

2014 APRIL No.01

www.gtck.re.kr

Green Tech
Review

전력수요 증가와 수요관리 정책

손범석

GREEN
TECHNOLOGY
CENTER

녹색기술센터



Green Technology Center



본 보고서는 친환경용지의 사용으로 산림황폐화와 자원낭비를 방지하였습니다.

발 간 사



전세계적으로 위협이 되고 있는 기후변화와 에너지 자원 위기에 대응하기 위해, 각국은 그린 에너지 기술의 선점 및 녹색성장의 주도권을 놓고 치열하게 경쟁하고 있습니다.

온실가스 배출을 줄이고 기후변화에 대응하기 위한 기술개발과 정책연구는 전력에너지 분야에서도 예외가 아닙니다.

정부는 최근 발간된 ‘제2차 에너지 기본계획’을 통해, 정부의 전력 수급 정책을 기존의 공급자원 중심에서 수요자원 중심으로 전환할 것을 강조하였습니다.

수요반응은 전력사용을 절감하여 또 하나의 에너지원(Negawatt)으로 인식하고 이를 활용한다는 점에서, 창조경제의 주요 핵심 사업 중 하나인 스마트그리드와도 밀접한 연관이 있습니다.

공급측 자원과 수요측 자원을 IT기술을 활용하여 통합 관리하고, 실시간 전력정보를 통해 에너지 이용 효율을 향상시키는 시스템인 스마트그리드는 기본적으로 수요반응을 통한 수요자원의 확보 없이는 제 기능을 발휘하지 못하기 때문입니다.

본 그린텍 리뷰에서는 이러한 측면에서 수요반응 정책에 대한 국내외 정책동향 및 성과를 분석하고, 그 시사점을 도출하였습니다. 본 고에서 도출된 결과가 향후 스마트그리드의 보급에 유용한 방향으로 활용되어 창조경제에 이바지할 수 있는 자료로 활용되길 기대합니다.

끝으로 본 동향브리프의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 녹색기술센터(GTC)의 공식적인 의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2014년 4월

녹색기술센터 소장 **성 창 모**

요약문

- 수요반응은 전력 수급상의 위기 발생 시 전기요금 조정이나 부하감축 지시에 의한 전력절감 등을 통해 수급의 균형을 유지하기 위한 활동을 말함
- 우리나라는 지속적인 전력수요 증가로 인해 공급 위주의 기존 전력수급정책이 한계에 부딪히게 되었고, 수요측 자원의 중요성이 부각되면서 수요반응의 필요성이 대두됨
 - ⚙ 이러한 배경을 바탕으로, 정부는 지난 해 8월 발간한 ‘창조경제 시대의 ICT기반 에너지 수요관리 신시장 창출방안’ 및 금년 1월 발표된 ‘제2차 에너지 기본계획’을 통해, 시스템적인 수요관리를 강조
- 세계 주요국은 전력에너지 절감을 통한 수요자원 확보 및 활용을 위해 정책적 노력을 기울이고 있으며, 특히 미국은 다양한 수요반응 프로그램의 도입을 통해 가장 많은 전력에너지 감축실적을 보이고 있음
 - ⚙ 미국의 전력시장은 발전자원과 수요자원이 동일하게 거래되고 있으며, 다수의 부하관리사업자가 수요반응에 참여하여 감축실적 달성
- 우리나라의 전력거래 시장은 발전자원 시장과 수요자원 시장이 분리되어 운영되고 있으며, 지원금에 의존한 수요반응 관련 사업은 부하관리 사업자의 참여가 제한적
 - ⚙ 향후 발전자원과 수요자원이 단일한 전력거래 시장에 통합되어 부하관리 사업 활성화를 통한 수요자원 확대가 바람직
 - ⚙ ICT와 전력정보를 융합한 시스템적 수요관리를 통해 보다 많은 수요자원 확보 및 이후에 전개될 스마트그리드 보급사업과 통합적 정책추진 필요

CONTENTS

Green Tech
Review

2014 APRIL No.01

I . 수요반응의 개념과 배경	2
II . 해외 수요반응 정책 동향	9
III . 국내 수요반응 정책 동향	18
IV . 시사점 및 결론	26
■ 참고문헌	27

전력수요의 증가와 수요반응 정책

표목차

〈표 I-1〉 수요반응의 목적	3
〈표 I-2〉 주요국의 전력수요 추이(2007~2011)	5
〈표 I-3〉 우리나라 최대전력(Peak Load) 발생 추이	6
〈표 I-4〉 가구 및 가구원 수 비교(2000~2012)	7
〈표 I-5〉 가구당/1인당 월 전력소비량 및 가정용 전력소비	8
〈표 II-1〉 미국의 수요반응 프로그램	11
〈표 II-2〉 일본의 수요반응 프로그램	13
〈표 II-3〉 영국의 부하관리(Balancing Mechanism)	15
〈표 II-4〉 프랑스 ‘Tempo Tariff’의 요금체계	16
〈표 III-1〉 인센티브 기반 수요반응 프로그램 비교	22
〈표 III-2〉 수요반응 Pilot Program 결과	23
〈표 III-3〉 2013년도 지능형 DR 참여자원	24
〈표 III-4〉 수요반응 예산 추이	24

그림목차

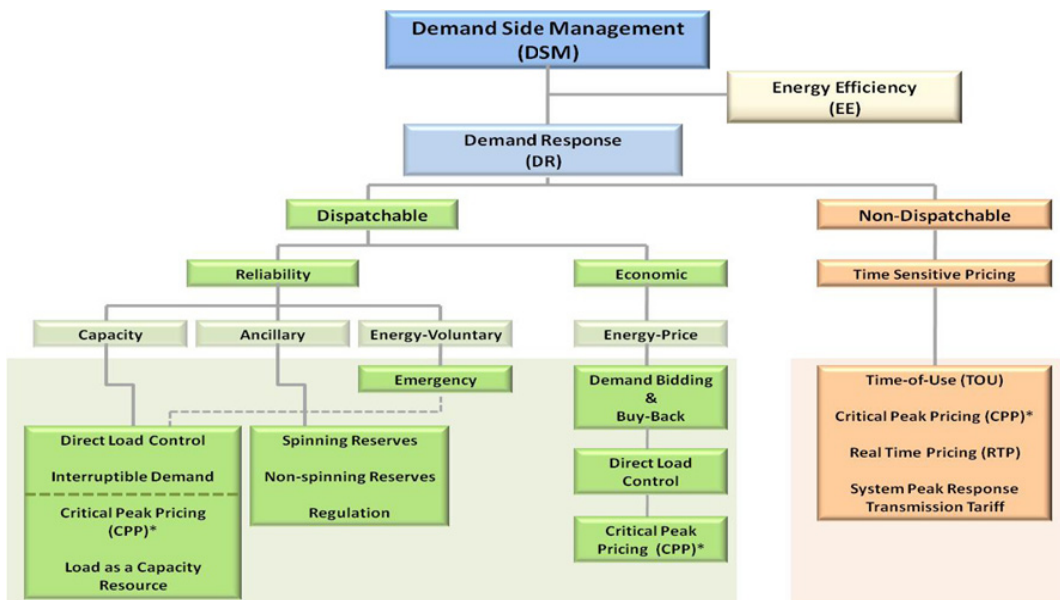
[그림 I-1] 수요관리제도의 체계	2
[그림 I-2] 우리나라의 전력수요 추이(2007~2012)	4
[그림 I-3] 동·하계의 냉난방 부하 추이(2008~2012)	5
[그림 I-4] 우리나라의 공급능력에 따른 최대전력수요 추이	6
[그림 I-5] 전기요금 상승률 상대비교	7
[그림 II-1] 미국의 ISO/RTO의 관할 지역	10
[그림 III-1] 수요관리 중심의 신정책 패러다임	18
[그림 III-2] 수요관리 제도체계	19
[그림 III-3] 수요자원시장 운영 프로세스	21
[그림 III-4] 지능형 수요관리 개념도	21

I 수요반응의 개념과 배경

1 수요반응(DR)의 정의

- 수요관리(DSM; Demand Side Management)는 소비자의 전기사용 패턴을 합리적인 방향으로 유도하기 위한 전력회사의 제반활동이라고 정의(수요관리 고객포털 홈페이지)
- ✿ 전력공급설비의 확충에 중점을 두어 온 종전의 공급측 관리와는 대응되는 개념이며, 해마다 전력수요가 급증하게 되면서 수요측 자원의 중요성이 강조

