

에너지환경을 고려한 수요관리기술

오창석·윤갑구
에이스기술단

1. 서론

미래 학자들이 21세기의 미래상을 정립하기 위하여 가장 중요하게 생각하고 있는 것은 인구, 식량자원, 에너지와 환경문제를 해결하는 것으로 인식하고 있다.^[1]

“개발도상국들이 에너지효율개선과 보다 깨끗한 국내에너지자원의 개발을 우선적인 목표로 받아들인다면, 오늘날 산업국에서 상업화되고 있는 선진기술로 곧바로 이행함으로써 잘못된 기반조성에 낭비되는 수십억달러를 절약할 수 있을 것이다. 이러한 정책은 또한 고용창출 효과가 크기 때문에 노동력이 풍부하고 자본이 빈약한 그들의 경제에 큰 이익을 가져올 것이다. 그리고 지구환경의 건강을 고려할 때 가장 커다란 이익은, 효율적인 에너지체계는 개도국의 경제팽창에 따른 탄소배출량 증가를 둔화시킴으로써 지구 온난화를 늦출 수 있다는 것이다.”^[2]

위기의 지구를 살리기 위하여는 “문명과 환경의 밸런스를 찾아야 한다.”^[3]

“21세기중엽에는 세계인구가 100억에 근접하고, 22세기초에는 120~140억(이중 약 87%가 현재의 개도국 주민^[4])에 달할지도 모른다. 이에 따라 소비하는 화석연료로 대기중의 CO₂농도가 현재 350ppm에서 21세기 후반에는 600ppm에 달하고, 온실효과가스의 작용으로 평균기온이 3°C 정도 상승하게 된다. 이 정도의 지구온난화는 해수면을 60cm 정도 상승시킬 위험이 있다.”^[4]

“한반도 자연에 대한 ‘소모적 개발(Consumptive Development)’이 아닌 ‘보전적 개발(Conservatory Development)’로서의 잠재적(Potential), 생태적(Ecological), 문화적(Cultural), 지속가능한(Sustainable) 개발(Development)정책과 전략을 통해 보다 쾌적하고 신나는 삶터환경을 가꾸어 나아가야 할 것이다.”^[5]

이러한 실정에서 전력회사들은 미국에서 성공적으로 시행된 이른바 통합자원계획(IRP: Integrated Resource Planning)을 채택할 필요가 있다.^{[2] [6] [7]}

IRP란 “전력수급에 이용될 수 있는 공급측 대안과 수요측 대안을 망라한 모든 가용자원을 종합적으로 고려하는 국가차원의 최적 전력수급계획 수립 개념”이라고 정의할 수 있다. 여기에서 이용되는 가용자원이란 기존의 전원개발계획에서 이용된 발전설비의 신증설뿐만 아니라 민간전력으로부터의 전력구입, 수요관리(DSM), 노후 발전소의 수명연장 그리고 경영다각화까지 포함하는 전력회사가 이용할 수 있는 모든 수단을 일컫는다.^[6]

수요관리(DSM: Demand Side Management)란 에너지절약 및 부하관리(Load Management)를 위한 투자를 통하여 신규발전소건설 등 공급시설확충부담을 경감해 나가는 제도를 의미한다.^{[5] [7]~[10]}

세계에너지회의(WEC: World Energy Coun-

cil)는 DSM을 결정적으로 중요하게 보고 있다.
[11]

여기서는 에너지환경과 DSM의 필요성 및 타당성과 기술의 동향을 조사분석함으로써 우리 실정에 적합한 DSM기술을 선택하고 개발하여 실용화하는데 도움을 주고자 한다. [12]

2. 에너지환경과 수요관리의 필요성

2.1 에너지자원의 특징

(1) 에너지는 인간의 생명유지와 생활의 필수요소이다

- 태양에너지(빛, 열)
- 지구에너지(공기, 물, 지하자원, 식량)
- 복사에너지: 우주선, γ 선, X선, 자외선, 광, 적외선, 방송파, 교류전력과

〈표 2-1〉 화석에너지의 가채년수^{[4] [7] [11] [13]}

원 별	확인매장량	점유율	가채년수
단 위	억 TOE	%	년
석 탄	5,168	67.8	197~219
석 유	1,108	14.5	40~41
가 스	1,351	17.7	56~58

〈표 2-2〉 에너지원별 5개국 편중도^{[13] [14]}

원 별	편 중 도 [%]
석 탄	구소련: 24, 미국: 24, 중국: 16, 호주: 7, 구서독: 6
우 라 념	호주: 25, 니제르: 13, 캐나다: 13, 남아프리카: 13, 미국: 11
석 유	사우디아라비아: 19, 이라크: 11, 이란: 10, 아브다비: 10, 쿠웨이트: 10
가 스	구소련: 38, 이란: 13, 미국: 5, 아브다비: 5, 카다르: 4
경제적포장 수 력	중국: 33, 구소련: 19, 브라질: 13, 캐나다: 10, 미국: 7

