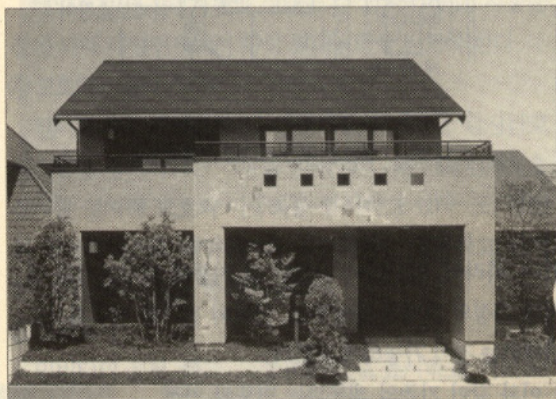


가정용 태양광 발전(發電)으로 새로운 라이프 사이클을 창출한다

곽노열 / 연구개발부 대리

태 양광에서 전기를 직접 발생시킬 수 있는 태양전지가 크린에너지원으로서 주목되고 있다. 특히 최근 지구환경문제가 집중 거론되고 있는 가운데 환경건축(Green Architecture)에 대한 요소로서 이 부분의 실용화가 크게 기대되고 있다. 개인주택 지붕에 태양전지를 설치, 발전(發電)한 전기로 가정의 전력을 충당하고, 잉여 전기를 전력회사로 판매하는 가정용 태양광 발전시스템이 일본에서 활발히 연구되고 있다. 이 시스템의 개요, 과제 및 향후 전망에 대하여 기술한 산요(Sanyo)전기 연구개발본부장 쿠와노씨의 글을 번역, 일본의 가정용 태양광 발전시스템(Solar Photovoltaic Power System) 최신 기술을 소개한다.



최근 일본의 태양광 주택 모습

지금까지의 태양전지 응용제품도 확대되면서, 전력용으로서 가정용 및 사업장에 대한 보급도 강하게 요청되리라 예상된다.

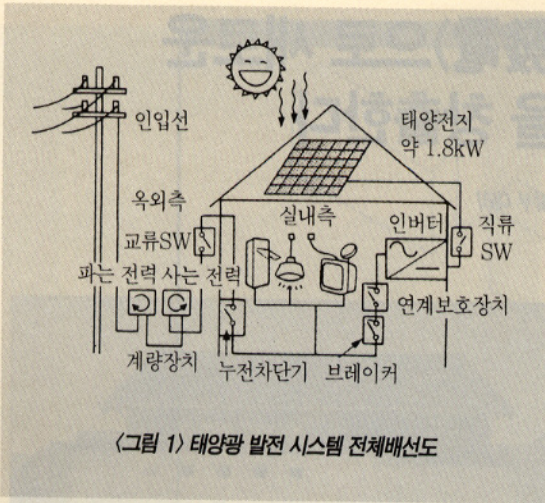
주택지붕위 태양광 발전 제반기술 구비

태양전지는 1973년 오일쇼크이후 대체 에너지원으로서 주목되어, 일본의 선사인계획 등 각국의 국가 프로젝트로서 개발이 추진되고 있다. 최근 지구환경문제가 중요문제가 되면서 크린에너지원으로서 관심이 모아지고 있다. 이 성능은 최근 1.5~5배로 향상되고, 시판용 태양전지모듈에서도 10%를 넘는 변환효율이 실현되었다. 또, 최근의 태양전지부착 계산기 및 교통표지, 가로등에서와 같이 각종 전자제품에로의 응용이 급속히 진행되고 있다. 그리고 가정용 대형 전기제품으로서 태양광 에어컨이 1992년 여름부터 산요전기에 의해 일반에 시판되고 있다. 이와 같은 개발의 진전에 따라 태양전지의 생산량도 최근 10년간 약 10배로 증가되고, 가격도 1W당 당초 수만엔이었던 것이 1,000엔정도로 저하되고 있다.

제도정비 현실화

태양전지에 의한 발전시스템은 사용하는 전압이 30V 이상이 되면 전기사업법 및 전기설비기술기준에 의해 태양전지 발전소로 정의되어, 종래에는 대형 화력발전소에 준하는 각종규제가 작용되었다. 예를 들면, 관리를 위한 전기주임기술자가 필요하다거나 장관의 인가 필요 등 복잡한 수속이 필요했다. 이것은 태양광 발전과 같은 소규모 분산형 발전소의 보급을 예상치 않은 것이 이유였으나, 최근 1~2년간에 제도가 정비되어 1990년 6월부터 500kW 미만의 소규모는 각지역의 보안협회의 보수관리위탁이 가능해 전기기술자 선임이 불필요하게 되었다.

