

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211）

## 2010年版EA設計用気象データの特徴と妥当性の確認

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 211)

### Confirmation of Features and Validity of the 2010 Version of EA Design Weather Data

技術フェロー ○郡 公子（宇都宮大学） 技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京名誉教授）  
特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）

Kimiko KOHRI\*<sup>1</sup> Hisaya ISHINO \*<sup>2</sup> Shuzo MURAKAMI \*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup> Utsunomiya University \*<sup>2</sup> Tokyo Metropolitan University

\*<sup>3</sup> Institute for Building Environment and Energy Conservation

This paper presented a method of creating new weather data for HVAC system design as the 2010 version of expanded AMeDAS (EA) design weather data. New design weather data can be created from EA actual weather data for 30years from 1981 to 2010. The differences from the existing design weather data were examined. And the possibilities of thermal load exceeding the design peak load calculated using the new design weather data were predicted and the validity of new data were confirmed.

#### 1. 序

現在使用されている拡張アメダス(EA)設計用気象データ(2000年版と呼ぶ)は、1981～2000年の20年間のEA実在年気象データをもとに作成されている。国内836地点の2001～2010年のEA実在年気象データが整備され公開

されたことから、1981～2010年の30年間の実在気象データをもとにする新たな設計用気象データ(2010年版と呼ぶ)の作成が可能となり、その作成法の検討を行ってきた。本報では、改良した設計用気象データの作成法を示すとともに、東京について2010年版の設計用

表1 2010年版設計用気象データの作成法

#### (I) 冷房設計用気象データの作成法

##### ●統計期間と気象データの種類

- ・統計期間：1981-2010年の6-9月(北緯29°以南の南方地方は6-10月)
- ・気象タイプと危険率

(h-t基準) 第1指標：日平均エンタルピー、第2指標：日平均気温  
第1指標の危険率：最小、選定月：7、8月、設計太陽位置：8/1  
(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  
第1指標の危険率：最小、選定月：7、8月、設計太陽位置：8/1  
(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  
第1指標の危険率：0.5%(55位)、選定月：9月(南方地方は10月)、  
設計太陽位置：9/15(南方地方は10/15)

\*1 日の区切りは24時。危険率の最小とは、指定された月から作成可能な最小危険率。危険率は年基準。

##### ●過酷気象の選定法

###### ①第1指標による選定

30年分の6-9月(南方地方は6-10月)の第1指標ランキングから、第1指標の危険率が、目標とする危険率に近い73日を、指定された月から選定する。最小危険率のデータを作成する場合は、上位73日を指定された月から選定し、その37番目に厳しい第1指標の危険率を目標危険率とする。

###### ②第2指標による選定

第1指標により選定された日のなかから、第2指標の厳しい24日を選定する。ただし、選定される24日の第1指標平均値が目標危険率に近くなるよう調整して選定する。

##### ●過酷気象の平滑化処理

(気温、絶対湿度、水平面夜間放射量)

選定された24日分の気象を特別に平均する。

(日射量)

- ・太陽位置の変換：選ばれた日の各時刻の晴天指数(水平面全日射量/水平面大気圏外日射量)を与えて設計日の水平面日射量に変換する。直散分離とその平均化：①過酷気象24日分について、設計日に変換した水平面全日射量を Perez の方法で直散分離する(露点温度は日平均値を使

用)。②24日分の水平面の全日射量および天空日射量を特別に平均化処理する。具体的には、特別に対象とする日射量の中央値に近い12日分の値を抽出して平均する。その後、日射量時刻変動の凹部分の変動緩和のために部分的に3時間移動平均を行う。③平均化処理した水平面の全日射量と天空日射量から法線面直達日射量を求める。さらに、Jc-t基準、Js-t基準については、第1指標である円柱面あるいは円柱南面日射量の日積算値が目標危険率のときの値に等しくなるように、その他の基準については日積算水平面日射量が、過酷気象24日分の平均的値(日積算水平面日射量の中央値に近い12日分の平均値)に等しくなるよう補正する。

(1日の区切り時刻付近の平滑化)

前後1時間を含む3つのデータを使う移動平均を基本とするが、気象要素の日平均値は不変であるように補正する。まず、24、1時のデータを修正する。22～3時にかけて増減の変化があるときは、さらに23～2時のデータを修正する。

