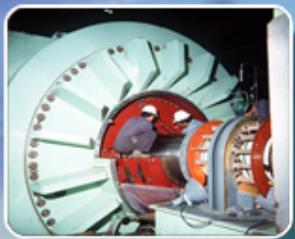


에너지경제연구원 개원 29주년 기념 세미나 기조 발표

한국의 에너지정책과 원전의 역할

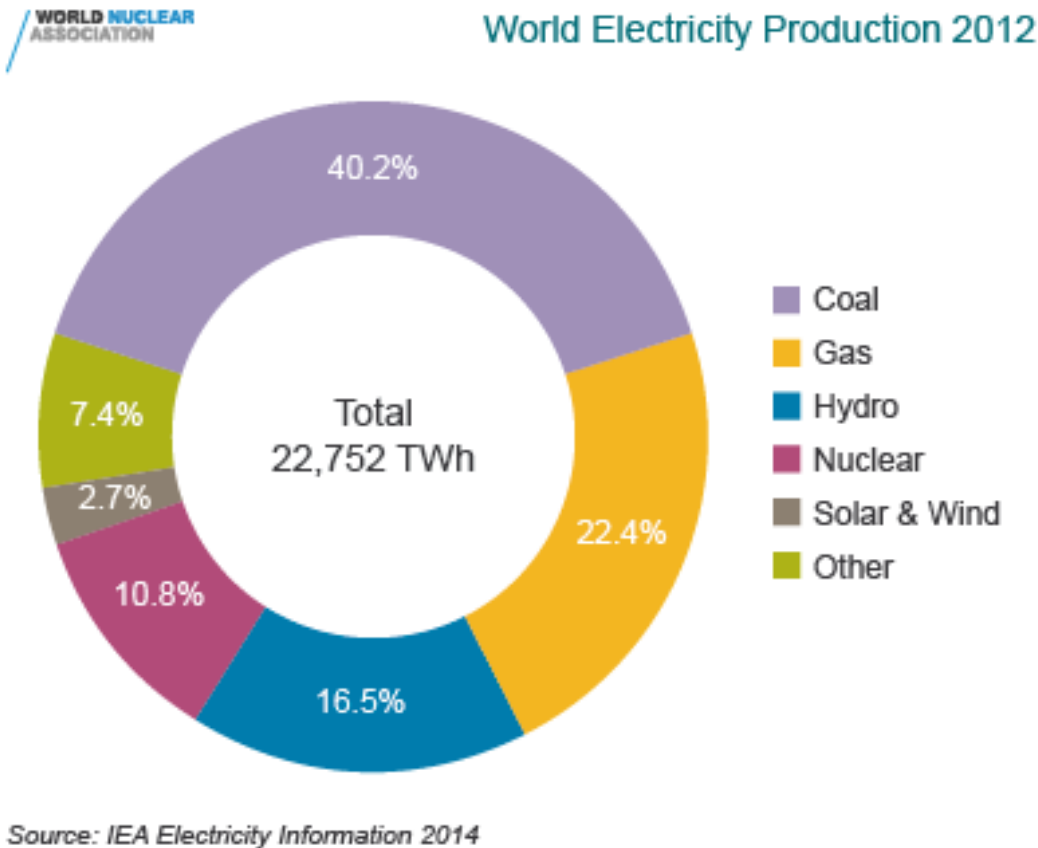
2015. 9.

신정식



세계 원자력발전 현황

< 세계 2012년 발전량의 원별 구성 >



국가별 원자력발전량 비중

비중	주요 국가
3/4	프랑스
1/3	벨기에, 체코, 핀란드, 헝가리, 슬로바키아, 스웨덴, 스위스, 슬로베니아, 우크라이나, 한국, 불가리아
1/5	미국, 영국, 스페인, 루마니아, 러시아
1/10	이탈리아, 덴마크

자료: WNA, 2015.2

*** 현재 16개 국가가 원자력발전 비중이 자국 발전량의 1/4 이상**

세계 원자력발전 현황

- 후쿠시마 사고 이후 세계 각국은 자국 원자력 정책을 전면 재검토하였고 독일, 스위스, 이태리, 벨기에 등의 국가들은 원전 축소 및 폐지를 결정하였음.
- 그러나 원전을 추진 중이던 대부분의 국가들은 자국 내 원전에 대한 안전성 평가 후 에너지 수급 여건, 전력 수요 증가 대응, 환경·경제적인 이유로 기존의 원전 정책을 유지, 확대하려는 경향을 보이고 있음.

