

HASPEE のための 2020 年版設計用気象データ

1. はじめに

拡張アメダス(以降 EA と略す)設計用気象データの初版(2000 年版)は、20 年間の EA 実在年気象データ¹⁾をもとに作成され、2005 年に、国内 842 地点について公開された²⁾。2012 年には、この気象データを利用する最大熱負荷計算法として、「試して学ぶ 熱負荷 HASPEE ～新最大熱負荷計算法～」³⁾が出版され、書籍とともに最大熱負荷計算ツール HASPEE が公開された。HASPEE には、最大熱負荷計算に必要な鉛直面日射量などのデータが追加された HASPEE のための設計用気象データ全地点が内蔵された。

その後、設計用気象データは、30 年間の EA 実在年気象データをもとに 10 年ごとに作成・更新されることになり、2010 年版の HASPEE のための設計用気象データは、前述の書籍の改訂版である「試して学ぶ熱負荷 HASPEE 改訂 2 版～新最大熱負荷計算法～」⁴⁾とそのツールで使用されると同時に、(株)気象データシステムからも公開され広い用途での利用が可能になった。

この度、2020 年版設計用気象データの作成が完了し、HASPEE のためのデータも利用可能となった。地点数は 836 地点あるが、そのうち無償利用が可能で 50 地点^{注 1)}を内蔵した HASPEE が、空気調和・衛生工学会の HASPEE ホームページから公開されることになった。全地点を利用するには、(株)気象データシステムより購入し、内蔵データと交換すればよい。

2020 年版 EA 設計用気象データの作成法は、基本的に 2010 年版と同じである。ただし、外気温湿度測定の露場が移転された東京については、その影響を補正している。具体的には、設計用気象データ作成のもとになる 1991～2020 年の実在年気象データのうち、露場移転(2014 年 12 月、大手町一板の間の公園)以前の外気温湿度を移転後の北の丸公園の外気温湿度に変換するための補正を行った。

本稿では、HASPEE のための 2020 年版設計用気象データの概要と作成法を述べる。

2. 設計用気象データの概要

EA 設計用気象データは、かつてよく使用されていた TAC データ⁵⁾が気象学上ありえない厳しい条件の組合せになっていたのに対して、過酷気象日の観測値から作成された現実的な気象である⁶⁻⁹⁾。また、ゾーンや空調装置によって熱負荷ピークの発生する季節や天候が異なる点を考慮し、冷暖房それぞれに対して複数の気象タイプのデータが用意されている。具体的には、日平均気温や日平均エンタルピなどの 2 種類の気象指標を気象タイプごとに決め、これを用いて過酷気象日を 24 日選定し平均化処理して設計用気象データを作成している。冷房設計用には h-t 基準、Jc-t 基準、Js-t 基準の 3 タイプ、暖房設計用には t-x 基準、t-Jh 基準の 2 タイプがある。気象タイプの名称は、過酷気象の選定に用いた気象の第 1、第 2 指標の記号をこの順に並べたものである。冷房設計用の h-t 基準はエンタルピ(h)と気温(t)の高い蒸暑気象、Jc-t 基準は盛夏期の円柱面日射量(Jc)(円柱面は円柱の側面であり建物側面を模擬したもの)と気温(t)の厳しい気象、Js-t 基準は南ゾーン用のもので秋寄りの円柱南面日射量(Js)(円柱南面とは円柱側面の南側 1/4)と気温(t)の厳しい気象という特徴をもつ。暖房設計用 t-x 基準は気温(t)と絶対湿度(x)の低い厳寒乾燥気象、t-Jh 基準は気温(t)が低く水平面日射量(Jh)の弱い厳寒曇天気象である。太陽位置は、冷房設計用 h-t 基準、Jc-t 基準は 8/1、Js-t 基準は 9/15(北緯 29°以南の南方地方は 10/15)、暖房設計用 t-x 基準、t-Jh 基準は 1/30 である。

表 1-1、1-2、2 に、例として、東京の 2020 年版設計用気象データを示す。EA 設計用気象データに対して、外気エンタルピ、太陽位置、鉛直面日射量が追加されている。冷房設計用の鉛直面日射量には、地表面反射率 0.15 と仮定して求めた反射日射量も含まれている。また、「日影」面日射量とは、鉛直面に当たる天空日射量(準直達成分は除く)と反射日射量の和のことである。暖房設計用には反射日射量は無視した。HASPEE による計算の際に使用するデータは、基本的に、乾球温度、絶対湿度、冷房設計用日射量であり、エンタルピ、夜間放射量、風向、風速、太陽位置、暖房設計用日射量は参考値として示したものである。暖房設計用に、日射量、夜間放射量、外部風の影響を、特別に考慮したい場合に利用できる。図 1、2 は、東京の主な気象要素の時刻変動を、冷房設計用 3 タイプ、暖房設計用 2 タイプについて比較したものである。この図の方位別日射量には、地表面反射日射量は含まれていない。

最大熱負荷計算の際には、機械的に全気象タイプを用いて計算する方法もあるが、基本的には、ゾー

表 1-1 冷房設計用気象データ (東京)

