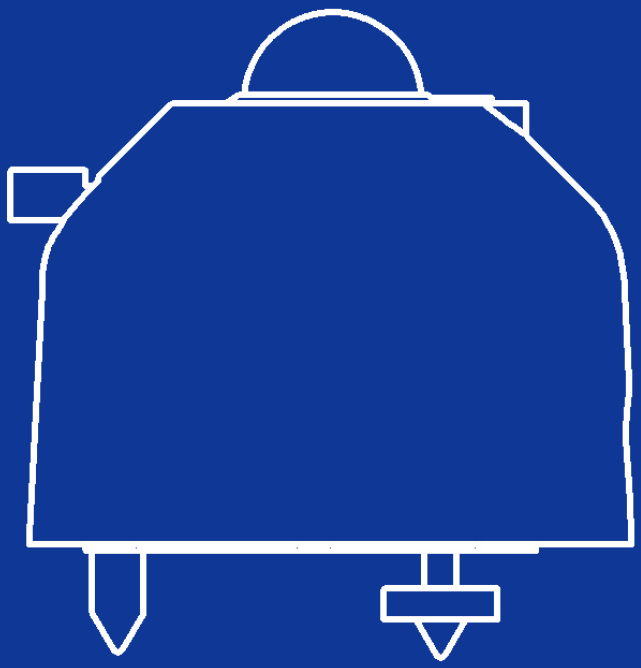
取扱説明書

MS-40
MS-40C
MS-40A
MS-40M

全天日射計

ISO9060: 2018 Class C
Sub-category ”Spectrally flat”
ISO9060: 1990 Second Class



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 9
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 15
5-4. 接続 16
5-5. 日射測定 21
6. メンテナンス & トラブルシューティング 24
6-1. メンテナンス 24
6-2. 校正及びトレーサビリティについて 25
6-3. トラブルシューティング 26
7. 仕様 27
7-1. 製品仕様 27
7-2. 日射計寸法 29
7-3. 出力ケーブル 30
7-4. オプション品 31
Appendix 32
A-1. 用語の定義 32
A-2. 全天日射計の特性 33
A-3. ソフトウェア(MS-40A, MS-40M) 34
A-4. 通信仕様 (MS-40M) 46
A-6. 再校正について 51
A-7. サージ保護に関して 52

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。

ご使用の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		E-mail: info@eko.co.jp
本社	〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8	Tel: (03) 3469-6714 Fax: (03) 3469-6719
カスタマーサポートセンター		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頂きます。
但し、以下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。
・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。
・水準器。
・消耗品。

2-3. 取扱説明書について

© 2022 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: 2022/5/24

バージョン番号: 6

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指令の適用表示マーク(ごみ箱表示)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は、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量未満、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 ISO9847(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

EKO

IMPORTANT USER INFORMATION

CE

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-40, MS-40C, MS-40A, MS-40M

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

Harmonized standards:

EN 61326-1:2006 Class A (Emission)
EN 61326-1:2006 (Immunity)

Following the provisions of the directive:

EMC-directive: 89/336/EEC
Amendment to the above directive: 93/68/EEC

Date: June 30, 2017

Position of Authorized Signatory: Deputy General Manager of Quality Assurance Dept.

Name of Authorized Signatory: Shuji Yoshida

Signature of Authorized Signatory: Shuji Yoshida

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う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 MS-40/MS-40C ではシグナルグランド（SG）へ、MS-40A/MS-40M では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 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ございます。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。コネクタや固定ネジが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溶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

- 4-20mA をご使用の場合は、精密抵抗器（例：100Ω/250Ω）をご用意ください。
- 信号変換器の設定は、MS-40A はオプションの専用ケーブル、MS-40M は RS485/ USB 変換器ケーブルを使用し、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。

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にして下さい（フードから本体が外れて落ちる可能性があります）。
- MS-40 に接続して測定する電圧計、データロガー等は、入力抵抗 100MΩ 以上の物をご使用下さい（ノイズ、オフセット出力が生じる可能性があります）。

3. 電源について(MS-40A/MS-40M)

- 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。
- 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。

4. RS485（Modbus）の接続について(MS-40M)

- 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）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

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”に分類されることとなり、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-40/MS-40C/MS-40A/MS-40M は ISO9060:2018 の全天日射計の規格において、クラス C に分類され“分光平坦性”のサブカテゴリを満たす全天日射計です。

アルマイト処理された堅牢で軽量なアルミ製のボディに二重ガラスドームを備えており、コストパフォーマンスと品質をバランス良く兼ね備えた製品となっております。
MS-40/MS-40C/MS-40A/MS-40M は日射の測定に必要な 285～3,000nm の波長範囲に感度を持ち-40℃～+80℃といった厳しい温度環境でも測定することが可能となっております。

MS-40/MS-40C/MS-40A/MS-40M は別売の MV-01(ファン+ヒーターユニット)との組合せで継続的に通風させることにより、ガラスドームの結露や埃、雪の堆積を軽減します。

主な特徴

- 軽量なアルミ製のボディ
- 二重ガラスドームにより、ゼロオフセットの低減
- ヒータ付ベンチレーションユニットを装着可能(オプション)
- 複数の出力形式に対応(アナログ出力(mV)、MODBUS 485RTU、4-20mA)

全ての MS-40/MS-40C/MS-40A/MS-40M は英弘精機にて製造しており、校正は世界放射センタ(PMOD/WRC*)にて管理されている世界標準放射基準(World Radiometric Reference)にトレーサブルな標準器に対して実施しております。
製品の校正方法は、国際標準規格 ISO/IEC17025/9847(屋内校正)に則り実施しており、ISO/IEC17025/9847 で校正された製品を購入いただいた際は、同様の校正不確かさを持っております。
認証を受けた校正施設は定期的な審査を受けており、校正基準の維持と技術的専門知識を維持しております。
本製品の保証期間は 5 年間、推奨する再校正期間は 2 年毎となります。

(*) PMOD/WRC: Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos/World Radiation Center

4-1. 全天日射計について

MS-40 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-40 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-40の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専門知識を維持しております。

下記に、MS-40シリーズ製品についてそれぞれ紹介致します。

1. MS-40/MS-40C

アナログ出力タイプのMS-40/MS-40Cは通年、通日での最適なパフォーマンスを得る事が可能です。

ISO9060: 2018でのカテゴリ

“分光平坦性を備えたクラスCの全天日射計”

2. MS-40A/MS-40M

MS-40Aは4-20mA出力タイプ、MS-40MはModbus RTU出力タイプとなります。信号変換器の設定は、MS-40Aはオプションの専用ケーブル、MS-40MはRS485/ USB変換器ケーブルを使用し、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。

ISO9060: 2018でのカテゴリ

“分光平坦性を備えたクラスCの全天日射計”

4-2. フィールドアプリケーション

MS-40 アナログセンサは、アナログセンサがまだ一般的である従来の気象ネットワークでの使用に適しています。デジタル付きの MS-40M(Modbus 485 RTU)は、大規模な PV プラントのオンサイト監視用のマルチセンサネットワークで使用できます。デジタルセンサは簡単に構成できます。MS-40M を使用すると、ユーザーは専用のコンフィギュレータソフトウェアを使用して接続できます。このデータは、MS-40M 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。

4-3. 適用規格

MS-40 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 Spectrally flat pyranometer class B (Pyranometer classification)
- IEC 61724-1:2017 Class B (PV monitoring system requirement)
- ASTM 2848-11 (Test Method for Reporting Photovoltaic Non-Concentrator System Performance)
- WMO-No,8 seventh edition 2018 Good 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-40 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 Calibraton of a pyranometer using a pyrheliometer
- 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-40 / MS-40C / MS-40A / MS-40M
全天日射計本体	○
出力ケーブル	○(1)
フード	○
取扱説明書	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）
校正証明書	○
保証書	○
検査証	○
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

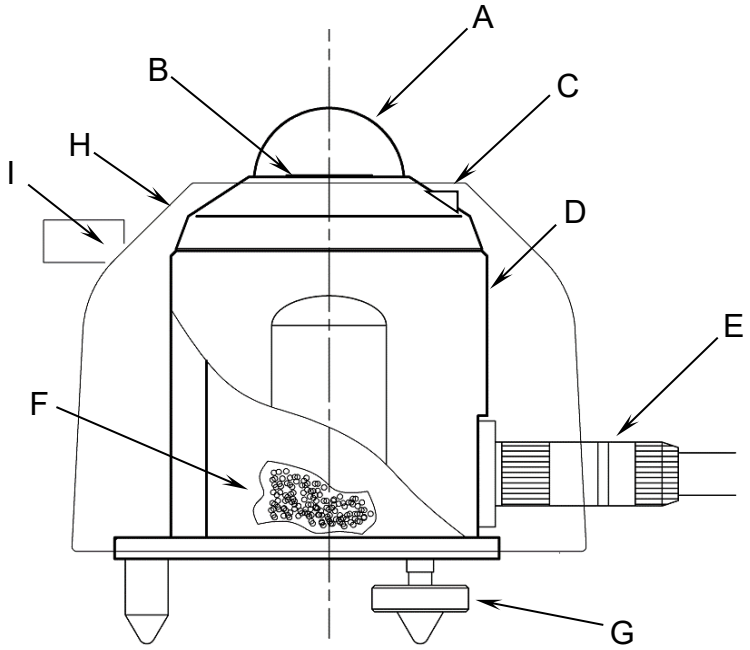
(1)出力ケーブルの標準長は 10m となります。10m 以上のケーブルが必要の際は購入時にお問合せください。

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-40 / MS-40C / MS-40A / MS-40M



*MS-40A/MS-40M 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

表 5-1. 各部名称

各部名称
A. ガラスドーム
B. 受感部
C. 水準器
D. ボディ
E. ケーブル/コネクタ
F. 水準樹
G. 水平調整ネジ
H. フード
I. ローレットネジ

1. ガラスドーム

ガラスドームは、雨滴、雪、塵埃による受感部への汚れを保護する役目を持っており、その他、全天日射計の測定に必要な波長だけが受感部に到達するよう不要な波長をカットするという重要な役割を持っています。
ガラスをドーム形状にする事で、半球面のあらゆる方向からの光を反射の少ない状態で透過することが出来(視野角 180°)、また、風などによる出力変化の影響を受けにくくしております。

2. 受感部

受感部には異なる起電力を持つ 2 種類の金属を交互に複数接続したサーモパイルを採用し、温度差に比例して電圧を発生させています(ゼーベック効果)。受感部に光が照射されると受感部の温度が上昇し、ボディ部(冷接点)との間に温度差が生じることで、サーモパイルに起電力が発生します。この起電力を電圧(mV)として出力し、これを校正によって得られた感度定数で除する事により日射強度を求めることができます。
受感部は日射計で最も重要な部品であり日射計の特性そのもの(例えば、応答時間、ゼロオフセット B、非直線性、感度など)を左右します。
製品の受感部表面には波長依存性が低く、光吸収効率の良い特殊な黒色塗料を塗布しており、安定性の良い測定を実現化しています。

3. フード ／ ボディ

MS-40 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。消耗品のため保証対象外です。

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-40 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、鉄塔やポールなどの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、製品をぶつけ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-40 / 40C / 40A / 40M
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、調整ネジの高さを変えずに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、外した状態で設置すると、設置台からの熱により出力値にオフセットが生じる可能性があります。

