

# 拡張アメダス気象データの EPW フォーマットへの変換 (2020 年版)

EPW (EnergyPlus Weather Data) とは空調・照明等による建築のエネルギー消費量のシミュレーションプログラムとして国際的に広く使用されている EnergyPlus<sup>1</sup>用の気象データをいう。拡張アメダス気象データ (以下, EA 気象データと呼ぶ) と EPW はフォーマット<sup>2</sup>が異なる。また, EPW には EA 気象データには含まれない気象要素が登録されている<sup>3</sup>。

本技術解説では, 計算や推定により, EA 気象データに可能なかぎりの気象要素のデータを追加し, EPW フォーマットの気象データとして整理する方法をまとめた。この手順を経て得られた気象データを『EA 気象データ/EPW フォーマット』, または簡単に『EA/EPW』と呼ぶ。EA/EPW の地点数は EA 気象データと同じく全国約 840 地点である。

EA 地点の EA/EPW を EnergyPlus で使用するには, EnergyPlus に附属する EP-Launch プログラム<sup>4</sup>において, Weather File として当該年・地点の EA/EPW を選択すればよい。EP-Launch プログラムでは, IDF Editor<sup>5</sup>であらかじめ作成しておいた建物等のデータ (Input File) も選択する。IDF Editor で建物データを作成する際には Weather File に関係するデータ類の入力を求められる<sup>6</sup>。

## 1. EA/EPW の種別

これまでに公開された EA/EPW は 3 種類あり, それぞれを V01, V02, V03 で区別する。V01 は最初に公開されたバージョンであり, 2022 年 4 月に公開を終了した。一方, V02, V03 は 2022 年 5 月より公開を開始した。V01 の公開を終了するのは, V02 が V01 の作成方式をそのまま引き継ぎ, 一部を改良したバージョンであることによる。V02 は 1981~2010 年及び 2086 年版将来標準年に適用される。一方 V03 では, ソースデータとして気象庁の 1 分値を導入したこと, 欠測処理と気象要素の補充に MSM (気象庁によるメソ数値モデル) の予測値を使用したこと等により, V01, V02 に比べ, 気象データの品質が向上している。MSM の導入が 2011 年以降であるため, V03 は 2011~2020 年に適用される。標準年に関していえば, 1990 年版標準年, 2000 年

<sup>1</sup> EnergyPlus は U.S. Department of Energy (DOE), Building Technologies Office (BTO) の資金提供を受け, 米国の the National Renewable Energy Laboratory (NREL) が管理しているフリーでオープンソースのプログラムである。BLAST と DOE-2 の遺産を引き継いでいるが構造化の推進により改良されている。当初のリリースでは FORTRAN 90 が使用されている。

<sup>2</sup> 拡張アメダス気象データ (EA 気象データ) はバイナリ形式であるが, EPW フォーマットは csv 形式 (テキストデータ) であり, エクセル等で直接データを表示することができる。

<sup>3</sup> EA 気象データでは基本気象要素数を 2010 年までは 8 要素, 2011 年以降は 10 要素に限定しており, それ以外の気象要素のデータは付属するプログラム (EADDataNavi, グラフィックツール等) により補充する方式をとっている。これは, 付属プログラムに組み込まれたモデル (推定式) 等が改良されると, モデル等によって推定された値が変わることを考慮しているためである。

<sup>4</sup> EP-Launch は, ダウンロードした EnergyPlus のメインディレクトリーに含まれている。

<sup>5</sup> IDF Editor も, EnergyPlus のメインディレクトリーに含まれている。

<sup>6</sup> EA/EPW を Weather File として使用するには, EP-Launch で使用する EA/EPW を指定することに加え, IDF Editor の Input File の「Simulation Control」で「Run Simulation for Sizing Period」を「No」, 「Run Simulation for Weather File Run Periods」を「Yes」とし, 「Run Period」で, Begin Month, Begin Day of Month, End Month, End Day of Month として, それぞれ, 1, 1, 12, 31 を選択する。より具体的には EnergyPlus に附属する解説書 (Getting Started の入力事例等) を参照のこと。

版標準年, 2010 年版標準年, 2086 年版将来標準年には V02 が適用され, 2020 年版標準年には V03 が適用される。表 1 に V01, V02, V03 に含まれる気象要素と, 各気象要素のデータが観測値, 計算値, 推定値のどれに該当するかを整理した。

表 1 EA/EPW に含まれる気象データの観測値, 計算値, 推定値の区分

通し番号	要素番号 <sup>注1</sup>	要素名	V01 <sup>注2</sup>	V02 <sup>注2</sup>	V03 <sup>注2</sup>	観測値, 計算値, 推定値の区分 <sup>注3</sup>
1	7	外気温度	○	○	○	観測値
2	8	露点温度	○	○	○	外気温と絶対湿度 <sup>注4</sup> による計算値
3	9	相対湿度	○	○	○	外気温と絶対湿度 <sup>注4</sup> による計算値
4	10	現地気圧	○	○	○	V01では海面標準気圧(1013.25hPa)をEA地点の標高の気圧に変換した値。推定値。 V02, V03では観測値
5	11	大気外水平面日射量	○	○	○	計算値
6	12	大気外法線面日射量	○	○	○	計算値
7	13	大気放射量	○	○	○	V01, V02では推定値 V03では4地点が観測値。それ以外は推定値
8	14	全天日射量	○	○	○	全天日射量を観測している気象台等 <sup>注5</sup> では観測値 それ以外のEA地点では推定値
9	15	法線面直達日射量	○	○	○	全天日射量を直散分離した推定値
10	16	水平面天空日射量	○	○	○	同上
11	17	グローバル照度	○	○	○	全天日射量による推定値
12	18	法線面直達照度	○	○	○	同上
13	19	天空照度	○	○	○	同上
14	20	天頂輝度	○	○	○	同上
15	21	風向	○	○	○	観測値(16方位を360度に変換した値)
16	22	風速	○	○	○	観測値
17	23	(全)雲量	○	○	○	V01, V02では大気放射量による推定値 V03ではMSM <sup>注6</sup> の全雲量による推定値
18	24	不透明雲量	×	×	○	MSMの低層雲量による推定値
19	26	雲高	×	×	○	MSMの低, 中, 高層雲量による推定値
20	29	可降水量	○	○	○	露点温度による推定値
21	31	積雪量	○	○	○	外気温, 降水量による推定値
22	34	降水量	○	○	○	観測値

注1 表2の要素番号と同じ。

注2 ○は含まれる気象要素。×は含まれない気象要素。

注3 ここでは, 観測値とは気象台等またはアメダスの観測データ, 計算値とは物理的関係式(理論式とみなせる関係式)によって計算した値, 推定値とは重回帰式等の統計的モデルによって推定した値をいう。

