



SFO°C
Solutions for Our Climate

보고서 2024년 2월

철강 탈탄소 목표를 더욱 야심차게 2023 철강 정책 평가표



E3G 소개

E3G는 독립적 싱크탱크로서 전 세계적 안목으로 기후 변화 문제를 조망합니다. E3G는 기후 문제의 최전선에 서서 장벽을 허물고 안전한 기후(safe climate)를 위한 해법을 추구합니다. E3G의 목표는 기후 문제가 정치·경제·정책적 논의에만 머물지 않고 적극적 실천의 장으로 나아가도록 하는 것입니다.

E3G는 안전한 기후를 위해 광범위한 연대를 구축하여 뜻을 같이 하는 정부·정치계·시민사회·과학계·언론·공익 재단을 비롯한 여러 분야의 파트너들과 긴밀하게 협력하며 변화를 이끕니다.

www.e3g.org

베를린

Neue Promenade 6
Berlin, 10178
Germany
+49 (0)30 2887 3405

브뤼셀

Rue du Commerce 124
Brussels, 1000
Belgium
+32 (0)2 5800 737

런던

4 Valentine Place
London SE1 8QH
United Kingdom
+44 (0)20 7038 7370

워싱턴

2101 L St NW
Suite 400
Washington DC, 20037
United States
+1 202 466 0573

© E3G 2024

저작권

본 저작물은 크리에이티브 커먼즈 저작자 표시-비영리-동일조건변경허락 4.0 라이선스(Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 License)에 따라 이용할 수 있습니다.

사용자는

- > 어떤 형태나 매체로든 복사 및 재배포 할 수 있고,
- > 본 저작물을 변경하고 변형하고 이를 기초로 2차적저작물 작성 등을 할 수 있으나,

다음 조건을 지켜야 합니다.

- > 반드시 적절한 출처를 표시하고, 라이선스 링크를 제공하며, 변경 사항이 있을 시 명시해야 합니다. 합리적인 방법으로 이를 시행하되, E3G가 특정 사용자나 그 사용자의 사용을 승인한다고 해석될 여지를 주면 안 됩니다.
- > 본 저작물은 상업적 목적으로 사용할 수 없습니다.
- > 변경, 변형, 2차적저작물 창작 후 배포 시 해당 부분들 역시 반드시 본 저작물과 동일한 라이선스 조건을 적용 받도록 해야 합니다.
- > 재사용 또는 재배포 시, 반드시 본 저작물의 라이선스 조건을 타인에게 명시적으로 알려야 합니다.
- > 저작권 소유자가 허가 시, 그 허가의 범위 내에서 상기 조건은 면제될 수 있습니다.

사용자의 공정이용 및 기타 권리는 상기 조건의 영향을 받지 않습니다.



표지 사진 설명

굴삭기가 HBI(열간 연탄 철)를 산더미처럼 쌓아 올리고 있다.
(사진 제공: Mulderphoto via Adobe)

2024년 2월

철강 탈탄소화 목표를 더욱 야심차게 2023 철강 정책 평가표

카틴카 바그세이터(KATINKA WAAGSAETHER)

알렉산드라 발리세브스카(ALEKSANDRA WALISZEWSKA)

요한나 레이너(JOHANNA LEHNE)

파트너



기후솔루션

기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다. 리서치, 법률, 대외 협력, 커뮤니케이션 등을 통해 폭 넓은 방법으로 기후위기 해결을 위한 실질적 솔루션을 발굴하고 변화를 위한 근본적인 움직임을 만들어 나갑니다.

이 지면을 빌어 김다슬님과 케이트 칼리노바(Kate Kalinova)님의 노고에 특별한 감사를 드립니다.

* 국문본 번역 감수에 도움주신 강혜빈님께 감사드립니다.

감사의 글

본 보고서의 저자들은 또한 다음 분들에게 이 보고서를 위해 소중한 기여를 해주신 데 대해 감사를 표합니다.

E+의 로사나 로드리게스 도스 산토스(Rosana Rodrigues dos Santos)와 스테파니아 렐바(Stefania Relva), 청정에너지캐나다(Clean Energy Canada)의 올리 션드릭(Ollie Sheldrick), ECCO의 줄리아 노바티(Giulia Novati), LSE 산하 그랜덤 연구소(Grantham Research Institute)의 산기스 셀바라주(Sangeeth Selvaraju), 트랜지션 아시아(Transition Asia)의 켄타 쿠보카와(Kenta Kubokawa) 스틸워치(SteelWatch)의 로저 스미스(Roger Smith), 인더스트리얼스 랩스(Industrious Labs)의 힐러리 루이스(Hilary Lewis), 녹색동맹(Green Alliance)의 로즈 블레이드(Roz Bulleid), 엠버(Ember)의 유니 리(Uni Lee) 더불어, 보고서를 위해 애써 주신 E3G의 레이스 윌트웬(Laith Whitwham), 안톤 재컬(Anton Jaeckel), 바이포드 창(Byford Tsang), 도미엔 반게네히텐(Domien Vangenecheten), 맥스 그뤼닉(Max Gruenig)에게도 고마움을 전합니다.

E3G의 커뮤니케이션 팀의 아낌없는 지원에도 감사의 말씀을 드립니다.

목차

E3G 소개	2
저작권	2
파트너	4
감사의 글	4
목차	5
핵심 요약	7
국가 프로필—한국	10
요약	14
2023년 분석의 주요 내용	15
철강 탈탄소를 위한 주요 정책 수단	16
2024년 철강 정책 목표 달성 가속화를 위한 제언	17
제 1 장 배경	18
제 2 장 2023년 평가 방법론	20
5개 평가 범주	20
2022년 철강 정책 평가표와 다른 점	21
평가 강화를 위한 범주 확장	21
분석 대상국 확대: G7에서 11개국으로	21
실물 경제 맥락에서 살펴본 정책	23
향후 과제 및 유의 사항	24
제 3 장 2023 철강 정책 평가표 평가 결과	25
정책 진전	25
실물 경제 맥락에서 살펴본 철강 전환 동향	27
철강 탈탄소 관련 주요 정책 현황 파악	30
정책 방향 및 명료성	30
시장 신호	30
소재 효율성 및 순환성	31
녹색 철강 수요 구축	32
청정 에너지 인프라 투자	32
철강 탈탄소를 위한 국제 공조 및 무역 정책	33

제 4 장 2024년 철강 정책 목표 수준을 제고하기 위한 공동 노력에 관한 제언	36
1. 배출 감축 목표를 정하고 부문별 로드맵에 대한 합의를 이끌어 냄으로써 바람직한 철강 탈탄소의 속도 및 방향에 관하여 명확한 정책 신호를 내보낸다	36
2. 녹색 철강 시장 구축 포부를 실행으로 옮겨야 한다	37
3. 청정 에너지 인프라 투자 규모를 확대하고, 에너지를 사용하기까지의 소요시간을 단축한다	38
4. 녹색 철(HBI, H2-DRI 등) 무역을 위한 파트너십을 구축하고 이에 대한 재정 지원, 국제 기술 협력, 국제 조달 계약 및 유통계약 기회 확대를 위해 노력한다	39
부록 A: 약어 및 용어 설명	41
약어	41
용어 설명	42
부록 B: 방법론	45
평가표 방법론의 개선	45
채점	45
분석 대상국 선정	46
정책 방향성 및 명료성	47
철강 탈탄소를 위한 정부 재정 지원	49
탄소 가격 책정	51
소재 효율성 및 순환성 관련 정책 방향	52
녹색 철강 공공 조달을 통한 리드 마켓 창출	53
배출 집약도 한계값과 측정 표준을 포함하는 녹색 철강 정의 채택	55
철강을 위한 수소 및 CCS 이용	56
철강용 청정 에너지	59
점수의 순위 환산	61

2024년 2월

핵심 요약: 철강 탈탄소화 목표를 더욱 야심차게¹

2023 철강 정책 평가표

각국 정부가 철강 탈탄소화를 위해 움직이기 시작했지만 아직은 굵은 모양새이다. 이번 2023년 철강 정책 평가표는 주요 선진국과 주요 철강 생산국들이 더 야심 찬 포부를 품어야 함을 보여준다.

2024년은 아래 의제의 진전에 중요한 해다.

- > **브라질**은 녹색 철강 강국으로서의 잠재력이 큰 국가로 2024년에 G20과 청정에너지 장관회의(Clean Energy Ministerial)를 개최한다. 브라질은 의제에 녹색 산업 공급망을 위한 국제 협력을 포함해야 한다.
- > **이탈리아**는 탄소 집약적인 전로 제강 설비를 단 한 대 남겨둔 철강 재활용의 선두 주자이다. 올해 G7 개최국인 이탈리아는 2021년에 채택된 G7 산업 탈탄소화 의제를 진전시킬 수 있을 것이다. G7의 협력은 산업의 넷제로를 위한 전 세계적 전환 비용을 낮출 수 있다.

공동의 노력을 위한 그 외 핵심 제언은 다음과 같다.

- > 배출 감축 목표를 설정하고 부문별 로드맵에 대한 합의를 끌어낸다.
- > 녹색 철강 시장 구축에 대한 포부에서 실행으로 나아간다.
- > 청정에너지 인프라 구축을 위한 투자 규모를 확대하고 에너지를 사용하기까지의 소요시간(lead time)을 단축한다.
- > 녹색 철(HBI, H₂-DRI 등) 무역을 위한 파트너십을 구축하고, 이에 대한 재정 지원, 기술 협력 참여, 국제 조달 및 유통계약 개방을 위해 노력한다.

¹ 이는 2024년 2월에 출간된 **동명의 보고서**의 핵심 요약이다. 각국 프로필을 담은 별도의 문서를 같은 페이지에서 찾아볼 수 있다. 본 국문본에는 한국의 국가 프로필만을 수록하였다.

2023년 분석의 주요 내용

E3G 철강 정책 평가표는 철강 생산에서의 탄소 배출을 총체적으로 줄일 수 있는 8가지 정책 수단을 각국이 어떻게 활용하는지 평가한다. 두 번째 버전인 2023년 평가표는 전반적으로 진전이 미흡하며 2022년과 대동소이한 결과를 보여 준다.

2023 철강 정책 평가표 비교

정책 방향 및 명료성	시장 신호		소재 효율성 및 순환성	수요 구축		인프라		
	정부 재정 지 원	탄소 가격 책 정		녹색 철강 정 의	공공 조달	철강용 수소 및 CCS*	철강용 청정 전력	
독일	B-	A	B+	C+	B+	B-	B+	B+
프랑스	A	B+	B+	C+	C-	C-	B+	A-
이탈리아	C	C+	B+	C+	C	C+	B+	B+
영국	C+	B-	C+	C-	B	C+	C+	B+
캐나다	C+	B-	C+	C-	C+	B	B-	B
미국	B-	C	C-	C-	C+	C+	C+	A
일본	B-	B-	C-	C+	C	C	C+	C
중국	B-	C+	C	B-	C+	C-	C+	C-
한국	A-	C+	C+	B-	C-	C-	C-	C-

*CCS = 탄소 포집 및 저장 장치



- > **미지근한 정책적 의지에도 불구하고 철강 부문의 전환은 이미 주요 G7 국가들에서 진행 중이다.** 석탄 기반 제강 설비 신설을 계획하는 곳은 없으며 일부 국가는 전환 계획을 수립 중이다.
- > **철강 산업의 전환을 위한 정부 재정 지원은 격차가 크다.** 재원의 수준과 접근법이 서로 다르기 때문이다. 석탄 기반 시설의 전환을 도와줄 집중적 지원이 부족하다.

-
- > **소재 효율성 및 순환성은 여전히 활용이 미흡한 정책 수단이다.** G7 국가들보다 그 외 국가들이 더 뛰어난 리더십을 발휘하고 있다.
 - > **공공 조달 및 표준 수립은 여전히 취약한 범주다.** 각국은 포부를 밝히고 공약하는 데서 입법의 단계로 나아가야 한다.
 - > **청정에너지 인프라 측면에서 더 높은 점수를 받은 G7 국가는** 전력 체계 탈탄소화가 잘 진행되고 있음을 보여준다. 이러한 국가들은 청정 전력 및 수소 인프라 개발에서 철강 부문을 우선시할 가능성이 더 높다.
 - > **철강 산업과 공급망의 범세계적 특성으로 인해 국가 차원에 국한된 정책 조치들은 효과가 제한적이다.** 잘 조율된 국제적 협력과 무역 정책은 철강 부문 탈탄소화를 성공으로 이끄는 열쇠다.

2023 철강 정책 평가표 살펴보기

본 평가표는 5개 범주를 구성하는 8개 정책 수단을 기준으로 각국을 평가하였다. 점수와 방법론은 각 분석 대상국에 있는 파트너와 함께 교차 검증을 실시하였다.

분석 마감일: 2023년 11월 1일

2022년 첫 번째 분석보다 평가 범위와 대상국을 모두 확대했다.

- > 전력 소비의 친환경화와 전력 수요 증가에 대한 계획 수립이 철강 전환의 핵심임을 인식하여 청정 전력이라는 새로운 정책 수단을 도입했다.
- > 더욱 상세한 분석을 위하여 일부 범주를 확장하였다.
- > 중국, 인도, 한국, 브라질 4개국을 분석 대상국에 추가했다. G7 이외 국가의 맥락을 더 잘 파악함으로써 더 나은 정책 설계 및 국제 협력이 가능하다.
- > 중국과 한국은 명시적으로 점수를 매겨 G7 국가들과 나란히 평가표에 포함하였다.
- > 인도와 브라질은 경제 발전 및 자원 수준의 차이를 고려하여 평가표에 포함하지 않았다.

