

신.재생에너지 워크숍 및 신.재생에너지학회 학술대회

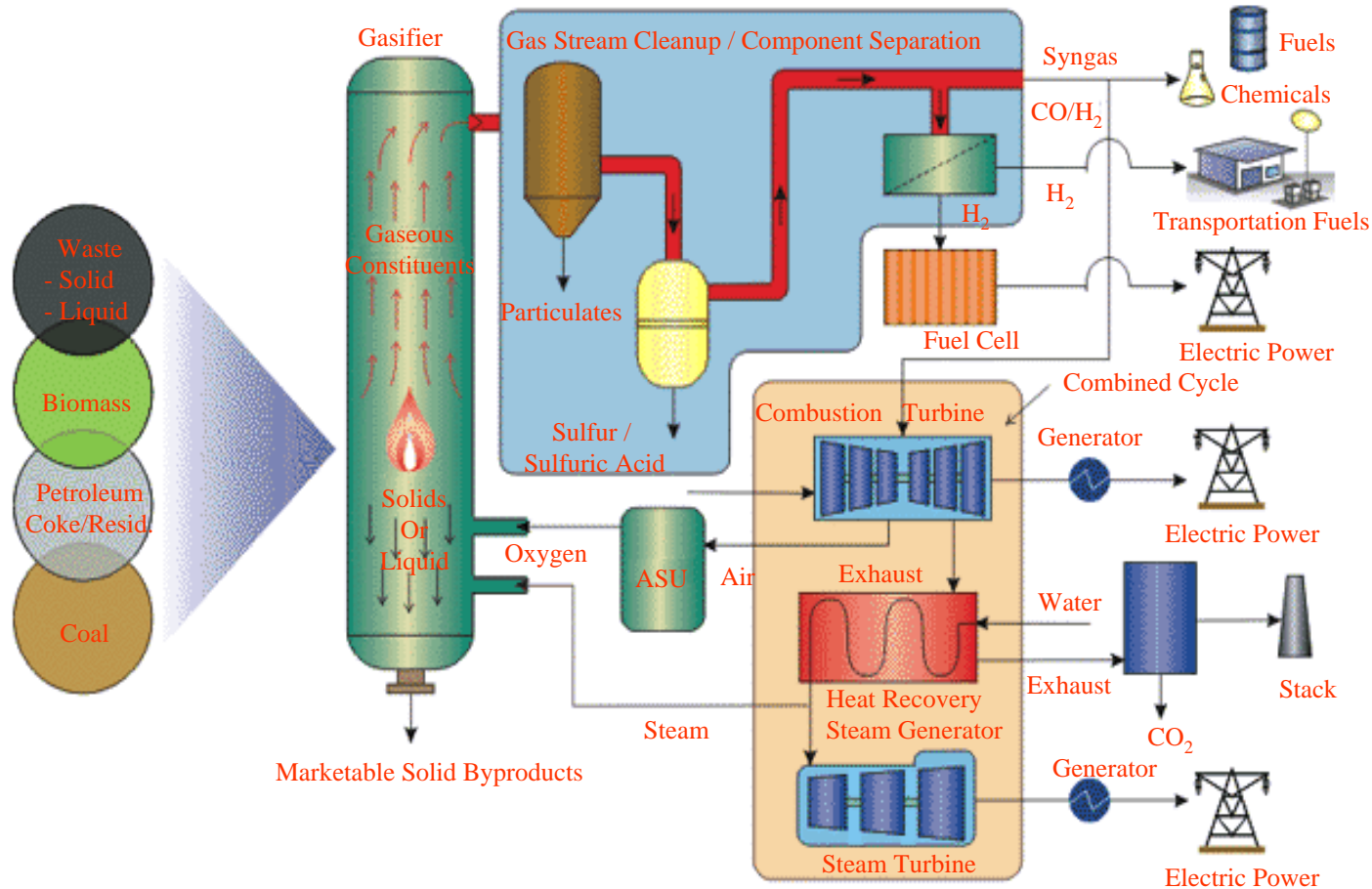
석탄가스화 합성가스 제조공정 및 발전시스템 기술개발

2005. 11. 11.

고등기술연구원
윤 용 승

(Home Page) <http://pec.iae.re.kr>
<http://www.coal.or.kr>

가스화기술의 응용 범위



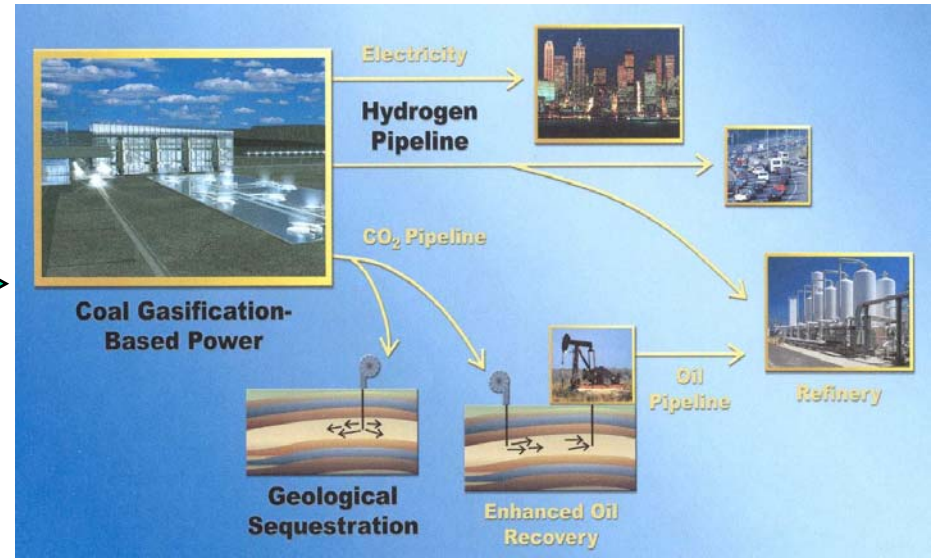
- ❑ 가스화기술은 저급 원료(고유황 함유, 고수분함유 등)를 고급 에너지원으로 변환 사용하는 주요 매개체 기술임.
- ❑ 화학산업 원료의 근간인 C1화학 원료로서 일산화탄소와 수소를 생산하여, 전기/ 화학원료/ 합성석유 원료로 사용이 가능함.

기술의 개념 및 특성

- 저급연료를 활용한 고효율 · 환경친화적 에너지 생산기술로 석탄·중질잔사유 가스화를 통해 전력(電力), Fisher-Tropsch 대체디젤유, DME (Di-methyl Ether) 등 대체연료, 비료 등을 생산
 - 석탄, 중질잔사유를 가스화시켜 CO와 H₂가 주성분인 가스를 제조·정제하여 가스/증기터빈을 구동하는 가스화복합발전(IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle)이 대표적 이용 기술
 - 기존 화력발전을 대체하는 차세대 발전기술로서의 특·장점
 - 저급연료의 고부가가치 에너지화 → 전력 및 원료가스 생산
 - 기존 화력발전시스템에 비해 높은 발전효율(40~50%)
 - 기존 발전기술에 비해 SO_x 90% 이상, NO_x 75% 이상, CO₂ 25%까지 저감 가능한 고청정 환경성
 - Synfuel 생산을 위한 CTL (Coal-To-Liquid)의 core 기술
-

기술의 범용성 및 활용성

- 수소경제 및 기후변화협약 대처
기반기술로서 가스화기술을 미국,
일본에서 중점 육성 중
- ✓ 미국 FutureGen 프로젝트
: 석탄 가스화를 통한 전기,
초청정연료유, 수소 생산 및 CO₂
제거 동시 추구

