

太陽電池の歩みと今後

History and Future of Solar Cells

森 弘*
Hiroshi Mori

要 旨

太陽電池の発明と発展の歴史及びこれからの発展予想について概要を述べた。

シャープは1959年に開発を開始し1960年代から海上保安庁の灯台用電源に納入し、現在738ヶ所に設置されている他多数の実績をもつ。また、人工衛星用太陽電池では宇宙開発事業団の支援のもと国内外の80基以上の衛星で活躍中である。太陽電池の本格的な開発競争は1973年のオイルショックに端を発した先進各国の取組みであり、日本はサンシャイン計画によりスタートしたが、普及の端緒は1994年の住宅用太陽光発電の導入開始である。

太陽光発電は二酸化炭素を排出しないクリーンな発電方式であることから今後の発展が期待されるが、当面の課題はコストダウンのための技術開発にある。将来は、有機半導体による太陽電池の開発と実用化も必要となる。

This paper outlines the history of solar cells from invention to progress in the future.

SHARP started the development of solar cells in 1959 and delivered them to a power supply system for a lighthouse from 1960 s. At present, 738 lighthouses are powered by our photovoltaic systems and 80 satellites use our solar cells. Japanese government started the roof top program 'in 1994 by setting photovoltaic modules on the roof of house. This program strongly encouraged Japanese manufacturers and enlarged manufacturing capacities, because of its promising pollution-free power source in next century. In future, the development of solar cells made from organic semiconductor will become necessary.

はじめに

人類社会の活動の源は言うまでもなくエネルギーで

ある。有史以来人類は太陽エネルギーが育てた植物を燃焼させて火を使い、太陽エネルギーの缶詰とも言える石炭を用いて産業革命を起こし、石油を用いて現代社会を築き上げた。しかし、これらの資源が有限であることに気づき始めたころから、新しいエネルギー源として原子力エネルギーの利用を推進したことはよく知られていることである。

一方で、石炭や石油などの化石エネルギー源を使うことにより排出される膨大な量のガスや廃棄物は、自然環境が吸収してくれるものと思い込み、自然環境に放棄して来た結果が現在の環境汚染や地球温暖化を招いたと言える。

発電に際して、環境汚染や温暖化等の原因物質を殆ど排出しない方式が今後望まれる訳であるが、半導体の光起電力効果を用いて太陽光線を直接電力に変換する事のできる太陽電池による発電、すなわち太陽光発電はこの要請に答えられる優れた方式の一つである。

1839年、弱冠19歳のフランスの実験物理学者エドモンド・ベクレルによって発見された光起電力効果は1870年代のセレンの光導電性や光起電力効果の発明と発見に繋がり、変換効率1～2%のセレン光電素子の出現となり写真撮影時の露出計に使われた。

これが太陽電池の始まりであった。

シリコン太陽電池は1954年ベル研究所のChapin, Fuller, Peason, らにより単結晶シリコンを用いて発明された¹⁾。発明直後の変換効率は4.5%であったが数カ月後には6%に改善されると共に理論検討も進み、翌年には理論限界効率21.7%(現在は再検証され約30%)がM.B.Princeにより示された²⁾。

1958年に打ち上げられた米国の人工衛星バンガード

号は、太陽電池を電源として搭載した最初の衛星である。太陽電池の光電検出器としての最初の応用はコンピュータのパンチテープの読み取り素子であった。

当社は、1959年に開発を開始し1963年には海上保安庁向けに、横浜港の鶴見 号ブイの電源用として世界初の太陽電池を納入し注目を集めた。また1966年には当時世界最大容量であった224Wの太陽電池式電源を長崎県御神島(現尾上島)の同庁の灯台用に納入し、現在は738ヶ所の灯台で当社の太陽電池が活躍し

