

ATMOS-41 複合型気象計測ユニット インテグレーターズガイド

ATMOS-41 複合型気象計測ユニットは、すべての標準的気象測定を含む環境変数の常時観測の目的で設計されています。すべてのセンサーが一つのユニットに統合されているため、設置作業は最小限に抑えられます。超低消費電力と、磨耗、付着物による誤動作を防ぐ頑丈な可動部品のない設計により、ATMOS 41 は長期間の遠隔地設置に最適です。

アプリケーション

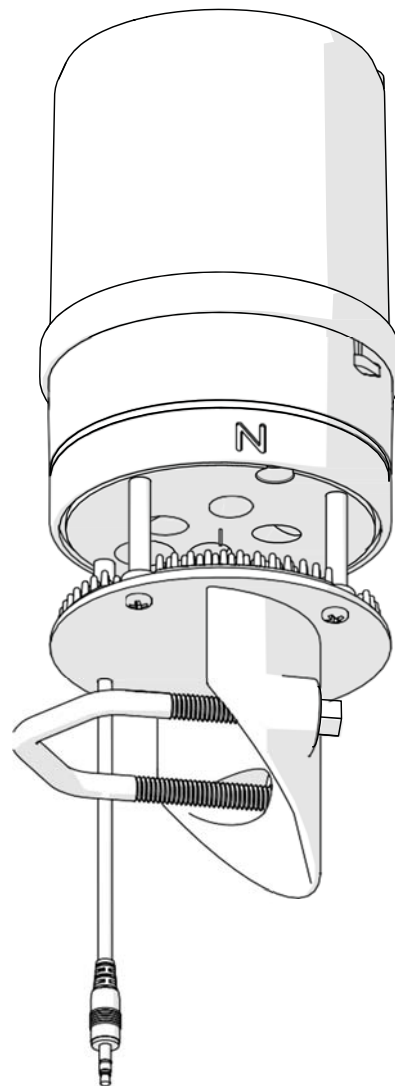
- 気象監視
- ミクロ環境の監視
- 空間的に分散した環境監視
- 作物用の気象監視
- 火災危険性の監視/マッピング
- 気象ネットワーク

利点

- 頑丈で、可動部品のない設計
- 小型形状要素
- 簡易な設置のための総合設計
- 低入力電圧要求
- バッテリ駆動データロガーをサポートする低電力設計
- SDI-12 3 線式インタフェースをサポート
- 傾斜計が非水平状態を使用者に通知
- 設定不要
- すべての標準気象変数（その他数点を追加）を測定

本ガイドの目的

このインテグレーターズガイドの情報を提供することによって、ATMOS-41 複合型気象計測ユニットのお客様がこれらセンサーとそのデータ収集機器またはデータロガーとの間の通信確立を支援します。SDI-12 センサー通信を支援するデータロガーを使用しているお客様は、データロガーのユーザーマニュアルを参照してください。METER 社センサーは、プラグアンドプレイセンサー、携帯電話対応データロガー、データ解析ソフトウェアから成る METER 社システムに完全に統合されています。



ファームウェアバージョン	変更の詳細
4.49	新規リリース

技術仕様

全日射計	
測定範囲	0～1750W/m ²
分解能	1W/m ²
精度	±5%
雨量計	
測定範囲	0～125mm/h
分解能	0.017mm
精度	±5%(0～50mm/h)
蒸気圧	
測定範囲	0～47kPa
分解能	0.01kPa
精度	40°以下で±0.2kPa ※温度、湿度により異なる
相対湿度	
測定範囲	0～100%
分解能	0.1%
精度	±3%RH ※温度・湿度により異なる
気温	
測定範囲	-40～50℃
分解能	0.1℃
精度	±0.6℃
湿度センサー温度	
測定範囲	-40～50℃
分解能	0.1℃
精度	±1.0℃
気圧	
測定範囲	50～110kPa
分解能	0.01kPa
精度	±0.1kPa
風速	
測定範囲	0～40m/s
分解能	0.01m/s
精度	0.3m/s又は3%のどちらか大きい方

