

---

日本語取扱説明書

# 全天日射計 SPN1



SPN1-UM-4.2



Delta-T Devices Ltd

 旭光通商株式会社  
[www.kyokko.com](http://www.kyokko.com)

## お知らせ

### 著作権について

本マニュアルの無断複写・転載を禁じます。著作権法上、Delta-T Devices Ltd.の書面による同意なしに、本マニュアルの全部または一部を複製することはできません。法律上、コピーには他の言語への翻訳も含まれます。

Copyright © 2019 Delta-T Devices Limited

SPN1全天日射計の光学設計と理論の著作権は、1996 John Wood, Peak Design Ltd, Winster, Derbyshire, U.K.に帰属します。

### 商標について

WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標です。その他すべての商標を認めます。記載されている名称は登録商標です。

### CE適合

SPN1全天日射計は、電磁放射および感受性に関するEU規制に適合しており、Delta-T Devices Ltd.のCEマークを取得しています。

### 警告

CE規格への適合性を維持するため、本装置は本取扱説明書に記載されたとおりに使用する必要があります。装置の改造はCE認証を無効にする場合があります。

Delta-T Devices Ltdは、製品の設計および仕様を事前の通知なしにいつでも変更する権利を留保します。

### 著者

ジョン・ウッド  
編集者: 2019 Nick Webb

## ユーザーマニュアル バージョン 4.2

# 目次

<b>はじめに</b>	<b>5</b>
このマニュアルについて	5
説明と機能	5
構造	8
アクセサリ	10
テストの概要: ロガーでの使用	11
概要: SunRead を実行しているPCでの使用	12
ケーブル	13
電源接続オプション	15
データロガーでの使用	17
Delta-Tデータロガーの接続	24
PCまたはシリアルデバイスでの使用	25
SPN1の電気接続	26
<b>テストの精度とエラー</b>	<b>28</b>
<b>技術リファレンス</b>	<b>29</b>
仕様	29
SPN1 スペクトル応答	31
SPN1 コサイン応答	32
日常的なメンテナンス	33
<b>校正手順とトレーサビリティ</b>	<b>35</b>
<b>保証とサービス</b>	<b>39</b>
販売条件	39
サービスとスペアパーツ	39
技術サポート	40
問題	40
トラブルシューティング	41
<b>付録 A: 設計とテストの概要</b>	<b>42</b>
はじめに	42
設計の目的	42
設計の進化の過程	42
出力の計算	43
テスト結果	44
<b>付録 B: RS232コマンド</b>	<b>47</b>
動作モードとシリアルコマンド	47

RS232コマンドの使用法	52
DNIコマンドの概要	53
DNIを取得するためのRS232コマンド	54
SPN1で使用するためのGPSセンテンスの変換	56
<b>DNIについて</b>	<b>58</b>
場所と時間	60
<b>用語集</b>	<b>61</b>

# はじめに

---

## このマニュアルについて

このマニュアルでは、SPN1 サンシャイン日射計とその使用方法について説明します。SPN1クイックスタートガイドも参照してください。

付録1では、SPN1の設計について説明し、SPN1のいくつかの実験的試験のテスト結果の概要を示します。

Delta-TソフトウェアおよびマニュアルDVDには、Acrobat pdf形式のドキュメントファイルとソフトウェアが含まれています。このマニュアル、SPN1クイックスタートガイド、およびSPN1に関連するその他のファイルが含まれています。SunReadソフトウェアも含まれています。

---

## 説明と機能

### 測定対象

- SPN1全天日射計は、3つの出力チャンネルを備えた1つのセンサーです。
  1. 全天日射量
  2. 散乱日射量
  3. 日照状態
- SPN1は、400nmから2700nmまでの短波放射を $W \cdot m^{-2}$ で測定します。
- 日射の直達成分は、全天日射量から散乱日射量成分を引いた値で計算できます。
- 直射法線入射は、スプレッドシート<sup>1</sup>を使用して計算できます。
- 日照状態出力は、全天日射量と散乱日射量の比率に基づくアルゴリズムを使用して、直射ビームのエネルギーがWMO標準しきい値 $120 W \cdot m^{-2}$ を超えているかどうかを示します。
- 放射出力は、コサイン補正された応答を持ちます。

### 用途

- 全天、散乱日射量、日照時間の測定
- 太陽エネルギーの監視、および太陽熱集熱器の研究

<sup>1</sup> [www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk) より

- 建築および建物の設計、建物の照明および熱バランスの研究

## SPN1 の利点

- シャドウバンドや太陽追跡装置はありません。
- 可動部品はありません。
- 太陽を追跡するために調整したり位置を変えたりする必要がなく、シェードリングや機械式追跡装置に比べて明らかに優れています。
- 北を向く必要はありません。水平に取り付けられている限り、どの方向でも正確に動作します。
- どの緯度や経度でも使用できます<sup>2</sup>。
- 日照時間、全天日射量、散乱日射量を測定します。
- 内蔵ヒーターにより、濡れた状態や氷結した状態でも使用できます。

## SunRead PCソフトウェア

- Delta-T ソフトウェアおよびマニュアルCDIには、PC RS232シリアルポート経由で SPN1の出力値とステータス情報を読み取るSunRead Windows PCソフトウェアが含まれています。
- SunReadは、SPN1がPCに接続されている間、基本的なログ機能も提供します。

## データロガーでの使用

- SPN1の3つの出力は、適切なデータロガーで記録できます。全天日射量および散乱日射量のミリボルト出力には、2つのアナログチャンネルが必要です。
- 日照状態ロジック出力は、デジタルチャンネルに取り込むことができます。また、目的によっては、アナログチャンネルに接続して日照時間の読み取りを行うこともできます。
- SPN1は電源付きセンサーであり、データロガー、ヒーター電源、またはその他の場所から5V～15Vで2mAの電源が必要です。
- SPN1ヒーターには、最大1.5Aで12V～15Vの常時電源が必要です。

<sup>2</sup> 直達日射量(DNI)の計算には緯度と経度、およびGMTに対する現地時間の差が必要です。これらは、当社のWebサイトからダウンロードできる DNI Excelアドインを使用して、分析中に遡及的に追加できます。DNIはSPN1でも計算できます。49ページの付録Cを参照してください。

## シリアル ポート経由で使用

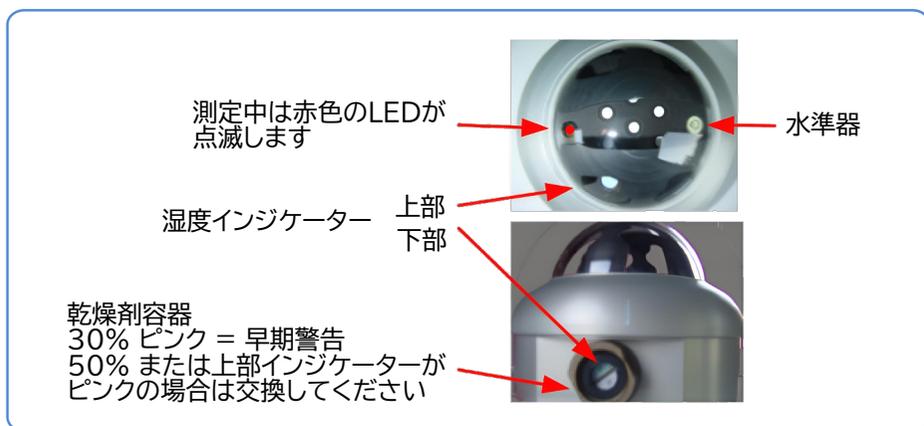
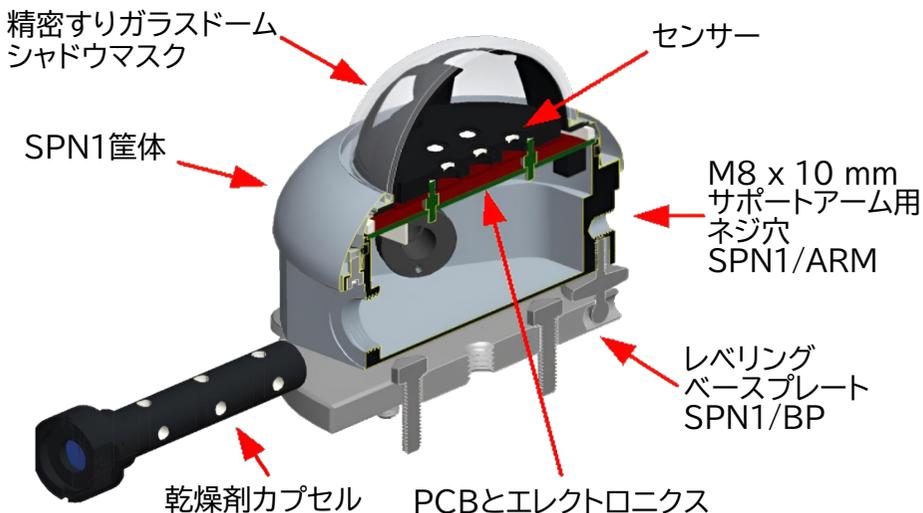
- SPN1は、任意のシリアルポートプログラム(Windows Hyper Terminalなど)から問い合わせることができます。付録 B: RS232コマンドを参照してください。

## BF2およびBF3との違い

- BF2およびBF3はSPN1と同じ光学設計を使用しており、同様の出力セットを備えています。BF2およびBF3はサーモパイルセンサーではなくフォトダイオードを使用しているため、スペクトル範囲が狭くなっています。これらはSPN1ほど頑丈でも正確でもありません。

## 構造

7つのサーモパイルセンサーがコサイン補正ディフューザーの下に取り付けられ、すべてパターン化された半球形のドームの下に設置されています。また、水準器、乾燥剤状態インジケータ、赤色発光ダイオード(LED)も付いています。SPN1が読み取りを行っている間、LEDが点滅します。

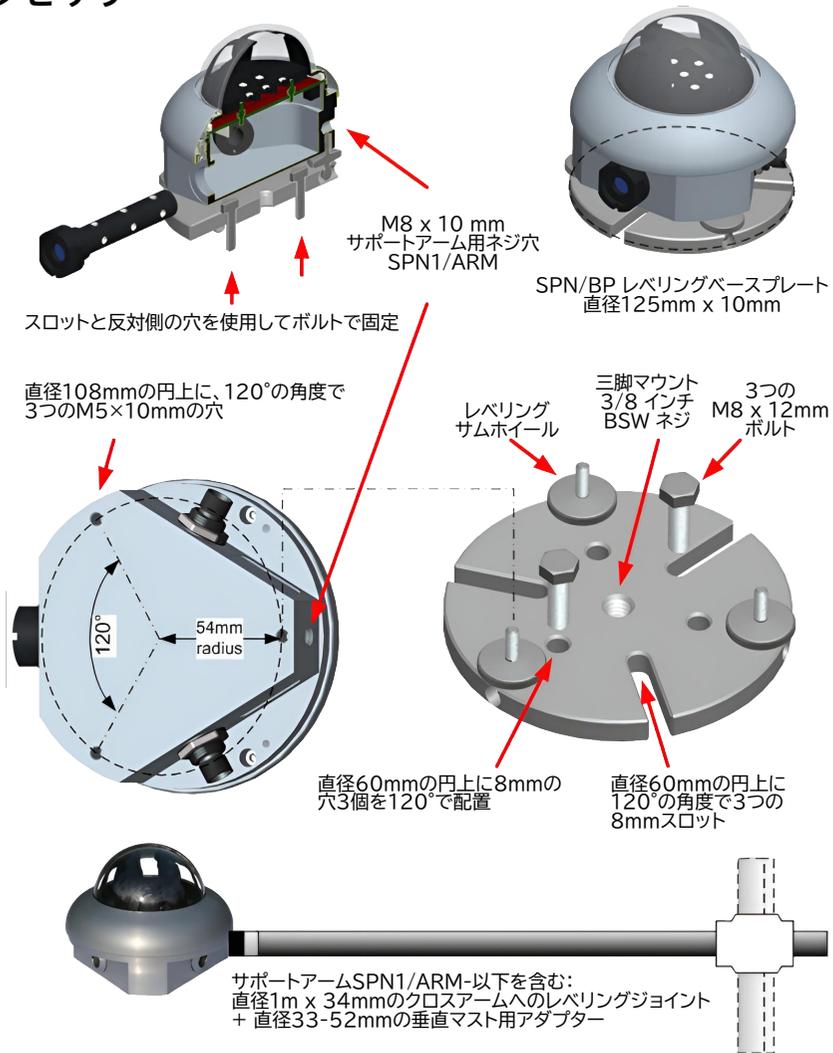


外部コネクタは2つあり、シリアル通信用の5ピンRS232コネクタと、アナログ信号および電源用の8ピンコネクタがあります。

シリアルポートは、リアルタイムの読み取り値の確認、SunReadソフトウェアの使用、またはデジタルデータ収集システムへの接続に使用できます。付録B:RS232コマンドも参照してください。乾燥剤は、SPN1の側面からインジケータプラグを外してキャニスターを交換することで交換できます。

完全に調整可能な水平調整ベースプレートも用意されています。

# アクセサリ



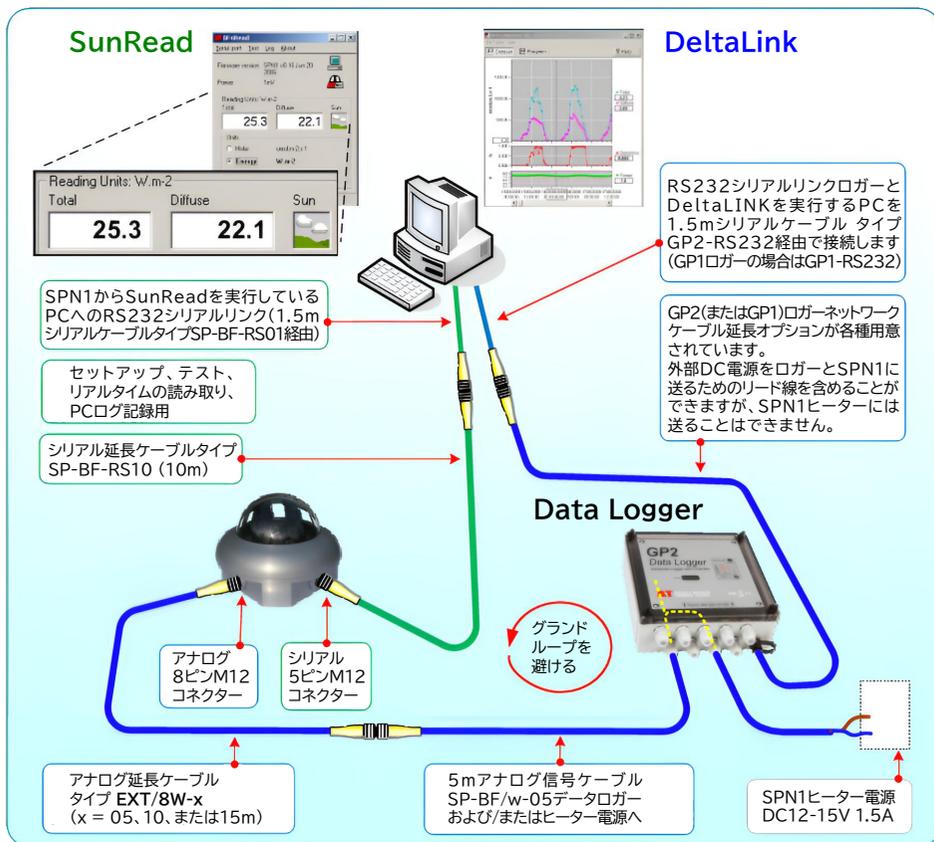
アクセサリの全リストについては、30ページの仕様を参照してください。

## 取り付け

SPN1 は、次のいずれかの方法で取り付けることができます -

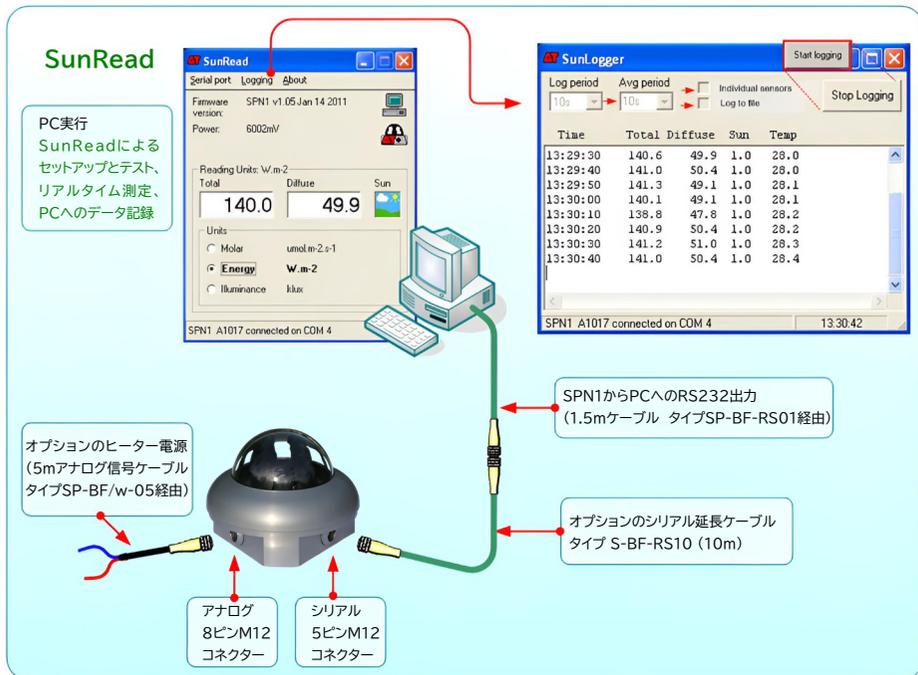
- 水平面に直接取り付ける
- または、水平調整用のボールジョイントと垂直マストに接続するためのアダプターを含むサポートアーム タイプ SPN1/ARMを介して取り付ける
- または、調整可能な水平調整ベースプレート (タイプ SPN1/BP)に取り付ける。