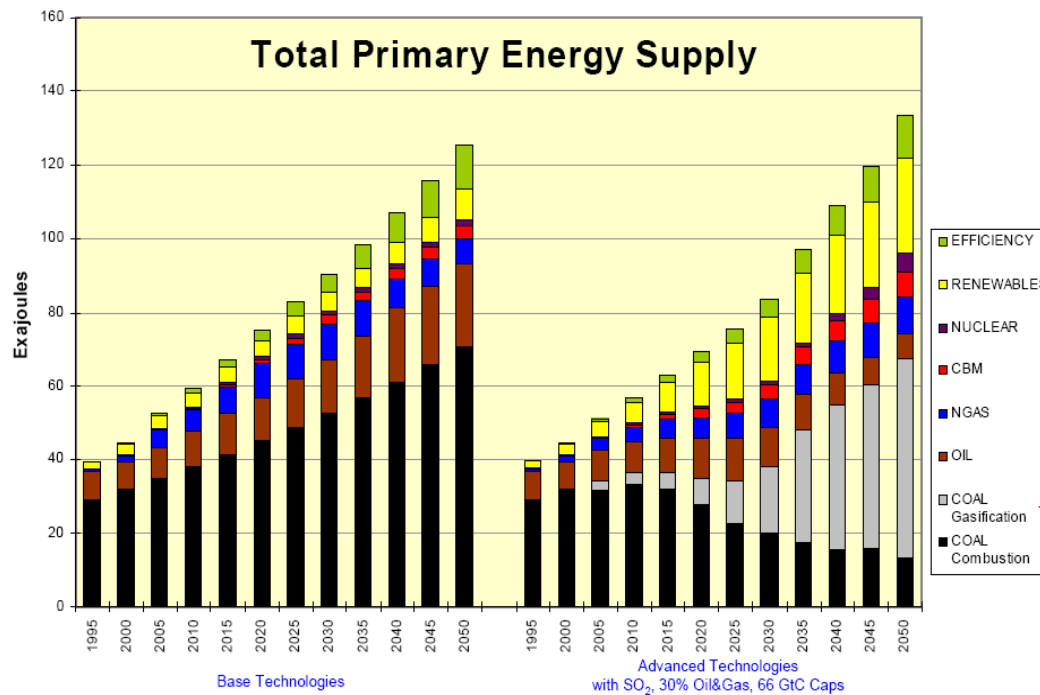


- ✓ 일본 자원에너지청 Vision
: 2004/02 자료

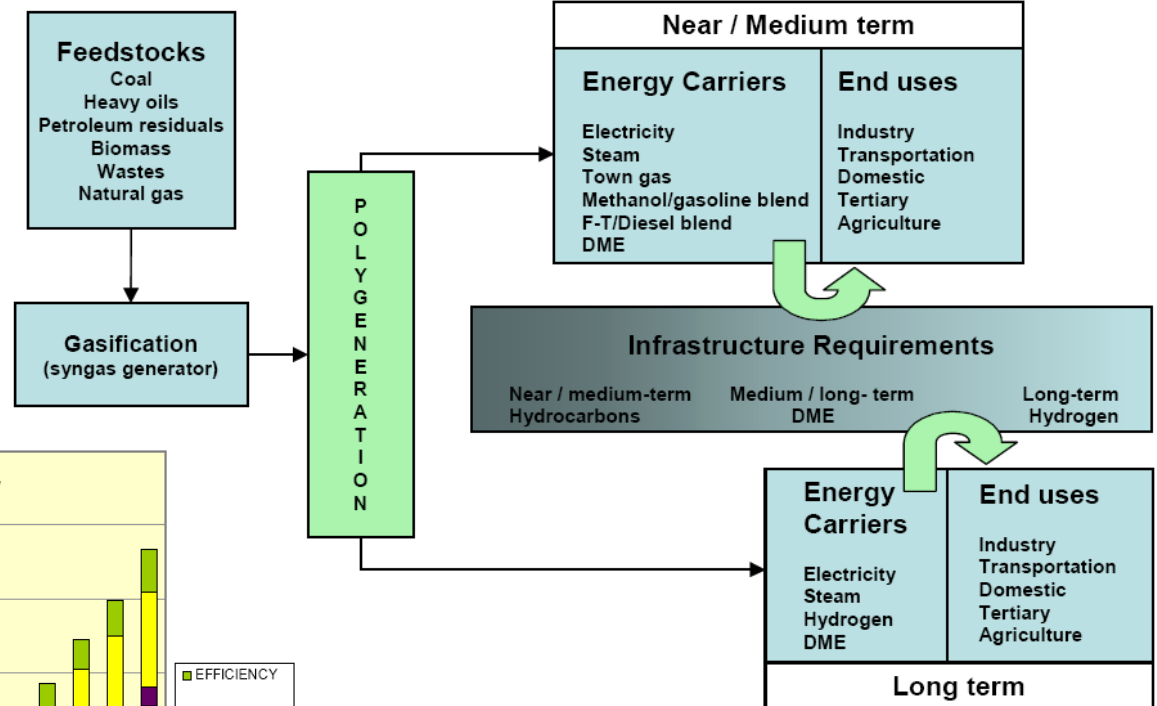


기술의 범용성 및 활용성 [계속]