最大風速	
測定範囲	0～40m/s
分解能	0.01m/s
精度	0.3m/s又は3%のどちらか大きい方
風向	
測定範囲	0～359°
分解能	1°
精度	±5°
コンパス	
測定範囲	0～359°
分解能	1°
精度	±5°
傾斜	
測定範囲	0～180°
分解能	0.1°
精度	±1°
落雷数	
測定範囲	0～65535
分解能	1
精度	10km以内で25%以上の検出 ※距離により異なる
落雷距離	
測定範囲	0～40km
分解能	3km
精度	状況により異なる
寸法	
10cm(直径)×34cm(高さ)	
ケーブル長さ	
5m ※延長、カスタムケーブル可	

電気及びタイミングの特性

Supply Voltage (VCC) to GND	
Minimum	3.6 V
Typical	
Maximum	15.0 V
Digital Input Voltage (logic high)	
Minimum	2.8 V
Typical	3.0 V
Maximum	15.0 V
Digital Input Voltage (logic low)	
Minimum	-0.3 V
Typical	0.0 V
Maximum	0.8 V
Power Line Slew Rate	
Minimum	1.0 V/ms
Typical	
Maximum	
Current Drain (during measurement)	
Minimum	0.2 mA
Typical	8.0 mA
Maximum	16.0 mA
Current Drain (While asleep)	
Minimum	0.2 mA
Typical	0.3 mA
Maximum	0.4 mA

Operating Temperature Range	
Minimum	-40 °C
Typical	
Maximum	50 °C
Power Up Time (SDI Ready) – aRx! Commands	
Minimum	
Typical	10 s
Maximum	
Power Up Time (SDI Ready) – Other Commands	
Minimum	
Typical	800 ms
Maximum	
Measurement Duration	
Minimum	
Typical	110 ms
Maximum	3000 ms
COMPLIANCE	
Manufactured under ISO 9001:2015 EM ISO/IEC 17050:2010(CE Mark)	

回路と接続タイプ

ATMOS-41 をロガーに接続する際に Figure2 および Figure3 を参照してください。Figure2 は推奨 SDI-12 仕様の低インピーダンス改良型を示します。

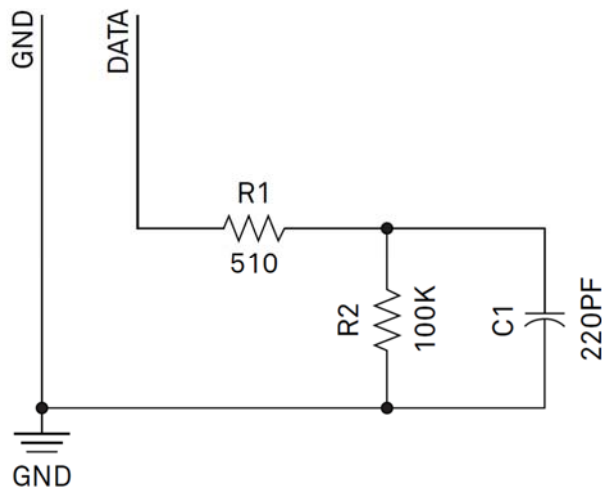


Figure 2 Equivalent circuit diagram

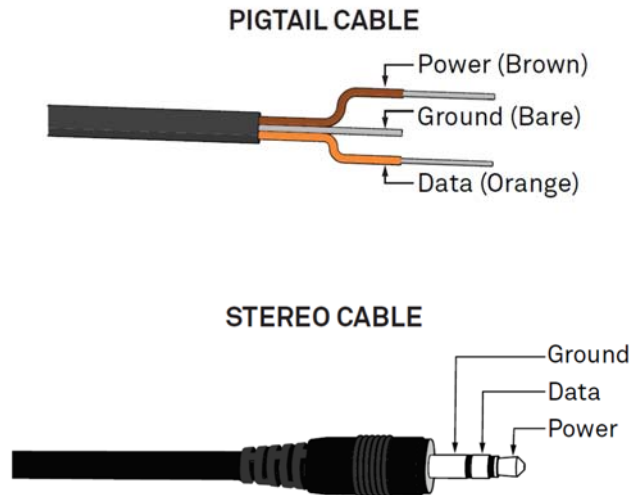


Figure 3 Connection types

⚠ 安全上の予防措置

METER 社センサーは最高水準で作られています。誤使用や不適切な保護、不適切な設置は、センサーを損傷し、保証を無効にする可能性があります。センサーをセンサーネットワークに組み込む前に、推奨取付手順に従い、損傷を与える障害からセンサーを保護するための安全対策を実施してください。

