

# 環境共生을 고려한 住居環境機器·시스템

주거환경기기·시스템에서는 점차 지구환경보호, 환경공생에 대한 고려가 대단히 중요시되고 있는 추세이다. 이에 따라  
에너지효율성, 리사이클성, 프레온 규제 등에 대응하는 기술개발과 환경친화적인 에너지의 실용화가 중요한 테마가 되고  
있다. 이 논문에서는 이에 대한 미쓰비시電機의 기본적인 대처와 분야별 기술개발의 현황 그리고 전망에 대하여 소개한다.

또한 냉동·공조기기에 대하여는 프레온규제에 대응한 HCFC 냉매에서 HFC 냉매로의 대체, 에너지효율의 관점에서 요  
소기술 개발, 룸에어컨과 냉장기의 에너지효율화 추이, 그리고 업무용공조기에 대하여는 자연순환사이클과 빙축열시스템의  
실용화 및 고성능화에의 대처, 나아가서는 고기밀·고단열 주택에 대응하는 가정용 환기시스템과 리사이클성에 대한 노력  
에 대하여 기술하기로 한다.

주택설비 가전기기에 대해서는 형광등의 인버터화와 그것을 활용한 조광시스템에 의한 에너지효율의 추진, 전자동세탁  
기와 전자레인지 등의 에너지효율 연구, 가전제품 전반에 대한 주요과제인 대기전력 삭감에 대한 대처, 또한 전기온수기의  
고성능화, 신에너지활용으로서의 주택용 태양광발전시스템의 현황과 대처에 대해서도 알아본다.

## 1. 머리말

주거환경기기·시스템에서는 지구환경보호, 환경 공  
생에 대한 고려가 극히 중요한 문제로 부각되고 있다.  
이 때문에 에너지효율성, 리사이클성, 프레온규제 등에  
대응한 기술의 고도화·고성능화가 요청되고 있으며 나  
아가서는 태양광발전시스템으로 대표되는 환경 친화적  
인 신에너지의 실용화도 주요테마가 되고 있다.

본고에서는 우선 환경문제의 동향과 미쓰비시電機의  
기본적 대처를, 그리고 주거환경기기의 분야별기술개발의  
현황과 전망에 대하여 구체적으로 기술하고자 한다.

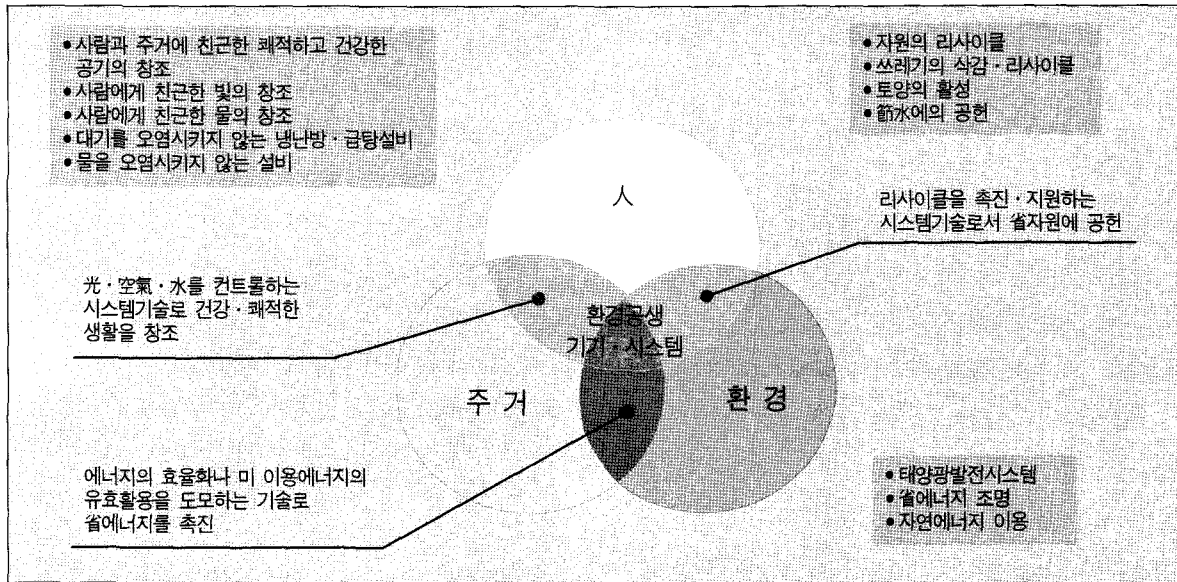
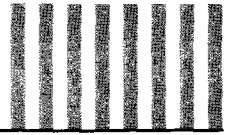
## 2. 환경문제