注4 絶対湿度は, 水蒸気圧と現地気圧から計算する。水蒸気圧は気象台等では気象庁のソースデータに含まれる。しかしアメダスには水蒸気圧はないので, V01, V02では周辺の気象台等の水蒸気圧から推定し, V03ではMSMの相対湿度から推定している。

注5 有人観測の気象台(管区気象台, 地方気象台, 測候所等)と無人観測の特別地域気象観測所の総称。

注6 気象庁のメソ数値モデル。気候モデルによる全国5kmメッシュの推定値が含まれている。

## 1. ヘッダー行とコメント行の作成

EPW フォーマットデータには 5 つのヘッダー行がある。

ヘッダー1 には、地点名、データソース、地点番号、緯度・経度、タイムゾーン、標高を登録する。EA/EPW では、地点名に加え都道府県名と国名を記載し、ソースデータとしては標準年か実在年かの区分、地点番号としては EA 地点番号、緯度・経度は小数点表示で登録している。タイムゾーンとは UTC（協定世界時）との時差であり、日本では 9 時間である。

ヘッダー2 には設計条件を登録する。オリジナルの EPW には、ASHRAE（アメリカ暖房冷凍空調学会）による設計気象条件の一部<sup>1)</sup>（暖房設計用外気温、加湿設計用絶対湿度・露点温度、冷房設計用外気温、除湿設計用絶対湿度・露点温度、等）が記載されているが、EA/EPW ではこのヘッダーのデータ登録は行っていない（設計条件の数を 0 としている）。

ヘッダー3 には、典型的及び極端な期間を登録する。EA/EPW では、1 年を 4 シーズン（1~3 月、4~6 月、7~9 月、10~12 月）に分け、シーズン毎にそのシーズンの平均気温に最も近い 1 週間を選択して典型的な期間として登録している。また、1~3 月のシーズンに関しては最も気温の低い 1 週間、7~9 月のシーズンに関しては最も気温の高い 1 週間も選択し、厳しい期間として登録している。登録した期間の総数は 6 となる。

ヘッダー4 には地中温度を登録する。地中温度の計算では、地表面の境界条件として時刻別の外気温、全天日射量、大気放射量を与え、地表面放射量、蒸発を考慮し、熱伝達率は風速の時変パラメータとしている<sup>2)</sup>。日射吸収率、放射率、蒸発比はそれぞれ 0.7, 0.9, 0.6 を与えている。土の熱拡散率（デフォルト値）は深さ方向に 5 つとり（地表~深さ 0.7m :  $0.187 \times 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s], 0.7~1.3m :  $0.444 \times 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s], 1.3~2.5m :  $0.312 \times 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s], 2.5~3.5m :  $0.635 \times 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s], 3.5~断熱境界 (9m) :  $0.400 \times 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s]), 計算による深さ 0.5m, 2m, 4m の月別地中温度[°C]を登録している。

ヘッダー5 には閏（うるう）年か否か、Daylight Saving（サマータイム）の期間、及び休日を登録する。閏年であれば Yes、閏年でなければ No とする。標準年は閏年ではないので、標準年なら No とする。また日本ではサマータイムを採用していないので、開始日、終了日も 0 とする。休日に関しては、年間総数と全休日を登録している。休日の年間総数が 16 ならまず 16 と記入し、続いて 16 の休日の名称と月日を順次登録する。

つぎにコメント行を作成する。EPW フォーマットには 2 つのコメント行がある。

コメント行 1 には、ソースデータである EA 気象データとその著作権について記載している。コメント行 2 には、オリジナルの EPW フォーマットと同様に、地中温度の計算に用いた熱拡散率を記載し、地表面の境界条件を加えている。また、建物等の構造物の影響を受けないという条件のもとに計算した地中温度であることを記載している。

データ期間については、データ期間の数、データの 1 時間当りのインターバル、データ期間の名称、開始日の曜日、データ期間の開始日と終了日を登録している。EA/EPW では、データ期間の数は 1, 1 時間当りのインターバル数は特別データなら 1, データ期間の名称は Data, 開始日の曜日は Sunday（EA 標準年では日曜日）、データ期間の開始日には 1/1, 終了日には 12/31 を登録している。

## 2. EA 気象データから変換して得られる EPW フォーマットの気象データ

EPW フォーマットの気象データには、29 種類<sup>7)</sup>の気象要素が登録できる。EA/EPW では、計算や推定が可能な気象要素はできるだけ補充<sup>3), 4)</sup>し、登録できない要素には要素別に指定されたコードを記入している。EA 気象データではすべての気象データにリマークを付している。EA/EPW にはリマークを付していないが、表 1 を見れば、気象要素別に、観測値、計算値、推定値の区分がわかる。表 1 のように欠落している気象要素はいくつかあるが、入手が困難であるか、または建物のエネルギーシミュレーションにそれ程関係しない気象要素である。

