

텍사스 정전사태와 전기요금논란의 실상

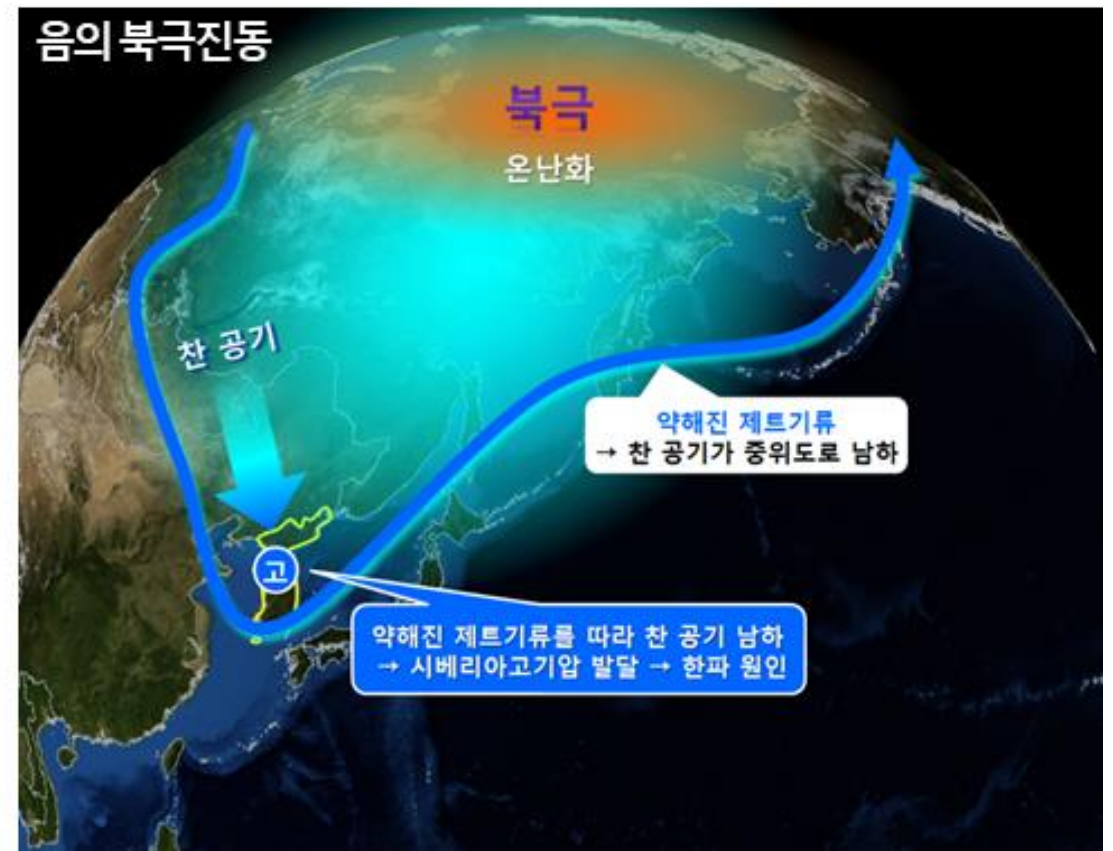
에너지전환포럼 전문위원 석광훈
(과학기술정책학 박사)