### 가. 오존층보호 및 지구온난화방지

오존층 파괴가 비교적 적다고 하는 HCFC 냉매의 생산  
규제가 개시된지 2년 만이 된다. 同社에서는 1998년부터  
공조기에 사용되고 있는 냉매를 HCFC 냉매에서 오  
존층을 파괴하지 않는 HFC 냉매로 대체하기 시작했다.

그 일환으로 업무용공조기에서는 HFC 냉매 R-407C  
를 사용한 빌딩용 멀티에어컨을 제품화하고 가정용공조  
기에서는 HFC 냉매 R-410A를 사용한 제품을 시장에  
내놓고 있다. 그리고 앞으로도 대체화를 추진하여 주요  
제품은 2005년까지, 기타 제품은 2010년까지 대체를  
완료할 예정이다.

그러나 이 HFC 냉매는 성능, 안전성, 경제성 등 중  
합적 관점에서 가장 우수한 냉매이긴 하지만 대기중에  
방출되면 온난화효과가스로 되기 때문에 이를 방지하기  
위하여 냉매충전량의 삭감, 냉매의 회수와 재이용을 적  
극적으로 추진하고 있다. 또 장기적인 관점에서 보다



〈환경공생을 고려한 주거환경기기·시스템〉

미쓰비시電機에서는 “사람·주거·환경”을 조화시키는 여러 가지 시스템 기술을 구사하여, 환경공생의 실현을 위한 주거환경기기·시스템을 창조한다.

온난화효과계수가 낮은 냉매의 기술개발에도 노력하고 있다.

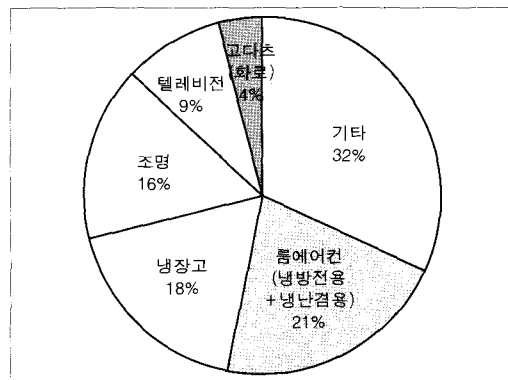
'97년 말에 교토에서 개최된 기후변화협약체결국회의(COP3)에서는 온난화효과가스의 배출억제에 대하여 각국의 목표가 1990년을 기준으로 하여 다음과 같이 확정되었다.

- 온난화효과가스의 배출량저감 : 일본 6%, 미국 7%, 유럽 8%
- 목표달성년차 : 2008년~2012년
- 대상가스 : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>

이들 대상가스 중에서 영향력이 가장 큰 이산화탄소의 배출을 저감시키기 위해서는 전력과 가스 등의 에너지소비를 억제하는 것이 불가피하며, 가정용기기에서는 그림 1에 표시하는 것과 같이 에어컨, 냉장고, 조명기구 등의 가전제품에서의 대응이 중요하다. 이 때문에 同社에서는 省에너지화의 추진과 新에너지기기의 개발 등에 주력하고 있다.