# テストの概要: ロガーでの使用



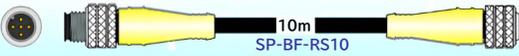
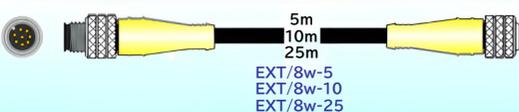
17ページのデータロガーとの使用も参照してください。

# 概要: SunReadを実行しているPCで使用する



こちらをご覧ください: PCまたはシリアル機器との使用(25ページ)

# ケーブル

	ケーブルオプション	SPN1 端末
RS232ケーブル	 9ピン シリアル メス 1.5m SP-BF-RS01	 5ピン M12 メス
RS232 延長ケーブル	 5ピン M12 オス 10m SP-BF-RS10	 5ピン M12 メス
ロガーケーブル	 リード線 5m SP-BF/w-05	 8ピン M12 メス
ロガー延長ケーブル	 8ピン M12 オス 5m 10m 25m EXT/8w-5 EXT/8w-10 EXT/8w-25	 8ピン M12 メス

## シリアルケーブル

5芯シリアルケーブル タイプSP-BF-RS01は、SPN1をPCに接続するために用意されており、主にセットアップとテストを目的としています。長さは1.5mで、SPN1側は5ピンM12コネクタ、PC側はDB9コネクタで終端されています。  
注: DB9コネクタは耐候性ではありません。

シリアル延長ケーブル タイプSP-BF-RS10は、SP-BF-RS01ケーブルを延長するために10mの長さで利用できます。IP-68耐候性M12 5ピンオスおよびメスコネクタで終端します。

14ページの「最大ケーブル長」も参照してください。

PCからGP2ロガーへの延長ケーブルオプションについては、GP2ユーザーマニュアルを参照してください。

PCからGP1ロガーへの延長ケーブルオプションについては、GP1/DL6ネットワーククイックスタートガイドを参照してください。

マニュアルは、Delta-TソフトウェアおよびマニュアルDVDおよび[www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk)で入手できます。

## アナログケーブル

8ピンアナログケーブル タイプSP-BF/w-05は、SPN1をデータロガーに接続し、SPN1内部ヒーターに電力を供給するために用意されています。長さは5mで、SPN1側には耐候性M12 8ピンコネクタがあり、ロガー側には裸線のフライングリードがあります。

シリアルケーブルをSPN1からロガーに延長するには、アナログ延長ケーブルタイプ EXT/8w-x (x = 5、10、または25m)を使用できます。

14ページの「最大ケーブル長」も参照してください。

## 最大ケーブル長

シリアルケーブル: 最大長は通常、PCのラインドライバの性能によって決まり、通常は5～100mの範囲になります。

アナログケーブル: 100m - SPN1の電源がセンサーのみの場合は 2mAで5Vを超える場合、またはヒーターの場合は最大1.5Aで12Vを超える場合。

電源: 指定された最大電源電圧15Vを超えないようにしてください。

15V電源の場合、ヒーターはケーブル長50mまで意図したとおりに動作しますが、ケーブル長が長くなると効果が低下します。

注: データロガーを使用する場合は、常に差動センサー測定を使用してください。(ヒーターの戻り電流により、シングルエンド測定で大きな誤差が生じる可能性があります)。

## 電源接続オプション



主電源供給電源  
7~15V DC、12Vで最大1.5A、  
出力は主電源から絶縁

Htr+ Htr-

SP-BF/w-05

ヒーター電源(アナログ出力を有効にするには、別のロガーウォームアップラインを接続します - 以下を参照)



ウォームアップ制御:  
SPN1が出力信号を供給するには3V以上が必要(電源が別の場所で供給される場合)  
および/または  
外部センサー電源:  
ウォームアップライン経由でセンサーに電源を供給するには5-15V@2mAが推奨されます

DL電源 DLグラウンド

SP-BF/w-05

ロガーウォームアップによる電源供給。  
アナログ出力が有効。  
ヒーターなし。



PCのRS232シリアルポートからのSPN1電源  
(他の電源が利用できない場合は、RS232DTRラインから最大2mAを消費します)

注:一部のラップトップでは十分な電流が供給されない場合があります

SP-BF-RS01

PCからの電源供給

## 電源に関する考慮事項

SPN1の電源には3つのソースがあります:

1. データロガーからの電源。これは、ロガーが読み取りを行うときにのみ適用する必要があります。アナログ出力コネクタ上のSPN1の全天、散乱、および太陽出力は、電源が投入されてから100ミリ秒後に有効になり、100ミリ秒ごとに更新されます。これらのアナログ出力は、データロガーの電源入力に電圧がある場合にのみ有効になります。
2. 12Vヒーター電源から電源を供給します。
3. シリアルケーブルからの電源。SPN1はPC DTR信号から電力を供給します。ほとんどのコンピューターのシリアルポートは、SPN1センサーの電子機器に十分な電力を供給します(ただし、ヒーターには供給されません)。

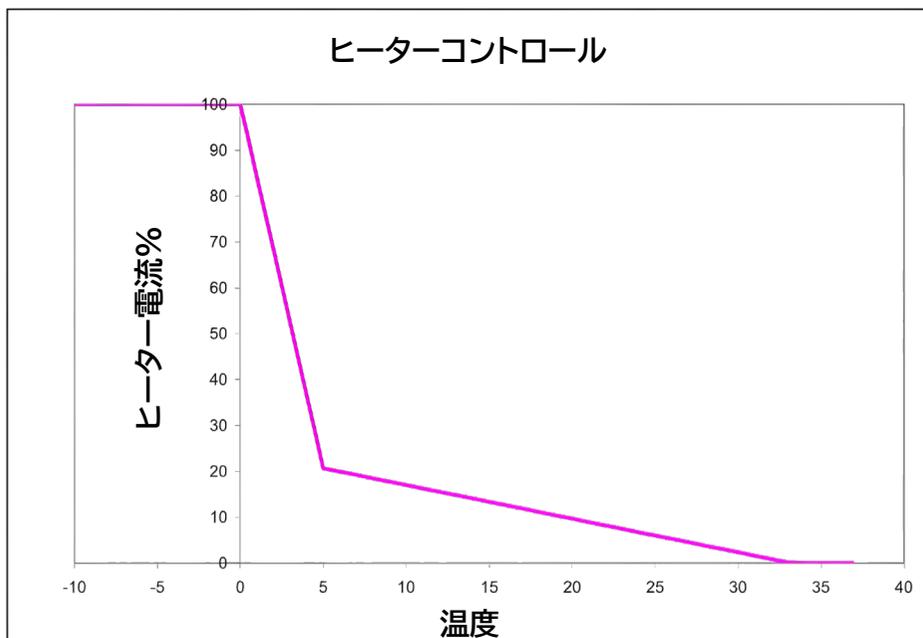
これらの電源が複数ある場合、通常は最も電圧の高い電源から電力が供給されます。ヒーター電源など他の場所から電力が供給されている限り、ロガー電源ケーブルに10k抵抗器を組み込むことで、データロガーから電力が供給されるのを防ぐことができます。

## ヒーター

SPN1には、霜や結露を防ぐためのサーモスタット制御ヒーターが内蔵されています。ヒーターはシャドウマスクに取り付けられており、ドーム内部と筐体上部に熱を伝達します。

ヒーター電源ケーブルに電力が供給されると、次のように動作します。

- ヒーター電流は、4Hzのパルス幅変調スイッチによって制御されます。
- 外部温度が0℃未満の場合は、ヒーターは利用可能な最大電力(15Vで最大20W)を供給します。
- 0℃を超えると、電力は5℃で20%まで徐々に減少し、33℃でゼロになります。



風速がゼロの場合、ドームはマイナス20℃まで雪や氷が付着しません。

風速が2m/sの場合、ドームはマイナス10℃まで雪や氷が付着しません。

気温が氷点下の場合、ヒーターは12V DCで1.5Aを消費します。40Ahのバッテリーは約1日しか持たないため、寒冷気候で長時間データを記録する場合は、主電源から供給される12V DC電源でヒーターに電力を供給することをお勧めします。

---

**警告!** SPN1にAC主電源を供給しないでください。

---

# データロガーでの使用

## アナログ出力

SPN1は、ケーブルタイプSP-BF/w-05を使用して、8ピンM12防水コネクタを介してデータロガーに接続されます。13ページのケーブルも参照してください。両端にM12コネクタが付いた追加の耐候性延長ケーブルも利用できます（タイプ EXT/8w-x、x = 5、10、または25m）。



SPN1アナログ出力コネクタのピン配列  
(SP-BF/w-05ケーブルコネクタのソケットを参照)

信号	ピン番号	SP-BF/w-05ケーブル	説明
全天	1	白色	全天出力、1mV = 1W.m-2
散乱	2	茶色	散乱出力、1mV = 1W.m-2
SigGND	3	緑色	信号グラウンド (内部でDL-GNDに接続)
太陽	4	黄色	日差しの下で接点閉鎖
DL-Gnd	5	灰色	データロガー電源グラウンド
DL-Power	6	ピンク	データロガー電源 4~15V 2mA
Htr -	7	青色	ヒーターグラウンド
Htr +	8	赤色	ヒーター電源、12V 1.5A max
Screen		Screen	ケーブルスクリーン及びSPN1本体

全天、散乱、および太陽出力は、DL-Powerケーブルに電圧が印加されてから100ミリ秒後にアクティブになり、100ミリ秒ごとに更新されます。

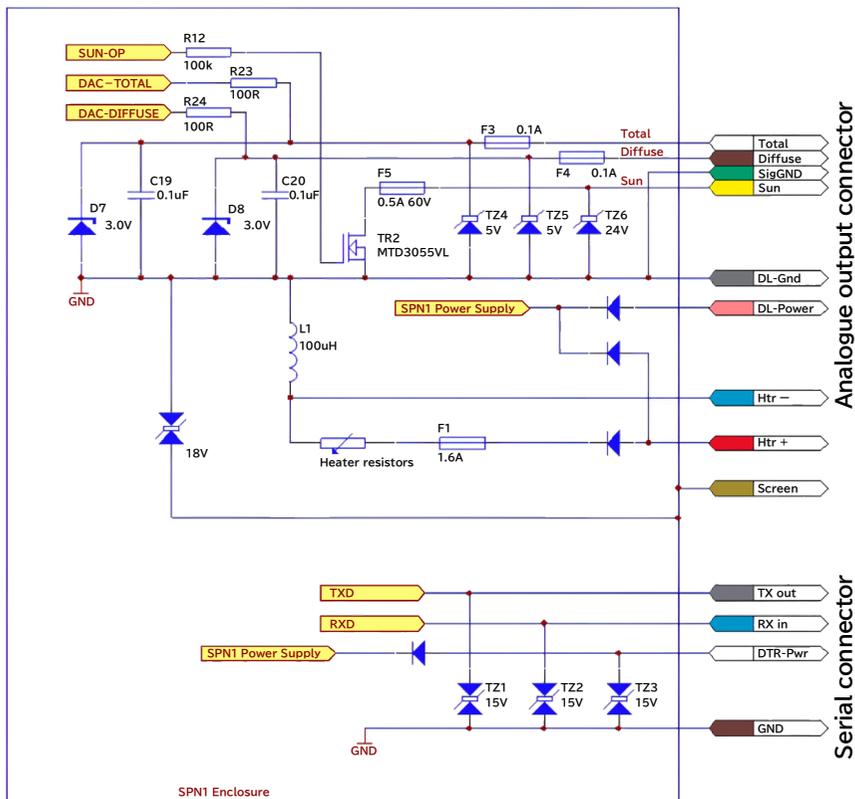
全天および散乱出力の範囲は0V~2.5V(通常の日光条件では0V~1.3V)で、内部抵抗は100Ωです。これらの出力が通常の範囲外になった場合、何らかの保護が行われます。これらの出力は、SigGNDをチャンネルの負の入力に接続した高インピーダンス電圧入力チャンネルで測定する必要があります。

太陽出力は、FET(トランジスタ)によって接地に切り替えられます。太陽がない場合、この出力は開回路です。太陽がある場合、グラウンドに接続されます。この出力に適用される電圧は0V~15Vで、最大電流容量は500mA(0.5A)です。この出力を使用して数ミリアンペアを超える電流を切り替える場合は、電流がSigGNDではなくDL-Gndケーブルを介して戻るようにしてください。そうしないと、全天および散乱測定で電圧エラーが発生する可能性があります。

DL-PowerおよびDL-Ground接続は、センサー回路(ヒーターは除く)に電力を供給し、アナログ出力信号を有効にします。

Htr+とHtr-ケーブルはSPN1ヒーターに電力を供給します。この電源がデータロガーの電源とは別の場合、電源のマイナス端子間に電流が流れないように、完全に絶縁された電源である必要があります。

## 簡略化された出力回路図



この回路図は、出力回路、保護コンポーネント、接地の詳細の簡略版を示しています。全天出力と散乱出力は、過渡電圧サプレッサーTZ4-6によって静電放電(ESD)から保護され、ツェナークランプD7とD8、およびリセット可能なヒューズF3とF4(障害が除去されるとヒューズがリセットされます)によって低電圧の誤接続から保護されます。太陽出力には、ESDと過電流に対する同様の保護機能があります。