2023 철강 정책 평가표 보고서 전문에서 조사 결과에 관한 자세한 분석과 그 결과가 철강 탈탄소화의 진척에 시사하는 바를 확인할 수 있다.

개별 국가 프로필에서 11개 분석 대상국에 대한 심층적 분석을 확인할 수 있다.

2024년 2월

국가 프로필—한국²

2023 철강 정책 평가표

카틴카 바그세이터(KATINKA WAAGSAETHER), 알렉산드라 발리세브스카(ALEKSANDRA WALISZEWSKA), 요한나 레이너(JOHANNA LEHNE) (이상 E3G), 김다슬(기후솔루션)

아직은 먼 아시아 선두의 자리

한국은 고도로 발전한 혼합 경제 체제를 갖춘 세계적으로 주요한 철강 생산국으로서 아시아에서 철강 탈탄소화의 선두주자가 될 수 있다. 그러나 화석 연료가 지배적인 에너지 부문과 야심찬 탈탄소 경로 및 지원 정책의 부재로 인하여 철강 탈탄소화의 신호는 모호한 수준을 벗어나지 못하고 있다.

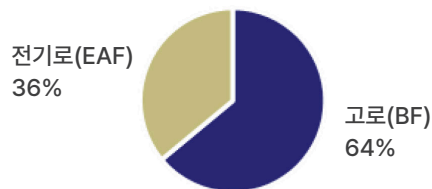
국가 프로필: 한국



조강 생산능력



생산 방식



출처: Global Energy Monitor, 2023 Pedal to the metal



2 **영문 보고서**에서는 본문, 핵심 요약, 국가 프로필을 별도 문서로 발간하였으나 국문본에서는 국가 프로필 중 한국 부분만 발체하여 통합 문서로 발간하였다.

한국 정부는 자국 철강 산업을 1.5°C 경로에 부합시키기 위해서 아직도 갈 길이 멀다. 2030년 재생에너지 비중 목표를 20% 이하로 수립하는 등 청정 전력 부문에서 녹장을 부리고 있으며 정책 차원에서 청정 수소와 철강 생산의 연계도 미흡하다. 그러나 한국 배출권거래제(K-ETS)의 적극적 활용과 무탄소 철강(near-zero emission steel) 기술을 위한 정부 재정 지원 등 정책적 추동 및 견인 효과를 지렛대 삼아 자국의 철강 산업을 궤도에 올려놓을 잠재력을 충분히 갖고 있다.

한국 철강 정책의 우선 과제

- > R&D 및 자본비용에 대한 지원을 배출 감축 잠재력이 90% 이상인 기술에 집중한다.
- > 한국 배출권거래제의 차기 계획기간(2026-2030)에 철강 부문 무상 할당에 대한 단계적 폐지 일정을 수립한다.
- > 청정 전력 목표와 녹색 철강 생산을 분명하게 연계 짓는다. 이를 위해서 국가 철강 전략에 철강 부문의 재생에너지 및 그린 수소 조달을 포함하고, 기업들이 경제적이고 유연하게 재생에너지를 직접 구매할 수 있는 정책 환경을 조성한다.

소극적 배출 감축 목표와 석탄 기반 생산 시설의 수명 연장

세계 6위의 철강 생산국인 한국은 조강 생산능력 83Mtpa의 64%를 석탄 기반 설비에 의존하고 있다.³ 철강 부문은 한국의 온실가스 배출 총량의 16.7%를 차지하는 국가 최대 산업 배출원이다.⁴ 국내에서 진행 중이거나 계획된 신규 석탄 기반 설비의 증설은 없지만,⁵ 한국 최대 철강사인 포스코는 석탄 기반 시설 일부의 수명을 개보수(relining)를 통해 연장하고 있다.⁶ 녹색 철강 생산 설비 증설이 진행 중이거나 계획되어 있지만 그 용량은 한국의 총생산 용량에 비하면 미미한 수준으로서, 2030년까지 확보될 수소-직접 환원철(H₂-DRI) 용량은 고작 1 Mtpa에 불과하다.⁷

한국에는 포스코, 현대제철, 동국제강, KG동부제철을 비롯한 다수의 중대형 제강업체가 있다. 2023년 2월 한국 산업통상자원부(MOTIE)는 저탄소 철강생산 전환을 위한 철강산업 발전 전략을 발표했다.⁸ 철강 탈탄소화 전략을 수립한 몇 안 되는 국가 중 하나지만, 철강 부문에 대한 별도의 배출 감축 세부 목표를 제시하는 수준까지는 미치지 못한다. 국가 온

3 Global Energy Monitor, 2023, **Pedal to the metal 2023** 부록 C를 기초로 계산.

4 기후솔루션, 2023, **산업 동향 브리프 -한국 정부의 저탄소 철강 생산 전략: 핵심 과제와 개선 방안**.

5 Global Energy Monitor, 2023, **Pedal to the metal 2023**.

6 SteelWatch & 기후솔루션, 2023, **Redline not reline: 4 leading steel companies in OECD set to lock in almost half a billion tonnes of CO₂**.

7 Global Energy Monitor, **Global Steel Plant Tracker** (2023년 11월 검색); Eurometal, 2023년 9월, <https://eurometal.net/posco-plans-1mty-hydrogen-steelmaking-plant-by-2030/>.

8 산업통상자원부, 2023, **저탄소 철강생산 전환을 위한 철강산업 발전전략**.

실가스 감축 목표(NDC)에서 설정한 산업 전반에 대한 감축 목표도 2030년까지 고작 10%를 조금 넘는 수준에 불과하다.⁹ 즉 한국 정부는 자국의 철강 부문이 신속하게 배출량을 감축해야 한다는 명확한 정책 신호를 내보내지 못하고 있다.

청정 에너지 진전에 소극적, 청정 수소와 철강 생산의 연결 고리 부재

한국은 녹색 철강 전환에 핵심적 요소인 청정에너지 확보에 대한 의지를 보이지 못하고 있다. 한국의 전력 부문은 수입 화석 연료에 크게 의존하고 있고, 재생에너지 발전 비중은 2022년 7.15%에서 2030년 18.2%로 겨우 10%포인트가량 증가 계획이다.¹⁰ 날로 증가하는 철강 부문의 재생에너지 수요를 충족시키기 위한 전략은 빠져 있다. 하지만 전기로(EAF)와 수소직접환원철(H₂-DRI)로 공정이 전환되면서 철강 부문의 재생에너지 수요는 지속적으로 증가할 전망이다. 2022년에 직접 전력 구매 계약(PPA) 분야에서 일부 진전이 있어 소비자들이 재생에너지 발전업체로부터 직접 전기를 구매할 수 있게 되었지만, 국내 재생에너지의 경쟁력 있는 접근성을 보장하려면 지금까지 보다 더 많은 노력을 기울여야 한다.

한국의 수소 전략은 “청정 수소” 수입 의존도를 점진적으로 줄이는 것을 목표로 한다(블루 수소와 그린 수소에 대한 구체적인 세부 목표도 세워져 있다). 이를 달성하기 위해 한국은 청정 수소의 국내 생산 비율을 2030년까지는 34%로, 2050년까지는 60%로 끌어올릴 계획이다. 국가 수소 정책은 철강 부문 전환을 위한 청정 수소의 필요성을 인식하여 철강사에 청정 수소 생산에 대한 인센티브 부여 가능성을 언급하고 있다.¹¹ 그러나 한국의 수소 정책은 최종 수요처에 대한 명확한 우선순위를 제시하지 못한 채, 상업용 차량과 전력 부문에서의 적용에만 치중하고 있다.

수소 수입 또는 국내 그린 수소 생산에 대한 대안으로 여러 글로벌 철강업체는 녹색 철광석 수입을 검토하고 있다. 그러나 이 대안은 녹색 철강 원료의 수입 의존도를 높임으로써 재생에너지와 친환경 수소의 국내 생산을 극대화하는 데 방해가 된다는 우려를 낳고 있다.

배출권거래제, 정부 재정 지원 및 녹색공공조달의 잠재력 활용하지 못하고 있어

2015년에 동아시아 국가 최초로 배출권거래제(ETS)를 도입한 한국은 아시아 지역의 모범이 되어왔다. 그러나 K-ETS에서 철강은 무상 할당에 전적으로 의지하고 있다.

저탄소 철강 기술을 위한 정부 재정 지원의 정책적 견인 효과는 탄소 가격 책정을 통한 정책적 추동 효과만큼이나 부족하다. 현재 민간 부문이 전환에 따른 재정적 부담의 대부분을 떠맡고 있다. 자본 지출에 대한 정부 재정 지원은 미미하고, 운

9 대한민국정부, 2021, **The Republic of Korea's Enhanced Update of its First Nationally Determined Contribution**.

10 이는 기후솔루션이 계산한 것으로서, 한국 특유의 개념으로 한국 정부가 정의한 “신재생에너지” 중에서 “신 에너지(기존 연료를 새로운 방식이나 화학 반응을 통해 활용하는 수소, 연료전지, 석탄 가스화/액화 에너지)”는 배제하였다.

11 산업통상자원부, 2019, **수소 경제 활성화 로드맵**; OECD STIP Compass, 2022, **수소 경제 육성 및 수소 안전 관리에 관한 법률**

영비 지원 역시 부족하다. 철강 탈탄소화를 위한 R&D 자금을 지원하고 있지만, 배출 감축 잠재력이 높은 기술(예. 친환경 수소 직접환원철)로 가는 비중이 매우 낮고 설비투자 비용(CAPEX)에 대한 지원 역시 크게 부족하다.

한국 정부는 또 다른 주요 정책 수단인 녹색 공공 조달(Green Public Procurement, GPP)도 활용하지 않고 있으나, 공공 조달의 요건이나 세부 목표를 이용하여 녹색 철강에 대한 수요를 증가시키는 것은 산업의 전환을 가능하게 할 뿐 아니라 가속할 수 있다. 또한 녹색 철강에 대한 공통의 표준 수립, 관련 배출 집약도 기준치 및 측정 표준을 설정하는 일에도 충분한 중점을 두지 않고 있다. 그러다 보니, 고객에게 무엇이 “그린”인지 명확하게 보증하지 않고도 특정 제품 라인을 “그린”이라고 마케팅할 수 있도록 문을 열어 두고 있다. 매스밸런스(mass balance) 방법론에 기반한 포스코의 신규 제품 라인인 그리닛 스틸(Greenate Steel)이 그 예다.

요약

철강은 전 세계 이산화탄소 배출의 8%를 차지한다. 녹색 철강 투자와 민간 부문의 노력이 추진력을 얻고 있긴 하지만, 전 세계 철강 수요는 증가하고 있고 철강산업은 더 많은 이산화탄소를 뿜어내고 있다. 1.5°C 목표에 발맞추어 나가려면 정책입안 시 기준선을 더 높여야 하는 이유가 바로 여기에 있다. 세계 주요 선진국과 핵심 철강 생산국 공동의 노력이 시급하다.

2024년은 이 의제를 진전시키는 데 매우 중요한 한 해가 될 것이다. 미래의 녹색 철강 강국으로 거론되는 브라질에서 올해 G20과 청정에너지 장관회의(Clean Energy Ministerial, CEM)가 열리고, 친환경 재산업화(green reindustrialization)가 브라질의 새로운 경제 성장 전략의 핵심을 차지하고 있다.¹² 탄소 집약적 전로 제강설비를 단 한 곳만 남겨둔 철강 재활용의 선두주자 이탈리아는 개최 예정인 G7을 통해 2021년에 채택된 G7 산업 탈탄소 의제(Industrial Decarbonisation Agenda)를 밀어붙이면서 넷제로 산업으로의 전 세계적 전환 비용을 낮추기 위한 G7의 협력 강화를 이끌어낼 수도 있다.¹³

철강 탈탄소를 추진하는 각국의 의사결정자들, 시민사회, 업계 이해관계자들은 나라 밖으로 눈을 돌려 다른 나라들이 채택하는 철강 탈탄소의 속력, 경로, 정책을 더 깊이 통찰하고 이해해야 한다. E3G 철강 정책 평가표의 목적은 그 격차를 메우는 것이며, G7 국가들이 (그리고 G7 외 주요 철강 생산국이) 철강산업에서 석탄 사용을 점진적으로 중단하고, 자국의 철강산업을 다가올 미래에 대비시키고 있는지 연단위로 추적하고 비교하는 프레임워크를 제시한다.

12 Brazilian Government, n.d., [New Growth Acceleration Program](#) (PDF)

13 2021 UK G7 Presidency, 7 June 2021, [G7 Industrial Decarbonisation Agenda \(IDA\)](#) (PDF)

2023년 분석의 주요 내용

각국 정부가 움직이기 시작했지만 아직은 굵은 모양새다. 2022년 평가와 비교 시 큰 변화가 포착되는 G7국가는 전무하다. 평가표는 빨간색과 주황 색으로 뒤덮여 있다시피 하다. 정책 방향, 투자 및 기술 전개의 부족이 지속되고 있음이 한 눈에 들어온다.

