

[2050 장기 저탄소 발전전략 수립을 위한 전문가 토론회]

CCUS 산업 육성과 저탄소 발전전략

공주대학교 권이균

01. 저탄소 발전전략의 필요성

인류가 직면한 가장 심각한 위기라는 공감대

- 지금까지 경험하지 못한 심각한 지구의 자정 능력 상실, 희망은 있는가?
- 지금도 늦었으며, 더 늦어지면 희망이 없을 수도 있는 상황

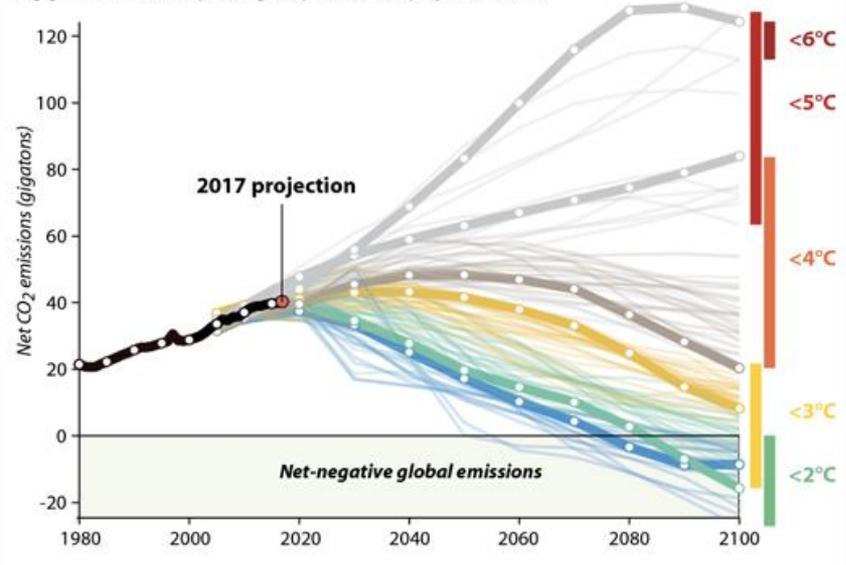


CO₂ Emissions Are Still Rising

Human-caused greenhouse gas emissions had appeared to be leveling off, but new research shows 2017 is headed for a new high. The future projections show how emissions levels translate to temperature rise.

FOSSIL FUEL AND LAND-USE CO₂ EMISSIONS

In gigatons, with corresponding temperature rise, projected to 2100



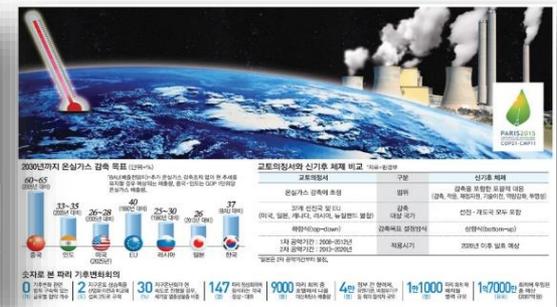
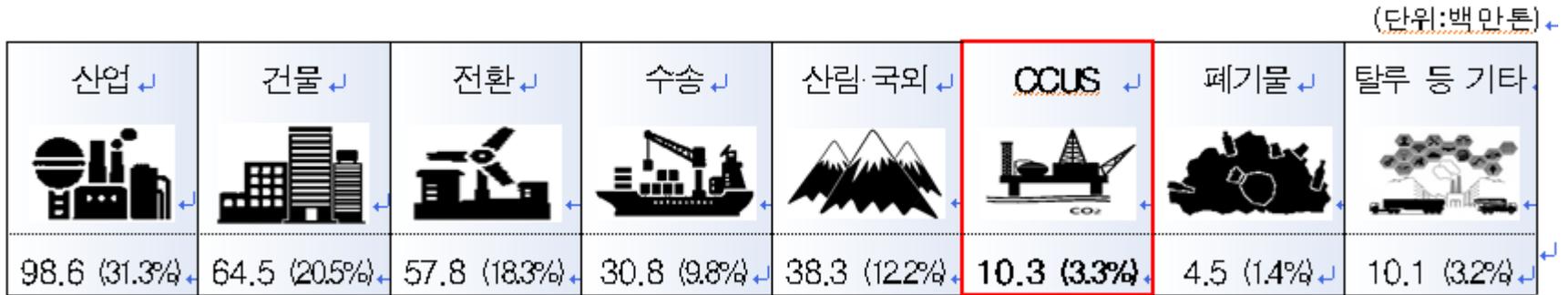
SOURCE: Global Carbon Project 2017

InsideClimate News

02. NDC 목표

파리협정으로 2030 온실가스 감축목표 제시

- 우리나라는 2030년 BAU(851백만톤) 대비 37%(318백만톤) 감축목표 제출
(CCS를 통해 400만톤, CCU를 통해 630만톤 감축 예정)



03. 환경부 민간포럼 LEDS안

- 저탄소 사회 전환과 지속 가능한 탄소중립 국가 정책 구현
- 온실가스 배출 목표 5개 안 제시
 - 국내 저탄소 정책 · 기술 및 국제 동향, 파리 협정에 따른 2°C 이하 목표 고려
 - 1~5안의 '50년 온실가스 배출량은 '17년(709.1백만톤) 대비 약 75%(178.9백만톤), 69%(222.0백만톤), 61%(279.5백만톤), 50%(355.9백만톤), 40%(425.9백만톤) 제시

CO₂ 포집, 저장, 활용

- 전환부문 : 석탄화력발전소 및 LNG 발전소 배출 CO₂의 상당량을 CCUS로 감축
- 산업부문 : '50년 산업 전체 배출량의 일정 수준(선진국 대비 비슷한 수준)을 CCUS로 감축

가정 및 전제
문제점 제기

감축 경로 부적정, CCS 저장용량 제시 오류, CCU 기술 적용규모의 비현실성,
산업부문의 CCS·CCU 기술 미구분

04. LEDS 목표 설정의 방법론 수정 필요

▪ 전략 수립을 위한 전제에 대한 확인 및 합의가 중요

- 전환부문과 산업부문을 구분 → CCUS의 경우 전환과 산업의 구분이 타당한가?
- CCUS 목표 설정을 위한 기본 전제에 대한 합의 선행이 필요

