



# 建築空間の熱負荷・温熱環境評価

北海道の気候・地域特性を考慮した建築物の  
エネルギー・環境評価法の開発

北方建築総合研究所 建築研究部 環境システムグループ  
立松 宏一



# 本発表の関連研究

**研究課題名：建築空間の熱負荷・温熱環境評価**  
－北海道の気候・地域特性を考慮した建築物の  
エネルギー・環境評価法の開発－

**実施年度：R1-R3年度**

**研究区分：経常研究**

# 背景

## 通常的设计における暖・冷房負荷

設計用屋外条件による定常計算  
(最も不利な条件)

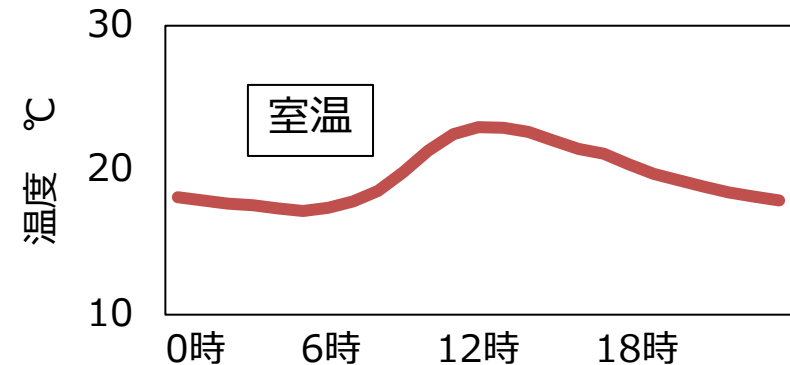
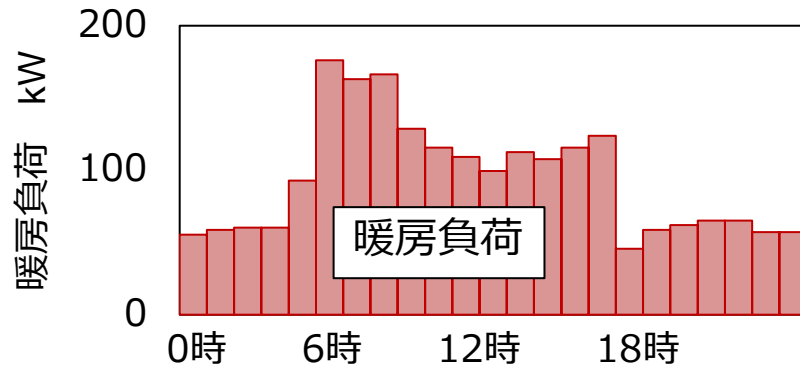


暖房負荷を求めるの場合

$$\text{内外温度差} \times \text{温度差当たり熱損失}$$

(設定室温-最低外気温) (外皮負荷・換気負荷)