나. 부하평준화

전력수요는 주야간, 계절간에 큰 격차가 있다. 특히 냉방부하 등에 의한 하계의 주간피크수요는 해마다 첨예화하는 경향이 있어 큰 문제로 떠오르고 있다. 그러므로 피크수요 그 자체를 억제하여 부하평준화와 省에너지를 실현하고자 하는 노력(Demand Side Management



〈그림 1〉 가정용전기기기의 전력사용률

등)이 중요하며 이를 위해서 주거환경기기·시스템분야에서도 신에너지 개발, 에너지축적기술 개발, 정보통신 기술을 활용한 에너지 최적운용기술의 개발 등에 진력하고 있다.

아울러 신에너지로서는 주택용태양광발전시스템과 분산형전원전력공급시스템의 개발을 추진하고 있다.

또한 빙축열식 히트펌프시스템은 값싼 야간전력을 이용할 수 있고, 열원기기용량을 축소시키며 계약전력의 감소를 도모할 수 있는 등 경제적 메리트가 크기 때문에 에너지저축기술로서 앞으로 널리 보급될 것으로 생각된다.

에너지 최적운용기술로서는 정보네트워크를 이용한 부하평준화가 있다. 이것은 전력회사나 원격감시센터 등과 빌딩, 가정내의 설비기기를 네트워크로 접속·제어함으로써 절약에너지제어와 부하의 평준화를 실현하는 것이다.

### 다. 省資源 및 리사이클

특기할만한 것으로는 새로운 사회시스템으로서 사용이 완료된 대형가전제품(냉장고, 에어컨, 텔레비전, 세탁기)을 메이커가 리사이클한다고 하는 특정가정용기기 재생품화법이 '98년 6월에 확정되어 政省令化를 위한 움직임을 보이고 있다.

同社는 지금까지 제품과 포장재의 省자원·리사이클과 폐가전제품 처리기술 개발 등에 적극적으로 대처하여 왔다. 그리하여 전제품의 환경어세스먼트를 실시하여 제품마다의 분해시간 단축, 부품점수 삭감 등을 추진하여 왔는데, 2000년도 말까지는 이를 더욱 진전시켜 '95년도 대비 再生材이용 30% 향상, 포장재 20% 삭감을 목표로 하고 있다.

## 3. 냉동·공조기기

### 가. 룸에어컨

가정용 룸에어컨의 보급률은 약 80%에 이르고 있으며, 또한 가정용전기기기 중에서 가장 전력량 사용비율

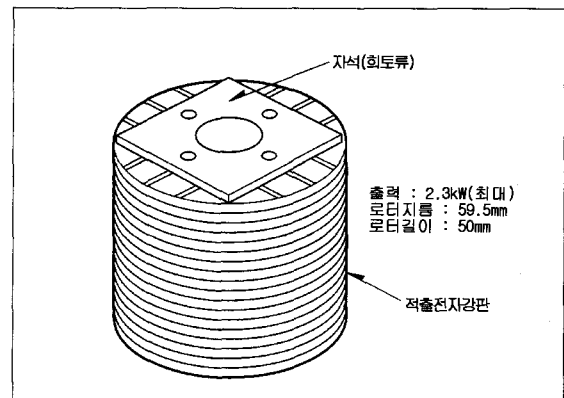
이 큰 제품이기 때문에 이에 대한 省에너지화가 중요한 과제로 부각되고 있다.

룸에어컨의 省에너지화는 단순히 定格상의 고효율뿐만 아니라 연간소비전력 총량에서의 평가가 중요하다. 최근의 룸에어컨은 인버터에 의한 능력이변운전이 주류이기 때문에 최대능력점에서 최저능력점까지의 전운전영역을 고효율화하는 것이 필수적이다.

