

この度は CellMeter-8 をお買い上げ頂き誠にありがとうございます。

CellMeter-8 は、LiPo(リチウムポリマー)バッテリーパック内に含まれている複数セルの電圧を個別に測定・診断し、その結果を液晶ディスプレイに表示するツールです。CellMeter-8 を使う事で、従来から行われてきた「テスター等の電圧計でバッテリーパック全体の電圧を測定する」といった単純な方法では知る事のできなかったバッテリーの詳細な状態まで確認する事が可能となります。

お手持ちの LiPo バッテリーパックを、より安全に、そして劣化を防いで長期に渡って安定した性能を維持させる為に、CellMeter-8 を活用下さい。

1 各部の名称と説明



LiPo コネクタ 直列2～8セル構成の LiPo バッテリーパックのバランスコネクタを接続します。

液晶ディスプレイ 測定中のバッテリー情報等が表示されます。

ボタン 表示ページの切り替え、メニュー操作、数値入力、CellMeter-8 の各種設定を行う時などに使用します。

ボタンの基本操作方法

・**クリック(押してすぐに離す)で切り替え:** 表示ページの切り替え、編集中の数値の増減、メニュー内のアイテム選択などは、ボタンを押して1秒以内に離します。ボタンから指を離れた時に切り替えや数値増減などが行われます。

・**ホールド(押し続ける)でメニューや決定:** メニューを開く時、選択したアイテムで決定する時などは、ボタンを1秒以上押したままにします。

ワンポイント: ホールドまでの押下秒数はコンフィグレーションモードで変更可能です。出荷時は1秒に設定されています。

Serial コネクタ CellMeter-8 と Windows-PC を接続する為の **1専用RS-232C ケーブル**を接続します。

1専用RS-232C ケーブルを使用して Windows-PC と接続する事により、**2Windows 上でバッテリー測定データや電圧変化グラフなど表示、管理する事が可能となります。** また、最新のファームウェア (CellMeter-8 内部コンピュータのプログラム) を CellMeter-8 にダウンロードできます。

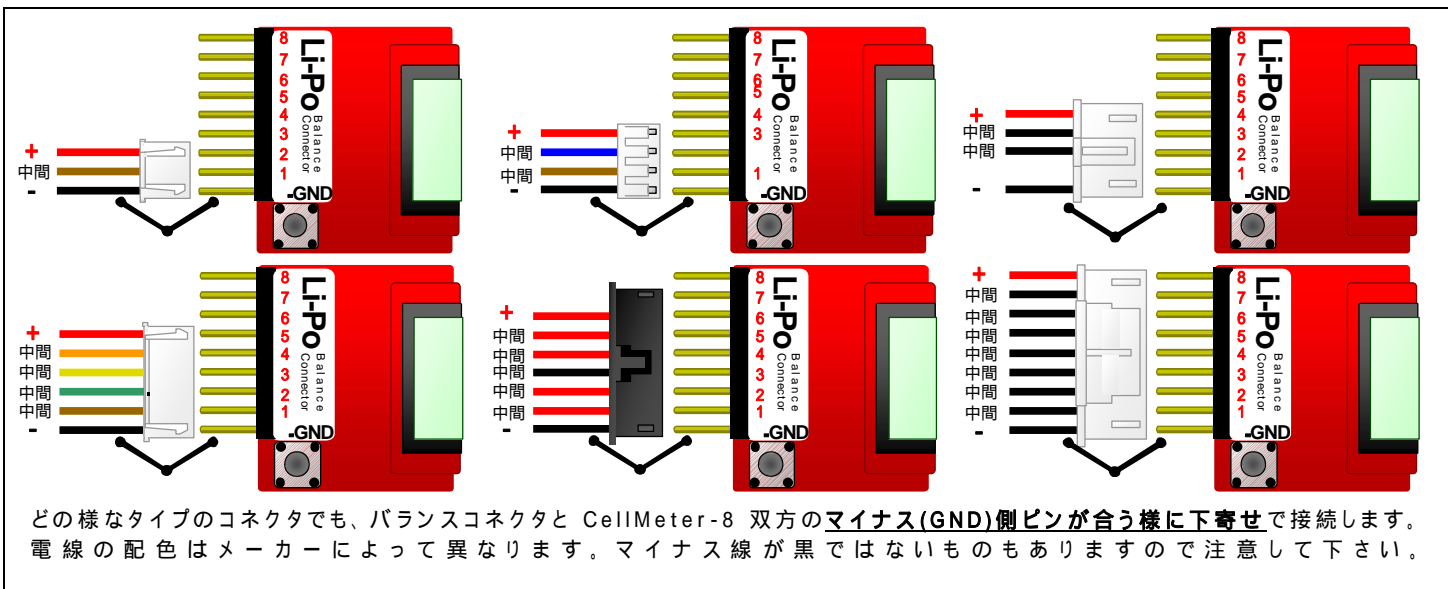
1 一般的な D-SUB コネクタ同士の RS-232C ケーブルは使用できませんが、ハイベリオン社から Emeter 用に発売されている **HP-EM-PCCABLE** が使用できます。

2 Windows 用アプリケーションは近日発売予定です。最新情報は <http://www.ep-plane.com/cm/> をご参照下さい。

2 基本的な使用方法

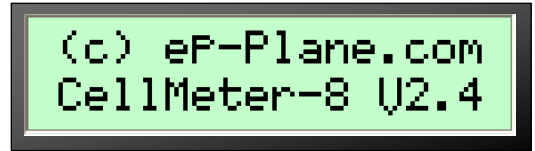
バッテリーパックのバランスコネクタを CellMeter-8 の LiPo コネクタに接続します。

バッテリーパック側バランスコネクタの一番電位が低いピン(最もマイナス側のセルのマイナス側タブと接続されているピン)が、CellMeter-8 の LiPo コネクタの **- GND ピン** と合うように、下寄せで接続して下さい。



どのようなタイプのコネクタでも、バランスコネクタと CellMeter-8 双方の**マイナス(GND)側ピンが合う様**に下寄せで接続します。電線の配色はメーカーによって異なります。マイナス線が黒ではないものもありますので注意して下さい。

「ピポッ」という短い音と共に CellMeter-8 が起動し、右図の様なタイトル画面が一瞬表示されます。

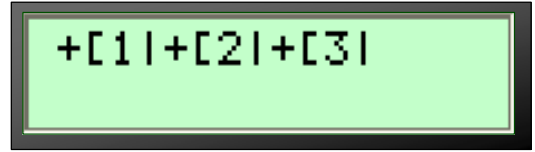


もし CellMeter-8 が起動しない場合には、すぐにバッテリーの接続を外し、コネクタの向きやピンの位置が間違っていないかどうか確認後、再度接続し直して下さい。

