

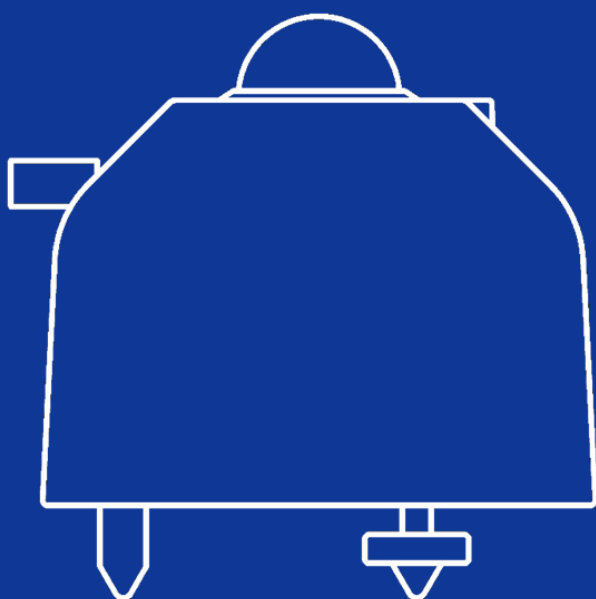
取扱説明書

全天日射計

ISO9060: 2018 Class A

Sub-category "Fast response" and "Spectrally flat"

MS-80SH



EKO

1. もくじ

1. もくじ	1
2. お使いいただく前に	2
2-1. 連絡先	2
2-2. 保証と責任について	2
2-3. 取扱説明書について	2
2-4. 環境情報について	3
2-5. ISO/IEC17025:2005 について	4
2-6. CE 宣言書	5
3. 安全にお使いいただくために	6
3-1. 警告・注意	6
4. 製品概要	8
4-1. 全天日射計について	9
4-2. フィールドアプリケーション	10
4-3. 適用規格	10
4-4. 梱包内容	11
5. 製品取扱方法	12
5-1. 各部のはたらき	12
5-2. 設置	14
5-3. ケーブルの配線	17
5-4. 接続	18
5-5. 日射測定	24
6. メンテナンス & トラブルシューティング	27
6-1. メンテナンス	27
6-2. 校正及びトレーサビリティについて	29
6-3. トラブルシューティング	30
7. 仕様	31
7-1. 製品仕様	31
7-2. 日射計寸法	34
7-3. 出力ケーブル	35
7-4. オプション品	36
Appendix	37
A-1. 用語の定義	37
A-2. 全天日射計の特性	38
A-3. ソフトウェア(Hibi)	39
A-4. 通信仕様(Modbus RTU)	52
A-5. 通信仕様(SDI-12)	64
A-6. 再校正について	66
A-7. 温度特性試験報告書	67
A-8. セットアップレポート	69
A-9. サージ保護に関して	70

2. お使いいただく前に

この度は英弘精機製品をご利用いただきましてありがとうございます。

ご使用前に必ずこの取扱説明書をよくお読みになり、正しくお使いください。また、本書は必ず保管して必要なときにお読みください。不明な点やご質問などがありましたら、下記までご連絡ください。

2-1. 連絡先

英弘精機株式会社	www.eko.co.jp	info@eko.co.jp
本社	〒151-0072	Tel: (03) 3469-6714 Fax: (03) 3469-6719
カスタマーサポートセンター	東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8	Tel: (03) 3469-5908 Fax: (03) 3469-5897
関西営業所	〒532-0012 大阪市淀川区木川東 3-1-31	Tel: (06) 6307-3830 Fax: (06) 6307-3860

2-2. 保証と責任について

本製品の無償保証期間および保証規定につきましては、本製品に添付されている「保証書」を参照、または直接、英弘精機までお問い合わせください。本保証は国内においてのみ有効です。

英弘精機は出荷前にひとつひとつ製品が製品仕様を満足するように厳重に調整・試験・検査しております。しかしながら、もし保証期間内に動作不良や故障等が確認された場合は、無償修理または交換の対応をさせていただきます。

但し、以下の場合は保証の対象とはなりませんのでご注意ください。

- ・英弘精機のサービスマン以外による修理もしくは改造を行った場合。
- ・取扱説明書に記載されている取扱方法に反する事に起因する故障または動作不良。
- ・水準器の不具合。
- ・機能・性能に影響を及ぼさない範囲での日射計本体とフード及びケーブルの変色。

2-3. 取扱説明書について

© 2023 英弘精機株式会社

この取扱説明書を、英弘精機の許可なしで無断複写または転載することを禁じます。

発行日: 2023/2/28

バージョン番号: 2

2-4. 環境情報について

1. WEEE(電気電子廃棄物)指令



(Waste Electrical and Electronic Equipment)

2005年8月にWEEEは、EU WEEE指令(2002/96/EC、2012/19/EU改定)を、施行しました。

その内容は、2005年8月13日以降EU市場に電子・電気機器(EEE)製品を販売する生産者は、回収、再利用、リサイクルに資金を投入し、管理することを要求しています。

この指令の最終目標は、電子・電気ごみの量を最小にし、製品の寿命が来たときにリサイクルと再利用を促進することです。

EKO製品は、WEEE指令(2002/96/EC、2012/19/EU改定)適合品です。

『EUにおいて、このラベルが付いた製品は公共ごみや家庭ごみと共に、ごみ処理場に廃棄されるべきではない。』という事をお客様に警告する為に、英弘精機は、製品にWEEE記号(ゴミ箱表示)を載せたラベルを付けています。

もし、お客様がEUにおいて英弘精機製の電子・電気機器製品を購入された場合、ご使用の最後には、本製品を他の公共ごみや家庭ごみと共に、廃棄をしないでください。

本製品を適切に廃棄する事により、貴重な資源の節約や、人間や環境に及ぼす悪影響を防ぐ事につながります。

2. RoHS指令

英弘精機では、RoHS指令2011/65/EU+(EU)2015/863で規定される有害物質の最大量に準拠していることを保証する為、取扱製品においては、総合的評価を行っています。よって全ての製品は、2011/65/EU+(EU)2015/863に規定される有害物質未満、又は、RoHS指令2002/95/ECの付属文書により許容されているレベル未満の原材料を使用しています。

2-5. ISO/IEC17025:2005 について

英弘精機は、校正と試験に関する ISO/IEC17025 の要求事項に適合した全天日射計および直達日射計の校正を実施できる試験所として Perry Johnson Laboratory Accreditation, inc. (PJLA)により認定されました。

英弘精機は、自社内で校正サービスを提供できる特徴ある日射計メーカーです。英弘精機は、国際標準 ISO 9847(屋内校正) 並びに ISO9059(屋外校正)に準拠した最高品質の校正を提供します(認定証書: L13-94-R2 / www.pjlabs.com)。

ISO/IEC17025 は、試験所認定のための管理や技術に関する国際的に認められた基本的事項を規定しています。英弘精機のこの校正サービスを受けることにより、お客様には以下のメリットが生じます。

- ・ 校正の方法と精度の特定
- ・ 国際標準を通じた世界放射基準(World Radiation Reference-WRR)へのトレーサビリティ
 - ISO9846 直達日射計を用いた全天日射計の校正
 - ISO9847 全天日射計標準器との比較による全天日射計の校正
 - ISO9059 直達日射計標準器との比較による直達日射計の校正
- ・ 一貫性のある運用による再現性と信頼性のある校正結果

ISO/IEC17025 に基づき校正された日射計をご利用頂く事で、信頼性の高いデータを得ることができます。英弘精機の認定試験所は定期的に更新審査を受け、高度な技術水準を維持しています。

2-6. CE 宣言書



IMPORTANT USER INFORMATION



DECLARATION OF CONFORMITY

We: EKO INSTRUMENTS CO., LTD
1-21-8 Hatagaya Shibuya-ku, Tokyo
151-0072 JAPAN

Declare under our sole responsibility that the product:

Product Name : Pyranometer
Model No. : MS-80SH

To which this declaration relates is in conformity with the following harmonized standards of other normative documents:

Harmonized standards:

EN 61326-1:2013 Class A [Emission]
EN 61326-1:2013 [Immunity]

Following the provisions of the directive:
EMC-directive: 2014/30/EU

Date: July 13, 2022

Position of Authorized Signatory: Manager of Quality Assurance Div.

Name of Authorized Signatory: Minoru Kita

Signature of Authorized Signatory: 

3. 安全にお使いいただくために

当社製品は、安全を十分に考慮して設計・製造されておりますが、お客様の使用状況により思わぬ重大な事故を招く可能性があります。本書をよくお読みになり、使用方法を必ず守りながら正しくお使いください。



警告・注意

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、感電などのけがによる重傷または死亡する可能性があることを示しています。



高電圧注意

高電圧が加わる部分です。この表示を無視して誤った取り扱いをすると感電などのけがによる重傷または死亡する可能性があることを示しています。



3-1. 警告・注意

1. 設置について

- 本製品を取付ける設置台や支柱は十分な荷重に耐えるものであるか確認してから、付属のボルトおよびナットで固定してください。設置場所の強度が十分でないと、強風や地震、積雪などによる転落・転倒にともない、故障や思わぬ事故を引き起こす恐れがあります。
- 本製品およびケーブルは、水没しない場所に設置してください。
- ケーブルの取り付けは、コネクタを真っ直ぐに奥まで差し込み、ネジを最後までしっかり締めてください。緩んでいると水が入り、故障の原因となります。
- 本製品を計測器に接続して計測する際は、出力ケーブルのシールド線を接地アースに接続してください。計測データにノイズが乗る恐れがあります。
- 本製品は必ず付属の水平調整ネジを用いてご使用ください。水平調整ネジを外し日射計底面が取付台等に直接触れるよう設置しますと、ドームヒーティング効果を十分に得られません。
- 本製品は EMC 指令の要求に対する適合性について確認を行っておりますが、強力な電磁波を発生する場所(下記)の近傍で使用される場合、製品本来の持つ仕様・性能を十分に満たす事が出来ない可能性があります。設置場所については十分ご注意ください。
屋外: 高圧送電線、受配電設備など
屋内: 大型冷却装置、大型回転装置、電子レンジなど
- アンモニア、亜硫酸ガスなどの腐食性ガスが発生する場所で使用しないでください。故障の原因となる恐れがあります。
- 塩害が発生する地域に設置しないでください。塗装の剥離または腐食により故障する恐れがあります。塩害の発生する可能性がある地域に設置する場合、次の対策を施してください。
 - 1.コネクタに自己融着テープを巻いてください。
 - 2.固定ネジをアルミ製のボルトネジに変更してください。
 - 3.ケーブルを合成樹脂製の配管や熔融亜鉛メッキなどの耐塩塗装を施した金属管に通線してください。
 - 4.定期的に清掃してください。
- 本製品を真空環境下等で使用しないでください。
- 適切な接地を行うため、本製品付属のケーブルをご使用ください。
- 鳥、小動物によりケーブルや本体に損傷が生じる恐れがある場合、保護してください。対策の一例を以下

に示します。

- 1.反射テープの貼付
- 2.忌避剤の塗布
- 3.ケーブルダクトの使用
- 4.バードスパイク等の設置

- RS485/ USB 変換器ケーブルと専用ソフトで設定を変更できます。

2. 取り扱い

- ガラスドームの部分に衝撃を与えないように注意してください。衝撃による本製品の破損および破損破片の飛散による事故、怪我の原因となる可能性があります。
- 本体にフードを付けた状態で持ち運ぶ際、フード部分だけでなく、本体の底部も手で支えて持つようして下さい(フードから本体が外れて落ちる可能性があります)

3. 電源について

- 電源ケーブルのアース線は必ず接地させてください。接地が不備の場合、ノイズによる測定誤差を生じる原因となる他、感電や漏電事故の原因となる可能性があります。
- 規定の供給電源の電圧や種類(AC または DC)に間違いが無いか確認してから、本製品に接続してください。間違えた場合、本製品の故障や事故を引き起こす恐れがあります。
- 電源線に 0.5A のヒューズを直列に接続して使用してください。接続しない場合、内部に故障が生じた際に供給電源によって大電流が流れ、発熱、発火の危険があります。

4. RS485 (Modbus RTU) の接続について

- 本製品は、Modbus RTU を介した RS485 通信をサポートしています。
- PC と一対一で弊社製品を接続してソフトウェア上で各種設定を行う場合、弊社オプション品の EKO コンバータケーブルを使用することを推奨しております。
- 市販の USB-RS485 変換ケーブルを使用する場合は、安定した通信を行うため USB-RS485 変換ケーブルのタイプに応じて、追加の終端抵抗(120Ω)、およびプルアップ/プルダウン抵抗(680Ω)を接続する必要があります。
- 既存の RS-485 通信システム (Modbus RTU) に弊社製品を接続する場合は、RS-485 規格に則り、必要に応じて終端抵抗(120Ω)、プルアップ/プルダウン抵抗(680Ω)を接続してご使用ください。製品との通信が出来ない、あるいは製品との通信が不安定になる場合があります。

4. 製品概要

英弘精機の次世代センサは、伝統的な熱式センサの常識を超えた革新的なデザインと最新技術によるサーモパイルセンサの組合せにより、ゼロオフセットの低減、および出力応答の高速応答性を実現しました。

従来よりもコンパクトになったセンサと、ガラスドームと拡散板の組合せで、放射条件や対流の因子(放射強度/放射収支/気温)より生じるゼロオフセットや、ファンユニットおよびヒーター装着時の熱の影響を受けにくくしています。

MS-80SHでは、さまざまなオプション品(ベンチレーションユニットMV-01、ケーブル延長)が利用できます。

MS-80SHの特徴

結露・着霜の低減 ドームヒータリング機能によりドームへの結露・着霜を低減します

ドームヒータリング機能は適宜ON/OFF切替えが可能で、ON時は日射計ガラスドームの温度が外気温より1°C~3°C程度高くなります。

IEC61724-1:2021 Photovoltaic system performance - Part 1:Monitoring では、クラス A システムで年間 GHI 時間の 2%以上に露又は霜の影響が予想される場合、日射センサへの露又は霜影響を緩和することが求められています。

MS-80SH はガラスドームへの結露・着霜を低減させるドームヒータリング機能を有しますので、この要求を満たす最適の日射計となります。

長期安定性 従来よりも気密性が高く、感度劣化の少ないセンサ構造に基づき、長期安定性が向上しました。

高速応答性 最新のサーモパイル技術は、 $< 0.5\text{sec.}@95\%$, $< 1\text{sec.}@ 99\%$ の高速応答性を実現しています。高速応答センサは、早い大気放射の変化に追従するので有益です。

優れた温度特性および非直線性 MS-80SHは従来製品よりも広い温度範囲で優れた温度特性となっており、また日射に対しリニアな出力を得られます。

低ゼロオフセット 外部気象環境の変化からの影響を受けにくいセンサと光学部品を組み合わせることで、変化し続ける大気状態においても適度な熱バランスを保つことが可能となり、従来の二重ドームを持つ全天日射計と比べて、気象環境変化によるゼロオフセットが低減しました。

保証期間と再校正 MS-80SH の保証期間は 5 年間、推奨する再校正期間は 5 年毎となります。

国際工業規格である ISO9060 が 2018 年、第 2 版への改訂となり、これに伴い全天日射計は、等級が高い順に、“クラス A”、“クラス B”、“クラス C”に分類される事となり、応答時間および分光選択性の基準を満たす日射計に対しては、それぞれ“高速応答性”、“分光平坦性”が等級のサブカテゴリとして付随されます。

MS-80SH は、“高速応答性”、“分光平坦性”のサブカテゴリを満たすクラス A の等級の全天日射計となります。

4-1. 全天日射計について

MS-80SH はドームヒーティング機能を備えた全天日射計で、PV モジュールの発電効率評価から気候研究や材料の耐久性試験のリファレンスに用いる等、様々なアプリケーションでのニーズを満たすことができます。

MS-80SH は優れた耐久性を持っています。気密性に優れ、乾燥剤が内蔵されていることからメンテナンスを低減することが可能です。全天日射計は屋外に設置されるため、センサ受感部である黒色の光吸収物質や、ガラスドームなどの光学部品及びセンサ構造は常に太陽放射、温度変化や気圧変化にさらされています。特に材料に有害である紫外放射は、材料の物理特性を変化させてしまいますが、MS-80SH のセンサ部は光学部品の下に配置されており、紫外放射や湿度、気圧の変化からの影響を受けにくくなっています。

MS-80SHは個々の製品の方位特性及び温度特性が測定された結果を検査報告書として製品に付属しております。製品校正においては、ISO9847(屋内校正方法)に定義されている国際標準規格に則った校正サービスを提供しており、ISO/IEC17025 / 9847で校正されたセンサを購入いただいた際は、ほぼ一定の校正不確かさを持っております。認証されている校正施設は定期的に審査を受け、校正基準の維持と技術的かつ管理面での専門性の基準を維持しています。

セッティングレポートには、出荷時の設定およびテストされたすべてのパラメータが含まれています(現在の設定範囲、デジタル出力通信設定)。

MS-80SHは別売のMV-01(ファン+ヒータユニット)との組合せで継続的に通風をさせる事により、ガラスドームへの結露・着霜や埃、雪の堆積を更に強靭に軽減することができます。MS-80SHとMV-01を組み合わせる場合は、MS-80SHのドームヒーティング機能はOFFにしてください。

1. MS-80SH

スマートセンサ技術とオンボードでの診断機能を搭載したMS-80SHでは2つの異なるデジタル出力タイプを選択することができ、これは、様々な工業規格で動作するシステムインテグレータにとって非常に有益です。この新しい信号変換器は内部温度および湿度センサ、ならびに傾斜センサを有しています。これら内蔵センサにより、ユーザーはMS-80SHの内部状態を監視することができ、定期的な検査を必要とせず最適な性能を確保することができます。接続方法として、Modbus RTU接続またはSDI-12接続を選択した場合、1つのネットワークに複数のセンサを接続することができます。信号変換器の設定は、弊社オプション品のEKOコンバータケーブルとコンフィギュレータソフトウェアを使用して変更できます。定期的な検査を必要とせず最適な性能を確保することができます。

ISO9060: 2018でのカテゴリ

“高速応答性、分光平坦性を備えたクラスAの全天日射計”

主な特徴:

- 小型、軽量
- 低ゼロオフセット
- 早い応答時間 (<0.5s @95%, <1s @99%)
- 出力: MODBUS RTU, SDI-12,
- 遠隔診断用の内蔵センサ(温度、傾斜位置、相対湿度)
- 広温度範囲での優れた温度特性(-20~+50°C)
- 低消費電力
- 電圧電源入力範囲が広い: DC5V 又は DC8V~DC30V (ドームヒーティング機能使用時はDC8V以上)
- ドームヒーティング機能搭載による結露、着霜の低減

4-2. フィールドアプリケーション

複数のスマートインターフェイスを備えた MS-80SH は科学研究、産業用途、太陽光発電システムの性能モニタリング用に設計されています。デジタル出力の MS-80SH は、大規模な PV サイト監視用の SCADA システムとの親和性を高めました。MS-80SH を使用すると、ユーザーは標準の PC と“Hibi ソフト”を使用して接続できます。英弘精機が開発した新しいカスタムビルドプログラムは、内部診断、カスタム設定、および MS-80SH からの日射、湿度、内部温度、および傾斜角に関するデータをリアルタイムで取得できるようにします。このデータは、MS-80SH がデータロガーのシリアル通信ポートを介して接続されている場合にも取得できます。日射計はそれぞれ独自の通信アドレスを持っています。このようにして、複数の日射計をネットワークに接続できます。

