

에너지이용 최소화를 위한 제도 및 시스템 활용방안 : 건물부문

Practical Application of System for the Minimization of
Energy Use : Building Sector

이 소 라

연구진

연구책임

• 이소라 / 도시기반연구실 연구위원

연구보조

• 이정근 / 도시기반연구실 위촉연구원

요약 및 정책건의

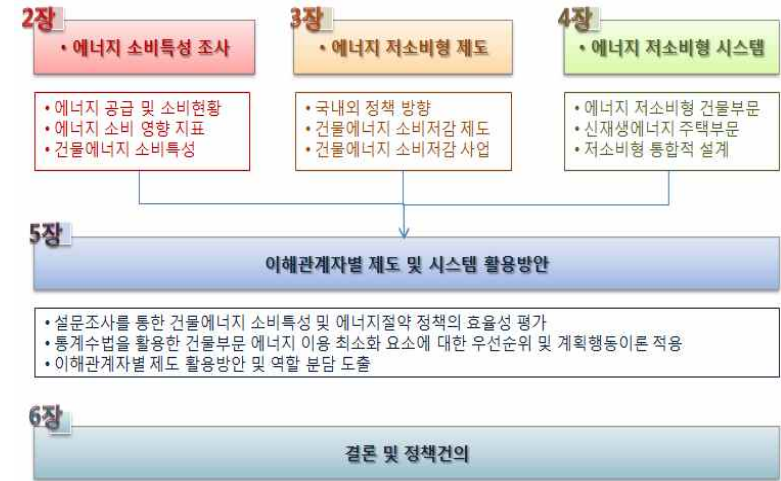
요약 및 정책건의

■ 연구의 배경 및 필요성

- 향후 10년 안에 석유, 천연가스, 전력 공급가격이 각각 20%, 40%, 45% 상승하여 인류는 심각한 에코플레이션을 겪을 것으로 예상되고 있다.
- 이에 따라 세계 각국은 크게 두 가지 방향, '신재생에너지' 그리고 '에너지 효율 및 절약'으로 노력해오고 있다.
- 우리나라 에너지관리 정책에서는 과거 공급위주의 정책에서 최근 들어 수요관리를 병행하는 종합에너지 정책으로의 기틀이 마련되었고, 중장기적 에너지 효율정책을 모색하면서 절약의 주체를 소비자에서 생산자로 이동하는 개념의 전환이 이루어졌다.
- 또한 이용을 무조건 자제시키는 절약의 개념보다는 효율적인 이용을 하자는 에너지이용합리화라는 용어도 사용되기 시작하였다.
- 특히 지금까지는 에너지 효율정책이 산업부문에 집중되어 왔으나, 그중 성공적으로 평가되고 있는 정책을 수송 및 가정·상업 부문에도 확대·강화시키고자 하는 움직임이 있다.
- 기술의 발달로 건물에너지 각 구성요소들의 효율은 증가하였지만 거주공간 및 사용제품이 대형화되고 사용시간이 길어짐에 따라 건물부문 총에너지 소비량은 여전히 증가추세에 있다.
- 따라서 에너지이용 최소화를 목표로 제도를 기능에 따라 어떻게 활용하고, 어떠한 기술 및 시스템을 활용하면 효과적인지에 대한 체계적인 정리가 필요한 시점이다.

■ 연구의 목적 및 내용

- 건물부문의 에너지 공급·수요 특성을 토대로 활용 가능한 제도 및 실현가능한 시스템을 발굴 및 정리하며, '이해관계자 특성에 맞는 에너지이용 최소화 제도 및 시스템 활용방안' 제시함을 목적으로 한다.
- 전체적인 연구의 내용은 다음과 같다.



[그림 1] 연구의 수행체계 및 내용

■ 연구결과

□ 에너지 소비특성 조사

- 최근 10년간 우리나라의 총에너지 소비 증가 요인별 기여도를 분석한 결과, '에너지효율개선'은 총에너지 소비 감소에 기여했으며, '경제성장' 및 '기온'은 총에너지 소비의 증가에 기여했다.
- 특히, 기온의 특성 중에서도 난방도일은 우리나라 전체의 에너지소비량의 추

세를 변화시킬 정도로 중요한 요소로 작용하고 있는데, 이는 에너지 수급 분야에 있어서 난방도일의 지속적인 모니터링과 함께 건물부문 효율개선이 중요하고 시급함을 의미한다.

- 건물에너지 소비특성을 분석하기 위해서는 크게 에너지원, 사용용도, 건물특성, 에너지소비특성 등 4가지 요소가 필요하다. 다만, 가정부문에서는 소득 및 인구, 상업부문에서는 GDP 및 종사자수에 의한 영향이 반영될 것이다.
- 가정부문의 용도별 건물에너지 소비 추세를 보면 난방에너지 소비가 약간 감소하고 냉방에너지 소비가 크게 증가하였으며, 보급률 증가로 조명 및 전기기기의 소비의 증가폭도 상대적으로 크다.
- 상업부문 용도별 건물에너지 소비 역시 냉방에너지의 소비가 가장 크게 증가하고 있으며, 난방에너지 소비도 소폭 증가하고 있어 실내온도를 쾌적하고 유지하려는 생활양식의 변화를 알 수 있다.

□ 에너지 저소비형 제도 분석

- 정부에서는 1단계로 기존주택의 효율개선 및 패시브 하우스 의무화를 통해 에너지소비 저감형 건물을 확대 보급하고, 2단계로 제로에너지 주거부문 및 비주거부문으로의 확대를 목표로 하고 있다.
- 새로운 제도의 보급을 위해서는 우선적으로 공공업무시설에 대해 시범적으로 시행하여야 하며, 다음 단계로 기존 건물에 대한 부분 개선, 신축 건물에 대한 통합적 적용, 주거부문의 우선적용 후 비주거부문으로의 확대가 요구된다.
- 대신 비주거부문에는 건물부문 효율개선 보다는 단기적인 효과를 낼 수 있는 실내온도 규제 등을 통해 냉난방에너지의 소비를 줄여나가야 할 것이다.
- 현재 우리나라의 에너지 저소비형 제도는 크게 건축물 인증제도, 건물에너지 개선사업, 에너지절약 시책으로 나뉜다.
- 제각기 시행되고 있는 제도들을 건물의 유형과 여건, 저감목표에 맞도록 세부 단위프로그램을 조합하여 최적화하여야 한다.

□ 에너지 저소비형 시스템 분석

- 에너지 저소비형 시스템은 크게 건물단위로 에너지소비 저감형 건물과 제로에너지 빌딩으로 나뉠 수 있다.
- 에너지 저소비 시스템의 구성은 크게 건물부문 효율개선, 고효율제품 사용, 신재생에너지 시스템과의 융합으로 볼 수 있다.
- 건물부문 효율개선에서는 벽단열 공사, 창호 변경 등을 통해 11%~13% 정도의 에너지절약이 가능하며, 고효율제품 사용, 즉 환기장치, 보일러, 냉난방기기, 조명, 가전기기 교체를 통해 19% 정도의 에너지절약이 가능하다.
- 또한 신재생에너지 즉, 태양열 및 태양광, 지열을 활용함으로써 추가적으로 약 15%의 외부 에너지절약이 가능하다.

□ 이해관계자별 제도 및 시스템 활용방안

- 건물에너지 개선현황에 대한 설문조사에서 건물부문의 효율개선 및 고효율제품 사용에 대한 의지는 모두 강한 것으로 나타났으나, 건물부문의 효율개선에 대해서는 주택을 소유 여부에 크게 영향을 받는 것으로 조사되었다.
- 따라서 건물부문 효율개선 지원정책에 대해서는 주택소유 유무에 따른 차등적 지원정책이 필요할 것으로 사료되며, 소유한 주택에 거주하지 않는 대상자들에게는 고효율제품 보급정책을 우선적으로 추진할 필요가 있다.
- 에너지절약에 관심 있는 응답자들은 건물부문 효율개선과 고효율제품 사용에 강한 의지를 나타내고 있어 에너지절약에 대한 지속적인 홍보와 프로그램 개발이 필요하다.
- 건물에너지 이용 최소화 요소에 대한 중요도를 설문조사한 결과 '에너지절약 실천'이 가장 앞섰으며, 다음으로 고효율제품 보급, 건물부문 효율개선, 효율적인 에너지정책이 뒤를 이었다.
- 그러나 건물에너지 이용 최소화의 구성요소 중 효율적인 에너지정책이 가장

큰 영향계수를 나타내는 것으로 조사되었다.

- 계획행동이론에 의한 행위 모델을 분석한 결과, 건물부문 효율개선에 대해서는 ‘본인의 태도’ 및 ‘주변인물의 의사’, ‘실행 여건’이 거의 동등하게 ‘의도’로 이어지며 일단 어느 정도 ‘의도’를 가지면 ‘행위’로 이어질 가능성이 있는 것으로 조사되었다.
- 그러나 고효율제품 사용에 대해서는 ‘본인의 태도’로 인해 ‘의도’가 발생되며, ‘의도’가 생긴다 하더라도 실제 ‘행위’로 이어질 가능성은 적은 것으로 분석되었다.
- 에너지절약 실천 역시 ‘본인의 태도’로 인해 ‘의도’가 발생하며, ‘의도’를 가지면 실제 행위로 이어질 가능성이 큰 것으로 분석되었다.
- 기존 에너지 저소비형 제도 및 사업을 활용함에 있어서는 ‘기능’이 중요한데 같은 제도 및 사업이라 하더라도 이해관계자별 즉, 정책입안자, 지자체, 건물주 및 사용자 입장에서 요구되는 기능이 다르며, 기능에 따른 효율적인 활용이 필요하다.
- 또한 건물 소유자가 건물에너지 효율 개선에 참여할 수 있도록 하는 유도하기 위해서는 세부 이해관계자 간의 효율적인 역할 분담이 중요하다.

■ 결론 및 정책건의

- 건물에너지 절감을 위해서는 건물부문 효율개선, 고효율제품 사용, 에너지절약 실천 등의 통합적 활용이 필요하며 실효성 있는 프로그램을 개발하여야 한다.
- 건물부문 효율개선의 목표를 달성하기 위해서는 행위당사자를 포함한 광범위한 이해당사자를 합류시킬 수 있는 제도 발굴 및 활용이 필요하며, 특히 실행하는 데 있어서 여건을 개선할 수 있는 인센티브 및 지원제도의 활용이 절실하다.
- 반면, 고효율제품 사용이나 에너지절약 실천은 개개인의 행위당사자의 인식전

환이 중요하므로 비용 대비 편익, 또는 노력 대비 편익에 대해 신뢰를 가지고 참여할 수 있는 구체적인 홍보 및 계도 방안이 마련되어야 한다.

- 현재 건물의 단열성능 개선 및 고효율 가전제품이 개발되어 보급되고 있으나, 쾌적한 생활을 바라는 생활양식의 변화와 가전제품의 대형화, 보급률 및 사용시간이 증가하고 있어 전체 건물에너지 소비량의 증가요인으로 작용하고 있다.
- 단기적으로 적용할 수 있는 단위 제도·시스템으로 적정 실내온도 유지 의무화, 대기전력차단기 보급, 단열 강화, 태양열 및 태양광의 보급 확대를 제안하며, 건물의 유형과 조건에 맞게 단계적으로 추진되어야 할 것이다.
- 또한 정부차원에서 범국민적으로 활용할 수 있는 건물에너지 진단프로그램 개발·보급하고, 그를 통해 맞춤형 서비스를 제공하고 지속적인 홍보와 의식 개선이 이루어져야 할 것이다.

— 목 차 —

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 필요성 및 목적	3
제2절 연구의 방법 및 내용	4
제2장 에너지소비 특성조사	7
제1절 에너지 공급 및 소비에 관한 개론	7
1. 에너지 안보와 이슈 발굴	7
2. 에너지 공급 및 소비의 일반현황	9
제2절 에너지소비에 영향을 주는 주요지표	17
1. 기후여건에 따른 에너지소비의 변화	17
2. 사회·경제적 여건에 따른 에너지소비의 변화	21
3. 총에너지 소비량 변화와 요인 분석	24
제3절 건물 에너지소비 특성 분석	25
1. 건물에너지 소비 특성의 개요	25
2. 건물에너지 소비 특성의 사례 및 분석	27
제3장 에너지 저소비형 제도	39
제1절 에너지 저소비 정책 동향	39
1. 국내 정책적 방향	39
2. 국외 정책적 방향	51
제2절 건물에너지 소비저감 제도 및 사업	53
1. 건물에너지 인증제도	53
2. 건물에너지 저감사업 추진 현황	56

3. 에너지절약 시책: 실내온도 규제	63
----------------------------	----

제4장 에너지 저소비형 시스템	69
제1절 에너지 저소비형 건물부문	69
1. 에너지 저감형 건물	69
2. 제로에너지 빌딩	77
3. 에너지 저감형/제로에너지 빌딩 적용사례	96
제2절 신재생에너지 주택부문	112
1. 신재생에너지 주택 종류	112
2. 신재생에너지 주택 설치사례	118
제3절 에너지 저소비형 통합적 설계	121
1. 건물에너지 평가	121
2. 건물에너지 저감의 통합적 설계	137
제5장 이해관계자별 제도 및 시스템 활용방안	151
제1절 설문조사 개요 및 결과	151
1. 설문조사 개요	151
2. 설문조사 결과	152
제2절 우선순위적용 및 행동요인 분석	164
1. 구조방정식 모형	164
2. 계획행위이론	165
3. 우선순위 적용 결과	167
4. 계획행위이론 분석 결과	168
제3절 이해관계자별의 제도 활용 및 역할 분담	172
1. 이해관계자별 제도 활용방안	172
2. 세부 이해관계자의 역할 분담	173

제6장 결론 및 정책건의	177
제1절 결론	177
1. 에너지 소비특성 분야의 대응	177
2. 에너지 저소비형 제도 분야의 대응	178
3. 에너지 저소비형 시스템 분야의 대응	178
4. 이해관계자별 제도 및 시스템 활용방안	179
제2절 정책건의	180

참고문헌	181
------	-----

부 록

부록 1. 건물에너지 이용 및 절약행동 조사	185
부록 2. 이해관계자별 제도 활용방안	201

— 표 목 차 —

<표 2-1> 총에너지소비 증가에 대한 기온효과 기여도	20
<표 2-2> 최근 10년간 우리나라 경제성장률	22
<표 2-3> 가정용 용도별 에너지 소비	27
<표 2-4> 가정 부문 에너지원별 소비추이	28
<표 2-5> 주거면적별 가구당 연간 열소비량	29
<표 2-6> 지역난방 공동주택의 난방 및 급탕 비율	29
<표 2-7> 가정 부문 전기기기의 전력소비량	31
<표 2-8> 연간 가구당 최종에너지 소비량과 구성비	32
<표 2-9> 가구당 용도별 전기기기 보유대수	33
<표 2-10> 상업·공공부문 에너지원별 에너지소비	34
<표 2-11> 상업·공공부문 용도별 에너지소비	35
<표 3-1> 국내 건축물 시장 전망	40
<표 3-2> 목표관리제 본격 시행 건축물	46
<표 3-3> 세계 건축물 시장 전망	51
<표 3-4> 에너지 효율등급	54
<표 3-5> 에너지소비효율등급 대상품목	59
<표 3-6> 그린빌리지 지원 대상	61
<표 3-7> 월 소득 100만 원 이하 가정의 에너지 사용형태	62
<표 3-8> 가구당 효율개선 및 에너지구입비용 절감	62
<표 3-9> 2007년 부문별 에너지소비구조	63
<표 3-10> 연간 에너지 사용량 2000 toe이상 건물	63
<표 3-11> 국가별 실내온도 권장기준	64
<표 3-12> 실내온도 규제와 관련한 에너지절약 시책 사례	65

<표 4-1> 그린 빌딩의 기본 설계지침	71
<표 4-2> 그린 빌딩의 재료 선정 기준 항목	71
<표 4-3> 서울중앙우체국청사의 친환경 적용계획요소	97
<표 4-4> 대전우체국청사의 친환경 적용계획요소	98
<표 4-5> 에코폴리스 센터 개요	104
<표 4-6> 이상(理想)의 교육동 개요	105
<표 4-7> 이바라키현 제로에미션 하우스 개요	106
<표 4-8> KohokuNT Earth port 개요	107
<표 4-9> 파나소닉 개요	108
<표 4-10> Daiwa house의 주택 개요	109
<표 4-11> JX 닛코우 일본 석유 에너지 주택 개요	110
<표 4-12> Sekisui house의 이바라키현 타가군 주택 개요	111
<표 4-13> 태양광설비 권장설치 용량표	112
<표 4-14> 태양광주택 연도별 보급실적	113
<표 4-15> 태양열 주택 보급현황	114
<표 4-16> 지열주택 보급현황	116
<표 4-17> 대동 다숲 프라임하우스 개요	118
<표 4-18> 단일 진공관형 태양열개인주택 개요	119
<표 4-19> 미평 힐 타운 하우스 개요	120
<표 4-20> 건물에너지 평가 프로그램	124
<표 4-21> 가정 에너지 절약효과	139
<표 4-22> 그린홈의 에너지 절약효과	140
<표 4-23> 태양전지 모듈의 종류와 특징	142
<표 5-1> 응답자 지출 전기요금 및 가스요금	157
<표 5-2> 응답자 가전제품 보유개수	157

— 그림 목 차 —

[그림 1-1] 연구의 수행체계 및 내용	4
[그림 2-1] 미국의 에너지 수요	7
[그림 2-2] 세계의 에너지원별 1차 에너지 공급과 소비 현황	10
[그림 2-3] 세계의 부문별 공급과 소비 현황(석탄, 원유)	11
[그림 2-4] 세계의 부문별 공급과 소비 현황(가스, 전력)	12
[그림 2-5] 1차 에너지 및 최종 에너지 소비량 변화	13
[그림 2-6] 1인당 에너지 소비량	14
[그림 2-7] 에너지원별 1차 에너지 및 최종에너지 소비	15
[그림 2-8] 에너지 수입의존도	16
[그림 2-9] 1차 에너지 생산/수입	16
[그림 2-10] 우리나라 연평균 평균기온의 변화	18
[그림 2-11] 우리나라 난방도일 및 냉방도일의 추이	18
[그림 2-12] 기온효과에 따른 총에너지소비의 차이	20
[그림 2-13] 우리나라 경제성장률 전기 대비 추이	22
[그림 2-14] GDP당 총에너지 소비의 변화	23
[그림 2-15] 총에너지 소비량 변화 요인별 기여도	24
[그림 2-16] 건물에너지 소비특성 분석을 위한 요소	26
[그림 3-1] 2030년 분야별 전망수요대비 절감률	40
[그림 3-2] 저탄소녹색성장 기본법의 비전 및 정책방향	41
[그림 4-1] 패시브 하우스의 개념도	73
[그림 4-2] 3리터 하우스의 개념도	76
[그림 4-3] ZEB 투자 회수기간의 추정	84
[그림 4-4] 제로에너지빌딩 디자인 개념도	87

[그림 4-5] ZEB의 건물에 적용에 대한 방법	89
[그림 4-6] ZEB의 건물의 적용기술에 대한 일반적인 이미지	91
[그림 4-7] ZEB의 건물의 기술적인 적용 예	93
[그림 4-8] 건축물 외피 단열재 사용사례	93
[그림 4-9] 국내 BAS 개념도	95
[그림 4-10] 그린 빌딩 조감도	97
[그림 4-11] 인천청라지구 한리비비디아파트 노인정	99
[그림 4-12] 경기도 용인의 3리터 하우스	100
[그림 4-13] 제로에너지 솔라 하우스 건물	103
[그림 4-14] 에코폴리스 센터	104
[그림 4-15] 이상(理想)의 교육동	105
[그림 4-16] 이바라키현 제로에미션 하우스	106
[그림 4-17] 도쿄가스 KohokuNT Earth port	107
[그림 4-18] 도쿄도 파나소닉 센터	108
[그림 4-19] Daiwa house의 주택	109
[그림 4-20] JX 닛코우 일본 석유 에너지의 주택	110
[그림 4-21] Sekisui house의 이바라키켄 타가군	111
[그림 4-22] 태양광 주택의 구성도	113
[그림 4-23] 태양열 시스템 구성도	114
[그림 4-24] 지열 시스템 구성도	115
[그림 4-25] 소형풍력기의 종류	116
[그림 4-26] 연료전지 주택의 구성도	117
[그림 4-27] 대동 다숲 프라임하우스(그린 빌리지)	118
[그림 4-28] 단일 진공관형 태양열주택(그린홈100만호)	119
[그림 4-29] 주택용 지열설비(그린 빌리지)	120
[그림 4-30] 건물에너지 영향요소	121
[그림 4-31] ECOTECT 주요기능 예	126
[그림 4-32] 단열공사가 필요한 장소와 베란다에 설치한 태양열 시스템	138

[그림 4-33] 설치방향에 따른 발전량 효율과 설치 예	144
[그림 5-1] 설문문의 구성 및 분석 방법	151
[그림 5-2] 응답자 연령대와 거주지	152
[그림 5-3] 응답자 가정의 연간 총수입	152
[그림 5-4] 응답자 거주주택형태와 주택사용기간 및 면적	153
[그림 5-5] 응답자 주택 소유여부와 소유 주택 거주여부	154
[그림 5-6] 응답자 보유 난방시설 및 기기	155
[그림 5-7] 응답자 보유 냉방시설 및 기기	156
[그림 5-8] 현재 건물부문 효율개선 여부와 사례	158
[그림 5-9] 향후 건물부문 효율개선 여부와 사례	158
[그림 5-10] 에너지소비 절약과 관련된 제품 사용여부와 제품소유 종류	159
[그림 5-11] 향후 제품 구입여부와 제품구입 종류	159
[그림 5-12] 건물에너지 절약을 위한 행동	160
[그림 5-13] 건물에너지 절약 프로그램 참가 여부 및 참가 프로그램	161
[그림 5-14] 건물에너지 절약 프로그램 성공 여부 및 성공요인과 실패요인	162
[그림 5-15] 주택소유 유무에 따른 건물에너지 절감 실천 의향	163
[그림 5-16] 건물에너지 절약 관심 유무에 따른 건물에너지 절감 실천 의향	163
[그림 5-17] 구조방정식 모형의 활용 예시	164
[그림 5-18] 계획행위이론의 활용 예시	166
[그림 5-19] 건물에너지 이용 최소화를 위한 중요도 및 우선순위	167
[그림 5-20] 건물부문 효율개선 행위에 대한 인식조사 및 영향계수	169
[그림 5-21] 고효율제품 사용 행위에 대한 인식조사 및 영향계수	170
[그림 5-22] 에너지절약 실천 행위에 대한 인식조사 및 영향계수	171
[그림 5-23] 이해관계별 제도 활용방안	173
[그림 5-24] 세부 이해관계자의 역할 분담	174

제 1 장

연구의 개요

.....

제1절 연구의 필요성 및 목적

제2절 연구의 방법 및 내용

.....

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 필요성 및 목적

우리나라 에너지관리 정책 방향은 과거 공급위주의 정책에서 최근 들어 수요관리를 병행하는 종합에너지 정책으로의 기틀이 마련되었고, 중장기적 에너지 효율정책을 모색하면서 절약의 주체를 소비자에서 생산자로 이동하는 개념의 전환이 이루어졌다. 또한 이용을 무조건 자제시키는 절약의 개념보다는 효율적인 이용을 하자는 에너지이용합리화라는 용어도 사용되기 시작하였다. 특히 지금까지는 에너지 효율정책이 산업부문에 집중되어 왔으나, 그중 성공적으로 평가되고 있는 정책을 수송 및 가정·상업 부문에도 확대·강화시키고자 하는 움직임이 있다.

기술의 발달로 건물에너지 각 구성요소들의 효율은 증가하기는 하였지만 거주공간 및 사용제품이 대형화되고 사용시간이 길어짐에 따라 건물부문 총에너지 소비량은 여전히 증가추세에 있다. 따라서 에너지이용 최소화를 목표로 제도를 기능에 따라 어떻게 활용하고, 어떠한 기술 및 시스템을 활용하면 효과적인지에 대한 체계적인 정리가 필요한 시점이다.

건물부문의 에너지 공급·수요 특성을 토대로 활용 가능한 제도 및 실현가능한 시스템을 발굴 및 정리하며, '이해관계자 특성에 맞는 에너지이용 최소화 제도 및 시스템 활용방안' 제시함을 목적으로 한다.

제2절 연구의 방법 및 내용

본 연구는 첫째, 문헌조사, 현장조사를 통한 국내의 에너지이용 효율화 제도 및 기술에 관한 벤치마킹 실시, 둘째, 설문조사를 통한 건물에너지 소비 특성 및 에너지절약 정책의 효율성 평가, 셋째, 통계수법을 활용한 건물부문 에너지이용 최소화 요소에 따른 우선순위 적용 및 계획행동이론 적용, 넷째, 이해관계자별 제도 활용 및 역할 분담 도출의 순으로 진행되었다.

전체적인 연구의 틀은 다음과 같다.



[그림 1-1] 연구의 수행체계 및 내용

제 2 장

에너지소비 특성조사

제1절 에너지 공급 및 소비에 관한 개론

제2절 에너지소비에 영향을 주는 주요지표

제3절 건물에너지 소비 특성 분석

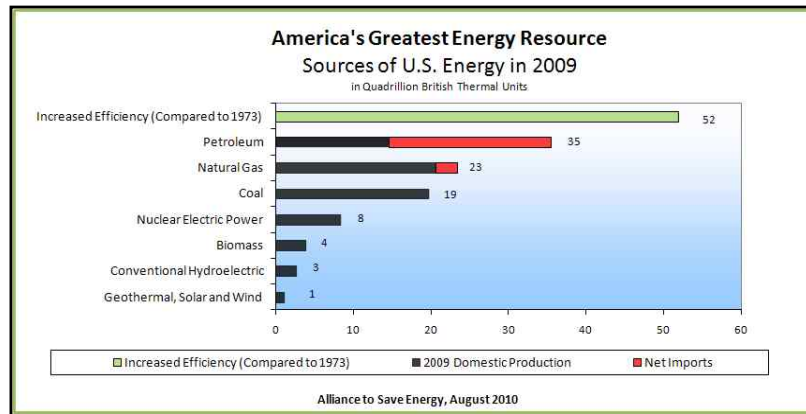
제2장 에너지소비 특성조사

제1절 에너지 공급 및 소비에 관한 개론

1. 에너지 안보와 이슈 발굴

에너지안보에 관한 문제는 세계 각국의 중요한 현안이다. 에코플레이션 (Ecoplation, Ecological inflation의 합성어, 온난화 등 기후변화로 인해 생산비용이 증가하고 그로 인해 소비재가격이 지속적으로 오르는 상태)은 환경적 요인에 의한 인플레이션이다. WRI(World Research Institute, 2008) 보고서에서는 향후 10년 안에 석유, 천연가스, 전력 공급 가격이 각각 20%, 40%, 45% 상승함으로써 인류는 심각한 에코플레이션을 겪을 것으로 예측하였다.

이러한 문제를 해결하기 위해 세계 각국은 크게 두 가지 방향: “신재생에너지 (New and renewable energy)” 그리고 “에너지 효율 및 절약(Energy efficiency and save)”으로 노력해오고 있다. 그 중 제5의 에너지(Fifth fuel; 제1의 에너지 불, 제2의 에너지 석유, 제3의 에너지 원자력, 제4의 에너지 신재생에너지)로 불리고 있는 에너지 효율은 에너지 안보 확보와 온실가스 감축의 핵심이 되는 대안이다. Alliance to Save Energy (ASE, 2010)에서는 1973년 오일쇼크가 없었다면 미국이 현재보다 50% 이상의 에너지를 더 사용했을 것으로 분석하고 있다(그림 2-1). Mckinsey (2009)는 에너지 효율성을 높이고 절약을 하면 2020년까지 세계 에너지 수요의 20% 이상을 줄일 수 있을 것으로 분석하고 있다. 에너지 절약은 석탄이나 석유처럼 환경공해나 온실가스를 배출하지 않으며, 풍력이나 태양에너지처럼 날씨의 영향을 받지 않으며, 바이오연료처럼 식료와 경쟁하지도 않는다.



[그림 2-1] 미국의 에너지 수요 (ASE, 2010)

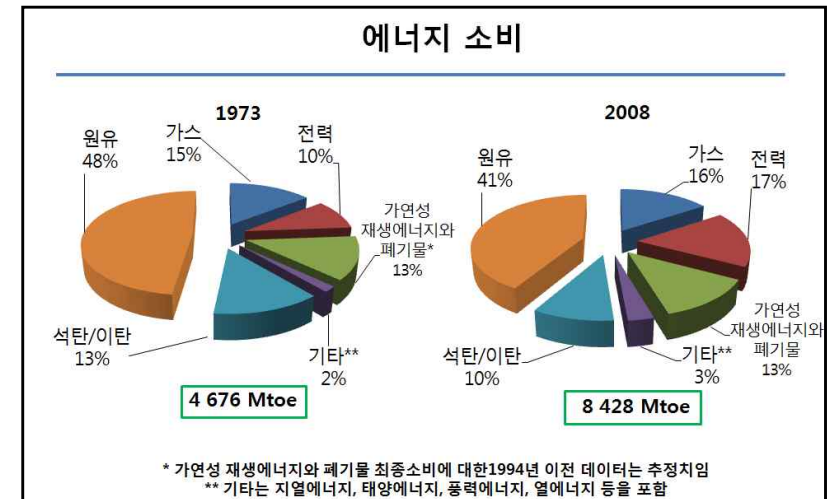
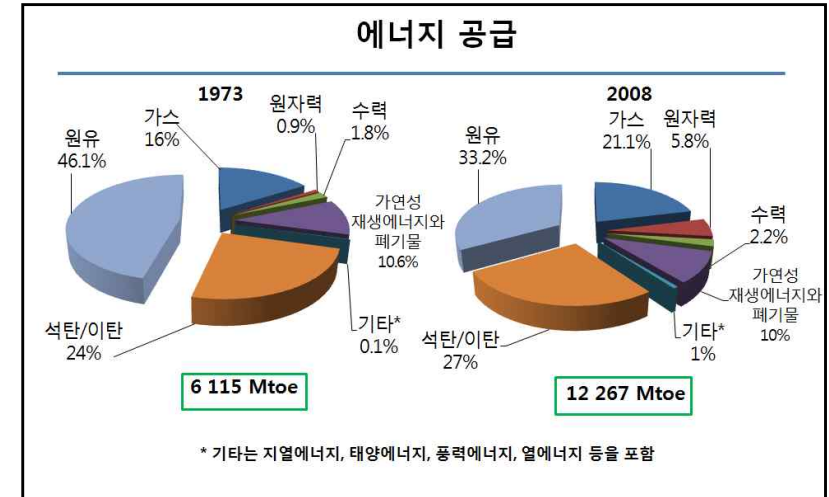
2. 에너지 공급 및 소비의 일반현황

1) 세계의 에너지 공급 및 소비 현황

세계의 1차 에너지 공급은 1973년 6,115 Mtoe에서 2008년 12,267 Mtoe로 약 두 배 가량 증가하였다. 그 중 원유 소비 점유율은 1973년 46.1%에서 2008년 33.2%로 감소한 반면 나머지는 대부분 증가하였다. 지역별 1차 에너지 공급을 살펴보면, OECD국가의 소비 점유율은 1973년 61.0%에서 2008년 44.2%로 감소한 반면, 중국과 기타 아시아에서 소비 점유율이 각각 7.0%, 5.6%에서 17.4%, 11.5%로 두 배 이상 증가하였다.

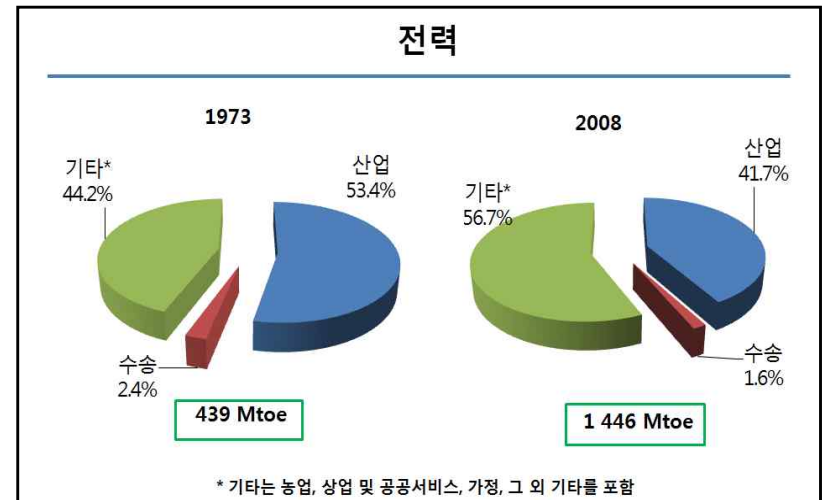
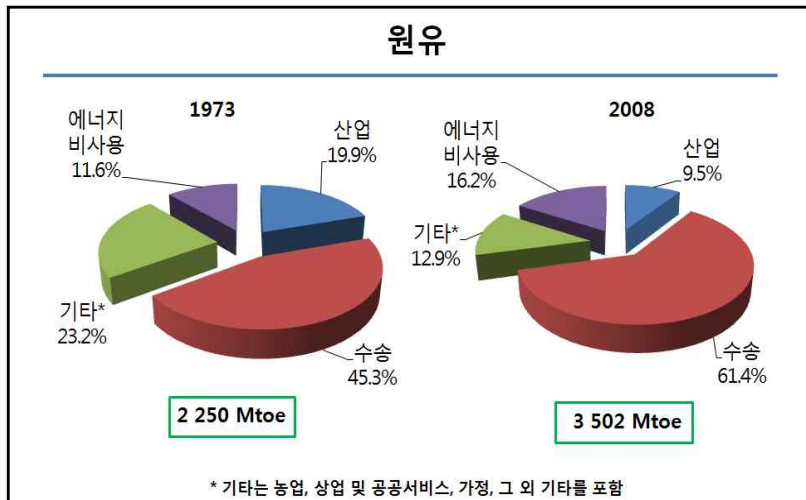
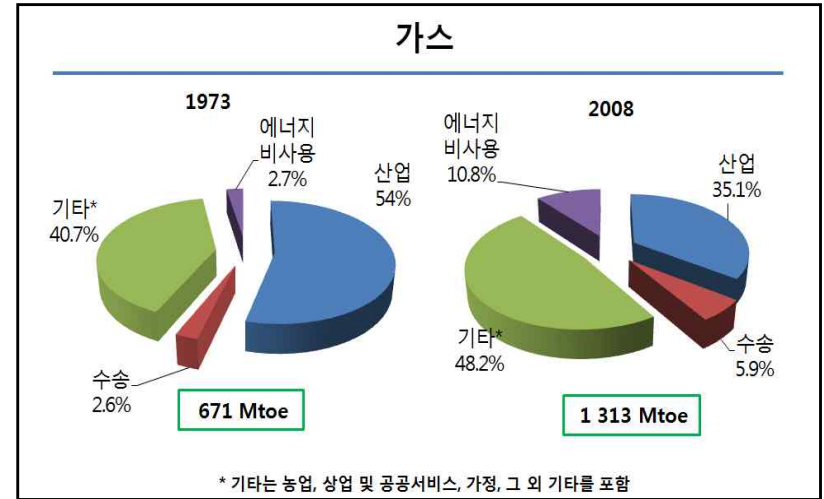
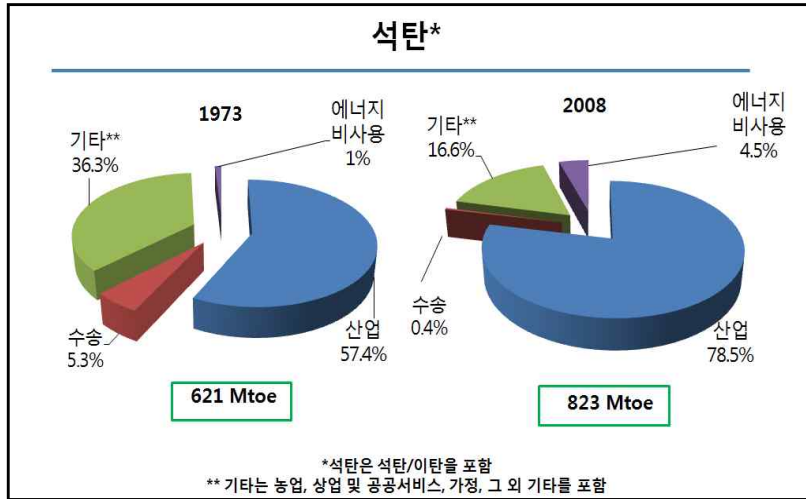
세계 최종에너지 소비는 1973년 4,676 Mtoe에서 8,428 Mtoe로 두 배 가량 증가하였으며 그 중 전기 생산의 비율이 9.4%에서 17.2%로 현저히 증가하였다. (IEA 2010)¹⁾ 지역별최종에너지 소비를 살펴보면, OECD국가의 소비점유율은 60.1%(1973년)에서 43.8%(2008년)로 감소한 반면, 중국과 기타 아시아에서 소비 점유율이 각각 7.9%, 6.4%에서 16.4%, 11.6%로 두 배 정도 증가하였다.

에너지원별 최종에너지 소비를 살펴보면 가스가 671 Mtoe에서 1,313 Mtoe로 두 배 이상, 전기가 439 Mtoe에서 1,446 Mtoe로 세 배 이상 증가하였다. 부분별 소비를 살펴보면, 석탄 및 원유의 경우 기타 부문(가정, 상업 및 공공, 농업, 기타)의 소비율이 크게 감소한 반면, 가스 및 전기의 경우에는 증가하였다.



[그림 2-2] 세계의 에너지원별 1차 에너지 공급과 소비 현황

1) International Energy Agency, Key world energy statistics, 2010

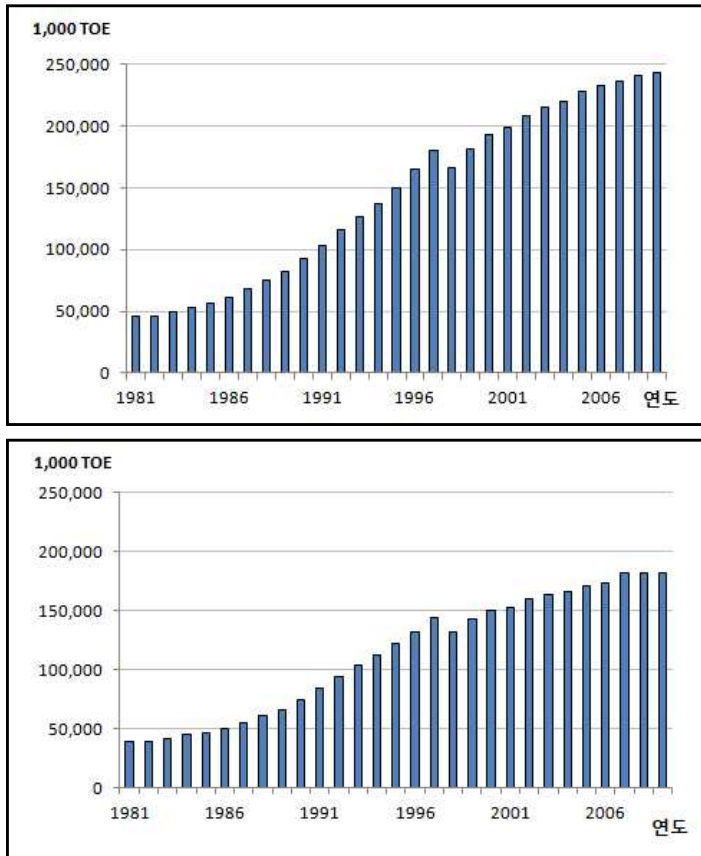


[그림 2-3] 세계의 부문별 공급과 소비 현황(석탄, 원유)

[그림 2-4] 세계의 부문별 공급과 소비 현황(가스, 전력)

2) 우리나라의 에너지 공급 및 소비 현황

1차 에너지소비량은 초기 1981년 45,718 천toe에서 2009년에 243,311 천toe로 약 5.3배 증가를 보였고 최종 에너지소비량에서는 1981년 38,952 천toe에서 2009년에 182,066 천toe로 약 4.7배 증가하였음을 확인하였다.

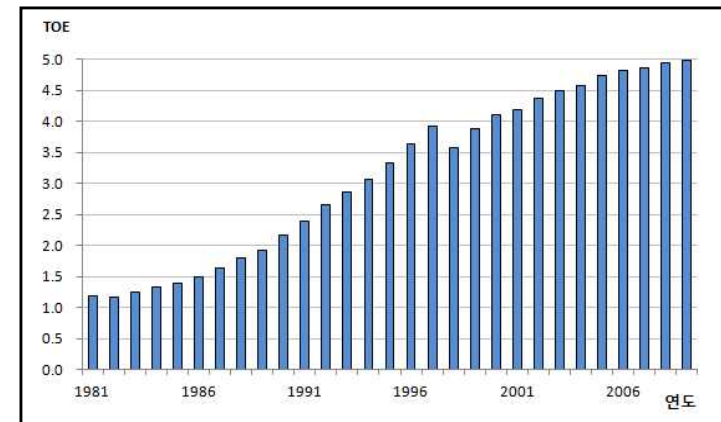


[그림 2-5] 1차 에너지(상) 및 최종 에너지(하) 소비량 변화

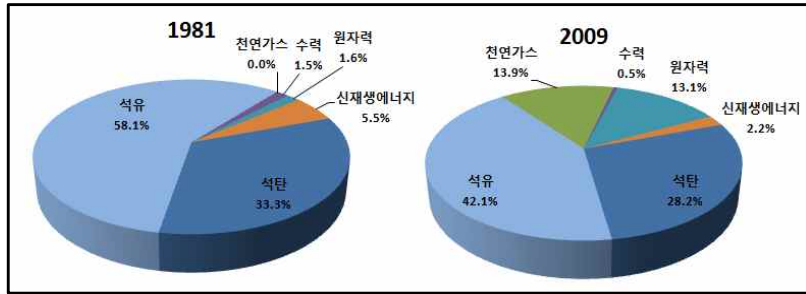
1인당 에너지 소비량은 1997년까지 꾸준히 증가하였으나 IMF이후 1998년 감소한 후 다시 꾸준히 증가하였다.

