

2018年4月9日
一般社団法人 太陽光発電協会

2018年4月12日 OCCTO 調整力等委
JPEA 参考資料

太陽光発電モジュール・アレイへの影（積雪）の影響とモジュール種別の関係

影、積雪の発電量への影響は、それがモジュール・アレイのどの部分にかかるか、またモジュールの種別によって変化する。影、積雪がアレイの一部にかかっている場合でも、覆われた面積比率より、大きな影響がでる場合もある。

以下、太陽光発電協会にて発行している資料より、上記現象の説明に関係する部分を抜粋して、参考情報と致します。

（別紙1）

太陽光発電システム・PV施工技術者研修テキスト（JPEA発行）より
P 55～P 57

（別紙2）

太陽光発電システムの設計と施工 改訂5版（オーム社発行、JPEA編）より
P 18～P 21

4. 陰の影響の考え方

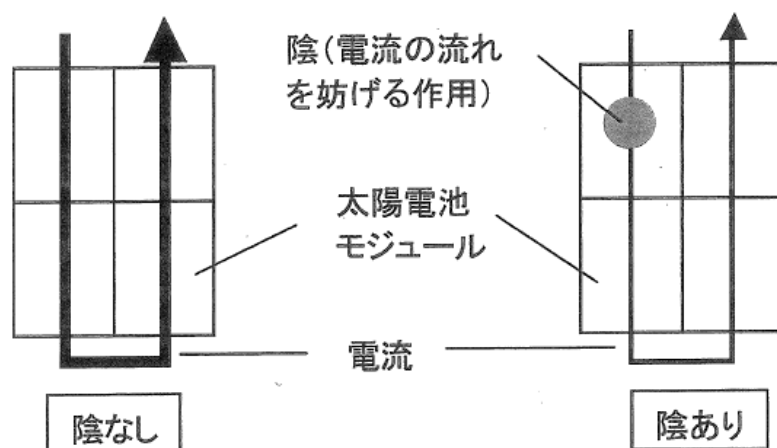
太陽電池アレイに、山・建物・電柱・樹木等の陰がかかると、発電量が低下する。この発電量が低下する割合は、単純に陰の面積に比例するのではなく、陰の形状・濃さ（光の量の多少）などの陰のかかりかたや、直達光と散乱光の比率などによって変化する。その関係は複雑なため、陰による発電量低下を正確に算出することは困難である。

①陰が太陽電池アレイ全面にかかった場合

均一な濃さの陰が太陽電池アレイ全面にかかった場合の太陽電池の発電量は、陰の濃さに比例したものになる。

②陰が太陽電池アレイの一部にかかった場合

太陽電池アレイの発電電力は、陰の大きさ（面積）に単純に比例しない。その理由は、陰の部分が、電流を制限する関所のような働きをするため、一部の陰でもストリング全体に影響を及ぼす。（下図参照）



陰が太陽電池アレイの一部にかかった場合の影響

直列接続されている4枚の太陽電池モジュールの一部分にでも陰がかかると、流れる電流が減る。

※上図は、模式的に簡略化して描画している

図2-16-4 陰がかかった場合の影響

5. ホットスポットとバイパスダイオード

高い建物や木、太陽電池表面ガラスの汚れ等により太陽電池モジュールに部分的な陰が出来たり、太陽電池セルの一部に欠陥または特性劣化が発生した場合、他の太陽電池セルからの電気エネルギーにより、その部分が発熱する場合がある。この現象部位をホットスポットと呼び、ホットスポットが発生すると発熱や太陽電池モジュールの出力低下を引き起こす

め、結晶系太陽電池モジュールには、バイパスダイオードが設けられており、先の現象を軽減させる働きをもつ。バイパスダイオードには下図に示すように、太陽電池セル数個単位で太陽電池セルの電流と逆方向に並列に設けられている。

