

제4회 KRIC 기후변화 아카데미

탄소차액계약제도 개요 및 국내 도입 시사점

한국기후변화연구원 김형수 선임연구원

khs@kric.re.kr / 033-259-0124



탄소차액계약제도 개요 및 국내 도입 시사점

Contents

- **CHAPTER 01** 탄소차액계약제도 개요
 1. 탄소차액계약제도 배경 및 개념
 2. 탄소차액계약제도 핵심요소
 3. 탄소차액계약제도 이론적 장점
- **CHAPTER 02** 탄소차액계약제도 국내·외 동향
 1. 탄소차액계약제도 국외 동향
 2. 탄소차액계약제도 국내 동향
- **CHAPTER 03** 탄소차액계약제도 국내 도입 시사점
 1. 대한민국 온실가스 감축 방향성
 2. 탄소차액계약제도 항목별 제도 설계 시사점

Chapter 1 탄소차액계약제도 개요



01 탄소차액계약제도(CCfD) 배경 및 개념

국제적 기후변화 대응 및 온실가스 감축 필요성 증대

- 인간의 활동으로 인해 배출되는 온실 가스에 의한 지구온난화 가속화
- 유엔기후변화협약, 교토의정서, 파리 협정 채택 등 국제적 온실가스 감축 정책에 대한 중요성 강조

비용 효율적으로 온실가스를 감축하기 위한 제도 도입

- 국제적 기후변화 협상 및 각 국가의 감축 정책에 따라 배출권거래제 도입
- 규제 대상 기업이 배출권거래제를 활용해 비용 효율적으로 온실가스를 감축할 수 있도록 유인

배출권거래제 온실가스 감축 효과에 대한 회의적 평가 존재

- 배출권 가격이 낮고 변동성이 커 온실 가스 감축이 어려운 저탄소 기술투자 유인에 실패했다고 평가됨
- 온실가스 감축 유인 제공이라는 목적 달성 여부에 대해 회의적 의견 존재



“To decarbonise heavy industry, the EU needs a high and stable carbon price and support for green investment.”

How carbon pricing can decarbonise European heavy industry (2022.01.13)

“배출권의 미래가격 전망이 어려워 감축 투자비용예측, 회수기간 설정 및 조달방안 마련 등 감축 투자계획 수립·실행에 어려움”

대한민국 제3차 배출권거래제 기본계획. 1~2차 계획기간 평가 중 (2019.12.30)

ETS
배출권 거래제도

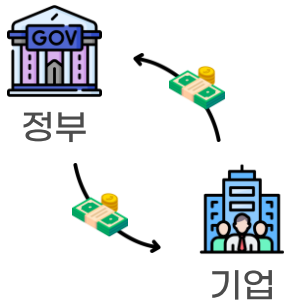


EU 주요국을 중심으로 감축잠재량은 크지만 높은 투자 및 운영비용이 필요한 기술·프로젝트를 대상으로 높고 안정된 탄소가격을 보장하는 탄소차액계약제도 추진 중

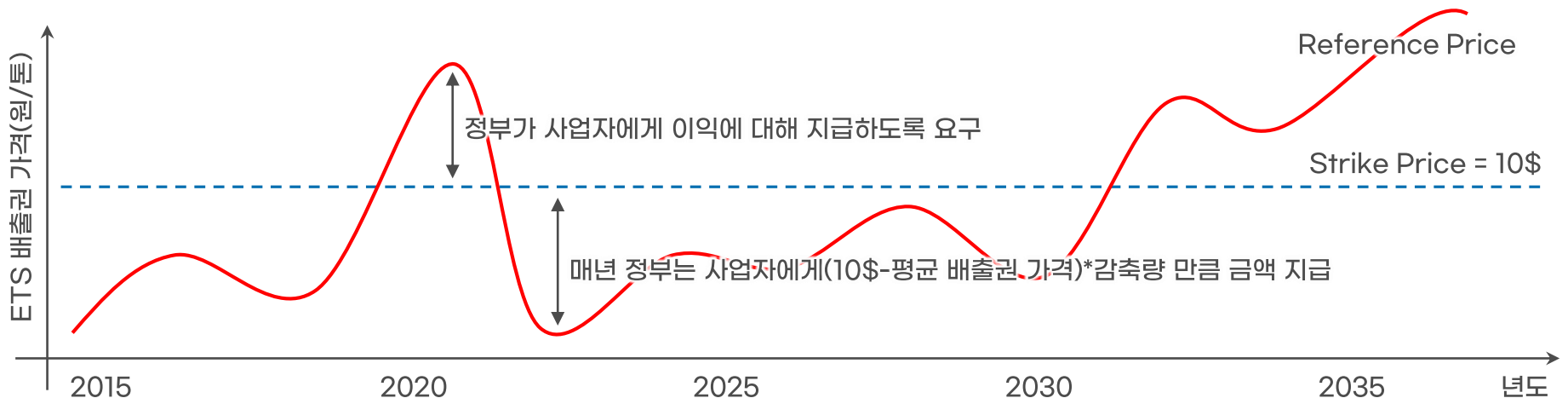
01 탄소차액계약제도(CCfD) 배경 및 개념

“ 탄소차액계약제도는 기본적으로 정부와 기업 간의 계약으로 계약기간 동안 정부는 기업에게 고정된 탄소가격(strike price, 행사가격 또는 계약가격) 보장 ”

CCfD 기본 개념



- CCfD는 계약기간 동안 고정된 탄소가격 혹은 계약가격(strike price)을 정부가 기업에 보장하는 제도
- 기본적인 형태 : 기업은 계약가격이 시장 탄소가격(reference price)보다 높으면 차액만큼을 지불받고, 반대일 경우 기업이 차액만큼을 정부에 지급
- 시장 탄소가격은 배출권거래제를 시행하는 경우 배출권 시장 가격을 기준으로 결정
 - ▶ 탄소배출권 가격의 높은 변동성 하에서 투자결정의 위험이 완화됨에 따라 저탄소 혁신 기술에 대한 강력한 투자 유인이 생긴다는 것이 CCfD의 아이디어



02 탄소차액계약제도(CCfD) 핵심요소

“ 탄소차액계약제도 또한 일반적인 계약과 유사한 형태이나 계약가격, 선정기준, 계약유형, 계약만기, 계약 주체 등으로 핵심요소 구분 가능 ”