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。

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ございますので、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-40/MS-40C＞
ケーブルのシールド線は必ず、測定器側の SG に接続して下さい。接続しない場合、ノイズの影響を受ける事があります。
＜MS-40A/MS-40M＞
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。

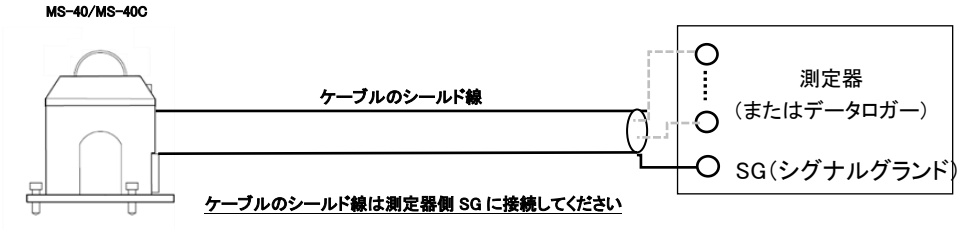


図 5-3A. MS-40/MS-40C のケーブルシールド線接続方法

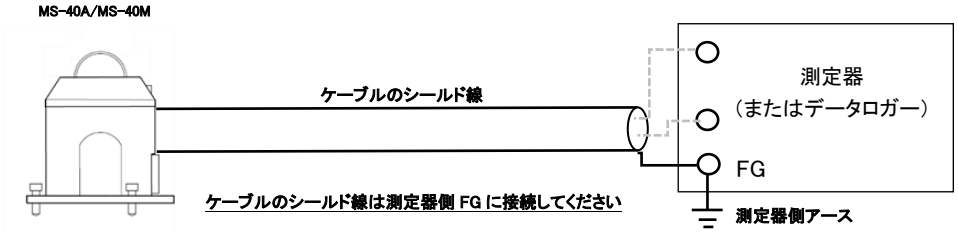


図 5-3B. MS-40A/MS-40M のケーブルシールド線接続方法

2. 配線手順

MS-40 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-40A/MS-40M は、異なる信号出力（4-20mA、Modbus RTU）を備えています。

表 5-3. MS-40 シリーズの信号出力モード

出力信号		MS-40 / MS-40C	MS-40A	MS-40M
アナログ出力	電圧	○	–	–
	4 – 20 mA	–	○	–
デジタル出力	Modbus RTU	–	–	○

1. アナログ出力

MS-40A は 4-20mA アナログ出力になります。信号変換器の設定はオプションの専用ケーブルを使用し、コンフィギュレータソフトウェアにて変更できます。変更方法は Appendix A-3 を参照してください。
シャント抵抗を使用すると、電流出力を電圧に変換できます。

A. アナログ電流出力（4-20mA）の接続

電流計またはデータロガーの入力端子に、対応する色の線を接続します（図 5-4）。電源端子を DC 電源[12～24V]に接続します。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-40A 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 4-20mA(-)ラインを相互接続します。**
- **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。**

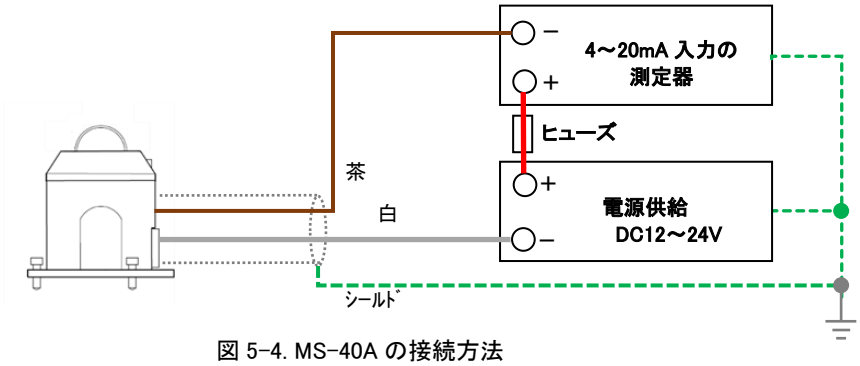


図 5-4. MS-40A の接続方法

B.　電圧出力の接続

シャント抵抗を使用すると、電流出力を電圧に変換できます。

電圧計またはデータロガーの入力端子に、対応する色の線を接続します（図 5-5）。電源端子を DC 電源[12～24V]に接続します。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-40A の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列に接続してください。シャント抵抗（0.1%、15 ppm）は、電圧計またはデータロガーと並列に接続する必要があります。

- **電源（-）と測定器（-）ラインを相互接続します。**
- **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。**

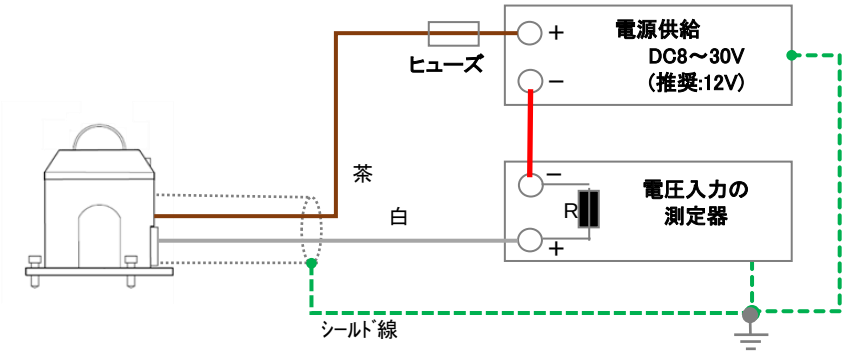


図 5-5. MS-40A の接続方法

- **シャント抵抗は、精密抵抗(0.1%, 15ppm)をご使用ください。**
- **供給する電源電圧により、接続可能なシャント抵抗値の範囲が変わります。（表 5-5 接続可能シャント抵抗範囲　参照）**

表 5-5. 接続可能シャント抵抗範囲

電源電圧範囲	接続可能シャント抵抗の範囲
8VDC ≦ Vcc ≦ 15VDC	100Ω～250Ω
15VDC ＜ Vcc ≦ 24VDC	250Ω～500Ω
24VDC ＜ Vcc	500Ω

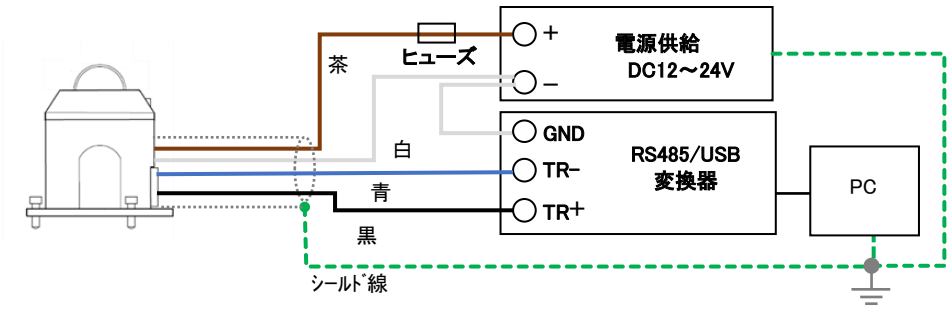
2. デジタル出力（Modbus）

MS-40M は、Modbus 485 RTU のデジタル出力モードで動作します。MODBUS RTU で通信をするシステムに接続が可能です。最大 100 台まで接続ができ、個々にアドレス指定することができます。設定は RS485/ USB 変換器ケーブルを使用し、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。

A. MS-40M と PC の Modbus 接続

- **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 5-6）。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-40M 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 5-6. MS-40M 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-40M とデータ収集装置の Modbus 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 5-7）。電源端子を DC 電源[12～24V]に接続します。過電流保護の為、DC 電源(+)と MS-40M の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列に接続してください。

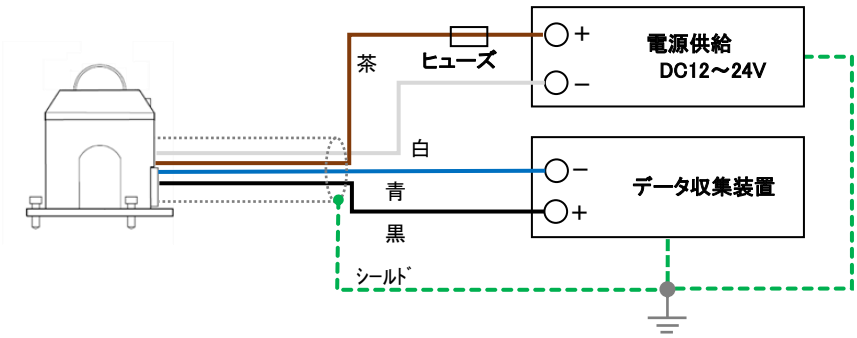


図 5-7. MS-40M の Modbus RTU 接続方法(データ収集装置)

RS-485 の通信ネットワークへの MS-40M の接続方法は下図の通りとなります。
マスターは、データ収集装置 (PC 他)を指し、スレーブは、本製品を含む他の装置を指します。
マスターの+と−をそれぞれ、本製品の(A/Tx) と(B/Rx)に接続してください。また、ネットワークの終端には、120Ω の終端抵抗を接続してください。
*別途、Modbus ID の設定が必要となります(『A-3. ソフトウェア』の項を参照ください)

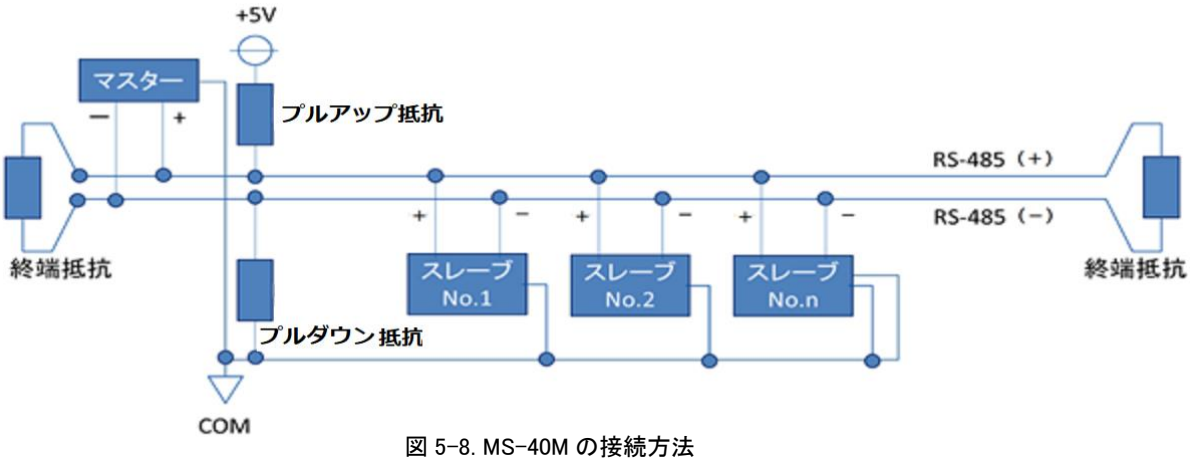


図 5-8. MS-40M の接続方法

- 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-7 参照)。

表 5-6. ケーブル配列（MS-40/40C）

No.	ケーブル線色	配線
1.	白色	mV (+)
2.	黒色	mV (-)
シールド	シールド	SG

表 5-7. ケーブル配列（MS-40A/40M）

No.	ケーブル線色	4-20mA	Modbus
1.	茶色	4～20mA(+)	DC12V(+)
2.	白色	4～20mA(-)	DC12V(-)
3.	青色	---	RS485/USB TD/ (-)
4.	黒色	---	RS485/USB TD/ (+)
5.	灰色	---	RS485 G
シールド	シールド	FG	FG