## 3. EA 気象データ/EPW フォーマットを作成する計算処理の流れ

図 1 に、EA/EPW を作成する処理の流れを示す。

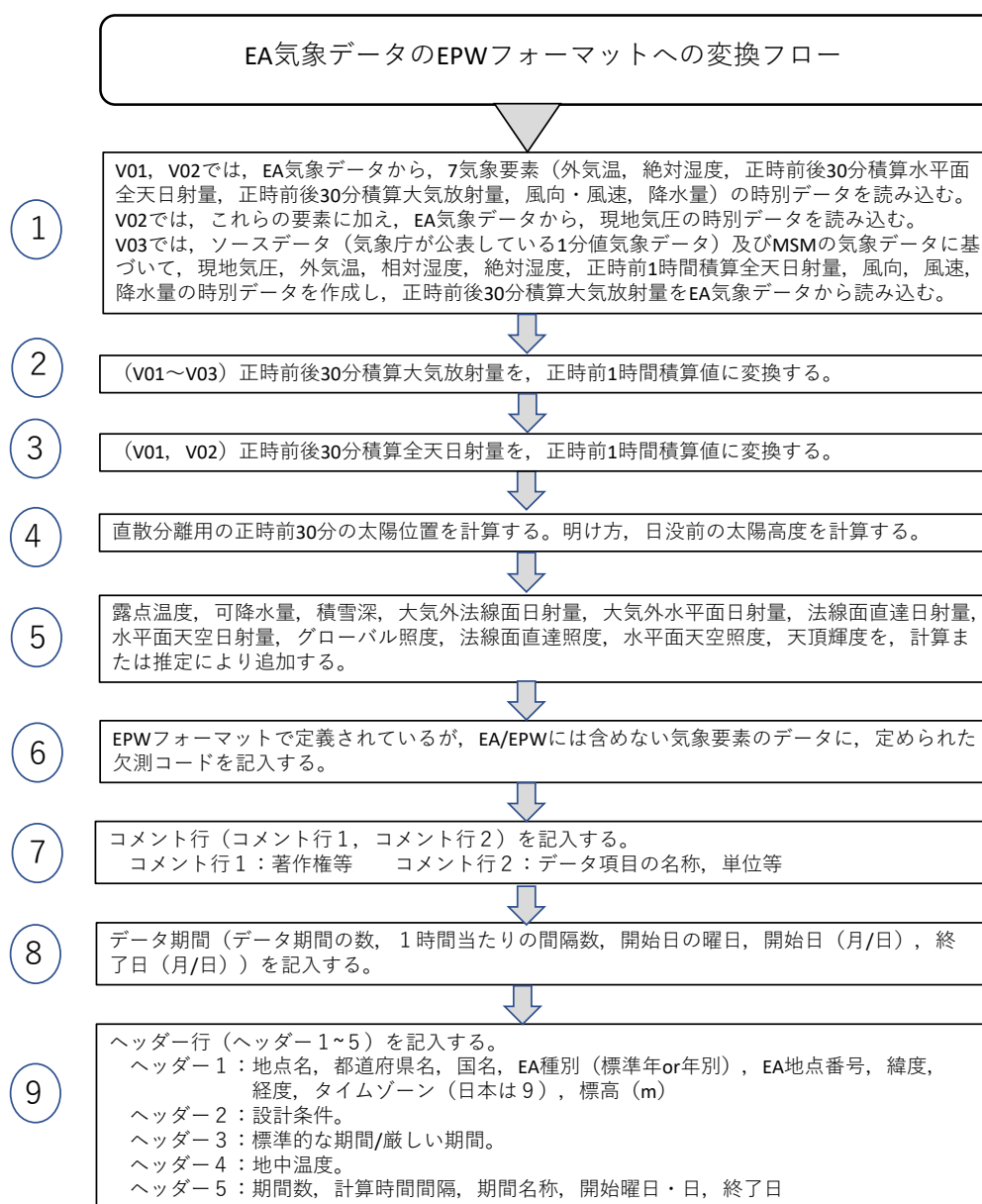


図 1 EA/EPW を作成する処理の流れ

<sup>7)</sup> EPW は TMY (Typical Meteorological Year) <sup>5), 6)</sup> に準じており、TMY は NSRDB (National Solar Radiation Data Base) から選択されている関係で、建物のエネルギー使用にはそれほど関係しない気象要素も含まれている。

#### 4. EA 気象データ/EPW フォーマットの気象要素等

EA/EPW を、EPW の標準書式<sup>7), 8)</sup> と対比させ、表 2 に整理した。

表 2 EPW と EA/EPW の比較

EnergyPlus Weather File(EPW)			EA気象データ/EPWフォーマット(EA/EPW)		
Header, comment and data period			ヘッダー5行, コメント2行, データ期間 1 行 (全 8 行)		
Header1	Location title(State,State,Country),Data source,Station Number,Longitude, Latitude,TimeZone(GMT),Elevation(m)		地点名, 都道府県名, 国名, EA種別 (標準年or年別), EA地点番号, 緯度, 経度, タイムゾーン (日本は9), 標高 (m)		
Header2	Design Conditions		設計条件 (0を入力)		
Header3	Typical/Exterme Periods		標準的な期間/厳しい期間 (標準的な期間は季節別に1週間 (全 4 週間), 厳しい期間は冬・夏各1週間計2週間を登録)		
Header4	Ground Temperature		地中温度 (深さ0.5m, 2.0m, 4.0mの月別地中温度を登録)		
Header5	Holiday/Daylight Saving		休日/サマータイム (休日は日本の16の休日を登録)		
Comment1	Comment1		コメント行 1 (著作権等を記述)		
comments2	Comment2		コメント行 2 (地中温度の計算条件を登録)		
Data Period	Number of data period(DP),Number of intervals per hour, DP Name, DP start day of week, DP start day, DP end day. Example 1,1,Data,Sunday,1/1,12/31		データ期間の数, 1時間当たりの間隔数, データ期間の名称, 開始日の曜日, 開始日 (月日), 終了日 (月日) (登録内容: 1,1,Data,Sunday,1/1,12/31)		
Data Records for 1 time step			1 タイムステップのデータ (1 行分, 全タイムステップ繰り返し)		
要素番号	data item	units	データ項目	単位	EA/EPWに有: ○ VER3のみ有: △ 無: ×
1	Year	-	年	-	○
2	Month	-	月	-	○
3	Day	-	日	-	○
4	Hour	-	時	-	○
5	Minute	-	分	-	○
6	Data Source and Uncirteny Flags	-	リマーク	-	×
7	Dry Bulb Temperature	°C	外気温度	°C	○
8	Dew Point Temperature	°C	露点温度	°C	○
9	Relative Humidity	%	相対湿度	%	○
10	Atmospheric Station Pressure	Pa	現地気圧	Pa	○
11	Extraterrestrial Horizontal Radiation	Wh/m <sup>2</sup> *1	大気圏外水平面日射量	W/m <sup>2</sup>	○
12	Extraterrestrial Direct Normal Radiation	Wh/m <sup>2</sup>	大気圏外法線面日射量	W/m <sup>2</sup>	○
13	Horizontal Infrared Radiation from Sky	Wh/m <sup>2</sup>	大気放射量	W/m <sup>2</sup>	○
14	Global Horizontal Radiation	Wh/m <sup>2</sup>	全天日射量	W/m <sup>2</sup>	○
15	Direct Normal Radiation	Wh/m <sup>2</sup>	法線面直達日射量	W/m <sup>2</sup>	○
16	Diffuse Horizontal Radiation	Wh/m <sup>2</sup>	水平面天空日射量	W/m <sup>2</sup>	○
17	Global Horizontal Illuminance	lx	グローバル照度	lx	○
18	Direct Normal Illuminance	lx	法線面直射照度	lx	○
19	Diffuse Horizontal Illuminance	lx	天空照度	lx	○
20	Zenith Luminance	cd/m <sup>2</sup>	天頂輝度	cd/m <sup>2</sup>	○
21	Wind Direction	0~360(°)*2	風向	0~360(°)*2	○
22	Wind Speed	m/s	風速	m/s	○
23	Total Sky Cover	0~10	全雲量	0~10	○
24	Opaque Sky Cover	-	不透明雲量 (低層雲量)	0~10	△
25	Visibility	km	視程	km	×
26	Ceiling Height	m	雲高	code or m	△
27	Present Weather Observation	-	気象状況	-	×
28	Present Weather Code	-	気象コード	-	×
29	Precipitable Water	mm	可降水量	mm	○
30	Aerosol Optical Depth	-	大気の光学的厚さ	-	×
31	Snow Depth	cm	積雪量	cm	○
32	Days Since Last Snowfall	day	最後の積雪からの日数	day	×
33	Albedo	-	アルベド	-	×
34	liquid precipitation depth	mm	降水量	mm	○
35	liquid Precipitation quantity	hr	降水積算期間	hr	×

\*1:EPWの日射量・放射量は前1時間積算値で単位はWh/m<sup>2</sup>。EA/EPWはEAの毎正時前後30分の積算値を前1時間積算値に変換しており単位はW/m<sup>2</sup>。

\*2:North=0.0, East=90.0, South=180.0, West=270.0. If calm, wind direction equals zero.

