

해외 주요국 탈탄소 정책의 국내 석유화학 산업 탈탄소 정책 시사점

박진수, PLANiT

- 중국발 공급과잉 심화, 중국 시장 자급화 확대
- EU CBAM·ETS 강화, 석유화학 제품으로 확대 가능성
- 독일 CCfD 도입, 장기 계약 기반 공정 혁신 투자 촉진
- 일본 GX 추진, 대규모 투자와 설비 통합을 통한 구조조정 병행
- 한국 대응 과제, 한국형 CCfD 도입·탄소발자국 인증체계 구축·범용 설비 구조조정 패키지 마련

한국 석유화학 산업의 당면 과제

대한민국 석유화학 산업은 연간 생산 규모 세계 4위, 수출액 약 500억 달러에 달하는 핵심 기간산업이다. 그러나 지금 이 산업은 단순한 경기 순환이 아닌, 산업 구조 자체의 전환을 요구받는 도전에 직면하고 있다.

첫 번째 도전은 중국발 공급과잉이다. 중국은 원유-화학(CTC) 직접 전환 기술을 바탕으로 대규모 설비 증설을 추진 중이며, 2024년 프로필렌 과잉 +270만톤에서 2025년 +2,030만톤으로 급증할 전망이다. 한국 석유화학 수출의 약 40%를 차지하는 중국 시장이 자급화되면서, 우드메킨지 분석에 따르면 한국 내 폴리프로필렌 생산능력의 감축이 불가피할 수 있다¹. 이는 단순한 수출 감소가 아니라 범용 석유화학 중심의 한국 산업 모델 자체에 대한 근본적 재검토를 요구한다.

¹ Wood Mackenzie, "Petrochemicals in peril: oversupply crisis and energy transition threaten industry survival," 2025. Reuters, "China's ethylene surge could spell more pain for US, European chemical firms," 22 Sept 2025.

두 번째 도전은 글로벌 탈탄소 전환이다. EU의 탄소국경조정메커니즘(CBAM)이 2026년 본격 시행되고 석유화학 제품으로 확대될 경우, 탄소집약적 제품의 대EU 수출에 추가 비용이 발생한다. 더 중요한 것은 독일, 일본 등 선진국들이 탈탄소 전환을 단순한 환경 규제 대응이 아닌 '산업 경쟁력 재편의 기회'로 활용하고 있다는 점이다. 독일의 탄소차액계약제도(CCfD)는 기업의 탈탄소 투자 리스크를 15년간 정부가 분담하고, 일본은 GX 정책으로 150조엔 규모의 민간 투자와 함께 에틸렌 설비 통합을 추진 중이다.

본 브리프의 핵심 질문은 다음과 같다. 한국은 중국발 공급과잉과 글로벌 탈탄소 전환이라는 이중 압박 속에서, 어떤 정책 수단을 통해 석유화학 산업의 경쟁력을 유지하고 전환을 이끌어낼 수 있는가? 이를 위해 독일, EU, 일본, 중국, 미국의 탈탄소 정책을 분석하고, 한국에 적용 가능한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

독일: 탄소차액계약제도(CCfD)

독일은 EU 최초로 2024년 3월 탄소차액계약제도(Klimaschutzverträge)에 대한 국가보조금 승인을 받았다. CCfD는 경쟁 입찰로 기업들이 CO₂ 1톤 감축에 필요한 지원금을 제시하고, 최저 비용으로 최대 감축을 달성할 수 있는 기업이 선정되는 방식이다. 15년 계약 기간 동안 투자비(CAPEX)와 운영비(OPEX) 모두를 지원하며, 탄소가격이 기업 제시 행사스트라이크 가격보다 낮으면 정부가 차액을 지급하고, 높으면 기업이 정부에 반환하는 양방향 구조다².