#### (II) 暖房設計用気象データの作成法

##### ●統計期間と気象データの種類

- ・統計期間：1981-2010年の12-3月
- ・気象タイプと危険率

(t-x基準) 第1指標：日平均気温、第2指標：日平均絶対湿度  
第1指標の危険率：1%、選定月：1、2月、設計太陽位置：1/30  
(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  
第1指標の危険率：1%、選定月：1、2月、設計太陽位置：1/30

##### ●過酷気象の選定法

###### ①第1指標による選定

30年分の12-3月の第1指標ランキングから、第1指標の危険率が、目標とする危険率に近い145日を、指定された月から選定する。

###### ②第2指標による選定

冷房設計用と同じ

##### ●過酷気象の平滑化処理

日射量の平均化処理は、冷房設計用h-t基準データの作成法と同じ。その他は、冷房設計用気象データの作成法と同じ。

(注) 本報では、風向風速の平滑化処理は検討対象にできなかった。

気象データを作成し、その特徴と妥当性の確認を行った。

## 2. 2010年版EA設計用気象データの作成法

表1に、2010年版EA設計用気象データの作成法を示す。2000年版<sup>2)</sup><sup>3)</sup>と同様に、2種類の気象日別値を指標として過酷気象を選定し、気象タイプの異なる数種の設計用気象データを作成する。冷房設計用として蒸暑気候のh-t基準、日射の強いJc-t基準、秋に近い夏期で南面日射の強いJs-t基準の3タイプ、暖房設計用として乾燥気候のt-x、曇天気候のt-Jh基準の2タイプがある。過酷気象日を24日選定してその気象を平均化処理して設計用データとする基本方針も2000年版と同じである。2000年版の作成法に対する変更点は、①統計期間を20年から30年に拡張する、②気象危険率の種類をh-t、t-x、t-Jh基準各3種、Jc-t、Js-t基準各1種類から、各気象タイプ1種類に絞り、採用する危険率を再決定する、③日射計算法を国内外で推奨されている方法にする(2000年版では直散分離を渡辺の式とBourguierの式による方法、斜面日射量計算を一様天空と扱う方法としていたのに対して、2010年版では直散分離、斜面日射量計算ともPerezの方法に変更)、④日射時刻変動の平滑化法(日射計算法の変更に伴い、大気透過率を平滑化する方法から水平面天空日射量を平滑化する方法に変更)、⑤1日の区切り時刻を深夜とし、開始時刻を前日

20時から当日1時に変更する、である。また、文献1)に示す方法に対して、日射時刻変動の平滑化法をさらに改良した。

設計用気象データの危険率は、過酷気象日を選定するときに使用する第1気象指標の危険率で表され、統計期間を30年に拡張したことから2000年版より厳しい危険率のデータを作成できる。特に冷房設計用に関しては、温

表2 オフィス基準計算条件

ゾーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・室：中間階・ペリメータ・インテリア2ゾーン断面 (室奥行き10m、ペリメータ奥行き5m、階高4m)</li> <li>・窓：日射遮蔽型Low-E複層ガラス・内側白色ブラインド、窓面積率68%</li> <li>・隙間風：0.2回/h(ペリメータ容積基準)</li> <li>・ペリメータ・インテリアゾーン間換気量：250CMH/m</li> <li>・内部発熱：最大…照明10W/m<sup>2</sup>、機器15W/m<sup>2</sup>、在室者0.15人/m<sup>2</sup> 季節係数(割引用)…冷房1.0、暖房0.3</li> </ul>
空調	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空調時間8：30-18：00(予冷熱30分)</li> <li>・設計室内温湿度：冷房26°C50%、暖房22°C50%</li> <li>・外気導入量：3.75CMH/m<sup>2</sup>(導入時間8：30-18：00)</li> <li>・対象とする空調装置：各ゾーン空調機で、外気導入ありとなしの2ケース</li> </ul>

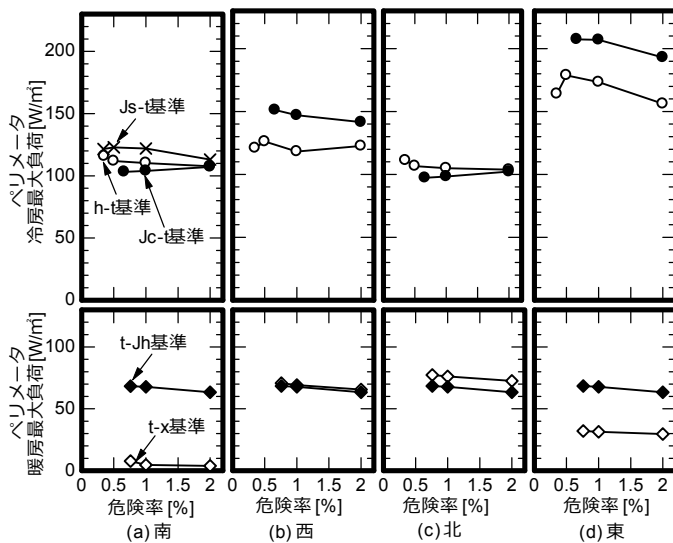


図2 気象危険率と気象タイプ別最大負荷(全熱)  
(Low-E 複層一般窓・外気導入なし)