텍사스 2월 한파는 기후재난

텍사스 오스틴(주도), 휴스턴은 제주도-대만 중간위도(북위30°)에 위치



제트기류의 약화와 북극한파의 남하현상



제주도 기상관측사상 1일평균 최저기온 순위

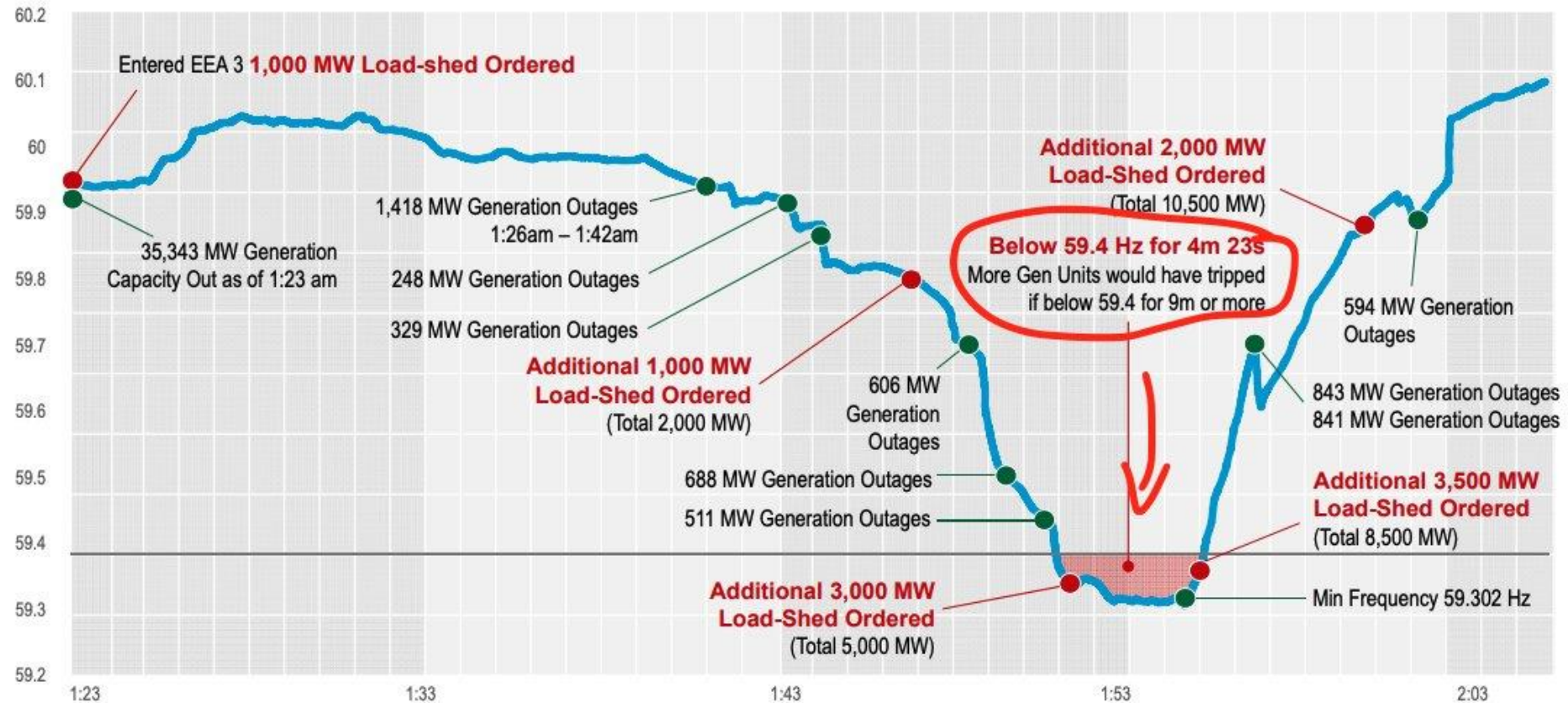
-제주도 관측사상 최저기온은 영하 -4.4도

-지난 1월 한파로 제주도 일평균 최저기온 역대사상 3,4위 기록

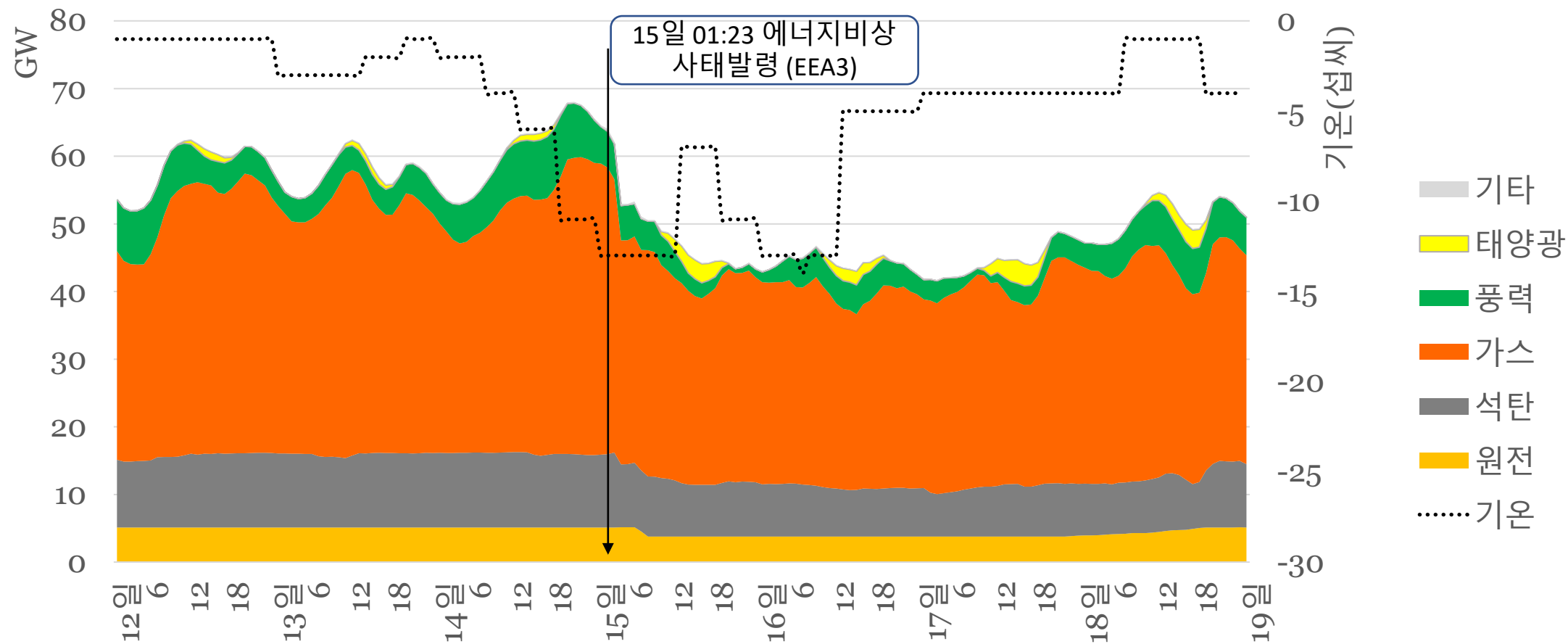
		1위		2위		3위		4위		5위	
	관측 개시	날짜	값	날짜	값	날짜	값	날짜	값	날짜	값
고산	1988 .01.01.	2016 .01.24.	-3.5	2018 .01.25.	-1.4	2021 .01.07.	-1.3	2004 .01.21.	-1.1	1990 .01.25.	-1.1
성산	1971 .07.15.	2016 .01.24.	-4.4	2018 .01.25.	-2.9	2021 .01.07.	-2.8	2021 .01.08.	-2.4	2004 .01.22.	-2.4
서귀포	1961 .01.01.	2016 .01.24.	-3.9	1963 .01.23.	-2.5	1963 .01.24.	-2.1	2021 .01.07.	-1.9	1987 .01.13.	-1.8

15일 새벽 텍사스 전력 주파수하락과 순환단전

Rapid Decrease in Generation Causes Frequency Drop



텍사스 순환단전기간 발전원별 추세



참고: 텍사스 전기신뢰도위원회 (기온은 텍사스 주도인 오스틴 기준)

