



원전산업 정책방향

2016. 5



산업통상자원부
MINISTRY OF
TRADE, INDUSTRY & ENERGY



목 차

I. 우리나라 원전 현황

- ① 발전사
- ② 산업현황
- ③ 국민경제 기여

2. 주요 추진실적

- ① 원전비중 결정
- ② 신규 원전 건설
- ③ 원전 안전 운영
- ④ 후행핵주기 관리
- ⑤ 국제협력 강화

3. 대내외 여건 변화

<고려요소 I>

- ① 온실가스 감축

- ② 신규 전력수요(예:전기차)

- ③ 에너지 안보

<고려요소 II>

- a 전력수요 둔화

- b 원전 안전

- c 원전갈등 심화

- d 에너지원간 경쟁

- e 글로벌 수출 경쟁

4. 향후 시사점

- ① 전주기 혁신

- ② 수요 혁신

- ③ 거버넌스 혁신

- ④ 소통 혁신



우리나라 원전 현황



① 원자력의 발전사



1950년대 원자력 不毛地에서 원전수출 등 비약적으로 발전

원자력 태동기

- 원자력협정('56)
- IAEA 가입('57)
- 원자력법 제정공포('58)
- 원자력원('59) 및 원자력연구소설립('59)

기술 자립기

- 고리원전 계약체결('70) 및 상업운전시작('78)
- 핵연료 국산화('87)
- 연구용 하나로 준공('95)
- OPR1000('95) 및 APRI400('02) 개발

기술 도약기

- 방폐장 선정('05)
- 원전이용률 세계 3위('06)
- UAE 상용원전 수출('09)
- 원전기술 자립('12)
- SMART 사우디 수출('15)

① 원자력의 발전사



정부, 원자력계, 국민 '한'마음 '한'뜻 으로 원자력에 기대

정 부



정부 주도의 원전정책 추진

* 고리I호기: '71년 1,560억원
(GDP 5%, 경부고속도로 420억원))

원자력계



원자력계 열정과 헌신

* 국내 최초 국비유학생: 원자력 분야
* 원자력 기술 조기 자립화

국 민



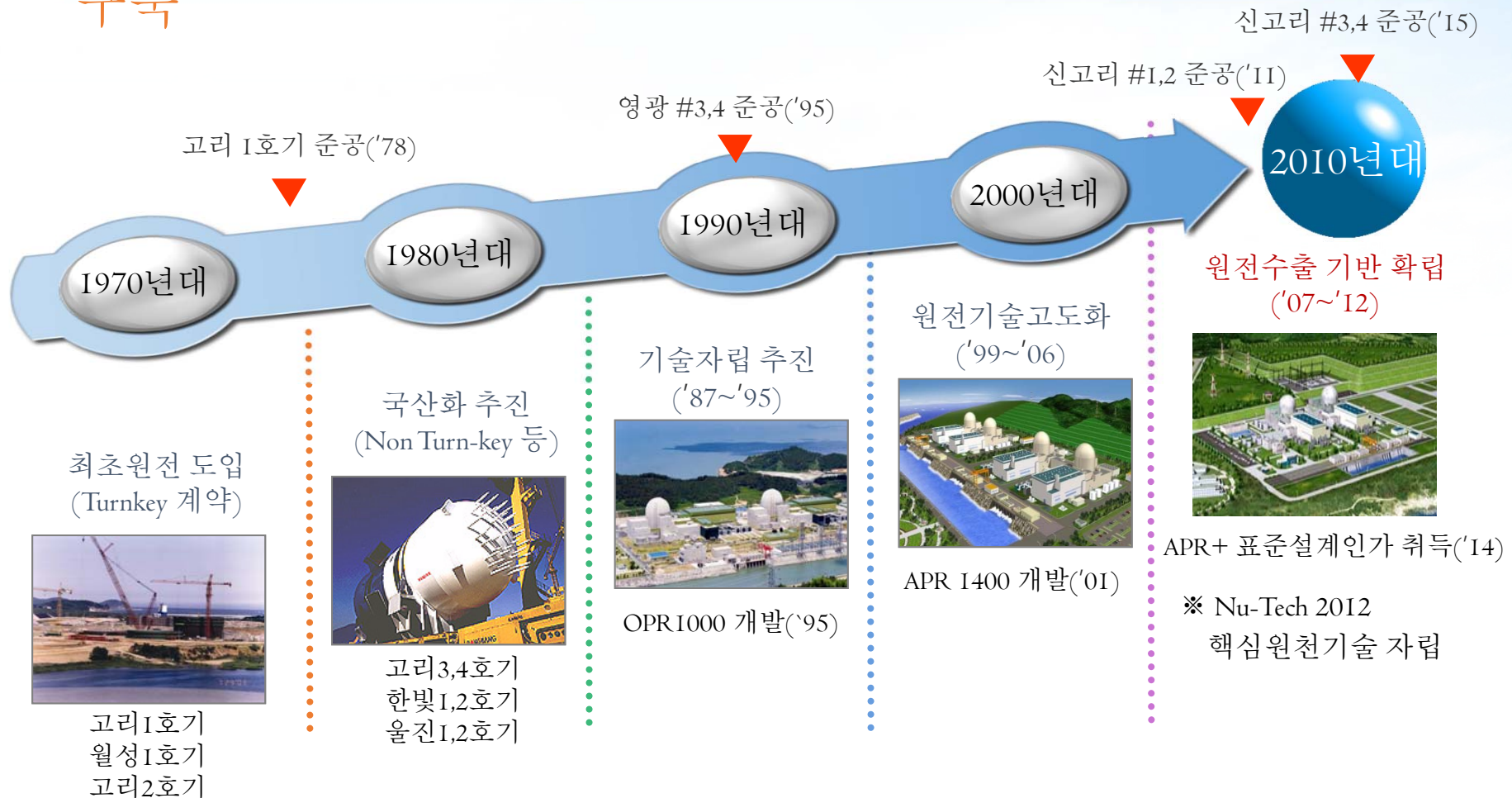
국민들의 높은 원전 필요성 인식

* 고리I호기 기공식 참석 국민 1만명

② 원전산업 현황



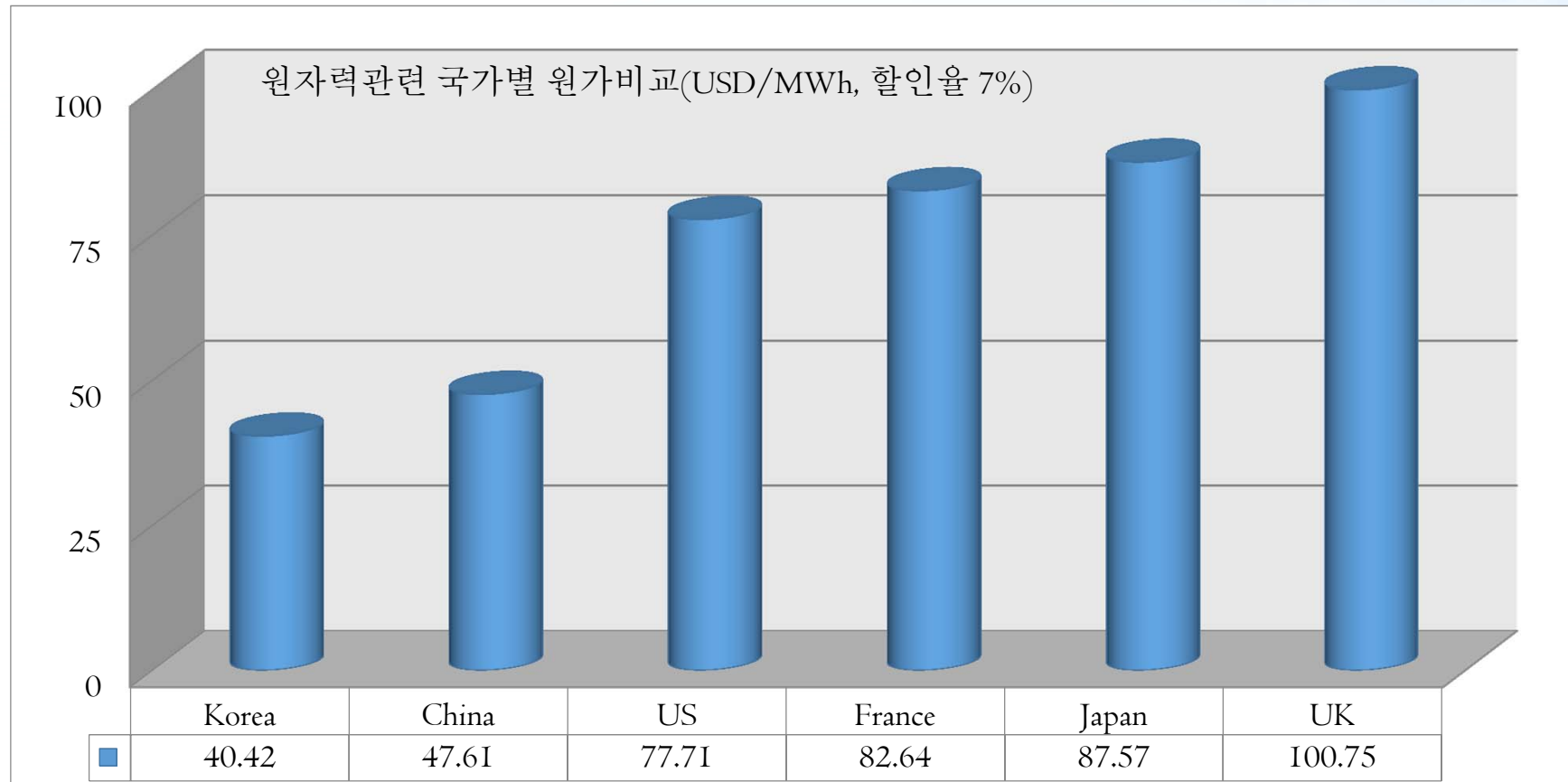
원전 건설/운영 기술 습득 과정을 거쳐 원전 수출자립 기반
구축



② 원전산업 현황



우수 기술인력, 동일부지 반복건설 등으로 높은 경쟁력 유지

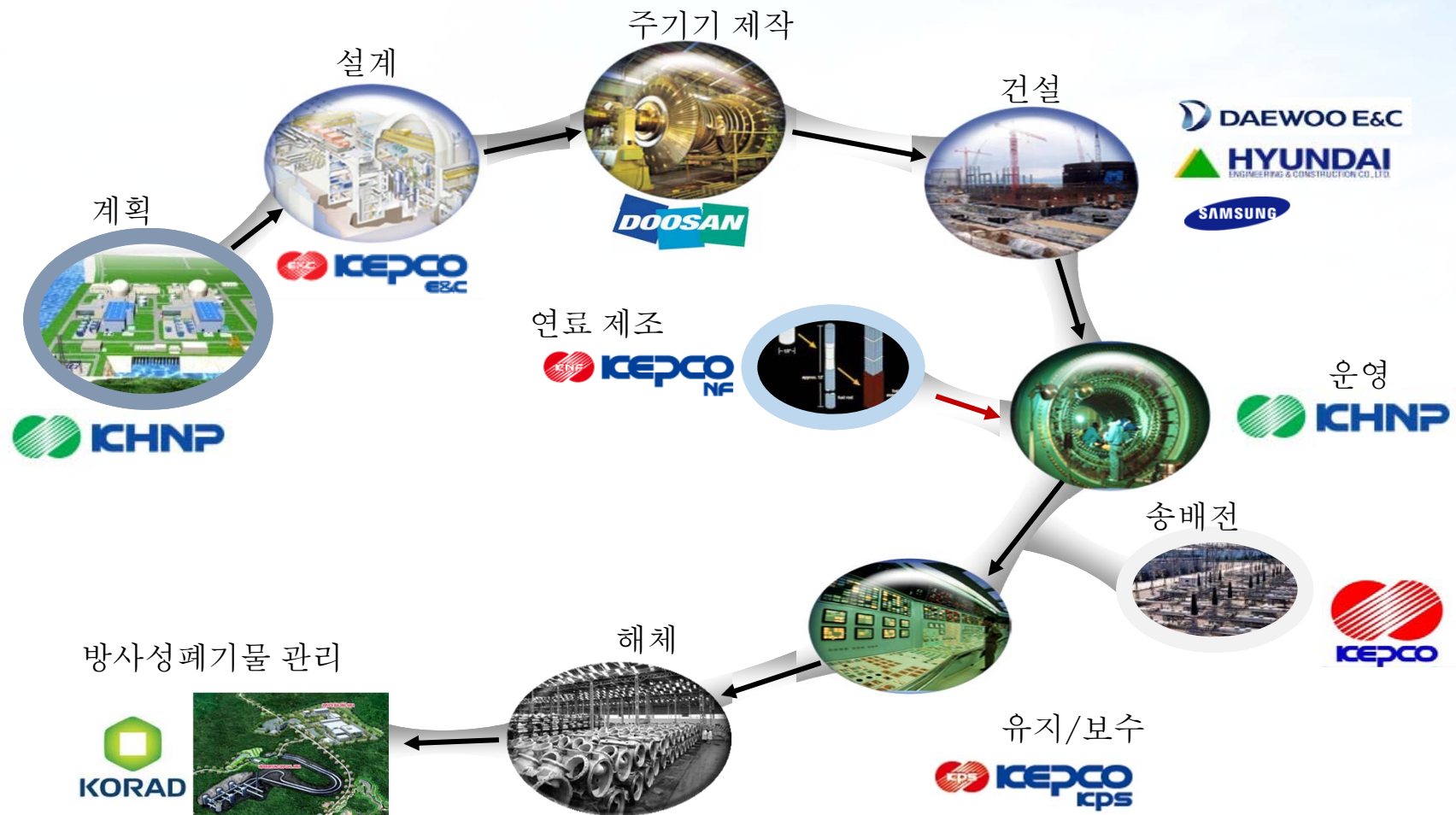


* 출처: Projected Costs of Generating Electricity 2015, OECD/NEA

② 원전산업 현황



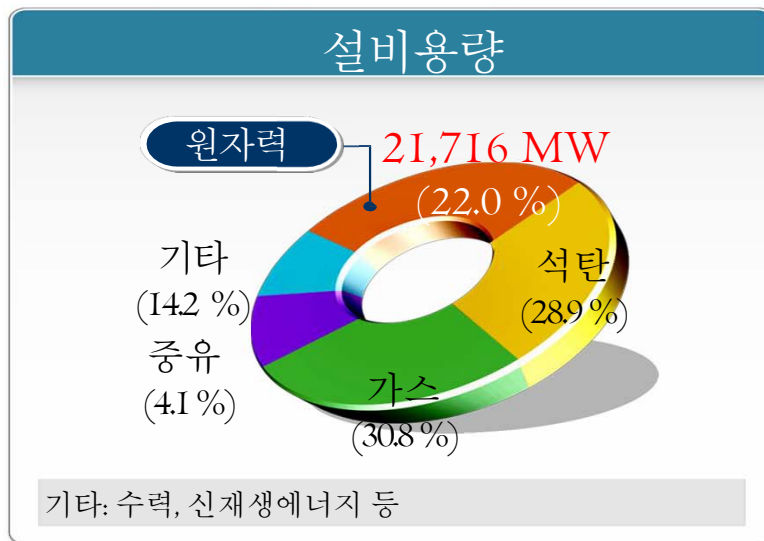
원전 설계부터 건설, 운영, 정비 등 전주기에 걸친 공급망 구축



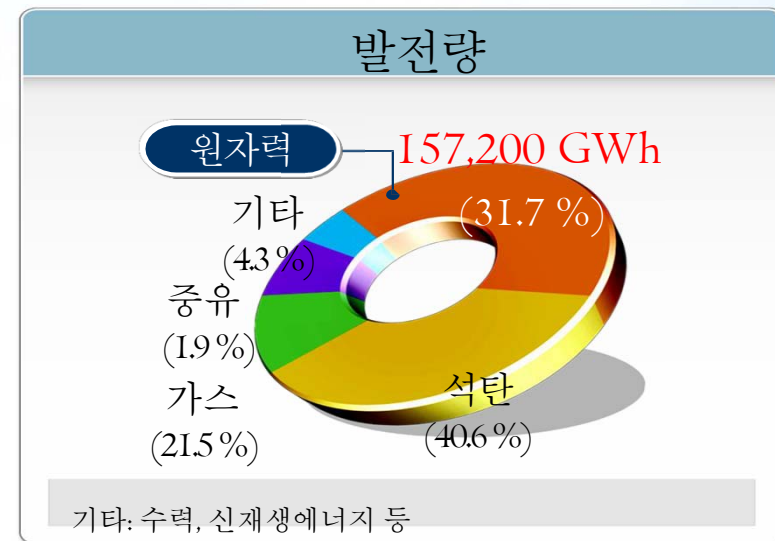
② 원전산업 현황



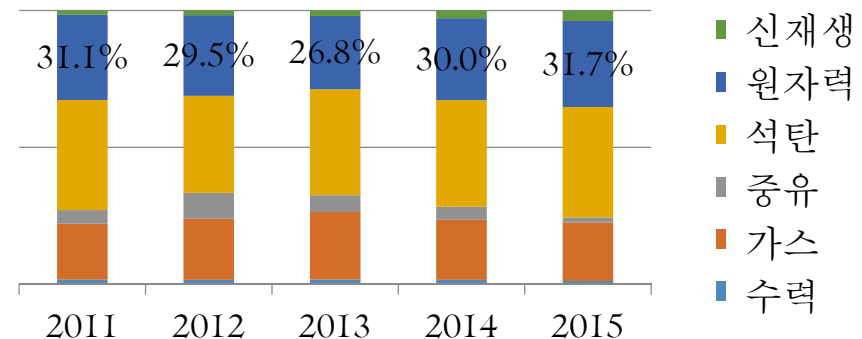
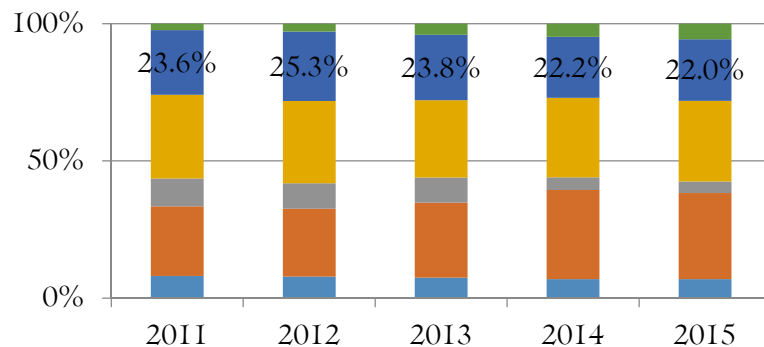
원전 24기를 운영하는 등 핵심 에너지원으로 위상 제고 및 세계 6대 원자력 강국으로 성장



전체 : 98,810MW



전체 : 495,400 GWh



- 신재생
- 원자력
- 석탄
- 중유
- 가스
- 수력

②원전산업 현황



세계 6번째 원전 수출 및 UAE 적기 건설로 글로벌 신뢰도 제고



핀란드 Olkiluoto 3호기(프랑스)
→ 9년 이상 지연중

vs.



