

Technical Information

タイトル

マイクロ水力発電(DC出力)の蓄電池について

この情報は経験から書かれた物であり、その内容を保証する物ではありません。皆様の計画にお役に立てれば幸いです。

November 2010

始めに；

発電機設置場所は一箇所として同じ環境は無く、それぞれの環境に適したシステム構築が必要です。この場合、多くの要因が交差し一つの回答で全てを説明する事は不可能です。しかし発電機を販売する立場から、今までの経験を振り返り、どのような見方があるかを次に述べてみます。実際のところは各使用者がそれなりの経験で、その環境に合致したシステムを生み出す努力が必要というのが回答となります。

STEP 1 発電機出力



発電機に 12V や 24V 型があるとお考えの方が多のですが、そうではないのです。小出力のマイクロ水力発電では発電機は交流発電機ですが、内部変換し DC 出力とする例が多くみられます。DC 出力

の場合は必ず蓄電池を出力回路に接続する必要があります。その場合、接続する蓄電池の電圧は通常 (12V、24V、48V) で、それにより発電機の出力電圧が決定されます。発電機の許容電流は機種により決まっており、小出力のマイクロ水力発電の発電機許容電流は通常 30A 程度です。使用する発電機の許容電流を必ず確認してください。(最大出力=出力電圧×許容電流) となります。発電機の出力電流は許容電流以下 (実際は許容電流の 90%程度以下が望ましい) とする必要があります。

落差及び使用水量に余裕があり発電機出力を大きくすると、発電機電流が 30A 以上になる可能性があります。その場合は接続する蓄電池電圧を必然的に高くする必要があります。これは発電機出力が同じであれば蓄電池電圧を高くすることで、発電機電流を低く設定できるという事です。発電機許容電流をオーバーして運転を継続した場合は、発電機の焼損事故に至ります。

12V システム、発電量が 200W である場合、電流は(W=A×V) から 16.6A となります。12V の場合、12V×30A= 360W 程度がシステムの最大容量です。これを

24V にしますと 24V×30A= 720W。48V にしますと 48V×30A= 1,440W と大きな出力が取得出来ます。落差及び使用水量を変更せず発電機出力が同じである場合は、蓄電池電圧を高くしても出力が増加するということではありません。

STEP 2 蓄電池の選定

使用する負荷が発電機の出力以下の場合には、小容量の蓄電池でも問題はありません。問題は昼間に蓄電池を充電しておき、夜間に蓄電池からの放電も含めて発電機出力より大きな負荷を使用したい。あるいは起動電流の考慮が必要な電動機負荷を使用したい等の場合です。

蓄電池は、鉛酸蓄電池を選びます。メーカーは別として高度な設計と製造工程が加えられているディープサイクル用蓄電池を選んでください。新品でも乗用車用電池は入手しないで下さい。また中古はどのような使われ方をされたのか判りません。乗用車用は瞬時に大容量を流す設計であり、自然エネルギー用の使用目的である小容量電流を長時間流し、深い充放電の繰り返し可能な性能を有するものではありません。



ディープサイクル用蓄電池は電気車用の鉛蓄電池 EB シリーズと呼ばれる物が一般的に購入できます。元々は小型電動車両用 (小型フォークリフト、電動車

いす、ゴルフカート等) ですが、起動電流にも対応可能で、深い充放電の繰り返しが必要な自然エネルギー貯蓄用にも使用出来ます。この EB 型では電解液レベルチェック等、保守が必要です。価格は少し高くなりますが電解液補充の必要がない密閉型(SEB 型)もあります。次の表は EB 型蓄電池の容量別 2 機種 (12V) の仕様です。

		型名	EB50	EB100
容量 (Ah)	5 時間率		50	100
	1 時間率		33	65
最大外形寸法 (mm)	長さ		260	409
	幅		173	173
	箱高		202	212
	総高		236	244
電解液量 (リットル)			3.8	6.7
液入重量(kg)			20.5	34.5

(電線接続端子は「L 形」が扱い易い)

