

토론회: 한국에서 에너지전환이 가능한가?

2011년 4월 25일 프레스센터

국가에너지기본계획의 문제점과 대안

윤 순진

(서울대학교 환경대학원)



구 성

1. 국가에너지기본계획의 지위
2. 한국 에너지 소비 현황
3. 국가에너지기본계획의 내용
4. 국가에너지기본계획의 문제점
5. 대안의 모색



1. 국가에너지기본계획의 지위





■ 에너지정책 관련 최상위 국가 계획

- 중장기 에너지정책의 기본 방향 설정
- 다른 에너지 계획에 원칙과 방향 제시
- 에너지 관련 모든 분야 대상
- 다른 에너지 계획과 체계적으로 연계, 거시적 관점에서 조정

수립 기간

- 20년을 기본계획기간으로 하며 5년마다 수립, 시행

수립 체계

- 관계중앙행정기관의 장의 협의와 국가에너지위원회의 심의, 녹색성장위원회, 국무회의를 거쳐 확정

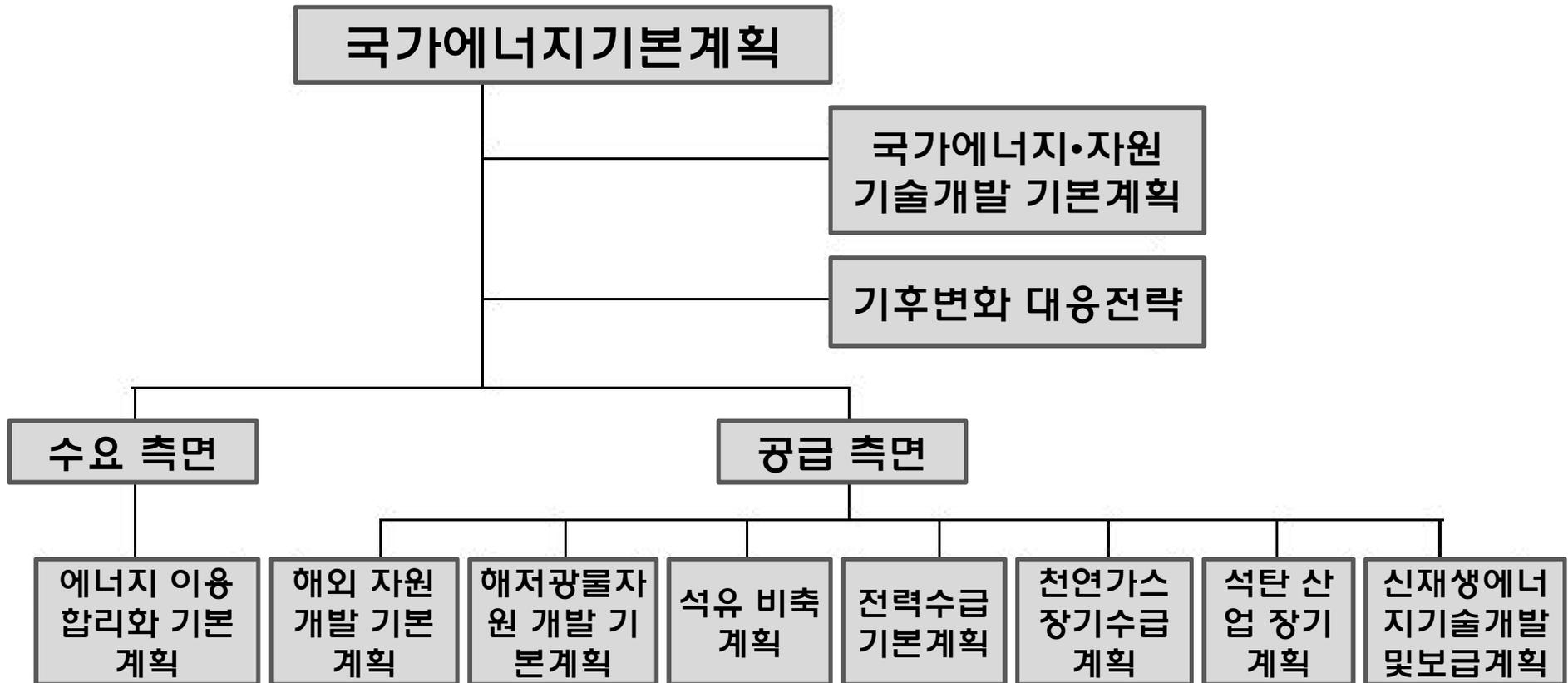


■ 국가에너지기본계획이 담아야 하는 내용

- 국내외 에너지 수급의 추이와 전망
- 에너지 안정적 확보, 도입, 공급 및 관리를 위한 대책
- 신·재생에너지 등 환경친화적 에너지 공급과 사용에 관한 대책
- 에너지 이용 합리화와 이를 통한 온실가스 배출 감소 대책
- 에너지 안전관리 대책
- 에너지 관련 기술 개발 보급
- 에너지 관련 전문 인력 양성
- 에너지 국제 협력
- 국내 부존 에너지 자원 개발과 이용



■ 에너지 관련 계획의 구조



<출처: 지경부, 국가에너지기본계획 수립방향, 10/10/05>



■ 국가에너지기본계획 수립 역사

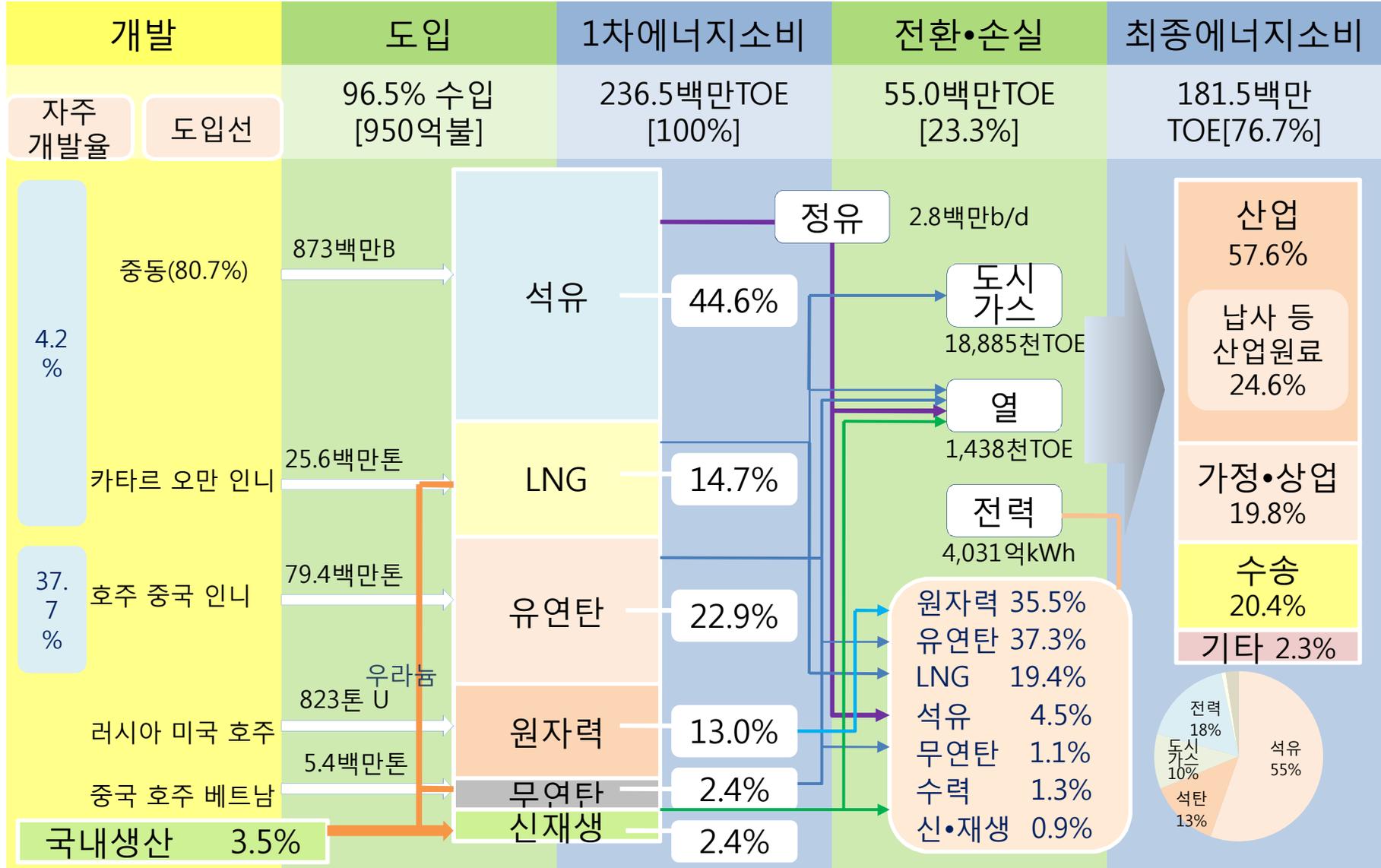
계획의 종류	근거법	대상 기간	수립년도	비고
제1차 국가에너지 기본계획	에너지합리회법 (제4조)	1997~2006	1997	최초 수립 10년 이상 기간에 대해 5년 단위 수립
제2차 국가에너지 기본계획	에너지합리회법 (제4조)	2002~2011	2002	
제3차 국가에너지 기본계획	에너지합리회법 (제4조)	2007~2016	2007	
제1차 국가에너지 기본계획	에너지기본법 (제6조)	2008~2030	2008	근거법이 에너지기본법으로 바뀌면서 20년 이상 기간에 대해 5년 단위 수립
제2차 국가에너지 기본계획(안)	저탄소녹색성장 기본법(제41조 제1항)	2010~2030	2010	제1차 국가에너지기본계획 수립 이후 유가 전망과 GDP 성장 전망 변화를 근거로 재수립 시도

2. 한국 에너지 소비 현황



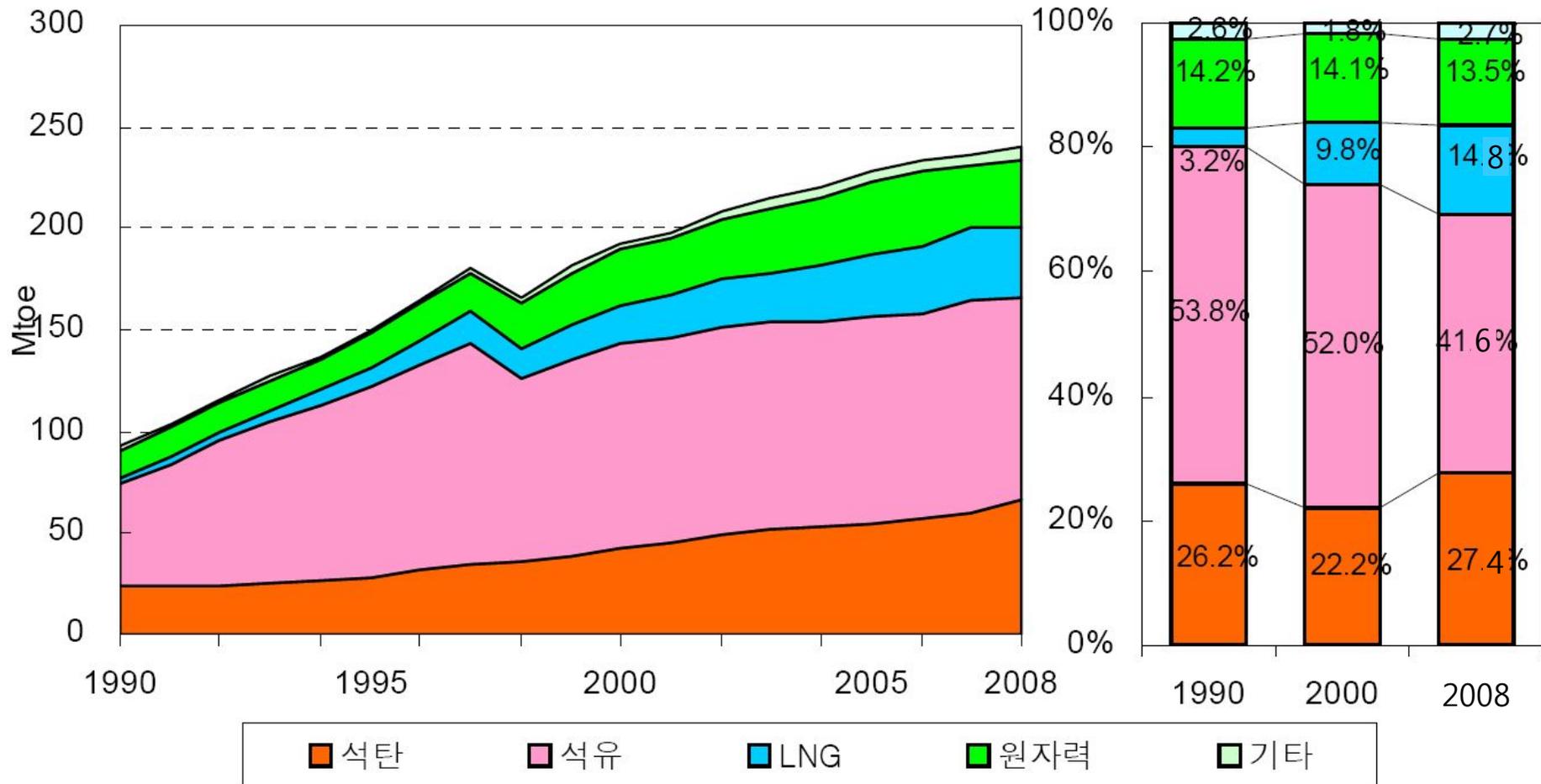


한국 에너지 생산과 소비의 흐름(2007)





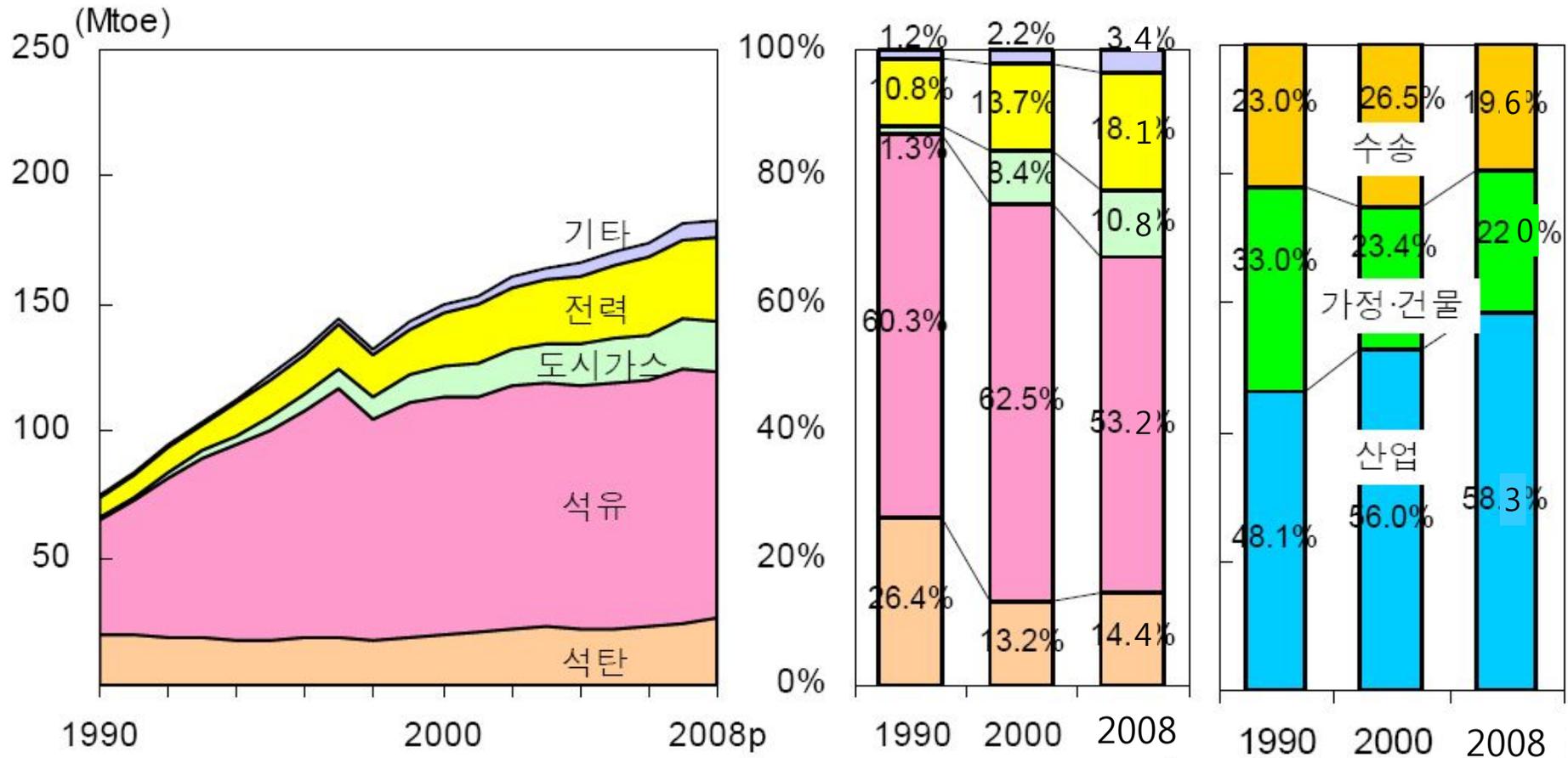
■ 1차 에너지 소비와 원별 점유율 추이(90~08)



