



機械情報産業カレント分析レポート

太陽電池セル製造における主導権争い：セルメーカー vs. 装置メーカー

現在の景気低迷期においても太陽光発電産業、特に太陽電池関連産業に対する産業界の期待は高い。「PV EXPO 2010」(於：東京ビックサイト、2010年3月3日～5日)は、出展社数が過去最多の21カ国579社だった。展示会には、数多くの装置メーカー、装置関連部材メーカーが出展をしていた。筆者も会場とセミナーに足を運んだが、歩くのが困難なぐらいの盛況で、各ブースとも熱心に見入っている人が多かった。

本稿では、注目が高まる太陽電池関連産業を支える太陽電池製造装置産業について、そのビジネスモデルを中心に考察する。

◆太陽電池製造装置産業の現状と展望

太陽光発電システム産業は、サプライチェーンで捉えると、川上の材料領域、川中の太陽電池セル生産工程とモジュール生産工程、川下のシステム設置工程に分かれている。太陽光発電システムの総コストを100とした場合、太陽電池セルの生産工程は40、モジュール工程は30、設置工程が30になると言われている。太陽電池セルと太陽電池モジュールを生産するための製造装置領域が、太陽電池製造装置産業である。

太陽電池製造装置市場は、太陽電池市場の急拡大、新規参入メーカーの急増といった状況の中で、製造装置市場もここ数年は急速に伸びている。民間調査機関によると、太陽電池の製造装置市場は2008年に5,770億円にのぼり、2009年は5,316億円と経済危機の影響を受けて減少するものの、その後は順調に回復し、2015年は1兆4,090億円にまで拡大すると予想されている¹。その内訳をみると、結晶シリコン太陽電池の製造装置市場は、2008年が4,570億円、2009年が2,481億円、そして2015年には4,886億円になると予測されている。薄膜シリコン太陽電池は、2008年が686億円、2009年には2,201億円、2010年には4,368億円、そして2015年には4,594億円まで拡大すると予測されている。2008年から2009年、2010年にかけての拡大はシャープの新工場(「グリーンフロント堺」、太陽電池工場は2010年3月までに稼働予定)

向けの出荷、米ファーストソーラーの大型の設備投資とターンキービジネス²の拡大が主な要因として挙げられる。

太陽電池の種類別の製造装置市場の動向を見ると、結晶シリコン→薄膜シリコン→CI(G)S³→有機薄膜という順序で市場が拡大する予想となっている。結晶シリコン太陽電池は、多くのデバイスメーカーで積極的な投資による生産能力の増強が行われるために、製造装置の市場規模が拡大する。それを上回る急速な設備投資により、装置の市場規模が急拡大するのが薄膜シリコン太陽電池の製造装置である。CI(G)S型太陽電池は、生産能力の拡大が見込まれるものの、まだ本格的な量産化レベルには達していないために、2011年、2012年ごろから急速に市場が拡大する可能性がある。有機薄膜太陽電池は、研究開発段階であるため、研究開発や試作用の製造装置が中心であり、量産化にむけた市場拡大は2015年以降になると思われる。

◆ターンキービジネスモデルと装置メーカー

太陽電池の製造装置メーカーとしては米Applied Materials社と、日本のアルバック、スイスのOerlikon Solar社が薄膜シリコン太陽電池製造ラインの一括供給、いわゆるフルターンキー・ビジネスを中心として業績を伸ばしている。太陽電池製造のノウハウが全くなくても、製造装置をフルターンキーで調達することで、誰でも薄膜太陽電池セル製造に参入できるようになったことが、世界市場での新規参入ラッシュの大きな要因になったと指摘されている。

これらのターンキービジネスを手掛ける装置メーカーは、新興国での太陽電池メーカーの新規設備投資の流れを受けて、受注が拡大している。米国の民間調査会社発表した太陽電池製造装置メーカーの2008年の売上高ランキングによると、首位は米Applied Materials社で、2008

² キーを回せば(Turn the key)太陽電池の一貫製造ができるラインを一括供給するというもの(大和総研)。

³ CIS型太陽電池はその主成分である銅(Copper)、インジウム(Indium)、セレン(Selenium)の薄膜化合物系太陽電池で、CI(G)S型のGはインジウムの一部をガリウム(Gallium)で置換えるもの。

