

2011 年～2020 年の EA 気象データに基づく（2020 年版）標準年 EA 気象データの作成法

建築物や空調設備の計画段階で屋内熱環境や空調熱負荷を予測するには、建設地またはその近隣の気象データが不可欠である。気候の年周期性とシミュレーション（予測）の時間間隔を考慮すると、このような気象データは連続した少なくとも 1 年間の時刻別の値であり、かつ予測に必要な気象要素を含んでいなければならない。標準年 EA 気象データはそのような必要性に応じて作成された 1 年間の気象データであり、EA 気象データと同じ基本 10 気象要素、すなわち、気圧、外気温、絶対湿度、相対湿度、全天日射量、大気放射量、風向、風速、降水量、日照時間を含んでいる。

標準年 EA 気象データは、ある地点の 10 年程度の実在年から月別に平均的な年を選択し、それらを接続して得られた仮想の 1 年間の気象データであって、当該地点を代表する気象データと位置付けられる。その最大の利点は、全国 840 程の地点について、同期間の気象データに基づいて平均月が選択され、同等のクオリティのデータが同じフォーマットで提供されている点である。なお、標準年は国際的には reference year (RY) (他に design reference year (DRY), test meteorological year (TMY) 等) と呼ばれ、月別に平均的な年を選択してつなぎ合わせることで、平均月の選択には、主要気象要素として気温、日射量、湿度を用い、次に風速を考慮すること、10 年もしくはそれ以上の年数から作成すること等は ISO【1】にも定められている。

標準年 EA 気象データは、既に 1981 年～1995 年の実在年 EA 気象データに基づく標準年（1995 年版）、1991 年～2000 年の実在年 EA 気象データに基づく標準年（2000 年版）、2001 年～2010 年の実在年 EA 気象データに基づく標準年（2010 年版）を公開してきたが、これらに加え、2011 年～2020 年の実在年 EA 気象データに基づく標準年（2020 年版）を作成して公開することにした。

1995 年版及び 2000 年版標準年 EA 気象データは全国 842 地点について作成した。2010 年版は、廃止となったため 2001 年以降の年別 EA 気象データがない 6 アメダス地点（船泊、計根別、川崎、筑波山、新木場、豊中）を除いた 836 地点について作成した。

2010 年版で除外した 6 地点のうち、豊中を除く 5 地点は比較的近接した地点に移動していた。ただし、地点名はそれぞれ、船泊→礼文、計根別→上標津、川崎→蔵王、筑波山→川崎、新木場→江戸川臨海に変更になっていた。そのため、2020 年版では、これらを同じ地点番号で引き継ぎ、地点名を新たな地点名に切り替えて標準年を作成した。一方豊中は廃止されたが、米原には新たにアメダスが設置された。豊中と米原はかなり離れているため、豊中の地点番号であった 5640 は欠番として地点番号を 5641 とし、地点名を米原として米原の標準年を作成した。また、新島（地点番号 3660）、白浜（地点番号 6020）、金武（地点番号 8280）、伊良部（地点番号 8340）、多良間（地点番号 8360）の 5 地点は廃止されていたが、新たに 4 地点が設置された。2020 年版には、新設された南鳥島（地点番号 3661）、友ヶ島（地点番号 6021）、中之島（地点番号 8281）、宮城島（地点番号 8341）を加えた。

2020 年版 EA 標準年は、以上の処理により、全国 841 地点について作成した。

1995 年版、2000 年版、2010 年版の標準年 EA 気象データの作成法については「標準年 EA 気象データの作成法」としてこのホームページに既に公開している。2020 年版標準年の作成法は 2010 年版とほぼ同じであるが、以下の点で異なっている。

- ① STEP2 と STEP3, STEP7 と STEP8 を入れ替えた。(全天日射量より絶対湿度を優先。)
- ② STEP4 と STEP5, STEP9 と STEP10 を入れ替えた。(降水量より風速を優先。)
- ③ 2010 年版の STEP6～STEP10 の FS 値の σ にかかる係数 (緩和係数) を修正した。修正の理由は、FS 値が絞り込みに与える関与が小さかったためであり、気温、水平面全天日射量、絶対湿度の緩和係数を 1.0 から 0.7 に、降水量、風速の緩和係数を 1.5 から 1.0 にやや小さくした。
- ④ 2010 年版では風速計高さに移動があった場合には、STEP5 と STEP10 を絞り込みの手順から除外していた。しかし、2020 年版では、2011～2020 年の 10 年間で、風速計高さに閾値を超える高さの移動があった場合は、統計切断として扱い標準年の選択年間から除いた (表-1 参照) ため、2020 年版では STEP5 と STEP10 も絞り込み手順に加えた。

1. 平均月の選択法

平均月とは、1～12 月の月別に、候補となる複数の年の中で最も平均的と考えられる年をいう。この定義にしたがい、これらの年は月別に選択される。

(1) 平均月選択の対象となる年数 (候補対象年数)

候補対象期間は 2011～2020 年の 10 年間であるが、841 地点うち 15 地点では統計切断により 10 年に満たない候補対象期間から作成した。これらの 15 地点については、10 年に満たなかった根拠と候補対象期間を表-1 にまとめた。