<출처: 에너지관리공단, 2009 에너지 기후변화 편람, 수정>



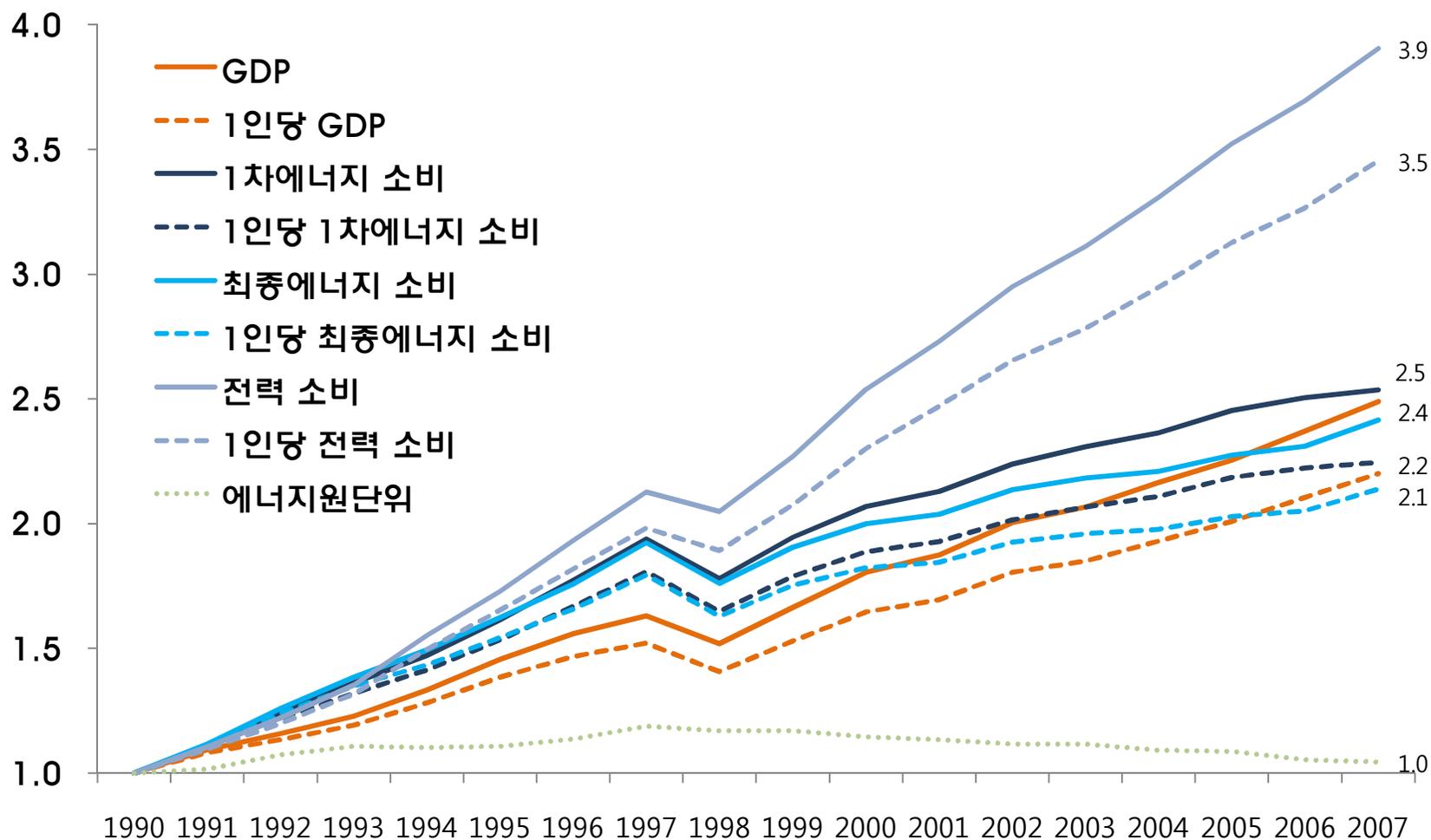
■ 최종에너지 소비와 비중 추이(90~08)



<출처: 에너지관리공단, 2009 에너지 기후변화 편람, 수정>



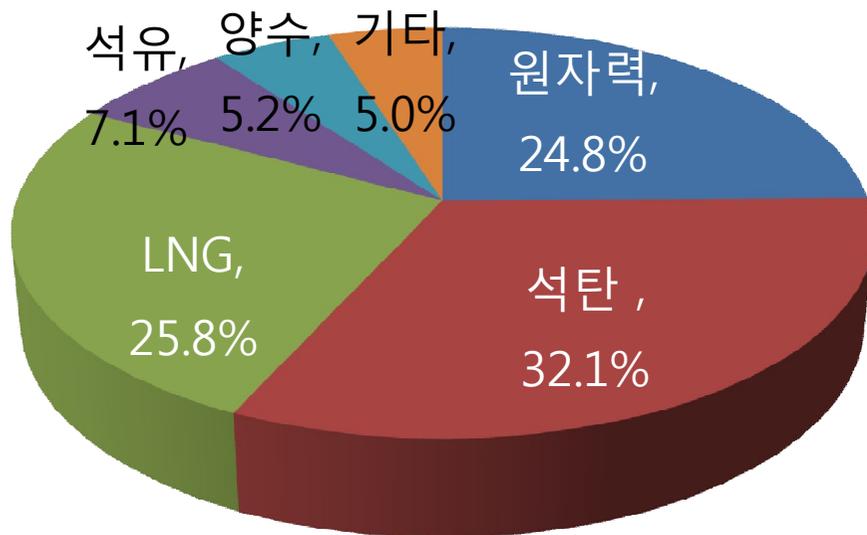
■ 한국의 GDP와 에너지 소비 추이



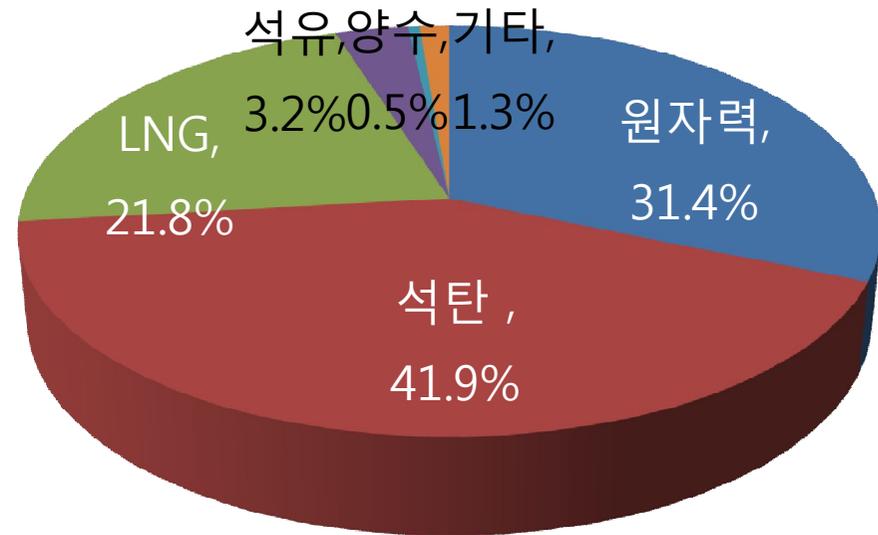


■ 전원구성(2010)

설비 기준



발전량 기준



주) 기타는 신재생에너지 및 집단에너지 설비

자료: 지식경제부, 2010, 제5차 전력수급기본계획



■ 에너지관련지표의 국가간 비교(2008)

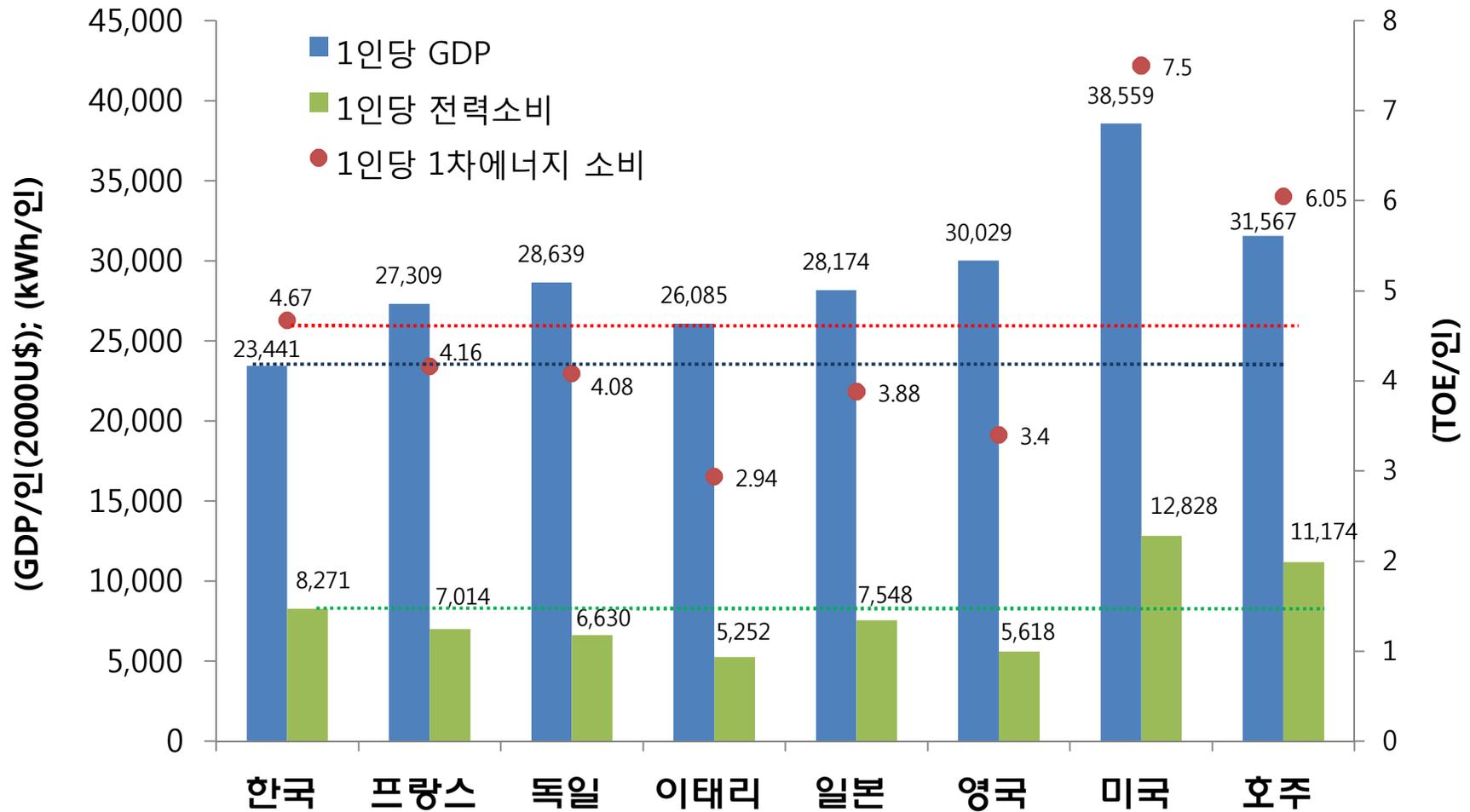
순위	1차에너지소비 (백만TOE)	석유소비 (백만 톤)	석탄소비 (백만 톤)	전력소비 (TWh)	에너지 CO ₂ 배출 (MtCO ₂)
1	미국(2,284)	미국(843)	중국(1,537)	미국(4,156)	중국(6,550)
2	중국(2,131)	중국(405)	미국(498)	중국(3,293)	미국(5,596)
3	러시아(687)	인도(198)	일본(246)	일본(1,031)	러시아(1,594)
4	인도(621)	일본(149)	인도(109)	러시아(914)	인도(1,428)
5	일본(496)	러시아(125)	남아공(99)	인도(645)	일본(1,151)
6	독일(335)	독일(114)	러시아(83)	독일(587)	독일(804)
7	캐나다(267)	사우디(122)	독일(71)	캐나다(568)	캐나다(551)
8	프랑스(267)	한국(104)	한국(67)	프랑스(494)	영국(511)
9	브라질(249)	브라질(104)	폴란드(54)	한국(430)	이란(505)
10	한국(227)	캐나다(97)	호주(51)	브라질(429)	한국(501)
전체	12,029	3,939	3,195	17,377	29,381
자료	IEA	KEEI	KEEI	IEA	IEA

자료: IEA, 2010, Key World Energy Statistics, 지식경제부 에너지통계연보, 2010

주: 한국의 GDP 와 GDP(ppp)규모는 모두 세계 12위, 석유, 석탄은 1차에너지로 2009년 자료



주요 선진국의 소득과 에너지 소비



출처: IEA, 2010, Key World Energy Statistics

4. 국가에너지기본계획의 주요 내용





■ 이명박 정부 저탄소 녹색 성장의 3대 전략

견실한 성장을 하되,
에너지·자원 사용량은 최소화

- 에너지 저소비형 산업구조로 전환
- 에너지 효율성 대폭 개선
- 산업, 수송, 건물 에너지절감 목표 설정

에너지원단위: 0.341 → 0.185

동일한 에너지·자원을 사용하되,
CO₂ 배출 등 환경부하를 최소화

- 신재생에너지 보급 확대
- 원자력 등 청정에너지 비중 확대
- CO₂ 배출 감축

석유의존도: 43.4% → 33%
신재생에너지 비중: 2.4% → 11%

그린에너지를 신성장동력으로 육성,
산업의 Green Transformation 촉진

- 녹색기술 R&D 투자 확대
- 신재생에너지 등 녹색산업 육성 및 수출산업화
- 업종별 그린오션 개척

녹색기술수준:
60% → 세계 최고수준

<출처: 지식경제부, 2008>



제1차 국가에너지기본계획의 기본 전제

경제 성장 (KDI)

- 국내총생산(2000년 불변가격 기준) 연평균 3.7%

인구 (통계청 추계인구 전망)

- 전망 기간 중 0.03% 증가
- 2018년 이후 인구감소

1차에너지 수요 (KEEI)

- 천연가스, 신재생에너지, 원자력 점유율 지속 증가

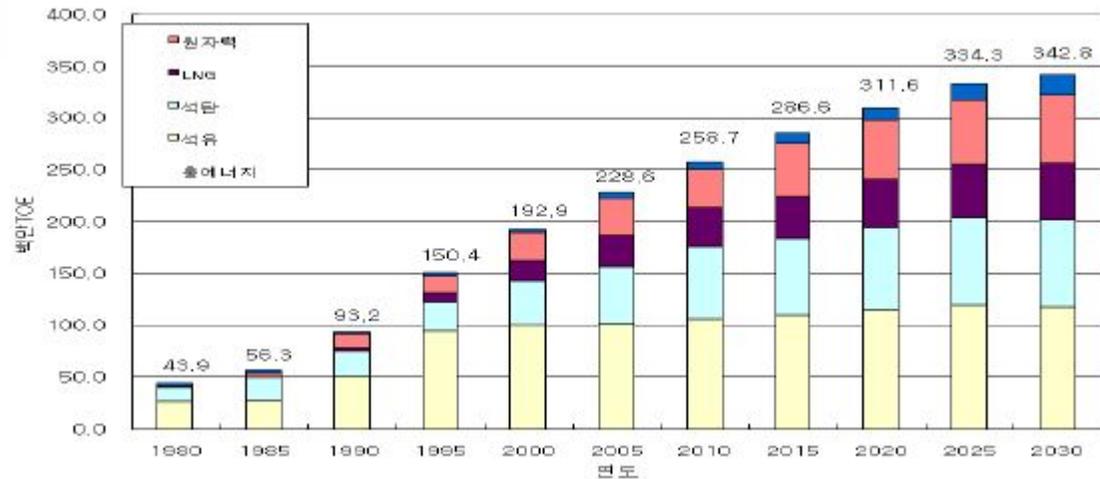
* 석유는 연평균 0.6%, 천연가스 2.2%, 원자력 2.5%, 신재생에너지 6.2% 증가(2030년 수요 점유율 5.4%)