UAE 바라카원전 건설현장(한국)
→ On-time, On-budget 진행중



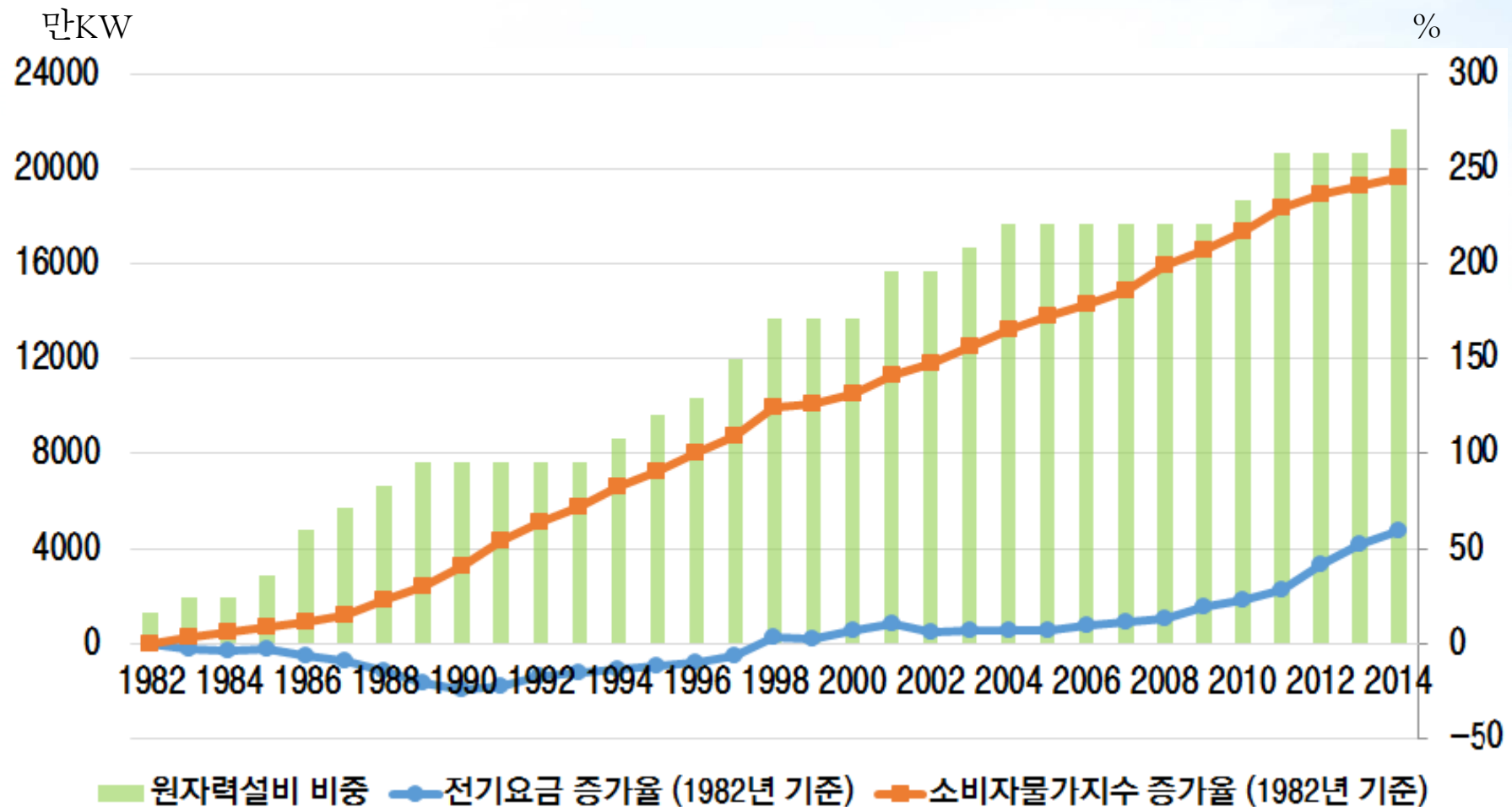
The nuclear plant is expected to be completed **on time and on budget**, with the first reactor operation al next year.

“It’s going extremely well when compared with any other plant in the world” said Lady Barbara Judge, former head of the UK Atomic Energy Authority.

③국민경제 기여



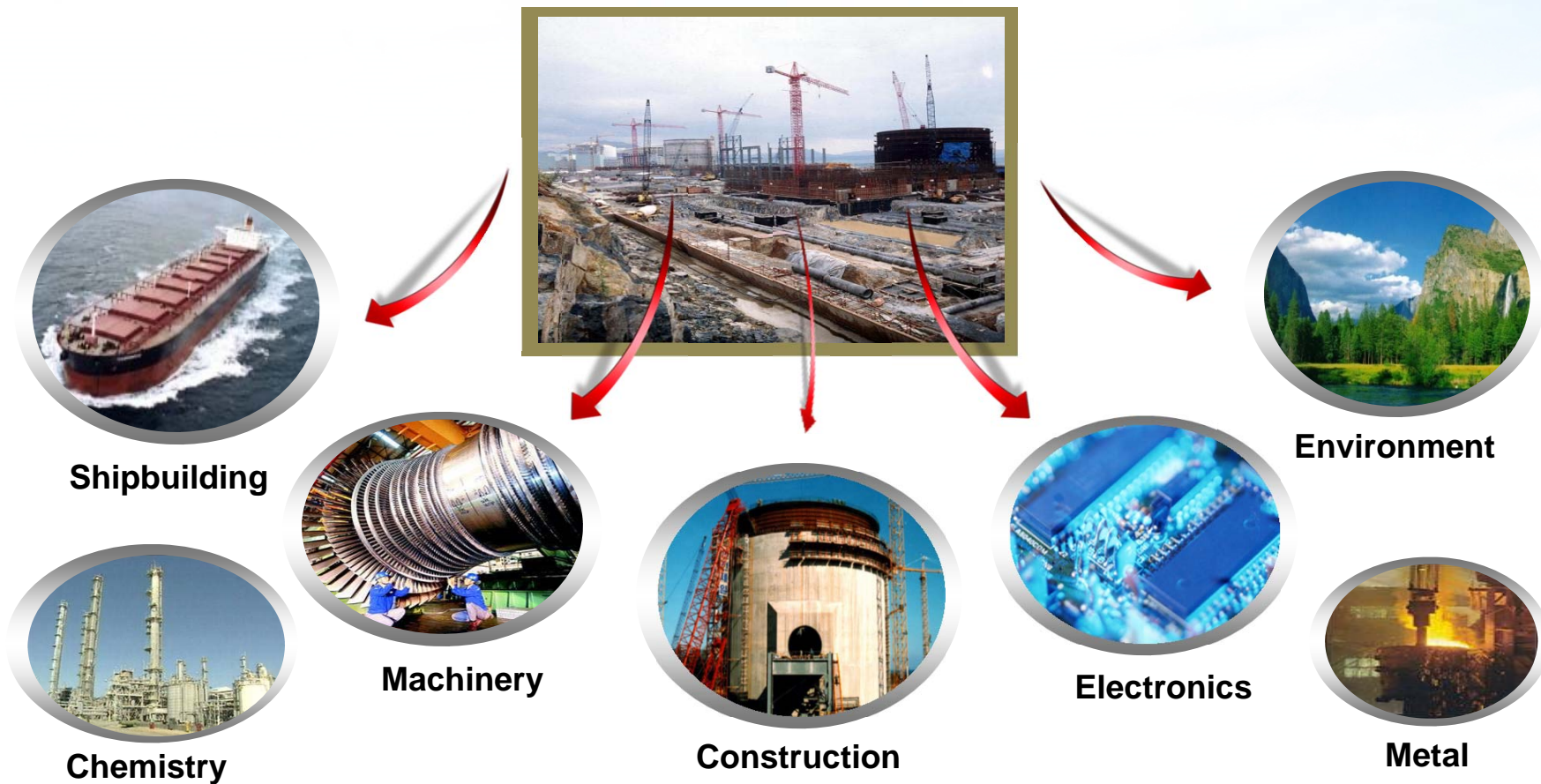
'82년 이후 소비자물가가 271% 상승 하는 동안
국내 전력요금은 49%만 상승



③국민경제 기여



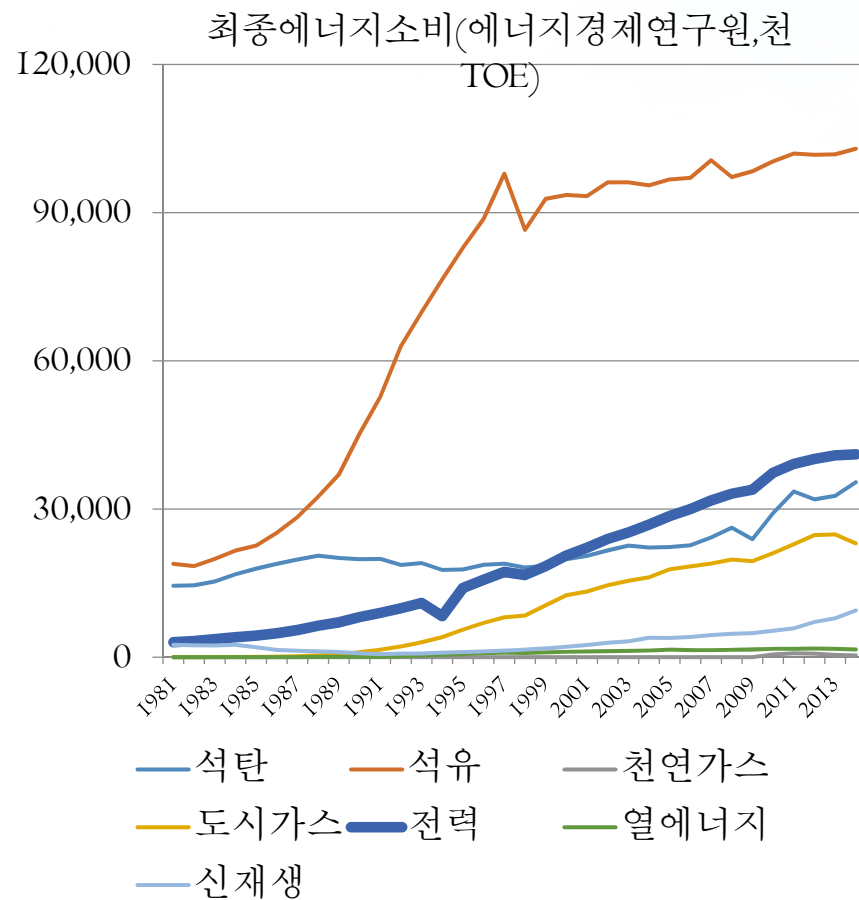
기계, 금속, 전자, 화학 등 **주력 산업 동반성장** 및 **글로벌 경쟁력 유지**



③국민경제 기여



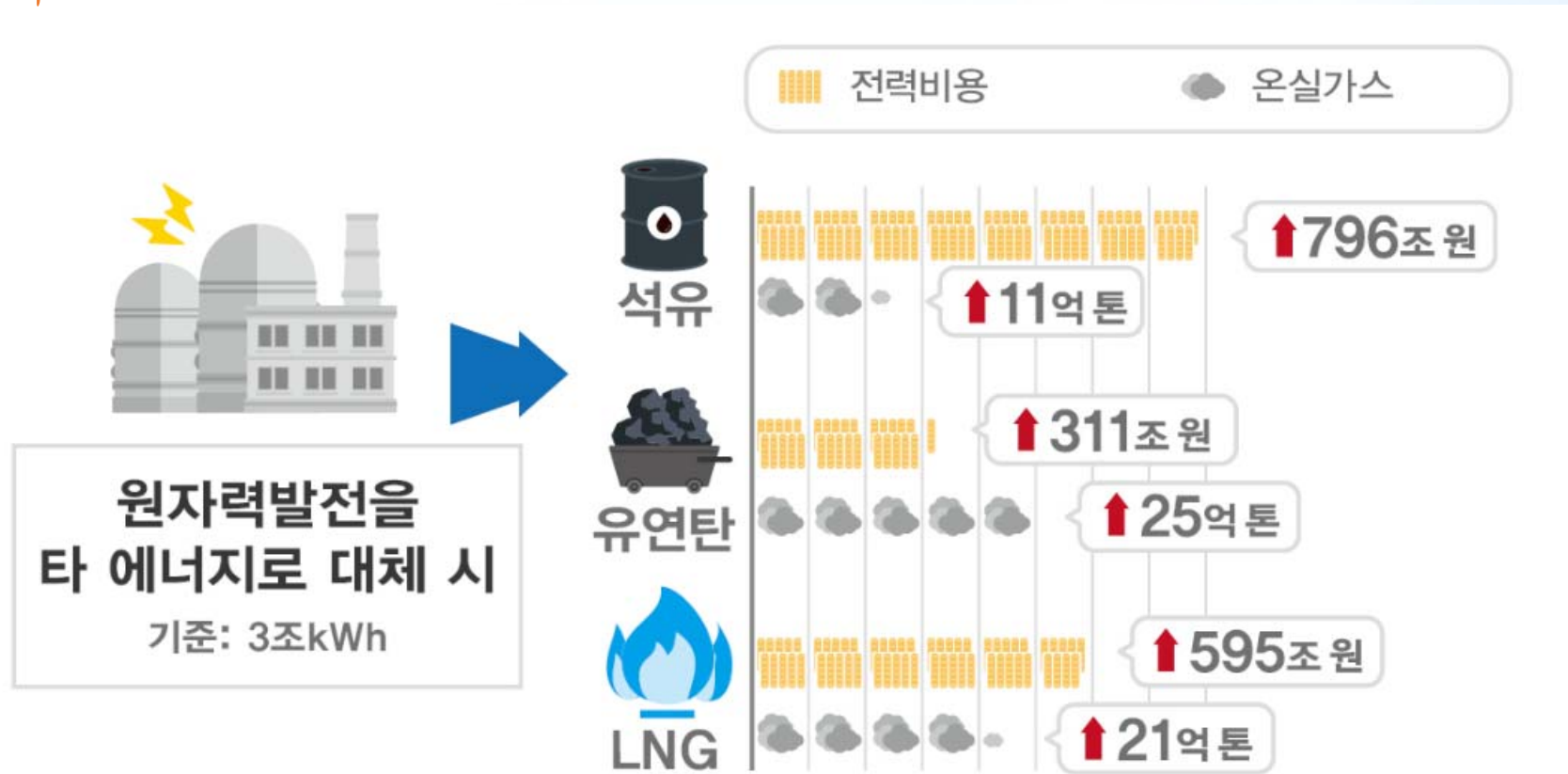
고속철, TV, 냉장고 등 생활편의 증진으로 **국민의 삶의 질 향상**



③국민경제 기여



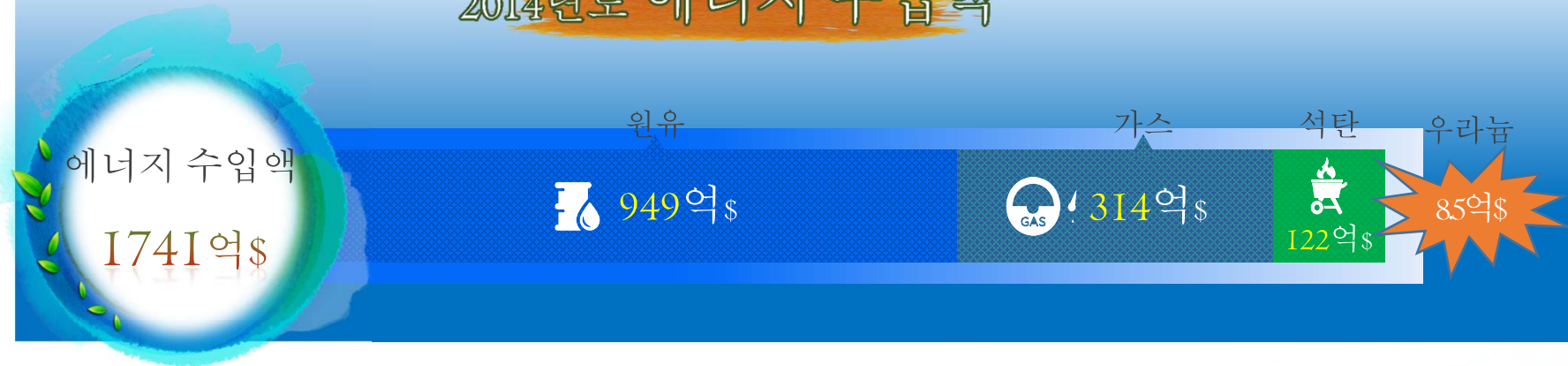
원자력발전을 통해 에너지 수입 대체로 무역수지 개선 기여



③국민경제 기여



2014년도 에너지 수입액



2014년도 3대 품목 수출액



③ 국민경제 기여

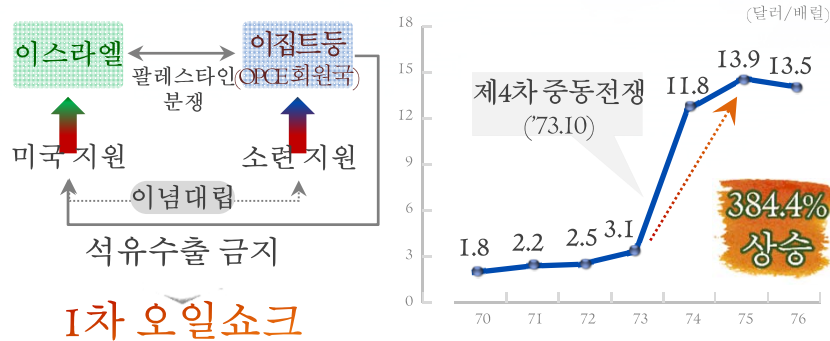


안정적 전력 공급을 통해 에너지 안보 역량 향상에 기여

오일 쇼크

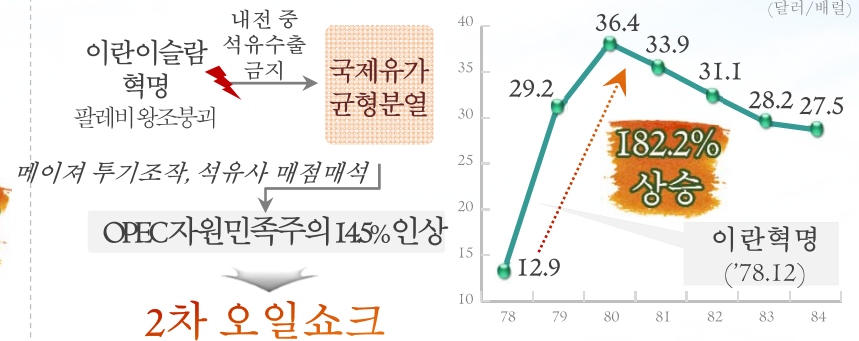
['73년 1차]