CCS

- 동해 서남부 대륙붕 저장소 저장용량 : 약 1-2억톤
- 서해 대륙붕 저장소 저장용량 : 약 2-4억톤
- 석탄화력발전, LNG발전, 산업계(석유화학 등) 포집원 현황 고려
- 포집원과 저장소 위치 및 경제성 확보를 위한 시나리오 분석 선행이 필요

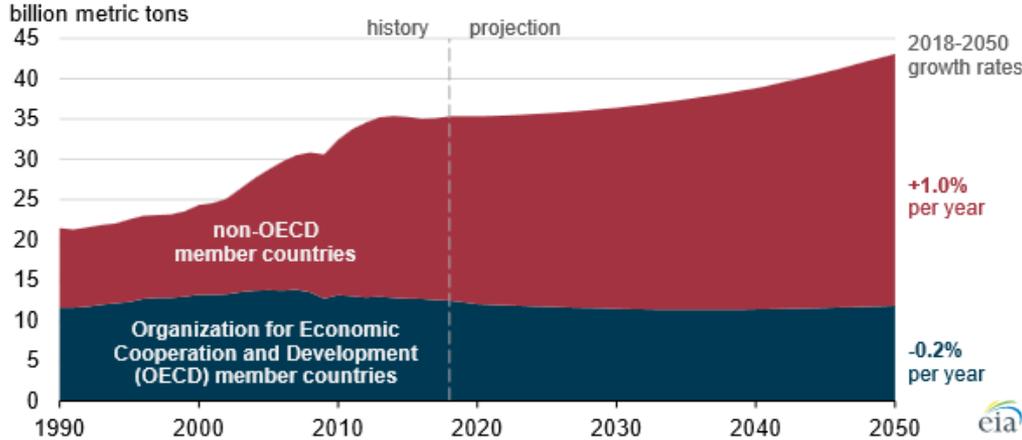
CCU

- 다양한 CCU 기술들을 개별적으로 고려할 경우, LEDS 목표 수립이 쉽지 않음
- CCU 기술 분류체계를 이용하여 3대 기술그룹별로 분석할 필요가 있음
 - ① 광물 탄산화, ② 화학적 전환, ③ 생물학적 전환
- '30년 감축목표량은 현재 기술시장과 기술수준을 객관적으로 고려하여 결정
- '40년, '50년 감축목표량은 신규시장 대체비율을 적절한 수준에서 설정 필요
- CCU 기술을 온실가스감축형과 부가가치창출형으로 구분하여 감축목표 설정

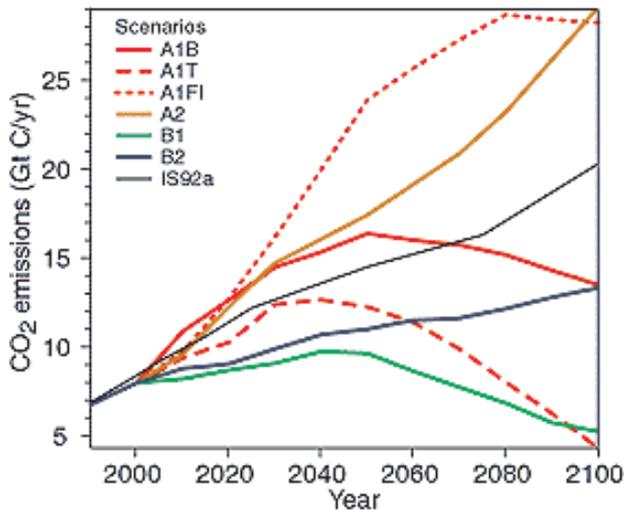
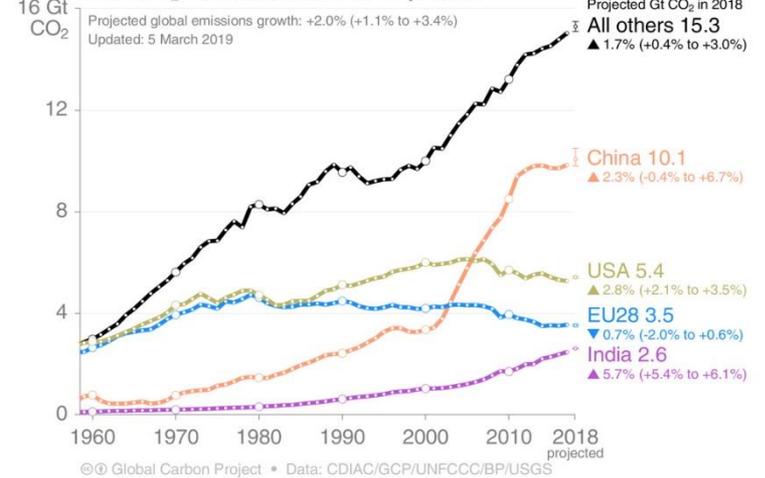
05. LEDS 목표 설정의 내재적 어려움과 고민

■ 화석연료 사용은 줄어들고, 온실가스 감축 노력은 실효를 거둘 것인가?

Global energy-related carbon dioxide emissions in IEO2019 Reference case (1990-2050)