국제 유가 (미국 DOE/EIA 2008)

- 2030년 배럴당 118.7달러
- 2030년 저유가시 42.4달러, 기준유가 70.5달러 중 고유가 채택

산업구조 전망 (산업연구원 KIET)

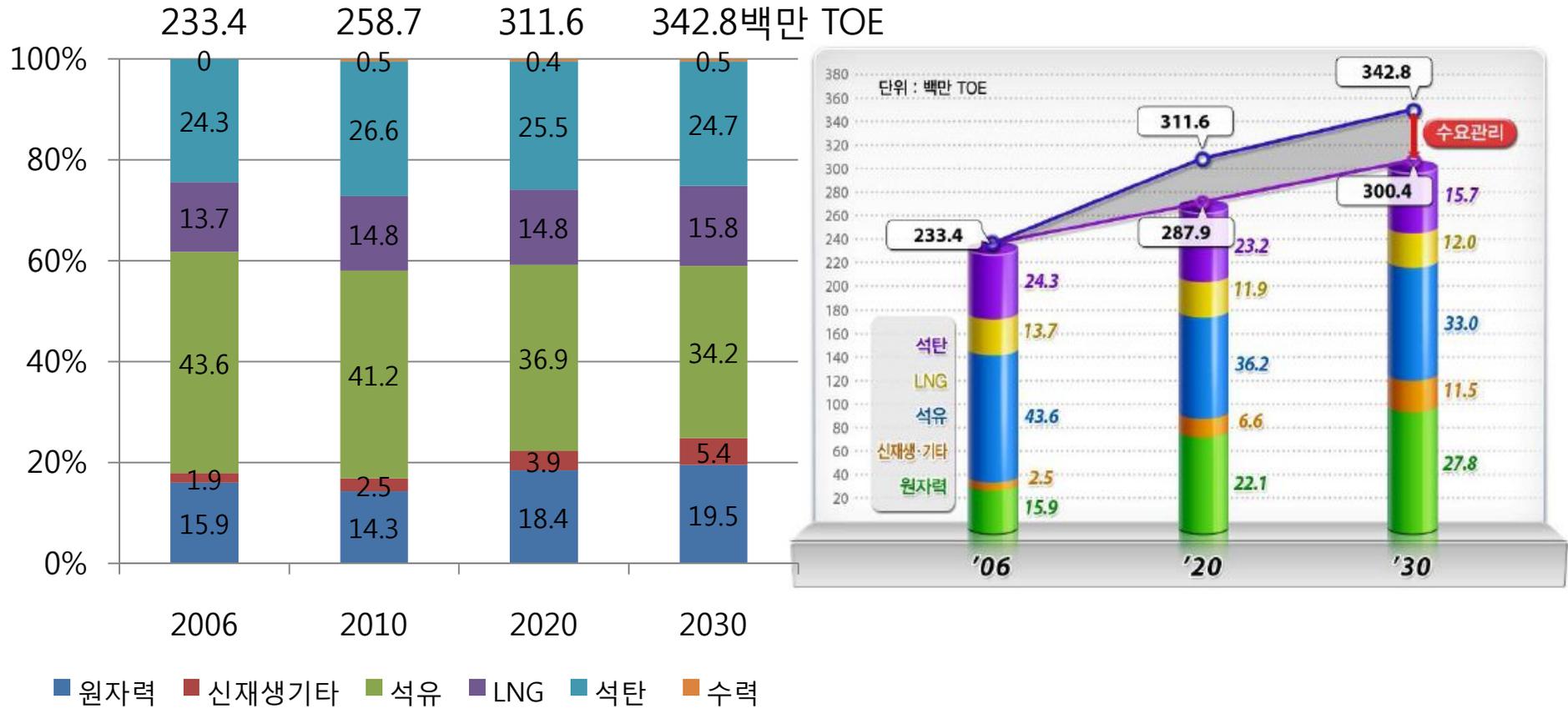
- 제조업의 부가가치는 2030년까지 연평균 3.5%, 서비스업은 4.2%
- 서비스업의 부가가치 비중 지속적으로 증가
* 제조업 비중은 2015년부터 하락



<출처:: 국가에너지기본계획, 2008>

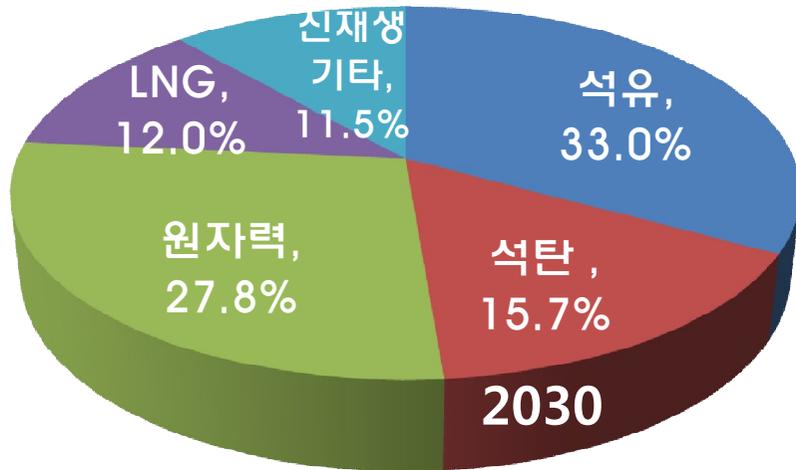
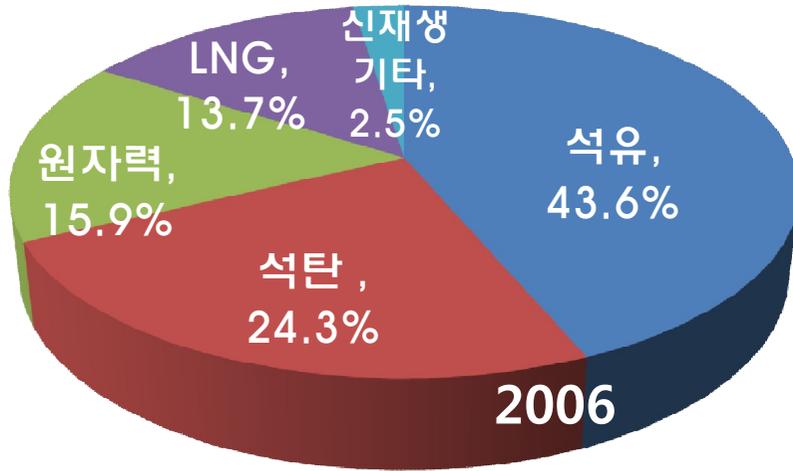


제1차 국가에너지기본계획 기준안과 목표안

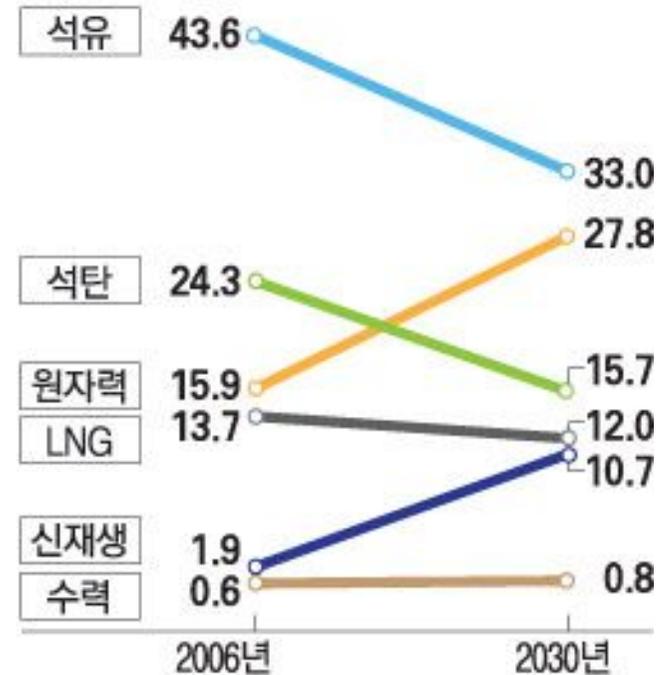




■ 제1차 국가에너지기본계획 목표안의 원구성



에너지원별 수요 목표 비중
(단위=%)



*자료=1차 국가에너지 기본계획



제2차 국가에너지기본계획(안)의 기본 전제

경제 성장 (KDI)

- 국내총생산 (2005년 불변가격기준) 연평균 3.4%
- 미래기획위원회의 『미래비전2040』

국제 유가 (미국 DOE/EIA 2008)

- 2020년 배럴당 111.5달러
- 2030년 127.2달러

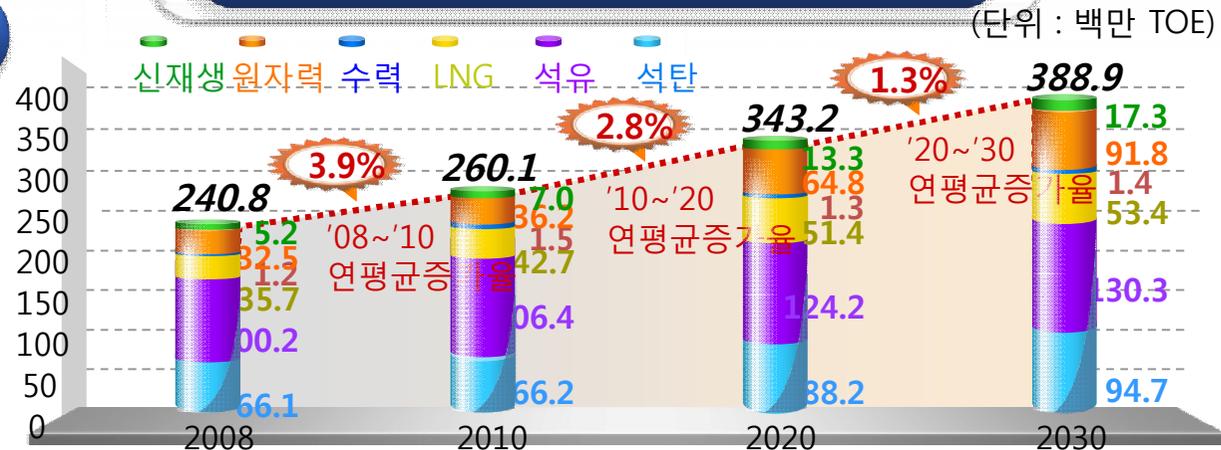
산업구조 전망 (산업연구원 KIET)

- 고기술·지식 집약적 산업이 제조업 주도
- 에너지다소비산업(조선·철강) 2020년까지 급속성장
 - * 제조업성장률 연평균 3.2% 증가
- 문화서비스업 성장 예상

인구 (통계청 추계인구 전망)

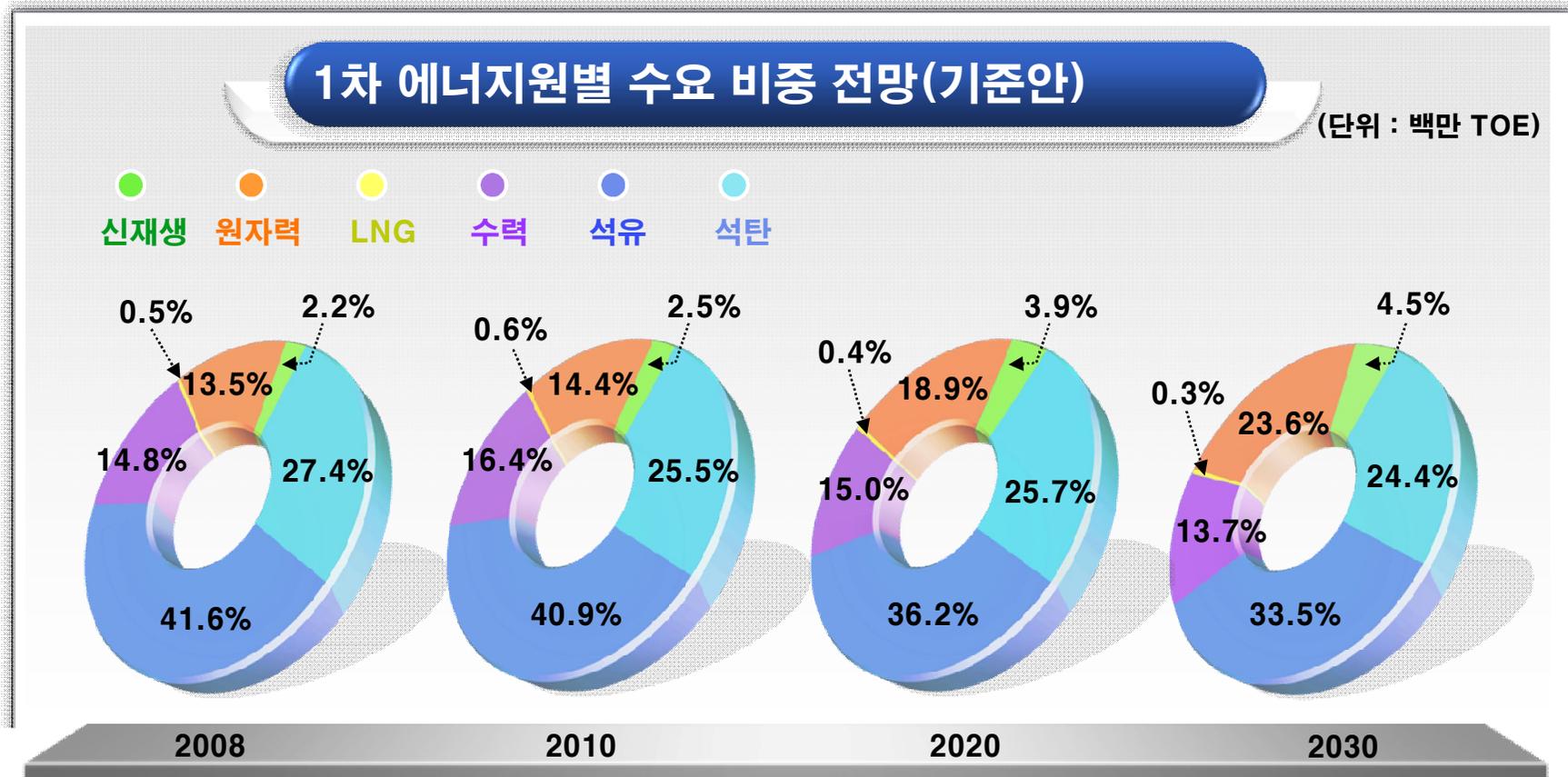
- 연평균 0.02% 감소
- 2018년 이후 인구감소세 예상

1차 에너지 원별 수요 전망(기준안)





제2차 국가에너지기본계획(안)의 수요 전망



4. 국가에너지기본계획의 문제점





■ 국가에너지기본계획의 문제점

- ◆ 공급지향적: 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 이를 충족시킬 수 있는 에너지 공급 방안 모색
- ◆ 수요 과다 예측: 주요 선진국 대비 에너지 소비 과다, 제1차 국기본에 비해 제2차 국기본(안)의 수요 예측 증가
- ◆ 에너지 효율개선 목표와 재생가능에너지 확대 목표 미흡
- ◆ 핵발전 확대에 지나치게 의존: 국내 확대는 물론 수출산업화 전략의 적절성
- ◆ 오개념인 신·재생에너지 개념 유지
- ◆ 지역간 에너지 형평성 제고 부족
- ◆ 우리 사회 에너지체제의 지속가능성에 대한 고려 부족: 장기적 관점 결여(에너지체제 전환이 아니라 자주개발을 확대와 재생가능에너지 수출동력화와 규모 확대에 초점)
- ◆ 민주적 에너지 거버넌스의 부족