1차 입찰 결과(2024년 3~10월): 예산 40억 유로 공고에 17개 입찰(총 53억 유로)이 접수되었고, 15개 기업이 선정되어 최대 28억 유로 지원이 확정되었다. 15년간 최대 1,700만톤 CO₂eq 감축이 예상되며, 낙찰 기업 중 BASF SE, H&R Chemisch-Pharmazeutische(화학), tesa Werk Hamburg(화학/접착제) 등 화학기업이 포함되었다. 2차 입찰(예산 50억 유로)은 2024년 7~9월 사전절차에서 130개 프로젝트가 제출되었으며, 2026년 새 정부 출범 후 재개 예정이다³.

BASF 계약 상세: BASF는 1차 입찰에서 루트비히스하펜 대형 산업용 히트펌프 프로젝트로 최대 3억 1,000만 유로 지원을 확보했다. 열출력 약 50MW, 시간당 60톤 증기(연간 최대 50만톤) 생산으로, 개미산 생산에 CO₂-free 스팀을 공급한다. 연간 최대 10만톤 CO₂ 감축(98% 배출 저감), 2025년 1분기 착공해 2027년 중반 가동을 목표로 한다⁴.

² European Commission, "Commission approves EUR 4 billion German State aid scheme to support decarbonisation of industrial processes," Press Release IP/24/845, 13 Feb 2024.

³ Klimaschutzverträge.info, "Handover CCfDs first bidding round," 16 Oct 2024.

⁴ BASF, "BASF receives funding approval for the world's largest industrial heat pump," Press Release P300/24e, 15 Oct 2024.

BASF, SABIC, Linde 3사는 공동으로 전기 크래커 데모 플랜트를 운영 중이다. 2024년 4월 가동을 시작했으며, 재생에너지 전력 6MW를 소비하여 기존 스팀 크래커 대비 CO₂를 최소 90% 감축할 수 있다. 세계 최초 대규모 전기가열 스팀 크래커 데모 플랜트로, 프로젝트 비용 약 7,900만 유로 중 독일 연방경제기후보호부(BMWK)가 1,480만 유로를 지원했다⁵. 한국의 K-ETS 탄소가격(~8,600원/톤)이 EU의 1/10 수준인 상황에서, CCfD는 현 탄소가격 수준에서는 가장 직접적인 유인수단 중 하나이다.

독일 CCfD의 특징은 탄소가격이 충분히 높지 않은 시장에서도 정부가 가격 리스크를 분담하면 민간의 대규모 전환 투자를 이끌어낼 수 있다는 점이다. 특히 양방향 구조(정부 지급 + 기업 반환)는 재정 부담을 장기적으로 자동 조절하는 메커니즘으로, 단순 보조금 대비 정책 지속가능성이 높다. BASF의 히트펌프·전기 크래커 사례는 CCfD가 단순한 감축 수단을 넘어 석유화학 산업의 공정 혁신과 기술 전환을 동시에 촉진하는 산업정책 도구로 기능할 수 있음을 실증한다.

EU: CBAM과 ETS 강화

EU 탄소국경조정메커니즘(CBAM)은 2023년 10월부터 전환기(보고만 의무)가 시작되었고, 2026년 1월부터 본격 시행(인증서 구매 의무)된다. 현재 적용 대상은 시멘트, 철강, 알루미늄, 비료, 전력, 수소이며, 석유화학 제품은 현재 직접 적용되지 않지만 2030년까지 유기화학물질 및 폴리머 포함이 검토되고 있다⁶.

EU ETS Phase 4(2021~2030) 무상할당은 54개 벤치마크 기반으로, CBAM 대상 부문은 2026년부터 무상할당이 단계적으로 축소되어 2034년 완전 철폐된다. 구체적으로 2026년 97.5%, 2027년 95%, 2029년 77.5%, 2030년 51.5%를 거쳐 2034년 0%가 된다. EU Innovation Fund는 EU ETS 배출권 경매 수입을 재원으로 하며, 총 예산 약 400억 유로(2020~2030년)로 2025년 기준 누적 156억 유로로 270개 프로젝트를 지원했다.

