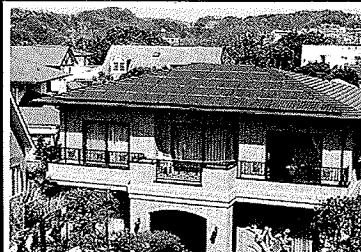
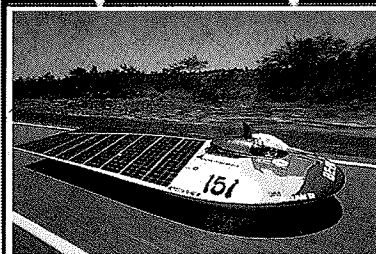
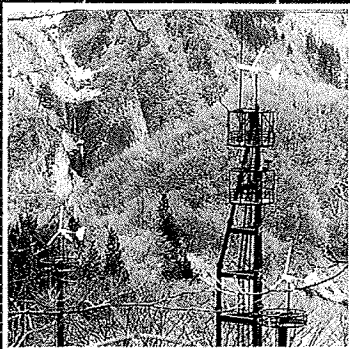
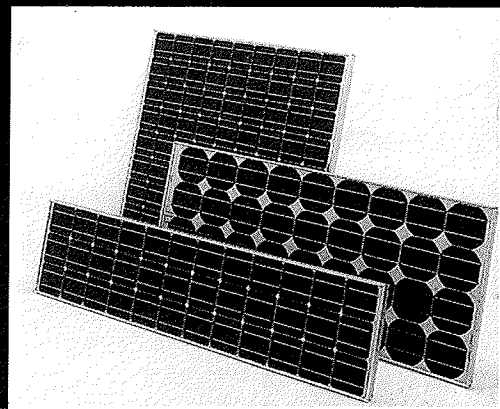


# 昭和シェル石油 太陽電池ガイドブック



Part 1 太陽電池とは?

- 太陽の世紀・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 太陽電池は、光から電気を作ることができる・・・・・・ 2
- 太陽電池の特徴・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
- 太陽電池の発電のしくみ・・・・・・・・・・・・ 4
- 単結晶シリコン太陽電池はこうして作られる・・・・・・ 5
- 太陽電池利用例・・・・・・・・・・・・・・・・ 6

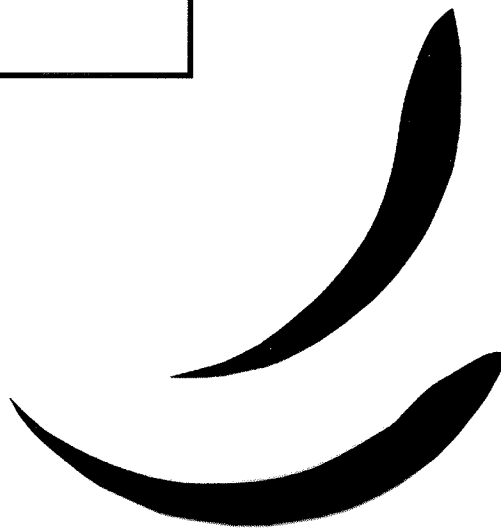
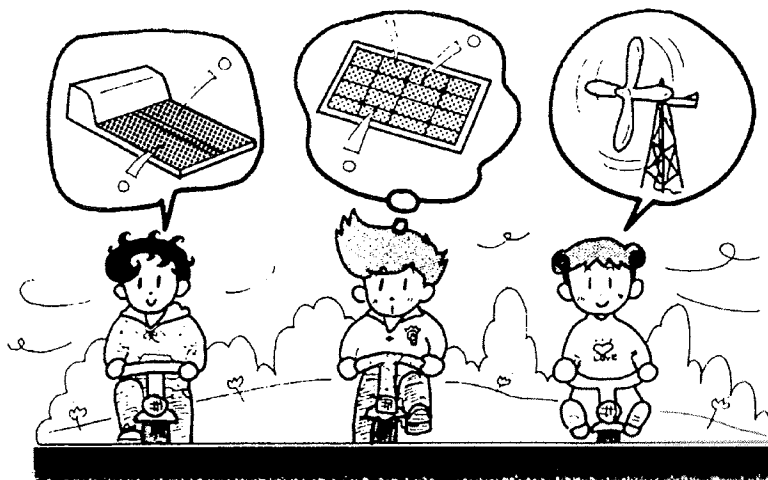
Part 2 システム

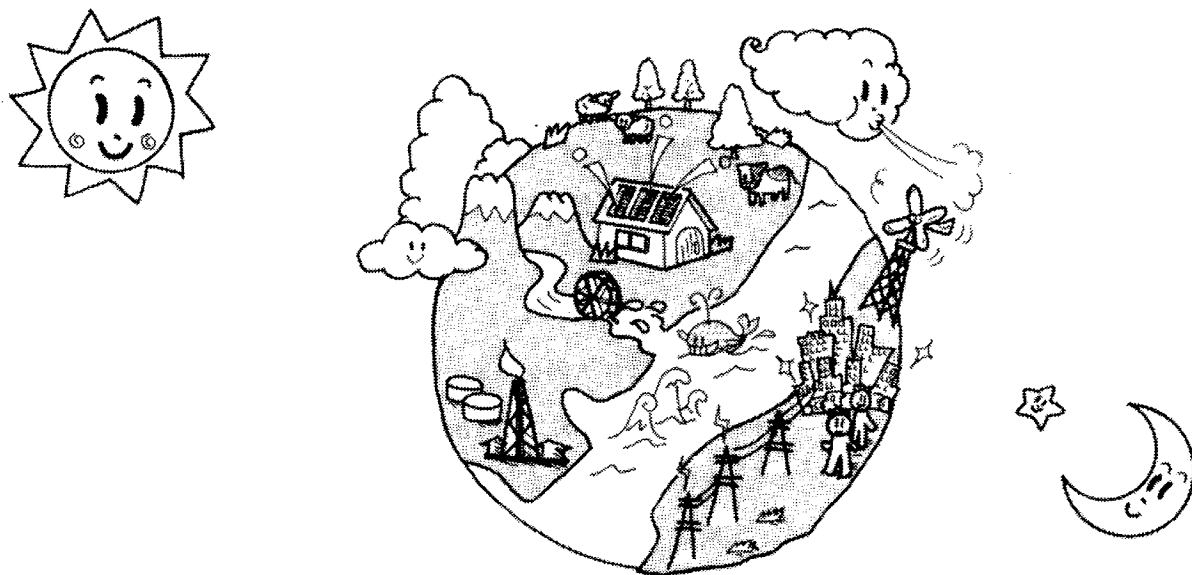
- ★太陽光発電システムを考える前に・・・・・・・・・・・・ 8
- ★システムの検討・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
- ★システム例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
- ★システム計算・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14

Part 3 太陽電池モジュールの取扱い等

- パワー用 / 大型システムの結線・・・・・・・・・・・・ 17
- 太陽電池の設置・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
- 太陽電池と風力発電・・・・・・・・・・・・ 19
- その他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21

○昭和シェル石油の太陽電池モジュール一覧表・・・・24





地球と太陽の距離、一億五千万km。この遥かなる空間を旅して、太陽の恵みが地球へとやって来ます。たとえば、コロナから放出される太陽風のひとなぜが、極地の上空でオーロラという壮大な光のドラマを作りあげます。太陽はこうした多彩な自然界のドラマを演出するとともに、私たち地球の生命や自然環境にとって計り知れない恩恵を与えてくれています。

太陽の恩恵……あるときは地表や大気に熱として蓄積し、気温を保ってくれます。温度差を生じた大気は風となり、変化に富んだ風土をつくり出します。海では波や海流をつくり出します。蒸散や降雨などの水の循環サイクルを生み出します。そして、地球表面に達する太陽エネルギーのほんの0.02%が、主に植物の光合成をささえ、二酸化炭素と水から酸素と炭水化物をつくり、この緑の惑星を育てているのです。

私たちは、毎日の生活でいろいろなエネルギーを利用しています。そのエネルギー源の大部分を、化石燃料に依存しています。その化石燃料は、植物の死骸の堆積が特殊な状況のもと、永劫ともいえる年月をかけて変化したものです。いわば、地球に蓄えられた太陽エネルギーを利用することで、現在の私たちは暮らしているのです。

人は、いかなる時代も太陽の下で生活してきました。この恵みなくして、生きていくことはできないのです。

私たちは、21世紀を迎え、この新しい世紀を彩るべく、全世界で新たな動きが始まっております。その中の一つが、太陽エネルギーの積極的な利用です。そして、新しいテクノロジーの成果として、太陽光からの直接発電ということが注目されています。それが、太陽電池です。

もし、新たな世紀を20世紀の反省を持って迎えることができるならば、その世紀は“太陽の世紀”となるに違いありません。

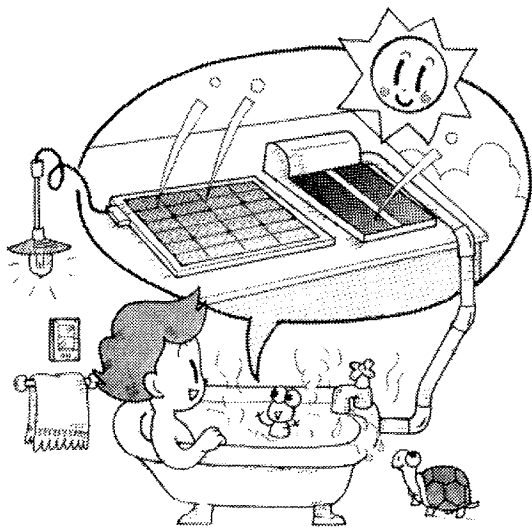
# ●太陽電池は、光から電気を作ることができる

家庭での太陽エネルギーの利用というと、すぐに太陽熱温水器を思い浮かべる人も多いかと思いますが、太陽電池が太陽の熱エネルギーを利用して発電すると誤解されている人も、たまにいます。そこで最初に理解していただきたいことは、「太陽電池は、直接光から電気を作る装置」だということです。同じ太陽を利用するにしても、熱源として利用する太陽熱温水器とは根本的にことなるのです。