[그림 I-1] 수요관리제도의 체계

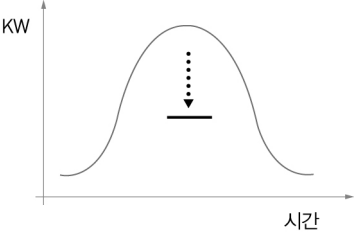
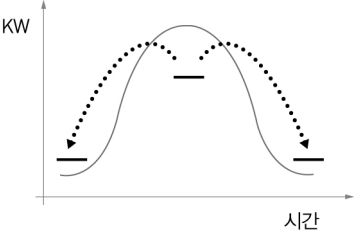
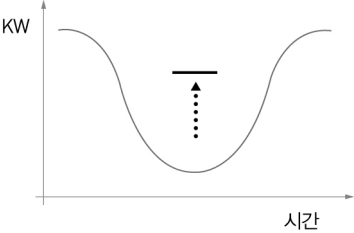


자료 : 윤혁준, 한국전력거래소(2014), “해외 수요관리제도 현황”

■ 수요반응은 수요관리의 하위개념이며, 전력수요 피크 등의 이유로 인해 수급위기 발생시 전기요금의 조정이나 부하감축 지시에 의한 전력절감 등을 통해 수급의 균형을 유지하기 위한 활동을 의미함

⚙ 수요반응의 목적은 크게 최대수요의 억제, 최대부하의 이전, 기저부하의 증대로 구분할 수 있음

〈표 I-1〉 수요반응의 목적

최대수요 억제	최대부하의 이전	기저부하의 증대
		
최대수요 발생 억제	피크시간대 부하를 경부하시간대로 이전	경부하 시간대 수요 증대

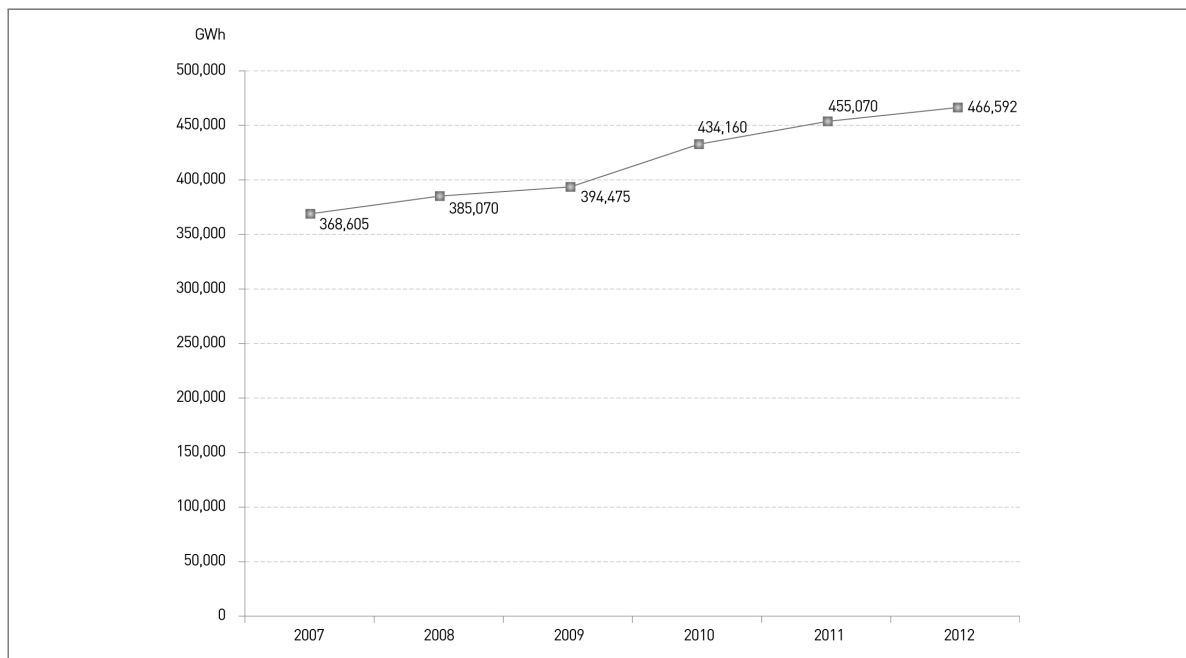
자료 : 한국전력공사 수요관리 고객센터 자료 인용, <https://www.kepco.co.kr/dsm/>

2 전력수요 증가로 인한 수요반응의 대두

■ 우리나라의 전력수요는 비교적 빠른 속도로 증가하고 있으며, 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

⚙ 전력수요는 한전의 전력판매량을 기준으로 지난 6년간(2007~2012년) 약 1.3배 증가 (368,605GWh → 466,592GWh)하였으며 연평균증가율은 4.8%를 나타냄

[그림 I -2] 우리나라의 전력수요 추이(2007~2012)



자료 : 한국전력(2013), “2012년도 한국전력 통계” 데이터를 바탕으로 작성

- ⚙ 한국은 동기간대 해외 주요선진국과 비교해도 높은 수준의 전력수요 증가추이를 보이고 있음
- ⚙ 또한 한국을 제외한 국가들은 2007년 대비 2011년 전력수요가 감소한 데 비해 한국은 여전히 높은 증가율(23.5%)을 나타내고 있으며, 연평균증가율(5.4%)도 타국 대비 높은 수준임

〈표 I-2〉 주요국의 전력수요 추이(2007~2011)

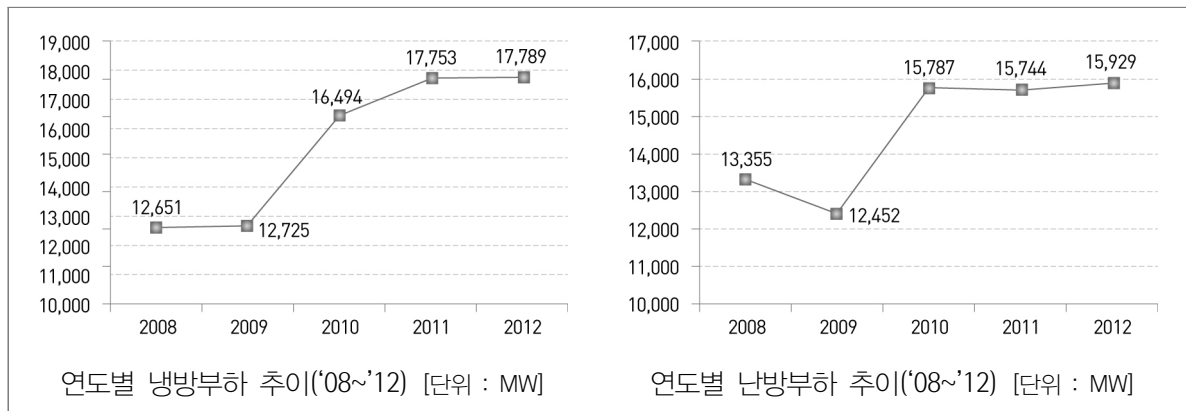
국가	한국	프랑스	독일	일본	영국	미국
2007	368,605	564,135	629,546	1,125,493	392,921	4,323,914
2008	385,070	569,253	631,211	1,075,493	384,606	4,342,979
2009	394,475	530,878	584,317	1,043,390	373,055	4,165,394
2010	434,160	564,291	622,055	1,110,751	377,979	4,354,355
2011	455,070	557,395	608,272	1,049,557	362,379	4,320,852
증가율	23.5%	-1.2%	-3.4%	-6.7%	-7.8%	-0.1%
연평균증가율	5.4%	-0.3%	-0.9%	-1.7%	-2.0%	0.0%

자료 : IEA(2012), "Energy Balances of OECD Countries"

주: 한국 자료는 한전통계 데이터를 바탕으로 작성

- 최근 폭염 및 한파와 같은 이상기온 현상으로 인하여 냉난방기기의 보급이 급증함으로 인해 냉난방 수요가 큰 증가세를 보이고 있음

[그림 I-3] 동·하계의 냉난방 부하 추이(2008~2012)



자료 : 기상청 데이터 및 한전 경영연구원(2012), "전기요금과 전력수요"

- ⚙ 최대전력수요는 해마다 지속적으로 증가추세에 있으며, 2008년까지는 하계에 주로 발생한 반면 2009년 이후부터는 동계에 발생하는 패턴을 보이고 있음
 - ≫ 기존의 최대전력수요는 여름철 고온다습한 계절적 요인에 따른 냉방부하의 증가가 주원인이었으나, 전열 난방기기의 보급과 더불어 겨울철 최대수요가 발생하게 됨
 - ≫ 공급능력의 증가 대비 최대전력수요가 급증하면서 점차 공급예비율도 낮아지고 있는 추세