1981년 1차 에너지 소비는 석유와 석탄이 91.4%로 대부분을 차지하였고, 2009년에는 석유와 석탄의 소비가 70.3%로 감소한 반면, 천연가스와 원자력관련 에너지 소비가 증가한 것을 알 수 있다.

최종에너지 소비는 1981년 석유, 석탄의 에너지가 85.8%로 대부분의 소비를 보였고, 2009년에는 석유, 도시가스, 전력, 열에너지는 조금씩 증가한 반면에 석탄의 에너지 소비가 감소하였다.



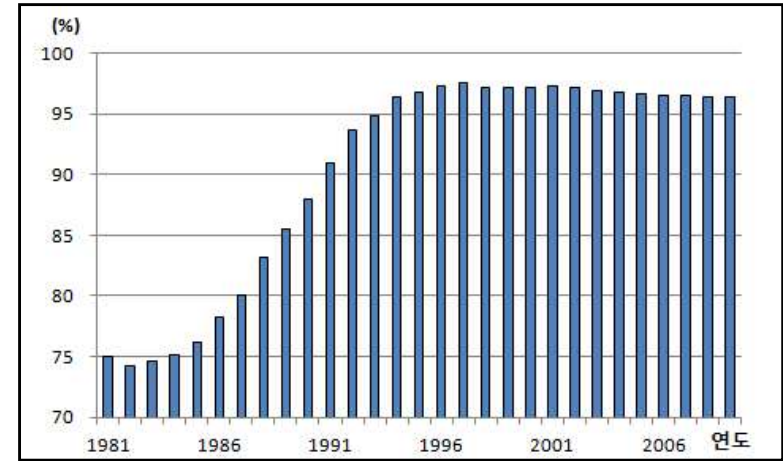
[그림 2-6] 1인당 에너지 소비량



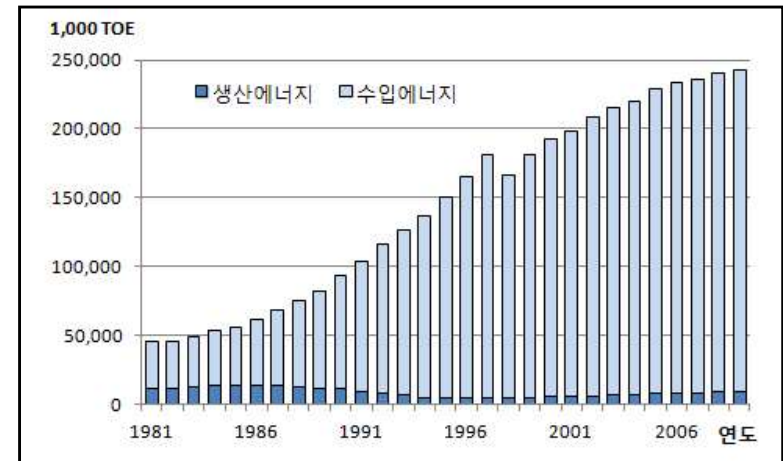
[그림 2-7] 에너지원별 1차 에너지(상) 및 최종에너지(하) 소비(열량기준)

우리나라의 에너지수입 의존도는 1997년까지 계속 증가하다가 이후부터는 2009년까지 일정수준을 유지하였다. 생산에너지는 1986년까지 일정수준을 유지한 후에 소폭감소 하여 2009년까지 수준을 유지하였고, 수입에너지는 1981년 이후 1997년까지 계속 증가하다 IMF이후 소폭 감소 한 후 2009년까지 증가하는 추세이다.

생산에너지와 수입에너지의 1981년 에너지비율은 각각 25%, 75%를 보였지만, 2009년 에너지비율은 각각 4%, 96%로 수입에너지의 비율이 더 높아진 것을 알 수 있다.



[그림 2-8] 에너지 수입의존도



[그림 2-9] 1차 에너지 생산 / 수입

제2절 에너지소비에 영향을 주는 주요지표

1. 기후여건에 따른 에너지소비의 변화

1) 지구온난화의 진행

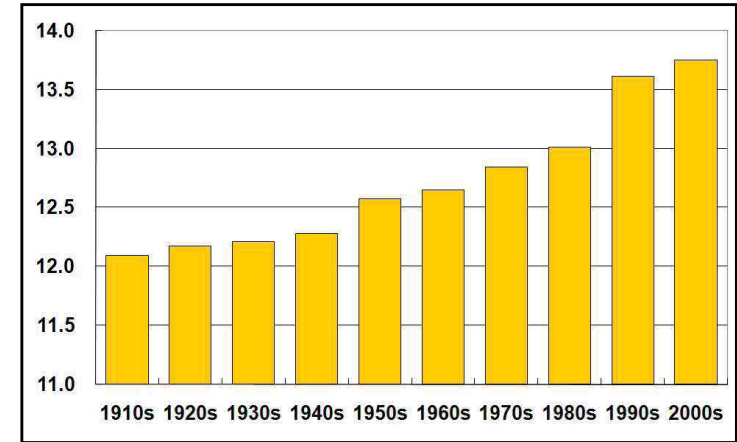
지구온난화는 전 계절에 걸쳐 에너지소비 증가를 유발한다. 미국의 경우 국가 GDP의 약 30%(약 3조 달러 규모)가 날씨와 기후의 영향을 직간접적으로 받고, 이중 약 10%는 직접적으로 영향을 받는 것으로 알려졌다. 이는 기온변화 뿐 아니라 기상이변에 따른 경제적 피해까지 계산한 것이다. 우리나라도 예전에 볼 수 없었던 다양한 종류의 이상기후 현상이 전 계절에 걸쳐 나타나 사회경제적으로 많은 영향을 초래하고 있다.

‘한반도 기후변화 평가 보고서’에 따르면 1991~2000년 한반도 연평균 기온은 13.5도로 1912~1990년 12도에 비해 1.5도 상승했다. 같은 기간의 세계 평균기온 상승폭은 0.6도로 한반도 도시화에 따른 온난화 진행은 2.5배 빨리 진행되고 있는 것이다. 지난 100년 동안 우리나라 기온상승률의 20~30%²⁾는 도시화 효과로 추정되며, 특히 1960년대 후반 이후에는 기온상승률의 30~40%³⁾가 도시열섬효과, 국지적 도시화 등으로 추정된다.

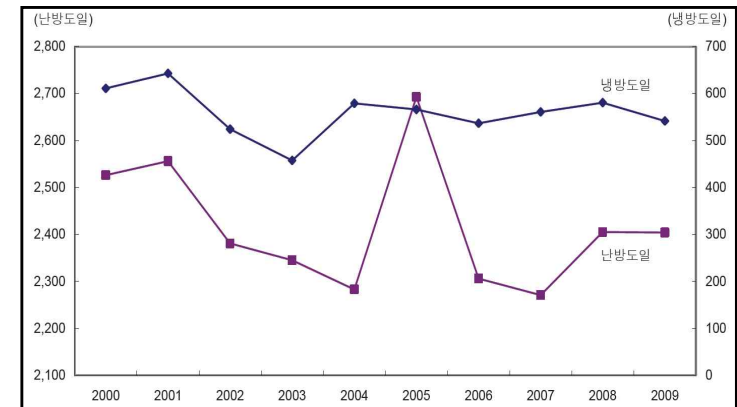
또한 환경부 전망을 보면 한반도의 기온변화는 전 지구 기온상승보다 한층 더 빨리 진행되어 2100년에는 현재보다 4.2도 상승할 것으로 예측되고 있다. 한반도와 같이 ‘워름(Warm pool) 엘니뇨’ 영향권에 들어가게 되면 폭염과 폭염 등 극한기온에 노출이 되기 쉬우며 가정 및 상업, 산업, 농업 등 전반적인 분야의 에너지소비에 영향을 주게 된다.

2) 기상연구소, 2004, 한반도 100년 기후 변화와 미래전망

3) 구교숙 외, 2007, 최고, 최저기온을 이용한 우리나라 기온변화에서의 도시화효과 분석, 대기, 17(2), 185-193



[그림 2-10] 우리나라 연평균 평균기온의 변화⁴⁾



[그림 2-11] 우리나라 난방도일 및 냉방도일의 추이

4) 기상청, 2009, 기후변화 이해하기 II -한반도 기후변화 : 현재와 미래-

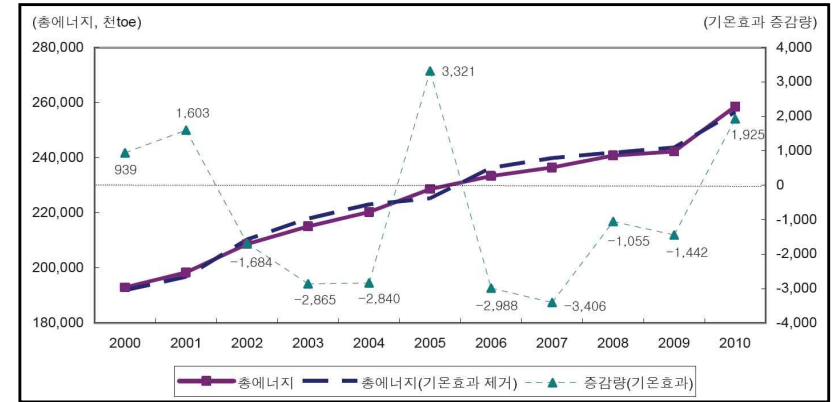
기후요소 중에서 에너지 사용과 밀접한 관련이 있는 난방도일(일평균 기온 18℃ 미만의 누적 값)은 1920년대 이후 우리나라 7개 관측지점에서 모두 감소하는 경향을 보이고 있다. 하지만 최근 10년간의 난방도일과 냉방도일(일평균기온 18℃이상의 누적 값)은 추세는 그 변동이 커 2004년의 경우 겨울 온난화가 진행되는 대신 여름에는 폭염이 심했었고, 2005년에는 겨울에 혹한이 이어져 난방도일이 최고값을 기록하고 있다. 난방도일이 클수록 겨울에 난방에 의한 에너지 사용량이 급증함을 의미한다.

2) 기온에 따른 총에너지 소비량의 변화

‘한반도 기후변화 평가 보고서’에 따르면 2010년 총에너지 소비량은 전년도 대비 3.6백만 toe 증가하였는데 그 중 기온변화에 따른 효과의 기여율은 21.8%에 달했다고 한다. 특히 동절기(1~2월), 춘추절기(3~4, 9월), 하절기(6~9월) 모두 에너지 소비를 증가시키는 역할을 하였다.

최근 10년간 총에너지 소비량은 2000년 192.9백만 toe에서 2009년 242.2백만 toe로 점차적으로 증가해왔으며 총변화량에서 기온에 의해 2005년은 3.3백만 toe 만큼 총에너지 소비량이 증가하였으며 2007년에는 3.4백만 toe 만큼 소비량이 감소하였다. 기온에 의한 총에너지 소비량 증감추세는 난방도일(그림 2-11)의 추세와 유사하여 기온에 의한 총에너지 소비량 변화가 겨울철 기온에 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 기온에 의한 효과를 배제하고도 총에너지 소비량은 점차적으로 증가추세에 있다.

최근 10년간 총에너지 소비 증가에 대한 기온효과 기여도를 보면 2005년을 제외하고는 2002년 이후 에너지 소비를 감소시켜주는 요인으로 작용하고 있음을 알 수 있다. 결국 한반도의 기온 변화는 총에너지 소비를 감소시키는 결과를 보여주고 있다.



[그림 2-12] 기온효과에 따른 총에너지소비의 차이

<표 2-1> 총에너지소비 증가에 대한 기온효과 기여도

(단위 : 백만toe, %)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
총에너지 (백만toe)	192.9	198.4	208.6	215.1	220.2	228.6	233.4	236.5	240.8	242.2	258.5	
기온효과	증감량 (백만toe)	0.9	1.6	-1.7	-2.9	-2.8	3.3	-3.0	-3.4	-1.1	-1.4	3.6
	증감율 (%)	0.5	0.8	-0.8	-1.3	-1.3	1.5	-1.3	-1.4	-0.4	-0.6	1.5

5) 국립기상연구소, 2007, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술개발(III)

6) 기상청, 2010, 2010 이상기후 특별보고서

2. 사회·경제적 여건에 따른 에너지소비의 변화

1) 경제성장 및 에너지소비의 변화

세계에너지 통계에 따르면 우리나라는 2010년 세계에너지 수요의 2.1%를 차지해 세계 8위를 기록했다. 이는 세계적인 에너지 소비증가율은 5.6%인데 반해 우리나라는 7.7%로 더 빨리 증가하기 때문이다. 우리나라의 에너지소비 증가율은 2010년 경제성장률 6.2%를 넘어서고 있다. 이것은 에너지 사용효율을 나타내는 에너지 원단위(GDP)의 악화를 의미하는 것이다. 에너지효율이 좋지 않다는 것은 에너지에 많이 의존하는 다소비 산업구조를 가지고 있기 때문인데 특히 2010년 전력소비 증가율은 10.3%로 총에너지 소비증가율을 훨씬 능가하는 수치이다. 전력부문 소비가 증가 하는 데는 전력요금이 상대적으로 저렴한 것이 지적되어 왔다. 정부는 2011년에 에너지요금에 대한 원가연동제를 실시하고자 하였으나 물가요금이 상승하면서 전기요금 조정 로드맵조차 발표하지 못하고 있다.



[그림 2-13] 우리나라 경제성장률 전기 대비 추이7)

<표 2-2> 최근 10년간 우리나라 경제성장률

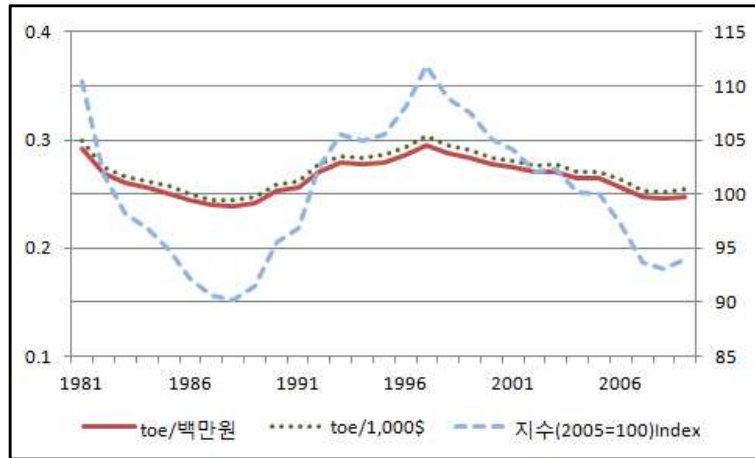
(단위 : %)

연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
경제성장률	8.5	3.8	7.2	2.8	4.6	4.0	5.2	5.1	2.2	0.2	6.2

7) 한국은행경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>)

2) GDP에 따른 총에너지 소비량의 변화

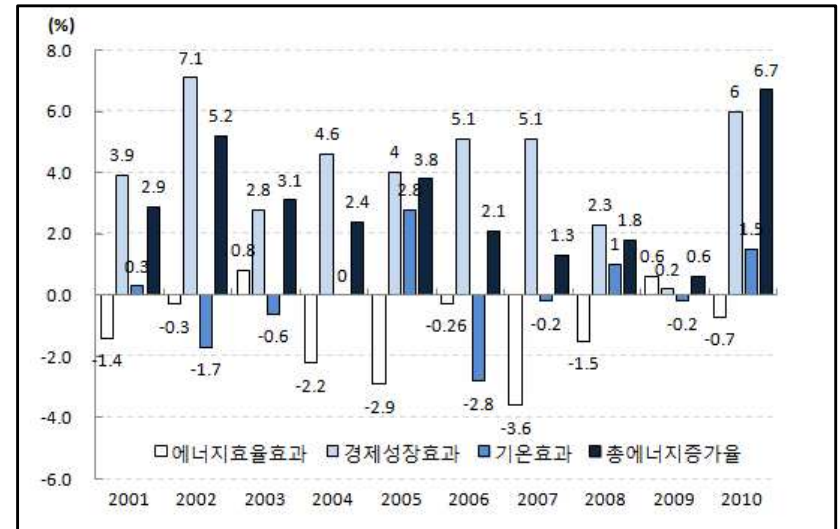
GDP당 총에너지 소비량은 1981년 0.292 toe/백만 원에서 감소추세를 보여 1988년에 역대 최소치인 0.238 toe/백만 원으로 떨어졌다가 IMF 직후인 1998년 0.288 toe/백만 원까지 증가하였다. 2009년 현재는 0.248 toe/백만 원으로 증가추세에 있다. 2005년을 기준으로 본 지수에서는 IMF 전후로 1992년부터 2005년까지는 100 이상을 나타내고 있다. GDP당 총에너지 소비량이 증가한다는 것은 같은 제품을 생산하는데 들어가는 에너지의 양이 늘어남을 의미한다. IMF이후 1998년부터 개선되는 추세를 보이고 있으나 최근 2009년 이후 에너지효율이 떨어지고 있음을 알 수 있다.



[그림 2-14] GDP당 총에너지 소비의 변화

3. 총에너지 소비량 변화와 요인 분석

2000년대 이후에도 역시 우리나라의 총에너지 소비량 전년도 대비 증가율은 0.6~6.7%로 증가추세에 있으며, 증가추세에 가장 큰 요인은 경제성장효과이다. 하지만 우리나라 경제성장률과는 반대로 에너지효율에 따른 효과도 총에너지 소비량에 영향을 미치는데 2007년도에는 총에너지 소비량을 감소시키는데 3.6% 만큼 기여를 하였다.



[그림 2-15] 총에너지 소비량 변화 요인별 기여도⁸⁾

앞서 거론한 대로 기온은 총에너지 소비량의 증가요인으로 작용하기도 하고 감소요인으로 작용하기도 한다. 2005년에는 기온이 총에너지 소비량을 전년대비 3,321천 toe(총에너지 소비량의 1.5%) 상승시켜, 총 소비량 3.8% 증가에 2.8% 만큼 기여하였으며 반대로 2006년에는 감소시키는데 2.8%만큼 기여하였다.

8) 기상청, 2010, 2010 이상기후 특별보고서

제3절 건물에너지 소비 특성 분석

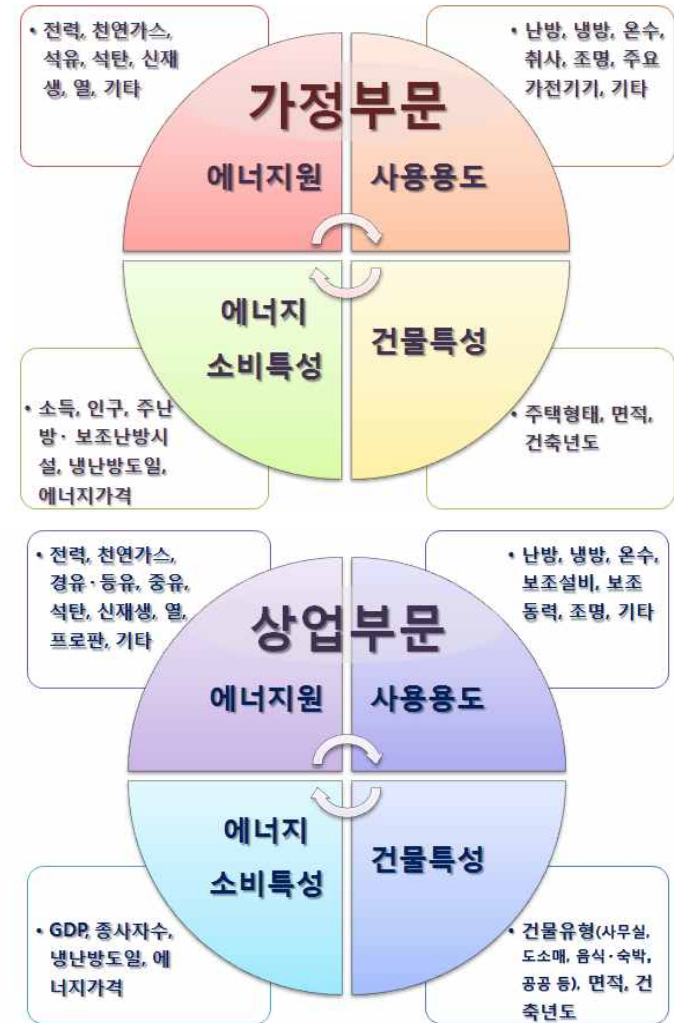
1. 건물에너지 소비 특성의 개요

우리나라의 에너지통계는 가정·상업부문으로 통합 작성되어 오다가 2007년부터 가정부문과 상업부문으로 분리되어 작성되게 되었다. 그러나 건물에너지 소비특성을 파악할 수 있는 연구는 아직 기초데이터 수집마저도 어려운 상태이며, 부문별로는 상업용 보다는 가정에 의한 소비특성 분석 연구가 진행되고 있다. 하지만 난방, 냉방, 온수, 취사, 조명, 주요기기(냉장고, 식기세척기, 세탁기, TV, PC, 기타) 등과 같은 용도별 세분화 통계는 아직 작성되고 있지 않다.

건물에너지 소비 특성을 파악하기 위해서는 크게 에너지원, 사용용도, 건물특성, 에너지소비특성 등 4가지 요소가 필요하다.

가정 부문 건물에너지 소비특성을 추정하기 위해서는 사용 연료별 즉, 전력, 천연가스, 석유, 석탄, 신재생, 열, 전기, 기타의 자료가 필요하다. 또한 주택형태, 즉 단독주택, 공동주택 등, 그리고 면적, 건축년도, 소득, 주 난방시설, 냉난방도일 등의 상세 자료가 필요하다.

상업·공공부문의 건물에너지 특성을 분석하기 위해서는 가정부문과 마찬가지로 에너지원의 특성뿐 아니라 사용용도별 즉, 난방, 냉방, 온수, 보조설비, 보조동력, 조명 등 특성 자료가 필요하다. 또한 건물의 유형이 사무실인가, 기타 상업시설인가, 공공시설인가 하는 특성도 파악되어야 한다. 상업·공공부문의 에너지소비 특성은 GDP와 종사자수에 의해 영향을 받을 것이며 기타 냉난방도일과 에너지가격에 의한 영향은 가정부문과 동일할 것이다.



[그림 2-16] 건물에너지 소비특성 분석을 위한 요소 : 가정 부문(상) 및 상업부문(하)

2. 건물에너지 소비 특성의 사례 및 분석

1) 가정 부문

우리나라에서는 가정 부문 용도별 소비특성에 관한 연구가 최근 진행된 바가 있다. 2008년 가정부문의 에너지 소비는 우리나라 총에너지 소비의 약 11.6%를 차지하고 있으며, 1990년부터 2008년 사이에 소비량이 연평균 1.3%씩 증가하였다. 특히 28년 사이에 냉방의 에너지소비량은 가장 큰 폭으로 증가하여 연평균 14.1% 증가하였으며, 난방은 오히려 연평균 1.0%씩 감소하는 추세를 보이고 있다. 2008년 용도별 가정용 에너지소비 추정결과는 난방 44.3%, 온수 23.8%, 전기기기 19.2% 순으로 나타났다.

<표 2-3> 가정용 용도별 에너지 소비

(단위 : 천toe, %)

구분	1990	1995	2000	2005	2008	연평균 증감(%)
난방	11,127	11,704	11,531	10,628	9,350	-1.0
	(66.4)	(59.9)	(53.9)	(47.1)	(44.3)	
냉방	40	90	231	348	425	14.1
	(0.2)	(0.5)	(1.1)	(1.5)	(2.0)	
온수	2,782	3,901	4,942	5,723	5,034	3.4
	(16.6)	(20.0)	(23.1)	(25.4)	(23.8)	
취사	1,333	1,513	1,737	1,819	1,911	2.0
	(8.0)	(7.7)	(8.1)	(8.1)	(9.0)	
조명	132	165	232	317	365	5.8
	(0.8)	(0.8)	(1.1)	(1.4)	(1.7)	
전기기기	1,354	2,179	2,728	3,711	4,045	6.3
	(8.1)	(11.1)	(12.7)	(16.5)	(19.2)	
합계	16,767	19,553	21,401	22,545	21,130	1.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

자료 : 가정 부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구, 에너지경제연구원, 2010

가정 부문 에너지원별 소비추이를 보면 천연가스 소비량은 연평균 18.5%로 급증한 반면 석탄과 신재생에너지의 소비는 줄고 있다. 2008년 전체 에너지소비량 중 천연가스는 45.5%를 차지하고 있으며 다음으로 전기 22.9%, 석유 19.7%가 뒤를 잇고 있다. 열에너지와 신재생에너지의 비율은 상대적으로 적은편이나 열에너지의 연평균 증감율은 18.0%로 향후 가정 부문 에너지원으로 중요할 것으로 판단된다.

<표 2-4> 가정 부문 에너지원별 소비추이

(단위 : 천toe, %)

구분	1990	1995	2000	2005	2008	연평균 증감(%)
석탄	9,027	1,514	718	1,074	1,088	-11.1
	(53.8)	(7.7)	(3.4)	(4.8)	(5.2)	
석유	4,960	11,017	8,994	6,125	4,167	-1.0
	(29.6)	(56.3)	(42.0)	(27.2)	(19.7)	
천연가스	455	3,767	7,353	9,524	9,624	18.5
	(2.7)	(19.3)	(34.4)	(42.2)	(45.5)	
전기	1,525	2,434	3,191	4,375	4,835	6.6
	(9.1)	(12.4)	(14.9)	(19.4)	(22.9)	
열	69	610	1,030	1,358	1,351	18.0
	(0.4)	(3.1)	(4.8)	(6.0)	(6.4)	
신재생	730	212	115	89	65	-12.6
	(4.4)	(1.1)	(0.5)	(0.4)	(0.3)	
합계	16,767	19,554	21,401	22,545	21,130	1.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

자료 : 가정 부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구, 에너지경제연구원, 2010

우리나라는 특성상 난방에너지를 대부분 열에너지로 공급하는데 각 가구의 연간 열에너지 소비는 43.8GJ로 그중 난방이 전체소비의 54.6%, 온수가 45.4%(손실분 포함)를 차지한다. 여기서 세대 총 소비량에서 손실분 10%를 제외하고, 난방용을 빼 나머지 값을 온수소비량으로 추정하면 난방 60.7%, 온수 39.3%의 비율이 구해진다.

9) 가정 부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구, 에너지경제연구원, 2010

다. 다른 연구¹⁰⁾에서는 면적별 공동주택의 난방 및 급탕 비율을 각각 63.1%, 36.9%로 제시하고 있다.

<표 2-5> 주거면적별 가구당 연간 열소비량

(단위 : %, Gcal)

구분	계	45m ² 이하	45m ² ~60m ²	60m ² ~85m ²	85m ² ~165m ²	165m ² 초과
세대분포(%)	100.0	1.3	33.0	35.3	28.3	2.2
연간소비(Gcal)	43.8	25.2	29.2	43.5	59.4	80.4
-난방 난방비율(%)	23.9 (54.6)	13.9 (55.3)	15.2 (52.1)	24.0 (55.1)	31.2 (52.5)	46.8 (58.2)
-급탕 및 손실 비율(%)	19.9 (45.4)	11.3 (44.7)	14.0 (47.9)	19.5 (44.9)	28.2 (47.5)	33.6 (41.8)

주: 에너지 단위를 Gcal에서 GJ로 환산
자료: "절약형 요금제 도입타당성 및 도입방안 연구", 한국지역난방공사, 2006.10

<표 2-6> 지역난방 공동주택의 난방 및 급탕 비율

(단위 : %, kcal/m² · h)

구분	급탕(%)	난방(%)	열부하(kcal/m ² ·h)
계	36.9	63.1	13.3
100m ²	41.7	58.3	12.2
80m ²	35.3	64.7	12.3
50m ²	26.4	73.6	18.7

주: 2009년 합계는 각 평형별 면적을 가중치로 한 평균값임.
자료: 한국지역난방공사, "공동주택 사용자 열사용 실태 분석 및 평가 연구", 2009.07

10) 공동주택 사용자 열사용 실태 분석 및 평가연구, 한국지역난방공사, 2009

열에너지 이외의 다른 에너지를 사용하는 난방기기로는 전기를 사용하는 보조 난방기기(전기히터, 온풍기, 팬히터, 라디에이터, 심야전기보일러)와 가스나 석유를 사용하는 보조 난방기기가 있다. 보일러이외의 온수기로는 순간전기온수기, 저장식 전기온수기, 심야전기온수기, 가스순간온수기 등이 있다.

가정에서 사용하는 전기기기는 냉장고, 식기세척기, 세탁기, 룸 에어컨, TV, 컴퓨터 등으로 크게 분류할 수 있는데, 1990년 이후로 컴퓨터의 전력소비량이 연평균 38.3%로 가장 크게 증가하였고, 다음으로 식기세척기 및 룸 에어컨의 전력소비량이 크게 증가하였다.

에너지경제연구원(2008) 연구결과에 따르면 가정 부문 전기기기 중 냉장고의 기효율이 가장 높아져 1990년에는 1대당 연간 1,354kW의 전력을 소비하던 것이 2006년에는 1대당 연간 434kW를 소비하는 것으로 조사되어 1대당 연간 전력 소비량이 연평균 6.9%씩 감소하였다. 그러나 보급률이 증가하여 가정 부문 전력소비량은 연평균 1.3%정도씩 증가하고 있다. TV의 경우, 1대당 연간 전력 사용량이 연평균 4.3%씩 증가하고 있는데, 이는 기기의 효율이 낮아져서가 아니라 기기의 대형화와 시청시간 증가 등이 요인으로 추정되며, 여기에 보급률 증가가 가세하여 가정 부문 전력소비량은 연간 15.2%로 크게 증가하고 있다.

표 2-8은 용도별 연간 가구당 최종에너지 소비량과 구성비를 나타낸 것이다. 본 연구에서 추정된 우리나라의 가구당 최종에너지 소비량은 72.3GJ로 영국 72.0GJ과 유사한 것으로 나타났다. 우리나라 용도별 소비율을 보면 난방이 44%로 가장 많고 온수가 24%로 그 다음을 차지하며, 영국의 경우도 유사하나 난방 비율이 60%, 온수 비율이 15%를 차지하는 등 난방의 비율이 상대적으로 높다. 반면 일본의 한 세대가 사용하는 최종에너지¹¹⁾는 80.9 GJ로 그 중 44%는 전기형태로 사용한다. 일본 가구당 최종에너지 소비율 중 난방과 온수는 상대적으로 커서 각각 27%와 30%를

11) 일본의 2006년 최종에너지 소비는 15.3 EJ로 그 중 12% (2.3 EJ)가 가정 부문이다. 최근 20년간 (1987~2006) 일본 가정 부문 용도별 최종에너지 소비의 변화추이를 살펴보면 난방용 36%, 급탕용 25%, 주방용 20%가 각각 증가하여 전체적으로 31% 증가하였다. 그 중에서도 냉방용, 조명 및 텔레비전 등이 포함된 기타 부문에서 각각 132%, 88% 증가하였다. 세대별 인구는 최근 20년간 3.08명에서 2.47명으로 0.61명 감소한 것에 반하여, 세대별 최종에너지 소비는 20년간 11% 증가하였다. 특히 기타 부문의 에너지 소비는 43% 증가하였다(일본에너지경제연구소, 2008).

차지하고 있다. 참고로 일본의 난방과 온수의 전기 사용률은 각각 13%, 9%이다.

<표 2-7> 가정 부문 전기기기의 전력소비량

(단위 : 천toe, %)

구분	1990	1995	2000	2006	연평균 증감(%)
냉장고	732	981	913	900	1.3
	(78.7)	(64.0)	(45.4)	(29.7)	
식기세척기	-	9	18	28	26.0
	(-)	(0.6)	(0.9)	(0.9)	
세탁기	17	46	66	89	10.7
	(1.9)	(3.0)	(3.3)	(2.9)	
룸에어컨	9	27	94	172	20.1
	(1.0)	(1.8)	(4.7)	(5.7)	
TV	78	200	343	753	15.2
	(8.4)	(13.1)	(17.1)	(24.9)	
PC	1	39	74	177	38.3
	(0.1)	(2.6)	(3.7)	(5.8)	
기타	93	230	502	908	15.3
	(10.0)	(15.0)	(25.0)	(30.0)	
합계	930	1,533	2,010	3,026	7.7
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

자료: 에너지경제연구원, 국가 에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구: 가정·상업부문의 에너지효율 평가, 2008

<표 2-8> 연간 가구당 최종에너지 소비량과 구성비

(단위 : GJ, %)

구분	우리나라		일본			영국	
	소비량 (GJ)	소비율 (%)	소비량 (GJ)	소비율 (%)	전기사용 률 (%)	소비량 (GJ)	소비율 (%)
난방	32.0	44	21.8	27	13	43.2	60
냉방	1.4	2	1.6	2	100	4.3	6
온수	17.2	24	24.3	30	9	10.8	15
취사	6.5	9	6.5	8	22	3.6	5
조명	1.2	2	6.5	8	100	4.3	6
전기 기기 및 기타	13.9	19	20.2	25	100	5.8	8
총계	72.3	100	80.9	100	44	72.0	100

주: 우리나라의 경우, 가구당 열에너지 소비량 43.8GJ의 35%를 온수(난방에 비해 상대적으로 전기사용량이 적으므로)로 설정하고 2008년 용도별 에너지소비 비율(표2-3)을 활용하여 역으로 총에너지 소비량을 산정함

자료 : 일본(Nakano, 2009), 영국(Domestic Energy Statistics in the UK)에서 환산 및 항목 재구성

표 2-9는 각 용도별 전기기기 보유대수(KPX, 2009¹²⁾, Nakano, 2009)를 나타낸 것이다. 앞서 언급한대로 우리나라의 냉장고 1대당 효율은 좋아졌으나 보급률이 1.78로 높은 편으로 우리나라 냉장고의 에너지소비량 증가추세의 요인이 되고 있다. 에어컨의 보급률은 0.6으로 일본 2.56에 비해 낮은 편이며, 보조난방기기로 전기장판/담요를 사용하고 있다.

<표 2-9> 가구당 용도별 전기기기 보유대수

(단위 : 대수)

항목	우리나라 (2009)	일본 (2006)
난방	전기장판/담요 0.55	(석유히터 1.3)*
냉방	에어컨 0.60 선풍기 1.76	에어컨 2.56
온수	-	-
취사	-	-
조명	백열등 2.68개 형광등 5.30개 기타 등 1.08개	단독주택 백열등 15개 형광등 22개 공동주택 백열등 10개 형광등 16개
냉장고	1.78	1.26
텔레비전	1.43	2.48
컴퓨터	0.83	1.07
기타	세탁기 0.98 전기밥솥 0.90 전자레인지 0.76 비데 0.31 헤어드라이기 1.01 전기다리미 0.93 진공청소기 0.79	DVD 플레이어/레코더 0.98 비데 0.87

* 전기기기 아님

2) 상업부문

상업·공공부문은 우리나라 전체 에너지소비의 약 10.6%(2006년 기준)를 차지하고 있으며 부문별 점유율 중에서는 가장 낮다. 그러나 에너지 소비량은 1990년 이후 연평균 5.3%의 증가를 보이고 있어 가정부문의 연평균 증가율 1.3%에 비해 상당히 높은 편이다. 특히 전력 소비율이 증가하여 2006년에는 전체 에너지 소비량 중 55.7%를 차지하고 있다. 이는 대형유통업체의 증가와 전기·통신기기를 활용도가 증대되면서 전력소비가 증가한 것으로 보고 있다.

<표 2-10> 상업·공공부문 에너지원별 에너지소비

(단위: 천toe, %)

구분	1990	1995	2000	2006	연평균 증감(%)
석유	6,191	8,039	5,604	3,970	-2.7
	(77.2)	(65.3)	(41.2)	(21.6)	
도시가스	322	964	1,900	3,372	15.8
	(4.0)	(7.8)	(14.0)	(18.3)	
전력	1,409	3,175	5,860	10,234	13.2
	(17.6)	(25.8)	(43.1)	(55.7)	
열에너지	7	32	88	153	21.3
	(0.1)	(0.3)	(0.6)	(0.8)	
기타	88	102	142	657	15.3
	(1.1)	(0.8)	(1.0)	(3.6)	
합계	8,017	12,312	13,594	18,386	5.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

주: 기타에는 석탄소비량의 일부가 포함되어 있음.

자료: 에너지경제연구원, 국가 에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구: 가정·상업부문의 에너지효율 평가, 2008

12) 전력거래소, 2009, 가전기기 보급률 및 가정용전력 소비행태조사

용도별 소비량을 보면 난방이 37.3%로 가장 많은 부분을 차지하지만 냉방이 1990년 이후로 연평균 17.6%씩 증가하여 향후 주목할 만한 요인으로 봐야 할 것이다. 앞서 언급한 대로 대형유통업체 및 서비스업에서 실내온도를 쾌적하게 유지하려는 생활양식의 변화를 알 수 있다.

<표 2-11> 상업·공공부문 용도별 에너지소비

(단위: 천toe, %)

구분	1990	1995	2000	2006	연평균 증감(%)
난방	5,514	7,531	6,507	6,857	1.4
	(68.8)	(61.2)	(47.9)	(37.3)	
냉방	215	585	1,620	2,865	17.6
	(2.7)	(4.8)	(11.9)	(15.6)	
조명	991	1,819	2,692	3,576	8.4
	(12.4)	(14.8)	(19.8)	(19.5)	
기타	1,299	2,379	2,778	5,092	8.9
	(16.2)	(19.3)	(20.4)	(27.7)	
합계	8,019	12,315	13,596	18,390	5.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

자료: 에너지경제연구원, 국가 에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구: 가정·상업부문의 에너지효율 평가, 2008

제 3 장

에너지 저소비형 제도

제1절 에너지 저소비 정책 동향

제2절 건물에너지 소비저감 제도 및 사업

제3장 에너지 저소비형 제도

제1절 에너지 저소비 정책 동향

1. 국내 정책적 방향

1) 국내 건축물 관련 동향

2009년 11월 5일 대통령직속 녹색성장위원회에서 국토해양부는 우리나라 건축물 에너지절감에 대한 장기 로드맵을 발표하였다. 제로에너지 건축물은 외부에서 유입되는 에너지가 제로인 건축물로 국가 온실가스 배출의 25%를 차지하고 있는 건축물 부문에서 온실가스 감축을 강화해 전체 온실가스를 획기적으로 감축하기 위한 방안이다. 이후 보완된 주요내용을 다시 정리하면 다음과 같다.

- 2010년 : 에너지 총량제 시행(공공업무시설부터 도입)
- 2012년 : 주택 냉난방에너지 50% 절감, 창호단열수준 2배 강화, 건축물 매매 또는 임대 시 에너지 증명서 발급(노후주택 19%의 에너지효율 개선 40%)
- 2017년 : 패시브 하우스 의무화
- 2025년 : 제로에너지주택 의무화, 비주거부문 제로에너지 건물 단계별 의무화
- 2030년 : 비주거부문 제로에너지건물 보급화

에너지경제연구원(2005)의 발표에 따르면 국내 산업별 에너지 소비구조는 건축물 부문에서 24.2%(가정·상업 21.8%, 공공2.4%), 수송부문 20.6%, 산업 55.2%로 나타나고 있다. 2030년 분야별 전망수요 대비 절감률이 가정·상업부문에서 32% 달성이 가능할 것으로 예상되어 앞으로의 가정 및 상업부문 정책방향 및 추진에 있어서 건축물에 대한 기술개발 및 투자가 필요하다.



[그림 3-1] 2030년 분야별 전망수요대비 절감률

현재 우리나라의 공공건축물 총 에너지부하량이 7%이상 신재생에너지 사용 의무화로 제정되어 있고, 앞으로는 연차별로 상향예상이 확실시 되고 있다. 또한, 2008년 전체 건설시장에서 국내 건축시장의 친환경 저에너지 기술점유 비중은 5%에서 2012년 이후 16%이상 증가가 전망되고 있다. 세계 및 국내 녹색건축물 시장은 지속적으로 성장이 예상되며, 시장선점 및 기술선도를 위한 기술경쟁도 치열해 질 것으로 예상되므로 한국형 보급형 기술개발의 필요가 절실하다. 또한, 고성장 예상 신재생에너지 분야에서 건축과 통합 태양광 및 바이오매스 등 역할 증대가 예상된다.

