

2020年度 建築基準整備促進事業

**E13 非住宅建築物における室内の温熱環境を踏まえた
空調エネルギー消費量評価手法に関する検討**

事業主体 (株) 日建設計総合研究所
(株) OCAEL

報告内容

1. 調査概要
2. (□) 外皮の熱性能及び空調方式による
室内の上下温度分布等の解析
3. まとめ

1. 調査概要

- 1.1 調査目的
- 1.2 調査概要
- 1.3 調査のフロー
- 1.4 調査体制

1.1 調査目的

■ 背景

建築物省エネ法における非住宅建築物の空調エネルギー消費量計算では、室内空間の温熱環境を1点の温湿度で代表させて空調負荷の計算を行っており、外皮等の表面温度による放射や室内の上下温度分布等の温熱環境の影響が考慮されていない。

設計者は、オフィス等における快適な室内空間の実現とともに空調エネルギー消費量を削減するための工夫として、外皮性能を確保することに加えて、室内の上下温度分布等を加味した空調方式を選定しており、その効果を踏まえた空調エネルギー消費量を適切に評価する必要がある。

■ 目的

本調査では、外皮（壁、屋根、床、窓）の熱性能及び空調方式が室内の上下温度分布等の温熱環境に及ぼす影響を踏まえた空調エネルギー消費量の評価手法を開発することを目的とする。

1.2 調査概要

(イ) 外皮の熱性能及び空調方式の実態把握

- ✓ 解析に使用するパラメーター（外皮の熱性能、空調方式）について、設計図書の調査、設備設計者へのヒアリングを実施し、設計時の計算条件等から、外皮の熱性能、空調方式の情報を、建物種別ごとに整理する。
- ✓ ヒアリング先は、設計事務所、ゼネコン等の3社以上に調査を実施する。
- ✓ ヒアリング結果から、数値流体解析を行うパラメータを、建物種別ごとに整理する。

(ロ) 外皮の熱性能及び空調方式による室内の上下温度分布等の解析

- ✓ 外皮の熱性能及び空調方式の違いによる暖房時及び冷房時における室内の上下温度分布等を数値流体解析によって把握する。
- ✓ 解析結果をもとに、外皮の熱性能と空調方式が室内の上下温度分布等の温熱環境に及ぼす影響を整理する。
- ✓ 更に、温熱環境の影響を踏まえた空調エネルギー消費量の評価手法を開発する。
- ✓ 大学等の外部有識者を交えた検討委員会を開催し、調査内容の妥当性の確認を得ながら、調査を進める。

1.3 調査のフロー

(イ) 外皮の熱性能及び空調方式の実態把握

2019年度実施

①ヒアリング内容、ヒアリング先検討

- ・外皮の熱性能、空調方式のヒアリング内容及びヒアリング先の検討

②設計図書の調査

- ・設計図面から建物種別の外皮の熱性能、空調方式の情報収集

③設備設計者へのヒアリング

- ・ヒアリングにて建物種別の外皮の熱性能、空調方式の情報収集

④解析に使用するパラメータ整理

- ・建物種別にパラメータ（外皮の熱性能、空調方式）を整理

(ロ) 外皮の熱性能及び空調方式による室内の上下温度分布等の解析

2020年度実施

⑤計算パラメータの想定

- ・計算を実施する解析用パラメータの想定

⑥室内温度分布のCFD計算

- ・整理した解析用パラメータでの室内温度気流分布のCFD計算実施

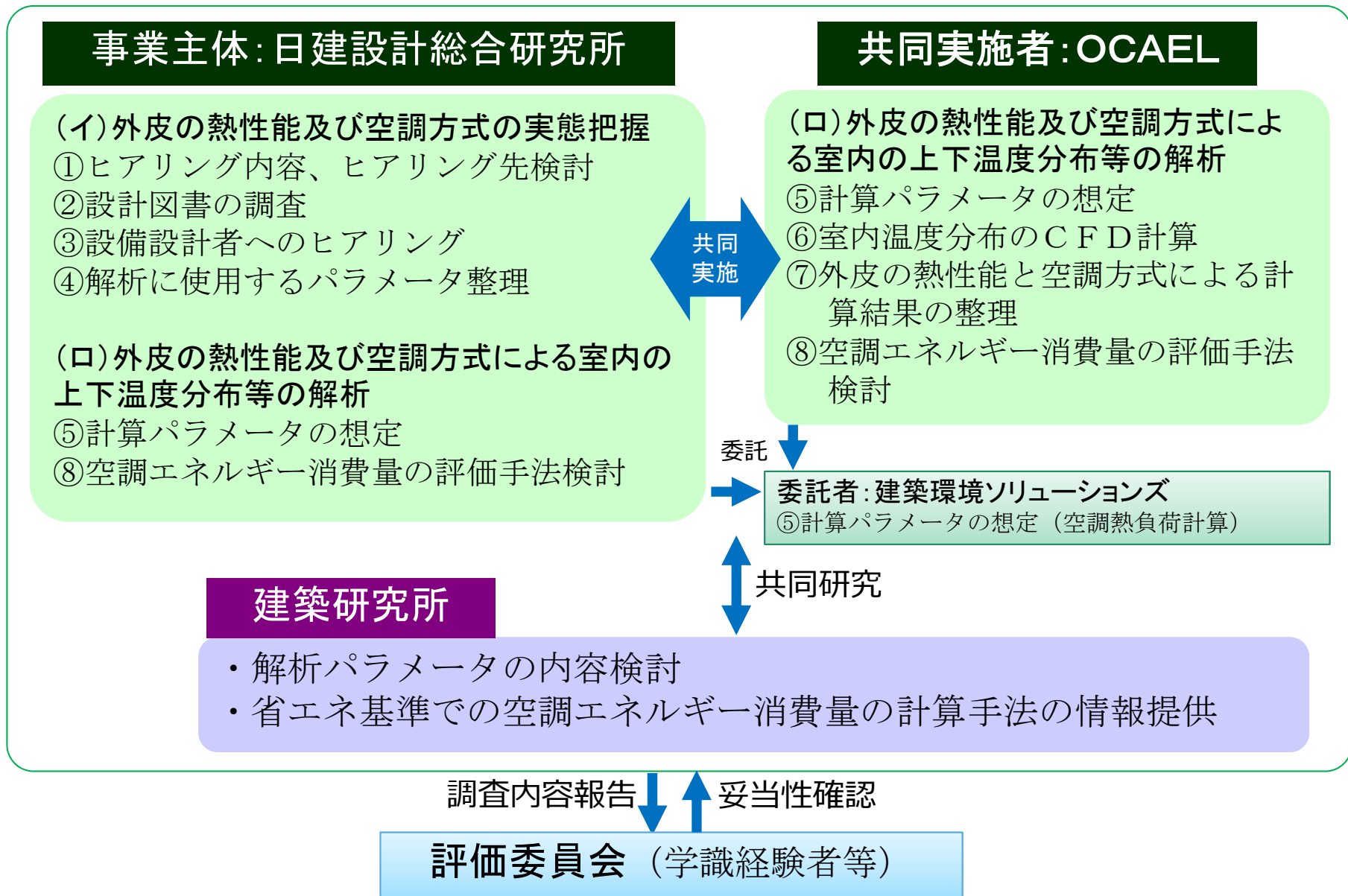
⑦外皮の熱性能と空調方式による計算結果の整理

- ・上下温度分布の状況と外皮の熱性能、空調方式の関係を整理

⑧空調エネルギー消費量の評価手法検討

- ・上下温度分布緩和に要するエネルギー消費量などを指標とした評価手法検討

1.4 調査実施体制



(□) 外皮の熱性能及び空調方式による 室内の上下温度分布等の解析

- ⑤ 計算パラメータの想定
 - ・ 計算室モデルの設定
 - ・ 熱負荷計算、CFD計算時刻の検討
 - ・ 既往熱負荷計算プログラムとの比較
- ⑥ 室内温度分布のCFD計算
- ⑦ 外皮の熱性能と空調方式による計算結果の整理
- ⑧ 空調エネルギー消費量の評価手法検討

⑤ 計算パラメータの想定

2019年度実施の「(イ) 外皮の熱性能及び空調方式の実態把握」の結果を踏まえてCFD計算を行う建物の室モデル、計算条件などのパラメータを設定した。

✓ 建物の室モデル

建物の室モデルは、建物用途別に単室モデルを想定し、方位や窓面積率などを設定した。

✓ 外皮性能

建物用途別に代表的な外皮の熱性能（主に熱貫流率）および、これより性能の劣る性能、優れている性能を計算パラメータとした。

✓ 熱負荷条件

CFD計算を行う熱負荷条件（計算時刻）の設定方法を検討した。

計算パラメータ

- ✓ CFD計算の室モデルは、建物の室モデル4種類（それぞれの空調方式は固定）、地域2ケース、断熱性能3ケースを設定し、24モデルを設定
- ✓ CFD計算の熱負荷条件として冷房・暖房で各6ケース、吹き出し風量条件として冷房・暖房で各4ケースの48ケースを設定
- ✓ 検討ケースのうち、暖房負荷が発生しない計算ケース、最大負荷(100%)と95%の熱負荷が同一の場合、12.5%の低負荷が発生しない場合などがあるため、CFD計算を実施するケースを限定した。冷房は、風量100%と75%のみとした。

建物の室モデル	[空調方式]	地域	断熱性能	熱負荷条件 (最大負荷に対する割合)	吹出し風量条件 (最大風量に対する割合)
事務所 事務室 (小規模)	[天井カセット]	温暖地 (6地域)	高性能	冷房100%	冷房100%
事務所 事務室 (大規模)	[天井アネモ]			95%	75%
				75%	50%
				50%	25%
				25%	
ホテル 客室	[天井カセット]			寒冷地 (2地域)	中性能
		95%	75%		
		75%	50%		
学校 普通教室	[天井カセット]		低性能	50%	25%
				25%	
				12.5%	

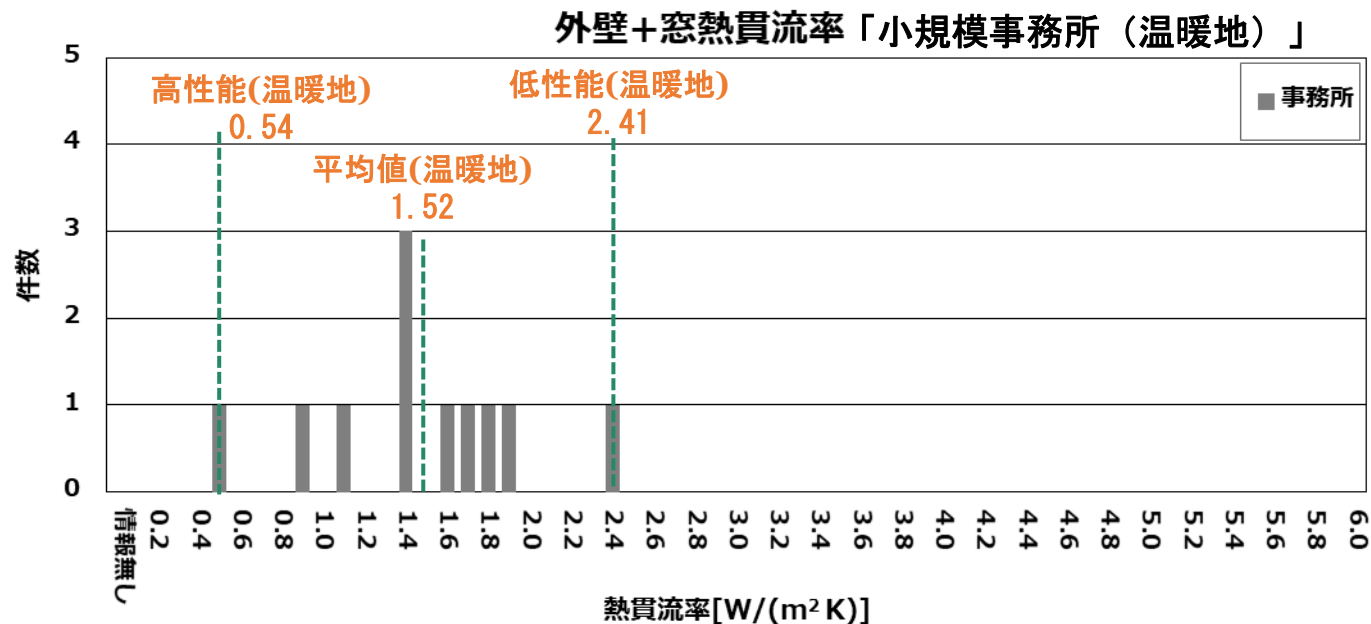
※空調方式は、1建物モデル1空調方式の計算ケースとする。

※暖房時は北側外皮の建物モデル、冷房時は南側外皮の建物モデルとした。

建物の室モデルの検討 「小規模事務所 事務室モデル」

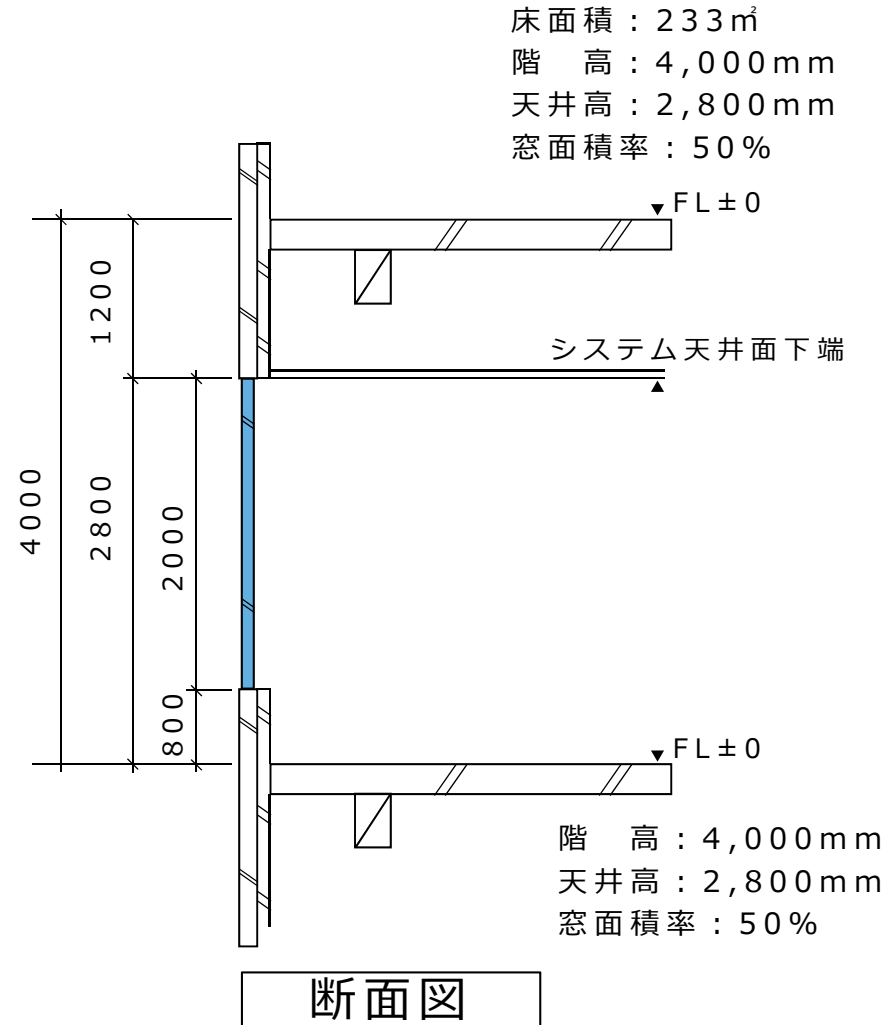
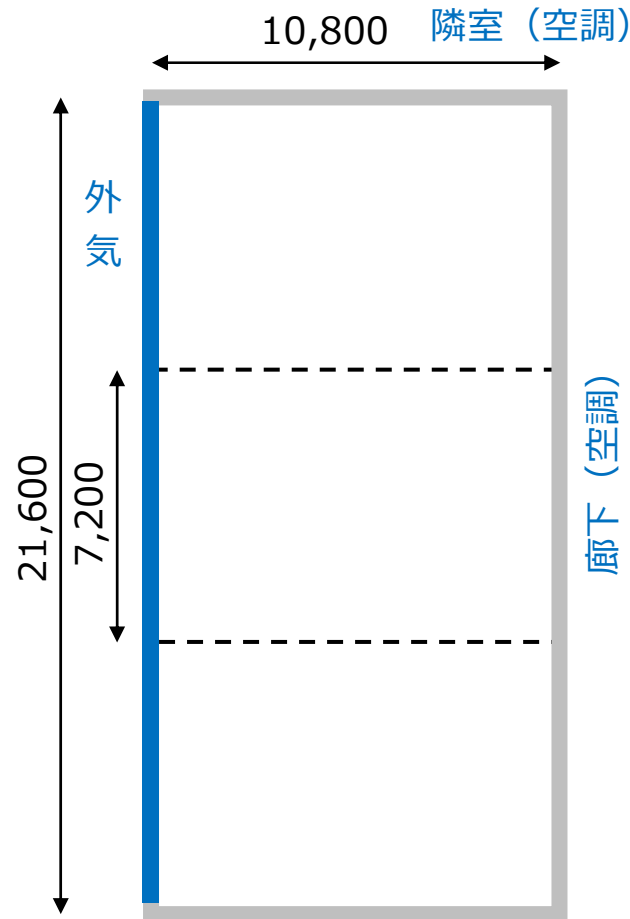
代表的な外皮の熱貫流率の実態調査結果 「小規模事務所（温暖地）」

- ✓ 代表的な温暖地の外壁と窓を加えた熱貫流率
平均値 1.52 [W/(m²K)]
高性能 0.54 [W/(m²K)]
低性能 2.41 [W/(m²K)]
- ✓ 寒冷地：平均値1.14 [W/(m²K)]、高性能0.73 [W/(m²K)]、低性能1.92 [W/(m²K)]



実態調査結果を踏まえてCFD計算を行う建物の室モデルを設定した。

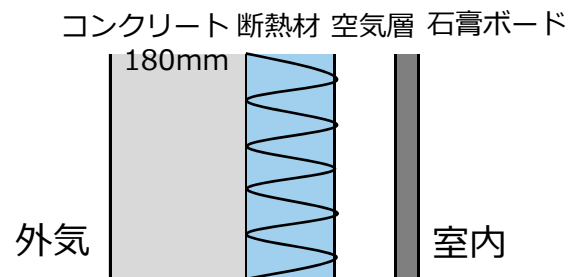
計算モデル平面図・断面図「小規模事務所」



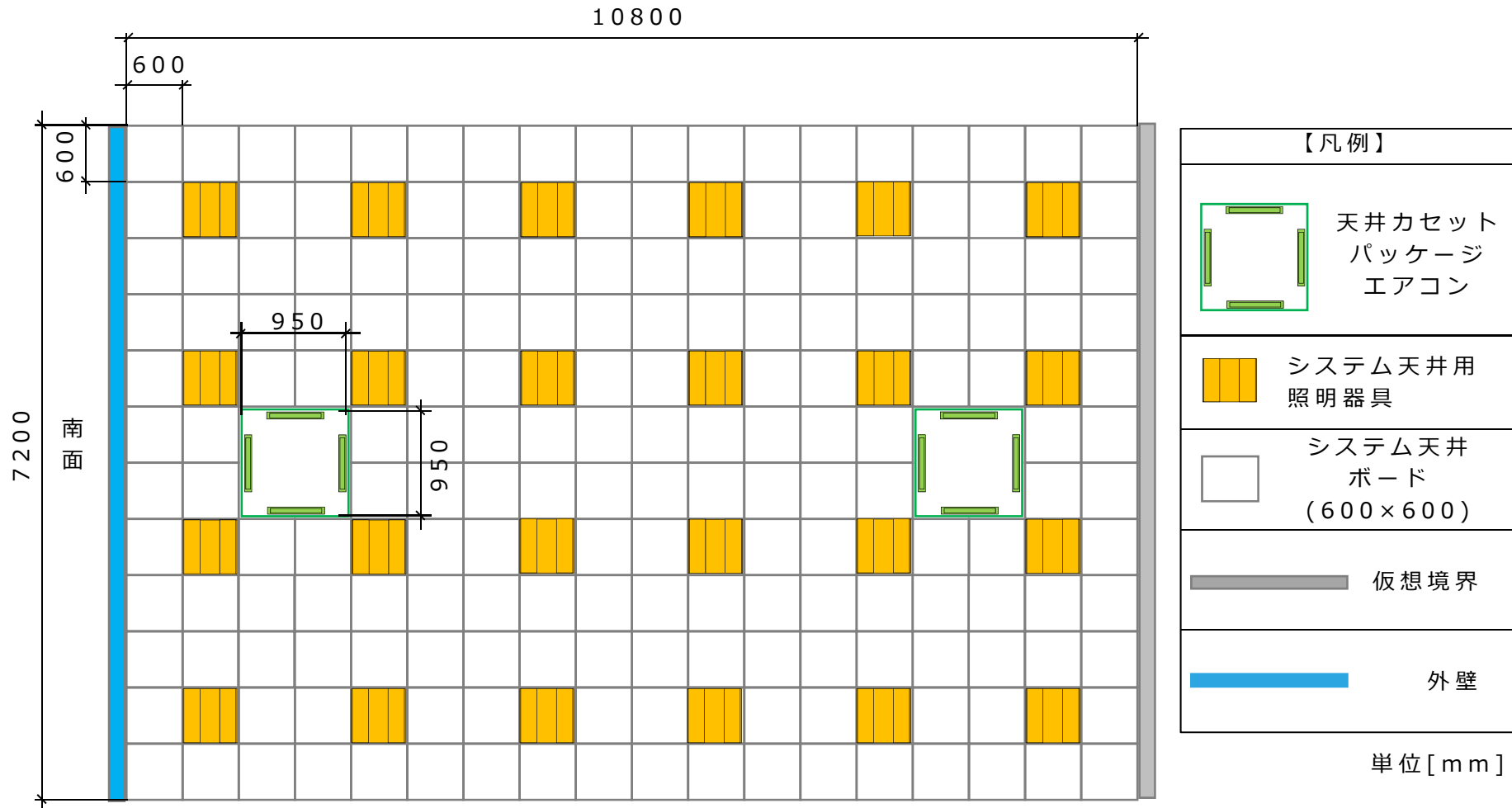
外壁・窓の仕様・熱貫流率「小規模事務所」

小規模事務所 温暖地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	窓面積率	日射取得率	熱貫流率 (計算) [W/(㎡・K)]
低性能	13mm	25mm	1.01	単板ガラス (ガラス5mm ブラインドあり)	4.17	0.5	0.423	2.59
標準性能	25mm	25mm	0.65	複層ガラス (ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.66
高性能	37.5mm	25mm	0.48	Low-E (日射取得型・複層空気層12mm・ブラインドあり)	1.51	0.5	0.301	0.99

