

2. 表面温度計算プログラム

2.1. 入出力ファイル一覧

表面温度計算プログラム st は、土地利用、建築材料、樹木配置、空調スケジュールなどを設定して、地物の表面温度を算出するツールである。st の入出力ファイルを表 2.1 に示す。機番はプログラム内部の割り当て番号である。dummy は未使用（空データ）である。

表 2.1 st の入出力ファイル一覧

No.	ファイル名	内 容	入出力	機番
1	control	計算制御データ	入力	11
2	grid	計算格子データ	入力	27
3	Weather	気象データ	入力	12
4	Patch	面素データ	入力	13
5	PatchIndex	面素グループデータ	入力	14
6	TreePatch	樹冠面素データ	入力	30
7	ViewFactor	形態係数データ	入力	15
8	Sun	日射判定データ	入力	16
9	dummy	未使用	—	17
10	SurfProp	表面物性データ	入力	35
11	TreeData	樹木データ	入力	19
12	dummy	未使用	入力	31
13	WaterTemp	水温データ	入力	20
14	MatEleProp	構成材パターンデータ	入力	26
15	Building	建物データ	入力	25
16	Roomht	建物空調データ	入力	29
17	dummy	未使用	入力	32
18	SurfTemp	メッシュ別表面温度データ	出力	21
19	PatchSurfTemp	面素別表面温度データ	出力	22
20	ProgressLog	プログラム進捗ログ	出力	23
21	Radiation	放射熱量データ	出力	24
22	heat	人工排熱データ	出力	33
23	dummy	未使用	入力	28
24	restart	リスタート・データ	入出力	34
25	domain	領域分割データ（MPI並列時のみ）	入力	18
26	Porous	ポーラスデータ	入力	36
27	BldLoad	建物空調負荷データ	出力	37
28	TreeProp	樹木物性データ	入力	—

2.2. 入力データの準備

2.2.1. 入出力ファイル名リストデータ

st で使用する入出力ファイル名リストデータは `file_name` に収録される。ファイル名の `file_name` は固定である。`file_name` の記入例を図 2.1に示す。入出力ファイルの所在パスおよびファイル名を記述する。

1	control
2	../db/grid
3	../db/Weather
4	../ db/Patch
5	../db/PatchIndex
6	../db/TreePatch
7	../db/ViewFactor
8	../db/Sun
9	../db/dummy01
10	../db/SurfProp
11	../db/TreeData
12	../db/dummy02
13	../db/dummy03
14	../db/MatEleProp
15	../db/Building
16	../db/Roomht
17	../db/dummy04
18	SurfTemp_
19	PatchSurfTemp_
20	ProgressLog_
21	Radiation_
22	heat_
23	../db/dummy05
24	restart_st
25	../db/Porous
26	BldLoad_

(以上、MPI 非使用時)

24	restart_
25	../db/domain
26	../db/Porous
27	BldLoad_

(以上、MPI 使用時)

図 2.1 `file_name` の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ説明書」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・ 第 1～33 行のうち、以下の情報のみプログラム内で使用する。

第 3 行目第 1, 2 カラム	:	計算開始、終了ステップ数(iters, itere)
第 26, 27 行目第 1 カラム	:	乾燥空気、水蒸気の分子量(wm)[kg/mol]

- ・ 第 34 行以降はプログラム内で使用する。

2.2.3. 計算格子データ

計算格子データは `grid` に収録される。`grid` は、熱流体計算プログラムで使用するデータと共通であり、「3.2.3計算格子データ」を参照されたい。

2.2.4. 気象データ

気象データは Weather に収録される。Weather の記入例を図 2.3に示す。

#Hour	Temp	Rhum	Press	Sunrad	Wind	SunJdn	SunJsh	AtmJsh
1	2.77E+01	8.06E+01	1.01E+03	1.00E-03	1.00E+00	0	0	0
2	2.73E+01	8.25E+01	1.01E+03	1.00E-03	1.00E+00	0	0	0
3	2.72E+01	8.38E+01	1.01E+03	1.00E-03	1.00E+00	0	0	0
~ (中略) ~								
22	2.85E+01	7.22E+01	1.01E+03	1.00E-03	1.00E+00	0	0	0
23	2.76E+01	7.44E+01	1.01E+03	1.00E-03	1.00E+00	0	0	0
24	2.65E+01	7.76E+01	1.01E+03	1.00E-03	1.00E+00	0	0	0

図 2.3 Weather の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。である。

- ・第1行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・毎正時における気象情報を記述する。
- ・第2列 Temp (気温)、第3列 Rhum (相対湿度)、第4列 Press (気圧) は、地上付近の数値を設定する。
- ・第5列 Sunrad(全天日射量)を設定する場合、すべての時刻において0もしくは正値を設定しなければならない。このとき、第7、8列 Sunjdn,SunJsh(直達日射量、散乱日射量)は「ゼロ」とする。逆に、第7、8列を設定する場合は、第5列は「ゼロ」とする。
- ・第6列 Wind (風速) は、計算には使用しない (アメダスの風速など参考値を設定)。
- ・第9列 AtmJsh(大気放射量)を設定する場合、すべての時刻において正値を設定しなければならない。すべての時刻において「ゼロ」とした場合、AtmJsh(大気放射量)はモデル式より算定される。

2.2.5. 面素データ

建物や地面、水面の面素データ（樹木、日よけ以外）は Patch に収録される。Patch の記入例を図 2.4に示す。

#BID	PID	i	j	k	Area	nx	ny	nz	PTyp	STyp	BldID
101	1	1	1	0	1.00E+00	0	0	1	1	11	1
101	2	2	1	0	1.00E+00	0	0	1	1	11	1
101	3	3	1	0	1.00E+00	0	0	1	1	11	1
101	4	4	1	0	1.00E+00	0	0	1	1	11	2
101	5	5	1	0	1.00E+00	0	0	1	1	11	2
101	5	5	1	0	1.00E+00	0	0	1	3	31	-1
101	5	5	1	0	1.00E+00	0	0	1	3	31	-1

(以下、行の繰り返し)

