# U20L-0x　ウォーターレベルロガー (廉価版)取扱説明書

**HOBO Water Level Logger**

モデル

- U20L-01 (9m タイプ)
- U20L-02 (30m タイプ)
- U20L-04 (4m タイプ)

必要アイテム

- Coupler2-C と USB オプティックベースステーション(BASE-U-4)もしくはウォータープルーフシャトル(U-DTW-1)
- HOBOware Pro ver3.5 以降

アクセサリー

- Cable(CABLE-1-300 または CABLE-1-50)と Cable Crimp (CABLE-1-CRIMP)
- 交換カプラー (COUPLER2-C)

ホボ U20L ウォーターレベルロガーは河川・湖・湿地・潮水地・地下水など幅広い計測地点にて、変動する水位を観測する事が出来ます。専用ソフトウェア HOBOware Pro で絶対圧と温度データを記録する設定が簡単に出来ます。動水井や静水井で計測する為、セラミックの圧力センサー・耐久性のあるハウジング・保護エンドキャップから構成されています。煩雑なメンテナンスの必要があるベント管や乾燥材の交換が要らない為、取り扱いがし易く、水位の研究調査に理想的なツールとなっています。

## ＜仕様＞

| 圧力センサー(絶対圧)　U20L-01 | |
|---|---|
| **計測範囲** | 0～207kPa<br>0～9m(海抜 0m)<br>0～12m(海抜 3,000m) |
| **工場キャリブレーション範囲** | 69～207kPa, 0℃～40℃ |
| **破損圧** | 310 kPa;約 18m 深度 |
| **精度(代表的エラー)（※1)** | ±0.1%FS、1.0cm 水位 |
| **精度(最大エラー)（※1)** | ±0.2%FS、2.0cm 水位 |
| **精度(絶対圧)（※2)** | ±0.3%FS、0.62kPa 最大エラー |
| **分解能** | <0.02kPa、0.21cm 水位 |
| **圧力応答時間(90%)（※3)** | 1 秒 |

| 圧力センサー(絶対圧)　U20L-02 | |
|---|---|
| **計測範囲** | 0～400kPa<br>0～30.6m(海抜 0m)<br>0～33.6m(海抜 3,000m) |
| **工場キャリブレーション範囲** | 69～400kPa, 0℃～40℃ |
| **破損圧** | 500 kPa;約 40.8m 深度 |
| **精度(代表的エラー)（※1)** | ±0.1%FS、3.0cm 水位 |
| **精度(最大エラー)（※1)** | ±0.2%FS、6.0cm 水位 |
| **精度(絶対圧)（※2)** | ±0.3%FS、1.20kPa 最大エラー |
| **分解能** | <0.04kPa、0.41cm 水位 |
| **圧力応答時間(90%)（※3)** | 1 秒 |

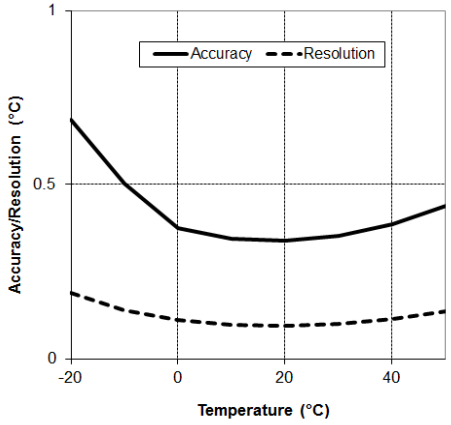
| 圧力センサー(絶対圧)　U20L-04 | |
|---|---|
| **計測範囲** | 0～145kPa<br>0～4m(海抜 0m)<br>0～7m(海抜 3,000m) |
| **工場キャリブレーション範囲** | 69～145kPa, 0℃～40℃ |
| **破損圧** | 310 kPa;約 18m 深度 |
| **精度(代表的エラー)（※1)** | ±0.1%FS、0.4cm 水位 |
| **精度(最大エラー)（※1)** | ±0.2%FS、0.8cm 水位 |
| **精度(絶対圧)（※2)** | ±0.3%FS、0.43kPa 最大エラー |
| **分解能** | <0.014kPa、0.14cm 水位 |
| **圧力応答時間(90%)（※3)** | 1 秒 |

