

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21360279

研究課題名（和文） 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

研究課題名（英文） Research on development of new metrological data that can correspond to upgrade of architectural, environmental simulation

研究代表者

井川 憲男（IGAWA NORIO）

大阪市立大学・大学院生活科学研究科・特任教授

研究者番号：80398411

研究成果の概要（和文）：本研究グループでは、AMeDAS 気象データを基にして開発した「拡張アメダス気象データ 1981-2000」を 2005 年に出版している。近年の地球温暖化、都市域でのヒートアイランド現象などの気候変動を考慮した各種シミュレーションには、気象要素が追加・増強された収録期間の長い拡張アメダス気象データが提供される必要がある。本研究により気象要素の推定法が改良・開発されるとともに、収録年数が追加された拡張アメダス気象データの提供が可能となった。

研究成果の概要（英文）：'Expanded AMeDAS weather data 1981-2000' by this research group developed based on the AMeDAS weather data was published at 2005. Various simulations that consider the climate change such as the heat island and the global warming in recent years are necessary. For this, it is necessary to provide the Expanded AMeDAS weather data with a long collection period and the additional meteorological elements. The estimating methods of the meteorological elements were improved and developed by this research. The Expanded AMeDAS weather data to which the collection years are added will shortly be published.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	10,700,000	3,210,000	13,910,000
2010年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、建築環境・設備

キーワード：気象データ、AMeDAS、拡張アメダス気象データ、シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

現在、気象データの重要性が高まり、世界各国で気象データの整備や長期的予測などの活動が活発に行われるようになってきている。本研究グループは、AMeDAS 気象データを基にして開発した「拡張アメダス気象データ 1981-2000」を、2005 年に出版している。こ

れにより、全国 842 地点の 20 年間(1981～2000 年)の時別 8 要素データ(気温,絶対湿度,日射量,大気放射量,風向,風速,降水量,日照時間)や平均的な 1 年間の標準年気象データや、空調装置設計のための設計気象データや昼光照射度や天空放射輝度・輝度分布などのデータを提供している。

近年の地球温暖化、都市域でのヒートアイランド現象などの気候変動を考慮した各種シミュレーションには、収録期間の長い拡張アメダス気象データを提供する必要がある。すなわち、データ収録年数の追加活動を継続するとともに、提供する気象要素の増強・追加が必要とされている。

2. 研究の目的

本研究は、既開発の拡張アメダス気象データの気象要素の増強と収録年数の増加と、地球温暖化予測情報に基づく将来の標準年気象データの開発とを目的とする。

このため、気象観測システムを充実させ、実測データを基にした気象要素推定法の改良及び提案を行い、気象要素を増強し、さらに収録年数が増加された拡張アメダス気象データを作成して一般に提供する。

3. 研究の方法

1) 気象観測システムの充実と測定継続

本補助金により、大阪市立大学、秋田県立大学、鹿児島大学に新規に基準となる日射計と照度計などを導入し、既往の日射計・照度計の測定データを較正し測定を継続する。測定データは、要素補充、間隔補充等の推定手法確認の基礎データとする。

2) 気象要素推定法の改良・開発

日射の分光モデル、紫外放射モデルを検証し、さらなる高精度化を測る。日射に関する実測データと既往モデルを比較しモデルの妥当性を検証する。既提案の天空輝度・放射輝度分布モデルについても改良する。

3) 拡張アメダス気象データの作成

従来の拡張アメダス気象データ(1981-2000)に、2001年以後の気象データを追加すると共に気象要素の内容も増強する。さらに、30年間データを内蔵する次世代拡張アメダス気象データの構成を目指す。

4) 1分値気象データの作成

本補助金により各地の気象庁1分間隔気象データを購入し、建築エネルギーシミュレーションプログラムに対応可能となるよう、補充・推定・変換を行い整備する。特に2008年以前の積算型で表現された日射量の1分値データへの変換を可能とする。

5) 将来の標準年気象データ作成法の研究

気象庁の地球温暖化予測情報より、アメダスの4要素観測地点に対応した842の計算領域を対象に気温、湿度、風向、風速、降水量、雲量の日別値を抽出し、さらに日射量と大気放射量の日別値を推定し、日別将来気象データとなるように補充する手法を確立する。

4. 研究成果

1) 気象観測システムの充実と測定継続

本補助金により、導入した日射計と照度計により測定システムを充実させるとともに、

既使用の日射計・照度計を比較検討し、それまでの測定値を検証し、信頼性の高いデータ取得を可能にした。さらに長期測定を継続している。(図1参照)日射量、照度、気温、湿度、風向・風速など多くの気象要素は10秒間隔で測定されている。天空輝度・放射輝度分布および天空写真は10分間隔で測定されている。



図1 測定所の例(大阪市立大学屋上)

