7차 정기포럼

3차 에너지기본계획

온실가스 감축과 미세먼지 저감에 충분한 계획인가?

일시. 2018년 12월 4일 오전 10시

장소. 정동 프란치스코 교육회관 212호

주최. 에너지전환포럼

식 순

좌장 : 임성진 에너지전환포럼 공동대표

9:30~10:00 등록 및 안내

10:00~10:40 주제발표

10:00~10:10 온실가스 감축 측면에서 본 3차 에너지기본계획

이창훈 한국환경정책평가원 선임연구위원

10:10~10:20 미세먼지 저감 측면에서 본 3차 에너지기본계획

양이원영 에너지전환포럼 사무처장

10:20~10:30 대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지기본계획 실현 방안

윤창열 한국에너지기술연구원 박사

10:30~10:40 재생에너지 확대와 유연성 기술 확보방안

전영환 홍익대 전기공학부 교수

10:40~11:30 지정토론

이소영 기후솔루션 변호사 / **김민수** 미세먼지 해결 시민본부 공동대표

구민회 법률사무소 이이 변호사 / **손충렬** 풍력산업협회 총괄분과 위원장

정우식 태양광산업협회 부회장 / **박규진** 신재생에너지 학회 이사

오성진 산업부 에너지자원정책과 서기관 /

이상일 환경부 기후변화 정책관실 기후전략과 사무관

목 차

온실가스 감축 측면에서 본 3차 에너지기본계획 ····· 1
이창훈 한국환경정책평가원 선임연구위원

미세먼지 저감 측면에서 본 3차 에너지기본계획 ····· 9
양이원영 에너지전환포럼 사무처장

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지기본계획 실현 방안 ····· 25
윤창열 한국에너지기술연구원 박사

재생에너지 확대와 유연성 기술 확보방안 ····· 37
전영환 홍익대 전기공학부 교수

[토론자료]

'제3차 에너지기본계획 수립방향에 대한 권고안' 중
'수요'에 대한 의견 ····· 47
구민회 법률사무소 이이 변호사

온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 위한 재생에너지
목표 4040 달성전략 ····· 51
박규진 신재생에너지 학회 이사

[첨부]

지속가능한 번영을 위한 대한민국 에너지비전 2040 ····· 55

온실가스 감축 측면에서 본 3차 에너지기본계획

이창훈 한국환경정책평가원 선임연구위원

에너지전환포럼(2018.12.4)

온실가스 감축측면에서 본 제3차 에너지기본계획

이창훈(KEI)

에기본은 “친환경”을 목표로 하는가?

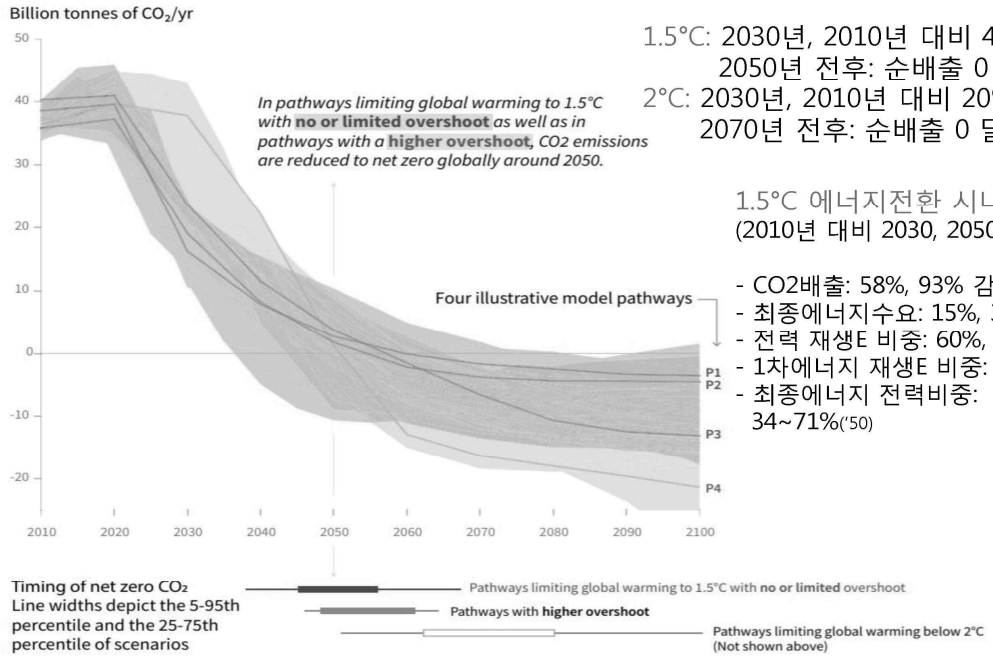
❖ 제3차 에기본에서의 친환경
- 비전: 안전하고 깨끗한 국민참여형 에너지시스템 구현
- 핵심가치: 환경 – 친환경 수급구조 정착 -> 미세먼지, 온실가스 저감

❖ (제3차) 에기본은 달성해야 할 환경 목표(target)가 없음
- ‘에너지수요 및 믹스를 포괄하는 에기본 전체 내용’의 ‘환경성’을 판단할 기준/지표가 없음
- 첫번째 핵심가치인 ‘안정’이 여전히 계획의 목표임:
  주어진 수요를 안정적으로 공급하되, 가급적 친환경에너지원 확대.
- 재생에너지 25%를 해도, 재생에너지 40%를 해도 에기본 목표달성 가능

❖ 무엇을 할 것인가?
- 에너지계획의 친환경목표를 외부에서 설정할 필요
- 에너지이용과 직접 상관관계가 있는 온실가스 배출량이 목표로 적절

2

세계는? – IPCC 1.5°C 보고서



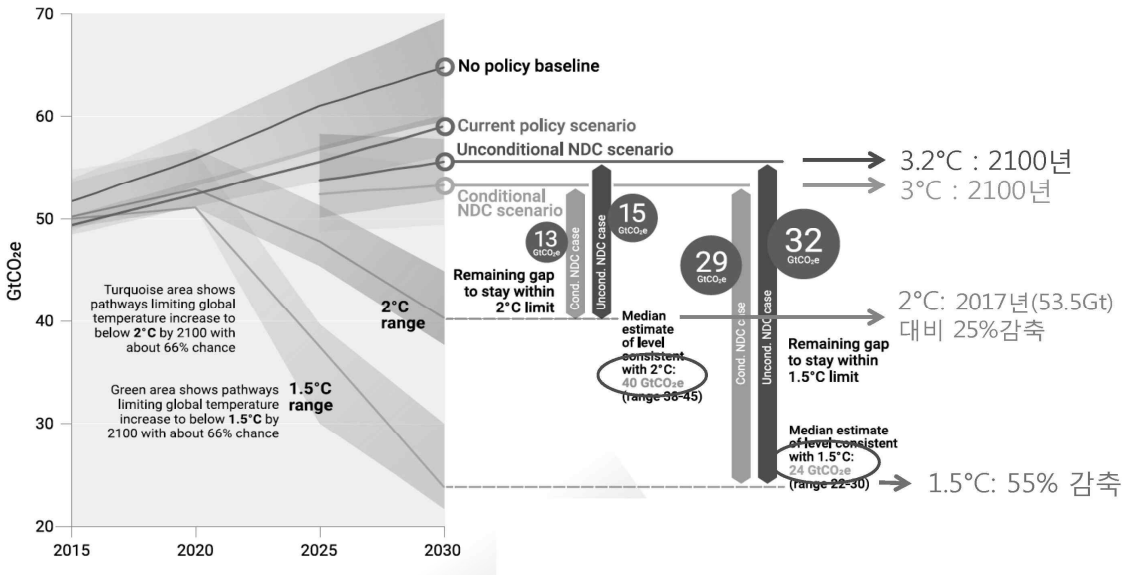
1.5°C: 2030년, 2010년 대비 45% 감축
2050년 전후: 순배출 0 달성
2°C: 2030년, 2010년 대비 20% 감축
2070년 전후: 순배출 0 달성

1.5°C 에너지전환 시나리오
(2010년 대비 2030, 2050 비율)

- CO2배출: 58%, 93% 감축
- 최종에너지수요: 15%, 32% 감축
- 전력 재생E 비중: 60%, 77%
- 1차에너지 재생E 비중: 49~67%('50)
- 최종에너지 전력비중: 34~71%('50)

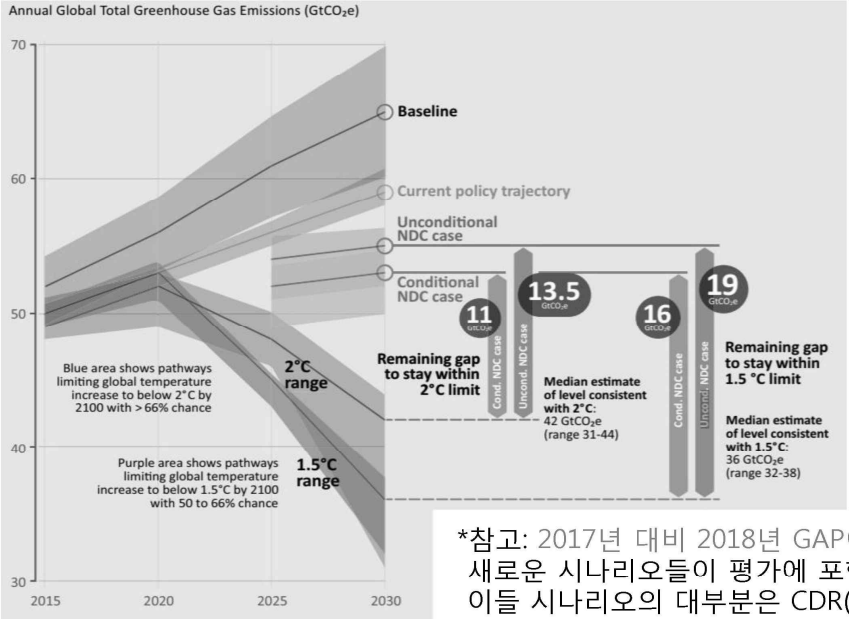
3

세계는? – UNEP Emissions Gap 2018



4

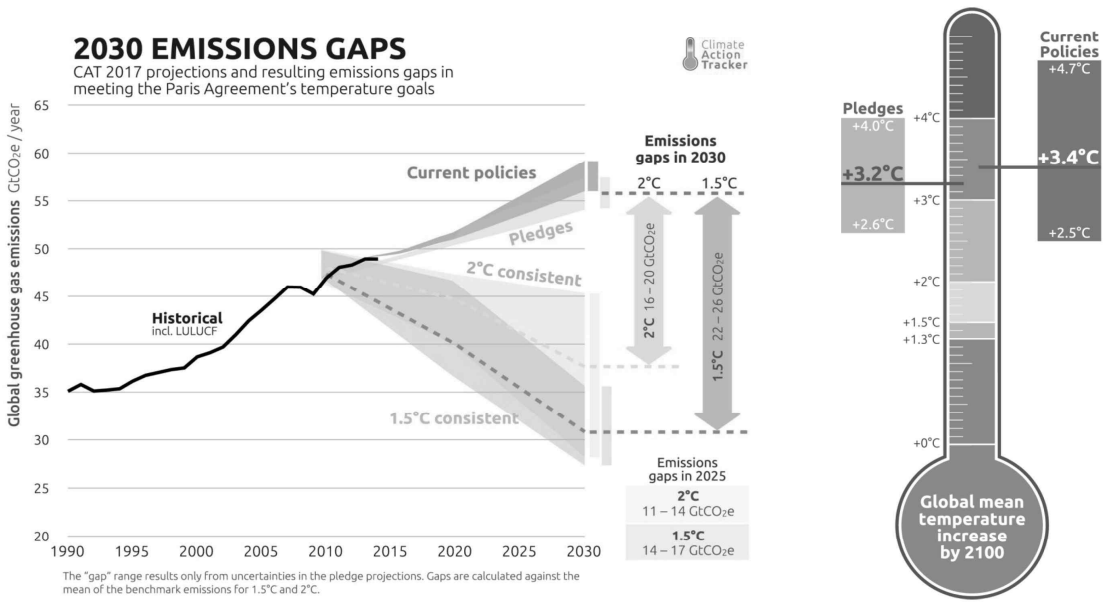
세계는? – UNEP Emissions Gap 2017



*참고: 2017년 대비 2018년 GAP이 더 커짐.
새로운 시나리오들이 평가에 포함되었고,
이들 시나리오의 대부분은 CDR(Carbon Direct Reduction)의 가능성에 대해 부정적이라,
가속화된 온실가스 감축 요구

5

세계는? – Climate Action Tracker



6

제3차 에기본: 추가감축잠재량 3,400만톤

❖ 3400만톤 의견 1
- 온실가스 감축로드맵에서 잠정 확정 되었던 감축잠재량을 발전부문에서 실현하는 것으로 확정하고 구체적인 감축방안은 제9차 전기본에 위임

❖ 3400만톤 의견 2
- 발전부문에서 100%하는 것으로 확정되지 않았으므로, 타 부문의 감축비용 및 잠재량에 대한 연구를 더 한 뒤 2020년 확정

❖ 논쟁점
- 로드맵 수정안의 문구에 대한 해석
- 감축 비용 : 발전부문의 감축비용이 더 낮은가?
- 비용 분담 : 발전부문 감축 시 전기요금 인상 불가피…
- 감축가능성 : 발전부문 감축이 가장 확실

*국제적으로 감축전략의 큰 축은 '전력비중증가(Electrification)'인데 이는 발전부문의 감축잠재량 및 감축비용을 고려한 것임.

7

제3차 에기본 : 2040년 재생에너지 비중

❖ 전력부문 재생에너지 비중에 대한 의견 1
- 시나리오 접근법 채택 : 정책, 시장, 기술관련 해결과제들을 제안하고 과제 해결에 따라 재생에너지 달성 비중 차별 설정
- 시나리오는 시장실패 시 25%, 기술실패 시 30%, 모두 성공 시 40% 등 3개의 시나리오를 설정
- 과제를 해결하겠다는 의지의 결정체가 '계획'이므로 계획의 목표는 당연히 40%임

❖ 전력부문 재생에너지 비중에 대한 의견 2
- 시나리오 접근법 채택
- but 25%, 30%, 40% 모두 목표로 설정
- "논리적 모순"

❖ 전력부문 재생에너지 비중에 대한 의견 3
- 시나리오 접근법 폐기 : 단순히 25%, 30%, 40% 모두 목표로 설정
- 논리적 모순은 없음 : 성공/실패가 아니라 노력의 정도를 나타내기 때문에

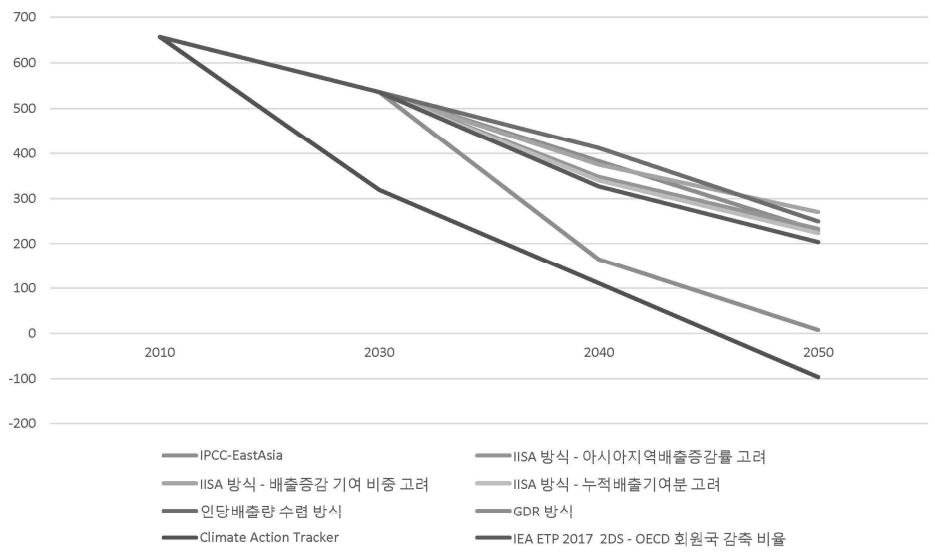
8

2°C 시나리오 한국 배출량

						2050년 감축률			
		2010	2030	2040	2050	2010대비	2030 대비	출처	
GHG	ClimateActionTracker	656.6	319	112	-96	1.15	1.30	Climate Action Tracker	
	IPCC-EastAsia	656.6	536	383	230	0.65	0.57	Hoehne	10년 대비 58~76% 감축 – 65% 감축
	IISA 방식 - 아시아지역배출증감률	656.6	536	348	233	0.64	0.56	이상엽	
	IISA 방식 - 배출증감 기여 비중	656.6	536	375	270	0.59	0.50	이상엽	
	IISA 방식 - 누적배출기여분	656.6	536	340	224	0.66	0.58	이상엽	
	인당배출량 수렴 방식	656.6	536	412	250	0.62	0.53	이상엽	
	GDR 방식	656.6	536	165	8	0.99	0.99	이상엽	
비교	OECD ETP 2DS – OECD 회원국 감축 비율	656.6	536	327	204		0.38	OECD	2030년 대비 40년 /50년 39%/62% 감축 - CO2 기준

이상엽, 신기후체제 대응을 위한 2050 저탄소 발전전략 연구 I. 2017
Hoehne et al., Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies, in Climate Policy, 2014.
Hoehne et al. 연구는 IPCC 보고서가 아시아 배출목표량 산정(30~50% 감축)의 근거로 제시한 논문으로,
이 논문에서는 지역을 더 세분화하여 목표량을 제시하고 있고, 한국이 속한 East –Asia는 약 58~76% 감축량을 제시.
중간값인 약 65%를 감축률로 채택
ClimateActionTracker, 2018

2°C 시나리오 한국 배출량



제3차 에기본 배출량 추정

시나리오	믹스				발전부문 배출량 (백만tCO2)	총배출량A (백만tCO2)	총배출량B (백만tCO2)
	재생에너지	원자력	LNG	유연탄			
재생30, 유연탄=0	30.0	17.3	52.7	-	121.73	362.02	486.90
재생30, LNG=40	30.0	17.3	40.0	12.7	161.53	480.40	646.11
재생30, LNG=유연탄	30.0	17.3	26.3	26.3	204.49	608.19	817.98
재생40, 유연탄=0	40.0	17.3	42.7	-	98.61	293.28	394.45
재생40, LNG=30	40.0	17.3	30.0	12.7	138.41	411.65	553.65
재생40, LNG=유연탄	40.0	17.3	21.3	21.3	165.66	492.70	662.65
재생50, 유연탄=0	50.0	17.3	32.7	-	75.50	224.53	301.99
재생50, LNG=20	50.0	17.3	20.0	12.7	115.30	342.91	461.19
재생50, LNG=유연탄	50.0	17.3	16.3	16.3	126.83	377.21	551.44

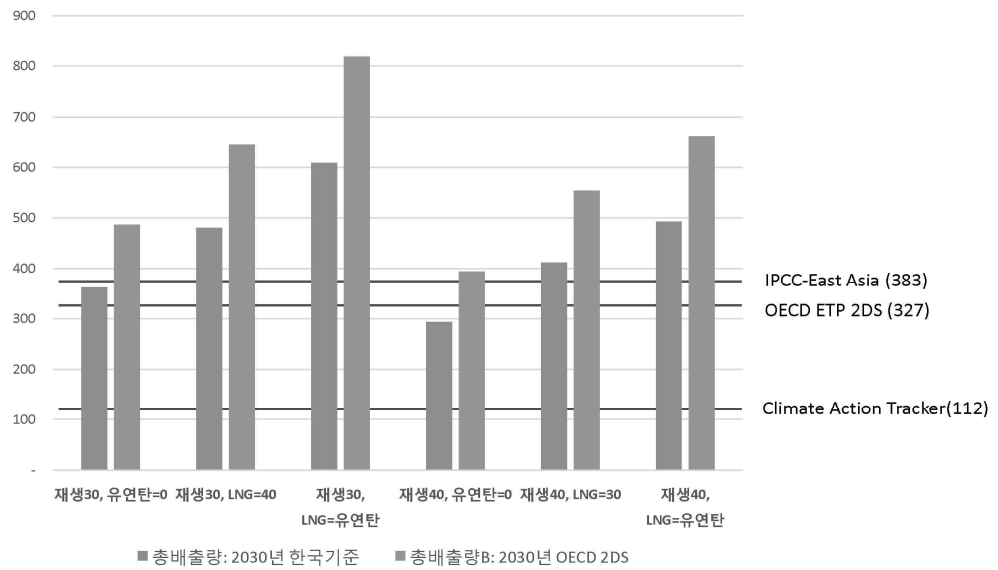
A. 2030년 발전부문 배출 비중(193/574=33.6%)이 유지된다는 가정 하에 총배출량 추정: 통상 비발전부문의 배출량저감이 어려운 점을 고려하면, 발전부문과 비발전부문의 동일한 감축률을 가정하므로 낙관적 가정임

B. OECD ETP 2DS시나리오의 발전부문 배출 비중이 2030년 25%에서 18%로 감소하는 것을 고려하여, 발전부문 배출비중이 25%(1/4 감소)로 감소한다고 가정하고 총 배출량 추정 (비발전부문 배출저감 어려움 감안)

* 참고로, 2DS 시나리오에서 발전부문 최종에너지 비중은 오히려 25%에서 29%로 증가(Electrification) 3차 에기본에서 발전부문 최종에너지 비중은 거의 불변.

1. 배출계수(kg/kWh)	유연탄	0.8229	3. 원자력발전량	
	LNG	0.3487	- 용량(GW)	16.4
	재생에너지	0	- 이용률	0.8
	원자력	0	- 발전량(GWh)	114931.2
2. 총발전량(GWh)		662,881		

제3차 에기본 배출량 평가



총배출량(2030년 한국기준): 2040년 총배출량 중 발전부문 비중이 2030년과 동일하다고 가정

총배출량(2030년 OECD 2DS): 전력화 및 발전부문 감축용이성을 반영, 2040년 발전부문 비중이 OECD 2DS 시나리오상의 2030년 발전부문 비중과 같다고 가정

미세먼지 저감 측면에서 본 3차 에너지기본계획

양이원영 에너지전환포럼 사무처장

에너지전환포럼

3차 에너지기본계획으로 미세먼지를 줄일 수 있을까

양이원영

2017년 12월 11일 초미세먼지 '좋음' 10μg/㎥

2018년 1월 17일 초미세먼지 '나쁨' 90μ

에너지전환포럼

South Korea joins ranks of world's most polluted countries

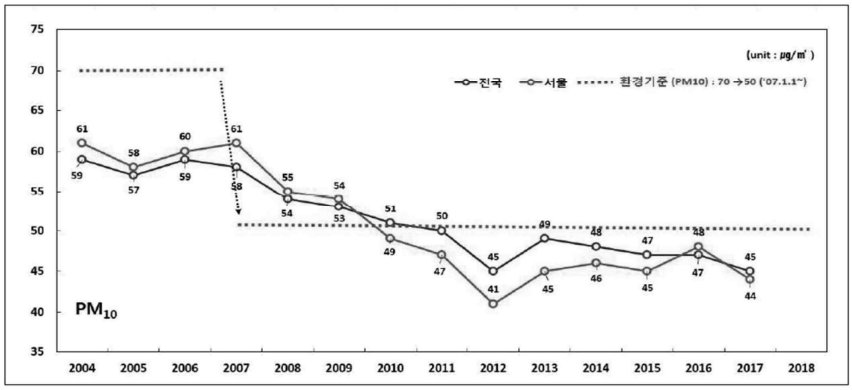
Growing concern the root cause of toxic smog lies at home and not in China

Seoul's skyline lies shrouded in smog. This year the city is regularly in the top three of at least one global ranking of polluted cities © AFP

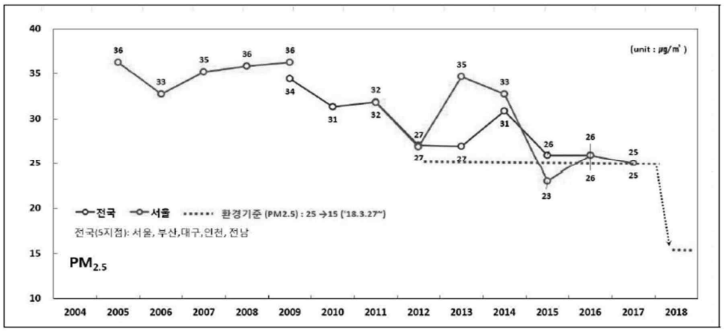
https://www.ft.com/content/b49a9878-141b-11e7-80f4-13e067d5072c

4

< PM_{10} 연평균 농도 추이('04~'17년) >



< $PM_{2.5}$ 연평균 농도 추이('04~'17년) >



※ '04~'14년 : 서울(불광동), 부산(태종대), 대구(대명동), 인천(구월동), 전남(여수 중흥동) 등 5개 지점 광화학대기오염물질측정망 $PM_{2.5}$ 측정자료

※ '15~'17년 : 전국 및 서울 도시대기측정망 $PM_{2.5}$ 측정자료

출처: 미세먼지 대응방향. 2018. 5.25. 환경부

미세먼지 국외요인: 수도권 평상시 30~50%, 고농도시 60~80%

< 국내·외 요인 연구결과 >

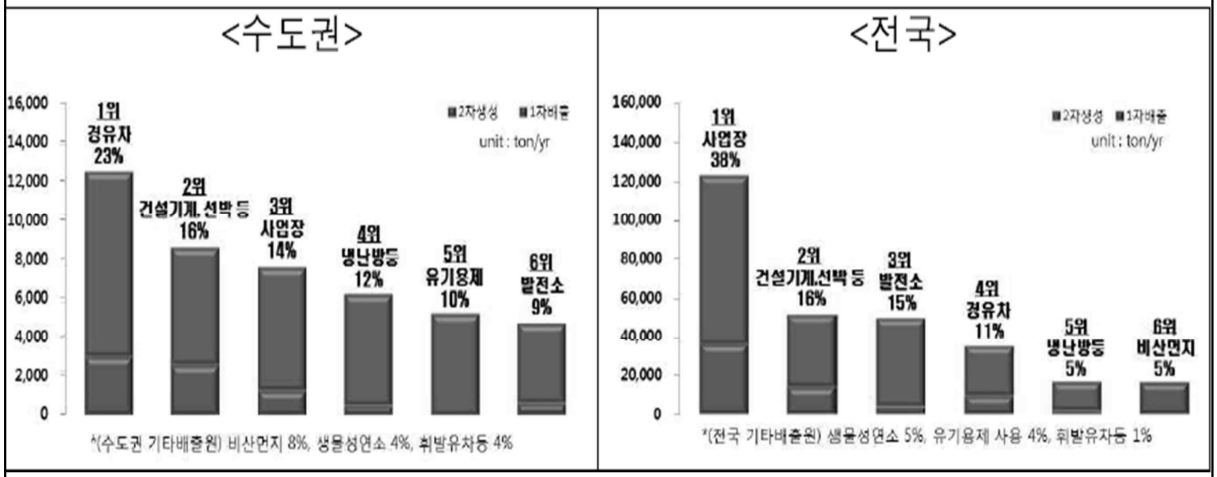
연구기관			대상 지역	대상 물질	국내·외 기여도	
					국외	국내
국립 환경 과학원	연도별	'14년	수도권	PM_{10}	44%	56%
		'15년			43%	57%
		'16년			47%	53%
	'18.1월 고농도 사례	1.15	수도권	$PM_{2.5}$	57%	43%
		1.16			45%	55%
		1.17			38%	62%
		1.18			38%	62%
	'18.3월 고농도 사례	3.22	수도권	$PM_{2.5}$	59%	41%
		3.23			69%	31%
		3.24			58%	42%
		3.25			51%	49%
		3.26			32%	68%
		3.27			48%	52%
	농도별	평시	수도권	PM_{10}	30~50%	50~70%
		고농도			60~80%	20~40%
국립환경과학원·NASA 공동 (KORUS-AQ)[1]			서울	$PM_{2.5}$	48%	52%
서울특별시[2]			서울	PM_{10}	54%	46%
				$PM_{2.5}$	55%	45%
아주대학교[3]			수도권	PM_{10}	49~67%	33~51%

