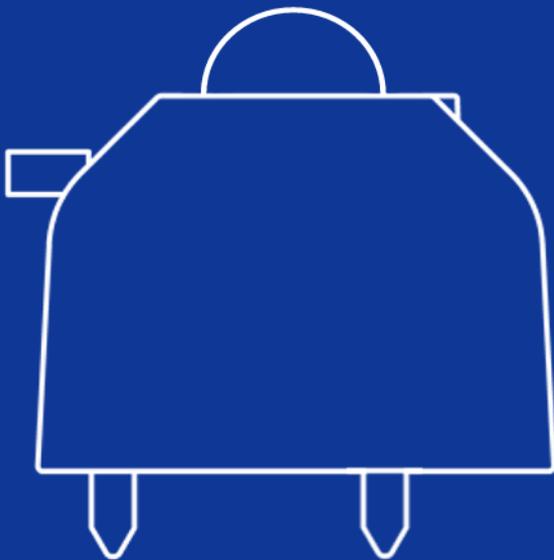


取扱説明書

全天日射計  
ISO9060  
First Class

# MS-60



EKO

# 1. もくじ

<b>1. もくじ</b>	<b>1</b>
<b>2. お使いいただく前に</b>	<b>2</b>
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/IEC 17025:2005 について	3
2-6. CE 宣言書	4
<b>3. 安全にお使いいただくために</b>	<b>5</b>
3-1. 警告・注意	5
<b>4. 製品概要</b>	<b>7</b>
4-1. 製品の主な機能	7
4-2. 梱包内容	8
<b>5. 製品取扱方法</b>	<b>9</b>
5-1. 各部のはたらき	9
5-2. 設置	11
5-3. 日射測定	15
<b>6. メンテナンス &amp; トラブルシューティング</b>	<b>17</b>
6-1. メンテナンス	17
6-2. 校正及びトレーサビリティについて	18
6-3. トラブルシューティング	19
<b>7. 仕様</b>	<b>20</b>
7-1. 本体仕様	20
7-2. 日射計寸法	22
7-3. 出力ケーブル	23
7-4. オプション品	23
<b>付記</b>	<b>24</b>
A-1. 用語の定義	24
A-2. 全天日射計の特性	25
A-3. ソフトウェア (MS-60A, MS-60M)	26
A-4. 通信仕様 (MS-60M)	38
A-5. 再校正について (MS-60A, MS-60M)	42

## 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、当社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。

### 2-3. 取扱説明書について

© 2017 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に無断複写または転載することを禁じます。

発行日: 2017/12/19

バージョン: 4

---

## 2-4. 環境情報について

### 1. WEEE指令(Waste Electrical and Electronic Equipment)

本製品は、WEEE指令2002/96/ECの対象にはなっていませんが、一般家庭のゴミとしての廃棄は避けてください。適切に処理、回収、及びリサイクルするには、専門の集積場所もしくは施設へお問い合わせください。

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(Restriction of Hazardous Substances)

英弘精機では、RoHS指令2002/95/EC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、RoHS指令2002/95/EC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/IEC 17025:2005 について

英弘精機は、校正と試験に関する ISO/IEC 17025 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/IEC17025 および ISO9847(全天日射計:屋内校正) 並びに ISO9059(直達日射計:屋外校正)に準拠した最高品質の校正を提供します( <http://eko.co.jp/company/iso.html> )

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-60, MS-60C, MS-60A, MS-60M

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)

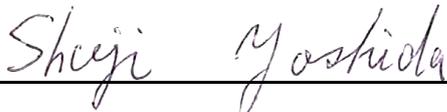
Following the provisions of the directive:

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: 

## 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下さい。



### 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を負う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。
- 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計測器のシグナルグランド端子又は GND 側(シングルエンド入力の基準電位側)に接続し、シグナルグランド端子を接地して下さい。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く
  2. 固定ネジをアルミ製のボルトネジに変更する
  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する
  4. 定期的に清掃する
- 本製品を真空環境下等で使用しないでください。
- 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

## 2. 製品について

- 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)

## 3. 電源について (MS-60A/MS-60M)

- 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. 製品概要

### 4-1. 製品の主な機能

ISO9060 の全天日射計の規格において、ファーストクラスに分類される MS-60 シリーズは高精度で堅牢な全天日射計です。

アルマイト処理された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-60/60C/60A/60M は太陽放射照度の測定に必要な 285~3,000nm の波長範囲に感度を持ち、-40°C~+80°C 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。

オプション設定のヒータ付ベンチレーションユニットを装着する事で冬季に生じる霜、堆雪を防ぐ効果を得られます。また、MS-60 はアナログ出力(mV) 2 機種(MS-60/60C)の他に、4-20mA 出力、および Modbus®出力形式を用意しております。

#### 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)、4-20mA、および Modbus®出力)

全ての MS-60/60C/60A/60M 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製品は、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

(\*\*) 内部に結露の無い状態である事

## 4-2. 梱包内容

はじめに、梱包内容をご確認ください。不足、または破損しているものなどがあつた場合は、直ちに当社までご連絡ください。

表 4-1. 梱包内容

品目	MS-60 / MS-60C / MS-60A / MS-60M
全天日射計本体	○
出力ケーブル *	○
フード	○
クイックスタートガイド	○
取扱説明書(本書) **	-
保証書	○
検査証	○
固定ボルト ( M5 ) x2 本	○ (ボルト長: 75mm )
ワッシャー ( M5 ) x4 個	○
ナット ( M5 ) x2 個	○

(\*) 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な場合は購入時にお問合せください

(\*\*) 取扱説明書(本書)は同梱されておりません。必要に応じて英弘精機ウェブサイトからダウンロードしてください

# 5. 製品取扱方法

## 5-1. 各部のはたらき

以下に各部の名称と主な働きを説明します

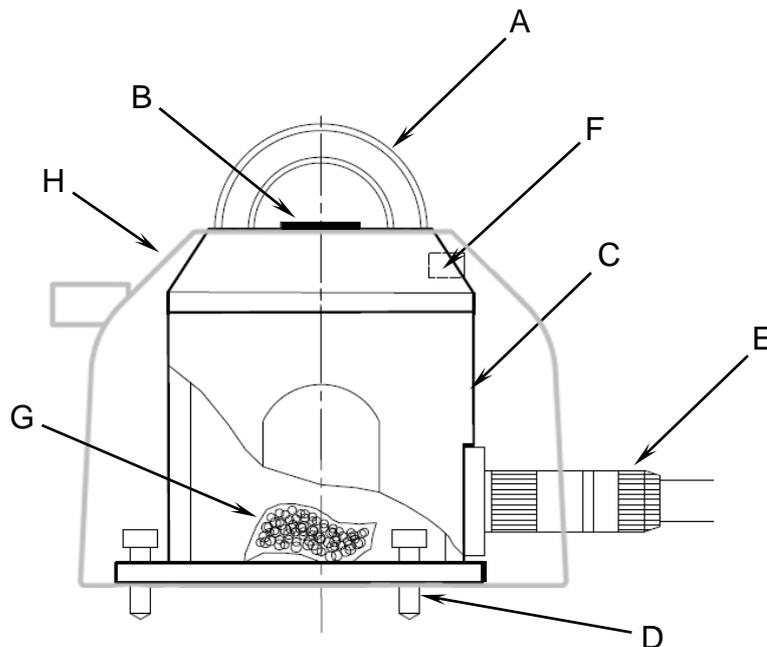


表 5-1. 各部名称

各部名称
A. ガラスドーム
B. センサ
C. ボディ
D. 水平調整ネジ
E. ケーブル/コネクタ
F. 水準器
G. 乾燥剤
H. フード

図 5-1. 日射計部品名称

### 1. 内ガラスドーム / 外ガラスドーム

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、二重構造にする事で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 / 水準器

製品には日射によるボディ温度の上昇を防ぐため、フードを備えております。ボディには衝撃や耐熱性に優れたアルミニウムの合金を使用しており、高温、低温環境でも使用可能で、日常的な雨滴、塵埃への高い耐性もあります。また本製品は、受感部が水平であるかの確認をするための水準器を備えています。

\* 本製品は水没しない場所で使用してください

### 4. 乾燥剤

センサ内部の気圧や外気温変化の影響によるガラス内面の曇り、結露を生じにくくする為、乾燥剤を内蔵しております。

\* 乾燥剤の交換は再校正時に実施致します。お客様自身で製品の開封、および交換をすると、気密性にトラブルが生じる可能性が有る為、お止め下さい。

### 5. ケーブル / コネクタ

製品には専用の出力ケーブル(標準長: 10m\*)が付属されております。

製品との接続は、コネクタを手で廻す事で取付け/取外しが出来、出力ケーブルの先端はデータロガー等への接続を容易にするため端子が圧着固定されています。ケーブルとコネクタは、耐湿度、耐 UV 性のあるものを採用しており、屋外での連続測定にて使用できます。

