

일본의 가정용 가스 냉방기기 개발 현황

가정용 가스냉방기기의 실용화는 하계피크전력 경감, 천연가스 도입촉진 등의 국민경제적인 효과가 크고, 또한 가스사업자도 여름과 겨울의 수요격차를 축소 하는데 가장 바람직한 수단으로 생각하고 있다. 이러한 이유때문에 과거에 많은 시도가 있었으며, 그 결과를 종합하여 일본가스협회가 1992년부터 1995년까지 4개년 계획으로 추진하고 있는 「가정용 초소형 가스냉방기기 기술개발사업」은 실용화에 가장 큰 과제인 기기가격 절감, 보수기능 향상에 중점을 두고 개발을 추진하고 있다.

사업에 참가한 메이커와 사업자가 기술력을 한데 모아 노력한 결과 사업개시 이래 2년사이에 기술개발이 크게 진전되어 과제달성 전망이 밝아졌다.

개발의 배경

도시가스를 이용한 냉방의 보급은 전력과 도시가스 양사업자간 수급평준화를 실현하는 효과 뿐만 아니라, 천연가스 도입촉진에 따른 석유의존도 경감과 환경 문제에 기여하는 효과가 크다.

① 전력, 도시가스 수급 개선

하계 전력피크 수요증가가 현저하여 전력회사는 이 피크수요에 대응하기 위해서 매년 막대한 설비투자를 하고 있다. 한편 도시가스 수요가 하계에는 겨울철의 약 60%까지 낮아져서 많은 공급 여력을 갖게 된다. 도시가스에 의한 냉방의 보급은 이러한 양 사업자의 계절간 수급차이를 축소케 하여 설비 효율 개선에 기여하게 된다.

② 천연가스 도입촉진

일본에서 천연가스는 1차에너지의 약 10%를

차지하고 있어 基幹에너지의 하나가 되었다. 석유의존도의 경감과 환경개선이라는 관점에서 더욱 많은 가스도입 촉진이 기대되고 있는데 가스냉방의 보급은 이러한 목적을 달성하기 위한 방안의 하나이다. 따라서 종래부터 도시가스 사업자를 중심으로 한 가스냉방의 보급확대가 적극적으로 추진되어 업무용의 경우에는 냉방설비 용량의 약 15%를 차지하게 되었다. 그러나 최근 급속하게 증가되고 있는 가정용 냉방분야에 있어서는 도시가스 점유율이 거의 제로 상태이다. 가정용 가스냉방 실용화를 위한 기술개발은 도시가스 사업자 및 관련 메이커가 많은 시도를 하였으나, 어느 경우에도 주로 기기제조 원가의 장벽에 부딪치어 아직까지 실용화 되지 못하였다. 그러나 이번의 기술개발을 통하여 광범위하고도 고도의 기술이 축적되어 실용화 할 수 있는 환경은 정비 되었다. 이러한 기술을 집대성하고 발전시켜 가정용 가스냉방기기의 실용화를 기하기 위하여 통산성 자원에너지청으로부터 보조금을 교부받아 일본가스협회 중심으로 기술개발을 추진하게 되었다.

기술개발 사업의 개요

(1) 연구개발 테마

이 사업은 가정용 가스냉방기의 조기 실용화를 실현하기 위하여 일본가스협회가 통산성으로부터 국고보조금을 교부받아 4개 대형가스사업자 (동경가스, 대판가스, 동방가스, 서부가스) 및 12개 참가메이커의 협력하에 1992년도부터 1995년도까지 4개년의 계획으로 추진하고 있다.

〈표1〉 개발테마 개요

냉방방식		공동연구개발메이커	냉방능력	대응실수
흡수식	臭化 리튬 흡수식	高木산업(주)	2.2kW	1실
		矢崎총업(주)	3.5kW	1실
		荏原제작소	7.0kW	3실
	암모니아 흡수식	松下전기산업(주)·松下주설기기(주)	7.0kW	3실
		다이킹공업(주)·린나이(주)	7.0kW	3실
압축식	GHP식	야마하 발동기(주)	3.2kW	1실
		本田기술연구소·三洋전기(주)	5.0kW	2실
		안마디젤(주)	6.7kW	3실
	빌미에식	三菱전기(주)	3.0kW	1실
		三洋전기(주)	4.0kW	1실

4년간의 사업비 총액은 약 40 억엔이며, 그중 절반은 국가가 보조하고 나머지 절반은 4개가스 사업자와 참가 메이커가 각기 25%씩 부담한다.

