

# 住宅用太陽光発電の経済評価

キーワード：太陽光発電，日射量，日負荷曲線，  
季時別料金制，余剰電力

西野 義彦

## 〔要旨〕

太陽光発電は、燃料を必要とせず、無尽蔵でクリーンという特長を備えている。現段階では、まだコスト面でかなり割高であるが、近い将来、技術革新や量産効果によりコスト低下がはかられ、広範囲に普及する可能性は十分ある。

本稿は、導入可能量としてはもっとも大きいと期待されている住宅用の太陽光発電について、様々な条件変化を考慮しながら多面的に経済評価を試みたものである。主な分析結果は以下の通り。

- (1) 太陽光発電システムの設備単価が kW 当たり 20 万円では、1 kW 以下の設備規模でわずかにメリットが生ずる程度であり、バッテリーの併設はあまり有利でない。
- (2) バッテリーの併設が相対的に有利となるためには、太陽光発電システムの単価が kW 当たり 10 万円程度にまで低下する必要がある、そのときの最適設備規模は、およそ 2 kW である。
- (3) 住宅用太陽光発電のブレークイーブン建設コストは、もっとも有利な条件 (1 kW 規模で、1 日分相当のバッテリー併設) のもとで、kW 当たりおよそ 20 万円である。
- (4) 1 日分相当のバッテリーを併設し、3 kW 程度の太陽光発電を設置する場合、使用電力量に占める購入電力量の割合は 40% に低下する。
- (5) 季時別料金制の採用は、太陽光発電の導入を有利にする方向に作用するが、その効果は、ブレークイーブン建設コストでみると、約 4 万円ほど引き上げることに相当する。

1. はじめに
2. 経済評価のための基本的フレームワーク
  - 2.1 評価システム
  - 2.2 本稿の構成
3. 太陽光発電の発電特性と住宅用需要家の負荷パターン
  - 3.1 太陽光発電の発電パターン
  - 3.2 住宅用需要家の負荷パターン
4. 前提条件と条件変化シミュレーション
  - 4.1 シミュレーション計算の前提
  - 4.2 その他の前提条件
5. 太陽光発電およびバッテリーの最適規模
  - 5.1 太陽光発電の最適規模
  - 5.2 バッテリーの最適容量
6. ブレークイーブン建設コスト
7. 購入電力量および買電パターンの変化
  - 7.1 購入電力量の変化
  - 7.2 買電パターンの変化
8. 季時別料金制の採用
  - 8.1 太陽光発電の最適規模
  - 8.2 ブレークイーブン建設コスト
9. 余剰電力の販売
  - 9.1 太陽光発電の最適規模
  - 9.2 ブレークイーブン建設コスト
10. むすび

## 1. はじめに

太陽光発電は、燃料を必要とせず、無尽蔵でクリーンという特長を備えているばかりでなく、発電設備としても安全性が高く、メンテナンスもフリーに近いという利点を持っている。しかし反面、その発電は太陽の日射に左右され、天候による出力変動が激しい上に、単位面積当たりのエネルギー密度が薄いという欠点がある。現在まだその発電コストは、相当に割高であるが、将来、技術革新や量産効果によりコストが低下してくると広範な分野に導入・普及する可能性が十分ある。

本稿は、将来の導入可能量がもっとも大きいと期待される住宅用太陽光発電について、その経済評価に関する独自の評価システムを構築するとともに、具体的データを適用して、様々な条件変化に関するシミュレーション分析を試みた結果を提示する。

## 2. 経済評価のための基本的フレームワーク

電気事業用として太陽光発電が導入される場合には、一般に、大電力系統網をバックに分散配置され、連系・運用される形をとる。この場合の経済評価は、太陽光発電の導入によってもたらされる系統全体での費用節減額によって示されるのが通例である。

ところで、需要家サイドに太陽光発電が導入される場合については、電気事業用と同じ方法で評価することは、必ずしも適切ではない。むしろこの場合は、その需要家が電気事業に支払っていた電気料金の節減額によって評価する方が適当であり、これが経済評価に当たったこのでの基本的立場である。

### 2.1 評価システム

需要家サイドで太陽光発電を導入するケースについてのここでの評価システムは、概略以下の通りである。

- (1) まず太陽光発電システムの技術特性と日射量等のデータから、太陽光発電の年間における時間別発電量を求める。
- (2) 太陽光発電の年間における時間別発電量と需要家の年間における時間別負荷パターンから、設置されるべき太陽光発電およびバッテリーの規模、および時間別購入電力量を求める。ただし、この段階では、太陽光発電およびバッテリーの最適な規模は、直ちには決定されない。
- (3) 時間別購入電力量と時間別料金単価から、年間における支払電気料金額を求め、太陽光発電を設置しなかった場合の支払電気料金額との比較から、年間における支払電気料金節減額を求める。余剰電力が発生し、これを電気事業に売却することが可能な場合には、その年間販売額を電気料金節減額に加算する。これが、太陽光発電の設置に伴う年間粗経済価値ということになる。
- (4) この年間粗経済価値から、太陽光発電およびバッテリーの設置に伴う年間総経費を差し引いたものが、太陽光発電の設置による年間純経済価値となる。
- (5) この年間純経済価値が最大となるときの太陽光発電ならびにバッテリーの規模が、それぞれの最適規模となる。これは、日射量データおよび需要家の日負荷パターンのほか、それぞれの設備単価および電気料金制といった要因に大きく依存している。

以上のように、この評価システムでは、日射量データ、太陽光発電の発電効率、需要家の日負荷曲線、太陽光発電ならびにバッテリーの単位建設コスト、電気料金制等が外生要件として与えられると、時間別購入電力量や支払電気料金の年間節減額が得られる。またさらに、この支払電気料金の年間節減額から、設備コスト等より得られる年間総経費を差し引くと、太陽光発電の設置に伴う年間純経済価値が得られ、この年間純経済価値が最大となるときに太陽光発電ならびにバッテリーの規模を求めると、与えられた外生条件のもとでの最適規模が得られる

というフレームワークになっている。

この評価システムの利点は、様々な条件変化、たとえば種々の需要家タイプ、日射条件の異なる地域への適用、電気料金体系の変更、太陽光発電システムやバッテリーのコスト変化等に対しても、容易にシミュレーション分析が可能であり、多くの有用な情報を得ることができる点にある。

