

新たな成長段階を迎えた太陽光発電

世界の太陽光発電市場は、2000年以來40%前後の高い成長を続けている。しかし、太陽光発電先進国である日本はこの波に乗り遅れている。ドイツ発の市場拡大策への対応に出遅れたからである。

シリコン不足への懸念や低コスト化の要求から、薄膜系、化合物系、有機系の太陽電池の開発、市場投入も加速されてきている。大規模な太陽光発電所（メガソーラー）の設置も本格化してきた。

コストダウンと資源価格の上昇で太陽光発電に経済合理性が生じ始めているなか、日本企業は技術開発などにより、再びリードを取り戻すことができるだろうか。

2008年11月



株式会社 旭リサーチセンター

東京都千代田区内幸町1-1-1（帝国ホテルタワー）

電話 (03) 3507-2406 (代)

このレポートの担当

研究員

石原 尚子

お問い合わせ先

03-3507-2406(代)

E-mail ishihara.nc@om.asahi-kasei.co.jp

< 本レポートのキーワード >

太陽光発電、太陽電池、化合物系太陽電池、色素増感太陽電池、
メガソーラー、福田ビジョン、CoolEarth - エネルギー革新技術計画

(注) 本レポートは、ARCホームページ (<http://www.asahi-kasei.co.jp/arc/index.html>) から検索できます。

このレポートの担当

研究員 石原 尚子

お問い合わせ先 03-3507-2406 (代)

E-mail ishihara.nc@om.asahi-kasei.co.jp

まとめ

地球温暖化に代表される環境問題や、資源問題を背景に、クリーンで再生可能なエネルギーである太陽光発電の普及への期待が高まっている。 (P.1~2)

日本でも、低炭素社会の実現に向け、太陽光発電の普及拡大が期待され、導入量を2020年までに現状の10倍、2030年までに40倍に引き上げるという目標を掲げている。

世界の太陽光発電市場は、順調に拡大しており、2000年以来40%前後の高い成長を示している。しかし日本はこの好調な波に乗り切れていない。一方ドイツでは、再生可能エネルギー資源から発電された電力を送電業者に買い取らせる制度(固定買取制度)により、市場が拡大している。日本は05年にドイツ、07年にはスペインに年間導入量で抜かれ世界3位となった。また、07年シャープが保持していた太陽電池生産第1位の地位もドイツ企業に譲った。中国、台湾の新興企業も急速に成長している。(P.3~7)

日本企業が急速な市場拡大にもかかわらず、太陽電池の能力増投資に慎重だった一因は、発電コストが高く、経済合理性が乏しかったからである。しかし、資源価格の上昇や排出量取引が具体化するなど状況は変わってきた。(P.8~9)

太陽光発電を普及拡大させるためには、発電コストを下げるのが最も重要である。太陽電池の発電コスト低減のための技術には、製造コスト低減と、変換効率向上がある。製造コストを低減する方法として、薄膜にすることによる省資源化や製造プロセスの簡略化が検討されている。特に、シリコンを使わない化合物系太陽電池や有機系の色素増感太陽電池は、低コスト化できる可能性があり精力的に技術開発が進められ、研究開発および市場投入が加速されてきている。(P.10~15)

太陽光発電をさらに普及拡大させるためには、住宅用だけでなく、大規模な太陽光発電所、いわゆるメガソーラーの設置を一層拡大することも重要である。メガソーラーの導入に関してはスペイン、ドイツが先行しているが、日本でも世界最大級規模のメガソーラーが計画されている。(P.15~18)

新たな段階を迎えた太陽光発電において、日本の得意とする技術革新により、日本が再びリードを保つことが期待される。(P.19)

目 次

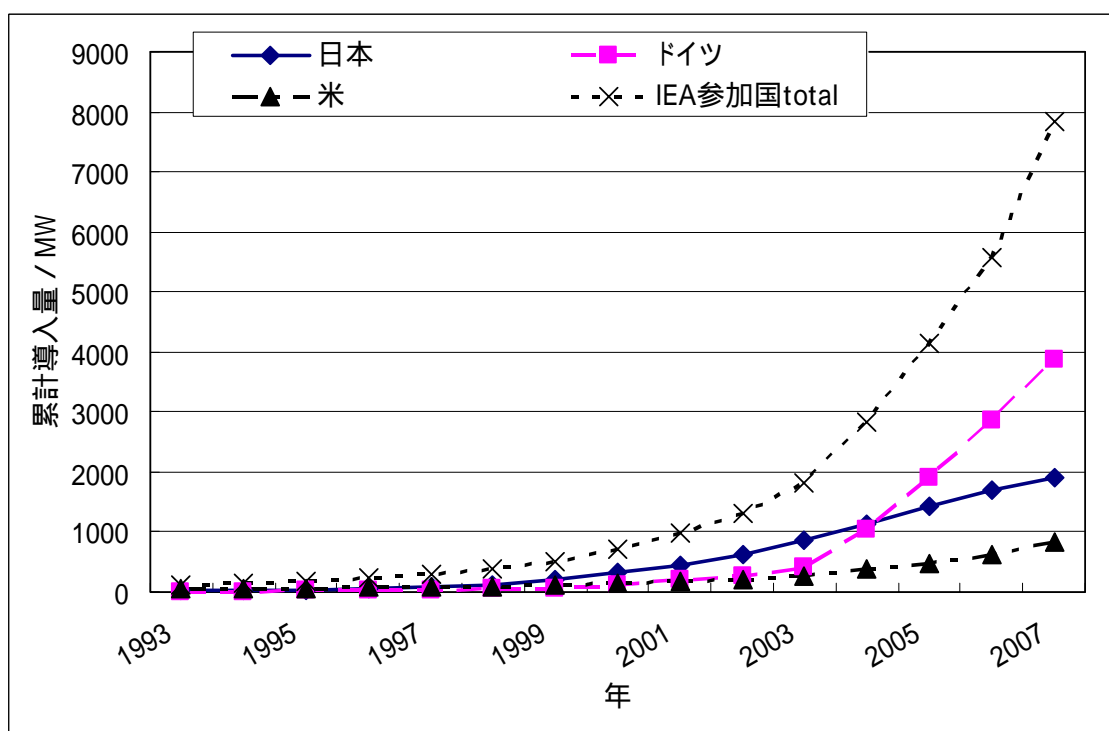
1 . はじめに：急成長する太陽光発電	1
2 . 環境政策が追い風となる太陽光発電市場	3
1) 低炭素社会実現に向け期待される太陽光発電	3
2) 拡大し続ける太陽電池の生産量、導入量 - ドイツに抜かれた日本	5
3) 環境政策により拡大する E U 市場	6
4) 伸び悩む日本市場：補助金制度復活	6
3 . 日本の太陽電池産業が伸び悩んでいた要因	8
1) E U の環境政策、新規参入専門企業との競合	8
2) コスト的には競争力のなかった太陽光発電	8
3) 太陽光発電をとりまく状況変化：みえてきたコスト競争力	9
4 . 新しい太陽電池の研究開発と市場投入が加速	10
1) コストダウンが普及拡大につながるか	10
2) 太陽電池の種類	11
3) シリコンを使わない新しい太陽電池の登場	12
4) 太陽光発電の技術開発ロードマップ：技術革新による低コスト化	14
5) 米国でも進む太陽光発電	15
5 . 住宅用から産業用へ：メガソーラーによる発電	16
1) 大型商用施設用太陽光発電システムの普及	16
2) 発電事業としての産業用メガソーラー	16
6 . 日本は再びリードを保てるか	19