1) 분석기간 : '16.5.2~6.12　2) 분석기간 : '15.7월, 10월, '16.1월, 4월　3) 분석기간 : '14년

6

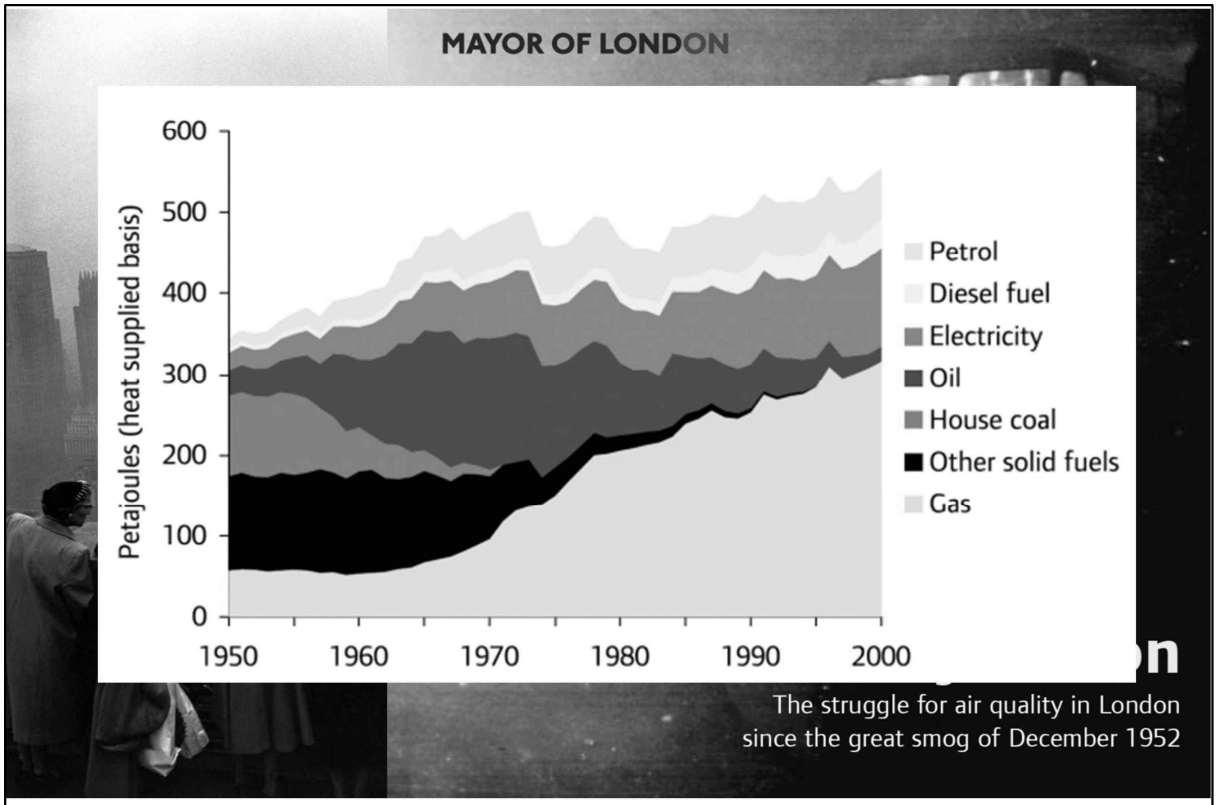
출처: 미세먼지 대응방향. 2018. 5.25. 환경부

미세먼지 배출원(2014년)
대도시는 경유자동차
전국적으로 사업장, 건설기계, 발전소 순



출처: 미세먼지 대응방향. 2018. 5.25. 환경부

7



1950년대 뉴욕의 대기오염

1950년대 런던의 대기오염

8

출처: 장재연의 미세먼지 이야기 5

https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3401915

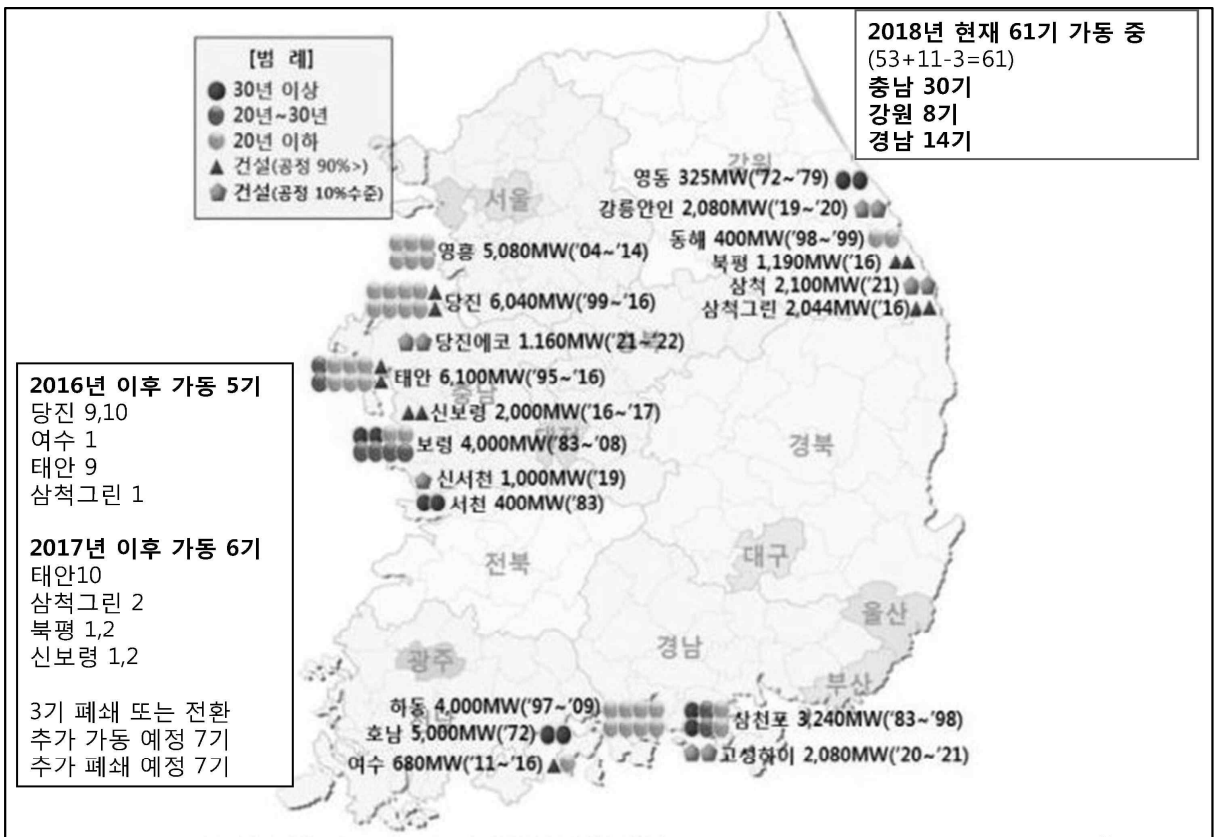
7안 석탄화력발전소 생산량을 매년 1%씩 줄이는 것에 동의하십니까?
총 유권자 대비 찬성률 40.27% 통과

8안 석탄화력발전소 건설과 신규확대를 중단하는 에너지정책 수립에 동의하십니까(건설 중인 센아오 화력발전 포함)?
총 유권자 대비 찬성률 38.46% 통과

16안 전기법 95조 1항 "핵발전소 시설은 2025년까지 모두 중단되어야 한다"의 폐지에 동의하십니까?
총 유권자 대비 찬성률 29.84% 통과

☞ 출처 보기 (http://omn.kr/1e4ks)

9



국내 석탄 화력 발전소 현황. 산업통상자원부 제공 http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0010759451

10

에너지전환포럼

에너지전환 한다는데 왜 미세먼지는 더 늘어날까?
13기, 12.5기가와트 석탄발전소 추가

구분		용량(MW)	연간 PM2.5배출량(톤)	4개월 PM2.5배출량(톤)
노후 석탄발전소	2017년 폐지 3기	525	798	266
	2018년 가동중단 5기	2,320	2,439	813
신규 석탄발전소	2017년 가동시작 6기	5,240	2,427	809
	신규 7기	7,260	1,705	682
	소계	12,500	4,132	1491

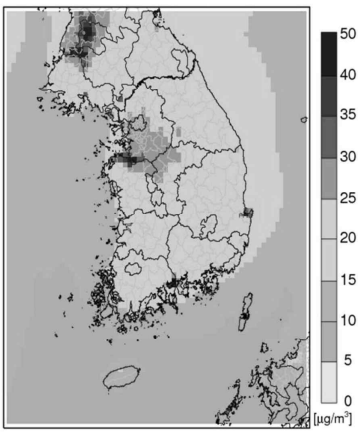
가동중단 노후석탄발전소 5기, 신규석탄발전소 13기의 미세먼지(PM2.5) 배출량 비교
자료 : * 노후설비 5기 미세먼지 배출량: 산업부 2018년 2월 28일자 보도자료
* 2017년 가동시작 6기 배출량 : 국회 환노위 이정미 의원(정의당) 제공 PM2.5의 배출계수로 계산
* 신규 7기 미세먼지 배출량 : 전력거래소 자료 중 2030년 예상치
• 석탄발전소 가동률: 2016년 평균 가동률 78.2% 적용– 한국전력통계 2017.06

출처: 환경운동연합 보도자료 2018.2.28 '노후석탄 가동중단 해도 신규가동으로 미세먼지 682톤 늘어'

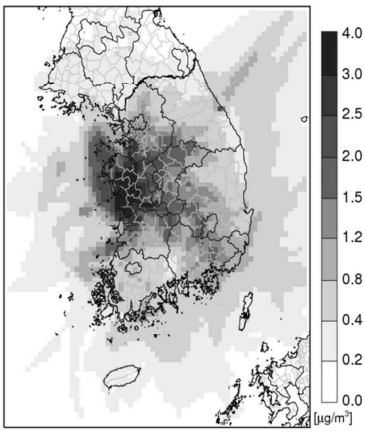
11

노후 석탄발전 가동중단, 충남지역 미세먼지 저감효과 6.2%
시간최대 25.7㎍/㎥, 일최대 7.1㎍/㎥ 감소

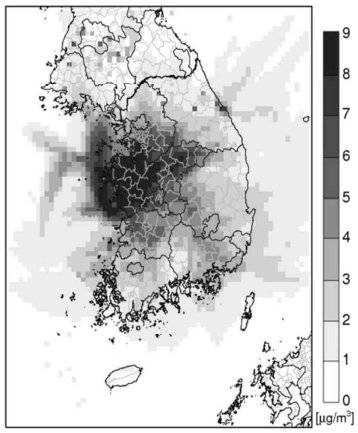
< 가동중단 전 농도 >



< 일 최대 농도차이 >



< 시간 최대 농도차이 >



출처: 2018. 11.7 환경부 보도자료

12

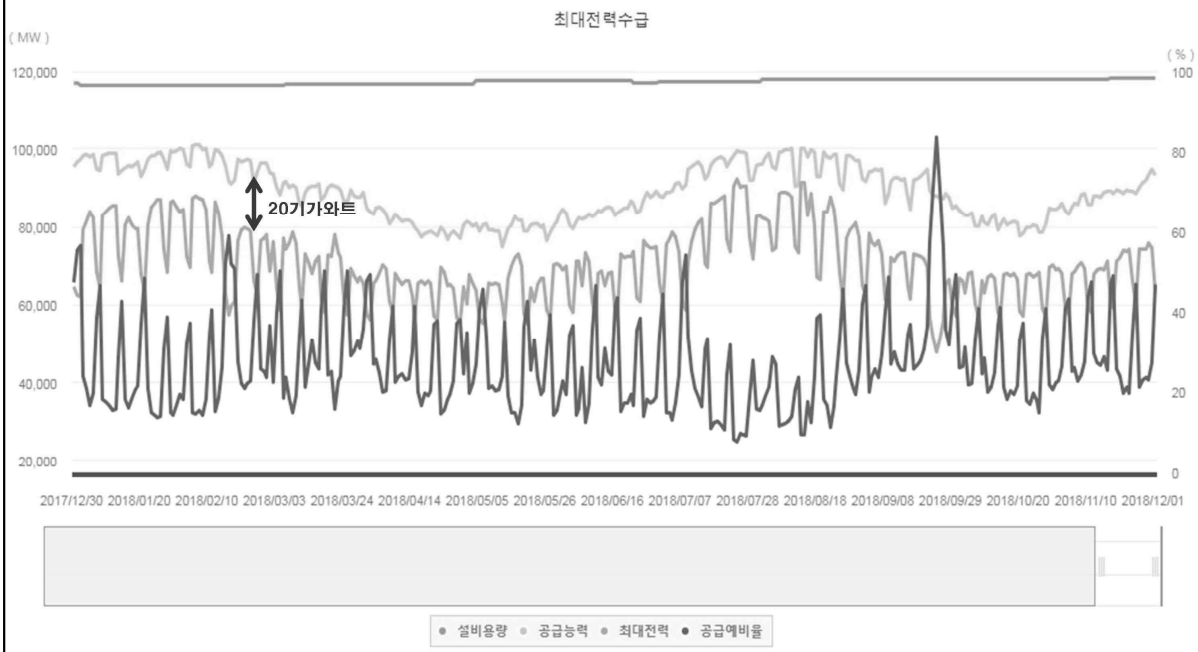
석탄발전소 30년 수명 완료 후 폐쇄한다면
16기, 7.4기가와트

발전소명	소재	용량 (MW)	상업 운전일	현황	온실가스배출량 (tCO2)
영동2호기	강원 강릉	200	'79.10	폐지예정('19.1월)	839,781
삼천포1호기	경남 고성	560	'83.08	폐지예정('19.12월)	2,969,857
삼천포2호기	경남 고성	560	'84.02	폐지예정('19.12월)	3,462,943
호남1호기	전남 여수	250	'72.10	폐지예정('21.1월)	1,629,213
호남2호기	전남 여수	250	'72.10	폐지예정('21.1월)	1,573,668
보령1호기	충남 보령	500	'83.12	폐지예정('22.5월)	3,243,268
보령2호기	충남 보령	500	'84.09	폐지예정('22.5월)	2,981,011
보령3호기	충남 보령	500	'93.04		3,332,689
보령4호기	충남 보령	500	'93.06		3,181,750
보령5호기	충남 보령	500	'93.12		3,169,489
보령6호기	충남 보령	500	'94.04		3,046,421
태안3호기	충남 태안	500	'97.03		2,226,743
삼천포5호기	경남 고성	500	'97.07		3,608,331
하동1호기	경남 하동	500	'97.07		4,172,224
태안4호기	충남 태안	500	'97.08		2,957,348
동해1호기	강원 동해	200	'98.10		1,194,022
하동2호기	경남 하동	500	'97.11		2,968,233
삼천포6호기	경남 고성	500	'98.01		3,027,524
하동3호기	경남 하동	500	'98.05		2,993,681
당진1호기	충남 당진	500	'99.06		3,311,924
동해2호기	강원 동해	200	'99.09		973,946
당진2호기	충남 당진	500	'99.12		2,728,268
하동4호기	경남 하동	500	'99.03		3,393,782

13

출처: 국회 김성환 의원실

예비전력, 한여름 제외하고 20기가와트 여유
석탄발전 가동 중단 개수 더 늘려도 된다



14

출처: 전력통계정보시스템 http://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/selectEkgeEpsMepChart.do?menuId=040101

< 3차 기본계획의 핵심가치 달성을 위한 정량목표(안) >

		2017년	2030년	2040년
수요	최종에너지소비(백만 toe)	176.0	179.5	176.6
	최종소비 원단위(toe/백만원)	0.113	0.084	0.072
공급	재생에너지 발전비중(%, 국내기준)	7.6 (잠정치)	20	25~40
환경	에너지연소 온실가스 배출량(백만톤)	601.0 ('15년 실적)	536.5*	
	발전부문 미세먼지 배출량(천톤)	34	13	
	수송부문 미세먼지 배출량(천톤)	34	27	21
참여	재생에너지 보급개소(만 개소)	43	471	611~1,039

※ 최종에너지소비는 원료용 에너지(국내 에너지 밸런스 기준) 수요를 제외한 수치
※ '40년 전기차 보급대수를 500만대(누적기준)로 가정하고 산출한 목표치
※ '30년 이후의 온실가스 배출량, 발전부문 미세먼지 배출량은 전력수급계획 등을 통해 전원믹스 등의 정책방향이 결정된 이후 산정 가능
* 2030 온실가스로드맵 수정안('18.7) 전환부문 추가감축잠재량 미반영

○ 에너지분야는 '15년 기준 국내 온실가스 배출의 약 87%, 미세먼지 배출의 약 56%(PM2.5)*를 점유

* 에너지산업연소, 제조업연소, 비산업연소, 생산공정, 도로이동 등 포함

□ 달성방안

○ 수요관리 강화, 전기차의 획기적 보급 확대* 등

* 전기차 보급목표(안)(누적) : ('30) 300만대(미래차발전전략, '18.2월) → ('40) 500~1,000만대
* 제3차 에너지기본계획 정부안에서는 1,000만대까지의 보급의지를 담아 최종 목표를 설정할 것을 권고

○ 온실가스·미세먼지 배출 저감을 위한 부문별 비용효과적 수단 발굴

출처: 3차 에기본 워킹그룹 권고안 15

주요 대기오염물질(먼지, 황산화물, 질소산화물), 석탄발전은 LNG 발전보다 약 16~18배를 더 배출
유해대기물질, 수 십배 과다 배출(수은 21.5배, 크롬 14.2배)
가장 엄격한 석탄발전 배출기준(태안, 보령 등의 3-4배)을 적용함에도, 유사년도의 LNG 발전('14 안동 LNG) 대비 대기오염물질(먼지+SOx+NOx)은 4.4배, 미세먼지($PM_{2.5}$)는 최대 6.7배 더 배출

< 연간 특정대기유해물질 발생량(g/1.5MWh) >

항목	크롬	수은	니켈	벤젠
석탄발전	0.0270	0.0086	0.0290	0.1348
LNG발전	0.0019	0.0004	0.0028	0.0028

< 주요 발전소별 초미세먼지(PM2.5) 배출량 환산비교 >

발전소	태안석탄화력 1~8호기 (1995~2007)	영흥석탄화력 1~6호기 (2004~2014)	일산 LNG 복합화력 (1994~1996)	군산 LNG 복합화력 (2010)	안동 LNG 복합화력 (2014)
대기오염물질	0.782	0.258	0.526	0.285	0.058
$PM_{2.5}$ 환산	0.116	0.047	0.041	0.023	0.007

(단위 : kg/MWh)

출처: 2017.7.19일 조선일보에 보도된 "LNG보다 오염적은 첨단 火電...청정에너지였다"
환경부 보도 설명자료. 2017. 7.19

16

석탄발전 대신 가스발전 쓰면 전기요금 얼마나 오르나?

< 주택용 저압요금>

구 간	기본요금 (원/호)	전력량 요금 (원/kWh)	가구(%)
200㎾h 이하	910	93.3	41.3
201 ~ 400㎾h	1,600	187.9	52.9
400㎾h 초과	7,300	280.6	5.8
합계			100.0

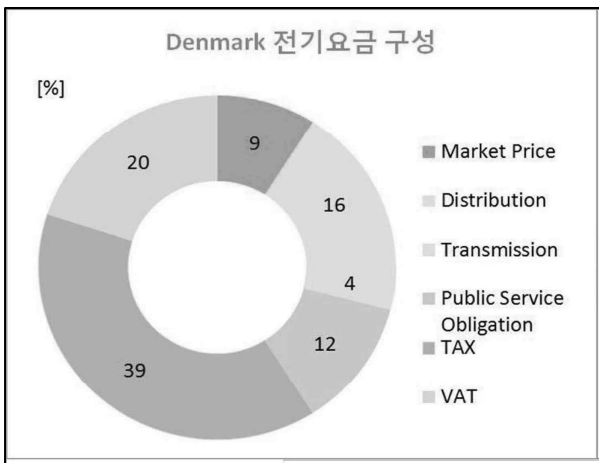
< 발전소 연료원별 정산단가>

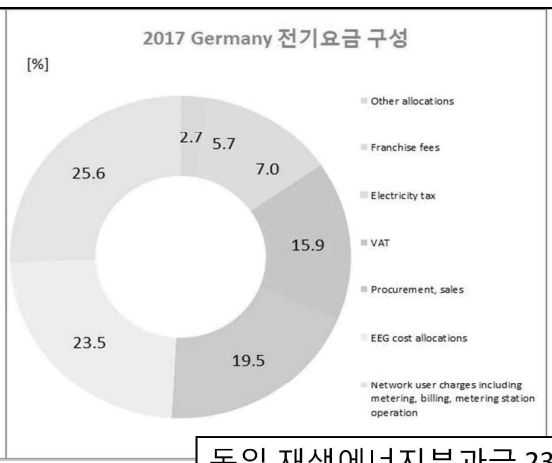
기간	원자력	유연탄	무연탄	유류	LNG	양수	기타	합계
2018/08	61.7	80.4	102.1	194.3	124.4	127.3	100.6	89.6
2018/07	63.1	87.4	97.6	202.6	122.3	127.2	98.6	92.2
2018/06	60.0	83.6	96.2	199.7	111.0	115.0	97.6	86.8
2018/05	55.4	79.1	93.5	166.3	101.5	106.0	88.8	80.4
2018/04	57.6	80.5	96.2	185.7	103.7	108.1	90.4	83.9
2018/03	67.5	92.2	109.0	152.2	124.4	131.4	97.7	98.7
2018/02	64.0	88.2	105.7	153.4	122.6	135.6	97.5	95.1
2018/01	68.1	91.9	110.4	142.9	126.1	142.3	100.6	99.6
2017/12	81.2	78.0	104.1	141.3	120.4	127.3	96.4	93.8
2017/11	69.0	68.6	89.7	160.0	102.5	103.5	89.3	80.0

(단위:원/kWh)

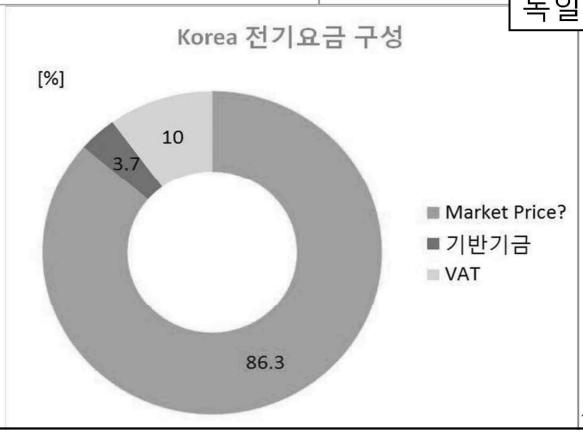
출처: http://cyber.kepco.co.kr/ckepco/front/jsp/CY/H/C/CYHCHP00206.jsp
http://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/selectEkmaUpsBftGrid.do?menuId=050701

17





독일 재생에너지부과금 23.5%

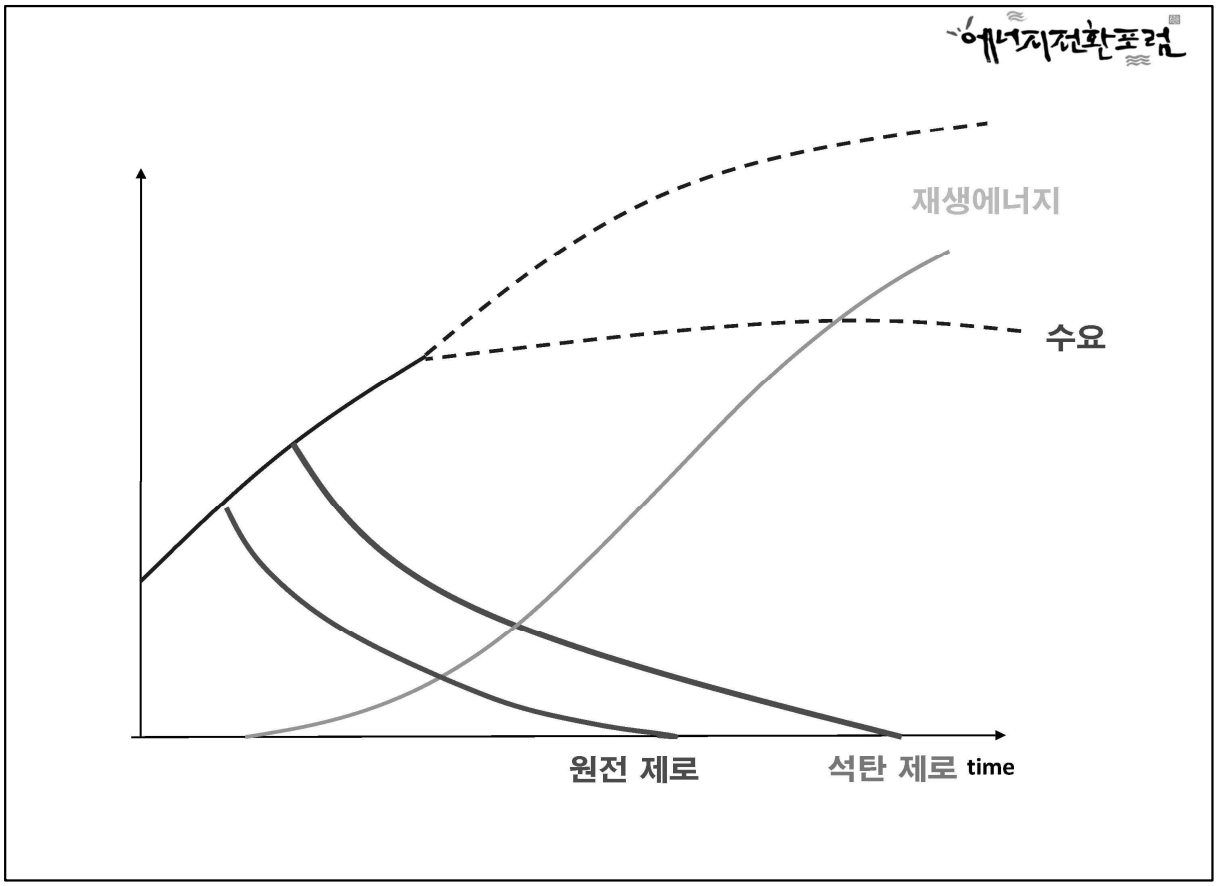


44원/kWh 추가

가구당 약 8,800~17,600

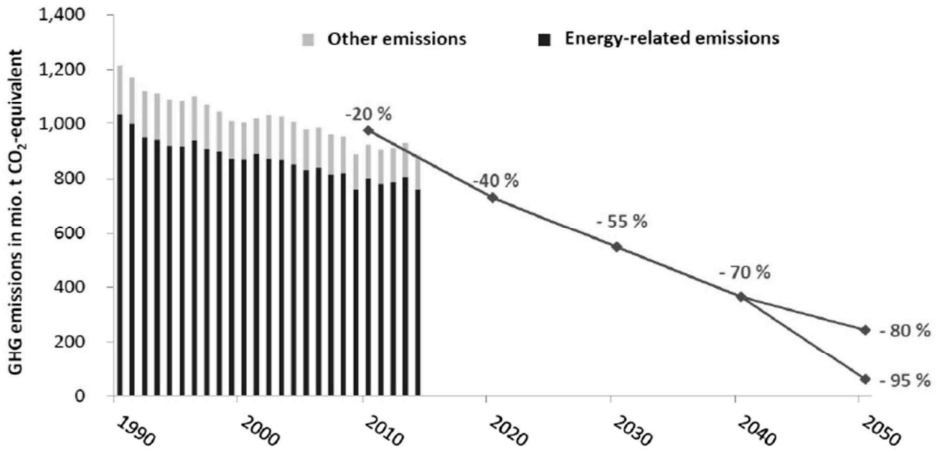
추가 부담

출처: 한국전기산업연구원 황민수 18
https://www.enbw.com/.../einzelkap.../general-conditions.pdf 덴마크 대사관