MS-80SH は、新しい内部診断システムを追加することにより、ユーザーは内部温度、内部湿度、傾斜角度をリモートで監視することができ、定期的な検査を必要とせずに、最適なパフォーマンスを確保するのに役立ちます。5 年間の再校正間隔と相まって、MS-80SH の内部診断機能は、複雑なネットワーク、アクセスが困難な場所、アクセスが制限された監視ステーションに最適なソリューションです。

4-3. 適用規格

MS-80 モデルは、次の基準に従って国際標準を参照するあらゆるアプリケーション内での使用が認定されています。

- ISO9060: 2018 Fast response and spectrally flat pyranometer class A (Pyranometer classification)
- IEC 61724-1::2021 Class A (PV monitoring system requirement)
- ASTM 2848-11 (Test Method for Reporting Photovoltaic Non-Concentrator System Performance)
- WMO-No.8 seventh edition 2008 High quality pyranometer (Meteorological system requirement)
- ISO/TR 9901:1990 (Solar energy field pyranometers recommended practice for use)
- ASTM G183 - 05 (Standard Practice for Field Use of Pyranometers)

MS-80 モデルは、キャリブレーションの国際規格に準拠し、WRR にトレーサブルです。

- ISO 9847 Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer
- ISO 9846 Calibration of a pyranometer using a pyrhelimeter
- ISO/IEC 17025:2017 scope of accreditation

4-4. 梱包内容

はじめに、梱包内容をご確認ください。万が一、梱包品に不足、または破損しているものなどがあった場合は、直ちに当社までご連絡ください。当社の製品は万全を期して生産しており、検査を実施していますが、性能に影響しない微細な傷や汚れ、個体による色合いの違いは保証の範囲外とさせていただきます。

表 4-1. 梱包内容

品目	MS-80SH
全天日射計本体	○
出力ケーブル	○ ⁽¹⁾
フード	○
取扱説明書(本書)	同梱されていません (英弘精機ウェブサイトから、ダウンロードしてください)
セッティングレポート	○ ⁽³⁾
温度特性試験報告書	○
方位特性試験報告書	○
校正証明書	○
保証書	○
クイックスタートガイド	○
固定ボルト	(M5)×2 本 (ボルト長: 75mm)
ワッシャー	(M5)×4 個
ナット	(M5)×2 個

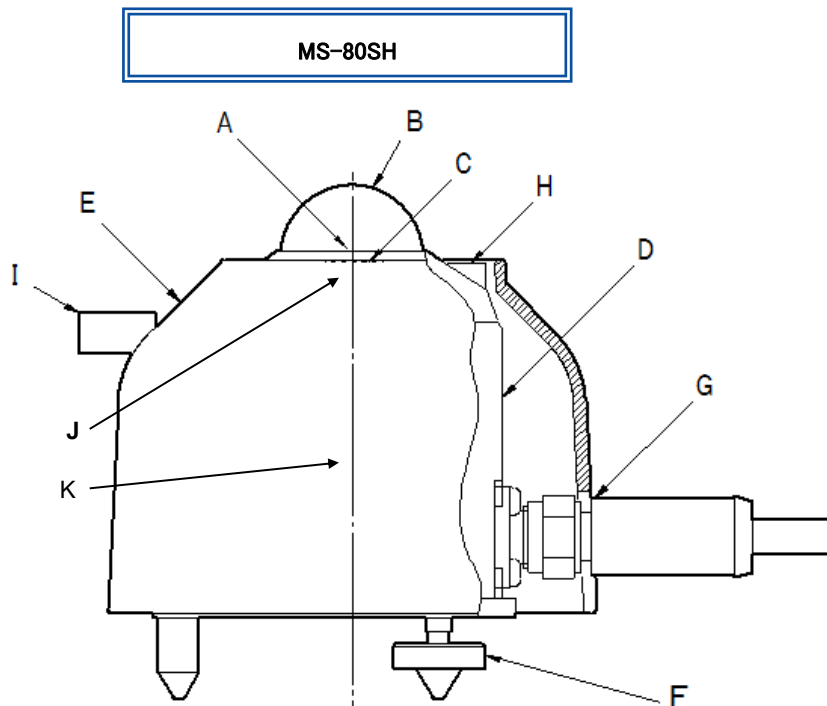
(1)MS-80SH の出力ケーブルの標準長は 10m となります。10m 以上のケーブルが必要の際は購入時にお問合せください。

(2)セッティングレポートの詳細については、付録 A-8 を参照してください。

5. 製品取扱方法

5-1. 各部のはたらき

各部の名称と主な働きを説明します。



*MS-80SH はボディ内部に信号変換器が内蔵されています

図 5-1. 各部名称(MS-80SH)

表 5-1. 各部名称
(MS-80SH)

各部名称	
A.	拡散板
B.	ガラスドーム
C.	受光部
D.	ボディ
E.	フード
F.	水平調整ネジ
G.	ケーブル / コネクタ
H.	水準器
I.	ローレットネジ
J.	受光部温度センサ
K.	筐体内温度センサ

1. ガラスドーム、拡散板

ガラスドームは、センサを外部からの汚れや雨滴から保護する役目を持っています。ガラスドームは、主に太陽放射の波長域を透過し、その逆に地表面などから放射される不要な赤外放射を遮断します。また、ガラスドームと拡散板の組合せによって、半球面全体から入射する光に生じる角度特性を向上させています。

2. センサ

製品の心臓部となるセンサ(サーモパイルセンサ)は、日射に比例した電圧を発生します。

日射計における主要な特性(応答時間、温度特性、非直線性、感度定数など)がセンサによって決定づけられます。

MS-80SH のセンサは、特殊な構造により経年変化が少なくなっています。

3. フード / ボディ

MS-80SH は、日射によるボディ温度の上昇を防ぐため、フードを備えています。ボディには耐候性のある金属を使用しており、夜間放射や輻射熱の低減、そして雨や塵埃に対し耐久性があります。

4. 水準器

本製品は、受感部が水平であることを確認するための水準器を備えています。

*使用環境により水準器の気泡抜け、液抜け、基準丸印の色褪せ、割れ等が生じる場合があります。

5. 乾燥剤

ボディ内に封入された乾燥剤は、製品内部を乾燥した状態に保ち、内部に含まれる水分がガラスドームの内側に結露することを防ぎます。乾燥剤は英弘精機での再校正の際に交換致します。

6. ケーブル / コネクタ

MS-80SH には標準長 10m のケーブルが付属しています(*)。

ケーブル及びコネクタは耐久性のある素材を使用しており、ケーブルの先端は、データロガーの端子部に簡単に取り付けられるよう、棒端子が取り付けられています。

*標準長 10m よりも長いケーブル、および丸形端子、Y 形端子が必要な場合は、英弘精機までお問い合わせください(オプション品については、7.仕様 7-4. オプション品の項を参照ください)。

塩害の危険がある区域で日射計を使用する場合は、自己融着テープでコネクタを保護する必要があります。

5-2. 設置

製品を設置する場合、精度の高い測定を行うために設置場所や設置方法について注意を要する点があります。併せてクイックスタートガイドを参考にしてください。

設置場所は、視野角 180° で全周にわたり日射を遮る物体(建物、木、山、その他)のないことが最適ですが、そのような理想的な場所はなかなか見つかりません。現実には太陽の高度角が 5° 以上で遮る物体のない場所に設置されることが望まれます。

設置場所は日常の保守(ガラスドームのクリーニング)が容易である場所、鉄塔やポールなどで影の影響を受けない場所、日射を反射しやすい明るい色の壁や看板などが近くにない場所であるかどうかを確認してから設置してください。強い衝撃は故障や感度定数の変化の原因となります。設置する際は、製品をぶついたり落としたりしないでください。

1. 水平面・傾斜面への設置方法

- 1) 製品の設置台に日射計を固定する穴が空いているか確認してください。固定穴幅[mm]は下記を参考にしてください。

表 5-2 全天日射計の固定穴幅及び固定ボルトサイズ

	MS-80SH
固定穴幅	65 mm
固定ボルト	M5 x 75 mm

- 2) フードを外してください。
ローレットネジを緩めてから、水準器方向にスライドさせて上に持ち上げれば外れます。
フードを固定した状態で持ち運ぶ際、フード部分だけでなく、製品の底部を手で支えて持つようにして下さい。
フードから製品が外れて落ちる可能性があります。
- 3) 日射計のセットアップには 2 つの方法があります(水平または傾斜)。

[水平面に設置する場合]

信号ケーブルコネクタを最も近い地球の極に向けて、日射計をセットアップします。北半球では、コネクタは北向きで、南半球では、南向きです。水準器の円の中心に気泡がくるように、2 つの水平調整ネジで水平を調節してください。気泡が中央リングにある場合、装置は水平になります。水準器の感度は(0.1°/mm)です。水平位置がずれていると入射角誤差や方位間での誤差を生じる原因となります。定期的に水準器を確認し、必要に応じて日射計の位置を調整してください。

[傾斜面に設置する場合]

日射計を水平な台上で水平を調整した後、傾斜面に取付けてください。



設置台に取付ける際、水平調整ネジと固定ネジは外さないでください、外した状態で設置した場合、設置台からの熱による出力値オフセットが生じる、設置台に熱が逃げて露霜低減効果が落ちるなど不具合発生の要因となる可能性があります。

MS-80SH の場合、Modbus RTU を介して内蔵の傾斜センサから取得した傾斜情報を取得することが可能です。
センサの位置は、2つの異なる平面(X、Y)で測定できます。

<チルト (X 軸)> (-180° to 0) と (0 to 180°)
<ロール (Y 軸)> (-180° to 0) と (0 to 180°)

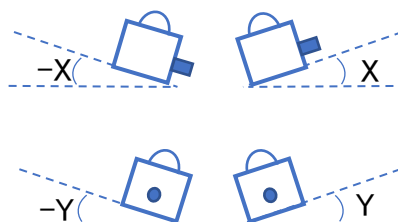


図 5.2A チルト(X 軸) (-180° to 0) と (0 to 180°)
ロール(Y 軸) (-180° to 0) と (0 to 180°)

チルト角とロール角は、校正されたセンサの X 軸と Y 軸、および表面取り付け面 X' と Y' を基準にしています。
センサが同じ平面 $X = X'$ および $Y = Y'$ に配置されている場合、測定された傾斜角およびロール角(X および Y) は、設置面 X' および Y' に対応します。



日射計コネクタはセットアップの重要な基準であり、X 軸基準面に対応しています。

水平面でのセットアップ: 信号ケーブルコネクタを最も近い地球の極に向けて、日射計をセットアップします。北半球では、コネクタは北向きで、南半球では、コネクタは南向きです。ケーブルが最も近い極に向いていない場合、角度の測定には影響しません。角度測定は、対応するセンサ位置のチルト角とロール角を反映します。

傾斜面でのセットアップについて: 日射計を設置プラットフォーム(X'、Y')に合わせた信号ケーブルでセットアップします。図 5-3B を参照してください。センサが位置合わせされていない場合、チルト(X)とロール(Y)の測定は角度 X' と Y' を反映しません。図 5-3C を参照してください。

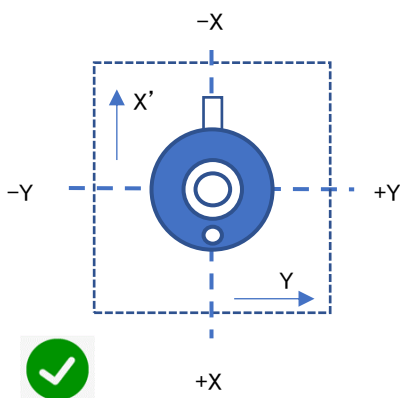


図 5-2B 傾斜面に対応する設置

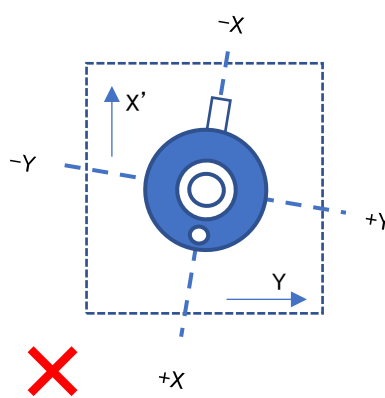


図 5-2C 傾斜面に非対応な設置

- 4) 付属の 2 本の固定ボルトで全天日射計を設置台に固定してください。
その後、フードを元通りに取付けてください。

2. ドームヒーティング機能の設定

- 1) ドームヒーティング機能の初期の設定値は ON になっています。
高い結露・着霜の低減効果を得るためには常に ON 状態で使用してください。
ON からドーム温度が安定するまで約 3 時間かかります。
省電力でお使いの場合は OFF に設定してください。

以下の方法でドームヒーティング機能の ON/OFF 切替え可能です。

【Hibi】

専用ソフトウェア Hibi の「Settings」⇒「HEATING」画面のラジオボタンで ON/OFF 切替え可能です。

【Modbus】

RS-485 通信を用い、制御機器から MS-80SH 内部レジスタを直接書き換えることで ON/OFF 切替え可能です。

レジスタ番号:151 ⇒ 設定値:OFF = 0, ON = 1

【SDI-12】

SDI-12 通信を用い、制御機器から MS-80SH へ下記コマンドを送信することで ON/OFF 切替え可能です。

送信コマンド: OFF = "aXHT0!", ON = "aXHT1!"

5-3. ケーブルの配線

長期間ご使用いただくために全天日射計のケーブルは、直射日光や風雨に直接曝されない場所(溝内やパイプ内など)に敷設してください。出力ケーブルの振動はノイズ発生の原因となりますので、屋外の露出した場所へ出力ケーブルを通線する場合は、風によるバタつきで出力ケーブルが振動しない様に固定具を用いて固定してください。余分な長さのケーブルは出来る限り切断して使用することをお勧めします。

また、出力ケーブルの引き廻しによってはノイズが生じる可能性がありますので、AC 電源、高圧線および携帯電話基地局等の電磁誘導ノイズ源から離して配線を行ってください。

1. シールド線の接続



<MS-80SH>

日射計の筐体は、ケーブルのシールド線に接続されていますので、測定器側でシールド線をアースに接続してください。

日射計の筐体側ではアースに接続しないでください。2点アースとなり、ノイズが生じる原因になります。

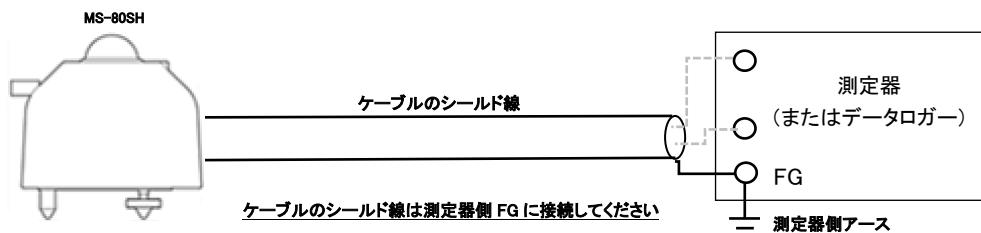


図 5-3. MS-80SH のケーブルシールド線接続方法

2. 配線手順

MS-80SH の出力ケーブルコネクタを本体コネクタ部に挿し込んでから廻して接続してください。

コネクタは真っ直ぐに奥まで差し込み、ネジを最後までしっかり締めてください。一旦締めたあとに、再度ネジが締まっていることを確認してください。



- 1) コネクタが緩んでいると水が入り、故障の原因となります。
- 2) ケーブルが風でバタつくことが無いようしっかり固定してください。
- 3) 必ず電源アース端子をアースに接続してください。

5-4. 接続

MS-80SH は、二つのデジタル信号出力 (Modbus RTU、SDI-12) を備えた高度な測定機能を提供するデジタルスマートプロセッシングインターフェイスに基づいています。)

表 5-3. MS-80SH の出力パラメータ

出力パラメータ	MS-80SH Modbus RTU / SDI-12
日射強度	○
温度	○
傾斜角度	○
相対湿度	○
日射計内部湿度異常アラート	○
ドームヒーティング異常アラート	○
センサ情報	○

1. デジタル出力 (Modbus RTU / SDI-12)

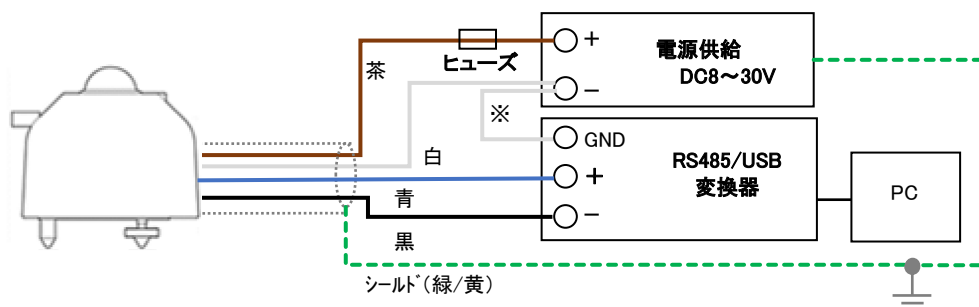
MS-80SH は、Modbus RTU と SDI-12 の 2 つのデジタル出力モードで動作します。Modbus RTU 出力はデフォルトに設定され、SDI-12 出力は Hibi ソフトウェアから選択できます。

A. MS-80SHと PC の Modbus RTU 接続



- PC との接続用にオプションの EKO コンバータケーブルを提供できます。RS485/USB 変換ケーブルは、Hibi ソフトウェアによるセットアップ、センサ診断、データロギングに必要です。地域によっては、オプションのコンバータケーブルが異なる場合があります。
- ノイズやサージから機器を保護するため、ケーブルのシールド線は 1 点でアースに接続する必要があります。接続しなかった場合、電子機器が損傷する恐れがあります。
- ケーブルのシールド線は日射計本体内部のサージ保護回路と筐体に接続されています。2 点アースを防ぐため、日射計筐体と設置架台は電気的に絶縁する必要があります。
- 火災につながる恐れがあるので、必ずヒューズを接続してください。

ネジ留め式端子またはオープンワイヤのコンバータの場合は、センサケーブルの対応する色の 5 本の線を、RS485/USB コンバータと電源に接続します (図 5-4)。一部の交換ケーブルは、USB ポートから 5V の供給電圧を提供します。日射計内部の設定変更を行う場合、ドームヒーティング機能“OFF”で使用する場合には追加の電源は必要ありません。それ以外の場合は、別途 DC8V 以上の電源を使用してください。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-80SH の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列に接続してください。



※ 安定な通信を行うため、電源のマイナスと RS485/USB 変換器の GND を接続してください。

図 5-4. MS-80SH の Modbus RTU 接続方法(PC)



RS485/USB 変換ケーブルの種類と設計の違いによっては、一部の市販の RS485/USB 変換ケーブルが正しく動作しない場合があります。伝送ラインが高インピーダンス状態のときに電圧レベルを一定に保つには、プルアップ抵抗とプルダウン抵抗が必要です。また、伝送ラインの終端からの反射を防ぐために終端抵抗が必要です。

