

공조 설비 분야에 있어서 연구·개발의 동향

— 냉난방 설비의 에너지 절약 —

The Trend of Research and Development in Air-Conditioning System

서 석 칭*
S. C. Seo

1. 서 론

최근 10년간 공기조화분야의 연구·개발동향을 주로 공기조화 냉동공학회지에 게재된 논문과 일본의 관련학회의 논문집 및 학술강연회 강연논문집(약칭 : 강연집)에 발표된 논문과 ASHRAE 논문집에 게재된 논문을 참고로 하여 연구 동향을 비교하여 보기로 한다. 그리고 강연집에 포함된 논문은, 새로운 연구 및 기술의 발표라는 점에서 공조냉동분야의 연구 동향을 파악하는데 중요한 자료가 되었다. 한편, 논문집은 연구자의 전문분야별 연구 개발의 경향과 논문작성의 의지에 따른 그 분야의 연구 활동 상황이 잘 반영되어 있었으며 주로 연구 개황을 말한다면 에너지 절약에 기반을 두고 있는 것이 많았다.

ASHRAE 논문집 외에 심포지엄 논문과 Technical Papers도 비슷하다고 생각되는데, 그중에서도 전자는 학회(ASHRAE)를 주도하는 입장이었다고 할 수 있으며 세계적으로 여러 방면에 다양한 논문발표가 나타나 있으므로 시야가 넓고, 더불어 냉동 관련 논문도 많이 포함하고 있었다.

일본에서는 이 분야의 발표가 일본 냉동 협회·일본 건축 학회로도 분산되어 있어 학회지의 특집 기사가 ASHRAE의 Symposium

Papers에 해당하는 쪽도 있는 것에 유의해야 한다. 앞에서 언급한 바와 같이 10년간의 연구동향을 한마디로 말하면, 에너지 절약으로부터 나온 것으로, 인간·시스템 최적환경에 대한 모색이었다.

논문집의 발행이 회원의 연구의욕을 많이 고취시켰고, 여기서는 우선 10년간의 연구개발의 특질과 그 배경에 대해서 기술하고, 이어서 논문집·학술강연회 강연논문집의 각각에 관련하여 연구·개발 동향의 기록과 보고 리스트를 참조해서 에너지 절약에 대한 것은 물론 공조설비 분야에 대해 앞으로의 동향을 전체적으로 소개하고자 한다. 또한 여기서는 공조설비 분야의 연구 동향을 1977~1986년까지의 자료를 표 1~3으로부터 통계적으로 살펴보기로 한다. 그리고 본 학회 관련 논문 자료는 우선 학회지에 게재된 것만을 간추렸으며, 추후 계속해서 학술강연 논문집의 자료도 정리하고자 한다.

2. 10년간의 연구·개발의 특질과 배경

고도 성장으로부터 유류 파동으로 인한 에너지 위기에 이르기까지 최근 10년은 특히 에너지 절약 및 최적 환경에 주안을 두게 되었으며 불황중에서 철저한 합리화, Cost Performance의 추구가 결실을 맺었으나, 그 이면에

* 정회원, 한국기계연구소 책임연구원

는 산·학·관(연)의 에너지 절약에 대한 협력 연구·개발 관계가 있었기 때문이다. 특히 Oil Shock를 수반한 최근 10여년간의 사회·경제적 특징으로서는, 역시 그 후반에 생긴 일본의 경우 엔고 불황과 무역 수지의 불균형이라는 모순의 발생에 의해서 여기에 적응하는 연구 개발에 힘쓰게 되었으며, 이와 같은 정세화속에서 10년간의 공기 조화의 연구·개발의 동향에 대한 특질과 그 배경을 요약하면 다음과 같은 경향이 두드러지게 나타날 것으로 볼 수 있다.

2.1 공기조화·위생공학회 논문집의 발행

최근 10년간 발행된 논문집이, 학술 단체로서의 학회의 평가를 높이는 것으로 되었다. 많은 대학에서는 자격 심사를 위한 연구실적을 증명하는 권위 있는 심사 논문집으로서 이것이 인정되고 있는 것은, 학제적 요소를 많이 포함한 이 방면의 유일한 논문집이기 때문에 당연한 것이다.

논문집 발행에서 결점이 전혀 없는 것은 아니다. 학회지에서 모든 연구 논문이 사라지고, 기대된 기술 보고도 생각보다 투고되어 있지 않기 때문에, 논문회원 이외의 대다수의 회원의 눈에 연구 논문이 언급되지 않게 된 것이다. 이 공백을 메우기 위해 편집 위원회에서는 학회지에 특집 기사나 강좌 기사를 편집하게 되는 노력을 기울이게 된 것이다.

2.2 에너지 절약의 동향과 그 영향

전반의 에너지절약 중심주의에서 에너지 절약의 보급, 그리고 후반의 에너지 사정의 완화라는 흐름이 최근 10년간의 동향으로 크게 작용하고 있다. 공기조화 냉동공학회의 에너지 절약 위원회를 중심으로 한 기준 작성의 활동이나, 각 기업 등의 연구·실시 설계의 현장에 일어나는 성과나 노력이 실지로 시작된 것이 최근 10년간의 시작이었고, 공조 기술의 본연의 자세로 대폭적인 호전을 이루게 되었다. 한편으로, 에너지 절약 철학이 환경의 질을 떨어뜨리는 것은 아니고, 공조 본래의 목

적인 쾌적 환경이라는 것이 무엇이나를 논의하고, 종래 일부의 연구 그룹으로 한정되어 있던 이 종류의 연구가 널리 개방되므로서 각 전문 분야에서의 발언도 두드러졌다. 에너지 사정의 완화는 직접적으로 지역 냉난방 프로젝트의 활성화에 가장 여실히 나타났는데, 에너지원·열원 시스템의 다양화를 찾는 개발 동향이 활발하게 되었다.

2.3 태양열 이용기술 개발의 흥망

국가 프로젝트인 Sunshine 계획이 박차를 가해, 태양열 이용, 특히 태양 냉방이 각종 보조정책에 따라서 실용화에 박차를 가한것이 최근 10년간의 시초이다. 이 프로젝트에는 많은 학회위원이 참가했고, 또한 학회 자체도 그 소프트웨어 연구를 분담한 것도 있고, 더붙어는 정부측의 자연 에너지 연구 프로젝트에 작으나마 대학 소속의 학회회원이 참가하는 것 등 수많은 연구·실시 보고가 발표되었다.