탄소차액계약제도에서의 핵심요소 및 세부내용

연번	핵심요소	세부내용
1	계약가격	<ul style="list-style-type: none"> • 계약가격은 정부와 기업 간 협상 또는 경매 방식에 의해 결정되며 고정가격 또는 변동가격으로 설정 가능 • 고정가격의 경우 변동 없는 탄소가격을 보장받아 자금 조달, 자본지출 등 투자 전반의 위험 완화 가능. 다만 장기계약일 경우 에너지 가격 등 운영비용의 변동성이 커질 수 있는 단점 존재 • 변동가격의 경우 수소환원제철 환원제인 수소 가격, 전력 가격 등 운영비 변동사항을 반영하여 외부 충격 완화 가능
2	계약기간	<ul style="list-style-type: none"> • 계약기간은 계약가격을 보장해주는 기간. 네덜란드의 경우 12~15년, 독일의 경우 15년으로 계획 중 • 기업/투자자는 일반적으로 장기계약 선호. 정부는 가능한 보조금 지출을 최소화하기 위하여 단기계약 선호
3	계약유형	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적으로 기업 - 정부 간 차액계약의 형태이나 정책의 수용성을 높이기 위하여 경우 기업이 정부에 지불하지 않는 방식, 즉 풋옵션(Put-Option)의 형태도 가능
4	지원대상 선정방식	<ul style="list-style-type: none"> • 기업 간 경쟁 과정을 통하여 CCfD 지원 대상을 선정하는 것. 즉, 역경매를 통하여 가장 낮은 톤당 감축비용을 제안하는 업체를 선정하는 것이 이상적 • 다만 도입 초기에는 기업 - 정부 간 협상에 의한 계약 추진이 필요할 수 있음
5	지원대상	<ul style="list-style-type: none"> • 감축기술 선정 시 가장 중요한 요소는 ①기업의 온실가스 감축 잠재량, ②온실가스 감축 실현 시기 등 • EU의 경우 최소 기술성숙도(Technology Readiness Level, TRL) 7 ~ 8 정도의 실증 단계나 TRL 9 중 초기 도입 단계에 이른 기술을 고려

계약가격	계약기준	계약방식	계약유형	계약기간	계약 당사자	대상 선정 방식				
고정가격	배출권 가격	경매/입찰	풋-옵션 (price floor)	단기계약 (5년 미만)	P2B 정부 - 기업 간	프로젝트별				
	감축 원단위 반영 가격		이중보장 계약 (CCfD)							
변동가격	연동가격	협상에 의한 계약	이중보장 계약 (CCfD)	중기계약 (10년)	B2B 기업 - 기업 (정부 보증포함)	기술별				
	기준 발전소 비용(운영, 건설 등)						장기계약 (20년)	B2B 기업 - 기업	부문별	
	화석연료 기준 가격									기술 성숙도에 따른 분류
	투입 원료 시장 가격									
산출 원료 시장 가격										

03 탄소차액계약제도(CCfD) 이론적 장점

“ 이론적으로 온실가스 배출 감축을 위한 기술의 안정적인 개발 및 수준 향상 가능 ”
 ETS 방법론 활용 유무 및 계약방식 설정 방향에 따라 제도 도입 이후 이슈 발생 가능

정부(투자자) 관점

- 탄소차액계약제도는 기후변화 정책에 대한 정부의 의지를 보여주는 공약 장치(commitment device)로서 역할

경제학적 관점

- 장기 계약 구조는 기업이 단기적 이익에 얽매이지 않고 장기적인 기술 혁신과 학습을 지속할 수 있도록 유도
- 기업이 온실가스 감축 기술 관련 데이터를 지속적으로 제공하여 정부가 기업의 실적을 평가 가능

제도운영 관점

- 기존 배출권거래제의 MRV 체계에 의해 온실가스 배출 감축효과 모니터링 가능

효과성 관점

- 혁신적인 온실가스 배출감축 기술은 기술적 리스크가 크고 초기 비용이 매우 높은 것이 특징
- 이러한 기술은 정부의 적절한 경제적 유인 제공(계약방식 선택)을 통해 시장 확산 가능

기업 관점

- 기업의 온실가스 배출 감축 관련 수입과 비용의 불확실성을 완화함으로써 투자 재무조달 조건 개선

→ 기업의 신기술(그린수소, CCUS 등) 투자 기회 증가 및 시장 전반의 기술 수준 향상

→ 기업-정부간 정보 비대칭성 완화에 따른 기회주의적 행위 방지

→ 탄소차액계약제도를 위한 추가적인 제도 도입 없이 시행 가능

→ 온실가스 감축 기술 유형, 특성(high CAPEX, high OPEX) 및 기술 성숙도 등 항목을 고려하여 ①고정가격 계약, ②비용추가 계약, ③인센티브 계약 등 다양한 방식의 계약 추진

Chapter 2 탄소차액계약제도 국내·외 동향



01 탄소차액계약제도(CCfD) 국외 동향

“ 네덜란드는 2008년 도입된 SDE 제도를 2020년 확장하여 SDE++로 운영 중 ”
 친환경에너지 뿐만 아니라 온실가스 감축 및 에너지 효율화 기술까지 지원 범위 확장

네덜란드 SDE++ 제도 개요

제도명	• SDE++(Stimulerend Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie, 지속 가능한 에너지 생산 및 기후 전환 계획)		
운영 목적	• 네덜란드의 온실가스 감축 및 재생에너지 확대를 위한 핵심 지원 제도로 기존 재생에너지 지원제도(SDE+)를 확장하여 저탄소 기술까지 지원하는 형태로 발전		
도입년도	• 2020년 SDE+에서 확장하여 운영	운영기관	• 네덜란드 경제기후부(EZK) 및 네덜란드 기업청(RVO)

네덜란드 SDE++ 지원 대상

• SDE++는 시설 설치단계에서는 지원하지 않으며 시설 운영 시작 후 온실가스 감축이 실제 발생하는 이후부터 보조금 지급

재생에너지	• 태양광, 풍력, 바이오매스, 지열 등
산업 감축 기술	• SDE++에서 지원 대상 항목으로 추가 • 이산화탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS), 저탄소 수소 생산, 저탄소 산업 공정
에너지 효율화 및 감축	• 산업 열 회수 및 활용, 지열 히트펌프, 일광 온실 등 저탄소 난방 기술 등

