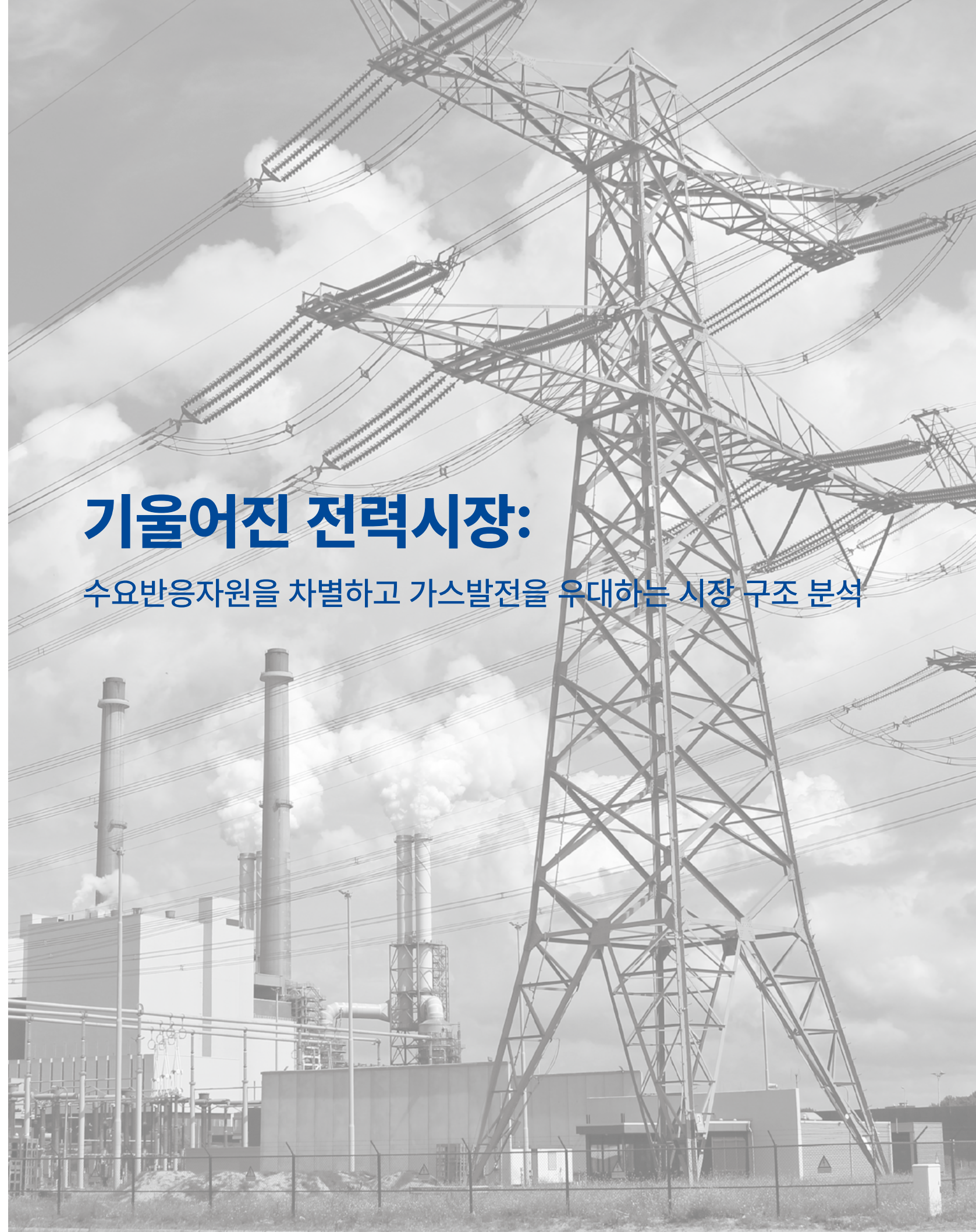


기울어진 전력시장:

수요반응자원을 차별하고 가스발전을 우대하는 시장 구조 분석

기울어진 전력시장:

수요반응자원을 차별하고 가스발전을 우대하는 시장 구조 분석



기울어진 전력시장:

수요반응자원을 차별하고 가스발전을 우대하는 시장 구조 분석

발 간 일 2022년 9월

저 자 조규리 연구원 gyuri.cho@fourclimate.org
손가영 연구원 gayeong.son@fourclimate.org

도움주신 분 한가희 연구원 gahee.han@fourclimate.org

디 자 인 IR plus Tel.02.557.9592

문 의 solutions@fourclimate.org

목차

01. 요약

02. 배경

- 1) 전세계 에너지 정책 동향 10
- 2) 유연성 자원의 필요성 10

03. 수요반응지원

- 1) 현황 12
- 2) 역할 13
- 3) 제도 14
- 4) 향후 계획 18

04. 불공정한 전력시장

- 1) 과도한 가스발전 보상제도 21
- 2) 수요반응자원을 차별하는 정산제도 23
- 3) 까다로운 수요반응자원 운영기준 25

05. 해외 사례

- 1) [영국] 용량시장 지원계획 개정 28
- 2) [미국] 연방에너지규제위원회의 수요반응자원 규제 권한 유지 30

06. 결론

- 1) 가스발전 전환계획 제고 32
- 2) 공정한 정산체계 마련 32
- 3) 수요반응자원 활용 방안 마련 33

부록

- 1. 영국 용량시장 지원계획 개정 사례 34
- 2. 미국 연방에너지규제위원회(FERC)의 Order 745 35

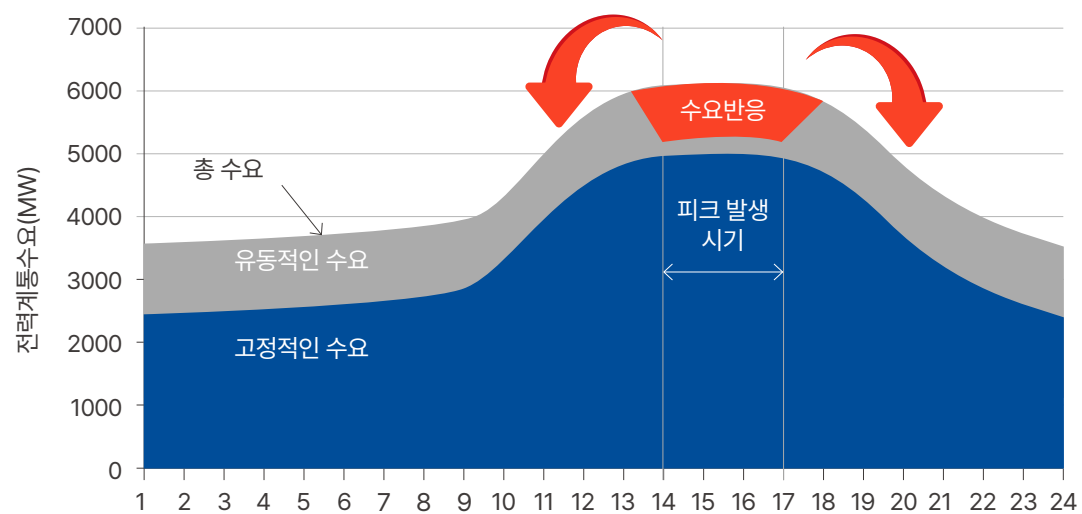
01. 요약

재생에너지 발전 비중이 높은 전력시스템 하에서는 출력변동성에 빠르게 대응할 수 있는 유연성 자원이 필수적이다. 그 중에서도 수요반응자원(Demand Response; DR)은 피크전력을 감축함으로써 전력시스템 운영비용을 낮출 뿐만 아니라 값비싼 신규 가스발전기의 역할을 대체할 수 있다. 본 보고서는 가스발전을 우대하는 현 전력시장으로 인해 이점이 많은 수요반응자원이 활성화되지 못하고 있음을 지적하고자 한다. 더 나아가, 두 자원의 공정한 경쟁을 보장하고 수요반응자원을 활성화하기 위한 정책 방향성을 제안하고자 한다.

전세계적으로 온실가스 규제에 의한 전력부문의 탈탄소화가 가속화되면서 재생에너지와 이를 보조할 수 있는 유연성 자원의 확대가 중요해지고 있다. 유연성 자원은 전력수요가 높은 피크시간대에 전력수급을 빠르게 조절하여 계통안정성을 보장할 수 있기 때문이다.

수요반응자원은 전력거래소의 지시에 따라 전력수요를 제어하여 일부 발전기의 가동을 대체한다. 특히 출력조절이 원활하며, 피크전력을 감축하는 유연성 자원이라는 점에서 가스발전과 동일하다고 볼 수 있다. 정부는 수요반응자원이 기존 발전소처럼 중앙에서 제어 가능하도록 지속적으로 등록 및 응동 기준을 강화하여 신뢰도를 높여왔으며 현재 그 신뢰도는 100%를 상회한다. 실제로 작년 3월 한 발전기의 갑작스러운 고장으로 주파수가 하락하자 수요반응자원이 4초 만에 수요를 감축하면서 1분 만에 주파수를 안정권으로 되돌린 바 있다.¹

그림 1-수요반응자원 역할



¹전기신문(2021.04.15), '패스트DR, 주파수 하락 1분 만에 잡았다.'

전력수요를 제어하는 수요반응자원은 기존 발전기를 대체할 수 있을 정도로 신뢰도가 높지만 현 전력시장에서는 수요반응자원 활용보다 가스발전의 확대를 우선시하고 있다. 피크시간대의 전력수요를 분산시켜 효율적으로 에너지를 이용하는 방안 대신 신규 가스발전소 건설을 통해 전력공급량을 늘리는 방안이 주로 고려되고 있는 실정이다. 게다가 가스발전에 지급되는 과도한 보상제도로 인해 2036년까지 수요반응자원 등록용량(4.6GW)의 약 5배에 달하는 대규모 신규 가스발전 사업이 장기적 재무 리스크에 대한 검토없이 추진되고 있다. 반면, 수요반응자원은 제대로 활용되지 못하고 있으며, 그 요인으로는 크게 세가지 문제점(①과도한 가스발전 보상제도, ②수요반응자원을 차별하는 정산제도 ③까다로운 수요반응자원 운영기준)이 존재한다.

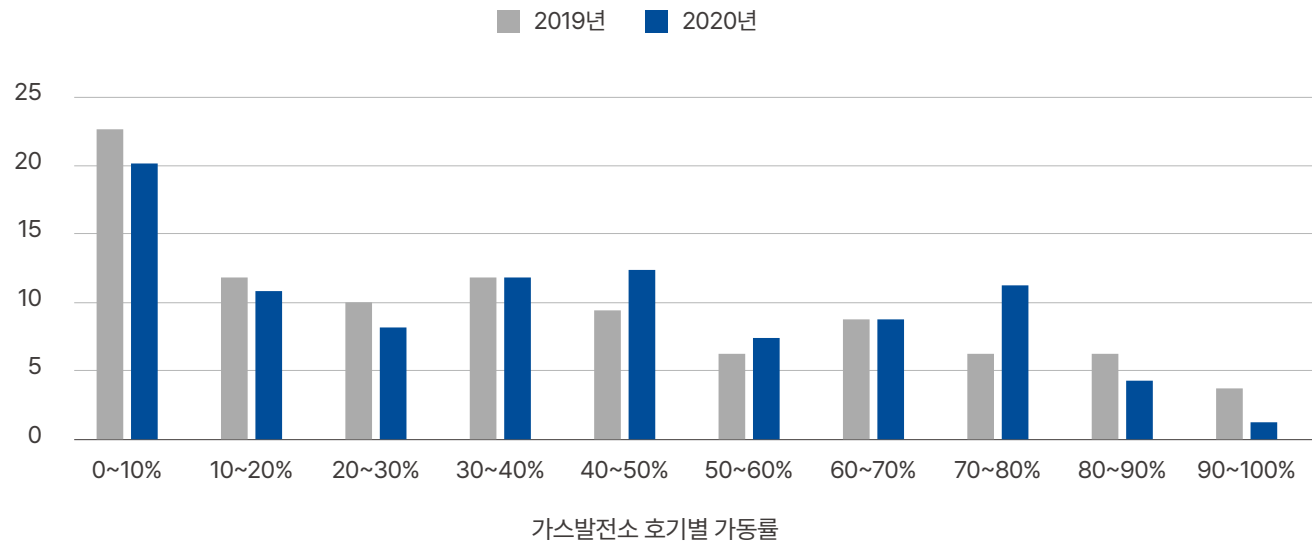
표 1 -가스발전과 수요반응자원

구분		가스발전	수요반응자원	참고
용량(GW)	기존	41.2	4.6	2036년까지 26기(13.7GW)의 노후 석탄발전이 가스발전으로 전환될 예정
	신규	22.3 (2036년)	1.1 (2030년)	
총괄원가보상제		△	X	약 50%의 가스발전을 소유한 한전 발전자회사는 총괄원가보상제를 통해 적정 수익을 보장받고 있음
용량요금(원/kW) (2021년 기준)		74,800	27,800 ~46,600	가스발전은 수요반응자원보다 1.6~2.7배 많은 용량요금을 받고 있음
계통운영보조서비스정산금(백만원) (2021년 기준)		53,285	X	가스발전은 2021년 533억원의 정산금을 지급받은 반면, 수요반응자원은 정산금을 지급받고 있지 않음

첫째, 현 전력시장은 신규 가스발전소 건설을 유도하고 계통기여도가 낮은 가스발전소의 수명을 연장시킨다. 총괄원가보상제²는 한전 발전자회사의 적정 수익을 보장해주므로, 발전자회사는 신규 가스발전 사업의 경제성 유무와 상관없이 폐쇄해야 하는 석탄발전기의 대부분을 가스발전기로 전환하는 사업을 추진하고 있다. 즉, 총괄원가보상제는 신규 가스발전설비의 수익성을 보장하여 수요반응자원 활성화에 불리한 환경을 조성한다. 게다가 연간 가동률이 낮은 발전소는 경제성이 부재하지만, 현 전력시스템은 이러한 발전소에도 적정 수익을 보장하고 있어 효율성이 낮은 설비가 전력계통에서 퇴출되지 않도록 한다.

