

## 太陽電池業界の展望

### 【ポイント】

1. 世界 No.1 の地位にあった日本の太陽電池業界だが、足元は欧州勢の台頭が著しい。これは当該地域でのフィード・イン・タリフ導入による政策面での後押しが大きい。
2. 原材料調達難から今後の主役は薄膜型になるであろう。
3. キーワードは変換効率。地道な研究開発が必要だがこれは日本製造業のお家芸である。
4. 今後は環境という観点での政策や、蓄電機能への対応が必要である。

### 1. 環境意識の高まりにより成長する太陽電池

京都議定書における二酸化炭素排出削減目標にむけた環境意識の高まりの中、太陽電池が注目を浴びている。我が国は 1974 年の「サンシャイン計画」以来太陽光発電に取り組んできており、1994 年からは NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の住宅補助金制度が始まった（2006 年末で個人向補助金制度は終了）。NEDO は「PV2030」というロードマップを公表しており、これによると様々な研究開発を進め、現在の太陽電池の発電コスト（初期費用込）¥46/kWh を、2010 年に ¥23/kWh＝一般従量電力料金並み、2020 年に ¥14/kWh＝業務用電力料金並み、そして 2030 年には ¥7/kWh＝電力会社の火力発電コスト並みにし、利用拡大を目指すとして記されている。

2004 年まで日本は世界 No.1 の累計導入量を誇っていたが、2004 年のフィード・イン・タリフ制度導入によりドイツが一気に世界 No.1 の地位に躍り出た（世界生産量における 2006 年末のシェアは日本が約 37% で依然トップである）。フィード・イン・タリフとは、国家による再生エネルギーの買い取り価格保証制度である。現在ドイツでは電力会社の販売価格の数倍での買取価格が設定されており、太陽光発電を導入しようとする者にとって強烈なインセンティブとなっている（フィード・イン・タリフは他のヨーロッパ諸国でも実施されている）。

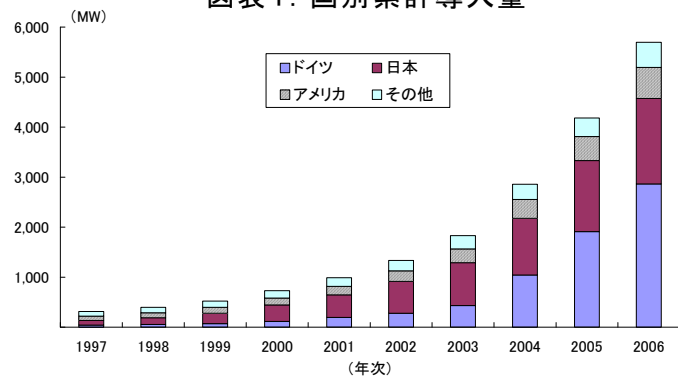
結果として 1997 年から 2006 年まで太陽電池は全世界で年平均 40% 近い成長を続けてきた。

結果として 1997 年から 2006 年まで太陽電池は全世界で年平均 40% 近い成長を続けてきた。

### 2. 今後は薄膜型、脱シリコン型など方式が多様化

2006 年現在、日本での太陽電池の累計総導入量は約 1,700 メガワット（太陽光発電協

図表 1. 国別累計導入量



会調べ)、同年の電力総需要は約 8 億 9 千万メガワット (年度、電気事業連合会調べ) であり、普及率は極めて低い。この普及低迷の最大の原因は製品価格が高いことである。現状標準的な一般住宅用の場合、概ね 200~250 万円と消費者を躊躇させるに十分な金額である。

太陽電池の種類には、シリコン結晶型、薄膜型、化合物型、色素増感型などがあり、これまで主流になってきたのはシリコン結晶型のものである。シリコン結晶型の原材料となるポリシリコンは半導体用途向けも含め\$60~70/kg 前後(業者間、長期契約ベース)と高価なものである。300<sup>mm</sup>ウエーハの出荷増に伴い、価格以前に安定調達を先ず考えなければいけない状況である。海外企業も含めポリシリコンメーカーは増産に動いているものの、彼らは顧客との価格交渉上、太陽電池向けの顧客には半導体向け出荷の存在を交渉の具としており、目先大幅な価格下落は期待できない。このような状況下、日本の太陽電池セットメーカーの間でも原料調達の巧拙がそのまま利益水準の多寡に繋がっている。そして、これまで日本の大手セットメーカーは一貫生産に拘り、主要な工程をほぼ内製化してきた。これは製造工程を上流(ポリシリコン~ウエーハ)、中流(ウエーハ~セル・モジュール)、下流(モジュール~最終セット組立)に分解した場合、中流工程で出荷すると殆ど利益が出ない構造になっている。何故なら中流工程は製造装置さえ購入すれば比較的容易に参入できるため、付加価値を付けにくいからである。現在結晶型で成功している企業は単に製造装置を購入するだけでなく、購入してきた製造装置を自社仕様に改良し変換効率上昇を実現している。逆に上流工程は原材料を溶解しインゴット状にする製造方法は特許で守られているため参入障壁は高い。