2023 철강 정책 평가표 비교

정책 방향 및 명료성	시장 신호		소재 효율성 및 순환성	수요 구축		인프라		
	정부 재정 지 원	탄소 가격 책 정		녹색 철강 정 의	공공 조달	철강용 수소 및 CCS*	철강용 청정 전력	
독일	B-	A	B+	C+	B+	B-	B+	B+
프랑스	A	B+	B+	C+	C-	C-	B+	A-
이탈리아	C	C+	B+	C+	C	C+	B+	B+
영국	C+	B-	C+	C-	B	C+	C+	B+
캐나다	C+	B-	C+	C-	C+	B	B-	B
미국	B-	C	C-	C-	C+	C+	C+	A
일본	B-	B-	C-	C+	C	C	C+	C
중국	B-	C+	C	B-	C+	C-	C+	C-
한국	A-	C+	C+	B-	C-	C-	C-	C-

*CCS = 탄소 포집 및 저장 장치



미지근한 정책적 의지에도 불구하고, 실물 경제 동향을 보면 주요 G7 국가에서는 철강 부문의 전환이 이미 진행되고 있다. 현재 G7 국가 중 석탄 기반 철강 생산 설비 증설을 계획하는 국가는 한 곳도 없으며 일부 국가는 기존 석탄 기반 제강 비중을 크게 낮추기 위한 전환 계획을 수립하고 있다. 그러나 대부분의 G7 국가에서는 고로 개수(furnace relining)를 통한 기존 석탄 기반 철강 생산 설비의 수명 연장을 피할 위험이 남아 있으며 그 어떤 G7 국가도 석탄 기반 제강 설비의 단계적 퇴출(phasing-out)에 전면적으로 나서지 않고 있다.

한편 G7 이외 국가에서 석탄 기반 제강 설비 계획은 점점 더 많아지고 있으며 그 규모가 청정 설비 증설 계획을 앞지른다. 인도만 하더라도 2030년까지 고로 용량을 153 Mtpa 증설할 계획이다.¹⁴ G7 국가들은 해외 철강 투자 전환에 중요한 역할이 있으며 일본을 비롯한 G7 국가들에 본사를 둔 기업들과 금융기관들은 동남아시아에 석탄 기반 제철 설비 투자를 주도하고 있다.

철강 탈탄소를 위한 주요 정책 수단

- > **정책 방향 및 명료성 관련 리더십이 부재하다.** 분석 대상 국가 중 철강 부문을 구체적으로 겨냥한 과감한 배출 감축 목표를 세운 국가는 전무하다. 정책 방향 및 명료성은 향후 몇 년간 G7이 야심차게 추구해야 할 분명한 목표다.
- > **철강 전환을 위한 정부 재정 지원은 격차가 크며, 이는 서로 다른 수준의 자원 및 접근방식 때문이다.** 유럽의 정책입안자들은 R&D, 자본적 투자, 높은 운영비를 위한 직접 지원을 포함하는 다양한 지원을 제공한다. 미국은 수소에 대해 세제 혜택을 제공하여 막대한 규모의 녹색 투자를 유도하는 반면 녹색 철강을 위한 지원은 여전히 미흡하다. 전반적으로 석탄 기반 제철소의 전환을 돕는 구체적이고 집중적인 지원이 부족하다.
- > **소재 효율성 및 순환성은 철강 재활용 확대와 더불어 철강 탈탄소에 매우 중요하다.** 그러나 분석 대상 국가 전반에 걸쳐 충분한 노력이 기울여지지 않고 있다. G7 국가 중 C+보다 높은 점수를 받은 국가는 없다. 주목할 점은, 이 범주에서 가장 뛰어난 리더십을 보여주는 나라들은 G7 회원국이 아니라는 것이다.
- > **무탄소 철강(near-zero emission steel) 수요 구축을 목표로 공공 조달 및 표준 수립에 대한 활발한 국제적 논의가 있음에도 불구하고, 이 부분은 여전히 가장 취약한 범주다.** G7 국가들은 (그리고 그 외 국가들도) 포부를 밝히고, 협의하고, 약속을 하는 데서 한 발 더 나아가 국내법 시행에 주력함으로써 조달 요건 및 표준을 통해 철강 부문의 실질적 경제 변화를 이끌어내야 한다.
- > **G7 국가들은 다른 범주에 비해 청정 에너지 인프라에서 더 높은 점수를 받았다.** 이는 전력 부문 탈탄소 및 수소 개발의 폭넓은 진전에 기인한다. 그러나 각국 탈탄소 전략에서 철강을 위한 청정 수소 확보는 충분한 우선 순위를 확보하지 못하고 있다.
- > **철강 부문 및 그 공급망이 갖는 범세계적 특성상 국가적 차원에 한정된 정책적 조치들은 그 효과가 제한적일 수밖에 없다.** 잘 조율된 국제적 노력과 무역 정책이 철강 부문 탈탄소 성공의 열쇠다.

14 Global Energy Monitor, June 2023, [GEM Steel Plants 2023](#) (PDF)

2024년 철강 정책 목표 달성 가속화를 위한 제언

11개 개별 분석 대상 국가의 우선 과제는 별도 문서인 국가 프로필에 잘 나와 있다.¹⁵

2024년에 기울일 공동의 노력을 다음과 같이 제언한다.

1. 배출 감축 목표를 정하고 부문별 로드맵에 대한 합의를 끌어내 바람직한 철강 탈탄소의 방향 및 변화의 속도에 관하여 명확한 정책 신호를 보낸다.

G7 국가들은 공동의 철강 탈탄소 목표 및 부문 로드맵 채택을 위해 노력하는 한편, 무탄소 철강으로의 전환을 위해 각국의 역할을 분명하게 인정하는 문구에 합의해야 한다. 나아가 G7 국가들은 석탄 기반 제강 설비 증설을 지양한다는 암묵적 방향성을 명시적 정책 약속으로 만들고 다른 OECD 국가가 동참하도록 장려해야 한다. 이에 더해 G7 국가들은 기존 석탄 기반 제철 설비의 수명을 2030년 이후까지 늘리기 위한 고로 개수를 하지 않겠다고 약속해야 한다.

2. 녹색 철강 시장 구축 포부를 실행으로 옮겨야 한다.

G7은 배출량 산정 방법론 일치와 저배출 또는 무탄소 철강의 정책 벤치마크 실행 일정을 분명하게 제시하는 로드맵을 마련해야 한다. G7 국가들은 2020년대 중반부터 넷제로에 부합하는 의무적 표준을 채택할 것을 명시적으로 약속해야 한다.

3. 청정에너지 인프라 구축을 위한 투자 규모를 확대하고 에너지를 사용하기까지의 소요시간(lead time)을 단축한다.

G7 국가들은 자국의 전력 부문 목표에 산업용 발전 목표를 명시적으로 포함해야 한다. 먼저, 산업 부문 전기화(industrial electrification)에 따르는 기회와 과제에 합의하고, 이를 해결 할 수 있는 인프라 구축 경로를 설정해야 한다.

4. 녹색 철(HBI, H₂-DRI 등) 무역을 위한 파트너십을 구축하고 이에 대한 재정 지원, 국제 기술 협력, 국제 조달 계약 및 유통계약(offtake arrangements) 기회 확대를 위해 노력한다.

G20: 미래의 녹색 철강 주요 수출국으로 촉망받는 브라질은 2024년 G20과 청정에너지 장관회의를 개최하게 되면서, 녹색 산업 공급망에 대한 국제 협력을 의제에 포함시킬 절호의 기회를 맞이하고 있다. 브라질 정부는 양자 및 다자간 파트너십 구축의 모범사례를 정립하기 위한 작업의 첫걸음을 떼야 한다. 또한, 또한 잠재적 공급망 변화에 대한 공동의 이해를 구축하기 위한 연구를 의뢰해야 한다.

G7: 회원국들은 국제적 철강 전환을 실현함에 있어서 파트너십의 중요성을 인식해야 한다. 개발도상국의 산업 성장 시장에서 철강 부문 전환을 촉발시키기 위해 향후 파트너십과 더 넓은 범위에서 금융 제공, 국제 기술 협력 참여, 국제 조달 및 유통계약 기회를 확대하기 위한 조치를 취해야 한다.

15 E3G, February 2024, 국가 프로필 - 2023 철강 정책 평가표

제 1 장

배경

철강은 전 세계 이산화탄소 배출의 8%를 차지하며 오랜 세월 “난감축(hard-to-abate)” 부문으로 불려 왔다.¹⁶ 하지만 지난 몇 년 동안 철강 탈탄소의 가능성이 엿보이는 움직임이 명확하게 포착되었다. 석탄 기반 철강 생산량의 35%에 해당하는 500Mt 감축이 현재 넷제로 목표에 포함되는 등 민간 부문의 약속이 증가했고,¹⁷ 무탄소 철강 시범 사업에 대한 발표가 잇따르고 있으며,¹⁸ 소비자들은 새롭게 떠오르는 구매자들의 이니셔티브를 통한 녹색 철강 조달 의사를 내비치고 있다.¹⁹

무탄소 제철 공정으로의 전환은 저탄소 철강 생산을 위한 생산·가공·무역의 새로운 거점들을 부상시키며 글로벌 공급망을 재편할 것이다.²⁰ 브라질, 호주, 남아프리카공화국과 같이 저렴한 재생에너지가 풍부하고 철광석 자원을 보유한 국가들은 이러한 전환 과정에서 선두 자리를 엿보고 있다. 광산업자들은 이미 철광석과 풍부한 재생에너지 자원이 있는 곳에 채광 및 가공 거점을 마련하기 위한 계약을 체결하고, 이러한 변화를 활용하기 위해 대기 중이다.²¹

이렇게 상황 전개에 탄력이 붙고 기회가 늘고 있다는 신호가 곳곳에서 감지되지만, 철강 부문은 아직도 2050 넷제로 달성을 위한 궤도에 오르지 못하고 있다. 민간 부문의 탄소중립 약속은 여전히 전 세계 시장에서 차지하는 비중이 적고, 넷제로를 선언한 많은 철강사들은 어떤 식으로 약속을 지킬지에 대한 상세 로드맵을 내놓지 못하고 있다. 전반적으로 철강 부문 배출은 계속 증가하고, 무탄소 철강의 생산량은 1Mt미만이다.²²

무엇보다도 걱정스러운 것은, 신규 석탄 기반 고로 계획이 늘고 있다는 점이며²³ 그 규모는 저탄소 설비 증설 용량을 계속해서 추월하고 있다. 증설이 계획된 고로의 규모는 녹색 철강 생산설비 증설 계획 규모의 2.5배에 달한다.²⁴ 인도만 하

16 International Energy Agency, October 2020, **Iron and steel technology roadmap**

17 Global Energy Monitor의 **Global Steel Plant Tracker** (GSPT, 2023년 3월 최종 업데이트)에 따르면, 전 세계 조강 설비의 62% (1,397 Mtpa)는 현재 전로(BOF, 산소전로) 기술을 사용하고 있다. 아고라(Agora)가 2023년 6월에 발간한 **15 Insights on the Global Steel Transition**에 따르면 석탄 기반 제강 용량 중 500 Mt이 넷제로 목표에 포함된다고 한다. 주의: GSPT가 포착한 BOF 철강 용량은 대부분 고로-전로(BF-BOF) 기술을 사용하나, 일부 제철업체들은 직접환원철(DRI)과 철스크랩을 BOF에 투입하는 대체 기술 사용을 고심 중이다. 따라서, BOF를 이용한 제강을 본 보고서에서는 특별한 언급이 없는 한 석탄 기반 제강으로 간주한다.

18 Leadership Group for Industry Transition, **Green Steel Tracker** (웹페이지. 2024년 1월 접속)

19 Climate Group, **Steelzero** (웹페이지. 2024년 1월 접속)

20 Woodmac, October 2023, **Metalmorphosis: how decarbonisation is transforming the iron and steel industry**

21 Ibid.

22 International Energy Agency, 2023년, **The Breakthrough Agenda Report** (PDF). 전 세계 총 제강 용량은 2.5 Gt(2022년)이다; OECD, 2023년, **Latest-developments in steelmaking capacity** (PDF) 참조.

23 Global Energy Monitor, **Global Steel Plant Tracker 2023, Steel Capacity (TPPA), by method and development status in each country**

24 Global Energy Monitor, October 2023, **A Matter of Ambition: Examining the Steel Industry's Commitment to Net Zero by 2050**

더라도, 2030년까지 고로 용량을 153Mtpa 늘릴 계획이다.²⁵ 제철소의 긴 수명(최장 20~25년이나 위치에 따라 더 길 수도 있다)을 고려컨대, 현재 추가로 건설하는 고로는 오랜 세월 상당한 배출량을 유지할 것이다.

이 현실은 국제에너지기구(IEA)가 새롭게 내놓은 『2050 넷제로 경로(Net Zero by 2050 Pathway)』와 큰 대조를 이룬다. 해당 문건에 따르면 모든 신규 중공업 설비의 탄소 배출량이 2030년까지 무탄소에 가까워져야만 평균온도 상승을 1.5°C 이하로 유지할 수 있기 때문이다.²⁶ 이 넷제로 경로에 부합하려면 전 세계 철강 산업의 직접 배출량을 2.6 Gt CO₂에서 2030까지 2.1 Gt CO₂로, 2050년까지 0.2 Gt CO₂로 줄여야 한다.²⁷

산업 및 경제 계획을 담당하는 정책입안자들은 자국 철강 산업의 더욱 신속한 전환을 염두에 두고 정책을 적절히 조정하여야 한다. 2030년까지 대규모 제강 설비 재투자(현 BF-BOF²⁸ 용량의 73%)가 전망된다.²⁹ 여기서 던져야 보아야 할 핵심 질문은 제철소 소유주들이 가까운 미래에 어떤 기술 경로를 선택할 것인가이다. 이들에게 올바른 정책 신호를 보내어, 개수를 통해 탄소 집약적 생산방식을 고수하거나 제철소가 폐쇄되는 것을 손 놓고 지켜보는 것이 아니라, 무탄소 제철 기술에 투자하도록 확신을 심어주어야 한다.