サージ条件

センサーには、一般的なサージ条件に対する保護回路が内蔵されています。しかしながら雷が発生しやすい場所に設置される場合、センサーが十分に接地された第三者のロガーに接続される場合には特に、特別な予防措置が必要です。

詳細な情報に関しては www.metergroup.com をご覧ください。

ケーブル

ケーブルが適切に保護されていないとケーブルが切断したりセンサーが外れたりすることがあります。ケーブルの問題は、ネズミなどにかじられたことによる損傷、センサーケーブルが車にひかれること、ケーブルの引っ掛け、十分なたるみを持たせないままでの設置、センサー配線の接続不良など、多くの要因によって引き起こされる可能性があります。接続部の歪みを緩和し、不用意にケーブルが絡まることによる接触不良を防止するため、ATMOS-41 とデータ収集装置の間を結ぶケーブルを集めて 1 ケ所以上のマウントマストに固定します。ネズミなどにかじられることによる損傷を避けるために、地面の近くでは線渠またはプラスチック被覆内にケーブルを設置してください。ケーブルの重量によりセンサープラグが引き抜かれないように余分なケーブルはデータロガーマストに接続します。

センサー通信

METER 社のデジタルセンサーは、センサー測定を通信するための SDI-12 プロトコルに準拠した 3 線インタフェースを備えています。

SDI-12 の導入

SDI-12 は、センサーをデータロガー及びデータ収集機器に接続するための規格に基づいたプロトコルです。特有のアドレスを持つ複数のセンサーは、共通の 3 線式バス（電源、グランド、データ）を共有できます。センサーとロガーの間の双方向通信は、規格で定義されているように送受信データ回線の共有によって可能です。センサーによる測定は、プロトコルコマンドによってトリガされます。SDI-12 プロトコルでは、バス上の各センサー固有の英数字センサーアドレスが必要です。これにより、データロガーは特定のセンサーにコマンドを送信したり、その測定値を受信したりすることが出来ます。

最新の SDI-12 仕様 v1.3 を www.sdi-12.org/archives.php からダウンロードして SDI-12 プロトコルの詳細をご覧ください。

DDI シリアル導入

DDI (Decagon Devices Inc.社) のシリアルプロトコルは、センサーからのデータを収集するために METER 社(旧 Decagon Devices Inc.社)ファミリのデータロガーに用いられる手法です。このプロトコルは、センサーから受信機のみデータを送信するように設定されたデータラインを用います (シプレックス)。一般的に受信側は、データ受信のために "bitbang 法" を用いたマイクロプロセッサ UART または汎用 IO ピンです。センサーによる測定は、センサーに電力を供給することによってトリガされます。ATMOS-41 がアドレス 0 に設定されると、センサーを識別する電源投入時に DDI シリアル文字列が送られます。

センサーと PC の連結

ほとんどの PC (または USB シリアルアダプタ) に見られるシリアルポートと互換性を持たせるために、センサーによりサポートされるシリアル信号とプロトコルにはある種のインタフェースハードウェアが必要です。市場には数種類の SDI-12 インタフェースアダプタがありますが、METER 社はこれらのインタフェースのいずれもテストしていないため、METER 社センサーと動作するアダプターについて推奨することは出来ません。

METER 社データロガーと ProCheck ハンドヘルドリーダーは、オンデマンドセンサー測定を行うためのコンピューターとセンサーのインタフェースとして動作が可能です。

METER SDI-12 の実行

METER 社センサーは、SDI-12 標準センサー回路 (Figure2) の低インピーダンスバリエーションを使用します。電源投入の間にセンサーは幾つかのセンサー診断情報を出力するため、電源投入時間が終わるまで通信は出来ません。電源投入時間終了後、連続測定コマンド (aR0-aR9 と aRC0-aRC9) と並行測定コマンド (aC-aC9 と aCC0-aCC9) を除いて、センサーは SDI-12 仕様 v1.3 に記載されるすべてのコマンドと完全な互換性があります。M と R コマンドの実行については、8-11 ページを参照して下さい。