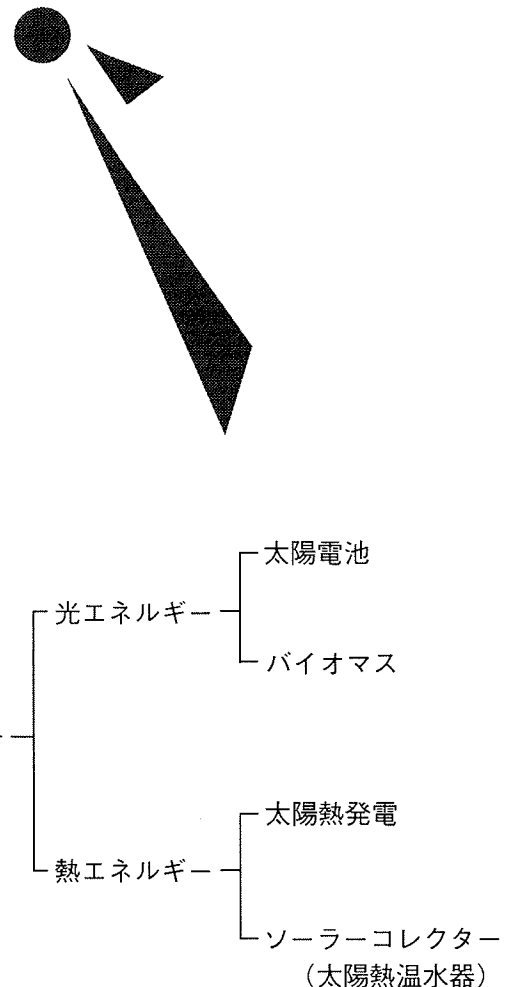
しかし確かに、太陽エネルギーの利用というと、まず太陽を熱源として利用することを思いつきます。屋根に設置されている太陽熱温水器も、家庭用の給湯や暖房で使用される熱源として有効です。また、太陽熱で水蒸気を作りタービンを回転させる大規模な発電施設もあります。私たちの毎日の生活でも、太陽エネルギーを様々な形で利用しています。

その太陽エネルギーの特徴は、エネルギー量が無尽蔵で、しかも安全で無公害。そして、地球上のあらゆる所に存在するという事です。このような太陽のエネルギーを利用することは、人類の合理的な判断です。しかし、太陽の光は単位面積あたりのエネルギー量が非常に稀薄です。しかも、日照条件や天候に大きく左右されます。このような限界を踏まえてなお、人は太陽に手を差し延べてきました。この太陽のエネルギーを、人間の技術と知恵によって効率よく利用できないだろうか？ しかも、どのような用途にも利用できる電気として……

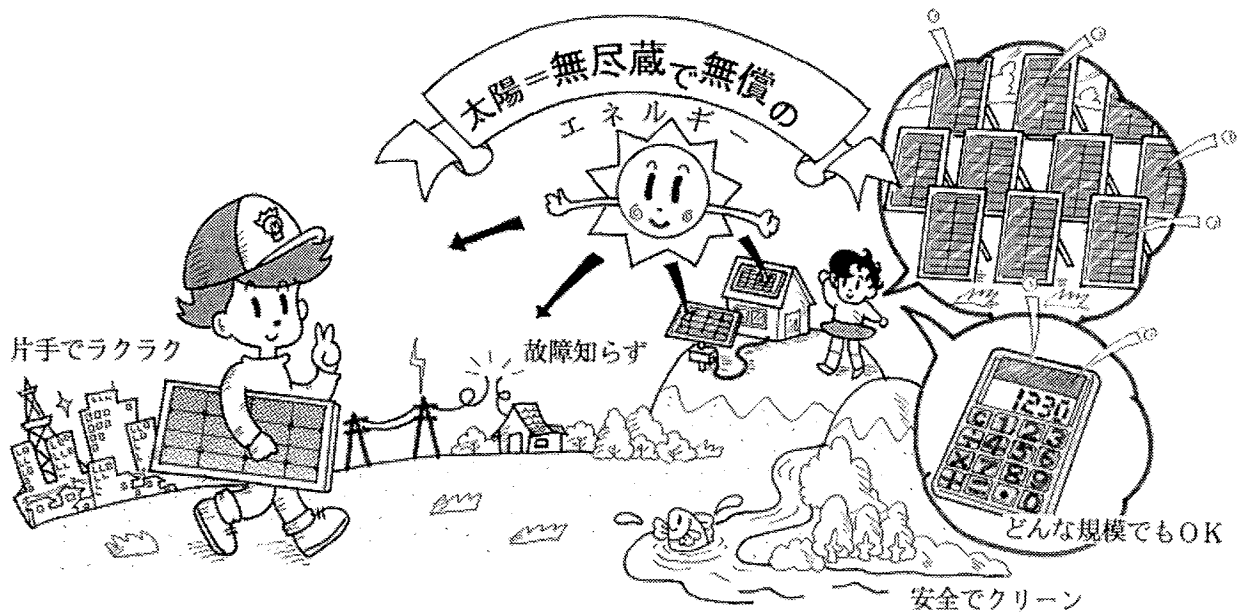
太陽電池は、この問いに対する回答なのです。



自然エネルギー——太陽エネルギー——



## ●太陽電池の特徴



太陽電池は・・・

### ①安全でクリーンな発電システム

太陽は、無尽蔵で無償のエネルギー源です。資源の枯渇の心配がありません。その太陽の光で発電する太陽電池は、無排気で無騒音。しかも、設置にあたって大規模な土木工事や送電線工事を必要としませんから、自然や生活環境を損なう心配がありません。電気が必要な所で、必要なだけの電気を安心して使用できます。

### ②長寿命でしかも故障知らず

太陽電池は、半導体システムです。機械的に動作する部分が、まったくありません。このため、20～30年の長寿命（単結晶シリコンの期待寿命）です。また、特別な保守管理を必要としないため、自動運転や無人運転が可能です。

### ③移動や設置が容易で、規模の大小にかかわらず同じ割合で発電する。

太陽電池モジュールは、用途に合わせたいろいろな大きさの製品があります。1㎡当たりの出力は約120Wです。負荷の大小に応じて設置するだけで、必要な電力が得られます。

\*

資源の枯渇や地球環境の危機が、大きな問題になっており、太陽電池などの自然エネルギーが注目されています。一方、太陽電池のデメリットは、気象条件に依存し、大きな面積を占有するということです。しかし、陽当たりの良い一般家庭や集合住宅、公共施設の屋根など、未利用のスペースを活用することにより昼間の電力需要を補うなど、今後益々その利用が期待されています。

# ●太陽電池の発電のしくみ

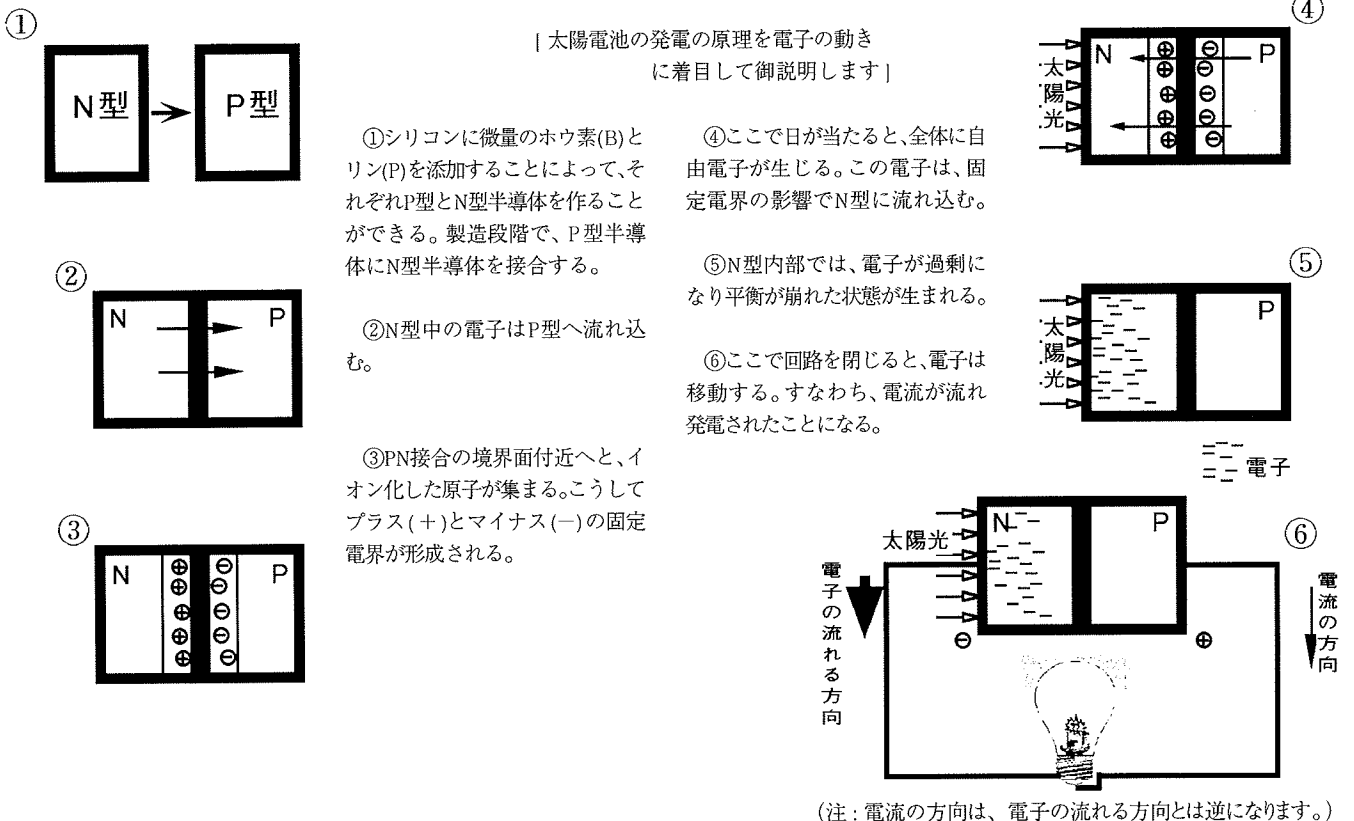
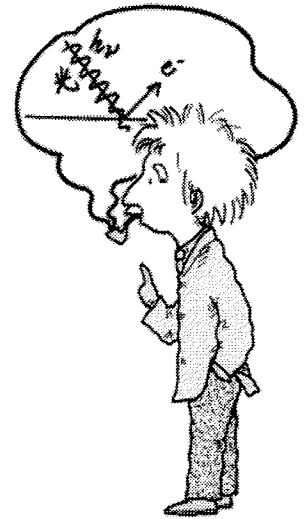
光が電気になる。不思議なことだと思いませんか？でも、電気は光になります。あまりに日常的な事柄なので疑問にすら思わないだけなのです。電気や光のようなエネルギーは、状況によって様々な形に姿を変えることができます。