乗用車用と比較しディープサイクル用蓄電池は意外と大きく重量があります。高度差のある場所等へ運搬する必要がある場合、大きさと重量も検討して下さい。一般的な EB100



〒929-0217 石川県 白山市 湊町 巳 1
TEL: 076-278-3262, FAX: 076-278-2366,
e-mail: mikawa@izumicorp.co.jp

の重さは 35kg 程度もあり一人での長い距離の運搬は困難です。液の量も大量で液無しでも 30kg 近いものです。

STEP 3 蓄電池の性能について

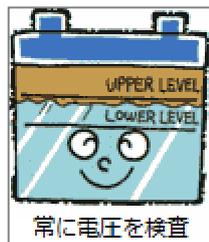
◎蓄電池の容量 “Ah”の考え方

EB100 を例に取りますと、5 時間率が 100 と言うのは蓄電池が満充電の時、5 時間均等に消費すれば 100Ah の容量があると言う事で、1 時間あたり 20A が最大消費電流として $20A \times 12V = 240W$ となり、240W 負荷 (DC 負荷です) に 5 時間放電可能と言うことです。20A 以上もちろん使用は可能ですが、もし 1 時間で放電する場合は、容量の 100% は使えず 65Ah しか使えないことが STEP2 の表で説明されています。逆に 10A 程度で放電した場合は、5 時間率より長時間の放電が期待されます。但し、これらは蓄電池を 100% 放電した場合の例です。

◎放電深度の意味

蓄電池は充放電を繰り返すうち容量が段々低下します。蓄電池メーカーでは新しい蓄電池の容量の 80% に低下した時点を目安として寿命としています。メーカー資料では EB の充放電回数の目安として放電率 60% とすれば 800 回程度可能で、放電率 80% で充放電を繰り返すと 500 回程度となります。放電電力量が少なくても良いから、800 回程度以上の使用を希望するならば放電率を 60% 以内にするのが求められます。

蓄電池電圧 24,48V 用では、電池メーカーから放電率を検知する蓄電池容量計も発売されていますが、12V では蓄電池電圧を計測し判断します。蓄電池は放電を続けると電圧が低下してきますが、一定



使用可能容量 %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
蓄電池電圧 V	12.7	12.5	12.42	12.32	12.2	12.06	11.9	11.75	11.58	11.32	10.5
放電率%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

の容量以上放電すると蓄電池はストレスを受け寿命が短くなります。そのため蓄電池の最低使用電圧を設定し、それ以下になれば放電を停止する必要があります。私達は **11.9V** で放電を停止し充電される事をお勧めします。蓄電池電圧を計測することで、放電率をある程度推定出来ます。上図の「使用可能容量と蓄電池電圧」を参考にしてください。

STEP 4 インバーターについて

DC を AC に変換するにはインバーターが必要です。インバーターには DC を AC に変換する際に変換ロスがあります。DC を AC100V に変換し一般の家電製品 (AC100V 用) を使用する場合、一般的に DC-AC 変換によ

る変換ロスは 15% 程度とお考えて下さい。仮に DC12V で 200W をインバーター入力とした場合、約 30W の変換ロスが発生します。蓄電池の 5 時間率を保持した場合は、170W 程度の負荷が AC100V として利用可能となります。自動車用の DC12V 機器を直接 DC で利用



する場合に変換ロスを考える必要はありません。インバーターには交流正弦波を出力するものと、方形波を出力するものがあります。少し価格は上がりますが交流正弦波出力を使用されることをお勧めします。この価格帯のインバーターは通常は過負荷は 130% 程度を 3 分間、瞬時過負荷は 300% 程度は耐えられるようになっています。また低電圧保護回路があり、おおむね DC12V 入力の場合、電圧が 11.5V に低下すれば低電圧保護が働きインバーターは停止します。機器の仕様を良く確認し購入してください。

STEP 5 充放電制御装置

マイクロ水力発電では蓄電池保護の為、充電電圧制御、放電電圧制御、転換負荷制御の機能を持つ **充放電制御装置** という機器を使用します。当社では充放電制御装置には、TS45 (最大出力電流 45A)、TS60 (最大出力電流 60A) という機器を採用しています。(実際使用する場合は最大出力許容電流の 90% 程度以下が望ましい)。