1차 오일쇼크 발생 배경 1차 오일쇼크 전후유가추이



['78년 2차]

2차 오일쇼크 발생 배경 2차 오일쇼크 전후유가추이



✓ '78년초 전원비중 : 석유 76%, 석탄 12%, 수력 12%('13년:석유 9%, 석탄 28%, 가스 28%, 원자력 24%, 기타 11%)

✓ 전기요금(kWh) : 22.38원('78) → 69.87원('82)

['11년 9월]

순환정전



③국민경제 기여



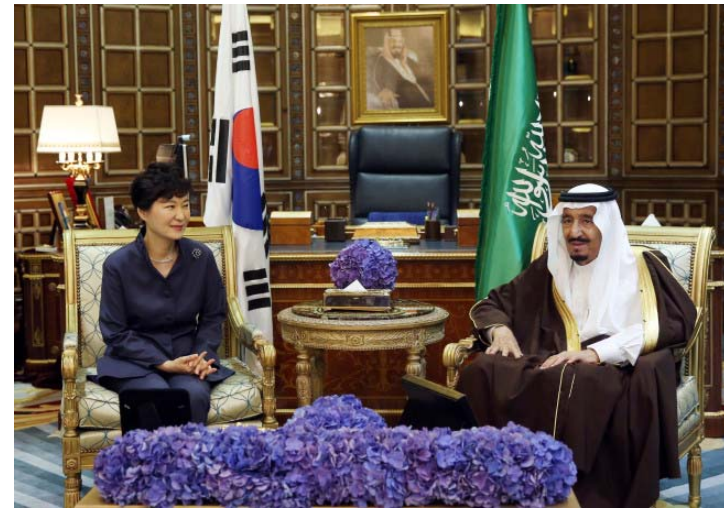
원전 소주기를 패키지(건설, 기자재, 연료, 운영, 인력 등)로 수출하는 **새로운 신성장 수출모델 제시**

UAE 원전 수출



우리나라 최초의 상용원전 수출
*건설 186억불 + α (인력, 서비스 등)

사우디 SMART 수출



세계최초 중소형원전 수출 발판



주요 추진실적



① 원전 비중 결정



2차 에너지 기본계획 기초 (‘14~’35, ‘14.I)

- ✓ 수요관리 중심의 정책 전환
- ✓ 분산형 발전시스템 구축
- ✓ 환경보호
- ✓ 에너지 안보 강화
- ✓ 에너지 믹스

(12년)26.4% ▶ (35년)29%

7차 전력수급 기본계획 (‘15~’29, ‘15.7)

- ✓ 온실가스 감축 강화
- ✓ 안정적 전기공급능력 확보
- ✓ 분산형 전원 확대
- ✓ 에너지 믹스

(14년)23.5% ▶ (29년)28.2%

②신규 원전 건설



영덕 천지원전 반영

울진 ('82년 착공) 이후
한 세대 만에 새로운
입지에 건설하는 원전

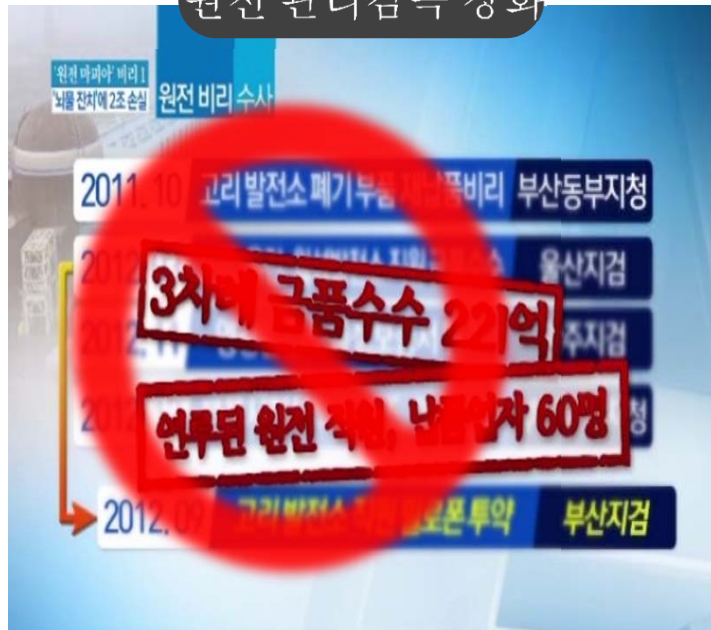
+ α

* 최소 1회 계속운전
(월성1호기)

③ 원전 안전 운영



원전 관리감독 강화



- ✓ 원전감독법 제정('14.12)
- ✓ 원전공공기관 관리감독 본격 시행('15.7)
- * 공공기관 운영계획 국회 보고('16.5)

원전 안전 강화

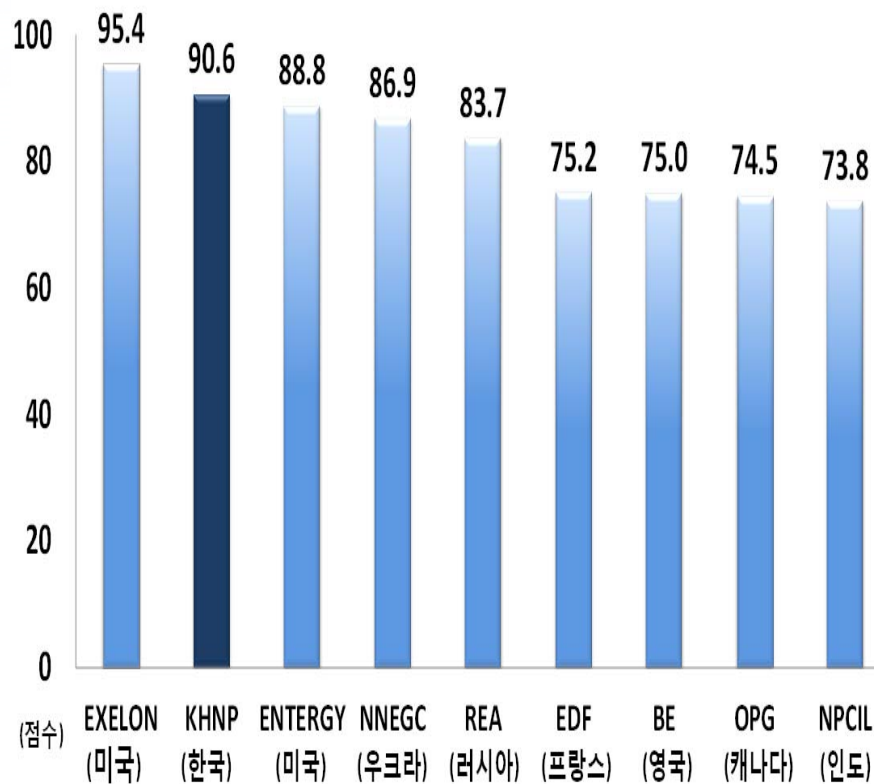
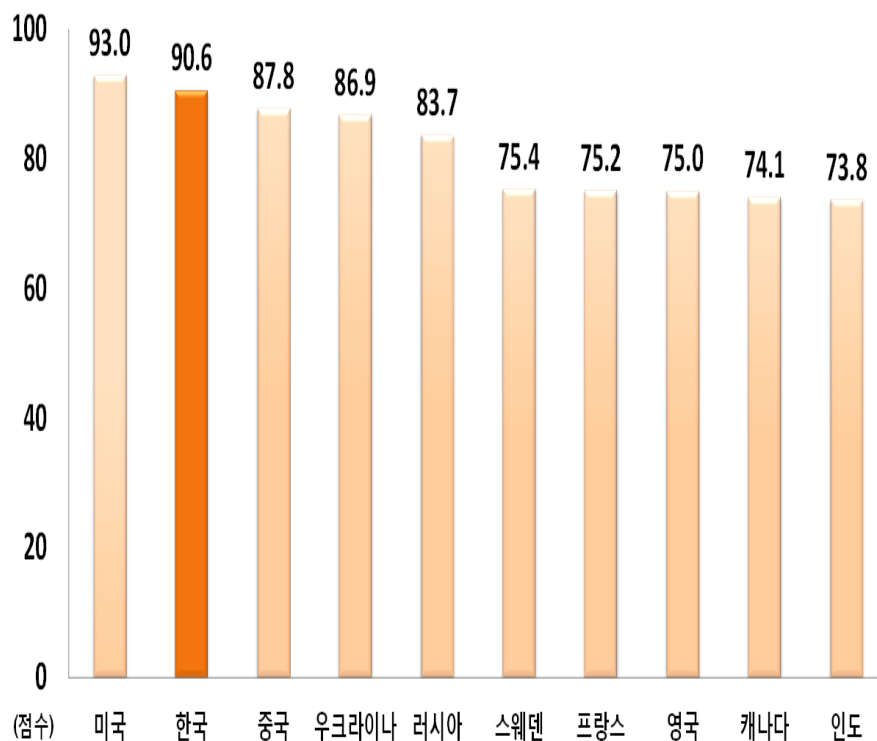


- ✓ 현장 점검·관리 강화('15.3, '16.4)
- ✓ 원전종합운영상황실 구축('16.4)
- ✓ 원전 안전투자 지속 강화
 - : 후쿠시마 대책(1.1조원), 설비개선(1.1조원)
 - : 한수원 R&D 1,000억원 ↑ (1,000억원 → 2,000억원)

③원전 안전 운영



2015년 4분기 국내원전 종합점수 : 90.6점
(전세계 10기이상 원전보유국 중 2위, 원전 운영社 중 2위)

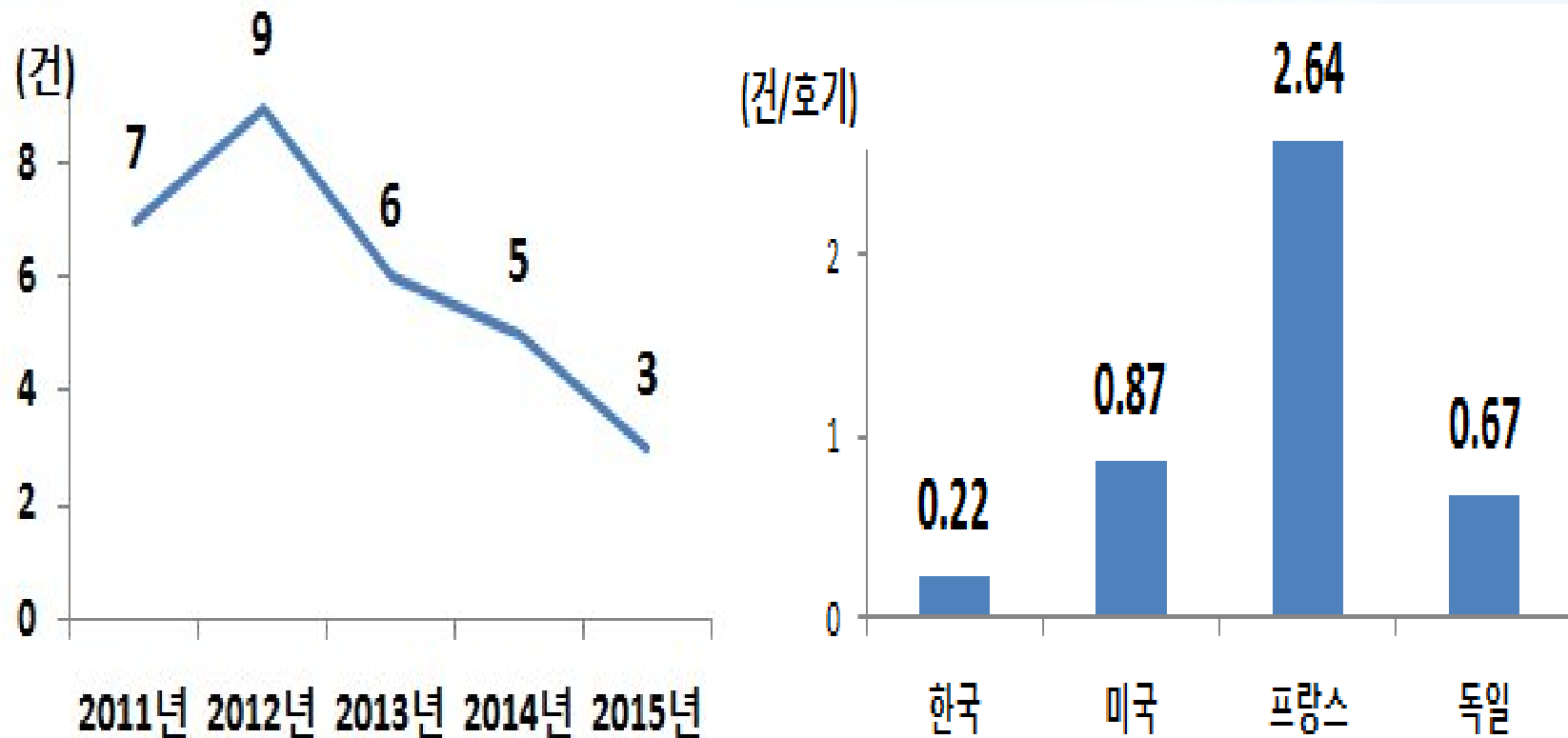


출처: WANO

③원전 안전 운영



고장정지건수가 지속 감소하여 세계 최저 수준으로 관리



출처: 한수원, IEA

④ 후행 핵주기 관리



원전해체



- ✓ 고리I호기 선제적 영구정지('15.6)
- ✓ 해체산업 정책방향('15.10)

경주방폐장



- ✓ 경주방폐장 운영허가 승인('14.12)
- ✓ 본격 운영('15.8)

사용후핵연료



- ✓ 공론화위 권고안 제시('15.6)
* 단기저장시설 운영 → '51년 영구저장 시설
- ✓ 고준위관리대책 수립중

⑤ 원전 국제협력 강화



한미 원자력 협정 개정('15)



- ✓ 수출장기동의 확보 및 인허가 절차 간소화
- ✓ 저농축(20%이하) 추진 경로 마련

원전 수출관련 협력협정 체결



- ✓ VIP 주도의 적극적 원전 협력 제안
- ✓ 주요 수주 가능과의 전략적 협력 강화









대내외 에너지 여건 변화



① 온실가스 감축



우리나라 온실가스 배출량은 세계 6위 수준

| 순위 | 국가 | 1990 | 2011 | 2012 | 1990년 대비 증감율(%) | 2011년 대비 증감율(%) |
|----|--|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|
| 1 |  미국 | 6,219.5 | 6,717.0 | 6,487.8 | 4.3 | -3.4 |
| 2 |  러시아 | 3,363.3 | 2,284.3 | 2,295.0 | -31.8 | 0.5 |
| 3 |  일본 | 1,234.3 | 1,306.5 | 1,343.1 | 8.8 | 2.8 |
| 4 |  독일 | 1,248.0 | 928.7 | 939.1 | -24.8 | 1.1 |
| 5 |  캐나다 | 590.9 | 701.2 | 698.6 | 18.2 | -0.4 |
| 6 |  대한민국 | 295.5 | 685.7 | 688.3 | 132.9 | 0.4 |

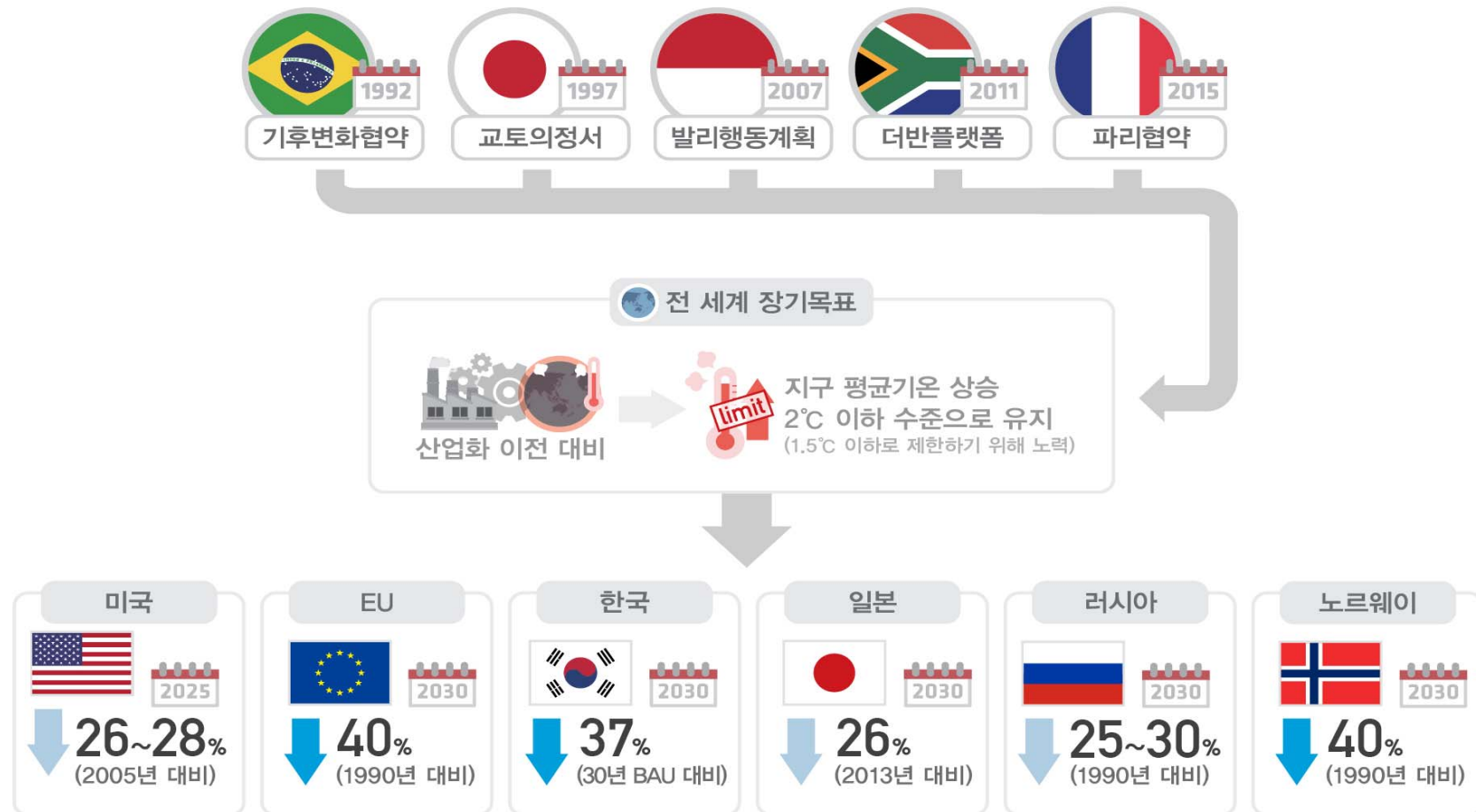
* 자료 : 2014년 제출 CRF(UNFCCC, 2014)