	태양광	풍력		바이오	수력	가스	석유	석탄		원전	화석연료+원전설비
		육상	해상					무연탄	갈탄		
2017	42.71	50.8	5.26	7.38	5.6	29.5	4.44	25.05	21.29	10.8	91.08
2002	0.3	11.98	0	1.32	4.9	20.3	5.3	28.29	20.30	22.43	96.62

2050년 온실가스, 1990년 대비 80~95% 감축



출처: BDI – The Voice of Germany Industry. July 2, 2018

21

발전, 산업, 수송, 건물, 농업 전분야의 감축 전략

Bubbles: Mt CO_2e % change vs. 1990	1990 (dark) vs. 2015 (bright)	2050 current policies	2050 80 % climate path	2050 95 % climate path
Power sector	-22 %	-71 %	-89 %	-100 %
Industrial processes	-36 %	-41 %	-51 %	-87 %
Industrial heat/steam	-32 %	-52 %	-72 %	-99 %
Mobility	-2 %	-44 %	-73 %	-100 %
Buildings	-39 %	-70 %	-92 %	- 100 %
Agriculture, other	-46 %	58 %	-70 %	-74 %
Σ	1990: 1,251 2015: 902 (-28 %)	493 -61 %	254 -80 %	62 -95 %

출처: BDI – The Voice of Germany Industry. July 2, 2018

22

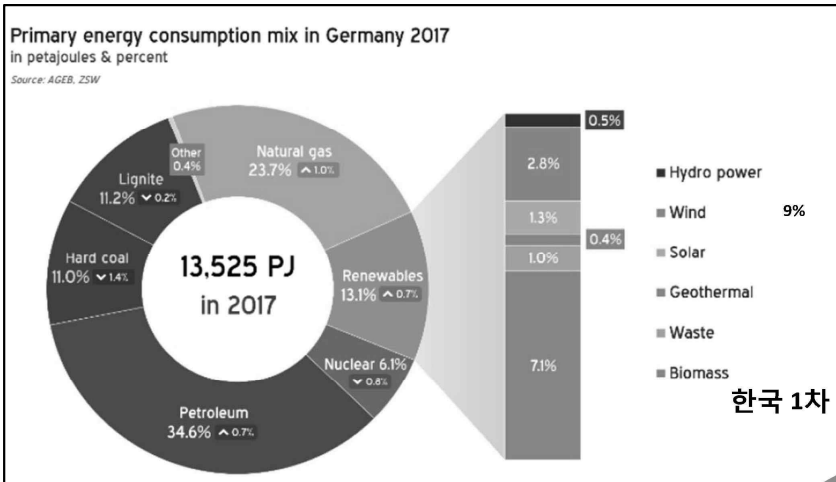
석유수송시대의 끝을 예고: 내연기관차 종말, 전기차 시대

< 내연기관 자동차 판매 금지 정책 동향 >

국가	추진현황
노르웨이	▪ **2025년부터 내연기관 차량 판매 금지 법안 합의(2016.6)** - 수도 오슬로에서 2017년부터 디젤 자동차의 일시적 운행 금지 조치 - 일반승용차, 단거리 버스, 경량 트럭은 무공해 차량만 등록하는 방침
네덜란드	▪ **2025년부터 내연기관 차량 판매 금지 법안 하원 통과(2016.4)** - 신차에 대해서만 휘발유 및 경유 자동차의 판매금지를 추진 - 법안의 최종가결시, 2025년부터 하이브리드 모델을 포함한 내연기관 자동차의 판매 금지를 포함하고 있으나, 민주당의 강력한 반대로 실현가능성에 주목
영국	▪ **2040년부터 휘발유 및 경유 차량의 판매를 금지하는 정책 발표(2017.7)** - 예산 지원(30억파운드)과 함께 경유 차량에 대한 높은 부담금을 부과할 예정
프랑스	▪ **2040년부터 내연기관 차량의 판매를 금지하는 정책 발표(2017.7)** - 1997년 이전에 생산된 경유차와 2001년 이전에 생산된 휘발유 차량을 친환경차로 바꾸면 인센티브를 주는 방식으로 내연기관 차량을 점차 퇴출
독일	▪ **2016년 10월 결의안이 통과되었으나 연방하의원 통과를 이끌어내진 못함** - 자동차 산업이 독일 산업의 중추라는 점을 감안하여 신중한 태도
인도	▪ **2030년부터 전기차만 판매하는 정책을 추진하기로 발표(2017.6)** - 생산된 지 10년이 경과한 경유차는 수도 뉴델리에 등록하지 못하도록 조치
중국	▪ 신에너지 차량 개발과 대기오염 완화를 위해 화석연료 자동차의 생산, 판매를 중단하기 위한 계획을 마련중 - 다만, 판매 중단 시기는 자국 산업의 경쟁력 확보 시기와 연계하여 고려 중

출처: 글로벌 내연기관 자동차 판매 금지 동향. 한국에너지공단
http://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/energy_issue/mail_vol71/pdf/issue_174_01_02.pdf

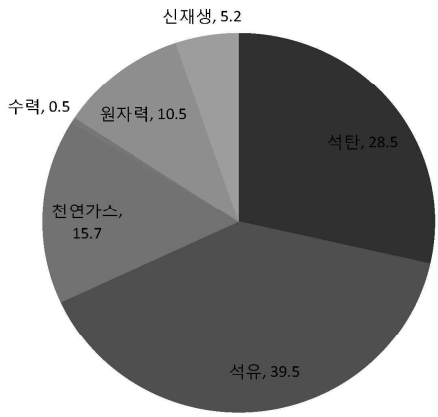
23



9%

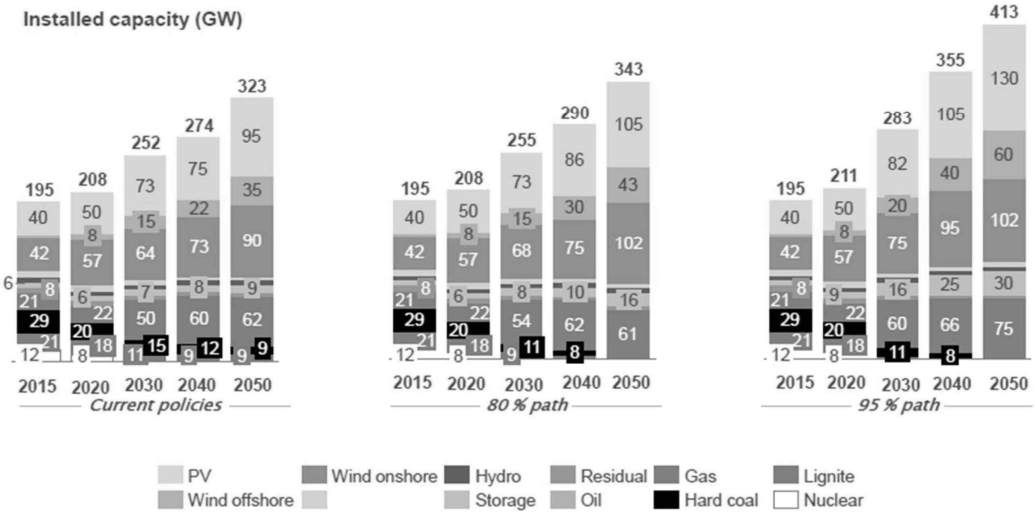
출처: https://www.energy-charts.de/power.htm
BDI – The Voice of Germany Industry. July 2, 2018

한국 1차 에너지원별 공급 비중 2017(%)



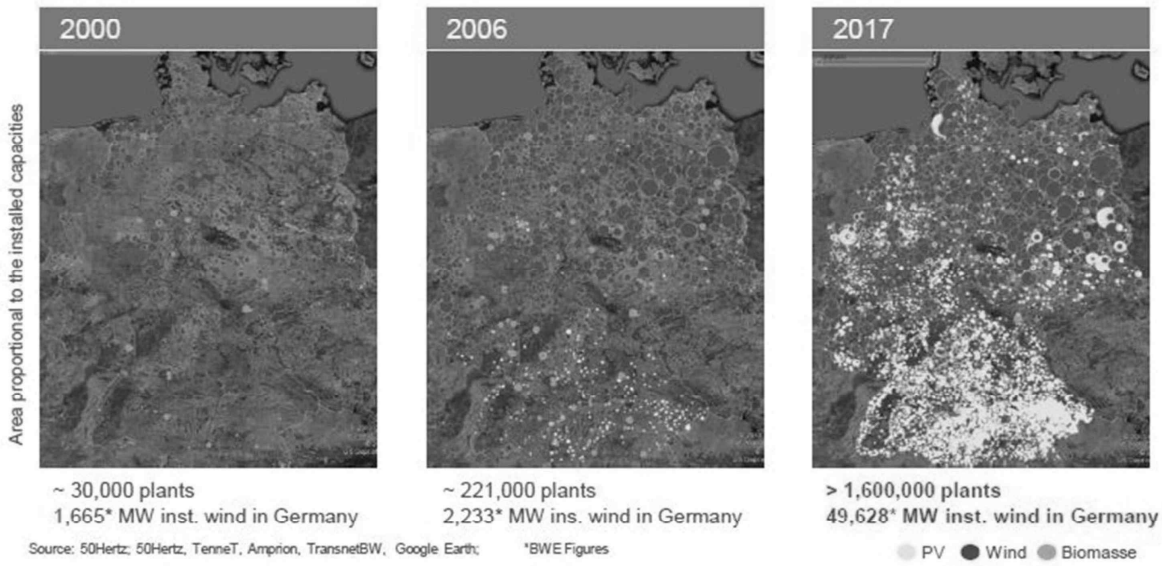
출처: 에너지통계월보 2018.11

재생에너지 전기화 시대
온실가스와 미세먼지 문제 해결
난방과 수송의 전기화, 300기가와트 재생에너지



출처: BDI – The Voice of Germany Industry. July 2, 2018

재생에너지 확대, 갈등관리의 필요성



출처: 50hertz July 3, 2018

미세먼지는 산업화 과정, 도시화 과정의 산물

발전소 연료, 산업공정, 내연기관 자동차가 핵심원인

발전분야 석탄발전 제로

내연기관차 종말 시대

최종에너지 소비의 전기화 시대

100% 재생에너지 전기시대

HAVE YOU ANY QUESTION ?

에너지전환포럼

양이원영 사무처장

energy@energytransitionkorea.org

010.4288.8402

http://enerrgytransitionkorea.org

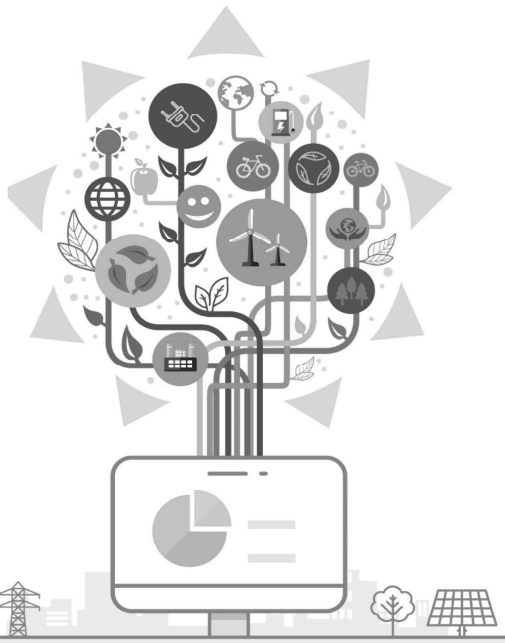
대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지기본계획 실현 방안

윤창열 한국에너지기술연구원 박사

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

한국에너지기술연구원 | 윤창열

2018. 12. 4



한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

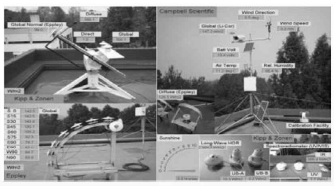
신재생에너지 자원지도

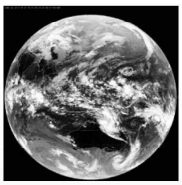
신재생에너지 자원지도
(New & renewable energy resource map)

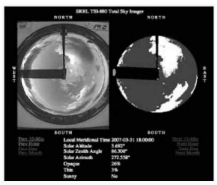
신재생에너지 원별 자원정보를 지리정보체계(GIS; Geographic Information System)를 이용하여 좌표체계에 따라 지도공간에 투영

신재생에너지 자원지도 개발 방법

지상관측, 원격탐사(인공위성, LiDAR, SODAR 등) 측정자료로 자원지도를 생성하거나 물리방정식의 수치모의(numerical simulation) 후 검·보정하여 개발







한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

신재생에너지 입지분석 주제도

데이터 생산정보

1차 데이터

자료수집 및 모델분석을 통해 1차원적으로 생산된 데이터 의미

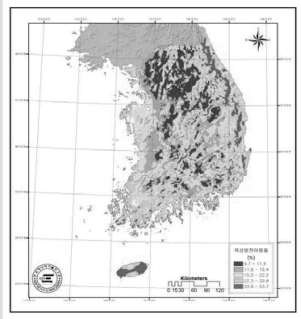
자원 분류	Resource Factor
데이터 형태	Excel
데이터 단위	MWh
데이터 기준년도	2005-2011
데이터 생성 목적	풍력 기술적 잠재량
자원 수집 방법	Numerical Modell Analysis
	풍속
1차 자료 수집 및 생성데이터	풍력밀도 분포 분석 수행
1차 수집 자료의 출처	한국에너지기술연구원 (http://www.kier.re.kr/)

2차 데이터

1차 데이터를 수식 계산, 통계분석, 모델분석 등의 주기 분석을 통해 에너지 데이터로 생산된 데이터를 의미한다.

수집자료를 이용한 자원 생성방법	Calculation function
	가용면적, 설비밀도 적용 설비용량 산정
검증	미검증
자료 생성 시점 정보	2015
업데이트 버전정보	Ver.1
자료 생성 완료 정보	2015

육상 풍력 이용률



신재생에너지 데이터센터

잠재량지도 식별정보

- **목적**
  자원활용을 위한 정책과 사업성 분석 기초자료로 활용
- **잠재량지도 단위**
  GWh/년
- **잠재량지도 제작년도**
  2017년
- **잠재량지도 설명**
  정격출력량 대비 육상 표준풍력터빈(2MW)에서 생산 가능한 출력의 비율
- **제약정보**
  없음
- **KEY WORD**
  이용률, 풍력

데이터 생산정보

1차 데이터

자료수집 및 모델분석을 통해 1차원적으로 생산된 데이터

자원 분류	Numerical Model Data
데이터명	풍력밀도
단위	W/m²
데이터 형태	EXCEL
데이터 기준시점	2005~2015
관리정보	한국에너지기술연구원 신재생에너지 데이터센터 http://kredc.kier.re.kr

2차 데이터

1차 데이터를 수식 계산, 통계분석, 모델분석 등의 주기 분석을 통해 에너지 데이터로 생산된 데이터

데이터 분류	Calculation Function
자료 생성방법	풍력밀도 시계열을 이용한 육상 표준풍력터빈(2MW) 출력에 대한 효율 산정
자료 생산년도	2017
관리정보	한국에너지기술연구원 신재생에너지 데이터센터 http://kredc.kier.re.kr

3/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

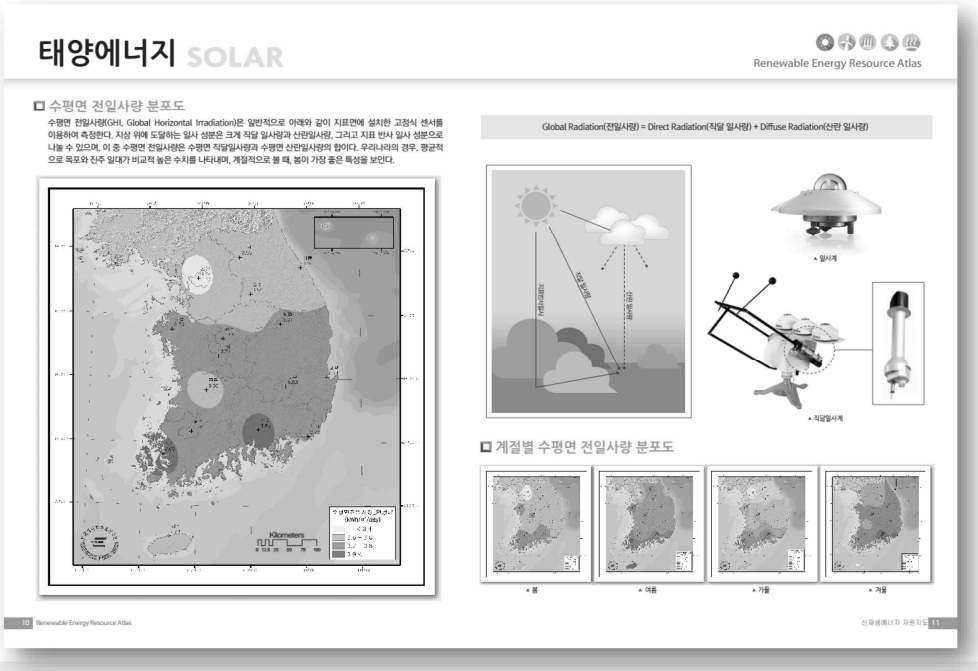
신재생에너지 자원지도 활용 (website)

4/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

신재생에너지 자원지도 활용 (mapbook)

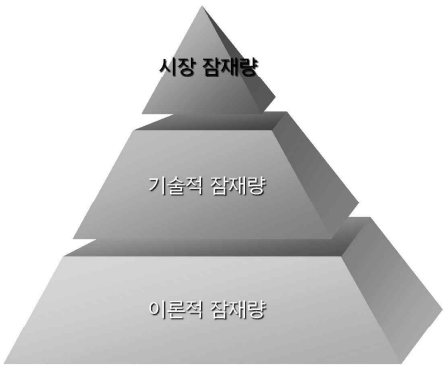


한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

잠재량 정의

잠재량 단계	잠재량 정의
이론적 잠재량	현재의 과학적 지식 하에서 어떠한 제약도 존재하지 않을 때 이론적으로 활용가능한 에너지의 양
기술적 잠재량	이론적잠재량 중 지리적 영향요인과 기술적 영향요인을 반영할 때 활용가능한 에너지의 양
시장 잠재량	기술적잠재량 중 경제적 영향요인과 정책적 (지원, 규제) 영향요인 하에서 실질적으로 활용가능한 에너지의 양

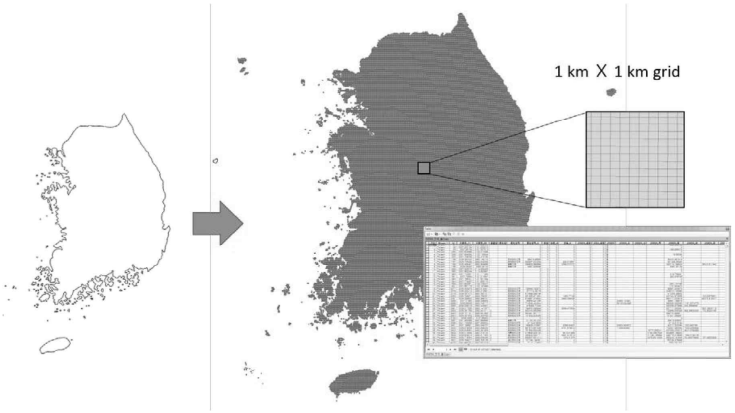


한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

한국형 시장잠재량 분석모델 개발

① 전 국토와 영해를 1km²의 격자 약 19만 개(국토 10만, 영해 9만)로 나눔
 * 원별 비교 및 경쟁이 가능하도록 모든 신재생에너지원에 대해 표준화된 격자시스템을 적용
② 각 격자마다 이론적, 지리적, 기술적, 경제적, 지원정책, 규제정책 영향요인 정보를 입력
③ 격자별로 LCOE 산정모델 입력
④ 격자별로 잠재량 수치와 LCOE를 산정하고 이를 취합·분석하여 잠재량 산정
⑤ 영향요인 변화에 따른 잠재량 변화를 분석 (시나리오 분석)

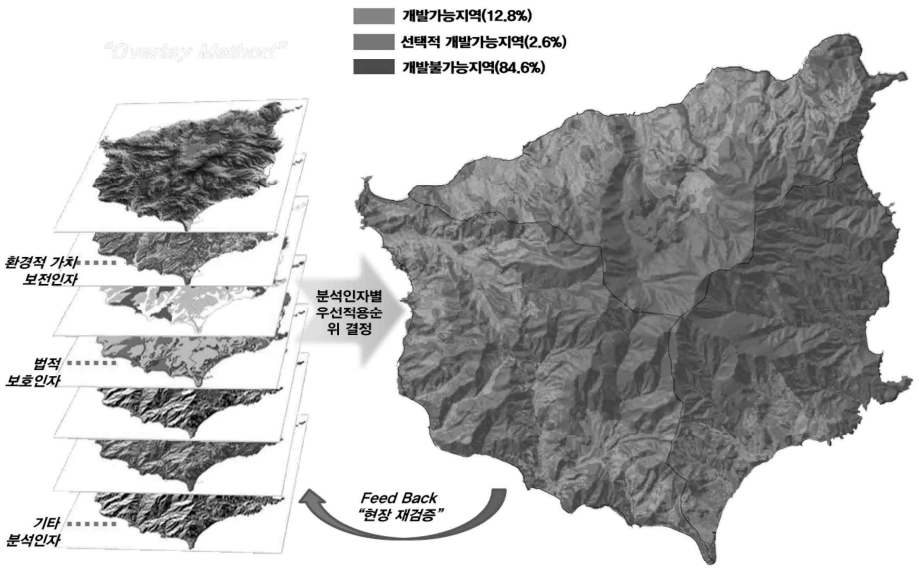


7/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

한국형 시장잠재량 분석모델 개발



8/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

잠재량 정의 및 연산방안 예) 태양에너지

잠재량 구분		영향요인 구분	영향요인 반영 방법
이론적 잠재량	육상(영토) 전면적에 일사되는 태양복사에너지(일사량)를 완전히 활용할 때 얻을 수 있는 에너지양	이론적 영향요인	일사량을 기반으로 격자별로 잠재량을 계산
기술적 잠재량	지리적으로 극복 불가능한 지역을 제외하고, 설비효율 등의 기술적 제약을 반영했을 때, 활용할 수 있는 에너지의 양	지리적 영향요인	지리적 영향요인에 해당하는 면적을 잠재량 산정에서 제외 ex) 산지, 하천, 경사 20°, 산사태 1등급, 표고 1000 m
		기술적 영향요인	설치면적, 설비이용률 등을 반영하여 잠재량 재산정
시장 잠재량	정부의 지원정책과 규제정책을 반영할 때 현 시점에서 활용할 수 있는 에너지의 양	지원정책 영향요인 (경제성 포함)	일사량과 입지에 따른 태양광 발전의 경제성을 평가하고, 정부지원 하에서도 경제성이 부족한 격자를 잠재량에서 제외 ex) LCOE와 SMP+REC 비교*
		규제정책 영향요인	격자 내에 각종 규제정책 영향요인이 하나라도 포함될 경우 해당 격자를 잠재량 산정에서 제외 ex) 문화재 보호구역, 천연기념물서식지 등

9/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

잠재량 정의 및 연산방안 예) 태양에너지

– 태양광 규제정책 영향요인

대분류	중분류	소분류
기준	용도지역	자연환경보전지역
		취락지구
		공항
	문화재지역	문화재보호구역
		국가지정
		시도지정
		등록문화재
	개발불가지역	야생동물보호구역
		천연기념물서식지
		휴전선/민간인통제선
		환경보전해역
		자연공원
		갯벌
		수자원보호구역
		지역계획 절대보전
		특별관리해역
		연평도NLL
	생태자연도	1등급
		별도관리구역
	백두대간보호구역	
추가(시나리오)	농업진흥지역	
	주요도로 이격거리 (6m 이상 도로 100m 이격)	

10/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

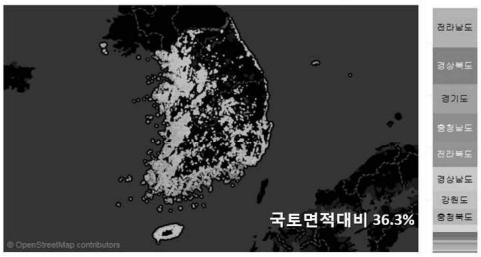
국내 잠재량 연산

태양광 잠재량

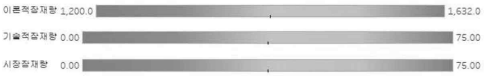
한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH　에너지경제연구원

이론적잠재량(발전량:137,347TWh 설비용량:106,831GW)

기술적잠재량(발전량:2,338TWh 설비용량:1,807GW)



시장잠재량(발전량:411TWh 설비용량:321GW)



- 이론적잠재량: 경북>강원>전남
- 기술적잠재량: 전남>경북>경기도
- 시장잠재량: 경북>충남>경기도

11/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

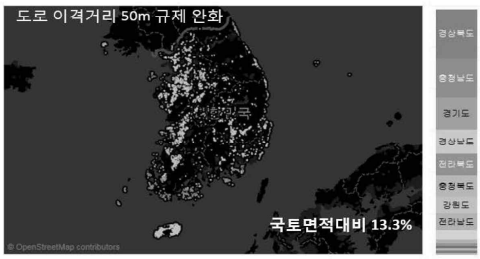
국내 잠재량 연산

태양광 시장잠재량

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH　에너지경제연구원

시장잠재량(발전량:411TWh 설비용량:321GW)

시나리오1(발전량:642TWh 설비용량:503GW)



시나리오2(발전량:914TWh 설비용량:713GW)

- 시장잠재량: 경북>충남>경기도

12/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

국내 잠재량 연산

발전량 (TWh)	시나리오 3	시나리오 2	시나리오 1	설비용량 (GW)	시나리오 3	시나리오 2	시나리오 1
전국	411(14.6)	641(14.6)	914(14.6)	전국	321	503	713
경기도	52(13.8)	98(13.7)	121(13.7)	경기도	43	82	101
강원도	29(14.3)	44(14.2)	54(14.2)	강원도	23	36	43
충청북도	37(14.4)	56(14.4)	75(14.4)	충청북도	29	45	59
충청남도	67(14.6)	104(14.6)	177(14.6)	충청남도	53	81	139
전라북도	38(15.0)	58(15.0)	101(15.0)	전라북도	29	44	77
전라남도	35(15.9)	54(15.7)	83(15.8)	전라남도	26	39	60
경상북도	94(14.8)	143(14.8)	193(14.8)	경상북도	73	110	149
경상남도	39(15.2)	61(15.2)	87(15.2)	경상남도	30	46	65
제주도	18(13.3)	24(13.3)	24(13.3)	제주도	16	20	20

※ 단, ( )는 면적을 고려하여 단위설비용량대비 발전비율(%) 산정 결과임

13/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

국내 잠재량 연산

- 산정된 국내 시장잠재량 용량은 321GW(37GW 기준 8.7배)
- 지역별 시장잠재량 총량은 경북 〉 충남 〉 경기 순
- PV 발전성능은 전남 〉 경남 〉 전북 순
- GIS 추가 확보에 따른 추가적인 잠재량 값이 발생
  ex. 본 산정값에서는 수상태양광과 산지지역 설치가능량이 적용되지 않음
- 미래 시점의 지표(CAPEX, OPEX, 이용률, LCOE, SMP, REC) 적용에 따라 시점별 잠재량 산정 가능

