

工事現場仮設事務所へのソーラー発電システムの導入について

森林管理署発注工事を中心として、山間地での工事を毎年行っていますが、山間地の工事現場仮設事務所の電力供給は、従来化石燃料を使用した発電機に依存しており、排気ガスや騒音の発生が問題となっていました。

環境負荷の低減、自然エネルギーを用いた発電方法を平成 21 年度に地域で自然エネルギーの活用を行っている会社に技術協力を得て検討を開始し、平成 22 年度より山間地の工事現場で導入し、年に 1～2 工事で運用し現在に至っています。

現場仮設事務所へのソーラー発電システムの導入

飯田治山事業所 係員 帆足 郁
吉川建設株式会社 佐々木 勝敏

要旨

従来、山間地の工事における現場仮設事務所の電力は、化石燃料を使用した発電機によって賄ってきたが、排気ガスの発生や騒音により良好でない作業環境の改善、また環境負荷の低減を考え、自然エネルギーを用いた発電方法を検討しました。検討の結果、「ソーラー発電システム」を導入し、事務所内の蛍光灯、パソコン、プリンター等を使用することが出来ました。

はじめに

松川入地区民有林直轄治山事業における治山運搬路新設工事にて、従来の化石燃料を使用した発電機に代わる電力として「ソーラー発電システム」を導入するまでの過程を報告します。

従来、山間地の工事においては、化石燃料を使用した発電機を用いて現場仮設事務所の電力を確保していました。しかし、排気ガスの流入や騒音により良好な作業環境下で業務が行えない問題がありました。また、当事業地のある飯田市は環境文化都市を宣言し、地域として環境への取り組みを行っており、少しでも環境負荷の低減に参加したいといった気持ちもあり、人にも環境にも優しいエネルギー確保に取り組みました。

1. 必要な電力量の検討

まず、現場仮設事務所内で必要な電気機器を確認します。使用する機器は下記の通りです。

- ①ユニットハウス付属の蛍光灯 2灯 (170ワット)
- ②ノートパソコン 1台 (75ワット)
- ③携帯電話、測量機器等の充電器 3台 (12ワット)

以上の3つにより、合計257ワットの電力が必要となります。また、使用頻度は1日3時間、週6日間稼働するものとします。

2. エネルギーの検討

	コスト	環境負荷	安定供給	設置撤去の容易度	総合評価
商用電力	×	△	◎	×	×
小水力発電	△	◎	×	×	×
風力発電	△	◎	×	×	×
ソーラー発電	○	◎	○	◎	◎

◎ 最適 ○ 適 △ やや不適 × 不適 (図-1)

※松川入地区割沢治山運搬路での検討

電力供給のためのエネルギーとしては、商用電力、小水力発電、風力発電、ソーラー発電の4項目を対象としました。検討項目としては、コスト、環境負荷、安定供給、設置撤去の容易度の4項目を対象として使用するエネルギーを選定しました。

(1)コスト

当事業地は山間奥地にあるため、商用電力を用いるには 15km の配線が必要となり、高額な費用がかかることから不適とします。小水力発電は、発電設備に既製品を用いた場合や、施設を固定する基礎の造成に一定のコストがかかるため、やや不適とします。風力発電は、プロペラ等の発電機、バッテリーが必要であり、基礎の造成も必要となるため、やや不適とします。ソーラー発電は、太陽光パネル、バッテリーなどの初期投資は必要ですが、基礎の造成を必要としないため適とします。

(2)環境負荷

環境負荷については、化石燃料も使用する商用電力に対し各自然エネルギーは、二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物が排出されないことから最適とします。

(3)安定供給

安定供給という点では、商用電力は最適となります。小水力発電は現場周辺に安定した水量を確保できる溪流が無いこと、また、風力発電は現地が風衝地ではなく、安定した風量を確保出来ないことから不適とします。ソーラー発電は設置場所を選定するだけで十分な光量が確保できます。また、長野県南部は年間の日照時間が全国的にも長いいため適とします。

(4)設置撤去の容易度

設置撤去の容易度は、仮設事務所という性格上重要な要素となります。小水力発電、風力発電は施設を固定する基礎が必要となり、移動が困難であるため不適とします。ソーラー発電は、太陽光パネルも軽量であり、コンパクトなシステムを構築できることから、最適とします。