ヒーター回路は逆接続と過電流から保護されています。Htr-はインダクタによってメインセンサーのグランドに接続され、ヒーター回路のノイズから保護します。

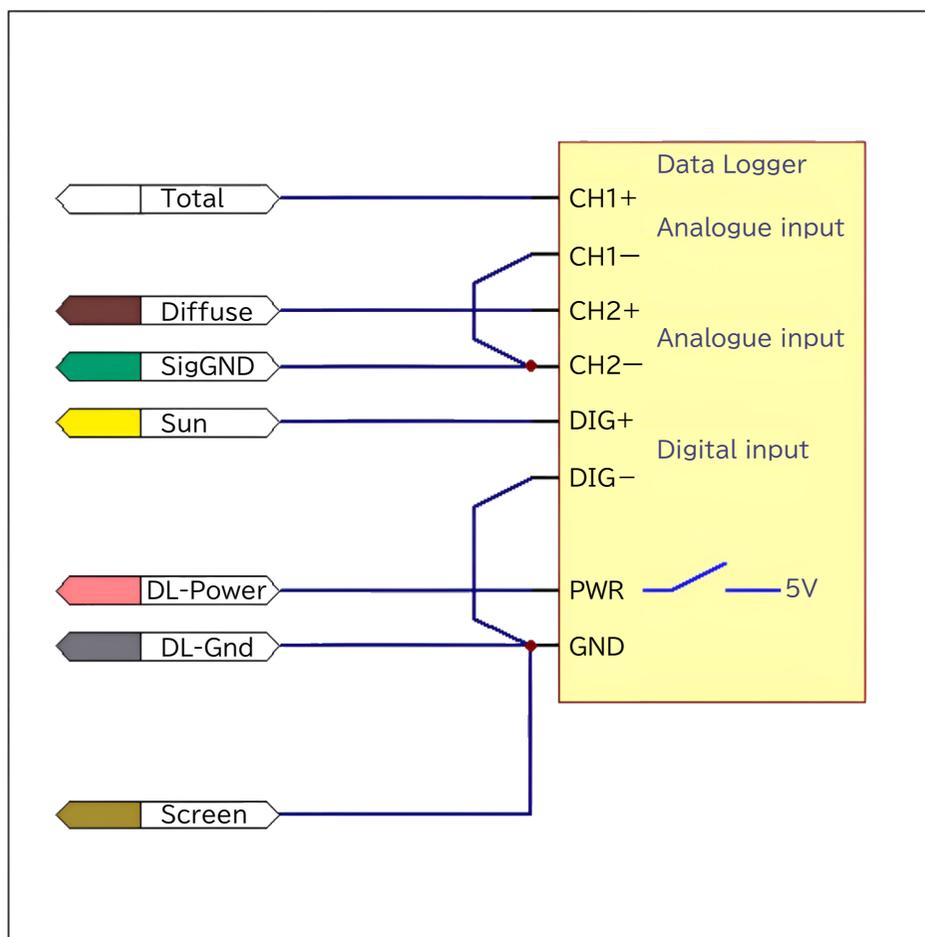
シリアルポートラインには基本的なESD保護が備わっています。

## 推奨される電源接続

データロガーで使用する場合、アナログ出力を有効にするにはDL-Powerラインが5V以上である必要があります。必要な電力はDL-Powerラインまたはヒーター電源から供給できます。ほとんどのロギング状況では、次の2つの接続のいずれかが推奨されます。

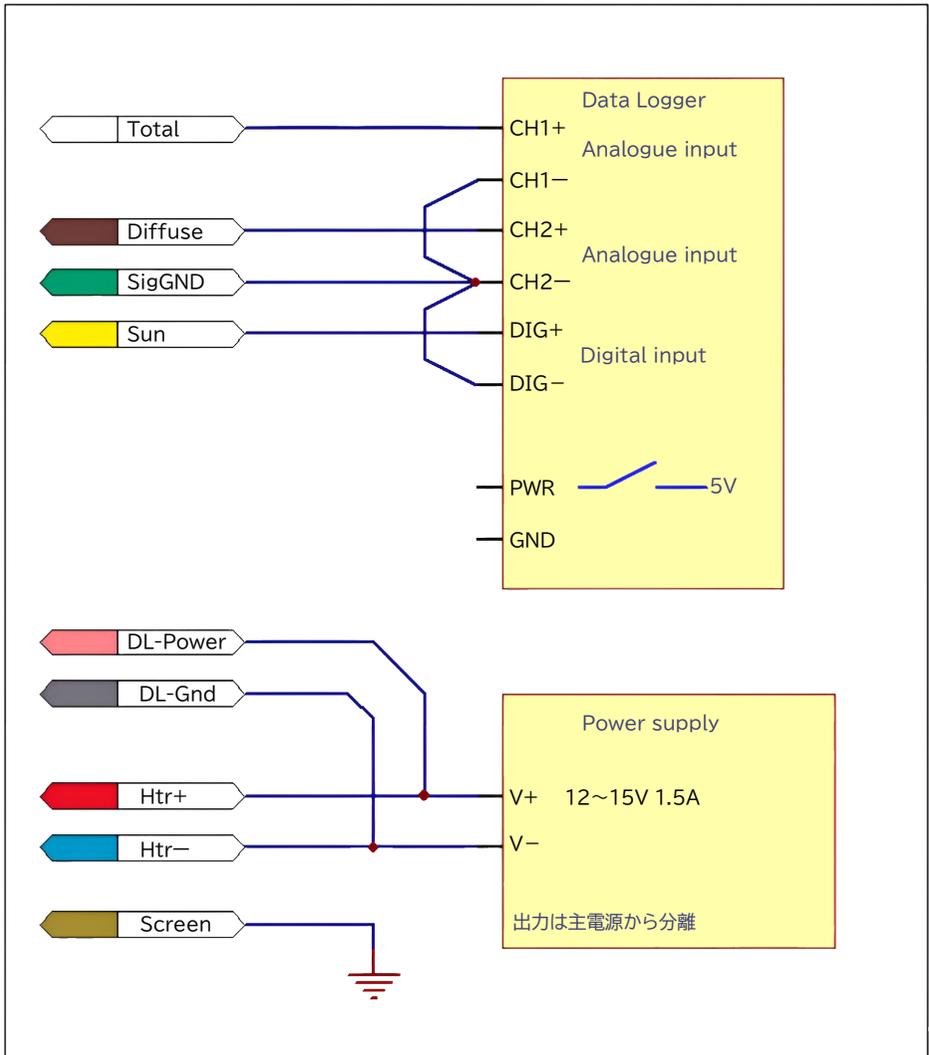
### 1 ヒーターなし、SPN1はロガーのウォームアップによって電源供給されます

この接続は、Delta-T GP1などの独立したバッテリー駆動のロガーに適しています。SPN1ヒーターは切断されたままです。ロガーは、読み取りが行われる少なくとも100ミリ秒前にSPN1の電源を入れる必要があります。



## 2 ヒーター電源が利用可能、SPN1が常時有効

この接続は、常時主電源が利用可能な設置に適しています。SPN1ヒーターの電源がオンになり、SPN1アナログ出力が常時有効になってログに記録されます。



## 推奨される太陽出力接続

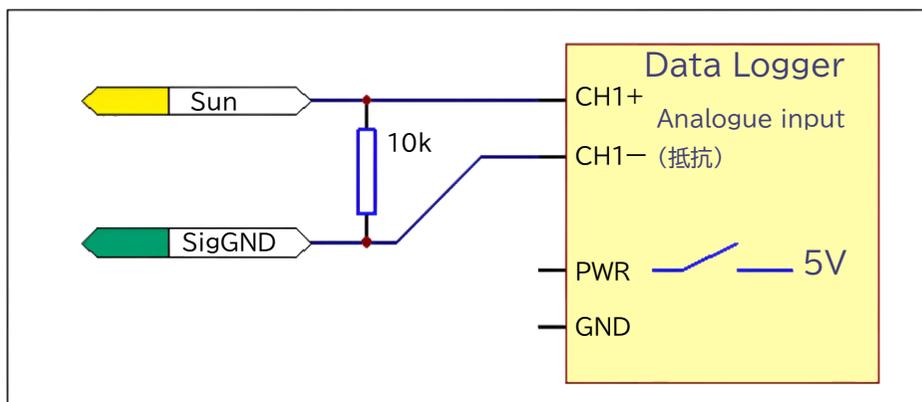
データロガーの機能に応じて、SPN1太陽出力を接続する方法はいくつかあります。太陽出力は、太陽がない場合には開回路になり、太陽がある場合にはグラウンドに接地されます。

### 1 ロガーデジタル入力

一般的に、ロガーにデジタル入力がある場合は、これが最も簡単な接続になります。前の2つの図に示すように接続します。ロガーデジタル入力は通常、ロガーグラウンドを基準とするため、ロガーがSPN1に電源を供給していない場合は、これをSigGNDにのみ接続するように注意してください。そうしないと、電源電流がSigGNDケーブルを流れる可能性があり、ケーブルが長い場合は合計および拡散の読み取り値に電圧オフセットが発生する可能性があります。

### 2 ロガー抵抗入力

ロガーにデジタル入力がなく、抵抗を測定できる場合は、並列に接続された10k抵抗器を使用して太陽出力を測定できます。太陽がない場合には10k、太陽がある場合には0kとして測定されます。入力の自動レンジ調整は無効にしてください。注: 次の図は説明のみを目的としています。正しい配線手順については、ロガーのユーザーマニュアルを参照してください。異なる場合があります。

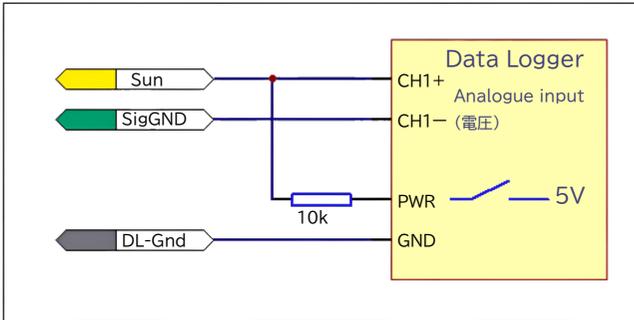


### 3 プルアップ抵抗付きロガー電圧入力

または、ロガーで安定した電圧を利用できる場合は、10kプルアップ抵抗を使用して、電圧チャンネルで太陽出力を測定できます。

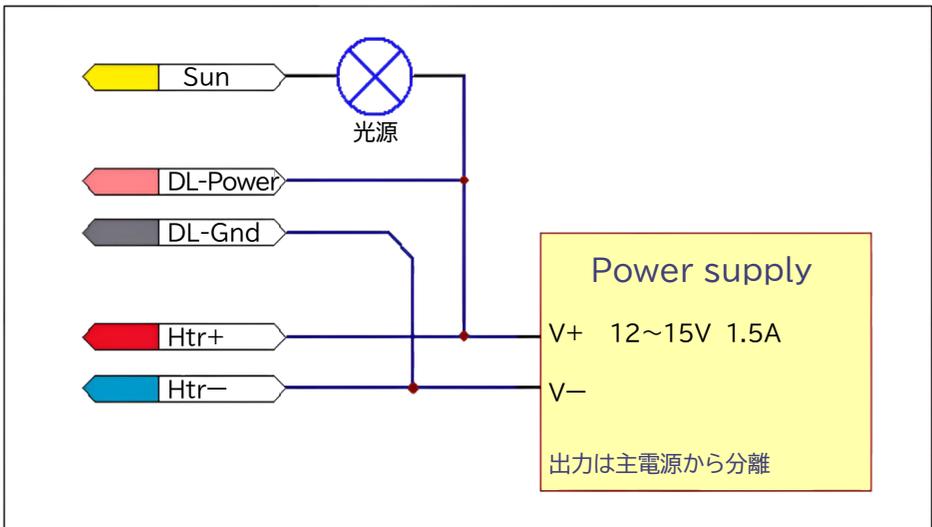
太陽あり = 0V、太陽なし = 5V

注: ロガーは、抵抗に入る電圧を読み取ることができる必要があります。電圧が高すぎる場合は、分圧器を使用します。



### 4 外部負荷の切り替え

何らかの理由で太陽出力を使用して高電流負荷を切り替える場合は、電流の戻り経路がSigGND線ではなくDL-Gnd線を経由するようにしてください。そうしないと、合計および拡散の読み取りに大きなオフセット電圧が表示される場合があります。



# グラウンドおよびシールド接続

## グラウンド接続

SPN1アナログ出力ケーブルには3つの異なる接地コネクタがあり(シリアルケーブルにも1つあります)、特に長いケーブルを使用する場合、これらを不注意に使用すると、測定値にオフセットが生じる可能性があります。また、データロガーの接地が内部でどのように接続されているかについても考慮する必要があります。

覚えておくべき重要な原則は次のとおりです。

- SigGNDワイヤーにリターン電流が流れないようにしてください。これは差動電圧入力チャンネルの $-ve$ 端子にのみ流れます。
- DL-PwrワイヤーとSunワイヤーの電流リターンがDL-Gndワイヤーを経由するようにしてください。
- ヒーター電流(Htr+)の電流リターンがHtr-ワイヤーを経由するようにしてください。
- ロガーと別の電源を使用する場合は、どちらか一方が他方に対してフローティングできるか、共通のグラウンド接続を共有する必要があります。

## アースとシールド接続

8ピンアナログケーブルタイプSP-BF/w-05の編組シールドはSPN1エンクロージャーに内部接続されており、センサーエレクトロニクスと出力コネクタの周囲に連続したシールドを形成します。シールドは18V過渡抑制装置によってセンサーの接地に接続されており、近くで落雷があった場合に内部回路に対する高電圧の可能性を最小限に抑えます。

一般的に、スクリーン(黒線)はロガー近くのローカルアースに接続する必要があります。SPN1は、取り付けポイントでアースに接続することもできます。近くで落雷があった場合、アースポイント間およびセンサーケーブルに大きな過渡電圧が誘導される可能性があります。この一部は信号線にも現れる可能性があります。このため、ロガーはローカルグラウンドに対して自由に浮遊するか、損傷を避けるために入力に何らかの過渡保護を備えている必要があります。

5ピンシリアルケーブルタイプSP-BF-RS01はシールドされています。シールドは5ピンM12コネクタシェルに接続されていますが、DB9シェルには接続されていません。5ピンシリアル延長ケーブルタイプSP-BF-RS10もシールドされています。シールドは両端のM12コネクタシェルに接続されています。

---

## Delta-T データロガーの接続

### GP1 ロガー

GP1ロガーへの接続方法と使用方法については、SPN1クイックスタートガイドを参照してください。

### DL2e ロガー

Delta-T ソフトウェアおよびマニュアルCDのLs2Win PCソフトウェアSR5 (サービスリリース5)のオンラインセンサーライブラリーでSPN1-DL2e配線接続を参照してください。

注: Ls2Winの以前のサービスリリースからアップグレードする場合は、センサーライブラリーを再インストールする必要があります。これは、Ls2WinとともにインストールされるオンラインLs2Winリリースノートに記載されています。このリリース ノートは、StartメニューのProgram、Ls2Win、Documentesから参照できます。

### DL6 ロガー

DL6ロガーはSPN1での使用には適していません。入力電圧範囲が不十分で、SPN1センサータイプやプログラムは提供されていません。

---

**警告:** DL6の8ピンM12コネクタを介してSPN1をDL6に接続しないでください。センサーが損傷する可能性があります。

---

### GP2 ロガー

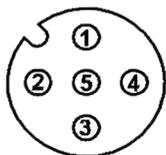
SPN1クイックスタートガイド、GP2ユーザーマニュアル、およびDeltaLINK3ヘルプを参照してください。配線手順とプログラム設定手順の詳細は、SPN1のDeltaLINK3センサーライブラリー情報ページに記載されています。

## PCまたはシリアルデバイスで使用

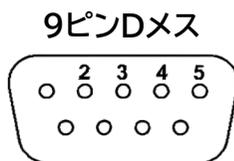
5ピンM12防水コネクタを介してSPN1をPCまたはその他のシリアルデバイスに接続します。1.5mシリアルケーブル タイプSP-BF-RS01を使用して、PCシリアルポートに直接接続します。このケーブルには、5ピン嵌合コネクタとPC用の9ピンDコネクタがあります。