네덜란드 SDE++ 지원 방식

- 보조금은 지원가격(application amount)와 보정가격(correction amount)의 차이로 결정. 다만 지원금액 하한선 설정을 위해 기본가격(base amount) 설정
- 보정가격이 지원가격을 초과할 경우 기업이 정부에 돈을 지급하지 않아도 되는 풋옵션(Put-Option) 구조
- 기술 간 경쟁에서 비용 효율성이 낮은 기술이 배제되는 것을 방지하기 위해 2023년부터 Fence 예산을 설정

저온 열
(태양열 및 수열 등)

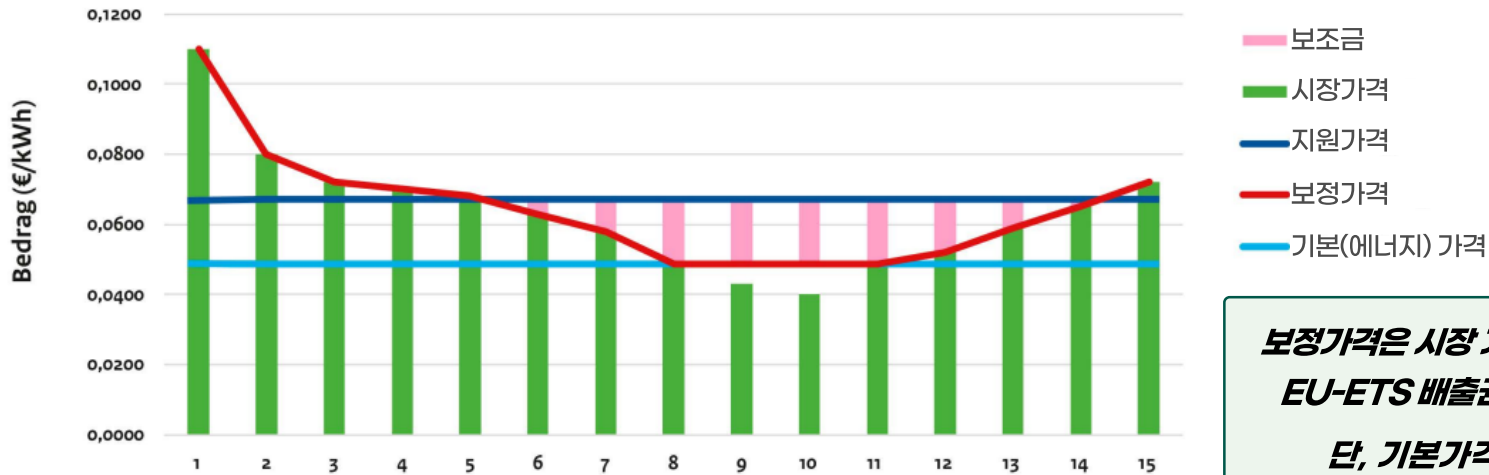
고온 열
(초심지열, 전기보일러 등)

분자
(바이오가스, 그린수소 등)

01 탄소차액계약제도(CCfD) 국외 동향

“ 역경매 입찰 방식으로 지원 대상을 선정하여 12년~15년 간 보조금 지급 동일한 가격을 제시한 프로젝트가 많을 경우 추첨 방식을 활용하여 지원 대상 선정 ”

<SDE++ 보조금 지급 메커니즘 예시>



보정가격은 시장 가치 가격, 원산지 보증 및 EU-ETS 배출권 가격을 고려하여 결정
단, 기본가격보다 낮을 수 없음

단위당 보조금 산출식

CCUS 이외 보조금[EUR/tCO₂] = (신청금액[EUR/kwh] - 장기가격[EUR/kwh]) / (배출계수[kgCO₂/kwh] / 1,000)

CCUS 보조금[EUR/tCO₂] = (신청금액[EUR/tCO₂] - 장기가격[EUR/tCO₂]) / (배출계수[kgCO₂/tCO₂] / 1,000)

- 장기가격의 경우 국제에너지기구(IEA)의 가격 추정치를 기반으로 산출한 보조금 기간 동안의 에너지, 또는 배출권 평균 가격
- 보조금 규모의 경우 프로젝트별로 온실가스 1톤 감축을 위해 필요한 금액(감축원단위)를 반영하여 결정

범주	기술	설명
재생전력	삼투	두 수역 사이의 소금 농도 차이를 이용
	수력	높이 차이 또는 파도 에너지를 통해 물에서 에너지 생성
	바람	육지와 바다의 풍차
	태양광	지붕, 수상 또는 태양열 공원의 태양광 패널
재생 가스	바이오매스 재생 가스	바이오매스의 발효 또는 가스화에 의해 생성된 가스
재생열	바이오매스 열	바이오매스의 발효 또는 연소로 인한 열
	퇴비화	퇴비화 바이오매스 스트림에서 발생하는 열
	지열	최소 1,500m 깊이의 지열 에너지
	태양열	'덥힌' 태양열 집열기에서 나오는 열
저탄소 난방	수열	지표수(TEO), 폐수(TEA) 및 음용수(TED)의 열 에너지
	일광 온실	온실 지붕에 통합된 열 시스템으로 수집된 열
	히트펌프를 갖춘 태양광 PVT 패널	열 펌프로 태양열 집열기의 열을 업그레이드
	전기보일러	전기 온수기에서 발생하는 열
	히트펌프 지열에너지	열 펌프가 온도를 올리는 저급 지열 에너지
	잔열	산업 공정 또는 데이터 센터에서 방출되는 열 활용
	산업용 히트펌프	히트펌프로 온도를 올리는 잔열 재사용
저탄소생산	포집 및 저장	바다의 열화 가스전에서 포집된 CO2 저장(CCS)
	포집 및 사용	온실 원예에서 포집된 CO2의 사용(CCU)
	고급 재생 연료	도로 운송 및 내륙 운송을 위한 고급 재생 연료
	전기분해 수소	전기분해에 의한 수소 생산