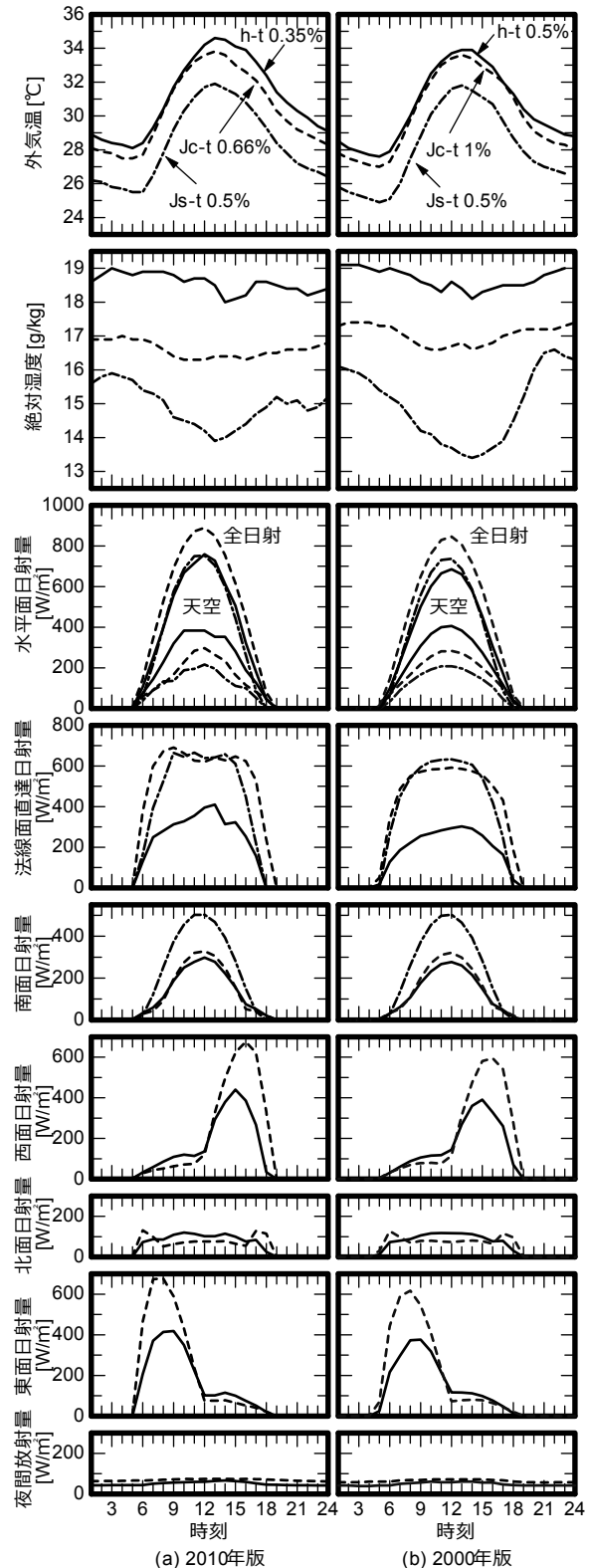


図3 新旧設計気象の比較(冷房・東京)

