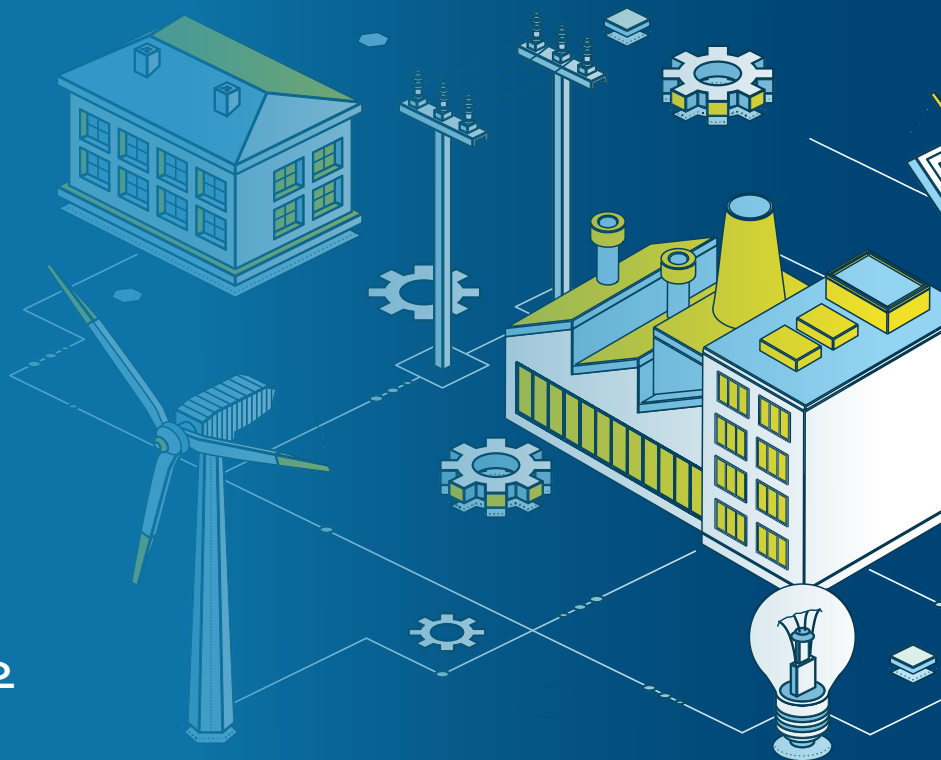


# 석유화학 탈탄소 전기화 전환의 기회와 정책과제 토론회

2026. 4. 10. **금** 14:00-16:00

국회의원회관 제2간담회의실



**주최** 국회의원 오세희·이용우

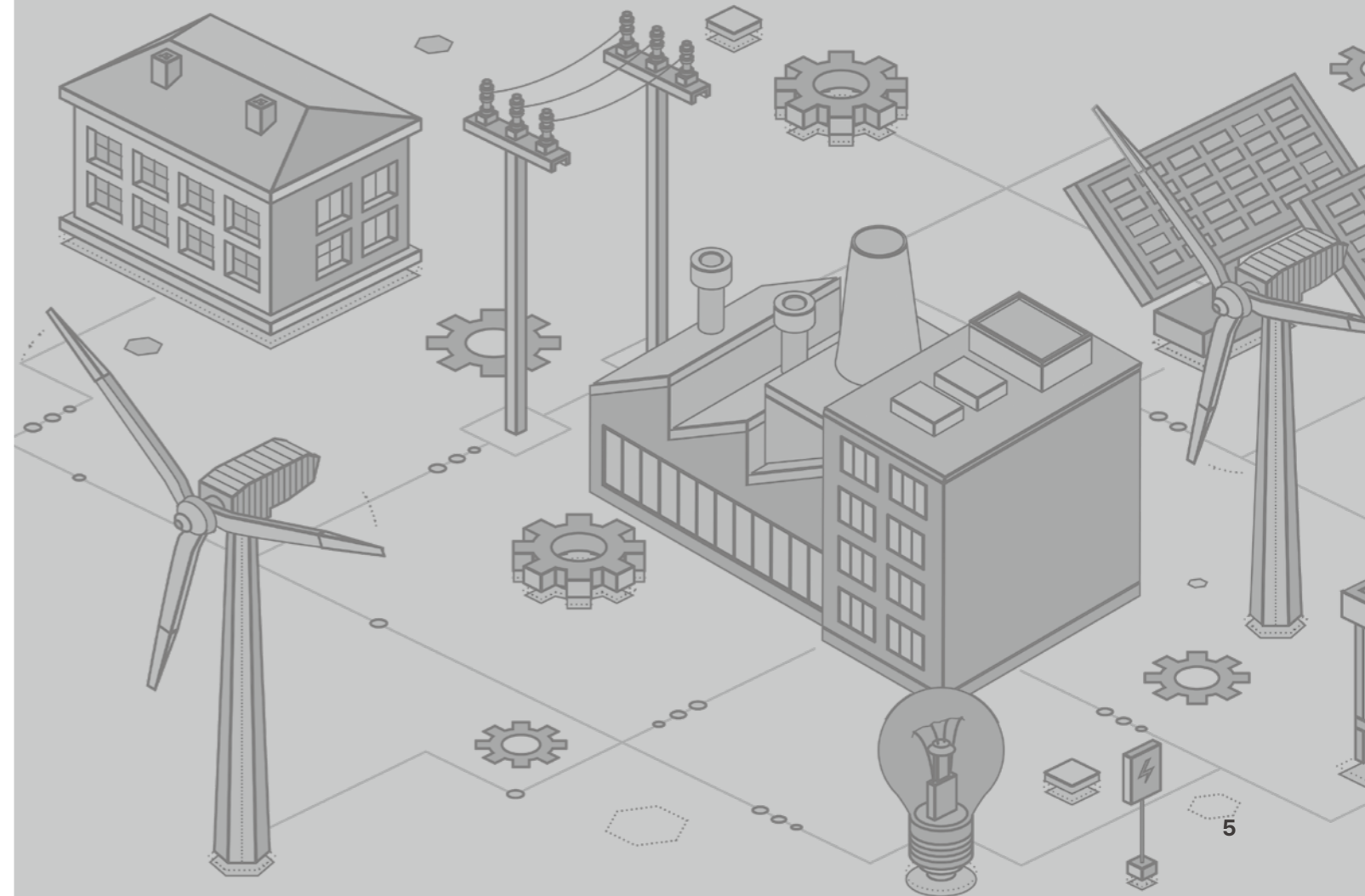
**주관** 기후솔루션

## 행사 안내

구분	세부 일정	내용
개회	14:00-14:05	사회자
축사 및 기념촬영	14:05-14:15	국회의원 오세희   국회 산업통상자원중소벤처기업위원회 국회의원 이용우   국회 기후에너지환경노동위원회
발제	14:15-14:45	<b>발제</b> 전기화를 통한 석유화학산업 탈탄소 전환과 정책과제 김아영   기후솔루션 석유화학팀 연구원
패널 토론	14:45-15:35	<b>좌장</b> 윤제웅   서울대학교 교수 <b>토론 1</b> 백지은   한국화학산업협회 기후에너지본부장 <b>토론 2</b> 장용희   LG화학 저탄소추진팀장 <b>토론 3</b> 김수강   사단법인 넥스트 연구원 <b>토론 4</b> 임국현   기후에너지환경부 재생에너지정책과장 <b>토론 5</b> 김건혁   산업통상부 화학산업과장
Q&A 및 자유토론	15:35-15:50	
폐회 및 정리	15:50-16:00	사회자

## 축사

# 뜻깊은 논의의 장을 축하하며



# 축사

## 국회의원 오세희

| 국회 산업통상자원중소벤처기업위원회



안녕하십니까.

국회 산업통상자원중소벤처기업위원회 더불어민주당 국회의원 오세희입니다.

「석유화학 탈탄소 공정 전기화 전환의 기회와 정책과제 토론회」에 참석해 주신 모든 분을 환영합니다. 뜻깊은 자리를 함께 마련해주신 이용우 의원님과 기술훈련 관계자 여러분께 감사드리며, 바쁘신 가운데 참석해 주신 발제자와 토론자 등 전문가 여러분께도 깊이 감사드립니다.

최근 중동 지역 정세 불안으로 국제 원자재와 에너지 시장의 변동성이 확대되고 있습니다. 원유와 나프타 공급망의 불확실성은 가격 문제를 넘어 산업 경쟁력과 공급망 안정성에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 면밀한 대응이 필요합니다.

석유화학 산업은 비닐, 포장재, 농기자재, 의료용 소재 등 제조업 전반에 필요한 기초소재를 공급하는 국가 기간 산업입니다. 수많은 중소기업과 협력업체, 지역경제와 긴밀히 연결되어 있어 산업의 안정성은 곧 산업 경쟁력과 민생 기반과도 이어집니다.

