

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 114) BEST で使用される拡張アメダス気象データの開発状況

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the Best  
 (Part 114) Development of the new Expanded AMeDAS Weather Data Utilized for the Best

技術フェロー	○松本 真一 (秋田県立大学)	特別会員	村上 周三 (建築環境・省エネルギー機構)
技術フェロー	赤坂 裕 (鹿児島工業高等専門学校)	正会員	井川 憲男 (前大阪市立大学)
技術フェロー	永村 一雄 (大阪市立大学)	正会員	武田 和大 (鹿児島工業高等専門学校)
技術フェロー	二宮 秀興 (鹿児島大学)	正会員	窪田 真樹 (気象データシステム)

Shin-ichi MATSUMOTO\*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI\*<sup>2</sup> Hiroshi AKASAKA\*<sup>3</sup> Norio IGAWA\*<sup>4</sup>

Kazuo EMURA\*<sup>5</sup> Kazuhiro TAKEDA\*<sup>3</sup> Hideyo NIMIYA\*<sup>6</sup> Masaki KUBOTA\*<sup>7</sup>

\*<sup>1</sup> Akita Prefectural University \*<sup>2</sup> Building Research Institute \*<sup>3</sup> Kagoshima National College of Technology

\*<sup>4</sup> former Osaka City University \*<sup>5</sup> Osaka City University \*<sup>6</sup> Kagoshima University \*<sup>7</sup> Meteorological Data System

As well known, the Expanded AMeDAS (EA) Weather Data can be utilized for the BEST via a format conversion tool. It is preferable to utilize recent weather data for the BEST to get more precise simulated results. In order to provide new EA Weather Data of recent years after 2000 and the related computer tools, the authors have worked on the development. The official DVDs release of them is coming soon. In this report, features of the new EA Weather Data and the related tools are introduced.

## 1. はじめに

周知の通り、BEST では書式変換ツールを介して拡張アメダス気象データ (以下「EA 気象データ」と記す) を利用できる。これまで整備された EA 気象データは 1981 年～2000 年の年別ファイルと 2 種類の標準年ファイルに限られてきたが、前回のリリース<sup>1)</sup> (2005 年、以下「旧版」と記す) 以来、都市部の温暖化傾向もあってか、より精度の高いシミュレーションのために、2001 年以降の EA 気象データファイルの開発・リリースに対するニーズが高まっていた。

今回、ようやく 2001 年～2007 年までの新しい年別 EA 気象データファイルと関連ツールが完成し、リリースできることになったので、その概要と旧版との違いなどの留意点について報告する。

なお、2014 年初頭には、2008 年～2010 年までの年別 EA 気象データファイルと新しい標準年ファイルがリリースされる予定である。

## 2. 新しい EA 気象データの概要

今回リリースされる EA 気象データ (以下「新版」と記す) は気象データファイル本体を収録した DVD と操作プログラム類を収録した DVD に分けて提供され<sup>2)</sup>、次のような特長 (ないしは旧版との相違点) を持つ。

- 1) 2001 年～2007 年の 7 年間の年別 EA 気象データが 7 個の単年ファイルとして作成され、ユーザーは必要なファイルを 5 年単位で導入できる (2001 年～2005 年、2006 年～2010 年<sup>3)</sup>)。これらの単年ファイルの書式は、旧版における標準年ファイルと同一である。
  - 2) 旧版では全国 842 地点のデータがあったが、2001 年～2007 年までの間に 6 地点が廃止されており<sup>3)</sup>、新版のファイルは 836 地点のデータで構成される。ただし、これら 6 地点のレコードには、ダミーデータが埋められており、ファイルサイズは旧版標準年ファイルと変わらない。
  - 3) 新版では地点番号を旧版における地点番号を 10 倍したものに改めた。これは、今後、観測点が新設されたときの番号付与のし易さを考慮してのことである。
  - 4) 2002 年の測量法改正と連動し、新版ではアメダス観測地点の緯度・経度データを世界測地系 (JGD2000) に準拠したものに変更した。
  - 5) ライセンス契約ユーザーに限り、直接 DVD からデータファイルにアクセスするのではなく、予めネットワークドライブ上にコピーした EA 気象データを用いることができるようにした。
- このうち、3) と 4) については特に重要な変更事項なので後述する。