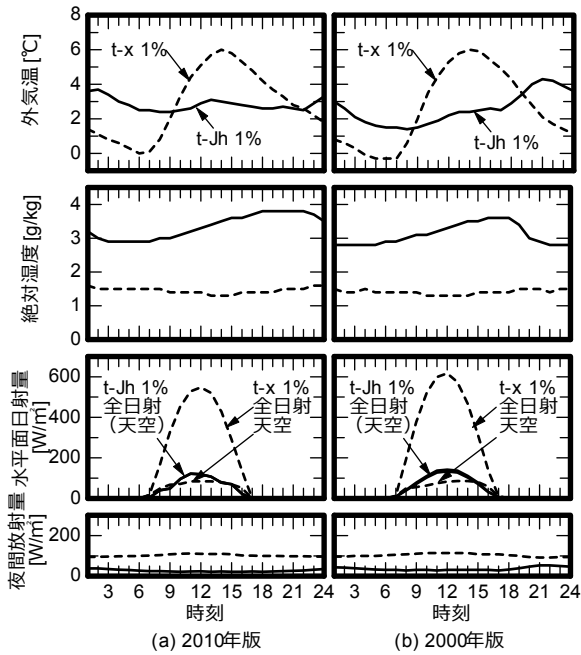


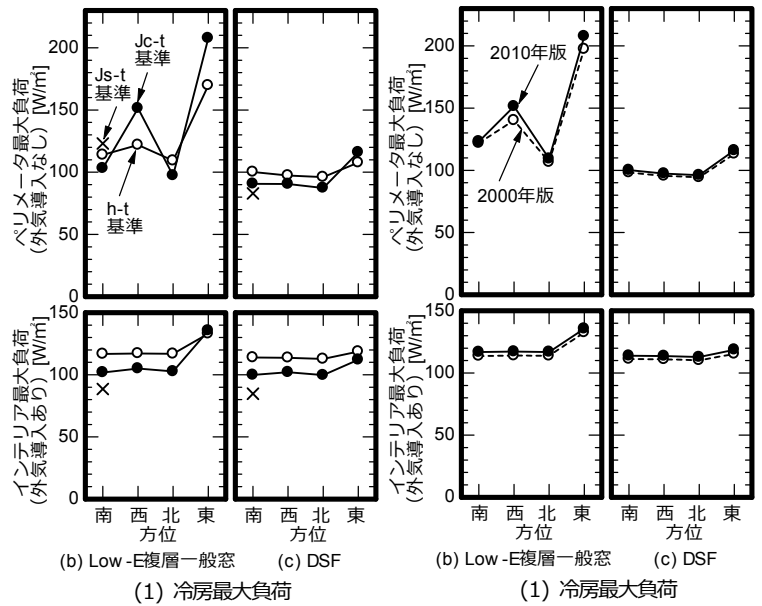
図4 新旧設計気象の比較 (暖房・東京)

暖化の傾向に配慮するとより安全な冷房最大熱負荷が得られる危険率が望ましい。そこで、危険率の決定のために、各気象タイプについて数種類の危険率の東京新設計用気象データを作成し、それを用いた日周期定常最大熱負荷計算を行った。オフィスの計算条件を表2に、気象タイプ別最大熱負荷の結果を図1に示す。冷房については、北ゾーンのh-t基準、西、東ゾーンのJc-t基準の結果に示されるように、h-t、Jc-t基準データは作成可能な最小危険率(h-t基準0.35%、Jc-t基準0.66%)のときに冷房負荷が大きくなる。これに対して、南ゾーンのJs-t基準は、最小危険率より危険率0.5%のときの方が、わずかに冷房負荷が大きい。Js-t基準データは9月の気象から作成され、最小危険率の場合は南面日射量は強いものの気温がやや低く、これが影響している。Js-t基準のどの危険率のときに冷房負荷が大きくなるかはケースにより異なる可能性がある。暖房は、西、北ゾーンのt-x基準、南、東ゾーンのt-Jh基準の結果に示されるように最小危険率の暖房負荷は危険率1%のときよりわずかに大きい。総合的に判断して、冷房設計用のh-t、Jc-t基準は最小危険率、Js-t基準は0.5%、暖房設計用のt-x、t-Jh基準は1%の危険率を採用することにした。