■ 수요 증가 예측과 손실률 증가

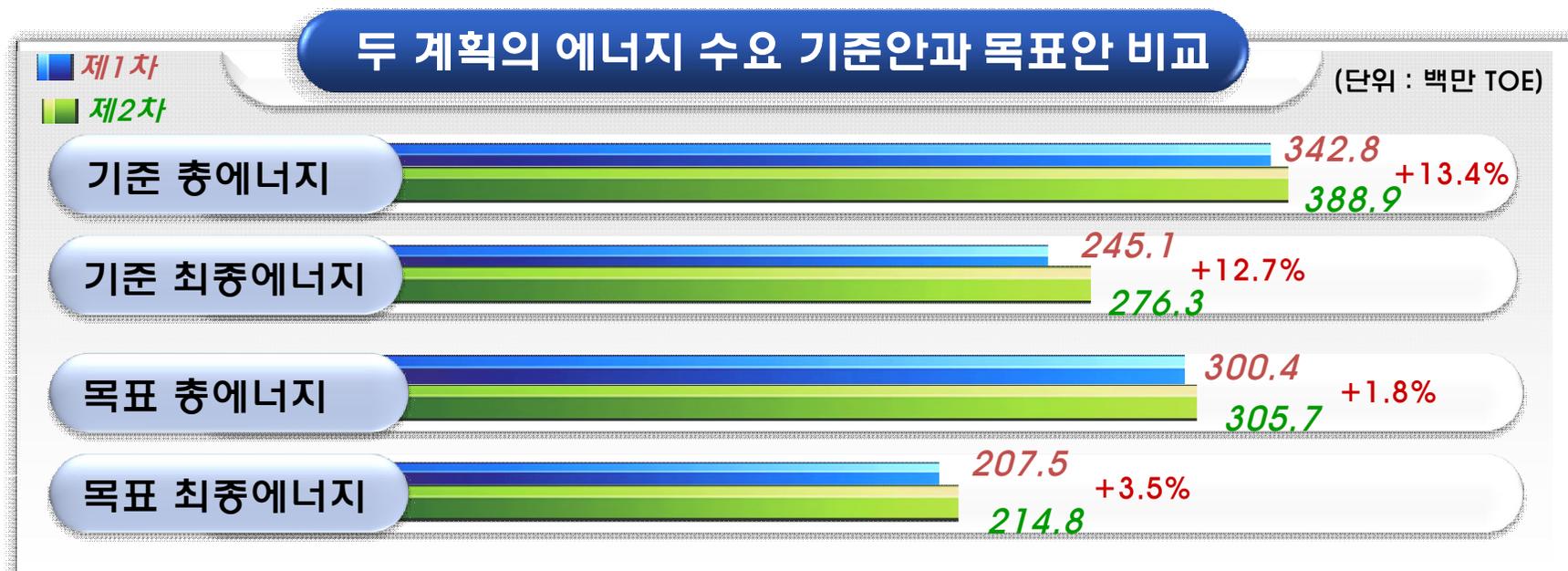
연도	총 에너지 소비(천TOE)		최종 에너지 비율	최종 에너지 중 전력 비율
	1차 에너지	최종 에너지		
1970	19,678	17,882	90.9%	3.7%
1980	43,911	37,597	85.6%	7.5%
1990	93,192	75,107	80.6%	10.8%
2000	192,887	149,852	77.7%	13.7%
2003	215,067	163,995	76.3%	15.4%
2005	228,622	170,854	74.7%	16.7%
2006	233,372	173,584	74.4%	17.3%
2030	300,400	207,500	69.1%	21.3%

◆ ‘제5차 전력수급기본계획’ 의 수요 예측 증가와 공급 지향

- 전력수요 연평균 1.9% 증가 전망(‘10년: 4,238 → ‘24년: 5,516억kWh)
- 원자력 14기, 석탄 17기, LNG 26기 등 추가건설계획(‘10~’ 24)
- 2024년 원자력 설비 비중 32%, 발전량 비중 48.5%로 확대 (국가에너지 비전 2030에서는 2030년 시설 용량 비중 41%, 발전량 비중 59%)



■ 점점 더 높아지는 수요 증가 예측

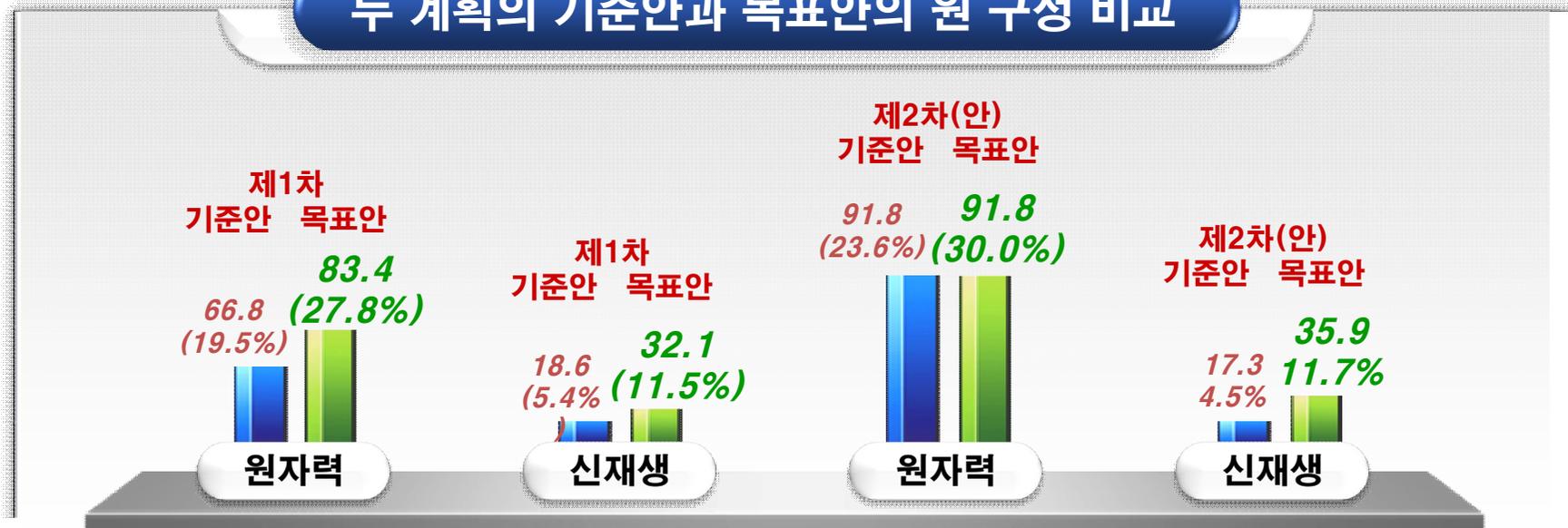


	총에너지 기준안 대비 목표안	최종에너지 기준안 대비 목표안
제1차 국기본	-12.4%	-30.9%
제2차 국기본(안)	-21.3%	-29.7%



■ 점점 더 높아지는 핵발전 의존도

두 계획의 기준안과 목표안의 원 구성 비교

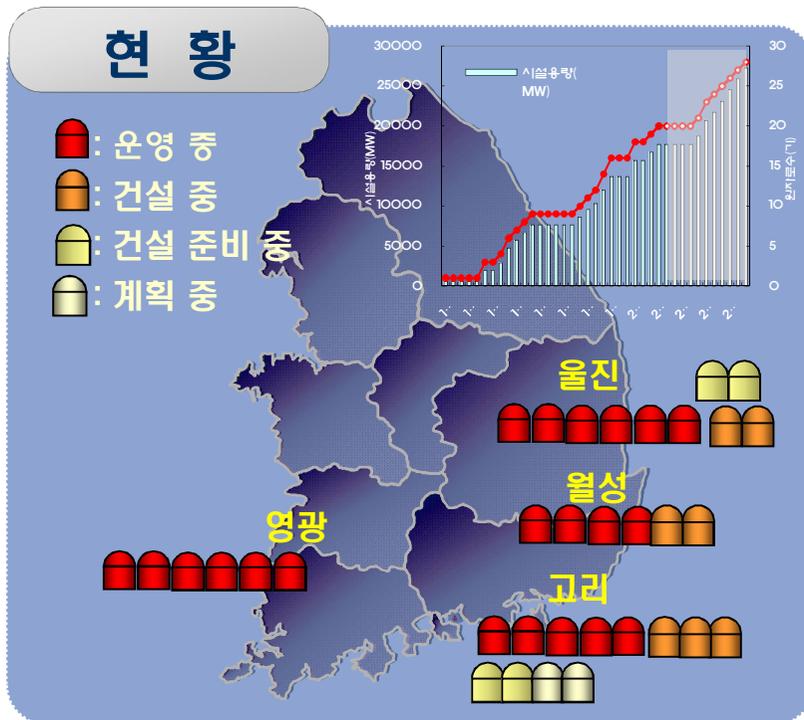


	원자력 기준안 대비 목표안	신재생 기준안 대비 목표안
제1차 국기본	+24.8%(+8.3%p)	+72.6%(+6.1%p)
제2차 국기본(안)	0%(+6.4%p)	+107.5%(+7.2%p)



■ 한국 원자력 발전 현황

- 총 21기의 원전 운영 (7기 건설중, 4기 건설 준비 중)
- 2008년 우리나라 전력생산의 약 34%를 원자력으로 충당
- 2024년까지 4기 추가 건설 예정(총 34기)





■ 핵발전 확대의 논거로 제시되는 주장들

지속적인 경제 성장 가능

저탄소 녹색성장의 주춧돌

대량의
에너지
안정적
공급

CO₂
배출 미미
기후변화
대응

높은
경제성

새로운
수출동력

핵발전 추진론자들의 주장



■ 핵발전, 저탄소 녹색인가?

◆ 정부의 원전확대 논거: 경제성과 친환경성

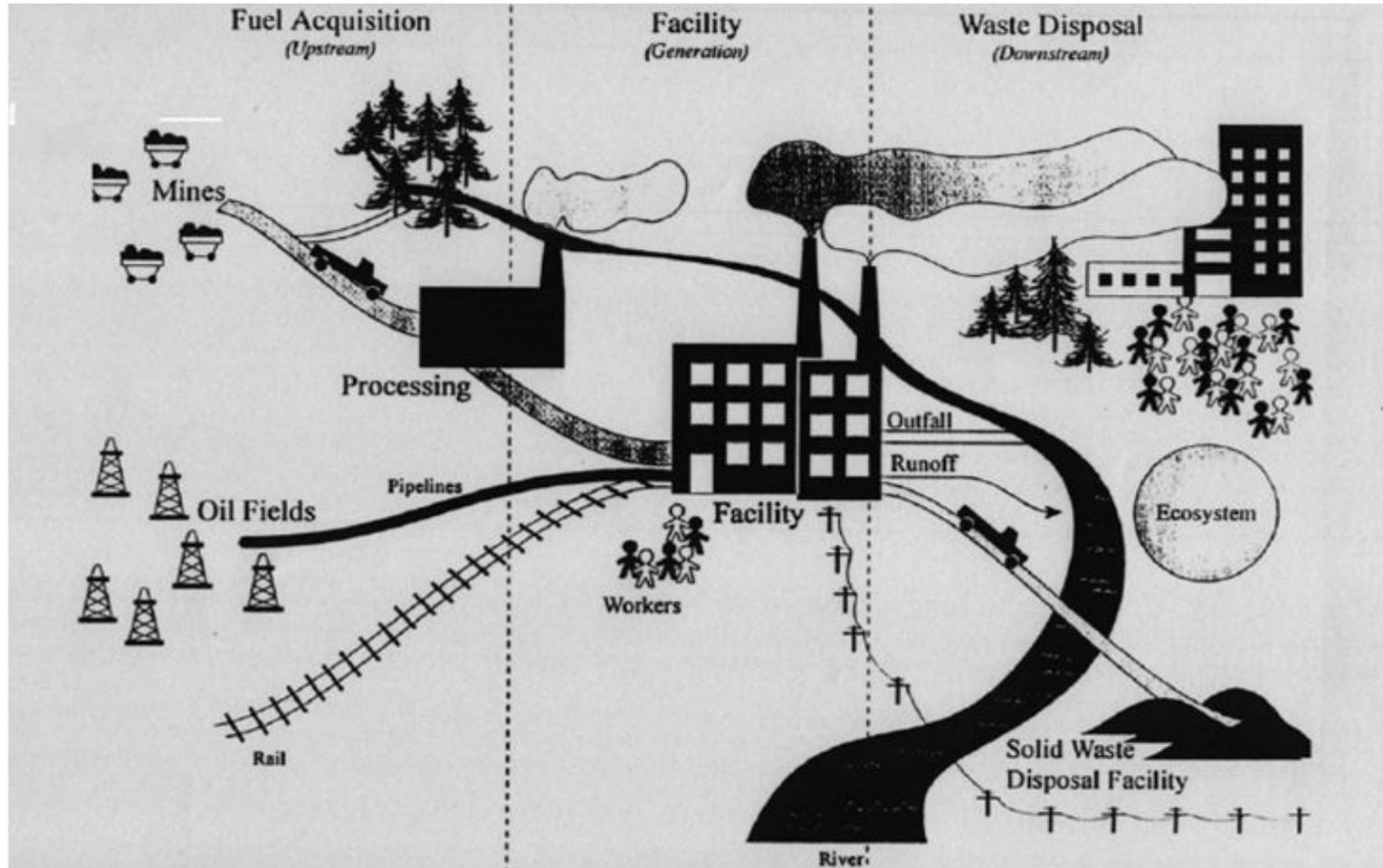


■ (비판) 정말 경제적이고 친환경적인가?

- 경제성 계산의 문제점: 어떤 국가도 사용후 핵연료를 처분해본 경험이 없기 때문에 처리비용 계산 불가능; 자연재난이나 테러에 의해 사고 날 경우 어떻게 처리? 비용 계산 가능?
- 상류와 하류후행주기에서 발생하는 이산화탄소 증가 가능성 농후 + 저탄소는 친환경의 일부일 뿐 전부는 아님; 원자력은 다른 에너지원과 달리 방사능의 문제를 안고 있음



연료 주기를 통해 본 전력생산의 외부 효과

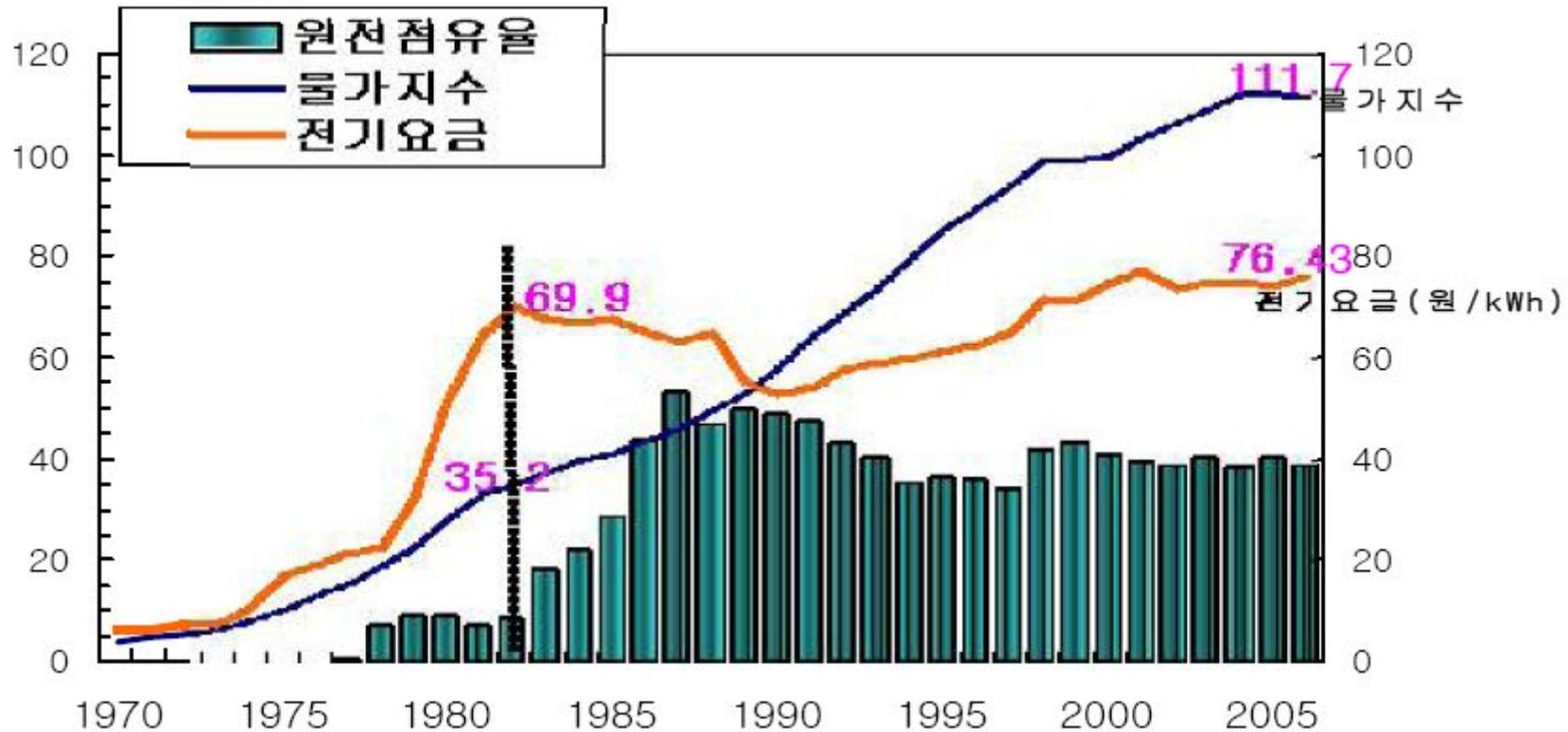


우라늄 채굴, 제련, 농축, 핵연료 성형 가공 → 핵발전소 건설, 가동 → 핵발전소 폐로 및 해체, 핵폐기물 처리, 운송, 저장

<출처: Russell Lee, 2002>



■ 원자력 발전 점유율과 물가지수, 전기요금



<출처: 황주호, 2007>

- 정부 원전확대의 논거: 원자력은 안정적인 기저부하 공급, 해외 의존도 완화 + 전기요금 안정화에 기여
- ➔ (비판) 낮은 전력요금의 유지는 전력 낭비적 소비 양산



■ 원전 밀집도의 증가와 위험의 집중(2008)

등위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
시설 용량	미국	프랑스	일본	러시아	독일	한국	우크라 이나	캐나다	영국	스웨덴
(GW)	101	63	48	22	20	18	13	13	11	9
발전량	미국	프랑스	일본	러시아	한국	독일	캐나다	우크라 이나	영국	스웨덴
(TWh)	838	439	258	163	148	151	90	94	52	68
발전량 비중	프랑스	우크라 이나	스웨덴	한국	일본	독일	미국	러시아	캐나다	영국
(%)	77.1	46.7	42.6	34.0	24.0	23.5	19.3	15.7	14.4	13.5
밀집도	한국	일본	프랑스	독일	영국	우크라 이나	스웨덴	미국	캐나다	러시아
(kW/km ²)	182.8	127.2	115.2	56.0	44.9	21.5	20.0	10.5	1.30	1.29

주: 발전량비중은 각 국가의 발전량 중 원자력발전이 차지하는 비중을 말함.