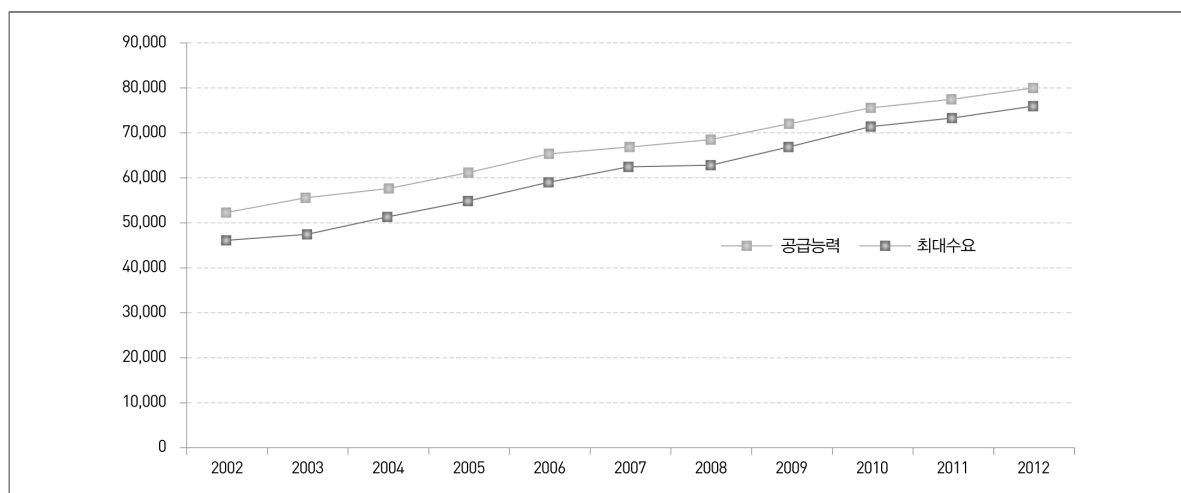
〈표 I-3〉 우리나라 최대전력(Peak Load) 발생 추이

(단위 : MW, %)

연도	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
공급능력	52,113	55,488	57,528	60,818	65,183	66,778	68,519	72,071	75,747	77,179
최대수요	45,773	47,385	51,264	54,631	58,994	62,285	62,794	66,797	71,308	73,137
공급예비율 (%)	12.2	14.6	10.9	10.2	9.5	6.7	8.4	7.3	5.9	5.2
피크발생 일시	8.29 (15:00)	8.22 (12:00)	7.29 (15:00)	8.17 (12:00)	8.17 (12:00)	8.16 (15:00)	7.15 (15:00)	12.18 (18:00)	12.15 (18:00)	1.17 (12:00)

자료 : 한국전력(2013), “KEPCO in Brief” 및 “2012년도 한국전력통계” 데이터를 바탕으로 재구성

[그림 I-4] 우리나라의 공급능력에 따른 최대전력수요 추이

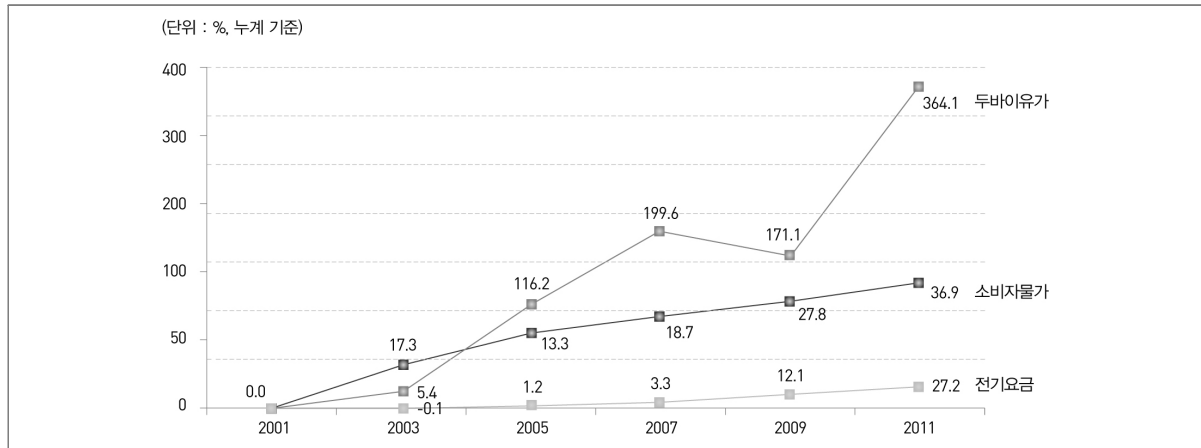


자료 : 한국전력(2013), “KEPCO in Brief” 및 “2012년도 한국전력통계” 데이터를 바탕으로 재구성

■ 우리나라의 전기요금은 타 에너지원 대비 낮은 수준을 유지하고 있으며 이로 인해 전환 수요 발생

- ⚙ 우리나라의 전기요금은 2001 ~ 2011년 기간 동안 약 1.2배 상승하였으며 이는 타 공요금보다 낮은 수준임
- ⚙ 타에너지원 대비 상대적으로 낮은 수준의 전기요금으로 인해 냉난방 설비의 에너지원이 전기로 전환됨으로써 동·하계 최대전력수요 증가의 원인으로 작용

[그림 I-5] 전기요금 상승률 상대비교



자료 : 한전 경제경영연구원(2012), “전기요금과 전력수요”

■ 가정 부문에서는 1인 가구의 증가 등 가구 유형의 변화와 냉난방 및 기타 가전제품의 전열화가 진행되면서 전력수요 증가의 주요 원인으로 작용

⚙️ 근래 우리나라에서 구성원 수에 따른 가구유형의 변화를 보면, 1인가구는 증가한 반면 (86.2%) 4인 이상 가구는 감소 경향(-16.3%, -41.3%)을 나타냄

〈표 I-4〉 가구 및 가구원 수 비교(2000~2012)

연도	총가구수 (천가구)	가구 인원수에 따른 분류(천가구)			
		1인	2인~3인	4인~6인	7인이상
'00	14,312	2,224	5,718	6,235	134
'10	17,339	4,142	7,901	5,218	79
'00대비 증가율	21.2%	86.2%	38.2%	-16.3%	-41.3%

자료 : 통계청 “인구주택 총조사”(2000, 2010)

⚙️ 가구 구성원 수가 감소하여도 기본적인 생활가전, 냉난방 부하의 사용량이 구성원 수와 비례하게 감소하지는 않으므로, 1인가구 수의 증가는 총량적인 전력사용량의 증가 원인이 될 수 있음

⚙️ 위 표에서 볼 수 있듯이 1인가구의 1인당 전력소비량은 4인이상 가구의 2.6배에 달하며 만혼, 생활패턴 변화 등의 트렌드 고려시 1인가구 증가추세는 지속될 전망이다

〈표 I-5〉 가구당/1인당 월 전력소비량 및 가정용 전력소비

구분	전력소비량 (kWh)	가구별 전기요금 (원)	1인당 전력소비량 (kWh/인)	1인당 전기요금 (원/인)
1인가구	264	35,052	264	35,052
2인가구	312	48,731	156	24,365
3인가구	400	75,750	133	25,250
4인가구 이상	401	79,464	100	19,866
평균	344	—	163	—

자료 : 서울연구원(2013), “서울시 가정용 전력소비의 변화요인과 저감방안”¹⁾

■ 기존의 공급 중심의 수급정책의 한계가 노정되면서 매년 전력수급위기 발생

- ⚙ 기존 공급설비 신규 증설 중심의 전력수급 패턴이 지속된 결과, 현재 우리나라에서는 전력 공급 설비를 건설할 수 있는 입지가 부족한 실정이며, 또한 밀양 송전탑 사태에서도 볼 수 있듯이 신규 전원설비를 설치하기 위한 사회적 수용성의 확보도 어려운 상황임
- ⚙ 또한 2011년에 발생한 9·15 정전사태는 전력공급능력의 한계 및 정확한 전력수요 예측 실패로 인해 발생한 사고였으며 그 이후에도 해마다 동·하계 전력피크 발생 시기마다 전력수급위기 발생
 - ≫ 2011년 9월 15일(목) 15시 11분부터 19시 56분까지, 약 4시간 45분간 순환정전된 사태이며, 총 400.8만kW의 정전부하 발생(정전가구 약 753만호)

1) 2013년 3월 5일부터 15일까지, 서울시에 거주하는 만 20세 이상의 성인 남녀 중 가정용 전기요금 관리자 250명을 대상으로 한 조사결과

Ⅱ

해외 수요반응 정책 동향

1 미국

■ 미국에서는 1970년대 석유파동을 겪으며 수요관리 정책이 태동

- ❖ 초기에는 절감량에 대한 전기요금 리베이트 위주로 시행되었으며, 특히 캘리포니아 주에서는 2000년에 발생한 전력위기 이후 ‘20/20리베이트’제도가 가정이나 기업의 절전행동을 크게 촉진시킴

≫ 전년 동월 대비 20% 절감시 해당월의 전기요금의 20%를 환원

■ PURPA²⁾ 및 EAct³⁾의 제정을 통해 일부 주의 전력산업 각 부문에서 점진적으로 경쟁 체제가 도입되며 수요반응 프로그램 다양화를 위한 기반 마련

- ❖ PURPA(1978년)에 의해 발전부문에서의 경쟁체제가 도입되었으며, 1980년 이후 다양한 형태의 발전사업자가 전력시장에 진입

- ❖ EAct(1992, 2005년), Order 8884(1996년)를 통해 송전망 개방 및 전력 도매 시장 부문에서 경쟁이 확대되었고, 각 지역 및 수용가의 전력사용 패턴에 따른 다양한 수요 반응 프로그램이 확산

≫ 특히 2005년의 EAct에서는 FERC가 전력신뢰도기구(Electric Reliability Organization)를 지정, 전력공급의 원활화를 위한 기준을 제정토록 함으로써 수요반응이 피크전력 소비억제 수단으로서 자리매김하게 되었으며, 본격적으로 수요반응 프로그램이 확대되는 계기가 됨.