과거의 경과를 보아도, 태양열 이용연구·실시는 그 시점의 에너지 사정에 가장 민감하게 반응하고, 후반에 에너지 사정이 완화되기에 이르러서 세상의 관심이 적어지고, 그럼으로 해서 연구의욕이 약간 줄어들었다.

2.4 마이크로 컴퓨터의 대량보급

최근 10년간에 들어와서, 마이크로 컴퓨터의 대량 생산·성능 향상·저가격화·대량 보급 등이 달성되어, 이 기술 분야에도 많은 형태로 깊은 영향을 받게 되었다.

우선 연구·개발의 분야에서는, 실험계측에 데이터 처리에, 그리고 수리계산(數理計算)에 일찍부터 도입되었다. 지금은 초기의 기계에 비하면, 전체 수집배의 계산 속도·기억 용량으로 되어 있고, 수치 계산도 충분히 해낼 수 있게 되었다.

이어서, 공조의 관리 제어의 분야에 보급을 시작했고, 하나의 벡터로는, 시판되고 있는 저가격의 퍼스널 컴퓨터를 이용해서 스스로 프로그램을 작성하는 것으로 에너지 절약 실험적 프로젝트에 연구·개발적으로 시도했다. 또

하나의 벡터는 모든 컨트롤러에 마이크로 프로세서를 채용해서 디지털 제어화를 추진하고 있는 공조제어 메이커가 중앙 감시 제어 시스템에 도입을 시작했고, 특히 로칼 루프(Local loop)의 형성, 계층 시스템의 구축이 점점 가능하게 되었다. 그동안, 일본의 집적화로 생산기술의 발전은 한정된 곳을 모르고, Super Clean Room의 요구로 후반에 이르러서 Clean Room에 관한 연구·개발이 가속화되었다.

2.5 최적화 사상의 보급

전기·후기에 개화된 최적화의 사상이 설계, 제어, 연구·개발의 다방면에 있어서 널리 보급되었다. 선행된 공조시스템의 최적화 제어의 실적이 발표되었고, 계속해서 각종의 에너지 절약 기법의 평가 시스템이 추구되어, 그 결과 초에너지절약 빌딩이라 부르는 건물도 완성됐다.

공조에서 아주 복잡한 시스템의 최적화를 위해서는 서브시스템의 최적화를 조합시키기는 어렵지 않으나, 축열 시스템·태양 집열 시스템·VAV 시스템 등에 있어서 최적화의 방책이 깊이 연구되었다. 최적화 중에서 경제성·적정 수명의 문제도 당연히 포함되므로 이것에 속하는 Life cycle 분석·Recycle에 관한 흐름이 최근 10년간 말미에 활기를 더할 것이다.

2.6 시뮬레이션·시스템 해석의 진전

전자 계산기를 에너지 절약·최적화를 달성하기 위해서 또 설계 품질의 향상을 목표로 에너지 해석을 목적으로 한 시뮬레이션 프로그램이 각 방면에서 취급되었고, 그 완성된 형태는 국가적·전방위적으로 몰두한 미국이 상당히 앞서가는 수준이었다.

같은 공조 시스템의 동특성 해석에 대해서도 인정되었으나, 공조 시스템의 요소, 예를 들면 냉각 코일의 특성, 축열조의 응답, 실내 기류·온도·오염 물질·에너지의 분포해석이나 시스템을 실현하는 온·습도 특성 해석 등에 상당히 수준높은 특색있는 연구가 실시되었다.

2.7 에너지·열원시스템에 있어서 새로운 전개

에너지 정세의 여하에도 불구하고 국민 생활 소비 에너지의 대부분을 차지하는 난방·공조용 에너지의 효과적 이용대책은 추진되어야 하나, 통상 산업·건설 양 부처나 Utility 각사의 적극적 움직임에 따라 단순한 리바이벌의 영역을 넘어서 가장 새롭게 각광을 받을 수 있는 것으로 Total Energy·Cogeneration·Gas Engine Heat Pump·Solar Heat Pump·전화주택(電化住宅)·지역열회수 Heat Pump·빙축열·지하수층 축열 등이 있어 이것들이 최근 10년간을 통해서 특히 연구·개발·Demonstration·실시 프로젝트로 전개되었다.

2.8 에너지·환경 실태의 지침서

전기까지는 어떻게 말하면 창조해낸 공조 실태, 책상에서의 이론인 온열 환경 평가가 에너지 절약의 Impact에 의해서 상세한 실태 조사를 실시해서, 부하계산이나 시스템설계 및 환경평가 이론으로 Feed Back되게 하는 노력이 많이 이루어졌다. 시뮬레이션 수범이나 최적화 사상의 보급과 더불어 다음 10년간의 기대가 부풀어 있다.

2.9 산·학의 인사 교류의 조짐

전국 각 대학에 있어서 학과의 신·증설이나 세대의 교체 시기가 찾아오는 등의 이유로 학술분야에 건축 환경 공학이나 건축 설비 교육에 종사하는 교원의 절대수가 부족하고 기대하던 바 종래부터 마뻔던 실업계로부터 교육계로 전환·차입되어 실현된 것도 최근 10년간의 특징이며, 아울러 공기조화·냉동공학 분야의 학과가 신설되는 곳이 있음 또한 두드러지는 현상이다.

위에 기술한 연구·개발 동향의 몇 가지가 이러한 상황하에서 급속히 전개되고 있음을 알 수 있다.

2.10 국제 교류의 활성화

전기에 있어서도 연구자간의 국제 교류는 서

서히 증가해 그 말기부터 10년간의 초기에 실시된 일본의 에너지절약 사정을 ASHRAE에 보고 하는 등 하나의 동기가 되어 미국 NBS의 楠田玉巳 박사를 주축으로 하는 일본 학습 교류가 이것에 박차를 가해 ASHRAE·CIB 등의 구미 국제학협회, 전자 계산기 이용이나 축열, 태양열 이용 등에 관한 국제 심포지엄에서의 연구 발표 참가, 또 전시회에서 단체 참가가 목적이었다.

그리고, 후반에 이르러서 중국의 난통(暖通) 공조 학술 단체(중국 건축 학회를 중심으로 한 단체)와의 학술 교류나 대표단의 교환이라는 형태로의 실현, 이것과는 다르게 일본 연구자들의 중국에서의 초청 강연이 점점 실시되고 있다.

