

有害紫外線モニタリングシステム保守管理指針

1. 計測器の設置

(1)はじめに

本稿では管理指針記述に際してモニタリングシステムに関し、各部の名称を以下のように定義する。

計測器: JIS Z 8103 計測用語に準拠するが、ここでは特に受光部を含む検出器本体を意味する

データロガー: データを収集、記録する装置

モニタリングシステム: 計測器、変換器、データロガーを含む装置全体

UV-B 計: B 領域紫外放射計

UV-A 計: A 領域紫外放射計

日射計: 全天日射計

計測器の各部名称については図 1 を参照

(2)設置場所の選定

- ①原則として、年間を通じて計測器の視野を妨げない場所が適当で、全方位にわたり5度以下の仰角で遮蔽物がないことが望ましい(腕を目の前に伸ばしたとき指1本が約1度に相当し、全周にわたり5度の仰角で遮蔽物があるとき、約1.5%の遮蔽率となる)。全方位で遮蔽物の影響を除けない場合は、出来るだけその影の影響が少なくなるように設置する(ポールや鉄塔が近くにある場合でも、その南側に計測器を設置すれば影の影響を最小限に抑えることができる)。
- ②近くに日射、紫外線等を反射する建築物等が無い場所が望ましい。

(3)設置方法

- ①UV-B 計、UV-A 計、日射計の同時測定が行われる場合、各計測器は南北に沿ってそれぞれの受光面が水平にそろえるように設置するのが理想的である。受光面を水平にそろえるのが難しい場合や、南北に沿って設置できない場合には、計測器の中心間距離を 20 cm 以上とって設置することが望ましい。間隔 20 cm で計測器相互による直射光のさえぎり、あるいは散乱光取り込みの見込み率は 0.1% 程度である。なお、直達光遮蔽バンドを取り付けた計測器の場合は 別途考える必要がある。また、小さい計測器は南よりに、大きな計測器は北よりに設置する配慮も望ましい。

図 2 推奨設置例参照

- ②計測器の受光面を調整ボルトにより水平に調整する。なお、水平が狂わないように設置台にボルト・ナットで固定する。
- ③指定された出力・給電用ケーブルのコネクタを接続する。コネクタに雨水が浸入しないように、固定ネジを充分締め込み、必要に応じて自己融着テープ(エフコテープ 2 号エフコ株式会社)を巻いておく。また、出力・給電用ケーブルは風等による損傷を防ぐため、適宜固定する。計測器のコネクタは北向きに出すのが通例だが、日常のメンテナンスの利便性、コネクタに対する負荷の軽減などの都合で変更しても差し支えない。MS-212W、MS-212A の接続ケーブル長は 20m 以下が望ましい。また、MS-210W、MS-210A の接続ケーブル長は 50m 以下が望ましい。共にケーブルは 0.75mm² 以上を用いること。(接続ケーブルとは、測器本体と変換器を繋ぐケーブルを意味する。)ケーブルの延長が必要な場合は、変換器からデータロガーの間のケーブルを延長すること。
- ④計測器は衝撃に弱いため、取外しや移動の際は極力注意すること。

(4)その他

- ① 設置に際し、計測器の製造番号・製造年月・校正年月等を必ず記録しておくこと。

2. 変換器・データロガーの設置・設定

(1)変換器の設置・接続

- ①変換器は、高温多湿な場所を避けて設置する。
 ②出力・給電用ケーブルを変換器に正しく接続すること。変換器はノイズを防ぐため、アースを取る。
 ③出力・給電用ケーブルは外部ノイズを防ぐために必ず、線断面積 0.75 mm^2 以上のシールド被覆線を使用し、アースをとること。なお、出力・給電用ケーブルは耐候性を高めるために、保護管に入れることが望ましい。

(2)データロガーの設定

- ①紫外線量は紫外 B 領域、紫外 A 領域共に瞬時値 $[\text{W} / \text{m}^2]$ をベースとし、全天日射量は $[\text{kW} / \text{m}^2]$ をベースにする。勿論、適切な積算値の設定をしてもよい。そして、データロガーの設定は計測器の測定性能に合わせて設定する必要がある。現在のところ英弘精機製の UV-B 計、UV-A 計、日射計の最小出力性能は以下の数値を目安にしている。