이 의제의 진전에 있어서 2024년은 매우 중요한 한 해가 될 것이다. 미래의 녹색 철강 대국으로서 잠재력 있는 브라질에서 올해 G20과 청정에너지 장관회의가 열린다. 브라질의 신경제 성장 전략의 핵심에는 녹색 재산업화가 자리 잡고 있다.³⁰ 탄소 집약적 전로 제강 설비를 단 한 곳 남겨두고 철강 재활용의 선봉에 서 있는 이탈리아는 올해 G7 정상회의를 개최함으로써 2021년 채택된 G7 산업 탈탄소 의제를 진전시키고, 전 세계적 넷제로 산업으로의 전환 비용을 낮추기 위한 G7 협력 강화를 끌어낼 수도 있다.³¹

25 Global Energy Monitor, June 2023, [Pedal to the Metal](#) (PDF)

26 International Energy Agency, September 2023, [Net zero roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach](#)

27 International Energy Agency, September 2023, [Net zero roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach](#)

28 고로-전로(BF-BOF) 방식은 철강 생산 경로 중 하나다. 고로는 용융을 통해 철광석에서 철을 얻어내는 데 쓰인다. 그 결과 얻어지는 철을 선철(pig iron)이라고 하는데, 선철이 산소 전로로 옮겨져 강(steel)이 만들어진다.

29 Global Energy Monitor, June 2023, [GEM Steel Plants 2023](#) (PDF)

30 Brazilian Government, September 2023, [New Growth Acceleration Program](#) (PDF)

31 2021 UK Presidency, June 2021, [G7 Industrial Decarbonisation Agenda \(IDA\)](#) (PDF)

제 2 장

2023년 평가 방법론

5개 평가 범주

E3G의 2023 철강 정책 평가표는 다음 5개 범주에 걸쳐 각국의 성과를 평가한다:

- > **정책 방향 및 명료성:** 각국은 탈탄소 전략이나 보다 광범위한 정책 프레임워크를 통해 철강 탈탄소 여정의 기대 속도와 방향에 관해 명확한 신호를 보내고 있는가?
- > **시장 신호:** 각국은 무탄소 제강으로 투자의 방향이 옮겨 가도록 하기 위하여 공공 재정 지원 그리고/또는 탄소 가격 책정을 활용하여 충분한 시장 신호를 창출해내고 있는가?
- > **소재 효율성 및 순환성:** 각국은 제강의 소재 효율성과 순환성을 높이기 위한 정책 프레임워크를 도입하고 있는가?
- > **수요 구축:** 각국은 미래 수요 창출을 위한 공공 조달 및 표준 제정과 더불어 무탄소 철강(near-zero emission steel) 관련 벤치마크를 설정함으로써 명확한 신호를 내보내고 있는가?
- > **인프라 투자:** 각국은 신속한 철강 탈탄소에 필요한 청정 인프라에 관한 계획 수립과 투자를 하고 있는가?

위의 각 범주마다 공개 정보를 기반으로 각국 정부 정책에 대한 점수를 부여했으며 각 정책 수단에는 여러 지표에 걸쳐 동일한 점수를 할당했다. 점수와 방법론은 각 분석 대상 국가의 파트너들과 교차 검증을 실시하였다. 각 정책 수단에 대한 점수는 그림 3(제 3 장)과 같이 시각적 순위로 표현하였다. 방법론에 대한 자세한 내용은 부록 B를 참조하기 바란다.

2022년 철강 정책 평가표와 다른 점

평가 강화를 위한 범주 확장

2023년에는 방법론과 정책 수단 구성 면에서 변화를 주었다. 이러한 변화로 인해 2022년 철강 정책 평가표와의 비교가 다소 복잡해지긴 했지만, 더욱 강력한 평가를 통해 분석 대상 국가들의 철강 전환 진행 상황에 대한 보다 견고하고 완전한 이해를 할 수 있게 되었다.

인프라 투자 범주 아래에 하위 범주로서 청정 전력을 넣었다. 이는 철강 부문 전기 소비의 친환경화와 산업 부문 전기화에 따른 전력 수요 증가를 예측하는 것이 철강 전환의 핵심임을 인식한 것이다.

또한 보다 세분화된 분석을 위해 일부 범주를 확장했다. 예컨대 정부 재정 지원을 R&D, 자본 지출(CAPEX), 운영비(OPEX)로 구분하였다.

분석 대상국 확대: G7에서 11개국으로

2022년 평가표와 비교 시 가장 큰 변화는 기존 분석 대상국이었던 G7에 4개국을 더한 것이다. 분석의 초점이 여전히 G7에 맞추어져 있고, 정부 정책을 가장 의미 있게 비교할 수 있는 나라들이 G7인 것은 사실이다. 그렇지만, G7 국가들은 전 세계 철강 생산의 17%만 담당하고 있고(그림 1),³² 그마저도 줄어들고 있다.

철강 탈탄소를 가속화하려면 G7 회원국 밖의 산업 성장 시장에 주안점을 두어야 한다. 비 G7 회원국의 상황을 이해함으로써 더 나은 국제 협력을 촉진하고 정책 결정을 위한 통찰을 얻을 수 있다.

이를 고려하여 다음 국가들을 분석 대상국 범위에 넣었다:

- > **중국과 인도.** 세계 최대³³ 및 최고 탄소 집약적³⁴ 철강 생산국이다.
- > **브라질.** 곧 G20 의장국을 맡게 되고 녹색 철강 강국으로 도약할 잠재력이 크다.
- > **한국.** 인구 대비 세계 최대 철강 소비국³⁵이자 세계 6위의 철강 생산국이다.³⁶

32 International Energy Agency, May 2022, **Achieving net zero heavy industry sectors in G7 members**

33 Global Energy Monitor, July 2023, Pedal to the Metal 2023 —**Pedal to the Metal It's Time to Shift Steel Decarbonization Into High Gear** (PDF)

34 EAF: Global Efficiency Intel, April 2002, **Part 2: Cleanest and Dirtiest Countries for Secondary (EAF) Steel Production**; Primary: Global Efficiency Intel, 2020, **Part 1: Cleanest and dirtiest countries: primary steel production: energy-CO₂-benchmarking**

35 World Steel Association, 2022, **World steel in figures 2022**

36 세계 세 번째로 큰 철강 생산국인 러시아는 현재의 복잡한 지정학적 상황으로 인하여 고려에서 제외되었지만, 우리는 이 방향으로의 연구를 적극 권장하고 그 가치를 인정하는 바이다. 이외의 G20 국가는 연구 역량의 제한으로 포함시키지 않았다.

국가 별 조강 생산능력(Mt/년)



출처: Global Energy Monitor, 2023, Pedal to the Metal 2023.



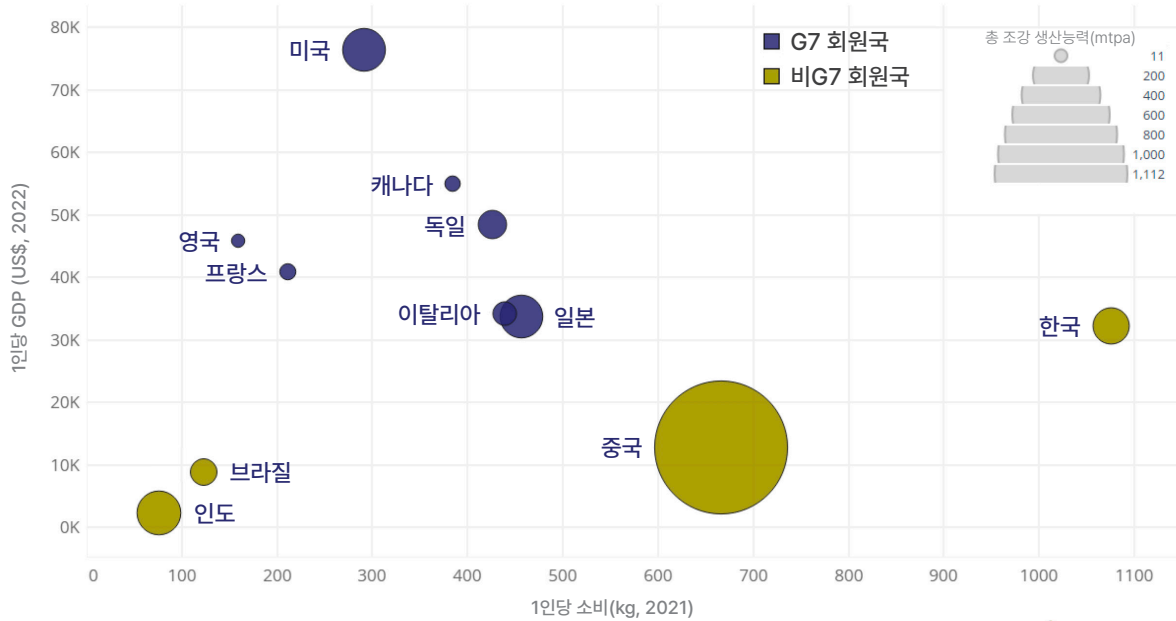
그림 1. G7 회원국을 모두 합쳐도 세계 철강 생산량의 1/5에도 미치지 못함. 철강 탈탄소를 위해서는 G7 외의 시장에 중점을 두어야 함. 평가표에 4개국을 추가함으로써 훨씬 더 포괄적인 분석이 가능해짐.

그림 2는 이들 국가가 추가됨에 따라 철강 소비, 재정 능력, 생산 능력과 같이 보다 다양한 맥락에서 철강 탈탄소의 전반적 환경을 파악할 수 있게 됨을 보여준다.

철강 탈탄소 여정의 출발점, 재정 자원, 시장 구조가 이들 국가 간에 크게 다르다는 점을 고려하여 인도와 브라질은 평가표에 포함하지 않았다. 중국과 한국은 경제 성장 수준을 고려하여 평가표에 명시적으로 점수를 부여하고 G7 회원국과 함께 그 점수를 제시하였지만, G7 국가와 나란히 공식적인 순위를 매기지는 않았다. 하지만 이들 4개국에 대한 심층 분석은 국가 프로필에 포함되어 있다.³⁷

37 E3G, January 2024, 국가 프로필 - 2023 철강 정책 평가표

GDP 대비 철강 생산 및 소비



출처: E3G의 World Bank 및 World Steel Association 데이터 분석
 World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD/view=chart>
 World Steel Association: <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-ste>
 총 조강 생산능력: GEM 2023 보고서 데이터에 기초함(mtpa)



그림 2. 철강 정책 평가표 분석 대상 11개국의 철강 생산 및 소비와 1인당 GDP. G7이외에 4개국을 추가함으로써 더 다양한 국가의 철강 탈탄소 진전 상황을 이해할 수 있게 됨.

실물 경제 맥락에서 살펴본 정책

2023년에 우리는 실물 경제 데이터 동향이 보여주는 맥락을 분석함으로써, 평가표에 반영된 정책 분석을 실물 경제라는 맥락에 넣어보았다. 그 결과가 제3장 표 10에 나와 있고, 이를 글로벌 에너지 모니터의 Global Blast Furnace Tracker³⁸를 기반으로 더 발전시켜 보았다.

38 Global Energy Monitor, 2023년 6월 마지막 업데이트, **Global Blast Furnace Tracker**

각국에 대해 다음과 같은 추세와 원인을 살펴보았다:

1. 석탄 기반 철강 설비 증설 가능성
2. 기존 석탄 기반 철강 설비의 개수 가능성
3. 기존 석탄 기반 철강 설비 폐쇄 진행 여부

향후 과제 및 유의 사항

상기한 방법론의 변화로 2022년 철강 정책 평가표의 한계를 일부 극복할 수 있었다. 하지만, 자원의 제약을 비롯한 여러 가지 요인으로 충분히 해결하지 못한 과제들이 아직 남아 있다. 예컨대, 현재로서는 여러 국가 간 유의미한 비교를 위해 모든 정책 수단에 동일한 배점을 주고 있다. 실제로는 각 정책 수단이 철강 부문 전환에 미치는 효과는 국가마다 다를 것이다. 데이터 가용성 및 세분화 정도 역시 국가별로 편차가 있어서 각국의 정책 진전 상황 평가에 영향을 주는 것이 불가피했다. 끝으로, 분석 대상 국가 중 많은 나라에서 정책 진전이 종종 지방 정부 차원에서 일어나곤 하나, 중앙 정부의 정책만 들여다볼 때 지방 정부 차원의 정책 진보는 놓칠 수 있다. 우리는 지방 정부 차원의 정책 실천을 언제나 완전히 포착할 수는 없었다.