| 温度センサー(全機種) | |
|---|---|
| **計測範囲** | -20℃～50℃ |
| **精度** | 0.44℃;Plot A 参照 |
| **分解能** | 0.1℃@25℃; Plot A 参照 |
| **応答時間(90%)** | 10 分(水中、代表例) |
| **ドリフト** | 0.1℃/年 |
| **ロガー** | |
| **時間精度** | ±1 分/月 (0℃～50℃) |
| **バッテリー** | 2/3AA、3.6V リチウム |
| **バッテリー寿命** | 5 年 (一般的使用及び 1 分以上の計測記録間隔にて) |
| **メモリ(不揮発性)** | 64 KB (約 21,700 サンプル-圧力/温度セット) |
| **質量** | 大気中:154g、水中 53.9g |
| **寸法** | 31.8mmφ × 152.4mmL、6.3mmφ取付孔 |
| **水接触部材質** | ポリプロピレン製ハウジング、Viton・Buna O-リング、アセチルエンドキャップ、セラミックセンサー、ステンレスネジ |
| **計測記録間隔** | 固定記録間隔またはマルチプルロギングインターバル (複数記録間隔:ユーザー定義記録間隔を 8 つまで入力可。1 秒から 18 時間。詳細は HOBOware ソフトマニュアル参照) |
| **計測開始モード** | 即時スタートまたは予約スタート |
| **データ回収モード** | 計測中読み出しまたは計測停止後読み出し |
| **バッテリー状態表示** | バッテリー電圧はステータス画面にて表示可能 (オプションで電圧記録も可能) 。バッテリー低下時イベント記録。 |
| CE | この製品は欧州連合(EU)関係機関の基準に適合しています。 |