(a)h-t基準データ(最小危険率)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
時刻		28.1	27.8	27.5	27.3	27.1	27.7	28.9	30.4	31.7	33.1	33.9	34.3	34.6	34.7	34.7	33.6	32.6	31.7	30.6	29.4	29.1	28.8	28.4	
乾球温度[°C]		19.9	19.9	19.8	19.7	19.7	20	20.2	20.1	19.8	19.9	20.1	20.2	20.3	20.4	20.1	19.8	19.8	20	19.9	20.1	20	20	20	
絶対湿度[g/kg]		79	78.7	78.2	77.7	77.5	78.8	80.7	82	82.5	84.3	85.6	86.2	87	87.1	86.3	84.4	83.6	82.9	81.8	81	80.9	80.4	80	
エンタルピー[J/g]		47	46	44	43	42	44	46	50	53	55	54	55	55	54	56	53	50	49	48	45	47	46	46	
夜間放射量[W/m ²]		SSW	S	SW	SW	WSW	SW	W	WSW	WSW	S	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	S	
風向		2.3	2.1	2.1	1.8	1.9	1.7	1.8	1.7	2	2	2.8	3.3	3.5	3.9	3.7	3.5	3.5	3.4	3	2.9	2.6	2.4	2.2	
風速[m/s]		0	0	0	0	1.3	12.9	24.9	37.1	49.1	60.4	69.5	72.1	66.1	55.8	44.1	31.9	19.8	7.9	0	0	0	0	0	
太陽高度[°]		0	0	0	0	-111	-103	-95	-86.2	-75.7	-60.4	-33.8	9.8	47	67.7	80.5	90	98.4	106.5	0	0	0	0	0	
太陽方位角[°]		0	0	0	0	0	227	387	436	466	498	503	505	481	451	421	360	271	84	0	0	0	0	0	
直達日射量[W/m ²]	法線	0	0	0	0	0	3	61	117	173	217	260	284	293	260	215	163	88	35	0	0	0	0	0	
天空日射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	3	112	280	436	570	754	773	732	633	508	353	180	47	0	0	0	0	0	
	水平	0	0	0	0	0	2	38	73	102	121	136	140	141	135	118	94	54	20	0	0	0	0	0	
	日影	0	0	0	0	0	2	107	111	102	121	136	140	141	143	135	118	94	54	20	0	0	0	0	
	北	0	0	0	0	0	2	296	414	400	328	225	140	141	143	135	118	94	54	20	0	0	0	0	
	北東	0	0	0	0	0	2	334	517	553	514	427	277	141	143	135	118	94	54	20	0	0	0	0	
	東	0	0	0	0	0	2	199	360	442	470	458	381	267	143	135	118	94	54	20	0	0	0	0	
	南東	0	0	0	0	0	2	38	73	132	222	301	344	356	269	187	94	54	20	0	0	0	0	0	
	南	0	0	0	0	0	2	38	73	102	121	136	188	320	419	461	454	386	258	82	0	0	0	0	
	南西	0	0	0	0	0	2	38	73	102	121	136	140	179	345	462	524	507	392	144	0	0	0	0	
	西	0	0	0	0	0	2	38	73	102	121	136	140	141	153	271	357	386	329	134	0	0	0	0	
	北西	0	0	0	0	0	2	38	73	102	121	136	140	141	153	271	357	386	329	134	0	0	0	0	

(b)j-c-t基準データ(最小危険率)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
時刻		27.3	27.1	26.9	26.5	26.4	27.1	28.7	30.2	31.6	32.9	33.4	33.8	34	33.9	33.4	32.8	31.6	30.5	29.5	28.4	28.1	27.7	27.5	
乾球温度[°C]		17.2	17.3	17.2	17.3	17.2	17.4	17.4	17.2	16.9	17.2	17.3	17.2	17.3	17.2	17.3	17.1	17.1	17	17	16.9	17	17	17	
絶対湿度[g/kg]		71.3	71.2	71	70.7	70.5	71.7	73.4	74.5	75.2	77.2	77.9	78	78.4	78.2	77.8	76.8	75.6	74.1	73	72.4	72	71.5	71.4	
エンタルピー[J/g]		61	61	61	60	60	61	63	65	69	69	69	70	69	70	69	69	68	67	65	64	62	62	61	
夜間放射量[W/m ²]		SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SSW	SSW	SSW	S	S	S	S	SSW	SSW	SSW	S	SSW	SSW	S	SSW	
風向		3.5	3.4	3.2	3.1	2.9	2.7	2.8	3	3	3.2	4.1	4.3	4.8	4.8	5.1	4.6	4.4	4.5	4.4	4	3.8	3.7	3.5	
風速[m/s]		0	0	0	0	0	1.3	12.9	24.9	37.1	49.1	60.4	69.5	72.1	66.1	55.8	44.1	31.9	19.8	7.9	0	0	0	0	
太陽高度[°]		0	0	0	0	0	-111	-103	-95	-86.2	-75.7	-60.4	-33.8	9.8	47	67.7	80.5	90	98.4	106.5	0	0	0	0	
太陽方位角[°]		0	0	0	0	0	227	387	436	466	498	503	505	481	451	421	360	271	84	0	0	0	0	0	
直達日射量[W/m ²]	法線	0	0	0	0	0	0	436	602	668	688	692	696	698	697	695	679	630	541	287	0	0	0	0	
天空日射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	8	52	90	131	172	213	235	242	224	193	153	114	75	41	0	0	0	0	
	水平	0	0	0	0	0	8	149	344	534	692	815	887	906	861	767	626	448	259	80	0	0	0	0	
	日影	0	0	0	0	0	4	39	70	96	116	129	132	132	130	124	108	86	58	26	0	0	0	0	
	北	0	0	0	0	0	4	154	125	96	116	129	132	132	130	124	108	86	58	26	0	0	0	0	
	北東	0	0	0	0	0	4	470	557	511	393	242	132	132	130	124	108	86	58	26	0	0	0	0	
	東	0	0	0	0	0	4	533	704	723	643	499	304	132	130	124	108	86	58	26	0	0	0	0	
	南東	0	0	0	0	0	4	307	480	569	584	539	436	290	130	124	108	86	58	26	0	0	0	0	
	南	0	0	0	0	0	4	39	70	138	251	339	390	402	372	305	204	86	58	26	0	0	0	0	
	南西	0	0	0	0	0	4	39	70	96	116	129	192	356	485	565	583	530	414	199	0	0	0	0	
	西	0	0	0	0	0	4	39	70	96	116	129	132	179	390	566	683	714	648	375	0	0	0	0	
	北西	0	0	0	0	0	4	39	70	96	116	129	132	132	143	308	446	531	537	346	0	0	0	0	

