

太陽光発電システムの基礎概要

堀田裕友

1. はじめに

太陽電池は太陽の光エネルギーを直接電気(直流)に変換し、光を受けている間だけ発電をします。電力機器としては1954年に米国で発明されました。

太陽光発電システムは、太陽電池が発電した直流の電気をパワーコンディショナによって交流の電気に変換し設備用電源として用いるものです。

環境に優しいクリーンエネルギーである太陽光発電システムについての基礎をご紹介します。

2. 太陽電池の原理

太陽からは 1m^2 あたり 1kW のエネルギーが地表面に降り注いでいます(図-1)。太陽電池モジュールのエネルギー変換効率は一般的に13~14%前後です。

太陽電池は図-2のようにP型とN型の半導体で構成されており、太陽電池に光が当たると電子(マイナスの電気)はN型半導体へ、ホール(プラスの電気)はP型半導体へ向かって流れ出します。この移動によってP型半導体側がプラス、N型半導体側がマイナスとなり、この電位差によって起電力が発生し、電源として使用することが出来ます。

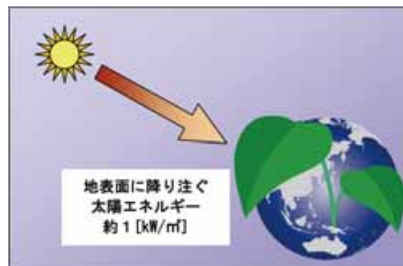


図-1 太陽のエネルギー

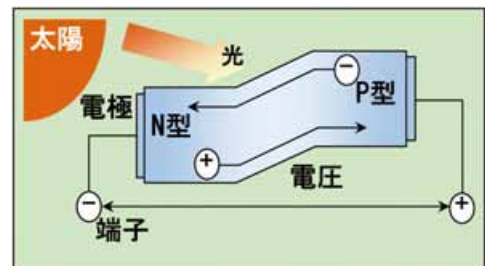


図-2 太陽電池の原理

3. 太陽光発電システムの基礎

太陽電池の基本単位は、半導体であるシリコンを結晶化させてインゴットという結晶柱をつくり、これを薄く切り電極化したもので、「セル」といいます。

このセルを配列し、強化ガラスで覆いパッケージ化したものを「モジュール(あるいはパネル)」といい、モジュールを複数枚直列に、あるいは並列に配列し架台に設置したものを「アレイ」といいます。

必要とする発電容量にもよりますが、1枚あたり 200W 程度の発電能力を持つ太陽電池モジュールを採用するのが主流となっており、1モジュールあたりの大きさは概ね横 $1,500\text{mm}$ ×縦 $1,000\text{mm}$ ×厚さ 40mm 程度になります。

1モジュールあたりの発電できる電圧は直流電圧で $20\sim 40\text{V}$ 程度です。大きさ、出力電圧ともに製造メーカーにより異なります。

また、太陽電池モジュールの発電能力は 25°C における定格数値が示されていますが、モジュール温度が高くなるにつれ効率が悪くなる特性を持っています。従って、夏より冬のほうが発電効率は良くなります。しかし、当然日射量が影響しますので、1日の発電量は日射量が少ない冬は低くなります。最高の発電量を求めると、モジュールの設置角度(傾斜角=地面との角度)、向き(方位角)を考慮しなくてはなりません。

太陽光発電システムの発電量は天候や温度に左右されるため、設備と

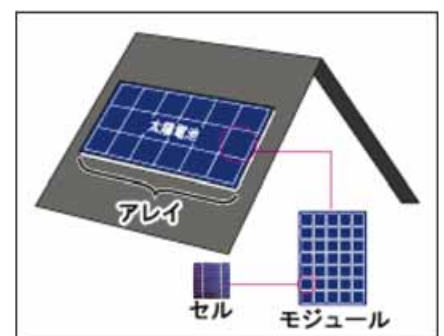


図-3 太陽電池の単位

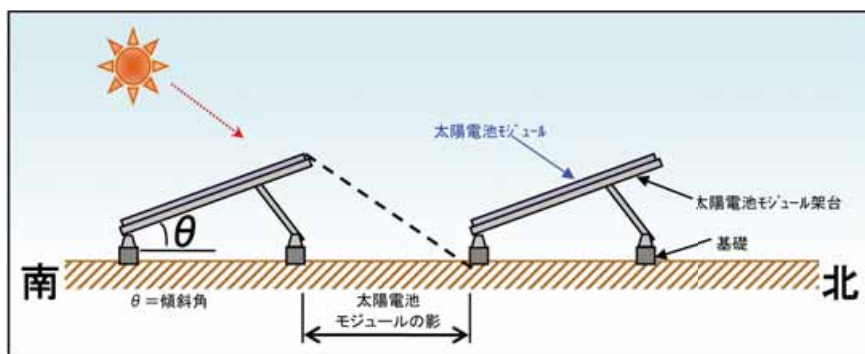


図-4 太陽電池モジュールの配置検討

しての発電容量は実際の発電量ではなく、設置した太陽電池モジュールの定格値の和で表すのが一般的です。つまり、1枚あたり200Wのモジュールを50枚設置すれば10kWの発電設備ということになります。