### 3. 新しい操作ツール類の概要

EA 気象データに関連するツール類は、旧版に付属していた操作ツールを最新の OS 環境に合わせてバージョンアップしたものなどが提供されるが、提供内容は一律ではなく、ユーザーは必要とする操作プログラム類を3つのオプションの中から選択することができるようにした。ただし、気象データの構造と同様、ツール類の操作性は旧版を継承している。また、旧版 DVD のファイル（1981年～2000年の20年間 EA 気象データと2種類の標準年 EA 気象データ）<sup>1)</sup> もサポートし、旧版のユーザーにも配慮した。

#### 3.1 収録ツールの概況

表-1 にまとめて示す。先述のように、ユーザーは必要とするプログラムを3つの選択肢（基本セット/拡張セット1/拡張セット2）の中から選んで購入することができる。なお、新規に提供する EZ DataNavi や一部の付録プログラム類を除き、多くのプログラムは旧版のバージョンアップであるが、新しい7年分の単年ファイルを読み込めるように機能拡張だけでなく、些細な累積バグの修正やヘルプファイルの更新と形式変更も施されている。但し、旧版の同名プログラムの単純な上書き更新には対応していない<sup>注4)</sup>ので注意されたい。

#### 3.2 可動環境

表-2 に示す。OS 環境として Windows<sup>®</sup> Xp (SP3以降) および Vista<sup>®</sup> (SP2以降) での動作も確認されているが、サポートの対象外である。

#### 3.3 旧版との主な違い

##### (1) 単年データファイル化に伴う収録地点数の変化

旧版では1981年～2000年までの20年間の842地点の気象データが1つのファイルとして供給されていた。先述のように、新版では7年間のデータが単年ごとのファイルとして供給され、収録地点総数が異なる<sup>注3)</sup>。これに対応して、図-1 に示すように旧版 EA DataNavi における地点選択ウィンドウの GUI を変更し、年と地点番号を同時に選択する仕様とした。特定の年を選択すると、表示される選択可能地点が増減する。

##### (2) 地点番号の変更とユーザーファイル名称の変更

先述の通り、新版では2001年以降のデータにおける地点番号を4桁の数値 ID で表すことにし、旧版の地点番号 001～842 を 0010～8420 に変更した。これに伴い、ユーザーファイル (UF1 および FMF ファイル)<sup>1)</sup> の名称を LLLLYYYY. uf1, LLLLYYYY. fmf (LLLL: 地点番号4文字, YYYY: 西暦年4文字) に変更することにした。旧版で作成された LLLLYYYY. uf1 などのファイルは、OLLLLYYYY. uf1 などに名称変更すれば新版の操作ツール類でも扱える。これを自動で行うツールが表-1 の L32L4 というプログラムで、EZ / EA DataNavi のメニューから起動することもできる。

表-1 新版に含まれるツール類の概要 (太字は新規開発)

ツール名 (最新 Ver.)	ツールの概説	基本セット	拡張セット1	拡張セット2
AMeNET.dll, RadC.dll 他 (4.1 Int'l 等)	下欄記載の複数のプログラムからアクセスされる汎用コード、データ類	●	●	●
<b>EZ DataNavi (1.0 Int'l)</b>	簡易版 EA データ統合操作プログラム	●		
EA DataNavi (4.1a Int'l)	EA データ統合操作プログラム		●	
EA DataNavi (4.1b Int'l)	EA データ統合操作プログラム			●
<b>L32L4 (1.0 Int'l)</b>	ユーザーファイル名一括変換ツール	●	●	●
TilRad / TilLux (4.1 Int'l)	斜面日射量データの計算ツール/斜面照度データの簡易計算ツール	●	●	●
Ufl2Hasp / Ufl2Smash (4.1 Int'l)	HASP 書式ファイル作成ツール/ SMASH 書式ファイル作成ツール		●	●
SkyMap (2.0 Int'l)	天空輝度分布・放射輝度分布データの作成・描画プログラム			●
GTWin (4.1 Int'l)	地中温度データの計算プログラム			●
StnFind (3.1 Int'l)	アメダス観測地点情報の検索表示ツール	●	●	●
<b>DDWin (1.0 Int'l)</b>	デグリーディ計算ツール		●	●
ColorMap (4.1 Int'l)	気象データのカラー地図の描画プログラム			●
GmConv (4.1 Int'l)	ColorMap 用テンプレート Bmp ファイルの作成ツール			●
<b>SolMap (1.0 Int'l)</b>	太陽位置図の描画ツール			●

