

---

# 탈원전 정책이 몰고올 미래

2020. 9. 2.

경희대학교 원자력공학과  
정 범 진



# 문재인 대통령의 에너지 공약

**문재인**  
**6대 에너지정책**

**드문한 대통령**  
**문재인 1**

**'안전하고 깨끗한 에너지'**

**약속1, 원전 제로,**  
안전을 지키는 대통령이 되겠습니다.

**약속2, 청정에너지 발전 시대의 문을 열겠습니다.**

**약속3, 신재생에너지 전력생산량을 2030년까지 20%로 만들겠습니다.**

**약속4, 4차산업혁명에 대비한 에너지 생태계를 구축하겠습니다.**

**약속5, 친환경 에너지 세제로 개편하겠습니다.**

**약속6, 에너지 소비 산업구조를 효율적으로 전환하겠습니다.**

**내 삶을 바꾸는 정권교체**

- 신규 원전건설계획 백지화
  - 신고리5·6
  - 신한울3·4, 천지1·2, 대진1·2
- 노후 원전 수명연장 금지
  - 월성1호기 등 11기(18GW)
- 원안위 대통령 직속으로 승격
- 석탄화력
  - 신규건설 중단
  - 공정률 10%미만 화전 재검토
- 천연가스 발전설비 가동률 60%
- 신재생에너지 전력생산 20%
  - 이용율 < 20% → 설비 100%

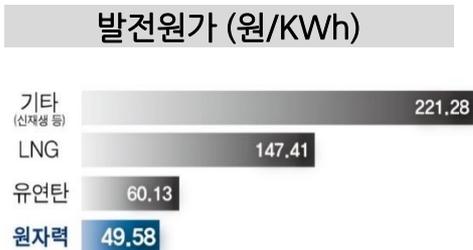
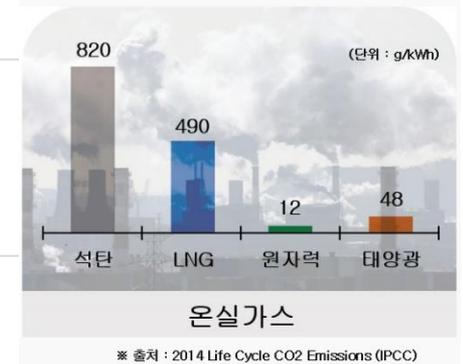
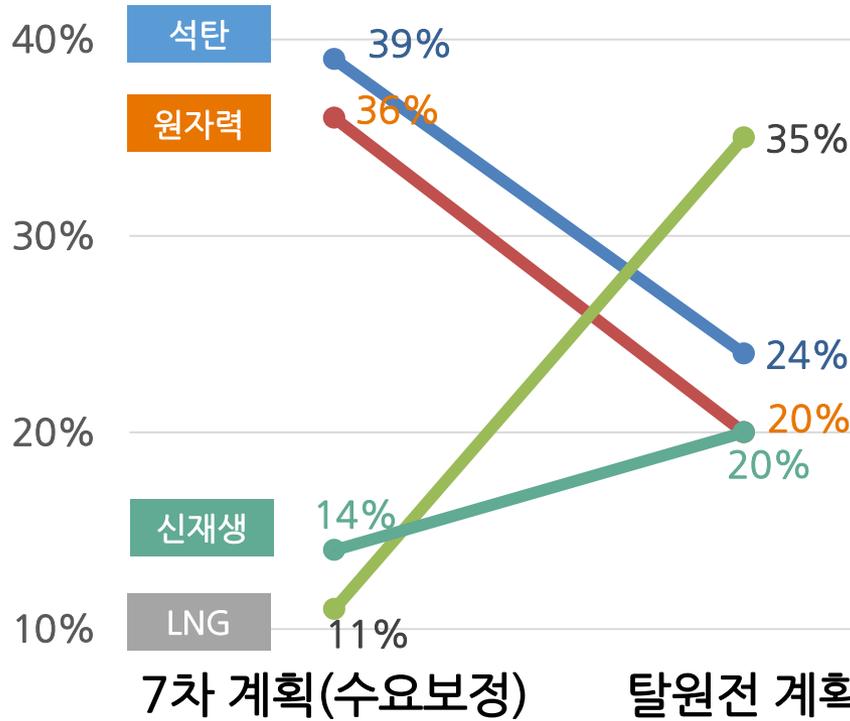
# 제기된 문제점

- 에너지원 선택(수단)에 집착. 안정적 공급(목적) 상실
  - ※ 에너지정책은 1970년대 석유파동 이후 에너지 안보인식에 기반
- 대안 부재, 에너지원 다변화 원칙 위배
  - 원자력(33%), 석탄(37%) → 축소! (LNG 발전?)
- 기존정책을 급격히 부정 → 충격
- 수급정책의 특성 소멸 → 환경정책, 산업정책, R&D 정책化
- 이념화 : 원자력(나쁜 것) vs. 재생에너지 (좋은 것)
- 정책의 지속성?
  - 공약 → 정책화(공무원, 전문가) → 알림(이행심도) → 이행
- 가격?

