2011 대덕클럽

에너지 현안과 대응방안

2011. 3. 29

한국에너지기술연구원장 황주호

KIER 한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

CONTENTS

- 화석에너지 고갈
- 에너지자원 공급 불안
- 원전 르네상스 시대의 불안요소
- 기후변화
- 물부족

- 신재생에너지 중심의 에너지 공급계획 추진
- 에너지 효율향상기술
- 화석연료 청정기술
- 기타 에너지기술

- 포트폴리오의 중요성

01

한국에너지기술연구원 소개

한국에너지기술연구원 소개

비전/경영목표 및 추진전략

KIER VISION

에너지기술 혁신을 이끄는 글로벌 KIER

Energy Innovator KIER

경영 목표

에너지기술 융합으로 새로운 미래가치 창조

- 세계 최고의 기술수준을 보유한 글로벌 에너지 R&D 중심 연구기관
- 최고의 성과와 품질을 바탕으로 국가 에너지기술 개발 선도
- 참여하는 열린 소통을 기반으로 선진 조직문화 구축

추진 전략

세계적 연구성과 달성을 통한 KIER 미래 대표 브랜드 육성	국제화/개방화를 통한 Open Innovation 선도	연구성과 품질보증을 통한 그린산업화 확산	지식재산권 확보전략을 통한 R&D 경쟁력 제고	참여와 소통을 통한 글로벌 연구개발문화 선도

한국에너지기술연구원 소개

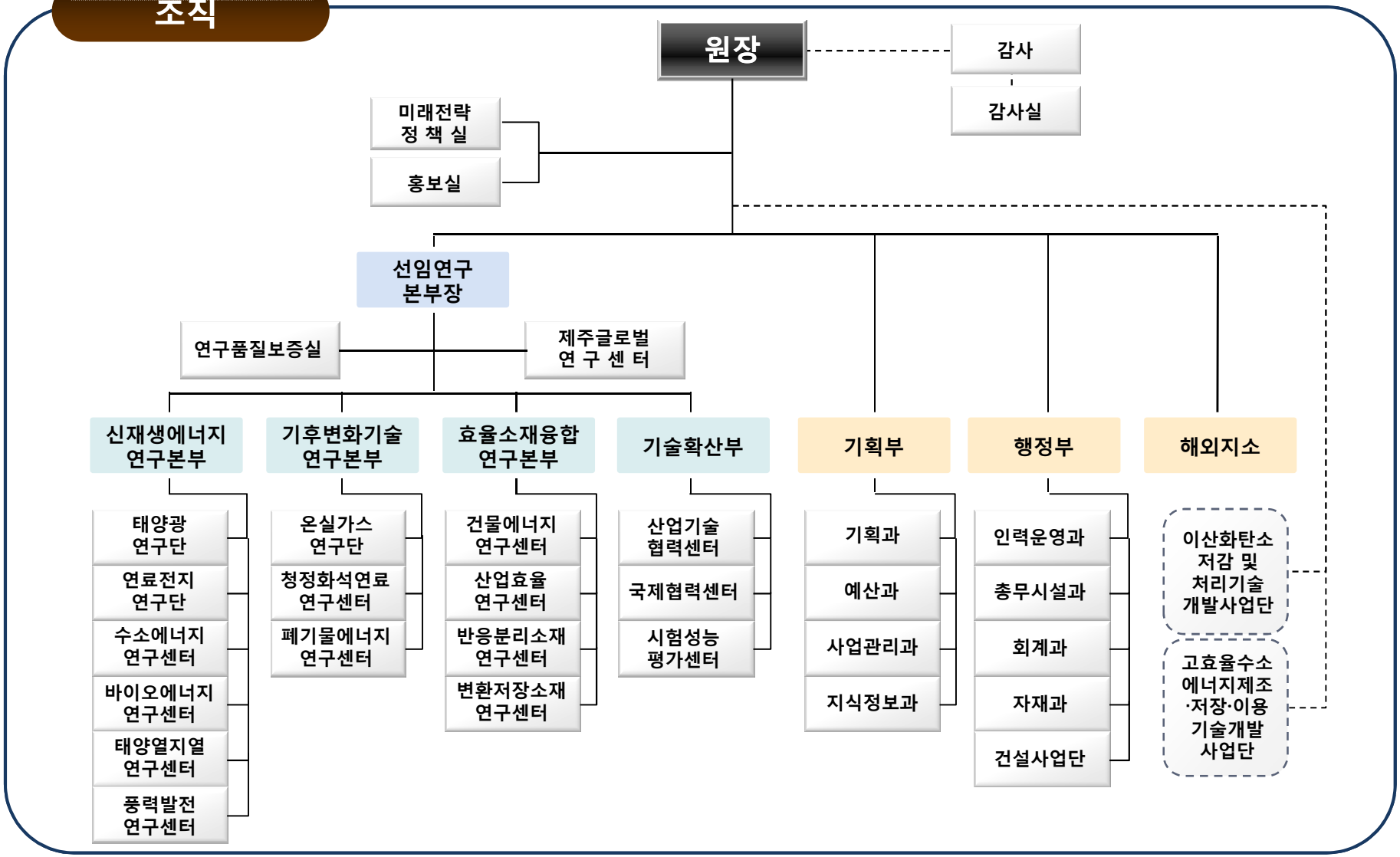
연혁

구분	태동기	성장기			도약 성장기
변경 내용	열관리 시험연구소 설립 태양에너지 연구소 설립 (1978. 5)	한국종합 에너지연구소 로 확대 개편	한국동력자원 연구소 (자원개발 연구소 통합)	한국에너지 기술연구소 발족 (한국자원 연구소 분리)	한국에너지 기술연구원 으로 명칭 변경 <2008. 3. 지식경제부 소속>
1977. 8	1980. 3	1981. 1	1991. 1	2000. 12	