단계	2024년 기준 최대 단위당 보조금
1	75 EUR/tCO ₂
2	150 EUR/tCO ₂
3	225 EUR/tCO ₂
4	300 EUR/tCO ₂
5	400 EUR/tCO ₂ (Fence 적용 기술)

- 초기 단계에서는 EUR /tCO₂ 기준 비용이 낮은 프로젝트만 지원, 이후 단계로 갈수록 비용이 높은 프로젝트 포함
- 초기 단계에서 예산이 빠르게 소진되지 않도록 방지
- 기업들은 자신이 감당할 수 있는 최소 지원금 (EUR/tCO₂)을 설정하여 신청해야 하므로, 가능한 한 낮은 보조금으로 신청할 동기 부여
- 제한된 예산 내에서 최대한 많은 온실가스 감축을 달성할 수 있도록 설계

“정부가 예산을 효율적으로 운용하면서도, 기업들에게 최소한의 지원금으로 경쟁하도록 유도하는 구조”

* 출처 : 네덜란드 기업국 홈페이지(<https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/sde/aanvragen/feiten-en-cijfers>)

01 탄소차액계약제도(CCfD) 국외 동향

“ 독일은 2023년부터 산업부문 탈탄소화 촉진을 위해 KSV 시범사업 운영 시작 ”
 CCfD 기본 구조와 동일한 형태로 운영하며 에너지 가격에 따른 동적 계약가격 적용

독일 KSV 제도 개요

제도명	• KSV(Klimaschutzverträge, 기후보호협약)		
운영 목적	• 독일 총 배출량의 약20%를 차지하는 산업 부문 탈탄소화를 촉진하기 위한 핵심 정책. 고탄소 산업(철강, 시멘트, 화학 등)의 온실가스 감축 비용 보전 및 기후중립 기술 도입 지원		
도입년도	• 2023년 시범사업 시작, 2024년 본격 도입	운영기관	• 독일 연방 경제기후보호부(BMWK)

독일 KSV 지원 대상

- EU-ETS 대상 기업 중 에너지 집약적 산업의 생산 공정 전환 목표
- 유리 및 도자기, 기초물질, 석회 및 시멘트, 식품 및 철강과 같은 배출량이 높은 업종 中 연간 10,000톤 이상의 온실가스를 배출하고, 현재 효율이 우수한 ETS 기준 설비보다 90% 이상의 온실가스를 감축할 수 있는 업체
- 지원을 받기 위해 공정 교체 첫 해에는 온실가스 감축량은 50% 이상, 두 번째 해에는 60% 이상을 달성해야 하며, 재생 전력만을 사용 필요. 수소의 경우 그린 수소, 블루 수소 모두 가능

독일 KSV 지원 방식

- 보조금은 CCfD의 기본 구조와 동일한 형태로 운영(계약금액과 시장 탄소가격 간 차액에 대해 지급)
- 기술개발 및 기술 상용화 등으로 인해 탈탄소 공정비용이 감소함에 따라 보조금 감소. 두 가격이 역전될 경우 기업은 역전된 차액을 정부에 5년간 상환 필요
- 계약 취소 시 기업은 지원받은 금액을 3년간 상환 필요

동적 계약가격 = 기본 계약가격 + 에너지 가격 변동분 반영

- * 기본 계약가격 = 기준 시스템 대비 감축된 배출량 당 추가 비용 고려하여 입찰
- * 에너지 사용 계획을 입찰 시 제시하여 동적 계약가격에 반영 가능

01 탄소차액계약제도(CCfD) 국외 동향

“ KSV 보조금 지원을 위해 입찰 시 정부는 비용 효율성, 감축효과 등 검토 보조금의 경우 에너지 가격 변동, 유효탄소가격 등을 고려하여 연간 지급액 결정 ”

KSV 입찰 시 정부 평가 기준

연번	평가 기준	세부내용
1	자금조달 비용 효율성	<ul style="list-style-type: none"> 전체 입찰 평가 중 70%의 비중 차지 온실가스 배출 감축량 대비 투입된 전체 금액(보조금 포함) 직관적으로는 본 계약가격과 다른 자금의 비용효율성의 합
2	상대적 온실가스 감축효과	<ul style="list-style-type: none"> 전체 입찰 평가 중 15%의 비중 차지 사업기간 초기 5년간 더 높은 상대적 온실가스 배출 감축을 달성한 프로젝트가 더 높은 점수를 받을 수 있도록 함
3	에너지 집약도	<ul style="list-style-type: none"> 전체 입찰 평가 중 15%의 비중 차지 기준 시스템의 에너지수요 대비 프로젝트의 에너지 수요 직관적으로는 기존 기술에 비하여 에너지 소비가 얼마나 줄었는가를 의미

연간 KSV 보조금 지급액 결정 방식

- 연간 지급 총액 = (입찰가격 + 에너지 가격 변동에 따른 동적요소 - 유효 탄소가격) * 제품 단위당 온실가스 감축량 * 생산량 - 기타 지원금 - 녹색 프리미엄 반영 조정액
- (에너지 가격 변동에 따른 동적요소) 에너지 가격 변화를 반영해주는 항목. 에너지 가격 상승에 따른 리스크 완화를 위한 KSV 고유 특징
- (유효 탄소가격) 기본적으로 EU-ETS 배출권 가격에 해당. 신규 프로젝트와 기존 시스템 간 무상할당량 차이가 날 경우 이를 보정하여 실질 탄소가격을 계산하여 지원금에 반영

01 탄소차액계약제도(CCfD) 국외 동향

“ EU는 혁신기금을 활용한 경쟁입찰 방식의 한 종류로서 검토 중
2023년 유럽이호 및 이사회 지침을 통해 탄소차액계약제도의 방향성 확인 가능 ”

EU CCD 제도 개요	
제도명	• CCD(Carbon Contract for Difference, 탄소차액계약제도)
운영 목적	• 2021년부터 EU 역내 저탄소 기술 지원을 위해 혁신기금을 운영 중이며 경쟁입찰 기반 신규 지원 메커니즘 개발 중 • 경쟁입찰 방식의 하나로 차액 계약제도, 고정 프리미엄과 함께 탄소차액계약제도 논의 중
도입년도	• 현재 도입 검토 중
운영기관	• EU 집행위원회(European Commission)