No.	ケーブル線色	配線	
		MS-40A	MS-40M
1.	茶色	4～20mA(+)	DC12V(+)
2.	白色	4～20mA(-)	DC12V(-)
3.	青色	---	RS485/USB TD/ (-)
4.	黒色	---	RS485/USB TD/ (+)
5.	灰色	---	RS485 G
シールド	シールド	FG	FG

5-5. 日射測定

1. データロガーの設定

出力電圧は、電圧計やデータロガーなどの測定装置によって測定されます。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。なお、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。

アナログ出力の MS-40 の場合、データロガーには電圧入力範囲(0～20mV)、分解能(～1μV)が必要です。
MS-40A の場合、4-20mA の電流入力か、シャント抵抗使用時の電圧入力、データロガーにはこれらの入力の一つが必要です。
MS-40M の場合、RS-485 入力のデータロガーが必要です。

データロガーのパラメータを設定する場合、サンプリングレートとデータ削減方法をデータ取得プロセスの最初に定義できます。EKO 日射計の仕様に記載されている応答時間は、最終的な測定値の 95%に到達するために必要な時間を示しています。63.2%の応答を定義することも可能です(これは 1-1 / e に等しい)。記号 τ で表されるこの時定数は、EKO で指定された値の 3 分の 1 です。日射計の推奨[1]サンプリングレートは τ 未満です。したがって、EKO 日射計の場合、データロガーシステムでプログラムする必要のあるサンプリングレートは、表 7-1 に示す値を超えてはなりません。

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-40 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 5-8. MS-40 / 40C 設定値の記載箇所

MS-40 / 40C	記載箇所
感度定数	• 校正証明書 • 銘板
インピーダンス	• 銘板

表 5-9. MS-40A /40M 設定値の記載箇所

MS-40A / 40M	記載箇所
感度定数	• 校正証明書 • 銘板

3. 日射の変換方法

1)　MS-40 (mV 出力)の場合

日射(=日射強度[W/㎡])は、出力[mV]を測定し、個々製品の感度定数[μV/W/㎡]で除することにより求められます。出力電圧は電圧測定器やデータロガーなどの計測器で測定し、連続測定をする場合は、十分な記録容量と積算機能のあるデータロガーを使用する事を推奨します。日射強度の測定手順は下記の通りです。

a.　計測器の測定レンジ(範囲)を設定してください。

測定レンジが選択できる場合は、0-20mVが精度良く測定できるレンジを選択してください。傾斜面および水平面のいずれに設置した場合でも、日射強度は最大1400W/㎡と考えられておりますので、MS-40の感度定数が10μV/W/㎡の場合は、出力電圧は最大で14mVとなります。

(MS-40の感度定数が10μV/W/㎡ あるいは0.01mV/W/㎡の場合、最大出力は、

1400W/㎡ x 0.01mV/W/㎡ = 14mV)

b.　全天日射強度 [W/㎡] を算出してください。

全天日射計の感度定数が ***S*** [μV/W/㎡]で、出力電圧が ***E*** [μV]の場合、全天日射強度 ***I*** [W/㎡]は下記の換算式により求められます。

$$I\,[\mathrm{W/m^2}] = \frac{E\,[\mu\mathrm{V}]}{S\,[\mu\mathrm{V/W/m^2}]}$$

*感度定数 ***S*** は、検査証及び製品本体の銘板に記載されていますので確認してください。

2)　MS-40A(4-20mA 出力)の場合

a.　計測器の測定レンジ(範囲)を設定してください。

測定レンジが選択できる場合は、4-20mA が精度良く測定できるレンジを選択してください。

傾斜面および水平面のいずれに設置した場合でも、日射強度は最大 1400W/㎡と考えられており、

これを MS-40A の出力に換算すると 18 mA となります(デフォルト)。

b.　全天日射強度 [W/㎡] を算出してください。

全天日射計の電流値が ***A*** [mA]の場合、全天日射強度 ***I*** [W/㎡]は下記の換算式により求められます。

$$I\,[\mathrm{W/m^2}] = (A\,[\mathrm{mA}] - 4) \,/\, Sa\,[\mathrm{mA/W/m^2}]$$

$$Sa = 0.01 \text{ (デフォルト)}$$

*MS-40A の出力は、1mA = 100W/m^2 と設定されております(デフォルト設定)

3)　MS-40M(Modbus RTU 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。ただし、単精度浮動小数点数で出力されるため、10 進数への変換が必要です(A-4 参照)。

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。また一般的に応答時間は時定数 τ で評価されることが多く 1-1/e で計算される 63.2%の到達時間として定義されます。τ は表 7-1"製品の代表値と ISO9060 規格の比較表"に示される応答時間の約 3 分の 1 となります。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-40 の場合、サンプリング間隔<5 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/㎡]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/㎡]に平均した間隔 t 秒を乗じ、1 日の平均データ数分 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・s から計算できます。

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

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は、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方位角誤差が生じます。
ケーブル確認	毎週	ケーブルが風でバタつかない様、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無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	2 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す。

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、2 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-40 は、一定温度に管理された室内において 1000W/㎡ 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/㎡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(μV/W/㎡)から、光照射時の日射強度(W/㎡)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/㎡)で除した値が感度定数(μV/W/㎡)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 1.96σ 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)との比較校正された当社の絶対放射計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(国際直達比較測定会)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	MS-40 MS-40C	本体と出力ケーブル、計測器の接続が適切であるか、ゆるみが無いか確認して下さい。 出力ケーブル終端での内部抵抗(＋/－線間抵抗値)を測定し、内部抵抗が仕様範囲内にある事を測定してください。また、出力計測器の測定レンジが適正であるか確認してください。
	MS-40A	接続が適切であるか、供給電源の種類や電圧値が適切であるか確認して下さい。
	MS-40M	接続が適切であるか、供給電源の種類や電圧値が適切であるか確認して下さい。 製品との通信設定(ポート、ボーレート、変換器の ID)に間違いが無いか確認して下さい。
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。 MS-40 の場合、下記の方法を複合的に実施して下さい。 1. 積分時間や安定時間を出来る限り長くして下さい。 2. データの移動平均処理を行って下さい。 3. ケーブル終端にフェライトコアを 2 重以上巻きつけてください。 4. グランドループを避けてください。日射計を設置台から電気的に隔離して下さい。 センサ筐体と調整足はアルマイト処理により、電気的に絶縁されていますが、日射計と設置台の間に絶縁シートを敷き、筐体固定ネジに樹脂ワッシャーを入れることで、より絶縁が強化されます。 5. ケーブルのシールド線を適切なグランドに接続して下さい。 6. 差動電圧入力を備えたデータロガーを使用して下さい。
4-20mA 出力で正常値とならない。 例)4-20mA 出力で、2mA が出力される。計測電流の変動が大きい。		結線が正しいことが確認してください。 なお、データロガーの種類や計測環境により適切な本製品ケーブルのシールド線の接続方法が異なる場合があります。データロガーを含めた計測システムにより、適切なシールド線の接続方法に変える必要があります。 ご不明な場合は弊社カスタマーサポートにお問い合わせください。

7. 仕様

7-1. 製品仕様

1. 特性

MS-40 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-40 / 40C / 40A / 40M
	ISO9060: 2018	クラス C
	ISO9060: 1990	Second Class
	分光平坦性	○
	高速応答性	-
応答時間 (出力 95%)	＜30 Sec	＜18 Sec
ゼロオフセット a	±30 W/㎡	±12 W/㎡
ゼロオフセット b	±8 W/㎡	±5 W/㎡
ゼロオフセット c	±41 W/㎡	±17 W/㎡
長期安定性	±3 %/1yr	±1.5 %/1yr
非直線性	±3 %	±1 %
方位特性	±30 W/㎡	±20 W/㎡
分光誤差	±5 %	±0.2 %
分光選択性	±3 %	±3 %
温度特性 (-10～40℃)	±4 %	±3 %
温度特性 (-20～50℃)	---	±4 %
傾斜特性	±5 %	±1 %

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-40 / MS-40C	MS-40A	MS-40M
視野角	2π (sr)		
測定波長範囲	285 to 3000nm		
使用温度範囲(1)	-40 to +80℃ (精度保証温度範囲 : -20 to +50℃)		
最大動作日射強度(2)	2000W/㎡		
水準器精度	0.1°		
保護等級 (IP コード)	IP67 相当 (IEC60529, JIS C0920)		
質量	0.37kg	0.43kg	
表面処理	アルマイト加工(陽極酸化処理)		
感度定数	MS-40:約 7～16μV/W/㎡ MS-40C:約 7μV/W/㎡	約 7～16μV/W/㎡ (4～20mA:0～1600 W/㎡)	約 7～16μV/W/㎡
内部抵抗	MS-40:約 60～100Ω MS-40C:約 20～140Ω	---	
出力ケーブル(外径)	AWG22 0.3mm² x 2 芯(φ4.8mm)	AWG22 0.3mm² x 5 芯(φ5.3～5.7mm)	
出力ケーブル端子	MS-40:棒端子(1.25-11S) MS-40C:Y 形端子 (1.25Y-4)	棒端子(0.3-9.5)	
出力信号	電圧(mV)	電流(mA)	デジタル (Modbus RTU)
分解能	---	<0.5 (W/㎡)	
入力電源	---	DC12V～24V ±10%	
消費電力	---	0.08～0.75W	<0.3W (平均消費電力)
電源電圧変動誤差		<0.05% (12V→24V まで電源電圧が変動した場合の誤差)	

(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。

表 7-3. 各動作時の消費電力

	5V DC	12V DC	24V DC	備考
待機時	75mW (approx. 15mA)	90mW (approx. 7.5mA)	110mW (approx. 4.5mA)	—
Modbus RS-485	170mW (approx. 34mA)	180mW (approx. 15mA)	190mW (approx. 8mA)	Modbus 通信アクセス タイミングのピーク値
Analog 4-20mA output	—	300mW (approx. 30mA)	640mW (approx. 27mA)	シャント抵抗 250Ω 20mA 連続出力時の値

7-2. 日射計寸法

1. MS-40 / 40C /40A /40M

表 7-4. 寸法一覧表

	MS-40 / 40C /40A /40M
A. 固定穴幅	65 mm
B. ボディ高	72 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