에너지경제정책연구부 (서울분소 산하) 1979. 11 » 에너지경제연구원 분리 1986. 9

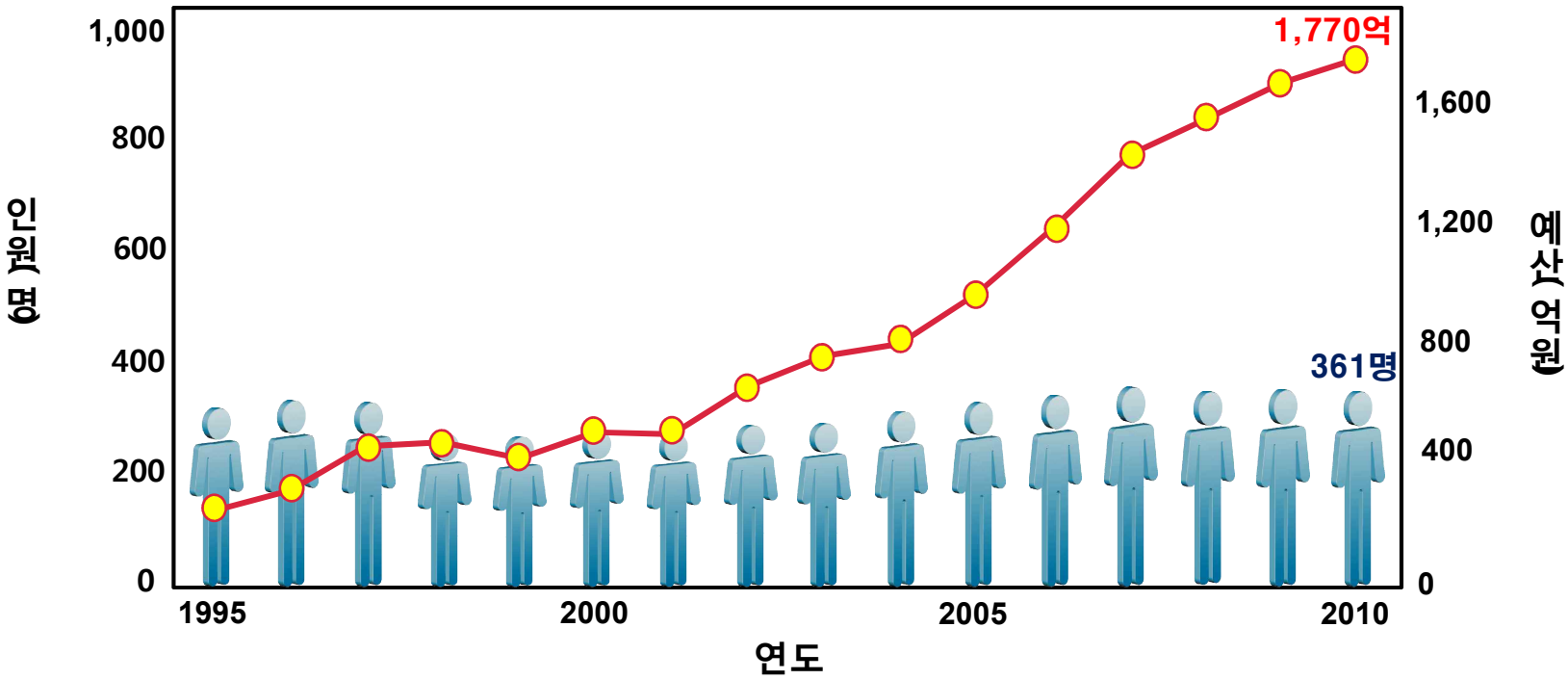
한국에너지기술연구원 소개

조직



한국에너지기술연구원 소개

예산 및 인력



구 분	1995	2000	2005	2010	증감	연평균 증가율
총예산(억원)	304	507	863	1,770	1,466	12.4%
총인원(명)	323	281	333	361	38	0.8%

* 총예산 : 사업계획 및 예산 기준, 인원은 연도말 현원 기준

한국에너지기술연구원 소개

KIER의 시대적 R&D 방향 및 성과

KIER R&D 방향	KIER 대표성과	기술개발 효과
<2010년대> ✓ 저탄소 녹색성장 ✓ 신성장동력 창출	✓ 태양광 ✓ 수소연료전지 ✓ CO_2 포집 및 저장 ✓ 제로에너지솔라하우스	✓ 제로에너지솔라하우스 - 한화건설(기술료 7억원) ✓ CCS - 세계최초 건식 CCS 실증(하동화력)
<2000년대> ✓ 기후변화 대응 ✓ 에너지·환경 문제 대응	✓ 바이오디젤 생산 장치 ✓ CO2 회수 요소기술 ✓ 수소 제조/저장 요소기술 ✓ 고분자연료전지(PEMFC)	✓ CIGS 박막 태양전지 - LG 이노텍(기술료 16.2억원) ✓ 수소연료전지 - 현대하이스코(기술료 12억원)
<1990년대> ✓ 에너지수급 안정성 제고 ✓ 에너지절약 및 고효율화	✓ 가정용 콘덴싱 보일러 ✓ LED교통신호등 ✓ 이소부탄 정제장치	✓ 가정용 콘덴싱 보일러 - 경동나비엔 등 6,000억 매출 ✓ LED 교통신호등 - 한국전기교통 등 750억 매출
<1980년대> ✓ 에너지 안보 중요성 부각 ✓ 국내자원 효율적 이용	✓ 무연탄 유동층 연소장치 ✓ 산업체 기술지원	✓ 무연탄 유동층 연소 장치 - 동창제지 - 현대중공업

KIER R&D 경제적 기여실적 (1995~2005) **10조 4,679억원** (R&D 직.간접적 생산유발 효과)

02

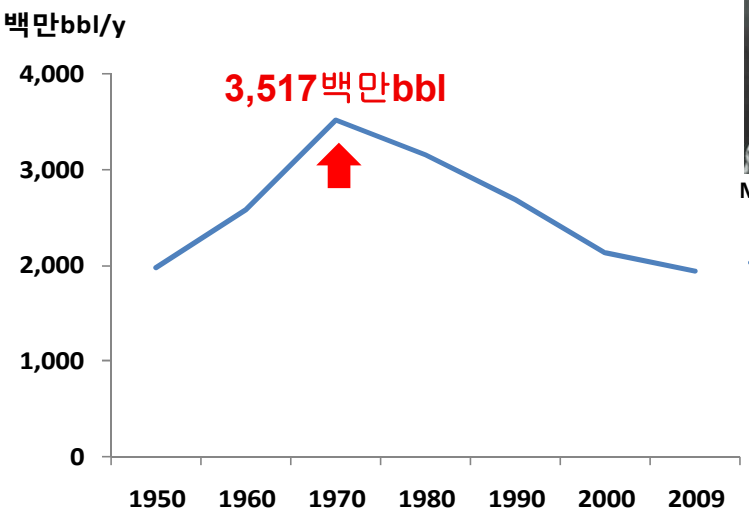
에너지분야의 주요 이슈

에너지 분야의 주요 이슈

화석에너지 고갈에 따른 새로운 에너지 대안 필요

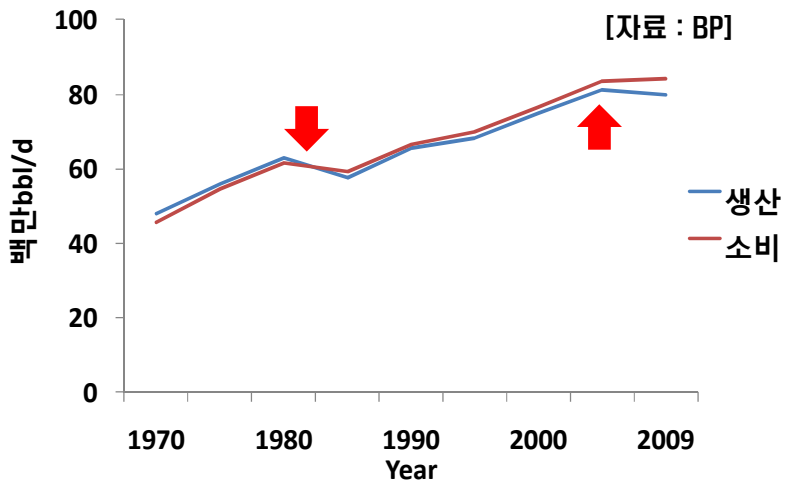
(자료 : BP)