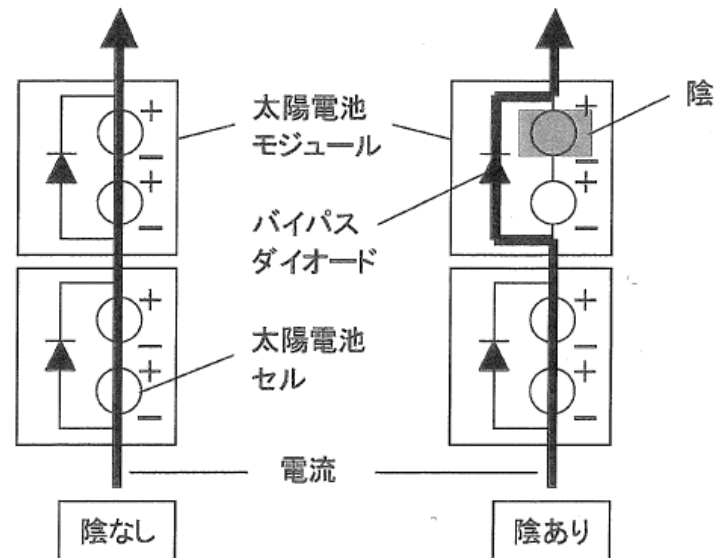


図2-16-5 セルとバイパスダイオード

6. 陰と太陽電池の種類

散乱日射は、全天日射と比べて光の波長の強さの分布（スペクトル）が変わる。太陽電池の光の波長毎の感度(分光感度)によって、陰になった部分の発電効率は異なるので、陰の影響度合いも変わってくる。散乱日射は、全天日射と比べ短波長側にシフトしている。

- ・結晶系シリコン太陽電池は長波長側の光でよく発電する。
- ・アモルファスシリコン系太陽電池は短波長側の光でよく発電する。

*用語解説

①スペクトル

太陽の光は色々な波長の光が集まってできている。波長毎の光の強さを表したグラフをスペクトルと呼ぶ。大気による散乱や吸収の影響を受けて、季節や太陽高度、天候などによってスペクトルは変化する。

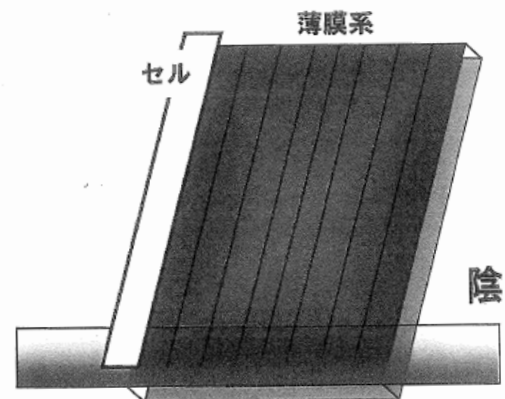
②分光感度

太陽電池モジュールの光の波長毎の感度(発電効率)のことで、太陽電池に使用されている材料によって、波長毎に感度(発電効率)は異なる。従って、季節や太陽高度、天候などによってスペクトルが変わるので、それに応じて発電効率も変わる。

