

# 太陽光発電システム

—見通しの出てきた新発電技術—

## Recent Progress in Solar Photovoltaic Power Generation

浜川 圭弘\*

Yoshihiro Hamakawa

### 1 はじめに

太陽電池を用いて太陽放射エネルギーを直接電気に変える太陽光発電は、ここ数年目覚ましい進歩をみた技術分野である。太陽光発電は半導体の量子光電効果を原理としていることから、熱や機械的エネルギーを媒介とせず、まさにクリーンで無公害なエネルギー発生法である。そのうえ燃料である太陽エネルギーが“ただ”で、しかも“無尽蔵”であることから、本質的にはもしも太陽電池の寿命が非常に長いか、或いは太陽電池の価格が安くなれば、まさに理想的な新エネルギー技術となり得る。こうした論理から、太陽光発電技術を成功に導く第一の鍵は光発電システムの低コスト化にあり、材料物性からシステム工学にわたる広い学域で目下研究開発が展開されつつある。

こうしたここ数年間の研究開発の成果を反映して、例えば、吾が国の太陽電池モジュールのコストは、中東戦争前に3万円/Wp 以上もしたが、現在では3千円/Wp 程度とほぼ1桁の低コスト化が達成され、さらにリボン結晶やアモルファス太陽電池の技術が実用となる数年後にはさらに、いま1桁の低コスト化ができる技術の見通しがついて、まさに加速的な発展が見られつつある。一方、太陽電池の生産量も図-1に示すように指数関数的な伸びで増加しつつあり、1990年代にむかって莫大な潜在需要が見込まれ、巨大な新エネルギー産業とさえいわれている。この分野の中でも太陽電池セルの低コスト化は、このプロジェクトの成功の鍵を握るものとして、材料科学の粋をこらして幅広い研究開発が進んでいる。本講では、光から電気へのエネルギー変換過程について簡単に触れ、ついでこの発電が量子効果に基づくことによる幾つかのユニークな特質を述べ、そのあと現在進められている低コスト化をめざした材料科学分野のプロジェクトのなかか

\* 大阪大学基礎工学部電気工学科教授

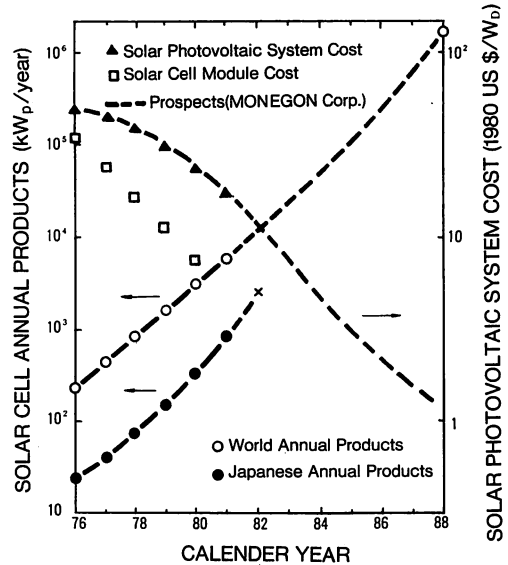
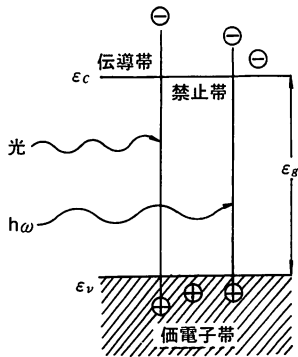


図-1 全世界ならびに吾が国の太陽電池の年産量ならびに、モジュールとシステムコストの年次推移

ら最近の動向をレビューするとともに、その将来についても展望してみたい。

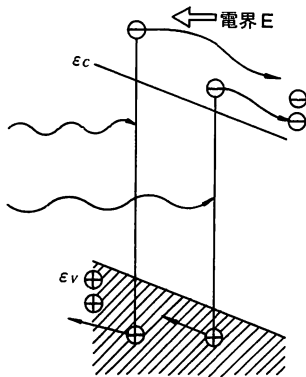
### 2 太陽電池発電とその特質

半導体に光を照射して不純物にトラップされている電子を励起したり、帯間励起によって価電子帯の電子を伝導体に励起して、自由キャリアを生成し、電気伝導度が増す現象を光伝導効果とよんでいる。図-2(a)は帯間励起による光伝導効果をエネルギー帯図を用いて説明したものである。ところで、図-2(b)に示すように、半導体中に内部電界Eが存在する場所に光が照射されて、電子-正孔対の生成が起こると、光で生じた電子は伝導体中の電界によって右側に、また価電子帯中の正孔は左側に吹寄せられ、荷電キャリアの分極が起って、半導体の両端には電位差が生ずる、この現象を光起電力効果(Photo-voltaic Effect)と呼んでいる。太陽光発電の主役をつとめる太陽電池は、こうした



(a)光電導効果の説明

半導体にその禁止帯幅  $\epsilon_g$  より大きなエネルギーを持った光 ( $h\omega \geq \epsilon_g$ ) が照射されると帯間遷移によって価電子帯中の電子を伝導帯に励起して、電子-正孔対が生成され、電気伝導度が増える。