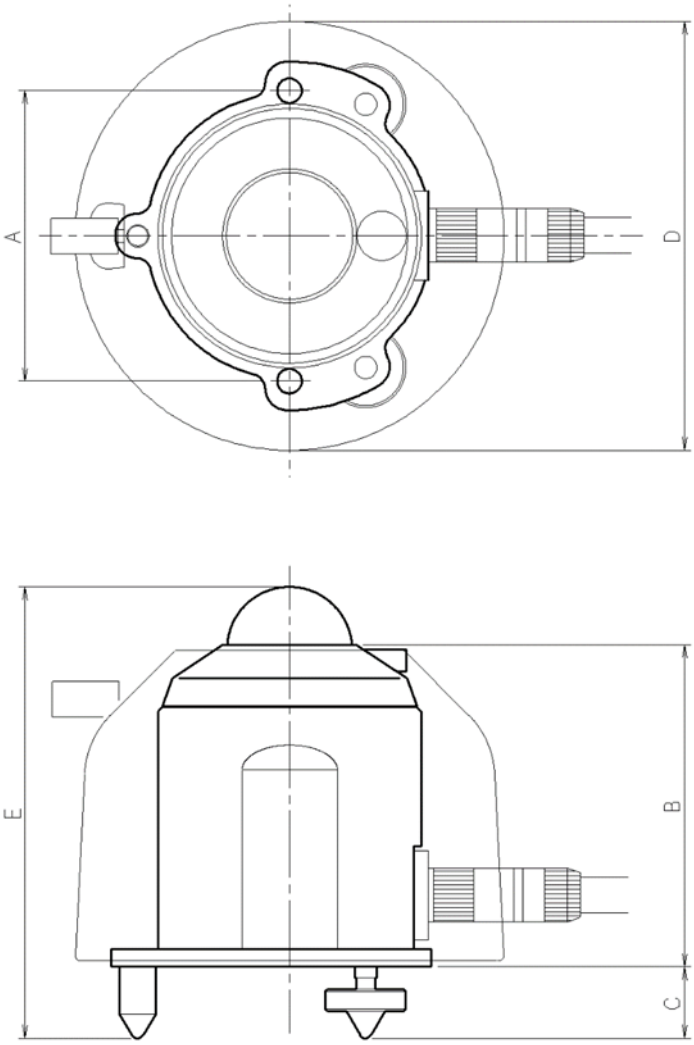


図 7-1. 外形図

7-3. 出力ケーブル

1. MS-40

結線方法については「5-2. 設置、2. 接続方法」を参照下さい。

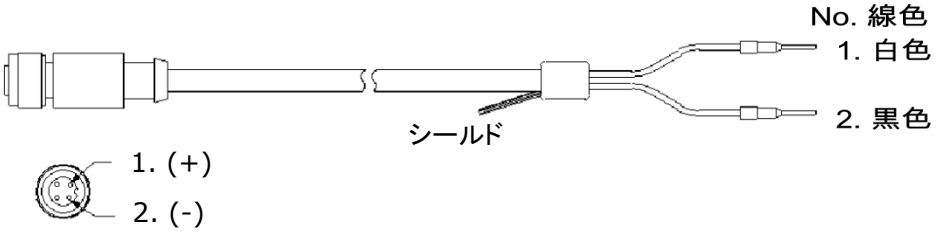


図 7-2. 出力ケーブル（MS-60）

2. MS-40C

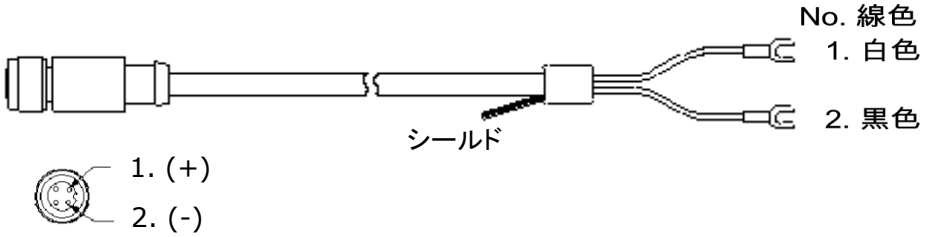


図 7-3. 出力ケーブル（MS-60C）

3. MS-40A、MS-40M

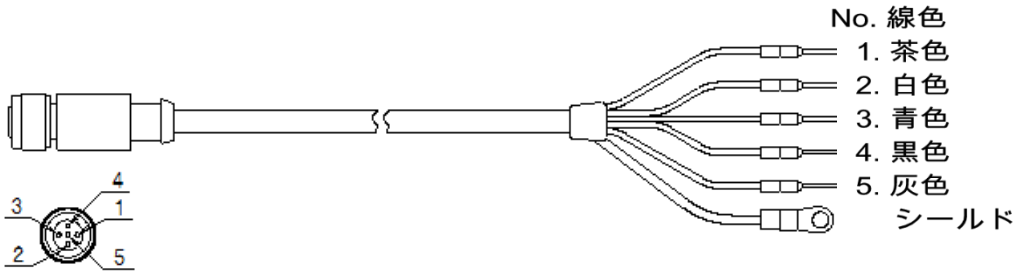


図 7-4. 出力ケーブル（MS-60A、MS-60M）

7-4. オプション品

表 7-5. オプション品一覧

オプション品	詳細
出力ケーブル(1)	ケーブル長: 10m、20m、30m、50m 先端処理: Y形端子、丸形端子、棒端子
ベンチレーションユニット	モデル名 : MV-01
トレーサビリティ証明書	試験成績書、校正証明書を記載したもの
EKO Sensor USBコントローラ	MS-40A専用の設定用ケーブル(ケーブル長 1m) インターフェイス: USB2.0 対応OS: Windows 8.1 / 10 (64bit)
変換器設定用通信ケーブル	MS-40Mとの信号線をRS485→USBに変換し、USB端子付のPCに接続を可能とする変換器(ケーブル長 1m (RS485/USB変換器→PC) インターフェイス: USB1.1 対応OS: Windows 8.1 / 10 (64bit)

(1)標準ケーブル長は 10m です。

A-1. 用語の定義

表 A1-1. 用語一覧表

半球面日射強度	任意の平面において、立体角 2πsr から受ける角度特性が加味された日射強度で、単位は[W/㎡]または[kW/㎡] となります。
全天日射強度	水平面で受ける半球面日射強度で、単位は[W/㎡]または[kW/㎡] 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/㎡]または[kW/㎡] となります。
散乱日射強度	半球面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/㎡]または[kW/㎡] 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/㎡時 におけるオフセット出力 [W/㎡]
ゼロオフセット b	雰囲気温度が 1 時間で 5℃変化した際に生じるオフセット出力 [W/㎡]
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/㎡]
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/㎡光照射量下での出力を基準とし、100W/㎡から 1000W/㎡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/㎡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/㎡] (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) 0.35μm から 1.5μm 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 ㎡の日射において、雰囲気温度を-10～+40℃まで変化させた際の 20 ℃時の出力に対する出力誤差[%]
傾斜角特性	(ISO9060:2018 変更) 1000W/ ㎡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(MS-40A, MS-40M)

専用ソフトウェア(英弘精機ウェブサイトからダウンロード)と、下記の機器(オプション)を用いて、MS-40A, MS-40M の出力範囲や感度定数等の設定内容を変更する事が出来ます。

- MS-40A 用:「EKO Sense USB コントローラ(オプション)」
- MS-40M 用:「変換器設定用通信ケーブル(オプション)」

2. インストール手順

下記の手順に従い、設定変更用ソフトウェアのインストールを行ってください。

1) 最新の「EKO Sense Configurator(インストーラファイル、圧縮ファイル: Zip 形式)」を英弘精機ウェブサイトの製品ページからダウンロードして下さい

2) インストーラファイル(Zip ファイル)を展開し、実行ファイルをクリックすると下図のセットアップ画面が表示されますので、「Next」をクリックしてください (オペレーティングシステムによっては、インストールの許可に関するダイアログが表示される場合があります)

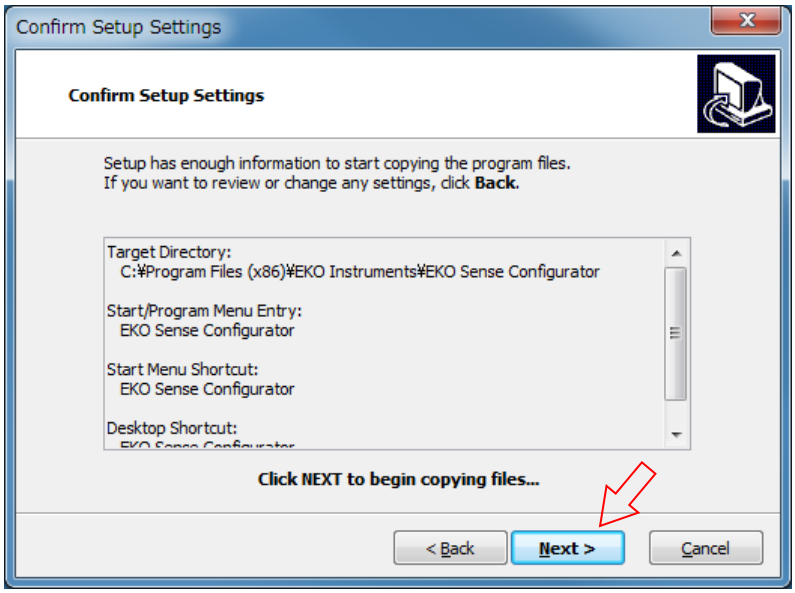


図 A-1. Confirm Setup Settings 画面

3) 次の画面の「Browse」でインストール先を指定した後、「Next」をクリックしてください。

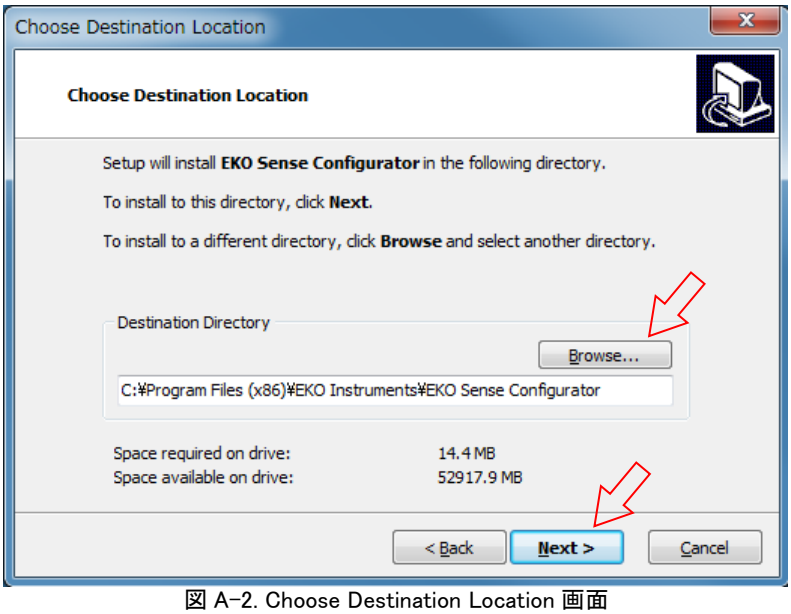


図 A-2. Choose Destination Location 画面

4) 次の画面でソフトウェアのショートカットの作成を選択します。デフォルトでは Windows の「スタートメニュー」および「デスクトップ」にショートカットを作成します。必要に応じてチェックボックスの☑を外して、「Next」をクリックして下さい。