表-2 新版に含まれるツール類の動作環境

OS	Windows <sup>®</sup> 7 (Service Pack 1 以降) および Windows <sup>®</sup> 8
ハードディスク	必須 (SDD でもよい)。最低 250M バイトの空き容量が必要 (推奨空き容量 500M バイト以上)。
その他の必要機器	DVD ドライブ装置、マウスなどのポインティング・デバイス、およびカラーモニター (解像度 800 × 600 ピクセル以上) が必要。インターネットおよびプリンターシステムに接続された環境が望ましい。



図-1 旧版の地点選択ダイアログウィンドウ (背景) と新版の地点選択ダイアログウィンドウ (前面)

### (3) 各種計算の高精度化など

最新の研究成果に基づき、次の改良・修正を施した。

- 1) 精細な太陽位置の計算方法 (松本の方法)<sup>2),3)</sup> をデフォルトとして採用した。旧版の方法 (赤坂の方法)<sup>1)</sup> はオプションで設定可能である。
- 2) 天空輝度分布および放射輝度分布の計算モデルと発光効率のモデルをより高精度のもの (i-All Sky Model-L/-R (2012) と Igawa\_C モデル)<sup>4),5)</sup> に変更した。
- 3) 地中温度計算プログラム GTWin で発見した重大なバグ (ユーザーが指定した地中温度の計算深さが計算結果に反映されず、指定の深さの半分の位置のものが出力される) を解消した。この件については、旧版ユーザー各位の不都合を心からお詫びしたい。

### 4. 新版と旧版のツールに関する留意事項

#### 4.1 日射量や照度などの出力結果が異なること

##### (1) 太陽位置の算定結果の差異によるもの

**a 地点情報の違い** 前述の通り、アメダス地点の緯度・経度データが変更された。例えば、東京の緯度  $\varphi$  と経度  $L$  は、旧版では  $\varphi=35^{\circ}41'21''$ ;  $L=139^{\circ}45'36''$ 、新版では  $\varphi=35^{\circ}41'24''$ ;  $L=139^{\circ}45'36''$  である<sup>注5)</sup>。したがって、この差異はわずかながら太陽位置の計算結果に影響する。

**b 太陽位置計算式の違い** 旧版では赤坂の方法<sup>1)</sup> (詳細は文献6参照) を用いていたが、新版ではデフォルトとして、より高精度の松本の方法<sup>2),3)</sup> を用いている。表-3に1974年～2003年の時別データの比較結果を示すが、これから分かる通り、最大  $0.1^{\circ}$  程度の差が生じる<sup>2),3)</sup>。この差も日射量や照度などの2次データに影響する。

##### (2) 大気圏外法線面日射量の算定結果の差異によるもの

EA 気象データのユーザーにはあまり認識されていないようなので、あえて詳述する。

全天日射の直散分離を始め、斜面日射、照度の出力など、一連のツールによる2次データ出力の計算には、いわゆる太陽定数  $J_0$  ( $=1.367\text{kW/m}^2$ ) ではなく、大気の外縁における法線面 (直達) 日射量  $IN_0$  [ $\text{kW/m}^2$ ] を時変値として用いている。 $IN_0$  は赤坂の方法では式 (1) を、松本の方法では式 (2), (3) を適用しており<sup>7)</sup>、扱いが異なる。なお、式 (2) における係数は表-4に示した通りである<sup>8)</sup>。

$$IN_0 = (1 + 0.033 \cos v) J_0 \quad (1)$$

$$r = \sum_{i=1}^8 P_i \cos(Q_i T + R_i) + P_9 T \cos(Q_9 T + R_9) \quad (2)$$

$$IN_0 = J_0 / r^2 \quad (3)$$

ここに、 $v$  はある時刻の真近点離角 [ $^{\circ}$ ]、 $T$  は JC2000.0 元期のユリウス世紀数 [-] (時刻を表すパラメータ)、 $r$  は地心距離 [-, AU] である。

これらの式を用いて2000年の法線面日射量  $IN_0$  を具体的に計算した例を図-2に示す。図から分かる通り、この部分だけでも最大  $1.8\text{W}$  ( $=0.006\text{MJ/m}^2\text{h}$ ) 程度の違いがあり、この差は旧版と新版における日射量などの出