현재 석유화학 산업은 글로벌 공급과잉과 주요국의 탄소 규제 강화라는 구조적 변화에 직면해 있습니다. EU는 배출권거래제(EU ETS) 개편과 탄소국경조정제도(CBAM)를 통해 탄소 가격 반영을 확대하고 있습니다. CBAM의 직접 적용 대상은 시멘트, 철강, 알루미늄, 비료, 전력, 수소 등이지만, 이러한 흐름은 우리 수출 산업 전반의 경쟁 환경과 공급망 기준에 영향을 미치고 있습니다.

이러한 변화 속에서 나프타 분해시설(NCC, Naphtha Cracking Center)의 공정 전기화는 중요한 전환 과제로 논의되고 있습니다. NCC는 석유화학 산업의 핵심 공정이자 대표적인 에너지 다소비 공정으로, 공정 혁신 여부가 산업 전반의 배출 구조와 경쟁력에 영향을 줄 수 있습니다. 공정 전기화는 단순한 설비 개선을 넘어 산업 경쟁력을 유지하기 위한 구조적 대응으로 볼 필요가 있습니다.

정부는 「탄소중립·녹색성장 기본법」에 따른 국가온실가스감축목표(NDC)를 통해 산업 부문의 감축 방향을 제시하고 있으며, 산업통상부 역시 주력 산업의 성장지향형 그린 전환과 탄소무역장벽 대응을 정책 과제로 추진하고 있습니다. 최근에는 탄소중립 전환 선도 프로젝트 용자, 설비투자 지원 등 관련 정책도 확대되고 있습니다.

다만, 공정 전기화는 기술 개발만으로 추진되기 어렵습니다. 안정적인 전력 인프라, 합리적인 산업용 전력 요금 체계, 산업단지 기반 조성, 투자 부담을 완화할 수 있는 금융 지원이 함께 마련되어야 합니다. 공정 전기화는 개별 기업의 대응을 넘어 산업정책과 에너지정책이 함께 설계되어야 할 과제입니다.

특히 이러한 전환 과정에서 중소기업과 협력업체, 지역경제에 부담이 집중되지 않도록 균형 있는 정책 설계가 필요합니다. 산업 생태계 전반이 함께 대응할 수 있는 단계적 이행 전략과 지원체계 마련이 중요합니다.

또한, 산업 경쟁력과 탄소중립을 함께 달성하기 위해서는 시민사회, 산업계, 정부, 국회가 함께 현실적인 전환 경로를 고민해야 합니다. 다양한 주체의 참여를 통해 실행 가능한 정책 대안을 마련하는 것이 중요합니다.

국회도 산업 경쟁력과 탄소중립이라는 두 과제를 균형 있게 추진할 수 있도록 제도적 기반 마련에 최선을 다하겠습니다. 전환 과정에서 중소기업과 협력업체, 지역 산업이 소외되지 않도록 면밀히 살펴 나가겠습니다.

오늘 토론회가 석유화학 산업의 대응 방향을 함께 모색하고, 실현 가능한 공정 전기화 전략과 정책 과제를 논의하는 의미 있는 출발점이 되기를 기대합니다. 감사합니다.

## 축사

### 국회의원 이용우

| 국회 기후에너지환경노동위원회



안녕하십니까. 더불어민주당 인천 서구(을) 국회의원 이용우입니다.

오늘 「석유화학 탈탄소 전기화 전환의 기회와 정책과제 토론회」 개최를 진심으로 축하드립니다. 토론회를 함께 해주신 오세희 의원님과 기후솔루션 관계자 여러분께도 감사의 말씀을 드립니다.

현재 우리 석유화학 산업은 중대한 전환의 기로에 서 있습니다. 글로벌 공급과잉과 수출시장 경쟁 심화로 산업의 구조적 어려움이 커지고 있는 가운데, 탄소중립 정책과 국제 환경규제는 산업 경쟁력의 새로운 기준으로 자리 잡고 있습니다.

이러한 상황에서 더 이상 기존의 생산 중심 구조만으로는 지속가능한 경쟁력을 확보하기 어렵다는 점이 분명해지고 있습니다.

특히 석유화학 산업 배출의 상당 부분을 차지하는 NCC 공정의 전환은 단순한 온실가스 감축을 넘어, 산업 경쟁력을 재편하는 핵심 과제 중 하나로 떠오르고 있습니다. 이 과정에서 전기화를 기반으로 한 생산 공정 전환은 재생에너지 확대와 산업 경쟁력 강화를 연결하는 중요한 축이 될 것입니다.

앞으로의 산업 정책은 단순한 규제나 지원을 넘어, 에너지 공급 구조와 산업 공정이 유기적으로 연결되는 방향으로 정교하게 설계될 필요가 있습니다.

특히 산업 전기화가 실질적인 경쟁력으로 이어지기 위해서는 안정적이고 합리적인 전력 공급 체계, 그리고 기업이 예측 가능하게 투자할 수 있는 정책 환경이 함께 마련되어야 할 것입니다.

또한 이러한 전환 과정에서 중소기업체와 지역 산업 생태계가 함께 지속가능성을 확보할 수 있도록 정책적 배려와 지원 역시 중요하다고 생각합니다.

오늘 토론회를 통해 NCC 전기화를 포함한 산업 전기화 전환이 기술적 가능성을 넘어 실행 가능한 정책 과제로 구체화되기를 기대합니다. 다시 한번 토론회 개최를 축하드리며, 오늘의 귀한 자리를 바탕으로 건설적이고 풍부한 논의가 이루어지기를 바라겠습니다.

국회 역시 산업 경쟁력과 효과적인 기후 대응을 동시에 달성할 수 있는 합리적인 제도적 기반을 마련할 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

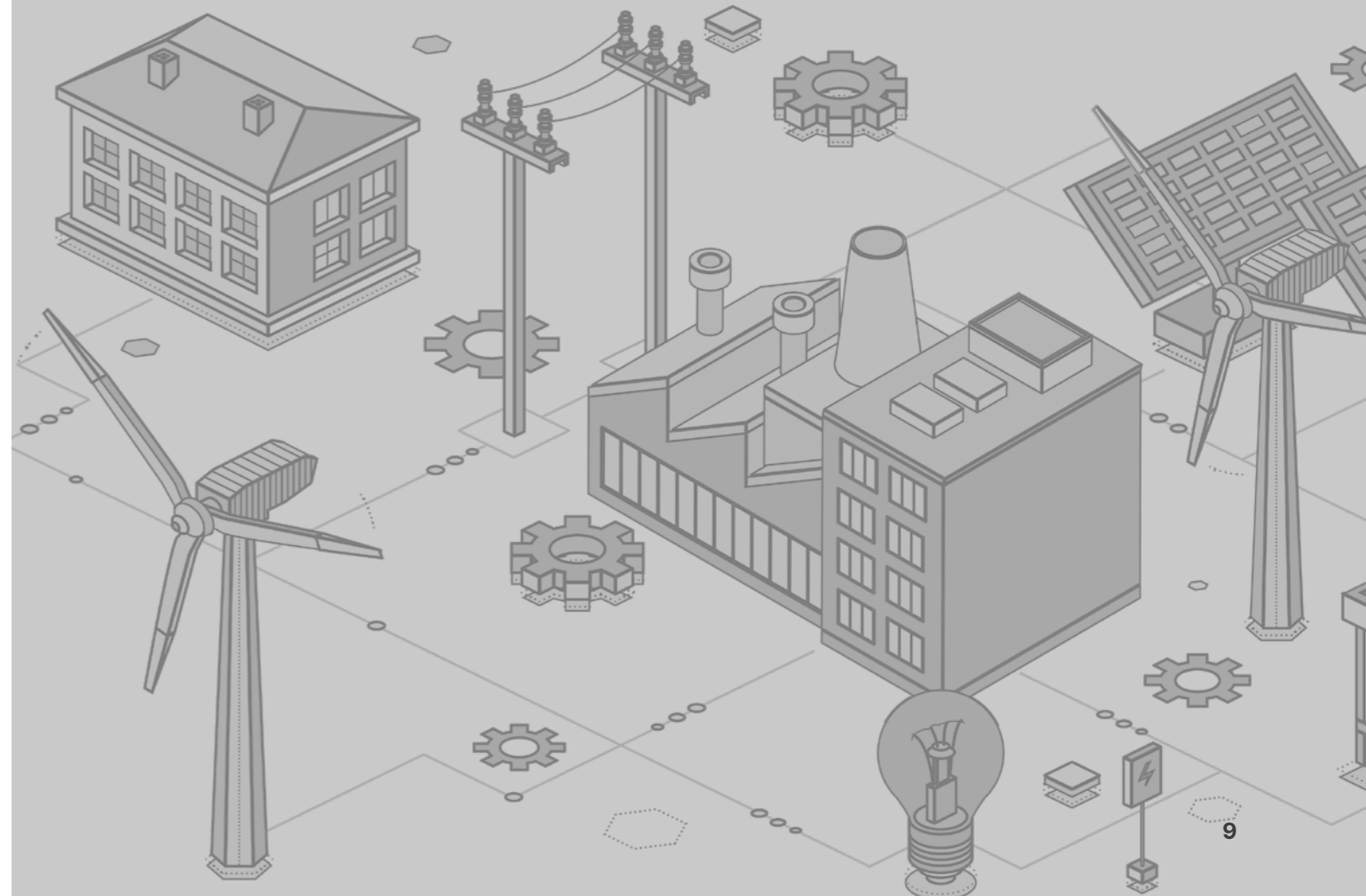
감사합니다.