또, 1992년 4월부터 전력계통에 접속된 태양광 발전시스템에서 남은 잉여 전기를 전력회사가 구입할 수 있게 되



〈그림 1〉 태양광 발전 시스템 전체배선도

었다. 따라서, 일반인이 자신의 집 지붕에 태양전지를 설치해 가정의 전력을 충당하고, 잉여의 전기를 전력회사로 판매하는 것이 가능하게 되었다.

이와 같이 기존의 계통과는 별도의 가정용 전원에서 전력회사로 전기를 역송전하는 것을 '역조류방식'이라 한다.

이 방식에 의하면 종래 일부에서 시행되어 온 것 같이 잉여의 전기를 축전지로 비축할 필요가 없다.주간에는 일반가정에서 전력이 남기 때문에 전력회사로 역송해서 주간의 피크전력 저감에 도움을 주고, 야간에는 전력회사로부터 공급받은 전기로 생활을 하는, 대단히 합리적인 시스템이 가능하다. 따라서 이 시스템을 이용하면 태양광이 축전지에 비축되는 기존 방식에서 발생하는 충전 및 방전손실에 따른 시스템효율 저하와 축전기 가격 상승에 따른 문제점을 해결할 수 있다.

전력회사가 결정한 기준에 따르면, 개인이 발전해서 전력회사로 판매한 전기요금은 개인이 전력회사로부터 공급받고 있는 전기요금과 동일하게 된다. (필자의 경우 1kWh당 25.39엔), 이점 때문에 축전지를

사용하지 않는 시스템을 추진할 수 있다.

태양광 발전 시스템 개요

시스템 구성 개요

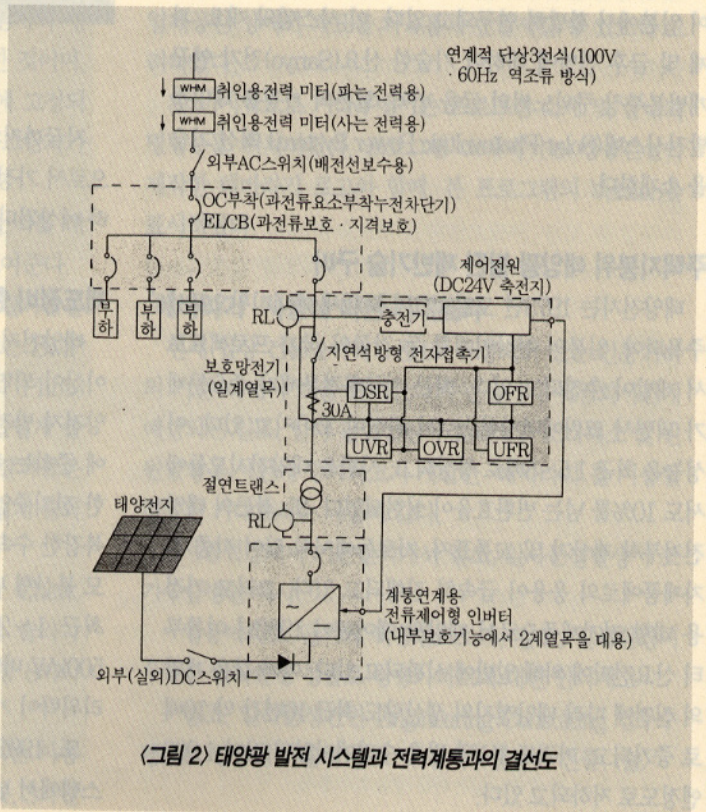
금번 준공한 가정용 역조류방식 태양광 발전 시스템은 〈그림 1〉과 같이 구성된다. 태양광 발전 시스템과 전력계통과의 결선도는 〈그림 2〉와 같다.