## 5. EA 気象データを EPW フォーマットに変換するに当たっての注意点

主な注意点は、単位の換算、日射・放射の積算時間帯の整合性、直散分離に用いる太陽位置、明け方と日没前の太陽位置の計算の 4 点である。それぞれについて以下に説明する。

### 5.1 単位の換算

日射、放射の単位は、EA 気象データでは $[0.01\text{MJ}/\text{m}^2\text{h}]^8$ を用いているが、EPW では  $[\text{Wh}/\text{m}^2]$ を用いている。また、風向に関しては、EA 気象データでは、16 方位 (0~16) を用いているが、EPW では (0~360° ) を用いている。EA/EPW の単位は EPW の単位に従っている。

### 5.2 EA の全天日射量・大気放射量の EA/EPW への換算

全天日射量・放射量は、EPW では毎正時前 1 時間の積算値で、EA 気象データでは毎正時前後 30 分の積算値である。そのため、V01, V02 では、EA 気象データの 1 時間日射量を 30 分ずらして EA/EPW の正時前 60 分の日射量とした。しかし、V03 では、それぞれ、1 時間日射量を 1 分値から計算しているのでこのような変換は不要である。ただし、MSM から得た日射量、及び大気放射量については、V03 でも積算時間の変換が必要である。V03 に関し、表 3 にこのような関係を整理した。

表 3 EA/EPW の全天日射量、大気放射量の積算時間の扱い

種別	区分	積算時間	EA気象データ	EA/EPW気象データ
全天日射量	1分値に基づく 正時前後30分積算全天日射量	正時前後30分	そのまま使用する	使用しない
	1分値に基づく 正時前1時間積算全天日射量	正時前1時間	使用しない	そのまま使用する
	MSMの雲量等で推定した全天日射量 (欠測補充用)	正時前後30分	そのまま使用する	EA気象データの全天日射量を 30分ずらして使用する
	MSMの全天日射量 (欠測補充用)	正時前1時間	30分ずらして使用する	EA気象データの全天日射量を 30分ずらして使用する
大気放射量	4気象台の大気放射量	正時前1時間	30分ずらして使用する	EA気象データの大気放射量を 30分ずらして使用する
	MSMの雲量等で推定した大気放射量	正時前後30分	そのまま使用する	EA気象データの大気放射量を 30分ずらして使用する

図 2 で、1 分値から 1 時間積算値を求めた場合 (図 2(a)) と正時前後 30 分積算値を正時前 1 時間積算値に変換した場合 (図 2(b)) の、全天日射量と大気放射量の違いを説明した。

図 3 では、東京の快晴日 (2010 年 5 月 21 日) の 1 分値を用い、正時前 1 分値を 60 個合計して得た日射量 (EA/EPW の 1 時間積算日射量) と毎正時の前後 30 分の 1 分値を 60 個合計して得た日射量 (EA の 1 時間積算日射量) とを比較した。図 3 のように両者には 30 分のずれが生じているが、EA の 1 時間積算日射量を 30 分ずらすとほぼ重なる。図 4 では、1 分間隔の観測データ、EA の 1 時間積算日射量を直線近似により補間して 60 個に分解して得た 1 分値、分解した 60 個の 1 分値を 30 分ずらしたデータ、分解した正時前 60 個の 1 分値を合計して得た EA/EPW の 1 時間積算日射量推定値を比較した。図 4 より、EA の 1 時間値を直線近似した 1 分間隔値の推定値は 1 分間隔の観測値と

<sup>8</sup> EPW の日射量・放射量は毎正時の前 1 時間の積算値で単位は $[\text{Wh}/\text{m}^2]$ 。オリジナルの EA 気象データの日射量・放射量は毎正時の前後 30 分の積算値で単位は $0.01[\text{MJ}/\text{m}^2\text{h}]$ のため、EA/EPW では $0.01[\text{MJ}/\text{m}^2\text{h}] = 2.777\cdots[\text{W}/\text{m}^2]$ により換算し、単位を $[\text{W}/\text{m}^2]$ に置き換えている。EPW と EA/EPW の日射量・放射量はどちらも 1 時間積算値であることから、 $[\text{Wh}/\text{m}^2]$ 、 $[\text{W}/\text{m}^2]$ という単位表記の違いにかかわらず、数値は同じである。Wh と表記したのは、1 時間積算値を  $\text{W}/\text{m}^2$  に換算した値であることを明示するためと考えられる。

よく一致し、EA の 1 時間値から推定した 1 分値を 30 分ずらして EA/EPW の 1 時間値を推定した値は 1 分間隔の観測データから計算した EA/EPW の 1 時間値とよく一致している。この計算例は快晴日を対象としており、快晴日以外ではこれ程一致するとは限らないが、図 2 に示した方法により 1 時間積算値に見られる 30 分のずれを補正すれば、EA の正時前後 30 分積算日射量を EA/EPW の正時前 1 時間積算日射量に変換することができる。なお、大気放射量は時間変動幅が小さいので、同様の方法で EA の 1 時間を EA/EPW の 1 時間に変換することができる。

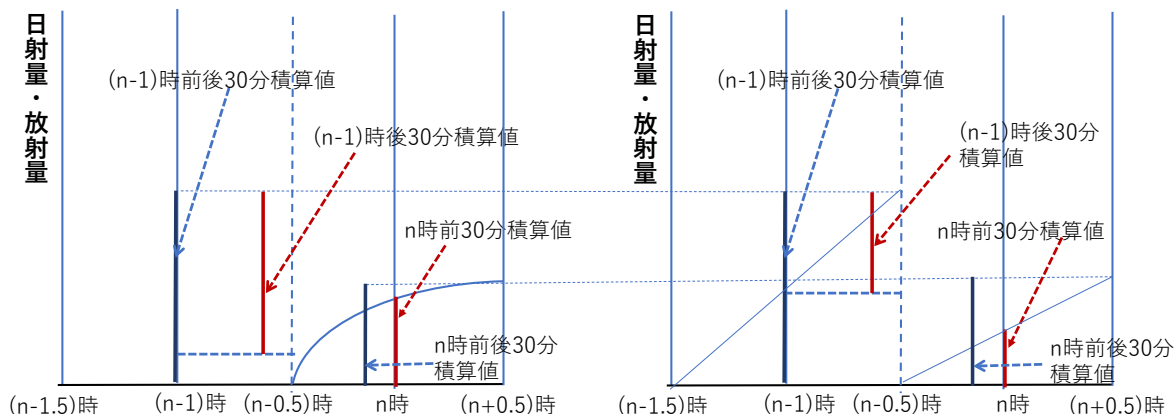


図2(a) 1分観測値による1時間積算値の計算

n時前1時間の積算値は、(n-1)時後30分の1分観測値とn前30分観測値を積算して求める。

図 2 (b) 1時間観測値の1時間積算値への変換 (直線補間近似による)

