

非住宅建築物における 外皮性能による温熱環境を考慮した 空調エネルギー評価に関する取り組み

国立研究開発法人建築研究所

環境研究グループ

赤嶺嘉彦

内容

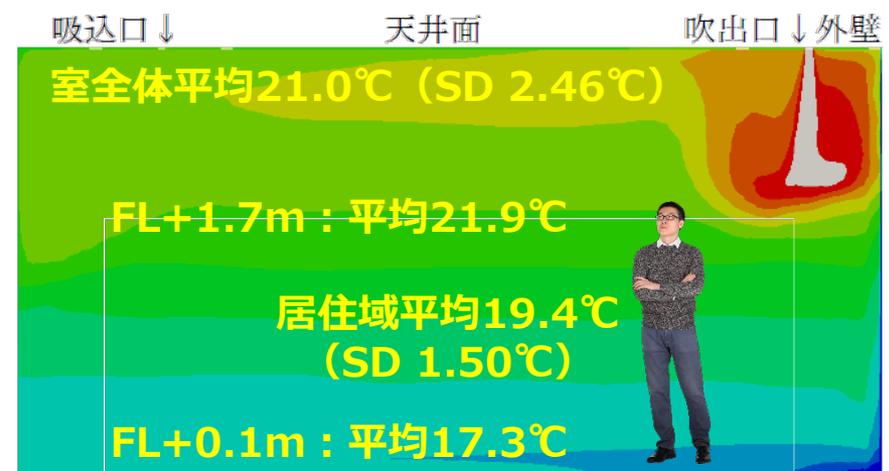
- I. はじめに
- II. 省エネルギー基準における評価の概要
- III. 断熱性能が室内の上下温度分布に及ぼす影響
- IV. 温熱環境を踏まえた空調エネルギー評価に関する検討

はじめに(1)

- 一般的な空調熱負荷計算では、室内空間の温熱環境を1点の温湿度で代表させており、室内の**上下温度分布などの影響**は考慮されていない。



一般的な空調負荷計算での想定



実際
(外皮性能が低い場合)

暖房時における室内の温度分布の例

はじめに(2)

- 設計者は、快適な室内温熱環境の実現とともに、空調エネルギーを削減するための工夫(外皮性能の確保・空調設備計画)をしている。



非住宅建築物における外皮性能による温熱環境を考慮した空調エネルギー評価が望まれる。

※住宅における省エネルギー基準の評価では、上下温度分布や作用温度を考慮して、外皮性能に応じて暖房負荷を補正している。

Ⅱ 省エネルギー基準における評価の概要

一次エネルギー消費量による評価

共通条件(地域区分、室用途、床面積等)

基準仕様

- 空調エネ消費量
- +
- 換気エネ消費量
- +
- 照明エネ消費量
- +
- 給湯エネ消費量
- +
- 昇降機エネ消費量
- +
- 事務機器等のエネ消費量

- 空調エネ消費量
- +
- 換気エネ消費量
- +
- 照明エネ消費量
- +
- 給湯エネ消費量
- +
- 昇降機エネ消費量
- +
- 事務機器等のエネ消費量

設計仕様

省エネ手法を加味

設備の効率化

負荷の削減

事務機器等の省エネ手法は考慮しない

エネルギーの創出

エネ利用効率化設備によるエネ削減量

基準一次エネ消費量

設計一次エネ消費量

≧



非住宅建築物における外皮性能の評価

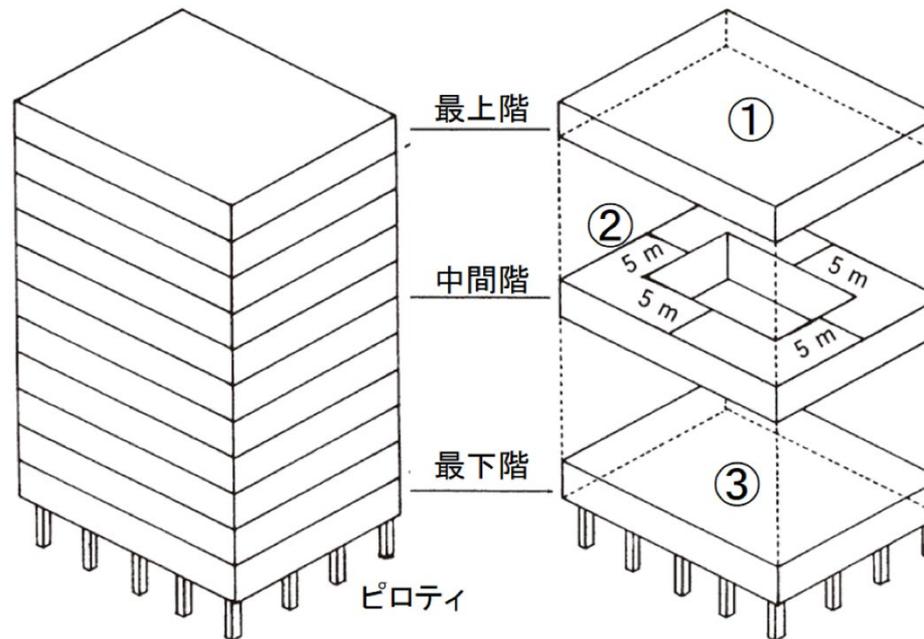
指標：**PAL***（New Perimeter Annual Load、屋外周囲空間の新熱負荷係数）