(2) 候補月の絞り込みの手順

候補対象年から候補月を絞り込んで平均月を選択する。絞り込みの手順は以下の通りである。

- ① 10 の手順 (STEP) を設定し、各 STEP で設定されている閾値を満たすか否かで地点を絞り込む。
- ② STEP10 までをクリアした地点を平均月の候補月とする。STEP10 に至る前までに候補月がなくなった場合は、その前の STEP までに残った年を候補月とする。
- ③ 同じ STEP で複数の年が除外される場合は、式(1)の偏差 $DW_{e,m,y}$ の大きい年から順次除外する。
- ④ 候補月が複数ある場合は、気温が最も平均的な年 (式(1)による $DW_{e,m,y}$ 値が最も小さい年) を平均月とする。

STEP1～STEP10 は以下の通りであり、これを 1～12 月に適用する。Y は候補対象年数である。

STEP 1 Y 年から気温の月平均値が \pm 標準偏差 ($\pm\sigma$) 以内の月を選出する。

- STEP 2 Y年から絶対湿度の月平均値が $\pm\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 3 Y年から水平面全天日射量の日積算値の月平均値が $\pm\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 4 Y年から風速の月平均値が $\pm 1.5\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 5 Y年から降水量の日積算値の月平均値が $\pm 1.5\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 6 Y年から気温日平均値の FS 値が $+0.7\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 7 Y年から絶対湿度日平均値の FS 値が $+0.7\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 8 Y年から水平面全天日射量日積算値の FS 値が $+0.7\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP 9 Y年から風速日平均値の FS 値が $+\sigma$ 以内の月を選出する。
- STEP10 Y年から降水量日積算値の FS 値が $+\sigma$ 以内の月を選出する。

STEP1~STEP5 の月平均値とは式(1)による $DW_{e,m,y}$ のことをいう。

$$DW_{e,m,y} = W_{e,m,y} - W_{e,m} \quad (1)$$

ここに、

- e : 気象要素 (e=1 : 気温, 2 : 絶対湿度, 3 : 水平面全天日射量, 4 : 降水量, 5 : 風速),
 m : 月 (m=1~12), y : 年 (y=1~Y), $W_{e,m,y}$: e気象要素の y年 m月の平均値,
 $W_{e,m}$: e気象要素の m月の候補対象年の平均値 (アンサンブル平均という)

また、STEP6~STEP10 の FS 値(Finkelstein-Schafer Statistics)とは、Y年間 (候補対象年数) の m 月の日別値から得られる累積分布関数 $CDF_{m,i}$ と特定年 (y 年, y=1~Y) の m 月の日別値から得られる累積分布関数 $CDF_{y,m,i}$ との差の絶対値を月間日数 (i 日) だけ積算した値である。(図-1 参照)
 $CDF_{m,i}$ は複数年の日平均値から得られ、 $CDF_{y,m,i}$ に対応する値を含むので、式(2)のように、両者の差の絶対値 $\delta_{y,m,i}$ を定義することができる。

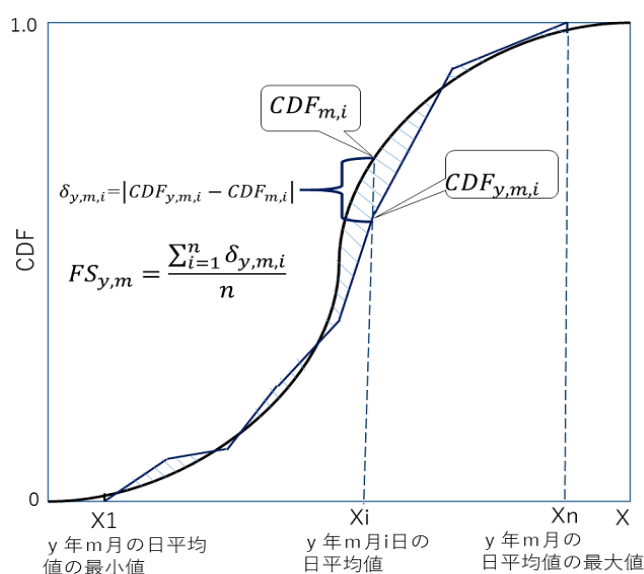


図-1 $FS_{y,m}$ の説明図

$\delta_{y,m,i}$ は、式(2)で表される。

$$\delta_{y,m,i} = |CDF_{y,m,i} - CDF_{m,i}| \tag{2}$$

$CDF_{m,i}$: 気象要素（気温、絶対湿度、水平面全天日射量、降水量、風速）の m の日別値 i の Y 年間の累積分布関数

$CDF_{y,m,i}$: 同上の気象要素の y 年 ($y=1\sim Y$) の累積分布関数

y 年 m 月の FS 値は式(3)で表される。

$$FS_{y,m} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{y,m,i}}{n} \tag{3}$$

ここに、 i : m 月の日数 ($i=1\sim n$)

STEP6 から STEP10 の σ 値は式(4)で計算する。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{y=1}^Y FS_{y,m}^2}{Y}} \tag{4}$$