(塩害の恐れがある地域で使用する場合、コネクタ部に自己融着テープを貼付する等の防錆対策を実施下さい)

\* 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、英弘精機までお問合せください  
(オプション品については、仕様 オプション品の項を参照ください)

## 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いくつかの注意を要する点があります。

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、乾燥剤の点検など)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) 設置台に製品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下さい。

表 5-2. 固定穴幅、および固定ボルトサイズ

	MS-60 / 60C / 60A / 60M
固定穴幅	65 mm
取付けボルト	M5 x 100 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。  
製品本体に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) 出力コネクタ側が極側に向くように設置してください。  
例えば、北半球ではコネクタを北側に、南半球ではコネクタを南側に向けて設置してください。コネクタが太陽方向に向いていると、コネクタの温度が上昇し、それによって生じる不要な熱起電力が原因で誤差を生じる可能性があります。
- 4) 水準器の円の中心に気泡がくるように、3本の水平調整ネジで水平を調節してください。  
水平位置がずれていると、入射角や方位角での誤差を生じる原因となります。製品の水準器は適時確認、および調整してください。

[傾斜面に設置する場合]

水平な台上で製品の水平を調整した後、傾斜面に取付けてください。

- \* 設置台に取付ける際、水平調整ネジは外さないでください。外した状態で固定すると、設置台からの熱により出力値に異常を生じる場合があります。
- \* 調整脚以外の部分が設置台に直接接触しないようにしてください。測定誤差が生じる可能性があります。

- 5) 付属の2本の取付けボルトで製品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. 接続方法

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。

### ■ 接続手順

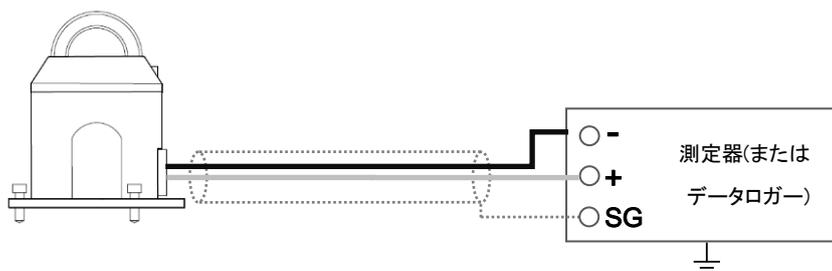
- 出力ケーブルコネクタを本体コネクタ部に挿込んでから廻して接続してください。  
\*コネクタが正しい向きである事を確認してから接続してください。無理にコネクタを接続すると、コネクタ破損の原因や、ノイズ発生の要因となります。  
\*一旦、回転が重くなる様に感じて、そこで回転をやめずに最後まで確実に締付けてください。

### 2) 出力ケーブルの接続

#### 2-1. MS-60/60C の接続方法 (表 5-3. MS-60/60C ケーブル配列を併せて参照ください)

下図の線色に合致する出力ケーブル終端と電圧計またはデータロガーを接続してください。

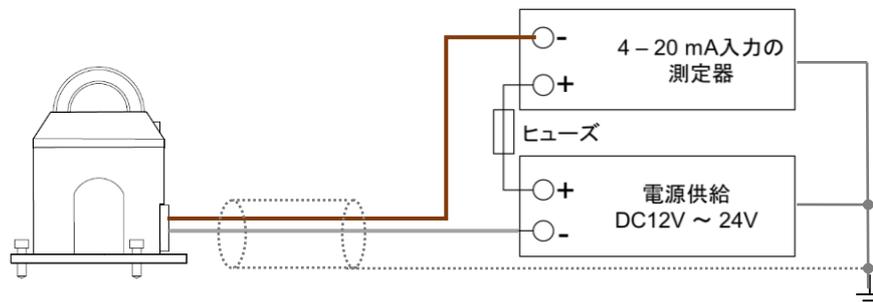
\* シールドは必ず接続してください。接続しないとノイズを生じる原因になります。



#### 2-2. MS-60A の接続方法 (表 5-4. MS-60A/60M ケーブル配列を併せて参照ください)

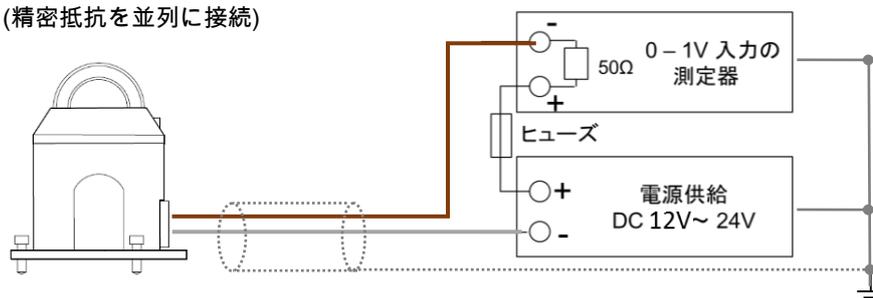
出力ケーブル終端を、DC 電源(12~24V)、電流計、電圧計またはデータロガー(精密抵抗を直列に接続して電圧を測定する場合)に接続してください。過電流保護の為、DC 電源と MS-60M の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列で設置してください。

#### 電流値で測定する場合の接続方法



#### 電圧値で測定する場合の接続方法

(精密抵抗を並列に接続)



\* 精密抵抗を直列に接続する事で電圧降下が生じます。精密抵抗の値を大きくする場合や伝送距離を長くする場合は、供給電源の電圧を 24V にする事を推奨します。

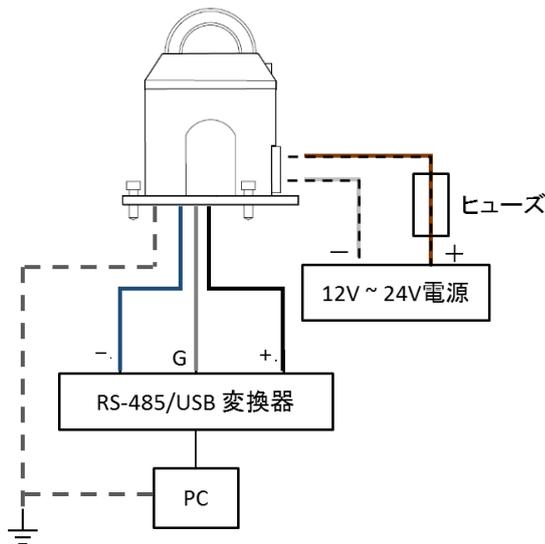
\* MS-60A に入力される電圧が 9.6V 以上になる様な精密抵抗値およびケーブル長を選定下さい。

### 2-3. MS-60M の接続方法 (表 5-4. MS-60A/60M ケーブル配列を併せて参照ください)

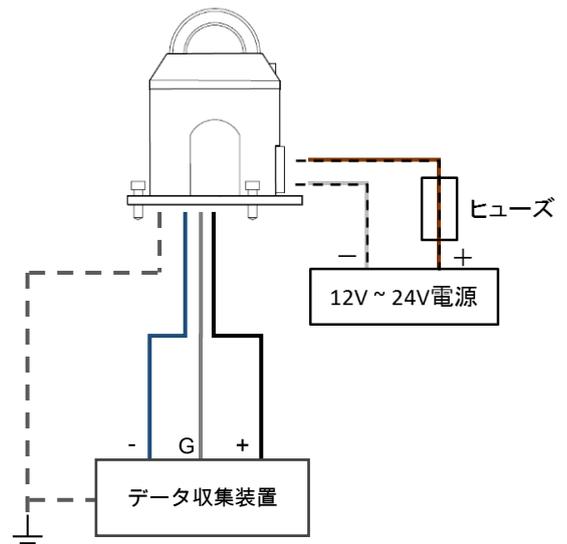
出力ケーブル終端と、DC 電源(12~24V)、PC またはデータ収集装置を接続してください。

過電流保護の為、DC 電源と MS-60M の接続線間にヒューズ(0.5A)を直列で設置して下さい。

#### PC に接続する場合



#### データ収集装置に接続する場合



### 2-4. Modbus RTU での通信接続

MS-60M は RS-485 を使用し、MODBUS RTU で通信をするシステムに接続が可能です。

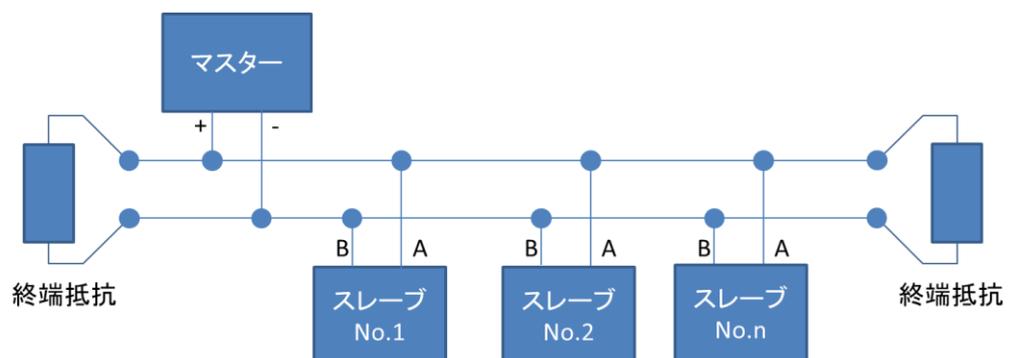
最大 100 台まで接続ができ、個々にアドレス指定することができます。

RS-485 の通信ネットワークへの MS-60M 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)