B. MS-80SH とデータ収集装置の Modbus RTU 接続

センサケーブルの対応する色の5本の線をデータロガーマスターと電源ユニットの RS-485 通信ポートに接続します(図 5-5)。電源端子を DC 電源[8~30V]に接続します。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-80SH の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列に接続してください。

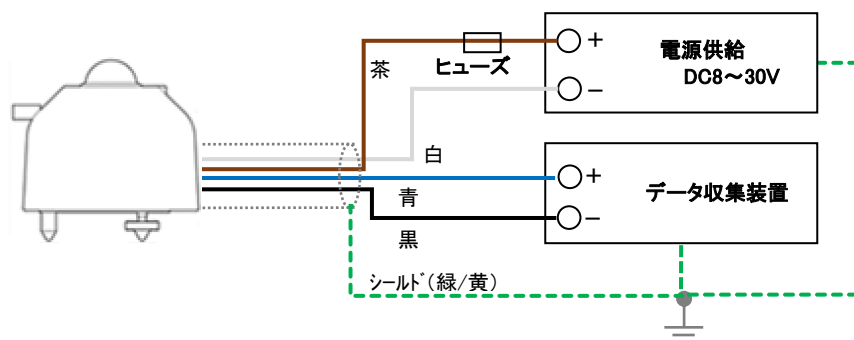


図 5-5. MS-80SH の Modbus RTU 接続方法(データ収集装置)

MS-80SH は、RS-485 Modbus RTU 通信ネットワーク内で複数台接続できます。1 つのマスターに対して最大 31 個のスレーブセンサを接続して、固有のアドレスを割り当てることができます。複数台接続されるネットワークの場合、スレーブセンサは、図 5-6 に示すように、推奨される RS-485 規格に従って構成する必要があります。

マスターはデータロギングデバイスを表し、スレーブは同じネットワーク内の MS-80SH またはその他のシリアルデバイスなどのデバイスを表します。スレーブの通信線をマスターの Modbus RTU 通信入力に接続します。通信ラインの終端に 120Ω の終端抵抗を接続します。マスターデバイスには、終端抵抗とプルアップおよびプルダウン抵抗が内蔵されている場合があります。通信上の問題が発生した場合は、個別に適用してください。

Modbus アドレスは製品シリアル番号の末尾 2 桁となっております。なお、末尾が"00"となっている場合は"100"となります。

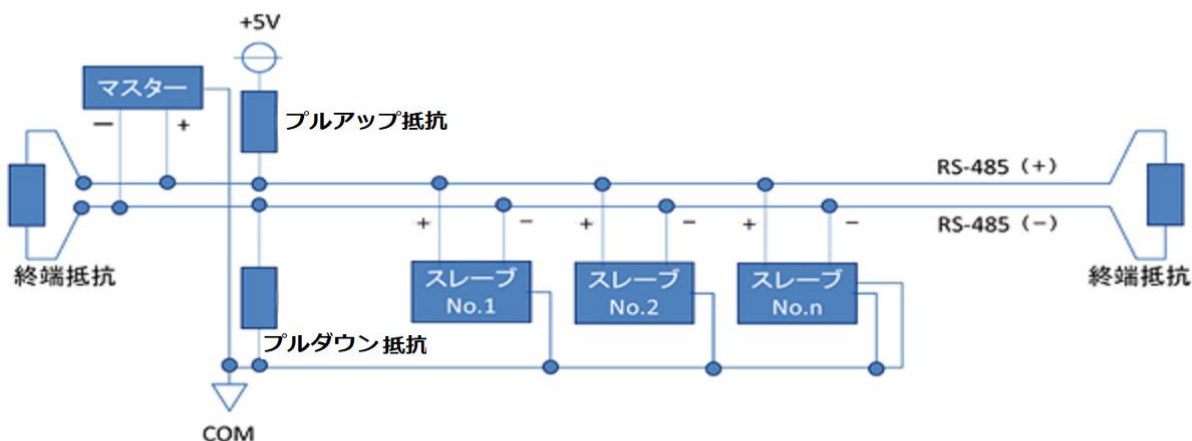


図 5-6. MS-80SH の接続方法



- 終端抵抗(通常 120~150Ω)を適用します。通常、長いラインで反射が発生し、レシーバーがロジックレベルを誤って読み取ります。適切な終端処理により反射が防止され、データの整合性が向上します。
- プルアップ抵抗とプルダウン抵抗(通常は 680~850Ω)を適用します。伝送ラインが高インピーダンス状態のときに電圧レベルを一定に保つために必要です。



- 接続距離や接続数によっては通信エラーが発生する場合があります。その場合は、RS485 ブースターまたはリピーターをご用意の上ご利用ください。
- スレーブが一台の場合でも、RS485 変換器側でプルアップ／プルダウン抵抗、終端抵抗が入っていないものに関しては付けて使用することを推奨いたします。



- 日射計の内部にはサージ保護基板が組み込まれておりますが、ケーブル長が 10m を超える場合は適切な SPD 等を増設し、計測システムを雷サージから保護してください(A-10 参照)。
- **Modbus RTU と SDI-12 を同時に使用すると通信トラブルが起きる場合があります。**

C. MS-80SH とデータ収集装置の SDI-12 接続

センサケーブルの対応する色の4本の線を DC 電源(12V)とデータ収集装置に接続します(図 5-7)。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-80SH の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列に接続してください。



- 電源と SDI-12(-)ラインを相互接続します。
- SDI-12 と Modbus RTU を同時に使用すると通信トラブルが起きる場合があります。



- 日射計の内部にはサージ保護基板が組み込まれておりますが、ケーブル長が 10m を超える場合は適切な SPD 等を増設し、計測システムを雷サージから保護してください(A-10 参照)。

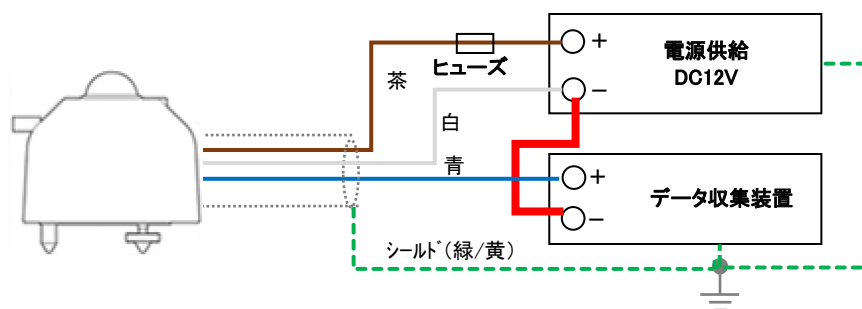


図 5-7. MS-80SH の SDI-12 の接続方法

MS-80SH は、マルチセンサ SDI-12 通信ネットワーク内で構成できます。1つのマスターあたり最大 20 台の S シリーズセンサを接続し、一意のアドレスを割り当てることができます(*)。複数センサネットワークの場合、センサは、図 5-8 に示すように、推奨される SDI-12 構成標準に従って構成する必要があります。接続するスレーブとマスター間のケーブル長が 60m 未満であることを確認してください。シールド線はアースに接続してください。そうしないとノイズが発生する場合があります。

(*) 他 SDI-12 通信機器を接続時、上限数が変わる場合があります。

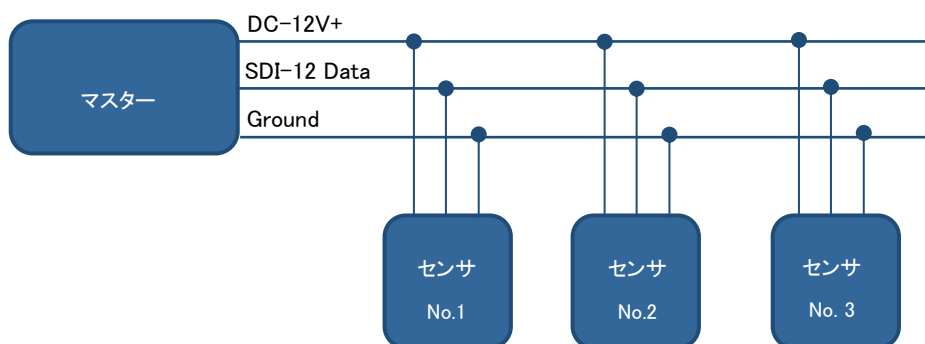


図 5-8. SDI-12 での通信接続

表 5-4. ケーブル配列 (MS-80SH)

No.	ケーブル線色	Modbus RTU	SDI-12
1.	茶色	DC5V ^(*) 又は DC8~30V(+)	DC12V
2.	白色	GND /RS485GND	GND
3.	青色	RS485 +	SDI-12 Data
4.	黒色	RS485 -	---
5.	灰色	---	---
シールド	緑/黄	FG	FG

^(*)DC5V 電源で動作させる場合、ドームヒーティング機能は使用できません

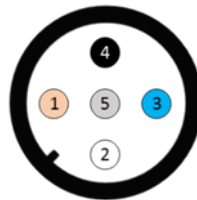


図 5-9. MS-80SH のコネクタピン番号

各番号は、表 5-4 の番号に対応しています。

5-5. 日射測定

1. データロガーの設定

日射計の出力信号はデータロガーなどのデータ収集装置によって収録されます。日射を継続的に測定する場合は、データロガーを使用することをお勧めします。これは、長期間にわたってデータを記録するのに十分なメモリがあり、日射計の測定パラメータを処理する機能があります。使用されるセンサ出力に応じて、データロガーは割り当てられた出力タイプを測定できる必要があります。

デジタル出力を備えた MS-80SH では、Modbus RTU または SDI-12 の通信ポートが必要です。MS-80SH の場合、入力範囲、分解能、インピーダンスは重要ではなく、気象または産業用データロガーの標準的な機能があれば十分です。

長期間連続した測定を行う場合は全天日射計をデータロガーに接続して使用するのが一般的です。その場合、測定データのサンプリング間隔と平均／積分間隔を、データ容量を考慮の上、適切に設定することが重要です。また、目的に合わせてデータを平均／積分することで記録データ量を削減することもできます。まず、全天日射計の応答時間によってサンプリング間隔が決まりますが、応答時間は全天日射計の各型によって異なりますので製品仕様(表 7-1)をご参照ください。サンプリング間隔は応答時間よりも短くすることが推奨され、サンプリング間隔が短ければそれに合わせて平均／積分間隔も短く設定可能となります。当社では応答時間を『出力電圧が 95%に達するまでの時間』と定義づけています。

測定データの平均化や統合を実行することは、たとえば、データ量を減らしたり、アプリケーション固有の要件を満たすために意味があります。サンプリングレートが短いほど、平均化/積分時間を短くできることに注意してください[MS-80 の例: 10 Hz のサンプリングレート、1 分の平均化期間]。平均値を保存するだけでなく、平均期間中にすべての統計値、つまり平均値、積分値、最小値、最大値、および標準偏差を追跡することも意味があります。一般的な推奨事項として、平均化/積分周期はできるだけ短くする必要がありますが、処理されたデータを安全に保存するためにデータ量を減らすのに十分な長さである必要があります。

日射測定の推奨事項は、[1]「気象機器と観測方法のガイド」、WMO リファレンスドキュメント No. 8 で説明されています。

2. 日射計のデフォルト設定

MS-80SH は、異なる産業用信号出力 (Modbus RTU、SDI-12) を備えた高度な測定機能を提供するデジタルスマートプロセッシングインターフェイスに基づいています。

MS-80SH の初期値設定と重要なパラメータに関する情報の表示箇所:

表 5-5. MS-80SH 設定値の記載箇所

MS-80SH	記載箇所
感度定数	<ul style="list-style-type: none">校正証明書Modbus レジスタSDI-12 レジスタ
Modbus RTU (初期値)	<ul style="list-style-type: none">セッティングレポート (Appendix A-8 MS-80SH セッティングレポートを参照)Modbus レジスタ<ul style="list-style-type: none">アドレス (シリアル番号の下 2 桁、100 のときは "00")ボーレート 19200パリティ 偶数
SDI-12	<ul style="list-style-type: none">セッティングレポートSDI-12 レジスタ<ul style="list-style-type: none">アドレス 0ボーレート 1200パリティ 偶数
ドームヒーティング機能 ^(*) (初期値 ON)	<ul style="list-style-type: none">セッティングレポートModbus レジスタ

^(*)製品出荷時、ドームヒーティング機能の設定は ON となっています。機能の ON/OFF 切替えは専用ソフトウェア Hibi 画面上からの操作又は、Modbus RTU、SDI-12 それぞれのレジスタを書き換えることで行えます。操作手順詳細は A-3 ソフトウェア 5)各種設定項目 3.「DOME HEATING」設定項目 A-4 通信仕様 (MS-80SH Modbus RTU) A4-10. No.100 以降のレジスタを参照ください。

3. 日射の変換方法

1) MS-80SH (Modbus RTU 出力、SDI-12 出力)の場合

内蔵された信号変換器によって換算された日射強度を出力として得られる為、測定レンジの設定、および日射強度への換算は不要となります。

4. 測定値の積算について

長期間連続した測定を行う場合は全天日射計をデータロガーに接続して使用するのが一般的です。その場合、測定データのサンプリング間隔と平均/積分期間を、データ容量を考慮のうえ適切に設定することが重要です。

当社では応答時間を『出力電圧が95%に達するまでの時間』と定義づけています。サンプリング間隔は応答時間よりも短くすることが推奨されます。

目的に合わせてデータを平均/積分することで記録データ量を削減することができます。

サンプリング間隔が短ければそれに合わせて平均/積分期間も短く設定可能となります(例:MS-80 の場合、サンプリング間隔<1 秒、平均期間 1 分など)。平均値だけでなく積分、最小、最大、標準偏差等の統計値を記録することも有益です。通常、データの記録容量が許す範囲で平均/積分期間をなるべく短く設定します。

参考文献:「WMO Nr8 : Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation」

積算日射量の計算式:

1 日分の日射量(=日積算日射量、DTI: The Daily Total Solar Irradiance)は、日射量[W/m²]を積分することにより求められます。日積算日射量 **DTI** を求める為には、平均日射量 I [W/m²]に平均した間隔 t 秒を乗じ、1 日の平均データ数 n を加算する事によって求められます。物理単位は[J/m²]となり、 $J = W \cdot s$ から計算できます。

$$DTI = \sum_{k=1}^n I_k \times t_k$$

6. メンテナンス & トラブルシューティング

6-1. メンテナンス

正確な測定の維持の為に、ガラスドームを含む日射計の状態が適切にメンテナンスされていることが必要です。交通量の多い道路や空港に隣接した場所に設置した場合、測定精度に影響が出る可能性もあります。設置場所に応じた適切なメンテナンスを心がけてください。

表 6-1. メンテナンス項目

点検事項	頻度	メンテナンス内容	怠った場合の問題点
ガラスドーム清掃	1週間に 数回	ガラスドーム清掃については、1週間に数回、水分をよく絞った柔らかい布でガラスドームの汚れを拭き取り、きれいな状態を保ってください。	ガラスドームの汚れにより太陽放射がセンサに十分に伝わらず、測定誤差が生じます。
外観確認	毎週	ガラスドームおよびボディに、割れや傷が生じていないか確認して下さい。	内部への雨滴や露などが浸入し、日射計の損傷に繋がります。
水準器確認	毎週	日射計の水準器を確認し、必要に応じて水平調整してください。 (水平面設置の場合)	水平状態からの傾きに応じた入射角誤差が生じます。
ケーブル確認	毎週	ケーブルが風でパタつかない様、架台等に固定されているか、断線していないか、またコネクタに緩みがないか確認してください。	センサからの出力が出ない、またはノイズが乗る原因となります。 電源ケーブルが損傷した場合は、感電する恐れがあります。
設置台確認	毎週	ボルトが緩んでいないか、設置台に損傷やがたつきが生じていないか確認してください。	ボルトの緩みから生じる製品の落下や設置台の倒壊に伴い、製品が損傷する恐れがあります。
フード確認	毎週、悪 天候前後	フードが外れていないか、ローレットねじに緩みがないか確認してください。	フードが落下する事で製品の破損、温度上昇による誤差が拡大する恐れがあります。
再校正	5年毎	測定精度の維持の為、再校正を定期的 に実施してください。 詳細については英弘精機まで、お問 合せ下さい。	センサの経年変化により、誤差が生じる恐れ があります。

表 6-2.確認項目

点検事項	頻度	メンテナンス内容	効果
データの妥当性	毎週	日中の日射データを確認し、前日または隣接する日射計と比較してください。	出力に大きな個体差がある場合、操作や設置などに問題がある可能性があります。
ノイズの有無	毎週	夜間日射の値を確認してください。	センサの出力安定性を確認することができません。
異常温度の検出	毎週	Modbus RTU または SDI-12 通信により、センサ温度レジスタを確認してください。	急激に温度が変化する場合はオフセットが生じる可能性があります。
乾燥剤の確認	毎週	Modbus RTU または SDI-12 通信により、相対湿度レジスタ又は湿度アラートレジスタを確認してください。	日射計内部の状態は、時間とともにわずかに変化する可能性があります。日射計内部の相対湿度が高くなると、ガラスドーム内部が曇る可能性があります。
傾斜角度の確認	毎週	Modbus RTU または SDI-12 通信により、傾斜角度レジスタを確認してください。	設置後から傾度がずれている場合角度特性による出力値のズレが生じる可能性があります。
ドームヒーティング電流	毎週	Modbus RTU または SDI-12 通信により、ドームヒーティング電流アラートレジスタを確認してください。	ドームヒーティング機能 ON 時、ドームヒーティング電流が正常に通電していないと、結露・着霜の付着低減効果を十分に得られません。

6-2. 校正及びトレーサビリティについて

太陽放射測定の精度を維持する為、5年毎に1度の製品の再校正を実施することを推奨します。

下記に製品の校正方法と、校正不確かさについて記載しております。

再校正の詳細については、英弘精機カスタマーセンターへ連絡をお願い致します。

1. 校正方法

MS-80SHは、一定温度に管理された室内において1000W/m² AAAクラスのソーラシミュレータ、および専用の校正設備を用いて校正されています。

屋内校正手順

校正の手順としては、

①標準器と製品をソーラシミュレータから同じ距離になる様、水平状態にて光の中心に交互に配置、②標準器と製品を交互に日射1000W/m²で連続照射し、それぞれの出力(mV)を規定時間分、測定します。③標準器の出力(mV)と感度定数($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)から、光照射時の日射強度(W/m²)を算出し、④同様に測定した製品の出力(mV)を、標準器の日射強度(W/m²)で除した値が感度定数($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)として算出されます。

屋内校正の測定不確かさ

一定の室温、安定した光照度を持つソーラシミュレータを使用している為、校正不確かさが小さくなり、

屋内校正方法による校正の再現性は99%以上です。

拡張校正不確かさの値については全天日射計の型式に依存しており、結果は校正証明書に記載されています。

作業環境(周辺温度など)やソーラシミュレータの出力は比較的安定している為、日射計校正の不確かさは、日射計標準器の不確かさ、及び製品と社内標準器の測定間における入射光の最大変動を考慮して求められています。

屋外校正の測定不確かさ

感度定数の総合的な不確かさを最小限にする為、測定条件として環境温度や最低全天日射量、そして最低太陽高度などの制限が適用されます。感度定数の不確かさは統計的に1.96 σ の標準偏差が確認されており、それは社内標準器と95%の合致を意味しています。

