가스화복합발전
(IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle)
개요 및 기술개발 추세

IGCC 기술의 환경적 배경

❑ 국내의 화력발전 환경규제치 강화 추세

Year	'91-'94	'95-'98	'99-
SO_x (ppm)	700	500	270
NO_x (ppm)	350	350	350
Particulates(mg/m^3)	250	100	50

2003년이후 신규발전소 NOx 80 ppm으로 규제

❑ "가스화"는 근본적으로 "연소"에 기초한 기존 화력발전과는 화학반응 자체가 틀림.

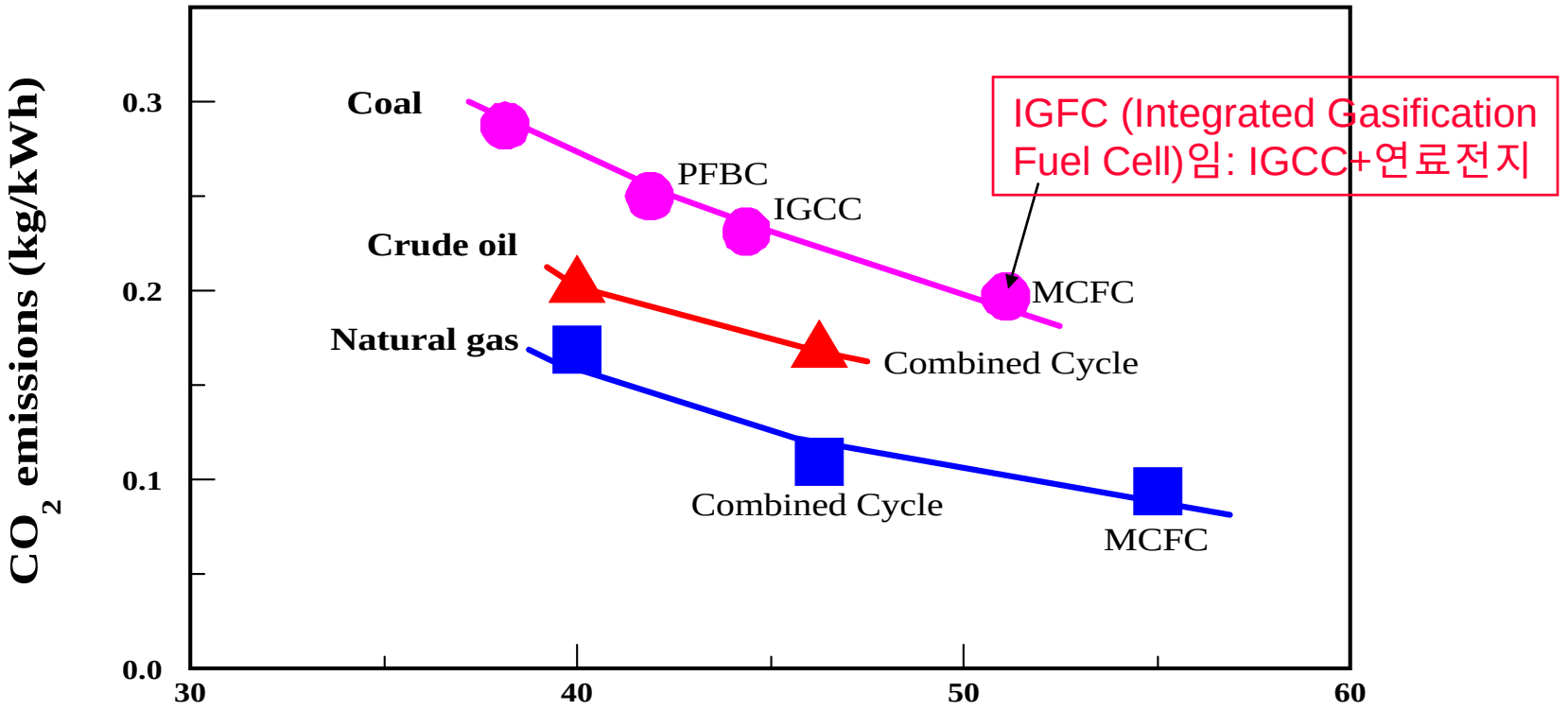
- 산소가 부족한 환원분위기 반응 : No SOx / NOx
- 석탄내 황성분 : H_2S로 발생, 황산/유황으로 회수, 판매가능
- 석탄내 질소성분 : NH_3 로 발생, 세정 편이
- 석탄내 회분 : 중금속 침출문제 없는 slag으로 발생, 도로포장재 등으로 재활용

❑ 현재 IGCC기술 환경규제치 만족도

- SOx : 25 ppm 이하
- NOx : 60 ppm 이하
- Particulates : 5 mg/m^3 이하
- 발전효율 (저위발열량 기준) : 42% 이상
- CO_2 발생량 15-30% 저감 가능

따라서, 20-30년후의 환경규제치도 IGCC기술은 만족함.