● 중국 석탄사용 Vision : 2003/10 자료



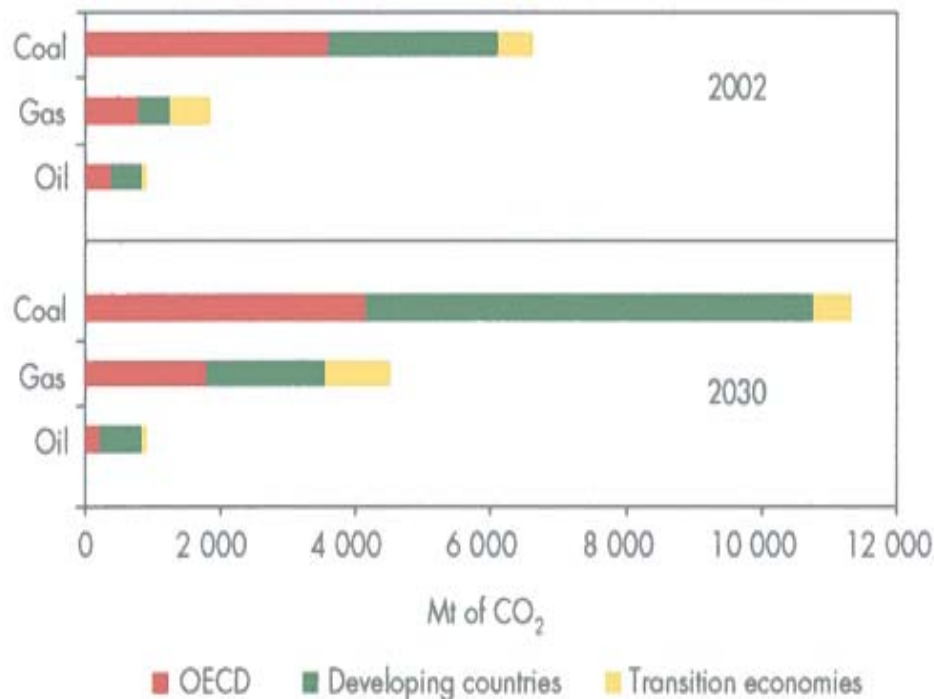
Vision for modernised coal



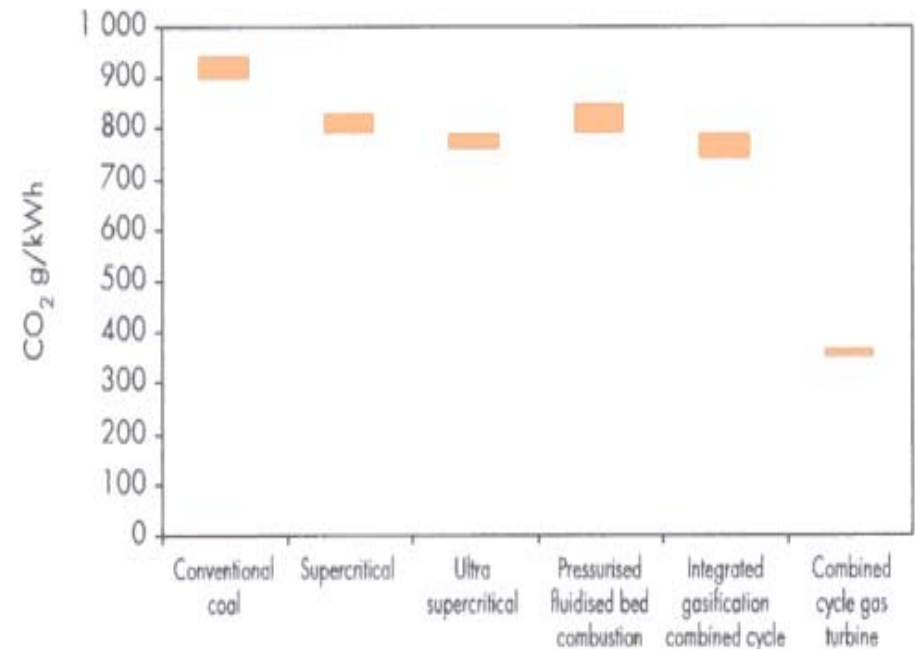
Coal Gasification

원료별 및 기술별 전력생산 과정의 CO₂ 발생량

전력생산 원료별 CO₂ 발생량과 2030년까지
국가 그룹별 예측자료

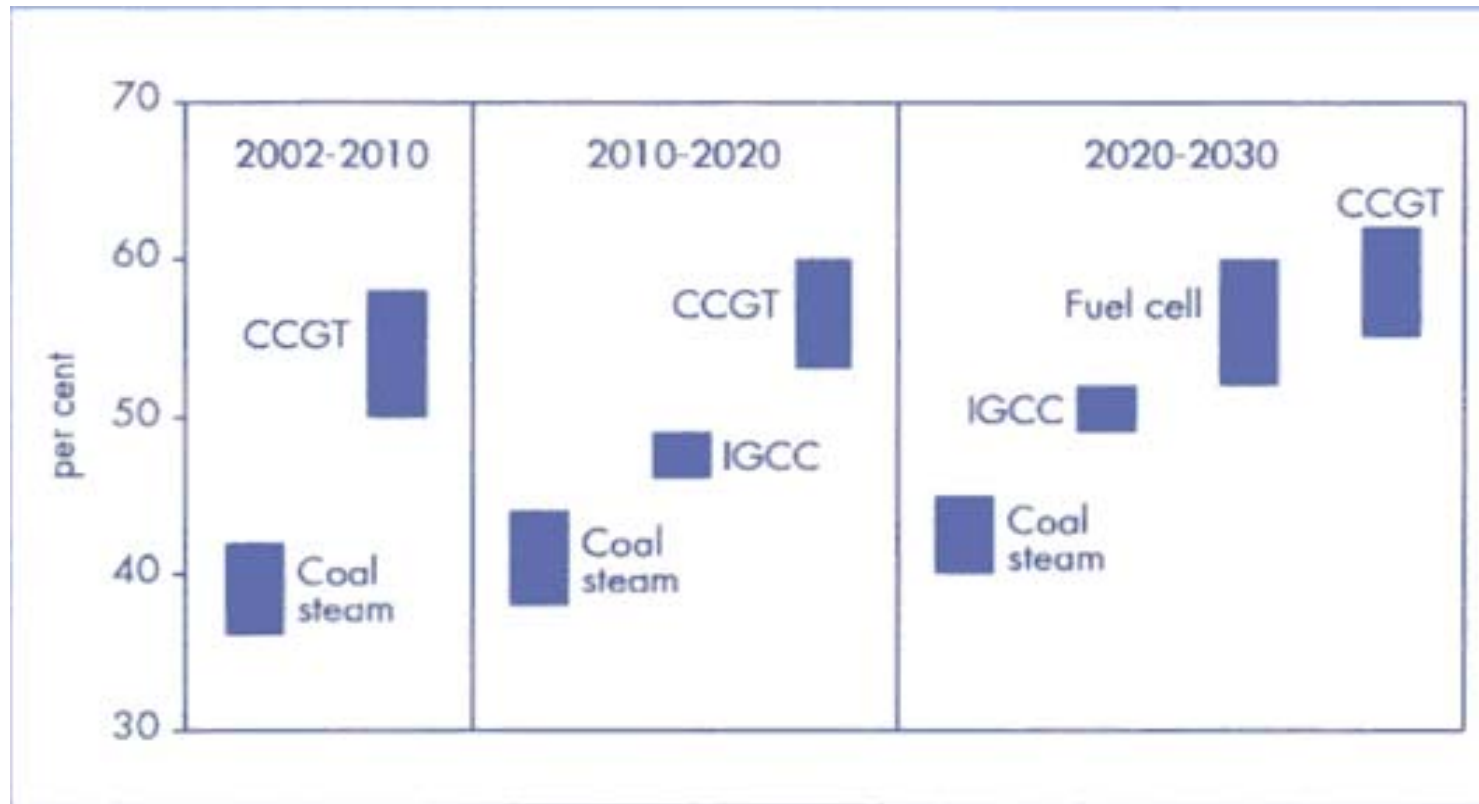


석탄사용 발전기술별
단위전기 발생량당 CO₂ 발생량의 비교



- ❑ 향후 석탄 사용시 CO₂ 문제를 해결하지 못하면, 장기적으로 석탄 사용한 전력생산은 사회적 저항 예상됨.
- ❑ 석탄의 경우 신석탄발전기술, 저렴한 천연가스가 공급 가능하다면 천연가스 복합발전이 대안임.

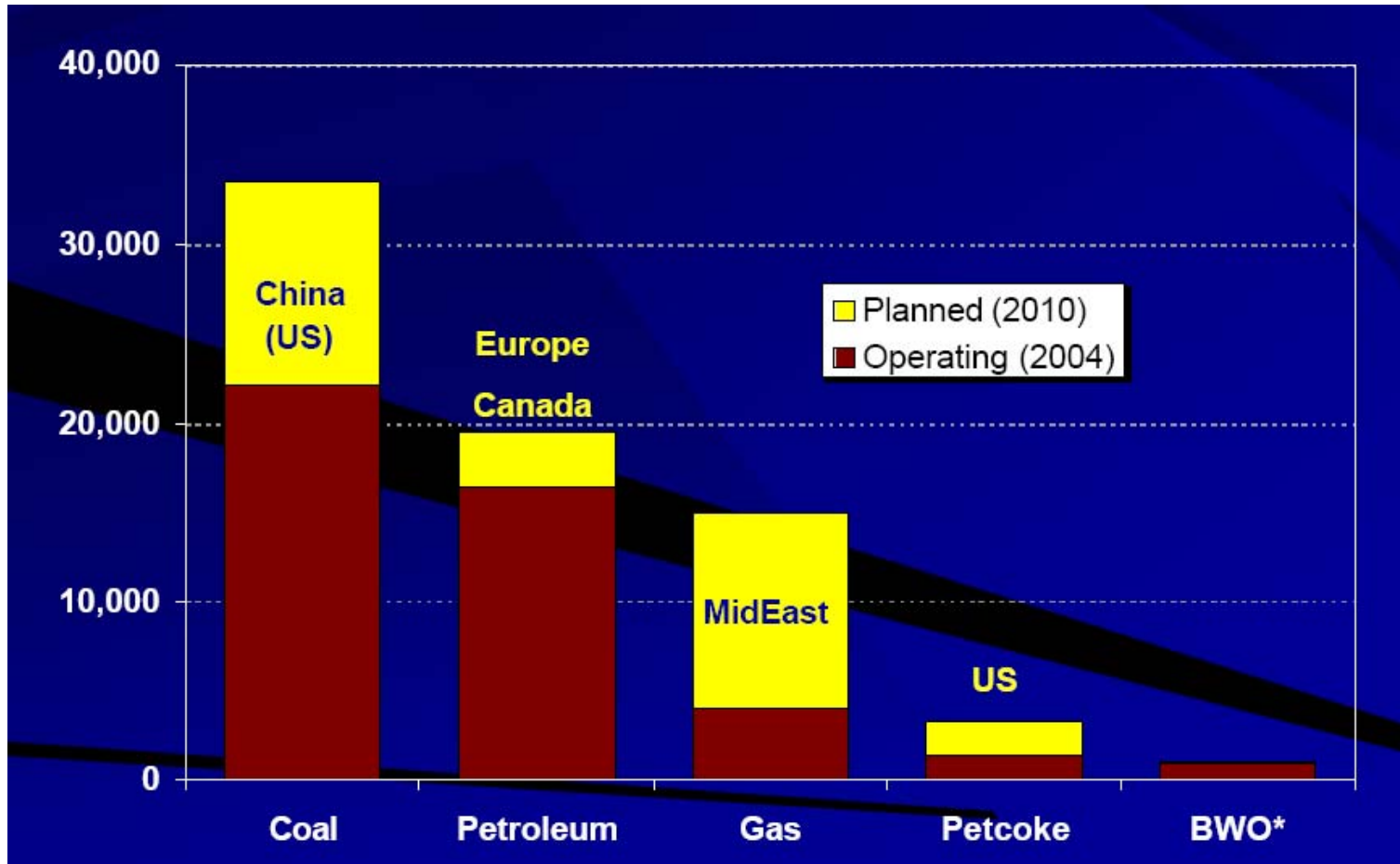
2002-2030년 기간의 주요 석탄사용 기술의 적용 시기와 예상 효율



Note: IGCC = Integrated gasification combined cycle.
CCGT = Combined-cycle gas turbine.

- 2010년대 이후 IGCC 발전방식이 본격 적용될 것으로 예상되며, 기존 미분탄연소발전 방식에 비해 발전 효율이 높음.

