

스마트에너지 시대를 이끄는 스마트 디바이스들

박병화

EnHuv, Inc.

요약

2015년 12월12일 제 21차 파리 기후 변화 협약에 195개국이 참여하여 온실 가스를 현재 배출분의 90%로 감축하기로 약속하였으며, 한국은 2030년 목표 배출량 절감을 37%로 설정하였다. 미국은 전력 에너지 사용량이 가장 많은 거주용 전력과 상업용 전력을 절감하기 위해 다양한 전력 가격 정책을 책정하여, 스마트 미터와 연동되어 에너지를 절감할 수 있는 디바이스들이 출현하게 되었다. 이 글에서는 스마트 온도 조절기와 스마트 가전이 어느정도 에너지 절감효과를 갖는지 알아본다.

I. 서론

2015년 12월 12일 제 21차 파리 기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서 신 기후 변화 체제인 파리협정(Paris Agreement)이 채택되었다. 파리협정은 미국과 중국을 제외한 일부 선진국들에게만 온실가스 감축 의무를 부담 지웠던 교토 의정서(1997)와는 달리, 선진국과 개발도상국들을 총 망라한 195개국이 참여하고, 참여국가들의 온실가스 배출 목표량 또한 현재 전세계 배출량의 약 90%에 이르는 등 많은 면에서 보완이 이루어졌다. 하지만, 향후 각국의 협정 비준, 감축 목표의 조정, 감

축의무 이행확보 수단, 그리고 개발 도상국에 대한 재정 지원 등 산재한 과제를 남겨 두고 있다.

한국의 경우 국무회의에서 2030년 목표를 “Business as usual”(BAU) 배출량의 37%를 감축하기로 확정하였다. 산업계에서는 제조업 위주의 경제구조와 이미 세계 최고수준인 에너지 효율 등을 고려하여 감축부담을 완화하고자 노력하였으나, 정부는 시민단체와 UN등 국제사회의 여론을 수렴하여 다소 과감한 목표를 확정하였다[1].

온실가스는 에너지(연료연소)분야에서 대략 80%정도 배출된다. 따라서, 연료연소 부분, 특히 발전부분에서의 큰 감축이 요구되고 있다. 이에 따라 경제원리에 따라 자연스럽게 소비자의 절약을 유도할 수 있도록 수요 반응 기기와 적절한 가격 정책 기반을 갖추고, 발전 분야에서 화석 연료가 아닌 신재생에너지로 생산함은 물론 국내 석유 수요의 2/3를 담당하고 있는 수송 분야에서 전기자동차 및 수소 연료 전지 자동차로 대체하는 시나리오를 적극적으로 수용하여야 우리 나라가 약속한 BAU 37%를 달성할 수 있을 것으로 전문가들은 판단하고 있다. 이러한 의견을 바탕으로 정부에서는 에너지 신산업 시장지원 및 에너지 신산업 육성 특별법 제정 등을 추진하고 규제보다는 시장과 기술을 통해 산업계가 자발적으로 온실가스 감축 노력을 할 수 있도록 제도개선 및 규제정비 계획을 발표하였다.

II. 본론

1. 선진국의 주거용 전력 절감 노력

파리에서 195개국이 탄소 배출 절감에 서명하였다고 해도 사용자들, 특히 평소처럼 비즈니스를 진행하는(Business as usual)의 Business측에서 과연 이에 대해 얼마나 심각성을 갖고 있는지 생각해 볼 필요가 있다. 한국의 경우BAU 37% 절감, 즉 평소처럼 비즈니스를 하는 에너지 소비량의 37%를 줄이는 것은 대한민국 에너지의 어느 섹터가 가장 열심히 해야할 지에