小規模事務所 寒冷地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	窓面積率	日射取得率	熱貫流率 (計算) [W/(㎡・K)]
低性能	13mm	25mm	1.01	複層ガラス (ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.84
標準性能	25mm	25mm	0.65	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm 空気層12mm ガラス6mm ブラインドあり)	1.51	0.5	0.301	1.08
高性能	50mm	25mm	0.38	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm アルゴン層12mm ガラス6mm ブラインドあり)	1.22	0.5	0.303	0.80

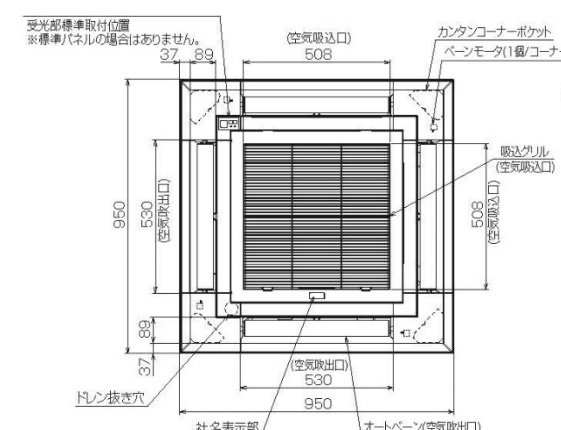
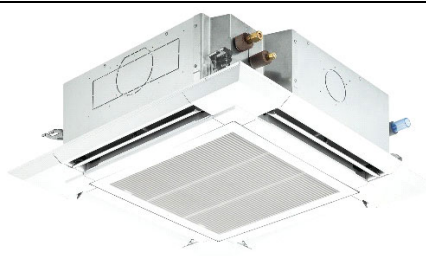


吹出口・吸込口の配置「小規模事務所」



吹出口（カセット式パッケージエアコン）

吹出口
器具種類：カセット式パッケージエアコン
風量（強）：25[m³/min]
サイズ：950[mm]×950[mm]



Technical drawing labels and dimensions:
- 受光部標準取付位置 ※標準パネルの場合はありません。 (37, 89)
- (空気吸込口) 508
- カンタンコーナーポケット ペンモータ(1個/コーナー)
- 吸込グリル (空気吸込口) 508
- (空気吸込口) 508
- (空気吸出口) 530
- (空気吸出口) 950
- (空気吸出口) 530
- オートペーン(空気吸出口)
- 社名表示部
- トレン抜き穴 (37, 89)

建物の室モデルの検討 「大規模事務所 事務室モデル」

代表的な外皮の熱貫流率の実態調査結果 「大規模事務所（温暖地）」

- ✓ 代表的な温暖地の外壁と窓を加えた熱貫流率

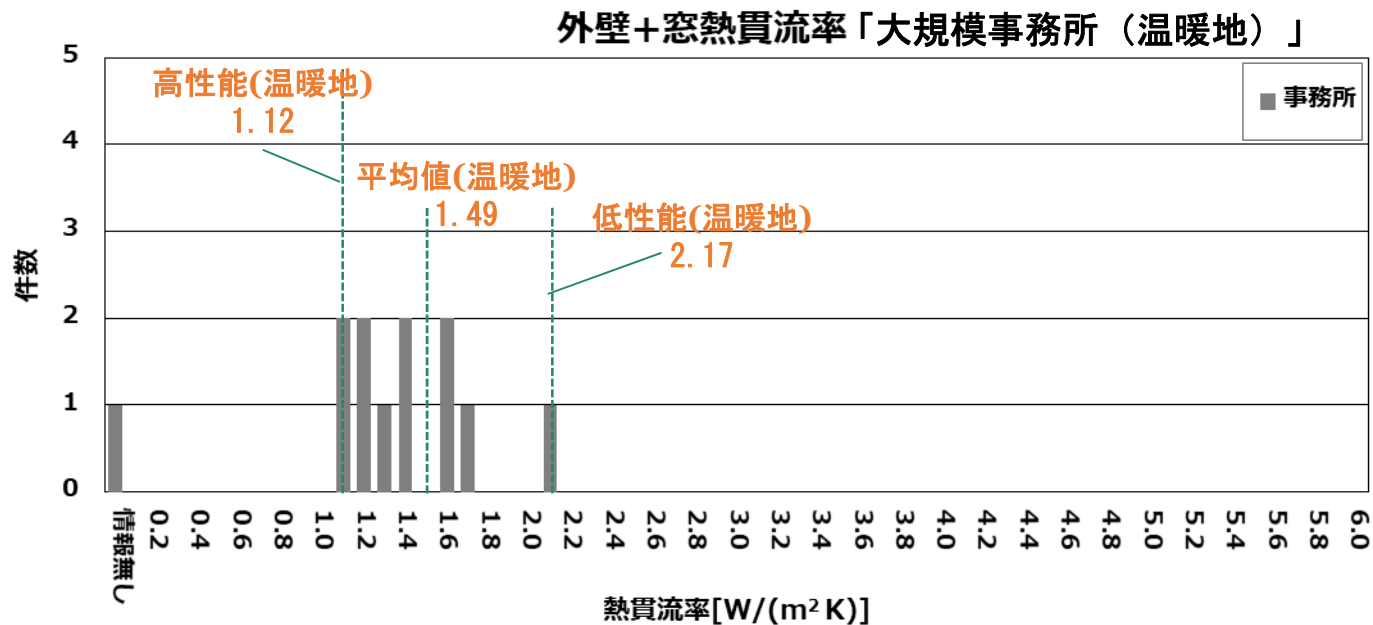
平均値 1.49 [W/(m²K)]

高性能 1.12 [W/(m²K)]

低性能 2.17 [W/(m²K)]

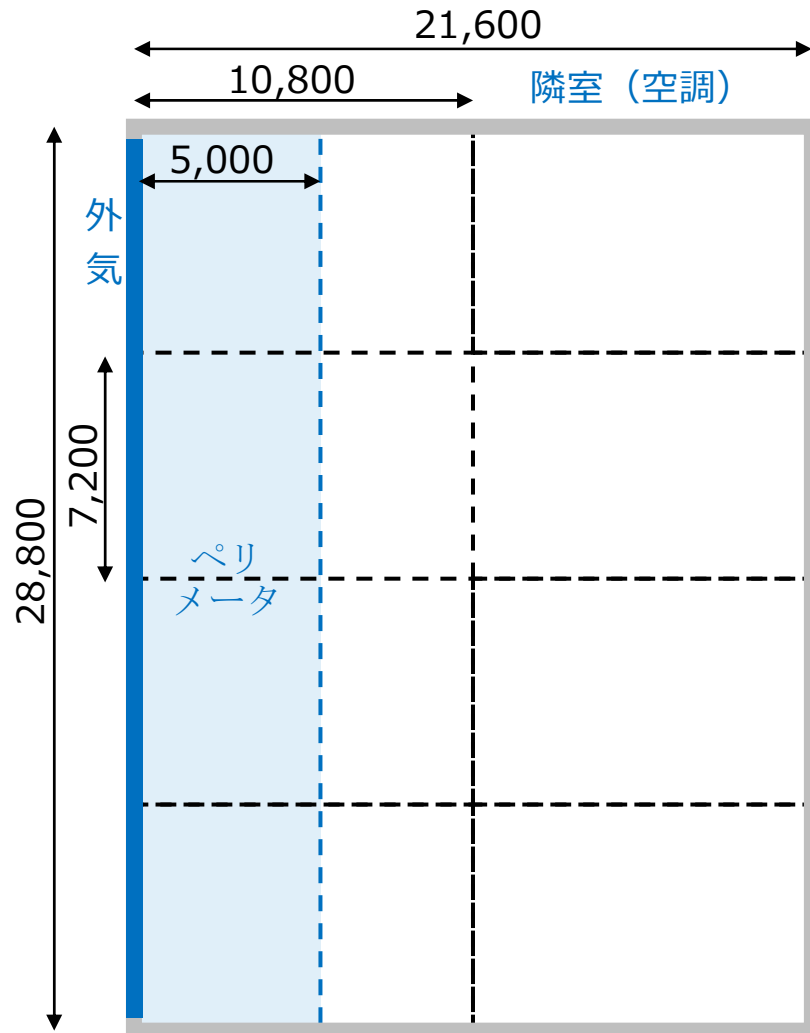
- ✓ 寒冷地：1.22 [W/(m²K)]

注) 寒冷地の大規模事務所はサンプル数が1件のみ

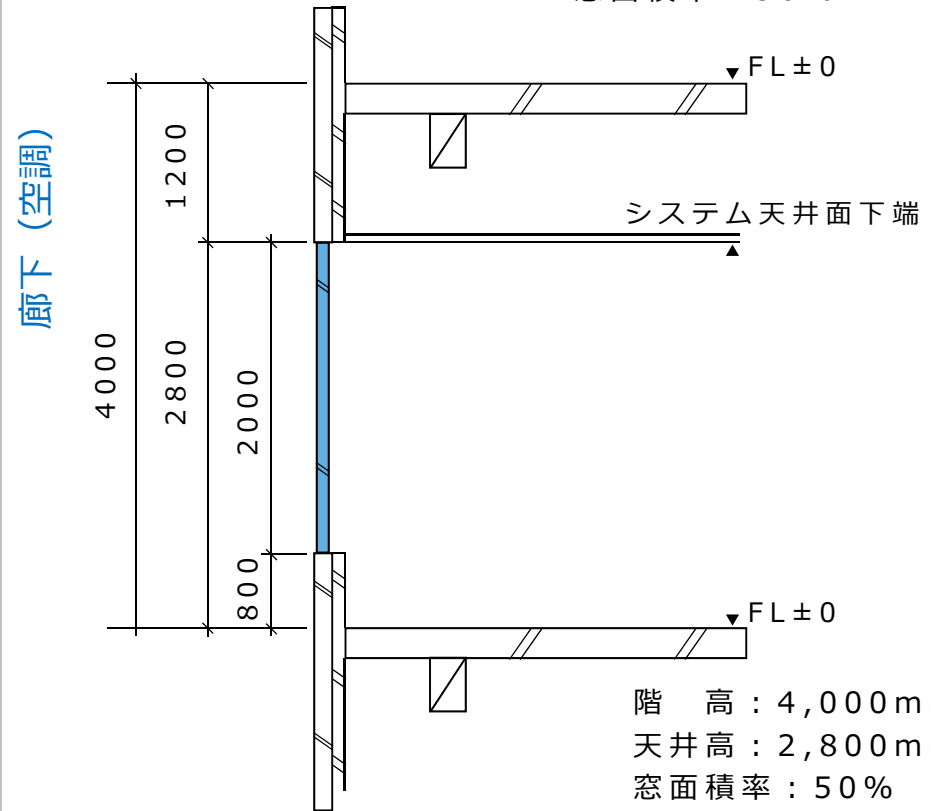


実態調査結果を踏まえてCFD計算を行う建物の室モデルを設定した。

計算モデル平面図・断面図「大規模事務所」



床面積：622㎡
階高：4,000mm
天井高：2,800mm
窓面積率：50%

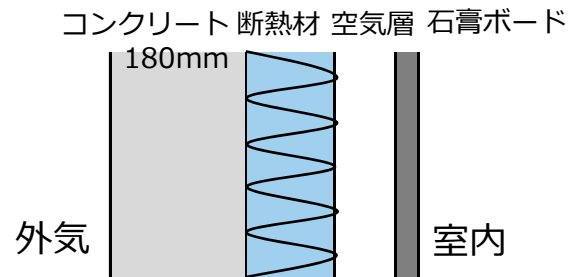


階高：4,000mm
天井高：2,800mm
窓面積率：50%







外壁・窓の仕様・熱貫流率「大規模事務所」

大規模事務所 温暖地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	窓面積率	日射取得率	
低性能	13mm	25mm	1.01	単板ガラス (ガラス5mm ブラインドあり)	4.17	0.5	0.423	2.59
標準性能	25mm	25mm	0.65	複層ガラス (ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.66
高性能	37.5mm	25mm	0.48	Low-E (日射取得型・複層空気層12mm・ブラインドあり)	1.51	0.5	0.301	0.99

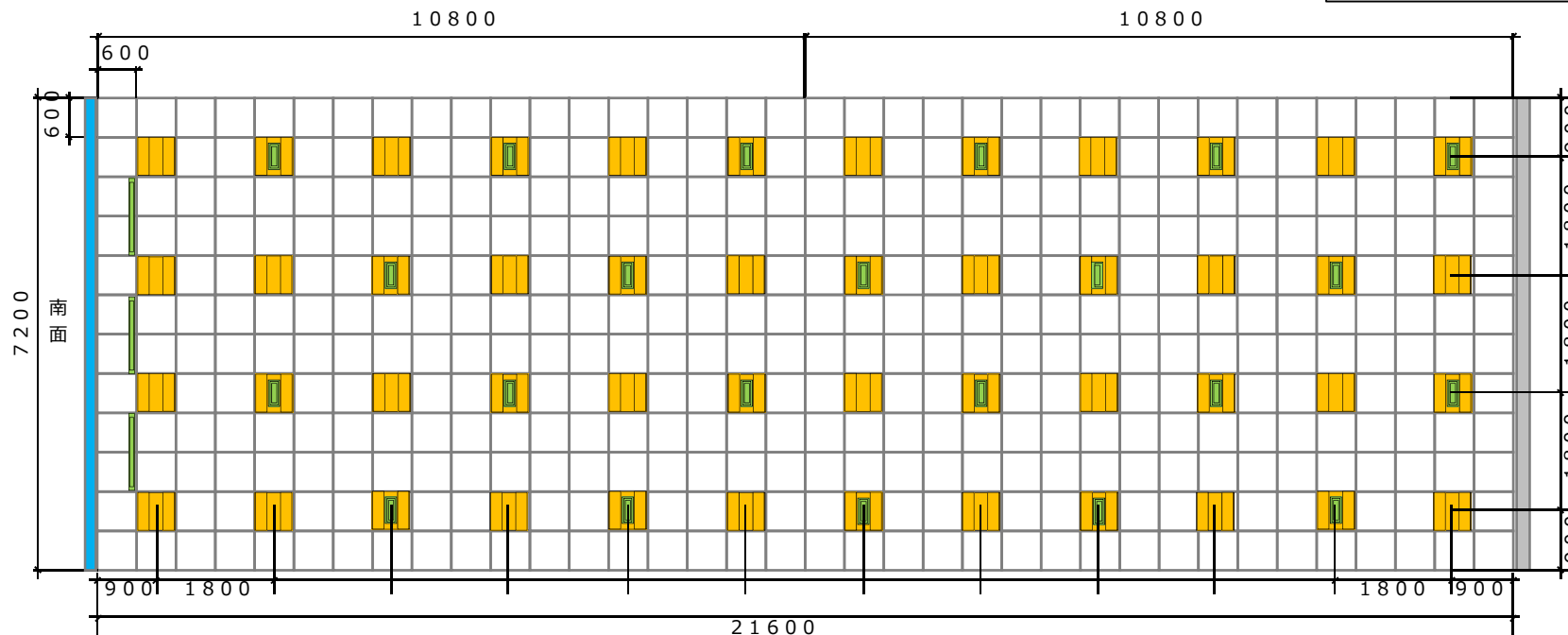
大規模事務所 寒冷地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	窓面積率	日射取得率	
低性能	13mm	25mm	1.01	複層ガラス (ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.84
標準性能	25mm	25mm	0.65	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm 空気層12mm ガラス6mm ブラインドあり)	1.51	0.5	0.301	1.08
高性能	50mm	25mm	0.38	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm アルゴン層12mm ガラス6mm ブラインドあり)	1.22	0.5	0.303	0.80



吹出口・吸込口の配置「大規模事務所」


【凡例】	
	システムアネモ
	ブリーズライン
	システム天井用照明器具
	システム天井ボード (600×600)
	内壁
	外壁

単位 [mm]

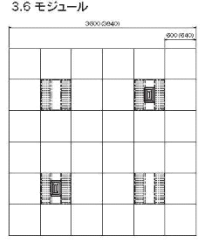


吹出口・吸込口「大規模事務所」

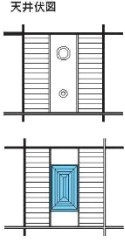
吹出口 (インテリア)
 器具種類：システムアネモ
 サイズ：W350[mm]、H210[mm]
 ネックサイズ：Φ175mm
 風量： 326[m³/h]



照明組込型全体写真




3.6 モジュール



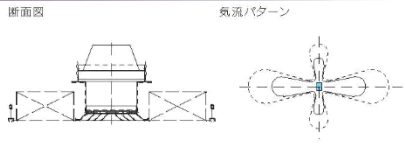
天井伏図

◎照明器具/パナソニック、東芝ライテック、三菱電機、NEC 等

照明組込型 ラインナップ一覧
 STE-M II (水平吹出 固定)





断面図



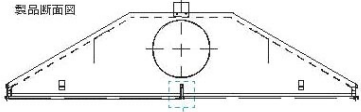
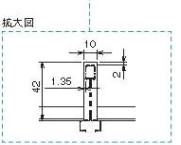
気流パターン

- ◎ホリゾン型
- ◎照明の中に吹出口を配置するタイプ
- ◎安定した水平気流が得られます。
- ◎他に結露防止型などがあります。

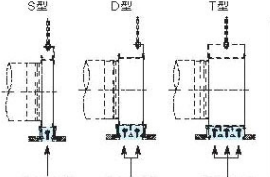
吹出口 (ペリメータ)
 器具種類：システム BL (ブリーズライン)
 サイズ：L=1, 192[mm]
 ネックサイズ：Φ175mm
 風量： 262[m³/h]

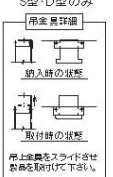
製品断面図

板大図





S型 D型のみ
 吊金具詳細



※寸法は、一例です。その他のサイズにも対応できます。

吹出口=1本 吹出口=2本 吹出口=3本

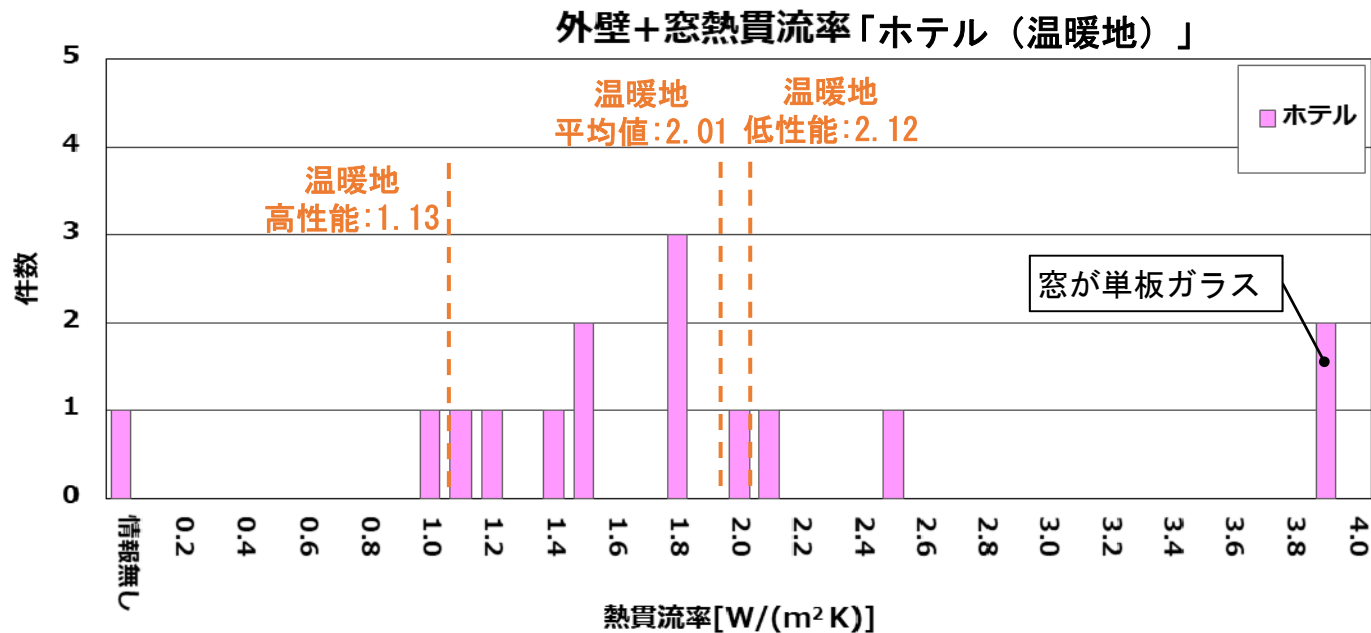
吸込口
 器具種類：システム天井照明器具
 (一体型 LED ベースライトルーバータイプ)
 サイズ：600[mm]×600[mm]