注: Dコネクタは耐候性ではないため、屋外で常時使用しないでください。

より長いケーブル配線や屋外での使用には、延長ケーブル タイプSP-BF-RS10を使用してください。このケーブルは、耐候性オスおよびメスの5ピンM12コネクタで終了します。



SPN1シリアルコネクタのピン配置



(はんだ側)

信号	M12 ピン 番号	ケーブルの色	9ピンD メス	説明
Gnd	1	茶色	5	グラウンド
Power in	2	白色	4	PCからの電源 DTRライン
RX in	3	青色	3	SPN1へのRS232 RX入力
SDI-12	4	黒色		未使用
TX out	5	灰色	2	SPN1からのRS232 TX出力

SPN1は、読み取りの報告、ソフトウェアのアップグレード、工場のセットアップとテストにシリアルコネクタを使用します。Delta-TソフトウェアおよびマニュアルDVDのSunReadソフトウェアを使用すると、SPN1出力をすぐに表示したり、非常に基本的なログ機能を提供したりできます。

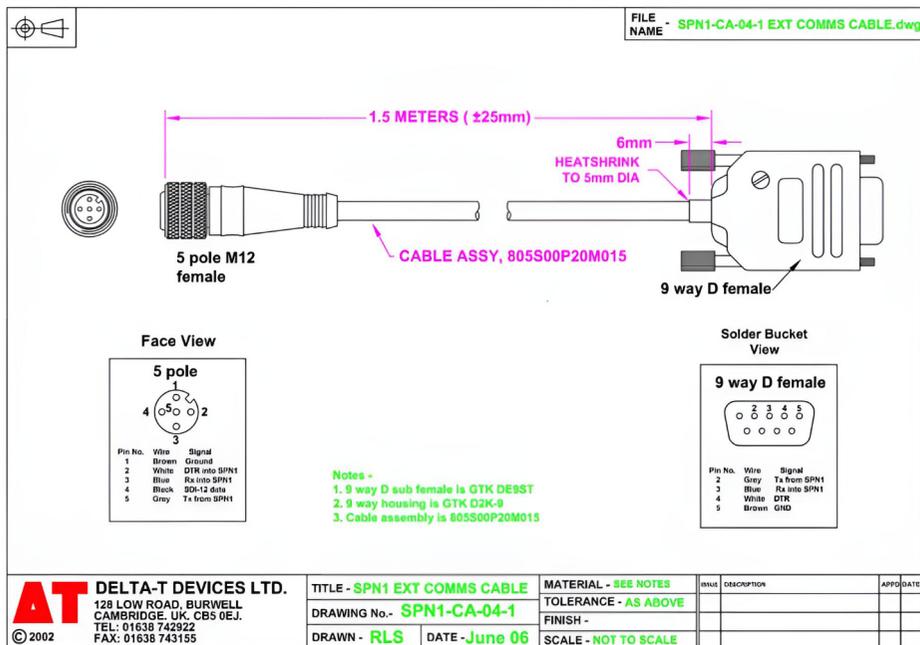
SPN1センサー(内部ヒーターではありません)は、PCシリアルポートのDTR信号(12Vで約4mA)から電力を供給できます。ほとんどのPCシリアルポートはこれを供給します。SPN1との通信に問題がある場合は、USB-RS232コンバーターを使用するか、ロガーまたは外部電源からアナログケーブル タイプSP-BF/w-05 (DL-PowerまたはHtr+)を介してSPN1に電源を入れてください。

電源要件については、29ページの「その他の仕様」を参照してください。

47ページの付録B: RS232コマンドも参照してください。

# SPN1 電気接続

## RS232 ピン接続



## 電気的な制限

RS232信号は「真の」RS232信号であるため、TxおよびRxラインの電圧レベルは±3V~±15Vの範囲のバイポーラです。これはPCシリアルポートへの接続に適しています。通信にはTx、Rx、およびGndワイヤーのみが使用されます。

## ボーレート

SPN1は、9600ボー、8データビット、パリティなし、1ストップビットの固定ボーレートで通信します。シリアルポートは、これに合わせて設定する必要があります。

## 電源

DTR信号(PCシリアルポートからの出力)から十分な電力が供給されている場合、SPN1に十分な電力が供給され、読み取りが行われます。DTR信号から十分な電力が供給されていない場合は、このワイヤーをシリアルポートから取り外し、5V~15Vの範囲のDC電源に接続できます。あるいは、SPN1はアナログコネクタのヒーター電源線から電源供給できます(ケーブルの説明については、SPN1クイックスタートガイドを参照してください)。SPN1の内部クロックを使用する場合は、この電源を常時有効にする必要があります。電力消費を最小限に抑える必要がある場合は、通信セッションの期間中のみ電源を供給してください。

## テストの精度とエラー

全体的な精度の制限は仕様を示されており、通常の使用で予想されるパフォーマンスを示します。予期しない結果を示す可能性のある特定の状況がいくつかあります。

### スペクトル応答

SPN1のスペクトル応答は400nmから上までであるため、太陽スペクトルの青い端の一部が欠落しており、非常に澄んだ青空や高高度では拡散成分の読み取り不足が発生する可能性があります。

### コサイン応答

相対的に見ると、太陽が地平線に近い場合、コサイン応答エラーが増加します。これは、太陽が非常に低い晴天条件で全体的な感度エラーとして現れる場合があります。これは、すべてのコサイン補正センサーに当てはまります。これらの条件では、不正確な水平調整によるエラーも現れます。太陽が空の高い位置にある場合や曇りの条件では、0.5°の水平調整エラーはほとんど影響しませんが、太陽が明るく、地平線から10°上にある場合は、5%の出力エラーが発生する可能性があります。

### オフセット

ほとんどのサーモパイル日射計は、地球から宇宙への放射冷却により夜間にマイナス出力を示します。SPN1の構造には、大気とサーモパイルの間に3つの分離要素が含まれているため、この影響は最小限です。SPN1内の電子機器は正の信号のみを測定および出力するため、出力がゼロ未満になることはありません。一般に、システム内のノイズの影響により、暗い状況では小さな正の出力 ( $<3\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ) が発生します。SPN1は急激な温度変化に敏感で、冷却時にプラスの誤差、または温暖化時にマイナスの誤差が発生します。センサーを暖かい部屋から冷たい外気に移動し、センサーが周囲温度に達するまで放置すると、この現象が目に見える場合があります。

### サーモパイルのマッチング

SPN1出力は、7つの個別のセンサーの読み取り値に基づいています。センサーはキャリブレーション時に厳密に一致しますが、すべての点で完全に同一になることはありません。これらの小さな変化は、シャドウマスクが異なるセンサーを遮ったり露出したりするため、出力時系列に小さなステップとして現れることがあります。

## 仕様

以下の精度の数値は95%の信頼限界を示しています。つまり、通常の気候条件下では、個々の測定値の95%が指定された限界内になります。完全な仕様については、SPN1 ユーザーマニュアルを参照してください。

全体精度: 全天日射量(グローバル)と 散乱日射量	± 5% 1日の積算値 ± 5% ±10 W.m <sup>-2</sup> 1時間平均 ± 8% ±10 W.m <sup>-2</sup> 個別測定値
解像度	0.6 W.m <sup>-2</sup> = 0.6 mV
範囲	0 ~ >2000 W.m <sup>-2</sup>
アナログ出力感度	1 mV = 1 W.m <sup>-2</sup>
アナログ出力範囲	0 ~ 2500 mV
日照状態しきい値	直射日光下では120 W.m <sup>-2</sup>

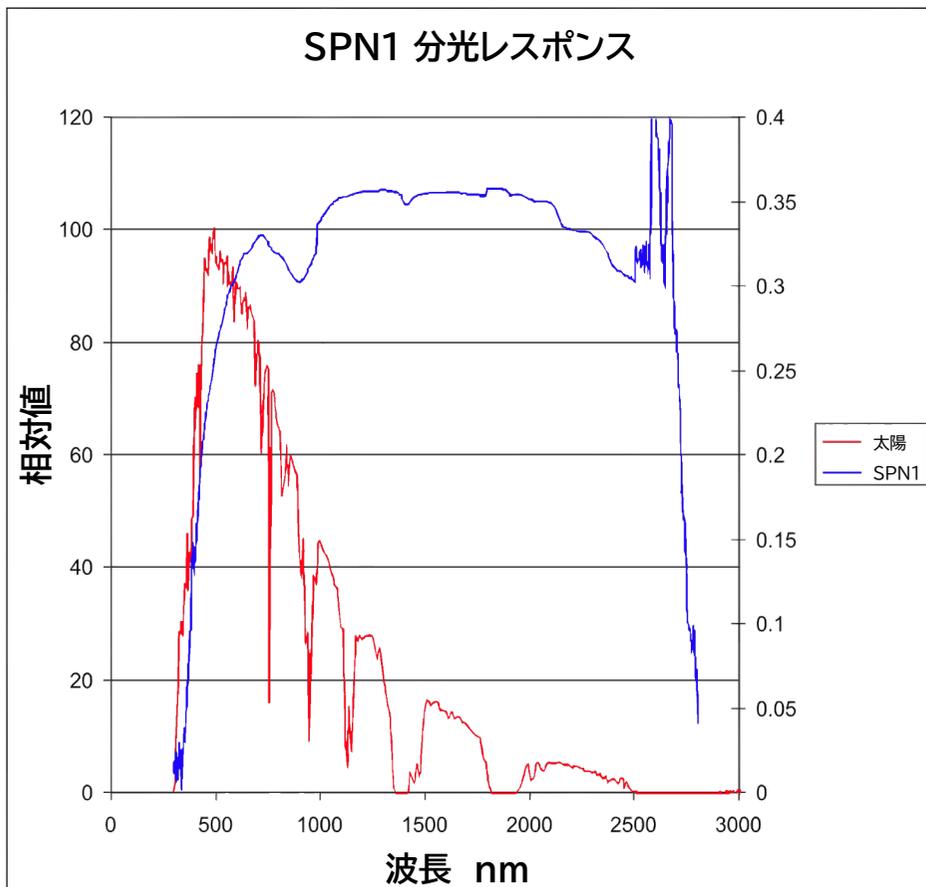
### その他の仕様

精度: 日照状態	しきい値に対する太陽時間の ± 10%
精度: コサイン補正	0 ~ 90°の天頂角で入射光の ± 2%
精度: 方位角	360°の回転で ± 5%
温度係数	通常 ± 0.02 % /°C
温度範囲	-20 ~ +70°C
安定性	2年ごとに再校正することをお勧めします。
応答時間	< 200 ms
スペクトル応答	400-2700 nm
スペクトル感度	10% 標準
非線形性	< 1%
傾斜応答	無視できる
ゼロオフセット	周囲温度が 5°C/時間変化した場合、< 3 W.m <sup>-2</sup> 暗所での読み取り < 3 W.m <sup>-2</sup>
緯度対応	-90° ~ + 90°
環境: シーリング	IP67
日照状態出力	太陽が当たらない = 開回路 太陽が当たっている = 接地への短絡
電力要件	2 mA (ヒーター電源を除く)、5 V ~ 15 V DC
ヒーター電力	12 V ~ 15 V DC、最大 1.5 A
ヒーター制御	外部温度が 0°C 未満の場合は、 最大 20 W の出力まで連続的に可変
雪や氷のない最低気温 (ヒーター使用時)	風速 0 m/s で -20°C 風速 2 m/s で -10°C
取り付けオプション:	ベースに 3 x M5 タップ穴、108 mm pcd、120° 間隔 (オプションのレベリングベースプレート SPN1/BPを使用) 側面にM8タップ穴(サポートアーム SPN1/ARM を使用)
サイズと重量	直径 126 mm x 高さ 94 mm、重量 786 g

## 部品番号と注文コード

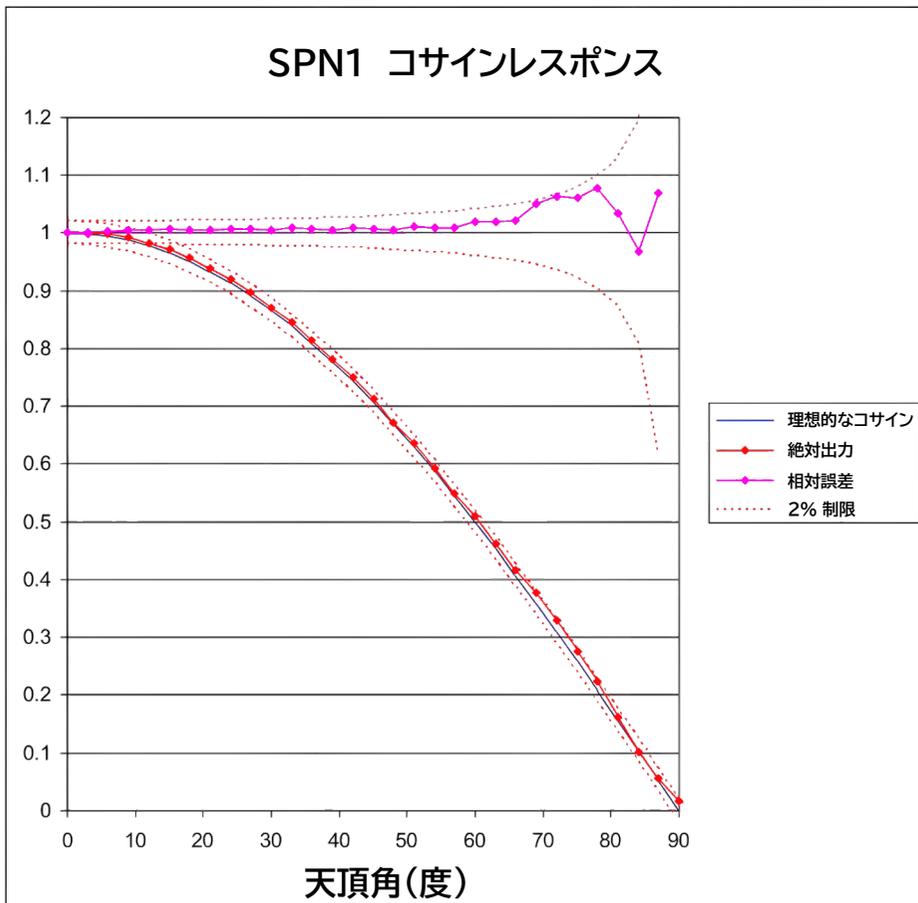
SPN1	全天日射計。5ピンおよび8ピンM12プラグ付き。5mアナログ信号および電源ケーブル(タイプ SP-BF/w-05)、1.5mシリアルケーブル(タイプ SP-BF-RS01)、SPN1クイックスタートガイド、校正証明書、Delta-TソフトウェアおよびマニュアルDVDが付属。水平調整ベースプレートまたはサポートアームは付属しません。
SP-BF-RS10	10m耐候性RS232延長ケーブル。IP68 M12 5ピンオス - メスコネクタ。SPN1をSP-BF-RS01ケーブルまたは別のSP-BF-RS10に接続します。
SPN1/BP	水平調整ベースプレート。直径125mm、厚さ10mmのプレート、M5 x つまみネジ3本、M8 x 25mm ステンレスボルト3本付き。10 ページを参照
SPN1/ARM	水平調整ジョイント付きSPN1用サポートアーム。長さ1 m、直径 34mm、直径33~52mmのマストに取り付けるためのアダプター、説明書付き。10 ページを参照。
SPN1-SD	SPN1用の予備乾燥剤。 予備乾燥剤容器2個(RHインジケータープラグは含まれません)。
SPN1-UM	この SPN1 ユーザー マニュアル。
SP-BF/w-05	5mアナログ信号および電源ケーブル。 8ピン IP68 M12コネクタ(f) から裸線。 SPN1をデータロガーおよび/または電源に接続します。 全天日射計に標準装備されています。
SP-BF-RS01	1.5m RS232ケーブル。 5ピン IP68 M12コネクタから9ピンDサブコネクタへ。 SPN1をPCシリアルポートに接続します。 全天日射計に標準装備されています。
SPN1-CAL	SPN1の再校正とサービス。 SPN1の工場再校正と2年間のサービス。
EXT/8w-05 EXT/8W-10 EXT/8W-25	5m/10m/25m SPN1アナログ延長ケーブル。 8ピン IP68 M12メス - オスコネクタ。 SPN1をSP-BF/w-05ケーブル、または任意のEXT/8wケーブルに接続します。