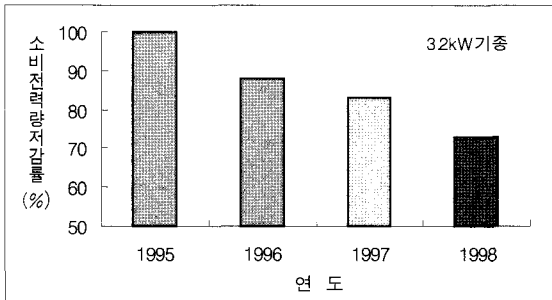
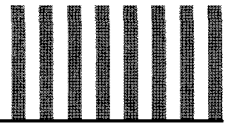
이 省에너지화를 실현함에 있어서 압축기, 열교환기, 송풍기 등의 요소부품의 고효율화와 이들 부품의 최적배치가 성능향상에 크게 기여하게 된다. 특히 연간전기요금과 밀접한 관계가 있는 저속운전시의 모터와 압축기의 효율향상이 중요한 과제이다.

그중에서도 소비전력이 큰 압축기용모터는 직류 브러시리스모터의 사용이 일반화되어, 그것의 고효율화를 위해 그림 2와 같이 회전자 자석 배치를 고려한 자석매입형로터(리럭턴스 이용)를 사용하거나 구동회로의 고주파화·저손실화를 위해 전계효과형 트랜지스터를 채용하는 등의 개선이 급속히 진전되고 있다.

同社 룸에어컨(3.2kW기종)의 省에너지화의 발전현황을 그림 3에 나타내었다. 이 그림은 '95년도를 100으로 한 경우의 연간소비전력량 저감률의 추이로 표시하고 있는데, 그림에서 알 수 있듯이 3년 동안에 약 30%가 넘는 소비전력량의 저감을 달성하고 있다. 특히 '97



〈그림 2〉 압축기 DC-BLIM용 로터실시 예(자석 매입타입)

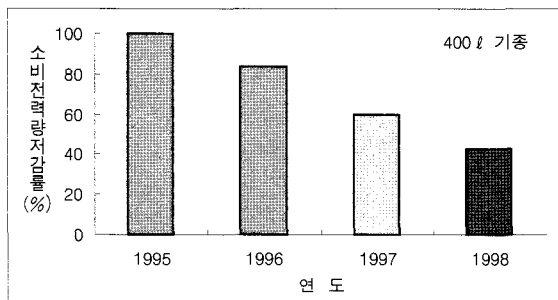


〈그림 3〉 同社 룸에어컨의 연간소비전력량 변화

년도 제품은 대용량기종에서 소용량기종까지의 전용량 영역에서 업계 톱클래스의 절약에너지화를 실현하고 있으며, 계속하여 더욱 절약에너지화를 추진중에 있다.

또 프레온 규제 대응에서는 HCFC냉매에 대신하는 대체냉매에의 전환도 시급한 과제로 되어 있다. 同社의 룸에어컨 MSZ-LX32A(3.2kW기종)는 대체냉매 R-410A를 사용하고 또한 룸에어컨에서는 세계최초로 냉매에 녹지 않는 윤활유(非相溶油)를 채용하고 있다. 이것은 수분 흡수에 의한 윤활유의 변질을 막고 고신뢰성을 확보한 것으로, 상기 압축기모터, 구동회로, 열교환기 등의 고효율화로 절약에너지성의 향상과 아울러 이 제품은 1997년도 「 절약에너지벤가드21」의 通商産業大臣상을 수상하였다.

또한 앞으로 주요대처항목으로서의 절약자원과 리사이클이 있다. 절약자원에서는 냉매충진량의 삭감과 제품질량의 저감, 梱包材의 삭감을, 또 폐가전리사이클 대응



〈그림 4〉 同社 냉장고의 연간소비전력량 변화

에서는 폐기시의 분해성 향상과 열교환기 등 부품의 동질재료화에 의한 리사이클성 향상 등을 추진하고 있다.