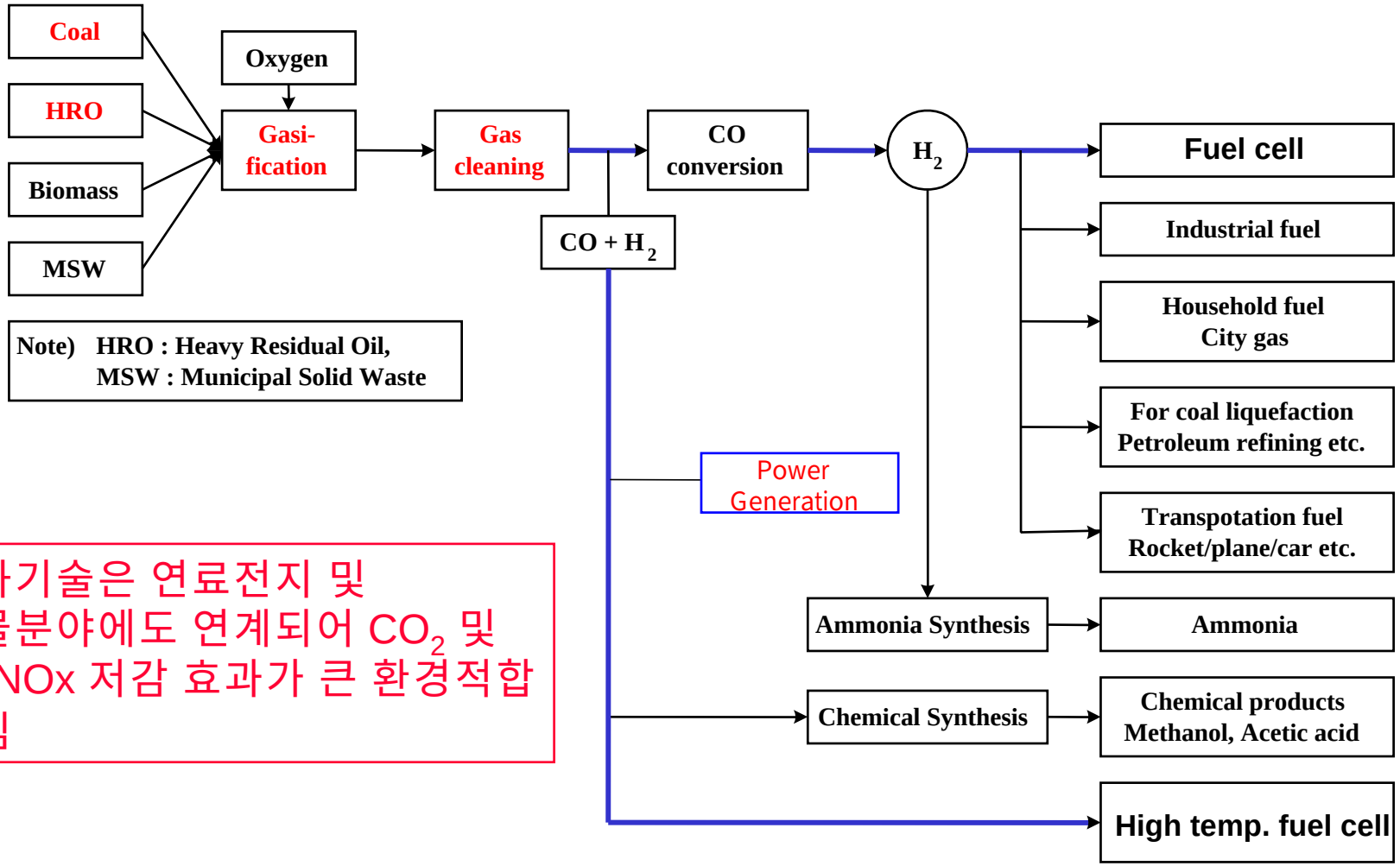
시료별 적용 발전기술에 따른 발전효율과 CO_2 저감효과



Note) Coal + MCFC = IGFC, PFBC : 가압유동층연소발전, MCFC : 용융탄산염 연료전지

석탄사용의 경우 대용량설비로 2010년이내에 가장 실용적인 기술은 IGCC임.

IGCC 기술의 대상시료 및 최종적용 가능범위



가스화기술은 연료전지 및 폐기물분야에도 연계되어 CO_2 및 SOx, NOx 저감 효과가 큰 환경적합 기술임

국내외 IGCC기술관련 현황

❑ 국내현황:

- 실용화를 위한 규모면에서 선진외국에 비하여 열세에 있으나, 호주, 중국, 대만에서 '98년부터 기술개발을 시작한 상태로 아시아지역에서 국내수준이 일본 외에는 우위에 있음.
- 3톤/일급 IGCC 운전기술 및 고온탈황제 국내 고유기술 확보단계임.
- 장기전력수급계획상 2007년, 2013년, 2014년 각 30만kW Clean Coal Technology 발전소 건설 계획임.
- 국내 정유회사 2곳 중잔유사용 30-60만kW IGCC발전 타당성 검토 완료함.

❑ 국외현황:

- 30만kW급 demonstration 단계이나, 요소부분별 시운전에서 많은 시행오차 겪고 있음.
- 미국은 Vision 21 프로젝트로 가스화/가스정제 기술을 21세기 환경친화적기술의 핵심으로 육성중임.
- 일본과 중국에서도 이제 막 IGCC 발전시장이 형성되고 있음.