Peak Oil



M. King Hubbert

세계 석유 생산 및 소비량 추이



에너지 분야의 주요 이슈

정치적 문제로 인한 에너지자원 공급 불안

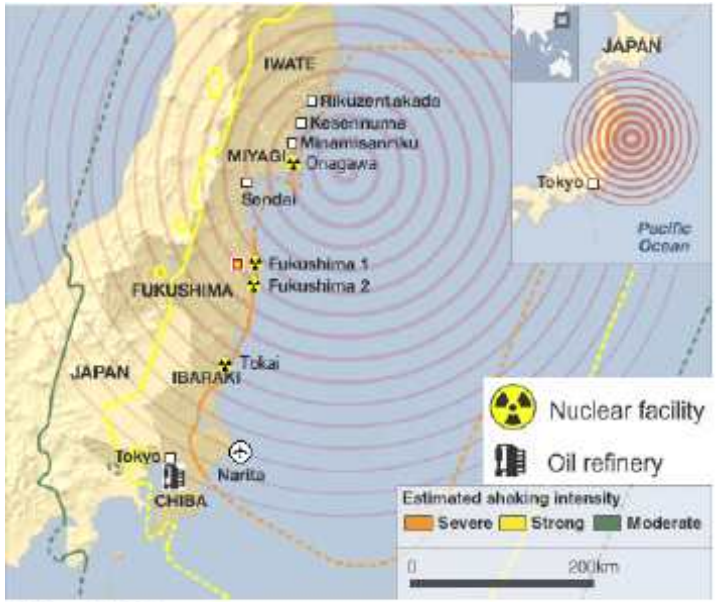
- 중동, 서아프리카 등 대규모 원유생산지역의 민주화 시위 확산 및 우려
  - 리비아, 알제리, 이란, UAE, 사우디, 오만, 예멘, 이집트 (원유생산비중 21.89%, 2011년 기준)

- 유가 상승분 중 지정학적 Risk가 기여하는 비중 : 40.7%
  - 삼성경제연구소(2007, 유가급등의 원인과 향후 전망)

에너지 분야의 주요 이슈

원전 르네상스 시대의 불안요소

- **2011년 3월 11일 동일본 대지진(리히터 9.0) 으로 인해 원자력 발전의 안전문제 부각**
  - 방사성 물질 유출로 인한 피해상황 심각



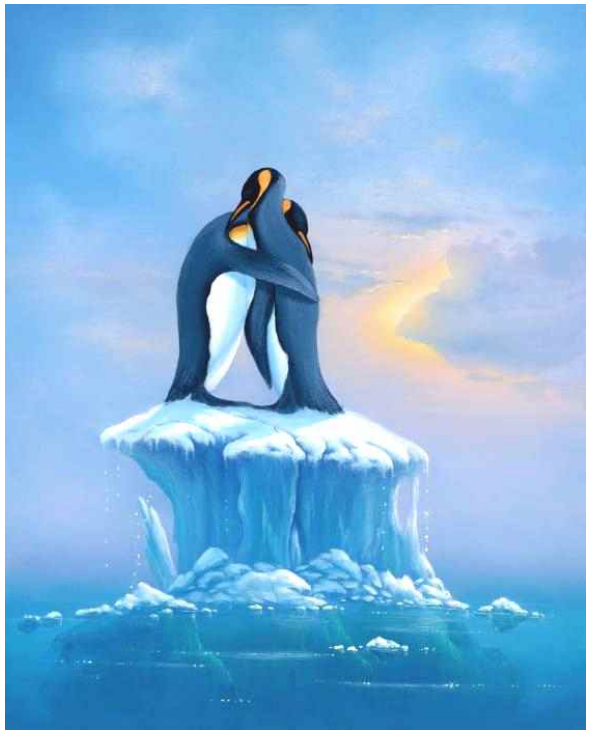
자료 : USGS

- **일본 원전 사고에 따른 각국의 파장**
  - 원자력 관련 정책 재검토 및 안전기준 강화 추진

독일	구형 원전 가동시한 연장 백지화 원자력 정책 전면 재검토
미국	신규 원전건설 논란 확대 환경오염 막기 위한 원전 확대정책 차질
스위스	신형 원전 교체 무기한 보류 새로운 원자력 안전기준 제정 추진
인도	1,750억달러 규모 원전건설 차질 가능성 원전정책 원점에서 재검토 요구 확산
중국	원전 안전기준 대폭 강화 추진

에너지 분야의 주요 이슈

기후변화에 따른 환경·경제 위협 고조

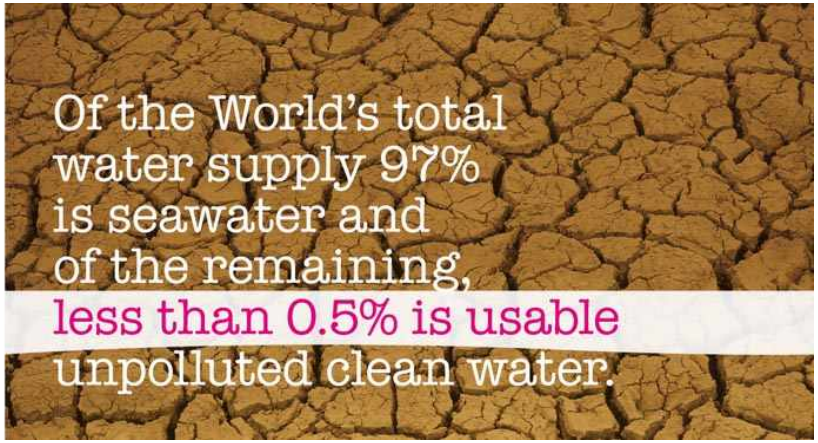


Painting by Kenneth F Aunchman

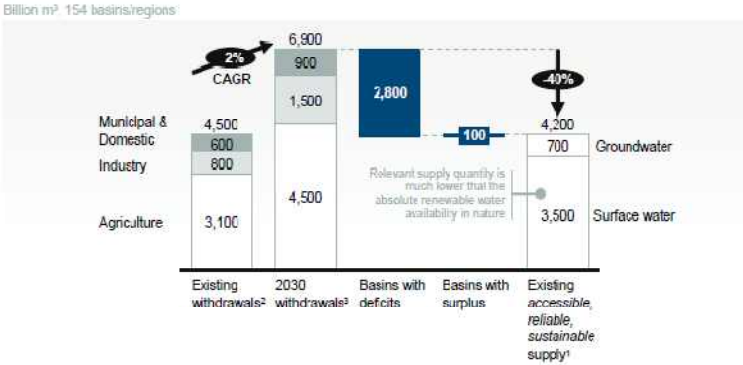
- **2040**
  - 북극의 빙하가 2040년 9월까지 모두 녹아 없어진다는 컴퓨터 시뮬레이션 결과 보고 (미국 국립대기과학연구소)
- **30%**
  - 지구 온난화가 현재의 속도로 계속 진행된다면 금세기 안에 지구상 주요 생물의 30%가 사라질 위기 직면 (IPCC)
- **5~20%**
  - 기후변화에 따른 경제적 손실이 매년 세계 GDP의 5~20% 수준에 달할 것으로 전망 (스턴보고서, 2006)

에너지 분야의 주요 이슈

기후와 에너지 그리고 물부족



Aggregated global gap between existing accessible, reliable supply[1] and 2030 water withdrawals, assuming no efficiency gains



- 전세계 총 물 공급의 **0.5%**만이 식수로 사용 가능한 청정수
- 2030년경 물 공급 **40%** 부족 전망
  (The 2030 Water Resources Group)
- Peak Oil의 대응방안인 비재래형 오일 (Shale, Tar sands) 가공 과정에도 엄청난 양의 물 수요 발생