① 지붕 및 배란대에 설치한 태양전지 어레이(태양전지 모듈을 조합한 것)

② 인버터(Inverter) : 태양전지에서 발생한 직류전기를 교류로 변환

③ 연계보호장치 : 전력계통과 인버터의 접속을 안전하게 보증

④ 전력 Meter : 시는 전력용(買電), 파는 전력용(賣電) 본시스템의 시방은 〈표1〉과 같으며 태양전지는 남측



〈그림 2〉 태양광 발전 시스템과 전력계통과의 결선도

〈표 1〉 태양광 발전 시스템 사양

태양전지	종류 : 아몰퍼스 실리콘 태양전지 및 다결정 실리콘 태양전지 출력 : 약 1.8kW(AM-1.5, 100mW/cm ² , 25℃) 위치 : 지붕 및 베란다
인버터	입출력 용량 : 3kVA 주파수 : 60±0.6Hz 전력변환효율 : 90%이상(정격입력시) 설치장소 : 옥내설치형 외형치수 : 400(W)×300(H)×180(D)mm (절연트랜스벌) 냉각방식 : 자연공냉

서측 지붕 및 베란대에 설치되었다.

시스템 특징

① 잉여전력의 역조류 기능

태양전지에서 발전한 직류 200V를 인버터로 교류 100V로 변환해, 먼저 가정내 전기제품에 전력을 충당한다. 잉여부분은 매전(賣電) 전력 Meter를 통해 전력회사로 공급한다.

② 소형이고 고성능인 Inverter

Inverter는 고주파 PWM방식에 의해 효율 90% 이상

을 얻을 수 있고, 전용 파워모듈의 채용 및 필터회로의 개량에 의해 소형경량의 벽걸이 타입으로 한다.

또, 순간전류제어에 의해 출력전류의 종합왜곡율을 5% 이내로 억제하고, 특히, 역률을 거의 1로 제어하여 무효전력의 발생을 방지하고 있다.

③ 자동기동, 정지

태양전지와 전력계통의 상태를 항상 감시하고, 자동운전에 의해 태양전지에서 항상 최대전력을 받도록 한다.

④ 보호의 이중화

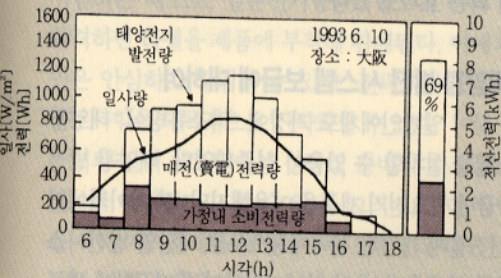
인버터내에 태양전지 및 전력계통의 이상을 감지하고 시스템을 정지시키는 기능을 가지면서, 외부로 연계보호장치를 설치해 보호의 이중화를 실시하고 있다. 또, 별도의 절연트랜스로 태양전지와 전력계통을 절연하고 있지만, 트랜스레으로도 동작 가능하다.

⑤ 상태표시

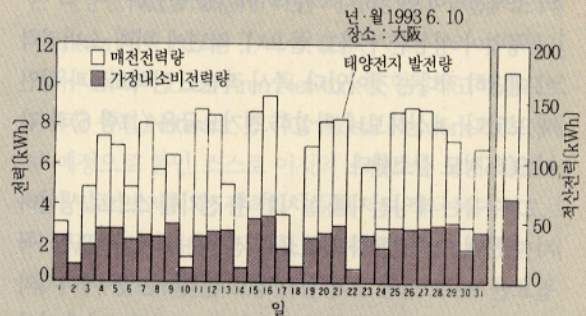
인버터의 운전, 대기, 고장을 LED로 표시하고, 기타 교류전압계, 교류전류계를 구비하고 있다.

발전경위

〈그림 3〉에 본 시스템의 1993년 6월 10일 발전량의 변화를 표시했다. 발전력의 피크가 10시부터 14시경에 보이고, 하루 총발전량은 약 8.1kWh이고, 이 가운데 약



〈그림 3〉 태양광 발전 시스템의 1일 발전실적



〈그림 4〉 태양광 발전 시스템의 1개월간 발전실적

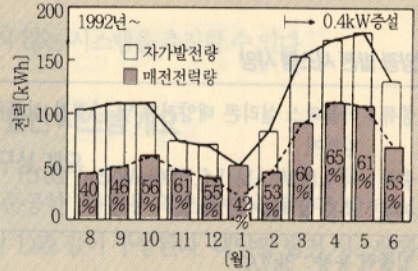
5.6kWh, 즉 발전량의 69%를 전력회사로 팔고 있다. 상용전력의 피크수요는 정오를 경계로 수시간동안 발생하기 때문에 본 시스템이 주간의 피크전력 저감에 공헌하고 있음을 알 수 있다. <그림 4>에는 1993년 5월의 한달동안 태양전지 발전량 및 매전(賣電)전력량 실적을 표시했다. 1개월동안 약 175kWh의 전력을 태양전지로 발전하고, 그 가운데 약 61%의 전력량을 실제로 판매했다. 또, 1992년 8월부터 다음해 6월까지의 실적은 <그림 5>에 나타나 있다. 1993년 2월말에 태양전지를 1.4kW에서 1.8kW로 증설했기 때문에 증설후 발전량, 매전(賣電)량이 증가하고 있다. 일반적으로 한가정에서 소비하는 전력량은 200~300 kWh라 한다. 따라서, 3kW의 태양전지로 한 가정의 소비전력을 공급할 수 있음을 알 수 있다.

