

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10）

実測データによる時間間隔が異なる各種気象データの特性

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 10)
Characteristics of the weather data with different time intervals
by the measurement data

正会員 ○井川 憲男（大阪市立大学） 特別会員 村上 周三（慶応義塾大学）
正会員 赤坂 裕（鹿児島工業高等専門学校） 正会員 二宮 秀與（大阪市立大学）
Norio IGAWA ^{*1}, Shuzo MURAKAMI ^{*2}, Hiroshi AKASAKA ^{*3}, Hideyo NIMIYA ^{*4}
^{*1,*4}Osaka City University, ^{*2}Keio University, ^{*3}Kagoshima National College of Technology

To improve the accuracy of the simulation, the calculation logic corresponding to the short time interval weather data was introduced in BEST. In this report, the property of the weather data with some different measurement intervals is described based on the measurement data in Osaka. And the considerations and the possibilities for the use of 1-minute interval weather data measured by Japan Meteorological Agency are described.

1. はじめに

BESTではシミュレーションの精度の向上を図るために、1時間より短い時間ステップに対応した計算ロジックが導入された。これに対応するために短時間間隔の気象データの開発に着手した。目標とするのは1分値気象データの作成である。これをベースに任意の時間間隔（5分、10分、等）データも作成できる。これまで、短時間間隔の気象データの要請はあっても、基になる気象データが1時間間隔のものしか公開されていないため、便宜的にデータを補間する手段が取られてきた。

現在、気象庁ではアメダス10分値データと気象官署における1分値データを収集・公開している。現段階では、データの蓄積は少ないが短時間間隔の気象データを整理する上で有効な資料となると期待される。

本報では、実測データによる時間間隔が異なる各種気象データの特性について述べるとともに気象庁の1分値データの問題点と利用可能性について報告する。

2. 実測による時間間隔の異なる気象データの比較

短時間（1分、10分等）の気象現象について、詳細かつ連続的に測定されたデータを入手することは容易ではない。各種の気象要素ごとに短時間での変動特性も異なる。このため、実測データを基に具体的な現象を観察してその特性を把握し、限られた時間間隔の気象データから短時間間隔の気象データを推定する可能性を事前に把握しておくことが必要と考える。

筆者らは、環境設計のための気象データの充実や、次の世代の「拡張アメダス気象データ」¹⁾を増強させるため、大阪市立大学（大阪市住吉区、北緯34°36′、東経135°30′）に太陽放射日光測定システムを建設し、30項目以上の気象要素を、2006年1月1日から、1分間隔で測定している²⁾。短時間間隔気象データ検討のため、2006年10月30日から10秒間隔で測定している。実測データより、短時間間隔の気象データの特性について述べる。

2.1 気象測定について

太陽放射日光測定システムで測定している、本報に関連するセンサーと機器類を表-1に示す。

表-1 測定用センサーと機器類

測定量	記号	型番	製造元
日射量	Eeg	MS-802	EKO
天空日射量	Eed	MS-802	
法線直達日射量	Ees	MS-53	
気温	T	THT-B4T	SHINYEI
相対湿度	Rh		
風向	Wd	SAT-530	KAIJO Sonic
風速	Wv		
太陽追尾装置 + 遮蔽ボール (Eed, Ees測定)		STR-22	EKO
データロガー (測定間隔:1分、10秒)		CADAC-21	ETO

2.2 時間間隔データ種別とその作成

10秒ないし1分間隔で測定されたデータを基に、1分値、10分値、1時間値データを、次の方法で作成する。

- (1) 1分値データ:1分間隔で測定されたデータ、または、10秒間隔測定データの毎正分の前後30秒間の平均値。
- (2) 10分値データ:毎正10分ごとの前後5分間の1分値

データの平均値。

(3) 1時間値データ：毎正時ごとの前後30分間の1分値データの平均値。

2.3 時間間隔の異なるデータの比較

比較の代表日として、2006年中で最も天候状態が安定した晴天の日として5月3日を、やや天候状態が不安定な日として11月1日を選択する。5月3日は1分間隔で、11月1日は10秒間隔で測定している。ここでは、建物環境予測に不可欠で、気象庁などでも測定されている、日射量、温度・湿度、風向・風速を比較の対象とする。