<표 3-1> 국내 건축물 시장 전망

(단위: 백만 달러)

구분	2007	2012	2020	2030	연평균증가율 (2007~2030)
전체건축물	60,578	83,779	140,751	269,213	6.7%
녹색건축물	2,950	14,134	41,247	157,334	19.2%

2) 건물에너지 관련 주요 정책

(1) 저탄소녹색성장기본법

저탄소 녹색성장기본법은 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소 녹색 성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장 동력으로 활용함으로써 국민경제 발전을 도모하며, 저탄소 사회를 구현하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약하는데 이바지함을 목적으로 하고 있다.



[그림 3-2] 저탄소녹색성장 기본법의 비전 및 정책방향

기후변화 적응 및 에너지자립, 신성장 동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상 강화 등 3대 전략을 통하여 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입을 목표로 10대 정책방향을 세워 추진 중에 있다.

이 중 건축에 관련된 저탄소 녹색성장기본법의 조항은 다음과 같다.

- 녹색산업 지원·육성을 위한 시책 정비 (제23조)
- 녹색기술 연구개발 및 사업화, 전문 인력 양성 및 국제협력 (제26조)
- 녹색기술, 녹색산업의 표준화 (제32조)
- 가정, 상업 등 부문별 에너지 목표관리제 도입(제42조 4항, 5항)
- 기후변화 대응 탄소통계, 통계관리 및 배출권제도 도입(제43조~46조)
- 녹색국토 기본원칙에 대응, 에너지·자원자립형 탄소중립도시 조성(제51조)
- 녹색건축물 확대 관련 녹색건축물 설계기준, 등급제 및 배출량 관리(제54조)

이를 통하여 건축분야 정책 및 기술관련 미래전략을 수립하고 정책로드맵 수립을 통한 실현의지를 표명하고 있다. 또한, 기술 로드맵 수립으로 국가기술경쟁력을 강화시키고자 하는 정책 방향을 내재되어 있다.

(2) 국가에너지기본계획

국가에너지기본계획은 에너지기본법에 따라 20년을 계획기간으로 하여 매 5년마다 수립하도록 되어 있다. 중장기 에너지정책의 기본방향을 설정하여 국민경제의 건전한 발전에 필요한 에너지 자원의 확보, 국내 수급안정 및 공급인프라 확충, 에너지이용합리화 등에 체계적으로 대응함을 목적으로 한다. 현재 국가에너지기본계획(2008~2030년)은 에너지기본법에 따라 수립된 첫 번째 계획으로 “녹색성장을 구현하는 에너지비전”이라는 목표 하에 에너지안보, 에너지효율, 에너지환경과의 조화를 바탕으로 4대 전략과 10대 이행과제를 제시하였다.

이중 건축과 관련한 가정·상업 부문의 주요 내용은 다음과 같다.

- 건물의 설계·건축단계에서부터 에너지효율의 관리를 강화하고 건축물 에너지효율 정보 제공·활용 시스템 확대 및 기존 건물에 대한 에너지 절약형 리모델링을 활성화 한다. 또한 에너지효율기준의 단계별 상향 표준화 등을 통하여 고효율

제품 사용한다. 주요 프로그램으로는 단열기준 강화, 건물에너지 효율등급제를 모든 건물로 확대하는 등 건물의 효율을 강화 하고 단열재, 태양열 집열판 등을 활용 해 기준주택 대비 에너지사용량을 대폭 절감한다. 그리고 LED 보급 확대와 전 가전제품의 대기전력 1W 달성 및 주요 가전제품의 고효율화 추진과 동시에 규제를 강화 한다.

(3) 건물에너지 효율향상 정책

다음의 국내 정책방향은 2011년 6월 지식경제부와 국토해양부에서 주최하고 에너지관리공단에서 주관한 건물에너지효율향상정책 설명회의 내용으로 정책을 제시한 것이다.

① 설계/시공기준 강화

○ 공공기관이 녹색건축을 선도

혁신도시로 이전하는 공공기관 청사는 보다 강화된 에너지 성능을 확보하도록 되어 있고 현행 에너지효율 1등급(에너지 소요량 300kWh/m²·yr 미만) 보다 강화된 기준을 적용하도록 되어있다.

공공건축물의 녹색인증 의무화 부문에서는 친환경 인증 및 에너지효율 2등급 이상 인증취득 의무화('10)하도록 되어있으며 창호 등 단열기준 점진적으로 강화하여 창호의 단열기준을 '12년까지 2배 수준으로 강화하고 외벽, 지붕 등의 단열기준도 점진적으로 강화하기로 하였다. 또한 건축물 틈새로 빠져나가는 열손실 방지를 위해 기밀성능 기준(난방에너지 손실율 - 창, 벽 68.4%, 환경 15%, 틈새바람(침기) 8.2%, 문 2.1%)을 마련하였다.

○ 건물허가 시 에너지절약 심의 강화

에너지 절약 계획서 제출대상을 모든 용도로 확대하고 허가기준도 강화하였다('12). 의료, 문화, 집회시설(2,000m²~10,000m² 이상)을 모든 용도(500m² 이상)로 강화하고 허가 시 에너지 성능점수 60점에서 65점으로 상향 조정하였다. 또한 건축허가 및 시공과정에서 이행여부를 철저히 확인토록 하였다.

○ 에너지소비 총량제 도입

건축물의 각 부위별(창호, 벽, 바닥 등) 기준에서 전체 에너지사용량 기준으로 개선하였다('11.07). 우선은 대형건축물을 대상으로 시행하며, '20년까지 모든 건축물로 대상 확대할 방침이다.

○ 공동주택 에너지 의무 절감을 강화

우리나라도 선진국처럼 '25년까지 제로에너지 목표달성을 위해 '12년부터 단계적으로 강화한다. '12년은 '09년 수준 대비 30%까지 감축시키고 '17년은 60%, '25년에는 100% 감축을 목표로 한다. 또한 '20년까지 그린홈 200만호를 건설(연간 20~25만호 규모)하고 에너지소비율 30% 절감한 보금자리 공동주택을 건설한다. 에너지소비율절감 방법으로 단열성능향상, LED조명, 고효율보일러, 태양열 냉난방 설치 등이 있다.

② 그린홈 실증단지 조성

○ 공동주택 실증단지

강남 세곡 보금자리지구 200세대 규모로 조성하고 공모(6월), 입찰(8월), 착공(12월)한다. 또한 기존 공동주택 대비 60% 이상 에너지 절감(보금자리주택의 2배 수준)을 실시한다. 그 방법으로 창호 및 외벽을 통한 열손실 최소화, 신재생에너지이용 극대화시킨다. 예를 들어 고단열창호, 외단열시스템, 하이브리드 환기, 콘텐싱보일러, LED, 태양광, 태양열 등이 있다. 그리고 기존 에너지 절감형 주택과 차별화된 디자인을 도입하여 자연훼손을 최소화하고 주변 환경과 조화되는 친환경 디자인 개념을 도입한다.

○ 단독주택 실증단지

경기도 용인시 흥덕 택지개발지구 내 52세대로 건축경연방식으로 공모(6월), 착공(8월)으로 한다. 기존주택 대비 최소 70% 이상 에너지 절감이 가능하다. 난방비

90% 이상을 절감하고 태양광·태양열 등 신재생에너지를 도입한다.

c.f) 영국의 베드체드, 독일의 프라이부르크 주거단지 성능기준을 상회한다.

③ 친환경/에너지 인증제도 활성화

○ 기존건축물 에너지 인증대상을 단계적으로 확대

세제감면, 재정지원 등 다양한 인센티브로 민간의 적극적인 참여를 유도한다.
 (11) 업무용/단독주택 시범운영하고 (13)공동주택, (15)소형건축물, (20) 모든 건축물로 확대할 것이다.

○ 인증 수요증가에 대비한 인증제도 기반 구축

건축물 에너지평가사(Energy Assessor) 등 전문가 양성을 통한 녹색건축 일자리를 창출한다(12~). 유사인증제도와 통합 및 브랜드화, 건축물 에너지/친환경 전문기관 확대 육성한다. 예를 들어 건설기술연구원, 시설안전관리공단, 에너지관리공단 등이 있다.

④ 건축물 에너지정보 공유

○ 에너지소비 증명제도 도입

부동산 거래 시 에너지소비 증명서 첨부제도를 단계적으로 도입하고(12~), 제도 활성화를 위해 부동산 감정평가제도 등과 연계 추진한다.

○ 기존 건축물(660만동) 에너지 통합관리시스템 구축을 통한 지원

'14년까지 전국을 대상으로 시스템 구축을 완료한다. (11)서울, (12)경기, 인천, (13)충청, 강원, (14)경상, 전라 순이다. 또한 건축물 에너지 종합정보를 공유하여 녹색정책을 지원한다. 예를 들어 건축물 에너지소비 증명제, 에너지 목표관리제 등이 있다.

⑤ 건축물 에너지목표관리제

○ 대형병원, 백화점 등 에너지 다소비 건축물은 상시적 관리 유도

'10년 온실가스/에너지 목표 관리제 시범사업을 실시한다. 예로 코엑스, 인천공항, 롯데백화점 등이 있다. 이후 '12년부터 35개 의무 관리업체를 대상으로 목표관리제를 본격 시행한다.

<표 3-2> 목표관리제 본격 시행 건축물

구분	판매시설	업무시설	리조트	종합병원	대학교	호텔	공항
개소	8	2	6	5	9	3	2
대표업체	롯데쇼핑, 이마트	농수산물 공사	에버랜드, 강원 랜드	삼성의료원, 연세의료원	서울대, 고려대	호텔 롯데, 위커퉴일	인천공항, 김포공항

※ 출처 : 「건물에너지효율향상정책」, 에너지관리공단(2011.06)

○ 온실가스/에너지 목표관리제

온실가스 및 에너지사용량 목표를 기업과 정부가 협의 및 설정하고 이행계획 관리 체계 등을 통해 목표를 효율적으로 달성하는 제도이다. 또한 목표달성을 위한 인센티브 제공되고 담당부서로는 지경부/산업발전, 국토부/건물교통, 환경부/폐기물, 농식품부/농업축산이 있다.

⑥ 그린 리모델링 기준 마련 및 재정지원 확대

○ 건축물 용도별 그린 리모델링 가이드라인 제시('11~)

업무, 판매, 숙박, 학교, 공동 및 단독주택, 복합 등 공동주택 개보수시 필요한 에너지 성능기준을 제시('11)하고, 고효율 에너지기자재(보일러,LED 등) 사용을 유도한다. 또한 공공청사의 그린 리모델링 가이드라인*을 마련('12)하고, 시범사업(부처 소속기관 청사)을 추진한다>(*공공건축물의 신축 및 리모델링 시 주변 환경을 훼손하지 않고 친환경 에너지효율 등을 고려하여 시행토록, 자재, 공법 등 사업관리 전반에 걸친 종합가이드라인)

⑦ 그린 리모델링 재정지원 확대

○ 주택 개보수 사업의 그린흡화 지원

공공임대주택에 대하여 그린흡화 사업을 확대하여 '15년 이상 된 공공임대주택 28만호에 대하여 '16년까지 완료추진('11년 5만호)할 계획이다. 또한 일반 분양아파트의 경우 에너지절약 개보수를 위한 장기수선충당금을 추가 확보한다(최소적립기준 마련, '11.9). 마지막으로 노후주택을 에너지절약형으로 개보수하는 경우에는 주택기금을 지원하고(세대 당 1,400만 원 이내, 연3% 3년 일시상환), 기존 노후주거지를 에너지 성능이 향상되도록 합벽/블록형 등 현지개량을 유도하여 도시재생사업으로 발전시킨다. 그리고 노후 된 한옥을 에너지절약형으로 개보수 되도록 지원한다.

○ 그린 리모델링에 대한 지원방안 강구

'20년까지 노후건축물의 약 30%(약 20만동)를 그린 리모델링을 추진한다. 따라서 금융기관 등에서 대출원금을 조달하고, 저리융자를 위한 예산지원 방안 등을 검토하여야 한다. 그린 리모델링 촉진을 위해 재실 리모델링을 활성화하고, 도심 혼잡 지역의 지하주차장 용도변경 부분허용 등 추가적인 인센티브도 검토한다.

⑧ 녹색 건축 환경 기반강화

○ 정보공유 및 기술개발 확대

'녹색건축한마당'을 정기적으로 개최하여 공공, 민간, 학계 간 정보를 공유한다(06/24 1차 녹색건축한마당 개최). 그리고 친환경 자재정보 시스템을 체계화하여 생산자와 소비자의 접근성을 향상시키고 친환경 건축자재 표준화 및 정보시스템 구축기반을 연구한다('11~'12). 또한 '실비형 녹색빌딩(Active Green Building)' 연구를 통해 신재생에너지를 적극 활용하는 기술 개발하여 에너지절약 공법, 신재생에너지 기술, 중수도 절수설비 등 재활용 기술을 발전시키기 위해 전문기관(건축사협회/건설기술교육원)을 선정하여 교육지원('09~'13, 약 1,500명 목표) 한다. 교육과정은12주로 '09년 259명, '10년 381명 양성하였다.

3) 국내 연구개발 프로젝트 현황

(1) 저에너지 친환경 공동주택기술개발, 국토해양부

2006년 10부터 2011년 9월의 5년간 저에너지 친환경 공동주택 요소기술 개발과 사업화 모델 구축을 통한 지속가능한 건축시스템 구축에 대한 연구 프로젝트로 연구비 248억 원을 투자하여 연세대학교에서 주관하여 추진하였다.

(2) 통합운영 저에너지 건물기술개발, 지식경제부

2007년 10부터 2010년 9월의 3년간 에너지환경대응 형 외피·창호/공조시스템의 융복합기술 및 모듈화 기술개발과 단위 요소기술간 융복합 및 융복합기술간 다중 융복합 기술개발주력에 대한 연구 프로젝트로 연구비 86억 원을 투자하여 에너지기술연구원에서 주관하여 추진하였다.

(3) 친환경 지능형 건축물 개발, 교육과학기술부 한국과학재단

2005년 7부터 2014년 6월의 9년간 인간 삶의 질 향상을 목적으로 건축기술 융합으로 세계 수준의 친환경적인 고층건축물 실현에 대한 연구 프로젝트를 한양대학교에서 주관하여 추진 중에 있다.

(4) 제로카본 그린 홈 개발, 산업기술연구회

2009년 7부터 2013년 6월의 4년간 열손실 최소화 및 신재생에너지 통합으로 화석에너지사용 최소화 제로카본 그린홈 주택 실용화에 대한 연구 프로젝트로 연구비 150억 원을 투자하여 한국건설기술연구원에서 주관하여 추진 중에 있다.

(5) 초고층복합빌딩사업단, 국토해양부

2009년 4부터 2014년 10월의 약 5년간 지속가능한 수직도시공간으로서 초고층 복합빌딩의 핵심기술 자립화를 통한 해외시장 선도에 대한 연구 프로젝트로 연구비 1,450억 원을 투자하여 RIST에서 주관하여 추진 중에 있다.

(6) U-Eco City 사업단, 국토해양부

2008년 11부터 2013년 4월의 약 5년간 IT기술과 친환경도시/건축기술을 조합하여 경쟁력 있는 미래지향적 새로운 도시 창출에 대한 연구 프로젝트로 연구비 1,100억 원을 투자하여 LH공사에서 주관하여 추진 중에 있다.

2. 국외 정책적 방향

1) 국외 건축물 관련 동향

녹색건설시장은 2012년 이후 지속적으로 성장할 것으로 전망되며, 특히 건물의 신재생에너지기술 수요의 증가가 예상된다. 따라서 신재생에너지로의 투자는 연 60~70%로 급증할 것으로 전망된다. 세계 전체 건축물 시장은 국내 전체 건축물 연평균 증가율 규모인 6.7%에 비해 낮은 5.4%이지만 녹색건축물 시장 연평균 증가율은 국내규모인 19.2%보다 높은 21.2%를 나타내고 있다.

<표 3-3> 세계 건축물 시장 전망

(단위: 백만 달러)

구분	2007	2012	2020	2030	연평균증가율 (2007~2030)
전체건축물	3,608,000	4,561,000	7,054,000	12,164,000	5.4%
녹색건축물	175,000	769,000	2,067,000	7,109,000	21.2%

2) 건물에너지 관련 주요 정책

(1) 유럽

EU는 지난 2010년 EPBD(Energy Performance of Building Directive)의 발표를 통해 2020년까지 모든 신축건물의 제로에너지 구현을 목표로 설정하였다.

영국은 가장 빨리 2016년 신축주택 제로에너지를 구현할 예정이며, 독일은 2015년 신축건물을 패시브 하우스 수준으로, 프랑스는 2020년 주택에너지소비 38% 절감, 덴마크는 2015년 건물에너지 소비50%(2006년 대비) 절감을 목표로 설정하였다. 이를 위해 저리나 무이자 융자, 보조금을 지급하여, 의무화와 더불어 제로에너지 건축물을 촉진하고 있다.

(2) 영국

영국은 2016년에 이산화탄소 배출 제로빌딩만 승인하도록 정책을 수립하고 있다. 이 후 2019년에는 상업용 건물로 탄소배출 제로화를 확대, 2050년 기존 건물 탄소배출 제로화 실현을 목표로 추진 중에 있다. 또한, 건물구매 시 실제 에너지사용량을 기준 에너지인증서(EPC) 의무화 전략 수립을 구축하고 있다.

(3) 독일

독일은 GRE Energie Pass, EnEV Energie Pass 운영하고 2020년까지 원자력발전 폐쇄결정에 따라 신재생에너지 발전량을 총 40%로 확대추진 하기로 하였다.

(4) 미국

미국은 2025년까지 전력 사용량의 25%를 신재생에너지로 대책하려는 목표를 가지고 2030년까지 에너지효율 50% 개선 목표를 발표하였다. 현재 미국은 건설 분야 친환경인증 제도를 운영하고 HERS제도를 제정하여 시행하고 있다. 또한, 그린 빌딩 신개축 시 세금공제에 최대 7%의 혜택, Zero Net Energy 건축기술 추진 등 다양한 방면에서 지원을 하고 있다.

(5) 일본

일본은 에너지절감 정책(NEDO, 그린 빌딩 인증제도, CASBEE 운영) 등을 추진하고 있으며, 에너지절감 촉진사업의 보조금으로 2,531억 엔을 지원하는 등 많은 노력을 추진 중에 있다. 그 외 지역 전체에서 온실가스 삭감을 도모하기 위한 기술로 BEMS(건물에너지관리시스템), HEMS(주택에너지관리 시스템 등을 건물에 적용하는 정책도 추진 중이다.

제2절 건물에너지 소비저감 제도 및 사업

1. 건물에너지 인증제도

1) 친환경 건축물 인증

친환경 건축물이란 에너지절약과 환경보전을 목표로 “에너지부하 저감, 고효율 설비, 자원재활용, 환경공해 저감기술 등을 적용하여 자연친화적으로 설계, 건설하고 유지, 관리한 후, 건물의 수명이 끝나 해체 될 때까지도 최소화 되도록 계획된 건축물을 말한다. 적용대상 건축물은 공동주택, 업무용건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 복합건축물, 그 밖의 건축물 등이 있다.

(1) 제도의 시행

친환경 건축물 인증제도는 정부의 건설교통부와 환경부가 공동으로 주관하고 있는 제도와 대전광역시 등 지방자치단체가 주관하고 있는 제도 그리고 대한건축학회 등 학술 단체에서 운영하는 제도 등이 있다.

(2) 제도의 목적

건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전 과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증함으로써 친환경건축물 건설 유도 및 촉진시키는데 있다.

(3) 필요성

건축물의 건설, 사용 및 폐기과정에서 에너지와 자원의 소비, 오염물질과 폐기물의 발생 등으로 환경영향¹³⁾이 크다. 더욱이 건축물의 경우 철강 등 기초소재, 수도,

13) 건축물은 에너지소비의 3분의 1, 자원소비의 40%, CO2 배출의 50%, 폐기물배출의 20~50%를 차지함

단열재 등 건축기자재, 전기 및 기계설비, 조경 등 연관 산업에 대한 파급효과가 큰 분야이다.

신도시 개발 등으로 인한 건축물의 신축과 재건축이 활발한 우리나라 현실에서 건축물의 건설과 관련하여 친환경적 요소에 대한 사전 고려가 필요하다. 기후변화 문제와 관련하여 건물의 에너지 사용과 CO2배출 저감 등 환경 친화성 증진방안에 대한 국제적 논의가 활발하게 진행 중이다.

(4) 기대효과

건물의 자재생산, 설계, 시공, 유지관리, 폐기 등 전 과정에 LCA(Life Cycle Assessment) 평가기법 도입으로 주변 환경에 미치는 영향을 최소화하고 쾌적한 주거환경을 제공할 수 있다. 환경 친화적인 건축물 건설 유도 및 건축물 전 과정의 환경영향을 최소화하기 위한 기술개발 촉진이 기대된다.

2) 건물에너지 효율등급 인증

우리가 생활하는 공동주택과 업무용시설의 에너지 성능이나 주거환경의 질 등과 같은 객관적인 정보를 제공받고 건물의 가치를 인정받음으로써, 건설사업 주체, 소유주체, 관리주체 및 건물사용자 등 건물과 관련된 모두에게 이익이 돌아가도록 하기 위한 제도이다. 운영기관은 에너지관리공단이고, 인증기관은 한국건설기술연구원과 한국에너지기술연구원이다.

<표 3-4> 에너지 효율등급

등급	신축 공동주택 (에너지 절감율)	신축 업무용 건축물 연간 단위면적당 1차에너지소요량(kWh/m ² ·년)
1	40% 이상	300 미만
2	30% 이상 40% 미만	300 이상 350 미만
3	20% 이상 30% 미만	350 이상 400 미만
4	10% 이상 20% 미만	400 이상 450 미만
5	0% 이상 10% 미만	450 이상 500 미만

(1) 제도의 목적

건물의 가치성 제고, 냉·난방 및 고효율기자재 적용으로 유지·관리비용을 절감한다.

(2) 법적 근거

- 건축법 제66조 2항(건축물의 에너지효율등급 인증)
- 국무총리 지시 제 2010-03호 공공기관 에너지이용합리화 추진지침 제 26조(신축건물의 에너지이용 효율화 추진)
 - 공공건축물 : 공동주택 2등급이상 의무, 업무용 1등급 의무
 - 민간건축물 : 20세대 이상의 신축 공동주택 및 업무용 건축물 자발적 신청

(3) 인센티브

- 지방세법 제286조 제4항에 따른 취·등록세 감면(5%~15%)
- 국토해양부 고시 제2008-652호 건축물에너지절약설계기준 제15조(완화기준)
 - 건축기준(용적률, 조경면적, 건축물 높이제한)완화 (2%~6%) 에너지이용 합리화 자금 저리용자
 - 동일 사업자당 지원한도액 150억 원, 건설허가사업장당 50억 원 이내

2. 건물에너지 저감사업 추진 현황

건물에너지의 효율화를 위한 개선사업은 [에너지이용합리화법] 제 15조 에너지이용합리화계획수립에 근거하여 전체 에너지사용량의 21.0%를 차지하는 가정·상업부문의 에너지사용량은, 쾌적한 생활환경의 추구하고 건축물의 대형화·고층화로 더욱 증가될 전망이다. 따라서 이 부문의 효과적인 에너지절약 시행 여부가 에너지절약의 성공여부를 결정하는 요소가 되고 있다.

가정·상업부문의 에너지절약 시책은 크게 건물의 에너지절약과 에너지 사용기기의 고효율화로 구분할 수 있다. 우선, 건물부문의 에너지절약방안은 건축물의 유형·방위·단열 등 건축물의 구조부분과 그 건축물의 내부에 설치되는 에너지사용 설비부분의 고효율화를 통하여, 건물 내에서 필요로 하는 에너지 사용량을 최소화하는 것이다. 설계단계에서부터 원천적으로 에너지절약을 유도하기 위하여 「건축물에너지절약설계기준(건교부고시)」 강화방안이 마련되었고, 앞으로도 주기적으로 기준 강화를 추진할 방침을 세웠다.

또한, 사용단계에서의 합리적 에너지이용을 위하여 「건축물에너지관리기준」을 제정하는 등, 건축물의 설계·시공·사용 등 각 단계별로 체계적인 에너지절약 시책을 추진하고 있다. 한편, 고효율 제품의 생산과 소비를 촉진하기 위하여 「에너지효율등급표시제」 등 효율관리 제도를 실시하고 있으며, 「최저에너지소비효율기준제도」를 강화하여 최저효율기준에 미달하는 제품에 대하여는 생산 및 판매를 금지하고 있다.

1) 주택단열 개수사업

건물에너지절약에 있어서 가장 중요하고도 기본적인 것은 단열시공을 통하여 열손실을 방지하는 것이며, 비단열 주택을 단열 개수할 경우 약 50%의 에너지 절감이 가능하다. 그리하여 건축 준공 후 7년이 경과한 단독주택 소유자로서, 주택단열 개수 시공을 완료한 자에게 ① 단열(천장, 지붕, 외벽, 바닥) 시공비용 ② 이중창(복층유리창 포함) 이상으로써의 개수하는 비용 ③ 보일러(전기보일러 제외) 개체 및

배관공사 비용 등을 지원해주는 사업을 말한다.

2) 건물에너지 효율등급 인증제도 도입

에너지의 효율성이 높은 건물을 건축하기 위해서는 고에너지절약형 설계가 선행되어야 한다. 아울러 고에너지절약형으로 건축된 건물은 한번 지어지면 그 수명이 30년 이상 지속되므로 일반인들이 건물의 에너지사용 수준을 손쉽게 알 수 있도록 하여야 한다. 건물에 대하여 표준주택 대비 에너지절약 정도를 등급화·인증함으로써 건물구입자들이 에너지절약형 건물을 선택할 수 있도록, 「건물에너지효율등급 인증에 관한 규정(’05.1 산자부고시 제2005-10호)」이 마련되어 시행되고 있다. 외국의 사례로 덴마크의 경우에는 본 인증서가 건물 거래 시 우선적으로 제시된다. 주요 내용으로는 18세대 이상의 신축공동주택을 대상으로 표준주택 대비 에너지사용량이 절감되는 신청주택을 1~3등급 화하여 산업자원 부(현 지식경제부) 장관이 인증하고 있다.

3) 에너지 다소비 건물 집중관리

1990년 이후 급속도로 증가하고 있는 에너지 다소비 대형건물에 대한 효율적 소비절약대책의 일환으로 1992년부터 연간 전력사용량이 400만kWh이상인 건물을 집중관리대상으로 지정하여 에너지관리에 관한 사후관리를 실시하였다.

에너지다소비건물 집중관리 사업은 2002년에 5개년(’97~’01)간의 추진실적을 분석·평가하고 추진사례를 전파하는 것으로 종료되었다. 2003년부터는 연간 에너지사용량 2,000toe이상인 건물을 대상으로 산업부문에 기 시행중인 자발적 협약(VA) 사업을 건물부문에 도입하여 정부와 건물주가 협약을 체결하고 에너지 다소비건물이 자발적으로 에너지절약을 실천하도록 추진하였다.

4) 에너지소비효율 등급표시 제도 실시

소비자들이 주요 가전제품을 구입할 때, 효율이 높은 제품이 쉽게 구분되도록 함으로써 에너지 절약형 제품의 구매를 촉진하는 한편, 생산을 유도하기 위하여 「에너지소비효율등급표시제도」를 시행하고 있다. 현행 등급표시제도는 제조업자 또는 수입업자가 전기전자시험연구원, 산업기술시험원 등 공인기관의 제품 효율측정시험을 거쳐, 고시에서 정한 등급부여기준에 따라 제품의 출고 전(수입품의 경우 수입통관 전)에 의무적으로 등급을 표시토록 하고 있다.

폭발적으로 늘어나고 있는 에너지 소비를 줄이기 위해 냉장고, 에어컨, 조명기기, 자동차 등 주요 에너지 다소비 4개 품목에 대해 정부가 보증하는 효율등급표시를 의무적으로 부착해 팔도록 하는 제도다. 효율등급은 가장 효율이 좋은 1등급부터 가장 나쁜 5등급까지 5단계로 표시되며, 각 제품마다 해당 등급을 빨간색으로 표시하도록 돼 있어 소비자들이 물건을 살 때 쉽게 선택기준으로 삼을 수 있다.

5) 고효율 에너지기자재 보급촉진

공공기관의 에너지절약을 위해서는 에너지이용효율을 높일 수 있는 고효율기기 설치의 확대가 필수적이다. 이를 위해서 에너지절약 효과가 크고 경제성이 높은 기자재를 선정하여 공공기관에 사용을 의무화하는 「고효율 에너지기자재 보급촉진제도」를 시행하고 있다.

<표 3-5> 에너지소비효율등급 대상품목

구분	대상범위	시행일자
전기냉장고	정격소비전력이 500W이하이고, 유효 내용적이 1,000ℓ 이하인 제품	1992.9.1
전기냉동고	유효 내용적 80ℓ 이상 400ℓ 이하인 제품	2004.10.1
김치냉장고	저장실이 유효내용적의 50%이상이고, 유효 내용적 1,000ℓ 이하인 제품	2004.10.1
전기냉방기	정격냉방능력이 17.5kW이하인 제품	1993.1.1
전기세탁기	표준세탁용량 15kg이하인 제품	2001.1.1
전기드럼 세탁기	드럼식 세탁기로서 표준세탁용량이 13kg이하인 가정용 세탁기	2006.1.1
식기세척기	세척용량 20인용 이하	2002.7.1
식기건조기	정격 식기건조용량 10인용 이하의 여닫이 도어형 및 슬라이드 도어형 가정용 식기건조기	2007.1.1
전기 냉온수기	냉각이 필요한 정격소비전력 500W이하 가열이 필요한 정격소비전력 1,000W이하 정격 입력전압이 단상교류 220V, 주파수 60Hz인 제품	2002.7.1
전기밥솥	전기솥 및 전기보온밥통의 기능을 겸한 취사용량 20인용 이하의 제품	2004.1.1
전기전공 청소기	전격소비전력 800W이상 1,800W이하인 이동형 제품	2004.10.1
선풍기	지름이 20cm 이상 40cm이하의 일반형 선풍기(탁상용, 좌석용)	2006.1.1
공기청정기	기계식과 복합 식, 정격소비전력이 200W이하(여과제를 사용하지 않는 것 제외)	2008.1
백열전구	소비전력 30W, 60W, 100W인 제품	1992.10.1
형광램프	직관형(20W형, 32W형, 40W형) 등근형(32W형, 40W형), 콤팩트형(27W형, 36W형)	1992.10.1 [2004.1.1부터]
형광램프용 안정기	직관형(20W형, 32W형, 40W형) 등근형(32W형, 40W형)	1994.7.1 [1999.7.1부터]
안정기 내장형램프	10W미만, 15W이하, 20W초과인 제품(단, 글로벌타입은 제외)	1999.7.1
삼상유도 전동기	정격출력 0.75kW이상, 200kW이하인 삼상유도전동기	2008.7.1
가정용 가스보일러	표시가스소비량 69.5kW이하인 제품	2001.8.1
자동차	휘발유, 경유, LPG등을 사용하는 자동차	1992.9.1

자료: 에너지경제연구원, 2008, 국가 에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구: 가정·상업부문의 에너지효율 평가

6) 대기전력 저감프로그램

사무기·가전기기는 하루 종일 켜져 있는 경우가 많으나 실제 사용시간은 적으며 대기상태(standby)에서 많은 전력을 소비하므로, 1999.4.1일부터 컴퓨터·모니터·프린터·팩시밀리·복사기·텔레비전·비디오 등 국내 보급률이 높은 21개 품목을 대상으로 대기전력 최소화를 유도하기 위하여 대기전력 저감프로그램을 시행하고 있다.

대기전력 저감프로그램은 제조업체의 자발적 참여에 기초를 두고 있는 제도로 공인기관 또는 제조업체의 자체시험 결과, 정부가 제시하는 절전기준을 만족하는 제품에 대하여 에너지절약마크를 부착토록 하고 있다. 에너지절약마크제품은 일반제품에 비해 30~50% 에너지절약효과가 있으며, 정부에서는 조달청 우선구매와 공공기관 사용의무화 등 절전제품에 대한 인센티브를 부여하여 보급을 촉진시키고 있다.

7) 스마트계량기 보급

스마트계량기는 에너지 소비량을 실시간으로 측정하고 결과를 에너지 공급자에게 전송하여 수요관리에 반영될 수 있도록 한다. 소비자들은 전기, 가스, 수도, 난방 등 사용량을 실시간으로 확인할 수 있으며, 어느 부분의 에너지 소비가 큰 지 쉽게 판단할 수 있도록 해준다. 스마트계량기를 설치할 경우 가구당 연간 3~10% 정도의 에너지가 절감되는 것으로 알려져 있다. 또한 시간별 차등 요금을 부과할 수 있어 침투부하를 줄이는 효과도 기대된다.

8) 그린홈 100만 보급사업

2020년까지 신·재생에너지주택(Green Home) 100만호 보급을 목표로 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신·재생에너지를 주택에 설치할 경우 설치 기준단가의 일부를 정부가 보조 지원하는 사업이다.

○ 그린 빌리지(Green Village)사업

마을단위(10가구 이상, 아파트 등 공동주택 포함)에 신·재생에너지를 설치하는 경우 설치비의 일부를 보조 지원하는 사업으로 그린 빌리지 추진 시 마을회관, 경로당, 노인정 등 주민편의시설은 신청 불가하다. 신청자는 마을(공동주택) 대표, 주택 및 건물 소유자, 기타 법인 등이다.

<표 3-6> 그린빌리지 지원 대상

구분	지원지격
대상주택	건물등기부 또는 건축물대장의 용도가 건축법 시행령 제3조의 4의 별표1에서 규정한 단독주택 및 공동주택
단독주택	단독주택 소유자 또는 소유예정자로서 기존 및 신축 주택에 모두 가능
공동주택	1. 기존의 공동주택 입주자의 동의 후 신청이 가능하며, 신청자는 입주자대표 등으로 하여야 함 2. 건축 중인 공동주택 연내에 준공이 가능한 공동주택을 대상으로 하며, 신청자는 건축 중인 공동주택의시공사, 시행 사 대표 또는 입주자 대표 등으로 하여야 함

9) 저소득층 에너지 효율 개선사업

에너지 이용에 어려움을 겪는 저소득 가구에 대한 주택 개보수와 고효율기기 교체지원을 통해 에너지 효율 개선 및 에너지 비용 저감하는 것을 목적으로 한 사업이다. 사업예산으로는 194.5억 원(11년도, 복권기금)으로 2만1000여 가구를 지원할 예정이다. 대상은 국민기초생활수급권자와 차상 위 계층으로 월 건강보험료 납부액이 최저생계비의 120% 이하인 가구를 포함한다. 지원되는 것은 시공지원(단열, 창호, 바닥)이나 물품지원(보일러, 냉장고)이 제공된다.

<표 3-7> 월 소득 100만 원 이하 가정의 에너지 사용형태

구분	연탄	석유류	프로판	도시가스	전력	열에너지
비중(%)	5.6	26.5	11.2	27.4	25.1	3.4
상대가격	100	597.9	595.1	305.1	-	322.0

* 자료 : 에너지경제연구원, [2008년도 에너지 총 조사보고서]
* 상대가격은 연탄을 100일 때 다른 연료의 가격을 의미

<표 3-8> 가구당 효율개선 및 에너지구입비용 절감

(단위 : %)

구분	사업 전 열효율 또는 열손실(%)	사업 후 열효율 또는 열손실(%)	효율개선 효과(%)	에너지구입 비용 절감액
벽 단열공사	39	8	32	274천원
창호공사	45	15	8	68천원
보일러교체	-	-	6	51천원
가스레인지	45	51	6	13천원
난방매트 등	-	-	7	60천원

* 자료 : '08년 에너지관리공단 내부자료

3. 에너지절약 시책: 실내온도 규제

상업·공공의 건물 에너지 중 냉난방용 비중은 53%이고, 상업용 건물 냉난방 원단위 추이는 1998년도 15.8kgoe/m²에서 2001년 18.3kgoe/m² 2004년 21kgoe/m²로 증가추세에 있다. 건물 부문의 에너지소비비는 2007년 기준으로 전체 대비 약 22.3%이다. 특히, 상업·공공용 건물의 냉방용 에너지소비비가 2002~2007년 연평균 5.6%씩 증가하였다. 선진국 수준은 영국이 40%이고 미국은 39%, 세계평균은 38%이다. 이에 장기적으로 국가 전체의 40%까지 증가가 예상되고 있다.

<표 3-9> 2007년 부문별 에너지소비구조

(단위 : 백만toe, %)

구분	계	산업	수송	건물	
				상업·공공	주거
최종에너지소비(백만toe)	180.5	103.4	36.9	19.7	20.5
구성비(%)	100	57.2	20.5	10.9	11.4
02~07년 연평균증가율(%)	2.4	3.0	1.8	5.6	-1.8

자료: 지식경제부

<표 3-10> 연간 에너지 사용량 2000 toe이상 건물('07년)

(단위 : %, toe)

업종	개수(비율)	에너지소비량(toe)(비율)
공공부문	32(5.4%)	193,256(6.5%)
백화점	162(27.1%)	583,146(19.7%)
병원	70(11.7%)	352,733(11.9%)
상용(기업, 은행 등)	123(20.6%)	571,018(19.3%)
연구소	23(3.8%)	167,710(5.7%)
전화국	17(2.8%)	87,482(3.0%)
학교	76(12.7%)	444,363(15.0%)
호텔	54(9.0%)	349,624(11.8%)
기타	41(6.9%)	203,496(6.9%)
합계	598(100%)	2,952,826(100%)

자료: 지식경제부

<표 3-11> 국가별 실내온도 권장기준

(단위 : %)

국가	에너지절약 운전기준		출전
	난방(°C)	냉방(°C)	
한국	18~20	26~28	- 에너지관리기준 (지식경제부고시 제2008-219호, 권장사항) - 제한기준온도 공고('92.7) (동력자원부 공고 제1992-21호, 의무사항)
	20	26	- 공공기관 에너지이용 합리화추진지침 (국무총리지시 제2005-5호, 의무사항)
	19	27	- 고유가에 따른 공공기관 에너지절약 강화를 위한 국무총리 특별지시('08.7)
미국	18.3	27.8	- ASHRAE 90-75(미국 냉동 공조학회 권고) - 권장사항
일본	20	24~28	- 각료회의 결정사항 - 권장사항
영국	19	기준 없음	- 칙령(제1013호 1980) - 권장사항
프랑스	19	26	- 정령(1979.10) - 의무사항(벌금: 천 프랑)

자료: 에너지관리공단 '건물 냉난방온도 제한 타당성 연구'

<표 3-12> 실내온도 규제와 관련한 에너지절약 시책 사례

국 가	내 용	
미 국	절약방법	건물외피, 난방, 환기, 공조, 급탕, 전기배선 및 조명 시스템 등의 설계조건을 제시
	대상	교회, 교육시설, 사무용 건물, 상용건물, 공공건물, 주택, 공장건물 등
일 본	절약방법	냉방온도준수, 에너지절약 가전보급촉진 등의 “하절기 에너지절약 대책”을 결정 하고 꾸준히 시행
	대상	사무소, 백화점, 유흥장
	기타	- 정부기관, 공장·사업장, 상업·가정 부문의 주택 빌딩에 냉방중의 실내온도 28℃를 준수하고 유지하도록 권고함 - 쿨 비즈(여름철에 가벼운 차림의 의복과 넥타이 미착용 권장)를 실행하여 에어컨 사용량을 줄이는 에너지 절약 캠페인 활용
유 럽	절약방법	실내 공기의 질, 조명, 소음, 온도를 포함한 실내 환경 기준인 DRAFT prEN 15251(2005년 5월)에서 규정한 건물과 공조시스템의 실내온도 설계권장치 온열환경의 세 가지 구분에 따라 냉난방온도 적용
	대상	주택 및 아파트(주거, 비주거), 사무소 건물, 회의실, 교회, 극장, 교실, 음식점, 유치원, 백화점
프 랑스	절약방법	- 건물 에너지효율 등급제를 시행 - 신축 주거용 건물에 열 조절 장치 설치추진 - 기존 건물의 열 조절 장치 설치유도를 위한 재정적·금융적 지원 - 공공건물 및 공공의 목적으로 사용하는 건물에 대한 사용량 통제 및 에너지효율 등급제도 적용
	대상	주거 건물, 공공건물

자료: 에너지경제연구원 ‘주요국의 하절기 에너지절약 프로그램 비교’ (‘2010.5)

제 4 장

에너지 저소비형 시스템

제1절 에너지 저소비형 건물부문

제2절 신재생에너지 주택부문

제3절 에너지 저소비형 통합적 설계

제4장 에너지 저소비형 시스템

제1절 에너지 저소비형 건물부문

1. 에너지 저감형 건물

1) 그린 빌딩

그린 빌딩(Green Building)은 환경 친화를 바탕으로 하여 그를 위해 기존의 방법보다 향상된 방법으로 설계, 건설, 운영, 철거되는 빌딩을 말한다. 다시 말해, 에너지절약과 환경보전을 목표로 에너지부하 저감, 고효율 에너지설비, 자원재활용, 환경공해 저감기술 등을 적용하여 자연친화적(ecology)으로 설계 건설하고 유지관리한 후, 건물의 수명이 끝나 해체할 경우에도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획된 건축물을 말한다.