< 주요국 원전 운영, 건설, 계획 현황 (2015.8월 현재) >

구분		운영 중		건설 중		계획 중	
		기수	용량(MW)	기수	용량(MW)	기수	용량(MW)
합계		436	378,995	67	70,107	166	186,704
주요국	한국	24	21,716	4	5,600	8	11,600
	미국	99	99,792	5	6,018	5	6,063
	프랑스	58	64,130	1	1,750	-	-
	영국	16	9,373	-	-	4	6,680
	독일	8	10,728	-	-	-	-
	러시아	34	25,264	9	7,968	31	33,264
	중국	26	23,144	25	27,393	43	49,970
	인도	21	5,302	6	4,300	22	21,300
	일본	43	40,480	3	3,036	9	12,947

국내 원자력발전 성장

❖ 해방 당시, 남한의 발전설비는 남북한 전체 설비의 11.5%에 불과

- 당시, 남북한의 총 발전설비용량은 172.3만kW(수력: 91.5%, 화력 8.5%)
- 남한의 발전설비는 19.8만kW(수력 6.2kW, 화력 13.6만kW)

❖ 1950년대

- 한국전쟁 발발로 남한의 주요 산업시설 파괴
- 전쟁직후 남한의 에너지공급은 장작과 숯 등 신탄(薪炭)이 50% 정도 차지
 - ※ 해방 전 주요 에너지공급처였던 탄광과 발전설비의 80%가 북한에 위치
- 유류는 해외 원조로 조달, 전력공급도 시설파괴로 제한 송전

❖ 1960년대 최대과제는 빈곤의 해결과 에너지의 안정적 공급

- 제1차 경제개발 5개년 계획(1962~1966년): 수입대체산업 육성
- 제2차 경제개발 5개년 계획(1967~1971년): 중화학공업 육성

국내 원자력발전 성장

중화학공업육성을 표방한 2차 경제개발 기간 중 발전설비 대폭 증가

- 2차 기간 중 연평균 설비증가율 27.9%
- 1인당 전력생산량: 1962년 75kW, 1971년 321kW(1962년 대비 4.3배 증가)

제1, 2차 경제개발 5개년계획 기간 중 국내 발전설비 증가

구 분	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
발전설비용량 계, 천 kW	434	465	597	769	769	917	1,274	1,636	2,508	2,628
발전설비증가율, %	18.3	7.1	28.4	28.8	0	19.2	38.9	28.4	53.3	4.8
총 발전량, MWh	1,979	2,236	2,700	3,250	3,886	4,913	6,026	7,700	9,167	10,540
총발전량증가율, %	11.6	13.0	20.8	20.4	19.6	26.4	22.7	27.8	19.1	15.0
인당 전력생산량, kWh	75	82	96	113	132	163	195	244	284	321

자료: 한국동력자원연구소, 에너지통계연보, 1984.

2차 기간 중 석유 발전 급증 [석유발전설비 비중: '67년 14.4%, '71년 61.3%]

- 1960년대 중반, 연탄파동으로 주유종탄(主油從炭) 정책 시행

* 1966년 연탄파동(한파로 수송망 동결) 이후 정부는 무연탄 위주의 난방용 연료를 유류로 전환하고 무연탄발전소, 정부구매무연탄, 철도수송용탄도 모두 디젤로 전환

국내 원자력발전 성장

❏ 1970년대 초 메이저의 위세 약화, OPEC[석유수출국기구] 지위 향상

- 1970년대 초 석유시장은 메이저와 산유국간의 협정에 따라 쌍방과점 형식으로 유지

❏ 1973년 제4차 중동전쟁 발발로 1차 석유위기

- 제4차 중동전쟁에서 미국의 지원을 받은 이스라엘이 승리
- OPEC은 원유 감산, 미국과 친미서방국에 석유수출 금지 결의
- 유가의 폭등과 세계적인 자원민족주의 확산