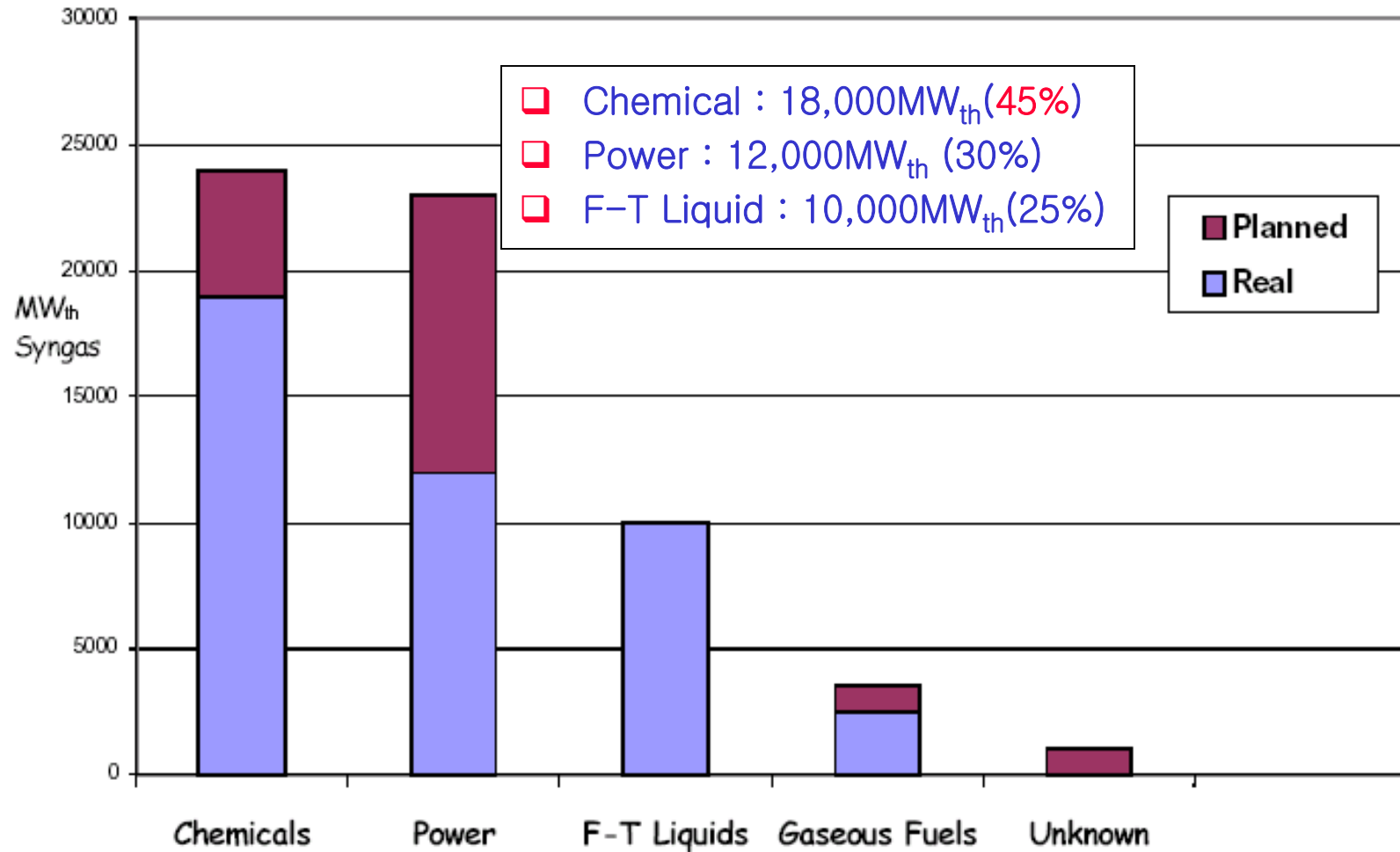
전세계 합성가스 생산의 주요 원료별 생산량



(MW_{th} Equivalent)

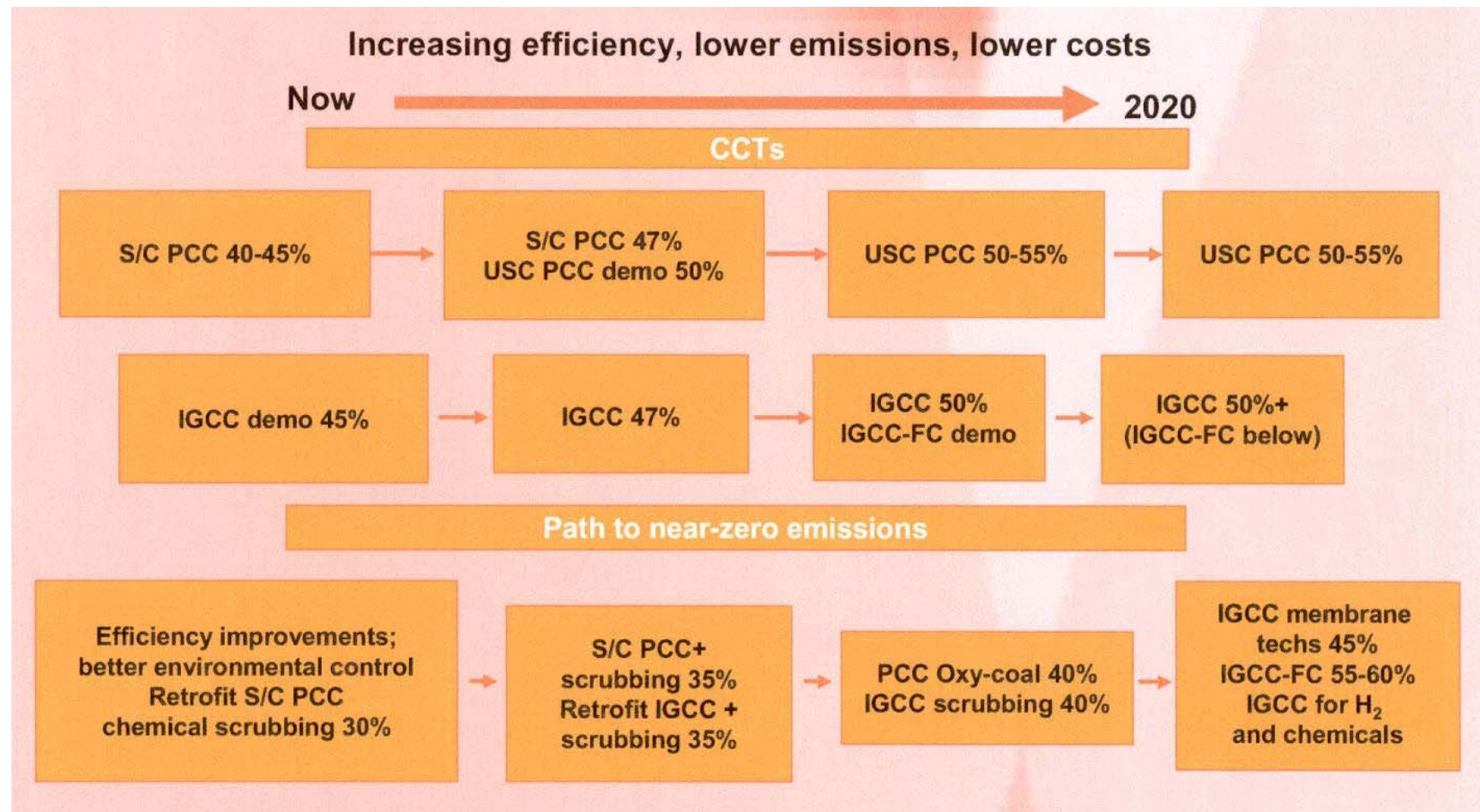
□ 현재 합성가스 생산의 주요 시료는 석탄과 중질유임.

생산된 합성가스의 이용분야



□ 가스화기술에 의해 전력생산 뿐 아니라, 화학원료/합성원유 /가스연료 생산에도 이미 대량 사용되고 있음.