$$PAL^* = \frac{Q_p}{A_p}$$

Q_p : 屋内周囲空間の年間熱負荷（暖房空調負荷と冷房空調負荷の合計）。単位はMJ/年。

A_p : 屋内周囲空間の床面積の合計。単位は m^2 。

屋内周囲空間（ペリメーターゾーン）



- ① 屋根の直下階の屋内の空間
- ② 各階の外気に接する壁の中心から水平距離が5m以内の屋内の空間
- ③ 外気に接する床の直上の屋内の空間

Ⅲ 断熱性能が室内の上下温度分布に及ぼす影響

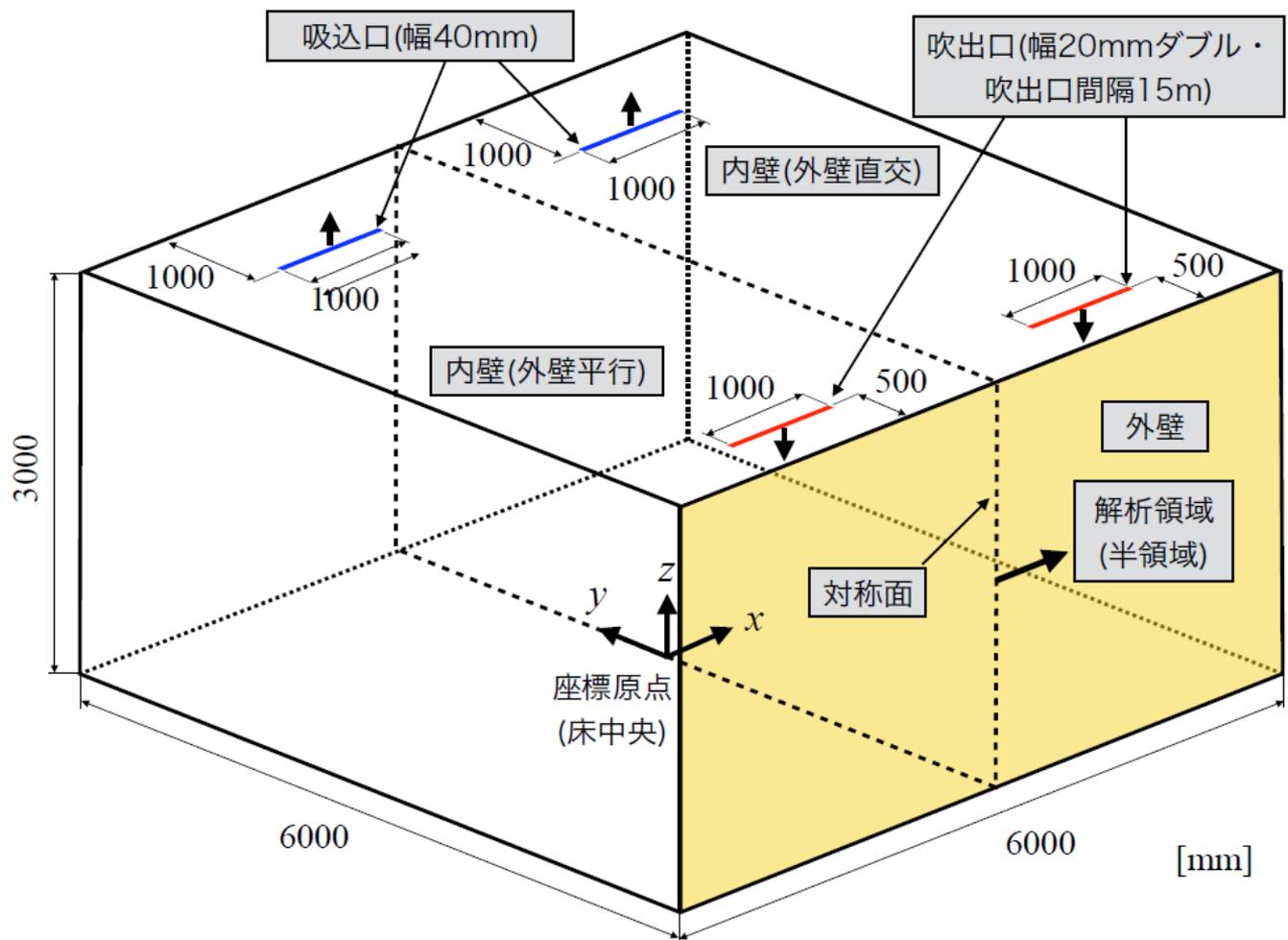
本章の目的

- 暖房時は、外壁や窓からの下降冷気流(ドラフト)が足元の温度を低下させて、快適性を損なう。
- 上下温度分布を考慮せずに算出された暖房負荷を上回る負荷が実際には発生することが懸念される。



数値流体解析(CFD)を用いて、外壁の断熱性能、空調吹出し風量が上下温度分布に及ぼす影響を把握。

室内解析領域



解析ケース

表2 解析ケース

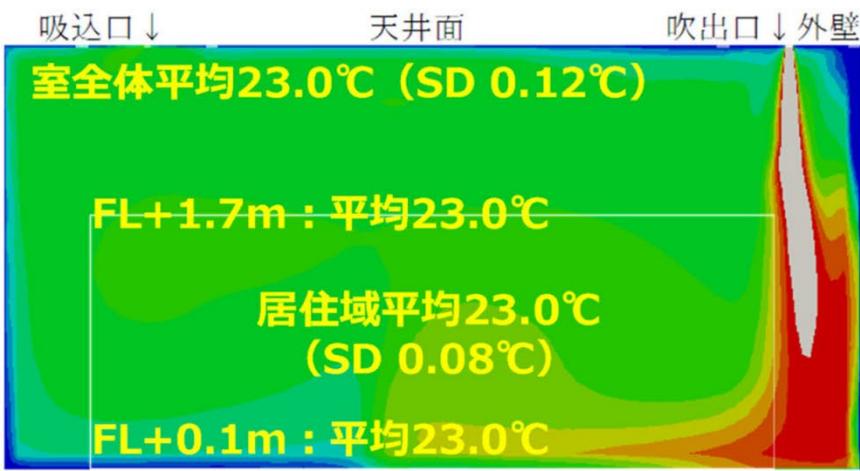
外気温度	0°C
熱貫流率	0.5、1.0、2.0、4.0 W/(m ² K)
吹出風量	2、5、8、11 回/h

表3 吹出温度

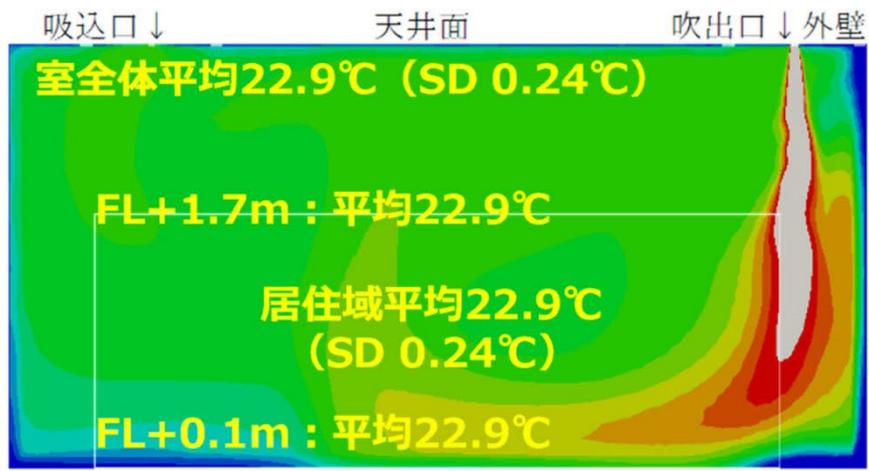
	吹出風量 [回/h]			
	2	5	8	11
熱貫流率 [W/(m ² K)]	吹出温度 [°C]			
0.5	25.9	24.2	23.7	23.5
1.0	28.8	25.3	24.4	24.0
2.0	34.5	27.6	25.9	25.1
4.0	46.0	32.2	28.8	27.2