合計電圧が5V以下にまで過放電されているバッテリーパックでは CellMeter-8 は起動できません。

すぐに「セルカウンティング」が始まります。

バッテリーパックの直列セル数と同じ回数だけ「ピッ」音が繰り返され、同時に液晶ディスプレイにもセル構成を示すアニメーションが表示されます。例えば3セルパックならば、「ピッ」音が3回の鳴り、右図の様なセルのシンボルが3個、順番に表示されていきます。



セルカウンティング例

この時に、接続したバッテリーパックの実際の直列セル数と CellMeter-8 が認識したセル数が一致している事を、音が画面で確認して下さい。 もし一致していない場合には、まずバランスコネクタの接続位置が間違っていないかどうかを確認します。コネクタ位置が間違っていない場合は、バランスコネクタの電線が断線や接触不良を起こしている可能性があります。

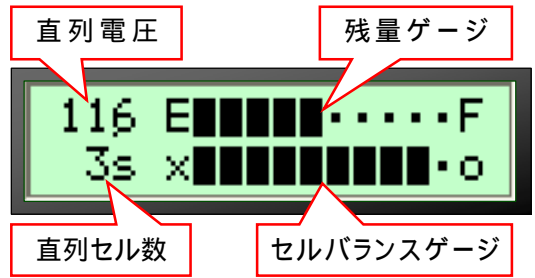
続いて右図の様な **メインページ** が表示されます。

(別のページが表示されている場合はボタンを何度かクリックしてメインページまで送って下さい)

日常のバッテリー状態チェックはこのメインページを確認するだけで十分です。メインページには次の4項目の情報が表示されます。

残量ゲージ

バッテリーの残量をグラフ表示します。満充電のバッテリーではゲージのバーが右端まで長く伸びます。残量が少ないバッテリーほどバーの長さは短くなり、残量がほとんど残っていないバッテリーではバーが見えなくなります。ゲージの1目盛りは残量10%に相当します。



メインページ例

注意1 接続されたバッテリーの特性や使用環境などにより、表示される残量と実際の残量に差が発生する場合があります。残量は目安程度と考えて下さい。

注意2 バッテリーが充放電されている状態では正しい残量が表示されません(放電中は電圧降下により実際よりも少ない残量を示し、充電中は電圧上昇により実際よりも多い残量が表示されてしまいます)。残量の確認は、必ずバッテリーが充放電されていない状態で行って下さい。

セルバランスゲージ

バッテリーパックに含まれているすべてのセルのうち、最も電圧が高いセルと最も電圧が低いセルの電圧差(最大セル電圧差)をグラフ表示します。全セルの電圧が均等に揃っている場合はバーが右端まで長く伸び、セル電圧バランスが良好であることを示します。電圧の揃っていないセルがひとつでもあれば、最大セル電圧差に応じてバーが短くなります。ゲージ1目盛りが電圧差 10mV に相当します。バッテリーパックを安全に長持ちさせるためには、特に満充電時にセル電圧バランスが良く揃っているかどうかを確認すると良いでしょう。(LiPo バッテリーパックは残量が少ない状態ではセル電圧バランスが崩れ気味になる傾向がありますが、これは大きな問題ではありません)

直列電圧

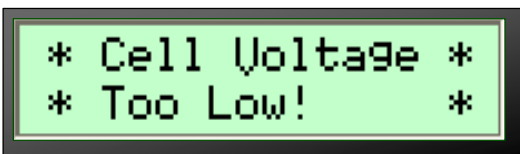
バッテリーパック全体の電圧(全セルの合計電圧)が表示されます。

直列セル数

バッテリーパックの直列セル数が表示されます。セルカウンティングで列挙されたセル数と同じものです。

異常警告機能について

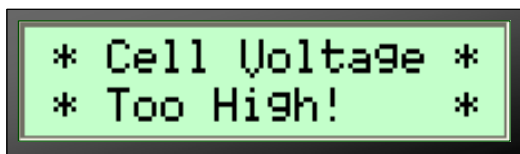
もし接続されたバッテリーパックのセル電圧に異常がある場合、あるいはセルバランスが大きく崩れている場合には次の様な警告メッセージが表示されると共に警告音が鳴ります。



異常低電圧警告

いずれかのセルの電圧が 3.00V 未満の場合に表示されます。LiPo バッテリーセルは、いかなる場合でも 3.00V 以上の電圧を維持させておく必要があります。何も電流負荷を繋いでいない時に電圧が 3.00V 未満にまで落ちているセルは過放電状態で、そのまま長期間放置してしまいますとセルが劣化してしまう場合があります。セル電圧が 3.00V 以上に上がるまで充電した方が良いでしょう。

十分に残量が残っているバッテリーパックで負荷電流を流した時にセル電圧が 3.00V 未満に落ちてしまう場合は過電流放電です。流している放電電流はこのバッテリーにとって高すぎます。飛行機の場合はプロペラ負荷を下げるなどして、フルスロットル時でもセル電圧が 3.00V 未満にならないように調整した方が良いでしょう。



過電圧警告

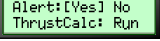
いずれかのセルの電圧が高すぎる場合に表示されます。現在市場にあるほとんどの LiPo バッテリーパック製品はセルの上限電圧が 4.20V です。充電中は若干の過電圧が許されている場合もありますが、それでも 4.25V を越えないようにすべきです。4.30V を越えた状態ではセル機能の崩壊が始まり、最悪の場合はセルが発火に至る事もあるようです。CellMeter-8 は購入時の初期状態では、セル電圧が 4.24V を越えた場合にこの警告が発生するように設定されています。

ただし、エンルートenLiPoシリーズなど、一部のLiPoバッテリー製品の中には4.30Vを越えて使用できるものもあるようです。そのようなLiPoバッテリーを4.30V仕様の充電器と共にご利用になる場合には、後述のコンフィグレーションモード内の「警告電圧の変更」をご参照の上、警告電圧を4.35V程度にまで上げてご利用下さい。お使いのLiPoバッテリーパックのセル耐圧については、各バッテリーメーカーやお買い上げ店にお問い合わせ下さい。