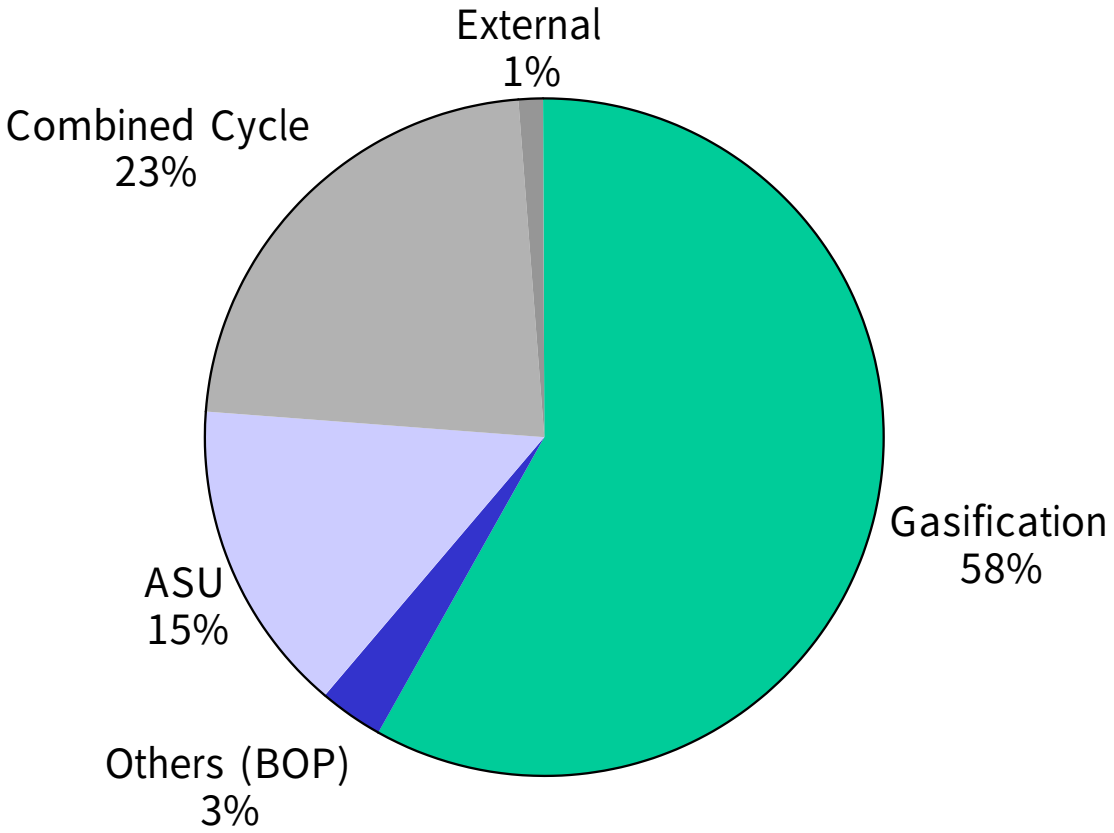
  : 일본 2004년 25만kW IGCC석탄발전소 건조추진(1천억엔, 1/3 정부보조 추진)
- 정유공장의 Heavy Residual Oil과 같이 액체성격의 시료는 IGCC plant의 process availability가 90%이상 현재 가능함.

선진국의 석탄사용 상용급 IGCC 플랜트 현황

Plant 명칭/위치	적용 가스화기술	발전 규모 (MWe)	시운전 시작
Wabash River/ 미국 Indiana주	Destec 분류층	262	95년 10월
Tampa Eletric Co./ 미국 Florida주	Texaco 분류층	250	96년 9월
Sierra Pacific Pinon Pine/미국 Nevada주	KRW 유동층	100	98년 1월
Demkolec/네덜란드 Buggenum	Shell 분류층	253	1994년초
Elcogas/스페인 Puertollano	Prenflo분류층	310	97년 12월