EU CCD 방향성

필요성

- (탄소)차액계약제도, 고정 프리미엄은 신기술의 확장을 통해 산업의 배출량 감축을 유도할 수 있는 중요한 요소
- 혁신적인 기후 친화적 기술에 대한 투자자가 EU ETS의 탄소 가격 하에서 보다 많은 배출량 감축을 유인할 수 있도록 가격 보장

제도 형태

- 혁신 기금 지원 조치의 범위는 차액계약제도 또는 고정 프리미엄 계약 형태의 경쟁 입찰을 통해 프로젝트에 지원을 제공하도록 확장 필요
- 경쟁 입찰은 탈탄소화 기술 개발 지원 및 가용 자원을 최적화하는 중요한 메커니즘이 될 것임

02 탄소차액계약제도(CCfD) 국내 동향

“ 대한민국은 정책문서 상 CCfD 등 온실가스 감축기술 지원체계 마련 필요성 언급 ”
현재 해외사례 조사 및 제도설계 방안 마련을 위한 연구용역 추진 중

탄소중립·녹색성장 국가전략 및

제1차 [중장기] 별첨

제4차 배출권거래제 기본계획

2024. 12

 **기획재정부 · 환경부**

대한민국 CCfD 관련 정책적 동향

탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(2023.04)

- 실물경제의 저탄소 전환을 지원하는 탄소중립 보조 확대 및 금융 공급 활성화 - 탄소차액계약제도 도입·운영, 탄소저감 설비 투자·보조 확대

2024년 경제정책 방향(2024.02)

- CCUS 핵심 기술 개발 및 고도화를 위해 철강, 석유화학 등 탄소 다배출 산업을 대상으로 대형 실증 프로젝트를 추진해 나갈 것
- 탄소중립을 지향 하는 기업환경 변화에 맞춰 녹색금융 투자·융자·보증 지원 규모를 확대하는 등 기후위기 대응을 위한 지원사업과 금융 인프라를 강화해 나갈 예정

제4차 배출권거래제 기본계획(2024.12)

- 유상할당 수입금을 기업의 감축활동 등에 재투자하고, 획기적인 감축기술 도입 지원체계 마련(DAC 기술개발, CCfD 등)
- 탄소차액계약제도는 국내 탄소배출 상황(화석연료 발전, 제조업 비중 고), 국내 기업의 애로 및 요구사항 등을 고려할 때 기존 지원사업(R&D, 설비지원)과 더불어 효과적인 지원책이 될 것

제안요청서

- 탄소차액계약제도(CCfD) 운영방안 및 시범적용 연구 -

2024. 2.



환경부
기후경제과

4. 세부 과업내용

가. 해외의 구체적 운영현황 조사(EU, 독일 등)

나. 업종별 CCfD 적용기술 후보군 검토

- 업종별 저탄소기술 개발수준 및 온실가스 배출특성, 감축여력 및 시급성 등을 고려하여 주요 업종별 CCfD 적용가능 기술 검토

다. CCfD 도입을 위한 구체적 제도설계 및 시범적용 검토

- CCfD 대상기술을 기반으로 입찰 및 선정평가 방법(평가기준), 고정가격 산정 및 검증방법, 실제 보조금 산정방법 등 제시
- 업종별 작용가능한 기술을 기반으로 CCfD 시범적용 사전준비 검토 등 (CCS, 수소환원제철, 시멘트 비탄산염 원료, 석유화학 바이오원료 사용 등)

라. CCfD 도입·운영에 필요한 행정·재정적 사항 검토

- 「배출권거래법」을 활용한 법적근거 마련, 재원 조달방안 및 규모 검토, 제도 운영주체 및 조직체계 검토, 제도 도입시점 검토 등
- CCfD 규모 검토 결과, 기획재정부 적합성 심사(보조금관리위원회 심의) 대상여부 및 타 부처와의 상호검증을 통한 유사중복 여부 심사 등 행정수반 진반에 대해 검토

마. CCfD 운영을 위한 'CCfD 운영지침(안)' 마련

- 기술입찰 및 선정방식, 고정가격 및 보조금 산정방법 등 CCfD 운영 절차 및 기준 등을 규정하는 'CCfD 운영지침(안)' 마련

바. CCfD에 대한 전문가 자문 및 의견수렴 등을 포럼 운영

- CCfD의 필요성·타당성 검토, 재원 마련방안 및 규모, 제도 운영 방안 등에 대한 자문 및 유관기관 협의를 CCfD 포럼 운영

제4차 기본계획 상 탄소차액계약제도 도입 방안(안)

□ (지원사업 다양화) 혁신 감축기술을 조속히 도입하기 위한 새로운 형태의 지원 발굴·도입 필요

○ 탄소차액계약제도는 국내 탄소배출 상황(화석연료 발전, 제조업 비중 고), 국내 기업의 애로 및 요구사항* 등을 고려할 때 기존 지원사업(R&D, 설비지원)과 더불어 효과적인 지원책이 될 것

* (애로) 감축기술의 경제성 부족으로 투자리스크 고, 선제적 투자 불가, (요구사항) R&D, 설비지원 등 국가의 기업 감축투자 지원 확대 필요

○ 탄소중립 달성을 위한 한계돌파형 기술개발, CCS-CCU, 직접 공기 포집(DAC) 기술 등 신기후기술의 실증·산업화 등 획기적인 기술개발 및 실증지원 병행 필요

⇒ 다배출기업의 조속한 감축기술 도입을 지원하기 위해 국내 여건을 고려한 다양하고 획기적인 감축기술 지원체계 도입 검토

< 탄소차액계약제도 도입 방안(예시) >

- (그간 경과) 해외 Ccfd 운영사례 조사('22~'23), Ccfd 도입에 필요한 행정·제도적 사항 연구('24~'25), 혁신기술 지원 시범사업('25, 100억원)
- * 할당대상업체 대상으로 '탄소중립·녹색성장 기술혁신 전략' 100대 핵심기술 중 지원
- (도입 방안) △지원대상 기술후보군 특정, △지원대상 선정 절차, 선정 기준, 사후관리방안 등 제도 행정지침 마련 → 보조금 지원