図 2.4 Patch の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第1行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第1列 BID は任意の値を設定してよい。
- ・第3～5列のインデックス(i,j,k)は面素が含まれる熱流体計算セルのインデックスに相当する。鉛直インデックス k の最下層は k=0 とする。
- ・第11列 STyp は構成材パターンデータ MatEleProp データの STyp 列に対応する。
- ・第12列 BldID は、PTyp=1(建物)のとき Building データの BldID 列に対応する。PTyp=3(地面)のときは BldID=-1 とする。

各面素のノードは、付録 入出力データ様式 Ptch.csv に収録されている。ノードの順番は左回りである。

熱流体計算プログラムで用いる計算格子で建物表面を切り出すと、1つの計算セルに複数の建物が含まれる場合がある。また、1つの建物の複数の側面が1つの計算セルに含まれる場合もある。計算格子で切り出された建物表面を「面素」と呼ぶ。図 2.5に示すような計算セルは4つの面素①～④が切り出されることになる。

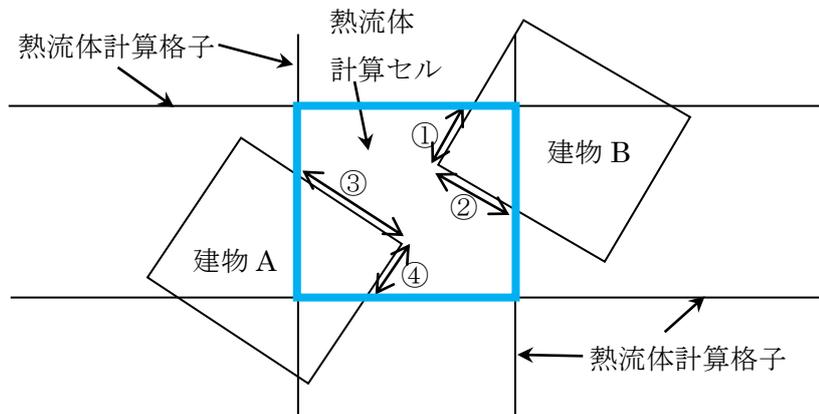


図 2.5 「面素」の概念図

建物を計算格子に合わせて設定する場合、このときの面素のインデックス(i,j,k)は、図 2.6に示すように建物の内側ではなく外側の隣接セルのインデックスにとる。建物の部分は流体がないため、内側にとると建物表面と流体との熱交換が計算できなくなる。

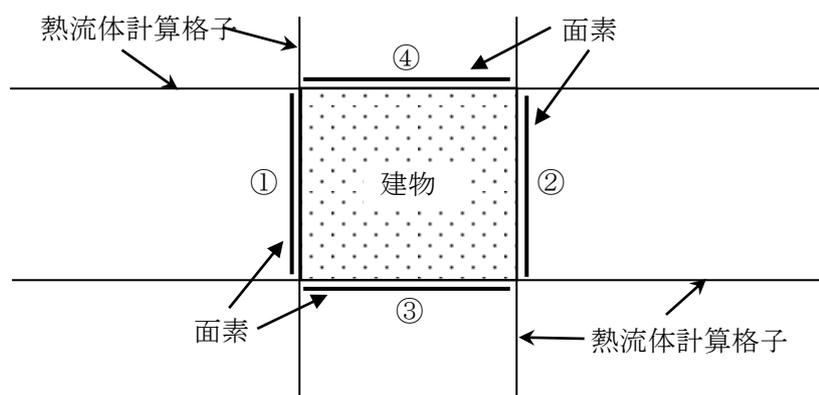


図 2.6 格子線上にある「面素」の配置

2.2.6. 面素グループデータ

すべての面素グループデータ（建物、地面、樹木など）は PatchIndex に収録される。PatchIndex の記入例を図 2.7に示す。

#BID	PID	GID
101	1	1
101	2	2
101	3	3
101	4	4
101	5	4
(以下、行の繰り返し)		

図 2.7 PatchIndex の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・ 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・ 第 1 列 BID は任意の値を設定してよい。
- ・ 第 2 列 PID は Patch データの PID 列に対応する。
- ・ 第 3 列 GID はグループ面素である。複数の面素を含む場合は異なる PID に対して同じ GID が複数回現れる。

地面、建物の表面温度を面素ごとに計上するためには熱収支式を面素ごとに定義する必要があり、面素の組み合わせについて形態係数を整備しなくてはならない。放射連成計算を行う場合には熱収支式に周囲の壁面から入射する放射熱伝達量が含まれるが、市街地において放射熱伝達計算をすべての面素ベースで行うことは計算機メモリー、演算量ともに非常に負荷の大きなものとなる。このため、複数の面素を一つのグループ面素に集約することにより形態係数の組み合わせ数を削減する方法が考えられる。この方法は窓面積率を考慮した放射計算に応用することができる。図 2.8 では、地面面素から建物の南面に向かう放射束を評価するため、南面を 9 個のグループ面素に分割し、各グループ面素に壁面素の面積、窓面素の面積の属性を付与している。