## 발제

# 전기화를 통한 석유화학산업 탈탄소 전환과 정책과제:

### 김아영

기후솔루션 석유화학팀 연구원



°SFOC 석유화학팀 (Petrochemical Team) SFOC  
Solutions for Our Climate

# 전기화를 통한 석유화학산업의 탈탄소 전환과 정책과제

날짜 2026. 04. 10 (금)  
발표자 김아영 기후솔루션 연구원

COPYRIGHT © 2025 SFOC, Inc. All rights reserved.

SFOC

## 1 국내 석유화학산업 현황

산업 현황 및 지역별 비중

**석유화학산업 구조개편**

중국발 과잉공급으로 인한  
산업 경쟁력 약화 및 고부가  
전환에 대한 필요성 대두

석유화학산업 구조개편  
로드맵 - **NCC 생산능력의  
최대 25% 감축 (370만톤)**

**2050 탄소중립을 위한  
탈탄소 전환**

약 53.6백만톤 탄소배출

산업 탄소 배출량 ('24)  
약 18.8% 차지

국가 온실가스 감축목표 (NDC)  
달성에 중요한 역할

**높은 지역 경제 의존도**

여수, 대산, 울산 지역경제의  
높은 의존도  
전남 - 29.5%, 충남 26.5%  
울산 45% (GRDP)

산업의 위기는 곧 지역  
경제의 위기

SFOC

## 국내 석유화학산업 현황 및 탄소중립의 필요성



2

SFOC

## 1 석유화학 산업 탄소중립의 필요성

해외규제 강화에 따른 산업 경쟁력 측면



**국가 총 수출의 7.2% 차지**

국내 석유화학산업은  
주요 수출산업 중 하나



**EU 탄소국경조정제도 (CBAM)**

석유화학산업 수출 중 약 **9%** 차지  
('23년 기준 48억 달러)

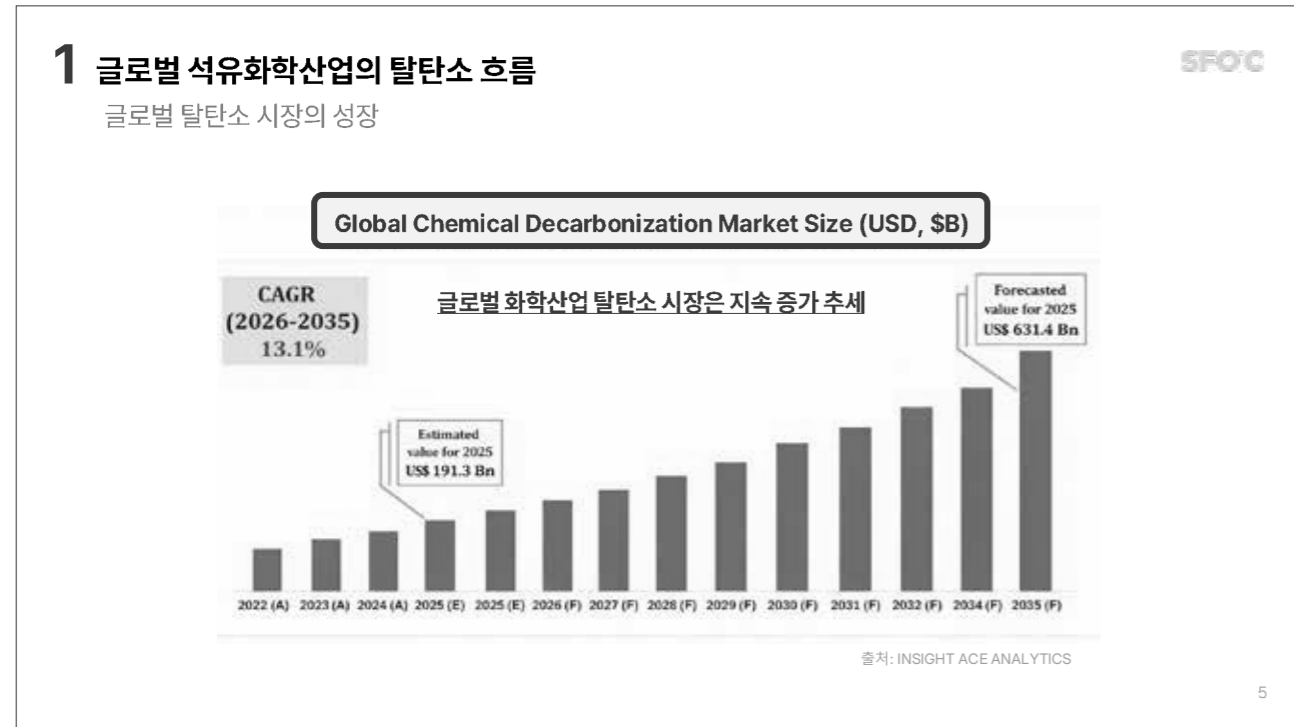


**미국 청정경쟁법 (CCA)**

석유화학산업 수출 중 약 **8%** 차지  
('23년 기준 약 38억 달러)  
→ 탄소집약도

**지역 경제의 지속성과 글로벌 경쟁력 유지를 위한 필수 과제**

4



### 1 사례: BASF Zhanjiang Verbund 석유화학단지

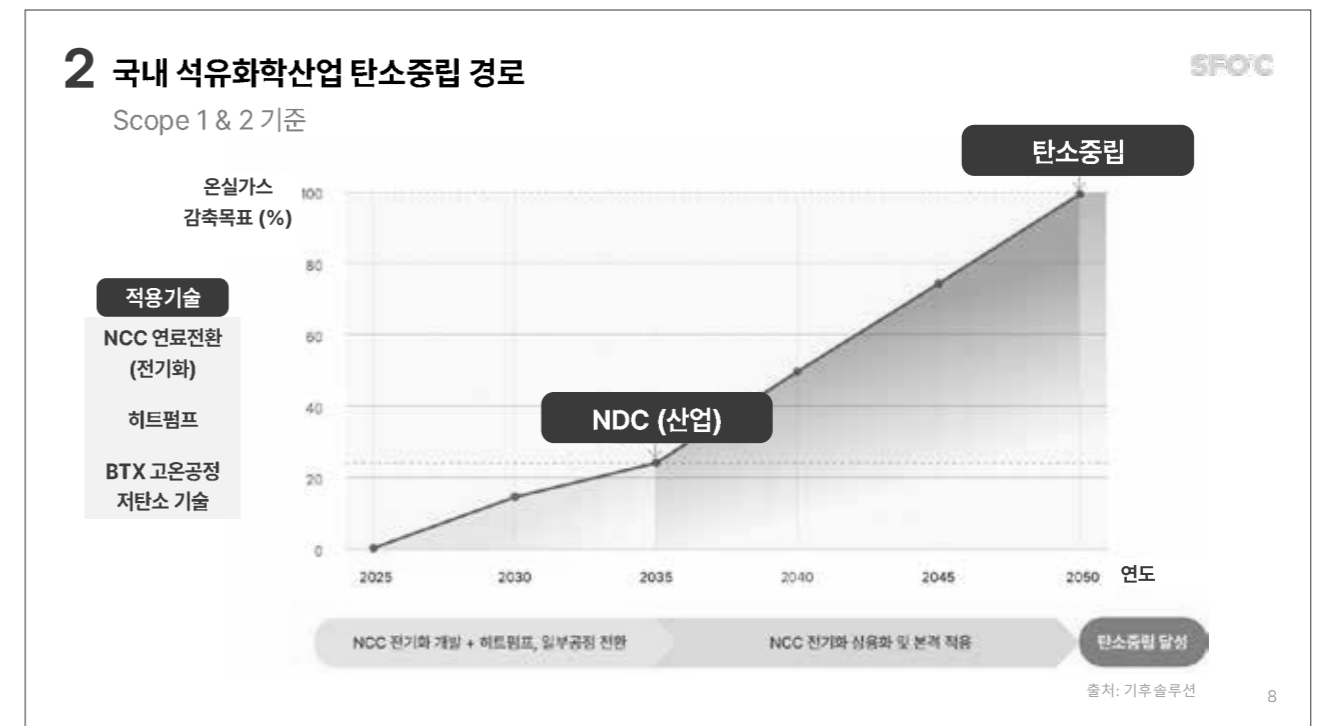
독일과 중국의 석유화학 탈탄소 전환 프로젝트

SFOC

출처: BASF

**저탄소 석유화학 단지**

- 재생에너지 기반 일부 공정 전기화 (PPA, 해상풍력 활용)
- 주요 압축기에 사용되는 에너지를 전량 재생에너지 활용
- **2026년 3월 26일 가동 시작**
- 글로벌 화학산업 탈탄소 흐름에 대응하여 저탄소 공정 설계를 도입한 사례
- 연간 에틸렌 100만톤 생산 규모
- 기존 생산 공정에서 배출되는 탄소 대비 최대 50% 감축 예상