² 산업통상자원부는 가스발전기의 약 50%를 소유하고 있는 한전 발전자회사에게 총괄원가보상제를 통해 발전기의 적정 수익을 보장한다. 가스발전기를 소유한 발전사의 현금흐름이 원가와 이윤의 합산액을 미달하는 경우 자사의 석탄발전소에 배정된 정산금을 정산조정계수를 이용해 조정하여 적자를 면하게 하고 있다. 출처: 기후솔루션(2020.04), '가스발전, 위험한 전환.'

표 2- 가스발전소 호기별 가동률 추이³



둘째, 불공정한 시장 제도로 인해 가스발전은 과도한 보상을 받는 반면 수요반응자원에는 적절한 수준의 보상이 이루어지지 않고 있다. 특히, 가스발전은 수요반응자원(신뢰성DR)에 비해 연간 최대 2.7배 많은 용량요금을 받고 있다. 가스발전에는 24시간에 해당하는 용량요금이 지급되며, 전력계통 기여도와 상관없이 모두 정산되기 때문이다. 반면, 신뢰성 DR에는 피크시간대에 해당하는 용량요금만 지급되며, 계통 참여도에 따라 차등적으로 정산된다. 게다가 주파수 조정과 예비력 확보를 보상하는 계통 운영보조서비스정산금은 가스발전에만 지급되고 수요반응자원에는 지급되지 않고 있다.

셋째, 수요반응자원의 까다로운 운영기준으로 인해 수요반응 제도가 활성화되지 않고 있다. 수요반응 제도 중 하나인 신뢰성DR의 발령 기준이 예비력 6,500MW 미만으로 매우 까다로워 감축시험을 제외한 실질적인 발령이 나지 않고 있다. 경제성DR의 경우 최저입찰가격 기준인 순편익가격이 높게 설정되어 입찰량 대비 낙찰량이 적다.

해외에서도 수요반응자원과 가스발전을 비롯한 기존 발전원 사이의 불공정한 경쟁에 대해 문제가 제기되자, 두 자원 간 공정한 경쟁이 가능하도록 관련 제도와 법규정이 재정비된 바 있다.

[영국]

영국에서는 용량시장 지원계획이 다른 발전기에 비해 수요반응자원에게 불리하게 조성되었다는 이유로 소송이 제기되었다. 이에 영국은 수요반응자원이 공정하게 시장에서 경쟁할 수 있도록 장기계약 체결을 허용하고 입찰가능한 최소 용량을 축소하는 방향으로 지원계획을 수정하였다.

[미국]

미국에서는 수요반응자원을 발전자원과 동일한 수준으로 보상하는 것이 과도하다는 주장 하에 전력공급자협회(Energy Power Supply Association, EPSA)가 수요반응자원의 입찰과 규제 권한을 가지고 있는 연방에너지규제위원회(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)에 대해 소송을 제기하였다. 하지만, 대법원이 연방에너지규제위원회의 규제 권한이 적절하다고 판단하여 미국 내에서 수요반응자원은 다른 발전원과 동일한 수준으로 보상받고 있다.

따라서, 국내도 수요반응자원과 가스발전이 시장에서 공정한 경쟁이 가능하도록 아래 세가지 사항(① 가스발전에 유리한 전력 시장 제도 개편, ② 공정한 정산체계 마련, ③ 수요반응자원 활용 방안 마련)을 고려해야 한다.

첫째, 불필요한 가스발전 설비에 대한 의존도를 축소하기 위해서는 전력시장 제도를 개편해야 한다. 현재 제10차 전력수급기본 계획 실무안에 명시된 26기(13.7GW)의 가스발전소 전환 계획을 재검토해야 한다. 그 이외에도 가동률이 낮아 경제성이 없는 가스발전소가 퇴출될 수 있도록 가스발전에 유리한 제도인 총괄원가보상제를 개편하여야 한다.

둘째, 가스발전과 수요반응자원 사이의 공정한 정산체계를 마련하여야 한다. 용량요금 체계를 개편하고 수요반응자원에 계통운영보조서비스 정산금을 지급하여 패스트DR과 플러스DR 등 전력계통의 안정성을 높여주는 자원의 활용도가 시장 내에서 높아져야 한다.

셋째, 수요반응자원의 활용도를 높일 수 있는 방안을 마련하여야 한다. 특히, 까다로운 신뢰성DR의 발령기준과 경제성DR의 입찰조건의 기준을 완화하여 수요반응자원의 가치를 올바르게 반영하여 시장 내의 활용도를 높일 필요가 있다.

³ 전력거래소와 환경부가 국회에 제출한 자료를 활용한 것이다.

02. 배경

전세계적으로 기후변화 대응을 위해 재생에너지 보급이 확대되고 있으며, 에너지 안보와 전력수요 급증에 대응하기 위해 안정적인 전력수급 대책이 중요한 과제로 여겨지고 있다. 전력공급량과 사용량을 빠르게 조절하여 재생에너지를 보조하고 적절한 예비력을 확보하여 전력수급을 관리할 수 있는 유연성 자원의 역할이 중요해지고 있다.

1) 전세계 에너지 정책 동향

기후변화에 대응하기 위해 전세계적으로 재생에너지 보급이 확대되고 화석연료를 기반으로 한 발전원은 점진적으로 전력시장에서 퇴출되고 있다. 더 나아가 탄소국경조정제도, RE100 등 글로벌 환경 규제가 강화되면서, 재생에너지 확대에 관한 국제적 압박이 국내 산업계와 경제 전반에까지 영향을 미치고 있다. 2021년에는 전세계 평균 재생에너지 발전량 비중이 처음으로 10%를 넘어섰으나⁴, 한국은 재생에너지 발전 비중이 2021년 기준 4.7%에 머물러 있다. 전 정부에서 2030년까지 30%로 늘리겠다는 계획을 발표하였으나⁵, 현 정부는 올해 8월 말에 발표한 제10차 전력수급기본계획 실무안에 따라 2030 재생에너지 목표를 21.5%로 하향조정할 예정이다.

2) 유연성 자원의 필요성

출력변화가 잦은 재생에너지 발전 비중이 확대되기 위해서는 전력시스템 또한 유연하게 작동해야 한다. 이때 출력조절이 경직된 기저발전원보다는 유연성 자원의 역할이 중요하다. 유연성 자원은 출력조절이 용이해 전력수요가 증가하는 여름철과 겨울철에 적절한 예비전력을 제공한다는 점에서도 유용하다고 볼 수 있다.

[유연성 자원]

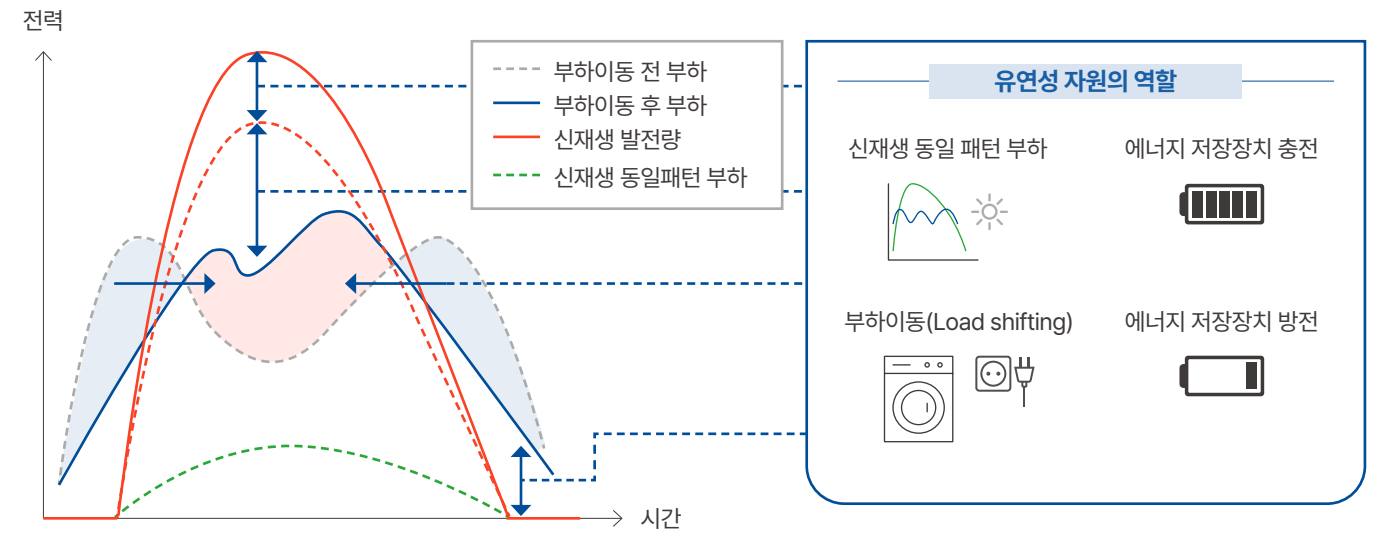
전력공급량과 사용량을 빠르게 조절하여 전력 수급의 변동성, 불확실성을 안정적으로 관리할 수 있는 자원을 의미하며, 대표적인 유연성 자원으로는 수요반응자원(Demand Response, DR), 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS)⁶, 전기차, 양수발전, 가스복합발전 등이 있다.

⁴ Ember (2022.03.30), 'Global Electricity Review 2022'. [링크](#)

⁵ 탄소중립녹색성장위원회(2021.10.18), '2030 국가온실가스 감축목표(NDC) 상황안'

⁶ ESS는 주파수를 조절하여 전력계통의 부하를 일정하게 유지시키고 즉각적인 총방전을 통해 에너지를 저장하거나 공급함으로써 전력수급을 유연하게 조절할 수 있다.

그림 2- 유연성 자원의 역할⁷



그러나 지금까지 국내에서 발표된 전력수급기본계획을 살펴보면 유연성 자원보다 발전설비 확보에 중심을 둔 정책이 마련되고 있다. 최근 10년 동안의 전력수요와 발전설비 추이를 살펴보면, 전력수요에 비해 발전설비가 빠르게 증가하였다.⁸ 과도한 양의 발전설비는 전력계통을 경직되게 하며 향후 재생에너지 출력제어 등 재생에너지 활성화의 걸림돌이 될 수 있다.

표 3- 전력수요와 발전설비 연평균 증가율

연평균 증가율	2010년~2014년	2015년~2019년
최대전력수요(%)	3.7	2.4
발전설비용량(%)	5.2	6.4

⁷ 전기저널(2020.09), '변동성 재생에너지원 확대에 따른 전력계통에서의 문제와 대응' [링크](#)

⁸ 산업통상자원부(2020.12.28), '제9차 전력수급기본계획'

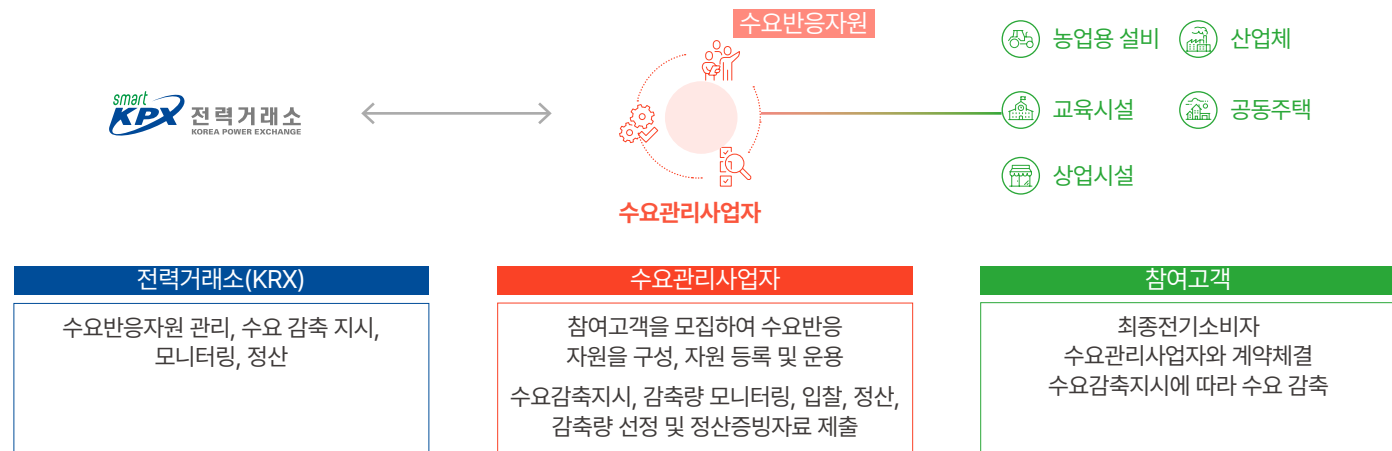
03. 수요반응자원

유연성 자원인 수요반응자원은 국내에 4.6GW가 등록되어 있으며 전력수요를 제어하여 신규 발전기 진입을 대체하고 고비용의 발전기 사용을 방지하는 효과를 지닌다. 수요반응자원은 다른 발전기와 마찬가지로 전력거래소의 지시에 응동할 수 있도록 시간이 지남에 따라 신뢰성을 높여왔지만, 그 가치는 전력시장에서 같은 역할을 하는 가스발전에 비해 과소평가되어 있다.