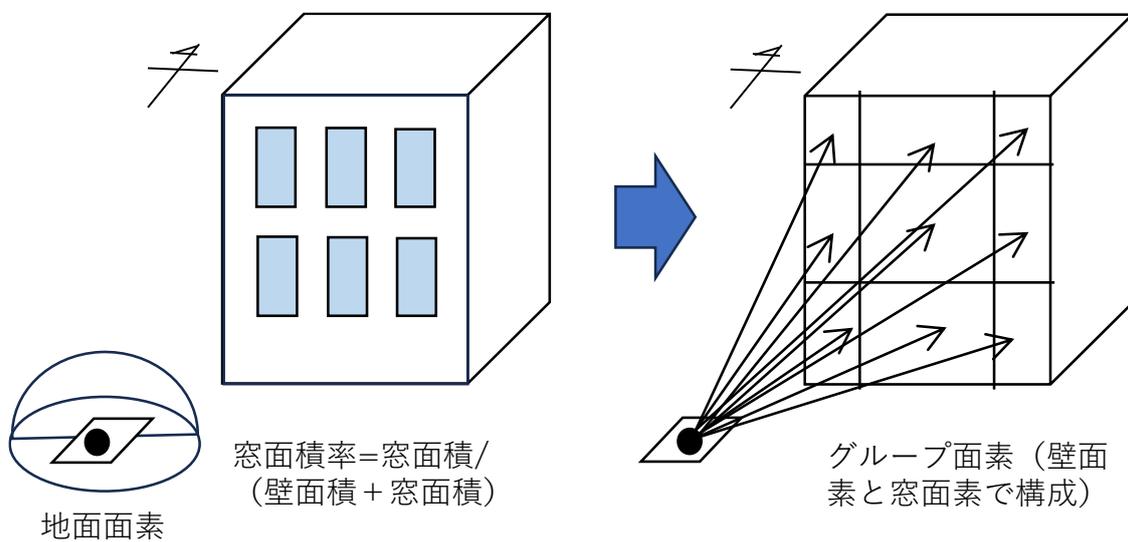


図 2.8 グループ面素の応用事例

2.2.7. 形態係数データ

形態係数データは ViewFactor に収録される。ViewFactor の記入例を図 2.9 に示す。

#SrcBID	SrcGID	DstBID	DstGID	ViewFactor
101	1	101	0	9.16E-01
101	1	101	501	1.00E-03
101	1	101	522	1.00E-03
101	1	101	532	1.00E-03
101	1	101	538	1.00E-03
(以下、行の繰り返し)				

図 2.9 ViewFactor の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- 第 1 列 SrcBID と第 3 列 DstBID は任意の値を設定してよい。
- 第 2 列 SrcGID と第 4 列 DstGID はグループ面素である。
- 天空に対する DstGID は番号としてゼロを割り当てる。
- 一般に 1 つの GID に複数の GID が対応する。本来、GID のすべての組み合わせで形態係数を評価する必要があるが、メモリや演算量の制約から計算の対象とすることができない場合も多い。そこで、形態係数が小さい GID は計算対象から除外し、計算対象面素の形態係数を活用して総和則を満足する補正方法を採用する（詳しくは、付録：入出力データ説明書 9.12 を参照）。

2.2.8. 日射判定データ

日射判定データは Sun に収録される。Sun の記入例を図 2.10に示す。

#Hour	BID	PID	S	B	
	5	101	1	0	0
	5	101	2	0	0
	5	101	3	0	0
	5	101	4	0	1
	5	101	5	1	1
(以下、行の繰り返し)					

図 2.10 Sun の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・ 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・ 第 2 列 BID は任意の値を設定してよい。
- ・ 第 3 列 PID は Patch データの PID 列に対応する。
- ・ 第 4 列の S は建物と樹冠の配置を考慮したときの当該面素の日射判定である。
- ・ 第 5 列の B は建物の配置を考慮したときの当該面素の日射判定である。

2.2.9. 構成材パターンデータ

構成材パターンデータは **MatEleProp** に収録される。**MatEleProp** の記入例を図 2.11に示す。

#STyp	Pos	Strct	Measure	Layr	TLyr	Thick	SCD			
111	1	1	1	1	4	1.00E-02	50	↑	屋根 スラブ	RC造
111	1	1	1	2	4	1.20E-01	51			
111	1	1	1	3	4	5.00E-02	52			
111	1	1	1	4	4	1.00E-02	53			
121	1	2	1	1	5	3.00E-02	54	↑	屋根	木造
121	1	2	1	2	5	1.00E-02	55			
121	1	2	1	3	5	1.00E-02	50			
121	1	2	1	4	5	5.00E-02	52			
121	1	2	1	5	5	1.00E-02	53			
211	2	1	1	1	3	1.00E-01	51	↑	壁面	RC造
211	2	1	1	2	3	6.00E-02	52			
211	2	1	1	3	3	1.00E-02	53			
221	2	2	1	1	3	2.00E-02	56	↑	壁面	木造
221	2	2	1	2	3	5.00E-02	52			
221	2	2	1	3	3	1.00E-02	53			
311	3	1	1	1	1	8.00E-03	100	↑	窓面	RC造
321	3	2	1	1	1	3.00E-03	100			
431	9	9	1	1	1	1.00E+00	1	↑	地表面	建物敷地
432	9	9	1	1	1	1.00E+00	2			
433	9	9	1	1	1	1.00E+00	3			
434	9	9	1	1	1	1.00E+00	4			
435	9	9	1	1	1	1.00E+00	5			

図 2.11 MatEleProp の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第1行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第1列 STyp は Patch データの STyp 列に対応する。
- ・第3列 Strct は Building データの Strct 列に対応する。
- ・第4列 Measure は未使用。「1」としておけばよい。
- ・第8列 SCD は SurfProp データの SCD 列に対応する。

建材内の熱伝導は、図 2.12、図 2.13、表 2.2、表 2.3 に示すように多層構成を考慮して、1次元非定常熱伝導方程式から算定する。地中内も同様である。

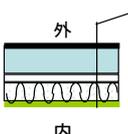
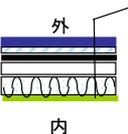
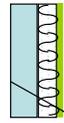
	RC造	木造
屋根	 <p>外</p> <p>内</p> <ul style="list-style-type: none"> アスファルト10 コンクリート120 空気10 グラスウール50 石膏ボード10 	 <p>外</p> <p>内</p> <ul style="list-style-type: none"> 瓦30 木板10 アスファルト10 空気50 グラスウール50 石膏ボード10
壁	 <p>外</p> <p>内</p> <ul style="list-style-type: none"> コンクリート100 グラスウール60 石膏ボード10 	 <p>外</p> <p>内</p> <ul style="list-style-type: none"> ブライウッド20 空気10 グラスウール50 石膏ボード10