※1 水位精度:温度の安定した設置場所において、その場所の水密度、正確な水位実測値及び気圧データを用い、専用ソフトウェアによる補正機能を使用した場合の精度。

※2 絶対圧精度 : 圧力センサーのドリフト、温度変化、及びヒステリシスに起因する誤差を含んだ精度。

※3 温度による変化:約 20 分 (水中での圧力センサーの全温度帯で補正達成の為) 。急激な温度変化による最大誤差はおよそ 0.5%。

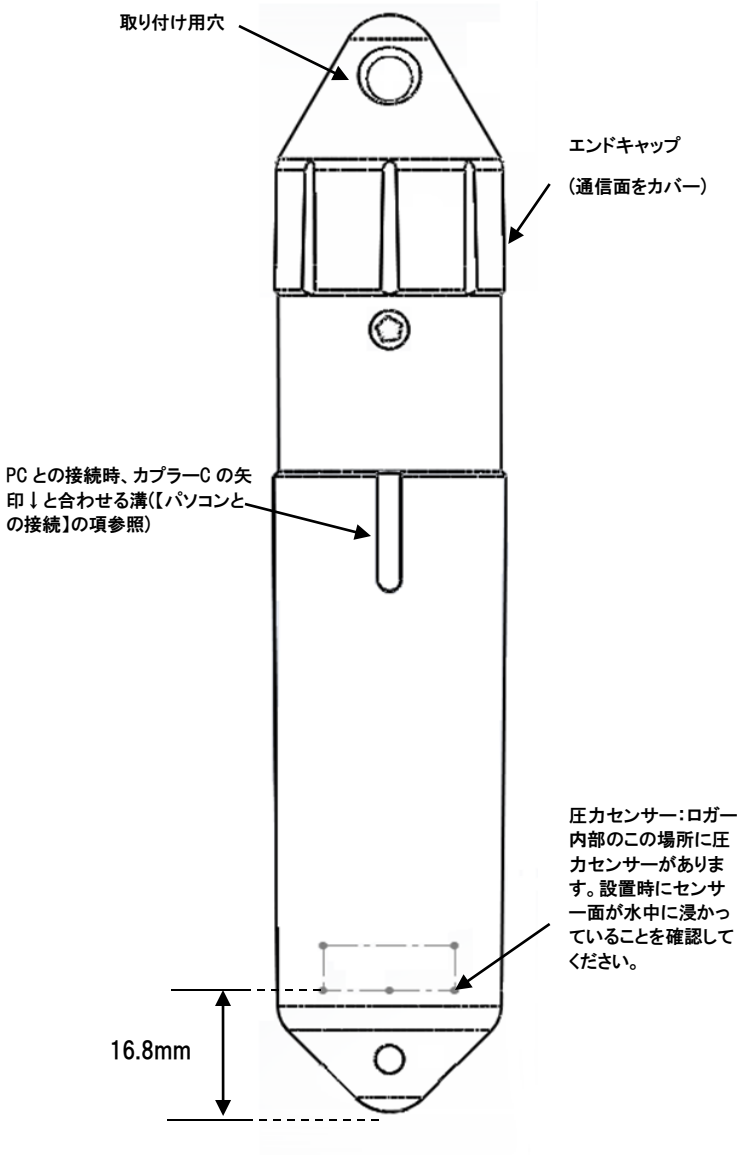



Plot A

## ＜ロガーの作動原理＞

HOBOware Pro ソフトウェアがロガーの使用時に必要です。参照水位を用い、HOBOware Pro は自動的に圧力値を水位値に変換します。（詳細は大気圧補正の項目を参照して下さい。）ソフトウェアは温度補正・流体密度・大気圧補正にも対応しています。

通信部分の LED でロガーの作動を確認することが出来ます。ロガーが計測している際には、LED は 1 秒から 4 秒の間で毎回点滅します。（ロガーの計測間隔が短ければ短いほど、LED の点滅は早くなります。）LED はロガーがサンプルを計測している際も点滅します。″インターバル時″・″日付/時刻″・″カプラーを使用″スタートを設定し、ロガーの計測が待機中の場合には、LED は 8 秒に 1 回、計測が開始するまで点滅します。




ロガーは「サンプル」と「イベント」の 2 種類のデータを記録することが出来ます。サンプルは毎回の計測時のセンサーの計測した値です。（例：毎分の圧力値。）イベントとは、バッテリ残量の低下やカプラーに接続した等といったロガーの計測時にした動作によって生じる出来事です。イベントはロガーが計測している間に何が起こったか等を確認する為に有益な情報です。

## ＜大気圧補正＞

ホボ水位ロガーは絶対圧を記録し、データ回収後専用ソフトHOBOware Pro を使って水位データに変換します。この用途での絶対圧には大気圧と水頭圧が含まれます。大気圧は通常海面高度で100kPa ですが、気象条件と高度により変化します。
補正をしなければ大気圧変動は結果として0.6m あるいはそれ以上の誤差を生じる可能性があります。

大気圧変動の影響を補正する目的で、ホボU20L水位ロガーをもう一台使用することができます。この大気圧用測定器は水柱に設置するのではなく、通常、水位を測定する対象の同じ井戸や場所の水面上空中に設置します。

大気圧は同一地域内では(急激な気象変動などない限り)ほぼ一定ですので、一般的には15km 以内であれば補正の重大な影響なしで同じ気圧データを使用できます。従って、U20Lロガーまたは U20ロガーによって取得した気圧データを、ある一定の計測エリア内の複数の水位データの補正用として共用することが出来ます。9mタイプのU20L-01、または4mタイプのU20L-04 は計測範囲が狭く精度が高いので、大気圧用測定器として最適です。
HOBOware Proには、大気圧補正が簡単に行えるプログラム「気圧補正補助」が含まれています。詳細は、「水位データの大気圧データを用いた補正」の項目を参照して下さい。

