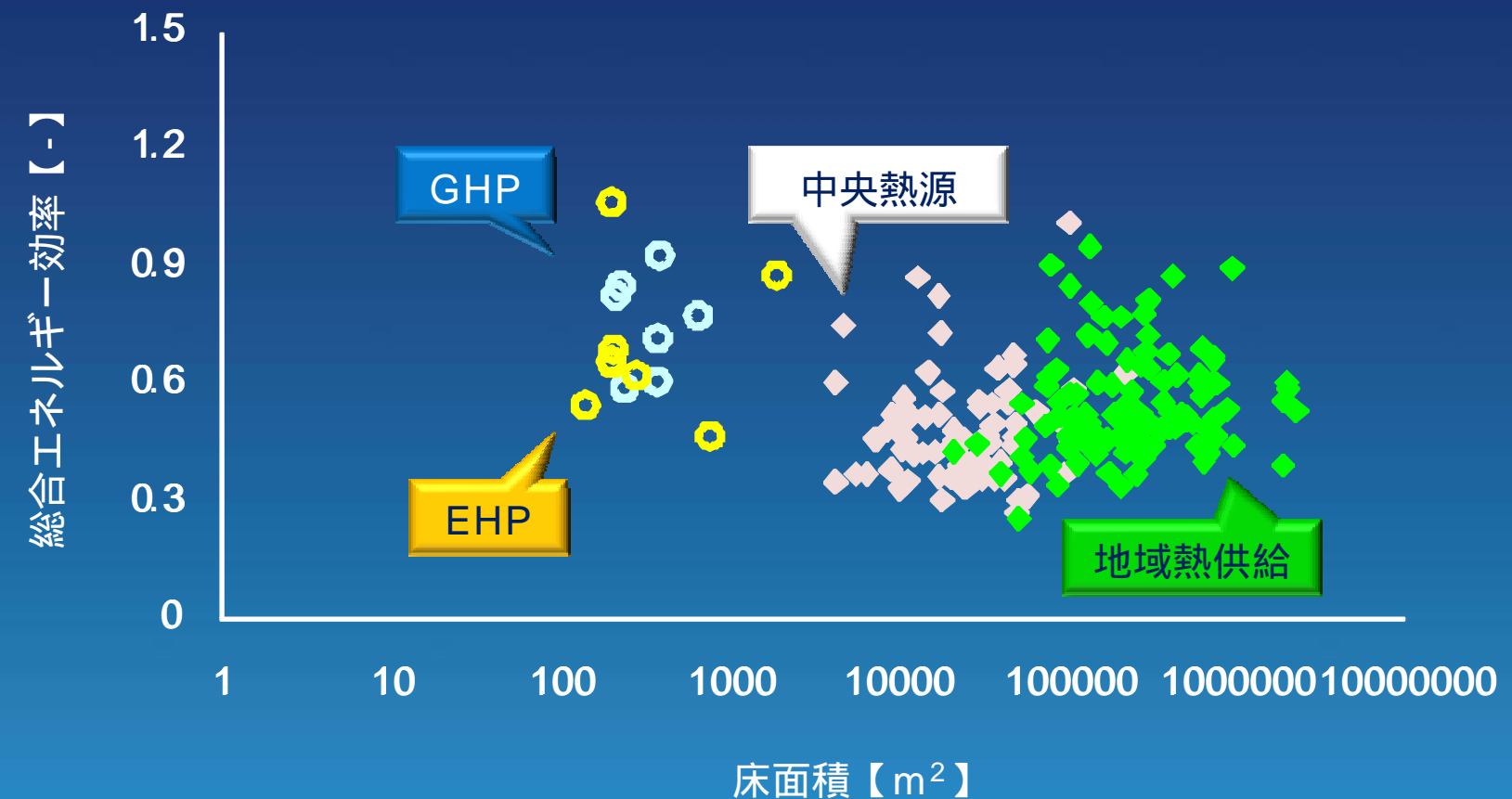
CSPF実績値(平均値)			
温暖地GHP	温暖地EHP	寒冷地GHP	寒冷地EHP
1.02	0.92	0.71	0.73
温暖地(G+E)	寒冷地(G+E)	全(G+E)	
0.96	0.72	0.85	
HSPF実績値(平均値)			
温暖地GHP	温暖地EHP	寒冷地GHP	寒冷地EHP
0.86	0.71	0.78	0.50
温暖地(G+E)	寒冷地(G+E)	全(G+E)	
0.77	0.69	0.73	
APF実績値(平均値)			
温暖地GHP	温暖地EHP	寒冷地GHP	寒冷地EHP
0.95	0.85	0.76	0.57
温暖地(G+E)	寒冷地(G+E)	全(G+E)	
0.89	0.70	0.80	

各熱源形態ごとの総合エネルギー効率



上図は何れも熱源サブシステムのエネルギー効率(一次)
これに二次側(ポンプやAHUなど)のエネルギー消費を加味すると、どうなるか。

各熱源形態ごとの総合エネルギー効率（二次側を含む）



二次側のエネルギー消費量の一次側に対する比率は、

- ・EHP・GHPは野部研究室実測値を採用。
- ・中央熱源と地域熱供給は省エネセンター公表値を採用。

設計の省力化

施工の省力化

個別計量の容易さ

運用時の省力化

省コスト

メーカーの技術開発努力

メーカーの営業努力

クレームの抑制

省エネルギー

地域冷暖房はサプライサイドだけの最適化ではなく、全体最適化の視点を持つことが必要。地域冷暖房の優位性を活かせる二次側システムのリサーチや提案が欲しい。

蒸気配管は最近設計者も施工者も触れる機会が少なく、このままでは技術が継承されない。もっとも、前世紀の実験式に頼った設計法をいまだに根拠としている点にも問題がある。例えばアクティブヒートパイプにしてクローズド化するなど、抜本的な技術革新が望まれる。