n時前1時間の積算値 (推定値) は、(n-1)時とn時の前後30分積算値の平均値である。

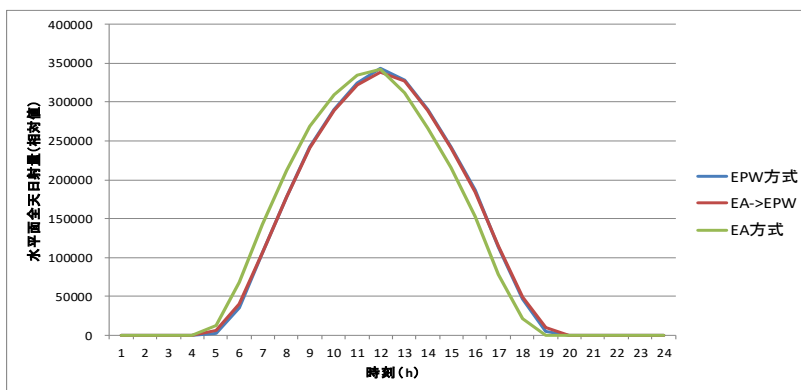


図 3 1分観測値から EPW と EA 方式で積算した 1 時間値, EPW 方式に換算した 1 時間値の比較

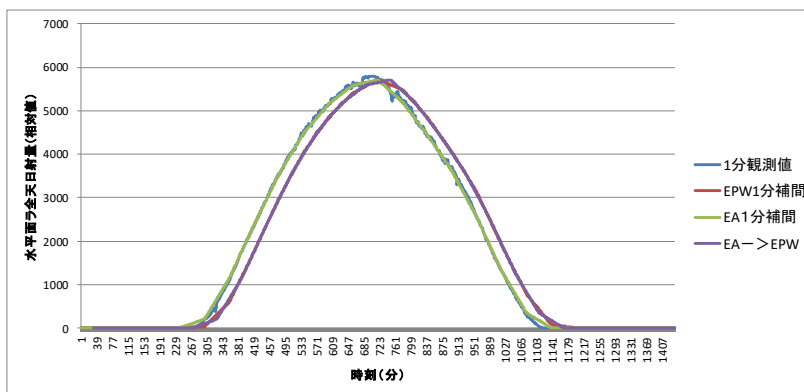


図 4 1分観測値, 1時間値を補間した1分値, 1分値を30分ずらしたEPW方式の1時間値の比較

### 5.3 EPW に用いられている太陽位置の推定

日射積算時間のずれは、直散分離に使用する太陽位置と連動している。直散分離とは、水平面全天日射量を法線面直達日射と水平面天空日射に分離することをいうが、EA 気象データの水平面全天日射量は毎正時の値であるため、直散分離に用いる太陽位置も毎正時のものとすればよい。一方、EPW の水平面全天日射量は毎正時前 1 時間の積算値であるから、太陽位置を毎正時の値とすることはできない。

EPW には、法線面直達日射と水平面天空日射が含まれている。これらが観測値であることは稀で、殆ど場合は水平面全天日射量から直散分離によって得られている。EPW のデータソースは世界各地から集められている<sup>9)</sup>が、それらに法線面直達日射と水平面天空日射が含まれていない場合は、Perez モデルによって直散分離し、補充していると推察される<sup>10)</sup>。直散分離の計算を実行するには、太陽位置、特に太陽高度が必須である。そのため、EA 気象データを換算して得られた EPW フォーマットの水平面全天日射を直散分離し、法線面直達日射と水平面天空日射を得るには、どの時刻の太陽高度を用いるのが適切かを知らなければならない。太陽位置は、直散分離だけでなく日射を照度に変換する際にも必要である。

EA 気象データ（鹿児島・1987 年）について、1 月 1 日の毎正時と毎正時前 30 分前の太陽高度を計算し、EnergyPlus に登録されている EPW（鹿児島）の大気圏外水平面日射量と大気圏外法線面日射量から得られた太陽高度と表 3、図 5 で比較した。海保・水路部の式による太陽高度は太陽位置の年変化が考慮されている。EPW の太陽位置の計算は Meeus (Astronomical Algorithms) の計算法に基づいている<sup>11), 12)</sup>。表 3、図 5 より、EPW で使用されている太陽高度は毎正時前 30 分の値<sup>13)</sup>であると推測される。

表 3 EPW で使用されている太陽高度の推定

標準時	太陽高度角[度]			EPWデータから太陽位置を逆算した際の根拠			
	毎正時 (海保・水路部の式による)	毎正時 30分前 (海保・水路部の式による)	EPWで 使用 逆算値	大気圏外 水平 日射量	大気圏外 法線直達 日射量	sinh 左2項目 を除算	h[度] sinhのアーサイン を逆算した
1	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
8	7.09	1.58	2.31	57	1415	0.04	2.31
9	17.24	12.33	12.28	301	1415	0.21	12.28
10	25.81	21.77	21.69	523	1415	0.37	21.69
11	32.05	29.27	29.14	689	1415	0.49	29.14
12	35.16	34.04	33.89	789	1415	0.56	33.89
13	34.60	35.35	35.17	815	1415	0.58	35.17
14	30.49	32.96	32.78	766	1415	0.54	32.78
15	23.47	27.29	27.12	645	1415	0.46	27.12
16	14.36	19.13	18.97	460	1415	0.33	18.97
17	3.84	9.25	9.11	224	1415	0.16	9.11
18	0.00	0.00	0.65	16	1415	0.01	0.65
19	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0	1415	0.00	0.00



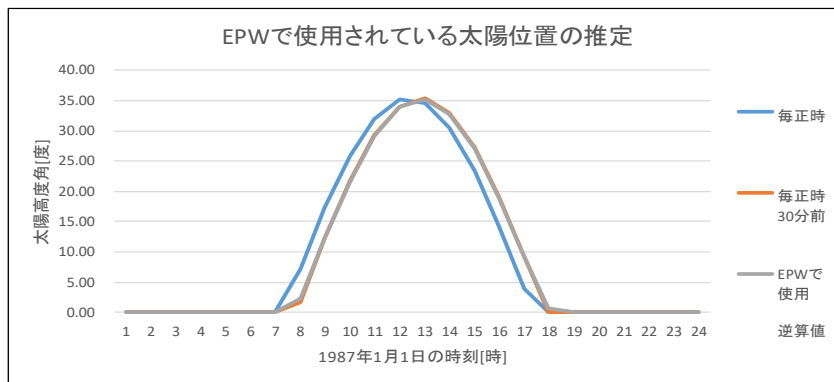


図5 毎正時, 毎正時 30 分前, EPW で使用している太陽高度の比較

### 5.4 EA/EPW における明け方及び日没前の太陽高度の計算

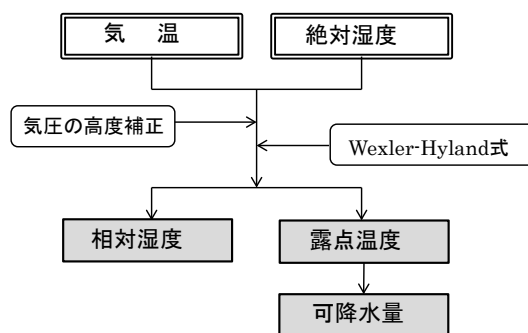
EA 気象データにおいて, 水平面全天日射量が, 明け方にはじめて正の値をとる正時, 及び日没前に最後に正の値をとる正時に関しては, EA/EPW の太陽高度はそれらの正時前の 30 分の値ではなく, 次のようにして求める。