❏ 1978년 이란 회교혁명을 계기로 2차 석유위기

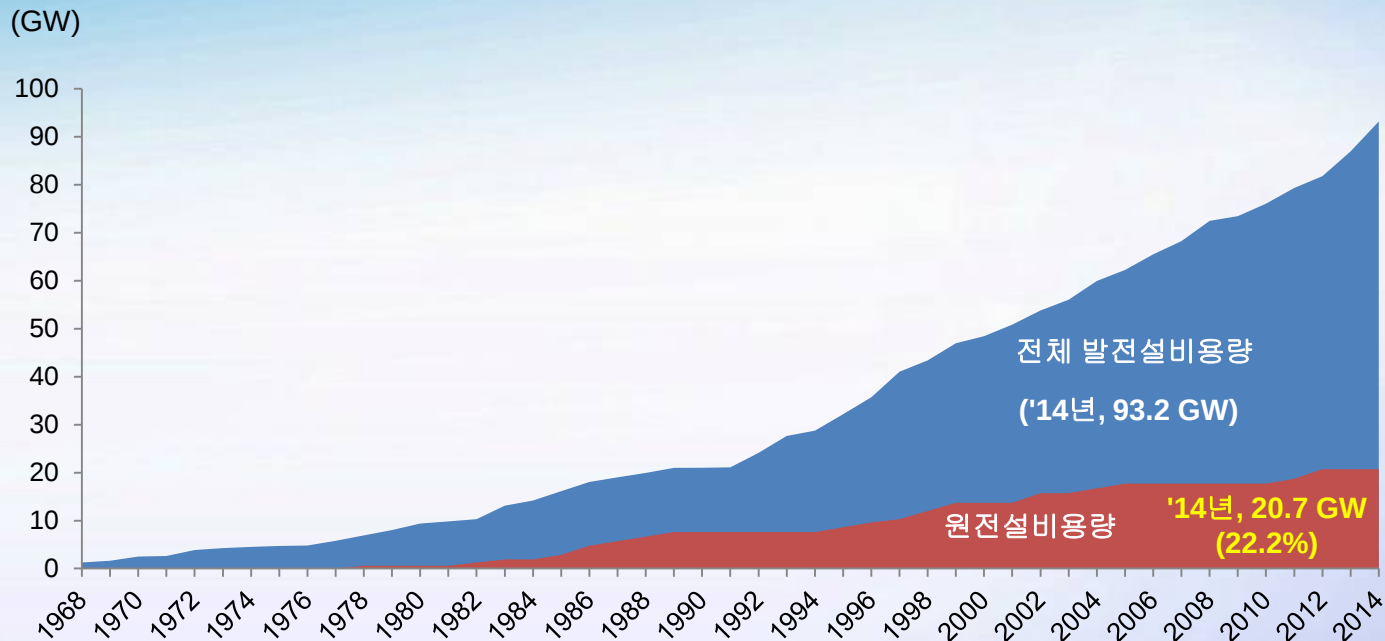
- 1978년 12월말 이란 회교정부, 전면적인 석유수출중단 선언
 - ※ 이란은 당시 세계 석유공급의 약 10% 담당(하루 최대 630만 배럴 생산, 550만 배럴 수출)
- 석유업체의 원유매점 쟁탈전 및 각국의 석유 비축 확대로 유가 폭등

❏ 탈석유정책 추진과 함께 원자력발전소의 연차적 완공

- 총에너지소비에서 석유 비중, 1978년 63.3%를 정점으로 점차 감소

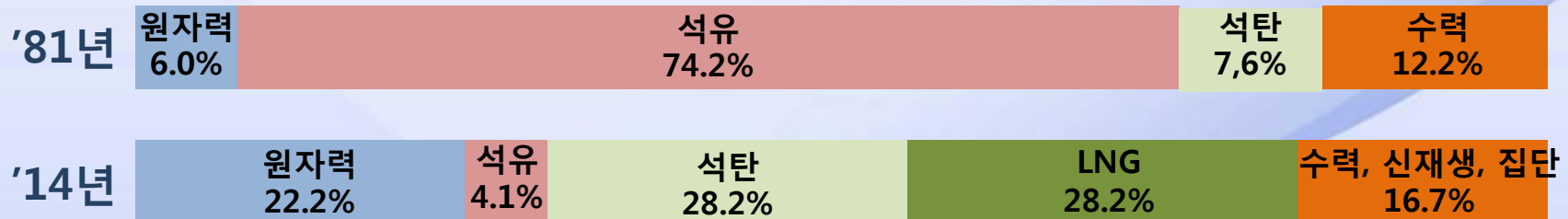
국내 원자력발전 성장

원자력발전의 설비비중 변화 ('81년 6.0% → '14년 22.2%)



자료: 한국전력통계

전원구성 변화



국내 원자력발전 성장

- 외국으로부터 기술도입단계를 거쳐 단기간에 기술자립 및 국산화

1970년대

외국기술 의존

(외국기업에
일괄 발주)



고리 1, 2호기
월성 1호기

1980년대

기술 습득

(외국기업에
분할 발주)