さて、太陽電池がどのように光を電気に変えるのか見てみましょう。

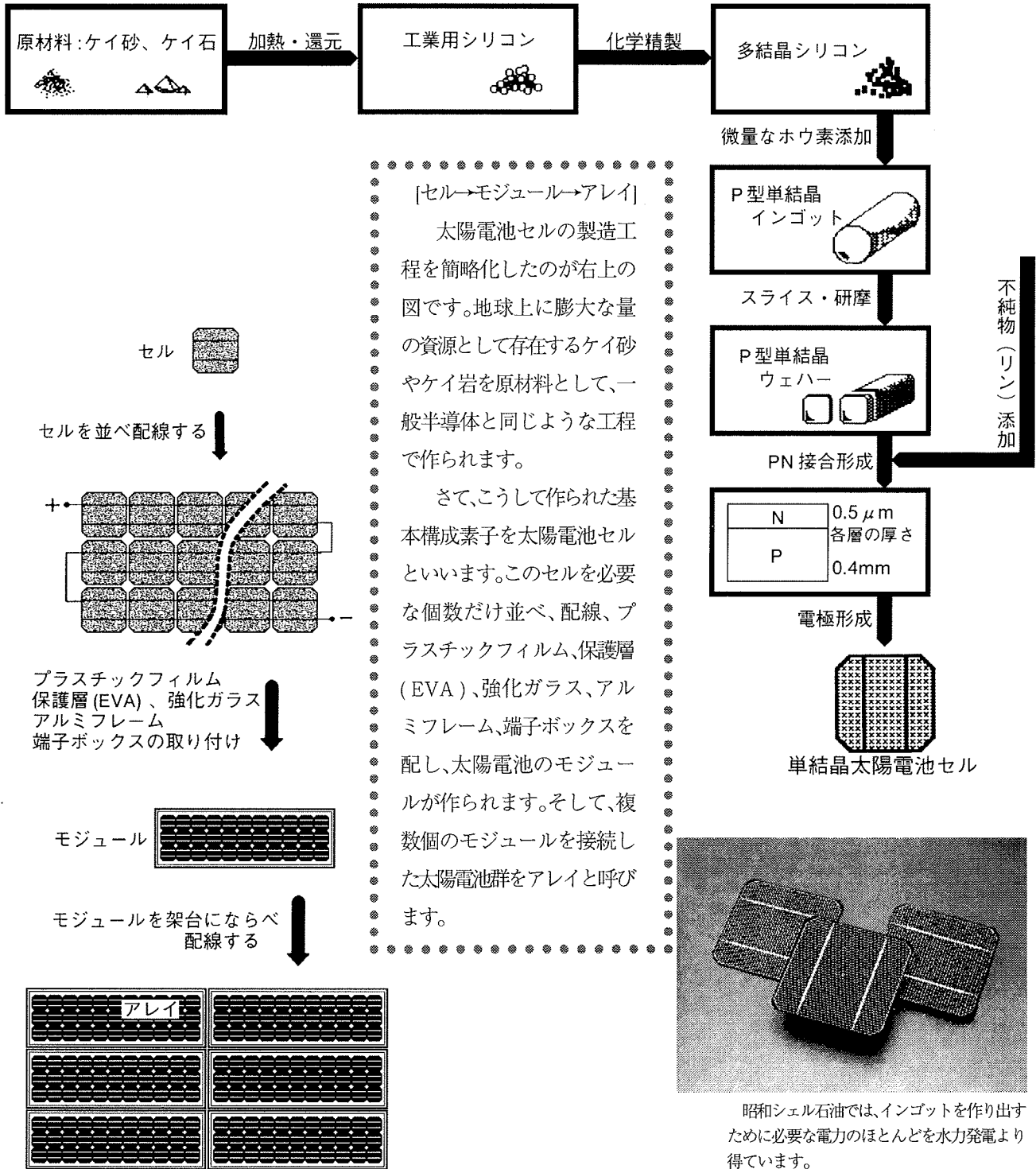
物質に光を当てると、光が吸収され自由電子を生じる現象を光電効果 (photoelectric effect) といいます。この現象は、かのアインシュタインによって光を  $h\nu$  ( $h$ =プランク定数、 $\nu$ =光の振動数) というエネルギーを持つ粒子であるとみなすことによって説明されています。この現象を外部光電効果といいます。

そして太陽電池に应用されているのは、物質内部の光電効果として知られる現象です。電子工学においては、光起電力効果 (photovoltaic effect) といいます。半導体などに光が吸収され電力を生じる現象です。太陽電池は、半導体の P-N 接合に生じる光起電力を利用しているのです。

半導体は、現代生活に深く浸透しています。その半導体の代表的な物質は、シリコン、ゲルマニウム、ガリウムヒ素などです。これらに微量の添加物を加えることにより、その電気伝導度を大きく制御することができます。また、この添加物の種類を変えることによって、P型半導体とN型半導体などの重要な素子を生産することができるのです。太陽電池は、半導体技術の応用として生まれたのものです。



# ●単結晶シリコン太陽電池はこうして作られる



[セル→モジュール→アレイ]  
 太陽電池セルの製造工程を簡略化したのが右上の図です。地球上に膨大な量の資源として存在するケイ砂やケイ岩を原材料として、一般半導体と同じような工程で作られます。

さて、こうして作られた基本構成素子を太陽電池セルといいます。このセルを必要な個数だけ並べ、配線、プラスチックフィルム、保護層(EVA)、強化ガラス、アルミフレーム、端子ボックスを配し、太陽電池のモジュールが作られます。そして、複数個のモジュールを接続した太陽電池群をアレイと呼びます。

単結晶シリコン太陽電池は、基本的な太陽電池です。歴史もあり、構造や製法ともに確立されています。したがって、信頼性が高いです。欠点としては、比較的成本が高く複雑な製造工程を持ちます。単結晶シリコン太陽電池セルの変換効率(入射した太陽光のエネルギーが、どれだけ有効な電気エネルギーに変換されたかを示す値)は、13~18パーセントです。

# ●太陽電池利用例

太陽電池は次代を担うエネルギー源として注目を集めております。そこで、いま現在どのようなことで使われているかをご紹介します。

## 1. 通信施設

マイクロウェーブ・TV・ラジオの中継局、各種リピーター電源、CATVブースター、無線電話、光通信ブースター電源

## 2. 航路港湾

灯台、ブイ、ラジオビーコン、各種航路標識、海洋施設電源、海洋牧場

## 3. 気象・河川・防災観測

気象テレメーター、河川ダムテレメーター、河川管理施設、地震・土石流・水位・地すべり観測

## 4. 航空保安

航路障害灯、無線局、滑走路灯、保安施設

## 5. 道路管理

道路標識、バリアーフラッシャー、非常電話、情報板、料金所、信号機

## 6. 農業用機器

家畜飲料、栽培、乾燥、揚水・散水システム、電気柵、ソーラー温室、誘蛾・誘殺灯、かかし用電源

## 7. 産業機器

各種センサー、照明装置(街路・公衆トイレ灯)、屋外時計、太陽光発電プラント

## 8. 住宅用機器

住宅用太陽光発電システム、家庭用照明装置(門灯、庭園・駐車場灯他)、換気ファン、採光装置、ホームセキュリティー電源、ハイブリットソーラーシステム、山小屋電源

## 9. 民生機器

各種無停電電源、ポータブル充電器、ラジオ、電卓、ワイヤレスマイク、腕時計、テスター、玩具、ポータブル電源、照度計、非常照明、リモコンカー電源

## 10. 船、車

電気自動車ならびにボート用電源、車用換気ファン、サンルーフ、蓄電池充電用、フォークリフト充電用

## 11. 宇宙開発

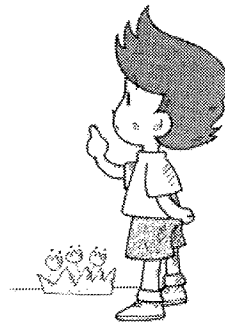
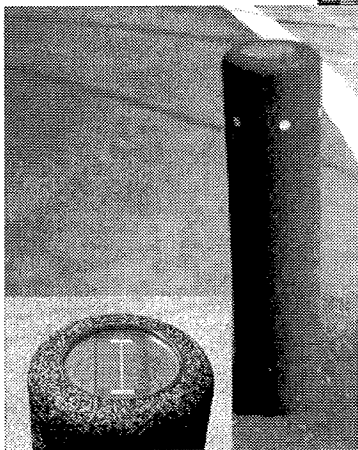
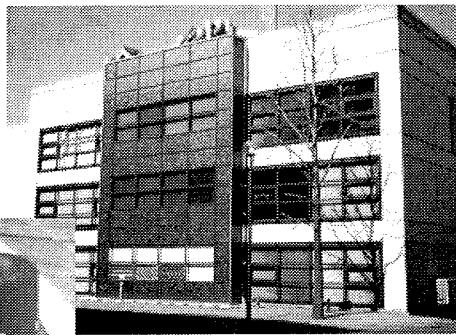
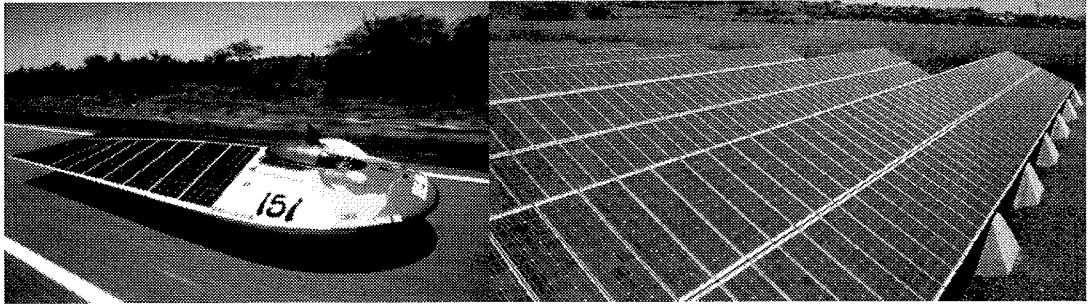
人工衛星、宇宙発電、宇宙ステーション

## 12. その他

建材一体型太陽光発電システム(低中層ビル壁用)、立体駐車場用リフト、未電化地域(主として発展途上国)の電源供給



## 太陽電池利用例●



太陽電池の研究は、基礎、応用、利用の各分野で日進月歩の勢いで進んできました。また、太陽電池のモジュールのコストもかつての三十～五十分の一になりました。今後も、いっそうの技術開発とコストの削減が大きな課題です。そして、いまや環境の時代です。環境問題や他のエネルギーとの兼ね合いで、太陽電池の研究、そしてコスト削減にいっそう拍車がかかることは間違いありません。

次代をにらみ、わが国でも本格的な利用、応用が始められています。環境共生型住宅、ビルなどの建築物や設備において、さまざまな形で利用されています。みなさんにより身近な発電ソースとしての太陽光発電。今後ともご注目ください。