室全体の平均温度が概ね23°Cとなるときの吹出温度(0.1°C刻みで解析)

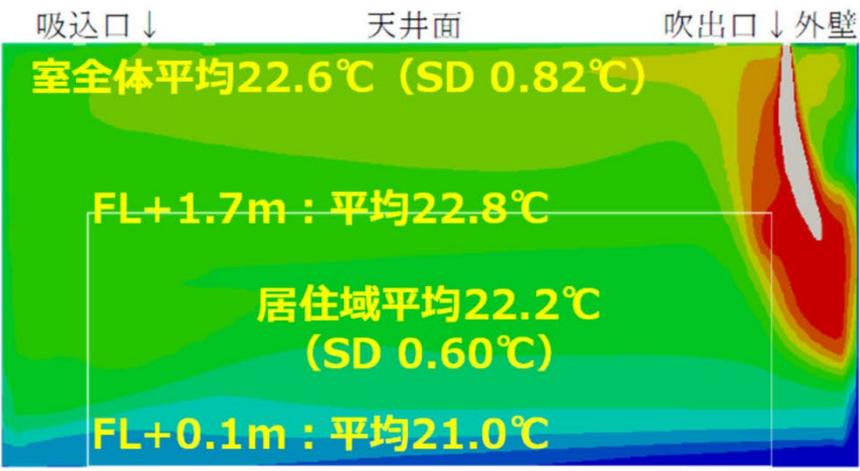
吹出口・吸込口中央鉛直断面の温度分布(吹出風量5回/h)



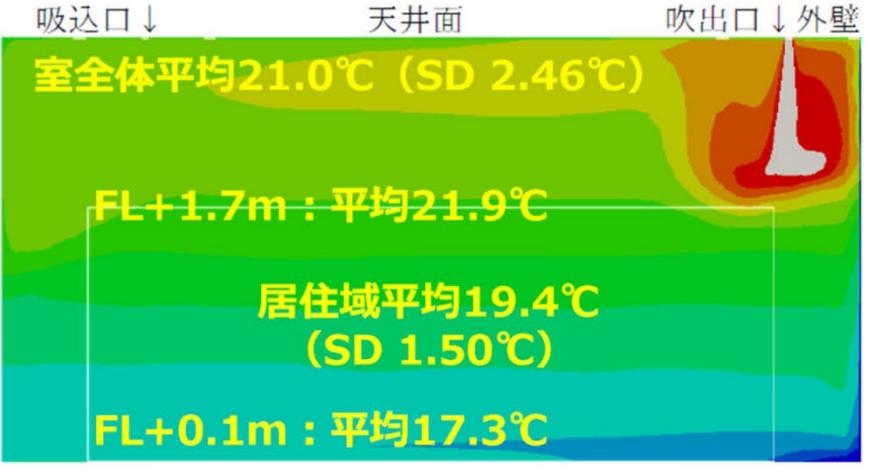
熱貫流率0.5W/(m²K)



熱貫流率1.0W/(m²K)

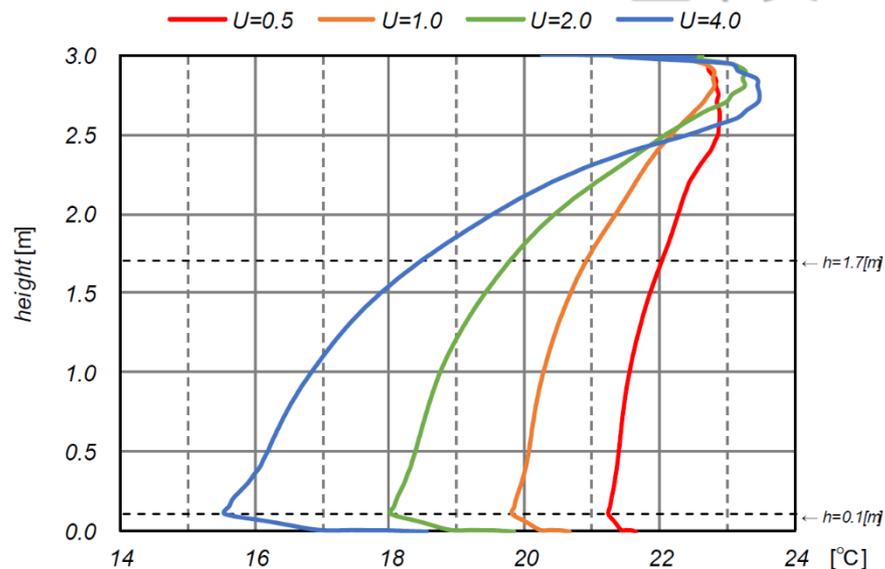


熱貫流率2.0W/(m²K)

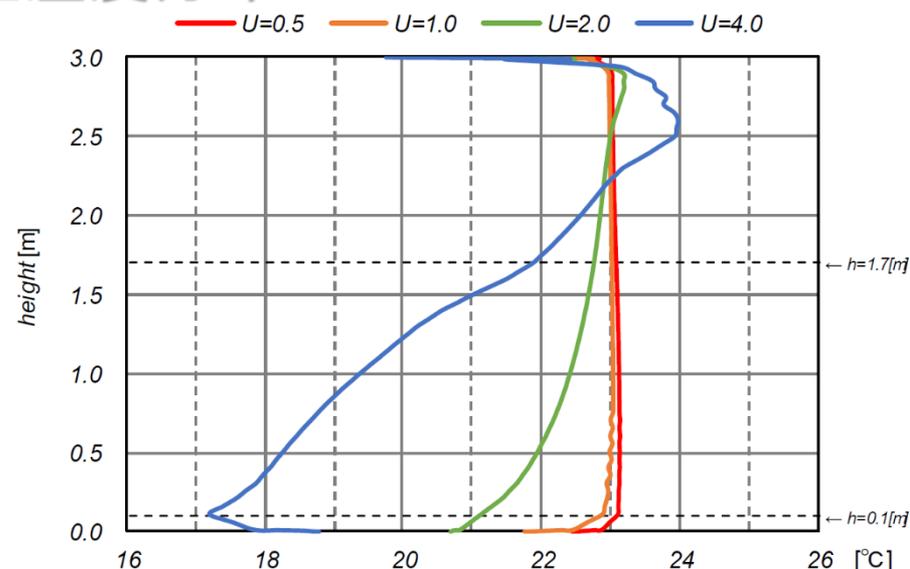


熱貫流率4.0W/(m²K)

