

特集

太陽電池実用化の取り組み

# 太陽光発電システムの系統連系制御技術

## Utility Interconnection Technology for Private PV Generators

滝川 清\*

Kiyoshi Takigawa

### 1. はじめに

太陽光発電は燃料不要で排気、廃熱など環境汚染の心配がなく、しかもモジュラリティに優れ短期間に建設できるため、今後のエネルギー問題や環境問題解決の一端を担う新エネルギーシステムとして期待されている。

我国における光発電システムの研究は1974年にスタートしたサンシャイン計画に基づいて進められ、NEDOを中心に、これまで太陽電池、蓄電池、インバータなどの要素技術をはじめ、各種応用分野を指向したシステム化技術、その他、システム最適設計のための周辺技術の研究が精力的に進められてきた。

これにより、最近では国際的にも一流の技術水準に到達し、既に実用化の領域に入りつつあるが、今後さらに性能の向上を通じてコストの壁を乗り越えるべく、新しいフェーズの研究が鋭意進められている。

### 2. 太陽光発電システム実用化の環境

我国の21世紀中庸に至るエネルギー需要予測では、経済成長率を2.5%程度と見積もった場合、今後の省エネ努力によるが、2050年には現在の1.4~2.2倍、石油換算で年間6~9億トンのエネルギーが必要になるものと見込まれている。

このうち、電力需要はエネルギー媒体としてのクリーン性と利便性を買われて現在の2~3倍に達するため、2050年には図-1に示すとおり、2億6千万kWから最大3億7千万kWの発電設備が必要になるものと見られている。これに対処するためには、電気事業としても電源構成、電力輸送システム等に新しい技術を取入れて行く必要があり、太陽光発電は在来型発電を補完する有力な技術として、地熱発電等とともに将来の電

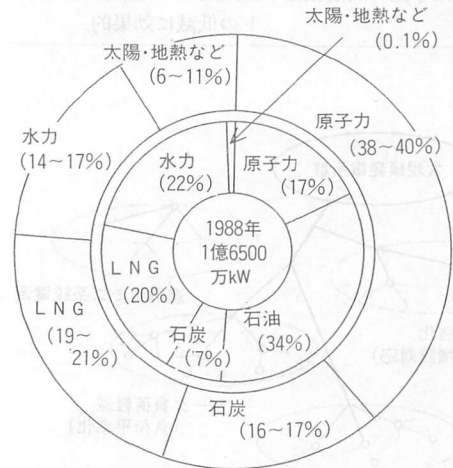


図-1 今後必要となる電源構成の推移 (予測)

源構成の6~11%を担うことが期待されている。

特に電力輸送に関しては、図-2に示すように、これまでの集中配置形の電源形態から一歩踏み出し、新たに自然エネルギーシステムをはじめ、燃料電池や電力貯蔵システムを組み合わせた需要地域内分散電源システムの構想が検討されている。

すなわち電源構成を従来の集中形から分散形にシフトすることにより、需要地域内配電系自体の供給力、信頼性、および電力品質を向上し、ピーク負荷の軽減、負荷平準化を図ることで、大規模電源への依存度と送電コストの低減を図ることが考えられている。

米国PG&Eの開発戦略では、現在初期応用として各種小型標識灯、機器操作電源などに適用されている光発電技術を、徐々に需要地域内の小型住宅用システムや遠隔地ミニ系統電源等へシフトして行き、ピーク負荷対応の中規模電源を経て最終的に大規模系統電源としての技術に育てて行くことが考えられている。

現状では光発電の発電コストはまだ高き、直接

\* 財団法人電力中央研究所 柏江研究所電力システム部  
パワーエレクトロニクスグループ研究主幹  
〒201 東京都柏江市岩戸北2-11-1

電気事業から見た光発電の長所

- ①環境適合性 : 排気、廃熱など環境汚染の心配がない。
- ②燃料や冷却水が不要 : エネルギー資源保全、立地上的の問題がない。
- ③モジュラリティー : スケールメリットに依存せず、あらゆる規模に対応。
- ④短期の建設期間 : 需要増加に素早く対応可能。
- ⑤負荷パターン適合性 : ピーク負荷軽減, 供給予備力の低減に効果的。
- ⑥無保守性・高信頼性 : 無人運転が可能, 運転コストの低減に効果的。