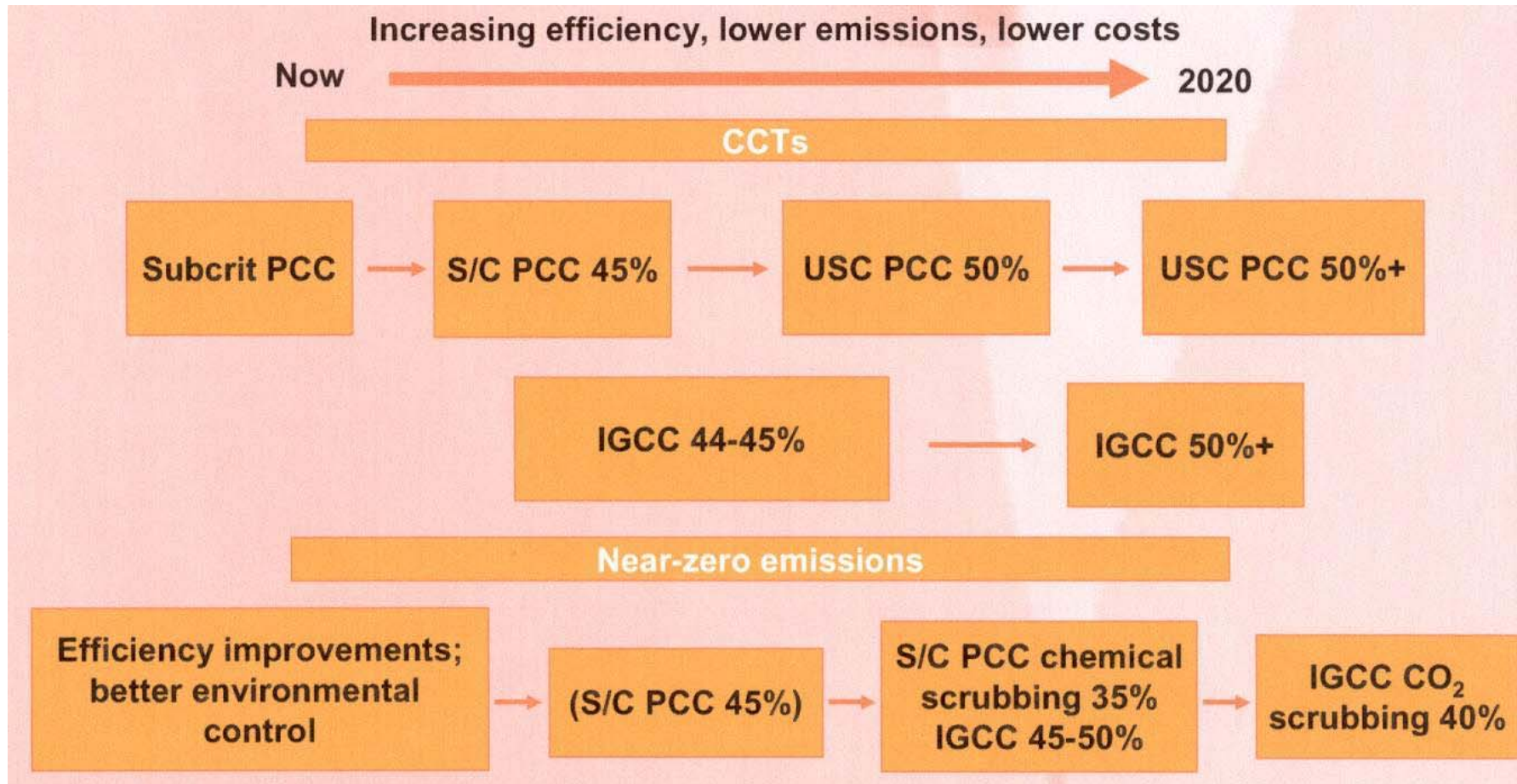
IEA Clean Coal Center가 제시한 OECD국가 신석탄발전 Roadmap



✓ **IGCC**, 연료전지가 연계된 **IGCC**, 초초임계 석탄발전 기술방향을 제시함.

- S/C, USC PCC: Supercritical, Ultra Supercritical Pulverized Coal Combustion
- IGCC : Integrated Gasification Combined Cycle

IEA Clean Coal Center가 제시한 비OECD국가 신석탄발전 Roadmap



✓ **IGCC** 기술과 초초임계 석탄발전 기술방향을 제시함.

해외/국내 가스화기술 분야 예산 비교

□미 국

- 연간 4천만불 규모

□일 본

- 250 MW 석탄 IGCC 발전소 건설에만 1조원 예산
- '93년부터 2톤/일급, 200톤/일급 개발에 3,500억원 투입

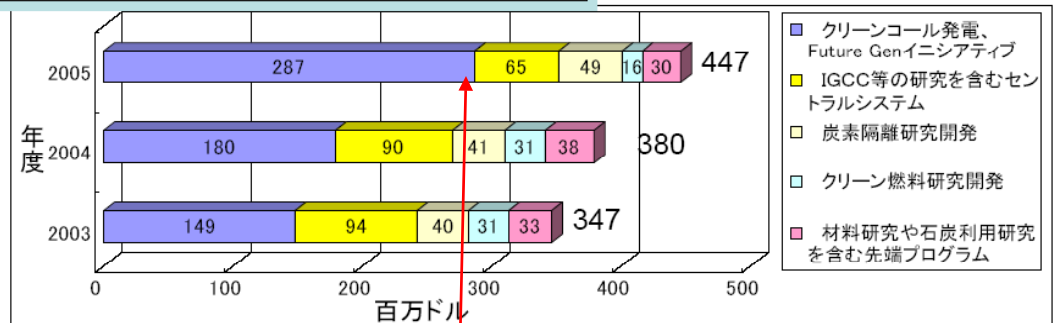
□호 주

- 1톤/일급 석탄가스화기 건설비용 22억원 투입

□한 국

- 현재 정부지원 연간 5 - 8.7억원 규모
- '95-'02년 연간 정부지원 10 - 17억원 규모
- 건식 석탄가스화 설비투자비 37억원
- 습식 석탄가스화 설비투자비 13억원