建物の室モデルの検討 「ホテル 客室モデル」

代表的な外皮の熱貫流率実態調査結果 「ホテル（温暖地）」

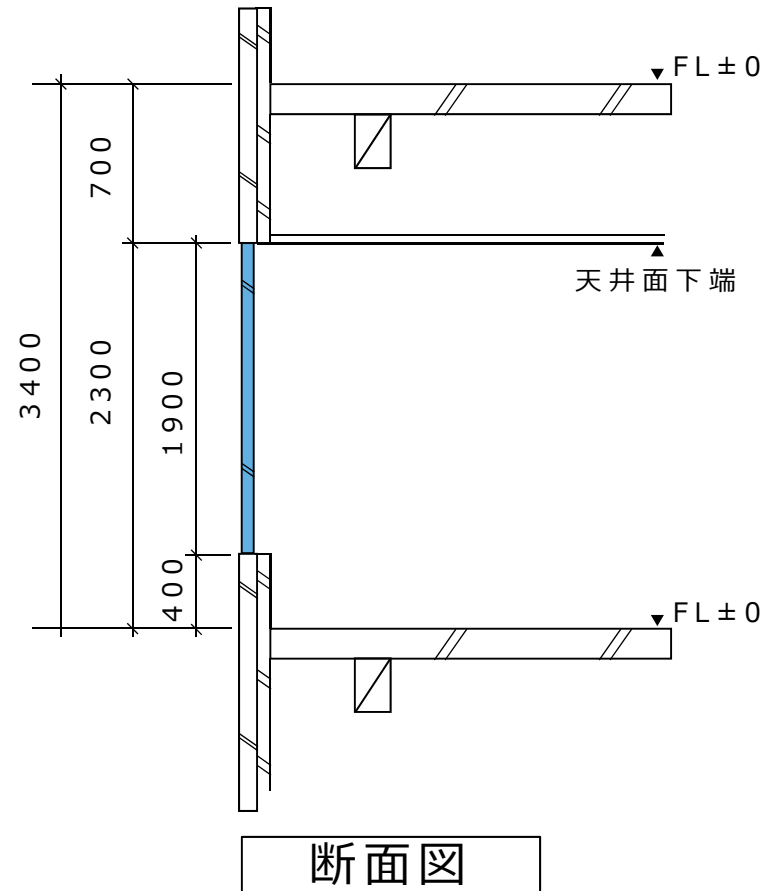
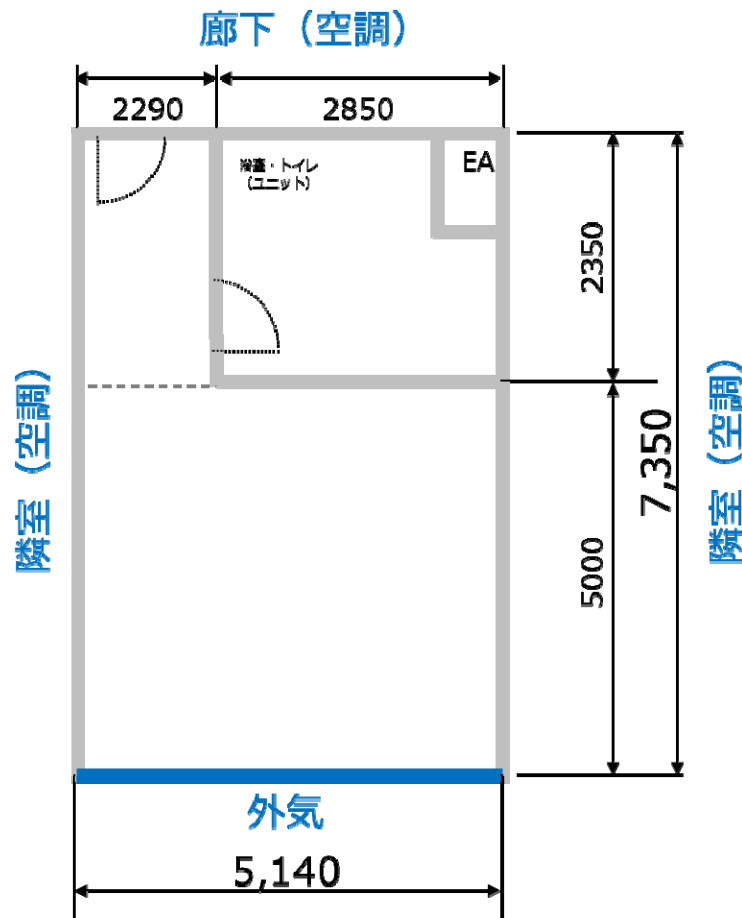
- ✓ 代表的な温暖地の外壁と窓を加えた熱貫流率
平均値 2.01 [W/(m²K)]
高性能 1.13 [W/(m²K)]
低性能 2.12 [W/(m²K)]
- ✓ 寒冷地：平均値1.18 [W/(m²K)]、高性能1.00 [W/(m²K)]、低性能1.14 [W/(m²K)]



実態調査結果を踏まえてCFD計算を行う建物の室モデルを設定した。

計算モデル平面図・断面図「ホテル」

- ✓ 37㎡の客室で、南側のみ外皮とし、他の壁面は隣室を空調室とした



外壁・窓の仕様・熱貫流率「ホテル」

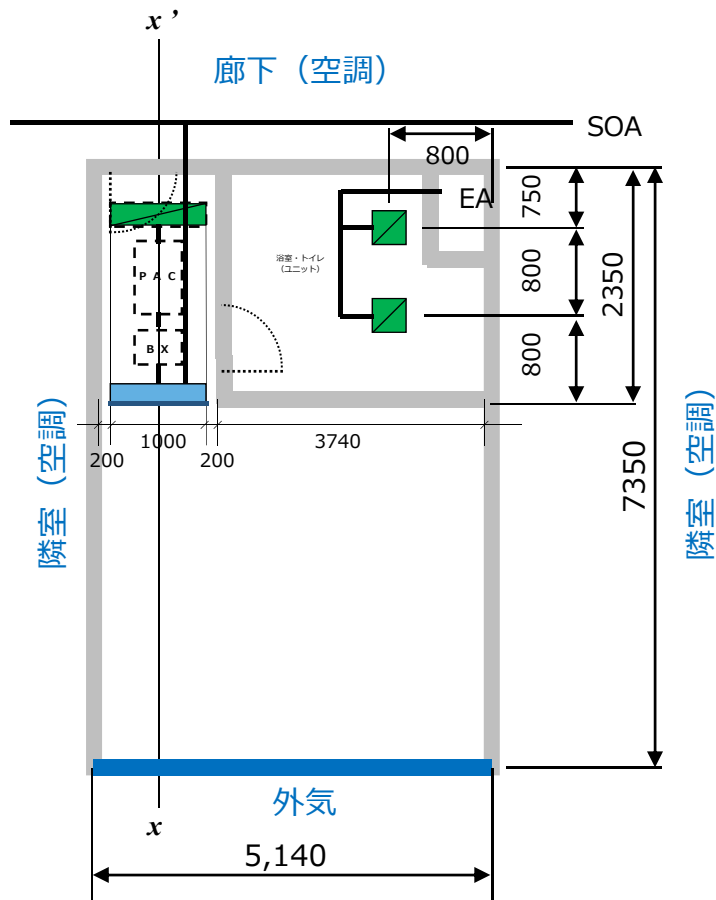
ホテル 温暖地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	窓面積率	日射取得率	熱貫流率 (計算) [W/(㎡・K)]
低性能	13mm	25mm	0.98	高性能熱線反射 (可視光透過率8% ガラス6mm ブラインドあり)	3.44	0.5	0.143	2.21
標準性能	25mm	25mm	0.65	複層ガラス (日射取得型 透明ガラス6mm 空気層6mm 透明ガラス6mmブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.66
高性能	50mm	25mm	0.38	Low-E (日射取得型 ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.17	0.5	0.377	1.27

ホテル 寒冷地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(㎡・K)]	窓面積率	日射取得率	熱貫流率 (計算) [W/(㎡・K)]
低性能	25mm	25mm	0.65	複層ガラス (日射取得型 透明ガラス6mm 空気層6mm 透明ガラス6mmブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.66
標準性能	50mm	25mm	0.38	Low-E (日射取得型 ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.17	0.5	0.416	1.27
高性能	75mm	25mm	0.27	Low-E (日射取得型 ガラス6mmアルゴン層12mm 透明6mmブラインドあり)	1.30	0.5	0.455	0.78

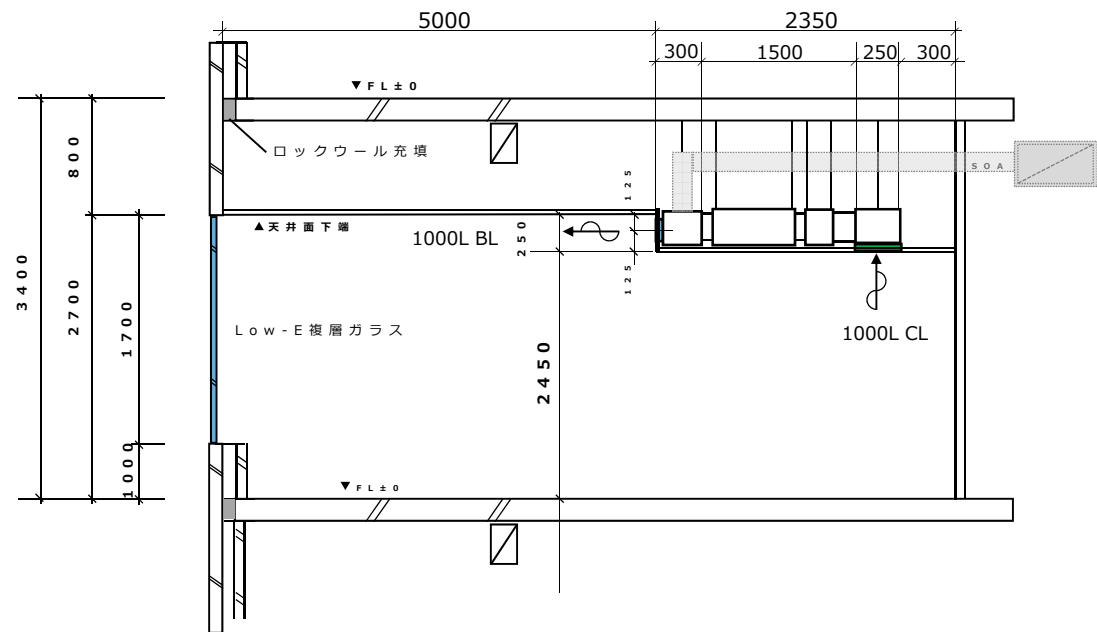
吹出口・吸込口の配置「ホテル」

- ✓ 客室1室について天井埋設型のパッケージ空調機を配置

外壁・窓



x - x' 断面図



※図表中の数値の単位は[mm]とする

吹出口・吸込口「ホテル」

吹出口（インテリア）

器具種類：BL-1000

メーカー：空調技研工業

型番：VL-2_L1000_D150

サイズ

W：1000

H：67

ネックサイズ：Φ175

風量：727m³/h



吹出性能表 VL型 1000L

サイズ		吹出風速 m/s	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1型 0.0195 m	風量 C M H	H	70	140	211	281	351	421	491	562
	静圧損失 Pa	H	3	10	24	42	65	94	128	167
		V	2	7	16	28	44	63	85	111
	到達距離 m	H	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.2	7.1
		V	0.7	1.5	2.2	3.0	3.7	4.5	5.2	5.9
	発生騒音 dB(A)	H	20以下	20以下	24	34	41	48	53	57
V		20以下	20以下	20以下	29	36	43	48	52	
2型 0.0390 m	風量 C M H	H	140	281	421	562	702	842	983	1123
	静圧損失 Pa	H	3	10	23	40	63	90	123	161
		V	2	7	15	27	42	60	82	107
	到達距離 m	H	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0
		V	1.2	2.5	3.7	5.0	6.2	7.5	8.7	10.0
	発生騒音 dB(A)	H	20以下	20以下	23	33	40	46	51	56
V		20以下	20以下	20以下	28	35	41	46	51	
3型 0.0585 m	風量 C M H	H	211	421	632	842	1053	1264	1474	1685
	静圧損失 Pa	H	2	9	19	34	54	77	105	137
		V	1	6	13	23	36	51	70	91
	到達距離 m	H	2.2	4.3	6.5	8.7	10.9	13.0	15.2	17.4
		V	1.8	3.6	5.4	7.2	9.0	10.9	12.7	14.5
	発生騒音 dB(A)	H	20以下	20以下	24	34	41	47	53	57
V		20以下	20以下	20以下	29	36	42	48	52	
4型 0.0780 m	風量 C M H	H	281	562	842	1123	1404	1685	1966	2246
	静圧損失 Pa	H	2	9	20	35	54	78	106	139
		V	1	6	13	23	36	52	71	93
	到達距離 m	H	2.4	4.7	7.1	9.4	11.8	14.2	16.5	18.9
		V	2.0	3.9	5.9	7.9	9.8	11.8	13.8	15.7
	発生騒音 dB(A)	H	20以下	20以下	25	35	42	48	54	58
V		20以下	20以下	20以下	30	37	43	49	53	

※Hは水平吹出、Vは垂直吹出の場合を示し、到達距離は0.5m/sの位置を示します。
 ※型式欄の数字は有効寸法1000L当りの吹出有効面積を示します。
 ※長さ、吹出温度差による到達距離の補正は、75ページの算出例及び117ページの表より行ってください。
 ※長さによる発生騒音の補正は75ページの算出例及び119ページの表より行ってください。

吹出口・吸込口「ホテル」

吹出口（天井埋設型パッケージ・SOA 系統吹出口）

器具種類：BL-D（ブリーズライン・ダブル）

風量：1727[m³/h]

サイズ：1000[mm]×67[mm]



吸込口（天井埋設型パッケージ・RA 系統）

器具種類：CL-T（カームライン・トリプル）

サイズ：1000[mm]×65[mm]

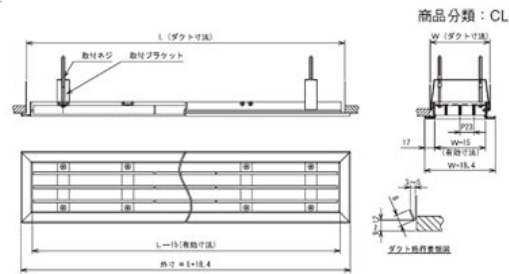
② カームライン CL 型（アルミ製）

CL

線状吹出口として最もシンプルなもの、発生騒音が少なく到達距離が大きくとれるものです。



- ・静圧損失が非常に少ない為、到達距離が長くとれます。
- ・発生騒音が少ないです。
- ・CL 型も LD 型同様、連結していく事により任意の L 寸法が得られます。
- ・吸込口としてもご利用できます。

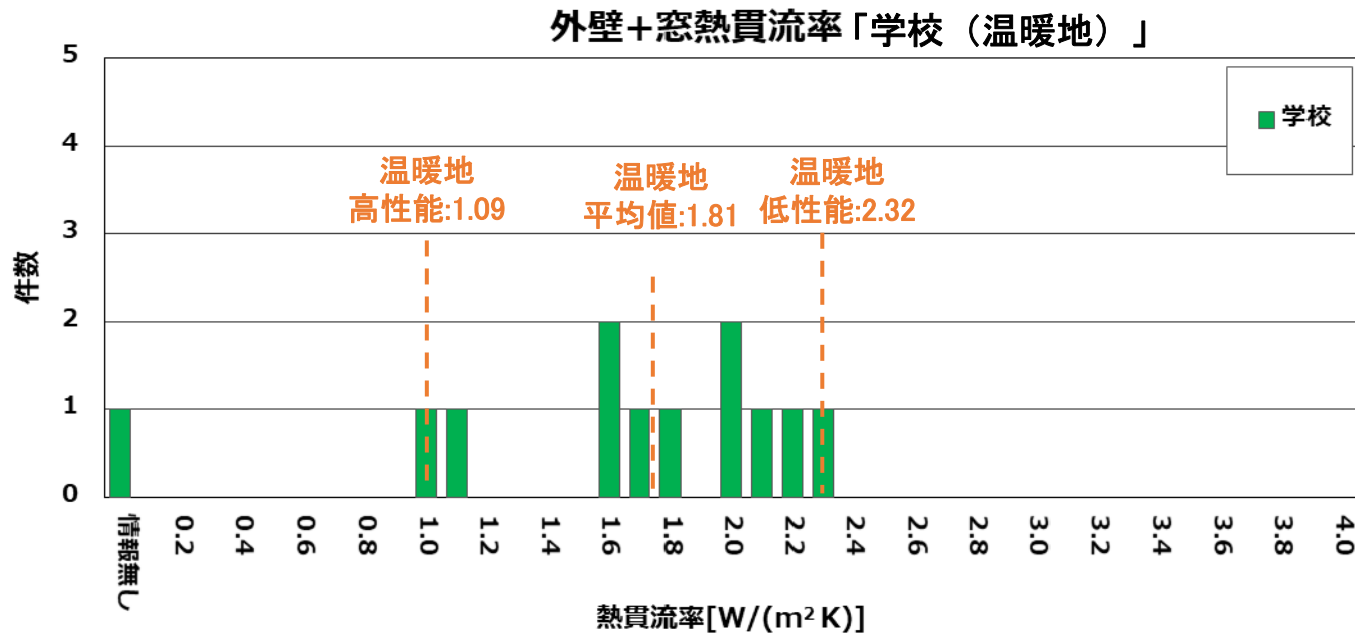


※標準仕様：表面仕上げはメラミン樹脂発付塗装といたします。
 ※羽根は、固定羽根で風向調整は不可です。

建物の室モデルの検討 「学校 教室モデル」

代表的な外皮の熱貫流率実態調査結果 「学校（温暖地）」

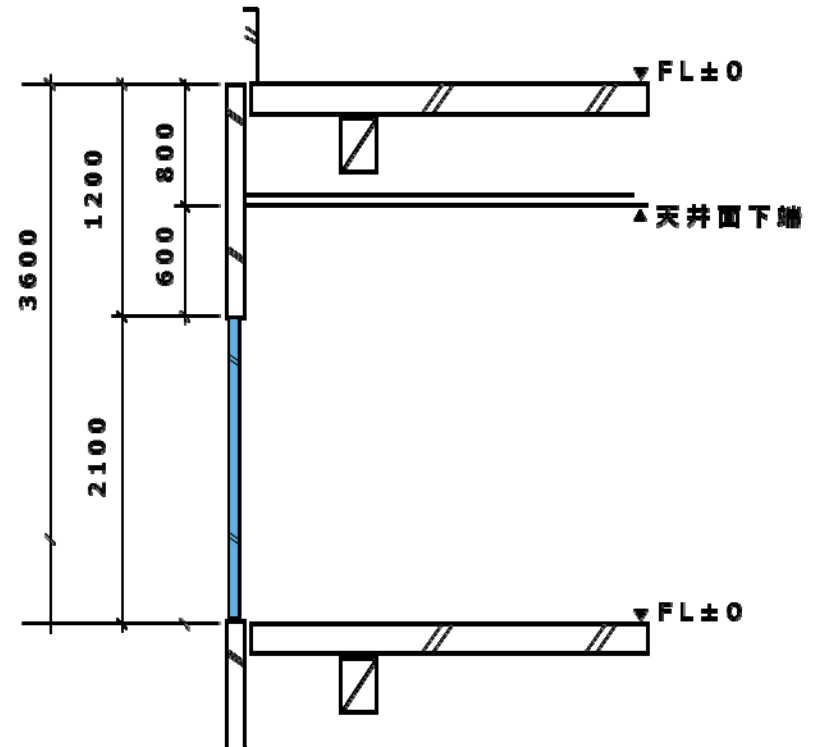
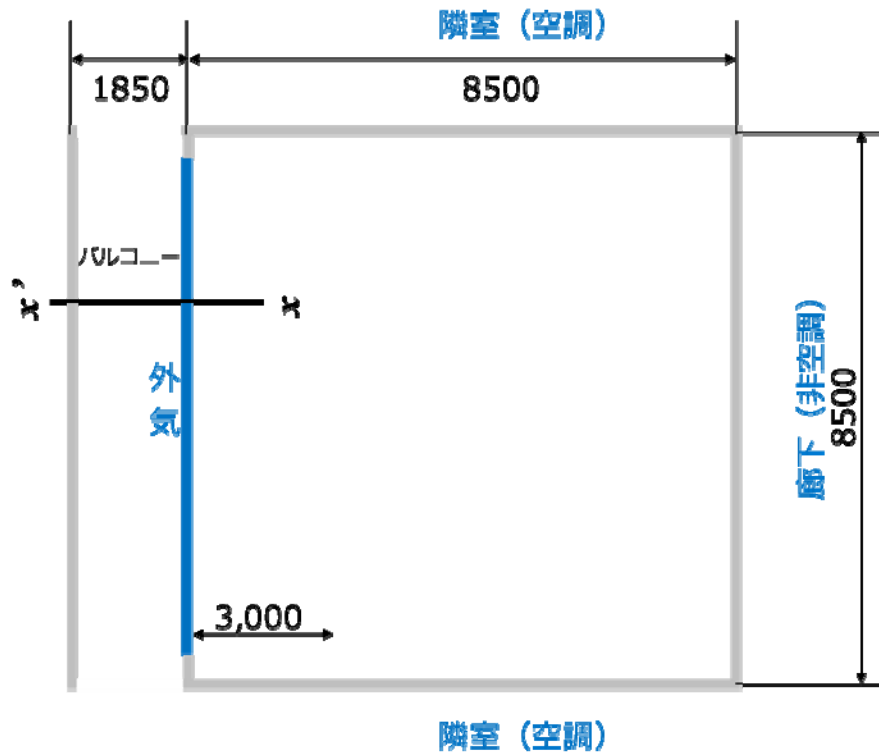
- ✓ 代表的な温暖地の外壁と窓を加えた熱貫流率
平均値 1.81 [W/(m²K)]
高性能 1.09 [W/(m²K)]
低性能 2.32 [W/(m²K)]
- ✓ 寒冷地：平均値1.01 [W/(m²K)]、高性能0.75 [W/(m²K)]、低性能1.46 [W/(m²K)]



実態調査結果を踏まえてCFD計算を行う建物の室モデルを設定した。

計算モデル平面図・断面図「学校」

- ✓ 72m²の普通教室で、南側のみ外皮とし、他の壁面は隣室を空調室とした。



断面図

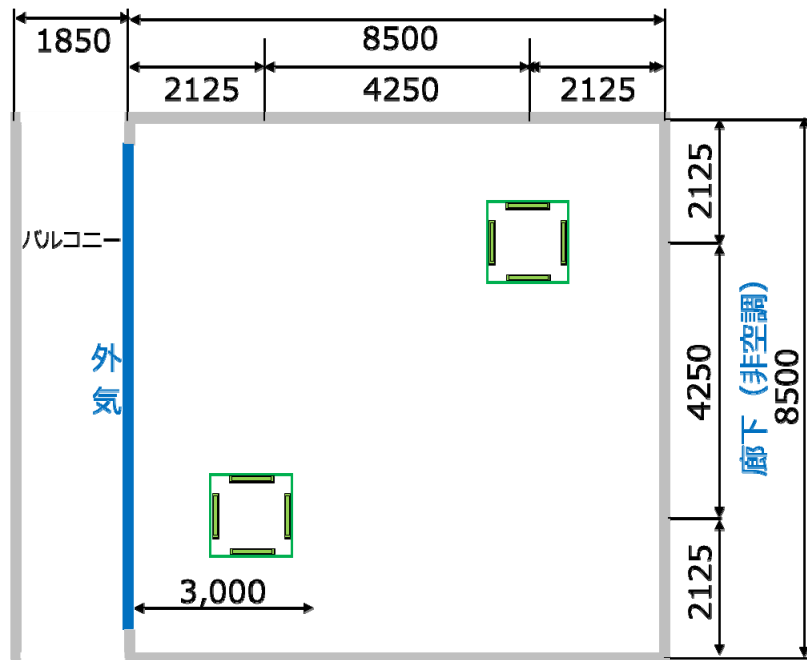
外壁・窓の仕様・熱貫流率「学校」

学校 温暖地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	窓面積率	日射取得率	熱貫流率 (計算) [W/(m ² ・K)]
低性能	13mm	25mm	0.98	単板ガラス (透明ガラス6mm ブラインドあり)	4.15	0.5	0.421	2.57
標準性能	25mm	25mm	0.65	複層ガラス (透明ガラス6mm 空気層6mm 透明ガラス6mmブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.66
高性能	50mm	25mm	0.38	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.13	0.5	0.296	1.25