# Part2 システム

## ★太陽光発電システムを考える前に

太陽電池は発電に関して、いろいろな特性を持っています。それらの特性を理解しシステムを設計する事により安定したシステムを構築することができます。

### ①出力仕様

カタログなどに表示されている出力値は、次のような一定の基準により測定した値で表しています。

基準状態：モジュール温度25℃、分光分布AM1.5、放射照度1000W/m<sup>2</sup>

これらの意味は

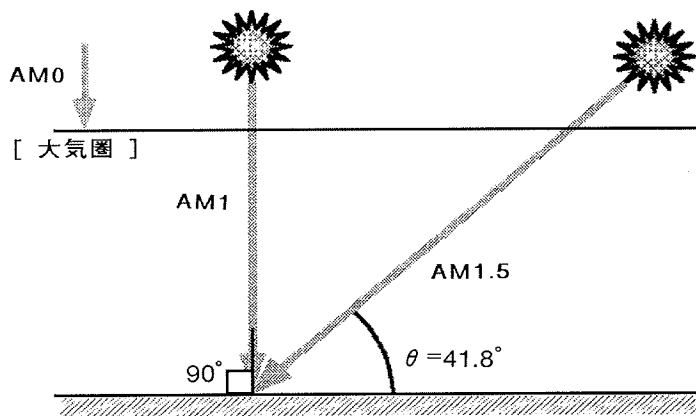
#### ・モジュール温度

太陽電池モジュールは温度が上昇すると発電電圧が下がり、また、冷えると発電電圧が上がるという特性を持っています。そのため一定の温度で測定しないと比較になりません。そこで25℃の温度をを基準状態とし、その時の出力特性を表しています。しかし実際には25℃で一定して使用することはできません。モジュール温度は、周囲の環境や日射条件などにより大きく変化します。

#### ・分光分布

光にもいろいろあります。たとえば朝日や夕日は赤い光が多く、日中は青い光が多いと感じられると思います。太陽電池は光に反応して発電しますが、その光の色(波長)により感度が違ってきます。そのためどのような波長分布の光を当てるかを規定しています。太陽光は大気層を通過することにより大気中のオゾンや水蒸気などにより、光の一部が吸収されます。大気の通過距離が長いと青い光が吸収され赤く見えるのはそのためです。ここで表すAM (Air Mass: エアマス)

とはその大気通過量のことです。AM1.0とは光の入射角が90度(真上)から入射した光を意味し、AM1.5はその通過量が1.5倍(入射角41.8度)での到達光の光を表しています。

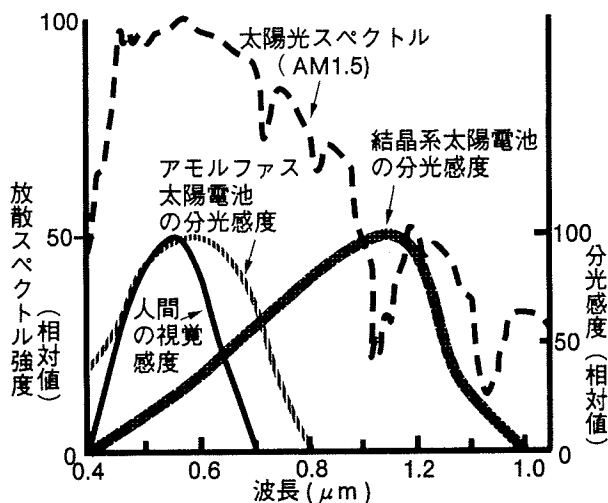


#### ●太陽光などの放射スペクトルと太陽電池の分光感度

太陽光や蛍光灯などの光源の波長による放射スペクトルと、光をエネルギー源とする太陽電池の分光感度を表しているのが、右のグラフです。

結晶系の太陽電池の分光感度の特性は、広い波長域をもつ太陽光の放射スペクトルをより広い範囲でカバーしています。屋外で利用される用途に、結晶系の太陽電池が幅広く利用されているゆえんです。

一方、アモルファス太陽電池の分光感度の特性は、より狭い範囲しかカバーできません。蛍光灯などを利用して、屋内で利用されるような電卓や時計などに適しています。



# 太陽光発電システムを考える前に★

## ・放射照度

1m<sup>2</sup>あたりに到達した太陽光エネルギーの強さを表わし、単位は(W/m<sup>2</sup>)を用いています。大気圏外ではおおよそ1400W/m<sup>2</sup>ある太陽光エネルギーも大気を通して地表に到達すると1000W/m<sup>2</sup>程度になります。この1000W/m<sup>2</sup>という値を、放射照度の基準状態としています。しかし、実際には通過大気量が長くなったり、雲等の影響で弱められたり変動したりします。

以上のように基準状態の3要素を満たすことは自然環境では難しいため、太陽電池モジュールの出力測定にはソーラーシミュレータという人工光源を用い室内で測定しています。

## ②太陽電池の特性

### ・電流 - 電圧特性 (I-Vカーブ)

太陽電池の発電特性は電流-電圧特性 (I-Vカーブ) によって表されます。これは太陽電池からの発電電流とその時の電圧を表したもので、太陽電池に負荷を接続した場合、このカーブ線上で動作する事になります。

乾電池など通常の電源では比較的電流容量が大きいため、使用に関しては電圧が一定と考えられ使用されますが、太陽電池の場合は発電状況や負荷により大きく電圧、電流が変化します。

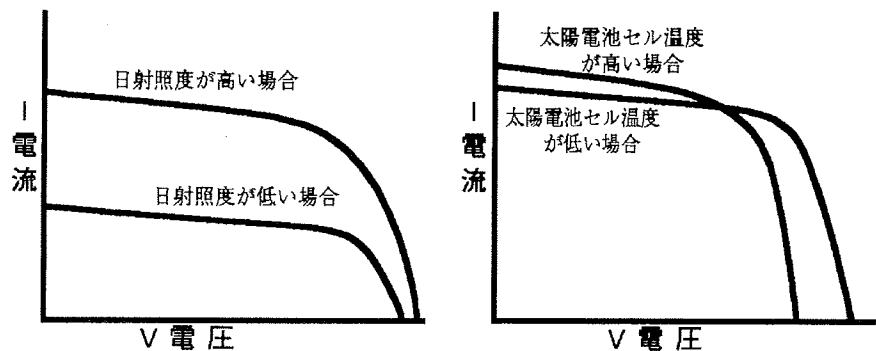
### ・温度特性

太陽電池モジュールは外気温や日射によりモジュール温度が上昇すると発電電圧が下がる特性を持っています。その低下率は太陽電池の物性により異なりますが、結晶系では1℃温度が上昇すると約0.4%低下します。(温度が下がると電圧は上がります。)そのため太陽電池を設置する時はできるだけ温度が上昇しないように配慮しなければならないとともに、設計上でも温度による電圧低下を考慮し、システムの設計をする必要があります。

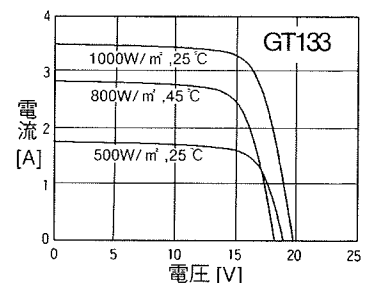
### ・放射照度特性

受光面の放射照度(日射強度)が変化するとその強さに比例して発生電流(短絡電流)が変化し、それにともない出力電力も変化します。放射強度は天候に大きく依存します。そして、太陽電池の設置方向や設置角度により、受光面での放射強度も変わります。そのため、太陽電池が最適に動作できる設置状態にも配慮が必要になります。

以上のように実際の使用時の出力特性は日射条件やモジュール温度により常に変動します。



上のグラフは、太陽電池の電流と電圧の値が、日射量(左)と温度(右)によって受ける影響を模式的に表現したものです。これらのグラフをI-V曲線グラフと呼びます。下のグラフは、製品カタログなどに掲載されているI-V曲線グラフです。日射量と温度変化による影響を一つのグラフにまとめてあります。



# ★システムの検討

太陽光発電システムを設計するに当たり次の事を事前に調査する必要があります。

## ①日照データの把握 (簡便法)

日本の年間日照時間は1500~2000時間です。1日当たりの平均日照時間にすると、4~5.5時間です。我が国は、日本海側の一部の地域や山間部を除けば、世界有数の日照の多さを誇る地域です。一般的な地域における経験として発電に利用できる時間は、1日当たり平均2.6~4時間(日射量1000W/m<sup>2</sup>に換算した場合)とみなすことができ、これを有効日射時間といいます。ここでは、中間の値をとって3.3時間を1日の充電時間とします。

## ②負荷の把握

負荷とは、TV、蛍光灯やポンプなどの電気製品のことで、大きく分けて負荷の使用条件は、バッテリー等の直流(DC)で使用するものと、家庭用のコンセントで使用する交流(AC)があります。負荷を把握するということは、まずこの交流と直流の別、使用電圧(V;交流では周波数も把握)、消費電流(A;消費電流がわからない場合は出力W)、そしてこれらの電気製品を使用する平均使用時間(h)などを把握することです。それぞれ負荷の使用電流と平均使用時間がわかれば、1日当たりの平均使用電流量(Ah/D)を求めることができます。

負荷を把握するための項目	使用電圧(V;直流or交流 交流は周波数Hzも)	消費電流(A)	消費電力 出力(W)	一日の平均使用 時間(h)
各々の負荷	a	b	c	d

[関係式] 1日あたりの平均消費電力量 (Ah/D)=消費電流(A)×平均使用時間(h)

$$= b \times d$$

Point 1----使用を予定している各々の負荷について計算し、合計してください。

Point 2----消費電流の値が不明の場合は、以下の式で計算してください。

$$\text{消費電流(A)} = b = \frac{\text{消費電力(W)}}{\text{電圧(V)}} = \frac{c}{a}$$

## ③設置場所の状況把握

システムをより厳密に設定するためには、設置場所の様々な自然条件(日射量、気温等)をつかみ、標準値を補正して使用します。

[四季の一日あたりの日射量の推移]

	新潟	東京	宮崎
冬(12-2月)	2.0	3.8	4.2
春(3-5月)	4.4	4.4	4.4
秋(9-11月)	3.4	3.4	4.2
冬(1-12月)	3.6	3.9	4.4

(単位: kWh/m<sup>2</sup>・日)