## 2 2050 탄소중립 달성을 위한 핵심 전환기술

납사분해센터(NCC) 공정 연료 전환의 기술: NCC 전기화

**NCC: 전체 석유화학 공정 배출의 약 70% 차지**  
→ 탄소중립을 위해서는 NCC 연료 전환이 시급한 과제

**NCC 전기화 (탄화수소 분해로 전기화 기술)**  
열분해 공정의 연료를 전기로 전환하는 기술 (ex. BASF의 E-Cracker)

→

최근 기후솔루션의 연구 결과: 수소화 대비, NCC 전기화가 비용 효율적인 대안으로 도출 → 재생에너지 기반 에너지원 전환을 통한 근본적 탄소감축 필요

9

## 2 탄소중립 기술혁신 전략로드맵 (2023)

석유화학 > 연료 대체 > NCC 전기 가열로

석유화학 산업 분야의 탄소중립 구현을 위해 ▲**친환경 기반의 연료 및 원료 전환**, ▲**자원 순환(폐플라스틱 활용)**, ▲**에너지 효율화** 등 석유화학 전 분야의 전방위적 기술 혁신 필요

※ (2030 NDC 조정안 '23.3) 산업 전체 분야 '18년 기준 대비 11.4% 감축(▽29.6백만톤) (2050 탄소중립, '21.10) 산업 전체 분야 '18년 기준 대비 80.4% 감축(▽209백만톤)

**탄소중립 기술혁신 방향**

기존에는 (AS-IS)		앞으로 (TO-BE)	
1	탄소 다배출 구조의 열원 공급	→	전기가열로 등 친환경 연료 대체
2	고탄소 석유화학 원료 활용	→	저탄소 바이오매스 기반 원료 대체
3	소각·매립되는 폐플라스틱	→	자원순환을 통한 산업 원료화
4	에너지 다소비 공정	→	에너지 효율화 신공정 전환

□ 기술혁신 추진전략

① (연료 대체) 나프타 분해공정의 열원을 신재생 전력 혹은 무탄소 연료로 대체하고, 잔여 부생가스는 고부가 화학원료로 전환

- (전기 가열로) 전기가열 요소기술(리튬가열, 플라즈마)을 개발하여 최적 가열방식을 선정하고(~28), 소규모 실증(단위: 톤) ~30 중을 거쳐 상업운전으로 확대(30~)
- (무탄소 연료) NCC 설비에 적용 가능한 '수소 혼소·전소, 암모니아 혼소' 열원 기술을 확보하고(~27), 상용급 규모로 실증(NCC 2기, ~30년 이후 점차 확대(30~))
- (부생가스 전환) 부생가스(에타)를 기초유분 및 고부가 화학제품으로 전환하는 공정기술을 개발하고(~28), 소규모 실증(50Nm<sup>3</sup>/hr, ~30)을 거쳐 상용급으로 확대(30~)

11

## 2 2035 NDC 석유화학 산업 핵심 기술: 전기 NCC 기술개발

강도 높은 혁신 지원을 통해 원·연료 탈탄소화, 공정 전기화

**핵심 이행 전략(안) 산업 부문**

- 저탄소제품 생산 인센티브, 다배출기업 탄소 감축설비 지원
- 탄소중립산업법 제정, 기후테크 전략 수립
- 주요 업종별 핵심 기술 개발 및 실증

화학	석유화학	사면업	철강	반도체 디스플레이
수소환원철강 실증 상처치전로 실증 기술개발	전기NCC 기술개발 부생가스 고부가전환	온칩시멘트 KS제정 저온소성 공정로 실증	차세대 바이오연료 기술개발	RCWP 공정가스 기술개발·실증

출처: 2035 국가 온실가스 감축목표(NDC) 대국민 공청회 발표자료 (부처합동)

10

## 2 지역별 전환비용 및 전력수요 개요 - NCC 전기화 도입 시

2025 - 2050 누적 비용 (재생에너지 기반 전력비용 포함)

출처: 기후솔루션

	여수	대산	울산	전국 합계 (기타 지역 포함)
총 온실가스 감축비용 (2025-2050 누적) 에너지 비용 포함	약 36조원	약 31조원	약 23조원	약 91조원
지역별 최대 전력 수요 추정치 (TWh, 2050 기준)	약 37.5	약 28.85	약 24.42	약 91.4

**2030년까지 재생에너지 100GW 보급 및 발전단가 100원/kWh 목표 선언 (기후에너지환경부)**

12

# NCC 전기화 기술개발 추진경위 및 R&D 현황



SFOC

13

## 3 NCC 전기화 기술개발 추진 경위

탄소중립산업핵심기술개발사업

- **2020.12월**  
탄소중립 2050 추진전략 (관계부처 합동)  
2050 장기저탄소 발전전략 (관계부처 합동)
- **2021.2월**  
탄소중립산업핵심기술개발사업 예타  
기획추진 (산업부, KETI)
- **2021.3월**  
탄소중립 기술혁신 추진 전략 (과기부)
- **2021.11월**  
탄소중립 산업-에너지 R&D전략 (산업부)
- **2022.10월**  
탄소중립산업핵심기술개발사업 예비타당성  
조사 통과 (KISTEP)
- **2023. 3월**  
탄소중립 기술혁신 전략 로드맵 (과기부)

**산 업** | 연계물파형 기술로 공정을 근본적으로 전환

③ (석유화학) 나프타 분해로를 전기가열 분해 공정으로 전환

④ 화학연료 기반 나프타 분해센터(NCC)를 전기가열로 방식으로 전환  
«나프타 전기가열 분해공정 단계별 기술개발»

기간	-30	-40	-50
기술	전기가열 분해 공정 개발	230kg/hr 처리용량로 상용	전기가열 분해로 상용화 - 50% 원가저감의 60%에 적용

**NCC 전기화 계획 반영**  
(‘40까지 실증, ‘50년까지 65% 적용)

SFOC

15

## 3 NCC 전기화 기술개발 추진 경위

탄소중립산업핵심기술개발사업

- **2020.12월**  
탄소중립 2050 추진전략 (관계부처 합동)  
2050 장기저탄소 발전전략 (관계부처 합동)
- **2021.2월**  
탄소중립산업핵심기술개발사업 예타  
기획 추진 (산업부, KETI)
- **2021.3월**  
탄소중립 기술혁신 추진전략 (과기부)
- **2021.11월**  
탄소중립 산업-에너지 R&D전략 (산업부)
- **2022.10월**  
탄소중립산업핵심기술개발사업 예비타당성  
조사 통과 (KISTEP)
- **2023. 3월**  
탄소중립 기술혁신 전략 로드맵 (과기부)

**붙임2** | 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 세부 현황

기술	정의	종류	세부기술
③ 석유화학	탄소중립 화학산업 구축을 위한 저탄소 원료 및 신재생에너지 활용, 공정에너지 저감, 부생자원 전환 등 석유화학 산업 공정 전반의 탄소 저감 기술	탄소중립 원료 활용	비석유가스 활용 폐물리식 활용 C1가스 전환
		공정 탄소 저감	석유화학공정 전기화 저탄소 핵심공정 개발

**10대 핵심기술 내 세부기술에 석유화학공정 전기화 포함**

SFOC

14

## 3 NCC 전기화 기술개발 추진 경위

탄소중립산업핵심기술개발사업

- **2020.12월**  
탄소중립 2050 추진전략 (관계부처 합동)  
2050 장기저탄소 발전전략 (관계부처 합동)
- **2021.2월**  
탄소중립산업핵심기술개발사업 예타  
기획추진 (산업부, KETI)
- **2021.3월**  
탄소중립 기술혁신 추진 전략 (과기부)
- **2021.11월**  
탄소중립 산업-에너지 R&D전략(산업부)
- **2022.10월**  
탄소중립산업핵심기술개발사업 예비타당성  
조사 통과 (KISTEP)
- **2023. 3월**  
탄소중립 기술혁신 전략 로드맵 (과기부)

**[ 석유화학 분야 ]**

이에, 정부는 석유화학 전(全)주기 ①연료 대체 ②원료대체 ③자원순환 ④에너지 효율에 걸쳐 전환경 공명핵심기술이 '30년 전후를 기점으로 상용기술로 안착' 되는 것을 목표로 기술 개발 전략을 수립하였다.

먼저, \*연료 대체 분야에 있어서 기존의 고탄소 연료를 전기 혹은 무탄소 연료(수소/바이오 가스/수소 등)로 전환하는 기술을 단계적으로 확대하여 전기 가열로의 수율을 기존 석유기반의 공정 이상(30년 기준 예컨대 80% 수율 30% 이상)을 달성 하고, 무탄소 연료도 기존 공정에 실제 적용(2025 기준 NCC 2기)하여 확대하는 것을 목표로 개발해 나간다.

