

太陽光発電の調査報告

財建築コスト管理システム研究所
新技術調査検討会

1-1 太陽光発電システムとは

太陽光発電とは太陽電池を使用した発電のことです。太陽光発電システムは、太陽の光エネルギーを電気エネルギー（直流）に変える太陽電池と、その電気を直流から交流に変える変換装置（インバータ等）で構成されています。現在、わが国で多く利用されている住宅用の太陽光発電システムでは、発電した電気は住宅内で使いますが、光の当たらない夜間や雨天時に不足する電力は電力会社から供給を受けます。余剰電力が発生した場合には電力会社からの引込み線に戻し、このときの電力は電力会社が買い取るシステム（系統連係システム）が一般的となっています。

1-2 太陽電池について

太陽電池は半導体の一種で、光エネルギーを直接電気に変えます。その最小単位をセルと呼び、太陽光を受けている間だけ電気を発生するものです。この技術は1954年に米国で開発されました。初期の頃は、宇宙空間での人工衛星用の電源として利用されたりしましたが、近年、技術の進歩により光から電気に変える効率（変換効率）が向上し、生産コストも安くなり、一般家庭用の電源としても普及しはじめました。太陽電池は、オゾン層破壊（＝地球温暖化）の原因となるCO₂や有害な排気ガスを放出せず、太陽光が当たっている間は常に発電をし続ける環境にやさしいまったくクリーンな発電装置です。

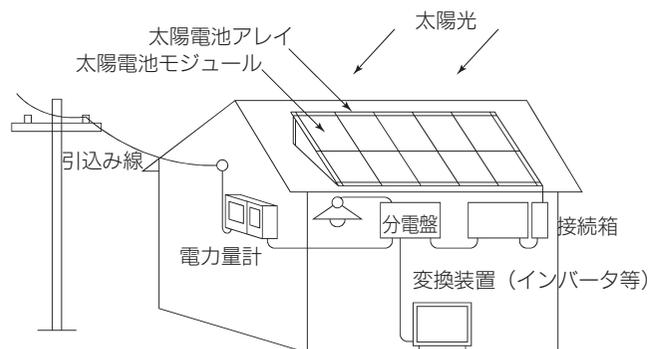


図1 構成図（代表例）

1-3 一戸当たりどのくらいの電力が必要か

一般の住宅では、3kWの太陽光発電システムを設置すれば、使用される電力の約7割がまかなわれるとされています。そのためには、面積にしておおよそ太陽電池24～30㎡分が必要となります。場所にもよりますが、一年間で3200kWh程度の電力が得られ、すべて石油に置き換えるとすると約900リットル分が節約できます。

1-4 世界の太陽電池生産量

現在、全世界で一年間におよそ2500MWの太陽電池が生産され、このうち日本が約4割を占め世界でトップとなっていますが、ここ数年、欧米、アジアの台頭が目立ち、ますます競争が激しくなっています（2006年現在）。

2-1 太陽光発電の原理（シリコン型）

現在、最も多く使用されている太陽電池はシリコン型太陽電池です。この太陽電池は正反対の作用を持つn型とp型の2つの半導体を薄切りにして張り合わせた基板構造になっています。

太陽電池に光が当たると、プラスとマイナスを持った粒子（正孔と電子）が生じ、マイナス粒子はn型半導体の方へ、プラスの粒子はp型半導体の方へと集ります。その結果、電極間に電位差が生じ電球などをつなぐと電気が流れ点灯します。これが太陽発電の原理です。