Fossil CO₂ Emissions and 2018 Projections

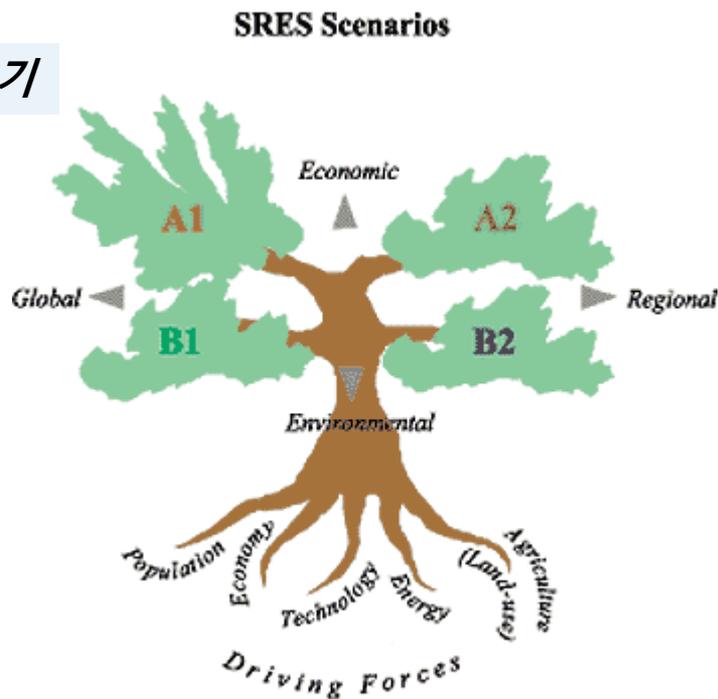


■ 사실상, 2050년까지 어떤 시나리오도 온실가스 감축 전망에 대해 긍정적이지 않음

- A1B : A balance emphasis on all energy sources
- A1T : Emphasis on non-fossil energy sources
- A1F1 : An emphasis on fossil fuels
- A2 : Independently operating, divided world
- B1 : More integrated, ecologically friendly world
- B2 : More divided, but ecological friendly world
- IS92a : IPCC's standard scenario (1992, published)

05. LEDS 목표 설정의 내재적 어려움과 고민

포기할 수 없는, 그러나 대치하고 있는 두 가지 목표, '환경' 그리고 '경제'



대립적 관계 강조: 정치적 문제 변질

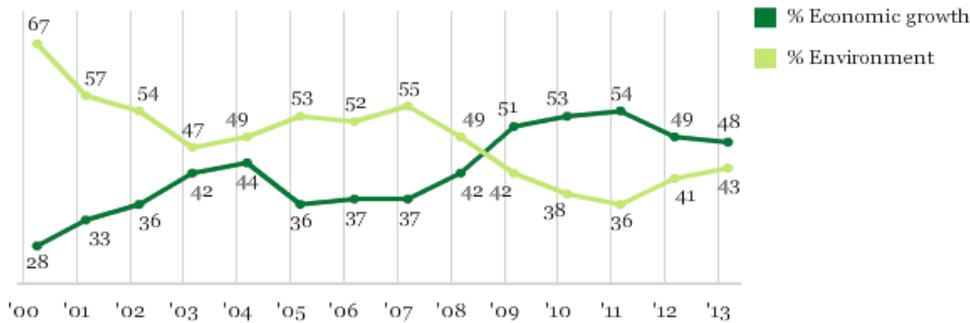
- 이데올로기적으로 접근할 것인가?
- 분명히 대척점에 있으면서, 공존해야 하는 가치임을 인정해야.....
- 좀 더 신중하고 통찰력 있는 접근 필요

05. LEDS 목표 설정의 내재적 어려움과 고민

또한, 당파적 주장에 오염된 정치적 문제로 변질, beyond 과학

Prioritizing Environmental Protection vs. Economic Growth -- Recent Trend

With which one of these statements about the environment and the economy do you most agree -- [protection of the environment should be given priority, even at the risk of curbing economic growth (or) economic growth should be given priority, even if the environment suffers to some extent]?

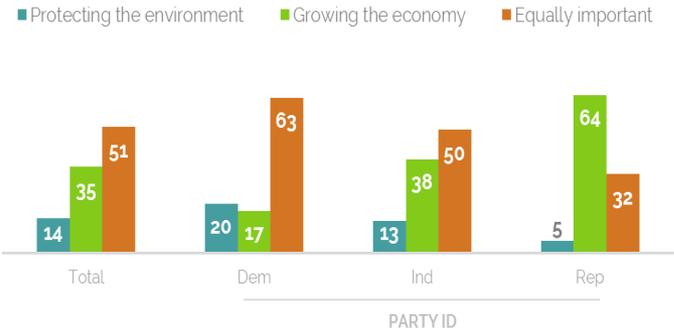
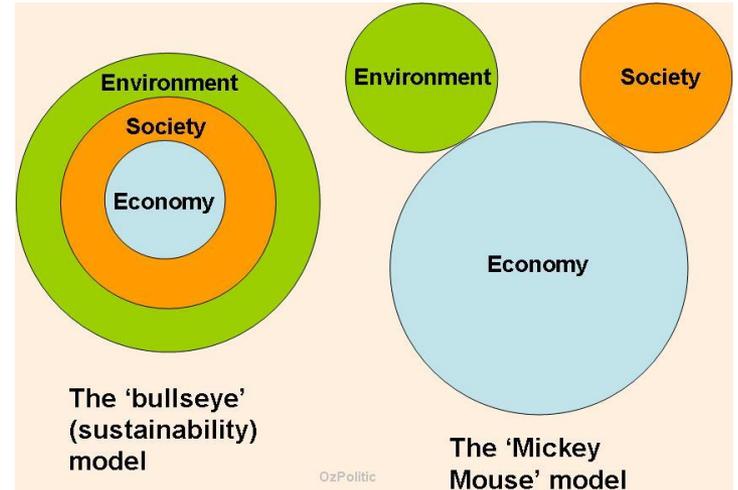
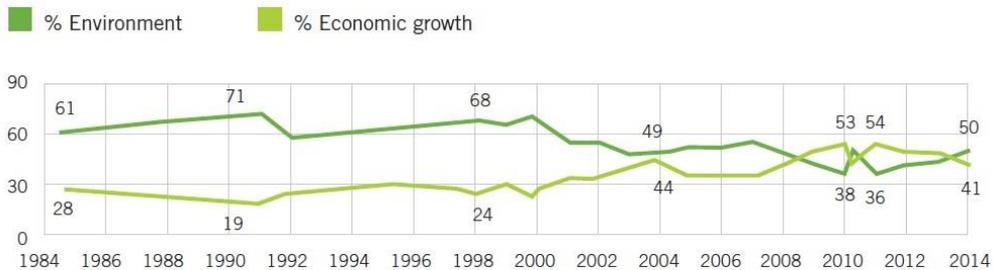


Trend based on Gallup's annual Environment surveys, conducted April 2000 and each March since 2001.