가격	원자력	유연탄	LNG	유류	수력	풍력	태양광
원/kWh	54.96	65.79	156.13	221.32	168.66	120.00	237.29



# 탈원전 정책에 따른 에너지 믹스의 변화



현대경제연구원, 2017



# 주요국 에너지 Trilemma 지표(WEC, 2017)

2017 ∨	∨ Country	∨ Balance score	∨ Energy security	∨ Energy equity	∨ Enviromental sustainability
1	Denmark	AAA	1	12	4
2	Sweden	AAA	9	21	5
3	Switzerland	AAA	16	4	3
4	Netherlands	AAB	10	3	38
5	United Kingdom	AAA	26	15	9
35	Uruguay	CBA	70	57	10
36	Chile	BBB	62	49	44
37	Poland	CAB	73	30	60
38	Estonia	ABD	22	42	108
39	Korea (Republic)	CAC	64	26	84



# 전기요금 인상

발전원가 (원/KWh)	
기타 (신재생 등)	221.28
LNG	147.41
유연탄	60.13
원자력	49.58

발전비중	
기타	10%
LNG	20%
유연탄	37%
원자력	33%

## 현재 전력가격

- 전력가격 =  $(50 \times 0.33) + (60 \times 0.37) +$
- $(147 \times 0.2) + (221 \times 0.1) \sim 90 \text{ 원/kWh}$

당분간 오르지 않는다.  
탈원전 시작도 안했다.

## 탈원전, 탈석탄시 80% 상승

- 전력가격 =  $(50 \times 0) + (60 \times 0) + (147 \times 0.8) +$
- $(221 \times 0.2) \sim 162 \text{ 원/kWh}$
- 값싼 원자력발전으로 재생에너지 지원 필요

## 예비발전기 건설, 전력망 보강



# 재생에너지 확대의 비용

- 2018년 신재생 지원금 2.3조원
  - 차액보조금(FIT) : 3,805억원
  - REC 보조금 : 1조 2,800억원
  - 보급지원 : 1,050억원
  - 금융지원 : 960억원
  - 해외진출지원 : 41억원
  - R&D : 5,000억원 이상
- 산업부, 2018년도 전력산업기반기금운용계획
- 2019년 FIT와 REC만 2.5조원
  - 2018년 FIT + REC = 1.6조원
- 혜택은 재생에너지 사업자와 중산층 이상
- 부담은 전체 전력소비자의 몫



# 제8차 전력수급기본계획 기본방향 변화

< 2016. 9월 >

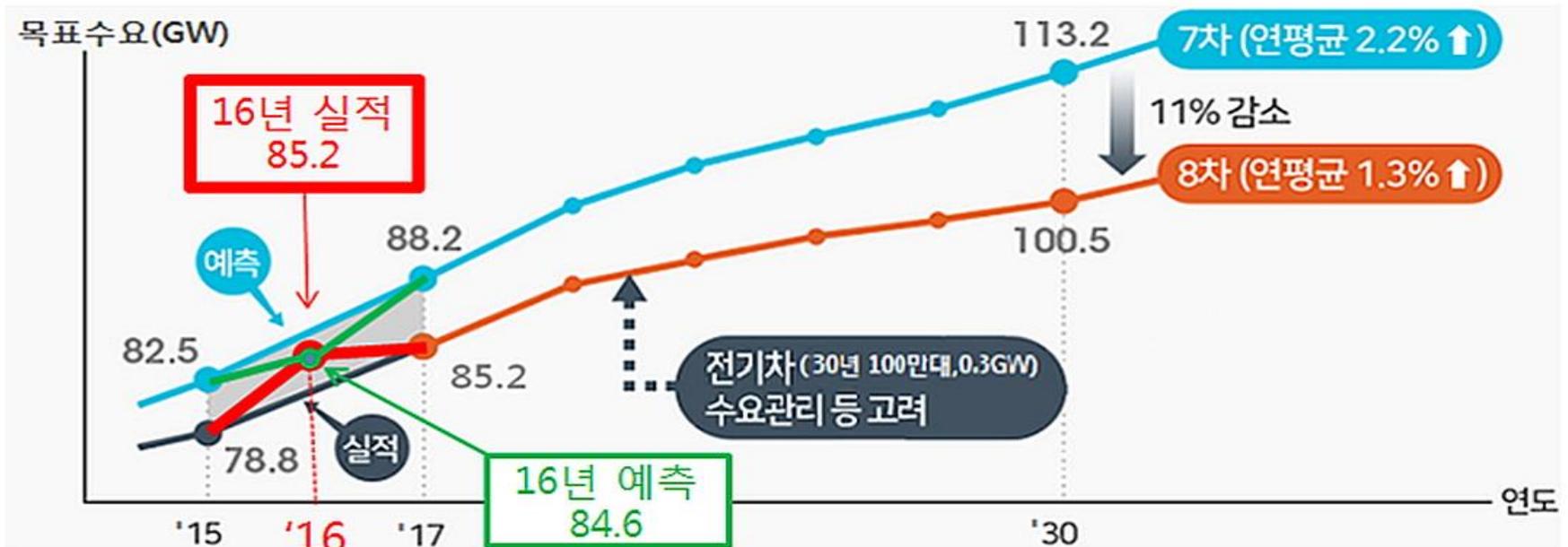
- (수요예측) 전력소비량의 합리적·과학적 예측, 우리나라의 특성 반영, 미래 불확실성 고려 및 글로벌 스탠다드와 정합성 유지
- (적정설비) **안정적 전력수급**이라는 대전제를 만족시키면서 **사회적 비용을 최소화**하고, 신재생 전원 증가 등 변화된 현실 반영
  - 우리나라 현실과 글로벌 표준에 부합하는 적정예비율도 모색
- (전원믹스) ‘**공급 안정성**’, ‘기후변화대응’, ‘**국민부담 최소화**’의 세 가지 핵심 가치를 공시에 고려한 최적의 전원믹스 구성
- (수요관리) 수요 측면의 다양한 기술, 비즈니스 모델, 인센티브 등을 활용하는 수요 관리도 적극적으로 고려
- (전력계통) **안정적 전력공급**의 핵심전제인 송배전망을 건설·보강하고, 신재생 등 분산전원을 네트워크가 적극적으로 수용