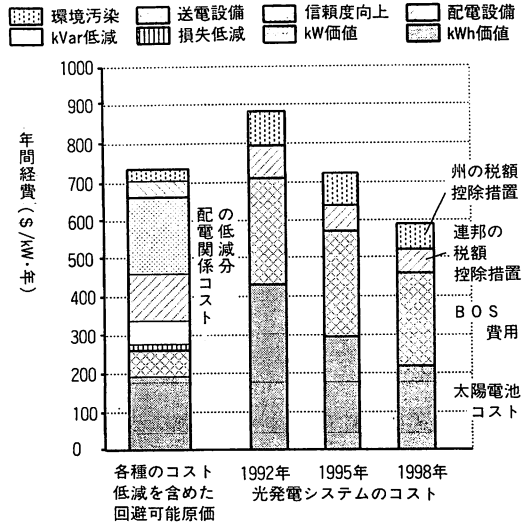


図-3 光発電システムのメリット評価 (PG&E)

太陽光発電も風力やバイオマスに次ぐ低コストの自然エネルギー源として期待されている。

3. 系統連系上の技術課題と対策

太陽エネルギーは密度が低く不安定な欠点があるが、資源の乏しい我が国では貴重な再生可能エネルギーの一つである。米国では大規模系統電源としての実用化が期待されているが、我国では国土的な制約が大きいため、図-4に示すように、光発電装置と商用電源を組み合わせることで安定した電力を供給できるようにし、将来、一般家庭用の補助電源として有効に活用することが考えられている。

3.1 系統連系に必要な諸条件

昭和61年度から平成3年度にかけて、神戸：六甲アイランドで小型光発電装置を系統連系するために必要な諸技術の実証研究が行われた。これはNEDOの研究委託に基づき、当所と関西電力が共同で実施したものである。

多数の個人用発電装置を配電線に連系する際の問題点には、性能劣悪な発電装置による配電線電力品質の劣化や配電線保護システムの信頼性低下、その他、配電線作業時の逆電圧の危険性等が挙げられる。これらの問題点を避けるため、配電線に連系する発電装置は次の基本条件を満たす必要がある。

- ①電力品質条件 : 配電線の電力品質や安定性を低下させないこと。
- ②安全性条件 : 配電線の安全性を脅かさないこと。
- ③自己保護条件 : 配電線の事故や異常電圧等から光

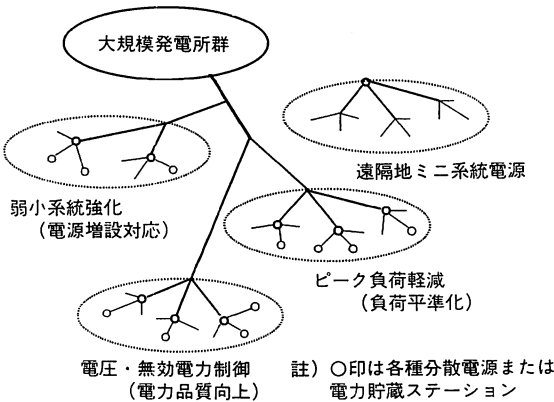


図-2 将来の分散型電力系統の概念 (PG&E)

コストの比較だけでは在来型電源に到底太刀打ちできない。しかしながら、PG&Eでは図-3に示すように、送配電コストの低減効果や環境対策に必要なコストが不要である点などを考慮すれば、1990年代中盤には十分に採算に合うようになると評価している。

光発電に競合する自然エネルギー・システムには様々な形態があるが、表1に米国EPRIが試算した各種自然エネルギー・システムのコスト見通しを示す。これによると2000年代に期待できる各種自然エネルギー・システムの発電コストは4～6セント/kWh程度で、

表1 今後の新エネルギー・コストの動向予測 (EPRI) (¢/kWh)

エネルギー源	現状	90年代中期	2000年以降
(1)光 発 電	30~40	10~20	6
(2)風 力	7~ 9	5	3.5
(3)バイオマス	5	5	4
(4)太 陽 熱	10	8	6~8
(5)地 熱	5~ 7	5~ 7	≤6