### 2.2 本稿の構成

以下では、第3章でまず特定地域を対象に、太陽光発電の年間における発電パターンと住宅用需要家の負荷パターンとの関係を考察する。

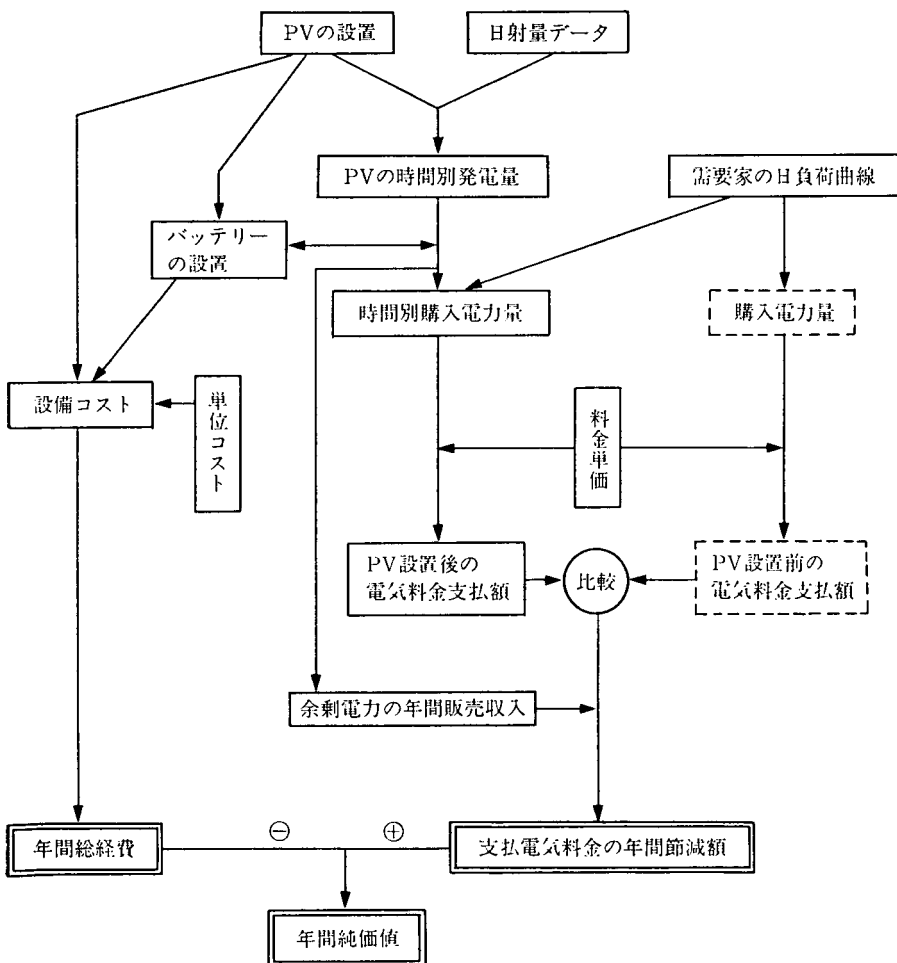


図 2.1 需要家が設置する太陽光発電 (PV) の経済評価システム

この問題は、住宅用需要家が太陽光発電を設置する場合の経済評価を論ずるに当たって、考慮しなければならないもっとも基本的な事項である。

第4章では、ここでの評価システムを用いて、様々なシミュレーション分析を展開する場合の前提条件ならびに条件変化の可能範囲、インプットデータの意味合い等を明らかにする。

第5章は、このようなシミュレーション分析を通じて、住宅用需要家が太陽光発電を設置する場合の最適な設備規模、およびこれに付随して設置すべきバッテリーの容量を検討する。これらは、様々な外生条件の組み合わせによって、かなり異なった値をとる。とくに、建設コストや料金制によって大きな影響を受ける。

第6章では、住宅用需要家において太陽光発電が導入可能となる経済的条件、つまりブレークイーブン建設コストを算定し、様々な外生条件と導入可能な経済的条件との関係を明らかにする。また、太陽光発電の導入規模とブレークイーブン建設コストとの関係から、建設コストの低下により太陽光発電の導入量がどのように変化して行くことになるかに言及する。

第7章は、太陽光発電の設置により、住宅用需要家の電気事業からの購入電力量や買電パターンがどのように変化することになるか、とくに太陽光発電の設置規模やバッテリー容量によって、買電パターンの変化にどのような差異が生ずるかを検討する。これは、電気事業にとって、設備の建設・運用や販売政策の観点で重要な意味を持つ。

第8章では、季時別料金制を採用した場合、太陽光発電の導入条件がどのように変わるかを分析し、第9章では、余剰電力が電気事業に引き取られる場合の販売価格が、太陽光発電の経

済評価にどのような影響を与えるか検討する。

### 3. 太陽光発電の発電特性と住宅用需要家の負荷パターン

需要家サイドに設置される太陽光発電の経済評価に当たって、もっとも基本的な要素項目は、日射量データと需要家の負荷パターンであることはすでに述べた。日本全体をみた場合、これらのパターンは、北の北海道から南の沖縄まで、地域によってかなり異なっており、また季節によっても相当違った形を示していることは確かである<sup>1)</sup>。ここでは、代表的な地点（東京）を対象に取り上げ、日射量に基づく太陽光発電の出力と住宅用需要家の負荷が、具体的にどのようなパターンをとっており、またどのような対応関係にあるかをみることにする。

#### 3.1 太陽光発電の発電パターン

太陽光発電の年間における出力パターンは、基本的には日射量のパターンに依存している。ここでは、その基礎データとして「標準気象データ」<sup>2)</sup>を用い、太陽光発電の年間における時間ごとの出力を算定している。

ここで用いた気象データ（東京）によると、年間の傾斜面日射量は  $1,302 \text{ kWh/m}^2$  であり、季節ごとの1日の平均日射量は、春（3～6月）3.96、夏（7～9月）3.78、秋（10～11月）2.82、冬（12～2月）3.33 となっている。

気象データから太陽光発電の年間における時間ごと（8,760時間）の出力を算出する手順は、

1) 新エネルギー総合開発機構「太陽光発電の価値評価に関する調査研究（Ⅱ）」1986年3月。  
2) 「標準気象データ」は、過去の10年間（今回用いたデータは1971～1980）における実際の気象データから、標準的と思われるデータを月ごとに選び、12カ月つなぎ合わせたもので、日射量のほか気温や風速等が、時間ごとに収録されている。

以下の通りである<sup>3)</sup>。

- (1) まず標準気象データから、年間における時間ごとの傾斜面日射量を求める。
- (2) これと気温や風速データ、および太陽電池技術特性パラメータから、太陽電池アレイの時間ごとの出力を算出する。
- (3) この太陽電池アレイの時間ごとの出力に、所定の運転制御方式およびインバータ効率を適用して、交流での出力を求める。

以上のような方法によって算出された太陽光発電の年間出力（発生電力量）は、1kWp 当たり 1,102 kWh であり、年間の設備利用率は 12.6% である。また、季節ごとの平均的な時間別出力は表 3.1 に示すようなパターンをとっている。

これをみると、年間において太陽光発電の 1

表 3.1 太陽光発電の時間別発生電力量  
(単位: kWh)