제 3 장

2023 철강 정책 평가표 평가 결과

정책 진전

그림 3은 2023 철강 정책 평가표를 보여준다. 2022년과 비교하여 큰 변화를 보이는 G7 국가가 없다는 점에 주목하게 된다. 평가표는 2022년과 마찬가지로 빨간색과 주황색이 주를 이루며 전반적으로 정책 방향성과 투자 및 기술 개발이 지속적으로 부족함을 보여준다. 더욱 야심찬 정책 결정이 있어야만 1.5°C 경로에 발맞추어 철강 부문을 전환할 수 있다.

2023 철강 정책 평가표 비교

정책 방향 및 명료성	시장 신호		소재 효율성 및 순환성	수요 구축		인프라		
	정부 재정 지원	탄소 가격 책정		녹색 철강 정의	공공 조달	철강용 수소 및 CCS*	철강용 청정 전력	
독일	B-	A	B+	C+	B+	B-	B+	B+
프랑스	A	B+	B+	C+	C-	C-	B+	A-
이탈리아	C	C+	B+	C+	C	C+	B+	B+
영국	C+	B-	C+	C-	B	C+	C+	B+
캐나다	C+	B-	C+	C-	C+	B	B-	B
미국	B-	C	C-	C-	C+	C+	C+	A
일본	B-	B-	C-	C+	C	C	C+	C
중국	B-	C+	C	B-	C+	C-	C+	C-
한국	A-	C+	C+	B-	C-	C-	C-	C-

*CCS = 탄소 포집 및 저장 장치



그림 3. E3G 철강 정책 평가표 2023 (G7, 중국, 한국)

독일, 프랑스, 이탈리아는 선두자리를 그대로 유지하고 있다. 이들 3개국은 본 철강 정책 평가표가 첫 선을 보인 이래로 국내 철강 탈탄소 정책 면에서 계속해서 진전이 있었다.³⁹ EU 차원에서 수립한 과감한 기후 정책 프레임워크도 정책 진전 범주에 있어서 점수의 상승 요인으로 작용했다.

- > **독일**은 저탄소 제강 설비를 가장 많이 개발 중인 국가다⁴⁰ 독일 정부는 탄소차액계약제도(CCfDs)를 도입하여 산업 전환을 촉진하고 자발적 녹색 철강 라벨링 제도를 향해 신속하게 나아가고 있다.
- > **프랑스** 정부는 주요 석탄 기반 제강 시설의 두 곳의 전환을 지원하기로 약속했다.
- > **이탈리아**는 남아있는 석탄 기반 제철소에 직접환원철(DRI)⁴¹ 시설 추가 계획을 발표했다.

그런데 이 모범생들조차 민망한 점수를 받아 든 범주가 있다. 독일, 프랑스, 이탈리아가 녹색 철강 시설 투자에 대한 긍정적 신호를 보내고 있는 것은 사실이지만, 석탄 기반 시설 투자라는 위험이 잔존하고 있다. 3개국 중 기존 설비의 단계적 폐지 목표를 명확하게 세운 나라는 아무 곳도 없다.

영국은 4위로 올라섰다. 남아있는 고로(BF)를 전기로(EAF)로 대체하고⁴² 녹색 철강을 정의하고 친환경 조달 기준을 수립하는 면에서 진전을 이뤘기 때문이다. 평가표에 청정 전력이라는 새로운 범주를 도입한 덕을 본 면도 있다. 그 결과 2023년에 정체를 보인 캐나다를 따라잡았다.

미국은 6위 자리를 고수했다. 2022년 미국 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, IRA)으로 인해 수소, 탄소 포집 저장(Carbon Capture and Storage), 중공업 전환을 비롯한 막대한 규모의 녹색 투자가 쏟아졌지만, 친환경 제철에 대한 구체적 지원은 아직 미진하다. 석탄 기반 제철소의 탈탄소를 가속화하기 위한 규제의 틀도 마련되어 있지 않다.

마지막으로, **일본**은 여전히 꼴찌 신세를 면치 못했다. 사실, G7 국가들과 함께 **중국과 한국**도 순위를 매겼더라면, 일본은 이들 이웃 국가보다도 더 낮은 등수를 받았을 것이다. 일본의 철강 탈탄소 전략은 여전히 미래의 대규모 CCS 용량과, 정부의 명확한 전략도 없는 그린 수소 수입에 의존하고 있다. 일본 정부는 산업 심층 탈탄소화 이니셔티브(Industrial Deep Decarbonisation Initiative, IDDI) 참여를 통해 국제적 리더십을 보여주었지만, 2023년 G7 의장국으로서 산업 탈탄소에 대한 국제적 의제를 진전시키는 데도 실패했다.

중국과 한국은 새롭게 추가된 분석 대상국으로서, 각 범주에서 대체로 낮은 점수를 받았다. **중국**은 배출 보고를 위한 인프라를 구축하고 스크랩 기반 철강 생산을 증대하는 목표치를 설정하였지만, 현재의 설비는 대부분 석탄 기반 생산에 크게 의존하고 있다. 한국은 건설 중이거나 계획 중인 신규 석탄 기반 시설은 없다.⁴³ 그렇지만, 한국 최대 철강사인

39 E3G, September 2022, **G7 Steel Policy Scorecard – shifting the pathway for steel**

40 Global Energy Monitor, June 2023, **GEM Steel Plants 2023** (PDF)

41 해면철(sponge iron)이라고도 불리는 직접산화철(DRI)은 용융 과정 없이 가스를 환원제로 사용하여 제조된다.

42 전기로(EAF) 방식은 전기를 이용하는 제강의 한 형태를 나타내는데, 철스크랩이나 직접환원철(DRI) 또는 이 둘의 혼합물을 주원료로 사용한다.

43 Global Energy Monitor, 2023년, **Pedal to the Metal 2023**

POSCO가 고로 개수를 통해 몇몇 석탄 기반 설비의 수명 연장을 도모하고 있다.

브라질과 인도까지 포함하는 국가별 평가에 대해 보다 자세한 사항은 별도 문서인 「국가 프로필」에서 확인할 수 있다.⁴⁴

실물 경제 맥락에서 살펴본 철강 전환 동향

철강 정책 평가표의 결과를 맥락에 맞게 설명하기 위하여, 각국이 보유하고 있는 석탄 기반 철강 생산능력 현황을 평가하고(표 1). 다음과 같이 질문했다 (1) 석탄 기반 철강 설비 증설 위험이 있는지, (2) 개수(relining)를 통해 기존 석탄 기반 철강 설비의 수명을 연장할 위험이 있는지, (3) 기존 석탄 기반 철강 설비의 폐쇄가 진행되는지 여부에 대해 질문하였다. 그리고 그러한 결과를 가져오는 핵심 요인이 무엇인지도 살펴보았다.

앞서 강조한대로 철강 관련 정책적 의지는 전반적으로 부족하지만 그럼에도 불구하고 실물 경제 동향을 보면 이미 주요 G7 국가에서 철강 부문 전환이 진행중임을 알 수 있다. G7 국가 중 현재 석탄 기반 철강 설비 증설을 계획한 나라는 단 한 곳도 없고, 일부 국가(프랑스, 영국, 독일, 이탈리아)는 잔존하는 고로 중 상당한 부분에 대한 전환 계획을 수립 중이다.

44 E3G, January 2024, 국가 프로필—2023 철강 정책 평가표

표1: 2023 철강 전환 현황(G7, 중국, 한국). 지표는 시장(M), 정부 정책(G), 민간 부문 행동(P) 중 하나 이상에 의해 좌우되는 것으로 표시함. G7 국가들은 지표상 전반적 성과에 따라 배열함.

국가	잔존 고로 수	석탄 기반 설비 증설 위험		기존 석탄 기반 설비 수명 연장 위험			석탄 기반 설비 폐기 진행 여부				
		추가 계획 (M)	신규 고로 건설 확정 (G)	최근 개수 (2020-23) (P)	향후 개수 (2024 -) (P)	고로 개수 불이행 선언 (G)	일부 고로 전환 계획 (P/G)	전체 고로 전환 계획 (P/G)	일부 고로 폐쇄 일자 (P/G)	전체 고로 폐쇄 일자 (P/G)	고로 단계적 폐쇄 선언 (G)
영국	4	NO✓	NO ^x	NO✓	NO✓	NO ^x	YES ⁺ †	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x
일본	20	NO✓	NO ^x	YES ^x	NO✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x
프랑스	3	NO✓	NO ^x	YES ^x	NO✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x
독일	14	NO✓	NO ^x	YES ^x	YES ^x	NO ^x	YES✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x
캐나다	4	NO✓	NO ^x	YES ^x	NO✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x
이탈리아	3	NO✓	NO ^x	YES ^x	YES ^x	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x	NO ^x	NO ^x
미국	14	NO✓	NO ^x	YES ^x	YES ^x	NO ^x	NO ^x	NO ^x	NO ^x	NO ^x	NO ^x
중국	707	YES ^x	NO ^x	YES ^x	YES ^x	NO ^x	YES✓	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x
한국	11	NO✓	NO ^x	YES ^x	YES ^x	NO ^x	YES✓	NO ^x	NO ^x	NO ^x	NO ^x

* 고로 폐쇄 및 녹색 제강 설비로 대체할 계획. 기존 고로 및 추가 계획 수치 관련 출처: Global Energy Monitor, 2023, **Pedal to the Metal 2023**

† 영국 관련 참고 사항: 타타 스틸(Tata Steel)과 브리티시 스틸(British Steel)은 잠정 계획을 발표하여 영국 내에서 운영 중인 고로를 폐쇄할 것이라는 의도를 내비쳤지만, 본 보고서 발간 시점에 이르기까지 그 잠정 계획을 확인할 수 없었음.

그럼에도 대부분의 G7 국가에 기존 석탄 기반 설비의 수명 연장을 위해 고로를 개수할 위험이 여전히 남아있고, 이 설비들을 점진적으로 모두 폐쇄하겠다고 선언한 국가도 없다. 더욱이, G7 국가들에서 석탄 기반 제강을 벗어나는 발걸음을 재촉하고 있는 것은 정부의 공동 노력이 아닌 광범위한 시장 요인들이다.

표1은 철강 전환에 대한 G7실물 경제의 진전이 단지 여기까지일 뿐이라는 것을 명확하게 보여준다. G7외 국가들에서는 석탄 기반 철강 설비 증설 계획이 늘고만 있고,⁴⁵ 그 규모는 추가되는 청정 설비 용량을 넘어선다.⁴⁶ 중국은 향후 몇 년간 70개의 고로를 건설할 계획이고, 2030까지 전 세계에서 개수할 고로의 3분의 2는 중국에서 개수를 결정할 것이다.⁴⁷ 인도만 하더라도 2030년까지 고로 용량을 153 Mtpa 늘일 계획이다.⁴⁸ G7에서 고로 한 곳을 폐쇄하겠다고거나 개수를 하지 않겠다는 결정을 내릴 때마다, 지구 다른 곳에서는 그 용량의 적어도 10배에 대하여 전환이 일어나야 한다.

여전히 G7 국가들은 해외 철강 투자 관련 변화를 끌어내는 데 있어서 크나큰 역할을 담당해야 한다. 일본을 필두로 G7 국가에 본사를 둔 기업들과 금융기관들은 동남아시아에서 석탄 기반 제강 설비 투자를 주도하고 있다. G7외에 중국과 한국의 기업들 역시 석탄 기반 철강 설비에 막대한 투자를 하고 있다.

참고 1. 중국의 철강 전환 현황은?

표1의 분석은 중국이 2014년에 도입한 철강 용량 스왑 정책(Steel Capacity Swap Policy)으로 인해 복잡해졌다. 이 정책에 따르면 신규로 철강 설비용량을 추가하려면 이보다 큰 규모의 설비를 폐쇄해야 한다.⁴⁹ 최근 개정된 내용에 따르면, 신규 용량이 직접환원철(DRI)이나 전기로(EAF)처럼 저탄소라면 용량 스왑 비율이 1:1이 되고, 신규 용량이 고로-전로(BF-BOF) 기술을 이용하는 석탄 기반이라면 감축스왑(reduced swap)으로만 가능하다(대부분의 지역에서 1.5:1). 용량 할당(capacity allocation)은 기업간에도 거래가 가능하다.

다시 말해서, 비록 중국이 “일부 고로 전환 계획”과 “일부 고로 폐쇄 일자” 범주에서는 “YES”라는 평가를 받았지만, 이를 다른 범주에서의 동등한 점수와 비교하기는 어렵다. 석탄 기반 설비들은 중국에서 퇴출되고 있다. 일부 경우에는 저탄소 설비로 대체하기도하나 여전히 엄청난 용량의 석탄 기반 설비들이 가동되고 있다.

45 Global Energy Monitor, **Global Steel Plant Tracker 2023, Steel Capacity (TPA), by method and development status in each country**

46 Global Energy Monitor, October 2023, **Top50 steel producers' commitment to net zero** (PDF)

47 Global Energy Monitor, June 2023, **GEM Steel Plants 2023** (PDF)

48 Global Energy Monitor, June 2023, **GEM Steel Plants 2023** (PDF)

49 Centre for Research on Energy and Clean Air, August 2023, **China's steel sector invests USD 100 billion in coal-based steel plants, despite low profitability, overcapacity and carbon commitments** (PDF)

철강 탈탄소 관련 주요 정책 현황 파악

정책 방향 및 명료성

철강 탈탄소의 방향과 진행 속도에 관한 명확한 정책적 신호를 보내는 데 있어서 목표와 부문별 로드맵의 역할이 크다. 프랑스와 한국은 이 범주에서 단연 돋보이는 두 국가다. 프랑스와 한국은 철강 탈탄소 전용 전략을 마련해 두고 있다.