(1) 日射量

1日中晴天で安定した5月3日の全日射量 (Eeg)、天空日射量 (Eed)、法線直達日射量 (Ees) の時間間隔が異なるデータを図-1に示す。天候状態が不安定な、11月1日の法線直達日射量を図-2に示す。図中の凡例で、1mは1分間隔の瞬時値を、10 m ave. は10分値を、1 h ave. は1時間値を示す。

1分値、10分値、1時間値のデータが重なり、非常に良好な推定が可能のように思える。不安定な日でも10分値、1時間値はかなり妥当な値を示している。

10分間隔ごとの1分値データの標準偏差の出現頻度(2006年1月1日~12月31日)を図-3に示す。天空日射量に大きな標準偏差の幅は見られない。直達日射量の標準偏差はかなり大きい幅を示しているが出現頻度は高くない。全日射量も同様である。10分値が入手できれば比較的容易に1分値を推定できそうである。

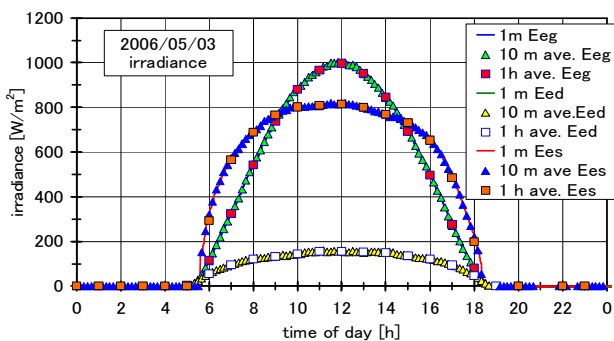


図-1 晴天日の時間間隔の異なる日射量

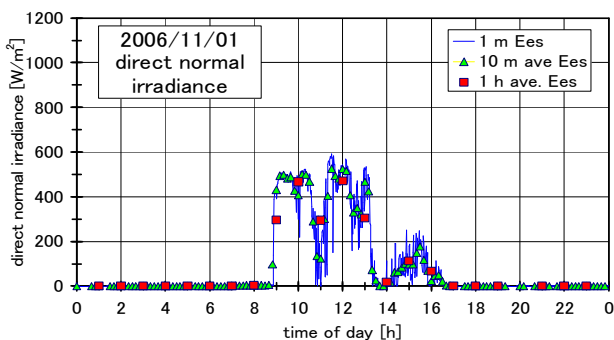


図-2 不安定日の時間間隔の異なる法線直達日射量

(2) 気温と相対湿度

気温 (T) と相対湿度 (RH) の変化は比較的緩やかで、急激な変化は多くないと考えられている。図-4に一例として温度と相対湿度の一日の変化の例を示す。気温・相対湿度の変動は小さく、時間間隔の異なるデータがよく重なっている。気温と相対湿度の10分間隔ごとの1分値の標準偏差の出現頻度を図-5に示す。気温の標準偏差はほとんどが0.4°C以下で、相対湿度も2%以下となっている。これらの状況から、気温と相対湿度は、時間間隔の長い値で、短時間間隔の値を推定する場合もかなり高い推定精度が期待できると考えられる。

(3) 風向・風速

風向 (Wd) ・風速 (Wv) は変動が激しく、長時間間隔データから短時間間隔データとの関係を十分に把握する必要がある。風向の1分間隔の測定データによる、1分値、10分値、1時間値の1日の変化の例を図-6に、10分間隔の1分値の標準偏差の出現頻度を図-7に示す。

また、風速の1分値、10分値、1時間値の1日の変化の例を図-8に示す。なお、気象庁の風速の1分値は、前10分の平均値となっており、これと同等の処理をした1分値を、図中に1 m Wv_bとして示す。

風向はかなり変動が大きい。図7に示すように10分間ごとの標準偏差の幅も広い。

風速は、極端な変動はないが、短時間間隔の風速を推定するには、その変動幅を推定する手法の開発が必要と考えられる。10分間の1分値風速の標準偏差の出現頻度は日射量や気温・相対湿度などに比べて幅が広く、1m/s程度までの範囲となっている。