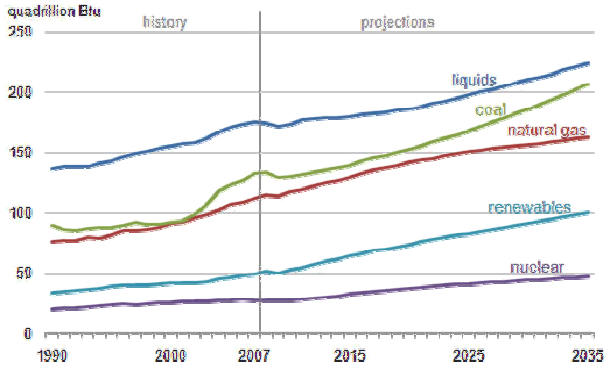
03

에너지 문제 접근 대안

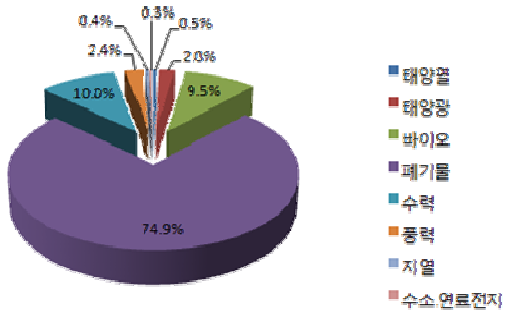
에너지 문제 접근 대안

신재생에너지 공급 확대

- **세계 신재생에너지 보급 현황 및 전망(단위 : 1000조 Btu)**
  - 33.9('90년)에서 99.78('35년)으로 연평균 2.4% 상승 전망
    (출처 : International Energy Outlook 2010, DOE EIA)



- **국내 신재생에너지 투자 및 보급 현황**
  - 투자 : 361억('01년)에서 2433억(11년)으로 연평균 115% 증가
    (출처 : 국가과학기술위원회 2011)
  - 보급 : 1.5%('01년)에서 2.5%('09년)으로 제자리 걸음
  - 원별 구성은 폐기물에 편중(2009년 75% 차지)
  - 신재생에너지 산업기반 구축 및 성장동력화 중점 추진



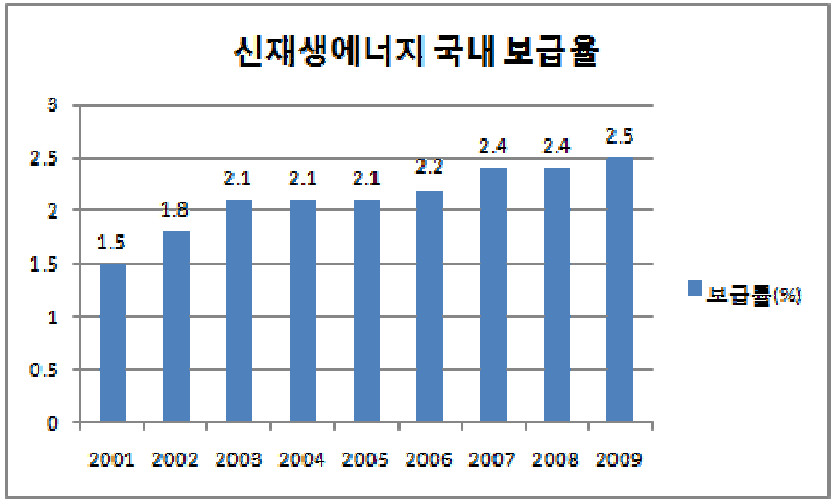
- **국내 신재생에너지 보급 목표**
  - 2030년까지 11% 보급(국가에너지기본계획 목표안)
  - 보급 확대를 위한 실질적인 원별 포트폴리오 구성 등 구체적인 대안 필요

에너지 문제 접근 대안

태양광, 풍력

- 국내 반도체, 중공업 관련 기업의 적극적 투자를 바탕으로 빠른 속도로 산업기반 형성중
  - 국내 일관생산 체계 구축(태양광), 부품, 소재의 수출 개시(태양광, 풍력)
  - 수출실적('08년) : 태양광(모듈, 잉곳) 6.7천억원, 풍력(부품) 7.8천억원

- '08년말 기준 신재생에너지 보급률은 2.49% 불과
  - 특히, 태양광/풍력/연료전지 분야의 보급률은 0.1% 미만



- 태양광, 풍력을 통한 국내 에너지 보급은 제한적
- 수출 및 산업육성을 통한 2차적 파급효과 기대

에너지 문제 접근 대안

바이오에너지

- 환경문제, 특히 CO_2 배출 규제에 따른 수송용 바이오연료 수요 증가
  - 미주는 바이오에탄올, EU는 바이오디젤 중점 보급
  - 자국의 잉여 곡물을 원료로 사용(98% 이상)
  - 하지만, 곡물기반의 1세대 바이오연료 보급은 반인도적, 윤리적 문제 야기(곡물값 급등, 식량문제)

Vs.

- 차세대 바이오연료 필요성 대두
  - 목질계 및 해양 바이오매스 개발 필요 (ex. 우뭇가사리)

에너지 문제 접근 대안

수소연료전지

- 화석연료시대를 종결시킬 유력한 대안 중의 하나 : 수소
  - 우주 전체 질량의 75%를 차지하는 가장 흔한 원소는 바로 수소(H_2)
  - 효율성(같은 무게의 휘발유 대비 3배 에너지 발생), 친환경성
  - 에너지 전환효율이 높은 연료전지는 수소경제시대의 핵심

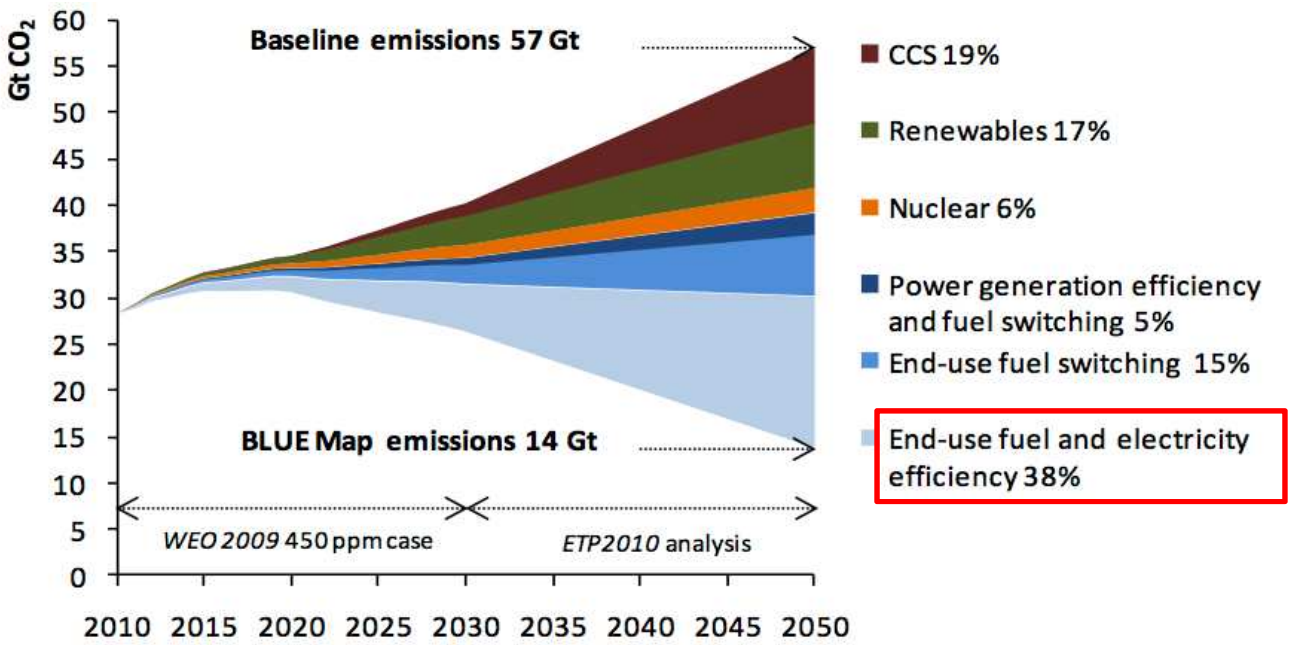
- 수소경제진입 시기에 대한 논란
  - 기술적 장애요소 및 인프라 구축 문제에 따른 진입시점 장기화 조짐(2030년 or 2040년)
  - 안정적인 수소경제로의 이행을 위해 실행가능한 과도기적 기술개발 필요