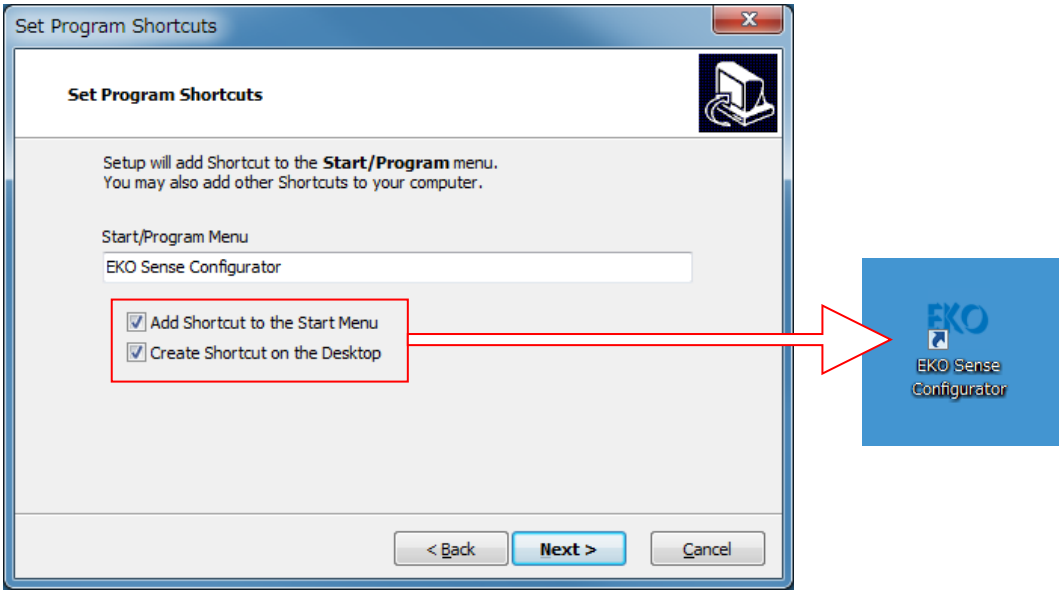


図 A-3. Set Program Shortcuts 画面

5) ソフトウェアに必要なファイルのコピーが始まり、終了すると次の画面が表示されます。「Finish」をクリックするとソフトウェアのインストールは終了し、ソフトウェアが起動します。すぐにソフトウェアを起動したくない場合、チェックボックス☑を外してから「Finish」をクリックして下さい。

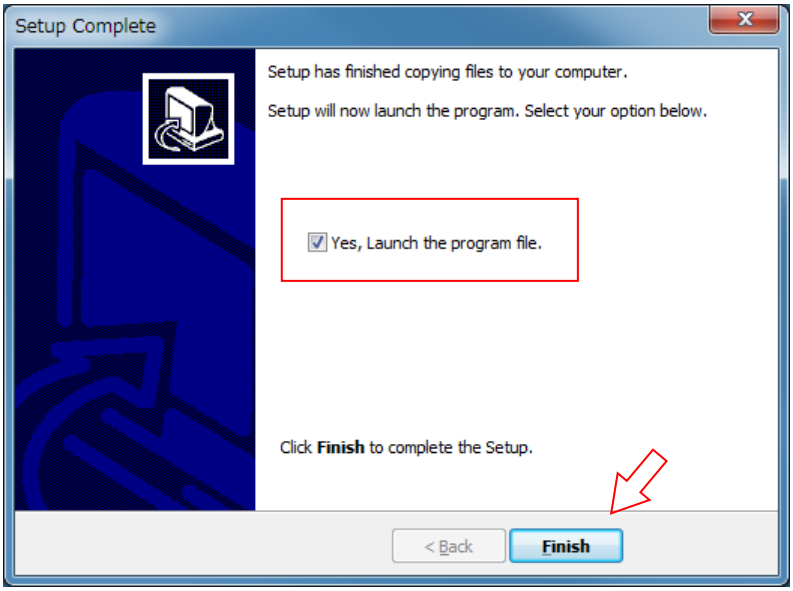


図 A-4. Setup Complete 画面

3. ハードウェアの準備

ソフトウェアのインストールが完了したら設定に必要な機器の接続を行います。

1) MS-40A の場合

ソフトウェアをインストールした PC に「EKO Sensor USB コントローラ」(オプション)の USB コネクタを PC に接続し、ケーブル終端のワニロクリップで、MS-40A の出力ケーブル終端を挟んでください。

電源は接続された USB コネクタ経由で PC から供給されますので、電源の接続は不要です。

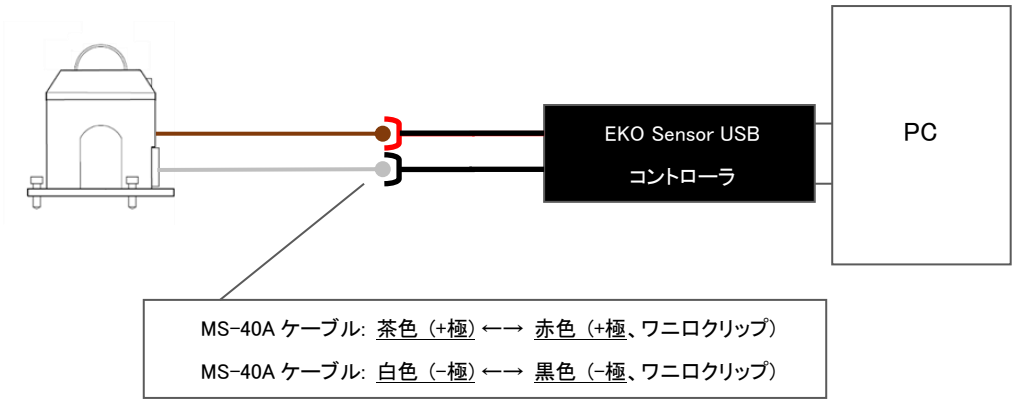


図 A-5. EKO Sensor USB コントローラでの接続方法

2) MS-40M の場合

ソフトウェアをインストールした PC に「変換器設定用通信ケーブル」の USB コネクタを PC に接続し、端子台部に MS-40M の出力ケーブル終端をケーブル終端のワニロクリップで、挟んでください。電源は DC12V～24V を供給して下さい。

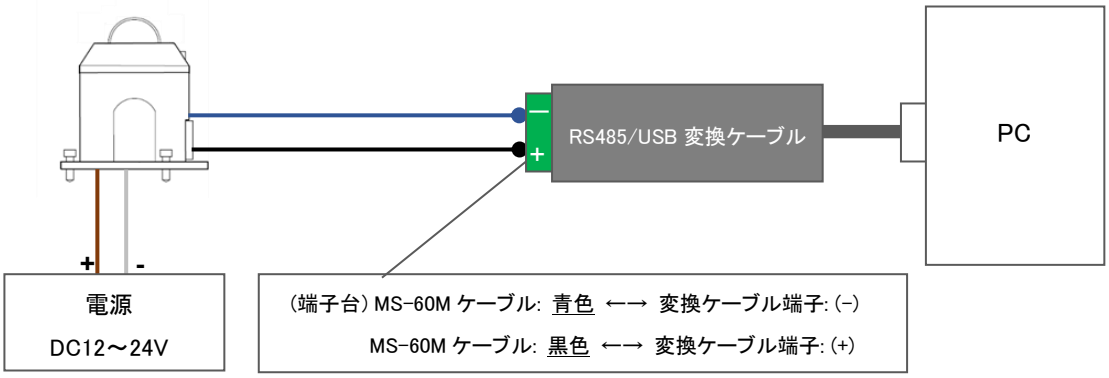


図 A-6. RS485 / USB 変換ケーブルでの接続方法

4. 設定内容の変更(MS-40A)

MS-40A の出力範囲や感度定数などの設定内容を変更する方法を説明します。

先に、ソフトウェアのインストール、および機器と PC を「EKO Sensor USB コントローラ」で接続させておいてください。

1) ソフトウェアを起動してください。ソフトウェア起動時は英語表記となっておりますので、必要に応じて画面上部にあるツールバー(「Tools」→「language」)で、表示する言語の変更をしてください{英語、ポルトガル語、スペイン語、日本語}

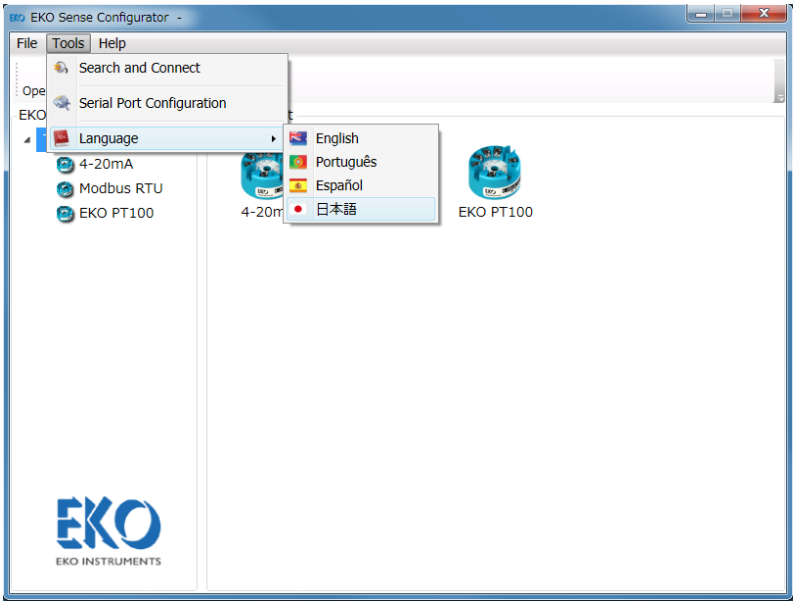


図 A-7. Language 選択

2) 次に設定変更する製品を選択します。［4-20mA］の画像をクリックして下さい。

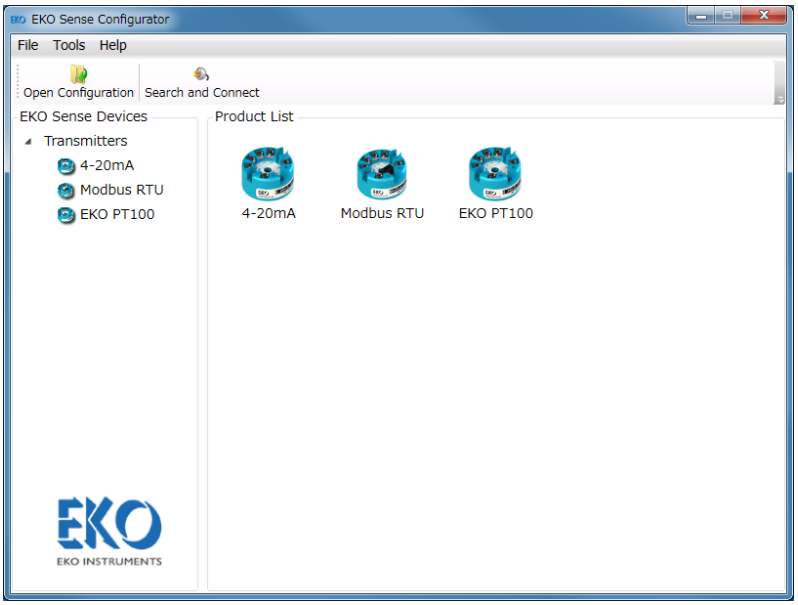


図 A-8. 設定変更器種の選択

『接続するシリアルポートの設定を確認、適宜変更してください』

1. [Tools] ⇒ [Serial Port Configuration] で別画面が開きます(下図)。 USB コントローラが接続されているシリアルポートと合っているか確認してください。シリアルポートは画面の「Serial Port」から適宜選択し、[Save] クリックで変更することができます。
2. 次に、[Tools] ⇒ [Search and connect」 クリックで変換器と再接続をしてください。