텍사스 정전사태와 관련된 쟁점들

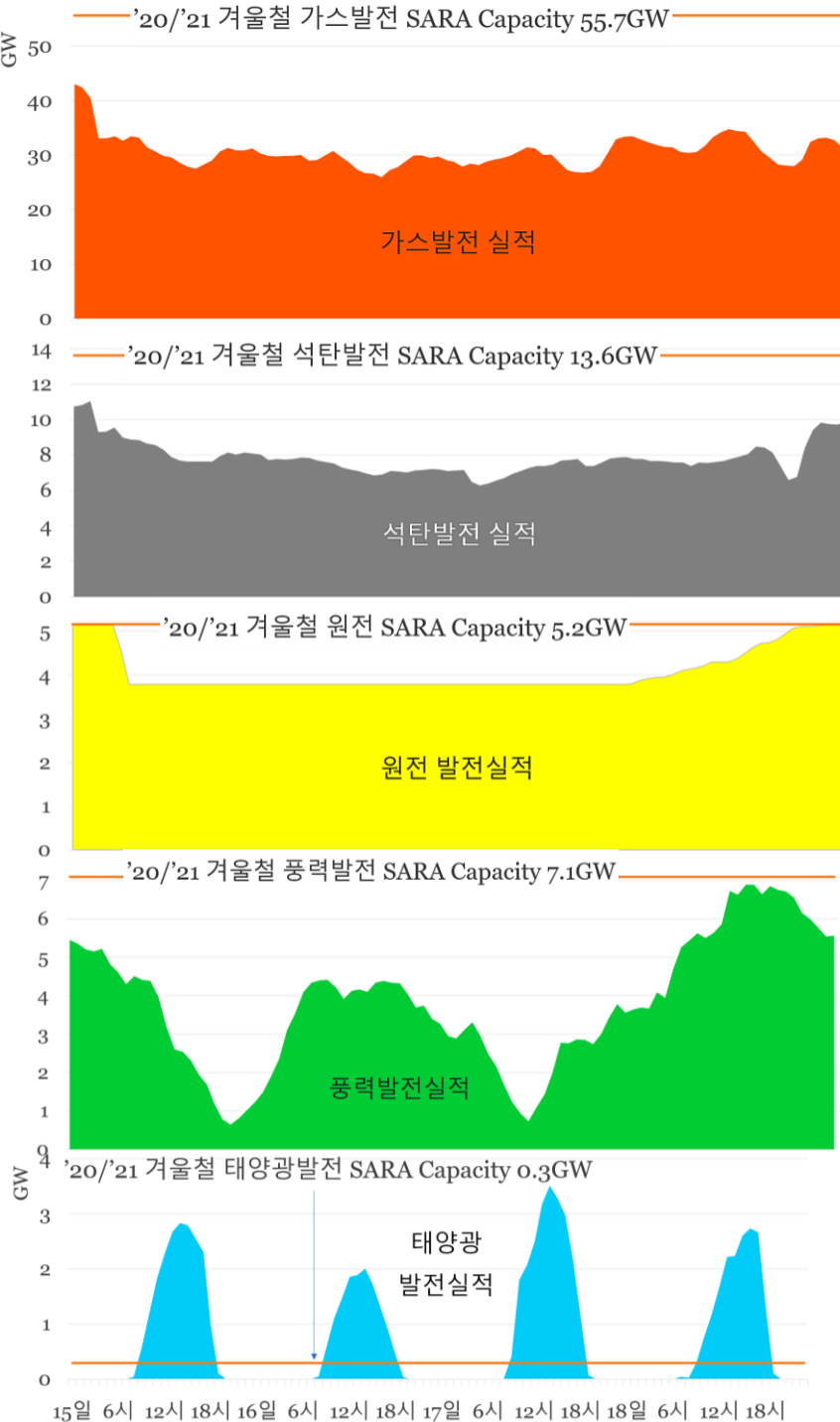
1. 텍사스 정전사태는 풍력발전 때문인가?
2. 텍사스 정전사태로 소비자들이 요금폭탄을 맞았는가?
3. 텍사스 정전사태는 경쟁 전력시장 때문인가?
4. 텍사스 정전사태의 근본원인과 교훈은 무엇인가?

1. 텍사스 정전사태는 풍력발전때문인가?

- 텍사스 정전사태초기, 미국 공화당 의원들은 “풍력발전과 그린뉴딜이 원인”이라고 비난
- <월스트리트저널>은 “텍사스, 석탄과 원전 더 필요” 보도
- 실제로는 가스, 석탄, 풍력, 원전 등 모든 발전원이 한파에 연료공급부족, 설비고장으로 정지 및 발전량 감소
- 기후변화는 모든 에너지원의 공급신뢰도를 약화

계획(SARA)대비 발전원별 실적

- 가스발전: 55%
- 석탄발전: 58%
- 원전: 79 %
- 풍력: 57%
- 태양광: 259%
(피크시간대비 54%)

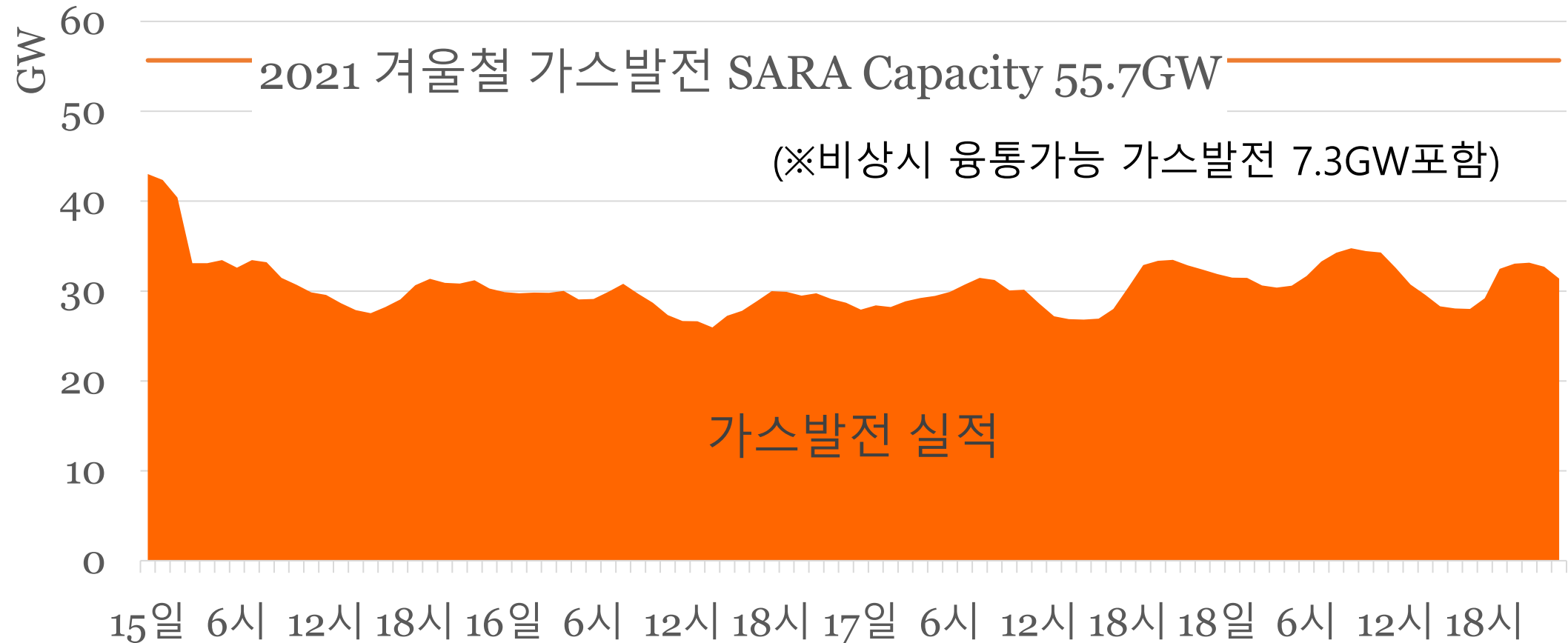


텍사스 정전사태기간 발전원별 실적 (SARA 대비 발전실적)

