

日射スペクトルデータベース (VER-2)  
に関する説明書

平成 27 年 12 月

NEDO 新エネルギー部 太陽光発電グループ  
委託先 一般財団法人日本気象協会

## 目 次

第1章	はじめに	1
第2章	VER-1 と VER-2 の比較	2
第3章	観測地点及び観測項目	2
第4章	精度の良い計測データ取得のための諸対策	4
第5章	計測データの表示ソフトについて	5
第6章	計測データのファイル構成について	6
6-1	計測データをまとめてダウンロードする方法	6
6-2	計測データの構成	7
6-3	気象データファイルのフォーマット	8
6-4	分光データファイルのフォーマット	10
6-5	リマーク値	11
第7章	分光データファイルに収録されている気象用語の説明	13
参考資料	(分光放射計の検定方法等について)	19

## 第1章 はじめに

本冊子は一般財団法人日本気象協会が以下の NEDO 事業（以下、本事業）で観測中の日射スペクトルデータ及び気象データを整備した「日射スペクトルデータベース (VER-2)」に関する説明書です。本事業における日射スペクトルの観測地点は図 1-1 に示す 5 地点です。

事業名	平成 22 年度～平成 26 年度 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発 発電量評価技術等の開発
委託先	一般財団法人 日本気象協会
部署名	新エネルギー部

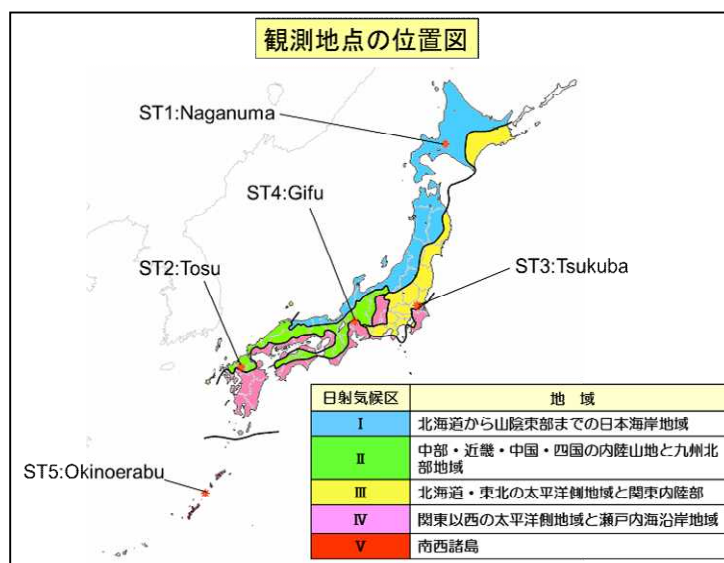


図 1-1 日射スペクトルの観測地点

「日射スペクトルデータベース (VER-2)」にはインターネット上でデータ検索を容易に行える表示ソフトも整備しました。表示ソフトの推奨環境は、以下のとおりです。

推奨 OS	Microsoft Windows7 日本語版
推奨ブラウザ	Microsoft Internet Explorer 7.0 以降 (JavaScript が使用可能である事)
Flash	Adobe Flash Player 10 以上 ※
ディスプレイ解像度	1024 × 768 ピクセル以上
インターネット接続	ADSL 以上のブロードバンド回線

※サイトの閲覧には、Adobe FlashPlayer 10 以上（無償）が必須です。FlashPlayer がインストールされていない場合は、<http://get.adobe.com/jp/flashplayer/> にアクセスして、インストールを行ってください。

## 第2章 VER-1 と VER-2 の比較

日射スペクトルデータベースについては、平成 21 年度に終了した NEDO 事業「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」の成果の一部として、2010 年 11 月に VER-1 が公開され、希望者に配布されています。表 2-1 に今回公開された VER-2 と VER-1 の比較を記載します。

表 2-1 日射スペクトルデータベース VER-2 と VER-1 の比較

	Ver-1	Ver-2
収録地点	長沼、鳥栖、岐阜、沖永良部	長沼、鳥栖、岐阜、沖永良部 つくば
収録内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象データ</li> <li>・傾斜面日射スペクトルデータ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象データ</li> <li>・傾斜面日射スペクトルデータ</li> <li>・水平面日射スペクトルデータ</li> </ul>
収録期間	2008年1月1日 ～2009年12月31日	水平面日射スペクトルの計測開始日* ～ 2012年12月31日
表示ソフト	・傾斜面における日射スペクトルデータの表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平面・傾斜面における日射スペクトルデータの表示</li> <li>・データのダウンロード機能等</li> </ul>
配布方法	希望者にDVDで配布	Web上での公開

\*5 地点における水平面スペクトルの計測開始日 (2011 年)

地点名	計測開始日
長沼	4 月 16 日
鳥栖	6 月 11 日
つくば	5 月 28 日
岐阜	6 月 25 日
沖永良部	3 月 6 日

## 第3章 観測地点及び観測項目

観測地点は図 1-1 に示した 5 地点です。図 3-1 に「長沼地点」における観測システムの写真を例示します。同様な観測システムを他の 4 地点にも設置しています。日射スペクトルの他、表 3-1 に示す気象要素を観測しています。5 地点の緯度・経度、観測している南向き斜面の傾斜角度を表 3-2 に示します。



図 3-1 長沼地点における観測概況

表 3-1 観測している気象要素

計測項目	計測間隔
水平面日射スペクトル(350nm~1700nm)	5分
傾斜面日射スペクトル(350nm~1700nm)	5分
水平面全天日射	1分
傾斜面全天日射	1分
直達日射(日照時間)	1分
気温、相対湿度	1分
風向・風速	1分

表 3-2 観測地点の位置情報

地点名	緯度	経度	傾斜角度
長沼	43° 03'	141° 45'	36°
鳥栖	33° 22'	130° 30'	26°
つくば	36° 03'	140° 08'	32°
岐阜	35° 28'	136° 44'	32°
沖永良部	27° 21'	128° 32'	22°