GALLUP

Figure 1. Prioritizing Environmental Protection versus Economic Growth, 1984–2014

With which one of these statements about the environment and the economy do you most agree—protection of the environment should be given priority, even at the risk of curbing economic growth (or) economic growth should be given a priority, even if the environment suffers to some extent?



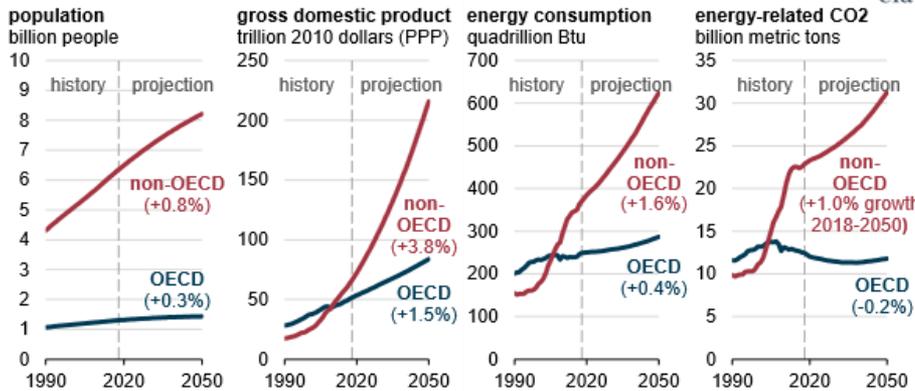
- 치열하게 경쟁하는 정치적인 쟁점
- 점차로 'bullseye' 모델로 전진

05. LEDS 목표 설정의 내재적 어려움과 고민

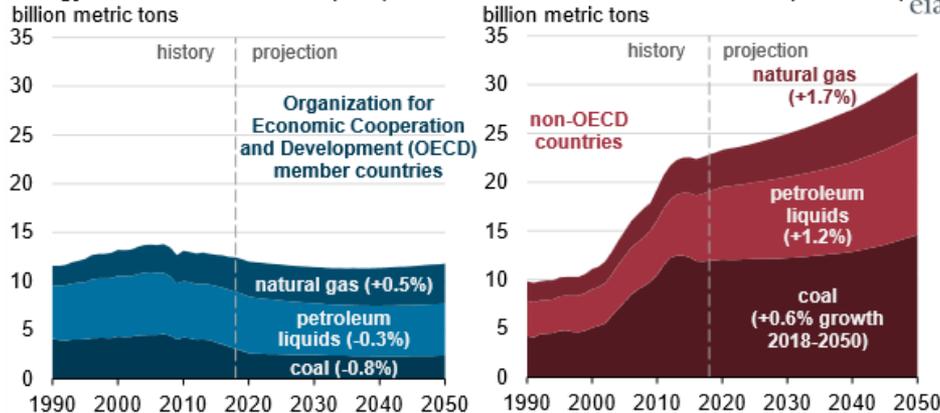
■ 환경전쟁 vs 경제전쟁, 저탄소 발전전략으로 경제 전쟁에서 살아남을 수 있는가?

- 저탄소 전략으로 중국, 인도, 비 OECD 국가와의 경쟁에서 살아남을 수 있는가?
- 아니면, 서방 선진국과의 경쟁에 자신이 있는가?

Global economic, energy, and environmental metrics in IEO2019 Reference case



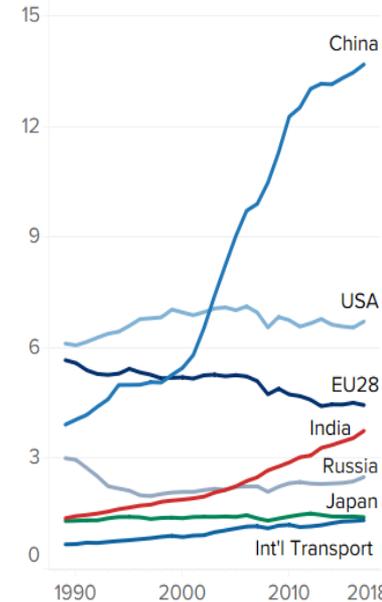
Energy-related carbon dioxide (CO2) emissions in IEO2019 Reference case (1990-2050)



Top greenhouse gas emitters

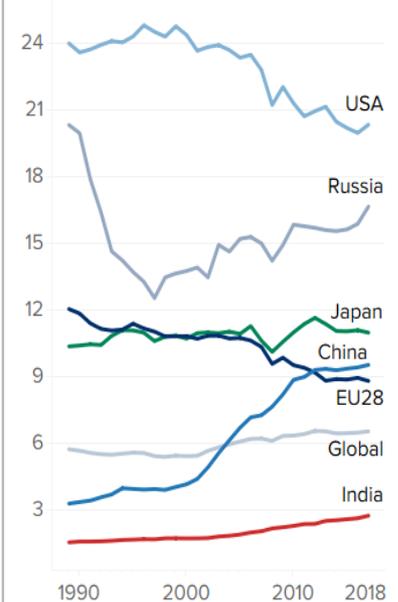
Absolute Basis

Gigatonnes of CO2 Emissions



Per Capita Basis

Territorial CO2 Emissions Per Capita



SOURCE: UN Environment Programme. Excluding land-use change emissions due to lack of reliable country-level data.