▲ [대표적] 전기 가열로 : 1단계 : - 20년 원천기술개발(2025) 확보 - 20년 : - 30년 50% 원가저감 달성 - 30년 이후 : 20년 이후 원천기술 NCC 1기 이상 상용화로 확대

**NCC 전기화 계획 반영**  
(‘30년 전후를 기점으로 상용기술로 안착 목표)

출처: 과학기술정보통신부 "한국형 탄소중립 100대 핵심기술 확정 본격적인 탄소중립 기술개발 청사진 제시" 보도자료

SFOC

17

### 3 탄화수소 분해로 전기화 기술개발

NCC 전기화 정부과제

SFOC

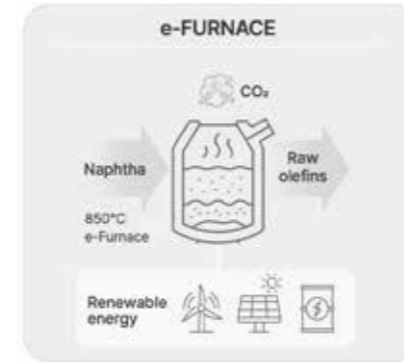
관리번호	2023-석유화학-중간-승인01-세부01	산업 기술 분류	중분류 I 화학공정	중분류 II -
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품			
융합유형	<input type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input type="checkbox"/> 신산업창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음			
해당여부	<input checked="" type="checkbox"/> 탄소중립 <input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> IP R&D연계 <input type="checkbox"/> 경쟁형 R&D <input type="checkbox"/> 국제공동 <input checked="" type="checkbox"/> 안전과제 <input checked="" type="checkbox"/> 대한통일형			
R&D자율성 트랙 유형	<input checked="" type="checkbox"/> R&D자율성트랙(일반) <input type="checkbox"/> R&D자율성트랙(시장)			
세부 과제명	탄화수소 직접가열 분해로 개발 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)			
<b>I. 개념 및 정의</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>석유화학은 원유 정제과정에서 발생하는 나프타의 분해공정 중 발생하는 부생 가스를 연료로 연소하는 과정에서 다량의 이산화탄소를 배출하고 있음</li> <li>국내 석유화학 기업이 기초유분 1톤을 생산할 때 배출하는 이산화탄소는 약 1톤에 달함</li> <li>이산화탄소가 발생하는 메탄 등의 부생가스 연소가 아닌 신재생 에너지 전기를 이용한 가열로 대체를 통해 획기적인 탄소배출 감축 필요</li> <li>탄화수소 열분해 공정의 열원을 화석연료 연소에서 전기 기반의 방식으로 전환하는 공정 개발</li> <li>석유화학 분야 온실가스 배출은 주로 탄화수소의 열분해에 필요한 에너지를 얻기 위한 화석연료의 연소에서 발생</li> <li>화석연료의 연소가 아닌 재생전기 기반의 직접 전기가열방식으로 전환하여 이산화탄소 배출을 원천적으로 제거</li> <li>발전저장 소재의 직접 열원이 가능한 전기분해로와 고장력 공급 장치를 개발하고 안정적인 운전을 통해 탄화수소 분해 성능을 검증</li> </ul>				

- 탄소중립산업핵심기술개발 (R&D)
  - 과제명: 탄화수소 직접가열 분해로 개발
  - 과제기간: '23.7 - '28.12
  - 기술성숙도 (TRL): [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계
  - 참여기관: (주) LG 화학

### 3 BASF - SABIC - Linde 전기가열로 프로젝트

세계 최초의 대규모 전기 가열로 실증 플랜트

SFOC



출처: SABIC 자료 이미지 재구성

#### 재생에너지 기반 화학공정 전환

- 화학공정을 재생에너지 기반으로 전환하는 것을 목표로 추진
- 기초화학제품 생산에 필요한 고온을 재생에너지로 공급

#### 실증 플랜트 개요

- 시간당 약 4톤 규모의 탄화수소 처리
- 공정에 필요한 에너지를 재생에너지로 조달 (풍력, 태양광, 수력 등)

#### 지원 프로그램

- 독일연방경제기후행동부 (BMWK) '산업 탈탄소화 (Decarbonization in Industry)' 프로그램으로 지원
- EU 'NextGenerationEU' 프로그램을 통한 자금 지원

출처: BASF

### 3 NCC 전기화 관련 해외 및 국내 프로젝트 현황

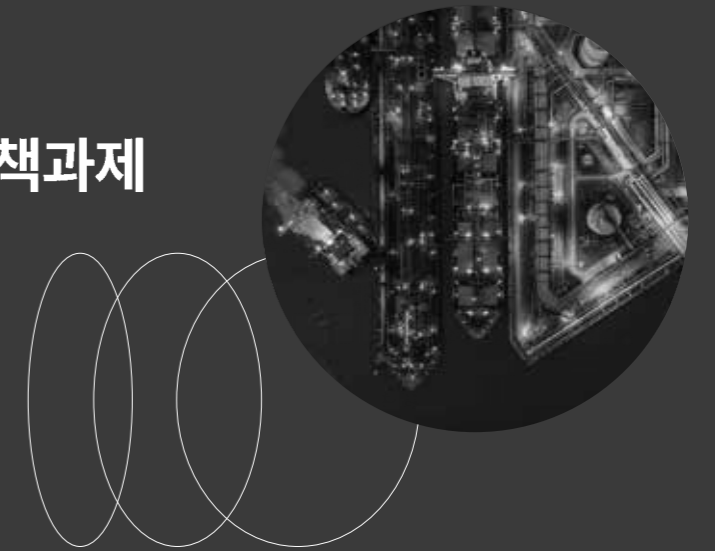
SFOC

연도	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>BASF-SABIC-Linde (STARBRIDGE™)</b>		공동개발 협약 (2021)	대규모 실증 기술개발 (2022~)		대규모 실증 설비 가동 (2024~)	
<b>Shell-Dow (E-cracking Demonstration Project)</b>	공동개발 협약 (2020)		실험 유닛 가동 및 검증 (2022~)			실증 설비 가동 (2025~)
<b>LG 화학 (탄화수소 분해로 전기화)</b>	-		소규모 실증 기술개발 (2023~)			

출처: BASF, Shell

## 국내 석유화학산업 탄소중립을 위한 정책과제

SFOC



### 4 석유화학산업의 경쟁력 강화 및 지원에 관한 특별법 (석유화학특별법)

SFOC

제2조제2호: "석유화학 핵심전략기술"이란 석유화학산업의 고부가 전환 및 온실가스 감축에 필요한 기술로서 대통령령으로 정하는 기술을 말한다

- "석유화학 핵심전략기술"에 "NCC 전기화"를 포함한 NCC 공정전환 기술 포함
- 신속한 상용화를 위한 구체적인 지원계획 필요

제2조제3호: "고부가 전환"이란 희소성, 수익성, 환경성 등이 높은 고부가 제품 생산 및 원가혁신 등을 통한 고부가화 등 대통령령으로 정하는 기준에 따른 사업혁신 활동을 말한다

- 제 5조 (세제 지원): 고부가 전환에 대한 세제 지원
- 제 6조 (재정 지원 등): 고부가 전환에 필요한 재정 및 금융 지원

NCC 전기화를 중심으로 한 탈탄소 전환기술에 대한 제도적 지원 기반 마련

21

### 4 K-GX 전환금융을 통한 지원

SFOC

금융시장의 '모험자본' 공급을 통해, 기업 체질 개선을 위한 '생산적 금융' 확대 (출처: 금융감독원)

총 790조원 규모의 대규모 기후금융 지원 (2026-2035년)

- 상향된 2035 NDC 달성과 국가적 녹색전환 전략을 뒷받침
- 명확하고 구체적인 계획을 통해 "석유화학산업 공정 탈탄소 전환 (NCC 전기화)" 지원 필요

적용 범위 확대

- 화학, 철강 등 다배출 제조업 기업들 → 저탄소/친환경 구조로의 체질 개선을 지원

K-GX 내 석유화학 탈탄소 공정 전환에 대한 구체적 실행계획 마련 필요  
기업의 적극적인 공정 전환 노력 병행 필요

23

### 4 2027 국가 예산에 공정 전환 탈탄소화 사업 실증을 위한 지원 반영

SFOC

공정전환 (NCC 전기화) 을 중심으로 하는 석유화학 탈탄소 과제 실증에 대한 예산 편성 필요

K-화학 차세대 기술혁신 로드맵 2030

- "1) 고부가 전환, 2) 친환경 전환, 3) 글로벌 환경규제 대응강화"라는 3대 축을 중심으로 R&D 및 인프라 고도화를 통한 공정기술 확보 계획
- 글로벌 고부가 경쟁력: 중국 > 미국 > 일본 > 독일 > 한국 (출처: 한국산업기술기획평가원)
- 정부, 고부가 및 친환경 전환을 위한 대형 R&D 사업 준비 중
- 산업 GX 플러스 사업 → 다배출산업 대상 탄소감축을 위한 공정 혁신/실증지원
- "석유화학 기업들이 신속하게 구조개편에 나선다면, 정부 역시 대규모 R&D 지원을 통해 고부가/친환경 전환을 확실히 뒷받침 할 것" 성명