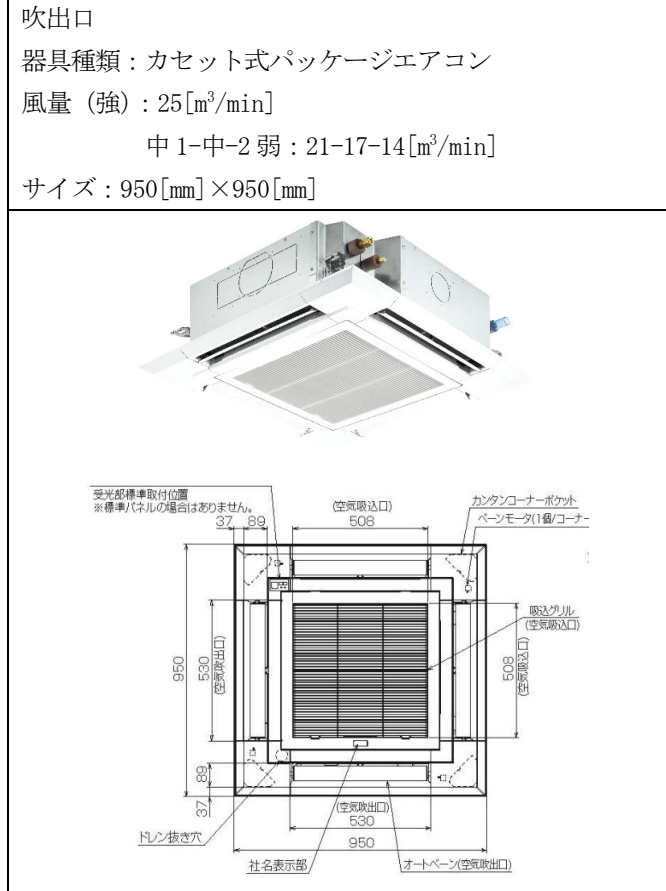
学校 寒冷地								
性能	外壁			窓				外壁+窓
	断熱厚さ	石膏ボード	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	仕様	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	窓面積率	日射取得率	熱貫流率 (計算) [W/(m ² ・K)]
低性能	13mm	25mm	0.98	複層ガラス (ガラス6mm 空気層6mm ガラス6mm ブラインドあり)	2.67	0.5	0.443	1.83
標準性能	25mm	25mm	0.65	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm 空気層12mm 透明ガラス6mm ブラインドあり)	1.51	0.5	0.301	1.08
高性能	50mm	25mm	0.38	Low-E (日射遮蔽型 ガラス6mm アルゴン層12mm 透明ガラス6mm ブラインドあり)	1.22	0.5	0.303	0.80

吹出口・吸込口の配置「学校」

- ✓ 教室1室についてカセット式パッケージ空調機を2台配置



【凡例】	
	天井カセット パッケージ エアコン
	内壁
	外壁



熱負荷計算、CFD計算時刻の検討

熱負荷計算概要

◆計算対象建物

- ✓ 小規模事務所の事務室
- ✓ 大規模事務所の事務室
- ✓ ホテルの客室
- ✓ 学校の普通教室

◆熱負荷計算ツール

- ✓ AE-Sim/Heat
- ※CFD計算の与条件として、各壁面からの流入熱流が必要なため本ツールを使用した。

◆本検討に用いた熱負荷は、室顕熱負荷のみ

- 潜熱負荷はCFDでは考慮していない。
- 外気負荷は、外調機で事前処理されて、室内に供給されているものとした。

◆計算ケース

地域	方位	断熱性能	負荷
温暖地	北側外皮	断熱高性能	暖房負荷
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
	南側外皮	断熱高性能	
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
寒冷地	北側外皮	断熱高性能	暖房負荷
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
	南側外皮	断熱高性能	
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
温暖地	北側外皮	断熱高性能	冷房負荷
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
	南側外皮	断熱高性能	
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
寒冷地	北側外皮	断熱高性能	冷房負荷
		断熱標準性能	
		断熱低性能	
	南側外皮	断熱高性能	
		断熱標準性能	
		断熱低性能	

※CFD計算時刻抽出は、
暖房時は北側外皮の建物モデル、
冷房時は南側外皮の建物モデルとした。

CFD計算時刻抽出概要

① CFD計算時刻抽出のための熱負荷は、以下の条件で立上り負荷を除外したものと
とした。

- ✓ 休日除外 : 1/1～1/3、12/29～12/31を除く
- ✓ 立上り時刻除外 : 立上り時刻8時を除く（ホテルは20時、学校は9時）
- ✓ 冷暖房開始初日除外 : 温暖地：6月1日、12月1日
寒冷地：7月1日、11月1日
（該当日が休日の場合は翌日）
- ✓ 中間期除外 : 温暖地：4月、5月、10月、11月
寒冷地：5月、6月、10月
（中間期は冷暖房なしのため）
- ✓ 冬期の冷房負荷除外 : 温暖地：12月～3月、寒冷地：11月～4月
- ✓ 夏期の暖房負荷除外 : 温暖地：6月～9月、寒冷地：7月～9月
（結果として夏期の暖房負荷は発生していない。）

② 立上り負荷を除外した熱負荷から、最大負荷(100%)および最大負荷の95%、
75%、50%、25%、12.3%の負荷となる日時をCFD計算時刻の候補として抽出した。

CFD計算時刻抽出概要

立上り負荷を除外したCFD計算時刻抽出のための熱負荷は、ケースによっては暖房負荷が発生しないものがあった。

これらのケースではCFD計算は実施しないこととした。

地域	方位	断熱性能	負荷	CFD計算時刻対象熱負荷発生時間数(立上り負荷を除く)			
				小規模事務所	大規模事務所	ホテル	学校
温暖地	北側外皮	断熱高性能	暖房負荷	熱負荷なし	熱負荷なし	758	熱負荷なし
		断熱標準性能		15	熱負荷なし	920	熱負荷少数
		断熱低性能		179	熱負荷少数	1505	39
	南側外皮	断熱高性能		熱負荷なし	熱負荷なし	355	熱負荷なし
		断熱標準性能		熱負荷なし	熱負荷なし	535	熱負荷なし
		断熱低性能		12	熱負荷なし	1208	熱負荷なし
寒冷地	北側外皮	断熱高性能		熱負荷少数	熱負荷なし	919	熱負荷なし
		断熱標準性能		31	熱負荷なし	1680	11
		断熱低性能		354	熱負荷少数	2096	100
	南側外皮	断熱高性能		熱負荷なし	熱負荷なし	347	熱負荷なし
		断熱標準性能		熱負荷なし	熱負荷なし	1028	熱負荷なし
		断熱低性能		91	熱負荷なし	1431	16
温暖地	北側外皮	断熱高性能	冷房負荷	1092	1092	1682	385
		断熱標準性能		1092	1092	1678	385
		断熱低性能		1092	1092	1594	385
	南側外皮	断熱高性能		1092	1092	1684	385
		断熱標準性能		1092	1092	1684	385
		断熱低性能		1092	1092	1628	385
寒冷地	北側外皮	断熱高性能		806	806	1254	231
		断熱標準性能		806	806	1179	231
		断熱低性能		806	806	1125	231
	南側外皮	断熱高性能		806	806	1264	231
		断熱標準性能		806	806	1252	231
		断熱低性能		806	806	1212	231

※熱負荷発生時間数10時間未満を熱負荷少数とした。

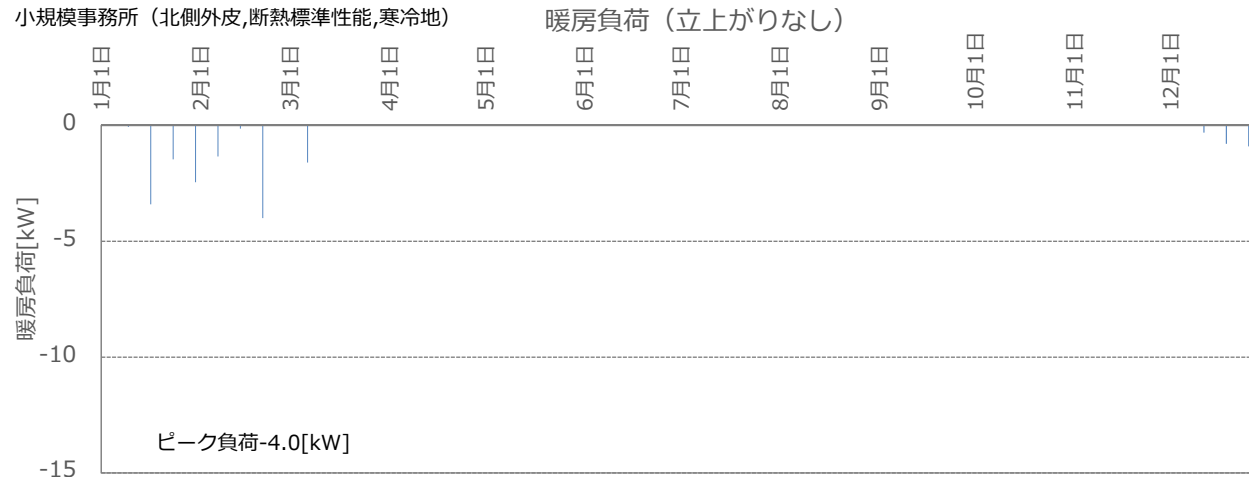
次ページ以降に、CFD計算時刻抽出の例を示す。

熱負荷計算、CFD計算時刻抽出の検討結果 「小規模事務所 事務室モデル」

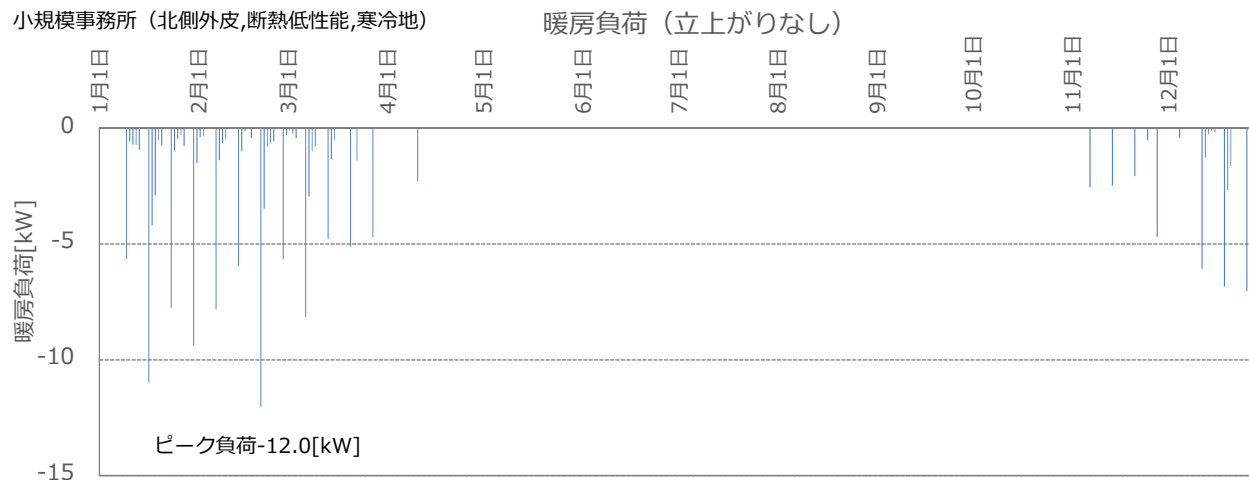
小規模事務所（北側外皮、寒冷地、暖房負荷）

- ✓ 立上り負荷を除く、室顕熱暖房負荷より、CFD計算時刻を抽出した。
- ✓ 断熱性能高性能モデルは、室顕熱暖房負荷が発生しなかった。

断熱標準性能



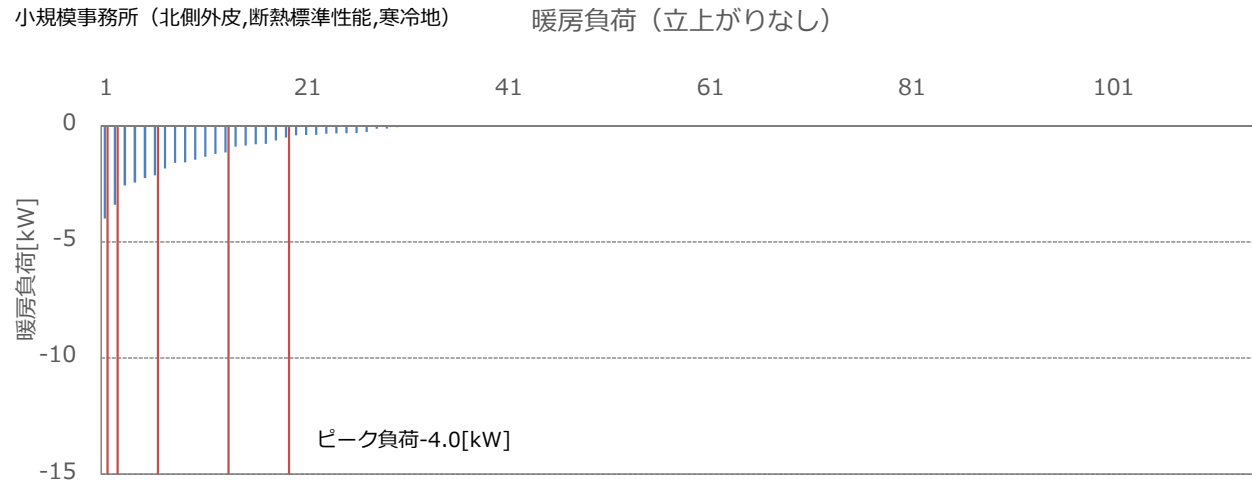
断熱低性能



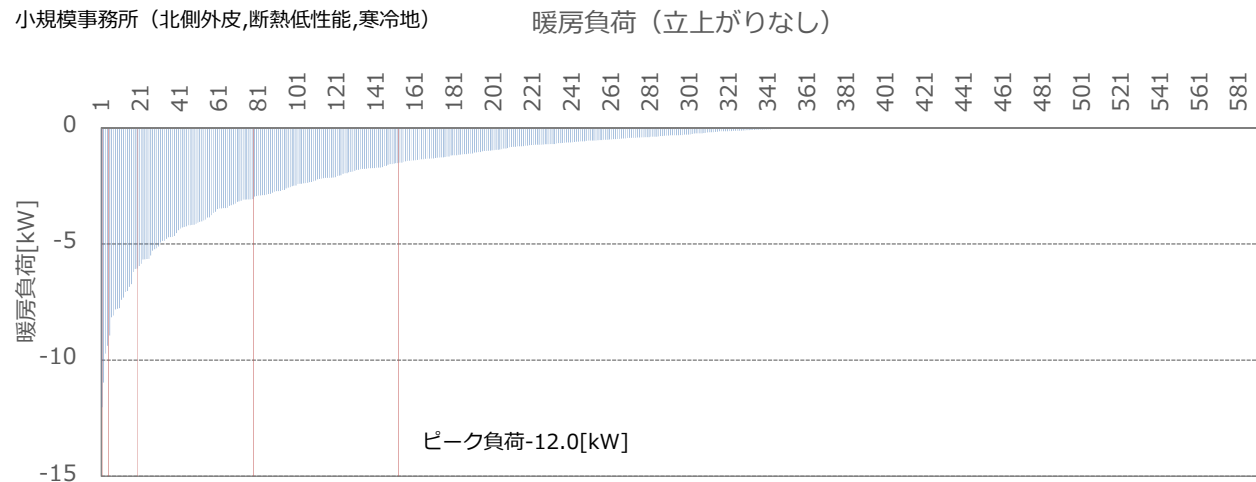
小規模事務所（北側外皮、寒冷地、暖房負荷）

- ✓ 最大負荷および最大負荷の95%、75%、50%、25%、12.3%の負荷を抽出した。

断熱標準性能



断熱低性能



小規模事務所（北側外皮、寒冷地、暖房負荷）

- ✓ 最大負荷および最大負荷の95%の抽出時は、同じ日時となった。

断熱標準性能

小規模事務所(北側外皮,断熱標準性能,寒冷地) 暖房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
		日	時						
100%	-4.0	2月20日	9時	-4.0	-14.3	56.1	2981.0	251.2	334.9
95%	-3.8	2月20日	9時	-4.0	-14.3	56.1	2981.0	251.2	334.9
75%	-3.0	1月16日	9時	-3.4	-10.4	81.9	2353.0	230.3	322.4
50%	-2.0	1月16日	10時	-2.1	-10.6	71.3	2771.7	259.6	330.8
25%	-1.0	1月30日	10時	-1.2	-2.9	68.9	2319.5	339.1	297.3
12.5%	-0.5	1月23日	13時	-0.5	0.5	86.8	0.0	360.1	83.7

断熱低性能

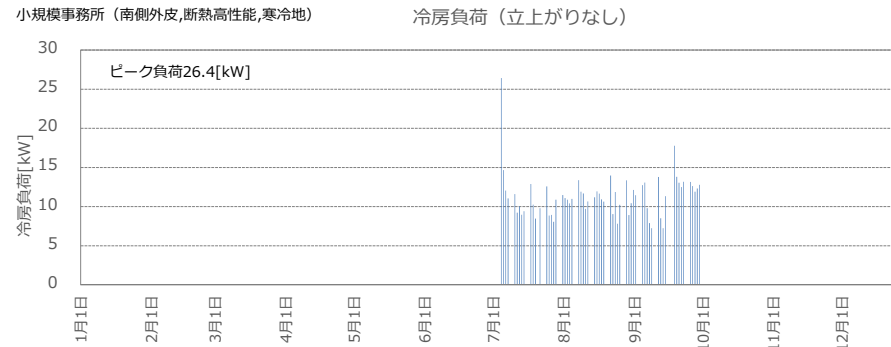
小規模事務所(北側外皮,断熱低性能,寒冷地) 暖房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
		日	時						
100%	-12.0	2月20日	9時	-12.0	-14.3	56.1	2981.0	251.2	334.9
95%	-11.4	2月20日	9時	-12.0	-14.3	56.1	2981.0	251.2	334.9
75%	-9.0	1月30日	9時	-9.4	-4.2	76.0	2001.3	301.5	297.3
50%	-6.0	12月11日	9時	-6.1	0.0	76.8	0.0	221.9	87.9
25%	-3.0	3月6日	21時	-3.1	-5.8	69.4	0.0	0.0	343.3
12.5%	-1.5	12月11日	20時	-1.5	-3.2	87.2	0.0	0.0	54.4

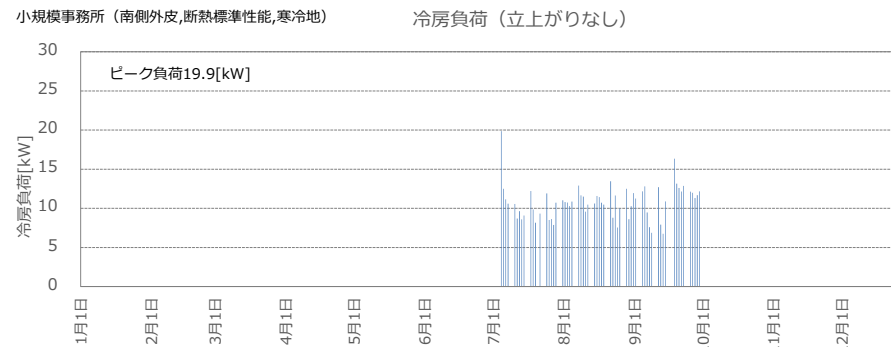
小規模事務所（南側外皮、寒冷地、冷房負荷）

- ✓ 立上り負荷を除く、室顕熱暖房負荷より、CFD計算時刻を抽出した。

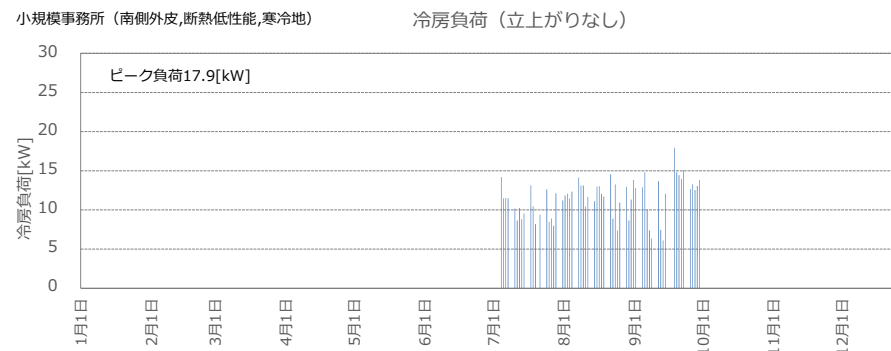
断熱高性能



断熱標準性能



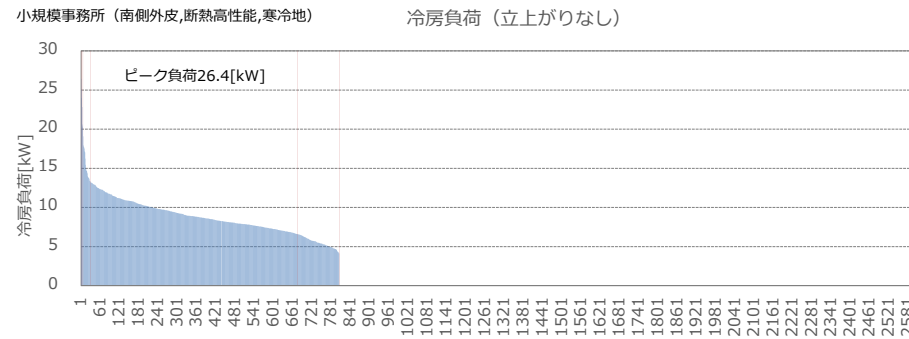
断熱低性能



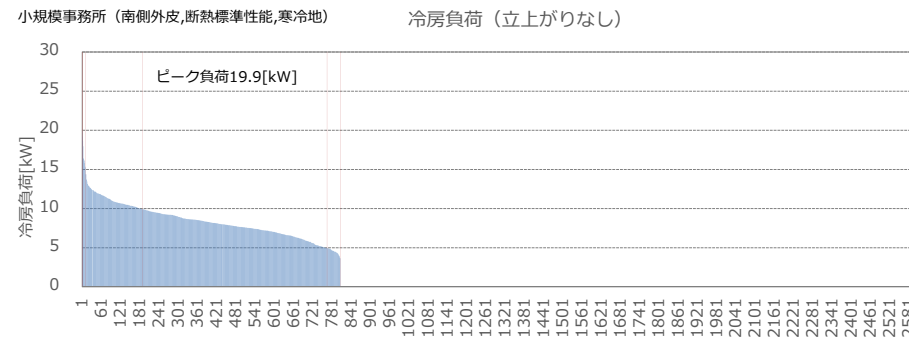
小規模事務所（南側外皮、寒冷地、冷房負荷）

✓ 立上り負荷を除く、室顕熱暖房負荷より、CFD計算時刻を抽出した。

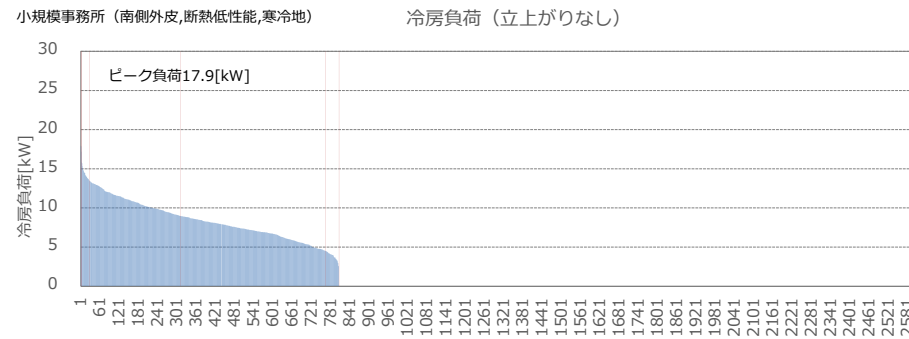
断熱高性能



断熱標準性能



断熱低性能



小規模事務所（南側外皮、寒冷地、冷房負荷）

- ✓ 断熱高性能モデルのみ最大負荷および最大負荷の95%の抽出時が、同じ日時となった。

断熱高性能

小規模事務所(南側外皮,断熱高性能,寒冷地) 冷房負荷(立ち上がりなし)