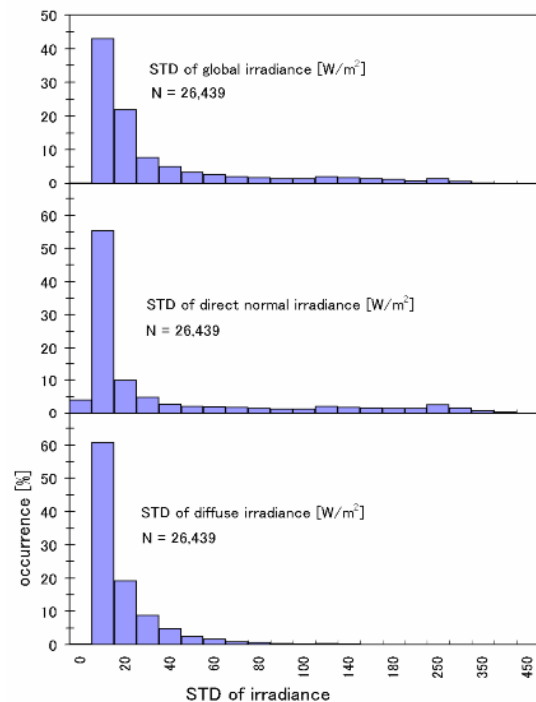


図-3 日射量の10分間の標準偏差の出現頻度

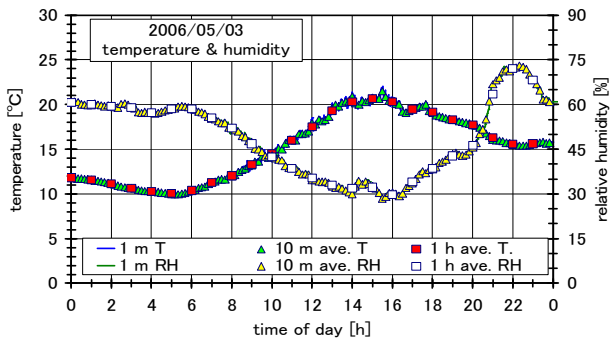


図-4 晴天日の時間間隔の異なる温度・相対湿度

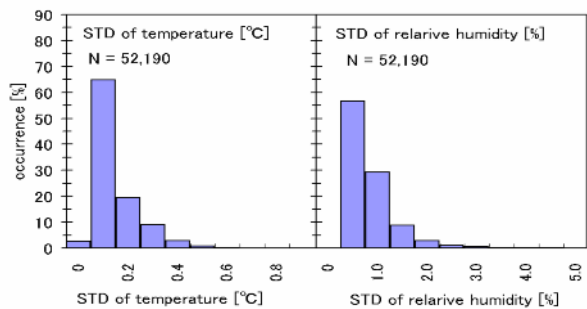


図-5 温度・湿度の10分間の標準偏差の出現頻度

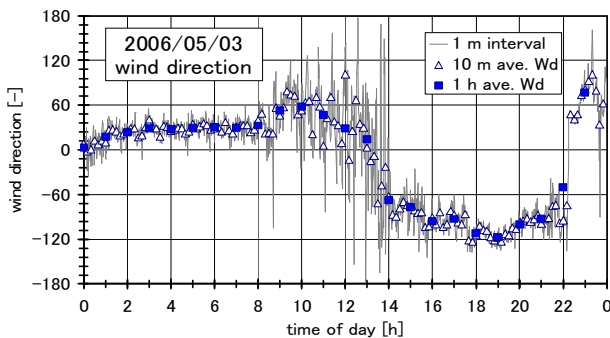


図-6 時間間隔の異なる風向

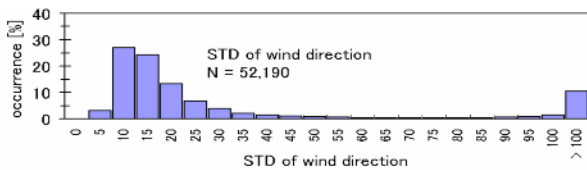


図-7 風向の10分間の標準偏差の出現頻度

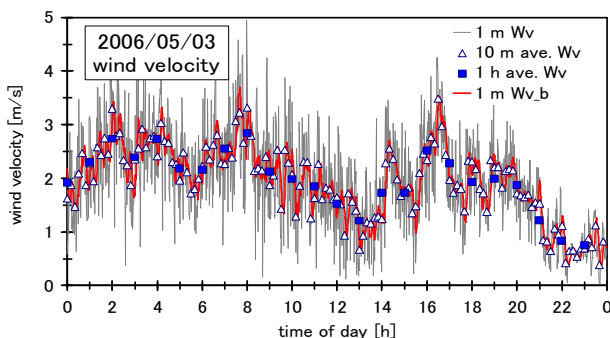


図-8 時間間隔の異なる風速

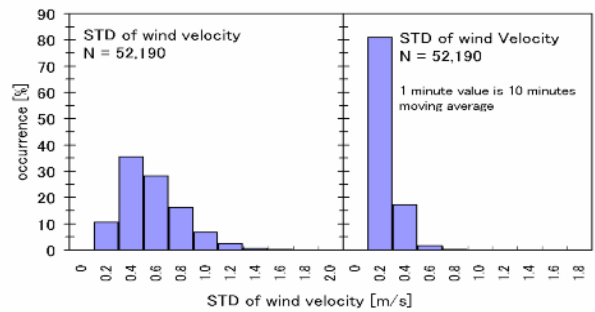


図-9 風速の10分間の標準偏差の出現頻度

しかし、図-9の右図に示すように、1分値を前10分の平均風速とする気象庁のデータ、すなわち現実に入手できるデータ、と同様な処理を行うと、標準偏差の出現頻度の大部分は0.6m/s以内となっている。風向・風速は日射量や気温・相対湿度に比べてその推定がやや難しいである。

3. 気象官署の短時間間隔データの有用性

3.1 気象庁から入手可能な短時間間隔の気象データ

表-2は気象庁から公開されている気象データの整備状況である。

表-2 利用可能な気象データ

年	気象官署			AMeDAS	
	SDPデータ	日原簿データ	1分値データ	アメダス1h	アメダス10分