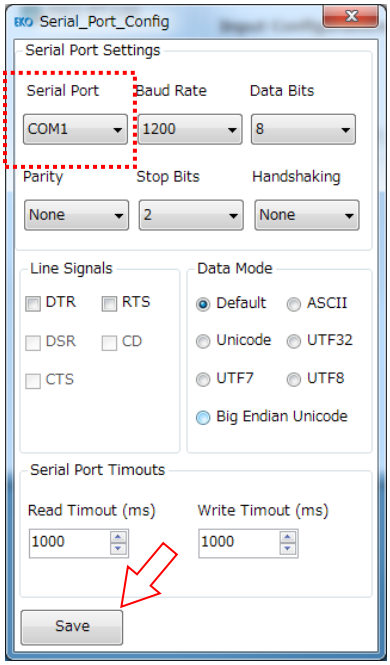


図 A-10. シリアルポート設定

シリアルポートの初期設定値

<Serial Port Settings>

Baud Rate: 1200, Data Bits: 8, Parity: None, Stop Bits: 2, Handshaking: None

<Line Signals>

選択なし

<Data Mode>

Big Endian Unicode

<Serial Port Timeouts>

Read Timeout (ms): 1000, Write Timeout (ms): 1000

ソフトウェア機能

下記にソフトウェアの機能をいくつか紹介します。設定を開く/保存する、また採用した設定のレポートを作成するなどの標準機能がいくつかあります。

1. 設定内容の変更と書込み

全天日射計のモデル名 [半角英数字]、感度定数、最少日射強度、最大日射強度、オフセットを変更可能です。 設定の変更後、[Write Device]をクリックで MS-40A に設定内容が書き込まれます。

書き込まれた設定内容は電源供給が無い状態でも維持されます。

*[Write Device]をクリックしないと、設定内容は変更されません。

2. 設定内容の読込み

[Read Device]で、現在の設定内容が表示されます。

3. 出力確認

[Read]ボタンクリックで現在の出力(日射計出力 mV, 日射強度 W/m^2, 内部温度)を読込む事が出来ます。

*テスト用の為、PC へのデータ記録は出来ません。

** MS-40A は内部温度センサが装備されておりませんので、正しい値が表示されません

4. 設定内容の保存

[Save]で、設定内容を、PC の任意に選択した場所に保存出来ます(XML ファイル形式)

5. 設定の保存、印刷

[Report]で設定内容を印刷することができます。

6. 工場出荷時に戻す

[Load Default]で工場出荷時の設定内容を呼び出します。工場出荷時の設定に戻す場合は、[Write Device]で設定内容を MS-40A に書き込んでください。

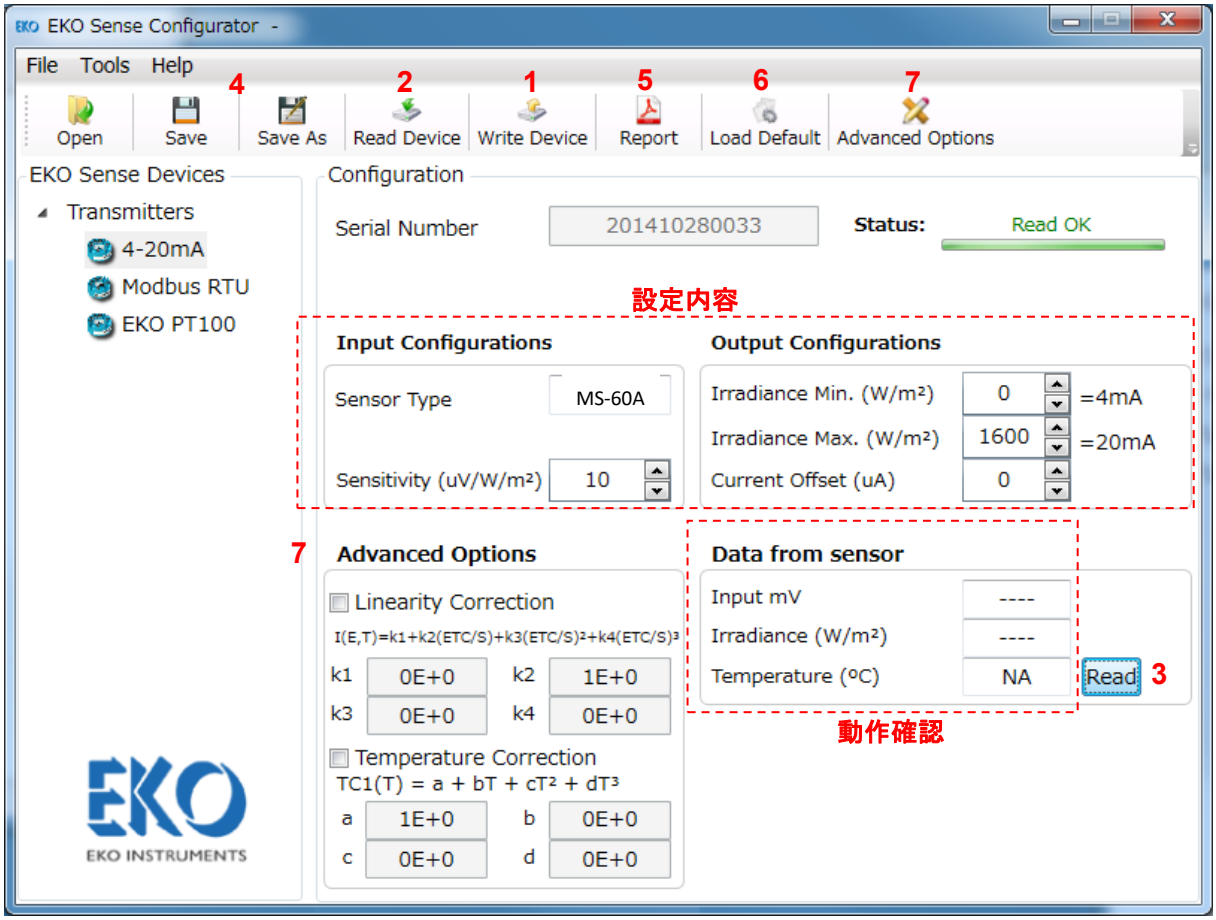


図 A-11. EKO Sense Configurator 設定画面

7. 高度な設定をする場合(直線性補正、温度特性補正)

[Advanced Options]クリックでパスワードを求めるダイアログが表示されます。パスワード[eko2014]を入力すると、[Advance Options]の設定項目が画面上に表示されます。

この画面で直線性補正の設定が可能となります。

*デフォルトではいずれも設定無しの状態になっており、設定をしなくても特性表に記載された性能が出る様に本体の設計がされております。設定の際は内容を十分理解したうえで変更をしてください。

チェックボックスに☑を入れて、下記計算式のパラメータ x4 を入力し、設定内容を適用してください。

直線性補正

日射強度に対する出力の直線性を補正する為のパラメータ(*k1, k2, k3, k4*)

*デフォルトでは直線性補正は未設定です。通常使用においては変更しない事を推奨します。

補正式を行う為の下記式に補正をする為の近似式(3 次式)の各項を設定してください。

$$I = (k1 + (k2 \times ETC(E, T) + (k3 \times ETC(E, T)^2) + (k4 \times ETC(E, T)^3)) / S$$

ただし、

I: 直線性補正後の日射強度

ETC(E,T): 温度補正後の計測電圧

S: 日射計感度定数

k1, k2, k3, k4: 補正係数 (例) *k1* を変更するとオフセット出力(μV)の変更が可能です。

デフォルト値{*k1*: 0, *k2*: 1, *k3*: 0, *k4*: 0}: ・・・直線性補正を使用しない設定

温度特性補正

雰囲気温度変化によって生じる温度特性を補正する為のパラメータ(*a, b, c, d*)

*デフォルトでは温度補正は未設定です。通常使用においては変更しない事を推奨します。

補正式を行う為の下記式に補正をする為の近似式(3 次式)の各項を設定してください。

$$ETC(E, T) = E / TC1(T), \quad TC1(T) = a + b \times T + c \times T^2 + d \times T^3$$

ただし、

ETC (E,T): 温度補正を実施した計測電圧

E: 計測電圧

TC1(T): 補正係数

T: 計測温度(内部温度)

a, b, c, d: 補正係数

デフォルト値{*a*: 1, *b*: 0, *c*: 0, *d*: 0}: ・・・温度補正を使用しない設定

5. 設定内容の変更(MS-40M)

MS-40M の出力範囲や感度定数などの設定内容を変更する方法を説明します。

先に、ソフトウェアのインストール、および機器と PC を「変換器設定用通信ケーブル」で接続させておいてください。

1) ソフトウェアを起動してください。ソフトウェア起動時は英語表記となっておりますので、必要に応じて画面上部にあるツールバー(「Tools」→「language」)で、表示する言語の変更をしてください{英語、ポルトガル語、スペイン語、日本語}

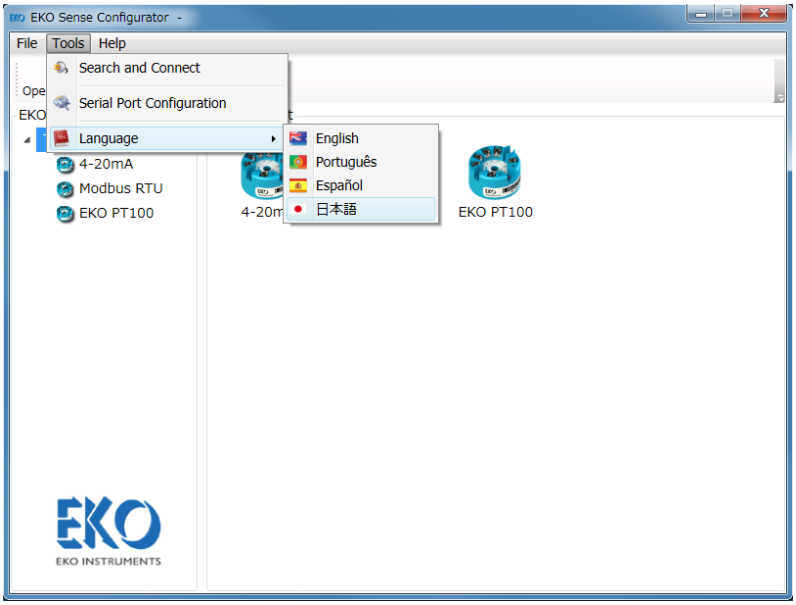


図 A-12. Language 選択

2) 次に設定変更する製品を選択します。［Modbus RTU］の画像をクリックして下さい。

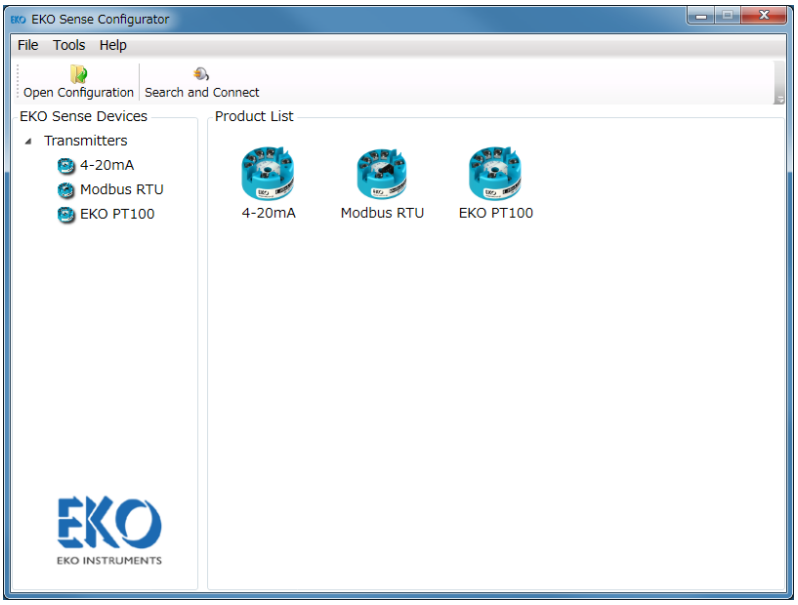


図 A-13. 設定変更器種の選択

3) ［MODBUS RTU］をクリックすると下の画面が表示されます。

1. 設定内容の変更に入る前に接続設定の確認を行います。MS-40M との接続設定(ポート、ボーレート、パリティ)、および［Node index]の設定後、「通信開始」ボタンをクリックすると MS-40M との接続を試みます。通信が成功し、接続が完了すると「Reading Success」が画面に表示されます。