2) Public Utility Regulatory Policies Act(공익산업규제정책법) : 70년대 석유파동 및 천연가스 수급 불균형으로 인해 발전비용 단가가 상승하게 되면서 효율적인 발전설비 건설 중요성 증대. 이에 따라 신재생 및 열병합발전설비의 확대를 위해 PURPA를 제정. 결과적으로 발전부문 진입규제 완화가 촉진되면서 미국 전력산업을 경쟁체제로 전환시키는 중요한 계기가 됨

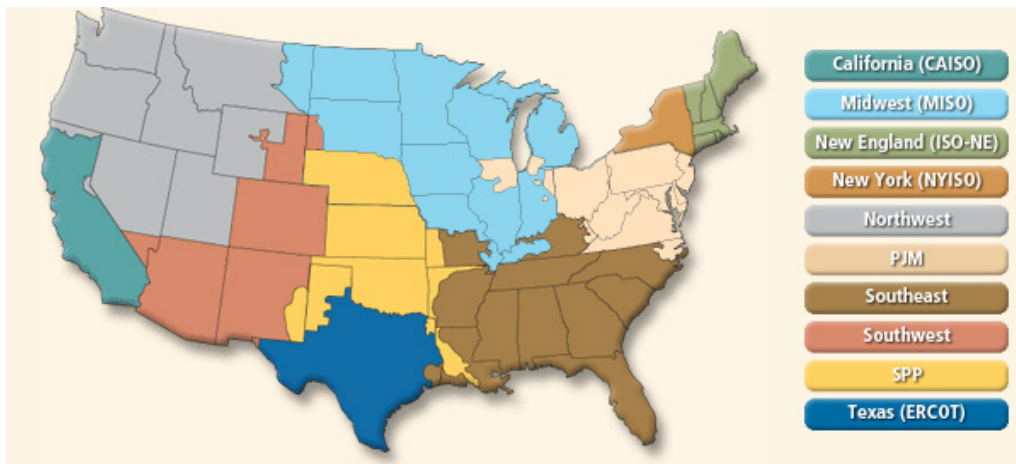
3) Energy Policy Act : 에너지정책법

4) 모든 송전망 소유회사가 도매전력시장에서 발전사업자에 대해 비차별적이고 합리적인 비용에 근거한 요금으로 송전망을 개방할 것을 의무화시킴

■ 현재 미국은 수요반응이 가장 활성화된 나라로, 지역별로 다양한 종류의 수요반응 프로그램을 운영 및 시행하고 있음

⚙ 해당 지역을 관할하는 ISO⁵⁾ 혹은 지역계통운영자인 RTO⁶⁾가 수요예측, 계통운영 및 인센티브 기반의 DR프로그램 시행

[그림 II-1] 미국의 ISO/RTO의 관할 지역



자료 : 미국 연방에너지규제위원회(FERC⁷⁾) 홈페이지

⚙ 미국의 수요반응 프로그램은 크게 인센티브를 제공하여 전력 절감을 유도하는 인센티브 기반 프로그램과, 가격신호를 제공함으로써 최종소비자가 자율적인 판단에 의해 전력을 절감하는 시간대 기반 프로그램으로 구분(FERC, 2012)

5) Independent System Operator: 독립계통운영자, 전력 계통운영을 전담하는 기관

6) Region Transmission Organization : 지역송전망 기구. 송전망을 소유하고 있는 사업자가 소규모로 소유 및 운영해 오던 것을 대규모 송전망으로 통합한 형태

7) Federal Energy Regulatory Commission(연방에너지규제위원회)

〈표 II-1〉 미국의 수요반응 프로그램

구분	프로그램	주요내용
인센티브 기반	Demand Bidding	전력시장에서 가격 및 부하감축량 입찰 참여
	Direct Load control	수용가의 전력기기를 원격으로 강제차단
	Emergency Demand response	비상시 부하 감축 수용가에서 인센티브 제공
	Interruptible Load	수급비상시 요금제 또는 할인약정으로 부하차단 시행
	Load as a capacity Resource	사전에 지정한 부하감축용량을 약정하고 부하감축 시행
	Non-Spinning Reserve	수급불균형 발생시 10분 초과 반응 가능한 수요자원
	Spinning Reserve ⁸⁾	비상상황에서 수 분 내에 반응 가능한 수요자원
	Frequency Regulation	계통운영자의 실시간 신호에 대응하여 부하를 증감하는 수요 반응 프로그램
시간대 기반	Critical peak pricing	한정된 기간 동안 사전에 정해진 요율 및 가격을 부과함으로써 부하감축 유도
	Peak time rebate	피크기간 중 지정된 시간동안 부하감축시 감축량만큼의 리베이트를 받는 제도
	Real-time pricing	전기요금이 실시간으로 변동
	Time-of Use	전력사용량 단위 가격을 시간대에 따라 다양하게 설정하는 제도

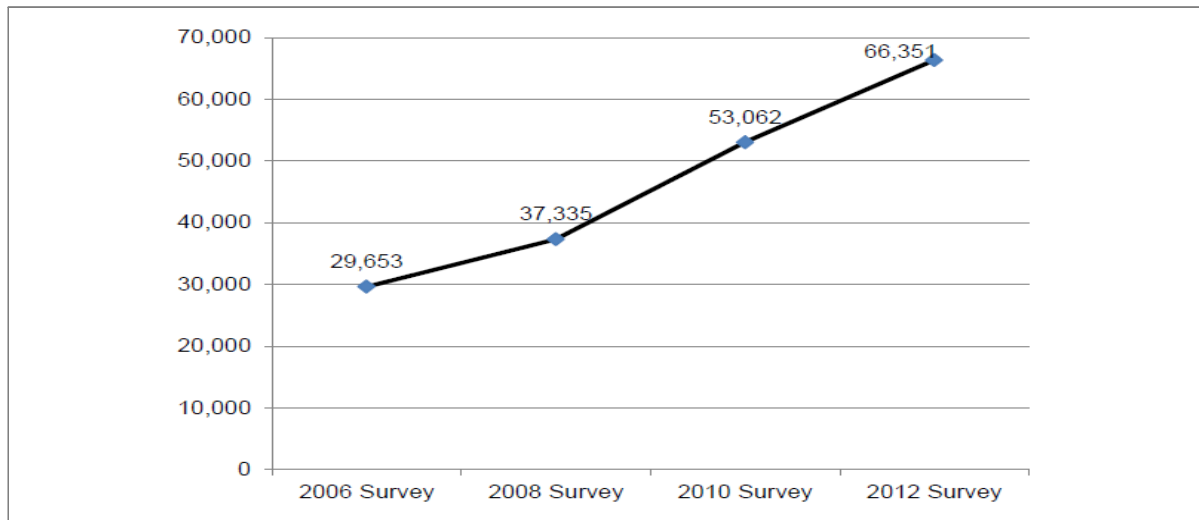
자료 : FERC(2012), "Assessment of Demand Response and Advanced Metering"

■ 미국 내 수요자원은 2006년 대비 2배 이상 증가

⚙ FERC의 조사 결과에 의하면, 미국 내 잠재적 수요자원은 2006년 29,653MW, 2008년 37,335MW, 2010년 53,062MW, 2012년 66,351MW로 매2년간 1.2~1.4배로 증가

8) 순동예비력(Spinning Reserve): 전원 탈락 등 급격한 주파수저하에 대하여 즉시 가동을 개시, 급속히 출력을 상승시켜(10초 정도 이내) 다른 운전예비력이 투입되기까지의 시간 동안 계속하여 자동발전 가능한 공급예비력을 말함

[그림 II-2] 미국의 DR자원(Potential Peak reduction) 추정치



자료 : FERC(2012), "2012 Assessment of Demand Response and Advanced Metering"