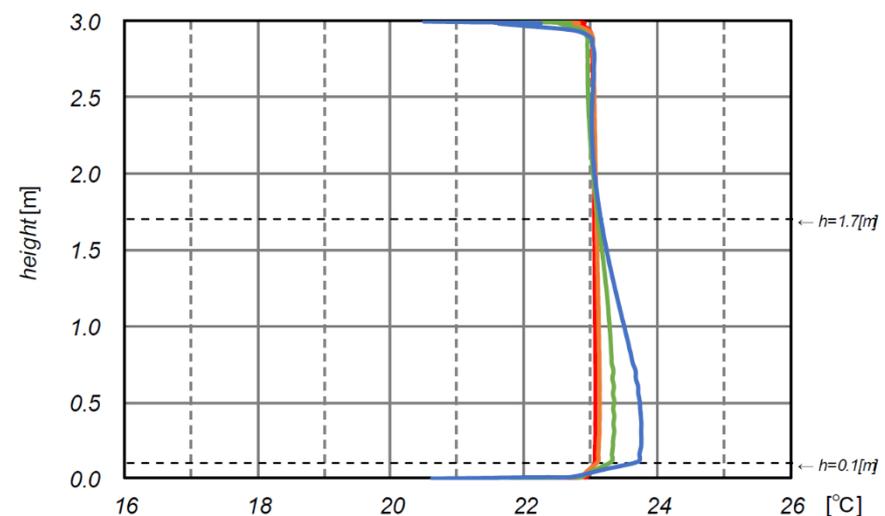
室中央の鉛直温度分布



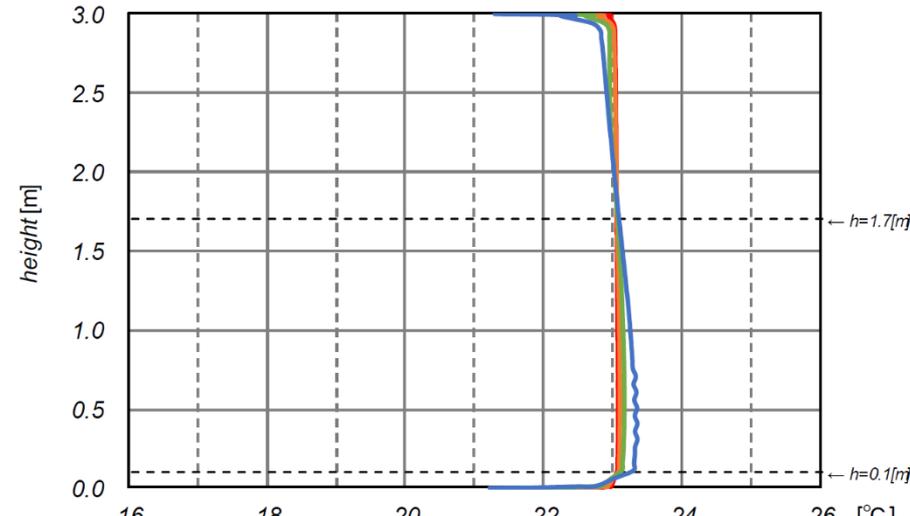
吹出風量2回/h



吹出風量5回/h



吹出風量8回/h



吹出風量11回/h

計算結果

- 同じ吹出風量の条件では、断熱性能の向上により上下温度分布の発生を抑えることができる。また、吹出し温度も低く抑えることができる。
- 同じ断熱性能の条件では、吹出し風量を増やすことにより、上下温度分布の発生を抑えることができる。

IV 温熱環境を踏まえた空調エネルギー評価に関する検討

本検討は、国土交通省・建築基準整備促進事業、課題番号E13「非住宅建築物における室内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(令和1~2年度。事業者:日建設計総合研究所、OCAEL。事業者と建築研究所が共同研究を締結して実施)」のもと行われたもの。

検討概要

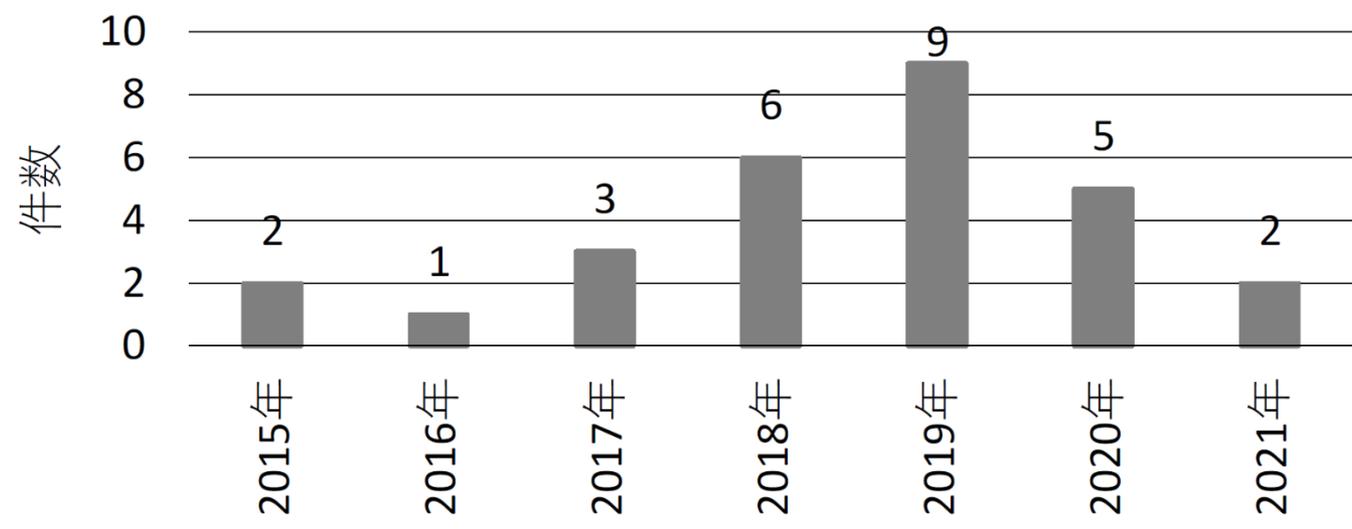
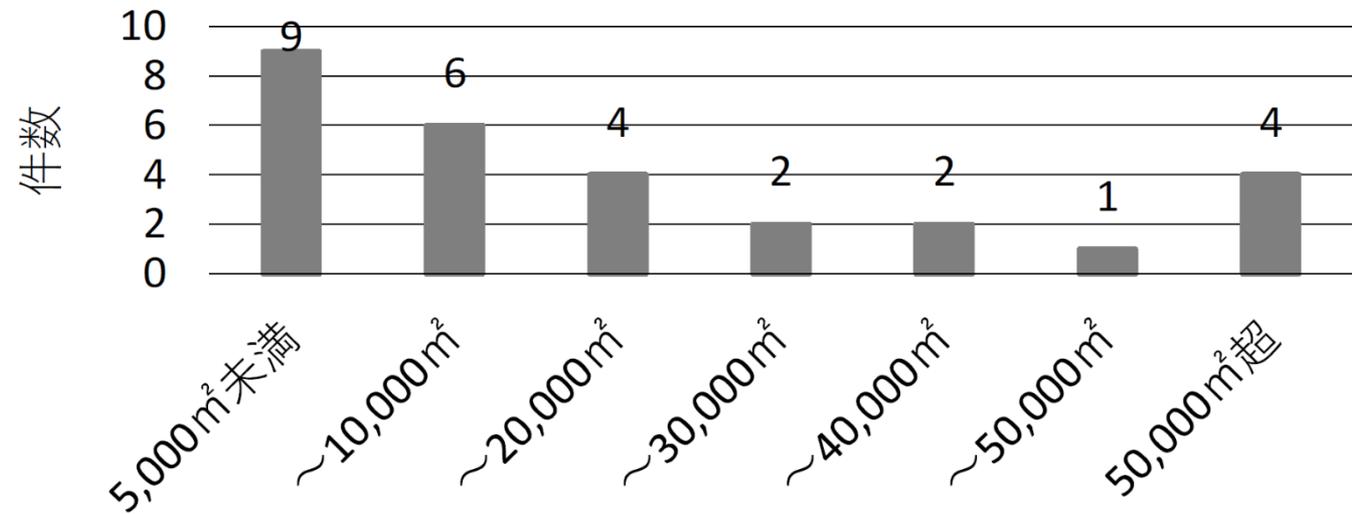
イ) 外皮性能及び空調方式の実態把握