◎総合評価

以上の 4 項目の総合評価の結果、環境負荷、設置撤去の容易度に優れ、コスト、安定供給に適するソーラー発電を採用することとします。

3. 太陽光発電の基本設計

(1)設計条件

設計条件として、次の 5 項目を考慮して設計計算を行います。

- ①商用電力との系統連携のない、独立型ソーラー発電システムとすること。
- ②天候不順でも 1 日間の使用が出来るようにバッテリーをシステムに組み込むこと。
- ③必要電力量として、先に求めた必要量(257 ワット)プラスアルファで 300 ワットが使用できること。
- ④使用時間は 1 日 3 時間、週 6 日間とし、日照時間は長野県南部地区で想定すること。
- ⑤設置時の太陽光パネル面は真南 30° とすること。

(2)設計概要

5つの設計条件を基に、各種使用機器を決定します。

①太陽電池モジュールの機器選定



写真-1 (太陽電池アレイ)

必要な太陽電池の出力は、消費電力、使用時間、1日あたり日照時間の年平均、補正係数を基に次式により求めます。

【計算方法】

必要な太陽電池の出力 $P_{solar}[W]=P_{set} \times T/K/H$

P_{set} : 事務所内照明等の消費電力[W]… 300 ワット

T : 事務所内照明等の使用時間[h]… 3 時間

$K1$: 補正係数… 0.688 (太陽電池モジュールの汚れ、経年変化、充放電、製品個体差、気象変動、変換器等の係数)

H : 1日あたり日照時間の年平均… 4 時間

1日の消費電力合計=AC100V/300Wの負荷が3時間なので、

$$300W \times 3h=900Wh/日$$

$$900Wh/日 \div 0.688 (K1)=1308.13Wh/日$$

$$1308.13Wh/日 \div 4h=327.03W/日$$

約 327.03W/日以上太陽電池モジュールが必要となるため、185W タイプのパネルを2枚使用する事とします。これを 370W の太陽電池アレイと呼びます。

②太陽電池システムコントローラー(DC コントローラー)の選定



写真-2

(太陽電池システムコントローラー)

太陽電池アレイの出力が決まったので、過充電、過放電、逆流防止の制御を行う太陽電池システムコントローラーの選定を行います。

太陽電池アレイの出力電流が 8.34 アンペアとなるため、余力を 25% 上乘せし、 $8.34 \times 1.25 = 10.425$ アンペアに対応すべく、既製品のラインナップより 15 アンペアタイプを選定します。

③バッテリーの選定



写真-3 (バッテリー)

バッテリーは交換サイクルと設置環境を考慮してバッテリー容量(Ah)を求めます。このシステムは通年・複数年にわたって運用することを想定して、容量が低下する冬季やバッテリー交換の直前でも問題なく稼働することが求められます。そのような不利な条件でも使用できるメンテナンスフリータイプ(密閉型)で超寿命のディープサイクルバッテリーを選定します。

【計算方法】

Wh/日=1日の消費電力合計×無日照保障日数÷K2

[K2は充放電、バッテリーの利用率、温度補正、変換器等の係数≒0.357]

1日の消費電力合計=AC100V/300Wの負荷を3時間とすると

300W × 3h=900Wh/日 900Wh/日 ÷ 0.357 (K2)=2521Wh/日

2521Wh/日 × 2日=5042Wh/日 5042Wh/日 ÷ 24=210Ah

よって 210Ah 以上の鉛蓄電池が必要になるため、24 時間率容量 212 A h タイプを選択します。
太陽電池パネル仕様が 24 V なので、12 V 仕様バッテリー 2 台で 24 V として使用します。

④ DC - AC インバーターの選定



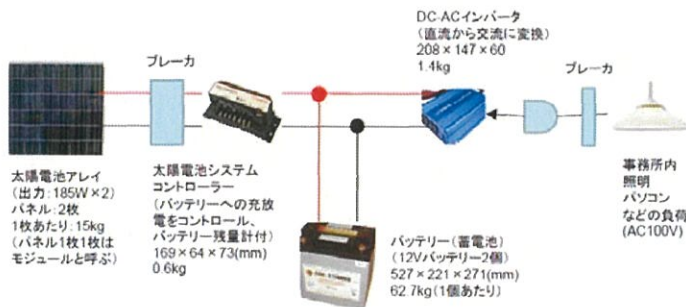
①～③で選定した部品や、求められる電力量から、DC - AC インバーターの選定を行います。

DC - AC インバーターとは、太陽電池アレイで得た直流電流を、機器の使用に必要な交流電流に変換する物です。

設定出力は 300 ワットなので、製品ラインナップより 350 ワットタイプを選定します。

写真-3 (DC - AC インバーター)

4. ソーラー発電システムの構成



(図 - 2) ソーラー発電システムの構成

前項で選定した各部品を組み合わせ、独立型ソーラー発電システムを構成します。

図-2 に示すように、太陽電池アレイで発電された電力は、システムコントローラーでバッテリーへの流入を制御しています。そして、バッテリーからインバーターを介して各機器へ電力が供給されます。