  ex) 수소생산을 위해 CCS기술이 적용된 화력발전, 비재래형 에너지원 활용, 고효율 산업공정기술

에너지 문제 접근 대안

에너지 효율향상기술

- 에너지 문제 대응을 위한 가장 현실적이며 실효성 있는 대안으로 효율향상 기술 부각

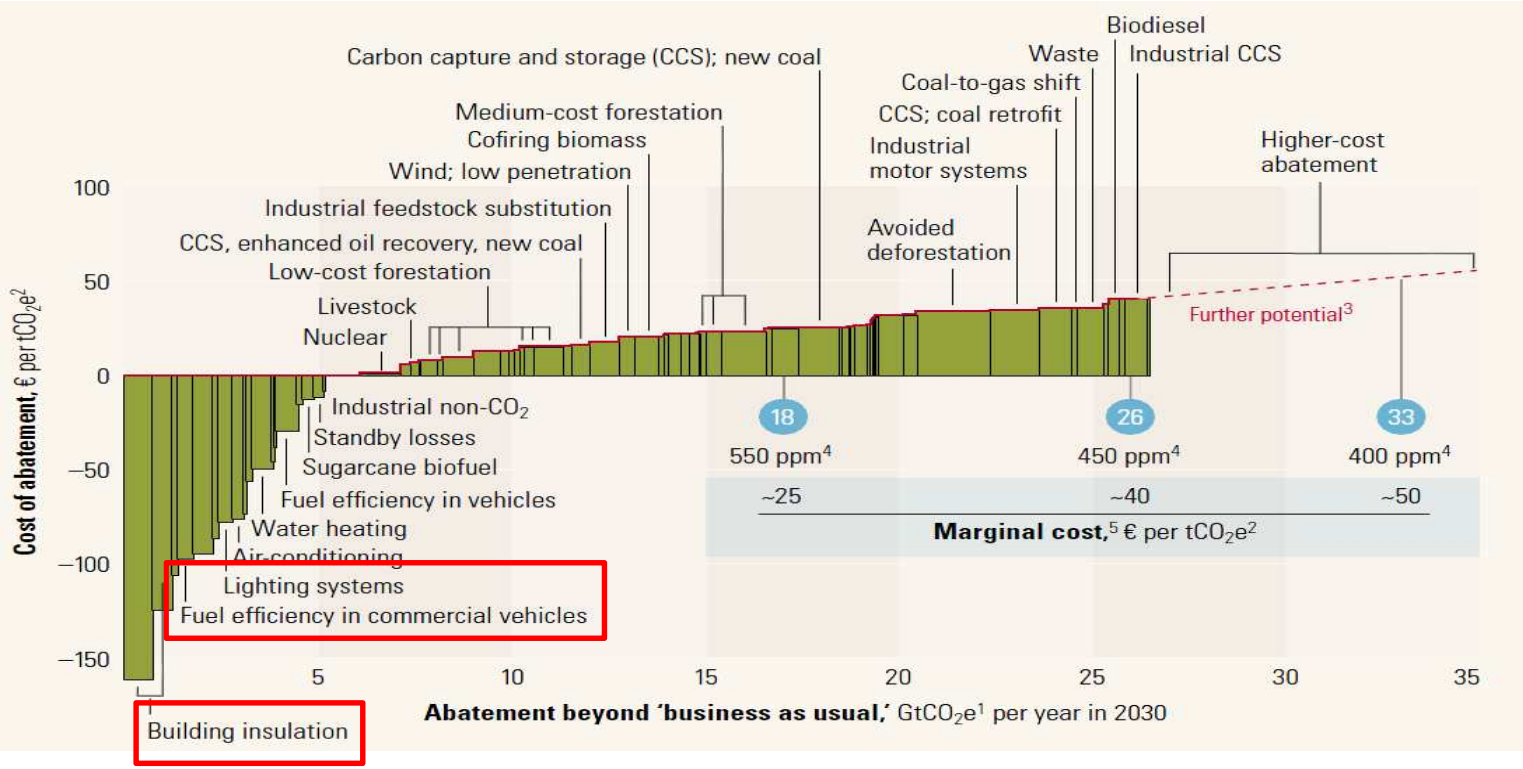


- ***Increasing energy efficiency*** ***should be*** ***the highest priority*** ***in the short term !!!***

(Energy Technology Perspectives, IEA, 2010)

에너지 문제 접근 대안

에너지 효율향상기술

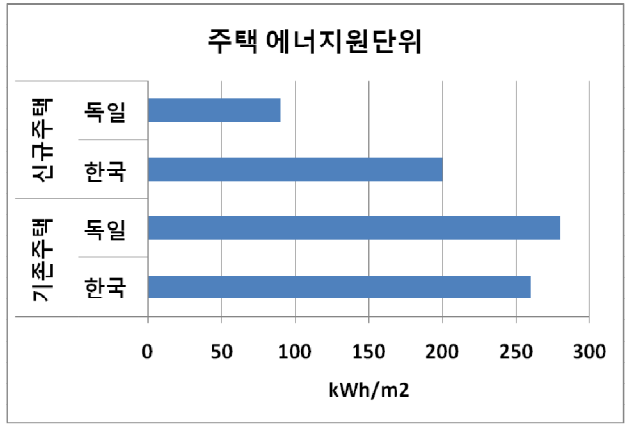


- 건물단열, 조명, 차량연비개선 등 가장 저렴한 온실가스 감축 기술
  (A cost curve for greenhouse gas reduction, The McKinsey Quarterly, 2007)

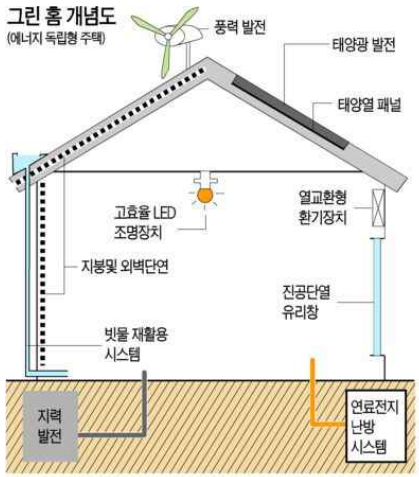
에너지 문제 접근 대안

효율향상 – 그린홈

- 건축물 부문의 에너지소비량은 국가 전체의 22.2% 차지 ('08, 에너지통계연보)
- 신규 건축물의 에너지사용량이 선진국 대비 2배 수준



Reference: 녹색도시·건축물 활성화 방안, 국토해양부, 2009



- 그린홈?
  - 탄소제로건물, 제로 에너지 솔라 하우스(ZeSH), 패시브 주택, 3리터 하우스 등
  - 에너지절약형 친환경주택 (신재생에너지 + 효율향상기술)