時刻	春	夏	秋	冬
1				
2				
3				
4				
5				
6	0.02	0.01		
7	0.09	0.08	0.02	
8	0.20	0.19	0.16	0.13
9	0.32	0.31	0.30	0.32
10	0.43	0.39	0.37	0.45
11	0.48	0.44	0.39	0.51
12	0.50	0.45	0.40	0.52
13	0.47	0.42	0.35	0.49
14	0.38	0.33	0.25	0.37
15	0.26	0.23	0.11	0.20
16	0.14	0.12	0.01	0.05
17	0.04	0.04		
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
合計	3.33	3.01	2.36	3.04

日の発生電力量は、一番大きいのは春季で 3.33 kWh/kWp であり、もっとも小さいのは秋季の 2.36 kWh/kWp である。この関係は、日射量の大きさとほぼ比例しているが、その中間にある夏季と冬季では、日射量と発生電力量とで相対的大きさが逆転している。日射量では、夏季の方が冬季よりも大きい、太陽光発電の発生電力量では、夏季より冬季の方が大きくなっている。これは、温度が上昇するにしたがって太陽電池の発電効率が低下することによる。

### 3.2 住宅用需要家の負荷パターン

住宅用需要家の 1 日の使用電力量および時間別負荷パターンは、地域や季節によって異なっているばかりでなく、個々の需要家によっても大きく異なっている。ここでは、年間を、夏季、冬季、中間季（春、秋）の三つに分け、分析の対象となっている東京地区を取り上げて、標準的と思われるパターンを設定した。

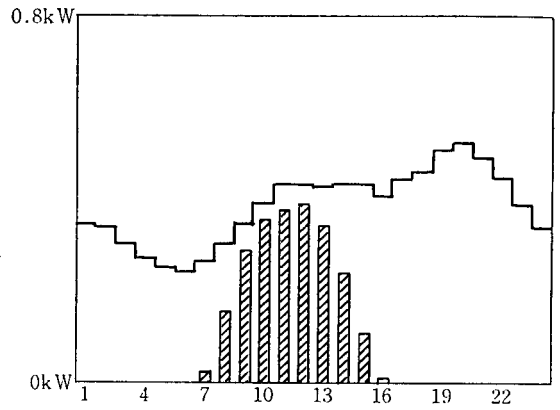
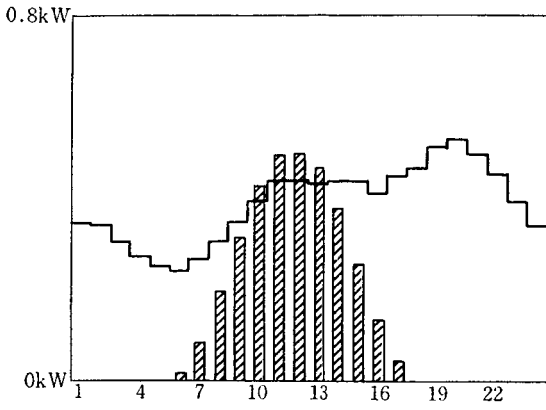
住宅用需要家の 1 日の使用電力量については、東京電力における 59~60 年度の従量電灯（甲・乙）実績から、季節ごとにその平均値を求め、さらに将来において太陽光発電を設置する需要家は、この平均値よりも使用電力量がかなり大きいであろうという想定のもとに、この数値の 1.5 倍の値を用いることにした。

モデル負荷パターンの設定については、この種の公表データが存在しないため、送電端の負荷パターンやヒアリング等の様々な情報をベースに、季節ごとに作成した。したがって、この日負荷パターンは、サンプリング等の統計的処理によって得られたものではなく、あくまでも具体的イメージを与えるためのモデルパターン

3) この導出に関する方法論の詳細は、滝川・武田「地域気象条件を考慮した太陽光発電・運転特性評価方式」（電力中央研究所報告 研究報告: 183044, 1985年1月）を参照されたい。

春 季

秋 季

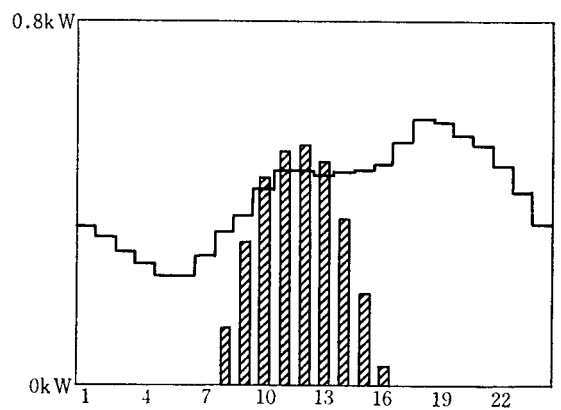
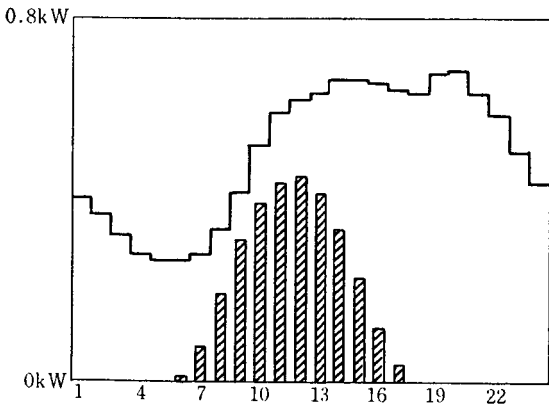


(PV出力3.33, 日負荷9.37kWh)

(PV出力2.36, 日負荷9.37kWh)

夏 季

冬 季



(PV出力3.01, 日負荷12.04kWh)

(PV出力3.04, 日負荷9.95kWh)

図 3.1 PV 出力と日負荷曲線

である。

図 3.1 は、季節ごとの日負荷曲線を太陽光発電 1kW の時間別出力との比較で示したものである。これをみると、太陽光発電の規模が 1kW 程度の場合は、その時間別出力が平均的には日負荷の中に大方埋もれた形をしている。しかし実際には、太陽光発電の時間別出力は、0~1kW の範囲ではほぼ一様に分布しており、日負荷曲線の方も、この平均値を中心に相当の幅でランダムに分布しているので、1kW 容量の太陽光発電を設置する場合でも、時間ごとにはかなりの過不足が生じることになる。

1日の使用電力量と太陽光発電の発生電力量とを比較し、1日の消費量が太陽光発電の何kWに相当するかをみると、表 3.2 に示すように、春季が 2.8、夏季が 4.0、秋季が 3.9、冬季が 3.3 となっており、余剰電力の売電が制度的に認められていない場合には、バッテリーを設置しても、太陽光発電の容量は 4kW 程度が設置されるべき最大規模であることがわかる。

表 3.2 電力使用量と PV 発電量

	春	夏	秋	冬
(1) 電力使用量 (kWh)	9.4	12.0	9.4	9.9
(2) PV 発電量 (kWh/kWp)	3.3	3.0	2.4	3.0
(1)/(2)	2.8	4.0	3.9	3.3