UV-B計	0.01 $[\text{W} / \text{m}^2]$
UV-A計	0.1 $[\text{W} / \text{m}^2]$
全天日射計	1 $[\text{W} / \text{m}^2]$

この目安値から、使用しているデータロガーのレンジを適切に選択する必要がある。データロガーの分解能と精度はレンジの設定値に応じて決まっているからである。例えば、SOLACⅢの例では下記のようにになっている。

レンジ	測定範囲	分解能	測定確度
30 [mV]	0～±32.000 [mV]	1 [μV]	±0.02% of rdg ±3 [μV]
300 [mV]	0～±320.00 [mV]	10 [μV]	±0.02% of rdg ±20 [μV]
3 [V]	0～±3.2000 [V]	100 [μV]	±0.02% of rdg ±200 [μV]

これに以下の表にある計測器の感度定数（電圧[V]から照射強度 $[\text{W} / \text{m}^2]$ へ変換する計測器固有の定数）を考慮すると、各計測器で最適なデータロガー（SOLACⅢの場合）のレンジが選び出される。

UV-B 計 (MS-210W)	200 [mV] / $[\text{W} / \text{m}^2]$	変換器[V]出力時
	2.00 [mV] / $[\text{W} / \text{m}^2]$	変換器[mV]出力時
UV-A 計 (MS-210A)	10.0 [mV] / $[\text{W} / \text{m}^2]$	変換器[V]出力時
	0.10 [mV] / $[\text{W} / \text{m}^2]$	変換器[mV]出力時
全天日射計 (MS-401F)	7.0 [mV] / $[\text{kW} / \text{m}^2]$	変換機なし

UV-B 計 (MS-210W) 変換器出力を[V]に設定した場合

データロガーレンジ	測定範囲
3 [V]	0～±16 $[\text{W} / \text{m}^2]$

UV-B 計 (MS-210W) 変換器出力を[mV]に設定した場合

データロガーレンジ	測定範囲
30 [mV]	0～±16 [W / m ²]

どちらでも測定はできるが、ロガーの精度の面から比較するとその違いが見えてくる。
 今仮に、放射照度が 1 W / m²あるとして変換機 ([V]出力) からは 0.2V、[mV]出力からは 2mV
 の出力があるとしよう。その時ロガーに表示されている数値は 0.2000[V]と 2.000[mV]となり、そ
 れぞれの数値に含まれる誤差は、±240[μV]、±3.4[μV]となる。これにそれぞれのスケール
 1 次係数 (5 と 0.5) を掛けて比較すると、

変換機[V]出力・ロガーレンジ 3[V] : 1.000[W/m²]±1.2[mW/m²]

変換機[mV]出力・ロガーレンジ 30[mV] : 1.000[W/m²]±1.7[mW/m²]

となる。

小さな電圧値はノイズに弱いことも考慮すれば、変換機[V]出力を使った方が良いことがわかる。

UV-A 計 (MS-210A) 変換器出力を[V]に設定

データロガーレンジ	測定範囲
3 [V]	0～±320 [W / m ²]

日射計 (MS-401F)

データロガーレンジ	測定範囲
30 [mV]	0～±4.57 [kW / m ²]

また、このレンジ設定では目安値に対して十分な精度が得られていることになる。
 具体的に SOLACⅢで、出力表示を[mV]や[V]から[W / m²] (もしくは[kW / m²]) にするにはスケ
 ーリングの機能を使う。それぞれのチャンネルで計測器の感度定数を正しく入力する。(SOLAC
 Ⅲには[W]か[kW]、[kJ]の単位しかないので注意) また、SOLACⅢの場合、測定チャンネルごとに
 積算または平均を行うかどうかを指定できるので通常は「平均測定」にしておく。