表 1-2 冷房設計用気象データ (東京) (続き)

(c)J-t基準データ (年基準危険率0.5%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
時刻		24.9	24.8	24.6	24.3	24	24.3	25.7	27.2	28.7	29.8	30.7	31.2	31.5	31.3	30.9	30.1	28.9	28	27	26.4	25.6	25.4	25.2	25
乾球温度[°C]		15.7	15.8	15.9	15.8	15.8	15.8	15.8	15.6	15.5	15.3	15	14.6	15	14.7	14.6	14.7	14.9	15.2	15.1	15	15.3	15.2	15.3	15.4
絶対湿度[g/kg]		64.9	65.2	65.3	64.7	64.2	64.6	66.1	67.1	68.3	69.1	69.2	68.7	70	69.2	68.5	67.9	67.1	67	65.6	64.9	64.9	64.1	64.1	64.4
エンタルピ[J/g]		55	55	55	55	55	55	58	64	68	71	73	76	75	74	75	73	69	66	64	62	60	59	57	55
夜間放射量[W/m ²]		SSW	SW	SW	SW	WSW	SW	SW	SW	SW	SSW	S	S	S	S	S	S	S	S	S	SSE	S	SSE	SSE	SSW
風向		2.8	2.7	2.8	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.9	2.8	3	3.5	3.8	4.1	4	3.8	3.7	3.6	3.5	3.3	3.3	2.9	2.9	2.8
風速[m/s]		0	0	0	0	0	6.6	18.7	30.4	41.3	50.5	56.3	56.9	52	43.4	32.8	21.2	9.1	0	0	0	0	0	0	0
太陽高度[°]		0	0	0	0	0	-89	-80	-69.7	-57	-39.8	-16.5	10.9	35.4	53.8	67.3	77.9	87.2	0	0	0	0	0	0	0
太陽方位角[°]	法線	0	0	0	0	0	226	429	562	616	633	649	655	650	642	608	507	261	0	0	0	0	0	0	0
直達日射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	38	97	131	166	193	205	206	179	151	121	91	46	0	0	0	0	0	0	0
天空日射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	64	234	416	572	681	745	754	692	593	451	275	87	0	0	0	0	0	0	0
	日影	0	0	0	0	0	24	62	91	110	122	125	126	117	105	88	66	29	0	0	0	0	0	0	0
	北	0	0	0	0	0	24	62	91	110	122	125	126	117	105	88	66	29	0	0	0	0	0	0	0
	北東	0	0	0	0	0	239	349	337	228	122	125	126	117	105	88	66	29	0	0	0	0	0	0	0
	東	0	0	0	0	0	333	556	643	585	443	253	126	117	105	88	66	29	0	0	0	0	0	0	0
	南東	0	0	0	0	0	246	473	626	665	621	522	377	198	105	88	66	29	0	0	0	0	0	0	0
	南	0	0	0	0	0	29	149	295	419	507	558	565	517	437	323	185	46	0	0	0	0	0	0	0
	南西	0	0	0	0	0	24	62	91	110	167	341	496	601	660	651	544	280	0	0	0	0	0	0	0
	西	0	0	0	0	0	24	62	91	110	122	125	210	401	558	649	623	367	0	0	0	0	0	0	0
	北西	0	0	0	0	0	24	62	91	110	122	125	126	117	191	319	376	256	0	0	0	0	0	0	0

【注記】

- 1)本データは、1991-2020年の拡張アメダス実在年データに基づき作成された2020版拡張アメダス設計用気象データに対して、外気エンタルピと太陽位置、鉛直面日射量の値を追加したものである。太陽位置は、h-t基準、Jc-t基準は8/1、Js-t基準は9/15(北緯29°以北用)である。
- 2)8方位鉛直面全日射量の計算には、天空放射輝度分布の影響を考慮したPerezの方法を用いた。また地表面反射率を0.15とし地表面反射日射量の和を含めた。
- 3)全日射量の「日影」は、鉛直面に当たる天空日射量(準直達日射は除く)と地表面反射日射量の和のことである。

表 2 暖房設計用気象データ (東京)