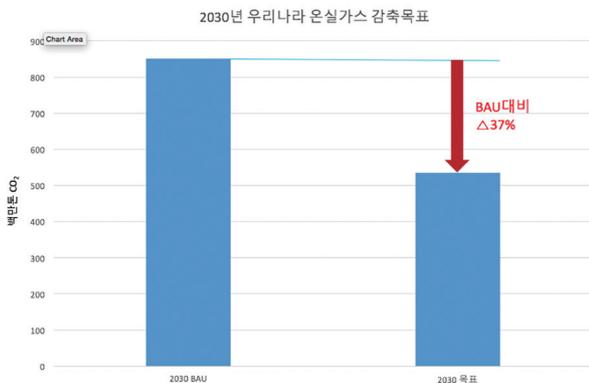


그림 1. 2030 파리 협정의 한국 CO2배출 절감목표

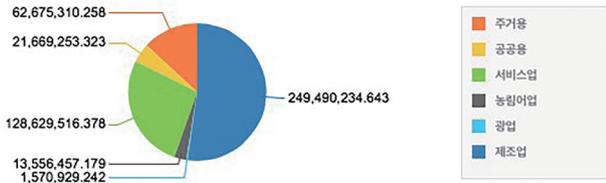


그림 2. 2013년 한국전력 용도별 판매전력량 구성비[2]

대해 알아보기 위해 <그림 2>를 참조하도록 하자.

<그림 2>의 한국의 전력사용량 표에 따르면 제조업이 절반가량, 그리고 서비스업이 그 뒤를 잇고 있다. 전력 뿐 아니라 전체적인 최종 에너지 소비 현황을 보면 제조업부분에서 62.3%를 사용하고, 가정/상업 부분에서 17.8%, 수송 부분에서 17.7%를 사용하고 있어, 전력 이외의 타 에너지원 또한 제조업에서 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타나고 있다[3].

한편 일본, 미국 등 선진국의 경우는 전혀 다른 양상을 나타내고 있다.

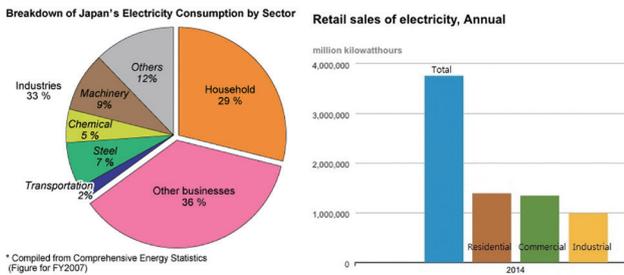


그림 3.일본과 미국의 분야별 전력 사용량 비교(좌:일본, 우:미국)[4][5]

<그림 3>에서는 미국과 일본의 분야별 전력 사용량을 비교하였다. 제조업 기반의 수출 지향적 산업 구조를 가지고 있는 일본의 경우는 제조업과 서비스업, 그리고 가정용 전력 소비가 대략 균형을 맞추고 있다. 반면, 서비스업 위주의 미국의 판매 전력량 그래프를 보면, 오히려 주택용 전기가 가장 많고, 서비스업 그리고 산업용 전기 순으로 산업구조에 맞게 변하고 있다. 각국은 그 처한 환경에 따라 효과적으로 탄소배출량 감축을 유도할 수 있는 정책을 정부에서 발표하며, 산업계는 그 정책에 효과적으로 대응할 수 있는 기술과 제품을 내어 놓고 있다.

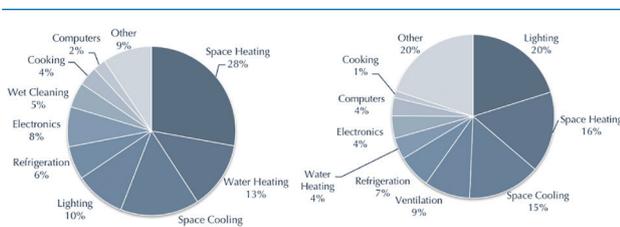


그림 4. 미국의 전력사용 용도별 현황(좌: 주거용, 우:상업용)[6][7]

<그림 4>에서는 미국의 주거용, 상업용 전력의 용도별 사용 현황을 보여주고 있는데, 모두 공조 설비가 사용하는 전력양이 전체의 30%이상을 차지함을 볼 수 있다. 공조, 특히 냉방설비는 여름철 첨두 부하를 높이는 가장 큰 요인이며, 이를 효과적으로 통제하기 위해 오후 특정 시간대에 가장 전력 요금이 비싸지는 시간별 차등 요금제(Time-Of-Use : TOU)를 운영하고 있다. <그림 5>에서는 캘리포니아의 전력회사인 PG&E의 일반적인 하계 TOU 가격 분포에 대해 보여주고 있다. 평일 전력요금을 Off-Peak, Partial-Peak, 그리고 PEAK 세가지로 나누어 첨두부하의 전력생산 요금을 반영한 가격제를 시행하여 첨