단위 : 백만톤 CO₂e

① 온실가스 감축



우리나라는 '30년 BAU대비 37% 온실가스 감축목표 발표



*BAU : 매출전망치(business as usual)

① 온실가스 감축



원자력은 무탄소 배출의 청정전력으로 온실가스 감축 등에 기여



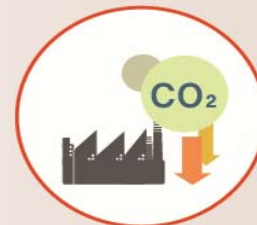
원자력발전량을 석탄으로 대체한다면

129백만 톤
온실가스배출량 증가

1.3~0.6조 원
발전비용 상승

7~23%
전기요금 상승

원자력의 온실가스 저감 효과



이산화탄소 배출량 감소



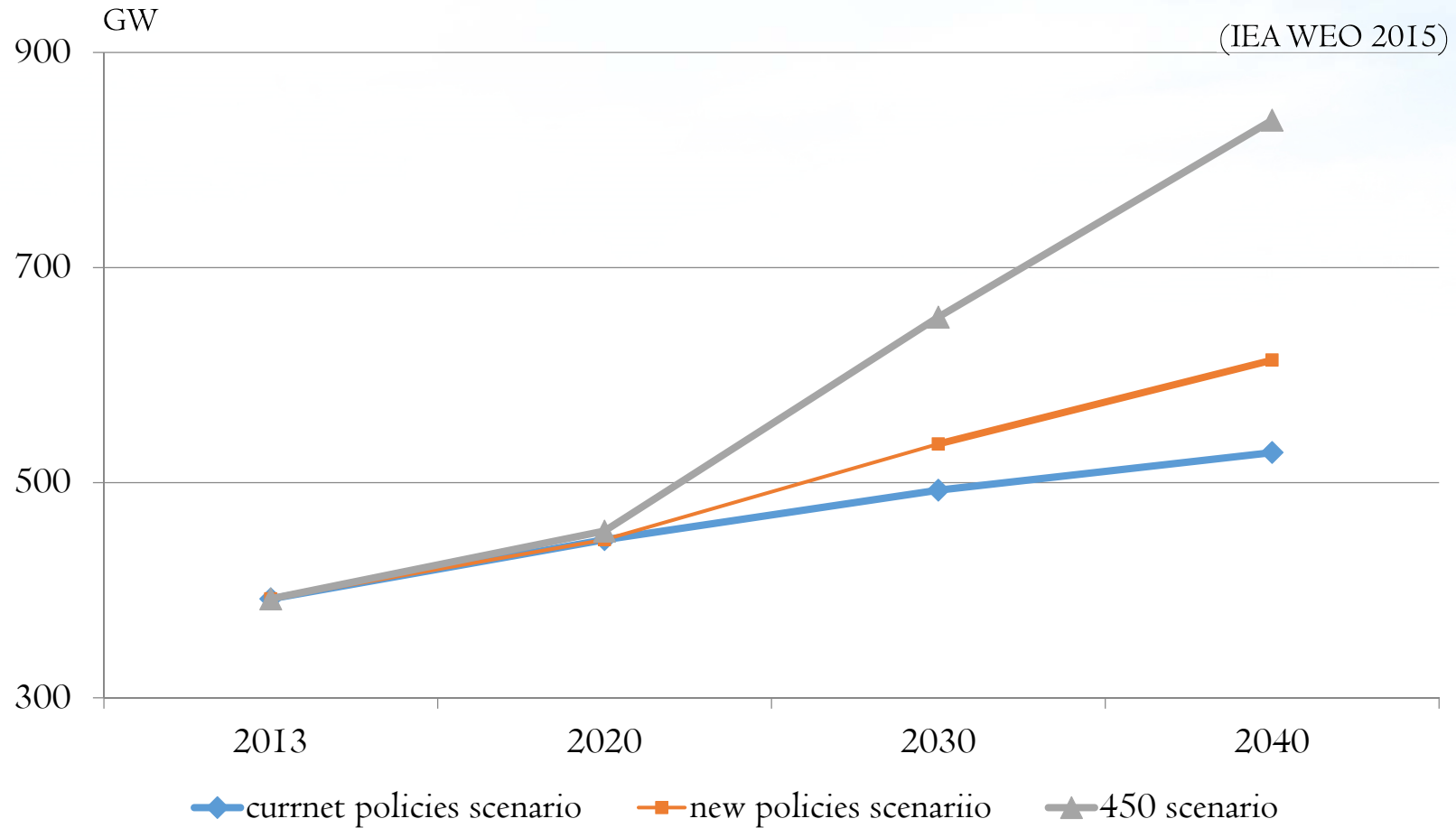
전기요금 절약

① 온실가스 감축



글로벌 원전 설비 용량: ('13) 392GW → ('40)

528~837GW



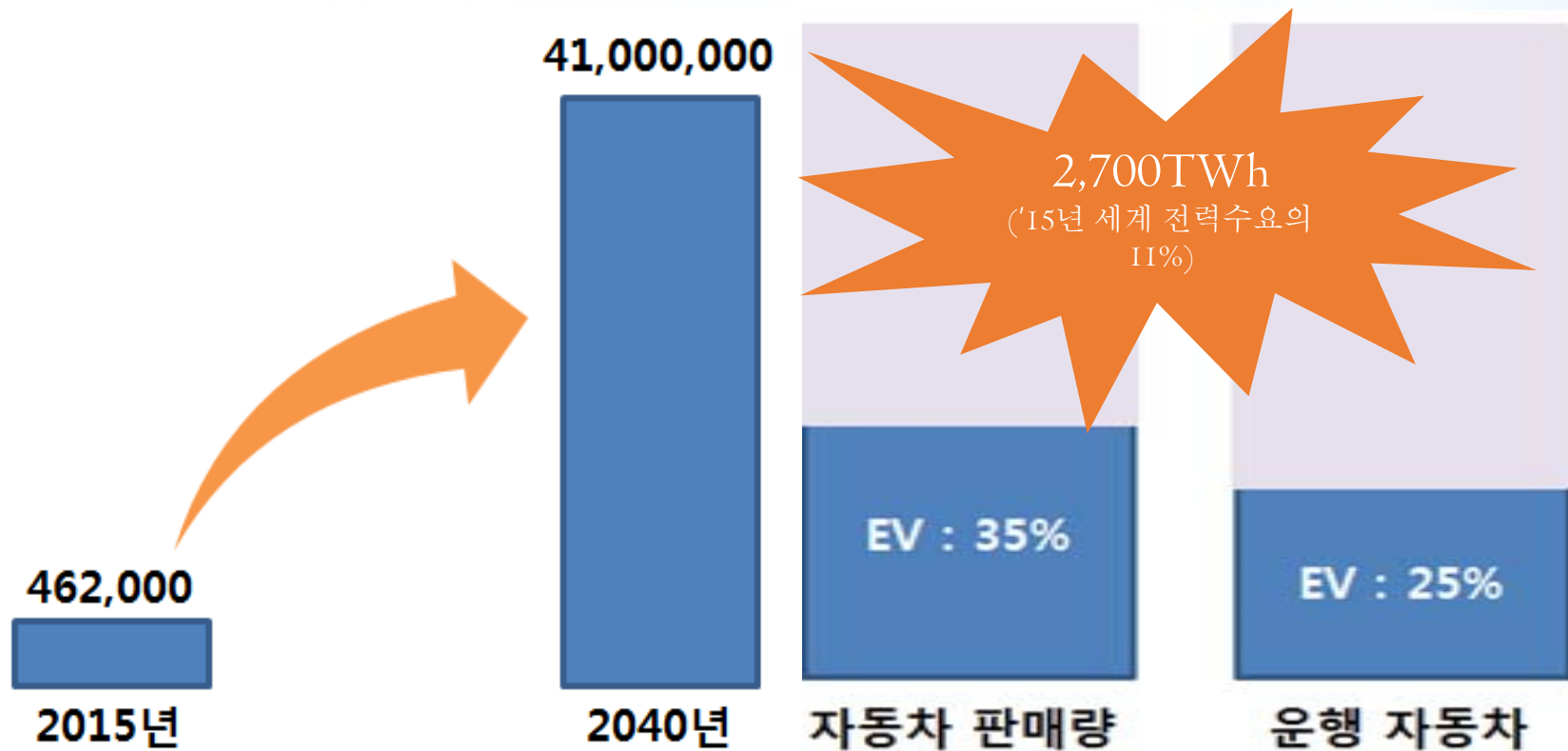
②신규 전력수요(예: 전기차)



세계적으로 전기자동차 시장이 급격하게 확대 전망

(세계 전기자동차 성장 전망, 대수)

(2040년 세계 전기자동차 현황)

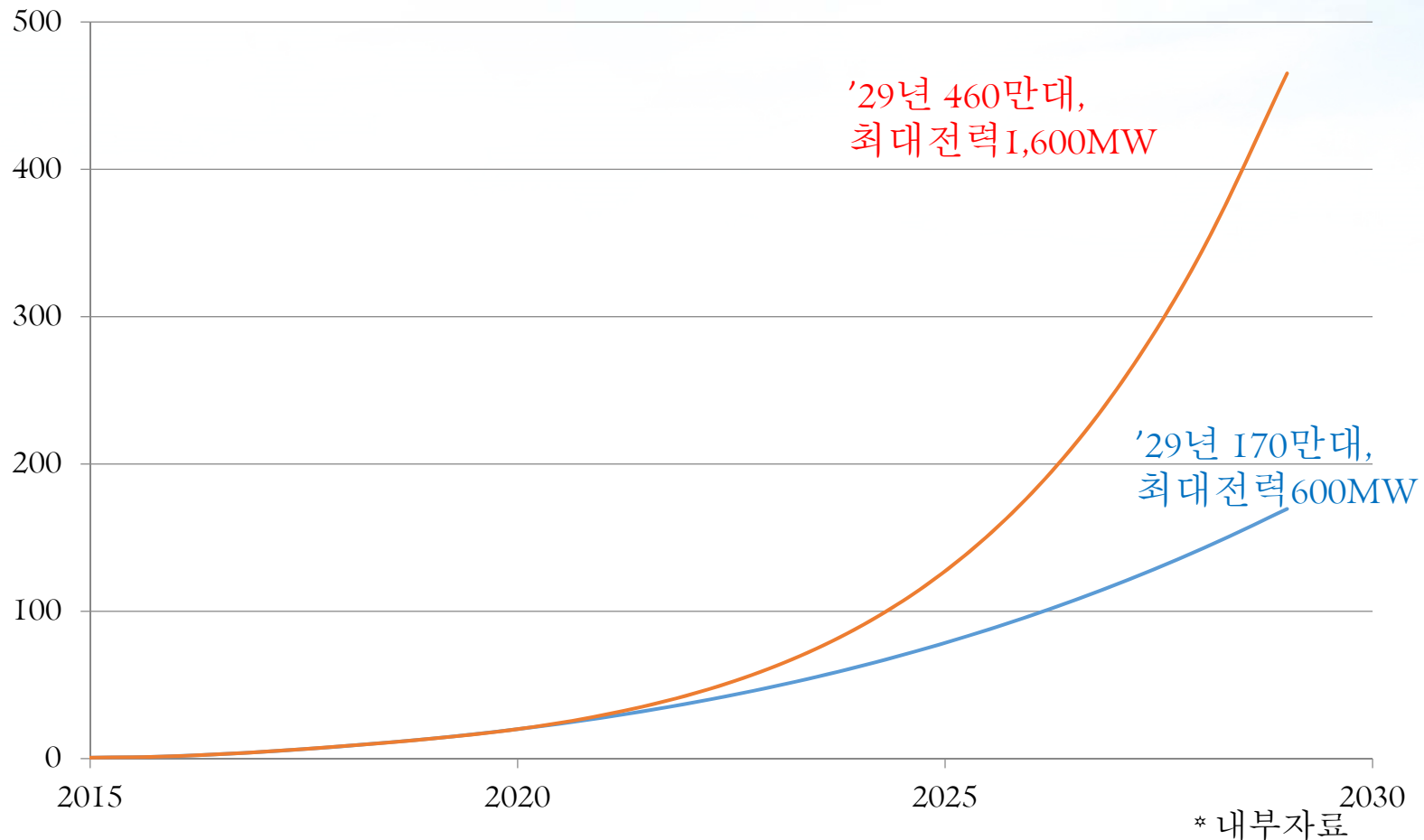


* 출처 : WNA Website (출처 : Bloomberg New Energy Finance, '16.2월)

②신규 전력수요(예: 전기차)



국내 전기차 시장은 '29년 최대 460만대 보급, 최대 1,600MW 전망
동시 충전시, 최대 부하전력은 더욱 증가 가능성 잠재



③에너지 안보



우리나라의 에너지 안보 측면에서 **적정 원전 비중 유지**는 **불가피**

에너지 안보현황

| 순위 | 국가 | 순위 | 국가 |
|----|------|-----------|-----------|
| 1 | 캐나다 | 9 | 영국 |
| 2 | 러시아 | 19 | 중국 |
| 3 | 덴마크 | 27 | 독일 |
| 4 | 루마니아 | 41 | 프랑스 |
| 5 | 콜롬비아 | 62 | 일본 |
| 8 | 미국 | 98 | 한국 |

2014년 주요국 '에너지안보' 지속가능성 순위

우리나라 에너지안보 순위는
조사대상 129개 국가 중
98위로 최하위 수준

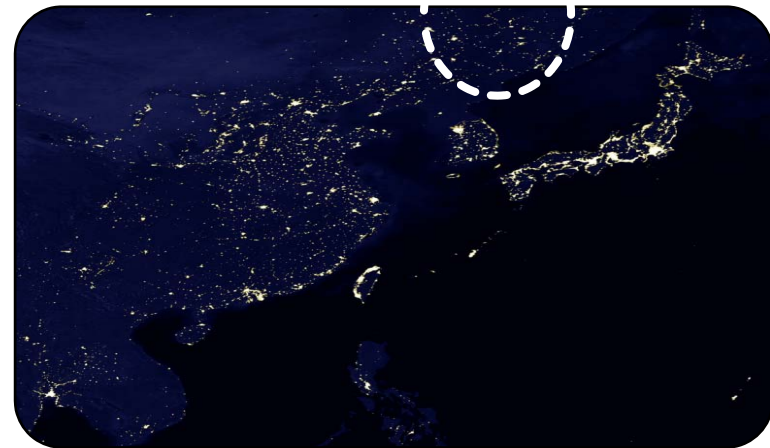
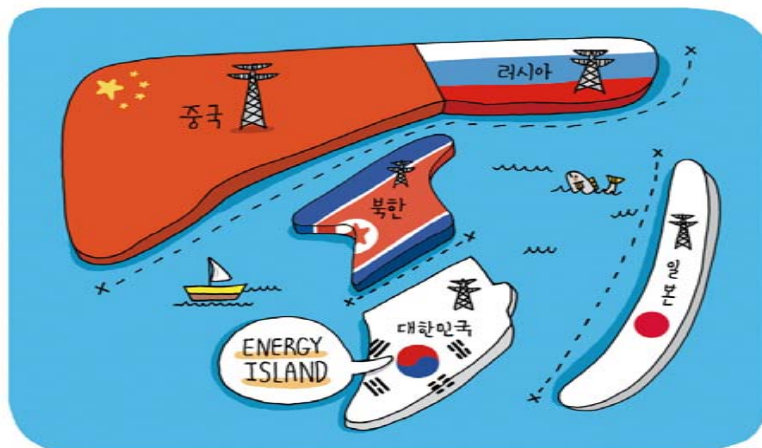
높은 에너지
수입 의존도(95%)

에너지
안보현황

지정학적으로 고립된
에너지 섬(Island)