以上の平均月選択のプロセスを図-2 に示す。

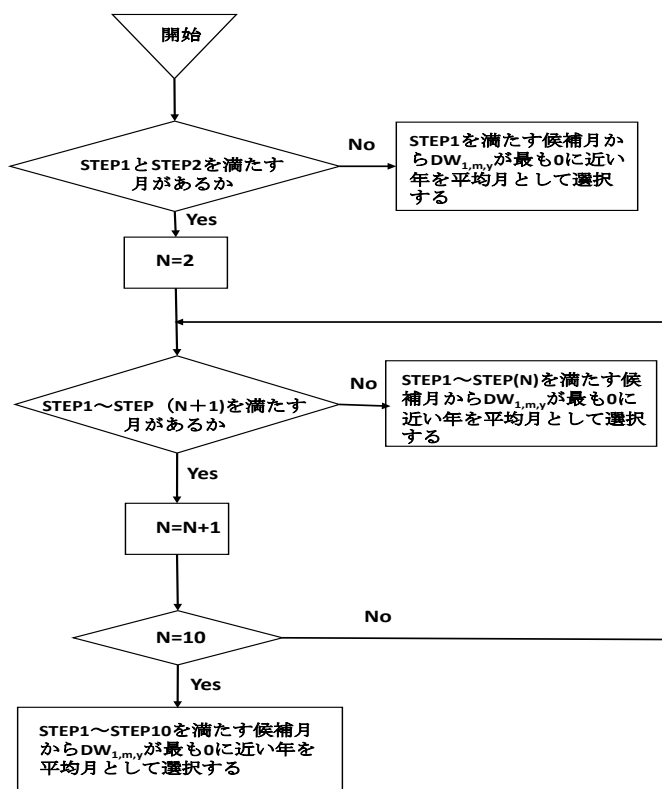


図-2 候補月の絞り込みと平均月選択のプロセス

本解説の【付表】に、図 2 のプロセスを適用して候補年を絞りこみ平均月を決定した例を示す。

(3) 日付と太陽位置

2020 年版 EA 標準年の曜日、休日は、2011~2020 年の中間の年である 2015 年の曜日、休日を採用した。また、直散分離等に用いる太陽位置も同年の日付で計算した。

2. 平均月の接続時刻の平滑化 (smoothing)

(1) smoothing の目的

平均月に選ばれた年は月によって異なることが多い。そのような場合には、前月と翌月の接合部の気象データが不連続になるので、前月の最後の 6 時間と翌月の最初の 6 時間、計 12 時間の気象データを、滑らかにつながるように平滑化 (smoothing) する必要がある。前月と翌月で平均月に選ばれた年が同じ場合にはこのような補正は行わなくてよい。標準年を用いて冬季のシミュレーションを行う場合は、12 月 31 日の次に 1 月 1 日の気象データが使用される。そのため、12 月 31 日の最後の 6 時間と 1 月 1 日のはじめの 6 時間も smoothing する必要がある。

標準年の年間日数は 365 日である。閏年の 2 月が平均月に選ばれた場合は 2 月の日数が 29 日となる。そのため、2 月 28 日と 2 月 29 日の同時刻の値に重みづけした平均値^{注1}を求めて 2 月 28 日の値とし、年間日数を 365 日とした後、2 月 28 日の 18 時～24 時と 3 月 1 日の 1 時～6 時のデータの smoothing を行う。

(2) smoothing の方法

1 月と 2 月、2 月と 3 月、・・・、11 月と 12 月の smoothing は以下のように行う。

$$D_{l,n} = \frac{31-n}{12} D_{l,n}^k + \frac{n-19}{12} D_{l,n}^{k+1} \quad (n=19, 20, \dots, 24) \quad (5)$$

$$D_{l,n} = \frac{6-n}{12} D_{l,n}^k + \frac{6+n}{12} D_{l,n}^{k+1} \quad (n=1, 2, \dots, 6) \quad (6)$$

k : 平均月 (k=1～11)

n : 時刻

l : 気象要素

$D_{l,n}^k$: 式(5)では k 月の平均月の特別値、式(6)では k 月の平均月と同じ年の (k+1) 月の特別値

$D_{l,n}^{k+1}$: 式(5)では (k+1) の平均月と同じ年の k 月の特別値、式(6)では (k+1) 月の平均月の特別値

$D_{l,n}$: $D_{l,n}^k$ と $D_{l,n}^{k+1}$ の smoothing により得られる標準年の特別値

式(5)のようにこの smoothing を行うには、平均月のデータだけでなく、平均月と同じ年の前後 6 時間のデータも必要である。

前述のように、標準年を用いて冬季の各種シミュレーション等を行う場合を考慮し、12 月 31 日 19 時～1 月 1 日 6 時のデータも smoothing するが、この場合の smoothing は式(5),(6)でなく式(7)によった。その理由は、式(5),(6)による継ぎ合わせでは、もし 1 月の平均月が 2011 年の場合は、選択年間外の実在年である 2010 年 12 月 31 日 18 時～24 時のデータが必要となり、同様に、12 月の平均月が 2020 年の場合は、2021 年 1 月 1 日 1 時～6 時のデータが必要となるが、式(7)は、以上のような場合も選択年間内の平均月のデータのみで smoothing を行うため、この問題を回避することができるからである^{注2}。なお、式(7)によっても相当良好な smoothing が行えることを確かめた。