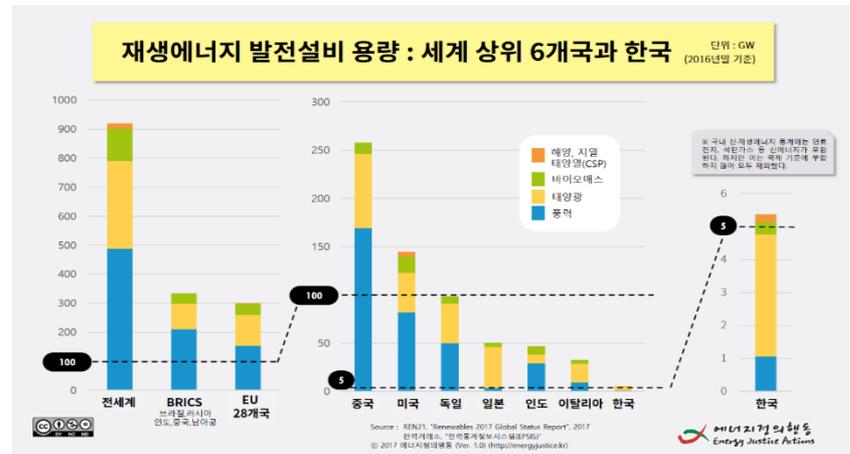
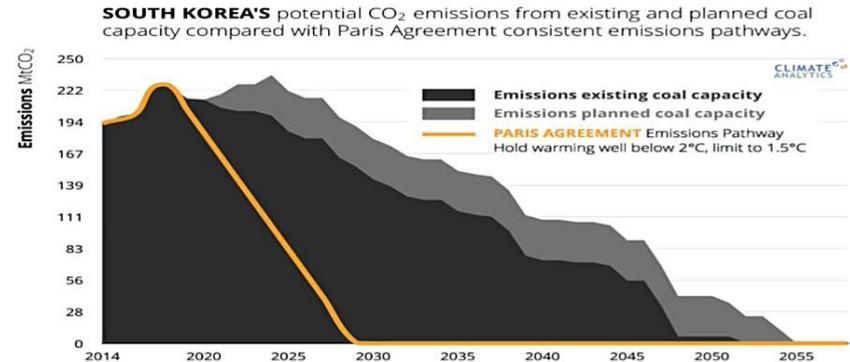
06. 저탄소 강국 구현에 대한 현실적 딜레마

우리는 저탄소 강국 도약이 가능한가? 쉽지 않은 목표

- 정부는 '저탄소 에너지 구현'을 발표했지만, 현재 우리는 화석연료 위주의 에너지 사용으로 탄소배출량 증가속도가 OECD 회원국 가운데서 터키에 이어 두번째로 높은 상황
 - 석탄 연료 사용으로 인한 온실가스 배출량은 전체 배출량의 42%

	Change in carbon intensity 2017-2018	Annual average change in carbon intensity 2000-2018	Change in energy related emissions 2017-2018	Real GDP growth (PPP) 2017-18	Carbon intensity (tCO ₂ / \$m GDP) 2017-2018
World	-1.6%	-1.6%	2.0%	3.7%	253
G7	-1.7%	-2.2%	0.3%	2.1%	214
E7	-2.2%	-1.7%	3.1%	5.4%	301
Germany	-6.5%	-2.2%	-5.2%	1.4%	162
Mexico	-5.2%	-0.7%	-3.4%	2.0%	178
France	-4.2%	-2.5%	-2.6%	1.7%	107
Italy	-4.0%	-1.9%	-3.2%	0.9%	131
Saudi Arabia	-4.0%	1.1%	-1.8%	2.2%	365
China	-3.9%	-2.9%	2.4%	6.6%	378
EU	-3.7%	-2.3%	-1.8%	2.0%	156
Brazil	-3.5%	-0.3%	-2.4%	1.1%	137
UK	-3.5%	-3.7%	-2.1%	1.4%	128
Japan	-3.0%	-1.2%	-2.3%	0.8%	216
Canada	-2.2%	-1.7%	-0.4%	1.9%	326
Turkey	-2.2%	-1.2%	0.3%	2.6%	163
Australia	-1.8%	-2.1%	0.9%	2.8%	308
South Korea	-0.7%	-1.2%	2.0%	2.7%	387
US	-0.3%	-2.5%	2.5%	2.9%	255
Argentina	-0.1%	-0.1%	-2.6%	-2.5%	192
South Africa	0.0%	-1.8%	0.6%	0.6%	519
Indonesia	0.4%	-1.4%	5.6%	5.2%	154
India	0.7%	-1.4%	7.7%	7.0%	239
Russia	1.6%	-2.6%	3.9%	2.3%	402

Top 5 performers Bottom 5 performers



07. 도그마가 아닌 실용적 추진전략

■ 현실에 기반한, 창의적이고 도전적인 접근이 실용적 접근의 시작

- '그린뉴딜'은 경제 회복, 신산업 육성, 녹색성장을 위한 창의적 접근 사례
- CCUS 기술개발 및 실증 프로그램은 '그린뉴딜'의 핵심 사업에 포함될 필요

'한국판 뉴딜'에 '그린뉴딜' 정책 포함 - 5/12 정부 발표

그린 뉴딜
자료=기재부

- 1 도시·공간·생활 인프라 녹색전환
 - 어린이집·보건소 등 공공시설 제로에너지화 전면전환
 - 스마트 그린도시 조성을 위한 프로젝트 100개 추진
 - ICT 기반 스마트 상수도 관리체계 구축
- 2 녹색산업 혁신 생태계 구축
 - 그린뉴딜 선도 100대 유망기업·5대 녹색산업 육성
 - 제조업 녹색전환을 위한 저탄소·녹색산단 조성
- 3 저탄소·분산형 에너지 확산
 - 아파트 등 민간건물에 지능형 스마트그리드 구축
 - 태양광·풍력·수소 등 3대 신재생에너지 확산 기반 구축
 - 온실가스 저감효과 큰 친환경 차량·선박으로 전환

·12조9000억원 투자, 일자리 13만3000개 창출 목표



☑ 경제시스템을 화석연료(석탄·석유·천연가스)에 기반한 고탄소 경제구조에서 재생에너지(태양·풍력 에너지)에 기반한 저탄소 경제구조로 변화

☑ 이산화탄소 배출량 2050년까지 "제로(0)" 권고

- 2015년 이산화탄소 배출 감축목표 BAU의 37%를 감축한 5억 3600만톤
- 2019년 온실가스 배출량 5억 8941만톤
- 비슷한 수준