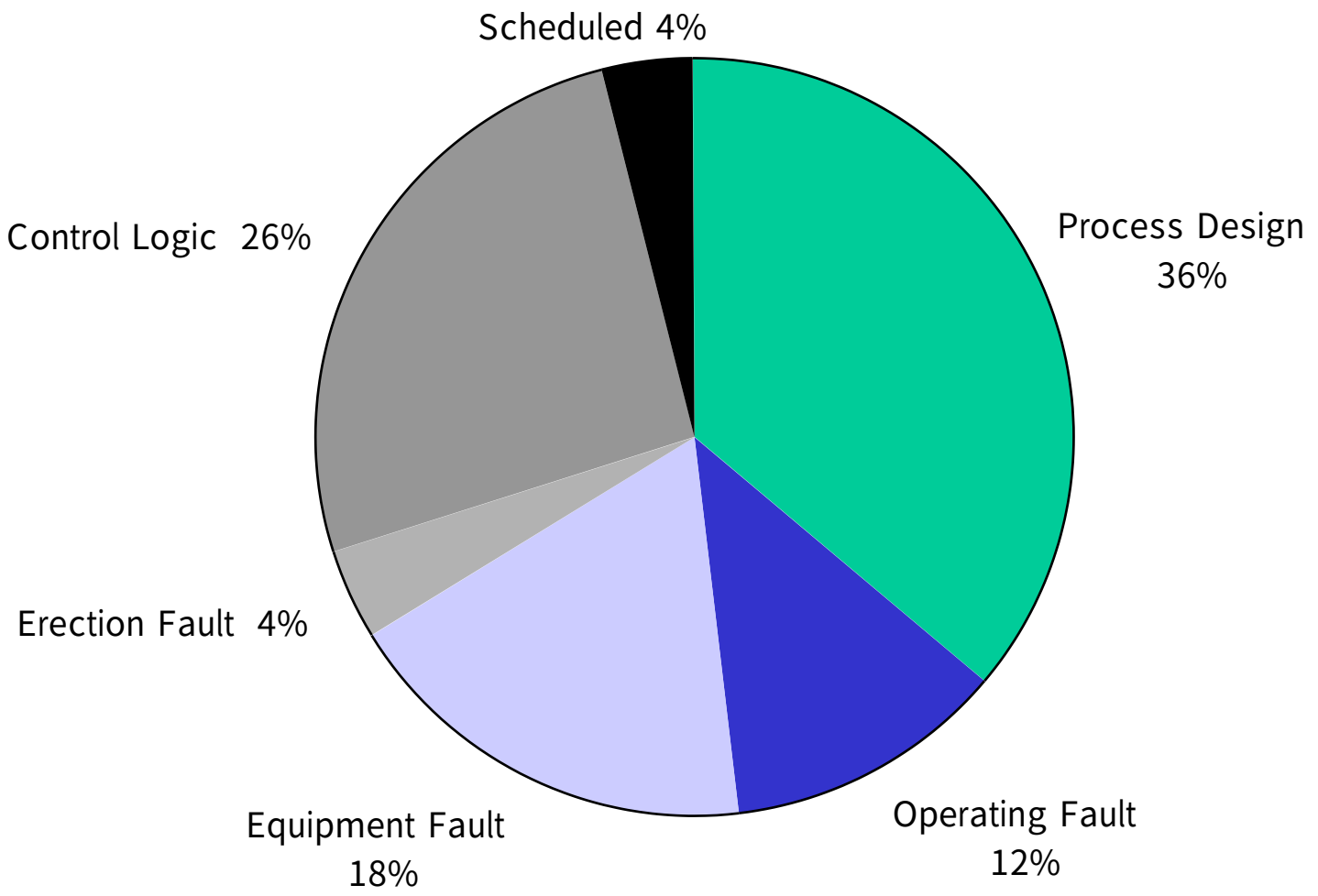
90년대말에 본격 상용급 검증이 시작되었고, 상용화 바로 전단계임.

스페인 335 MWe Puertollano IGCC 발전소 문제발생 부분
- IGCC Trip (Area별) -



선진국 IGCC설비도 아직 가스화 및 복합발전 설비, 공기분리공정 (Air Seperation Unit) 설비와 연계문제에서 문제점 해결중임.

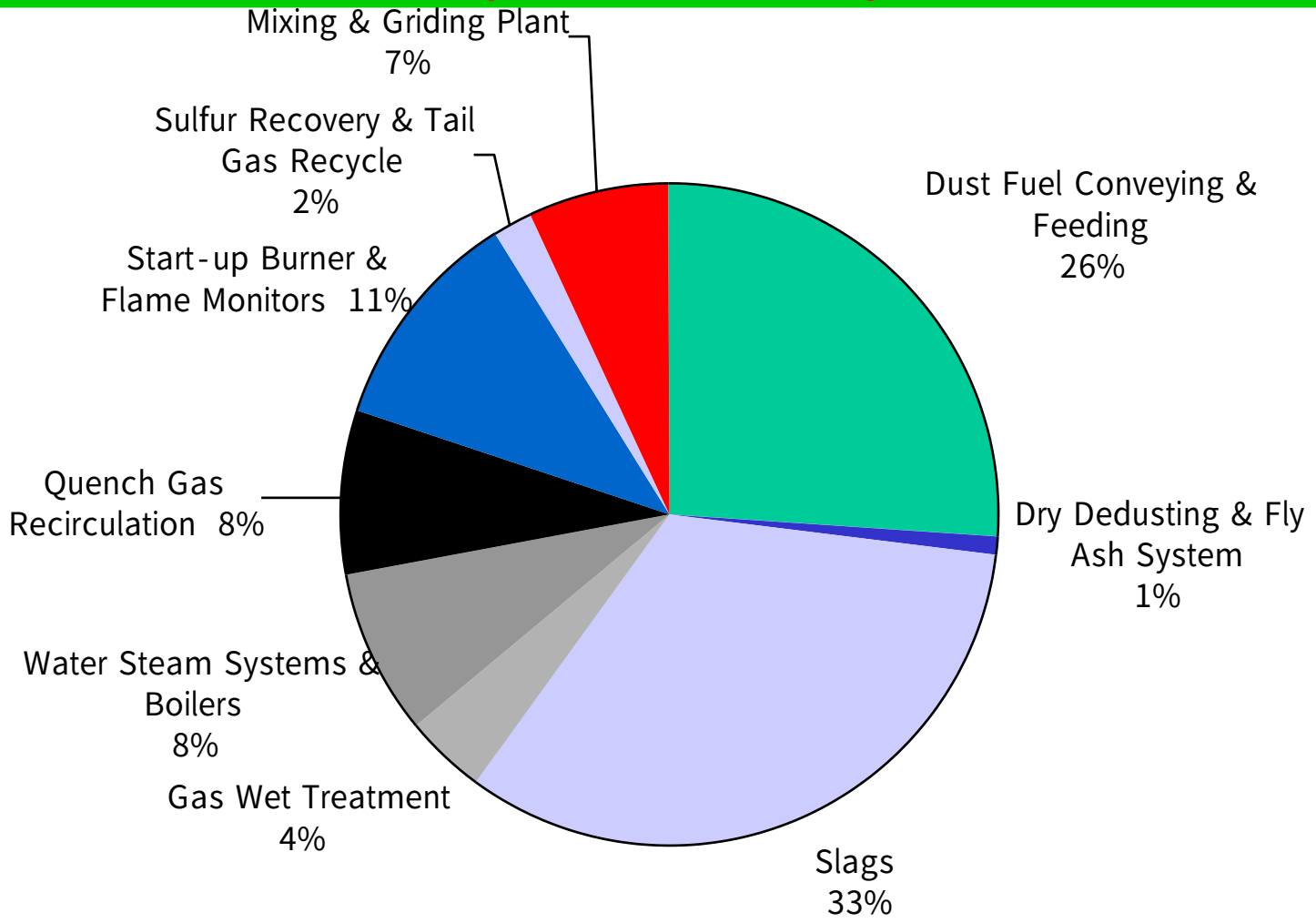
Puertollano IGCC
- IGCC Trip (Failure Type별) -