#### 4. 前提条件と条件変化シミュレーション

需要家が設置する太陽光発電の経済性は、日射量に基づく太陽光発電の発電特性と需要家の負荷パターンに大きく影響されることはすでに述べてきた通りであるが、それ以外の要因も、少なからずその経済評価に影響を与えている。また、様々な条件の組み合わせおよびその変化

が、かなり異なった結果をもたらすことも確かである。そこで、以下では、ここで採用している前提条件および条件変化シミュレーションについて明らかにしておこう。

##### 4.1 シミュレーション計算の前提

###### (1) 太陽光発電 (PV)

設備単価 10万円, 15万円,  
20万円/kW

年経費率 13%

###### (2) バッテリー (BT)

設備単価 1万円, 2万円/kWh

年経費率 13%

充放電効率 80%

放電限界 40%

容量 0, 1日, 2日 (設置される PV の発電量を基準)

###### (3) 電気料金

購入電力料金 現行料金, 季時別料金  
余剰電力の売 0, 20%, 40% (購入電価格 料金を基準)

##### 4.2 その他の前提条件

① バッテリーの充電は、PV の発電と電力系統からの買電による場合とが考えられるが、ここでは単純化して、PV からのみ充電が行われるものと考えた。図に示すと、次のようになる。

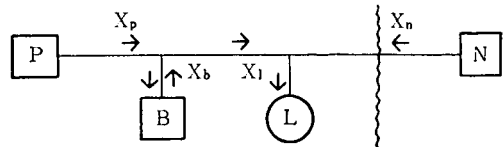


図 4.1 バッテリーの運用システム

P = PV

B = バッテリー

L = 需要家の負荷

N=電力系統

一般型としては、以下の式で表わされる。

$$X_l = X_p + X_b + X_n$$

PV の発電が需要家の負荷を上回る場合 ( $X_l < X_p$ ) には、電力系統からの買電を零 ( $X_n = 0$ ) とし、バッテリーの充電が行われる ( $X_b < 0$ )。

- ② 設置すべきバッテリーの容量は、望ましい PV の規模と本来相互依存的に決定されるものであるが、ここでは設置される PV の発電量 (kWh) を基準に、その何日分に相当するかでその容量を表わし、0～2日分の間の値をとることとした。
- ③ 支払電気料金の年間節減額によって、設置された太陽光発電の価値を評価するという立場からすれば、購入電力の料金単価およびその時間別パターンは、太陽光発電の経済評価にとってきわめて重要な項目である。ここでは、現行料金制のほかに、比較評価のために季時別料金制を取り上げた。太陽光発電の時間別発電パターンは、一般に電力負荷がピークを示す昼間にピークがあり、季時別料金制の採用は太陽光発電の導入の価値を高める方向に作用するものと考えられる。今回推計に用いた現行料金および季時別料金を、表 4.1 に示す。

表 4.1 現行料金制と季時別料金制

(単位: 円/kWh)

時刻	現行料金制	季時別料金制			
	年間	春	夏	秋	冬
0～6	29.0	17.0	17.0	17.0	17.0
6～8	29.0	28.0	28.0	28.0	28.0
8～9	29.0	28.0	34.0	28.0	28.0
9～10	29.0	34.0	34.0	34.0	34.0
10～17	29.0	34.0	40.0	34.0	34.0
17～19	29.0	28.0	34.0	28.0	34.0
19～23	29.0	28.0	28.0	28.0	28.0
23～24	29.0	17.0	17.0	17.0	17.0

- ④ 余剰電力の電力会社への売電については、現行制度のもとでは、特段の規定がなく当事者間の自由取引となっているが、有償の場合、時間ごとの購入料金を基準として、その 20%、40% のレベルの売電価格を計算に用いることにした。
- ⑤ シミュレーション計算に用いた住宅用需要家の時間別負荷パターンは、図 3.1 に示した通りであるが、実際には、個々の需要家は毎日、図に示したようなパターンをきちんととっているというわけではない。ここでは、需要家のこのようなランダムな行動を考慮し、平均値のまわりに  $4\sigma = \frac{\mu}{2}$  ( $\mu$ : 平均値) の幅で正規分布しているものと仮定した。このように仮定することにより、シミュレーション計算におけるバッテリー併設の効果を、実際の場合に近づけるよう配慮した。

## 5. 太陽光発電およびバッテリーの最適規模

### 5.1 太陽光発電の最適規模

設置すべき太陽光発電の規模は、需要家の需要規模が一定であっても、太陽光発電の設備単価、併設されるバッテリーの容量や単価、その他の外生条件等によって大きく変わってくる。

図 5.1 および 5.2 は、設置する太陽光発電の規模を変えていったとき、支払電気料金の年間純節減額がどのように変化して行くかをみたものである。バッテリーを併設しない場合は、図 5.1 にみられるように、太陽光発電の設備単価が 20 万円のと看、PV 規模が 1 kW 以下のところでわずかに純節減額が生じる程度である。15 万円から 10 万円へと単価が次第に低下するにしたがって、純節減額が全体的に増大して行くこ



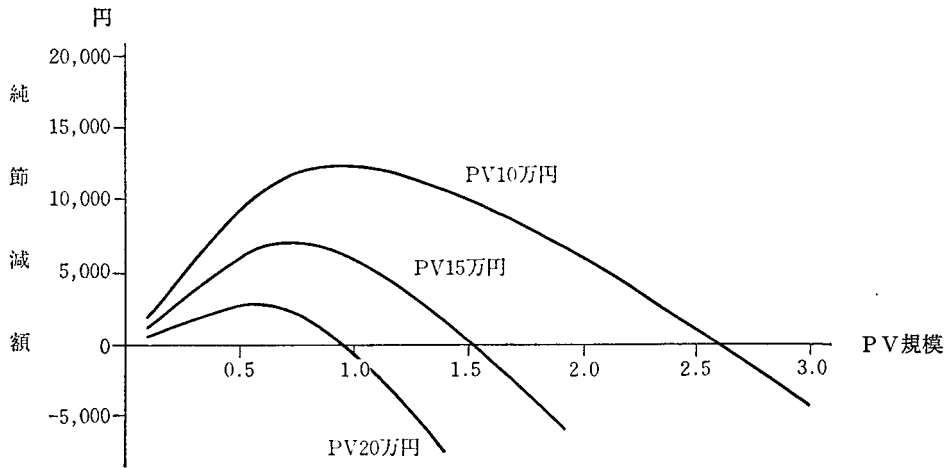


図 5.1 太陽光発電の設置規模と支払電気料金年間純節減額の変化(1)  
(バッテリーを設置しないケース)