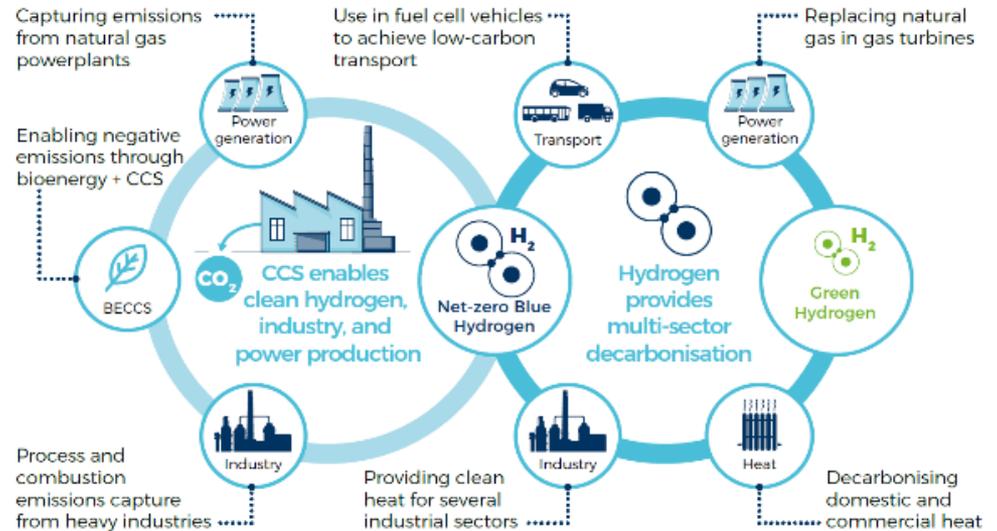
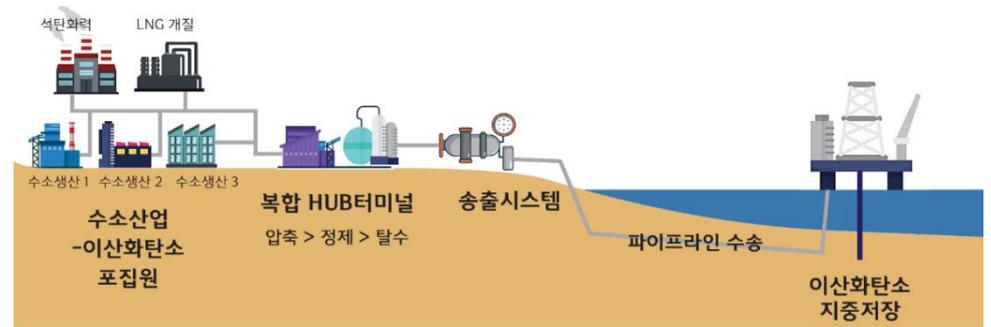
☑ 탄소 산업 유지를 위한 정부 투자 여전

- 재생에너지 투자와 석탄화력발전소 지원 병행
- 탄소세 도입으로 구산업에서 신산업으로 구조 전환

07. 도그마가 아닌 실용적 추진전략

미세먼지 저감과 수소경제 활성화에 기여하는 하이브리드 CCUS 추진

- CCS 사업은 미세먼지 저감에 실질적으로 기여할 수 있는 친환경 옵션
- 수소 경제 추진과 수소 산업 활성화에 기여할 수 있는 기반의 조성



07. 도그마가 아닌 실용적 추진전략

창의적이고 도전적인 실용주의적 CCUS 추진전략

- 구체적이고 프로그램적인 CCUS 상용화 추진전략 수립
- 가변성과 역동성을 극대화하여 신산업 육성을 추동하는 CCUS 추진전략 필요

기술개발



실증



상용화



현실에 기반한 프로그램적인 CCUS 추진

기후환경변화, 기술혁신발전, 사회인식변화, 산업구조변화 → 가변성과 역동성

창의적이고 도전적인 신산업의 창출과 산업혁신 추동



혁신적 포집산업



FPSO형 조선산업



해양 플랜트산업



석유개발 신산업



저탄소 수소산업

08. 저탄소 사회 진입 기여를 위한 CCUS 추진의 전제

저장소 확보

- 지속적인 저장소 탐사 및 시추를 통해 최대 총 용량 6 억톤 (연 2,000 만톤) 규모의 국내 대륙붕 CCS 저장소 확보

기술 개발

- 정부의 R&D 지속 투자 → 포집기술 고도화, 공정 최적화, 저장효율 고도화, 저장 안전성 확보 기술 등 CCS 통합실증 사업 추진을 통해 경쟁력 있는 전주기 기술 완성

경제성 확보

- CCS 기술 고도화를 통한 비용절감과 경제성 확보 및 CCUS 사업에 대한 CAPEX의 정부 지원 및 인센티브를 통한 기업 참여 환경 조성

정책 지원

- 저장소와 연계 가능한 화력(석탄·LNG)발전 CCS-Ready 추진 및 산업계 포집원의 허브 구성을 통한 CCS 연계 활성화 지원 등의 강력한 정책적 의지

제도기반 마련

- CCS 사업 관련 법·제도 기반 구축, 안전성과 피해보상 지원을 위한 보험·보상체계 확립 및 향후 제품 시장에서 CCU 기술을 통한 생산품이 시장을 대체할 수 있는 규제 및 지원책 마련

08. 저탄소 사회 진입 기여를 위한 CCUS 추진의 전제

▪ CCUS 상용화 추진을 위한 다부처 사업의 착수: 노력의 시작

다부처 협력을 통한 대규모 CCS 통합실증 및 CCU 상용화 기반 구축

1세부과제	2세부과제	3세부과제	4세부과제	5세부과제
대심도 해양 탐사시추를 통한 대규모 저장소 확보	동해가스전을 활용한 중규모(30~50만톤) CCS 통합실증 모델 개발	대규모 포집기술/포집원 평가 및 150 MW급 포집 플랜트 FEED 설계안 개발	탈황석고를 활용한 광물탄산화 기술 실증 및 온실가스 감축방법론 개발	CCUS 법률안 정비 및 수용성을 포함한 제도적 기반 구축
<ul style="list-style-type: none"> • 해양수산부 • 산업통상자원부 • 과학기술정보통신부 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 한국해양과학기술원 ✓ 한국지질자원연구원 ✓ 한국석유공사 ✓ 공주대학교 	<ul style="list-style-type: none"> • 산업통상자원부 • 과학기술정보통신부 • 해양수산부 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 공주대학교 ✓ 한국전력공사 ✓ 한국가스공사 ✓ 한국지질자원연구원 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정보통신부 • 산업통상자원부 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 한국화학연구원 ✓ 한국에너지기술연구원 ✓ 한국기계연구원 ✓ 한국지질자원연구원 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정보통신부 • 산업통상자원부 • 환경부 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 한국화학연구원 ✓ 한국지질자원연구원 ✓ 한국에너지기술연구원 ✓ 포항산업과학연구원 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정보통신부 • 환경부 • 산업통상자원부 • 해양수산부 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 고려대학교 ✓ 숭실대학교 ✓ 중앙대학교 ✓ 한국이산화탄소포집저장협회