■ 接続手順ケーブル配列

『7-3. 出力ケーブル』に記載の内容も併せて参照ください。

表 5-3. MS-60/60C ケーブル配列

No.	ケーブル線色	MS-60 / 60C
1.	白色	mV (+)
2.	黒色	mV (-)
シールド	シールド	FG

表 5-4. MS-60A/60M ケーブル配列

No.	ケーブル線色	MS-60A	MS-60M
1.	茶色	4-20mA (+)	電源 DC12V(+)
2.	白色	4-20mA (-)	電源 DC12V(-)
3.	青色	---	RS485/USB TD/ (-)
4.	黒色	---	RS485/USB RD/ (+)
5.	灰色	---	RS485 G
シールド	シールド	FG	FG

## 5-3. 日射測定

### 2. 日射測定方法

#### 1) MS-60, MS-60C (mV 出力)の場合

日射(=日射強度[W/m<sup>2</sup>])は、出力[mV]を測定し、個々製品の感度定数[μV/W・m<sup>2</sup>]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 (MS-60Cは0-10mV)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1400 W/m<sup>2</sup> と考えられておりますので、MS-60の感度定数が 10 μV/W・m<sup>2</sup>の場合は、出力電圧は最大で14 mVとなります(MS-60の感度定数が10 μV/W・m<sup>2</sup> あるいは 0.01mV/W・m<sup>2</sup> の場合、最大出力は、1400 W/m<sup>2</sup> x 0.01mV/W・m<sup>2</sup> = 14mV)

##### b. 全天日射強度 [W/m<sup>2</sup>] を算出してください。

全天日射計の感度定数が **S** [μV/W・m<sup>2</sup>]で、出力電圧が **E** [μV]の場合、全天日射強度 **I** [W/m<sup>2</sup>]は下記の換算式により求められます。

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

\*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-60A(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/m<sup>2</sup> と考えられており、これをMS-60A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/m<sup>2</sup>] 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/m<sup>2</sup>]は下記の換算式により求められます。

$$I [W/m^2] = (A [mA] - 4) \times 100$$

\*MS-60Aの出力は、1mA = 100W/m<sup>2</sup>と設定されております(デフォルト設定)

MS-60A(電圧出力): シャント抵抗 **R** [Ω]を接続した場合

全天日射強度 **I** [W/m<sup>2</sup>]は下記の換算式により求められます。

$$I [W/m^2] = \left[ \frac{E [\mu V] / R [\Omega] \times 1000 - 4 [mA]}{(20 [mA] - 4 [mA])} \right] \times I_{max} [W/m^2]$$

\*最大全天日射強度  $I_{max}$  [ $W/m^2$ ]の設定値は、1600 [ $W/m^2$ ]と設定されております(デフォルト設定)

3) MS-60M(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。

## 2. 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  $\tau$  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。 $\tau$  は表 7-1 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: サンプリング間隔<10 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 [ $W/m^2$ ] 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  $I$  [ $W/m^2$ ] 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 [ $J/m^2$ ] となり、 $J = W \cdot S$  から計算できます。

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

## 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、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。設置場所に合っ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	ガラスドームの汚れを柔らかい布およびアルコールで拭き取り、綺麗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	製品の内部へ雨滴や露などが浸入し、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、悪天候の前後	フードが正しく固定されているか、固定ネジに緩みが無いか確認してください	フードが取れる事による製品への損傷や、温度上昇による測定誤差が生じる可能性があります
再校正	2 年毎	測定精度の維持の為に、再校正を定期的実施して下さい 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

## 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

本製品は、一定温度に管理された室内において 1000W/m<sup>2</sup> 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光放射照度 1000W/m<sup>2</sup>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/m<sup>2</sup>)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/m<sup>2</sup>)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 $\sigma$ 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スすることができます。そして、校正用の計測機器は、JEMIC (Japan Electric Meters Inspection Corporation) にトレースされています。

英弘精機の標準器(全天日射計)は、英弘精機の絶対放射計に対し、ISO9048 に記載の遮蔽方式(『A New Method for Calibrating Reference and Field Pyranometers (1995)』 Bruce W Forgan)にて1年ごとに直接、比較校正をしています。

英弘精機が所有する絶対放射計は、5年に一度、IPC(国際直達比較測定会)において、WRRと比較測定を行っております。全天日射計の測定不確かさを評価する為には、熱起電力素子の物理的特性について、ある程度の知識が要求されます。

## 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 6-2. 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-60 MS-60C	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(十/一線間抵抗値)を測定し、内部抵抗が仕様範囲にある事を確認して下さい。また、出力計測器の測定レンジが適正であるか確認して下さい。
	MS-60A	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-60M	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下さい。 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下さい。
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、ボディ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下さい。 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下さい。 ケーブル終端にフェライトコアを2重以上巻きつけて改善するか確認して下さい。

# 7. 仕様

## 7-1. 本体仕様

### 1. 特性

MS-60 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	ISO 9060 First Class	MS-60 / 60C / 60A / 60M
応答時間 (95%出力)	< 30 秒	< 18 秒
ゼロオフセットA	< 15 W/m <sup>2</sup>	< 5 W/m <sup>2</sup>
ゼロオフセットB	±4 W/m <sup>2</sup>	± 2 W/m <sup>2</sup>
長期安定性	±1.5 %/年	±1.5 %/年
非直線性	±1 %	±1 %
方位特性	±20 W/m <sup>2</sup>	±18 W/m <sup>2</sup>
分光特性 (350 ~1500nm)	±5 %	±1 %
温度特性 (ΔT50)	< 4 %	< 3 % (-10 ~ +40°C)
温度特性 (ΔT70)	---	< 4 % (-20 ~ +50°C)
傾斜角特性	±2 %	±1 %
測定波長範囲	300 ~ 3000 nm	285 ~ 3000 nm

表 7-2. その他の仕様一覧

特性項目	MS-60 / 60C	MS-60A	MS-60M
視野角	2π(sr)		
使用温度範囲	-40~+80°C		
※最大動作日射強度	2000 W/m <sup>2</sup>		
保護等級(IP コード)	IP67 相当 (IEC60529, JIS C0920)		
質量	0.4 kg	0.43 kg	
表面処理	アルマイト加工(陽極酸化処理)		
感度定数	7~16 μV/W・m <sup>2</sup> / 約7 μV/W・m <sup>2</sup>	7~16 μV/W・m <sup>2</sup> (4~20mA: 0~1600W/m <sup>2</sup> )	7~16 μV/W・m <sup>2</sup>
内部抵抗 (25°C時)	60~100 Ω / 20~140Ω	---	
出力ケーブル外径	AWG22: 0.3mm <sup>2</sup> × 2芯 (Φ4.8mm)	AWG20: 0.5mm <sup>2</sup> × 5芯 (Φ6.7mm)	
出力ケーブル端子	棒端子(1.25-11S) / Y形端子(1.25Y-4)	棒端子(0.3-9.5)	
出力(または信号)	電圧(mV)	電流(mA)	デジタル (Modbus RTU)
分解能	---	<0.5 (W/m <sup>2</sup> )	
入力電源	---	DC12~24V ±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)	

※ 最大日射強度よりも強い光を照射すると日射計が損傷する恐れがあります。

## 7-2. 日射計寸法

下記は、MS-60 本体の外形図(寸法)です

表 7-3. 寸法一覧表

	MS-60 / 60C / 60A / 60M
A. 固定穴幅	65 mm
B. ボディ高	90 mm
C. 水平調整ネジ高	10 mm
D. 全幅	Φ96 mm
E. 全体の高さ	100 mm