注1 : 2 月 28 日の値から 2 月 29 日の値に次第に移行するように、時刻による重みづけ平均とする。

注2 : 12 月～1 月のスムージングは、12 月と 1 月の平均月が連続している場合 (例えば 12 月の平均月が 2016 年で 1 月の平均月が 2017 年の場合) は行わない。

$$D_{l,6} = \frac{1}{2}(D_{l,6}^k + D_{l,7}^{k+1}) \quad (7)$$

$$D_{l,n} = \frac{n}{6}D_{l,6} + \frac{6-n}{6}D_{l,n}^k \quad (8)$$

$$D_{l,n} = \frac{12-n}{6}D_{l,6} + \frac{n-6}{6}D_{l,n}^{k+1} \quad (9)$$

(3) 相対湿度の smoothing

相対湿度は、絶対湿度、現地気圧、気温から計算できるから、smoothing はこれらの 3 気象要素との整合性を保つため、相対湿度の smoothing は行わず、接合部で smoothing した絶対湿度、現地気圧、気温から計算によって求める。

(4) 風向の smoothing

EA 気象データの風向は 1~16 で表され、式(5)~(8)の smoothing は適用できない。そのため、風向・風速を u 風速（風の東西成分）、v 風速（風の南北成分）に変換し、スカラー量である u 風速、v 風速をそれぞれ補間した後、16 方位風向に再変換する。これは風向に対して行い、風速に関しては式(5)~(8)により smoothing する。

平滑化 (smoothing) の例を図-3 に示す。

【参考文献】

- 【1】 ISO 15927-4, Hygrothermal performance of buildings – Calculation and preparation of climatic data – Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005-07-15
- 【2】 J. M. Finkelstein and R. E. Schafer, Improved goodness-of-fit tests, *Biometrika*, 58, 3, pp.641-645, 1971
- 【3】 松尾陽, 赤坂裕, 石野久彌, 標準気象データに関する研究, 空気調和・衛生工学, 第 48 巻, 第 7 号, pp.85-107, 1974
- 【4】 松尾陽, 赤坂裕, 田中授, 大阪地方の標準気象データ, 空気調和・衛生工学, 第 50 巻, 第 4 号, pp.479-488, 1974
- 【5】 浦野良美, 石原修, 三木信博, 九州地域の標準気象データに関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集, No.13, pp.57-64, 1980
- 【6】 曾我和弘, 赤坂 裕, 標準年気象データの作成法に関する研究 – EA 法と SHASE 法の比較 –, 日本建築学会環境系論文集 第 581 号, 21-28, 2004 年 7 月
- 【7】 曾我和弘, 赤坂 裕, 標準年気象データの作成法に関する研究 – 3 種類の標準年気象データから計算された空調熱負荷の相違 –, 日本建築学科環境系論文集 第 613 号, 27-33, 2007 年 3 月

表-1 2011年1月1日から2020年12月31日における統計切断のまとめ

通し 番号	標準年の 地点番号	標準年の 選択対象 年間	標準年の 地点名称 ○○年 末日	変化前の地点情報						変化後の地点情報						統計切断根拠				変化日
				EA地番	地点名	緯度	経度	標高 (m)	風速計 高さ(m)	EA地番	地点名	緯度	経度	標高 (m)	風速計 高さ(m)	水平移動 距離 (m)	垂直移動 距離 (m)	風速計高 さ変化 (m)	気温の統 計接続フ ラグ	
1	2290	2011-2016	2015	2290	沢内	39.48	140.797	327	10	2290	沢内	39.548	140.843	407	10	8536.4	80	0	5	2017-07-11
2	3600	2013-2020	2015	3600	練馬	35.735	139.668	38	7.9	3600	練馬	35.738	139.592	51	11.3	6873.7	13	3.4	1	2012-12-26
3	4070	2011-2018	2015	4070	木曽平沢	35.983	137.835	900	24.5	4070	木祖藪原	35.937	137.787	985	11.3	6701.1	85	-13.2	5	2019-09-05
4	4380	2013-2020	2015	4380	浜松	34.708	137.718	32	13.7	4380	浜松	34.753	137.712	46	16.8	5038.1	14	3.1	0	2012-11-15
5	4490	2013-2020	2015	4490	東海	35.023	136.902	10	6.5	4490	大府	34.995	136.943	32	10	4866	22	3.5	5	2012-10-17
6	4830	2012-2020	2015	4830	津	34.733	136.518	3	39.6	4830	津	34.733	136.518	3	15	0	0	-24.6	0	2011-10-20
7	4910	2011-2015	2015	4910	粟島	38.462	139.252	4	22	4910	粟島	38.465	139.253	4	10.4	345.1	0	-11.6	0	2016-05-31
8	5180	2011-2016	2015	5180	泊	36.952	137.552	13	20.8	5180	朝日	36.937	137.563	43	10.1	1935	30	-10.7	0	2017-09-27
9	5860	2011-2016	2015	5860	洲本	34.338	134.905	109	15.6	5860	洲本	34.31	134.848	69	14.6	6095.6	-40	-1	5	2017-11-30
10	6800	2011-2015	2015	6800	新居浜	33.96	133.282	6	34.5	6800	新居浜	33.937	133.338	90	10	5768.9	84	-24.5	5	2016-08-24
11	7340	2012-2020	2015	7340	中津	33.585	131.185	11	16.2	7340	中津	33.587	131.245	12	10	5567.1	1	-6.2	1	2011-03-15
12	7510	2012-2020	2015	7510	松浦	33.35	129.765	9	8.4	7510	松浦	33.342	129.712	14	10	5007.1	5	1.6	1	2011-03-15
13	7720	2011-2016	2015	7720	阿蘇山	32.88	131.073	1142	10.2	7720	南阿蘇	32.832	131.013	393	4.5	7746	-749	-5.7	5	2017-01-01
14	7900	2011-2016	2015	7900	高鍋	32.123	131.527	4	8	7900	高鍋	32.123	131.475	57	10.1	4901.2	53	2.1	5	2017-03-10
15	7950	2011-2016	2015	7950	青島	31.803	131.46	8	9.5	7951	田野	31.843	131.308	134	10	15047	126	0.5	5	2017-01-01