그린 빌딩은 1992년 리우 환경정상회의 이후 '환경적으로 건전하고 지속가능한 개발'이라는 목표아래, 환경과 개발의 상충이 아닌 공존의 경제 개발 방식이 중시됨에 따라 등장하게 된 환경 친화적 건물이다.

기존의 건물에 대한 기본 개념인 '인간이 거주하며 안전이 보장되며, 모든 쾌적한 생활을 영위하기 위한 공간'이라는 차원을 넘어, 현재와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경 문제의 완화에 기여하기 위한 건축분야의 대안으로 제안된 개념이다.

그린 빌딩의 주목할 점은 에너지 부하를 감소하는 기술과 에너지 효율을 향상시키는 기술에 있다. 이는 건물의 유지관리를 위해 사용되는 저효율의 냉난방 및 조명 등의 에너지는 사용하면 할수록 환경오염 물질을 발생시키기 때문이다. 그린 빌딩의 기술을 실현하기 위해서는 무엇보다도 건물로부터 유발되는 각종 오염원의 발생을 줄이고 발생된 오염원에 대해 주위환경에 미치는 피해를 최소화시키기 위

한 환경공해 저감기술이 뒷받침되어야 하며, 건물로부터 배출되는 폐자원을 재사용하거나, 재생이 불가능한 자원의 경우에도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 처리하는 기술 등이 중요하다.

우리나라는 2000년부터 환경부에서 아파트 등 공동주택을 대상으로 '그린 빌딩 인증제'를 시범적용하고 있지만, 그전부터 환경부와 에너지기술 연구소, 산자부, 건교부, 주택공사 등에서 연구와 조사를 바탕으로 그린 빌딩 보급을 활성화시키기 위해서 노력을 하고 있다. 종래의 건축개념과는 상당히 다른 그린 빌딩 건축의 보급을 활성화시키기 위해서는 그린 빌딩 개념에 걸 맞는 별도의 설계·시공 지침이 주어져야 할 것이며 강제적으로 시행하는 에너지 및 환경기준과는 별도로, 또한 이러한 기준보다 훨씬 강화된 인증기준을 제정함과 아울러 그린 빌딩의 건축을 유인, 장려하는 보너스지급, 인센티브 제공 등 금융, 세제상의 혜택을 포함하는 지원제도의 마련이 선행되어야 할 것이다.

한국에너지기술연구소는 '초에너지 절약형 건물기술 개발 및 시범화'라는 연구과제(94-98)를 통해 연간 단위면적당 에너지소비가 일반건물의 1/5수준인 74.3Mcal/m².y의 건물의 설계·시공을 끝내고 입주해 있으며, 1994년 11월에 작성한 연구소 자체 중장기 중점연구 추진 프로그램인 'Eneritech 21 연구 프로그램'과 1996년 5월에 완성한 '에너지 기술개발에 관한 기획연구'를 통하여 그린 빌딩 기술 연구·개발 중장기 계획을 수립(2000년 5월 산업자원부의 '그린 빌딩 보급촉진을 위한 기획연구'를 통하여 보완함)하여 이 기술의 체계적이고 종합적인 연구를 위한 만반의 준비를 갖추고 있다.

정부출연기관인 한국에너지기술연구소의 이러한 그린 빌딩의 시범화 건축과 국제협력을 통한 선진기술의 도입, 토착화, 그리고 그린 빌딩 기술·제도에 관한 산·학·연 협동 연구개발을 통한 그린 빌딩 기술의 선진화, 조기 실용화가 이루어진다면 21세기 우리의 건물에너지 기술은 국가경쟁력 확보의 초석이 되고 전 인류의 절대명제인 지구환경 보전에도 크게 기여하는 비교우위기술로서 자리 매김이 될 것이다.

그린 빌딩의 기본적인 설계 지침을 표 4-1에 나타내며, 표 4-2에 그린 빌딩의 재

료 선정 기준 항목에 대하여 나타낸다.

<표 4-1> 그린 빌딩의 기본 설계지침¹⁴⁾

설계요소	기본지침	비고
에너지	자연에너지의 적극적 도입 및 고효율 설비기술 적용	태양열/광 이용 및 VAV 시스템, 서 측면 일사 조절 차양설치, Atrium을 통한 자연광 도입, 이중외피, 빙축열 시스템, 전열교환기, Task/Ambient 조명
물	우수, 중수사용 및 물 절약	우수활용 시스템
공기	공사 중 먼지, 실내 공기 질 보장 및 실외 배출 오염 저감	공사현장관리 지침, VOC 무 방출재료, 고효율 필터 사용
재료 및 폐기물	재활용재료, 재활용가능재료, 재사용재료이용 및 폐기물의 분리수거	저 내재에너지 재료 사용, 폐기물 분리수거 시스템, 파벽돌 등 재활용 자재 사용
소음	공사소음, 실내소음 및 실외소음 최소화	공사현장관리지침, 기계설배치 및 차음, 도로변 차음 시설
부지	주변 생태계 보전	주변 식생 보전
기타	건물성능 보증	빌딩 커미셔닝 시행

<표 4-2> 그린 빌딩의 재료 선정 기준 항목

원자재	자재생산과정	자재사용과정	자재사용 후 처리과정
재생자재 사용정도 천연성 운송거리	환경기준 공급거리	I.A.Q 오존층파괴 수명/내구성 유지/관리용이성	재생가능성 분해성

2) 패시브 하우스

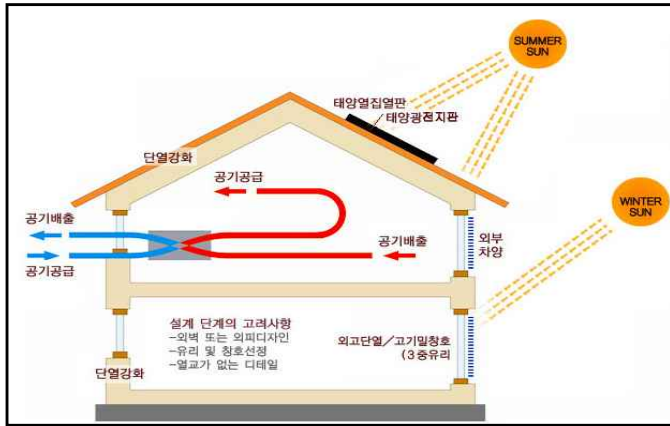
패시브 하우스(passive house)는 '수동적인 집'이라는 뜻으로, 능동적으로 에너지를 끌어 쓰는 액티브 하우스(active house)에 대응하는 개념이다. 액티브 하우스는

태양열 흡수 장치 등을 이용하여 외부로부터 에너지를 끌어 쓰는 데 비하여 패시브 하우스는 집안의 열이 밖으로 누출되지 않도록 하는 단열공법을 이용하여, 공간에 유입되는 열을 보존, 실내온도를 유지한다. 간단하게 말을 하면 일반적으로 난방을 위한 설비를 준비하지 않아도 겨울철에 춥지 않게 지낼 수 있는 건축물을 의미한다. 이를 위해서는 사용면적당 연간 요구되어지는 에너지량이 15kw/m²(약 1.5리터) 이하여야 하며, 이는 건물을 고단열, 고기밀로 설계하고 열교환 환기장치를 이용하여 환기로 인해 버려지는 열을 철저히 회수함으로써 가능해진다. 이때, 최근에 화두가 되고 있는 신재생에너지(태양열, 지열, 풍력 등)는 필수 요소가 아니다¹⁵⁾.

기본적인 방법으로서, 공간에 태양광 및 태양열을 많이 받기 위하여, 남향(南向)으로 건축을 하고 남쪽에 크고 작은 창을 많이 설치하는데, 실내에 유입된 열을 보존하기 위하여 3중 유리창을 설치하고, 단열제도 일반 주택에서 사용하는 두께의 3배인 30cm 이상을 설치하는 등 첨단 단열공법을 이용하여 시공한다. 단열제는 난방 에너지 사용을 줄이는 것이 주목적이지만, 하기에는 외부의 열을 차단하는 구실도 한다. 예를 들어, 폐열회수형 환기장치를 이용하여 신선한 바깥 공기를 내부 공기와 교차시켜 온도차를 최소화한 뒤 환기함으로써 열손실을 막으면, 난방시설을 사용하지 않고도 한겨울에 실내온도 약 20℃를 유지할 수 있으며, 한여름의 경우에는 냉방시설을 사용하지 않고 약 26℃를 유지할 수 있다.

14) http://www.greenbuilding.or.kr/html/sub03_7.jsp

15) http://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z2_03



[그림 4-1] 패시브 하우스의 개념도

이러한 사실은 국내의 경우 난방에너지가 전체에너지의 약 65%를 차지하고 있다는 점을 감안 한다면 매우 효율적인 시스템이라고 말할 수 있다. 이렇듯 패시브 주택은 아무런 기계장치에 도움 없이 난방에너지를 약 95%까지 감소시킬 수가 있으며, 여기에 신재생에너지 등을 이용하면, 그것이 바로 제로에너지 빌딩이 되는 것이다.

3) 3리터 하우스

3리터 하우스는 독일에서 처음 시작된 저 에너지주택모델로 건축물 바닥면적 1m²당 연간 3리터의 연료(가스나 등유)만 있으면 최적온도를 유지할 수 있다고 해서 붙여진 이름이다.

한국형 3리터 하우스에는 다른 나라와 달리 한국의 실정에 맞게 적용되었다. 연료로는 도시가스가 사용되는데, 1m²당 10리터 이하의 도시가스로 일 년 중 실내온도를 섭씨 18~24도로 유지할 수 있도록 설계하였다. 특히 한국형 3리터 하우스는 천연도시가스를 이용, 물에서 수소를 추출해 내고 이를 고압가스·액화가스·고체/화

학에너지 형태로 변환시켜 전기와 열에너지로 사용할 수 있도록 했다. 우리나라의 평균 주택이 1평방미터(m²)당 연간 17~20리터의 도시가스를 소비하는 것에 비교해 보면, 약 7분에 1정도의 가스로 효율을 발휘할 수 있는 고효율 주택이라고 할 수 있다.

3리터 하우스에 적용된 기술요소를 보면¹⁶⁾, 아래와 같다.

(1) 고효율 단열기술

- 기존의 스티로폼(EPS)보다 20%이상 단열성능이 향상된 단열재
- 내부구조상 적외선 복사열을 반사시키는 성질
- 3리터하우스에는 바닥 300mm, 벽체 350mm, 지붕 400mm 두께의 단열재

(2) 최적의 창호설계 (3중 유리)

- 창호면적을 늘려 태양에너지의 활용 및 거실조명 개선효과
- 유리 층 사이에 비활성가스로 채워 넣은 3중 유리 (48mm, 0.8W/m²K)는 기존주택에서 적용하는 복층유리 (22mm, 3.3W/m²K)에 비하여 두께는 2.4배 정도이지만 단열성능은 4배 이상 우수하여 건물에서 가장 큰 부하요소인 유리를 통한 열손실을 막아준다.

(3) 잠열보유 플라스터 (Phase Change material, Micronal, PCM)

- 마이크로캡슐 형태의 잠열보유 특수입자가 포함된 플라스터를 천정과 벽면에 시공
- 잠열의 저장이 가능한 플라스터를 이용하여, 겨울 및 여름에 자동적으로 일정한 실온을 유지

(4) 폐열회수용 열교환 환기 시스템

16) <http://kr.blog.yahoo.com/yylhj2/21>

- 지중덕트(Sub soil duct)를 통하여 공급되는 신선한 공기를 실내에 자동으로 공급하고 자동으로 오염공기를 배출
- 열교환 장치에 의해 배출 난방열의 85%를 회수하여 부하감소

(5) 연료전지

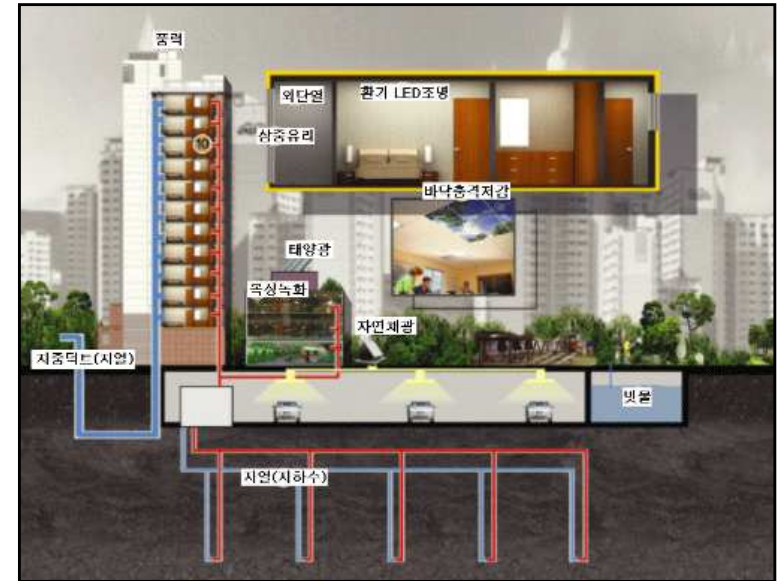
- 고효율 청정연료전지 열병합시스템을 이용하여 천연가스의 개질을 통해 수소 가스로 변화시켜 수소와 공기 중의 산소의 화학 반응에 의해 전기를 발전하고 발생 된 폐열을 이용하여 난방과 온수를 공급
- 중앙 전력계통과 연계하여 잉여전력을 역으로 중앙전력으로 판매도 가능
- 광열비와 온실가스 배출량 20 ~ 30% 가량 감소

(6) 2중 외피(Double skin)

- 여름철은 Blind와 환기기법으로 냉방부하 절감
- 겨울철은 Buffer zone 역할로 난방부하 절감

위와 같은 시공 기술을 이용한 3리터 하우스는 주요 외피요소인 벽체와 창호의 단열성능이 4~5배로 향상되므로 대부분의 열손실을 차단하는 효과가 있다.

또한 기존 주택이 내 단열을 적용하는데 반해 본 고효율 주택은 외단열공법을 적용하여 건물 구조체가 실내 축열체로 활용될 수 있으며, 외부 일사에 의한 축열 요인을 감소시킬 수 있으므로, 실내외 부하변동에 민감하게 대응할 수 있다.



[그림 4-2] 3리터 하우스의 개념도

2. 제로에너지 빌딩

1) 제로에너지 빌딩의 개념

국내에서의 제로에너지 빌딩(Zero Energy Building, 이하 ZEB)의 역사는 깊지 않다. 하지만, 지구 온난화 현상, 열섬현상, 게릴라 폭우 등의 이상기후의 발생으로 인하여 에너지 사용량의 감소와 CO2발생의 저감을 위한 많은 연구 및 검토가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 제로에너지 빌딩은 미국 등 서양에서 먼저 제안되어 발달되어 왔으며, 최근 가까운 일본에서도 제로에너지 빌딩 사업에 많은 투자를 하고 있는 실정이다. 2009년 12월에 덴마크·코펜하겐에서 개최된 COP15(유엔 기후 변화회의의 제 15회 체결국 회의)에서는, 선진국과 개발도상국 모두 온실 효과 가스 배출량의 삭감 의무를 합의안에 포함시키지 못하고 폐막을 맞이했다. 각국은 현행의 교토 의정서의 기한이 지나는 2013년 이후 지구 온난화 대책에 관해서 실효성이 담보되지 못한다고 예상하고 있다¹⁷⁾.

IPCC*2의 제4차 보고서에 의하면 건축분야(민생 부문)의 CO2배출량의 삭감 가능성은 모든 부분에 있어 가장 크며, 이는 산업 부문이나 농업 부문과 비교해 약 2~3배가 된다고 보고되고 있다. 일반적으로 일본을 시작해 선진국에서는 CO2배출량 전체의 3~4할을 건축 분야가 차지하는 이상, 이러한 CO2배출의 감소가 어렵다는 전망을 하고 있다. 일본에 있어서의 민생 부문의 에너지 소비량은, 1990년 대비 약 4할의 증가 되었고, 이것은 산업, 운수 부문에 비해서 현저하게 증가하고 있다. 특히, 그 중에서도 업무 부문의 에너지 소비량이 민생 부문의 과반을 차지하고 있는 것부터 저탄소 사회의 실현을 향해서 건축물의 ZEB화의 추진이 급무가 되고 있다.

ZEB (또는 Net Energy Zero Building라고도 명칭 함)란 건물에서 연간 소비하는 에너지 총량이 0(Zero)이거나 연간 탄소 배출량이 0(Zero)인 건물을 의미한다. 이는 보통 ZEB가 에너지를 현지 또는 건물에서 직접 생산 및 사용을 하는 방식으로 운영되는 건물로서 기존의 에너지 공급 망과는 분리된, 독립적인 에너지 생산 및 소비가 가능한 에너지 절약형 신개념 건물 시스템을 가지고 있기 때문에 가능

한 것이다. 하지만 소비에너지 총량 0과 탄소 배출량 0을 위해서는 현재까지도 많은 연구와 검토가 불가피하다. 따라서 완벽하게 0이라는 개념보다는 기존의 일반 건물에 비해서 에너지소비 총량과 탄소 배출량을 큰 폭으로 감소 할 수 있는 건물로 정의 하는 것이 보다 현실적이다. 아직까지는 ZEB의 명명에 대한 정확한 정의가 되어 있지 않으며, 현장에서도 ZEB의 의미에 대해 다양한 정의가 혼재되어 사용된다. 또한 북미와 유럽 간에도 몇몇 용어의 사용에서 특별한 차이를 보인다. 그 차이에 대하여 설명을 하면,

- 넷 제로 사이트 에너지 사용 (Net zero site energy use): ZEB의 형태에서는 현지에서 공급된 재생 에너지원의 에너지 생산량이 빌딩에서 소비된 에너지량과 동일할 때를 의미한다. 미국의 경우 일반적으로 "제로에너지 빌딩"이 이와 같은 유형의 빌딩을 뜻한다.

- 넷 제로 소스 에너지 사용 (Net zero source energy use)은 다음과 같다: 이 경우의 ZEB는 빌딩까지의 수송에 사용된 에너지를 포함하는 에너지 사용량과 동일한 에너지가 생산되는 경우를 말한다. 넷 제로 소스 에너지는, 공급원을 뜻하는 단어를 포함하고 있듯이, 전력 송신 과정에서 발생한 손실까지도 포함한다. 즉 이 유형의 빌딩은 앞선 정의한 "넷 제로 사이트 에너지"에 비해 손실 에너지까지 포함하는 다량의 에너지를 생산해야만 한다.

- 넷 제로에너지 배출 (Net zero energy emissions): 미국과 캐나다를 제외하고는, ZEB는 일반적으로 "제로 탄소 빌딩(Zero carbon building)" 혹은 "제로 배출 빌딩(zero emission building)" 등으로도 불리는 "제로 넷 에너지 배출" 개념을 뜻한다. 이 정의에서는 현지(on-site) 외에도, 외지(off-site)에서 사용된 화석연료로부터 발생한 탄소배출량까지 현지의 재생에너지 생산에 이용된 것으로 간주하고 모두 수지에 포함한다. 또 다른 정의에서는 빌딩 내 에너지 사용으로 인한 탄소 배출뿐만 아니라 빌딩 건축 중에서 발생한 탄소배출량을 포함하며 구조물 에너지까지 명시하고 있다.

- 넷 제로 비용 (Net zero cost): 이 유형의 빌딩은 에너지 구입에 드는 비용을 전력 판매에서 현지 생산된 에너지 망(energy grid)까지를 포함하는 수입을 통해

17) 茂野 綾美, 水石 仁 : 제로·에너지·빌딩의 실현과展開に向けて, -低炭素社会の構V築に向けて建築分野に期待される役割-, NRI パブリックマネジメントレビュー May 2010 vol.82

수지를 계산하는 방식이다. 순(純)전력생산에 대한 시설의 신용 정도와 빌딩에서 사용하는 시설비용 시스템 등을 통해 수지 수준이 결정된다.

- 넷 오프-사이트 제로에너지 사용(Net off-site zero energy use): 빌딩의 사용 에너지원 100 %가 재생에너지원으로부터 구입된 경우, 비록 에너지가 외지에서 생산되었더라도, 이번 정의에 따라 ZEB로 지칭될 수 있다.

- 오프-더-그리드 (Off-the-grid): 오프-더-그리드 빌딩은 독립된 형태의 ZEB로써 외지의 에너지 생산 시설과 전혀 연결이 되어 있지 않은 시스템이다. 이 경우 광범위하게 분포된 재생에너지생산시설과 에너지 저장 장치가 갖추어져야 한다.

위의 모든 표현은 기본적으로 에너지의 재생, 생산, 저장 등을 전부 포함한 것으로 재생 및 생산된 에너지가 당 건물에 사용이 되며, 그에 따른 에너지 저장설비가 구비 되어 있어야 한다.

현재 각국의 에너지 정책은 그 나라의 실정법과 현실에 맞게 적용되고 있다. 우리나라의 경우, 전력의 65%가 앞으로 점점 비용이 늘어날 화력 발전에 의존하고 있으며 에너지 자원의 99%를 해외수입에 의존하고 있다. 또한 최근의 국내 신재생 에너지 정책은 원자력 우선 정책에 의하여, 밀려나고 있는 실정이다. 게다가 태양광 산업 및 풍력 발전, 그리고 연료 전지 등의 국산화율 및 시장에서의 점유율 등은 매우 부족한 실정도 인식하지 않을 수 없다. 이에 대하여 우리나라 정부도 외국의 신재생에너지에 대한 투자 및 연구 검토 등을 인식하여 새로운 내용의 정책을 발표 하였다. 그 내용으로서는 2015년까지 총 40조원을 투자하여 세계 5대 신재생 에너지 강국으로 도약 목표를 위해 전략적R&D 및 사업화, 산업화를 촉진, 시장창출, 수출산업화 촉진, 기업 성장 기반 강화 등 4개 분야 11개의 세부과제를 추진하기로 하였다. 상세한 내용을 확인 한다¹⁸⁾.

- 태양광을 제2의 반도체, 풍력을 제2의 조선 산업으로 육성
- 차세대 태양전지 등 10대 원천기술, 8대 부품·소재·장비 개발 및 중소기업 사업화 지원 Test-bed 구축 등 R&D 지원

18) 원동아, 한·중 신재생에너지 정책 비교와 시사점, 경제현안분석 61호, 국회예산정책 처

- 해상풍력발전기 개발 및 대규모 해상풍력단지 조성에 투자
- 신재생에너지 글로벌 스타 기업 50개 육성

이에 반해 일본의 에너지 정책을 보면, 그 기반을 2002년 6월에 공표된 에너지 정책 기본법에 두고 있다. 이는 우리나라 보다 약 10년 정도 빠르게 시행한 것이다. 일본은 우리나라와 비슷한 기후를 가지고 있는 국가이기 때문에 일본에서 수행한 많은 정책 및 연구·검토 등은 우리나라의 정책 및 연구·검토 방향에도 좋은 길라잡이가 될 것이라고 기대하고 있다. 따라서 본서에는 ZEB관련 기술 및 해외 사례에 대해서는 일본의 정책 및 기술 등에 대한 내용을 서술하여 설명을 한다.

일본의 경우 에너지 공급 안정과 환경문제 그리고 시장의 메커니즘을 주요 에너지 정책 방향으로 설정하고 장기적인 에너지 수요 및 공급의 기본 계획 수립에 그 목적이 있다. 이를 바탕으로 기본 에너지 계획이 수립 되었으며, 다시 2007년 3월, 2006년에 만들어진 신국가 에너지전략(New National Energy Strategy) 수립을 바탕으로 개정이 되었는데 이는 특히 상업, 민생 및 수송부문에서의 에너지 효율화 정책 수립과 시행을 강조하고 있다. 신국가 에너지 전력의 주요 핵심내용은 다음과 같다¹⁹⁾.

- 2030년까지 최소 30%의 추가에너지 소비의 효율화 제고
- 2030년까지 석유 의존도를 40% 이하로 낮춤
- 2030년까지 수송부문에서의 석유의존도를 80% 이하로 낮춤
- 2030년까지 전원구성에서의 원자력 비중을 30~40% 이상 증가
- 2030년까지 기업의 석유탐사 및 개발 비중을 늘려 자주적 원유개발을 40% 이상 확대

19) 정웅태 : 해외 에너지 효율화 정책 동향 분석연구, 에너지 경제연구원, 수시연구보고서 08-04

이와 더불어 에너지 절약을 위한 Front Runner program을 채택하여, 2030년까지 2003년도 대비 30% 이상의 에너지소비 효율화의 달성 목표를 설정하였다. 에너지 효율화를 위한 실행 법령은 1979년 공포된 에너지 합리적 사용 안(Act on the Rational Use of Energy) 인데, 이것은 에너지 효율화의 우선순위에 따라 수차례 개정을 하였으며, 최근 2005년 개정안에서는 에너지 효율화 규제의 범위를 수송부분과 대규모 거주빌딩을 확대하고 에너지 공급자 및 전력생산·판매업자들로 하여금 소비자들에게 에너지 절약을 유도할 수 있는 정보 제공을 의무화 하는 등의 강력한 에너지 효율화 및 에너지 절약대책을 제시하고 있다.

이러한 정책적 기반에 기초하여 건물 부분에 대한 것을 살펴보면, 2005년 합리적 에너지 사용 법안에 따라 2000㎡ 이상의 건물에는 의무적으로 신축이나 개축을 할 경우 에너지 효율화 계획을 제출하게 되어 있다. 또한 건물에서의 에너지 사용에 대한 효율을 높이기 위해 효율성이 높은 주택이나 대규모 건물의 소유자인 경우, 저 이율 대출을 받을 수 있도록 하는 정책적인 지원을 제공하기도 하고, 컴퓨터를 통한 에너지 사용을 조절하는 사무용 에너지관리 시스템(Business Energy Management System, BEMS) 제도의 도입을 위하여, 정부는 보조금 지급을 통하여 에너지소비의 실시간 사용량과 비용을 알림으로써 에너지 효율화와 절감을 위해 사용자에게 올바른 정보를 제공하고, 이로 인하여 자발적으로 에너지 효율화에 동참하도록 유도하고 있다.

건물에너지 소비를 절감하기 위한 최근 시책으로 창문·유리·새시 등에도 단열성능을 숫자로 표시하는 것을 의무화했다. "창문 등 단열성능 표시제도"에 따라 단열성이 높으면 별표 4개가 붙는다. 별표가 없다면 최소 기준조차 충족하지 못했다는 뜻이다. 일본 정보는 전국적으로 4700만 가구가 단열성능이 높은 창문으로 교체하면, 가정에서 배출되는 CO2의 20%, 약 3500만 톤을 감축할 수 있을 것으로 전망하였다.

한편, 일본의 에너지 효율화의 정책은 정책의 시행뿐만 아니라, 이에 수반되는 사전·사후의 평가 시스템이 잘 구축되어 있다. 에너지 효율화의 평가와 에너지 절약성과를 "정부 정책 평가 안 2002"에 의해 수행하며, 평가결과는 정부의 예산조달

과 연계체제를 갖추고 있다. 경제 산업성은 매년 에너지 효율화 정책의 목적과 효과를 사전에 평가에 이를 기반으로 예산으로 요청하고 있으며, 정책 이행 후 3~5년마다 정책 및 프로그램의 효과뿐 만 아니라, 수립당시에 세웠던 목표계획 등을 비교 검토하여, 이를 시민들에게 공표한다. 또한 그러한 평가의 객관성을 확보하기 위해, 정부기관과는 별도로 3자의 기관에서 정부의 평가에 대한 입증을 하는데, 예로서 경단련의 자발적 협약에 대한 평가는 이 협약이 잘 수행되고 있는지 협약수행의 투명성과 신뢰성을 객관적인 입장에서 볼 수 있도록 이에 평가위원회를 2002년에 설립하였다.

이렇듯 일본의 경우, 에너지 사용에 대한 효율적인 정책 등을 국가 차원에서 검토 및 연구를 통하여 제안하고 있다. 이런 정책의 기준으로 하여, 일본의 경제 산업성은 11월, 업무용의 빌딩에서 에너지 절약을 진행시켜 전체 에너지 사용량 제로를 목표로 하는 ZEB화를 향한 새로운 비전의 제안이나, 과제와 그 대응책을 정리한 보고서를 발표했다. 빌딩의 에너지 절약 방법 제도나 건축물의 에너지 사용량의 종합 평가제도 등을 포함시켜, ZEB화를 2030년까지 신축 빌딩 전체로 실현되는 것을 제안하였다²⁰⁾.

일본에 있어서 ZEB에 대한 제도를 보면,

- 운용도 포함한 토털·시스템 건축: 여러 가지 에너지 절약 건축 기술을 종합 설계해, 운용단계에서 이것들을 통합 제어하고 현상에서도 이러한 최신 기술에 의해 5할 정도의 에너지 절약이 가능하지만, 새로운 기술 진보와 인센티브(규제와 지원)에 의해 도입 사례를 늘려 Total cost 저감을 도모하는 것이 과제이다.

(예)

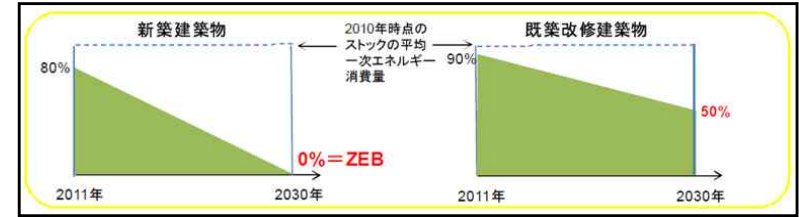
- 패시브 건축의 최적 도입(바깥 공기를 이용한 야간 냉방 등)
- 날씨 변화에 대응하는 블라인드와 조명, 또 주광이용에 수반하는 냉방 부하 증대도 가미한 블라인드·조명·공기조절의 최적 통합 제어

20) <http://www.bema.or.jp/project/top12.html>

- 시큐리티 정보(사람의 입·퇴실 정보)를 활용한 조명·공기조절·OA기기 제어
- 개인(task)과 주위(ambient)를 분할한 조명·공기조절
- 에너지의 면적 이용: 복수의 빌딩군의 네트워크화에 의한 에너지의 유효 이용한다.
- 도시의 있어서 이용하지 않은 에너지의 활용: 하천 열, 하수열등의 히트 펌프를 이용한다.
- 세입자 빌딩: 오너와 세입자의 인센티브 괴리, 범용성을 확보하는 필요성이 있다.
- 표준화: 통합 제어를 가능하게 하기 위한 설비·기기간의 인터페이스나 데이터 사양을 표준화한다.

이와 더불어 2030년 ZEB화를 목표로 하여, 새로운 비전과 에너지 절약에 관하여, 아래와 같이 제안하였다.

- 2020년까지 1990년 대비로 온실 효과 가스 25%를 삭감한다고 하는 새로운 목표와 ZEB화를 향한 비전에 대해서는, 2009년 4월에 책정된 신축 공공 건축물로 한정된 것으로부터 "2030년까지 신축 건축물 전체로의 실현"을 목표로 한다. 이 비전이 실현되어 기존의 건축물의 에너지 절약 개보수의 효율도 큰 폭으로 높아지는 경우, 2030년의 업무 부문의 일차에너지 소비량은 대체로 반감할 것이다. 추가 필요 투자액은 대체로 연간 8000억 엔 정도이고 이것에 수반하는 에너지 코스트의 절감은 추가 투자액(16조엔(8000억 엔×20년))을 크게 상회한다고 생각되지만 투자 회수기간은 약 8년으로 추정한다(그림 4-2).



[그림 4-3] ZEB의 투자 회수기간 추정

- 2030년까지, 신축 건축물은 전체로 ZEB에, 기존건축 개보수 건축물은 현재의 반감을 달성한다.
 - ※ 2011년 시점의 신축·기축개수의 일차에너지 소비량은, 기존건축물 전체의 평균에 대해 각각80%, 90%로 상정한다.
- 매년 전국의 업무 빌딩의 바닥 면적의 2.5%가 신축, 2.5%가 기존건축 개보수의 대상이다.
 - ※ 건축물의 평균 멸실 기간을 40년, 기축건축물은 20년에 한 번 대규모 개수를 실시와 상정한다.
- 신축 및 기존 건축의 개보수도, 에너지 절약 노력에 의해 매년1% 원(原)단위가 개선된다.

이렇듯 일본은 국가차원에서 에너지 사용의 효율성을 극대화 하려는 연구 및 검토를 통하여, 정책적으로 제시하고 있는 실정이다.

다음으로 일본의 ZEB의 실현 및 전개를 향한 정책에 대하여 서술한다.

- ZEB의 실현과 전개를 향해서 시장 변혁을 재촉해 가기 위해서는 ① 규제, ② 지원·유도, ③ 사회에의 정보 발신·계몽을 균형 있게 진행하는 것이 필요하다.
- 이 경우, ① 제도면, ② 기술면, ③ Work-style의 세 개의 이노베이션(innovation)을 주력하는 것이 필요하다.
- 또한 ZEB의 목표 달성을, 국가 경쟁력 강화의 찬스라고 파악하여 그에 대한

적절한 대응을 추구한다.

각 항목에 대하여 간략히 정리를 하면 아래와 같다

○ 규제

- 에너지 절약법에 있어서의 건축물의 현행 기준은, 2009년에 책정하고 현재는 대부분의 신축 빌딩에 대해 현행 기준을 달성, ZEB화를 향한 첫 걸음으로서 현행 기준의 인상을 시급하게 실시해야 한다.
- 기준 강화에 있어서는, 건축물 전체로의 에너지소비량을 종합화한 평가로 해야 함. 장기적으로는, OA기기·조명등의 전력 소비량도 포함한 규제로 하는 것, 에너지 절약 기준 달성을 의무화하는 것도 검토해야 한다.
- 2030년의 ZEB화를 향해서 에너지 절약 기준을 몇 년까지 얼마나 강화해야 하는지 나타내 보여야 한다.
- 에너지 절약법의 운용 시의 규제에 대해서도, 벤치마크를 정확하게 설정해, 에너지 절약 성능이 높은 빌딩에의 입주를 재촉해야 한다.
- 에너지의 면적 이용, 미(未)이용 에너지의 활용 등을 위해, 운용도 포함 도로 법 등의 규제 완화를 실시해야 한다.

○ 지원·유도

- 세계상의 인센티브(고정 자산세의 감면, 특별상각·세액공제의 기존 제도의 재검토 등), 예산상의 지원(보급을 향한 도입 지원, 실증 프로젝트 등) 등을 근본적으로 강화하는 것이 필요하다.
- 기술면의 이노베이션(innovation)을 지원하는 것도 중요. ZEB화를 향한 종합 설계·통합 제어에 관한 기술개발을 향후 한층 더 가속시키는 것이 필요 하다.

○ 사회에의 정보 발신·계몽

- 건축물의 에너지 절약 성능의“보이는 화”, 부동산 가치에의 반영을 도모 하기 위해, 빌딩의 에너지 절약 성능을 평가하는 Label제도를 정비해야 한다.
- “에코 오피스”의 도입, Work-style의 변경, 드는 사람의 에너지 절약 의식

의 향상 등이 중요하고 지적 생산성이나 쾌적성과 에너지 절약을 양립한 선진사례의 표창 제도, 추진 포럼의 설치 등“직장의 에코”를 국민적 동참을 유도 한다.

[세계와의 협력]

- ZEB의 검토가 진행되고 있는 미국과의 협력이나, 기후 조건이 닮은 중국 그 외의 아시아제국에 있어서의 일본의 ZEB의 전개를 추진해야 한다.
- 미국은 7년 전부터 ZEB의 목표하여 국가의 주도로 기술개발 등을 진행해 오고 있으며, 미·일 협력의 유용성은 크다. 2009년 11월, 오바마 대통령 일본 방문 시에는, 향후, 미·일간에서 에너지 절약 빌딩에 관한 협력을 진행시키는 것에 대하여 각 국 수뇌 사이에 합의한다.
- 일본의“에너지 절약 빌딩 추진 표준화 컨소시엄”에 의한, 중소 빌딩의 에너지 절약을 진행시키기 위한 표준화 활동과 미국의 Smart grid(차세대 송전망)²¹⁾의 표준화 활동과의 제휴를 진행한다.

이상으로 제로에너지의 간단한 정의와 현재 우리나라의 에너지 정책과 현황, 그리고 일본의 에너지 정책 및 ZEB에 관련한 정책에 대하여 확인을 하였다. 다음으로 ZEB 장단점에 대하여 서술하였다.

21) http://www.kankyobusiness.jp/topix/smartgrid_01.html

2) 제로에너지 빌딩(ZEB)의 장점 및 단점

(그림 4-4)에 ZEB의 개념도에 대하여 나타낸다. ZEB는 에너지 효율성의 극대화와 친환경적이라는 측면에서 많은 주목을 받고 있는 것은 사실이지만, 그에 반해 몇 가지 단점도 존재한다. 지금까지 많은 연구와 검토에서 제시된 ZEB에 대한 장점과 단점에 대하여 언급한다.



※ 출처: Active Power System, LLC

[그림 4-4] 제로에너지빌딩 디자인 개념도

(1) 장점

- 장기적인 에너지 가격 상승에 대한 부담을 줄일 수 있다.
- 기존의 시스템에 비하여 일정한 실내 온도를 유지할 수 있어 안락함이 높아진다.
- 에너지 절약을 위한 요구사항을 줄일 수 있다.
- 에너지 효율 증대로 인해 빌딩 유지·관리에 필요한 Total Cost가 감소된다.
- 생활 유지에 드는 월별 순수 총 비용이 감소한다.

(2) 단점

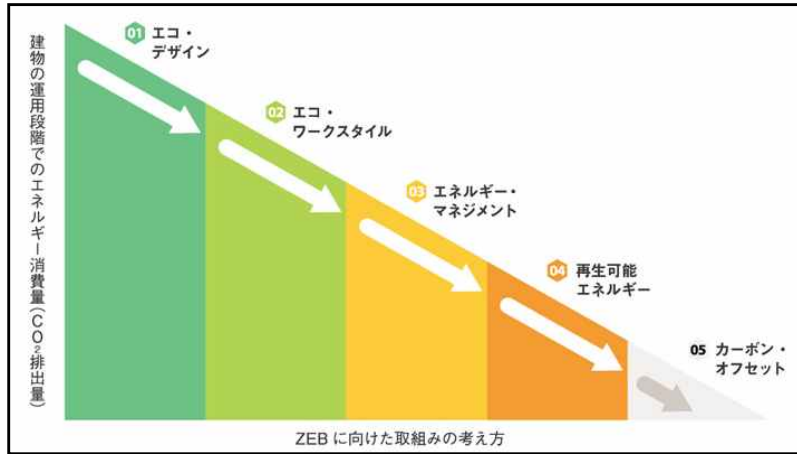
- 초기 설치비용이 높다.
- 제로에너지 빌딩에 관련한 건축 기술과 경험을 가진 공학자 및 디자이너가 부족하다.
- 특정 조건의 기후에 대응하여 디자인을 할 경우, 기후변화 시 장기적인 활용도가 제한된다.
- 제로에너지 빌딩의 매각하게 되는 경우, 높은 초기 투자비용의 회수 가능성이 낮은 편이다.

3) 제로에너지 빌딩의 적용기술

현재까지 한국, 일본, 미국 등에서 ZEB화를 위하여 많은 연구와 검토 등을 수행해 왔다. 대부분의 경우가 에너지의 효율화 및 신재생에너지의 사용가부, 건축자재 및 제어 관리, 그리고 에너지 자립에 대한 구현 기술에 대한 부분이 주된 기술로서 개발되어 왔다.

보편적으로 ZEB의 건물의 적용을 위해서는 (그림 4-5)의 5단계를 고려한다²²⁾. 이것을 고려한 다음에, 그에 따른 각각의 세부 사항에 대하여 적용을 하는 것이 ZEB화라고 말할 수 있다.

22) http://www.kajima.co.jp/news/digest/sep_2010/searching/index-j.html



[그림 4-5] ZEB의 건물에 적용에 대한 방법

① 에코디자인 부문

건축 디자인의 관점으로부터 에너지소비의 원인을 재검토해 그에 따른 방법의 제시와 공기조절 및 조명이용에 대하여 효율적인 에너지소비를 목표로 한다. 구체적으로는 외관 디자인의 창의 연구에 의해서 창이나 외벽의 단열·일사 가림 성능을 향상시켜 냉난방 부하의 삭감, 창주변의 온열 환경의 개선, 주광이용에 의한 조명 부하의 저감, 자연 환기에 의한 중간기나 야간의 냉방 부하의 경감을 도모한다.

설비 엔지니어링의 면에서는, 건물 전체에 균등인 공기조절·조명을 실시하는 것이 아니라, 사람이 있는 곳만을 쾌적하게 한다고 하는 생각으로 적용한다. 인체 감지 센서 등을 구비해, 앰비언트(전체) 공기조절·조명과 데스크(부분) 공기조절·조명을 조합하는 것으로, 소비 에너지를 저감하는 것이다.

② 에코 워크스타일 부문

워크 스타일로부터 에코를 생각해 가는 것도 중요하다. 워크 스타일의 재검토, 의식 개혁, 새로운 오피스의 기본적인 역할을 거주자 및 클라이언트와 검토해 최적

인 스페이스의 계획·설계를 정리한다. 게다가 시뮬레이션 기술을 사용해 그 효과를 평가해, 지적 생산성과 에너지 절약의 양립을 실현을 목표로 한다.