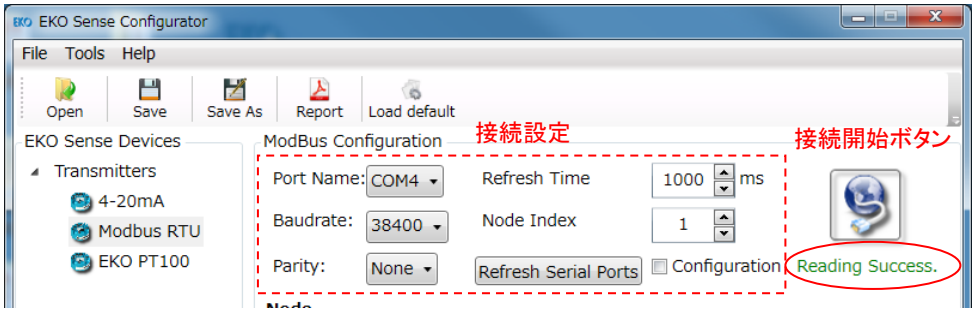


図 A-14. MS-40M 接続設定

表 A-3. 通信設定の項目

項目	内容	デフォルト値
Port Name	接続しているポート	設定なし
Baudrate	通信速度 ［bps］	9600
Parity	パリティ	None
Refresh Time	データのリフレッシュ時間 ［msec.］	1000
Node Index	ノード番号	1

パラメータの変更方法

2. 接続が確認出来たら、[Configuration]に☑を入れてください。[Node Index]が 101 になります。
3. MS-40M への供給電源を OFF にしてから、再度、電源を ON にしてください。
   (注意: 安定化電源を使用している場合、電源 OFF の状態でも出力電圧が 0V ではない時間が数分間継続する場合があります)
4. 電源 ON の後、5 秒以内に「通信開始」ボタンをクリックすると、設定可能な状態となり、次の項目が変更可能となります(製品シリアル番号は変更しないでください)

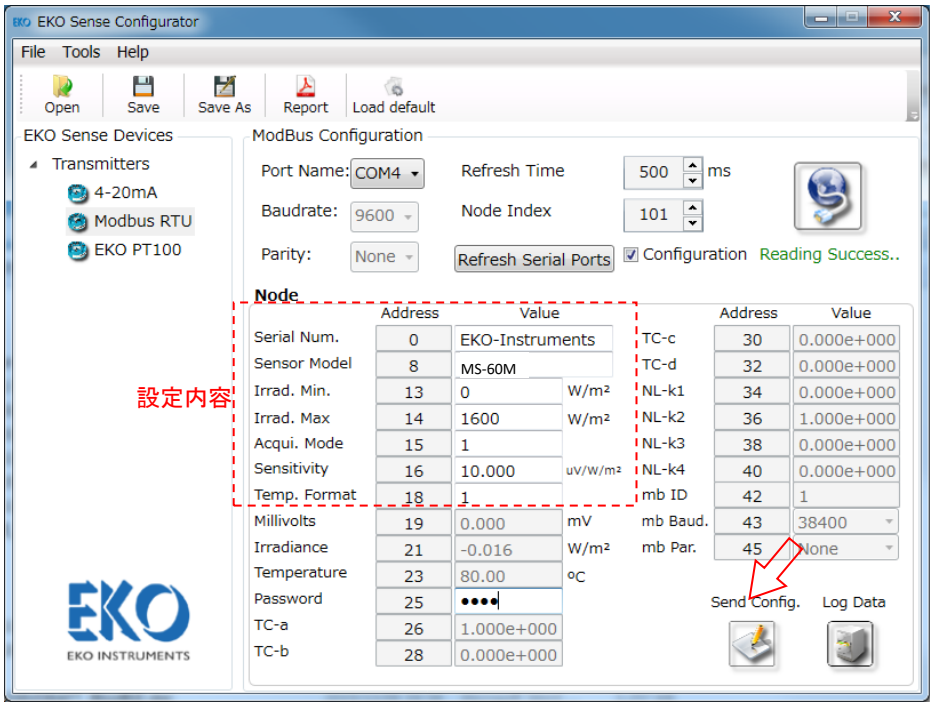


図 A-15. MS-40M 設定変更可能項目

表 A-4. 設定項目

項目	内容	デフォルト値
Serial Num.	製品シリアル番号(変更しないでください)	製品毎に設定済
Sensor Model	型式名	MS-40M
Irrad. Min.	最小日射強度 [W/㎡]	0
Irrad. Max.	最大日射強度 [W/㎡]	1600
Acqui. Mode	測定モード(変更しないでください)	1
Sensitivity	製品の感度定数	製品毎に設定済
Temp. Format	内部温度の単位[℃, F, K]	℃
Password	高度な設定を変更する場合に入力します	8355

5. 設定項目を変更し、[Send Config] クリックで、設定内容が MS-40M に書き込まれます。
6. 再度 2 の手順を行い、設定内容が反映されているか確認してください。

Refresh Serial Ports:

COM ポートを再検出します。接続している COM ポートが表示されない場合は、[Refresh Serial Ports]ボタンをクリックしてください。

その他の機能: ソフトウェア上から次の機能が使用出来ます。

Load default: 工場出荷時の状態に戻します(Send Config で設定を書き込まないと適用はされません)

Report:現在の設定内容を PDF に出力します。

Save, Save As: 設定内容をファイルに保存します(XML ファイル形式)

Open: 保存された設定内容(XML ファイル)を読込ます。

Log Data: 簡易的に計測データのロギングが出来ます。

「Log Data」ボタンをクリック → ログの保存場所を指定すれば計測データの記録が開始します。
データ計測間隔はソフトウェアのデータ更新時間で設定した時間です。

記録するデータ項目は下記となります(CSV 形式ファイル、セミコロン区切り)

- ・年月日
- ・時刻

} タイムスタンプ

- ・最小出力日射強度(W/m^2)
- ・最大出力日射強度(W/m^2)
- ・日射計感度定数(μV/W/m^2)

} 設定値

- ・計測電圧(mV)
- ・日射強度(W/m^2)
- ・温度(℃) *

} 計測値

*MS-40A は内部温度センサを備えておりませんので、正しい値は記録されません。

パスワード保護されている設定(直線性補正、温度特性補正、通信設定)の変更

設定変更が可能な状態(上述)で、[Password] にパスワードを入力後、[Send Config]をクリックすると、下記画面になり、直線性補正、温度特性補正、通信設定(Modbus ID、ボーレート、パリティ)の変更が可能となります。

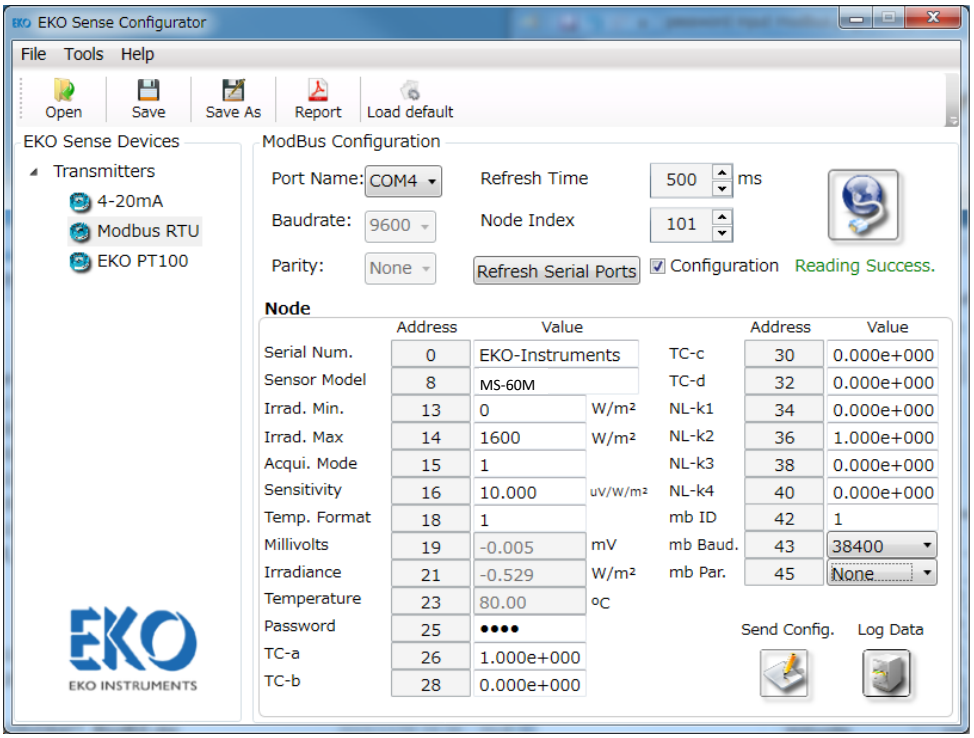


図 A-16. パスワード保護されている設定の変更

<u>直線性補正</u>

日射強度に対する出力の直線性を補正する為のパラメータ(*k1, k2, k3, k4*)

*<u>デフォルトでは直線性補正は未設定です。通常使用においては変更しない事を推奨します。</u>

補正式を行う為の下記式に補正をする為の近似式(3 次式)の各項を設定してください。

$$I = (k1 + (k2 \times ETC(E, T) + (k3 \times ETC(E, T)^2) + (k4 \times ETC(E, T)^3)) / S$$

ただし、

I: 直線性補正後の日射強度

ETC(E,T): 温度補正後の計測電圧

S: 日射計感度定数

k1, k2, k3, k4: 補正係数 (例) K1 を変更するとオフセット出力(μV)の変更が可能です

デフォルト値{*k1*: 0, *k2*: 1, *k3*: 0, *k4*: 0} ・・・直線性補正を使用しない設定

<u>温度特性補正</u>

雰囲気温度変化によって生じる温度特性を補正する為のパラメータ(*a, b, c, d*)

*<u>MS-40A には内部温度センサを備えておりませんので、値を変更しないでください。値を変更すると正しい出力が得られなくなります。</u>

補正式を行う為の下記式に補正をする為の近似式(3 次式)の各項を設定してください。

$$ETC(E, T) = E / TC1(T), \qquad TC1(T) = a + b \times T + c \times T^2 + d \times T^3$$

ただし、

ETC (E,T): 温度補正を実施した計測電圧

E: 計測電圧

TC1(T): 補正係数

T: 計測温度(内部温度)

a, b, c, d: 補正係数

デフォルト値{*a*: 1, *b*: 0, *c*: 0, *d*: 0} ・・・温度補正を使用しない設定

通信設定

- mb ID(Modbus ID, デフォルト: 1)