(a)t-x基準データ (年基準危険率1%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
時刻		0.6	0.3	0.1	-0.3	-0.4	-0.7	-0.5	0.8	2.7	4.2	5.2	5.9	6.2	6	5.7	4.8	3.6	3	2.5	2.4	1.8	1.5	1.2	2.4
乾球温度[°C]		1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4
絶対湿度[g/kg]		4.2	3.9	3.7	3.3	3.1	2.9	2.9	4.3	6	7.4	8.1	8.7	9.1	8.7	8.6	7.8	6.7	6.1	5.8	5.7	5.2	4.9	4.7	4.4
エンタルピー[J/g]		99	99	100	100	104	105	106	109	113	114	116	118	115	119	117	115	113	110	106	105	105	104	103	101
夜間放射量[W/m ²]		NW	NW	NW	NNW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NW	NW
風向		3.5	3.2	3.2	2.9	3	3.1	2.8	3	3.8	4.1	4.4	4.1	4	3.8	4.1	3.7	3.4	3.4	3.1	3	2.9	3.3	2.9	2.9
風速[m/s]		0	0	0	0	0	0	2.4	13.1	22.6	30.2	35.1	36.6	34.4	28.9	20.9	11.1	0.3	0	0	0	0	0	0	0
太陽高度[°]		0	0	0	0	0	0	-66.2	-56.6	-45.3	-31.8	-15.8	1.7	19.1	34.6	47.6	58.5	67.9	0	0	0	0	0	0	0
太陽方位角[°]		0	0	0	0	0	0	0	550	722	800	826	823	804	742	609	481	0	0	0	0	0	0	0	0
直達日射量[W/m ²]	法線	0	0	0	0	0	0	0	0	79	87	95	101	100	96	93	53	1	0	0	0	0	0	0	0
天空白射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	0	21	181	356	489	570	593	554	455	310	146	1	0	0	0	0	0	0	0
全日射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	0	10	30	39	45	47	49	49	46	47	29	1	0	0	0	0	0	0	0
	日影	0	0	0	0	0	0	10	30	39	45	47	49	49	46	47	29	1	0	0	0	0	0	0	0
	北	0	0	0	0	0	0	10	30	39	45	47	49	49	46	47	29	1	0	0	0	0	0	0	0
	北東	0	0	0	0	0	0	15	156	44	45	47	49	49	46	47	29	1	0	0	0	0	0	0	0
	東	0	0	0	0	0	0	22	551	576	448	251	49	49	46	47	29	1	0	0	0	0	0	0	0
	南東	0	0	0	0	0	0	23	642	794	789	699	552	372	179	47	29	1	0	0	0	0	0	0	0
	南	0	0	0	0	0	0	15	374	570	695	765	782	746	654	497	322	1	0	0	0	0	0	0	0
	南西	0	0	0	0	0	0	10	30	39	220	411	583	713	773	715	574	1	0	0	0	0	0	0	0
	西	0	0	0	0	0	0	10	30	39	45	47	71	290	465	541	507	1	0	0	0	0	0	0	0
	北西	0	0	0	0	0	0	10	30	39	45	47	49	49	46	77	160	1	0	0	0	0	0	0	0

(b)t-h基準データ (年基準危険率1%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
時刻		3.4	3.5	3.4	2.9	2.5	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2	1.9	2	1.9	2	2	2.4	2.9
乾球温度[°C]		3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9	4	4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.7
絶対湿度[g/kg]		12	11.8	11.5	11	10.7	10.5	10.6	10.9	11.1	11.4	11.2	11.5	11.6	11.9	12	12.1	11.9	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.2	12.2
エンタルピー[J/g]		44	43	41	38	36	34	33	33	32	30	32	30	28	28	28	29	31	34	35	37	39	41	43	44
夜間放射量[W/m ²]		N	N	N	N	N	N	N	NNW	N	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	N	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
風向		2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.7	2.9	2.9	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.5	3	3.2	3.3	3.4	3.1	3.1	3.1
風速[m/s]		0	0	0	0	0	0	2.4	13.1	22.6	30.2	35.1	36.6	34.4	28.9	20.9	11.1	0.3	0	0	0	0	0	0	0
太陽高度[°]		0	0	0	0	0	0	0	-66.2	-56.6	-45.3	-15.8	1.7	19.1	34.6	47.6	58.5	67.9	0	0	0	0	0	0	0
太陽方位角[°]		0	0	0	0	0	0	0	0	79	87	95	101	100	96	93	53	1	0	0	0	0	0	0	0
直達日射量[W/m ²]	法線	0	0	0	0	0	0	0	0	34	50	63	71	74	62	38	14	0	0	0	0	0	0	0	0
天空白射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	0	2	18	34	50	63	71	74	62	38	14	0	0	0	0	0	0	0	0
全日射量[W/m ²]	水平	0	0	0	0	0	0	2	18	34	50	63	71	74	62	38	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	日影	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	北	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	北東	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	東	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	南東	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	南	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	南西	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	西	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	北西	0	0	0	0	0	0	1	9	17	25	32	35	37	31	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0