에너지 다소비
산업구조

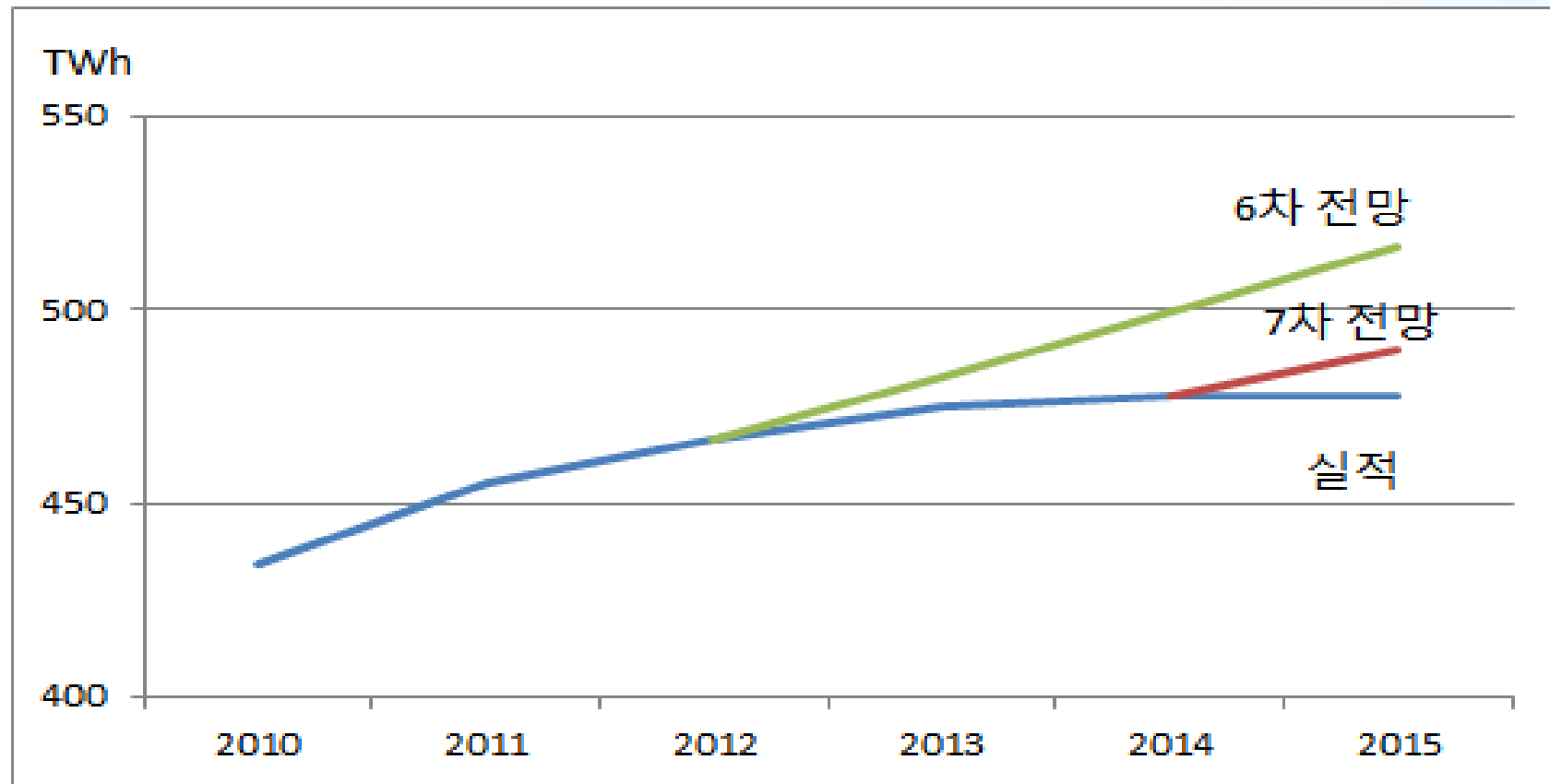
자료: World Energy Council



㉠ 전력수요 둔화



실제 전력수요가 당초 수요 전망에 밀들고 있는 실정

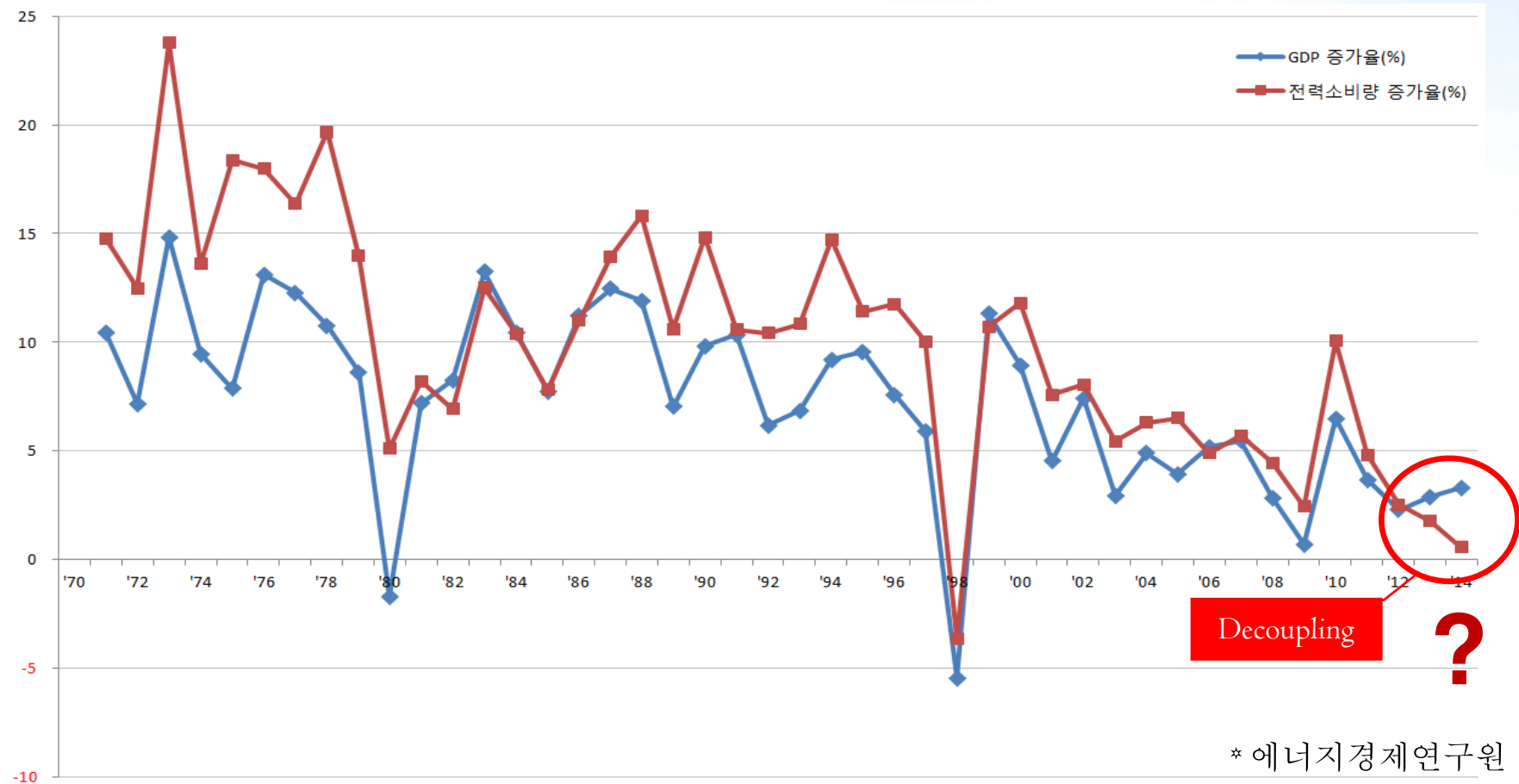


* 에너지경제연구원

㉠ 전력수요 둔화



최근 디커플링은 구조적 요인 인가? 경기변동 요인 인가?



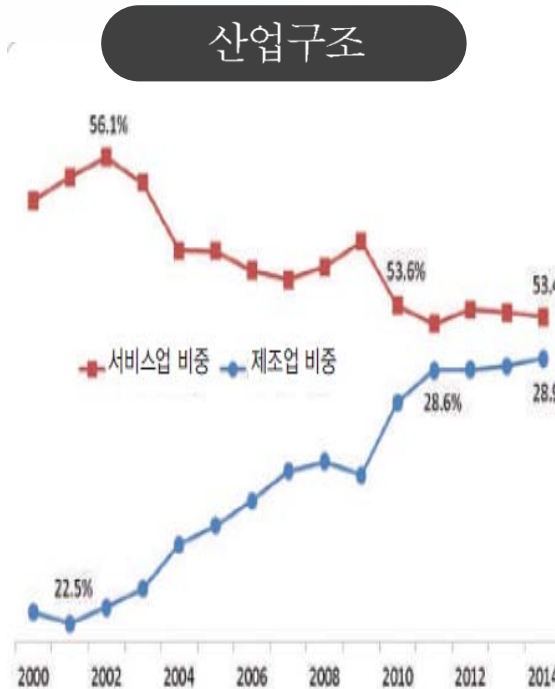
㉔ 전력수요 둔화



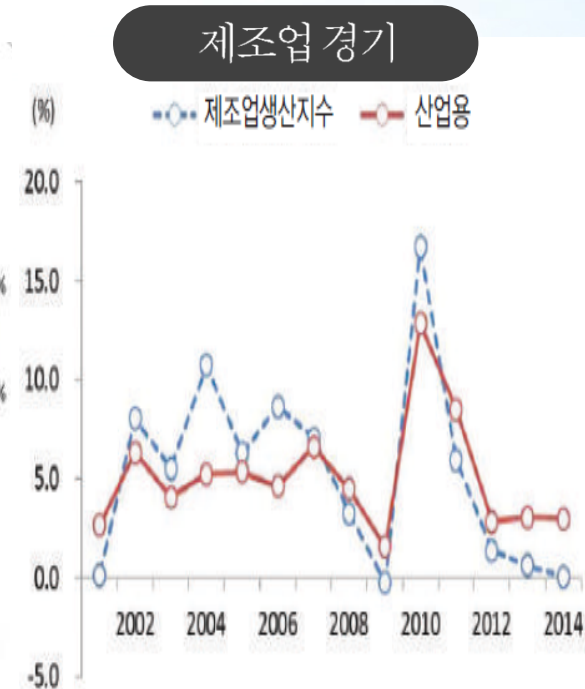
에너지원단위 개선, 산업구조 등 구조적 요인과
최근 수출 경기 악화 등 경기변동 요인이 복합적으로 작용



에너지원단위) 개선
특히, 서비스업 부문 개선



전력집약도가 높은 제조업
의 비중 정체



수출경기 악화 → 제조업 경
기둔화 → 산업용 전력수요
둔화

* 에너지경제연구원

⑥ 원전 안전



TMI 사고(1978.3.28)



체르노빌(1986.4.26)



후쿠시마 사고(2011.3.11)



10억달러
(약 2조원)

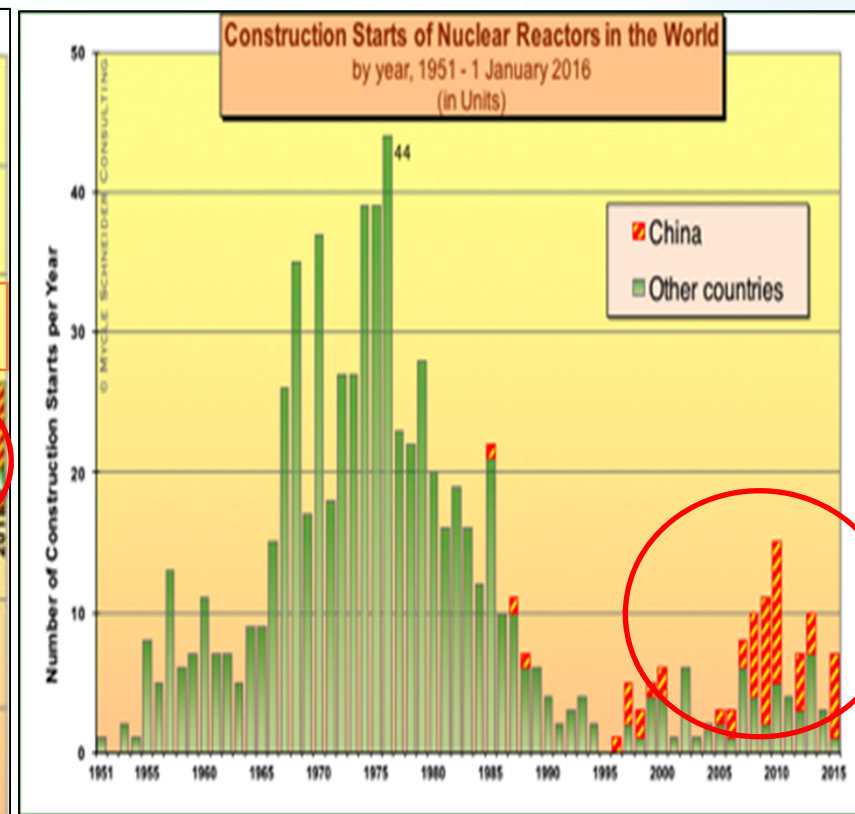
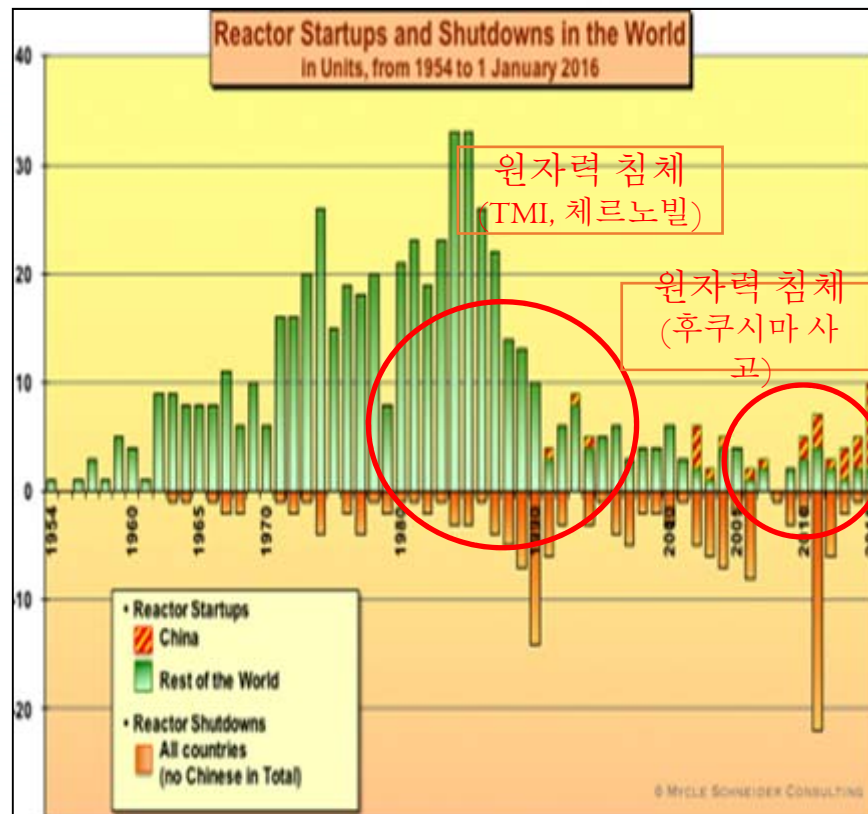
2,350억달
러(약 265조
원)

5.8조엔
(약 81조원)

② 원전 안전



원전 사고 이후 안전 우려 등으로 인해 신규 원전건설이 감소



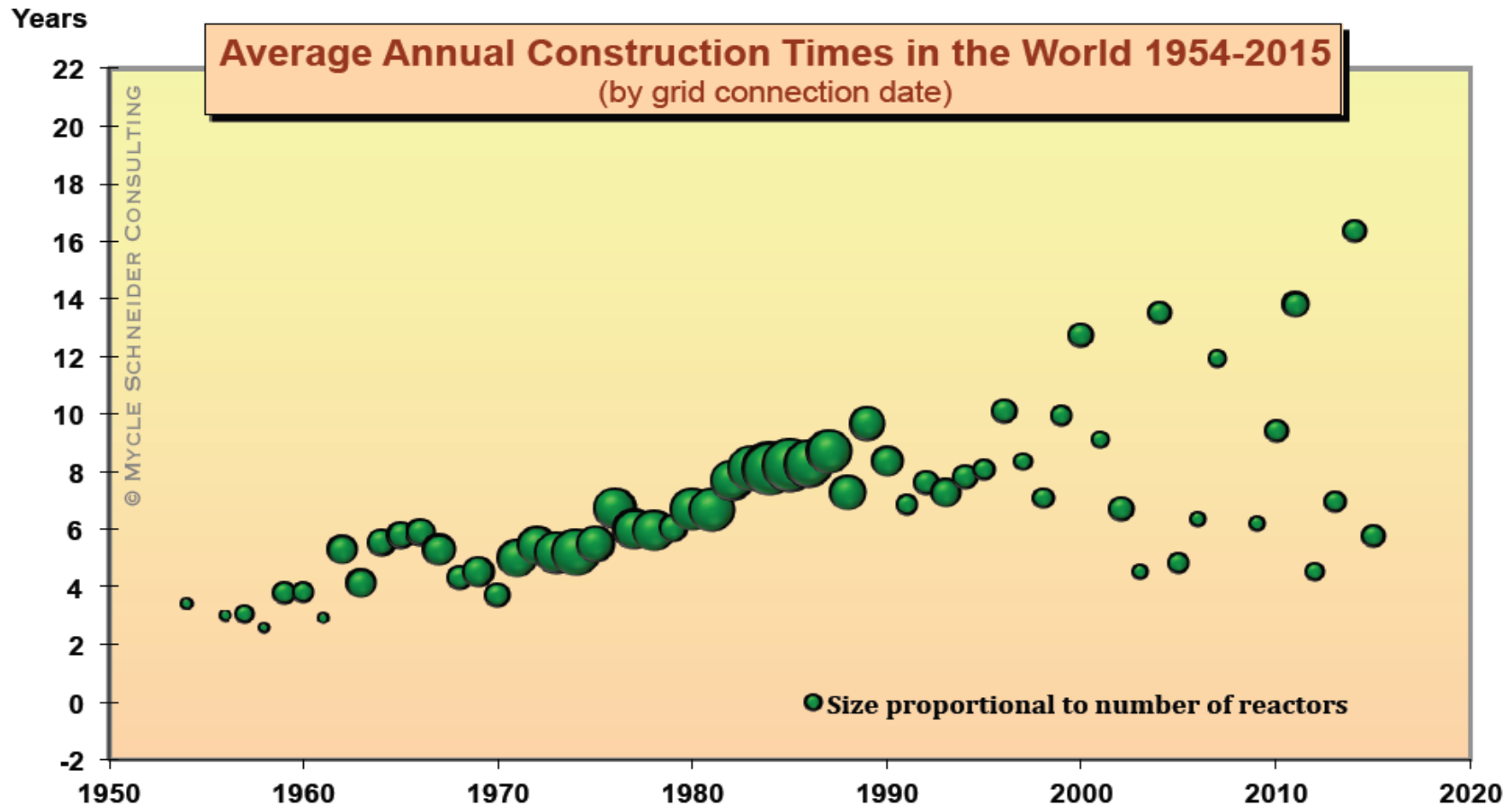
* World Nuclear Status Report(2016)

원전을 축소한다면 국민들이 얼마 만큼 전기요금 인상을 수용할 수 있을 것인가?