14/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

신재생에너지원별 잠재량 산정 결과

구분			설비용량(GW)			연간발전환산량 (TWh/year, TWh_{th}/year)			최종에너지(10^3toe/year)			1차에너지(10^3toe/year)		
	세부		이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장
태양	광		106,831	1,807	321	137,347	2,338	411	11,811,842	201,068	35,346	28,980,217	493,318	86,721
	열*		106,831	4,778	150	137,347	6,181	191	11,811,842	531,566	16,426	11,811,842	531,566	16,426
풍력	육상		499	352	17	942	756	39	81,012	65,016	3,353	198,762	159,516	8,229
	해상		462	387	22	1,385	1,176	71	119,110	101,136	6,106	292,235	248,136	14,981
수력	-		28	12	3	246	41	9	21,156	3,526	774	51,906	8,651	1,899
지열	천부*		22,236	1,256	334	55,796	932	29	4,798,456	80,152	2,494	4,798,456	80,152	2,494
	심부		350	3	잠재량 없음	3,066	19	잠재량 없음	263,676	1,634	잠재량 없음	646,926	4,009	잠재량 없음
해양	조류		430	109	보급 없음	3,766	957	보급 없음	323,876	82,302	보급 없음	794,626	201,927	보급 없음
	조력		13	11	1	112	46	2	9,632	3,956	203	23,632	9,706	497
	파력		129	18	보급 없음	1,128	40	보급 없음	97,008	3,440	보급 없음	238,008	8,440	보급 없음
	해수 온도차	발전	64	0	보급 없음	557	4	보급 없음	47,902	344	보급 없음	117,527	844	보급 없음
		냉난방*	15	9	0	85	51	0	7,310	4,386	0	7,310	4,386	0
바이오	-		12	10	0.4	89	72	3	7,677	6,190	248	18,836	15,188	609
폐기물	-		6	4	4	45	32	32	3,845	2,739	2,739	9,433	6,721	6,721
합계			237,906	8,756	852	341,911	12,645	787	29,404,344	1,087,455	67,689	47,989,716	1,772,560	138,577

15/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

신재생에너지원별 잠재량 산정 결과 - 태양

지역	발전량 (GWh)	설비용량 (GW)	지역	발전량 (GWh)	설비용량 (GW)
전체	**411,254**	**321.2**	경기도	47,419	39.2
서울특별시	838	0.7	강원도	28,978	23.2
부산광역시	2,061	1.5	충청북도	36,872	29.2
대구광역시	4,510	3.5	충청남도	63,128	49.4
인천광역시	3,983	3.2	전라북도	38,227	29.1
광주광역시	4,881	3.6	전라남도	30,701	22.0
대전광역시	1,591	1.2	경상북도	84,717	65.6
울산광역시	3,168	2.4	경상남도	39,281	29.5
세종특별자치시	2,587	2.0	제주시	18,312	15.7

16/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

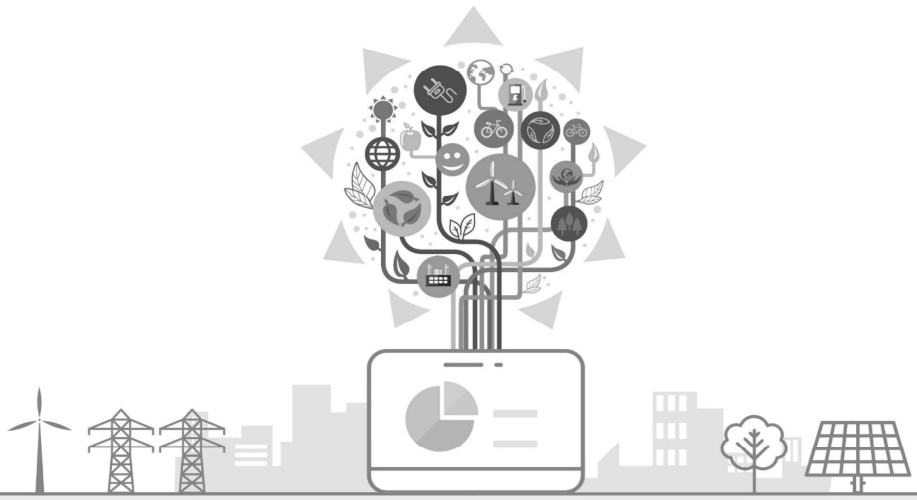
대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차 에너지 기본계획 실현방안

태양광 우선공급 잠재량

- 우선공급 대상을 옥상, 지상, 수상으로 구분하고, 입지에 따라 분류
  - 옥상 : 전체 건축물 중 보급이 용이한 지역(공공기관, 복지시설 등)을 우선공급 대상으로 선정, 건물 옥상면적을 분석 대상으로 함.
  - 지상 : 지상은 휴경지, 폐철로 등 태양광 설치 시 타 용도와의 경쟁이 적은 지역을 대상으로 선정
  - 수상 : 한국농어촌공사가 보유한 저수지와 담수호, 그리고 새만금 간척지 담수호를 분석 대상으로 함
- 우선공급 대상 태양광 잠재량 산정 결과 최소 42.8 GW, 최대 113.0 GW
- 최대 기준으로 옥상이 44.2 GW, 지상이 61.2 GW, 수상이7.5 GW

17/17

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH



감사합니다

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

재생에너지 확대와 유연성 기술 확보방안

전영환 홍익대 전기공학부 교수

재생에너지 확대와 유연성 기술 확보방안

2018/12/04

홍익대학교

전 영 환

산업과 예술의 만남 홍익대학교

목 차

I. 재생에너지 확대에 따른 국내외 계통 현황

II. 재생에너지 확대에 따른 유연성 자원

III. 2030년 국내 계통 검토

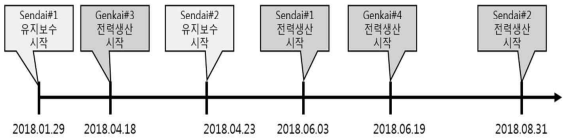
2

Ⅰ. 재생에너지 확대에 따른 국내외 계통 현황

❖2018년 10월 13일 큐슈 전력 최초 본토 신재생 제어

- ➢ 10월 기준 경직성 전원인 원전 4기 동시 가동
- ➢ 재생에너지 설비(태양광, 풍력) 출력 증가
  - ▪ 9월 기준 설비용량 태양광 8,120MW, 풍력 500MW
  - ▪ 큐슈 지방의 일조량 증가
- ➢ 냉방 감소 및 공장가동 축소로 인한 수요 감소

⇒**10월 13일 큐슈 전력 최초 본토 신재생 제어(430MW)**



큐슈 원자력 운전·정지 Time-line

단위: [MW]

Generator	Reactor Type	Output [MW]	Commercial Operation	AGE	2018년										비고
					01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
GENKAI#3	PWR	1,180	1994	24											사가
GENKAI#4	PWR	1,180	1997	21											사가
SENDAI#1	PWR	890	1984	34											가고시마
SENDAI#2	PWR	890	1985	32											가고시마
월별 설비용량					2,690	2,070	2,070	890	1,180	3,250	3,250	3,250	4,140	4,140	

정상 운전 유지 보수

*JAIF 일본 원자력산업협회

3

Ⅰ. 재생에너지 확대에 따른 국내외 계통 현황

❖2018년 큐슈 본토 재생에너지 출력제어 현황

- ➢ **양수발전기의 펌핑모드**와 연계선을 통한 **역외송전** 활용
- ➢ 재생에너지 출력 삭감(curtailment)

1) 신재생에너지(태양광, 풍력) 설비 용량에 따라 매번 산정
참고: 9월 태양광 8,120MW 풍력 500MW
2) 최대 잉여전력 발생 시간의 지역 수요
3) 양수 발전소를 최대한 활용
4) 연계선(tie-line) 조류를 최대한 활용, 제어지역(Control Area) 외로 송전
5) 우선공급 규칙에 따라 화력발전 등을 최대한 제한
6) 당일 05시 기상 데이터를 기반으로 지역 수요와 재생에너지 출력을 검토

단위: [MW]

	일련번호	1		2		3		4		5		6		7		8	
출력제어 내용	발신일	10/12 금 16시 (전날지시)	10/13 토 9시 (당일검토6)	10/13 토 16시 (전날지시)	10/14 일 9시 (당일검토)	10/19 금 16시 (전날지시)	10/20 토 9시 (당일검토)	10/20 토 16시 (전날지시)	10/21 일 9시 (당일검토)	11/2 금 16시 (전날지시)	11/3 토 9시 (당일검토)	11/3 토 16시 (전날지시)	11/4 일 9시 (당일검토)	11/9 금 16시 (전날지시)	11/10 토 9시 (당일검토)	11/10 토 16시 (전날지시)	11/11 토 9시 (당일검토)
	재생에너지 출력제어 기간	10/13 09시 ~ 16시		10/14 09시 ~ 16시		10/20 09시 ~ 16시		10/21 09시 ~1 6시		11/3 09시 ~ 16시		11/4 09시 ~ 16시		11/10 09시 ~ 16시		11/10 09시 ~ 16시	
	최대 잉여전력 발생시간	12:00 ~ 12:30		11:00 ~ 11:30		12:00 ~ 12:30		12:00 ~ 12:30		12:00 ~ 12:30		12:00 ~ 12:30		12:00 ~ 12:30		11:30 ~ 12:00	
	재생에너지 출력제어량1) [재생에너지 접속량 비율]	430 [7%]	430 [7%]	620 [11%]	710 [12%]	700 [12%]	700 [12%]	1,180 [19%]	1,180 [19%]	550 [15%]	550 [15%]	1,210 [21%]	1,210 [21%]	630 [11%]	810 [14%]	1,000 [18%]	1,000 [18%]
예상수급 상황	지역수요2), ①	8,280	8,280	7,580	7,360	8,060	8,060	7,280	7,280	7,460	7,460	6,960	6,960	7,770	7,770	7,160	7,160
	대용량 축전지 충전 ・양수 운전3), ②	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260
	역외 송전4), ③	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	2,020	2,020	2,020	2,020	2,020	1,840	2,020	2,020
	소계 (①+②+③)	12,500	12,500	11,800	11,580	12,280	12,280	11,500	11,500	11,740	11,740	11,240	11,240	12,050	11,870	11,440	11,440
	공급력5), ④	12,930	12,930	12,420	12,290	12,980	12,980	12,680	12,680	12,290	12,290	12,450	12,450	12,680	12,680	12,440	12,440
	재생에너지 출력	5,950	5,950	5,550	5,420	6,100	6,100	5,900	5,900	5,610	5,610	5,720	5,720	5,860	5,860	5,630	5,630
	재생에너지 출력제어 요구량, ⑤ (⑤=①+②+③-④)	430	430	620	710	700	700	1,180	1,180	550	550	1,210	1,210	630	810	1,000	1,000

*큐슈전력 홈페이지: http://www.kyuden.co.jp/

4

Ⅰ. 재생에너지 확대에 따른 국내외 계통 현황

❖큐슈 전력의 출력억제를 실시하는 순서

- 재생에너지 발전원이 원자력 발전원 보다 우선적으로 제어됨
- 일본 재생에너지 30일 Rule 적용
- 접속용량 초과 계약 분은 무제한 무보상

出力の抑制等を行う順番

0 電源Ⅰ(一般送配電事業者が調整力として予め確保した発電機及び揚水式発電機)の出力の抑制と揚水運転
電源Ⅱ(一般送配電事業者からオンラインで調整ができる発電機及び揚水式発電機)の出力の抑制と揚水運転

1 電源Ⅲ(一般送配電事業者からオンラインで調整できない火力電源等の発電機(バイオマス混焼等含む)及び一般送配電事業者からオンラインで調整できない揚水式発電機)の出力の抑制と揚水運転

2 長周期広域周波数調整(連系線を活用した九州地区外への供給)

3 バイオマス専焼の抑制

4 地域資源バイオマスの抑制※1

5 自然変動電源の抑制
・太陽光、風力の出力制御 태양광, 풍력

6 業務規程第111条(電力広域的運営推進機関)に基づく措置※2

7 長期固定電源の抑制
・原子力、水力、地熱が対象 원자력

※1: 燃料貯蔵の困難性、技術的制約等により出力の抑制が困難な場合(緊急時は除く)は抑制対象外
※2: 電力広域的運営推進機関の指示による融通

電力広域的運営推進機関 送配電等業務指針
(下げ調整力の活用)第173条、(下げ調整力が不足する場合の措置) 第174条、(出力抑制又は揚水運転の実施に係る事前協議)第175条

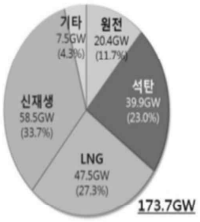
* 優先給電ルールの考え方について, 큐슈전력 2016.07

5

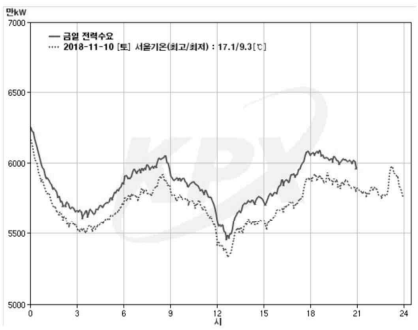
Ⅰ. 재생에너지 확대에 따른 국내외 계통 현황

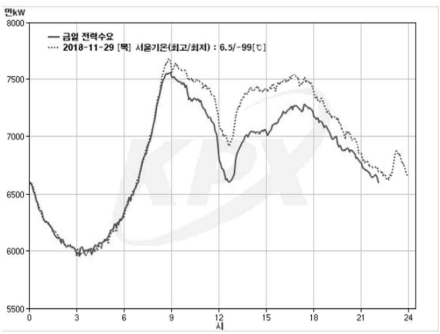
❖2030년 국내 전력계통의 신재생 발전 상황"재생에너지 3020 정책", "제8차 전력수급 기본계획"

- '30년 전체 발전량의 20%를 신재생에너지로 발전
  - "재생에너지 3020 정책", "제8차 전력수급 기본계획"
- '30년 신재생발전원 설비용량 약 58.5GW (자가용 제외)
  - 이 중 태양광 33.5GW, 풍력 17.7GW로 약 51.2GW의 변동성 전원 투입
- 2018년 국내 전력계통 Duck Curve 현상 발생
  - 2018년 11월 10일(주말), 2018년 11월 30일(평일)



2030년 발전설비 구성 현황(제8차 전력수급 기본계획)





6

*한국전력거래소 홈페이지: http://www.kpx.or.kr/www/contents.do?key=217

Ⅱ. 재생에너지 확대에 따른 유연성 자원

❖유연성 자원인 에너지저장자원 활용 방안

자원명	시간 주기			
	수 초 이내	수 초 ~ 수 분	수분 ~ 수 시간	수 시간 ~ 수 일
기존 발전기	• 관성에너지 제공	• 조속기응답(1차 예비력) • 자동발전제어(2차 예비력) • 경제급전(ED)	• 경제급전(ED) • 기동정지계획(UC)	• 기동정지계획(UC)
BESS		• 1차 주파수응답 예비력 • 2차 주파수응답 예비력 • 신재생에너지 출력 평탄화	• 2차 주파수응답 예비력 • 신재생에너지 출력 평탄화	
양수발전기 (generator mode)	• 관성에너지 제공	• 조속기응답(1차 예비력) • 자동발전제어(2차 예비력) • 경제급전(ED) • Quick Start 자원으로 활용	• Net-load 증가 시 Quick Start 자원으로 투입 후 수 시간 출력 지속 가능	• Net-load 증가 시 Quick Start 자원으로 투입 후 수 시간 출력 지속 가능
양수발전기 (pumping mode)		• 가변속 양수발전기의 경우 주파수변화에 따른 부하출력을 빠르게 제어 가능	• Net-load가 낮거나 감소 시 pumping mode로 투입 후 수 시간 부하출력 지속 가능	• Net-load가 낮거나 감소 시 pumping mode로 투입 후 수 시간 부하출력 지속 가능

7

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

❖2030년 풍력에너지 출력 산정 방법

➢ U93 풍력 발전기의 출력곡선을 이용하여 풍속에 따른 출력 산정

▪ 모든 지역의 풍력 발전기는 동일한 것으로 가정

➢ 풍력발전기 타워높이를 고려한 풍속보정

$$v_2 = v_1 \left(\frac{z_2}{z_1} \right)^a$$

- v_1 : 실측된 고도의 풍속
- **v_2 : 보정된 고도의 풍속**
- z_1 : 실측된 고도(10m)
- z_2 : 보정된 고도(100m)
- a : 상관계수(0~1사이)

* 상관계수는 80m 풍속을 10m 풍속으로 역추정
(참고자료 : 풍력자원지도 개발 연구보고서)

❖ U93 풍력 발전기 제원

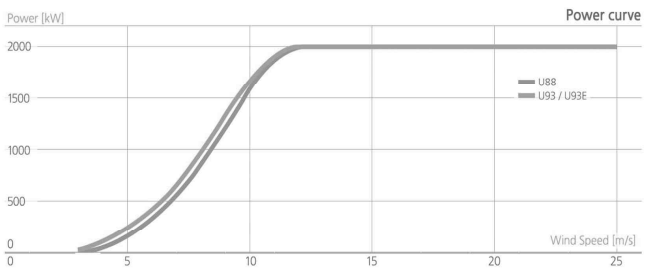
➢ Cut in wind speed : 3 m/s

➢ Cut out wind speed : 25 m/s

➢ Rated wind speed : 11.5 m/s

➢ 정격출력 : 2MW

➢ 다워 높이 : 100m



출처 : http://www.unison.co.kr/

8

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

❖2030년 태양광에너지 출력 산정 방법

➢ 태양광 모듈 출력(MPP 운전, 효율 27.5% 가정)

$$I = I_L - I_0\left[\exp\left(\frac{V+IR_s}{aV_T}\right) - 1\right] - \frac{V+IR_s}{R_{sh}}$$

$$I_L = \frac{G}{G_n}\left[I_{pvn} + K_I(T - T_n)\right],\ I_0 = I_{0n}\left(\frac{T}{T_n}\right)^3 \exp\left[\frac{qE_g}{ak}\left(\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T}\right)\right],\ I_{0n} = \frac{I_{scn}}{\exp\left(\frac{V_{ocn}}{aV_{Tn}}\right) - 1},\ V_T = \frac{N_s kT}{q}$$

$$P_m = max(VI) = max\left(I_L - I_0\left[exp\left(\frac{V+IR_s}{aV_T}\right) - 1\right] - \frac{V+IR_s}{R_{sh}}\right)$$

I : 태양광 모듈의 출력전류
V : 태양광 모듈의 출력전압
V_{ocn} : 표준 상태에서의 개방전압
I_L : 광전류
I_0 : 다이오드 포화전류
I_{0n} : 표준 상태에서의 다이오드 포화전류
R_s : 태양광 모듈 병렬저항
R_{sh} : 태양광 모듈 직렬저항
a : 다이오드 이상정수
V_T : 열 전위차
V_{Tn} : 표준 상태에서의 열 전위차
G : 일사량
G_n : 표준 상태에서의 일사량
K_I : 단락전류 온도계수
T : 태양광 모듈 표면온도(K)
T_n : 표준 상태의 태양광 모듈 표면온도(298K)
E_g : 에너지 갭(실리콘 : 1.12 eV)
k : 볼츠만 상수($1.380 \times 10^{-19} C$)

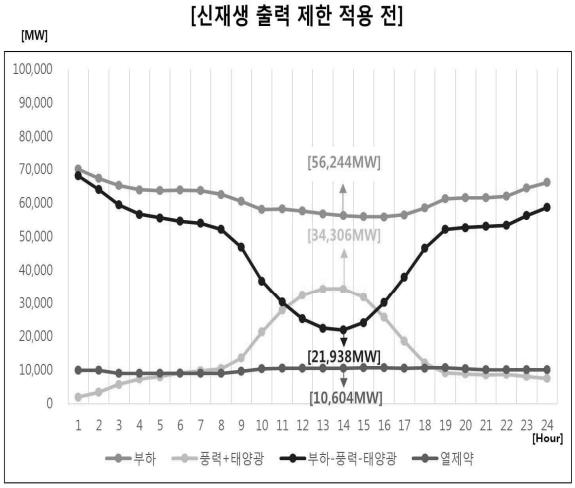
9

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

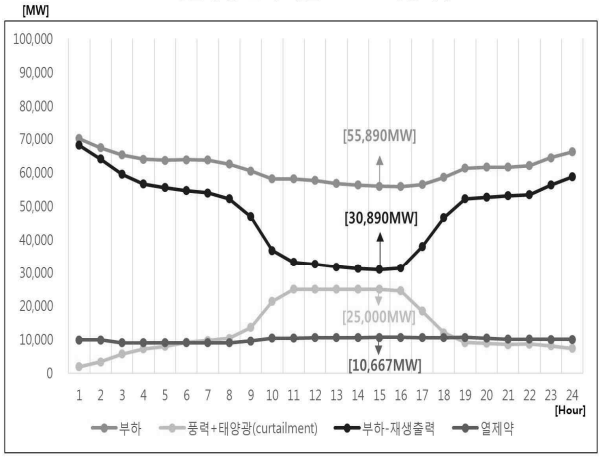
❖2030년 겨울철 주말 Net load 구성

➢ 신재생 출력 25GW 상한제약 후 계통 검토

[신재생 출력 제한 적용 전]



[신재생 출력 제한 25GW 적용 후]



10

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

❖ **Case 설정**

➢ 2030년 양수 투입량에 따른 Case 비교(5.5GW vs 2.5GW)

- Case 1 : 양수 투입량 2.5GW
- Case 2 : 양수 투입량 5.5GW

➢ 2030년 원자력 19GW 중 14GW 운전

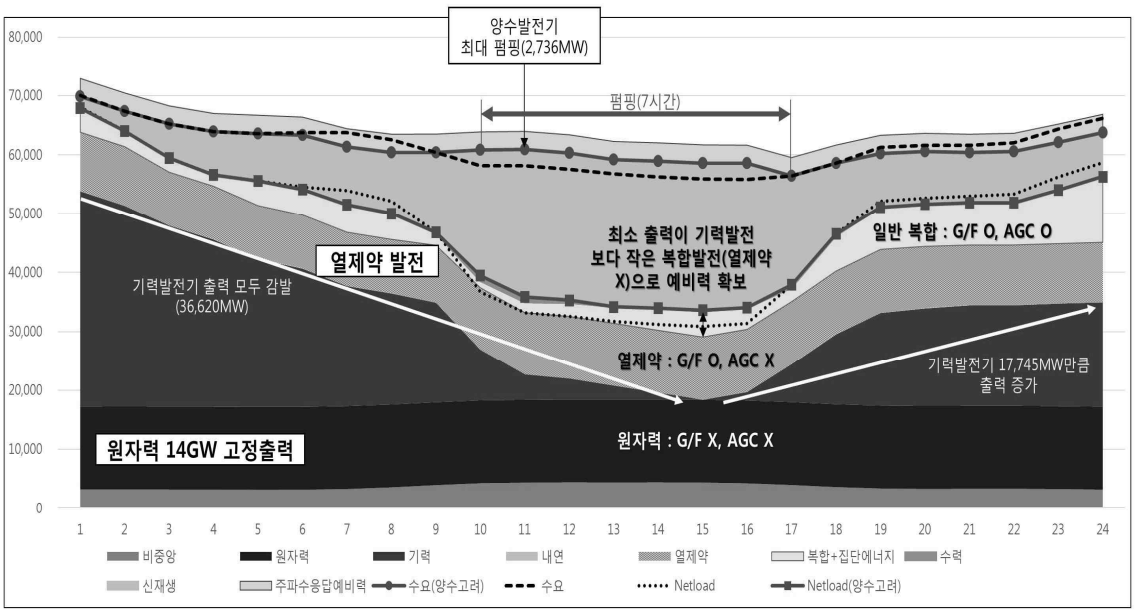
- 원자력 출력이 100%인 경우 **주파수응답 예비력 확보 어려움**
- 원자력 14GW(75%) 고정출력에서 주파수응답 예비력 확보 가능성 검토

➢ 2030년 시간별 평균 열제약량 약 10GW 수준

11

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

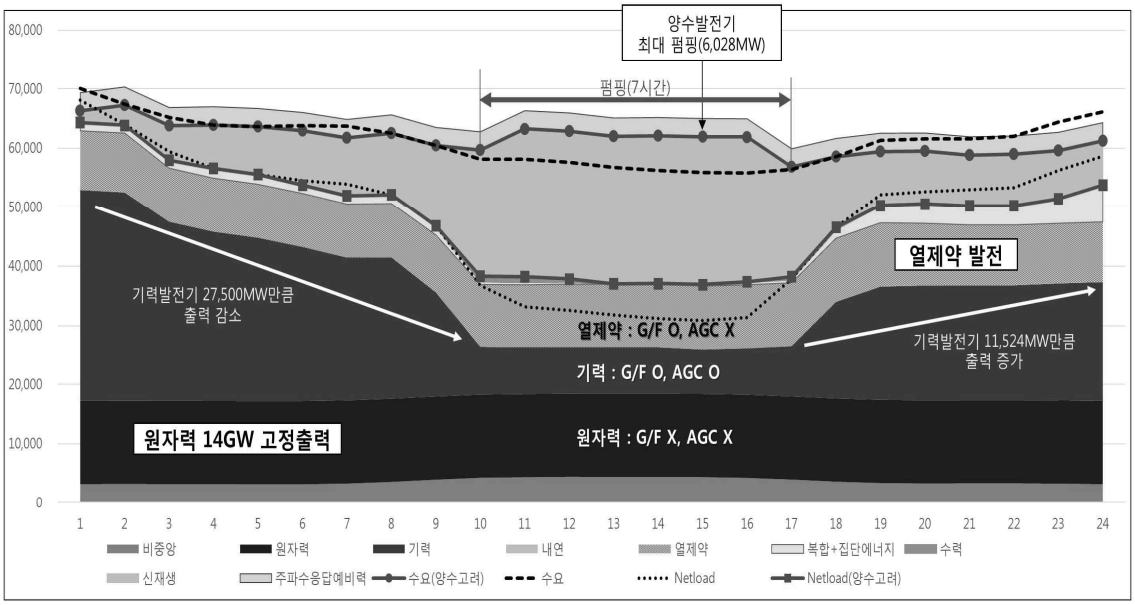
❖ **Case 1 (겨울철 주말, 신재생 출력상한 25GW, 원자력 14GW, 열제약 10GW, 양수 2.5GW 활용)**



12

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

❖ **Case 2** (겨울철 주말, 신재생 출력상한 25GW, 원자력 14GW, 열제약 10GW, 양수 5.5GW 활용)



13

Ⅲ. 2030년 국내 계통 검토

❖ **Case 1**

- ➢ 겨울철 주말, 신재생 출력상한 25GW, 원자력 14GW, 열제약 10GW, 양수 2.5GW 활용
- ➢ Net Load가 낮은 구간에서 양수발전기 pumping mode로 동작
  - ▪ Net Load가 낮은 구간은 on-line 발전기 대수가 상대적으로 부족해 운전예비력 기준량 확보가 어려움
- ➢ 해당 구간에서 양수발전기를 pumping mode로 확보 시 투입 발전기 대수 증가로 운전예비력 기준량 확보가능

❖ **Case 2**

- ➢ 겨울철 주말, 신재생 출력상한 25GW, 원자력 14GW, 열제약 10GW, 양수 5.5GW 활용
- ➢ Case 1에 비해 활용 할 수 있는 양수발전기 용량이 2.5GW에서 5.5GW로 증가
  - ▪ 양수발전기 pumping량 증가로 최저 Net load 상승 및 Net load 기울기 감소
- ➢ Case 1과 비교해 화력발전기가 복합화력을 대체함

14

감사합니다

토론자료

‘제3차 에너지기본계획 수립방향에 대한 권고안’ 중 ‘수요’에 대한 의견

구민회 법률사무소 이이 변호사

‘제3차 에너지기본계획 수립방향에 대한 권고안’ 중 ‘수요’에 대한 의견

구민회 법률사무소 이이 변호사

< 3차 기본계획의 핵심가치 달성을 위한 정량목표(안) >

		2017년	2030년	2040년
수요	최종에너지소비(백만 toe)	176.0	179.5	176.6
	최종소비 원단위(toe/백만원)	0.113	0.084	0.072

<목표수요 주요 지표: 원료용 포함>

구분	'17년	'30년	'40년	연평균 증가율	
				`17-`30	`30-`40
목표수요					
최종 소비 (백만toe)	232.2	240.1	237.5	0.26%	△0.11%
절감률	-	△11.5%	△14.6%	-	-
부문별 최종소비 목표					
산업 (점유율 %)	143.5 (61.8%)	157.1 (65.4%)	159.1 (67.0%)	0.70%	0.13%
가정	22.2 (9.5%)	20.7 (8.6%)	19.5 (8.2%)	△0.51%	△0.59%
상업	17.6 (7.6%)	19.7 (8.2%)	19.0 (8.0%)	0.91%	△0.36%
공공	6.4 (2.7%)	6.8 (2.8%)	6.5 (2.7%)	0.50%	△0.43%
수송	42.5 (18.3%)	35.7 (14.9%)	33.3 (14.09%)	△1.33%	△0.71%

- <3차 기본계획의 핵심가치 달성을 위한 정량목표(안)>과 <목표수요 주요 지표: 원료용 포함>에 의하면, 2017년 최종에너지소비는 원료용을 제외하고 176.0백만toe이고 2030년엔 179.5백만toe로서 13년 동안 단 3.5백만toe가 증가해서 연 평균 0.27백만toe로 증가량을 묶어야 합니다(연평균 증가율 0.15%).