- 열에너지
- 동력에너지
- 기타(전기, 조명, 화학, 기계에너지 등)

(2) 에너지는 시간적으로 유한하다

- 우리는 한순간에 불과한 화석에너지(석탄, 석유, 가스)시대를 살고 있다^[4](표 2-1 참조).
 - 1990년도 세계의 수력발전량은 2조1천억kWh로서 총발전량 11조7천억kWh의 18%이고, 개발가능량은 연간발전량으로 13조9천억kWh이다.^[9]
 - 1990년도 원자력 발전량은 1조9천억kWh로 총발전량의 16%이고, 우라늄의 가채년수는 68년 정도이다.^{[4] [7]}

(3) 에너지는 공간적으로 편재되어 있다

- 중요에너지의 대부분이 5개국 이내에 50% 이상씩 편중되어 있다^{[13] [14]}(표 2-2 참조).
- 석유는 정정이 불안한 중동지역에 편중되어 있다.^[4]
- 밀출친 나라의 매장량 합계가 50% 이상임.

(4) 제3세계(개발도상국)는 에너지 딜레마의 함정에 빠지고 있다

- 인구폭발의 90% 이상이 개도국에서 일어날 것이다.^[11]
- 완전한 청결에너지는 없다.^[4]
- 삼자 택일의 궁지(Trilemma)인 경제, 에너지, 환경 3자간의 위기에 처했다.^[4]
- 에너지사용량은 발전의 징표가 될 수도 있고, 그 반대일 수도 있으며,
- 에너지 및 그 설비의 수입은 큰 비용을 필요로 하고, 외채 및 외환부족문제를 심화시키며,
- 에너지소비증가는 환경 및 보건상의 문제를 증가시키고,

- 늘어나는 인구에게 상품 및 서비스를 제공하기 위해 더 많은 에너지를 필요로 하는데,
- 경제적 및 환경적인 이유로 과거처럼 단순하게 에너지공급 확대에 의존할 수 없는 실정이다.¹⁴⁾
- 환경보전과 에너지효율증진은 역의 관계가 존재한다.¹¹⁾
- 2020년까지 전세계 에너지산업투자 30조불 소요(전기 10조불, 1989년 전세계 GDP 20조불)¹¹⁾

〈표 2-4〉 주요에너지 지표¹⁷⁾

구분	단위	1990	1991	1992	1993
총에너지 소비	백만TOE	93.2	103.6	117.8	127.6
-증가율	%	14.1	11.2	13.7	8.3
1인당 에너지소비	TOE	2.18	2.40	2.65	2.87
1인당 전력소비	kWh	2,026	2,412	2,639	2,888
에너지해외의존도	%	87.9	91.3	93.7	94.8
석유의 의존도	%	53.8	57.5	61.8	62.8
에너지 수입액	백만달러	10,739	12,292	14,329	15,814
-대수입액 비율	%	15.6	15.1	17.5	18.43
전력 수요	GWh	94,383	104,374	114,851	128,170
-증가율	%	14.8	10.6	10.0	11.6

2.2 에너지소비 추세(표 2-3, 표 2-4 참조)

(1) 세계에너지 소비

- 1차 에너지 사용량의 증가
 - 1960년 3.31, 1970년 5.27, 1980년 7.05, 1990년 8.81, 2020년 13.4[Gtoe],
- 1차에너지 사용량 증가율
 - 1960~70년 4.76, 1970~80년 2.96, 1980~90년 2.26, 1990~2020년 1.4[%],
- 1인당 1차에너지 증가

- 1960년 1.09, 1970년 1.42, 1980년 1.58, 1990년 1.66, 2020년 1.65[TOE],

- 지역별 국가별 1인당 에너지 사용량 큰 차이
 - 1990년 북미 7.82, CIS 5.01, 사하라아프리카 0.53, 남부아시아 0.39,
 - 전세계 평균 1.66[TOE]¹¹⁾
- 1992년 91% 이상 화석연료(석유, 석탄, 천연가스)에 의존^{4) 16)}
- 1992년 전년대비 0.2% 증가^{4) 16)}

(2) 한국에너지 소비¹⁷⁾

- 1992년 95% 이상을 세가지(석유, 석탄, 원자력) 에너지에 의존
- 1992년 87%를 화석연료에 의존
- 1992년 전년대비 12.2% 증가(세계 2위)

