

## 特集

## 太陽光発電技術

## 我が国における太陽光発電システムの実例

## Photovoltaic Power Systems in Japan

地 福 順 人<sup>\*</sup>  
Yorito Jifuku

## 1 ま え が き

我が国における太陽光発電システムは昭和33年無線中継所用として実用化されて以来、灯台用、放送中継所用、人工衛星用など比較的早い時期から実用に供されてきたが、コスト上の問題から限定された適用用途にとどまってきた。

しかし昭和48年の第一次オイルショック後太陽光発電も石油代替エネルギーの一つとして見直しが行われ、国内外においてコスト低減と普及拡大に関する諸施策が始った。

我が国ではサンシャイン計画の加速的推進戦略において、昭和65年に300万kW、昭和70年に750万kWの普及を旨とした、原料から利用システムにいたるコスト低減に関する諸研究開発が推進されており、それに並行して電卓や時計など民生用への応用の市場が確立し、街灯や噴水用など電力用の一般市場も形成されはじめてきた。

## 2 我が国における太陽光発電システムの現状

我が国における電力用太陽光発電システムの一般市場はまだ緒についたばかりであり、今後の太陽電池パネルのコスト低減動向により普及の緩急が予想されるが、現状ではまだ従来の特殊用途が太陽光発電システムの主体となっている。

従来の特殊用途としては灯台用や無線中継所用など官公庁、公社などの需要が主体となっており、表1に現状における太陽電池の主な需要先と用途を示した。

灯台用は昭和34年以来積極的な実用化が進められており、昭和55年時点で360台以上、総容量20kW以上に達し、現状の実用面における太陽電池の最大の使用実績となっている。

無線中継所用としては建設省、気象庁、電々公社、

表1 太陽電池の主な需要家と用途

No.	主 な 需 要 家	主 な 用 途
1	海上保安庁	灯 台
2	気象庁	気象観測台、無線中継所
3	建設省(各都道府県庁)	テレメータ、無線中継所
4	各電力会社 電源開発(株)	テレメータ、無線中継所 太陽光発電研究設備
5	電々公社	無線中継局
6	NHK	テレビ無線中継所
7	宇宙開発事業団(NAS- DA) 宇宙科学研究所	人工衛星、ロケット
8	新エネルギー総合開発 機構 (NEDO)	各種光発電システム 技術開発事業

表2 サンシャイン計画における現在  
建設中の太陽光発電システム

No.	システム名	容 量
1	個人住宅用 システム	3kW
2	集合住宅用 システム	20
3	工場用システム	100
4	学校用システム	200
5	集中型太陽光 発電システム (分散配置形)	200
6	集中型太陽光 発電システム (集中配置形)	1,000
7	光・熱ハイブリ ッド型太陽光 発電システム	5

NHK、各電力会社などで早くから実用化されており、テレビ中継所を除いて、数W、数十W以下の比較的小容量システムとなっている。

一方、サンシャイン計画の一環として新エネルギー総合開発機構によって推進されている、太陽光発電システム実用化技術開発研究のなかで表2に示す各種システムがとりあげられ現在建設中であり、これらのプロジェクトに通じての技術的ブレイクスルーによる太

<sup>\*</sup>(株)日立製作所日立工場副技師長

表3 我が国における太陽電池の生産実績(単位:kW)

	S51	52	53	54	55	備考
電力用	15.5	17.45	19.4	42.97	67.19	一般の太陽電池パネル
民生用	6.2	9.25	39.91	42.81	223.88	電卓用、時計用など
合計	21.7	26.70	59.31	85.78	291.07	

太陽光発電システムの一般への普及拡大が期待されている。

現在芽ばえはじめた太陽光発電システムの一般市場としても、屋外照明灯、時計台、噴水などまだ比較的デモンストレーションの性格をおびた公共施設関係が主体であるが、今後のコストダウンによる利用システムの拡大が待たれている。

表3に昭和50年から55年までの我が国における太陽電池の生産実績を示すが、着実な生産実績の増加のあとと今後の飛躍への様子がうかがわれる。

### 3 太陽光発電のシステム構成

図-1に太陽光発電システムの構成例を示す。太陽光発電システムは電力貯蔵用蓄電池の要否、直交電力変換用インバータの要否、電力送配電系統との連系の有無により表4のように分類される。一般には表4のBシステムが最も広く使用されている。