系統連系タイプ小型光発電装置

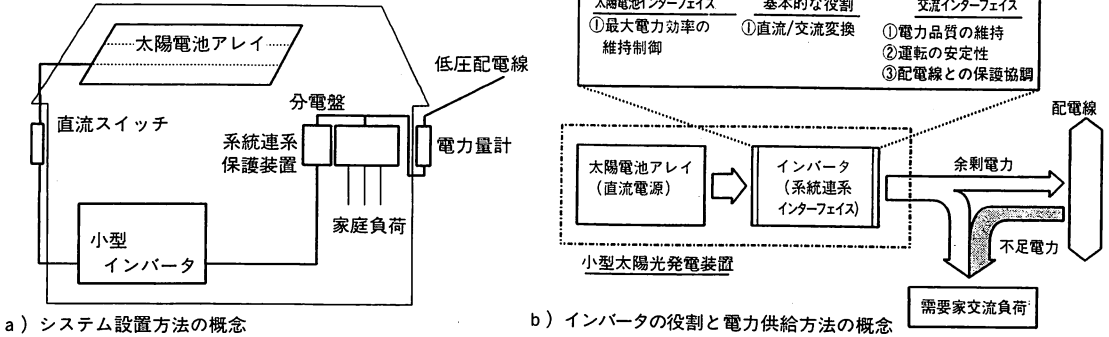


図-4 系統連系タイプ小型光発電装置の構成

表 2 系統連系仕様と装置設計における対応策

系統連系仕様条件	装置設計における対応策
<b>1. 電力品質への要求条件</b> (1) 電圧変動範囲 101V ± 6 V 以内 (2) 出力力率範囲 ±0.95 (1/8出力以上) (3) 高調波許容範囲 ○電流総合歪み 5%, 各次 3%以下 (電圧歪み率: 増分 1%以下) ○不要電磁輻射 40dBμ以下	○系統電圧追従, 必要により無効電力制御 ○力率 1 制御 ○正弦波 PWM, 高周波化 ○直列挿入フィルタ ○歪み電流波形のフィードバック補正 ○シールドの徹底, 高周波ノイズフィルタ
<b>2. 運転特性への要求条件</b> (1) 出力の安定化 ○瞬時過電流の抑制 定格電流換算 150%, 0.5 秒以下 ○ソフト起動/停止 ○低出力時の装置分離 (2) 過剰応答の防止 ○安定運転範囲 周波数範囲 60Hz ± 1% 電圧 範囲 101V ± 10% ○0.5秒以下の系統変動に不感	○リアクトル類の小形化, 自己励磁後に連系 ○高速過電流制限機能 ○制御ループの単純化 ○約 1~10秒のソフト起動/停止 ○太陽電池出力監視による自動起動/停止 ○トランス比, PWM 振幅比等, 主回路設計の適正化, 制御回路設計の適正化 ○主回路および保護回路時限設計の適正化
<b>3. 保護協調特性への要求条件</b> (1) 装置内部事故対応 ○内部事故検出条件 (0.5以下) 交流過電流検出 150% 以下 交流地絡検出 30mA以下 ○事故電流遮断能力 2.5kA ○直流分漏洩防止 (2) 配電線異常時対応 ○配電線異常検出条件 (0.5~ 1秒) 過不足電圧 101V ± 10% 周波数異常 50 (60)Hz ± 1% ○停電時連系運転の禁止 (3) 逆充電運転の防止 (4) 異常電圧保護 5 kV, 1.2×50 μs	○電子回路で高速検出, パルス停止, トリップ ○漏電遮断器で検出, トリップ遮断 ○適正容量の漏電遮断器でトリップ遮断 ○絶縁トランス内蔵 ○直流分検出回路 ○電子回路で検出, 内蔵コンタクトを開放, 待機 ○制御電源を配電線から供給 (停電時停止) ○周波数発散方式 その他 ○アレスタ, ZNR 等で対処
<b>4. 作業時安全性への要求条件</b> (1) 装置の分離	○光発電装置の外部に開閉器を設置

発電装置自身を保護すること。

光発電システムでは、先の図-4に示したインバータが直流電力を交流に変換する基本機能を果たすほか、系統連系保護装置と協力して電力品質の維持、安全性の確保など、太陽電池を配電線に連系する上で重要なインターフェースの役割を果たす。

六甲アイランドでは予め表2に示す系統連系仕様をとりまとめ、これに沿う小型光発電用インバータを開発するとともに、信頼性の高い保護方式の研究を進めてきた。これは配電線に連系する個人用の発電装置が満足すべき諸条件と、これらを満足するために適用してきた諸技術を比較・対照したものである。