(b)光起電力効果の説明

半導体中に何等かの原因で内部電界  $E$  が存在する場所に光を照射して光伝導効果を引き起こすと、光生成された電子は伝導帯の坂をころがり落ちて、右へ、正孔はあたかも水中の泡のように左側に浮かび上って、光生成キャリアの電荷が分極されて、起電力を発生する。

図-2 半導体の光起電力効果の説明

半導体の光起電力効果を利用して、光を直接電気エネルギーに変換する機構を原理としている。図-2(b)で述べた、何等かの原因で内部電界のある場所と表現した内部電界の発生機構とその実際例を分類してみると表1のようである。

図-3は太陽電池として最も広く利用されているシリコン太陽電池の構造と、起電力の発生原理を説明したものである。太陽電池によって太陽の輻射エネルギーをどの程度まで回収できるかは、太陽電池の光感度スペクトルと太陽光のスペクトルとがどの範囲までよく

表1 半導体中の内部電界の実例と応用例

内部電界の発生原因	実 用 例
a) p-n 接合の遷移領域	p-n 接合太陽電池, ホトダイオード
b) ヘテロ接合の界面堤層	ヘテロ接合太陽電池
c) 半導体-金属の界面電場	ショットキーバリア太陽電池
d) 結晶粒界面の堤層	多結晶形光検出器 (CdS センサ など)
e) 半導体-液体の界面電位	光電池, 光電解反応 (本多-藤嶋効果)
f) 半導体-気体の界面電位	誘起接合型太陽電池
g) 不純物濃度の不均一分布	BSF 型太陽電池
h) 光生成担体の不均一分布	デンバー効果型素子
i) 磁場による電子-正孔の分離	PEM (Photo-Electro-Magnetic) 素子

重なるか、つまり整合の度合いが重要である。まず太陽電池のスペクトル感度は、太陽電池として使用する半導体の禁止帯幅以上のエネルギーで立上り、そしてその感度の大きさは、帯間遷移の遷移確率と、価電子帯と伝導体の電子状態密度によって定まるため、半導体材料の光吸収係数のスペクトル分布が直接反映されると考えてよい<sup>1)</sup>。

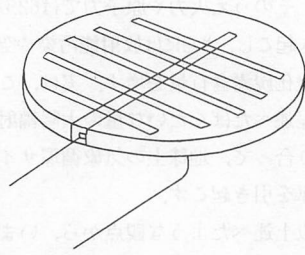
人類が地表から採集できるエネルギーは、その99.98%までが太陽エネルギーによっている。そして残りの0.02%が地熱エネルギーである。

まず、太陽エネルギーの量がどの位大きいかについて調べると、太陽から1億5,000万km離れた地球に降り注がれている太陽エネルギーは、これを電力に直すと  $1.77 \times 10^{14}$  (kW) 程度であり、この値は全世界の平均消費電力と比べて数十万倍も大きい。つまり文明活動に使っている総エネルギーは、これが今の数倍になったとしてもそれは太陽の黒点の活動による地表到達エネルギーよりさらに小さい程度といえよう。

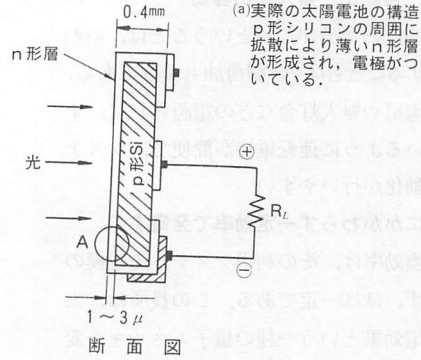
太陽電池によって太陽エネルギーを直接電気エネルギーに変換する“太陽光発電システム”は、入力となる太陽光線が“無尽蔵”で、しかも“ただ”であるという、太陽エネルギー利用技術本来のメリットのほか、未来のエネルギー資源として他のシステムは考えられない幾つかのユニークな特長を列挙してみると、次のようである。

i 可動部分がなく静かでクリーンなエネルギーの発生

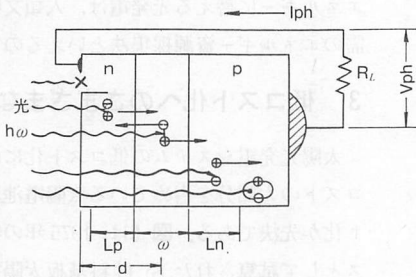
光から電気エネルギーへの内部光電効果を用いた直接変換であるため、火力や原子力発電のようにタービンや発電機のような可動部分がない。したがって、騒音も放射能や爆発の危険もなく、無有害ガスの発生もない文字通りの無公害なクリーン・エネルギー変換法である。