2008년 세계 원전 시설용량은 372GW(상위 10개국 합이 319GW, 이외 국가가 53GW)

2008년 원전 발전량이 세계 전력생산량의 13.5%, 상위 10개국 이외 핵발전 국가는 평균 11.9%

자료: IEA, 2007, Key World Energy Statistics; 통계청 국가별 면적 자료



■ 소수지역 핵단지화와 위험의 집중



3. 한국의 핵발전



■ 방송을 통한 원자력 홍보

<출처: 한국수력원자력, 2010>



전력산업기반기금의 원전사업 및 발전소주변지역 지원

(단위: 백만원, %)

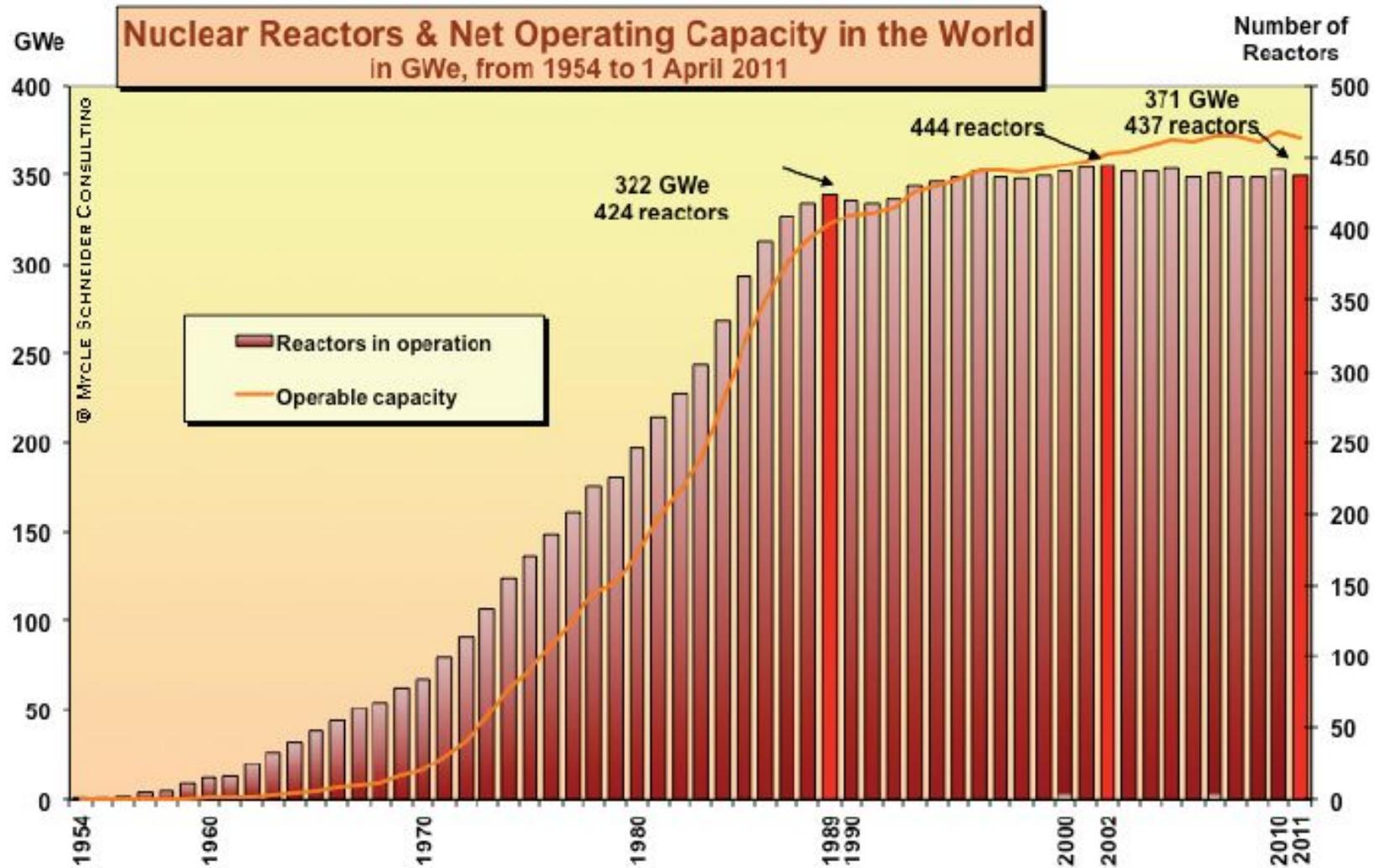
프로그램-단위사업-세부사업	2005	2006	2007	2008	2009	2010	연평균증가율
원전사업 및 발전소주변지역지원	312,724	230,811	177,849	202,705	247,500	222,732	-6.6%
발전소주변지역지원	272,313	184,336	127,049	151,905	186,500	158,732	-10.2%
발전소주변지역기본지원	45,243	86,406	90,863	96,000	101,472	106,667	18.7%
특별지원	215,580	81,818	22,319	42,300	73,364	40,065	-28.6%
대국민홍보	10,029	12,962	11,032	10,993	9,264	9,500	-1.1%
기타지원	1,461	3,150	2,835	2,612	2,400	2,500	11.3%
원자력발전기술개발	40,411	46,475	50,800	50,800	61,000	64,000	9.6%

주: 기금운영비, 인건비, 여유자금운용 등을 제외한 사업비만을 집계하였음
 자료: 지식경제부의 예·결산 자료를 이용하여 국회 예산정책처에서 재구성



3. 기후변화 위기와 핵발전

■ 세계 원자로 수와 순 운전 용량

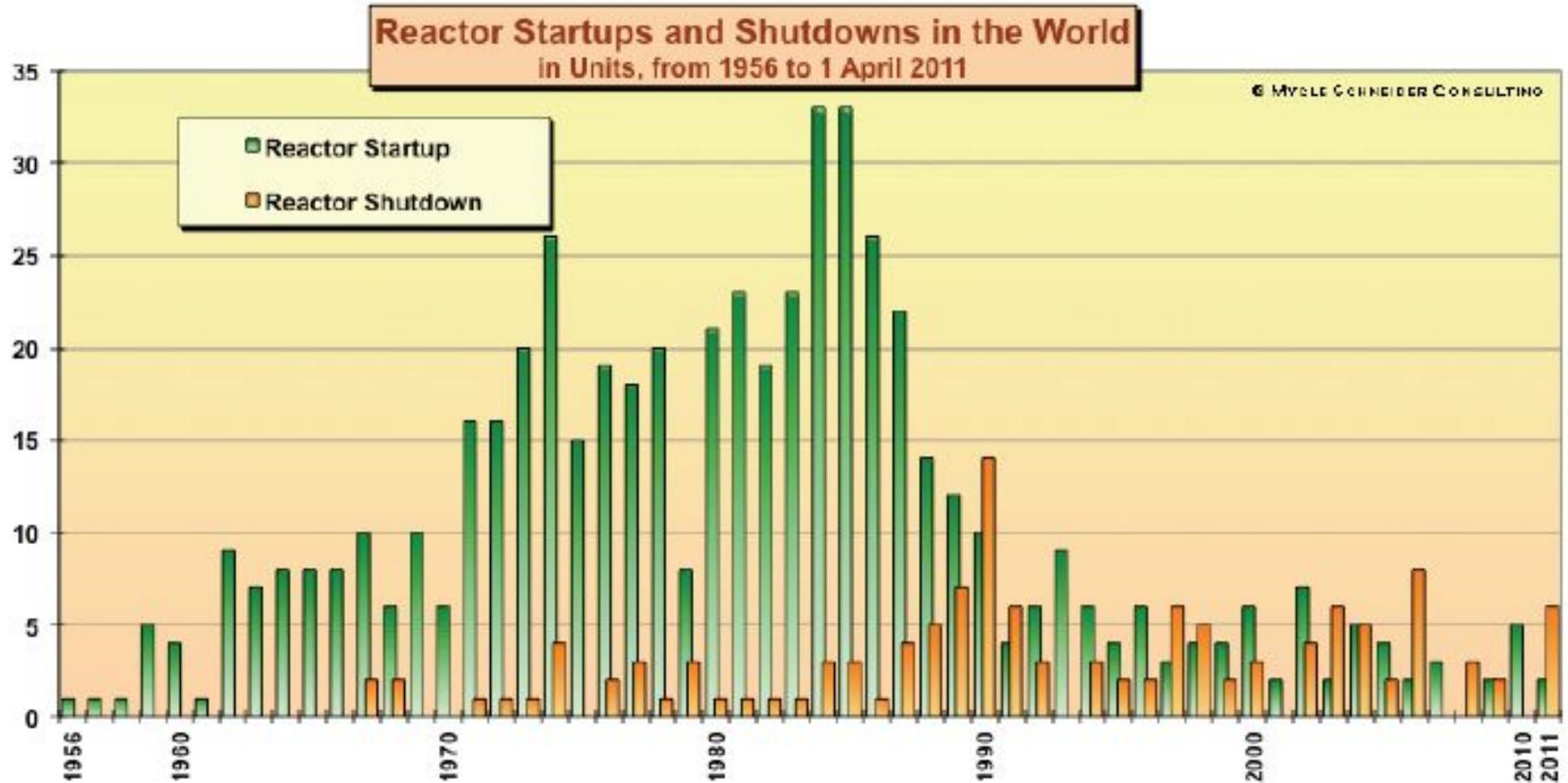


Source: IAEA-PRIS, MSC, 2011



3. 기후변화 위기와 핵발전

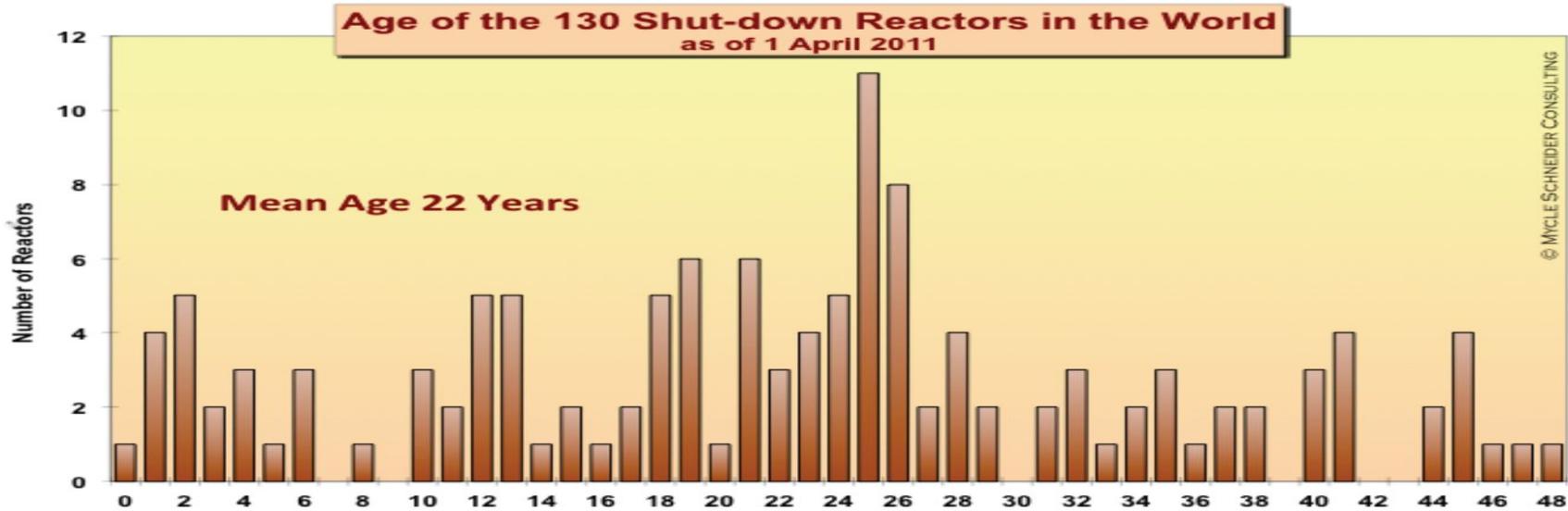
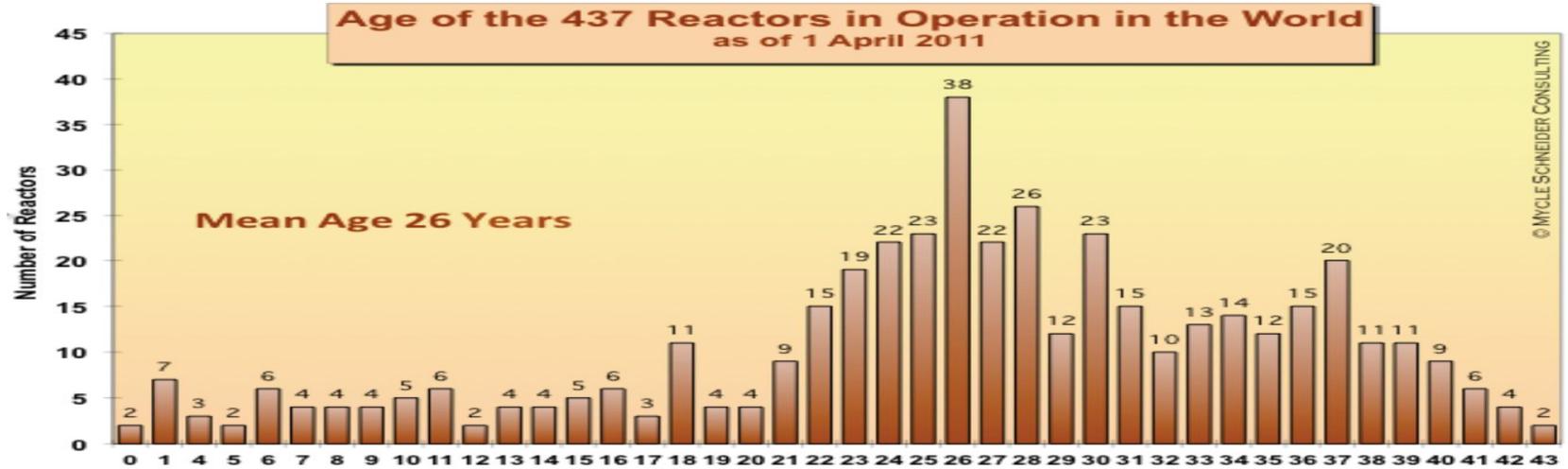
■ 세계 원자로의 운전 개시와 폐로 추세