③ 에너지 관리부문

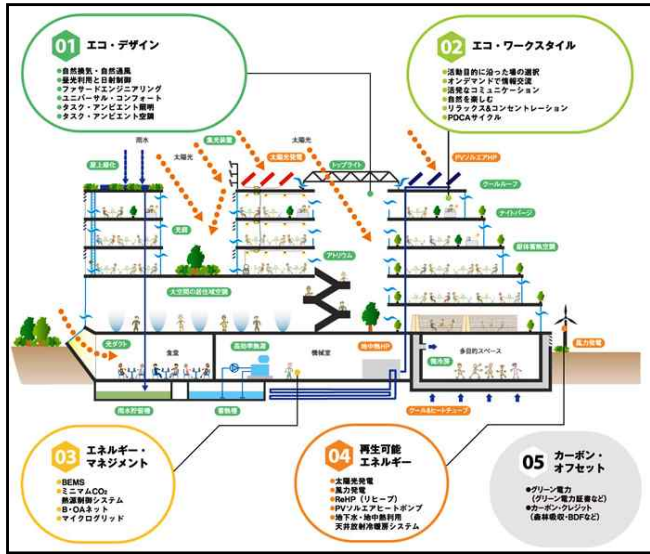
본 단계는 건물의 운용 단계로서 각종 에너지 절약 성능이 최대한으로 발휘되도록, 최적화 튜닝, 에너지 절약 진단·보수·갱신 등 건물의 유지·관리 기술을 적용한다.

④ 재생 가능 에너지 부문

건축 설계나 건물 운용을 통해서 가능한 한 에너지소비의 삭감과 동시에, 최소한 필요한 에너지는 재생 가능 에너지로 보충한다. 건물의 용도·규모·입지 조건에 따르고 태양광 발전·풍력 발전·태양열·지열·바이오 연료 등 최적의 재생 가능 에너지의 선택·이용한다.

⑤ 에너지 자립형 건물 구현기술 부문

기본적으로 상술한 ① ~ ④가 ZEB화 하는데 있어서 기본적인 기술이지만, 이렇게 했음에도 불구하고 원하는 목표가 달성되지 않을 경우, 마지막에 남은 CO2 배출을 오프셋 하여 CO2 배출을 삭감하는 방법도 있다. 예를 들면, 그린 전력 증서에 의해 오프셋 하는 것도 가능하다. 이 그린 전력 증서란, 재생 가능 에너지를 직접 이용하는 것이 아니라 다른 사람이 재생 가능 에너지에 의해서 발전한 환경 가치를 증서의 형태로 구입해, 환경에 공헌하는 구조이다. 하지만 이에 대한 기술적인 노하우가 요구된다.



[그림 4-6] ZEB의 건물의 적용기술에 대한 일반적인 이미지

다음으로 ZEB에 관련한 기술적인 측면에 대하여 설명을 한다.

○ 건물에너지 효율화 부문

건물 에너지 효율화 부분은 고효율 열원설비, 최적제어 설비, 고효율 환기설비 등을 이용하여 건물에서 사용하는 에너지량을 절감하는 기술을 의미한다. 그 기술로는 건축물의 외피 단열 및 기밀, 채광, 자연환기 성능 향상 기술과 건물 냉난방 공조 및 기계 환기, 열교환 시스템의 효율 향상 기술이 있다.

○ 신재생에너지 건물 융합 기술 부문

태양열, 태양광, 지열, 풍력, 바이오매스 등의 신·재생에너지를 이용하여 건물에서 필요한 에너지를 생산 및 이용하는 기술을 말하는 것으로, 태양열, 태양전지, 지열 등 신재생에너지의 설비기기를 건물에 적용한 기술이다.

○ 친환경 저에너지 건축자재 부문

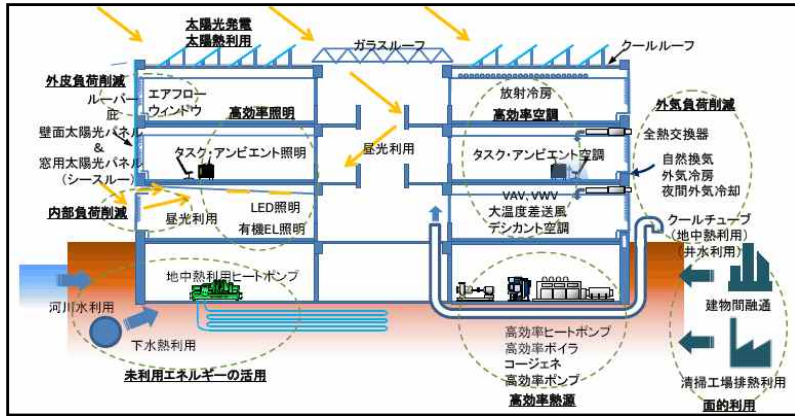
고단열·고기능 외피구조, 기밀설계, 일조확보, 친환경자재 사용 등을 통해 건물의 에너지 및 환경부하를 감소하기 위한 기술이다. 그 기술로는 환경부하 및 오염 배출이 적은 건축자재 및 생산기술, 에너지절감 건축을 위한 신소재 기술, 탄소 원단위가 낮은 건축자재 및 생산 기술이 있다.

○ 건물 에너지 제어 및 관리를 위한 IT 부문

건물에너지 정보화 기술, LED 조명, 자동제어장치 등을 이용하여 건물의 에너지를 절감하는 기술이다. 그 기술로는 건물 에너지/환경 수요 예측 기술, 에너지 인지 기반 건물 에너지 설계 및 관리 시스템 기술, 친환경/에너지 센서 기술, 건물 공간 지능화/네트워크 기술, 건물 에너지 서비스 프레임워크 기술이 있다.

○ 에너지 자립형 건물 구현기술 부문

자연지반의 보존, 생태 면적율의 확보, 미기후의 활용, 빗물의 순환 등 건물 외부에서 발생하는 생태적 순환기능의 이용을 통해 건물의 에너지 부하를 절감하는 기술이다. 그 기술로는 그린 빌딩, 그린홈 구현 설계 및 시공기술, 건물기술과 에너지 기술의 모듈화 및 융복합기술이 있다.



[그림 4-7] ZEB의 건물의 기술적인 적용 예



[그림 4-8] 건축물 외피 단열재 사용사례

4) 제로에너지 빌딩의 현황 및 동향

(1) 기술현황

- ZEB 관련 기술은 특성에 따라 소재 중심의 Passive 기술과 열원, 공조 등 제어요소를 포함한 Active 기술로 분류되며, 양 기술의 병행 도입이 필수적이다. 최근 신재생에너지원의 적극적 도입도 하나의 추세이다.
- 미국, 일본, 유럽 등 선진국은 ZEB를 일찍부터 준비하고 있으며, 상당한 수준

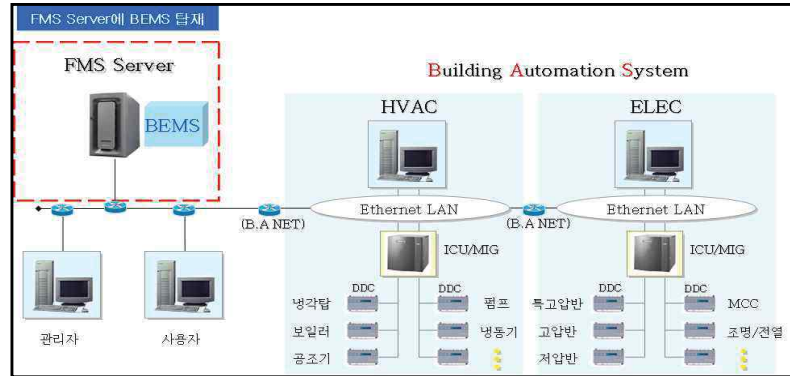
의 기술과 Knowhow를 확보하고 있다.

- 국내는 H/W는 해외와 유사한 수준을 확보하고 있으나, 효율화와 최적 운영 측면에서는 상당한 기술 격차를 가지고 있다는 것이 확인 되었다.
- ZEB의 보급자체는 경제성의 한계가 있으나, 관련 요소기술은 적극적으로 보급 되고 있으며, 최근 에너지 관리시스템(Energy Management System, EMS)에 대한 관심이 고조되고 있는 추세이다.

(2) 국내동향

- 정부의 저탄소 녹색성장 추진에 의한 국내 친환경 저에너지 관련 기술 및 엔지니어링 기술 개발이 가속화될 것으로 전망된다.
- APP 등 국제적 연계 프로젝트가 활성화되고 있으며, 동 기술 분야의 글로벌 스탠다드가 ISO등을 중심으로 추진 중이다. 그러나 현재 수준의 기술력을 유지할 경우, 국내 기술의 해외진출보다는 해외기술의 국내 유입이 오히려 강화될 가능성이 크다고 판단되기 때문에 원천 기술을 포함한 친환경 저에너지 건축기술의 개발이 시급한 실정이다.
- 고효율 외피시스템의 융복합기술은 외피부하를 저감시키기 위한 고단열 벽체, 고효율 창호 등에 대한 수요가 증가하고 있다. 특히 창호의 경우 에너지소비 효율 등급제도 도입 등이 예상되며 고단열, 고기밀 창호에 대한 다양한 기술 개발과 수요가 증가하고 있다.
- 열교환/환기효율 향상기술은 최근 고효율 외피 및 공조기술과 융복합 형태로 기술개발이 이루어지고 있다.
- 대형빌딩중심으로 공조/냉난방(Heating Ventilation Air Conditioning, HVAC), 조명, 전력 등의 분야에 다양한 빌딩자동화시스템(Building Automation System, BAS) 설비 및 이를 제어하기 위한 빌딩자동화 제어서버를 구축하여 빌딩 단위로 운영 및 관리하고 있는 기술이 활용되고 있다.

- 국내에서는 설비 자동제어, 전력 자동제어, 조명 자동제어, 재난 상황 관제를 위한 자동제어(BAS), 시설관리(Facility Management Center, FMC), 에너지관리(EMS) 등을 통하여 초기단계의 빌딩에너지 관리가 이루어지고 있다.



[그림 4-9] 국내 BAS 개념도

(3) 국외동향

- 미국 에너지 국(Department of Energy, DOE)에서는 초 단열소재, 진공 단열창, 스마트창호 등 건물외피의 단열성능 강화방안 연구에 많은 투자를 하고 있다. 이에 주거용 건물은 2020년까지, 비주거용 건물은 2025년까지 Zero Net Energy에 도달하려는 건축기술(Building Technology Program, BTP) 추진 중에 있다.
- 유럽 국가에서는 고효율 창호와 진공을 이용한 초 단열패널 기술개발에 많은 투자를 하고 있으며, 현재 사용화를 위한 제반 양산설비 기술개발을 추진하고 있다.
- 일본은 기존 창호에 비해 성능이 2~3배 향상된 단열창과 진공단열패널을 적용한 Zero Emission House 시범건물을 건축하고 관련 기술개발 및 연구에 많은 투자를 하고 있다.

- 주요 선진국의 경우 빌딩최적화 및 고장에 대응하는 진단기술의 공동개발 및 결과의 공유 등을 통해 자국 내에 기술의 현장적용 및 확산이 빠른 속도로 이루어지고 있는 실정이다.
- 현재 미국, 캐나다, 호주, 일본 및 독일 등을 중심으로 자립형 또는 제로에너지 수준의 건물을 구체적으로 구현하기 위한 NZEBs(Net Zero Energy Buildings) 프로젝트 추진 중이다.

3. 에너지 저감형/제로에너지 빌딩 적용사례

1) 그린 빌딩 적용사례

업무용친환경건축물(그린 빌딩) 인증기준에 의해 예비인증을 받은 사례로는 정보통신부가 시행사인 서울중앙우체국이 있고, 업무용친환경건축물 인증신청을 하여 2003년 12월15일 인증기관인 한국에너지기술연구원으로부터 '최우수 친환경건축물' 예비인증을 받았다.

<표 4-3> 서울중앙우체국청사의 친환경 적용계획요소

부문	주요사항
토지이용 및 교통	<ul style="list-style-type: none"> 기존대지의 활용 대중교통에의 접근성 우수 초고속 정보통신 설비 1등급
에너지자원 및 환경부하	<ul style="list-style-type: none"> 에너지성능지표(EPI) 아주우수 조명에너지절약 및 대체에너지 이용 공업화공법 사용 및 재활용가능자원의 분리수거시설 절수기구 사용 및 우수/중수 시스템설치 환경을 고려한 현장관리 계획의 수립 운영/유지관리 문서 및 지침 제공 공간배치 및 시스템 변경이 용이한 계획 이산화탄소 배출 저감기술 채용 오존층보호를 위한 특정물질의 불사용
생태환경	<ul style="list-style-type: none"> 인공 환경 녹화기법 채용 수생 비오톱(Biotope) 조성 육생 비오톱 조성
실내 환경	<ul style="list-style-type: none"> 패적인 실내공기환경 조성 건축자재로부터 배출되는 기타 유해물질 억제 실내 자동 온도조절 장치 채택 공기정화작업 실시 거주자 흡연에 노출되는 것을 방지



(a) 서울 중앙우체국청사



(b) 대전 우체국청사

[그림 4-10] 그린 빌딩 조감도

대전 그린 빌딩 인증기준에 의해 예비인증을 받은 사례는 정보통신부가 시행사인 대전우체국이 있고, 대전광역시가 운영하는 '대전그린빌딩'을 신청하여 2002년 11월 4일 인증기관인 한국에너지기술연구원으로부터 '그린 빌딩'등급을 획득하였다.

<표 4-4> 대전우체국청사의 친환경 적용계획요소

부문	주요사항
자원소비	<ul style="list-style-type: none"> 절수기구 사용/우수이용/중수도 시설 설치 환경친화공법/환경친화제품 사용
환경부하	<ul style="list-style-type: none"> 빙축열 시스템 채용 투수성 포장 재활용 생활폐기물 분리수거
실내 환경	<ul style="list-style-type: none"> 공간별 냉난방 조절시스템 채용 설비기계실 및 설비기기의 방음 대책 수립 VOC 저 방출 자재 사용
서비스 질	<ul style="list-style-type: none"> 보 통신 및 첨단 보안설비 채용 약자, 장애인 배려시설
관리	<ul style="list-style-type: none"> 공시 환경관리계획 수립, 시행 빌딩 커미셔닝의 시행
입지·교통 및 생태환경	<ul style="list-style-type: none"> 중교통시설과의 도보거리 근접

2) 패시브 하우스 적용사례



[그림 4-11] 인천청라지구 한리비비디아파트 노인정

한라건설에서 시공한 인천청라지구 A6블록 한리비발디 아파트의 '노인정'이 국내 최초로 독일 패시브 협회(Passive House Institute, PHI)가 인증하는 '패시브 하우스'로 인정을 받았다.

(그림 4-11)의 패시브 하우스에 적합한 건축물을 만들기 위해 지붕과 벽체에 320mm 우레탄 폼 보드를 이용한 외단열과 열관류율 $0.8W/(m^2K)$ 이하의 고기밀 창호와 현관문, 기밀성, 열교차단재, 열교환 환기장치 등의 다양한 요소기술을 적용하였다. 인천청라지구 A6블록 한리비발디 아파트의 '노인정'은 아시아권에서는 일본에 이어 두 번째이며, 국내 비주거 건축물 부문 최초의 국제인증이다.

3) 3리터 하우스 적용사례



[그림 4-12] 경기도 용인의 3리터 하우스

(주)대림건설이 경기도 용인에 독일의 기술을 활용하여 우리나라 실정에 맞게 시범주택을 시공한 사례가 있다. 이러한 3리터 하우스에 적용된 기술은 다음과 같다.

(1) 외단열



건물의 천장, 외벽, 바닥을 외단열 공법으로 시공하였다. 사용한 단열재는 기존의 스티로폼 단열재에 열을 가두어 두는 기능을 하는 첨가물을 혼입한 제품으로 두께는 20cm를 사용하였다. 본 제품은 기존 단열재보다 높은 열 차단 능력을 가지며, 스티로폼을 대체하여 시공할 경우 1평방미터당 약 1,200리터의 석유를 절약할 수 있다.

(2) 이중외피기술



거실 부 발코니에 설치된 이중외피시스템은 외창과 내창 사이 중공층 등을 두어 냉난방 에너지 절감 및 자연환기 성능을 획기적으로 개선 할 수 있는 기술이며 여름철 상층부로 상승한 더운 열을 천장을 통해 효과적으로 배출하고, 여름철 창호면 일사유입량을 최소화해 냉방에너지 50%를 절감을 가능하게 하였다. 또한 중공층으로 인한 열 성능 개선, 환기에 의한 열손실 최소화로 겨울철의 난방에너지를 약 20% 절감할 수 있다.

(3) 3중 창호



주택에 있어서 외부로부터 가장 많은 열을 빼앗기는 창호의 경우 3중창으로 시공하였다. 3중창은 기존 복층유리보다 약 3배 높은 단열효과를 발휘한다고 한다. 최근에는 일반 건축물에도 3중창을 사용하는 사례가 증가하고 있다.

(4) 잠열보유 플라스터(상변화물질을 이용한 플라스터)

잠열보유 플라스터(plaster)란 특수물질을 혼입한 플라스터로 이 특수입자는 특정 온도 이상으로 주변 온도가 올라가면 열을 흡수하였다가 그 온도보다 낮아지면 열을 서서히 방출하는 특성을 갖는다.

(5) 열교환 환기시스템

열교환 환기시스템은 환기로 인해 빼앗기는 열을 회수해 에너지를 절감하는 원리이다. 실내에 신선한 공기를 공급하고, 오염공기를 배출하는 환기시스템으로서 기본 원리는 전열교환기를 설치하여 전열교환기가 실내의 더운 공기가 지닌 열을 보유했다가 외부에서 공급되는 차가운 공기를 데워서 실내에 공급하는 방식이다.

이 시스템의 이용으로 환기로 인한 열손실을 약 85%까지 감소할 수 있다.

(6) 수소연료전지

수소연료전지는 3리터 하우스에서 가장 중요한 에너지절감 기술이며, 독일의 3리터 하우스의 시스템과 차별화 되는 부분이다. 수소연료전지는 축전기능을 가진 발전기로 도시가스를 이용하여 물에서 수소를 추출해 내고 이를 전기와 열에너지로 이용할 수 있는 열병합발전 시스템이다. 본 시스템은 에너지 비용을 20%이상 절약하고, 온실가스 배출량도 30%이상 감소할 수 있는 것으로 보고 있다.

4) 제로에너지 솔라 하우스 적용사례

(1) 건물개요

- 건물면적 : 80평(1층 30평, 2층 20평, 지하 30평)
- 건물구조 : 철근콘크리트 벽식 구조
- 준공일자 : 2002년 12월
- 외벽시스템 : 콘크리트 월 + 외단열 + 사이딩 패널
- 창호시스템 : 가스충진 로이유리 + 시스템창호
- 1단계 에너지자립목표 : 열 부하 70% 자립

① 핵심적용기술

- 슈퍼단열시스템(Super Insulation System)
- 슈퍼단열, 열교방지기술, 기밀화 시공기술, 방습기술
- 자연형 태양열시스템(Passive Solar System)
- 트롬월, 투명단열, 축열 벽 및 바닥, 온실, 야간단열, 자연채광
- 설비형 태양열시스템(Active Solar System)
- 고효율 태양열 집열기, 저온 축열 복사난방, 온수급탕시스템,
- 보조열원시스템(Auxiliary H/C System)
- 태양열 및 지중열원 히트펌프 냉난방시스템

- 배열회수환기시스템(Heat Recovery System)
- 소형 로터리타입 배열회수 장치
- ZeSH : Zero energy Solar House 태양광발전시스템(Building Integrated Photovoltaic)
- 건물통합형 태양광발전모듈

② 측정결과(실증결과)

- 난방 및 급탕부하의 80% 이상 에너지 자립

③ 향후 추진계획

- 2단계(3년) : 70%자립형 상업화모델 개발
- 3단계(4년) : 100% 에너지자립형 모델 개발

④ 기타

- 사업주관 : 한국에너지기술연구원
- 참여연구기관 : 한밭대학교건축공학과
- 참여기업 : LG화학(시스템장호 도어) 한국유리(가스충진 로이유리)

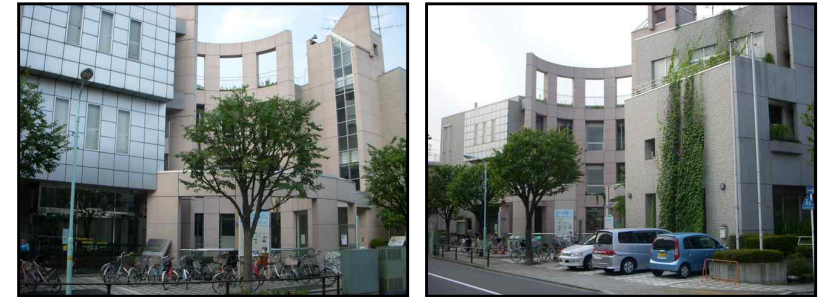


[그림 4-13] 제로에너지 솔라 하우스 건물

5) 일본의 제로에너지빌딩 적용 사례

(1) 공공용 건물

- 에코폴리스 센터(エコポリスセンター)²³⁾



[그림 4-14] 에코폴리스 센터

<표 4-5> 에코폴리스 센터 개요

소유주(기관)	마에노 지역센터(관리사무소)
설치연도	2009년
설비종류	부지면적 1,846.6㎡ 건축연면적 3,712.43㎡ 철근 콘크리트 조, 지상 3층·지하 2층
설치장소	〒 174-0063 東京都板橋區前野町4-6-1
내용	- 건물 자체가 생태학적 기능 - 전시물로서의 성격을 겸비 - 자연과의 조화를 테마로, 채광·통풍·에너지 절약에 배려해 설계 - 태양전지, 태양광 집열기 이용 - 가스 터빈 발전기, 빗물 저수조

23) <http://www.ita.ed.jp/ecopolis/ecopoliscenter/intro/intro.html>

○ 이상(理想)의 교육동(24)25)



[그림 4-15] 이상(理想)의 교육동

<표 4-6> 이상(理想)의 교육동 개요

소유주(기관)	도쿄대학교
설치연도	2011년 5월
설비종류	부지면적 942.48㎡ 건축연면적 4477.6㎡ 철골, 콘크리트조, 지상 5층·지하 1층
설치장소	東京都目黒區駒場3-8-1
내용	<ul style="list-style-type: none"> - 가동루버를 이용한 더블스킨구조 - 지중 열·지하수를 이용한 히트펌프시스템 - 복사 판넬을 이용한 냉난방 - 구체 축열 시스템 - 연돌효과를 이용한 자연환기 시스템 - 히트펌프배열을 이용한 데시칸트 제습시스템 - LED조명 시스템 - 우수이용을 포함한 절수 시스템 - 태양광발전 판넬 - AI네트워크에 의한 건축·공조·조명의 통합 매니지먼트 시스템

24) 理想の教育棟におけるゼロ・エネルギー・ビル取り組み, 2011년 3월 4일 동경대학 기자회견

25) <http://jsci.c.u-tokyo.ac.jp/blog/komcee/?p=439>

(2) 상업용 건물

○ 이바라키현 제로에미션 하우스(26)



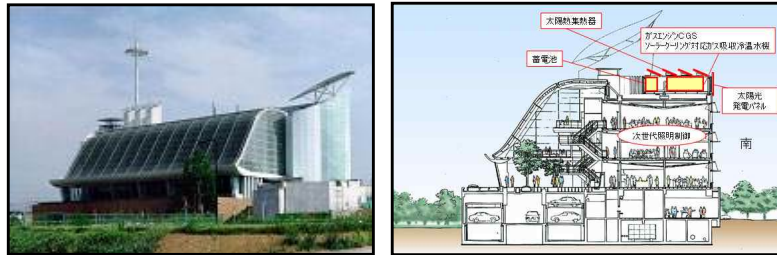
[그림 4-16] 이바라키현 제로에미션 하우스

<표 4-7> 이바라키현 제로에미션 하우스 개요

소유주(기관)	세키수이 하우스 (積水ハウス)
설치연도	2008년
설비종류	부지면적 1,846.6㎡ 바닥면적 3,712.43㎡ RC조, 지상 3층, 지하 2층
설치장소	〒 306-0213 茨城縣古河市北利根 8
내용	<ul style="list-style-type: none"> - 대용량의 기와 일체형 태양광 발전 시스템 - 가정용 연료 전지 - 녹화 지붕 - 고단열·기밀 사양 의 건물 등 - 실내 모니터를 통한 태양열 발전량 확인

26) <http://www.sekisuihouse.com/zeh/>

○ 도쿄가스 KohokuNT Earth port²⁷⁾



[그림 4-17] 도쿄가스 KohokuNT Earth port

<표 4-8> KohokuNT Earth port 개요

소유주(기관)	동경가스(東京ガス)
설치연도	1996년 3월
설비종류	바닥면적 5,645㎡ SRC조, 지상 4층, 옥탑 1층
설치장소	神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎中央16-18
내용	<ul style="list-style-type: none"> - 넷·제로에너지 빌딩 (ZEB) - 건축물 종합 환경 성능 평가 시스템 (CASBEE) - 태양열, 가스 엔진 CGS의 폐열, GHP 폐열을 이용한 에너지 절약 및 CO2 공기조절 시스템 - 태양광 발전 과 가스 엔진 CGS 등을 조합한 전력 통합 제어 시스템 - 자연 채광을 활용한 차세대 조명 제어 시스템

27) <http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20100203-01.html>

○ 도쿄도 파나소닉 센터²⁸⁾



[그림 4-18] 도쿄도 파나소닉 센터

<표 4-9> 파나소닉 개요

소유주(기관)	마츠시타전기산업주식회사 (松下電器産業株式会社)
설치연도	2004년
설비종류	부지면적 15,788㎡ 바닥면적 3,247㎡ SRC, 본관 및 별관, 지상 4층
설치장소	東京都江東区有明2-5-18
내용	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광 발전 시스템 - 풍력 발전 시스템 - 조명 시스템 - 하이브리드 타워 - 쓰레기 처리 시스템 - 빗물 이용시스템 - 연료 전지 시스템

28) <http://panasonic.net/center/tokyo>

(3) 주거용 건물

○ 주) Daiwa house의 주택²⁹⁾



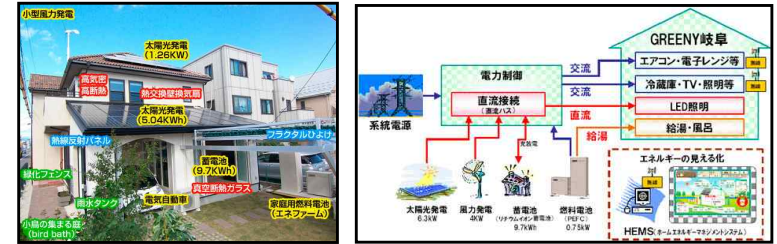
[그림 4-19] Daiwa house의 주택

<표 4-10> Daiwa house의 주택 개요

설계	Daiwa house
내용	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광 발전 시스템 - 외단열, 통풍·환기성능의 외벽 - 고효율 급탕기 - 일반 주택과 비교해서 연가 광열비를 약 169% 감소 - 지붕에는 바람의 흐름을 발생시키는 사이드 윈도우를 설치하여, 냉방에너지 저감에 이용 - CO2 배출량을 연간 약 106% 삭감

29) <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/84/index.shtml>

○ JX 닛코우 일본 석유에너지주택³⁰⁾



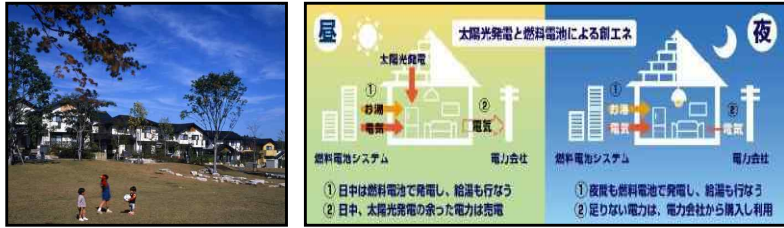
[그림 4-20] JX 닛코우 일본 석유 에너지의 주택

<표 4-11> JX 닛코우 일본 석유 에너지 주택 개요

설계	JX 닛코우 일본 석유에너지(JX日鉱日石エネルギー)
설치연도	2010년
내용	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광 발전 및 풍력 발전과 리튬이온축전지를 이용 - 가정 내의 전력 부하에 따라 기기의 발전 및 충전 방전을 제어 - 연료전지의 이용 - 홈 에너지 매니지먼트 시스템을 통하여 전력 사용 상황을 가시화

30) <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/132/index.shtml>

○ Sekisui house의 이바라키켄 타가군³¹⁾



[그림 4-21] Sekisui house의 이바라키켄 타가군

<표 4-12> Sekisui house의 이바라키켄 타가군 주택 개요

설계	sekisui house
설치연도	2009년
내용	- 태양광 발전 - 연료전지의 이용 - 고효율 단열재 사용 - CO2 배출의 저감

제2절 신재생에너지 주택부문

1. 신재생에너지 주택 종류

1) 태양광주택

태양에너지를 직접 전기로 변환시키는 태양광 모듈을 지붕이나, 옥상, 창호 등에 설치하고, 여기서 발생하는 전기를 직접 이용하는 주택을 말한다.

- 가구당 지원규모는 3KW이하이며, 약 23㎡의 설치면적이 필요하다.

<표 4-13> 태양광설비 권장설치 용량표

사용량 (KWh/월)	용량(KW)		
	2KW이하	2.5KW이하	3KW이하
300이하	○		
300초과~350이하		○	
350초과			○

태양광 발전을 설치하였을 경우 그 설치효과에 대하여 다음과 같이 정리 한다.

- 태양광발전은 모듈이 그림자의 영향을 받지 않는 정남향으로 설치되었을 경우 가장 좋은 효율을 나타낸다.
- 또한 주택용(저압) 전력은 누진제이므로 전력사용량이 많은 가정일수록 그 효과는 커진다.
- 월 사용량이 400kWh인 주택인 경우
→ 설치 전 : 약 7만 5백 원 → 설치 후 : 약 6천6백 원 (약 6만 4천원 절감)
- 월 사용량이 600kWh인 주택인 경우(3kW, 월 300kWh 발전 가정)
→ 설치 전 : 약 19만 5천 원 → 설치 후 : 약 4만 원 (약 15만 원 절감)

31) <http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/building/news/20090407/531806/?ST=print>



[그림 4-22] 태양광 주택의 구성도

<표 4-14> 태양광주택 연도별 보급실적

년도	합계	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010.06
주택 수	45,097	310	907	5,964	7,317	9,142	14,895	6,562

2) 태양열주택

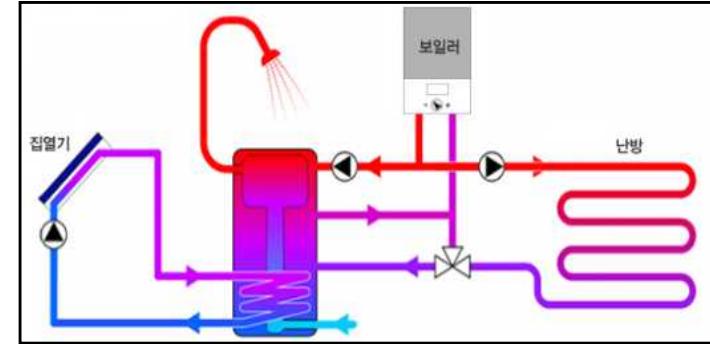
태양열 설비인 집열기를 건물의 지붕이나 옥상 등에 설치하고 이를 통해 얻은 열량을 이용하여 우선적으로 온수를 사용하며 보조적으로 난방에도 이용하는 주택을 말한다.

- 지원규모는 30㎡ 이하이며 약 35㎡의 설치면적이 필요하다.

※ 일반적으로 주택용 태양열 설비에는 급탕위주의 설비가 설치되며, 이로 인하여, 급탕을 우선적으로 사용하는 방식이다. 그 후, 잉여온수가 발생할 경우, 보조적으로 난방에 사용된다.

설치효과는 다음과 같이 나타난다.

- 태양열설비의 집열량은 집열판이 그림자의 영향을 받지 않는 정남향으로 설치되었을 경우 효율이 가장 좋으며, 건축물의 구조 및 단열조건, 지역별 일사조건, 사용 부하량, 환기 횟수 등의 조건에 따라 차이가 발생한다.



[그림 4-23] 태양열 시스템 구성도

- 연료가 도시가스인 주택의 경우
 - 연간 절감액 1백 11만8천원
- 연료가 보일러 등유인 주택의 경우
 - 연간 절감액 1백 79만2천원

<표 4-15> 태양열 주택 보급현황

년도	합계	2007	2008	2009	2010.06
주택 수(호)	4,831	150	879	3,653	149

3) 지열주택

연중 약 15℃로 일정한 지중(지중)의 온도를 히트펌프로 변화시켜 가정의 난방과

냉방에 이용하는 주택을 말한다.

- 가구당 지원규모는 17.5kW(5RT) 이하이며 일반적으로 지중 열교환기를 위해 50㎡, 기계실을 위해 6.6㎡의 설치면적이 필요하다.

설치효과는 다음과 같이 나타난다.

- 지열설비는 연중 일정한 지중(地中)의 열을 이용하므로 다른 에너지원에 비하여 외부환경의 영향을 크게 받지 않으며, 유지비가 비교적 저렴한 장점이 있다.
- 월간 냉·난방비용이 약 30만 원인 경우(난방 시 등유 보일러, 냉방 시 에어컨사용, 17.5KW설치 시)
 - 연간 절감액 1백67만5천원(히트펌프 COP 난방 시 3.2 냉방 시 4.0기준이며 보일러 등유 발열량, 단가, 전기요금 등의 조건 변화에 따라 절감량은 달라질 수 있다.)



[그림 4-24] 지열 시스템 구성도

<표 4-16> 지열주택 보급현황

년도	합계	2007	2008	2009	2010.06
주택수	305	-	-	301	4

4) 소형풍력주택

바람의 운동에너지를 풍차의 회전에너지로 변환시켜 발전기를 돌려 전기를 생산·이용하는 주택을 말한다.

- 가구당 지원규모는 3kW 이하이며, 소형 풍력기 설치를 위해 약 9㎡의 실외 바닥면적, 그리고 인버터 설치를 위해 실내에 1㎡의 면적이 필요하다.

설치효과는 다음과 같이 나타난다.

- 월 사용량이 450kWh인 주택인 경우
 - 설치 전 : 연간 1백 15만9천원 → 설치 후 : 연간 11만9천원 (약 1백4만 원 절감)
- 월 사용량이 650kWh인 주택인 경우
 - 설치 전 : 연간 2백 83만2천원 → 설치 후 : 연간 56만9천원 (약 2백26만3천원 절감)

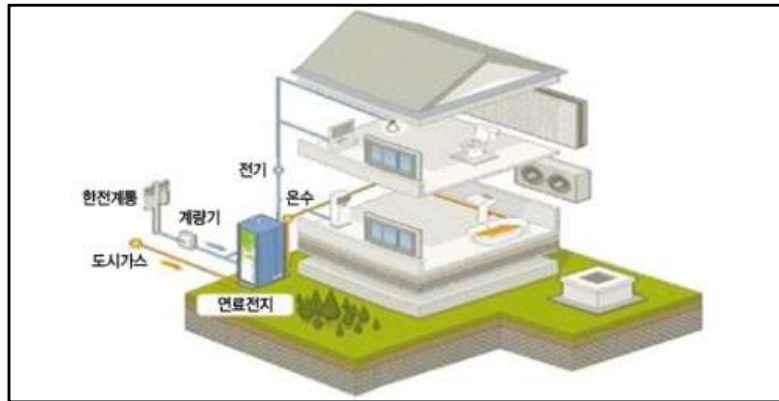


[그림 4-25] 소형풍력기의 종류

5) 연료전지주택

연료용 가스에 포함되어있는 수소와 대기 중의 산소를 반응시켜 전기와 열을 생산해내는 연료전지를 이용하여 전기뿐만 아니라 급탕과 난방에도 이용하는 주택을

말한다. 가구당 지원규모는 1kW이하이며, 약 2㎡의 설치면적이 필요하다.



[그림 4-26] 연료전지 주택의 구성도

설치효과는 다음과 같이 나타난다.

- 월 전기 사용량이 450kWh인 주택의 경우(1kW 설치 시)
 - 연간 전기/열 절감액 (약 56만4천원)
- 월 사용량이 500kWh인 주택의 경우(1kW 설치 시)
 - 연간절감액 (약 1백21만2천원)

2. 신재생에너지 주택 설치사례

1) 태양광주택

- 대동 다숲 프라임하우스(그린 빌리지)³²⁾



[그림 4-27] 대동 다숲 프라임하우스(그린 빌리지)

<표 4-17> 대동 다숲 프라임하우스 개요

시설명	대동 다숲 프라임하우스
설치연도	2009년
용량	29.7kW
설치장소	경남 창원시 팔용동
내용	- 태양광 설치(총 86가구 중 10가구 설치)

³²⁾ 신재생에너지 주택 종류 및 설치사례 (<http://jason810.blog.me/20120064315>)

2) 태양열주택

- 단일 진공관형 태양열주택(그린홈100만호)³³⁾



[그림 4-28] 단일 진공관형 태양열주택(그린홈100만호)

<표 4-18> 단일 진공관형 태양열개인주택 개요

소유주(기관)	개인주택
설치연도	2009년
설비종류	단일진공관형 태양열설비
용량	28.56m ²
설치장소	강원도 강릉시 연곡면
내용	- 적산 열량계가 설치되어 열 생산량 파악가능 - 난방 대체효과가 높음(주간 기존난방기구 미사용) - 소유자의 만족도가 매우 높음

33) 신재생에너지 주택 종류 및 설치사례 (<http://jason810.blog.me/20120064315>)

3) 지열주택

- 주택용 지열설비(그린 빌리지)³⁴⁾



[그림 4-29] 주택용 지열설비(그린 빌리지)

<표 4-19> 미평 힐 타운 하우스 개요

소유주(기관)	미평 힐 타운 하우스
설치연도	2009년
설비종류	지열설비
용량	262.5kW
설치장소	충북 청주시 흥덕구 미평동
내용	- 난방 대체효과가 높음(주간 기존난방기구 미사용) - 소유자의 만족도가 매우 높음

34) 신재생에너지 주택 종류 및 설치사례 (<http://jason810.blog.me/20120064315>)

제3절 에너지 저소비형 통합적 설계

1. 건물에너지 평가

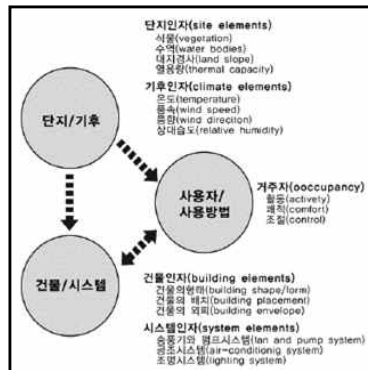
1) 건물에너지 영향요소와 해석절차

(1) 건물에너지 영향요소

단지/기후는 외기의 온도, 습도, 일사량, 풍향, 풍속 등으로서 건물의 지붕, 외벽, 유리창과 같은 건물 외피를 통해서 열이 교환되고 창을 통해 빛이 유입되며 침기나 환기를 통해 열과 물질(수증기, 오염물질 등)이 교환되는 과정에서 건물의 에너지 소비에 영향을 준다.

사용자/사용방법은 입주 후 사용자의 수, 건물 사용 패턴, 설비시스템에 대한 자동제어 방식 등으로 이것에 따라 건물에너지 소비량이 달라진다.

건물/시스템은 건물의 형태, 배치, 외피의 구조 공조 시스템, 팬과 펌프와 같은 반송 시스템, 조명 시스템 등으로 건물 에너지소비량에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 에너지 해석 과정에는 위 요소들이 모두 변수로서 포함되어야 한다.



[그림 4-30] 건물에너지 영향요소³⁵⁾

35) 설비/공조 냉동 위생 (한국설비기술협회지), v.26 n.09(2009-09)

(2) 건물에너지 해석절차

건물에너지 해석절차를 정리하면 아래와 같다.

○ 에너지 해석 목표 설정

에너지 해석 과정을 통해 얻고자 하는 것이 무엇인지를 명확히 하는 것이다.

○ 에너지 해석 방법(프로그램) 선정

해석 목적에 관련된 변수를 모두 포함하는 프로그램을 선정하는 것이 필요하다.

○ 에너지 해석 모델 구축

건물에 대한 단지/기후, 사용자/이용방법, 건물/시스템을 모두 포함하는 에너지 소비 모델을 구축하는 것이다.

○ 에너지 해석 결과 1차 도출 및 해석 모델 교정

앞에서 구축된 모델에 대해 해석결과를 뽑아서 그 값을 추세 중심으로 개략적으로 평가함으로써 모델의 타당성을 1차로 검증하는 것이다.