한국의 경우는 미국 ASHRAE와의 Associate Member로서 각종 심포지엄 등 적극적으로 유대를 맺고 있어 그 활동이 기대되고 있다.

그동안 일본에서 개최된 공조 관련 국제 회의의 주된 것은 국제심포지엄(동경)/건축과 에너지 절약-79. 건축환경공학에서의 Computer 이용에 관한 제 4회 국제심포지엄(1983년, 동경), 태양에너지 열이용에 관한 국제회의(1985년, Hakone) 등이 있었다.

특히 ASHRAE에 의한 International Best Paper Award는 최근 10년간도 계속되어 일본 학회 논문상 수상자 제 1위에게 수여되었다. 그러다가 본상이 1981년에 취소되었고, 대신 1983년부터 ASHRAE 국제 에너지상으로 변천되어 그 해 일본의 응모 작품이 제 1위로 선정되어 영예를 얻기도 했다.

3. 연구 발표에서 본 연구·개발의 동향

앞절에서 언급한 고찰을 정량적, 계열적으로 살펴 보면, 항목 분류는 약간 복잡성이 있으므로 2가지 이상으로 걸친 경우는 가장 특징적으로 생각되는 곳에 분류했다. 예를 들면 Solar Heat Pump는 Solar로, Solar에 있어서 축열 문제는 축열로, 공조의 실태 조사에서 에너지와 환경이 분리되어 있는 경우는 각각 에너지, 실내 환경·온열감으로 분류했으

나, 양자에 걸친 경우는 공기 조화 시스템에 포함시켰다.

그러나 이것도 철저하다고 말할 수는 없으나, 전체의 동향을 알기에는 작은 항목을 대응시켜 고려하면 문제는 없다고 본다. 표 1~3은 공기 조화 설비분야의 연구논문 및 강연 논문을 항목별로 분류하고 그 논문 편수를 게재하여 비교한 것이다.

3.1 논문집의 개황과 연구 동향

강연집과 다르고, 논문집에 게재된 연구논문의 수가 일반적 연구동향에 비례한다는 생각은 아니나, 적어도 연구논문 그것의 활성분포가 나타내고 있는 것은 앞에서 기술한 바와 같다.

수많은 논문분야에는 3가지의 형태가 있고, 첫째는 많은 연구자의 흥미를 끌고, 바꾸어 말하면 실무설계면에서도 문제점이 명백하고, 이론적으로 다루기 쉬우므로, 예를들면 “열부하 계산법”에 관한 것이 그 전형적인 것이고 그의 “태양열이용” “에너지소비량” 등이 있다.

둘째는 “관내의 흐름” “온배수”, “대류방열기”, “최적화 제어” 등이 이것에 해당한다. 셋째의 종류는 상기의 중간적인 성격을 갖는 것으로, “실내공기분포”, “축열조”, “반송시스템” 등이 있다.

강연집에서 많이 발표된 것 중에서 논문집에 발표되지 않는 것에는 극히 실무적으로 연구자가 다루기 어렵고, 더구나 발표자가 논문으로서 정리시킬 의욕이 적은 것들과 내용이 광범위하고 실용적인 평가에 관한 연구도 있었다.

예를들면, “시스템 시뮬레이션”이나 “시스템 평가”에 관한 것, “실내 환경 평가”에 관한 것, “시스템의 실태조사의 평가” 등이 있다. 더불어 정리된 논문은 다른 학회에 투고된 것, 최근 발표된 것으로 현재 투고 중 또는 준비중의 것으로 본다.

분야별로 보면 공조 부하에 관한 것의 대부분이 그대로 설계 현장에 있어서 열부하 계산의 실태는 상상하기 어려운 반면, 공조설계의 출발점인 부하계산에의 문제 의식이 연구·실무의

表 1. 空氣調和·衛生工學會論文集 內容分類 (空氣調和關係)

大項目	中 項 目	年 度										計	合 計
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
室內環境· 溫 冷 感	着衣의 熱·濕氣傳達	1	1			1			(1)	(1)	(1)	3 (3)	5(75)
	人體의 熱平衡·人體모델	(2)	(1)	(1)	1	(1)	1		(1)	(2)		2 (8)	
	溫冷減·快適性の評價·指標	(1)	(1)		(3)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)		(3)	
	室內環境·溫冷感의 實測評價	(5)	(3)	(5)	(4)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(7)	(4)	
	複合環境評價					(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(9)	
空調負荷	氣象데이터·設計條件	(1)	1(8)	(2)	4	1	1(1)	(2)	(2)	(2)	(3)	7 (21)	30(109)
	室溫濕度變動(理論·實測)		1				(3)		(1)			1 (4)	
	負荷 및 負荷計算法	1(1)	4	(2)	1(4)	(2)	1(3)	2(6)	1(4)	4(5)	1(6)	15 (33)	
	室·負荷要素의 熱特性	(1)	(2)	1(3)	(2)	(1)	(6)	(8)	(3)	(5)	5(1)	6 (32)	
	負荷 Simulation		(3)	1(3)	(2)		(2)		(2)	(2)		1 (4)	
	負荷·室溫·熱流의 實測解析				(1)			(1)	(1)	(2)		(5)	
室內溫度· 空 度 의 分 布 特 性	吹出口·吹出氣流	1(2)	1	1(1)	1	2	(2)	3(1)		(1)	1	10 (7)	27(64)
	모델·模型實驗		3	(1)		4						4 (1)	
	數值解析	1(1)	(2)	(1)	1		(1)	1	1(1)	3(1)	(3)	10 (8)	
	大空間	(1)		(1)	2(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	1(1)	(2)	3 (5)	
	溫濕度·氣流·環境의 分布評價 混合損失	(2)			(2)	(5)	(1)	(4)	(3)	(4)	(2)	(4)	
換 氣 · 通 風 · 空 氣 清 淨	室內의 換氣特性과 評價					1			(4)	(1)	2	3 (5)	35(89)
	換氣量·換氣·濾過시스템				(2)	1(4)	3		2(1)		(1)	6 (8)	
	通風·通氣·煙突效果	(1)			(2)	(2)	(1)		(1)	(3)	(5)	(5)	
	熱氣流·Hood의 特性		(1)	2(1)	2							4 (2)	
	室內空氣清淨環境	(3)	(2)		(1)	(1)			(1)	(1)	(1)	(10)	
	Clean Room							(1)		(10)	(6)	(17)	
	除·集·發塵 및 臭氣 排煙·消煙·火災의 흐름	1(2)		1(2)	5(2)	3(2)	3	3(3)	1(3)	1(2)	(5)	1(7)	
空氣調和 시 스템	冷却·加熱코일					(2)		1(3)	(3)		1(1)	2 (9)	9(105)
	시스템의 評價·評價指數		(3)	(1)	(10)	2(2)	(1)		(5)			2 (22)	
	實測調査에 따른 性能評價全般		(1)	(2)	(5)	(2)	(4)	(1)	(6)	(5)	2	2 (26)	
	System Simulation	1		(1)			(2)	(1)				1 (4)	
	輻射暖房							(2)	(1)	(1)	(2)	(6)	
	에너지節約시스템과 性能解析	1(1)	(3)			(1)	(3)					1 (8)	
傳 熱 · 物 質 傳 達	交通機關의 空調·換氣全般	(1)	(1)		(3)		(2)	(3)	(1)		(1)	(12)	18(87)
	暖房·空調시스템 一般	1		(1)	(1)		(4)	(2)	(4)		(6)	1 (18)	
	放熱器·自然對流	1	(3)	(3)	(5)	(10)	(13)	(4)	(1)	(4)	(3)	1 (46)	
	表面熱傳達·熱傳達率	(2)	(1)	(1)	(2)				(5)	1(1)	2	3 (12)	
物質傳達	冷却塔·蒸發冷却器	(1)	(1)	2	1							3 (2)	18(87)
	熱交換器·全熱交換·熱回收	(1)	1			(1)	(1)		(3)	(1)	1(1)	2 (8)	
	傳熱·物質傳達一般	(2)	(1)	(1)	(2)	1(1)	3(1)	3	2(4)	(2)	(5)	9 (19)	