	熱負荷	対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面	水平面	夜間放射
		直達日射	天空日射				[kJ/m2h]	[kJ/m2h]	
100%	26.4	7月4日	9時	26.4	19.7	83.2	288.9	1130.4	150.7
95%	25.1	7月4日	9時	26.4	19.7	83.2	288.9	1130.4	150.7
75%	19.8	7月4日	13時	20.3	24.3	60.3	2763.3	460.6	276.3
50%	13.2	9月11日	11時	13.3	19.3	69.0	1540.7	762.0	263.8
25%	6.6	7月14日	19時	6.6	18.2	83.1	0.0	29.3	121.4
12.5%	3.3	9月28日	21時	4.1	6.7	85.4	0.0	0.0	301.5

断熱標準性能

小規模事務所(南側外皮,断熱標準性能,寒冷地) 冷房負荷(立ち上がりなし)

	熱負荷	対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面	水平面	夜間放射
		直達日射	天空日射				[kJ/m2h]	[kJ/m2h]	
100%	19.9	7月4日	9時	19.9	19.7	83.2	288.9	1130.4	150.7
95%	18.9	7月4日	10時	19.2	22.0	74.9	1030.0	971.3	180.0
75%	14.9	7月4日	15時	15.3	25.5	51.2	2562.3	431.2	305.6
50%	9.9	8月31日	9時	9.9	24.1	66.3	2332.1	481.5	284.7
25%	5.0	9月26日	20時	5.0	10.5	82.3	0.0	0.0	71.2
12.5%	2.5	9月28日	21時	3.6	6.7	85.4	0.0	0.0	301.5

断熱低性能

小規模事務所(南側外皮,断熱低性能,寒冷地) 冷房負荷(立ち上がりなし)

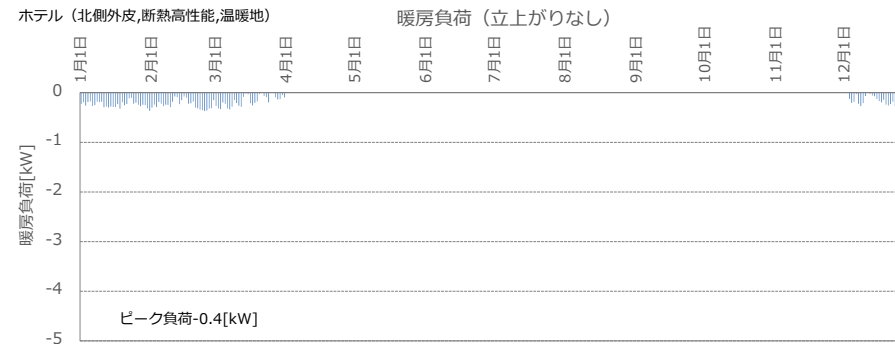
	熱負荷	対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面	水平面	夜間放射
		直達日射	天空日射				[kJ/m2h]	[kJ/m2h]	
100%	17.9	9月18日	12時	17.9	20.5	52.1	2729.8	439.6	347.5
95%	17.0	9月18日	10時	17.2	18.6	58.7	2671.2	431.2	339.1
75%	13.5	9月19日	10時	13.5	19.4	67.1	2420.0	481.5	314.0
50%	9.0	8月10日	9時	9.0	23.7	75.0	280.5	1071.8	184.2
25%	4.5	9月19日	21時	4.5	15.5	80.8	0.0	0.0	226.1
12.5%	2.2	9月28日	21時	2.5	6.7	85.4	0.0	0.0	301.5

熱負荷計算、CFD計算時刻抽出の検討結果 「ホテル 客室モデル」

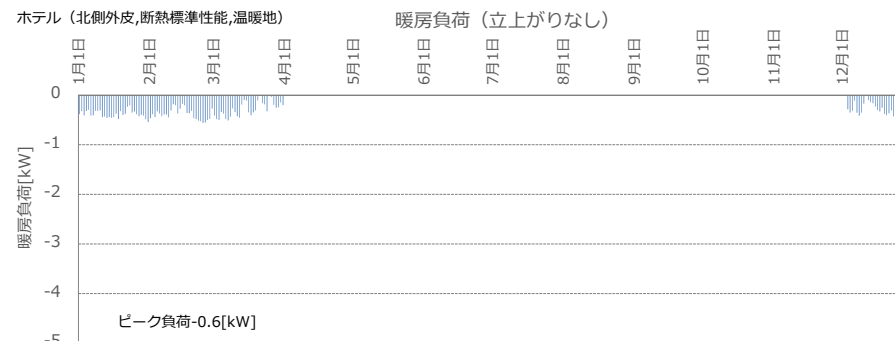
ホテル（北側外皮、温暖地、暖房負荷）

✓ 立上り負荷を除く、室顕熱暖房負荷より、CFD計算時刻を抽出した。

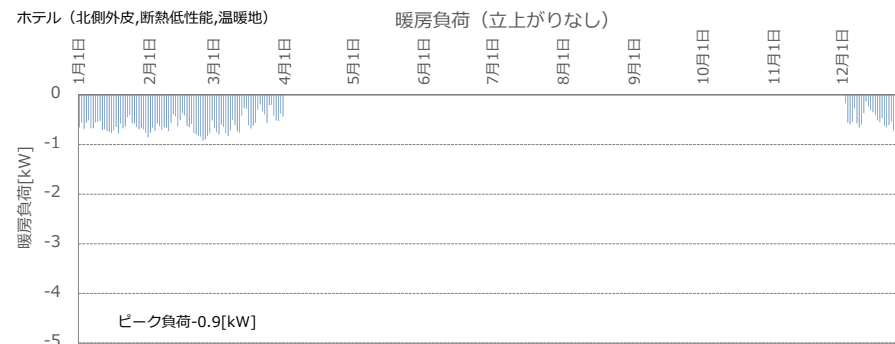
断熱高性能



断熱標準性能



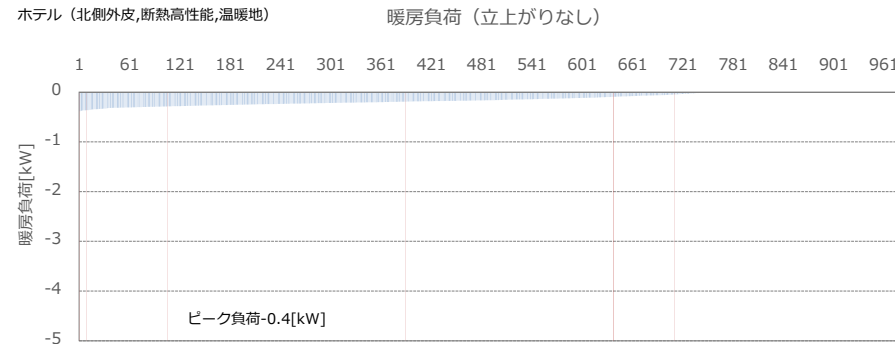
断熱低性能



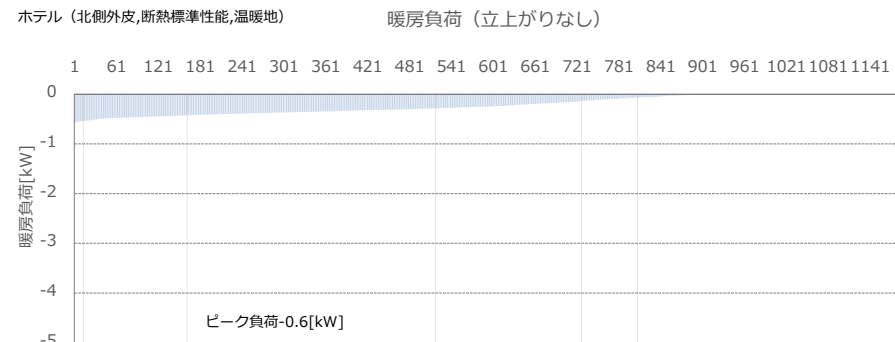
ホテル（北側外皮、温暖地、暖房負荷）

✓ 最大負荷および最大負荷の95%、75%、50%、25%、12.3%の負荷を抽出した。

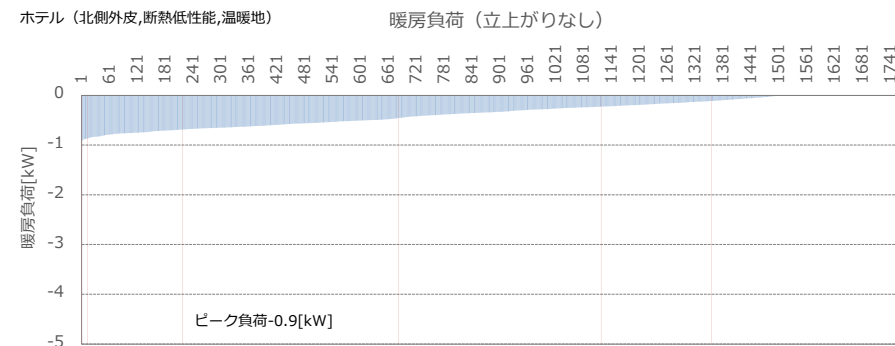
断熱高性能



断熱標準性能



断熱低性能



ホテル（北側外皮、温暖地、暖房負荷）

✓ 最大負荷および最大負荷の95%、75%、50%、25%、12.3%の負荷を抽出した。

断熱高性能

ホテル(北側外皮,断熱高性能,温暖地) 暖房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
100%	-0.4	12月25日	6時	-0.4	-2.6	77.0	0.0	0.0	334.9
95%	-0.4	2月24日	3時	-0.4	-2.6	57.7	0.0	0.0	343.3
75%	-0.3	12月24日	3時	-0.3	-0.3	70.4	0.0	0.0	351.7
50%	-0.2	1月2日	7時	-0.2	5.1	60.6	0.0	0.0	255.4
25%	-0.1	2月17日	8時	-0.1	2.1	61.4	468.9	330.8	242.8
12.5%	-0.0	3月30日	5時	0.0	7.7	55.2	0.0	0.0	188.4

断熱標準性能

ホテル(北側外皮,断熱標準性能,温暖地) 暖房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
100%	-0.6	12月25日	5時	-0.6	-2.6	73.8	0.0	0.0	334.9
95%	-0.5	1月31日	6時	-0.5	-2.5	73.2	0.0	0.0	314.0
75%	-0.4	1月11日	4時	-0.4	0.7	60.4	0.0	0.0	326.6
50%	-0.3	3月18日	3時	-0.3	1.6	80.1	0.0	0.0	351.7
25%	-0.1	3月30日	6時	-0.1	7.8	53.3	0.0	29.3	192.6
12.5%	-0.1	12月12日	5時	-0.1	11.1	94.8	0.0	0.0	163.3

断熱低性能

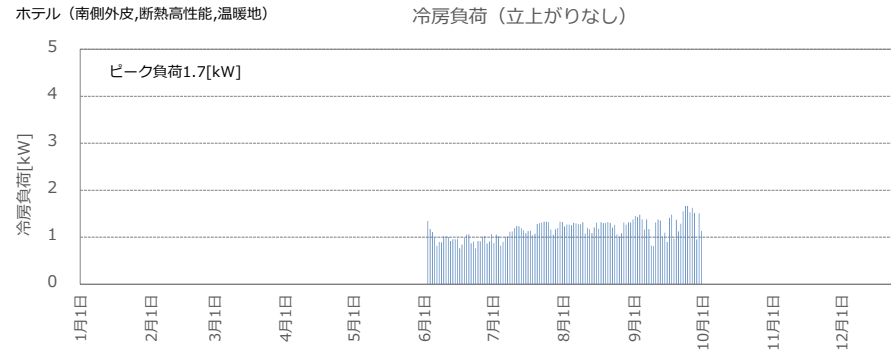
ホテル(北側外皮,断熱低性能,温暖地) 暖房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
100%	-0.9	2月24日	3時	-0.9	-2.6	57.7	0.0	0.0	343.3
95%	-0.9	2月25日	2時	-0.9	-3.0	66.1	0.0	0.0	288.9
75%	-0.7	12月27日	3時	-0.7	3.1	65.6	0.0	0.0	230.3
50%	-0.5	12月18日	5時	-0.5	5.9	90.3	0.0	0.0	87.9
25%	-0.2	1月24日	9時	-0.2	5.4	61.2	2202.3	288.9	339.1
12.5%	-0.1	12月9日	1時	-0.1	3.5	82.3	0.0	0.0	347.5

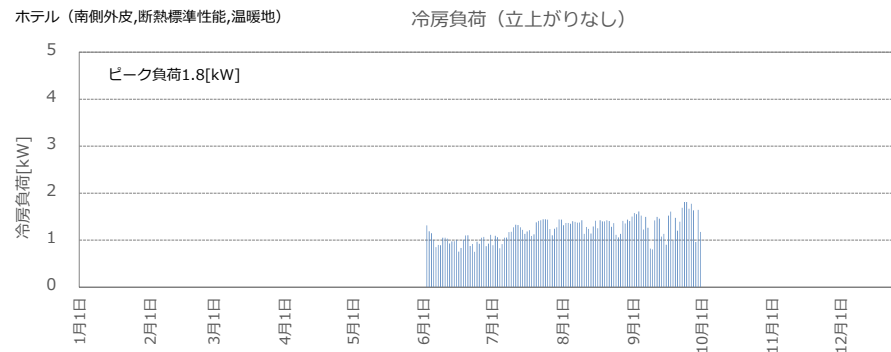
ホテル（南側外皮、温暖地、冷房負荷）

✓ 立上り負荷を除く、室顕熱暖房負荷より、CFD計算時刻を抽出した。

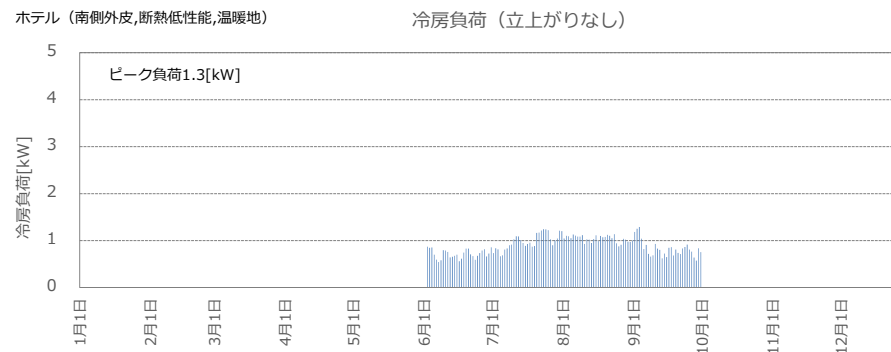
断熱高性能



断熱標準性能



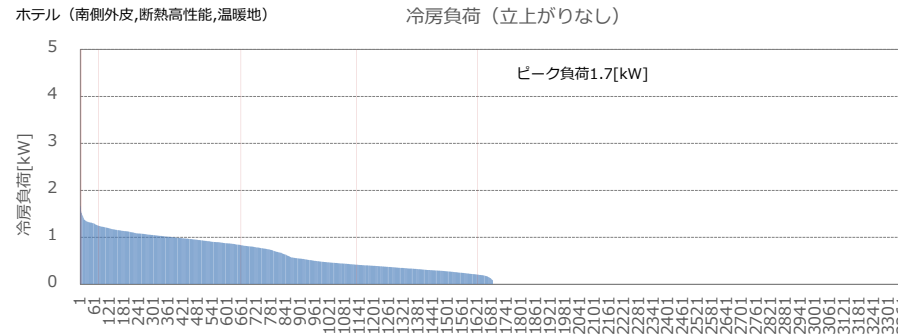
断熱低性能



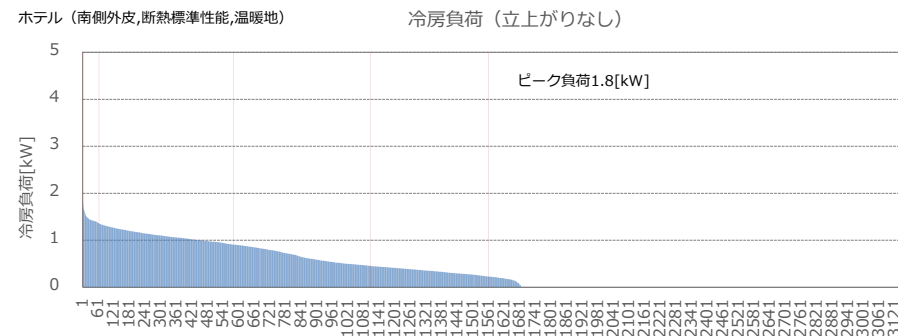
ホテル（南側外皮、温暖地、冷房負荷）

✓ 最大負荷および最大負荷の95%、75%、50%、25%、12.3%の負荷を抽出した。

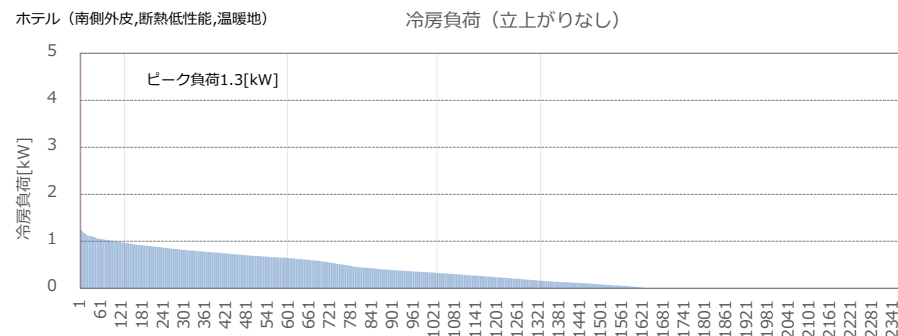
断熱高性能



断熱標準性能



断熱低性能



ホテル（南側外皮、温暖地、冷房負荷）

✓ 最大負荷および最大負荷の95%、75%、50%、25%、12.3%の負荷を抽出した。

断熱高性能

ホテル(南側外皮,断熱高性能,温暖地) 冷房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
100%	1.7	9月24日	10時	1.7	23.2	67.3	2533.0	468.9	293.1
95%	1.6	9月26日	10時	1.6	22.2	46.2	2570.7	460.6	351.7
75%	1.2	8月31日	22時	1.2	25.7	73.9	0.0	0.0	217.7
50%	0.8	8月3日	9時	0.8	27.6	50.1	2692.1	410.3	309.8
25%	0.4	9月28日	2時	0.4	18.4	60.2	0.0	0.0	184.2
12.5%	0.2	6月14日	4時	0.2	19.6	69.8	0.0	0.0	129.8

断熱標準性能

ホテル(南側外皮,断熱標準性能,温暖地) 冷房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
100%	1.8	9月23日	10時	1.8	23.5	56.8	2633.5	452.2	322.4
95%	1.7	9月26日	10時	1.8	22.2	46.2	2570.7	460.6	351.7
75%	1.4	8月23日	21時	1.4	29.5	76.1	0.0	0.0	83.7
50%	0.9	8月12日	9時	0.9	27.7	79.8	0.0	682.5	83.7
25%	0.5	7月30日	4時	0.5	26.8	84.7	0.0	0.0	71.2
12.5%	0.2	6月16日	7時	0.2	19.5	93.4	0.0	238.7	67.0

断熱低性能

ホテル(南側外皮,断熱低性能,温暖地) 冷房負荷(立ち上がりなし)

		対象日時		熱負荷	気温[°C]	相湿[%]	法線面 直達日射 [kJ/m2h]	水平面 天空日射 [kJ/m2h]	夜間放射 [kJ/m2h]
100%	1.3	9月3日	21時	1.3	30.3	63.2	0.0	0.0	150.7
95%	1.2	7月24日	21時	1.2	30.8	60.2	0.0	0.0	192.6
75%	1.0	7月26日	22時	1.0	25.9	88.5	0.0	0.0	33.5
50%	0.6	9月15日	22時	0.6	22.1	81.0	0.0	0.0	150.7
25%	0.3	8月4日	6時	0.3	26.2	75.8	0.0	171.7	150.7
12.5%	0.2	6月24日	8時	0.2	23.4	92.9	0.0	519.2	87.9