라이프 사이클의 변화

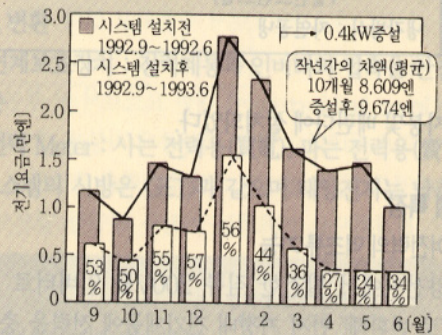
태양전지의 성능이 대폭적으로 향상되고, 지붕의 남측 경사면의 절반에 약 3kW의 태양전지를 설치한다면, 1일 태양에너지로 가정의 1일 전력량을 충분히 확보할 수 있다. 또, 전술한 법규의 개정도 시행되었다. 이러한 상황에서 여러해 태양전지의 개발, 보급, 발전에 참여해온 연구자로서 먼저 자택에 태양광 발전 시스템을 설치해, 실제 이용하는 입장에서 현상의 이점, 과제를 체험해 앞으로 태양광 발전의 보급에 더욱 기여하려 한다. 작년 여름, 태양광 발전시스템을 설치한 후 관서전력회사로부터 "당신 집의 소비전력이 이상하다"라는 이야기를 들었다.

"무엇이 이상한가"라고 물으니, 작년에 비해 소비전력이 대단히 작다는 것이었다. 즉시 작년도 전력요금과 확인해 보았다. 계산해보니 확실히 전기요금은 <그림 6>과 같이 30%정도 감소했다.

그 이유는 태양전지를 설치한 후 전기를 스스로 생산하기 때문에 가족전체가 불필요한 전등은 끄거나, TV도 꼭 필요한 프로그램만 보거나, 냉방도 절약하는 등 에너지의 중요성을 깨닫게 되었기 때문이다. 또, 크린에너지에 의한 전력을 일반의 전력계통에 적극적으로 보내어, 사회에 기여하고 싶다는 의식도 갖게 되었다. 집안에서 채소를 키우면 채소의 중요성을 깨달아, 벌레가 채소를 먹지 못하도록



<그림 5> 태양광 발전 시스템의 11개월간 발전실적

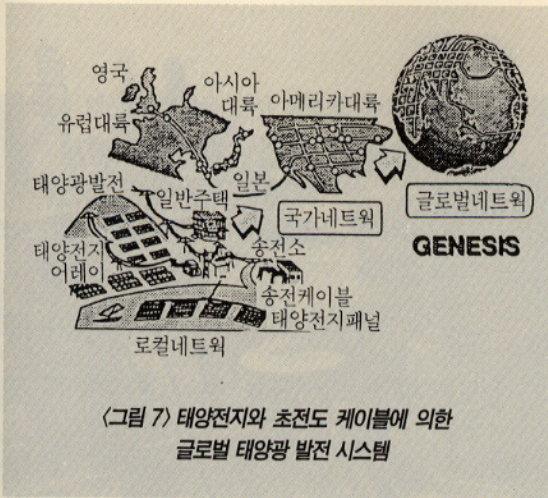


<그림 6> 태양광 발전 시스템 도입에 의한 절전효과

관리하는 것과 같이, 집에서 발전하면 전기의 중요성을 몸에 체득하게 된다. 이와 같이 태양광 발전을 가정에 도입하는 것은 피크전력저감 등의 공헌외에, 에너지절약의식도 갖치게 되는 효과도 있다.

가정용 태양광 발전 시스템 보급에 대하여

이상과 같이 일반인에게도 가정에 '역주류방식' 태양광 발전 시스템을 설치할 수 있음이 실증되었다. 태양광 발전 시스템은 금번 산요전기 제품을 이용했지만, 각 메이커에서는 1993년 3월에 개정된 전력계통으로의 태양열 발전시스템 계통연계(역주류방식)의 가이드라인과 함께 7월에 발표된 가정용 소용량 인버터의 인증제도 발족으로 가정용 발전 시스템 판매가 보다 현실적인 것으로 다가섰다. 3월에 개정된 계통연계 가이드라인의 주요 포인트는 다음과 같다.