1. はじめに：急成長する太陽光発電

地球温暖化に代表される環境問題や、エネルギー安全保障などの資源問題を背景として、クリーンで再生可能なエネルギーである太陽光発電の普及への期待が、世界的に高まっている。

太陽電池市場は順調な成長を続け、2007年の世界の太陽電池生産量は3,700MW（メガワット、1 MWは1,000kW）に達し、06年の生産量2,500MWに比べて実に50%近くの伸びとなっている。モジュールやインバーターなどを含めた、太陽光発電システム 1 kWあたりの平均販売価格60万円で計算すると、市場は2兆円規模にもなる。

また、図1に示すように、太陽光発電の累計導入量は、00年以降急速に伸びている。



IEA-PVPS「TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2007」のデータよりARCにて作成

図1 太陽光発電導入量（累計）

しかし、太陽光発電先進国でありながら、日本は太陽電池の生産量、導入量ともにこの好調な波に乗り切れていない。シャープは、これまで年間生産量世界第1位を誇っていたが、07年、ドイツのQ-Cellsに追い抜かれた。07年には世界の企業の太陽電池生産量

の順位に大きな入れ替わりがあった。インド、中国などの新興国企業のほか、台湾、韓国からも続々と新規参入が続いており、国際的な競争がますます激化してきた。

技術的にも変化が起きつつある。世界的な需要拡大に伴う原料シリコン不足は、化合物系太陽電池や色素増感太陽電池など、シリコンを使わない新しい太陽電池の研究開発と市場投入を加速させている。また、日本においては、これまで3～5kWの住宅用太陽光発電システムの導入促進が太陽光発電の普及拡大に大きく貢献してきたが、今後さらに導入量を増やすためには、数MW規模のメガソーラーと呼ばれる産業用太陽光発電所の本格的稼働が期待されており、その設置が進み始めている。

国際的な競争の激化、化合物系太陽電池などの新しい太陽電池の市場投入、産業用メガソーラーの設置などが始まっており、太陽光発電は新たな段階を迎えている。日本が得意とする新技術の開発や新たな促進制度の導入により、果たして日本は今後再びトップに立つことができるであろうか。それとも、グローバル化の波に乗り遅れ、海外企業の後塵を拝することになるのだろうか。

本レポートでは、環境関連産業として急成長中の最近の太陽光発電の動向と日本企業の対応について述べたい。

2 . 環境政策が追い風となる太陽光発電市場

1) 低炭素社会実現に向け期待される太陽光発電

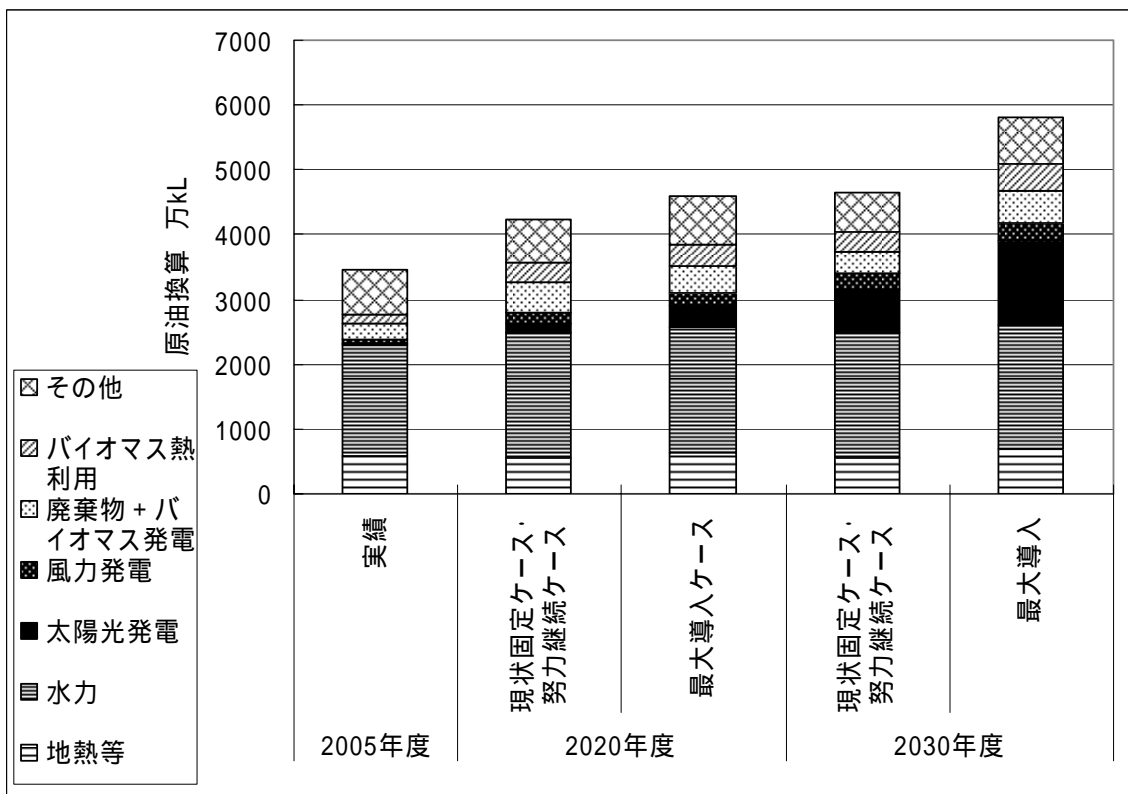
08年6月、福田首相は「低炭素社会・日本」をめざして（福田ビジョン）のスピーチの中で、長期目標として、2050年までの日本のCO₂排出量を現状から60～80%削減すること、中期目標として2020年までに14%削減することを掲げた。具体策としては省エネの推進と共に、ゼロ・エミッション電源の比率を全電力の50%以上に引き上げることなどを述べている。ゼロ・エミッション電源とは、再生可能エネルギーや原子力発電等、発電時にCO₂を排出しない発電方法である。再生可能エネルギーの中で、福田ビジョンでは特に太陽光発電に期待が寄せられており、導入量を2020年までに現状の10倍、2030年までには40倍に引き上げるという目標を掲げている。