既往熱負荷計算プログラムとの比較

- ・ 小規模事務所（北側外皮、断熱性能低性能、寒冷地）
- ・ ホテル（北側外皮、断熱性能高性能、温暖地）

本検討で使用した熱負荷（AE-Sim/Heatで算出）の妥当性を確認するため、既往の熱負荷計算プログラム（NewHASP）で算出した熱負荷の傾向を比較した。

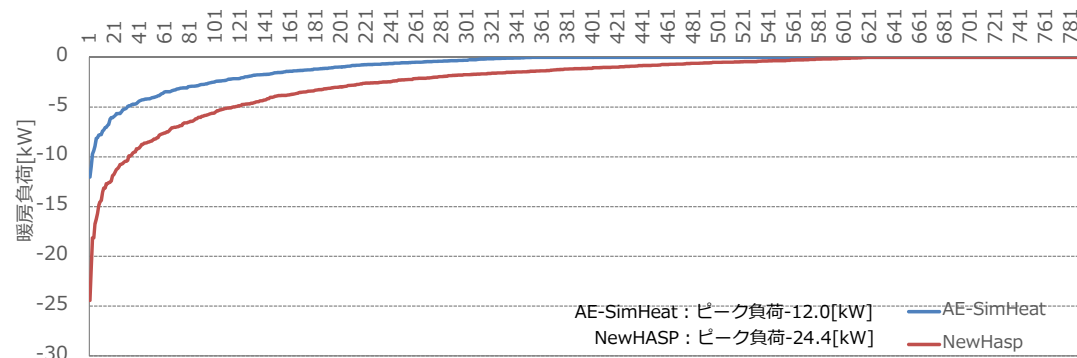
既往熱負荷計算プログラムとの比較 小規模事務所（北側外皮、断熱性能低性能、寒冷地）

✓ 熱負荷の傾向は概ね同等だが、暖房負荷でNewHASPの方が熱負荷が大きい傾向

暖房負荷

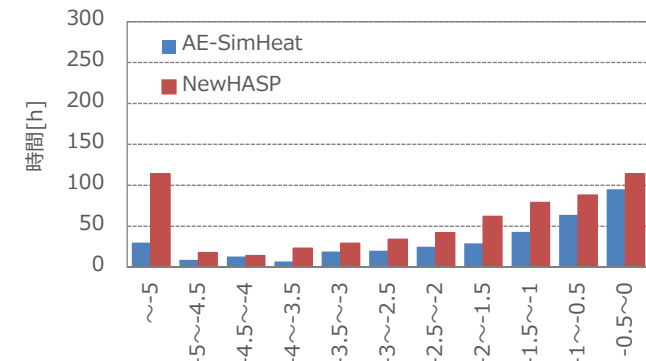
小規模事務所（北側外皮,断熱低性能,寒冷地）

暖房負荷（立ち上がりなし）



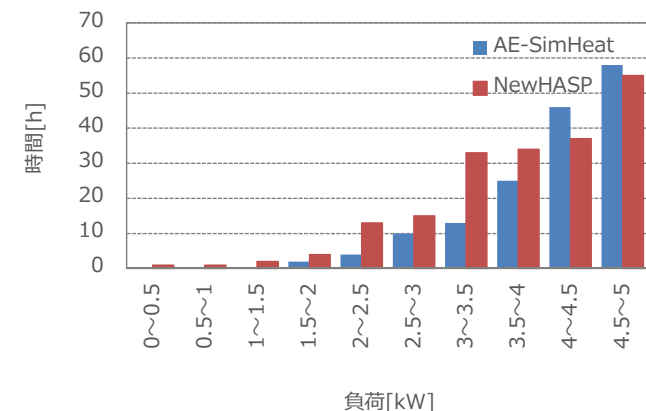
小規模事務所（北側外皮,断熱低性能,寒冷地）

暖房負荷（立ち上がりなし）



小規模事務所（北側外皮,断熱低性能,寒冷地）

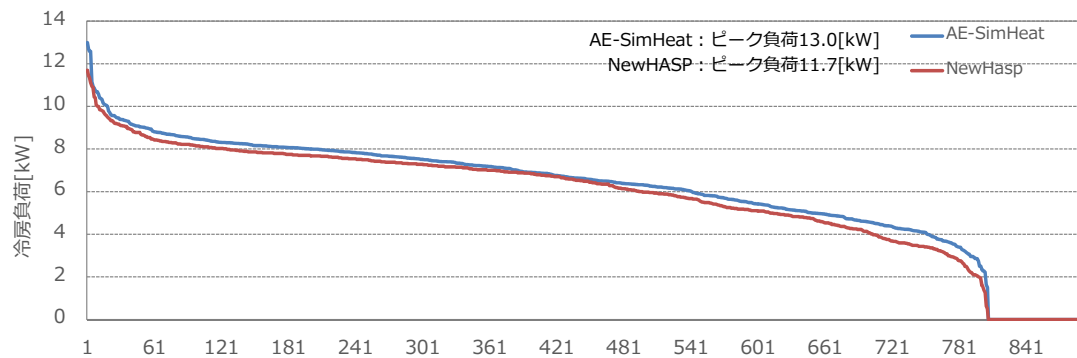
冷房負荷（立ち上がりなし）



冷房負荷

小規模事務所（北側外皮,断熱低性能,寒冷地）

冷房負荷（立ち上がりなし）



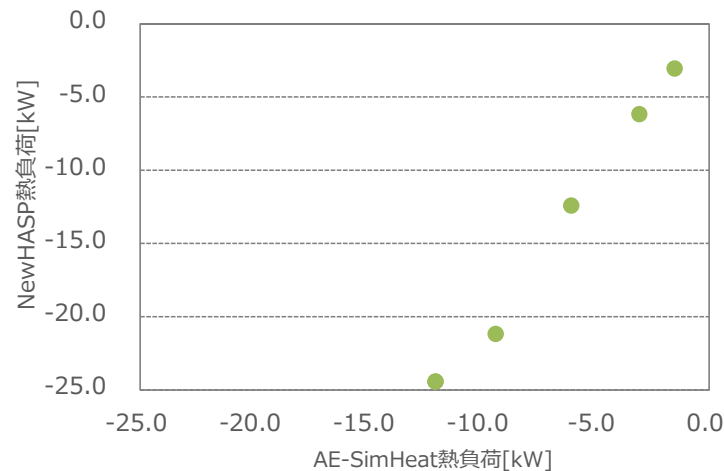
既往熱負荷計算プログラムとの比較 小規模事務所（北側外皮、断熱性能低性能、寒冷地）

- ✓ 暖房負荷は、CFD計算時刻抽出時点での熱負荷は、NewHASPの方が熱負荷が大きい傾向
- ✓ 冷房負荷は、CFD計算時刻抽出時点での熱負荷の傾向も概ね同等

暖房負荷

小規模事務所（北側外皮,断熱低性能,寒冷地）

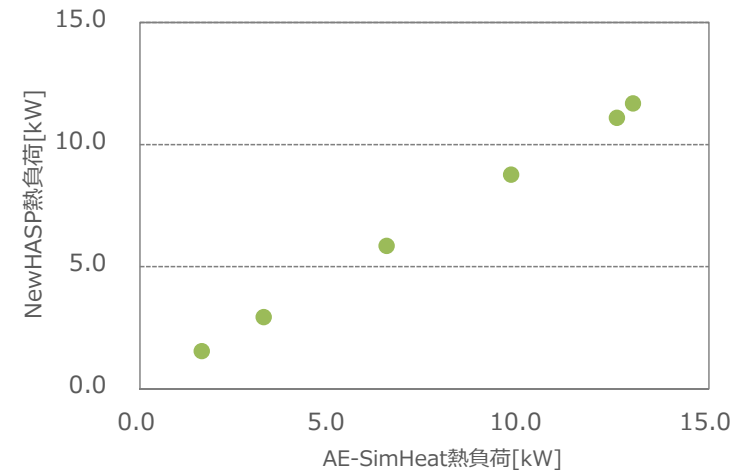
暖房負荷（立ち上がりなし）



冷房負荷

小規模事務所（北側外皮,断熱低性能,寒冷地）

冷房負荷（立ち上がりなし）



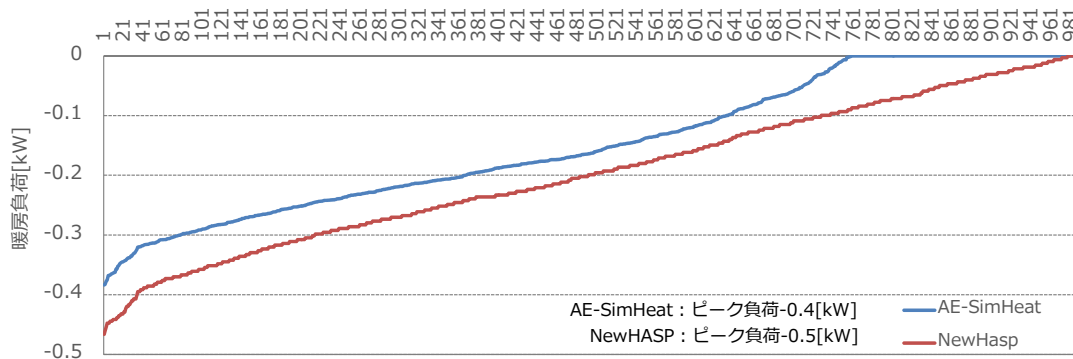
既往熱負荷計算プログラムとの比較 ホテル（北側外皮、断熱高性能、温暖地）

✓ 熱負荷の傾向は概ね同等だが、暖房負荷でNewHASPの方が熱負荷が大きい傾向

暖房負荷

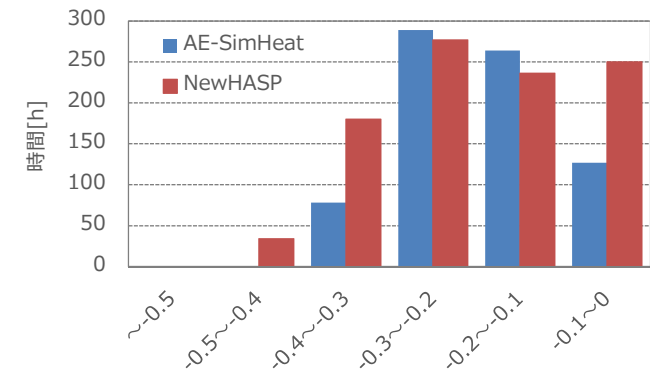
ホテル（北側外皮、断熱高性能、温暖地）

暖房負荷（立ち上がりなし）



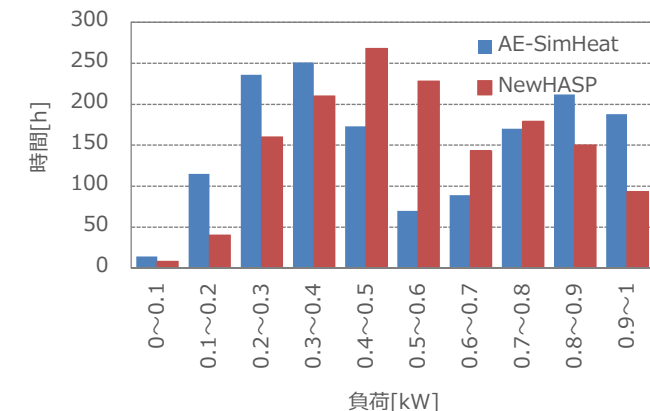
ホテル（北側外皮、断熱高性能、温暖地）

暖房負荷（立ち上がりなし）



ホテル（北側外皮、断熱高性能、温暖地）

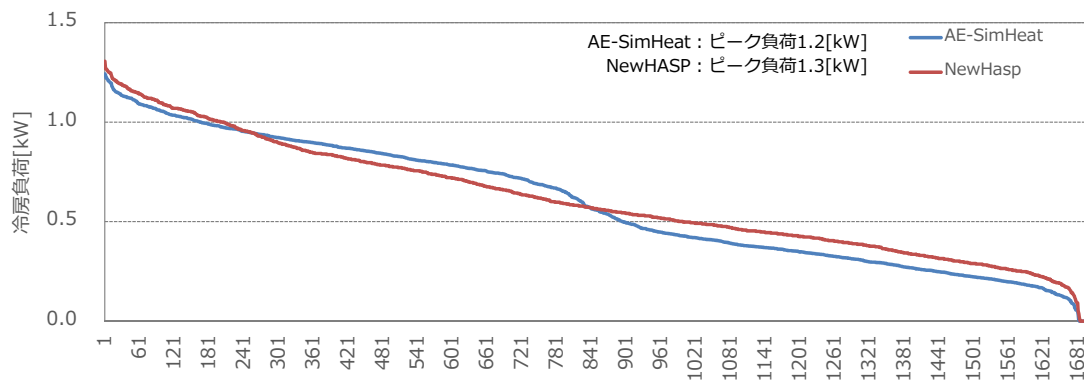
冷房負荷（立ち上がりなし）



冷房負荷

ホテル（北側外皮、断熱高性能、温暖地）

冷房負荷（立ち上がりなし）



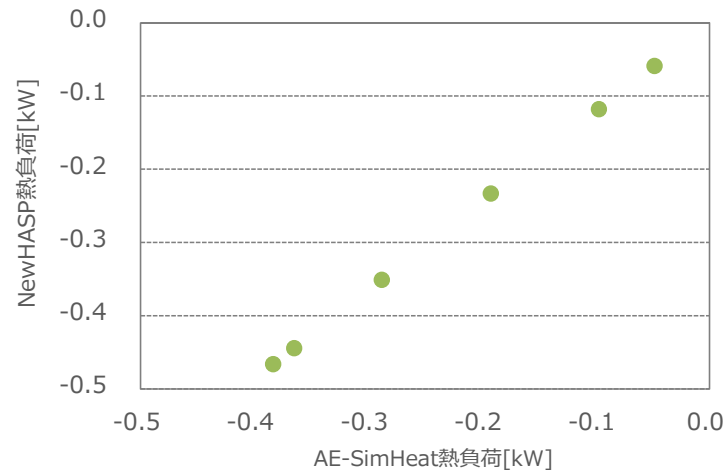
既往熱負荷計算プログラムとの比較 ホテル（北側外皮、断熱高性能、温暖地）

- ✓ 暖房負荷は、CFD計算時刻抽出時点での熱負荷は、多少NewHASPの方が熱負荷が大きい傾向
- ✓ 冷房負荷は、CFD計算時刻抽出時点での熱負荷の傾向も概ね同等

暖房負荷

ホテル（北側外皮,断熱高性能,温暖地）

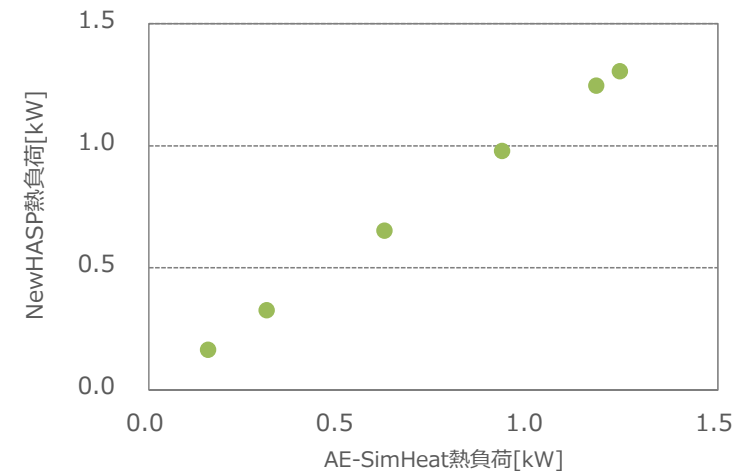
暖房負荷（立ち上がりなし）



冷房負荷

ホテル（北側外皮,断熱高性能,温暖地）

冷房負荷（立ち上がりなし）

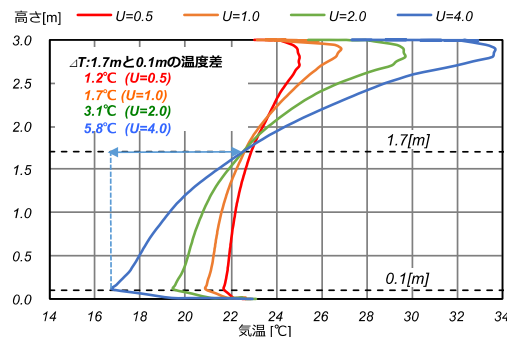


⑥ 室内温度分布のCFD計算

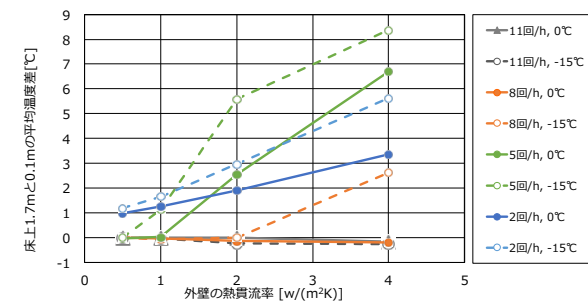
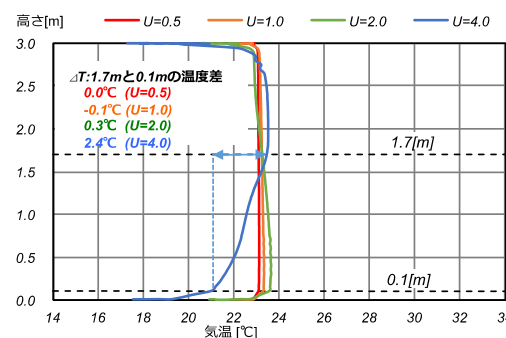
- ✓ 設定した計算パラメータに基づき、室内温度分布のCFD計算を実施
- ✓ 建築環境系でも検証例が多く、多数のケーススタディを行う事が可能なオープンソースのCFDツールキットのOpenFOAMを使用

⑦ 外皮の熱性能と空調方式による計算結果の整理

- ✓ 外皮の熱性能の違いによる計算結果を比較し、影響の大小を確認



上下温度分布計算結果の整理のイメージ

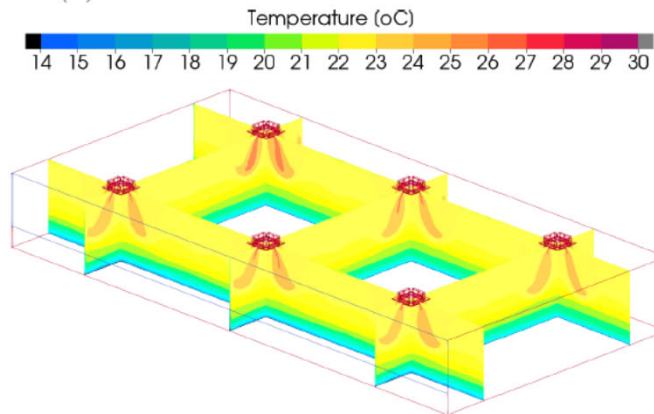


外壁の熱貫流率と居住域上下温度差
外壁の熱貫流率と
室内環境評価のイメージ

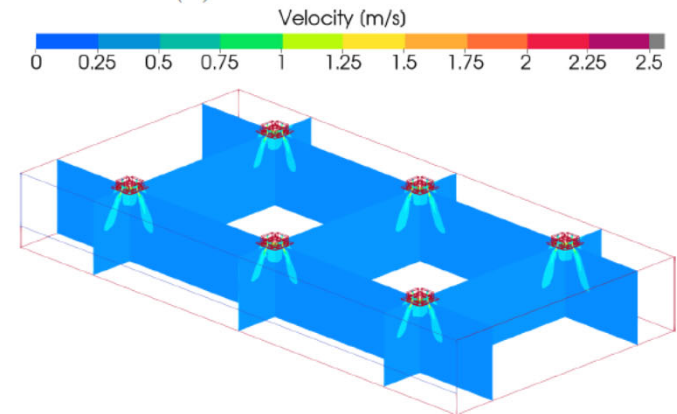
CFD計算の計算結果 (小規模事務所、2地域、暖房時)

【断熱性能低性能、負荷率100%、風量50%】

室平均気温
で空調制御

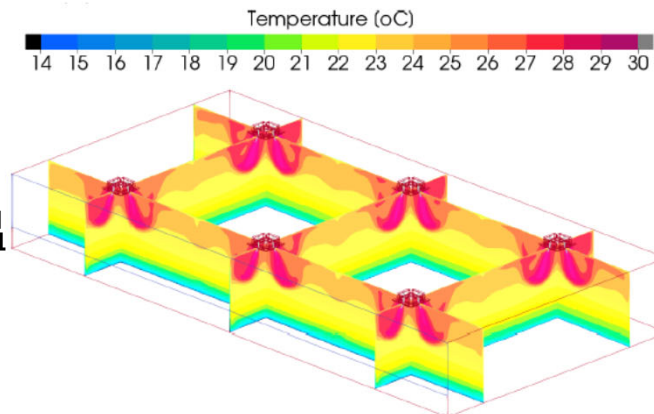


(c) 鉛直断面での気温

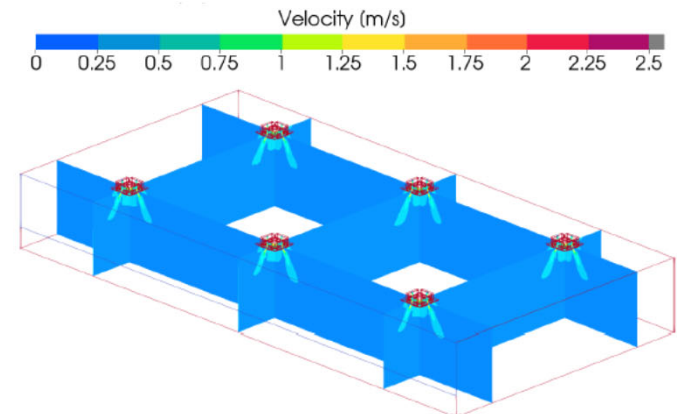


(d) 鉛直断面での風速

居住域平均気温
で空調制御



(c) 鉛直断面での気温



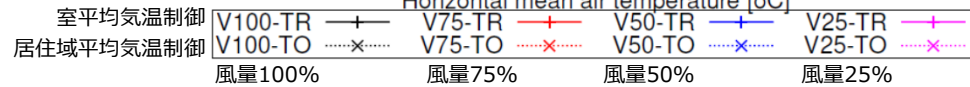
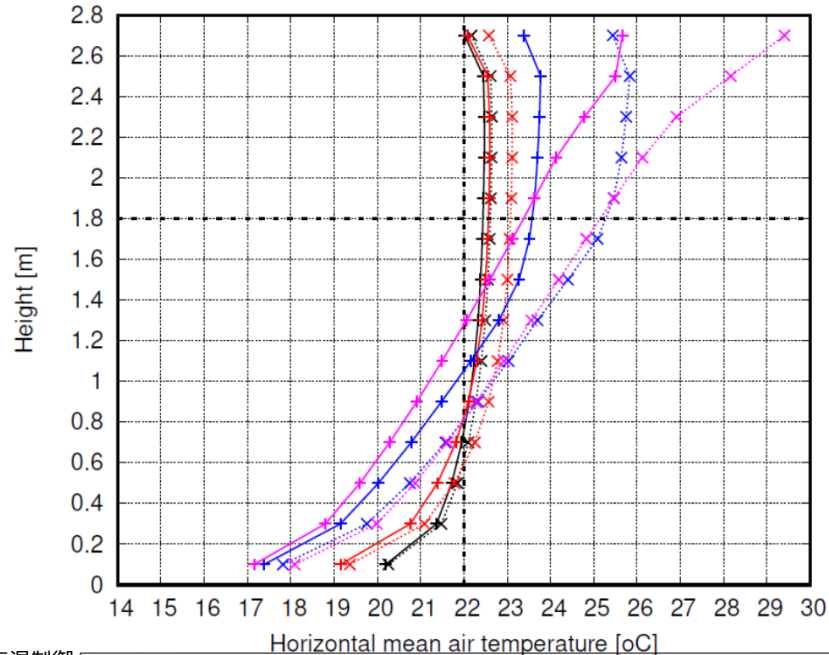
(d) 鉛直断面での風速