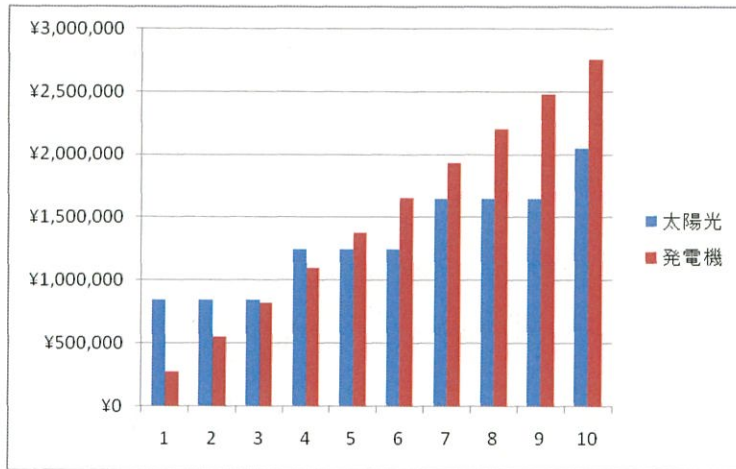
5. ランニングコスト比較

	ソーラー発電システム	従来型発電機
設備費	¥850,000 (初期投資費用)	¥216,000 レンタル代(¥ 18,000/月 × 12 ヶ月)
ランニング ガソリン 月 0.5 万円	¥0	¥ 60,000 (¥ 5,000/月 × 12 ヶ月)
合計	¥850,000	¥276,000

(図-3) ※年間 300 日稼働時

システムの導入にあたって重要なのは費用対効果でもあります。

図-3 において、ソーラー発電システムは初期開発費を含め 85 万円かかるのに対し、従来型では燃料費を含めても約 28 万円となりソーラー発電はコストがかかる印象があります。



(図-4) ※ 10年間のランニングコスト比較

次に 10 年間のランニングコスト比較をしてみます。ここでソーラー発電システムのコスト面でのメリットが見えてきます。

通常バッテリーの寿命は 3 年であるため、4 年目にバッテリー交換が発生します。そのコストを考慮しても、5 年目には従来の発電機を使用した場合のコストを下回ると試算されました。

6. ソーラー発電システムの導入効果

- ①排気ガス、騒音等が無くなり、事務所環境の改善が図れた。
 - ②化石燃料に対し、二酸化炭素・硫黄酸化物・窒素酸化物を排出しないため、環境負荷の低減につながる。システム 1 台あたりで年間 0.7 t の二酸化炭素削減となる。
(ガソリンの二酸化炭素排出係数×発電機の年間ガソリン使用量：2.32kg-Co2/l × 302l)
 - ③初期の費用は掛かるが、長期間使用した場合コストの縮減につながる。(バッテリー以外の機器は通常であれば 10 年以上の使用が可能である)
- この 3 つの導入効果がありました。

7. ソーラー発電システムの利便性

- ①簡易な構造であるため、設置・撤去が簡単に行える。(各作業 1 時間程度)
- ②降雨時においても安定した電力供給ができた。
- ③燃料の給油の手間が無くなる。

この 3 つが利便性として確認できました。特に設置・撤去・移動が簡単に行えることは仮設事務所における発電システムとして有効でした。

8. 今後の展開

- ①災害非常時の停電時における最前線基地として、パソコン、携帯電話等の電源としての活用。
- ②山間地以外の工事箇所、特に商用電力を利用する程ではない小規模で、工事期間の短い工事での利用。
- ③照明を LED に変える等の省電力化の検討。
- ④利用範囲を広げるため、高出力化の検討。

以上が今後の活用方法や検討事項となります。高出力化にあたっては機器の大型化や高性能化が必要となります。初期投資のコスト面で問題も考えられますが、自然エネルギーの導入が増えることにより、各機器の価格が下がることにも期待します。

おわりに

今回ソーラー発電システムを導入し、現場事務所環境の改善、環境負荷の低減が出来ました。

また、検討を重ねる中で、治山事業などが、地域の生活環境と流域の安全を守ると同時に、緑を育むことで地球環境の保全の一端を担っているのみならず、事業中での取り組みで地球温暖化防止に貢献できる面があることを再認識しました。

今後もこのような取り組みが広がりを見せ、環境保全活動が充実していくことを願うとともに、自分達に出来ることを考えていきます。



写真-4

(現場事務所、ソーラー発電システム)

技術指導：おひさま進歩エネルギー株式会社