統計切断の閾値

- (1) 地点水平移動：5,000m以上，地点垂直移動：50m以上，風速計高さ変化：10m以上，気温の統計接続フラグが0ではないこと，この4条件を一つでも満たせば統計切断とした。
(2) 気温の統計接続フラグは，0：接続，1,5：切断。詳細は気象庁「アメダス地点情報履歴ファイル（詳細版）」を参照のこと。

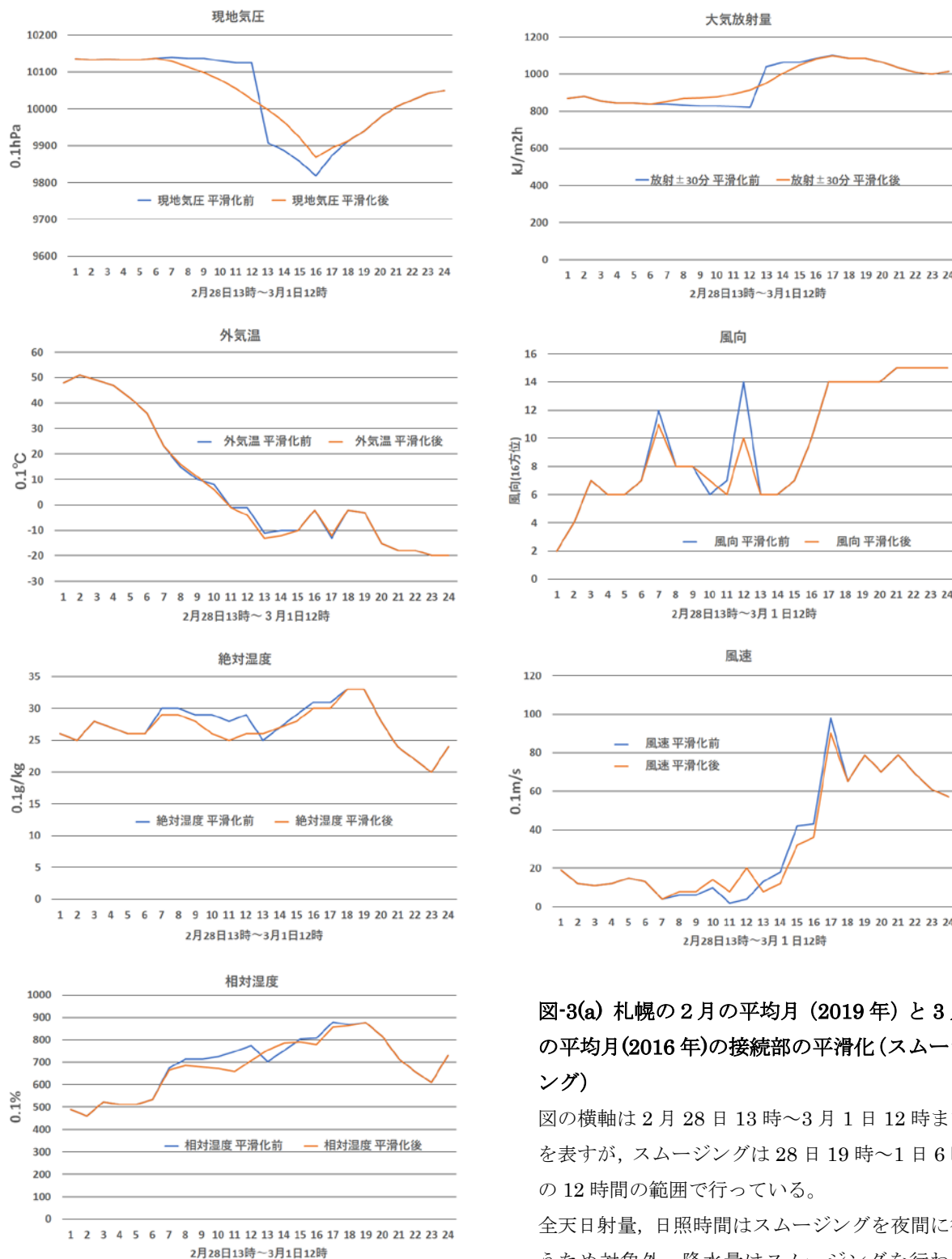


図-3(a) 札幌の2月の平均月(2019年)と3月の平均月(2016年)の接続部の平滑化(スムージング)