## 定常計算では考慮できないこと



実際には負荷は時間帯により変動  
→省エネ設計には負荷の変動も重要

日射取得などにより設定より温度が高くなることもある。  
→室内の暑さに関する相談も多い

時刻別の熱負荷・温熱環境を予測できる既存のプログラムは計算条件の入力に大きな手間を要し、一般には普及していない。



# 目的と計算対象・機能

**目的：** 建築空間の熱負荷・温熱環境評価法を構築

研究・技術支援向けに、入力作業を軽減でき自由度の高いシミュレーションプログラムを開発

- ・ 計算対象、機能を限定
- ・ ユーザーインターフェースは簡素化

→業務施設の脱炭素化など**増加する検討ニーズへの速やかな対応を目指す**

## 計算対象・機能

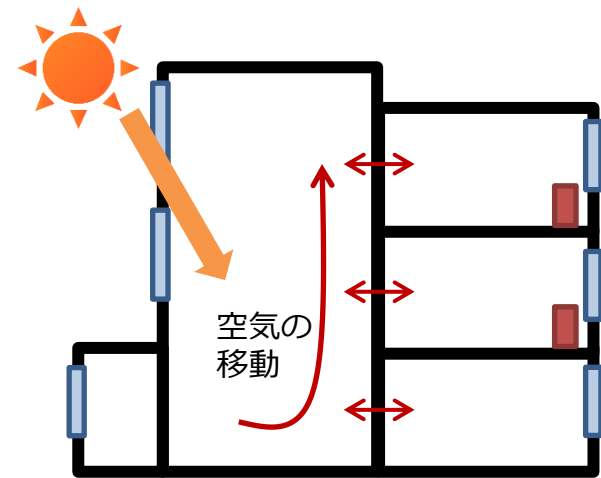
**計算対象：** 一般業務建築  
吹抜けを含む空気移動を計算可能

**出力** **室内環境**

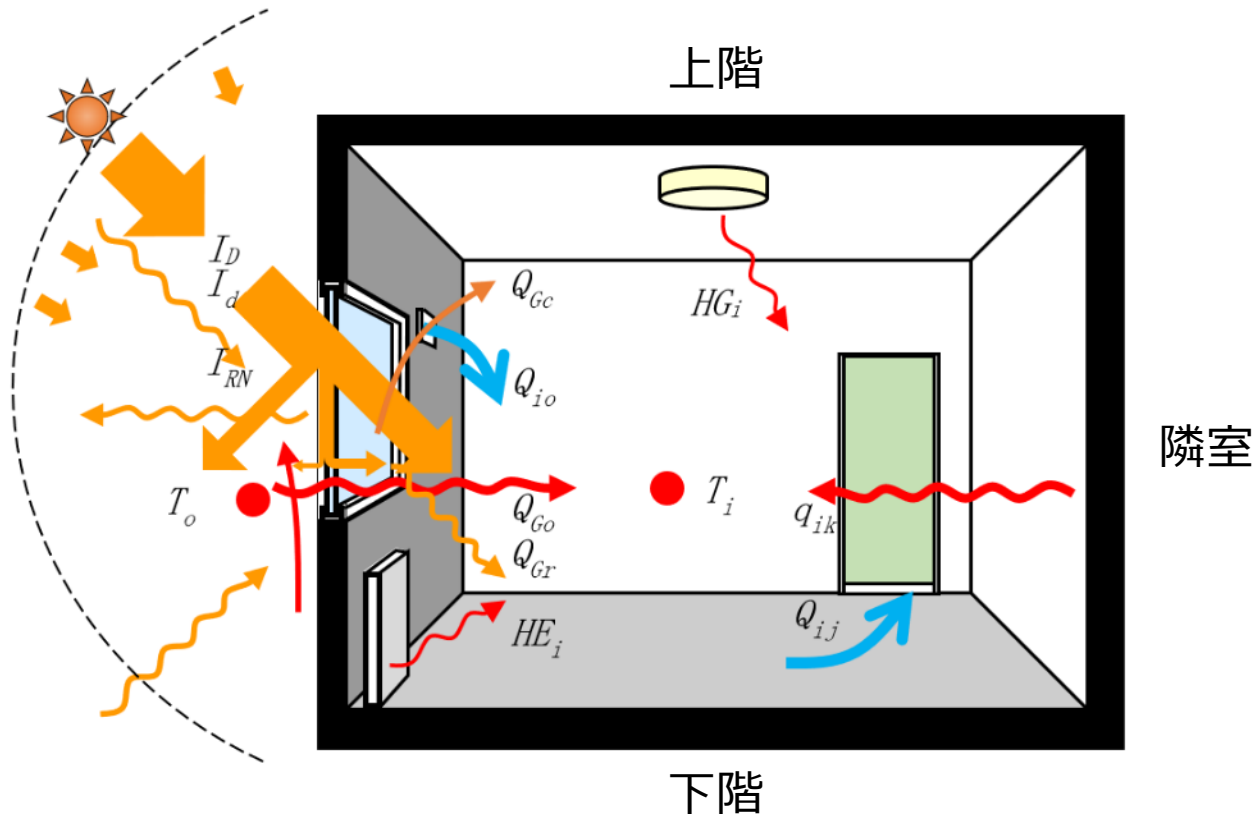
**時々刻々の温度（空間・面）、湿度**

**暖冷房負荷**

**時々刻々の暖冷房負荷**



# 基礎式



## 基礎式

$$C_i \cdot V_i \frac{dT_i}{dt} = \sum S_{ik} \cdot q_{ik} + \sum Q_{Gc} + \sum Q_{Go} + \sum c_l \cdot \rho_l \cdot Q_{ij} \cdot T_l + c_i \cdot \rho_i \cdot N_i \cdot V_i \cdot (T_o - T_i) + HG_i + HE_i$$

蓄熱      壁貫流      日射      窓貫流      室間換気      外気換気      内部発熱      暖冷房熱量

室ごとに熱収支式を立て、多数室連成計算

# 研究内容

## 1. 計算プログラムの構築 スライド7~10

### プログラム記述 (Fortran)

- ・ 日射による影響の取り扱い
- ・ 吹き抜け空間の計算などの検討

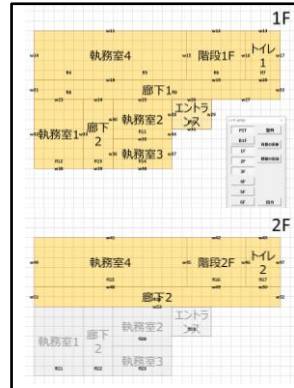
### 検証

- ・ 標準モデル
- ・ 実建物の測定

## 2. 入力部分の作成 スライド11~13

わかりやすい入力部の整備  
→研究担当者の**分業化**を図る  
**設計者での活用も可能**

### 入力部分



室配置を図形として入力

室No	面積 [m2]	一方の部屋A	他方の部屋B	壁の方位
w1	25.50	外気	倉庫	北
w2	18.00	外気	階段PIT	北
w3	25.50	外気	倉庫	西
w4	15.00	倉庫	階段PIT	南仕切
w5	18.00	外気	階段PIT	東
w6	25.50	倉庫	機械室	南仕切
w7	18.00	階段PIT	機械室	南仕切
w8	43.50	外気	機械室	西
w9	43.50	外気	機械室	東
w10	43.50	外気	機械室	南
w11	46.50	外気	執務室4	北
w12	18.00	外気	階段1F	北
w13	10.50	外気	トイレ1	北
w14	46.50	外気	執務室4	西
w15	15.00	執務室4	階段1F	南仕切
w16	15.00	階段1F	トイレ1	南仕切
w17	10.50	外気	トイレ1	東
w18	46.50	執務室4	廊下1	南仕切

室情報・隣接室間の面情報を自動作成

### 計算条件入力シート

- 室条件 (設定室温・熱容量・放熱器容量……)
- 面条件 (層構成、表面熱伝達率・方位……)
- 開口部 (仕様・日射熱取得率……)
- 換気条件 (有効開口面積……)