< 2017. 12월 (최종안) >

- (수요전망) 합리적 수요전망으로 예측오차 최소화
  - 4차 산업혁명 영향 반영
- (수요관리) 이행력 제고를 위한 수단 확충
- (설비에비율) 수급안정을 위해 **적정 설비에비율 확보**
  - 신재생 확대 등 발전원 구성 변화 양상 반영
- (설비계획) 경제성을 확보하면서 **안전하고 깨끗한** 발전원 구성
  - 원전·석탄 단계적 감축, **재생·LNG 확대**
  - 경제급전과 환경급전의 조화방안 강구
  - 분산형 전원의 지속적 확대
- 전원믹스를 뒷받침하는 **전력계통 건설·운영**
  - 재생에너지 확대에 필요한 인프라
  - 선제적 보강 (?)**

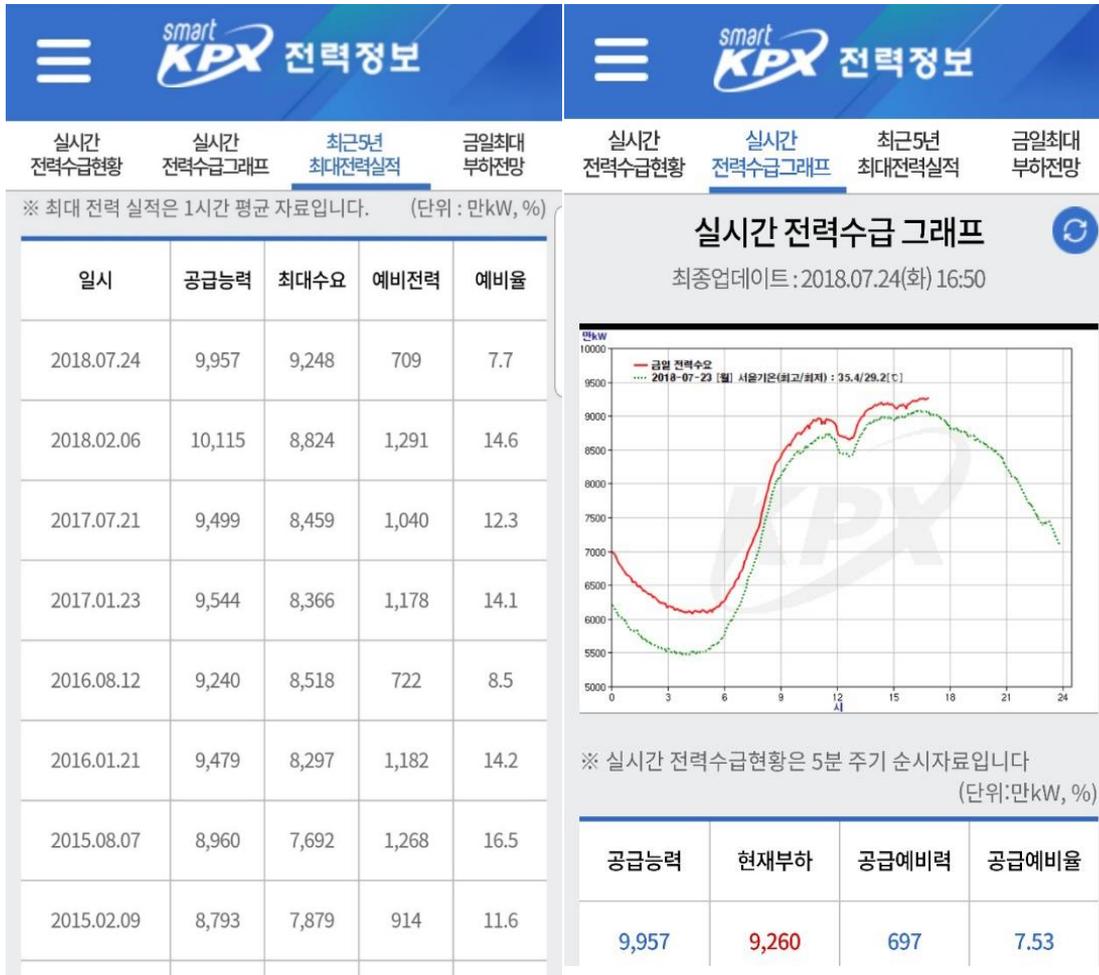


# 제8차 전력수급계획의 공급안정성



- 신규원전 6기 + 수명도래원전 11기 ☞ 폐지 [ -18 GW ]
- 석탄발전소 폐지 [ - 3 GW ]
- 신재생에너지 증설 [ +8 GW ]
- $113.2 \text{ GW} - 18 - 3 + 8 = 100.5 \text{ GW}$
- 공급력 부족 → 수요가 줄어든다고 우기기 → 정전이 보인다.