図の横軸は2月28日13時~3月1日12時までを表すが、スムージングは28日19時~1日6時の12時間の範囲で行っている。

全天日射量, 日照時間はスムージングを夜間に行うため対象外。降水量はスムージングを行わない。

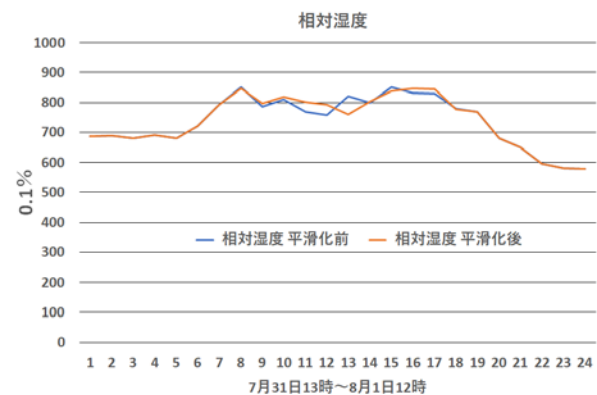
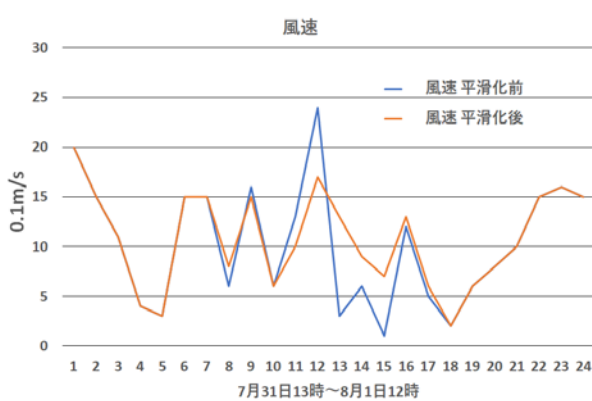
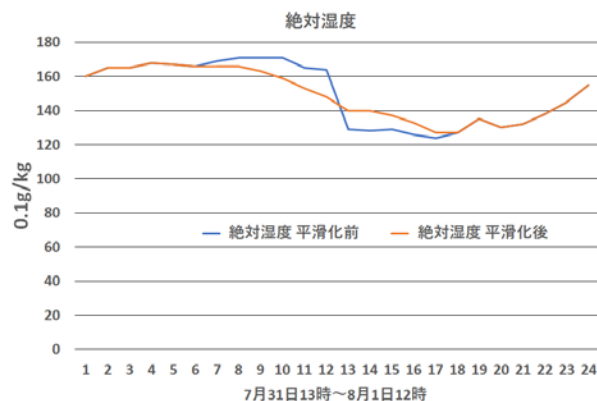
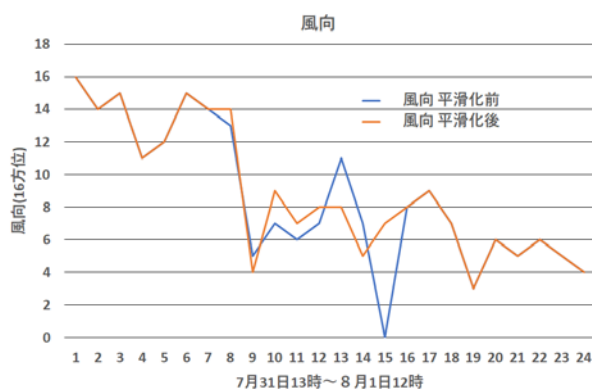
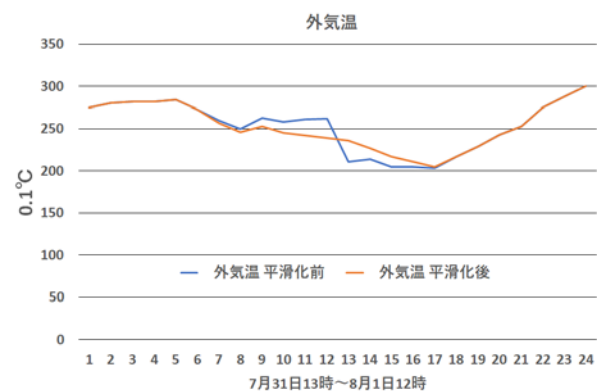
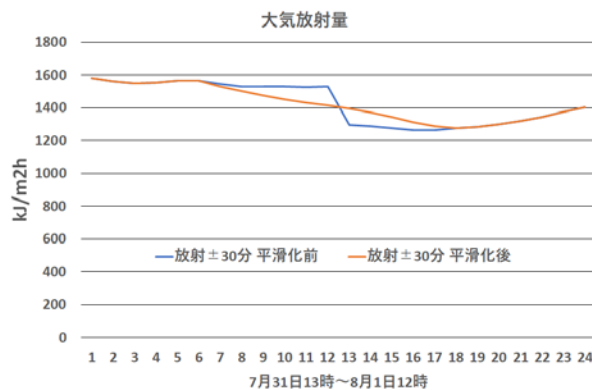
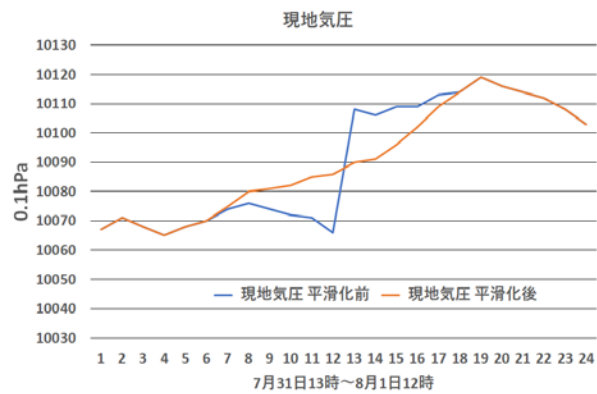