↓ CSV形式に変換

計算プログラム

温熱環境・熱負荷を算出

- ・ 日射取得熱量
- ・ 空気移動量
- ・ 壁・窓の伝熱
- ・ 空間の熱収支
- ・ 各質点の温湿度
- ・ 表面温度

# 計算プログラムと出力結果

## プログラム本体 抜粋

```

! NOR:空間の数,NOW:壁棟次元伝熱体の数,NOS:二次元伝熱体の数,NOD:次元伝熱体の数
INTEGER NOR,NOW,NOS,NOD

! NON:伝熱計算接点(セル)数
INTEGER NON

! 壁ファイル名
CHARACTER WFILE(100)*12

! 面の外側の温度,(湿度),直達日射量,天空日射量,夜間放射量,SAT,WSG:面の日射量
DOUBLE PRECISION
OT(0:20,8760),OX(0:20,8760),OSRD(0:20,8760),OSRS(0:20,8760),ORN(0:20,8760),OSAT(20,87
60),WSG

! 面の太陽方位
DOUBLE PRECISION SCI(20,8760),TASH(20,8760),TASA(20,8760),CISA(20,8760),CID

! 風向,風速
INTEGER SDDR(8760)
DOUBLE PRECISION SDV(8760)

! 室面積,天井高さ,室の熱容量,換気回数,部屋容積
DOUBLE PRECISION RAS(70),RCL(70),RTC(70),RAER(70),RVOL(70)

! 空調スケジュール番号,内部発熱スケジュールNo,内部スケジュール数
INTEGER ASCH(70),RSCH(70),NS

! 暖房スケジュール,冷房スケジュール,暖房能力(最大値kW),冷房能力,内部発熱スケジ
ュール
REAL HSCH(70,8760),CSCH(70,8760),HCA(70),CCA(70),ISCH(70,8760),STTH(70),STTC(70)

! TR:部屋温度
DOUBLE PRECISION TR(70)

! HEL:計算時間間隔毎の暖房負荷[kW],CLO:計算時間間隔毎の冷房負荷,THEL:記録間隔ご
との暖房負荷,TCLO:記録間隔ごとの冷房負荷
DOUBLE PRECISION HEL(70),CLO(70),THEL(70),TCLO(70)
    
```

## 計算出カシート抜粋

日 (1~365)	時刻	暖房負荷 [kW]				冷房負荷 [kW]			
日	時	室1	室2	.....	室1	室2	.....		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	0	0	0	
4	2	0	0	0	0	0	0	0	
4	3	0	0	0	0	0	0	0	
4	4	0	0	0	0	0	0	0	
4	5	0	0	0	0	0	0	0	
4	6	11	11	0	0	0	0	0	
4	7	9.863	9.863	0	0	0	0	0	
4	8	7.8058	7.8058	0	0	0	0	0	
4	9	7.2702	7.2702	0	0	0	0	0	
4	10	6.8697	6.8697	0	0	0	0	0	
4	11	6.5117	6.5117	0	0	0	0	0	
4	12	6.1744	6.1744	0	0	0	0	0	
4	13	5.8899	5.8899	0	0	0	0	0	
4	14	5.6366	5.6366	0	0	0	0	0	
4	15	5.4011	5.4011	0	0	0	0	0	
4	16	5.1855	5.1855	0	0	0	0	0	
4	17	5.0279	5.0279	0	0	0	0	0	
4	18	0	0	0	0	0	0	0	
4	19	0	0	0	0	0	0	0	
4	20	0	0	0	0	0	0	0	
4	21	0	0	0	0	0	0	0	
4	22	0	0	0	0	0	0	0	
4	23	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	