< 적용 대상 기술(예시) >

업종	기술명	업종	기술명
철강	• 초고속 전기로, 수소환원제철 기술 등	반도체	• F계열 산업 공정가스 대체 등
석유화학	• 공정 스마트 플랫폼 바이오 연료 생산 등	재생E	• 초고효율 태양광 해상풍력 부유체 기술 등
시멘트	• 비탄산염 원료 사용 시멘트 생산 등	CCUS	• 직접 공기 포집기술, 저장소 누출탐지 및 모니터링 기술 등

< 참고 : 한국형 탄소중립 100대 핵심기술 리스트(안) >

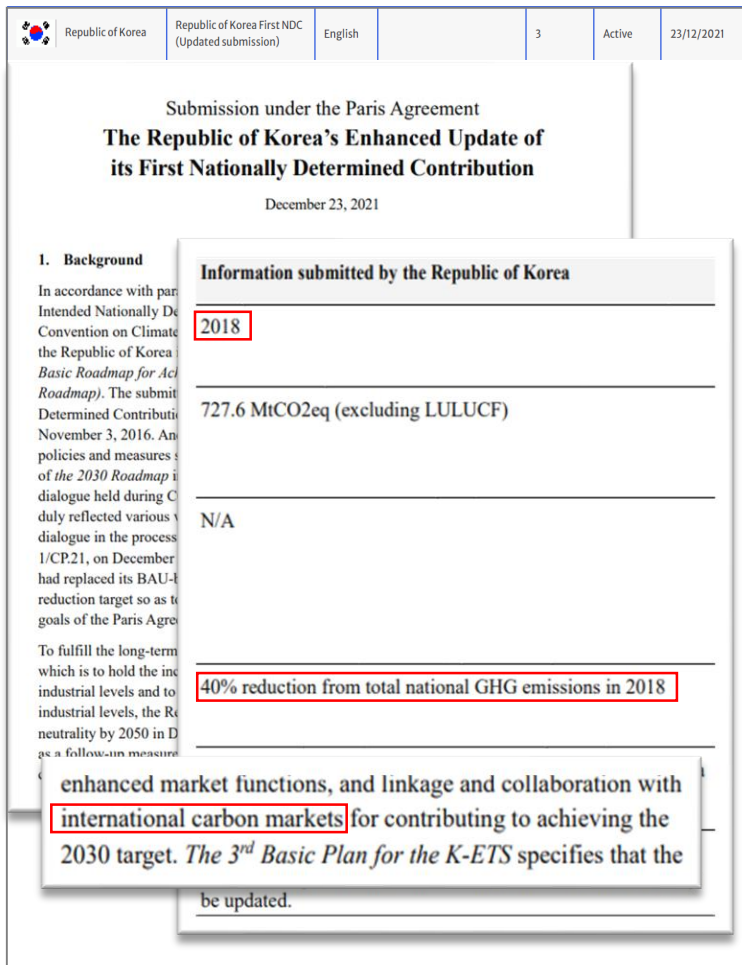
분야	탄소중립 100대 핵심기술(안)	분야	탄소중립 100대 핵심기술(안)
태양광	초고효율 태양전지 기술	철강	탄소저감형 고로 및 전로 기술
	사용처 다변형 태양광 시스템 기술		순산로 고로 기술
	페태양광 재활용 기술		초고속 전기로 공정 기술
풍력	초대형 풍력터빈 기술	수소	저탄소 신열원재 활용 기술
	해상풍력 부유체 기술		수소환원제철 제조 기술
	해상풍력 발전 운영 및 관리 기술		수소환원제철 기반 新 전기로 기술
수소 공급	수직축 방식의 부유체 기술	공급	철강 부산물 고부가 업사이클링 기술
	수전해 수소 생산 기술		철강 부생가스 CCUS 기술
	수소 저장 및 운송 기술		전기 가열로 시스템 기술
무탄소 신전원	해위수소 저장 및 운송 기술	석유화학	부생가스(메탄) 고부가 전환 기술
	수소 혼소 방식의 가스 발전 기술		바이오 올레핀 생산 및 응용 기술
	수소 전소 방식의 가스 발전 기술		바이오 PEF 생산 및 응용 기술
전력 저장	미분탄 보일러 암모니아 혼소 기술	전력 저장	바이오 플라스틱 생산 및 응용 기술
	유동층 보일러 암모니아 혼소 기술		목질계 원료 활용 및 응용 기술
	초고효율 연료전지 복합발전 기술		바이오 아크릴산 생산 및 응용기술
전력망	고효율 연료전지 열병합 시스템 기술	전력망	혼합 플라스틱 분류 및 전처리 기술
	단주기 에너지 저장 시스템 기술		페플라스틱 열분해기술
	장주기 에너지 저장 시스템 기술		페플라스틱 가스화 기술
에너지 통합 시스템	사용후 배터리 ESS 시스템 기술	시멘트	페플라스틱 해중합 기술
	지능형 송배전 시스템 기술		연료유의 기초화학연료 전환 기술
	실시간 전력거래 플랫폼 기술		저에너지 화학반응 공정 기술
에너지 건물	분산전원 및 유연자원 통합 운영 기술	산업 일반	저에너지 화학반응 공정 기술
	히트펌프 기술		저에너지 바이오 공정 기술
	태양열 기술		석유화학 공정 스마트 플랫폼 기술
제로 에너지 건물	전력-열-수소 하이브리드 시스템 기술	CCUS	비탄산염 원료 전처리 기술
	에너지 네트워크 기술		비탄산염 원료 소성 기술
	초단열 외피자재 및 설비 기술		비탄산염 공정 및 품질 제어 기술
제로 에너지 건물	그린 리모델링 기술	환경	비탄산염 원료 사용비율 극대화 기술
	건축물 냉동공조 기기 효율화 기술		저온 소성 원료 대체 기술
	건축물 에너지 시스템 효율화 기술		OPC 內 혼합재 함량 증대 기술
CCUS	신재생에너지 이용 ESS 용합 기술	원자력	신규 혼합재 및 시멘트 기술
	연료전지 기반 용합 시스템 기술		화석연료 대체 전기화 기술(보일러 등)
	미활용 에너지 활용 기술		수소 암모니아 바이오 매스 연료 활용 기술
무탄소 선박	건물에너지 데이터 통합 시스템 기술	원자력	고GWP(온난화지수) 공정가스 대체 기술
	건물에너지 스마트 연계제어 기술		바이오매스 유래 석유 제조 기술
	연소 후 포집 기술		유리제조 공정 내 칼릿 비율 확대 기술
무탄소 선박	산업공정 포집 기술	원자력	전동기 및 전력변환기 효율화 기술
	연소 중 포집 기술		배출가스 친환경 처리 기술
	직접 공기 포집 기술		차세대 이차전지 기술
무탄소 선박	육해상 저장소 탐사 및 평가 기술	원자력	구동 모터 성능 향상 기술
	저장소 설비 설계·구축 기술		전력변환장치 고도화(SC 전력반도체) 기술
	저장소 CO ₂ 주입 및 운영 기술		유선 충전 시간 단축 기술
무탄소 선박	저장소 누출탐지 등 모니터링 기술	원자력	연료전지 시스템 내구성 향상 기술
	화학적 전환 기술		폐기를 발생저감 대체소재 기술
	생물학적 전환 기술		도양 탄소장 및 탄소흡수원 등 국토복원 기술
무탄소 선박	광물 탄산화 기술	원자력	기후변화 영향분석·리스크 저감 기술
	무탄소 연료 활용 내연기관 기술		폐자원으로부터 금속자원 회수 기술
	선박용 연료전지 및 배터리 시스템 기술		블루카본(액조류, 열생물 등) 증진 기술
무탄소 선박	전기 모터 추진 시스템 기술	원자력	소형모듈형원자로(SMR) 기술
	무탄소 연료 후처리 및 효율 향상 기술		선진 원자력시스템 기술
			원자력 폐기물 관리 기술