スケーリングの設定

SOLACⅢは測定データに対して、一次演算処理を行った結果をデータとして出力することが
 できる。その場合、測定データに対して一次演算式の一次係数 A と定数項 B を設定する。

$$y = A x + B$$

x = 測定データ (電圧値)

y = スケーリングされたデータ

ここで、A は計測器の感度定数の逆数、B はゼロとなる。

UV-B 計 (MS-210W)

感度定数	200[mV] / [W / m ²] = 0.2[V] / [W / m ²]
------	--

一次係数 A	$1 / 0.2 = 5 \text{ [W / m}^2\text{] / [V]}$
定数項 B	0

UV-A 計 (MS-210A)

感度定数	$10.0\text{[mV]} / \text{[W / m}^2\text{]} = 0.01 \text{ [V]} / \text{[W / m}^2\text{]}$
一次係数 A	$1 / 0.01 = 100 \text{ [W / m}^2\text{] / [V]}$
定数項 B	0

日射計 (MS-401F)

感度定数	$7.0\text{[mV]} / \text{[kW / m}^2\text{]}$
一次係数 A	$1 / 7.0 \div 0.1429 \text{ [kW / m}^2\text{] / [mV]}$
定数項 B	0

小数点位置の設定

SOLACⅢでは測定値を極性 1 ビット、データ 17 ビットのバイナリ値として扱っているため、 $0 \sim \pm 99999$ の範囲 (5 桁) の数値が出力となる。そのため、小数点の位置の設定も重要な要素となる。日本での測定の場合、標準的な照射強度を過去のデータから調べると以下のようになっている (あくまで目安である)。

紫外線 B 量	$0 \sim 3 \text{ [W / m}^2\text{]} \text{程度}$
紫外線 A 量	$0 \sim 80 \text{ [W / m}^2\text{]} \text{程度}$
全天日射量	$0 \sim 2 \text{ [kW / m}^2\text{]} \text{程度}$

これらの量を考慮し、桁落ちの生じないように小数点の位置を決定する。

紫外線 B 量を $[\text{W} / \text{m}^2]$ で表示する場合	$\pm \# . \# \# \# \#$ (少数点以下 4 桁まで)
紫外線 A 量を $[\text{W} / \text{m}^2]$ で表示する場合	$\pm \# \# . \# \# \#$ (少数点以下 3 桁まで)
全天日射量を $[\text{kW} / \text{m}^2]$ で表示する場合	$\pm \# . \# \# \# \#$ (少数点以下 4 桁まで)

SOLAC 以外のデータロガーでも同様に小数点の位置に気を付け、桁落ちが生じないようにする。

- ②計測器の劣化等による信号出力のドリフトを把握するために、負(-)出力を検出できるように設定すること。

以上の事項を考慮して、UV ネットワークでのデータロガー推奨設定 (一例) を挙げる。

SOLACⅢ(英弘精機)での推奨設定

	変換機 出力	データ ロガー レンジ	スケーリング設定		小数点 位置	単位	データロガー 測定範囲
			一次係数 A	定数項 B			
紫外B放射計	V出力	3V	+5.0000	+00000.	4	W	$0 \sim \pm 16 \text{ W} / \text{m}^2$

(MS-212W)							
紫外A放射計 (MS-210A)	V出力	3V	+100.00	+00000.	3	W	0 ~ ±320W / m ²
全天日射計 (MS-401F)		30mV	+0.1429	+00000.	4	kW	0 ~ ±4.57kW / m ²

MV100(横河電機)での推奨設定

	変換器 出力	データ ロガー レンジ	スパン設定		スケール設定			単位	データロガー 測定範囲
			スパン 下限	スパン 上限	小数点 位置	スケール 下限	スケール 上限		
紫外B放射計 (MS-210W)	V出力	2V	-0.600	0.600	1	-3000.0	3000.0	mW	0 ~ ±3 W / m ²
紫外A放射計 (MS-210A)	V出力	2V	-2.000	2.000	2	-200.00	200.00	W	0 ~ ±200 W / m ²
全天日射 (MS-401F)		20mV	-19.60	19.60	1	-2800.0	2800.0	W	0 ~ ±2.8 kW / m ²