部屋別の暖房・冷房熱量

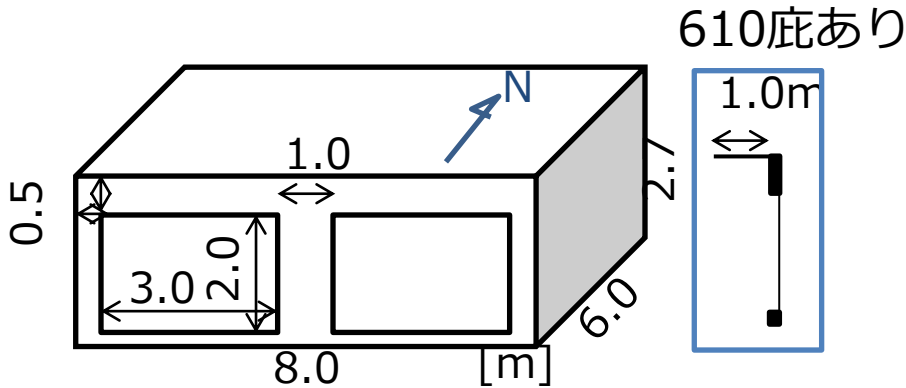
毎時

暖冷房負荷計算の場合の算出例

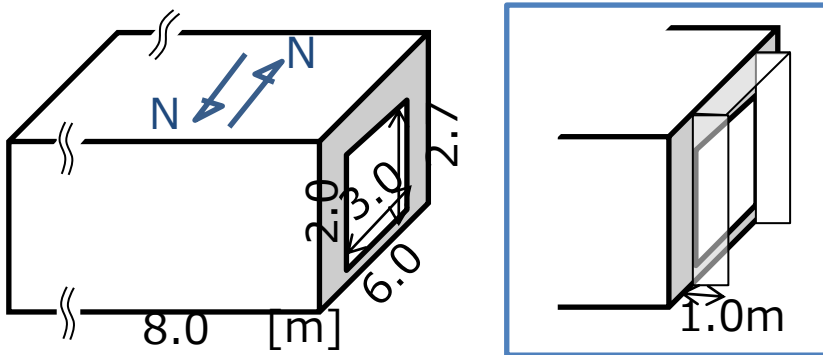
# 標準モデルによる検証

## ANSI/ASHRAE 140 Method Of Test For Evaluating Building Performance Simulation Software (建築物性能シミュレーションの診断の手法) による検証

### Case600,610,640,650のモデル



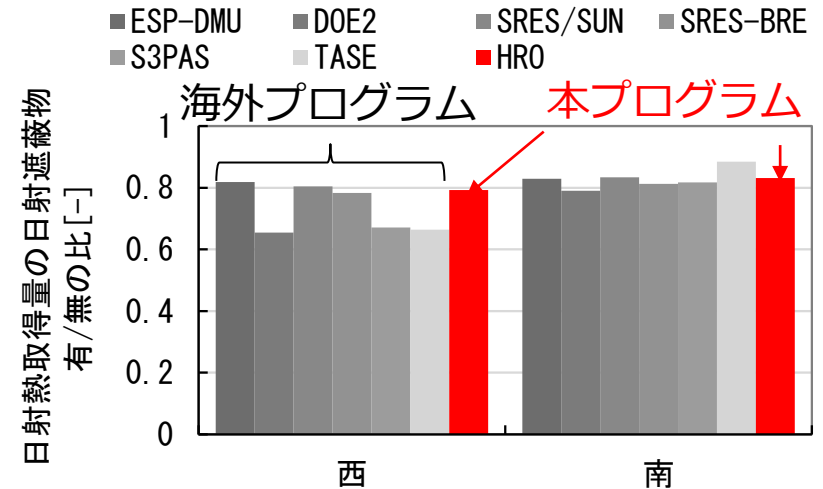
### Case620, 630のモデル 630ルーバーあり



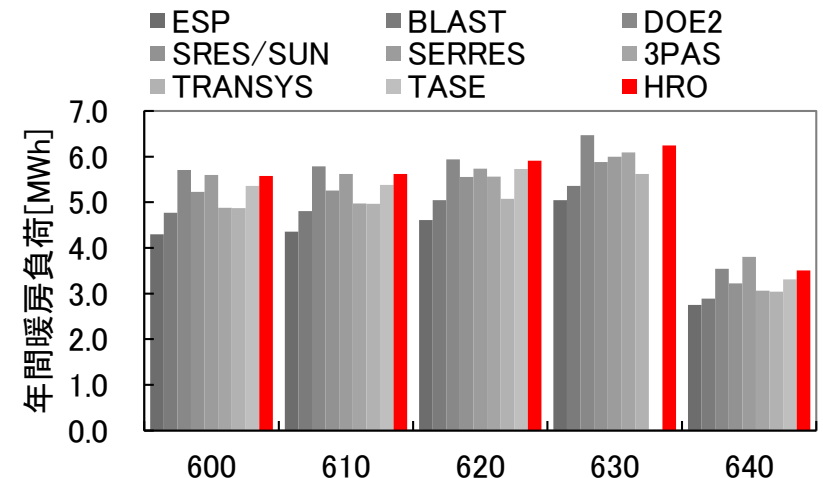
### Case900 : 600と同じモデル、熱容量大

検証により一部修正し、他のプログラムと同等の計算結果になることを確認

### 庇・ルーバー有/無の日射熱取得量の比



### 年間暖房負荷

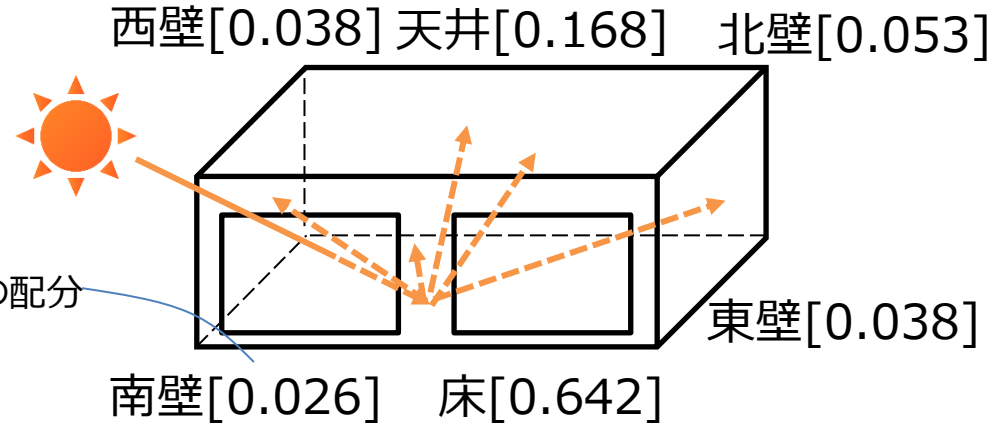
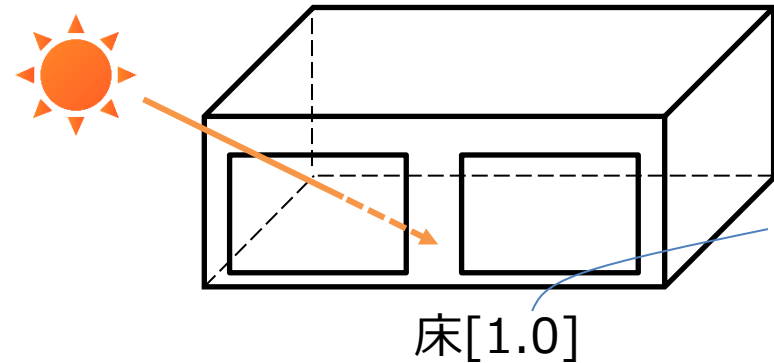