#### 第4章 精度の良い計測データ取得のための諸対策

精度の良い計測データを取得するために、表4-1に示すような諸対策を実施しています。

計測データについては、原則として毎日、異常値等の有無を確認しています。異常があった場合には原因の究明と早期復旧に努めるとともに、可能な範囲での再発防止策を講じています。

日射計については、原則として週1回、ガラスドームの清掃作業を実施しています。

台風の常襲地域である沖永良部地点については、強い台風の接近時に計測装置が被害を受けないように台風対策を実施しています。具体的には、日射計を専用のカバーで覆い、飛来物によって、ガラスドームが破損するのを防いでいます（図4-1参照）。

積雪の多い長沼地点については、日射観測機器への積雪対策として、降雪期にヒータを稼働させています（図4-2参照）。しかしながら、大雪時にはヒータだけでは不十分な場合があります。そのような時には、適宜、現地保守要員による除雪作業を実施しています。

また、年に1回、各地点で日射計の校正作業を実施しています。全天日射計と直達日射計については、測器メーカーが所有する準器との比較観測を現地で実施して出力に異常がないかのチェックを行っています。日射スペクトルの計測に用いる分光放射計については、年1回、メーカーで校正処理の完了した代替器との交換作業を実施しています（図4-3参照）。

表 4-1 精度の良い計測データ取得のための諸対策

対 策	備 考
データチェック	原則毎日
日射計の清掃	週 1 回
日射計の校正	年 1 回
沖永良部台風対策	台風来襲時
長沼積雪対策	降雪期



図 4-1 沖永良部における台風対策



図 4-2 長沼地点の日射計に取り付けられたヒータ（左）と積雪時の写真（右）



図 4-3 日射計の比較観測（左）と分光放射計の交換作業（右）

## 第 5 章 計測データの表示ソフトについて

本データベースに登録されている計測データについては、NEDO のホームページで公開している「日射スペクトルデータベース表示ソフト」で閲覧することができます。



図 5-1 表示ソフトの先頭画面

この表示ソフトには、画面上に表示されたデータを利用者のパソコンにダウンロードする機能も付加されています。

例えば、図 5-2 は、2012 年 7 月 23 日 11 時 30 分における長沼地点の水平面、傾斜面における日射スペクトルを描画したものです。画面の右下にある、「表示中のデータをダウンロード」をクリックすると、当該時刻における日射スペクトルデータをダウンロードすることができます。

表示ソフトの操作方法については、別添の「操作マニュアル」を参照して下さい。



図 5-2 表示中のデータをダウンロードする画面

## 第 6 章 計測データのファイル構成について

### 6-1 計測データをまとめてダウンロードする方法

表示ソフトを利用した表示データのダウンロードについては第5章で述べました。本章では、「日射スペクトルデータベース」に登録されている計測データのデータフォーマット等について概説します。

計測データは表6-1に示すように、表示ソフトで選択する地点別に登録されており、NEDOのホームページからダウンロードすることが可能です。

表6-1 地点別にデータをダウンロードする場合のファイル名

地点名	ファイル名
長沼	naganuma.zip
鳥栖	tosu.zip
つくば	tsukuba.zip
岐阜	gifu.zip
沖永良部	okinoerabu.zip



## 6-2 計測データの構成

計測データは図6-1に示すように地点別のフォルダー内に月別のフォルダが構成されています。月別のフォルダ内に1ヵ月分の気象データファイルと分光データファイルが収納されています。気象データファイルは1ヶ月毎、分光データファイルは1日毎のcsv形式のファイルとなっており、次節以降に示すフォーマットに従い、それぞれ10分毎のデータが登録されています。

└─naganuma	
└─201104	
├─10MET1104_101.csv	気象データファイル (長沼 2011 年 4 月)
├─10HSR110416_101.csv	水平面分光データファイル (長沼 2011 年 4 月 16 日)
├─10HSR110417_101.csv	水平面分光データファイル (長沼 2011 年 4 月 17 日)
├─┆	┆
├─10TSR110416_101.csv	傾斜面分光データファイル (長沼 2011 年 4 月 16 日)
├─┆	┆
├─10TSR110430_101.csv	傾斜面分光データファイル (長沼 2011 年 12 月 31 日)
└─201105	
┆	
└─201111	
└─201212	

図6-1 計測データの構成 (naganumaの例)

図6-1で例示したファイル名は、データの種類、観測年月(日)、観測地点番号に基づいて以下のように命名されています。

### (a) 気象データファイル<10METyymm\_ppp.csv>

- ・先頭から2桁の<10>は10分毎のデータということを、3~5桁目の<MET>は、気象データファイルであることを表します。
- ・yymmは西暦年の下2桁 (yy) と月 (mm) です。
- ・pppは観測地点番号です。観測地点番号は、長沼が101、鳥栖が201、つくばが301、岐阜が401、沖永良部が501となっています。

### (b) 分光データファイル<10XSRyymmdd\_ppp.csv>

- ・先頭から2桁の<10>は10分毎のデータということを、4、5桁目の<SR>は、分光データファイルであることを表します。
- ・先頭から3桁目のXは、水平面(H)の分光データか傾斜面(T)の分光データかを表します。
- ・yymmddは西暦年の下2桁 (yy) 、月 (mm) および日 (dd) です。
- ・pppは観測地点番号です。観測地点番号は、気象データファイルと同様、長沼が101、鳥栖が201、つくばが301、岐阜が401、沖永良部が501となっています。

気象データファイルには、気温、湿度、風向・風速、日照時間などの気象に関するデータを、分光データファイルには、日射スペクトルデータに加えて日射関連データを収録しています。それぞれのファイルには、観測値の性質を示すリマーク値も付加しました。リマーク値については6-5節に概説しました。