고리3,4호기
영광1,2호기

1990년대

**한국표준형
(OPR1000)
개발('87~'95)**



영광3,4,5,6호기
울진3,4,5,6호기

2000년대

**신형 원자로
(APR1400)
개발('92~'02)**



신고리3,4호기

- 2009.12. UAE 원전 수주(400억 달러 규모): 미국, 러시아, 프랑스, 일본에 이어 다섯 번째 원전 수출국으로 발돋움
- 2014.8. APR+ 표준설계인가 획득: 2015년까지 표준설계심사 후속조치 및 최초호기 건설을 위한 설계최적화 예정

원자력발전의 필요성

에너지 안보

- 에너지 수입의존도('14년): 95.7%
 - 석유, 천연가스, 석탄 등 화석연료는 매장량 한계
 - 확인매장량 기준 석유 41.6년, 천연가스 60.3년, 석탄 133년 (자료: BP)
 - 화석연료는 지역적 편재로 공급불안 요인이 상존
 - 70년대 두 차례의 석유파동, 걸프전쟁 등 에너지 자원의 무기화
- ※ 세계 우라늄 매장은 비교적 고르게 분포되어 있고, 장기계약에 의해 개발 및 수입되고 있기 때문에 공급안정성 측면에서 유리
- 연료소요량 측면에서도 원전은 화력발전에 비해 적은 물량으로 대처 가능
(장기적 비축 운영 가능)

<1,000MW 발전소 1년 가동에 필요한 연료량(톤)>

원자력	LNG	석유	석탄
			
30 Tons	110만톤	150만톤	220만톤

원자력발전의 필요성

● 경제성

- 고유가 상시화 등 높은 화석연료 가격은 경제전반에 큰 부담으로 작용, 원전은 낮은 연료비 비중으로 발전단가가 비교적 낮은 편

< 전원별 균등화 발전비용(원/kWh) >

(이용률: 90%)

구 분	원자력		석 탄		LNG	
용량(만kW)	100	140	50	100	40	80
사후처리비 인상분('12) 반영 전	47.08	42.06				
사후처리비 인상분 반영 후	48.15(+1.08)	43.02(+0.95)	65.1	61.9	125.2	117.8
사후처리비인상분+ 원전사고위험대응비용 +원전정책비용 등	49.95-53.90	44.82-48.77				

주: 전력시장 정산단가('13년, 원/kWh): 원전 39.1, 석탄 58.7, 가스 158.52

자료: 제2차 에너지기본계획, 2014.1

- 현시점에서 원전 140만kW 1기가 가스발전소로 대체될 경우
발전비용의 약 2%의 비용부담 증가액 (연간 7,400억원, 정산단가 기준으로 1조 수준)

원자력발전의 필요성

● 환경성

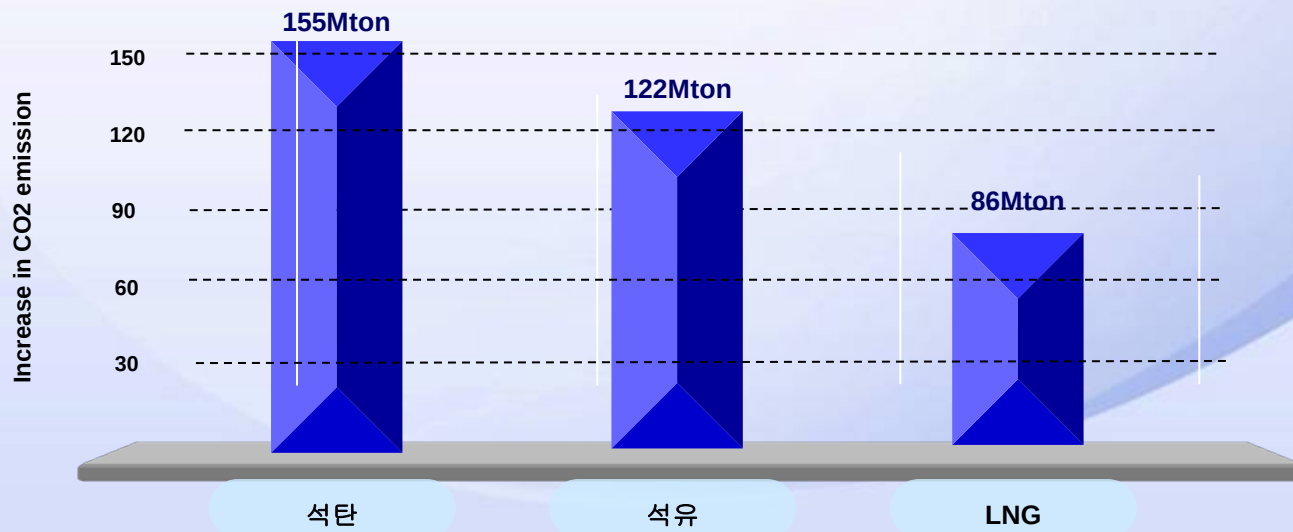
- 원자력발전은 온실가스 배출량이 거의 없는 전원으로서 석탄발전 대비 1% 수준