에너지 문제 접근 대안

효율향상 – 그린홈

- **선진국 동향**
  - (EU) '19년부터 신규주택의 제로에너지화를 의무화 ('09.6)
  - (미국) '20년부터 주거용, '25년부터 비주거용 제로에너지 건축물 의무화를 목표

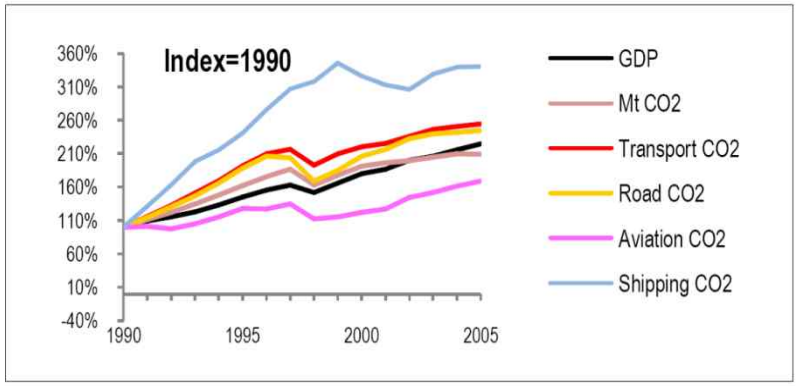
패시브 하우스

- **국내 그린홈 RD&D 동향**
  - (연구개발) 최근 신재생에너지와 IT를 접목하여 제로 에너지에 가까운 주택 시범건설 (ZeSH, KIER, '09)
  - (보급) '18년까지 신규주택 건설과 기존주택 개보수를 통하여 각각 100만호의 그린홈 보급계획(지경부)

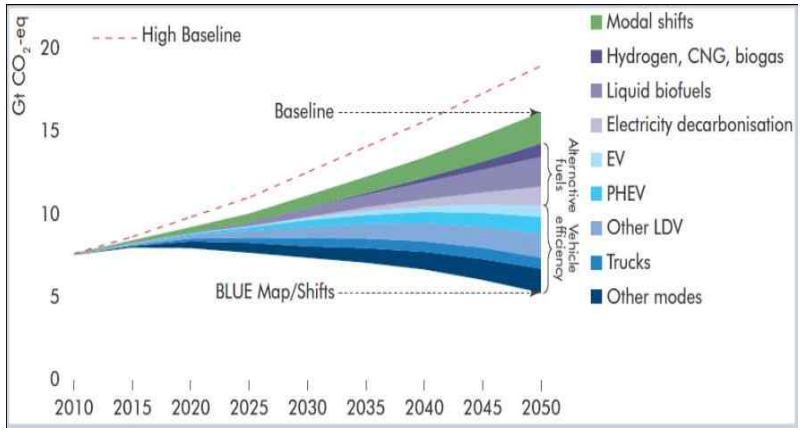
제로 에너지 솔라 하우스

에너지 문제 접근 대안

효율향상 – 그린카



자료 : OECD, Greenhouse Gas Reduction Strategies in the Transport Sector, International Transport Forum, 2008



- 국내 수송분야 CO_2 배출량 1억tCO2('06)
  - 에너지부문 이산화탄소 배출량의 약 20%
- 수송부문 온실가스 배출 증가율 155%
  ('90~'05, 연평균 증가율 6.4%)
  - GDP 증가율 125%를 크게 상회
- 2050년 수송부문 Baseline CO_2 배출 대비
  60% 이상을 그린카를 통해 감축 가능
  (ETP 2010 BLUE Map 시나리오)

에너지 문제 접근 대안

효율향상 – 그린카

- 그린카
  - 기존 내연기관 대비 연비가 높고 배출가스나 CO_2 배출량도 적은차량
  - 하이브리드차, 플러그인 하이브리드차, 전기자동차, 수소연료전지차

프리우스

- 국외 RD&D 동향
  - (일본) '09년 양산형 하이브리드 차인 프리우스의 3세대 모델 출시
  - (미국) '10년 세계 최초로 양산형 전기차 볼트 출시

볼트

- 국내 RD&D 동향
  - '09년 세계 최초 LPG 하이브리드 차 양산
  - '18년 수소연료전지차 상용화를 목표로 북미시범운행, 국내 모니터링 사업 수행

투싼 수소연료전지차

북미 시범운행

- 기간 : '04. 9 ~ '10. 8 (6년)
- 규모 : 승용 32대 투입 (투싼, 스포티지 각 16대)
- 주관 : 미 에너지성
- 운행 : 53만 km

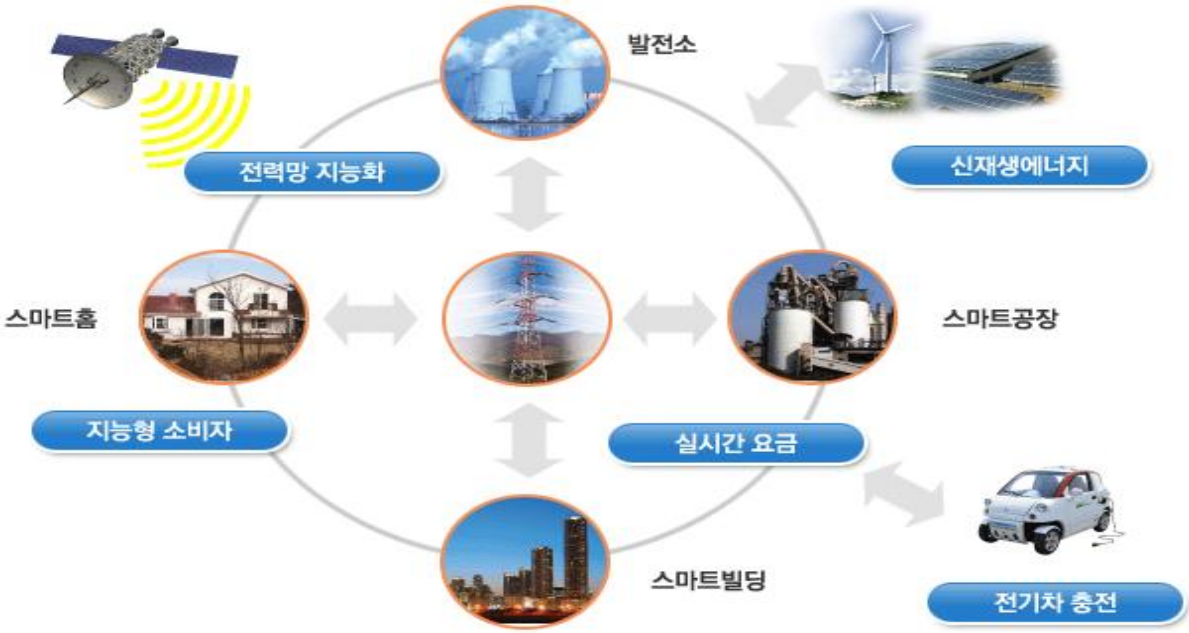
국내 모니터링사업

- 기간 : '06. 8 ~ '10. 7 (4년)
- 규모 : 승용 30대 (투싼 18대, 스포티지 12대), 버스 4대
- 주관 : 지식경제부
- 운행 : 32만 km