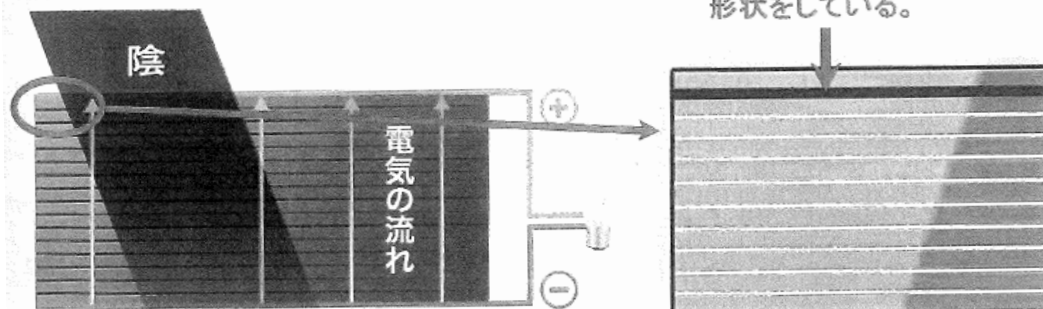
7. 化合物系（一部の薄膜シリコン系）モジュールの陰について

化合物系太陽電池や一部の薄膜シリコン系太陽電池モジュールは、各イラストのように細長いセルの集合体である。（イメージ）このため、陰や汚れの影響でセル全体が隠れることがなく、発電量の低下が少ないといえる。

また、セルの方向を縦方向にした薄膜系太陽電池や化合物系太陽電池はこの特性を生かし、モジュール下部に雪止めを設置できるものもある。ただし、太陽電池モジュール全体を覆うような大きな陰に対しては結晶系と同様に発電量が低下する。



CIS太陽電池モジュール



CIGS 太陽電池モジュール

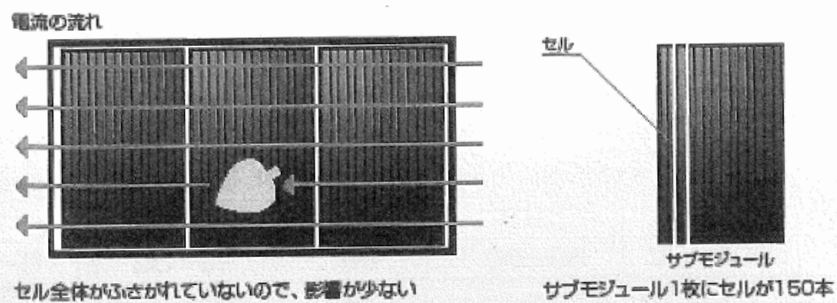


図2-16-5 化合物系太陽電池における陰の影響

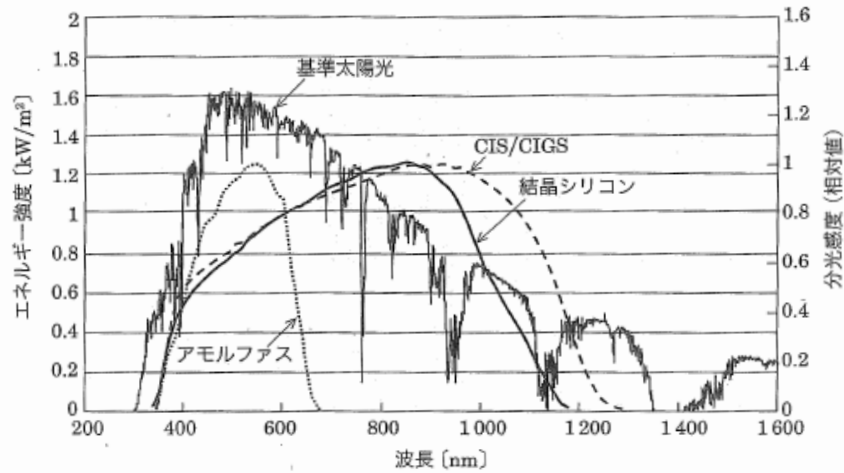
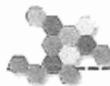


図2・17 太陽電池の分光感度特性



ホットスポットとバイパスダイオード

高い建物や木、太陽電池表面ガラスの汚れなどにより太陽電池モジュールの一部の太陽電池セルに陰がでたり、太陽電池セルに欠陥または特性劣化が発生した場合、その太陽電池セルには直列接続されている他の太陽電池セルの全電圧が印加され、発熱する。この部分をホットスポットと呼んでいる。これを防ぐために、通常の太陽電池モジュールには、太陽電池セル数個単位で太陽電池セルの電流と逆方向に並列に、バイパスダイオードが付いている。図2・18に太陽電池が陰になっ