この結果、上の3条件をほぼ満足できることが実証されており、細部を除き、表2の大筋は本年3月に公布された系統連系ガイドラインに反映された。

### 3.2 小型光発電用インバータの電力品質性能

最近、NEDOで開発された小型光発電用インバータの基本性能を表3の(1)と図-5に示す。電力変換効率は90%を軽く越え、力率、電流歪み率ともに優秀な性能を示している。特に電流歪み率については図-6に示すとおり、家電製品と比べても全く問題にならない領域に達している。

表3には海外で市販されている光発電用インバータの性能も合わせて示したが、日本製品の性能は実用化の進んでいる欧米製品と比べても全く遜色はない。一方、海外製品の中には性能的に日本のガイドラインに適合できないものもあり、また、周波数、配電線電圧等の違いによる問題は残る。しかしながら、当所の赤城試験センターで詳細に性能試験した結果では、優れた欧米製品を輸入することにより、電力品質に関する

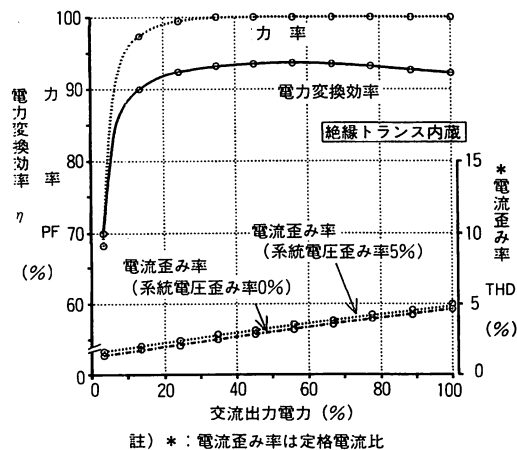


図-5 東芝 3kW高周波インバータの定常特性

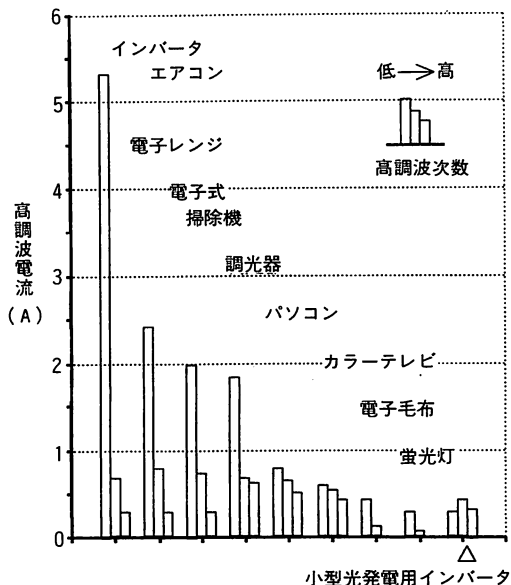


図-6 家電製品と小型光発電用インバータの高周波電流発生状況の比較

限り、国内でも十分に使用可能である。

### 3.3 小型光発電用インバータの系統連系保護性能

#### (1)一般性能

表2に示した系統連系仕様に沿って設計されている限り、地絡、短絡など装置内部の故障をはじめ、通常の配電線事故等に対する保護性能には、これま

表3 国内外各種インバータの性能比較(平成4年度)

#### (1) 国内製品 (フェーズII開発品)

系統連系：蓄電池なし、絶縁トランス内蔵						
製造業者	THD (%)	PF	η <sub>cv</sub> (%)	η <sub>pt</sub> (%)	Ltr (W)	I <sub>rp</sub> (%)
①東芝 3kW	4.6	1.00	92.2	99.7	21.5	7.3

#### (2) 海外製品 (市販品)

(1) 系統連系：蓄電池なし、絶縁トランス内蔵						
製造業者	THD (%)	PF	η <sub>cv</sub> (%)	η <sub>pt</sub> (%)	Ltr (W)	I <sub>rp</sub> (%)
①SMA 1.8kW	27.3	0.96	87.1	97.2	28.8	8.5
②SUNSET 2.2kW	19.9	0.98	84.4	95.2	29.1	5.8
③MSE* 1.0kW	2.1	1.00	63.9	81.1	—	24.6
④ABACUS 5.0KW	2.7	1.00	87.4	97.8	97.6	4.3
(2) 独立電源用：蓄電池あり、絶縁トランス内蔵						
製造業者	THD (%)	PF	η <sub>cv</sub> (%)	η <sub>pt</sub> (%)	Ltr (W)	I <sub>rp</sub> (%)
⑤GEC 2.0kW	8.4	1.00	88.2	—	32.6	19.6