### 6-3 気象データファイルのフォーマット

気象データファイルは、各観測地点の気温、湿度、風向・風速、日照時間等のデータが収録されているファイルで、観測地点毎に1ヶ月で1ファイルとなっています。図6-2に示した長沼の2011年12月を例に、データフォーマットについて説明します。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
地点番号	地点名	年月日	時分	気温 0.1℃単位	相対湿度 %	瞬間風向 360°	瞬間風速 0.1m/s	10分間平均 360°	10分間平均 0.1m/s単位	10分間積算 w/mf	水平面日射 0.1KJ/mf	水平面10分間 w/mf	斜面日射 0.1KJ/mf	斜面10分間 w/mf	直射日射 0.1KJ/mf	直射10分間 w/mf	リマーク値	リマーク値	リマーク値
101	naganuma	20111201	010	-4.7	88	4	0.4	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	020	-4.8	88	91	0.6	87	0.3	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	030	-5	89	156	0.7	139	0.5	0	0	0.1	0	0.1	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	040	-5	89	174	1.7	162	0.8	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	050	-4.6	89	124	0.5	159	0.8	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	100	-4.6	88	168	0.8	164	0.8	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	110	-4.2	88	93	0.6	158	1	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	120	-4.5	87	203	1.8	171	1	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	130	-4.3	88	189	1	187	0.9	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	140	-4.2	89	181	0.6	164	0.6	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	150	-4.2	89	136	0.4	157	0.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	200	-4.2	89	187	0.2	154	0.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	210	-4.4	89	255	0.3	225	0.2	0	0	0.1	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	220	-4.2	90	117	0.4	137	0.2	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	230	-4.4	90	230	1.4	140	0.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	240	-4.6	91	325	4.2	276	2.1	0	0	0.2	0	0.2	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	250	-4.5	91	314	4.2	324	4.1	0	0	0.1	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	300	-4.6	90	308	3.4	320	5	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	310	-4.4	87	283	3.2	304	2.7	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	320	-4.4	85	277	6.7	291	2.5	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	330	-4.5	87	245	4.1	280	3.4	0	0	0	0	0.1	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	340	-4.7	88	231	5.8	248	4.3	0	0	0	0	0.1	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	350	-5	90	244	5	256	3.5	0	0	0	0	0.2	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	400	-5.2	88	255	3.7	248	2.8	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	410	-5.4	86	247	4	236	3.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	420	-5	84	251	3.9	240	3.6	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	430	-4.9	80	247	4.3	247	3.3	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	440	-5.2	79	232	3.8	247	2.5	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	450	-4.8	76	251	1.8	242	2.2	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	500	-4.4	74	252	2	244	2.2	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	510	-4.2	72	283	3.1	269	2.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	520	-4.9	82	257	4.3	274	3.9	0	0	0.1	0	0.5	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	530	-4.9	82	253	2	256	2.6	0	0	0.1	0	0.1	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	540	-5	82	273	1.7	264	2.2	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	550	-5.2	86	261	1.8	270	2.5	0	0	0	0	0.2	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	600	-5.4	88	196	0.7	255	1.7	0	0	0	0	0.2	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	610	-5.6	89	225	2.1	244	1.8	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	620	-5.5	90	250	3	244	2.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	630	-5.2	90	242	1.4	252	2.4	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	640	-5.3	90	242	1.9	256	1.8	0	0	0	0	0.1	0	0	9	9	9
101	naganuma	20111201	650	-5.1	90	321	0.3	277	1.4	0	2	0.5	3	0.9	0	0	0	0	0
101	naganuma	20111201	700	-5	90	268	1.4	271	1.5	0	9	3.4	10	3.9	0	0	0	0	0
101	naganuma	20111201	710	-4.7	89	262	1	266	1.6	0	16	7.3	17	7.7	0	0	0	0	0

図6-2 気象データファイルの一例(長沼2011年12月の例)

表6-2 気象データファイルに収録されているデータの順序

行番号	項目
1	要素名
2	単位
3～	各要素の値

- 1行目は要素名を示す部分であり、3行目以降の値が何を意味するのかを表します。
- 2行目は1行目の要素の単位を表します。
- 3行目以降は10分毎の収録データの値を表す部分で、各行は表6-3のように構成されています。

表6-3 気象データファイルの各行の構成

列番号	1	2	3	4	5～17	18、19
項目	地点番号	地点名	年月日	時分	各要素の値	リマーク値

- 1 列目の地点番号は地点毎の3桁の地点番号です。
- 2 列目の地点名は各地点の地点名をアルファベット表記したものです。
- 3 列目の年月日(yyyymmdd)は、yyyyを西暦年、mmを月、ddを日とした年月日です。
- 4 列目の時分(hh:mm)はhhを時刻、mmを分とした時刻を表します。
- 5~17 列目の各要素の値は、表6-4に示した各列番号に対応する要素の観測値となっています。要素の10分間平均および10分間積算データは、前10分間の観測値をそれぞれ平均、積算して求めたものです。また各データが欠測の場合、値は空白 or -9999としました。
- 18 列目、19 列目のリマーク値は、気象データ・分光データの特性を表す値で、18 列目が「水平面分光日射」に関するリマーク値で、19 列目が「傾斜面分光日射」に関するリマーク値です。リマーク値の詳細については6-5節に概説しました。

表6-4 気象データファイルに収録されている気象データ

列番号	要素名	単位	最小単位
5	気温	℃	0.1℃
6	相対湿度	%	1%
7	瞬間風向	度	1度
8	瞬間風速	m/s	0.1m/s
9	10分間平均風向	度	1度
10	10分間平均風速	m/s	0.1m/s
11	10分間積算日照時間	s(秒)	1s
12	水平面日射強度	W/m <sup>2</sup>	1W/m <sup>2</sup>
13	水平面10分間積算日射量	kJ/m <sup>2</sup>	0.1KJ/m <sup>2</sup>
14	斜面日射強度	W/m <sup>2</sup>	1W/m <sup>2</sup>
15	斜面10分間積算日射量	kJ/m <sup>2</sup>	0.1KJ/m <sup>2</sup>
16	直達日射強度	W/m <sup>2</sup>	1W/m <sup>2</sup>
17	10分間積算直達日射量	kJ/m <sup>2</sup>	0.1KJ/m <sup>2</sup>