2) 気象要素推定法の改良・開発

日射の分光特性について、一般の日射量から分光日射量を推定するための総合的モデル化手法とその可能性について検討した。熱環境シミュレーションに用いる、より精度の高い波長別日射量推定モデルの開発を目的し、秋田県立大学本荘キャンパスにおいて観測した可視・近赤外域波長別日射量と、Birdの波長別日射モデルとを比較し、その適合性を検討した。ここでは、大気混濁指数 τ_{05} を変化させることで、最適な波長別日射を求めることができた。晴天時では τ_{05} の推定を行うことができれば、Birdのモデルを用いて精度よく波長別日射量が求められることが明らかになった。

また、2004年に天空輝度・放射輝度分布を推定する数式モデルAll Sky Modelを東京の測定データを主体にして提案しているが、このときのモデル化のための基礎データ量が必ずしも十分ではなかった。2006年から2011年までの大阪の6年間の測定で10万回以上の天空の輝度分布・放射輝度分布の実測データを取得できた。このなかで、2007年と2008年のデータを基礎データとして、既提案の天空輝度・放射輝度分布モデルを改良した。分布を表す基本式は従来と同じとし、その係数を求める式を改良した。改良されたモデルは、2006年から2011年の6年間のデータにより評価され、現存する世界中のモデルと比較して、最も高精度なモデルであることが確認された。これにより、高精度な天空輝度・放射輝度分布の推定を可能とし(図2参照)、空調熱負荷計算のための方位別日射量の推定

精度の向上や、昼光照明計算のための高精度な基礎データの提供に寄与できる。

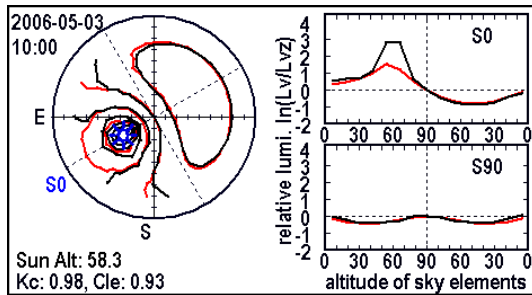


図2 改良したモデルによる天空輝度分布の推定値(赤)と実測値(黒)の比較例

3) 拡張アメダス気象データの作成

2001年から2007年までのアメダス気象データを基に、アメダスの非測定要素を推定し、全国840程の地点の1時間間隔の気象データを作成した。拡張アメダス気象データには、気温、絶対湿度、全天日射量、大気放射量、風向、風速、降水量、日照時間の基本8気象要素の特別値及び日別値が収録されている。また、付属のプログラムを用いてデータの検索・閲覧を行ったり、特定地点のデータをユーザファイルとして出力したり、直達日射量、天空日射量、斜面日射量を計算したりすることができる。これにより、1981年から2007年までの、環境設計や建物熱負荷計算、昼光照明計算に使用できる27年分の拡張アメダス気象データが整備されたことになる。これらは、近日、公開される予定である。

今後も、さらなる年数増加のための作業を継続する必要がある。



図3 拡張アメダス気象データのデフォルト操作プログラムのメインウィンドウ

なお、従来の拡張アメダス気象データは、初版、第2版の気象データでは、それぞれ15年間、20年間の全地点のデータがひとつのファイルに収録されていた。今回の拡張アメダ

ス気象データでは、この方式を変更し、1981年に遡って、年別に全地点のデータをつつのファイルとした。このように変更したことにより、2001年以降は年別に全地点の拡張アメダス気象データを公開できるようになった。また、アメダスの地点数は年によって多少変化するが、このような変化にも対応できるようにすることとした。これに伴って、拡張アメダスの基礎データから任意のデータを取り出すためのプログラムも開発した(図3参照)。これはOSのバージョンの相違にも対応可能とし、単年データファイル化に伴う収録地点数の変化や、観測地点の増・移設や地点の緯度・経度の変更にも対応可能とした。

4) 1分値気象データの作成

建築環境シミュレーションの高度化に伴い、短時間間隔(たとえば、1分間隔、10分間隔)の気象データが要求されるようになってきている。気象庁は、1996年頃から1分値データを公開しており、徐々にその地点数が増加し、2000年以降は全国155地点で公開されている。しかし、2008年6月24日以前と6月25日以後ではデータフォーマットが異なる。また、2008年6月24日以前は日射量が積算値の前時間との差が四捨五入された値で示されている(これを、便宜的に積算型と記す)ため、そのままでは実際の使用に不都合がある。このため、積算型データ(図4の灰色線)を時系列の値(図4の赤線)に変換する手法を開発した。気象庁の積算型日射量の1分値データは、元データに雑音(四捨五入操作に起因)が乗った時系列データと見なせる。そこで積算型データに雑音除去法として適応平滑化法を適用した。積算値の状況により平滑化区間を自動的に変えるプログラムを作成し、元データの再現性を検討した。ここでは、変動の大小で平滑化区間を短長と変化させて再現性を高めている。10秒間隔で測定している大阪市立大学に実測データを検討用元データにして、手法の確認を行い、高い再現性が確認できた。この方法を気象庁の積算型1分値に適用し、すべての積算型日射量を滑らかな瞬時値に変換することができた。また、このとき、全気象要素のデータフォーマットも後期型に統一した。