## ＜ロガー校正＞

各々のロガー内圧力センサーは個々に校正されています。校正には、校正範囲内のあらゆる圧力及び温度条件で圧力データを取得します。取得したデータは、ロガーのメモリに蓄積され、校正係数が得られます。その校正係数が校正範囲内の仕様精度に合致しているかどうかチェックします。
圧力センサーは校正範囲外の圧力や温度でも使用できますが精度保証はありません。

**重要：破裂圧力を超えての使用厳禁！**

## ＜ロガーとパソコンの接続＞

ロガーの操作には、カプラー(COUPLER2-C)と、オプティックベースステーションまたはウォータープルーフシャトル(U-DTW-1)が必要です。

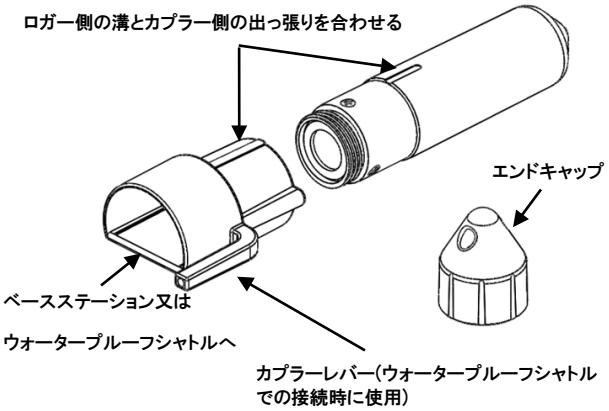
**重要：USB での通信は 0℃～50℃までの環境で行ってください。**

1. まず、PC にソフトウェア HOBOware Pro をインストールします。

2. PC の USB ポートにベースステーションもしくはウォータープルーフシャトルの USB ケーブルを接続します。

3. ロガーのエンドキャップを反時計回りでロガーから外します。

4. カプラーC の半円形側にベースステーションもしくはウォータープルーフシャトルを差し込み、反対側にロガーを差し込みます。カプラーにロガーを挿入します。この時、ロガーの溝の部分をカプラーの出っ張りに合わせて奥まで差し込みます(下図参照)。



5. **USB ベースステーション(BASE-U-4)を使用している場合** - 4.までの手順で USB ベースステーションを介してロガーと PC を接続し、ロガーを認識すると、ベースステーション側面にある緑色の LED が点灯します。この状態でパソコンでの設定が可能になります。

6. **ウォータープルーフシャトル(U-DTW-1)を使用している場合** - 4.までの手順でウォータープルーフシャトルを介してロガーと PC を接続します。カプラーレバーをシャトル側へ 1 秒程度強めに押すと、シャトル側面にある黄色い LED が点灯し、レバーを話すと LED が点灯します。LED が点灯した時点でパソコンでの設定が可能になります(下写真参照)。

ロガーをコンピューターに今まで接続していない場合には、コンピューターにこの新しいハードウェアが検知されるまで数秒かかります。

**警告：長期間ロガーをカプラーに装着したままにしないでください。カプラーに接続している間ロガーは起動中で、通常のスリープの状態よりも電源を消費している状況です。計測の設定、データ回収、ロガーのステータスをチェックが終了したら、ロガーはベースステーションやウォータープルーフシャトルのカプラーから離すようにしてください。ロガーを再度起動状態にするにはカプラーからロガーを引き抜いた後、しばらくしてから再度カプラーへと差し込みます。**

## ＜ロガーの設定＞

HOBO U20 ウォーターレベルロガーを計測値で使用する前に、事務所で以下の設定を行ってください。

1．HOBOware Pro を開きます。

2．前述の手順に従い、ロガーをコンピューターと接続します。

3．HOBOware Pro の画面上部メニュー「デバイス」より「開始」を選択します。

4．ロガーの起動にて、圧力と温度センサーの項目が選択されている事を確認します（温度は圧力値の温度補正をする際に必要になってきます）。

5．いつ計測を開始するか、計測間隔はどの程度か等、希望する計測設定内容で設定していきます。下段右下の"開始"ボタンを押す事で、設定した内容をロガーに送信します（"開始"ボタンは設定内容によって表記が変わります）。