부제: 기후변화 대응과 온실가스 감축을 위한 CCUS 기술 / 정책적·사회적 수용성 확보를 위한 핵심기술 연구

10. CCS 실증 추진전략 구체화

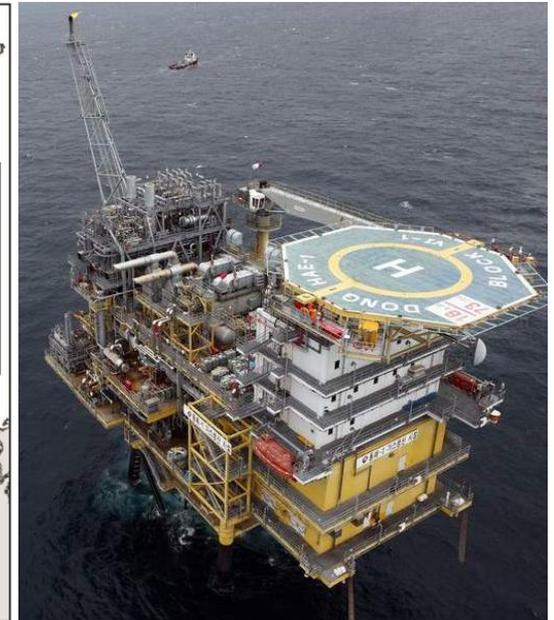
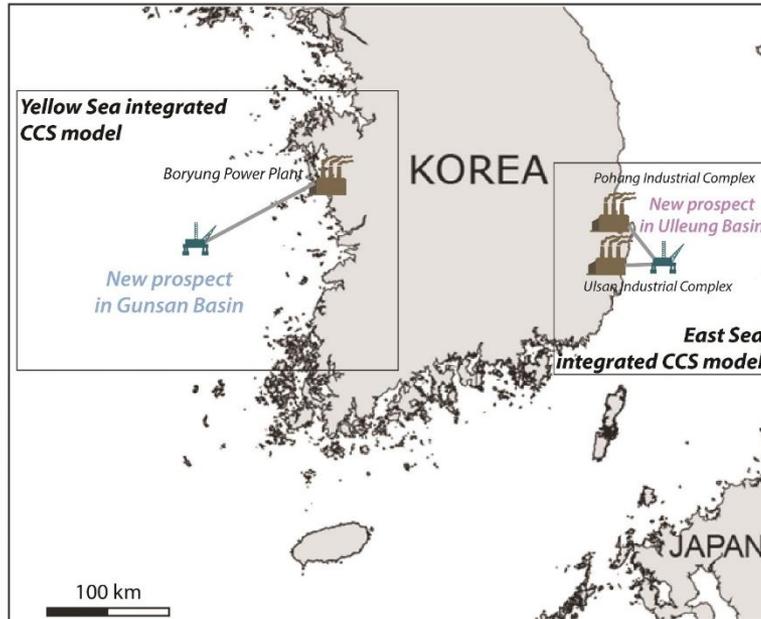
▪ 대규모 CCS 통합 실증 조기 추진

중규모 CCS 통합 실증 전략
[동해 서남부 대륙붕 저장소 활용]



대규모 CCS 통합 실증 전략
[서해 대륙붕 저장소 활용]

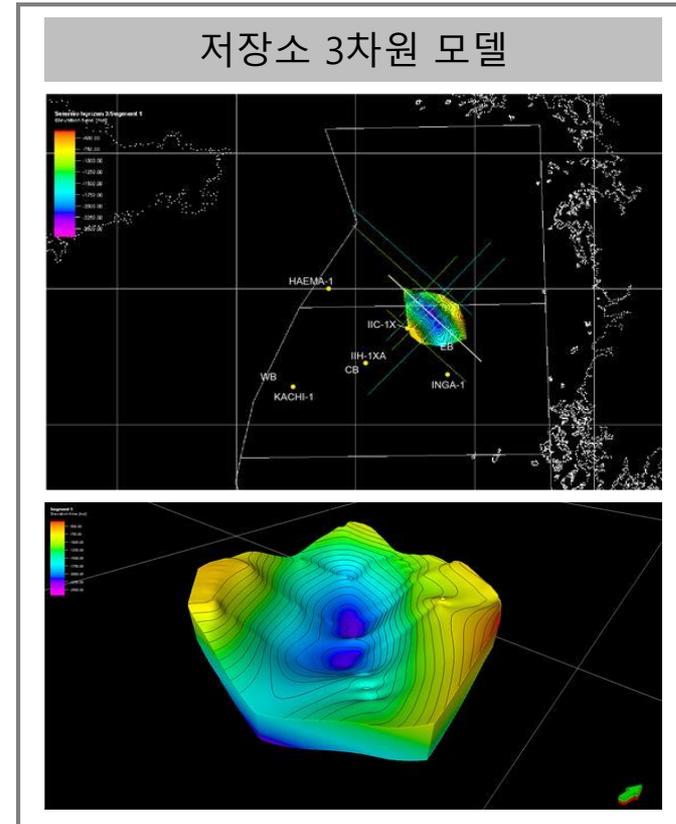
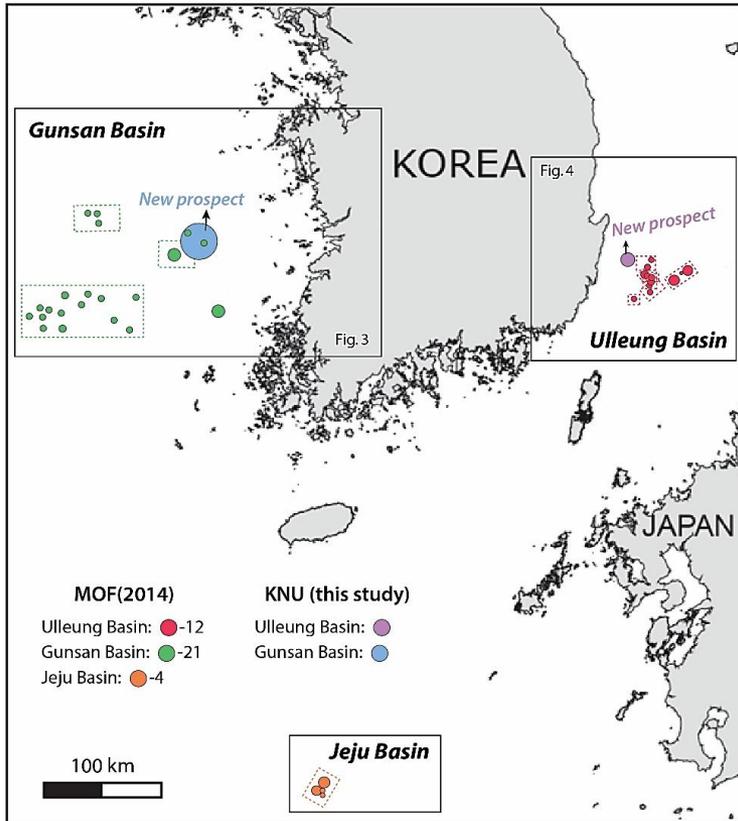
- ✓ 동해 서남부 대륙붕 중규모 실증(1단계), 서해 대륙붕 100만톤급 대규모 실증(2단계), 서해 대륙붕 400만톤급 대규모 실증(3단계)의 단계적 추진