Source: IAEA-PRIS, MSC, 2011



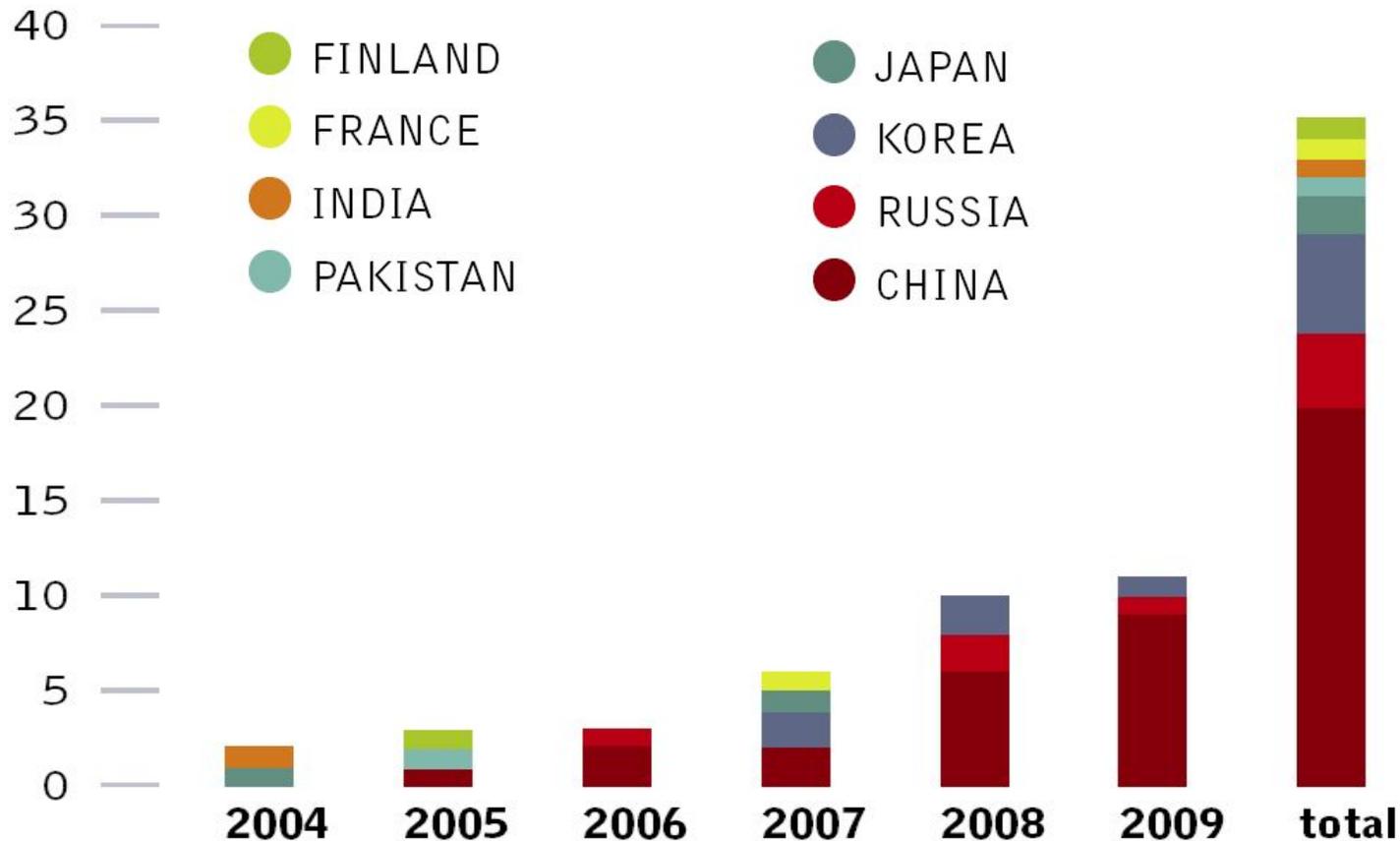
■ 운전 중인 원자로의 가동 연수 분포





3. 기후변화 위기와 핵발전

■ 아시아 지역에 핵발전 건설 집중



◆ 2004년 이래 새로 건설 중인 35기의 원자로 중 단 2기만 유럽에 입지(핀란드와 프랑스)

Source: Greenpeace, *Energy Revolution*, 2010



3. 기후변화 위기와 핵발전

■ 핵발전 지향 동북아시아의 미래는?



<출처: 동아일보, “중-일 원전 20년뒤 272기 한반도 ‘핵의 고리’ 에 포위된다,” 2011.4.5 >



3. 기후변화 위기와 핵발전

■ 소수 지역 핵단지화와 위험의 집중





3. 기후변화 위기와 핵발전

■ 소비지와 생산지의 이원화와 송전, 지역 갈등



원거리 송전이 필수

발전소

- 환경부담: 대기오염, 열오염, 소음 등

전력 수요지

- 편리함, 안락함





3. 기후변화 위기와 핵발전

(GWh)	전력 소비 (A)	전력 생산 (B)	A/B (times)	B/A*100(%)
서울	44,096	1,165	37.9	2.6
부산	18,709	37,657	0.5	201.3
대구	13,265	114	116.4	0.9
인천	19,915	49,316	0.4	247.6
광주	7,045	8	880.6	0.1
대전	8,088	203	39.8	2.5
울산	24,132	8,103	3.0	33.6
경기	81,849	17,731	4.6	21.7
강원	13,896	6,823	2.0	49.1
충북	17,375	917	18.9	5.3
충남	30,428	107,216	0.3	352.4
전북	15,928	1,023	15.6	6.4
전남	21,868	61,137	0.4	279.6
경북	37,165	76,122	0.5	204.8
경남	28,075	52,455	0.5	186.8
제주	3,183	2,363	1.3	74.2



■ 소득과 에너지 빈곤(1)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1분위	15.7	14.9	15.1	14.5	14.0	15.0
2분위	6.9	6.6	7.0	6.8	6.6	7.0
3분위	5.1	5.1	5.1	5.1	4.9	5.4
4분위	4.4	4.4	4.4	4.4	4.1	4.4

	100만 미만	100~ 200 미만	200~ 300 미만	300~ 400 미만	400~ 500 미만	500~ 600 미만	600만 이상
계	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
연탄	5.6	3.4	0.9	0.2	-	-	-
석유류	26.5	14.1	12.2	7.6	4.6	5.8	3.4
가스류	38.4	53.5	56.5	58.9	58.1	51.6	46.3
전력	25.1	25.2	24.6	24.5	24.6	24.5	24.3
열에너지	3.4	3.0	5.5	8.7	12.7	18.1	25.9
임산연료	0.9	0.8	0.3	0.0	-	-	-

주: 1. 가스류에 LPG 포함, 열에너지에 온수(급탕) 포함, 에너지비용에는 온수, 임산연료 제외.

2. 지수는 소득 만원 당 에너지 소비 지출 비용 기준.

출처: 지식경제부, 2008년 에너지 총조사



■ 소득과 에너지 빈곤(2)

년도	연탄 (원/장)	등유 (원/ℓ)	도시가스 (원/m ³)	전력 (원/kWh)
1990	185	191	285	69
1995	185	262	297	86
2000	185	545	461	95
2005	202	874	486	91
2008	283	1,239	526	98
연평균 가격 인상률(%)	34.6	84.6	45.8	29.6

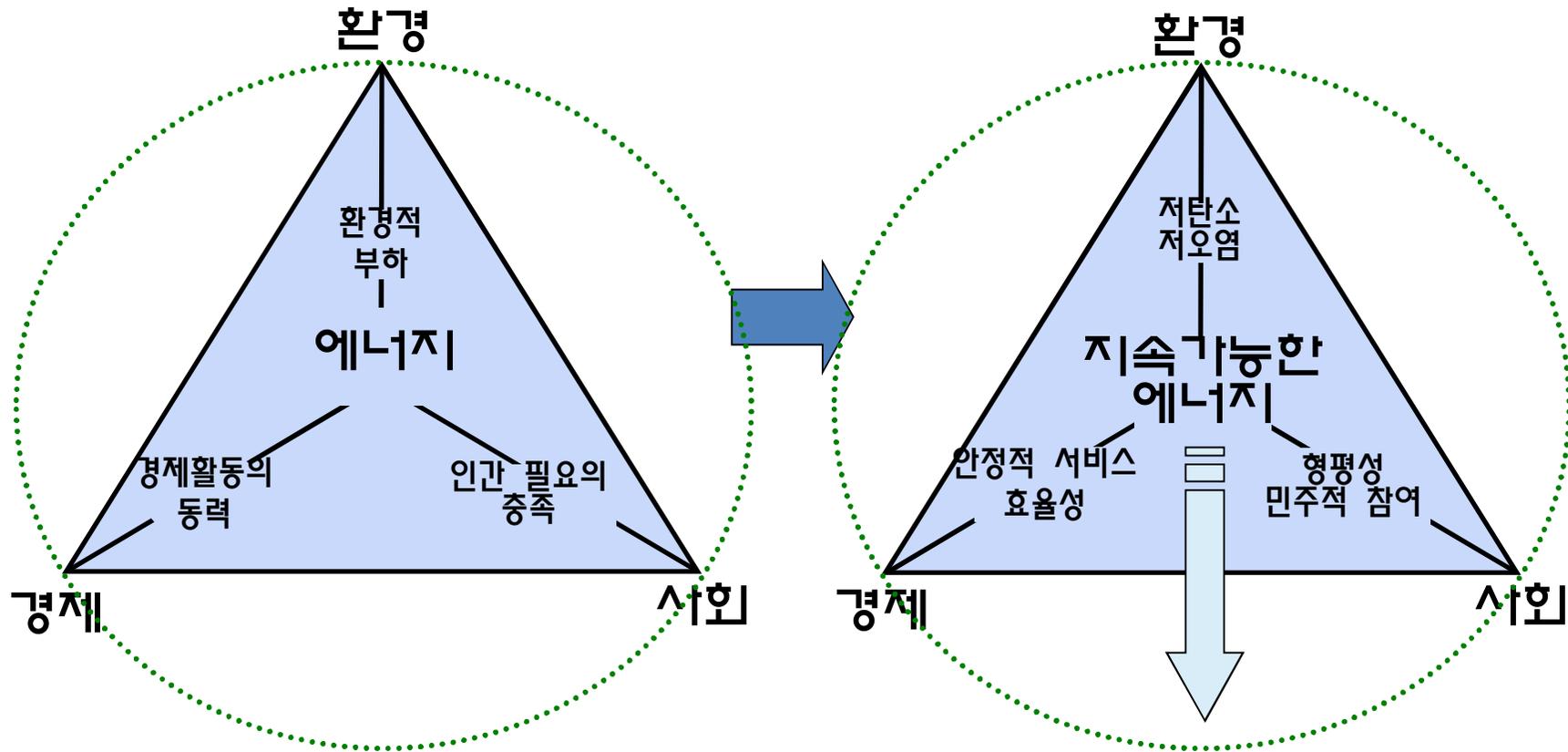
- 현재 에너지 빈곤가구 지원은 대상이 협소, 현물 위주
 → 기후변화시대 에너지복지는 에너지 투입 자체를 감소시키는 방향으로 진행해야 함; 주택단열사업 확대, 요금구조 개편, 지원 대상 확대 필요

5. 대안의 모색

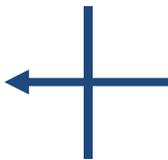




■ 지속가능한 에너지 생태적 전환



- ◆ 토지이용의 변화
- ◆ 국토의 균형적 이용
- ◆ 지역먹거리확대와 도시농업
- ◆ **생활양식의 전환**



에너지 소비 절약
 에너지 효율 향상
 재생가능에너지
 분산적 구조



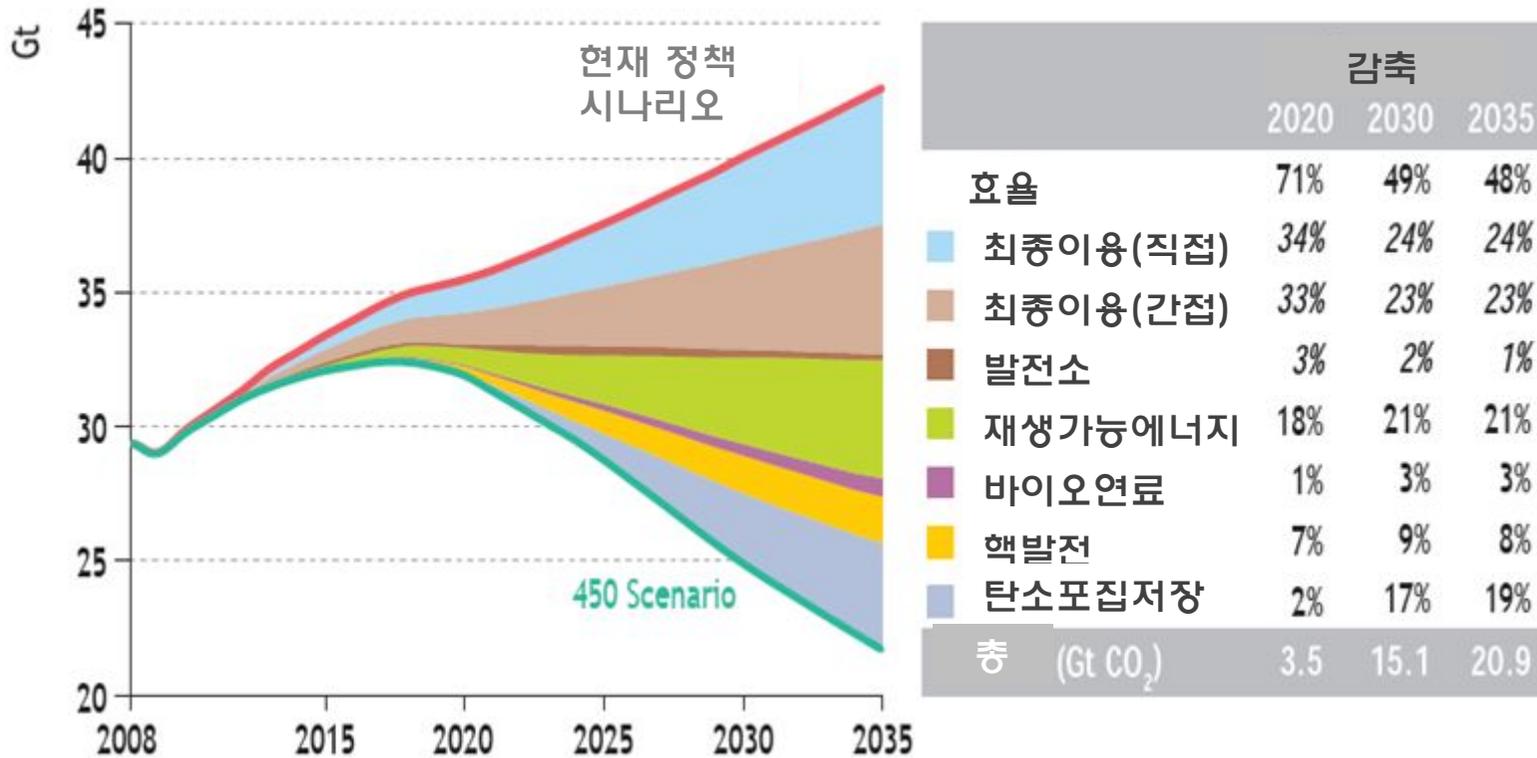
■ 대안적인 에너지 미래를 위한 제안

- ◆ 규범적인 수요 예측: 에너지 위기와 기후변화 위기의 실재
- ◆ 규범적 목표를 실현하기 위한 수요 관리의 강화
- ◆ 지속가능한 에너지 미래 시나리오 개발 착수
- ◆ 핵발전 확대의 적절성에 대한 진지한 검토
- ◆ 재생가능에너지 개념의 올바른 정립
- ◆ 지역간 에너지 형평성 제고
- ◆ 민주적 에너지 거버넌스 체제의 수립: 에너지위원회와
원자력위원회 지역과 시민단체 참여
- ◆ 전력요금 정상화와 사회환경비용 내재화를 위한 사회적 대화
- ◆ 핵발전 개발 진흥과 안전 규제 기능의 분리와 독립성 확보
- ◆ 동북아 핵안전을 위한 3국 공조 및 감시체제 확립