3. 日常点検

(1) 計測器・ケーブル等の点検

- ① 受光ドームに、雨滴・塵などが付着すると正確なデータが得られないため、可能な限り頻繁に(できれば毎日が望ましい)アルコール綿布等で清拭するとともに、測定システムの動作を確認する。
- ② 水準器で水平を確認し、ずれている場合は調整する。
- ③ 乾燥剤は青色細粒シリカゲルを使用し、監視窓より見て、シリカゲルがピンクに変色している場合は、乾燥剤容器を取外し必ず青色に呈色している細粒シリカゲルと交換する。
なお、シリカゲルの変色を確認できない場合でも、相当期間使用している場合は適宜交換する。交換後は乾燥剤容器を元に戻し充分締め込む。締め込みが不十分な場合には、雨水が侵入し、計測器感部の腐食・劣化・故障の原因となるので注意すること。
- ④ コネクタおよび出力・給電用ケーブルに異常がないか確認する。特に、コネクタへの雨水の浸入による錆の発生、風による出力・給電用ケーブルのすれ、ネズミによる被覆材の食害等に注意する。

(2) 変換器・データロガーの点検

- ① 変換器が正常に動作していることを確認する。電源ランプが点灯しているか、電源プラグがコンセントからはずれていないか等を確認する。
- ② データロガーやパソコンの表示時刻が日本標準時に合っているか、表示されているデータが妥当か、十分な記録容量があるかを定期的に確認する。データは、緯度や時間で異なるため、予めそのモニタリング地点でのおおよその数値を知っておく必要がある。

4. 定期整備・校正作業

- (1) 長期間のモニタリングにより、計測器出力の零点がずれることがある。この場合は取扱説明書にしたがい零点調整をすることが望ましい。また、暗幕を使って計測器を覆うことで、零出力を確認することもできる。
- (2) 計測器の感度劣化は不可避であり、定期的な整備、校正作業が必要である。UV-B 計の感度定数は1年で数%変化することもある。定期的にメーカーにて整備、校正することが必要である。