1) 현황

수요반응(Demand Response)은 소비자가 절약한 전기를 시장에서 거래하여 전기소비패턴을 변화시키고 이에 상응하는 보상을 제공하는 제도를 의미한다. 즉, 수요반응자원은 기존 발전기와 달리 전력공급을 늘리는 것이 아니라 전력수요를 조절하여 공급을 관리한다. 수요반응자원 고객 중 83%는 대규모 산업 소비자이며⁹, 주요 업종의 작업 스케줄을 조정하거나, 기타 업종의 냉난방 절전과 비상발전기 활용을 통해 전력부하를 감축하는 방식으로 수요반응에 참여한다.¹⁰

그림 3- 수요반응자원 개요¹¹



2014년 11월에 개설된 국내 수요반응자원 거래시장의 등록용량은 861MW에서 2022년 4.6GW으로 증가하였으며¹², 이는 원전 4~5기의 용량에 해당한다.

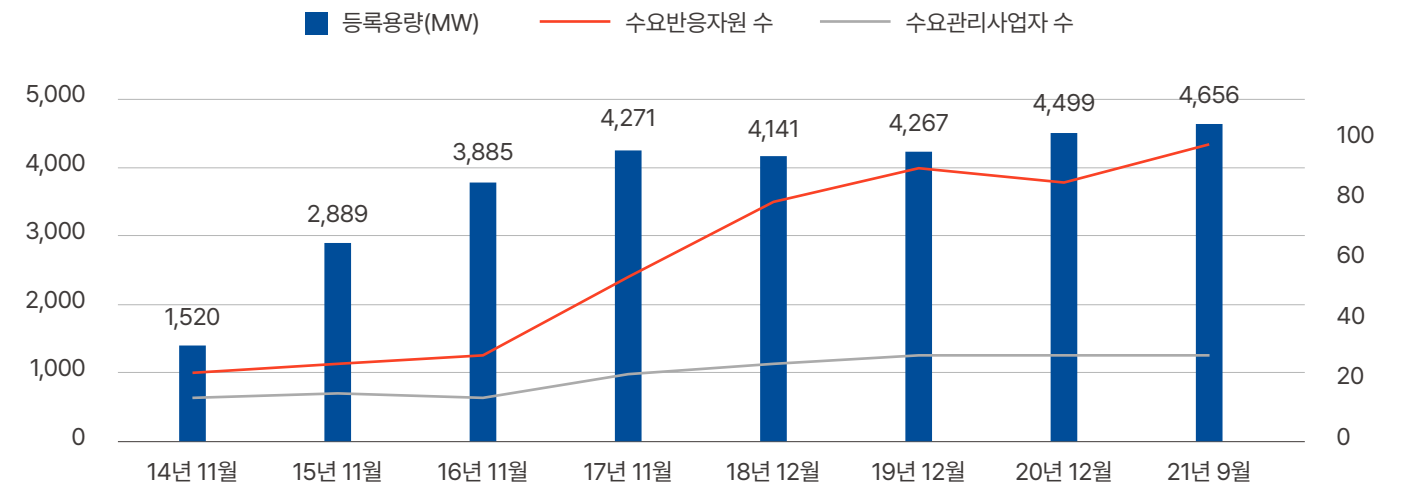
⁹ IEA (2021.12), 'Reforming Korea's Electricity Market for Net Zero'.

¹⁰ 전력거래소(2015.05), '효율적인 전력시장 운영을 위한 수요반응자원 적정용량 산정 및 제도개선 방안 연구'.

¹¹ 우리집 전기저금통, '알기 쉬운 국민 DR'.

¹² 전력거래소(2022.06), '22년 3월 수요자원거래시장 현황 및 운영정보'.

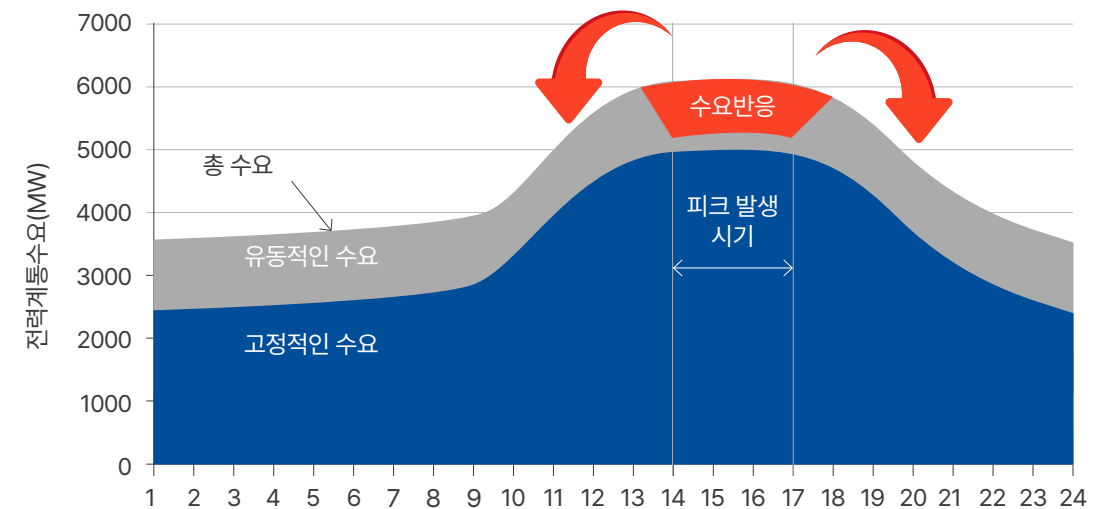
표 4- 연도별 수요자원거래시장 참여 현황¹³



2) 역할

수요반응자원은 피크시간대에 전력수요를 제어하는 첨두부하의 역할을 수행함으로써 고비용의 발전기 사용을 방지하고 최대 수요를 이전하여 전반적인 전력시장가격을 낮출 수 있다. 첨두부하의 역할을 수행하고 에너지 효율성을 높인다는 점에서 수요반응자원은 가스발전기를 비롯한 신규 발전기 역할을 대체할 수 있다.

그림 4- 수요반응자원의 역할¹⁴



¹³ 출처는 위와 동일하다

¹⁴ 산업통상자원부 성장기술실 미래전략팀(2011.08.10), '수요반응 제도의 개념 및 현황'

3) 제도

수요반응자원의 중요성이 높아짐에 따라 정부는 활용 목적 별로 제도를 다양화하였으며, 기존의 발전기처럼 전력거래소의 지시에 반응하여 수요를 조절할 수 있도록 신뢰성을 높여왔다.

(1) 다양해진 수요반응 프로그램

수요반응자원이 시장에 참여할 수 있는 제도는 용량과 목적에 따라 다양하다. 수요반응 제도 시행초기에는 의무감축인 신뢰성 DR과 입찰거래를 통해 수요를 감축하는 경제성DR만 존재하였으나, 전기소비자의 자발적 참여를 확대하는 방향으로 제도가 개편되었다. 2019년 이후부터는 신뢰성DR과 경제성DR 외에도 자발적DR 프로그램이 확대되어 피크수요DR과 미세먼지DR이 추가되었으며, 일반 국민들이 참여할 수 있는 국민DR(에너지심포), 계통주파수 하락에 대응하는 패스트DR, 신재생에너지의 출력제어를 방지하기 위해 다른 제도와 달리 전력수요를 늘리는 플러스DR이 신설되었다.

표 5- 수요반응자원 프로그램별 개요¹⁵

구분	이용목적	운영시간	보상	
신뢰성DR (의무적DR)	예비력 6.5GW 미만 시 전력거래소의 지시에 따라 수요를 감축하여 예비력 확보	평일 9시 ~20시 (12시~ 13시 제외)	기본정산금 실적정산금	
자발적DR	경제성 DR	하루전시장에서 발전기와 동일하게 입찰하여 발전기보다 경제적인 경우 낙찰량을 배정받아 전력수요를 감축	평일 24시간	
	피크수요 DR	수급대책기간 기준전망수요 초과 예측 시 하루전시장에 입찰	수급대책기간 *하계 13 ~20시 *동계 9시 ~20시 (12~ 13시 제외)	
	미세먼지 DR	고농도 미세먼지 비상저감조치 발령 시 하루전시장에 입찰	평일 6시 ~21시 (12~ 13시 제외)	실적정산금
국민DR (에너지심포)	전력거래소 지시에 따라 소규모 전기사용자가 전력수요 감축	평일 6시 ~21시		
패스트DR (FastDR, 주파수DR)	계통주파수가 59.8Hz 이하로 하락 시 자동으로 수요를 감축하여 신뢰도 기준 유지	365일 9시 ~18시		
플러스DR	제주 신재생발전기 출력제어 발생 시 수요증대를 통해 신재생 수용량 증대	평일 9시 ~18시		

● 플러스DR의 확대

앞으로 전력공급이 남는 시간대에 전력수요를 증가하여 수급을 관리하는 플러스DR의 역할이 중요해질 것이다. 유연성 자원은 확대되지 않고 출력변화가 잦은 재생에너지만 확대될 경우 전력 수요량보다 생산량이 많아져 전력계통이 불안정해진다. 이 경우 재생에너지의 발전을 강제로 중단하여 전력공급을 줄여 수급을 일치시킨다. 따라서, 재생에너지 출력제어를 막기 위해서는 전력공급이 증가할 시 수요를 함께 증대하여 수급을 일치시켜야 한다. 현재 플러스DR은 재생에너지 발전 비중이 높은 제주도에에서만 시행되고 있지만, 향후 재생에너지가 확대됨에 따라 플러스DR도 전국적으로 시행될 것이다.

[제주도의 재생에너지 출력제어]¹⁶

제주도는 재생에너지가 급증함에 따라 연간 출력제어 횟수도 증가하고 있다. 제주도의 2020년 재생에너지 발전 비중은 18%¹⁷로 전국 평균인 3.9%¹⁸를 훨씬 상회하고 있다¹⁹. 제주도는 섬으로 이루어져 있어 육지와는 별개의 독립적인 전력계통을 가지고 있으며, 제주도에 생산한 전력을 육지로 전송할 수 있는 송전망이 부재하여 제주도 내에서 전력수급을 조절해야 한다. 따라서, 재생에너지 발전이 급증하여 시스템 과부하로 인한 정전이 우려될 경우 재생에너지 발전사업자에게 출력을 멈출 것을 명령하고 있다. 제주도의 연간 풍력발전 출력제어 횟수는 2016년 6건에서 2020년 77건으로 급증하였다. 이에 정부는 2020년 12월 전력수요 증대를 통한 재생에너지 수용량을 높이기 위해 플러스DR을 도입하였다. 현재 플러스DR은 전력공급이 남는 시간대에 전기차를 충전하여 전력수요를 증가시키면 이에 상응하는 정산금을 지급하는 방식으로 시행되고 있다.

● 패스트DR의 확대

패스트DR은 수요와 공급이 불안정해 전력계통에 문제가 발생했을 때 빠르게 행동하여 계통을 안정시킨다는 점에서 속응성 자원²⁰으로서의 역할을 수행하는 필수적인 자원이다. 평상시 전력계통 주파수는 60Hz로 유지되는데 갑작스러운 상황 변화로 주파수가 59.85Hz 이하로 떨어질 경우 패스트DR이 발령되어 즉시 10분간 전력수요를 감축해 주파수를 회복한다. 주파수가 59.0Hz 이하로 떨어지면 지역에서 정전이 발생할 수 있으므로, 패스트DR은 발전설비를 짓지 않고 수요감축을 통해 정전을 방지하는 효율적인 자원이다. 향후 재생에너지가 증가하고 무분별한 화력발전설비 건설 대신 에너지 효율성을 극대화함에 따라 패스트DR의 역할은 더욱 중요해질 것이다.