大項目	中項目	年 度										計	合計
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
搬送系	덕트內的 흐름·抵抗損失	1(2)		(1)	(2)					1(4)		2(9)	41(57)
	騒音·振動全般 및 耐震	1			(4)	(5)	(2)			(2)	1(14)		
	VAV 시스템	3		1(1)	1(1)	1(1)	(4)	(3)			(1)	5(11)	
	搬送시스템 特性	1		1		(1)		(2)			(1)	2(4)	
	設計法과 그 評價		(1)							(2)		(3)	
	配管·管內的 흐름·弁特性	3	2(2)	3(2)	2(3)	3	5	3(1)	3(2)	5(5)	2(1)	31(16)	
熱源·에너지源 (Solar는 除外)	Heat pump(電動·熱動)				(1)	(2)	(3)	1(7)	1(2)	1(5)	(5)	3(25)	12(69)
	Total Energy·cogen. sys. System Simulation	(2)	(1)	1	(1)				(2)	(3)	(4)	1(13)	
	에너지節約 性能解析			2	(3)	(1)						2(3)	
	地域冷暖房							(1)	1(1)	1(5)	(2)	2(9)	
	冷凍·冷蔵·冷凍機·冷媒	(1)		(1)		(1)	(2)	(1)	(1)		(4)	(11)	
	燃焼·排가스			(1)	(1)							(2)	
	熱源·Energy system						1	(2)	1(1)	1	3(3)		
Solar Sys (蓄熱은 除外)	集熱器 溫水器·蒸留器	(1)			(3)	1(3)	2(1)	(3)	1	2	1(1)	7(12)	19(92)
	Active system(給湯을 포함)	(6)	3	1(6)	(9)	(6)	(7)	2(6)	(6)	(3)		6(49)	
	Passive system					(3)	(1)	1(1)	1(1)	(8)	(5)	2(19)	
	Simulation			3		(1)		(5)		(2)	1	4(8)	
	Solar system 全般					(1)		(3)				(4)	
蓄熱	水蓄熱		1(1)	2(1)	(13)	2(10)	3(8)	(4)	(4)	2(5)	4(2)	14(48)	24(112)
	氷蓄熱							(3)	(7)	(6)	(7)	(23)	
	固體蓄熱·驅體蓄熱			1			(2)	(2)	1		(3)	2(7)	
	地中蓄熱·地冷熱利用	1(2)	(1)	(1)	(1)	(3)	(4)	(6)	(3)	2(2)	2(4)	5(27)	
	帶水層蓄熱·地熱利用								(1)	(1)	(2)	(4)	
	化學蓄熱·潛熱蓄熱 其他	1			2				(2)		(1)	3(3)	
計測·制御	計測法·實驗法		1		(3)	(1)		1	(1)	(1)	(1)	2(7)	9(45)
	制御시스템·制御特性				(3)	2(2)	(1)		(1)	(2)		2(9)	
	電算制御·最適制御	(3)	(1)	(3)	(3)	2(3)	3(4)	(1)	(3)	(5)	(3)	5(29)	
에너지	消費量의 實測과 統計分析	1(2)	2(1)	(5)	4(4)	1(3)	(3)	1(3)	1(6)	(4)	(1)	10(32)	11(61)
	消費量의 推定法					(1)	(1)	1	(2)			1(4)	
	資源·에너지와 그 評價			(1)					(1)	(2)	(1)	(5)	
	에너지節約改修·診斷·改革		(1)					(4)	(4)	(6)	(5)	(20)	
維持管理	Cost·Life Cycle 分析			(1)				(1)	(5)	(5)		(12)	(28)
	信賴性과 故障·性能劣化	(1)	(1)			(1)	(2)	(3)	(2)	(3)		(13)	
	維持管理全般				(1)	(1)				(1)		(3)	
設計法	計劃法·最適設計法	(1)	(3)	(4)				(2)			(2)	(12)	1(38)
	System Simulation				(3)	1(2)	(5)	(3)	(1)	(6)	(3)	1(23)	
	CAD		(1)								(2)	(3)	
都市環境	氣象·微氣候				2(1)				(1)			2(2)	19(16)
	地表의 熱의 特性	1(2)	1	(1)	1(1)			2	2(3)		(1)	7(8)	
	溫排水	1(1)	1(1)	1	(1)		(1)	2(1)	3(1)	2		10(6)	
技術史	空調의 技術史·思想	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)						(6)	(6)
	合計	20 (57)	26 (55)	29 (68)	30 (118)	28 (96)	25 (111)	27 (114)	22 (139)	26 (162)	27 (133)	260 (1053)	260 (1053)