5. 点検記録

- (1) 点検の結果は記録し管理情報として保管すること。また、データの精度に大きく係わる情報は事務局に連絡する。

6. 計測器の仕様

代表的な計測器の外観と仕様を示す。
図表 1-1、図表 1-2、図表 1-3 参照。

図1 計測器の各部名称

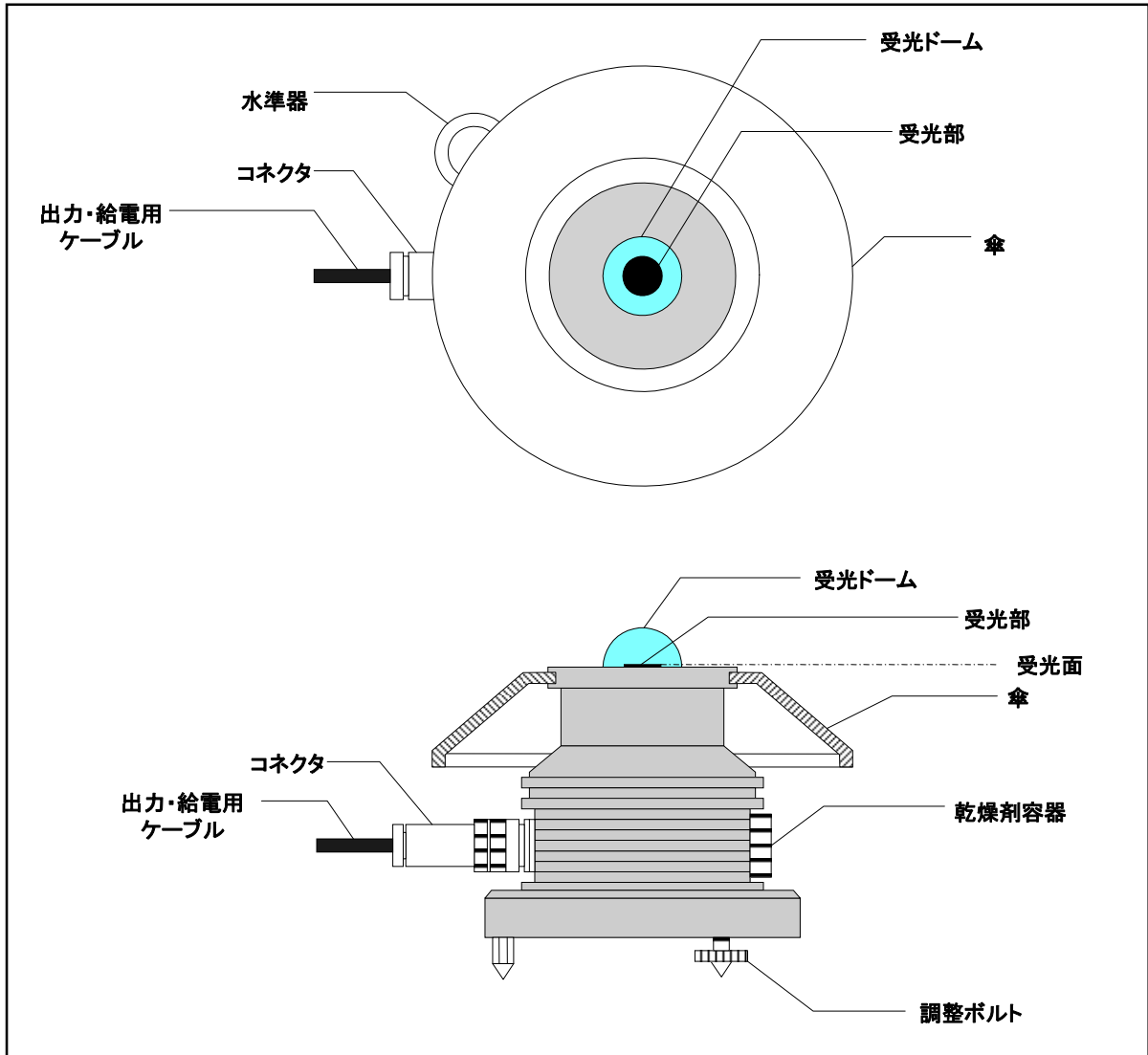
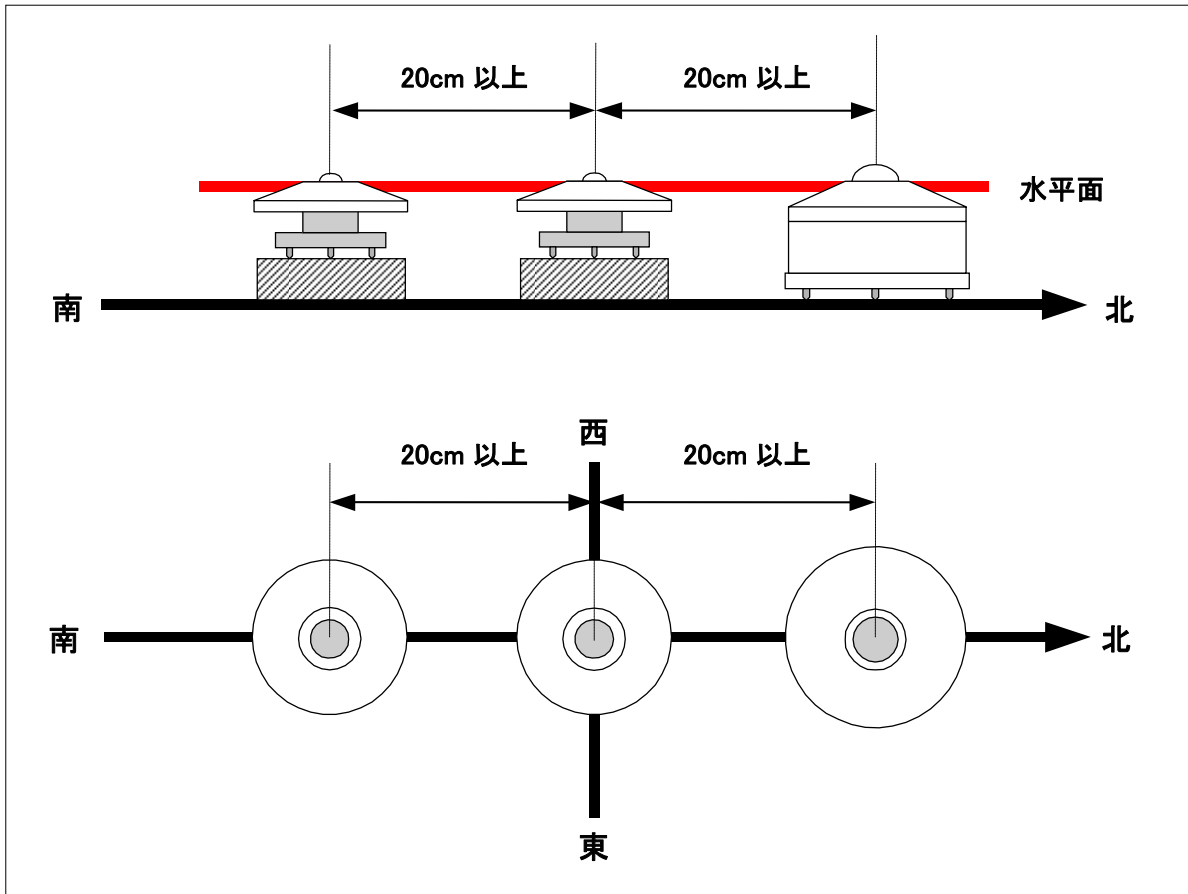