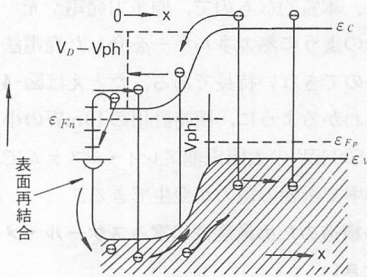
正面図



(a) 実際の太陽電池の構造  
p形シリコンの周囲に  
拡散により薄いn形層  
が形成され、電極がつ  
いている。

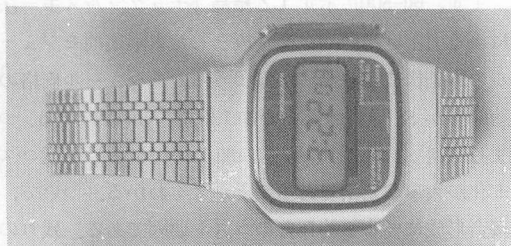


(b) p-n接合部 (A部) の拡大図  
光によって、内部電界のある接合部付近  
にキャリアが生成する。  
 $L_n, L_p$ : 電子と正孔の拡散距離  
 $d$ : 接合深さ、 $W$ : 遷移領域幅



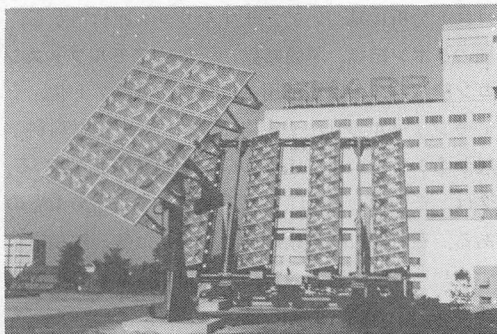
(c) エネルギー帯図による説明  
光生成された電子-正孔対は遷移領域の  
内部電界により左右に分離され、電極に  
起電力が発生する。

図-3 シリコン p-n 接合太陽電池の原理説明図



(a) 出力 1 mW 程度で動作する腕時計アモルファスシリコン太陽電池

(三洋電機株式会社提供、サンシャイン計画)



(b) 500 kW シリコン集光形太陽電池パネル

(シャープ株式会社提供、サンシャイン計画)

(c) 500 MW 宇宙太陽光発電システム

(分子線グラフオエビタクシー法による大面積太陽電池宇宙工場を備えている。IAF-G309 より引用)

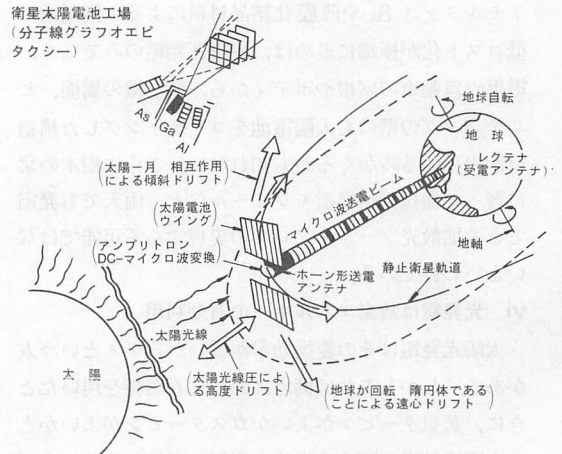


図-4 太陽光発電システム例 太陽光発電は発電規模の大小にかかわらずほぼ同じ効率で発電できる。

## ii 維持簡便で、自動化、無人化が容易

回転機や高温高圧の部分がないということは、いわば機械的に摩耗することもなく、潤滑油も不要である。すなわち、人工衛星や無人灯台などの電源として、すでに実証されているように運転維持が簡便で、システムの無人化や自動化が行いやすい。

## iii 規模の大小にかかわらず一定効率で発電する

太陽電池の変換効率は、その利用システムの規模の大小にかかわらず、ほぼ一定である。この長所は、太陽電池が内部光電効果という一種の量子エネルギー変換過程に基づく、本質的なもので、原子力発電や光一熱発電システムのように熱エネルギーを介した発電法ではとてもまねのできない特長である。たとえば図-4に示した図でもわかるように、腕時計用の10mWの小さな電池でも、500 kWの太陽電池アレイ・システムでも、ほぼ同じ効率で所要の電力が発生できる。

## iv モジュール構造のため量産性に富みスケール・メリットが大きい

太陽電池はコンパクトなモジュール構造として製造されるため、量産性に富み、需要の拡大につれて連続自動化製造行程などによる低コスト化が図れる。つまり、トランジスタなど半導体素子と同様にスケール・メリットが極めて大きい。

## v 拡散光によっても発電する

太陽電池はその原理上、光の入射方向にかかわらず、ホト・キャリア生成が起こるため、蛍光灯下の電卓用電池で実証されているように、必ずしも直射日光でなくても発電が可能である。この特徴は、将来後述するアモルファス Si や薄膜化結晶材料による太陽電池の低コスト化が極端に進めば、屋根瓦発電のみでなく、電車や自動車の屋根やボディから、航空機の翼面、ビルディングの壁にも太陽電池をコーティングした構造材が出現する時がくるかも知れない。さらに樹木の葉に習った樹枝葉状発電モジュールなど、雨天でも発電できる拡散光ソーラ・アレイの実現すら不可能ではないといわれている。

## vi 光発電は放棄エネルギーの有効利用

太陽光発電はその変換効率が低いからダメという人がある。しかしこれは例えば同じ化石燃料を用いたときに、蒸気タービンがよいかガスタービンがよいかという変換効率に関する議論と混同してはならないのである。つまり、火力発電で総合効率が38%というのは、62%の重油をむだにしているのである。