設計実務者等へのヒアリング、設計図書調査により、
ロ)の解析で使用するパラメーター(外皮性能・空調方式)を地域、建物用途及び建物規模別に収集・整理。

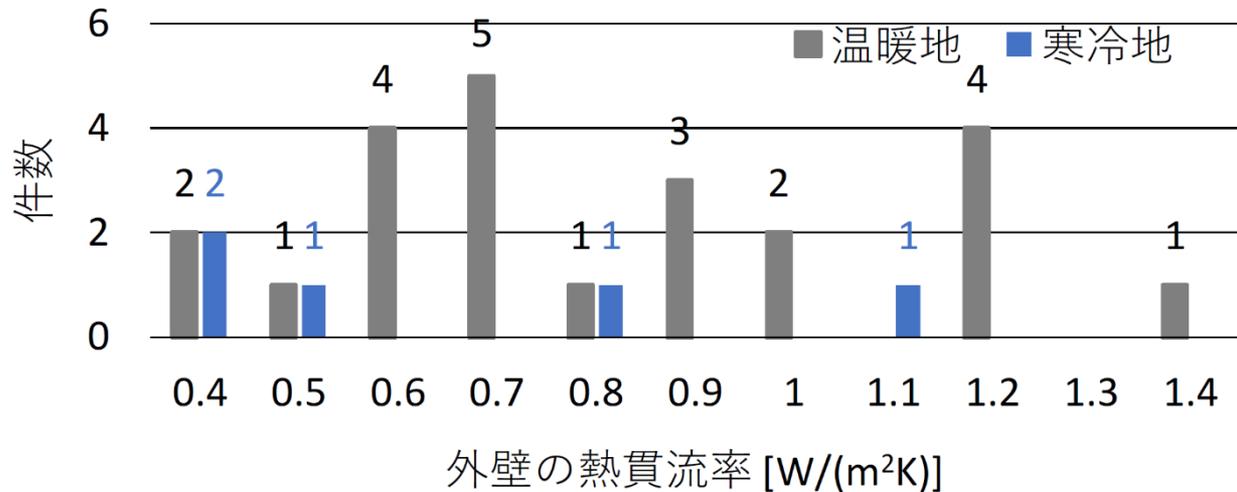
ロ) 外皮の性能及び空調方式による室内の上下温度分布等の解析

暖房時及び冷房時における室内の上下温度分布等をCFDによって把握。上下温度分布等の温熱環境に及ぼす影響を整理し、空調エネルギー消費量の評価手法を検討。

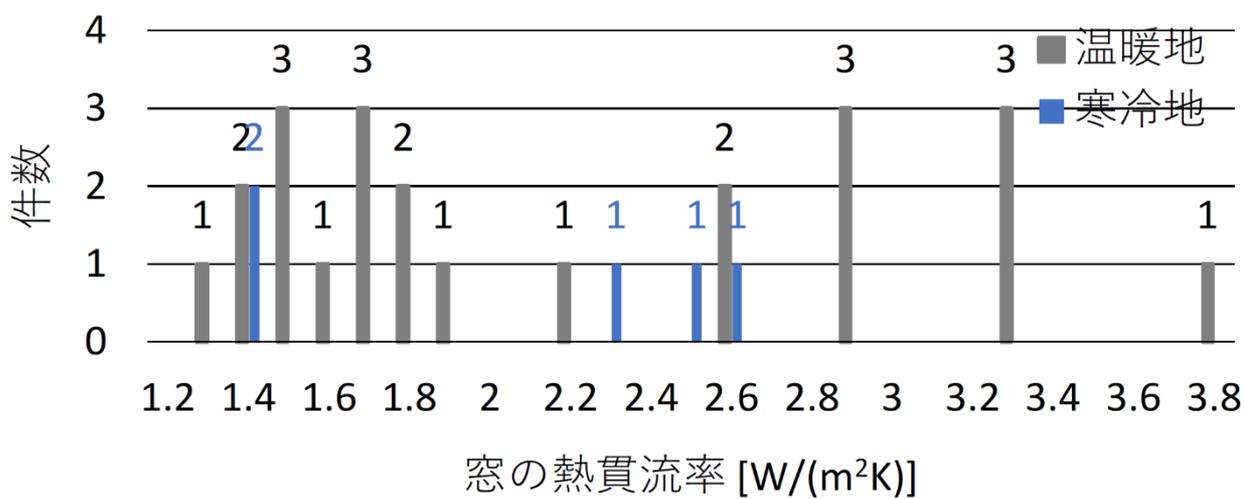
調査建物の規模・竣工年（事務所）



外壁及び窓の熱貫流率(事務所)