・上の表は、太陽電池の地表からの角度30°、方位は真南に向けて設置した場合の日射量の季節毎の変化の値です。

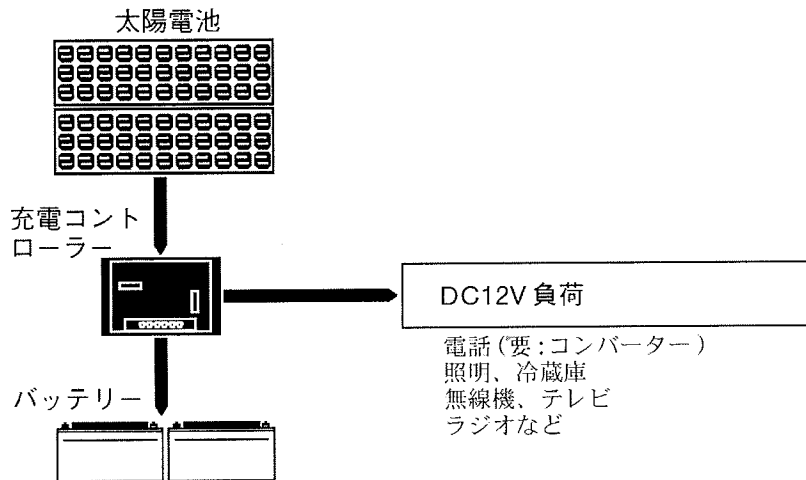
# ★システム例

## システム① DC12Vの一般的なシステム

太陽光発電システムを考える場合、最も一般的なシステムです。システムの構成は、太陽電池、バッテリー、コントローラーです。コントローラーとは、バッテリーの過充電、過放電を防ぐ制御装置のことです。

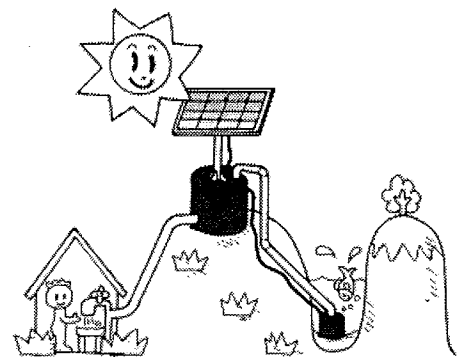
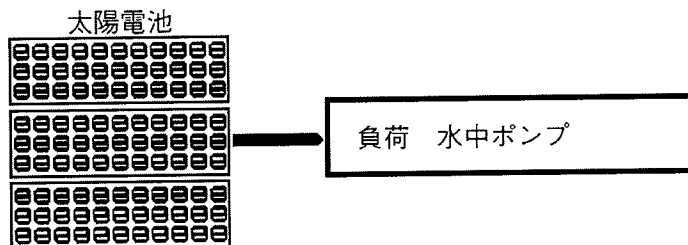
家電製品の中には、ラジオ、テレビ、照明灯など直流12Vで利用できるものがあります。これらを使った簡単なシステムの設計・計算方法を後述します。

ところで、悪天候が何日も続くと、太陽光発電システムからは電力を発生しませんから、電気を使うためには、その期間バッテリーに蓄電し、電力を補います。太陽電池からの発電が期待できない日数を数え、この期間を連続無日照保証日数といいバッテリーの容量の決定に利用します。計算のところで出てくる用語ですので覚えておいてください。



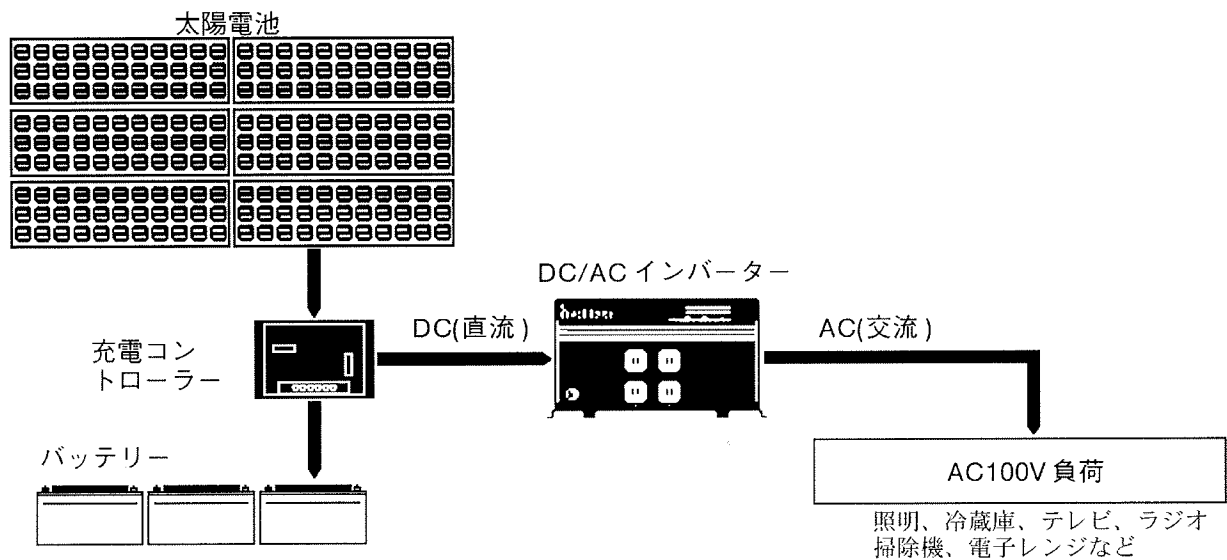
## システム② 水ポンプシステム

水ポンプシステムは、ポンプの動力源として太陽電池があるだけの簡単なシステムです。これは、灌漑用水の調達に最も優れています。晴れの日には水を汲み上げますが、雨の日には水を汲み上げません。しかし、雨の日には空から水が降ってくるのですから、問題はありません。



## システム③交流電気機器を利用するシステム

冷蔵庫、洗濯機、掃除機、照明灯、テレビ、ビデオ、電子レンジなど一般の家電製品は、交流100Vで稼働しています。ところが、太陽光発電システムで発生する電力は直流です。そこで、これらの機器を太陽光発電システムで発生する電力で使用するためには、太陽電池で発生した直流電気を交流に変換するインバーターが必要になります。



## システム④ 系統連系システム

自宅の屋根に据えつけた太陽電池で、住宅に必要な電力の大部分をまかない、足りない分を系統よりまかなうシステムが一般的になってきました。このシステムを系統連系とよびます。系統とは、電力会社の配電線網のことです。つまり系統連系とは、電力会社の配電線と家庭の屋根の太陽電池が電気的につながっているシステムです。最大の利点は、昼間の余った電力を売電できる点です。

さて、一般家庭で使用されている電力の大部分をまかなうためには、おおよそ9坪の太陽電池を屋根などに据え付けることになります。太陽電池は天気の良い日と悪い日で多大な影響を受けます。天気の良い日には、たくさん発電します。しかし、天気の悪い日は大幅に発電量は減ります。また、夜間には発電しません。さらに季節変化のなかでの日射量の変化がそのまま発電量に反映されます。

そこで、電力会社の配電網と連系することで、安定して電気を使用することが可能となります。使用量以上に発電する昼間や天気のいい日には、電力会社に電気を売り、足りない日や夜間などは、通常通りに配電線の電力を購入します。

これらの運用は自動的に行われますので、設置している方にとっては、これまでと同じように電気を使い、生活することができます。まさに太陽の時代のライフスタイルです。

## ●システムの概要

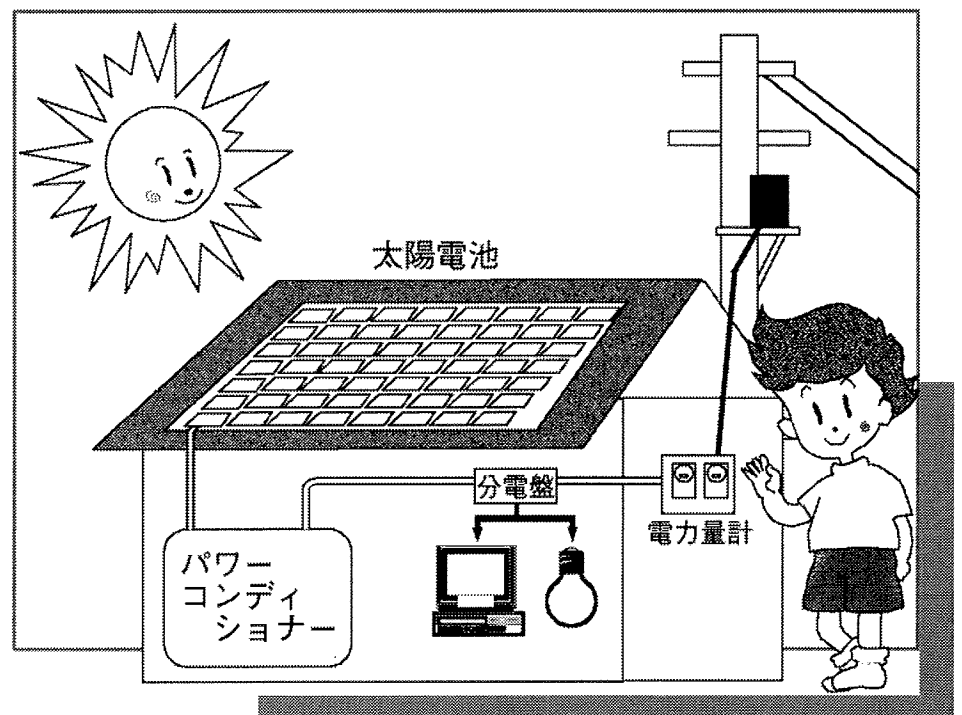
この一般住宅用太陽光発電システムについても少しみてみましょう。具体的には、次のようなシステムで構成されます。

**太陽電池**・・・複数の太陽電池モジュールから構成される太陽電池システムを太陽電池アレイとよびます。一般的なソーラーハウスの場合の太陽電池の最大出力は、3kWpです。

**集電箱**・・・太陽電池からの配線をまとめるためのものです。

**パワーコンディショナー(インバーター・保護装置)**・・・太陽電池の発電は直流です。その直流を交流に変換する装置がインバーターです。保護装置は、システムの安定と安全のために働きます。

**電力量計**・・・一般の家庭には、電力会社から買電した電力量を計測する電力計のみが設備されています。しかし、ソーラーハウスにはもうひとつの電力量計(売電電力量計)が必要となります。この働きは、太陽電池の発電電力が家庭で消費され、なおかつ余った場合の電力を、電力会社に売電した量を計測することです。







太陽電池の一日当たりの必要発電電流量(Ah/D)=

$$\frac{\text{平均的な1日の消費電力量 (Ah/D)}}{\text{出力補正係数} \times \text{バッテリー充放電損失補正係数} \times \text{その他の補正係数}}$$

[係数の説明]

○出力補正係数とは気象の変化、太陽電池表面の汚れや経年劣化などによる太陽電池出力の補正のことで通常0.85という値を使います。

○バッテリー充放電損失補正係数とは、バッテリーの充放電効率(Ah効率)にともなう係数のことで、通常0.95という値を使います。

○その他の補正係数とは他にシステムとして動作させる上でのロス(損失)となるもので、例えばインバーターの変換効率は通常0.75～0.85です。

ここでは出力補正係数に0.85を、バッテリー充放電損失にともなう補正係数に0.95を上記の式に代入してみました。

$$\text{太陽電池の1日当たりの必要発電電流量 (Ah/D)} = \frac{11.7 \text{ Ah/D}}{0.85 \times 0.95} \doteq 14.5 \text{ Ah/D}$$