- ① ある 1 日の, 初めて日射のある正時  $t_r$  の太陽高度  
日の出の時刻  $t_{r1}$  を求め,  $(t_r+t_{r1})/2$  の太陽高度を  $t_r$  時の太陽高度とする。
- ② ある 1 日の, 最後に日射のある正時  $t_s$  の太陽高度  
日没時刻  $t_{s1}$  を求め,  $(t_s+t_{s1}-1)/2$  の太陽高度を  $t_s$  時の太陽高度とする。
- ③ 上記①, ②の簡易法  
上記①, ②のように,  $t_r$  時,  $t_s$  時の太陽高度の値またはその正弦の値は, 日の出時刻  $t_{r1}$ , 日没時刻  $t_{s1}$  の太陽高度またはその正弦の値を正確に求めなくても, 近似的に, それぞれ  $t_r$  時,  $(t_s-1)$  時の正時の値の半分とすればよい。

## 6. 気象要素の補充

### 6.1 補充計算の流れ

図 6(1)に露点温度, 相対湿度, 可降水量, 図 6(2)に大気圏外法線面日射量と大気外水平面日射量, 図 6(3)に法線面直達日射, 水平面天空日射, グローバル照度 (水平面全天照度), 法線面直達照度, 水平面天空照度, 天頂輝度, 図 6(4)に雲量の補充計算法を示す。図 6 において, 2 重枠の気象要素は EA 気象データに含まれる気象要素, 網掛けは計算によって追加される気象要素を示す。



(1) 露点温度, 相対湿度, 可降水量

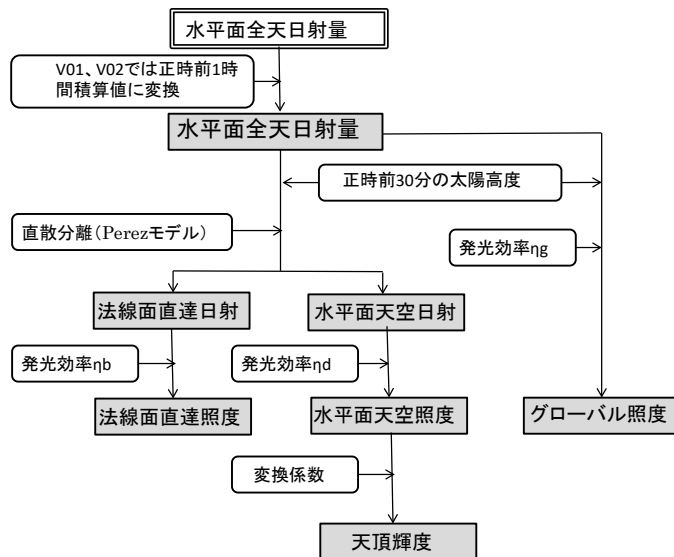
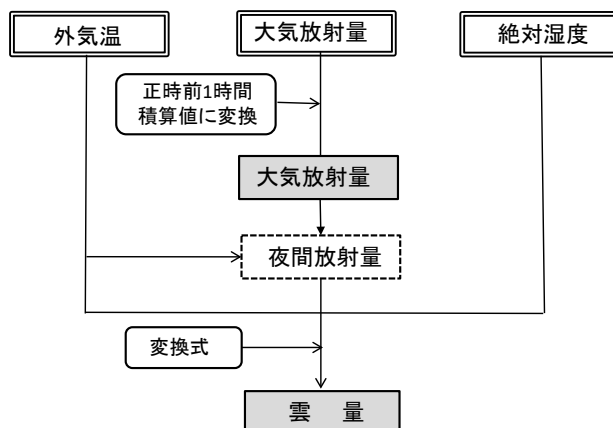
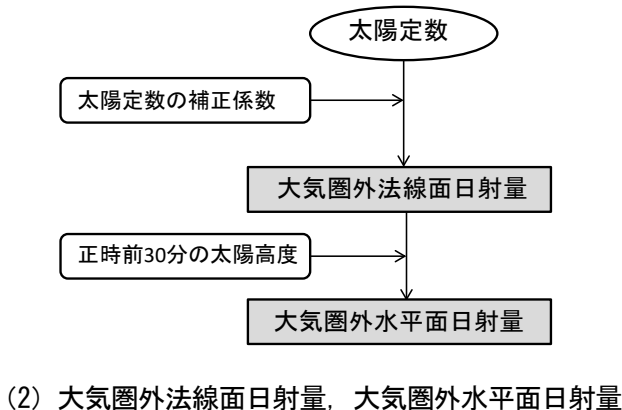


図 6 EA 気象データに EPW の気象要素を追加する計算の流れ

<sup>9</sup> EPW フォーマットの水平面全日射量, 法線面直達日射量, 水平面天空日射量は正時前 1 時間の積算値であり, グローバル照度, 法線面直達照度, 水平面天空照度, 天頂輝度は日射量との関係から導いているため, 正時ではなく正時前 30 分の値である。一方, EA 気象データの全日射量は正時前後 30 分の積算値であり, EA DataNavi によって算出される直達日射量, 天空日射量, 照度, 輝度はすべて正時の値である。

## 6.2 不透明雲量と雲高の補充 (V03 のみに対応)

TMY2s(June 1995, p20)<sup>14)</sup>によると, opaque sky cover (表 2 要素番号 24) とは, Amount of sky dome in tenths covered by clouds or obscuring phenomena that prevent observing the sky or higher cloud layers at the hour indicated. (当該時刻において, 晴天空または上空の雲を隠す雲又は不透明現象を 10 段階で表した量) と説明されている。これは低層雲量と同義であると考えられるから, 5km メッシュの MSM の低層雲量を用い, EA 地点の低層雲量を推定して補充した。