현재 〈표1〉에 표시된 4방식, 10테마의 연구개발을 실시하고 있으며, 각 테마별로 일본가스협회, 4개 가스사업자 및 참가메이커등 3자간에 공동 연구개발계약을 체결하여 개발하고 있다.

(2) 연구개발 목표

본 사업의 목표는 단순한 기술개발이 아니라 어디까지나 가정용 냉방기기의 실용화에 있다. 다시 말하면 시장에서의 전기식 히트펌프와 경합할 수 있는 가스 냉방기기 개발이 최종목표이며 기준으로서 〈표2〉와 같은 목표치를 설정하였다. 용량은 가정의 1실 내지 3실까지 커버할 수 있는 범위로 하고, 효율(COP)은 업무용 중형기와 비등하게 한다. 실외기기의 크기는 제조원가와 밀접한 관련이 있고, 또한 설치라는 관점에서도 아주 중요한 요소이다. 되도록 소형, 경량화 하는 것이 바람직하지만 기술적인 가능성과 경합성을 고려하여 위와같은 목표치를 설정하였다. 대량으로 보급될 경우의 사회적 영향을 고려하여 NO_x나 소음 등의 목표치를 결정하고 가정에서의 유지보수나

설치편의성을 감안하여 수랭식은 제외 하였다.

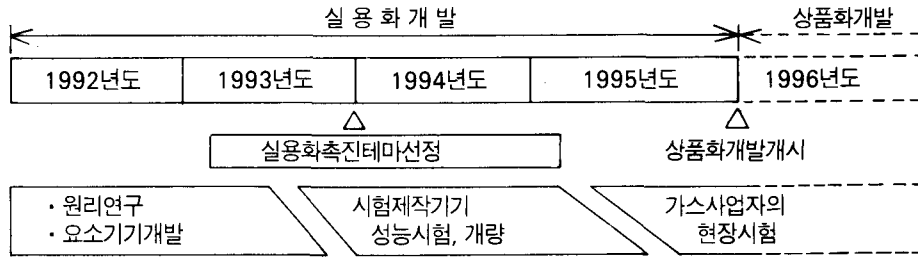
위의 목표가 달성되고, 또 양산기술이 확립된다면 제조원가와 유지비를 포함한 총비용면에서 전기식 히트펌프와 경합할 수 있을 것으로 생각된다.

(3) 개발계획

4년간의 연구개발기간을 크게 양분하여 전반 2년간은 소형 경량화 등을 실현하기 위한 요소기술의 개발 및 성능확인, 후반 2년간은 시험제작기기의 제작과 실증기기에 의한 필드

〈표2〉 연구개발목표치

항 목	목 표	
능 력	냉방	7.0kW 이하
	난방	냉방능력이상
C O P	냉방	7.0 이하
	난방	0.75 이상
크 기	설치면적	전기식과 동등
	높이	전기식의 1.5배이하
저공해성	배출농도	80ppm 정도이하
	소음	전기식과 동등
수명	10년	
냉각방식	보수기능향상을 위해 공랭으로함	



〈그림1〉 개발계획

테스트를 할 예정이다. 1993년말에는 각 테마별 진척상황을 평가하고, 특히 진척도가 양호한 3개 테마를 최종년도에 전국적인 규모로 필드 테스트를 하게 될 실용화 촉진 테마로서 선정하였다.

기술개발의 특징과 2년간의 성과

전기식 히트펌프와 결합할 수 있게 하기 위하여 개발기기의 사양에 대하여 엄격한 목표치를 설정하였다. 특히 기기의 제조원가와 밀접한 관계가 있는 기기 중량에 관하여는 대략 현재 시판되고 있는 같은 용량 소형업무용 GHP의 거의 1/2 정도까지 경량화 할 것을 목표로 하고 있다. 이와 같이 엄격한 목표, 특히 소형 경량화를 실현하기 위하여 각 테마별로 종래에 없던 새로운 개념을 도입한 기본 설계를 하고 이에 따른 요소기술과 시스템 개발에 착수하였다. 이번에 도입한 새로운 설계개념, 요소기술 및 2년간에 걸친 성과의 예를 든다.