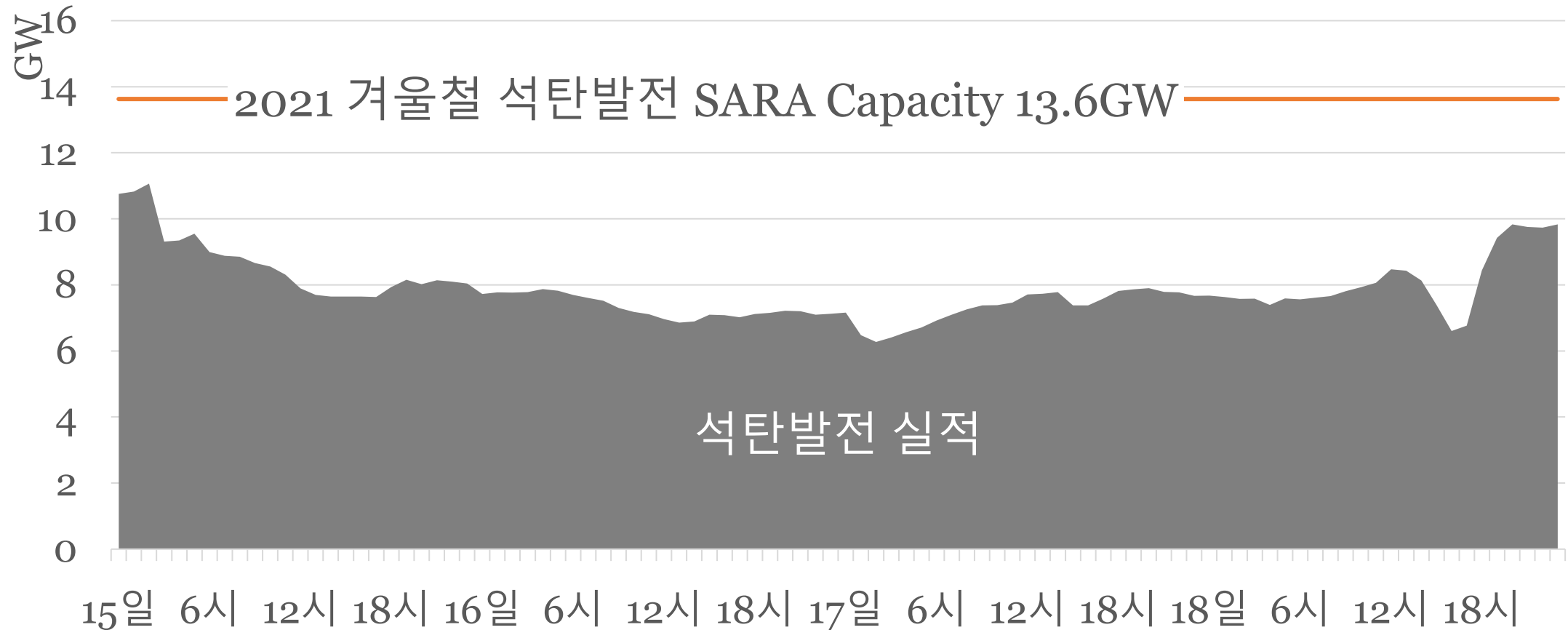
- 텍사스 전기신뢰도위원회(ERCOT)는 2011년 한파와 순환단전 이후 계절별 공급자원 적정성평가(SARA)
 - Seasonal Assessment of Resource Adequacy(SARA)는 계절별 수급특성에 따라 발전원별 가용설비용량 설정
- 순환단전이 시작된 15일 오전, 모든 발전원이 2020/2021 겨울철 SARA Capacity 보다 가동설비용량 급감
 - 기후변화는 모든 발전원의 공급신뢰도를 약화
- 사태초기 미국 공화당 정계·언론의 ' 풍력원인론 ' 이나, 국내 원자력계·보수언론의 ' 원전 ' 론은 근거 없음

참고: ERCOT Seasonal Assessment of Resource Adequacy for the ERCOT Region (SARA) Winter '20/'21(Nov. 5, 2020), EPRI News