■ 2012년도에는 수요자원 대비 30.5%의 감축 실적을 달성

- ⚙ 2012년도 미국의 수요반응 프로그램을 통한 감축실적은 총 20,256MW
- ⚙ 이는 동년 FERC가 조사한 수요자원의 30.5%에 해당하는 양이며 2010년 감축실적인 15,980MW 대비 27% 증가한 양임(FERC, 2012)
- 주택용 소비자에 대해서는 스마트미터기의 도입 확대와 함께 피크요금제를 적용하여 전력수요 절감을 실현(에너지경제연구원, 2013b)
 - ⚙ 캘리포니아 주 북부지역에 전력을 공급하는 PG&E는 스마트 미터기의 보급과 함께 2008년에 피크요금제를 도입하였으며, 2011년 4월 시점에 24,000호의 가정용 소비자가 피크요금제를 적용받았음
 - ≫ 하계 기간(5/1 ~ 10/31)의 14시 ~ 19시 사이에 최대 15회의 피크요금 통지가 이루어지며, 피크 대 비피크 요금의 격차는 최대 11:1까지 설정
 - ⚙ 2010년 한 해 동안 총 13회에 걸쳐 피크가 발생하였으며 평균 14%에 이르는 수요 절감을 달성

2 일본

- 일본에서는 2011년 동북지역 대지진 및 후쿠시마 원전사고 이후 수급위기와 함께 수요 반응의 중요성이 급증
 - ⚙ 대지진 직후 일본에서는 총 54기의 원전이 전면 가동중단 되었으며, 부족분은 노후화된 화력발전소의 재가동 및 절전대책을 통해 전력수급 안정화
 - ⚙ 최근 일본은 제4차 에너지기본계획을 통해 원전을 재가동하는 방향으로 에너지정책을 전환하였으며, 2014년 4월 현재 17기의 원전이 재가동 위한 적합심사를 신청한 상태
- 일본의 수요반응 프로그램은 고객과 사전계약을 맺고 부하를 감축하는 조정계약과, 요금을 통해 자발적으로 전력수요를 조절하게 하는 다양한 전기요금제도의 조합으로 구성

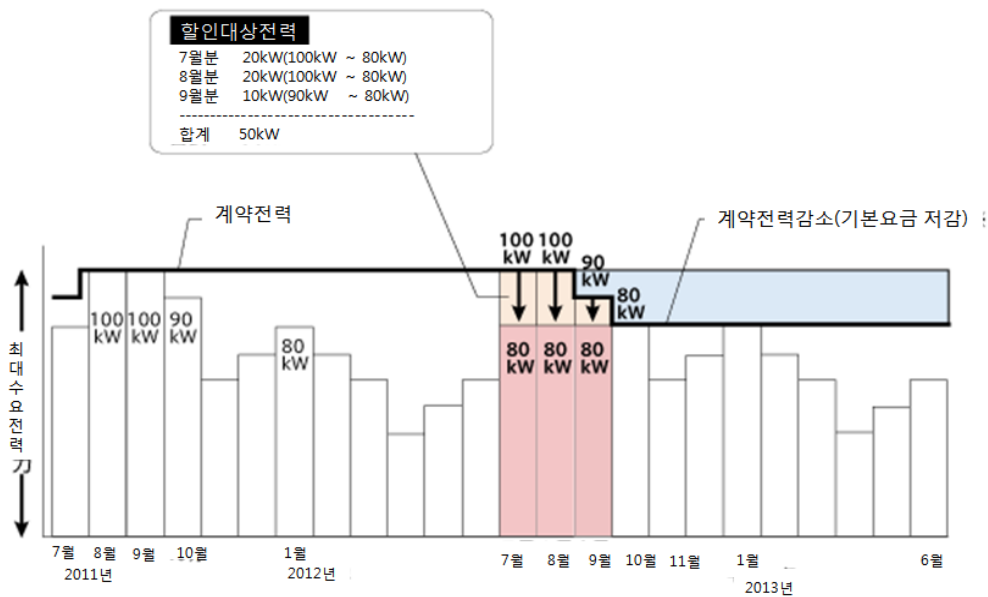
〈표 II-2〉 일본의 수요반응 프로그램

구분	프로그램	주요 내용
조정 계약	계획조정계약	계획조정계약 : 전력의 안정적인 공급을 위해 전력회사와 수용가가 맺는 계약. 본 계약을 맺은 수용가는 할인된 전기요금을 지불하는 대신 수급비상 발생시에는 부하를 감축하고 평일 주간 이외의 시간대나 휴일 등에 계획적으로 부하 이전
	순시조정계약	순시조정계약 : 순시조정계약을 맺은 수용가는 할인된 전기요금을 지불 하는 대신 전력부족 예상시에는 즉시 혹은 1~3시간의 사전 통지 후 전력의 일부를 차단
요금 제도	연료비조정제도	발전연료비의 변동분을 전기요금에 반영
	계시별 차등요금제도	①하계 및 기타 계절별, ②시간대별(피크, 주간, 야간)로 차등화된 요금 제도
	심야전력요금제도	23시~7시까지의 별도의 요금체계 적용
	계약전력조정	사용 전력의 감축분을 반영하여 전기요금 할인

자료 : 일본 경제산업성 홈페이지 및 에너지경제연구원(2013) 자료를 활용하여 재구성

- ❊ 일본의 수요반응 요금제도 중에는 발전연료비가 최종소비자가 지불하는 전기요금에 반영되는 연료비 조정제도가 있으며, 이는 현재 우리나라에서는 도입되고 있지 않음
 - ❊ 또한 일본에서는 일반적으로 해당 수용가의 연간 최대수요전력을 계약전력으로 설정하여 1년간의 전기요금이 결정되나, 전력피크가 발생하는 하계기간(7~9월)동안 각 월의 최대수요전력이 계약전력을 초과하지 않을 경우 그 차이만큼 전기요금을 할인해 주는 계약전력조정제도를 시행
- ≫ 아래 그림에 따르면 2012년 7월부터 9월까지의 최대전력수요가 80kW였으므로 익월인 10월부터는 신규 계약전력이 80kW로 변경

[그림 II-3] 일본의 계약전력조정 제도



자료 : 경제산업성 홈페이지를 바탕으로 편집

3 유럽

- 유럽에서는 수요반응의 중요성이 최근 부각되면서, 수요자원의 전력시장 참여를 확대해야 한다는 목소리가 높아지고 있음(KEMRI, 2014)
 - ⚙ 유럽의 경우, 신재생에너지 발전설비의 증가로 인한 계통불안정화를 방지하고 신뢰도를 높이기 위해 DR자원을 예비력으로 활용하는 측면이 큼
 - ⚙ SEDC⁹⁾는 수요자원의 전력시장 참여 확대 및 효과적인 방안으로서 ①수요관리사업자의 육성, ②전력시장에 수요자원을 참여시킴으로써 발전용량과 동등하게 거래하는 시스템 구축, ③수요자원의 감축실적 평가방법 구축, ④감축에 대한 적절한 보상체계 마련을 제시
- 영국의 경우 전력수급 비상상황 발생에 대비하여, 계통 신뢰성 확보를 위한 균형메커니즘(Balancing Mechanism)을 운영하고 있으며, 이 제도 하에 4가지 프로그램을 운영
 - ⚙ 영국에서는 수요자원의 활성화가 송배전 계통 등 전력공급인프라의 구축비용을 절감하는 기능을 한다는 인식 하에, 공급운영설비(Utility 등)의 운영비용으로 조성된 펀드에서 수요자원의 감축실적에 대해 보상을 제공

〈표 II-3〉 영국의 부하관리(Balancing Mechanism)

구분	Frequency Control DR	Firm Frequency Response	Fast Reserve	Short Term Operating Reserve
반응시간	2초 이내	30초 이내	2분 이내	4시간 이내
감축시간	30분 이상	10분 이상	15분	
감축용량	3MW이상	10MW이상	50MW이상	3MW이상

자료 : 에너지경제연구원(2013a), "산업부문의 전력수요관리정책 추진방향에 대한 연구"

9) Smart Energy Demand Coalition : EU지역 내에서 수요관리, 지능형전력망, 에너지관리 서비스 등을 수행하는 사업자들의 협회

■ 프랑스는 전력시장 구조개편을 통하여 수요관리 확대 시행을 위한 기반 마련(에너지경제연구원, 2013a)