**設定の詳細は「U20L 水位ロガー」のクイックツアーを参照ください。**

## ＜ロガーの運用＞

ホボ水位ロガーはさまざまな環境において容易に設置ができるよう設計されています。絶対圧センサーを使用していますのでベント管は不要です。小型ですので小口径井戸や人目に目立たずに設置できます。

圧力センサーは 0～40℃内にて温度補正されています。最高の精度を得るには基準参照水位を記録するまで温度が周囲環境と均衡を保つ(約30 分)ようにすることを推奨します。

急激な温度変動は避けてください。気圧測定用として使用するときは温度変動をできる限り小さくするように設置してください。地温は比較的安定していますので、井戸観測用で使用するときはロガーを地面より数フィート下に設置するのが理想的です。このような設置が無理であったり、井戸以外に設置するときには温度変動ができるだけ小さい場所に設置してください。

井戸内で使用するときは井戸が大気に通気されている必要があります。一般的には小さな穴によって外気圧と井戸内部が均一になっている必要があります。もしもこの均一にするという事が難しい場合であれば、大気圧用のロガーも同じ井戸の中の気圧を計測して下さい。

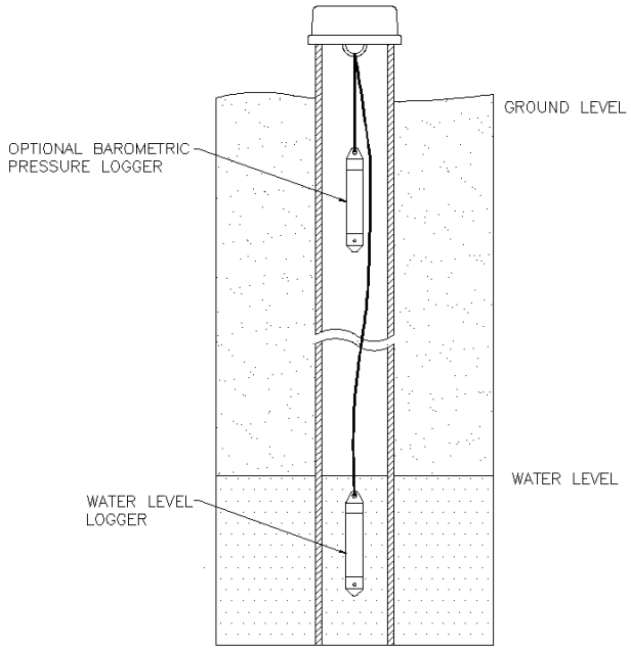
ロガーを吊るすワイヤーは伸縮しないものを使用してください。伸縮は測定誤差に直結します。

河川、池などで使用するときはできればスチリングウェル(防波筒)に入れてください。簡易防波筒はPVC やABS パイプを利用できます。水流、波作用や漂流物からのロガーの保護として役立ちます。ロガーは常に水中にあるように吊るしますが、沈泥等に埋まらないようにしてください。

ロガーが計測中に流れていかないようにしてください。ケーブルがまっすぐと伸びている事も確認して下さい。場合によってはロガーの下に重りなどを載せる必要もあります。上記のように防波筒の中に設置することでロガーが流れることを防ぐ方法もあります。

破裂圧力を超えてロガーを使用しないでください。限度を超える深度で使用すると圧力センサーは破裂損傷します(仕様欄参照)。ロガーは水位が下がっても水面下に止まるよう、または破裂限界深度以内になる深度に設置してください。