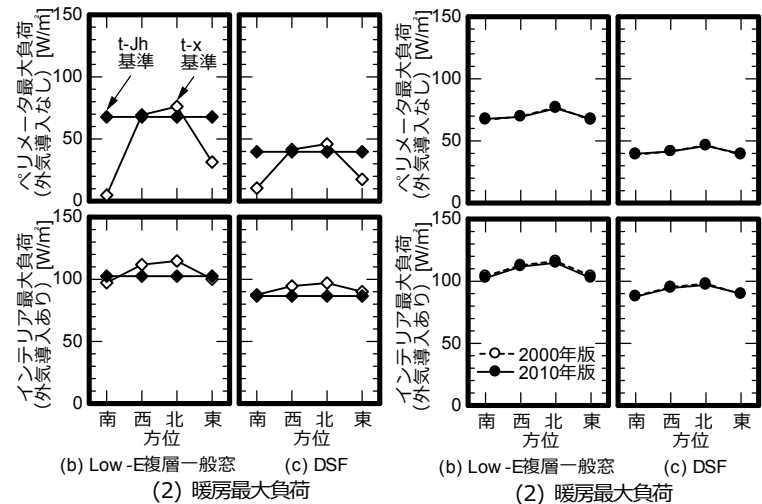
### 3. 2010年版東京データの特徴

図3,4に東京の新旧冷暖房設計用気象データを示した。2010年版の冷房設計用データは、2000年版に比べh-t基準の日最高気温が少し高く、水平面全日射量、西・東面全日射量のピーク値が大きくなっている。西、東面日射量のピーク値が強くなった理由には直散分離法の変更が影響していて、より現実的な値になったと考えられる。本設計

【図5、6注記】DSFは、基準条件に対してファサードをダブルスキンに変更したケースで、外側が透明単板、内側が高日射遮蔽Low-E複層ガラスである。



(1) 冷房最大負荷



(2) 暖房最大負荷

図5 気象タイプ別最大熱負荷 (全熱)

図6 新旧設計用気象による最大熱負荷の比較 (全熱)

用気象データに基づく最大熱負荷を装置容量として与えて年間計算を行う場合、年間気象データもPerezの直散分離法によるものを利用することが望ましい。暖房設計用気象データの日中の温湿度の傾向は新旧であり変わらないが、1日の区切り時刻を変更したことから、温湿度の傾向変化が20時近辺から深夜に変わっている。t-Jh基準の日射量は、新旧ともに直達日射のない気象である。図5は、2010年版の気象タイプ別データによる最大熱負荷が方位やファサードの違いによりどのように変わるかを調べたものである。近年、スキンロードのみを受け持つペリメータ機器の利用が減り、またLow-E複層ガラスが普及しつつあることから、日射量の瞬時値が冷房最大熱負荷にそれほど強く影響しなくなった可能性がある。Low-E複層ガラス一般窓をもつペリメータゾーン空調機の場合で調べると、南ゾーンはJs-t基準の冷房負荷がh-t基準のものより少し大きい程度であるが、西、東ゾーンは

【図7、8 注記】1)予冷熱30分、60分のケースは最大熱負荷、年間熱負荷ともにこの条件を仮定した。その他の条件は、表2の条件とするほか、30年計算では連日空調を仮定した。2)能力超過率は10年単位の値で、評価対象とする空調時間数を10年×365日/年×10h/日=36500hとし、1981年から10年ごとに能力不足となった時間数をこれで除して求めた。

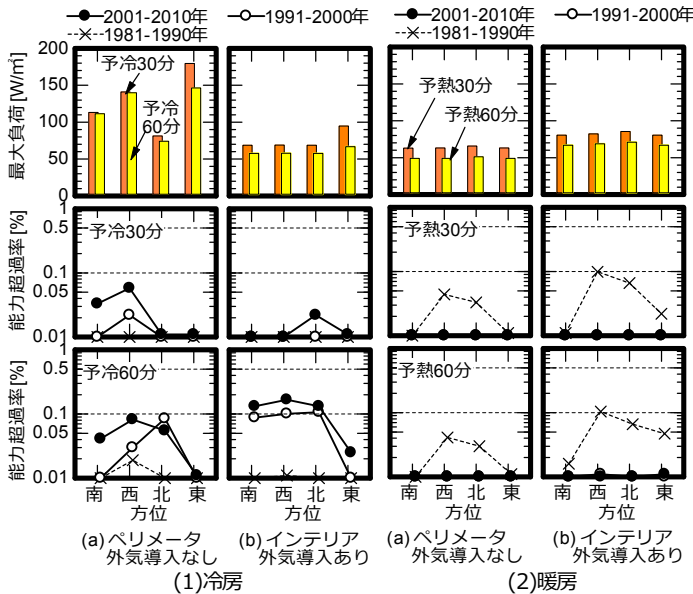


図7 最大熱負荷と能力超過率 (顕熱)