蓄電池が満充電状態 (13.7V 近辺) となれば発電機からの入力を切る必要があります。それを充電電圧制御と呼びます。しかしマイクロ水力発電では発電機の負荷を切断すると、過回転となり異常な高電圧が発生し非常に危険です。そのため蓄電池充電完了時点で、発電電力を自

動的に充電回路からダミー負荷へ切り替える機能があります。これを転換負荷制御といいます。右の写真は空気放熱ダミー抵抗です。

充電電圧制御、転換負荷制御の機能は 13.7V を検知し、蓄電池充電を停止すると同時に、発生電力をダミー抵抗に切替え、電圧が 13.5V に低下すると再度充電モードに復帰させます。このように機器は常に満充電状態を保つように機能しています。この場合使用負荷が大きい等で、充電電流より放電電流が大きいと、放電が進むに連れて蓄電池電圧は低下します。



しかし **STEP3** の「放電深度の意味」で述べた、低い電圧(11.9V)での放電電圧を照査し蓄電池からの放電を切断する放電電圧制御機能を持たせるには、もう1台の充放電制御装置の追加が必要です。充電及び放電の両制御を、TS機1台でカバーさせる事は出来ません。通常、DC-ACインバーターを利用の場合、インバーター側で低電圧検知機能を有する機種を選び、一定低電圧で放電を停止する機能を生かして、蓄電池保護が行えます。

充放電制御装置が常にダミー負荷に電流を流している場合は、負荷の電力使用が少ない事を意味します。この場合蓄電池容量を増やすことで、より多くの負荷が使用が可能になりますが頻りにDC-ACインバーターの低電圧保護回路が働く場合は、負荷の電力消費が多すぎる事になりますので使用器具を減少してください。しかし充放電制御装置又はインバーターいずれの低電圧遮断機能を使用しても、負荷回路は一旦遮断されることになり、予期しない停電となります。(蓄電池電圧回復により自動復帰する機器もあります)

保護回路があるからと漫然と負荷器具を使用し予期しない遮断を防ぐためには、最適な使用負荷容量について「蓄電池容量と蓄電池電圧」表から放電時間終了時点で(60%の11.9V)となるよう使用する負荷を加減調整する努力が必要です。

STEP 6 (12V出力で200W発電での具体的な設定例)

発電機DC出力200WでDC-ACインバーターを経由し、AC負荷170W以下で使用する場合は、蓄電池はバッファとしての役目のみで、容量を含め特に考慮する必要はありません。充放電サイクルも無く長寿命が実現します。寿命を考慮しなければ乗用車用蓄電池でも対応は可能です。