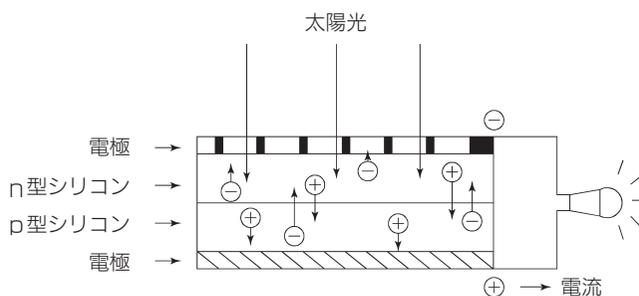


図2 太陽光発電の原理（シリコン型）

2-2 太陽電池の種類

太陽電池は、使われる半導体によっていろいろな種類があります。大きく分けてシリコン系とその他

系があります。現在の主流はシリコン系です。さらにシリコン系の半導体には、結晶系と薄膜系があります。結晶系はシリコンを溶かして固めた後、スライスした基板を用いて作りますが、薄膜系はガラスなどの上にプラズマなどを利用して非常に薄いシリコンの膜を成膜して作ります。薄膜系では大面積のものを量産可能ですが、変換効率や信頼性の面で比較すると現時点では結晶系シリコンに劣っています。

表1 太陽電池の種類（主な種類）

シリコン系	結晶系	単結晶	最初に開発された太陽電池。200 μm ~300 μm の薄いシリコンの単結晶の板（基板）に太陽電池を作成する。製造コスト（原材料シリコン等）が高いのが欠点であるが性能や信頼性に優れている。
		多結晶	小結晶が集まった多結晶でできている基板上に太陽電池を作ったもので、単結晶より効率は劣るが、製造方法が簡単でありコストが安いことから現在の主流となっている。効率向上と更なる薄膜化が今後の課題。
	薄膜系	結晶、アモルファス	アモルファス（非晶質）シリコンや結晶シリコンをガラスなどの基板の上に1 μm 前後の超薄膜を形成させて作った太陽電池である。大面積で量産できる特長があるが、結晶系シリコンと比較して性能面で課題あり。
その他系	化合物系	CIGS	化合物半導体の一種で、銅、インジウム、ガリウム、セレンを原料とした極薄膜（2 μm ~3 μm ）の太陽電池である。材料が安価で製造工程が簡単であるがシリコン系に比べて効率がやや劣る。
		GaAs	ガリウムヒ素など特別な化合物半導体の基板を使った超高性能（変換効率：30~40%）の電池。まだまだコストが高く宇宙などの特殊用途向けであるが、更なる技術開発が行われている。
	有機物系	色素増感型	酸化チタンについた色素が、光を吸収して電子を放出する原理で発電する新タイプの電池である。製造方法が簡単で応用範囲が広く今後の発展が期待される。

2-3 セル, モジュール, アレイとは

セルは太陽電池の機能を持つ最小の単位のことです。一般的に約10～15cmの角又は丸のシリコンの薄い板です（結晶系の場合）。

モジュールとはセルを平面的に並べ、使用するのに便利な電圧を取り出せるようにパッケージに収めたものです。アレイは、大きな電気を取り出せるようにモジュールを架台にならべたものをいいます。実際の工事ではモジュール（パネル）を屋根上の架台に並べていきます。