- 그런데 2011년부터 현재까지 원료용을 포함한 최종에너지소비량은 전년 대비 매년 평균 2.1% 정도씩 증가하는 추세이며, 특히 최근 3년간 증가폭은 전체(3.3%, 3.1%, 2.8%), 산업부문(1.9%, 4.0%, 3.1%)으로서 평균 증가율을 크게 넘고 최종에너지 소비량은 매년 약 7백만toe(산업부문 약 5백만toe)씩 늘어나고 있습니다.

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p
최종에너지 (백만 toe)	205.9	207.8	210.5	213.8	218.4	225.5	232.5
산업 (백만 toe)	126.9	128.3	130.7	135.3	135.7	138.3	143.8
수송 (백만 toe)	36.9	37.1	37.1	37.6	40.3	42.7	43.0
건물 (백만 toe)	42.1	42.4	42.5	40.9	42.4	44.5	45.7

구분	2018e	11~18e 평균증가율	2019예상	2020예상	2021예상	2030목표* (원료용 포함)	2040목표* (원료용 포함)
최종에너지 (백만 toe)	238.9	2.1%	243.9	248.9	254.2	240.1	237.5
산업 (백만 toe)	148.2	2.2%	151.5	154.7	158.1	157.1	159.1
수송 (백만 toe)	43.4	2.4%	44.4	45.5	46.6	35.7	33.3
건물 (백만 toe)	47.4	1.7%	48.2	49.0	49.8	47.2	45.0

* 권고안 57p
** 출처 : KEEI 에너지수요전망

❍ KEEI 수요전망에 의하면, 2018(e)년 현재 최종에너지소비량은 2040년 목표 수치를 넘고, 2030년 목표수요치는 2019년 상반기에 초과할 것으로 예측됩니다.

❍ 특히 수송부문의 경우,

■ 2030년 목표치는 13년 전인 2005년 소비량으로서, 2017년 소비량 43.0백만 toe에서 15%인 무려 6.5백만toe를 줄여야 달성할 수 있고,

■ 극단적으로는 2005년 차량등록대수 1,540만대 수준으로 돌아가야 달성할 수 있는 수치입니다(2017년의 2,253만대에서 710만대를 줄여야 하며, 온실가스 배출량으로는 2005년이 아닌 2001년 수준으로 돌아가야 할 수도 있습니다).

수송	2001	2005	2006	2007	2015	2016	2017(p)	2030목표
에너지 (백만 toe)		35.6	36.5	37.1	40.3	42.7	43.0	35.7
온실가스배출량 (백만$tCO_2eq.$)	73.063	81.814	82.631	85.027	94.193	98.715	N/A	74.400
차량등록대수 (만대)	1,291	1,540	1,590	1,643	2,099	2,180	2,253	N/A

출처: 국가지표체계 (자동차등록현황, 에너지수급현황, 국가온실가스 배출통계)

❍ 이와 관련하여,

■ 2040년의 에너지수요 목표를 달성하기 위해서는 지금 바로 특단의 조치가 필요할 만큼 에너지소비량 증가의 속도가 최근에 들어 특히 빨라서 심각한 상황이라는 인식이 필요하고,

■ 목표를 이룩하기 위해서 필요한 시급하고 중요한 사항 및 달성 방안의 우선 순위가 설정되어 있어야 하며,

■ 목표 달성을 위해 2019년부터 이행해야 할 로드맵이 절실합니다.

토론자료

온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 위한 재생에너지 목표 4040 달성전략

박규진 신재생에너지 학회 이사

온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 위한 재생에너지 목표 4040 달성전략

박규진 신재생에너지 학회 이사

알고 있는 바와 같이 금번 워킹그룹의 권고안에서는 재생에너지 발전비중을 단일한 숫자로 제시하지 못했습니다. 워킹그룹이 분석한 재생에너지 보급 시나리오에 따르면 재생에너지 보급잠재량은 2040년 40%까지 충분하지만 재생에너지 **출력 변동성을 보완할 수 있는 가스터빈 및 ESS 등에 대한 투자와 계통보강을 위한 송배전 투자** 등 기하급수적인 비용 증가를 우려하고 있습니다.

재생에너지 40%를 달성하려면 우선 수분에서 수시간 단위로 발생하는 재생에너지의 변동성에 대해 전력계통 주파수를 안정적으로 유지하기 위한 백업설비가 절대적으로 필요합니다. 빠른 출력 조절이 가능한 백업설비로는 양수발전, 석탄 및 LNG 복합 그리고 ESS 등이 있습니다. 그런데 양수발전 및 석탄복합은 환경파괴 및 미세먼지 발생으로 인해 적절한 대안이 되지 못합니다. ESS는 아직까지 기술적으로 대용량 백업역할을 하기에 한계가 있습니다. 그렇다면 남는 것은 LNG발전뿐입니다.

제8차 전력수급기본계획의 2030년 원별 발전량 비중을 살펴보겠습니다. 온실가스 배출권 거래비용 등 환경비용을 감안한 목표시나리오에 의하면 원자력 23.9%, 석탄 36.1%, LNG 18.8%, 신재생 20.0%, 양수발전 0.8% 등으로 되어 있습니다. 여기서 주목할 점은 2030년에도 여전히 석탄이 제일 높은 발전량을 보이고 있다는 점입니다. 물론 현재 운영중인 석탄화력을 조기에 폐쇄하는 것은 현실적으로 어렵습니다. 그러나 온실가스 및 미세먼지를 감축하기 위해서는 석탄발전 비중을 과감히 줄이고 LNG발전 비중을 확대하는 정책전환이 절실합니다.

LNG 발전중에서도 특히 **열과 전기를 동시에 생산하는 LNG열병합발전**에 주목할 필요가 있습니다. 지난 달 신재생에너지학회 추계 학술세미나에서 서울 과기대 에너지정책학과가 발표한 연구논문에 의하면 재생에너지 비중이 1% 확대되면 열병합발전 비중은 0.87%p 증가함을 실증적으로 분석하였습니다. 이 가설의 성립은 열병합발전이 화석에너지시대에서 재생에너지시대로 가는 중간단계 가교역할을 수행하

며, 재생에너지 공급이 중단될 경우 열병합발전의 활용도가 증가함으로써 재생에너지의 대체재가 아닌 보완재임을 보여주고 있습니다. 유럽에서는 열병합발전을 재생에너지에 준하여 각종 지원을 하고 있는데 우리도 적극 활용해야 할 것입니다.

다음으로 계통연계를 위한 추가적인 송배전 건설을 최소화하기 위해서는 **분산형 전원의 확대**가 필요합니다. 앞서 언급한 제8차 전력수급기본계획의 2030년 분산형 전원 비중은 총발전량의 18.4%로서 사업용 신재생이 9.4%, 자가용 신재생이 2.6%, 상용자가용이 1.1% 그리고 구역전기를 포함한 집단에너지가 5.6%를 차지하고 있습니다. 이 수치는 신재생과 집단에너지 즉 열병합발전이 분산형전원의 주축임을 의미합니다.

재생에너지 확대를 위해서는 분산형 전원인 소규모 재생에너지 발전 대신 대규모 재생에너지 발전단지 건설이 수반되어야 할 것입니다. 그러나 대규모 재생에너지 발전단지는 전력 수요지와 멀리 떨어진 해상, 산간 및 농어업용 간척지 등에 입지할 수 밖에 없어 고압송전시설 투자가 불가피합니다. 반면에 집단에너지 열병합발전은 도시 및 공단과 같은 대규모 수요처에 입지할 수 있는 대규모 분산형 전원으로서 현실적인 대안이 될 수 있다고 봅니다.

한가지 더 말씀드리면 전력중심의 재생에너지 확대에서 더 나아가 앞으로는 **냉난방부문에서 전력수요를 대체할 수 있는 열에너지 발굴 및 재활용 확대**정책이 적극 검토되어야 합니다. 산업현장 등에서 발생하는 폐열 및 자연에서 발생한 온도차 에너지 등을 태양열, 지열 등 재생에너지와 결합한 열 네트워크를 구축함으로써 동하계 발전피크, 온실가스 및 미세먼지를 줄여야 합니다. 2016년 말부터 운영중인 진천 친환경에너지타운은 신재생에너지 융복합 및 계간축열 기술을 활용한 에너지 자립커뮤니티 실현의 좋은 사례로서 향후 스마트 제로에너지시티 사업의 기초기술인 마이크로 열네트워크로 활용될 것으로 기대하고 있습니다.

정리하겠습니다. 금번 포럼의 주제인 온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위한 재생에너지 확대노력은 후세가 우리에게 부여한 역사적인 과제입니다. 재생에너지 4040 목표에 근접하려면 환경적으로는 LNG발전 그중에서도 분산형전원인 열병합발전을 적극 확대하고 미활용열에너지 활용 제고 및 재생에너지와의 융복합정책 등을 과감히 수용해야 합니다. 제3차 에너지기본계획에 보다 구체적으로 반영되기를 기대합니다.

감사합니다.

첨부

지속가능한 번영을 위한 대한민국 에너지비전 2040

지속가능한 번영을 위한 대한민국 에너지비전 2040

- 제3차 에너지기본계획 수립방향에 대한 권고 -

2018. 11.

제3차 에너지기본계획 워킹그룹

목 차

Ⅰ. 에너지분야 글로벌 동향 ····· 1

Ⅱ. 국내 여건 및 현황 ····· 3

Ⅲ. 제3차 에너지기본계획의 기본 방향(안) ····· 5

Ⅳ. 제3차 에너지기본계획의 정책 목표(안) ····· 6

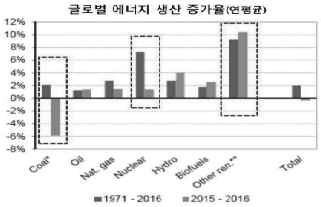
Ⅴ. 제3차 에너지기본계획의 정책 과제(안) ····· 14

[참고] 2040년 에너지 수요전망 등 분석 결과 ····· 52

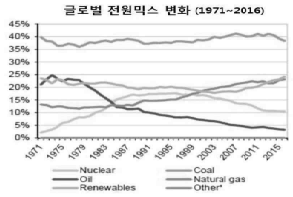
Ⅰ. 에너지분야 글로벌 동향

□ 선진국 선도하에 글로벌 에너지전환 본격 진행

○ 전세계적으로 석탄·원전 비중 감소, 천연가스·재생에너지 증가 추세가 뚜렷하게 나타나는 상황



자료: IEA(2018), World Energy Balance: An Overview

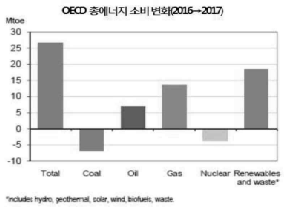


자료: IEA(2018), World Energy Balance: An Overview

* OECD內 발전량 비중('95 → '16) : (원자력) 23.8 → 17.9 (석탄) 37.9 → 27.8 (석유) 8.0 → 2.0 / (신재생) 17.8 → 24.6 (천연가스) 12.5 → 27.5

○ OECD 국가들을 중심으로 재생에너지 보급, 설비 투자 확대중

자료: IEA(2018), World Energy Investment 2017



자료: IEA(2018), World Energy Balance: An Overview

□ 에너지전환은 경제성장의 새로운 원천으로 작용할 것으로 기대

○ 에너지전환 촉진에 따라 글로벌 GDP의 추가 증가 예상

* IEA는 에너지전환에 따라 '50년 글로벌 GDP의 0.8%(1.6조달러) 증가 예상

○ 재생에너지 확대, 에너지효율 개선은 새로운 일자리 창출의 보고

* (IRENA) 재생에너지 고용, '50년까지 약 3배 증가 : ('17)1,030만명 → ('50) 2,880만명

□ 주요 국가들은 ①글로벌 에너지전환, ②기후변화 대응, ③자국내 정책여건을 고려한 에너지전환 비전을 수립하고 추진중

* 獨 에너지구상('10), 佛 에너지전환법('15), 英 청정성장전략('17) 등

○ 공급 측면에서, 주요국들은 공통적으로 재생에너지 확대 추진중

구분	독일	영국	프랑스	일본
목표연도	2030	2020	2030	2030
재생E 비중	50% 이상	30%	40%	22~24%
비고	'에너지구상 2010'	'청정성장전략'(7.10)	'에너지전환법'(15.8)	5차 에기본('18.7)

○ 소비 측면에서는 강력한 소비 감축목표 병행

- 독일은 에너지전환 목표의 원활한 추진을 위해 '에너지효율에 관한 국가 행동계획'을 수립('14.2월)하고 적극적인 수요관리 추진중

* 1차 에너지소비를 '08년 대비, '20년 20%, '50년 50% 감축 추진 ('15년 감축실적은 '08년 대비 △7.6%)

- 일본의 경우, '30년 전력수요를 '13년 수준으로 감축할 계획

○ 시장·제도 측면에서는 경쟁체제가 확산되어 새로운 서비스가 창출되는 한편, 환경오염 방지를 위한 각종 정책도 지속 확대

- 최근 일본도 전력, 가스, 열 분야의 소매시장 자유화*를 실시하였으며 서비스가 다양**해지고 소비자의 선택권이 대폭 확대

* '16.4월 전력소매시장, 열공급시장 자유화, '17.4월 가스 소매시장 자유화

** 전기+휴대전화+인터넷 패키지 상품 출시, 전기요금 관리 종합컨설팅 서비스 등

- '30년 이후, 일부 국가에서 내연기관차 판매금지 정책 시행이 검토되는 등 친환경 에너지전환을 위한 각종 제도를 지속적으로 수립·추진중

* 세계 각국의 내연차 판매금지 정책 추진 및 검토 사항

2025년	2030년	2040년
네덜란드, 노르웨이	인도	프랑스, 영국

Ⅱ. 국내 여건 및 현황

□ 공급 측면에서는, 그동안 화석연료에 과다하게 의존하여 재생에너지 비중은 낮고, 관련한 산업·일자리도 미약

* 주요국 재생에너지 발전비중('16, %, IEA) : (獨)29.3, (英)24.7, (美)14.9, (韓)2.2
* 재생에너지산업 종사자수 : (세계) 1천만명 돌파, (국내) 1.4만명

○ 그러나, 現 정부 들어 재생에너지 3020 이행계획 수립 등 적극적인 보급 확산 정책을 펼쳐 빠른 속도로 신규설비 투자가 진행중

* '18년 1~8월 재생에너지 신규 발전설비 : 2.05GW ('18년 보급목표의 118%)

○ 다만, 정책적 논의가 전체 에너지 소비의 25.5%에 불과한 전력부문에 치중되어, 가스·열 등 다양한 에너지원에 대한 고려는 부족

* 최종에너지 소비 中 전력 소비 비중 : 25.5%('16년 기준)

□ 수요 측면에서는, 우리 경제의 구조적 특성*에 따라 소비가 지속적으로 증가하고 있으며 여전히 선진국 대비 에너지 低효율 소비구조 지속

* 제조업 중심 경제성장, 저유가 및 차량 대형화 추세 등

○ 대부분 OECD 국가들이 2000년대 들어 소비 감소세로 전환하였으나, 우리는 여전히 연평균 2% 이상 증가(단, 증가율은 하락)

< 총 에너지 소비 증가율 (%, 연평균) >

구 분	'80 ~ '00	'00 ~ '16
한국	7.88	2.61
일본	2.06	△1.25
OECD	1.33	△0.05

○ 우리 에너지원단위(0.159, '17년)*는 OECD 35개국 중 33위로, 동일 부가가치 생산에 선진국 대비 훨씬 많은 에너지를 사용

* 에너지원단위(toe/1천$, GDP 1천달러 생산에 필요한 에너지 사용량)
: 한국 0.159, 미국 0.123, 일본 0.089, OECD 0.105

○ 원별로 보면 전력으로의 에너지소비 대체 현상 뚜렷

< 에너지원별 가격 및 소비 변화율('00~'17) >

구분	에너지원별 가격 변화율			에너지원별 소비 변화율		
	석유*	전력	도시가스	석유*	전력	도시가스
가정부문	52.5%	14.5%	47.6%	△62.1%	79.3%	42.0%
상업부문	52.5%	23.0%	68.6%	△41.9%	138.6%	124.3%
산업부문	104.7%	84.2%	96.6%	56.6%	109.2%	146.9%

* 가정·상업부문(등유), 산업부문(경유)

□ 시장·제도 측면에서는, 에너지원간 경쟁을 통한 시장기능 확보와 국민·민간의 참여를 통해 적극적으로 새로운 서비스를 창출하기에는 여전히 부족한 상황

○ 사회적 비용이 가격구조에 적기에 반영되지 않아, 시장가치 기반의 소비 선택이 이뤄지기 어려운 환경

* 석유는 가격 자유화, 전기·가스·열은 가격 규제중

○ 상대적으로 낮은 전기요금, 독점적 공급구조가 에너지 분야의 새로운 서비스 창출, 효율적인 소비를 저해하는 요소로 작용

* 전력 / 천연가스 상대가격(산업용, '17년) : (韓) 2.03, (獨) 4.78, (美) 4.73
* 최종에너지소비中 전력부문 비중(%, 원료용 제외) : ('90) 12.5 → ('00) 17.8 → ('16) 25.5

⇒ 에너지원 전반의 공급 최적화와 소비구조 혁신을 포괄하는 광의의 에너지전환 및 혁신성장 관점에서 새로운 패러다임 필요

☞ (공급) 전력 믹스를 넘어 전체 에너지 믹스의 전환, 즉, 전력/가스/열 등 다양한 에너지원 공급의 최적화 추진

☞ (수요) 산업 · 건물 · 수송 등 각 분야에서의 에너지 소비구조 혁신을 통해 新산업과 혁신성장동력 창출

☞ (시장·제도) 에너지전환과 합리적인 소비구조 정착을 위해 각종 제도의 선제적 정비를 통해 시장기능 강화 추진

Ⅲ. 제3차 에너지기본계획의 기본 방향(안)

비전	안전하고 깨끗한 국민참여형 에너지시스템 구현

핵심가치

안정	에너지전환 과정 속의 안정적 에너지 공급 달성
+	
안전	자연재해/사고 대응체계 강화 → 국민의 안전한 삶 보장
+	
환경	친환경 수급구조 정착 → 미세먼지, 온실가스 저감
+	
공존	시민/지자체 권한·책임 공유 → 참여·소통·분권형 생태계
+	
성장	재생에너지 + 효율향상 + 신기술 → 新시장/일자리 창출

❶ 기존 에너지 정책의 핵심가치를 보다 발전적으로 추구
→ "안정"적 에너지 공급 + 경제·사회적 "번영" 달성

❷ 국민(현재·미래세대) 중심의 "지속가능한" 시스템 구현
→ "안전"한 에너지 시스템 + "친환경" 수급 구조 구축
+ "공존"을 담보하는 참여·소통·분권형 생태계 구현

정책과제

❶ 에너지 수요관리 혁신을 통한 고효율 에너지사회 구현
❷ 재생에너지 중심의 통합 스마트에너지시스템 구축
❸ 새로운 시장과 일자리를 창출하는 미래 에너지산업 육성
❹ 국민참여·분권형 에너지 거버넌스 구현
❺ 에너지 안보 제고를 위한 에너지·자원협력 강화
❻ 4차 산업혁명과 에너지전환시대에 걸맞은 인프라 확충

Ⅳ. 제3차 에너지기본계획의 정책 목표(안)

< 3차 기본계획의 핵심가치 달성을 위한 정량목표(안) >

		2017년	2030년	2040년
수요	최종에너지소비(백만 toe)	176.0	179.5	176.6
	최종소비 원단위(toe/백만원)	0.113	0.084	0.072
공급	재생에너지 발전비중(%, 국내기준)	7.6 (잠정치)	20	25~40
환경	에너지연소 온실가스 배출량(백만톤)	601.0 (15년 실적)	536.5*	
	발전부문 미세먼지 배출량(천톤)	34	13	
	수송부문 미세먼지 배출량(천톤)	34	27	21
참여	재생에너지 보급개소(만 개소)	43	471	611~1,039

※ 최종에너지소비는 원료용 에너지(국내 에너지 밸런스 기준) 수요를 제외한 수치
※ '40년 전기차 보급대수를 500만대(누적기준)로 가정하고 산출한 목표치
※ '30년 이후의 온실가스 배출량, 발전부문 미세먼지 배출량은 전력수급계획 등을 통해 전원믹스 등의 정책방향이 결정된 이후 산정 가능
* 2030 온실가스로드맵 수정안('18.7) 전환부문 추가감축잠재량 미반영

목표①-수요 : 에너지 소비 효율화

□ 설정 배경

○ 에너지 수요관리는 ①한정된 에너지원을 효율적으로 사용하고, ②소비 감소를 통해 환경성 제고에 기여할 수 있다는 측면에서 에너지 공급믹스 최적화만큼 중요하게 추진해야 할 과제

○ 단위 GDP 생산을 위해 얼마나 많은 에너지를 사용하는지(최종에너지소비 원단위)와 각 부문별 에너지 소비 목표 설정을 통해 비용효율적이고 부문별 특성에 맞는 에너지 수요 관리 추진

□ 목표 도출 경과

○ (지표) 최종에너지소비 원단위*, 부문별 최종에너지 소비**

* GDP 백만원 생산에 필요한 최종에너지 소비량(toe/백만원)
** 산업, 가정, 상업, 수송, 공공 등 5개 소비 부문

○ (산출방법) 에너지경제연구원(에경연)의 기초작업과 워킹그룹 및 외부 전문가들의 검증을 거친 기준 수요 및 목표 수요 전망치(세부내용 별첨)를 활용하여 '30년과 '40년의 목표치 산출

< 기준수요 및 목표수요 전망 결과 >

구 분	2017년	2030년	2040년
기준수요(백만toe)	176.0	204.9	211.0
목표수요(백만toe)	176.0	179.5	176.6
절감률	-	△12.4%	△16.3%

※ (참고) 목표수요는 '31년 정점 도달 후 지속적 감소 예상(최종에너지 기준)

□ 목표 달성방안

○ 기존 수요관리 수단(배출권거래제, 제로에너지빌딩 등)을 적극 추진하고, 신규 수요관리 수단도 도입 추진(한국형 LEEN* 시스템, 기축건물 효율 향상 등)

* LEEN(Learning Energy Efficiency Network) : 독일에서 시행중으로 지방정부·지방대학·연구기관이 에너지효율 향상을 위한 진단·기획·개선을 지원해 주는 제도

○ 수요관리 목표 달성을 위한 가격구조* 개선, 4차 산업혁명 활용 에너지 수요관리 서비스 확산** 도 병행하여 추진

* 선택형 전기요금제 확대, 에너지 원별 과세체계 개편 등
** V2G, 국민 DR, 가상발전소, 스마트공장 등

목표②-공급 : 재생에너지 발전비중 확대

□ 설정 배경

○ 친환경 에너지원인 재생에너지는 국내 에너지안보* 제고 측면에서도 지속적 보급 확대 필요

* '30년 재생에너지 발전량 비중 20% 달성시 국내 에너지수입 의존도가 90.2%까지 하락할 전망('17년 94.2%, 기준수요 전망 기준)

○ 재생에너지 확대의 긍정적 측면* 및 국내 현실** 종합 고려 필요

* 발전단가의 지속적 하락, 원간 전환기술(P2G, Power to Gas 등) 발전 등에 따른 재생에너지 주력 전원화 가능성 등
** 재생에너지 발전 비중이 OECD 35개국 중 34위로 아직 낮고, 국제기준에 포함되지 않는 폐기물 비중('16년 55%)이 높은 한계점

□ 목표 도출 경과

○ (전제) 재생에너지 3020 이행계획을 통해 '30년 재생에너지 발전비중 20%가 달성되는 것을 전제로 '30년 이후의 추가 확대 가능성 검토

○ (시나리오) '40년 재생에너지 발전비중 ① 25%, ② 30%, ③ 40%

(참고 1) 25% 시나리오 관련

- IEA는 재생에너지 발전단계를 보급비중에 따라 4단계로 구분
  * 1단계 : ~3%, 2단계 : 3~15%, 3단계 : 15~25%, 4단계 : 25% 이상
- 재생에너지 비중이 25% 이상이 되면 주말 등 낮은 수요 시간대 대부분의 수요가 재생에너지로 충당되는 상황이기에, 공급 불안정 상황 발생 시 즉각 계통안정성을 회복할 수 있는 역량이 필요하다고 강조
  * 출처 : IEA, 'Getting Wind and Sun onto the Grid'(2017)

(참고 2) 40% 시나리오 관련

- IEA는 전 세계 재생에너지 발전비중이 '16년 24%에서 '40년에는 40%까지 확대될 것으로 전망하여 세계 평균 수준에는 도달해야 한다는 당위성 측면(新정책시나리오 기준, World Energy Outlook 2017)
  * OECD : ('16) 25% → ('40) 42% / 한국 : ('16) 7.0%(폐기물 제외시 2.9%) 수준

○ 검토 결과 (세부내용 첨부)

- 재생에너지 설비 소요 대비 입지잠재량은 충분한 것으로 평가

- 다만, 재생에너지 발전 비중이 증가하는 속도에 비해 변동성 대응 및 계통 보강 등 소요투자 규모는 빠른 속도로 증가할 전망

○ 목표 : ('17) 7.6%(잠정치) → ('30) 20% → ('40) 25%～40%

- ①현재 국내 재생에너지 발전 비중이 3%(국제기준)에 불과한 점, ②재생에너지 발전비용 하락, 전력시장제도 개선, 출력 변동성 확대에 따른 계통 유연성 확보, 주민 수용성 등이 다양한 제반여건의 개선 여부에 따라 목표치가 현저하게 달라질 수 있다는 점을 고려하여, 발전비중 목표를 범위(25~40%)로 제시