1．ロガーを固定する為、ワイヤーをカットします。
   a) 吊るしている地点から水面までの深さを計測します。
   b) ステンレススチールワイヤー（テフロンコーティングが望ましい）をカットし、ロガーが十分に水の中に浸かるようにします。
2．吊るす地点とロガーキャップをワイヤーで結びます。
3．必要に応じてロガーを再設定します。
4．ロガーを井戸の中に垂らしていきます。




5．水の深さを希望した参照点から計測します（パイプ管の先端、地上面、水面等）。
   - 精度を最大限にするため、ロガーを使用開始した後、水の深さを測る前20分間置きます。また、ロガー温度が安定するようにしばらくおきます。
   - 設置した後、水の深さを計測するには井戸が径的に小さい場合には、設置する前に水の深さを測ります。その後すぐにロガーを入れて計測をはじめ、計測開始時間を記録しておきます。
   - 井戸での設置：水面は参照地点よりも低い場合、水位レベルにはマイナスが記録されます。水位表面が参照水位よりも上の場合（海抜など）、水位はプラスの値で記録されます。
   - 池・小川・河川での計測では、水位がロガーよりも高い位置で参照されている場合（例えば、静井戸の最上部等）水位はマイナスの値を記録します。水深が水面よりも下の位置にて参照されている場合には（例えば流れのある地点の底部など）、水位はプラスの値で記録されます。
6．参照した計測日時を記録しておきます。

## ＜大気圧用ロガーの設置(オプション)＞

U20またはU20L水位ロガーで大気圧データを取得する為に使用する場合、次の手順でロガーを井戸に設置して下さい。

1．ロガーを吊るす為、ワイヤーをカットします。
   a)吊るしている地点から水面までの深さを計測します。
   b)ステンレススチールワイヤー（テフロンコーティングが望ましい）をカットし、ロガーが地上面よりも60cm程度下の位置に、そして十分に水よりも上の位置にあるようにします。
2．吊るす地点とロガーキャップにワイヤーを結びます。
3．必要に応じてロガーを再設定します。
4．ロガーを井戸の中に垂らしていきます。この時、ロガーが水面に当たらないように注意します。前述の図を参照してください。
5．設置した日時を記録します。

## ＜ロガーのデータ読み出し＞

以下にロガーの水位データの読み出しの手順を記載します（大気圧データに使用する水位計のデータ読み出しについては後述の手順を参照）。

1．必要に応じて水位実測値と計測日時を記録します。
2．ロガーを井戸から引き上げます。
3．ロガーからキャップを取り外します。
4．パソコンかシャトルを使用し、データを読み出します。
5．取り出したデータを任意のフォルダに保存します。
6．再度計測する場合は再度ロガーを計測地点に戻します(後述参照)。

大気圧補正用のU20ロガーのデータを読み出す場合

1．ロガーを引き上げます。
2．パソコンかシャトルを使用し、データを読み出します。
3．取り出したデータを任意のフォルダに保存します。
4．再度計測する場合は再度ロガーが計測地点に戻します(後述参照)。

ロガーを再度設置する場合には、ロガーが再び計測開始の設定をされている事を確認して下さい。データの読み出しにウォータープルーフシャトルを使用する場合は、シャトルは前回のロガーの計測条件で再度計測開始の設定を自動的に行います。計測条件や計測間隔を変更したい場合には、HOBOware Proにて再度設定をし直す必要があります。

使用していたワイヤなどの設置器具は引き続き使用して頂けます。このセクションの記載にある通り、参照水位実測値やその値を取得した日時などを新しく控えておいてください。この情報は後ほどデータを校正する際に必要になり、これによってドリフトエラーを0にすることが出来ます。