② 원전 안전



원전 갈등 해소, 강화된 규제 대응 등으로 인해 원전 건설 지
연



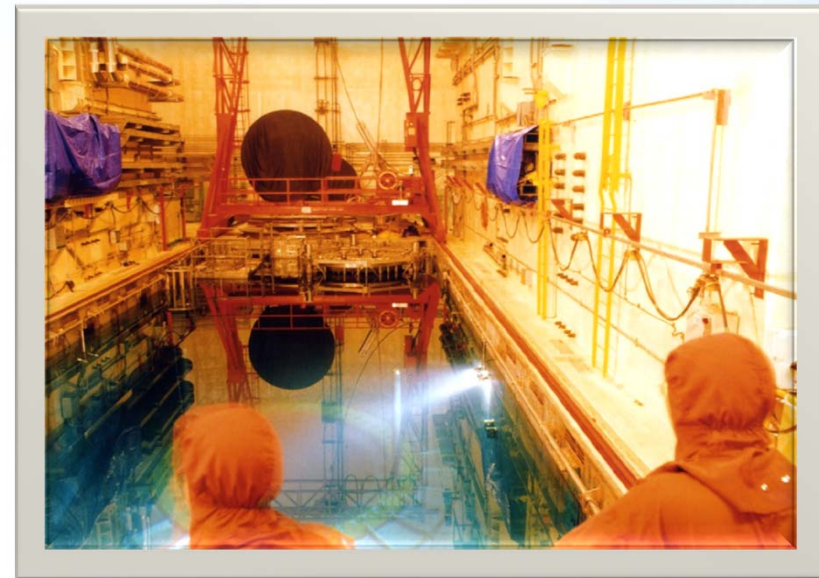
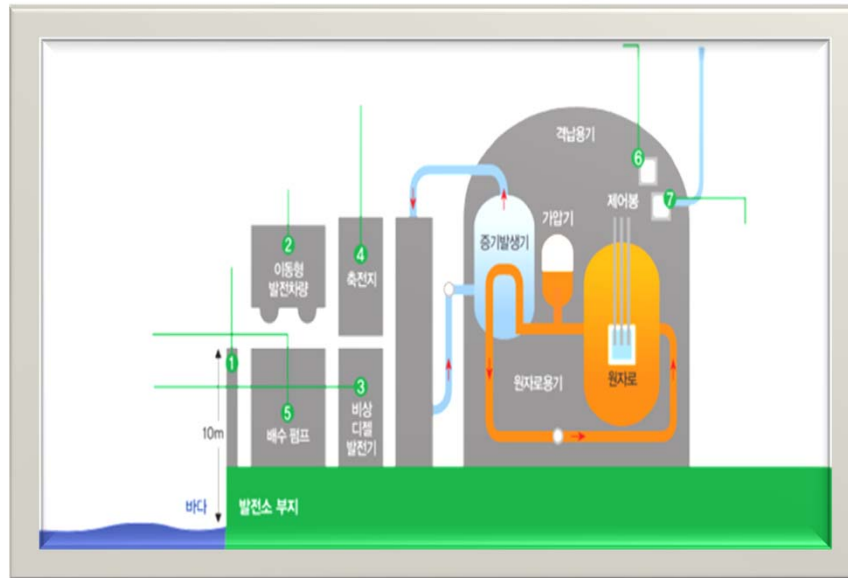
* '14년 착수한 원전들의 평균 건설기간은 16.3년

World Nuclear Status Report(2015)

② 원전 안전



원전 안전성 향상 및 사고 예방관리를 위한 비용 증가



극한 자연재해 대비 약 1.1조원 투자 가동원전 설비교체 약 1.1조원 투자

+ α (추가 비용 발생)

* 계획예방정비일수 증가: (과거) 20-30일 → (현재) 35-45일 수준

* 월성1호기 계속운전 62개월 심사, 신고리5~6호기 건설허가 4년째 심사중

©원전 갈등 심화



안전 우려 등으로 인해 원전을 둘러싼 갈등이 더욱 심화



ⓒ원전 갈등 심화



원전 2기 건설에 따른 법정 준조세 규모 **약 2.2조원 + α투입**



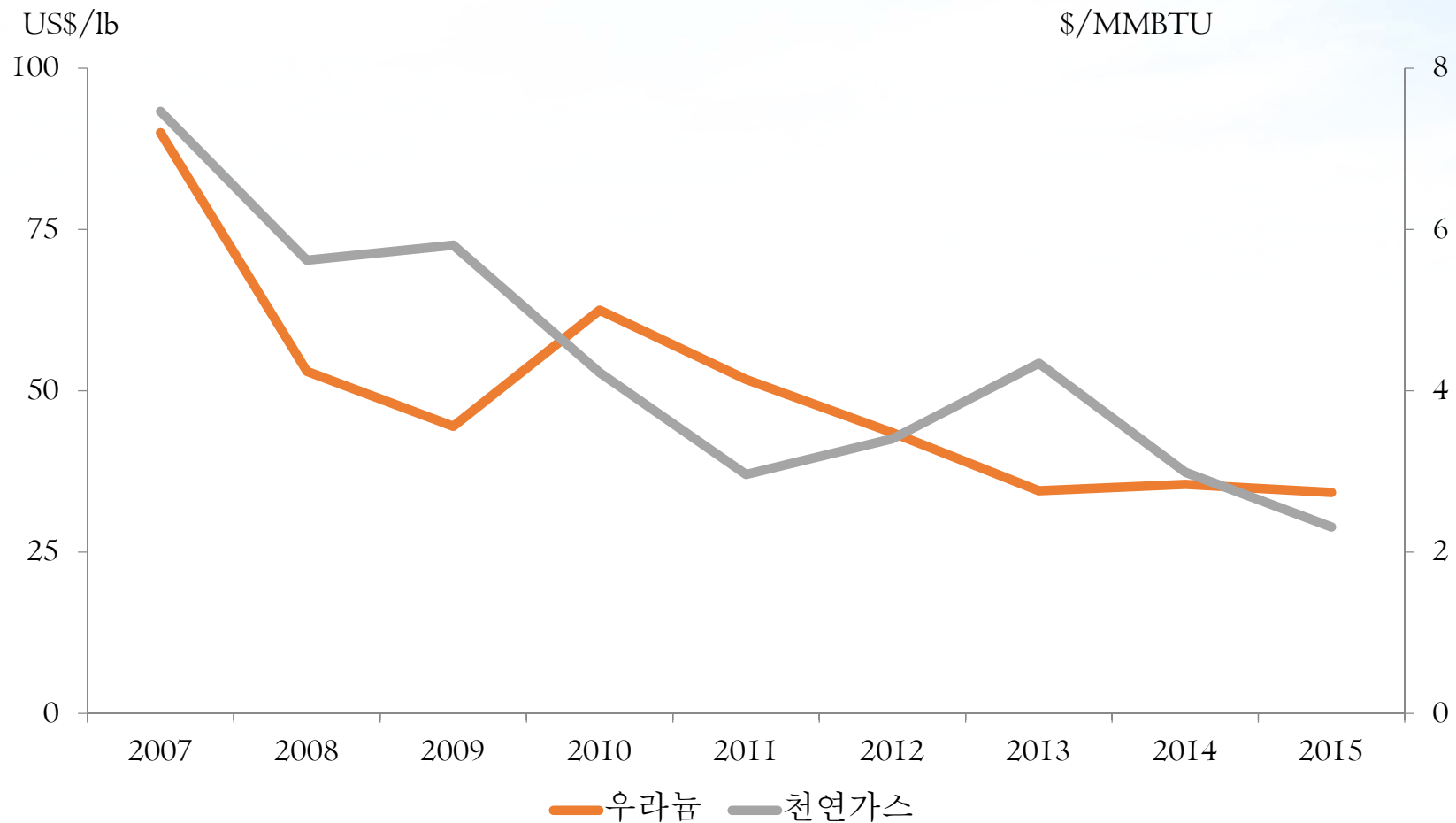
- 신고리5,6 건설 : 1,500억원('15.11)
- 월성 1호기 계속운전 : 1,310억원('15.05)
- 신한울 4기 건설 : 2,800억원('14.11)
- 고리1호기 계속운전 : 1,960억원('07.12)
(고리3,4 출강증강 보상금 포함)

- 기본 지원금 : 3,742억원
- 특별지원금: 1,520억원
- 사업자 지원사업 : 3,742억원
- 지역자원 시설세 : 13,402억원
(‘15년부터 0.5원/kWh ⇒ 1.0원/kWh 인상)
* 화력 : 0.15⇒0.3원/kWh 인상