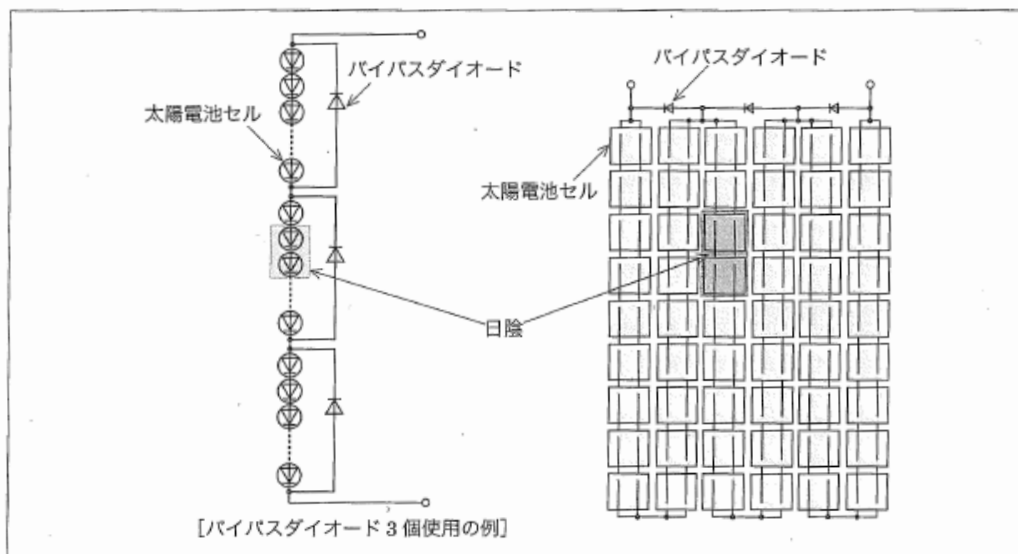


図2・18 太陽電池モジュールの電気回路（結晶系太陽電池モジュールの例）

たときのバイパスダイオードと陰の関係を示す。陰がかかった部分は太陽電池セルの抵抗が高くなるため、バイパスダイオードにも電流が流れる。

太陽電池モジュールに陰がある場合における、バイパスダイオードがある場合とない場合の I - V 特性を図 2・19 に示す。太陽電池モジュールの④部が陰になった場合、バイパスダイオードがない場合は太陽電池が陰になった部分に電流が制限され、出力は大きく低下する。