工場外では、METER 社センサーはすべて SDI-12 アドレス 0 で始まり、電源投入時間中、DDI シリアル起動文字列を印

字出力します。METER 社以外の SDI-12 センサーでは、後ろにランダムなビット列が続く疑似ブレイク条件として解釈されます。

ATMOS-41 は、SDI-12 アドレスがゼロでないときには DDI シリアル起動文字列（センサー識別）を省略します。

センサーバスに関する考察

測定が複雑で多数のため、ATMOS-41 をバス構成で使用することは避けるよう推奨します。推奨される使用法は、それをロガーの専用ポートに接続することです。

SDI-12 の設定

Table1 に SDI-12 の通信設定を示します。

Baud Rate	1200
Start Bits	1
Data Bits	7 (LSB first)
Parity Bits	1 (even)
Stop Bits	1
Logic	Inverted (active low)

SDI-12 タイミング

すべての SDI-12 コマンドと応答は、データラインの Figure4 に示されるフォーマットに従わなければなりません。コマンドと応答の両方はアドレスに先導され、キャリッジリターンとラインフィードの組み合わせによって終了し、Figure5 のタイミングに従います。

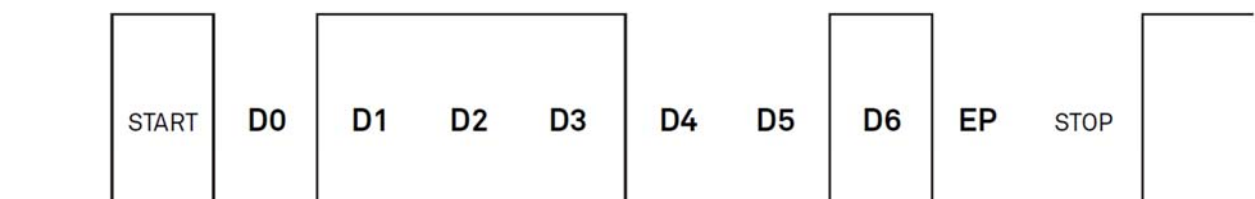


Figure 4 Example SDI-12 transmission of the character 1 (0x31)

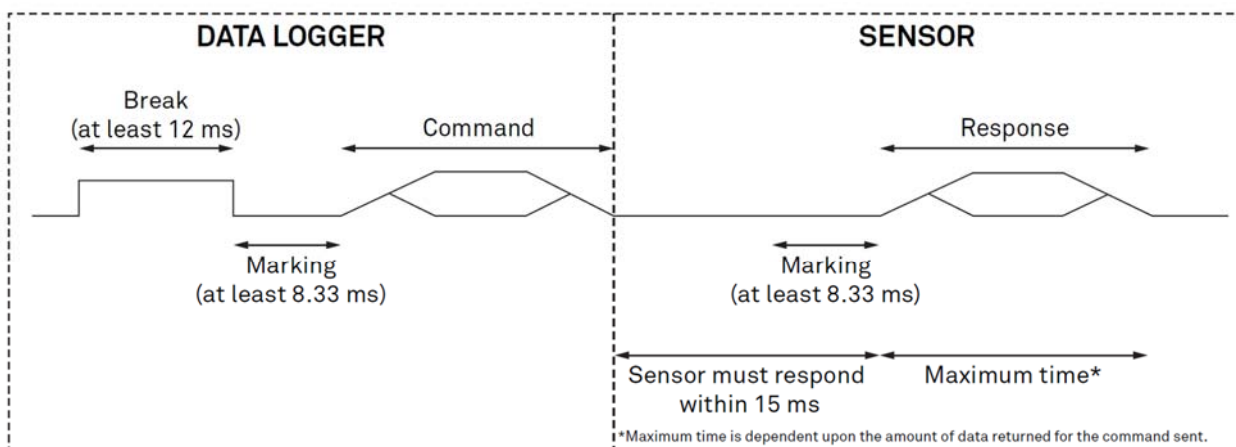


Figure 5 Example data logger and sensor communication

共通 SDI-12 コマンド

本節には、SDI-12 システムで頻繁に使用される一般的な SDI-12 コマンドと、METER 社センサーからの対応応答が含まれています。

情報コマンド (aI!)

情報コマンドは、接続されたセンサーに関するさまざまな詳細情報を取得するために使用することができます。コマンドと応答の例を以下に示します。ここではコマンドを太字で示し、応答はコマンドの後に続きます。

Table2 情報コマンド (aI!)