1981	○			○	
1982	○			○	
1983	○			○	
1984	○			○	
1985	○			○	
1986	○			○	
1987	○			○	
1988	○			○	
1989	○	△4月～		○	
1990	○	○		○	
1991	○	○		○	
1992	○	○		○	
1993	○	○		○	
1994	○	○		○	△4月～
1995	○	○		○	○
1996	○	○	2月19日～記録開始	○	○
1997	○	○	14地点:東京,名古屋,金沢など	○	○
1998	○	○	44地点:札幌,仙台,横浜など追加	○	○
1999	○	○	72地点:釧路,秋田,千葉など追加	○	○
2000	○	○	103地点:大阪,福岡,那覇など追加	○	○
2001	○	○	125地点:広島,鹿児島など追加	○	○
2002	○	○	138地点:姫路,日田など追加	○	○
2003	○	○	148地点:勝浦,名護など追加	○	○
2004	○	○	152地点:石巻,境など追加	○	○
2005	○	○	155地点:武雄,北見枝幸など追加	○	○

*1分値データの欄は1月1日時点で観測値が提供されている地点数を集計したものである。
*気象官署のアメダス10分値には日照データが含まれない

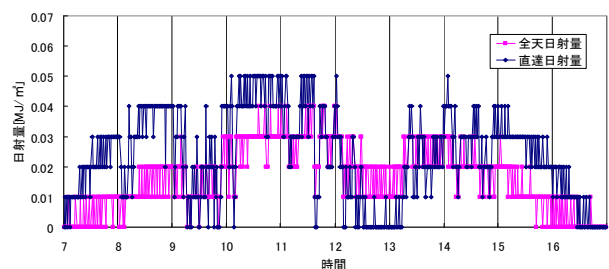


図-10 全天日射量および直達日射量の1分値の例 (東京管区気象台1999年1月23日)

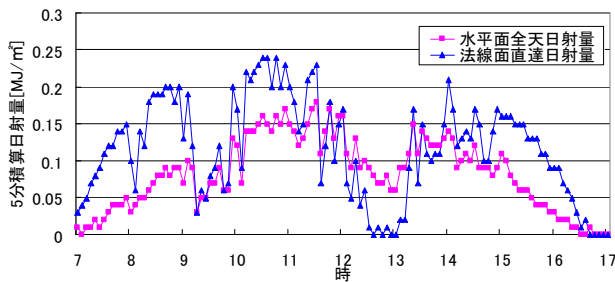


図-11 全天日射量および直達日射量の5分積算値
(東京管区気象台 1999年1月23日)