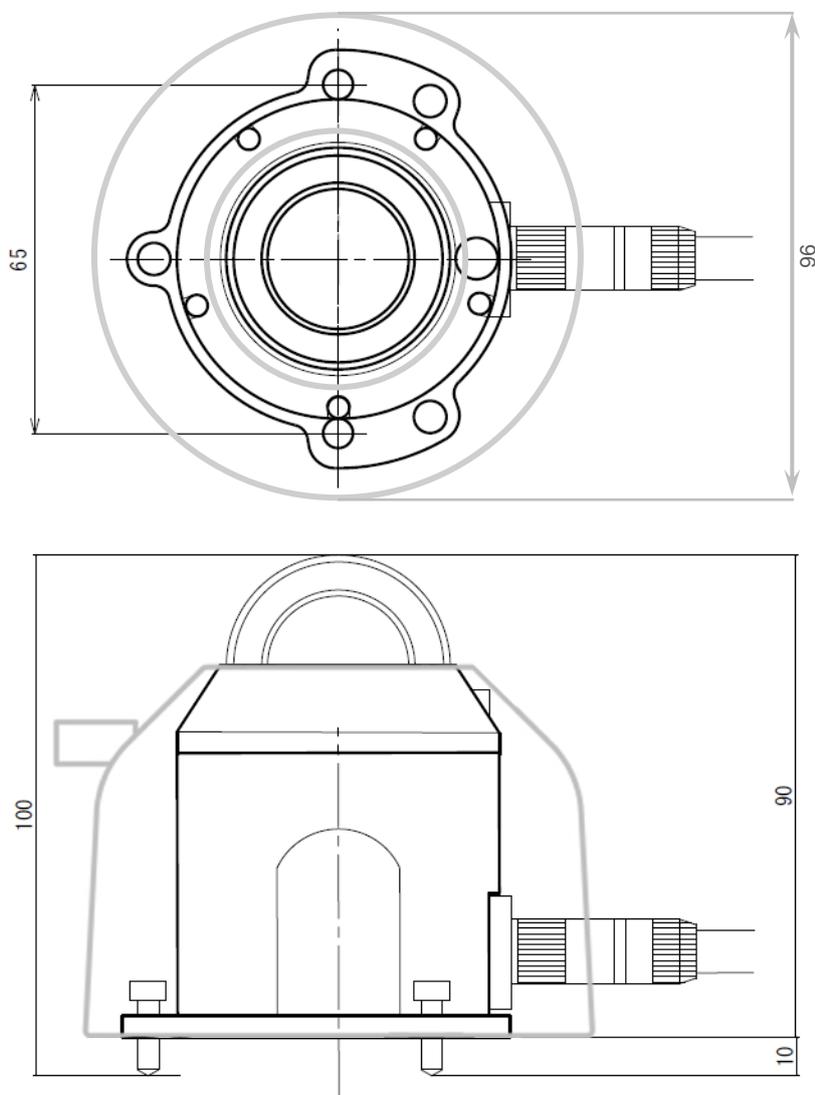
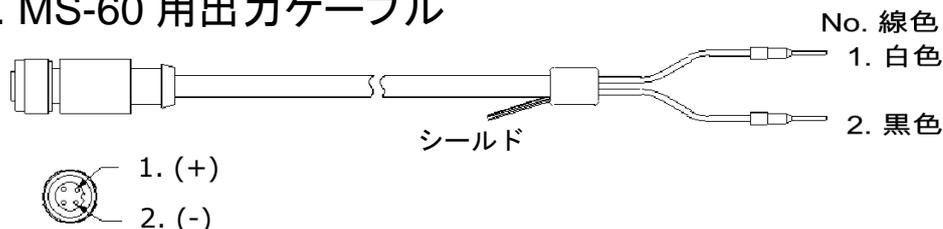


図 7-1. 外形図

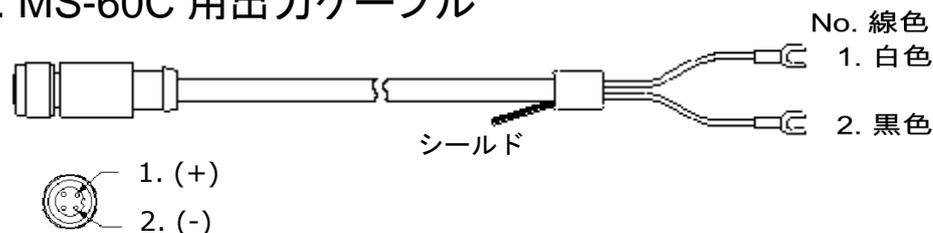
## 7-3. 出力ケーブル

結線方法については「5-2. 設置、2. 接続方法」を参照下さい。

### 1. MS-60 用出力ケーブル



### 2. MS-60C 用出力ケーブル



### 3. MS-60A, MS-60M 用出力ケーブル

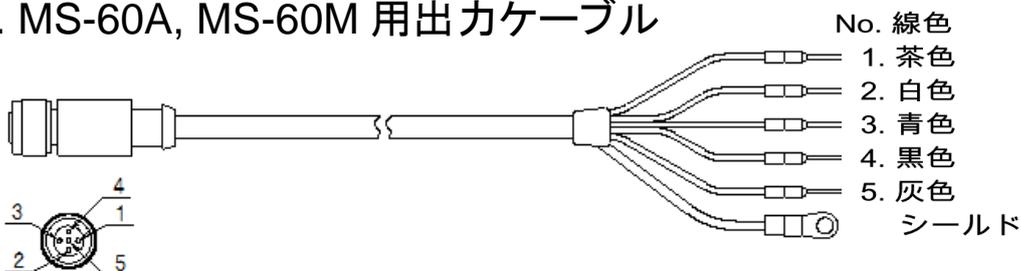


図 7-2. 出力ケーブル

## 7-4. オプション品

表 7-4. オプション品一覧

オプション品	詳細
出力ケーブル*	ケーブル長: 20m、30m、50m 先端処理: Y形端子、棒端子、丸形端子
ヒータ付ベンチレーションユニット	製品型名: 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-60A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 XP/ Vista/ 7/ 8/ 8.1 (32bit, 64bit)
変換器設定用通信ケーブル	MS-60M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 XP/ Vista/ 7/ 8/ 8.1 (32bit, 64bit)

\* 標準ケーブル長は 10m となります

## A-1. 用語の定義

表 A-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 $2\pi sr$ から受ける角度特性が加味された日射強度で、単位は[W/m <sup>2</sup> ]または[kW/m <sup>2</sup> ] 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/m <sup>2</sup> ]または[kW/m <sup>2</sup> ] 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 <sup>2</sup> ]または[kW/m <sup>2</sup> ] 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て到達する間接的な日射強度で、単位は[W/m <sup>2</sup> ]または[kW/m <sup>2</sup> ] 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です。
直達日射計	300～3000nm の波長範囲への感度を持ち、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放射計です。
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
世界放射基準 (WRR)	SI 単位での 0.3%以下の不確かさを持つ放射基準器群のシステムです。この基準は世界気象機関(WMO)にて管理され、1980 年 1 月 1 日に発効されました。 WRR: World Radiation Reference
ISO9060	ISO(国際工業規格)の1つで、ISO9060は全天日射計、直達全天日射計の必要条件や相応する規定が定められています。 全天日射計は定められた特性に対する性能によって3階級に分類されます。

## A-2. 全天日射計の特性

表 A-2. 日射計特性一覧表(「国際工業規格 ISO9060」より 併せて「CIMO Guide, WMO No. 8」も参照ください)

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 <sup>2</sup> の環境 におけるオフセット出力 [W/m <sup>2</sup> ] (通風有りの状態)
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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> 光照射量下での出力を基準とし、100W/m <sup>2</sup> から 1000W/m <sup>2</sup> まで放射照度を変えた場合の理論値に対する出力誤差 [%]
方位特性	放射照度 1000W/m <sup>2</sup> 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測に対する出力誤差 [W/m <sup>2</sup> ] = コサイン特性とも呼ばれている
分光特性	波長範囲 350~1500nm での分光選択性 (分光放射感度の偏差 [%])
温度特性	雰囲気温度が 50°C変化した際に生じる最大の出力誤差 [%]
傾斜角特性	放射照度 1000W/m <sup>2</sup> の光を正対した状態のまま、全天日射計を水平状態から垂直状態に変化させた際に生じる出力誤差 [%]

## A-3. ソフトウェア (MS-60A, MS-60M)

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-60A, MS-60M 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-60A 用:「EKO Sense USB コントローラ(オプション)」
- MS-60M 用:「変換器設定用通信ケーブル(オプション)」

### 1. 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からダウンロードして下さい

英弘精機ウェブサイト(MS-60 製品のページ): [http://eko.co.jp/meteorology/met\\_products/3545.html](http://eko.co.jp/meteorology/met_products/3545.html)

- 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)