(3) 한국에너지 사정^{15) 17)}

- 에너지자원의 심한 빈곤
- 에너지소비의 높은 증가
- 높은 해외의존도의 가중
- 화석연료에 의존도 높음(다만, 천연가스의 의존도는 낮음)
- 에너지수요의 고급화(가스, 석유, 전력증가율 높음)

〈표 2-3〉 1차에너지소비('92년 기준)^{17) 16)}
단위 : 백만TOE, %

원별	석유	천연가스	석탄	원자력	수력	계
세계	3,128.4	1,781.0	2,164.2	531.9	188.6	7,794.2
원별 구성비	40.1	22.9	27.8	6.8	2.4	100.0
전년대비 증가율	0.5	0.3	0.0	-0.5	-0.8	0.2
한국	71.2	4.6	23.3	14.6	0.4	114.1
원별 구성비	62.4	4.0	20.4	12.8	0.4	100.0
우리나라 점유율	2.3	0.3	1.1	2.7	0.2	1.5
전년대비 증가율	21.2	30.8	-4.7	0.4	-3.7	12.2

2.3 에너지환경의 변화와 대응방안

(1) 지구환경문제와 환경파괴의 국제화^[17]

- 온실효과에 의한 지구온난화
- 성층권의 오존층 파괴
- 해양생태계의 파괴
- 열대림의 감소
- 사막화, 토양침식 등의 토양 악화
- 야생생물의 종의 감소
- 산성비
- 유해폐기물의 월경이동
- 개발도상국의 공해격화

(2) 국제환경 규제강화

- 국제환경협약 : 140여개^[4] ^[18]
- 기후변화협약 : 온실가스(CO₂ 등) 배출억제^[7] ^[18]
- 탄소세(개도국, 약자회생), 동정세(기술기반구축), 노력세(환경비용 내부화) 대두^[4]

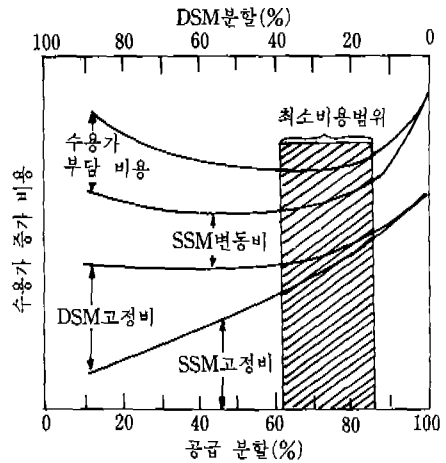
(3) 에너지환경에 대한 대응방안은 공급관리와 수요관리를 조화롭게 만드는 것이다^[7] ^[10] ^[11] ^[15] (그림 2-1 참조)

- 에너지절약
- 수요관리(DSM)를 포함한 통합자원계획(IRP)
- 신·재생에너지 개발
- 에너지유통 국제협력

2.4 에너지환경 대응동향 사례

(1) 미국

- 1976년 공익사업규제정책법(PURPA) 제정, 수요관리 대폭확대, 에너지 사용기기 효율개선^[5]
- 북미 전력회사들 : 총매출액의 5% 이상을 DSM에 투자^[5]



<그림 2-1> SSM과 DSM의 균형도

- PG & E : 1993년 총2억9600만불(2300억원) 투자예정(가정 60%, 상업 28%), 623GWh 절약(우리나라 전체전력소비량의 5%), 'The Golden Carrot' 고효율기기 환급 3백만불(230억원), 2000년까지 18.4백만톤의 CO₂ 저감, 신규예상수요의 75% 충족, 투자계획 20억불(1조6천억원)^[5] ^[18]

- 전반적으로 DSM투자비용은 전체수입의 0.7%, 사영전력회사가 70~90%, 최대수요 4.9%, 에너지절감 0.6%, 판매전력량의 0.9%, 최대전력의 3%, DSM 관련지출액 2년전에 비해 2배 증가, 전사업자 총수입의 약 1%(17억불), 직접부하제어 30%, 부하차단 22%^[9] ^[25]

- 뉴욕빌딩사무실, 회의실, 화장실, 창고 등 빈방 조명절감 : 초기투자 16만불, 연간 65만kWh 절감, 6만불 절약, 2.5년내 투자회수^[26]

- 1995년 DLC(Direct Load-Control)주택 460만포인트 예상, 현재 27개 전력회사에서 3천만주택수용가 이상, 4,758MW의 최대삭감^[23]

- FPC(Florida Power Corp) : DLC 인센티브로

A/C은 월6불(고정)제어 24시간마다 4.5불, 가열은 월9불(고정)제어 24시간마다 3불^[23]