- ❁ 프랑스는 계통운영 기관인 RTE가 수요자원 시장인 Balancing Market을 개설, 산업용 수용가를 중심으로 수요자원을 확보하였으며 향후 가정 부문(주거용) 수용가를 대상으로 수요자원 확대 예정
 - ≫ Balancing Market에는 수급비상시 1시간 이내로 대응하는 시장과 13분 이내로 긴급대응하는 두 가지 시장이 있으며, 2014년 4월 현재 약 3,000만 유로의 시장 규모를 가지고 있음
- ❁ 또한 프랑스는 2010년에 전력시장 개혁을 위한 법률을 제정, 수요관리 시행을 위한 용량 시장¹⁰⁾을 구축 중이며 2016년 완료 예정
 - ≫ 용량 시장을 통해 전력판매 사업자가 보다 안정적으로 수요자원을 확보 및 거래가 가능해질 전망이며 시장 규모는 약 4억 유로 전망
- ❁ 주택용 수요자의 수요반응 제도로써, 국영전력회사인 EDF가 피크요금제인 ‘Tempo Tariff’를 1996년 도입하여 현재 약 40만에 달하는 소비자가 이를 적용
 - ≫ ‘Tempo Tariff’는 세 가지의 요금체제로 구분되며, 소비자는 해당하는 요금에 따라 색깔이 변화하는 플러그인 장치 혹은 전화나 인터넷 등을 통해 다음날 적용되는 요금을 전일에 통보받을 수 있음

〈표 II-4〉 프랑스 ‘Tempo Tariff’의 요금체계

구분	피크요금 (cent/kWh)	비피크요금 (cent/kWh)
푸른색	3.8	3.0
흰 색	7.8	6.5
붉은색	35.5	12.4

자료 : 에너지경제연구원(2013b), “선택적 전력요금제의 소비자 후생변화 분석”

10) 전력판매사업자 등에게 일정량의 발전설비용량 혹은 수요자원용량을 확보하도록 하여, 확보된 발전설비용량 혹은 수요자원용량의 여유분이나 부족분을 거래할 수 있도록 하는 시장

4 해외 수요반응 정책의 시사점

- 미국은 각 지역을 관할하는 ISO 및 미국 내 약 3,000여 개를 상회하는 지역배전업체를 통해 다양한 종류의 수요반응 프로그램을 제공하고 있으며, 전세계적으로 가장 수요반응이 활성화된 국가임
 - ⚙ 산업, 상업 및 가정 부문 수용가의 수요반응 프로그램 참여가 많아지면서 수요자원 및 실적이 증가하고 있으며, 따라서 부하를 매집하는 수요관리사업자(Load aggregator) 사업 또한 활성화
- 수요자원을 전력시장에서 발전자원과 동등하게 거래하도록 하는 제도는 미국에서 이미 시행 중이며, 유럽에서도 이에 대한 필요성이 대두되고 있음
 - ⚙ 미국에서는 수요자원과 발전자원의 시장거래를 통해 수요자원을 확보하고 수요관리사업자의 비즈니스 모델을 구축
 - » 그 중 동부 일부지역을 관할하는 PJM은 수요자원 시장을 가장 활발하게 운영하고 있으며, 이를 통해 60여 개의 수요관리사업자가 전력수요자원을 매집하여 발전자원과 동등하게 전력시장에서 거래하고 있음
 - » 2008년 기준으로 미국 전역에서 약 41GW가 수요자원 시장에 참여하였으며 이는 피크 부하의 5.7% 수준(박종배, 2011)
 - ⚙ 유럽에서도 기존에는 발전설비 위주의 전력시장 제도로 인해 수요자원의 참여가 어려웠으나, 신재생 설비 확대에 따른 계통안정 필요성이 증가함에 따라 수요자원 확대를 위한 전력시장 개편이 전망됨
- 주택용 소비자에 대해서는 가격정보를 미리 알 수 있는 장치를 통해 정보에 대한 접근성을 높이는 것이 관건
 - ⚙ 미국과 프랑스의 사례에서 볼 수 있듯이, 스마트미터 혹은 플러그인 장치를 통해 소비자가 전기요금에 대한 정보를 미리 인지하여 자발적으로 전력을 절감할 수 있게 하는 구조가 주택용 소비자의 수요반응 참여를 높일 수 있는 핵심임

Ⅲ

국내 수요반응 정책 동향

1 국내 수요반응 정책 현황

- 전력소비의 증가 및 수요자원의 중요성 증대에 따라, 정부에서도 최근 수요관리를 중심으로 하는 새로운 정책 패러다임을 제시
 - ⚙ 정부는 2013년 8월, 범부처 차원에서 ‘창조경제 시대의 ICT 기반 에너지 수요관리 신시장 창출방안’을 발간하였으며 금년 2월에는 ‘제2차 에너지기본계획’을 통해 시스템적이고 체계적 수요관리 정책¹¹⁾의 시행을 강조
 - ⚙ 2014년 1월에 발간된 제2차 에너지기본계획에서는 신정책 패러다임으로서 ICT를 활용한 시장중심의 체계적 수요관리를 확대할 것을 언급
 - ⚙ 이에 따라 4월 29일, 전기사업법 개정안이 통과되면서 수요자원이 전력시장에서 거래될 수 있는 법적 기반 마련

[그림 Ⅲ-1] 수요관리 중심의 신정책 패러다임

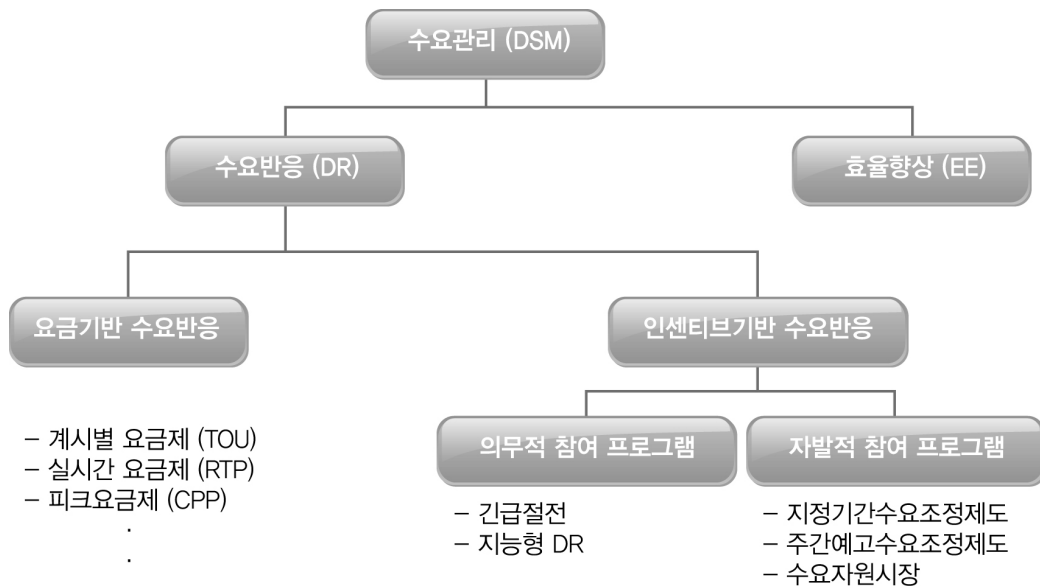
	現정책 패러다임	新정책 패러다임
정책목표	· 공급중심 정책	· 수요관리 우선 정책
추진방향	· 공급부족을 메우기 위한 사후적 수요관리 · 캠페인 · 홍보, 실내온도 제한 등 일시적 부하관리	· 합리적 수요관리를 통한 공급자원 확충 부담 경감 · ICT 활용, 체계적 수요관리
사업방식	· 정부 재정지원 중심	· 시장 중심

자료 : 산업통상자원부(2014), “제2차 에너지기본계획”

11) 시스템적 수요관리 : 실내온도 제한 등 일시적 절전규제에서 벗어나 ICT 및 과학기술을 활용한 근본적 수요관리

- 우리나라에서 수행하고 있는 수요반응 제도는 크게 요금기반 수요반응과 인센티브 기반 수요반응으로 구분

[그림 Ⅲ-2] 수요관리 제도체계



자료 : 한국전력공사 수요관리 고객포털 자료 인용, <https://www.kepco.co.kr/dsm/>

- ⚙️ 요금기반 수요반응 : 선택적 전기요금제도를 이용하여 소비자가 전기요금 절감을 위해 전기사용 패턴을 자발적으로 조절하는 간접방식의 수요관리 방식
- ⚙️ 정부는 2010년 스마트그리드 국가 로드맵을 발표하였으며, 다양한 수요반응 요금제 도입 기반을 구축하기 위해 2020년까지 전체 수용가에 대한 스마트미터 및 양방향 통신 시스템을 구축할 것을 명시하였음
- ⚙️ 일반용, 산업용 수용가 대상으로는 시간대별, 계시별 차등요금제가 적용이 되고 있으나, 주택용 수용가는 누적소비전력량에 따른 누진요금제도만 시행이 되고 있음. 향후 차등 요금제, 피크요금제 등의 도입 위한 기반 마련을 위해 2020년까지 주택용 수용가까지 스마트미터 보급이 완료될 전망이다(산업통상자원부, 2013)