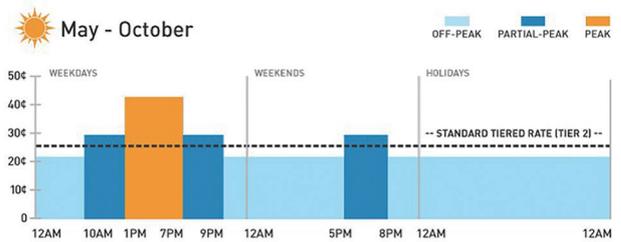


그림 5. 미국 캘리포니아 PE&E의 Time-Of-Use 요금제 예시[8]

두부하 감축을 유도하고 있다.

이러한 정책에 대응하여 심리적으로 가장 큰 영향을 미치는 냉난방 기기를 효과적으로 사용하여 전기요금을 낮추어 주는 스마트 기기들이 출현하고, 동시에 가장 전력소모가 많아지는 오후에 가장 발전량이 많아지는 태양광 발전소들이 대거 설치되었다. 일본의 경우 제조업에서의 에너지 효율화를 위해 고효율 인버터나 회생 장치 등 산업용 에너지 절감 기기들이 발전하였다. 이 글에서는 빅데이터와 인공지능을 바탕으로 전력의 효율적인 활용을 유도하는 스마트 온도 조절기와 스마트 가전기기를 통해 다양한 에너지 절감형 스마트 디바이스에 대해 살펴 보면서 범 지구적인 다양한 탄소저감노력을 알아보겠다.

2. 스마트 온도 조절기 : 구글 네스트

2014년 구글은 32억불이라는 큰 돈(이는 구글이 유튜브를 산 가격의 두배)을 들여 네스트 랩스라는 직원 80명 규모의 회사를 인수하였다. 네스트 랩스는 아이파드를 만든 애플의 직원 두 명이 아이파드를 만들때 쓰던 기술로 만든 스마트 온도조절기와 화재경보기 두 가지의 제품을 가진 작은 회사였다. 구글의 스마트 온도조절기 시장 진입은 기존의 온도조절기 시장의 강자인 하니웰, 슈나이더, 에머슨 등을 자극하여 속속 제품을 출시하게 유도하였으며 2014년부터 연평균 성장률 31%로 2020년 약 59억불(6조원)의 시장을 열어나가게 하였다[9]. 구글 네스트는 \$250에 출시되어 현재 120여개국에 공식/비공식적으로 판매/



그림 6. 구글 네스트

설치되어 에너지를 절약하고 있다. 구글 네스트는 십여개의 센서가 내장되어 있으며, 이 센서들이 받아오는 다양한 가정내의 정보를 중앙 서버로 전송하여 빅데이터 분석을 통해 에너지 절감 알고리즘을 개발해 내고 있다. 네스트는 단순히 온방과 냉방을 끄는것을 잊었을때 꺼주는 역할을 할 뿐 아니라, 각 주택의 크기와 단열 등 복잡한 요소를 고려하여 Pre-heating 및 Pre-cooling을 하여 첨두부하를 삭감하는 것이 가장 큰 마케팅 포인트이다. 전력 생산에 있어 기저부하의 원가는 낮지만 첨두로 가면 갈수록 비싼 연료를 사용하게 되므로, 전력회사는 이 첨두부하를 낮추기 위해 다양한 요금체계를 통해 소비자의 자발적 참여를 유도하고 있다. 즉 첨두부하 시간인 오후 1~6시에는 일반 요금의 1.5배~3배를 부과하고, 산업용/상업용 건물의 경우 최대 전력 부하에 맞추어 막대한 기본 요금을 책정한다. 네스트는 이 점에 착안, “러쉬 아워 보상”이라는 시스템을 개발하여 전력회사들과 손잡고 네스트를 미국의 가정에 보급하고 있다.