○ 에너지 해석 최종 결과 도출 및 평가

2) 건물에너지 평가 프로그램

(1) 평가프로그램 개요

건물에너지 해석 전산화에 관한 개발 연구는 1967년 Mitalas와 Stephenson에 의해 응답계수법에 의한 열류해석 방법이 발표됨으로써 본격적으로 시작되어 미국을 중심으로 활발히 수행되었고 1973년 제1차 에너지 파동이 일어난 이후 일본과 유럽으로 확산되어 오늘날 미국, 일본, EC 각국을 비롯하여 전 세계에서 지속적으로 진행되고 있다. 특히 1980년대 이후에는 태양열 이용 건축이 널리 보급되면서 기존

의 건물에너지 해석기법에 태양열 이용 기법을 추가하여 태양열 건물의 에너지 절 약효과를 분석하는 프로그램도 많이 개발되고 있다. 이때에 미국에너지성에서는 에 너지 보존과 재생에너지에 대한 연구지원 프로젝트에 의해 10억 달러 이상의 투자 를 하였고, DOE-2, ESP 및 TRNSYS와 같은 상세 해석시뮬레이션이 만들어 지게 되었다. 현재 국내에서 가장 많이 사용하고 있는 에너지 프로그램은 ECOTECT, DOE-2, e-QUEST, TRNSYS, ESP-r, Energy Plus와 IES사의 VE등을 간략히 소개하 고 국내에서 개발한 에너지 프로그램도 몇 가지 소개 하였다. 에너지 프로그램들은 크게 프로젝트 정보, 기상 데이터 및 스케줄 입력, 모델생성(Zoning/ 벽, 창문 등 생성), 내부 부하요소 입력(제실자, 조명, 장비 등), 시스템(HVAC)과 Plant 정보 등 을 요구하고 있으며 이에 대한 결과로 시간별, 일별, 월별로 에너지 사용량 및 경 제성분석 등이 계산되어 나타난다.

건물의 에너지 성능을 분석하고 그 개선안을 제시하기 위해서는 우선 에너지 평 형에 근거한 기준 대상 건물의 열 부하를 산출해야 한다. 이후 산출한 열 부하를 바탕으로 실내를 쾌적한 온열환경으로 유지하기 위해 현재 소비하고 있는 에너지 원(연료)의 양과 그 비용을 산출할 수 있다. 또한 개선안에 근거한 입력변수를 변화 시켜 위에서 언급한 두 단계 과정의 반복계산을 통해 개선안의 효과, 운영비용 저 감량을 산출할 수 있으며, 이를 바탕으로 경제성 분석이 가능하다. 이러한 일련의 과정을 통해 현 상황을 분석하고, 경제성분석을 통한 최종 개선안의 제시가 가능하 다. 건축법상 구분으로서 공동주택, 단독주택(단독주택, 다세대주택)의 개별세대가 주요 대상이다.

<표 4-20> 건물에너지 평가 프로그램

구분	프로그램명	개발 기관 (나라명)	평가내용	비고
해 의	ECOTECT	미국	일조 및 음영, 일사량, 실내조도, 음·열 환경, 환기 및 기류 분석	-
	DOE-2		매 시간별 냉·난방 부하해석 및 축 열 효과 고려, HVAC 시스템 용량 산정 및 경제성 분석	-
	e-QUEST		월별, 연별에너지 사용량과 피크 부하량 및 시기 등	-
	TRNSYS		설비요소(냉난방 요구량)와 같은 시스템의 해석능력에 많이 응용됨	-
	Energy Plus		기상자료를 이용하여 부하계산과 에너지소비 특성을 해석, 건물의 열 및 습기 전달의 계산 가능	-
	Trace 600		지역별 기후 데이터 추정, 부하계산, 냉난방 설비용량 계산 및 경제성 분석	-
	SUNCODE		자연형 태양열 시스템의 열 성능 해석	-
	NBSDL		실내온도와 냉난방 부하계산	-
	TRAKLOAD		냉난방 부하계산 후 에너지소비량을 산출	-
	VE	영국	태양열 및 음영분석, 차양 장치 분석, 열 해석 엔진, 자연환기 및 HVAC시스템 성능을 분석, 실별 열적성능을 평가, 실내조도 계산 및 자연 채광량 분석, 복사량분석 및 조명설계분석, 기류분포 해석, 전산유체역학 해석 모듈, HVAC 장비 사양 및 조절결정 등	-

구분	프로그램명	개발 기관 (나라명)	평가내용	비고
해외	ESP-r	영국	자연채광 이용, 자연환기, 난방, 전력생산, BIPV 입면과 CFD 등의 시뮬레이션 가능	-
	SAP2005		난방에너지, 급탕, 전력량	단독주택
	RETScreen	캐나다	대체 에너지관련(풍력, 소수력, 태양광, 열·전기조합에너지, 바이오매스 에너지 활용 난방 등) 프로젝트의 표준 통합 분석	
	ENOCORE-CANADA		열전달 및 침기를 복합적으로 해석	
	EPA-ED	EU	에너지 소비를 계산하고 비용 효율에 근거한 잠재적 에너지 절감 가능성 확인	
	HASP/ACLD	일본	온습도, 제거열량, 공급열량, 코일부하, 에너지소비량 등을 계산	-
국내	KIERB-1	KIER	부하 해석과 시스템 및 플랜트 해석	-
	KEES	KICT	각종 공조시스템 별로 연간에너지 소비량 산정	-
	ENERCHK		건물부하 관련변수의 변화에 따른 연간부하의 변동분석이나 설계 대안에 따른 건물에너지 성능을 손쉽게 분석, 평가	-
	KAREN-2	KEPCO 기술연구소	시간별로 각 부위별, 내부 발열요소별 냉난방 부하계산	-
	CE3	-	난방, 냉방, 조명, 급탕 및 환기에 요구되는 에너지를 정량적으로 분석	단독주택
	BEIS	주택도시연구원	에너지사용량(전력, 난방, 급탕, 수도, 가스)을 과거 사용량과 현재 사용량 비교·분석	공동주택

(2) 평가프로그램 특징분석

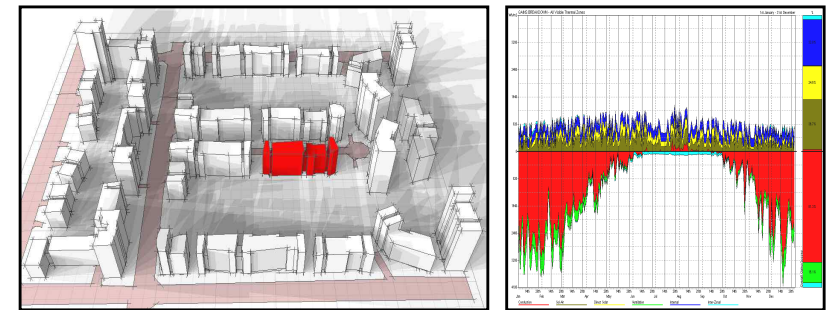
① ECOTECT

○ 개요

친환경 디자인과 환경 분석프로그램이다. 초기 디자인 과정부터 최종평가까지 다양한 분야의 건축 환경을 평가 및 분석한다. 또한 건물 디자인과 각종 시스템들이 친환경 평가에 어떠한 영향을 미치는지 파악할 수 있다. 특히 ECOTECT의 주요 특징이라 볼 수 있는 다양한 3D 이미지와 결과물 들은 고효율 건물 및 그린 빌딩 이슈를 직접적으로 평가가 가능하다.

○ ECOTECT의 특징

일조 및 음영 분석, 태양 궤적도, Weather Tool과 Solar Tool, 일사량 분석, 실내 조도 분석, 음 환경 분석, 열 환경 분석, 환기 및 기류 분석이 가능하다.



(a) 단지 내 연간 음영 분석

(b) 연간 각종 건물 부하계산

[그림 4-31] ECOTECT 주요기능 예

② DOE-2

○ 개요

미국 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 개발한 건물부하 상세 해석 프로그램이며, 이 프로그램은 BDL(Building Description Language) Processor, LOADS, SYSTEM, PLANT, ECON(Economics)의 5개 모듈로 구성이 되어 있다. 건물의 에너지소비나 에너지 절약에 대한 계산 및 평가가 신속하게 처리될 수 있다.

○ DOE-2의 특징

매 시각별 냉·난방 부하해석 및 에너지 해석, HVAC 시스템의 용량 산정, ASHRAE의 응답계수법과 가중계수법에 의한 구조체의 열용량과 타임 락(time-lag) 현상 파악, Custom Weighting Factor에 의한 정확한 축열 효과 및 자연형 태양열 건물의 분석, 연간 에너지소비비용의 산출 및 경제성분석, 열원용량의 산정 및 태양열 시스템평가 등에 활용되고 있다. 모델생성이 쉬운 Visual DOE, EZDOE도 개발되어 사용되고 있다.

③ e-QUEST(QUick Energy Simulation Tool)

○ 개요

DOE-2 프로그램에서 마법사 기능과 그래픽 기능을 부가시킨 프로그램으로써, DOE-2.2 엔진을 이용하여 DOE-2의 장점은 그대로 살리면서 기존 프로그램의 문제점이던 그래픽 부분과 수치 입력방식을 윈도우 프로그램으로 개선시켜 좀 더 손쉽게 프로그래밍 할 수 있게 되어 있다. 프로그램은 크게 정보입력 → 모델생성 → 내부 부하요소(장비 / 재실자 등) 입력 → 1차 공급 장치 사양 입력 → 2차 분배 장비 입력 → 결과보기 등으로 구성되어 있다.

○ e-QUEST의 특징

월별, 연별에너지 사용량과 피크 부하량 및 시기 등을 확인할 수 있다.

④ TRNSYS(TRAnsient System Simulation program)

○ 개요

1975년 태양열 시스템의 동적인 시뮬레이션 및 설계를 위하여 미국의 Wisconsin 대학에서 개발되었다. ASHRAE의 전달함수법을 기본 알고리즘으로 적용하고 있으며, 현재 독일과 프랑스 등 세계 각국에서 사용 되고 있다.

○ TRNSYS의 특징

모듈 형식의 프로그램 구조로 인해 확장성과 호환성이 뛰어난 프로그램이며, 건물과 시스템에 대한 정보를 자세히 입력해야 한다. 건물 구조체의 성능보다는 설비 요소와 같은 시스템의 해석능력에 많이 응용되고 있다.

⑤ Energy Plus

○ 개요

The U.S Department of Energy에서 개발된 프로그램으로 DOE-2와 BLAST의 장점들을 기반으로 하여 새로운 기능들을 추가하여 만든 프로그램이다. 건물의 열 및 습기 전달의 계산이 가능하며 AirFlow Network, TRNSYS 등 다른 시뮬레이션 프로그램들과 연동 사용이 가능하다.

○ Energy Plus의 특징

기상자료를 이용하여 부하계산과 에너지소비 특성을 해석하는 프로그램이다.

⑥ Trace 600

○ 개요

미국에서 냉난방 설비 설계 시에 보편적으로 사용되는 프로그램으로서 입력항목이 각 카드별로 분리되어 간편하게 입력이 가능하며 입력은 건물조건구역(jobsection), 부하구역(load section), 시스템 구역(system section), 설비구역(equipment section)등

4구역으로 구분되어 있으며, 시뮬레이션 단계는 부하단계(load phase), 디자인단계 (design phase), 시스템단계(system phase), 설비단계(equipment phase)등 4단계로 구분된다.

○ Trace 600의 특징

지역별 기후 데이터 추정, 부하계산, 냉난방 설비용량 계산 및 경제성 분석이 가능하다.

⑦ SUNCODE

○ 개요

유한차분법을 이용하여 미국 태양에너지연구소에서 개발된 SERI/RES 프로그램을 기반으로 하고 있다. 본 프로그램은 주거용 및 소규모 상업건물의 에너지 해석에 사용할 수 있으면 SERI와 다른 연구소에서 광범위한 실험을 통해 타당성이 입증되었다.

○ SUNCODE의 특징

자연형 태양열 시스템의 열 성능을 해석하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램이다.

⑧ NBSDL

○ 개요

실내온도와 냉난방 부하계산을 위한 실내에서의 기본적인 에너지 전달과정이 전 기회로 계통도의 개념으로 해석된다. 벽, 지붕, 바닥을 통한 열전도 경로는 저항과 용량회로로 설명되어지고, 창문을 통한 열전도는 축열체가 별로 없으므로 저항회로로 표현된다.

○ NBSDL의 특징

부하와 이에 따른 에너지 요구량의 계산은 실제의 건물과 시스템 운영을 비교적 정확하게 시뮬레이션 할 수 있다.

⑨ TRAKLOAD

○ 개요

미국의 Morgan System Corporation이 ASHRAE TC4.7에서 제시한 수정 BIN방식을 이용하여 개발한 건물에너지 해석 프로그램이다.

○ TRAKLOAD의 특징

중소규모의 주거 및 상업용 건물의 에너지 분석에 적합하다. 비교적 건물의 정밀한 에너지 해석이 가능하고 PC에서 사용할 수 있으므로 실무현장에서도 널리 사용하고 있는 것으로 알려져 있다.

⑩ VE(Virtual Environment)

○ 개요

영국 IES사에서 개발된 모듈화로 구성된 에너지 프로그램이며, 모듈을 이용하여 개별해석 및 통합 연동해석이 가능하다.

○ VE의 특징

ModellIT(모델생성), SunCast(태양열 및 음ModellIT(모델생성), SunCast(태양열 및 음영 분석, 차양 장치 분석가능), ApacheSim(열 해석 엔진, 자연환기 및 HVAC시스템 성능을 분석, 실별 열적성능을 평가), FLucsDL (실내조도 계산 및 자연 채광량 분석), Radiance(복사량 분석 및 조명설계 분석), MacroFlo(기류분포 해석), MicroFlo(전산유체역학 해석 모듈), ApacheHVAC(HVAC 장비 사양 및 조절결정) 등의 모듈을 이용한다.

⑩ ESP-r(Environmental System Performance-reference)

○ 개요

건물 에너지와 환경성능을 분석하기 위해 1974년 개발되었으며 EU에서 공인하였고, 유한체적법을 기본 알고리즘으로 적용하고 있는 프로그램이다. 건물의 형태, 기류, 열원설비 등의 복잡한 시스템들을 입력할 수 있다.

○ ESP-r의 특징

자연채광 이용, 자연환기, 난방, 전력생산, BIPV 입면과 CFD 등의 시뮬레이션이 가능하며 강력하고 유연한 프로그램이다.

⑪ SAP(The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings) 2005

○ 개요

유럽연합(EU)에서는 건물에너지 성능지침(EPBD, Energy Performance of Building Directive)을 수립, 모든 회원국에서 건물의 신축 및 매매와 임대거래 시 건축주에게 혹은 건물주에 의해 구매자나 세입자에게 에너지성능인증서(EPC, Energy Performance Certificate)가 제공되도록 법제화하였다. 이에 따라 영국에서는 EPB Regulations를 통해 신축 및 기존의 모든 주택에 대해 신축, 매매, 임대 시 EPC 첨부를 의무화하고 EPC 발행 시 주택 규모와 관계없이 SAP를 통해 에너지 성능을 평가하도록 하고 있다.

○ SAP2005의 특징

적용대상은 450m² 이하의 주거건축물로 난방에너지, 급탕, 전력량을 평가한다. 평가방식순서는 다음과 같다.

표준주택 설정 → 단위세대 에너지소요량 산출 → SAP rating, DER, TER, EI rating산출 → SAP rating 또는 EI rating에 따라 등급 결정

⑫ RET(Renewable Energy Technology)Screen

○ 개요

캐나다에서 개발된 프로그램으로 간단하게 정의한다면, 지속가능한 에너지 기술(RET : Renewable Energy Technology) 프로젝트나, 대체 에너지를 에너지원으로 하는 특정 요소기술설비의 시행 타당성 분석을 위한 도구이다.

○ RETScreen의 특징

대체 에너지관련(풍력발전 에너지 관련, 소수력 발전, 태양광 발전, 열·전기조합 에너지관련, 바이오매스 에너지 활용 난방 관련, 태양열 공기 집열 식 난방 관련, 태양열 온수·난방 관련, 자연형 태양열 난방 관련, 지열활용 히트펌프 관련, 건물 냉방 및 냉동 관련) 프로젝트의 표준 통합 분석이 가능하다.

⑬ ENOCORE-CANADA

○ 개요

캐나다의 NRC(National Research Council)에서 건물의 열전달 및 침기를 복합적으로 해석하기 위하여 개발되었다.

○ ENOCORE-CANADA의 특징

냉난방부하계산 부분은 이 방식을 사용하며, 주거용 건물의 난방시스템의 해석은 비교적 정밀하다.

⑭ EPA-ED(Energy Performance Assessment of Existing Dwellings)

○ 개요

건물들에 대한 계산, 평가, 조인을 위한 특별한 방법이 필요하였고, 서로의 노력과 경험을 공유하는 과정에서 기존 주택의 에너지 성능 개선을 위한 practical tool 이 절대적으로 필요하다는 결론을 도출하였다. 이 EPA-ED는 에너지 성능 등급에

관심이 있는 정책 개발자나 컨설턴트를 위한 소프트웨어와 툴을 포함한다.

○ EPA-ED의 특징

에너지 소비를 계산하고 비용 효율에 근거한 잠재적 에너지 절감 가능성 확인할 수 있다.

⑩ HASP/ACLD

○ 개요

HASP/ACLD는 Heating Air-conditioning and Sanitary engineering Program / Air-Conditioning LoaD의 약자로 1972년 발표된 이후 계속적인 연구를 계속하여 초기의 연구적인 사용용도에서 현재는 실무적 활용이 가능한 프로그램으로 사용되고 있다. 출력방법이 자유롭고, 계산기간의 분할이 가능하며 공조시스템의 전일운전 설정이 가능하게 되어있다.

○ HASP/ACLD의 특징

건물의 시간별 냉난방부하와 온도변화를 계산한 후 그 결과를 열부하 데이터 파일에 넣고 HSAP/ACSS 프로그램으로 공조시스템의 시뮬레이션을 시행하여 실의 온습도, 제거열량, 공급열량, 코일부하, 에너지소비량 등을 계산하게 된다.

⑪ KIERB-1

○ 개요

이 프로그램은 수정BIN(Modified BIN method)을 사용하여 개발되었다. KIERB-1은 메뉴 식으로 되어 있으며, 기능에 따라 부하자료, 입력파일, 에너지 계산파일, 기상자료 입력파일, 보고서 작성 파일 등으로 구성되어 있다. 각각의 파일은 화면의 메뉴를 통해 사용자가 임의로 선택, 사용한다. 프로그램 메뉴 파일은 각 파일을 연결하는 주프로그램 이며, 건물외피에 대한 자료와 기타 건물운영에 대한 자료를 수정하는 부하자료 입력파일이 있다. 시스템 및 플랜트 자료 입력 파일은 냉난방

시스템 및 플랜트의 각종 자료를 입력하거나 수정하는 프로그램이다.

○ KIERB-1의 특징

프로그램과 기상자료 처리 파일을 이용하여 부하 해석과 시스템 및 플랜트 해석을 수행하고 보고서 작성 파일에 의하여 시스템 및 플랜트의 해석결과를 사용하여 건물의 연간 냉난방 에너지소비량을 작성한다.

⑫ KEES

○ 개요

각종 공조시스템 별로 연간에너지 소비량을 산정하는 것으로 간에너지 해석 방법인 수정 BIN법(ASHRAE TC 4.7)에 의한 간이 에너지 해석 프로그램으로 개발되었다. KEES는 입력자료 처리용 프로그램, BIN기상자료 작성용 프로그램, 부하계산(연간 부하계산, 최대부하계산)용 프로그램, 플랜트용량 산정용 프로그램과 시스템 해석용 프로그램으로 나눌 수 있다. 이들 프로그램은 모두 사용자의 의도에 따라 입력 자료를 작성하게 되면 일괄 처리 되도록 구성되어 있으며 FORTRAN 77로 작성되었다.

○ KEES의 특징

공조시스템은 정풍량 방식, 재열방식, 변풍량 방식, 멀티 존 방식, 2중 변풍량 시스템 방식, 팬 코일 유니트 방식, 이중 덕트 멀티존방식이며, 이들을 개별적으로 이용하거나 2개 이상을 조합한 공조시스템에 대한 에너지 분석이 각 존(ZONE)별로 가능하다. 또한 에너지소비량은 최소 각 월 단위로 하여 출력시킬 수 있으며 에너지원의 종류별로 각각의 결과를 얻을 수 있다.

⑬ ENERCHK

○ 개요

건물부하에 대한 정밀해석 프로그램 수준의 정확도를 가지면서도 기존의 간이계

산법에 비해 보다 손쉽게 사용할 수 있는 사용자 환경(user inter-facing)을 구축하여 신/중축건물의 설계과정에서 수행되고 있는 사전협의체도의 효율적 수행이 가능하다.

○ ENERCHK의 특징

건물부하 관련변수의 변화에 따른 연간부하의 변동분석이나 설계 대안에 따른 건물에너지 성능을 손쉽게 분석, 평가할 수 있도록 되어 있다.

㉔ KAREN-2

○ 개요

입력을 위한 K-BDI와 부하 및 에너지 계산을 위한 K-Energy로 구성되어 있다. 부하 산정은 ASHRAE의 전달 함수법에 의하여 실온이 일정하다는 가정하에 시간별로 각 부위별, 내부 발열요소별 냉난방 부하를 계산한다.

○ KAREN-2의 특징

건물의 에너지 해석은 존에서의 부하계산, 시스템 계산, 플랜트 계산의 과정에 의하여 수행된다. 시스템과 플랜트용 해석 프로그램은 에너지의 효율을 평가하기 위하여 현재 개발되어 있는 여러 가지 시스템의 계산 알고리즘을 정리하였고, 그중에서도 국내에서 많이 사용되고 있는 single duct 방식과 fan coil unit시스템 계산을 위한 부 프로그램을 개발하였다. 플랜트 부분의 부 프로그램은 ERGCAL로 시스템 부문에서 계산된 최종부하를 만족시키기 위해 필요한 전기 또는 연료에너지를 계산할 수 있도록 하였다.

㉕ CE3(Construction Energy Efficiency Evaluation)

○ 개요

CE3는 유럽의 건물 에너지성능지침 EPBD(Energy Performance of Building Directive)에 따른 국제표준 ISO13790 및 독일의 건물에너지 성능 평가규격 DIN V

18599를 바탕으로 국내 설정에 맞추어 개발된 Web 기반 건물 에너지 성능 평가 tool이다.

○ CE3의 특징

주거 및 비주거용 건물 전반에 걸쳐 건축 또는 건축 설비적 특성에 의한 에너지 흐름의 상호작용을 종합적으로 고려해 난방, 냉방, 조명, 급탕 및 환기에 요구되는 에너지를 정량적으로 분석할 수 있다.

㉖ BEIS(Building Energy Information)

○ 개요

각 가정에서 사용하고 있는 에너지사용량(전력, 난방, 급탕, 수도, 가스)을 웹상으로 실시간 제공하여 본인의 에너지사용량을 과거 사용량과 비교·분석할 수 있으며, 또한 세대별, 단지별 비교분석을 통해 본인의 에너지효율을 예측할 수 있도록 하는 정보를 제공하는 시스템이다.

○ BEIS의 특징

에너지 정보제공 기능 외에 에너지절약 시뮬레이션, 에너지절약 계획표, 에너지절약 방법 등 다양한 콘텐츠들로 구성됐다. 에너지정보 공개에 대한 프라이버시 침해 논란을 해결하기 위해 개인정보는 해당하는 세대만 볼 수 있도록 하였으며, 해당단지 혹은 타 단지의 평균, 최대, 최소사용량 정보를 이용하여 개인정보와 비교하는 방법을 선택하였다.

2. 건물에너지 저감의 통합적 설계

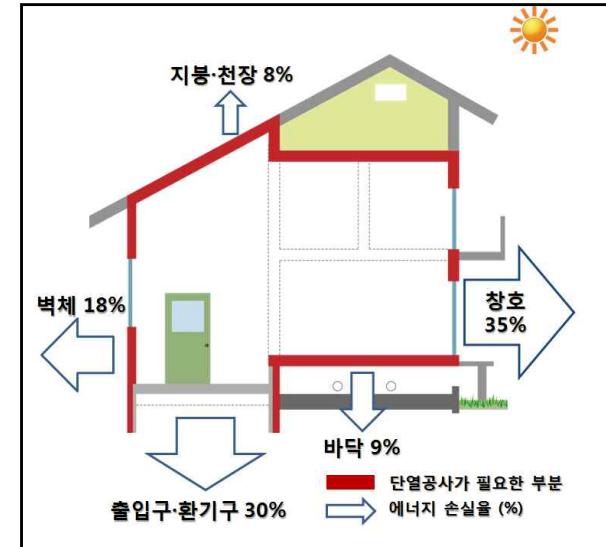
1) 에너지저소비형 건물 설계

가정 부문에서나 상업부문에서나 에너지 절약 촉진의 기동은 다음 두 가지이다.

- 건물의 에너지효율 개선, 에너지 절약 건물의 보급
- 기기의 에너지 효율 향상, 고효율 기기의 보급

건물에서 열이 새어나가는 통로는 창, 벽·마루·천정, 환기통이다. 주택에서는 전체 열의 1/3이 여기를 통해 빠져나간다. 단열성(창, 벽·마루·천정)이나 기밀성(환기)이 높은 집은 그 자체만으로도 에너지소비의 1/4 을 차지하는 난방에너지를 절감할 수 있다 (그림 4-32, 상, Tokyo, 2011). 일본 도쿄지역을 대상으로 한 계산에 따르면, 차세대 에너지절약 기준(1999년부터 시행)에 맞춰 지어진 주택은 기존 에너지 기준(1980년부터 시행)에 근거한 주택에 비해 난방 에너지 27% 정도, 냉방 에너지 16% 정도가 절감되었다고 한다. 표 4-21(Nakano, 2009; Tokyo City 2008)와 같이 단열성, 기밀성이 높은 에너지 절약 주택, 고효율 히트펌프(heat pump) 에어컨, 히트펌프 급탕기, 고효율 가스레인지, 고효율 냉장고, 조명 교체 등을 채택한 경우 에너지 절약 잠재력을 계산 한 예이다. 이러한 설비를 갖춘 것만으로 가정 전체의 32% 정도(1차 에너지 기준)의 에너지 절약이 가능하다.

그 외에 에너지절약 핵심 기술 중에서도 고효율 조명기구(절약율 4.1%), 태스크 앰비언트 조명(Task and Ambient Lighting: TAL reduces light levels except at key task areas, 절약율 7.5%) 시스템을 활용함으로써 추가적인 절약 효과를 볼 수 있다. 고효율조명 및 고효율 기기를 사용하는 것은 그 자체의 소비 전력을 저감시키는 것 이외에도, 기기에서 발생하는 열을 저감시킴으로써 실내 온도 증가를 막아 여름에는 냉방에너지 저감에 공헌하게 된다.



[그림 4-32] 단열공사가 필요한 장소(상)와 베란다에 설치한 태양열 시스템(하)

<표 4-21> 가정 에너지 절약효과

(100: 80.9GJ/세대/년, 1차 에너지 기준)

구분	에너지 절약 조치		기존 에너지 소비	개조 후 에너지 소비
난방	에너지 절약 주택 (절약율 7%)	가스스토브 => 고효율 히트펌프 에어컨 (절약율 57%)	13	4
		종래형(10년 전) 히트펌프 에어컨 => 고효율 히트펌프 에어컨 (절약율 35%)	9	4
냉방	에너지 절약 주택 (절약율 6%)	종래형(10년 전) 히트펌프 에어컨 => 고효율 히트펌프 에어컨 (절약율 42%)	3	2
급탕	종래형 가스 급탕기 => 히트펌프 급탕기 (절약율 30%)		16	11
주방	종래형 가스레인지 => 고효율 가스레인지 (절약율 21%)		4	3
조명	백열전구 60형 54W (수명 1,000시간) => 전구형 형광등 12W (수명 2,000시간) (절약율 78%) 일반형광등은 그대로 사용 (전체소비량의 50% 가정)		11	7
냉장고	기존(10년 전) 냉장고 => 고효율 냉장고 (절약율 65%)		11	4
기타	-		33	33
계			100	68

<표 4-22> 그린홈의 에너지 절약효과

항 목	기준주택 (현재)	그린홈 (미래)	에너지 절약효과		총 에너지 대비 절약효과(%)		
			46m ²	84m ²	46m ²	84m ²	
고 효율 기자재 사용	단열재 두께 증가	측벽 95 외벽 70	측벽 135 외벽 100	난방 에너지의 4%	난방 에너지의 3.5%	2.1	2.2
	창호 변경	플라스틱 창 이중유리 5-6-5	플라스틱 창 로이(Low E) 유리 5-12-5	난방 에너지의 11.3%	난방 에너지의 14.1%	5.7	8.4
	환기 장치	3중 환기	1중 환기 열교환 효율 65%	난방 에너지의 7.9%	난방 에너지의 7.0%	4.0	4.1
	보일러	일반보일러	콘덴싱 보일러	난방·급탕 에너지의 6%	난방·급탕 에너지의 6%	4.6	4.8
신재생 에너지	태양열	없음	집열 면적 4m ² /46m ² 집열 면적 6m ² /84m ²	난방·급탕 에너지의 8.3%	난방·급탕 에너지의 7.5%	6.4	5.7
	태양광	없음	발전용량:1kW 집광판 면적 7.5m ²	전기 에너지의 25.2%	전기 에너지의 19%	6.0	3.9
	지열	없음	1RT/46m ² 1.5RT/84m ²	냉방 에너지의 28%	냉방 에너지의 28%	2.6	2.0
외부 자연환경	BEIS	없음	BEIS 도입	총 에너지의 5%	총 에너지의 5%	5	5
	외부 환경	일부 적용	자연냉난방 바람길 물 순환 녹화	냉난방 에너지의 10%	냉난방 에너지의 10%	5.7	6.3
총 계			-	-	42.1	42.4	

2) 신재생에너지 시스템(태양전지)과의 접목

태양전지 모듈(Photovoltaic modules, PV modules)은 사용되는 반도체의 종류에 따라 실리콘계, 화합물계, 유기화합물계 등 3개로 나뉜다(표 4-23, NEDO, 2009). 모듈을 선택함에 있어서 비용이 적고, 변환효율(빛에서 전기로 변하는 효율)이 높은 것이 우선되어야 한다. 지금까지는 결정형 모듈(crystalline silicon modules)이 주류를 이루어 왔으나, 대면적 양산이 가능하다는 면에서 박막 실리콘형 모듈(thin film silicon modules)에도 관심이 대두되고 있다. 아몰파스(amorphous) 모듈의 변환효율은 사용 직후 10% 정도 떨어지는 경향(초기 열화)이 있는데, 이 저하된 효율을 안정화 효율이라고 표현한다. 초기 열화가 일어나지 않는 박막 실리콘형 다 접합 태양전지 모듈(PV modules)은 고효율이며 저단가로 공급될 가능성이 있다. 박막 실리콘형 모듈은 온도가 올라감에 따라 성능이 떨어지는 문제점이 있으므로 현재 이 부분의 개선에 관한 연구가 진행되고 있다. 미국과 유럽에서 유통되는 CIS(동-인듐-셀렌)는 비교적 효율이 높으나 인듐의 자원채취를 해야 한다는 점에서 논란이 일고 있다. CIS는 집광시스템과 결합되어 태양광을 추적할 수 있으므로 전체의 발전량이 고정형 모듈보다 크다. 아직 개발이 진행되고 있는 유기화합물계는 고효율화, 내구성, 수명을 향상시켜야 하는 등 여러 과제가 남아있다. 일반적으로 태양전지의 모듈의 수명은 20~30년, 파워컨테이너의 수명은 10~15년 이다. 아몰파스 모듈은 강한 직사광선이 닿으면 금방 열화가 일어나는 결점이 있는데, 이는 다른 모듈에 비해 수명이 짧아질 가능성이 있다. 역으로 색소중감형 모듈은 실리콘계에 비해 수명이 길 것으로 예상되고 있다.

<표 4-23> 태양전지 모듈의 종류와 특징

종류	특징	모듈변환 효율
실리콘계	결정형(Mono-Crystalline) » 고 변환효율, 장기사용 » 200um~300um의 얇은 실리콘의 결정 모판을 사용하는 가장 오래된 모듈, 실리콘의 사용량이 많기 때문에 모판의 가격이 비싸지만 변환효율이 높음.	~15%
	박막실리콘 » 고 변환효율, 장기사용 » 비교적 작은 결정이 모인 다결정(multi-crystalline) 모판을 사용하는 모듈, 결정형보다 가격이 싸고 제조하기 쉽기 때문에 현재의 주류를 이룸. 변환율은 단결정보다 조금 떨어짐.	~14%
	아몰파스 » 실리콘재의 영향이 없음, 고온에 강함. » 규칙이 일정한 결정구조를 가지지 않은 아몰파스(비 결정), 실리콘 박막을 사용한 모듈, 대 면적으로 양산이 가능하지만 결정 실리콘과 비교해서 변환효율이 낮은 등 성능 면에서 과제가 남아있음.	~6%
	다접합 » 양산이 가능 » 아몰파스 실리콘과 微結晶 실리콘을 접합한 모듈, 모르파스와 비교하여 실리콘 사용량이 적어 대 면적 양산이 가능하고 아몰파스 모듈보다 고효율	~10%
화합물계	CIS » 검은색이 특징, 실리콘재의 영향이 없음. » 실리콘 대신, CIS(동-인듐-셀렌) 등으로 구성된 화합물 반도체를 사용하는 박막 모듈, 고성능이면서 대면적 양산이 가능하도록 연구가 진행 중	~11%
유기 화합물계	색소중감 » 색을 선택할 수 있는 기능성, 저 단가 » 산화티탄에 의해 색소가 빛을 흡수해 전자를 방출하는 타입의 모듈, 제조가 간단하고 재료가 싸므로 저 단가 공급에 기대가 되나 고효율화 및 내구성에 관한 과제가 남아있음.	연구단계11%
	유기박막 » 개발 중, 저 단가 » 유기반도체를 이용한 모듈, 가볍고 유연성이 있는 플라스틱 필름을 사용하여 저단가로 공급이 가능하나 실용화를 위해 고효율화와 내구성에 관한 과제가 남아있음.	연구단계5%

태양전지의 연간 발전량의 계산식은 다음과 같다.

$$E_p = H \times K \times P \times 365 / 1$$

E_p : 연간 예상 발전량(kWh/년)

H : 설치면의 1일당의 연간평균 일사량 (kWh/m²/일)

K : 손실계수, 약 73%, 모듈의 종류, 수광면의 오염 정도에 따라 달라짐

※ 연평균 셀의 온도상승에 의한 손실 약 15%

※ 파워컨테이너에 의한 손실 약 8%

※ 배선, 수광면의 오염에 의한 손실 약 7%

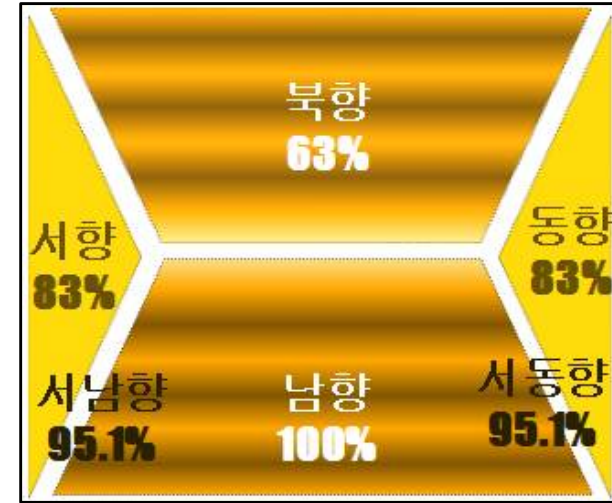
P : 시스템 용량 (kW)

365: 연간일수

1: 표준상태에 의한 일사강도 (kW/m²)

실제 일사량은 지역별 연 평균치와 비교하여 변동이 크므로 설치 환경(그림자 또는 그늘 등의 영향)과 설치기기에 의한 손실계수를 정확히 판단하는 것이 중요하다. 태양전지의 발전량은 입사하는 태양광(PV)의 강도에 비례하므로 맑은 날에 비해 흐린 날의 경우는 1/2~1/10, 비오는 날의 경우는 1/5~1/20으로 감소한다. 특히 눈이 쌓이는 경우에는 태양전지 패널에 빛이 도달하지 않으므로 태양전지의 발전량은 제로에 가깝다. 쌓이는 눈이 적은 경우에는 태양전지 셀 부분의 축열로 일부의 모듈 위의 눈을 녹일 수 있으나, 많은 경우에는 불가능하므로 눈이 많이 내리는 지역에서는 눈이 패널에 쌓이지 않고 잘 떨어질 수 있도록 각도 등을 조절하여야 한다.

태양전지 모듈의 발전량은 설치 장소의 위도, 날씨, 설치방향, 설치각도, 통풍상황 등 설치조건에 영향을 받는다. 설치방위(orientation)는 정남향, 경사각도는 20~30도가 최적(20도와 30도간의 발전량의 차는 약 1~2% 정도)이다.



[그림 4-33] 설치방향에 따른 발전량 효율(상)과 설치 예(하)³⁶⁾

36) Kankyo-business, 2009; Tokyo, 2010

원칙적으로는 최대의 발전량을 얻을 수 있는 방위와 각도에 태양전지 모듈을 설치해야 하지만 외관과 구조(내풍압 등), 경제성 등을 고려하여야 하므로 반드시 발전량을 최대로 하는 조건으로 설치할 수는 없다. 건물 지붕 등 기존의 장소에 설치하는 경우에는 그 설치 장소에 가능한 방위 및 각도에 설치하는 것이 일반적이다. 결정형 태양전지 모듈의 경우, 정남향과 비교하여 정동향, 정서향은 약 15% 정도 발전량이 감소한다(그림 4-33).

모듈을 설치할 때 중요한 또 하나의 조건은 되도록이면 음영(그늘 또는 그림자)을 피하는 것이다. 흐린 그림자(산, 건물, 수목, 전봇대 등)가 태양전지 패널에 걸쳐 질 경우 발전량이 떨어지기는 하지만 제로로 되는 것은 아니고, 그림자에 걸쳐져 있는 부분도 주변에서부터 오는 산란광에 의해 10~40% 정도로 발전할 수 있다. 낙엽 등 불투명한 물체가 직접 태양전지 패널 표면에 부착되는 경우에는 그 물체에 의해 차단되는 빛의 양만큼 발전량이 저하되는 것이 아니라 그보다 더 많은 양이 저하된다. 이런 현상이 장기간 지속되면 빛이 차단된 부분의 셀이 고온으로 되어 특성이 저하되는 핫스팟(Hot spot)현상이 발생하는 경우도 있다. 일반적으로는 태양전지 내부에 바이패스 다이오드(Bypass Diode)가 설치되어 있으므로 이러한 현상의 발생을 방지할 수 있다.

태양전지에는 온도계수라는 것이 있는데 이는 온도상승에 의해 발전효율이 저하하는 것을 의미한다. 한여름의 태양광 모듈의 표면 온도는 70도 정도이며, 이 조건에서는 결정형 실리콘 전지는 20%, 아몰파스 실리콘 태양전지는 10% 정도 발전효율이 떨어진다. 태양전지의 온도계수가 낮을수록 고온에 강한 태양전지를 의미한다.

계절에 따라서는 일사량, 장마, 온도 상승 등의 변화로 봄, 여름의 발전량이 크고 가을과 겨울의 발전량은 상대적으로 적다. 또한 태양전지의 발생전압은 계절에 영향을 받는다. 겨울은 결정형 태양전지의 특성으로 여름보다 약간 전압이 올라간다. 또한 일사량에 의해서도 약간 변동하므로 평상시에는 태양전지의 최대출력이 나올 수 있도록 파워컨테이너 내부에서 감시, 추종제어 하여야 한다.

그 외 모듈에 쌓인 먼지나 쓰레기 등으로 인해 발전량이 감소하는 경우가 있는

데, 도시부에서는 평균적으로 5% 이하이다. 비나 바람에 의해서 자연적으로 씻겨 내려가는 경우가 많으므로 대부분 원상 능력을 회복한다. 다만 교통량이 많은 도로 인접 지역에서는 기름성분 부유물이 부착되어 비에도 씻겨 내려가지 않는 경우도 있다.

현시점에서는 남은 발전량을 축전지에 저장하여 저녁에 사용하는 것보다 바로 전력회사에 연결된 배열선을 통해 전기를 판매하는 것이 경제적이다. 또한 일반 가정에서는 낮에는 태양전지를 이용하고 저녁에는 전력회사에서 전기를 사는 시스템을 채용하는 것 효율적이다. 하지만 전기의 저장이 필요한 방재용 시스템에서는 축전지를 활용하는 경우가 많다.

어떤 태양전지를 선택하느냐 에는 효율에 관련된 부분뿐 아니라 공사비용도 함께 고려되어야 한다. 예를 들어 실리콘을 적게 사용하고 생산 시 에너지가 적게 소요되는 아몰파스 태양전지의 경우에는 그 자체 가격은 저렴하나 효율이 낮으므로, 고효율의 다른 태양전지와 같은 발전량을 생산하기 위해서는 더 많은 설치면적이 필요하게 된다. 이로 인해 설비 및 공사비용이 증가한다. 따라서 시스템 전체를 고려한 설계가 필요하다. 모듈의 수명이 20~30년임을 고려하면 제이용을 통해 코스트를 줄일 수도 있다. 2010~2020년 기준 4kW 모듈의 예상 중고 가격은 신품 가격의 15%에 정도이다. 중고 모듈을 활용하여 공사를 할 경우 파워컨테이너, 기타 공사비용을 모두 포함하여도 신품 모듈을 사용할 때보다 50% 공사비용을 저감할 수 있다.