パラメータ	固定文字長	説明
1I!113METER_ _ _ ATM41_ 404631800001		
1I!	3	データロガーコマンド センサーアドレス 1 からセンサーに情報を要求。
1	1	センサーアドレス すべての応答の前にバス上のどのセンサーが以下の情報を返すか示します
13	2	ターゲットセンサーが SDI-12 仕様 v1.3 (2 文字) に対応していることを示し
METER_ _ _ _	8	ベンダー識別文字列 (すべての METER センサーに対して、METER と 3 つのスペース_ _ _)
ATM41_	6	センサーモデル文字列 この文字列はセンサータイプ固有です。ATMOS 41 の場合、文字列は ATM41_ です。
404	3	センサーのバージョン この数値を 100 で割った値が METER 社センサーのバージョンです(例: 404 はバージョン 4.04)。
631800001	≤13 変数	センサーシリアル番号 これは可変長フィールドで、古いセンサーでは省略されることがあります。

アドレス変更コマンド(aAB!)

アドレス変更コマンドは、センサーアドレスを新しいアドレスに変更するために用います。他のすべてのコマンドは、このコマンド以外のターゲットセンサーアドレスとしてワイルドカード文字をサポートしています。すべてのMETER社センサーの工場出荷時のデフォルトアドレスは 0 です。サポートされるアドレスは英数字 (a-z, A-Z, 0-9) です。METER社センサーの出力例はTable3に示されています；コマンドは太字で、応答はコマンドの後に続きます。

Table3 アドレスの変更コマンド (aAB!)

パラメータ	固定文字長	説明
1A0!0		
1A0!	4	データロガーコマンド センサーのアドレスを 1 から新しいアドレス 0 に変更するようにセンサーに要求します。
0	1	新しいセンサーアドレス その後のすべてのコマンドでは、この新しいアドレスがターゲットセンサーで使用されます。

アドレス問い合わせコマンド (?!)

バスから切断されている間、アドレスを問い合わせるコマンドを用いて、現在どのセンサーと通信しているかを判断することができます。バス上にこのコマンドを送信すると、すべてのセンサーが同時に応答してデータラインを破損するバスコンテンションが発生します。このコマンドは、障害の発生したセンサーを分離する際に役立ちます。以下は、コマンドと応答の例です。ここでコマンドは太字で、応答はコマンドの後に続きます。疑問符 (?) はワイルドカード文字で、アドレス変更コマンドを除いて、どんなコマンドでもアドレスの代わりに使用できます。

Table4 アドレス問い合わせコマンド(?!)

パラメータ	固定文字長	説明
?!0		
?!	2	データロガーコマンド データライン上で受信状態にあるセンサーからの応答を要求する
0	1	センサーアドレス 現在接続されているセンサーにセンサーアドレスを返します。

測定タイミング

電源が投入されている間、ATMOS-41 は日射量、雨量、風速および気温の測定を 10 秒ごとに行い、値を内部に保存します。方位、角度、蒸気圧、大気圧、相対湿度の測定は 60 秒ごとに行われ、これらも内部に保存されます。aM!, aR0!, aR3! コマンド（および必要に応じて後続の **D** コマンド）は、これら測定値の平均値、累積値、または最大値を計算し、後続の測定コマンドに備えて内部平均カウンタおよびアキュムレータをリセットします。aR4!コマンドはこれらのパラメータの瞬間測定値を出力し、SDI-12 仕様である 15.0 ミリ秒内で応答が返されるために、10 秒以上の間隔

で使用されねばなりません。

次表は関連する **M** コマンドおよび **R** コマンドと、必要な場合、それに続く **D** コマンドを一覧表示しています。

測定コマンドの実行

測定 (**M**) コマンドは、SDI-12 バス上の単一のセンサーに送信されて、バス上の別のセンサーとの通信を開始する前にセンサー出力データを取得するため、後続のデータ (**D**) コマンドがそのセンサーに送られます。

コマンドシーケンスの説明については Table5 と Table6 を、応答パラメータの説明については 11 ページの Table11 「パラメータの説明」を参照してください。

Table5 aM!コマンドシーケンス

コマンド	応答
このコマンドは、適宜、平均値を報告します。	
aM!	Atttn
aD0!	a+<solar>+<precipitation>+<strikes>
aD1!	a+<windSpeed>+<windDirection>+<gustWindSpeed>
aD2!	a±<airTemperature>+<vaporPressure>+<atmosphericPressure>
注： 測定および対応するデータコマンドは、連続して使用されることを意図しています。測定コマンドがセンサーによって処理された後、測定が準備完了であることを示すサービス要求 a <CR><LF>がセンサーから送信されます。データコマンドを送信する前に、ttt 秒が経過するまで、または、0 サービスリクエストが受信されるまで待ってください。詳細情報については、SDI-12 仕様 v1.3 に関する文書を参照してください。	