この太陽光発電導入量やCO₂排出量削減の目標値は、08年5月に出された資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会の「長期エネルギー需給見通し」における最大導入ケースとほぼ一致する。この最大導入ケースは、技術ポテンシャルを最大限に見込んだケースで、これまでの技術の延長線上における改善努力の継続に加えて、さらに実用段階にある最先端の省エネ、再生可能エネルギーの技術を最大限普及させることによる劇的な改善を想定した挑戦的なものである。この挑戦的なケースにおいて、20年度に05年度比でCO₂排出量を13%削減できると見積もっている。図2に「長期エネルギー需給見通し」で試算された再生可能エネルギーの導入量予測を示す。太陽光発電の導入量は05年度実績で原油換算34.7万kl、20年度には最大導入ケースで350万kl、30年度には1,300万klと試算されており、太陽光発電は再生可能エネルギーの中で最も伸び率が高く、導入量拡大が期待されている。

CO₂排出量削減の手段として、世界的にも再生可能エネルギーへの期待が高まっている。08年6月に国際エネルギー機関（IEA）が発表した「エネルギー技術展望（ETP）2008」の中で、50年のCO₂排出量を05年比で半減するというBLUE Mapシナリオにおいて、CO₂排出量の削減量に対する再生可能エネルギーの寄与は21%と、省エネの36%について2番目に高い効果が期待されている。つづいて、炭素回収・貯留

(C C S) の19%、燃料転換の18%、原子力の6%と見積もられている。BLUE Mapシナリオでは、再生可能エネルギーは50年には全世界の発電量の46%を賄い、また、50年までの太陽光発電の平均年間導入量は16,000～30,000MWと試算されている。I E A 参加国の07年までの累計導入量が7,841MWに過ぎないことを考えると、途方も無い規模である。

ただこうした数字が出たこともあり、太陽光発電については、世界的に投資ブームが起きており、研究開発、設備投資が活発化している。



現状固定ケース

2005年度を基準とし、今後新たなエネルギー技術が導入されず、機器の効率が一定のまま推移した場合を想定。耐用年数に応じて古い機器が現状レベルの機器に入れ替わる効果のみを反映。

努力継続ケース

これまで効率改善に取り組んできた機器・設備について、既存技術の延長線上で今後とも継続して効率改善の努力を行い、耐用年数を迎える機器と順次入れ替えていく効果を反映。

最大導入ケース

実用段階にある最先端の技術で、高コストではあるが、省エネ性能の格段の向上が見込まれる機器・設備について、国民や企業に対して更新を法的に強制する一歩手前のギリギリの政策を講じ最大限普及させることにより劇的な改善を実現する。