* 電子部品事業本部

ている。また、人工衛星用太陽電池では宇宙開発事業団の支援のもとシリコン高効率太陽電池を開発した結果、国内外の衛星 80 基以上に搭載されている。

クリーンで無尽蔵な太陽エネルギーを直接電力に変換でき、ほぼ無保守で長期間使用できる太陽光発電の良さは早くから知られていたが、高価であったことや出力が太陽光線の強さや、天候、季節などに左右されることなどもあって 1980 年代までは、大規模には使われず、山間僻地などの無線中継所、灯台や浮標、村落の小規模な電源などに使われていた。

太陽光発電には、この間に何度かの発展のチャンスがあった。まず 1970 年代に始まり現在は完全に定着している電卓への搭載は太陽電池応用の大ヒットである。次に、オイルショック（1973 年）に端を発したクリーンエネルギー源としての各国による開発と実用化競争の時代であるが、この時代には太陽電池の半導体基板材料や素子構造などについて幅広い開発が行われ、基礎技術や応用技術が育成された。そして現在は、地球環境保全のための「新エネルギー源」の旗手としての位置付けにある。

1. 普及状況

日本に於ける普及導入のきっかけとなったのは、1994 年 9 月にスタートした国による住宅用太陽光発電の導入支援策「住宅用太陽光発電システムのモニター事業」(モニター事業)である。それまでに、発電設備の設置手続きの簡素化などの電気事業法の改正、電力会社による余剰電力の買い取り、系統連系ガイドラインの整備とインバータ認証制度のスタートなどの準備が進められていた。

1994 年 12 月閣議決定された「新エネルギー導入大綱」では、重点導入を図るべき新エネルギーを 8 種挙げており、その中でも太陽光発電は期待が大きく、導入目標は累計で 2000 年までに 40 万 kW、2010 年までに同じく 460 万 kW と設定され、太陽光発電を国が積極的に導入して行くことを示した点で画期的なものであった。

これを受けて 1997 年 4 月には、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」(新エネ法)が制定され、同 6 月に施行されたが、技術開発が終わり実用化段階に入ったものの経済性などの制約から進まない新エネルギーの導入を、加速的に推進するための法的基盤の整備を進める目的で、同 9 月には、供給業者による新エネを利用した電力や熱の買い取り、企業による太陽光発電などの自家利用、個人の電気自動車購入等の国民として果たすべき義務を盛り込んだ基本方針が閣議決定されている。今後は、新エネ開発を手掛ける

事業者などへの国による助成策の強化が期待される。

住宅用太陽光発電導入の「モニター事業」は、1997 年から「住宅用太陽光発電導入基盤整備事業」となり計画が強化拡大されたが、これに伴い市場も急激な拡大を見せている。また、新エネルギーとしての位置づけを明確化し国としての推進施策の方向づけがなされた「新エネ法」とその基本方針は、今後の太陽光発電産業の行方を決定付けるものであり業界の期待も大きい。

日本の導入目標量の 40 万 kW や 460 万 kW は、1997 年の太陽電池の世界の生産量が 12.67 万 kW で、日本は同じく 3.5 万 kW であった事から比較して、太陽電池業界にとっては膨大な量である。(図 1)³⁾ また、1997 年の種類別ではシリコン単結晶型が 49.6%、多結晶型が 34%、次いで電卓用も含むアモルファス型が 11.8% となっている。(図 2)²⁾ このまま結晶系の導入が進めば、シリコン原料の不足が深刻化すると予測できることから、原料開発の前倒しによる早期供給開始とシリコン薄膜太陽電池の早期商品化が、喫緊の課題と言える。

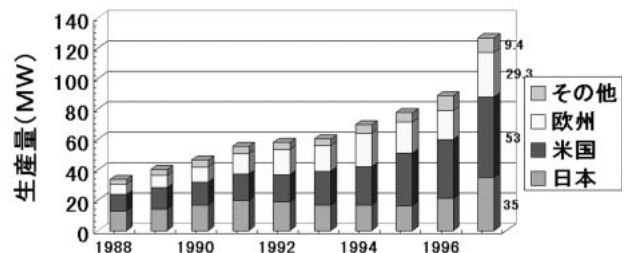


図 1 地上用太陽電池の生産量推移

Fig. 1 World shipments of terrestrial photovoltaic module.