註()內：空氣調和·衛生工學會學術講演會講演論文集

表 2. ASHRAE 論文集 掲載論文 内容分類

大項目	中項目	年 度										小計	合計
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
環境溫熱	着衣의 熱・濕氣傳達						(2)	1(1)	1(3)	2(3)	(4)	4(13)	31(54)
	溫熱生理・心理모델			1(1)	(1)	(1)						1(3)	
	溫冷感・快適性の 評價	6	4(5)	(6)	2(3)	1(4)	3(1)	(6)	(1)	2(2)	1	19(28)	
	複合環境評價		(1)									(1)	
	採光・照明・視環境	(2)		(1)		1	3	1(2)	(4)	2		7(9)	
熱負荷	氣象데이터・設計條件			1(6)	(1)	2(5)	(5)			4(10)		7(27)	73(115)
	室溫濕度와 그 變動							(1)	(3)		(4)		
	負荷 및 負荷計算法	6	(3)	(2)	1	5(7)	1(2)	3(2)	1(4)	3(1)		20(21)	
	室・負荷要素의 熱・濕氣特性	1	1(2)	5(12)	1	6	(6)	5(3)	4(7)	9(4)	3(6)	35(40)	
	負荷 Simulation	(1)	1			(2)	3		2(2)		2	8(5)	
室內의 空氣分布의 特性	實驗・實測解析				(1)	(1)		(2)	3(4)	(10)		3(18)	10(15)
	모델・模型實驗					(2)						(2)	
	大空間									1		1	
換氣・集塵	室內溫濕度・氣流分布特性		2	1(4)	3	2(3)	1(1)	(4)		(1)		9(13)	60(141)
	室內의 換氣特性과 評價				2		1	(4)	1	1		5(4)	
	換氣量 및 換氣・濾過시스템	1(7)		(1)	1(2)	(4)	1(3)	(1)	(1)	4(6)	4	11(25)	
	通風・通氣・煙突效果・擴散	3	1	4(9)	3(4)	2	2(2)	(6)	(6)	4(15)	(4)	19(46)	
	熱氣流・Hood의 特性	2(4)	(2)				4	2(5)		(1)		8(12)	
	室內空氣清淨環境			(1)	1	2	(2)	2(2)	(4)	(1)	1	6(10)	
	clean Room					(5)						(5)	
	除・集・發塵	1	(4)				1	3(4)		(2)	1	7(10)	
空氣調和 시스템	排煙・消煙・防火・避難	(5)	2		(4)		1	(6)	1(2)	1(12)		4(29)	28(66)
	冷却・加熱코일 시스템의 評價	1	2				1	(1)			(5)	4	
	System Simulation							(1)	(1)	(1)		(3)	
	輻射冷暖房			1		1(1)	1(1)			2	1	6(2)	
	에너지節約性能解析・動特性	(8)			1(2)	(1)	2	1	(1)	(1)		4(13)	
	暖房・空調(시스템) 一般	(8)		1	4(4)	(1)	4	(1)	3(5)	(18)		13(42)	
傳熱・噴流	放熱器・自然對流							1(1)				2(1)	64(48)
	表面熱傳達率				1			2				3	
	噴流・熱噴流				1							1	
	冷却塔・蒸發冷却器					1			1(7)	1(3)		3(10)	
	熱交換器・全熱交換・熱回收	3(1)	2(1)	4	2(1)	5(8)	2(4)	3(3)	1(2)	2(4)	2(4)	26(28)	
	熱傳達・物質傳達一般	1		1	2(2)	3	2(1)	7	5	5(6)	3	29(9)	
搬送系	덕트內의 흐름・抵抗損失		1			1	1		1		2	6	33(59)
	騒音・振動全般	1(3)	3		1(3)	(7)	1	(1)	5(4)	2	1	14(18)	
	VAV 시스템	1(4)			(3)	1		(1)		(1)	1	3(9)	
	搬送시스템特性 (VWV를 포함)				1			(2)	(2)	(4)		1(8)	
	펌프・送風機		1		1(1)		1	(2)			1	4(3)	
	設計法과 그 評價			1		(1)		1		1		3(1)	
	配管・弁特性				1(1)	(7)	1	(3)		(5)	(4)	2(20)	

大項目	中項目	年 度										小計	合計
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
熱源・에너지源 (Solar를除外)	Heat pump (電動・熱動)	1	1		2(10)	3(7)	7(10)	5(14)	5(8)	5(21)	5(3)	34(73)	123 (209)
	System Simulation	2	(3)			(1)	2	(4)	(7)	1	5(15)		
	에너지節約性能解析	(4)			(4)		1	1	(5)		2(13)		
	地域冷暖房							(6)	(1)	(3)	1	1(10)	
	冷凍・冷蔵・冷凍機・冷媒	4	5	6(4)	9	9(12)	2(9)	7(10)	11(13)	11(16)	1	65(64)	
	燃焼	4	(8)		3	1(4)	1(5)	(7)	(2)	(1)	1(4)	11(31)	
	熱源・Energy system			1(2)			3	1		(1)	5(3)		
Solar System	集熱器		(3)	(4)	1	2(3)	1	(4)	(3)		4(17)	17(77)	
	Active System		(1)	1(10)	2(2)	(4)	4(7)	2(4)		(5)	9(33)		
	Passive System	(1)	(3)		(7)	(4)	(3)	3(1)		(1)	3(20)		
	Simulation		1					(5)			1(5)		
	Solar System 全般				(2)						(2)		
蓄熱	水蓄熱	(1)		2(2)	(5)		1(3)		(2)	(4)	2	6(17)	8(84)
	氷蓄熱	(3)			(2)	(3)			(2)	(11)		(21)	
	固體蓄熱			(1)			(1)					(2)	
	地中蓄熱			(1)	(1)		(3)					(5)	
	帶水層蓄熱・地熱利用				(9)	(8)	(7)		(4)	(3)		(31)	
	化學蓄熱・潛熱蓄熱其他			1(2)			(1)			1(5)		2(8)	
計測・制御	計測法・實驗法		2	2(1)	2	1	(3)	(5)	1(4)	3(5)		11(18)	29(68)
	制御システム・制御特性	1	2(3)	3(1)	2	(6)	2(6)	3(1)	2(1)	1		16(18)	
	電算制御・最適制御	(5)			(4)	(7)	1(1)		1(4)	(8)	(3)	2(32)	
에너지	消費量の實測과統計分析		1	(3)	3				(4)	1	(4)	5(11)	18(52)
	消費量の推定法과그檢證	(1)	1	(1)	(3)	(3)		1	(4)	4(4)	1	7(16)	
	資源・에너지와그評價	(1)	1	2					(4)			3(5)	
	改修에 따른 에너지節約	(3)	1	(3)		(5)	1	1(1)	(4)	(4)		3(20)	
維持管理	年間 Cost・Cost 分析					(2)		1(1)	(1)		2	3(4)	10(34)
	Life Cycle 分析			1	1	(1)				(3)		2(4)	
	信頼性と故障・性能劣化		(1)	1	1							2(1)	
	水質			1	1							2	
	檢收・性能保證				(5)	(2)					(4)	(11)	
	維持管理全般・Energy Management		(3)				(3)	(3)	1(2)	(3)		1(14)	
設計法	最適設計		1					(1)				1(1)	5(11)
	System Simulation	(4)				1	1(3)					2(7)	
	CAD		(3)					1	1			2(3)	
都市環境	大氣擴散			1								1	1
教育	HVAC 教育시스템									(5)		(5)	(9)
	歷史								(4)			(4)	
合 計		39	36	42	57	50	62	60	51	73	40	510	510
		(65)	(46)	(83)	(82)	(132)	(98)	(127)	(135)	(219)	(55)	(1042)	(1042)