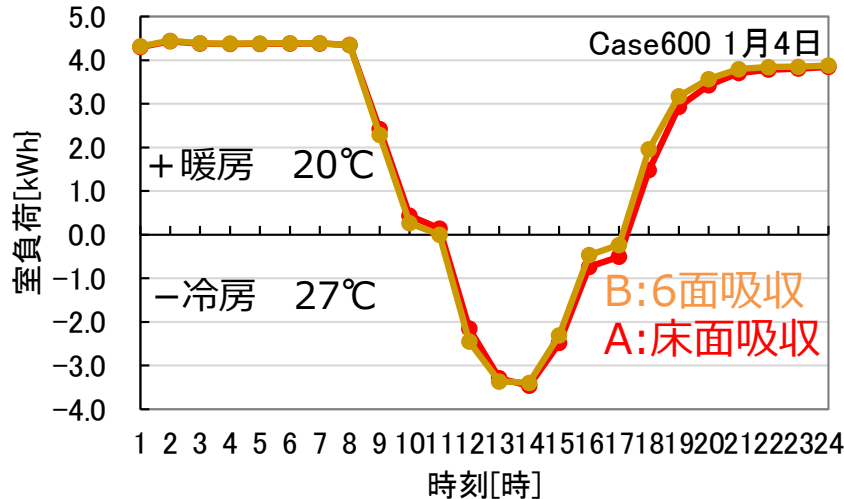
# 日射取得熱の取扱いの検討

条件A：すべて床面に吸収

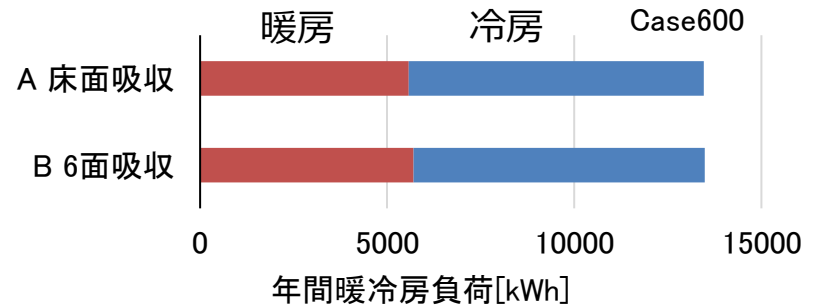
条件B：6面に吸収（反射、面形状を考慮）



## 毎時室負荷の比較



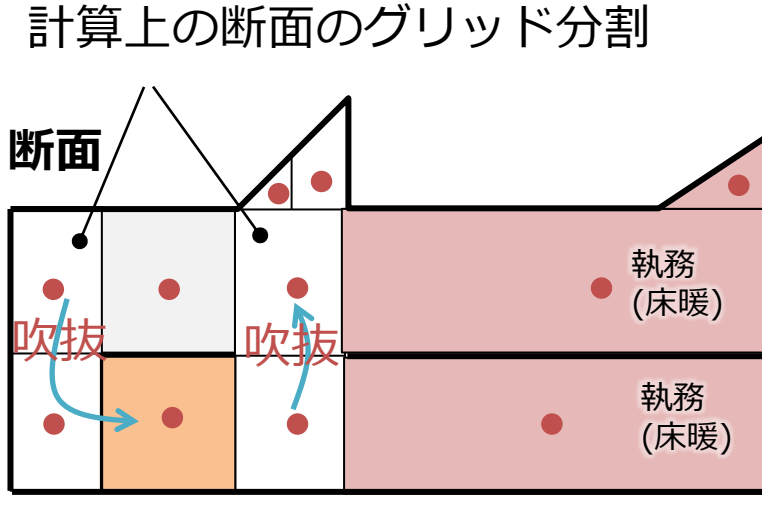
## 暖冷房負荷の比較



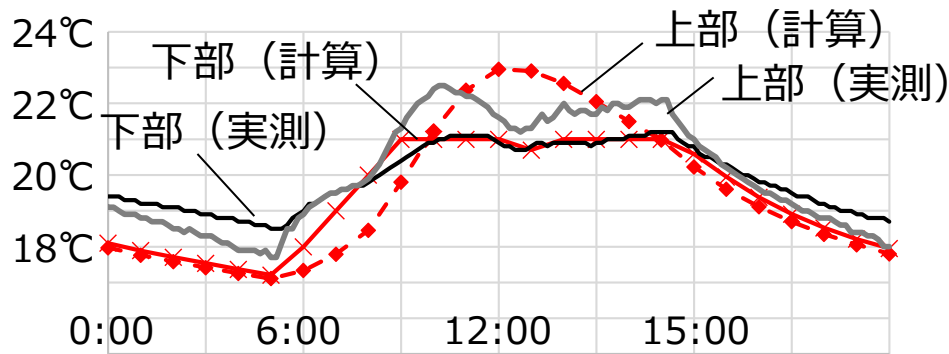
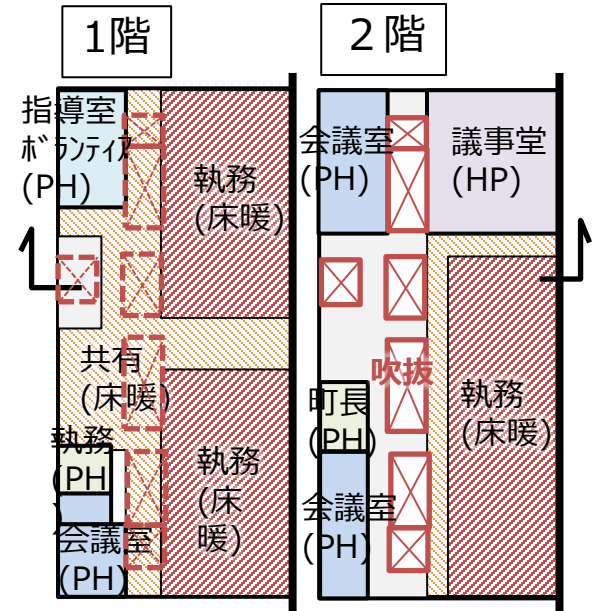
日射熱の室内面反射吸収の計算は省略も可能