< 전원별 온실가스 배출량 >

구 분	석탄	석유	LNG	태양광	풍력	원자력
배출량(g/kWh)	991	782	549	57	14	10

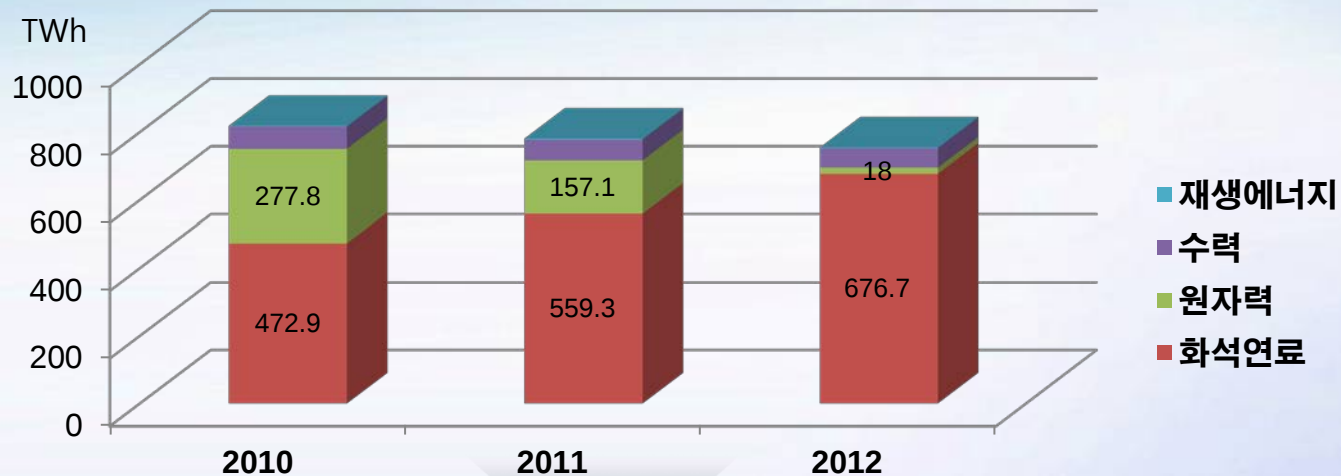
자료: IAEA

< '14년 원자력발전량 156.4TWh을 석탄, 석유, LNG 대체 시 온실가스 배출 증가량 >



일본 사례

- 후쿠시마 전, 후 일본 전원별 발전량 추이
(원전비중: '10년 34.0% → '12년 2.4%)



주요 영향

- 전기요금: 19.4% ↑(가정용), 28.4% ↑(산업용)
- 발전부문 온실가스 배출량: 11.2 백만톤 ↑
- 무역수지: 6.6조엔('10년) → △6.9조엔('12년)

일본 사례

- 센다이원전 재가동('15.8.11)으로 약 2년 만에 원전제로 상황 종료
 - 2013년 7월 원전 안전대책을 강화한 신규제기준 실행 이후 최초의 재가동
 - 원전발전량을 현재 거의 제로 수준에서 2030년까지 20~22%로 확대
(후쿠시마 이전인 2010년 에너지기본계획 당시에는 원전 발전비중을 45%로 설정)

< 일본 원전 재가동 현황('15.8.11 현재)>

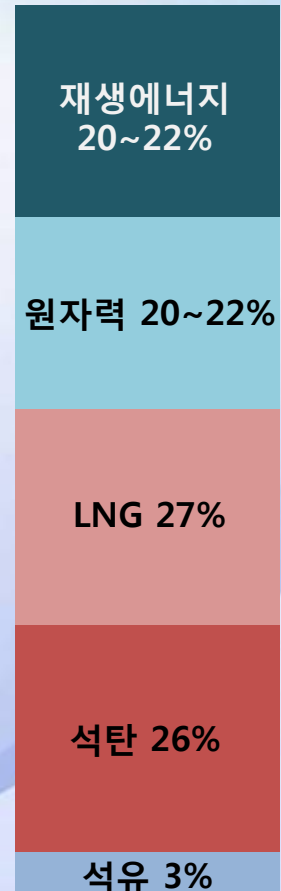
회사명	원자로	재가동 상황
규슈전력	센다이 1호기	8월 11일 재가동
	센다이 2호기	이르면 10월 중순 재가동 전망
간사이전력	다카하마원전 3,4호기	원전 재가동 금지 가처분 결정으로 재가동 시기 불투명
시코쿠전력	이카타원전 3호기	이르면 올 겨울 재가동 전망
규슈전력	겐카이원전 3,4호기	안전심사 합격 전망
간사이전력	오이원전 3,4호기	안전심사 합격 전망