# SPN1 分光レスポンス



これは、地上レベルの太陽スペクトルとともに表示される、全天日射計(サーモパイル、ディフューザー、ドームを組み合わせたもの)の分光レスポンスを示しています。

# SPN1 コサインレスポンス



このグラフは、全天日射計の典型的なコサインレスポンスを理想的なコサイン曲線と比較したものです。上の曲線は相対精度を示しています。

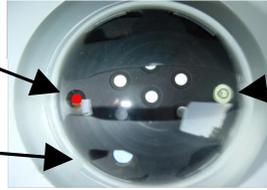
## 日常メンテナンス

### 乾燥剤

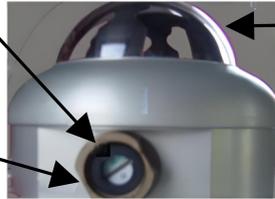
測定中は赤色のLEDが  
点滅します

湿度インジケータ  
上部  
下部

水準器



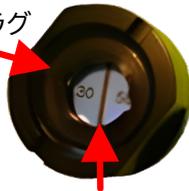
ドームと  
シャドウマスク



乾燥剤容器  
30% ピンク = 早期警告  
50% または上部インジケータが  
ピンクの場合は交換してください



インジケータプラグ



スプリットレベル  
湿度インジケータ  
30%および50% RH



乾燥剤容器をインジケータプラグに  
ねじ込みます

実際のSPN1ドーム内の空気湿度は、ドームの下のカラーパネルで示されます。乾燥剤インジケータプラグには、さらに2つのインジケータがあります。青は乾燥を示し、ピンクは湿度しきい値を超えたことを示します。50%RHインジケータまたはドームの上部インジケータがピンクになったら交換してください。

乾燥剤インジケータは3か月ごとに確認してください。ほとんどの状況では、乾燥剤は6か月以上、通常は数年間は交換する必要があります。

## 乾燥剤を交換または再生するには

24mm A/Fスパナまたは幅広のマイナスドライバーを使用して、SPN1からインジケータプラグを取り外します。プラグからキャニスターを外し、新しいものと交換します。インジケータプラグのOリングシールが良好な状態であることを確認します。Oリングにシリコングリースをごく少量塗布して、再取り付け時の密閉性を高めます。新しい乾燥剤キャニスターはDelta-Tから入手できます。

乾燥剤キャニスターは加熱することで再生できます。キャニスターを換気オープン（電子レンジではありません）で約100°Cで4時間加熱します。再度取り付ける前に、湿気から遠ざけて冷まします。古い乾燥剤は徐々に容量が減っていきます（永久に結合した汚染物質のため）。確認するには、乾燥前と乾燥後に重量を量ります。飽和したSiゲルは重量の25%を水として運ぶことができるため、キャニスター内の6gは飽和状態から乾燥すると最大1.25g、50%から乾燥すると約0.6g失われます。疑わしい場合は、新しいキャニスターと交換してください。プラグを緩めている間は、SPN1にほこりや湿気が入らないようにしてください。

## ドームのメンテナンス

大気汚染や雨や雪の残留物により、ドームはかなり汚れてしまいます。SPN1の精度を維持するには、ドームを清潔に保つことが不可欠です。ドームはホウケイ酸ガラスで作られています。必要に応じて、中性洗剤またはイソプロピルアルコールで湿らせた布で拭いてください。RainXなどの撥水コーティングを施すと、ドームに付着する水や汚れの量を減らすことができます。これらは、車の窓や浴室の鏡のコーティング用に販売されていることが多いです。

## 環境および湿気からの保護

SPN1は、屋外での長期使用向けに設計されており、IP67に準拠しています。短時間の完全浸水には耐えますが、継続的に水に浸さないでください。乾燥剤を新鮮な状態に保てば、内部の結露は避けられます。使用していないコネクタを水やほこりから保護するには、付属のシーリングキャップを使用してください。SPN1は堅牢ですが、落下試験定格はありません。ガラスドームは、ぶつかると壊れるので、落とさないでください。

# 校正手順とトレーサビリティ

## 工場での校正手順

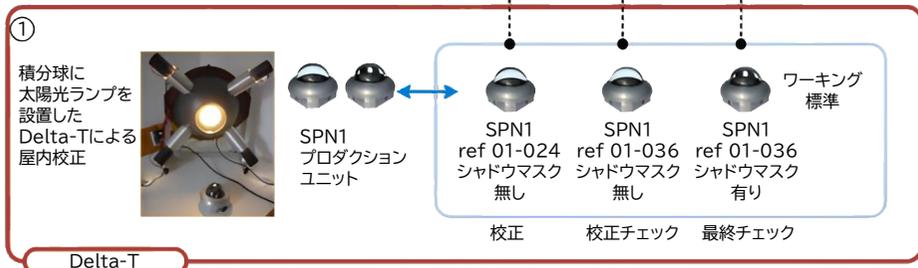
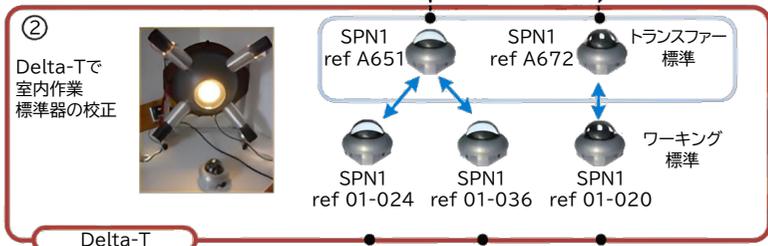
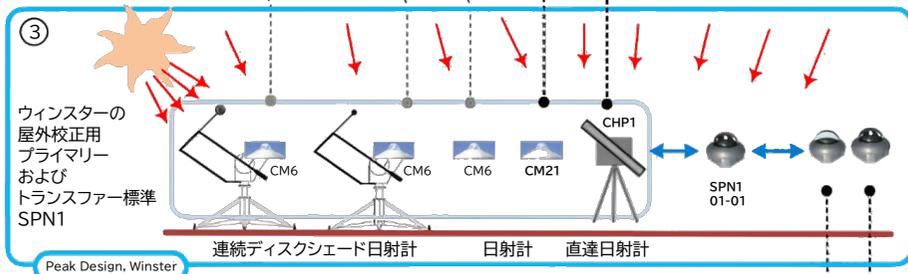
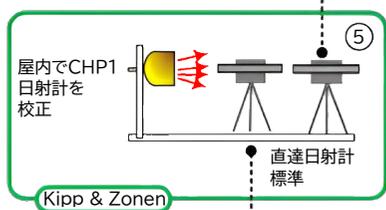
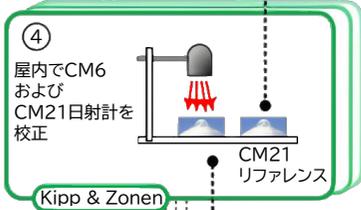
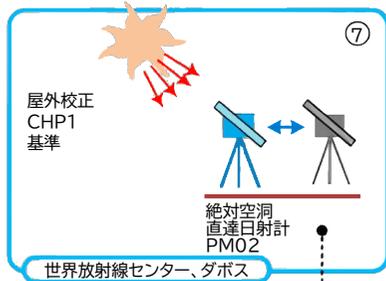
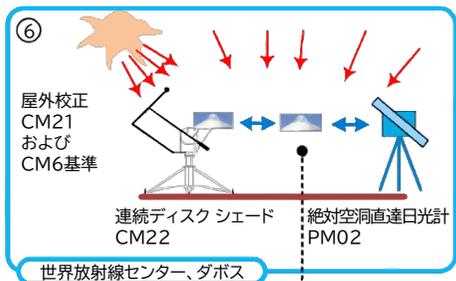
SPN1は、工場で作業標準リファレンスSPN1に対して校正されています。校正はシャドウマスクを取り付ける前に行われるため、すべてのサーモパイルセンサーが均一に露出されます。ユニットは、強度とスペクトル構成が明るい太陽光とほぼ一致する光源を備えた12インチ積分球で校正されます。7つのセンサーそれぞれに必要な校正係数が計算され、SPN1にプログラムされます。これにより、生産ユニットがリファレンスに一致し、コサイン応答の変動が天頂角の全範囲にわたって均等に分散されます。



次に、SPN1を2番目の作業標準と比較します。シャドウマスクを取り付けた後、SPN1の読み取り値を校正ランプ治具で3番目の作業標準と比較します。作業標準は、2つの転送標準と比較し定期的にチェックされます。これらの転送標準は、英国ウィンスターの屋外で数週間にわたってさまざまな気候条件で定期的に再校正され、いくつかのより高い標準基準と比較されます。

- 一次標準 SPN1、
- Kipp&Zonen CM21日射計、
- 追跡型 Kipp&Zonen CHP1日射計、
- 換気型 Kipp&Zonen CM6日射計を使用した太陽追跡装置および遮光ディスクシステム

CM21とCHP1は、スイスのダボスにある世界気象機関の標準にトレーサブルな標準に対して、Kipp&Zonenの屋内で定期的に再校正されます。



## WMO ダボスまでのトレサビリティに対応したSPN1校正

# SPN1の再校正

SPN1は2年ごとにDelta-Tに返却して再校正することをお勧めします。下記と同様の校正証明書が提供されます。

SPN1を完全に再調整するには、SPN1を分解しなければならず、特殊な光源が必要です。



Delta-T Devices Ltd

## SPN1 Sunshine Pyranometer

# Calibration Certificate

This is to certify that the Sunshine Pyranometer type SPN1 identified below has been calibrated in accordance with Delta-T Devices Ltd standard production procedures, and conforms to the specifications as detailed.

Serial Number	A100
Date	1 January 2007
Authorised Signature	<i>Karina Buk</i>

We recommend that this instrument is recalibrated every 2 years.

### Traceability

The SPN1 is calibrated under a uniform light source which simulates the solar spectrum against a transfer standard SPN1. The transfer standard is calibrated outdoors against a Kipp CM21 secondary standard pyranometer (calibration traceable to the World Radiometric Reference), with solar tracker and shading disk for diffuse measurement.

### Accuracy, Total (Global) and Diffuse radiation

When correctly calibrated, the expected accuracy is given in the table below. The figures give 95% confidence limits, i.e. 95% of individual readings will be within the stated limits under normal climatic conditions.

Overall accuracy:	$\pm 5\%$ daily integrals $\pm 5\% \pm 10 \text{ W.m}^{-2}$ hourly averages $\pm 8\% \pm 10 \text{ W.m}^{-2}$ individual readings
Range	0 to $>2000 \text{ W.m}^{-2}$
Analogue output sensitivity	$1\text{mV} = 1 \text{ W.m}^{-2}$



Delta-T Devices Ltd

130 Low Road, Burwell, Cambridge, CB25 0EJ, UK

Tel: +44 1638 742922 Fax +44 1638 743155

email: [sales@delta-t.co.uk](mailto:sales@delta-t.co.uk) web: [www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk)

# 保証とサービス

---

## 販売条件

[www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk) の利用規約を参照してください

---

## サービスとスペアパーツ

Delta-Tの販売代理店または技術担当者がいる国のユーザーは、まずその代理店または技術担当者に問い合わせてください。販売代理店: [旭光通商株式会社](#)

弊社の機器のスペアパーツは弊社工場から供給可能です。これらは通常、注文を受けてから数営業日以内に発送できます。Delta-Tが製造していないセンサーやその他の製品のスペアパーツやアクセサリは、弊社のサプライヤーから入手する必要がある場合があります、ある程度の納期が掛かることを了承ください。

Delta-Tまたは弊社の販売代理店の同意を得ずに、商品または機器をDelta-Tに返品しないでください。

Delta-Tで商品を受け取ると、商品が検査され、予想される費用と遅延についてユーザーに通知されます。通常、機器を受け取ってから数営業日以内に修理を完了する予定です。

ただし、専門家による修理または再調整のために機器を元のサプライヤーに転送する必要がある場合は、さらに数週間の遅延が予想されます。

---

## テクニカルサポート

Delta-T製品およびシステムではテクニカルサポートをご利用いただけます。Delta-Tの販売代理店または技術担当者がある国のユーザーは、まずその販売代理店または技術担当者にお問い合わせください。

Delta-Tが受け取ったテクニカルサポートの質問は、当社のテクニカルサポートチームが対応します。最初のお問い合わせは、すぐに「T番号」と詳細な回答の予想時間(通常は数営業日)とともに確認されます。以前のやり取りを簡単に追跡できるように、その後は必ずT番号をお知らせください。

お問い合わせの際は、機器のシリアル番号、ソフトウェアのバージョン番号、および関連する購入日と購入元を必ずお知らせください。

### 連絡先:

テクニカル サポートチーム

Delta-T Devices Ltd

130 Low Road, Burwell, Cambridge CB25 0EJ, U.K.

テクニカル サポートのメール: [tech.support@delta-t.co.uk](mailto:tech.support@delta-t.co.uk)

修理のメール: [repairs@delta-t.co.uk](mailto:repairs@delta-t.co.uk) Web: [www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk)

電話: +44 (0) 1638 742922 FAX: +44 (0) 1638 743155

日本国内販売代理店

旭光通商株式会社

〒150-0013

東京都渋谷区恵比寿1丁目18番18号 東急不動産恵比寿ビル4階

TEL:03-6371-6908 FAX:03-6371-6933

問い合わせメール: <https://kyokko.com/contact/>

Web: <https://kyokko.com/>

---

## 問題

### 問題の報告

常に問題の原因を特定するようにしてください。関連する詳細をできるだけ多く記載していただければ、非常に役立ちます。特に、次の点に注意してください。

- 障害、その症状、またはエラーメッセージの説明
- ログ記録を行う場合、使用しているロガー、ログ記録プログラムの詳細、およびそれに接続されているその他のデバイス
- 使用しているPCの詳細
- ソフトウェアのバージョン番号とハードウェアのシリアル番号(下記参照)

### バージョン番号とシリアル番号の場所

SPN1のシリアル番号ラベルはケースの下部にあります。内部ソフトウェア(ファームウェア)のバージョン番号は、SunReadを使用してversion numberボックスに表示されます。

---

---

# トラブルシューティング

## SPN1が応答しない場合

SPN1が読み取りを行っている間、SPN1ベゼル内の赤いLED が点滅します。RS232ケーブルを使用している場合は、正しいケーブルを使用していること、およびSunReadソフトウェアで選択したPCの同じシリアルポートに接続されていることを確認してください。

ログ記録を行う場合は、ロガーケーブルを確認し、ロガーの配線接続図と比較してください。アナログ出力を有効にするには、DL-Powerワイヤーが5V以上に確実に接続されていることを確認してください。

ロガーも確認してください。Delta-Tロガーの場合は、センサー構成、電源ウォームアップリレー配線接続、ウォームアップリレープログラム構成を確認してください。

## 予期しない出力値

電源とグラウンドの配置に特に注意してください。ヒーターを接続せずに操作してみて、それが測定値に影響するかどうかを確認してください。

SunReadソフトウェアを使用して、SPN1をPCに直接記録してみてください。

乾燥剤が新鮮で、ドームが清潔であることを確認してください。

## 付録 A: 設計とテストの概要

この付録では、SPN1設計の仕組みとテストプログラムの結果の概要について簡単に説明します。これらのより詳細なバージョンはDelta-Tから入手できます。

---

### はじめに

太陽放射の直達成分と散乱成分の測定には、光と作物の樹冠との相互作用のモデル化、構造物のエネルギーバランスの研究、気象指標など、さまざまな用途があります。これらの測定を行う機器は一般に高価であり、かなりの注意が必要です。