その他：「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」、「黒液・廃材等」が含まれる。

出典：資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し」のデータを下にA R Cにて作成

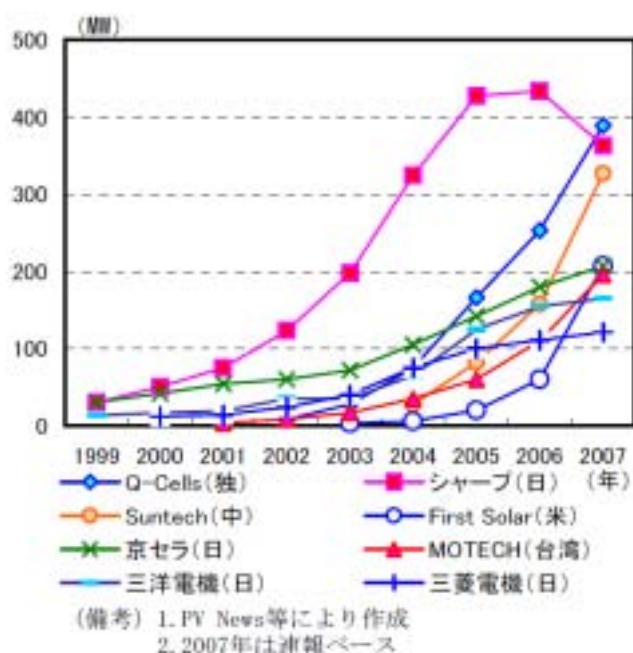
図2 再生可能エネルギー導入実績と予測

2) 拡大し続ける太陽電池の生産量、導入量 - ドイツに抜かれた日本

日本では、太陽光発電の今後の増加が期待されているが、すでに世界では、太陽電池の生産が、2000年以来40%前後の大きな伸びが続いている。

日本はこの成長の波に乗り遅れている。

07年は、太陽電池市場で大きな変化が起こった。99年以来、年間生産量第1位を守っていたシャープが第2位に落ち、一方前年第2位であったドイツのメーカーQ-Cellsが第1位になり逆転した。図3に企業別太陽電池生産量の推移を示す。シャープが07年は前年より生産量が減じたのに比べ、Q-Cellsは50%も増えており、着実に生産を拡大している。また、06年第4位のSuntech(中国)、第7位のMOTEC(台湾)は、07年にはそれぞれ第3位、第5位に上がり、中国、台湾勢の成長も著しい。海外企業は大半が2000年前後に起業された太陽電池専門のベンチャー企業である。



日本政策投資銀行 今月のトピックス No122-1「太陽光発電をめぐる最近の動向」 より
<http://www.dbj.go.jp/japanese/download/pdf/indicate/no122.pdf>

図3 企業別太陽電池生産量推移

また、生産だけでなく、前掲図1でみたように、日本の市場としての地位も低下している。IEAのまとめた「TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2007」によると、日本は05年に、太陽光発

電の累計導入量で、ドイツに抜かれた。07年の年間導入量は、1位ドイツ1,135MW、2位スペイン512MW、3位日本210MWと日本は上位2国から大きく引き離されている。

日本は97年にアメリカを抜いて1位になって以来、毎年着実に導入量を増やしトップを維持してきた。しかし、ドイツが00年に太陽光発電などの再生可能エネルギーを買い上げる制度を導入し急速に導入量を伸ばしてきたため、年間導入量で05年に日本はドイツに追い抜かれ、07年にはスペインにも抜かれた。

3) 環境政策により拡大するEU市場

世界最大の市場となったドイツの市場拡大の牽引力となっているのが、00年に導入された固定価格買取制度（フィード・イン・タリフ）である。

ドイツ政府は、太陽光や風力などの再生可能エネルギー資源を用いて発電された電力を、通常の電力価格より2～3倍高く、一定の価格で買取ることを、送電事業者に義務付けている。買取価格は、設置年、発電規模、設置場所等によって異なっている。太陽光発電の場合、06年で1kWhあたり70円前後となっている。設備導入後20年間固定価格で、しかも発電コスト（46円/kWh程度）を上回る価格で買取られるので、売電で利益を得ることができ、ビジネスとして成立する。そのため個人住宅のみならず大規模な太陽光発電事業が次々と立ち上がっているのである。もちろん、高く買い取った再生可能エネルギーによる電力が多くなると、送電事業者は電気料金を上げざるをえなくなる。それは一般消費者が負担することになる。ドイツでは1家庭あたり、毎月3ユーロ（400円程度）のコスト負担をしていると言われている。同様の買取制度は、スペインなど欧州の約20カ国に広がり、太陽光電池のさらなる市場拡大をもたらしている。

人為的な価格政策により敢えて、太陽光発電市場を作り出しているわけだ。

4) 伸び悩む日本市場：補助金制度復活

日本における年間導入量は07年210MWと、世界の潮流とは逆に05年の290MWから大きく減少している

この背景には、ドイツとは逆に05年度に補助金制度「住宅用太陽光発電導入促進事業」

が終了したことがある。日本は、世界に先駆けて94年から「太陽光発電システムモニター事業」を開始し、太陽光発電システムの導入の設置補助を行ってきた。97年からは「住宅用太陽光発電導入基盤整備事業」、02年からは「住宅用太陽光発電導入促進事業」と名前を変えながら長らく補助制度を行ってきた。

補助金制度が終了した当時としては、こうした設置補助政策は十分機能し、自立できるだろうという判断であったが、結果として太陽光発電の導入の伸びを予想以上に鈍らせることになった。

こうした事情もあり、日本でも、今年度の第一次補正予算で補助金制度が復活することになった（太陽光発電設備の設置の際、1kW当たり7万円程度、総額20～30万円を補助する制度）。国以外に、地方自治体が独自に補助を行っている例もある。たとえば、東京都では来年度から30万円程度の補助を決定している。しかし、現在、一般住宅で導入する平均的な太陽光発電システムの価格は約230万円（3kW級のシステム）であり、補助金による増加には、ドイツやスペインのような爆発力は期待できないだろう。

日本にも新エネルギーの普及促進策として03年4月に施行された「新エネルギーに関する特別措置法（RPS法）」がある。これは、電力事業者に供給する電力の一定割合を新エネルギーで供給することを義務付けたものである。太陽光発電に関しては、家庭用の太陽光発電の余剰電力を買い取るものであり、発電システム導入のインセンティブになる制度である。ドイツの固定価格買取制度に似ているが、太陽光発電の場合、現在の買取り価格は電力会社の電力量料金単価相当（家庭用で18～24円/kWh、業務用で12～13円/kWh）であり発電コスト（46円/kWh）より低く、ドイツのようにビジネスとして成り立つ段階にはない。