¹⁵ 전력거래소(2022.05.31), '전력시장운영규칙 전문(220531, 공고)'

¹⁶ 제주일보(2021,04.18), '신재생에너지 전력 타지역 첫 역전송' [🔗](#)

¹⁷ 김영환, '제주 재생에너지 초과발전 시사점'

¹⁸ KOSIS(2022.04.18), '신재생에너지 발전량(비재생폐기물 전체 제외)'

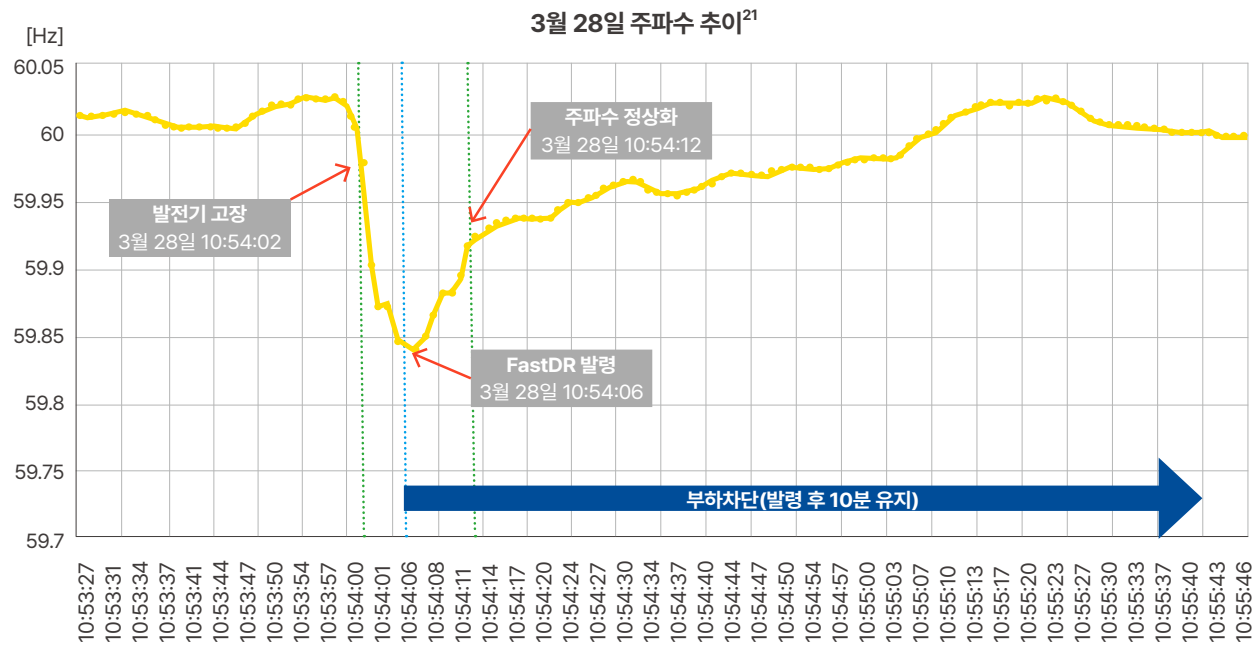
¹⁹ 이때 재생에너지 발전 비중은 태양광과 풍력의 발전 비중만 포함한 수치이다.

²⁰ 속응성 자원이란 운영예비력과는 별도로 중앙급발전기 중 20분 이내에 응동하여 4시간 이상 출력을 유지할 수 있는 발전력을 의미하며, 전력계통의 과도한 변동성에 신속하게 대응하는 역할을 수행한다. 출처: 전력거래소(2020.03), '기술평가 세부운영규정'

[패스트DR 운영 사례]²¹

2021년 3월 28일 석탄화력 중 신서천화력의 시운전 중 918MW의 발전기가 고장나면서 주파수가 60Hz ~60.05Hz에서 급격하게 59.85Hz로 떨어졌다. 이에 4초 후 패스트DR이 바로 발령되어 1분간 620MW의 수요감축이 일어나 6초만에 주파수가 59.9Hz로 상승하여 정상화되었다. 그 이후 6분간 210MW를 추가 감축하여 안전하게 주파수를 회복하였다.

그림 5. - 패스트DR의 주파수 조정 사례



(2) 수요반응자원 신뢰성 강화

수요반응 제도는 수요반응자원이 일반 발전기처럼 전력거래소의 지시를 즉각적으로 따를 수 있도록 응동요건과 감축요건을 강화하며 신뢰성을 제고해 왔다. 2018년 5월 전력시장 규칙개정위원회에서 수요자원 거래시장 신뢰성 제고를 위한 규칙개정안이 상정되었으며 신뢰성이 강화되는 방향으로 개정되었다.²²

²¹ 전기신문(2021.04.15), '패스트DR, 주파수 하락 1분 만에 잡았다.'
²² 전력거래소(2018.05), '수요자원 거래시장의 신뢰성 제고를 위한 규칙개정'

표 6 -2018년 수요자원 거래시장 규칙개정안^{23, 24}

구분	개정 전	개정 후
수요감축요청 발령조건	목표수요 초과 시	목표수요 초과 및 예비력 고려
등록시험 감축지속시간	1시간	3~4시간
참여고객 해지	-	전력거래 개시 전 말소 가능

제어가능한 수요반응자원은 발전기와 동일한 역할을 수행하여 전력수급을 관리할 수 있다. 규칙 개정 이후 수요반응자원의 신뢰도는 100% 이상으로 타 발전기와 마찬가지로 전력거래소의 지시에 따라 응동할 수 있다. 신뢰도가 100% 이상이라 함은 감축지시량보다 감축이행량이 더 많다는 것을 의미한다. 2021년 신뢰성DR은 11,285MWh, 경제성DR은 509,426MWh를 감축하였으며, 각각의 감축이행률은 감축지시량의 111%와 157%였다.

표 7- 2021년 신뢰성DR과 경제성DR 수요감축 현황²⁵

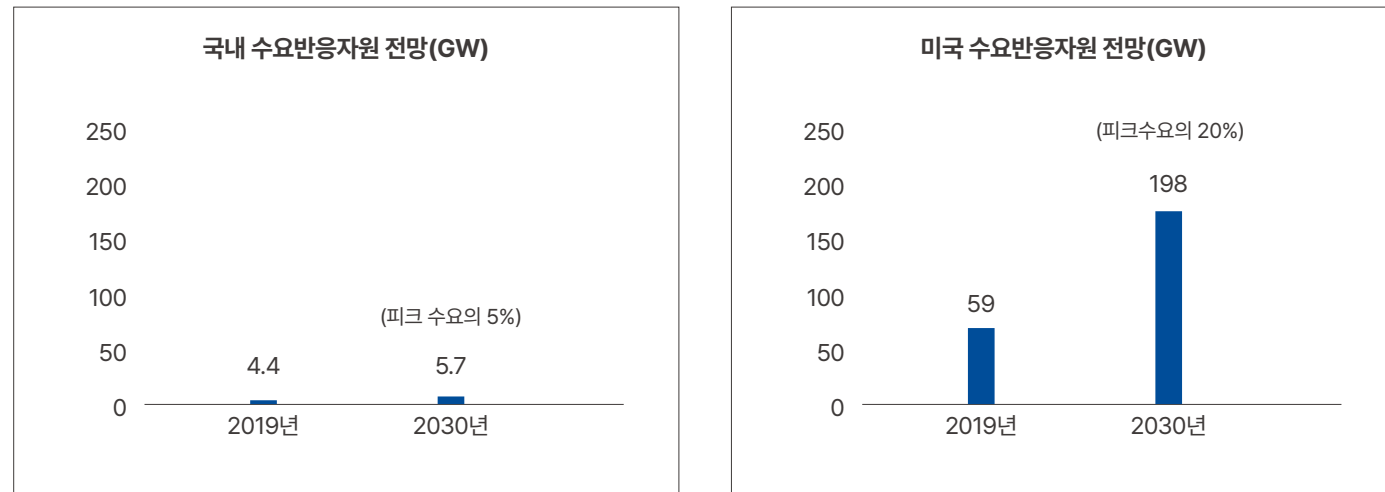
구분	신뢰성DR	경제성DR
감축량(MWh)	11,285	509,425
이행률(%)	111	157

²³ 출처는 위와 동일하다
²⁴ 수요자원 거래시장 규칙개정안은 지속적으로 개정되어 왔다. 다양한 수요반응자원 프로그램이 도입되면서 최근 2022년 규칙개정안에는 중소형DR과 플러스DR의 등록시험 감축지속시간을 1시간으로 정하는 내용이 추가되었다. 또한, 참여고객 해지와 관련하여서는 등록시험 결과에 따른 수요반응자원의 의무감축용량 확정 후 등록완료일 평상일 2일 전까지 수요반응참여고객의 등록신청을 취소할 수 있도록 규칙이 개정되었다.
²⁵ 전력거래소(2021), '수요자원거래시장 현황 및 운영정보.'

4) 향후 계획

재생에너지 발전 비중이 높아질수록 수요반응자원의 역할도 확대될 것이다. 국내에서도 냉방 사용으로 전력수요가 증가하는 여름철마다 효율적인 수요관리를 위한 수요반응자원의 필요성이 강조되고 있다. 기존에는 수요자원 거래시장 초창기부터 존재했던 신뢰성DR과 경제성DR 위주로 제도가 운영되었지만, 앞으로 플러스DR과 패스트DR 등 새롭게 신설된 제도의 역할도 전력계통에서 더욱 중요하게 여겨질 것이다. 그러나, 현 계획에 따르면 국내 수요반응자원의 확대 계획은 보수적으로 설정되어 있다. 제8차 전력기본수급계획을 살펴보면 2030년까지 수요반응자원은 5.7GW까지 늘어날 전망이지만, 이는 피크수요의 5% 정도 수준에 불과하다.²⁶ 한편 미국에서는 2030년까지 수요반응자원이 피크수요의 20%인 198GW를 절감할 수 있다고 평가하고 있으며, 이는 우리나라의 전력시장이 수요반응자원을 과소평가하고 있음을 의미한다.²⁷

표 8- 국내와 미국의 수요반응자원 전망 비교

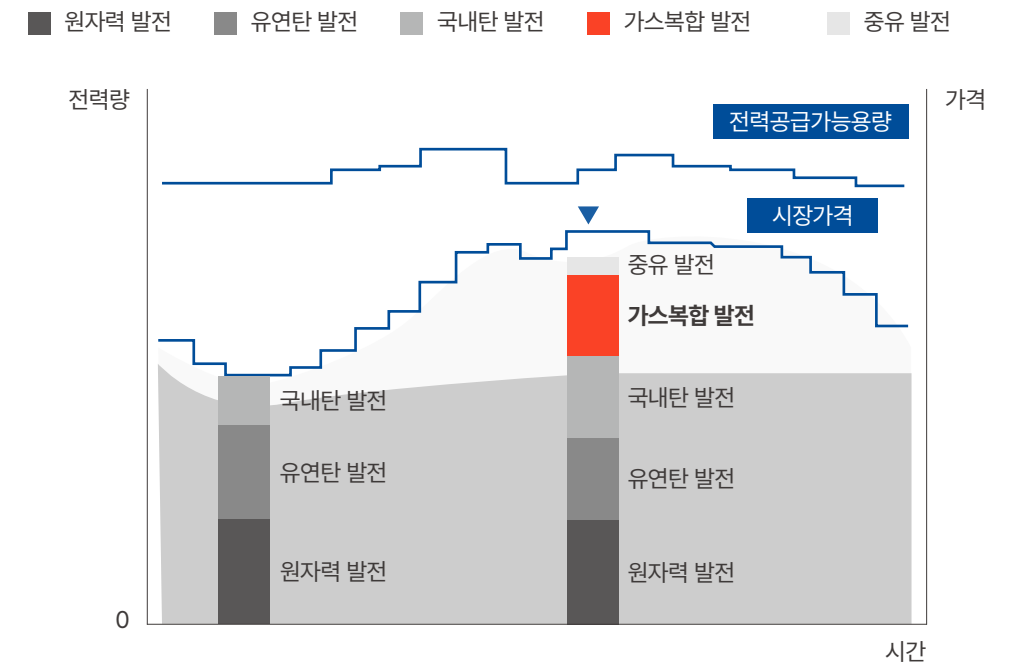


04. 불공정한 전력시장

가스발전과 수요반응자원은 피크전력을 감축하는 자원이라는 점에서 같은 역할을 지니지만, 현 전력시장은 가스발전에 유리하게 설계되어 수요반응자원이 시장 내에서 다른 발전원과 공정하게 경쟁할 수 없다. 따라서 두 자원의 운영 및 보상에 대한 정책을 분석 비교하여 동등한 시장환경을 저해하는 요인을 알아보고자 한다.

가스발전과 수요반응자원은 피크시간대의 전력수급을 맞추고 주로 예비력을 확충하는 자원이라는 점에서 같은 역할을 한다. 가스발전은 연료비가 비싸고 석탄발전이나 원자력발전에 비해 출력조절이 비교적 원활하여 전력수요가 많이 발생하는 피크시간용으로 도입된 발전원이다²⁸.

그림 6- 가스발전의 역할²⁹



그러나 국내의 가스발전은 피크시간대 외에도 가동되고 있어 수요반응자원에 비해 활용도가 상당히 높다. 가스발전 용량은 수요반응자원 용량보다 9배 많으며, 거래량은 수요반응자원의 314배나 된다.

²⁶ 산업통상자원부(2017.12.29), '제8차 전력수급기본계획'

²⁷ Brattle (2019.07), 'The National Potential for Load Flexibility – Value and market potential through 2030'.

²⁸ 전기신문(2017.02.06), '기저부하와 첨두부하 패러다임 변화 전망'.