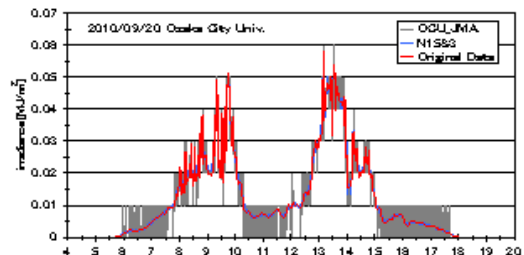


図3 積算型日射量の変換例

5) 将来の標準年気象データ作成法の研究

現在、気候変動や地球温暖化など、さらには電力問題など、エネルギーの効率的な使用は大きな課題となっている。さらに、今後のエネルギー使用の基礎資料となる将来の気象現象がどのようなようになるのか、それにより建物の熱負荷はどのようなようになるのか、事前に予測して把握しておくことが必要である。

気象庁の地球温暖化予測情報を基に、まず、最初に、将来の気象データを推定し、これが将来の建物の熱負荷に及ぼす影響を明らかにした。建物の冷房負荷の上昇傾向が見られた。ここで推定した将来気象データはモデル特有の系統誤差を含んでいる。そこで 2031～2050 年、2081～2100 年の日別将来気象データから、同じ気候予測モデルに基づいて計算された 1981～2000 年の日別再現気象データを差し引くことで、気候予測モデルの系統誤差を極力除去し、1981～2000 年を基準として求める 50 年将来と 100 年将来の温暖化に伴う気象変化量を利用して将来気象データの開発を実施した。今後もさらなる検討が必要と考える。

以上、本補助金を基にした研究により、高品質な気象データの実測が可能になり、これを基にした気象要素の推定法の改良、開発を行い、実際の現象の再現性を高めることができた。これらの成果は、基礎技術として高度な技術であるとともに「拡張アメダス気象データ」の内容の充実を図るための重要な要素技術ともいえる。

「拡張アメダス気象データ」については、その収録年数の増加も実現することができ、2007 年までの気象データが公開される予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

①井川憲男, 永村一雄, 空輝度・放射輝度分布を推定する All Sky Model の改良, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, No. 673, 2012, 121-127

[学会発表] (計 25 件)

①井川憲男, 村上周三, 石野久彌, 赤坂裕, 永村一雄, 曾我和弘, 二宮秀與, 松本真一, 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 79) 1 分値気象データの開発, 空気調和・衛生工学会大会, 2011. 9. 15, 名古屋大学.

②細淵勇人, 松本真一, 長谷川兼一, 秋田における紫外・近赤外域波長別日射観測デー

タの分析 - Bird モデルの晴天時適用性の検討 -, 日本建築学会大会, 2011. 8. 25, 早稲田大学.

③松本真一, 2001 ~2007 年の拡張アメダス気象データに対応する DVD 操作プログラム類の作成, 日本建築学会大会, 2011. 8. 25, 早稲田大学.

④曾我和弘, 気候変動シナリオに基づく将来気象データの開発, 日本建築学会大会, 2011. 8. 25, 早稲田大学.

⑤井川憲男, 天空輝度・放射輝度分布に関する New All Sky Model の開発, 日本建築学会大会, 2011. 8. 23, 早稲田大学.

⑥竹内聡, 曾我和弘, 窪田真樹, 波長別日射量の推定法に関する基礎的研究 その 4 波長別の晴天指数を用いた波長別全天日射量の推定法, 日本建築学会大会, 2010.9.11, 富山大学.

⑦永村悦子, 永村一雄, 拡張アメダス気象データの更新に伴う気温の欠測補充について, 日本建築学会大会, 2010.9.11, 富山大学.

⑧Norio IGAWA, Estimation method of sky luminance distribution concerning General Sky from the time series data, CIE 2010 "Lighting Quality & Energy Efficiency", 2010.3.16, ウィーン.

⑨曾我和弘, 村上周三, 赤坂裕, 二宮秀與, 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 44) EA 気象データと将来気象データの開発について, 空気調和・衛生工学会, 2009.9.16, 崇城大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井川 憲男 (IGAWA NORIO)

大阪市立大学・大学院生活科学研究科・特任教授

研究者番号: 80398411

(2) 研究分担者

赤坂 裕 (AKASAKA HIROSHI)

鹿児島工業高等専門学校・校長

研究者番号: 20094112

永村 一雄 (EMURA KAZUO)

大阪市立大学・大学院生活科学研究科・教授

研究者番号: 60138972

曾我 和弘 (SOGA KAZUHIRO)

鹿児島大学・工学部・准教授

研究者番号: 00336322

二宮秀與 (NIMIYA HIDEYO)

鹿児島大学・工学部・教授

研究者番号: 90189340

松本 真一 (MATSUMOTO SHINICHI)
秋田県立大学・システム科学技術学部・教授
研究者番号：70209633

(3) 連携研究者
なし