図 2.12 屋根および壁の構成

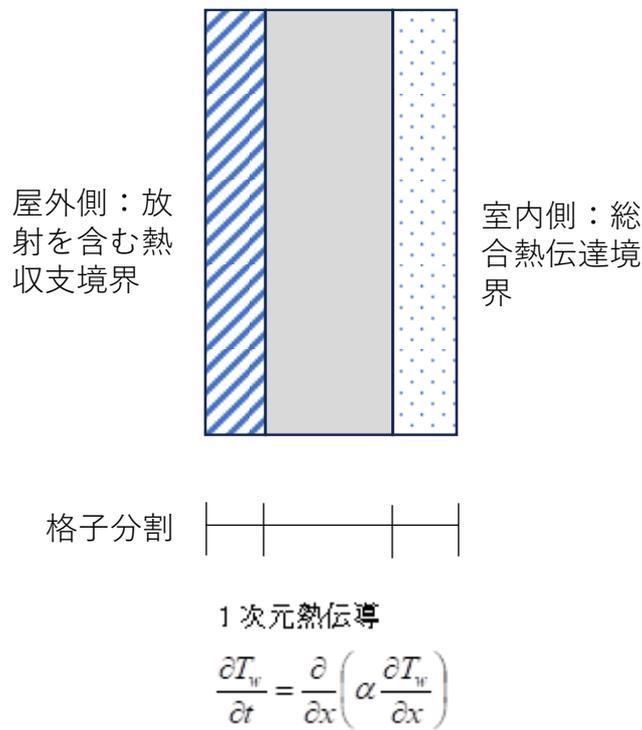


図 2.13 壁体の伝熱モデル

表 2.2 屋根や壁面、窓面の建材の仕様と厚さ

構造	位置	層No (外→内)	厚さ[m]	建材
RC造	屋根 スラブ	1	0.01	アスファルト
		2	0.12	コンクリート
		3	0.05	グラスウール
		4	0.01	石膏ボード
	壁面	1	0.1	コンクリート
		2	0.06	グラスウール
		3	0.01	石膏ボード
窓面	1	0.008	板ガラス	
木造	屋根	1	0.03	瓦
		2	0.01	木板
		3	0.01	アスファルト
		4	0.05	グラスウール
		5	0.01	石膏ボード
	壁面	1	0.02	プライウッド
		2	0.05	グラスウール
		3	0.01	石膏ボード
	窓面	1	0.003	板ガラス

表 2.3 標準の屋上面に追加する対策材の仕様例（ソーラーパネル、屋上緑化）

対策材	適用構造	適用位置	層No (外→内)	厚さ[m]	建材
ソーラー パネル	RC造 木造	屋上	1	0.0032	白板強化ガラス
			2	0.0016	ポツタント(EVA)
			3	0.00035	シリコンセル
			4	0.0001	バックシート
屋上緑化	RC造	屋上	1	0.08	植栽基盤(土壌層)

2.2.10. 表面物性データ

表面物性データは **SurfProp** に収録される。**SurfProp** の記入例を図 2.14 に示す。

#SCD	Albd	Rad	Beta	Dens	Spec	Tdif	Wext		
1	1.80E-01	9.60E-01	2.00E-02	2.40E+03	8.82E+02	7.20E-07	1.00E+20	建物敷地	地表面
2	1.80E-01	9.10E-01	0.00E+00	2.10E+03	8.82E+02	3.80E-07	1.00E+20	アスファルト	地表面
3	1.60E-01	9.50E-01	3.00E-01	1.80E+03	1.18E+03	5.30E-07	1.00E+20	草地	地表面
4	8.00E-02	9.30E-01	1.00E+00	1.00E+03	4.20E+03	5.30E-07	1.00E+20	水面	地表面
5	1.60E-01	9.50E-01	3.00E-01	1.80E+03	1.18E+03	5.30E-07	1.00E+20	樹木面	地表面
7	5.00E-01	9.60E-01	2.00E-02	2.40E+03	8.82E+02	7.20E-07	1.00E+20	建物敷地(高反射)	地表面
8	5.00E-01	9.10E-01	0.00E+00	2.10E+03	8.82E+02	3.80E-07	1.00E+20	アスファルト(高反射)	地表面
9	1.80E-01	9.10E-01	5.00E-02	2.10E+03	8.82E+02	3.80E-07	1.00E+20	アスファルト(保水性)	地表面
50	1.80E-01	9.10E-01	0.00E+00	2.10E+03	8.80E+02	3.80E-07	1.00E+20	アスファルト	建材
51	1.80E-01	9.60E-01	0.00E+00	2.40E+03	7.90E+02	3.00E-07	1.00E+20	コンクリート	建材
52	1.80E-01	9.60E-01	0.00E+00	3.20E+01	8.40E+02	1.00E-07	1.00E+20	グラスウール	建材
53	1.80E-01	9.60E-01	0.00E+00	9.10E+02	1.13E+03	4.00E-08	1.00E+20	石膏ボード	建材
54	1.80E-01	9.60E-01	0.00E+00	2.00E+03	7.60E+02	2.70E-07	1.00E+20	瓦	建材
55	1.80E-01	9.60E-01	0.00E+00	5.50E+02	1.30E+03	9.00E-08	1.00E+20	木板	建材
56	1.80E-01	9.60E-01	0.00E+00	5.50E+02	1.30E+03	9.00E-08	1.00E+20	ブライウッド	建材
100	7.00E-02	9.00E-01	0.00E+00	2.54E+03	7.70E+02	1.50E-07	3.80E+00	板ガラス	建材

図 2.14 SurfProp の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第1行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第1列 **SCD** は **MatEleProp** データの **SCD** 列に対応する。
- ・第8列 **Wext** は消散係数[1/m]であり、ガラスは 3.8、透明材料以外は十分大きな値(1e20)とする。

主な材料の熱物性値リストを表 2.4、表 2.5 に示す。

表 2.4 建材の熱物性値

建材	反射率 [-]	蒸発効率[-]		放射率 [-]	密度 [kg/m ³]	比熱 [J/gK]	熱拡散係数 [mm ² /s]	備考
		夏季	冬季					
アスファルト	0.18	0	0	0.91	2100	0.88	0.38	標準
コンクリート	0.18	0	0	0.96	2400	0.79	0.30	
グラスウール	0.18	0	0	0.96	32	0.84	0.10	
石膏ボード	0.18	0	0	0.96	910	1.13	0.04	
瓦	0.18	0	0	0.96	2000	0.76	0.27	
木板	0.18	0	0	0.96	550	1.30	0.09	
プライウッド	0.18	0	0	0.96	550	1.30	0.09	
板ガラス	0.07	0	0	0.9	2540	0.77	0.15	
白板強化ガラス	0.09	0	0	0.9	2540	0.77	0.15	
ポツタント(EVA)	0.18	0	0	0.96	2000	1.01	0.06	
シリコンセル	0.18	0	0	0.96	2000	1.01	83.10	
バックシート	0.18	0	0	0.96	2000	1.01	0.08	
植栽基盤(土壌層)	0.16	0.30	0.05	0.95	1800	1.18	0.53	屋上緑化
アスファルト(高反射性)	0.50	0	0	0.91	2100	0.88	0.38	高反射性 外壁
コンクリート(高反射性)	0.50	0	0	0.96	2400	0.79	0.30	
瓦(高反射性)	0.50	0	0	0.96	2000	0.76	0.27	
プライウッド(高反射性)	0.50	0	0	0.96	550	1.30	0.09	