バイパスダイオードがある場合は、ほぼ陰になった面積分しか出力は低下しない。

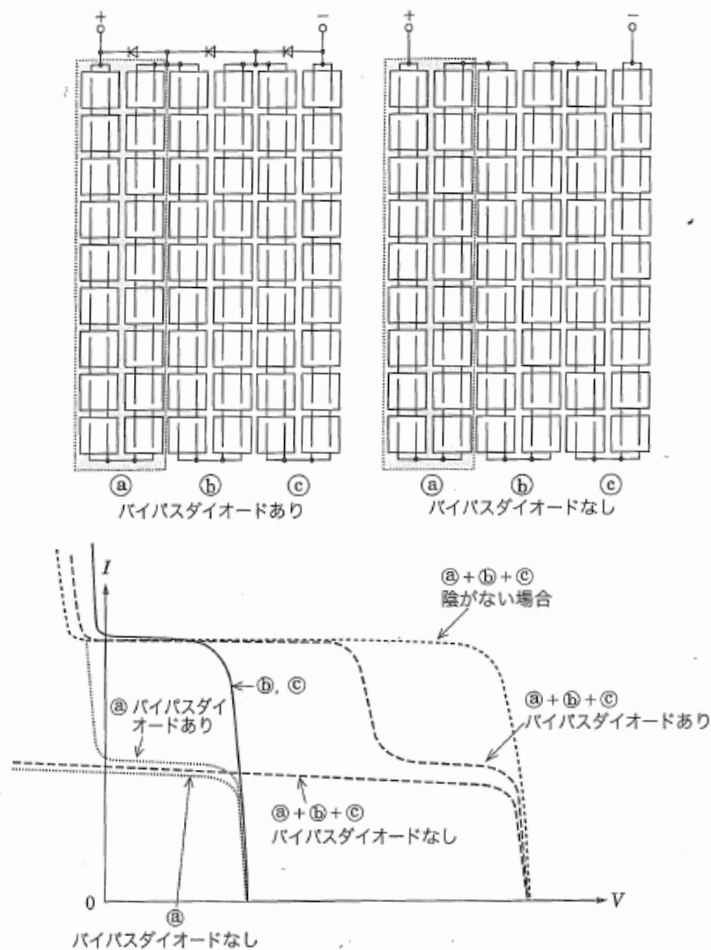


図 2・19 太陽電池モジュールの I - V 特性 (陰がある場合)



◆ 太陽電池モジュールの陰（結晶系）

前項で述べたように、太陽電池モジュールが部分的に陰になると太陽電池モジュールの出力は低下する。I-V 特性がどのように変化するかを図 2・20 に示す。ここでは、太陽電池モジュール 1 枚に 3 個のバイパスダイオードが組み込まれているモジュールとする。

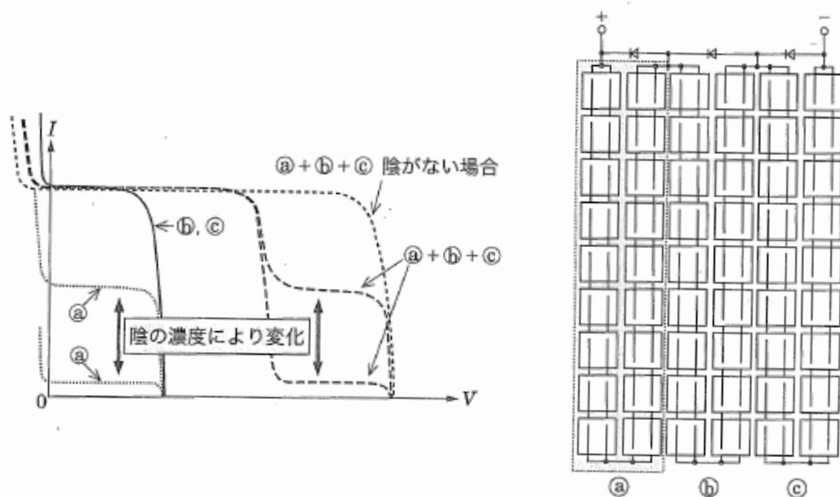


図 2・20 結晶系太陽電池モジュールの I-V 特性（陰がある場合）

太陽電池モジュールの(a)部が陰になった場合、主に電流値が低下する。(b)、(c)部が陰にならない場合、(a)、(b)、(c)部の合成した太陽電池モジュールの I-V 特性は、段差を持った特性になる。