국내에 IGCC 발전소가 건설되더라도 국내업체의 역할을 높이기 위해서는 공정설계 및 제어시스템 설계기술의 확보가 필요함.

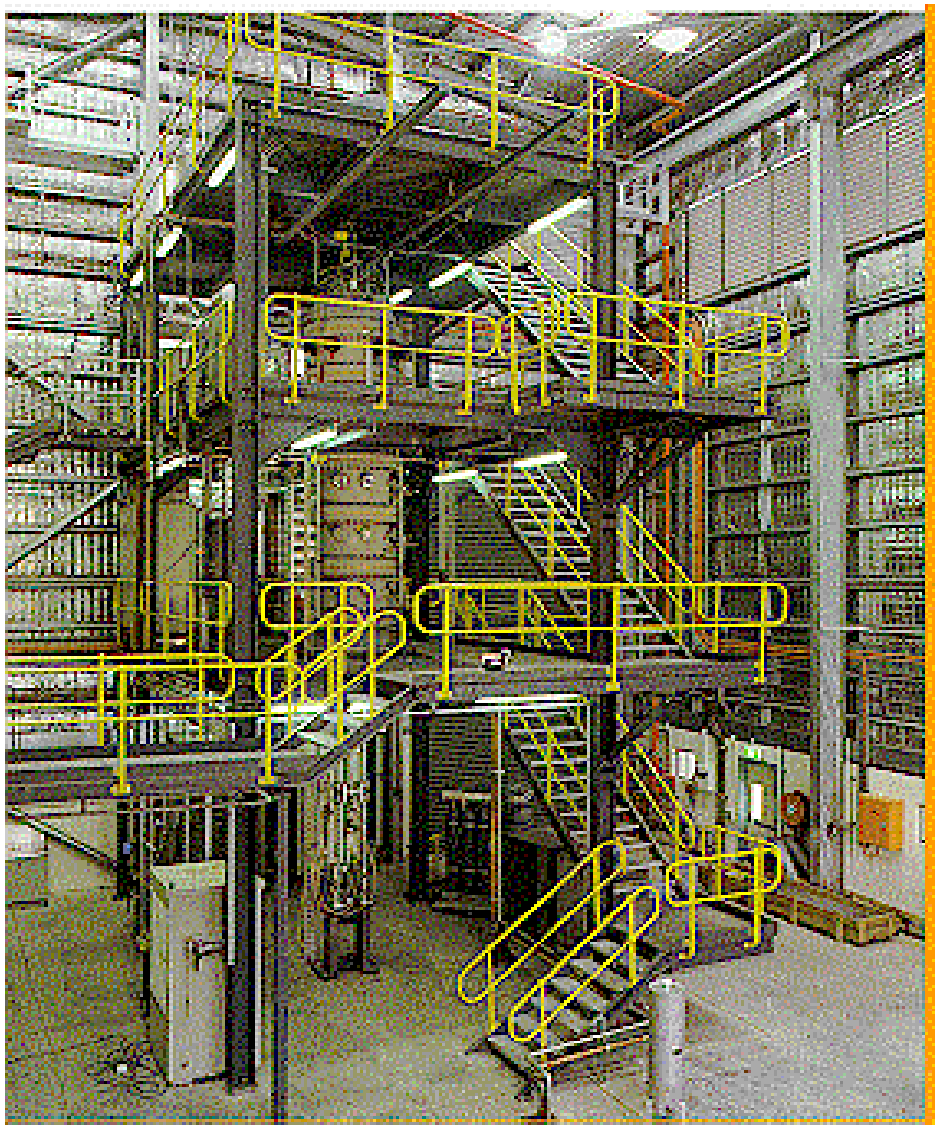
Puertollano IGCC

- IGCC Trip (Gasification System별) -



가스화기에서도 시료주입부 및 용융슬랙처리부에서 아직 문제가 발생되고 있어, 설비규모는 외국에 비해 소규모지만 국내설비에서도 핵심기술 개발의 여지가 아직 있음.