【注記】 太陽位置は、t-x基準、t-h基準ともに1/30である。暖房設計用には、地表面反射日射の影響は無視した。その他の注記は、冷房設計用と同じ

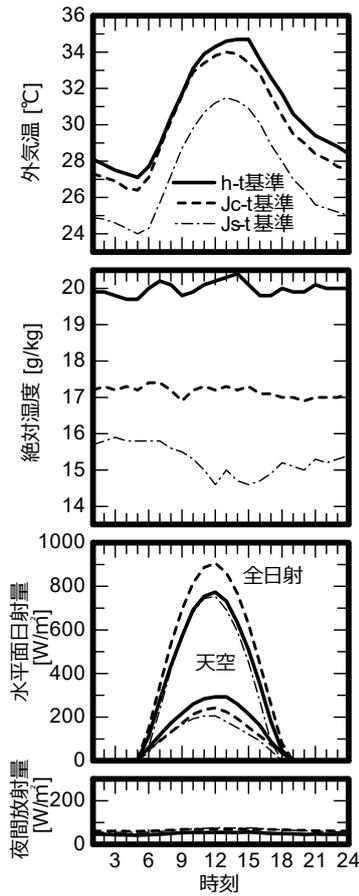


図1 冷房設計用気象データ (東京)

* 本図の方位別日射量には、地表面反射日射量は含まれていない。

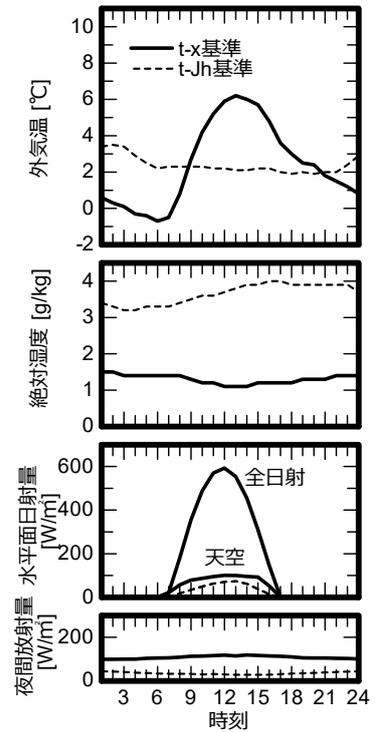
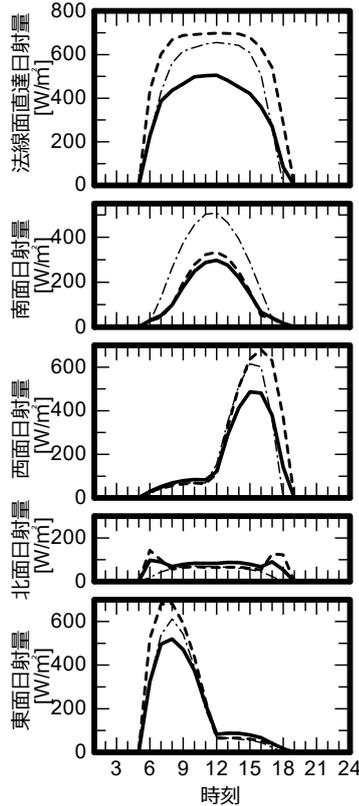


図2 暖房設計用気象データ (東京)

表3 HASPEE に内蔵されている設計用気象データの代表 50 地点

地点番号	地名	都道府県名	緯度 [°]	経度 [°]	標高 [m]	
30	稚内	ワッカナイ	北海道	45.4	141.7	3
230	旭川	アサヒカワ	43.8	142.4	120	
460	札幌	サッポロ	43.1	141.3	17	
590	岩見沢	イワミザワ	43.2	141.8	42	
820	網走	アバシリ	44.0	144.3	38	
860	北見	キタミ	43.8	143.8	104	
1210	帯広	オビヒロ	42.9	143.2	38	
1400	室蘭	ムロラン	42.3	141.0	40	
1540	函館	ハコダテ	41.8	140.8	35	
1710	青森	アオモリ	青森県	40.8	140.8	3
1960	秋田	アキタ	秋田県	39.7	140.1	6
2240	盛岡	モリオカ	岩手県	39.7	141.2	155
2550	仙台	センダイ	宮城県	38.3	140.9	39
2740	山形	ヤマガタ	山形県	38.3	140.3	153
2830	福島	フクシマ	福島県	37.8	140.5	67
3190	つくば	ツクバ	茨城県	36.1	140.1	25
3330	宇都宮	ウツノミヤ	栃木県	36.5	139.9	119
3430	前橋	マエバシ	群馬県	36.4	139.1	112
3630	東京	トウキョウ	東京都	35.7	139.8	25
3690	父島	チチジマ	27.1	142.2	3	
3740	銚子	チオウシ	千葉県	35.7	140.9	20
3930	長野	ナガノ	長野県	36.7	138.2	418
4200	甲府	コウフ	山梨県	35.7	138.6	273
4360	静岡	シズオカ	静岡県	35.0	138.4	14
4470	名古屋	ナゴヤ	愛知県	35.2	137.0	51