# 전력위기



- 제8차 전력수급계획 (2017. 12. 29)  
→ 예측 실패(~4 GW) (2018. 7. 24)  
→ 수요가 줄지 않음.  
→ 장기적으로는?

- 제7차 전력수급계획을 따라가고 있음

But

- 국가경기침체에 따라 전력수요가 늘지 않고 있음.  
→ 이것까지 예측했나

# 제3차 에너지기본계획 (5대 중점 추진과제)

- (소비) 산업·수송·건물 등 부문별 수요관리 강화, 가격체계 합리화 등을 통해 '40년 에너지 소비효율 38% 개선, 수요 18.6% 감축 추진  
→ 에너지수요가 줄어든다? 경제성장포기? 국민고통 에너지 소주성!
- (생산) 재생에너지 비중 확대('40년 30~35%), 원전·석탄발전의 점진적·과감한 감축 등을 통해 깨끗하고 안전한 에너지 믹스로 전환  
→ 에너지기본계획이 아니라 재생에너지 확대계획! 안전/깨끗은 누가 판단?
- (시스템) 재생에너지, 연료전지 등 수요지 인근 분산 전원 비중을 확대하고, 지역·지자체의 역할과 책임 강화  
→ 사회갈등 증가. 전력망 안정화/분산 전원 관리문제? (전남 태양광 과도)
- (산업) 재생에너지·수소·효율연계 등 미래에너지산업 육성. 전통에너지산업은 고부가가치화, 원전산업은 핵심생태계 유지 → 벌써 계획이 틀어짐
- (기반) 에너지전환을 촉진하기 위해 전력·가스·열 시장제도를 개선하고, 신산업 창출을 촉진하기 위해 에너지 빅데이터 플랫폼 구축  
→ 방법? (비용, 기술, 수단) 미사여구에 불과!



# 제9차 전력수급기본계획

## 환경부 “9차 전력수급계획 구체성 없고 부실”

앞으로 15년간 국가 에너지 수급 전략인 제9차 국가 전력수급 기본계획이 부실하게 마련되고 있는 것으로 6일 지적됐다.

산업통상자원부가 중심이 돼 2년 단위로 마련될 예정이던 이 9차 계획의 초안이 최근 유관 부처 협의 단계에서 환경부로부터 피격을 맞은 것으로 알려졌다. 이유는 온실가스 배출량 등 구체적인 환경 목표치가 제시되지 않아 환경부가 9차 계획 초안에 대해 명확한 입장을 밝힐 수 없다는 것이다.

9차 기본 계획 수립의 시한은 지난해 말까지였다. 그러나 이 시한을 무려 6개월을 이미 넘긴 상태다.

특히 이번 9차 계획 수립부터 초안에 대한 전략환경영향평가를 받도록 돼 있다. 그런데도 초안에 환경부가 전략환경영향평가를 할 수 있는 기초적인 환경목표치조차 초안에 제시하지 않은 채 환경부 검토를 요청하면서 환경부에서 불만 목소리가 터져나온다.

이를 두고 학계와 관련 업계는 산업자원부처인 산업부와 환경 규제 부처인 환경부가 9차 기본계획 수립을 놓고 엇박자를 보이는 것으로 해석한다.

결론은 두 부처가 현재 대립하는 양상으로 치닫고 있지 않다.

그럼에도 산업부는 에너지전환 정책 주무부처로서 기본계획 수립은 산업부가 주관하는 것으로 환경부의 의견은 참고사항임을 은연 중 내비치고 있다.

반면 환경부는 환경영향평가법 등 제도상으로 온실가스 배출 규제 등 환경부의 입장이 기본계획에 반드시 담겨야 한

산업부-환경부 엇박자 행보 초안에 온실가스 배출량 등 기초적인 환경 목표치 빠져 업계 “환경부 과도한 개입에 변화·규제 많아져” 고충 토로

다며 부처 입장 관철 의지를 강조한다. 이와 관련 학계 등에서 문재인 정부가 제대로 된 준비 없이 추진한 에너지전환 정책 추진으로 온실가스 배출 목표 등을 구체적으로 세울 수 없는 산업부 고만의 일단이 드러난 것 아니냐는 분석을 내놓고 있다.