1枚あたり200Wのモジュールで計算すると、100kWであれば500枚、200kWであれば1,000枚必要になります。必要とする発電量が多くなればなるほど、太陽電池モジュールの必要枚数は増えてきますので、設置可能な場所を十分に検討しておく必要があります。敷地内の空き地、建物の屋上等設置可能な場所は沢山あるようですが、設置するには幾つかの条件があります。

傾斜角・方位角に注意しながら、他のモジュールに影をつくらないようにするためには、太陽電池モジュールがつくる影の長さを計算し、モジュール間の設置間隔を決めなくてはなりません。周辺の建物や木などによってできる影も検討要因の1つになります。また、建物の上に設置する場合は重量も検討要因の一つになります。太陽電池モジュール、モジュール架台、基礎部の総重量に加えて耐風圧加重に建物が耐えられるかという点が問題になります。

以上のことを検討して、最終配置を決定します。

4. 太陽光発電システムの例

太陽光発電システムは、太陽電池モジュールで発電した直流電源をパワーコンディショナへ送り、その直流電源を交流電源に変換して設備用電源を創り出します。パワーコンディショナは直流電源を交流電源に変換するほかに、電力会社と系統連系するために必要な制御や保護などを行います。

図-5に太陽光発電システムの例を示します。

パワーコンディショナへの入力電源仕様(入力される電圧)は、製造メーカーにより異なります。必要な入

力電源仕様を得るためには、太陽電池モジュールを直列に接続します。

例えば、パワーコンディショナへの入力電源がDC320Vの場合は、太陽電池モジュール1枚あたりの最大出力がDC20Vであれば、 $320 \div 20 = 16$ となり16枚のモジュールを直列に接続する必要があります。その直列回路を並列に何列か接続することにより、最終的に必要な発電電力を得る事になります。

また、設置上は影の影響も考慮しなくてはならないことをご説明しました。これは、一つの直列回路の中で1枚でも太陽電池モジュールに太陽光があたりなくなってしまうと、その直列回路の発電量は極端に低くなってしまいますからです。太陽の動きで影がどのように移動するかで、太陽電池モジュールの直列回路の形成の仕方も変わってきますので注意が必要です。図-6に太陽電池アレイに影が発生することが避けられない場合の太陽電池モジュールの配線例を示します。