地点番号	地名	都道府県名	緯度 [°]	経度 [°]	標高 [m]	
4980	新潟	ニイガタ	新潟県	37.9	139.0	4
5220	富山	トヤマ	富山県	36.7	137.2	9
5390	福井	フクイ	福井県	36.1	136.2	9
5490	彦根	ヒコネ	滋賀県	35.3	136.2	87
5650	大阪	オオサカ	大阪府	34.7	135.5	23
5880	奈良	ナラ	奈良県	34.7	135.8	102
6150	岡山	オカヤマ	岡山県	34.7	133.9	5
6320	広島	ヒロシマ	広島県	34.4	132.5	4
6410	松江	マツエ	島根県	35.5	133.1	17
6720	高松	タカマツ	香川県	34.3	134.1	9
6820	松山	マツヤマ	愛媛県	33.8	132.8	32
6940	高知	コウチ	高知県	33.6	133.5	1
7180	下関	シモノセキ	山口県	33.9	130.9	3
7260	福岡	フクオカ	福岡県	33.6	130.4	3
7410	大分	オオイト	大分県	33.2	131.6	5
7550	長崎	ナガサキ	長崎県	32.7	129.9	27
7630	佐賀	サガ	佐賀県	33.3	130.3	6
7710	熊本	クマモト	熊本県	32.8	130.7	38
7940	宮崎	ミヤザキ	宮崎県	31.9	131.4	9
8060	鹿児島	カゴシマ	鹿児島県	31.6	130.5	4
8210	名瀬	ナゼ	鹿児島県	28.4	129.5	3
8310	那覇	ナハ	沖縄県	26.2	127.7	28
8330	南大東	ミナミダイトウ	25.8	131.2	15	
8350	宮古島	ミヤコジマ	24.8	125.3	40	
8400	石垣島	イシガキジマ	24.3	124.2	6	

ンや空調装置に応じて気象タイプを選んで利用する。例えば、外気導入するインテリア空調機であれば h-t 基準と t-x 基準、日射の影響を強く受けるペリメータ空調機であれば Jc-t 基準(南ゾーンは Js-t 基準)と t-Jh 基準が適する。本設計用気象データの利用法と利用例は文献 4) に詳述されている。この気象データは、現実的な気象であるという特徴をもつので、使用にあたり気象以外の計算条件も現実的な条件に設定することが重要である。

3. 設計用気象データの危険率と各気象要素の安全度

EA 設計用気象データの危険率は、第 1 気象指標の年基準超過確率で表示されている(混乱を避けるため、「危険率」という用語は気象データの種類を特定するためにのみ使用し、その他は「超過確率」を用いる)。もともと、冷房設計用の h-t 基準は 3 種類の危険率(最小危険率、1%、2%)、Jc-t、Js-t 基準は 1 種類の危険率、暖房設計用の t-x、t-Jh 基準は 3 種類の危険率(最小、1%、2%)のデータが用意されているが、HASPEE 用に、気象タイプごとに以下の 1 種類の危険率に絞っている。

冷房設計用 h-t、Jc-t 基準：最小危険率、Js-t 基準：0.5%

暖房設計用 t-x、t-Jh 基準：1%

暖房設計用データの第 1 気象指標は、2 タイプとも日平均気温である。この場合の危険率 1%とは、日平均気温が設計用気象データの値より低い日が、1 年間 365 日のうち 3~4 日(0.01×365 日)発生する可能性があることを意味している。かつての TAC データは 4 ヶ月基準超過確率 2.5%のデータがよく用いられていたが、参考のためこれを年基準超過確率に換算すると約 0.8%である。「最小危険率」とは、設計用気象データの第 1 気象指標が作成可能な最も安全な値となっていることを意味し、作成した後にはわかる危険率は、地点により多少変わる。冷房設計用 h-t 基準データの場合、最小危険率は 0.3%程度となる。これは、第 1 指標である日平均エンタルピが設計用気象データの値より高い日が、1 年間のうち 1 日程度(0.03×365 日)発生する可能性があることを意味する。温暖化傾向に配慮し、冷房設計用データはなるべく安全側のデータとなるように危険率が設定されている。

設計用気象データは、第 1 指標の気象要素に対して目標とする危険率を与えて作成しているため、

表 4 設計用気象データの気象日別値の危険率 (東京)

(a) 冷房設計用

気象要素		h-t基準 最小危険率	Jc-t基準	Js-t基準	
		気象日別値 (危険率)	気象日別値 (危険率)	気象日別値 (危険率)	
日平均気温	℃	30.7 (0.3 %)	29.9 (1.0 %)	27.3 (8.6 %)	
日最高気温	℃	34.7 (0.6 %)	34.0 (1.2 %)	31.5 (6.6 %)	
日平均絶対湿度	g/kg	20.0 (0.6 %)	17.2 (7.1 %)	15.3 (15.1 %)	
日平均エンタルピ	J/g	81.9 (0.4 %)	74.0 (5.5 %)	66.5 (14.1 %)	
日積算 全日射量	水平面	MJ/m ² 日	21.9 (6.2 %)	26.6 (1.0 %)	20.0 (9.0 %)
	南面	MJ/m ² 日	7.1 (9.1 %)	7.1 (7.1 %)	13.0 (0.6 %)
	西面	MJ/m ² 日	9.8 (7.4 %)	12.9 (0.9 %)	10.5 (5.6 %)
	北面	MJ/m ² 日	3.8 (15.8 %)	3.8 (15.7 %)	2.3 (28.7 %)
	東面	MJ/m ² 日	10.3 (5.5 %)	12.7 (1.4 %)	10.5 (5.1 %)