- 2000년 기준 45,000MW 삭감(예상최대수요의 6.7%), 106,000GWh 절감(예상소비전력량의 3%)^{[7] [25]}
- 2001년 DSM으로 수입 1.2% 증가(서부와 북서부 2% 이상), 최대수요 8.8%삭감, 판매전력량 2.7% 절감, 1991년~2001년 3,250사중 890사 실시, 26,700MW, 23,300GWh 삭감, 439사 18억불 투자^{[13] [25]}
- 2005년 DSM투자 500억불^[26]

(2) 프랑스

- 1984년 말 변전소 75% 리플제어 : 700만호 (28%)^{[27] [28]}
- 1995년 기준 5,000MW 삭감(예상최대수요의 6.5%), 참여수용가 1995년 1220만호, 2000년 1480만호^[28]

(3) 일본

- 1984년 타임스위치 : 2,925천호, 리플제어 : 75천호^{[27] [28]}
- 공급일변도정책에서 수요관리필요성 주장, 이미 고효율기기이므로 요금구조중심^[5]
- 큐슈전력 : 1989년 가정, 업무용 334호 냉방기 순번차단(Duty Cycle), 가정용 3분정지 12분 운전(25%), 업무용 3분정지 15분운전(20%), A/C부하 12.8% 삭감^[8]
- 1974년부터 선샤인(Sunshine)계획(신에너지기술연구개발), 1978년부터 문라이트(Moonlight)계획(에너지절약기술연구개발), 1989년부터 지구환경기술개발, 1992년부터 뉴-선샤인계획(에너지-환경영역총합기술개발) : '92년 예산 50,255백만엔, '93년 예산 53,901백만엔, 2020년까지 1조550억엔^[29]

(4) 캐나다

- 그린플랜 : 가장 적극적 DSM 프로그램 추진^[5]
- 온타리오수력
 - 1990년 원자력발전부문 비용 2억4천불(1천9백억원)을 DSM으로 전환, 17만7천톤의 CO₂ 저감, 1992~2000년(8년간) DSM에 30억불 투자하고, 3,000MW 신규발전건설(CANDU 8대분) 취소예정, 2000년도에 10,180MW 삭감 : 전기효율개선 5,360, 연료대체 3,120, 부하이동 1,000, 피크절감 700^[9]

(5) 한국

- 1987년 심야부하창출에 관한 연구(표 2-5 참조)
 - 심야경부하로 인한 원자력감발과 기력DSS(일일기동정지) 손실경감 및 경제급전달성을 위해서 냉난방부하 등을 심야전력(주로 원자력, 유연탄 등)으로 전환시키도록 유도, 심야부하창출에 심혈을 기울인 나라들의 심야부하비율(심야최소부하/최대부하)의 연평균 증가율 1.17%기준(사례1)과 최대증가율 2.93%기준(사례2)에 대한 부하창출목표량과 한계비용(증분연료비비용), 이익금 시산, 요율, 활용기기, 마케팅전략 등 검토^[27]
- 1990 최대부하직접제어방식 실용화연구
 - 한전영업소 50개소 A/C 제어, 무선제어 실행도 96.1%, 경제성 : 5년간 무선S/W 161만

〈표 2-5〉 심야부하창출 사례별 한계비용과 이익금 및 요율^[27]

사 례	창출량 [MW]	한계비용 [원/kWh]	이익금 [백만원/주]	심 야 요 율 [원/kWh]
1(하한)	851	13.29	647	심야연료비+손실비 : 8.06~12.53
2(계획)	1,305	14.95	941	지원비 반영시 : 17.09~21.56
3(상한)	2,138	19.14	1,096	

대 설치시 투자비 202억원(연간 kW당 48,070 원), 회피비용 271억원(연간 kW당 64,972 원), 이득금액 69억원(연간 kW당 16,902 원), B/C 1.35^[28]

- 2006년기준 4,102MW 삭감(예상최대수요의 7.9%), 요금구조개선 591, 빙축열 577, 가스냉방 1,125, 기기효율개선 974, 하계휴가 835^[24]

(6) 기타

○ 네덜란드

- 1990년 국가환경계획(NEPP) : 연간 에너지 효율개선 2%^[5]

○ 스웨덴

- 1991년 신에너지정책 : 에너지효율개선 예산 5년간 10억불^[5]

○ 스위스

- 1990년 '에너지2000 프로그램' 국민투표채택^[5]

○ 덴마크

- 에너지관리/검사프로그램, 건물규제법 강화, 전기기기의 효율기준/표시제도 작성^[5]

(7) 탄소세/에너지세 실시 국가^[5]