프랑스는 여기서 한 발 더 나아가 남아있는 석탄 기반 제철소에 대한 각 현장별 맞춤형 탈탄소 전략을 공동으로 개발하고 있다. 반면 한국의 철강 탈탄소 전략은 철강 부문의 세부 감축 목표를 설정하지 못하고 있다. 한국의 국가 온실가스 감축 목표(NDC)에 명시된 산업 전반에 대한 배출감축 목표는 2030년까지 겨우 10%를 넘는 수준에 불과하다.⁵⁰

분석 대상 국가 중 단 한 곳도 철강 부문에 대해 야심찬 배출 감축 목표를 세워 놓지 않았다. 향후 3년 동안 G7 및 그 외 국가들이 공동으로 추구해야 할 명확한 규제적 지향점이 무엇인지 알 수 있는 대목이다.

시장 신호

석탄 기반 고로 증설이 청정 제강 설비 증설을 여전히 앞지르고 있는 상황에서 각국 정부의 당면 과제는 무탄소 철강 생산으로 투자 방향을 바꾸라는 시장 신호를 만들어내는 것이다. 철강 탈탄소를 위한 기술적 대안 중 다수가 기존 생산 공정보다 큰 비용이 들고, 혁신적 생산 설비에 투자하는 데는 상당한 위험이 따른다. 배출권 거래제(ETS)를 시행하는 EU처럼 탄소 가격이 높은 권역에서조차 이러한 신기술의 손익분기 탄소 가격은 석탄 기반 생산에 비해 상당히 높다.

이러한 기술에 따르는 비용은 규모의 경제가 실현되면서 낮아질 것이지만, 높은 운영 및 자본 비용을 충당해 주기 위한 직접 지원이 어떤 형태로든 필요해질 것이다. 직접 지원이 정확히 어떤 식으로 주어져야 하는지는 자원 수준과 생산비와 같은 국가별 맥락에 따라 다르다.⁵¹

우리가 분석한 유럽 국가의 정책 입안자들은 획기적인 청정 생산 기술의 증가하는 운영비를 충당해 주기 위해 탄소 차액 계약제도(Carbon Contract for Differences)와 같은 직접 지원 방법을 모색하고 있다.⁵² 예컨대 독일은 2023년에 중공업 부문 전환을 장려하기 위하여 탄소 차액 계약제도를 도입하였다. 영국 정부는 최근 고로를 이용하는 타타 스틸(Tata Steel)의 포트 텔버트 제철소가 철스크랩을 원료로 사용하는 전기로로 전환할 수 있도록 약 5억 파운드의 납세자 지원을 약속했다. 다른 국가의 재정 지원은 여전히 R&D에 치중되어 있고, 제철소 탈석탄 전환을 지원하기에는 자금이 충분치 않다.

50 대한민국 정부, 2021년, 대한민국의 첫 국가 온실가스 감축 목표의 상향 조정(**The Republic of Korea's Enhanced Update of its First Nationally Determined Contribution**) (PDF)

51 Devlin, Kossen, Goldie-Jones, Yang. **Global green hydrogen-based steel opportunities surrounding high quality renewable energy and iron ore deposits**. *Nature Communications* 14, Article Number: 2578. 4 May 2023.

52 유럽에서는 넷제로 제강 기술이 도입으로 철강 생산 비용이 높아지고 이에 따라 총 생산비가 적어도 연간 200억 유로 증가할 것으로 예측되는데, 이 증가분에서 운영비가 차지하는 비중은 20% 정도일 것으로 추정된다. European Parliament, December 2021, **Moving towards Zero-Emission Steel** (PDF)

소재 효율성 및 순환성

소재 효율성 및 순환성이라는 정책 수단은 철강 탈탄소에 매우 중요한데, 근본적으로 철강 소비를 줄이고 전기로강 생산 비중을 높이는 데 도움이 되기 때문이다.⁵³ 그럼에도 분석 대상 국가 전반에 걸쳐 적극적으로 활용되지 못하고 있었다. G7 국가 중 C+를 넘는 점수를 받은 국가는 없다. 미국과 이탈리아가 철강 재활용의 선두 주자로서 단연 돋보이긴 하지만, 순환 경제 조항과 관련하여 철강 탈탄소를 지원할 규제 프레임워크와 명확한 신호는 미미하다.

2020년 3월에 발표된 EU 순환 경제 행동 계획(Circular Economy Action Plan)은 이러한 측면에서 EU 회원국에 매우 중요하다.⁵⁴ 이 계획에는 최근 개정된 지속 가능 제품을 위한 에코 디자인 규정(Ecodesign for Sustainable Products Regulation)이 포함되어 있으며 향후 규제를 위한 우선순위 제품으로 철강을 강조하고 있다.⁵⁵

특히 중국과 한국은 이 범주에서 G7을 능가하는 리더십을 보여준다. 중국은 철강을 순환 경제 이니셔티브와 명시적으로 연관 짓는 몇 안 되는 국가 중 하나다. 중국은 14차 5개년 순환 경제 개발 계획에 철스크랩 사용 목표를 설정하고⁵⁶ 스크랩 기반 전기로강 생산 비중을 2020년 10%에서 2025년까지 15%, 2030년까지 20%로 끌어올리기 위한 정책을 시행 중이다.⁵⁷

공식 분석 대상 국가는 아니지만, 인도 역시 철강 순환성에 있어서 원대한 포부와 리더십을 보여 왔다. 2023년 G20 의장국으로서 인도는 자원 효율 순환 경제 산업 연합(Resource Efficiency Circular Economy Industry Coalition)을 출범하고 「철강 산업의 순환 경제에 관한 지식 교류(Knowledge Exchange on Circular Economy in Steel Sector)」라는 기술문서를 내놓았다.⁵⁸ 또한 금속 스크랩 위원회(Scrap Metal Committee)를 출범시키고, 철스크랩 재활용 정책을 발표했는데, 이는 인도 전역에 금속 스크랩 센터 설립을 촉진하고 이를 위한 프레임워크를 수립하는 것을 목표로 한다.⁵⁹

이와 유사하게, 브라질도 철강 탈탄소를 위한 방편으로 순환성을 추구하고 있다. 브라질의 2023년 친환경적 변혁 계획(2023 Ecological Transformation Plan)은 산업 부문에서 순환 경제적 실천을 장려하는 프로그램의 도입 가능성을 강조하고 있다.⁶⁰

53 International Energy Agency, 2022, **Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members**

54 EU, 2020, **Circular Economy Action Plan**

55 EU이사회, 2023년, 녹색 전환 적합 제품: 이사회 및 의회, 에코디자인 규정에 합의하다(**Products fit for the green transition: Council and Parliament conclude a provisional agreement on the Ecodesign regulation**)

56 China Briefing, 2021, **China's Circular Economy: Understanding the New Five Year Plan**

57 Chinese Ministry of Industry and Information Technology & National Development and Reform Commission (NDRC), 2022, **Implementation Plan for Carbon Peaking in the Industrial Sector** / CREA, August 2023, **China's steel sector invests USD 100 billion in coal-based steel plants, despite low profitability, overcapacity and carbon commitments** (PDF)

58 G20, July 2023, **Knowledge Exchange on Circular Economy in Steel Sector** (PDF).

59 Indian Ministry of Steel, 16 March 2022, **Press Release - Steel scrap recycling policy**

60 Brazilian Government, n.d., **Casa Civil: Novopac**

녹색 철강 수요 구축

녹색 철강 수요 창출은 철강 탈탄소에 대한 투자를 끌어내기 위한 경영 사례를 창출하는 데 매우 중요하다. 명확한 인센티브가 없다면 신규 투자는 위축될 가능성이 높다.

각국 정부는 수요 구축에 중대한 역할을 한다. 저탄소 철강 조달의 주류화는 철강 생산자들의 경영 사례를 변화시킬 것이며, 종종 비싸기 마련인 저탄소 철강의 판로를 찾고 필요한 투자 비용을 회수할 수 있다는 확신을 기업에 심어줄 수 있을 것이다.

또한 각국 정부는 산업 이해관계자와 시민 사회 구성원들과 손잡고 “저탄소(low-carbon)”라든지 “무탄소(near-zero)”와 “넷제로(net zero)”철강의 기준을 정의하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 야심 찬 정의와 제품 요건은 철강 부문 탈탄소 추진에 핵심적인 도구가 되어 줄 것이고, 이는 이러한 정의와 표준 준수를 인증하는 투명하고 신뢰할 수 있는 프로세스와의 연계가 필요하다.

캐나다, 독일, 영국은 이 분야에서 명확한 포부를 밝혀왔다.⁶¹ 캐나다는 IDDI 회원국 중 유일하게 공개적으로 서약(1번, 3번)을 한 국가로, 2025년부터 주요 공공 건설 프로젝트에서 사용되는 구조재의 내재 탄소(embodied carbon)를 30% 감축할 계획이다.⁶² 독일 정부는 녹색 철강 정의 및 측정 표준에 대한 이해관계자 협의 과정을 개시하였고, 이를 통한 자발적 녹색 철강 라벨링 시스템(voluntary green steel labelling system) 도입이 기대된다.⁶³ 독일은 조달 및 시장 구축 정책과 연계된 국가 녹색 철강 벤치마크와 표준을 최초로 수립한 국가가 될 수도 있다. 영국 정부는 2023년 자국의 탄소 국경 조정 제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)에 대한 공개 협의의 일환으로 녹색 철강의 정의 및 IDDI 녹색 철강 조달 서약(green steel procurement pledges)의 채택과 관련한 공개 협의를 진행하였다.⁶⁴

많은 정책적 발전에도 불구하고 이 범주는 모든 분석 대상 국가에서 취약하게 나타났다. 포부를 밝히고, 협의를 진행하고, 서약을 공표하는 데서 머무르지 않고 입법까지 나아가는 것이 G7 공동의 규제적 지향점이 되어야 한다.

청정 에너지 인프라 투자

무탄소 철강 생산으로의 전환을 위해서는 재생에너지 기반 발전 확대, 재생에너지원에서 수소를 생산하기 위한 전해조 건설, 필요한 경우 CO₂ 수송 및 저장 인프라 구축 등 막대한 신규 인프라 투자가 필요하다.⁶⁵

61 캐나다, 독일, 영국, 미국은 2023년 12월에 개최된 COP28에서 산업 심층 탈탄소화 이니셔티브(IDDI) 관련 자국의 서약 수준과 더불어 현 조달 관련 이니셔티브들을 공적으로 발표했다. 본 보고서 발간 시점까지 우리는 각국의 공식 서약 수준에 대한 공개 정보를 접할 수 없었다.

IDDI, December 2023, IDDI green public procurement pledge announcement (PDF)

62 Treasury Board of Canada Secretariat, n.d., **Greening Government Strategy): A Government of Canada Directive**

63 Plattform Industrie 4.0, 27 June 2023, **Gesetzesvorhaben: Öffentliche Konsultation zur Transformation des Vergaberechts**

64 IDDI, 5 December 2023, **IDDI green public procurement pledge announcement** (PDF)

65 제철 업계의 전기 사용은 전 세계적으로 2019년에 1,300 TWh EJ이던 것이 2050년에는 1,900 TWh까지 증가할 것으로 보인다. 철강 산업의 수소 사용도 상당한 증가세를 보이는데 2050년이 이르면 4.5 EJ에 달할 것이다. (PNNL & E3G, 2021, **1.5°C Steel. Decarbonising the Steel Sector in Paris-compatible pathways**)

각국 정부는 이를 실현하는 데 있어 핵심적인 역할을 수행할 것이다. 인프라 구축 계획과 단기 투자 전략에 대해 명확한 신호를 내보내야 하고, 향후 인프라 수요에 대한 공동의 통찰과 이해를 쌓아가도록 이해관계자들에게 도움을 줄 수도 있다.

G7 국가들은 이 범주에서 지속적으로 다른 나라보다 높은 점수를 받았다. 이는 G7 회원국들이 전력 부문 탈탄소와 수소 개발에 더 큰 포부가 있음을 보여준다. 이들 정부의 정책에는 전력망 개발 시 고려사항인 입지 선정 및 기존 전력망 보강 문제 등 철강 전기화에 따르는 청정 전력 수요 증가를 명확하게 인식하고 있음이 드러난다.

국가 전력 구성의 탈탄소화는 철강 산업이 소비하는 전력 탈탄소의 필요조건에 불과하지만, 정부의 전력 시스템 탈탄소 목표와 정책이 내보내는 신호는 중요하다. 전력 시장 설계와 더불어, 재생에너지 생산자와 산업 소비자가 직접 청정 전력 구매 계약(Power purchase agreements, PPA)을 비롯한 기타 계약에 참여 여부를 결정하는 데 직접적인 영향을 미치기 때문이다.