一般的なアプローチの1つは、2つのセンサーを用意し、1つは全天からの放射を測定し、もう1つは太陽以外の全天を測定するというものです。遮光は通常、その日の太陽の軌道に合わせて調整された遮光リングを使用するか、ロボットアームに取り付けられた遮蔽ディスクを使用して行われます。これらのアプローチはどちらも、地球の軸に対する正確な位置合わせと定期的な調整が必要です。

もう一つの確立されたアプローチは、キャンベル・ストークス・レコーダーです。これは、ガラス球を使用して太陽光の直接ビームを記録チャート上に集束させ、直接ビームの強度を示す焼け跡を生じさせます。

---

### 設計目標

SPN1設計の目的は、可動部品を使用せず、特定の極調整や定期的な調整を必要としないセンサーで、入射太陽放射の直接成分と拡散成分を測定し、日照時間の測定値を提供することです。出力は電子データロガーと互換性があり、どの緯度でも機能する必要があります。

---

### 設計の進化の過程

この設計の主な要件は、太陽が空のどこにあっても次の条件を満たす放射線センサーのシステムと遮光パターンを作成することでした。

- 少なくとも1つのセンサーが常に太陽光線全体にさらされる
- 少なくとも1つのセンサーが常に完全に遮光される
- すべてのセンサーが空の残りの半球から均等な量の散乱光を受ける

パターン化された半球ドームで覆われた六角形のグリッド上に7つのセンサーを配置する基本レイアウトが選択されました。ドームパターンは、特別に設計された進化アルゴリズムを使用してコンピューターによって生成されました。

## 出力の計算

影のパターンは、黒と透明の帯が等面積で並んでいます。これは、すべてのセンサーが空全体からサンプリングされた拡散放射の50%を受信し、少なくとも1つのセンサーがこの放射のみを受光することを意味します。少なくとも1つのセンサーは、太陽からの直達放射の全量も受光します。これらのセンサーがどれであるかは、空の太陽の位置によって異なりますが、完全に露出しているセンサーは常に最も多くの放射を受光し、完全に影になっているセンサーは最も少ない放射を受光します。すべてのセンサーは電子機器によって測定され、7つの測定値の最大値と最小値が使用されます。最大の測定値は直達放射+散乱放射の半分を表し、最小の測定値は散乱放射の半分を表します。出力は次のように計算されます。

散乱 = 2 \* 最小

直達 = 最大 - 最小

全天 = 直達 + 散乱 = 最大 + 最小

全天値と散乱値は、機器の出力に使用されます。

注: この分析は、個々のセンサーのスペクトル特性や空間応答とは無関係です。

## 計算 - SPN1出力

最大と最小を、校正係数を調整した後の7つのサーモパイルの最大と最小のサーモパイル読み取り値とします(校正は、転送標準SPN1に対してソーラーランプ積分球で行われます)

次に、全天1 = 最大+最小

散乱1 = 2 x 最小 x 1.02 (追加の2%は、同一の照明条件下ではセンサー間に通常1%~2%のばらつきがあるため、小さな系統的バイアスを取り除きます)。

散乱>全天の場合、散乱=全天となります(現実には散乱が全天より大きくなることはあり得ないため、妥当性チェックとなります)

その後、ほとんどの状況で直達光と散乱光に対する感度が異なるセンサーのスペクトル応答によるさらなる補正が行われます。

直達 = (全天1 - 散乱) x 0.99

散乱2 = 散乱 x 1.14

全天2 = 直達 + 散乱2

全天2と散乱2はSPN1の読み取りに使用されます

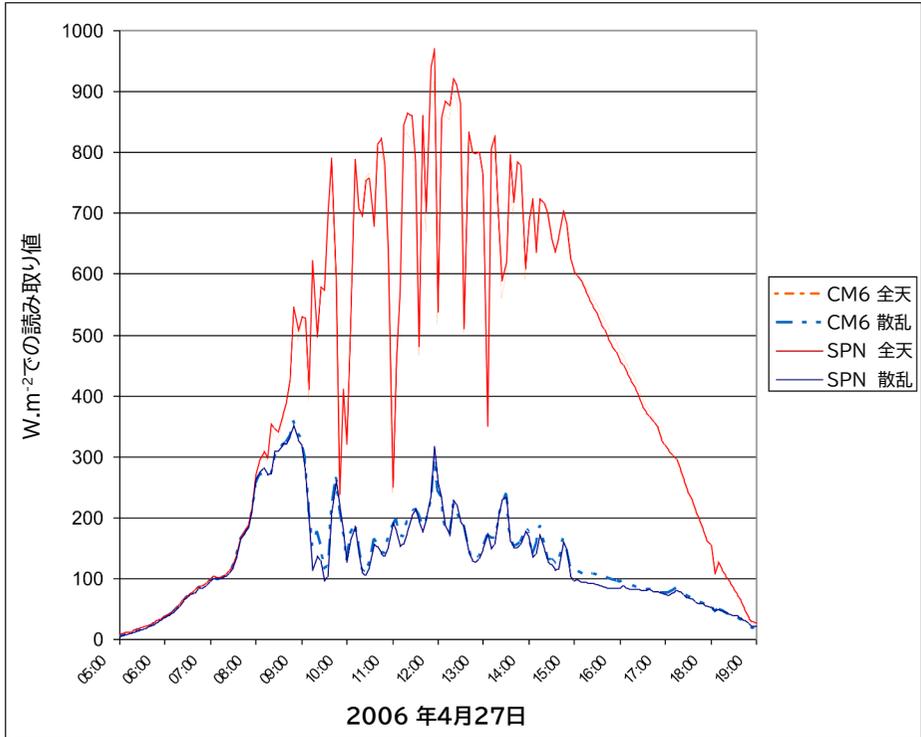
太陽光存在出力は、全天と散乱の比率を使用して計算されます。

全天/散乱>レシオかつ全天>24W.m<sup>-2</sup>の場合、日射量

比率の値は、120W.m<sup>-2</sup>の直接ビームしきい値を持つ標準SPN1では1.35、200W.m<sup>-2</sup>の直接ビームしきい値を持つSPN1のMeteoSwissバリエーションでは1.55です。24W.m<sup>-2</sup>の値は、放射線が非常に低く直射日光が当たらない時間を除外しますが、低い読み取り値を支配するノイズまたはオフセットにより、全天/拡散値が高くなる可能性があります。

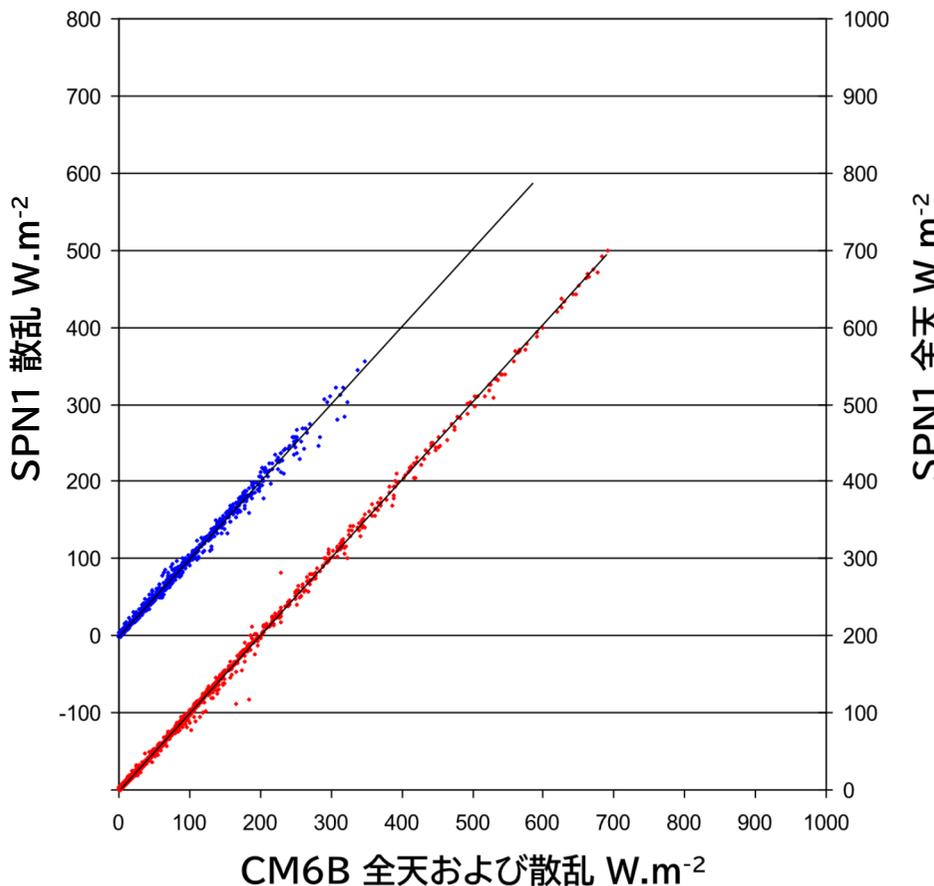
# テスト結果

## SPN1出力



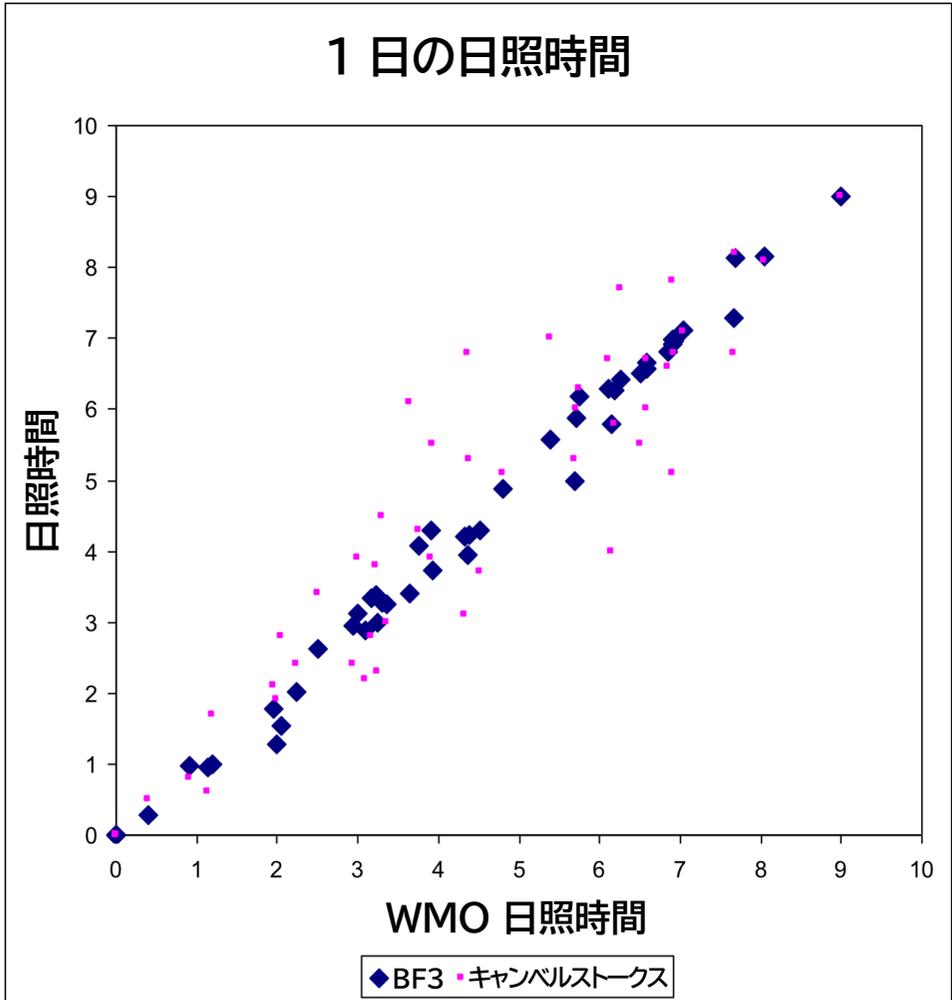
このグラフは、SPN1からの典型的な1日の出力を示しています。これは、太陽追跡アームのディスクによって1つが遮られている2つのKipp CM6日射計に対してプロットされています。この日は曇り空で始まり、日中は雲が晴れ、夕方には雲がなくなりました。

# 1時間平均



このグラフは、SPN1の全天(下のトレース)と散乱(上のトレース)出力を、Kipp CM6 2台と太陽追跡シェードディスク1台と比較したものです。2004年9月から12月にかけて、ダービーシャー州ウィンスターで記録されたデータです。グラフは、5秒ごとに1時間平均の測定値をプロットしています。全天プロットと散乱プロットを区別するために、オフセットY軸が使用されていることに注意してください。

# 日射量



このグラフは、BF3で測定された1日当たりの日照量と、WMOの定義による直射日光の $120\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ との比較を示しています。2001年2月から7月にかけてエディンバラのネイピア大学で記録されたデータです。隣接するキャンベルストークスレコーダーからの比較可能なデータもプロットされています。SPN1は非常によく似たアルゴリズムを使用しており、比較可能な結果が得られます。

## 付録B: RS232コマンド

すべてのデジタル情報は、RS232ポート(9600、N、8、1)経由で出力できます。これは、センサーの読み取り、および製造テストや校正機能に使用できます。

### 動作モードとシリアルコマンド

SPN1は、Windowsハイパーターミナルなどの任意のシリアルポートターミナルプログラムから問い合わせることができます。

RS232設定を9600ボー、パリティなし、8データビット、1ストップビット、フロー制御なしに設定します。

ハイパーターミナルでは、Settings>ASCII setupでAppend line feeds to incoming line endsも設定します。

SunReadソフトウェアでは、ターミナルスクリーンオプションも利用できます。これにアクセスするには、次のようにコマンドラインからSunReadプログラムを実行します:-

Windows10では、Windowsアイコン  を右クリックしてRunを選択します。

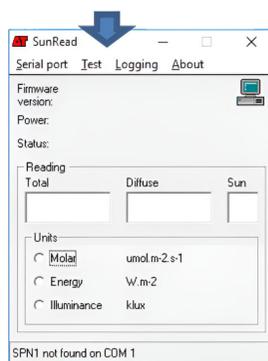
(x86)¥Delta-T¥SunRead) を選択し、SunRad.exeを選択します。**Open**をクリックして、次のようにパスとファイル名の両方を表示します:-

Open:

これをC:¥Program Files (x86)¥Delta-T¥SunRead¥SunRead.exe /e に変更します(「/e」の前のスペースに注意してください)OKを選択してSunReadプログラムを実行します。**Test**、**Terminal**を選択してターミナルモードを開きます。

以下の表では、RS232経由でセンサーに送信されるコマンドは太字で、応答(RS232経由)は通常の太字で示されています。「R」コマンドを除くすべてのRS232入力文字がエコーバックされます。

入力文字が1つ以上あるコマンドの場合、入力が適切な範囲内でない場合、またはキーを押した後1分経過すると、コマンドは破棄されます。認識されないコマンドや中止されたコマンドは「？」を返します。



### スリープモード

プロセッサは最低電力状態です。DL-POWERピンがハイになったときにセンサーがスリープ状態の場合、センサーは起動して、上記のようにアナログ値の出力を開始します。RS232入力、コマンドに応答するのに十分な時間センサーを起動します。推奨される手順は、「R」を送信し、「>」応答を待ってから、目的のコマンドを送信し、終了する <CR> を待つことです。