これに比べて太陽電池の変換効率が15%という場合、

その燃料はもともとタダで、本来廃棄していたエネルギーを15%電気に変えて有効利用するという意味である。そのうえ火力や原子力では62%の廃熱が熱公害を引き起こし、さらには放射能汚染や空気中の炭酸ガスや一酸化炭素含有量を増す。実は、こうした大気汚染は先程述べたばくばく量の太陽放射エネルギーとかわり合って、地球上の気象循環サイクルに重大な機能麻痺を引き起こす。

以上述べたような観点から、いま降り注いでいる太陽エネルギーをその場で最も便利で、最も有効な電気エネルギーに替える光発電は、人類文明の未来には必需のエネルギー資源採集法といえるのである。

## 3 低コスト化へのさまざまなR&D努力

太陽光発電システムの低コスト化には、まず、そのコストの大部分を占めている太陽電池用材料の低コスト化が先決である。図-5は、1975年の物価指数をベースとして試算された Si 材料基板太陽電池のコスト分析を示したものである<sup>1)</sup>。この図でアモルファスシリコンについては p-i-n 形を仮定し、年産10万kWの量産規模で1979年の物価指数を基準として試算したものである。

まず、図-5(a)に示す CZ 結晶(チョクラルスキー法による引上げ単結晶)を基板とした太陽電池モジュールの原価構成より明らかのように、モジュール価格の約60%が Si 原材料とその加工費で占められている。つまり原料 Si および基板への加工行程における低コスト化が大事な要素であることがよくわかる。ついで、接合形成に要する約16%のコスト要因である。残りの約25%は、太陽電池の製造行程の連続自動化など、量産化によっていくらかでも絞り込める要素である。

太陽電池の低コスト化をめざした R&D は、こうしたコスト分析に基づいて、まずシリコン原材料から、各種のリボン結晶、薄膜結晶、そしてアモルファスシリコン膜など、太陽電池用基板材料の低コスト化、そしてモジュールの寸法や定格の標準化など、材料科学全般からシステムまで広はん研究開発が進んでいる。表2は、この種のR&D プロジェクトをまとめたものである。それぞれの技術の詳しい説明は他の解説書にゆずり<sup>1-2)</sup>、注目される幾つかの目立ったものの最近の成果を以下に紹介してみる。

まず、EFG リボンとその太陽電池については、現在は幅約2.5 cm および約5 cm のリボンが市販の域にあり、厚さが300~400 μm 程度のものが定期的に製造さ

れている。また、約7.6 cm 幅のリボン結晶も引上げら

れ、これを用いた太陽電池も試作されている<sup>3)</sup>。また

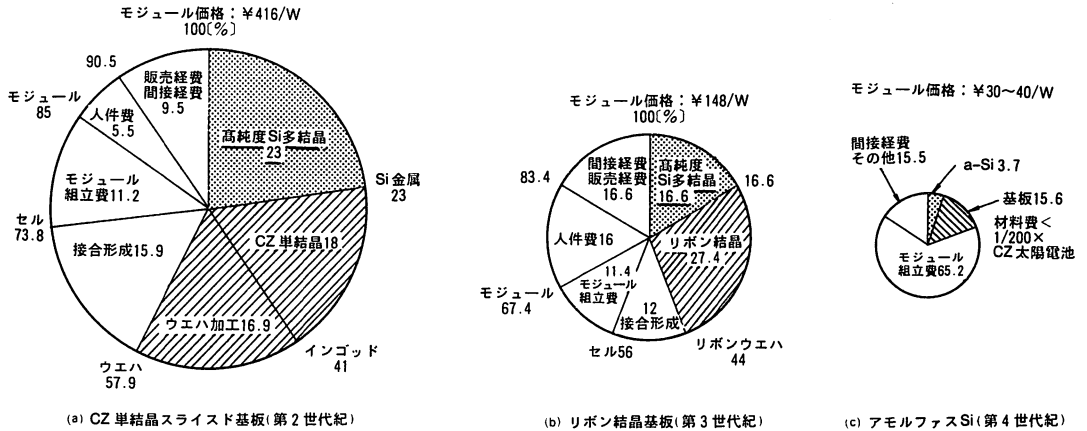


図-5 シリコン材料基板太陽電池モジュール価格の原価構成の計算例 (計算の基礎: 量産スケール, 太陽電池年産10万kW/年, 原料多結晶5,000トン/年直接・間接経費は1975年水準ベース, また a-Si については1979年水準ベースにした)