¹ 富士経済・プレスリリース、2009年9月30日。

年の太陽電池製造装置の売上高は7.97億ドル、前年の約10倍と急拡大した。2位もターンキービジネスを手掛けるスイスのOerlikon Solar社で、前年の約1.5倍、5.52億ドルを売り上げた。

◆太陽電池セルメーカー V.S 装置メーカー：
ターンキービジネスは生き残れるか

この装置メーカー主導のターンキービジネスモデルは、生き残れるのだろうか。残念だが、筆者は「困難」と予想している。そのシナリオは、以下のように考えられる。

ターンキービジネスは、主導権を装置メーカーが握るビジネスモデルである。デバイスメーカーとの契約では、装置の運用も含めた売買契約になることが多いとみられる。しかし、デバイスメーカーが、生産ラインに少しでも手を加えると契約違反になるといわれている。その結果、デバイスメーカーは、歩留り向上、改善活動など「生産性の向上」によるコスト削減ができない。デバイスメーカーは、当初は採算が取れているものの、太陽電池パネルの価格が下がるため、コストを引き上げる必要に迫られる。コスト削減には、①生産性の向上と②規模の経済性しかないが、①が契約上できないために、②を追及するしかなくなる。つまり、デバイスメーカーにとっては、セルの価格下落が見込まれる現状では早晩採算ラインを割ることから、価格下落の速度を上回る設備投資を行う必要がある。追加の設備投資をし続ける必要があることから、競争は設備資金の確保という経営体力（特に、財務力）の勝負になる。設備投資の拡大競争は、体力消耗戦と共に、供給過多から更なるパネル価格の低下を引き及ぼすために、デバイスメーカーの体力をさらに弱め、市場からの退場を迫ること（再編や淘汰）になる。これは、ターンキーの装置メーカーにとっては顧客数の減少を意味する。

一方、デバイスメーカーは、製造装置の内製化を志向する傾向が、結晶シリコン太陽電池よりも薄膜シリコン太陽電池で強まっている。内製化を志向するデバイスメーカーは、半導体や液晶パネルの二の舞を防ぐために、装置を通じた技術流出を防ぎたいと考えている。生産設備の内製化（グループ企業の活用も含む）により技術流出は防げるが、量産ラインの立ち上げ規

模が小規模、かつ遅れてしまうことが予想される。太陽光発電システム関連産業（特に、太陽電池産業）は、急拡大している産業である。スピードと量の両方が求められる産業において内製化にこだわりすぎると、販売機会を大きくロスすることにもなりかねない。

そこで、太陽電池セルメーカーは、シャープは東京エレクトロン、昭和シェルソーラーはアルバックなど、特定の製造装置メーカーと提携する第三の道を模索し始めている。

このように、現在の太陽電池製造装置産業を巡っては、太陽電池の製造に関して太陽電池セルメーカーと太陽電池製造装置メーカーとの間、つまりデバイスメーカーと装置メーカーの間に、下記の3つのビジネスモデルにより「主導権争い」が起こっている。

- 薄膜太陽電池セル製造を巡る主導権争い
(セルメーカー vs. 装置メーカー)
- ①ターンキービジネスの装置メーカーに依存
⇒装置メーカーが主導
(アルバック、アプライドなど)
- ②セルメーカーの装置内製化による技術開発
⇒セルメーカーが主導
(三菱重工、富士電機など)
- ③セルメーカーと装置メーカーの提携
⇒Win to Win の関係 (?)
(シャープとTEL、昭和シェルとアルバックなど)

ただ、装置メーカー主導で新規参入ラッシュという流れがある一方で、製造装置を太陽電池メーカー自己調達あるいは内製化して、技術のクローズ化を強める動きは国内を中心に強くみられる。筆者の太陽電池セルメーカーへのヒアリングでも、「生産設備の効率向上のためには装置メーカーと協調しなければならないが、一方で当社が保有している生産装置に関する強みは保持していきたい。したがって、製造ノウハウを流出させずに、技術の進歩を取り込むかが課題となっている。」ということであった。

太陽電池製造装置市場が成長軌道にあることは間違いないといえるが、その市場構造がどうなるか、どこが主導権を握るかといった点に関しては今後の展開が注目される。

(調査研究部 近藤信一)