(註) THD：電流歪み率 (定格電流比) PF：力率  
 η<sub>cv</sub>：変換効率 (定格出力)  
 η<sub>pt</sub>：最大電力追従効率 (定格出力)  
 Ltr：無負荷損失 I<sub>rp</sub>：直流電流リプル  
 \*：試験中に破壊、修理後に再試験を予定

で特に問題とすべき点は見出されていない。

例えば配電線側に短絡事故が起こっても、インバータから流出する短絡電流は150%を越えることがなく、しかも半サイクル以内に制限されることが確認されている。これは回転機型発電機と大いに異なる点で、これら六甲アイランドの成果をもとに、新しいガイドラインでは保護リレー要素が大幅に簡略化された。

(2)逆充電運転現象

多数の光発電装置を含む配電線が作業停電、事故、その他、何等かの要因で主系統から切離された時に、発電装置群の出力と配電線負荷の消費電力が釣合っていると、図-7の□印に示すように、光発電装置群が配電線負荷を背負い配電線に充電した状態で運転を継続する。この現象を逆充電運転（単独運転）と言う。

逆充電運転は分散電源群の発電出力と配電線負荷の消費電力が有効電力、無効電力の両面で釣合っていると発生し易いが、この釣合い状態は配電線が主系統から切離された時、一部の電源または負荷が脱落した後で発生することもある。

また、このような現象は配電線の一部の区間だけ、あるいは互いに離れた複数の区間で発生することもある。このように配電線の中で逆充電運転が島状に持続する状態を特にアイランディング現象と呼ぶ。

逆充電運転現象は配電線作業者に危険を及ぼすだけでなく、再閉路時に、逆充電運転中の線路と主系統との電圧位相差による大きな過電流を発生するなど、配電線機器や負荷機器に対して悪影響を与える。

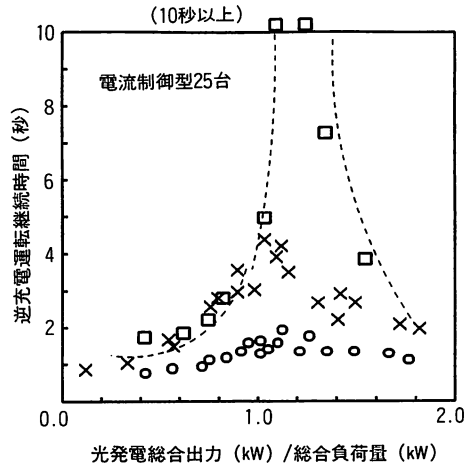
この現象は、電力会社側から制御できない多数の小型分散電源が配電線に接続されている場合に特に問題となる。これに対し、規模の大きいコジェネ・システム等では直接または間接的な停止手段が義務付けられているため、比較的問題は少ない。

しかしながら、光発電装置など多数の小規模需要家に導入される小型分散電源では、電力会社側から停止させる手段を講じることは難しいので、これらの電源側で逆充電運転状態を確実に検出し、自律的に停止する能力を持つことが必要である。

実のところ、六甲アイランドにおける研究期間の大半は、この危険な逆充電運転を防止するための研究に費やされたと言っても過言ではない。

(3)逆充電運転の防止

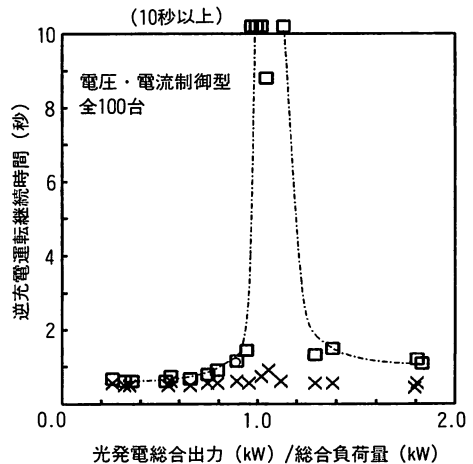
これまでに開発されている逆充電運転防止対策と



凡例

- : 電圧・周波数異常検出のみ
- × : 周波数シフト方式を併用
- : 周波数シフトと3次高調波急変検出方式を併用

a) 受動方式と能動方式を組合わせた例



凡例

- : 電圧・電流制御型全100台異常検出のみ
- × : 位相急変と3次高調波急変検出を併用

註)・静止型(LCR)負荷と回転機(MG)負荷を並列運転  
・無効電力は平衡状態

b) 受動方式のみ2方式を組合わせた例

図-7 単独運転（逆充電運転）防止方式の検証試験結果（六甲）（組み合わせ方式）

その結果の概要を表4～表5に比較して示す。これらは一部を除き、いずれも六甲アイランドで実証・確認された結果である。防止対策には大きく分けて光発電装置側の対策と配電線側の対策がある。