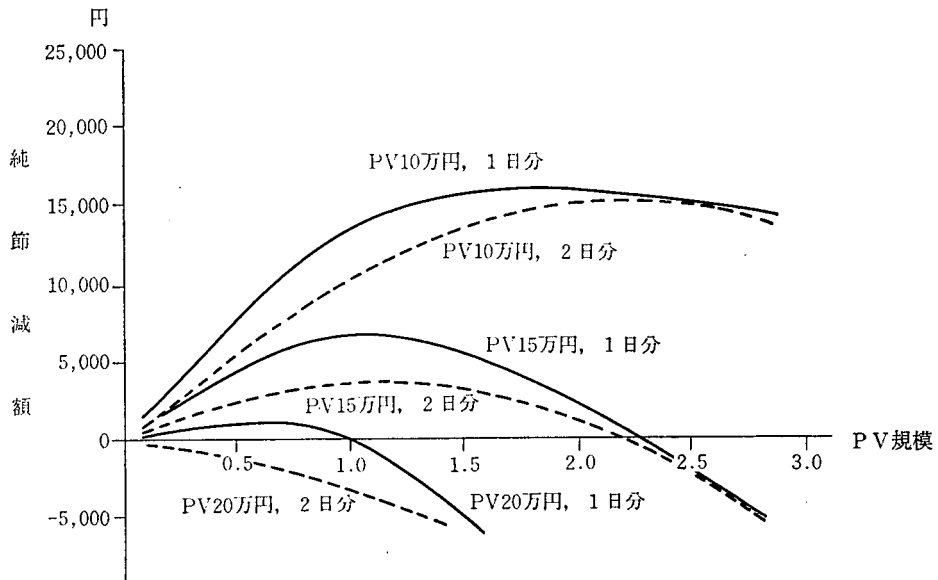


図 5.2 太陽光発電の設置規模と支払電気料金年間純節減額の変化(2)  
(バッテリーを設置するケース)

とになるが、その増大の仕方は、ピークが右へシフトするような形で展開している。言い替えれば、太陽光発電の設備単価が20万円から10万円へと次第に低下してくると、設置すべき太陽光発電の規模は増大して行き、採算ベースにのる範囲も、たとえば単価10万円では2.5kW程度にまで拡大して行くということである。

図5.2は、バッテリーを併設した場合であるが、その容量を1日分と2日分について示したものである。ここではバッテリーの単価を1万円/kWhと考えており、2万円および3万円と高くなった場合については、ここではとくに示していないが、この曲線が下方へシフトして行くものと考えればよい。バッテリーを併設する

場合も、太陽光発電の単価と支払電気料金純節減額との関係は、バッテリーを設置しない場合とほぼ同じように、太陽光発電の設備単価が低下するにしたがって、設置すべき太陽光発電の規模は増大して行くことがわかる。

### 5.2 バッテリーの最適容量

併設すべきバッテリーの容量は、太陽光発電やバッテリーの設備単価、採用されている料金制等に大きく依存して決定される。すなわち、表5.1をみてもわかるように、太陽光発電の設備単価がkW当たり15万円以上の場合は、たとえバッテリー単価が1万円/kWh程度に低下したとしても、バッテリーを併設することはメリットがなく、とくに太陽光発電の単価が20万円を超えるような状況では、バッテリーの併設は全く不利ということになる。

表 5.1 PV の最適規模 (1)

(単位: kW)

バッテリー容量	P V 単 価			(参考) 5万円
	10万円	15万円	20万円	
なし	0.9 (12,360)	0.7 (7,051)	0.6 (2,865)	1.4 (19,706)
1日分	1.9 (15,947)	1.1 (6,776)	0.7 (1,126)	4.1 (36,446)
2日分	2.4 (15,924)	1.2 (3,451)	0.0 (—)	3.2 (33,509)

(注) (1) 下段 ( ) の数字は支払料金年間純節減額 (単位: 円)。

(2) 現行料金制, 余剰電力の売電価格 = 0。

(3) バッテリー単価は1万円/kWh。

バッテリーの併設が有利となるためには、現行料金制のもとでは、太陽光発電の設備単価が10万円/kW程度にまで低下する必要がある、しかもバッテリー単価が1万円/kWhを下回らないかぎり、設置すべきバッテリーの容量も、設置された太陽光発電設備の1日分の発電量相当の規模が適当であるということになる。2日以上以上のバッテリー容量では、その設備費の負担増と、発電と負荷の調整機能の増大から得ら

れるメリット増との比較からみて、1日分を設置する場合より有利とはならない。

## 6. ブレークイーブン建設コスト

住宅用需要家が設置する太陽光発電システムのブレークイーブン建設コストは、併設するバッテリーの容量と単価、採用されている料金制等の諸条件によって異なった値をとるばかりでなく、設置される太陽光発電の規模によってもかなりの差異がみられる。

表6.1は、設置される太陽光発電の規模によって、そのブレークイーブン建設コストがどのように変わるかを示している。これによると、バッテリーの設置がどうであろうと、ブレークイーブン建設コストは、規模が2~3kWの場合より1kWの場合の方が有利であり、もっと

表 6.1 PV のブレークイーブン建設コスト (1)

(単位: 万円)

バッテリー容量	P V の 規 模		
	1kW	2kW	3kW
なし	19.5	12.3	8.9
1日分 1万円	20.2	16.1	13.7
2万円	17.2	13.1	10.6
2日分 1万円	17.6	15.8	13.6
2万円	11.6	9.8	7.5

(注) (1) バッテリー単価は1万円, 2万円/kWh。

(2) 現行料金制, 余剰電力の売電価格 = 0。

も有利なものは、1日分相当のバッテリーを併設するケースであって、その値はおよそ20万円程度である。3kW容量のバッテリーを併設しようとする場合には、太陽光発電の建設コストが13万円程度にまで低下する必要がある。このことは、太陽光発電のシステムコストがかりに20万円程度にまで低下してきても、1需要家当たり1kW程度の小規模のものが採算ベースにのるだけであって、それよりも大きな規模の太陽光発電を、バッテリーを併設しながら

設置しようとするには、kW 当たり 10 万円程度にならなければペイしないことを意味している。したがって、1kW 規模の太陽光発電が経済的に導入可能となっても、3kW 規模のものが、同様の単価で導入可能となるとは限らない。

## 7. 購入電力量および買電パターンの変化

### 7.1 購入電力量の変化

太陽光発電の設置により、需要家の年間における購入電力量は減少することになるが、その減少の程度は、設置される太陽光発電の規模および併設されるバッテリーの容量によって異なる。

表 7.1 は、設置される太陽光発電の規模にしたがって、年間の使用電力量に占める購入電力量の割合（＝購入電力比率）および太陽光発電の発電量に対する余剰電力量の割合（＝余剰電力比率）がどのように変化して行くかを、併設されるバッテリーの容量との関係で示したものである。これをみると、バッテリーを併設しない場合には、太陽光発電の設置規模を高めて行くと、余剰電力比率は急テンポに高まって行くが、購入電力比率はそれほど減少せず、60%以