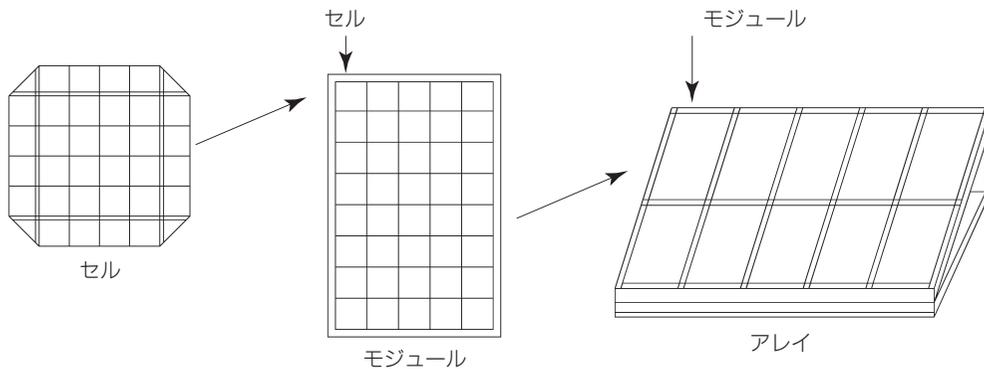
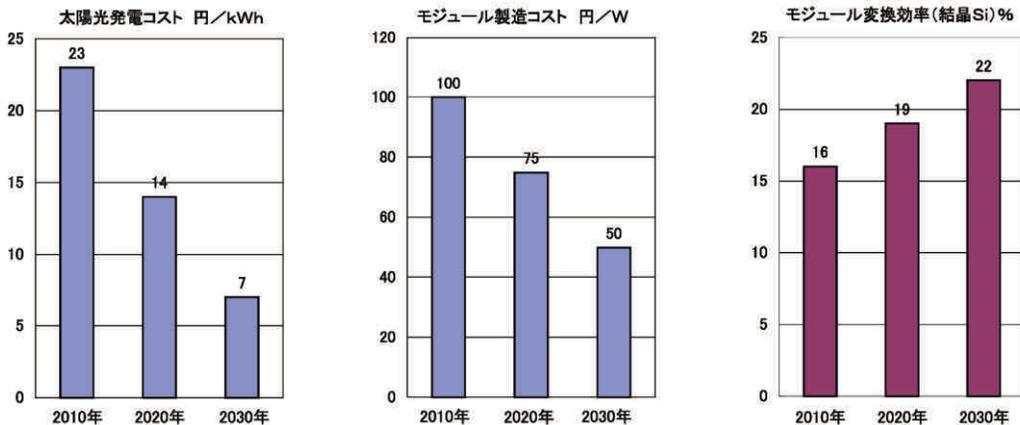
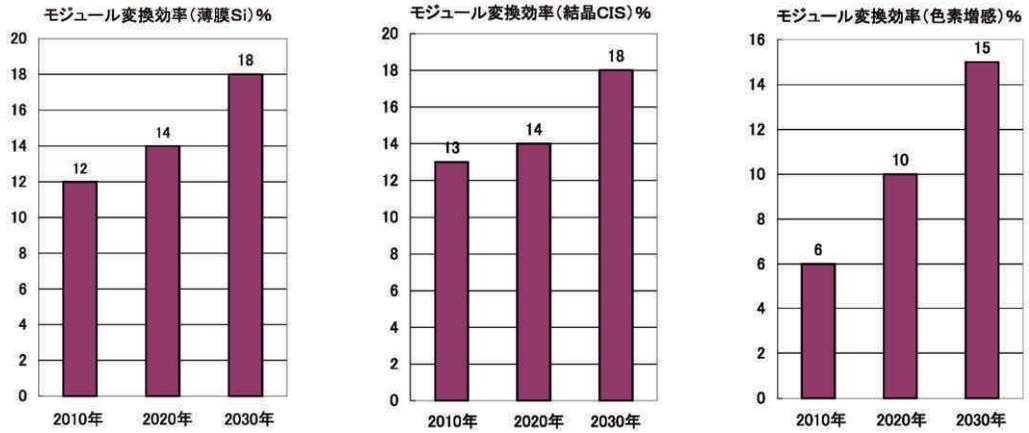


図3 セル, モジュール, アレイ

3-1 将来に向かっての太陽光発電システムの技術とコスト

現在、新たな技術が導入され、また新しい素材によるより安価で効率的な各種の電池が開発されつつあります。今後の技術動向とコスト推移をまとめてみました。発電コストはあと数年で家庭用「従量電力料金」に近づき、さらに10年ごとに半額になると予想されています。





グラフ 太陽光発電のコスト推移と変換効率の推移

表2 その他の項目の達成年

インバータ製造コスト	15,000円/kW	2020年
蓄電装置製造コスト	10円/Wh	2020年
モジュール耐久性向上	寿命30年	2020年
シリコン使用量単位	1 g/W	2030年