表-3 計算方法による太陽高度角と方位角の差異<sup>2),3)</sup>

太陽位置パラメータ	赤坂の方法 <sup>1),6)</sup>	松本の方法 <sup>2),3)</sup>
高度角 $h$ [ $^{\circ}$ ]	最大で $327.4''$	(基準)
方位角 $A$ [ $^{\circ}$ ]	最大で $404.6''$	(基準)

表-4 式 (2) の係数<sup>7)</sup>

	$P_i$	$Q_i$	$R_i$
1	+1.000 140	0.00	0.00
2	+0.016 706	35,999.05	177.53
3	+0.000 139	71,998.00	175.00
4	+0.000 031	445,267.00	298.00
5	+0.000 016	32,964.00	68.00
6	+0.000 016	45,038.00	164.00
7	+0.000 005	22,519.00	233.00
8	+0.000 005	33,718.00	226.00
9	-0.000 042	35,999.00	178.00

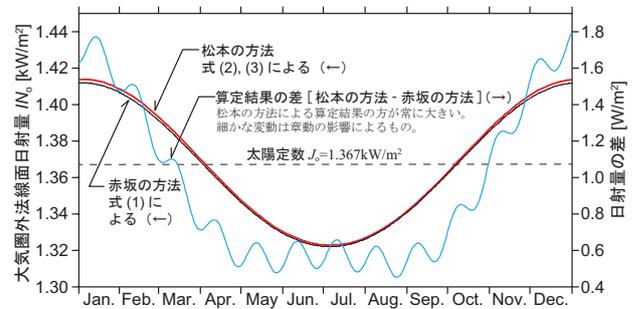


図-2 大気圏外日射量の算定結果の差異 (2000年各日の12:00 JST)

力結果の差異となって現れる。この違いが及ぼす影響は (1) で述べた影響よりも大きいことが確かめられている。

##### 4.2 天空輝度・放射輝度分布描画ツール SkyMap の出力結果が異なること

前述の通り、新版の SkyMap (Ver.2) では、輝度分布と放射輝度分布を推定するモデルとして、精度の向上した「i-All Sky Model-L/-R (2012)」を採用した<sup>4),5)</sup>。したがって、SkyMap の出力分布データは、同地点・同時刻を対象とする場合であっても旧版と新版で異なる。

さらに、モデル自体が太陽位置および大気圏外法線面日射量を引用する晴天指標  $Kc$  と澄清指標  $Cle$  をパラメータとするものであるため、4.1節で述べた点も分布の出力結果に影響する。

一例として、次頁の図-3(a)に新版と旧版による東京標準年の7月6日10:00 JSTの天空輝度分布を示す。また、図-3(b), (c)として、天頂を含み直交する2つの鉛直断面の天空輝度の分布性状を旧版と比較した結果を示す。

##### 4.3 昼光照度、斜面照度の出力結果が異なること

新版の EZ / EA DataNavi では、発光効率の推定モデルも精度の向上した「Igawa\_C」モデル<sup>4),5)</sup> を適用している。したがって、DataNavi の出力する2次データとしての昼光照度や斜面照度の出力結果は、新版と旧版で異なる。

また、「Igawa\_C」モデルは、晴天指標  $Kc$  と澄清指標  $Cle$  をパラメータとするものであるから、4.1節で述べた点も出力結果に影響する。

##### 4.4 新たな付録ツールが提供されること

アメダス観測地点を含む任意地点における太陽位置図描画ツール SolMap と、グラフィカルな冷暖房デグリーディ計算ツール DDWin が拡張セット2で提供される。