산업 구조개편이 진행 중, 정책 지원 방향도 명확  
→ 예산 편성을 통해 공정 전환 (특히 NCC 전기화)에 대한 구체적 지원 필요

22

### 4 NCC 공정 전환을 위한 투자 성립 조건 확보

SFOC

공정 전기화 (재생에너지 기반) 기술 도입 실현성 및 경제성 확보

재생에너지 전력 수요 충족 필요

- NCC 전기화 등 다배출 공정 전기화에 따른 재생에너지 전력 수요 충족 필요
- 야심찬 재생에너지 보급 목표 설정과 함께 인프라 구축 및 조달 정책 연계 필요
- 경쟁력 있는 재생에너지 보급량 및 가격을 통해 NCC 전기화 사업의 경제성 확보

전환투자 수익 안정화 정책

- 현재 탄소 누출업종에 대해 배출권 전량 무상할당 → 기업의 탄소감축 투자 유인 부족
- 탄소 배출권 거래제 (ETS) 정상화 등 제도적인 전환 투자 수익 안정화 필요

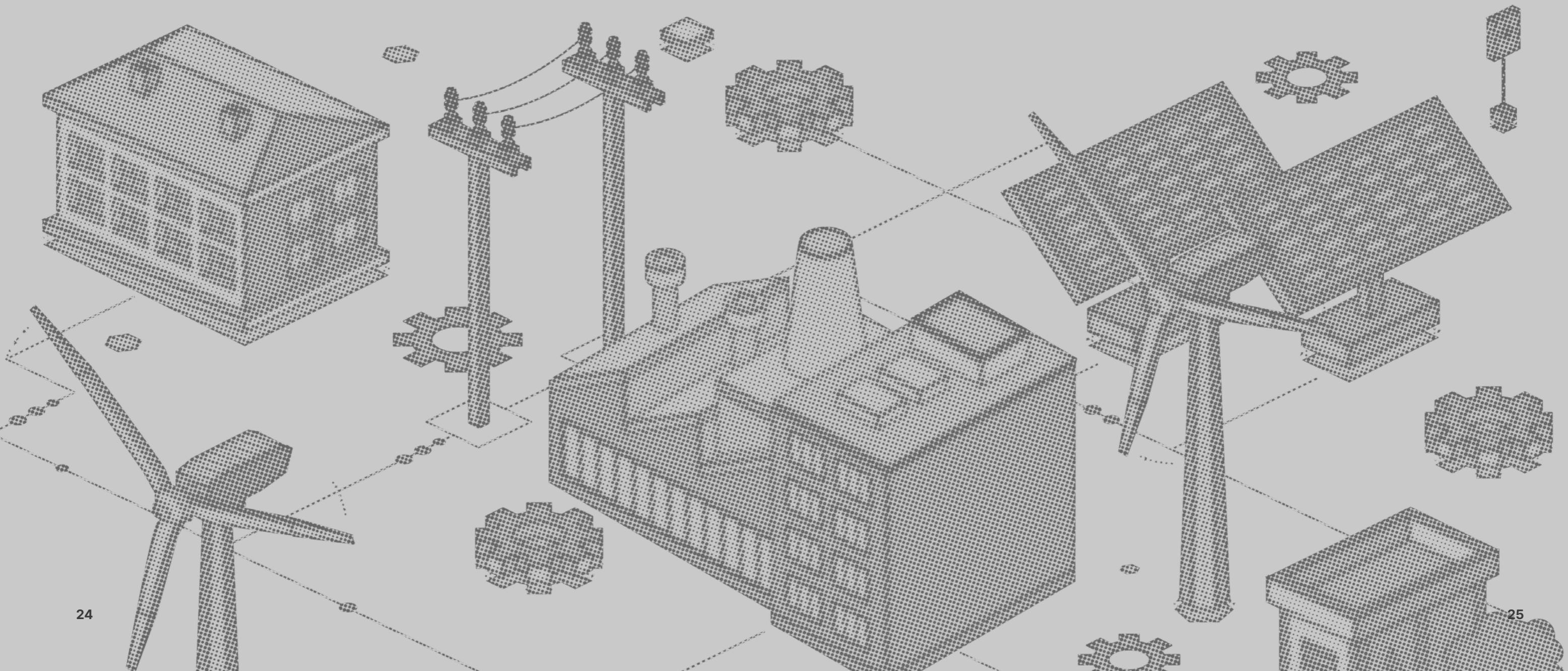
24



토론

# 패널과 함께하는 종합 토론

좌장 : 윤제용 | 서울대학교 교수



# 패널토론

## 토론 ①

백지은

한국화학산업협회 기후에너지본부장

### 1. 산업현황

- 석유화학산업은 자동차, 전자, 섬유 등 주력산업과 일상생활에 필요한 기초 화학소재를 공급하는 국가 핵심 기반 산업임. 동시에 석유화학산업은 나프타 분해(NCC), 보일러 및 가열로 등 고온 연속 공정 중심 구조로, 연료 연소와 공정 배출이 동시에 발생하는 대표적인 다배출 산업임. 특히 대규모 설비의 장기간 연속 운전 특성으로 인해 단기간 내 공정 전환이나 설비 교체가 쉽지 않은 구조적 한계를 가지고 있음
- 2024년 기준 석유화학산업은 국내 온실가스 배출의 약 7.7%, 산업부문 배출의 약 18.7%를 차지하고 있으며, 특히 NCC는 전체 배출의 절반 이상을 차지하는 핵심 배출원임. 이러한 높은 배출 비중과 공정 특성을 고려할 때 단순한 효율 개선이나 연료 전환만으로는 감축에 한계가 있으며, 전기가열 분해공정과 같은 근본적인 공정 전환 기술이 중장기 핵심 감축 수단으로 검토될 필요가 있음

### 2. NCC 전기화 기술 현황

- NCC 공정은 석유화학 산업의 핵심 배출원으로 NCC 전기화는 탄소중립 달성을 위한 핵심 기술로 평가됨. 전기가열 분해기술은 연소 기반 공정을 전기로 대체함으로써 공정 배출을 구조적으로 저감 할 수 있는 잠재력을 가진 기술임
- 다만 현장에서의 가장 큰 문제는 기술개발과 산업 적용 사이의 단절임. 국내는 아직 실증 이전 단계에 머물러 있는 반면, 해외 주요 기업들은 이미 실증 단계에 진입하고 있어 격차가 존재하는 상황임
- 특히 석유화학 업계는 수익성 악화와 구조조정, 대규모 투자 부담 등으로 인해 실증 단계로 나아갈 동력이 제한적인 상황임. 설비 전환 시 막대한 투자비와 생산 중단에 따른 기회비용이 수반되는 점도 주요 부담 요인임
- 또한 NCC 전기화는 막대한 전력 수요와 무탄소 전력 인프라, 초기 투자 리스크 등으로 인해 기업 단독으로 추진하기 어려운 구조이며, 전력 가격과 공급 여건에 따라 경제성이 크게 좌우되는 기술임
- 결국 기술은 개발되고 있으나 실제 산업에 적용될 수 있는 여건은 아직 부족한 상황으로, 기술개발과 산업 적용 간 단절을 해소하기 위한 정책적 지원이 병행될 필요가 있음

### 3. 협력단 운영 현황

- 석유화학 탄소중립협력단은 '탄소중립 기술개발을 통한 탄소 제로 석유화학 산업으로의 대전환 실현'을 목표로 운영되고 있음. '23년~'30년 석유화학 탄소중립 핵심기술개발 사업을 통해 ①플라스틱 업사이클링, ②바이오매스, ③부생가스, ④전기가열 분해로, ⑤저에너지 혁신공정 등 5개 분야 20대 전략과제가 도출되었으며, 이 중 메탄의 화학 원료전환과 NCC 전기로 분해공정 등 산업 파급효과가 큰 과제가 선정되어 추진되고 있음
- 현재 협력단은 2단계에 진입하여 기술개발 성과를 산업 적용 및 정책과 연계하는 방향으로 역할을 확대하고 있으며, 기술교류회, 그랜드컨소시엄, 운영위원회 등을 통해 산업계 의견 수렴과 정책 대응 기능을 강화하고 있음

### 4. 향후 성과 확산 방향

- 향후 성과 확산은 단순 기술개발을 넘어 실증 및 산업 적용 중심으로 전환될 필요가 있음. 협력단에서는 금년도에 전기로 NCC 및 무탄소 NCC 기술을 중심으로 기술개발-실증-상용화를 포괄하는 중장기 로드맵을 수립할 예정이며, 이행 과정에서 발생하는 전력, 투자, 인허가, 인프라 등 애로사항을 체계적으로 발굴하고자 함
- 또한 운영위원회와 및 업계 인터뷰를 통해 산업계 애로사항을 지속적으로 수렴하고, 이를 기반으로 정책 지원 과제를 도출하여 정부 정책과의 연계를 강화해 나갈 계획임. 아울러 NCC 공정 중심의 탄소감축 전략 보고서를 통해 산업 적용 가능성과 제약요인에 대한 분석을 병행함으로써, 보다 현실적인 감축 전략 마련을 지원하고자 함