表 2.5 地表面の熱物性値

地表面被覆	反射率 [-]	蒸発効率[-]		放射率 [-]	密度 [kg/m ³]	比熱 [J/gK]	熱拡散係数 [mm ² /s]
		夏季	冬季				
建物敷地	0.18	0.02	0.02	0.96	2400	0.88	0.72
アスファルト	0.18	0	0	0.91	2100	0.88	0.38
草地	0.16	0.3	0.05	0.95	1800	1.18	0.53
樹木面	0.16	0.3	0.05	0.95	1800	0.00	0.00

【引用文献】

- ・一ノ瀬俊明、下堂蘭和宏、鵜野伊津志、花木啓祐：細密地理情報にもとづく都市気候数値シミュレーション、天気、44(11)、pp.785-797、1997.
- ・井原智彦、相田洋志、吉田好邦、半田隆志、松橋隆治、石谷久：都市熱環境を考慮した高反射高放射塗料導入による建築物のCO₂排出削減効果の評価、第19回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、pp.655-660、2003.

2.2.11. 水温データ

水温データは WaterTemp に収録される。WaterTemp の記入例を図 2.15 に示す。

#Hour	BID	PID	WTemp
	1	0	3465 23.87
	1	0	3466 23.87
	1	0	3467 23.87
	1	0	3468 23.87
	1	0	3469 23.87
(以下、行の繰り返し)			

図 2.15 WaterTemp の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- 第 2 列 BID は任意の値を設定してよい。
- 第 3 列 PID は Patch データの PID 列に対応する。
- 第 4 列 WTemp は 1 時から 24 時までの毎正時における水温である。途中の時刻はプログラム内で自動的に線形補間される。

2.2.12. 建物データ

建物データは **Building** に収録される。**Building** の記入例を図 2.16 に示す。

#BldID	BCD	Strct	Floor	Area	AcFlr	SHF	COP	DHC
8	8	1	1	1.12E+02	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	0
9	8	1	1	3.05E+01	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	0
10	8	1	1	3.05E+01	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	0
11	8	2	1	2.70E+02	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	0
12	8	1	2	8.73E+02	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	0
(以下、行の繰り返し)								

図 2.16 **Building** の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・ 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・ 第 1 列 **BldID** は **Patch** データの **BldID** 列に対応する。
- ・ 第 2 列 **BCD** は **Roomht** データの **BCD** 列に対応する。
- ・ 第 3 列 **Strct** は **MatEleProp** データの **Strct** 列に対応する。

2.2.13. 建物空調データ

建物空調データは Roomht に収録される。Roomht の記入例を図 2.17 に示す。

#Hour	BCD	Strct	RmSens	RmLant	RmTemp	RmHum	Vent	HotW	ACSEF	ACSEMin	ACPrt	RmTemp_lower	RmTemp_upper
1	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
2	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	2	60	0	-2.00E+01	2.70E+01
3	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	1	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
4	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
5	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
6	5	2	1.8439	0.0974	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
7	5	2	4.645	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
8	5	2	4.947	0.0477	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
9	5	2	8.7561	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
10	5	2	3.8074	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
11	5	2	2.9481	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
12	5	2	3.5136	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
13	5	2	2.7941	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
14	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
15	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
16	5	2	3.3555	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
17	5	2	4.1462	0.0954	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
18	5	2	4.6303	0.1947	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
19	5	2	4.3219	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
20	5	2	5.8214	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
21	5	2	6.887	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
22	5	2	7.1844	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
23	5	2	3.9639	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01
24	5	2	1.0527	0	2.00E+01	6.00E+01	5.00E-01	0.00E+00	0	0	0	-2.00E+01	2.70E+01

図 2.17 Roomht の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第 2 列 BCD は Building データの BCD 列に対応する。
- ・第 3 列 Strct は Building データの Strct 列に対応する。
- ・第 10～11 列 ACSEF、ACSEMin は空調スケジュールの開始・終了のフラグである。
第 13～14 列 RoomTemp_lower、RoomTemp_upper は空調の設定温度である。上記記入例では、連続空調（ただし、27°C 以上の場合）を設定しており、27°C 以下の室温範囲では冷房が切れて自然室温となる。

建物空調データは、建物空調計算に使用される。建物空調計算では、建物 1 棟を 1 室に見なして外壁負荷を評価する簡易モデルが適用されている。したがって、多数室の評価は対象外である。

空調排熱の放出位置は、業務建物では屋上近傍の計算セル、住宅では壁面近傍の計算セルとする（2.5.4 参照）。

2.2.14. ポーラスデータ

ポーラスデータは Porous に収録される。Porous の記入例を図 2.18 に示す。

#	i	j	k	Vf	Ai-	Ai+	Aj-	Aj+	Ak-	Ak+
1	1	1	3	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0	1
1	1	2	3	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0	1
1	1	3	3	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.0917	0	1
1	1	4	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
1	1	5	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
1	1	6	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
1	1	7	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
1	1	8	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
1	1	9	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
1	1	10	3	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0	1
~ (中略) ~										
150	150	146	2	0	0	0	0	0	0	0
150	150	146	3	0.9984	0.9984	0.9984	0.9984	0.9984	0	1
150	150	147	2	0.092	0.092	0.092	0	0.092	0	1
150	150	147	3	1	1	1	0.9984	1	1	1
150	150	148	2	0.092	0.092	0.092	0.092	0	0	1
150	150	148	3	1	1	1	1	0.9984	1	1
150	150	149	2	0	0	0	0	0	0	0
150	150	149	3	0.9984	0.9984	0.9984	0.9984	0.9984	0	1
150	150	150	2	0.092	0.092	0.092	0	0.092	0	1
150	150	150	3	1	1	1	0.9984	1	1	1