## 6-4 分光データファイルのフォーマット

分光データファイルは、各地点の日射関連データおよび日射スペクトルデータを収録したファイルで、1観測地点1日で1ファイルとなっています。図6-3に示した沖永良部の2011年12月1日を例に、データフォーマットについて説明します。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1 DATE	*****																											
2 TIME	400	410	420	430	440	450	500	510	520	530	540	550	600	610	620	630	640	650	700	710	720	730	740	750	800	810	820	830
3 リマ-ク値	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0	0	0	
4 全日射総値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5 太陽高度係	-9	-36.8	-94.5	-92.4	-30.2	-98	-95.8	-97.7	-21.5	-19.3	-17.2	-15.1	-13	-10.9	-8.8	-6.7	-4.6	-2.6	-0.5	1.5	3.5	5.5	7.4	9.3	11.2	13.1	14.8	16.8
6 エアマス																												
7 晴天指数																												
8 大気透過率																												
9 塵埃比(水平面)																												
10 塵埃比(垂直面)																												
11 太陽光入射	129	126.8	124.6	122.4	120.2	118	115.8	113.7	111.5	109.3	107.2	105.1	103	100.9	98.8	96.7	94.6	92.6	90.5	88.5	86.5	84.5	82.6	80.7	78.8	76.9	75.1	73.2
12 絶対湿度係	17.5	17.3	17.4	17.4	17.5	17.5	17.4	17.5	17.8	18.1	17.9	18.1	18.2	18.1	18.2	18.1	18.2	18.4	18.2	18.2	18.4	18.2	18.4	18.3	18.4	18.5	18.3	18.5
13 赤外線	20.9	20.9	20.8	20.9	20.9	21	21.2	21.4	21.6	21.6	21.8	21.7	21.9	21.8	22	22.1	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	
14 高度(ハ)	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	1	1.1	1.5	1.5	1.6	1.8	1.3	1.7	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.5	1.3	1.2	1.3	1.4	1.2	1.1	1.1	
15 Wavelength	Irradiance																											
16 350	4451912 13381 1028961 212354 4146139 4908092 6528562 7585224 1002201																											
17 351	478993 71897 116182 20285 4020195 4636256 5668031 7235278 9535493																											
18 352	458867 741934 114081 200128 392785 461921 615307 7325061 9414834																											
19 353	459524 820537 1234018 2207274 4019334 5048721 6748419 7916188 1042497																											
20 354	654923 82209 1246124 2285216 4648492 6429532 7156479 8454517 1102937																											
21 355	529344 825916 154523 2234518 4575665 5269397 7046212 82399 1083722																											
22 356	474077 804533 1123512 2104474 4117949 4816936 6288028 7652979 998209																											
23 357	407148 678205 1033961 1739441 2528846 4036592 5480051 6448471 8412886																											
24 358	35206 623284 923651 1622761 3174093 3689819 487149 573866 767002																											
25 359	427676 727784 1101197 1830010 3718429 4322935 6732342 6732944 894481																											
26 360	478069 607122 1208619 2039376 4166787 4738945 6408522 7444024 9826143																											
27 361	446317 751933 1128979 1927659 393854 461277 6065418 7074084 9372147																											
28 362	466767 747075 1128526 182865 391485 4643874 6062788 7108432 9451065																											
29 363	48212 73706 1214195 213484 4130887 4843173 6426446 7906471 1060105																											
30 364	619771 844111 1262094 2242295 4471005 510017 681961 7928712 106242																											
31 365	528922 671914 121868 2322954 468007 627818 7031878 8145207 1102609																											
32 366	632633 938567 14366 2626123 5188939 59519 7828666 9159033 123881																											
33 367	626444 832669 1436671 2628604 5128872 6821107 781292 9019202 1224603																											
34 368	565177 947647 1431004 262624 4948459 5669712 752042 8754895 1187931																											
35 369	677619 988086 1920248 2616743 5205887 6884173 7840002 9124099 1224682																											
36 370	619489 1028239 1522224 2741783 5450892 6152461 8164005 9204268 123484																											
37 371	576125 92348 1488308 2578061 5140421 5809989 7786054 9016746 123769																											
38 372	524827 8444 134506 2324393 465262 5203339 7054875 8165907 111186																											
39 373	482739 67467 1284192 2137087 4320133 4842944 655893 7692607 1002842																											
40 374	456006 72028 112958 202846 4047078 4566716 6102088 7038766 9231509																											
41 375	478889 72387 1186688 2065970 4128947 4650944 6208323 7150926 933862																											
42 376	621069 861494 1339324 2239264 4625691 5124249 6927494 7928263 1092319																											
43 377	628162 861001 1429142 2627806 5152851 5811929 727127 8916868 1237468																											
44 378	68527 1100026 1681112 2918283 5928749 6548407 8754097 1011464 1402709																											

図6-3 分光データファイルのフォーマット例(沖永良部(水平面)2011年12月1日の例)

各分光データファイルには、以下に示す順序でデータが収録されています。

表6-5 分光データファイルに収録されているデータの順序

行番号	項目
1	年月日
2	時刻
3	リマーク値
4~14	各日射関連データ
15	日射スペクトルデータに関するヘッダ
16~	日射スペクトルデータ

表6-5の1行目は、年月日を示す部分で、yyyyを西暦年、mmを月、ddを日とするとyyyy/mm/ddと表されています。

2行目は時刻を表す部分で、hhを時刻、mmを分とするとhh:mmと表されています。なお、収録されている時刻は、最も日照時間が長い夏至の頃の日出～日没までの分光データを収録することを想定して、4:00~20:00の時間帯としてあります。

表6-6に示すように、分光データファイルの時刻の並び順は、気象データファイルの時刻の並び順と異なり、横方向に時刻順に並んでいます。

表6-6 分光データファイル各行の構成

列番号	1	2	3	...	98
項目	要素名、波長	4:00 の値	4:10 の値	...	20:00 の値

3行目はリマーク値を表します。リマーク値については6-5節に概説しました。

4～14 行目は、表 6-7 に示した行番号に対応する各日射関連データが収録されている部分です。各観測値が欠測あるいは計算できない場合、値は空白 or -9999 としました。また、太陽高度が 0 度未満の場合についても、6～10 行目のエアマス、晴天指数、大気透過率、散乱比(水平面)、散乱比(傾斜面)および 16 行目以降の日射スペクトルの値は空白としました。