자료: 일본 경제산업성

일본의 '30년
발전량 구성

총발전량: 1,065 Twh

전원믹스 수립
기본 원칙
1) 안전성
2) 안정 공급
3) 경제성
4) 친환경성

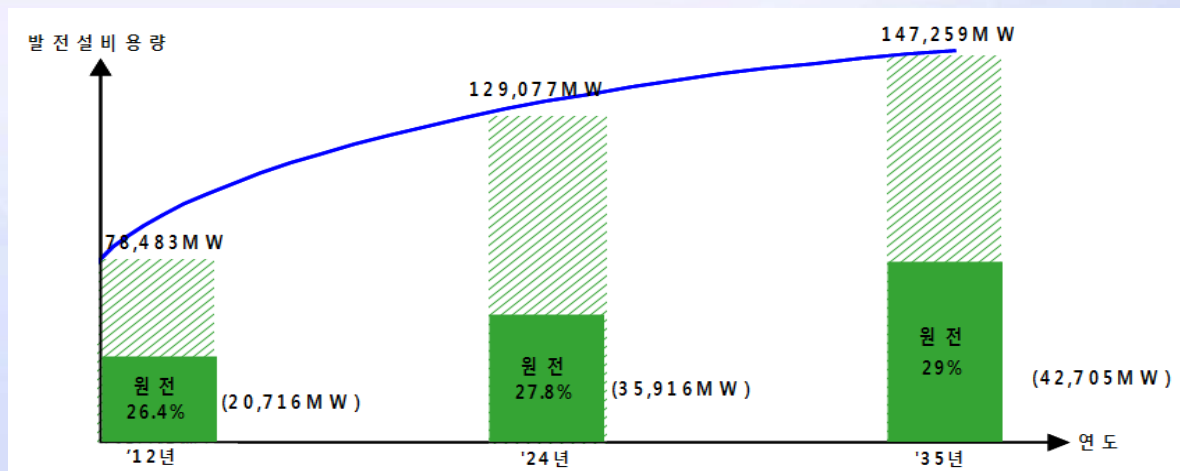


자료: 일본 경제산업성,
2015.7.16.

국내 에너지정책에서의 원자력

제2차 에너지기본계획(2014.1)

- 1차 계획 당시에는 저탄소 에너지원인 원전을 최대한 확대하기 위해 전력의 최소부하까지는 모두 원전으로 운영 (설비비중 41%)
- 워킹그룹은 전력수요·국민수용성·계통안정성 등의 여건변화를 고려하여, 1차계획의 41%를 하향조정할 것을 권고 (22 ~ 29%)
- 그러나 에너지를 전량 수입하는 상황에서 **에너지 안보, 산업경쟁력, 온실가스 감축 등에서 원전이 담당하고 있는 역할을 대체할 대안은 없는 상황**
- 현시점에서 원전비중의 급격한 축소는 바람직하지 않으며, 워킹그룹 권고안을 존중하여 **29% 수준으로 결정**



국내 에너지정책에서의 원자력

포스트2020 온실가스 감축목표(2015.6)

2030년 배출전망치
(BAU, 8억5,060만t) 대비 감축 비율

총감축목표 37%

국내 감축분 25.7%

해외 감축분 11.3%

- '37% 감축'을 위한 정부의 세부 계획안은
2016년에 나올 예정

- 온실가스 감축에 있어 원전의 역할이 강조될
것으로 전망됨

< 온실가스 배출전망(BAU) >

구분 (단위 : 백만톤)	2013	2020	2025	2030	연평균증가율(%)	
					'13 ~ '20	'13 ~ '30
에너지부문	592.2	677.5	700.5	738.9	1.94	1.32
전환부문	233.4	295.5	303.9	333.1	3.43	2.11
비에너지 부문	87.7	104.9	109.1	111.7	2.59	1.43
총계	679.8	782.5	809.7	850.6	2.03	1.33