2. トレーサビリティ

製品の校正に用いる英弘精機の標準器は、PMOD (Davos, Switzerland)で管理するWRR (World Radiometric Reference)にトレーサブルです。そして、校正用の計測機器は、JEMIC (Japan Electric Meters Inspection Corporation)にトレーサブルです。

英弘精機の全天日射計標準器は、英弘精機が所有する絶対放射計に対し、ISO9048 に記載の遮蔽方式(『A New Method for Calibrating Reference and Field Pyranometers (1995)』 Bruce W Forgan)にて2年毎に比較校正されています。

英弘精機が所有する絶対放射計は5年毎に開催されるIPC(国際直達日射計比較観測)において、WRRと比較測定を実施しております。

6-3. トラブルシューティング

修理やお問い合わせのご連絡を頂く前に、下記の項目をご確認ください。下記項目に当てはまらないトラブルや、技術的質問などは、当社までご連絡頂けますようお願い致します。

表 6-3. トラブルシューティング一覧

症 状	対 処 方 法
出力が出ない	センサが正しく接続されていること、電源の種類や電圧値が適切であることを確認してください。また、通信設定(ポート、ボーレート、コンバータ ID)が適切か確認してください。
出力が以前より低い	ガラスドーム部に汚れや雨滴や埃が付着している可能性があります。柔らかい布等で清掃をしてから、再度出力を確認してください。 センサの経過変化により出力が低下している可能性があります。定期的な再校正を実施してください。
夜間に出力が出る	日射計製品はセンサ部の温接点、冷接点間の温度差に比例して出力します。それ故に夜間に僅かな温度差(例えば、筐体とセンサ間に生じた温度差)が生じる事によって、出力が出る事がありますが、これは熱起電力型の素子固有の現象であり、機器の故障ではありません。
ノイズが生じる	シールドの接続に緩みが無いか確認してください。 出力ケーブルが風でバタ付いていないか確認し、必要に応じて固定または金属管に通線して下さい。 製品またはケーブルの周囲に電磁波を生じる物が無いか確認してください。
ドームヒーティング電流アラートが出る	日射計の電源供給電圧が DC8V 以下となっていないかを確認してください。 (ドームヒーティング機能を使用するためには DC8V 以上の電源供給が必要です)

7. 仕様

7-1. 製品仕様

1. 特性

MS-80SH の特性値(代表値)と ISO9060 規格に該当する値の比較を表 7-1 に、その他の仕様を表 7-2 に示します。

表 7-1. 製品の代表値と ISO9060 規格の比較表

特性項目		MS-80SH
	ISO9060: 2018	クラス A
	ISO9060: 1990	セカンダリスタンダード
	分光平坦性	○
	高速応答性	○
応答時間 (出力 95%)	< 10 sec	< 0.5 sec
応答時間 (出力 99%)	---	< 1 sec
ゼロオフセット a	± 7 W/m ²	± 1 W/m ²
ゼロオフセット b	± 2 W/m ²	± 1 W/m ²
ゼロオフセット全量 c	± 10 W/m ²	± 2 W/m ²
長期安定性	± 0.8 %/1yr	± 0.5 %/5yrs
非直線性	± 0.5 %	± 0.2 %
方位特性	± 10 W/m ²	± 10 W/m ²
分光誤差	± 0.5 %	± 0.2 %
分光選択性	± 3 %	± 3 %
温度特性 (-10~40°C)	± 1 %	± 0.5 % ⁽¹⁾
(-20~50°C)	---	± 0.5 % ⁽¹⁾
(-40~70°C)	---	± 2 %
傾斜特性	± 0.5 %	± 0.2 %
信号変換誤差	± 2 W/m ²	± 1 W/m ²

⁽¹⁾ ドームヒーティング機能 ON 時と OFF 時の温度特性差は±0.1%以内です

ISO9060: 1990 から特性項目の内容が一部、変更となっています。取扱説明書に記載の内容も併せてご参照下さい。

表 7-2. その他の仕様一覧

特 性 項 目	MS-80SH
視野角	2π (sr)
測定波長範囲	285 to 3000nm
使用温度範囲 ⁽¹⁾	-40 to +80°C (精度保証温度範囲 : -20 to +50°C)
最大動作日射強度 ⁽²⁾	4000W/m ²
デジタル信号出力	-200W/m ² to +2000W/m ²
水準器精度	0.1°
傾斜センサ精度	< ±1°
湿度センサ精度	公称: ±2%RH
受光部温度センサ	Pt100 Class A ⁽³⁾
筐体内温度センサ精度	±0.5°C(最大公差)
保護等級 (IP コード)	IP67 (IEC60529, JIS C0920)
質量	0.41kg
表面処理	アルマイト加工(陽極酸化処理)
感度定数	約 10 μV/W/m ²
出力ケーブル(外径)	AWG22
	0.3mm ² x 5 芯 (φ 5.3~5.7mm)
出力ケーブル端子	棒端子(0.3-9.5)
出力信号	1) Modbus RTU (デフォルト) 2) SDI-12
分解能	< 0.01 (W/m ²)
アラート信号	日射計内部湿度の異常時、ドームヒーティング電流の異常時に警告
電源供給	・Modbus RTU : DC5V±5%(USB BusPower) ⁽⁴⁾ ドームヒーティング機能非使用時 DC8V-DC30V±10% ⁽⁵⁾ ドームヒーティング機能使用時 ・SDI-12 : DC12V±10% ドームヒーティング機能使用/非使用とも
消費電力	ドームヒーティング機能使用時: <1.4W ドームヒーティング機能非使用時: <0.2W
MTBF	10 年

(1) 精度保証温度範囲を超えた雰囲気温度で使用する場合、誤差が大きくなる恐れがあります。

(2) 最大日射強度よりも強い日射を照射すると日射計が損傷する恐れがあります。

(3) 温度センサは内部の Modbus 変換器に接続されています。

(4) センサをパソコンに接続することで、センサの設定を変更できます(オプションの RS-485 to USB コンバータケーブルを使用し、EKO ホームページから無料設定ソフトをダウンロード)。

(5) DC8V 電源供給から動作しますが、ドームヒーティング機能を含む日射計全体の動作を長期間安定してご使用頂くためには、DC12V 以上の電源供給を推奨します。

表 7-3. 各動作時の消費電力(ドームヒーティング機能非使用時)

	5V DC	12V DC	24V DC	備考
待機時	75mW (approx. 15mA)	90mW (approx. 7.5mA)	110mW (approx. 4.5mA)	—
Modbus RTU	170mW (approx. 34mA)	180mW (approx. 15mA)	190mW (approx. 8mA)	Modbus RTU 通信アクセス タイミングのピーク値

表 7-4 各動作時の消費電力(ドームヒーティング機能使用時)

	12V DC	24V DC	備考
待機時	1.1W (approx. 90mA)	1.1W (approx. 43mA)	—
Modbus RTU	1.1W (approx. 95mA)	1.1W (approx. 46mA)	Modbus RTU 通信アクセス タイミングのピーク値

7-2. 日射計寸法

1. MS-80SH

表 7-5. 寸法一覧表

	MS-80SH
A. 固定穴幅	65 mm
B. ボディ高	73 mm
C. 固定ネジ高	16 mm
D. 全幅(フード含む)	Φ96 mm
E. 全体の高さ	101mm

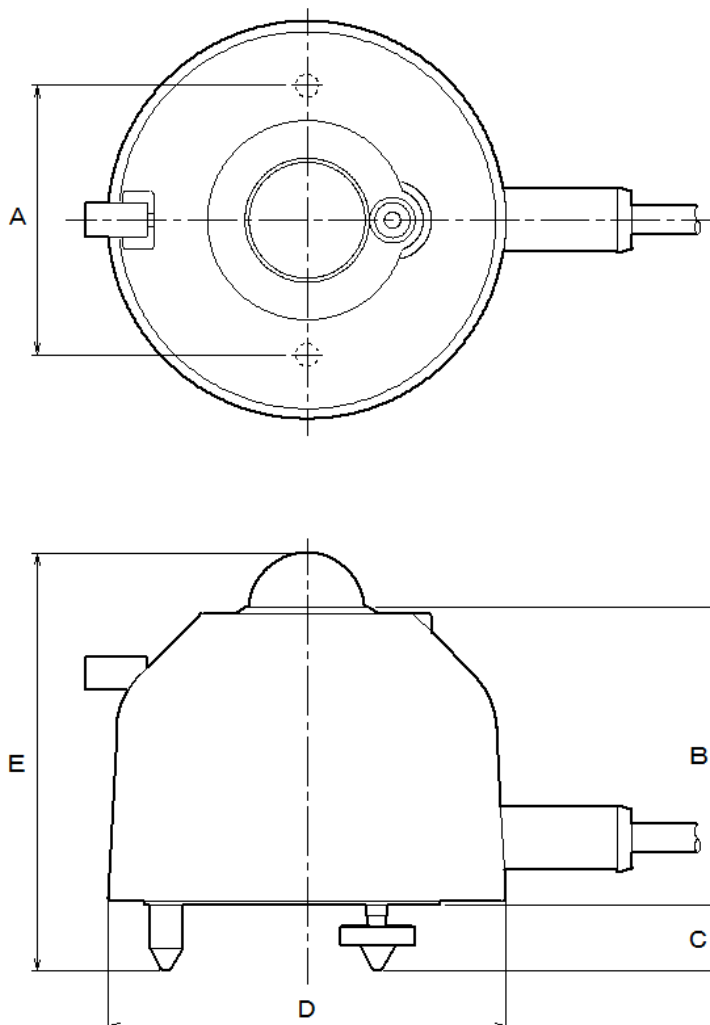


図 7-1. 外形図 (MS-80SH)

7-3. 出力ケーブル

1. MS-80SH

結線方法については「5-2. 設置、2. 接続方法」を参照下さい。

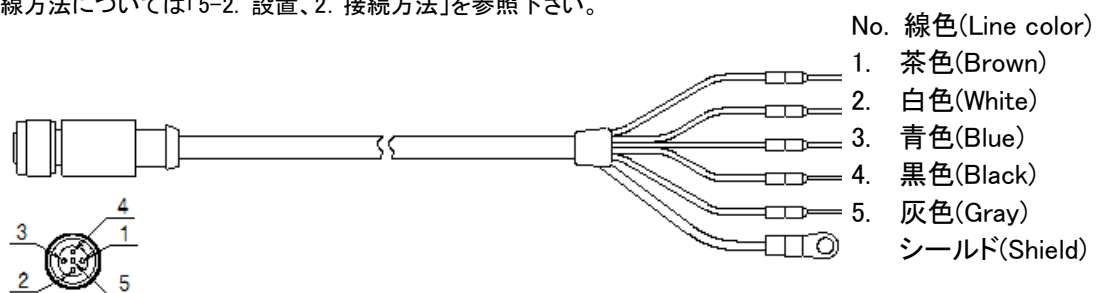


図 7-2. 出力ケーブル

2. EKO コンバータケーブル(オプション)

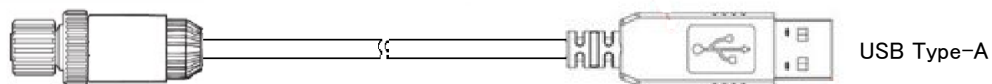


図 7-3. EKO コンバータケーブル

7-4. オプション品

表 7-6. オプション品一覧

オプション品	詳細
出力ケーブル ⁽¹⁾⁽²⁾	ケーブル長: 10m、20m、30m、50m 先端処理: Y形端子、丸形端子
ベンチレーションユニット	モデル名 : MV-01
EKOコンバータケーブル	MS-80SHの信号をRS485からUSBに変換し、PCに接続します。 ケーブル長5m

(1)MS-80SH の標準ケーブル長は 10m です。

(2)オプションケーブルご使用の際の電源供給電圧は **DC24V 以上**を推奨します。

A-1. 用語の定義

表 A1-1. 用語一覧表

全天日射強度	水平面で受ける半球面からの日射強度で、単位は[W/m ²]または[kW/m ²] となります。
直達日射強度	太陽周辺光を含む太陽からの直達光を小さな立体角で受ける日射強度で単位は [W/m ²]または[kW/m ²] となります。
散乱日射強度	全天日射強度から直達日射成分を除いたもの。 大気中に浮かぶ微粒子、エアロゾル粒子、雲、その他の粒子で散乱され、間接的に地表に到達する日射強度であり、単位は[W/m ²]または[kW/m ²] となります。
全天日射計	300～3000nm の波長範囲への感度を持ち、任意の平面に到達する半球面からの日射強度を測定するために設計された放射計の事です。
直達日射計	300～3000nm の波長範囲に感度を持ち、太陽周辺光を含む太陽からの直達光の日射強度を測定するために設計された放射計の事です。
世界気象機関 (WMO)	気象業務の国際的な標準化と調整を行っている国際連合の専門機関です。 WMO: World Meteorological Organization の略
世界放射基準 (WRR)	SI 単位での 0.3%以下の不確かさを持つ絶対放射計基準器群にて維持されている世界の放射基準です。 この基準器群は 1980 年 1 月 1 日に発効され、世界気象機関(WMO)により維持・管理されています。 WRR: World Radiation Reference の略
ISO9060:2018	ISO(国際工業規格)のうち、全天日射計、直達全天日射計の等級を分類する為の規定を定めたものであり、1990 年に初版が発行され、次いで 2018 年に第 2 版が改訂されました。 全天日射計は各特性の性能に基づき A, B, C の 3 クラスに分類され、且つサブカテゴリとして「分光感度平坦性」および「高速応答性」の仕様を定めています。 直達日射計は各特性の性能に基づき AA, A, B, C の 4 クラスに分類され、且つサブカテゴリとして「分光感度平坦性」および「高速応答性」の仕様を定めています。

A-2. 全天日射計の特性

表 A2-1. 日射計特性一覧表(「国際工業規格 ISO9060」より)

応答時間	全天日射計の出力が 95%に至るまでの時間 [sec]
ゼロオフセット a	放射収支量-200W/m ² 時 におけるオフセット出力 [W/m ²]
ゼロオフセット b	雰囲気温度が 1 時間で 5°C 変化した際に生じるオフセット出力 [W/m ²]
ゼロオフセット c	(ISO9060:2018 追加)ゼロオフセット a)、b)、およびその他のオフセットを含めた合計値 [W/m ²]
長期安定性	センサの経年変化に伴う感度変化量 [%/年]
非直線性	500W/m ² 光照射量下での出力を基準とし、100W/m ² から 1000W/m ² まで日射を変えた場合の理論値に対する出力誤差 [%]
方位特性	日射 1000W/m ² の光を、あらゆる方位、角度から入射した場合に生じる余弦則に対する出力誤差 [W/m ²] (ISO9060:2018 追加) 天頂角 90 ° あるいはそれ以上の天頂角を含める。
分光誤差	(ISO9060:2018 追加) IEC60904-3: 2016 Photovoltaic devices "Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data" にて定義される標準分光日射 AM1.5 に対し、晴天日の複数大気条件下における AM1.5 および AM5 での分光日射に対する日射計の最大のスペクトルミスマッチ誤差 [%]
分光選択性	(ISO9060:2018 削除) 0.35 μm から 1.5 μm の波長範囲の対応する分光透過率と分光吸収率の積の平均に対するパーセント偏差 [%]
温度特性	(ISO9060:2018 変更) 1000 W m ² の日射において、雰囲気温度を -10 ~ +40°C まで変化させた際の 20 °C 時の出力に対する出力誤差 [%]
傾斜角特性	(ISO9060:2018 変更) 1000W/ m ² の日射に全天日射計を正対させた状態で 0° (水平状態) から 180° まで設置傾斜角を変更した際に生じる出力誤差 [%]
分光平坦性	(ISO9060:2018 追加) 分光選択性が 3%未満の場合、サブカテゴリとして“分光平坦性”が該当するクラスに付随されます。
高速応答性	(ISO9060:2018 追加) 95%に至るまでの時間が 0.5 秒未満の場合、サブカテゴリとして“高速応答性”が該当するクラスに付随されます。

A-3. ソフトウェア(Hibi)

EKO ホームページからダウンロードできる MS-80SH 用ソフトウェアで、データロギングと設定変更が可能です。本ソフトウェアを使用するためにはオプション品の「RS485/USB 変換ケーブル」が必要です。

1. ソフトウェアのインストール

以下の手順に従って、コンフィギュレータソフトウェア「Hibi」をインストールします。

- 1) EKO ホームページの MS-80SH 製品ページから最新バージョンの「hibi.zip」ファイル[圧縮ファイル: Zip 形式]をダウンロードします。
- 2) 「hibi.zip」ファイルを解凍し、「setup.exe」ファイルがある事を確認します。
- 3) 「setup.exe」ファイルを実行し、コンフィギュレータソフトウェア「Hibi」をインストールします。

2. ハードウェアの準備

ソフトウェアがインストールされたら、設定に必要なデバイスを接続します。

- 1) ソフトウェアをインストールした後、「RS485/ USB 変換ケーブル」の USB コネクタを PC に接続します。
- 2) MS-80SH の通信端子を「RS485/ USB 変換ケーブル」の通信端子に接続します。
- 3) 電源端子を電源(DC5V 又は 8~30V)に接続し、電源を ON します。
- 4) オプション品の EKO コンバータケーブルを使用すると、ケーブルのコネクタを本体に差し込むだけで簡単に設置できます。MS-80S の電源は USB 経由で供給できます(図 A3-2 を参照)。

※EKO コンバータケーブルは設定用に作られていますので、屋外での長期間の使用は避けてください。

アース線は接続されていないので、落雷が発生した場合はサージにより PC を損傷する可能性があります。

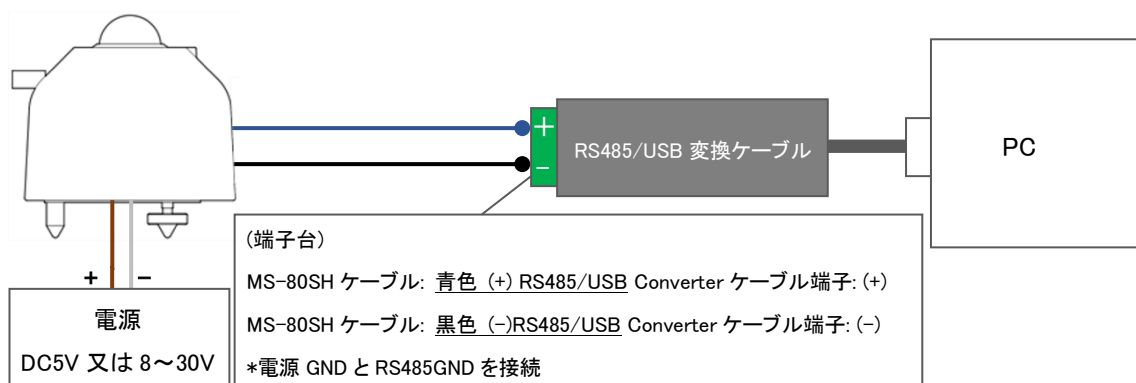


図 A3-1. ハードウェアの準備

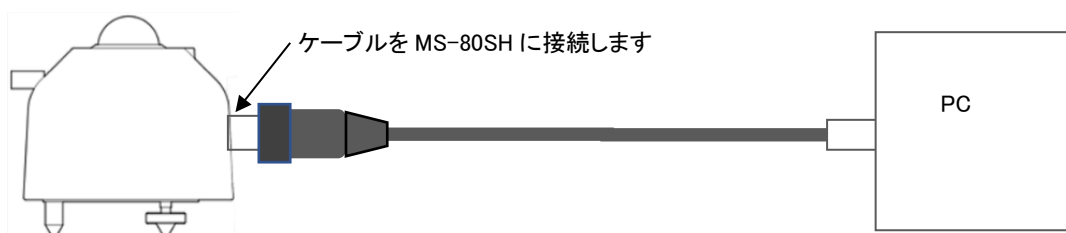


図 A3-2. 「EKO コンバータケーブル」の使用 (オプション)