図 2.18 Porous の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第 1~3 列のインデックス(i,j,k)は面素が含まれる熱流体計算セルのインデックスに相当する。鉛直インデックス k の最下層は k=0 とする。
- ・第 4 列 Vf は体積占有率 (熱流体解析セルの全体積に対して流体が占有する体積の割合) である。
- ・第 5~10 列 A は面積開口率 (熱流体解析セルの界面において流体が占有する面積の割合) である。
- ・水平方向に緩衝領域を設定する場合でも、第 1~2 列の水平インデックス(i,j)は緩衝領域を含まない状態で設定する。

2.3. 樹木計算

2.3.1. 樹冠面素データ

樹冠面素データは TreePatch に収録される。TreePatch の記入例を図 2.19 に示す。

#BID	PID	i	j	k	Area	nx	ny	nz	PTyp	BndCd	TreeID
101	733	11	3	2	1.00E+00	0	-1	0	2	5	4
101	734	12	3	2	1.00E+00	0	-1	0	2	5	4
101	735	13	3	2	1.00E+00	0	-1	0	2	5	4
101	736	14	3	2	1.00E+00	0	-1	0	2	5	4
101	737	15	3	2	1.00E+00	0	-1	0	2	5	4

(以下、行の繰り返し)

図 2.19 TreePatch の記入例

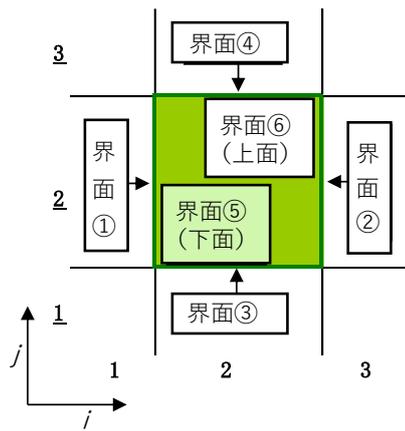
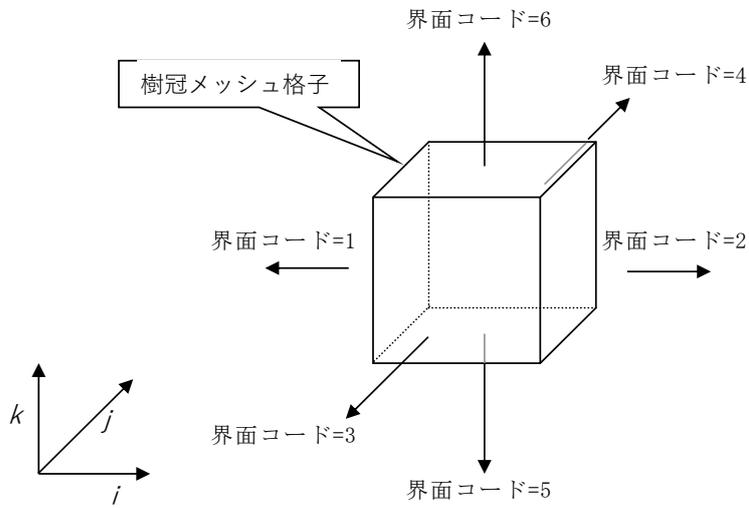
各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第 1 列 BID は任意の値を設定してよい。
- ・第 3～5 列のインデックス(i,j,k)は面素が含まれる熱流体計算セルのインデックスに相当する。鉛直インデックス k の最下層は k=0 とする。

樹木は直方体の樹冠が空中に浮いている状況を想定する。幹、枝の存在は無視する。樹冠の表面は熱流体計算格子のセル界面に合致し、セル内部は 100%樹冠で占有されると仮定する。図 2.20 に樹冠に関するインデックスの付与方法を示す。

樹冠面素データ TreePatch は、樹冠周辺との放射熱の交換を計算する際に利用される。樹冠が取得した放射熱は、樹冠セル内において、流体との熱交換を含めた葉面熱収支に反映される。したがって、TreePatch は樹冠セル内とは物理的扱いが異なり、葉面温度の情報を持っていない。しかし、表面温度の描画 (2.5.2) において葉面温度も必要となるため、便宜的に、PatchSurfTemp_の樹木 PID に TreePatch が接する樹冠セル内の葉面温度を紐づけて収録している。

各面素のノードは、付録 入出力データ様式 Ptch.csv に収録されている。ノードの順番は左回りである。



樹冠のセル内およびセル界面のインデックス

TreePatch	i	j	k	BndCd
界面①	2	2	2	1
界面②	2	2	2	4
界面③	2	2	2	2
界面④	2	2	2	3
界面⑤	2	2	2	5
界面⑥	2	2	2	6

TreeMesh	i	j	k	
セル内	2	2	2	

図 2.20 TreePatch の概念図

2.3.2. 樹木データ

樹木データは TreeData に収録される。TreeData の記入例を図 2.21 に示す。

#TreeID	LAD	dx	dy	dz	areaFact	TreeCD
1	1.50E+00		2	2	3 1.00E+00	-1
2	1.50E+00		2	2	3 1.00E+00	-1
3	1.00E+03		10	2	1 1.00E+00	-1
4	1.00E+03		10	1	5 1.00E+00	-1
(以下、行の繰り返し)						

図 2.21 TreeData の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・ 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・ 第 1 列 TreeID は TreePatch データの TreeID 列に対応する。
- ・ 第 3～5 列の樹冠サイズは格子幅の整数倍とする。
- ・ 第 6 列 areaFact は樹冠の場合、「1」とする。
- ・ 第 7 列 TreeCD を「-1」とすると、デフォルトの樹冠属性が適用される (2.4.3 参照)。

2.3.3. 樹木格子データ

樹木格子データは当初 TreeMesh に収録したが、未使用とする。現在は、プログラム内部で TreeID とメッシュの紐づけを行っているため、TreeMesh のデータ整備は不要だが、参考情報として、TreeMesh の記載例を図 2.22 に示す。

#	i	j	k	TreeID
	11	3	3	1
	12	3	3	1
	13	3	3	1
	14	3	3	1
	15	3	3	1
(以下、行の繰り返し)				

図 2.22 TreeMesh の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・ 第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・ 第 1～3 列のインデックス(i,j,k)は樹冠が含まれる熱流体計算セルのインデックスに相当する。鉛直インデックス k の最下層は k=0 とする。
- ・ 第 4 列 TreeID は TreeData データの TreeID 列に対応する。