装置側の対策としては、

- ①方式的な対策：電流制御型インバータの採用。

表4 各種単独運転（逆充電運転）防止対策の概要（分散電源側の対策）

対策方式	内容の概略	評価	備考
1. インバータ方式による対策 (1)電流制御型インバータ	○定電流源とし、電圧を維持する機能を持たせない。	◎	逆充電運転の発生条件を局限化する。
2. 受動的な対策 (1)電圧・周波数監視方式	○配電線の電圧、周波数の上・下限を監視する。	○	発電量/負荷の平衡点近傍では不可。但し逆充電運転発生条件の局限化に不可欠。
(2)位相監視方式	①配電線電圧の位相急変 $\Delta\phi$ を検出する。 ②インバータ出力電圧と出力電流の位相急変 $\Delta\theta$ を検出する。	◎ △	◎ 発電量/負荷の完全平衡時は不可。但し実質的な動作不能領域は極めて狭い。 △ 低出力時の安定な検出が困難である。
(3)高調波監視方式	①主として配電線負荷から発生する高調波電圧 $\Delta THD$ を検出する。 ②主として電流制御型インバータと組み合わせ、インバータ、トランス、インダクタンス負荷等から発生する第3次高調波成分 $\Delta h3$ の急増を検出する。	△ ◎	△ 配電線負荷の状況に左右され易く、効果は不安定である。 ◎ 低圧単相系では極めて有効である。但し3相系で電圧源タイプのインバータを用いた場合の効果は不安定である。
(4)周波数急変検出方式	○逆充電運転時の $\Delta f$ の急変を検出する。 (特定の周期的な変動成分は余り期待できない。)	◎	◎ 発電量/負荷の完全平衡時は不可。但し $\Delta f$ 種分検出の併用で極めて有効。
3. 能動的な対策 (1)周波数シフト方式	○インバータの内部周波数に微小バイアスをかけておく。逆充電運転時に $\Delta f$ のシフトを検出する。	◎	◎ 周波数シフト方向の統一により、変動の同期は不要。
(2)出力電力変動方式 ①有効電力変動	○インバータの出力有効電力を常に微小変動させる。 $\Delta f$ や $\Delta v$ の急増を検出して停止する。	◎	◎ 各システムの変動を同期させる必要がある。連系運転時に微小振幅変動を与えて置く。
②無効電力変動	○インバータの出力無効電力を常に微小変動させる。 $\Delta f$ や $\Delta i$ の急増を検出して停止する。	◎	◎ 逆充電運転時に正帰還ループを形成して大振幅変動に発展させる方法がある。
(3)出力電圧（電流）変動方式	○インバータの出力電圧または電流を特定のパターンで、出力電力に影響しない程度に変動させる。変動周期に一致する $\Delta v$ や $\Delta i$ の急増を検出する。	△	△ 疑似ランダムパターンを用いる方法など。各システムの変動を同期させるか、または十分なSN比を確保する必要がある。
(4)負荷変動方式	○インバータ外部に設置したインピーダンスを基本波の1サイクル毎に短時間挿入する。挿入周期に一致する $\Delta v$ や $\Delta i$ の急変を検出する。	◎	◎ 外部設置の抵抗を挿入する方法など、電源同期が容易。但し、他の方法を採用するシステムとの容量比に制限がある。

表5 各種単独運転（逆充電運転）防止方式の組み合わせ効果（分散電源側の対策）

	(1)位相急変	(2)高周波急変	(3)周波数急変	(4)周波数シフト	(5)有効電力変動	(6)無効電力変動	(7)負荷変動
受動的な方式							
(1) 位相急変検出	—	●	▲	○	○	○	○
(2) 高調波急変検出	●	—	●	●	○	○	○
(3) 周波数急変検出	▲	●	—	○	○	○	○
能動的な方式							
(4) 周波数シフト	○	●	○	—	○	○	○
(5) 有効電力変動	○	○	○	○	—	△	○
(6) 無効電力変動	○	○	○	○	△	—	○
(7) 負荷変動	○	○	○	○	○	○	—