- 핀란드('90), 네덜란드('90), 노르웨이('91), 스웨덴('91), 덴마크('92), EC국('92. 5월부터 배럴당 10불 합의)

2.5 한국의 전력사업관련 환경변화

(1) 투자재원 부족 : 신경제 5개년계획 투자비의 단기간 집중^{[5] [7]}

- 2006년까지 발전설비 53,953MW(현재의 2배) 건설계획
 - 37조원의 투자재원조달 어려움 예상
- 석유정제설비 및 송유관 건설 등에도 엄청난

투자가 필요

- 소비전망 2000년에 1990년의 약 1.9배인 6.8억 배럴

- LNG인수기지 확장과 신설 및 전국적 배관망 건설계획

- 2000년까지 약 3.2조원 투자

- 도로, 고속철도 TGV(약 10조원), 신공항(1992~1997년 3조 4,165억원), 주택 등 사회간접자본 투자수요와 맞물려 투자재원조달이 심각한 문제

(2) 입지확보난의 지속

- 국민생활수준 향상, 지방자치단체의 활성화, 민주화진행, 환경문제 대두^[5]
- 단순한 이기주의적인 님비(NIMBY : Not In My Back Yard) 현상심화^[3]
- 전원입지확보난 심화되고 지속될 전망^[7]
- 홍보나 지지지역 경제지원을 약속해도 위험하거나 오염물질을 배출하는 혐오시설은 입지확보곤란^[5]

(3) 신·재생 에너지의 한계

- 21세기를 위한 G-7 프로젝트에 신·재생에너지 개발을 핵심과제로 선정하여 개발지원^[5]
 - 발전 분야 : 풍력, 해양에너지, 태양광, 소수력
 - 열 분야 : 태양열, 수소에너지
 - 바이오에너지 : 도시쓰레기, 산업폐기물, 농산폐기물

○ 한계^{[5] [11]}

- 에너지의 개발과 생산에는 많은 시간이 걸리므로 갑자기 신·재생에너지로 대체 곤란
- 소비자의 소비시설과 소비형태변경 곤란
- 2000년이 되어도 신·재생에너지는 전체에너지 공급의 3% 정도 예상

(4) 이산화탄소 배출문제(표 2-6, 표 2-7 참조)

- 발전 1kWh당 SO₂ 5.3g, N₂O 2.8g, CO₂ 1.611b 배출^[26]
- 기후변화협약에 따라 이산화탄소 규제기준 설정예정^[5]
 - 이산화탄소 배출감축은 화석연료사용 감축을 의미함 : 화석연료의존도가 높은 우리나라 큰 부담^[5]

- DSM의 에너지수요 및 탄소절감효과^[5]
 - 2000년 : BAU 에너지수요의 23.0%(33.41 백만 TOE)
BAU CO₂배출량의 18.7%(22.767 천 TC)
 - 2010년 : BAU 에너지수요의 24.0%(51.58 백만 TOE)
BAU CO₂배출량의 28.0%(44.292 천 TC)

3. 수요관리기술

3.1 수요관리의 개념과 방법

(1) 수요관리개념

○ 넓은 의미의 수요관리란 부하관리뿐만 아니라 사회경제활동의 조정을 통해 필요한 에너지 '서비스'를 제공하되, 에너지이용 효율개선을 통해 에너지 '투입량'수요의 절감을 도모하는 정책까지를 포괄한다. 에너지공급회사의 수요관리뿐만 아니라 수송부문의 연료절감방안, 산업부문의 절약방안 등을 포함하는 개념이다.^[5]

<표 2-6> 1990년 수준 동결시 CO₂감축부담^[5]

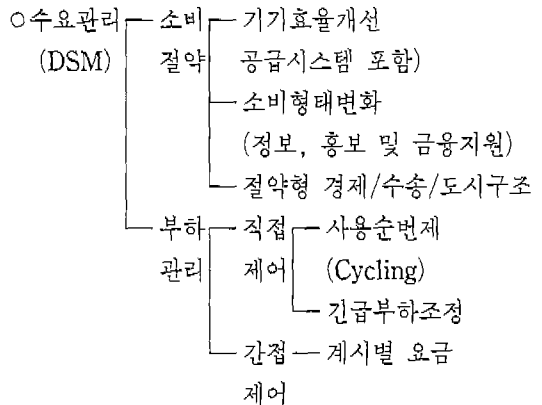
구분	2000년	2010년	비고
기준 CO ₂ 배출량[BAU]	121.8	158.0	BAU :
감축 필요량[백만TC]	54.7	90.9	Business-As
BAU대비 감축구성비[%]	44.9	57.5	-Usual Case