정전사태기간 계획대비 가스 발전실적

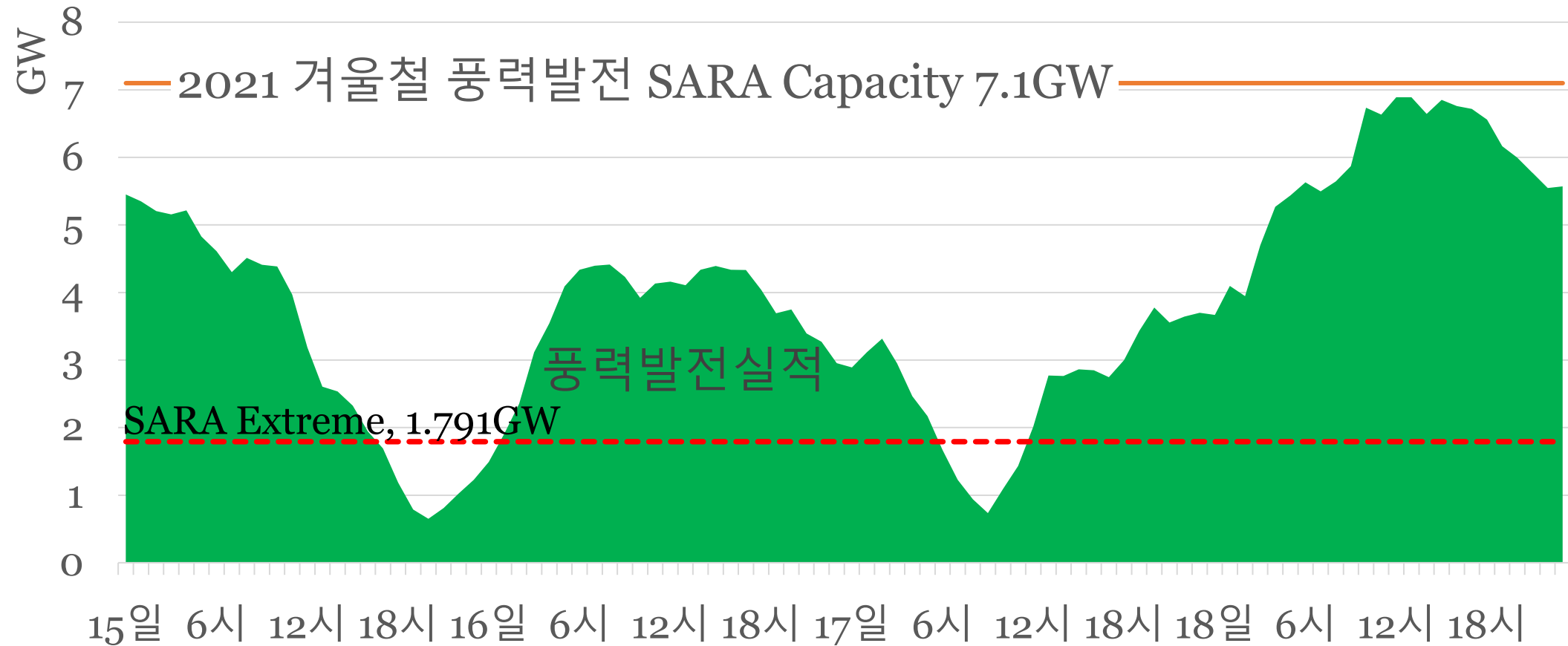


정전사태기간 계획대비 석탄 발전실적

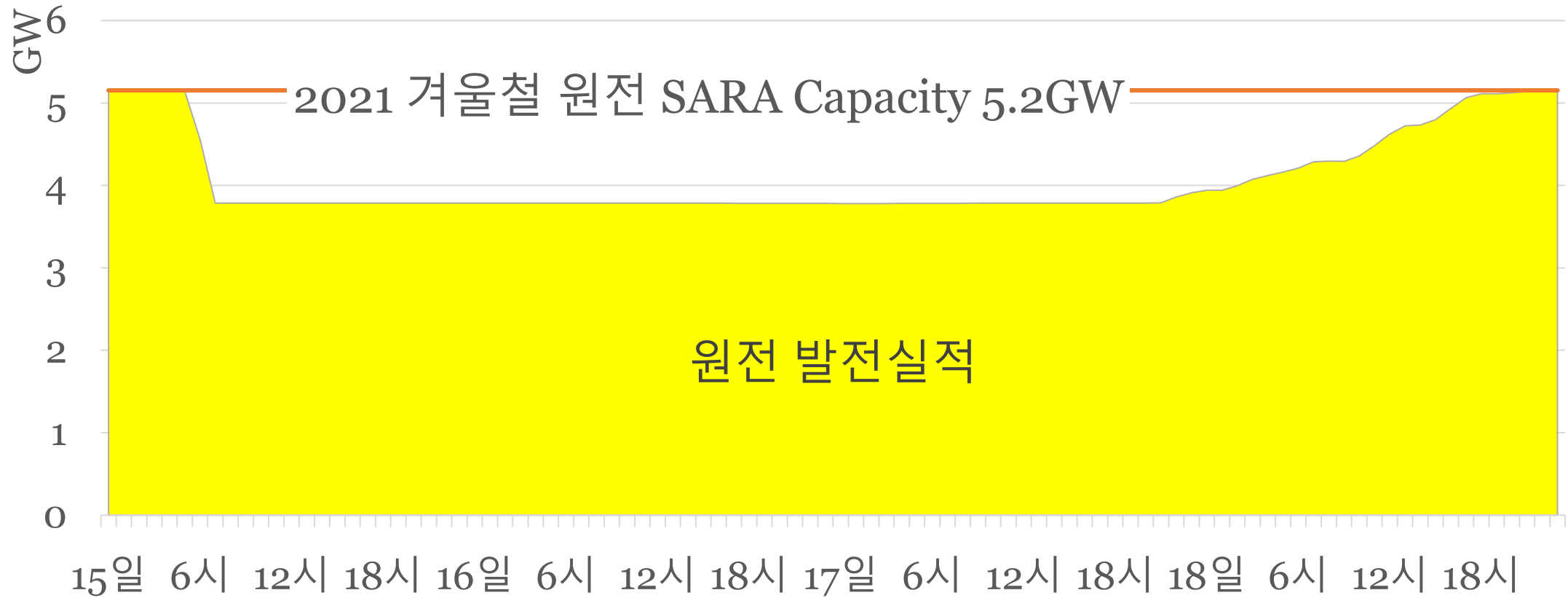


참고: ERCOT Winter '20/'21 SARA Daily Balancing Authority Report

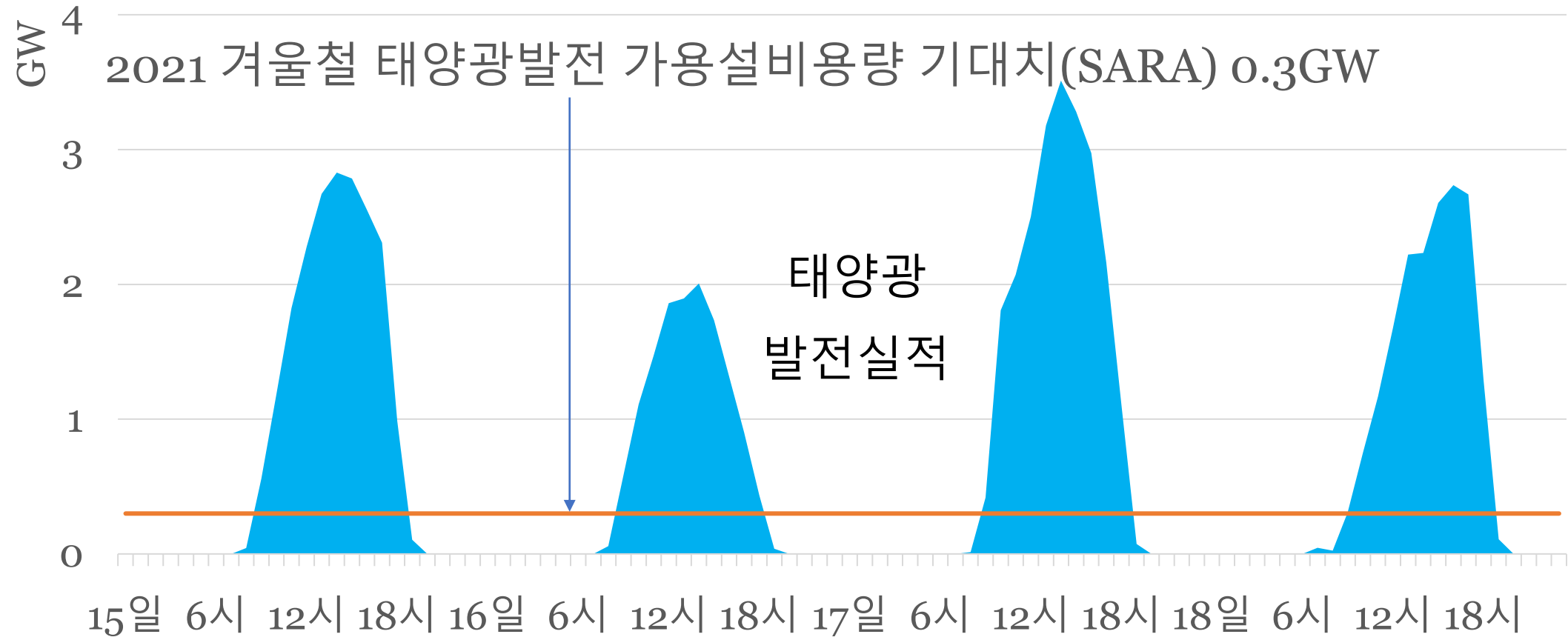
정전사태기간 계획대비 풍력 발전실적



정전사태기간 계획대비 원전 발전실적



정전사태기간 계획대비 태양광 발전실적

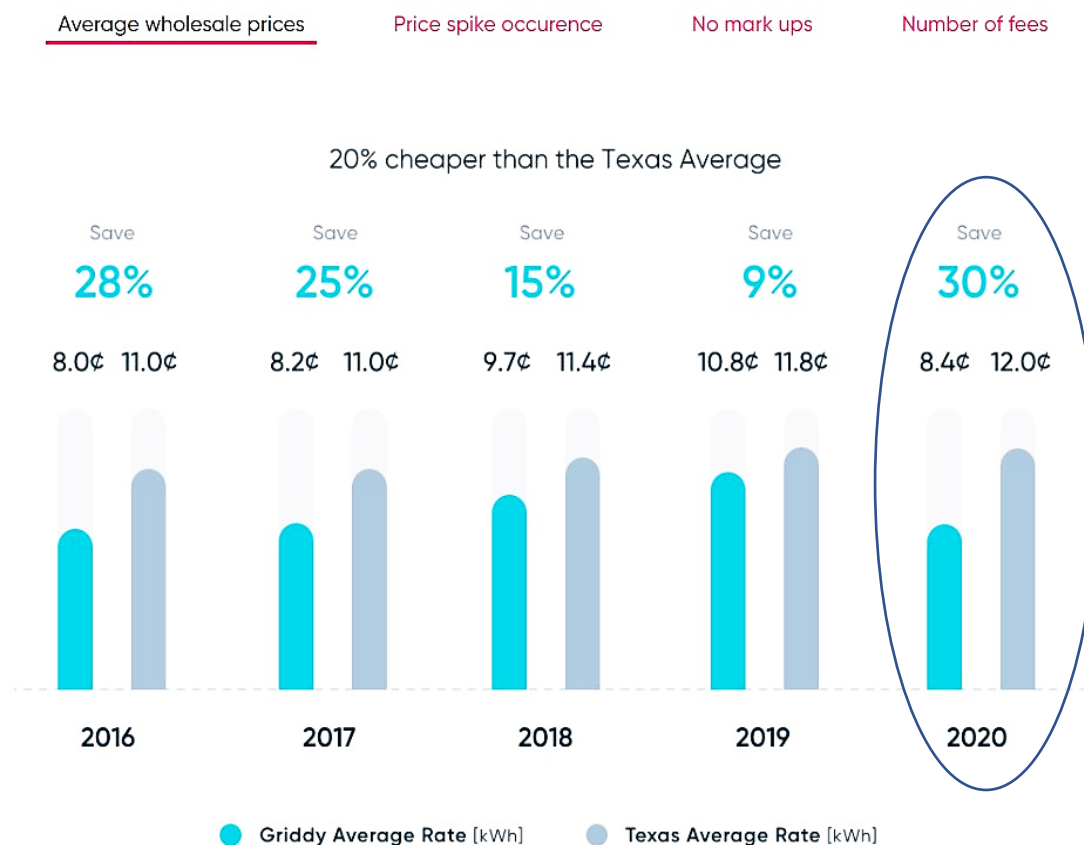


참고: ERCOT Winter '20/'21 SARA Daily Balancing Authority Report

2. 텍사스에 실제로 요금폭등이 있었는가?

- 언론에 대서특필된 요금폭등 소비자들은 문제의 그리디(Griddy)라는 신생전력회사의 요금제 문제
-2만9천호 주택용고객(전체주택용 고객의 0.3%)에게
평균요금이 저렴한 도매요금부과, 월\$10의 수수료
- 나머지 200여 텍사스 전기판매회사들은 변동폭이 큰
도매요금에 주택용 고객들을 노출시키는 무모한
판매전략을 사용하지 않음
-도매요금 변동의 완충역할을 하면서 고정요금제 또는
스마트계량기를 통한 맞춤형 요금제 적용
- 고정요금제는 사태기간 요금변동이 없으며, 맞춤형
요금제는 피크요금시간대 사용량 증가분만큼 인상
예시) Oncore사 Direct Energy요금제: 피크시간(9am~9pm)
15센트/kWh, 배전료 4센트/kWh, 기타시간(9pm~9am) 무료

Griddy사의 텍사스평균 소매요금대비 자사요금비교



3. 텍사스 정전사태는 경쟁전력시장 때문인가?