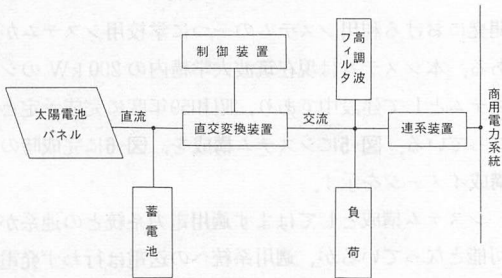


図-1 太陽光発電システムの構成例

表4 太陽光発電システムの分類

システム	蓄電池	直交変換装置	商用電力系統との連系	主な用途
A	無	無	無	直流ポンプによるかんがいシステム
B	有	無	無	灯台、無線中継所、照明灯
C	無	有	無	交流ポンプによるかんがいシステム
D	有	有	無	遠隔村落、離島用電源システム
E	無	有	有	住宅用など発電用システム
F	有	有	有	独立運転を考慮した、あるいは系統変動を避けた住宅用などの発電用システム

太陽光発電システムは太陽光の非連続性から負荷に対して連続的な電力の供給が必要なシステム、あるいは夜間電力の必要なシステムについては電力貯蔵用の蓄電池を必要とするが、現状においては蓄電池が高価なため、太陽光が得られる時だけの電力供給が許される噴水用やかんがい用地下水汲上げシステムなどの普及が先行することが予想される。

また現在一般の電力は交流で供給されているが太陽光発電は直流のため、交流電力に変換するためには直交変換装置(インバータ)が必要になる。従って独立電源の場合には負荷は出来るだけ直流のままで使用できるような配慮が必要となる。

太陽光発電を本格的に電力供給源の一つとして利用する場合には既存電力送配電系統との連系が必要となる。既存電力系統と連系の場合には電力貯蔵用蓄電池を必要としない(発電タカの変動吸収用蓄電池は必要な場合が予想される)。連系に関する対応策はまだ検討の段階であり、実用化はかなり遠いと考えられる。

### 4 太陽光発電システム例

#### 4.1 灯台用システム

我が国における灯台用太陽光発電システムは太陽電池容量で数百Wから十数W、平均的には数十Wとなっている。図-2に太陽電池を利用した灯台の代表例としての臥蛇島灯台を示す。太陽電池容量は660Wとなっている。

表5は沖縄の水納島灯台の要目であり、表6はそこに使用されている太陽電池の仕様を、図-3はシステム構成を示す<sup>2)</sup>。

灯台用太陽光発電システムに使用される各機器はその環境条件から、耐風雨、耐塩害特性が要求され、最近の太陽電池パネルはすべて両面強化ガラスで、シリコンレジンを押入しステンレスの窓材で固定した水密構造となっており、アレイのフレームもステンレス材



図-2 臥蛇島灯台

表5 水納島灯台要目

No	要 目	
1	所在地	沖縄県国頭郡本部町水納島
2	設置年月日	昭和45年5月16日
3	灯 質	閃白光、毎10秒に1閃光
4	灯 器	300灯ろうレンズ、LC型灯器(特)100W
5	高 さ	20m(平均水平面より灯火中心まで)

表6 水納島灯台用太陽電池アレイ仕様

No	項 目	仕 様
1	出力	85.3W
2	メーカー	シャープ(株)
3	型式	KAS-240S
4	モジュール数	232個 (直列8個×並列29個) 他にイミテーションモジュール 8個

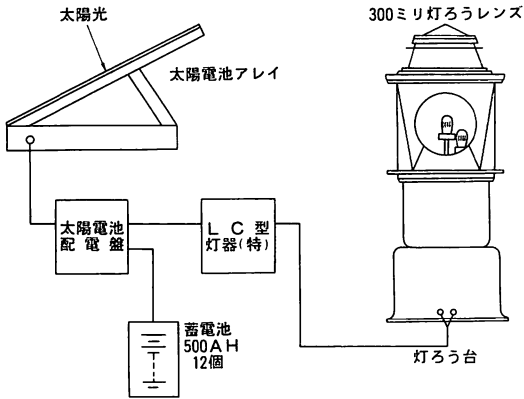


図-3 水納島灯台システム構成

で構成されている。

4.2 テレビ中継局<sup>3)</sup>

NHKにおける太陽電池の利用としては昭和36年に始まった4Wクラスの太陽電池によるラジオ無線中継局と昭和51年から始まったテレビ無線中継所があげられる。表7にNHKの太陽電池利用テレビ中継放送所の一覧を示す。