<표 2-7> DSM의 에너지수요 및 탄소절감 효과
단위 : 백만TOC, 천TC

연도	2000년	2010년
BAU에너지수요(A)	145.26	214.91
DSM에너지수요절감(B)	33.41	51.58
에너지절감잠재력(B/A)	23.0%	24.0%
BAU CO ₂ 배출량(A)	121,753	157,966
DSM CO ₂ 절감(B)	22,767	44,292
CO ₂ 절감잠재력(B/A)	18.7%	28.0%

○ DSM은 전기사업자가 수용가(Customer)들의 전력수요를 변경, 부하의 규모와 형태를 변경 시킴으로써 ①설비이용률의 제고(부하관리), ②신규발전설비의 필요량 절감(소비절약)을 도모하는 것으로 정의될 수 있다.^[8]

(2) 에너지수요관리방법^[5]



3.2 수요관리의 목적과 종류 및 장점

(1) 수요관리목적^{[7] [12] [27] [28]}

- 공급측(전기사업자)
 - 설비이용률의 증대
 - 설비투자비의 축소
 - 재무구조의 개선
 - 수용가와의 관계개선

- 특정연료비의 절감
 - 수요측(수용가)
 - 전력요금의 절감
 - 에너지의 절약
 - 서비스선택의 다양
 - 생활양식의 개선
 - 공동(국가)
 - 특정연료(유류)의 대체
 - 에너지 수입비의 절감
 - 특정연료의 수입절감
- (2) 수요관리종류^{[7] [11] [27] [28]}
- 공급측 관리(SSM)
 - 최적형태의 전원원별구성과 용량선정
 - 연계운전
 - 에너지저장: 양수, 축열, 상변환, 축전, 압축공기, 초전도 등
 - 수요측 관리(DSM)
 - 간접제어: 계시별 요금(한계비용원칙의 부하관리요금제도)
 - 직접제어: 사용순번제어, 긴급부하제어
 - 부하형태의 개선목적
 - 첨두부하의 억제(Peak Clipping)
 - 경부하의 부양(Valley Filling)
 - 첨두부하 이동(Load Shifting)
 - 전략적 소비절약(Strategic Conservation)
 - 전략적 부하증대(Strategic Load Growth)
 - 가변부하조성(Flexible Load Shape)

(3) DSM 프로그램의 장점^[30]

- 단위당 투자비용저렴
- 환경문제에서 유리
- 위험부담이 적음
- 사전심의방식 채택
- 수용가와의 관계개선

3.3 수요관리기술

(1) DSM프로그램의 기본 세가지^[20]

- 에너지효율향상
 - 업무용 칠러, 소규모 HVAC, 주택 A/C, 히트 펌프프로그램, 주택절연프로그램
- 부하이동
 - 경부하시 온수기, 업무용 축냉, 산업용 가열
- 부하차단
 - A/C부하제어, 대기용 발전기와 부하차단서비스

(2) 통신매체^{[27] [28] [31]~[38]}

- 무선
- 전력선: PLC(Power Line Carrier), DLC(Distribution-Line Carrier), 리플콘트롤(Ripple Control: 200~500Hz Low-Frequency PLC)
- 광섬유 케이블(Fiberoptic Cable): EMI(Electromagnetic Interference)로부터 자유로움^[34]
- 케이블(트위스트 와이어, 동축케이블)
- 혼합: WAN(Wide Area Network)은 무선 또는 전화선, LAN(Local Area Network)은 DLC

(3) 미국의 배전자동화 통신기술^[33]

- 1단계
 - 와이어페어(Wire pairs): 1979년
- 2단계
 - VHF무선: 1987년
 - PLC: 1987년
 - 임대선: 1988년
- 3단계
 - 900MHz MAS(Multiple-address System) 무선: 1991년

- 확장스펙트럼(Spread spectrum)무선 : 1991년 하반기
- 900MHz 독립(Proprietary)무선 : 1992년
- 간선(Trunked)무선 : 1993년

(4) 무선방식

- 30~956MHz 양방향(Two-way)실용^[23]
 - 저대역 : 30~88MHz
 - VHF : 146~174MHz
 - UHF : 403~512MHz
 - '800' Trunking : 806~870MHz
 - '900' Trunking : 896~941MHz
 - '900' ISM(Industrial/Scientific/Medical) : 902~928MHz(Unlicensed)
 - '900' MAS : 923~956MHz(Non-mobile data only)