図-3(b) 札幌の 7 月の平均月(2012 年)と 8 月の平均月(2020 年)の接続部の平滑化 (スムージング)

図の横軸は 7 月 31 日 13 時～8 月 1 日 12 時までを表すが、スムージングは 31 日 19 時～1 日 6 時の 12 時間で行っている。

全天日射量、日照時間はスムージングを夜間に行うため対象外。降水量はスムージングを行わない。

[付録] 平均月を決定するプロセスについて

1. 平均月が決定した STEP の例

平均月選択のプロセスは 10 段階から構成される。前半の 5 つの STEP は、気温、絶対湿度、全天日射量、降水量、風速の 5 気象要素の日別値から得られる標準偏差による絞り込みであり、後半の 5 つの STEP が同じ 5 気象要素の CDF による絞り込みである。

一例として、札幌では、各月の平均月が以下の STEP で決定している。

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
STEP	6	8	6	6	9	6	6	7	8	8	8	7

2. 候補年絞り込みのプロセスの例

候補年の絞り込み例（札幌 11 月）を下表に示す。5 要素の標準偏差と FS 値により順次絞り込みを行い、STEP8 で 11 月の平均月として 2014 年を選択している。

札幌 11月 以下のように、5気象要素の標準偏差とFS値による逐次絞り込みにより、11月の平均月としては2014年の11月が選択される。

気象要素	標準偏差		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
外気温	ave	1.309	0.774	0.255	1.078	0.841	0.142	-3.076	-0.959	1.151	-1.298	1.092
絶対湿度	ave	0.405	0.181	0.377	0.24	0.093	-0.089	-0.868	-0.315	0.45	-0.443	0.374
全天日射量	ave	522.815	261.513	-890.04	-271.69	163.759	180.08	-532.709	24.958	511.845	997.542	-445.264
風速	ave	0.182	-0.159	0.134	-0.076	-0.057	-0.291	0.222	0.211	-0.208	0.236	-0.013
降水量	ave	1.443	-0.696	3.687	0.254	-1.463	0.807	0.07	0.307	-1.546	-1.146	-0.273
外気温	fs	0.074	0.036	0.041	0.046	0.034	0.026	0.178	0.077	0.044	0.084	0.042
絶対湿度	fs	0.06	0.028	0.043	0.029	0.03	0.034	0.129	0.061	0.047	0.079	0.04
全天日射量	fs	0.062	0.045	0.102	0.044	0.031	0.033	0.068	0.062	0.051	0.084	0.061
風速	fs	0.052	0.052	0.046	0.064	0.034	0.078	0.047	0.036	0.069	0.046	0.032
降水量	fs	0.035	0.02	0.074	0.028	0.036	0.025	0.024	0.019	0.041	0.03	0.018
気象要素	閾値		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
外気温	ave	1.309	0.774	0.255	1.078	0.841	0.142	3.076	0.959	1.151	1.298	1.092
絶対湿度	ave	0.405	0.181	0.377	0.24	0.093	0.089	0.868	0.315	0.45	0.443	0.374
全天日射量	ave	522.815	261.513	890.04	271.69	163.759	180.08	532.709	24.958	511.845	997.542	445.264
風速	1.5 × ave	0.272	0.159	0.134	0.076	0.057	0.291	0.222	0.211	0.208	0.236	0.013
降水量	1.5 × ave	2.164	0.696	3.687	0.254	1.463	0.807	0.07	0.307	1.546	1.146	0.273
外気温	0.7 × fs	0.052	0.036	0.041	0.046	0.034	0.026	0.178	0.077	0.044	0.084	0.042
絶対湿度	0.7 × fs	0.042	0.028	0.043	0.029	0.03	0.034	0.129	0.061	0.047	0.079	0.04
全天日射量	0.7 × fs	0.043	0.045	0.102	0.044	0.031	0.033	0.068	0.062	0.051	0.084	0.061
風速	fs	0.052	0.052	0.046	0.064	0.034	0.078	0.047	0.036	0.069	0.046	0.032
降水量	fs	0.035	0.02	0.074	0.028	0.036	0.025	0.024	0.019	0.041	0.03	0.018