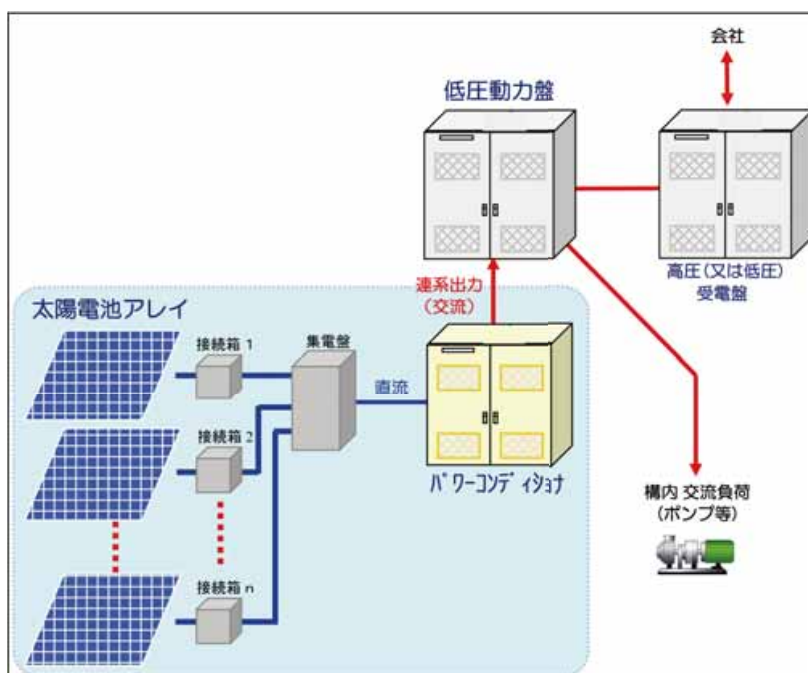


図-5 太陽光発電システムの例

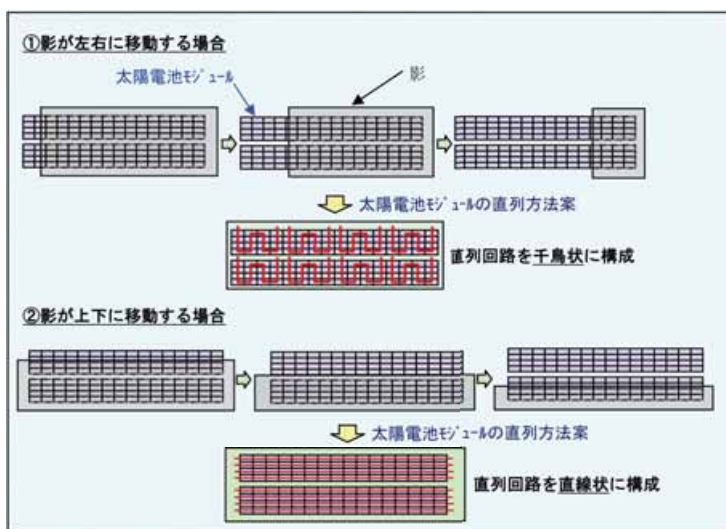


図-6 太陽電池モジュールの接続

5. 太陽光発電システムの種類

太陽光発電システムは電力会社と電力の授受を行うか行わないかで、大きく「系統連係形システム」と「独立形システム」に分かれます。

最も一般的なシステムは、電力会社と電力の授受を行う「系統連係形システム」です。日中は太陽光を利用して発電し、夜間や発電量が使用量に満たない場合は、電力会社から電力を購入するものです。使用量を上回る余剰発電電力を電力会社に売却することも可能です。

「系統連係形システム」の中には、太陽電池に蓄電池を組み合わせる「防災型」もあります。平常時は太陽電池で発電した電力と電力会社からの電力を組み合わせ使用し、災害などにより停電が発生した場合には、太陽電池で発電した電力を特定の設備（非常用照明等）にのみ供給します。さらに、太陽光がない夜間や、発電量が使用量に満たない場合は、蓄電池に蓄えておいた電力を利用します。(図-7参照)

電力会社と電力の授受を行う系統連系には区分があり、主に高压連系、低压連系、低压みなし連系の3

種類があります。「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に準拠したシステムであれば、連系することができます。

また、電力会社の電気を使用しない「独立形システム」もあります。日中は太陽電池で発電した電力を蓄電池に貯めておき、必要に応じてその電力を供給するシステムです。

(図-8参照)

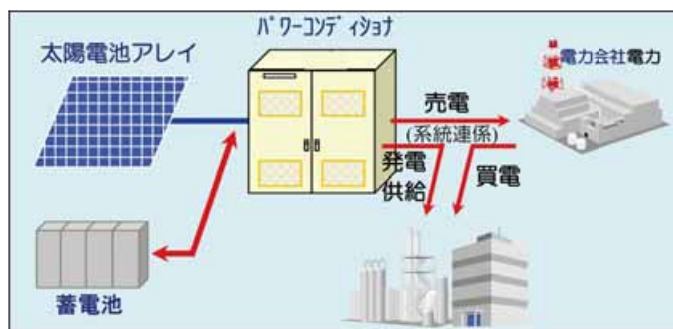


図-7 系統連係形システム(防災型)の例

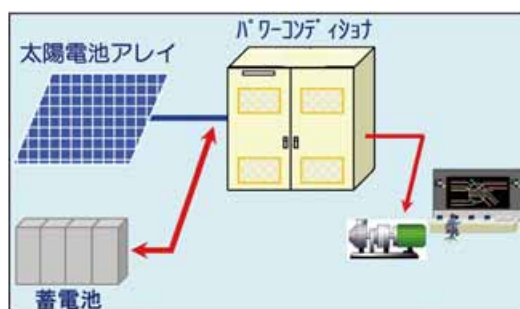


図-8 独立形システムの例

6. まとめ

環境悪化をストップさせるには、クリーンなエネルギーが必要不可欠です。

設置条件、電力供給先等十分な検討を必要とする部分もありますが、太陽光発電システム導入時の基礎知識として役立てて頂ければ幸いです。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本電気協会発行：系統連系規定
- 2) (株)エネルギーフォーラム発行：解説 電力系統連系技術要件ガイドライン 2003
- 3) オーム社発行：太陽光発電システムの設計と施工
- 4) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ホームページ
<<http://www.nedo.go.jp/index.html>>
- 5) 太陽光発電協会 (JPEA) ホームページ
<<http://www.jpea.gr.jp/>>

(ほりたひろとも：(株)日立製作所)