자국의 전반적 전력 구성을 탈탄소화하기까지 남은 과제의 양은 분석 대상국별로 다르다. 예를 들어, 프랑스와 브라질은 각각 풍부한 원자력이나 제어 가능한 재생에너지 용량의 덕을 톡톡히 보고 있다. 한편, 다른 지역에서는 국토 이용 (일본, 독일) 또는 신규 재생에너지가 전력 계통과 연계되기를 기다리는 데(영국) 있어서 상당한 어려움에 직면한 나라도 있다.⁶⁶

각국의 국가 탈탄소 전략은 철강 및 중공업 부문의 청정 수소 접근성 확보를 충분히 강조하지 못하고 있다. 지난 평가표가 나온 뒤 대부분의 국가들은 기존의 수소 전략을 개정하거나 새로운 수소 전략을 내놓았다. 이들 중 다수는 여전히 철강이나 중공업 탈탄소를 위한 저탄소 수소의 사용에 충분한 우선순위를 두지 않거나,⁶⁷ 그저 장기적으로 관련성이 생겨서 마침내 쓰이게 될 무언가로 본다.

추가적인 리스크도 존재한다. 지원 대상이 될 수소 투자의 배출 집약도 관련 명확성이 부족할 뿐 아니라, 재생에너지 잠재력이 풍부한 저개발국가에서 주로 수입되는 수소 수입의 사회적·환경적 지속가능성도 분명하지 않다.⁶⁸

철강 탈탄소를 위한 국제 공조 및 무역 정책

철강 정책 평가표는 G7 안팎의 국내 정책 의지에 주안점을 두고 있지만, 분석에는 국제 협력 평가를 위한 벤치마크도 포함되어 있다.⁶⁹

철강 부문과 그 공급망이 갖는 범세계적 성격 때문에 국가 차원에만 머무르는 정책적 조치들은 그 효과면에서 한계가 있

66 International Energy Agency, 2023, **Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach - update** (PDF)

67 International Renewable Energy Agency, January 2022, **Geopolitics of the Energy Transformation--The Hydrogen Factor**

68 Van de Graaf, Overland, Scholten, Westphal, *Energy Research & Social Science* 70. December 2020, **The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen**

69 예컨대, IDDI 회원국 여부는 공공 조달이라는 정책 수단 범주의 주요 평가 요인이다.

다. 따라서, 잘 조율된 국제적 노력과 무역 정책은 철강 부문 탈탄소의 성공에 열쇠가 될 것이다. 더욱이, 분석 대상 국가나 관할권 중 어느 한 곳에서 마련된 국내 정책과 무역 정책이라 하더라도, 그 파급 효과는 국경을 넘어선다. 눈에 띄는 사례를 살펴보자면 다음과 같다.

- > **탄소 국경 조정 제도(CBAM):** EU가 CBAM을 시행하자 철강 관련 탄소 가격 책정에 대해 국제적 규제 압력이 가해졌다. 이는 주요 시장이 최초로 저탄소 철강을 우대하고, 철강 탈탄소 노력에 보다 광범위한 유인을 제공하겠다는 신호이기도 하다. 영국, 미국, 캐나다도 자체적인 탄소국경조정제도 도입을 검토 중이며 중국은 2023년부터 보고 요건이 시작되는 자국의 탄소 배출권 거래제(ETS)에 철강을 포함시키는 작업을 진행 중이다.
- > **부문별 협정:** 2021년 EU와 미국은 지속가능한 철강 및 알루미늄에 관한 글로벌 협정(Global Arrangement on Sustainable Steel and Aluminium, GSA)에 대한 협상을 시작했다. 이견을 좁히는 데 난항을 겪고 있지만,⁷⁰ 양 당사자는 녹색 철강을 위한 측정 방법론과 벤치마크에 대한 글로벌 규범을 세우겠다는 포부를 밝힌 바 있다. 여기에는 이러한 규범을 무역 및 조달 조치에 적용할 가능성이 포함될 수 있으며, 이는 전세계 철강 생산자들에게 큰 영향을 미치게 될 것이다.
- > **표준:** 영국은 공개 협의를 목적으로 국가 차원의 무탄소 철강에 관한 표준을 제시한 바 있고, 독일에서도 이러한 표준을 개발 중이다. 이러한 국가 차원의 표준이 나중에 국제적으로 채택되고 궁극적으로는 전 세계 공급망의 벤치마크 역할을 할 수도 있을 것이다.
- > **수소 및 녹색 철 무역 흐름:** 많은 G7 국가들은 앞으로 그린 수소 수입에 의존하거나, 그린 수소를 활용하여 얻는 그린 철(green iron) 등을 수입해야 할 것이다. 이러한 필요는 그린 수소 생산 목표치와 기존의 탄소집약적 철강 용량을 탈탄소 하는 데 드는 그린 수소의 양을 비교할 때 분명해진다. 수출국들과 협력하여 장기적 전략을 수립할 뿐 아니라, 수출국들이 녹색 철이나 강(green iron or steel)과 같은 청정 수소 파생상품의 제조업을 성장시킬 수 있도록 도와야 한다. 이러한 협력은 수입국과 수출국 모두 이러한 무역 흐름으로 혜택을 볼 수 있게 하는 데 필수적인 것이다.
- > **전환 금융:** 대부분의 분석 대상 국가는 철강 생산 시설 자체를 전환하는 데 필요한 자금을 공동 부담하기에 충분한 금융 자원을 갖고 있다. 그러나 인도와 브라질을 비롯한 여러 나라에게는 국제 금융의 역할이 중요하다. 나라마다 자본 비용, 기술 및 금융에 대한 접근성 또한 크게 다르다. G7 국가 정부들은 투자 규모를 확대하고, 철강 탈탄소를 위한 집중 지원 및 기술적 지원을 동원하며, 국제적 철강 부문 전환을 촉진하기 위한 국제 기후 금융을 강화하는 데 있어서 핵심적인 역할을 감당해야 한다.
- > **해외투자:** G7국가, 특히 일본에 본사를 둔 기업과 금융기관들은 동남아시아 지역에서 석탄 기반 철강 설비 투자를 주도하고 있다. G7 외에 중국과 한국의 기업들도 해외에 신규 석탄 기반 제철 설비에 막대한 투자를 하고 있다.
- > **철스크랩 무역:** 각국이 전기로를 이용한 철강 생산 규모를 늘려 감에 따라, 철스크랩 수요도 증가할 것이다. 철스크

70 E3G, July 2023, [The EU-US global arrangement on sustainable steel and aluminium](#)

랩 공급 확보와 무역 상대국의 전환에 연쇄적 영향을 주는 수출제한을 위해 각국이 행동에 나설 수도 있다. 지난 몇 년 간 아프리카, 중동 및 북아프리카 지역, 아시아에서 철스크랩 무역 제한은 더 빈번해져 왔다.⁷¹ 이에 대한 논의가 G7 국가들에서 진행 중이다. EU는 비OECD 국가들이 지속가능한 정책을 실행하지 않는다면 2027년부터 이들 국가 대상으로 스크랩 수출 제한 규제를 도입할 것이다. 영국은 자국서 발생하는 스크랩 중 1/4만을 사용하고 있다.⁷² 남아있는 석탄 기반 철강 설비를 전기로로 대체하기 위한 논의가 진행 중인 가운데, 더 많은 철스크랩의 국내 가공 및 재활용 방법에 대한 논의도 이루어지고 있다.⁷³

표2는 G7국가와 브라질, 중국, 인도, 한국이 철강 탈탄소와 관련된 주요 국제 이니셔티브에 얼마나 참여하고 있는지 간략하게 보여준다. 미국, 영국, 독일, 일본이 여러 이니셔티브에서 특히 높은 수준의 참여도를 보여준다. 하지만, 산업 전환을 위한 리더십 그룹(Leadership Group for Industry Transition, LeadIT)과 IDDI에서 인도가 수행하는 역할을 제외하고 이러한 이니셔티브 대부분을 유럽 국가, 미국, 캐나다가 주도하고 있다는 점을 고려할 때, 이들 국가가 이니셔티브 참여국의 대부분을 차지하는 것은 놀라운 일이 아니다. 여러 지역의 주요 철강 생산국을 끌어들이 참여를 독려하면서, 철강 탈탄소에 관한 기존의 국제적 이니셔티브들을 확장하는 것이 매우 중요하다.

표 2. 2030년까지의 철강 탈탄소 국제 이니셔티브 참여 (G7, 브라질, 중국, 인도, 한국)

이니셔티브	캐나다	프랑스	독일	이탈리아	일본	영국	미국	중국	한국	브라질	인도
산업 심층 탈탄소화 이니셔티브 (IDDI)	■		■		■	■	■			■	■
산업 전환을 위한 리더십 그룹 (LeadIT)		■	■		■	■	■		■		■
철강 브레이크스루 (Steel Breakthrough)*	■	■	■	†	■	■	■				
청정에너지 장관회의 (Clean Energy Ministerial)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
혁신 미션 (Mission Innovation): 넷제로 산업 미션 (Zero Industries Mission)	■	†	■	†		■	‡	■	■		
철강 과잉 생산에 관한 글로벌 포럼 (GFSEC)	■	■	■	■	■	■	■		■	■	
퍼스트 무버 연합 (First Movers Coalition)		†	†	■	■	■	■				■
국제에너지기구 산업 탈탄소 작업 그룹 (IEA Working Party on Industrial Decarbonization)	■	■	■	■	■	■	■		■		
G7 산업 탈탄소 의제 (Industrial Decarbonization Agenda)	■	■	■	■	■	■	■				
OECD 철강위원회 (Steel Committee)	■	■	■	■	■	■	■		■	■	
합계	8	9	10	8	9	10	10	2	6	4	4

* 최소 하나 이상의 철강 우선순위 액션을 지지. † EU 멤버십을 통해. ‡ 지지 회원.

71 OECD, January 2022, **Raw materials, trade obstacles and the circular economy**

72 Financial Times, January 2024, **Boom times for scrap metal as UK steel industry goes green**

73 Ibid.

제 4 장

2024년 철강 정책 목표 수준을 제고하기 위한 공동 노력에 관한 제언

2024년은 철강 탈탄소 의제를 진전시킴에 있어서 결정적인 한 해가 될 것이다. 이탈리아에서 G7회담이 열릴 것이고, 이탈리아는 2021년에 채택된 G7 산업 탈탄소 의제를 전면에서 부각시키면서 전 세계적 전환 비용 절감을 위한 보다 강력한 G7의 협력을 끌어낼 수도 있다.⁷⁴ 미래의 녹색 철강 강자로 거론되는 브라질 또한 G20과 청정에너지 장관회의를 개최한다. 브라질은 녹색 재산업화를 새로운 경제 성장 전략의 중심에 두고 있다.⁷⁵ EU와 미국은 선거가 코앞에 다가온 가운데 지속가능한 철강 및 알루미늄에 관한 글로벌 협정(GSA) 협상 3년 차에 돌입했다. 이 협정이 철강 탈탄소의 전 세계적 노력에 힘을 실어주겠다는 애초의 약속을 지킬 수 있을지 선거 결과에 따라 좌우될 수 있다.

본 보고서는 G7 국가들과 기타 몇몇 주요 철강 생산국이 철강 부문의 석탄 사용을 단계적으로 퇴출시키는 과제를 어떻게 풀어나가고 있는지 들여다보았다. 이 분석 결과를 바탕으로 11개 분석 대상 국가에 대해 국가별 맞춤 우선순위 행동을 파악했으며 이는 별도 문서인 「국가 프로필」에서 확인할 수 있다.⁷⁶

다음은 2024년 공동 노력을 위한 우리의 제언이다.

1. 배출 감축 목표를 정하고 부문별 로드맵에 대한 합의를 이끌어냄으로써 바람직한 철강 탈탄소의 속도 및 방향에 관하여 명확한 정책 신호를 내보낸다.

분석 대상 국가 중 철강 부문을 구체적으로 겨냥한 과감한 배출 감축 목표를 세운 나라는 전무하다. 우리는 이 부분이 G7이 야심차게 공동의 규제 노력을 기울여야 할 핵심 분야라고 생각한다. G7은 다자간 의제를 조성하고 정부의 행동과 국제 협력을 위한 규범을 보다 광범위하게 설정하는데 주도적 역할을 수행하기 원한다. G7 국가들은 2021년 산업 탈탄소에 앞장서겠다는 의지를, 2022년에는 산업의 넷제로 전환에 대한 명료한 방향성을 다음과 같이 제시하겠다고 공언하기도 했다. 그 내용은 “늦어도 2020년 중반까지 산업 이해관계자들과의 협력을 통해 국가 차원의 산업 부문 로드맵과 계획을 수립하거나 개정하며, 명확한 목표와 이정표를 개발함으로써 진행 방향과 속도에 대한 강력한 정책 신호를 보내겠다”라는 것이다.⁷⁷

74 2021UK G7 Presidency, June 2021, **G7 Industrial Decarbonisation Agenda (IDA)** (PDF)

75 Brazilian Government, n.d., **New Growth Acceleration Program** (PDF)

76 E3G, January 2024, **국가 프로필—2023 철강 정책 평가표**

77 G7 Germany, 2022, **Conclusions regarding the Industrial Decarbonisation Agenda – Annex to the Climate, Energy and Environment Ministers' Communiqué** (PDF)

현재까지 이 공언에 대한 진전은 거의 이루어지지 않았다. 2024년 이탈리아가 의장국을 맡는 G7 회담에서 회원국들은 철강 탈탄소 목표의 공동 채택을 향한 발걸음을 떼야 하고, 전 세계 철강 전환을 가속하기 위한 목표와 부문별 로드맵의 역할을 인정하는 문안에 관한 합의에 도달해야 한다.