表2 低太陽電池および光発電システム研究開発プロジェクト

プロジェクト分野	太陽電池種類	研究開発課題
太陽電池用原材料		太陽電池グレードSiの検証 非平衡プラズマ・ジェット分解 プラズマ・アーク熱分解 大形単結晶製造技術 量産化加工技術
太陽電池セルおよびアレイ	単結晶基板	ペイント塗布拡散法太陽電池 MIS形太陽電池 気相エピタキ太陽電池, 多層膜太陽電池, イオン注入太陽電池
	リボン結晶基板	横引きリボン結晶 EFG (Edge-Defined Film-Fed Growth) リボン結晶 逆ステファノフ・リボン結晶 ウェップ・デンドライト・リボン結晶 ビルド・フィルム結晶薄板 SOC (Silicon on Ceramics) 薄板 RTR (Ribon to Ribon) 薄板
	多結晶基板	SILSO (多結晶インゴット) HEM (Heat Exchanger Method)
	薄膜, アモルファス材料基板	金属Si基板気相成長法太陽電池 異種基板上CVD多結晶太陽電池 アモルファスSi太陽電池 スクリーン・プリント多結晶太陽電池(CdS/Cu <sub>2</sub> S, CdS/CdTe etc.)
	高効率化技術	AMOS (Antireflective Coat) (無反射コーティング太陽電池) HLE (High-Low Emitter Cell) ヘテロフェイス太陽電池 BSF (Back Surface Field Cell) 太陽電池 CNR (Comsat Non Reflective) 太陽電池
	製造工程	連続自動化製造プロセス モジュール組立工程の自動化
太陽光発電システム	新形新構成	集光形太陽電池 パイプ状太陽電池 垂直マルチ接合太陽電池 六角形太陽電池
		耐久試験, 集中曝露試験 商用電源との連系システムの研究 各種定格, 寸法の標準化

この結晶を用いた太陽電池モジュールは、わが国でも JSEC や東芝で製造されている。サンシャイン計画の研究開発として行なっている東芝でも、Tyco 社と同様、マルチ成長法をはじめ各種の基礎研究が進んでおり、一方、JSEC ではモジュール効率が平均7%という単結晶 Si 太陽電池モジュールと比べてそんな色のない製品の市販を始めている。

Westinghouse 社が主体となって進めているウエーブアンドライトリボン結晶は、引上げ炉の熱拡散の分布を考慮した新形炉の完成によって、幅4cmのリボンが引上っている。また、引出し速度、結晶性がすぐれていることから、世界から注目されている横引きリボン結晶は幅3cmのリボンが80~100mm/minの速度で数mのものがすでに報告されており、この結晶の太陽電池は無反射膜 (Antireflective Coating) なしで効率が約11%と、単結晶と同等のものが試作されている<sup>4)</sup>。

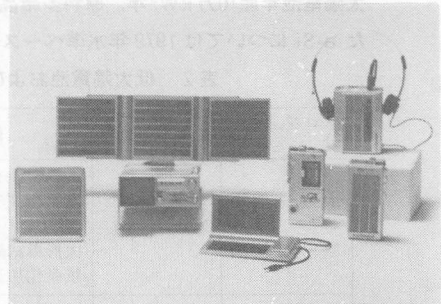
つい最近、レーザーアニーリングおよびレーザーゾーンメルティング技術の進歩により CVD (Chemical Vapor Deposition) など薄膜多結晶をつくってにおいて、これをレーザーで結晶化させる SOC (Silicon on Ceramics) とか RTR (Ribbon to Ribbon) 技術が開発されている<sup>4)</sup>。これらの方法は、将来イオン注入技術とを組合せた連続自動化への可能性から注目を浴びている。

アモルファスシリコン太陽電池は、単結晶と比べて太陽光に対する光吸収係数が単結晶シリコンと比べてほぼ1桁も大きく、したがって太陽電池として最低必要な基板厚さが単結晶の約1/400と、まったく低コストで、省エネルギー形材料である。

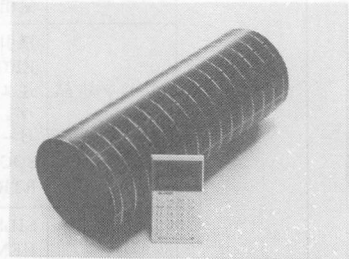
アメリカでは RCA, EXXON, SERI, IBM, XEROX, ECD 社など確認されているだけでも10数研究機関、ついでわが国でも数社以上がこの材料に手をつけている<sup>5)</sup>。なかでもガラス基板上に半導体 IC の集積化行程を用いて、p-i-n 型セルをモザイク状に配列した三洋電機のセルは、民生用機器の光電池として市販されており、また、富士電機のステンレス基板アモルファスセル10cm×10cm と世界最大の単一基板セルを世界に先がけて実用化している。図-6はこの両者の実物写真を示したものである。ちなみに、アモルファスシリコン太陽電池の変換効率は、大阪大学の SiC 窓をもった8.04%が現在の世界記録で、ついで三洋電機の7.9%、ECD 社のフッ素入り電池で6.3%、そして RCA 社の逆 p-i-n 型が6.1%とつづいて、アモルファ

スシリコン太陽電池の技術水準はわが国が先進している。こうしたこの分野の状況を一目で表わす意味から、この種の太陽電池の変換効率の年次推移をグラフに示したのが次頁の図-7である。

図-8は、昨年10月末フランスのカンヌで開かれた1980年太陽光発電会議 (1980 Photovoltaic Solar Energy Conference) で、アメリカ DOE の Maycock 氏の発表した太陽電池モジュール価格の実績と将来予測の図<sup>3)</sup>に、筆者が材料面の技術革新の時期を合成してグラフにしたものである。この図からも明らかなように、1979年のモジュール価格は、もはや市場の差し値 (Firm bid) にして6ドル程度となっており、これがこの1~2年で4ドルを割ろうとしている。後述するように、現在進められている各種のリボン結晶太



(a) 民生機器への応用 (三洋電機提供)