下には低下しない。ところが、バッテリーを併設する場合には、たとえそれが 1 日分程度の容量であっても、使用電力量に占める購入電力量の割合は、太陽光発電の規模の拡大につれて、急速に低下し、3kW 程度の太陽光発電を設置する場合でも、購入電力比率は 40% にまで低下することがわかる。この場合、太陽光発電の発生電力量のうち余剰電力となる割合は、24% 程度であり、残りはすべて自家消費される。

2 日分の容量のバッテリーを設置する場合には、設置する太陽光発電の規模が 2kW 程度では、年間を通じてほとんど余剰電力が発生せず自家消費されることになり、購入電力の方は逆に半減するという結果となる。

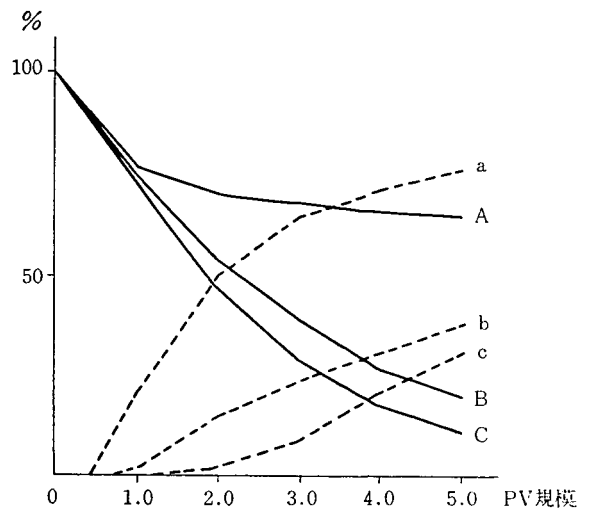


図 7.1 PV 規模と購入電力比率との関係

表 7.1 購入電力量および余剰電力量の変化

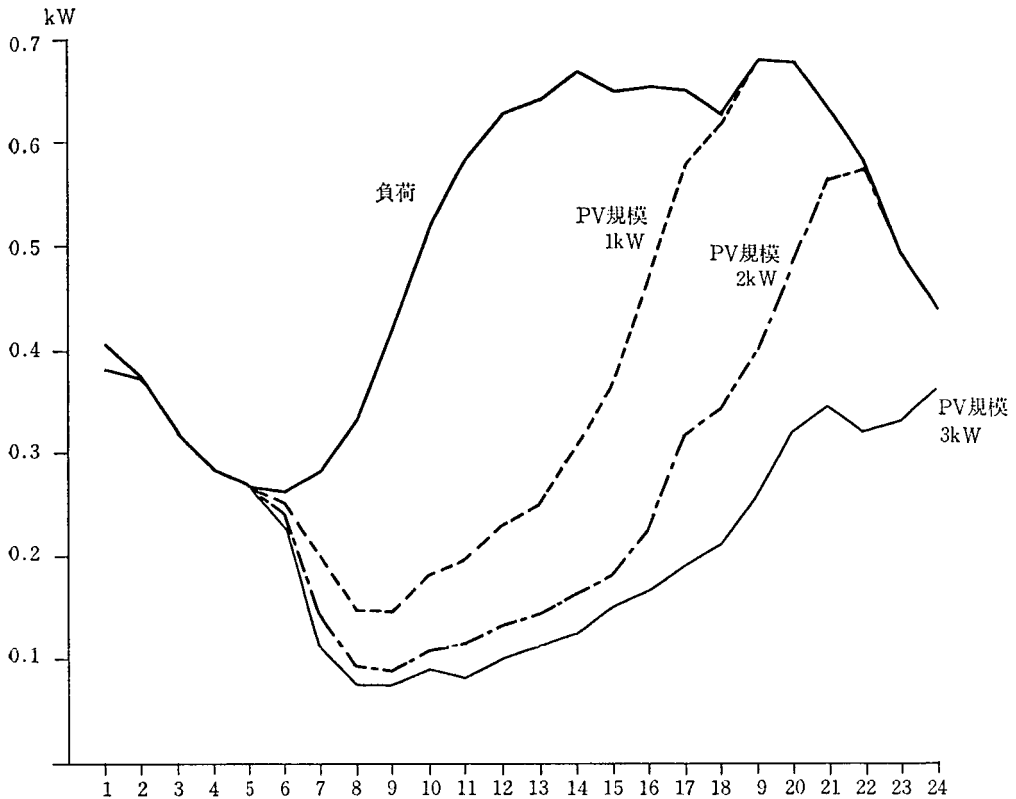
PVの規模	BT=0		BT=1日分		BT=2日分	
	購入電力比率 A	余剰電力比率 a	購入電力比率 B	余剰電力比率 b	購入電力比率 C	余剰電力比率 c
1kW	0.76	0.21	0.74	0.02	0.72	0.0
2kW	0.70	0.50	0.54	0.15	0.47	0.02
3kW	0.68	0.64	0.40	0.24	0.29	0.09
4kW	0.66	0.71	0.27	0.31	0.18	0.21
5kW	0.65	0.76	0.20	0.38	0.11	0.31

(注) (1) 購入電力比率 =  $\frac{\text{年間購入電力量}}{\text{年間使用電力量}}$   
 (2) 余剰電力比率 =  $\frac{\text{年間余剰電力量}}{\text{年間PV発電量}}$