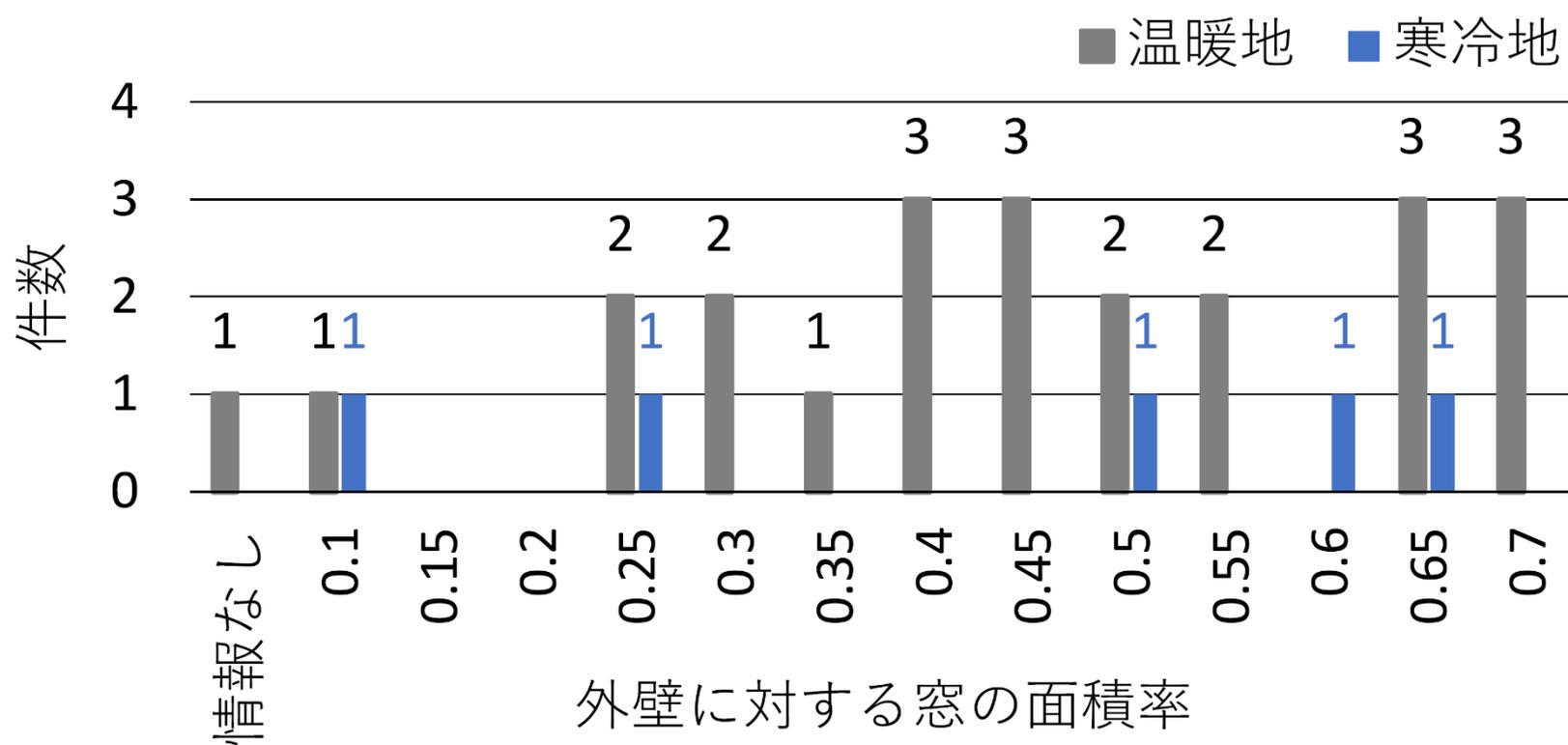


外壁熱貫流率平均値
 温暖地: 0.86W/(m²K)
 寒冷地: 0.65W/(m²K)



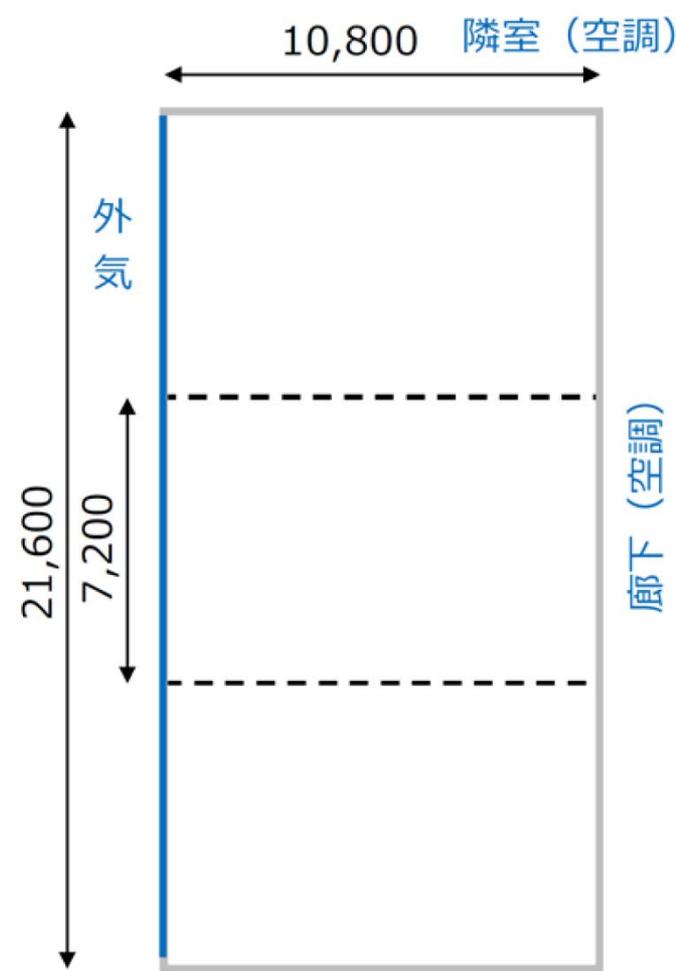
窓熱貫流率平均値
 温暖地: 2.22W/(m²K)
 寒冷地: 2.06W/(m²K)