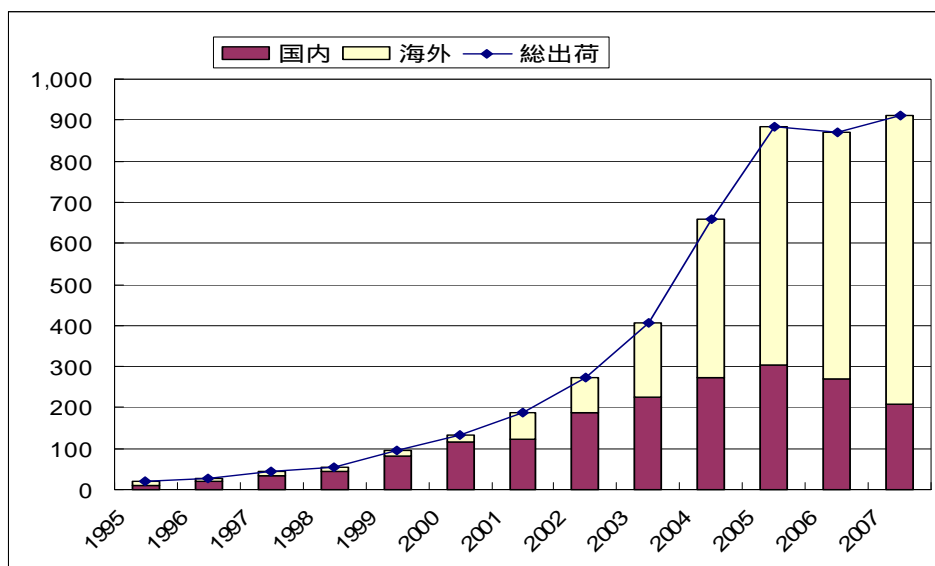
3 . 日本の太陽電池産業が伸び悩んでいた要因

1) E U の環境政策、新規参入専業企業との競合

日本の太陽電池産業が伸び悩んでいるのは、国内需要の縮小だけではない。

07年の日本の太陽光電池の出荷量の8割弱は海外向けである。日本企業がシェアを落としたのは、世界の環境規制の動向を読み誤ったことも一因である。

環境政策の変更により、EUなど海外市場が急成長し、それに合わせた太陽電池専業の新規企業が参入するなかで、日本企業は、総合エレクトロニクス企業の一分野として太陽電池事業を抱えていることなどから、需要の急増に対応した機敏な対応が遅れ、原料シリコンが手当てできず、思うように生産できなかつたと考えられる。



太陽光発電協会資料により作成

図4 日本の太陽電池出荷数量の推移 (MW)

2) コスト的には競争力のなかつた太陽光発電

日本の太陽光発電産業が、05年以降伸び悩んだ第2の理由としては、太陽光発電は、コスト的に、他の電源と競争力がないとして、新規の能力増投資に慎重だったことが考えられる。

当時、すでに風力発電は大規模化することにより、コスト的に他の電源と十分見合う

条件になっていた。しかし、太陽光発電は、石油火力の2倍以上の発電コストであった。主力であった、シリコン系の太陽電池は、変換効率などの点で限界に達していて、コストダウンの余地が少ないと考えられていた。

補助金に支えられ需要が急増したとしても、それが持続的に拡大していくとは想定できなかった。そこをドイツ、中国などの新興企業が果敢に設備拡張を行い、市場を拡大していったのである。

表1 電源別発電原価、CO₂排出量試算

電源	発電単価(円/kWh)	CO ₂ 排出量(g-CO ₂ /kWh)	備考
水力	8.2~13.3円	11	
石油	10.0~17.3円	742	原油27.41ドル/バレル
LNG	5.8~7.1円	608	
石炭	5.0~6.5円	975	
原子力	4.8~6.2円	22~25	含む廃棄物処理コスト
太陽光	46円	53	
風力	10~14円	29	

出所) 経済産業省 2008年度エネルギー白書

3) 太陽光発電をとりまく状況変化：みえてきたコスト競争力

しかし、太陽光発電をとりまく状況は、大きく変わってきた。

需要が世界的に増大したことで、大量生産によるコストダウンの余地が広がってきた。また、最近の原油価格の高騰にみられるように、資源価格が中長期的には上昇トレンドにあること、EUでは排出量取引など炭素の排出にコストがかかる動きが具体かしていることから、太陽光発電にも十分コスト競争力が生まれる状況になってきた。

さらに、需要が中長期的に拡大していくことが明らかになったことで、研究開発にも資金が投じられるシリコン系以外の太陽電池の開発も進んでいる。

経済産業省でも、福田ビジョンの目標を受けて、住宅用太陽光発電システムの普及拡大を促進するため、価格を3~5年以内に半額、110万円程度まで低減することを目指している。原油価格が60~100ドル/バレルなら、太陽光発電は十分にコスト競争力が持てる状況になってきたのである。

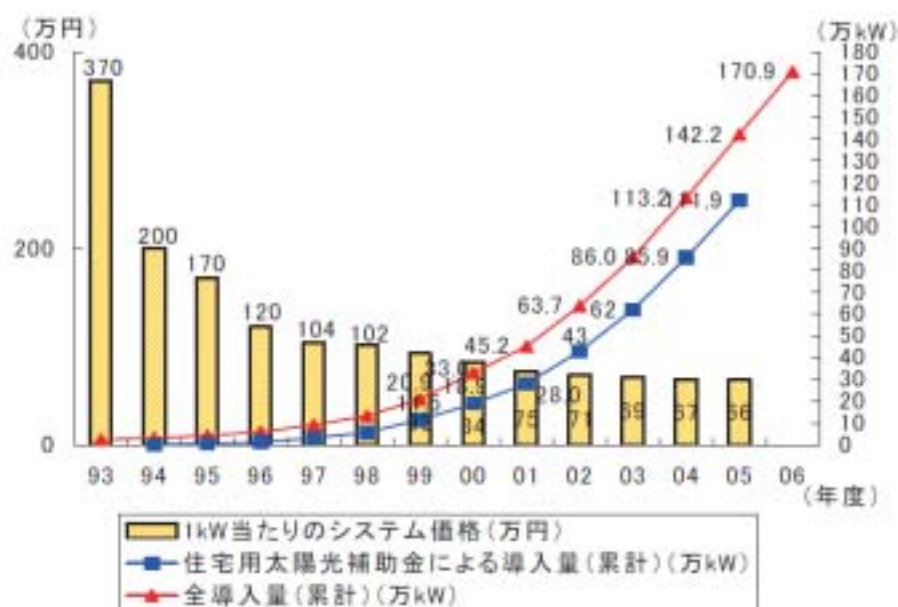
4 . 新しい太陽電池の研究開発と市場投入が加速

1) コストダウンが普及拡大につながるか

太陽光発電システムを本格的に普及させるためには、発電コストを安くし家庭用電力料金並みにする必要がある。発電コストを安くするためには、太陽電池、コンバーターを含めたシステム全体の価格を安くすることと、太陽電池の変換効率を上げより多くの電力を得られるようにすることが挙げられる。図5に太陽光発電システム価格と導入量を示すが、システム価格が下がると共に、導入量が増加していることがわかる。