太陽電池の1日当たりの必要発電電流量は14.5Ah/Dと計算で求めることができました。12頁の「①日照データの把握」で記した簡便方法で(年平均の1日当たりの平均日射時間を3.3時間とする場合)で太陽電池の必要電流を算出します。

$$\frac{14.5 \text{ Ah/D}}{3.3 \text{ h/D}} \doteq 4.4 \text{ A}$$

太陽電池の出力電流4.4Aか、またはそれ以上あれば良いということがこの計算からわかりました。

## ・太陽電池の電圧

システム例②で触れましたように、夜間の電流の逆流を防止するために太陽電池とバッテリーの間に逆流防止器を取り付けます。この逆流防止器(ダイオード)を取り付けることによって電圧は下がってしまいます。この電圧ドロップを加味して計算式を作りますと次のようになります。

太陽電池の最大出力動作電圧=バッテリー公称電圧×満充電係数+電圧ドロップ

[解説]

○バッテリー公称電圧: バッテリーに記載されている電圧(ここでは、12V)

○満充電係数: 鉛蓄電池の場合1.24

○ダイオード電圧ドロップ: 通常シリコン整流ダイオードで0.7V

さあ、それぞれの値を式に代入してみましょう。

太陽電池の最大出力動作電圧=12V×1.24+0.7V=15.58V

太陽電池の出力動作電圧は15.58V以上あればOKということがわかりました。

## ・太陽電池の選定

これで太陽電池の最大出力動作電流と最大出力動作電圧が求められました。では、巻末の太陽電池一覧表から最適な太陽電池を選んでみましょう。ここでは、型式GT133太陽電池を2枚並列に使うことにします。

GT133を2枚並列に接続すると、

最大出力動作電流  $3.15 \times 2 = 6.30\text{A}$

最大出力動作電圧 15.9V

※システムの電圧を上げるために直列に接続する、または電流を上げるために並列に接続して御使用になる場合には、同型式の太陽電池を御使用下さい。

## ・バッテリー容量の計算

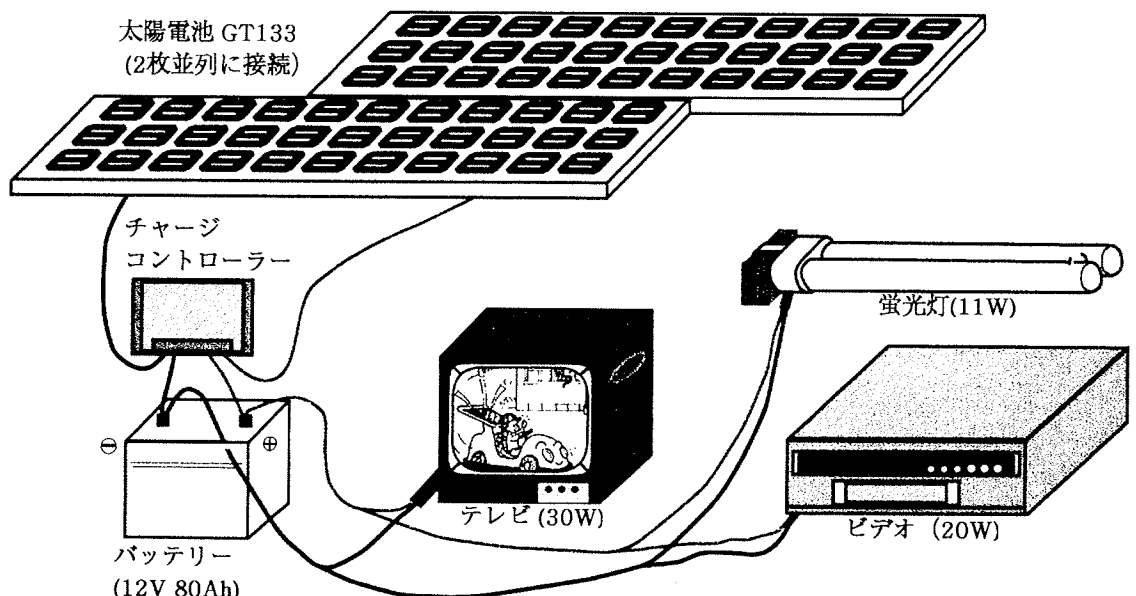
さて、まだバッテリーの計算が残っています。ここでは、雨などで5日間連続で日照が期待できない日が続いても支障のないシステムを考えてみます。1日当たりの平均的な消費電力量の5日間分をバッテリーに蓄えてバックアップすることになります。次式に代入してバッテリー容量を求めてみましょう。

$$\text{バッテリー容量(Ah)} \geq \frac{\text{1日の平均的な消費電流量 (Ah/D)} \times \text{連続無日照保証日数 (日:D)}}{\text{鉛バッテリーの保守率}}$$

$$\text{バッテリー容量(Ah)} \geq \frac{11.7 \text{ (Ah/D)} \times 5 \text{ (D)}}{0.8}$$

$$\text{バッテリー容量(Ah)} \geq 73.1$$

よってバッテリーは73.1Ah、又はそれ以上の容量が必要だということがわかりました。バッテリーメーカーのカタログに12V80Ahというものがありましたので、それを使用することになります。このようにして、太陽光発電システムの設計を行います。



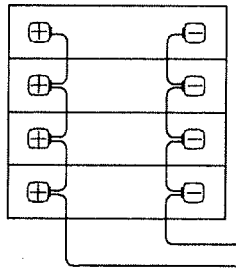
# Part3 太陽電池モジュールの取り扱い等

## ■パワー用 / 大型システムの結線

### ①太陽電池の結線

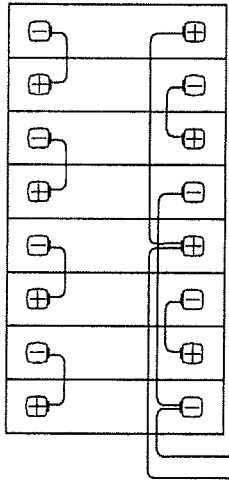
システムの例では、DC12VとAC100Vの2つの代表的なシステム電圧での使用について説明いたしました。これはあくまでも、GT133の接続における一例を示したものです。その他にも直、並列に接続にすることによって様々なシステム電圧を採用することが可能です。

#### [ GT133の結線例 ]



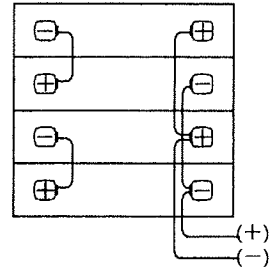
太陽電池を並列に接続すると、電圧は一定で、(接続する個数×電流値)の電流が得られます。  
一方直列に接続すると、電圧は一定で、(接続する個数×電圧)のシステム電圧が得られます。

12V 結線の一例  
(4個のGT133太陽電池を並列に接続)

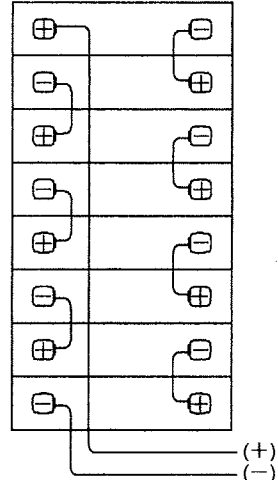


48V 結線の一例  
(4個のGT133太陽電池を直列につなぎ、それを2組並列に接続)

24V 結線の一例  
(2個のGT133太陽電池を直列につなぎ、それを2組並列に接続)



100V 結線の一例  
(8個のGT133太陽電池を直列に接続)



[メンテナンス]

①太陽電池モジュールは定期的に結線などに異常がないかどうか点検してください。

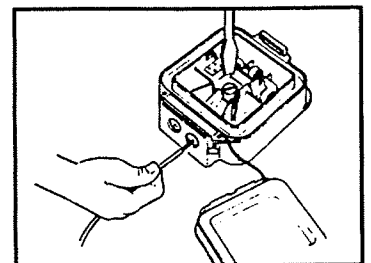
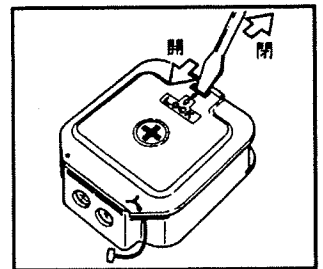
②破損、欠損の生じたモジュールは、直ちに取り替えてください。ガラスの割れたモジュールはケガの原因ですし、感電の原因となりますので直ちに取り替えてください。

### ②端子ボックスの使い方

結線は安全第一に行ってください。結線用のケーブルは、機械的にも堅牢でなくてはなりません。GT136、GT133のモジュールなどには、2個のプラスとマイナス用の耐候性端子ボックスが付いております。図のようにドライバーを使ってロックをはずします。その際には、ドライバーをねじらずに斜めにスライドさせるように操作してください。

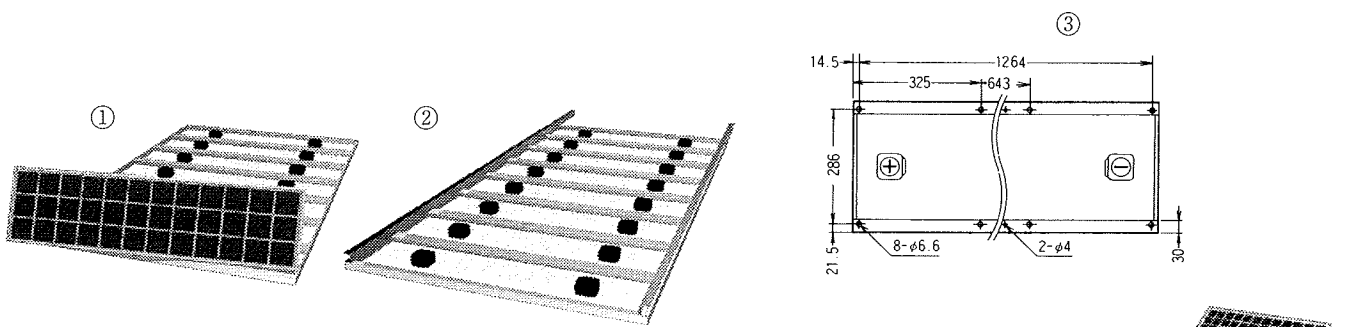
端子ボックス内の各々の端子は2本の電線を取り付けるためのもので、単芯で公称断面8mm<sup>2</sup>までの太さの電線を使用できます。電線を取り付けるために、まず絶縁皮膜を1.6cm程取り除きます。(電線の皮膜には潤滑剤をつけないでください) 皮膜を除去した電線を成形シール材を貫通させてターミナルねじの下に差し込みます。適切なサイズのドライバーを使ってねじをしっかりと固定してください。