## 나. 가정용 냉동·냉장고

가정용 냉동·냉장고에 있어서도 룸에어컨과 마찬가지로 절약에너지화에 대한 시장의 요구가 높아지고 있으며, 同社에서도 최근 수년동안 절약에너지화에 주력하고 있다. 그림 4는 同社의 400ℓ 클래스 냉장고에서의 절약에너지화의 진보를, '95년도를 100으로 한 경우의 소비전력량 저감률의 추이로 표시하고 있다. 이 그림에서 알 수 있듯이 요사이 수년간에 약 절반 이하의 저소비전력화를 실현하고 있음을 알 수 있다.

이러한 절약에너지화에는 압축기와 열교환기 등의 요소기술의 성능향상이 크게 기여하고 있다. 예를 들면 압축기의 경우는 룸에어컨과 마찬가지로 고효율로 저속운전시에도 효율저하가 적은 직류브러시리스모터가 개발된 것 등이다.

지구온난화방지를 위해 현재 냉장고에 사용되고 있는 냉매 R-134a를 온난화계수가 아주 작은 炭化水素系냉매인 이소부탄(R-600a)으로 치환하는 작업이 유럽을 중심으로 진전되고 있다. 이소부탄은 온난화에 대해서는 대단히 좋은 냉매이나 가연성냉매이기 때문에 이에 따르는 안전성 확보가 중요하며 이것이 앞으로의 주요 테마의 하나가 될 것으로 생각된다.

또한 룸에어컨과 마찬가지로 절약자원, 리사이클에의 대처가 중요하다. 예를 들면 냉장고에 사용되고 있는 냉각기, 응축기 등 열교환기의 재료와 형태를 바꿈으로써 리사이클성의 향상을 도모하는 것이 필요하며, 이에 어떻게 절약에너지성을 더하는가가 중요한 현안으로 되어 있다.

## 다. 업무용 공조기·냉동기

업무용분야에 있어서도 기기의 절약에너지화는 역시 중요한 테마이다. 당분간은 기기의 정격효율의 향상이 중심이지만 앞으로는 룸에어컨과 마찬가지로 인버터에 의한 가변속운전이 주류가 될 것으로 생각되며, 절약에너지

성능을 평가하는 지표로서 1년동안 에너지소비효율 (SEER)에 치중하는 형태로 이행될 것으로 생각된다.

예를 들면 同社에서는 이동체통신중계국용 냉방시스템으로서 연간운전비용이 대폭 저감가능한 자연순환병용형 공조시스템을 실용화하고 있다. 이 시스템은 자연순환을 병용하지 않는 종래의 시스템과 비교하여 연간 냉방 SEER가 약 2배이기 때문에 소비전력의 반감을 기대할 수 있는 것이다. 이 省에너지성이 높기 평가되어 전기한 「省에너지벤가드21」을 수상하여 앞으로의 적용확대가 크게 기대되는 제품이다.

省에너지화에 대한 다른 관점에서는 전력부하의 평균화도 중요하다. 同社는 전력피크부하 저감과 부하평준화를 목적으로 빙축열을 이용한 공조냉동시스템을 실용화하고 있다. 이 시스템은 야간에 기기를 운전하여 열을 만들어, 주간의 냉방·냉각에 활용함으로써 부하평준화를 실현하고 아울러 러닝코스트 저감 등의 경제효과도 얻을 수 있도록 되어 있다. 이 빙축열시스템은 아직 걸음마 단계이나 앞으로 축열조의 소형화, 저코스트화, 제빙운전시의 COP 향상 등 기술과제를 해결하면서 보급·확대될 것으로 생각한다.