註) 表中黒の記号で示す組合せは実証試験済み。高調波急変は3次検出方式。

②受動的な対策：配電線電圧の位相、周波数、高調波成分等の急変検出。

③能動的な対策：インバータの出力周波数や有効・無効電力を変動させる方式。

などが有効である。

但し、通常の電圧・周波数監視も逆充電運転発生

条件の極限化に有効であり、また、能動的な対策では最終的に電圧・周波数異常で停止させることが多いので、基本的な保護機能として必ず採用すべき機能である。

また、先の図-7に示したとおり、以上の諸方式を組合わせて使用すればさらに効果的であり、逆充電

運転現象を迅速に検出し、光発電装置を確実に停止させることができる。

一方、電気事業側で採用すれば有効な方式としてコンデンサ投入方式がある。コンデンサ投入方式では無効電力のバランスを崩すことで逆充電運転を防止する。これは原理的に非常に簡単な方式であるため、後備保護の一環として是非とも採用したい方式である。

表4～5に示した諸方式は六甲アイランドだけでなく、電力各社で開発された方式を含んでいるが、これらは逆充電運転防止のメニューとしてガイドラインに採用されている。

3.4 小型系統連系保護装置の開発

六甲アイランドの成果をもとに、逆充電運転防止を中心とする保護機能を取りまとめ、小型光発電装置用の系統連系保護装置を当所で試作した例を図-8に示す。保護機能を全てインバータに内蔵させることも可能であるが、外付け回路として独立させ標準化することにより、システム設置時の安全性審査や運用開始後の保護機能チェックが非常に簡単になる。

これは逆潮流ありのシステムを対象に、主として世の中へのデモンストレーション用に開発したもので、過電流、地絡検出機能のほか、配電線の電圧・周波数異常を検出する機能、逆充電運転防止機能を有している。逆充電運転防止には電圧位相急変と第3次高調波急変検出機能を備え、機能二重化により安全性の向上を図っている。性能は先の図-7のb)に示したとおりである。また、インバータの力率異常、高調波異常を検出し、性能劣悪な製品を連系しないようにしている。その他、各種の状態表示、計量表示機能や自己診断機能など豊富なサービス機能を搭載しているが、デジタル信号処理技術を適用して回路を単純化すること



図-8 小型系統連系保護装置の外観

により、1千～1万台ロットで4万円台の販売価格を達成できることが分かった。

家庭用にはパカチョン・オールインワン・タイプの系統連系保護装置が一番良い、と言うのが当所の結論である。

4. 小型光発電用インバータの信頼性

六甲アイランドにおける100台のインバータの障害実績(3年間)をもとに算出した結果では、表6に示すとおり、初期不良、取扱いミス等による障害を除いたMTBFは9万時間を越えている。これは米国等で実用に供されているインバータの信頼性実績(サンディア国立研究所、約3～4万時間)よりも、はるかに優秀な値である。

インバータの障害ではほとんど主回路の障害であるが、これ自体は最終的に過電流遮断器等で保護されるため、特に安全性に問題はない。障害は全て保護制御回路で適確に検出され、障害を抱えたまま運転を継続し、電力施設等に被害を与えた例は見出されなかった。

これら電子回路の信頼性データをもとに、新しい系統連系ガイドラインでは保護装置の二重化の必要性が除外されている。

表6 光発電用インバータの信頼性実績(六甲アイランド)(平成元年度～3年度通算)

メーカー (台数)	障害 件数	障害件数				MTBF <sup>1)</sup> (10 <sup>3</sup> 時間)
		初期 不良	取扱 ミス	自然 劣化	サー ジ等	
A社(29)	1	0	1	0	0	>381
B社(29)	8	0	5	3	0	127
C社(8)	3	0	1	2	0	53
D社(13)	7	4	0	2	1	57
E社(8)	16	0	0	6	10	7
F社(13)	28	26*	1	1	0	171
合計 (100台)	63	30	8	14	11	53 (94)