(5) 통신방식동향

- 리플콘트롤 : 세계적으로 부하관리시스템의 80%^[34]
- 1980년 VHF무선, 1984년 DLC적용^[34]
- 1980년대에 800~900MHz 양방향통신으로 발전(미국DA 23사중 87%인 20사 무선사용, 1990년 이후의 미국은 모두 무선)^{[23] [33]}
- 지능화(Intelligent), 중복화(Redundant), 패킷무선망(Packetradios Network)^{[23] [32]}
- 가까운 장래에 전디지털 무선송수신^[23]
- 특수이동무선 서비스(SMR)^[23]
- 셀룰라무선시스템 활용^[23]
- 광대역 종합정보통신망(B-ISDN)과의 연계^{[36] [37]}
- 전송속도 : 2400baud에서 디지털변조 7200baud로 향상^[23]
- 사용자조건 완화^[23]
- 저전력(송신전력 1W)^[23]
- 복합기능구비(부하제어, 원격검침, 배전자동

화, CATV 등)^{[23] [31] [34]}

- 표준통신규약(standard protocols)의 출현기대 : EPRI(Electric Power Research Institute)의 UCA(Universal of Utility Communications Architecture) 통신규약^{[31] [33] [39]}
- 서비스 비용절감(전화선 50불/월, 셀룰라-폰 10불/월)^[20]
- 통신위성(Satellites)과의 연계(Links)^[38]

4. 결론

(1) DSM정책의 적극 실시

- 과학적 연구의 강화^[11]
- 종래의 규제회피라는 소극적자세에서 환경보호라는 적극적 인식필요^[40]
- SSM위주에서 DSM과의 균형으로의 의식전환^[10]
- 재원조달문제, 입지확보문제, 신·재생에너지 개발한계, 지구온난화문제 등의 환경문제에 효과적 대응방안 모색^[7]
- 유일한 수단은 에너지의 효율적사용, 즉 에너지DSM을 포함한 IRP의 적극적 우선적 추진^[7]
- DSM의 표준적 평가방법 제정^{[6] [8]}
- 에너지환경제약조건의 경제급전 이른바 트리플 E급전(Energy & Environment Constrained Economic Dispatch)프로그램 개발

(2) 최대수요전력제어와 직접(원격)부하제어 적극 실시

- 수용가별 최대수요전력제어 유도^[41]
 - 전자식계량기 적용과 최대수요전력제어장치 연동허용
 - 최대수요전력시한(현재 15분)을 연장하여 수요제어참여 유도

- 경제적 다용도(한국형) 최대수요전력제어장치 개발보급

- DLC는 DSM프로그램의 가장 경제적이고 효과적인임^[23]
- 여름철 첨두부하(냉방설비, 물펌프 등) 직접원격제어와 적정인센티브(시산예: 연간 kW당 1만6천원~1만7천원) 제곱으로 참여율 제고^[28]
- 겨울철 첨두부하 난방설비(온수보일러, 온풍기 등) 직접원격제어^[27]
- 타임스위치제어부하의 직접원격제어로 전력계통사고시 등의 부하제어와 점심시간, 토요일, 월요일, 공휴일, 특수일 등의 경부하시간대 부

하조정 및 수용가 서비스향상^[27]

(3) DSM개발과 관련시스템 통합 추진

- 분산형 전원과 에너지저장시스템들간에 직접부하제어시스템 구성
 - 직류공급가능 부하(기존 및 조성) 및 로드콘디셔너의 직접부하제어시스템 구성^[7]
- 직접부하제어와 원격자동검침(AMR), 배전자동화시스템(DAS), Scada/EMS, AM/FM(Automated-mapping/facilities-management), CATV 프로젝트 등과 연계내지 시스템통합(SI) 추진^{[7] [38] [42]}

◀ 참고문헌 ▶

- [1] 21세기위원회: 미래전망 2020년의 한국과 세계, 동아일보사, 1992. 10. 5
- [2] Lester R. Brown, Christopher Flavin, Somdra Postel: 1993 지구환경보고서(State of the World), Worldwatch Institute, 도서출판 따님, 1993. 9. 1
- [3] 엘고어 지음, 이창주 옮김: 위기의 지구(Earth in the Balance by Al Gore), 삼과꿈, 1994. 4. 30
- [4] 김문기: 과국으로부터의 탈출-에너지에서 Trilemma에 도전-한국전력공사, 계통운용처, 1992. 12.
- [5] 김종원 외: '94한국 환경보고서(Annual Report on the Korean Environment), 배달환경연합출판부, 1994. 3. 21
- [6] 홍원식, 김영창 외: 통합자원계획(Integrated Resources Planning), 한국전력공사 전력경제처, 1993. 11.
- [7] 윤갑구, 김문덕, 강원구: 에너지환경을 고려한 전력수요관리기술, 한국전기공사협회, 1993. 12.
- [8] 최기홍: 미국의 전력수요관리와 우리의 과제, 대한전기협회, 1993. 8월호
- [9] 해외전력정보 제16권 5호<통권 제188호>, 한국전력공사, 1993. 4.
- [10] Sarosh Talukdar, Clark W. Gellings: Load Management, IEEE Press 1986 Editorial Board
- [11] 세계에너지협의회(WEC): 미래세계의 에너지(Energy for Tomorrow's World), 현실, 현실적 선택, 달성을 위한 과제(The Realities, the Real Options and the Agenda for Achievement), 한국에너지협의회, 1994. 4.
- [12] 윤갑구, 한영석: 에너지환경을 고려한 전력수요관리기술, 에이스기술단 부설연구소, 1994. 5. 12
- [13] 해외전력통계 1991년판, 한국전력공사, 1992. 9.
- [14] 윤갑구: 절전형 시공기술, 1987년도 전기기술자 보수교육, 한국전기공사협회, 1992. 11.
- [15] EPRI EA/EM-359s, Volume 1~3, Demand-Side Management, Final Report, December 1984.