호주 분류층가스화 연구설비



-독일 DMT로부터 2.7M 호주$(22억원)에 구입, '99년 7월 준공식
-'99년 9월 시운전중 예열stage 녹아 재제작하였으나 2000년 6월 현재 아직 문제해결중

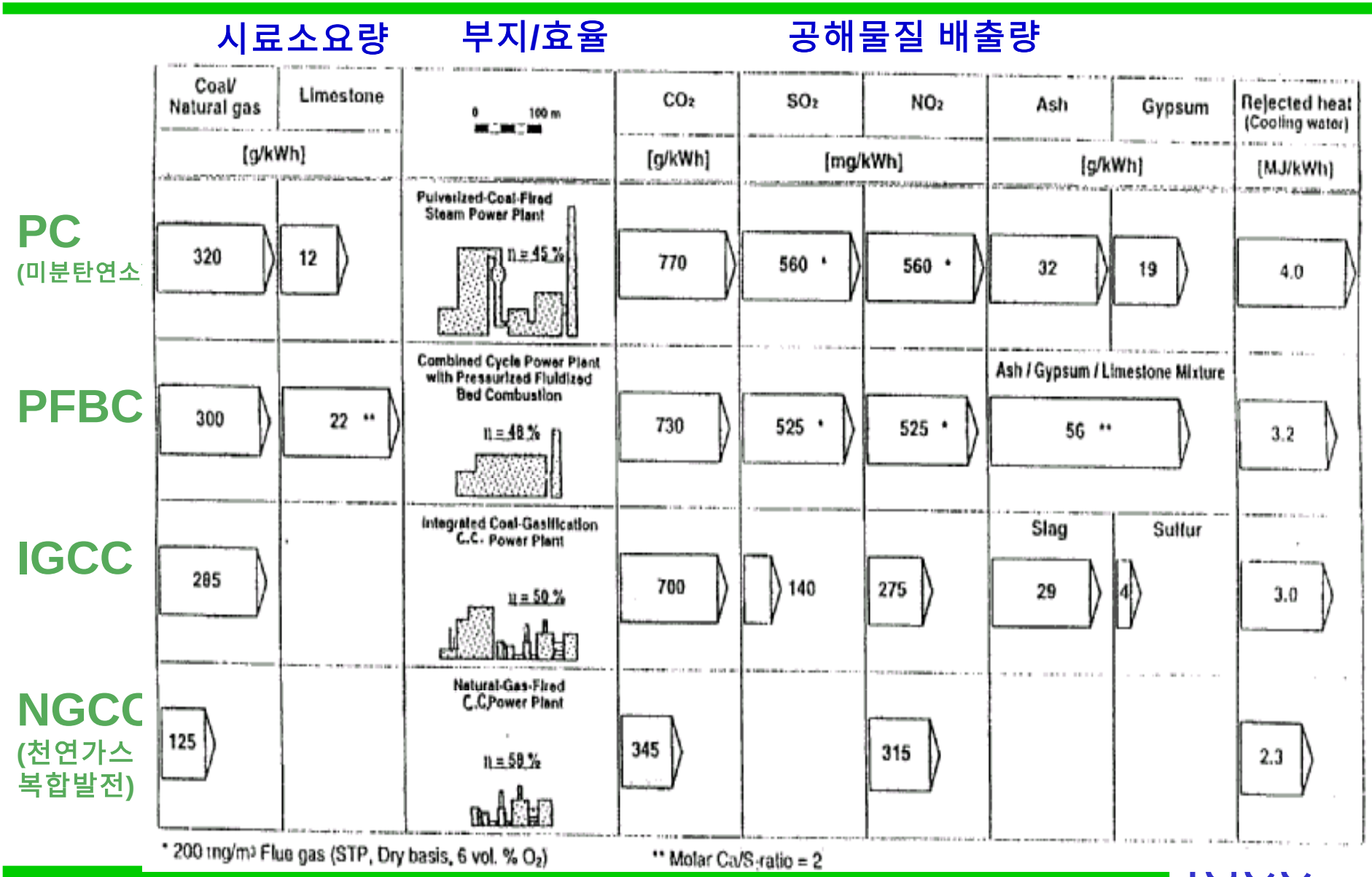
아시아에서 일본외에는 아직 국내기술이 앞서 있음.

Gasification Project Specific Incentives

Project	Specific Incentives
SASOL	Gasoline & Diesel fuel price supports
Great Plains	Guaranteed loan - defaulted
Cool Water	Syngas price supports
Plaquemine	Syngas price supports
Demkolec	Capital & operating cost sharing
Wabash River	Capital & operating cost sharing
Puertollano	Capital & operating cost sharing
Polk County	Capital & operating cost sharing
Pinon Pine	Capital & operating cost sharing
ISAB	Electricity price supports
api ENERGIA	Electricity price supports
Sarlux	Electricity price supports

이미 선진외국도 위 표와 같은 정부의 **incentive**를 배경으로 **IGCC**기술개발이 이루어지고 있으므로, 국내도 **incentive** 제도 도입이 기술 적용 활성화에 필수요소로 판단됨.