2.3.4. 複数の樹冠が接する場合

図 2.23 のように複数の樹冠が接する場合は、樹冠が接する面素について、互いに接する面素についてお互いを 100% で「見合う」ように形態係数 1 を設定する。

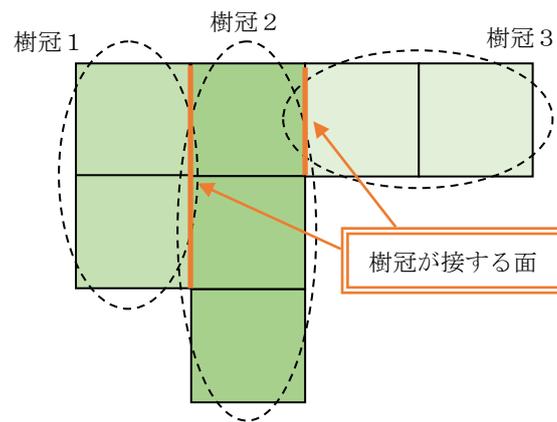


図 2.23 複数の樹冠が接する場合

2.4. 日よけ計算

2.4.1. 日よけの物性値ファイルの指定

日よけの物性値は `TreeProp` に収録される。`TreeProp` のパスは `file_name` においてネームリスト機能を使用して指定する。`file_name` の記入例を図 2.24 に示す。

```
1 control
: ~ (中略) ~
26 BldLoad_
27
28 &file_name
29   TreeProp='../db/TreeProp'
30 /
```

図 2.24 `file_name` の記入例

(26 行目までは樹木、日よけなしの図 2.1 と同じ)

2.4.2. 日よけデータ

日よけデータは樹木とともに **TreeData** に収録される。**TreeData** の記入例を図 2.25 に示す。

#TreeID	LAD	dx	dy	dz	areaFact	TreeCD
1	1.50E+00		2	2	3 1.00E+00	-1
2	1.50E+00		2	2	3 1.00E+00	1
3	1.00E+03		10	2	0.001 1.00E+00	110
4	1.00E+03		10	0.001	5 1.00E+00	210

(以下、行の繰り返し)

図 2.25 **TreeData** の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第 1 列 **TreeID** は樹冠面素データ **TreePatch** データの **TreeID** 列に対応する。
- ・第 2 列 **LAD** は、樹冠の場合、葉面積密度[m²/m³]とする。日よけの場合、日よけの厚さの逆数[1/m]とする(厚み方向が z の場合なら 1/dz)。
- ・第 3～5 列の樹冠サイズは、樹冠の場合、格子幅の整数倍とする。日よけの場合、日よけの厚み方向以外は格子幅の整数倍とし、日よけの厚み方向はその厚さとする。
- ・第 6 列 **areaFact** は、樹冠の場合、1 とする。日よけの場合、日よけ面積に対する熱交換面積の割合とする(=熱交換面積/日よけ面積)。「日よけ面積」とは、厚み方向以外の二つの辺の積である(厚み方向が z の場合なら dx・dy のこと)。「熱交換面積」とは、パーゴラなどのように隙間がある素材などにおいて大気と接する(熱交換する)部分の面積である。
- ・対応する **TreeCD** がない場合はソルバー内で定義されているデフォルト値を使用する。

日よけの面素データは、樹木とともに **TreePatch** に収録される。日よけの厚さは CFD 格子に比べてとても薄いため、下記のような取り扱いとする。日よけは、水平タイプと鉛直タイプを取り扱う (図 2.26)。水平タイプの場合は **TreePatch** で法線ベクトル $nx=ny=0$ 、 $nz=1$ (上面)、 $nz=-1$ (下面) を指定する。鉛直タイプの場合は **TreePatch** で法線ベクトル $nz=0$ 、 nx 、 ny は面の向きに応じて 0、+1、-1 のいずれかを指定する。