일반 가정에서는 초기 공사비용의 부담으로 설치를 꺼리고 있으므로 정부의 조성금을 충분 활용하여야 한다. 일본 도쿄의 경우, 태양광 발전 시스템은 1,000 USD/kW, 태양열온수기는 90 USD/m², 태양열 솔라 시스템 165~330 USD/m²을 지원해주고 있다(Tokyo City, 2010). 민간 사업자와 결합한 예로 네덜란드의 아멜스푸트시(암스테르담 인근)의 솔라 시스템 단지를 들 수 있다. 500 세대 가 메가와트 프로젝트로 불리 우는 태양광발전주택계획에 참가하고 있으며 주택구입 비용은 네덜란드 정부와 EU가 반을 부담하고 나머지는 반은 소유주가 부담하였다. 500호 중에서 250호의 지분은 입주자가 소유하고 나머지 250호의 지분은 전력 회사가 10년

간 소유하기로 하였다. 10년간 태양전지가 설치된 지붕으로부터 얻어지는 연간 발전량의 20%는 지붕 밑에 사는 집주인의 전기 이용요금과 상쇄되어 계산된다. 발전량의 나머지 80%는 전력회사의 소유이다. 계약기간이 지나면 지붕 밑 주인이 태양 전지 설비를 저렴한 가격으로 구입하는 것도 가능하다.

제 5 장

이해관계자별 제도 및 시스템 활용방안

제1절 설문조사 개요 및 결과

제2절 우선순위적용 및 행동요인 분석

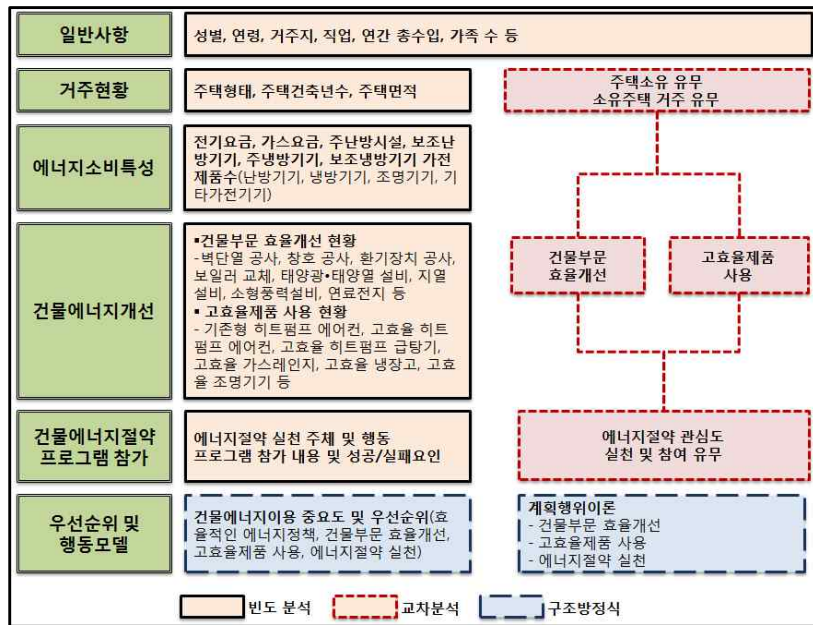
제3절 이해관계자별의 제도 활용 및 역할 분담

제5장 이해관계자별 제도 및 시스템 활용방안

제1절 설문조사 개요 및 결과

1. 설문조사 개요

설문조사는 전국을 대상으로 인터넷을 통해 조사³⁷⁾하였으며, 분석을 위해 SPSS 18과 Amos 18을 활용하였다.



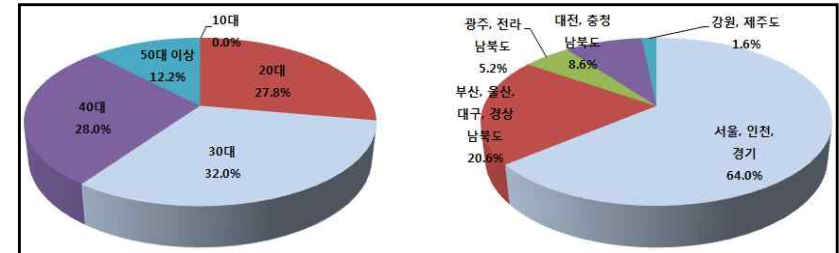
[그림 5-1] 설문문의 구성 및 분석 방법

37) 설문조사 대행사: 월드서베이(www.wsurvey.net/), 조사기간은 2011년 11월 22일~23일

2. 설문조사 결과

1) 일반 사항

설문조사 총 참여 인원은 500명이며 남자가 48.2%, 여자가 51.8%로 나타났다. 다음은 연령대와 거주 지역에 대한 분포를 나타내었다.



[그림 5-2] 응답자 연령대(좌)와 거주지(우)

귀하 가정의 연간 총수입은 얼마입니까?	
전체 합계	100.0%
1. 1000만 원 이상 2000만 원 미만	8.4%
2. 2000만 원 이상 3000만 원 미만	13.8%
3. 3000만 원 이상 4000만 원 미만	20.6%
4. 4000만 원 이상 5000만 원 미만	16.0%
5. 5000만 원 이상 6000만 원 미만	15.6%
6. 6000만 원 이상 7000만 원 미만	9.8%
7. 7000만 원 이상 8000만 원 미만	8.0%
8. 8000만 원 이상	7.8%

[그림 5-3] 응답자 가정의 연간 총수입

참여 연령대는 30대가 32%로 가장 높았고, 뒤이어 40대, 20대, 50대 이상 순이었다. 거주 지역으로는 서울·인천·경기가 64%로 절반을 넘었고, 다음으로 부산·울산·대구·경상남북도가 20.6%로 참여 비율이 높게 나타났다. 직업군에서는 회사원이 65.8%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 응답자의 47.8%로 가구주 본인으로 확인되

었다.

가정의 연간 총수입은 3000만 원 이상 4000만 원 미만에 대한 응답이 20.6%로 가장 높게 나타났고, 4000만 원 이상 5000만 원 미만과 5000만 원 이상 6000만 원 미만이 각각 16%, 15.6% 순서로 응답 비율이 높았다.

거주하는 가족 구성원은 3인, 4인이 33.0%, 33.2%로 총 66.2%로 절반 이상이 3~4인의 구성원 비율을 차지하였다.

귀하는 어떤 형태의 주택에 거주하고 계십니까?	
전체 합계	100.0%
1. 아파트	53.2%
2. 다가구	3.8%
3. 다세대주택	11.8%
4. 연립주택	10.0%
5. 단독주택	17.8%
6. 기타(상가건물, 오피스텔 등)	3.4%

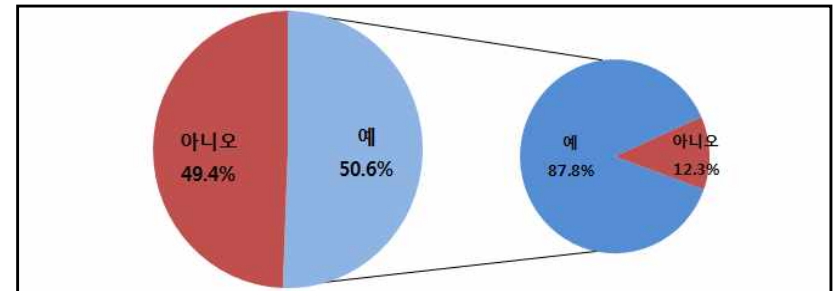
귀하의 주택은 지은 지 얼마나 되었습니까?	
전체 합계	100.0%
1. 1년 미만	3.4%
2. 1년 이상 5년 미만	18.8%
3. 5년 이상 10년 미만	26.8%
4. 10년 이상 15년 미만	27.2%
5. 15년 이상	23.8%

귀하가 가족이 거주하는 주택의 면적은 얼마나 됩니까?	
전체 합계	100.0%
1. 45㎡ 이하 (실평수 약 13평)	6.4%
2. 45~60㎡ (실평수 약 13~18평)	12.6%
3. 60~85㎡ (실평수 약 18~26평)	29.0%
4. 85~165㎡ (실평수 약 26~50평)	48.6%
5. 165㎡ 초과 (실평수 약 50평)	3.4%

[그림 5-4] 응답자 거주주택형태와 주택사용기간 및 면적

2) 거주현황

거주 주택 형태는 아파트가 53.2%로 가장 높았고 이어서 단독주택 17.8%, 다세대주택 11.8%, 연립주택 순으로 나타났다. 주택을 지은 지는 5년 미만에 해당하는 비율 22.2%보다 5년 이상 된 주택의 분포가 77.8%로 높은 비율을 보였다. 또한 주택의 면적으로는 85~165㎡(실평수 약 26~50평)이 48.6%로 가장 높게 나타났다.



[그림 5-5] 응답자 주택 소유여부(좌)와 소유 주택 거주여부(우)

주택 소유여부는 근소하게 '예'라고 답한 비율이 50.6%로 많았고, 주택 소유를 한다고 답한 인원 중에서 실제로 거주여부는 '예'가 87.8%로 주택소유와 함께 거주하는 비율이 높게 나타났다.

3) 에너지소비 특성

주요 난방 시설로는 가스보일러가 68.4%로 가장 높은 비율을 보였고 지역난방 11.2%, 중앙난방 10.2% 순이었다. 보조 난방기기에서는 전기장판/매트가 65.6%, 전기히터/온열기 24.1%가 뒤를 이었다. 주요 냉방기기는 에어컨 51.2%, 냉풍기/선풍기 48.2%로 근소하게 에어컨의 비율이 더 높게 나타난 것을 알 수 있다.

귀 가정에서 사용 중인 주요 난방시설은 다음 중 무엇입니까?	
전체 합계	100.0%
1. 가스보일러	68.4%
2. 석유보일러	7.2%
3. 전기보일러	2.0%
4. 연탄보일러	0.8%
5. 중앙난방	10.2%
6. 지역난방	11.2%
7. 기타	0.2%

귀 가정에서 사용 중인 보조 난방기기는 다음 중 무엇입니까? (복수선택 가능)	
전체 합계	100.0%
1. 전기장판/매트	65.6%
2. 전기히터/온열기	24.1%
3. 석유난로	1.3%
4. 가스난로	3.0%
5. 기타	6.0%

[그림 5-6] 응답자 보유 난방시설 및 기기

귀 가정에서 사용 중인 주요 냉방기기는 다음 중 무엇입니까?	
전체 합계	100.0%
1. 에어컨	51.2%
2. 냉풍기/선풍기	48.2%
3. 기타	0.6%

귀 가정에서 사용 중인 보조 냉방기기는 다음 중 무엇입니까? (복수선택 가능)	
전체 합계	100.0%
1. 에어컨	31.6%
2. 냉풍기/선풍기	66.4%
3. 기타	2.0%

[그림 5-7] 응답자 보유 냉방시설 및 기기

월평균 전기요금은 봄/가을에 2만 원 이상 4만 원 미만이 40.2%로 가장 높게 나타났고 4만 원 이상 6만 원 미만이 26.8%로 뒤를 이었다. 여름에는 4만 원 이상 6만 원 미만이 25.6%로 가장 높고 2만 원 이상 4만 원 미만이 23.6%순이었다. 또한 겨울에는 4만 원 이상 6만 원 미만이 29.8%이고 2만 원 이상 4만 원 미만이 23.6%를 나타내었다.

월평균 가스요금은 봄/가을에 2만 원 이상 4만 원 미만이 35.8%로 가장 높았고 뒤이어 2만 원 미만이 30.2%이었다. 여름에는 2만 원 미만이 46.2%로 절반에 가깝게 나타났고 2만 원 이상 4만 원 미만이 30.4%순이었다. 마지막으로 겨울에는 10만 원 이상이 40.4%로 봄·여름·가을과는 다르게 가장 높은 비율로 나타났고 4만 원 이상 6만 원 미만이 15.2%로 뒤를 이었다.

전기요금 및 가스요금, 가전제품 보유개수는 아래 표 5-1, 5-2와 같다.

<표 5-1> 응답자 지출 전기요금 및 가스요금

귀하 가정의 월평균 전기요금 및 가스요금은 얼마입니까?				
구분	요금	봄/가을	여름	겨울
전기요금	전체 합계	100.0%	100.0%	100.0%
	2만 원 미만	17.0%	12.0%	10.6%
	2만 원 이상 4만 원 미만	40.2%	23.6%	23.6%
	4만 원 이상 6만 원 미만	26.8%	25.6%	29.8%
	6만 원 이상 8만 원 미만	8.0%	13.8%	14.4%
	8만 원 이상 10만 원 미만	3.6%	7.0%	5.8%
	10만 원 이상	4.4%	18.0%	15.8%
가스요금	전체 합계	100.0%	100.0%	100.0%
	2만 원 미만	30.2%	46.2%	14.0%
	2만 원 이상 4만 원 미만	35.8%	30.4%	13.0%
	4만 원 이상 6만 원 미만	19.4%	15.4%	15.2%
	6만 원 이상 8만 원 미만	4.8%	2.8%	9.4%
	8만 원 이상 10만 원 미만	4.4%	2.0%	8.0%
	10만 원 이상	5.4%	3.2%	40.4%

<표 5-2> 응답자 가전제품 보유개수

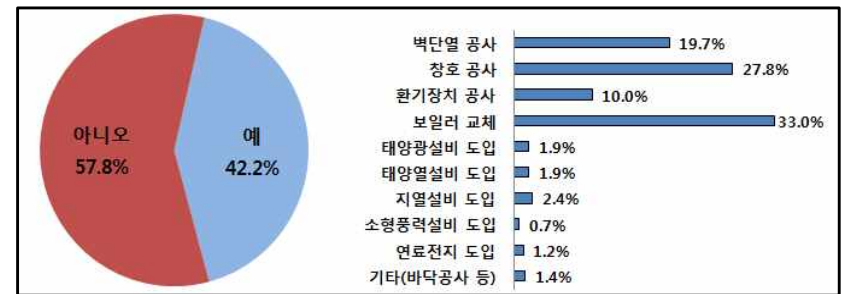
(단위 : 개수)

귀하의 가정에서는 사용하고 계신 가전제품 종류와 개수는 어떠십니까?	
항목	가전제품
난방기기	전기장판/매트 1.60 전기히터/온열기 0.65
냉방기기	에어컨 0.94 냉풍기/선풍기 2.24
조명기기	백열등 2.69 형광등 5.18
기타 가전기기	냉장고 1.34
	전자레인지 0.93
	세탁기 1.01
	텔레비전 1.51
	컴퓨터 1.59

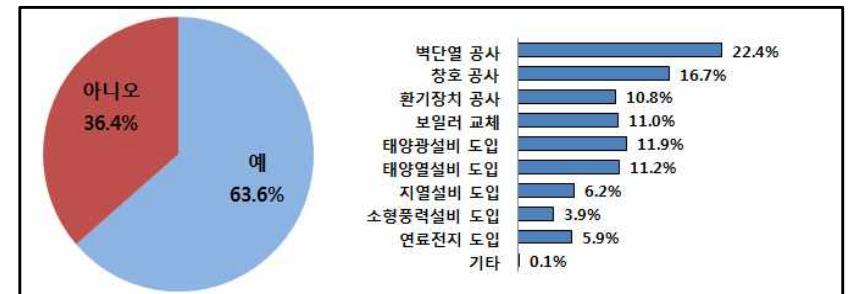
4) 건물에너지 개선 현황

에너지소비절약 관련 건물부문 효율개선 여부는 '아니오'라고 답한 비율이 57.8%로 더 높았고, '예'라고 답한 42.2%중 취했던 건물부문 효율개선사례로 보일러 교체 가 33.0%, 창호 공사 27.8%, 벽 단열 공사 19.7% 순으로 조사 되었다.

또한 향후에 에너지소비 절약과 관련된 건물부문 효율개선 의향으로 '예'를 답한 비율이 63.6%로 개선에 대한 의지가 있는 것으로 보여 진다. '예'를 답한 인원 63.6%중에 조치 사항으로는 벽 단열 공사가 22.4%로 가장 높은 비율을 보였고, 창호 공사 16.7% 순으로 나타났다.



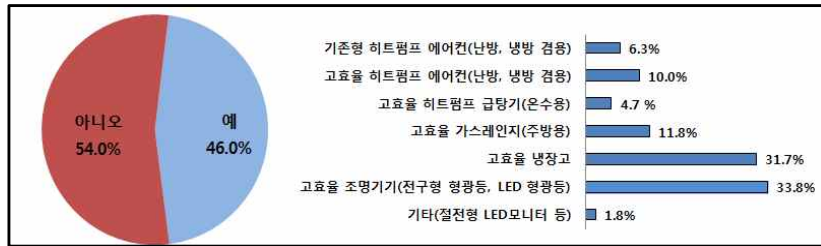
[그림 5-8] 현재 건물부문 효율개선 여부(좌)와 사례(우)



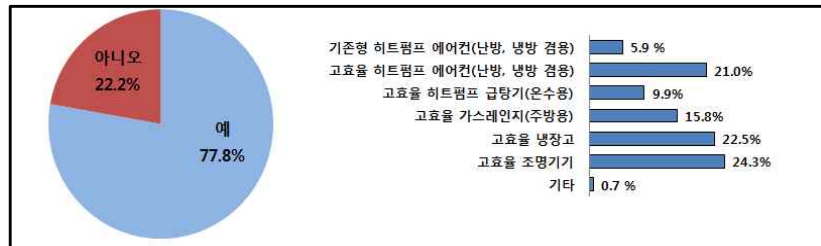
[그림 5-9] 향후 건물부문 효율개선 여부(좌)와 사례(우)

에너지소비 절약과 관련된 제품 사용 여부에 대한 응답으로는 '아니오'라는 답변이 54.0%로 '예' 답변 46.0%보다 높았다. '예'로 응답한 인원을 대상으로 제품 소유 종류에 대한 응답은 고효율 조명기기(전구형 형광등, LED 형광등 등)가 33.8%로 가장 높은 응답률을 보였고 이어서 고효율 냉장고 31.7%가 뒤를 이었다.

향후 제품 구입여부에 대한 응답은 '예'로 응답한 비율이 77.8%로 절반이상의 높은 비율인 것을 알 수 있다. 그 종류로는 고효율 조명기기 24.3%, 고효율 냉장고 22.5%, 고효율 히트펌프 에어컨(난방, 냉방 겸용) 21.0%로 답하였다.



[그림 5-10] 에너지소비 절약과 관련된 제품 사용여부(좌)와 제품소유 종류(우)



[그림 5-11] 향후 제품 구입여부(좌)와 제품구입 종류(우)

5) 건물에너지 절약 및 프로그램 참가

건물에너지 절약에 대한 관심이 있다고 대답한 비율이 87.4%였고, 평소 건물에너지 절약을 위한 행동을 취한다는 비율은 72.6%로 나타났다. 그 중에서도 조명 끄기가 27.0%로 가장 높았고, 난방 시간 줄이기 22.8%, 냉방 시간 줄이기 19.8% 순 이었다.

평소 건물에너지 절약을 위해 어떤 행동을 취하십니까? (복수선택 가능)	
전체 합계	100.0%
1. 난방 시간 줄이기	22.8%
2. 냉방 시간 줄이기	19.8%
3. 조명 끄기	27.0%
4. 기타 가전제품 사용 시간 줄이기	17.2%
5. 에너지 절약 제품 구입	12.1%
6. 기타	1.0%

[그림 5-12] 건물에너지 절약을 위한 행동

다음 중 어떤 프로그램에 참가하신 적 있습니까? (복수선택 가능)		
프로그램 참가 여부	전체 합계	100.0%
예, 11.6%	1. 에너지의 날 행사(에어컨 끄기, 소등행사)	30.1%
	2. 환경부 프로그램: 탄소포인트제(전기, 상수도, 도시가스 및 지역난방 요금 절감으로 온실가스 감축률에 따라 포인트 발급)	16.5%
	3. 지식경제부 프로그램: 에너지절약 1만 우수가구 선정	6.8%
	4. 우리지역 마일리지(카드) 프로그램: 예, 탄소통장, 에코마일리지(서울시, 6개월간 에너지 사용량 10% 달성 시 포인트 발급)	8.7%
	5. 건물에너지 진단프로그램: 예, CO2 클리닉(수원시, 에너지 사용실태 점검 및 효율적 에너지 사용 컨설팅 지원)	6.8%
	6. 우리 집 적정실내온도 유지 (예, 난방 20도, 냉방 26도 등)	30.1%
	7. 기타	1.0%
아니오, 88.4%		

[그림 5-13] 건물에너지 절약 프로그램 참가 여부 및 참가 프로그램

에너지 절약 프로그램의 성공·실패 요인은 무엇이라고 생각하십니까?		
프로그램 성공 여부	전체 합계	100.0%
예 75.9%	1. 홍보가 적극적이었다.	38.6%
	2. 참여가 쉽게 구성되어 있다.	43.2%
	3. 참여시 혜택이 좋았다.	18.2%
	4. 기타	0.0%
아니오 24.1%	1. 홍보가 부족했다.	50.0%
	2. 참여가 복잡하고 어렵다.	35.7%
	3. 참여시 혜택이 나뉘었다.	7.1%
	4. 기타(국민적공감대부족)	7.1%

[그림 5-14] 건물에너지 절약 프로그램 성공 여부 및 성공요인과 실패요인

건물에너지 절약 프로그램에 대한 참가 여부에서 '아니오' 라고 답한 비율이 88.4%로 '예'라고 답한 11.6%보다 월등히 높았다. 참여 프로그램으로는 에너지의 날 행사(에어컨 끄기, 소등행사)와 우리 집 적정실내온도 유지(난방 20도, 냉방 26도 등)가 각각 30.1%로 가장 많은 참여 비율을 보였고, 다음으로 환경부프로그램에 참여 하였다는 응답은 16.5%였다.

참여 하였던 건물에너지 절약 프로그램에 대한 성공여부는 75.9%가 '예'라고 답했고 성공요인으로 참여가 쉽게 구성되어 있다가 43.2%로 나타났다. 반면에 '아니오'라는 응답은 24.1%로 실패요인으로는 홍보가 부족했다가 50.0%로 나타났다.

6) 건물부문 효율개선 및 고효율제품 사용 의향에 대한 교차분석

본 연구에서는 주택의 소유 유무와 에너지절약의 관심 유무에 따른 건물부문 효율개선 및 고효율제품 사용에 대한 의사에 대해 교차분석을 실시하였다. 분석결과 주택을 소유한 응답자의 77.1%가 건물부문 효율개선을 할 의향이 있는 것으로 조사되었으며, 주택을 소유하지 않은 응답자는 건물부문 효율개선에 대해 '하찮다'는 응답자와 '하지 않겠다'는 응답자가 거의 반반인 것으로 나타났다. 반면 고효율제품 사용에 대해서는 주택의 소유 유무와 관계없이 사용할 의향이 있는 것으로 조사되었다. 또한, 건물에너지 절약에 관심 유무에 관해서는 관심이 있는 응답자가 건물부문 효율개선이나 고효율제품 사용에 의향이 강한 것으로 나타났다.

구분		건물부문 효율개선 의향		고효율제품 사용 의향	
주택소유 유무	예	예	77.1%	예	84.2%
		아니오	22.9%	아니오	15.8%
	아니오	예	49.8%	예	71.3%
		아니오	50.2%	아니오	28.7%

주 : 건물부문 카이제곱값 40.2, 자유도 1, P<0.001, 고효율제품 카이제곱값 12.1, 자유도 1, P<0.001

[그림 5-15] 주택소유 유무에 따른 건물에너지 절감 실천 의향

구분		건물부문 효율개선 의향		고효율제품 사용 의향	
에너지 절약 관심 유무	예	예	69.3%	예	84.9%
		아니오	30.7%	아니오	15.1%
	아니오	예	23.8%	예	28.6%
		아니오	76.2%	아니오	71.4%

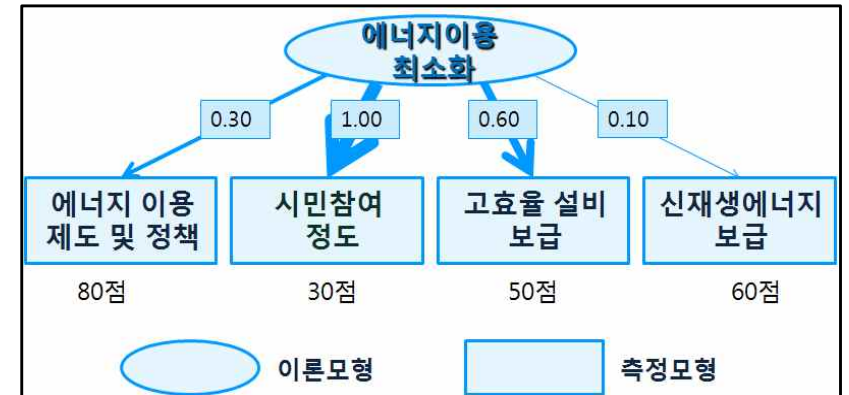
주 : 건물부문 카이제곱값 49.3, 자유도 1, P<0.001, 고효율제품 카이제곱값 101.1, 자유도 1, P<0.001

[그림 5-16] 건물에너지 절약 관심 유무에 따른 건물에너지 절감 실천 의향

제2절 우선순위적용 및 행동요인 분석

1. 구조방정식 모형

구조방정식 모형(SEM : Structural Equation Modeling)³⁸⁾은 어떤 현상에 대한 체계적인 이론을 분석하기 위한 다변량 분석기법으로 가설검정에 주로 사용되는 통계적인 분석 방법이며, 인과분석을 검증하기 위해서 자주 이용된다. 구조방정식 모형은 측정모형(Measurement Model)과 이론모형(Structural Model)을 통해서 모형간의 인과관계를 파악하는 방정식모형을 의미한다. 결론적으로 말하면 인과분석을 위해서 요인분석과 회귀분석을 개선적으로 결합한 형태라고 할 수 있다. 따라서 구조방정식 모형을 활용하면 어느 단계 또는 어떤 요소에 집중하는 것이 효과적인지 분석이 가능하다.



[그림 5-17] 구조방정식 모형의 활용 예시

38) 구조방정식 모형은 공분산구조방정식(Covariance Structural Modeling)이라고도 불리며 구성개념간의 이론적 인과관계와 측정지표를 통한 경험적 인과관계를 분석할 수 있도록 개발된 통계기법이다.

2. 계획행위이론

계획행위이론(Theory of Planned Behavior)³⁹⁾은 아젠(Ajzen, 1985)이 개발한 것으로, 인간의 행위(Behavior)와 의도(Intention)를 '태도'(Attitudes Toward The Behavior), '주관적 규범'(Subjective Norms), '행위 통제에 대한 인식'(Perceived Behavioral Control), 이 세 가지 요인들의 상호작용의 산물로 설명한다. 세 결정 요인들은 먼저 인간의 '의도'를 결정하고, 이어 '행위'는 '의도'와 세 변수간의 상호작용으로 결정된다. 이 이론에서 의도는 개인이 어떤 행위를 얼마나 기꺼이 하려는가에 관한 것으로 행위에 동기를 부여하는 핵심 요인이다.

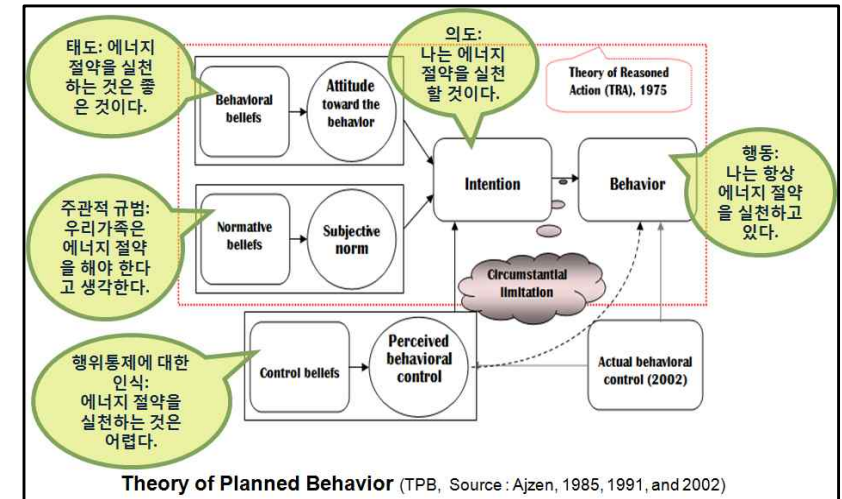
계획행위이론은 아젠이 기존의 '합리적 행동이론(theory of reasoned action, 1975)'을 확장시킨 것으로, 과거 합리적 행동이론은 인간행위를 태도와 주관적 규범, 두 가지 변수만으로 설명했다. 이 이론은 한 동안 소비자 태도 등 인간행위 설명에 광범위하게 적용되었으나, 행위자가 어떤 행위를 하는 데는 자신이 그것을 할 수 있는 능력이나 자원을 충분히 갖고 있는가를 먼저 인식하게 되고 이것이 행위 결정에 중요한데, 이론이 이 점을 충분히 고려하지 못해 예측력이 떨어진다 지적을 받아왔다. 계획행위이론은 아젠이 이러한 약점을 극복하고자 기존의 이론에 인간의 행위를 제약하는 요인에 대한 인식을 추가한 것으로, 그의 연구에 따르면 이러한 이론 수정이 인간 행위와 의도에 대한 이론의 예측력을 유의하게 증가시켰다고 한다.

아젠의 계획행위이론에서 '태도'는 행위자가 특정 행위를 얼마나 찬성 또는 반대하는가이다. 이론은 태도를 어떤 행위가 야기하는 다양한 긍정 또는 부정적인 결과들이 얼마나 일어날 것인지, 그리고 행위자가 이것을 얼마나 중요하게 생각하는지의 상호 심리적 작용을 통해 형성되는 것으로 가정한다.

'주관적 규범'은 행위자가 사회적 규범 준수와 관련해 받는 심리적 압력으로, 아젠은 개인이 자신에게 중요한 준거적 개인이나 집단이 자신의 특정 행위를 얼마나

39) 계획행위이론은 인간의 행위 및 의도를 설명하기 위해 개발된 이론 가운데 가장 유효한 이론의 하나로 평가받고 있다. 국내에서는 학문 분야마다 다른 이름으로 소개되고 있다. 예를 들어, 심리학은 '계획된 행동이론,' 소비자학은 '계획적 행동이론,' 간호학에서는 '계획된 행위이론,' 관광학, 스포츠 분야는 '계획행동이론' 등이다.

지지, 또는 찬성할 것인가에 대한 규범적 믿음(normative beliefs)과 행위자가 이들 준거단위들의 기대를 얼마나 중요하게 생각하는지, 이 둘 간의 산물로 가정한다. 그리고 '행위통제에 대한 인식'은 인간이 어떤 행위를 하는 데 직면하는 어려움이나 용이함에 대한 것으로, 이론은 행위자가 어떤 행위를 하는데 필요한 자원이나 기회를 자신이 얼마나 갖고 있다고 인식하는가, 그리고 이들이 얼마나 중요하다고 생각하는가의 상호 작용에 의한 것으로 설명한다.

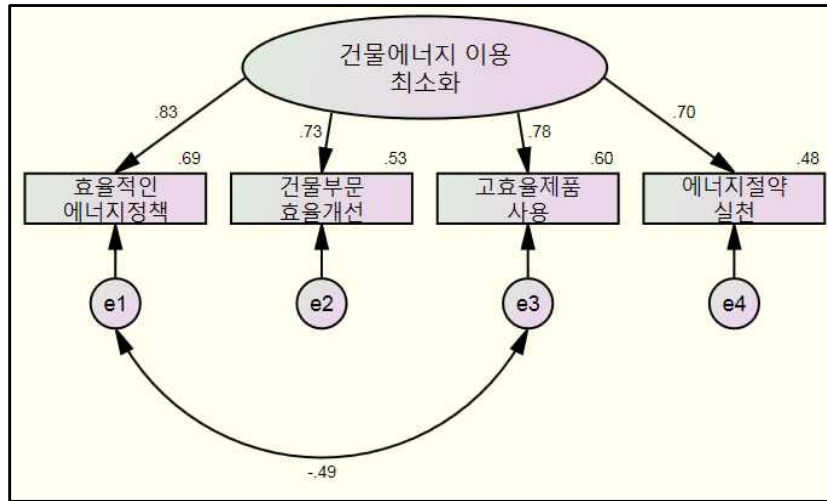


[그림 5-18] 계획행위이론의 활용 예시

3. 우선순위 적용 결과

본 설문조사에서는 건물에너지 이용 최소화를 위한 수단·방법 요소로 4가지 항목에 대한 중요도(① 전혀 그렇지 않다, ②그렇지 않다, ③보통, ④그렇다, ⑤매우 그렇다)를 조사한 결과 에너지절약 실천이 가장 중요한 것으로 나타났으며, 큰 차이는 없지만 효율적인 에너지정책이 가장 낮은 것으로 조사되었다. 반면, 설명변수를 나타내는 경로계수(설명계수, 우선순위를 의미)는 효율적인 에너지정책(0.83)이 가장 높은 것으로 나타났으며, 에너지절약 실천(0.70)이 가장 낮은 것으로 분석되었다.

에너지절약 실천	>>	고효율제품 보급	>>	건물부문 효율개선	>>	효율적인 에너지정책
4.38		4.14		4.07		3.97



[그림 5-19] 건물에너지 이용 최소화를 위한 중요도(상) 및 우선순위(하)

4. 계획행동이론 분석 결과

본 설문조사에서는 개개인이 행동으로 참여할 수 있는 3가지 항목으로 ㉠ 건물부문 효율개선, ㉡ 고효율제품 사용, ㉢ 에너지절약 실천으로 설정하였으며, 각각에 대한 인식조사(① 전혀 그렇지 않다, ②그렇지 않다, ③보통, ④그렇다, ⑤매우 그렇다)와 경로계수(영향계수, 직접효과를 의미)를 분석하였다.

건물부문 효율개선40)에 대해서는 '에너지소비 절약과 관련된 건물부문 효율개선(리모델링)에 대한 태도'의 인식도(찬성도)가 가장 높은 점수(3.91)를 차지하였으며, 다음으로 '의도', '주관적 규범', '통제된 인식', '행위'순으로 나타났다. 계획행동이론의 경로계수에서는 '의도'를 결정짓는 세 가지 요인, '태도', '주관적 규범', '통제된 인식'이 유사한 영향계수를 나타내고 있으며, '의도'가 '행위'로 이어지는 영향계수는 0.31로 나타났다.

고효율제품 사용41)에 대한 인식도는 앞서 건물부문 효율개선과 유사한 순서로 나타났으나, '고효율제품 사용 의도'는 개인적인 '태도(0.53)'에 영향을 크게 받는 것으로 나타났다. 하지만 '의도'가 '행위'로 이어지는 영향계수는 0.18로 작은 편으로 나타났다.

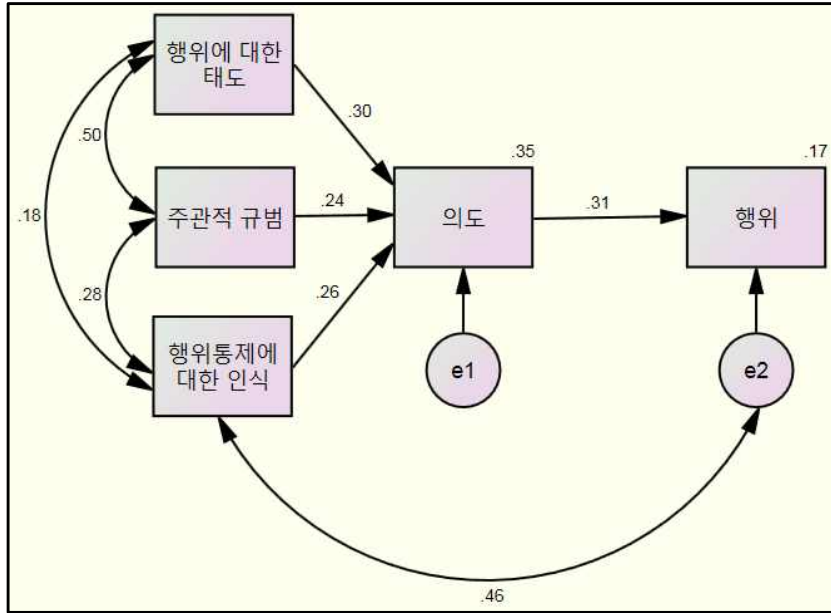
에너지절약 실천42)에 대한 앞서 두 항목과 유사하긴 하나 통제된 인식이 가장 낮은 점수를 나타냈다. 이는 '건물부문 효율개선'이나 '고효율제품 사용'에 비해 '에너지절약 실천'을 행위로 옮기는데 어려움(여건이나 지식부족)이 없는 것으로 해석된다. 한편, '의도'를 결정하는 세 가지 요인 중 주관적 규범(0.18) 및 통제된 인식(0.16)보다는 태도(0.49)가 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며, '의도'에서 '행위'로 이어지는 영향계수는 0.45로 일단 한번 의도된 바는 행위로 이어질 가능성이 큼을 나타내고 있다.

40) 주: GFI 0.973으로 적정모형

41) 주: GFI 0.986으로 적정모형

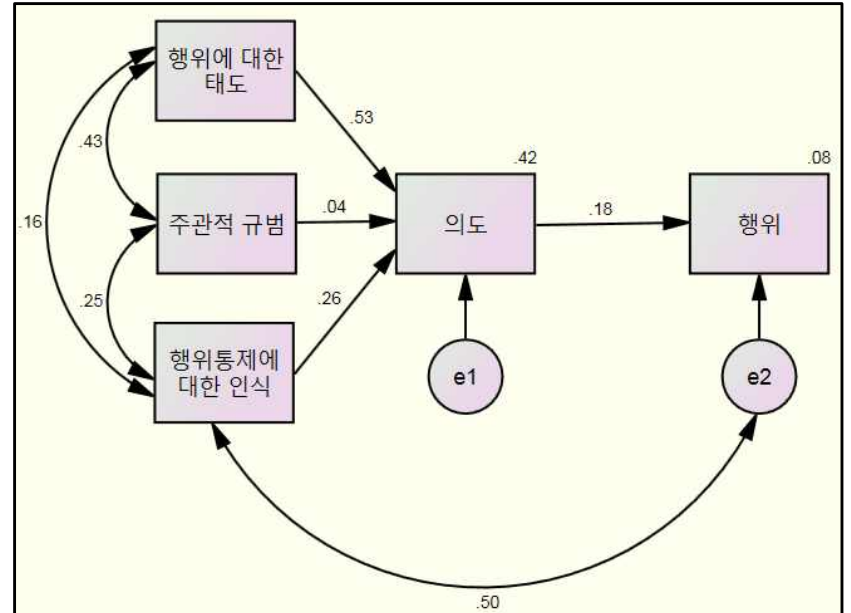
42) 주: GFI 0.987으로 적정모형

태도	>>	의도	>>	주관적 규범	>>	통제된 인식	>>	행위
3.91		3.59		3.56		3.15		2.92



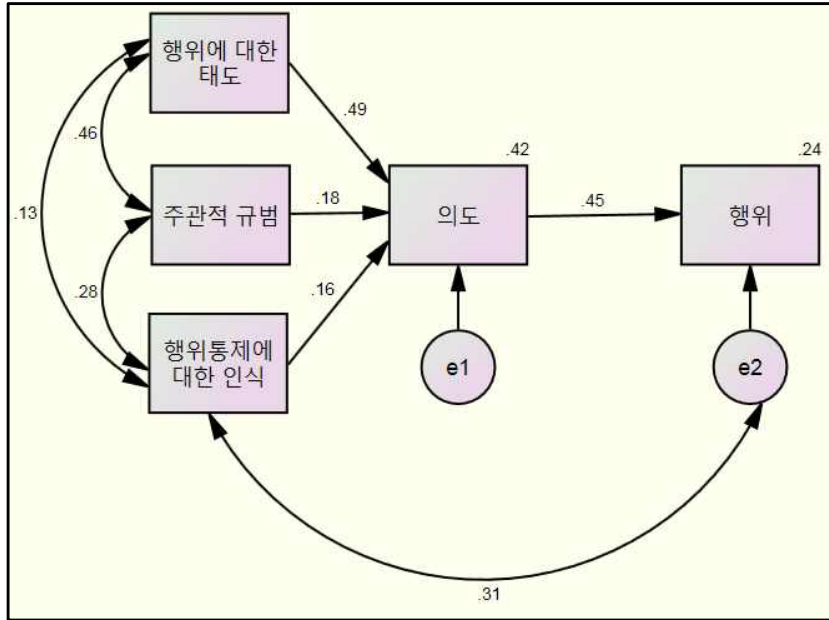
[그림 5-20] 건물부문 효율개선 행위에 대한 인식조사(상) 및 영향계수(하)

태도	>>	의도	>>	주관적 규범	>>	통제된 인식	>>	행위
4.09		3.92		3.77		3.38		3.22



[그림 5-21] 고효율제품 사용 행위에 대한 인식조사(상) 및 영향계수(하)

태도	>>	의도	>>	주관적 규범	>>	행위	>>	통제된 인식
4.21		4.07		3.88		3.71		3.50



[그림 5-22] 에너지절약 실천 행위에 대한 인식조사(상) 및 영향계수(하)

제3절 이해관계자별의 제도 활용 및 역할 분담

1. 이해관계자별 제도 활용방안

기존 에너지 저소비형 제도 및 사업에 대해 재정리를 하여 1. 건물에너지 인증제도, 2. 건물에너지 효율개선 사업, 3. 건물에너지 모니터링 및 관리제도 등 크게 3 가지 항목으로 이해관계자별 활용방안을 정리하였다.