〈그림 7〉 태양전지와 초전도 케이블에 의한
글로벌 태양광 발전 시스템

- ① 계통연계 보호장치 1계열화
- ② 단독운전방지기능 추가(수동적방식과 능동적방식을 조합한 것)
- ③ 절연 트랜스의 생략가능(인버터에 직류성분검출기능 필요)

④ 옥외개폐기 설치

⑤ 고압수전수요가구내에서의 저압연계기능(일정조건 하에서의 저압가이드라인 적용)

① - ③은 어느것도 인버터에 내장가능한 기능으로 본 시스템에 있는 계통연계보호장치를 별도로 설치할 필요가 없다. 따라서, 보다 작은 공간에 설치할 수 있고, 또 저코스트화도 기대할 수 있다. 또, 가정용 소용량 인버터 보증 제도는 전기제품으로서 안전성을 확보하고 계통연계보호 기능 및 인버터의 성능이 기준을 만족하고 있는가 여부를 시험하는 제도로, 일본전기용품시험소에 의해 시험되어, 합격하면 라벨을 제품에 부착해 판매된다. 이에 따라 일반인은 안심하고 구입할 수 있고, 전력회사도 설치에 따른 검토사항을 대폭적으로 간략화할 수 있다.

이와 같이 제도면에서 상당히 정비되어, 보급으로의 체 일보를 내딛었다고 할 수 있다. 그러나, 보다 활발한 보급을 위해 가격문제를 해결하지 않으면 안된다. 현재는 시제품에 가까운 제품이므로 일반인이 이제품을 설치하게 되면, 고가가 되고 만다. 그 이유는 다음과 같다.

- ① 아직 양산되지 않았기 때문에 인버터 등이 비싸다.
- ② 태양광 발전 시스템설치로 공사비용이 비싸다.

따라서 태양전지, 인버터 등의 추후 적극적인 기술개발 및 양산화에 의해 저코스트화가 실현될 수 있을 것이다. 특히, 전기공사 및 태양전지설치공사 등의 표준화 및 프리패브 메이커에 의한 표준주택화가 요망된다. 현재 이 과제에 대하여 일본 Solar 시스템 진흥협회에서 검토가 되고 있다. 이와 같은 과제가 해결된다면, 뉴선사인계획에 있는 것과 같이 서기 2000년경에는 3kW 가정용 태양광 발전 시스템은 100~200만엔으로 각 가정에 보급될 것이다. 특히, 개인주택의 태양광 발전시스템에 대한 정부의 보조(독일에서 실시)도 반드시 필요하다. 최근, 일본에서도 1994년부터 2000년에 걸쳐 통산성에 의해 개인주택용 기금이 조성되어 있다.(첫해년도 700세대에 1/2 조성, 2000년까지는 약 7만세대에 도입) 이와 같은 계획의 추진으로 일본에서의 태양광 발전의 보급이 가속화되리라 본다.

작은 발걸음이 태양광 발전 사회 실현을 위한 큰 걸음으로

금번은 약 2kW출력의 소규모 가정용 발전시스템이지만, 기존의 주택에 역조류방식의 태양광 발전 시스템을 설치해 발전한 점에 의의가 크다고 생각한다. 주택의 지붕 및 베란다에 도달한 태양에너지는 이제까지 버려지는 에너지였다. 이것을 가정의 에너지원으로 활용할 뿐만 아니라, 지구환경, 에너지자원해결의 문제를 생각할 대단히 중요한 기회가 되었다고 생각한다. 특히 필자가 제창하고 있는 태양광 발전시스템에 의한 세계적 에너지공급시스템 'Genesis 계획' 〈그림 7〉의 첫걸음은 각가정의 지붕발전에서 시작되어 Local Area Network를 형성하고 다음으로 다국간 송전 Network, 그리고 Global Network으로 전개할 예정으로 본인 스스로 이것의 스타트를 끊게 되었다. 국가 및 지방자치체, 전력회사 등에서의 적극적 지원으로 이 깨끗하고 방대한 에너지를 유효하게 이용할 수 있는 시대가 하루빨리 실현되기를 기원한다. SS

(출처:家庭用太陽光發電システムで新しいライフサイクル,
桑野幸徳, 標準化と品質管理, 1994.6)