○米国DOEの大統領石炭研究イニシアティブ予算

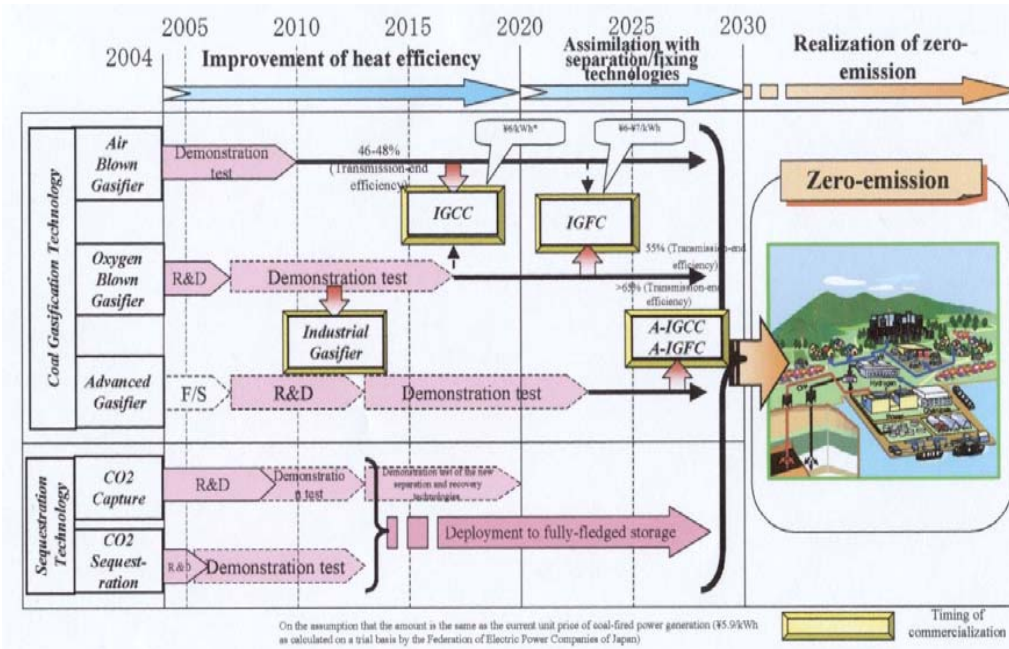


○日本の石炭利用技術関係予算

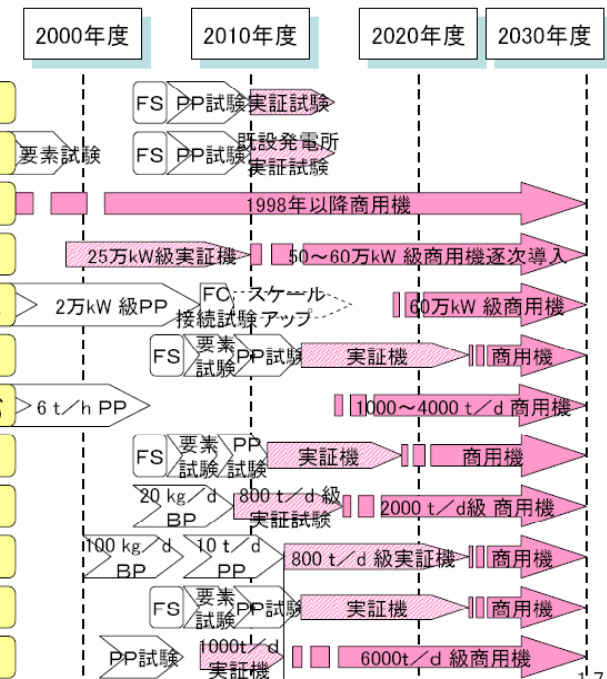
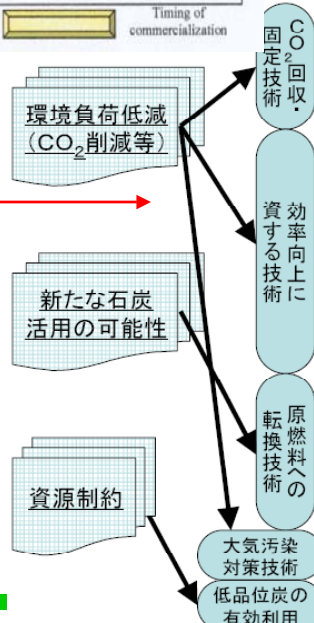


2004년 일본 IGCC 기술개발비 684억원
2005년 미국 가스화 기술개발 3,600억원

日本の Clean Coal Technology Roadmap

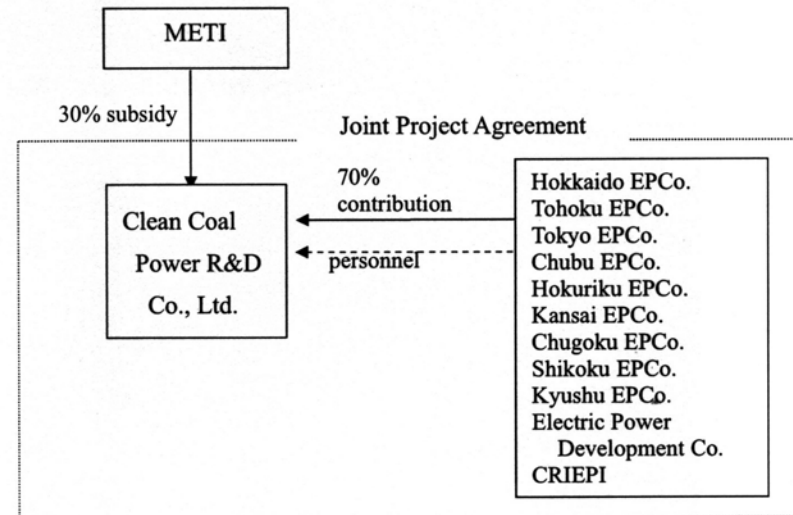
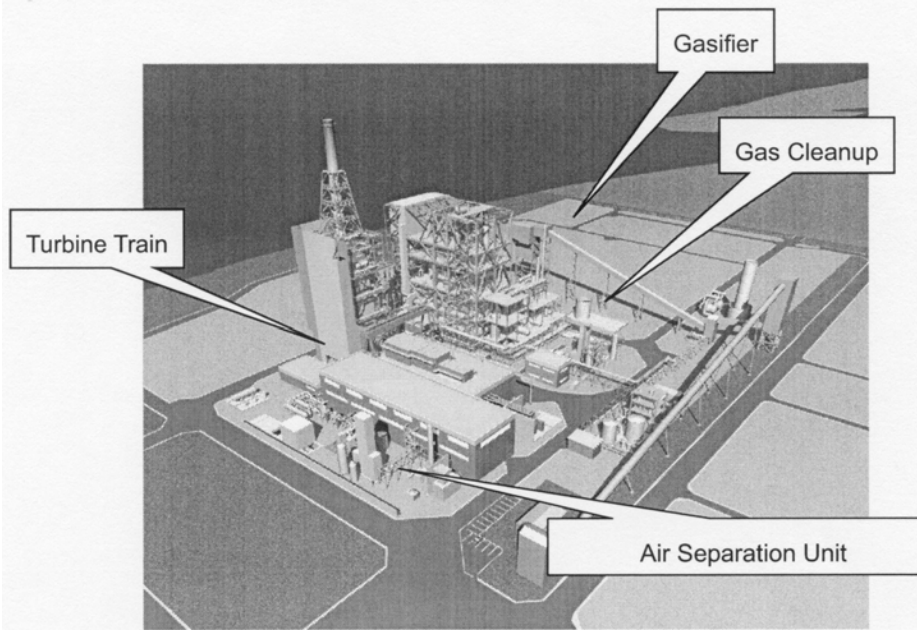


IGCC



Ref. : Gasification Technology Conference 2004, October 3-6, 2004, Washington, DC.

일본 250 MW급 석탄 가스화복합발전 플랜트의 현황



EPCo. : Electric Power Company

Fiscal year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Demonstration plant tests	Design of plant			Construction of plant			Operation		
Environmental Impact Assessment									

- ✓ 기술수입 건설시 **4,500억원** vs. 자국기술/자국산업체 건설 **970억엔** 투자
- ✓ 자국 기술보유를 통한 자금의 선순환 및 수출산업화 주력

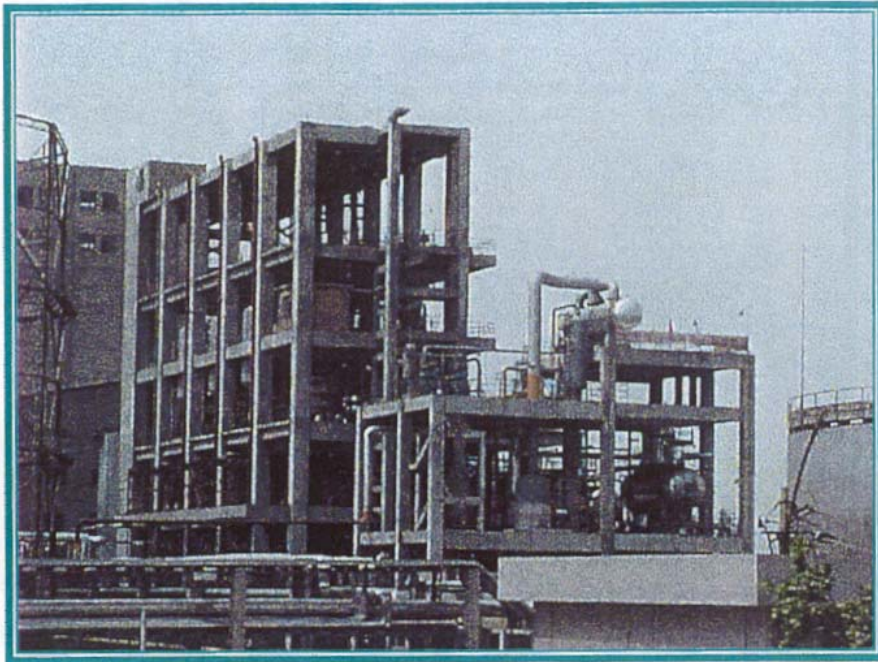
일본 석탄가스화 연료전지 연계 EAGLE 플랜트



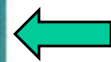
- 석탄 150톤/일 사용
- 1995-2006 기간
- 2004년 예산: 10.5억엔

- EAGLE : Coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity

일본 외 아시아지역 석탄가스화 기술개발/상용화 추이



좌측사진: 중국 Huainan 석탄가스화 Plant



- ✓ 990 톤/일 용량, 가스화기 3 train
- ✓ 석탄 Syngas → NH_3 → Urea 생산
- ✓ Texaco (현재 ChevronTexaco)사 기술
- ✓ 2000년 8월 start-up

중국 내 이외, 2,000톤/일급 3기 '04, '05년 가동,
910톤/일급 1기 '04년 가동



→ 우측 사진: 호주 CSIRO 1톤/일급 가스화설비

- 독일 DMT로부터 2.7M 호주\$에 구입
- '99년 7월 준공
- 호주 Brisbane CSIRO에 설치
- '99년 9월 시운전 중 예열stage 녹아 재제작 이후 현재까지 운전 중

중국의 석탄 “Gasification for Chemicals” 플랜트 건설 현황

□ Dongting Coal Gasification Project :