각 제도의 활용에서는 '기능'이 중요한데, 같은 인증제도라도 정책 입안자 입장에서는 인증기능과 개선 시 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능이 중요하며, 건물주 및 사용자 입장에서는 임대·매매 시 활용 기능과 현재의 에너지 소비효율 기능이 중요하다.

본 연구에서 제안된 건물에너지 효율개선사업은 모두 정책입안자 입장에서 고려할 대상이며, 사업을 통한 효율개선 전후의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능이 추가적으로 요구된다.

모니터링 및 관리 제도에서는 과거 일정기간 동안의 건축물 유형별, 세부항목별 연간에너지 소비량 등을 구축하는 기능이 중요하며, 이를 통해 저감이 가능한 목표를 세우고 지속적으로 관리해나가며 특히 기존 구축 자료를 통해 개선할 부분을 발굴하고 세부적인 개선이 가능하도록 하는 기능을 가지고 있다.

이러한 제도 활용을 위해서는 일정 수준이상의 데이터가 확보되어야 하는데, 일반적으로 연간 석탄, 석유, 가스, 전력, 열에너지 공급량 및 연간 총사용량이 필요하며, 경우에 따라서는 계절별 총사용량이 요구되는 경우도 있다. 또한 제도에 따라서는 해당건물에 대한 데이터를 구축하고 제도를 활용할 수 도 있으나 공동주택 에너지 소비량 공개 등과 같은 제도는 단지기준으로 전수조사가 필요한 경우도 있다.



[그림 5-23] 이해관계별 제도 활용방안

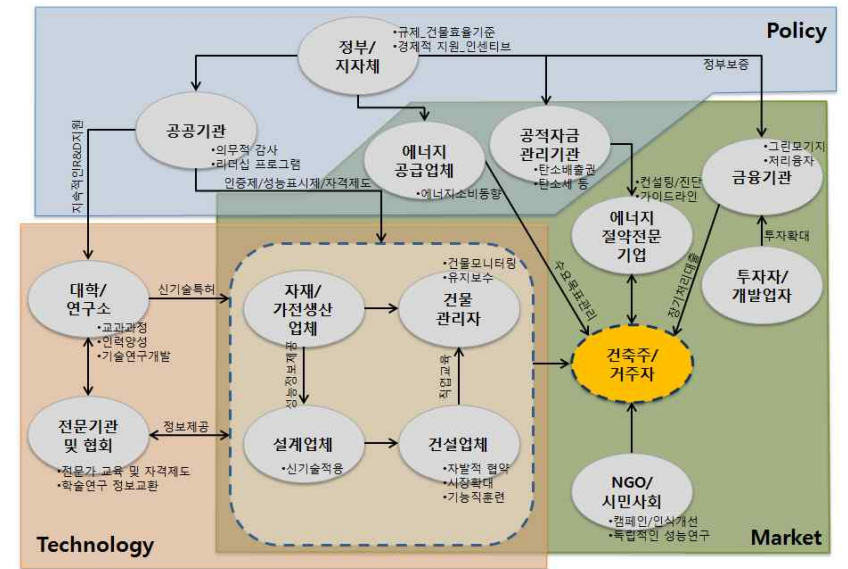
2. 세부 이해관계자의 역할 분담

건물부문의 에너지이용 최소화를 위해서는 정책, 산업(기술), 시장(경제)의 3요소가 중요한데, 정책적인 면에서는 법규 및 제도 개선하고 강화하며, 에너지 수요를 억제시키고, 기존주택 및 신규주택의 에너지 성능을 향상시킬 수 있도록 주력하여야 한다. 이와 보조를 맞추어 산업 및 기술 측면에서는 인증 제도를 만족시킬 수 있는 건물 개선요소 개발과 관련 교육을 통한 지속적인 R&D에 중점을 두어야 한다. 또한 초기 투자비용이 과다하여 보급·확산이 어려운 점을 감안하여 금융 프로그램, 보조금, 인센티브 제도를 활용할 수 있도록 하여야 한다.

특히 건물 소유자가 건물에너지 효율 개선에 참여할 수 있도록 유도하는 전략이 필요한데, 이를 위해서는 비교 가능한 에너지성능기준, 데이터의 수집 및 구축, 정

책결정자의 역량 강화, 이해당사자들의 의견을 조율할 수 있는 시스템 구축 등이 필요하다.

정부의 정책 추진의 방향은 크게 규제, 지원, 계획 등 세 가지로 나눌 수 있으며, 이중 규제는 건물에너지 효율 증대를 통한 절약, 지원은 인센티브 제공, 계획은 규제와 지원을 종합적으로 활용 할 수 있도록 하여야 한다. 단기적으로는 지원전략을 중심으로 추진하고, 중장기적으로는 유인 전략과 규제 전략을 추진할 수 있도록 정책적 제도적 기반을 구축한다. 또한 지원 및 유인 전략을 통해서 민간주도의 시장이 활성화 될 수 있도록 각 세부 이해당사자들의 역할 분담과 수행이 필요하다. 이로 인해 시장 기반의 투자여건을 조성하고 민간 투자 펀드 등으로 사업성이 확보 될 것이다.



[그림 5-24] 세부 이해관계자의 역할 분담⁴³⁾

43) 국토해양부(2011), 저에너지 친환경 공동주택 기술개발 연구보고서

제 6 장

결론 및 정책건의

제1절 결론

제2절 정책건의

제6장 결론 및 정책건의

제1절 결론

1. 에너지 소비특성 분야의 대응

우리나라의 총에너지 소비 증가 요인별 기여도를 분석한 결과 기온이 2010년도 에너지소비를 3.6백만 toe 증가시키는 효과를 발생시켜 총에너지 증감량의 21.8%의 기여도를 나타냈다. 특히, 기온의 특성 중에서도 난방도일은 우리나라 전체의 에너지소비량의 추세를 변화시킬 정도로 중요한 요소로 작용하고 있는데, 이는 에너지수급 분야에 있어서 난방도일의 지속적인 모니터링과 함께 건물부문 효율개선의 중요성과 시급성을 의미하는 것이다.

또한 하계 전력 피크 전망에 적극 대응하는 신규과제를 발굴하여 전력의 안정적인 공급 뿐 아니라 에너지절약 대책을 수립하고 추진하여야 한다. 이에 대한 대책으로 냉난방 온도제한, 비상수요관리, 냉방기 순차운휴 등으로 전력피크에 적극 대응하고 백화점, 호텔 등 에너지 다소비 건물(433개)에 대해 건물 냉방온도 제한 조치⁴⁴⁾를 지속적으로 시행하여야 한다. 특히 2천 toe 이상 대형건물에 8월 2~4주간 냉방기 순차운휴 시행도 병행하여야 한다.

우리나라의 건물부문 에너지 사용실태를 정확히 진단하고 효율적인 정책을 수립하기 위해서는 기후요인 뿐 아니라 문화적 요인까지 함께 고려를 해야 할 것이다. 또한 인구 1인당 에너지소비량 뿐만 아니라 면적당 에너지소비량 등 세부지표가 필요하며, 용도별, 기기별 에너지소비량 등 비교를 통해서 필요한 처방적 정책 집행이 가능할 것이다.

44) 2010년 7.26~8.25

2. 에너지 저소비형 제도 분야의 대응

1인당 에너지 소비량 및 건물에너지 총 소비량을 개선하기 위해서는 유형별 에너지 저소비형 제도를 적극 활용하여야 한다. 근간이 될 수 있는 저탄소 녹색성장 기본법에서 언급하는 대로 녹색건축물 확대 관련 녹색건축물 설계기준, 등급제 및 배출량 관리에 관해 구체화된 건축분야 정책 및 기술 관련 미래 전략을 수립해야 한다. 특히 국가에너지기본계획에서 담고 있는 전 과정에서의 건물에너지 효율의 관리 강화, 에너지효율 정보 활용, 기존 건축물 리모델링 및 고효율 신축건축물 활성화, 고효율 제품 사용을 통한 에너지 효율기준 상향 표준화 등이 이행되어야 한다.

건축물 인증, 건물에너지 개선사업, 에너지절약 시책 등 세 가지 범위 내에서 건축물의 유형과 여건, 저감목표에 맞는 세부 단위프로그램들을 조합하여 최적화시켜야 한다. 특히, 대기전력 경고표시 대상을 확대하고 에너지 절약 설계 기준 20% 강화하며, 에너지효율 표시제 개선 등을 통해 주요 규제를 강화하고 시행하여야 한다.

3. 에너지 저소비형 시스템 분야의 대응

에너지 저소비형 시스템을 보급하는 데에 가장 큰 과제로서 비용 경제적 관점에서의 보급형 기술이 우선이다. 에너지소비 패턴이 다른 건물용도별 특성을 반영하여 에너지부하 최소화 시스템 기술을 적용하고, 시장에서 수용 가능한 보급형 기술 개발에 중점을 두어야 한다. 가정 및 상업 부문의 기존·신축 건축물에 적용하기 이전에 공공건축물의 시스템 시범사업을 통한 에너지 성능 확보 및 실현가능한 기준을 재정비하여야 한다.

건물에너지 절약의 축진의 두 기둥은 '에너지절약 건물의 보급'과 '고효율기기의 보급'으로 나눌 수 있다. 건물외피 단열 및 창호, 환기, 보일러 공사 등을 통해 건물자체에 필요한 에너지를 절약할 수 있고, 고효율 히트펌프 에어컨, 고효율 가전 기기 및 조명기기를 활용하여 생활 유지에 필요한 에너지를 절약할 수 있다.

또한, 정부에서 목표로 하고 있는 2025년 제로에너지 건물 의무화에 대응하기 위

해서는 신재생에너지 기술과의 융합이 필수적이다. 현재 가장 보급이 많이 된 태양광·태양열 시스템은 에너지소비 비중이 가장 큰 난방과 온수의 에너지 저감에 효과적이며, 단지 또는 공동 주택이 아닌 개별 주택에의 적용이 가능하다는 장점이 있다.

4. 이해관계자별 제도 및 시스템 활용방안

건물에너지 개선현황에 대한 설문조사에서 응답자들은 건물부문의 효율개선 및 고효율제품 사용에 대한 의지는 모두 강한 것으로 나타났으나, 건물부문의 효율개선에 대해서는 주택을 소유 유무에 크게 영향을 받는 것으로 조사되었다. 따라서 건물부문 효율개선 지원정책에 대해서는 주택소유 유무에 따른 차등적 지원정책이 필요할 것으로 사료되며, 소유한 주택에 거주하지 않는 대상자들에게는 고효율제품 보급정책을 우선적으로 추진할 필요가 있다.

에너지절약에 관심 있는 응답자들은 건물부문 효율개선과 고효율제품 사용에 강한 의지를 나타내고 있어 에너지절약에 대한 지속적인 홍보와 프로그램 개발이 필요하다.

건물에너지 이용 최소화를 위한 요소의 중요도를 설문조사한 결과 '에너지절약 실천'이 가장 앞섰으며, 다음으로 고효율제품 보급, 건물부문 효율개선, 효율적인 에너지정책이 뒤를 이었다. 그러나 건물에너지 이용 최소화의 구성요소로서 효율적인 에너지정책이 가장 큰 영향계수를 나타내는 것으로 조사되었다.

계획행동이론에 의한 행위 모델을 분석한 결과, 건물부문 효율개선에 대해서는 '본인의 태도' 및 '주변인물의 의사', '실행 여건' 등이 거의 동등하게 '의도'로 이어지며, 일단 어느 정도 '의도'를 가지면 '행위'로 이어질 가능성이 있는 것으로 조사되었다. 그러나 고효율제품 사용에 대해서는 '본인의 태도'로 인해 '의도'가 발생되며, '의도'가 생긴다 하더라도 실제 '행위'로 이어질 가능성은 적은 것으로 분석되었다. 에너지절약 실천 역시 '본인의 태도'로 인해 '의도'가 발생하며, '의도'를 가지면 실제 '행위'로 이어질 가능성이 큰 것으로 분석되었다.

기존 에너지 저소비형 제도 및 사업을 활용함에 있어서는 '기능'이 중요한데 같은 제도 및 사업이라 하더라도 이해관계자별 즉, 정책입안자, 지자체, 건물주 및 사용자 입장에서 요구되는 기능이 다르며, 기능에 따른 효율적인 활용이 필요하다. 또한 건물 소유자가 건물에너지 효율 개선에 참여할 수 있도록 하는 유도하기 위해서는 세부 이해관계자 간의 효율적인 역할 분담이 중요하다.

제2절 정책건의

건물에너지 절감을 위해서는 건물부문 효율개선, 고효율제품 사용, 에너지절약 실천 등의 통합적 활용이 필요하며 실효성 있는 프로그램을 개발하여야 한다.

건물부문 효율개선의 목표를 달성하기 위해서는 행위당사자를 포함한 광범위한 이해당사자를 합류시킬 수 있는 제도 발굴 및 활용이 필요하며, 특히 실행하는 데 있어서 여건을 개선할 수 있는 인센티브 및 지원제도의 활용이 절실하다.

반면, 고효율제품 사용이나 에너지절약 실천은 개개인의 행위당사자의 인식전환이 중요하므로 비용 대비 편익, 또는 노력 대비 편익에 대해 신뢰를 가지고 참여할 수 있는 구체적인 홍보 및 제도 방안이 마련되어야 한다.

현재 건물의 단열성능 개선 및 고효율 가전제품이 개발되어 보급되고 있으나, 쾌적한 생활을 바라는 생활양식의 변화와 가전제품의 대형화, 보급률 및 사용시간이 증가하고 있어 전체 건물에너지 소비량의 증가요인으로 작용하고 있다.

단기적으로 적용할 수 있는 단위 제도·시스템으로 적정 실내온도 유지 의무화, 대기전력차단기 보급, 단열 강화, 태양열 및 태양광의 보급 확대를 제안하며, 건물의 유형과 조건에 맞게 단계적으로 추진되어야 할 것이다.

또한, 정부 차원에서 범국민적으로 활용할 수 있는 건물에너지 진단프로그램을 개발·보급하고, 그를 통해 맞춤형 서비스를 제공하고 지속적인 홍보와 의식개선이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

고동환(2010), Autodesk ECOTECT Analysis 2010을 이용한 친환경 건축물 평가 및 분석, 대한건축학회, 제54권 제7호 통권374호 (2010년 7월) pp.56-60 ISSN 1229-6163 KCI 등재
 구교수 외(2007), 최고, 최저기온을 이용한 우리나라 기온변화에서의 도시화효과 분석, 대기, 17(2), 185-193
 국립기상연구소(2007), 기후변화협약 대응 지역기후시나리오 활용기술개발(III)
 국토해양부(2010), 친환경주택의 건설기준 및 성능평가 지침
 국토해양부(2011), 능동형 그린빌딩 기술기획 기획보고서
 국토해양부(2011), 저에너지 친환경 공동주택 기술개발 연구보고서
 기상연구소(2004), 한반도 100년 기후 변화와 미래전망
 기상청(2009), 기후변화 이해하기 II -한반도 기후변화 : 현재와 미래-
 기상청(2010), 2010 이상기후 특별보고서
 김영돈(2009), 에너지 절약과 친환경 설계를 위한 건물에너지 해석 프로그램 활용, 한국설비 기술협회지, 설비/공조 냉동 위생(v.26 n.09)
 대전광역시(2011), 2020 대전광역시 주택종합계획(2010~2020)
 대전광역시(2011), 대전광역시 신재생에너지 보급계획
 대한주택공사(2009), 미래를 여는 저탄소 녹색성장이야기
 茂野 綾美, 水石 仁(2010),ゼロ・エネルギー・ビルの實現と展開に向けて, -低炭素社會の構
 V築に向けて建築分野に期待される役割-, NRI パブリックマネジメントレビュー May
 2010 vol.82
 에너지경제연구원(2008), 국가 에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구: 가정·산업
 부문의 에너지효율 평가
 에너지경제연구원(2010), 가정 부문 용도별 에너지소비량 및 보급추정에 관한 연구
 한국은행경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>)
 원동아, 한·중 신재생에너지 정책 비교와 시사점(경제현안분석 61호), 국회예산정책 처
 전력거래소(2009), 가전기기 보급률 및 가정용전력 소비행태조사

정용태(2008), 해외 에너지 효율화 정책 동향 분석연구(수시연구보고서 08-04), 에너지 경제
 연구원
 지식경제부(2011), 저소득층 에너지효율개선사업 사업설명자료
 토지주택연구원(2007), 웹 기반의 건물에너지 정보시스템 개발(II)
 토지주택연구원(2010), 기존 단독주택 에너지 성능 평가프로그램 개발연구(I)
 한국지역난방공사(2006.10), "절약형 요금제 도입타당성 및 도입방안 연구",
 한국지역난방공사(2009.07), "공동주택 사용자 열사용 실태 분석 및 평가 연구"
 홍구표 외(2010), 건물에너지 평가 프로그램 소개 및 이를 이용한 사례분석, 건설기술 쌍용,
 2010. 겨울호(v.57)(2010-12)
 International Energy Agency(2010), Key world energy statistics
 Sora Yi, Jongho Yoon, Min Kyeong Kim(2011), "Household Energy: Economics,
 Consumption and Efficiency: Chapter 2. Household Energy: Application of Zero
 Energy Buildings and Town", Nova Science Publishers
<http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/132/index.shtml>
<http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/84/index.shtml>
<http://jsi.c.u-tokyo.ac.jp/blog/komcee/?p=439>
<http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/building/news/20090407/531806/?ST=print>
<http://panasonic.net/center/tokyo>
<http://www.bema.or.jp/project/top12.html>
http://www.greenbuilding.or.kr/html/sub03_7.jsp
<http://www.ita.ed.jp/ecopolis/ecopoliscenter/intro/intro.html>
http://www.kajima.co.jp/news/digest/sep_2010/searching/index-j.html
http://www.kankyo-business.jp/topix/smartgrid_01.html
<http://www.sekisuihouse.com/zeh/>
<http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20100203-01.html>

부 록

.....
부록1. 건물에너지 이용 및 절약행동 조사

부록2. 이해관계자별 제도 활용방안
.....

부록 1. 건물에너지 이용 및 절약행동 조사

Internet Survey System

건물에너지 이용 및 절약행동 조사

안녕하십니까?
설문조사에 응해주셔서 대단히 감사합니다.
현재 건물에너지이용 최소화를 위한 제도 및 시스템 확보방안에 관한 연구를 진행하고 있습니다.

본 설문지는 순수한 연구목적으로만 사용될 것이며, 통계법 제8조와 9조에 의거하여 학술 연구 이외의 다른 목적에는 사용되지 않을 것임을 약속드립니다.

귀하의 행복과 건승을 기원합니다.

연구자: 이소라(대전발전연구원 연구위원)
sora@djdi.re.kr

설문조사 응답

COPYRIGHT © SECURETOP CORP. ALL RIGHTS RESERVED.

Internet Survey System

건물에너지 이용 및 절약행동 조사

8%

1 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?

1. 남자 2. 여자

2 귀하의 연령은 어떻게 되십니까?

세

2-1 연령대

1. 10~19세 2. 20~29세 3. 30~39세 4. 40~49세 5. 50세 이상

3 귀하의 거주지는 어떻게 되십니까?

1. 서울특별시 2. 인천광역시 3. 부산광역시 4. 울산광역시
5. 광주광역시 6. 대전광역시 7. 대구광역시 8. 경기도
9. 강원도 10. 충청북도 11. 충청남도 12. 경상북도
13. 경상남도 14. 전라북도 15. 전라남도 16. 제주도

4 귀하의 직업은 어떻게 되십니까?

1. 회사원
2. 주부
3. 학생
4. 기타 (구체적으로)

5 귀하께서는 가구주(실질적 생계를 책임지고 있는 사람)와 어떤 관계입니까?

1. 가구주 본인
2. 배우자
3. 자녀
4. 기타

6 귀하 가정의 연간 총수입은 얼마입니까?

1. 1000만원 이상 2000만원 미만
2. 2000만원 이상 3000만원 미만
3. 3000만원 이상 4000만원 미만
4. 4000만원 이상 5000만원 미만
5. 5000만원 이상 6000만원 미만
6. 6000만원 이상 7000만원 미만
7. 7000만원 이상 8000만원 미만
8. 8000만원 이상

7 함께 거주하는 귀하의 가족은 몇 명입니까?

1. 1인
2. 2인
3. 3인
4. 4인
5. 5인 이상

거주 현황

8 귀하는 어떤 형태의 주택에 거주하고 계십니까?

1. 아파트
2. 다가구
3. 다세대주택
4. 연립주택
5. 단독주택
6. 기타(상가건물, 오피스텔 등)

9 귀하의 주택은 지은 지 얼마나 되었습니까?

1. 1년 미만
2. 1년 이상 5년 미만
3. 5년 이상 10년 미만
4. 10년 이상 15년 미만
5. 15년 이상

10 귀하가 가족이 거주하는 주택의 면적은 얼마나 됩니까?

1. 45㎡ 이하 (실평수 약 13평)
2. 45~60㎡ (실평수 약 13~18평)
3. 60~85㎡ (실평수 약 18~26평)
4. 85~165㎡ (실평수 약 26~50평)
5. 165㎡ 초과 (실평수 약 50평)

11 귀하는 주택을 소유하고 있습니까?

1. 예 2. 아니오

12 현재 소유하고 있는 주택에 거주하고 계십니까?

1. 예 2. 아니오

13 귀하의 가정에서는 에너지소비 절약과 관련된 건물개선(리모델링)을 하였습니다가?

예

- ① 벽단열 공사
- ② 창호 공사
- ③ 환기장치 공사
- ④ 보일러 교체
- ⑤ 태양광설비 도입
- ⑥ 태양열설비 도입
- ⑦ 지열설비 도입
- ⑧ 소형풍력설비 도입
- ⑨ 연료전지 도입
- ⑩ 기타 건물에너지 효율개선 공사

1. 예 2. 아니오

13-1 어떤 건물개선(리모델링)을 하였습니다가? (복수선택 가능)

1. 벽단열 공사 2. 창호 공사
 3. 환기장치 공사 4. 보일러 교체
 5. 태양광설비 도입 6. 태양열설비 도입
 7. 지열설비 도입 8. 소형풍력설비 도입
 9. 연료전지 도입
 10. 기타

14 향후 귀하의 가정에서는 에너지소비 절약과 관련된 건물개선(리모델링)을 할 의향이 있으십니까?

1. 예 2. 아니오

14-1 향후 어떤 건물개선(리모델링)을 할 의향이 있으십니까? (복수선택 가능, 아래표 참조)

표) 건물개선(리모델링)시의 에너지절약 효과

항목	에너지 절약효과		총 에너지 대비 절약효과 (%)		
	46m ²	84m ²	46m ²	84m ²	
고효율 기자재 사용	단열재 두께증가	난방에너지의 4%	난방에너지의 3.5%	2.1	2.2
	창호변경	난방에너지의 11.3%	난방에너지의 14.1%	5.7	8.4
	환기장치	난방에너지의 7.9%	난방에너지의 7.0%	4.0	4.1
	보일러	난방·급탕에너지의 6%	난방·급탕에너지의 6%	4.6	4.8
신재생 에너지	태양열	난방·급탕에너지의 8.3%	난방·급탕에너지의 7.5%	6.4	5.7
	태양광	전기에너지의 25.2%	전기에너지의 19%	6.0	3.9
	지열	냉방에너지의 28%	냉방에너지의 28%	2.6	2.0
총계	-	-	31.4	31.1	

1. 벽단열 공사 2. 창호 공사
 3. 환기장치 공사 4. 보일러 교체
 5. 태양광설비 도입 6. 태양열설비 도입
 7. 지열설비 도입 8. 소형풍력설비 도입
 9. 연료전지 도입
 10. 기타

에너지 소비 특성

15. 귀하 가정의 월평균 전기요금은 얼마입니까?

	전기요금
1. 봄/가을	<input type="text"/> 원
2. 여름	<input type="text"/> 원
3. 겨울	<input type="text"/> 원

16. 귀하 가정의 월평균 가스요금(난방 및 취사)은 얼마입니까?

	전기요금
1. 봄/가을	<input type="text"/> 원
2. 여름	<input type="text"/> 원
3. 겨울	<input type="text"/> 원

17. 귀 가정에서 사용 중인 주요 난방시설은 다음 중 무엇입니까?

- 1. 가스 보일러
- 2. 석유 보일러
- 3. 전기 보일러
- 4. 연탄 보일러
- 5. 중앙난방
- 6. 지역난방
- 7. 기타

18. 귀 가정에서 사용 중인 보조 난방기기는 다음 중 무엇입니까? (복수선택 가능)

- 1. 전기장판/매트
- 2. 전기히터/온열기
- 3. 석유난로
- 4. 가스난로
- 5. 기타

19. 귀 가정에서 사용 중인 주요 냉방기기는 다음 중 무엇입니까?

- 1. 에어컨
- 2. 냉풍기/선풍기
- 3. 기타

20. 귀 가정에서 사용중인 보조 냉방기기는 다음 중 무엇입니까? (복수선택 가능)

- 1. 에어컨
- 2. 냉풍기/선풍기
- 3. 기타

25 귀하의 가정에서는 에너지소비 절약과 관련된 제품을 사용하고 계십니까?(아래표 참조)

- ① 기존형 히트펌프 에어컨 (난방, 냉방 겸용)
- ② 고효율 히트펌프 에어컨 (난방, 냉방 겸용)
- ③ 고효율 히트펌프 급탕기 (온수용)
- 예 ④ 고효율 가스레인지 (주방용)
- ⑤ 고효율 냉장고
- ⑥ 고효율 조명기기(전구형 형광등, LED 형광등)
- ⑦ 고효율 기타 가전기기

1. 예 2. 아니오

25 -1 어떤 에너지소비 절약 제품을 소유하고 계십니까? (복수선택 가능)

- 1. 기존형 히트펌프 에어컨 (난방, 냉방 겸용)
- 2. 고효율 히트펌프 에어컨 (난방, 냉방 겸용)
- 3. 고효율 히트펌프 급탕기 (온수용)
- 4. 고효율 가스레인지 (주방용)
- 5. 고효율 냉장고
- 6. 고효율 조명기기(전구형 형광등, LED 형광등)
- 7. 기타 (고효율 기타 가전기기 구체적으로)

귀하의 가정에서는 사용하고 계신 가전제품 종류와 개수는 어떠십니까? (없으면 0입력)

21 난방기기

	보유 개수
1. 전기장판/매트	<input type="text"/> 개 보유
2. 전기히터/온열기	<input type="text"/> 개 보유

22 냉방기기

	보유 개수
1. 에어컨	<input type="text"/> 개 보유
2. 냉풍기/선풍기	<input type="text"/> 개 보유

23 조명기기

	보유 개수
1. 백열등	<input type="text"/> 개 보유
2. 형광등	<input type="text"/> 개 보유

24 기타 가전기기

	보유 개수
1. 냉장고	<input type="text"/> 개 보유
2. 전자레인지	<input type="text"/> 개 보유
3. 세탁기	<input type="text"/> 개 보유
4. 텔레비전	<input type="text"/> 개 보유
5. 컴퓨터	<input type="text"/> 개 보유

26 향후 귀하의 가정에서는 에너지소비 절약과 관련된 제품을 구입할 의향이 있으십니까?

1. 예 2. 아니오

26-1 어떤 에너지소비 절약과 관련된 제품을 구입할 의향이 있으십니까? (복수선택 가능, 아래표 참조)

표 고효율 기기의 에너지절약 효과

구분	고효율 제품	기존 비용 대비 절약효과(%)
난방	고효율 히트펌프 에어컨	난방비의 69%
냉방	고효율 히트펌프 에어컨	기존 에어컨 냉방비의 33%
온수	고효율 히트펌프 급탕기	급탕비의 31%
취사	고효율 가스레인지	기존 취사 비용의 25%
조명	고효율 조명기기	기존 조명 전기세의 36%
냉장고	고효율 냉장고	기존 냉장고 전기세의 64%
계	-	기존 총에너지의 32%

1. 기존형 히트펌프 에어컨 (난방, 냉방 겸용)
2. 고효율 히트펌프 에어컨 (난방, 냉방 겸용)
3. 고효율 히트펌프 급탕기 (온수용)
4. 고효율 가스레인지 (주방용)
5. 고효율 냉장고
6. 고효율 조명기기
7. 고효율 기타 가전기기 구체적으로

건물에너지 절약 및 프로그램 참가

27 귀하의 건물에너지 절약에 대해 관심이 있으십니까?

1. 예 2. 아니오

28 평소 건물에너지 절약을 위한 행동을 취하십니까?

1. 예 2. 아니오

28-1 평소 건물에너지 절약을 위해 어떤 행동을 취하십니까? (복수선택 가능)

1. 난방 시간 줄이기
2. 냉방 시간 줄이기
3. 조명 끄기
4. 기타 가전제품 사용 시간 줄이기
5. 에너지 절약 제품 구입
6. 기타 구체적으로

29 귀하의 가족 중에 건물에너지 절약에 가장 중요한 역할을 하는 사람은 누구입니까?

1. 가장 (예, 아버지, 단독 세대주인 경우 본인)
2. 가사 총책임자 (예, 어머니)
3. 가족 구성원 모두

30 건물에너지 절약 프로그램에 참가하고 있거나 참가하신 적이 있습니까?

1. 예 2. 아니오

30-1 다음 중 어떤 프로그램에 참가하신 적 있습니까? (복수선택 가능)

- 에너지의 날 행사(에어컨 끄기, 소등행사)
- 환경부 프로그램: 탄소포인트제(전기, 상수도, 도시가스 및 지역난방 요금 절감으로 온실가스 감축률에 따라 포인트 발급)
- 지식경제부 프로그램: 에너지절약 1만 우수가구 선정
- 우리지역 마일리지(카드) 프로그램: 예, 탄소통장, 에코마일리지(서울시, 6개월간 에너지 사용량 10% 달성시 포인트 발급)
- 건물에너지 진단프로그램: 예, CO2 클리닉(수원시, 에너지 사용실태 점검 및 효율적 에너지 사용 컨설팅 지원)
- 우리집 적정실내온도 유지 (예, 난방 20도, 냉방 26도 등)
- 기타

30-2 참여하신 에너지 절약 프로그램은 성공적이었다고 생각하십니까?

1. 예
2. 아니오

30-3 에너지 절약 프로그램의 성공요인은 무엇이라고 생각하십니까?

- 홍보가 적극적이었다.
- 참여가 쉽게 구성되어 있다.
- 참여시 혜택이 좋았다.
- 기타

30-4 에너지 절약 프로그램의 실패요인은 무엇이라고 생각하십니까?

- 홍보가 부족했다.
- 참여가 복잡하고 어렵다.
- 참여시 혜택이 나뉘었다.
- 기타

우선순위 및 행동모델

31 건물에너지 사용을 최소화하기 위해서는 무엇이 도움된다고 생각하십니까?

문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통	그렇다	매우 그렇다
	①	②	③	④	⑤
1. 효율적인 에너지 정책이 중요하다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 에너지절약형 건물개선이 중요하다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 에너지절약형 제품보급(사용)이 중요하다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 개개인의 참여 및 실천이 중요하다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32 에너지소비 절약과 관련된 건물개선(리모델링)에 대한 문항입니다.

문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통	그렇다	매우 그렇다
	①	②	③	④	⑤
1. 나는 '에너지소비 절약과 관련된 리모델링을 하는 것은 좋은 일' 이라고 생각한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 내 주변사람(가족, 친구)들은 '내(우리집)가 에너지소비 절약과 관련된 리모델링을 해야 한다' 고 생각한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 내(우리집)가 '에너지소비 절약과 관련된 리모델링하는 데(지식 및 여건부족)는 어려움' 이 없다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. LK(우리집)은 '에너지소비 절약과 관련된 리모델링할 의도' 가 있다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. LK(우리집)은 이미 '에너지소비 절약과 관련된 리모델링' 하고 있다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33 에너지소비 절약과 관련된 고효율 제품 사용에 대한 문항입니다.

문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통	그렇다	매우 그렇다
	①	②	③	④	⑤
1. 나는 에너지소비 절약과 관련된 고효율제품 사용하는 것은 좋은 일'이라고 생각한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 내 주변사람(가족, 친구)들은 '내(우리집)가 에너지 소비 절약과 관련된 고효율제품을 사용해야 한다'고 생각한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 내(우리집)가 '에너지소비 절약과 관련된 고효율제품 사용(지식 및 여건부족)에는 어려움'이 없다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 내(우리집)은 '에너지소비 절약과 관련된 고효율제품을 사용할 의도'가 있다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. 내(우리집)은 이미 '에너지소비 절약과 관련된 고효율제품을 사용'하고 있다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34 에너지 절약 실천(에너지 아껴쓰기)에 대한 문항입니다.

문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통	그렇다	매우 그렇다
	①	②	③	④	⑤
1. 나는 '에너지절약을 실천하는 것은 좋은 일'이라고 생각한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 내 주변사람(가족, 친구)들은 '내가 에너지절약을 실천해야 한다'고 생각한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 내가 에너지절약을 실천하는 데는 어려움(지식 및 여건부족)이 없다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 나는 에너지 절약을 실천할 의도가 있다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. 나는 (항상) 에너지 절약을 실천하고 있다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



참닫기

COPYRIGHT © SECURETOP CORP. ALL RIGHTS RESERVED.

부록 2. 이해관계자별 제도 활용방안

<표 7-1> 정책입안자

활용방안	요구기능	대상 건물
건축물 에너지 효율등급 인증제	- (인증 이행 검증) 인증 발급 후 실제 운용 단계의 에너지 소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능 - (인증 발급 기준자료 활용) 과거 일정기간 동안의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 통계 기능 - (인증 이행 검증) 인증 발급 후 실제 운용 단계의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
친환경 건축물 인증제	- (인증 이행 검증) 인증 발급 후 실제 운용 단계의 에너지 소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능 - (인증 발급 기준자료 활용) 과거 일정기간 동안의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 통계 기능 - (인증 이행 검증) 인증 발급 후 실제 운용 단계의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
에너지 절약 계획서	- (설계 후 이행 검증) 에너지절약계획서 제출 후 실제 운용 단계의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
에너지소비 총량 제	- (기준 기초자료 활용) 과거 일정기간 동안의 건축물 유형별 연간 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 통계 기능 - (이행 검증) 연간 총 에너지 소비량 기준 대비 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 사용자 전수조사
신규 그린홈 공동 주택 100만호 사업	- (이행 검증) 친환경 주택 성능기준 대비 실제 운용단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 단지기준
기타	- 건물 특성별 냉방에너지소비원단위 기준 - 건물별 스마트계량기 정보 연계 - 신재생에너지 의무 대상 공공 건축물의 실제 운용단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 공동주택의 경우 단지기준
신재생 에너지 건축물 인증제	- (인증 이행 검증) 에너지효율 개선 후 실제 운용단계의 에너지 소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물

활용방안	요구기능	대상 건물
에너지 소비증명서	- (발급 기준자료 활용)연간 건물에너지 소비량 및 온실가스 배출 실적 조회 기능 - (발급 후 이행 검증) 증 발급 후 실제 운용 단계의 에너지 소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 사용자 전수조사 - 공동주택의 경우 단지기준
온실가스·에너지 목표 관리제	- (대상 건물 선정) 연간 일정 규모이상의 에너지를 소비하는 건물의 통계 기능 - (행정관리 기능) 이행계획보고서, 이행실적보고서, 명세서 등록 - (보고 및 검증 기능) 건물별 온실가스 에너지 감축목표 대비 실제 운용 단계의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물
기존 주택 100만호 그린홈화	- (인증 이행 검증) 에너지효율 개선 후 친환경 주택성능 기준 대비 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 단지기준
공공청사의 그린 오피스 화, 그린 스쿨, 그린캠퍼스 조성	- (이행 검증) 공공건축물의 에너지효율 개선 전/후 대비 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물
건물부문 국가 온실가스 인벤토리	- (산정 및 관리 기능) 온실가스 물질관리, 배출 원 관리, 산정 식 관리, 에너지원 관리, 파라미터 관리, 배출관리 - (보고 및 검증 기능) 기간별, 건물별 배출량 등 모니터링 및 보고 기능	- 사용자 전수조사
건물부문 탄소 배출권 거래제	- (인증 발급 기준자료 활용) 과거 일정기간 동안의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 통계 기능 - (인증 이행 검증) 인증 발급 후 실제 운용 단계의 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
부문별 에너지이용 합리화 사업	- (사업 기준자료 활용)연간 건물에너지 소비량 및 온실가스 배출 실적 조회 기능 - (사업완료 후 이행 검증) 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
에너지 총 조사 보고서	- (자료 구축) 가정·상업, 공공·기타 부문의 기간별 건물 에너지 소비 DB 구축	- 표본건물 - 공동주택의 경우 단지기준
에너지 관리자 선임 의무화	- (대상 건물 선정) 연간 2천 toe 이상의 에너지를 소비하는 건축물 조회 및 대상 선정 기능 - (행정관리 기능) 등록	- 해당건물

활용방안	요구기능	대상 건물
중소기업 에너지 진단 및 모니터링	- (이행 검증) 진단 이후 3년간 연간 에너지 소비효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물
탄소 포인트제	- (기준 DB 구축) 일정기간 에너지 소비량 및 CO2 배출량 DB 구축 - (검증) 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물

<표 7-2> 건물주 및 사용자

활용방안	요구기능	대상 건물
온실가스·에너지 목표 관리제	- (행정기능) 이행계획서, 이행실적보고서, 명세서 등 제출 기능 - (이행 검증) 감축 목표 대비 실제 운용 단계의 에너지 소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물
에너지 소비증명서	- (행정 기능) 임대·매매 시 연간 에너지 소비량 및 온실가스 배출 실적 발급 기능 - (이행 검증) 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 사용자 전수조사 - 공동주택의 경우 단지기준
건축물 에너지효율 등급 인증제	- (행정 기능) 임대·매매 시 연간 에너지 소비량 및 온실가스 배출 실적 발급 기능 - (이행 검증) 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
친환경 건축물 인증제	- (행정 기능) 임대·매매 시 연간 에너지 소비량 및 온실가스 배출 실적 발급 기능 - (이행 검증) 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물 - 공동주택의 경우 단지기준
공동주택 에너지 소비량 공개	- (공동주택의 관리주체) 세대별 에너지 사용량 및 CO2 배출현황 보고 - (공동주택의 관리주체) 단지별 총 에너지 사용량공개 - (분석 및 예측 기능) 건물에너지 소비에 영향을 주는 요인 파악 및 비교분석기능	- 단지기준
에너지절약 설비시설 운영	- (이행 검증) 실제 운용 단계의 에너지소비 효율 및 CO2 배출 효율 모니터링 기능	- 해당건물

활용방안	요구기능	대상 건물
탄소 포인트제	- (기준자료 구축) 일정기간 동안의 건축물 유형별 연간 에너지 소비량 및 탄소 배출량 기준 DB 구축 - (모니터링) 실제 운용 단계의 에너지 소비량 및 CO2 배출 현황 조회 기능 - (분석 및 예측 기능) 건물에너지 소비에 영향을 주는 요인 파악 및 비교분석기능	- 수요자 전수조사
내 건물 (내 집 정보 조회)	- (모니터링) 실제 운용 단계의 에너지 소비량 및 CO2 배출 현황 조회 기능 - (타 건물과 비교 기능) 건물별 에너지 저감 량 조회 기능	- 수요자 전수조사

<표 7-3> 이해관계자

활용방안	요구기능	대상 건물
고객인 에너지 소비자 에너지효율을 개선해 나갈 수 있도록 하는 인센티브 및 규제	- (지표자료 DB) 지역별, 건물 유형별 에너지 비량 및 CO2 배출량 DB - (분석 및 예측 기능) 건물에너지 소비에 영향을 주는 요인 분석 및 에너지 수요 예측 기능	- 수요자 전수조사

<표 7-4> 지자체

활용방안	요구기능	대상 건물
공공건물 탄소배출권 거래제	- (기준자료 구축) 일정기간 동안의 건축물 유형별 연간 에너지 소비량 및 탄소 배출량 기준 DB 구축 - (모니터링) 실제 운용 단계의 에너지 소비량 및 CO2 배출 현황 조회 기능 - (분석 및 예측 기능) 건물에너지 소비에 영향을 주는 요인 파악 및 비교분석기능	- 해당건물
탄소 포인트제도	- (기준자료 구축) 일정기간 동안의 건축물유형별 연간 에너지 소비량 및 탄소 배출량 기준 DB 구축 - (모니터링) 실제 운용 단계의 에너지 소비량 및 CO2 배출 현황 조회 기능 - (분석 및 예측 기능) 건물에너지 소비에 영향을 주는 요인 파악 및 비교분석기능	- 수요자 전수조사

기본과제 연구보고서 2011-23

에너지이용 최소화를 위한 제도 및 시스템
활용방안 : 건물부문

발행인 이 창 기

발행일 2011년 11월

발행처 대전발전연구원

302-846 대전광역시 서구 월평본1길 39(월평동160-20)

전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

인쇄: ○○○○○ TEL 042-○-○ FAX 042-○-○

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.