気象官署の1分値データは、JMA-95型地上気象観測装置が導入された地点から順次整備されており、最も早い東京で1996年2月19日から、最も遅い久米島が2004年10月1日からのデータ公開となっている。このため、155気象官署のデータがすべて揃うのは2005年以降からとなる。1分値データの気象要素は、風向・風速、降水量、気温、湿度、日照時間、積雪深、全天日射量、直達日射量、視程である。全天日射量に関しては日射観測地点(67地点)のみが対象となる。直達日射に関しては太陽追尾式日照計による観測値であり、直達日射量の精度は保証されているものではない。

アメダス10分値は、1994年の4月以降についてデータが公開されている。アメダスの気象要素は、気温、風向・風速、降水量、日照時間の4要素(一部積雪深さ)であるが、地上気象官署に併設されたアメダスの10分値データには日照時間が含まれない。

3.2 短時間間隔データの利用可能性の検討

図-10は1分値データに収録されている全天日射量と直達日射量の1日の変動を示した例である。図のように1分値の日射量はステップ状の変動を示している。また直達日射が観測されている時間に全天日射量が0になるデータも見られる。1分積算値は具体的には日積算値をもとに1分ごとに前時間との差分をとったものであり、 $[0.01\text{MJ}/\text{m}^2]$ 単位で記録されている。1分積算値は最大でも $0.08202\text{MJ}/\text{m}^2$ (太陽常数 $1367\text{W}/\text{m}^2 \times 60\text{s}$)以下でありデータの精度が粗い。このため昼間に全天日射量が0になるケースが生じる場合もある。

以上のように、1分値としての日射量は、その分解能が低いが、積算時間を少し長くすると日射の変動成分を読み取れるようになる。図-11は、同日の日射変動を5分積算値で表したものである。このようにすると、1日の日射量が増える様子を表すことが可能となる。

以上のことから、基本的には、気象庁の1分値データは有効な資料になると考えられる。すべてをそのままBEST用1分値データとして利用することはできないが、データの処理法などに適切な手法を適用することにより、利用の可能性は十分にあると考えられる。

4. まとめ

以上、短時間間隔の気象データを作成するに当たって、短時間間隔の気象データがどのような特性を有しているのか、実測データを基にして具体的に比較検討した。この結果、日射量、気温・湿度については10分間での変動は小さく、かなり簡易な方法で、短時間間隔データを推定できると考えられる。また、現状で入手可能な、気象庁の短時間間隔気象データを調査し、その状況を把握した。特に、日射量に関する1分値データの問題点を指摘するとともに、その利用可能性について検討した。

1分値データが入手できる地点は、これを基に1分値気象データを生成する。ここでは、日射量について若干のデータ処理の必要性が生じる。

10分値データが入手できる地点(アメダス観測地点)については、1分値データのある地点で両者を比較検討し、10分値データのみ地点の1分値推定を援助する。

以上、1分間隔、10分間隔、1時間値の関係は、特異なものではなく、若干の課題はあるが、長時間データから短時間データを推定できる可能性が見えたともいえる。10分値データから1分値データを推定する手法の完成度が高まると、アメダス10分値が有効に活用でき、適用範囲も大きく拡大できると思われる。

参考文献

- 1) 赤坂ほか：拡張アメダス気象データ1981-2000、鹿児島TLO(2005)
- 2) 井川憲男、永村一雄、二宮秀興、菊池卓郎：大阪市立大学における太陽放射昼光測定システム、日本建築学会大会学術講演梗概集D1, pp.285-286(2006)

【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開発普及事業研究会(村上周三委員長)」ならびにアーキテクチャ検討部会(坂本雄三部会長)、気象データ作業部会(赤坂裕部会長)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表すものである。気象データ作業部会名簿(順不同)部会長：赤坂裕(鹿児島高専)、幹事：二宮秀興(大阪市立大学)、委員：井川憲男(大阪市立大学)、石野久彌(首都大学東京)、永村悦子(園田学園女子大学短期大学部)、永村一雄(大阪市立大学)、郡公子(宇都宮大学)、曾我和弘(鹿児島大学)、武田和大(鹿児島大学)、松本真一(秋田県立大学)、荒井良延(鹿児島建設)、事務局：野原文男、篠原奈緒子(以上、日建設計)、諏佐庄平、生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

なお、本研究は文科省科学研究費補助金基盤研究(B)17360285「拡張アメダス気象データを増強するための気象測定と気象要素の推定法の研究」(代表者：井川憲男・大阪市立大学)の援助を受けた。記して謝意を表す。