外壁に対する窓の面積率

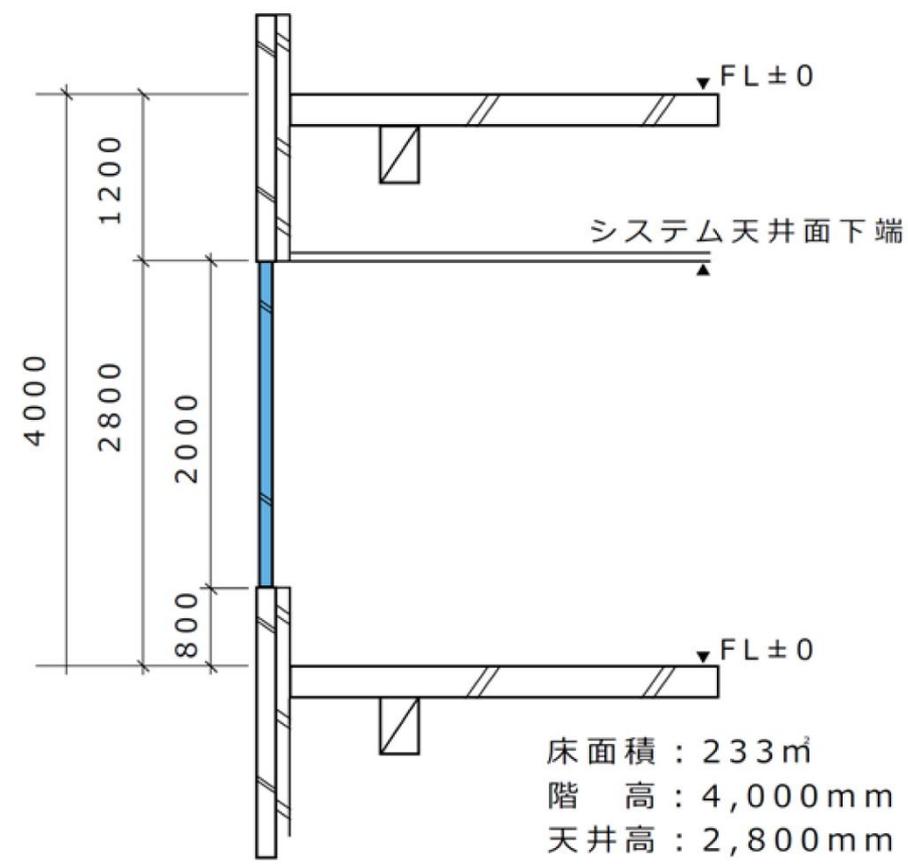


外壁に対する窓の面積率の平均値: 0.45

解析モデル(小規模事務所)



平面図



床面積 : 233㎡
 階高 : 4,000mm
 天井高 : 2,800mm
 窓面積率 : 50%

断面図

CFD解析ケース

室種別	小規模事務所の事務室	大規模事務所の事務室
空調吹出し	天井カセット	天井アネモ
外皮の方位	北面（暖房時）、南面（冷房時）	
地域	温暖地（6地域）、寒冷地（2地域）	
外皮性能	低性能・標準性能・高性能（表5）	
熱負荷条件*1	100、95、75、50、25、12.5%	
吹出風量条件*2	100、75、50%	

*1. 事前に非定常熱負荷計算を行って、最大負荷に対するパーセンテージを設定した。CFD解析では、各熱負荷条件が発生する時間の外気条件を用いて、設定室温となるように吹出温度を調整した。なお、熱負荷計算で該当する負荷条件が発生しない場合は、CFD解析を行わない。

*2. 空調吹出口の仕様を参照して最大風量を100%とした。

外皮の想定(小規模事務所)

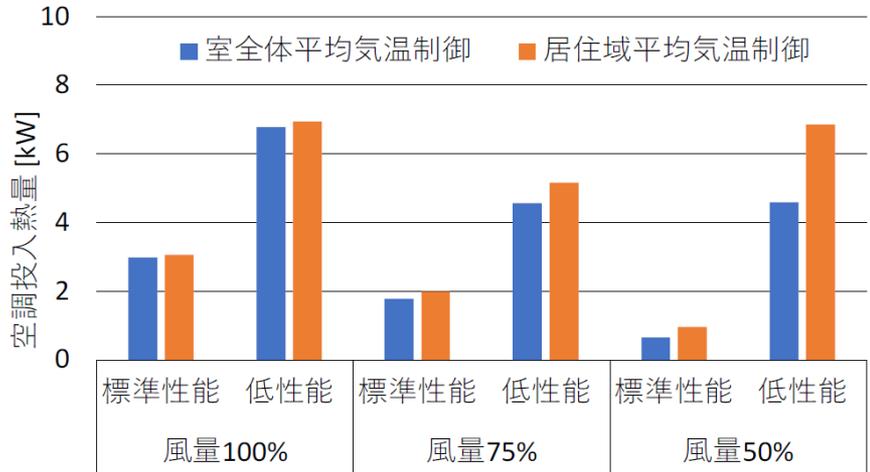
		外壁	窓		
		熱貫流率 [W/(m ² K)]	ガラス 種別	熱貫流率 [W/(m ² K)]	日射熱 取得率
温暖地	低性能	1.01	単板	4.17	0.423
	標準性能	0.65	複層	2.67	0.443
	高性能	0.48	Low-E	1.51	0.301
寒冷地	低性能	1.01	複層	2.67	0.443
	標準性能	0.65	Low-E	1.51	0.301
	高性能	0.38	Low-E ガス入り	1.22	0.303