600MW급 발전소 사용기술별 시료소요량, 부지/효율, 공해물질 배출량 비교



석탄을 발전에 사용한다면 IGCC가 가장 환경적으로 앞선 기술임.

Ref.: Power-Gen Asia

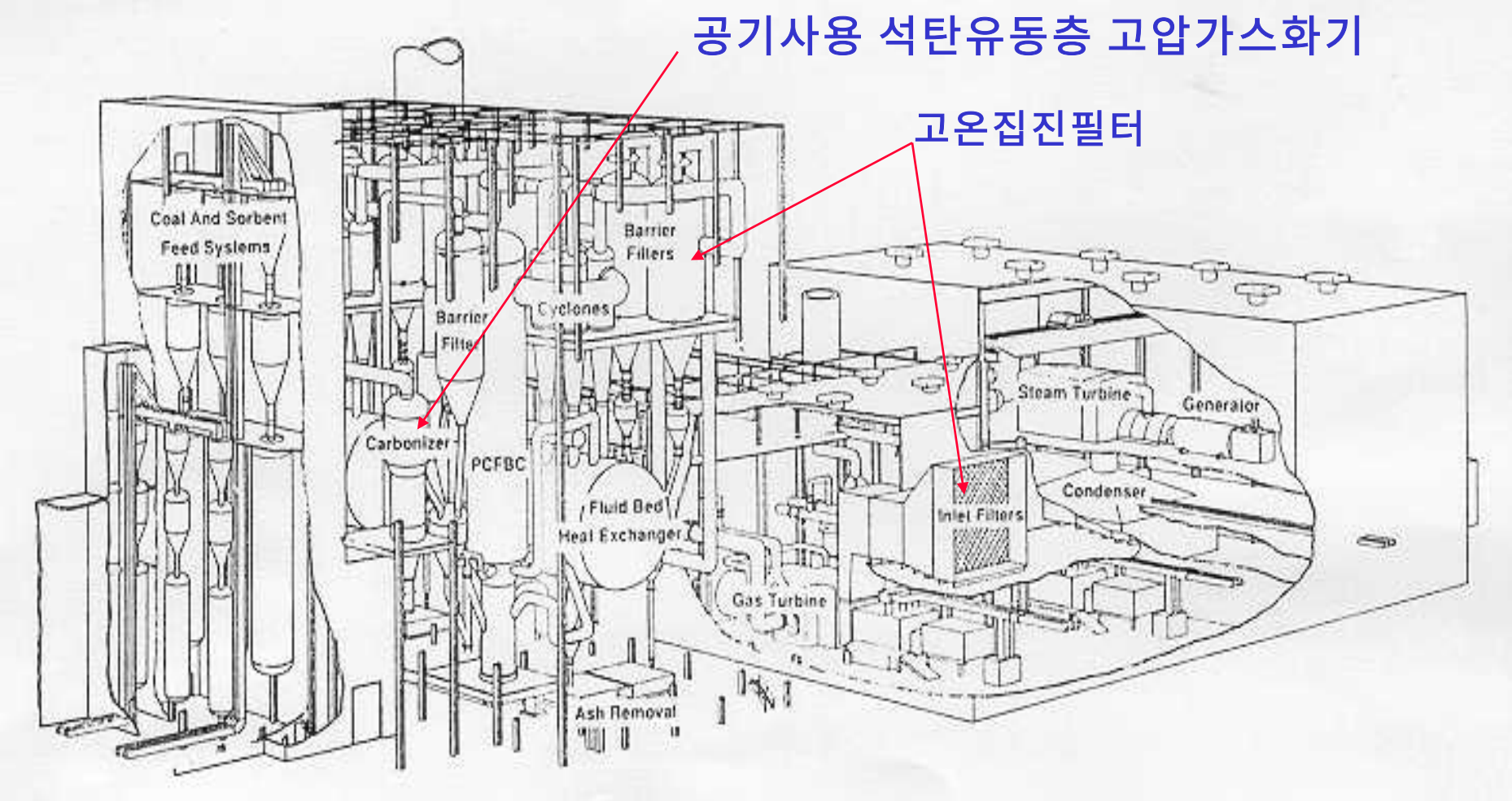
석탄발전 기술별 가스정제 용량

발전기술	가스정제조건	가스정제 용량 (m^3/kg coal)
미분탄 연소	150°C / 10 기압	13,600
가압유동층 연소	840°C / 12 기압	3,368
공기사용 IGCC	540°C / 26 기압	460
산소사용 IGCC	540°C / 34 기압	215

Note: 600°C 이상 고온가스의 집진시 ceramic filter의 깨짐 현상이 가압유동층 연소(PFBC) 기술의 상용화에 가장 큰 bottleneck임.