²⁹ 각 항목별 전력량을 단순화한 모식도이다

표 9 - 2021년 가스발전과 수요반응자원 현황 비교

2021년	가스발전	수요반응자원	비교
용량(GW)	41.2	4.6	가스발전의 용량은 수요반응자원의 9배임
전력감축량 또는 전력거래량(GWh)	163,401	521	가스발전의 전력거래량은 수요반응자원의 314배임

게다가 가스발전은 일부 수요반응자원으로 대체될 수 있음에도 불구하고 수요반응자원에 대비하였을 때 무분별하게 확대될 예정이다. 정부가 발표한 제10차 전력수급기본계획 실무안에 따르면 2036년까지 폐쇄될 26기(13.7GW) 석탄화력발전소가 가스발전소로 전환될 예정이며, 통영, 울산, 여수 등에서도 가스발전소가 추가로 건설되고 있다. 가스발전소의 설비용량은 41.2GW에서 2034년 59GW까지 확대될 예정이다.³⁰

반면, 제도별 수요반응자원의 운영시간 및 실적을 살펴보면 수요반응자원은 높은 신뢰도에 비해 활용도가 매우 낮은 것을 확인할 수 있다. 대부분 연간 일주일도 운영되지 않았으며, 상대적으로 운영일자가 많은 경제성DR의 경우에도 연간 감축량이 492GWh에 불과하였다. 실제 보상수준은 감축량과 관계없이 낙찰량의 1.2배(356GWh)를 초과하지 못하는데, 낙찰량은 297GWh으로 입찰량인 736GWh과 비교하였을 때 절반 수준에도 못 미쳤다.³¹

표 10- 2021년 수요반응자원 운영시간 및 실적³²

구분	운영시간	수요감축 및 증대 실적	
신뢰성DR(의무적DR)	4회	10.9GWh 감축	
자발적DR	경제성DR	248일	
	피크수요DR	6일(20시간)	970MW 감축
	미세먼지DR	1일	1,982MWh 감축
국민DR(에너지심포)	54회	1,354KWh 감축	
패스트DR(FastDR, 주파수DR)	4회	3,422MW-10min 감축	
플러스DR	10일(29시간)	19,478MWh 증대	

이에 본 장에서는 수요반응자원 활성화의 장애요인을 분석하고자 한다.

1) 과도한 가스발전 보상제도

현재 전력시장의 총괄원가보상제는 무분별하게 신규 가스발전 확대를 유도하고 계통기여도가 낮은 가스발전소가 퇴출되지 않도록 하고 있다.

제10차 전력수급기본계획 실무안에 명시된 석탄발전에서 전환될 가스발전 용량은 13.7GW에 달하며, 현재 수요반응자원 등록 용량(4.6GW)의 3배에 해당하는 대규모 가스발전 건설이 추진될 수 있는 이유는 총괄원가보상제 때문이다.

[총괄원가보상제]³³

총괄원가보상제란 한전 발전자회사의 초과수익을 환수하고 적정 수익을 정부가 30년간 보장하기 위한 제도이다. 민간발전사 중에서는 석탄화력발전소를 소유한 발전사만 총괄원가보상을 받고 있다.

[정산조정계수]³⁴

정부의 요금규제를 받는 전기판매사업자(한전)가 50%를 초과하는 지분을 소유한 발전사업자의 발전기와 중앙급전 석탄발전기의 전력 거래 정산금을 조정하기 위한 계수이다.³⁵ 한전은 발전사업자로부터 전력을 구매할 때 전력구매가격(System Marginal Price; SMP)에 0~1 사이의 정산조정계수를 적용해 수익을 조정한다.

현재 전력시장은 가스발전을 소유한 한국전력(이하 한전) 발전자회사³⁶의 적정 수익을 무조건적으로 보장하고 있어 발전자회사는 신규 가스발전 사업을 무분별하게 추진하고 있다. 총괄원가보상제는 가스발전기를 소유한 발전사의 현금흐름이 원가와 이윤의 합산액을 미달하는 경우 자사의 석탄발전소에 적용된 정산조정계수를 조정하게 함으로써 발전자회사의 당기순이익을 보장하고 있다.³⁷ 신규 가스발전은 온실가스 감축과 탄소중립 이행 과정에서 좌초자산으로 전락할 수 있지만, 발전자회사 입장에서 가스발전은 항상 수익을 내는 사업이므로 이를 중단할 경제적 동기가 없다.

³⁰ 올해 말 새로운 전력수급기본계획이 발표될 예정이므로 향후 건설될 설비용량에 변동이 생길 수 있지만, 이미 건설 중이거나 건설 계획이 발표된 발전소는 그대로 건설이 추진될 것으로 보인다.

³¹ 전력거래소(2021), '수요자원거래시장 현황 및 운영정보' [🔗](#)

³² 출처는 위와 동일하다

³³ 전력거래소(2021.12.29), '비용평가세부운영규정 전문(211229)'

³⁴ 출처는 위와 동일하다.

³⁵ 전력거래소(2022.01.24), '전력시장운영규칙 전문(211228 공고)'

³⁶ 한전 발전자회사는 전체 가스발전기 중 약 50%를 소유하고 있다.

³⁷ 전력거래소(2021.12.29), '비용평가세부운영규정 전문(211229)'

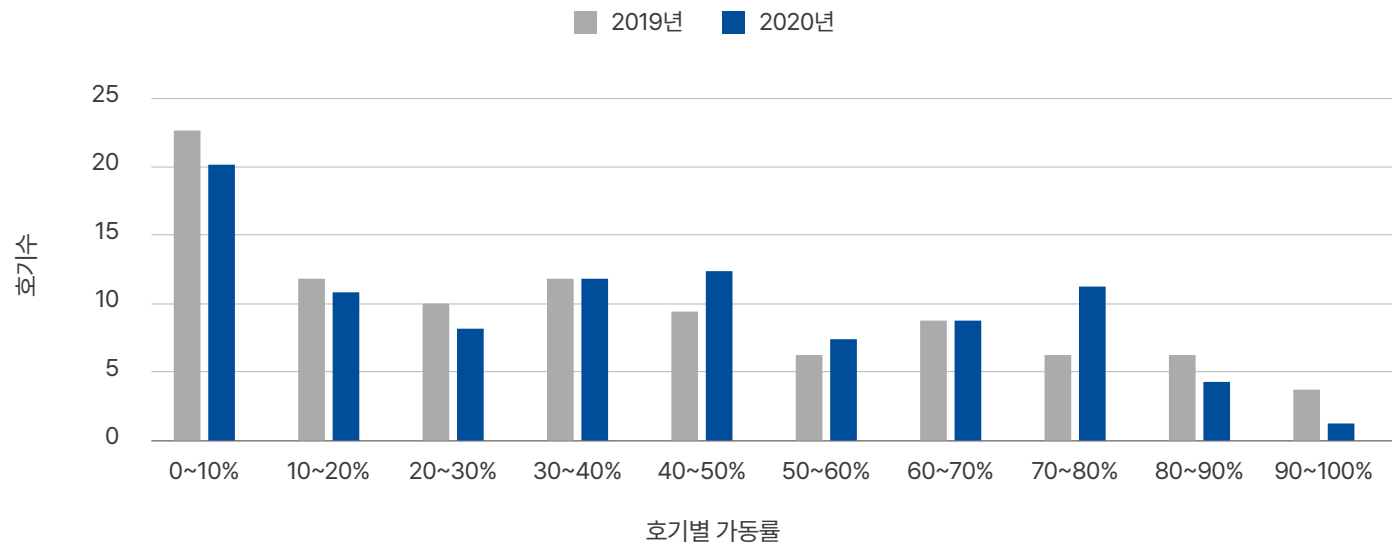
표 11- 2017년 석탄발전소 총괄원가 및 예상 정산금액(단위: 억원)³⁸

총괄원가		연간 예상 총 정산금액		차이금액
고정비	1,850	에너지정산금	2,878	
감가상각비	738	RSEP	2,666	
운전유지비	402	RGSCON	1	
적정 투자보수	636	RSCON	3	
적정 법인세비용	203	RCOFF	205	
△차감액(정지일수 초과)	△129	기타	3	
연료비	1,675	용량정산금	373	
합계	3,525	합계	3,251	274*

→ 총괄원가는 **사업자가 제출한 잠정투자비를 기준으로 산정** 중이며, 향후 최종투자비가 확정된 후 총괄원가를 재산정하여 그 오차분을 정산할 예정이다.

게다가 연간 가동률이 30% 이하인 발전소가 절반 이상으로 전력계통에 기여하지 못하는 발전기가 많지만, 발전사업자의 적정 수익을 보장하기 때문에 계통기여도가 낮은 가스발전소도 퇴출되지 않고 유지될 수 있는 것이다.

표 12- 가스발전소 호기별 가동률 추이³⁹



³⁸ 토론회 발제 자료(2020.05.18), '신규 석탄화력발전소와 총괄원가 보상제도, 이대로 괜찮은가.'

³⁹ 전력거래소와 환경부가 국회에 제출한 자료를 활용한 것이다.

2) 수요반응자원을 차별하는 정산제도

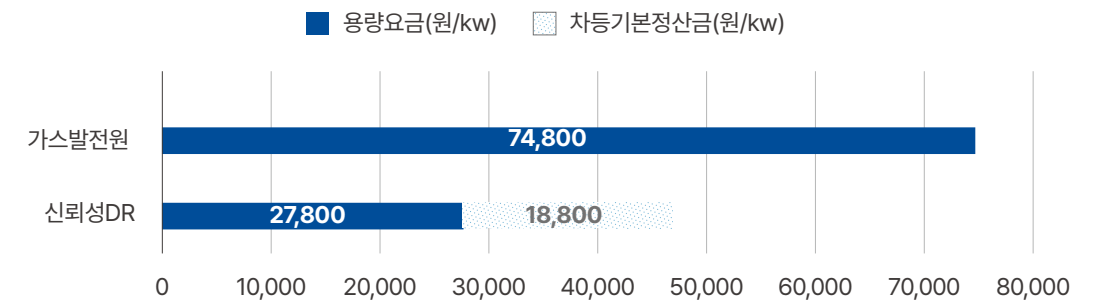
가스발전은 총괄원가보상을 통해 연료비, 자본투자비, 적정투자보수를 모두 보장받고 있는 반면, 수요반응자원은 가스발전에 비해 제대로 된 정산을 받지 못하고 있다. 수요반응자원은 가스발전보다 현저히 낮은 용량요금을 지급받고 있으며, 주파수 조정과 예비력을 보상받을 수 있는 계통운영보조서비스정산금은 아예 지급받지 못하고 있다.

(1) 용량요금

연간 전체 발전원에 지급되는 용량요금 중 가스발전이 정산 받는 비중은 상당하다. 2021년 가스발전에 지급된 용량요금은 3조 1천억원으로 전체 발전원에 지급된 용량요금(6조 5천억원)의 절반가량에 해당된다. 참고로 수요반응자원에 지급된 2021년 용량요금⁴⁰은 2,541억원이다.⁴¹

특히 현재 용량요금과 산정 방식을 살펴보면 피크수요를 담당하는 가스발전과 수요반응자원을 동등하게 취급하지 않다는 문제가 있다. 2021년 기준으로 가스발전과 신뢰성DR의 용량요금 단가를 비교하였을 때 가스발전의 용량요금 단가(74,800원/kW)가 신뢰성DR의 용량요금(27,800원~46,600원/kW) 단가의 1.6배에서 2.7배에 달한다.⁴²

표 13- 2021년 용량요금 단가(원/kW)



[용량요금]⁴³

전력거래소 발전지시에 응당한 대가로 지급하는 정산금으로 발전설비의 가동여부와 상관없이 공급가능용량 입찰값을 기준으로 지급한다.

[차등기본정산금]

전력시장 참여도에 따라 차등적으로 지급되는 정산금이다. 전력시장에 참여하지 않을 경우 차등기본정산금은 지급되지 않으며, 연간 최대 참여 가능 시간인 60시간에 대해 모두 참여했을 시 18,800원을 지급받는다.

⁴⁰ 수요반응자원의 고정비를 보상하는 정산금은 기본정산금이라 하지만, 이해상 편의를 위해 용량요금이라 용어를 통일하였다.

⁴¹ 전력거래소(2022.05), '2021년 전력시장통계'

⁴² 용량요금은 가독성을 위해 십의 자리에서 반올림하였다.

⁴³ 용량요금 정산식에는 수요반응자원과 가스발전 모두 기준용량가격, 용량가격계수, 시간대별 용량가격계수가 고려된다.

① 용량요금이 지급되는 시간대의 차이

두 자원의 용량요금에 차이가 발생하는 이유는 정산 방법⁴⁴은 동일하지만, 지급하는 시간대가 다르기 때문이다. 가스발전은 24시간에 대해 모두 지급받는 반면, 신뢰성DR은 피크시간대(평일 9시~20시, 12시~13시 제외)에만 지급받는다. 두 자원 다 전력수요가 많은 시간대에 주로 이용되지만 가스발전은 피크시간대 이외의 시간대에도 용량요금을 지급받아 과도한 보상을 받고 있다고 볼 수 있다.