Table6 aM!コマンドシーケンス

コマンド	応答
このコマンドは瞬時値を報告します。	
aM1!	atttn
aD0!	a±<xOrientation>±<yOrientation>+<compassHeading>
注： 測定およびそれに対応するデータコマンドは、連続して使用されることを意図しています。測定コマンドがセンサーによって処理された後、測定が準備完了であることを示すサービス要求 a <CR> <LF>がセンサーから送信されます。データコマンドを送信する前に、ttt 秒が経過するまで、または、サービスリクエストが受信されるまで待って下さい。詳細情報については、SDI-12 仕様 v1.3 に関する文書を参照してください。	

同時測定コマンドの実行

同時測定 (**C**) コマンドは通常はバスに接続されたセンサーで使用されます。このセンサーの測定スキームの複雑さと、それにより SDI-12 通信がどの程度影響を受けるかに依るため、ATMOS-41 をバス構成で使用することは推奨しません。従って **C** コマンドはサポートされません。

継続的な測定コマンドの実行

連続 (R) コマンドはセンサー測定を起動し、読み取りが完了した後 D コマンドを送信する必要が無いのでデータは自動的に戻されます。

SDI-12 規格で定義されているように、応答を 15.0 ミリ秒以内に返すために、aR3!および aR4!コマンドは 10 秒以上の間隔で使用されねばなりません。

aR0!, aR3!, aR4!は SDI-12 仕様 v1.3 で規定された 75 文字制限よりも多くの文字を返します。少なくとも 116 文字を格納できるバッファの使用を推奨します。

コマンドシーケンスの説明については Table7~Table10 を、応答パラメータの説明については Table11 の「パラメータの説明」(11 ページ)を参照してください。

Table7 aR0!測定コマンドシーケンス

コマンド	応答
	このコマンドは、平均値を報告します。
aR0!	a+<solar>+<precipitation>+<strikes>+<strikeDistance>+<>windSpeed> +<>windDirection>+<gustWindSpeed>±<airTemperature>+<vaporPressure> +<atmosphericPressure>+<relativeHumidity>±<humiditySensorTemperature> ±<xOrientation>±<yOrientation>+<compassHeading>±<NorthWindSpeed> ±<EastWindSpeed>
	注: このコマンドは、SDI-12 の応答タイミングには従っていません。詳細情報は、5 ページの METER SDI-12 の実装を参照してください。

Table8 aR1!測定コマンドシーケンス

コマンド	応答
	このコマンドは、平均値を報告します。
aR1!	a±<xOrientation>±<yOrientation>±<compassHeading>
	注: このコマンドは SDI-12 の応答タイミングには従っていません。詳細情報は、5 ページの METER SDI-12 の実行をご参照ください。

Table9 aR3!測定コマンドシーケンス

コマンド	応答
このコマンドは、平均値を報告します。	
aR3!	a<TAB><solar> <precipitation> <strikes> <strikeDistance> <NorthWindSpeed> <EastWindSpeed> <gustWindSpeed> <airTemperature> <vaporPressure> <atmosphericPressure> <xOrientation> <yOrientation> <compassHeading> <humiditySensorTemperature><CR><sensortype><Checksum>
注： このコマンドは SDI-12 応答フォーマットには従っていません。ただし、10 秒以上の間隔で送信される場合には、SDI-12 のタイミングに従います。詳細情報は、5 ページの METER SDI-12 の実行を参照してください。	

Table10 aR4! 測定コマンドシーケンス

コマンド	応答
このコマンドは瞬時値を報告します。	
aR4!	a<TAB><solar> <precipitation> <strikes> <strikeDistance> <NorthWindSpeed> <EastWindSpeed> <gustWindSpeed> <airTemperature> <vaporPressure> <atmosphericPressure> <xOrientation> <yOrientation> <compassHeading> <humiditySensorTemperature><CR><sensortype><Checksum>
注： このコマンドは SDI-12 応答フォーマットには従っていません。ただし、10 秒以上の間隔で送信される場合には、SDI-12 のタイミングに従います。詳細情報は、5 ページの METER SDI-12 の実行を参照してください。	