(b) 電力用アモルファス太陽電池  
(シャープ-ECD ソーラ社提供)



(c) アモルファスシリコン太陽電池ソーラハウス  
(三洋電機提供)

図-6 第4世代期の太陽電池アモルファスシリコン太陽電池実用化にかけては目下世界をリードしている。

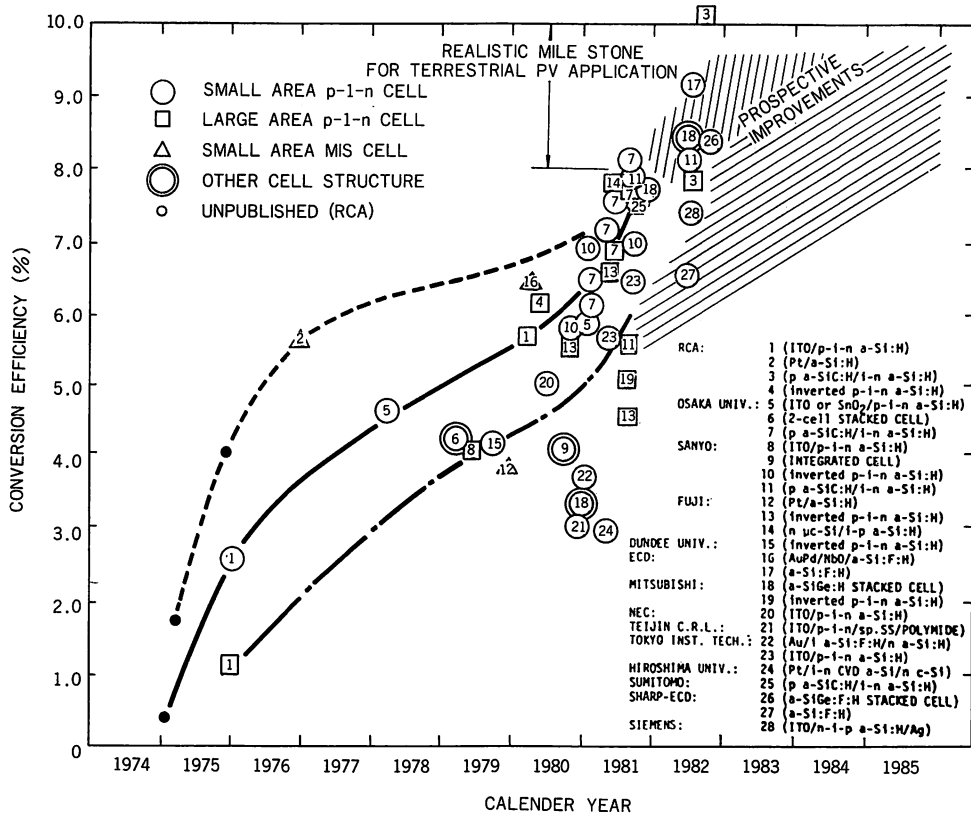


図-7 アモルファスシリコン太陽電池の変換効率の年次推移

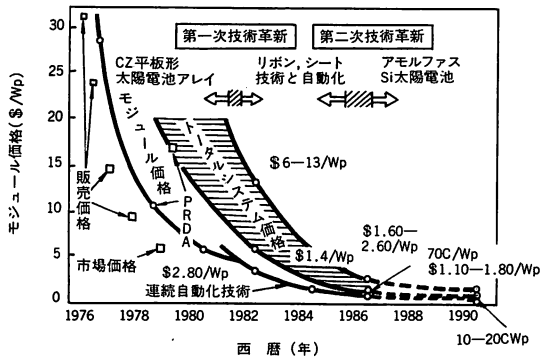


図-8 太陽電池モジュール価格の変換および近い将来に対する推移予測

陽電池基板による技術革新と、自動化製造技術の完成によって、この価格曲線は再び急激に下がり、1986年ころには価格は1ドルを割ると予測されている。

1980年代後半に入ると、アモルファスシリコンをはじめとする薄膜太陽電池技術の完成による第二段階の技術革新が実用期に入るものと考えられ、1990年ころには、モジュール価格が1Wあたり10~20セント程度になると予測されている。

#### 4 着々と進みつつある太陽光発電システム

今世紀最大の発明とまでいわれたトランジスタは、アメリカで一番最初に市販された接合形のGeトランジスタで、1個数千円もしたと聞く。それが誕生して30年経過した今日では、10,000個以上の機能素子を回路ごと集積化したICで、1個千円以下のできるのである。すなわち、性能こみで4桁以上のコストダウンをみたといえる。すなわち、太陽電池のように量産性に富んだ製品は、低コスト化→応用分野の拡大→大量需要→量産化→低コスト化という、いわゆる正帰還作用による循環サイクルがコスト位下を促進する重要な要素となり得るのである。

さてそこで価格の低下に伴ってどのような応用分野が開発されるのか具体的な例を、価格およびマーケットサイズと共に図にしたのが図-9である。この図の実線はアメリカ・エネルギー省の研究開発計画として幾つかの民間からのプロポーザルを参考にして決められたもので、黒点を打った領域は、筆者がわが国とアメリカの電力価格の差などを考慮して追加的に幅を持たせたものである。このような研究プロジェクトには、