結線が終了したら端子カバーをセットし、ドライバーを使ってきちんとロックしてください。



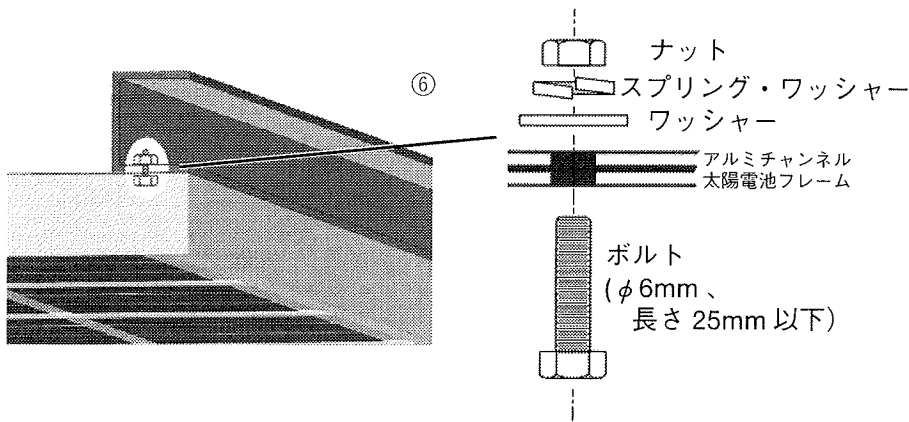
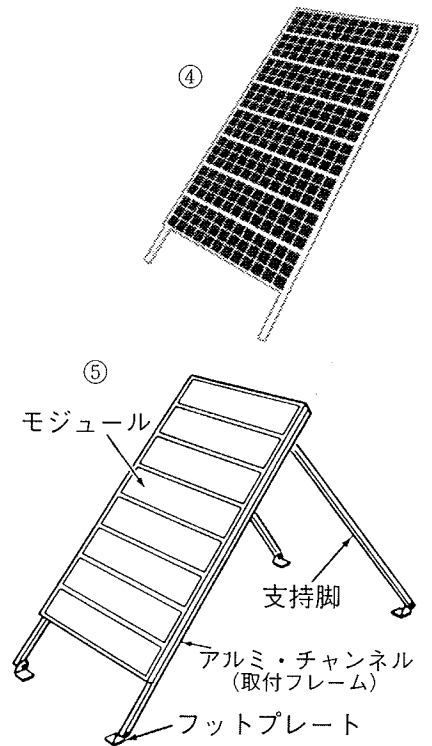
# ■ 太陽電池の設置

太陽電池の出力は晴天時太陽と直角に向き合った場合に最高となります。南向きに水平面からの角度が年間を通してもっとも効率良く発電する角度に設置します。設置場所の選定条件とは、一年間のうちで日照時間が最短の日で午前9時～午後3時(ソーラー時間帯)は日陰にならないような場所が最適です。また、システム内のセルおよびモジュールの一部分だけに影ができないように設置しなければなりません。夏、冬2段階に設置角度を変えることができるようにすることも効果的です。太陽電池を架台や鋼材に取り付ける時には、アルミ・フレームの裏面の取り付け穴を利用し、ボルトとナットでしっかりと締めつけてください。ビルの壁面などに取り付ける際には、配線の便宜と冷却のための空気が循環できるように、裏面に十分な隙間をもうけてください。



## [ 架台への取付例 ]

①箱から太陽電池を取り出し、突起のない水平な地面に当て物をひいて太陽電池を並べます。②太陽電池モジュールの背面にある取付穴の位置に合わせて穿孔加工されたアルミ・チャンネルを、モジュールの上に置きます。③のように背面の取り付け穴は、この太陽電池ではφ6.5の穴が8箇所ありますが、この場合例の場合には、両端の合計4箇所の取付穴を利用しています。④チャンネルとモジュールのフレームをφ6mm、長さ25mm以下の取付けボルトを使用して固定します。(固定の際に、モジュール側からは、ボルトのみを挿入してワッシャーなどは入れません。ワッシャーとスプリング・ワッシャーは、チャンネル側に入れてください。) ④、⑤8枚が組み上がった状態(架台の一例)



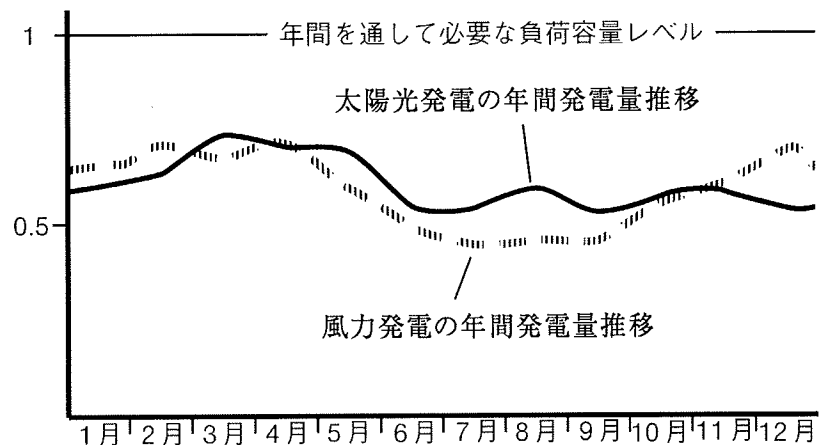
## ■ 太陽電池と風力発電

### ① 太陽電池と風力発電の複合利用(ハイブリッドシステム)

風力もまた、太陽によって生まれる大気の大気対流を利用した自然エネルギーです。多様な自然環境や、複雑な地形をもつ我が国では、それぞれ適材適所で利用することで、より信頼性の高い発電システムを作ることができます。太陽電池と風力発電機、それぞれを単独で利用することもできますが、条件によっては両者を組み合わせることで、さらに効率的な発電システムを作ることができます。

太陽電池は、日中の晴天、快晴といった条件で、良く発電します。一方、風力発電機の場合には、曇り、荒天のしかも夕方から夜にかけて、その能力を発揮します。また、同じようにより効率的に動作する季節毎の気象条件もことなる場合があります。この両者の動作環境の違いをいかすような条件が認められる場合、補完的に利用することが可能になります。

下のグラフは、ある地点の風のエネルギーを太陽電池と風力発電機の両者の貢献度割合をできるだけ同じようにした場合の発電量の変化を表しています。春、夏に発電する太陽電池。秋から冬にかけて発電する風力発電という具合です。両者のベストミックスを追求することで、季節変動の影響を受けない、より安定したシステムを組むことができることがあります。太陽電池と風力発電機、このようにことなった発電方法を組み合わせたシステムをハイブリッドシステムといいます。



#### [ グラフの解説 ]

必要な負荷容量を決め、太陽電池と風力発電機の発電力の合計の値が、それを年間を通して下回らないようにシステムを設計するために作成されたグラフの例です。気象データからそれぞれの発電量の季節変化のグラフを製作できます。さらにそれぞれの設備容量を調節しながら、両者の貢献度が同じになるように、出力規模を求めることがあります。グラフでは、11月から2月の終わりまで太陽電池の発電が日照不足により下降し、一方の風力発電は良好な結果が予想されます。両者を組み合わせることでメリットが出ると判断されれば、補完性をいかした複合利用を検討できます。それぞれの発電規模の実際の決定では、さらにさまざまなデータから詳細な検討を行います。

## ②風力発電について

風力発電機について簡単に説明させていただきます。

風力発電機の仮想モデルにおいては、理論的には風のエネルギーの約6割を利用できます。しかしながら、実際にはさまざまなロスがありますので、実際の風車により発電利用できる量は、風のエネルギーの20%から40%弱となります。

風のエネルギーと発電されるエネルギーは、以下のような式により求めることができます。

この式からわかることは、風車の出力は、風の速さの三乗に比例し、受風面積に比例することです。風速が二倍になれば、風のエネルギーは、実に8倍にもなります。また、逆の2分の一になれば、8分の一になってしまう、ということにもなります。したがって、少しでも風の強い地域に設置することが、効率良く風力発電機を使用するために重要です。

また、風車のプロペラの受風面積が大きければ大きいほど、利用できる風のエネルギーは増加します。必要な発電量とその地点の風速のデータから、必要な風力発電機の規模を決めることができます。

$$E = \frac{1}{2} \rho \times V^3 \times A \times C_E$$

E: 風力発電機から得られるエネルギー

$\rho$ : 空気密度

V: 風速

A: 受風面積

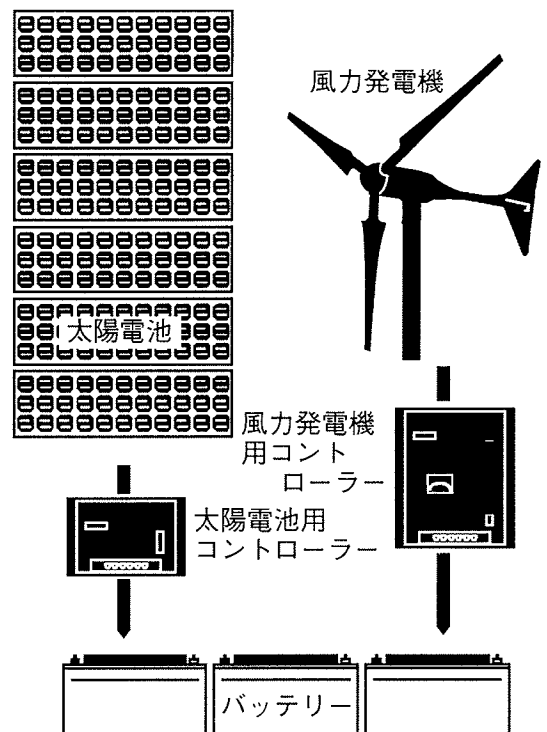
$C_E$ : 風車の効率

## ③風力発電機の設置

風力発電機の設置には、さまざまな条件を考える必要があります。一般的に、同じ設置高度ならば草原や砂漠などのように地表がなだらかなほうが、都市や山地などより有利です。設置高度に関しては、高くすることでより強い風を利用することができます。

複雑な地形であったり、障害物がある場合には、その周囲で風の乱流が生じます。その場合には、障害物から離したり、高度を上げることで、よりスムーズで強い風を利用することができます。