図-4は太陽電池による電源部のシステム構成を示す。無線中継所は一般に山頂設置のため雷サージに対する対策が重要である。都那および山口嘉川テレビ中継放送所では雷によるノイズトラブルを避けるため、受信所と送信所の間は光ファイバーで結合されている。

また積雪の多い地域では太陽電池パネルが埋没しないようアレイの支持脚を高くするのは勿論のこと、ラジオ無線中継所の例であるが、設置場所の緯度に相当した傾斜パネルと垂直パネルを組み合わせ、積雪時には

表7 NHKの太陽電池利用テレビ中継放送所

No	局 名	場 所	太陽電池容量 (kW)	蓄電池仕様	負荷容量	設置年
1	芦川テレビ中継放送所	甲府	30	PS型 108AH×9	18V, 150mA 2.7W	昭和51年
2	宮安積テレビ中継放送所	姫路	30	CS型 130AH×8	16V, 170mA 2.7W	〃
3	都那テレビ中継放送所	奈良	131	LDA型500AH×8	16V, 0.4A 6.4W	昭和53年
4	山口嘉川テレビ中継放送所	山口	115	LDA型500AH×6	12V, 0.63A 7.5W	昭和52年
5	護摩増テレビ無線中継放送所	和歌山	288	LDA型500AH×9×2	10V, 1A 10W	昭和54年

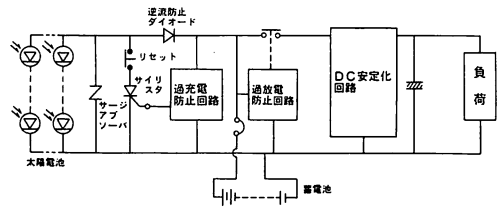


図-4 太陽電池利用テレビ中継放送所電源部システム構成

垂直パネルの出力を利用するという方式もとられている。周辺草木の成長による太陽電池パネルへの陰の防止も重要な保守項目の一つとなっている。

4.3 太陽光発電学校用システム<sup>4)</sup>

サンシャイン計画の太陽光発電利用システムの研究開発における利用システムの一つに学校用システムがある。本システムは現在筑波大学構内の200kWのシステムとして建設中であり、昭和59年度に完成予定となっている。図-5にシステム構成を、図-6に完成時の構成イメージを示す。

システム構成としてはまず適用電力系統との連系が可能となっているが、適用系統への送電は行わず発電電力はすべて内部負荷で消費される。また発電電力の変動抑制および災害時などを想定した独立連続運転を考慮して電力貯蔵用蓄電池を具備しており、直交変換装置は自励式インバータで構成されている。さらに200kWシステムは100kW2システムの並列で構成されており、一方が故障時にも運転可能な高信頼度システムとして計画されている。

自励式インバータは将来における低コスト、低高調波を想定したゲートターンオフサイリスタ (GTO)によるパルス巾変調方式 (PWM)インバータとなっている。太陽電池アレイは一部は校舎の屋上に、他は駐車場の屋根として設置されることになっており、環境との調和のとれたデザインも配慮されている。