註1) 各社MTBFは初期不良、取扱ミスを除いたもの。合計欄の括弧内は自然劣化のみ。年間稼働時間 4,380時間(一日12時間で計算)。

2) サージ等は、各種の配電線事故試験、逆充電運転等を実施した際、過電圧、過電流等により破損したものの、主として主回路障害。

3) \*印: 初期不良のため改良、改良後は同一原因による障害なし。

## 5. まとめ

以上に述べてきたとおり、小型光発電装置の基礎技術はほぼ確立しており、あとは衆知を結集して実用化技術に磨きをかける段階にある。一方では技術基準、系統連系ガイドラインなどの法規制環境も着々と整備

されつつある。また、既に発電電力の電気事業による買取りも宣言されていることは周知の事実である。

このように技術、法的環境が整いつつある現在、残るのは具体的な普及促進策の推進とコスト低減の問題であり、太陽電池をはじめ、各周辺装置、システム開発、商品化に携わる方々の一層の努力を期待したい。

### 資料頒布について

下記の資料の在庫がございますので、御希望の方は事務局までお申し込み下さい。（各本学会会員価格）

1. 本会創立10周年記念出版図書「エネルギーと未来社会」
  - ・エネルギー・資源、環境問題をわかりやすく展望解説。 四六版、325頁、1,800円（送料共）
2. Proceeding of the Workshop on Economic/Energy/Environmental Modeling for Climate Policy Analysis （平成2年10月22日(月)～23日(火)ワシントンで開催）
  - ・MITと東京大学の主催による、環境問題へのアプローチを論じた貴重な国際会議資料。（英文） 602頁、20,600円（送料、税込）
3. 平成2年度第1回講習会研究資料「90年代のエネルギー展望」（平成2年11月1日(木)開催）
  - ・90年代の「エネルギー、資源、環境」問題への提言。 B5版、47頁、2,100円（送料、税込）
4. 平成2年度第2回講習会研究資料「地球環境時代のエネルギー戦略」（平成3年2月15日(金)開催）
  - ・地球環境問題に主眼を置いたエネルギー、資源問題への提言。 B5版、41頁、2,100円（送料、税込）
5. 平成3年度第1回講習会研究資料「ソーラーエネルギーの応用」（平成3年10月8日(火)開催）
  - ・ソーラー問題を多角的に捉え、幅広く提言。 B5版、55頁、2,100円（送料、税込）
6. 「エネルギー貯蔵システムに関する欧米調査」報告書（平成3年6月29日(土)～7月13日(土)派遣）
  - ・エネルギー貯蔵に関し、欧米数ヶ国の関連施設の見学、調査、情報交流の結果について報告。 B5版、83頁、4,200円（送料、税込）
7. 平成3年度第2回講習会研究資料「分散エネルギーシステム」（平成4年2月13日(木)開催）
  - ・新エネルギーの活用を中心とした、分散型エネルギーの紹介。 B5版、57頁、2,100円（送料、税込）
8. 第11回研究発表会講演論文集（平成4年4月15日(木)～16日(木)開催）
  - ・62件に亘る研究発表を収録。 B5版、354頁、6,200円（送料、税込）
9. 第9回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集（平成5年1月27日(木)～29日(金)開催）
  - ・81件の研究発表を収録。 B5版、464頁、7,300円（送料、税込）
10. 平成4年度第2回講習会研究資料「地球環境問題解決へのアプローチ」（平成5年2月19日(金)開催）
  - ・地球環境問題を多角的視野からとらえた資料。 B5版、91頁、2,100円（送料、税込）
11. 第12回研究発表会講演論文集（平成5年4月14日(木)～15日(木)開催）
  - ・48件の研究発表を収録。 B5版、272頁、7,300円（送料、税込）
12. 第3回エネルギー基礎講座テキスト（平成5年6月23日(木)～25日(金)開催）
  - ・「先端技術者研修」として、エネルギー、資源、環境、経済に亘る9件のテキスト、 A4版、133頁、4,200円（送料、税込）

〔申込先〕 〒550 大阪市西区京町堀1-9-10（帽子会館）エネルギー・資源学会 事務局宛

TEL 06-446-0537 FAX 06-446-0559

〔払込方法〕 1. 現金送金 2. 郵便振替…大阪3-302948  
3. 銀行振込………大和銀行御堂筋支店（普）No. 1024046 エネルギー・資源学会名義

(注) 支払いには、消費税3%が含まれています。