2 台以上の MS-40M あるいは、英弘精機製 MS-40M、MC-20 と Bus 接続する場合、重複しない mb ID を Bus 接続する前に個々に設定を行って下さい。

mb Baud.(Modbus Baudrate, デフォルト: 9600)

設定可能な通信速度[bps] {4,800、9,600、19,200、38,400、56,000、57,600、115,200}

mb Par. (mb Parity bit, デフォルト: None)

設定可能なパリティ{None, 1, 2}

設定項目の変更後は、[Send Config] クリックで、設定内容が MS-40M に書き込んで下さい。また、設定内容が反映されているか確認してください。

注意: ノードに違う設定を行った場合(例:ボーレート 38400)、コミュニケーションのボーレートは必ず(38400)に対応していなくてはいけません。

A-4. 通信仕様 (MS-40M)

MS-40M は Modbus プロトコルによって通信データのフォーマットを定めています。

表 A-5. 通信仕様

項目	説明
電気的仕様	EIA-485
通信方式	マルチドロップ方式 (マスター1 台に対してスレーブ: 100 台、 計 100 台接続可)
通信プロトコル	MODBUS RTU※1 (Slave)
ボーレート	4,800、9,600、19,200、38,400、56,000、57,600、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 1.2 km (理論値)
誤り検出方式	CRC-16

※1: Modicon 社が開発したシリアル通信用のオープンプロトコルです

※2: パリティビットが「None(無し)」の場合は、ストップビットが 2 ビットとなり、パリティビットが「Odd(奇数)」または「Even(偶数)」の場合は、ストップビットが 1 ビットとなります

表 A-6. データフォーマット

スタート	アドレス	ファンクションコード	データ内容	CRC データ	エンド
T1-T2-T3-T4 無通信時間 (≧3.5 char)	8 ビット	8 ビット	n ＊ 8 ビット	16 ビット	T1-T2-T3-T4 無通信時間 (≧3.5 char)

Modbus データ (RTU)

表 A-7. ファンクションコード

コード (10 進数)	機能
03	保持レジスタ読み出し

表 A-8. データ内容

アドレス	データ型	説明	詳細説明(後述)
0	UINT16※1	シリアル番号 1st /2nd ASCII コード	
1	UINT16	シリアル番号 3rd/4th ASCII コード	
2	UINT16	シリアル番号 5th/6th ASCII コード	
3	UINT16	シリアル番号 7th/8th ASCII コード	
4	UINT16	シリアル番号 9th/10th ASCII コード	
5	UINT16	シリアル番号 11st/12nd ASCII コード	
6	UINT16	シリアル番号 13rd/14th ASCII コード	
7	UINT16	シリアル番号 15th/16th ASCII コード	
8	UINT16	計測器型名 1st/2nd ASCII コード	
9	UINT16	計測器型名 3rd/4th ASCII コード	
10	UINT16	計測器型名 5th/6th ASCII コード	
11	UINT16	計測器型名 7th/8th ASCII コード	
12	UINT16	計測器型名 9th/10th ASCII コード	
13	UINT16	最小日射強度	
14	UINT16	最大日射強度	
15	UINT16	計測モード	A
16,17	FLOAT※2	日射計の感度定数	B
18	UINT16	温度単位	C
19,20	FLOAT	測定電圧	D
21,22	FLOAT	日射強度	E
23,24	FLOAT	内部温度	F
25	UINT16	パスワード	G
26,27	FLOAT	温度特性補正係数 1: a	H
28,29	FLOAT	温度特性補正係数 2: b	
30,31	FLOAT	温度特性補正係数 3: c	
32,33	FLOAT	温度特性補正係数 4: d	
34,35	FLOAT	直線性補正係数 1: k1	I
36,37	FLOAT	直線性補正係数 2: k2	
38,39	FLOAT	直線性補正係数 3: k3	
40,41	FLOAT	直線性補正係数 4: k4	

※1: UINT16: 16 ビットの符号なし整数型

※2: FLOAT: 単精度浮動小数点数、レジスタの順序は下位→上位

各データ内容の詳細は下記となります(A～I)

A. 計測モード（アドレス番号: 15） 値: 1（デフォルト）

*この値は変更しないでください

B. 日射計の感度定数（アドレス番号: 16）

内部メモリに保持されている感度定数（μV/W/m^2）*感度定数は変更しないでください

C. 温度の単位（アドレス番号: 18） 値: 1（デフォルト）

温度の単位は次の 3 種類{1: ℃（摂氏), 2: K（ケルビン), 3: F（華氏)}、小数点 2 桁、例: 20.12℃

D. 測定電圧（アドレス番号: 19）

測定した電圧値(mV)、小数点 3 桁、例: 1.254 mV

E. 日射強度（アドレス番号: 21）

計測電圧を換算した日射強度（W/m^2)、小数点 2 桁、例: 1010.25 W/m^2

F. 内部温度（アドレス番号: 23） ＊ MS-40A は内部温度センサが無い為、正しい値が表示されません

＊ 測定した内部温度(℃)、少数点 2 桁、例: 12.34 (℃)

G. パスワード（アドレス番号: 25）

温度特性補正や直線性補正の設定に必要なパスワード(8355)

H. 温度補正係数（アドレス番号: 26, 28, 30, 32）

*MS-40A には内部温度センサを備えておりませんので、値を変更しないでください。値を変更すると正しい出力が得られなくなります。

雰囲気温度変化によって生じる温度特性を補正する為のパラメータ(x 4)

*初期値では温度補正は未設定となっております。

もし温度補正が必要な場合は、下記の補正式を参考にしてください。

$$ETC(E, T) = E / TC1(T), \quad TC1(T) = a + b \times T + c \times T^2 + d \times T^3$$

ただし、

$ETC(E,T)$:	温度補正を実施した計測電圧
E:	計測電圧
$TC1(T)$:	補正係数
T:	計測温度(内部温度)
a, b, c, d:	補正係数

初期値{a: 1、b: 0、c: 0、d: 0} …温度補正を使用しない設定

I. 直線性補正用係数（アドレス番号: 34, 36 , 38, 40）

日射強度に対する出力の直線性誤差を補正する為のパラメータ(*k1, k2, k3, k4*)

*初期値では直線性補正は未設定となっております。この値は変更しないでください

もし直線性補正が必要な場合は、下記の補正式を参考にしてください。

$$I = (k1 + (k2 \times ETC(E, T) + (k3 \times ETC(E, T)^2) + (k4 \times ETC(E, T)^3)) / S$$

ただし、

I: 直線性補正後の日射強度

ETC(E,T): 温度補正後の計測電圧

S: 日射計感度定数

k1, k2, k3, k4: 補正係数 …*k1* を変更するとオフセット出力(μV)の変更が可能です

初期値{*k1*: 0, *k2*: 1, *k3*: 0, *k4*: 0} …直線性補正を使用しない設定

データ例

1. マスターからノード番号 0x01 へ日射強度を問合せ（データフレーム）

ノード番号	ファンクション番号: 保持レジスタ読出し	開始レジスタ番号		読出しレジスタ数			
		（上位）	（下位）	（上位）	（下位）		
0x01	0x03	0x00	0x15	0x00	0x02	CRC	CRC

*0xXX は 16 進数

2. ノード番号 0x01 からマスターへの日射強度の応答（データフレーム）

ノード番号	ファンクション番号: 保持レジスタ読出し	データ長	レジスタ 21 番 (0x15)		レジスタ 22 番 (0x16)			
			（上位）	（下位）	（上位）	（下位）		
0x01	0x03	0x04	0x??	0x??	0x??	0x??	CRC	CRC

*0x??は戻りの値(16 進数)

データ変換

1. アドレス番号が 0～12 番のデータ変換方法
- 出力データ形式: UINT16 (16 進数)
- 変換後のデータ形式: ASCII(ASCII コード表に従って変換してください)

変換例: 日射計型番(アドレス 8～12 番)のデータ変換

変換結果: MS-40 __ __ __ __ __

アドレス番号	8		9		10		11		12	
MS-40M 出力データ	4d	53	2d	36	30	20	20	20	20	20
変換結果	M	S	-	6	0	_	_	_	_	_

2. アドレス番号が 13～15 番、18 番、25 番、42 番、45 番のデータ変換方法
- 出力データ形式: UINT16 (16 進数: 16 進数を 10 進数に変換してください)
- 変換後のデータ形式 (10 進数)

変換例: 最小日射強度と最大日射強度(アドレス 13～14 番)のデータ変換

変換結果: 最小日射強度 0 [W/㎡]、最大日射強度 1600 [W/㎡]

アドレス番号	13		14	
MS-40M 出力データ	00	00	06	40
変換結果	0		1600	

3. アドレス番号が 16～17 番、19～24 番、26～41 番、43～44 番のデータ変換方法
- 出力データ形式: FLOAT (16 進数)
- 変換後のデータ形式: 10 進数

変換例: 日射強度(アドレス 21～22 番)のデータ変換

FLOAT データは、下位、上位の順番になります。

例の様に 22 番のデータ(前)と 21 番(後)のデータを繋げて、1 つの変換前データとなります

次に変換前データを IEEE754 の規格に則って計算してください。

変換結果: 820.52 [W/m^2]

アドレス番号	23		24	
出力データ	21	47	44	4d
変換前データ	444D2147			
変換結果	820.52			

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(μV/W/㎡)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-40A など)に設定します。
これは「EKO Sense Configurator」ソフトウェアと専用ケーブルまたは 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-40A(または MS-40M)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-40A(または MS-40M)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。

$$S_{new} = I_{MS40} / I_{ref} \times S_{origin}$$

ただし:

S_{new}	MS-40A(または MS-40M)の新しい感度定数（μV/W/㎡）
S_{origin}	MS-40A(または MS-40M)のオリジナルの感度定数（μV/W/㎡）
I_{MS40}	MS-40A(または MS-40M)で測定した日射強度（W/㎡）
I_{ref}	標準とする日射強度（W/㎡）

A-7. 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 接続（ケーブル長が 10m を超える場合）

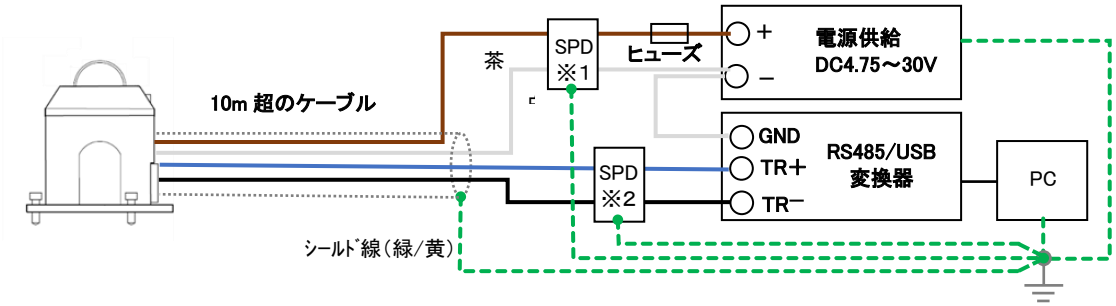


図 A7-1. Modbus 接続（ケーブル長が 10m を超える場合等）

※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。

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
info@eko-usa.com
www.eko-usa.com

EKO Europe,
Middle East, Africa,
South America
Lulofsstraat 55, Unit 28,
2521 AL, Den Haag,
The Netherlands
P. +31 (0)70 3050117
info@eko-eu.com
www.eko-eu.com