프레온규제 대응에 있어서는 룸에어컨과 마찬가지로 빌딩용멀티에어컨 및 중·소형 냉동기부터 대체냉매의 실용화가 개시된 단계이다. 업무용공조기에서는 非共沸混合冷媒인 R-407C 냉매가 도입되고 있다. 이 냉매는 순환組成이 공조기의 운전상황에 따라 변화하는 특성을 갖고 있는데 同社는 독자적인 순환조성검지회로에 의하여 이 과제를 해결하여 고효율운전을 실현한 빌딩용멀티에어컨을 시장에 투입하고 있다. 앞으로의 대체냉매기의 보급확대에 관하여는 리프레이시시장에서의 기실배관에 대한 신뢰성 확보와 함께 省에너지화, 省프레온화가 중요한 기술과제가 된다.

### 라. 가정용 공조환기시스템

가정에서의 에너지소비를 억제하기 위하여 국가가 고기밀·고단열 주택의 보급 촉진을 도모하고 있어 2000

년에는 40만호의 건축이 예상되고 있다.

고기밀·고단열 주택은 그 높은 단열성 때문에 전관 냉난방이 가능하여 쾌적한 생활과 省에너지성의 양쪽을 실현할 수 있다.

그러나 한편으로는 자연환기량의 감소로 CO<sub>2</sub> 증가, 실내먼지와 생활냄새라는 공기오염과 결로에 의한 곰팡이·진드기의 발생 등의 문제가 생기기 쉽다. 그 때문에 항상 안정된 환기가 필요하며 실외에 버리는 열을 회수할 수 있고 省에너지화와 양립가능한 열교환형 환기팬의 적용이 확대되고 있다.

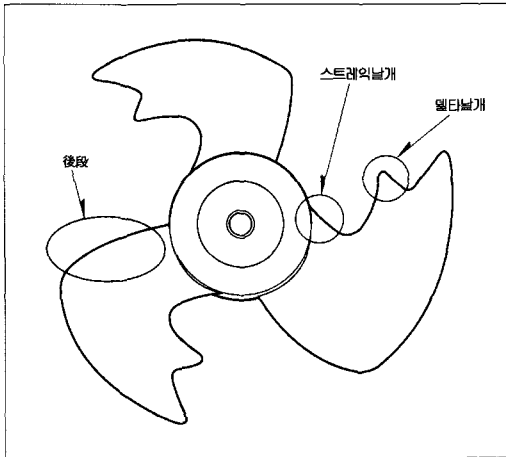
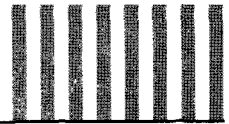
同社에서는 이와 같은 종래의 주택과 다른 특성을 갖춘 고기밀·고단열주택에 대응하는 공조·환기시스템의 개발을 추진하고 있다. 예를 들면 전관냉난방과 환기를 하나의 유닛으로 동일덕트에 의하여 행하는 덕트식 센트럴 환기·냉난방시스템 “에어리조트”는 건강, 쾌적, 省에너지, 省스페이스를 실현하는 공조방식으로 호평을 받고 있다. 또 24시간 각 거실에 신선한 공기를 공급하며 오염된 공기를 욕실, 세면장, 화장실 등의 Sanitary Zone에서 환기하는 “Air Flow 환기시스템”은 계획배기를 효율 좋게 행하여 적정한 실내환경을 유지하는 환기시스템으로서 주택에 표준장비되어 다세대·단독주택 공히 수요가 증대하고 있다.

또한 이들 시스템을 구성하는 기기의 省에너지화에도 적극적으로 대처하고 있으며, 그림 5에서 표시하는 것과 같은 “Delta Extra 팬”을 채용한 업무용 유압환기팬은 저입력, 경량화, 저소음의 실현으로 전기한 「省에너지벤가드21」을 수상하였다.

## 4. 주택설비 가전기기

이 장에서의 주택설비 가전기기로서는 조명기구, 조리·가사 가전기기, 급탕기, 그리고 신에너지이용기기로서의 태양광발전시스템을 말한다.

이들 기기는 사용에너지량이라는 관점에서 보면 조명기구와 급탕기를 제외하면 연간에너지사용량으로는 비



〈그림 5〉 델타엑스트러팬

교적 적으나 省電力化는 큰 과제여서 기기 각각에 대하여 省電力방안을 모색, 추진하고 있다.