3. ソフトウェア

インストールしたソフトウェア「Hibi」を起動し、必要な設定を行ないます。

- 1) ソフトウェア「Hibi」を起動して下さい。(ショートカットまたはインストールフォルダにある「hibi.exe」からソフトウェアを起動します。)
- 2) ソフトウェア起動後、「Welcome」画面が表示されます。

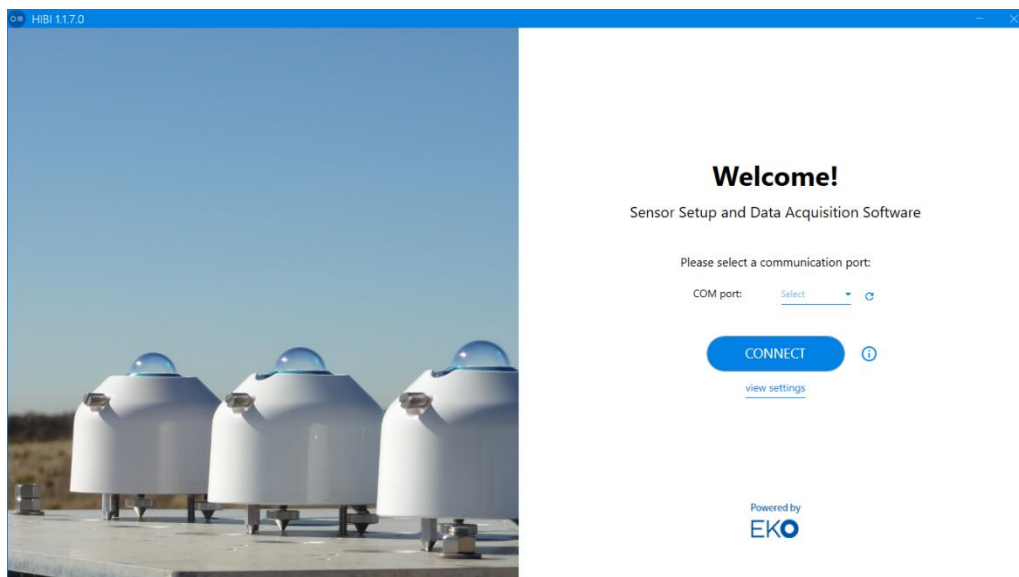


図 A3-3. 起動画面

3) 自動接続

自動接続機能にて MS-80S と接続を行なう場合、「COM port」に PC に接続している「RS485/ USB 変換ケーブル」を設定して下さい。

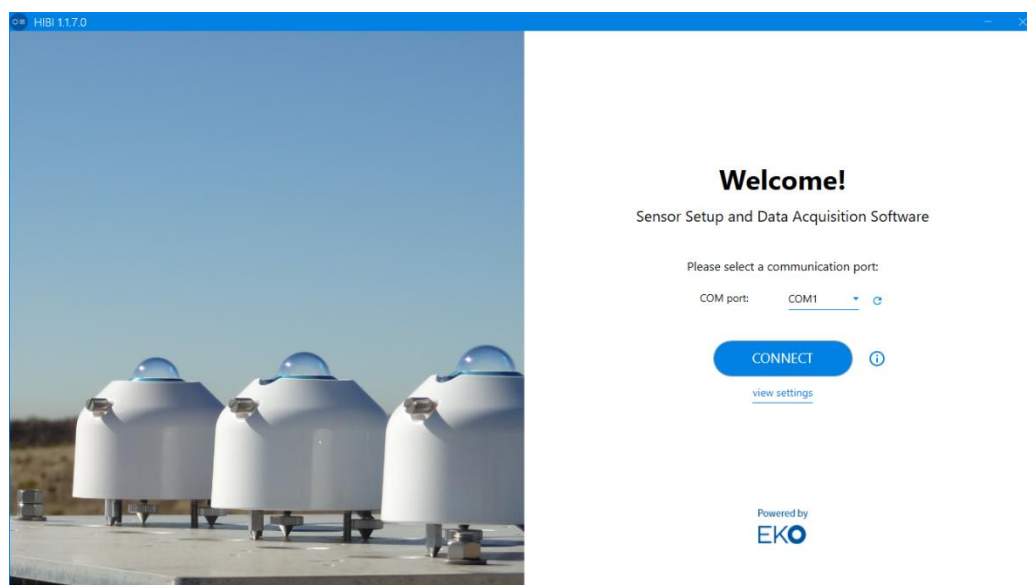


図 A3-4. 自動接続画面

選択出来る「COM port」が無い場合、「RS485/ USB 変換ケーブル」を接続してソフトウェアを再起動して下さい。

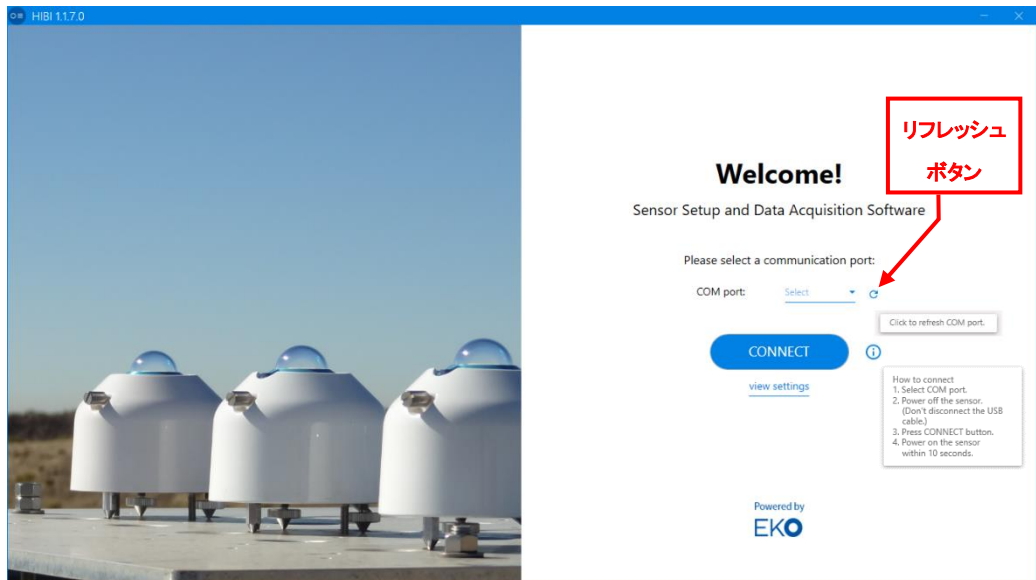


図 A3-5. COM port が見つからない場合の画面

本体の電源が OFF である事を確認し、「CONNECT」ボタンをクリックして下さい。

もしも、COM ポートが認識されない場合は、リフレッシュボタンを一度押してからやり直してください。

「Connecting your sensor」と表示された接続中画面が出た後、10 秒以内に MS-80SH の電源を ON して下さい。

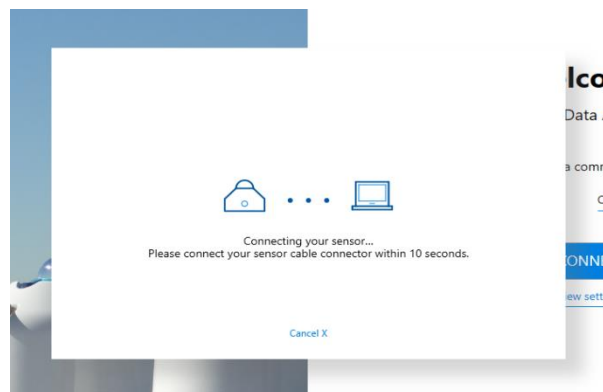


図 A3-6. 「Connecting your sensor」画面

接続が完了すると「Dashboard」画面へ自動遷移します。画面右上の表示が「Connected」になります。

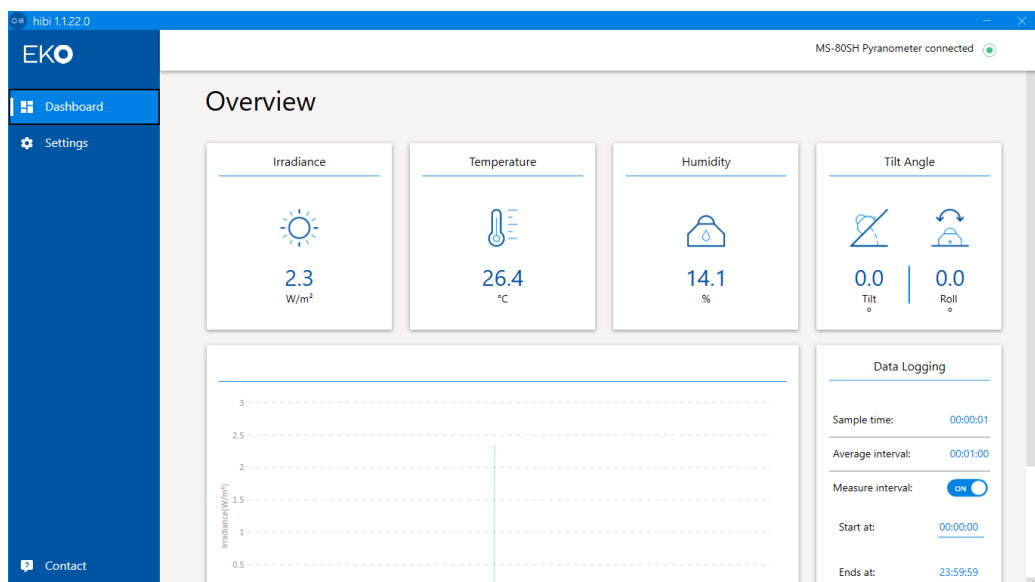


図 A3-7. 「Dashboard」画面

接続に失敗した場合、「Welcome」画面に戻り、「CONNECTION FAILED」が表示されます。

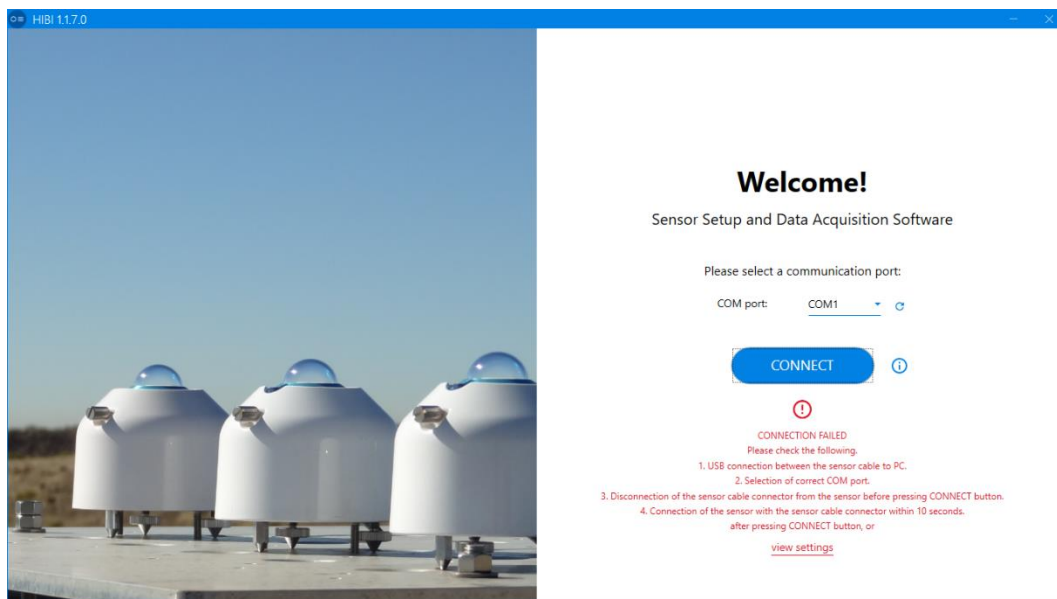


図 A3-8. 「CONNECTION FAILED」画面

接続が正しいことを確認してください。再度、自動接続を行う場合は MS-80SH の電源を OFF にして「COM port」の選択を行ない、「CONNECT」ボタンをクリックして下さい。手動接続で行なう場合は「CONNECTION FAILED」表示下部の「view settings」をクリックすると「Settings」画面に移動します。（次項、手動接続の手順にて設定、接続を行なって下さい。）

4) 手動接続

MS-80SH の電源を ON にした後、「COM port」の選択を行わずに「CONNECT」ボタンをクリックして下さい。「CONNECTION FAILED」表示下部の「view settings」をクリックすると「Settings」画面に移動します。（自動接続失敗時も同じ表示が出ますので手動接続を行なう場合は本手順にて設定、接続を行なって下さい。）

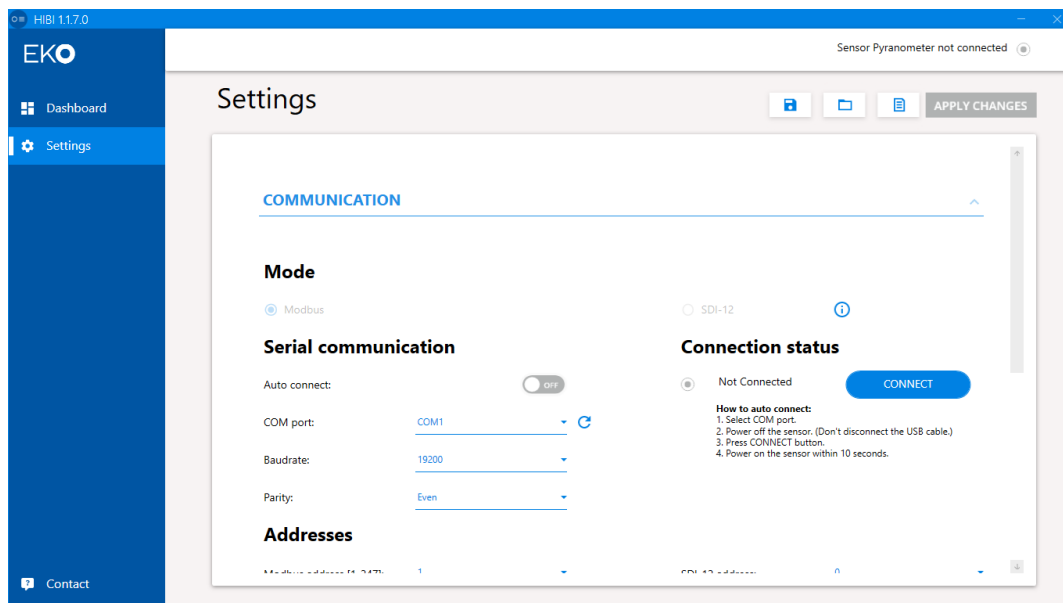


図 A3-9. 「Settings」画面

その後、「Connection status」設定の「CONNECT」ボタンをクリックして下さい。

接続が完了すると「Connected」表示になります。

合わせて画面右上の表示も「Sensor Pyranometer Connected」の表示になります。

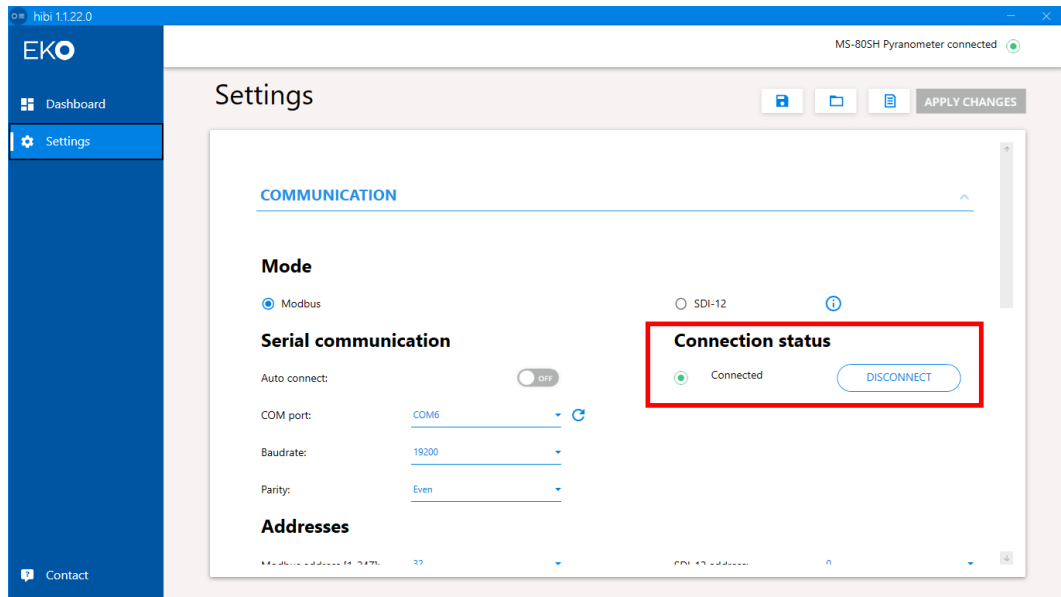


図 A3-10. 「Connected」表示画面

接続に失敗した場合『Oops...』の画面が接続失敗の原因と共に下記の画面が表示されます。

接続失敗画面

ケーブル接続、COMPORT、通信条件が正しい事を確認してください。

接続成功後、接続条件を変更する場合は、「COMMUNICATION」項目の「Serial communication」設定にて「COM port」、「Baudrate」、「Parity」を設定し、「Addresses」設定にて「Modbus address[1-247]」及び「Register Type」を設定して下さい。

設定入力後、「APPLY CHANGES」ボタンをクリックすると確認画面が表示されますので「YES, SAVE」ボタンをクリックし、MS-80SH に設定を行なって下さい。