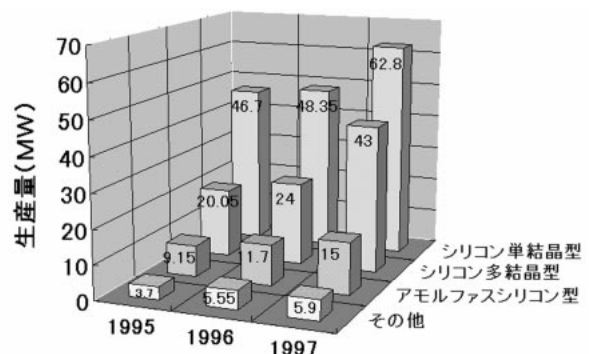


図 2 種類別太陽電池生産量の推移

Fig. 2 World shipments of terrestrial photovoltaic module by technology.

海外では、ドイツが 1990 年から推進した 1000 ルーフトップ計画がある。現在の日本のシステムと同様に系統連系システムに対して連邦政府と州政府が最大 70% を補助するものでおよそ 2 千戸に設置された。

1997 年 7 月、ドイツや日本に続いて、米国政府は

百万ルーフ計画 (The Million Solar Roofs Initiative) を発表した。1997年からスタートして2010年には年間100万件(410MW)以上の設置を目指した計画で、温室効果ガスの発生を抑制し、エネルギー選択の自由度を上げ、ハイテクの仕事を増やし、業界を活性化して競争力を保ち、州政府の導入を進める事などを目標にしている。

欧州でも「PV 2010 計画」で、2010年迄に累計で2000MWの太陽光発電を欧州全体で導入設置し、その時点での総生産能力を同じく1000MW/年まで引き上げようとする計画が検討されている。

2. 太陽光発電の必要性

私達の生活水準が向上し、快適な生活を追求するにつれて、電力消費パターンの変化が起こり、年を追う毎に昼夜の消費量の差が大きくなり、現在はほぼ2倍となっているとともに(図3)⁴⁾、季節差も激しくなっている。この対策には、ピーク時の電力を賄うための発電装置をあらかじめ用意しておく事が必要となる。このことは、電力消費の少ない時間帯や季節には発電所の発電機はフル稼働していないことを意味し、1965年頃の負荷率(稼働率)は70.8%のものであったものが1996年では56.6%に低下し、電気料金への影響も無視出来ない(図3)。

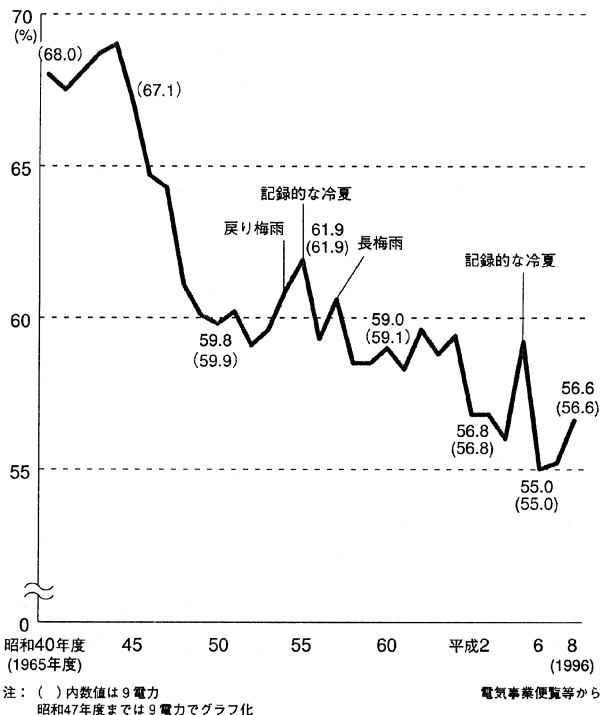


図3 年負荷率の推移 [10電力]⁴⁾

Fig. 3 Trends in load factor of power supply in Japan.