### 가. 조명기기

조명분야에서는 省에너지성과 '눈에 친근함'의 이점을 살려 형광등기구의 인버터화가 진전되고 있다.

형광등기구 출하대수의 인버터화율은 '96년에는 23.5%였던 것이 2000년에는 60~70%로 크게 신장될 것으로 예측되고 있다. 또 앞으로 개발될 소위 新光源램프에 대해서는 소형·고효율성의 관점에서 인버터에 의한 고주파점등 전용사양이 전제로 되어 있고 나아가서는 형광램프 이외의 발진램프에도 인버터가 보급되기 시작하고 있다. 점포, 쇼윈도 등에 사용되고 있는 메탈 하이라이트 램프는 그 대표적인 예이며, 앞으로 이런 경향으로 더욱 박차가 가해질 것으로 생각된다.

최근동향으로 특히 주목할 점은 종래의 자기식안정기와 같은 단지 일정한 光量으로 조명하는 출력고정형만이 아니라 조도를 연속적으로 바꿀 수 있는 연속조광형이 보급되기 시작하였다는 점이다. 이 연속조광형은 조도센서, 人感센서와 조합하여, 예를 들면 창측부분은 晝光을 이용하여 형광등으로부터의 광량을 줄이고, 사람이 없을 때는 자동적으로 소등되도록 한다든지 하여, 대폭적인 省에너지화가 가능하여 앞으로 급속히 보급될 것으로 생각된다.

이들의 인버터 개발에는 파워일렉트로닉스 기술이 활용되고 있으며, 저손실의 파워소자의 개발도 어려워서 조명용인버터는 보다 더 소형·고효율화되어 조명기구의 省에너지화에 크게 공헌할 것으로 생각된다.

### 나. 조리 및 가사용 가전기기

조리 및 가사용 가전기기는 냉장고, 전자동세탁기, 전자레인지, 전기밥솥 등이 주력상품이다. 냉장고를 빼면 이들 상품은 최대소비전력은 크나 사용시간이 짧고 연간소비전력량은 비교적 작은 것이 많다.

그러나 이들 상품도 표 1에 표시하는 바와 같이 省에너지화에 대한 노력이 이루어지고 있다. 전자동세탁기의 洗淨性を 개선하여 단시간세정화로 결과적으로 省에너지성을 실현하고 있으며, 전자레인지의 회로를 인버터화하거나 청소기에서는 먼지센서와 조합하여 최적의 흡인력으로 제어하도록 하여 省전력화를 실현하는 것 등이다. 표 2에 省에너지화의 일례를 들었다.

이들 개개의 상품특유의 省에너지화에 더하여 더욱 중요한 과제는 대기전력을 줄이는 일이다. 개개의 기기

〈표 1〉 調理家電・家事家電기기의 省에너지화의 예

제 품	省에너지化	내 용
전자동세탁기	143W·h→109W·h(24% 절전) 168리터→152리터(10% 절수)	고효율 세정으로 씻는 시간 13분→10분으로 수위 센서에 의한 센싱 정도 향상
전자레인지	대기전력(4.5W→0W)	도어를 열면 전원 ON, 조리가 완료되면 OFF로 조리 이외 전력 삭제
전 기 밥 솥	12시간 보온시의 전력 477W·h→322W·h(32% 절전)	3층 스테인레스 두께에 의한 보온효율개선
청 소 기	소비전력 1,000W→800W(20% 절전)	실내의 온도·습도에 따라, 진드기가 번식하기 쉬운 조건 1,000W 운전, 번식조건에서는 800W 운전, 적정파워로 청소한다(진드기 주의보 센서)