量産化とともにそれに見合った需要の伸びが必要で、これにはいましばらく国家の助成によってその一部を調達し、マーケットサイズの拡大をはかる政策がとられている。

図-10は、アメリカのエネルギー省で実施されている太陽光発電システムの技術開発と、その応用システムの各プロジェクトについて五つの政府機関を通して各技術段階の政府調達が実施されている<sup>3)</sup>。アメリカでは、こうした政府機関を通しての技術改革のほかに、各州の地方公共団体および民間会社が独自に新エネルギー開発法案などによる税務優遇処置とともに応用システムの開発が進められている。表3はその一例を示したものである。この表よりわかるように、数十kW～数百kWにわたる、いわゆる中規模の応用システムが多い。このほかさらに3～5kW程度の個人住宅、

国立公園のサービス施設、鉄道ならびにハイウェイの信号管制施設などは、無数といってよいほど各種のプロジェクトが進められている。太陽光発電システムの研究開発はヨーロッパ諸国でも仲々熱心で、例えばECヨーロッパ共同体では表4に示すような19件のパイロットプラント建設が1980年以来推進されつつある。

表5は、わが国のサンシャイン計画が進められている太陽光発電実験プラントならびに量産化製造ラインのプロジェクトを示したものである<sup>8)</sup>。この表より明らかかなように、わが国においてもデモンストレーション用実験プラントとして3～200kWにわたる各種の応用システムの開発、ならびにこれと並行して集光型ハイブリッドシステムなどの研究開発に力を注がれようとしている。

### 5 む す び

1980年代は「3E技術時代」といわれる。すなわち、Energy, Exotic New Materials, Electronicsの3分野における進歩が、あらゆる意味で新時代の駆動力となるであろうと予測されている。太陽光発電をめぐる開発技術はまさに「3E技術」の中心に座するものである。わが国の高度成長を担ってきた産業の一つに「エレクトロニクス」産業があり、その花形材料に半導体がある。端的にいえば、半導体集積回路や整流器などをめぐるわが国の半導体技術の水準は、今や過去に独走してきたアメリカに追いつき、ある分野ではむしろ先進しているとさえいえる状況にある。太陽電池産業はまさにこうしたわが国技術の先導性を背景に育成されるべき要素を保有している。

1980年代の新産業として誕生しようとしている太陽電池産業が、もしも将来、現在の半導体エレクトロニクス産業のようにわが国の技術独立国として一翼を担うまでに成長するならば……、かつてのベネチアサミットで決議された可燃エネルギー資源の大型消費設

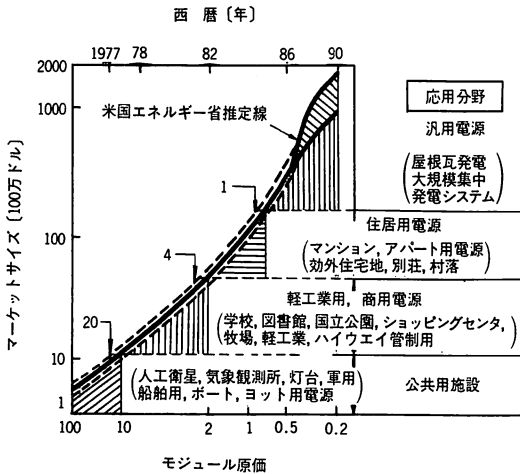


図-9 太陽電池のコストの低下とマーケットサイズならびに応用分野の推移予測<sup>6)</sup>

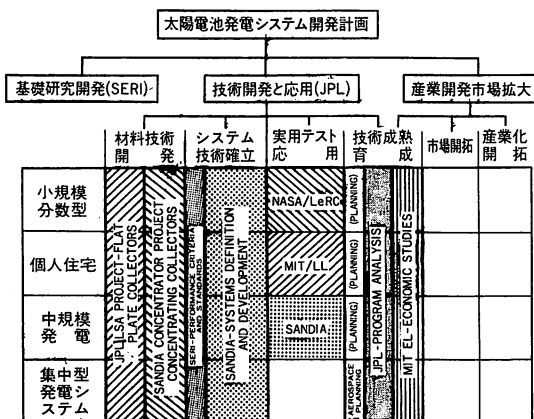


図-10 太陽電池発電システム開発計画<sup>6)</sup>

表3 アメリカにおける応用システム推進例<sup>3)</sup>

研究機関	設備出力 (kW)	投入資金 (\$)	応用システム
E-SYSTEMS	27	650,000	グラスフォートオース空港、テキサス
BDM	47	1,100,000	オフィスビルディング (ニューメキシコ)
ACUREX	60	1,400,000	カウアイ病院 (ハワイ)
*GENERAL ELECTRIC	110	3,400,000	シーワールド公園 (フロリダ)
*ARIZONA PUBLIC SERVICE	225	5,600,000	フェニックス空港 (アリゾナ)
NEW MEXICO STATE UNIV. SCIENCE APPLICATIONS INC.	17.5	480,000	エルパソ電力公社 (テキサス)
LEA COUNTY ELECTRICAL COOPERATIVE	150	2,700,000	オクラホマ山科学センター (オクラホマ)
SOLAR POWER CORPORATION	150	2,700,000	レピントンショッピングセンター (ニューメキシコ)
			ヒバリーセルズ高校 (モンタナ)

