

第1章 太陽光発電の基礎知識

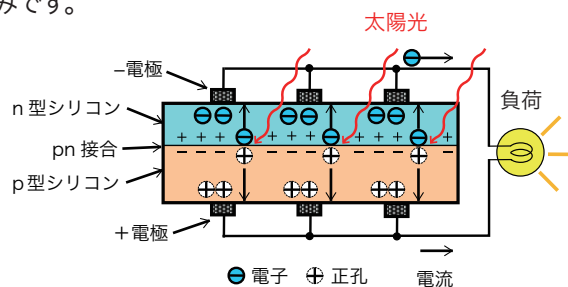
まず、太陽光発電の基礎として、太陽光発電のしくみ、システム構成、特徴について述べます。

1 太陽光発電の原理

太陽光発電の最も基本的な要素は太陽電池です。太陽電池は、シリコンなどの半導体を用いて、太陽の光エネルギーを直接電気に変換する装置です。これは発光ダイオード(LED)に電流を流すとLEDランプのように光を出す現象と逆の原理です。この半導体に光が当たると発電し、太陽の光エネルギーに比例して発電電力も増加します。

昔からよく使われているシリコン系太陽電池を例にとると、図のように、電気的性質の異なるp型シリコン(電子の不足した場所(正孔)が多い)とn型シリコン(動きやすい電子が多い)を重ねると重ねた部分(pn接合)では電子と正孔が打ち消し合う結果、pn接合部のp型シリコンがマイナスに、n型シリコンがプラスに帯電します。このpn接合部に光を当てると電子が叩き出されると同時に電子の抜け殻は正孔となり、帯電した電気との反発力によりマイナスの電子はn型シリコンへ、プラスの正孔はp型シリコンへと移動します。n型シリコンに付けたマイナス電極とp型シリコンに付けたプラス電極の間にランプなどの負荷を導線で結ぶと電子が移動して電子の方向とは逆方向に直流の電流が流

れます。光を当て続ければいつまでも発電し、ランプは点灯し続けます。これが太陽電池の最も原理的なしくみです。



太陽電池の基本単位となる素子を「セル」と言いますが、シリコン系の場合、1セルの電圧が0.5ボルト程度ですから、電圧を高くするためには多数のセルを直列に接続して用います。また、電流を増加させるためには多数のセルを並列に接続します。これらを屋外で使用するため樹脂や強化ガラスなどで保護し、パッケージ化したものを「モジュール」または「パネル」といいます。また、実際の太陽光発電には複数のモジュールを直並列に接続して設置します。これを「アレイ」と言います。

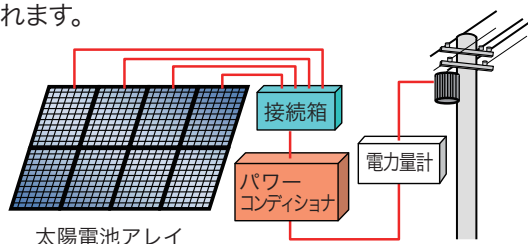
現在、市販されている太陽電池の種類は以下の表のようになります。

系 統	種 類	発 電 効 率	特 徴
シ リ コ ン	単 結 晶	~19%	高い発電効率を誇るが高価である。
	多 結 晶	~17%	古くから量産され比較的安価で広く普及している。
	非 晶 質	~10%	薄膜半導体で発電効率が低く、初期劣化があるが材料費が少なく済むので安価である。また、結晶系とのハイブリッド (HITなど) 使用で高効率が実現できるが、製造工程が複雑となり高価である。
化 合 物 半 導 体	単 結 晶	~35%	最も高効率で宇宙用太陽電池として使用されるがセル面積当たりの価格は極めて高価である。そのため太陽光に追従させた集光型太陽電池として使用して低価格化を図る試みもある。
	多 結 晶	~13%	CISなど薄膜太陽電池の発電効率はシリコン多結晶系よりやや低いが、高温下での発電性能の低下や影の影響が少なく、年間を通しての発電電力量はシリコン系と遜色ないので徐々に普及しつつある。

HIT : Heterojunction with Intrinsic Thin-layer (真性半導体薄膜を介した単結晶とp型、n型薄膜との異種接合)
 CIS : 銅(Cu)、インジウム(In)、セレン(Se)の略。少量のガリウム(Ga)を含むのでCIGSとも呼称される。

2 太陽光発電システム

太陽光発電システムは、図のように太陽電池アレイ、接続箱、パワーコンディショナの3つの要素で構成されます。



接続箱では太陽電池アレイで発生した直流電圧をそろえて一まとめにするとともに逆流防止ダイオードを取り付けてアレイ間で電流が逆流しないようになっています。パワーコンディショナでは、直流電力から交流電力に変換して、売電のための電力量計を経由して、電力会社の配電線に接続するとともに、太陽電池アレイの挙動(最大出力電力動作、交流出力電圧調整、安全保護など)を制御しています。なお、住宅用の場合にはパワーコンディショナの交流電力は分電盤を通して自家消費し、余剰電力を売電することになります。売電電力は電力会社にとって電力の流れが逆になるので「逆潮流」と呼ばれています。