〈표 2〉 각종 태양전지 셀의 변환효율

종 류	셀 면적(cm <sup>2</sup> )	변환효율(%)
단결정 실리콘	4	24.0
	25	23.5
다결정 실리콘	100	17.2
	225	17.1
III-V族 화합물	4	30.3
	1	33.3
다결정 Si박막	100	16.0
	1	20.0
아몰퍼스 Si	900	10.3
	1,200	9.5
II-VI族 화합물	0.96	17.6
	52	14.2

의 대기전력은 수W 전후로 적으나, 사용되고 있는 대수가 많기 때문에 일본 전체로는 큰 전력량이 된다. 同社は 대기전력 '제로(Zero)'의 전자라인지를 판매하기 시작했는데, 이것이 다른 상품에도 확산되어 나가기를 기대하고 있다.

## 다. 옥탕시설

전력부하 평준화의 관점에서는 심야전력을 이용하는 전기온수기가 각광을 받고 있다. 종래 전기온수기는 설치장소를 차지하는 등의 문제가 있었으나 角型타입의 출현으로 그 문제도 해결되어 가고 있으며 최근에는 편리성 향상의 관점에서의 개발이 진전되고 있다.

옥탕시설은 그 동안 대폭적으로 편리성이 향상되었는데, 최근에는 급탕배관을 옥조급탕과 샤워/부엌급탕으로 2계통화하여 따로 따로 탕온도 조절이 가능한(가스 기기에서는 실현할 수 없는) 기능을 가진 기기(同社제품명 "Eco-Auto")도 출현하고 있다.

앞으로 심야전력을 이용한 온수기는 히트펌프와의 조합으로 더욱 고효율화되거나 태양광발전시스템과의 조합 등으로 더욱 신장될 것으로 생각된다.

## 라. 주택용 태양광발전시스템

주택용 태양광발전시스템은 다른 자연에너지이용 발전시스템과 비교하여 입지제약이 적고 소용량에서도 고효율을 실현할 수 있는 이점이 있으며 또한 제작을 포

함한 라이프 사이클 에너지수지의 관점에서 지구온난화의 주 요인인 이산화탄소의 발생량이 적으므로 보급 확대가 기대되고 있다.

이 시스템의 주택 설치건수는 '96년도에는 약 2000건인데 국가적인 정책지원에 힘입어 2002년에는 약 6만건으로 크게 신장할 것으로 예상하고 있다.

이 시스템의 보급확대를 도모하기 위한 과제로는 고효율화와 저코스트화를 들 수 있으며 태양전지셀과 파워컨디셔너를 포함하는 시스템으로서 응용면에서의 기술개발에 따라 실현되어 나갈 것이다. 특히 태양전지셀의 고효율화는 저코스트화를 추진하는데 있어서도 중요하며, 표 2에 그 상황을 표시한다. 현시점에서는 단결정 실리콘타입에서 23.5%, 다결정 실리콘타입에서는 17%를 넘는 것이 試作레벨에서 보고되고 있다. 또한 새로운 움직임으로서 아몰퍼스타입과 다결정실리콘과의 하이브리드형, 결정계 薄膜셀, 화합물계 셀 등의 태양전지셀도 연구되고 있다.

한편 응용면에서는 베란다나 카포트 등의 여러 설치 장소에 대응가능한 1kW 이하의 소용량타입의 시스템이나 태양열과 광발전의 양에너지를 조합하여 이용하는 전기·열 하이브리드 시스템 및 지붕·건재 일체형의 모듈이 유망하다.

이상과 같이 이 시스템은 구성요소와 응용시스템의 개선으로 더욱 고성능화와 다양화가 진전되고 그것이 또 보급확대로 이어질 것으로 생각된다.

## 5. 맺음말

앞으로도 지구환경보호에 대응하여 사람에게도 지구에게도 친근한 기술을 더욱 발전시키는 개발을 추진해 가고자 한다. 그리하여 건강하고 보다 풍요로운 사회의 실현에 크게 공헌할 수 있도록 노력하고자 한다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.