CBAM의 석유화학 확대 검토는 한국 수출 기업에 직접적 비용 충격을 줄 수 있으나, 역으로 저탄소 제품 인증 체계를 선제 구축하면 아시아 경쟁국 대비 유럽 시장 접근에서 차별적 우위를 확보할 수 있다. 무상할당의 단계적 철폐 일정(2026~2034년)은 EU 역내 기업에게도 동일한 전환 압력을 가하므로, 한국 기업이 같은 기간 내 탄소집약도를 EU 벤치마크 수준으로 낮춘다면 CBAM 인증서

⁵ BASF, SABIC & Linde, "BASF, SABIC, and Linde celebrate the start-up of the world's first large-scale electrically heated steam cracking furnace," Press Release, 17 Apr 2024.

⁶ European Commission, Climate Action, "Allocation to industrial installations (free allocation)," EU ETS guidance (accessed 2026).

비용을 최소화하면서 경쟁력을 유지할 수 있다. Innovation Fund의 400억 유로 규모 지원은 탈탄소 기술이 단순 규제 비용이 아닌 산업 투자 기회로 전환되고 있음을 보여주며, 한국도 K-ETS 경매 수입의 전략적 재투자 체계를 설계할 필요가 있다.

일본: GX 기본 정책

일본은 2023년 2월 GX 기본정책을 발표하고 10년간 민관 150조엔(약 1조 달러) 투자를 목표로 설정했다. GX 경제이행채 약 20조엔을 세계 최초 국가 전환채권으로 발행하며, 상환재원은 탄소가격제(배출권거래제, 화석연료 부담금) 수입이 된다. 2024년 2월 첫 발행(약 1.6조엔)이 이루어졌다⁷.

특히, 탈탄소 난이도가 높은 분야(hard-to-abate)에 1.3조엔이 배정되었으며, 수소 가격격차 지원에 3조엔, 에너지효율 투자에 2조엔이 할당되었다. 그린이노베이션기금(GI기금)에서 화학부문에 특화된 지원은 1,234억엔으로, 암모니아 연료 활용 나프타 크래커 고도화, 폐플라스틱 케미컬 리사이클링, CO₂ 유래 화학품 제조 프로젝트가 포함된다.

구체적으로 GX-ETS 단계는 다음과 같다. 1단계(2023~2025)는 자발적 GX리그 참여 방식으로 550개 이상 기업이 참여해 일본 온실가스 배출의 50% 이상을 커버한다. 2단계(2026년~)는 의무 참여로 전환되며, 연간 직접 CO₂ 배출량 10만톤 이상(3년 평균) 기업이 대상이다. 300~400개 기업, 일본 온실가스 배출의 약 60%가 커버된다. 탄소가격 회랑제(Price Corridor)는 하한 ¥1,700/톤, 상한 ¥4,300/톤으로 설정되며, 매년 물가상승률+3%씩 인상된다⁸.

미쓰이화학은 2020년 11월 일본 화학기업 최초로 탄소중립을 선언했다. 2030년까지 온실가스 배출량을 2013년 620만톤 대비 40% 감축(375만~380만톤), 2050년 탄소중립 달성이 목표다. 스미토모화학은 2030년까지 2013년 950만톤 대비 55% 감축(430만톤)을 목표로 하며, 전환금융 투자 규모는 2,000억엔이 예상된다. 미쓰비시케미컬그룹은 2030년까지 1,000억엔을 자가발전 설비 개조, 에너지 절감에 투자한다⁹.

아사히카세이, 미쓰이화학, 미쓰비시케미컬그룹은 2024년 5월 에틸렌 설비 협력을 발표하고, 2025년 9월 각사 1/3 지분의 유한책임조합(LLP)을 설립했다. 현재 2기 크래커를 1기로 통합하여

⁷ GR Japan, "Japan's Green Transformation (GX) Plans - Updates," Jan 2024.

⁸ 일본 경제산업성(METI), "排出量取引制度の詳細設計に向けた検討方針," 2 Jul 2025.

⁹ A. Killeffer & M. Jacoby, "Japan's quest for carbon neutrality," Chemical & Engineering News, 9 Oct 2023.