최근 환경부는 산업부가 수립 중인 ‘9차 전력수급기본계획(이하 9차 계획)’에 대해 ‘국가정책과의 부합성을 검토하기엔 전반적인 내용이 부실하니 구체적인 자료를 제시하라’고 지적한 것으로 알려졌다. 현재 60기인 석탄발전기 30기를 폐지하기로 했으나 정작 이를 추진하는 세부 내용이 없어 온실가스나 미세먼지 감축과 같은 국가환경정책 목표 달성이 어렵다는 것이다. 9차 계획은 2034년까지 전반적인 전력수급의 수요·공급, 발전 설비계획에 등을 주요 내용으로 포함하고 있다.

논란이 일지 환경부는에 대한 전략환경영향평가법에 따른 절차를 준수하고 있다고 반박했다. 환경부에 대한 전략환경영향평가 없이 부처 간의 의견을 조율하는 시안”이라 보면서 접수 시 환경부는

가 검토 등 의견수렴을 거쳐 평가서를 면밀히 검토할 예정”이라고 설명했다.

업계에서는 이번 사태가 예정된 수준이라는 지적이 나온다. 산업부가 현 정부에서 수립한 제8차 전력수급계획과 제3차 에너지기본계획이 담초 우리나라가 국제사회에 약속한 온실가스 감축안을 충족하지 못했기 때문이다. 이에 따라 환경부는 작년 연말 환경영향평가법을 개정하고 9차 계획부터는 수립과정에서 전략환경영향평가를 받도록 제도화했다. 산업부의 독주를 막기 위한 제도였는데 산업부가 끝내 이에 부합하는 계획을 수립하지 않자 결국 환경부가 제동을 건 모양새다.

### ◇“탈원전·탈석탄 동시 추진, 이산화탄소 줄임 방법 없어”

전문가들은 정부가 탈원전·탈석탄과 신재생에너지 확대, 온실가스·미세먼지 감축이라는 양립하기 어려운 목표를 추진한 결과라고 지적하고 있다.

정병진 경희대 원자력공학과 교수는 “‘안전과 환경’, ‘깨끗한 에너지’를 주장하며 만든 에너지전환정책이 정작 환경부에 피격을 맞은 황당한 상황”이라며

를 저감할 방법이 없는데도 허수의 재생 에너지 발전소를 늘리고 전력수요가 크게 늘지 않을 것이라는 억지전망에 따라 계획을 수립해놓고 온실가스를 줄일 수 있다는 우격다짐식 주장을 해왔던 것”이라고 설명했다.

에너지업계에서는 당초 전력수급기본계획은 산업부의 소관인데 환경부가 과도하게 개입해 상황이 복잡해지고 있다는 지적도 나온다. 발전업계 실무자들은 “현 정부 들어 에너지산업에 여러 변화와 규제가 많아진 건 사실”이라며 “공기업 입장에서는 기존 산업부의 지시에 따라야 하는 상황에서 추가적으로 환경부와 국가기후환경회의의 요구사항도 맞춰야 하는 어려움이 있다”고 말했다.

환경부 측은 원전이나 침범이 아닌 시대와 주변상황의 변화에 따른 자연스러운 흐름이라는 입장이다. 국무조정실 관계자는 “원전이나 침범이라고 보다는 선진국이 될수록 에너지 정책수립 과정에서 미세먼지 등 환경적인 부분에 대한 고려가 커지면서 발생하는 과도기적 상황이라고 본다”고 말했다.

한편 에너지업계에서는 당초 지난해 말 발표하기로 했던 9차 계획이 계속 미

- 전략환경영향평가 구체성 부족?  
→ 목표(O), 수단(X)

- CO<sub>2</sub> 37% 감축?

- 에너지전환 왜?  
• 청정?  
• 안전?



### [시론] 재생에너지 발전 비율 끝까지면 어떤가

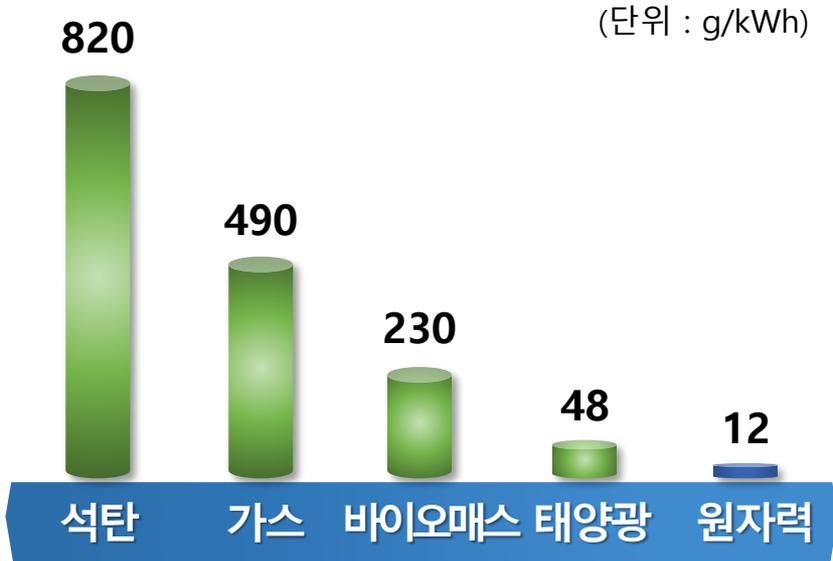
조선일보 | A31면 1단 | 2020.08.10. | 네이버뉴스

그러나 우리가 온실가스 배출을 저감하기 어려운 가장 중요한 이유는 자명하다. 온실가스 배출을 억제할 수 있는 가장 값싸고 유효한 수단인 원자력발전을 배제하고 있기 때문이다. [정병진 경희대 원자력공학과 교수]