네스트의 러쉬아워 보상 프로그램은 사용자가 원하는 실내온도의 데이터와 그 날의 예상 실외온도, 그리고 건물의 크기와 단열등의 요소를 수개월에 걸쳐 학습한 데이터를 기반으로 첨두시간인 오후 4시 이전에 저렴한 가격의 전력을 이용하여 미리 공조시스템을 가동하게 된다. 이렇게 절감한 에너지는 단순히 소비자의 전기요금 청구서를 가볍게 만드는데 그치지 않고, 발전소가 첨두부하를 위해 소비하게 되는 추가적인 화석 연료의 사용을 억제할 수 있게 해 주는 것이다.

네스트는 2013년 캘리포니아와 텍사스에서 러쉬아워 보상프로그램을 운영하여 그 결과를 발표하였다[10]. <그림 7>에서 볼

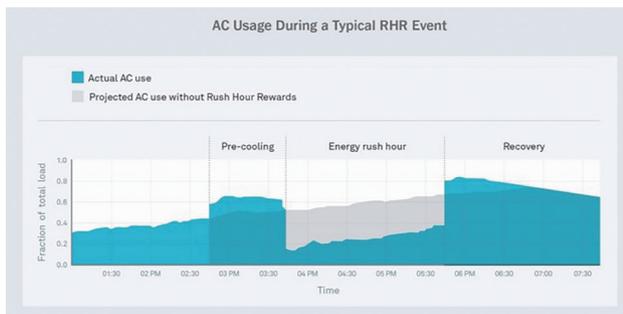


그림 7. 러쉬아워 보상 프로그램을 가동하였을때의 냉방기기 사용 부하 비교

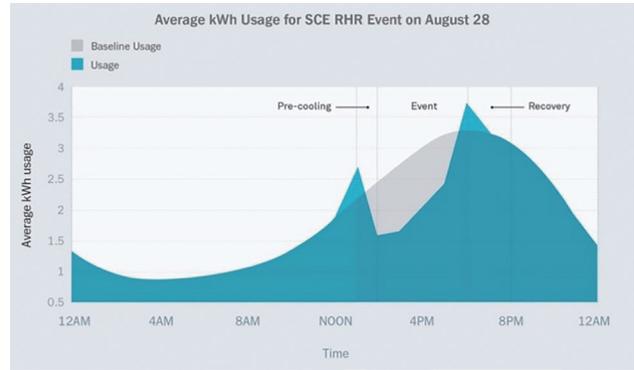


그림 8. 러쉬아워 보상 프로그램을 통한 전력 소비량 비교

수 있듯이 냉방기기의 사용을 현격하게 줄였으며, 여름철 날씨가 38°C 이상인 텍사스주에서는 최고 첨두부하 기간동안 냉방기기 에너지 사용량을 52.2%, 가정당 평균 0.88kW를 줄인 것으로 보고하고 있다. 첨두부하 2시간의 전후의 선냉방/후냉방 한시간씩을 포함한 4시간의 냉방전력 사용량을 참조 하더라도 40.8%, 평균 0.69kW의 부하를 낮춘 것으로 보고하였다.

미터기를 통해 데이터를 분석한 결과, 실제로 절감한 에너지의 양은 4시간동안 가구 평균 2.6kWh에 달한다. 이후에 한 설문조사에 따르면 러쉬아워 보상 프로그램에 참여한 고객의 84%가 생활에 아무 불편을 느끼지 않았다고 보고하고 있다.

네스트는 이러한 데이터를 바탕으로 미국과 영국의 전력회사들과 함께 러쉬아워 프로그램 인센티브를 운영하여 소비자는 저렴한 비용으로 전력회사의 보조금으로 네스트 자동 온도 조절기를 가정에 설치할 뿐 아니라, 첨두부하 삭감으로 얻는 이익을 소비자, 전력회사, 그리고 네스트가 함께 나누는 윈-윈 구조를 설계하여 연간 3천5백억원 이상의 매출을 기록하고 있다. 중앙공조 시스템이 대부분의 가정에 설치되어 있는 미국과는 달리 개별 냉방을 이용하는 한국 등의 환경을 위해 네스트는 IR리모트컨트롤 기능을 가전사와 협력하여 이식하는 등, 범 세계적인 에너지 절감을 위해 노력하고 있다. 한국의 경우, 가정보다 시스템에어컨 위주로 되어있는 상업시설이나 사무실환경에서 이러한 스마트 온도조절기를 활용하게 된다면 보다 쾌적한 환경에서 에너지를 절약할 수 있으리라 판단된다.