CFD計算の計算結果

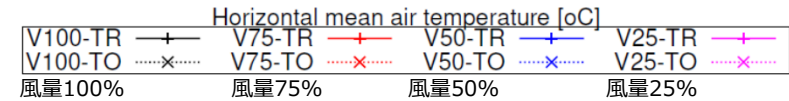
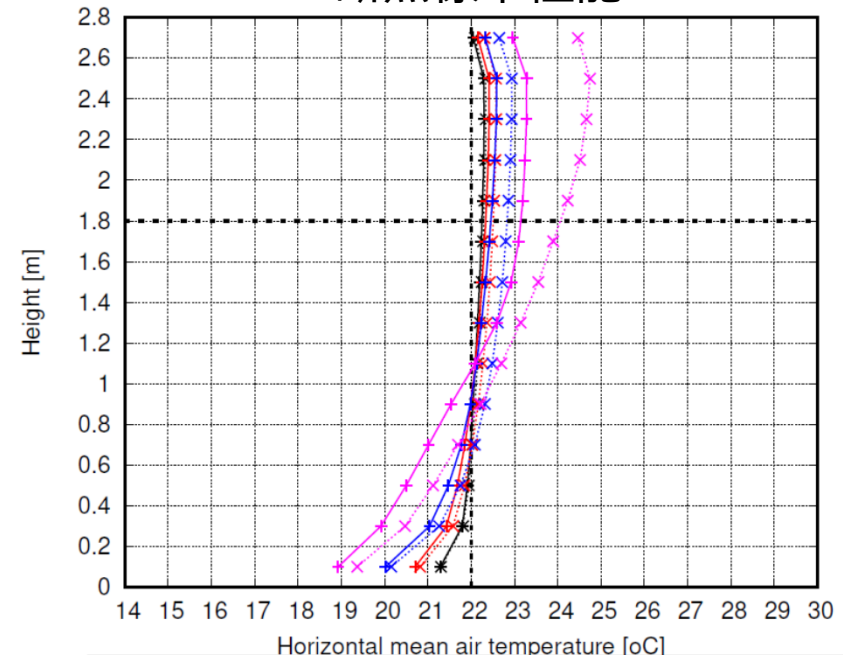
(小規模事務所、2地域、暖房時)

断熱性能が低い建物の方が上下温度が大きい。また、風量が小さいほど上下温度差が大きくなる。

【負荷率100%時】断熱低性能



断熱標準性能



V100,... : 最大風量に対する割合 [%]

- V100, V75, V50, V25

TL,TR,TO : 空調投入熱量モード

- TL: 空調投入熱量を、熱負荷計算で算出された室の熱負荷と同一としたケース
- TR: 空調投入熱量を1%刻みで変化させた場合での、室平均気温が空調設定温度に一番近いケース
- TO: 空調投入熱量を1%刻みで変化させた場合での、居住域平均気温が空調設定温度に一番近いケース

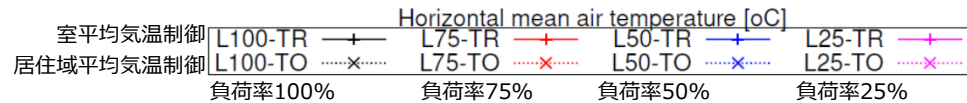
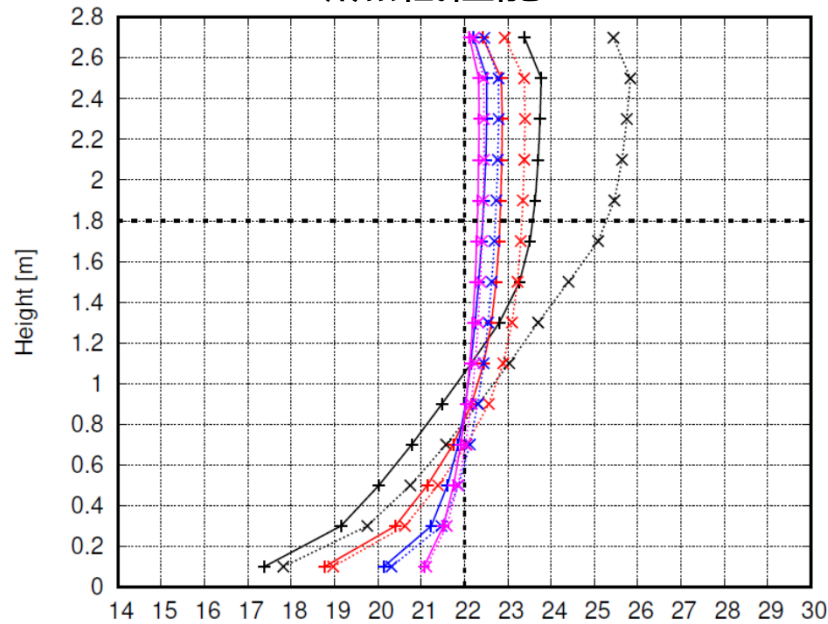
CFD計算の計算結果 (小規模事務所、2地域、暖房時)

断熱性能が低い建物の方が上下温度が大きい。また、負荷率が高いほど上下温度差が大きくなる。

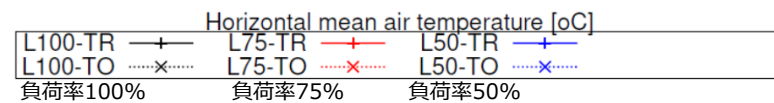
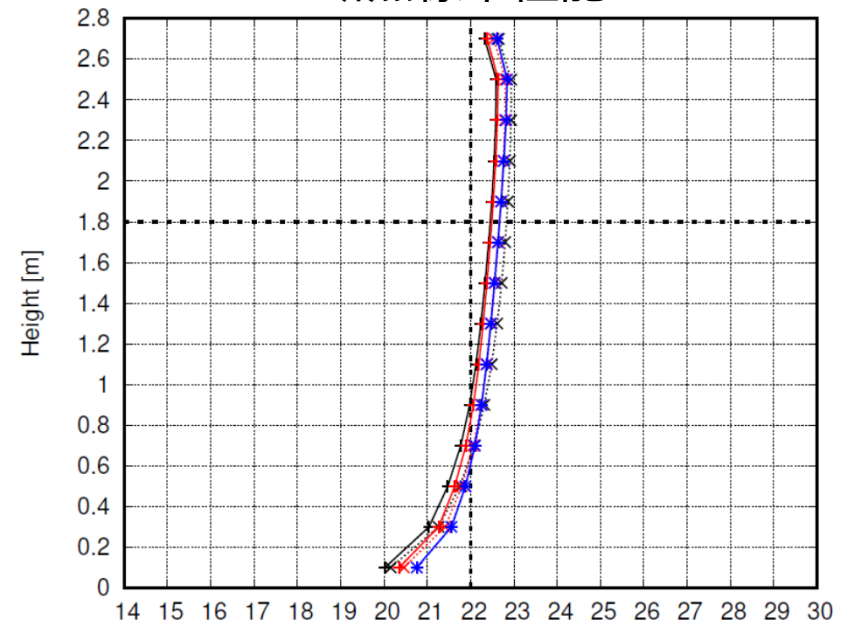
室平均温度で空調制御した場合より、居住域平均温度で空調制御した場合の方が、温度が高くなっており、空調投入熱量が増加していると思われる。

【風量50%時】

断熱低性能



断熱標準性能



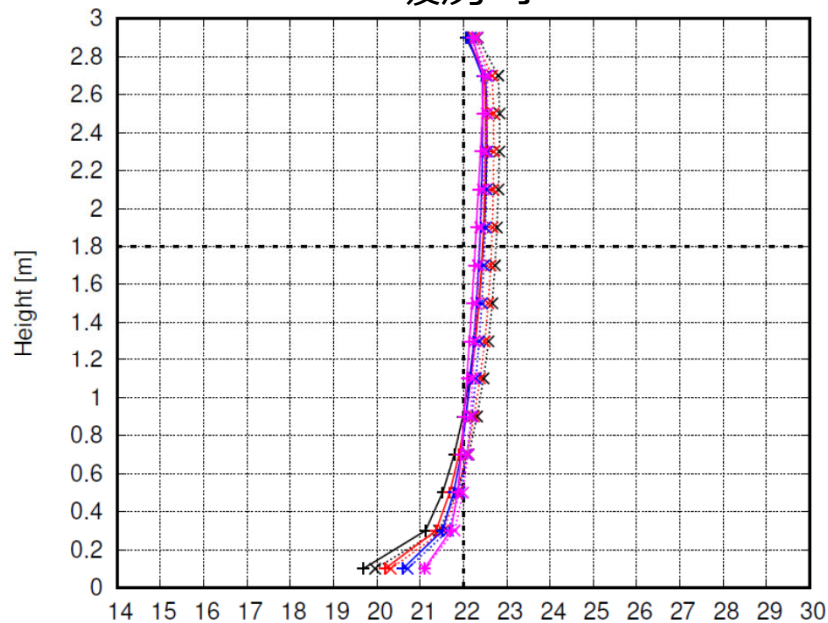
CFD計算の計算結果 (学校、2地域、低断熱性能)

学校は、暖房負荷が小さいため暖房時も上下温度差が小さい。

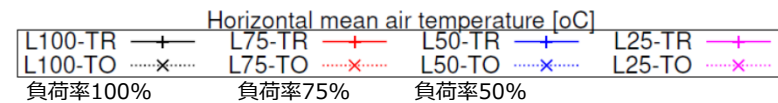
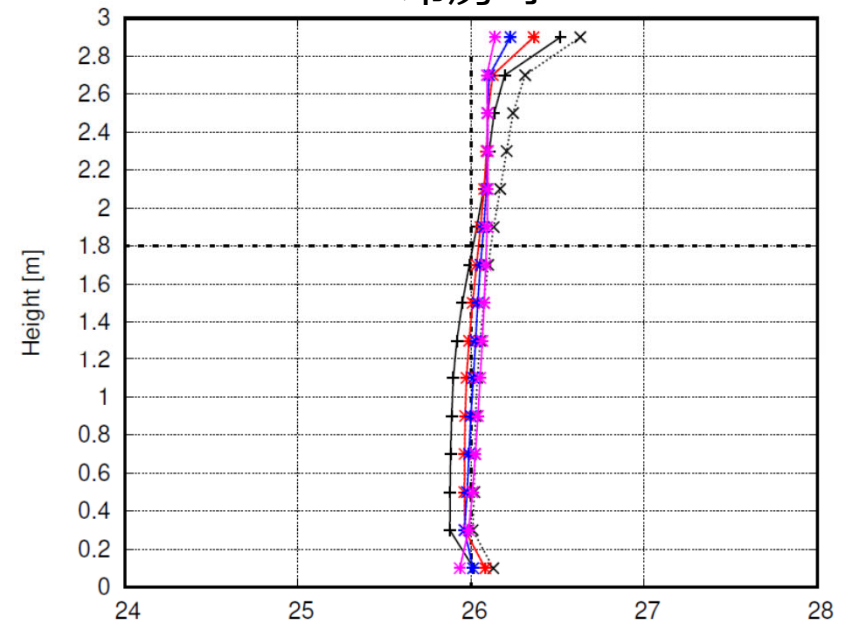
室平均温度で空調制御した場合と、居住域平均温度で空調制御した場合での温度差が小さい。

【風量100%時】

暖房時



冷房時



⑧ 空調エネルギー消費量の評価手法検討

建物外皮の断熱性能の違いによる室内の上下温度分布や外皮等の表面温度による放射等の室内温熱環境の影響を考慮した空調エネルギー消費量の評価手法の案を提案

建築物省エネ法における非住宅建築物の空調エネルギー消費量計算では、室内の平均（代表点）空気温度が同一の条件で計算を行っている。ただし、建物外皮の断熱性能の違いにより室内温熱環境は異なる。

そこで、室内温熱環境を同等にするために必要となる空調エネルギーの増加分を想定し、この増加分を加えたものを空調エネルギー消費量とする評価手法の案を検討した。

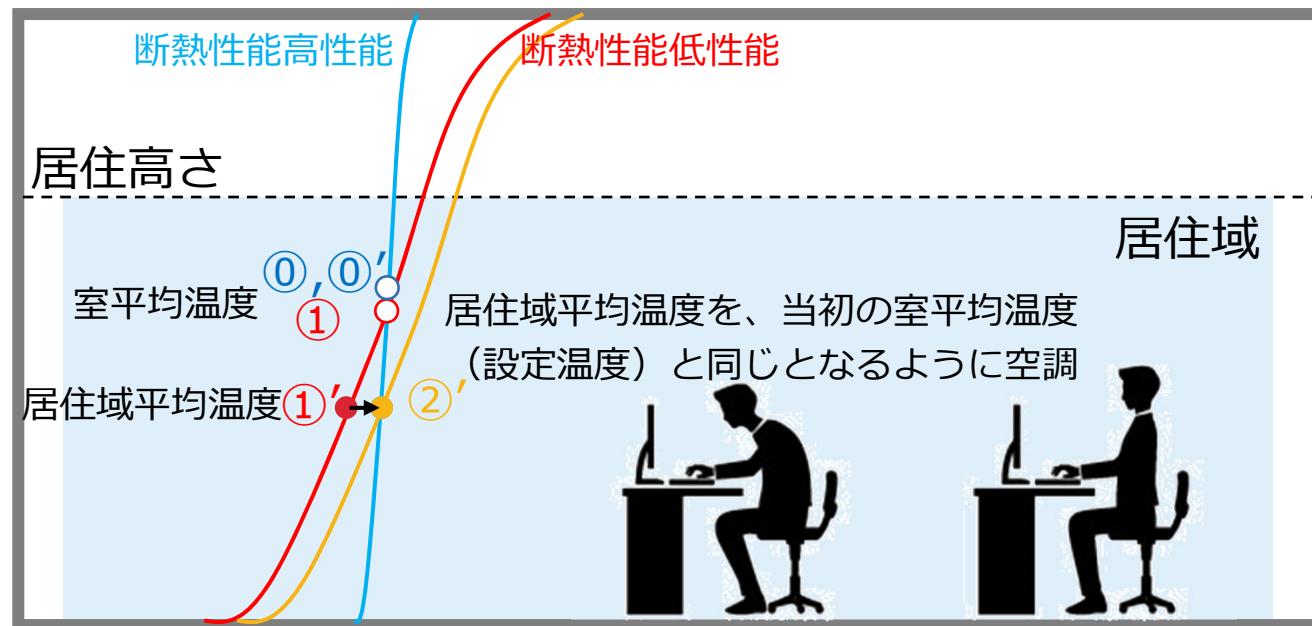
本調査での提案する同等な室内温熱環境の定義は以下である。

- ・ 居住域の平均気温が同等
- ・ 上下温度差(1.7m-0.1m)が許容範囲内(3°C未満)

※居住域：ASHRAE55での定義に従い、外壁と空調機から1.0m以上、内壁から0.3m以上、高さ1.8m以内の領域とする。

補正の評価手法（補正值の算出方法）案

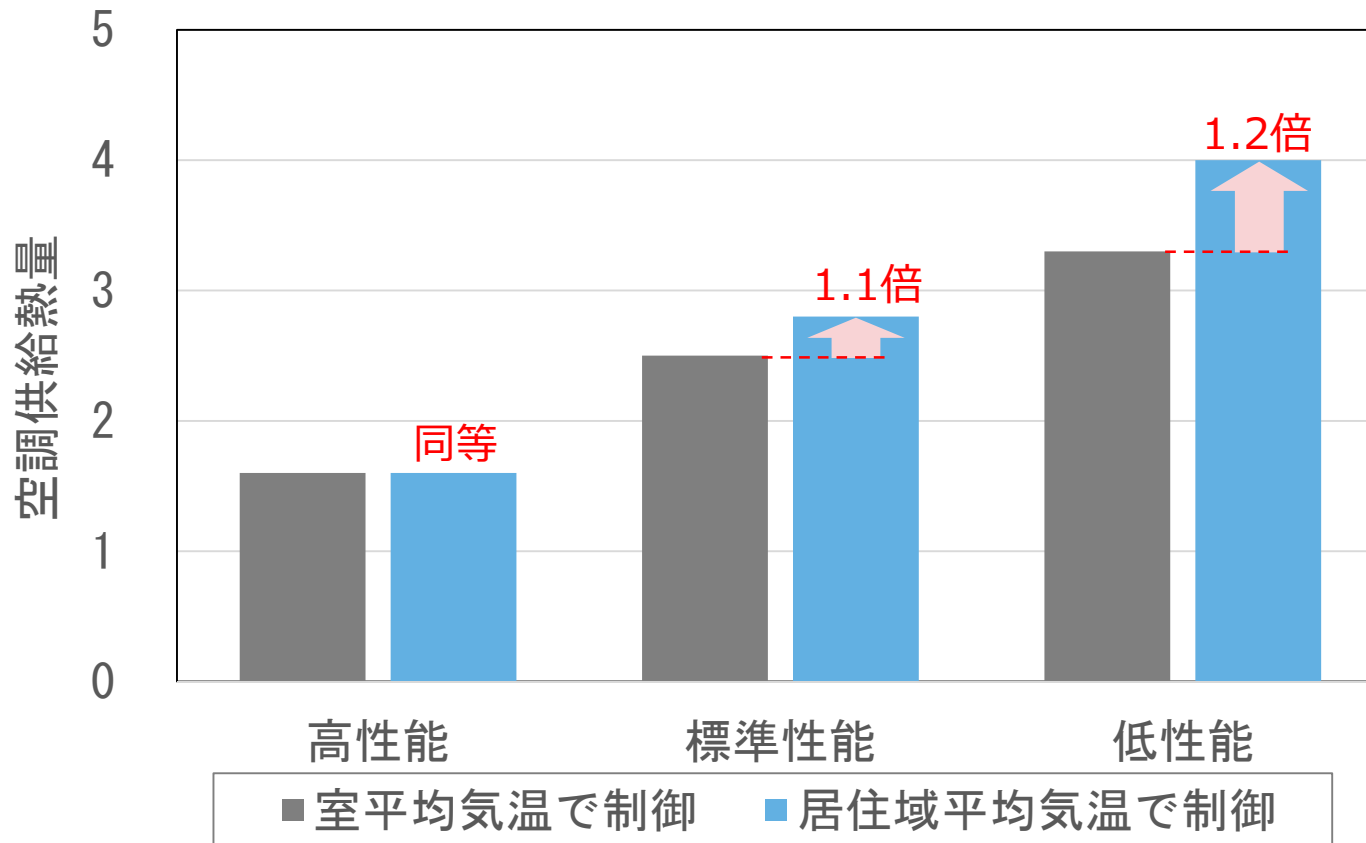
- 1) 室全体の平均気温は同じ状況（図中①、①'）であるが、断熱性能が低い建物と、断熱性能が高い建物では、上下温度分布が異なる。
よって、居住域の平均温度も、断熱性能が低い建物（図中①'）と、断熱性能が高い建物（図中①）で異なる。
- 2) 同等な室内環境（居住域平均温度が同一）となるように空調する（図中②'）。
室全体の平均気温で空調制御した場合と、居住域の平均温度で空調制御した場合の空調供給熱量の差を補正值とする。



暖房時の上下温度分布計算結果イメージ

補正の評価手法（補正值の算出方法）案

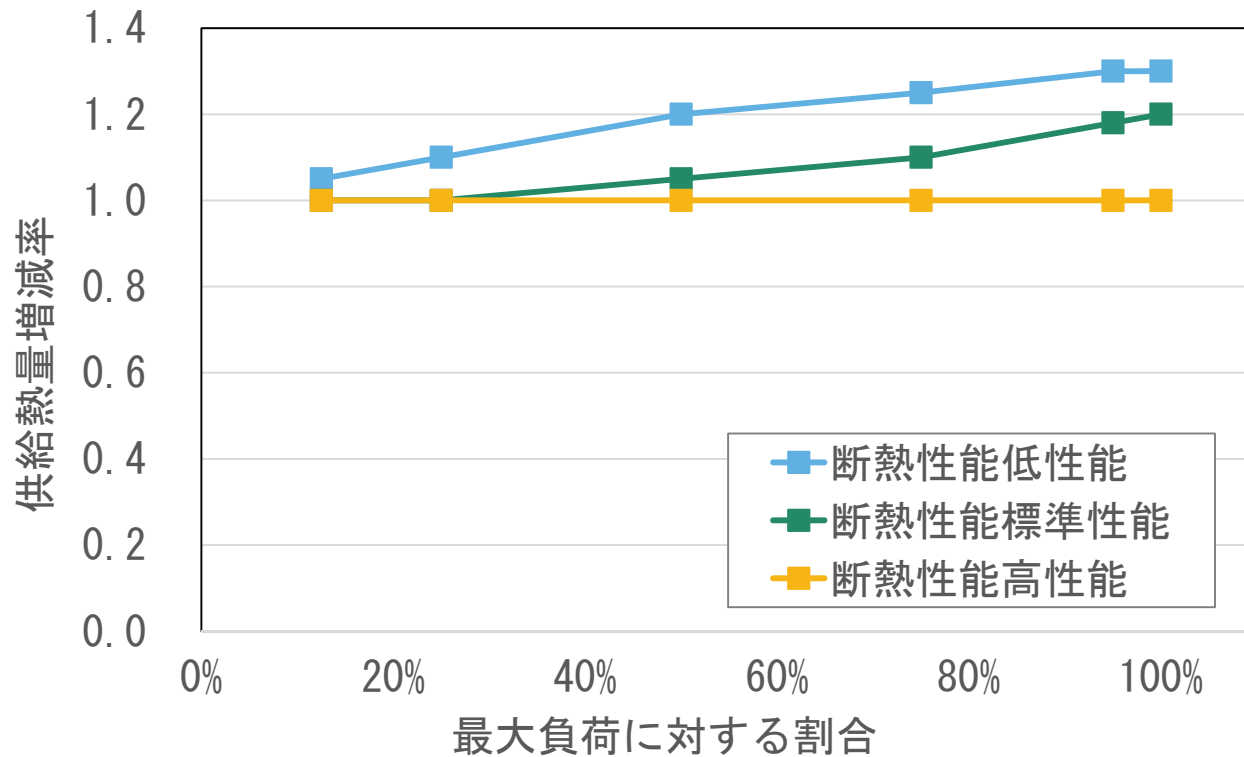
- 3) 室全体の平均気温で空調制御した場合の空調供給熱量に対する、居住域の平均温度で空調制御した場合の空調供給熱量の増減割合を補正值とする。
※増減割合は、断熱性能や、負荷の大きさによって異なると想定される。