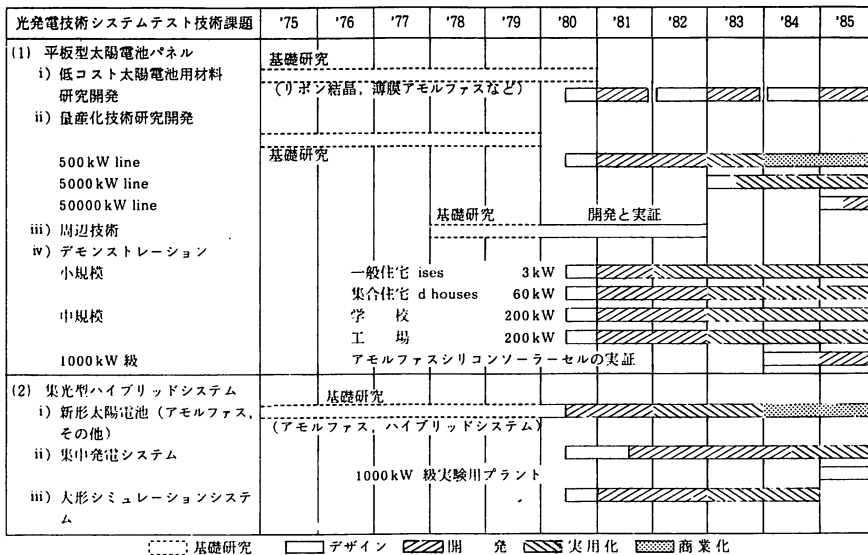
\*Contracts Under Final Negotiation



表4 ECヨーロッパ共同体で推進中の光発電パイロットプラントプロジェクト

出力 (kW)	設 置 場 所 (国)	応 用 シ ス テ ム
300	Island of Pellworm (Germany, FR)	Power supply for a vacation centre (Kurhaus)
100	Vester Beogebjerg near Korsøer (Denmark)	Power supply to a village
100	Kythos Island (Greece)	Power supply to a village
80	Alicudi Island (Italy)	Electrification of an island with 120 inhabitants
80	Marchwood near Southampton, later Scottish island (United Kingdom)	Power supply to the grid
70	Verona (Italy)	Fresh water pumping
65	Tremiti Islands (Italy)	Water desalination
60	Réunion Island, Indian Ocean (France)	Power supply to 100 dwellings situated in a former volcanic crater
50	Montpellier (France)	Power supply to FM transmitter of Telediffusion de France
50	Nice (France)	Nice airport power management and control
50	Fota Island, near Cork (Ireland)	Electricity for a dairy farm
50	Terschelling Island (Netherlands)	Power supply to a marine training school
50	Crete Island (Greece)	Electrification of an isolated village
45	Giglio Island (Italy)	Water disinfection, icemaking for agricultural coldstore
44	Rondulinu Cargese, Corsica (France)	Power supply to dwellings, a dairy and a workshop, plus water pumping
40	Chevetogne, Province of Namur (Belgium)	Powering solar heated swimming pool
40	Adrano, next to "Eurelios" plant	Comparison with thermodynamic solar system of Eurelios
30	Olen, Province of Antwerp (Belgium)	Hydrogen production by electrolysis for Hoboken semi-conductor factory
30	Erpeldange (Luxembourg)	Peak power supply to grid in combination with hydrogenerator

表5 サンシャイン計画の光発電システム実験プラント計画案<sup>7)</sup>



\* サンシャイン計画の加速的推進 (工業技術院, サンシャイン計画推進本部 1980年3月)

備の今後の増築停止処置とも相まって、将来、わが国は新エネルギー技術の輸出国となり得る日が来るかも知れない。そうなれば、日本より2倍以上も日照量のあるアラブ諸国やインドネシア諸国に光発電プラントを満載したオイルタンカーが出航し、原油を積んで帰ってこれるかも知れない。無論、その時の原油は、ぼーと燃やして熱エネルギーとして消費するのではなく、大事な大事な石油化学製品への資源としての原材料として使うためである。

参 考 書

1) Y. Hamakawa, "Present Status of Solar Photovol-

taic R&D in Japan" 森北出版, p. 3, (1980)  
 2) 浜川圭弘; 「太陽光発電入門」, オーム社 (1981)  
 3) P. Maycock; "US Department Photovoltaic Overview "1980 Photovoltaic Solar Energy Conference, p. 2, (1980) および浜川圭弘; 「80年代太陽光発電の開発」, 日刊工業新聞社 (1981)  
 4) この分野の詳しい解説は、例えば電子技術 22, No 8 「太陽電池技術特集」(1980)  
 5) 詳細は例えば、桜井良文, 浜川圭弘; 「アモルファス電子材料利用技術集成」, サイエンスフォーラム社 (1981)  
 6) DOE Summary Report; DOE/ET-0035, Feb. 3, (1978) p.14  
 7) JSEC 社カタログ; CAT/No 5, (1978), T7710KA  
 8) 工技院サンシャイン計画推進本部; 「サンシャイン計画の加速的な推進」 2月, (1980)