3. 스마트 가전기기 : GE 가전

토마스 에디슨시대 이래 발전에서부터 가전까지 전력 기술 역사의 산 증인인 GE는 스마트 그리드 시대를 맞아 스마트 미터 시장 진입과 함께 가전의 스마트화를 선도하였다. 스마트 미터를 미국의 전력사들과 함께 공급하는 GE로서는 미국 가전기기 시장의 2위 업체 답게 발빠르게 스마트 미터와 연동되는 스마트 가전 홈 네트워크인 브릴리언 기술을 개발, 자사의 가전기기

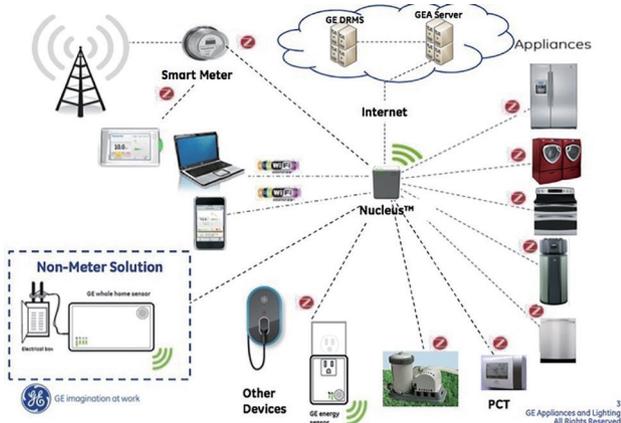


그림 9. GE 브릴리언 홈 에너지 솔루션 개념도[11]

라인업과 연동시켜 스마트 에너지 시스템을 완성하였다.

브릴리언 기술의 핵심은 뉴클러스라 불리는 홈 게이트웨이 시스템이다. 뉴클러스는 Wifi와 ZigBee를 통해 가정내의 스마트 가전기기들과 대화하며 에너지 사용을 관리하고 사용자들이 PC나 스마트폰을 통해 실시간으로 볼 수 있게 해줄 뿐 아니라, 스마트 미터와 연동되어 시간별 차등 요금체계인 TOU를 효과적으로 활용할 수 있게 해 준다. 예를 들자면 전력 피크 시간대에서 냉장고의 전력 유입을 최소화 할 수 있게 하며, 피크 타임을 피해 세탁기를 가동하게 하거나, 피치 못할 사정으로 피크 타임에 세탁기를 가동할 시에도 전력 요금을 최소화 할 수 있도록 건조기의 온도를 낮추는 다양한 활동을 통해 생활에서의 전력 사용량 및 전기 요금 절감을 시행하는 것이다. 한편 전기 오븐과 전기 조리기의 경우에도 피크타임에는 전체 전력 소모를 줄여 줄 수 있게 하며, 온수 보일러도 피크타임을 피해 가열 하는 등, 전체적인 가정내의 에너지 관리를 수행하는 기능을 하고 있다. 구글 네스트와 마찬가지로 스마트 온도 조절기, 그리고 창문형 냉방기기까지 관리하고 있다. GE는 구글 네스트와 마찬가지로 2013년 미국 전역의 전력회사들과 손잡고 파일

럿 프로그램을 운영하였다. 이 파일럿 프로그램에서 GE는 중앙 게이트웨이인 뉴클러스와 온도조절기, 자사의 가전기기 및 가정내 에너지 모니터를 장착하여 실시간으로 사용자들이 얼마나 에너지를 사용하고 있는지를 알려주면서 전체적인 에너지 사용량을 비교하는 실험을 수행하였다.

<그림 10>에서 볼 수 있듯, 온도 조절기만 사용했을 때보다 피크타임에서의 에너지 절감량을 두배 가까이 늘릴 수 있어, 결과적으로 전체 에너지 소비의 5%, 그리고 에너지 요금의 15%를 절감하는 결과를 보고하고 있다. GE는 이러한 결과를 통해 가정내 에너지 사용은 스마트 에너지 기기와 시간별 차등 요금 정책, 그리고 현명한 에너지 사용을 위한 홍보가 병행될 때 가장 효과적인 절약을 가능케 할 수 있다고 보고하였다.