特に夏季の空調電力の増加が顕著である(図4)。昼間の電力需要が中心となる夏の空調需要は太陽電池の発電パターンとよく似た傾向をたどる。すなわち昼間の日射量が多い時間帯に太陽電池の発電量が上がり、少し遅れて気温が上昇し空調電力が増加するというパターンである。この点から配電網に連系させて太陽光発電を利用することは、ピーク電力の対策として有効である。

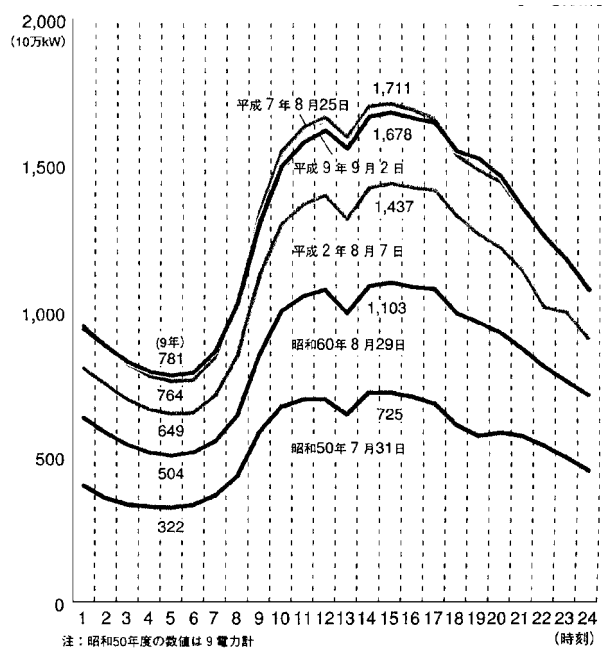


図4 夏季の一日の電気の使われ方 (年間最大電力を記録した日)[10電力計]⁴⁾

Fig. 4 Trends in midsummer electricity use by time of day in Japan.

太陽光発電における二酸化炭素の排出量はどうか。火力発電と決定的に違う点は発電するのに燃料を使わない点であることは言うまでもない。つまり、発電に際して二酸化炭素などの排出はない。保守整備に必要な部品生産や運搬等に際して排出された僅かな量のみである。

むすび

地球環境の保全が叫ばれる今日、太陽光発電はますます重要なクリーンエネルギー源の一つとして期待が高まって来ている。真に有効利用が進むためには、低価格化のための高効率化、薄型化、薄膜化、高信頼性化(長寿命化)、規格化等の技術開発が必要である。

次世代の太陽電池は、そのライフサイクルで環境に安全であることが必須の条件であり、使用する原材料は無害であることが必要である。また、使用後のリサイクルや廃棄に際し考慮が払われねばならないことが

ら、太陽電池素子には現在の無機系の素材のみならず有機系素材を用いた素子、すなわち廃棄により土に帰る無害の有機半導体を用いた太陽電池の出現も期待される。

環境と資源という切り口から太陽電池を見ると、21世紀は炭素(有機半導体)やシリコンを用いた太陽電池が主体を占めることは疑いもない事と考える。これらの元素は、我々の身の回りの日用品から工業製品、食品に至るまで多量に幅広く大量に含まれて使われており、人体中には無害であることは確認されている。また、資源量から見てもシリコンの地殻中での存在度は重量比で27.7%強あり、酸素の46.6%に次ぐ豊

富さであり、炭素も又豊富である。この豊かな資源を如何に使いこなし人類に役立てて行くかという技術開発こそ、これからの太陽光発電に携わる研究者や技術者、また企業に課せられた命題であると言えよう。

参考文献

- 1) D.M.Chapin, C.S.Fuller, G.L.Pearson, J.Appl.Phys.,Vol.25, pp.676(May 1954).
- 2) M.B.Prince, Transistor Technology, Vol.2 pp.497.
- 3) PV NEWS, Vol.17, No.2, Feb.,(1998).
- 4) 電気事業の現状 電気事業連合会(1997.11)

(1998年3月9日受理)