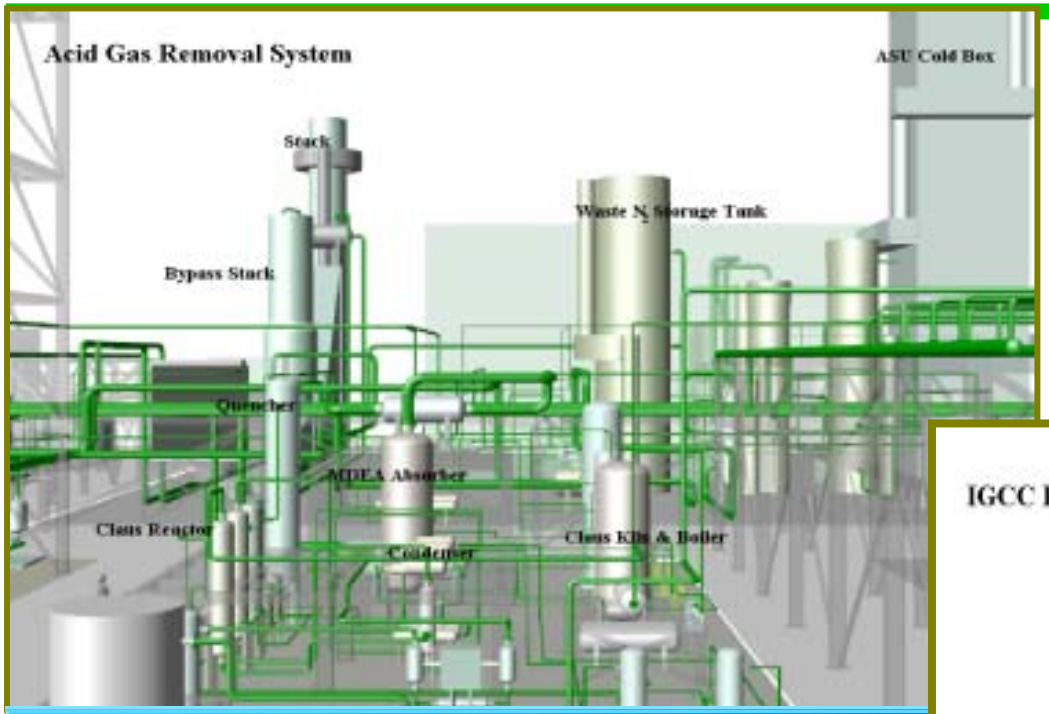
IGCC가 발생가스의 환경처리 위한 양이 현저히 적음.

IGCC 기술과 비슷한 환경성능의 2세대 PFBC 공정도
(미국 Foster-Wheeler사)



Note: 2010년 이후에나 실용화 가능.

100톤/일급 IGCC플랜트 3차원설계 국내 연구결과의 예



IGCC PDU 3D Model of Acid Gas Removal Sys

플랜트 3차원설계는
국내 IGCC Plant 건설시
필수적인 기술항목의 하나로서
국내 기술개발 필요함.

3D Model View of IGCC PDU Plant

결 론 (1/2)

- 대체에너지 개발 및 이용 보급촉진법상 신에너지의 하나로 분류된 석탄 액화/가스화 분야는 세계적 기술추세로 보아 국내기술 개발이 이루어져야 하는 분야임.
- 국내 발전량의 1/3을 석탄이 담당한다면, 환경적합적(기존대비 SOx 95% 저감, NOx 90%이상 저감)이고 CO_2 저감(기존대비 15-25% 저감)으로 기후변화협약에도 대처할 수 있는 필연적 기술이 IGCC임.
- 2003년부터 신규발전소의 NOx 규제가 80 ppm으로 강화되면 기존의 미분탄발전방식에 고가의 탈질설비가 붙어야 하고, 무연탄에 적용하고 있는 순환유동층 발전방식(최소 NOx 150 ppm 발생)으로는 대처가 불가능함.
- 1기 건설시 300MW 또는 600MW 이므로 1MW의 폐기물 RDF(Refuse Derived Fuel)발전소의 수백배 대체에너지 효과 발생함.
- 원별 발전단가가 IGCC의 경우 50원/kWh를 넘지 않으므로, 만약 풍력의 103원/kWh와 차액에 해당하는 incentive가 주어진다면 당장이라도 국내업체가 IGCC 발전소를 지을 것임. 즉, 소규모 풍력이나 태양광(발전단가 270-360원/kWh)에 비해 대체에너지 규모가 월등히 크고 대체에너지로서 경제성이 유리함.

결 론 (2/2)

- 선진외국의 IGCC 연구비용 및 설비규모가 국내의 몇천배 된다고 기술적 경쟁이 불가능한 것이 아니며, 핵심분야 기술(예: 고유 가스화설계, 가스화버너 노즐, 고유 고온탈황제, 3차원설계, 전산해석)에서는 경쟁이 가능함.
- 가스화기술은 폐기물, biomass, 정유공장 중잔사유 (예: 아스팔트)의 환경적합적 처리에도 가장 유리한 기반기술이므로, 공정시스템으로서의 기술개발이 필수적임.
- 현재까지 개발한 국내 IGCC기술은 석탄발전소의 규모에는 1/1000에 불과하나, 슬러지 등의 타시료에 적용하는 경우에는 이미 상용급임. 따라서, 타시료를 통해 우선 실용화하고 핵심기술을 개발하면 석탄 및 중잔사유 적용의 IGCC기술에서도 국내업체에 큰 지원이 될 것임.