- 중장기적인 기술·시장·계통여건 등의 변화 전망을 종합적·주기적으로 검토하면서 단계적으로 접근할 필요

□ 달성방안

○ 차세대 전력망 인프라* 구축, 재생에너지 종합관제시스템 등 전력망 유연성 확보 및 전력시장제도** 개선(당일·실시간 거래시장 도입 등) 등

* ADMS(배전망 지능제어시스템), SCADA(감시제어 및 데이터취득) 도입 등

** 국내 전력시장은 하루전 시장만 운용중, 재생에너지 수용성 강화를 위해서는 다양한 형태의 시장 구성과 예비력에 대한 적정가치 보상 등 필요

○ 기술개발, 제도개선 등을 통한 재생에너지 발전단가 하락 노력 및 혁신적 전력 저장, 계통연계, 신기술 적용 노력 경주

○ 중·장기적으로 재생에너지 중심의 통합스마트에너지시스템* 구축을 위해 기술적·제도적 기반 구축

* 재생에너지로 실시간 전력을 공급하는 것 외에도 전기, 열, 수소 형태로 저장하여 다양하게 활용하고 필요에 따라 다른 형태의 에너지로 전환 확대

목표－③ 환경 : 온실가스·미세먼지 배출 저감

□ 설정 배경

○ 에너지분야는 '15년 기준 국내 온실가스 배출의 약 87%, 미세먼지 배출의 약 56%(PM2.5)*를 점유

* 에너지산업연소, 제조업연소, 비산업연소, 생산공정, 도로이동 등 포함

○ 깨끗한 환경에 대한 국민적 요구를 고려, 에너지 정책 추진과정에서도 온실가스 및 미세먼지 배출 절감을 주요 목표로 추진

□ 목표 도출 경과

○ (온실가스) 최종에너지소비 목표를 바탕으로 국가 온실가스 인벤토리 계수를 적용하여, '30년 에너지연소에 의한 온실가스 배출목표 설정

- 도출 결과, '30년 에너지연소에 의한 온실가스 배출량은 536.5백만톤으로 온실가스 로드맵 수정안('18.7월) 대비 4.9백만톤 감소

※ 2030 온실가스 감축로드맵 수정안중 잠재 감축분 관련 내용(발췌)

○ (잠재 감축분) 친환경 에너지로 전환을 지속적으로 추진하여 온실가스 추가 감축 (추가감축잠재량 : 34.1백만톤※)

- 상한제약*, 바이오중유 대체, 석탄 고열량탄 사용 등과 발전연료 세제 개편, 환경비용을 고려한 급전 강화, 미세먼지 저감을 위한 석탄발전량 축소 등

* 시도지사 미세먼지 주의보 발령 시, 석탄발전 출력 제한

※ 미세먼지관리 종합대책 보완('18.11월), 제3차 에너지기본계획('18.12월), 제9차 전력수급기본계획('19.12월) 등을 통해 '20년 NDC 제출전까지 감축목표 및 수단 확정

○ (미세먼지) 최종에너지소비 목표를 바탕으로 미세먼지 배출계수를 적용하여 발전('30년)·수송('30년, '40년) 부문 목표 제시

□ 달성방안

○ 수요관리 강화, 전기차의 획기적 보급 확대* 등

* 전기차 보급목표(안)(누적) : ('30) 300만대(미래차발전전략, '18.2월) → ('40) 500~1,000만대

* 제3차 에너지기본계획 정부안에서는 1,000만대까지의 보급의지를 담아 최종 목표를 설정할 것을 권고

○ 온실가스·미세먼지 배출 저감을 위한 부문별 비용효과적 수단 발굴

○ 2030 온실가스 감축로드맵 수정안에서 감축수단이 확정되지 않은 추가감축잠재량에 대해서는 동 수정안에서 제시된 감축수단을 반영하여 수립될 예정인 미세먼지관리 종합대책 보완('18.9월), 제3차 에너지기본계획('18.12월) 및 제9차 전력수급기본계획('19.12월)의 결과를 종합적으로 검토하여, '20년 NDC 제출 전까지 감축목표 및 수단 확정

- 관련부처를 중심으로 한 조속한 공동연구 추진을 통해 비용효과적인 추가감축수단 개발 필요

목표-④ 참여 : 재생에너지 시장참여자 확대

□ 설정 배경

○ 참여·분권·소통형 거버넌스 구축은 3차 에기본의 주요 정책방향으로 동 가치를 표현하기 위한 대표 지표 설정 필요

○ 재생에너지 보급 확대 과정에서 국민참여가 확산되고 분산형 에너지원 확대를 통해 중앙집중형 에너지 공급 구조 탈피 필요

□ 목표 도출 경과

○ (지표) 재생에너지 보급개소

* 사업용(전력시장 판매), 자가용(주택, 건물, 대여사업 등)을 모두 포함한 수치

○ (목표설정) 재생에너지 보급용량 전망치를 기반으로 보급개소 전망

- 재생에너지 보급개소 : ('17) 43만 개소 → ('40) 611~1,039만 개소

□ 달성방안

○ 재생에너지 확대를 위한 주민참여·이익공유 프로그램 확대

* 재생에너지 프로젝트 추진시 협동조합 등 사회적 경제조직 참여 확대를 유도

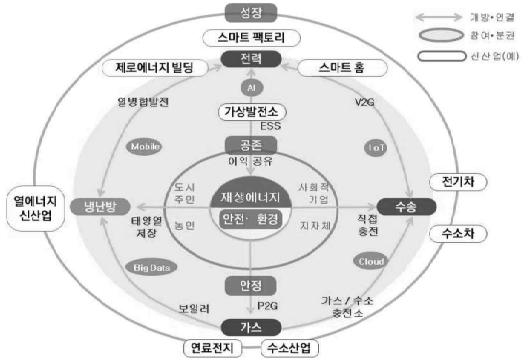
○ 태양광 대여 등 소규모 가정용 재생에너지 설비 보급 강화, 주택·건물 등의 재생에너지 설비 보급 지원 등

2040년 미래 에너지 생태계의 모습

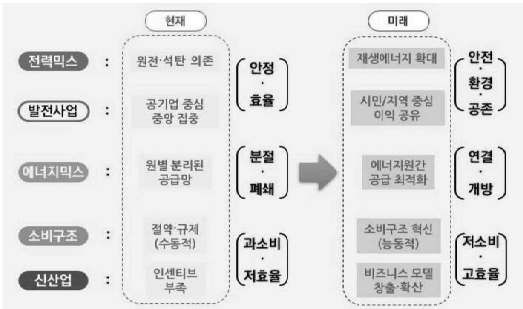
◈(공급) 전력믹스를 포괄하는 에너지믹스의 전환
→ 안전하고 깨끗한 에너지를 안정적으로 공급
→ 활발한 시민 참여 및 이익 공유를 통한 공존형 생태계 구현

◈(수요) 산업 · 건물 · 수송 등 각 분야의 소비구조 혁신
→ 에너지신산업이 새로운 혁신성장동력 창출

< 통합 스마트에너지시스템 >



< 2040년의 변화된 미래모습 >



Ⅴ. 제3차 에너지기본계획의 정책과제(안)

1 에너지 수요관리 혁신을 통한 고효율 에너지사회 구현

포괄형 · 맞춤형 수요관리	가격 · 세제 구조개선	
(부문) 맞춤형 수요관리 + (지자체) 수요관리 의무화	(가격) 사회적 비용 반영 + (세제) 공정성·효과성 제고 + (시장) 효율향상, 수용성 확보	합리적 에너지소비

2 재생에너지 중심의 통합 스마트에너지시스템 구축

지능형 통합 시스템	재생에너지 · 집단에너지 보급 확대	
전력/열/가스/수송E를 포괄하는 지능형 에너지시스템 ⇓ 생산·소비·거래·전환·저장 최적화	(재생E) 계통 유연성 증대 + (집단E) 제도/인프라 개선	에너지공급 최적화
	안전한 에너지 공급시스템	
	(원전) 원전/방폐물 안전 강화 + (석탄화력) 노후 설비 친환경화	

3 새로운 시장과 일자리를 창출하는 미래 에너지산업 육성

스마트에너지산업 육성	재생에너지 산업경쟁력 제고	
4차 산업혁명 활용 ⇓ 가상발전소, 국민DR, V2G 등	(태양광) 중소기업 육성 + (풍력) 대규모 실증	새로운 시장·일자리 창출
	미래에너지 산업 육성	
	(수소) 저장기술 + 서비스모델 개발 + 주력산업 고도화, 에너지하베스팅	

4 국민참여·분권형 에너지 거버넌스 구현

갈등 예방·해결	시민·지자체 역할 강화	
(조정) 상설 갈등 전문기구 + (예방) 주민참여·이익공유	지자체 정책 역량 강화 + 국민참여 확대	공존형 생태계 구현

5 에너지 안보 제고를 위한 에너지·자원 협력 강화

(신북방) 동북아 협력	(신남방) 아세안·인도 협력	
동북아 슈퍼그리드 + 역내외 가스협력	(인니/필리핀) 마이크로그리드 협력 + (싱가포르/인도) 에너지신산업 진출	에너지안보 제고
	(자원개발) 추진체계 혁신	
	(공기업) 구조개혁 및 역할재정립 + (민간) R&D, 인력양성 확대	

6 4차 산업혁명과 에너지전환시대에 걸맞은 인프라 확충

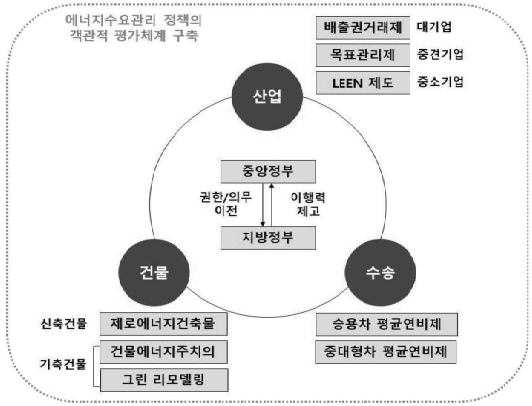
에너지 통계	에너지 플랫폼	
국가에너지정보의 수집·처리·공유체계 개선	(데이터) 에너지빅데이터 구축 + (실증) 스마트시티 실증	에너지정책 신뢰 강화
	에너지 복지	
	에너지원 복지 전달체계의 통합적 관리·개선	

1. 에너지 수요관리 혁신을 통한 고효율 에너지사회 구현

1 포괄형·맞춤형 수요관리를 통한 에너지 고효율 사회 구현

- ▶ 기존 정책은 강화, 신규 수요관리 수단의 적극 발굴
- ▶ 객관적 검증·평가 시스템 구축 → 수요관리 이행력 제고

< 에너지 수요관리 정책 흐름도 >



2 가격 및 세제 구조 개선을 통한 합리적 에너지 소비 유도

- ▶ 중·장기 가격·세제 정책의 원칙 확립

□ 정책방향

포괄형·맞춤형 수요관리	가격·세제 구조개선	
(부문) 맞춤형 수요관리 + (지자체) 수요관리 의무화	(가격) 사회적 비용 반영 + (세제) 공정성·효과성 제고 + (시장) 효율향상, 수용성 확보	합리적 에너지소비

가 현황 및 문제점

□ 2차 기본계획에서 '수요관리 중심의 정책전환'을 선언했으나 이행 성과는 미진하고, 여전히 공급 중심으로 정책이 추진되는 상황

○ 대기업·신축건물에 비해 중소기업·기축건물 등의 효율향상 및 개선 미진

- 수송 부문의 경우에도 '15년 이후 연비개선은 거의 없는 실정 (기술향상으로 인한 연비개선은 지속되나 중대형차 선호도 증가 등으로 실질연비는 정체)

* 평균연비(km/L) : ('12) 13.81 → ('15) 16.20 → ('16) 15.95

○ 대표적 폐열인 소각열은 적극 활용되고 있으나 산업폐열, 발전 배열 등은 극히 일부만 활용되고 있는 것이 현실

* 수도권에서만 연간 미활용 열에너지 약 1,134만Gcal 추정(한난, '13년) → '16년 기준 추가로 160만 가구에 열공급이 가능한 수준

□ 에너지 가격구조 왜곡도 합리적인 에너지 소비를 저해하는 중요한 원인으로 작용

* 전력/천연가스 가격 비교('17, OECD, 가정용 기준) : (한국) 1.69, (독일) 4.13, (미국) 3.40, (프랑스) 1.92, (일본) 1.86

○ 낮은 과세, 적정 공급비용 미반영 등으로 인한 낮은 전기요금은 전력 수요를 증가시키는 요인으로 작용

* '17년 기준 국내 주택용 전기요금 109.1USD/MWh (OECD 평균 156.9)

○ 용도별로도 에너지사용량의 15% 수준인 수송용 에너지에 에너지 세제의 80% 이상이 집중되는 등 불균형 존재

⇒ 에너지 시스템의 성공적 전환을 위해서는 효율적이고 스마트한 에너지 소비구조로의 전환이 긴요

나 주요 과제

① 포괄형 · 맞춤형 접근을 통한 샐 틈 없는 수요관리 추진

□ 산업·건물·수송 등 전 부문의 맞춤형 수요관리 추진

○ (산업) 배출권거래제·목표관리제(에너지다소비기업) 등은 지속적으로 개선·보완하고, 중소기업 대상 한국형 LEEN* 사업 추진

* LEEN(Learning Energy Efficiency Network) : 독일에서 시행중으로 지방정부·지방대학·연구기관이 에너지효율 향상을 위한 진단·기획·개선을 지원해 주는 제도

○ (건물) 지역별 건물에너지주치의제도*를 도입하고, 그린리모델링 사업을 대폭 확대하여 기축 중소형 건물의 에너지 효율향상 추진

* 건물 및 에너지소비데이터를 바탕으로 주기적 에너지진단을 통해 적정수준의 에너지효율개선을 유인하는 건물 토탈 에너지 케어 서비스

- 신축건물을 대상으로 제로에너지빌딩을 넘어서는 플러스에너지 빌딩* 확산을 위해 인증기준 및 제도적 지원책 마련

* 건축물이 필요로 하는 에너지보다 더 많은 에너지를 생산하여 주위에 공급

- 또한, 건축물에너지효율등급제도도 보다 내실화하여 운영

○ (수송) 승용차는 '20년 이후의 연비 목표를 수립하고, 중·대형차 대상 평균연비 기준 및 온실가스 배출 기준 도입

- BRT·환승시설 확대, ITS 구축·운영 등 대중교통 중심 교통체계 구축과 스마트 교통수단 연계로 교통시스템의 효율 향상

- 항공 및 연안운행 선박에 대한 에너지효율향상 유인

○ (공급자) 전기·가스·열 공급자를 대상으로 단계적·장기적 EERS 목표를 부여하고, 백색인증제*와 연계하여 민간 시장 창출 추진

* EERS 의무대상자의 실적 인정사업을 수행하고 실적으로 거래

○ (검증·평가) 정부·지자체의 수요관리 정책 효과를 검증·평가 할 수 있는 체계를 구축하고 주기적 평가 의무화 추진

② 에너지 가격 · 세제 정책방향

□ 에너지 가격·세제 정책은 3대 원칙하에서 추진할 것을 권고

① 사회적 비용을 반영한 에너지 가격구조 확립

▶ 에너지 가격에 공급원가 및 외부비용이 모두 포함되도록 유도

② 에너지 과세체계의 공정성·효과성 제고

▶ 원별·부문별 과세를 합리적 기준에 따라 체계적으로 운영

③ 에너지 효율향상 촉진 및 국민 수용성 확보

▶ 에너지 가격체계는 효율향상을 위한 가격신호 기능을 충실히 반영하고, 결정 및 시행과정에서의 수용성 확보 노력 필요

□ 에너지 가격구조 개선을 통한 합리적 소비 유도

< 공급비용 적기 반영 >

○ 전력도매가격 연동제* 도입 검토, 열요금 조정**, 천연가스 요금 체계 합리화*** 등 공급비용의 적기반영을 통해 공급 안정성 제고

* 연료비, 연료에 부과되는 세금, 배출권거래비용, RPS 의무이행비용 등을 전력 소매요금에 연동(가스, 열 등은 연동제 旣 시행중)

** 도시가스 요금과 연동되어 있는 지역난방요금 연료비 연동제의 개선 추진

*** 원료비 연동제 개선, 용도별 요금체계 합리화, 중장기적으로 이부요금제 도입 검토 등

< 전기요금 현실화를 통한 가격체계 왜곡 해소 >

○ 용도별 요금체계를 공급원가에 근거한 전압별 요금체계로 전환 추진

- 부하특성이 유사한 산업용, 일반용, 교육용은 전압별 통합을 통해 용도 구분을 단순화

- 주택용, 심야전력, 농사용, 가로등은 별도 체계 유지하되 단계적으로 요금 수준 조정을 통해 원가 기반 요금체계로 전환하기 위한 기반 조성

○ 추가 할인특례 신설을 제한하고, 현행 할인특례제도는 연장 제한을 통해 단계적 축소·폐지 검토

< 선택형 요금제 확대 도입 >

○ 일반·산업·교육용 고압 소비자는 모두 계시별 요금제 전환, 저압 소비자는 계절별 혹은 계시별 요금제 중 선택권 부여

○ 계시별 요금제를 비롯한 다양한 선택형 요금제 개발 및 적용

* 주택용 계시별 요금제 시범사업 결과 반영하여 추진

○ 소비자 자율선택형 녹색요금제도* 도입 추진

* 소비자가 자발적으로 재생에너지 발전전력을 기존 요금보다 높은 가격에 구입하는 제도(호주, 독일, 미국 등에서 시행중)

⇒ 상기 내용을 반영하여 '19년까지 전기요금 체계 개편을 위한 로드맵 수립을 권고함

□ 에너지원별 공정한 과세 체계 구축 추진

○ 환경비용*을 반영하여 발전용 유연탄과 LNG 제세부담금을 합리적인 수준으로 조정 추진

* 유연탄과 LNG의 미세먼지 관련 환경비용 비율은 약 2:1로 추정 (한국조세재정연구원, '18년)

○ 집단에너지용 LNG 분류를 신설*하고 열병합발전의 사회적 편익(분산형 전원, 고효율)을 고려하여 과세 기준을 별도로 확립

* 현재 비발전용으로 분류
* 영국 : 고효율 열병합발전은 발전원 연료에 부과하는 기후변화세를 면제

○ 원전에 대한 외부비용을 반영한 제세부담금 체계 개선

○ 수송용 연료별 외부비용에 대한 객관적 평가를 통해 합리적 상대가격 체계를 구축하고, 전기차·가스차·수소차 등의 중·장기적 과세 검토

○ 화석연료 보조금은 단계적으로 폐지*하여 시장왜곡을 제거하고, 소외지역·계층에 대한 에너지복지**를 대폭 확대

* UN Sustainable Development Goals(SDGs)의 세부목표 12.c에서 에너지 낭비를 부추기는 비효율적인 화석연료 보조금의 합리화 명시
** 에너지 공급 소외지역의 등유·LPG 개별소비세 완화 추진

○ 중·장기적으로 통합에너지세제* 관점에서의 과세 원칙을 확립하여 에너지세제 간 형평성 제고

* 용도에 따라 차별적으로 세금을 부과하는 것이 아니라 각 에너지원의 외부비용을 정확하게 산정하여 이에 비례하는 기준으로 과세

- 외부성을 감안하여 에너지 세제의 수준이 결정될 수 있도록 에너지 외부비용 평가위원회를 구성하여 에너지원별 외부비용의 주기적 산정·공표 추진

③ 지자체 수요관리 역할 강화

□ 지역 단위 수요관리가 상대적으로 용이한 건물·중소기업·미활용 에너지 등은 지자체 중심으로 수요관리가 진행될 수 있도록 유도

○ 현재, 서울시에서 실시 중인 지역건축물 에너지 소비총량제* 적용 대상을 타지자체로 확대 유도

* 매년 건축물의 단위 면적당 에너지 소비량을 일정 수준 이하로 제한하는 제도
* 서울은 '11년부터 건축물 에너지소비총량제를 실시중이며, '30년까지 건축물 총면적의 81%로 적용 대상 확대 계획

- 지역 중심으로 진행되고 있는 그린 리모델링·건물에너지주치의 제도와 연계한 건축물 단열 강화

- 지역별 산단의 폐열 관리 강화 추진

○ 도시재생 뉴딜(주거환경 정비), 스마트시티 등의 사업 추진시 수요관리 정책을 포함하여 사업 시행

○ 지자체·지역단체와 연계한 에너지 절약문화 확산

□ 지자체 수요관리 기반조성 후, 중·장기적으로 지역에너지시책과 연계한 지자체의 수요관리의무 부여 및 예산 지원 확대를 검토

* 현재 각 지자체들은 지역에너지시책 수립·시행후 산업부에 결과를 제출하여 평가받게 되어 있으나 수요관리 관련 의무는 없는 상황

○ 지역에너지시책 수립시, 지자체에 수요관리 의무를 부과할 수 있도록 법적·제도적 기반을 마련하고, 검증·평가와 연계한 지원 확대 추진

* 에너지분야 예산 중 지역 특성을 반영해 지자체가 직접 시행하는 사업은 약 1.3%('14년 기준) 수준

④ 미활용 열에너지 활용 확대

□ 미활용 열에너지 발굴·재활용 확대 추진

○ 폐열 및 온도차 에너지* 등을 활용하기 위한 미활용에너지(지원)법 체계를 정비하고, 미활용 열에너지** 활용 확대 방안 마련

* (예시) 폐열 회수 : 산업/발전/건물 등에서 既 생산한 열을 재활용
온도차 에너지 : 자연에서 발생한 온도차를 활용

** 미활용 열에너지 잠재량 추정치 : ('17) 690천toe

○ 건물들의 열 용도 에너지 효율을 향상하고 친환경 연료로 전환 유인

□ 미활용 열에너지 산업 기반 육성

○ 발전소·제철소·소각로 등 산업 현장의 미활용 열에너지 수집·활용을 위한 관련 기술 고도화* 및 실증 추진

* 고온·고압용 대형 열교환기 설계기술, 저온 생활폐열의 전기변환 기술 등

○ 국가 열에너지 지도 및 DB 네트워크를 구축하고, 열연계 인센티브*를 부여하여 공급 및 민간 활용 촉진

* (예시) 집단에너지사업자가 인근 산업체와 열연계 또는 저가열원을 발굴할 경우 열요금 산정시 인센티브 제공 등 지원 강화

⇒ 상기 수요관리 정책방향(①, ③, ④)을 반영하여 제6차 에너지이용합리화계획을 수립할 것을 권고함

2. 재생에너지 중심의 통합 스마트에너지시스템 구축

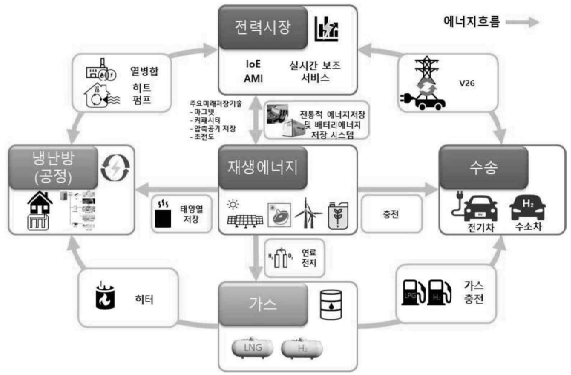
□ 재생에너지 중심의 통합 스마트에너지시스템

전기, 열, 가스, 수송 등이 시장가격을 바탕으로 최적으로 생산·전환·저장·거래·소비할 수 있는 지능형 에너지 시스템

❶ 재생에너지로 실시간 **전력을 공급**하는 것 외에도 **전기, 열, 수소 형태로 저장**하여 **다양하게 활용**하고 필요에 따라 **다른 형태의 에너지로 전환** 확대
* 전력 → 수소(전기분해), 메탄(수소+CO_2) → 가스터빈발전, 연료전지, CNG 등의 연료로 사용

❷ **도·소매 거래**(시장가격 base) + **개인간 거래**(개인별 가치 base) 모두 포괄

❸ 에너지원의 생산과 소비에 대한 **실시간 계측과 정보 공유**



□ 정책방향

지능형 통합 시스템		재생E · 집단E 보급 확대		에너지공급 최적화
전력/열/가스/수송E를 포괄하는 지능형 에너지시스템 ⇓ 생산·전환·저장·거래·소비 최적화	+	(재생E) 계통 유연성 증대 (집단E) 제도+인프라 개선	→	
		안전한 에너지 공급시스템		
		(원전) 원전/방폐물 안전 강화 (석탄화력) 노후+설비 친환경화		

가 현황 및 문제점

□ 우리 에너지 공급시스템은 부문별·원별 시장구조·공급체계가 서로 단절되어 효율적 생산·전환·저장·거래·소비가 어려운 구조

○ 부문간 에너지 변환과 원별 시장간 상호연동이 거의 일어나지 않는 상황으로 적절한 가격(가치) 기반의 통합 운영 곤란

* (예시) 현재는 태양광이나 풍력에서 수요 초과 출력이 발생해도 전력저장 또는 출력제약(curtailment)이 이루어질 뿐, 수소나 메탄으로의 전환은 없는 상황

○ 전력에서는 일부 생산·소비에 대한 실시간 계측·정보 수집 등이 일어나고 있으나 타 부문의 에너지 인터넷 기반은 취약

□ 재생에너지를 중심으로 한 친환경 에너지 통합시스템 구축 필요

○ 재생에너지의 대폭 확대에 따라 간헐성에 대비한 저장, 전환 등의 기술·시스템 개발과 전력망의 유연성 확보가 중요 과제

- 우리나라는 재생에너지에 대한 규제개선, 대규모 프로젝트 등은 신속히 추진중이나 이를 뒷받침할 계통 인프라, 시장제도에 대한 준비가 부족하여 체계적인 대비가 필요한 상황

○ 효율적이면서 친환경적인 열 공급 체계를 구축하고 장기적으로 전기, 가스, 열 시장의 연계가 중요

- 에너지 원간 상호 변환을 효율적으로 가능하게 하고 최적화된 생산과 소비 시스템 구축 필요

나 주요 과제

① 통합 스마트에너지시스템 구현

◇ (단기) 재생에너지 보급 확대 및 전력시장 선진화
◇ (중기) 시장과 가치 기반의 단계적 에너지시장 통합
◇ (장기) 통합 스마트에너지시스템 구현

□ (단기) 재생에너지 보급 확대 및 전력시장 선진화 추진

○ 전력을 중심으로 재생에너지 지속적 보급 확대

○ 전력시장(에너지시장, 보조서비스시장)의 개선을 통한 실시간 전력의 생산, 소비, 저장의 가치 및 가격 도출

○ 가스, 열, 전기차 등의 전력시장 실시간 연동(P2X) 실증

□ (중기) 시장과 가치기반의 단계적 에너지시장 통합

○ (전력) 도·소매시장 및 개인간 거래(P2P) 활성화

○ (기타) 가스, 열, 수송(전기차) 등의 시장 기능 확보 및 전력시장과의 단계적 통합(P2X, X2P 구현)

□ (장기) 통합 스마트에너지시스템 구현

○ 통합된 에너지시장(전기, 열, 가스 등)의 가격을 바탕으로 에너지 원별 최적화된 생산, 소비 및 저장 구현

○ 프로슈머, 다양한 에너지 저장을 통한 개인간(P2P) 전기, 열, 가스 등 에너지 거래 자유화

⇒ 통합 스마트에너지시스템 구현을 위해 중·장기적인 전력산업 구조개편 및 공기업의 역할 조정 등에 대한 검토 착수 필요

② 재생에너지 보급 확대 기반 구축

□ 재생에너지 확대에 대응한 획기적인 전력계통 유연성 증대

○ 재생에너지 확대에 경직되어 있는 전력계통의 유연성 제고를 위해 신속한 차세대 전력망 인프라 구축(ADMS, 차세대 SCADA, RMS 등)