- Coal gasification 규모 : 2,000 톤/일
- Syngas 생산량 : 142,000 Nm³/hr (CO + H₂), 3.4 million Nm³/day
- Syngas → Shift 반응, Gas treatment → NH₃ 합성 → Urea plant
- Capital investment : 150 million US\$
- 50/50 Sinopec/Shell equity sharing : Gas treatment plant는 Sinopec 100% 투자
- Ready-for-start-up : 2004년 하반기

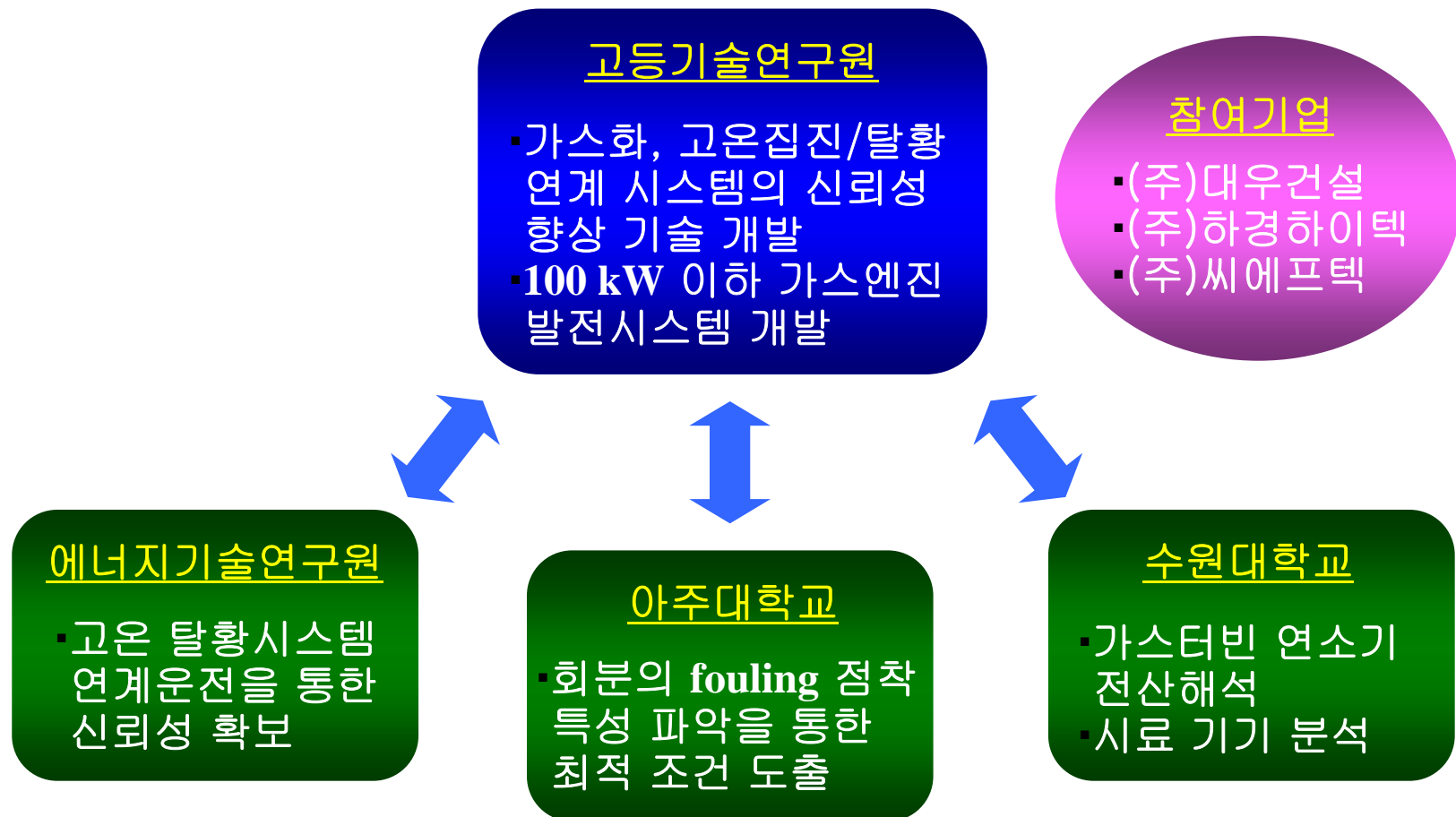
□ Yingcheng Coal Gasification Project :

- Coal gasification 규모 : 910 톤/일
- Syngas 생산량 : 55,000 Nm³/hr (CO + H₂)
- Chemical 원료 생산용
- Plant owner : Hubei Shuanghuan Chemical Industrial Co., Ltd.
- Ready-for-start-up : 2004년 상반기

□ Other projects :

- Sinopec/Shell: Hubei와 Anqing에 각각 석탄 2,000톤/일→3.4 million Nm³/day 규모의 Chemical 생산용 가스화설비로 2005년 startup
-

현재 수행과제('03/7-'06/6)의 연구 추진체계



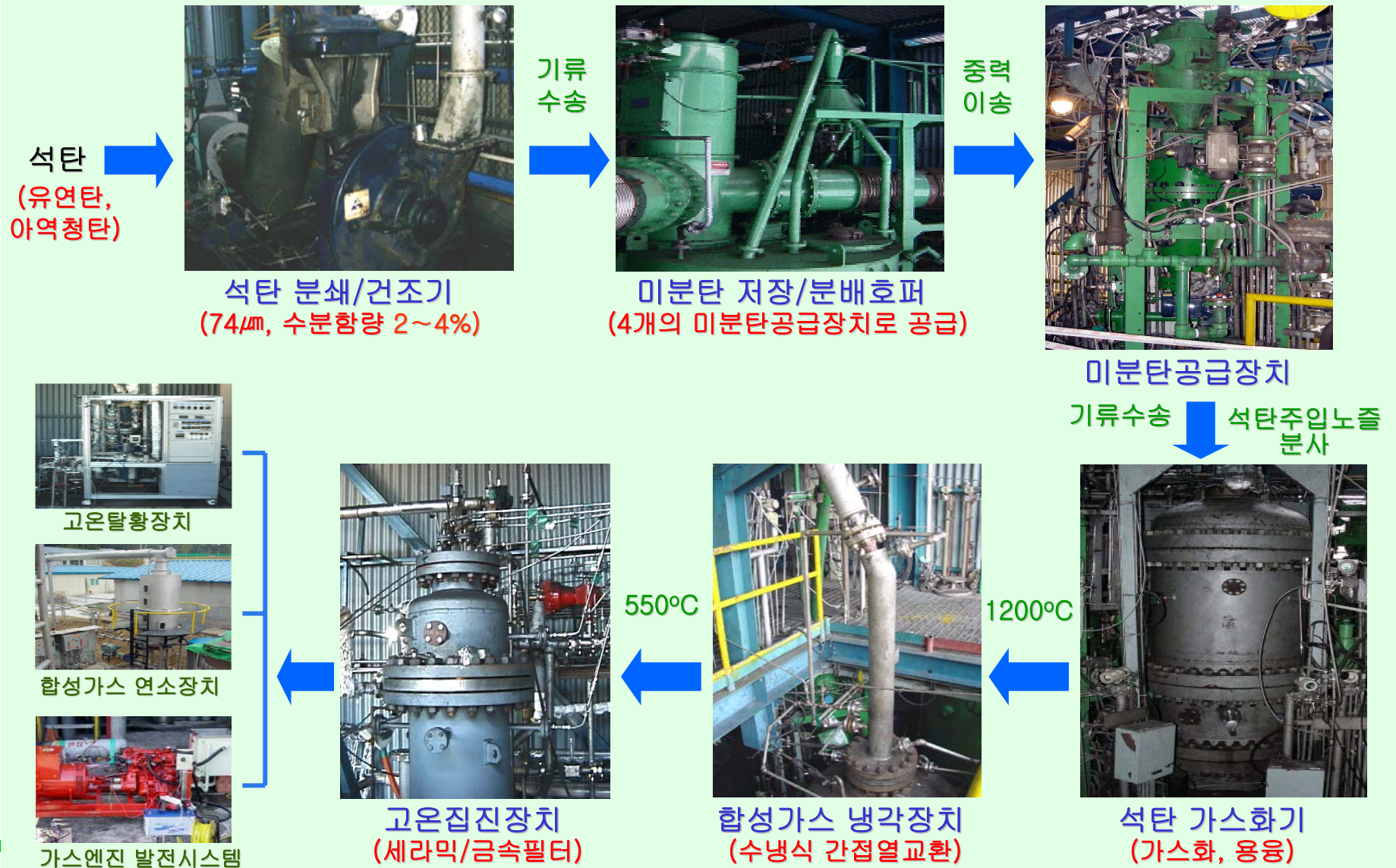
국내 운영중인 3톤/일급 Pilot 석탄 가스화 설비



- ❑ 최대 조업압력 28 bar
- ❑ 최대 조업온도 1550°C



3톤/일급 석탄 가스화기 시스템 공정 흐름도



석탄 IGCC Pilot Plant 제어실 모습



□ 제어 PLC시스템 설계, 프로그램 작성 및 제어로직 구현을 모두 자체기술로 수행함.