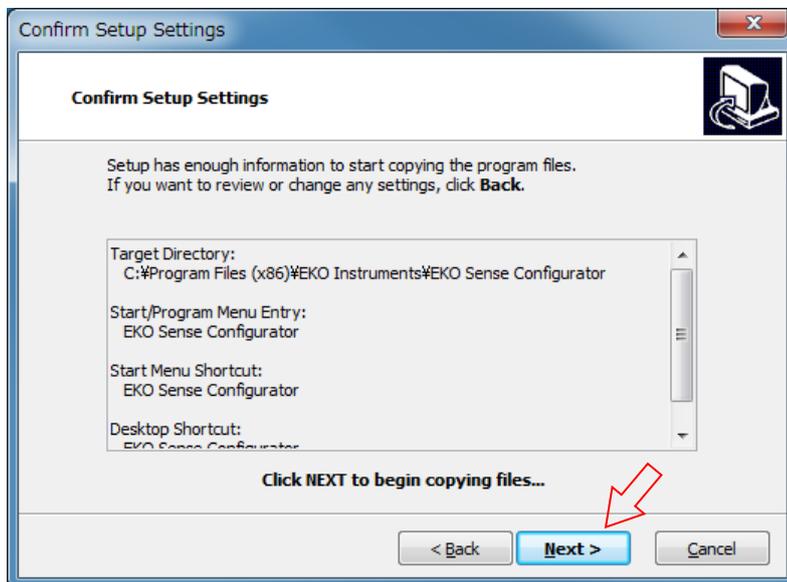


図 A-1. Confirm Setup Settings 画面

- 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。

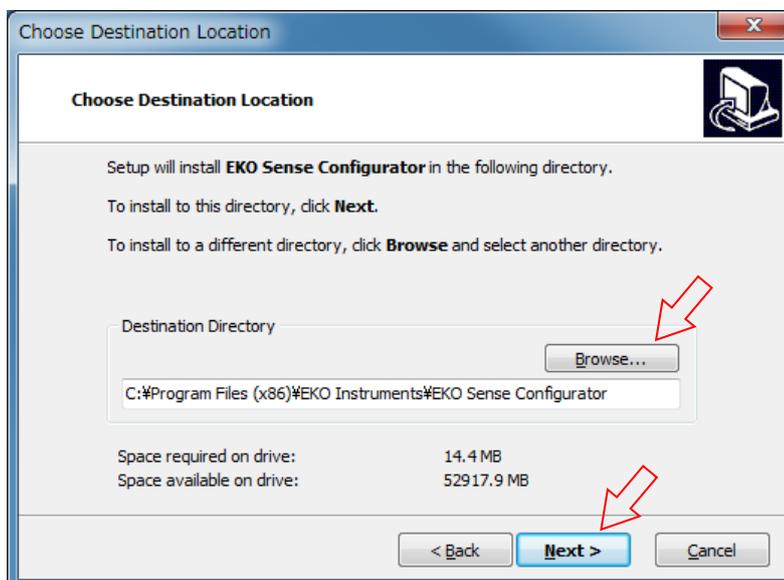


図 A-2. Choose Destination Location 画面

- 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。

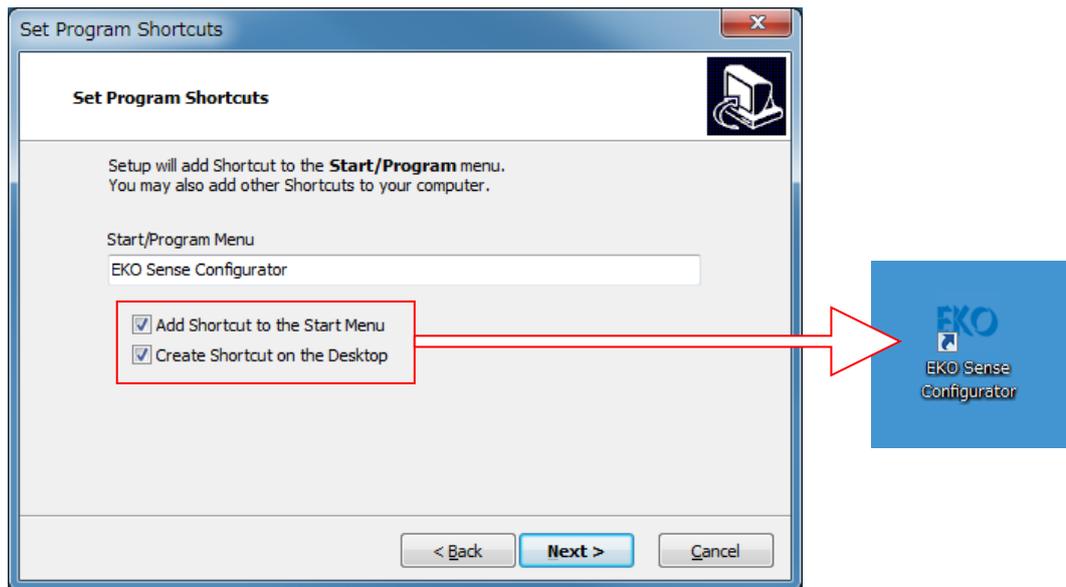


図 A-3. Set Program Shortcuts 画面

- 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。

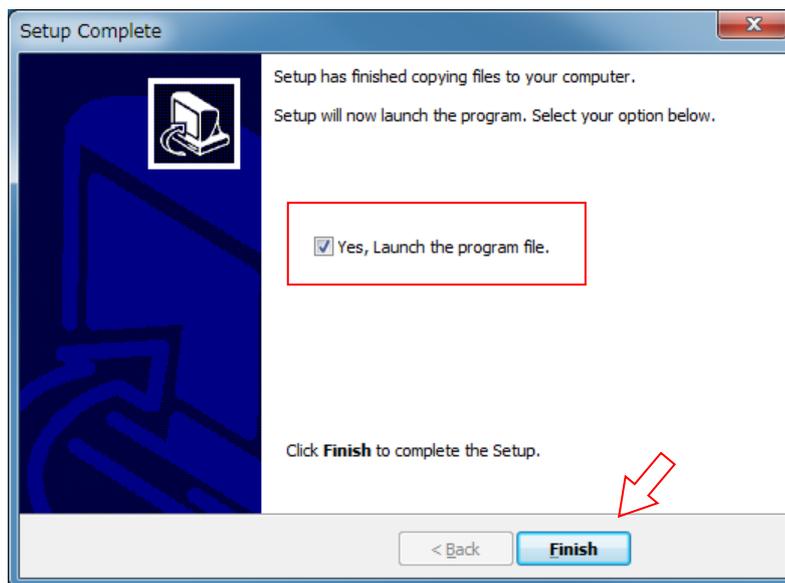


図 A-4. Setup Complete 画面

## 2. 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-60A 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」の USB コネクタを PC に接続し、ケーブル終端のワニ口クリップで、MS-60A 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。