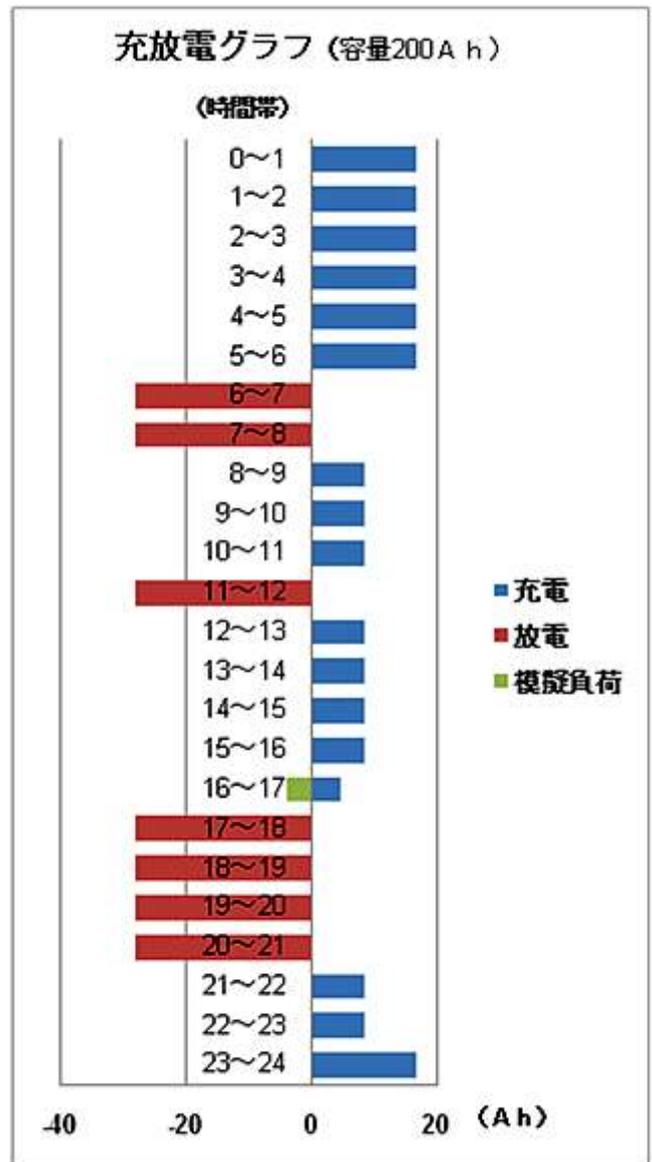
問題はSTEP2蓄電池の選定で述べた昼間あるいは深夜に蓄電池を充電しておき、夜間等に蓄電池からの放電も含めて発電機出力より大きな負荷を使用したい。あるいは起動電流の考慮が必要な電動機負荷を使用したい等の場合です。

蓄電池の容量を考える場合、個々の時間に使用する負荷への放電容量と、発電機の蓄電容量とはバランスをとる必要があります。充電電流は充電当初と充電終了時点では異なり、充電時点により使用負荷が無い場合等は、発電電力は模擬負荷で熱として空气中に放熱される等、時々の負荷使用情况により充電状況は異なります。細かいことは多々ありますが、とりあえず仮定で概略設定を試みましょう。

実際に設定する場合は蓄電池寿命の事を考慮することが肝要です。DC12V、200W発電機出力で蓄電池は出来るだけ長期間使いたいので放電率は60%以下で運転する

方法を考えてみます。

水力発電の場合は24時間発電が基本です。深夜から早朝までの23時～6時までは使用する負荷を0とした場合、蓄電池には $200W/12V=16.7A$ $16.7A \times 7h = 117Ah$ (1404Wh) が蓄電出来ることになり、もし8時～11時、12時～17時、21時～23時の使用負荷を100Wとすると $((\text{発電電力 } 200W - 100W) / 12V) = 8.3A$ $8.3A \times 10h = 83Ah$ (996Wh)、24時間で合計200Ah (2,400Wh)が蓄電可能となります。



蓄電池にEB100を採用した場合、1台のEB100の充電容量は100Ahですが、前日に放電率を60%に設定して、蓄電池電圧(11.9V)放電停止していたとすると、1台で充電可能な容量は60Ahとなります。従って $200Ah/60Ah=3.4$ 台が必要となります。容量の異なる蓄電池の接続は好ましくないところから、EB100×4台が理想的な蓄電池数となります。この場合使用負荷の加減で、蓄電池4台が満充電240Ah (2880Wh)に出来れば、より多くの負荷の使用が可能となります。

蓄電池 1~3 台の接続でも可能ですが、ある時点で蓄電池が満充電となった場合、負荷で消化出来なかった発電電力は、模擬負荷で熱として空气中に放熱されます。蓄電容量が少ないため発電機出力以上に使用出来る電力量も少なくなります。

一方放電側で考えると、6時~8時、11時~12時、17時~21時の7時間は、放電可能容量としては蓄電した200Ah (2400Wh) が使用可能です。これは 200Ah/7h = 28Ah (EB100×3 台) /時間となりますので、蓄電容量を有効使用するための、5時間率の 20Ah/1時間 (EB100×1 台) の放電電流と比しても、十分余裕があり長時間の放電が可能となります。