서일본의 탄소중립 에틸렌 공급 거점 구축이 목표다. 배경에는 중국의 5년간 3,200만톤 에틸렌 설비 증설로 수출시장 축소 우려가 있다¹⁰.

일본의 GX 정책은 탈탄소를 산업 구조조정의 기회로 전환한 대표적 사례로, 150조엔 규모의 민간 투자 프레임워크가 단순 감축 목표가 아닌 산업 경쟁력 강화와 연동되어 있다는 점이 핵심이다. 3사 에틸렌 설비 통합(LLP)은 중국발 과잉공급에 대응하면서 동시에 탄소중립 거점을 구축하는 전략으로, 한국 석유화학 산업이 직면한 설비 과잉 문제에 대한 현실적 참고 모델이 된다. GX-ETS의 자발적 참여에서 의무 참여로의 단계적 전환 설계는 산업계의 적응 기간을 보장하면서도 배출권거래제의 실효성을 점진적으로 높이는 접근으로, 한국의 K-ETS 고도화에 유의미한 시사점을 제공한다.

중국: 쌍탄소(30·60) 목표와 석유화학 정책

중국 석유화학 산업은 2030년 이전 탄소정점, 2060년 탄소중립의 '30·60' 프레임워크 하에 운영된다. 14차 5개년 계획 석유화학산업 발전계획(2022년)은 공업정보화부(MIIT), 국가발개위(NDRC) 등 6개 부처 공동 발표로, 대량 제품의 단위당 에너지소비·탄소배출 대폭 감소, VOC 배출 10% 이상 감축, R&D 투자 매출 대비 1.5% 이상, 대량 화학품 설비가동률 80% 이상을 목표로 한다¹¹.

녹색금융 지원 체계: 중국의 녹색대출 잔액은 30조 위안 이상(약 4.5조 달러)으로 세계 최대, 녹색채권 잔액은 2.5조 위안이다. 탄소중립까지 필요한 투자는 중국국제금융공사(CICC) 추정 21조 달러에 달한다. 인민은행 탄소감축지원도구(2021년 11월)는 금융기관에 저리 대출을 제공해 우선 탄소감축 산업에 자금을 공급하며, 2022년 9월 기준 직접 지원 2,400억 위안, 총 유발 대출 4,000억 위안 이상이다¹².

국영 3사 탈탄소 계획: Sinopec(중국석화)은 국가 목표보다 10년 빠른 2050년 탄소중립을 선언했다. 2030년까지 온실가스 30% 감축이 목표이며, 수소 인프라에 300억 위안(46억 달러, 2021~2025)을 투자해 충전소를 1,000개로 확대하고, 연간 녹색수소 생산 100만톤 이상을 목표로 한다. CCUS 용량은 2030년 1.1억톤, 2060년 47억톤으로 확대 계획이며, 치루-성리 CCUS 프로젝트는 연간 35만~50만톤 CO₂를 포집해 유전에 주입 중이다¹³.

¹⁰ A. Killeffer & M. Jacoby, 9 Oct 2023.

¹¹ 中华人民共和国工业和信息化部等, “石化化工行业高质量发展指导意见(‘十四五’)”, 2022.

¹² Green Finance & Development Center, “China Green Finance Status and Trends 2023-24,” 2024; World Economic Forum, “4 essential insights from China on financing the energy transition,” 22 Aug 2024.

¹³ A. Killeffer & M. Jacoby, 9 Oct 2023.

PetroChina(중국석유/CNPC)는 2050년 근제로(near-zero) 배출을 목표로 하며, 2025년까지 매년 CAPEX의 5%를 신에너지에 배정한다. 2030년까지 천연가스가 1차에너지 생산의 55%, 2050년까지 화석연료 외 에너지가 50%를 차지하는 것이 목표다. CNOOC(중국해양석유)는 중국 최초 해상 CCS 프로젝트인 엔핑 15-1 유전 프로젝트(남중국해)에서 1억 입방미터 이상 CO₂를 성공적으로 저장했다¹⁴.