② 용량요금 지급 시 계통기여도에 따른 차등지급 여부

게다가 전력계통 기여도에 따라 차등적인 요금을 지급받는 신뢰성DR과 달리 가스발전은 참여도에 상관없이 동일한 요금을 지급받고 있다. 신뢰성DR의 용량요금은 고정기본정산금과 차등기본정산금으로 나뉘며, 차등기본정산금은 경제성DR의 참여 정도에 따라 달라진다. 만약 신뢰성DR에 참여하는 사업자가 경제성DR에 참여하지 않으면 27,800원을 지급받고, 경제성DR의 최대 참여시간인 60시간에 참여하면 차등기본정산금을 전부 지급받아 총 46,600원/kW을 받게 된다. 반면, 가스발전소는 실제로 가동한 양과 상관없이 용량 당 동일한 요금(74,800원/kW)을 지급받고 있다. 이 역시 계통기여도가 낮은 가스발전소가 퇴출되지 않고 유지될 수 있도록 한다.

(2) 계통운영보조서비스정산금

수요반응자원은 패스트DR 등의 프로그램을 통해서 주파수를 조정하고 보조서비스의 역할을 수행하고 있지만 계통운영보조서비스정산금을 전혀 지급받지 않고 있다. 반면, 가스발전은 상당한 양의 계통운영보조서비스정산금을 지급받고 있다.

[계통운영보조서비스정산금]⁴⁵

전력계통의 안전성과 신뢰성을 유지하기 위하여 이루어지는 주파수조정, 적정예비력의 확보, 무효전력 수급, 자체기동발전 등을 행한 경우 지급한다. 주파수제어예비력정산금, 1차예비력정산금, 3차예비력정산금, 속응성자원정산금, 자체기동정산금, 보조서비스정산금으로 나뉜다.

표 14- 2021년 계통운영보조서비스정산금 현황⁴⁶

2021년	가스발전	수요반응자원
계통운영보조서비스정산금(백만원)	53,285	-

패스트DR의 경우 일반 수요반응자원에 비해 많은 관리 비용이 들어가지만 정산금은 동일하여 참여자를 유인하는데 어려움을 겪고 있다. 다른 수요반응자원과 달리 패스트DR은 전력거래소의 지시에 대응하여 몇 초 안에 수요를 감축하기 때문에 계량기, 모뎀 등을 전력량정보제공사업자를 통해 추가로 설치하여야 한다. 따라서 상당한 초기 비용이 들어감에도 불구하고 수요감축량에 따른 실적정산금⁴⁷만 지급받고 있는 상황이다.

반면, 올해 하반기부터 가스발전이 받을 계통운영보조서비스정산금의 세부 항목인 보조서비스 정산금은 늘어날 예정이다. 전력거래소가 오는 9월부터 전력대금 세부 항목 체계를 조정해 보조서비스 정산금을 최대 10배 늘릴 예정이라고 발표했다. 수요반응자원은 해당되지 않으므로, 이는 가스발전과 똑같이 예비력을 제공할 수 있는 수요반응자원에 불공정한 정책이다.

3) 수요반응자원의 까다로운 운영기준

(1) 신뢰성DR의 까다로운 발령 기준

신뢰성DR의 발령기준은 수요반응자원 거래시장 개설 이후 점차 까다로워져 실제 거의 이용되지 않고 있다. 발령기준이 차츰 완화되었음에도 불구하고 최저예비력 및 평균예비력에 비해 기준이 여전히 까다로운 것을 확인할 수 있다. 2022년 6월에는 전력수급 비상대책에 대비하여 발령기준이 예비력 5,500MW 미만에서 6,500MW 미만으로 완화되었다. 하지만, 2017년부터 2021년의 최저공급예비력이 6,075MW(19년 8월 13일)으로 현재의 발령기준을 적용하더라도, 2019년을 제외한 경우에는 신뢰성DR을 시행할 수 없다.⁴⁸

⁴⁴ 전력거래소(2019.02), '전력시장 실무자를 위한 2019 정산규칙해설서'

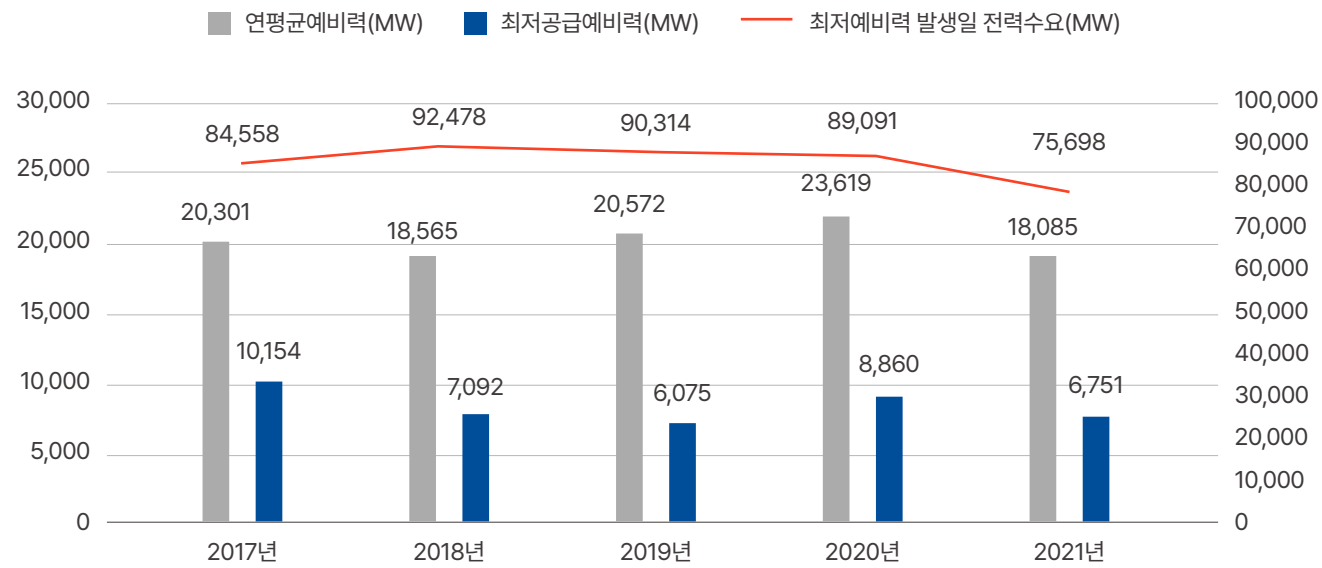
⁴⁵ 전력거래소(2022.01.24), '전력시장운영규칙 전문(211228 공고)'

⁴⁶ 전력거래소(2022.05), '2021년도 전력시장 통계'

⁴⁷ 패스트DR의 실적정산금은 발령횟수에 따라 차등 지급되며, 1회 발령 시 2600원/kW-10min, 2회 때에는 1,560원/KW-10min, 3회 이상부터는 1,040원/kW-10min씩 지급한다.

⁴⁸ 전력거래소(2022.05), '2021년도 전력계통운영실적'

표 15- 최근 5년간 최저예비력 실적⁴⁹



실제로 신뢰성DR은 발령기준이 까다로워 2020년 6월 이후에는 감축시험 및 재감축시험을 제외하고는 발령이 나지 않았다. 2021년에는 감축시험이 시행되는 6월과 12월에 두 번 시행되어 총 11,285MWh를 감축하였다.

표 16- 2021년 신뢰성DR 발령 현황⁵⁰

월	시간(h)	감축요청량(MWh)	감축량(MWh)	감축이행률(%)
6월	16	763	772	101
	17	1259	1463	116
	18	1303	1600	123
	19	1371	1496	109
	16	451	418	93
	합계		5147	5749
12월	15	731	826	113
	16	1272	1330	105
	17	1270	1498	118
	18	1281	1395	109
	16	34	31	91
	17	422	456	108
합계		5010	5536	110
합계		10,157	11,285	111

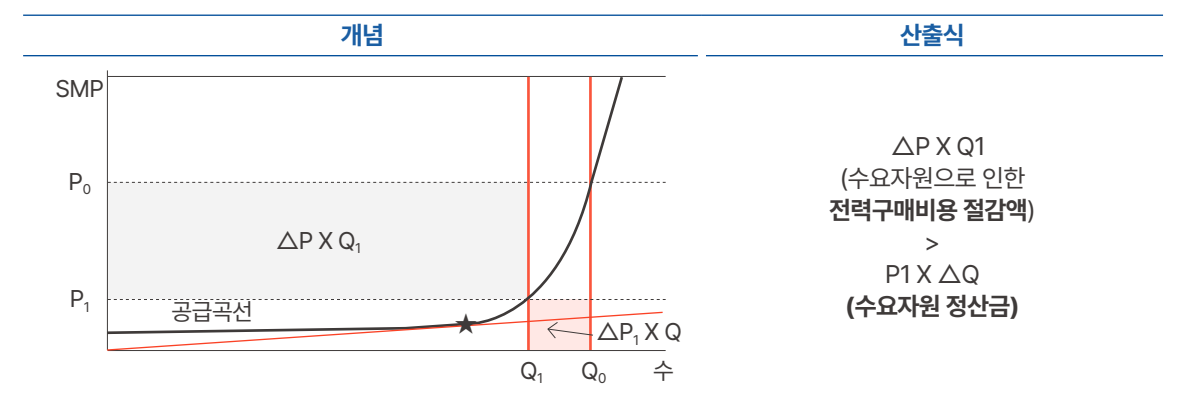
⁴⁹ 위와 동일하다

⁵⁰ 전력거래소(2021), '수요자원거래시장 현황 및 운영정보' [링크](#)

(2) 경제성DR의 왜곡된 입찰 가격

현재의 순편익가격은 주로 전력계통가격(SMP)보다 높게 설정되어 수요반응자원의 낙찰량이 많이 발생하지 않는다. 하루전시장에 수요반응자원을 입찰할 경우, 감축가격을 사회적 순편익이 발생하는 가격수준 이상으로 입찰해야 한다. 이때 순편익이 발생하는 하한값을 순편익가격(Net Benefit Test Price, NBTP)라 하며, 순편익가격은 수요반응자원으로 인한 전력구매비용 절감액이 수요반응자원 정산금보다 큰 최소의 도매시장가격을 의미한다. 즉, 순편익가격은 낮은 가격의 수요반응자원이 대규모로 낙찰되어 계통운영자가 손해보는 일을 방지하고자 설정한 가격이다. 순편익가격은 전력거래소가 매일 발전기의 공급곡선을 기초로 작성하여 공표하지만, 국내 전력시장은 고정비를 제외한 변동비만을 반영하여 공급곡선을 작성하기 때문에 순편익가격이 비교적 높은 가격에서 형성된다.

표 17- 순편익가격 산출과정



05. 해외 사례

해외에서도 수요반응자원은 전력 공급 및 구매에 대한 경제적 비용 감축 등 이점이 명확하여 중요도를 높게 평가하고 있다. 이에 일부 국가에서는 수요반응자원이 기존의 발전원들과 공정한 경쟁이 가능하도록 제도 및 법적으로 규정하고 있다. 영국과 미국의 사례를 통해 기존 발전원과 수요반응자원 간의 공정한 시장 환경 조성을 위해서는 정부의 정책이 필수적으로 수반되어야 함을 알 수 있다.

1) [영국] 용량시장 지원계획 개정

영국의 수요반응자원 공급업체인 Tempus Energy⁵²가 기존의 용량시장 지원계획이 수요반응자원기술을 차별한다고 주장하며, EU 집행위원회의 해당 지원계획에 대한 승인 취소를 요구하는 소를 제기하였고, 원심은 원고인 Tempus Energy 측의 손을 들어주었다. 이에 따라 영국정부는 화력발전과 수요반응자원 간의 공정한 경쟁이 가능하도록 기존에 불공정하게 설계되었던 용량시장 제도를 일부 수정하였다.

(1) 배경

영국이 2014년 도입한 용량시장 제도는 전력피크 시간대의 정전발생과 전기요금 급등에 대비하기 위해, 발전사업자의 전력공급 개시 4년 전 T-4 경매를 통하여 전력 예비용량을 사전에 구매하여 발전사업자에게 용량요금을 지급하고, 이후 전력공급 개시 1년 전 T-1 경매를 열어 추가적으로 필요한 전력 예비용량을 총당하는 시스템이다. 영국은 이를 위해 2014년 6월 용량시장 지원계획을 EU 집행위원회에 통지했고, 같은 해 7월 EU 집행위원회는 영국의 용량시장 지원계획이 유럽연합 국가 원조 규정⁵¹에 위반되지 않는다는 이유로 이를 승인 결정했다.

(2) 주요내용

수요반응자원 공급업체인 Tempus Energy는 정부의 용량시장 지원계획이 화석연료 발전사업자에 특권을 부여하여 수요반응자원 기술을 차별한다고 주장했다. 나아가 이와 같은 차별은 EU 역내시장 양립 불가능한 점⁵³을 내포하므로, 용량시장 지원계획이 유럽연합 국가 원조 규정에 위반된다고 주장하며, EU 집행위원회의 승인결정 취소를 요구하는 소를 제기했다.