III. 결론

빅데이터, 센서, 인터넷 등 첨단 기술을 활용한 스마트 기기는 많은 부분에서 우리의 생활을 바꾸어 나가고 있다. 2000년대 후반부터 발전한 스마트그리드의 경우도 스마트 기기의 도움으로 많은 혁신을 이루어 내고 있다. 가정과 상업 시설에서 가장 많은 전력 부하인 공조 시스템은 스마트 온도 조절기를 통해 피크 시간대에 40~50%의 에너지 절감 효과를 달성할 수 있음을 실증하였다. 또한 스마트 홈 네트워크를 통해 가정내 온도 조절기 뿐 아니라 가전기기까지 스마트기기를 통해 운용한 결과 전체 에너지 소비량의 5%, 에너지 요금의 15%를 절감하였다. 우리나라도 상업용 시설에 스마트 미터와 적절한 요금제, 그리고 스마트 디바이스를 병행하여 운용한다면 2030년 목표치 BAU 37%달성에 큰 역할을 할 것은 물론 새로운 시장을 창출할 수 있을 것으로 예측된다.

Peak Reduction Peak time kW reduction per home T-stat, Add Smart Load Ctrl-2 Appliances Difference

	T-stat	Add Smart Load Ctrl-2 Appliances	Difference
1 st hour	1.0	1.8	91%
2 nd hour	0.9	1.6	79%
3 rd hour	0.6	1.0	82%
4 th hour	0.6	1.3	119%
5 th hour	(0.4)	(0.1)	83%

Smart appliances nearly double the benefit

그림 10. GE 브릴리언 시스템의 피크 전력량 절감 실증 결과[11]

참고 문헌

- [1] 환경부 보도·해명, “2030년 우리나라 온실가스 감축목표 BAU(851백만톤) 대비 37% 감축으로 확정”, 2016.3.
- [2] 전력통계정보시스템, <https://epsis.kpx.or.kr/epsis/eksaStaticMain.do;jsessionid=TbGDWdkh8hD5Fj7hvC6Xc9jtXsGpD1MrswwyGtHmTrgvvNhdJ7rR!241999982?cmd=005005&flag=>
- [3] 에너지경제연구원, 2013에너지 통계 연보, 2013.
- [4] 일본 경제산업성 홈페이지, <http://www.meti.go.jp/>

english/policy/energy_environment/renewable/ref1007.html , 2009.4.

- [5] Retail sales of electricity, monthly, US Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/electricity/data/browser/#/topic/5?agg=0,1&geo=g&linechart=ELEC.SALES.US-ALL.M~ELEC.SALES.US-RES.M~ELEC.SALES.US-COM.M~ELEC.SALES.US-IND.M&column-chart=ELEC.SALES.US-ALL.M~ELEC.SALES.US-RES.M~ELEC.SALES.US-COM.M~ELEC.SALES.US-IND.M&map=ELEC.SALES.US-ALL.M&freq=M&start=200101&end=201412&ctype=linechart<ype=pin&rtype=s&maptype=0&rse=0&pin=&end-sec=vg>
- [6] DOE, 2011 Buildings Energy Data Book, Section 2.1.5, March 2012. <http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/>.
- [7] DOE, 2011 Buildings Energy Data Book, Section 3.1.4, March 2012. <http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/>.
- [8] PG&E, <http://www.pge.com/en/myhome/saveenergymoney/plans/tou/index.page>
- [9] Markets and Markets, <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/smart-thermostat.asp>
- [10] Nest Labs, Inc., Nest Seasonal Savings results from summer 2013, 2014.5.
- [11] GE, http://energy.gov/sites/prod/files/2013/12/f6/brillion_technology.pdf , 2013.12.

약 력



박 병 화

1996년 고려대학교 공학사
2004년 University of Texas at Austin 공학박사
2012년 Stanford University 경영학석사
2008년~2011년 LS산전 기술전략팀 수석연구원
2016년~현재 EnHuv, Inc., Vice President
관심분야: 스마트그리드, 메쉬 센서 네트워크