雲高に関しては, TMY2s(June 1995, p21)によると, 77777=unlimited ceiling height (雲無), 88888=cirroform (巻雲群), 99999=missing data となっている。そのため, EA/EPW では全雲量が 0~1 (快晴) の場合は 77777, 全雲量のうち 90%以上が高層雲の場合は 88888 とした。また, 低層雲量が 5 以上の場合は雲高 (参考値) を 1000m, 中層雲量が 5 以上の場合は雲高 (参考値) を 4500m とすることにし, 上記のどれにも該当しない場合は TMY2s に従い, 99999 と表記した。

中層雲, 低層雲において雲量が 5 以上としたのは, ICAO (International Civil Aviation Organization) の規格 Annex 2<sup>15)</sup> の ceiling の定義『The height above the ground or water of the base of the lowest layer of cloud below 6000 meters covering more than half the sky (雲が天空の半分以上を占めるとききの地面または水面から雲底までの高さ。ただし 6000m 以下。)]』によった。MSM から推定した EA 地点の雲量は base of the lowest layer of clouds (雲底) が不明のため, 低層雲では低層雲の高さ範囲の 0~2000m の中央値の 1000m, 中層雲では中層雲の高さ範囲の 2000~7000m の中央値の 4500m を入れている。1000m, 4500m は雲底ではないが, 当該時刻の天気を判断する指標となるため, 参考値として入れることにした。

## 7. 積雪深の推定

積雪深 (cm) の簡易な推定法<sup>4)</sup> の流れを図 7 に, この方法によって推定した積雪深と観測された積雪深を比較した例を図 8 に示す。

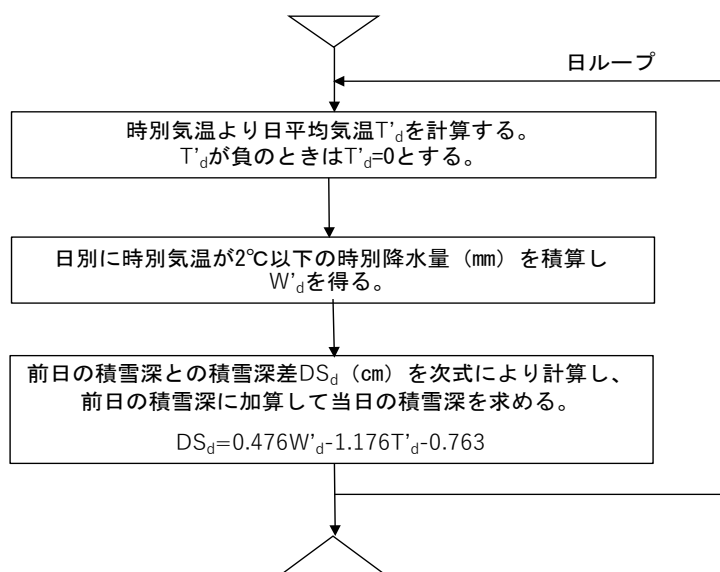


図 7 日別積雪深の簡易推定計算<sup>10)</sup>

<sup>10)</sup> 図 7 のように, この積雪深の計算では降水が降雪に変わる閾値を特別気温 2°C 以下に設定している。『雪に関する予報と気象情報』(平成 24 年 12 月 7 日, 気象庁予報部予報課による気象講習会資料) によれば, 雨と雪の判別は, 関

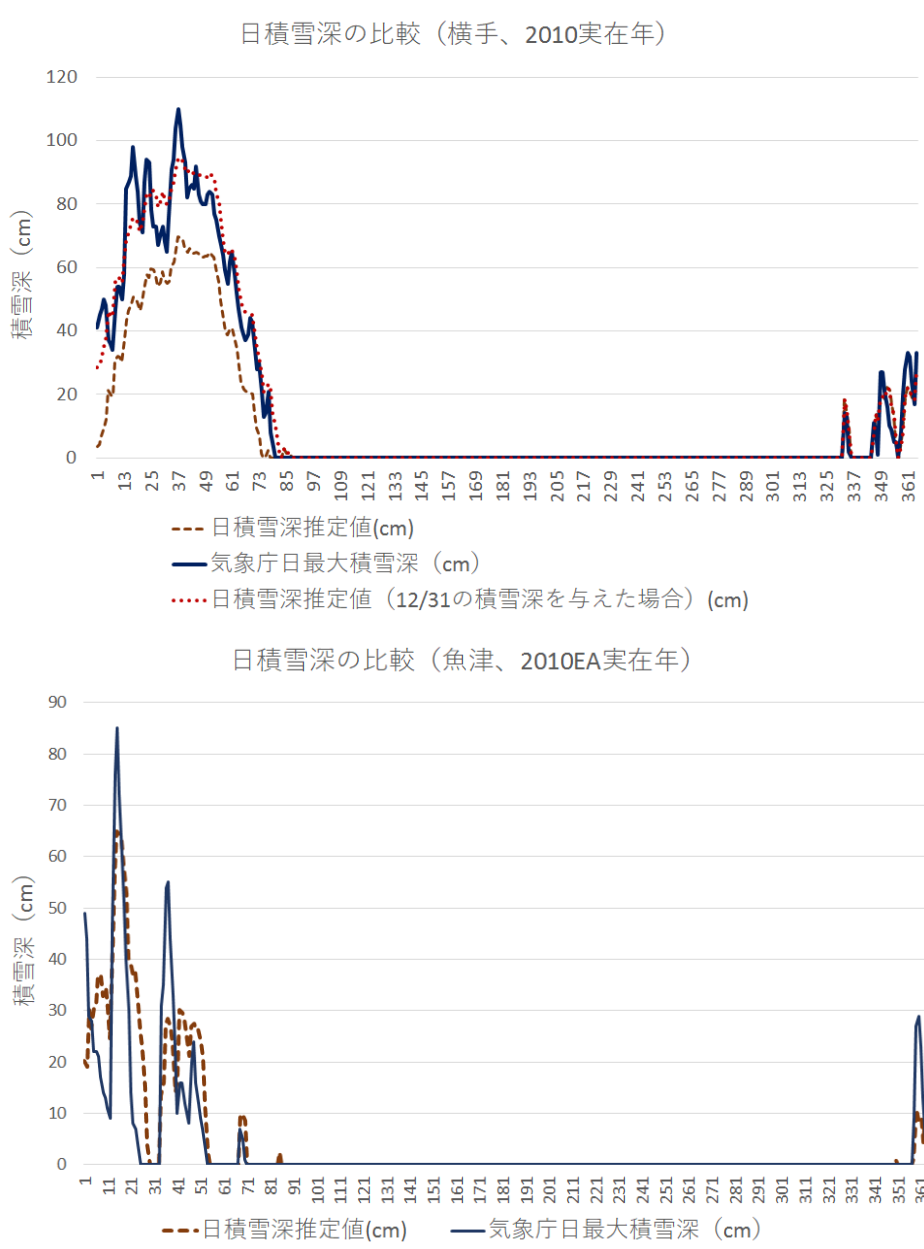


図 8 日積雪深の比較 (2010 年横手, 魚津)