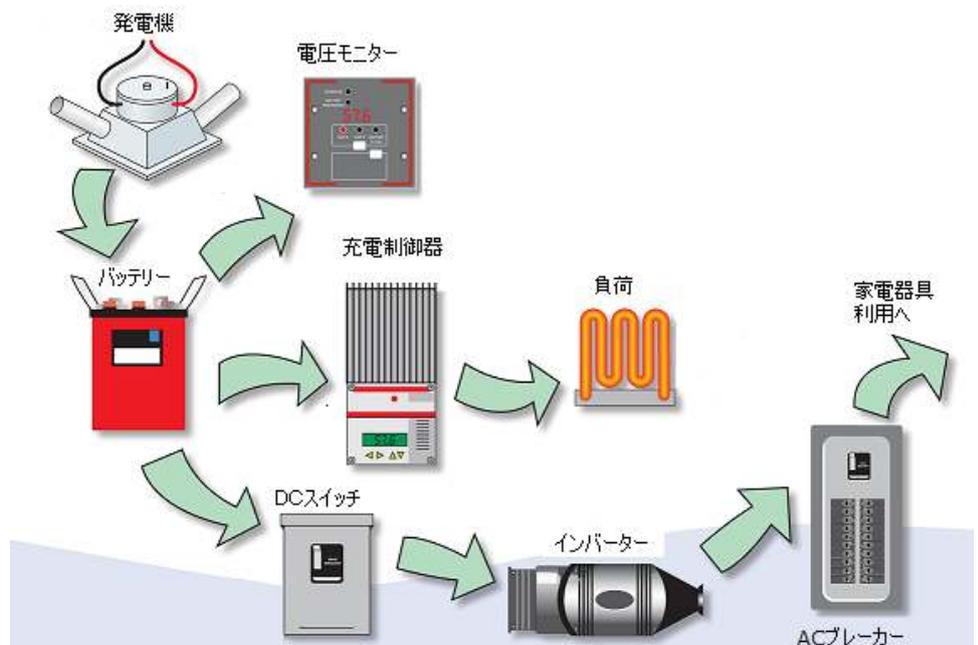
12V, 28A 放電は 336W となりますので、発電機から常時供給の 200W に加えると、時間平均 536W の電力 (インバーターで AC 変換して使用の場合は、85% 程度になる) の使用が 7 時間可能と言う計算になります。但し、電動機負荷を使用する場合は起動電流分を差し引く必要があります。

以上の計算は、あくまで仮定です。実際の負荷容量、負荷の種類、負荷使用時間、負荷使用時間帯によっても変わってきます。最初に述べた「各使用者がそれなりの経験で、その環境に合致したシステムを生み出す努力が必要というのが回答となります」とはこの事です。

ここで言えることは使用する蓄電池における、5時間放電率容量の 60% (EB100 なら 60Ah) 以内の充放電量を守る事が、蓄電池を長時間使用可能とする方法であるということです。

STEP 7 まとめ

- 蓄電池は高価な物です。落したり転倒したりしないよう取扱いは丁寧に行ってください。電圧を規定通り監視し、開放型の場合は電解液の補充等の保守が必ず必要です。蓄電池の破棄は環境保護の趣旨から外れます。資源保護の観点から蓄電池の処分は、蓄電池専門販売店に依頼してください。異なるメーカーであっても引き取ってくれます。
- 蓄電池のプラスとマイナスの短絡は、大電流が瞬時に流れ人身事故につながります。取扱い時の使用工具は絶縁テープを巻く等の事故防止を行ってください。充電時には水素が発生しますのでタバコも厳禁です。