### 7.2 買電パターンの変化

太陽光発電およびバッテリーの設置は、年間の購入電力量を減少させるばかりでなく、1日における購入電力（＝買電）のパターンを大きく変化させる。

バッテリーを併設しない場合は、若干のランダムな変動が発電と負荷の双方にあるとしても、需要家の負荷パターンから太陽光発電の発



(注) (1) 夏季のパターン。  
 (2) バッテリー容量は1日分。

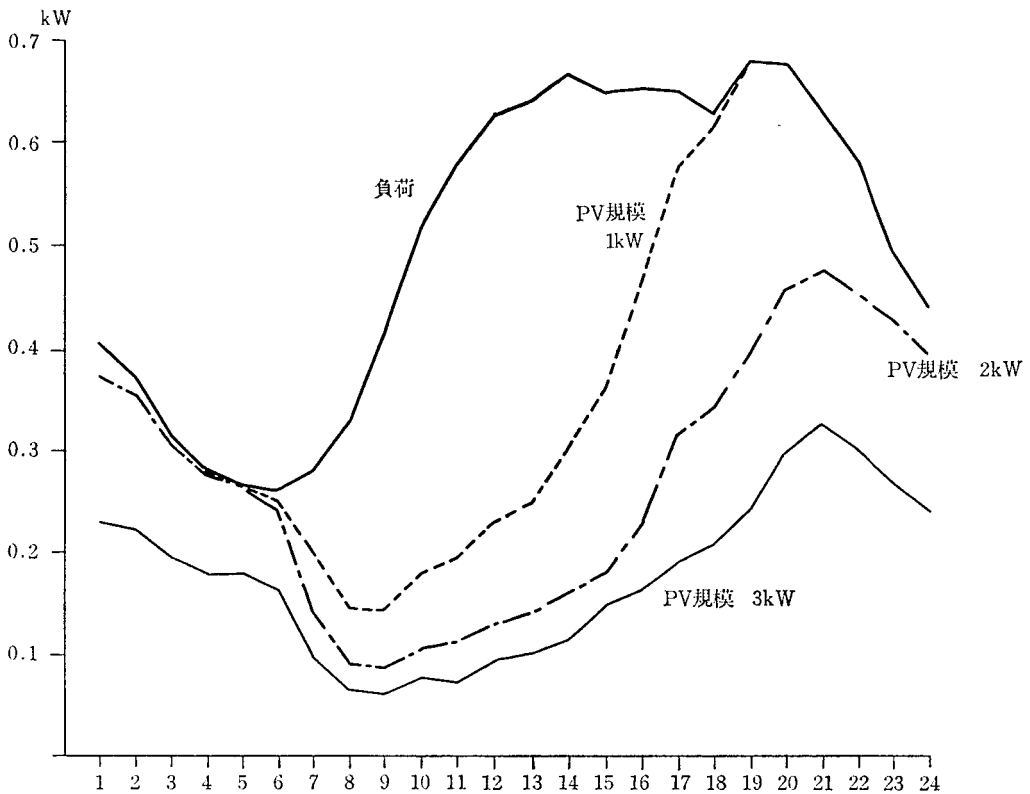
図 7.2 PV 規模別買電パターンの変化 (1)

電パターンを、時間ごとに控除したものが、買電のパターンとなる。しかしバッテリーを併設した場合は、時間ごとの電力の過不足がある程度調整され、設置される太陽光発電の規模が大きくなれば、昼間におけるバッテリーの充電分が日没後の消費に回されるという形をとる。

併設するバッテリーの容量が1日分で、太陽光発電の規模が1kWから3kWへと拡大したとき、買電パターンがどのように変化して行くかを、夏季について示したのが、図7.2である。これをみると、太陽光発電が1kW程度の場合は、日射の時間帯において、時間ごとの発電量に相応した買電の減少がみられ、夜間には全量負荷に即した買電がなされている。しかし

2kWになると、1kWの場合に比べて買電の減少が日没後の数時間に及び、22時以降、負荷に即した買電となる。3kWの場合には、さらにこの傾向が深夜にまで及び、負荷に即した買電は、午前1時から5時までの4時間というパターンになっている。

2日分の容量のバッテリーが設置された場合が図7.3に示される。そこでの特徴は、太陽光発電の規模が1kW程度では、バッテリー容量が1日分の場合とほとんど変わらないが、3kW程度になると、深夜の時間帯においても、バッテリーの放電によってまかなうケースがかなり生じ、買電が相当減少するという結果が得られている。



(注) (1) 夏季のパターン。  
 (2) バッテリー容量は2日分。

図 7.3 PV 規模別買電パターンの変化 (2)

8. 季時別料金制の採用

8.1 太陽光発電の最適規模

現行料金制に替えて季時制料金制が採用された場合は、図 8.1 に示すように、全般的に支払電気料金年間純節減額が上昇し、PV の最適規模も、現行料金制の場合と比べて一般に大きくなっている。図 8.1 は、バッテリーの容量が1日分で、単価が1万円の場合について示しているが、バッテリーを併設しない場合や容量が2日分となった場合についても、同じようなパターンの結果が得られている。

表 8.1 は、それぞれのケースについて、季時別料金制を採用した場合の設置すべき太陽光発

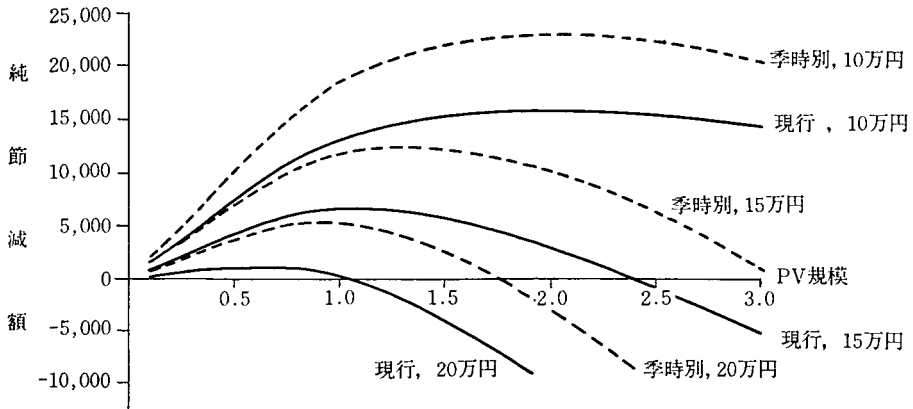
表 8.1 PV の最適規模 (2)

(単位: kW)

バッテリー容量	PV 単価		
	10万円	15万円	20万円
なし	1.0 (16,724)	0.8 (10,816)	0.7 (6,045)
1日分	2.1 (23,171)	1.3 (12,610)	0.9 (5,379)
2日分	2.1 (20,636)	1.4 (9,465)	0.8 (2,214)

(注) (1) 下段 ( ) の数字は支払電気料金年間純節減額 (単位: 円)。  
 (2) 季時別料金制, 余剰電力の売電価格=0。  
 (3) バッテリー単価は1万円/kWh。

電の規模を示している。表 5.1 と対比すれば、現行料金制に替えて季時別料金制を採用したときの効果がどの程度であるかがわかる。季時別料金制の場合は、太陽光発電の設備単価が kW



(注) (1) バッテリーの容量は1日分、単価は1万円。  
 (2) PVの単価は10万円、15万円、20万円。

図 8.1 現行料金制と季時別料金制の比較

当たり 15 万円程度でも、バッテリーの単価が 1 万円/kWh なら、バッテリーを併設しない場合より 1 日分程度の容量を併設した方が有利となる。また、太陽光発電の設備単価が 20 万円、バッテリーを併設するケースについてもメリットが生じてきている。

8.2 ブレークイーブン建設コスト

季時別料金制の採用は、太陽光発電の導入を有利にする方向に作用するが、表 8.1 をみてもわかるように、2~3kW の規模よりも 1kW 程度でかつバッテリーを併設するケースがもっとも効果が大きく、現行料金制の場合に比べて、4 万円程度ブレークイーブン建設コストが高くなっている。もっとも有利なケースは、太陽光発電の規模が 1kW、併設されるバッテリ

ー容量が 1 日分で、そのときのブレークイーブン建設コストはおよそ 24 万円である。

9. 余剰電力の販売

9.1 太陽光発電の最適規模

太陽光発電からの発生電力が需要家の負荷を上回るときは、バッテリーに充電されるが、その容量を超えた分は余剰電力として電力会社等に引き取ってもらうことになる。これまでの議論では、この余剰電力は無償で引き取られるものとして取扱ってきた。しかしもしかりに、これが有償で取引されるとしたら、設置されるべき太陽光発電の規模ならびにバッテリーの容量も変わってくる。