- » 기본요금 피크연동제 : 연중 최대전력을 기준하여 기본요금을 부과함으로써 전기요금 절감을 위해 고객 스스로 최대수요를 억제하도록 유도하는 요금제. 매월 기본요금 산정은 하계(7~9월) 및 동계(12~2월) 피크 중 높게 시현된 피크를 기준으로 계산되며 피크가 한 번 높게 시현되면 1년 동안 높은 기본요금을 부담하게 되는 구조
 - » 시간대별 차등요금제도 : 하루를 경부하, 중간부하, 최대부하 시간대로 구분하여 전기요금을 차등 적용
 - » 계절별 차등요금제도 : 전력소비가 많은 계절과 적은 계절을 구분하여 전기요금을 차등 적용함으로써 특정계절에 집중되는 전력수요의 절감을 유도하는 제도.
- » 인센티브 기반 수요반응 : 의무적 참여 프로그램과 자발적 참여 프로그램으로 구분. 참여하고자 하는 감축용량을 사전에 약정하고, 약정한 조건 또는 약정 감축시간만큼 감축을 시행하는 의무적 감축프로그램(지능형DR, 긴급절전)과, 사전 약정된 가격 또는 경매제도에 의해 정해진 가격으로 정산할 수 있는 자발적 프로그램(수요자원시장, 주간예고 수요조정제도 등)으로 구분 가능
 - » 지정기간 수요조정제도 : 여름철 전력수요가 집중되는 기간에 전력 피크를 억제하고 전기 사용량을 분산하기 위한 제도로써, 일정수준 이상 전력사용을 줄이는 경우 지원금을 지급하는 부하관리 프로그램
 - » 주간예고 수요조정제도 : 전력수요가 집중되는 기간에 고객 스스로 자신의 전기 사용량을 줄여 요금절약을 꾀하기 위한 부하관리 프로그램으로서, 전력수급상황을 고려하여 전주 금요일과 시행 주 월요일에 시행기간 및 시행시간을 예고하였을 경우 지원금을 지급
 - » 긴급절전 수요조정제도(직접부하제어) : 전력수급 불균형 상황발생에 대비하여 사전에 한전과 고객이 약정을 체결하고 전력수급 악화시 한전의 요청에 의하여 고객이 일정수준 이상 전력 사용을 줄이는 경우 지원금을 지급
 - » 수요자원시장 : 수요자원시장에 사전 등록된 고객들이 거래소의 시장개설 통보에 따라 인터넷을 통해 감축용량과 가격을 입찰하고 경매에서 낙찰된 시장가격과 실제 감축한 전력량 실적에 따라 지원금이 지급되는 수요관리제도. 하루전에 시장개설을 통보하는 하루전시장과 감축 당일 3시간전에 시장 개설을 통보하는 한 시간 전 시장으로 구성되어 있음

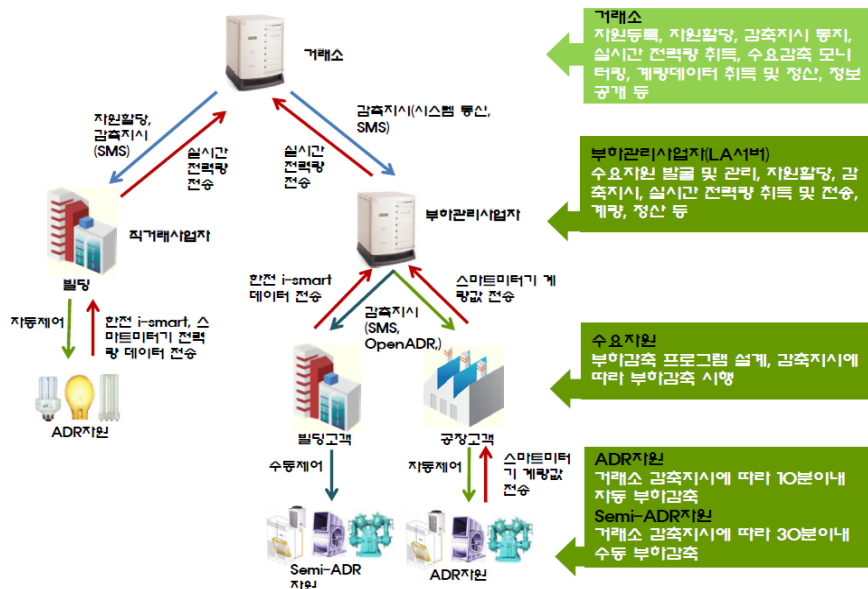
[그림 Ⅲ-3] 수요자원시장 운영 프로세스



자료 : 전력부하관리포털, <https://www.kdrm.or.kr/>

- » 지능형 DR : 전력거래소가 요청하는 시기에 전력사용량을 줄이면 보상을 받는 의무적 참여제도로써 고객이 감축 가능한 수요량을 계약하고 거래소의 지시에 따라 수요를 감축하면 이행이 되는 제도. 본 제도를 통하여 수용가에 지급되는 인센티브는 용량정산금과 감축지원금이 있으며, 약정 불이행(90% 미만 감축) 시 용량정산금을 감축하게 됨.

[그림 Ⅲ-4] 지능형 수요관리 개념도



자료 : 한국전력거래소(2013), “2013년 지능형 수요자원시장”

〈표 Ⅲ-1〉 인센티브 기반 수요반응 프로그램 비교

구분	지정기간 수요조정제도	주간예고 수요조정제도	수요자원시장	직접부하제어	지능형 DR
시행시기	피크부하시 (하계 15~20일간)	피크부하시 (예비력:450만kW미만)	피크부하시 (예비력:450만kW미만)	수급경보 주의 (예비력:300만kW미만)	피크부하시 (예비력:450만kW미만)
자원등록 기준	300kW이상	300kW이상	300kW이상	300kW이상	100kW이상
주요 대상	산업용	산업용	산업용	산업용	소규모 산업용/ 일반용
통보시점	2개월 전	전주 금요일 ~ 전일	전일 15시 ~ 3시간전	발생 시	1시간 전
참여의무	자율	자율	자율	의무	의무
모집주체	한전	한전	전력거래소/ 수요관리사업자	한전	수요관리사업자
지원방식	실적급	실적급	실적급	고정급+실적급	고정급+실적급
가격결정	약정	약정	입찰에 의한 가격경쟁	약정	입찰에 의한 가격경쟁
지원단가 (원/kWh)	560원~680원/kWh	540원(5일전) ~ 900원(하루전)/kWh	1,072원/kWh (2011년 실적)	기본급 연간 2,000원/kW 실적급 최대 3,400원/kWh	기본급 연간 64,000원/kW 실적급 최대 550원/kWh

자료 : 전력거래소(2013), “2013년 지능형 수요자원시장”

2 국내 수요반응 정책의 시사점

- 수요반응 제도의 참여자원 및 감축 실적은 연간 증가 추세에 있으며, 특히 전력거래소가 운영하는 수요자원시장의 경우 수요자 간 경쟁 확대로 인해 가격이 하락추세임
 - ⚙️ 한전에서 운영하는 주간예고제의 경우, 2010년 1,389MW에서 2011년 1,534MW로 감축실적 증가
 - ⚙️ 수요자원시장의 감축실적은 제도가 도입된 2009년에 394MW이었으나 해마다 증가하여 2010년 513MW, 2011년 690MW로 증가하는 한편, 수요자 간 경쟁체제가 효과를 나타내면서 시장가격은 2009년 kWh당 1,157원에서 2010년 1,072원, 2012년 947원으로 하락 추세를 보이고 있음
 - ⚙️ 또한 2012년에 도입된 지능형DR의 경우, 동년 하계(7~8월)에 행한 Pilot program에서 총 457개 업체 45MW의 용량이 참여하였으며, 주로 상업용 빌딩, 마트, IDC센터 등 일반용 수용가가 참여
 - ⚙️ 하계 기간동안 총 6회에 걸쳐 시행한 Pilot program 결과, 전력피크 시간대인 14~16시 동안 의무감축량 대비 평균 1.5배 많은 부하감축 성과를 달성

〈표 Ⅲ-2〉 수요반응 Pilot Program 결과

No.	감축지시일	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00
의무감축량(달성률)		32,389kW	32,389kW	15,000kW
1st	7/25	41,838 (129%)	43,127 (133%)	16,767 (112%)
2st	7/26	38,774 (120%)	40,626 (125%)	15,562 (104%)
3st	7/27	38,482 (119%)	39,388 (122%)	16,031 (107%)
4st	8/6	47,624 (147%)	48,491 (150%)	15,091 (101%)
5st	8/7	54,889 (169%)	58,129 (179%)	17,580 (117%)
6st	8/9	57,417 (177%)	57,514 (178%)	16,432 (110%)
평균		46,504 (144%)	47,879 (148%)	16,244 (108%)