外皮性能とエネルギー増加分の関係の計算結果イメージ

補正の評価手法（補正値の算出方法）案

- 4) 供給熱量増減率を断熱性能や負荷の大きさを整理する。
供給熱量増減率を、熱負荷の補正値とする。

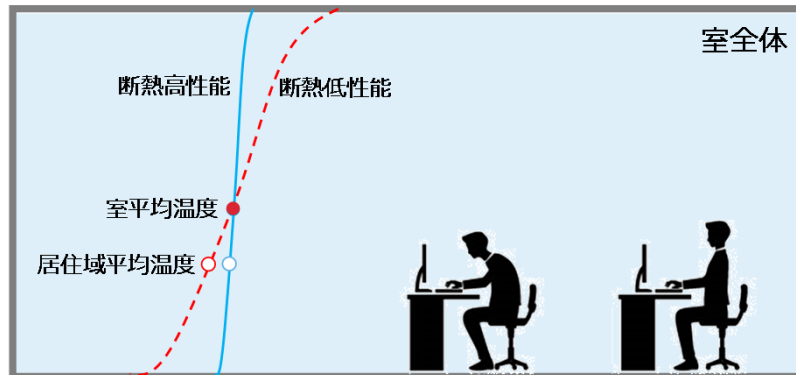


外皮性能とエネルギー増加分の関係の計算結果イメージ

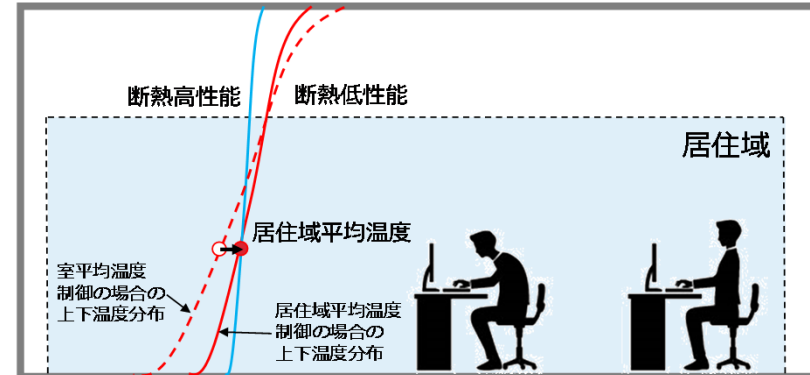
補正の評価手法（補正値の算出方法）案

$$\text{空調投入熱量増減率}[-] = \frac{\text{居住域平均気温で空調制御した場合の空調投入熱量[kW]}}{\text{室平均気温で空調制御した場合の空調投入熱量[kW]}}$$

室平均気温で空調制御した場合



居住域平均気温で空調制御した場合



補正值の算出結果 (小規模事務所、2地域、暖房時)

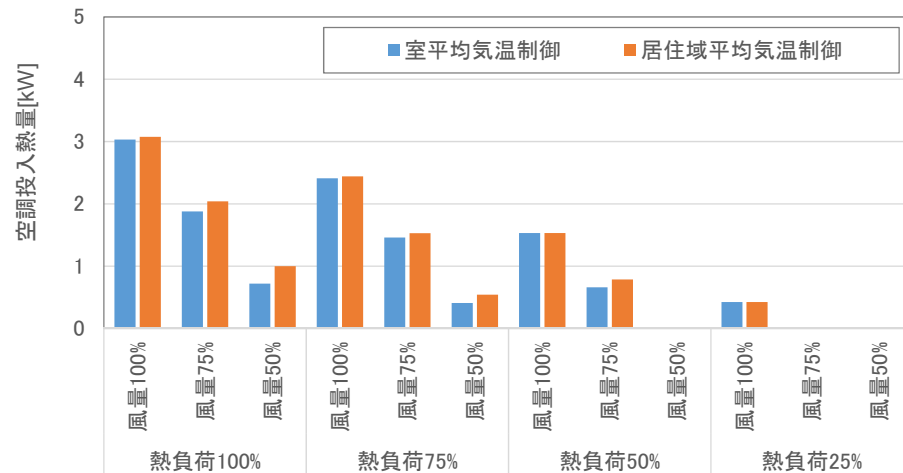
風量100%時は、室平均気温で空調制御した場合の空調投入熱量と、居住域平均気温で空調制御した場合の空調投入熱量は同等で、空調投入熱量増減率は、断熱性能、熱負荷にかかわらず概ね1.0

室内の気流が速度が高く、吹き出し温度差も小さいため、上下温度差ができにくい状況にあったためと思われる。

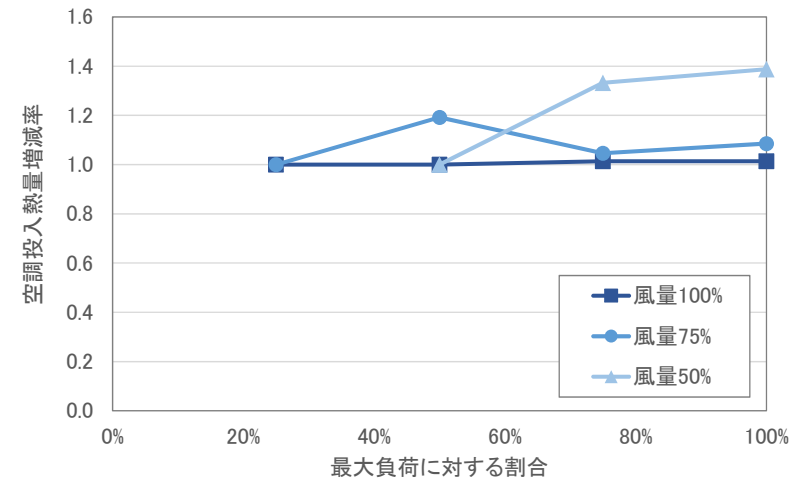
風量75%、50%時は、空調投入熱量増減率1.1~1.4程度
 負荷率が高い場合に、空調投入熱量増減率が高い傾向にある。

【断熱標準性能】

空調投入熱量



空調投入熱量増減率



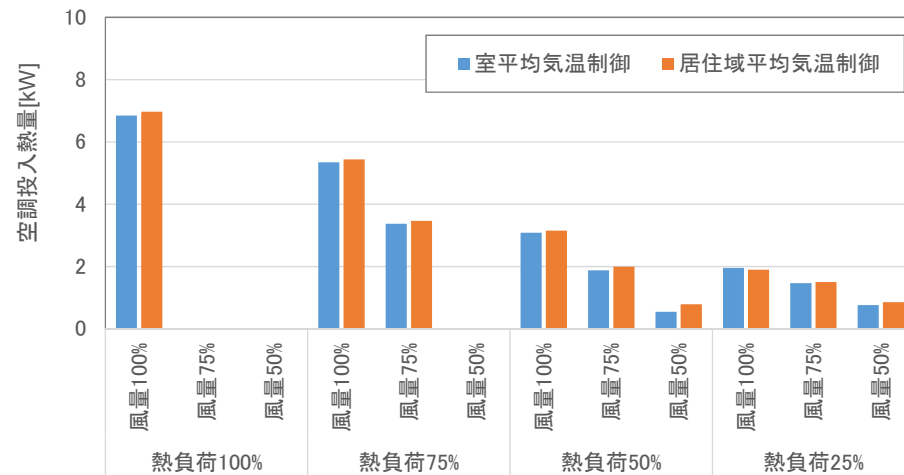
補正值の算出結果 (小規模事務所、2地域、暖房時)

室平均温度で空調制御した場合の空調投入熱量と、居住域平均温度で空調制御した場合の空調投入熱量は同等で、空調投入熱量増減率は、熱負荷にかかわらず概ね1.0

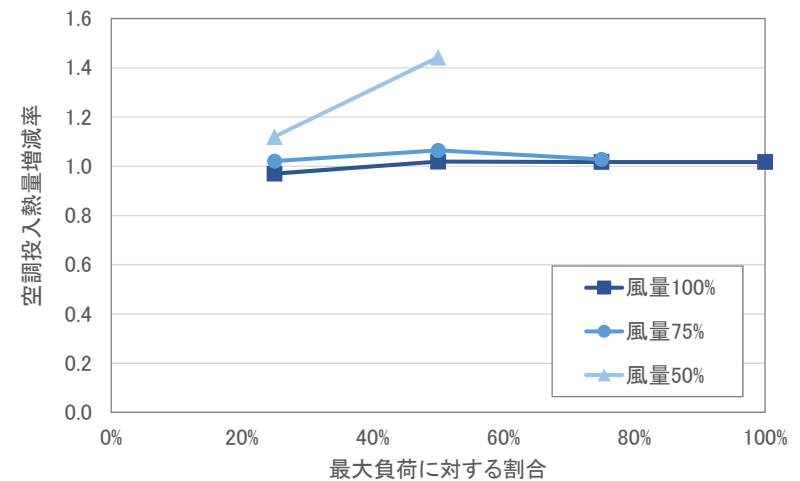
ただし、風量50%時は、空調投入熱量増減率1.1~1.4程度

【断熱低性能】

空調投入熱量



空調投入熱量増減率



補正值の算出結果 (小規模事務所、2地域、冷房時)

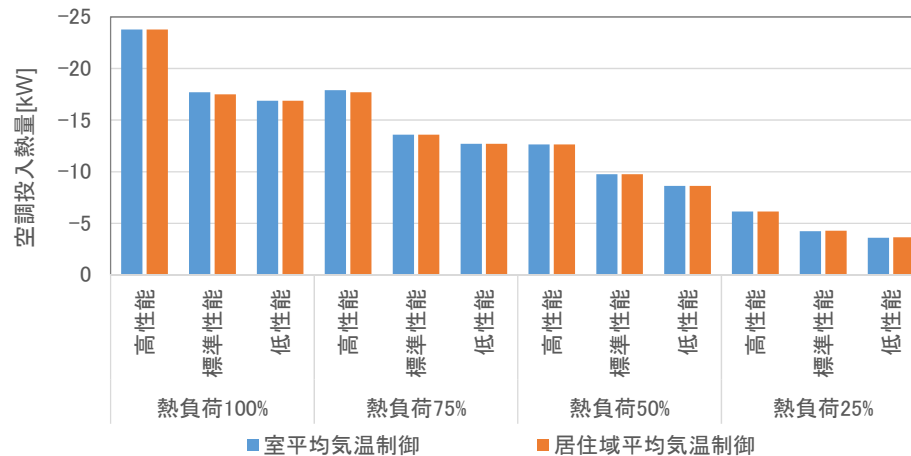
冷房時は、室平均温度で空調制御した場合の空調投入熱量と、居住域平均温度で空調制御した場合の空調投入熱量は同等で、空調投入熱量増減率は、断熱性能、熱負荷にかかわらず概ね1.0

冷房時は、補正の必要はないと想定

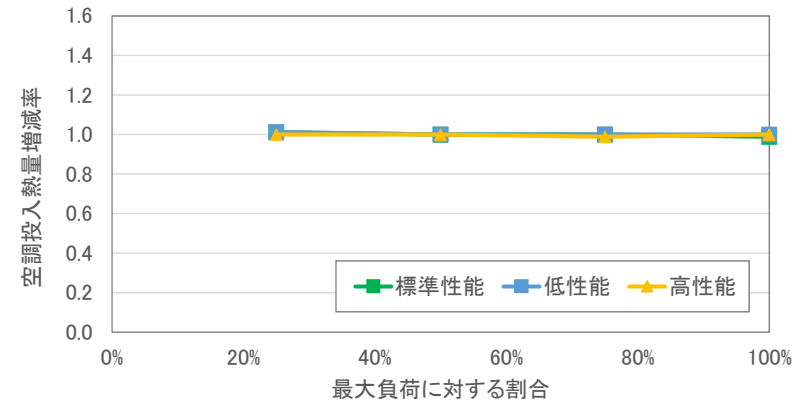
※冷房時は、上下温度差ができにくいため風量100%時のみCFD計算を実施

【風量100%時】

空調投入熱量



空調投入熱量増減率

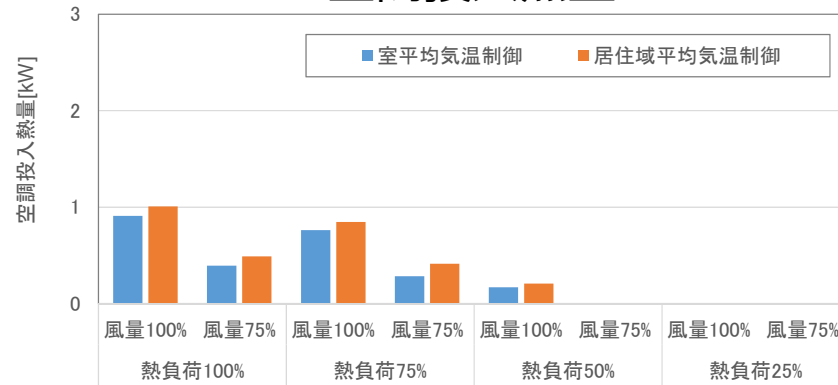


補正值の算出結果 (学校、6地域、断熱低性能)

【暖房時】 空調投入熱量増減率1.1~1.4程度
 風量100%時より、75%時の方が空調投入熱量増減率が高い

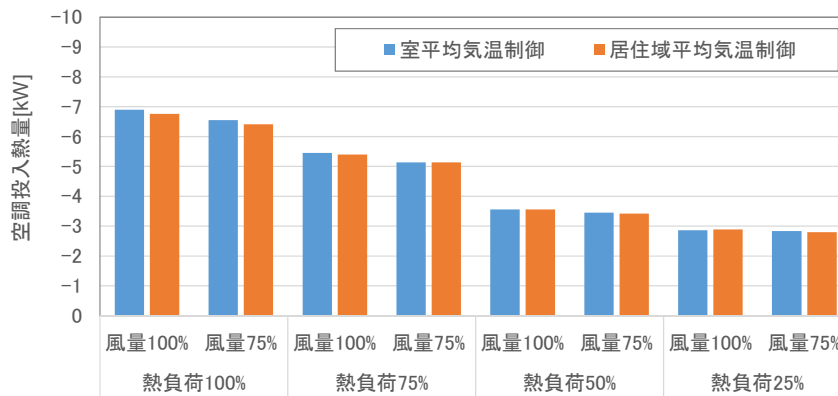
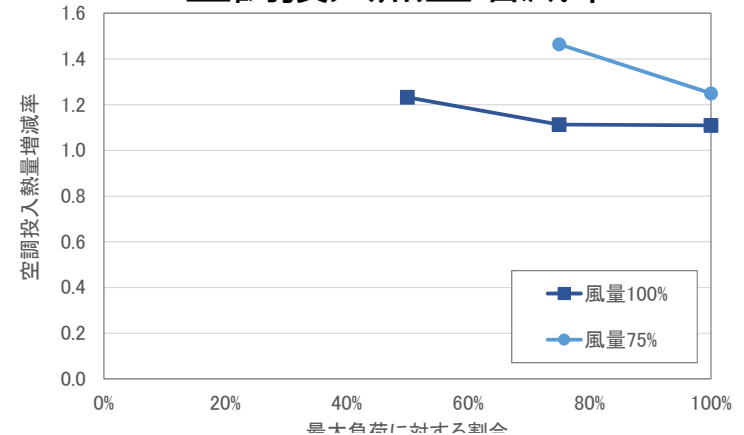
【冷房時】 空調投入熱量増減率は概ね1.0
 冷房時は、補正の必要はないと想定

空調投入熱量

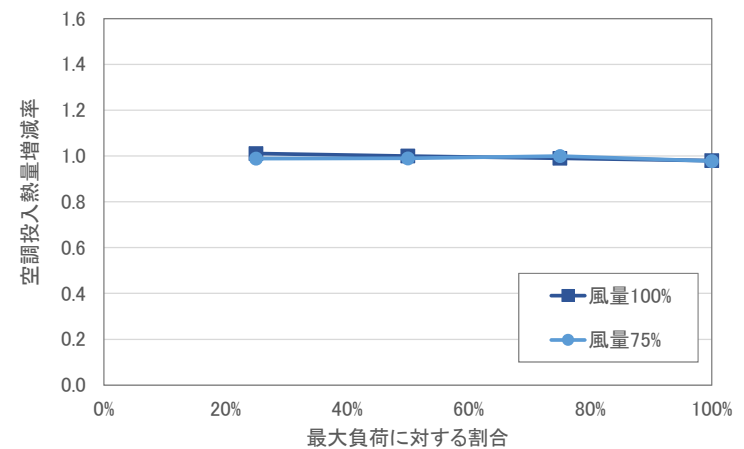


【暖房時】

空調投入熱量増減率



【冷房時】



4. まとめ

まとめ

本調査では、外皮(外壁、屋根、床、窓)の熱性能及び空調方式が、室内の上下温度分布等の温熱環境に及ぼす影響を踏まえた空調エネルギー消費量の評価手法を開発することを目的とし、以下の調査を行った。

(イ) 外皮の熱性能及び空調方式の実態把握

外皮の熱性能及び空調方式が室内の上下温度分布等の温熱環境に与える影響を考慮した評価手法を開発するために、図面調査や設計実務者にヒアリングを行い、解析に使用するパラメーター(外皮の熱性能、空調方式)を地域、建物用途別に収集・整理した。

調査対象

- ✓ 調査先:設計事務所4社、ゼネコン5社
- ✓ 調査建物:事務所28件、ホテル19件、学校17件、老健施設12件の合計76件

外壁と窓を合計した熱貫流率

- ✓ 熱貫流率の分布は、 $0.3\sim 3.9[W/(m^2K)]$ の範囲で分散
- ✓ 温暖地での平均値は、老健施設の断熱性能が高く、単板ガラスの建物があるホテルは低い
事務所 $1.51[W/(m^2K)]$ 、ホテル $2.01[W/(m^2K)]$ 、学校 $1.81[W/(m^2K)]$ 、老健施設 $1.62[W/(m^2K)]$
- ✓ 寒冷地での平均値は、建物用途による違いは少ない
事務所 $1.15[W/(m^2K)]$ 、ホテル $1.18[W/(m^2K)]$ 、学校 $1.01[W/(m^2K)]$

空調方式

- ✓ 空調熱源方式は、事務所は、中央式の建物もあるが、その他の建物用途は、個別分散式の建物が多い
- ✓ 空調方式では、放射式の空調方式を採用している建物はほとんどなく、概ね対流式の空調方式
- ✓ ペリメータ専用の空調機を設置している建物は概ね事務所のみで、その他の建物用途は、ペリメータ専用機の設定はほとんどない
- ✓ これらの空調方式を、数値流体解析(CFD)を行うモデル建物の基本仕様とする

まとめ

(□) 外皮の熱性能及び空調方式による室内の上下温度分布等の解析

外皮の熱性能の違いによる室内の上下温度分布等をCFDによって把握する。外皮の熱性能と空調方式が室内の上下温度分布等の温熱環境に及ぼす影響を整理し、それらの影響を踏まえた空調エネルギー消費量の評価手法を開発する。

本年度は、CFDを行うための計算パラメータの想定と、CFDの試算、空調エネルギー消費量の評価手法の案を提案した。

計算パラメータ想定

CFD計算ケースとして、以下のパラメータの組み合わせにより、最大で288ケースを設定

- ・ 計算モデル建物 : 大規模事務所・小規模事務所の事務室、ホテルの客室、学校の普通教室
- ・ 計算地域 : 温暖地 (6地域)、寒冷地 (2地域)
- ・ 外皮の熱性能 : 外壁+窓の熱貫流率が平均断熱性能、高断熱性能、低断熱性能
- ・ 熱負荷条件 : 最大負荷時(100%)、最大熱負荷の95%、75%、50%、25%、12.5%の時刻

CFD計算実施

設定した計算ケースでのCFD計算を実施

- ①熱負荷計算で算出した熱負荷を空調投入熱量として設定
- ②室平均温度が、設定温度となるように空調熱量を設定
- ③居住域平均温度が、設定温度となるように空調熱量を設定
- ④居住高さ平均温度が、設定温度となるように空調熱量を設定

まとめ

空調エネルギー消費量の評価手法案

室平均気温で空調制御した場合の空調投入熱量に対する居住域平均温度で空調制御した場合の空調投入熱量の割合を、空調投入熱量増減率として、評価による補正係数の案として提案、試算した。

- ✓ 寒冷地の小規模事務所の結果では、暖房時は、空調投入熱量増減率は、断熱低性能と断熱標準性能のケースで1.1~1.4程度の結果となった。冷房時は、空調投入熱量増減率は、空調投入熱量増減率が概ね1.0となり、補正の必要はないと推定された。
- ✓ 温暖地の小規模事務所では、暖房時の吹き出し風量75%時、50%時の断熱低性能のケースにおいて、空調投入熱量増減率が1.2~1.4程度となった。
- ✓ 寒冷地の学校では、暖房時は、断熱低性能のケースで、吹き出し風量100%時は、熱負荷の割合にかかわらず空調投入熱量増減率1.05程度、吹き出し風量75%時は、熱負荷50%以上の場合に空調投入熱量増減率1.15~1.2となった。
- ✓ 温暖地の学校では、暖房時は、断熱低性能のケースで、吹き出し風量100%時は、空調投入熱量増減率1.1~1.2程度、吹き出し風量75%時は、空調投入熱量増減率1.2~1.4程度となった。冷房時は、空調投入熱量増減率は、検討した全てのケースで、空調投入熱量増減率が概ね1.0となり、補正の必要はないと推定された。

今後の課題

- ✓ 放射の影響を考慮した温熱環境（温冷感）の等価性での評価手法の検討
- ✓ 平面温度分布の評価も考慮できる評価方法の検討
- ✓ 実際の設備での空調自動制御（風量制御と温度制御）を再現したCFD計算での評価手法検討の実施

NIKKEN
EXPERIENCE, INTEGRATED