원심은 Tempus Energy의 주장을 인정하고, 용량시장 지원계획에 대한 EU 집행위원회의 승인결정을 취소하는 판결을 내렸다. 이에 EU 집행위원회는 영국정부에게 수요반응자원과 기존 발전원 간 공정한 경쟁이 가능하도록 용량시장 지원계획을 변경하라고 명령했다.

이후 영국은 EU 집행위원회의 명령에 따라, 용량시장 지원계획 중 수요반응자원의 체결가능 계약기간과 최소 계약용량에 대한 내용을 수정했다. 기존의 용량시장 지원계획에 따르면 발전원의 경우 15년 장기계약 체결이 가능했지만, 수요반응자원의 경우 1년의 단기계약 체결만 가능했다. 또한 용량시장 최소 참여 용량을 2MW로 설정하여, 상대적으로 사업 용량 규모가 작은 수요반응자원 사업자의 용량시장 참여를 제한하였다. 개정된 용량시장 지원계획은 특정 조건을 만족하는 수요반응자원의 경우 3년 또는 15년 장기계약이 가능하도록 하고 있으며, 용량시장 참여 최솟값을 1MW로 축소하여 수요반응자원 사업자의 용량시장 참여 장벽을 낮추었다.

표 18- 용량시장 지원계획 개정에 따른 수요반응자원 입찰조건 비교

구분	개정 전	개정 후
계약기간	1년의 단기계약만 체결 가능	1년, 3년, 15년 기간에 대한 계약체결 가능
최소 참여용량(MW)	2	1

수요반응자원은 사업적 특성상 T-4 경매보다 T-1 경매에 입찰할 가능성이 높는데, 용량시장 지원계획 개정 전후의 T-1 경매 입찰량을 비교해보면, 개정 후 수요반응자원의 낙찰량이 증가했음을 확인할 수 있다. 2018년 T-1 경매에서 195MW로 전체 낙찰량의 5%를 차지하였던 수요반응자원은 용량시장 지원계획 개정 후 2020년 239MW에 달하는 용량계약을 체결하며 전체 낙찰량 중 11%를 차지했다.

표 19- 용량시장 지원계획 개정 전후 경매(T-1) 입찰량 비교⁵⁴

연도	수요반응자원(MW)	가스발전(MW)	전체(MW)
2018년	195 (5%)	2,030 (56%)	3,626
2020년	239 (11%)	986 (44%)	2,252

⁵¹ 유럽연합 국가 원조 규정에 따라 회원국의 국가 자원을 통해 제공하는 원조는 유럽연합 내 역내시장과 양립할 수 있어야 한다.

⁵² Tempus Energy는 수요반응자원 기술과 스마트 가전제품의 상호작용하는 소프트웨어를 개발하여 전력 피크타임에 전력수요를 줄이는 수요반응자원 공급업체이다.

⁵³ EU 기능조약(TFEU) 제107조는 “조약에 달리 규정된 경우를 제외하고, 회원국 또는 국가 자원을 통해 어떠한 형태로든 특정 사업 또는 특정 상품의 생산을 유리하게 하여 경쟁을 왜곡하거나, 왜곡할 가능성이 있는 모든 원조는 회원국 간의 무역에 영향을 끼치는 한 역내시장과 양립할 수 없다”고 명시하고 있다.

⁵⁴ Nationalgrid ESO (2019.06.24) ‘Final Auction Report – 2018 year ahead Capacity Auction(T-1)’, Nationalgrid ESO (2021.03.12) ‘Final Auction Report – 2020 one year ahead Capacity Auction(T-1)’

2) [미국] 연방에너지규제위원회의 수요반응자원 규제 권한 유지

미국의 연방에너지규제위원회(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)⁵⁵는 “순편익가격 조건을 만족하는 수요반응자원의 경우 도매 전력시장에서 발전자원과 동등하게 전력시장가격(LMP)로 보상해야 한다”는 내용의 Order 745를 발표하였다. 이에 전력공급자협회(Energy Power Supply Association, EPSA)는 연방에너지규제위원회의 Order 745가 연방에너지규제위원회의 규제 권한을 초과한다고 주장하였지만, 대법원은 Order 745가 연방에너지규제위원회의 규제 권한을 초과하지 않는다고 판단하여 Order 745를 유지시키는 판결을 내렸다. 이에 따라 미국 내 도매 전력시장 계통운영자는 조건을 만족하는 수요반응자원을 기존 발전기와 동등하게 보상하고 있다.

(1) 배경

미국 에너지 정책법과 에너지부는 보고서를 통하여 도매시장 가격 안정화를 위한 수요반응자원 도입의 필요성의 강조하고 있다. 이러한 배경에서 2011년 연방에너지규제위원회는 수요반응자원 관련 Order 745를 발표했다. Order 745의 주요내용은 수요반응자원이 발전자원을 대체하여 전력시장 수급 안정에 기여할 수 있으며, 비용측면에서도 효과적임을 순편익가격테스트를 통해 검증할 수 있다면, 해당 수요반응자원은 에너지 시장에서의 시장가격(Locational Marginal Price, LMP⁵⁶)으로 보상받아야 한다는 것이다⁵⁷. 더불어 연방에너지규제위원회는 수요반응자원에 대한 보상수준을 전력시장가격으로 책정하는 것은 수요반응자원이 도매시장에서 “공정하고 합리적인” 금액을 보상받는데 반드시 필요한 조치임을 강조했다. 연방에너지규제위원회는 Order 745를 통해 수요반응자원 거래시장이 활성화되고, 첨두부하 시 수요 감축을 통한 안정적 예비력 확보 및 화석연료의 사용을 크게 줄일 수 있을 것으로 기대하였다⁵⁸.

연방에너지규제위원회의 Order 745를 통해 수요반응자원 시장이 활성화되면서 피크시간대 고비용의 발전을 가동하는 대신 수요반응자원을 활용하여 전력수요를 충족할 수 있게 되었다. 이러한 상황에서 발전사업자들은 전력수요가 높은 시간대에 고비용의 발전을 가동하지 못하게 됨으로써 수익이 줄어들었고, 수요반응자원에 대해 대규모 자본 비용을 동원하여 발전소를 건설한 후 전력을 생산하는 발전자원과 동일한 수준으로 보상하는 것은 수요반응자원에 대한 과도한 보상 수준이라는 비판을 제기하였다.

(2) 주요내용

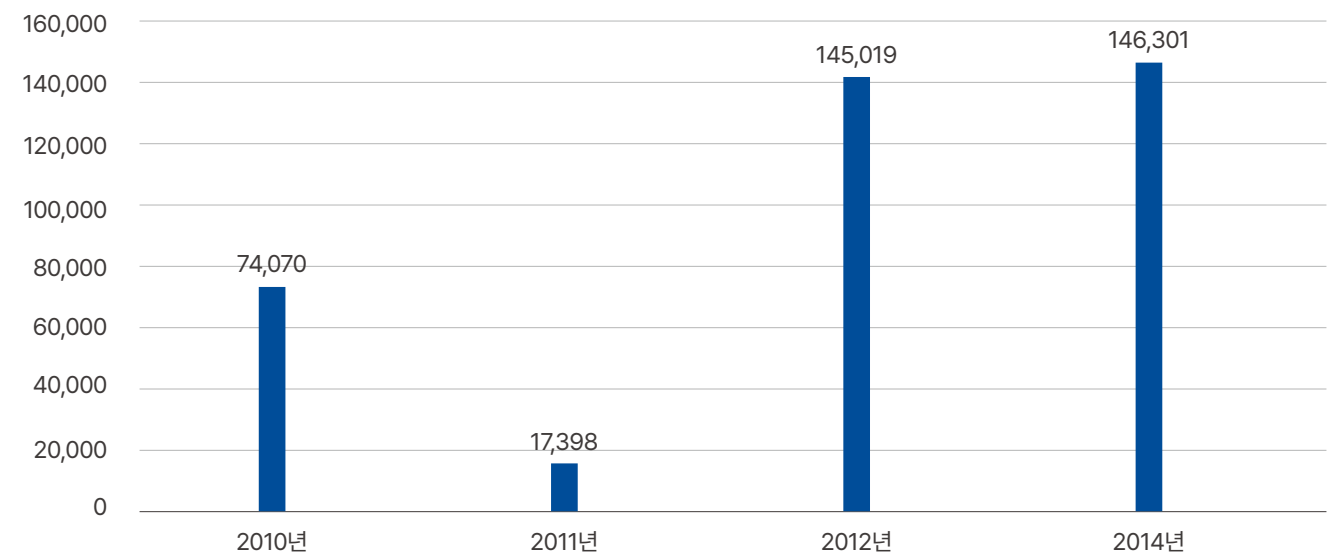
2012년 전력공급자협회는 수요반응자원은 도매시장이 아닌 소매시장에서 거래되기 때문에 연방에너지규제위원회의 Order 745는 연방전력법(Federal Power Act, FPA)⁵⁹에 따른 연방에너지규제위원회의 규제범위를 초과하고, 수요반응자원에 대한 규제 권한은 주정부가 가져야한다고 주장하며, D.C. 연방항소법원에 Order 745의 위법성을 밝혀달라고 제소했다.

2014년 원심 워싱턴 D.C. 연방항소법원은 연방에너지규제위원회의 Order 745가 소매 고객을 도매 시장으로 유인하여 소매 전력 소비를 줄임으로써 연방전력법의 관할권 제한을 위반하고 있다고 판단하여 Order 745를 무효화했다.

하지만, 이후 항소심에서 대법원은 조직화된 도매시장에서 수요반응자원의 입찰은 주간 전력거래의 전기요금에 영향을 미치지 때문에⁶⁰, 이는 연방전력법에 따른 연방에너지규제위원회의 규제 권한 범위에 포함된다고 판단했다. 또한, 대법원은 수요반응자원이 소매업 수준에 어떤 영향을 미치는가와 관계없이, 수요반응자원 규제의 모든 측면은 도매시장에서만 일어나는 것을 강조하고, 수요반응자원을 규제하는 연방에너지규제위원회의 명분은 도매시장을 개선하는 것이 전부임을 밝혔다. 따라서 대법원은 연방에너지규제위원회의 Order 745가 소매시장에 영향을 미칠 수 있지만, 연방전력법에 따른 연방에너지규제위원회의 규제 권한범위를 초과하지 않는다고 판단하여, Order 745가 유효하다는 판결을 내렸다.

2011년 연방에너지규제위원회의 Order 745 발표 전후의 PJM 내의 경제성DR 자원을 통한 전력감축량을 비교하면, Order 745 발표 이후 경제성DR을 통한 전력감축량이 약 2배 증가하였음을 알 수 있다.

표 20- 경제성DR에 따른 전력감축량(MWh)^{61, 62}



⁵⁵ 연방에너지규제위원회(FERC)는 미국내 주간 파이프라인을 통한 원유 및 가스 수송, 전기의 송배전 등을 규제하는 독립적인 정부기관이다

⁵⁶ LMP는 지역별 한계가격으로 계통한계가격(System Marginal Price; SMP)과 송전손실비용 및 송전손실비율로 구성된다.

⁵⁷ FERC (2011. 03), 'Order No. 745: Demand Response Compensation in Organized Wholesale Energy Markets'

⁵⁸ 에너지경제연구원(2015.12), '기본연구보고서 - 수요자원의 전력시장 참여효과 분석'

⁵⁹ FPA의 section 201, 205, 206는 FERC에게 도매시장에서의 전기요금을 비롯하여 관련 조건을 설정하고, 조건을 규제할 수 있는 모든 권한을 부여함과 동시에, section 201(b) FERC가 “기타 판매(any other sales)”와 “기타 판매”에 대한 규제 권한을 갖지 않는다고 규정하고 있다.

⁶⁰ PJM은 2013년에 수요반응자원을 통해 1주일에 6억 5천만 달러의 요금을 절감할 수 있었다고 주장하였다.

⁶¹ PJM (2010, 2011, 2012, 2014), 'Demand Response - Monthly activity reports'.

⁶² 2013년 데이터는 접근이 불가능해 그래프에 포함되지 않았다.

06. 결론

국내에서 수요반응자원이 석탄발전에서 전환될 26기의 신규 가스발전 건설을 막기 위해서는 수요반응자원과 가스발전이 시장에서 공정하게 경쟁할 수 있는 환경이 마련되어야 한다. 더 나아가 수요반응자원의 용량을 확대하고 활용도를 높이기 위해서는 아래의 3가지 조건(Δ가스발전 전환계획 제고, Δ공정한 정산체계 마련, Δ수요반응자원 활용 방안 마련)이 이행되어야 한다.

1) 불필요한 가스발전에 대한 의존도 축소

제10차 전력수급기본계획 실무안에 명시된 현재 수요반응자원 등록용량의 3배가 되는 26기(13.7GW)의 가스발전소 전환계획은 철회되어야 한다. 현재 정부는 작년에 발표된 2030 온실가스 감축목표와 2050 탄소중립 시나리오를 반영한 제10차 전력수급기본계획을 마련할 예정이다. 가스발전의 장기적 전망과 이에 따른 경제성을 반영한다면 제10차 전력수급기본계획에 신규 가스발전소 전환을 무분별하게 허용해서는 안 된다. 13.7GW의 신규 가스발전소가 전부 건설된다면 추후 탄소중립 이행과정에서 10~20년만에 퇴출될 수 있는데, 이는 좌초자산 위험⁶³을 수반하고 있어 막대한 사회적, 경제적 손실을 야기할 것이다.