RS232インプット	レスポンス	
R	» (ASCII 175)	BF3 との互換性のため
S	tttt.t,dddd.d,s<CR>	現在の読み取り値をコマンド区切りのASCII で送信します。tttt.tとdddd.dは、全天と散乱( $W.m^{-2}$ )です。sは日照の有無(0または1)です。コマンドを受信すると、1回限りの読み取りが行われます。
I	SPN1 v1.03 Mar 13 2007<CR> Units: W.m-2<CR> 1mV radio off <CR> A106<CR> <CR>	ステータス情報 - コードバージョン 出力単位 - $W.m^{-2}$ バッテリー電圧、無線リンクステータス(どちらもSPN1には通常インストールされていません) 機器のシリアル番号
T	TEST:	テストモードに入ります
Z	2006/01/10 00:09:52	日付と時刻を表示します(電源投入時にリセットされます)
F	tttt.t,dddd.d,s,000.0 ,111.1,222.2,333.34,4 4.4,555.5,666.6,777.7 ,TT.T,TT.T<CR>	全天、散乱、太陽状態、グラウンド基準、サーモパイルの7つの校正済み測定値、ケース温度°C、CPU温度°C を報告しますV1.06 以降
?	I Status Info<CR> S Send data<CR> T TEST: mode<CR> Z Date & Time<CR>	コマンド セットのリマインダー
SOP		SOP(ASCII 15)はバケットの開始を示します(新しいファームウェアのダウンロードに使用)
認識されない文字	? »	認識されない文字があると、センサーは内部発振器を再校正します。

## TESTモード

センサーは永久に起動しており、アナログ出力は更新されません。キーが押されないまま15分が経過すると、スリープモードに戻ります。コマンドが完了すると、<CR>とTEST: プロンプトがエコーされます。認識されない文字や誤った形式の入力があると、センサーはスリープモードに戻ります。このモードは製造および技術サポート用に設計されており、ユーザーまたはユーザーソフトウェアがアクセスすることを意図したものではありません。これらのコマンドの形式は、下位互換性を維持せずに変更される可能性があります。

---

**警告** これらのコマンドの一部は、機器の校正に永続的に影響を及ぼす可能性があります

---

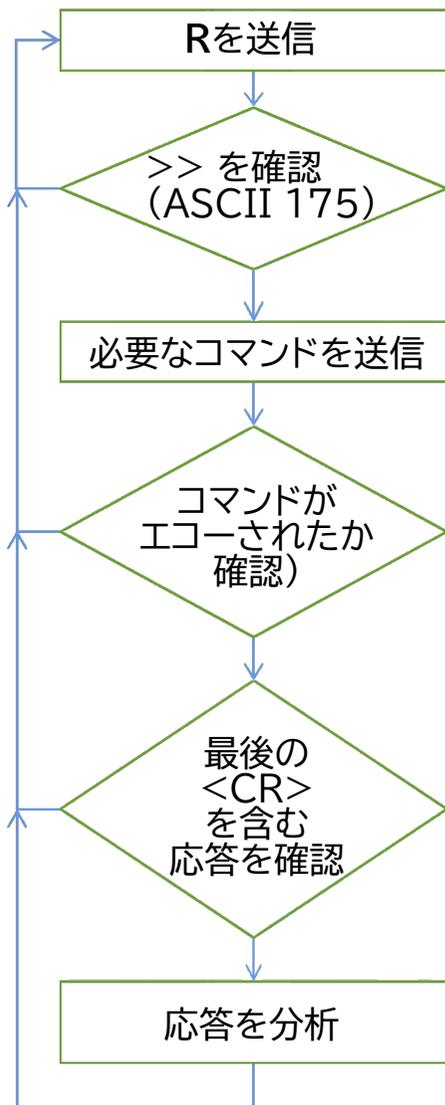
RS232インプット	レスポンス	アクション
R	» (ASCII 175)	通常モードに戻ります。
Yyyy/mm/dd	2007/03/14 00:45:39	日付を設定します
Hhh:mm:ss	2007/03/14 17:47:00	時刻を設定します
Anr	A11 = 0806	A/D nの値を読み取ります。r=0はVccを基準として読み取り、r=1は2.5Vを基準として読み取ります。 出力は A/D 単位 0000 - 4095 です
Bn	B1 145 38 249 235 231	サーモパイル n の出力を読み取ります。出力は A/D 単位で、別の文字を受信するまで 250 ミリ秒ごとに更新されます。バックスペース文字はディスプレイを上書きするために使用されます。
Cnnnn	OK	サーモパイルを値 nnnnに校正します (nnnnは0000から2500W.m <sup>2</sup> までの任意の整数です)。ユーザー校正領域の値を更新します。nnnn=0000の場合、7つのサーモパイルの平均値に校正します。
CLEAR	OK	ユーザー校正値を1にリセットします。以前の較正情報はすべて失われます。(v1.03 より前は 'K' でした)
DEFAULT	OK	工場出荷時の校正領域の内容をユーザー校正領域にコピーします。(v1.03より前は 'D' でした)
E	User: 04096 04096 ... Factory: 04096 04096 ...	ユーザー領域と工場出荷時のデフォルト領域に保持されている7つの校正値 (サーモパイルごとに1つ) を表示します。実際の値を得るには、表示された値を 4096 で割る必要があります。
F	DCO 928 kHz	メイン CPU クロックの周波数を報告します
G	DCO 949 kHz	メイン CPU クロックの周波数を校正します
I	Therm temp 20.40C Chip temp 34.50C Batt 0 mV Ext 5874 mV Vcc 3299 mV 2006/01/10 00:02:43	PCBサーミスタの温度と内部CPU温度を報告します(非常に不正確な場合があります) バッテリー電圧(通常はSPN1には装着されていません)、外部電源、および調整済みVccを報告します。DL-POWERまたはHTR-POWER入力がアクティブかどうかとも報告します。 日付と時刻を報告します(電源投入時にリセットされます)
Nc,nnnnn	OK	個々のサーモパイル 'c' のユーザー校正係数を 'nnnnn' に設定します。04096は 1を表します
Onnnn,nnnn		DAC0 (合計出力) と DAC1 (拡散出力) を nnnn (0 - 4095、2.5Vフルスケール) に設定します

Pn.nx	<CR> or =X<CR>	xが0または1の場合、CPUピンPn.nをxに設定します xが‘=’の場合、ピンPn.nの値を読み取ります
Q	0 214 186 206 246 263 ….	サーモパイルチャンネル0(グランド)と7つのサーモパイルからの8つの生のA/D読み取り値を報告します。
S	266.7, 217.2,0 (1 195 170 187 226 242 163 154)	計算された全天、散乱、太陽出力、およびそれらの生成に使用された生のサーモパイル読み取り値を報告します。
Tn.nn	<CR>ratio 1.35	日照しきい値比率をn.nnに設定します (範囲1.00~2.50)  T<CR>は比率のみを報告します。
WRITE	OK <CR>	ユーザー校正領域の内容を工場校正領域にコピーします。 (v1.03より前は‘W’でした)
Xnccc<CR> X<CR>	string 0 A100  0: A100 1: 09-Mar-07 2: 7300-934 3: 8400-234 4: 5: 6: 7:	センサーは、それぞれ最大16文字の8つのテキスト文字列を記録します。 Xnccc<CR>は文字列‘n’を‘ccc’に設定します X<CR>は8つの文字列すべてを報告します。 文字列1はシリアル番号 文字列2は校正日 文字列3と4はメインとサーモパイルPCBシリアル番号 その他はまだ使用されていません

?	Yyyy/mm/dd Date Hhh:mm:ss Time An0, An1 read ADCn Vcc/Vref Bn read PD Cnnnn Calibrate CLEAR Set cal to 1 DEFAULT Restore default cal E cal values F Get DCO Freq G Set DCO to 1MHz I Status Info Nc,nnnn set cal c to nnnnn Onnnn,nnnn set DACs Pn.nx read/set pin x is 01= Q Scan PDs R Reset to normal S Send data Tn.nn Sunshine ratio WRITE user cal to default XncccCR Write ccc to string Xn	TEST: コマンドセットのリマインダー
---	---	----------------------

# RS232 コマンドの使用法

## 一般的なコマンドフロー



RコマンドはSPN1を起動し、既知の状態にします。必要に応じて、内部発振器を調整して、正確なRS232文字認識を実現します。

SPN1は、これを確認するため、>>プロンプト(ASCII175)で応答します。

このコマンドは通常、すぐに返されますが、確実にするために最大1秒待つ必要があります。

送信したコマンドは、応答が送信される前に必ず完全にエコーバックされます。

応答は常に<CR>(ASCII13)で終わります。

一部のコマンド(Iおよび?) -完全なコマンドセットについては技術マニュアルを参照)は複数行の情報を返すため、コマンドが完了したことを確認するには、複数の<CR>が受信されるまで待つ必要があります。

コマンドは通常1秒未満で完了しますが、SPN1にリモートでアクセスしている場合は、追加の通信遅延も発生します。

## DNIコマンドの概要

SPN1のマイクロプロセッサで実行されるSPN1ファームウェアバージョン(1.09以降)は、直達日射(DNI)を計算することもできます。この情報は、必要な情報と適切なコマンドをSPN1に送信すると、RS232シリアルポート経由で提供されます。SPN1がDNIを計算するには、緯度、経度、正しい日付、現地時間、GMTからのタイムゾーンオフセットを提供する必要があります。

この情報はシリアル出力でのみ利用可能で、SPN1にRS232コマンドを送信することで取得されます。したがって、DNI値を取得するには、RS232コマンドを送信し、応答としてRS232テキスト文字列を受信できるプログラムが必要です。

この機能は主に、プログラミングの経験があるユーザーや、ハイパーターミナルやビル管理ソフトウェアなどのPCプログラムの使用、または選択したデータロガーのプログラミング言語に精通しているエンジニア向けに提供されています。

この機能を使用するには、次のいずれかが必要です。

- HyperTerminalまたはその他のターミナルエミュレータープログラム  
注: Vista以降の最新バージョンのMS Windows にはHyperTerminal プログラムはありませんが、インターネットでさまざまなターミナルエミュレーターを利用できます。
- シリアル通信をサポートするデータ ロガー
- 独自のユーティリティまたはビル管理ソフトウェア

あるいは、RS232コマンドを直接操作したくない場合は、記録されたグローバルおよび拡散の読み取り値から遡及的にDNIを計算する別の方法を提供しています。これはExcelスプレッドシートを使用します。実際に使用でき、再利用可能なデモスプレッドシートとアプリケーションノートは、[www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk)からダウンロードできます。リンク: <http://www.delta-t.co.uk/spn1-resources.asp>

SPN1ファームウェアのDNI機能を使用する利点の1つは、スプレッドシートオプションでは結果がしばらく遅れて表示されるのに対し、リアルタイムで結果が表示されることです。

スプレッドシートオプションは、教育ツールとしても、パラメーターが正しく設定されているかどうかを確認する場合にも役立ちます。

### Using DNI Spreadsheet

Using the Excel "Direct Normal Irradiance (DNI) Spreadsheet" - that can calculate Direct Normal Irradiance (DNI).

**Download the related DNI Spreadsheet by clicking on button below**



### Direct Normal Irradiance (DNI) Spreadsheet

Click here to download spreadsheet.  
For use with above instruction guide "Using DNI Spreadsheet".



図1 SPN1ファームウェアを使用してDNIを導出する代わりに、[www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk)からExcelスプレッドシートとアプリケーションノートをダウンロードすることもできます。

## DNIを取得するためのRS232コマンド

これらのコマンドは、DNIの計算を可能にするためにリリース1.08で SPN1ファームウェアに追加されたもので、より大きなコマンドセットの一部です。すべてのコマンドとその使用法の詳細な説明については、47ページの付録 B: RS232コマンドを参照してください。

次のように入力します	一般的な返信	注
Z<CR>	フォーマット: YYYY/MM/DD hh:mm:ss 例: 2006/01/10 00:09:52<CR>	日付と時刻を報告します(電源投入時にリセットされます)時間はローカル時間で、GMTからのオフセットは「L」コマンドで指定されます(コマンドの完全なセットについては、SPN1技術マニュアルを参照してください)。
ZYYYY/MM/DD hh:mm:ss<CR>	2006/01/10 00:09:52<CR>	上記のようにSPN1内部クロックを設定して報告します
L<CR>	フォーマット: dd.d,ddd.d,hh: mm<CR> 例: 39.9,-098.96,- 08:00	現在の緯度、経度、タイムゾーンを報告します。緯度と経度は10進度で、タイムゾーンは時間と分で表されます。
Ldd.d,ddd.d,hh:mm <CR>	dd.d,ddd.d,hh: mm<CR>	SPN1の緯度、経度、タイムゾーンを設定して報告します。緯度と経度は小数点第1位まで保存されます。
A<CR>	GMT,2014/01/10 13:09:52,148.1 ,33.0<CR>	以前に保存した緯度、経度、タイムゾーン、SPN1の現地時刻を使用して、太陽の方位角と天頂角を計算します。  日付、GMT、方位角、天頂角(度数、小数点第1位まで報告)を報告します。  計算には約700ミリ秒かかります。
AYYYY/MM/DD hh:mm:ss<CR>	GMT,2014/01/10 13:09:52,148.1 ,33.0<CR>	以前に保存した緯度、経度、タイムゾーン、および指定された現地時間を使用して、太陽の方位角と天頂角を計算します。日付とGMT時間、方位角と天頂角を報告します。  計算には約700ミリ秒かかります。

D<CR>	GMT,2014/01/ 10 13:09:52, tttt.t,dddd. d,s,DDDD.D<CR>	保存された緯度、経度、タイムゾーン、 およびSPN1現地時間を使用して、 SPN1の測定値からDNIを計算します。 値は小数点第1位まで報告されます。 GMT、合計、拡散、太陽の状態、および DNI(W.m <sup>-2</sup> 単位)を表示します。 計算には約700ミリ秒かかります。
DYYYY/MM/DD hh:mm:ss<CR>	GMT,2014/01/ 10 13:09:52, tttt.t,dddd. d,s,DDDD.D<CR>	保存された緯度、経度、タイムゾーン、 および提供された現地時間を使用して、 SPN1の読み取り値からDNIを計算します。 GMT、全天、散乱、太陽の状態、および DNI(W.m <sup>-2</sup> 単位)を表示します。 計算には約700ミリ秒かかります。

SPN1クロックとこれらのコマンドへの入力時間は、「L」コマンドを使用して設定されたタイムゾーンによって表される現地時間であると想定されます。次に、SPN1はこの現地時間を世界時(UTCまたはGMT)に変換し、太陽の位置計算に使用します。「A」および「D」コマンドから報告される結果には、計算に使用された世界時(GMT)が表示されます。これにより、特定の現地クロック時間に対して正しいタイムゾーン設定になっているのかも確認できます。

## これらのコマンドの使用戦略

緯度、経度、タイムゾーンはSPN1の永続メモリに保存されるため、インストール時に一度設定するだけで済みます。SPN1が移動されたり、時間オフセットが変更されたりしない限り(夏時間など)、それらは正しいものになります。

SPN1クロックは数週間または数か月間正確な時刻を保ちますが、SPN1には内部電源がないため、電源が失われるとリセットされます。SPN1クロックを使用してローカル時刻を提供する場合は、電源投入時およびその後1日に1回、SPN1クロックをチェックして設定することをお勧めします。それ以外の場合は、DNI読み取りを行うたびにシステムクロックから現在の時刻を提供できます。

可能な限り、正確な位置情報と時刻情報を提供するためにGPS受信機を使用することをお勧めします。これにより正確な位置情報と時刻情報が得られますが、GPS信号は干渉によって簡単に失われるため、常に利用できるとは限りません。この状況では、2つの別々のイベントが必要になります。

1. 毎日、または電源投入時。有効なGPS位置と時刻を確認し、SPN1の緯度と経度を00:00タイムゾーンに設定します。SPN1のクロックをGPS時刻に設定します。
2. 読み取りが必要なときはいつでも、「D」コマンドを使用して、SPN1にDNIデータを要求します。全天、散乱、または個々の検出器の値も必要な場合は、「S」または「F」コマンドを使用します。