### 5. 정책 지원사항

- 이러한 관점에서 NCC 전기화 기술의 산업 확산을 위해서는 정부 주도의 실증사업 지원, 전환 투자에 대한 금융 지원, 전력 공급 및 인프라 구축 등 종합적인 정책 지원이 함께 이루어질 필요가 있음. 특히 석유화학 산업의 구조적 특성과 현재의 경영 여건을 고려할 때, 기술개발만으로는 한계가 있으며, 산업 전환을 유도할 수 있는 정책적 기반 마련이 중요한 시점임
- 특히 탄소중립 실증과제의 경우 수요기업인 대기업의 참여가 필수적이나, 현행 제도에서는 기관부담연구개발비, 현금부담, 기술료 비율이 과도하게 높아 국책과제 참여의 부담으로 작용하고 있음
- 공익적 성격이 강한 탄소중립 과제의 경우 대기업 부담을 완화하여 대규모 실증사업 참여를 유도할 필요가 있으며, 특히 수천억원 규모가 예상되는 Demo 실증의 경우 기업 부담 구조 개선이 필요함. 따라서 NDC 목표 달성을 위한 탄소중립 실증과제에 대해서는 현금부담 및 기술료 등 제도적 개선이 필요함
- 앞으로 석유화학 탄소중립 협력단은 기술개발-실증-상용화를 연결하는 실행 중심 플랫폼으로서 역할을 강화하고, 산업계 의견을 정책에 반영하는데 기여해 나가고자 함. 국회와 정부에서도 이러한 산업 현실을 고려한 정책적 지원을 적극 검토해 주시기를 요청드립니다

## 패널토론

# 토론 2

장용희

LG화학 저탄소추진팀장

### 전기화 NCC 기술 개발 현황 및 기술적 요구사항

전기화 NCC(전기로 기반 나프타분해설비, e-Furnace)는 기존 NCC 공정에서 부생가스(메탄 등)를 연소해 얻던 열원을 무탄소 전력으로 대체하여, 공정에서 발생하는 직접배출(Scope 1)을 크게 줄일 수 있는 핵심 기술입니다. Net-zero 전환을 준비하는 석유화학 산업에서 전기화 NCC는 선택이 아니라 필수 기술로 거론되고 있으며, LG화학도 국책과제를 통해 관련 기술을 개발하고 있습니다.

LG화학의 전기화 NCC 개발은 2021년 정부와의 협의를 통해 목표와 방향을 설정한 이후, 2022년 예비타당성 조사를 거쳐 2023년부터 연구개발에 착수했습니다. 1단계(2023-2025년)에서는 상용 설비의 tube와 유사한 크기의 tube를 제작하고 전기 가열을 통해 승온 및 온도 제어가 가능한지, 그리고 내부로 투입되는 스팀의 온도를 올리는 등 열전달이 정상적으로 이루어지는지를 기본 검증했습니다. 또한 고등기술연구원에 설치된 size-down 설비를 활용해 탄화수소 형태 물질을 투입하는 조건에서도 동일한 성능 검증을 수행했습니다.

2단계(2026-2028년)에서는 기존 검증된 전기화 설비를 기반으로 납사를 투입하여 열분해하고 동일한 수준의 전환율 및 운전 안전성을 검증할 수 있는 시스템을 설계할 계획이며, 전남 TP에 구축 예정인 무탄소 NCC 설비와 연계해 2027년 말부터 본격적인 기술적 검증을 진행할 예정입니다.

한편 NCC 공정은 850-900°C의 열분해 공정, 35-40 kgf/cm<sup>2</sup> 수준의 압축 공정, -170°C의 냉각 공정 등 고온·저온 공정이 결합된 에너지 집약적 공정입니다. 현재는 납사 분해 과정에서 발생하는 부생가스와 일부 분리되지 않은 수소를 연소해 필요한 에너지를 얻는 구조가 일반적입니다. 에틸렌 100만 톤 규모의 표준 NCC를 가정하면 부생가스 발생량은 약 40만 톤, 에너지로 단순 환산 시 약 8TWh 수준으로 추산되고 있습니다.

따라서 이 에너지를 전기로 대체하기 위해서는 몇 가지 선결 조건이 필요합니다. 첫째, NCC 1기당 대형 원전 1기(약 1GW)에 준하는 대용량 전력이 24시간 안정적으로 공급되어야 합니다. 둘째, 전기화 NCC가 탄소 감축에 실질적으로 기여하려면 전력망의 탄소배출계수(전력의 탄소집약도)가 현재보다 현저히 낮아져야 한다. 예컨대 NCC 1기의 부생가스 연소 배출을 135만 톤으로 가정하더라도, 현 전력망 배출계수에서 8TWh를 사용할 경우 배출량이 약 360만 톤 수준으로 계산되어 전력의 저탄소화가 필수적입니다.

셋째, 전기화로 공정에서 더 이상 쓰지 않게 되는 잉여 부생가스(약 40만 톤/기)를 산업적으로 유용한 물질로 전환하는 기술이 필요합니다. 이는 수소 전환, 원료화, 고부가 제품화 등 다양한 경로가 가능하나, 에너지 효율과 경제성이 함께 확보되어야 한다. 넷째, 경쟁력 있는 전력 가격이 필요합니다. 부생가스는 공정 부산물로서 사실상 LNG 원가 이하 수준으로 취급되는 반면, 전기는 요금 체계와 수급 여건에 따라 비용 부담이 커질 수 있으므로 산업 경쟁력을 유지하려면 전력 단가가 부생가스와 유사한 수준으로 형성되거나, 탄소가격·인센티브 등 제도적 보완이 병행되어야 합니다.

결론적으로 전기화 NCC는 석유화학 산업의 Net-zero 달성을 위해 반드시 필요한 기술이지만, 기술개발 자체만으로 충분하지 않습니다. 안정적 대용량 전력 인프라, 저탄소 전력망, 잉여 부생가스 전환 기술, 전력 가격 및 제도 환경이 함께 갖춰질 때 비로소 전기화 NCC는 NDC 감축에 실질적으로 기여할 수 있습니다.

# 패널토론

## 토론 3

김수강

사단법인 넥스트 연구원

안녕하세요 사단법인 넥스트 연구원 김수강입니다. 사단법인 넥스트는 아시아의 넷제로 전환을 목표로 하는 에너지 기후 정책 싱크탱크로 탄소중립 목표 달성을 위한 에너지, 기후 정책 옵션을 연구하고 제안하고 있습니다.

저는 산업탈탄소 팀에서 석유화학을 담당하고 있으며, 오늘은 최근 공개한 리포트 '여수석유화학단지, 청정전환을 위한 전기화 전략과 제도 개선 과제' 내용을 위주로 말씀드리고자 합니다.

**석유화학단지가 전기화를 통해 글로벌 공급과잉과 탄소규제 강화라는 압력 속에서 어떻게 돌파구를 찾을 수 있을지, 재생에너지 전력 조달 가능성과 이를 뒷받침할 수 있는 제도적 과제에 대해 설명드리고자 합니다.**

### ① 재생에너지 조달의 시각지대였던 석유화학단지, 분산특구로 전환점을 맞다

지난 몇 년간 반도체, 배터리 기업들이 RE100을 선언하고 재생에너지 PPA 계약에 나서는 동안, 석유화학업계는 이 논의에서 사실상 소외되어 있었습니다. 이유는 단순합니다. 기존 PPA 단가를 부담할 여력이 없었기 때문입니다. 2025년 기준 재생에너지 PPA 단가 상한은 190원/kWh 수준입니다.

그런데 석유화학업계는 5년째 불황이 이어지고 있어, 현행 산업용 전기요금도 크게 부담이 되는 상황입니다. 이에 기업들은 자가발전과 집단에너지 투자를 통해 전력비용을 감축하고자 했습니다. 한전보다 10%에서 최대 30%까지 저렴하게 전력을 공급받을 수 있기 때문입니다. 여수산단의 경우 총 1.3GW 규모의 LNG 기반 집단에너지 프로젝트가 예정되어 있습니다. 그러나 이란 전쟁 등으로 지정

학적 리스크가 확대된 현 상황에서는 LNG 발전 집단에너지가 산업용 전기요금 대비 얼마나 저렴할 수 있을지 예상하기 어렵습니다. 그렇기에 다른 전력조달 방안에 대해 적극 검토해야 할 때입니다.

이 시점에서 석유화학단지의 분산특구 지정은 중요한 전환점입니다. 분산특구 내에서는 분산에너지사업자와 전력 직접거래 계약을 통해 일부 부대비용이 할인되어 현행 산업용 전기요금 대비 전기요금이 저렴해질 수 있기 때문입니다. 전라남도, 울산, 충남 서산이 모두 분산특구로 지정되어 국내 3대 석유화학단지가 모두 분산특구 권역 안에 들어왔고, 재생에너지 전환 논의에서 소외되었던 석유화학산업 전반이 재생에너지를 경제적으로 조달할 수 있는 제도적 기반이 마련된 상황입니다.