(1) 臭化리튬(LiBr)흡수식

LiBr흡수식은 업무용으로 이미 오랜기간 사용한 실적이 있으며, 대표적인 가스 냉방방식이지만 가정용으로 적용하는 데는 공랭식으로 하는 것이 곤란하고, 많은 열교환기가 필요하기 때문에, 기기가 아주 무겁다는 등의 해결해야 할 과제가 있다.

이러한 과제를 극복하기 위하여 다음과 같은

기술개발을 추진중이다.

① 직팽(直膨)도관 방식

실외기와 실내를 공기다트로 연결하여 실외기로 뽑아낸 실내공기를 증발기에서 직접 냉각시키는 직팽도관 방식을 채택하면 증발기 온도를 높일 수 있으며, 그 결과 흡수기의 공랭화가 가능하다. 더욱이 과거의 칠러(chiller) 방식에서 필요하였던 냉수순환 펌프가 불필요하고, 실내기를 간단한 흡출구와 흡입기로 대체할 수 있기 때문에 실외기, 실내기를 포함한 시스템전체의 소형 경량화를 기대할 수 있다.

② 신흡입액

臭化리튬(LiBr)만을 사용하는 종래의 흡수액과 비교할 때 臭化리튬이외의 어떤 종류의 물질을 혼합한 신흡수액은 수증기를 흡수하는 능력이 높기 때문에 이를 사용하면 흡수기의 소형, 경량화를 기대할 수 있다.

③ 열교환기

박판 프레스가공과 자동용접, 납땜가공 등의 제조기술로 고효율 열교환기를 개발하여 재생기, 증발기, 흡수기 그밖에 열교환기 등의 소형경량화와 양산성 향상을 추진하고 있다.

이상과 같은 요소기술 개발결과로 이미 실용화된 업무용 흡수식 냉동기와는 전혀 개념이 다른 공랭식의 아주 콤팩트한 흡수식냉방기 개발을 실현하게 되었다. 〈그림2〉가 목표치에 가까운 성능을 보유한 기기모델이다.

(2) 암모니아 흡수식

암모니아 흡수식은 암모니아를 냉매로, 물을 흡수제로 사용하는 방식으로서 공랭화, 히트펌프화가 용이하여 난방할 때에 높은 효율을 기대할 수 있기 때문에 가정용으로서 바람직한 장점이 있다. 그러나 臭化리튬 흡수식과 같이 많은 열교환기를 필요로 하고, 또한 온도가 지나치게 높아지면 2중효용이 사실상 불가능하기 때문에 냉방효율이 떨어진다는 문제가 있다. 이러한 문제를 다음과 같은 기술로 극복하려고 추진하고 있다.

① 고효율 열교환기

流路의 모습을 본딴 아주 얇은 스테인레스판을 여러개 겹친 적층식 열교환기를 개발하고 있다. 이 적층식 열교환기는 流路의 형태를 상당히 자유롭게 설정할 수 있으며, 더구나 체적단위당 열교환기 면적이 아주 크기 때문에, 예를들면 흡수기, 응축기 등 2개 이상의 열교환기를 한개의 블록으로 합치게 되면, 부품점수를 감소케하는 동시에 대폭적인 소형경량화를 실현할 수 있다.

② 어드밴스드 사이클

암모니아 흡수식은 이중 효용화가 곤란하기 때문에 효율을 향상케 하는 방법으로서 흡수열을 용액의 승온, 재생에 이용하는 GAX, AHX 등 어드밴스드 사이클(Advanced cycle)을 실용화하려 하고 있다.

이상과 같은 기술을 응용한 원형시작품을 제작하였으며, 시스템 용량, 효율 및 기기중량은 아직 목표치에 미치지 못하는 면이 있으나 주요기술요소, 예를들면 적층식 열교환기의 경우에는 거의 목표한 대로의 성능을 얻을 수 있어 1994년도 중에 목표치를 충족하는 prototype 기기가 완성될것으로 예상된다.

(3) GHP

업무용소형 GHP는 1987년 상품화된 이래 이미 7년간의 실적이 있으며 성능과 신뢰성 면에서도

크게 향상되었다. 더욱이 엔진의 배열회수로 난방시의 효율을 높일 수 있다는 장점이 있다. 그러나 가정용으로 적용하는데는 아직도 부피가 크고 무거우며 가격면에서도 문제가 있다. 또한 배기중의 NOx치가 높아진다는 문제점이 있다. 이러한 과제를 극복하기 위하여 다음과 같은 시험을 하고 있다.