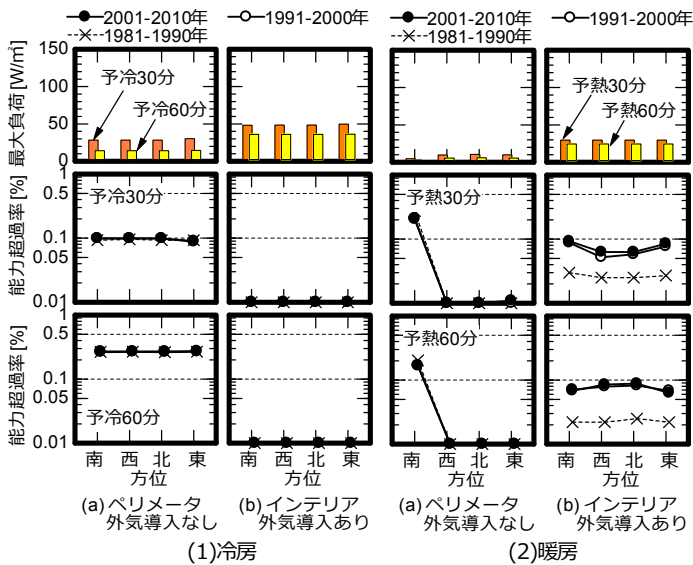


図8 最大熱負荷と能力超過率 (潜熱)

Jc-t 基準の負荷が h-t 基準よりかなり大きく、今後とも複数の気象タイプの使い分けが必要であることがわかる。ファサードをさらに日射遮蔽性能の高いダブルスキン (DSF)にすると、東ペリメータゾーンを除く全てのペリメータ、インテリアゾーンは h-t 基準の使用でよい。暖房負荷に対しては、適する気象タイプはファサードの違いにあまり影響されず、西、北方位室は t-x 基準データを使用するのがよいという結果となった。

図6に新旧設計用気象データによる最大熱負荷を比較した結果を示す。冷房最大熱負荷については、2010年版の東、西ペリメータゾーンの負荷が2000年版に対して5~8%大きい、その他はごくわずかに2010年版による負荷が大きい程度である。暖房最大熱負荷に関しては、新旧

気象データによる差はほとんどなかった。

#### 4. 2010年版東京データの妥当性の確認

2010年版設計用気象データの安全度を確認するため、2010年版設計用気象データを用いて得られた日周期定常最大熱負荷を顕熱、潜熱装置容量として与え、1981~2010年の30年間の熱負荷計算を行い、10年単位の能力超過率(能力不足により室内温湿度が設定値をはずれた時間比率)を求めた。気象が原因となる能力超過のみを検討対象とするため、30年計算では連日空調を想定し、予冷熱時間、空調時間、暖房期間に内部発熱を割り引く季節係数も最大熱負荷計算の条件と同じにした。

顕熱最大熱負荷と能力超過率の結果を図7に示す。冷暖房ともにどのケースも能力超過率は0.5%以下で十分な能力を有しているといえる。冷房については、10年単位の能力超過率は、最近に近い10年ほど値が大きくなる。予冷30分の場合、予冷時にピークが発生する北・東ペリメータ、4方位インテリアゾーンは能力不足がほとんど発生しないのに対して、予冷60分とすると能力不足時間が増える傾向にある。暖房については、予熱30分、60分ともに、1981-1990年に能力不足が発生するが1991年以降は発生しなかった。図8の潜熱最大熱負荷と能力超過率の結果から、潜熱についてもどのケースも能力超過率0.5%以下で十分な能力であった。潜熱の最大熱負荷は冷暖房ともに予冷熱時に発生し方位の差は小さく、暖房の南ペリメータゾーンを除いて能力超過率の方位差も小さい。外気導入を行うインテリアゾーンの暖房の結果では、1991年以降の方が1981年以前より若干能力超過率が大きいという結果となった。

#### 5. 結

2010年版 EA 設計用気象データの作成法を示すとともに、東京について新設計用気象データを作成し、その特徴と妥当性を確認した。今後は836地点の設計用気象データを更新するとともに、妥当性の検討を続ける。

【謝辞】本研究の一部は科研費補助金18K04454による。また、(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)」およびプログラム開発委員会(石野久彌委員長)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。プログラム開発委員会名簿(順不同) 委員長: 石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員: 内海康雄(宮城工業高等専門学校)、大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、奥田篤(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、孤田英晴(鹿島建設)、佐藤謙(佐藤エネルギーリサーチ)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、相沢則夫(大林組)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川巖、久保木真俊、飯田玲香(以上、日建設計)、品川浩一、山本佳嗣(以上、日本設計)、事務局: 生稲清久、石田真理(以上、建築環境・省エネルギー機構)

#### 【文献】

- 1) 郡・石野・村上: 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81報、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、2018.9
- 2) 郡、石野: 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文集、No.599、pp.89-94、2006.1
- 3) 郡、石野: 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、2005.10