합성가스 사용 가스엔진 시스템 구축

1st Prototype (796 cc LPG 차량엔진)



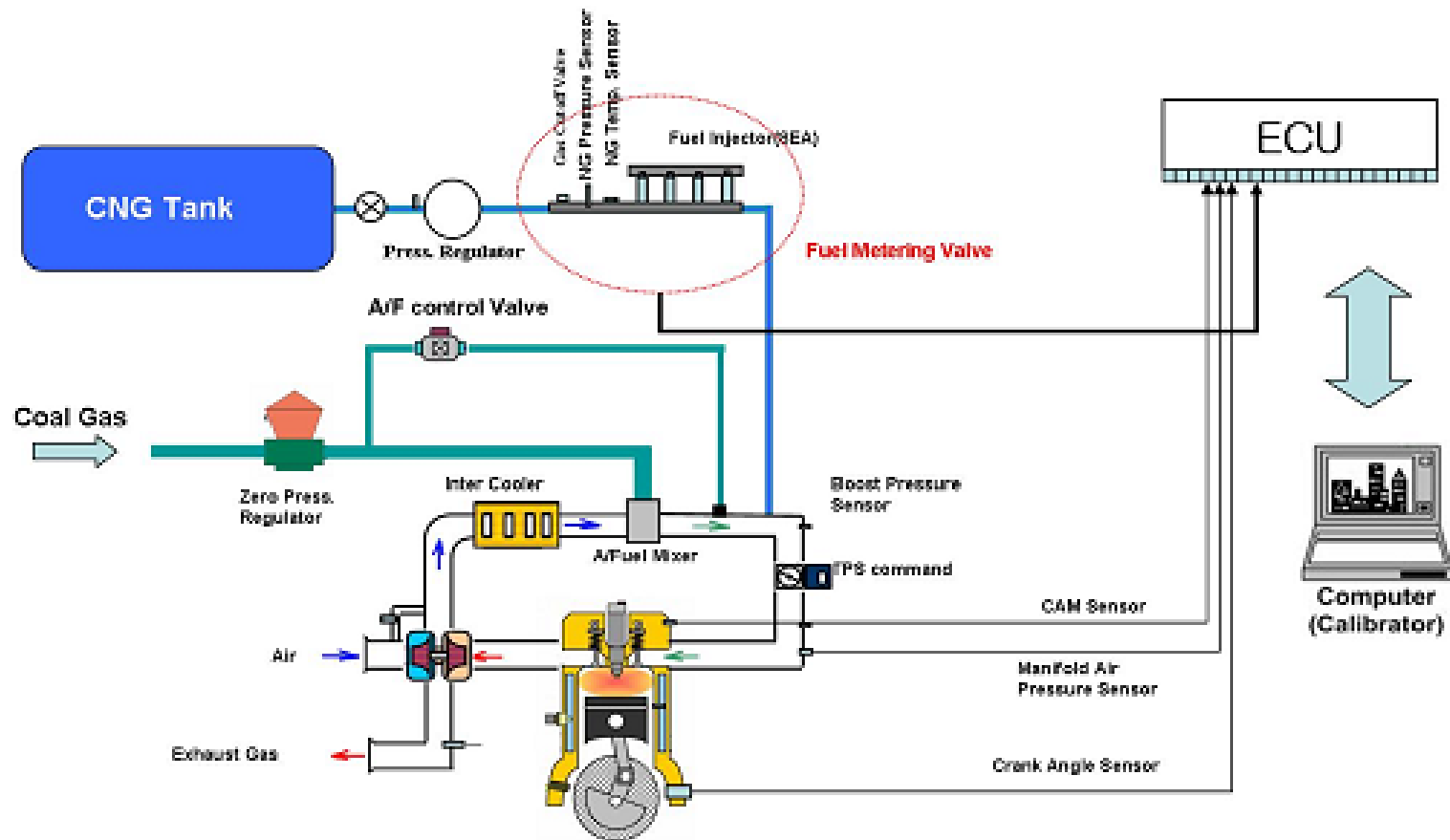
2nd Prototype



개조된 11,149 cc 천연가스
버스 엔진

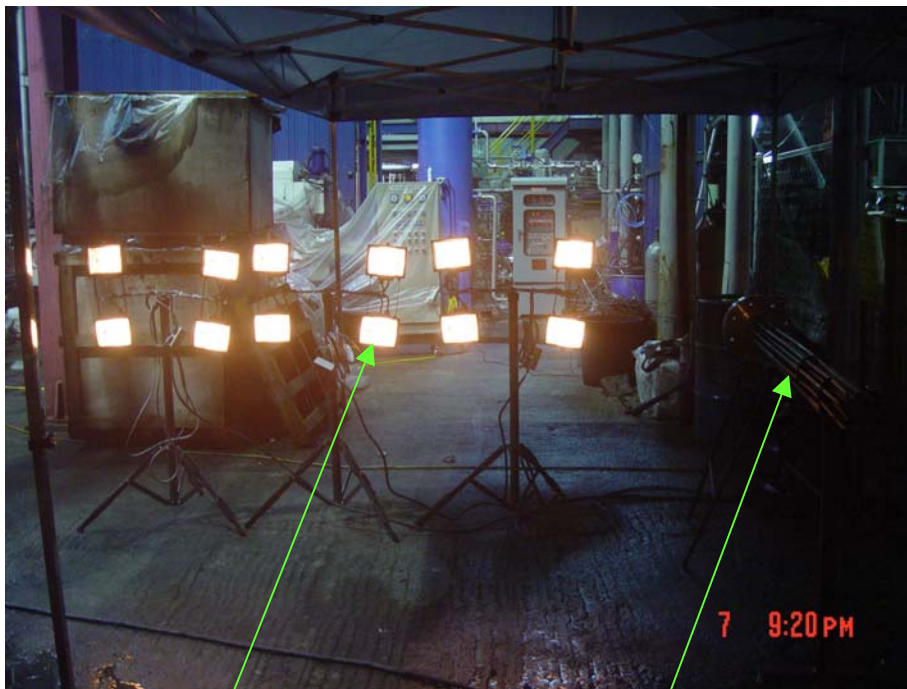


석탄가스와 압축천연가스 dual 공급설비 및 공기량과 엔진실린더 제어 개념도



석탄 합성가스를 가스엔진에 적용한 전기 생산

Low Load



High Load



Halogen lamps Electric heater

요 약

- ❑ 2030년 이후까지 화석연료의 에너지원 비중은 전세계적으로 증대되며, **IGCC와 같은 ZET(Zero Emission Technology) 기술을 적용한 화석연료의 사용이** 향후 점차 강화될 기후변화협약 및 환경적인 비용으로 인하여 **필수적임**.
- ❑ 즉, **IGCC와 같은 가스화기술이** 중단기적으로 화석연료를 사용하는 새로운 에너지시스템으로서 가장 경제적이고 수소/Synthetic fuel 대량생산에도 적합함.
- ❑ 2015년 전후 미국, 유럽을 중심으로 화석연료 사용에 대해 예상되는 이산화탄소 저감 강제화 등에 대비한 기후변화 협약 대책이 시급함. **가스화기술이** 대안이 될 수 있음.
- ❑ 화석연료를 환경친화적으로 활용하는 **ZET기술의** 주요한 방안이 **IGCC기술이며**, 국내의 축적된 경험을 활용한다면 중소형 규모에서는 해외 업체들과도 경쟁이 가능한 기술이 확보될 수 있을 것임.
- ❑ 국내 석탄가스화 **pilot plant**에 국내 가용한 최대규모의 가스엔진을 연계하여 발전 실증을 진행중임.
- ❑ 지난 10년간의 가스화용융 기술 축적을 통해 3톤/일급 **pilot 공정기술을** 국내기술로 확보하였으며, **spin-off 기술 적용한 50톤/일급 상용 산업폐기물 가스화용융 플랜트** 건설을 진행중임.