注 ()內: 심포지움論文

表 3 空氣調和·冷凍工學會誌의 論文內容分類 (空氣調和關係)

大項目	中項目	年 度										計	合計		
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986				
室內環境· 溫 冷 感	着衣의 熱·濕氣傳達 人體의 熱平衡·人體모델 溫冷感·快適性의 評價·指標 室內環境·溫冷感의 實測評價 複合環境評價									1	1		1	2	3
	空調負荷	氣象데이터·設計條件 室溫濕度變動(理論·實測) 負荷 및 負荷計算法 室·負荷要素의 熱特性 負荷 Simulation 負荷·室溫·熱流의 實測解析		1	1							1	1	2	5
室內溫度· 空 氣 的 分布特性	吹出口·吹出氣流 모델·模型實驗 數值解析 大空間 溫濕度·氣流·環境의 分布評價 混合損失					1							1	1	5
	換 氣· 通 風· 空氣清淨	室內的 換氣特性과 評價 換氣量·換氣·濾過시스템 通風·通氣·煙究效果 熱氣流·Hood의 特性 室內空氣清淨環境 Clean Room 除·集·發塵 및 具氣 排煙·消煙·火災의 흐름				2					2			4	4
空氣調和 시 스템	冷却·加熱코일 시스템의 評價·評價指數 實測調査에 따른 性能評價全般 System Simulation 輻射暖房 에너지節約시스템과 性能解析 交通機關의 空調·換氣全般 暖房·空調시스템 一般									1			1	1	5
	傳 熱· 物質傳達	放熱器·自然對流 表面熱傳達·熱傳達率 冷却塔·蒸發冷却器 熱交換器·全熱交換·熱回收 傳熱·物質傳達一般	1	2	5		2	5	2		1	2	1	3	40
搬 送 系	덕트內의 흐름·低抗損失 騒音·振動全般 및 耐辰 VAV 시스템 搬送시스템 特性 設計法과 그 評價 配管·管內의 흐름·辯特性														2
							1				1		2		

大項目	中 項 目	年 度										計	合 計
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
熱 源 · 에너지源 (Solar 는 除外)	Heat pump (電動 · 熱動) Total Energy · cogen · sys. System Simulation					1		1		1		3	14
	에너지節約 性能解析									1		1	
	地域冷暖房							1			1	2	
	冷凍 · 冷藏 · 冷凍機 · 冷媒		1		1				1	1	1	5	
	燃燒 · 排가스		1					1				2	
熱源 · Energy system										1	1		
Solar S ys (蓄熱 은 除外)	集熱器 · 溫水器 · 蒸留器	2						1	1		1	5	21
	Active system (給湯을 包含)			2		1	1		1			5	
	Passive system							1		2		3	
	Simulation			1								1	
Solar system 全般		1		1				2	1		2	7	
蓄 熱	水蓄熱						1					1	4
	水蓄熱												
	固體蓄熱 · 軀體蓄熱				1	1						2	
	地中蓄熱 · 地冷熱利用												
	帶水層蓄熱 · 地熱利用												
化學蓄熱 · 潛熱蓄熱 其他		1									1		
計 測 · 制 御	計測法 · 實驗法				1					1		2	2
	制御시스템 · 制御特性 電算制御 · 最適制御												
에 너 지	消費量の 實測과 統計分析									1		1	2
	消費量の 推定法												
	資源 · 에너지와 그 評價 에너지節約改修 · 診斷 · 改革						1					1	
維持管理	Cost · Life Cycle分析												2
	信賴性과 故障 · 性能劣化 維持管理全般								1	1		2	
設 計 法	計劃法 · 最適設計法	1				1						2	2
	System Simulation CAD												
都市環境	氣象 · 微氣候												
	地表의 熱的特性 溫排水												
技 術 史	空調의 技術史 · 思想												
合 計		5	8	11	7	8	11	11	17	16	17	111	111

양 측면에서 볼 때 약하거나 강하게 이야기 되었다. 실내 공기 분포 관련,반송계, 전열, 환기 · 통풍을 포함한 소위 반송계를 정리하면 압도적인 논문수를 자랑한다.

이것은 유체 및 전열이라고 말하고, 공기 조화 기술의 기본적인 학술 분야에 있기 때문에

일찌기 가장 인기였고, 이제 전자계산기라는 부기와 에너지 절약 이라는 테마를 얻어서 흥미도 깊고, 논문으로 되기 쉬운 분야임 것으로 본다.

전자는 수치해석이 많이 세출되었고, 후자는 시뮬레이션과 모형 실험이 많았다. 빙축열을

중심으로 연구가 활발한 축열 이론도 그 대부분은 온도성축열에 관한 것이고, 이것은 혼합·확산·전열, 즉 열수송 문제에 틀림없고 따라서 이것을 수송계에 포함하면 점점이 분야가 넓어진다.

이것에 반해서, 이외로 적은것이 시스템분야, 즉 공기조화 시스템 및 열원 시스템이다. 유일한 예외는 Solar System 인데, 이것은 10년간의 대표적인 테마의 하나로 당연하다고 말할 수 있다. 거기서 축열도 열원시스템 중에 포함해서 고려하면 강연집 외에는 이들 시스템 분야의 발표가 압도적으로 많다는 것을 알았다.