## SPN1で使用するためのGPSセンテンスの変換

ほとんどのGPS受信機は、デフォルトでNMEA標準を使用して時間と場所の情報を送信します。これは4800ボートのRS232ベースの出力です。データは通常1秒ごとに送信されますが、データレートは必要に応じて調整できます。通常は少数のデータ「センテンス」が送信されますが、必要に応じてはるかに多くの数を送信することもできます。ほとんどのGPS受信機には、より多くの情報をより高速に提供するメーカー独自のデータ形式もあります。何が起きているかを確認するには、メーカーのデータシートを使用してください。

一般的に、デフォルトのNMEA設定で十分です。データは連続ストリームとして送信されるため、システムではこのデータをバッファリングする何らかの方法が必要になります。これにより、送信されるさまざまな文の中から適切な文を検索できるようになります。

GPS受信機からのNMEA文は\$GPで始まり、<CR><LF>で終わります。すべての受信機は、推奨される最小データ文、つまりRMCを送信します。これは次のようになります。

```
$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,23039,4,003.1,W*6ACRLF
```

ここで:

```
RMC推奨最小センテンスC
123519 12:35:19 UTCにフィックスを取得
A ステータス A=アクティブまたは V=無効
4807.038,N 緯度48度 07.038' N
01131.000,E 経度11度 31.000' E
022.4 地上速度(ノット)
084.4 トラック角度(度)真
230394 日付 - 1994年3月23日
003.1,W 磁気偏差
*6A チェックサムデータは常に*で始まります
```

可能であれば、チェックサムが正しいかどうかを確認してください。チェックサムの計算は非常に簡単です。これは、\$と\*文字の間(ただし、\$と\*文字は含まない)にあるすべての文字のXORの2つの16進文字のASCII表現です。チェックサムが正しくない場合は、データを使用しないでください。

ステータスが「A」(またはA0、A1)と表示されている場合にのみ、このデータを使用してください。「V」と表示されている場合は、データが不正確または誤りになります。

日付と時刻は6桁の数字で示されます。これらは、SPN1の正しい区切り文字を使用して並べ替え、再フォーマットし、正しい世紀を追加する必要があります。したがって、GPSの時刻形式hhmmssと日付形式DDMMYYから、SPN1の日付と時刻形式YYYY/MM/DD hh:mm:ssを作成する必要があります。

緯度と経度は、度と小数点付きの分で表すため、少し扱いにくいです。たとえば、緯度の場合はddmm.mmm、経度の場合はdddmm.mmm です。その後、NまたはS、EまたはWのいずれかの符号が続きます。小数点以下の桁数は可変です。

したがって、小数度はdd + mm.mmm/60として計算する必要があります。符号文字がS(経度の場合はW)の場合は-1を掛けます。次に、0.1に丸めるか、小数点以下2桁または3桁に切り捨てます。SPN1は0.1に丸め、この丸められた値を内部に保存します。

# DNIについて

## DNI:とは?

直達日射(DNI)は、太陽の方向に垂直な単位面積の地球表面に単位時間当たりに入射する太陽スペクトルのエネルギーです。

## DNI:なぜ必要なのか?

これは、ソーラーパネルを比較するためのエネルギーベースの方法です。ソーラーパネルの効率をDNIと比較することは、一般的な方法です。DNIのマップは簡単に入手でき、特定の場所が太陽光発電に適しているかどうかを素早く見積もるのによく使用されます。その理由の1つは、数年にわたるDNI測定値の履歴マップが一部の国(米国など)で簡単に入手できることです。さらに、地上レベルのDNIマップは、地球の大気圏を通過するための適切な補正を行った衛星データから計算できます。

太陽光発電パネルの効率を正確に特徴付けるという目標は、太陽光発電業界にとって大きな関心事です。これは非常に複雑なテーマです。Wikipediaは出発点として最適です。さまざまな場所でのDNIに関する知識は、フィールド試験を比較する際に役立ちます。

ソーラーパネルが太陽を正確に追跡する場合(これには2つの移動軸が必要です)、その効率を直達法線放射照度(DNI)と比較して比較するのが一般的です。

DNIのもう1つの用途は、太陽の放射が大気によって散乱または吸収される量を計算する際の間接値として使用することです。この用途でのSPN1の適合性は現在調査中です。

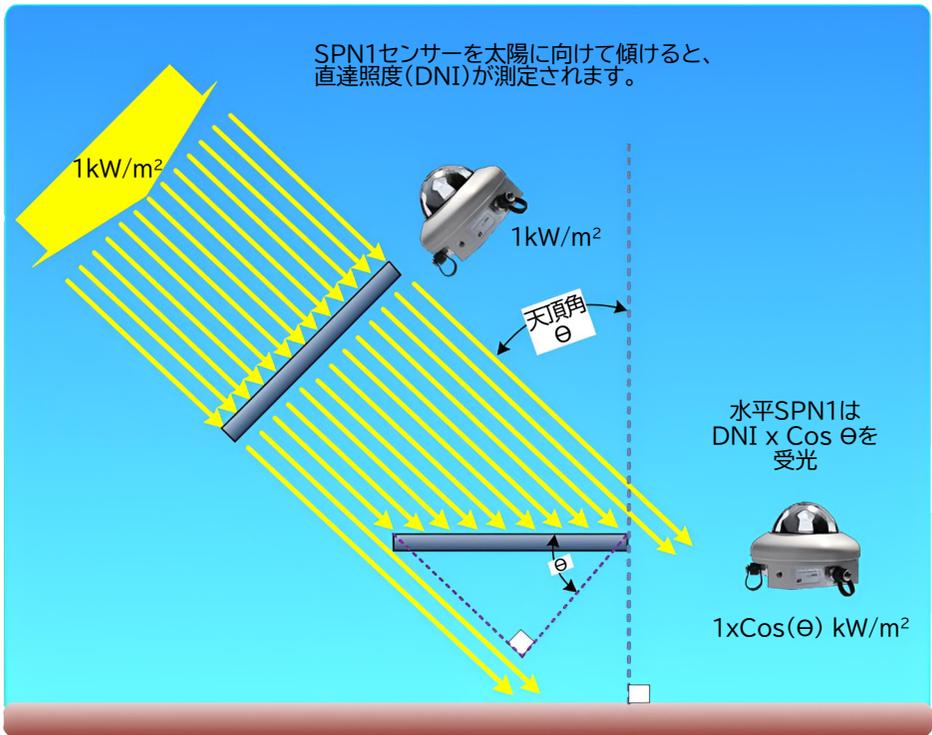
詳細については、<http://www.delta-t.co.uk/spn1-resources.asp> の「SPN1と大気の光散乱」を参照してください。

## SPN1が太陽に直接向いている場合、DNIはどのように計算すればよいですか?

直接法線放射照度は次の式で求められます:

$$\text{DNI} = \text{直達} = \text{全天(グローバル)} - \text{散乱}$$

# SPN1が水平の場合、DNIはどのように計算するのですか？



$$\text{DNI} = (\text{SPN1 Direct}) / \text{Cos } \theta \dots\dots\dots(1)$$

ここで:- θ = 天頂角

SPN1 直達 = SPN1 全天(Global) – SPN1 散乱

緯度、経度、およびGMTを基準とした正確な時刻が与えられると、SPN1ファームウェアは太陽の天頂角を計算し、式1を使用して水平に取り付けられたSPN1のDNIを計算します。

注: Delta-Tは、これを行うためのExcelスプレッドシートアドインも提供しています [www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk) を参照してください。

このスプレッドシートは、たとえば、SPN1に正しいパラメーターを送信しているかどうかを確認する場合に役立ちます。

## 場所と時間

緯度、経度、およびGMTからのタイムゾーンオフセットを指定するときは、正しい符号規則を使用することが重要です。

## タイムゾーン

SPN1の現地時間と、GMT(グリニッジ標準時)またはUTC(世界時)より何時間進んでいるか、または遅れているかを知る必要があります。ここでは、GMTとUTCは同じです。タイムゾーンは、通常、グリニッジの東15°ごとに1時間増加し、国際日付変更線によってGMT+12HrsとGMT-12Hrsが分けられています。ただし、下の地図に示すように、多くの例外があります。SPN1タイムゾーンは、時間と分で-24:00から+24:00の範囲でなければなりません。

## 場所

サイトの場所は、多くの機能のもう1つの重要な入力です。緯度は10進度で入力し、正の値は北、負の値は南を表します。緯度は-90°から+90°の範囲でなければなりません。経度は10進度で入力し、正の値はグリニッジ子午線の東、負の値は西を表します。経度は-180°から+180°の範囲でなければなりません。

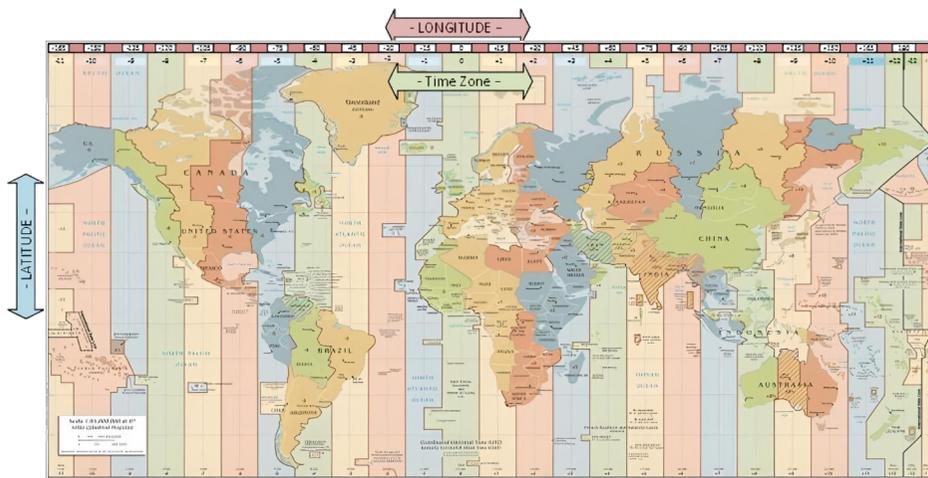


図2 SPN1 DNI計算で緯度、経度、タイムゾーンを入力するために使用される符号規則を示す図

## GPSの時間と位置

簡単にするために、GPS受信機から緯度、経度、GPS時間を取得し、SPN1タイムゾーンを00:00に設定することをお勧めします。これにより、世界中どこにいても正確な情報が得られます。

## 用語集

**方位角** - 太陽または太陽を模した光源と北との間の水平角。NESW方向に増加します。SPN1は、他のほとんどのデバイスとは異なり、正しく動作するために北に向ける必要はありません。

**ビーム率** - 直達ビームにおける全入射放射線の割合。

**コサイン応答** - 光線に対する感度が光線の入射角のコサインに比例するセンサーの応答(センサー表面に対する垂直から測定)。

**散乱光** - 太陽からの直達光以外の空の部分からの光、大気中の散乱光、または雲からの反射光。

**直射光線** - 散乱せずに太陽から直接来る光。通常は点光源から来るものとして扱われます。

**DNI** - 直射日光は、太陽の方向に垂直な単位面積の地球表面に単位時間当たりに当たる太陽スペクトルのエネルギーです。

**エネルギー** - 波長に関係なく、エネルギー含有量に等しい感度で測定される放射線。 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 単位で測定されます。通常の日光の最大値は $1000\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ を少し超えます。

**日照** - WMOによって定義された明るい日照の閾値は、ビームの方向に対して垂直に測定された直射日光の $120\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ です。これは、キャンベルストークスレコーダーとの歴史的連続性を確保するためにこのように定義されています。

**全天放射量** - 直達光線と散乱光線の合計。

**天頂角** - 太陽の中心と真上の点の間の角度。

Delta-TソフトウェアおよびマニュアルDVDまたはオンラインの[www.delta-t.co.uk](http://www.delta-t.co.uk)にあるSPN1テクニカルファクトシートも参照してください。

# 索引

## A

付属品.....	10
精度.....	28, 29
精度	
コサイン応答.....	28
スペクトル応答.....	28
SPN1の利点.....	6
方位角.....	61

## B

ビーム率.....	61
BF2およびBF3.....	7

## C

ケーブル.....	13
長さ.....	13,14
出力の計算.....	43
校正.....	35
回路図	
出力.....	18
構造.....	8
連絡先.....	40
制御	
太陽光出力を使用して	
外部負荷を切り替える.....	22
コサイン応答.....	32,61

## D

データロガー.....	6
アナログ出力.....	17
乾燥剤.....	33
設計とテストの概要.....	42
散乱光.....	61
直達.....	5
直達ビーム.....	61
DL2eロガー.....	24
DL6ロガー.....	24
DNI53.....	53
直接法線放射照度.....	53

## E

アース.....	23
エネルギー.....	61
環境シール.....	29
エラー	
SPN1が応答しない.....	41
予期しない出力読み取り.....	41
エラー	
オフセット.....	28
シャドウマスク.....	28
サーモパイルマッチング.....	28
EXT/M12-x	
アナログ延長ケーブル.....	13,30

## G

用語集.....	61
GP1ロガー	
配線.....	13
GP1ロガー.....	24
GPS.....	56
GPS時間.....	60
グラウンド接続	
オプション.....	23

## H

ヒーター.....	16
-----------	----

## L

緯度機能.....	29
緯度、経度	
...およびタイムゾーン.....	60
ロガー.....	11

## M

メンテナンス.....	33
取り付け.....	10

<b>N</b>		SPN1.....	30
非線形性.....	29	電源.....	26
<b>O</b>		SPN1出力.....	44
オフセット誤差.....	28	SPN1/BP	
<b>P</b>		レバリングベースプレート.....	30
PC.....	12, 25	レバリングプレート.....	10
電源		SPN1/w-05	
要件.....	6	アナログケーブル.....	13,30
配線オプション.....	19	ピン配列と配線.....	17
電源.....	15	SPN1-CAL	
電源接続オプション.....	15	校正サービス.....	30
電源要件.....	30	SPN1-RS-10	
問題.....	40	シリアル延長ケーブル.....	13
<b>R</b>		SPN1-RS232	
範囲.....	29	ピン配列と配線接続.....	25
再校正.....	37	シリアルケーブル.....	13
解像度.....	29	シリアルケーブル.....	30
応答時間.....	29	SPN1-SD	
RS232		予備乾燥剤.....	30
電気的制限.....	26	SPN1-UM	
直接法線放射照度.....	54	ユーザマニュアル.....	30
ピン接続.....	26	安定性.....	29
RS232 コマンド.....	47	太陽出力.....	17
		配線接続オプション.....	21
		SunRead.....	6,12
		日照.....	61
		日照状態.....	5
		日照状態しきい値.....	29
		SPN1/ARM.....	10, 30
		<b>T</b>	
<b>S</b>		技術リファレンス.....	29
画面接続		技術サポート.....	40
オプション.....	23	温度係数.....	29
感度.....	29	温度範囲.....	29
シリアル		端末エミュレータモード.....	47
PCまたはシリアル		販売条件.....	39
デバイスでの使用.....	25	傾斜応答.....	29
シリアルケーブル接続.....	25	全天放射量.....	61
シリアル接続.....	25	トラブルシューティング.....	41
SPN1-RS-10.....	30	<b>W</b>	
シリアルポート.....	7	保証.....	39
サービス.....	39	配線	
乾燥剤.....	33	アナログ信号とヒーター電力.....	17
ドーム.....	34	出力回路図	
サイズと重量.....	30	<b>Z</b>	
太陽光スペクトル.....	31	天頂角.....	61
スペア.....	39	ゼロオフセット.....	29
仕様.....	29		
スペクトル応答.....	29, 31		
スペクトル感度変動.....	29		
SPN			
ボーレート.....	26		