推定による積雪深は、気象庁の観測値と同じ日最大積雪深の推定値である。図 8 より、積雪深の推定値は全体的に気象庁の観測値より小さめであるが、積雪深の変動の傾向及び発生日はよく一致している。観測値より小さな理由として、12月31日の積雪深が不明のため、推定ではこれを 0 (cm) と仮定していることが挙げられる。そのため、横手の例では 12月31日の積雪深を与えた場合の推定も行った。図 8 のように、この場合はよく一致していることがわかる。これは横手のような寒冷地では前年からの積雪が 1月以降もずっと残っていることによると考えられる。気象庁の観測値は積雪深計が設置された観測地点に限られるが、ここで述べた積雪深の推定は、降水量と気温のデータがあれば可能であり、全国の観測地点に適用できるという利点がある。

東では 850hPa (地上約 1.5km 上空) の気温-4℃以下を目安としており、この気温を関東平野の冬季気温減率の概算値によって等確率気温に置き換えると 2℃程度となる。この気温は本計算で設定した閾値と同じである。

### 8. Typical/Extreme Periods の選択方法

EPW フォーマットの Header3 の Typical/Extreme Periods を EA 気象データから選択する方法は以下の通りである。

まず、1 年を、地点かかわらず 4 つの季節①1～3 月（冬）、②4～6 月（春）、③7～9 月（夏）、④10～12 月（秋）に分類する。次に①～④の 4 つの季節について、それぞれ、日平均気温の期間平均値に最も近い 1 週間を選び、これらの 1 週間を Typical Periods とする。更に、①の季節（冬）については日平均気温の 1 週間平均値が最も低い 1 週間、③の季節（夏）については日平均気温の 1 週間平均値が最も高い 1 週間も選び、これらの 1 週間を Extreme Periods とする。

以上の選択の流れを図 9 に示す。

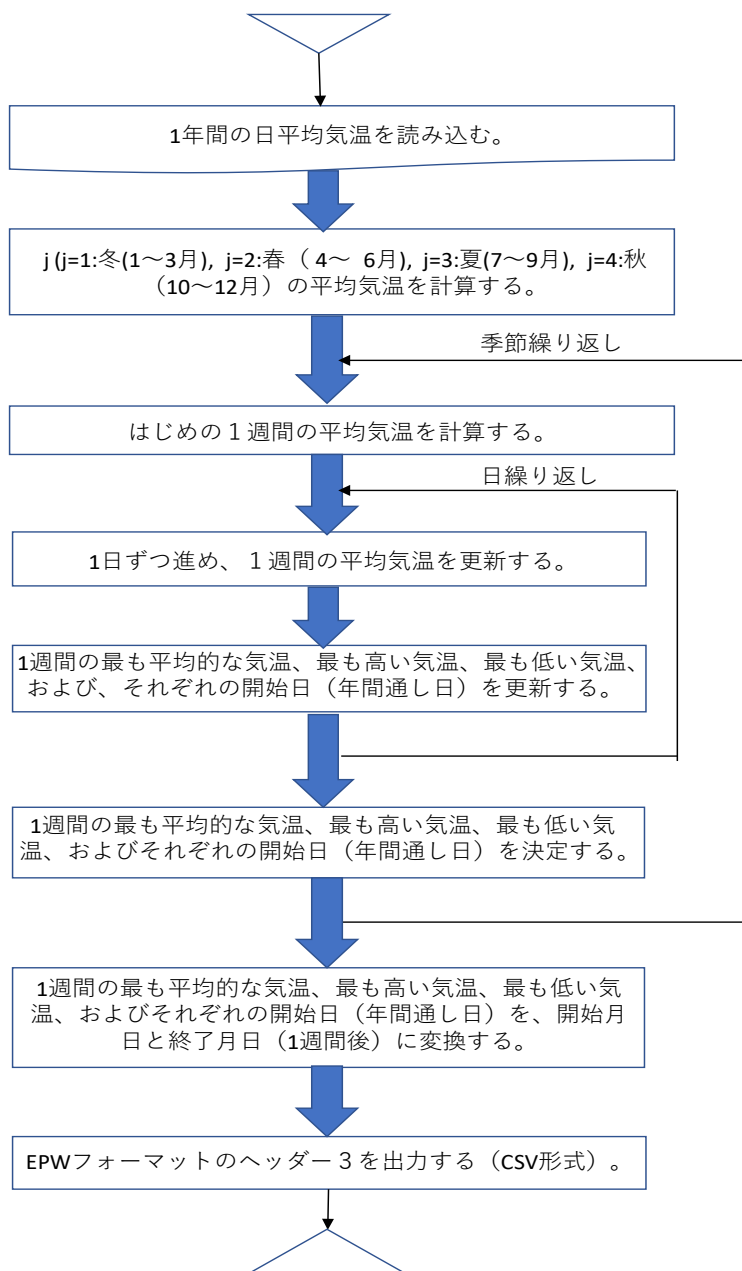


図 9 Typical Periods 及び Extreme Periods の選択の流れ

## 【参考文献】

1. 2009 ASHRAE Handbook – Fundamentals (SI) Chapter 14, Climatic Design Information
2. [www.metds.co.jp](http://www.metds.co.jp) 技術解説マニュアル, 地中温度の計算
3. [www.metds.co.jp](http://www.metds.co.jp) 技術解説, マニュアル, 日射・昼光関係
4. 二宮秀與, 赤坂裕, 須貝高, 黒木荘一郎, AMeDAS のデータを用いた時刻別日射量の推定法, 空気調和・衛生工学会論文集, No.39, pp.13-23,1989
5. William Marion and Ken Urban, User’s Manual for TMY2s, NREL, June, 1995
6. S. Wilcox and W. Marion, Users Manual for TMY3 Data Sets, Technical Report, NREL/TP-581-43156, May, 2008
7. Auxiliary Programs, EnergyPlus Weather File(EPW)
8. EnergyPlus Documentation, Auxiliary EnergyPlus Programs, Extra Programs for EnergyPlus, Weather Converter Programs
9. EnergyPlus Documentation, Weather Data Sources
10. EnergyPlus Documentation, Engineering Reference, Chapter 5, Climate, Sky and Solar/Shading Calculations
11. Astronomical Algorithms, Second Edition, by Jean Meeus, Willmann-Bell, Inc.,1999
12. Ibrahim Reda and Afshin Andreas, Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications, Revised Jan. 2008, NREL/TP-560- 34302
13. 平林啓介, 村上周三, 石野久彌, 郡公子, 内海康雄, 建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発—第 15 報, BESTTEST による建物側とシステム側の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.987-988, 2009 年 8 月
14. User’s Manual for TMY2s, Typical Meteorological Years, Derived from the 1961-1990 National Solar Radiation Data Base, National Renewable Energy Laboratory (NREL), June, 1995
15. CIAO (International Civil Aviation Organization), International Standards, Annex2, Rules of the Air