「Settings」内の設定は保存/読み出し/CSV ファイルへの出力が可能です。（「Settings」画面の右上アイコン付きボタン）

- ・「保存」ボタン: 設定内容保存
- ・「読み出し」ボタン: 設定内容読み出し
- ・「出力」ボタン: 設定内容 CSV ファイル出力

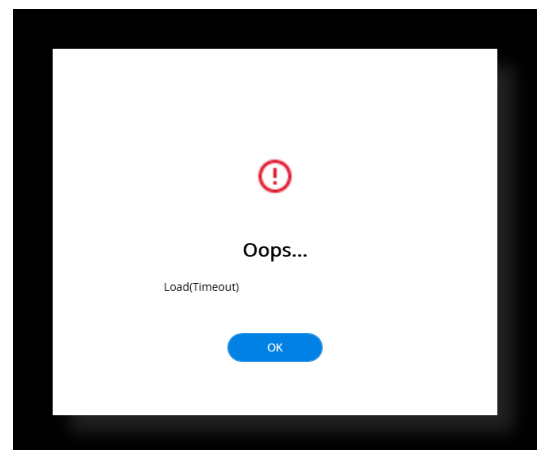


図 A3-11. 接続失敗時『Oops...』表示画面

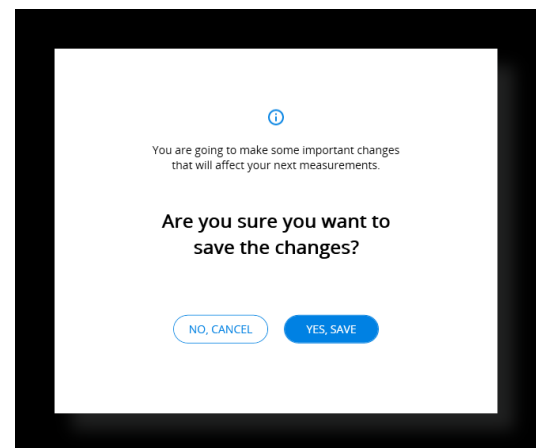


図 A3-12. 「APPLY CHANGES」ボタン押下後の画面

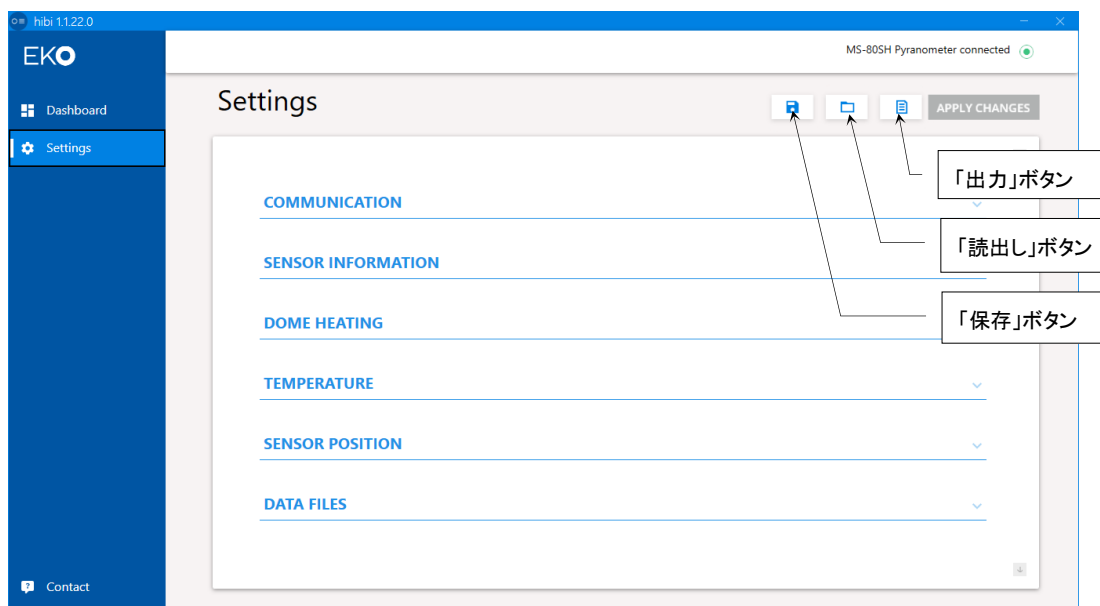


図 A3-13. Settings 画面内の「出力」、「読み出し」、「保存」ボタン

5) 各種設定項目

1. 「COMMUNICATION」設定項目

項目名	設定内容	設定可能範囲
Mode	Modbus RTU	MODBUS RTU インターフェースに切り替えます。(デフォルト)
	SDI-12	SDI-12 インターフェースに切り替えます。
Serial communication	Auto search	OFF / ON: 手動接続 / 自動接続
	COM Port	COM1 ~ COM256
	Baudrate	2400/ 4800/ 9600/ 19200/ 38400/ 115200bps
	Parity	Even / Odd / None
Addresses	Modbus address [1-247]	1 - 247
	Register Type	S-series/ M-series/ SMP-series/ SRD-series
	SDI-12 address	0 - 9 / A - Z / a - z
Connection status		Connected / Disconnect

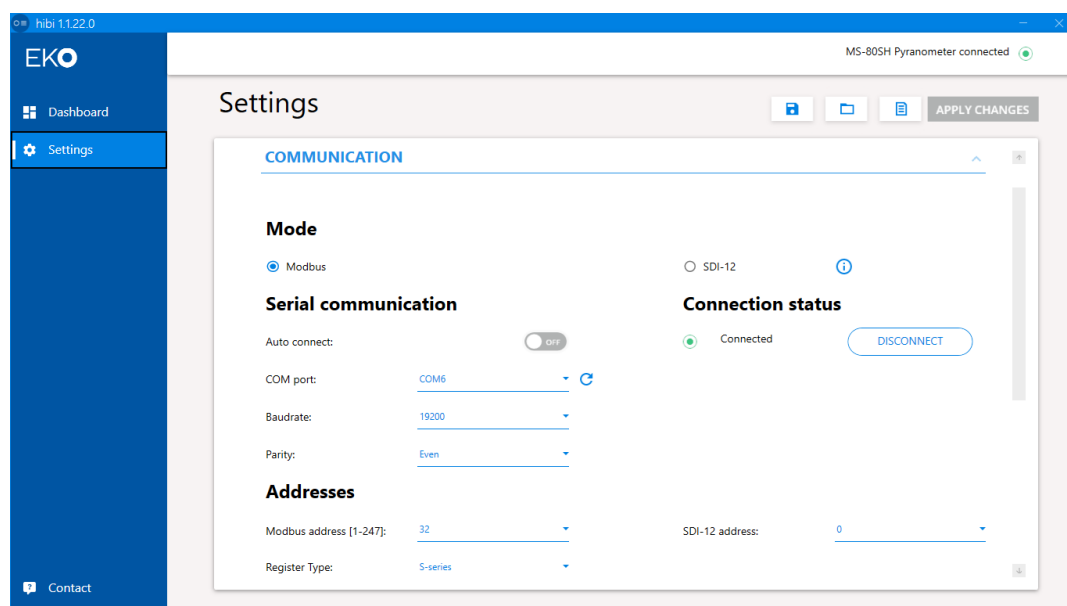


図 A3-14. 「COMMUNICATION」設定画面

2.「SENSOR INFORMATION」設定項目

項目名	設定内容	設定可能範囲
Model information	Model	MS-80SH に登録してある型名(変更不可)
	Serial number	MS-80SH に登録してあるシリアル番号(変更不可)
	MFG.date	製造年月日(変更不可)
	Firmware version	MS-80SH ファームウェアバージョン(変更不可)
	Hardware version	MS-80SH ハードウェアバージョン(変更不可)
Calibration	Calibration date	校正日時: メーカー校正時に登録しますが、ユーザー側での登録も可能です。
	Sensitivity[$\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$]	感度定数: メーカー校正時に登録しますが、ユーザー側での登録も可能です。

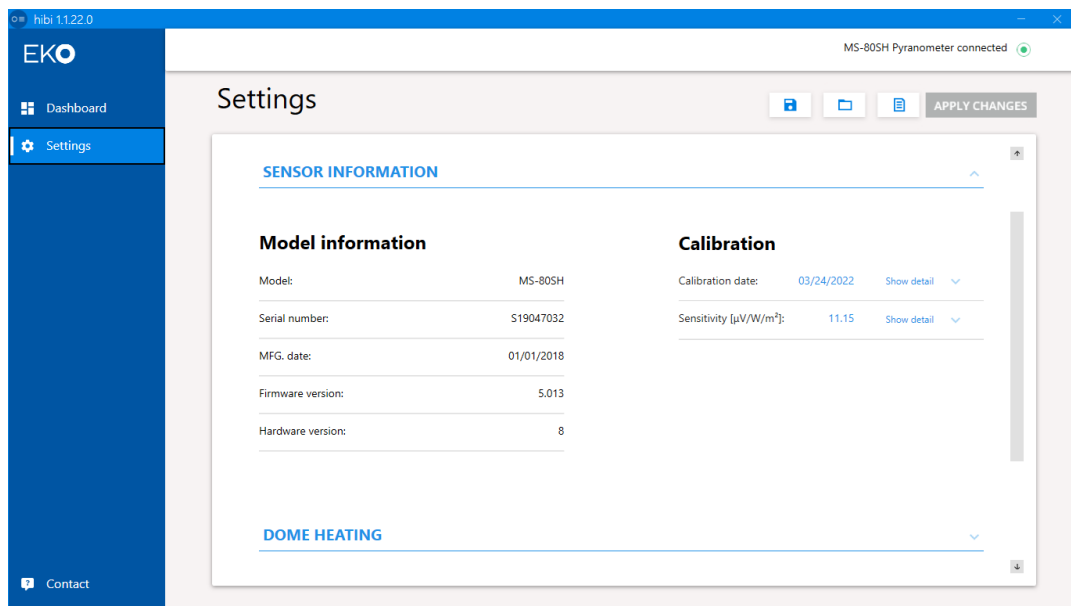


図 A3-15. 「SENSOR INFORMATION」設定画面

3.「DOME HEATING」設定項目

項目名	設定内容	設定可能範囲
DOME HEATING	Enable DOME HEATING	DOME HEATING OFF/ON (ラジオボタンにて選択) *デフォルトは ON

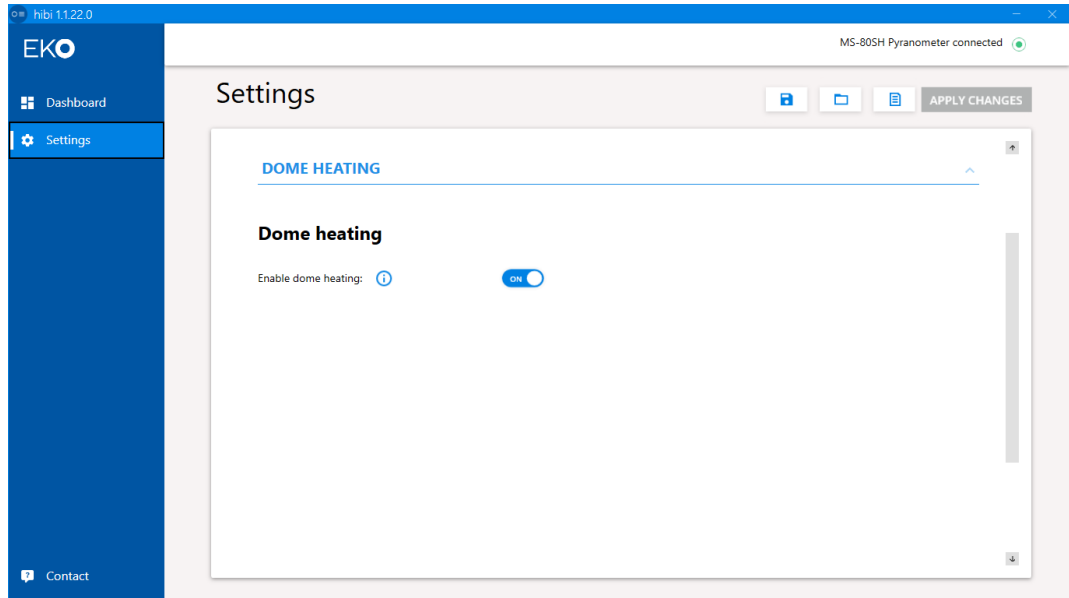


図 A3-16. 「DOME HEATING」設定画面

4.「TEMPERATURE」設定項目

項目名	設定内容	設定可能範囲
UNIT	Preferred unit (温度の単位設定)	°C-Celsius / °F-Fahrenheit / K-Kelvin

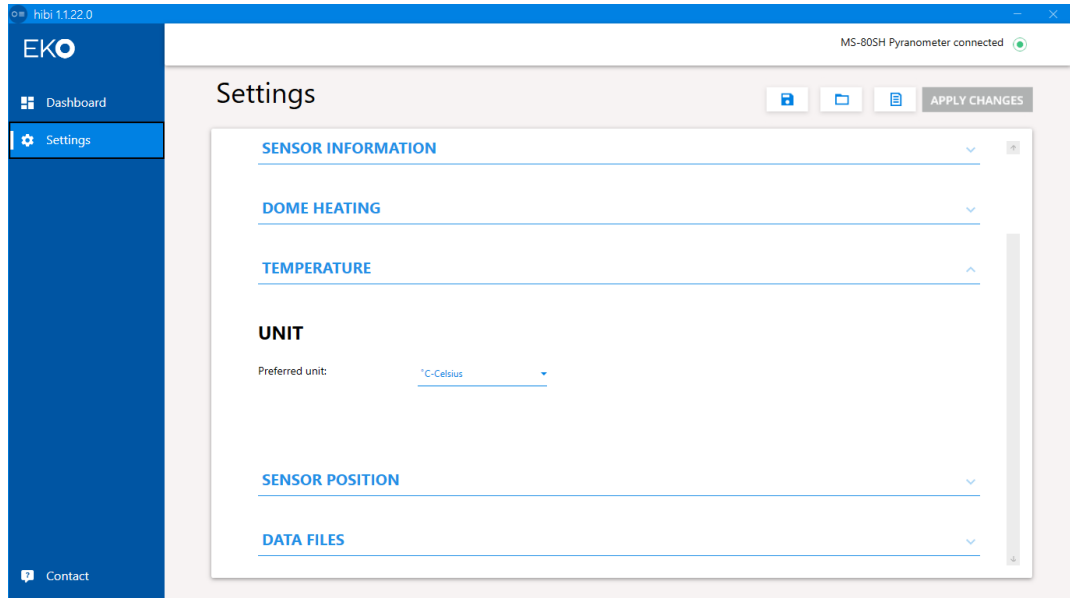


図 A3-17. 「TEMPERATURE」設定画面

5.「SENSOR POSITION」設定項目

【Tilting】

<Tilt(X axis)> X 軸の傾き表示

<Roll(Y axis)> Y 軸の傾き表示

・「ZERO ADJUSTMENT」ボタンをクリックすると現在の傾斜角を 0° として Tilting 項目の Tilt(X axis)、Roll(Y axis)をゼロ点調整できます。

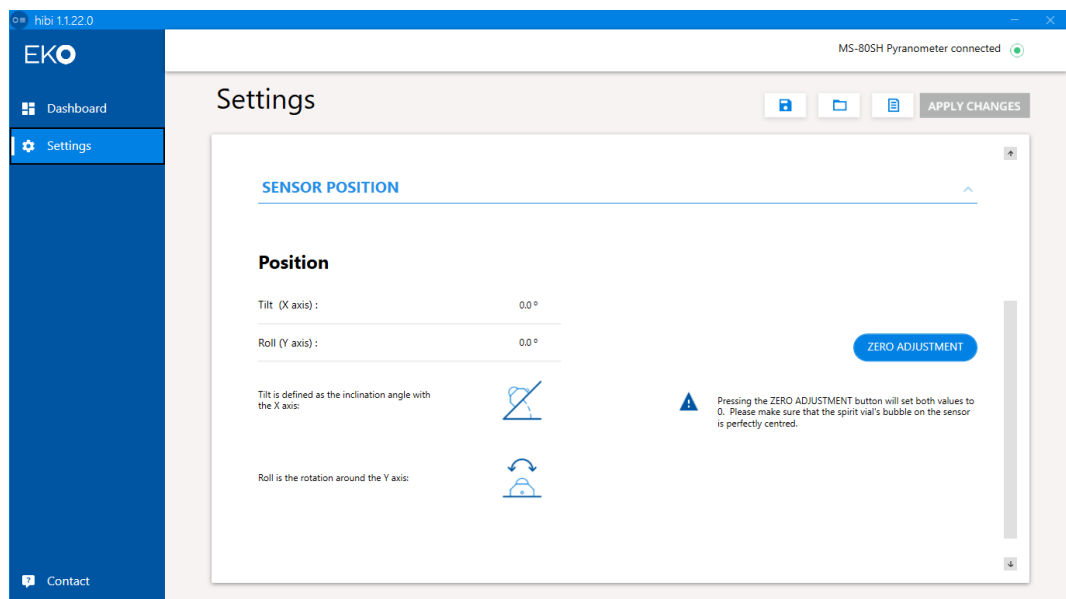


図 A3-18. 「SENSOR POSITION」設定画面

6. 「DATA FILES」設定項目

【Measurements】

<Save file to> 計測データ保存フォルダ名を入力します。

【Sensor settings】

<Save file to> Sensor の設定ファイル保存フォルダ名を入力します。

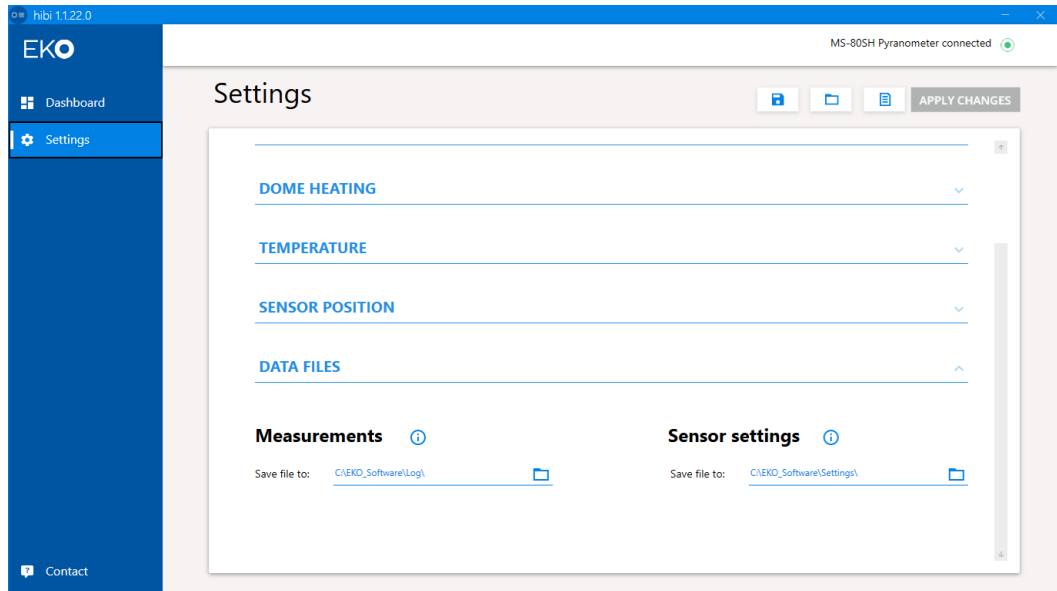


図 A3-19. 「DATA FILES」設定画面

6) 計測(Dashboard)

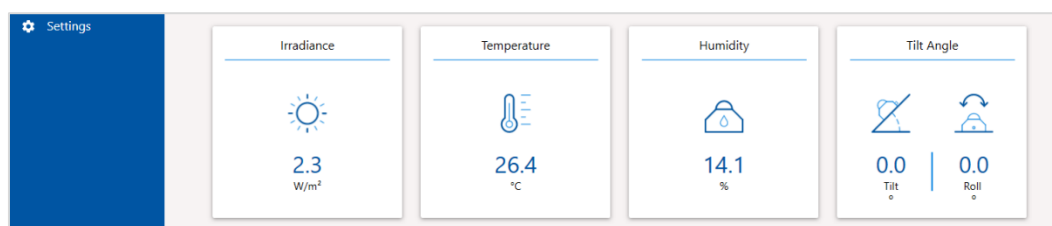


図 A3-20. Dashboard 計測表示画面

【Overview】

・Irradiance(日射)、Temperature(基板温度)、Humidity(基板湿度)、Tilt Angle(傾斜角)の計測データを MS-80SH から 1 秒毎に読み出して表示します。