에너지 문제 접근 대안

효율향상 – 스마트그리드

- 스마트 그리드
  - 미래 에너지부문의 인터넷(Energy Internet) 역할 수행 (Thomas L. Friedman)
  - 피크전력을 700만kW(국가전체용량의 10%) 줄일 경우 연간 1조원의 투자비용 절감 가능
  - 국가 에너지소비의 3% (전기에너지의 10%) 절감가능



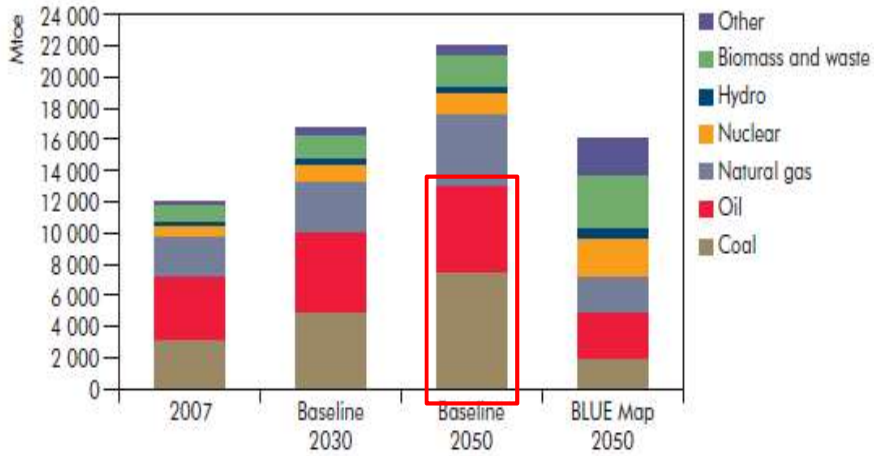
에너지 문제 접근 대안

효율향상 – 스마트그리드

- 국내 RD&D 동향
  - '09년 8월 제주 실증단지 착공: 세계 최대, 최첨단의 스마트 그리드 신기술 테스트 단지
  - 5대 분야: Smart PowerGrid, Smart Place, Smart Transportation, Smart Renewable , Smart Electricity Service

에너지 문제 접근 대안

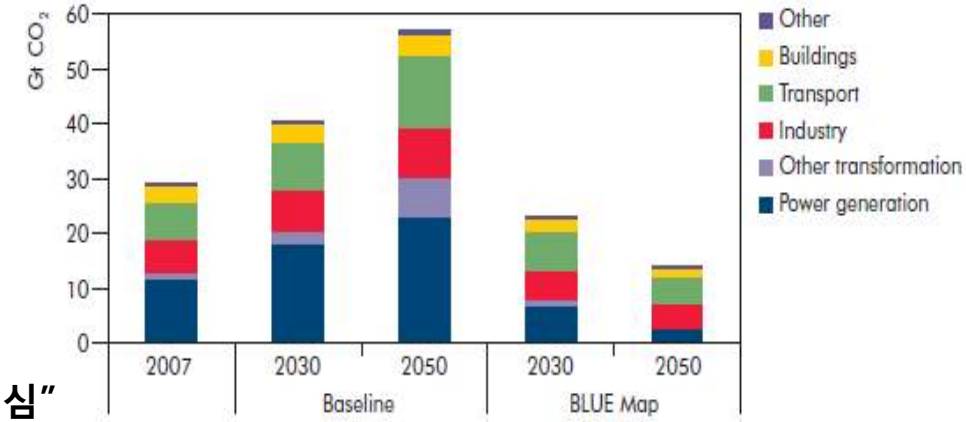
화석연료 청정기술



2050년 1차 에너지의 59%는 화석연료가 차지

"화석연료 분야에 더 많은 연구와 투자가 필요"

- 노부오 다나카 IEA 사무총장



화석연료 사용에 의한 CO_2 배출량은

2050년에 570억톤에 이를 것

"중장기적으로 신재생, 원자력, CCS, 수송기술

혁신이 핵심"

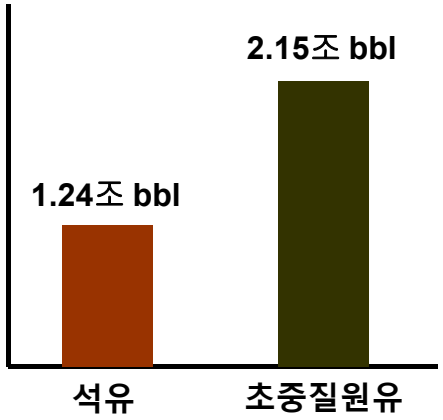
- 노부오 다나카 IEA 사무총장

에너지 문제 접근 대안

화석연료 - 초중질원유 활용 기술

- 유가 상승 및 경질원유 고갈에 대비한 대안으로 부존량이 풍부하고, 가격이 저렴한 초중질원유 활용 부각
- 초중질원유로부터 열분해 방식의 통합 부분경질화 공정을 통해 **청정 합성원유**, **경질 나프타**, **고부가 석유화학원료**를 생산 가능

부존량



(Survey of Energy Resources, WEC, 2010)

초중질유의 경질화 공정

청정 합성원유

경질 나프타

석유화학 원료

에너지 문제 접근 대안

화석연료 – 청정석탄 기술

석탄 액화공정(CTL)

석탄가스화 복합 발전(IGCC)

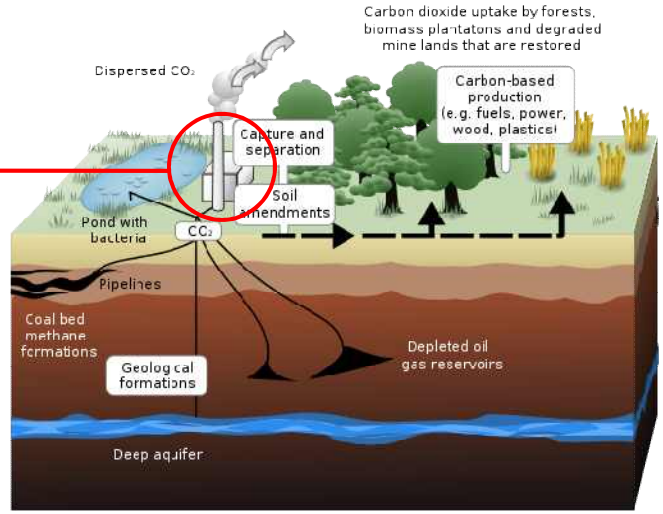
- 가채년수: 석유 46년 vs 석탄 116년 **"석탄을 활용하는 기술개발 필요"**
  - 특히 석유의 해외 의존도 및 소비 비중이 높은 국내의 경우 국가 에너지안보 향상에 큰 기여
- 주요 청정석탄 기술은 석탄액화기술, 저급탄 고위품화기술, 저급탄가스화기술
- 2030년 CTL 합성 연료 생산량 **210만 bbl/d** 전망

  (Annual Energy Outlook 2009, DOE, 2009)

에너지 문제 접근 대안

화석연료 – 이산화탄소 포집·저장(CCS)

CCS Plant in Germany
(출처: Vattenfall)