자료 : 전기연구원(2013), "DR Resource, Implementation and roadmap in Korea"

⚙ 2013년도 지능형 DR 참여 수요자원은 총 95GW(701개소)로서 전년 대비 2배 이상 증가

〈표 Ⅲ-3〉 2013년도 지능형 DR 참여자원

구분		계약용량(kW)
산업용	소형(104개)	27,171
일반용	빌딩(32개)	2,375
	대학교(2개)	160
	리조트(4개)	5,590
	마트(310개)	17,362
	사우나(120개)	8,696
	연수원(3개)	205
	통신서비스(102개)	28,396
	휴게소(6개)	156
	터미널(1개)	1,398
	기타(4개)	1,162
	아파트(13개)	1,858
합계	701개	94,529

자료 : 김두중(2014), “지능형 DR의 현황 및 전망”

■ 수요자원 시장을 포함한 각종 수요반응 정책은 현재까지 전력시장과 별도로 분리되어 운영되었으며, 관련 예산은 전력산업기반기금에 의존해 왔기 때문에 수요자원의 확대와 관련 사업의 성장에는 한계가 있었음

⚙ 수요반응에 참여하는 수용가 및 부하관리사업자는 전력 감축실적에 따라 전력산업기반기금에서 지원을 받는 구조이나, 최근 전력산업기반기금에서 수요반응 제도에 대한 지원금이 줄어들고 있는 추세

〈표 Ⅲ-4〉 수요반응 예산 추이

(단위 : 억원)

구분	2012년	2013년	2014년
지정기간제	205	152	—
주간예고제	2690	1019	100
수요자원시장	443	374	66
지능형DR	15	72	57

자료 : 김두중(2014), “지능형 DR의 현황 및 전망”

- ⚙️ 전기사업법 개정안이 통과되면서 수요자원이 전력시장에서 거래될 수 있는 법적 기반이 마련되었으며, 따라서 수요관리사업자의 참여 및 사업 운영상의 안정성을 확보할 수 있는 추가 조치가 필요
- 스마트미터의 보급은 2012년 말 시점에서 고압고객 대상¹²⁾으로는 완료가 되었으나 저압고객은 다소 지연되고 있는 현황(산업통상자원부, 2013)
 - ⚙️ 고압고객은 스마트미터의 보급이 완료되었으며(17만호) 저압고객은 핵심부품 수급문제로 2012년 말 3.3% 보급(1,914만호 중 62.5만호)
 - ⚙️ 스마트그리드 보급 촉진을 위해 2017년까지 전국 전력량계의 80%를 AMI로 전환, 민수용 전력량계 포함하여 2020년까지 보급 달성 목표 설정

12) 고압전기를 공급받아 자체적으로 220V 혹은 380V로 변압 후 사용하는 고객, 주로 대규모 공장이나 빌딩 등이 포함됨

IV 시사점 및 결론


- 현재의 전력거래시장은 발전자원만 거래가 가능하므로, 수요자원의 확대 및 신규 비즈니스의 창출을 위해서는 수요자원도 거래가 가능하도록 전력거래시스템의 개선 필요
 - ✱ 현재 수요반응 정책은 한정된 예산(전력산업기반기금) 내에서 사업을 운영하므로, 신규 부하관리사업자의 참여가 제한적이며 수요자원의 확대에도 한계 노정
 - ✱ 수요자원이 전력시장에 통합될 경우 정부 예산에 의존하지 않고 합리적인 시장가격에 의한 거래가 이루어지므로, 부하관리사업자의 참여가 확대될 수 있음
 - ✱ 최근 수요자원의 전력시장 거래를 주요 내용으로 하는 ‘전기사업법 개정안’이 통과되어 법적 근거가 마련되었으므로(4/30), 부하관리사업자의 참여 활성화를 위해 ‘전력시장 운영규칙’의 개선 등 세부 하위규정 마련이 필요
- 일반용 및 소규모 산업용 전력수용가에 대한 수요자원 확대를 위해, 각 부하패턴을 감안한 다양한 DR프로그램의 도입 필요
 - ✱ 기존의 수요반응 정책은 계약용량 300kW 이상의 대규모 산업용 수용가가 주요 참여자였으나, 2012년 7월 지능형DR의 도입을 계기로 일반용 및 300kW이하의 소규모 산업용 수용가도 참여 가능
 - ✱ 일반용, 소규모 산업용 수요자원을 확보하기 위해 산업군 별로 다양한 전력소비패턴을 반영한 DR프로그램을 도입하는 것이 바람직
- 주택용 전력소비자에 대한 수요자원 확보를 위해, 스마트미터의 보급과 함께 수요반응형 요금제의 확대 필요
 - ✱ 주택 부문에서도 가구형태의 변화, 냉난방 기기 및 전열화 등에 의해 전력수요가 증가하고 있으며, 기존의 누진제로는 전력수요 감축에 한계
 - ✱ 따라서 스마트미터의 보급과 함께 피크요금제, 차등요금제 등 수요반응형 요금제를 도입하여 주택 부문의 전력수요 감축 필요

참고문헌

- 2012년도 한국전력 통계(2013)
- 김두중, “지능형DR의 현황 및 전망”(2014)
- 김지희, “스마트그리드 환경 하에서 국내외 수요반응 운영 및 관련 기술 동향”(2012)
- 김현숙, “전력산업 구조개편 방식과 정부의 규제”(2007)
- 박종배, “상시 수요반응 시장과 스마트그리드”(2011)
- 박종배, “전력수요반응(DR) 프로그램 동향과 전력IT 활용에 관한 연구”(2005)
- 전기연구원, “DR Resource, Implementation and roadmap in Korea”(2013)
- 전기연구원, “실시간 전력수요자원 운영시스템 개발”(2012)
- 정보통신산업진흥원, “스마트미터 추진 동향 및 시사점”(2011)
- 지능형전력망협회, “스마트그리드 AMI 기술동향 보고서”(2012)
- 산업통상자원부, “제2차 에너지기본계획”(2014)
- 산업통상자원부, “2013년도 지능형전력망 시행계획(안)”(2013)
- 산업연구원, “전력산업 구조개편과 민영화”(2002)
- 서울연구원, “서울시 가정용 전력소비의 변화요인과 저감방안”(2013)
- 에너지경제연구원, “산업부문의 전력수요관리정책 추진방향에 대한 연구”(2013a)
- 에너지경제연구원, “선택적 전력요금제의 소비자 후생변화 분석”(2013b)
- 에너지경제연구원, “수요관리형 선택요금제 해외 운영사례 조사분석을 통한 국내 도입방안 연구”(2009)
- 에너지경제연구원, “에너지수요관리 혁신 및 정책 거버넌스 개선방안 연구”(2012)
- 에너지경제연구원, “해외 전력시장의 수요반응 동향”(2008)

- 이근대, “전력시장 개선방안”(2013)
- 이재협, “기후변화의 도전과 미국의 에너지법정책”(2011)
- 한국수출입은행, “스마트그리드 시장 현황 및 전망”(2012)
- 한국전력, “KEPCO in Brief”(2013)
- 한국전력거래소, “2013년 지능형 수요자원시장”(2013)
- 한국조세연구원, “주택용 전기요금의 현황과 개편 방향”(2013)
- 한전 경영연구원, “전기요금과 전력수요”(2012)
- 한국환경정책평가연구원, “수요관리에 기반한 지속가능한 에너지 정책 연구”(2004)
- FERC(Federal Energy Regulatory Commission), “Assessment of Demand Response and Advanced Metering”(2012)
- IEA, “Energy Balances of OECD Countries”(2012)
- OECD/IEA, “Energy Prices & Taxes”2010
- PJM, “Emergency Demand Response Performance Report”(2012/2013)
- CRIEPI, “米国における需要反応プログラムの実体と課題”(2006)
- KEMRI(한전 경제경영연구원), “Weekly Report 14.2.10”(2014)
-
- 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)
- 전력부하 관리 포털(<https://www.kdrm.or.kr/>)
- 수요관리 고객포털 홈페이지(<https://www.kepc.co.kr/dsm/>)
- 일본 경제산업성 홈페이지(www.meti.go.jp)

Green Tech Review 2014-APRIL-01

-  **저자소개** 손범석 연구원
GTC 정책연구부
전화 02-3393-3936
sonbs@gtck.re.kr
-  **발 행** 2014년 4월
발 행 인 성창모
발 행 처 녹색기술센터(GTC)
서울특별시 중구 충무로 3가 60-1
남산스퀘어 17층
-  **인 쇄 처** (주)나모기획 (02-503-5454)



Green Tech Review
2014 APRIL vol.01