# 実建物の測定値による検証

## T町役場庁舎

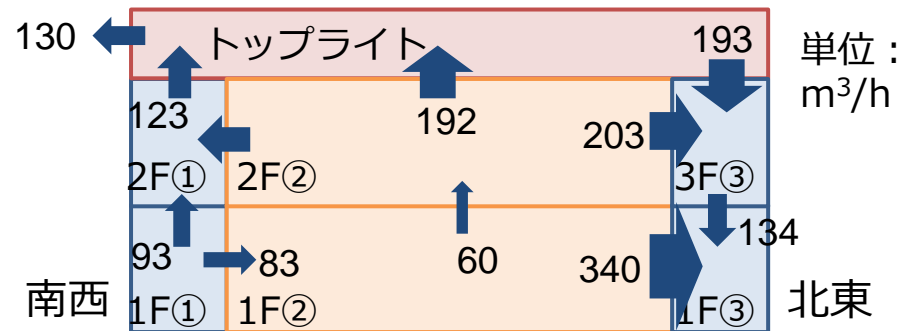


## 平面 (バックヤード省略)



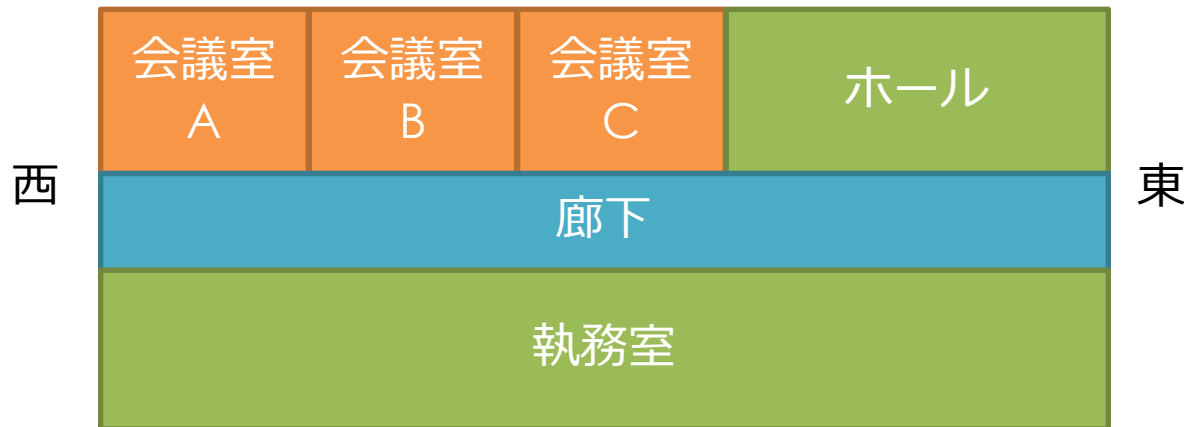
吹き抜け温度の実測値と計算値

温度、熱負荷とも傾向は把握可能。



吹き抜け空間の空気の流れ

# 入力補助ツールの必要性



平面図

壁・床・天井・窓の面積  
拾いに手間がかかる。  
→間違いを生じやすい

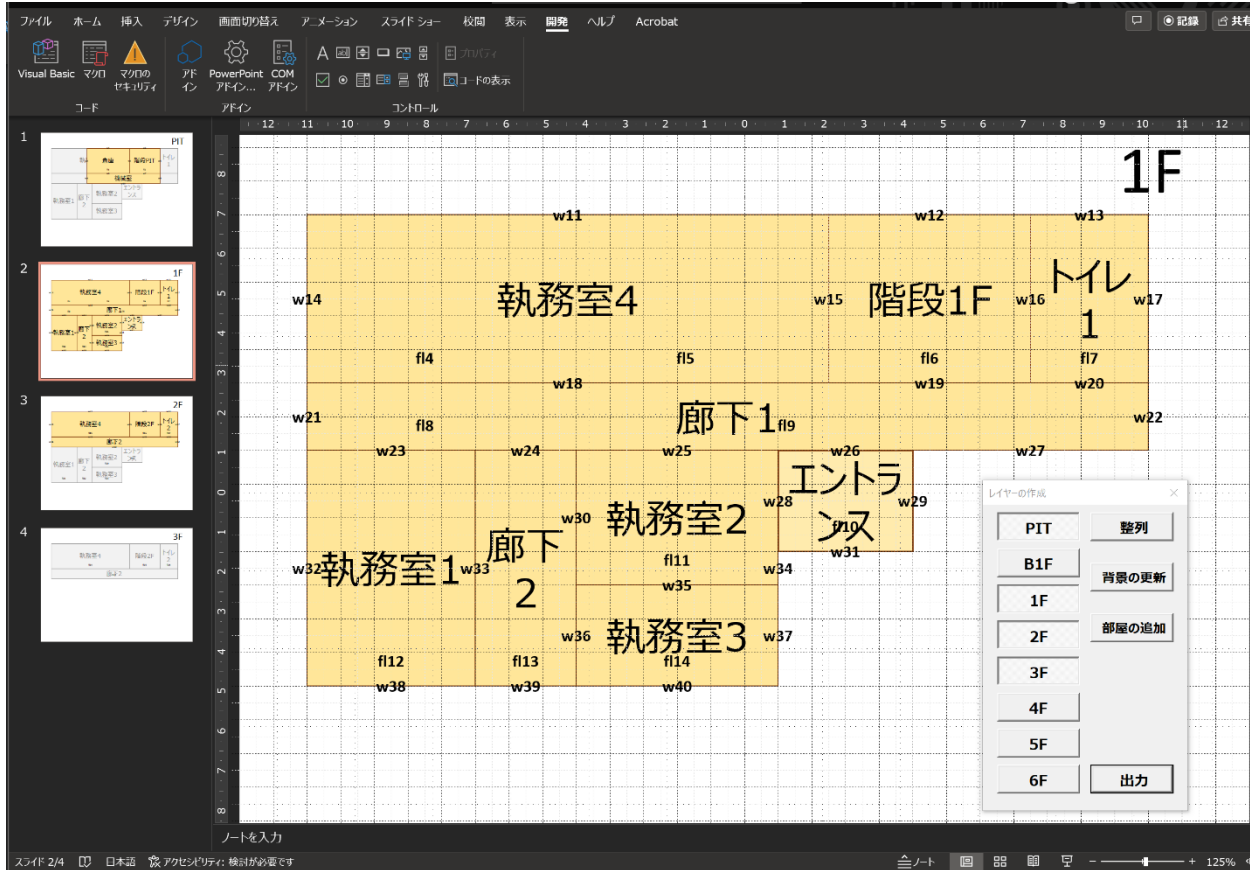
	会議室 A	会議室 B	会議室 C	ホール	廊下	執務室	外気 東	外気 西	外気 南	外気 北
会議室 A										
会議室 B										
会議室 C										
ホール										
廊下										
執務室										