バイパスダイオードがあるため、この場合は太陽電池の陰面積とほぼ同じ程度の出力低下となる。

◆ 太陽電池モジュールの陰（薄膜系）

薄膜系太陽電池モジュールが部分的に陰になった場合、I-V 特性がどのように変化するかを図 2・21

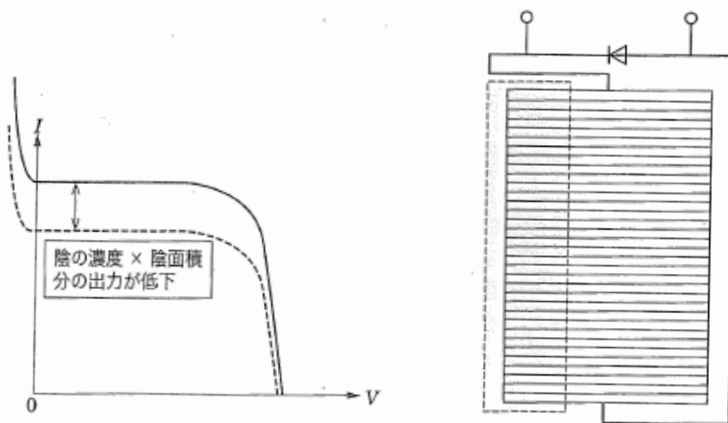


図 2・21 薄膜系太陽電池モジュールの I-V 特性（陰がある場合）

に示す。ここでは、太陽電池モジュール1枚に1個のバイパスダイオードが組み込まれているモジュールとする。

図2・21に示した太陽電池モジュールの場合、モジュール内のすべての太陽電池セルが直列に接続されている。太陽電池セルの一部が陰になった場合、陰になっている面積分の出力が陰濃度に応じて低下する。

◆ 太陽電池アレイの陰

(a) スtringに沿って陰ができる場合 太陽電池モジュールの日陰面積に応じ I - V 特性の電流が減る (図2・22)。

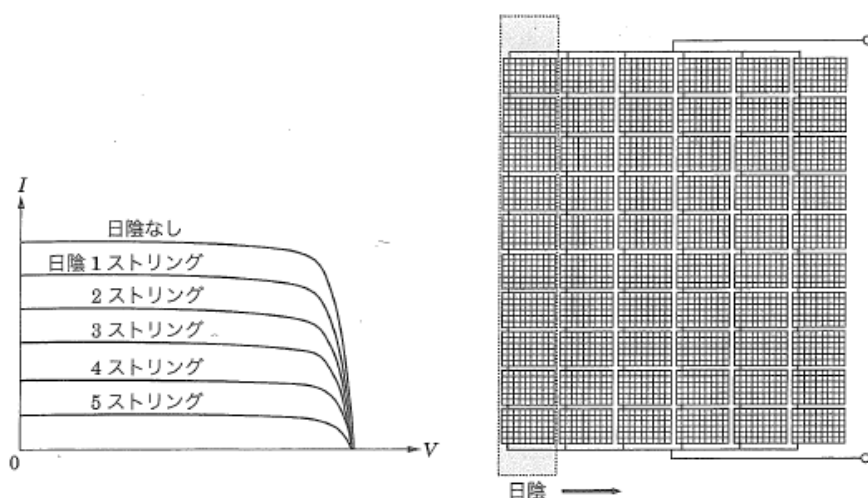


図2・22

(b) すべてのstringの一部が陰になる場合 太陽電池アレイの電圧が減っていくのでつながらるパワーコンディショナが動作しなくなる (図2・23)。

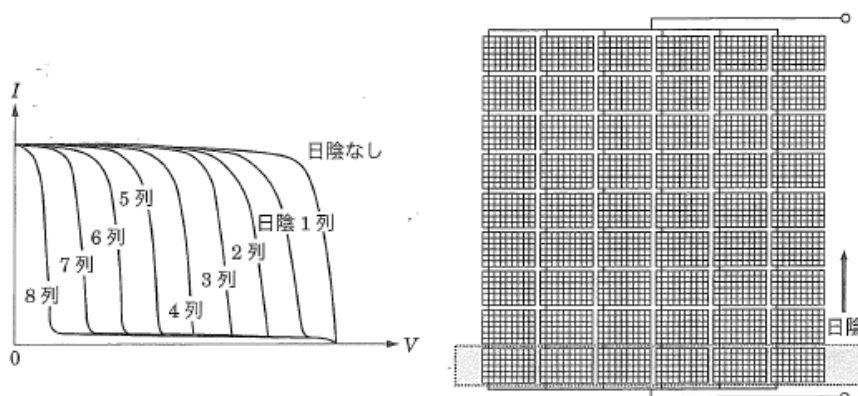


図2・23