- 2011년 2월 단발성 한파로 수시간 동안 순환단전 경험
 - 가스전 및 발전시설, 여름고온에 최적화, 한파에 취약
- 사태이후 연방정부차원의 가스전 및 발전소의 한파대비 단열조치 권고 (FERC/NAERC, 2011)
 - 텍사스 발전시장 규제당국 공공사업위원회(PUC), 가스전 규제당국 철도위원회(RRC)는 단열조치 의무화 대신 권고
- 텍사스 에너지규제당국(PUC, RRC)의 규제실패

2011년 정전사태당시 전력계통상황과 비교

	2011.2	2021.2	비고
순간최대 탈락 발전용량(MW)	14,702	52,277*	총 발전설비용량의 48.6%
비상사태발령(EEA3) 1시간전 탈락 용량(MW)	1,182	2,489	
정전사태 기간 누적 정지용량(MW)	29,729	46,249	
정전사태 기간 누적 탈락발전기(호기수)	193	356	
가스발전 누적 출력감발량(MW)	1,282	9,323	
전력계통 최저 주파수(Hz)	59.58	59.30	국내 915정전당시 59.25
순간최대 단전량(MW)	4,000	20,000*	*2월15일 저녁피크시간
구역별 최장 단전기간(시간)	7.5	70.5*	*2월18일 자정 단전종료
추정피크부하(MW)	59,000	76,819	단전조치가 없었을 경우

텍사스 여름 고온에 최적화된 발전설비들

- 사우스텍사스 원전 1,2호기의 터빈보호건물 없는 옥외형 증기터빈
- 이번 한파에 급수펌프 고장으로 15일 오전5시 1호기 정지



자료: South Texas Project

국내의 정전 및 원전 정지경험

- 국내의 경우도 기후변화(가을철 이상고온 등)로 정전경험
 - 2011년 평년대비 고온현상으로 915정전사태(753만가구) 경험
 - 고유가상황에서 전기요금억제 → 전열난방수요 급증 → 동계부하대비 발전소 조기정비 과정에서 이상고온과 냉방수요증가로 발생(※별첨)
- 국내의 경우도 태풍과 변전시설 방수처리 미비로 원전 다수 정지
 - 태풍 '매미'로 2003년 9월 고리원전 4기 정지 (발전소내 변전시설 침수)
 - 태풍 '마이삭'으로 2020년 9월 고리원전 5기 정지(매미와 유사한 원인)
- 발전설비들의 기후재난 대비는 공기업 vs. 민간경쟁 여부와 무관하게 규제당국의 기후변화 적응정책에 의해 결정

텍사스 정전사태의 3대 원인과 3대 악순환요인

2011년 한파로 인한 가스전 동결현상과 정전경험 이후에도

1. 공공사업위원회(PUC)의 발전설비 단열규제 방치
2. 철도위원회(RRC)의 가스전의 단열규제 방치
3. 텍사스주 전열난방주택 700만호로 증가, 한파에 전력수요 폭증
4. 순환단전시 가스전과 발전소간 수송배관 전동 가압펌프에 대한 전력공급도 일부차단, 가스발전의 추가정지
5. 가스발전의 추가정지에 따라 단전량도 증가 가스공급차질 증대
6. 가스-전력 생산설비간 상호의존성에 대한 이해부족과 칸막이식 규제체계(공공사업위, 철도위)로 사태 악화

텍사스 정전사태의 교훈

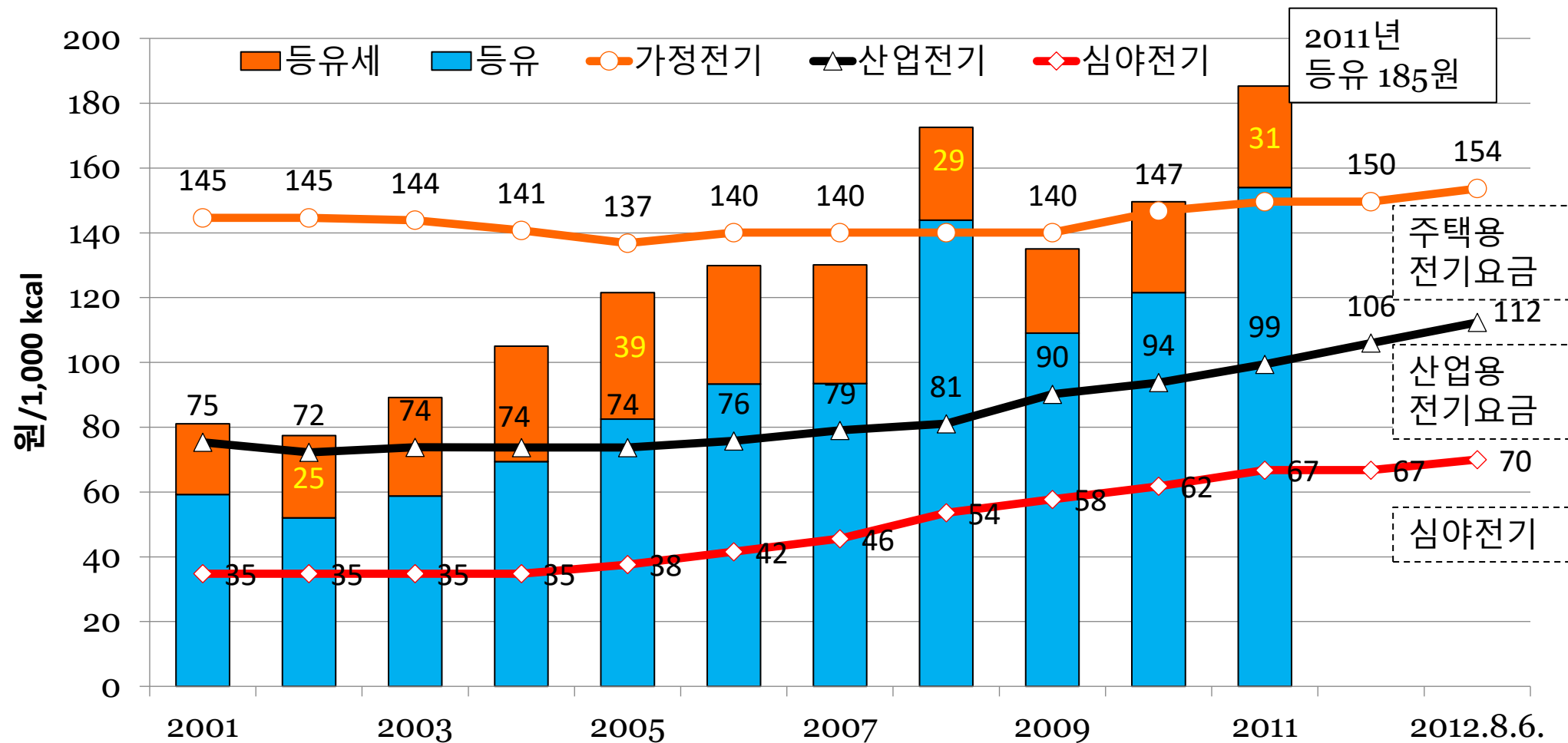
- 기후재난으로 인한 에너지설비의 공급지장은 공기업체제(국내), 민간경쟁체제(텍사스) 모두에서 발생
- 공기업, 민간경쟁체제 모두 규제기관의 기후변화 적응태세 필요
 - 특히 상호의존관계인 전력-가스시장을 총괄하는 전문규제기관 필요
- 에너지공급 및 수요 양측의 회복탄력성 확보 필요
 - 에너지공급시설 전반에 대한 기후변화 적응조치의 필요
 - 주택 냉난방 에너지수요의 저감(단열개선 등) 및 적절한 가격신호 필요
- 공기업, 민간경쟁체제와 무관하게 기후변화 적응을 위한 비용증가 불가피, 기존의 경직된 요금규제 개선필요