セル電圧バランス警告

セル電圧バランスが崩れている場合に表示されます。ほとんどの LiPo バッテリーパックは空に近い状態では自然にバランスが崩れてきますので、その様な状態でバランスをチェックしても意味がありません。CellMeter-8 はバッテリー残量を考慮してこの警告を発生します。警告が発生した場合は、速やかに市販のセルバランスサーやバランス充電器などでセル電圧を整えた方が良いでしょう。特に満充電状態でセルバランス警告が出てしまうウケがついているパックを直列充電してしまいますと、一部のセルが過充電となり危険です。

ワンポイント: これらの警告機能を無効にする事ができます。ボタンをホールドすると  というメニュー画面が現れます。ここでボタンをクリックして [No] を選択してから再度ボタンをホールドする事で警告機能が無効となります。一度警告機能を無効にしても、バッテリーを再接続して CellMeter-8 を再起動させた場合には再び警告機能が有効となります。(警告禁止は CellMeter-8 本体に記憶されません)

バッテリーチェックが終わりましたらバランスコネクタを CellMeter-8 の LiPo コネクタから取り外してください。接続したまま忘れて放置してしまいますと、バッテリーを過充電してしまう可能性があります。(CellMeter-8 の消費電流はわずかに約 3mA ですが、例えば 1000mAh の満充電されたパックなら約 2 週間ほどで過充電となってしまいます。)

3 CellMeter-8 を使った日常の LiPo バッテリーチェック (参考)

新品バッテリー購入時: 新品バッテリーは開封した直後に CellMeter-8 を使ってチェックしてください。もし異常低電圧警告が発生した場合は不良品の可能性があります。ボタンをクリックしてセル電圧ページを表示してすべてのセル電圧をメモし、バッテリーの購入店やメーカーにお問い合わせ下さい。

充電前: バッテリーを充電器に接続する前に CellMeter-8 でチェックし、異常低電圧警告や過電圧警告が発生しない事を確認します。数週間程度の保管で自然放電してしまって低電圧警告が発生してしまうバッテリーパックはかなり劣化している可能性があります。また、ある程度の残量が残っているのにセルバランスが大きく崩れてしまっているバッテリーパックは一部のセルが劣化している可能性があります。

充電中 (直列充電の場合のみ): バッテリーパックのメインケーブルから直列充電を行っている場合はバランス端子が空いていますので、充電しながら CellMeter-8 でバッテリーの挙動を監視できます。充電中は終止、特にセル電圧が高くなる充電後半部分で、過電圧警告やセル電圧バランス警告が発生しない事を確認します。(充電中は残量ゲージが適切な残量を示しませんのでご注意ください。残量は充電が完了した後に確認してください。)

充電完了後: 残量が 95~100% になるまで満充電されているか? 過電圧領域に達するまで過充電されていないか? セル電圧バランスは揃っているか? などを確認します。バッテリーによっては充電完了直後の数分間、セル電圧が徐々に下がってくる場合がありますので、充電完了から数分~10分程度経過してから、再び CellMeter-8 を使って確認した方が、より正確な残量が確認できます。

フライト前: フライトの直前には毎回、CellMeter-8 で満充電確認を行う習慣をつける事で、誤って使用済みのバッテリーを積んで離陸してしまうというミスを防げます。また、満充電まで充電してあるはずのバッテリーなのに、充電完了からフライトまでの間に残量が自然に減ってしまっている場合はバッテリーが劣化している可能性があります。そのバッテリーでのフライトは中止しましょう。

フライト後: 異常低電圧警告が出てしまう場合は過放電気味(長時間飛ばさず)です。着陸のやり直しなども考慮して、普段はフライト後に残量が 10% くらい残っている状態が安全だと思います。逆に着陸後にまだ残量が十分に残っている場合はそのバッテリーのままもう一度飛び立てるかもしれません。フライト後のバッテリー残量を次回のフライト時間の予測に役立ててください。

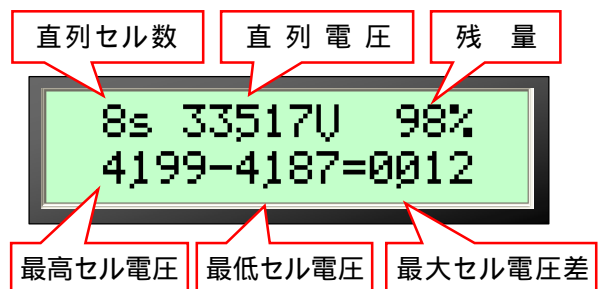
保管前: 満充電やそれに近い状態で LiPo バッテリーを保管してしまいますとバッテリーの劣化を早めてしまうだけでなく、万が一保管中にバッテリー端子がショートしてしまった場合などの被害も大きくなる可能性があります。ep-plane.com と致しましては、2日間以上 LiPo バッテリーを保管する場合には残量を 50% 以下に、できれば 10%~20% にまで落としておく事をお勧めいたします。充電したけれど使用しなかった満充電状態のバッテリーは、放電器内蔵の充電器などで残量の大半を抜いてから保管する様にしましょう。フライトで使用したけれど、まだ残量が 10%~20% ほど残っているバッテリーならばそのまま保管するのが良いでしょう。逆に残量 0% まで完全に放電してしまったバッテリーは、5~10 分ほど充電して残量を 10%~20% くらいにまで上げてから保管する事で、長期保管中に自然放電によって過放電状態になってしまう事を防止できるでしょう。

4 詳細数値ページ

メインページでボタンを一回クリックすると、バッテリー全体の情報を詳細な数値で確認できる詳細数値ページに切り替わります。

上段は基本的にメインページで表示されるものと同じ情報ですが、直列電圧が 1mV 単位で、残量は 1% 単位で確認する事ができます。

下段では、全セルの中で最も電圧の高いセルと最も電圧の低いセル、それぞれの電圧、そしてその電圧差 (= 最大セル間電圧差) が 1mV 単位で確認できます。



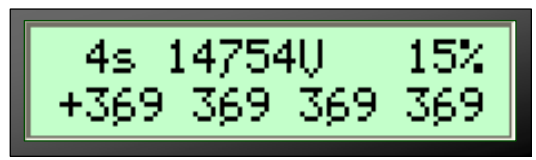
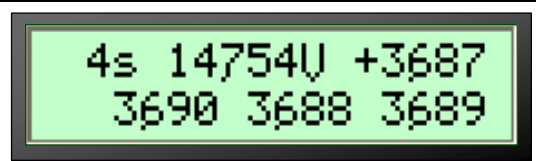
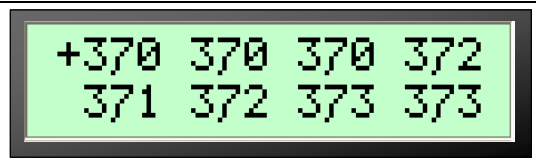
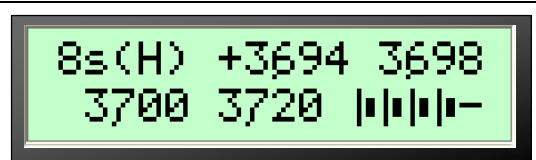
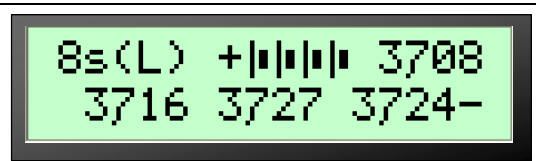
詳細数値ページ例