④ 에너지원간 경쟁



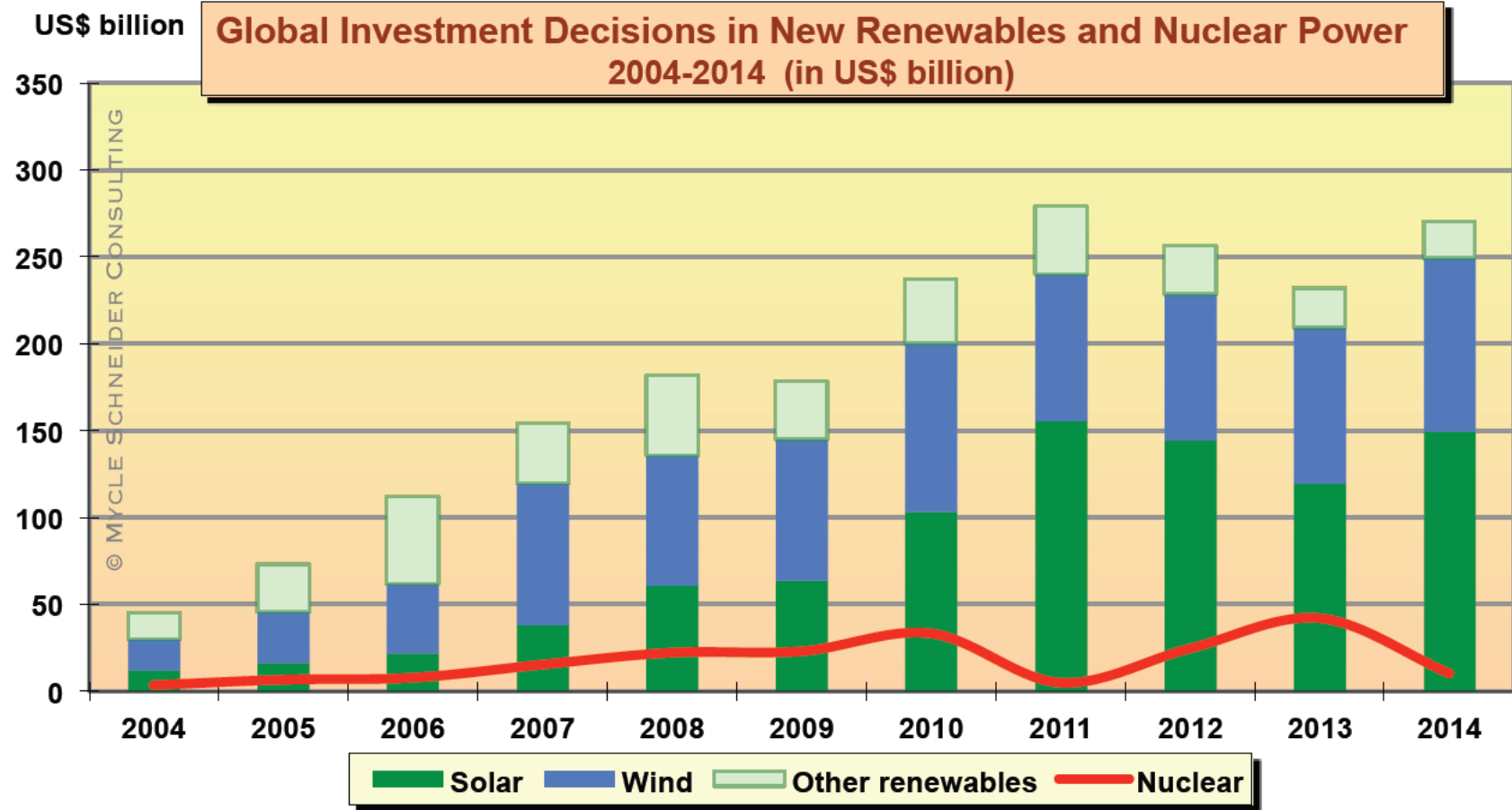
美 셰일가스 혁명 등으로 천연가스 가격이 급격하게 하락



④에너지원간 경쟁



'14년 신재생에너지에 대한 투자는 '04년 대비하여 4배 이상 증가

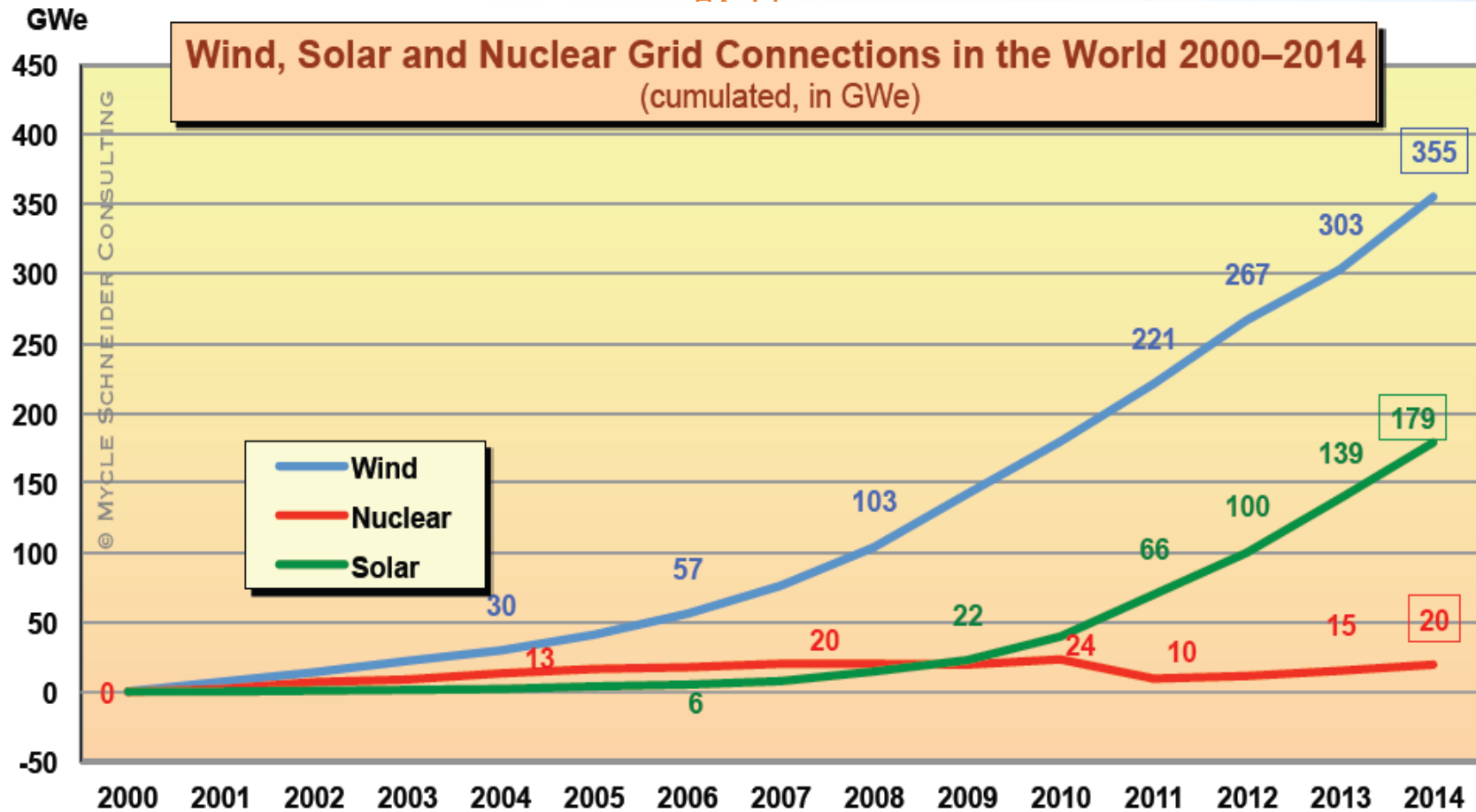


출처: FS-UNEP 2015 and WNISR

④ 에너지원간 경쟁



'00년 이후 신재생 용량은 상승하고 있는 반면, 원전은 거의 변화
없음

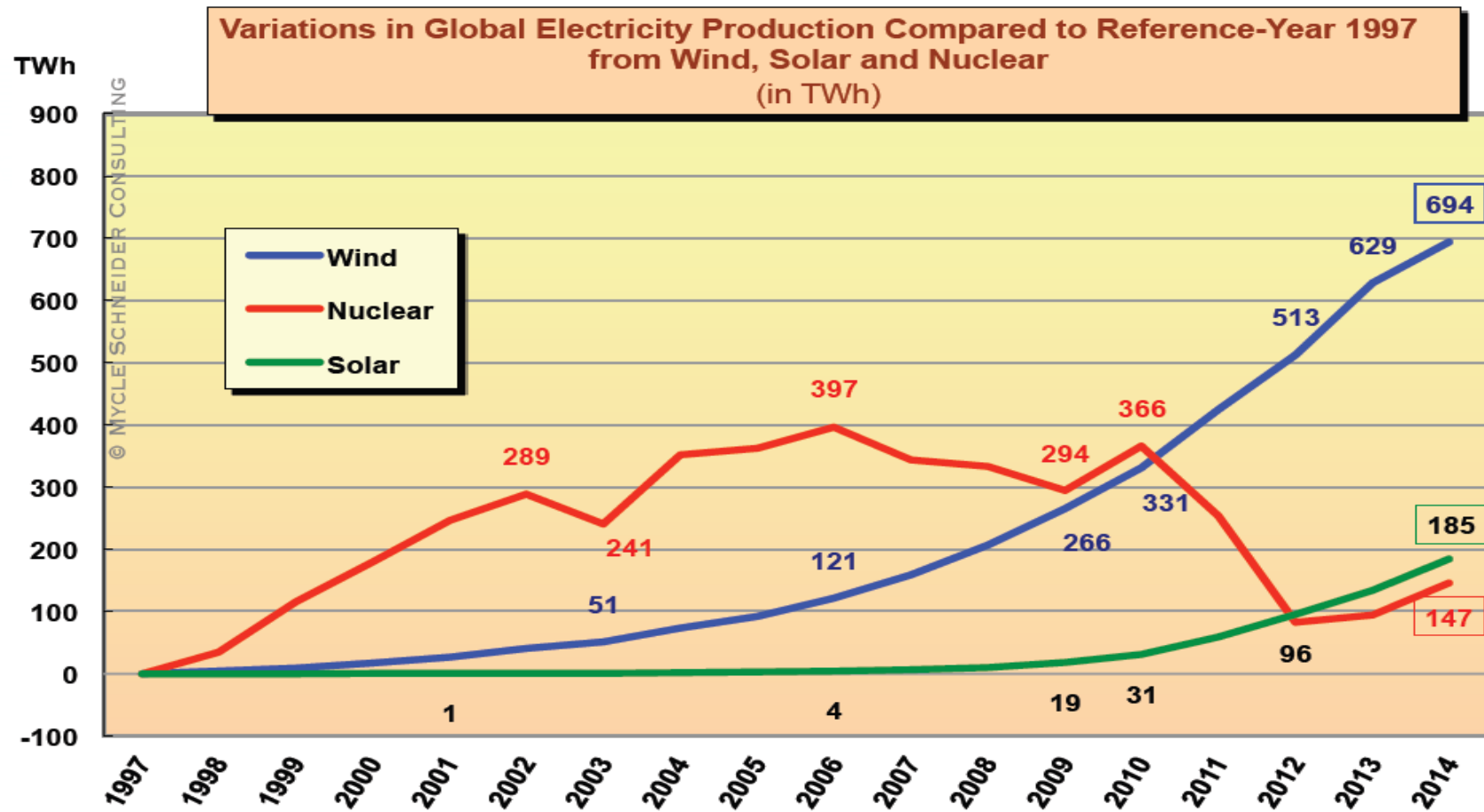


출처: FS-UNEP 2015 and WNISR

④ 에너지원간 경쟁



'97년 신재생 발전량은 증가하는 반면, 원전 발전량은 '11년 이후 급락

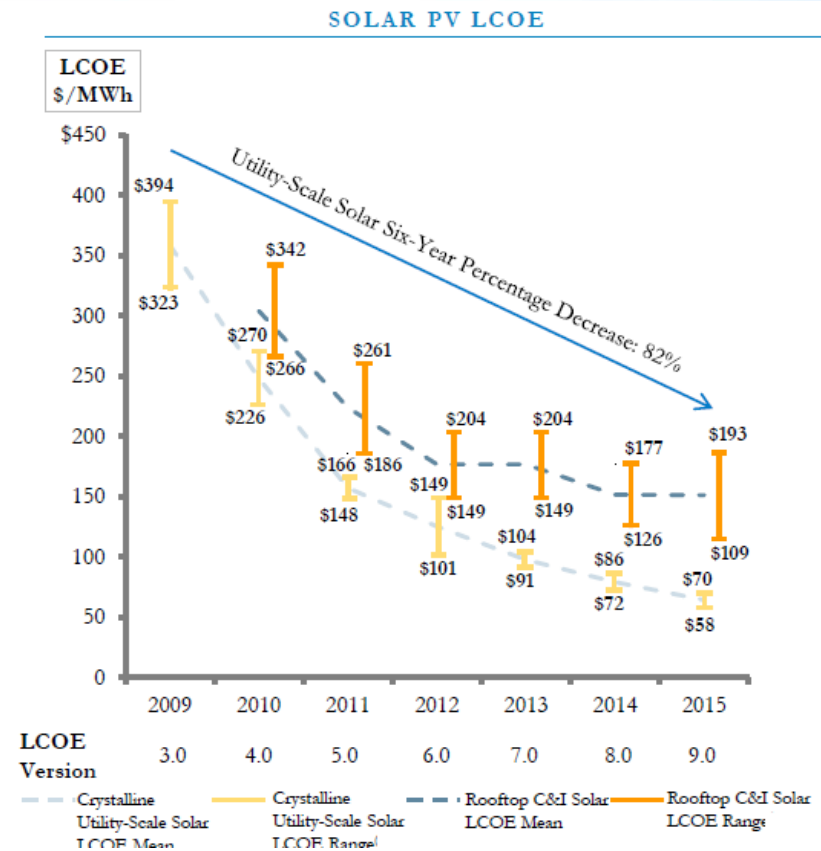
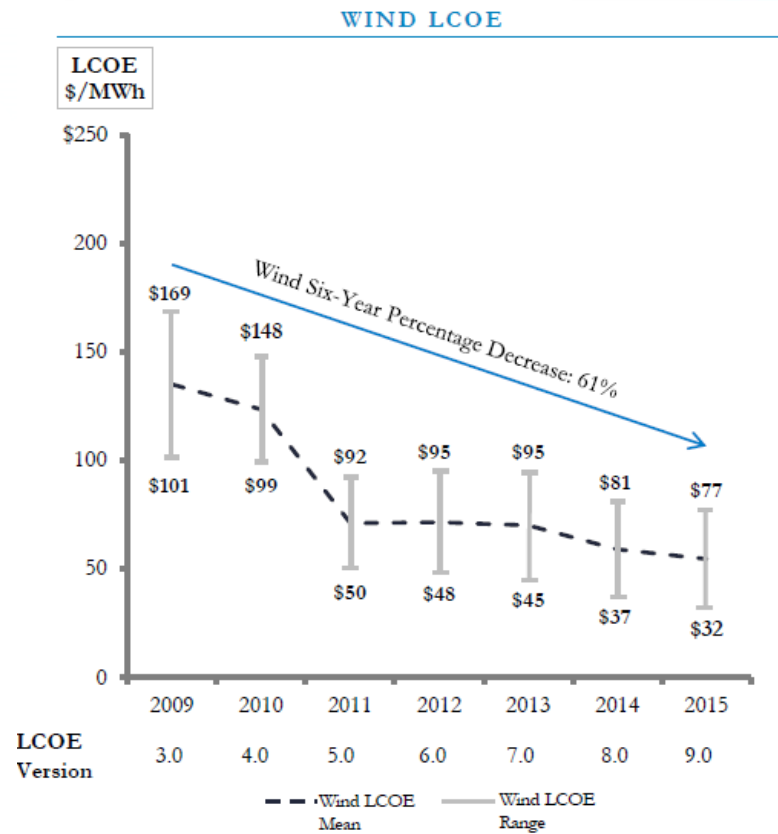


출처: World Nuclear Industry Status Report

④ 에너지원간 경쟁



신재생발전 가격은 기자재가격 하락, 효율 향상 등으로 급락 추세

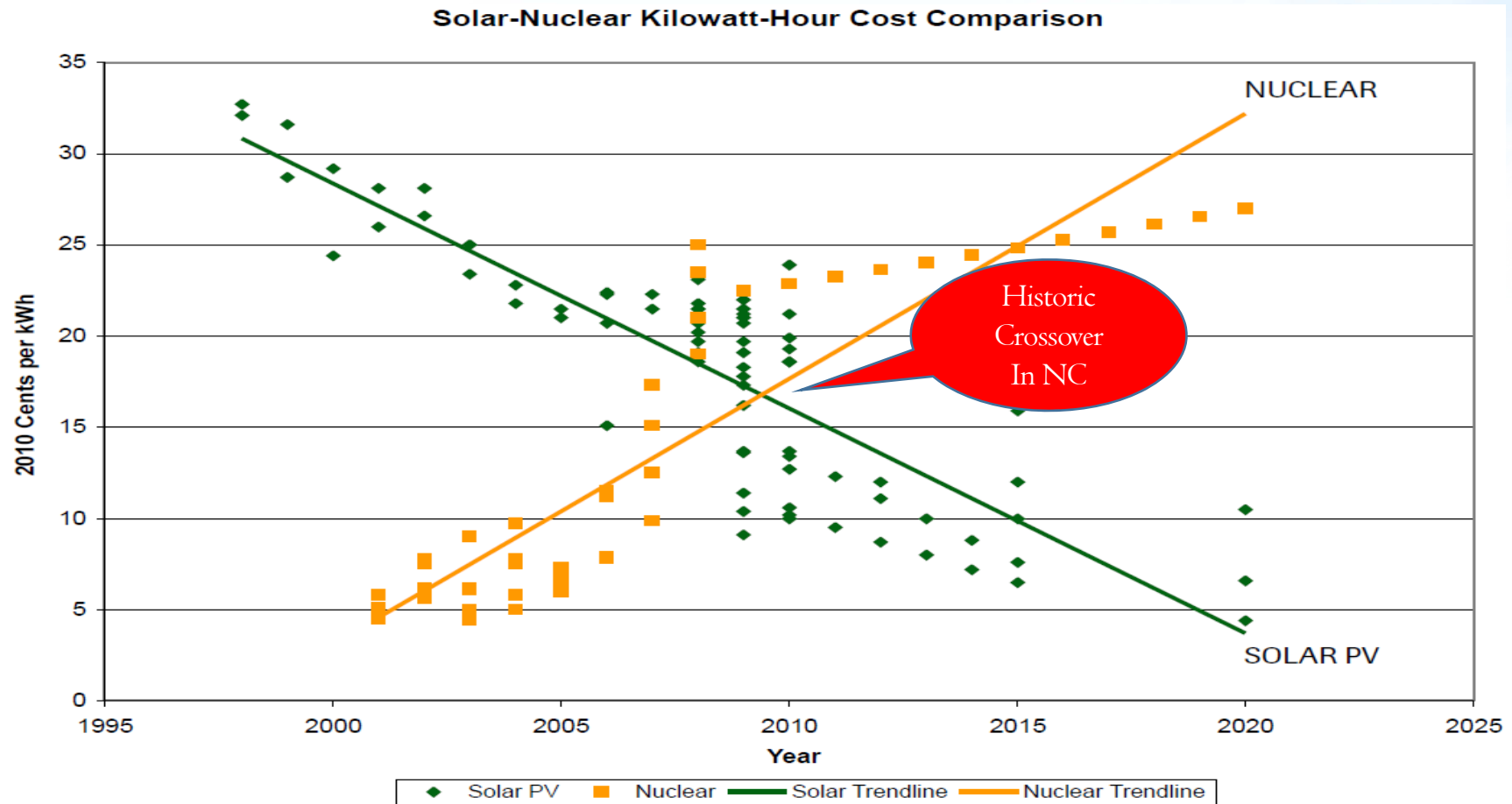


출처: LAZARD(2015)

④에너지원간 경쟁



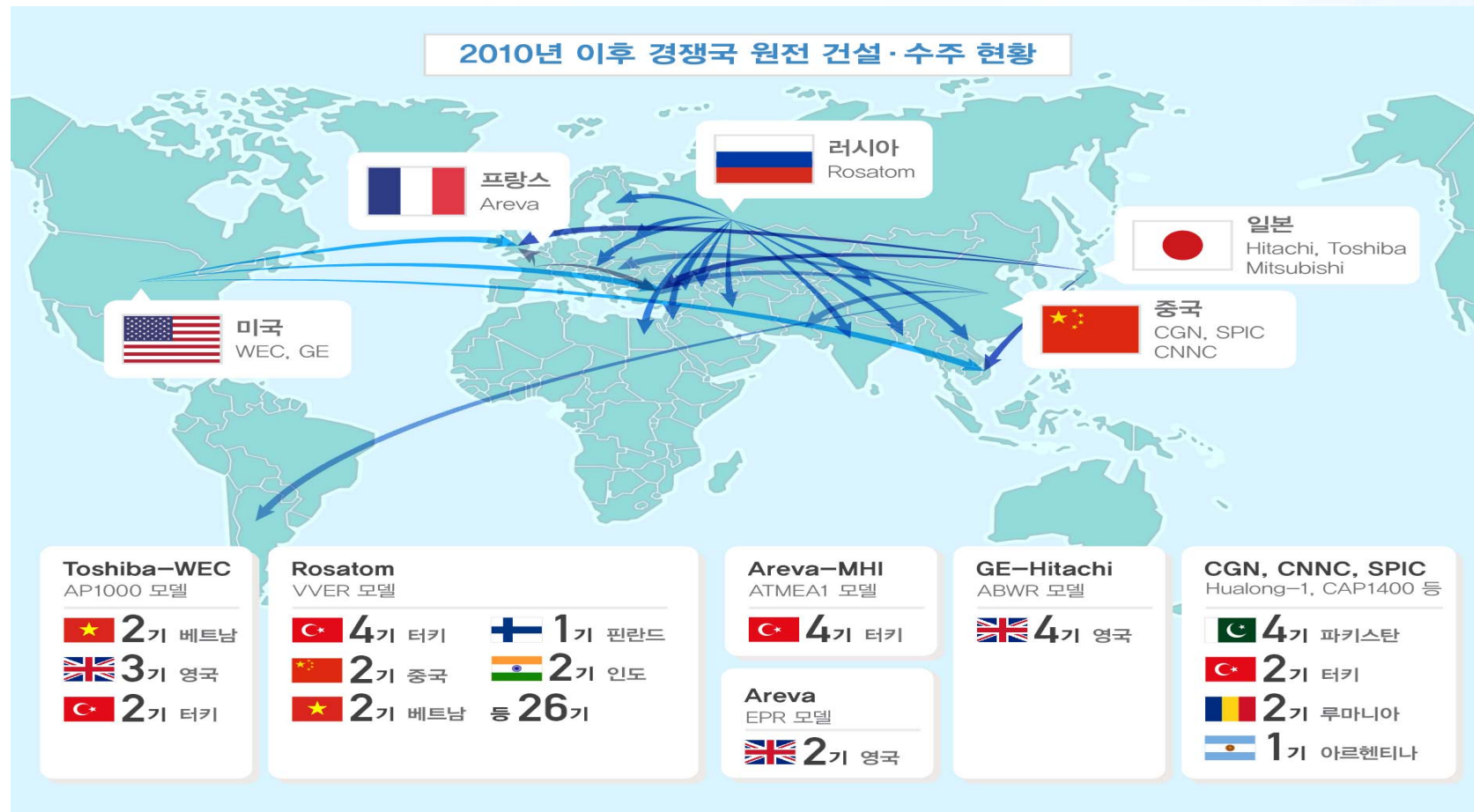
태양광 가격과 원자력 가격間 역전 현상 발생(美 노스캐롤라이나)



㉔글로벌 수출 경쟁



러시아, 중국 등을 중심으로 글로벌 원전시장 개척 추진



출처: 원자력문화재단(2015)

㉔글로벌 수출 경쟁



미국, 프랑스, 러시아 등은 원자로 원천기술 확보 및 지속 개선중

| 원자로형 | 국가 | 업체 | 원천기술 | 원자로 | 용량 | 비고 |
|-------|-----|---------|------|-----------|--------|----------------------|
| 가압경수로 | 미국 | WEC | O | AP-1000 | 1.0GW | 독자개발 |
| | 프랑스 | AREVA | O | EPR-I600 | 1.6GW | WEC 기술사용권 구매 |
| | 러시아 | ROSATOM | O | VVER-1000 | 1.0GW | 독자개발 |
| | 일본 | 미쓰비시 | X | APWR+ | 1.7GW | WEC 기술이전 |
| | 한국 | 한국전력 | X | APR-1400 | 1.4GW | CE 기술이전, WEC 기술도입 |
| 가압중수로 | 캐나다 | AECL | O | ACR-700 | 1.0GW | 독자개발 |
| 비등경수로 | 미국 | GE | O | ESBWR | 1.35GW | 독자개발 |
| | 일본 | 도시바 | X | ABWR | 1.6GW | GE 기술이전 |

㉔글로벌 수출 경쟁



일본 등은 WEC, GE, AREVA 등과 전략적 제휴를 통한 경쟁력 제고

<미국계>

CE(Combustion Engineering),
WEC(Westinghouse Electric Co.),
GE, B&W

도시바-WEC: AP1000

* 도시바의 WEC 인수(2006.10)

GE-히타치: ESBWR

* GE-히타치 원자력합작사 설립(2007.6)

<일본계>

MHI, Toshiba, Hitachi 등

아레바: EPRI600

* 아레바, 프라마툼, 지멘스 등 합병
아레바-미쓰비시: ATMEA(2006.10)

<유럽계>

브라운보베리, 지멘스, 프라마툼, 아레바

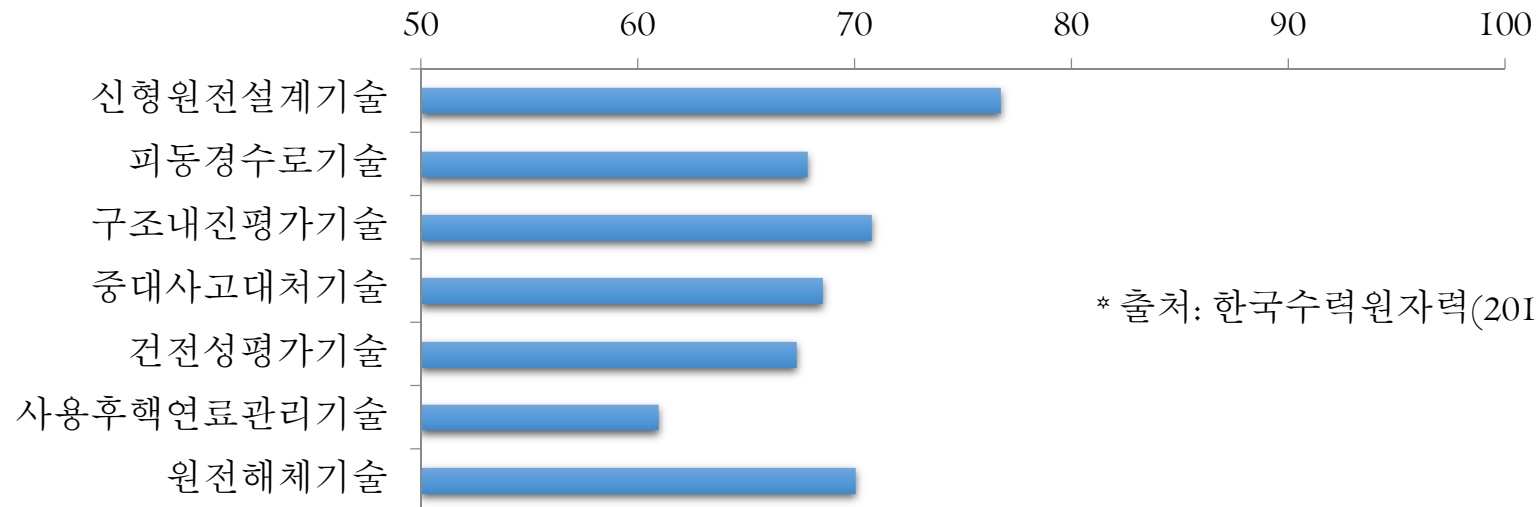
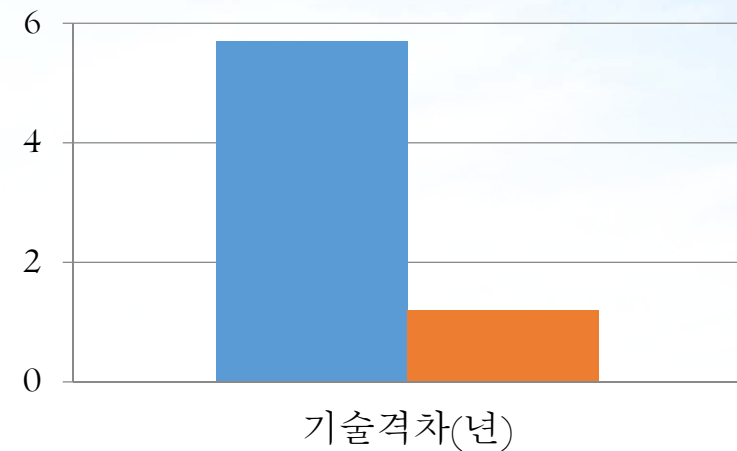
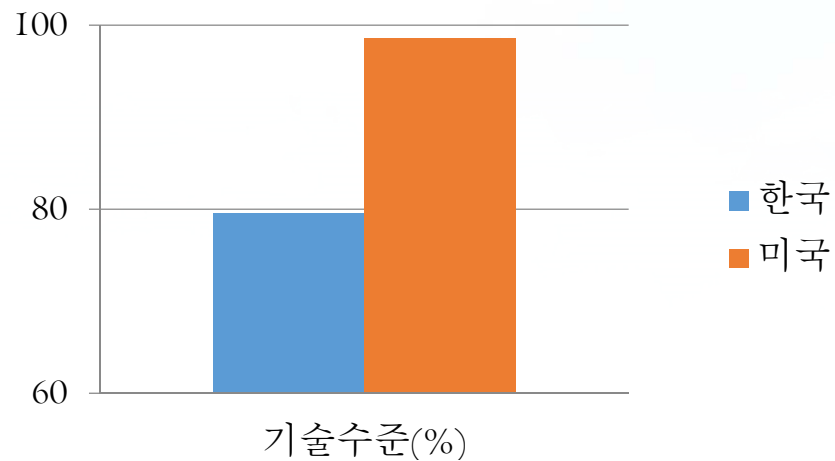
러시아 로사톰: VVER1000

중국 CNNC 등 : 화룽-I 등

㉔글로벌 수출 경쟁



우리의 주요 원전기술은 아직 세계 최고 기술수준에 비해 미흡



* 출처: 한국수력원자력(2016)