- [16] BP Statistical review of World Energy, '93. 6.
- [17] 寺西俊一: 地球環境問題의 政治經濟學, 日本東洋經濟 新報社, 1992. 7. 6
- [18] 지구환경문제와 바람직한 에너지·자원정책방향, 에너지경제연구원, 1993. 6. 1
- [19] Eric Hirst: DSM effects to be felt until at least year 2001, Electrical World, November 1993.
- [20] IKE Moss: The First Step in DSM, Transmission & Distribution, Feb. 1994.
- [21] 이키모토미: 미국전력회사의 DSM 효과, 일본에너지 경제연구소(JIEE), 에너지경제 제 19권 제11호, 1993. 11.
- [22] 유승철, 윤갑구: 최대부하 직접제어 경제성 검토, 대한전기협회, 1993. 8월호
- [23] John Reason: Why utilities must keep pace with radio technology and Direct load-control points to reach 4.6-million by 1995, Electrical World, July, 1993.
- [24] 유승철: 장기전력수급계획과 전력계통운용방안, 대한전기협회지, 1993. 8월호
- [25] 미국전력회사의 DSM효과, 日本 에너지경제 연구(JIEE), 에너지경제 제19권 제11호, 1993. 11.
- [26] Walter Henry: DSM, Growing acceptance, increased utility spending, Electrical World, January 1993.
- [27] 정연택, 윤갑구, 한경희: 심야부하창출에 관한 연구(A Study for Deep Night Load Enhancement), 한국전력공사 기술연구원, 에이스기술단, 1987. 10.
- [28] 윤갑구, 이두수, 한영석 외: 최대부하직접제어방식 실용화를 위한 연구, 한국전력공사, 1990. 12.
- [29] 日本의 뉴-선샤인계획 개요, 에너지관리공단 부설 에너지자원기술개발지원센터, 1993. 12.
- [30] DSM프로그램의 장점, 한국전력공사, 전력 경제처 자료, 1994. 1.
- [31] Jeffrey F. Olson: Strawman Demonstrates Utilities Communications Architecture in Action, Electrical World, April, 1993.
- [32] Anton Kipp: Data Communications, Split-second data retrieval yields sharp-focus T & D management, Electrical World, December 1993.
- [33] H.A. Cavanaugh: Distribution Automation, Report says utilities are in wireless-technology phase, Electrical World, December 1993.
- [34] John Reason: Communications alternatives for distribution automation, Electrical World, Feb. 1993.
- [35] 윤갑구, 이두수, 한영석: 배전자동화와 직접 부하제어를 위한 제어 및 통신시스템, 대한전기학회, 1990년도 춘계전력계통연구회, 1990. 4. 28
- [36] 윤동운: 1994년도 정보통신정책 방향, 1994. 1. 26
- [37] 강민호: 광대역 종합정보통신망시대의 도래, 대한전기협회지 1993. 12월호
- [38] Torsten Cegrell: Power System Control Technology, PHI(UK)Ltd, 1992.
- [39] John Reason: Why distribution-line switches are difficult to automate, Electrical World, May 1993.
- [40] 공업진흥청: 국제환경규제동향과 우리기업의 대응전략[1] [2], 대한전기협회지 1994. 4월호, 5월호
- [41] 윤갑구, 조순봉: 디맨드콘트롤러에 의한 최대전력억제와 전기요금절감, 한국에너지기술연구소, 1992. 11. 12
- [42] 윤갑구, 한영석, 한설아: Scada/EMS 기술 동향검토, 대한전기학회, 1992년도 하계학술대회 논문집(A), 1992. 7. 23~25