Table11 パラメータの説明

パラメータ	単位	説明
±	—	正または負の符号は次の値の符号を示します。
a	—	SDI-12 アドレス
n	—	測定数 (固定幅 1)
nn	—	必要に応じて先行ゼロを持つ測定数 (固定幅 2)
ttt	sec	最大時間の測定 (固定幅 3)
<TAB>	—	タブ文字
<CR>	—	キャリッジリターン文字
<LF>	—	改行文字
<solar>	W/m ²	日射量 (最後の測定、あるいは使用された SDI-12 コマンドに応じた瞬時値以降の平均値)
<<降水量>>	mm	最後の測定以降の降水量 (ミリメートル)
<strikes>	—	最後の測定以降検出された落雷数
<strikeDistance>	km	最後の測定以降の平均落雷距離
<NorthWindSpeed>	m/s	北方向からの風速 (負の値は南向きを示す) (用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値)

Table11 パラメータの説明

パラメータ	単位	説明
<EastWindSpeed>	m/s	東方向からの風速（負の値は西方向を示す） （用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値）
<windSpeed>	m/s	の風速を合わせた値（用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値）
<gustWindSpeed>	m/s	最後の測定以降測定された<windSpeed>の最大値
<windDirection>	°	北から時計回りに向かう風（用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値）
<airTemperature>	°C	気温（用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値）
<vaporPressure>	kPa	蒸気圧（用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値）
<atmosphericPressure>	kPa	大気圧（用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均値）
<relativeHumidity>	RH	用いられた SDI-12 コマンドに応じて、<vaporPressure>および<airTemperature>の平均値または瞬時値のいずれかを用いて計算された相対湿度
<humiditySensor Temperature>	°C	相対湿度センサーで測定した内部温度 用いられた SDI-12 コマンドに応じて、最後の測定または瞬時値以降の平均
<xOrientation>	°	X 方位角（ゼロは水平）（最後の測定値）
<yOrientation>	°	Y 方位角（ゼロは水平）（最後の測定値）
<compassHeading>	°	北から時計回りに向くコンパス（最後の測定値）
<sensortype>	—	センサー種類を示す ASCII 文字 ATMOS 41 の場合、文字は右角カッコ] を表す文字。
<Checksum>	—	シリアルチェックサム

コンパス構成コマンド(?XG!)

この設定を"1"に設定すると、風向が磁北に対して補正されます。真北に補正するには、設置場所で磁気偏位からデータを修正するソフトウェアによるオフセットが必要です。この値を"0"（デフォルト条件）に設定すると補正が無効になり、センサーハウジングの **N** に従ってセンサーの向きを北にする必要があります。以下は、コマンドと応答の例です。ここでは、コマンドは太字で、応答はコマンドに続いて示されます。

注： ATMOS 41 を鉄製の（磁性体）設備に取り付けると、コンパスの向きが無効になるため、鉄柱に取り付けられた計器類はコンパス補正を無効にする必要があります。

風向き状態を設定して磁北補正をするには：

aXg!a_1

風向の磁北補正を無効にするには：

aXg0!aOK

風向の磁北補正を有効にするには：

aXg1!aOK

Table12 ?Xg! コンパス構成コマンド

パラメータ	固定文字長	説明
a	1 文字	SDI-12 アドレス。この場合、センサーの SDI-12 アドレスは a です。
Xg	3 文字	コンパス構成コマンド
1	1 文字	風向き状態用磁北補正 1 = 補正が有効、0 = 補正が無効です この値を省略すると、現在の設定が返されます。
!	1 文字	コマンドの終了文字
注： 無効なパラメータが渡された場合、OK ではなく ERROR が返されます。		

METER シリアルチェックサム

ここでは C でチェックサム (crc) を計算する方法の例を示します。この場合、関数に渡される文字列は **<tab>0<0D>** で、戻り値は文字 C です。このチェックサムは、連続コマンド **R3** および **R4** の中で使用されます。

```

char LegacyChecksum(char * Response)
{
    int length, sum = 0, i, crc;

    // Finding the length of the response string
    length = strlen(Response);

    // Adding characters in the response together
    for( i = 0; i < length; i++ ){
        sum += Response[i];
    }

    // Converting checksum to a printable character
    crc = sum % 64 + 32;

    return crc;
}

```