Chapter 3 탄소차액계약제도 국내 도입 시사점

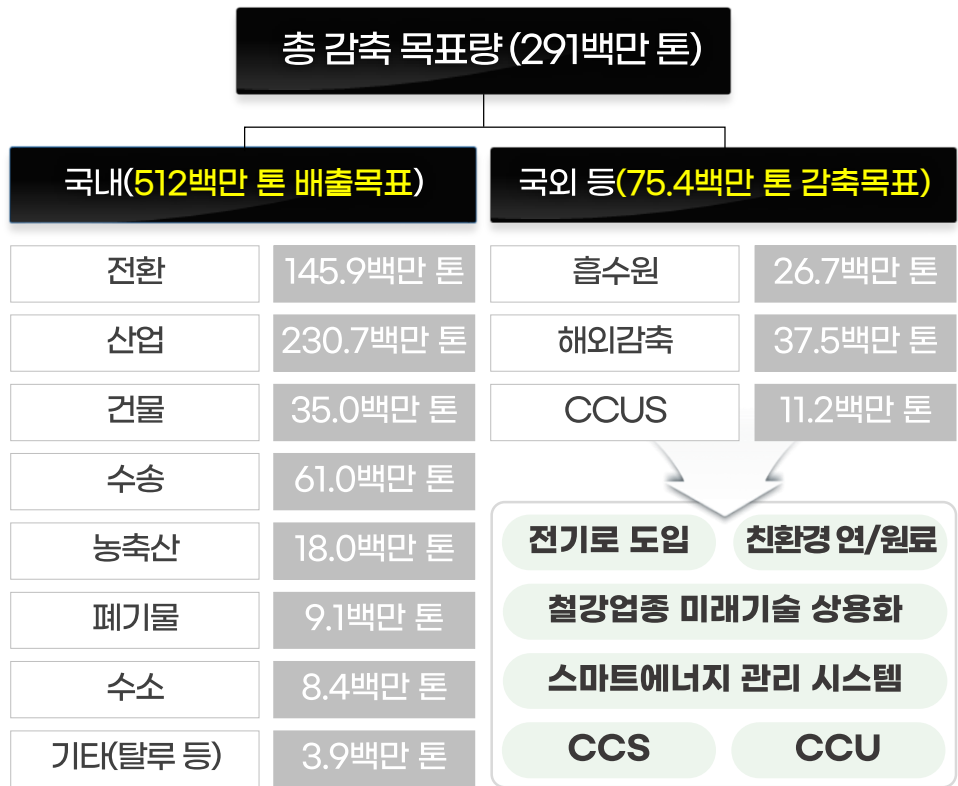


01 대한민국 온실가스 감축 방향성

“ 대한민국은 2018년 온실가스 배출량 대비 40%(약 2.9억 톤) 감축 목표 설정 온실가스 다배출 부문에서의 감축 신기술 도입, 상용화 계획 명시 ”



2030 국가온실가스감축 기본로드맵



효율적으로 NDC 목표를 달성하기 위해 감축 신기술 발굴 필요

2030 NDC 전환부문 전원믹스 구성(안)

- 석탄발전 축소, 신재생에너지 발전 확대, 추가 무탄소전원(암모니아 발전) 등을 활용하여 전원믹스 구성
- 2030년 전환 부문은 2018년 배출량 대비 44.4% 감소한 149.9백만톤 배출 목표 설정

2018년 전원믹스 구성

(단위: TWh)

	원자력	석탄	LNG	신재생	유류	양수	합계
발전량	133.5	239.0	152.9	35.6	5.7	3.9	570.7
비중	23.4%	41.9%	26.8%	6.2%	1.0%	0.7%	100.0%