### ② 재생에너지 공급 확대 국면에서 여수산단 전기화의 가능성

재생에너지 잠재량이 풍부하고, 적극적인 재생에너지 확대 계획을 발표한 전라남도에 위치한 여수석유화학단지는 전기화 공정을 먼저 도입하기에 가장 적합한 입지라고 볼 수 있습니다. 전라남도는 2030년 29GW, 2035년 62.5GW의 대규모 재생에너지 설비목표를 가지고 있어 RE100산업단지, 데이터센터 유치에 따른 재생에너지 전력 수요를 고려하더라도, 상당한 재생에너지 잉여가 발생하게 됩니다. 그렇기에 2030년 이후 본격화되는 재생에너지 공급 규모를 소화하기 위해서는 여수석유화학단지 같은 대규모 전력 수요처가 필요합니다.

앞서 소개하신 전기가열로나 히트펌프 같은 석유화학공정 전기화 기술들의 도입을 논할 때에는 항상 재생에너지 수급이나 전력비용이 주요 어려움이었습니다. 그러나 재생에너지 설비 확대, 분산특구 지정에 따른 재생에너지 전력비용 감축, 그리고 설비 구조조정 등을 고려할 때 석유화학단지 전체의 전력수요나 전력비용 상승은 제한적일 것으로 판단됩니다. 예를 들어 넥스트가 추정한 여수석유화학단지의 전기화 시나리오에서 여수석유화학단지에서 현재 연간 21TWh 수준의 전력이 소비되나, 예정된 NCC 설비의 구조조정 이후에는 전력 수요는 25% 정도 감소한 16TWh

내외까지 줄어든 전망입니다. 이 상황에서 여수석유화학단지의 NCC 설비 1기를 전기가열로로 전환하여도 연간 전력수요는 20TWh를 넘지 않을 것으로 추정되며, 2035년 전기가열로, 히트펌프 전기화 공정 설비가 확대 적용되어도 연간 전력소비는 23TWh 내외로 전망됩니다.

전력비용의 경우 분산특구 내 부대비용 할인으로 산업용 전기요금보다 재생에너지 조달비용이 저렴해진다면, 2030년까지 전기가열로1기를 시범도입하더라도 현 수준의 전력비용을 넘지 않습니다. 전기화 공정에 따른 화석연료 소비가 줄어드는 점 또한 고려한다면 총 전력비용에서 화석연료 소비를 차감한 순 전력비용은 2035년에도 현 수준과 비슷할 것으로 예상됩니다. 물론 제품 생산량 당 소비하는 전력은 크게 증가할 전망이며, 제품 생산단가도 상승할 것입니다. 그러나 오늘 제가 말씀드리고자 하는 것은 향후 실시될 탄소무역규제나 청정화학제품 수요 형성에 대응하기 위해 지금부터 전환전략을 수립하는 것이 적어도 석유화학단지, 석유화학산업의 전력 수급과 비용 측면에서는 불가능한 선택이 아니라는 것입니다. 재생에너지 설비 확대, 분산특구 제도, 구조조정 등에 따른 규모감축이 동시에 맞물리는 지금 전기화의 장벽은 크게 낮아진 상황입니다.

### ③ 분산특구·석유화학특별법, 전환 지원의 실질적 수단으로

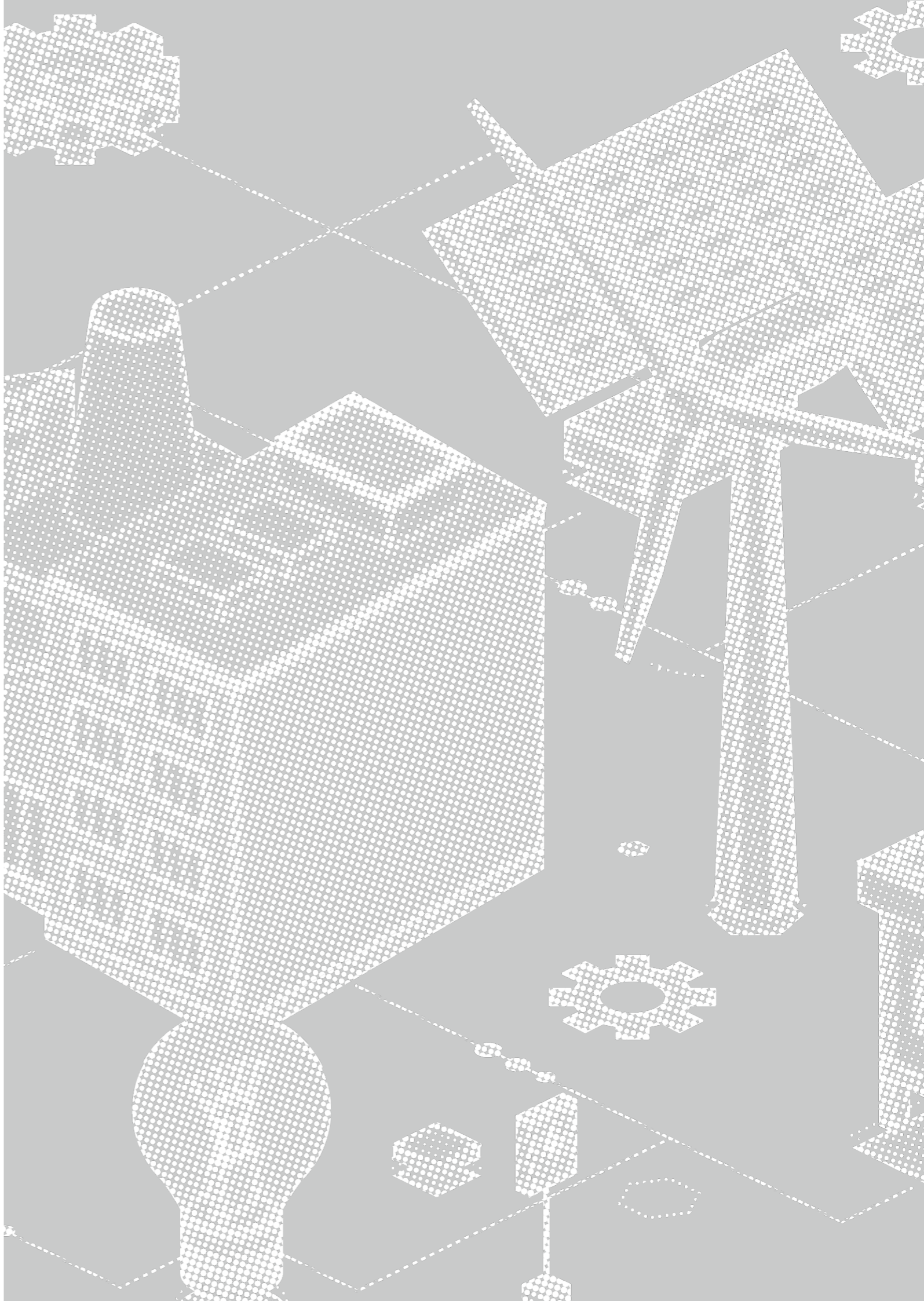
우선, 분산특구의 전력거래 부대비용 할인율 및 감면 기간이 아직 확정되지는 않았으나, 업계는 이 같은 부가비용 절감 효과로 현행 산업용 전기요금 대비 약 5~10% 수준의 인하를 기대하고 있습니다. 분산특구 제도는 지역 내 수요를 확보하여 장거리 송전 수요를 줄이고, 재생에너지 변동성을 흡수하여 계통 안정에 기여한다는 취지 하에 설계되었습니다. 이와 같은 취지에 맞추어 재생에너지 설비 확대 투자가 석유화학단지의 전력수요를 감안하여 인근에 이루어진다면, 제도의 실효성을 높이며 사업재편 과정에서 침체를 겪고 있는 석유화학단지에게 신규투자 기회가 주어질 수 있을 것입니다. 현재 각 지역은 분산특구를 데이터센터나 첨단산업을 유치하기 위한 수단으로 인식하고 있는 경향이 있는데 지역의 전력수요와 고용을 실질적으로 지탱하

고 있는 석유화학단지야말로 분산특구 제도 하에서 가장 먼저 반영되어야 할 산업입니다.

올해 상반기에는 석유화학특별법 시행령 확정과 화학산업 생태계 종합지원대책 발표가 예정되어 있어, 석유화학단지의 탈탄소, 전기화 전환에 필요한 맞춤형 지원체계가 갖춰질 수 있는 중요한 시점입니다. 두 정책 수단에 전기가열로·산업용 히트펌프 등 탈탄소 전환 설비를 핵심전략기술로 명시하고 투자 지원 근거를 마련해야 합니다. 현재까지 정부의 석유화학산업 대책은 구조조정 유도에 집중되어 있어서, 석유화학산업의 향후 방향을 구체적으로 제시하지 못했다는 아쉬움이 있습니다. 한국이 우수한 기술력을 확보하여 다시금 글로벌 석유화학시장에서 경쟁력을 확보할 수 있도록 정부의 적극적인 지원이 있기를 기대합니다.









Solutions for Our Climate (SFOC) is an independent nonprofit organization that works to accelerate global greenhouse gas emissions reduction and energy transition. SFOC leverages research, litigation, community organizing, and strategic communications to deliver practical climate solutions and build movements for change.