以上
November 2010

- 発電、消費のバランスは各ユーザーで異なります。目安は「充電停止電圧 13.8V」「放電停止電圧 11.9V」を電圧計で測定し、使用する負荷容量を考慮して、適切な蓄電池容量をご自分でご検討ください。
- 水力発電の場合「起動」「停止」は必ずタービンへの水の「給水」「止水」で行ってください。運転中は決して制御盤で外部負荷側の開閉器以外は OFF にしないで下さい。また蓄電池も絶対に切り離さないで下さい。発電機が異常回転し焼損の可能性があり、電圧が急上昇し非常に危険です。
- 充電制御器は負荷転換機能を有する機器を選定してください。太陽光発電用の蓄電池負荷 ON-OFF 型は決して使用しないでください。
- 蓄電池技術は簡単そうでも奥が深く、当稿を参考にされるとともに蓄電池専門販売店のアドバイスを受けられることをお勧めします。(EB 形蓄電池は自動車用蓄電池販売店では通常は取り扱っていません)



参 考 情 報 :

※バッテリーの「時間率:Ah」は一般的に性能(容量)を現すのに使われます。

一定の時間に対して放電できるバッテリーの容量です。例えば(50Ah/5時間率)とは、「5時間で50Ah」使えるという意味です。言い換えれば「10Aの負荷に5時間供給すれば50Ah」と言うことです。短い時間で使う電流を多くすると容量が減ります。例えば「100Ah/5時間率」のものは「65Ah/1時間率」等になります。

※100Ah/12V バッテリーで容量の50%である50Ah 利用する場合 (ロスは考慮しない)
バッテリーの満充電から50%を利用する場合、バッテリー利用容量 $50\text{Ah} \div 2.5\text{A}$ 放電 = 20時間。
水車発電機の発電量が5Aとすると夜間に照明等に利用する場合は、 $5\text{A} + 2.5\text{A} = 7.5\text{A}$ の負荷に供給可能で、翌日の昼間が無負荷であれば、バッテリー蓄電容量 $50\text{Ah} \div$ 水車発電機発電量 $5\text{A} = 10$ 時間で満充電となります。

※トリクル充電と浮動充電

トリクル充電

バッテリーが放電した状態からの充電には極めて長時間を要しますが、放電による容量の損失を補うため微小な電流を常時流すことにより、常に完全充電状態に保つ方式をトリクル充電と言います。微小な電流ですがどうしても過充電気味になります。この電流が小さいほど充電時間はかかりますが、過充電になっても気になる量では無く、充電時間の管理はリーズになれば。逆に電流が大きいと充電時間は短縮できますが、過充電の恐れがあり、充電時間を制限したり容量に一定の制限を加える必要があります。

フロート充電

設定した浮動電圧値により、満充電になると電流を充電制御器内のバイパス回路に流します。バッテリーには電圧がかかっているにもかかわらず電流は流れず過充電を防止します。このことからフロート充電はバッテリーの寿命を最大限に引き延ばす充電方式とも言え

ます。常に満充電を維持し長期にわたりバッテリー交換を少なくする事が出来るため、発電所や変電所の操作用電源、病院や工場等の非常灯用無停電交流電源などのシステムには標準的に採用されています。

※水力発電用充電制御器

太陽光発電ではバッテリーが満充電となれば、過充電とならないよう充電制御器により、負荷であるバッテリーを切り離すだけで良いのですが、水車発電機では負荷であるバッテリーを切断すると無負荷運転で過回転となり、高電圧を発生し発電機を焼損する恐れがあり、非常に危険です。

小容量のマイクロ水力発電では、メンテナンスフリーの為に整流子の無い交流発電機を使用し、出力は整流器を介して直流で出力します。直流出力電圧を決定するのは常時接続されたバッテリーの電圧です。バッテリーが満充電となってもバッテリーは切り離せません。

このためマイクロ水力発電用には、フロート充電方式でバッテリーと発電機の接続は継続させるが、バッテリーは過充電とならないよう自動的に模擬負荷に切り替える「転換負荷機能」を持つ充電制御器を採用します。太陽光発電用充電制御器は使えません。

※蓄電池電圧と温度の関係

蓄電池の性質から、電圧は25°Cを中心に解説しています。周囲温度がそれより高いと高めの電圧に変化し、周囲温度が寒くなると低めの電圧に変化します。電圧以外に比重計を用いた方法もあり、電池専門店にお尋ね下さい。

以上