一方、今後の本命候補と目されるのが薄膜型である。薄膜型はガラス基板に CVD (Chemical Vapor Deposition=化学的気相成長)を用いて薄膜を形成するもので、結晶型のものと比較すると使用するシリコンの量は 100 分の 1 以下というメリットはあるものの、変換効率の低さや製造装置導入に多額の設備投資が必要なことなど、解決すべき課題も多い。

但し、この薄膜型の製造装置は液晶製造装置の製膜技術が応用でき、日本がまさに得意とする分野である。現実に製造装置メーカーは需要の一巡した国内市場を尻目に海外向けに出荷を伸ばしつつある。最近になって大手太陽電池メーカーと大手半導体製造装置メーカーが共同で子会社設立を発表するなど、企業間の分業を軸として薄膜型において急展開が見られる。

### 3. 変換効率向上が鍵だが、理論変換効率からの乖離幅に着目

様々な材料・製造方法が開発され、新規参入企業が相次ぐ現状、今後のキーワードになるのが変換効率である。変換効率は太陽の光エネルギーを電気エネルギーに変換する際の効率のことであり、現在最もポピュラーな多結晶シリコン型のもので 15%前後である。単純にこの変換効率が倍になれば、使う部材の量が半分で済み、製造にかかるコストも大幅に削減でき、中でも特に大きな効果としては設置面積が減少することであろう。何故ならコスト全体の内、架台を含めた設置コストは全体の 3~4 割にもなるからである。設置コスト以外でも、結晶型においては原材料のシリコンの使用量が減少すること、薄膜型においては製造装置への設備投資を軽減できることが期待できる。かように変換

---

効率の上昇は生産のみならず最終製品価格に至るまで、あらゆるコストを押し下げる効果を持つ。

ただ変換効率は使用する材料や方式（型）による制約があるため、成長性という観点から理論変換効率\*からの乖離が一つの目安になるのではないか。現在主流のシリコン型は限界値が25～30%といわれている。一方、薄膜型や化合物型では、現在市販されている製品の変換効率は高く、13%程度と理論値（20～25%）からの乖離が比較的大きく、シリコン結晶型と比較した場合設備投資が重い分、幾分なりとも限界利益率が高いことが想定されるので、量産化により最終製品価格での競争力強化も期待できる。特に化合物型であるCIGS(Copper=銅、Indium=インジウム、Gallium=ガリウム、Selenium=セレンウム)はその名の通りシリコンを一切使用せず、現状10%を超える変換効率があり、理論値は25%前後と今後期待される技術の一つである。長年にわたる地道な研究開発がこれまでのコストダウンや変換効率上昇に寄与したことを考えれば、日本製造業の真骨頂を発揮できる絶好の機会となろう。

※理論変換効率は現状のものであり、今後の研究開発により変動する可能性がある。

#### 4. 今後の展望

日本では太陽電池で発電した余剰電力は通常送電線を通じて電力会社に売電できるが（系統連系方式）、その単価は従量電力料金単価と同じ¥23/kWhであり、現状の発電コスト¥46/kWhとの比較では明らかに見劣りがするものになっている。NEDOの補助金や技術研究は確かに産業育成という観点からは一定の成果を収めたが、今後更に大きく普及を促進させるためには、諸外国同様に環境という観点で何らかの政策が期待される。加えて、将来的に総発電量の一定部分を太陽光による発電が占めた場合に、天候や地域性による不安定性が問題になるため、蓄電機能に関する対応も徐々にクローズアップされよう。

化石燃料や希少金属（レアメタル）などと違い、その量においては無尽蔵であり地域偏在性も無いことから、いわゆる「資源ナショナリズム」とも結びつきにくく、技術革新によるコストダウンが進めば各国のロードマップに沿った成長の確度は高いものと思われる。

図表2. 主要地域のロードマップ

国/地域	項目	単位	2010年	2015年	2020年	2030年	2050年
日本 JPEA ビジョン	累積導入量	万kW	482		2,870	8,280	
	年出荷量	万kW/年	123		430	1,000	
	国内市場	億円	4,730		12,500	22,500	
	原油換算導入量	万kl	120		720	2,070	
欧州 EPIAロード マップ	累積導入量	万kW	360		4,100		
	年出荷量	万kW/年					
	累積輸出量(途上国)	万kW	100		300		
米国 SEIAロード マップ	累積導入量	万kW	210	960	3,600	20,000	67,000
	年出荷量	万kW/年	51		720	1,900	3,100
	発電コスト	¢/kWh	7.4	5.7	4.6	3.8	3.7

(資料) 社団法人 日本セラミックス協会(編)「太陽電池材料」

(株式会社業務グループ 川崎 一真)