원유-화학(CTC) 기술: 원유-화학(Crude-to-Chemicals, COTC) 기술은 원유를 수송연료 대신 고부가가치 화학제품으로 직접 전환하는 것이다. 화학품 수출이 일반 정유소 ~10%, 전통적 통합 15~20%인 데 비해, 중국 2세대 CTC 프로젝트는 40~45%에 달한다. 주요 CTC 프로젝트로는 헝리석화 달리안 콤플렉스(2019년 가동, 정유 40만 배럴/일, 화학전환율 ~42%, 투자 약 116억 달러), 저장석유화학(ZPC) 저우산(화학전환율 45%) 등이 있다¹⁵.

중국의 쌍탄소 전략에서 주목할 점은 국가 주도의 대규모 투자와 녹색금융 체계가 결합되어, 탈탄소가 에너지 안보와 산업 고도화의 수단으로 동시에 작동하고 있다는 것이다. 특히 CTC 기술을 통해 정유와 석유화학의 경계를 허물고 화학전환율을 40% 이상으로 끌어올리는 접근은 기존 나프타 크래커 중심의 한국 석유화학 산업에 근본적인 경쟁 구도 변화를 예고한다. 국영 3사의 CCUS·수소 투자 규모와 속도는 한국 기업이 개별적으로 대응하기 어려운 수준이므로, 정부 차원의 전략적 기술 투자 로드맵과 산업계 공동 대응 체계 구축이 시급하다.

미국: IRA와 45Q 세액공제

미국은 인플레이션감축법(IRA)으로 45Q 탄소 포집 세액공제를 대폭 강화했다. 산업시설의 경우 지질학적 저장 시 톤당 \$85, 직접공기포집(DAC)의 경우 톤당 \$180의 세액공제를 제공한다. 석유화학 시설의 최소 포집량 요건은 연간 12,500톤 이상이며, 공제 기간은 12년이다¹⁶. 45V 청정수소 생산세액공제는 탄소배출량 0.45 kgCO₂e/kg H₂ 미만 시 최대 \$3.11/kg 공제를 제공한다. 다만 2025년 트럼프 행정부 출범 이후 DOE 산업 탈탄소화 시범 프로그램의 다수 프로젝트 자금 지원이 취소되고 있어 정책 불확실성이 존재한다.

¹⁴ World Economic Forum, "4 essential insights from China on financing the energy transition," 22 Aug 2024.

¹⁵ IHS Markit, "Crude Oil to p-Xylene - Zhejiang Refinery-PX Complex (Phase 1)," PEP Report 303A, Oct 2019; Global Business Reports, Southeast Asia Chemicals 2024, 2024.

¹⁶ Resources for the Future, "Incentives for Clean Hydrogen Production in the Inflation Reduction Act," RFF Issue Brief 2022; Clean Energy Group, "Understanding the 45V Clean Hydrogen Production Tax Credit," Mar 2025

미국 IRA의 45Q 세액공제는 CCUS 투자에 대한 직접적 경제적 유인을 제공하는 가장 강력한 정책 수단 중 하나이다, 그러나 트럼프 행정부의 정책 기조 변화로 제도의 지속성에 대한 불확실성이 커진 상황이다. 이는 탈탄소 정책이 정권 교체에 따라 급격히 변동할 수 있다는 구조적 리스크를 보여주며, 한국이 유사 제도를 설계할 경우 초당적 합의 기반의 법적 프레임워크를 구축하는 것이 필수적임을 시사한다. 다만 45Q의 톤당 \$85~\$180 수준의 세액공제 규모와 12년 공제 기간은 석유화학 저탄소기술 투자의 경제성 확보에 필요한 정책 지원 수준의 벤치마크로서 한국의 제도 설계에 참고할 수 있다.

대한민국에 대한 시사점

앞서 분석한 주요국 사례는 탈탄소 전환이 단순한 비용 부담이 아니라 산업 구조조정과 경쟁력 재편의 전략적 기회가 될 수 있음을 보여준다. 독일은 CCfD로 기업의 투자 리스크를 흡수하고, 일본은 GX 정책으로 설비 통합과 탈탄소를 동시에 추진하며, 중국은 CTC 기술로 에너지 효율과 증설을 결합했다. 각국은 자국 산업 여건에 맞는 차별화된 경로를 설계하고 있다.