(b) 暖房設計用

気象要素		t-x基準 危険率1%	t-Jh基準 危険率1%
		気象日別値 (危険率)	気象日別値 (危険率)
日平均気温	℃	2.4 (1.0 %)	2.4 (1.0 %)
日最低気温	℃	-0.7 (1.1 %)	1.9 (9.5 %)
日平均絶対湿度	g/kg	1.3 (0.4 %)	3.7 (21.1 %)
日平均エンタルピ	J/g	5.7 (0.1 %)	11.6 (7.0 %)
日積算	全日射量	MJ/m ² 日	13.2 (24.1 %)
	水平面	夜間放射量 MJ/m ² 日	9.3 (3.9 %)
		3.0 (30.0 %)	

*1 危険率、超過確率は年基準。1991-2020 年の 30 年間の冷房期 6-9 月(北緯 29°以南は 6-10 月)、暖房期 12-3 月の気象日別値が、それぞれ冷暖房設計用気象データの日別値より過酷となる日数を 30 年間の日数 10,958 日で除して求めた。

*2 暖房設計用日射量の危険率は、その値より少ない日射量が発生する日の確率

それ以外の気象要素がどの程度安全かは、気象タイプにより傾向が異なる。表4には、東京の設計用気象データを例に、主な気象要素の年基準超過確率を示した。冷房設計用 h-t 基準データは、第1指標の日平均エンタルピの超過確率が0.4%、第2指標の日平均気温の超過確率が0.3%であり、ともに安全な条件といえる。それに対して、日積算日射量の超過確率は、方位により異なるが10%前後の超過確率である。Jc-t 基準データは日射の強い気象であり、水平面・西面・東面の日積算日射量の超過確率は1%前後となっていて、8月としては安全な条件である。第2指標の日平均気温の超過確率も1%である。日射の強い日は湿度が低い傾向にあるため、日平均絶対湿度の超過確率は約7%になった。南ゾーン用の Js-t 基準データは、第1指標の円柱南面日射量と値が近い南面日射量の超過確率が0.6%と安全な条件であるが、9月の気象であるため、日平均気温はやや低く、超過確率もやや高い。暖房設計用 t-x 基準、t-Jh 基準データは、当然であるが、両者ともに第1指標である日平均気温の超過確率は1%である。t-x 基準データは、第2指標である日平均絶対湿度の超過確率も1%に近く、温湿度ともに安全な条件である。

4. 2020年版 EA 設計用気象データの作成法

過酷気象日の選定は、EA 実在年気象データの1991～2020年の30年間を対象として、暖房設計用には12～3月の4ヶ月、冷房設計用には6～9月の4ヶ月(北緯29°以南の南方地方は6～10月の5ヶ月)の期間のなかから行う。気象タイプによって天候の特徴が明確に異なる過酷気象日を選定するために、選定の際に用いる気象指標を次のように定めている。

冷房設計用

- h-t 基準 第1指標：日平均エンタルピ、第2指標：日平均気温
- Jc-t 基準 第1指標：日積算円柱面日射量、第2指標：日平均気温
- Js-t 基準 第1指標：日積算円柱南面日射量、第2指標：日平均気温

暖房設計用

- t-x 基準 第1指標：日平均気温、第2指標：日平均絶対湿度
- t-Jh 基準 第1指標：日平均気温、第2指標：日積算水平面日射量

冷房設計用の場合、6～9月(北緯29°以南の南方地方は6～10月)の第1指標のランキング(過酷な順に並べたもの)をもとに、目標危険率に相当する順位に近い73日を、h-t、Jc-t 基準データのときは7、8月のみ、Js-t 基準データのときは9月のみから選定する。最小危険率を目標とする場合は、上位73日を指定された月から選定し、選定された73日のなかで36番目の順位を目標危険率に換算する。次に、第1指標により選ばれた73日の中から、第2指標の厳しい24日間を選定する。ここで、単純に第2指標の厳しい24日間を選定すると、その24日から作成される設計用気象データの第1指標の超過確率は、目標値に近いとは限らない。そこで、設計用気象データの第1指標の超過確率が目標値に近くなるよう配慮しながら第2指標の厳しい24日間を決定する。

暖房設計用 t-x、t-Jh 基準データは、まず、12～3月の第1指標のランキングをもとに、目標危険率に相当する順位に近い145日を1、2月のみから選定し、次に、そのなかから第2指標の厳しい24日間を選定する。その他は、冷房設計用の作成要領と同じである。暖房設計用の場合は、冷房設計用より、第1指標にもとづく選定日数が多い。これは、t-x 基準と t-Jh 基準データの気象の違いを明確にするためであり、最終的に日積算日射量の弱い日を24日抽出するには、第1指標による選定日数を増やす必要があることによる。

24日分の過酷気象の平均化処理は、気温、絶対湿度、水平面夜間放射量は、特別単純平均、風速はスカラー平均、風向は風速ベクトル平均で決まる風向を採用する。日射量については、太陽位置を変換した後に直散分離を行い、水平面天空日射量の平均化処理をして直達日射量を求め、さらに変動のスムージングをした。

5. 東京の露場移転の影響補正法

東京の外気温湿度測定露場が、2014年12月2日に大手町から北の丸公園に移転されたため、両地点の外気温湿度変換法を作成し⁹⁾、移転以前の手町の外気温湿度を北の丸公園の値に変換して設計用外気温湿度データを作成し、2020年版東京のデータとした。2020年版東京(北の丸公園)の設計外気温湿度を大手町の値に変換したい場合は、表5の補正值を用いて変換することができる。参考まで、図3-1、2に、北の丸公園と大手町の設計外気温湿度を示す。