5 セル電圧ページ (3桁表示、4桁表示)

更にボタンをクリックする事で、接続されたバッテリーパック内のすべての直列セルの個別電圧を表示するセル電圧ページに切り替わります。セル電圧ページには、各セル電圧を 10mV 単位で表示する「3桁表示ページ」と 1mV 単位で表示する「4桁表示ページ」の2ページがあります。LiPo バッテリーのセル個別電圧を確認したい場合、通常は 10mV 単位の「3桁表示ページ」で十分です。LiPo セルの挙動を細かに調査・研究されるなど、特殊な用途には「4桁表示ページ」が役に立つかも知れません。ボタンをクリックするごとに、「メインページ」「詳細数値ページ」「セル電圧3桁表示ページ」「セル電圧4桁表示ページ」「メインページ」... と切り替わっていきます。最後にどのページを表示したかが CellMeter 内部の不揮発メモリーに記録され、次回の CellMeter 起動時にも同じページから表示が開始されます。

7セル以上のパックの場合: 7セル以上のバッテリーパックを接続して4桁表示ページを選んだ場合のみ、セル電圧は2グループに分けて表示されます。グループを切り替える場合はボタンをホールドします。

セル電圧ページの表示例

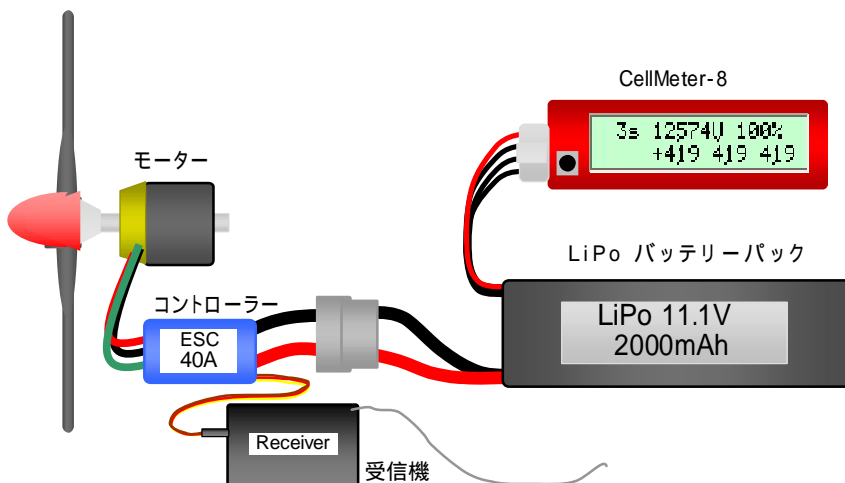
	<p>4 セルパックのセル電圧3桁ページ表示例です。 上段には左から「直列セル数」、「直列電圧」、「残量」が表示されます。それぞれメインページで表示されるものと同じです。下段に各セルの個別電圧が3桁で表示されます。左端の+記号が付いた数値がパック内で最もプラス側に配置されているセルの電圧です。プラス側セルから順に右に向かって表示され、最も右側が最もマイナス側に配置されたセルの電圧です。</p>
	<p>4 セルパックのセル電圧4桁ページ表示例です。 すべてのセル電圧を1行に表示しきれない為、残量の代わりにプラス側セル電圧だけが上段に表示されます。2~3セルパックの場合はすべてのセル電圧が下段に表示されます。</p>
	<p>8 セルパックのセル電圧3桁ページ表示例です。 5 セル以上のパックではセル数が多くなるに従い、画面全体がセル電圧の表示で使われるようになり、直列セル数や直列電圧、残量など、パック全体の情報が表示されなくなります。 パック全体の情報は「詳細数値ページ」で確認して下さい。</p>
	<p>8 セルパックのセル電圧4桁ページ表示例です。7 セルパックと8 セルパックの接続時、セル電圧4桁ページは全セルを2グループに分けて表示します。セル数に続いて(H)と表示されている場合は、パック内で最もプラス側に配置されているセルから順に4セルぶんの(7セルパック時は3セルぶんの)電圧が表示されます。また、マイナス方向に向かって更に4セルが存在している事を4個の電池記号で表しています。ボタンをホールドするともう一方のグループの表示に切り替わります。</p>
	<p>8 セルパックのセル電圧4桁ページで、マイナス側のグループに切り替えた例です。セル数に続いて(L)が表示されるのに加え、パックのプラス側に4セルが存在している事を示す4個の電池記号が表示された後、マイナス方向に向かって順にセル電圧が表示されます。ボタンをホールドする度に、プラス側(H)グループとマイナス側(L)グループの表示が切り替わります。 ワンポイント: メニューを開きたい時はクリックで別のページを表示させてからホールドして下さい。</p>

セル電圧のばらつきについて

各セルは常に 10mV (0.01V) 以内の電圧差で揃っている事が理想ですが、通常は電圧が揃っていても、残量が少ない時、あるいは充電や放電で電流を流している間には電圧差が 10mV 以上にばらけてしまうものがほとんどです。残量によってセル電圧がばらけてしまうのは各セルの容量に微妙な差がある為、充放電電流の大きさによってばらけてしまうのは各セルの内部抵抗に差がある為で、これらは個々のセルの特性のばらつきですから、セルバランサーなどを使っても修復する事はできません。残量が 0% ~ 100% までのあらゆる状態で常に全セルの電圧が綺麗に揃ってしまうパックは現実的にはほとんどありませんので、なるべく満充電状態の時に電圧が綺麗に揃うように、セルバランサーを使用するタイミングを考慮される事をお勧めいたします。残量が少ない状態でセルバランサーを使って電圧を整えてしまったパックを直列充電してしまいますと、満充電になるに従い、再び電圧バランスがばらける傾向となりますのでご注意ください。