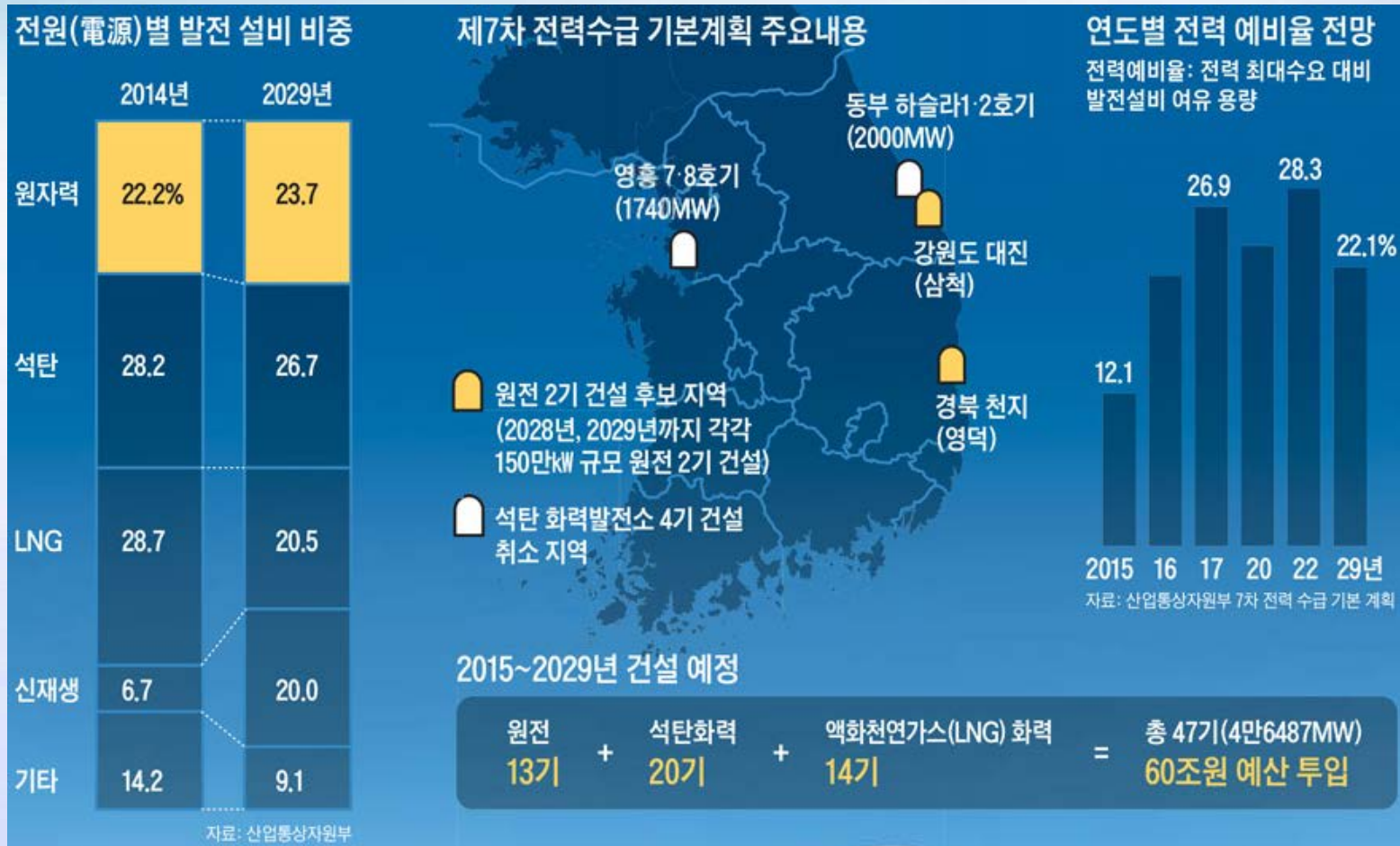
2030년 전원구성에서 원전
1기(1.5GW)가 화석연료
전원을 대체함으로써 얻는
온실가스 감축 효과:

약 700만톤
(에너지부문 CO₂의 약 1%,
전환부문 CO₂의 약 2%)

국내 에너지정책에서의 원자력

제7차 전력수급기본계획(2015.7)