더 나아가 과도한 용량의 가스발전 투자를 유도하여 수요반응자원 활성화에 불리한 환경을 조성하는 총괄원가보상제를 개편하여야 한다. 계통기여도가 낮고 경제성이 없는 가스발전소는 유지되거나 확대되는 반면, 신규 가스발전기를 대체할 수 있는 수요반응자원이 확대되지 못하는 이유는 전력시장이 시장원리에 따라 작동하지 않기 때문이다. 따라서 중장기적으로 무분별한 가스발전 전환 계획을 가능하게 하고, 계통기여도가 낮은 가스발전소가 퇴출되지 않도록 하는 전력시장 보상 체계에 대한 개편방안 역시 검토되어야 한다. 이는 불필요한 신규 가스발전설비가 건설되는 것을 막고, 경제성이 없는 노후화된 가스발전소가 퇴출되는데 이바지할 것이다.

2) 공정한 정산체계 마련

수요반응자원은 신규 가스발전기의 진입을 막고 기존 발전기를 대체할 수 있으므로, 가스발전과 수요반응자원 사이의 공정한 정산체계가 마련되어야 한다. 용량요금의 경우 전력거래소는 수요반응자원과 가스발전의 필요시간대를 공정하게 산정하여 용량요금 체계를 개편할 필요가 있다. 가스발전도 수요반응자원처럼 24시간 가동되지 않고 일부 시간대만 가동되므로 용량요금

을 지급하는 시간대를 한정하고 정산금액을 축소해야 한다. 앞으로 재생에너지 보급이 확대될 경우 태양광 활용도가 높은 낮시간대 혹은 주말에도 수요반응자원의 필요성이 증가하므로 수요반응자원의 의무감축시간대 역시 합리적으로 설정해야 한다.

또한, 속응성 자원과 예비력의 역할을 수행하는 수요반응자원에게 가스발전과 같은 계통운영보조서비스정산금을 지급하여 고객들이 다양한 수요반응자원 프로그램에 참여할 수 있도록 유도해야 한다. 패스트DR과 플러스DR은 재생에너지 발전 비중이 높은 전력시스템에서 더욱 필요한 자원이지만, 아직 계통에 실효성 있는 기여를 하지 못하고 있다. 따라서, 수요반응자원이 제공하는 예비력과 부가서비스에 대한 적절한 보상체계가 마련되어야 한다.

3) 수요반응자원 활용 방안 마련

수요반응자원을 활성화하기 위해 각 프로그램의 적정 기준을 검토할 필요가 있다. 신뢰성DR의 까다로운 발령조건을 완화하여 활용도를 높여야 한다. 현재 신뢰성DR의 발령요건은 올해 6월에 개정되어 예비력 6,500MW 미만일 때만 시행 가능하다. 개정이 되었음에도 불구하고, 최근 5년간 최저예비력 현황을 살펴보면 19년도 6,075MW를 제외하고는 예비력이 6,500MW 미만으로 떨어진 적이 없다. 이는 높은 감축이행률을 보이고 있는 신뢰성DR을 제대로 활용하지 않고 있다는 뜻이므로 적절한 발령 기준을 검토하여 그 기준으로 완화할 필요가 있다.

또한, 경제성DR의 입찰가격 기준인 순편익가격⁶⁴의 적정 수준을 검토하여 입찰량을 늘려야 한다. 그러기 위해서는 순편익가격 산정 시 환경비용을 포함한 전체 변동성 비용을 고려하여 그 기준을 완화해야 한다. 현재 경제성DR은 여름철 전력수급대책기간 하루 평균 0.9GW, 최대 2.7GW 전력을 공급하는 효과를 지니고 있지만,⁶⁵ 이는 4.6GW 등록용량과 비교하였을 때 활용 수준이 매우 저조한 것을 알 수 있다. 순편익가격을 도출할 때 총 변동성 비용을 내재화한다면 발전기의 공급곡선이 증가하여 기존보다 낮은 수준에서 순편익가격이 설정될 수 있다. 이는 수요반응자원의 가치를 올바르게 반영하고 시장에 제대로 된 가격신호를 전달하는 방안이 될 수 있다.

⁶³ 기후솔루션이 2020년 발표한 '한국 가스발전 시장의 재무적 위험 분석 보고서'에 따르면, 2°C 미만 상승 시나리오에 맞추어 가스발전을 퇴출할 시, 13.7GW 용량의 석탄발전소가 가스발전소로 대체되는 경우 가스발전에 대한 불필요한 자본투자 및 영업현금흐름 감소로 인한 좌초자산 위험은 2060년 경 600억 달러에 이른다.

⁶⁴ 현재 순편익가격은 전력거래소에서 발전기의 공급곡선을 도출한 뒤 계통운영자의 이익이 수요반응자원에게 지불하는 비용과 같아지는 지점에서 도출된다. 하지만, 우리나라의 경우 변동비가 저렴한 기저발전의 비율이 높고 발전원별 발전 단가의 차이가 매우 커 공급 곡선이 계단 형태로 나타나고 있어, 왜곡된 순편익가격이 도출되고 있다.

⁶⁵ 산업통상자원부(2021.07.13), [보도자료] '수요반응(DR)으로 지능형 전력 수요관리' 

부록

1. 영국 용량시장 지원계획 개정 사례

1) Tempus Energy의 소송 제기

수요반응자원 기술과 스마트 가전제품의 상호작용하는 소프트웨어를 개발하여 전력 피크타임에 전력수요를 줄이는 수요반응 자원 공급업체인 Tempus Energy는 정부의 용량시장 지원계획이 화석연료 발전사에 특권을 부여하여 수요반응자원 기술을 차별한다고 주장했다. 나아가 이러한 차별은 EU 역내시장 양립 불가능한 점을 내포하므로, 용량시장 지원계획이 유럽연합 국가 원조 규정에 위반된다고 주장하며, EU 집행위원회의 승인결정 취소를 요구하는 소를 제기했다.

2) 판결 내용

원심 판결

EU 일반법원은 EU 집행위원회가 정부의 용량시장 지원계획과 역내시장의 양립가능성에 대해 의심을 가지고 공식조사 절차를 진행했어야 했지만, 그렇지 않았으므로 EU 집행위원회가 조사의무를 위반했다고 인정하고, 용량시장 지원계획에 대한 EU 집행위원회의 승인결정을 취소하는 판결을 내렸다.

EU 일반법원이 Tempus Energy의 청구를 인용한 주요 근거는 절차상 법률 위반에 있지만, 법원은 용량시장 지원계획 상에서 수요반응자원에 대한 차별을 인정하기도 했다. 법원은 3가지 부분에 대하여 수요반응자원이 차별을 받고 있다고 인정했다.

첫째, 수요반응자원 사업자와 발전사업자가 체결할 수 있는 계약기간이 상이하여 불공정하다는 것이다. 용량시장 지원계획은 특정 조건을 만족하는 발전사에게 3년 및 15년 기간의 장기 용량계약을 체결할 수 있도록 정하고 있다. 하지만 장기 용량계약을 체결할 수 있는 조건이 수요반응자원을 제외한 발전원에 대해서만 존재했기 때문에, 수요반응자원 사업자는 1년 단기계약만 체결이 가능하며, 발전사업자와 수요반응자원 사업자 간의 차별이 존재한다고 보았다.

둘째 비용회수 방법이 수요반응자원 사업자에게 불합리하게 적용된다는 것이다. 용량시장 지원계획은 겨울철 평일 16시 ~ 19시까지의 전력소비를 기준으로 비용을 회수할 수 있도록 정하고 있다. 하지만 동시에 해당 지원계획은 가정용 전력 소비자로 하여금 예정된 전력량을 소비하도록 하고 있어, 해당 시간대의 전력 소비 감축을 불가능하게 하여 수요반응자원 사업자가 비용을 회수하기 어렵게 하므로 비용회수 기준이 수요반응자원 사업자에게 불합리하게 설정되었다고 판단하였다.

셋째, 용량시장 경매에 참여하기 위한 입찰보증금 요건 및 T-4 경매와 T-1 경매의 관계가 수요반응자원 운영자를 차별한다는 점이다. 용량시장 지원계획은 용량시장에 참여하기 위한 요건으로 경매 참가자에게 입찰보증금을 선지급하도록 규정하고 있다. 위 지원계획에서 용량시장 경매 최소 입찰용량을 2MW로 설정함에 따라, 수요반응자원 사업자는 최소 입찰용량 2MW를 충족하기 위해 여러 부지의 전력을 종합할 수 있지만, 2MW 전체에 대해 입찰보증금을 지불해야 한다. 아직 산업 초기단계에 있는 수요반응자원 사업자가 다른 기존 발전사업자들과 동일한 금액의 입찰보증금을 마련하는 것은 어려우므로, EU 일반법원은 입찰보증금 요건이 수요반응자원 사업자의 용량시장 진입을 제한한다고 보았다.

또한 영국의 용량시장은 전력공급 4년전 전력공급 용량을 구매하는 T-4 경매를 진행하고, 이후 전력 공급연도 1년 전 T-1 경매를 열어 필요한 추가 전력용량을 구매하는 구조를 가지는데, 이러한 T-4 경매와 T-1 경매의 관계는 수요반응자원 사업자에게 불리하게 작용한다. 수요반응자원 사업자의 경우 그 사업의 특성상 T-4 경매보다 T-1 경매에 참여할 확률이 높지만, T-1 경매 용량은 앞선 T-4 경매에서 결정된 용량에 제한되기 때문이다. 따라서 EU 일반법원은 용량시장 지원계획이 T-1 경매에서 일정량(50%)을 입찰할 것을 보장하거나, T-1 경매를 시행할 것을 보장하고 있지 않으므로 수요반응자원 사업자에게 불리하다고 판단하였다.

항소심 판결

이후 항소심에서는 원심판결을 파기하는 판결이 내려졌다. 하지만 이 또한 용량시장 지원계획상 수요반응자원과 기존 발전원 간의 공정한 경쟁이 가능하다고 판단했기 때문이 아니라, EU 집행위원회가 절차상 법률 위반했다고 보는 것은 위원회의 조사의무를 확대해석한 것이라고 판단했기 때문이다.

2. 미국 연방에너지규제위원회(FERC)의 Order 745

1) EPSA의 제청

2012년 전력공급자협회(EPSA)는 캘리포니아 계통운영기관(CAISO)과 함께 수요반응자원은 도매시장이 아닌 소매시장에서 거래되기 때문에 연방에너지규제위원회(FERC)의 Order 745는 연방전력법(Federal Power Act, FPA)에 따른 연방에너지규제위원회의 규제 권한범위를 초과하고, 수요반응자원에 대한 규제는 주정부가 가져야한다고 주장하며, D.C. 연방항소법원에 Order 745의 위법성을 밝혀달라고 제소했다.

연방전력법(Federal Power Act, FPA)의 section 201, 205, 206는 FERC에게 도매시장에서의 전기요금을 비롯한 관련 조건을 설정하고 조건을 규제할 수 있는 모든 권한을 부여하고 있다. 반면, section 201(b)는 FERC가 “기타 판매(any other sales)”에 대한 규제 권한을 갖지 않는다고 명시하고 있다.

2) 판결 내용

워싱턴 D.C 연방항소법원 판결

2014년 5월 원심 워싱턴 D.C. 연방항소법원은 FERC의 Order 745가 소매 고객을 도매시장으로 유인하여 소매 전기 소비를 줄임으로써 연방전력법에 따른 연방에너지규제위원회의 규제 관할권 제한을 위반하며, 소매시장의 직접규제에 관여했다고 판단하여 Order 745를 무효화했다.

대법원 판결

대법원은 항소심에서 조직화된 도매시장에서 수요반응자원의 입찰은 주간 전력거래의 전기요금에 영향을 미치기 때문에, 이는 연방전력법의 section 205 및 206에 규정된 “도매시장 판매에 영향을 미치는 사항”에 포함된다고 판단했다. 또한, 대법원은 수요반응자원에 대한 규제가 소매시장에 어떤 영향을 미치는가와 관계없이, 수요반응자원 규제의 모든 측면은 도매시장에서만 일어나는 것을 강조하고, 수요반응자원을 규제하는 연방에너지규제위원회의 명분은 도매시장을 개선하는 것이 전부임을 밝혔다. 따라서 대법원은 Order 745가 소매시장에 영향을 미칠 수 있지만, 연방전력법에 따른 연방에너지규제위원회의 규제 권한 범위를 초과하지 않는다고 판단하여, Order 745가 유효하다는 판결을 내렸다.



사단법인 기후솔루션(Solutions for Our Climate, SFOC)은 보다 효과적인 기후변화 및 대기오염 대응 정책 마련을 위해 2016년 한국에서 설립된 비영리법인입니다. 에너지·기후변화 정책에 전문성을 가지고 있는 법률, 경제, 금융, 환경 전문가 등으로 구성되어 있고, 국내외 비영리단체들과의 긴밀한 협력 하에 활동하고 있습니다.

SFO°C

기울어진 전력시장:

수요반응자원을 차별하고 가스발전을 우대하는 시장 구조 분석