なお、晴天指数等の用語説明については第 7 章に記載しました。

表6-7 分光データファイルに収録されている日射関連データ

行番号	要素名	単位	最小単位
4	全天日射強度 (水平面 or 傾斜面)	W/m <sup>2</sup>	1W/m <sup>2</sup>
5	太陽高度	度	0.1 度
6	エアマス	-	0.1
7	晴天指数	-	0.01
8	大気透過率	-	0.01
9	散乱比(水平面)	-	0.01
10	散乱比(傾斜面)	-	0.01
11	太陽光入射角 (水平面 or 傾斜面)	度	0.1 度
12	絶対湿度	g/m <sup>3</sup>	0.1 g/m <sup>3</sup>
13	気温	℃	0.1℃
14	風速 (前 10 分間平均風速)	m/s	0.1m/s

15行目は、日射スペクトルデータに関するヘッダ部分です。

16行目以降は、日射スペクトルの値を表す部分で、1列目に示された各波長に対する日射強度の値が収録されています。13行目の日射スペクトルデータのヘッダに示されているように、1列目の波長の単位は[nm]、2列目以降の日射強度の単位は[W/m<sup>2</sup>/μm]です。波長間隔は1nm、測定波長は、350nm～1700nmです。

なお、計測に使用している分光放射計は測器の特性上、測器毎に若干異なる波長間隔を持っています。波長間隔が異なると解析には不便なため、本データベースでは波長間隔を1nm毎に線形補間した値を収録してあります。

## 6-5 リマーク値

リマーク値とは、収録されているデータの特徴を示す指標で、前述した「気象データファイル」と「分光データファイル」毎に、所定の場所に記載されています(表6-3、表6-5参照)。

付加されているリマーク値とその意味は表6-8に示したとおりです。

リマーク値は、図6-4に示す手順で、太陽高度、分光データ、気象データの順に条件を判断して決定しました。

太陽高度が0度未満は日出前、日没後のデータと考え、リマーク値<9>を付加しました。

太陽高度が0度以上の場合で、分光データが正常に取得できていない場合はリマーク値<8>を、分光データは正常で気象データが欠測の場合はリマーク値<7>を付加しました。分光データが正常か否かの判断は、水平面、傾斜面に分けて行いました。

太陽高度が0度以上の場合で、気象データ、分光データの両方が正常に取得できている場合は、正常値としてリマーク値を<0>としました。

校正作業等、特殊な状況の場合は、その状況に応じたリマーク値を優先して付加しました。  
 リマーク値<1>は、日常点検、校正作業、台風対策を実施した日時に基づき付加しました。  
 リマーク値<2>は、直達計の観測値に異常が認められた時刻について付加しました。  
 リマーク値<3>は、長沼地点で温室屋根の反射光の影響を受けている可能性がある場合に付加しました。

リマーク値<1>～<3>の状況が同時に発生した場合は<1>、<2>、<3>の順に優先してリマーク値を付加しました。

リマーク値<7>～<9>に該当しない場合で、気象データ、分光データが正常ではない可能性が高いものについては、リマーク値<6>を付加しています。

なお、本データベースの「分光データファイル」には、リマーク値が「0」の時刻のデータのみ収録しています。

表6-8 リマーク値とその意味

リマーク値	意味	備考
0	正常	
1	校正作業中または台風対策中	台風対策は沖永良部のみ
2	直達計異常発生中	
3	反射光の影響有	長沼のみ
6	気象・分光データ異常	
7	気象データ欠測	分光データは存在
8	分光データ欠測	気象データの有無は問わない
9	日出前または日没後	

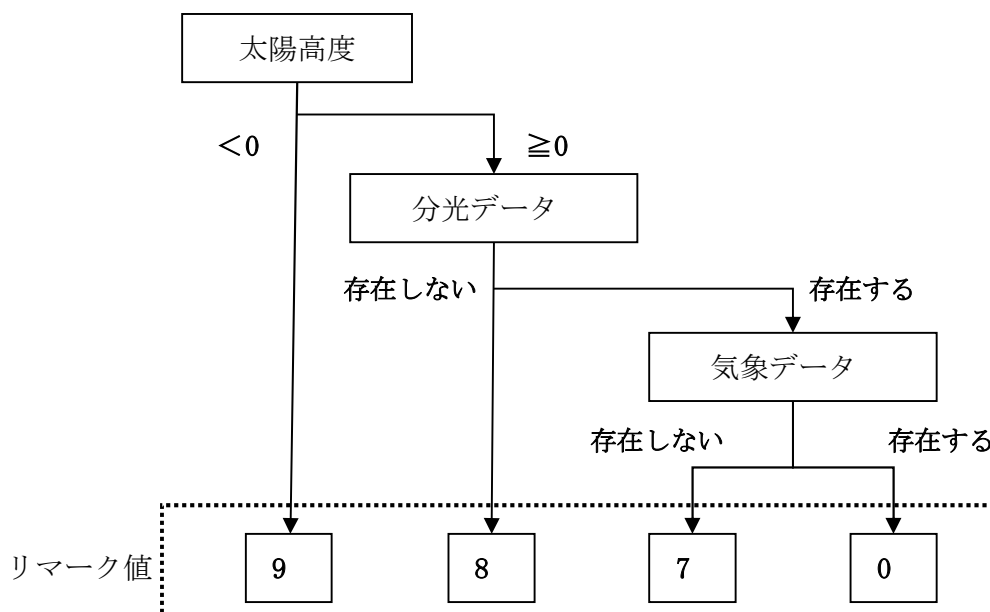


図6-4 リマーク値の決定手順

## 第7章 分光データファイルに収録されている気象用語の説明

本章では、分光データファイルに収録されている気象要素の定義や算出方法を概説します。

### (1) 全天日射強度

全天日射は分光放射計と同様に水平面、傾斜面で観測しています。各地点における傾斜角度は表 3-2 に示したとおりです。「分光データファイル」に収録されている全天日射強度は、分光放射計が計測している水平面、傾斜面に対応しています。