10. CCS 실증 추진전략 구체화

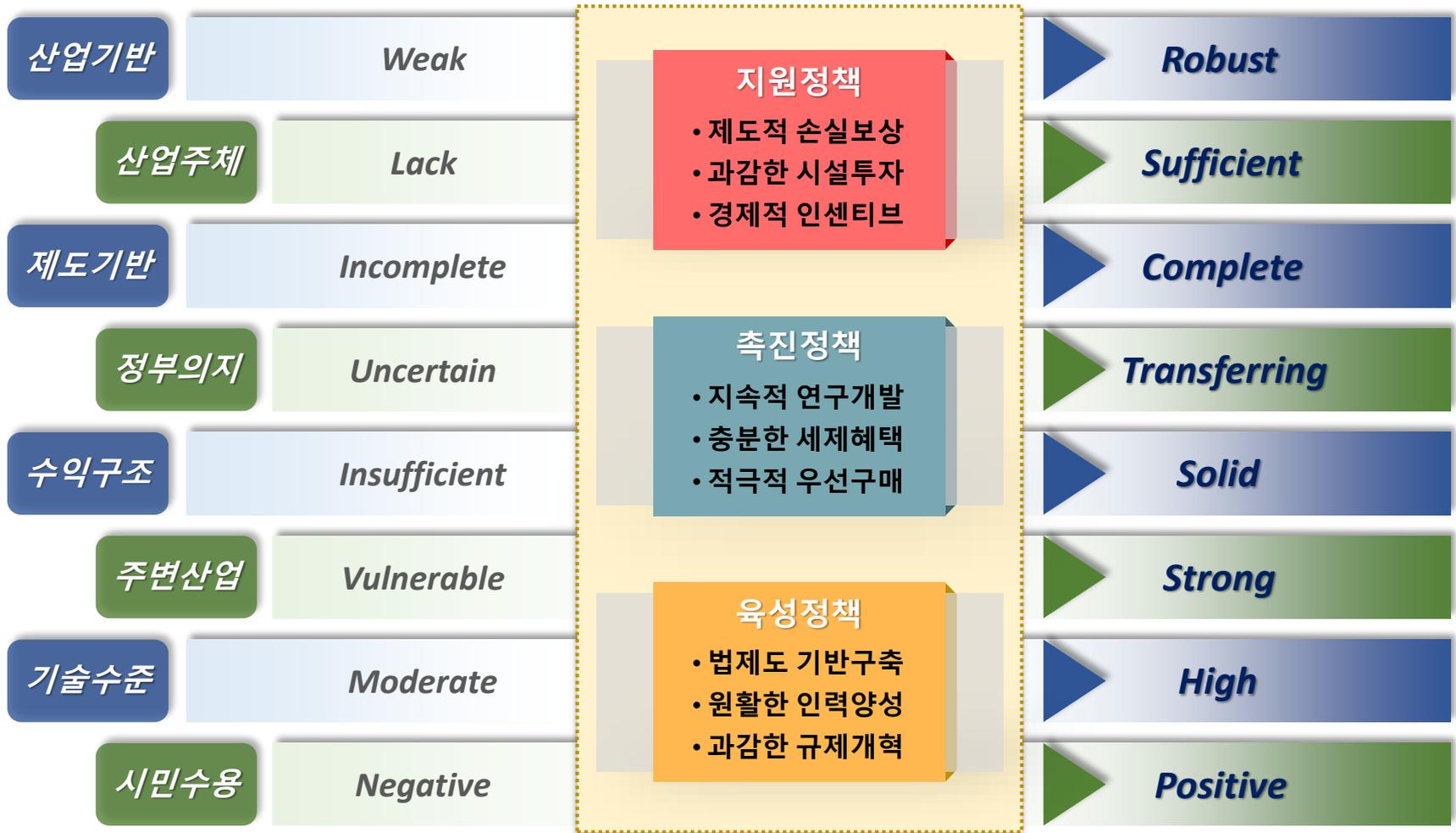
서해 및 동해 서남부 대륙붕 대규모 저장소 확보 연구 지속적 추진

- 이산화탄소 저장용량 평가 및 저장소 제안 : 군산분지 동(북동) 소분지
- 약 3억톤 저장 규모의 서해 대륙붕 군산분지 심부 지층 존재 파악(시추 추진 중)



11. CCUS 신산업 육성과 산업생태계 활성화

정부주도의 지원책, 육성책, 촉진책 과 민간의 자생성



Government-Driven

Naturally Growing

2020

2030

CCUS 실증과 상용화의 조기 달성과 온실가스감축목표 달성을 위해

Thank you!