## ＜大気圧補正した水位データの作成＞

大気圧データで補正した水位データを算出するには、HOBOware Proで大気圧補正アシスタント(気圧補正補助)を使用し、下記の手順に従います。

1．HOBOware Proで水の中に入れた水位ロガーのデータファイルを開きます。プロットセットアップが現われます。
2．"絶対圧力"以外の項目のチェックを外します。
3．気圧補正補助を開きます。
   a) アシスタントを選択した状態で、"プロセス"ボタンを押します。
   b) 水の流体密度の項目を設定します。実際の計測地点と一番近い水質を選択して下さい。
   c) "基準水位を使用"をクリックし、計測時に測定した参照水位をここに入力します。
   d) 一番計測を開始した日時に近い日時を下のプルダウンメニューから選択します。パイプのサイズの関係で計測前に深さを計測していた場合は、計測後の日時を選択して下さい。
   e) "気圧データファイルを使用"をクリックします。
   f) "選択"ボタンをクリックします。これにて大気圧を計測したデータファイルを選択することが出来ます。
   h) "新しい系列の作成"ボタンをクリックし、新しくプロットセットアップウィンドウが現れます。
4．"センサーの深度"のチェックボックスを選択し、他にも表示したいグラフを選択します。"Plot"ボタンを押して水位のデータグラフが表示されます。

計測エラーは人為的な計測ミス、センサードリフト、支えていたケーブルの長さの変化などが原因で起こります。

計測エラーを定量化する（理想はエラーゼロです）為に、最後にグラフで計算された水位値と、実際最後に引き上げる直前の水位値とを比較して下さい。

## ＜他機器からの大気圧データ＞

気象観測計や他の圧力計から、大気圧補正のデータを参照する場合は、日時、圧力データをテキストファイルに変換し特定のヘッダーをつける必要があります。詳細についてはHOBOwareのHelpメニューまたはユーザーズガイドを参照して下さい。マイクロソフト社のエクセルを使用し、テキストファイルとして保存するのが一番簡単な方法です。

大気圧データをオンラインの気象庁などの気象関連データを利用する場合は、計測された大気圧データは海抜レベルに修正されています。参照水位値を入力すると、全ての圧力値を差し引き（オフセットゼロ）する為、この海抜レベルのデータを使用することが出来ます。

"気圧補正補助"の大気圧データを選択した際、作成したテキストファイルを選択して下さい。タブ、カンマ区切りの形式を選択し、大気圧データをインポートします。

## ＜メンテナンス＞

ロガーは次にあげるような定期的なメンテナンスが必要です。

**・衝撃から保護してください。衝撃でロガーが破損することがあります。**
常に注意して取り扱ってください。落下すると、校正精度が保てなくなったり、故障したりすることがあります。ロガーを輸送する時は適切に梱包して下さい。

**重要：ロガーのハウジングを開けないでください。**
**先端のノーズコーン部(エンドキャップの反対側)を取り外すと圧力センサーや電子構成品への深刻な影響が出ます。ロガー内部にはユーザー側でメンテナンスする部品はありません。ロガーの修理が必要な場合は販売先までご連絡ください。**

**・水中付着物などが付いていないか、定期的にロガーを点検して下さい。**
生物や微生物の付着物がセンサー部分に付着していると、圧力センサーの精度に影響を及ぼします。ノーズコーン部分のセンサー部分に有機物が付着すると、センサーの動作自体に影響を及ぼしますし、最悪の場合センサーが使用できなくなる恐れがあります。計測をする地点が付着物や水中生物等が多い場合は定期的にロガーのチェックをしてください。

**・溶液、溶剤などには注意して下さい。**
当ロガーの仕様書上の材質をチェックし、ロガーを計測地点に入れる前に、溶液などの成分かないかを確認して下さい。ロガーにはViton Oリングや Buna-N Oリングがあり、これらは、アセトンやケトンなどの有機溶剤、アンモニア、クロライン、ブレーキオイルなどに対して過敏に反応してしまいます。センサーはアセチル製エンドキャップに入っています。黒いポリエチレンキャップは通信部分を保護する為に付いています。ポリエチレンの通信部分はロガーハウジングへの水や汚れの侵入を防ぐためにも密封されています。