常にセルバランスを整えながら充電するバランス充電器の類は、どの残量からでも安全に使用でき、最終的にバランスの取れた状態で満充電にできます。ただし、直列充電時よりも充電時間が長くなり、充電器製品によっては表示される充電量からバランスの為の放電量を差し引いていない為に、充電量表示が不正確な値となります。

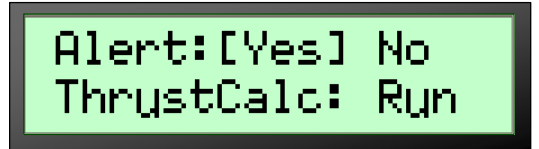
CellMeter-8 のセル電圧ページを使い、あなたが普段使っているバッテリーパックのセル個別電圧が放電電流負荷をかけた時にどの様に変化するか、是非一度確認してみてください。真に良い電池とは、大電流で放電中でもすべてのセルの電圧が揃っており、かつ高い電圧を維持し続けるものの事です。



バッテリーに負荷をかけながらセル電圧を測定するテストのイメージ。
(実際にはしっかりと固定された機体等に搭載されたモーターで行います。回転するプロペラで怪我をしないよう十分に注意して下さい。)

6 メインメニュー

7セル未満のバッテリーパックを接続した状態では、メインページ、詳細数値ページ、セル電圧3桁ページ、セル電圧4桁ページ、いずれかを表示している時、ボタンをホールドしますと右図のようなメインメニューが開きます。7セル以上のバッテリーパックを接続している場合は、セル電圧4桁ページ以外のページに切り替えてからボタンをホールドします。ボタンのクリックで [] を移動させて選択したいアイテムを選び、ボタンのホールドで決定します。



上段の Alert: に続く [Yes] か [No] で、異常電圧時とセルアンバランス時に警告音と警告メッセージを出すかどうかを設定できます。

[Yes] を選択した場合、警告音と警告メッセージが出ます。通常はこの状態で使用して下さい。

[No] を選択した場合、警告音と警告メッセージが発生しなくなります。過放電や過充電など、セルが危険な状態になっても警告が出なくなってしまうので注意して使用して下さい。安全のため、この設定は CellMeter 本体に記録されません。一度バッテリーパックを外した後、再度接続して CellMeter を再起動した場合には常に警告が [Yes] の状態になっています。また、ThrustCalc を起動した時にも強制的に [Yes] となります。

下段の ThrustCalc: に続く [Run] を選択する事で、推力電卓 ThrustCalc が起動します。

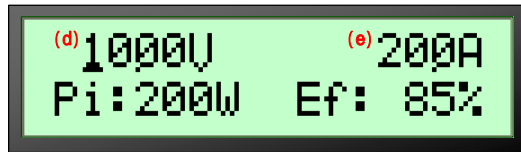
メニュー表示中はセル電圧の監視が行われていない為、誤ってメニューを表示させたまま放置してしまった場合に備えて、メニューには10秒のタイムアウトが設定されています。何もボタンを操作しない状態が10秒以上続いた場合は強制的にメニューは閉じられ、元のページに戻ります。メニューが閉じられる3秒前から1秒おきにブザーが鳴りますので、メニューを閉じたくない場合はボタンをクリックして下さい。

7 推力電卓 ThrustCalc

メインメニューで ThrustCalc: [Run] を選択し、ボタンをホールドすると ThrustCalc が起動します。



ThrustCalc 推力・軸出力ページ



ThrustCalc 電力・効率ページ

ThrustCalc で行える事

- ・(a) プロペラ回転数、(b) プロペラダイア、(c) プロペラピッチ、この3項目を数値で入力すると、プロペラの 推力とモーターの 軸出力が表示されます。
- ・(d) 電圧と(e) 電流を数値で追加入力すると、消費電力と 効率が表示されます。

推力について:

飛行機の推力が予測できると色々便利な事があります。例えば、組み立てが完成してこれから初フライトを行う飛行機の場合、初フライト前に地上でフルスロットル時の回転数をタコメーターを使って計測し、装着してあるプロペラサイズと共にその回転数をThrustCalcに入力して推力を確認する事で、その飛行機の概ねのパワー感を事前に予測する事が可能となり、より安全に初フライトに挑む事ができます。推力が飛行重量と同じか少しでも上回ってれば、いざという時には機首を上に向けてフルスロットルにする事で大抵の危機からはリカバリーできる事が判ります。滑走離陸時の離陸距離もほんの少しで済む事が想像できます。逆に推力が飛行重量よりも劣っている場合は、不意の失速からのリカバリーなどが難しくなる事がフライト前から予測できますから、その事を「心して」初フライトに挑む事ができます。アクロ派のフライヤーにとっては、ホバリングやトルクロールを安定して行う為の最低推力(飛行重量の110~120%)が出せているかどうかを事前にチェックできます。あるいはその推力を確実に確保する為に必要なプロペラのサイズを捻出できます。また、強風時でもスムーズでよい垂直上昇を含む正確なパターン演技を行わなくてはならない機体では、飛行重量に対して130%以上の推力が確保できている事を確認すると良いでしょう。

軸出力について:

軸出力は「入力したサイズのプロペラを、入力した回転数で回す為に必要な力」の事です。ThrustCalc はこれをワット値、あるいはキロワット値で表示しますが、要はエンジンで言うところの「最高出力、馬力」の事です。動力装置のパワーを表す数値として、ワット表記よりも馬力表記の方がピンとくる方は、ワット値ならばそれを0.00136倍、キロワット値ならば1.36倍する事でPS単位で表記される馬力値に変換できますので、出力がPS表記されているエンジンと最高出力を比較する事ができます。もしhp表記の馬力値と比較したい場合は、ワット値×0.00134、あるいはキロワット値×1.34で変換して下さい。

$$(1W = 0.00136PS = 0.00134hp \quad 1kW = 1.36PS = 1.34hp \quad 1PS = 735.5W = 0.7355kW \quad 1hp = 745.7W = 0.7457kW)$$

消費電力について:

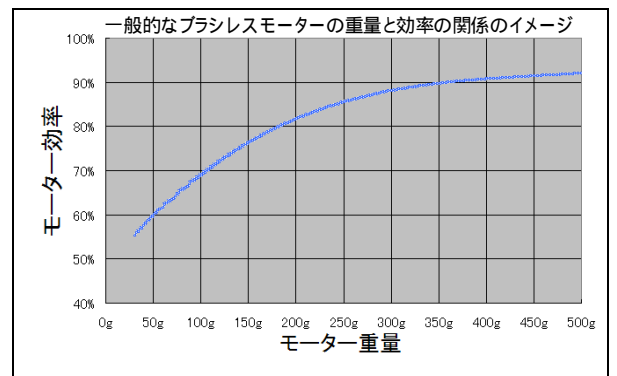
これは言うまでも無く「電圧(V)×電流(A)」です。モーターは、電圧によって回されている訳ではなく、電流によって回されている訳でもなく、電力によって回されています。

効率について:

電気を使って何かの仕事を行った場合に、投入した電力に対して実際に得られた仕事率の割合の事を効率と呼びます。モーターは電力を回転力に変換する装置ですが、この場合の仕事率とは前述の「軸出力」の事ですから「効率=軸出力÷消費電力」です。通常は100倍して%値で表記します。力の変換には必ずと言って良いほど「損失」が伴いますので、効率が100%になる事はまずありません。模型飛行機用のブラシレスモーターの効率は、常識的な電圧と電流で使われている限り、モーターの重量でだいたい決まってしまう。モーター重量が50gくらいの小さなモーターの効率は60%前後、一般的にモーターが大きくなるに従って効率は良くなっていき、300gを越える大きなモーターですと90%近くまで出るものもあります。モーターのデータシートを参照可能な場合は、そこから理論的な効率値を知ることができます。

実際のパワーユニットを地上でフルスロットル回転させ、その時の「回転数」、「電圧」、「電流」を同時に計測しておき、ThrustCalcに入力する事で、そのパワーユニットの効率を知ることができます。ThrustCalcが表示した効率値と、データシート中の効率値もしくは右のグラフが示すモーター重量に対する一般的な効率値とを比較する事で、そのパワーユニット全体がトラブル無く正常に動作しているかどうかを確認する事が可能となります。実際には電流経路の電線やコントローラーなどでもいくつかの損失が発生しますので、データシートにある理論的な効率値、右グラフの一般的な効率値から+/-15%くらいの範囲内にあれば、そのパワーユニットは問題無く動作していると考えて良いと思います。ThrustCalcが表示する効率がこれらと比べて著しく低い場合は、恐らくパワーユニットのどこかで電氣的、あるいは機械的なトラブルが発生しているか、もしくはプロペラサイズやバッテリー電圧、電流が常用範囲を逸脱してしまっている可能性もあります。その様な場合にはそのまま飛行せず、もう一度各所を点検して下さい。

損失量は「消費電力(W)-軸出力(W)=損失(W)」で算出できますが、損失したエネルギーの大半は熱に変化しています。つまり、効率が低く、損失が高い状態で長時間モーターを回し続けると、損失を発生させている不具合箇所が発熱してその熱がどんどん蓄積していき、最後はその部分を焼いてしまう事になります。



ThrustCalc の数値入力方法

ThrustCalc は **推力・軸出力ページ** と **電力・効率ページ** の2ページに別れています。どちらも画面上段で数値入力を行い、計算結果が下段に表示されます。ここでは例として、**回転数 = 9253rpm プロペラ直径 = 12.0 インチ プロペラピッチ = 6.0 インチ 電圧 = 13.60V 電流 = 45.3A** を入力してみる事にします。次回、飛行場などでスムーズに推力計算が行えるよう、この値で一度練習してみてください。

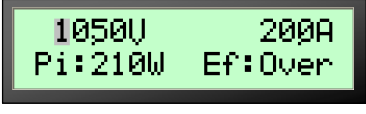
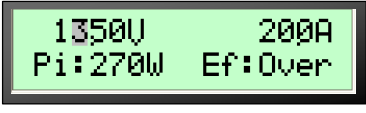
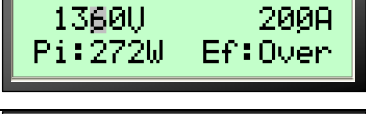
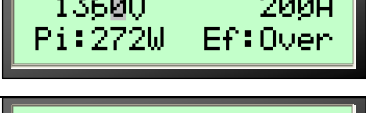
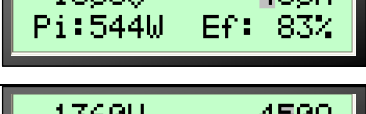
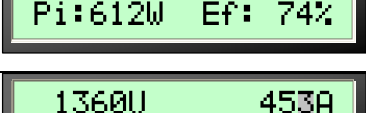
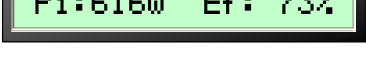
 <p>カーソル</p>	<p>ThrustCalc 起動直後は 推力・軸出力ページ のプロペラ回転数、千の位の数値の下にアンダーライン状のカーソルが現れますので、まずこの桁から入力していきます。 既に表示されている数値は、前回 ThrustCalc を使用した時のものです。 これらの値はバッテリーを外しても CellMeter 内に記憶されています。</p>
 <p>点滅</p>	<p>ボタンをホールドすると ThrustCalc は数値エディットモードになり、カーソル位置の数値が点滅を始めます。</p>
	<p>カーソルが点滅している状態で、ボタンをクリックするとカーソル位置の数値が1ずつ増えます。(インクリメントモード) 各入力項目とも、最上位の桁のみ 0~49 の数値を、それ以外の桁は 0~9 の数値を入力していきます。 回転数の千の位を9にしたいので、もし元々表示されている数値が8未満ならばボタンを数回クリックして9まで上げます。</p>
<p>数値エディットメニュー</p> 	<p>もし元々表示されている数値が9より大きいか、あるいはクリックし過ぎて9より大きくなってしまった場合は、ボタンをホールドして数値エディットメニューを開き、数回のクリックで [-] を選択してホールドで決定させます。 これでボタンをクリックすることに数値を1ずつ減らす事ができます。(デクリメントモード)</p>
	<p>千の位が9になったならば、ボタンをホールドして数値エディットメニューを開きます。 数値エディットメニューが開いた直後は、カーソルを右隣に移動する [] が選択されていますので、もう一度ボタンをホールドします。すると点滅カーソルが次の桁に移動します。</p>
	<p>点滅が回転数の百の位の数値に移動していますので、この数値をクリックで2にします。 もし2より大きな数値になってしまっても、この桁ではクリックで9まで上げてから更にもう一回クリックすれば0に戻りますので、デクリメントモードに切り替えるまでもなく、クリックの繰り返しで送ってしまった方が早く入力できると思います。 2になったらホールドで数値エディットメニューを開き、もう一度ホールドして次の桁にカーソルを移動します。</p>
	<p>回転数の十の位の数値を何度かのクリックで5に合わせ、ホールドを2回行って次の桁に移動します。</p>
	<p>回転数の1の位の数値を何度かのクリックで3に合わせ、ホールドを2回行って次の桁に移動します。</p>
	<p>点滅カーソルは直径の1の位に移動していますので、次は直径を入力します。 回転数の時と同様、ここが最上位の桁ですので、クリックで0インチから49インチまで入力できます。 直径は12.0インチですので、12になるまでクリックを何度か行います。もし行き過ぎた場合はデクリメントモードにしてからクリックで戻した方が良いでしょう。12になったらホールドを2回行って次の桁に移動します。</p>
	<p>直径の0.1の位の数値を何度かのクリックで0に合わせ、ホールドを2回行って次の桁に移動します。</p>
	<p>点滅カーソルはピッチの1の位に移動していますので、次はピッチを入力します。 ピッチ値の1の位では、0インチから49インチまで入力できますので、もし通り過ぎた場合はデクリメントモードを使って6まで戻して下さい。6になったらホールドを2回行って次の桁に移動します。</p>
	<p>ピッチの0.1の位の数値を何度かのクリックで0に合わせます。幸運にも元々0ならば何もする必要はありません。</p>