- <Irradiance> 日射計測データで単位は W/m²
- <Temperature> 筐体内温度センサの計測データで単位は“°C(摂氏:デフォルト)”, “F(華氏)”, “K(ケルビン)” の 3 種から選択可能
- <Humidity> 湿度計測データで単位は “%RH”
- <Tilt Angle> 傾斜角計測データとして Tilt(傾斜角)、Roll(回転角)を表示



図 A3-21. Dashboard 計測表示画面スクロール

<Real time measurement-Irradiance>

日射量計測データをグラフで表示する(1 秒更新)

グラフをドラッグする事で横軸の位置変更、マウスホイールにより見たい場所の拡大/縮小が可能

グラフの時刻範囲は 00:00:00~23:59:59

「Back to default」をクリックするとグラフ操作をリセット

<Data Logging>

計測データのログ機能

・Sample time: 計測データのロギング間隔を設定します。

設定範囲: 00:01~01:00

・Average interval: 平均化した計測データのロギング間隔を設定します。

設定範囲: 00:01~01:00

・Measure intervals: データロギングの開始時刻と終了時刻を設定します。

「Continue next days」にチェックを入れる事で次の日以降も継続する設定が可能です。

Start at: 開始時刻

Ends at: 終了時刻

※日をまたいでの設定は不可です。開始時刻が終了時刻よりも早い時刻に設定する必要があります。(開始時刻<終了時刻)

- ・「LOG DATA」ボタン： クリックすると計測データのロギングを開始します。計測データのロギング中に「STOP」ボタンをクリックするとロギングが停止します。

7) 連絡先 (Contact)

「Contact」ボタンをクリックすると英弘精機株式会社の連絡先 (Contact) ページがブラウザで表示されます。

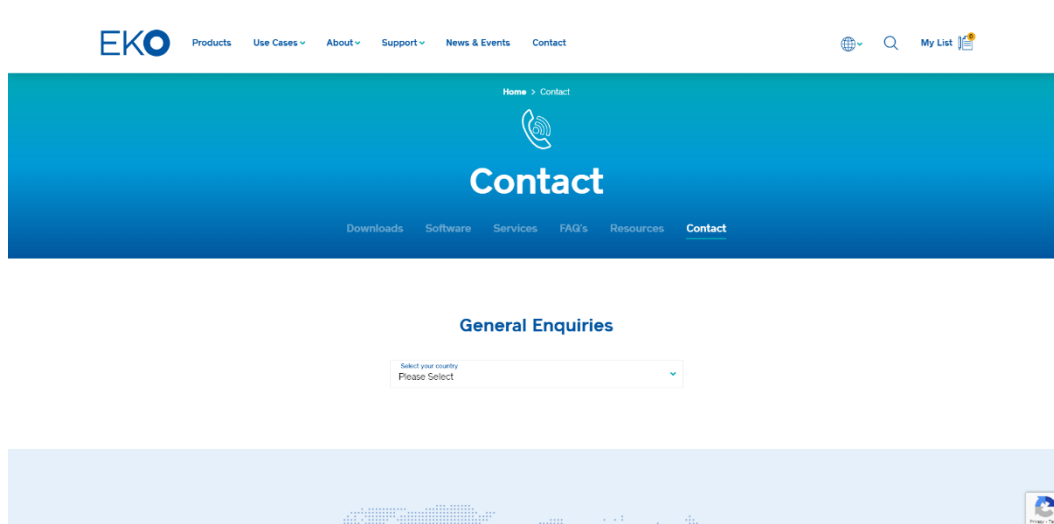


図 A3-22. 英弘精機ホームページ画面

8) 日射計内部湿度異常アラート

Hibi には日射計内部の相対湿度を常時監視する機能があり、外的故障や乾燥剤経年劣化などにより内部相対湿度が基準値を上回った場合は異常と判断し、アラートを表示します。アラート表示後、日射計をそのまま放置しますと、日射計ガラスドーム内部が結露するなど不具合発生の可能性が高まりますので、弊社までご連絡下さい。

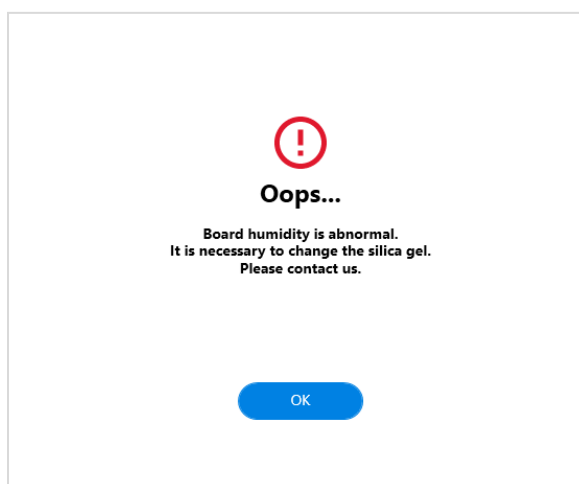


図 A3-23. センサ内部湿度異常アラート画面

9) 再校正推奨通知

初期校正日から約 5 年(1825 日)※経過を Hibi で検出した場合、再校正通知を表示します。
通知が表示された場合は弊社まで再校正のご連絡をお願い致します。
※うるう年の場合は前日または前々日から通知が表示されます。

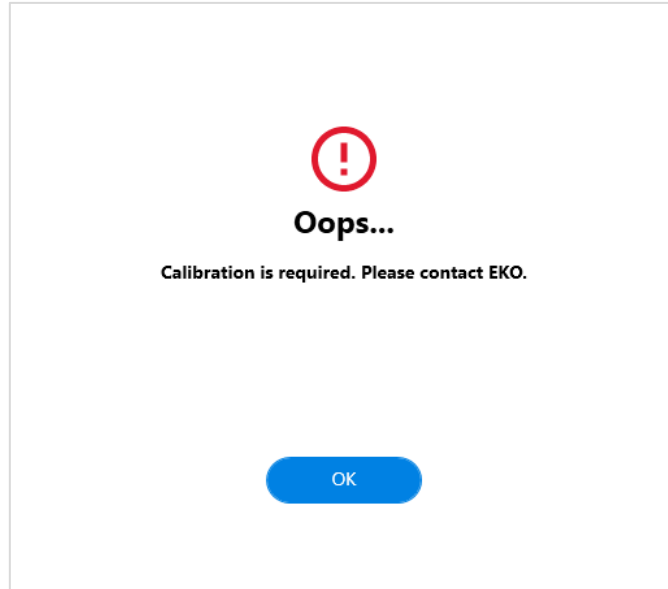


図 A3-24. 再校正推奨通知

10) ソフトウェア(Hibi)の終了

ソフトウェア(Hibi)を終了するには、画面右上の「×」ボタンをクリックすると終了します。

A-4. 通信仕様 (Modbus RTU)

A4-1. 概要

・本装置は Modbus RTU※に対応しています。ASCII モードには対応していません。

(※Modicon 社が開発したシリアル通信のオープンプロトコルです。)

・通信インターフェースの初期設定は Modbus RTU となっています。SDI-12 インターフェースを使用するためには、Hibi ソフトウェアから設定変更をします。設定変更後、電源 OFF/ON を行うと SDI-12 で動作します。再度 Modbus RTU に戻すためには、Hibi ソフトウェアから設定変更をしてください。

・RS485、半二重、二線式マルチドロップ方式のネットワークに対応します。

通信仕様は下記の通りです。

表 A4-1. Modbus RTU 通信仕様

オプション項目	備考
電氣的仕様	EIA-485
接続形態	マルチドロップ方式 (マスター: 1 台に対し、スレーブ: 31 台、計: 32 台)
通信プロトコル	Modbus RTU※ ¹ (Slave)
通信速度 (ボーレート)	2,400、4,800、9,600、19,200、38,400、115,200 bps
データ長	8 ビット
ストップビット	1 ビット / 2 ビット※ ²
パリティビット	無し / 奇数 / 偶数
通信距離	最大1000m
誤り検出方式	CRC-16

※1: Modicon 社が開発したシリアル通信のオープンプロトコルです。

※2: パリティビットの設定値によってストップビットの値が自動的に決定されます。

A4-2. ファンクションコード

・Coil と Discrete Input アドレスの区別はありません。

・Holding Resister と Input Resister アドレスの区別はありません。

・Coil、Discrete Input、Holding Resister、Input Resister 共にアドレスは 0 からスタートします。

表 A4-2 対応しているファンクションコード

ファンクションコード(16 進)	機能
0x01	Read Coils
0x02	Read Discrete Inputs
0x03	Read Holding Registers
0x04	Read Input Register
0x05	Write Single Coil
0x06	Write Single Register
0x10	Write Multiple Registers

A4-3. 通信仕様

- ・アドレスの範囲は 1 から 247 までが使用可能です。
- ・一度に通信できるフレームサイズの最大値は 256Byte(読み出し最大 125 レジスタ、書き込み最大 123 レジスタ)です。
- ・ボーレート(bit/sec)は 2400,4800,9600,19200,38400,115200 から選択可能です。
- ・パリティは偶数、奇数、なしから選択可能です。
- ・ビット幅は 8 ビット、ストップビットはパリティ有りの場合は1ビット、パリティ無しの場合は 2 ビットです。
- ・アドレスおよび通信設定を変更した場合には装置の再起動が必要です。

表 A4-3. 通信設定

設定番号	ビットレート	パリティ
0	2400	なし
1	2400	偶数
2	2400	奇数
3	4800	なし
4	4800	偶数
5	4800	奇数
6	9600	なし
7	9600	偶数
8	9600	奇数
9	19200	なし
10(デフォルト)	19200	偶数
11	19200	奇数
12	38400	なし
13	38400	偶数
14	38400	奇数
15	115200	なし
16	115200	偶数
17	115200	奇数

A4-4. ケーブル接続

- ・RS485 通信グラウンドと電源グラウンドは共通です。

RS485 通信インターフェースのグラウンドは必ず電源グラウンドに接続してください。

A4-5. データフォーマット

表 A4-4. 使用するデータフォーマット

フォーマット	概要
U16	Unsigned 16bit Integer
S16	Signed 16bit Integer
U32	Unsigned 32bit Integer
S32	Signed 32bit Integer
F32	IEEE754 32bit floating point format
Str	ASCII characters string

・通信時のバイトオーダーはビッグエンディアンです。

2 バイト値は H バイト→L バイトの順、4 バイト値は H ワード→L ワードの順、文字列は先頭から 1 バイトずつ順に送られます。

各フォーマットの割付を下表に示します。

表 A4-5. 8/16/32bit 値の割付

8bit	0x12	0x34	0x56	0x78
16bit	0x1234(MSW)		0x5678(LSW)	
32bit	0x12345678			

表 A4-6. 8/16bit と F32 の割付

8bit	0x41	0x45	0x85	0x1E
16bit	0x4145(MSW)		0x851E(LSW)	
F32	12.345			

表 A4-7. 8/16bit と Str の割付

8bit	0x41	0x42	0x43	0x44
16bit	0x4142(MSW)		0x4344(LSW)	
Str	'ABCD'			

・特に記載がない場合、32bit レジスタは先に上位ワード(MSW)、続いて下位ワード(LSW)の順になります。

0x12345678 が Modbus レジスタの n 番地に割り付けられる場合を下表に示します。

表 A4-8. 32bit 値と Modbus レジスタの関係

32bit 値	0x12345678
Modbus レジスタ(n 番地)	0x1234(MSW)
Modbus レジスタ(n+1 番地)	0x5678(LSW)

A4-6. Holding/Input レジスタマップ概要

- ・本装置のレジスタマップはアドレス 0 からスタートします。
- ・No.0-49 のレジスタはレジスタタイプ設定(No.103)によって内容が切り替わります。
- ・No.0-99 のレジスタは読み出し専用です。
- ・No.100 以降のレジスタは読み書き可能です。

A4-7. No.0-49 レジスタ詳細

- ・レジスタタイプ設定によってレジスタマップが変化します。下表に 4 種のレジスタマップを併記します。
- ・単位は括弧内を参照してください。
- ・内容が数値の場合は固定値です。
- ・空欄は未使用です。U16 形式のゼロで埋められています。
- ・略号は以下の通りです。

Addr:Modbus スレーブアドレス(1-247)

Comp.Irr:補正後日射量

Raw.Irr:補正前日射量

AD:入力電圧

Sensitivity:感度定数

Cal.Date:検定日

Supply:電源電圧

Sensor Name:センサ名

Firm Ver:ファームウェアバージョン番号

Hard Ver:ハードウェアバージョン番号

L.Coeff:直線補正係数、No.182-189 で設定

表 A4-9. No.0-49 レジスタ S-series type

0	Model	U16	変換器のモデル番号
1	0	U16	固定値
2	Comp.Irr	F32	補正後日射強度、単位:W/m ²
3			
4~7 は Reserve			
8	Pt100 温度	F32	センサ温度
9	(°C)		
10~13 は Reserve			
14	X 軸傾斜角	F32	傾斜角の X 軸成分 単位:°
15			
16	Y 軸傾斜角	F32	傾斜角の Y 軸成分 単位:°
17			
18	RawIrr	F32	補正前日射強度 単位:W/m ²
19			
20	ADmV	F32	センサ出力電圧 単位:mV
21			
22	筐体内温度	F32	基板に搭載した温度センサで計測した温度 単位:°C
23			
24	筐体内湿度	F32	基板に搭載した湿度センサで計測した相対湿度 単位: RH %
25			
26	日射計内部湿度異常アラート	U32	日射計内部湿度の異常を知らせるアラート 異常なし:0, 異常発生:1
27			
28	ドームヒーティング異常アラート	U32	ドームヒーティングの異常を知らせるアラート 異常なし:0, 異常発生:1
29			
30~49 は Reserve			

表 A4-10. No.0-49 レジスタ M-series type

0	Serial number	U16	シリアル No. 1st /2nd ASCII
1			シリアル No. 3rd/4th ASCII
2			シリアル No. 5th/6th ASCII
3			シリアル No. 7th/8th ASCII
4			シリアル No. 9th/10th ASCII
5			シリアル No. 11st/12nd ASCII
6			シリアル No. 13rd/14th ASCII
7			シリアル No. 15th/16th ASCII
8	Model number	U16	モデル No. 1st /2nd ASCII
9			モデル No. 3rd/4th ASCII
10			モデル No. 5th/6th ASCII
11			モデル No. 7th/8th ASCII
12			モデル No. 9th/10th ASCII
13	最小日射強度	U16	0(固定)
14	最大日射強度	U16	1600(固定)
15	計測モード	U16	2(固定)

16	Sensitivity	F32	感度定数(LSW)
17	($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)		感度定数(MSW)
18	温度単位	U16	単位:°C 1(固定)
19	AD(mV)	F32	入力電圧(LSW)
20			入力電圧(MSW)
21	Comp.Irr	F32	補正後日射強度(LSW)
22	(W/m^2)		補正後日射強度(MSW)
23	Temp(°C)	F32	センサ温度(LSW)
24			センサ温度(MSW)
25	パスワード	U16	8355 (固定)
26~33 は Reserve			
34	L.Coeff.k1	F32	直線性補正係数 1 - k1(LSW)
35			直線性補正係数 1 - k1(MSW)
36	L.Coeff.k2	F32	直線性補正係数 2 - k2(LSW)
37			直線性補正係数 2 - k2(MSW)
38	L.Coeff.k3	F32	直線性補正係数 3 - k3(LSW)
39			直線性補正係数 3 - k3(MSW)
40	L.Coeff.k4	F32	直線性補正係数 4 - k4(LSW)
41			直線性補正係数 4 - k4(MSW)
42	Addr	U16	ノード番号
43	BPS	F32	通信速度(LSW)
44			通信速度(MSW)
45	Parity	U16	パリティビット
46~49 は Reserve			

表 A4-11. No.0-49 レジスタ SMP-series type

0	65535	U16	固定値
1	100	U16	固定値
2	1	U16	固定値
3	0	U16	固定値
4	1	S16	固定値
5	Comp.Irr(W/ m ²)	S16	
6	Raw.Irr(W/ m ²)	S16	
7	0	S16	固定値
8	Temp(0.1°C)	S16	センサ温度
9	Supply(0.1V)	S16	
10	0	S16	固定値
11	0	S16	固定値
12	0	S16	固定値
13	0	S16	固定値
14	0	S16	固定値
15	0	S16	固定値
16	0	U16	固定値
17	0	U16	固定値
18	AD(0.01uV)	S32	
19			
20	0	S32	固定値
21			固定値
22	0	S32	固定値
23			固定値
24	0	S32	固定値
25			固定値
26	0	U16	固定値
27	0	U16	固定値
28	0	U16	固定値
29	0	U16	固定値
30	0	U16	固定値
31	0	U16	固定値
32	0	U16	固定値
33	0	U16	固定値
34	0	S16	固定値
35~40 は Reserve			
41	2020	U16	固定値
42	0	U16	固定値
43	Firm Ver	U16	
44	Hard ver	U16	
45	Address	U16	
46~49 は Reserve			

表 A4-12. No.0-49 レジスタ SRD-series type

0	Addr	U16	
1	Com.Set	U16	
2	Comp.Irr	S32	
3	(0.01W/m ²)		
4	Raw.Irr	S32	
5	(0.01W/m ²)		
6	Temp(0.01°C)	S16	センサ温度
7	0	U16	固定値
8	100	U16	固定値
9	100	U16	固定値
10	AD(nV)	S32	
11			
12~31 は Reserve			
32	Sensor Name	Str	
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40	0	U16	固定値
41	Sensitivity	F32	
42	(μ V/W/m ²)		
43	0	U16	固定値
44	0	U16	固定値
45	0	U16	固定値
46	Cal.date	U32	
47	(YYYYMMDD)		
48~49 は Reserve			

A4-8. 計測値レジスタ更新周期

- ・レジスタ内のセンサ出力および傾斜角の計測値は自動で更新されます。更新周期は、約 110 msec です。データの読み出し周期が 110msec 未満の場合、複数回同じデータが読み出されます。データの読み出し周期は 110msec 以上としてください。

A4-9. No.50～99 までのレジスタ詳細

- ・使用していないアドレスには固定値ゼロ(U16)が書き込まれています。
- ・レジスタ No.96,97 の会社名レジスタには、“EKO ”の文字が書き込まれています。

表 A4-13. レジスタ No.50-95

50～95 は Reserve

表 A4-14. レジスタ No.96-99

96	会社名(0,1)	Str	ASCII 形式による会社名、“EKO ”が読み出される。 “EKO”の 3 文字と 1 文字のスペース(0x20)の 4 文字。
97	会社名(2,3)		
98	Firmware version	U16	ファームウェアのバージョン番号
99	Hardware version	U16	ハードウェアのバージョン番号

A4-10. No.101 以降のレジスタ

- ・No.101 以降のレジスタは読み書き可能で、書き込んだ値は即時、反映されます。
- ・書き込んだ値を保存するには後に示す Discrete Coil による保存処理を行ってください。
- ・通信に関する2つのレジスタ、Modbus アドレス(No.101)とシリアル通信設定(No.102)は保存処理を行った後、リブートを行うまで動作に反映されません。