## ＜ドリフト補正＞

全ての圧力センサーは長い年月の間にドリフトしていきます。U20Lの圧力センサーと電子構成品のドリフトは1年間で最も悪くても0.5%FS以下となっています。ほとんどのアプリケーションで、ドリフトは計測エラーの重要な要因とはなりません。なぜなら、手作業で参照水位実測値を取得することで、その測定時の絶対圧を基準としたそれ以降の圧力変化を水位変化に換算するため、ドリフトの影響は0となるためです。つまり、前述の大気圧補正機能で参照水位実測値を入力することで、ドリフトによる影響を毎回ゼロオフセットにしている事になります。

ドリフトが問題になるのは、絶対圧の値のみが必要な時や、参照水位実測値がない場合です。例えば、ロガーを1年間計測していて、その計測の間、参照水位実測値を取っていなかった場合、センサーは0.5%FSほど計測終了までにドリフトが出る可能性があります。

計測開始時点と、計測終了時点で参照水位実測値を計測している場合は、実際生じたドリフトの値がわかります。2つの異なる参照水位から出した結果（一つは計測開始時のデータファイル、そして再び計測終了時のデータファイル）を比較した値の違いがセンサードリフトによる値となります（正確な参照水位実測値と仮定した場合）。

## ＜精度の確認＞

精度をチェックするには、水中で計測値を取得します。この方法で精度をチェックする際、温度は安定している必要があります。ソフトウェア(気圧補正補助)で水位値を取得します。それぞれの水位値は大気圧が変わらない限り非常に近い値を示すはずです。

また、異なるデータロガーと比べる事で、U20L ロガーの絶対圧精度をチェックすることが出来ます。(ドリフトを差し引いた)読み値はそれぞれの誤差の範囲に収まっているはずです。

## ＜バッテリー＞

ホボU20Lロガーのバッテリーは3.6vリチウムバッテリーです。

**・バッテリー寿命**
寿命は代表的な使用例で約5年ですが、運用回数や記録間隔及びロガーの使用温度、保管温度などにより変動します。
1 分以内のロギングインターバルで頻繁に運用したり、使用/保管温度が35℃以上である場合には、バッテリー寿命は大幅に短くなります。例えば記録間隔1 秒で連続使用したときは、寿命は約1ヶ月まで短縮する可能性があります。
5 年寿命を得るには、記録間隔は1 分以上で使用/保管温度は、0～25℃の範囲である必要があります。

**・バッテリー電圧**
ロガーは自身のバッテリー電圧を記録する機能があります。電圧が3.1V 以下に低下すると”不良バッテリー”としてファイルにイベント記録されます。もしデータファイルに”不良バッテリー”の記録があったり、電池が繰り返し3.3V 以下に低下した記録がある場合には、バッテリー寿命が近づいていますので、ロガーのバッテリー交換をご検討ください。

**・バッテリー交換**
自分自身でバッテリー交換をしないでください。特殊な工具を用いずにロガー内部を開ける事によってロガーに色々な損傷を与える可能性があり、またご自身でロガー内部を開けた場合には保証対象外となります。

**⚠警告: オプションのリチウムバッテリーを使用する際は、切り開かない、燃やさない、100°C 以上に熱しない、リチウムバッテリーを再充電しない。ロガーは、極端な暑さやバッテリーケースが傷ついていたり、壊れている場合、バッテリーが破裂する恐れがあります。火の中にバッテリーを入れない、バッテリーの中身を水にさらさない。リチウム電池用のバッテリーは地方自治体の規定に従って廃棄してください。**

製造者：米国オンセットコンピュータ社
輸入販売元：パシコ貿易株式会社
〒113-0021
東京都文京区本駒込 6 丁目 1 番 21 号
コロナ社第３ビル
TEL：03-3946-5621　FAX：03-3946-5628
e-mail：sales@pacico.co.jp
URL：http://www.pacico.co.jp

注記：全ての記載事項は、英文マニュアル「HOBO U20L Water Level logger(U20L-0x) Manual」が正規の内容です。本和文取扱説明書は、英文マニュアルの参考としてご使用ください