① 엔진, 콤프레서의 고속회전화

엔진, 콤프레서를 고속(현 2,000 rpm → 3,000 rpm)으로 회전케 함으로서 이것의 소형, 경량화를 시도하는 한편, 고속회전에 따르는 소음, 진동 및 내구성 등에 대하여 많은 주의를 경주하고 있다.

② 부품의 감소

엔진과 콤프레서를 직결하여 벨트를 폐지하고 배기 열교환기와 배기소음기를 일체화하며 비등엔진 냉각방식으로 냉각수 순환펌프를 생략하는 방법으로 부품수의 감소와 경량화를 시도하고 있다.

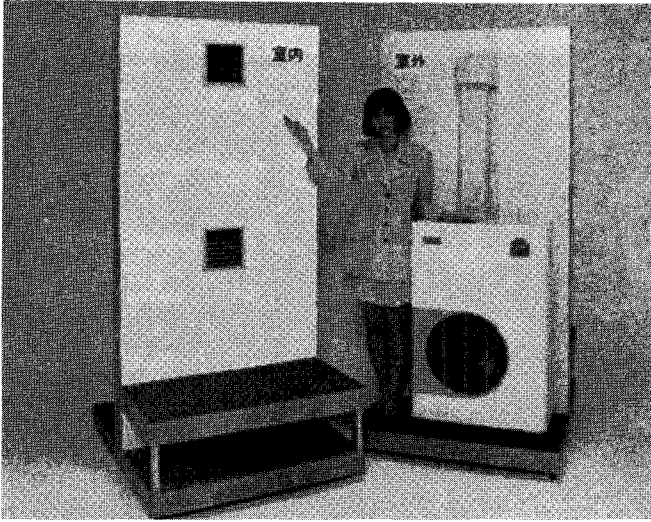
③ 희박연소엔진

엔진연소실 개량등을 통하여 희박연소를 할 수 있게 하여 NOx농도의 감소와 효율향상을 시도하고 있다.

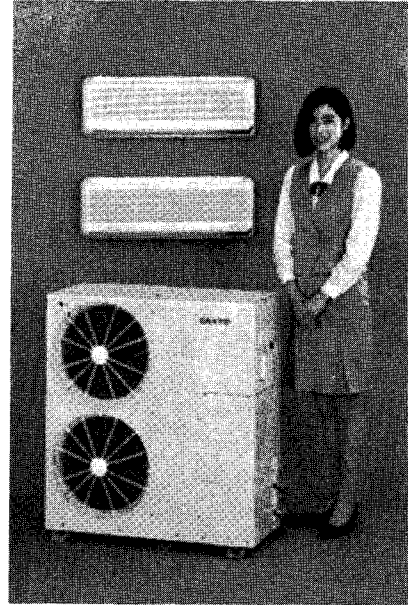
이미 냉방능력, 효율 및 기기중량에 관하여는 목표치를 거의 충족하는 원형 기기를 제작하였다.(그림 3) 현재 주로 소음, 진동의 저하 및 냉난방 자동 운동이 가능한 기기제작을 추진하고 있고 금년중에 실용기기의 성능에 가까운 기기를 완성할 예정이다.

(4) 빌미에식

빌미에식 히트펌프(VMHP)는 스테어링엔진과 유사한 원리에 의하여 작동하는 히트펌프이다. 고압헬륨가스가 봉입된 실린더 내부에서 2개의 피스톤(displacer)이 움직여 헬륨가스의 압축, 팽창으로 발생하는 냉열과 온열을 열교환기로 뽑아내서 이용한다. 이론적인 효율, 특히 난방시에



〈그림2〉 臭化리튬 흡수식 prototype기기(2.24kW)



〈그림3〉 GHP prototype기기(5.0kW)

효율이 높다는 장점이 있으나 고압이기 때문에 기기가 무겁고 또한 실증된 열효율이 아직 낮기 때문에 세계적으로도 실용화된 예가 없다. 세계최초의 실용화를 목표로 다음과 같은 기술개발을 실시하고 있다.