### (2) 太陽高度

太陽高度 (h) については、観測地点の緯度  $\phi$  を用いて以下のように求めました<sup>(1)</sup>。

$$\sinh = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \omega \quad \dots (1)$$

ここで、 $\phi$  は観測地点の緯度、 $\delta$  は太陽赤緯、 $\omega$  は時角を表します。

太陽赤緯 ( $\delta$ ) や時角 ( $\omega$ ) は天文学的に求められる値です。太陽赤緯は理科年表や天文年鑑に掲載されており、厳密に言えば、年により多少の違いがありますが、本データベースでは、Spencer<sup>(2)</sup> が作成した以下の式を用いています。

太陽赤緯 ( $\delta$ )

$$\delta (\text{度}) = (0.006918 - 0.399912 \cos \Gamma + 0.070257 \sin \Gamma - 0.006758 \cos^2 \Gamma + 0.000907 \sin^2 \Gamma - 0.002697 \cos^3 \Gamma + 0.00148 \sin^3 \Gamma) 180 / \pi \quad \dots (2)$$

ここで、 $\Gamma$  は楕円軌道上の地球の位置をラジアンで表した角度であり、(3)式を用いました。

$$\Gamma = 2\pi (d_n - 1) / 365 \quad \dots (3)$$

$d_n$  は1月1日を1とした年間の通し番号 (2月は28日として扱う) です。

時角 ( $\omega$ ) は、南中時刻を0度とする以下の式から求めました。

$$\omega (\text{度}) = 15 (H_s - 12) \quad \text{南中後} \quad \dots (4)$$

$$\omega (\text{度}) = 15 (H_s + 12) \quad \text{南中前}$$

ここで、 $H_s$  は、真太陽時を示します。

真太陽時とは、太陽が南中の瞬間を起点 (12時) として測定した時間です。真太陽時の長さは一定ではなく年変化します。つまり、ある日の南中時に正確に動く時計を12時にセットしたとしても、1ヶ月後の12時には、太陽は真南とは違う方向に見えます。

1 日の時間が変化するのは不便なため、日常的には、年周運動の平均速度で動く仮想的な太陽を考え、この仮想的な太陽による太陽日を平均太陽日と呼びます。真太陽時と平均太陽時の差を均時差 (= 真太陽時 - 平均太陽時) と言い、年間最大で 16 分ほどの違いがあります。

均時差についても理科年表に毎日の値が記載されていますが、本データベースでは、Spencer が作成した (5) 式を用いました。末尾の 229.18 はラジアンを分の単位に換算するための乗数です。

均時差( $E_t$ )

$$E_t(\text{分}) = (0.000075 + 0.001868 \cos \Gamma - 0.032077 \sin \Gamma - 0.014615 \cos 2\Gamma - 0.04089 \sin 2\Gamma) (229.18) \quad \dots (5)$$

均時差を用いることにより、観測点における太陽の動きを真太陽時で表すことができます。つまり、

$$\begin{aligned} \text{真太陽時} &= \text{平均太陽時} + \text{均時差} \\ &= \text{地方標準時} + \text{経度による補正} + \text{均時差} \quad \dots (6) \end{aligned}$$

となります。経度による補正は  $15^\circ$  につき 1 時間ですから、 $1^\circ$  につき 4 分となります。したがって、真太陽時は以下の式から求まります。

$$\text{真太陽時} = \text{地方標準時} + 4(L - 135) + \text{均時差}(E_t) \quad \dots (7)$$

ここで、 $L$  は 観測地点の経度、135 は日本標準時刻を規定する東経 135 度を示します。

観測点における真太陽時が地方標準時より大きくなるということは、地方標準時が 12 時の時刻には、観測点では太陽が真南よりも西に位置していることを示します。

### (3) エアマス

大気上端に達した直達日射が地表に到達するまでに通過する空気量をエアマスと言います。日本語では大気路程とも呼ばれています。標準大気圧 (1013hPa) 地点におけるエアマス  $m_0$  は太陽高度  $h$  を用いて、以下の式で定義されます。

$$m_0 = \text{cosech} \quad \dots (8)$$

実際には、大気には高度による密度分布があり太陽高度が低い場合には誤差が大きくなるため、これらを考慮に入れた式として、以下の式があります<sup>(1)</sup>。

$$m_0 = (\sinh + 0.15(h + 3.885)^{-1.253})^{-1} \quad \dots (9)$$

また、標高が高い場所ほどエアマスは小さくなります。このような高度による補正は、以下の式で行えます。



$$\eta = (1-z/44308)^{5.257} \cdot \cdot \cdot (10)$$

ここで、Zは海拔高度 (m) です。

本データベースでは、大気の密度分布、観測地点の高度を考慮したエアマス (m) として、以下の式を用いています。

$$m = \eta m_0 = (1-z/44308)^{5.257} \times (\sinh+0.15(h+3.885)^{-1.253})^{-1} \cdot \cdot \cdot (11)$$

#### (4)晴天指数

晴天指数とは、「晴れの程度」を表す時に用いられる指数で、以下の式で表されます。

$$K_T = I / I_0 \cdot \cdot \cdot (12)$$

ここで、I は地上で観測される水平面日射強度、I<sub>0</sub> は大気外水平面日射強度を表します。つまり、晴天指数が大きいほど晴れていることを示す指数です。

大気外水平面日射強度 (I<sub>0</sub>) は以下の式で求めることができます。

$$I_0 = I_{0N} \sin h \cdot \cdot \cdot (13)$$

ここで、I<sub>0N</sub> は大気外で太陽光に垂直な面(法線面)が受ける日射強度(大気外法線日射強度)、hは太陽高度です。

大気外法線日射強度 (I<sub>0N</sub>) は太陽-地球間距離の補正を考慮し、太陽定数(I<sub>sc</sub>)を用いることで、以下のように表すことができます。

$$I_{0N} = I_{sc} [1+0.033\cos\{(2\pi (d_n - 2) / 365)\}] \cdot \cdot \cdot (14)$$

#### (5)大気透過率

大気中に雲やエアロゾル等の浮遊物質が存在すると地上で測定される直達日射強度は少なくなります。そこで、大気状態を示す一つの指標として以下に示す大気透過率を計算し、データベースに登録しました。