图2 推獎設置例



図表 1-1



B領域紫外放射計 MS-212W

MS-212W	
出力	0~約1V / 0~5W/m ² 0~約10mV / 0~6W/m ²
温度補償	アンプ内蔵 -10°C~+50°Cで±1.5%以下
分光特性	干渉フィルタと蛍光体の分光感度曲線で構成 ピーク波長: 305±2nm 半値幅: 約10nm
トレーサビリティ	NIST標準ランプにトレーサブル
Cos特性	太陽高度20°において10%以下
方位角特性	高度角20°の入射に対して10%以下
応答時間	約1秒(90%応答)
非直線性	2%以下
出力インピーダンス	約500Ω(V出力)、約100Ω(mV出力)
動作温度	-10°C~+50°C
重量	1.1Kg

図表1-2



MS-212A	
出力	0～約1V / 0～100W/m ² 0～約10mV / 0～100W/m ²
温度補償	アンプ内蔵 -10℃～+50℃で±1.5%以下
分光特性	315nm ~ 400nm
トレーサビリティ	NIST標準ランプにトレーサブル
Cos特性	太陽高度20° において10%以下
方位角特性	高度角20° の入射に対して10%以下
応答時間	約1秒(90%応答)
非直線性	2%以下
出力インピーダンス	約500Ω (V出力)、約100Ω (mV出力)
動作温度	-10℃～+50℃
重量	1.0Kg

図表1-3

全天日射計 MS-402(F)



MS-402(F)	
温度特性	< ±1% (雰囲気温度が50°C変化した場合の応答の変化率)
分光特性	-2.1% (350nm~1500nmの間の受光部の分光吸収率とガラスドームの分光透過率の積の平均からの偏差)
ゼロオフセット	a) +6W/m ² (放射収支量が200W/m ² の時) b) ±2W/m ² (雰囲気温度が1時間に5°C変化した時)
方位角特性	< ±20W/m ² (1kW/m ² の日射強度で全方位・全入射角に対する余弦則からの応答のずれ)
傾斜特性	< ±0.2% (1kW/m ² の日射強度下で本体を水平から垂直まで回転させた場合の応答の変化率)
応答時間	約8秒 (95%応答)
視野角	2π (sr)
非直線性	±0.2% (日射強度が100W/m ² ~1000W/m ² まで変化した場合の応答直線性の誤差)
感度定数	約7mV/kW/m ²
安定性	±0.5% (感度定数の年変化率)
内部抵抗	約500Ω