表 A4-15. レジスタ 100-199

100 は Reserve			
101	Modbus Address	U16	Modbus スレーブアドレス
102	シリアル通信設定	U16	ビットレートとパリティの設定、『表 A4-3. 通信設定』を参照
103	レジスタタイプ	U16	No.0-49 のレジスタのタイプ設定、各タイプにより『表 A4-9.』～『表 A4-12.』を参照
104~150 は Reserve			
151	ドームヒーティング	U32	OFF:0, ON:1 (デフォルト)
152~161 は Reserve			
162	製造年月日	U32	YYYYMMDD 形式による製造年月日
163			
164	シリアルナンバー	U32	32bit 整数値によるシリアルナンバー(最大値 4294967295) アルファベット S を除いた数字部分が入る
165			
166	センサ名(0,1)	Str	ASCII 形式によるセンサ名、最大 16 文字 16 文字すべてを使用しない場合はヌル文字で終端する
167	センサ名(2,3)		
168	センサ名(4,5)		
169	センサ名(6,7)		
170	センサ名(8,9)		
171	センサ名(10,11)		
172	センサ名(12,13)		
173	センサ名(14,15)		
174~181 は Reserve			
182	L.Coeff.k1	F32	直線補正係数 k1
183			
184	L.Coeff.k2	F32	直線補正係数 k2
185			
186	L.Coeff.k3	F32	直線補正係数 k3
187			
188	L.Coeff.k4	F32	直線補正係数 k4
189			
190	Cal.Date	U32	YYYYMMDD 形式による校正年月日
191			
192	Cal.Value	F32	日射計感度定数、 $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$
193			
194~199 は Reserve			

表 A4-16. レジスタ 200-219

200	Cal.Date history0	U32	校正履歴、日付 0
201			
202	Cal.Value history0	F32	校正履歴、感度定数 0
203			
204	Cal.Date history1	U32	校正履歴、日付 1
205			
206	Cal.Value history1	F32	校正履歴、感度定数 1
207			
208	Cal.Date history2	U32	校正履歴、日付 2
209			
210	Cal.Value history2	F32	校正履歴、感度定数 2
211			
212	Cal.Date history3	U32	校正履歴、日付 3
213			
214	Cal.Value history3	F32	校正履歴、感度定数 3
215			
216	Cal.Date history4	U32	校正履歴、日付 4
217			
218	Cal.Value history4	F32	校正履歴、感度定数 4
219			

A4-11. 直線補正係数

- ・温度補正後日射計出力 $V(\text{raw})$ に対して係数 k_1, k_2, k_3, k_4 を用いて以下の式により、直線補正後日射計出力を求めます。
- ・直線補正後日射計出力 $V(L) = k_1 + (k_2 \cdot V(\text{raw})) + (k_3 \cdot V(\text{raw})^2) + (k_4 \cdot V(\text{raw})^3)$
- ・デフォルト値は $k_2=1, k_1=k_3=k_4=0$ のため $V(L)=V(\text{raw})$ となり、補正後日射計出力は生の値が使用されます。

A4-12. 補正後日射量

- ・上記 3.6、3.7 の補正を行った後、日射計出力電圧に対して検定値 $S(\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2)$ を用いて以下の式により、補正後の日射量を求めます。
- ・ $V(LT)$ は単位がミリボルトの為、1000 を乗じて日射量を求めます。
- ・補正後日射量 $I(C) = V(L) \cdot 1000 / S$

A4-13. Coil / Discrete Input レジスタ概要

- ・指定のビット書き込みにより、装置のリブート、設定値の保存を行うことができます。
- ・Reboot/Save 以外の Coil には書き込みを行わないでください。
- ・読み出しは常にゼロとなります。

A4-14. レジスタ詳細

表 A4-17. Coil レジスタ

Addr	Parameter	R/W	Type
0	—	—	—
1	Reboot	W	bit
2	—	—	—
3	Save	W	bit
4	—	—	—
5	—	—	—
6	—	—	—
7	—	—	—

A-5. 通信仕様(SDI-12)

A5-1. 概要

- ・SDI-12 (Version: 1.4) に対応しています。
- ・通信インターフェースの初期設定は Modbus RTU となっています。SDI-12 インターフェースを使用するためには、Hibi ソフトウェアから設定変更をします。設定変更後、電源 OFF/ON を行うと SDI-12 で動作します。再度 Modbus RTU に戻すためには、Hibi ソフトウェアから設定変更をしてください。
- ・SDI-12 が有効になると非通信時の消費電力が約 2.5mA(12V 時)の”ローパワースタンバイモード”で動作します。

A5-2. 通信仕様

- ・SDI-12 の通信仕様は下記の通りとなります。

表 A5-1. SDI-12 通信仕様

項目	説明
通信プロトコル	SDI-12 バージョン 1.4
ボーレート	1,200 bps
データ長	7bit
ストップビット	1
パリティビット	偶数
通信距離	60m 以内

A5-3. コマンドリスト

- ・SDI-12 のコマンドリストは下記の通りとなります。
- ・コマンドリスト内で用いる英小文字 'a' は SDI-12 アドレス番号を示します。
- ・設定可能な SDI-12 アドレス番号範囲は、0 - 9, A - Z, a - z となります。

表 A5-2. SDI-12 コマンドリスト

コマンド	応答例	説明
?!	a<CR><LF>	接続されているデバイスのアドレス番号を確認します。 注: デバイスが複数接続されている場合は正常に機能しません。 必ずデバイス単体で使用してください。
a!	a<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスがアクティブであることを確認します。
aAb!	b<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスのアドレス番号を「b」に変更します。
aI!	※右項参照	インフォメーションを返します。 <応答例> “a14EKOINST_MS-80SV3220000001<CR><LF>” a: SDI-12 アドレス 14: SDI-12 バージョン(バージョン 1.4 を表します) EKOInst_: 社名(8 文字) MS-80SH: センサモデル名(6 文字) V32: センサバージョン(3 文字) 20000001: シリアル番号(8 文字)

aM !	a0001<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスに計測実行を要求します。 0001 は 3 桁の計測実行時間(000 は瞬時)、4 桁目は返されるデータ数(1 個)を示します。
aD0 !	a+1000.0<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスにデータ送信を要求します。 出力値には必ず符号(+ or -)が付加されます。複数の出力がある場合は符号が区切り文字を兼ねます。 D0: 日射(W/m ²)小数点以下 1 桁 D1: センサ出力電圧(mV)小数点以下 4 桁、センサ温度(摂氏)小数点以下 2 桁 D2: X 軸傾斜角(度)小数点以下 1 桁、コネクタを背にして前後、背が上がると正の値、Y 軸傾斜角(度)小数点以下 1 桁、コネクタを背にして左右、左が下がると負の値 D3: 筐体内温度(°C)小数点以下 1 桁、筐体内湿度(RH %)小数点以下 1 桁。 D4: 日射計内部の湿度異常を知らせるアラート、ドームヒーティング異常を知らせるアラート。異常なし:0, 異常発生:1 を返す。 事前の計測が MC の場合、続いて 3 つの CRC 文字が続きます。 CRC 文字の内容については SDI-12 規格書をご参照下さい。
aMC !	a0011<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスに計測開始を要求し、コマンドが正しく受け入れられた事を確認するために CRC を要求します。応答形式は aM ! と同様です。
aC !	a00101<CR><LF>	本装置では応答文字数の違いを除き、aM ! コマンドと同様です。 a に続く文字は秒数(3 桁)とデータ数(2 桁)を示します。
aCC !	a00101<CR><LF>	本変換器では応答文字数の違いを除き、aMC ! コマンドと同様です。
aR0 !	a+0.0<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスに計測を要求します。計測を実行して即時、応答を返します。応答は aD0 ! ~ aD2 ! コマンドと同様です。
aRC0 !	a+0.0EmT<CR><LF>	アドレス番号「a」のデバイスに計測を要求し、コマンドが正しく受け付けられたことを確認するエラー検出を要求します。計測を実行して末尾に 3 つの CRC 文字を追加した計測値を即時に返します。
aXSE !	a+XX.XX<CR><LF>	本装置の感度定数を読み出します。小数点以下は 2 桁。
aXCD !	aYYYYMMDD<CR><LF>	本装置の校正日付を読み出します。YYYY: 西暦、MM: 月、DD: 日。
aXHT !	a+1<CR><LF>	ドームヒーティング機能の状態を読み出します。ON: 1、OFF: 0
aXHT1 !	a<CR><LF>	ドームヒーティング機能の設定をONに変更します。
aXHT0 !	a<CR><LF>	ドームヒーティング機能の設定をOFFに変更します。
METADATA	(要求データにより、可変)	Identify Measurement Commands 及び Identify Measurement Parameter Commands に対応しています。

A-6. 再校正について

英弘精機以外の研究機関等で再校正をする場合、英弘精機の付けた日射計の感度定数($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)に対し、それ以外の研究機関での感度定数は僅かに差異が生じる事があります。その差異は校正方法の違い、校正に用いる参照標準器の違いと特性、そして測定環境の違いにより生じるものと考えられます。

日射計に新しい感度定数を適用する必要がある場合、下記の2つの方法で適用する事が可能です。

- 1) 参照標準日射計との日射強度の相対差を、日射計で測定した日射強度に乗じる。
この場合、英弘精機で値付けした本来の感度定数は変更せずに残ります。
乗ずる相対値を、データロガーやデータ処理に用いるソフトウェアに適用してください。
- 2) 参照標準器との相対差を、スマート日射計(MS-80SH など)に設定します。
これは「Hibi」ソフトウェアと RS485/ USB 変換器ケーブルを接続する事で可能となります。内部の信号変換器にオリジナルの感度定数が設定されている為、参照標準器との相対差を校正値にして設定し直して下さい。

実施例:

MS-80SH と参照標準器で測定した日射強度で、相対的に差異が生じている事が判った。

MS-80SH の日射強度は参照標準器で測定した日射強度よりも低くなっていた為、下記式で新しい感度定数を算出し、適用した。

$$S_{new} = I_{MS80S} / I_{ref} \times S_{origin}$$

ただし:

S_{new}	MS-80SH の新しい感度定数 ($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)
S_{origin}	MS-80SH のオリジナルの感度定数 ($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)
I_{MS80S}	MS-80SH で測定した日射強度 (W/m^2)
I_{ref}	標準とする日射強度 (W/m^2)

A-7. 温度特性試験報告書

ドームヒーティング付き全天日射計 MS-80SH には、製品個々に取得した「温度特性試験報告書」が同梱されます。この試験報告書には、ドームヒーティング機能 OFF (非使用) 時の温度特性試験データが記載されています。

MS-80SH はドームヒーティング機能の ON (使用) と OFF (非使用) を設定変更することができます。次図 (図 A6-1) は同一の MS-80SH を用い、ドームヒーティング機能 ON 時と OFF 時それぞれで取得した温度特性試験データの一例を示しています。

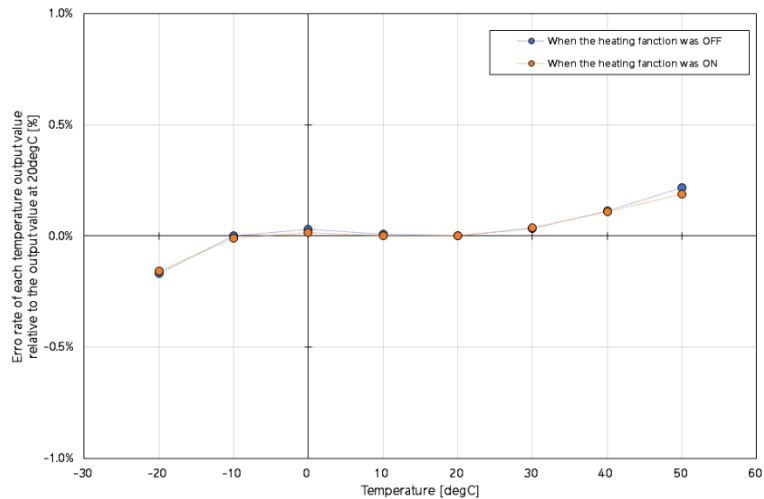


図 A6-1. ドームヒーティング機能 ON 時と OFF 時の温度特性結果比較

MS-80SH のドームヒーティング機能は、少ない電力により日射計筐体全体を温めることで、ガラスドームの温度を外気温よりも高い状態に保ちます。

上図 (図 A6-1) は、このドームヒーティングによる筐体の温度上昇が日射計の温度特性に殆ど影響を与えないことを表しています。

次図 (図 A6-2) は 10 台の MS-80SH に対し行ったドームヒーティング機能 ON 時、OFF 時それぞれの温度特性試験結果から、機毎に求めた周囲温度 20°C 出力値に対する各温度設定時出力値誤差率の差を示したものです。温度範囲 -20°C から +50°C における ON/OFF 時温度特性誤差率の差は ±0.1% 以内と、微小であることを表しています。

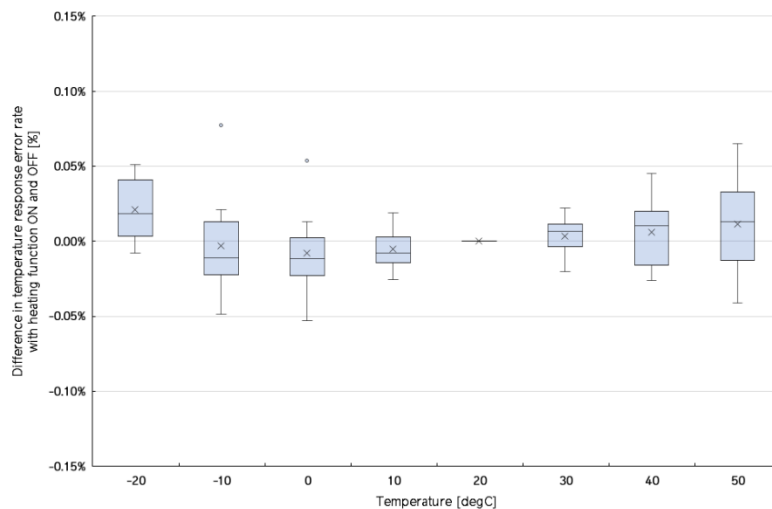


図 A6-2. MS-80SH 10 台のヒーティング機能 ON/OFF 時温度特性誤差率の差

これらの結果から、製品に添付される温度特性試験報告書データはドームヒーティング機能の ON, OFF に関わらず何れの場合にも適用可能であることが分かります。

A-8. セットイングレポート



EKO INSTRUMENTS CO.,LTD.
1-21-8 Hatagaya, Shibuya-ku,
Tokyo 151-0072 Japan
P. +81.3.3469.6713
F. +81.3.3469.6719
www.eko.co.jp

SH-series Setting Report

Issue Date: 11-Jul-22

Factory setting data	
Sensor type	Pyranometer
Model name	MS-80SH
Serial number (S*****)	19047032
Manufacturing date	May 11, 2022
Calibration date	May 10, 2022
Analog sensitivity [μV/W/m ²]	11.15
Hardware version	8
Firmware version (*.***)	5030

Dome Heating Function	Setting
ON/OFF	ON (Default)

Modbus RTU	Setting
Enable/Disable	Enable (Default)
Address	32
Baudrate	19200
Parity	EVEN
Reg. type	EKO-S

SDI-12	Setting
Enable/Disable	Disable (Default)
Address	0
Baudrate	1200

A-9. サージ保護に関して

日射計の内部にはサージ保護基板が組み込まれているため、これだけで雷サージに対して強力な防護になります。ただし、日射計ケーブルが 10m を超える場合や、日射計を複数台接続し合計のケーブル長距離が 10m を超える場合などは、接続するロガーや電源等の装置が雷サージにより故障する可能性があります。下図を参考に適切な SPD 等を増設し、計測システムを保護してください。

A. Modbus RTU 接続(ケーブル長が 10m を超える場合)

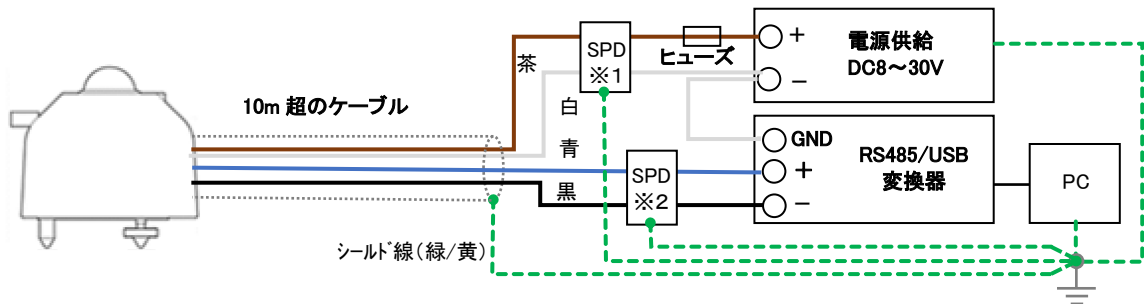


図 A9-1. Modbus RTU 接続(ケーブル長が 10m を超える場合等)

※1, ※2 ケーブル長が 10m を超える場合は、通信線と電源線からのサージの浸入が考えられるため、通信線用の SPD と DC 電源用の SPD を設置することを推奨します。

B. SDI-12 接続(ケーブル長が 10m を超える場合)

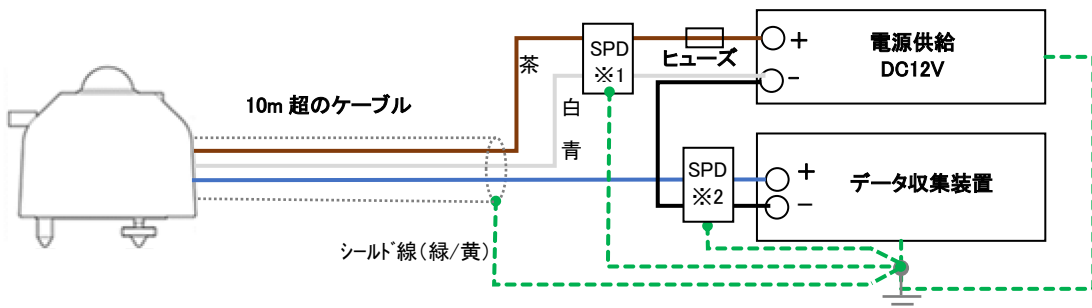


図 A9-2. SDI-12 接続(ケーブル長が 10m を超える場合等)

※1, ※2 ケーブル長が 10m を超える場合は、通信線と電源線からのサージの浸入が考えられるため、通信線用の SPD と DC 電源用の SPD を設置することを推奨します。

雷サージの場合、対策部品は増えるほど故障の確率は下がりますが、使用する SPD のタイプや定格、接続方法はメーカーにより異なりますので、各メーカーの取説をよく読んでお使いください。



EKO Japan, Asia, Oceania

英弘精機株式会社

151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8

P. 03.3469.6711

F. 03.3469.6719

info@eko.co.jp

www.eko.co.jp

EKO North America

111 North Market Street,

Suite 300, San Jose,

CA 95113, USA

P. +1-408-977-7751

F. +1-408-977-7741

sales-usa@eko-instruments.com

www.eko-instruments.com

EKO Europe,

Middle East, Africa,

South America

Lulofsstraat 55, Unit 28,

2521 AL, Den Haag,

The Netherlands

P. +31 (0)70 3050117

sales-eu@eko-instruments.com

www.eko-instruments.com