* ADMS : 배전망 지능제어시스템, SCADA : 감시제어 및 데이터취득
RMS : 재생에너지통합관제시스템

○ 재생에너지 발전량 예측 정확도 제고 및 예측주기 단축, 당일 및 실시간 전력시장 도입 등을 통한 발전계획 주기 단축

* 현재는 시시각각 변화하는 재생에너지의 예측발전량을 시장가격 및 거래량에 반영하기 어려워 재생에너지 수용에 한계

○ 혁신적 전력 저장, 계통연계, 신기술 적용 노력 경주

□ 재생에너지 전문 연구기관* 설립 추진

* 미국 NREL(National Renewable Energy Lab) 벤치마킹

○ 국책연구기관 중심으로 관련 연구를 수행중이나, 인력이 절대적으로 부족*하고 심층적·통합적 연구 미흡

* 美 NREL 2,300명 / 韓 전기연 50명, 에기연 50명 수준

○ 발전기술 개발, 재생에너지 중심 계통 분석 등에 대한 선제적 연구를 통해 재생에너지 확대에 대한 기술적 대응체계 마련

□ 재생에너지 확대에 따른 기관별 협력 강화

○ 재생에너지 확대에 대응해 기술적 요건* 재규정 작업 진행 중

* 유효전력 및 주파수 제어능력, 무효전력 및 전압 제어능력, 고장 시 운전 유지능력, 자료제출 및 실시간 정보제공 기준 등

○ 전력거래소와 한전(송·배전)을 중심으로 접속, 운영, 거래에 대한 역할을 명확히 하고 산·학·연 협력 확대

□ 재생에너지 경매제도 도입

○ RPS를 통해 신재생에너지 발전단가 하락을 추구하였으나, 기대만큼 가격하락이 이루어지지 않은 상황

* 높은 불확실성으로 인한 시장참여 부족, 짧은 투자회수 기간 설정, 금융조달의 어려움 및 금융비용 상승

○ 경매제도를 단계적으로 도입하여 재생에너지 발전사업자간 가격경쟁을 유도하고 재생에너지가 경제적으로 보급되도록 유도

* (단기) 대규모 태양광부터 경매제도를 도입하고 자체계약, 선정계약, 현물시장을 점진적으로 통합하여 입찰시장으로 단일화 필요

* (장기) REC 시장의 수요자와 공급자를 분리하여 공급자 역량을 강화하고, 기술중립 방식으로 경매를 시행하여 재생에너지 원간 경쟁 유도

□ 재생에너지 열공급 확대

○ 재생에너지의 열 이용을 촉진하기 위하여 열원 확대 시행 방안, 제반 여건 등에 대해 단계적 대응 방안 마련

* (1단계) 재생에너지 인정 열원 및 생산 열량 인정 범위 확대, 재생에너지 열 보급 실적 측정장비 정확도 제고

* (2단계) 신재생에너지 공급의무화, 신재생에너지 설치의무화, 제로에너지 빌딩 등 여타 제도와의 정합성 및 중복성을 고려하여 제도 시행

□ 계획입지제도 효과적 추진

○ '재생에너지 3020 이행계획'에서 명시된 '지자체 주도의 계획입지 제도 도입'의 법적 근거를 마련하고 지자체의 적극적인 참여를 유도하기 위한 인센티브 방안 구체화

* 지자체와 발전사업자의 역할과 범위에 관한 법적 근거를 마련하여 계획입지 개발이 순조롭게 진행되도록 유도

③ 전력시장제도 개선

□ 재생에너지 수용성 강화를 위해 통합다중전력시장 도입

○ 현재 국내 전력시장은 하루전시장만 운영, 예비력 가격체계*도 부재

* 예비력을 제공하는 자원에 대한 별도의 용량가치 보상 체계

<국내·외 전력시장 구조 비교>

구 분	장기계약시장		현물시장		실시간 밸런싱시장	AS시장
	선도시장	선물시장	하루전시장	당일시장		
미 국	O	O	O	O	O	O
유 럽	O	O	O	O	O	O
한 국	X	X	O	X	X	△

○ 현행 비제약 가격제도를 제약기반 가격제도*로 전환 추진

- 재생에너지 변동성 등의 실제 수급여건을 반영한 시장가격체계 도입으로 유연성 자원의 가치를 적절히 반영

* 재생에너지 변동성, 예비력제약, 양수운영제약, 환경제약, 열공급제약, 송전·계통운영제약 등의 상황에서 활용되는 자원에 대한 적정 가치 보상

○ 당일·실시간의 다중 가격제도 도입*을 추진하고, 예비력 가치가 반영되는 보조서비스 가격제도** 도입

* 하루전시장 이후 기상변화로 인한 재생에너지의 출력변동성을 당일·실시간 시장가격에 반영

** 예비력에 대한 적정가치 보상으로 유연성자원의 전력시장 진입 유도

□ 전력시장 안정화를 위한 계약제도 운영

○ 전력수급 불균형과 유가 상승에 따른 가격 변동에 대응하기 위해 기존 전원을 대상으로 정부승인 차액계약* 적용 추진 검토

* 정부승인 차액계약 : 발전사업자와 전기판매사업자 간 일정 기간 발전에 대해 가격을 사전에 계약하고 이를 정부가 승인하는 제도

* 기저발전(원전, 석탄)에 적용되는 정산조정계수를 정부승인 차액계약 형태로 전환

④ 집단에너지의 역할 확대

□ 집단에너지에 대해 분산전원(열병합발전 등)으로서의 가치, 환경편익 등을 반영한 적절한 보상 체계 마련 추진

○ 열병합발전의 공익적 가치(에너지효율, 분산편익 등)을 제도적으로 보상하는 방안 검토

- 수요지 인근에 위치하고 친환경 연료를 사용하는 발전기에 대한 용량요금 차등 보상을 확대

* 수요지와의 거리, 용량에 따라 지역계수를 차등하고, 친환경연료 사용을 유도하기 위해 연료전환 성과계수의 환경 기여도 강화

○ 집단에너지 열병합 시설규모에 따른 합리적인 가스요금 체계* 검토

* 100MW이상 열병합발전은 가스공사(도매요금), 100MW미만 열병합발전은 도시가스사(소매요금)가 공급하여 같은 발전용임에도 불구하고 구조적인 요금격차 발생

⑤ 안전한 에너지공급시스템 확립

□ 건설 및 가동중인 원자력 발전소의 안전성 강화

○ 규제기관의 가동 원전 주기적안전성평가(PSR) 강화(PSR 승인제도 도입 등) 지침에 따라 사업자 차원의 보완방안 마련

* PSR(Periodic Safety Review) : 운전중인 원전의 안전성을 10년마다 종합적으로 평가하는 제도

○ 규제기관의 다수기 확률론적안전성평가(PSA) 규제방법론 개발('17~'21)에 따른 사업자의 규제 이행로드맵 수립

○ 핵연료주기, 방사성 폐기물 안전성 강화

○ 원자력 사업자의 방사능 방재체계 및 손해배상제도 실효적 개선

○ 사용후핵연료 관리를 위한 정책 재검토 추진

□ 노후 화력설비 안전관리 안전 시스템 구축

○ 노후화력설비 폐쇄 전까지 안전한 운영을 위한 종합관리 체계 마련

- 가동 설비의 안전진단기준, 설비교체 기준 등 주기적 안전성 평가를 강화하고 개선 필요사항은 적기이행 의무화

* 노후설비의 환경성·안전성 준수 및 설비 상태에 대한 발전사업 보고 의무 검토
* 환경성·안전성 기준 미충족시 친환경 설비 전환 검토

□ 가스공급의 안정성 확보 및 비상상황 대응역량 강화

○ 지진 등 자연재해 발생 시에도 안정적 가스공급 능력 유지

* 공급설비와 건축물의 내진성능을 평가·보강하고, 신규 설비·건축물에 대해서는 내진설계 기준 강화

○ 매설 배관의 원천적 안전 확보

* 주기적 ILI(In-Line-Inspection)로 배관 물리적 결함, 부식상태 파악

○ 가스공급의 안정성 확보, 가스사고 예방 및 비상상황 대응능력 제고를 위해 가스공사 단일 배관 공급망을 환상망으로 구축

* '23년까지 춘천~군내, 청주~원남, 전주~진안, 장흥~벌교, 봉화~와석 등 5개 구간 270km 길이의 환상망 건설 추진(한국가스공사, 약 6천억원)

⑥ 에너지부문 선진화를 위한 거버넌스 개선

□ 에너지 규제 거버넌스 개선 검토

○ 현행 전기위원회의 권한과 역할을 확대하고, 위원 구성 및 신분 보장에 있어 독립성을 강화

- 전기요금 산정에 대한 심의의 객관성 및 투명성 확보

○ 향후 독립성이 확보된 '에너지규제위원회'(가칭) 설치를 통해 전기·가스·열 등 에너지원에 대한 통합적 규제 추진

□ 에너지정책 관련 정부부처 협력체계 강화

3. 새로운 시장과 일자리를 창출하는 미래 에너지산업 육성

□ 국내 에너지산업의 현재와 미래 모습

	현재	2030년	2040년
가치	안정적 에너지 공급	Clean, Smart, Safe	Carbon-free, Connected, Consumer
재생에너지 산업	정책 기반	경제성 기반	에너지자립형 분산전원
서비스 산업	안정적 수급 서비스	E-Prosumer 다수 사업자 시장정착	IoE 기반 국민참여형 서비스생태계 구축
전통에너지 산업	독과점적 공급체계	계약방식 다변화 경쟁 유도	경쟁체계 활성화

※ (참고) 미래 에너지산업의 일자리 창출 기대효과(~'30년)
· 최대 40만개(재생에너지 19만개, 스마트에너지 21만개) - 간접 포함

□ 에너지전환에 대응하는 국내 에너지산업의 변화 목표

○ 하드웨어 중심·低부가가치 → 소프트웨어 융합·高부가가치
○ 중앙집중형·공급자 중심 → 국민참여 및 성과 공유(이익공유)
○ 화석연료 중심 → 고효율·저탄소로 전환, 전통에너지는 고도화

□ 정책방향

스마트에너지산업 육성		재생에너지 산업경쟁력 제고		새로운 시장·일자리 창출
4차 산업혁명 활용 ⇓ 가상발전소, 국민DR, V2G 등	+	(태양광) 중소기업 육성 + (풍력) 대규모 실증	→	
		미래에너지 산업 육성		
		(수소) 저장기술 + 서비스모델 개발 + 주력산업 고도화, 에너지하베스팅		

가 현황 및 문제점

□ 전세계적으로 에너지분야에 새로운 비즈니스 모델이 확산되고 있으나, 우리는 관련 비즈니스 확산이 미흡한 상황

○ 최근, 업종간 융합을 통해 에너지 효율을 제고하고 소비자의 편익을 증진하는 다양한 서비스·제품 출시

○ 특히, 구글, 애플, 테슬라 등 글로벌 IT·통신·벤처 기업이 잇따라 에너지신산업 분야에 진입하여 투자 확대 및 경쟁 심화

진출 기업	주요 내용
Google	· 구글에너지 설립('09), 자동온도조절기 제조사 Nest社 인수('14) 등
	· 애플에너지 설립('16), 원격 에너지제어시스템 I-home 출시('14) 등
	· 솔라시티를 인수('16)하여 태양광, 가정용 ESS(Power wall) 출시 등
SoftBank	· 신재생발전 자회사 SB Energy('11), 전력판매 자회사 SB Power설립('12) 등

○ 우리나라는 관련 인프라*는 빠르게 확대되고 있으나, 규제·중앙집중형 산업구조·낮은 전기요금 등이 新비즈니스 창출에 걸림돌

* 분산형 전원비중 증가('17년 11.2%), ESS 보급 확대('17년 625MWh)

- 수요반응(DR) 시장, ESS 연계 피크저감 서비스 등이 정부주도로 활성화 되고 있으나, 뚜렷한 비즈니스 모델은 부재

□ 재생에너지 중심으로 에너지전환이 급속도로 진행되고 있으나, 국내 기술 수준과 산업생태계의 전환 속도는 이에 미치지 못하는 상황

○ 정부의 에너지전환 정책은 '산업육성'보다는 '보급'에 초점

○ 에너지전환은 국내 에너지 산업에 위기이자 기회로, 에너지분야 패러다임 전환에 적응하기 위한 환경 조성 필요

나 주요 과제

① 스마트에너지산업 육성

□ 4차 산업혁명 기술을 활용한 에너지 서비스 산업 육성

○ (가상발전소) 소규모 분산전원이 참여하는 전력중개시장을 개설·운영('19~)하여 적재적소의 수요·공급 매칭 추진

* 가상발전소(VPP) : 다수의 소규모 분산전원을 묶어 하나의 발전소처럼 운영

- 단기적으로 관련 비즈니스 모델을 개발하고, 중·장기적으로 전력계통 서비스 공급자로 비즈니스 확장

- 중개계약, 거래 및 계량부문 등에 블록체인 기술 활용 검토

○ (국민DR) 공장·빌딩 등 대규모 사업장 중심의 현재 DR 시장을 가정·상가 등 소규모 소비자까지 확산

- DR 자원 확대를 위해 참여 가전기기, 계측기 등에 대한 전력효율 향상 보조금 지급 등 인센티브 검토

○ (V2G) 전기차의 저장전력을 '이동형 ESS'로 활용하는 V2G(Vehicle to Grid) 기술 고도화·실증, VPP 등과 연계한 비즈니스 모델 개발

- 중·장기적으로 V2H(home), V2D(device) 등 V2X 서비스 상용화 추진

* (예시) 정전에 민감한 고객 대상으로 비상전원용 V2H 시스템 구축

□ 에너지서비스 비즈니스 모델 확산을 위한 인프라 구축

○ (E-Mobility 인프라) 보조금 지원을 통한 단순 전기차 충전기 보급·확산이 아닌, 충전인프라 기반 新서비스산업 창출 기반 구축

- EV 충전시간 단축 및 무선충전 기술 개발, 스마트결제시스템 등 서비스 지원을 위한 기술개발 확대

- 향후 전기차 충전인프라를 활용하여 ICT 수요관리, 보험·금융 등 다양한 연계 新비즈니스 창출

○ (E-Market Place) 에너지 관련 기업·스타트업·연구소 등이 참여하여 新서비스를 창출하는 디지털 비즈니스 공유 플랫폼 구축

* 참여자 : 기업·스타트업(생산·중개·서비스), 연구소(R&D, 사업화), 투자자·컨설팅(경영서비스), 고객·단체(상품·서비스의 평가) 등

- 에너지·전력 생산·중개·관리, 스마트 홈·빌딩·공장 서비스, 신재생 + ESS 솔루션, EV 충전, 수요절감 등 비즈니스 총망라

○ (에너지안전서비스) R&D, 규제개선 등을 통해 드론, 로봇 활용 전력·가스설비 점검 등 에너지안전 서비스산업 육성

- 안전기술 R&D 지원* 확대, 국내 에너지 설비에 첨단장비 활용하는 점검·진단 제도화 또는 인센티브 부여 검토

* 드론 기반 가스배관 검사장비 개발, 로봇형 고온설비 튜브진단 시스템 개발 등

○ (ESS경쟁력 제고) 복합 용도의 ESS 실증 및 비즈니스 모델 개발, ESS 운영 소프트웨어 기술 실증 등 ESS 산업 자생력 제고

○ (스마트그리드) 4차산업혁명 등 미래 에너지 트렌드에 대응하기 위한 기술개발·표준 마련 및 서비스 수출모델 발굴

○ (규제혁신) 에너지신산업 및 재생에너지 보급 촉진을 위한 규제 정비 및 혁신

② 재생에너지 산업경쟁력 강화

□ 재생에너지분야의 선도적 R&D 투자 확대

○ R&D는 보급기반 확보와 시장선도 기술 Two-track으로 추진

- 발전단가 절감 및 부품 국산화, 태양광 입지 다변화 등을 위한 보급확대 기술개발 지원

- 세계시장 선도를 위해 차세대 시장선도기술*도 선제적 지원

* 차세대 태양전지 기술(플렉시블 등), 초대형·부유식 해상풍력 등

□ 재생에너지 산업 국내 공급망 구축

○ (태양광) 세계적인 경쟁력을 갖춘 모듈(폴리실리콘, 셀) 분야 외의 기자재 관련 우수 중소기업을 집중 육성하여 국내 태양광 산업 밸류체인 완성

* 국내 산업경쟁력(생산량 기준 순위) : 폴리실리콘(2위), 태양전지(4위), 모듈(2위)

** 기자재 관련 우수기술력을 보유한 기업에 대해 R&D 및 판로 개척, 해외시장 진출 등을 패키지로 지원 필요

○ (풍력) 태양광에 비해 경쟁력*이 부족한 국내 풍력 산업의 경우, 대규모 풍력설비 실증단지 조성 및 조선산업 인프라 및 인력의 활용**을 통해 산업생태계 재조성 추진

* 풍력 부품 국산화율 : ('14) 40% → ('15) 42% → ('16) 48%

** 터빈(블레이드 등), 타워, 하부 해양 구조물 제작, 시공, 해상 수송 등 Know-how 활용

○ (서비스) 재생에너지 발전소 설계, 설치, 운영 및 유지 보수 관련 서비스 전문 인력·기업 양성 추진

□ 재생에너지 산업의 통합 수출지원체계 마련

○ 정부의 재생에너지 보급 확대에 따라 경쟁력을 갖춘 국내 재생에너지 업계의 해외진출 집중 지원

- 해외에서 입찰 → 건설 → 유지보수까지 수출 全과정 지원을 위해 정부·업계·금융기관 등이 포함된 상설 지원체계 구축

* 주요 프로젝트 정보 공유, 금융 지원 등

- 금융지원 강화를 위해 수출 프로젝트에 대한 보증 및 보험지원을 강화하고, 개발성과연계채권* 등 민간 금융자원 활용 강화

* DIB(Development Impact Bond) : 해외 공공사업 또는 ODA를 시행하고, 성과목표 달성시 약정된 기준에 따라 투자자에게 상환하는 계약

- 국내 재생에너지 산업경쟁력 강화 추세와 연계하여 재생에너지 국제 표준(IECRE) 상호인증 및 인증기관 유치 검토

* 한국은 '14.10월 재생에너지 국제인증제도(IECRE)에 가입하였으나, 아직까지 국내 인증제도와 상호인증은 이뤄지지 않고 있음

◇ 재생에너지 보급 확대가 산업경쟁력 강화, 국내 일자리 창출 및 수출경쟁력 강화까지 이어지도록 선순환 구조 정착

◇ 태양광 및 풍력 등 재생에너지 국내 산업경쟁력 강화방안을 제5차 신재생에너지기본계획에 포함할 것을 권고함

③ 미래형에너지산업 선제적 발굴·투자

□ 수소산업 육성 인프라 확충 및 이용 확산

○ 수소산업 육성을 위한 기본전략을 수립 및 특별법 제정, 수소 제조·유통·소비·생산 등이 포함된 통계기반 구축

○ 안전하고 경제적인 저장기술을 개발하여 안전성에 대한 신뢰 확보

* 수소액화기술, 탄소포집·활용(CCU)기술을 이용한 수소의 메탄화 기술개발 등

○ 비용절감을 위해 생산에서 저장·운송·충전에 이르는 일괄 공급 체계를 구축하고, 다양한 분야의 활용도 제고 및 서비스 모델 개발*

* ❶철강·화학 공정의 부생수소를 활용하기 위한 기술개발, 유통체계 확립, ❷P2G 기술개발 지원 및 세제·보조금 인센티브 검토

□ 에너지 하베스팅* 기술·산업 육성

* 태양에너지나 인체의 운동에너지 등 외부의 에너지를 수집하여 전기로 재활용하는 기술(열전효과, 압전효과 등 활용)

○ 고효율 광전·압전 소재·모듈 개발, 극저손실 전력변환기술, 미세전력 하베스팅 충·방전 기술 등 핵심기술 확보 및 실증 추진

○ 4차 산업혁명의 핵심 요소기술인 하베스팅 활용 스마트센서 전원 공급 기술 및 모니터링·제어 등을 위한 운영 모델 개발

□ 에너지 효율 향상 산업화

○ 유연하고 탄력적인 소비를 유인하기 위해 순전력수요 급등시간대에 계통기여도가 높은 효율기술(EE)의 개발·확산

○ 에너지효율향상의무화제도(EERS) 의무를 점진적으로 강화하여 관련 시장·일자리 창출

- 고효율 기기 보급 확대와 새로운 효율향상 투자수단의 발굴을 장려

□ 주력 에너지산업의 고도화

○ LNG 벙커링, LNG 추진선박 보급확대 등 친환경 수송용 에너지 전환을 위한 산업생태계 조성

○ 원전해체연구소를 설립하여 원전 해체 기술을 조기에 확보하고, 전문인력 양성 및 관련 산업체 육성 추진

④ 기술혁신 및 인재 양성

□ 에너지분야의 기술혁신, 산업화 촉진을 위한 R&D 집중 지원

○ 12대 분야 핵심기술개발을 통해 미래 에너지시스템 구현 지원

구 분	12대 중점 투자분야
깨끗한E	①재생에너지, ②청정화력, ③에너지 신소재·부품, ④수소에너지
스마트E	⑤지능형 전력시스템, ⑥효율향상, ⑦빅데이터 플랫폼, ⑧스마트 자원개발
안전한E	⑨원자력, ⑩소비자 안전, ⑪사이버보안, ⑫자원순환

○ 신규산업 육성을 목적으로 단계적 핵심기술개발, 시스템 통합 및 비즈니스 모델 실증 등을 대형·장기 지원 프로젝트 발굴

* 프로젝트 예시 : RE100마을, 청정수소산업단지, 해상에너지단지 등

○ 에너지 R&D 생산성 향상을 위해 목적형, 융·복합 사업구조로 개편하고, '정부-지자체-공기업-출연연'간 공공협의체 구성

□ 미래 에너지산업의 혁신을 이끌 우수 인재 양성

○ 부문별 세계적 수준의 연구실을 집중 육성(기초과학+공학 병행 육성)하여 글로벌 기술인재 양성

○ 기업 R&D와 연계 강화, 다학제간 융합형 인력양성 거점 센터 구축으로 다양한 에너지산업수요에 부합하는 인재 적기 공급

* 기술교육 중심에서 기술간 융합, 타 학문과의 융합으로 인력양성 다양성 제고

○ 전통에너지산업의 인력고용구조 변화에 선제적 대응하여 직무 전환 등을 위한 중앙 및 지방정부의 협력체계 강화

4. 국민참여·분권형 에너지거버넌스 구현

□ 참여·소통·분권형 에너지거버넌스의 구축

○ 에너지갈등 확대 → 상설 갈등 전문기구 + 참여·이익공유

○ 중앙집중형·하향식 → 국민·지자체의 참여 및 역량강화

○ 정부주도·전력중심 거버넌스 → 독립적·통합적 규제기구

□ 정책방향

갈등 예방·해결		시민·지자체 역할 강화		공존형 생태계 구현
(해결) 상설 갈등 전문기구 + (예방) 주민참여·이익공유	➕	지자체 정책 역량 강화 + 국민참여 확대	➡	

가 현황 및 문제점

□ 우리나라는 에너지 갈등을 효과적으로 예방하고 해결하기 위한 제도적 장치 부족

○ 에너지분야 갈등은 에너지전환 추진과정에서 새로운 양상으로 확대될 가능성*이 높음

* 기존 에너지원의 축소로 인한 갈등, 재생에너지 확대로 인한 갈등 등

- 갈등의 효과적 예방·해결은 성공적 에너지전환을 위한 관건

○ 우리나라는 에너지 갈등을 예방·해결하기 위한 최종적이고 권위 있는 제도적 시스템 부재

○ 사회적 갈등 예방과 시민참여 수단으로서 사회적 경제가 주목받고 있으나 에너지 부문 사회적 경제 활성화는 미진

□ 에너지의 전환과 혁신은 지역과 시민 역할의 확대가 기반이 되어야 하나 에너지 분권화가 미흡하고 지역의 역량도 부족

○ 선진국 중심으로 에너지 민주주의 개념이 제시되고, 지방정부나 도시들의 적극적 역할이 확대되고 있는 추세

* 기후변화와 에너지를 위한 시장협약(Covenant of Mayors for Climate and Energy), 에너지 도시들(Energy Cities)

- 에너지 민주주의는 에너지 정책의 형성과 집행에 국민이 참여해 의사를 결정하고, 결과에 대한 책임을 공유하는 것을 의미

- 에너지전환의 핵심인 분산형 에너지 시스템, 에너지 절감 및 효율화는 지역과 시민들의 참여와 역할이 필수적

해외사례 \ 獨 루르(Ruhr) 지역 보트롭 市 프로젝트

▸ 독일 중서부 루르 지역의 녹색도시 개발 프로젝트 시범사업으로 석탄, 광산업 중심의 보트롭 시에서 시행

▸ 시범사업 선정 과정에 22,000명의 시민이 참여하고, 프로젝트 아이디어와 장기 비전 도출을 위해 정책 전문가, 기술 전문가, 시민들이 참여하는 場을 지속적으로 마련, 지역의 특성을 반영한 녹색도시 프로젝트를 창출

○ 우리나라는 에너지 분권화를 위한 제도 및 지원*이 미약한 수준이며 한편으로 에너지전환에서 적극적 역할을 감당할 수 있는 지역의 역량도 미흡

* 에너지분야 지자체 보조금('17) : 2,730억원

나 주요 과제

① 에너지 갈등의 효과적 예방·해결

□ 에너지분야의 특성에 맞는 갈등해결 메커니즘 구축

○ 에너지전환의 이해당사자 그룹 대표들이 참여하는 대화 협의체 구성

○ 에너지분야의 상설 갈등 전문기구 마련 검토

해외사례 \ 독일 환경보호와 에너지전환 역량센터(Competence Centre for Nature Conservation and Energy Transition: KNE)

▸ 에너지전환 추진에 따른 환경갈등의 원만한 해결을 위해 정당 간 협의로 설립

▸ 연방 환경부의 예산을 지원받으나 독립적이고 중립적인 성격의 민간기구로 '16년 7월 활동 시작

- 베를린 본부를 중심으로 갈등해결 전문가 풀을 통해 전국에서 활동

▸ 활동 사례: 유네스코 자연유산보전지역에서 재생에너지 사업문제 등

- 갈등해결의 전문적 역량을 갖춘 중립적 전문가를 양성·배치하고, 선진국의 갈등 해결 프로세스를 접목

해외사례 \ 유럽 ESTEEM 모델 적용 재생에너지 갈등예방 메커니즘

▸ 민간의 전문가가 프로젝트 추진전에 갈등요소 확인, 비전 설정, 이슈 해결방안 마련, 공개모임 개최, 사회적 합의 도출, 권고사항 마련 등을 통해 프로젝트의 지역 수용성을 확보

□ 주민참여·이익공유형 사업 확대

○ 재생에너지 프로젝트 추진시 협동조합 등 사회적 경제조직 참여 확대를 유도하고 인센티브 제공도 검토

○ 주민참여형*·주도형** 프로젝트를 활성화하여 재생에너지 발전사업 성공이 주민에게도 이익이 되는 환경조성 추진

* 발전소 인근 거주주민 참여 시, 참여도에 따라 REC 추가 부여(0.1~0.2)
** 영농형 태양광(농가소득 창출), 협동조합형 수상태양광(수익 마을 환원) 등