ここまでで取りあえず「回転数」と「直径」と「ピッチ」の3項目が入力完了しました。液晶画面下段には既に **Th: 2.0kg Po: 450W** と表示されているはずですが、**Th:** (Thrust) に続く数値が推力です。推力が 999g 以下の場合はグラム値で表示されます。推力が 1,000g 以上の場合は接頭辞 k が付き、キログラム表記となります。**Po:** (Output Power) に続く数値が軸出力です。999W 以下の場合はワット値で表示され、1,000W 以上の場合は接頭辞 k が付き、キロワット表記となります。もしいずれかの数値を修正したい場合は、ボタンをホールドして数値エディットメニューを開き、[] が [] をクリックで選択してホールドで実行する事で、左側の桁、あるいは左側の入力項目にカーソルを移動できます。

もし、知りたかったのが推力と軸出力だけならばこれで終了です。表示された推力と飛行機の重量とを比較検討し、フライトプランを練って下さい。

回転数を測定した際、電圧と電流も同時に測定していたならば、続いて効率計算を行う事ができます。

参考: 電圧の測定は、CellMeterをバッテリーパックのLiPoコネクタに差した状態のまま、フルスロットルにした時の直列電圧値を読み取る事でも行えます。電流の計測は、市販のDCクランプメーターを使い、バッテリーとコントローラーの間のプラスかマイナスどちらかの電線を挟んで測定する事ができます。あるいは、AstroFlightやTahmazoのWattMeter、RC ElectronicのWatt's Upなどを使えば電圧と電流を同時に測定でき、便利です。更に優れているのはHyperionのEmeterで、これを使えば回転数、電圧、電流を同時に計測でき、それらの値をEmeterのメモリーに記憶しておく事が可能です。

	ThrustCalc の点滅カーソルがまだプロペラダイアの0.1の桁の数値にあるならば、ボタンをホールドして数値エディットメニューを開き、もう一度ホールドして [] を実行する事で 電力・効率ページ に切り替わります。他の数値にカーソルがある場合は、数値エディットメニューの [] や [] の実行を数回繰り返して 電力・効率ページ に切り替え、電圧の十の位の数値にカーソルを合わせておきます。電圧の十の位は1を入力しますので、今までと同様の方法で数値を1まで送ります。この桁では、1~49の数値が10V~490Vとなりますので、数値を減らしたい場合はデクリメントモードを使いましょう。1になったらホールドを2回行って次の位に移動します。
	電圧の1の位をクリックで3まで送り、ホールドを2回行って次の位に移動します。
	電圧の0.1の位をクリックで6まで送り、ホールドを2回行って次の位に移動します。
	電圧が0.01Vの桁まで得られているならばその数値を入力します。ここまでの桁が無ければ0にしておきます。ホールドを2回行って次の位に移動します。
	電流の十の位をクリックで4まで送ります。この桁では、1~49の数値が10A~490Aとなりますので、数値を減らしたい場合はデクリメントモードを使いましょう。4になったらホールドを2回行って次の位に移動します。
	電流の一の位をクリックで5まで送り、ホールドを2回行って次の位に移動します。
	電流の0.1の位をクリックで3まで送ります。

これで ThrustCalc の全項目の入力が完了です。お疲れ様でした！

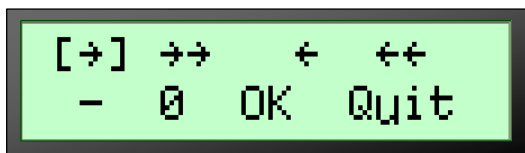
下段の Pi: (Input Power) に続く数値が消費電力です。999W 以下の場合にはワット値で表示され、1,000W 以上の場合には接頭辞 k が付き、キロワット表記となります。Ef: (Efficiency) に続く数値が効率です。もし計算上、効率が100%以上になってしまう場合には over と表示されます。(効率が100%以上になる事はあり得ないからです。over ならば、いずれかの数値の入力が間違っているはずです。) データが例の数値通りすべて正しく入力されていれば、消費電力は616W、効率は73%と表示されているはずですが、

ご注意: ThrustCalc が表示する推力や軸出力は、あくまでシミュレーション計算によって予測された値ですので、実際の推力や軸出力と異なる場合もあります。特にダイアに対してピッチが大きすぎる場合や回転数が低すぎる場合に発生する「プロペラブレードの失速現象」についてシミュレーションでは考慮していませんので注意が必要です。適切な推力を得る為には、ピッチ対ダイア比と回転数をプロペラ設計者が想定している適切な範囲内で使用する必要があります。また、実際の推力は大気圧によっても変化します。ThrustCalc のシミュレーションは APC プロペラを基準に最適化してあります。他の銘柄のプロペラではピッチ表記の基準が異なっているものもあり、誤差が多くなる場合もあります。折りペラ(フォールディングプロペラ)では使うハブの長さによってダイアが変わりますので、プロペラ表記値を鵜呑みにせず既定で計り直して下さい。(1インチ = 約2.54cm) APC プロペラであっても、サイズやブレード形状によって微妙に挙動が異なるものも存在しています。シミュレーションは完璧ではありませんが、ストロークが数cmしかない安いバネ計りで実測された推力値よりは遙かに信頼性が高いと思います。