エアマスが1であるときの(垂直気柱の)大気の光学的厚さをkとすると、エアマスがmの時に波長積分された日射の減衰は以下の式で表されます<sup>(3)</sup>。

$$I_b = I_{0N} \exp(-k \times m) \cdot \cdot \cdot (15)$$

ここで、-k は波長毎の平均値であり、exp(-k) = Aとおくと、

$$I_b = I_{0N} A^m \cdot \cdot \cdot (16)$$

すなわち、

$$A = \exp\left(\frac{1}{m} \ln \frac{I_b}{I_{0N}}\right) \dots (17)$$

ここで、 $I_b$  は地上で観測される直達日射強度、 $I_{0N}$  は大気日射強度を表します。

本データベースでは、各時刻のAを算出して、大気透過率としました。

一般に、短波長成分の日射ほど早く減衰します。このため、エアマス (m) が大きくなると、長波長成分の日射が多くなり、減衰しにくくなるためAの値が大きくなります。

また、気象庁では、12 時前後 30 分間に太陽とその周辺に雲がなく安定している日に直達日射量を観測し大気透過率を計算しています。この値の統計は、理科年表に示されています (大気透過率[12 時]の月別平年値)。本データベースでは、直達日射の減衰の目安として用いました。

#### (6) 散乱比 (水平面、傾斜面)

散乱比とは、晴天指数と反対に、「曇天」の状況を表す時に用いられる指数で、以下の式で表されます。

$$K = I_d / I \dots (18)$$

ここで、 $I$  は地上で観測される水平面日射強度、 $I_d$  は地上で観測される水平面における散乱日射強度を表します。本事業では散乱日射強度の観測は行っていないが、水平面の全天日射強度は、散乱日射強度と直達日射強度の和と考えられるので、散乱日射強度  $I_d$  を、以下の式から求めました。

$$I_d = I - I_b \sinh \dots (19)$$

ここで、 $I_b$  は直達日射計の観測値、 $h$  は太陽高度です。この式から分かるように、直達成分が少ないほど散乱比は大きくなります。すなわち、散乱比が大きいほど、「曇天」であるという意味があります。

さて、上記は散乱比の一般的な定義です。しかしながら、今回は傾斜面における日射スペクトルを観測しているので、傾斜面における散乱比についても (18) 式と同様の計算を行いました。すなわち、

$$K_{\beta\gamma} = I_{\beta\gamma d} / I_{\beta\gamma} \dots (20)$$

ここで、 $I_{\beta\gamma}$  は地上で観測される傾斜面日射強度 (添字  $\beta$ 、 $\gamma$  は傾斜角及び方位角を意味する) を表し、観測項目の一つです。 $I_{\beta\gamma d}$  は傾斜面における散乱日射強度を表します。傾斜面の散乱日射強度の観測は行っていないが、傾斜面への直達日射強度を  $I_{b\beta\gamma}$  とすれば、以下の式から求められます。

$$I_{\beta\gamma d} = I_{\beta\gamma} - I_{b\beta\gamma} \dots (21)$$

すなわち、傾斜面への直達日射強度を  $I_{b\beta\gamma}$  が求めれば、傾斜面の散乱比が求まります。太陽光に垂直な法線面日射強度を  $I_n$  とする時、水平面と斜面が受ける直達日射強度は、図 7-1 から以下のように表せます。

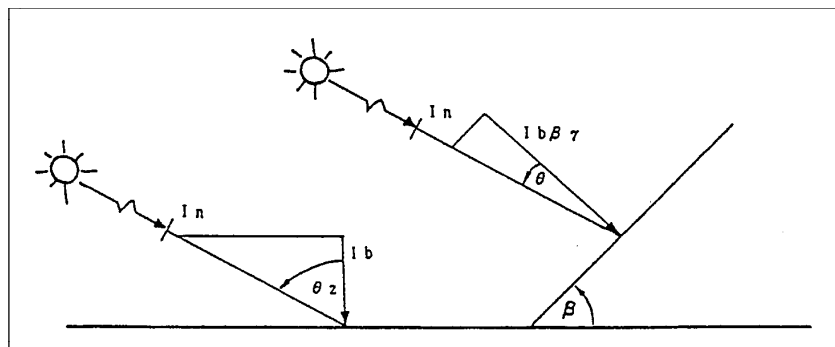


図 7-1 水平面と傾斜面における直達日射強度の比較

$$I_b = I_n \cos \theta_z \dots (22)$$

$$I_{b\beta\gamma} = I_n \cos \theta \dots (23)$$

ここで、 $\theta_z$  は水平面における太陽光の入射角、 $\theta$  は傾斜面における太陽光の入射角を表します。 $I_{b\beta\gamma}$  の算出に必要な  $\cos \theta$  は、以下の式より求められます<sup>(1)</sup>。

$$\begin{aligned} \cos \theta = & (\sin \phi \cos \beta - \cos \phi \sin \beta \cos \gamma) \sin \delta \\ & + (\cos \phi \cos \beta + \sin \phi \sin \beta \cos \gamma) \cos \delta \cos \omega + \cos \delta \sin \beta \sin \gamma \sin \omega \end{aligned} \dots (24)$$

ここで、 $\phi$  は観測地点の緯度、 $\beta$  は傾斜角度、 $\gamma$  は南を 0 とする方位角です。本事業では、全ての観測地点で南向きの傾斜面で観測を行っていることから、 $\gamma = 0$  として計算しました。

$\delta$  と  $\omega$  は太陽赤緯及び時角で、各々、(2)式と(4)式から求めました。

#### (7) 太陽入射角

ここでいう太陽入射角とは、図 7-1 で示した太陽光の入射角( $\theta_z$ 、 $\theta$ )を指します。太陽入射角が大きくなると日射計の測定精度が低下します<sup>(4)</sup>。これを日射計の入射角特性と呼びますが、今回の観測データについては、入射角特性に関する補正は行っていません。