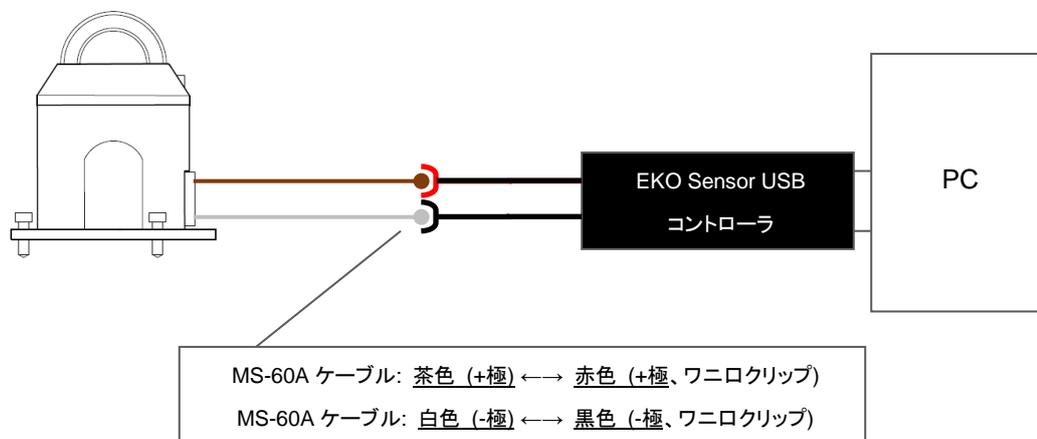


図 A-5. EKO Sensor USB コントローラでの接続方法

### ② MS-60M 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-60M の出ケーブル終端をケーブル終端のワニ口クリップで、挟んでください。

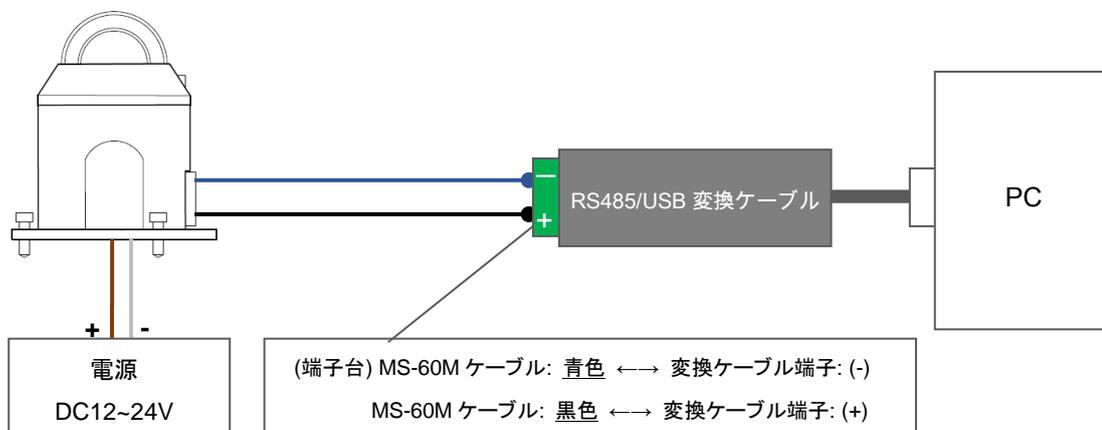


図 A-6. RS485 / USB 変換ケーブルでの接続方法

### 3. 設定内容の変更(MS-60A)

MS-60A 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}

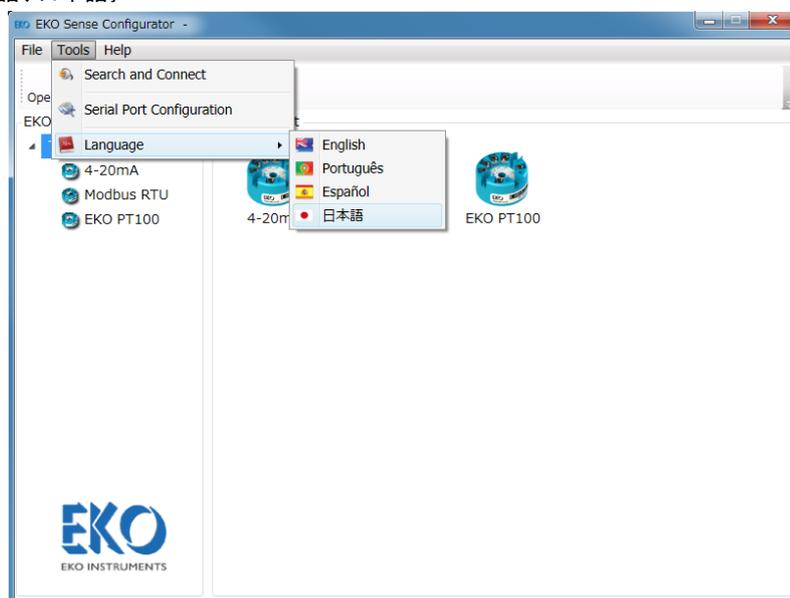


図 A-7. Language 選択

- 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。

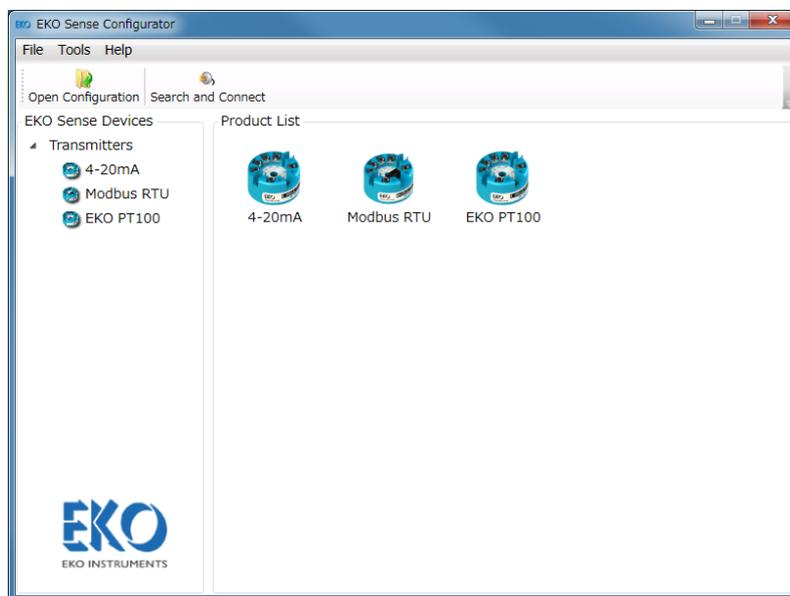


図 A-8. 設定変更器種の選択

- 3) [4-20mA] の画像をクリック後、5 秒間以内に USB コントローラが自動的に変換器を認識し、「Read OK」が表示されます(下図)

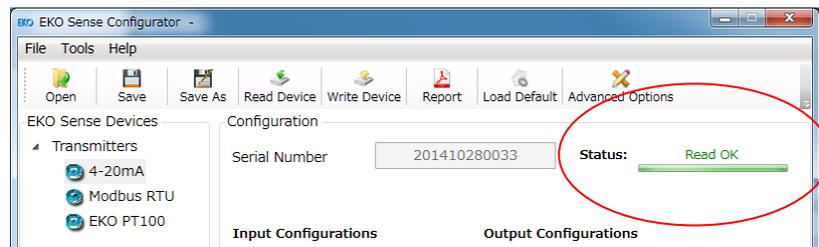


図 A-9. 変換器認識 OK 表示

『変換器が認識されない場合は、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。

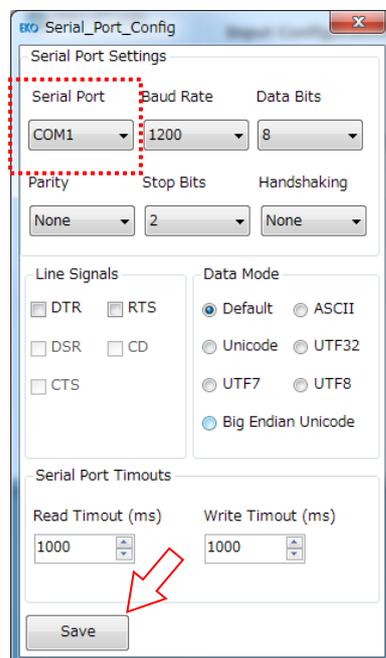


図 A-10. シリアルポート設定

#### 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き込み

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-60A 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. 設定内容の読み込み

[Read Device]で、現在の設定内容が表示されます。

3. 出力確認

[Read]ボタンをクリックで現在の出力(日射計出力 mV, 日射強度 W/m<sup>2</sup>, 内部温度)を読み込む事が出来ます。

\*テスト用の為、PC へのデータ記録は出来ません。

\*\* MS-60A は内部温度センサが装備されておらず、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読み出します。工場出荷時の設定に戻す場合は、[Write Device]で設定内容を MS-60A に書き込んでください。