IEA의 세계 에너지 관련 탄소 감축 시나리오

- 450ppm 시나리오 실현을 위한 정책수단

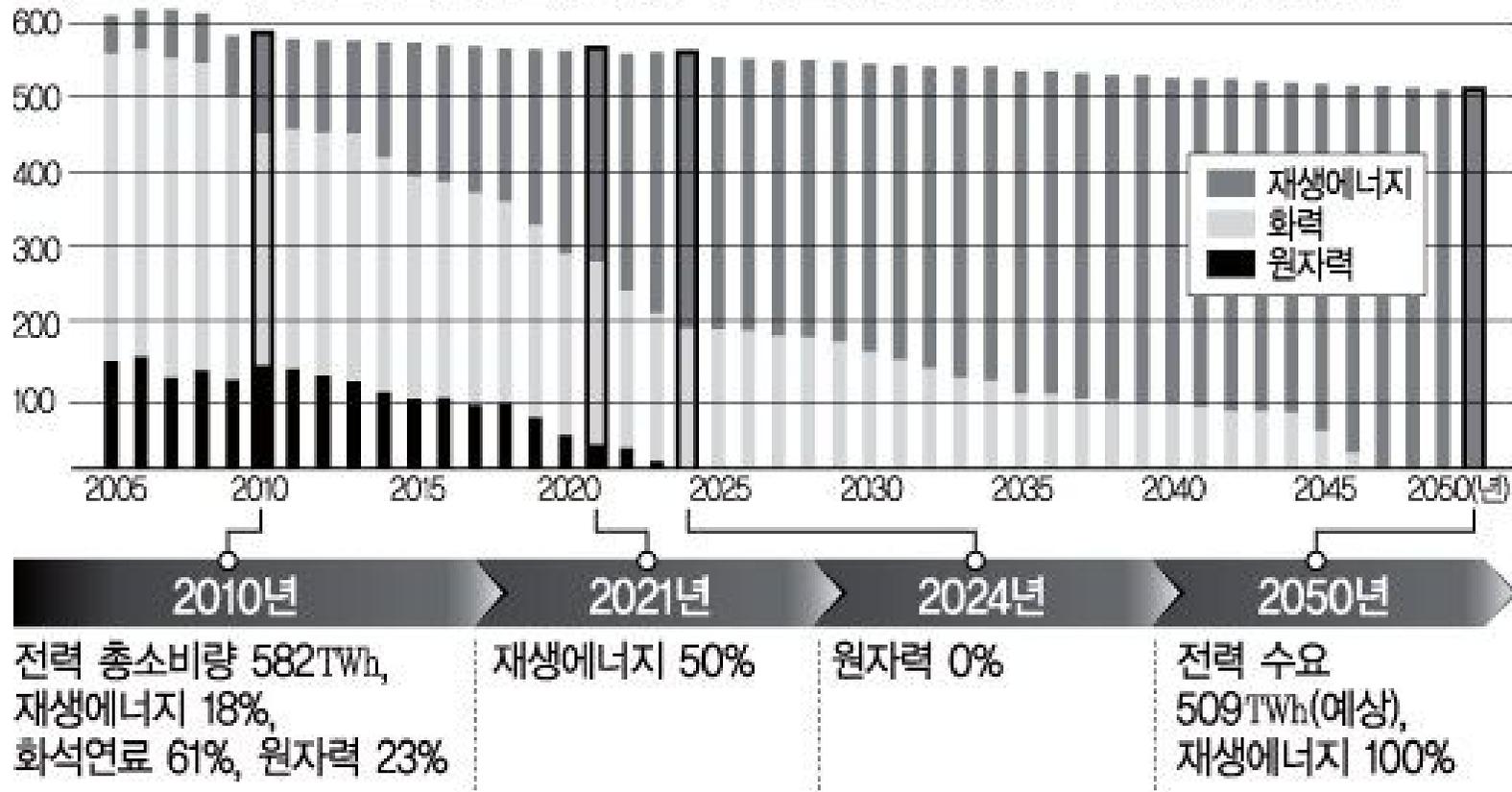


<자료 : IEA, 2010; WEO 2010>



■ 탈핵, 불가능한가? 독일의 에너지원 변화 전망

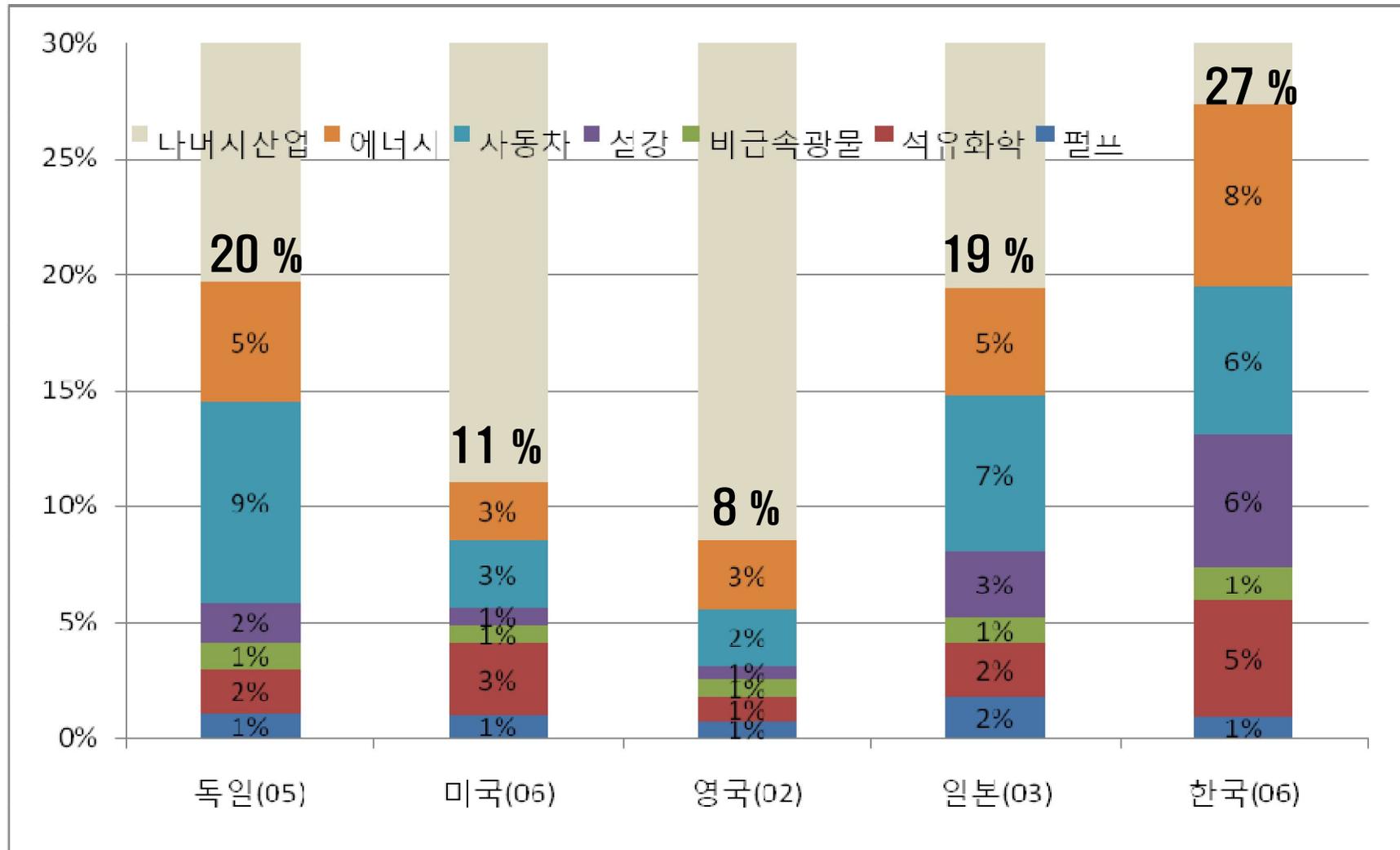
(단위:테라와트시(TWh/년), 출처:독일환경자문위원회)



<출처: 경향신문, “원자력 제로 선언한 독일에서 배운다,” 2011.4.5>



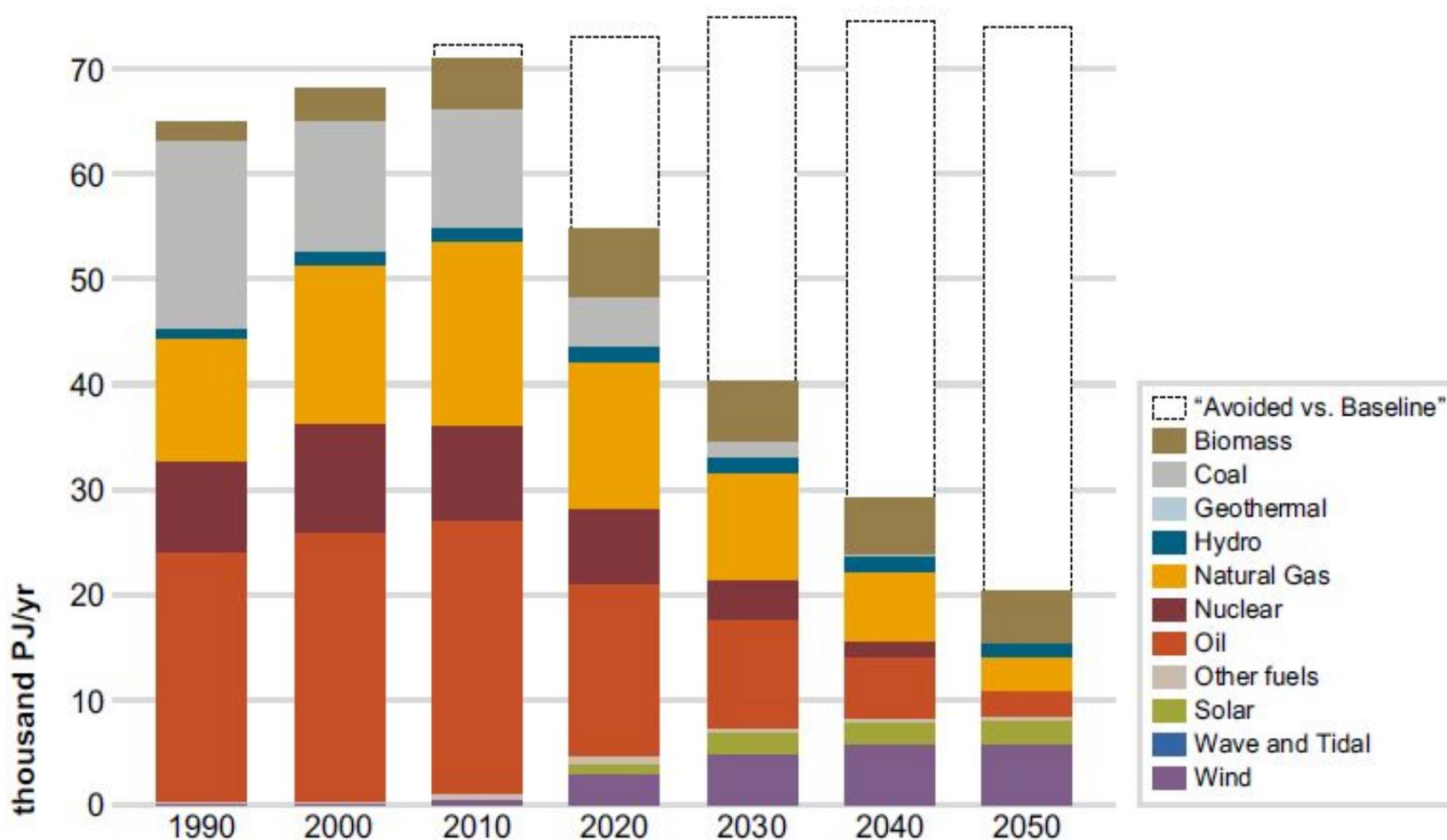
주요국의 에너지 다소비 산업 비중



주 : 농업을 제외한 2, 3차 산업의 GDP 대비 (자료: OECD Stan DATA ed2008,2005)