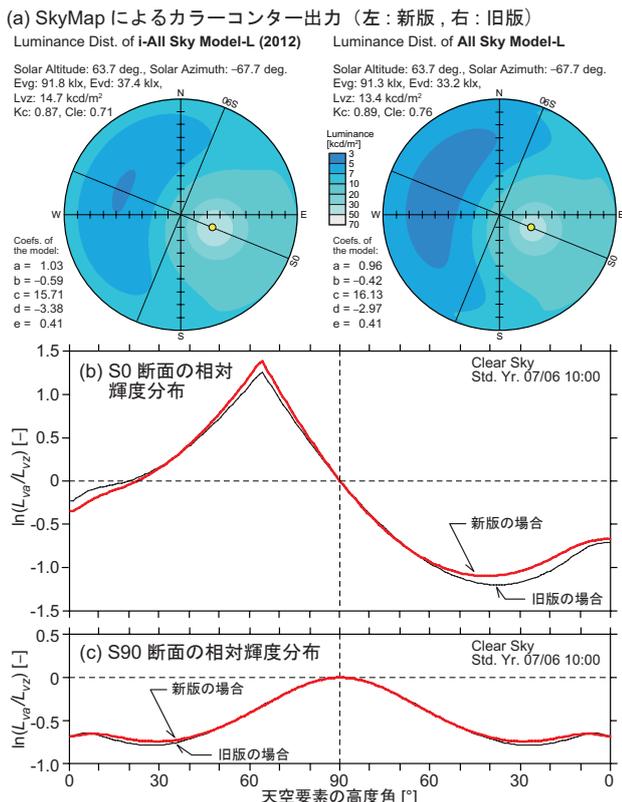


図-3 SkyMapによる輝度分布の出力結果の差異 (旧版 Ver.1, 新版 Ver.2とも東京標準年の7月6日10:00JST)

## 5. まとめ

本報では、新しい拡張アメダス気象データの開発状況を報告した。いくつかの成果は、近々リリース予定であるため、その概要を紹介し、特に旧版のユーザーに向けた注意事項について詳述した。BESTに適用する場合、最終的な計算結果の精度に影響する部分があることをご理解頂きたい。

バージョンアップしたEA気象データ統合ナビゲーションツールEA DataNavi Ver.4bのメインウィンドウを図-4に示して報告を終える。

## 謝辞

本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BESTコンソーシアム」・「BEST企画委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、気象データWG(赤坂裕主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表する。

なお、研究開発においては、日本学術振興会・科研費基盤(B)(1)21360279(建築環境シミュレーションの高度化に対応できる新たな気象データの開発に関する研究、研究代表者:前大阪市立大 井川教授)、基盤(B)23360259(紫外域分光放射のモデル化とUV-A,UV-Bを含む時別・分別気象データの開発、研究代表者:鹿児島大 二宮教授)、および基盤(C)23560697(地域気候特性の分析に基づく住宅の環境配慮デザインの方法論の提案、研究代表者:松本)の援助を受けた。記して謝意を表する。



図-4 新版EA気象データのデフォルト操作プログラムEA DataNavi Ver.4bのメインウィンドウ

## 注釈

- 1) 旧版は日本建築学会から書籍とともに刊行されていたが、新版は(株)気象データシステムからDVDとしてリリースされ、書籍は付属しない。ただし、「拡張アメダス気象データの基礎知識(仮称)」という簡便なマニュアル(有償)をオプションで発注することができる。
- 2) 2008年~2010年の年別データファイルは、2014年初頭に登録ユーザーに追加提供される予定である。
- 3) ①船泊(旧地点番号:002), ②計根別(同:096), ③川崎(同:256), ④つくば山(同:316), ⑤新木場(同:364), ⑥豊中(同:564)の6カ所。なお、廃止された年はそれぞれ異なるものの、EA気象データとしては2001年以降データがないものとしている。
- 4) ヴァージョンアップされたプログラムであっても、動作の基本となるフォルダー構成をWindows® Vista®以降のOS環境における推奨(デフォルト)設定に変更したことなどが理由である。別の言い方をすると、旧版のツール類と新版のツール類は共存利用が可能である。
- 5) 緯度・経度の差異は地点によって異なるが、国土地理院のホームページによれば、水平距離にして最大400m相当とされている。

## 引用文献

- 1) 日本建築学会(編):拡張アメダス気象データ1981-2000, 鹿児島TLO, 2005.8.
- 2) 松本真一:太陽視赤緯と均時差計算に関する一考察, 日本建築学会東北支部研究報告集, 計画系, pp.89-96, 2005.6.
- 3) 松本真一:太陽視赤緯と均時差の計算精度の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.7-8, 2006.9.
- 4) 井川憲男:天空輝度・放射輝度分布モデルの改良, 日本建築学会光環境シミュレーション小委員会 拡大公開委員会「日光シミュレーション研究のフロンティアとその利用」講演論文, 2013.2.
- 5) 井川憲男:天空輝度・放射輝度分布を推定する天空モデルの整備, 日本建築学会環境系論文報告集, 第78巻, 第687号, pp.393-399, 2013.5.
- 6) 赤坂裕(木村建一編):日射量の計算と日射直散分離・合成, 建築環境学1, 丸善, pp.13-19, 1992.4.
- 7) 暦計算研究会(編):新こよみ便利帳 天文現象・暦計算のすべて, 恒星社厚生閣, pp.156, 1991.4.