太陽電池と風力発電機を組み合わせで発電し、バッテリーを充電する場合には、右のような図になります。



## ■ その他

### ・バッテリーについて

太陽電池とバッテリーを組み合わせる場合には、バッテリーの的確な選定と管理が必要です。負荷容量の把握、バッテリーの放電深度、設置環境の温度、コスト、寿命などを考慮して選定してください。また、システムは継続して御使用ください。システムを長期間使わないと過充電になります。過充電はバッテリーの電解液を消費し、損傷の原因となりますので注意が必要です。バッテリーの使用方法が誤っていると、著しくバッテリーの寿命を縮めることがあります。

バッテリーにはゲルセルなどの密閉式バッテリーと一般的な電解液をもつ溶液入りのバッテリーなどがありますので、充電コントローラーを選定する際には、御利用になるバッテリーに合わせてお選びください。

また、火気の注意などバッテリーメーカーの取り扱い指示に従って御使用ください。

### ・太陽電池の選定

GT136ならびにSM55は36枚のセルが直列に接続されており、太陽電池が使われるあらゆる用途、例えば高温気候でのバッテリー充電、DCモーターへの直接接続およびピークパワーを追尾する運転にも使用できます。

GT133は33枚のセルが直列に接続されており、通常気象条件下でバッテリー充電に使うよう設計されています。高温気象条件下ではGT136の方が高い電圧が得られますのでこの使用をお勧めします。太陽電池は、温度によって出力特性が変わりますので、ご利用になる場所の温度に配慮して選定してください。

またGT133は、DCモータに接続して使用できます。

バッテリー充電用に使用する際には、過充放電を防ぐために、コントローラーが必要です。

### ・配線用のケーブルについて

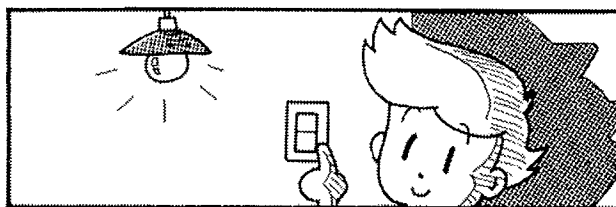
太陽電池、充放電コントローラー、バッテリーの接続。また一般住宅用のより大規模なシステムなどでの接続において、適切な配線用のケーブルを御選定ください。

電線の規格と電流容量と2%以内の電圧降下配線距離 (m)

	使用電線の規格 (公称断面mm <sup>2</sup> )	2.0	3.5	5.5	8
	最大電流容量 (A)	27	37	49	70
電流値 (A)	配線距離 (m)				
1		13.5	21	34.5	54
2		6.75	10.5	17.25	27
4		3	5.25	8.25	12.5
6		2.25	3.6	5.25	9
8		1.65	2.25	3.45	6.75
10		1.35	2.1	2.2	5.4
15		0.9	1.35	2.1	3.6
20		0.6	1.05	1.65	2.7
25		0.54	0.84	1.05	2.1
30		0.45	0.72	0.84	1.8

ケーブルの選択においては、必要とされる電流容量を考慮する必要があります。さらに、配線距離に応じて生じる電圧降下にも御注意ください。電圧降下は、設定される最大の電流値と配線距離から把握できます。太陽光発電システムでよく利用されるケーブルは、公称断面 $2\text{mm}^2$ 、おなじく $3.5\text{mm}^2$ 、 $5.5\text{mm}^2$ 、 $8\text{mm}^2$ などです。電気配線の設計で利用される「電圧降下率2%以内」を根拠に、電流値を縦軸に電線の規格横軸として、両者の関係から配線距離を表にまとめたのがこの「表:電線の規格と電流容量と2%以内の電圧降下配線距離 (m)」です。この表は、12Vシステムにおける電線の電圧降下許容値( $2\%=0.24\text{V}$ )と推奨配線距離ですから、太字の距離の数字を24V環境では倍に、100V環境では約8.3倍にすることで、ことなる電圧環境でも利用できます。

なお、30V未満のシステムの場合、システム設計上問題がなければ、表の値の2.5倍、つまり0.6Vまで許容することもあります。(ただし、電流値は同表の電線の規格の数字の左に付記した、電線の最大電流容量の85%程度を上限としてください)







# ○昭和シェル石油の太陽電池モジュール一覧表

[大型高効率高性能太陽電池モジュール]

型式	構造		出力特性					適用電圧 (V)
	外形寸法 (mm) W×H×D	公称質量 (kg)	公称最大出力 (Pm : W)	公称最大出力動作電流 (Ipm : A)	公称最大出力動作電圧 (Vpm : V)	公称短絡電流 (Isc : A)	公称開放電圧 (Voc : V)	
GT172	982*869*35	11	110	3.15	35.0	3.45	43.5	連系用/24
SP75	1200*527*34	7.6	75 75	4.4 8.8	17.0 8.5	4.8 9.6	21.7 10.9	12 6
SM55	1293*329*34	5.5	55	3.15	17.4	3.45	21.7	12
GT136	977*440*35	5.5	55	3.15	17.4	3.45	21.7	12
GT133	1218*335*35	5.4	50	3.15	15.9	3.45	19.8	12

[中・小型高効率高性能太陽電池モジュール]

型式	構造		出力特性					適用電圧 (V)
	外形寸法 (mm) W×H×D	公称質量 (kg)	公称最大出力 (Pm : W)	公称最大出力動作電流 (Ipm : A)	公称最大出力動作電圧 (Vpm : V)	公称短絡電流 (Isc : A)	公称開放電圧 (Voc : V)	
GT234	528*448*35	3.2	24	1.50	16.3	1.65	20.4	12
GT230	580*343*35	3.0	22	1.50	14.4	1.65	18.0	12
GT434	378*349*35	2.0	12	0.75	16.3	0.80	20.4	12
GT634	372*242*35	1.5	8.1	0.50	16.3	0.55	20.2	12
GT833-TF	330*210*16	0.9	5.4	0.35	15.5	0.38	19.5	12
GT1633-TF	192*210*16	0.7	2.8	0.18	15.4	0.20	19.3	12
GT618	242*216*35	1.0	4.3	0.50	8.6	0.55	10.7	6
GT1618-MF	182*136*13	0.4	1.5	0.18	8.4	0.20	10.5	6
BT-432-MRN	393*353	1.3	11	0.71	15.4	0.77	19.2	12
BT-832-MRN	293*247	0.7	5.4	0.35	15.4	0.38	18.9	12

・(測定条件:放射照度1000W/m<sup>2</sup>、モジュール温度25度、AM1.5)

・改良のため予告なく仕様の一部を変更することがあります。

本カタログの内容は、2000年5月現在のものです。

※太陽電池およびシステムについて、詳しい内容についてお問い合わせをご希望の方は、下記の用紙に必要な事項をできるだけ詳しくご記入の上、小社または取扱店まで御連絡くださいますよう、お願いいたします。

[ 場所 ]				
設置場所	_____ 都・道・府・県 _____ 郡・区		_____ 市・町・村	
ロケーション（地理的な条件：山間部、平野など具体的にお願いいたします。）				
_____				
_____				
その他（特記事項）				
_____				
_____				
御連絡場所（ご住所）〒 _____				
_____				
お名前				
_____				
お電話				
_____				
[ 負荷 ]				
電気製品の品名	メーカー形式	使用電源（AC or DC?）	システム電圧（V）	消費電力（W）
①				
②				
③				
④				
⑤				
_____				
その他				
_____				
_____				

太陽電池に関するお問い合わせは下記へお願いいたします。

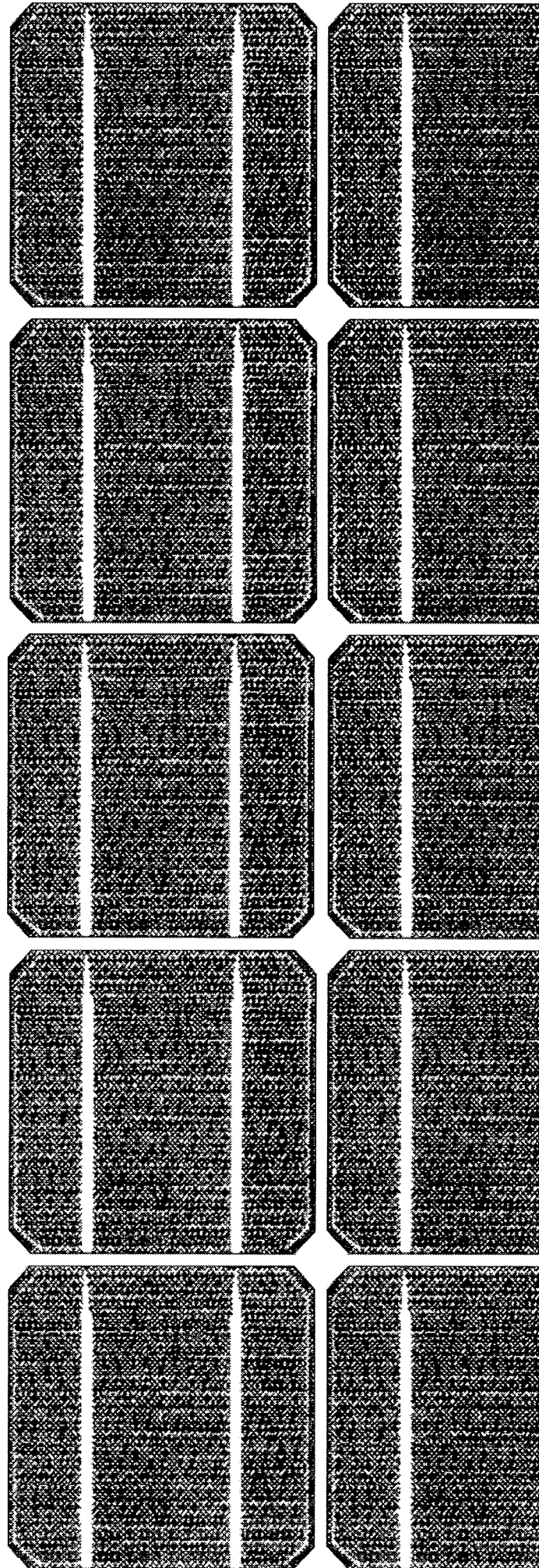
## 昭和シェル石油株式会社

ニュービジネスディベロップメント部 太陽電池事業部門  
〒135-8074 東京都港区台場2-3-2 台場フロンティアビル  
TEL. 03(5531)5781 代表・FAX. 03(5531)5788

### 取扱店

〒465-0092 名古屋市名東区社台1-114  
有限会社 **吉富電気**  
TEL 052-760-2573 (090-4161-7171)  
E-mail: zvu06411@nifty.com  
URL: <http://homepage2.nifty.com/domi/>





## 昭和シェル石油株式会社

ニュービジネスディベロップメント部 太陽電池事業部門  
〒135-8074 東京都港区台場2-3-2  
台場フロンティアビル  
Tel.03(5531)5781 代表・FAX.03(5531)5788