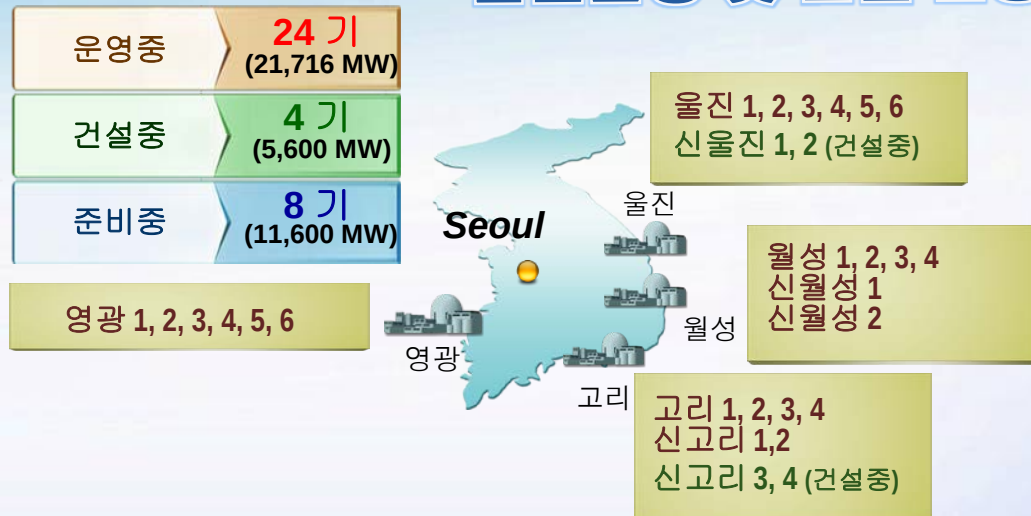
- 에너지기본계획, 포스트2020 감축목표를 반영하여 원전 추가 건설 결정



원자력정책 주요 현안 및 과제

안전관리 강화 및 국민 신뢰 회복

원전운영 및 건설 현황



국민불신 증대

- 후쿠시마 원전사고
- 고리1호기 정전 은폐사건
- 원전부품 납품비리 등

향후 정책방향

- 원전 안전성 강화
- 정비 및 부품 품질관리 강화
 - ✓ 계획예방정비 확대, 구매 및 품질관리 시스템 개선
- 소통과 상생, 투명성 제고
 - ✓ 투명한 정보공개, 주민참여형 원전운영협의회 구성

원자력정책 주요 현안 및 과제

사용후핵연료



기본방향

- 2019년 월성원전을 시작으로 순차적으로 포화 전망
(현재 임시저장 중)
 - 예상포화년도(조밀저장대 내부 설치시): 월성 2019년, 한빛 2024년, 한울 2026년, 고리 2028년, 신월성 2038년
 - 안전성 최우선, 국민적 공감대 하 추진
 - 중단기/장기 관리대책 구분, 순차 추진
 - 지속가능한 유치지역 지원대책 마련

- 사용후핵연료 공론화위원회 권고안: 5년 후 부지 혹은 부지 조건 유사한 지역 선정 후 선정된 부지에 대해 지하연구소 설치 및 운영 권고('15.6)



원자력정책 주요 현안 및 과제

폐로 대응

- 장기 운전 원전에 대한 폐로 대응 필요

- 현재 가동 중인 440여개 원전 중 431개가 2050년까지 수명이 다해 해체되어야 할 것으로 추산(IAEA)

< 기간별 설계수명 완료 상용원자로 기수 >

구 분	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	총계
세계(기)	142	205	52	32	431
한국(기)	1	11	4	5	21

자료: IAEA, KHNP

- 제도 개선, 기술 개발, 자원 마련 및 운영 준비 필요

- (제도) 해체 계획서 제출 이외 규제 요건, 기준 구체화 수준 미흡
- (기술) 기초, 원전 성격의 요소 기술 중심 개발로 실제 해체를 고려한 엔지니어링 기술 및 전문인력 부족
- (자원) 해체 비용 운영의 전략, 조직, 실행 관리 역할이 불명확

원자력정책 주요 현안 및 과제

해외진출 지원

- UAE에 원전 4기 수출('09년말)
 - ✓ 경제파급효과: 원전4기 186억불, 생산유발효과 23조원, 연인원 12만명 고용창출
 - ✓ 원전운영, 핵연료 공급시 향후 60년간 200억불 추가 수주
- 한국형 원전 해외인지도 상승, 중동·아시아 등 신규발주 물량 증가 예상

향후 정책방향

- 원전도입국 맞춤형 원전플랜트 수주전략 수립·추진
- 대기업 주도의 플랜트수출 외, 중소기업 주도 기자재 틈새시장 진출
- 원전건설·운영에 필요한 전문인력 적기 확보
 - ✓ 단기 인력수요 대응 전문인력 공급 확대
 - ✓ 세계 원전산업 선도를 위해 중장기 고급전문인력 양성기반 구축

감사합니다