② 에너지민주주의 심화 발전 및 시민·지자체 역할 강화

□ 지자체의 에너지 정책 역량 강화와 국민참여 확대

○ 수요관리, 집단에너지, 재생에너지 등을 중심으로 지자체 책임과 권한 강화 추진

- 중앙정부는 목표 설정, 예산 배분, 평가 및 환류에 초점

○ 중앙-지역간의 에너지정책 조율체계를 구축하고, 지역에너지계획과 연계한 지역 예산 지원 확대

- 지역의 에너지 정책 역량 강화를 위해 지역별 에너지 전담조직 설립을 추진하고, 산업부에 지역에너지 전담조직을 신설

- 지역에너지계획 수립 및 이행평가와 연계한 예산 지원 확대

○ 지역에너지계획은 기존 컨설팅사, 전문가 등을 중심으로 수립되었던 방식을 벗어나 시민참여형 지역에너지계획으로 전환

- 지역주민들을 포함한 다양한 의견을 수렴하는 시민참여형 에너지계획 수립

- 지역에너지계획 이행평가 체계 수립을 통한 지역에너지계획 내실화

□ 에너지정책의 형성과 집행 과정에서 국민참여 활성화

○ 에너지분야의 국민참여·숙의민주주의 구현방안 가이드라인에 대한 연구 착수

□ 정부의 지방분권 추진방향과 연계하여 에너지분권 로드맵 수립

5. 에너지 안보 제고를 위한 에너지·자원협력 강화

□ 에너지 안보 제고를 위한 에너지·자원협력 강화

○ 新북방(동북아) 에너지협력 선도

- 에너지 안보, 경제성, 안전성, 환경을 종합적으로 고려하면서 동북아 에너지협력 선도

○ 新남방(ASEAN, 인도 등) 협력 강화

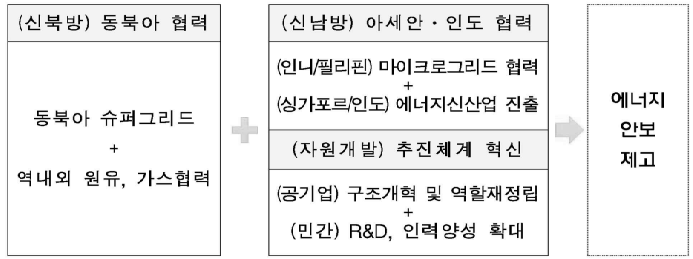
- 신남방 국가들과의 양자·다자 에너지협력 확대를 통해 국내 에너지산업 발전 촉진

○ 전략자원의 안정적 확보

- 화석연료와 전략광물, 산업원료의 안정 수급과 효과적 활용

- 지속가능한 해외자원개발 정책으로 전환

□ 정책방향



가 현황 및 문제점

□ 동북아 협력을 통해 에너지안보를 강화할 수 있는 여지가 높으나 가시적인 협력 성과는 부족한 상황

○ 중국과는 슈퍼그리드 공동사업개발을 추진 중이나 일본과의 협력 성과는 상대적으로 부족

○ 에너지 자원(원유, LNG 등)의 전 세계 최대 수요자가 동북아 지역임에도 편중된 공급선 등에 의한 협상력 부재로 유럽/미국에 비해 상대적으로 높은 가격으로 구매

* 에너지 자원에 대한 동북아 3국(한국, 중국, 일본)의 구매량은 원유의 경우 전세계 교역량의 33.8%, LNG의 경우 55.4%

* 중동지역 원유 아시아 판매에 대한 아시아 프리미엄은 유럽/미국에 비해 상대적으로 높고, LNG 가격 역시 타 지역에 비해 높게 형성

□ 해외자원개발은 그동안 규모 면에서는 성장하였으나, 공기업 부채비율 상승, 수익성 악화 등으로 지속가능성 제고 필요

○ 비상시 대응능력은 일정 부분 확충되었다고 볼 수 있으나 생산량 대비 신규확보 매장량 비율이 낮아 장기적인 대비는 미흡

* '15년 석유·가스 자원개발율 15.5% 달성('17년 12.7%), '12년 유연탄 자원개발율 57.7% 기록('17년 37.6%)

○ 해외자원개발 공기업은 '14년 하반기 이후 유가 급락, 정부출자 감소, 부채비율 관리, 공기업 구조조정 추진 등으로 사실상 투자 중단

○ 4차 산업혁명 이후 에너지신산업을 포함한 미래 유망 산업의 필수 수요 광물에 대한 안정적 확보 중요성 증대

나 주요 과제

① 동북아 에너지 협력

< 동북아 슈퍼그리드 >

□ (한·중 연계) 한-중 MOA('17.12월)에 의거하여 공동사업개발

○ 전력연계를 전담하는 SPC 설립 검토

□ (한·일 연계) 양국간 지속적인 협력 관계를 유지하면서 공동연구 등을 통해 사업추진 기반 조성

□ (한·러 연계) 현재 추진중인 공동연구(~'21)*결과를 바탕으로 후속 사업개발

* 한-러간 송전선로 연결 가능성 및 거래용량, 전력구매 가격 등 전력거래 기준 마련, 송배전 설비 현대화 등 포함 하여 연구 시행

○ 향후 여건이 조성되면, 남-북-러 공동연구 추진도 검토

□ (법·제도) 국가간 전력연계 관련 국내 법·제도 개정 추진

< 동북아 원유·천연가스 협력 >

□ LNG 수급안정 및 도입조건 유연성 확보를 위한 협력 강화

○ 물량 Swap, 트레이딩, 저장시설 공동이용 등을 통해 수급 안정성 제고와 더불어 저장시설 이용 효율 제고

○ 경직적인 LNG계약관행을 개선하기 위한 한중일 LNG협력 MOU 체결 등 동북아 LNG 수요국간 협력 강화

□ 벙커링 협력

○ 한·중·일 3국이 동북아 지역을 배출가스 규제해역으로 지정, 해양대기 환경 개선 도모

* 국제해사기구(IMO)는 전 해역의 선박연료 황산화물(SOx) 함유량, 질소산화물(NOx) 함유량 기준을 강화해 나가는 추세이며, 이에 따라 선박연료 전환이 불가피

② 신남방 에너지 협력

□ ASEAN·인도 등 新남방 국가와의 협력 확대

○ (기본방향) 산업구조, 에너지 믹스 등에 있어 서로 상이하므로, 국가별 특성에 맞는 협력 분야를 선정하고 협력방안을 수립

○ 인도네시아, 필리핀 등에서는 에너지 빈곤 해결, 기후변화대응, 지역에너지 안보제고 등을 위한 마이크로그리드 관련 협력 추진.

○ 싱가포르, 인도 등과는 공동기술개발 노력과 함께 에너지신산업 기업들의 현지 진출을 적극 추진

- 또한, 현지의 가스 수요가 빠르게 증가하는 상황에서 부유시설을 활용하는 기술(FSRU, FLNG 등) 협력 확대 추진

○ 한국의 조선·발전, 정제 등 플랜트 기업들의 세계적 경쟁력을 바탕으로 플랜트 산업에 대한 진출을 적극적으로 추진

③ 안정적 자원확보 노력 경주

□ 전략자원의 체계적 확보

○ 저탄소 사회로의 성공적 이행 전까지의 과도기에 필요한 화석연료의 안정적 공급 필요

○ 반도체, 디스플레이 등 핵심산업과 에너지신산업을 포함한 미래 유망 산업에 필요한 자원의 안정적 확보 필요

- 이원화된 비축기능을 광물 전문성을 확보한 기관으로 일원화

* 현재, 광물공사와 조달청의 비축 기준과 목적이 상이하여 일관성 있는 국가 비축정책 수립 등에 한계

□ 자원개발산업 경쟁력 강화

○ 변화하는 환경에 맞춰 자원개발 공기업의 역할 변화 및 재정립

○ R&D 및 인력양성 지원 확대를 통한 민간 부문의 역량 강화

□ 에너지 안정적 공급체계 구축 및 산업경쟁력 제고

○ 에너지 도입선 다변화 지속 추진

◇ 전략자원의 체계적 확보와 민간 경쟁력 강화를 위한 정책방안을 '19년 상반기 제6차 해외자원개발 기본계획에 반영 권고

6. 4차 산업혁명과 에너지전환시대에 걸맞은 인프라 확충

□ 에너지전환에 걸맞은 에너지 인프라의 확립
- ○ 에너지통계 투자 부족 → 국가에너지 종합정보센터 설립
- ○ 에너지 플랫폼 미비 → 빅데이터, 실증의 인프라 확충
- ○ 제한적 에너지 복지 → 에너지 복지 확대 및 내실화

□ 정책방향

에너지 통계		에너지 플랫폼		
국가에너지정보의 수집·처리·공유체계 개선	+	(데이터) 에너지빅데이터 구축 + (실증) 스마트시티 실증	→	에너지정책 신뢰 강화
		에너지 복지		
		에너지원 복지 전달체계의 통합적 관리·개선		

가 현황 및 문제점

□ 에너지정책의 효율적 추진을 위한 기본 인프라인 에너지통계에 대한 투자는 부족한 상황

* 에경연 에너지정보통계센터의 예산(28억)·인력(정규 18인)은 해외 주요 에너지 통계기관과 비교할 때 격차 존재(美 EIA '17년 예산 1,415억원, 인력 370명)

○ 우리나라 에너지통계 체계는 원별 통계작성기관에 의한 공급통계 중심으로 운영되어, 정책 분석 및 평가에 유용한 소비통계는 미흡

* 정부승인통계(총15종) 중 소비조사 통계는 3종에 불과(에너지총조사, 가구 에너지상설표본조사, 광·제조업 온실가스 배출량조사)

□ 4차 산업혁명 도래에 따른 에너지신산업 창출 및 에너지수요 관리 효율화 등을 위한 에너지 플랫폼 부재

○ 빅데이터의 수집·관리·제공을 총괄하는 기능의 부재로 인해 빅데이터 활용을 위한 장기비전 및 로드맵 부재

○ 전력·열·가스의 수요-공급 매칭 실증 Test-bed로서의 확장 플랫폼도 필요한 상황

* 도시 IoE 통합운영, 도시 맞춤형 재생에너지 확대, 도시 에너지 전환·저장 활성화 및 스마트에너지센터를 통한 스마트에너지시티의 고장진단/유지보수 등

□ 우리나라 에너지복지는 지속적으로 확대되어 왔으나 수급자 위주의 지원에 집중되어 있으며 가구특성을 고려한 지원은 부족

○ 에너지복지 지원대상이 확대되고 있으나 비수급자 지원은 제한적

* 전기요금과 도시가스 요금 : 차상위는 생계급여 수급자의 50% 수준 지원

○ 가구별 사용하는 난방 에너지원, 가구원수 등에 따른 차별화된 에너지비용 지원은 미흡

- 가구원수가 많을수록 에너지비용이 많이 소요되나 요금할인, 연탄쿠폰 등은 가구원수를 고려하지 않고 동일한 수준으로 지원

* 에너지바우처는 가구원수에 따라 차등지원을 하고 있으나 3개 등급으로 한정하고 있고 차등 폭이 크지 않음

○ 중앙정부, 지자체, 에너지공급사 등 복지 수행기관 간 연계체계가 미흡한 상황

- 지원기관 및 지원사업 사이의 유기적 연계 부족으로 중복지원 등 비효율 발생 우려

① 에너지데이터 국가 허브 구축

□ 美 EIA를 벤치마킹한 '국가에너지종합정보센터'(가칭) 설립 추진

○ (역할) 기관별로 개별적으로 수집·관리하던 에너지통계를 단일 정보 플랫폼 체계로 통합, 표준화하고 분석·가공·공유

- 공급에 비해 상대적으로 부족했던 기존 소비통계를 고도화*

* 주요 에너지이용설비·기기별 보급현황, 이용행태, 절감 잠재량 등

- 기존에 부족했던 에너지 통계 심층 분석, 정책활용도 제고

○ (효과) 국가 차원에서 에너지 수급을 정밀하게 제어하고, 민간 공개를 통해 비즈니스 모델 창출 유도

○ (체계) 산업부 내에 통합 허브로서 국가에너지종합정보센터를 신설하고, 원별·지역별 거점센터 구축(에경연 및 에공단·산단공 지역거점 활용)

② 에너지 플랫폼 구축

□ (에너지데이터 플랫폼) 전기·열·가스 등 에너지 생산·소비 데이터를 수집하여 표준화하고 분석·가공·공유하는 기초플랫폼

○ 4차 산업혁명시대에 대비한 에너지 빅데이터 허브로서, 에너지데이터의 실시간 수집과 처리 체계 구축

* 우선, 에너지 빅데이터 공유·공개를 위한 로드맵 및 정보화전략계획 수립

□ (실증 플랫폼) IoE(Internet of Energy) 인프라를 바탕으로 4차산업혁명의 융복합 신산업 비즈니스 개발 및 실증·사업화 추진

○ 스마트그리드, 소규모 발전, 고성능 AMI 등 인프라를 구축하고 제조·IT·서비스 기업·스타트업, 연구기관 등이 집적된 혁신 클러스터 구축

○ 에너지산업융복합단지 특별법을 통해 지정, R&D·인력·사업화 지원

○ 개인간 전력거래 등 제도를 시범 운영하여, VPP, V2G+자율주행, 블록체인 에너지거래 등 관련 비즈니스 모델 개발·실증

③ 에너지복지 확대

□ 에너지바우처·효율개선사업 지원확대 및 내실화

○ 에너지바우처 지원대상을 소득 분위별로 단계적으로 확대하고 지원단가도 에너지 가격 상승추세를 고려하여 점진적 인상

○ 하계 에너지복지 지원을 위해 에너지바우처 지원을 하절기로 확대하고 난방 위주의 효율개선 사업도 냉방효율개선으로 확장

○ 저소득층 가구의 에너지 사용환경에 적합한 재생에너지 보급 및 효율개선 신기술 적용 등 기술을 활용한 복지사업 시행

* 소형 태양광발전시스템, 공기순환 리모델링시스템 등 에너지R&D 결과 적용

○ 낙후된 농어촌(군·면·마을)과 사회복지시설에 도시가스 보급을 확대하되 사업성 확보가 어려운 경우 LPG 배관망 구축*을 확대하여 저렴하고 사용이 편리한 취사·난방용 연료 공급

* (군단위) 13개군 39,853세대, (면단위) 740개소 143,849세대(잠정), (마을단위) 4,000개소 206,157세대(잠정), (사회복지시설) 2,642개소

□ 에너지복지 지원체계 효율화

○ 기초자치단체별 수급자의 에너지원·사용량·주거형태 등을 파악하고, 사회보장정보시스템과 연계한 관리체계 구축

* 기관별로 구축된 지원대상자 현황을 일괄적으로 파악·분석하는 통합 D/B 구축

○ 에너지복지 사업별 체계적인 사업평가를 위해 수급자의 에너지 비용 절감 및 소비효율 개선 등 성과평가체계 구축

○ 정부지원이 미치지 못하는 복지 사각지대를 위해 민간 기부 재원을 활용하는 등 참여복지 활성화

○ 여러 기관의 다양한 에너지복지 지원사업이 효율적·체계적으로 이행될 수 있도록 기관 간 협력 강화

[참고 1] 2040년 에너지 기준수요 및 목표수요 전망 결과

◇ (기준수요) 인구 및 경제성장 전제 하에서 현재의 기술발전, 소비행태 변화, 정책 등이 지속될 경우 예상되는 미래의 에너지 수요 전망치

◇ (목표수요) 기준년도('17년) 시점에서 실행되지 않은 정책과 제3차 에기본의 신규 수요관리 시책이 실현될 경우 예상되는 에너지 수요

< '40년 기준수요와 목표수요 비교(원료용 제외 기준) >

구분	기준수요	목표수요	감축률
주요 지표			
최종 소비 (백만toe)	211.0	176.6	16.3%
최종 소비 원단위 (toe/백만원)	0.087	0.072	16.3%
1인당 최종 소비 (toe/명)	4.041	3.383	16.3%
원별 최종소비			
석탄	39.0	32.4	17.1%
석유(원료용 제외)	57.1	44.5	22.1%
도시가스	30.5	24.2	20.8%
전력	61.8	48.3	21.9%
열에너지	2.67	1.7	33.6%
신재생	19.9	25.5	△28.3%
부문별 최종소비			
산업	113.3	98.2	13.4%
가정	21.9	19.5	10.0%
상업	23.9	19.0	20.3%
공공	8.0	6.5	19.0%
수송	43.8	33.3	24.0%

< 기준수요 주요 지표: 원료용 제외 >

구분	'17년	'30년	'40년	연평균 증가율	
				'17-'30	'30-'40
주요 지표					
최종 소비 (백만toe)	176.0	204.9	211.0	1.18%	0.259%
최종 소비 원단위 (toe/백만원)	0.113	0.096	0.087	△1.24%	△1.05%
1인당 최종 소비 (toe/명)	3.421	3.870	4.041	0.95%	0.43%
원별 최종소비					
석탄 (점유율 %)	33.2 (18.9%)	39.7 (19.4%)	39.0 (18.5%)	1.39%	△0.17%
석유	61.4 (34.9%)	61.0 (29.7%)	57.1 (27.1%)	△0.06%	△0.65%
도시가스	23.7 (13.5%)	28.8 (14.0%)	30.5 (14.5%)	1.50%	△0.60%
전력	43.7 (24.8%)	56.1 (27.4%)	61.8 (29.3%)	1.94%	0.98%
열에너지	2.3 (1.3%)	2.5 (1.2%)	2.6 (1.2%)	0.72%	0.38%
신재생	11.8 (6.7%)	16.9 (8.3%)	19.9 (9.4%)	2.84%	1.63%
부문별 최종소비					
산업 (점유율 %)	87.4 (49.6%)	107.1 (52.3%)	113.3 (53.7%)	1.58%	0.57%
가정	22.2 (12.6%)	21.9 (10.7%)	21.9 (10.4%)	△0.09%	△0.01%
상업	17.6 (10.0%)	22.1 (10.8%)	23.9 (11.3%)	1.77%	0.80%
공공	6.4 (3.6%)	7.6 (3.7%)	8.0 (3.8%)	1.38%	0.54%
수송	42.5 (24.2%)	46.2 (22.6%)	43.8 (20.8%)	0.64%	△0.53%

* 원료용 소비는 석유화학의 원료로 사용되는 납사 소비

< 기준수요 주요 지표: 원료용 포함 >

구분	'17년	'30년	'40년	연평균 증가율	
				`17-`30	`30-`40
주요 지표					
최종 소비 (백만toe)	232.2	271.4	278.2	1.21%	0.25%
최종 소비 원단위 (toe/백만원)	0.149	0.127	0.114	△1.21%	△1.10%
1인당 최종 소비 (toe/명)	4.513	5.126	5.330	0.98%	0.39%
원별 최종소비					
석탄 (점유율 %)	33.2 (14.3%)	39.7 (14.6%)	39.0 (14.0%)	1.39%	△0.17%
석유	117.6 (50.6%)	127.4 (47.0%)	124.4 (44.7%)	△0.58%	△0.49%
도시가스	23.7 (10.2%)	28.8 (10.6%)	30.5 (11.0%)	1.50%	△0.60%
전력	43.7 (18.8%)	56.1 (20.7%)	61.8 (22.2%)	1.94%	0.98%
열에너지	2.3 (1.0%)	2.5 (0.9%)	2.6 (0.9%)	0.72%	0.38%
신재생	11.8 (5.1%)	16.9 (6.2%)	19.9 (7.1%)	2.84%	1.63%
부문별 최종소비					
산업 (점유율 %)	143.5 (61.8%)	173.6 (64.0%)	180.6 (64.9%)	1.47%	0.40%
가정	22.1 (9.5%)	21.9 (8.1%)	21.9 (7.9%)	△0.09%	△0.01%
상업	17.6 (7.6%)	22.1 (8.1%)	23.9 (8.6%)	1.77%	0.80%
공공	6.4 (2.7%)	7.6 (2.8%)	8.0 (2.8%)	1.38%	0.54%
수송	42.5 (18.3%)	46.2 (17.0%)	43.8 (15.8%)	0.64%	△0.53%

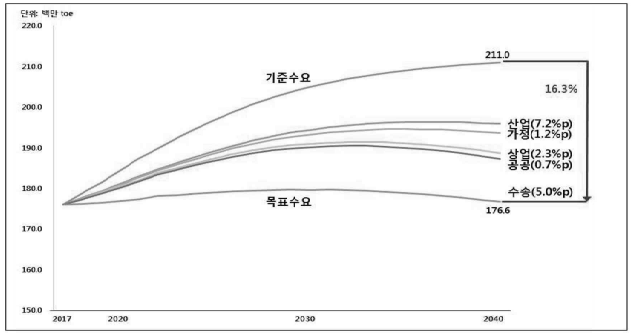
<목표수요 주요 지표: 원료용 제외>

구분	'17년	'30년	'40년	연평균 증가율	
				`17-`30	`30-`40
목표수요					
최종 소비 (백만toe)	176.0	179.5	176.6	0.15%	△0.16%
절감률	-	△12.4%	△16.3%	-	-
최종 소비 원단위 (toe/백만원)	0.113	0.084	0.072	△2.24%	△1.50%
1인당 최종 소비 (toe/명)	3.421	3.391	3.383	△0.07%	△0.02%
원별 최종소비 목표					
석탄 (점유율 %)	33.2 (18.9%)	32.9 (18.3%)	32.4 (18.3%)	△0.1%	△0.2%
석유	61.4 (34.9%)	49.4 (27.5%)	44.5 (25.2%)	△1.7%	△1.0%
도시가스	23.7 (13.5%)	25.5 (14.2%)	24.2 (13.7%)	0.6%	△0.5%
전력	43.7 (24.8%)	49.2 (27.4%)	48.3 (27.3%)	0.9%	△0.2%
열에너지	2.3 (1.3%)	2.1 (1.2%)	1.7 (1.0%)	△0.5%	△2.1%
신재생	11.8 (6.7%)	20.4 (11.4%)	25.5 (14.5%)	4.3%	2.3%
부문별 최종소비 목표					
산업 (점유율 %)	87.4 (49.6%)	96.5 (53.7%)	98.2 (55.6%)	0.8%	0.2%
가정	22.2 (12.6%)	20.7 (11.6%)	19.5 (11.1%)	△0.5%	△0.6%
상업	17.6 (10.0%)	19.7 (11.0%)	19.0 (10.8%)	0.9%	△0.4%
공공	6.4 (3.6%)	6.8 (3.8%)	6.5 (3.7%)	0.5%	△0.4%
수송	42.5 (24.2%)	35.7 (19.9%)	33.3 (18.9%)	△1.3%	△0.7%

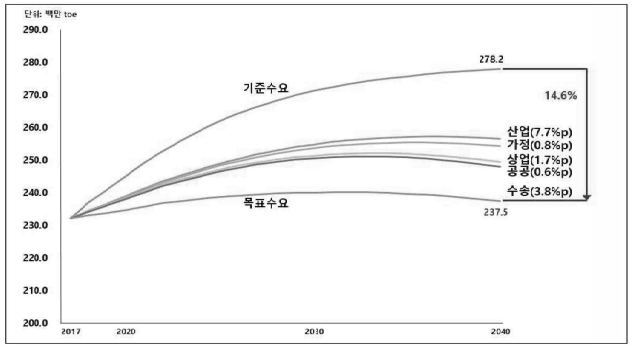
<목표수요 주요 지표: 원료용 포함>

구분	'17년	'30년	'40년	연평균 증가율	
				`17-`30	`30-`40
목표수요					
최종 소비 (백만toe)	232.2	240.1	237.5	0.26%	△0.11%
절감률	-	△11.5%	△14.6%	-	-
최종 소비 원단위 (toe/백만원)	0.149	0.113	0.097	△2.13%	△1.45%
1인당 최종 소비 (toe/명)	4.513	4.536	4.550	0.04%	0.03%
원별 최종소비 목표					
석탄 (점유율 %)	33.2 (14.3%)	32.9 (13.7%)	32.4 (13.6%)	△0.07%	△0.16%
석유	117.6 (50.6%)	110.0 (45.8%)	105.4 (44.4%)	△0.51%	△0.43%
도시가스	23.7 (10.2%)	25.5 (10.6%)	24.2 (10.2%)	0.56%	△0.51%
전력	43.7 (18.8%)	49.2 (20.5%)	49.3 (20.3%)	0.92%	△0.19%
열에너지	2.3 (1.0%)	2.1 (0.9%)	1.7 (0.7%)	△0.54%	△2.07%
신재생	11.8 (5.1%)	20.4 (8.5%)	25.5 (10.7%)	4.33%	2.26%
부문별 최종소비 목표					
산업 (점유율 %)	143.5 (61.8%)	157.1 (65.4%)	159.1 (67.0%)	0.70%	0.13%
가정	22.2 (9.5%)	20.7 (8.6%)	19.5 (8.2%)	△0.51%	△0.59%
상업	17.6 (7.6%)	19.7 (8.2%)	19.0 (8.0%)	0.91%	△0.36%
공공	6.4 (2.7%)	6.8 (2.8%)	6.5 (2.7%)	0.50%	△0.43%
수송	42.5 (18.3%)	35.7 (14.9%)	33.3 (14.09%)	△1.33%	△0.71%

<부문별 절감 기여도: 원료용 제외>



<부문별 절감 기여도: 원료용 포함>



[참고 2] 4차 산업혁명이 에너지 수요에 미치는 영향 분석

◇ 4차 산업혁명은 5대 요소기술* 간 연계를 통해 산업과 사회의 각 부문이 빠르게 디지털화되어 생산성 향상, 사업모델 혁신, 소비자 편익 증대가 일어나는 현상

* 5대 요소기술: 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 로봇

◇ 4차 산업혁명 시대에는 ICT-에너지시스템 간 융합과 전력화 현상이 심화

□ 정부계획 및 4차 산업혁명에 따른 스마트인프라 확산의 요소별 효과(전기차, EMS 등)를 분석한 선행연구를 종합 검토하여 4차 산업혁명이 에너지 최종 소비에 미치는 영향을 추정

□ 4차 산업혁명은 에너지 수요의 증가와 감소 요인으로 동시에 작용

○ 4차 산업혁명 관련 재화·서비스 생산과 소비가 증가하면서 에너지 수요 확대

* 전기차, IoT 확산, 로봇, 데이터 센터 확대 등

○ 4차 산업혁명 요소기술이 생산·소비의 효율성 제고에 활용되어 에너지수요 감소에 기여

* 스마트공장, (B/H)EMS, AMI 등

□ '40년 기준으로 4차 산업혁명은 최종 소비를 순 감소*시킬 전망

* '40년 기준으로 0.9백만toe 감소 예상

○ 절감은 모든 에너지원에서 발생하는 반면, 증가는 주로 전력 분야에서 일어날 것으로 예상

○ 전력 분야에서도 4차 산업혁명에 따른 수요 감소분이 증가분을 약 0.4백만toe 상회하여 전력 수요의 순 감소 유발 예상

□ 본 분석은 에너지경제연구원의 기초작업 후 3차 에너지기본계획 워킹그룹의 검증·분석을 거친 내용이며, 4차 산업혁명의 정의 및 전망방법이 분석기관 마다 상이할 수 있어, 활용에 주의 필요

[참고 3] 2040년 재생에너지 보급 시나리오별 분석 결과

□ 분석 개요

○ 검토기관 : 워킹그룹 및 에경연·에기연·에공단·한전·거래소 등

○ 검토내용 : 보급잠재량 및 출력변동성 영향, 계통보강 필요성 등

○ 가정 및 한계

- 분석 기간은 '30~'40년('30년 재생에너지 발전비중 20% 달성 가정)
- 현재의 시장제도 및 계통운영 시스템이 유지되고, 예측할 수 없는 미래의 불확실성은 없다는 조건(예, 미래출력 예측 가능) 하에 분석
- 주민 수용성 확보, 재생에너지 발전설비의 지역 분포 등 추가적인 고려요인은 본 검토과정에서 분석의 한계상 미 포함(추가검토 필요)

□ 분석 결과

○ 보급 잠재량 : 모든 시나리오(4025/4030/4040)에서 잠재량은 충분

○ 출력 변동성 : 재생에너지 출력 급감시를 대비한 백업설비, 출력 급증시 ESS 추가 및 출력제한(curtailment) 필요

* 가스터빈 및 ESS 설비 투자 필요 (예 : 4040 시나리오는 4025 시나리오에 배해 가스터빈 설비는 2.5배 이상, 상당한 ESS 설비투자 필요 (일부 출력제한 가정))

○ 송·배전 투자 : 계통 유연성 확보, 공용망 보강, 지역간 전력융통 등을 위해 대규모 전력계통 보강 필요

* 3020에서는 기 설치된 송변전 설비를 충분히 활용하였으나, 4040 시나리오의 경우 기존 설비가 포화되면서 신규설비 건설 필요성 확대