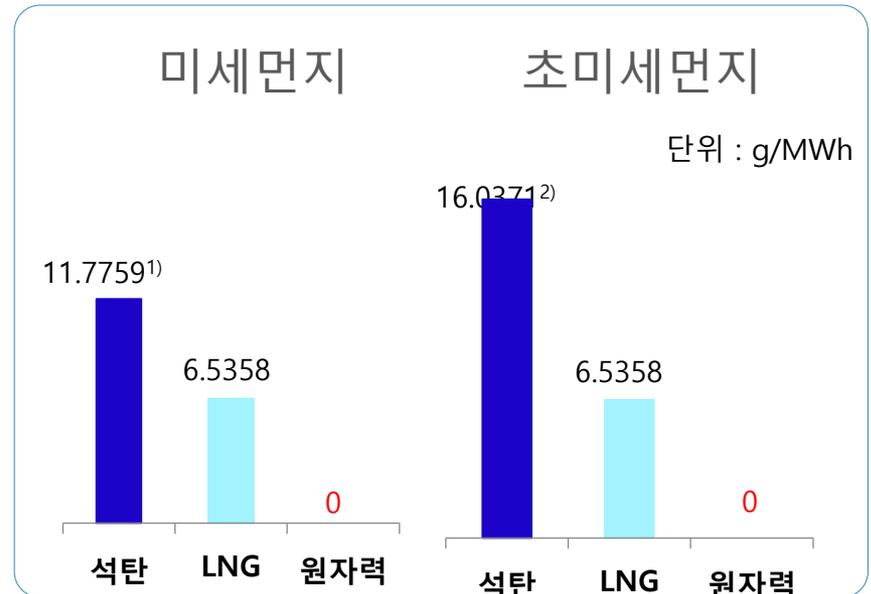
# 온실가스와 미세먼지

[에너지원별 온실가스 배출량]



※ 출처 : 2014 Lifecycle CO<sub>2</sub> Emissions(IPCC)

[에너지원별 미세먼지 배출계수]



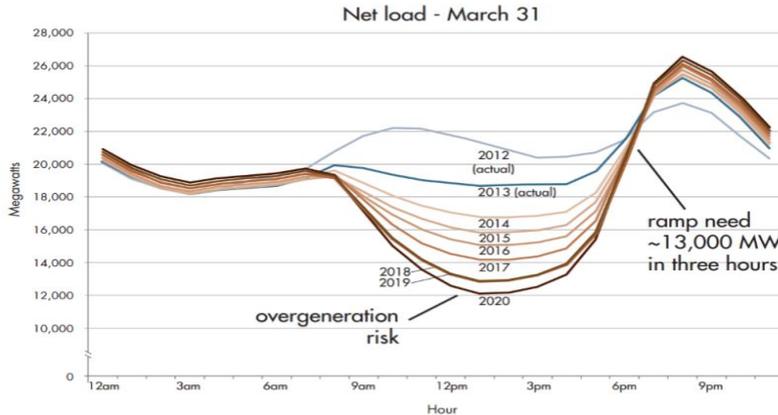
1) 대기오염물질 배출계수 (2015, 국립환경과학원)

2) 미세먼지 배출저감장치 설치 가정(99.9% 저감)

온실가스를 가장 효율적으로 저감시킬 방법(원전)을 배제?

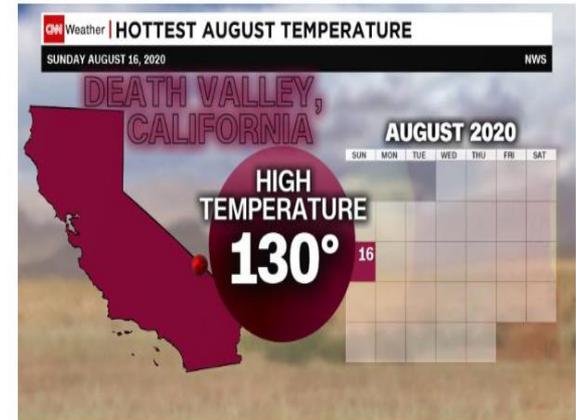
# 재생에너지의 문제 - 예비발전

- 신재생 발전이 확대될수록 계통부하는 감소되는 것으로 인식



자료: CAISO, Renewable Energy Duck Curve, 2014

2020. 8. 14~15  
캘리포니아 순환정전



Death Valley has hottest temperature on Earth 02:29

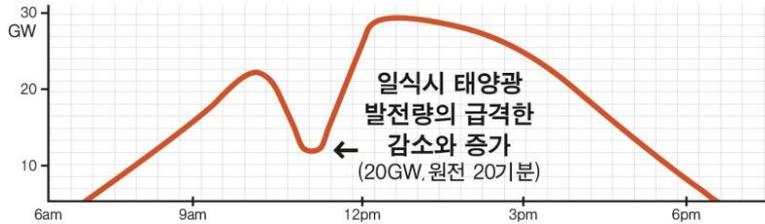
**More than 3 million California homes may lose power in record heat wave due to rolling blackouts**