이것은 실무 설계 측면 또는 제작자 측면에서의 문제 의식·개발 의욕의 강도를 나타내는 한편, 대학 등 연구자측의 희박한 문제의식 또는 인재 부족을 나타내는 것이라고 말할 수 있다. 그리고, 앞서 말한대로 산·학의 인재 교류, 협력 연구의 활성화에 의해 최근 10년간도 후반에 이르러 대학 연구자측으로부터의 경쟁이 증가되고 있어, 앞으로는 좋은 결과가 기대된다.

실내 온열 환경에 관한 것은 의외로 논문으로서 정리되어 있지 않다. 이것은 연구자 그들과 테마 그것의 성격 즉, 완결하기 어려운 것이라는 의식이 영향을 미치고 있다고 본다.

계측·제어의 논문이 적은 것은 이 분야에 속하는 기계공학·전기공학계의 연구자가 적다는 것을 나타내고 있다. 이것은 공조 시스템 동특성 해석의 논문이 없는 것도 마찬가지라고 보겠다. 일반적으로 일본에서는 전과 다름없이 이 방면에서 이들 계통으로부터의 진출이 적고, 본래는 학제요소의 미진함이 공조 분야의 약점으로 되어 있었다.

전과 다름없이 두꺼운 벽으로 차단되어 있는 대학의 학과 재편성이 앞으로 기대되지 않으면, 기계공학·건축학·환경 공학·위생 공학 등의 연구자의 의식을 바꾸어 놓을 필요도 있다고 본다. 이점에서 볼때 일본의 경우, 오히려 온배수 등 도시 전역에 걸친 환경분야 등에 대한 환경 공학계로부터의 연구 보고는

당 학회의 학제성을 유지해 주고 있는 것이다.

에너지에 관해서는 에너지 절약 목표치의 설정, 에너지 절약 기법의 효과 확인이라는 측면이 강하고, 10년간의 전반부터 중반에 걸쳐서 많은 성과가 보고되었다. 이것은 에너지 절약 개수(改修)라는 점에서 유지관리에 접속시키든가, 이것들에 관해서는 아직 연구 영역에 돌입하고 있지 않다고 보겠다. 그러나, 사회정세는 강연집에도 나타나 있는 바와같이 Reform 등 보전공학으로의 요청이 강하게 일고 있다. 최후로, CAD·시스템 시뮬레이션을 포함한 최적 설계 문제 또는 계획 이론과 같은 과제가 앞으로 중요시 될 것이라고 생각되는데 다른 항목에 분산되어 있는 것을 제외하면 본격적으로 발표된 논문은 아무것도 없다. 단, CAD 에 관해서는 특별한 발표의 장소가 많이 이용되고 있다고 본다.

3.2 ASHRAE 논문과의 비교

ASHRAE 논문집에 대해서도 같은 리스트를 만들어 보았다. 본 논문집에는 학술논문과 심포지엄 논문이 포함되어 수적으로는 후자의 쪽이 많다. 비교 대조해서 보면 흥미가 깊다. 분류법은 꼭 일치하지 않는 곳도 있고 특히 차이가 있는 것에 대해서 언급하면, 실내공기분포·수축열(단, 심포지엄 논문에는 방축열·대수조축열을 포함)·공조 시스템의 실측 해석이 있다.

특히, 공기 분포의 수치 해석에 관한 것은 완전한 정도는 못되지만, 공기분포 문제는 AD-PI 평가를 제외하고는 연구가 완료된 인상을 받았다. 난방시의 공기 분포에는 많은 문제를 남기고 있는 일본에 비해서 추운 지방에서는 연속 난방을 실시하고 있으며, 직접난방을 병용하는 곳의 많은 사람들과는 실지와의 차이가 나타나고 있다고 생각하고 있다.

수축열의 연구가 적은 것은 조건상 불리하고 그 적용 역사가 짧으므로, 물론 아무것도 없는 예상에 반해서 10년간에 6편의 논문을 헤아리는 것이 가능했다.

한편, 미국에 많고 일본에 적은것은 냉동관계, 공조 시스템의 동특성 해석, 계측·제어, 유지 관리관계, 시스템 시뮬레이션과 그

검증, Air Quality 이다.

냉동 관계는 학회의 성격상 차가 있으므로 이것을 별도로 다루면 일본과 달라서 시스템 공학·보전 공학적인 경계 영역이 자주 공격을 받는다. 물론 이것은 연구자의 전문 분야의 차이이고, 건축계가 주력인 일본에서는 기계·전기·제어·물리 분야의 출신자가 많음과 그 소속으로부터 성장해서 분리되었다.

우주 개발 관계의 인재가 건축의 에너지 절약 분야로 흘러들어와서 잠재력을 일거에 높이는 것은 자주 들은 이야기인데, 그 출신에 관계된 사람들이 자신의 능력과 지식을 새로운 분야에 적용하고 있는 태도는 배울만하다고 하겠다.

시스템 시뮬레이션은 전기말에 전체적으로 몇가지 유명한 프로그램이 존재했으나 카터 대통령 시대의 총결산으로 DOE-2가 완성되어 이것의 검증 등이 많이 실시되었다. 전기에는 NBS가 에너지 절약에 관해서 많은 역할을 담당했으나, 최근 10년간 Air Quality와 함께 Simulation 연구의 기수는 캘리포니아 대학의 LBL 연구소였다.

Air Quality에 관해서 일본과 다른 것은 라돈이나 건축재료로부터의 포름알데히드, 스토브로부터의 배기 가스 문제, 그리고 환기량·외기 취입량의 기준 개정에 따른 논의가 활발한 것이었다(십포지엄 논문등을 포함).

3.3 강연집의 개황과 개발 동향 및 학회 위원회 활동 성과

일본 학회내의 공조설비기준위원회의 각 소위원회 등의 기준 작성 또는 연구성과는 대개 학습 강연회 및 학회지에 소개 되었으므로 여기서는 위원회활동을 포함, 강연집의 개황을 소개한다. 앞서 기술한 바와 같이 강연집은 논문집 게재의 연구논문과 달라서 각계의 개발·연구상황의 속보적 역할을 갖는다.