太陽電池アレイに使用されているモジュールに比べてパワーコンディショナは家電製品同様の電子回路部品が使用されているため寿命が短いので、どのメーカーも大体10年保証となっております。モジュールの保証はメーカーによって異なりますが、10年以上、最近では20年、25年の保証もあります。

なお、太陽光発電システムの設置に際しては、影の影響や設置角度の影響を考慮する必要があります。

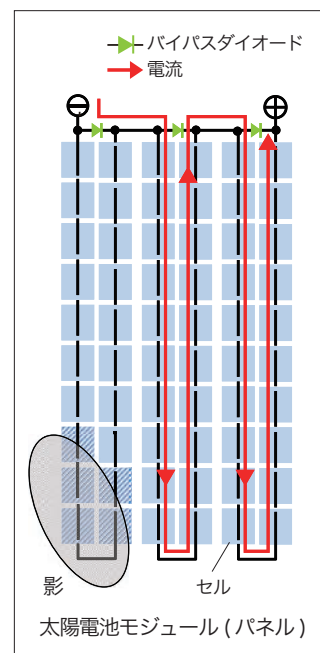
部分影ができると太陽電池セルは発電せず抵抗体となり電流があまり流れなくなります。シリコン結晶系の太陽電池モジュールには影の影響やセル損傷時の回路切断の影響を極力回避するため、モジュール内の直列につながった回路を幾つかのブロックに分けてそれと並列にバイパスダイオードが接続されています。このため、モジュールに部分影がかかると影部のブロッ

クのバイパスダイオードが働き、影がかかったセルだけでなく、影部のブロック全体が発電に寄与しなくなり、モジュールの数分の1から場合によってはモジュール全体が発電せず、システムの発電性能が著しく低下します。

また、影の影響が長期化しますと、動作したバイパスダイオードが発熱するとともにそのブロックの発電電力は自己消費されセルの温度が上昇し、バイパスダイオードやセルの劣化を引き起こすこととなります。

なお、CISなど薄膜太陽電池モジュールの場合、モジュール端子間ではセルが並列に接続されており、影部分だけ発電しないので、結晶系に比べて影響が少ないと言われています。勿論、モジュールの直列接続時の回路切断を避けるため、モジュール端子にはバイパスダイオードが内蔵されています。

システムの設置においては太陽光がモジュール面に垂直に入射している場合が発電電力は最大になります。太陽高度(地平線からの傾き)は緯度によっても季節によっても大きく変化しますので、太陽光にモジュール面が垂直に当たるように追尾すればよいのですが、通常モジュールは年間の発電電力量が最大になる傾斜角度および方位角に設置されます。宮崎市(北緯約32°)の場合、NEDOのデータによると年間の日射量が最大となるのは、方位角0°(真南)、傾斜角約30°のときです。ただ、真南の方位のとき傾斜角は0~60°の間であれば最大値の約10%以内の違い、また、傾斜角30°のとき方位角は真南から東西60°の間であれば最大値の約8%以内の違いしかないのであまり神経質になる必要はないでしょう。



3 太陽光発電の特徴

エネルギーの安定供給や地球温暖化対策としての再生可能エネルギーの拡大は喫緊の課題となっていますが、中でも太陽光発電は莫大な太陽光のエネルギーを永続的に電気エネルギーに変換する方法であり、最も重要なものです。太陽光発電の特徴は以下のとおりです。

特に、太陽光発電設備を設置することにより、「みやぎ県民の住みよい環境の保全等に関する条例」に基づく温室効果ガス排出量削減対策として事業所の排出状況報告書に記載が可能となります。

特 徴	説 明
環境面での貢献	エネルギー源が無尽蔵で、CO ₂ などの温室効果ガスやNO _x などの大気汚染物質を排出しないのでクリーンである。このことから企業のイメージアップに貢献できる。
経済的な貢献	設置場所の制約が少なく、固定価格買取制度の創設で設備の投資回収年数が短くなり設置費用が比較的安価となった。また、分散型電源なので地産地消により長距離送電のロスを抑制する効果がある。国のエネルギーの自給率向上にも貢献できる。
電力需要の抑制	需要の大きい昼間にだけ発電するので、ピーク電力供給を抑えることができ、夜間の余剰電力は増やさない。
メンテナンスが簡単	太陽光発電システムは回転部分が無く構造的にシンプルであるため、他の発電システムに比べメンテナンスも簡単である。また、システムの寿命も比較的長く、太陽電池モジュールは、一般に20年以上とされている（半導体製品なので故障や性能低下は起こり得るため決してメンテナンスフリーというわけではない）。
非常用電源機能	災害による停電時の自立運転機能により非常用電源としての利用が可能である。

このように太陽光発電設備の設置には多くのメリットがありますが、固定価格買取制度で投資回収年数が短くなったとはいえ設備が高価なため他の発電システムに比べて発電コストはまだかなり高いことや、雨や曇りの日の発電量の低下や夜間には発電しないなど発電量が不安定であるため一定の電力供給ができないことなどのデメリットも存在します。これらのデメリットを解消するためには蓄電設備が必要ですがまだまだ高価です。安価な太陽電池の開発とともに安価な蓄電池の早急な開発が待たれます。