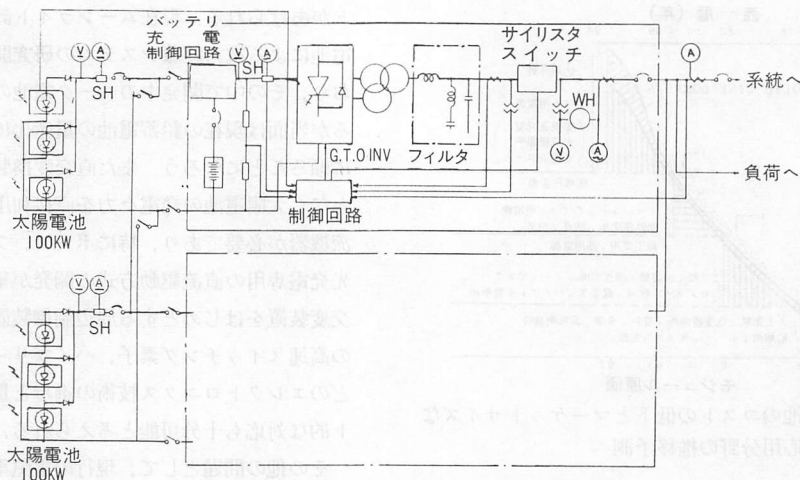


図-5 太陽発電学校用システム構成

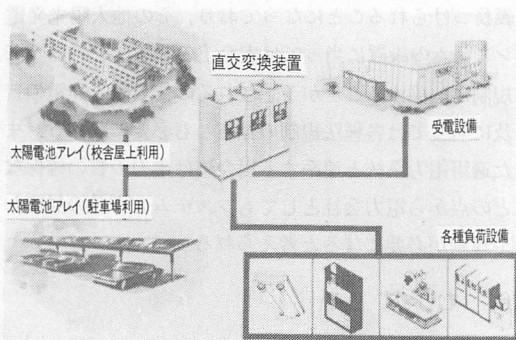


図-6 太陽光発電学校用システム構成

表 8 太陽エネルギー灯の仕様

No.	項目	仕様
1	定 格	10 W 蛍光灯ランプ, 8時間
2	太陽電池容量	33.0 W 17.6 V (シリコンリボン結晶 6 cm × 15 cm 42 枚使用)
3	蓄電池容量	12V 130 AH(メンテナンス・フリー)
4	受光角度	35°
5	パネル面積	90 cm × 50 cm
6	ポール高さ	約 5 m
7	耐 風 圧	60 m/sec

4.4 屋外照明灯<sup>5)</sup>

現在わずかながらでも実用化されはじめた一般的な用途の一つに屋外照明灯がある。現状では公園などにおける電柱や配電線を避けての美観の維持が主目的となっている。

表 8 は京都府の鴨川公園半木の道、嵐山中之島公園、および山城総合運動公園に設置された太陽エネルギー灯の仕様を示し、図-7 にシステム構成を示す。蛍光灯はインバータ内蔵の直流電源用となっている。

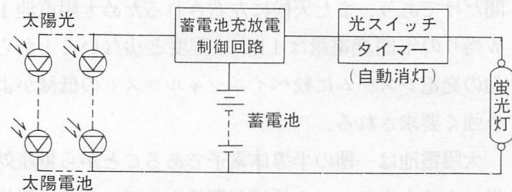


図-7 太陽エネルギー灯構成

エネルギーとしての低コストに至らなくてもその特徴を生かした附加価値の高い数多くの利用形態が考えられ、コスト低減のステップに従った飛躍的な市場拡大が予想されている。図-8 に太陽電池パネルのコスト低下とマーケットサイズならびに応用分野の推移予測の 1 例を示す<sup>6)</sup>。

5 太陽光発電システムの将来動向と問題点

5.1 太陽光発電利用システム

太陽光発電の将来動向は太陽電池パネルとその他のシステム構成機器のコスト低減の成否にかかっているが、太陽光発電は濁濁のないクリーンエネルギーであること、発電形態が極めてシンプルであり、比較的容量による単価の差がないこと、などのために石油代替

5.2 太陽熱光ハイブリッド利用システム

太陽エネルギーの利用形態として太陽光発電と太陽熱温水器とのハイブリッドシステムも考えられる。システム例としては、太陽光発電による温水器用ポンプの駆動システムあるいは太陽熱光ハイブリッド利用に