余剰電力の販売価格を、その同じ時間の購入電力価格の 20% および 40% として、様々なケースについて支払電気料金年間純節減額を計算し、設置すべき太陽光発電の規模を求めてみたのが、表 9.1 である。これをみると、

①すべてのケースについて、売電価格 = 0 の場合に比べて支払電気料金年間純節減額が増大しているばかりでなく、PV の最適規模も同様に大きくなっている。

表 8.2 PV のブレークイーブン建設コスト(2) (単位: 万円)

バッテリー容量	P V の 規 模		
	1kW	2kW	3kW
なし	22.9	14.4	10.5
1日分 1万円	24.1	18.9	15.3
2万円	21.1	15.9	12.2
2日分 1万円	21.6	17.9	14.3
2万円	15.6	11.9	8.3

表 9.1 PV の最適規模 (3)

(単位: kW)

バッテリー容量	現行料金制 (PV単価)			季時別料金制 (PV単価)		
	10万円	15万円	20万円	10万円	15万円	20万円
なし						
売電価格20%	1.2 (13.9)	0.8 (7.5)	0.6 (3.0)	1.5 (19.4)	1.0 (11.8)	0.7 (6.4)
売電価格40%	5.0* (21.5)	1.0 (8.5)	0.7 (3.2)	5.0* (36.3)	1.4 (13.9)	0.8 (7.0)
1日分						
売電価格20%	3.2 (19.0)	1.2 (7.0)	0.7 (1.1)	2.6 (26.5)	1.5 (13.4)	1.0 (5.5)
売電価格40%	4.5 (26.6)	1.4 (7.5)	0.7 (1.1)	5.0* (33.2)	2.0 (14.9)	1.0 (5.7)
2日分						
売電価格20%	2.6 (16.5)	1.2 (3.5)	0.0 (-)	2.3 (21.0)	1.4 (9.5)	0.8 (2.2)
売電価格40%	2.9 (17.6)	1.2 (3.5)	0.0 (-)	2.5 (21.6)	1.5 (9.5)	0.8 (2.2)

(注) (1) 下段 ( ) の数字は支払電気料金年間純節減額 (単位: 1,000円)。

(2) バッテリー単価は1万円/kWh。

(3) \*印は、PV の最適規模が 5kW を超えるケース。

②売電価格=40% のとき、PV 単価が 10 万円程度に低下すると、PV 規模が 5kW 以上でも十分有利となる。この場合、バッテリーを併設しないか併設しても 1日分程度の容量がとくに有利である。このことは、自家消費による支払料金の節減より、むしろ売電によって PV の発電が十分ペイすることを意味している。

③売電価格=20% の場合、10万円の PV 単価では、1日分程度の容量のバッテリーを併設することが、もっとも有利となる。PV 単価が

15 万円では、バッテリーを併設しない場合と同程度であるが、季時別料金制のもとでは 1日分のバッテリーを併設する方が有利となる。

### 9.2 ブレークイーブン建設コスト

余剰電力の販売にプラスの価格が与えられることによって、PV のブレークイーブン建設コストがどのようになるかを示したのが、表 9.2 である。この場合も、さきにもてきた売電価格=0 の場合と同様に、ブレークイーブン建設コストが高いのは、PV が 1kW 程度のときであ

表 9.2 PV のブレークイーブン建設コスト (3)

(単位: 万円)

バッテリー容量	現行料金制 (PVの規模)			季時別料金制 (PVの規模)		
	1kW	2kW	3kW	1kW	2kW	3kW
なし						
売電価格20%	20.5	14.7	12.1	24.0	17.3	14.1
売電価格40%	21.5	17.2	15.2	25.2	20.2	17.8
1日分						
売電価格20%	20.3	16.9	14.8	24.2	19.8	16.7
売電価格40%	20.4	17.6	16.1	24.4	20.7	18.1
2日分						
売電価格20%	17.6	15.9	14.0	21.6	18.0	14.9
売電価格40%	17.6	16.0	14.5	21.6	18.1	15.5

(注) (1) バッテリー単価は1万円/kWh。

り、売電価格=0のケースと比べブレークイーブン建設コストに大きな変化がみられない。これは、余剰電力の発生量がそれほど多くはないためである。しかし3kW程度のPV規模の場合は、1kWの場合に比べ、どのケースもブレークイーブン建設コストの水準は低いが、売電価格=0の場合よりも売電価格が20~40%と上昇するにつれて、ブレークイーブン建設コストが相対的に引き上げられているのが特徴である。

## 10. す び む

今回、住宅用需要家が設置する太陽光発電について、様々な条件変化を考慮したシミュレーション分析を行い、その経済評価を多面的に試みた。その主な結果を整理すると、以下の通りである。

- ① 設置すべき太陽光発電の規模は、たとえ需要家の需要規模が不変であっても、太陽光発電の設備単価、併設されるバッテリーの容量や単価、電気料金制、余剰電力の取り扱い、等によって大きく変わってくる。
- ② 太陽光発電の設備単価がkW当たり20万円では、太陽光発電の規模が1kW以下のところでわずかに純価値が生ずる程度であり、バッテリーの併設はあまりメリットがない。
- ③ バッテリーの併設がバッテリーなしの場合より相対的に有利となるためには、太陽光発電の設備単価がkW当たり10万円程度にまで低下する必要がある。このときの太陽光発電の最適規模は、およそ2kWである。

- ④ 併設すべきバッテリーの容量は、バッテリー単価が1万円/kWhを下回らないかぎり、その規模は設置された太陽光発電の発生電力量1日分相当が適当である。
- ⑤ 太陽光発電のブレークイーブン建設コストは、もっとも有利な条件(1kW規模で、1日分相当のバッテリー併設)のもとで、kW当たりおよそ20万円である。
- ⑥ 1日分容量のバッテリーを併設し、3kW程度の太陽光発電を設置する場合、使用電力量に占める購入電力量の割合は40%に低下する。この場合の時間別買電パターンは、夏季でも深夜の負荷より昼間の負荷の方が低い形となる。
- ⑦ 季時別料金制の採用は、太陽光発電の導入を有利にするが、もっとも有利な条件下(1kW規模で、1日分相当のバッテリー併設)で、そのブレークイーブン建設コストは約4万円ほど引き上げられる。
- ⑧ 太陽光発電からの余剰電力が有償で引き取られる場合には、全般的に太陽光発電の導入を有利にするが、その場合1kW規模よりむしろ2~3kWのように規模の大きいケースの方が、相対的に大きなメリットを受ける。

## 参 考 文 献

- [1] 新エネルギー総合開発機構「太陽光発電の価値評価に関する調査研究(II)」1986年3月。
- [2] 滝川清・武田行弘「地域気象条件を考慮した太陽光発電・運転特性評価方式」電力中央研究所報告 研究報告:183044, 1985年1月。

(にし の よしひこ)  
経済研究所