향후 원전정책 시사점





원자력 쉼 주기에 걸친 부단한 혁신을 통해 경쟁 우위 유지

폐기물



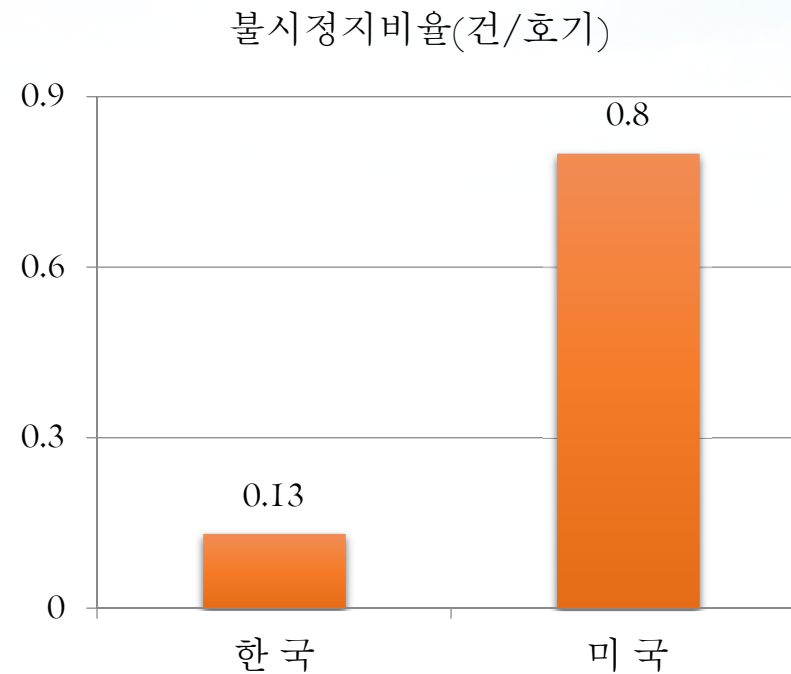
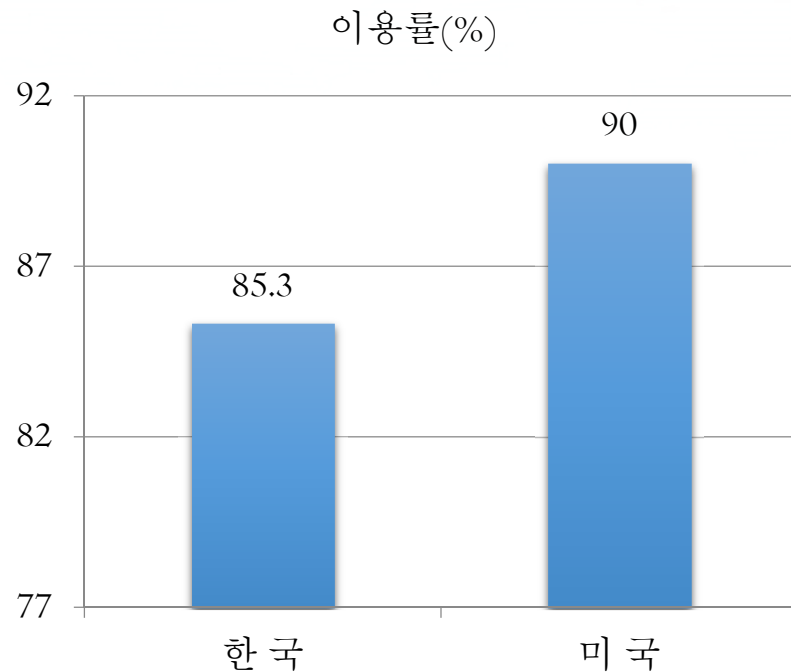
二、八

글로벌 스탠다드에 맞는 각종 원전 규제 및 제도 정비(예: 美 20년 수명연장, 해체규제 마련, SMR 규제 등)

① 全 주기 혁신



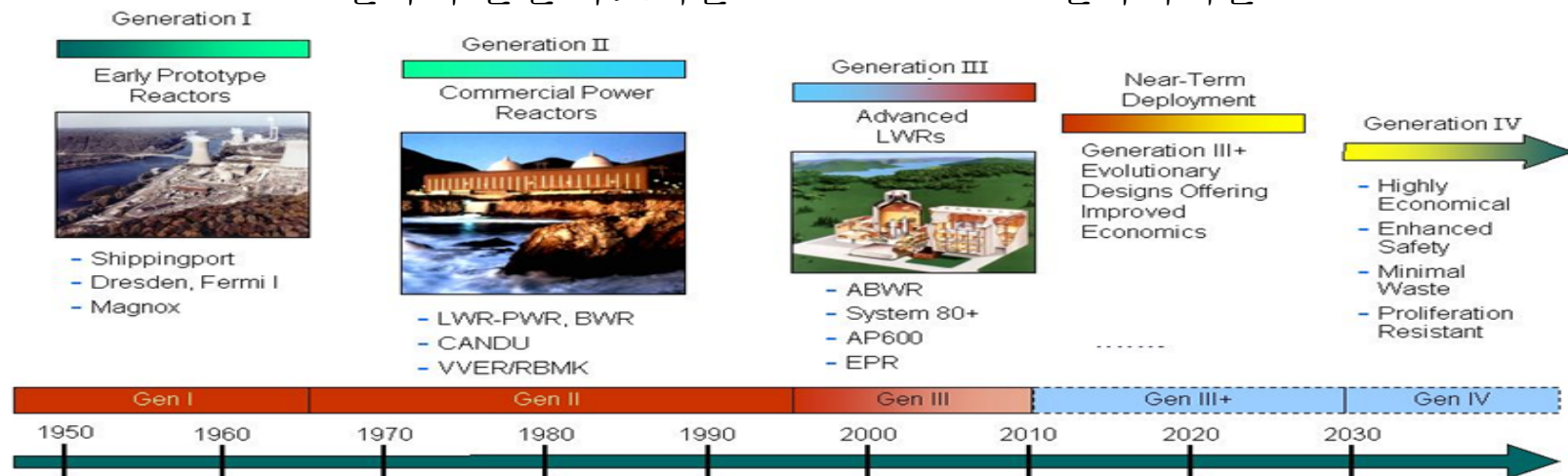
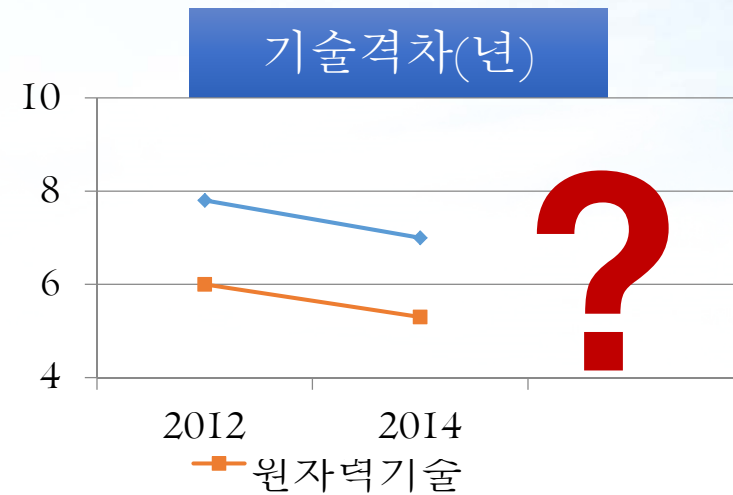
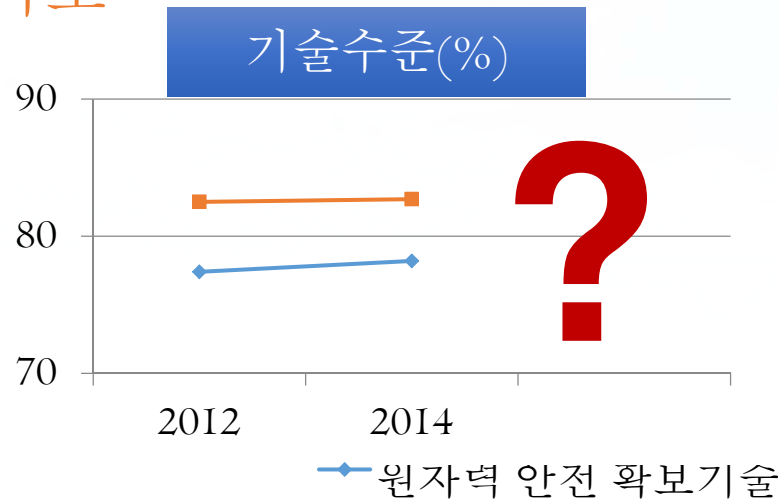
우리나라는 미국에 비해 낮은 불시정지에도 불구하고 운영역량, 규제 등으로 인해 이용률이 낮은 수준



① 全 주기 혁신



부단한 기술혁신을 통해 원천기술 확보 등 **선진국과 기술격차 축소**



②수요 혁신



원자력에 특화된 새로운 수요처 발굴, 공급 역량 지속 강화

중국 부유형 원전

- ✓ 중국 부유형 원전 설계 중
- ✓ 남중국해 도서지역 등에 운용 계획

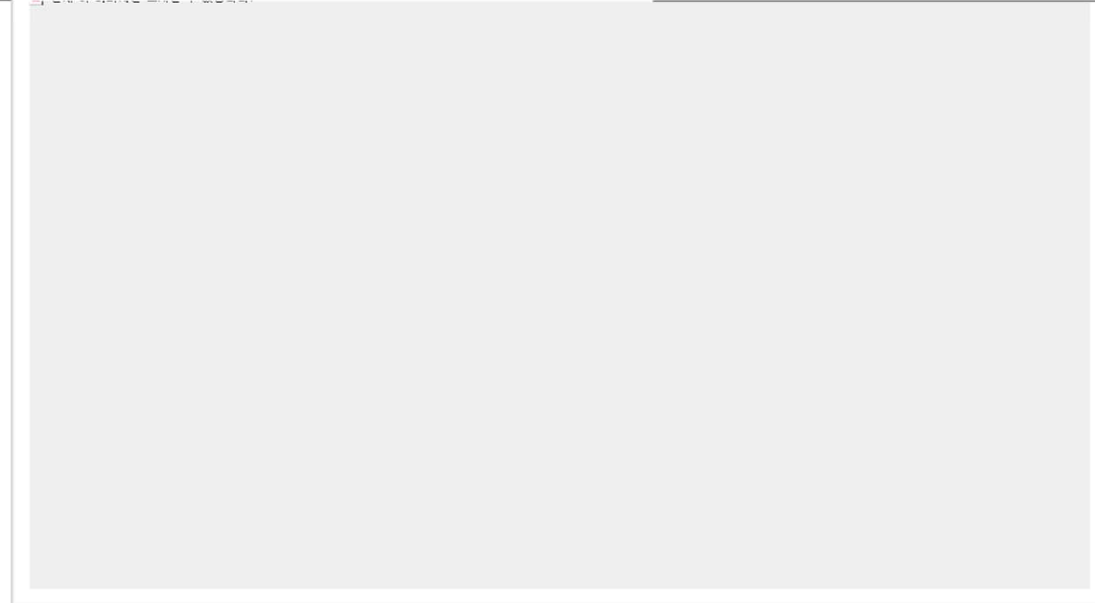
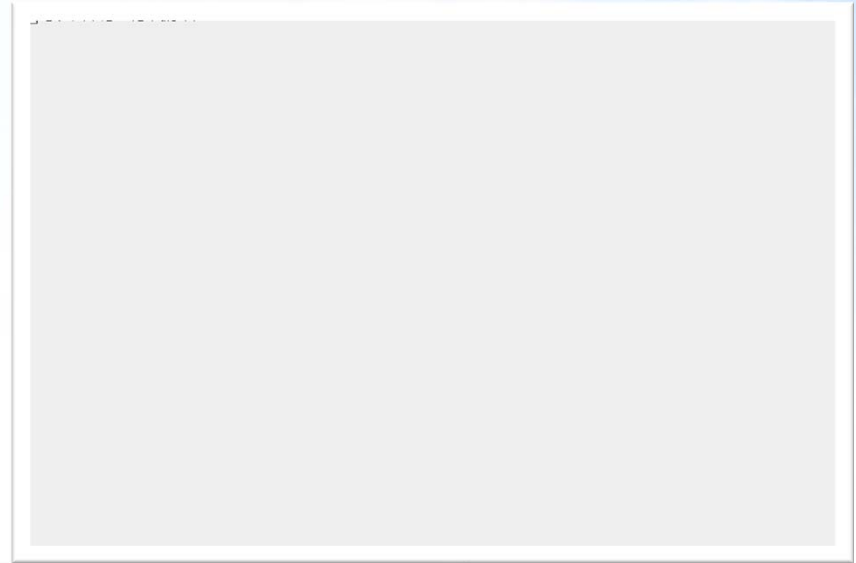
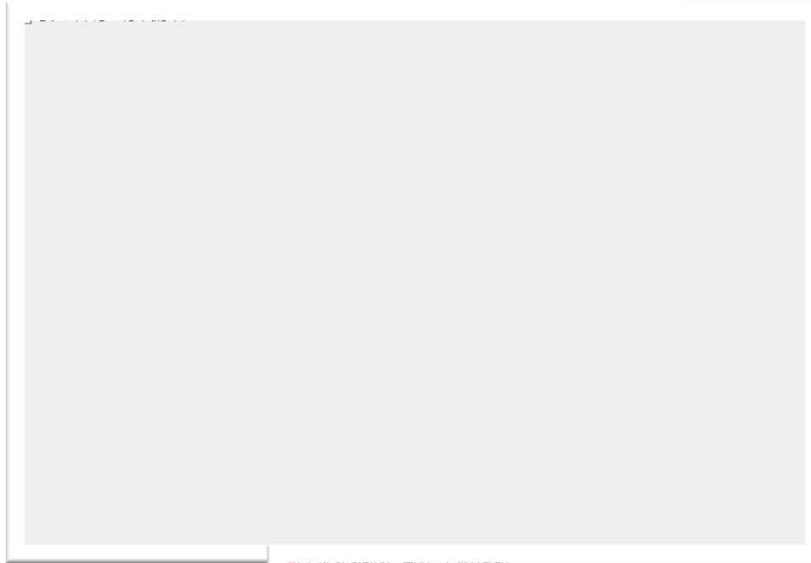
러시아 부유형 원전

- ✓ 소형 원전을 선박에 탑재한 형태
- ✓ 시베리아 등 극지 탐험 및 전력공급

원자력 자동차

- ✓ 토륨원자로 탑재 원자력 콘셉트카
- *1회 연료 충전으로 100년 운영

②수요 혁신



③거버넌스 혁신



수출상품, 수출주체, 수출전략 등에 대한 **수출혁신 역량 강화**

상품혁신

| |
|--|
| |
|--|

수출 잠재국의 니즈 반영

| |
|--|
| |
|--|

| |
|--|
| |
|--|

| |
|--------|
| NRC-DC |
|--------|

| |
|-------|
| EUR인증 |
|-------|

주체혁신

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

민간의 혁신 역량 강화

| |
|--|
| |
|--|

| |
|--|
| |
|--|

| |
|--|
| |
|--|

| |
|--|
| |
|--|

전략혁신

| | |
|--|--|
| | |
| | |

다른 국가/기업과 전략적 제휴

| |
|--|
| |
|--|

| |
|--|
| |
|--|

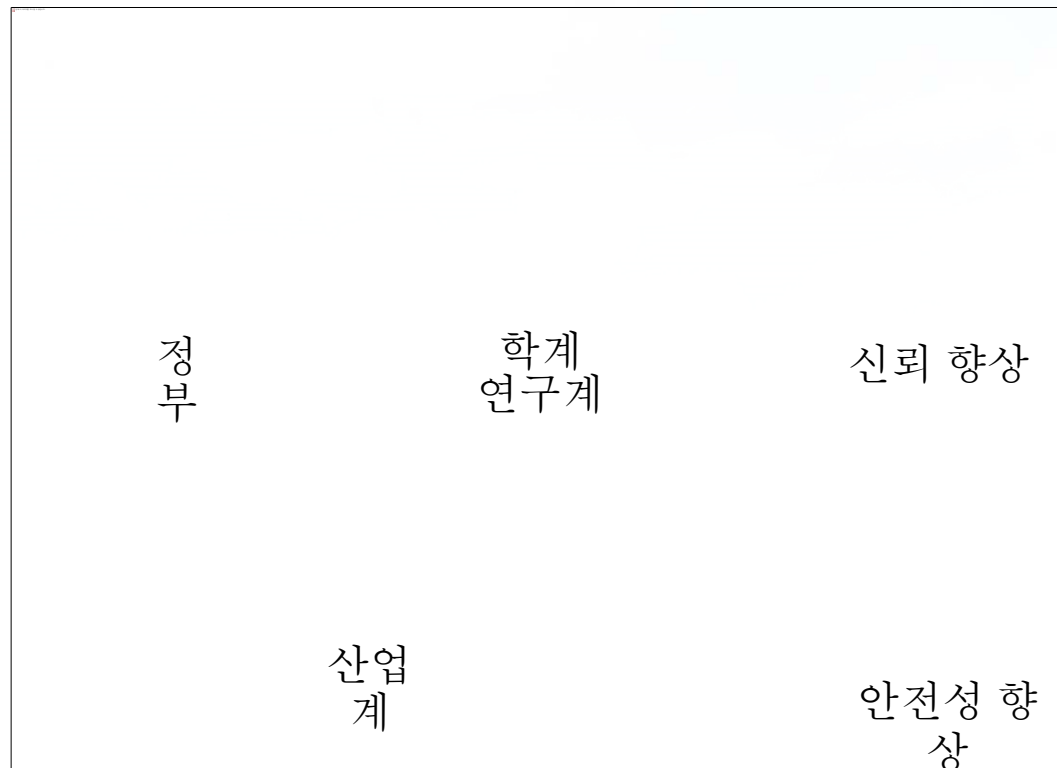
| |
|--|
| |
|--|

| |
|--|
| |
|--|

④소통 혁신



국민/지역주민 눈높이에 맞춰 열린 마음으로 지속 소통 강화



원자력
“FRIENDS”

“당신이 알고 있는 것을 할머니에게 이해할 수 있도록 설명하지 못한다면
당신을 그것을 진정으로 이해하고 있는 것이 아니다” – Albert Einstein

④소통 혁신



❌ 현재 이 이미지를 표시할 수 없습니다.

❌ 현재 이 이미지를 표시할 수 없습니다.

❌ 현재 이 이미지를 표시할 수 없습니다.

❌ 현재 이 이미지를 표시할 수 없습니다.

④소통 혁신



현재 이 메시지를 표시할 수 없습니다.

현재 이 메시지를 표시할 수 없습니다.



감사합니다