候補年の絞り込みのプロセス

STEP	気象要素	閾値	除外年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
STEP1	外気温	1.309	2016	0.774	0.255	1.078	0.841	0.142	3.076	0.959	1.151	1.298	1.092
STEP2	絶対湿度	0.405	2018	0.181	0.377	0.24	0.093	0.089	-1	0.315	0.45	0.443	0.374
STEP2	絶対湿度	0.405	2019	0.181	0.377	0.24	0.093	0.089	-1	0.315	-1	0.443	0.374
STEP3	全天日射量	522.815	2012	261.513	890.039	271.69	163.759	180.08	-1	24.958	-1	-1	445.264
STEP4	風速	0.272	2015	0.159	-1	0.076	0.057	0.291	-1	0.211	-1	-1	0.013
STEP6	外気温	0.052	2017	0.036	-1	0.046	0.034	-1	-1	0.077	-1	-1	0.042
STEP8	全天日射量	0.043	2020	0.045	-1	0.044	0.031	-1	-1	-1	-1	-1	0.061
STEP8	全天日射量	0.043	2011	0.045	-1	0.044	0.031	-1	-1	-1	-1	-1	-1
STEP8	全天日射量	0.043	2013	-1	-1	0.044	0.031	-1	-1	-1	-1	-1	-1

3. 累積分布関数 (CDF) の例

候補年の絞り込みでは、標準偏差による絞り込みを CDF による絞り込みより先に行っている。これは標準偏差による絞り込みを優先させたことによるが、この順番を入れ替えると絞り込みの結果は異なる。一方、標準偏差による絞り込みにより CDF の乖離の大きい候補年も除外されていると考えられる。絞り込みに用いる 5 気象要素は、気温、絶対湿度、全天日射量、風速、降水量であり、この順に絞り込みを行うが、この順番を入れ替えても絞り込みの結果は異なる。そのため、この順番は気象要素の重要性を考慮して決めている^{注3}。

平均月を含む年別 CDF と 10 年間の CDF を比較する。比較の対象としたのは札幌の 1~12 月の外気温、1 月の絶対湿度、全天日射量、風速、降水量、及び 8 月の全天日射量と絶対湿度である。

図において、黒太線は全年 (2011~2020 年) の CDF、赤太破線は平均月に選ばれた年の CDF、破線は平均月に選ばれなかった候補年の CDF を表す。全年 (2011~2020 年) の CDF は 10 年間の日別値 (月日数を 30 日とすると 300 の値) により計算しているため、月日数 (30 日または 31 日または 28 日) により計算した年別 CDF に比べ、滑らかな曲線となっている。

これらの図から以下の点を読み取ることができる。

- (1) 外気温については、平均月として選択された候補年の CDF は必ずしも全年の CDF に最も接近しているとはいえないが、どの月も 10 年間の年別 CDF の中ではほぼ中央部に位置している。
- (2) 外気温に比べると他の 4 気象要素は事例が少ないが、絶対湿度の 8 月はやや乖離が大きい。全天日射量の 1 月、8 月の CDF の一致度は良好である。風速、降水量の 1 月はやや乖離が大きい。

注3 本技術解説で述べたように、EA の標準年気象データの作成法 (EA 法と呼ぶ) では、候補年から月別に平均的な年 (平均月) を決め、月と月とのつなぎ目をスムージングして 1 年間のデータを作成している。この基本的な手順は ISO 15927_4:2005 の方法 (ISO 法と呼ぶ) と同じである。また、平均月の選択に気象要素の日別値を用いている点も ISO 法と同じである。上記の基本的な手順において、特に重要なのは、月単位で全気象要素のデータを一括使用することにより、異なる気象要素の時刻別値の相互相関性が保持される点である。しかしながら、EA 法と ISO 法の平均月を選択する手順は同じではない。ISO 法は、気温、全天日射量、湿度の 3 気象要素の FS 値によって候補年を 3 つに絞り込み、最終的には風速の月平均値の標準偏差が最も小さい候補年を平均月とする方法を標準的な方法として推奨している。一方、EA 法では、ISO 法の 3 気象要素に、風速と降水量を加えた 5 つの気象要素の日平均値から得た偏差と FS 値の偏差に重みづけした閾値を全候補年について求めておく。そして、あらかじめ定めた順番にしたがって閾値を超える候補年を除外していき、最終的に複数の候補年が残った場合は気温が最も平均的な候補年を平均月としている。

標準年は、ISO 法が公表される前から、例えば米国の TYM (Typical Meteorological Years) のように、各国で作成されていた。標準年の作成の基本的な手順、すなわち、候補年から月別に平均的な年 (平均月、Typical month) を探し、月と月とのつなぎ目でスムージングを行って 1 年間のデータを作成するという手順は、ISO 法が公表される前からの国際標準であった。一方、TMY2 が typical month の選択に用いている気象要素は、全天日射量、直達日射量、気温、露点温度、風速であり、具体的な手順は ISO 法とは異なっている。

日本で標準年が初めて作成されたのは、参考文献に挙げたように、1974 年に遡る。現在の EA 標準年は、開発当時の国際標準に沿って、空衛学会等で議論され開発された方法を改良しながら現在に至った方法により作成されている。