By Cheri Mossburg, CNN

Updated 2223 GMT (0623 HKT) August 17, 2020



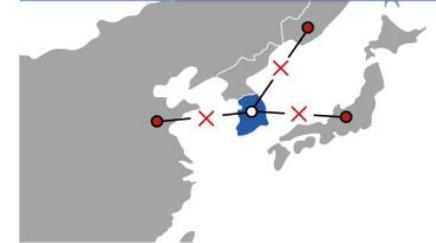
# 재생에너지 문제 - 간헐성, 전력망 보강. 비축



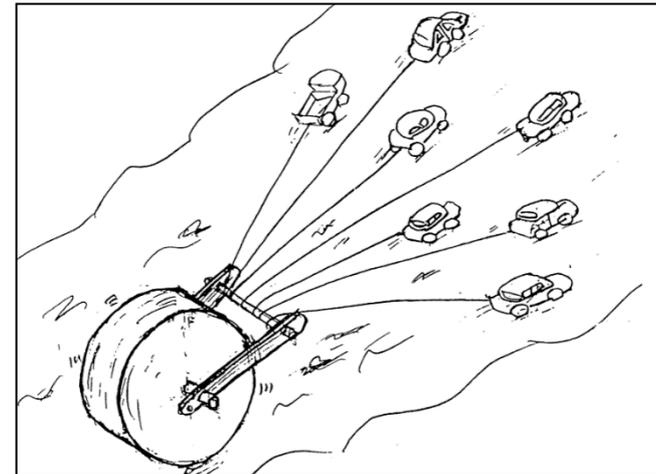
유럽은 이웃나라와 전력 계통이  
**연결되어 있습니다.**



우리나라는 이웃나라와 전력 계통이  
**분리되어 있습니다.**



에너지  
비축일수



# 재생에너지의 문제 - 저밀도 (많은 면적)

- 고리지역 원전을 태양광으로 대체하면 370배 면적 필요

부산시와 울산시 합친 면적의 80%



- 환경훼손과 지자체의 반대



# 재생에너지 - 환경성?



## <포럼> 폭우와 산사태가 일깨운 原電의 가치

문화일보 | 31면1단 | 2020.08.06. | 네이버뉴스 |

정범진 경희대 원자력공학과 교수 지금 겪고 있는 폭우 상황은 그동안 우리가 잊고 있던 많은 것을 상기시켜 준다. 친환경인 줄 알고 설치했던 태양광과 풍력 발전기는 큰 바람과 비에는 제대로 전력생산을 못 한다....



바른사회 Meet 콘서트  
2020. 9. 2(수) 비대면 Zoom 토론

Department of Nuclear Engineering  
Kyung Hee University



# 탈원전과 원자력 산업의 위기

- 원전공급망(Supply chain) 붕괴
  - 두중(주기기) 구조조정
  - 수출이 되어도 보조기기는 어렵다.
- 신한울3·4호기 건설중단의 문제
- 대학 붕괴 : 서울대(핵융합), KAIST(4명), 경희대(전과 14명), 세종대(반수), 부산대 대학원 (+1명), 제주대(대학원생 전무)
- 수출 안된다. :
  - 영국 Toshiba 우선협상자 지위 상실
  - 사우디아라비아 미국에 밀림 (건설단가는 웨스팅하우스에 1/3)
  - UAE의 LTMA (Long Term Managemnet Agreement) 후려치기
- R&D도 위축 : 안전성, 해체, SF, 수출노형 최신화 없음
- 100년 산업의 균형을 무너뜨림
  - 계속운전 포기, 규제강화 → 해체비용?



# 원전산업 생태계의 붕괴

원전기술

설계 기술  
(한기)

기기 제작기술  
(두중 등)

시공 기술  
(건설)

운영 기술  
(한수원, 한기)

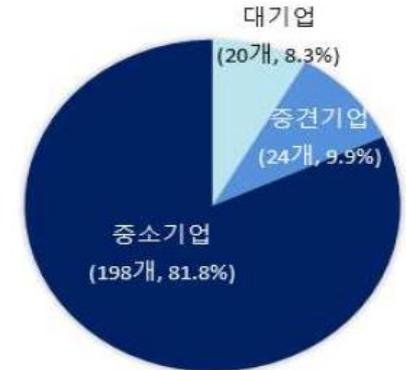
원전산업 규모

원전산업 매출	약 26조 6천억 원
종사인력	약 3만 5천 명

출처 : 한국원자력산업회의\_원자력산업실태조사보고서(2017)

분야	대기업			중소협력사			합계		
	업체수	인원 <sup>(A)</sup>	총인원	업체수	인원	총인원	업체수	인원	총인원
기자재	1	443	2,550	1,753	11,262	48,979	1,754	11,705	51,529
시공	4	326	580	218	1,479	4,717	222	1,805	5,297
설계	1	221	221	11	179	951	12	400	1,172
합계	6	990 (7%)	3,351	1,982	12,920 (93%)	54,647	1,988	13,910 (100%)	57,998