太陽電池の価格を安くする技術として、薄膜太陽電池を安価で大量に生産する製造プロセスの開発（ロール・ツー・ロール製法）、薄膜化によって資源を節約して生産コストを低減する方法などが検討されている。特に化合物系太陽電池や色素増感太陽電池などは、低コスト化できる可能性があり、技術開発が精力的に進められている。

【第 213-5-2】太陽光発電の国内導入量とシステム価格の推移



資料：資源エネルギー庁調べ

<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2008/index.htm>

資源エネルギー庁HP エネルギー白書 2008

図5 システム価格vs普及量

2) 太陽電池の種類

太陽電池は、太陽光エネルギーを電力に変換する装置である。光エネルギーが電気に変換される割合は変換効率と呼ばれ、太陽電池から取り出された電力を光の強度で割ったパーセンテージで表される。変換効率が高いほど、同じ面積でより多くの電力を得ることができる。現在最も普及している単結晶シリコン太陽電池の変換効率は、20～25%である。

表2に太陽電池の種類とその特徴、および、報告されている変換効率の最高値を示す。また図6に太陽電池の種類別シェアを示す。現在の主流は、半導体として結晶シリコンを用いた太陽電池であり、市場の9割近くを占めている。変換効率も高い。しかし近年、原料であるシリコンの供給不足が顕在化し、化合物系太陽電池がシェアを拡大している。化合物系太陽電池のCdTeは、日本では毒性が懸念されるために需要が少ないが、製品のリサイクルを前提に販売している企業もあり、米国など海外では需要が拡大している。

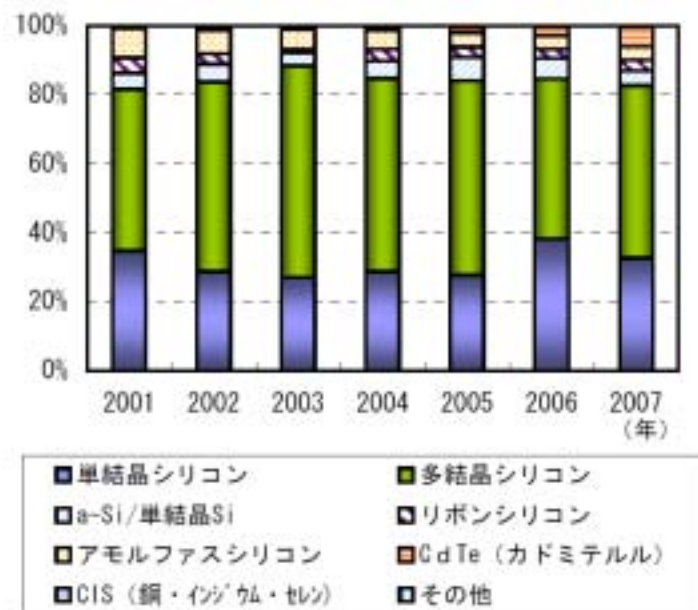
表2 太陽電池の種類とその特徴

太陽電池の種類		特 徴	最高変換効率* / %	
			セル	モジュール
シリコン系	バルク型	単結晶	高い変換効率、豊富な使用実績	
		多結晶	大量生産に適する、豊富な使用実績	
化合物系	薄膜型	アモルファス	低コスト化のポテンシャル	
		単結晶 (GaAs系)	高い変換効率、高コスト、集光型セルとして使用	
		多結晶 (CIS、CdTe)	資源量の制約物質を含む、公害物質を含むものがある	18.8(CIGS) 16.5(CdTe)
有機系		色素増感	真空、高温プロセスが不要、低コスト化のポテンシャル	
		有機薄膜		

参考資料、参照ホームページを参考にARCにて作成。

最高変換効率*は、Solar Cell Efficiency Tables (Version 31) : Prog.

Photovol: Res. Appl. 2008; 16:61-67 より



(備考) PV News等により作成

日本政策投資銀行 今月のトピックス No122-1「太陽光発電をめぐる最近の動向」 より
<http://www.dbj.go.jp/japanese/download/pdf/indicate/no122.pdf>

図6 太陽電池生産種類別シェア

3) シリコンを使わない新しい太陽電池の登場

化合物系(CIS系)太陽電池

化合物系(CIS系)太陽電池は、シリコンの代わりに、銅(Cu)、インジウム(In)、セレン(Se)などのカルコパライト系(黄銅鉱に似た結晶構造を持つ材料)の化合物を半導体として用いた太陽電池である。ガリウム(Ga)、硫黄(S)を加え、4元化合物(CIGS)、5元化合物(CIGSS)と多元化することで太陽光スペクトルとの整合が最適になるように制御できる。

化合物系は薄膜系太陽電池の中では光電変換効率が高く、また、薄膜化により使用する材料の量が少なくでき、結晶シリコン系に比べて製造工程が単純化される点でも低コスト化が期待される。

米国ナノソーラー社は、ナノ粒子プロセスを用いたロール・ツー・ロール印刷方式により、フレキシブルなCIGS系太陽電池を低コストで製造する方法を開発した。同社はホームページ(<http://www.nanosolar.com/index.html>)において、07年末にドイツに

1 MWの太陽電池を出荷し、08年6月には、年間1,000MWの太陽電池を生産する装置を開発したと発表している。この装置のコストは165万ドルで、1分間に約30m処理できる。真空装置などを用いる従来のCIGS型の製造装置に比べて処理能力は20倍速く、コストは10倍低いという。