표1. 주요국 사례의 한국 적용 가능성

국가	핵심 정책	장단점	한국 적용 포인트
독일	CCfD (탄소차액계약)	낮은 탄소가격에서도 투자 유인; 15년 장기계약으로 리스크 최소화 대규모 재정 소요 (28억€)	K-ETS 가격이 낮아 CCfD가 가장 현실적. 수조원 예산 확보가 관건
일본	GX 정책 + 설비 통합	과잉 설비 해소와 탈탄소 동시 달성; 정부-기업 협력 체계 기업 간 이해관계 조율 어려움	범용 설비 구조조정 불가피. 정부 주도 조율 필수
EU	CBAM	수입품 탄소비용 부과로 역내 산업 보호. 단, 무역 마찰 가능성	2030년 석유화학 적용 대비 탄소발자국 인증 체계 선제 구축
중국	CTC + 국영기업 CCUS	대규모 투자로 빠른 기술 확보. 단, 국가 주도 모델로 시장경제와 부조화	직접 적용 어려움. 기술 투자 규모와 속도는 참고

이러한 상황에서 대한민국 석유화학 부문은 다음의 세 가지를 고려하여 정책 방향성을 구축할 필요가 있다.

첫째, 한국형 탄소차액계약제도(CCfD)의 조속한 도입이다. 독일 사례에서 보듯, CCfD는 낮은 탄소가격 환경에서도 기업의 선제적 탈탄소 투자를 유인할 수 있는 가장 효과적인 수단이다. 15년 장기계약으로 탄소가격 변동 리스크를 정부가 분담함으로써, 기업은 전기 크래커·CCUS 등 대규모 전환 투자의 경제성을 확보할 수 있다. 한국 석유화학 산업의 연간 온실가스 배출량(약 4,000만톤)과 전환 투자 규모를 고려할 때, 수조원 규모의 CCfD 예산 확보가 필요하다.

둘째, 범용 석유화학 설비의 전략적 재편이다. 일본 서일본 3사의 에틸렌 크래커 통합 사례는 중국 증설 대응과 탈탄소 전환을 결합한 모델이다. 한국도 범용 제품(PE, PP 등) 설비를 축소하면서 고부가 특수화학 및 탄소중립 설비로 전환하는 구조조정을 정부 재정 지원과 연계해 추진해야 한다. 이는 개별 기업의 자율적 결정에 맡길 수 없으며, 정부의 산업정책적 조율이 필수적이다.

셋째, EU CBAM 확대에 대한 선제 대응이다. 석유화학 제품이 2030년까지 CBAM 적용 대상에 포함될 가능성이 존재하며, 업계에서는 리스크 요인으로 평가하고 있다. 이에 대비하여 수출 제품의 탄소집약도를 선제적으로 낮추는 투자가 시급하다. 특히 대EU 수출 비중이 높은 고부가 화학제품부터 탄소발자국 인증 체계를 구축하고, 저탄소 제품 프리미엄을 확보하는 전략이 필요하다.

This report represents the analysis and views of PLANiT. The findings, interpretations, and conclusions expressed herein do not necessarily reflect the official positions of PLANiT's partners, collaborators, or supporting institutions. The report is intended for informational and research purposes only and does not constitute professional or policy advice for any specific situation. PLANiT makes no representation or warranty, express or implied, as to the accuracy, completeness, or fitness for purpose of the data or analysis presented, and accepts no liability for any use or reliance placed upon this work.

Unless otherwise stated, all figures, data, and visualizations are derived from PLANiT's own research and analysis.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, and redistribution, provided that appropriate credit is given to PLANiT and the original source.

PLANiT

Website: www.planit.institute

Contact: contact@planit.institute

Seoul, Republic of Korea - February 2026

Printed and published by PLANiT