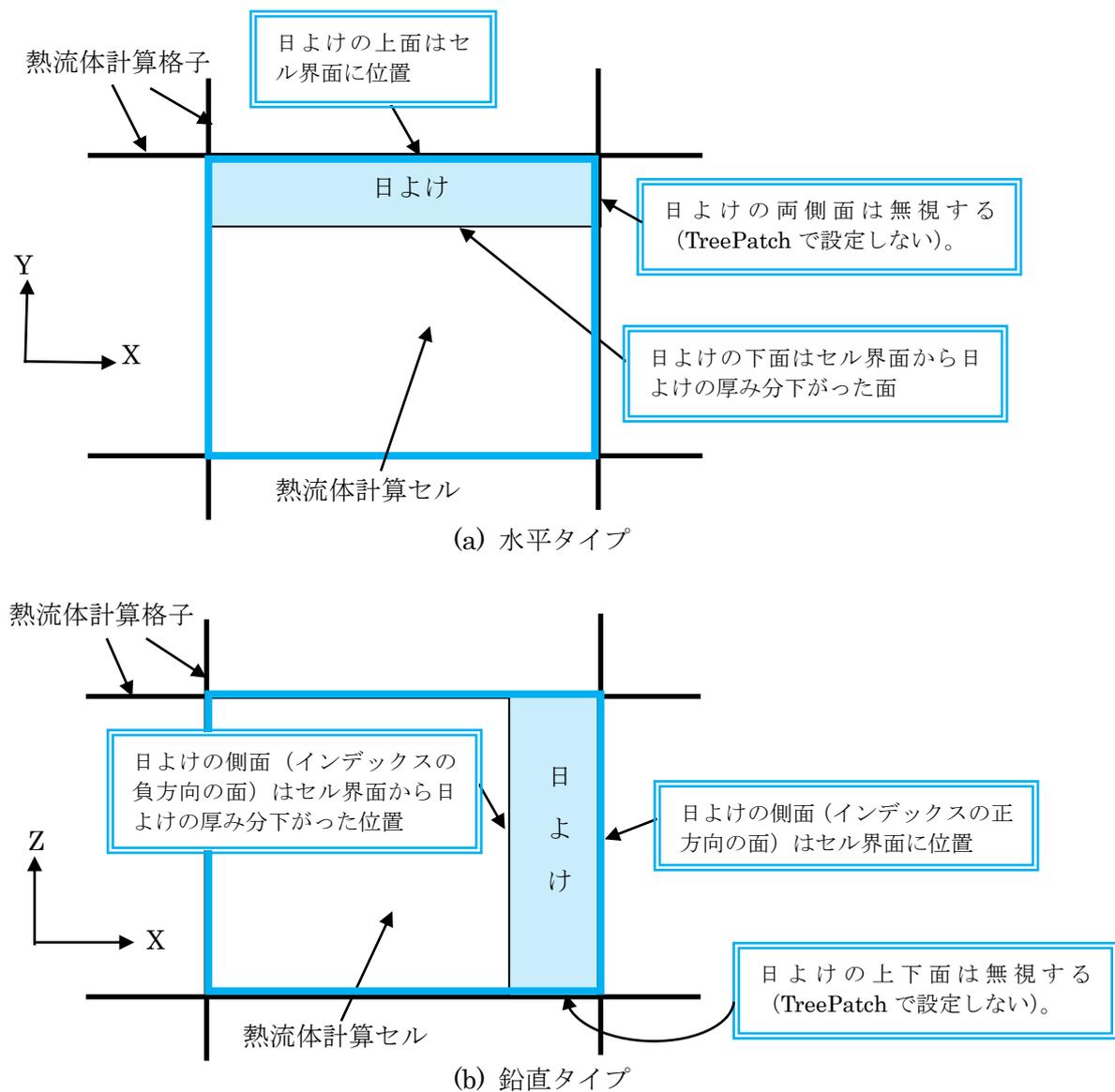


図 2.26 日よけの設定

2.4.3. 日よけ物性データ

日よけ物性データは樹木とともに **TreeProp** に収録される。**TreeProp** の記入例を図 2.27 に示す。

#TreeCD	attr	trsrad(1:3)			refrad(1:3)			emsrad(1:3)			beta	
1	0	0.1	0.4	0.0d0	0.1	0.5	0.1	0	0	0.9	0	
110	1	0.1	0.1	0.0d0	0.7	0.7	0.1	0	0	0.9	0	
111	1	0.1	0.1	0.0d0	0.7	0.7	0.1	0	0	0.9	0.3	
112	1	0.1	0.1	0.0d0	0.3	0.3	0.1	0	0	0.9	0	
120	1	0.7	0.7	0.0d0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.9	0	
210	1	0.1	0.1	0.0d0	0.7	0.7	0.1	0	0	0.9	0	
220	1	0.7	0.7	0.0d0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.9	0	

(以下、行の繰り返し)

図 2.27 TreeProp の記入例

各項目の内容は「付録：入出力データ様式」に説明しているが、留意点などは以下のとおりである。

- ・第 1 行はコメント行。任意の文字列を記入してよい。
- ・第 1 列 **TreeCD** は **TreeData** データの **TreeCD** 列に対応する。
- ・第 2 列 **attr** は、樹冠の場合「0」、日よけの場合「1」(0 以外)とする。
- ・透過率(**trsrad**)および反射率(**refrad**)は樹冠と日よけとでは定義が異なる。

樹冠の場合は、放射エネルギー L に関する Lambert 則

$$\frac{\partial L}{\partial x} = -(1-\tau)FaL = -r_c FaL - a_c FaL \quad (\tau + r_c + a_c \equiv 1)$$

(a : 葉面積密度[m²/m³]、 $F (=1/2)$: ランダムな葉面向きを考慮する因子)に現れる係数 τ 、 r_c が透過率、反射率となる。

日よけの場合は、日よけに入射する放射エネルギー L_{in} に対して透過エネルギー L_{trn} 、反射エネルギー L_{ref} を定義する割合 R_{trn} 、 R_{ref} が透過率、反射率となる。

$$L_{trn} = R_{trn}L_{in}, \quad L_{ref} = R_{ref}L_{in}$$

- ・デフォルトの樹冠属性は以下のとおりである。樹木の事例はサンプルの「caseA」を参照。
 透過率 (PAR、NIR、長波) : 0.1、0.4、0.0
 反射率 (PAR、NIR、長波) : 0.1、0.5、0.0
 放射率 (PAR、NIR、長波) : 0.0、0.0、0.9
- ・日よけの事例はサンプルの「caseB」を参照。

2.5. 出力データの利用

出力データの利用について以下に示す。2.5.1～2.5.5 のデータ様式は、付録 入出力データ様式を参照。2.5.6 の出力形式は、付録 入出力データ説明書 4 章を参照。

2.5.1. メッシュ別表面温度データ

メッシュ別表面温度データの出力ファイル名は `SurfTemp_` である。`SurfTemp_` には、毎正時における表面温度、表面水蒸気量に加え、熱流体計算セル内にある屋根面、壁面（窓面を含む）および地面の総面積がセルごとに出力されている。これらを熱流体計算プログラムの入力データとすることで、対流顕熱・潜熱フラックス、地物表面から受ける運動量の抵抗を計算することができる。

2.5.2. 面素別表面温度データ

面素別表面温度データの出力ファイル名は `PatchSurfTemp_` である。`PatchSurfTemp_` には、毎正時における表面温度のほか、長波・短波射度、対流顕熱・潜熱フラックスが面素ごとに（PID=1 から順に）出力されている。これらは、表面温度等の可視化に利用される。

2.5.3. 放射熱量データ

放射熱量データの出力ファイル名は `Radiation_` である。`Radiation_` には、毎正時における法線直達日射、散乱日射および大気放射が出力されている。これらは、放射熱環境の評価分析に利用される。

2.5.4. 人工排熱データ

人工排熱データの出力ファイル名は `heat_` である。`heat_` には、建物空調負荷計算に基づく毎正時における建物の人工排熱（顕熱・潜熱）の全時刻分が 1 つのファイルに出力されている。これらを時刻ごとに加工し、熱流体計算プログラムの入力データとすることができる。

2.5.5. 建物空調負荷データ

建物空調負荷データの出力ファイル名は `BldLoad_` である。`BldLoad_` では、毎正時における各建物の室温や空調負荷の内訳、排熱量などが出力されている。これらは、街区内における建物の空調エネルギー消費性能評価などに利用される。

2.5.6. リスタート・データ

表面温度のリスタート・データの入出力ファイル名は `restart_st` である。リスタート計算では `control` の 3 行目に開始ステップを記入する。