日本では、昭和セルソーラーが07年7月から、ホンダソルテック(本田技研工業100%子会社)が10月から、販売を開始している。現在の生産能力は、昭和セルソーラーは20MW、ホンダソルテックは27.5MWである。

昭和セルソーラーは、宮崎県内に第2工場を建設し、09年度には生産能力を80MWへ拡大するとしている。さらに、半導体、フラットパネルディスプレイで真空装置技術を培ってきたアルバックと量産技術を共同開発し、11年稼働を目標に1,000MW規模の生産能力達成を目指していると発表している。(<http://www.showa-shell.co.jp/index.html>)

色素増感太陽電池

07年10月にイギリスのメーカーG24 Innovationsは、世界で初めて商業グレードの色素増感太陽電池の量産を開始したと同社のホームページで発表した(<http://www.g24i.com>)。しかし、多くの企業はまだ開発段階にある。

色素増感太陽電池は光電気化学反応によるものであり、シリコン系などの半導体の性質を利用した他の太陽電池とは発電する仕組みが異なる。色素を吸着させたチタン層を光電極とし、電解液、対極とから構成されている。製造工程がシンプルであることから設備投資が1桁低いと言われており、材料も安価なことから、製造コストは結晶系の半分~10分の1程度と考えられている。

特徴は、薄く、自由に形を作ることができ、着色も可能なこと、室内灯の光でも発電できることなどである。室内などの光の弱い場所でも発電することからインテリア用、インドア用としての利用も期待されている。ただし現時点では、色素増感太陽電池は耐久性、変換効率が低いため、結晶シリコン太陽電池のような住宅用としてはまだ難しい。しかし、プラスチック基板を使った低コストでフレキシブル、小型軽量の太陽電池として、デザイン性の高い用途や、どこでも持ち運べるユビキタス電源、家電製品向け補助

電源など、新しい分野を開拓する可能性がある。

先述したG24 Innovationsが現在狙っている市場もこの分野である。同社は、ロール・ツー・ロール式の印刷技術を用いて、金属薄膜基板上に蒸着させ、フレキシブルな太陽電池を低コストに量産している。現在、年産25MW規模であるが、08年末までには、200MWに増やす予定である。

4) 太陽光発電の技術開発ロードマップ：技術革新による低コスト化

図7に示す経済産業省の「Cool Earth - エネルギー革新技術 技術開発ロードマップ」によれば、10年に発電コストを23円/kWh(従量電灯電力料金並)へ、30年には7円/kWh(汎用電力並)となることを目標値として設定しており、そのためにはさらなる変換効率の向上、製造コスト低減の技術開発が求められている。



出典：経済産業省「Cool Earth - エネルギー革新技術技術開発ロードマップ」
<http://www.meti.go.jp/press/20080305001/20080305001.html>

図7 革新的太陽光発電ロードマップ

シリコン系、化合物系、有機系など種々の太陽電池が、耐久性や意匠性、それぞれの特性に応じた分野で住み分けながら、住宅用途だけでなく家電用補助電源やユビキタス電源などの新しい分野へも展開していこう。

5) 米国でも進む太陽光発電

米国では、06年にブッシュ大統領が発表した「先進エネルギーイニシアティブ」の柱として、米国エネルギー省で「ソーラー・アメリカ・イニシアティブ」が取り組まれている。「ソーラー・アメリカ・イニシアティブ」では、産官学、公共機関が連携して太陽光発電を開発し、15年までに従来の電力源に対して太陽エネルギーが价格的に競争力あるものにすることを目的としている。

また、州ごとの取り組みも活発である。カリフォルニア州では、太陽光発電を含む再生可能エネルギー優遇策により需要が急増している。さらに米国では、ベンチャーに対する投資も盛んである。02年設立のナノソーラーは、化合物(CIS)系薄膜太陽電池メーカーであるが、ベンチャーキャピタルから1億ドルもの出資を受けている。

以上のように、新しい太陽電池の開発には、日本だけでなく各国で、材料メーカーや石油メーカー、自動車メーカーなど、様々な異業種が取り組んでいる。

5 . 住宅用から産業用へ：メガソーラーによる発電

1) 大型商用施設用太陽光発電システムの普及

技術開発だけでなく大規模化も図られている。

個人住宅用の3～5kWの住宅用太陽光発電システムは、日本の太陽光発電市場の約90%を占め、これまで日本の市場を牽引してきた。しかし、近年は、公共・産業・商業施設などに設置され、かつ、電力系統に繋がっている10～1000kW規模の大規模な太陽光発電システムが増えてきている。図8に、公共施設に導入された太陽光発電システムの例として、大阪市水道局柴島浄水場の写真を示す。経済産業省は、こうした公共・産業・商業施設向けの太陽光発電システムへの支援を年々拡大しており、太陽光発電技術等フィールドテスト事業、地域新エネルギー導入促進事業、新エネルギー事業者支援対策事業などの制度を整備してきている。



大阪市水道局 柴島浄水場 太陽光発電システム（大阪市水道局HPより）
http://www.city.osaka.jp/suido/b_guide/kankyo/taiyoukou.html

図8 公共施設に導入された太陽光発電システムの例

2) 発電事業としての産業用メガソーラー

NEDOの太陽光発電ロードマップPV2030によると、30年までには太陽光発電が日本の家庭用電力の約半分（全電力需要の10%）を占めると想定している。そのためには従来通り個々の住宅への設置を進めるとともに、大規模な太陽光発電所の設置も必要であ

り、数MW規模の発電量のメガソーラーと呼ばれる大規模発電システムの導入が期待されている。

ドイツやスペインでは、すでに10MW、20MW規模のメガソーラーが稼働している。ドイツ東部ブランディスでは、40MWという世界最大のメガソーラーが建設中で、現在24MW設置され、09年末までには太陽電池が全て設置される予定である。投資額は1億3,000万ユーロにのぼる。