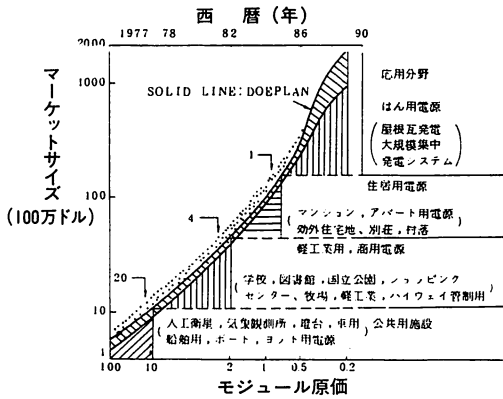


図-8 太陽電池のコストの低下とマーケットサイズならびに応用分野の推移予測

よる住宅用冷暖房給湯システム、醸造システム、高温電気透析法による海水淡水化システムなどがあげられる。

また太陽電池の光-電気変換効率は10%前後のため残りのエネルギーで温水を得る熱光ハイブリッドパネルも考えられており、表2の7項の例をはじめ各社においての検討もすすめられている。たゞし現状では得られる熱/電気割合と利用システムから要求される割合が大巾に喰い違いため(要求量に対し電気が少ない)十分なメリットが得られるに至っていない。

### 5.3 太陽光発電の普及上の問題点と見通し

太陽光発電の普及上の最大の問題点は繰返すように太陽電池パネルとその周辺機器のコスト低減である。太陽光発電はランニングコストは零に近いが発電は昼間だけであり、また天候に左右されるため太陽電池1W当りの年間発電量は1kWh程度と少ないことから他の発電システムに較べニシナルコストの低減がより強く要求される。

太陽電池は一種の半導体素子であることから量産効果による大巾なコスト低減が期待されているが、現状の結晶形セルによるスーパーストレート構造の太陽電池パネルでは桁違いのコスト低減は困難という見方も出ている一方、我が国におけるアモルファス太陽電池の開発は急ピッチで進められており、思いのほか早い機会にサンシャイン計画の目標に近いコストが実現するのではないかとすることも期待されはじめている。いずれにしても太陽電池パネルのコストが100円/W程度になれば各種の独立電源システムの市場が立上りはじめることが予想され、続くアモルファス太陽電池パネルの製品化、量産化により太陽光発電の市場が飛躍的に立上ることも十分予想される。

太陽光発電システムの問題点の一つに蓄電池のコス

トがあげられる。現在ムーンライト計画の一つに2次電池による電力貯蔵システムの研究開発が進められており、その中で開発中のベータ電池の利用も期待されるが当面は現在の鉛蓄電池の量産化によるコスト低減に頼ることになる。また直交変換装置を使用することなく太陽電池の発電力を直接利用するためには直流機器が必要であり、特にポンプ、ファンなどは太陽光発電専用の直流駆動方式の開発が望まれる。なお直交変換装置をはじめとする周辺制御装置については最近の高速スイッチング素子、ハイブリッドIC、LSIなどのエレクトロニクス技術の進歩と量産化によりコスト的な対応も十分可能と考えられる。

その他の問題として、現行の電気事業法によると30V以上の太陽光発電設備は電気工作物として計画の届出、認可、保安規程の作成、主任技術者の選任などが義務づけられることになっており、その他太陽光発電システムの設置に当っては安全上の問題など各種の法規制に関係することが予想されるので太陽光発電の普及に当っては各種法規制の見直しも必要になる。また適用電力系統と連系する場合には電力の質の確保などの点から電力会社としてもシステムの十分の見直しや規制が必要になると考えられる。

## 6 むすび

以上述べたように我が国における太陽光発電システムの現状はまだ灯台用、無線中継所用など従来からのシステムが主体となっているが、サンシャイン計画の推進とともに新しい利用システムの芽が出はじめている。サンシャイン計画の目標に到達するにはまだまだ多くの困難が予想されるが必ずや近い将来各種システムの実用化、普及の波が押し寄せることが期待される。

### 参考文献

- 1) (財)光産業技術振興協会：オプトエレクトロニクスの標準化に関する調査研究、昭57、P 226。
- 2) (財)新エネルギー財団：太陽電池多目的利用分科会、昭56年度沖縄地区調査資料、水納島灯台。
- 3) (社)鉄道電化協会：太陽光発電システム設計基準委員会、資料No 56-15、NHKにおける太陽電池電源の歴史。
- 4) 通産省工業技術院、サンシャイン計画推進本部：昭和55年度サンシャイン計画成果報告書概要版(太陽エネルギー) P 312~329
- 5) (社)鉄道電化協会：太陽光発電システム設計基準委員会、資料NO56-5-2、太陽エネルギー灯の設置にあたって。
- 6) 浜川圭弘：OHM、No 7、(1980年)、P 17。