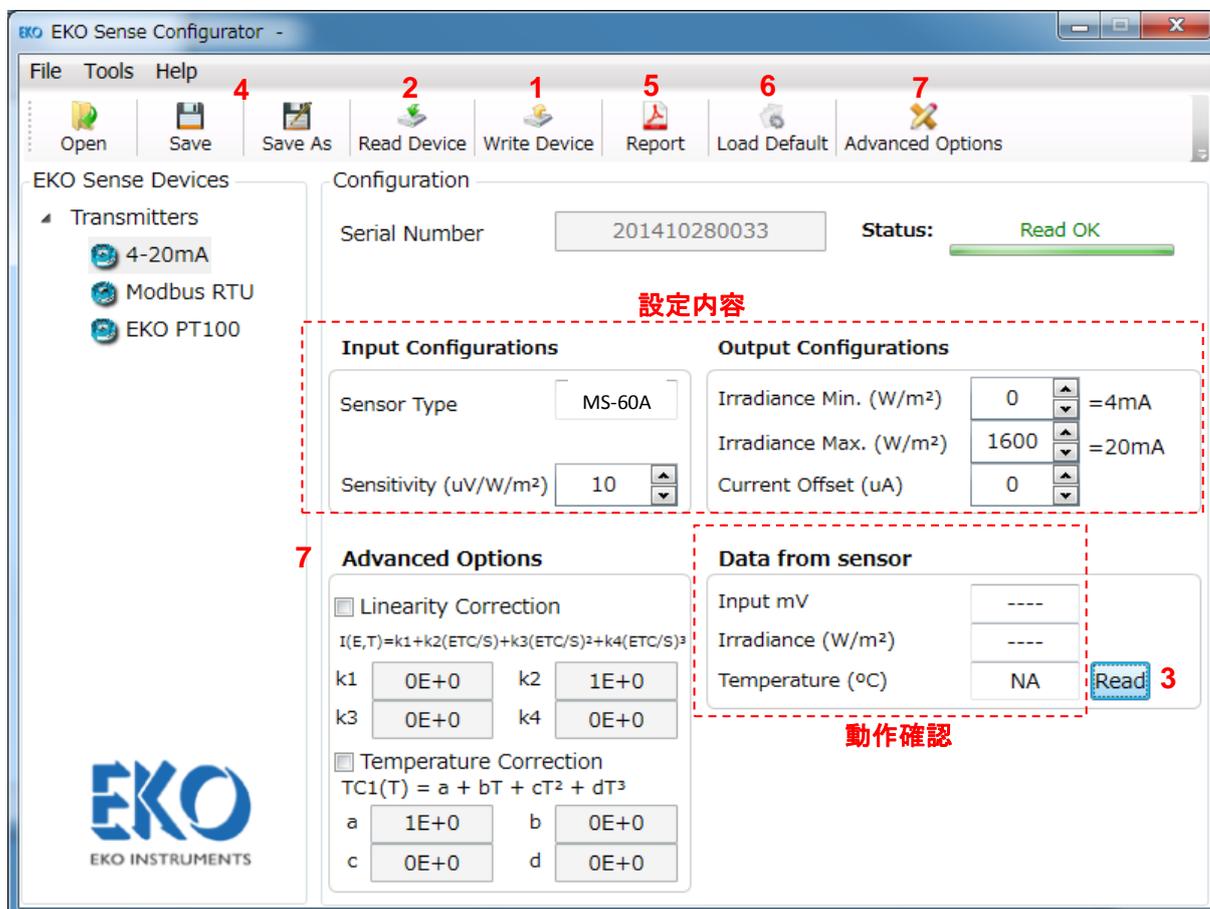


図 A-11. EKO Sense Configurator 設定画面

## 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  $x_4$  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( $k_1, k_2, k_3, k_4$ )

\*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。

$$I = (k_1 + (k_2 \times ETC(E, T) + (k_3 \times ETC(E, T)^2) + (k_4 \times ETC(E, T)^3)) / S$$

ただし、

$I$ : 直線性補正後の日射強度

$ETC(E, T)$ : 前述の温度補正後の計測電圧

$S$ : 日射計感度定数

$k_1, k_2, k_3, k_4$ : 補正係数 (例)  $k_1$  を変更するとオフセット出力( $\mu V$ )の変更が可能です。

デフォルト値 { $k_1: 0, k_2: 1, k_3: 0, k_4: 0$ }: ...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。

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

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

## 4. 設定内容の変更(MS-60M)

MS-60M 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}

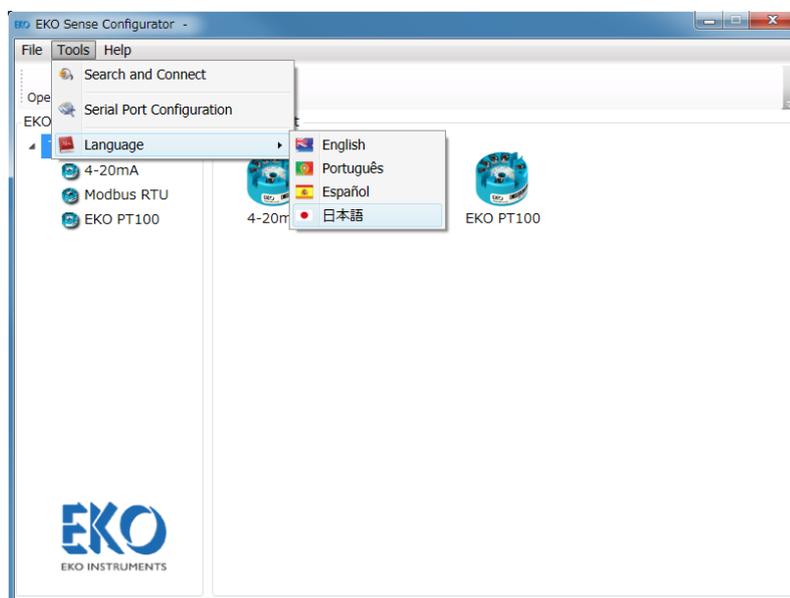


図 A-12. Language 選択

- 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。

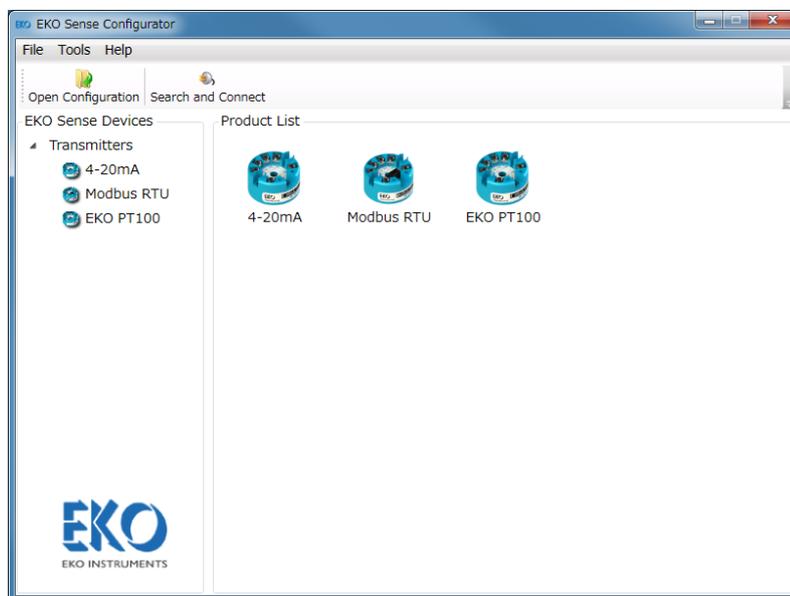


図 A-13. 設定変更器種の選択

- 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-60M 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-60M 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。

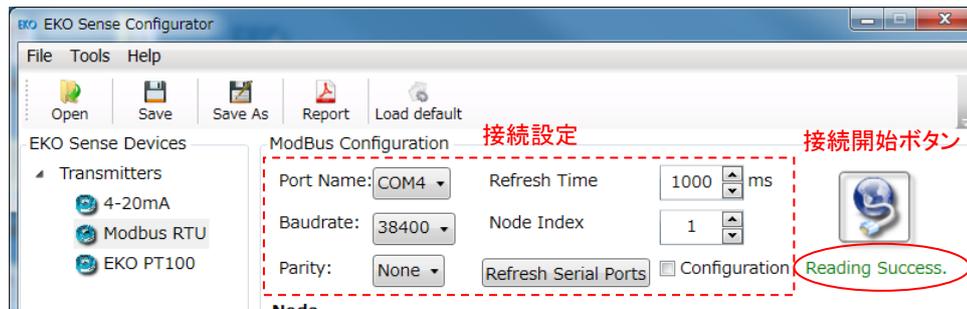


図 A-14. MS-60M 接続設定

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-60M への供給電源を OFF にして電圧が 0V になったのを確認してから、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)

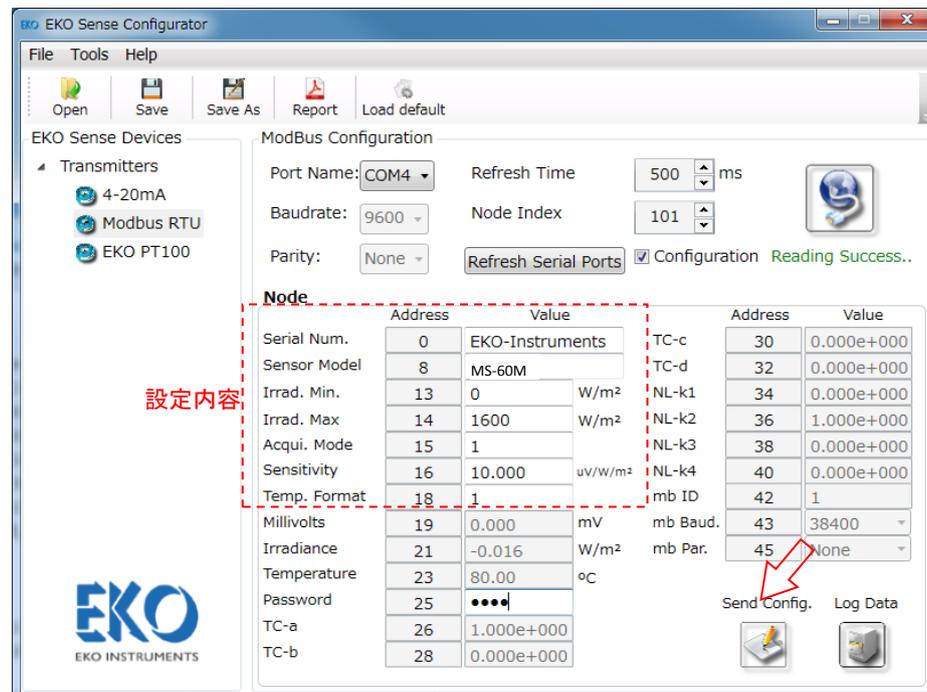


図 A-15. MS-60M 設定変更可能項目

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-60M
Irrad. Min.	最小日射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	0
Irrad. Max.	最大日射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	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{°C, F, K}	°C
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-60M 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)を読み込みます。
- 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	}	タイムスタンプ
・時刻		
・最小出力日射強度(W/m <sup>2</sup> )	}	設定値
・最大出力日射強度(W/m <sup>2</sup> )		
・日射計感度定数(μV/W/m <sup>2</sup> )		
・計測電圧(mV)	}	計測値
・日射強度(W/m <sup>2</sup> )		
・温度(°C) *		