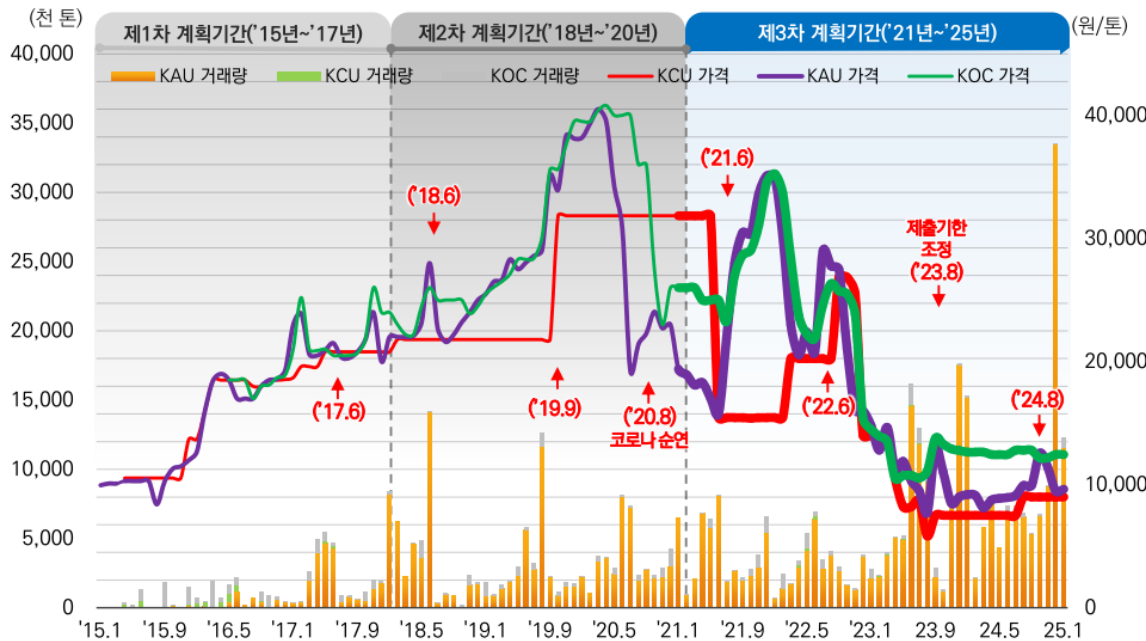
2030년 전원믹스 구성안

(단위: TWh)

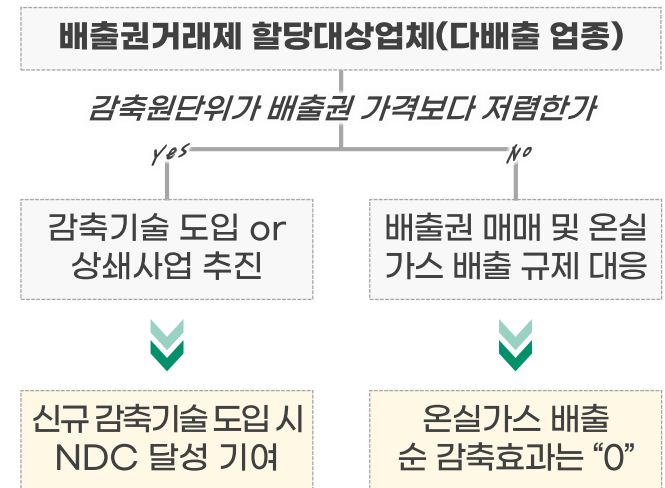
	원자력	석탄	LNG	신재생	암모니아	양수-기타	합계
발전량	146.4	133.2	119.5	185.2	22.1	6.0	612.4
비중	23.9%	21.8%	19.5%	30.2%	3.6%	1.0%	100.0%

01 대한민국 온실가스 감축 방향성

“ 2024년 1월 KOC는 약 12,000원, KAU·KCU는 9,000원 수준에서 거래 ”
 감축원단위가 배출권 가격을 초과할 경우 기업의 온실가스 감축 유인책으로 작용 불가



※ 거래량: 장내·외 거래 기준
 ※ 국내 배출권 가격: 해당 배출권 월말 종가
 ※ KOC가격: KOC21-26, KOC22-27, KOC23-28, KOC24-29 종가의 산술평균 가격
 ※ 화살표(↑): 배출권 제출 시기



2030 NDC 및 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 감축원단위가 높은 업종에 대한 추가 지원 정책 필요

▶▶▶ 정부에서 계약가격 검토 시 배출권 가격 뿐만 아니라 감축원단위 또한 고려 필요

02 탄소차액계약제도 항목별 제도 설계 시사점

“ 제도 도입 시 국내 실정에 맞는 계약가격 및 계약기간 설정 방식 검토 필요
 기업은 감축 기술에 대한 원단위 산정, MRV 체계(방법론) 마련 방법 고민 필요 ”

탄소차액계약제도주요 항목별 국내 도입 시사점

연번	핵심요소	세부내용
1	계약가격	<ul style="list-style-type: none"> • 네덜란드 SDE++의 경우 고정가격, 독일 KSV의 경우 변동가격으로 계약가격 설정 • 장기계약의 경우 국제 에너지 가격 변화 등 제어 불가능한 운영비용 변동에 대해 일부 계약가격에 반영하는 것이 합리적일 것으로 판단됨 • 감축 신기술에 대한 기업 - 정부 간 정보 비대칭을 해소하기 위한 감축기술 검토 및 평가 체계 필요
2	계약기간	<ul style="list-style-type: none"> • 감축 기술 및 업종의 특성에 따라 사업별로 계약기간을 상이하게 설정하는 것이 이상적. 다만 제도 초기에는 계약기간을 단순하게 설정하는 것이 제도 운영 및 활용 측면에서 용이할 것으로 판단됨 • 국내 배출권거래제 계획기간인 5년을 계약기간으로 설정. 이후 기술 상용화까지 계약을 연장하는 방안 가능
3	계약유형	<ul style="list-style-type: none"> • 단기적으로 배출권가격이 계약가격을 초과할 가능성이 매우 낮아 차액계약 or 풋옵션 계약 여부는 중요하지 않을 수 있음 • 다만 이해관계에 따라 기술 상용화 과정에서의 리스크를 해소할 수 있는 옵션 포함 필요
4	지원대상 선정방식	<ul style="list-style-type: none"> • 정보의 비대칭성으로 인한 비효율을 최소화하기 위해 경쟁입찰 방식이 이상적 • 다만, 참여 기업이 부족할 경우를 고려하여 후보업체 선정 → 정부 - 기업 간 협상 단계 필요성 존재
5	지원대상	<ul style="list-style-type: none"> • 수소 및 CCUS 등 기존 지원 시스템이 없는 에너지원 또는 온실가스 감축 기술에 대해 우선적으로 고려 필요 • 또한 독일 KSV와 유사하게 보조금 지급액 결정 시 녹색 프리미엄, 기타 지원금에 대해 제외 필요

한국기후변화연구원

감사합니다

Thanks