① 제어용모터의 소형화

VMHP는 기동시 또는 부분부하시의 회전수 제어를 위하여 전동모터를 사용하고 있으나, 이 모터의 중량이 상당한 비중을 차지하고 있다. 이번의 개발에서는 열교환기내 압력손실의 저감, 리니어 모터의 채택등으로 모터의 소형, 경량화를 시도하고 있다.

② 프리 피스톤식

기기본체 중량중 큰 비중을 차지하고 있는 크랭크 샤프트를 없애고 그 대신 적당한 강도의 스프링과 리니어모터로 2개의 피스톤 움직임이 조화되게 함으로써 소형, 경량화를 실현하려고 한다.

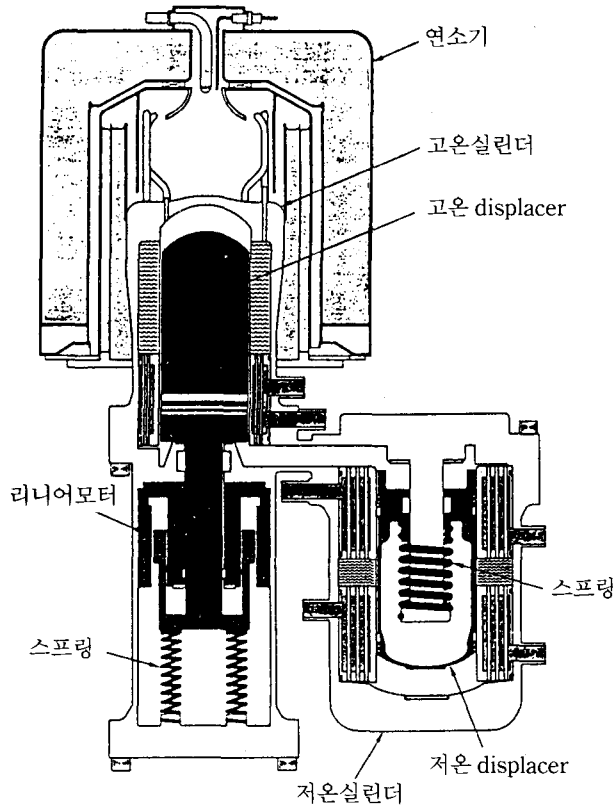
이상과 같은 개발로 최근 2년간 성능과 중량이 모두 빠르게 개선되었다. 현재까지 아직 목표치는 달성하지 못하겠지만, VMHP에 관한 본격적인

연구개발이 시작되지 얼마되지 않은 점을 고려한다면 앞으로 연구개발에 큰 진전이 있을 것으로 기대된다.

앞으로의 개발계획

사업최종년도인 1995년에는 현재 개발하고 있는 3개의 테마(실용화촉진테마 : LiBr흡수식, GHP)를 중심으로 전국에서 수십대규모의 필드 테스트를 실시하여 개발기기에 대한 성능확인과 실용성 검증에 할 예정이다. 이 필드 테스트를 원활히 실시하기 위하여 1994년도에는 실용기기에 가까운 수준의 성능을 갖춘 실증기를 제작하여 참가가스사업자가 중심이 되어 여러가지 성능시험, 내구시험 등을 함으로서 필드테스트 실시계획과 보조를 맞추도록 하고 있다.

실용화촉진테마 이외의 테마도 앞으로 실용화가 크게 기대되기 때문에 그 테마를 실용화개발테마라 하여 앞으로 계속 개발할 방침이다.



〈그림4〉 Free-piston VMHP

특히 암모니아 흡수식과 빌미에식은 기술적으로 새로운 방식이고 난방효율이 높아 가정용으로서 바람직한 장점을 갖추고 있기 때문에 기술적인 시리즈로 중요성을 인정받고 있다. 이러한 관점에서 암모니아 흡수식(마쓰시다 전기산업) 과 빌미에식(산요전기) 2테마는 1995년도에 몇대의 필드 테스트를 실시할 것을 목표로하여 개발할 예정이다.

그 밖의 테마에 대해서도 앞으로 기술개발이 신속하게 이루어지는 경우에는 몇대 정도의 필드 테스트를 실시할 예정이며, 기술개발과 더불어 가정용 냉방기 보급을 촉진하기 위한 여러가지 시책에 대해서도 검토를 하여 사업완료후 신속한 보급촉진을 하기 위한 대비를 하고 있다.

(가이다 요시오, 일WEC국내위 동력, 224호 94/9)(KJ)