※참고자료: 2011년 915정전사태의 배경

- ①전기요금억제로 인한 전력/유류가격 역전
- ②전력/유류가격 역전으로 인한 동·하계 부하 역전
- ③발전설비 정비주기 조정의 부작용

① 915정전의 배경: 유류 및 전기요금 역전(열량기준)

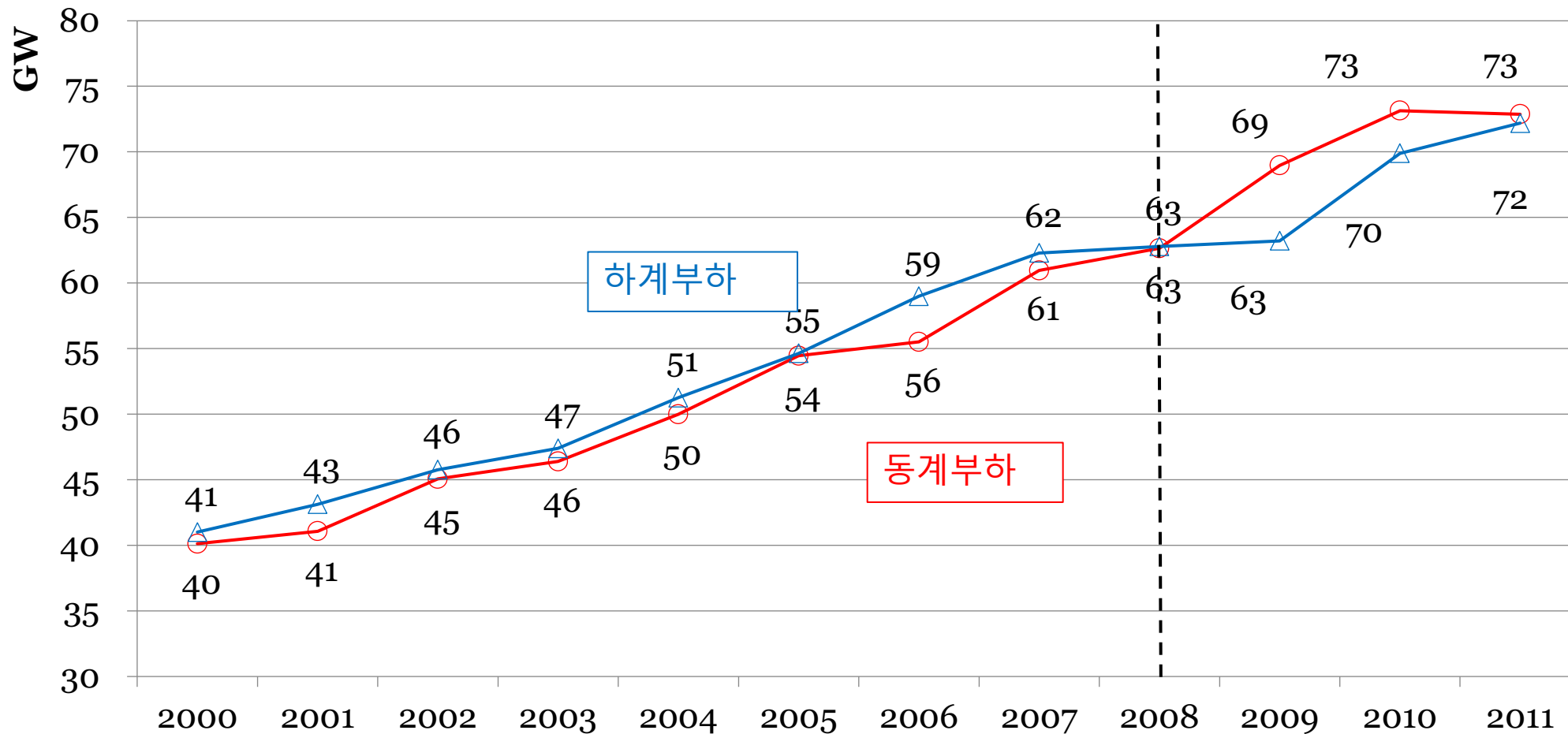
-고유가 추세에 정부의 장기간 전기요금동결로 1차/2차 에너지가격 역전



참고: IEA Energy Prices & Taxes 2012(1Q), 한국 전력거래소 전력통계편람(2009, 2010)

② 915정전의 배경: 동계 및 하계부하의 역전

-한전을 통한 전기요금의 인위적 억제로 전열난방 급증이 원인



③ 915정전의 배경: 동계·하계부하 역전과 정비압박

- 동계대비 발전설비 조기정비, 평년대비 이상고온이 겹치며 정전