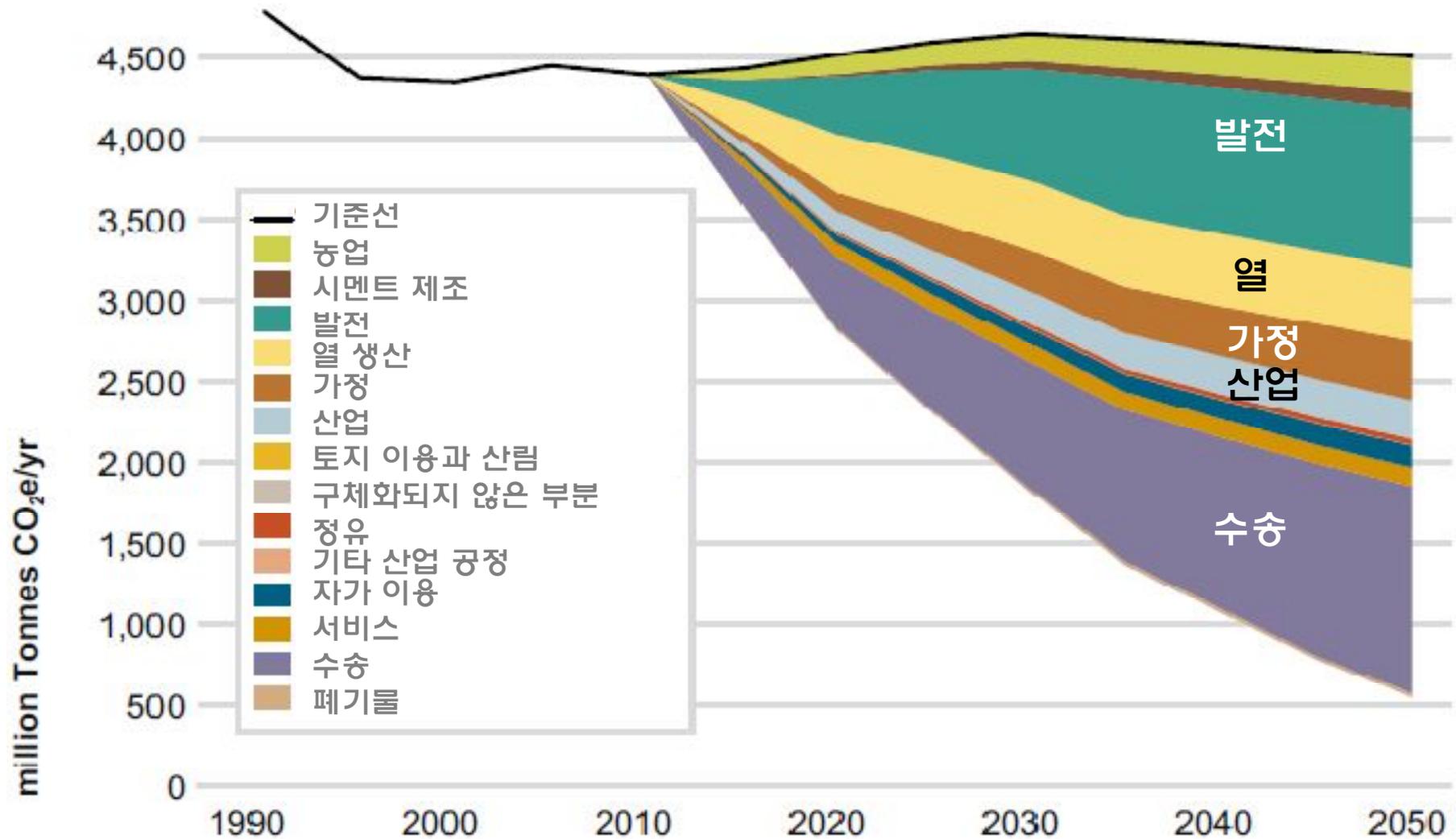


■ EU27의 완화시나리오의 1차 에너지 소비량





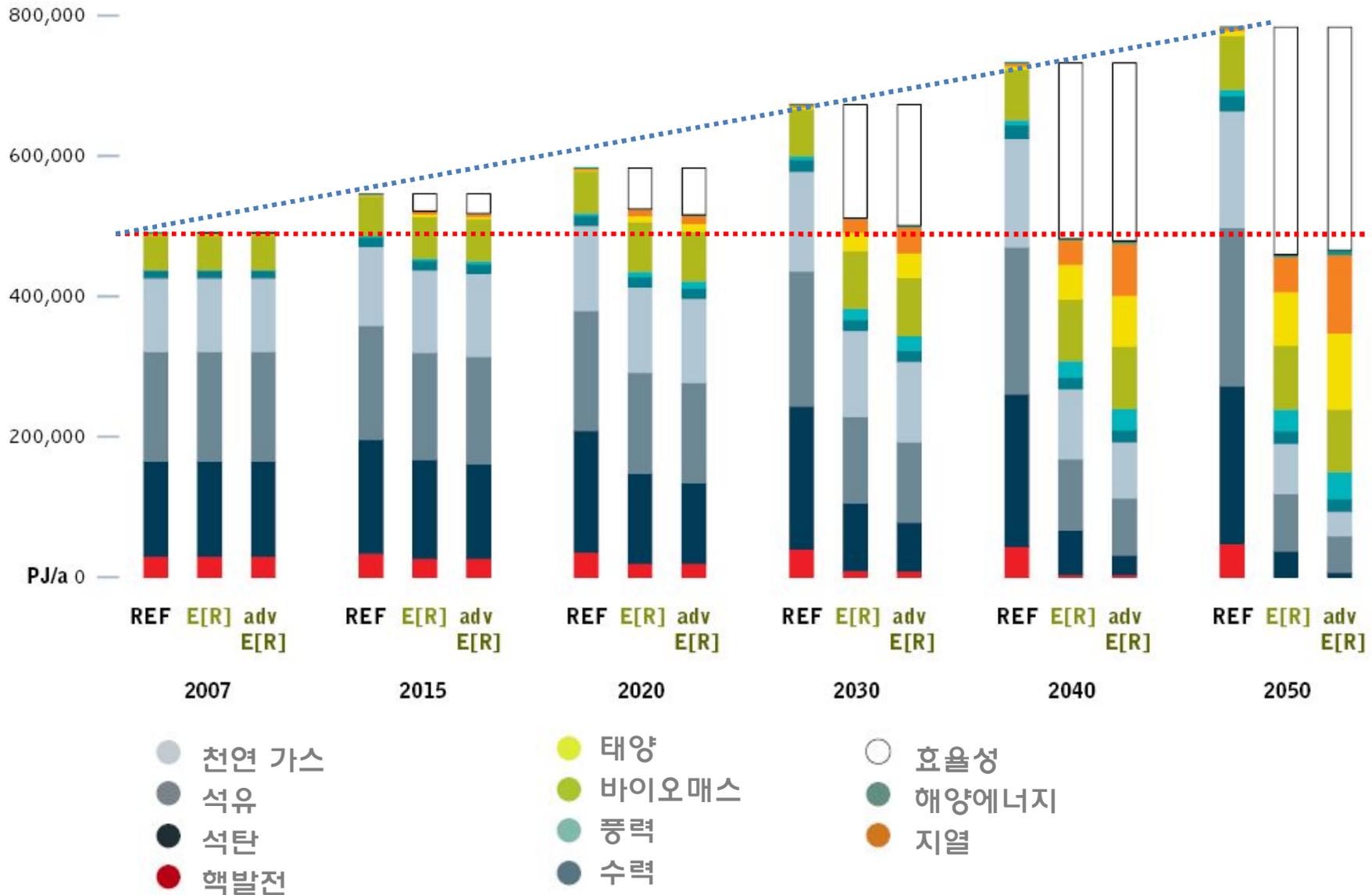
■ EU27 부문별 온실가스 완화 대책



<자료 : Greenpeace, 2010, E[R]>

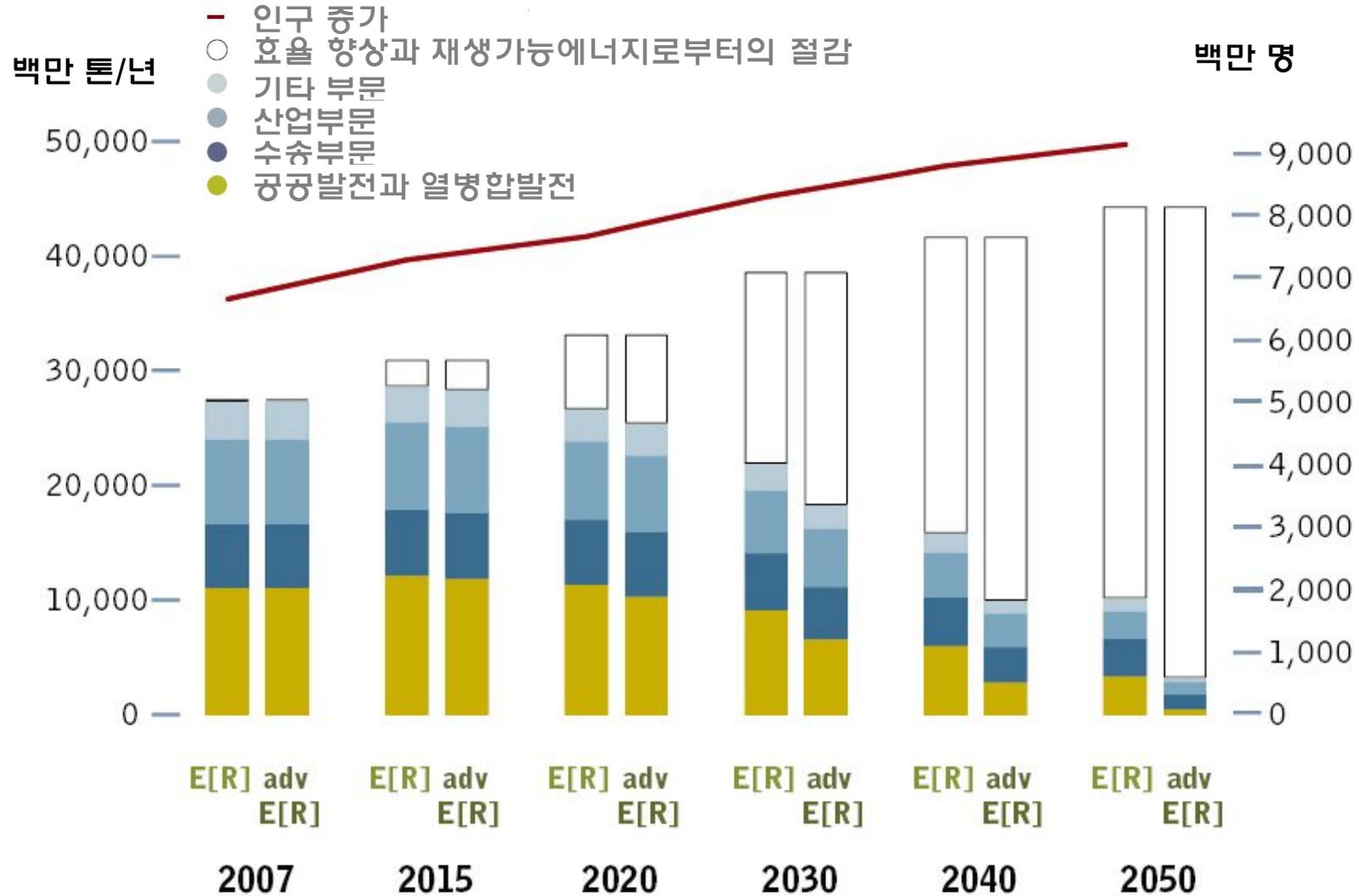


■ 그린피스의 세계 1차 에너지 전망 시나리오





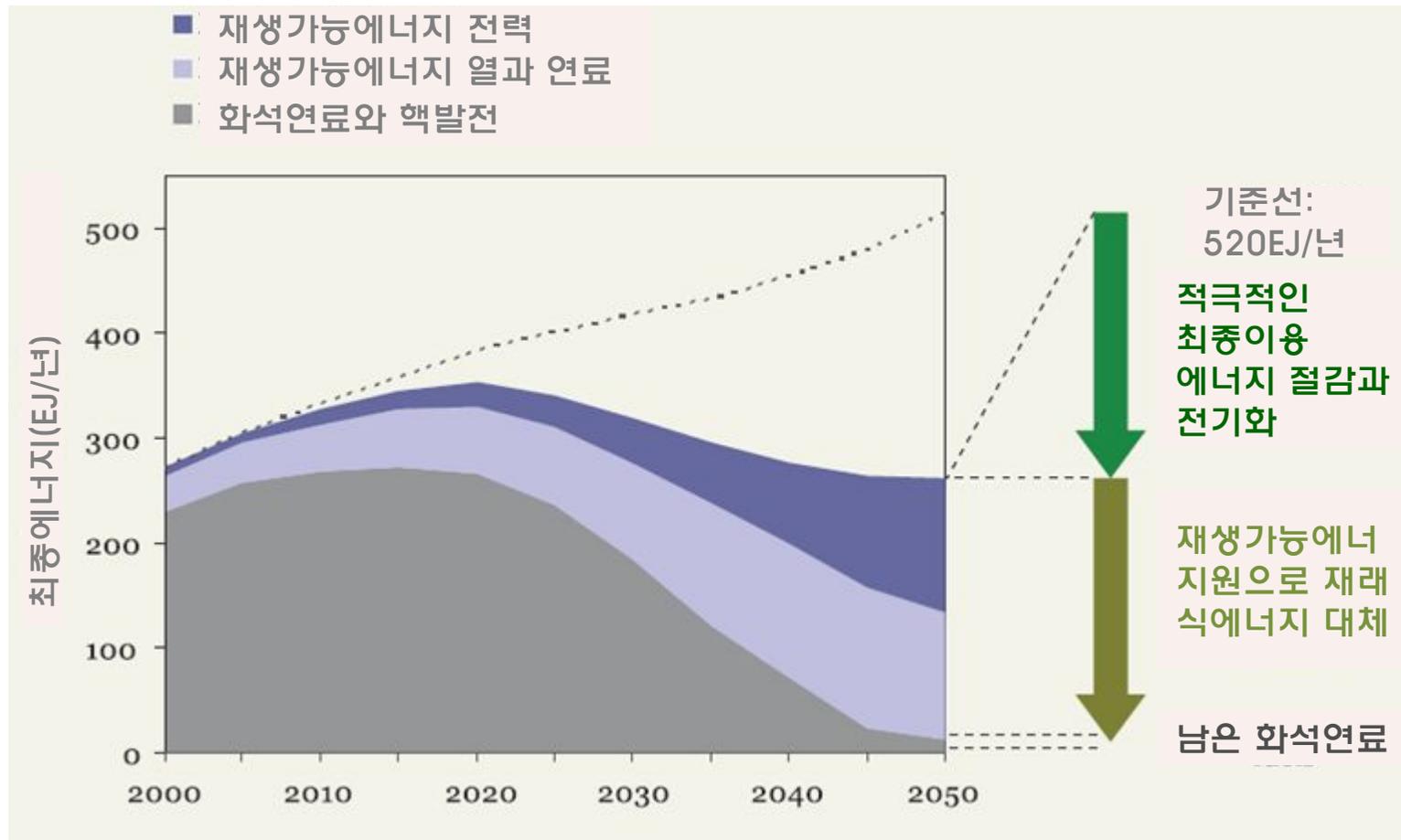
■ 그린피스의 탄소 배출 전망 시나리오



<자료 : Greenpeace, 2010, E[R]>



WWF의 최종 에너지 구성 전망 시나리오



자료 : WWF, 2011, The Energy Report



■ 분산적인 에너지체제: 도시



1. 태양광발전: 건물일체형으로 건축미학을 살려 사무용 건물과 아파트에 설치
2. 건물 개보수: 벽과 유리창 단열 강화와 현대적인 환기시스템으로 80% E 절감
3. 태양열 집열기: 해당 건물과 주위 건물의 온수 생산
4. 열병합발전(CHP): 다양한 크기로, 송전 손실 없이 아파트와 업무용 지구에 열과 전력 공급
5. 청정에너지 공급: 다른 지역의 재생가능에너지 생산 전력의 공급



■ 에너지 거버넌스: 현 에너지위원회의 구성

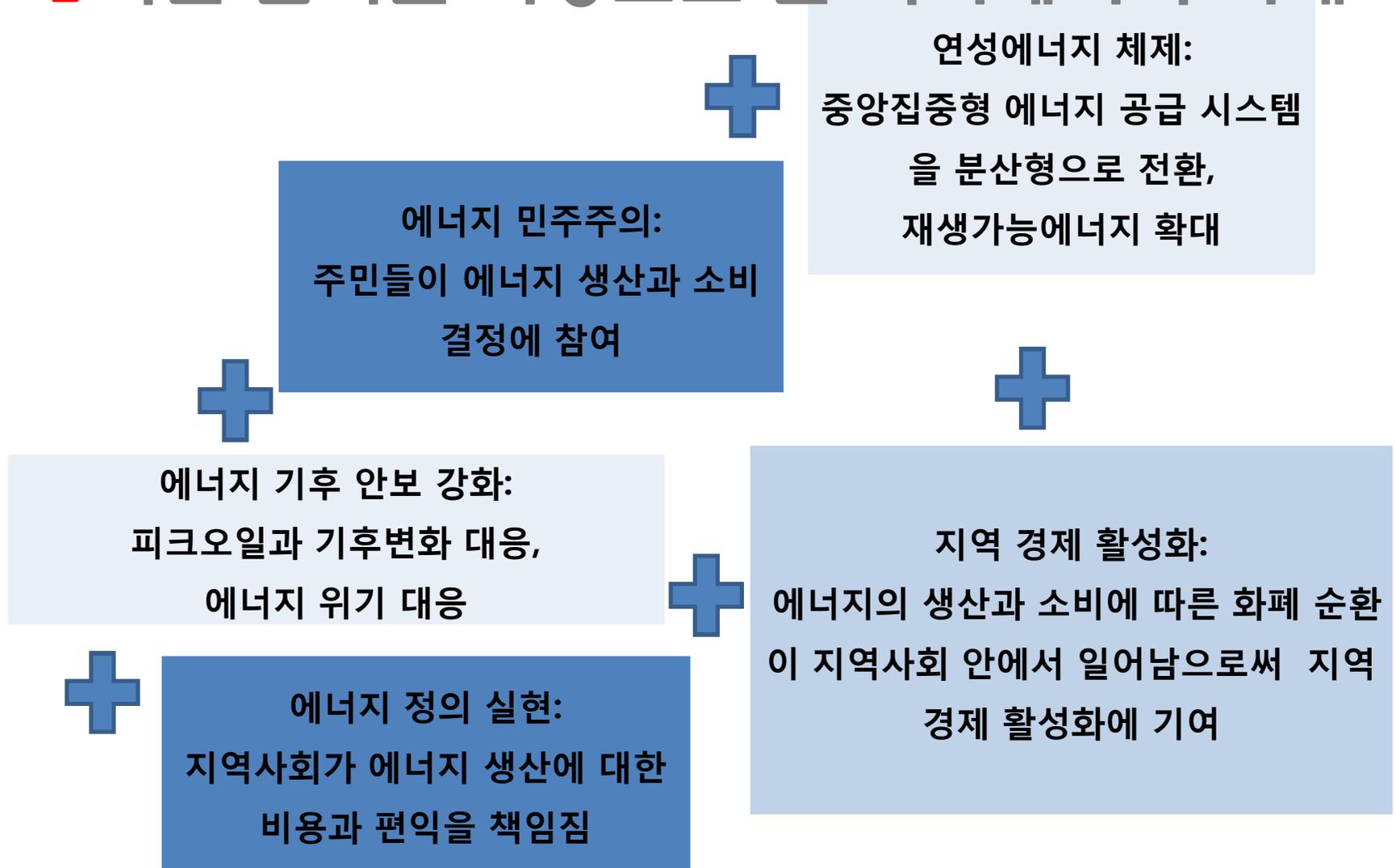
위원장: 지식경제부 장관	
정부위원(당연직, 5인)	위촉위원(19인)
기획재정부 제1차관, 교육과학기술부 제2차관, 외교통상부 제1차관, 국토해양부 제1차관, 환경부 차관 간사: 지식경제부 실장	교수(10인: 경제학4, 공학 4, 행정학1, 국제관계학1), SK에너지 사장, 현대자동차 부회장, 해외자원개발협회 부회장, 액센츄어 대표, (주)삼천리 부회장, 대한상의 지속가능경영원 원장, 에너지경제연구원 원장, 한국소비자보호원 원장, 에너지시민연대 공동대표

에너지 관련 유관기관장(7인)
한국전력공사 사장, 한국가스공사 사장, 한국석유공사 사장, 한국지역난방공사 사장, 한국광업진흥공사 사장, 한국에너지관리공단 이사장, 한국에너지기술평가원 원장

➔ 지역과 시민단체 의견 대변될 수 있는 구성 필요



■ 시민 참여를 바탕으로 한 지역에너지 확대



감사합니다!