面積拾いが必要

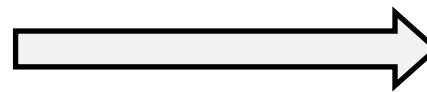
入力の漏れや誤りを減らす仕組みが必要

# 入力補助ツールの作成

## PowerPointで各階平面を入力



壁・床・天井などの情報を自動生成  
(面積、隣空間、方位)

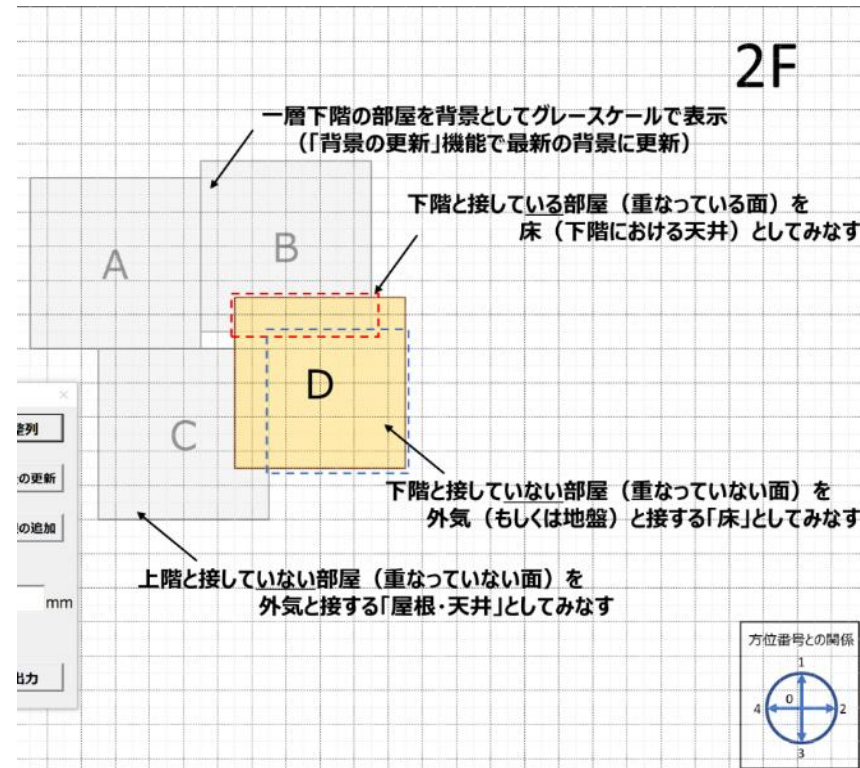
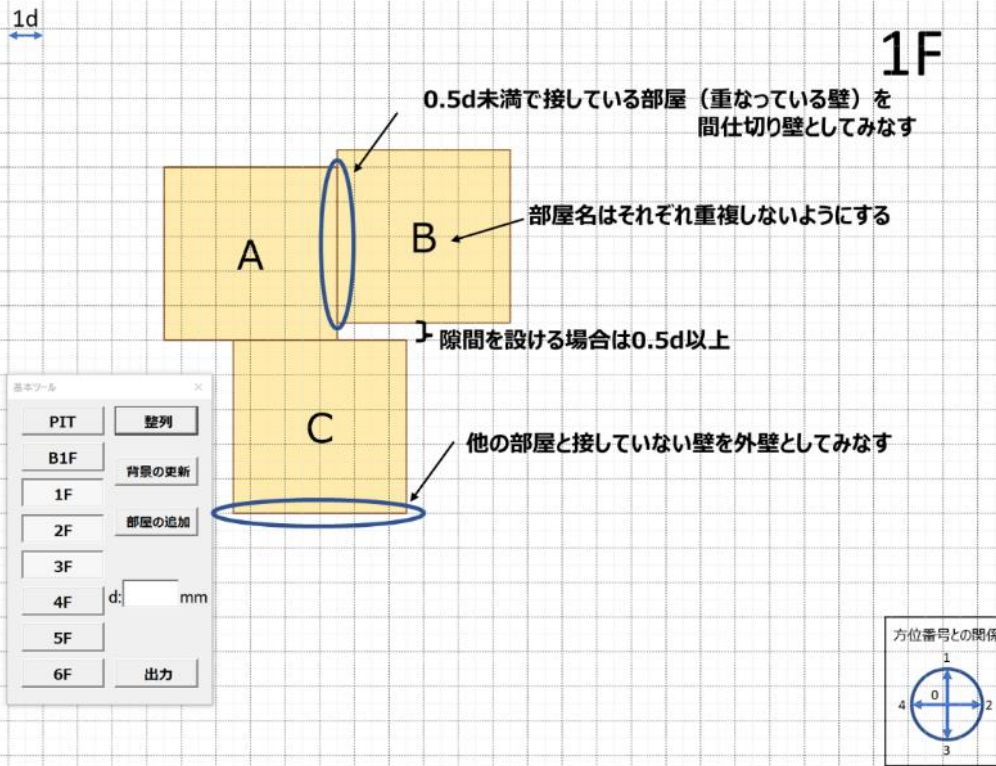