【共通事項】

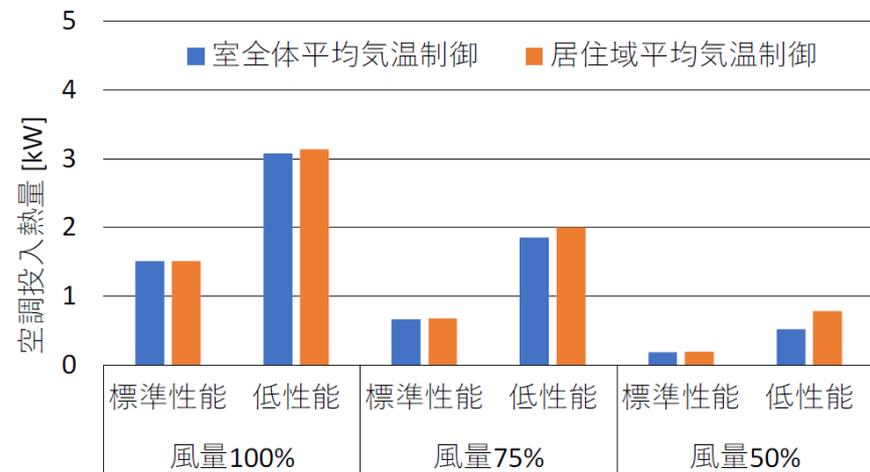
外壁：RC造、コンクリート厚180mm

窓：ブラインドあり。外壁面に対する窓面積率50%

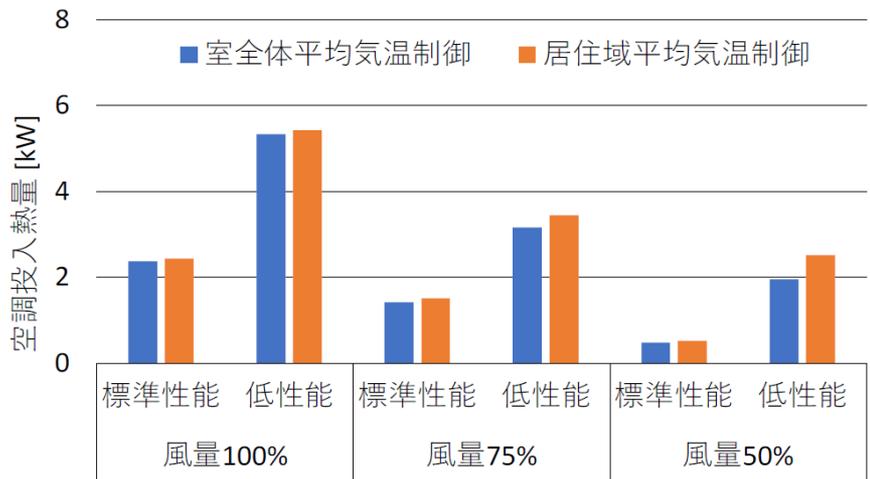
空調投入熱量(小規模事務所・寒冷地・暖房)



(a) 熱負荷条件100%



(c) 熱負荷条件50%



(b) 熱負荷条件75%

室全体平均気温制御

室全体平均気温が設定温度となるように吹出温度を調整。

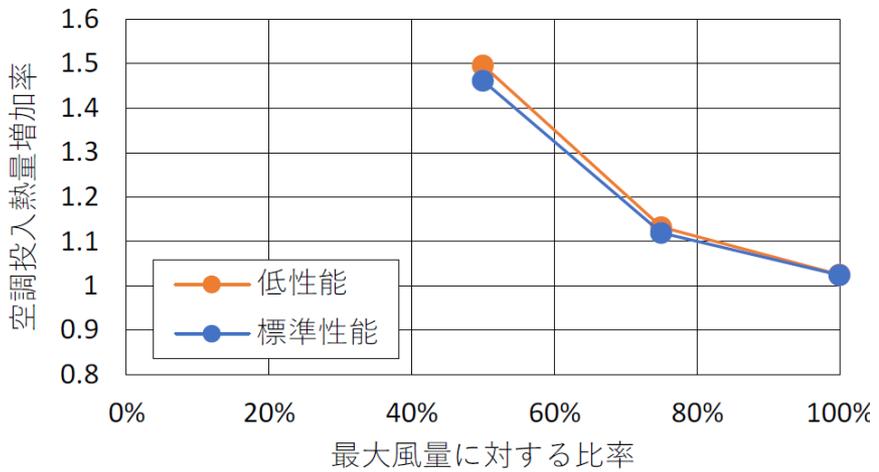
居住域平均気温制御

居住域の平均気温が設定温度となるように吹出温度を調整。

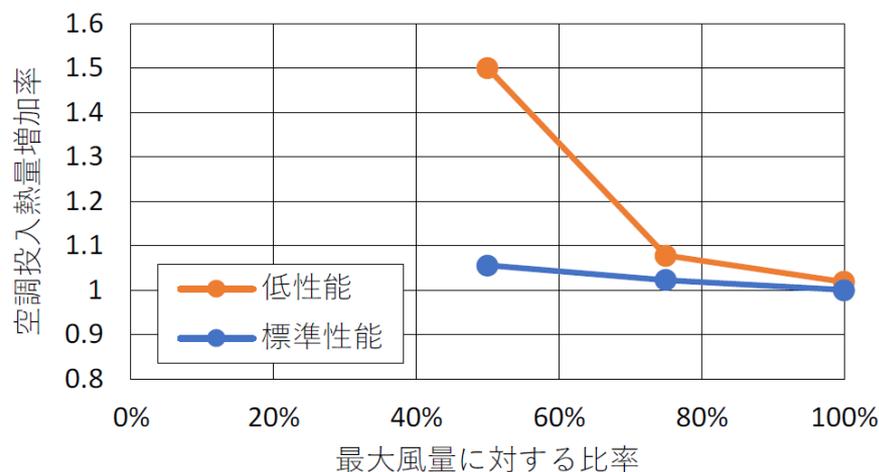
※ 居住域: 周壁から300mm内側、床から1,700mmまでの空間



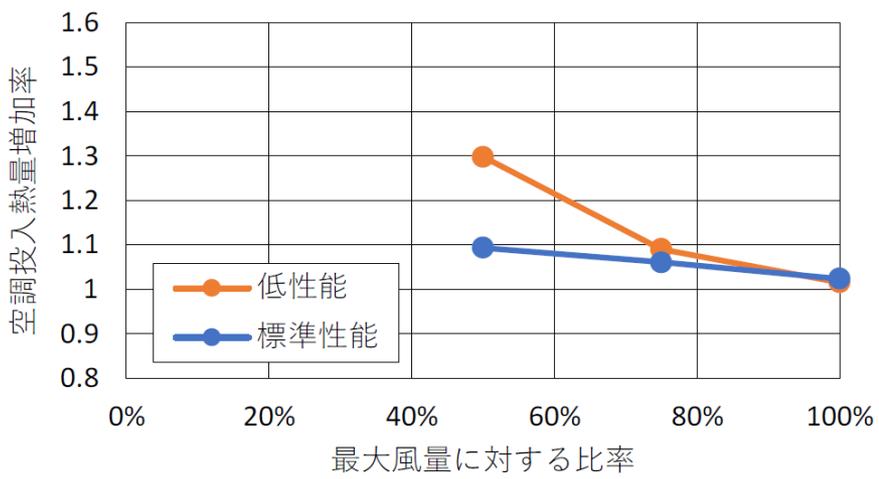
空調投入熱量増加率(小規模事務所・寒冷地・暖房)



(a) 熱負荷条件100%



(c) 熱負荷条件50%



(b) 熱負荷条件75%

空調投入熱量増加率
 室全体平均気温制御における空調投入熱量に対する居住域平均気温制御の空調投入熱量の比



おわりに

- 断熱性能が室内の上下温度分布に及ぼす影響についてCFDの解析結果を示すとともに、温熱環境を踏まえた空調エネルギー評価に関する検討について紹介した。
- 現在、検討結果をもとに、温熱環境を踏まえた空調エネルギー評価手法の開発を進めている。