- **CCS는 대용량 발생원에서 배출되는 CO_2의 포집 및 저장을 위한 통합 기술(발전, 석유화학, 시멘트 등)**
  - **2007년 CO_2 배출량중 발전부문이 41% 차지**
    (World Energy Outlook 2009, IEA, 2009)
- **CCS 기술을 통해 2050년 전체 CO_2 발생량의 19% 저감 가능**
  (Energy Technology Perspectives, IEA, 2010)

에너지 문제 접근 대안

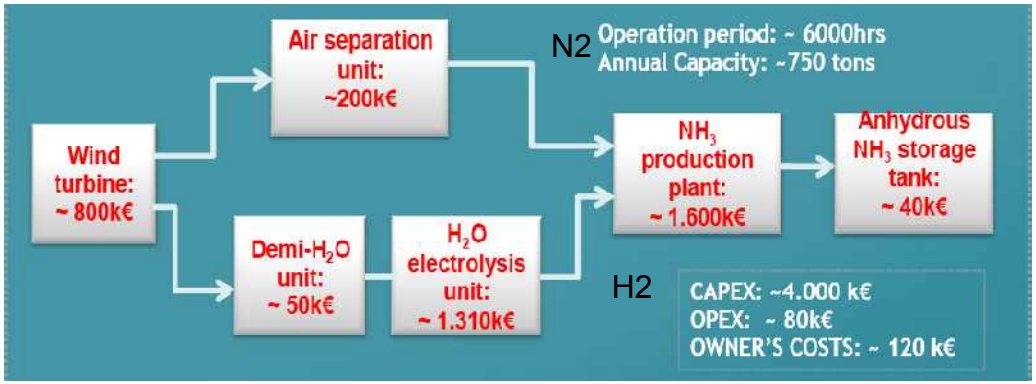
액체 암모니아 기술

The future is liquid ammonia!

액체 암모니아가 궁극적으로 가솔린, 디젤연료, 제트연료 등을 대신하는 시대가 올 것이다!

- Matthew Simmons (Energy Adviser in U.S. President George W. Bush) -

- **암모니아 생산 방법**
  - 물 전기분해 수소(H2) 생산, 공기 중에 질소(N2) 분리, 수소와 질소 반응시키어 NH3 생산
  - 공기에서 분리된 질소와 초임계 스팀(550oC) 반응하여 생산



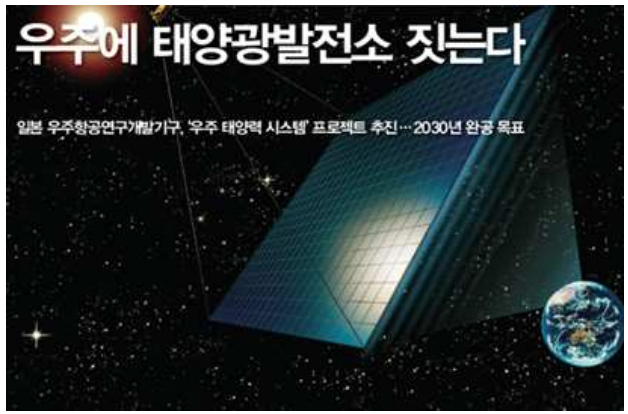
- **암모니아 활용 분야**
  - 에너지 저장 물질 (수소에너지 저장)
  - 내연기관 바로 활용 가능
  - 태양열 발전 (암모니아 사이클)

에너지 문제 접근 대안

기타 에너지기술

- 수송선과 연을 활용한 풍력발전

- 우주 태양광



- 초고층 건물 외벽 바람을 이용한 발전

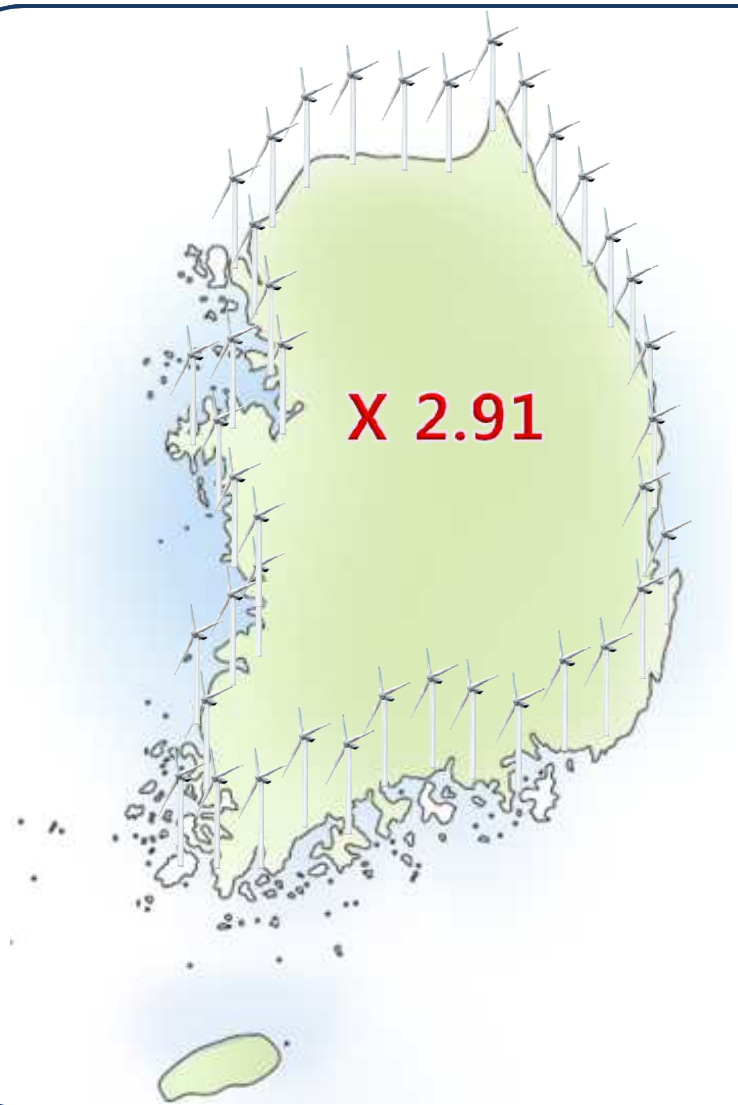
04

맺음말

맺음말

- Peak Oil, 에너지안보, 기후변화, 물 부족 등 에너지 문제는 인류가 당면한 핵심 과제
- 에너지 절약 및 이산화탄소 배출 감축을 위해서 단기적으로는 효율향상이 효과적이며, 중장기적으로 신재생 에너지, 화석에너지 청정 기술 활용 가능
- 어느 하나의 기술분야에 All-in하는 전략보다는 투자우선순위, 환경과 지리적 여건 등을 고려한 최적의 에너지기술개발 포트폴리오를 구성하고, 지속적으로 추진하는 것이 중요
- 단일 기술의 한계를 극복하기 위한 융합기술의 개발 중요

맺음말



- 제1차 국가에너지기본계획의 신재생에너지 1차 에너지 수요목표(32백만TOE)를 풍력발전만을 이용하여 충당하는 경우

⇒ 국내 해안선 총 거리에 2.91배에 해당하는 설치거리 소요

[주요전제]

· 기준 풍력발전 설비 용량: 2MW

· 기준 풍력발전 이용율: 23%

· 풍력발전기간 이격거리: 400 meter

감사합니다.