傾斜面における太陽入射角( $\theta$ )は(24)式の右辺を  $y$  として、以下の式から求めました。

$$\theta = \cos^{-1}(y) \dots (25)$$

## (8) 絶対湿度

絶対湿度とは、一般に使われる%で表される湿度（相対湿度）とは異なり、大気中の水蒸気量を表す指標です。

日射スペクトルは大気中の水蒸気の影響を受けます。実際には、太陽光が通過する水蒸気量の積分値に影響されますが、本データベースでは水蒸気量の指標として絶対湿度を用いています。絶対湿度(AH)は、観測地点における相対湿度と気温の関係から以下の式から求めました。

$$AH = 217 \times e / (t + 273.15) \quad \dots (26)$$

ここで、eは大気中に含まれる水蒸気量(g)、tは気温です。湿度計で観測される相対湿度(H)は以下の式で表されます。

$$H = 100 \times e / E \quad \dots (27)$$

ここで、Eは気温(t)の時に大気中に含まれる最大の水蒸気量で、ここでは、以下に示す Tetens(1930)の式を用いて算出しました。

$$E = 6.11 \times 10^{(7.5t / (t + 237.3))} \quad \dots (28)$$

(27)式と(28)式を用いれば、(26)式の絶対湿度の算出に必要なeは以下の式から求めることができます。

$$e = H / 100 \times 6.11 \times 10^{(7.5t / (t + 237.3))} \quad \dots (29)$$

## 参考文献

- (1) 新太陽エネルギー利用ハンドブック編集委員会編、新エネルギー利用ハンドブック、日本太陽エネルギー学会(2001)
- (2) J. W. Spencer、Fourier series representation of the position of the Sun、Seach 2-5 (1971)、172
- (3) 気象庁、地上気象観測指針(2002)
- (4) 英弘精機(株)の資料による

## 参考資料（分光放射計の検定方法等について）

このデータベースを利用するにあたっては、以下のようなことを念頭に入れて下さい。  
本事業で日射スペクトルの測定に使用された測定器は以下のとおりです。

測定器名称：広帯域分光放射計 WISER (MS-710F, MS-712F)

水平面測定、傾斜面測定

測定範囲：350～1700 nm

詳細な仕様は、メーカ（英弘精機）のホームページ <http://eko.co.jp/> 環境・気象 > 製品情報 > 広帯域 分光放射計 WISER (MS-710, MS-712) に掲載されています。

この測定器の検定は NIST（アメリカ合衆国の国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology, NIST））に準拠した標準ランプ（EFL）を用いて垂直設置状態で実施しています。そのトレーサビリティ体系と精度を図1に示します。

本事業では、図1の方法で検定した分光放射計を年1回、各観測地点に輸送して交換作業を実施しています（第4章参照）。交換した分光放射計は同様の方法で検定を行い、次の地点への交換器としています。

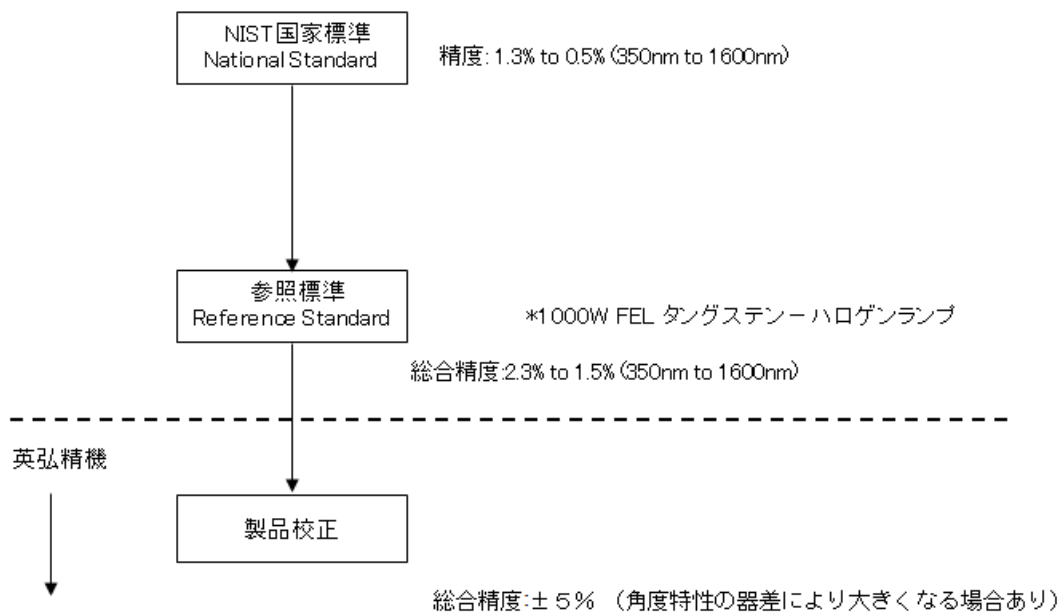
検定に使用するランプの使用期間には、「1年50時間」という制限があるため、同じ分光放射計の検定に用いるランプが同一でない場合もあります。これを考慮して、再現性1%以内を合格としています。それを外れた場合は計測データを検討して、5%以上の誤差が認められた場合は「測器異常」と判断してデータの見直し、原因究明後に修理を行なっています。

分光放射計は測定波長の関係で2種類（MS-710F, MS-712F）を使用しています。2つの測器の測定波長が重複する以下の波長帯（マージ範囲）については、加重計算を実施して日射スペクトルを算出しています。

（マージ範囲） 900～950nm

なお、測定器の特徴として、400nm以下1600nm以上の波長帯については、2次光が発生するため、検定時に補正作業を実施しています。この影響で、日射強度の弱い時（曇天日、太陽高度10度以下）の場合には、データの精度が悪くなる場合があります。解析に当たっては、データベースに付加された太陽高度にも留意されることを推奨します。

全天分光放射計MS-710,712のトレーサビリティ体系図  
(1kWランプ校正法)



校正方法

NISTの国家標準から値をつけた1kWハロゲンランプを直接MS-710,712で測り、校正値を算出する。

**Uncertainty ( $k = 2$ )(%)**

図1 分光放射計のトレーサビリティ体系と精度