ワンポイント: ThrustCalc 実行中も CellMeter-8 は全セルの電圧をマルチタスク処理で監視し続けています。もし ThrustCalc 実行中にバッテリー残量が無くなってしまった場合などは、警告メッセージと警告音で知る事ができます。

ThrustCalc の数値エディットメニューについて

数値が点滅している状態でボタンをホールドすると、数値エディットメニューが開きます。



メインメニューと同様に、数値エディットメニューにも10秒のタイムアウトが設定されています。何もボタンを操作しない状態が10秒以上続いた場合は強制的にメニューは閉じられ、元の入力モードに戻ります。メニューが閉じられる3秒前から1秒おきにブザーが鳴りますので、メニューを閉じたくない場合はボタンをクリックして下さい。

→	カーソルを右隣の桁に移動します。既に最も右側の桁にカーソルがある場合には次の入力項目に移動します。
→→	カーソルを次の入力項目に移動します。
←	カーソルを左隣の桁に移動します。既に最も左側の桁にカーソルがある場合には手前の入力項目に移動します。
←←	カーソルを手前の入力に移動します。
-	クリックで数値が1ずつ減るように設定します。(デクリメントモード) 現状がインクリメントモードの時にだけ表示されます。
+	クリックで数値が1ずつ増えるように設定します。(インクリメントモード) 現状がデクリメントモードの時にだけ表示されます。
0	カーソルのある入力項目をゼロにします。
OK	数値エディットモードを終了し、ボタンのクリックでカーソルを移動できるようにします。再び数値エディットモードに入るにはボタンをホールドします。
Quit	ThrustCalc を終了し、バッテリー情報ページに戻ります。

8 コンフィグレーションモード

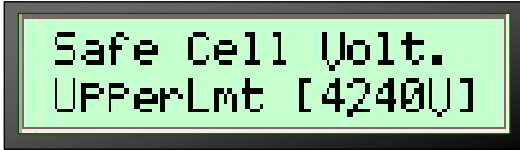
ボタンを押したままの状態では CellMeter-8 にバッテリーを接続すると、CellMeter-8 はコンフィグレーションモード(設定変更モード)で起動します。ボタンをクリックする事で各設定項目を順に確認する事ができます。変更が必要な項目が表示されたらボタンをホールドするとエディットモードとなり、クリックで数値を1段階ずつアップ(インクリメントモード)、ダウン(デクリメントモード)させる事ができます。クリックにより数値が上限値、あるいは下限値まで達すると、次のクリックでは下限値、あるいは上限値に飛びます。ボタンをホールドするとコンフィギュレーションメニューが開き、各種操作が行えます。数値が決定したらコンフィギュレーションメニューで[OK]を選択してホールドで実行すると確定し、CellMeter-8 内部の不揮発メモリーに記憶されます。(バッテリーを外しても設定は消えません)

ボタンのホールド時間の調整



ホールド操作と認識されるまで、ボタンを押したままにしておかなければいけない秒数を設定できます。初期状態では 1.0 秒になっています。クリックとホールドの使い分けに慣れてきたならば、0.5 秒くらいに設定する事で、ThrustCalc の数値入力がより速く行えるようになります。あまり短くしてしまいますと、クリックしたつもりがホールドとして認識されてしまいます。

警告電圧の変更



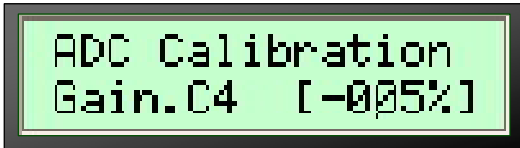
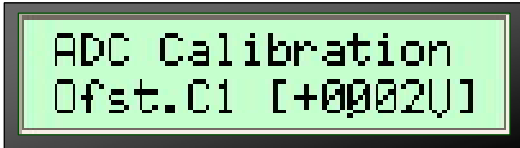
セル電圧がここで設定した電圧値を越えた場合に過電圧警告が発生します。enLiPo などセル電圧が 4.300V を越えても問題の無い特殊なバッテリーパックを使用する場合などに変更して下さい。セル耐圧が明示されていないバッテリーパックでは標準値の 4.240V でご使用ください。

残量計の調整



残量計が表示する値を調整できます。CellMeter-8 は実際のセル電圧にこの値を加算した値から残量を算出します。標準設定 0.000V のままでは実際の残量と表示される残量に差が出てしまう特殊なセルを測定する場合など、設定を変更して残量表示を調整します。

セル電圧キャリブレーション



CellMeter-8 は表示されるセル電圧の誤差が最小になるよう、1台1台丁寧にキャリブレーションされてから出荷されておりますので、通常はユーザーによるキャリブレーションは不要です。しかし使用部品特性の経年変化等、何らかの理由で測定誤差が増えてしまった場合に備え、ユーザーによる綿密なキャリブレーションを行う事も可能となっております。各 AD コンバータチャンネルごとに、オフセットエラーとゲインエラーを修正する為のパラメータを変更できます。ただし正確なキャリブレーションを行うには高精度のテスター(1万円未満の一般的なテスターでは精度が足りません)と測定に関する知識、それに根気が必要です。

ep-plane.com では購入後の CellMeter-8 のキャリブレーションサービスも実施する予定です。ご購入から1年間は無料(往復の送料のみご負担ください)、以後はキャリブレーション料金¥1,000 にて実施させていただきます。詳しくはEメールにてお問い合わせください。

コンフィグレーションメニューについて

数値が [] で囲まれている状態でボタンをホールドすると、コンフィグレーションメニューが開きます。



ご注意:
コンフィグレーションモード実行中、CellMeter-8 はバッテリーの状態をチェックしません。コンフィグレーションモードは、予め通常モードで起動してバッテリーに十分な残量がある事を確認した後に実行して下さい。

OK	数値の修正を確定します。
Cancel	数値の修正は破棄され、元の数値に戻します。
Default	数値の修正は破棄され、標準的な値に戻します。
-	クリックで数値が1ずつ減るように設定します。(デクリメントモード) 現状がインクリメントモードの時にだけ表示されます。
+	クリックで数値が1ずつ増えるように設定します。(インクリメントモード) 現状がデクリメントモードの時にだけ表示されます。

CellMeter-8 に関する最新の追加情報などを WEB サイト <http://www.ep-plane.com/cm/> にてご案内していく予定です。

CellMeter-8 設計 / 製造 / 著作 ep-plane.com (イービーブレンドットコム)

Email: cm@ep-plane.com