壁No	壁種類	面積 [m2]	一方の部屋A	他方の部屋B	壁の方位No	日射の計算 (なし: 0, あり: 1, SAT: 2)	A側室 達率 (W/r)
57							
58	w1 OW1.csv	25.50	外気	倉庫	北	0	
59	F23.csv	18.00	外気	階段PIT	北	0	
60	MW1.csv	25.50	外気	倉庫	北	0	
61	MW2.csv	15.00	倉庫	階段PIT	間仕切	0	
62	OR11.csv	15.00	倉庫	階段PIT	間仕切	0	
63	OR2.csv	18.00	外気	階段PIT	東	0	
64	OR3.csv	25.50	倉庫	機械室	間仕切	0	
65	VW.csv	18.00	階段PIT	機械室	間仕切	0	
66	w7 OW1.csv	43.50	外気	機械室	西	0	
67	w8 OW1.csv	43.50	外気	機械室	東	0	
68	w9 OW1.csv	43.50	外気	機械室	南	0	
69	w10 OW1.csv	46.50	外気	執務室	北	0	
70	w11 OW1.csv	18.00	外気	階段1F	北	0	
71	w12 OW1.csv	10.50	外気	トイレ	北	0	
72	w13 OW1.csv	46.50	外気	執務室	西	0	
73	w14 OW1.csv	15.00	執務室4	階段1F	間仕切	0	
74	w15 OW1.csv	15.00	階段1F	トイレ	間仕切	0	
75	w16 OW1.csv	10.50	外気	トイレ	東	0	
76	w17 OW1.csv	46.50	執務室4	廊下1	間仕切	0	
77	w18 OW1.csv	18.00	階段1F	廊下1	間仕切	0	
78	w19 OW1.csv	10.50	トイレ1	廊下1	間仕切	0	
79	w20 OW1.csv	75.00	外気	廊下1	西	0	
80	w21 OW1.csv	75.00	外気	廊下1	東	0	
81	w22 OW1.csv	15.00	廊下1	執務室	間仕切	0	
82	w23 OW1.csv	9.00	廊下1	廊下2	間仕切	0	
83	w24 OW1.csv	18.00	廊下1	執務室	間仕切	0	

面の具体仕様を入力

# 入力補助ツールの作成

## 平面図描画方法



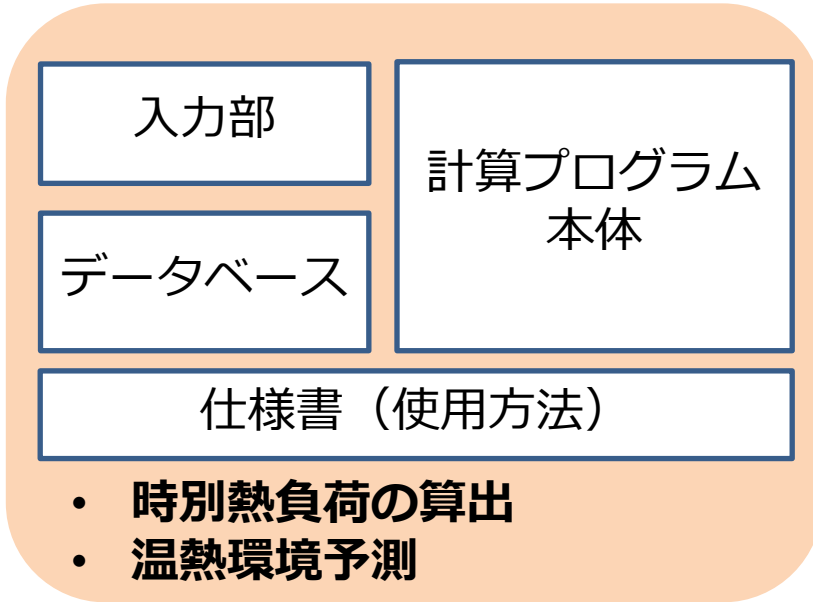
## 出力ファイル

- **output.pptx, output.pdf** : 壁番号、床（天井）番号
- **WALL.csv** : 壁番号と座標（縦・横）、接する空間および壁長
- **FLOOR.csv** : 床（天井）番号と座標（縦・横）、接する空間および床面積
- **ROOM.csv** : 部屋番号と座標（縦・横）、室面積



# 成果の活用

## 本研究で構築した評価法



### ■ 特徴

- ・ 研究向けに自由度の高い自己開発プログラム
- ・ 換気計算の高度化
- ・ 建物モデル作成の効率化
- ・ 入力と計算の分業化が可能

- 温熱環境を向上させつつ省エネが達成できるよう、総合的な観点から断熱・開口部や熱源の設計の支援が可能に
- 各種研究、技術相談ニーズに速やかに対応、設計に反映

### さらに活用を図るために

- ・ スケジュール情報の構築 (使用時間、温度設定)
- ・ 設備の部分負荷効率の整備 (エネルギー消費量推計に必要)
- ・ 地中伝熱計算の組み込み ……