우선 연구동향을 살펴보면, 연구 논문으로서 재현되지 않은 비율이 많은 순서로 게재하면 유지관리, 기술사(技術史)외, 설계법, 실내환경·온열감, 공기조화시스템, 에너지, 열원 시스템, 계측·제어로 된다.

에너지를 제외하면 논문으로 되기 어려운 것은 앞에서 기술했다. 유지관리에 대해서는 Life Cycle 분석이나 신뢰성 분석의 연구는 학협회나 공공성 있는 기업에서 실시하고 있고, 앞으로 크게 기대된다. 기술사에 대하여는 문헌 (3)에서 시도되어 미완성으로 끝났으나, 상세하게 문헌으로 정리되어 있다.

실내 환경·온열 환경에 대해서도 연구 발표는 활발하고, 10년간 후반에 이르러서 실태 조사의 보고, PMV에 의한 평가, 색채나 음등을 가미한 복합 환경 평가가 대두되고 있다. 또, 이들 정식 논문으로서 일본 건축학회에 보고된 것이 많다.

공조·열원 시스템에 축열을 가하면 사실은 시스템 복잡성이 있는 실태로서, 활발하게 연구되고 있음을 알 수 있다.

정도의 차이는 있고, 제어에 대해서도 같은 것이라고 말할 수 있다. 이것들은, 학회 등의 위원회 활동에 따른 것과, 연구소 또는 각 회사의 연구·개발 활동에 따른 것으로 구분된다. 전자는, 학회 및 각종 재단법인 등 관련 기관의 에너지 절약 위원회의 기준 작성 위원회가 큰 Impact를 주었다. 후자는, 그 연구 자체가 개발 항목으로서 실무에 유용한 수준에 도달하면 그 역할을 마치게 되는 것이다.

시뮬레이션 프로그램의 개발이 그 전형적인 것으로 본다. 그것을 이용해서 설계된 건축이 많은 에너지 절약 빌딩이므로, 그래서 최근에는 intelligent Building으로 된다. 그외 Solar System에는 Sunshine 계획에 의한 Active System, 재단법인이나 공공사업체에 의한 위탁 연구 등에 따른 Passive System 기타 실적 발표 등이 있다.

최근 10년간 초기에 동경전력(株)로부터의 축열에 관한 위탁 연구의 성과가 일본 공기조화·위생공학회 발행 출판물에 정리되어, 온도성층 형식의 연구·개발에 기세를 이었다. 그래서, 전력 유효 이용을 위한 고밀도 축열의 요청이 내외에서, 빙축열 System의 개발을 발족시켰다. 물론, 미국에는 ICES Project에 대해서 Coil식 및 Plate식 빙축열의 성능이 상

세하게 실험·연구되었다.

한편으로 일본에서는 통상 산업성 등의 행정 지도, 가스 사업체의 적극적인 개발 의욕이 가스 엔진 냉난방·급탕 시스템, Total Energy System, Cogeneration을 새로운 자세로 부활시켜, 동경·나고야·대판에서 실적을 쌓고 있고, 일본 학회에서도 보고된 바 있다.

System Simulation을 포함, Soft Ware의 개발과 시험적인 계산면에서는, 비정상 열부하 계산법의 개량, 냉각 Coil 계산, 공조 시스템 성능 해석, Duct계의 계산, 공기 선도의 해석, Solar System의 시물레이션, 축열조 시물레이션 등이 있다.

시물레이션이나 통계 해석·실험의 결과 얻어진 새로운 설계 정보로서는 난방 예열 부하계수, 각 지방 기상 Data(일본 건축설비사협회), PAL 계산법과 확장 degree day(일본주택·건설성 에너지 절약기구), CEC 계산법과 에너지 절약 기법 효과율(동), 실내 혼합 손실·부하 Pattern 해설에 의한 CEC 계산법, 냉열원 기기의 표준성능, 축열조 효율표, 최적 제어법의 알고리즘(algorithm), 각종 빌딩의 에너지 소비의 원단위 등이 있었다.

그리고 일본학회 위원회 작업 성과로서는 비주택 건물의 에너지 절약 기준안(1980년), 축열 시스템(단행본, 1981년), 건축 설비 내진 설계 지침(1981년), 태양열 이용 시스템의 계획·설계·시공 지침안(1983년), 환기 규격안(1984년) 및 설계용 열부하(심포지움 교재, 1986년) 등이 있고, 본 학회의 규격 제정 위원회의 신축 건물 설계에 있어서의 에너지 절약 지침안(1987년), 고성능 필터(HEPA Filter)의 품질 보증 기준안(1987년) 및 용어 제정위원회의 냉동 공조 용어 해설(1987년) 등이 있다.

이러한 기준 및 지침을 잘 활용함으로써 학회원에 의한 설계 품질의 향상 역할을 담당할

것으로 믿어진다. 이외에 환경 기준 소위원회 작성의 환경 기준에서 고려해야 할 사항, 온냉감 용어집, 또 활발하게 진행되고 있는 인간-열환경계 심포지움의 교재도 귀중한 자료로 되고 있다.

4. 결 론

이상 소개된 바와 같이 최근 10년간의 공조 분야의 동향은 에너지 절약으로부터 출발되었으며, 인간·시스템을 포함한 건축에 있어서 최적 환경계의 모색의 길이었다고 말할 수 있다.

앞으로 10년간 큰 과제는 전자 계산을 사용한 최적 환경계 설계·제어의 철학과 기법의 확립으로 노동 생산성 향상을 위한 우리 생활 주변의 환경 개선 및 산업 안전 분야에 기대해 본다.

Intelligent 공간의 등장이 종래의 사고 방식을 크게 뒤집어 엎을 가능성이 전혀 없는 것도 아니라고 본다. 인간이 환경의 주역인 것은 두 말할 나위도 없으나 자연에서 태어나 자연으로 되돌아 간다고 하는 자연의 섭리를 잊어서는 안 될 것이다.

참 고 문 헌

1. Nobuo NaKahara, "The Trend of Research and Development in Air-Conditioning during Ten Years", Department of Architecture, Faculty of Engineering, Nagoya University, SHASE Vol.61, No. 10, 1987.
2. 공기조화·냉동공학, SAREK Vol.6. No.1. 1977~ Vol.15. No.4. 1986.
3. 石原正雄: 건물에 있어서 열·공기 환경조정의 기술사 서술-유럽·미국에서 19세기 말 까지의 과학사 연구, 제 2기 23권(Vol. 152), 1984.