メガソーラーは、05年に環境省が提唱したソーラー大作戦の一環として構想されたものである。地方公共団体が所有する公共施設の屋上や屋根に、公益法人や企業などが大容量の太陽光発電施設を設置し、地方公共団体に対して売電するという仕組みである。この仕組みは、地方公共団体にとっては太陽光発電の導入費用を全額負担しなくても大量導入が可能となり、太陽光発電メーカーも大量導入によるコストダウンができるというものである。

しかし、メガソーラー事業の実現には、まだ多くの課題がある。メガソーラーで発電された電力を使うケースとして、発電した電力を全て電力会社の送電網、電力系統に送る売電中心の場合、敷地内、近隣の施設で自家消費する場合、その両方の場合が考えられる。例えば、電力系統につなぐ、の場合、天候によって左右される発生電力が電力系統にどのくらい影響するのか。の場合、安定供給するための蓄電設備や他の分散型電源をどうするか。また、1MW分で15,000m²もの太陽電池を集中して設置するのか分けて設置するのか。大規模に集中して設置する場合、周囲の自然環境破壊にならないか、など検討する必要がある。NEDOでは、メガソーラー発電所としての課題解決に向けた「大規模電力供給用太陽光発電システム安定化など実証研究」を06年より開始している。現在、北海道稚内市5MW級と、山梨県北杜市2MW級の2つのサイトで検討されている。

08年6月、堺市、関西電力、シャープは、大阪府堺市臨海部におけるメガソーラー発電計画を共同で推進することを発表した。この計画では臨海部に、10MWと18MWの2カ所の発電所を設置する。あわせると28MWとなり、世界最大級の太陽光発電規模となる。この計画では、年間約10,000トンのCO₂を削減できると見込んでいる。図9に完成予想

図を示すが、10MWの発電所は関西電力が建設し、国内初の一般向け太陽光発電所となる。18MWの発電所はシャープの液晶コンビナート向けで、得られた電力はコンビナート内での自家消費電力として使用する。

日本の主な太陽電池メーカーは、シャープ、京セラ、三洋電機、三菱電機など、大手家電メーカーであり、これらの企業は生産量世界トップ10に入っている。最近各社は、さらなる需要に対応するため、生産能力の拡大を打ち出している。メガソーラーによる大規模な需要にも対応できる。

シャープは、大阪・堺市に液晶パネル工場と太陽電池工場を集積したコンビナートの建設を開始した。現在の太陽電池生産能力は710MWだが、さらに薄膜太陽電池を年間1,000MW規模で生産する計画だ。09年度の稼働を予定している。また京セラは、10年度を目処に、現在の240MWから500MWへ、三洋電機は165MWから600MWへと、大幅な生産能力拡大を計画している。

日本でも、メガソーラーの本格的稼働の可能性が見える段階になっている。太陽光発電の新たな段階への重要なステップとして今後の進展が期待される。



堺第7-3区太陽光発電所（仮称）
（最終完成予想図）

<http://www.city.sakai.osaka.jp/>

堺市HPより

図9 堺市臨海部メガソーラー（10MW規模） 完成予想図

6 . 日本は再びリードを保てるか

日本が立ち上げ、ドイツを中心としたEUの補助金政策により政治的に成長してきた太陽光発電市場は、今後、地球環境問題への対応や資源エネルギー価格の上昇で、経済合理性を備えた、成長市場として期待できる分野になってきた。

現在、技術的にも様々な種類の太陽電池の開発が行われており、既存の太陽電池事業者、他業種からの新規参入、ベンチャーなど多様な参入者による熾烈な競争が、グローバルに行われている。単なる能力増投資の競争とは異なる次元の競争に入っている。

メガソーラーなど、単に太陽電池の販売・設置だけでなく、送電事業者と協調して発電を行う、トータルとしての対応が求められるビジネス・モデルも生まれている。

太陽光発電産業には、シリコンなど上流は装置型産業の側面があり、モジュール組み立て工程は、加工組立て型産業の側面が、そして、現場設置の建設業的な側面もあり、雇用吸収も期待できる。

金融危機により、世界同時不況が懸念されるなか、「グリーン・ニュー・ディール」として再生可能エネルギーへの投資が政策的にも注目されている。

日本企業は、この成長分野で、再び市場の拡大をリードしていけるのだろうか。

時代の変化への対応力、経営のスピードが問われている。

< 参照文献 >

- 1 . 「NEDOBOOKS」編集委員会「なぜ、日本が太陽光発電で世界一になれたのか」
(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2007年)
- 2 . 産業技術総合研究所太陽光発電研究センター 編著「トコトンやさしい太陽電池の本」
日刊工業新聞社 (2007年)
- 3 . 安保 正一、 水野 一彦 編著代表「環境にやさしい21世紀の化学」
エヌ・ティー・エス (2005年)
- 4 . 浜松 照秀「誤解だらけのエネルギー問題」日刊工業新聞社 (2006年)

< 参照ホームページ >

- 1 . 首相官邸 「炭素社会・日本」をめざして
<http://www.kantei.go.jp/jp/hukudaspeech/2008/06/09speech.html>
- 2 . 資源エネルギー庁 Cool Earth - エネルギー革新技术計画について
http://www.enecho.meti.go.jp/policy/coolearth_energy/index.htm
- 3 . 資源エネルギー庁 「長期エネルギー需給見通し」
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080523.htm>
- 4 . 日本政策投資銀行
<http://www.dbj.go.jp/index.html>
- 5 . 独立行政法人 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター
<http://unit.aist.go.jp/rcpv/ci/index.html>
- 6 . 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
<http://www.nedo.go.jp/index.html>
- 7 . 財団法人 新エネルギー財団
<http://www.nef.or.jp/>
- 8 . International Energy Agency (IEA : 国際エネルギー機関)
<http://www.iea.org/>
- 9 . IEA Photovoltaic Power Systems Programme
<http://www.iea-pvps.org/>