기업규모별 현황



# 원전 이용률과 한전 실적



- ※ 신고리4호기 운영허가지연 ~ 1조원 손실
- 쌍둥이 신고리3호기는 OCTF 달성 (One Cycle Trouble Free)
- ※ 한빛3·4호기 격납용기 공극 보강계획 관련 3년 정지



# LNG 수입

산업 | 한국의 탈원전 정책에 큰 돈 버는 카타르

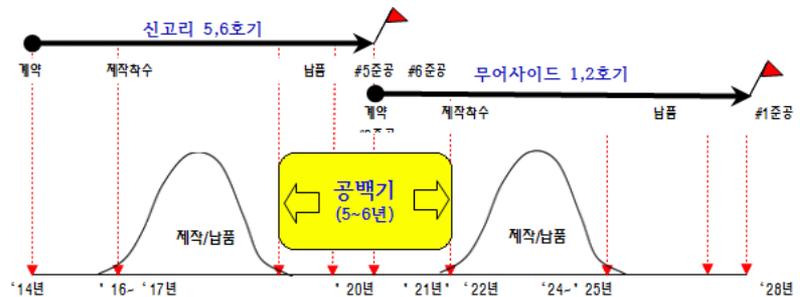


문재인 대통령이 지난달 28일 청와대에서 타미 빈 하마드 알타니 카타르 국왕(왼쪽)과 악수를 하고 있다./연합뉴스

◇ 카타르, 석유 대신 LNG 집중...한국, LNG 사용 확대 추진

# 신한울3·4호기 건설사업 중지

- 신한울3·4호기 사업
  - 공사기간: 2017. 7 ~ 2023. 12 (2017. 2월 사업허가 취득)
  - 총공사비: 8조 2,618억원
- 기 집행비용 : > 1조 원
  - 종합설계용역 등 주요계약: 785억원
  - 부대설비, 용역비 등: 843억원
  - 주기기 사전제작: 약3500억원
- 원전산업 생태계 문제
- 지역경제 및 현안사업 지장
  - 연인원 720만명 (최대3,000명/일)
  - 법정지원금 2조원, 국도건설 등 취소



# 원전 수출

- 영국:
  - Moorside 우선협상대상자 지위 상실
- 사우디아라비아:
  - 미국 트럼프 대통령의 원자력부활정책
  - 참가국 모두 예비사업자(2017. 7)
  - (미국·중국·러시아·프랑스·한국)
- 체코:
  - 중국과 러시아 포함 (2018. 4)
- UAE:
  - LTSA 빼기기, LTMA 나누기
- 중국과 러시아의 활약



# 선관주의의무 실종?

1. 김해창(부산 경성대학 교수) 한수원 사외이사
2. 서토덕(환경운동연합) 한국 원자력연구원 감사
3. 석광훈(녹색연합) 한국안전기술원 감사
4. 김영희(탈핵법률가 모임, 해바라기 변호사) 원자력안전재단 감사
5. 이헌석(에너지정의행동대표) 원자력안전재단 이사
6. 윤순진 (서울대 환경대학원 교수) 한국에너지정보문화재단 (비상임) 이사장
7. 박진희(에너지기후정책연구소장) 한국원자력통제기술원 감사
8. 윤기돈 (녹색연합 사무처장) 한국에너지정보문화재단 상임이사
9. 김혜애 (녹색연합) 청와대 기후환경비서관
10. 강정민 (공론화 탈핵대표) 원자력안전위원장 (사퇴)
11. 김혜정 (환경운동연합) 원자력안전위원, 원자력안전재단 이사장
12. 김호철(월성1호기 계속운전 취소소송 대표변호사) 원자력안전위원회 위원
13. 하정구(월성1호기 계속운전 취소소송 원고측 증인, 소위 캐나다 전문가) 원자력안전위원회 원자로 부문 전문위원
14. 박창근 (시민환경연구소, 4대강 조사위 단장) 원자력안전위원회 토목 부문 전문위원
15. 안남성 (에너지전환정책 전력정책심의위원) 한국전력 국제원자력대학원대학교 총장
16. 양이원영 (환경운동연합) 제21대 더불어민주당 비례대표 국회의원



# 탈원전 정책이 몰고올 미래

- 전기요금 인상 (한전 적자)
- 전력 부족 (공급안정성 저해/국민 고통분담)
- 재생에너지 증가: 간헐성 (전기품질 저하, 제주/전남 출력제어)
- 파리협력 이산화탄소 **BAU**대비 **37%** 저감약속 (불이행)
- 국토훼손, **ESS** 화재, 태양광 설비 산사태 유발
- **LNG** 수입 증대 (에너지 의존도 증가로 인한 안정성 저해)
- 원전 생태계 붕괴 (두산+2600여 협력업체, ...)
- 원전 수출 (경쟁력 있는 수출 상품의 상실)
- 지역경제 침체 (울진, 경상북도)
- 선관주의 의무 실종
- 인류가 가장 값싸게 이산화탄소 배출을 줄일 수 있는 방법 상실