【注記】

1) HASPEE のための 2020 年版設計用気象データと関連データ（標準日射熱取得、ETD）は HASPEE に内蔵され利用できるようになっていました。これらのデータは、(株)気象データシステム(MDS)が著作権を有する拡張アメダス気象データから作成された二次的著作物であり、HASPEE に内蔵されるものは HASPEE でのみ使用できます。それ以外の目的で使用する場合は、MDS (<https://www.metds.co.jp/>) とライセンス契約を結ぶことにより使用できますので、そちらをご利用ください。

【文献】

- 1) 日本建築学会：拡張アメダス設計用気象データ 1981-2000、2005
- 2) 気象データシステム：年別 EA 気象データ <https://www.metds.co.jp/product/ea/eadata/>
- 3) 空気調和・衛生工学会：試して学ぶ熱負荷 HASPEE ～新最大熱負荷計算法～、丸善、2012
- 4) 空気調和・衛生工学会：試して学ぶ熱負荷 HASPEE 改訂 2 版 ～新最大熱負荷計算法～、丸善、2022
- 5) 空気調和・衛生工学会：空調設計用最大熱負荷計算法、1989
- 6) 郡公子、石野久彌：暖房設計用 t-x 基準、t-Jh 基準気象データの提案、日本建築学会環境系論文集、No.596、pp.83-88、2005
- 7) 郡公子、石野久彌：冷房設計用 h-t 基準、Jc-t 基準、Js-t 基準気象データの提案、日本建築学会環境系論

表 5 東京(北の丸公園)の設計外気温湿度を大手町の値に変換するための補正温度・湿度補正係数

時刻			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
補正温度	冷房	h-t/Jc-t	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.0	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	
		Js-t	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.3	0.9	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	
Δt [K]	暖房	t-x	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.2	
		t-Jh	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2	1.1	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	
湿度補正係数 fx [-]			1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
時刻			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	日平均
補正温度	冷房	h-t/Jc-t	0.2	0.1	-0.1	0.2	0.7	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	0.8
		Js-t	0.3	0.1	0.2	0.8	1.1	1.2	1.3	1.2	1.5	1.4	1.3	1.5	1.0
Δt [K]	暖房	t-x	0.0	0.4	0.5	1.0	1.6	1.7	1.6	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.0
		t-Jh	0.7	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.1	1.3	1.3	1.5	1.3	1.5	1.0
湿度補正係数 fx [-]			1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01

【注記】設計外気温湿度の変換式：大手町温度=北の丸公園温度+Δt 大手町絶対湿度=fx×北の丸公園絶対湿度

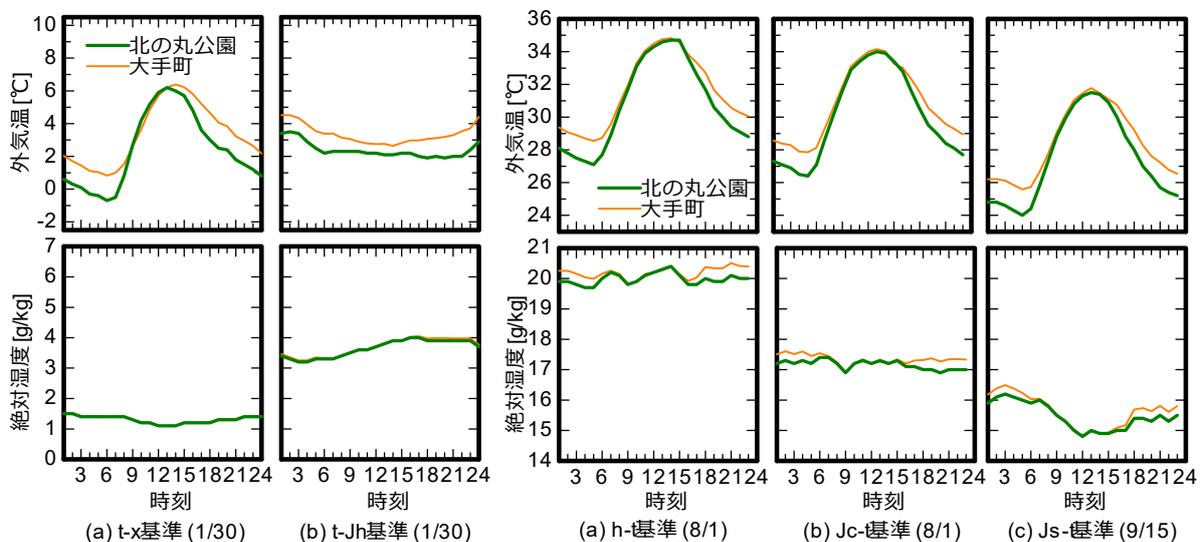


図 3-1 東京(北の丸公園)と大手町の暖房設計用外気温湿度

図 3-2 東京(北の丸公園)と大手町の冷房設計用外気温湿度

文集、No.599、pp.89-94、2006

- 8) 郡公子、石野久彌、村上周三：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 224）2010 年版 EA 設計用気象データと最大・年間負荷特性、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.13-16、2019
- 9) 郡公子、石野久彌、村上周三：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 277）2020 年版空調設計用気象データの作成と特性解析、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2024