\*MS-60A 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、ポーレート、パリティ)の変更が可能となります。

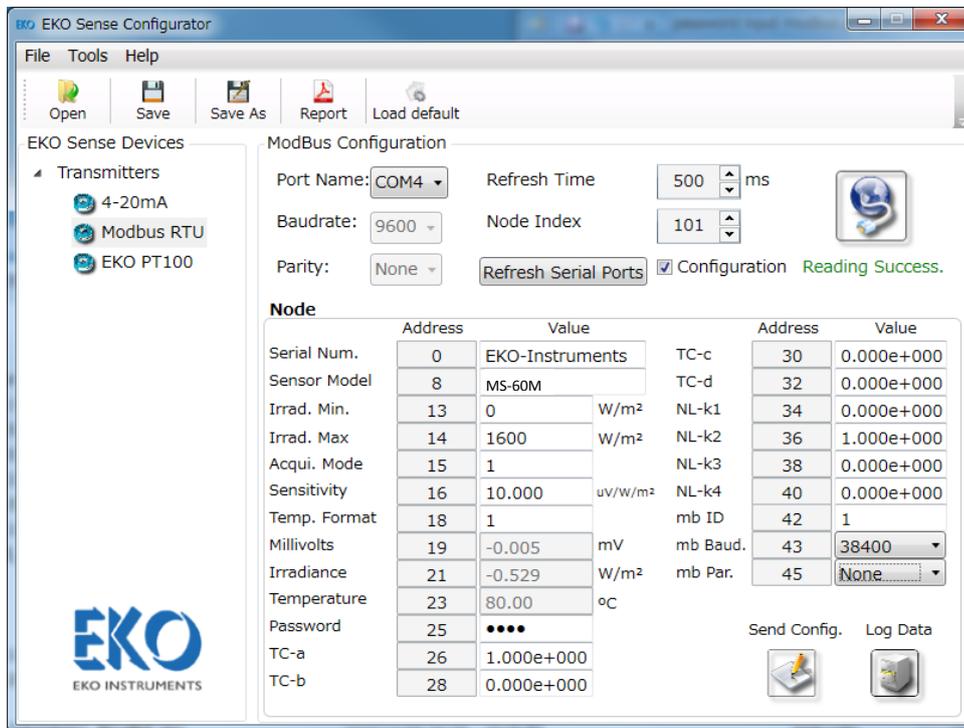


図 A-16. パスワード保護されている設定の変更

### 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( $k_1, k_2, k_3, k_4$ )

\*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。

$$I = (k_1 + (k_2 \times ETC(E, T) + (k_3 \times ETC(E, T)^2) + (k_4 \times ETC(E, T)^3)) / S$$

ただし、

$I$ : 直線性補正後の日射強度

$ETC(E, T)$ : 前述の温度補正後の計測電圧

$S$ : 日射計感度定数

$k_1, k_2, k_3, k_4$ : 補正係数 (例)  $k_1$  を変更するとオフセット出力( $\mu V$ )の変更が可能です  
デフォルト値 { $k_1: 0, k_2: 1, k_3: 0, k_4: 0$ } ...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( $a, b, c, d$ )

\*MS-60A 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。

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

## 通信設定

- mb ID (Modbus ID, デフォルト: 1)

2 台以上の MS-60M あるいは、英弘精機製 MS-60M、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-60M 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) に対応していません。

## A-4. 通信仕様 (MS-60M)

MS-60M 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
電氣的仕様	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 <sup>※1</sup> (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 <sup>※2</sup>
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 ( $\geq 3.5$ 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 ( $\geq 3.5$ char)



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 <sup>※1</sup>	シリアル番号 1 <sup>st</sup> /2 <sup>nd</sup> ASCII コード	
1	UINT16	シリアル番号 3 <sup>rd</sup> /4 <sup>th</sup> ASCII コード	
2	UINT16	シリアル番号 5 <sup>th</sup> /6 <sup>th</sup> ASCII コード	
3	UINT16	シリアル番号 7 <sup>th</sup> /8 <sup>th</sup> ASCII コード	
4	UINT16	シリアル番号 9 <sup>th</sup> /10 <sup>th</sup> ASCII コード	
5	UINT16	シリアル番号 11 <sup>st</sup> /12 <sup>nd</sup> ASCII コード	
6	UINT16	シリアル番号 13 <sup>rd</sup> /14 <sup>th</sup> ASCII コード	
7	UINT16	シリアル番号 15 <sup>th</sup> /16 <sup>th</sup> ASCII コード	
8	UINT16	計測器型名 1 <sup>st</sup> /2 <sup>nd</sup> ASCII コード	
9	UINT16	計測器型名 3 <sup>rd</sup> /4 <sup>th</sup> ASCII コード	
10	UINT16	計測器型名 5 <sup>th</sup> /6 <sup>th</sup> ASCII コード	
11	UINT16	計測器型名 7 <sup>th</sup> /8 <sup>th</sup> ASCII コード	
12	UINT16	計測器型名 9 <sup>th</sup> /10 <sup>th</sup> 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	<b>A</b>
16,17	FLOAT <sup>※2</sup>	日射計の感度定数	<b>B</b>
18	UINT16	温度単位	<b>C</b>
19,20	FLOAT	測定電圧	<b>D</b>
21,22	FLOAT	日射強度	<b>E</b>
23,24	FLOAT	内部温度	<b>F</b>
25	UINT16	パスワード	<b>G</b>
26,27	FLOAT	温度特性補正係数 1: a	<b>H</b>
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	<b>I</b>
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 ( $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$ ) \*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:  $^{\circ}\text{C}$  (摂氏), 2: K (ケルビン), 3: F (華氏)), 小数点2桁、例: 20.12 $^{\circ}\text{C}$
- 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 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )、小数点2桁、例: 1010.25  $\text{W}/\text{m}^2$
- F.** 内部温度 (アドレス番号: 23) \* MS-60A 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( $^{\circ}\text{C}$ )、少数点2桁、例: 12.34 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- 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-60A 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

$ETC(E, T)$ : 前述の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( $\mu\text{V}$ )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		CRC	CRC
		(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)		CRC	CRC
			(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-60 \_ \_ \_ \_ \_

アドレス番号	8		9		10		11		12	
MS-60M 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/m<sup>2</sup>]、最大日射強度 1600 [W/m<sup>2</sup>]

アドレス番号	13		14	
MS-60M 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。

例のように 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<sup>2</sup>]

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-5. 再校正について (MS-60A, MS-60M)

MS-60A, MS-60M はアナログ(mV)出力ではない為、それぞれに対応した専用ケーブルに接続した場合のみ再校正が可能となります。

英弘精機以外の研究機関等で再校正をする場合、英弘精機の付いた MS-60 の校正値(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校正値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という事で説明が付きまます。

MS-60A,60Mに新しい感度定数を適用する必要がある場合、下記の2つの方法で新しい感度定数を適用する事が可能です。

- 1) 参照標準器との日射強度の相対差を、MS-60A,60M で測定した日射強度に乘じる。  
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 MS-60A,60M に設定する。  
これは EKO Sense Configurator ソフトウェアと専用ケーブルを使用する事で可能となります。内部のセンサにデフォルト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感度定数にして設定し直して下さい。

#### 実施例:

MS-60A(または MS-60M)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-60A(または MS-60M)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、適用した。

$$S_{new} = I_{MS60} / I_{ref} \times S_{origin}$$

ただし:

$S_{new}$	MS-60A(または MS-60M)の新しい感度定数 ( $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$ )
$S_{origin}$	MS-60A(または MS-60M)のオリジナルの感度定数 ( $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$ )
$I_{MS60}$	MS-60A(または MS-60M)で測定した日射強度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
$I_{ref}$	標準とする日射強度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )



**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](mailto:info@eko.co.jp)

[www.eko.co.jp](http://www.eko.co.jp)

**EKO North America**

95 South Market Street,

Suite 300, San Jose,

CA 95113, USA

P. +1-408-977-7751

F. +1-408-977-7741

[info@eko-usa.com](mailto:info@eko-usa.com)

[www.eko-usa.com](http://www.eko-usa.com)

**EKO Europe,**

**Middle East, Africa,**

**South America**

Lulofsstraat 55, Unit 32,

2521 AL, Den Haag,

The Netherlands

P. +31 (0)70 3050117

F. +31 (0)70 3840607

[info@eko-eu.com](mailto:info@eko-eu.com)

[www.eko-eu.com](http://www.eko-eu.com)