보다 야심 찬 목표 달성을 위해, G7은 철강 탈탄소를 달성하려면 녹색 철강 생산 설비 증설뿐 아니라 석탄 기반 생산 설비를 단계적으로 폐쇄해야 함을 인정해야 한다. IEA의 넷제로 로드맵 개정판에 따르면, 지구온난화를 1.5 °C 아래로 유지하려면 모든 신규 중공업 설비가 2030년까지 무탄소에 가까워야만 한다. 실제로 분석 결과에서 알 수 있듯이 현재 G7 국가 중 신규 석탄기반 철강 설비 증설 계획이 있는 국가는 없다.⁷⁸ 그러나, 대부분의 G7 국가에서 기존 설비의 수명 연장을 위해 개수 결정을 내릴 위험도 여전히 도사리고 있다.

G7은 신규 석탄 기반 철강 설비 건설을 지양하는 암묵적 추세를 명시적인 정책 약속으로 만들어야 하며 다른 OECD 국가들에 동참을 호소해야 한다. 여기서 한발 더 나아가, G7 국가들은 기존 석탄 기반 철강 설비의 수명을 2030년 이후로 연장하는 개수를 금지한다고 선언해야 한다.

2. 녹색 철강 시장 구축 포부를 실행으로 옮겨야 한다.

분석에서 뚜렷이 드러나듯이, 표준을 수립하고 공공 조달을 통한 녹색 철강 수요 구축은 모든 분석 대상 국가에서 취약한 항목이었다. 이 목표를 위해 열리는 많은 국제 이니셔티브와 포럼에도 불구하고 제자리 걸음 신세를 면치 못하고 있다. 포부를 밝히고 협의를 진행하고 서약을 공표하는 데 안주하지 말고 수요를 창출하기 위한 국내 입법까지 나아가는 것이 향후 수년 내에 주요 철강 생산국이 함께 추구할 규제의 목표가 되어야 한다.

함께 뜻을 모아야 할 또 다른 영역은 “저탄소”, “무탄소”, “넷제로” 관련 표준의 상호운용성(interoperability)을 확보하는 한편, 철강 생산의 배출 집약도에 대한 보고의 절차와 방법론의 조화에 초점을 맞추는 것이다. 이는 데이터 수집과 투명성을 개선하고, 공정한 경쟁의 장을 보장하고, 궁극적으로 전 세계 철강 공급망을 더 빠르게 저탄소화 하는 데 핵심이 될 것이다.

녹색 철강 시장 구축은 다음의 여러 가지 차원에서 진척을 이루어야 한다.

- > **국내 시장 구축:** 분석 결과 캐나다, 독일, 영국이 이 분야에서 앞서갈 가능성이 커 보인다. 이들 국가가 탄소를 적게 또는 거의 배출하지 않을 것을 요구하는 의무적 철강 표준을 채택하고 조달 및 광범위한 규제 정책에 적용할지가 관건이 될 것이다.
- > **G7:** 시장 창출은 정책 명료성과 함께 2022년 G7 산업 탈탄소 의제(IDA)에 따라 설정한 주요 공동 목표 중 하나다. IEA는 일본이 G7 의장국을 수행하던 2023년에 배출량 산정 방법론에 대한 보고서를 발간했고, G7은 이 보고서를 G7 정상 공동성명(Leaders' Communiqué)을 통해 지지했다.⁷⁹ 이는 향후 실행될 일들의 강력한 기반이다.

78 Global Energy Monitor, 2023, [Pedal to the Metal 2023](#) (PDF)

79 International Energy Agency, 2023, [The Breakthrough Agenda](#) (PDF)

2024년에 G7은 배출량 산정 방법론을 조정하고 저배출 및 무탄소 철강의 기준을 정책에서 구현하기 위한 로드맵을 명확한 일정과 함께 수립해야 한다. 이에 더하여, IEA의 2023년 혁신 의제 보고서(Breakthrough Agenda Report)의 권고에 따라 G7 국가들은 2020년대 중반부터 넷제로를 위한 의무적 표준을 채택하겠다고 명시적으로 약속해야 한다.

- > **EU-미국 GSA 협상:** 협상단이 당초 기한인 2023년 10월까지 합의에 실패함에 따라 GSA 관련 협상이 2025년 초까지로 연장되었다. 철강 및 알루미늄 배출량 접근 방식에 합의하는 것은 협상 당사자들이 주목하고 있는 사안 중 하나다. 합의에 뒤이어 저배출 철강과 알루미늄을 정의하기 위한 한계값(thresholds)을 설정하고, 전 세계 친환경 공급망 관련 무역 및 조달 조치와의 연계해야 한다.
- > **기후클럽:** 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에서 출범한 기후클럽(Climate Club) 역시 저탄소 정의 및 배출량 산정 방법론에 대해 36 개 회원국과 협력할 계획이다. G7 회원국과 더 넓은 범위의 국가가 참여하는 포럼인 기후클럽은 규제 조정을 강화하는 데 핵심적 역할을 할 것이다.

위에서 보듯이, 녹색 철강을 위한 선도적인 시장 구축을 위해 매진할 통로는 여러 가지가 있다. 위에 나열한 것 외에도 IDDI, WTO 및 민간 부문 이니셔티브 역시 중요하다. 이 다양한 노력의 장 사이의 융합과 더 큰 조정은 향후 몇 년간 중복되는 노력을 피하기 위해 매우 중대할 것이다.

3. 청정 에너지 인프라 투자 규모를 확대하고, 에너지를 사용하기까지의 소요시간을 단축한다.

최근의 많은 연구에서 철강 생산의 탈탄소를 위한 가장 유망하고 성숙한 경로는 재생에너지 생산의 증가가 필수적임을 보여주고 있다.⁸⁰ 청정 에너지 인프라 투자는 G7이 꾸준히 좋은 점수를 받는 평가 범주 중 하나다(그림 3). 하지만 이 분야는 산업 탈탄소를 위한 국제적 노력에서 과소평가 받아온 영역이기도 하다. 현재까지의 이니셔티브는 투자가 아닌 부문별 로드맵, 표준 설정, 조달 및 혁신에 초점을 맞추는 경향이 있었다. 이 부분에서 국내 정책 관련 내용이 핵심이기는 하지만, 주요 철강 생산자들이 산업의 전기화를 가속화하는 것과 인프라 투자에 대해 공동의 규제적 야망을 품는 것 또한 매우 중요하고, 이런 노력을 추진함에 있어서 계획 수립과 인프라 배치 또한 중요한 역할을 할 것이다.

G7: G7 정상들은 2035년까지 전력 부문 탈탄소를 달성하기로 2022년에 약속했다.⁸¹ 이 약속은 이미 G7 국가들의 철강 탈탄소 노력에 상당한 힘을 보태 주고 있다.

실질적인 진전을 이룩하려면, G7 국가들은 전력 부문 목표에 산업 경로를 명시적으로 포함시켜야 한다. 산업 전기화가 가져올 기회와 도전을 인식하고, 이를 관리하기 위한 인프라 요건을 보다 확실하게 이해할 수 있게 로드맵을 제시해야 한다.

80 International Energy Agency의 2050 넷제로 배출 시나리오(NZE Scenario)에 따르면, 2030년까지 약 250 TWh의 저배출 전기가 추가적으로 생산되어야만 수소 기반 직접환원철(DRI) 생산 설비를 가동하기 위한 전기를—전력망과의 통합과 전력 구매 계약(PPA)과 같은 계약을 통해서—확보할 수 있다. 전체적으로, 직접 및 간접 저탄소 전기화는 철스크랩 기반 생산, 전해 수소, 전기로의 증가를 통해 지금부터 2030년까지 5% 포인트 넘게 가속화될 필요가 있다. 이는 지난 10년 간 고작 1% 포인트의 느림보 성장을 해온 것과 대비되는 수치다. IEA **Steel** (2023년 12월 접속) 참조.

81 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (German Ministry for Economy and Protecting the Climate), 2022, **G7 Konferenz: Klima Energie Umweltminister 05 2022: Abschlusskommunique** (PDF)

또 다른 주요 협력 분야는, 산업 전기화를 가로막는 공통의 장벽을 가장 효과적으로 해결하고 청정 에너지 인프라 투자 규모 확대에 관한 공동의 이해를 구축하기 위하여, 정부(잠재적으로 IEA 또는 IRENA) 간에 지식을 공유하고 교훈을 얻는 것이다. 예를들어, 이들 국가 간에 청정 에너지 인프라 투자의 정도는 다르지만 지역을 불문하고 발생할 수 있는 문제는, 신규 청정 에너지 인프라를 계획하고 동의를 이끌어 내는 과정이다.

G7 국가들은 또한 철강 탈탄소를 위한 신규 청정 에너지 인프라 구축을 위한 자금 조달을 촉진하기 위해 단기 투자 전략을 마련해야 하는데, 특히 고로를 신규 고용량 전력망 연결을 필요로 하는 전기로로 전환할 계획이 있는 경우 더욱 그렇다.

4. 녹색 철(HBI, H₂-DRI 등) 무역을 위한 파트너십을 구축하고 이에 대한 재정 지원, 국제 기술 협력, 국제 조달 계약 및 유통계약 기회 확대를 위해 노력한다.

최근 여러 연구는 무탄소 철강 생산으로의 전환은 글로벌 공급망을 재편하여 자원 가용성에 따라 제철 및 제강 공정을 분리할 수 있는 가능성을 제시한다.⁸² 저렴한 재생에너지 전기가 풍부하며 철광석 자원을 손쉽게 얻을 수 있는 국가들이 있는가 하면, 국내 철강 생산 탈탄소를 원하지만 높은 재생에너지 비용과 자원 제약에 직면한 나라들도 있다. 이들 간에 파트너십이 구축되면 상호 이익을 누릴 수 있을 뿐 아니라 전 세계 철강 탈탄소를 가속화할 수도 있다.

녹색 철(green iron)을 공급하는 개발도상국들은 파트너십을 통해 금융, 기술 이전, 국제적 녹색 철강 수요 거점들에 대한 접근성을 확대할 수 있을 것이다. 국제적으로 친환경 철 공급을 확보하려는 선진국들은 파트너십을 통해 자국 재생에너지 공급에 대한 부담을 덜고 전반적 탈탄소 비용을 낮출 수 있다.⁸³

이러한 전환의 혜택을 누리기 위해, 철강사와 광산업자들은 벌써부터 적극적으로 파트너십에 참여하고 거래를 성사시키고 있다. 이를테면 H2 그린 스틸(H2 Green Steel)은 브라질에 본사를 둔 발리(Vale)⁸⁴ 및 남아프리카의 앵글로 아메리칸(Anglo American)⁸⁵과 각각 초기 계약을 체결했다.

그러나 민간 부문의 주도만으로는 이와 같은 역동성을 성공적으로 확대할 수 없다. 잠재적 녹색 철 수출국에서 재생에너지와 수소를 위한 인프라를 구축하기 위해서는 막대한 투자가 필요하며, 민관 및 국제적 파트너십이 맺어져야 할 것이다. 이러한 추세를 타고 철강 탈탄소를 가속화하겠다는 약속을 이행하려면, 녹색 철 무역과 투자를 위한 선제적인 정부 정책과 국제 협력이 필수적이다.

82 Woodmac, October 2023, **Metalmorphosis: how decarbonisation is transforming the iron and steel industry**; Agora Industry, June 2023, **15 insights on the global steel transformation**; Trollip, H., McCall, B. and Bataille, C. January 2022, **How green primary iron production in South Africa could help global decarbonization**, *Climate Policy*, 22, pp. 236–247

83 Agora Industry, June 2023, **15 insights on the global steel transformation**

84 H2 Green Steel, September 2023, **Vale and H2 Green Steel sign agreement to study the development of green industrial hubs in Brazil and North America**

85 Anglo American, April 2023, **Anglo American partners with H2 Green Steel to advance low carbon steelmaking**

이를 위해 국제적 협력을 확대할 때 다음 두 가지 요소에 중점을 두어야 한다:

- > 각국 정부는 철강 공급망의 잠재적 재편에 따른 기회와 위험을 보다 잘 파악하기 위해 공개적이고 협력적으로 작업해야 한다.
- > 각국 정부는 개발도상국의 탈탄소를 돕는 방향으로 국제 파트너십을 추구해야 한다.

이 중 두 번째 요소는 특히 중요하다. 제 1장에서 언급하였듯이, 철강 부문의 탄소 집약적 설비 신설의 대부분은 개발도상국의 산업 성장 시장에서 일어날 것으로 예상된다. 이들 국가 중 일부는 녹색 철 생산을 위한 최적지로 평가받는 곳으로서 브라질, 감비아, 기니, 나미비아, 남아프리카, 베네수엘라 등이다. 녹색 철강 파트너십은 다음 사항을 달성해야 한다.

- > 자본 비용 및 인프라 투자 비용을 연계하기 위한 전환 금융 확대
- > 기술 협력 및 이전 강화
- > 이들 국가의 친환경 철 생산자가 수요에 대한 확신을 가질 수 있도록 유통계약 체결
- > 수입국의 녹색 철강 조달 제도에 대한 접근성 보장

파트너십의 지침이 될 원칙에 대한 국제적 합의는 이러한 무역 흐름이 양측 모두에게 이익이 되게 하는 동시에 전 세계 철강 탈탄소를 가속화하는 데 기여할 수 있다.

G20: 미래의 주요 녹색 철강 수출국으로 촉망받는 브라질은 2024년에 G20과 청정에너지 장관회의를 개최함으로써 친환경 산업 공급망에 대한 국제 협력을 의제로 삼을 수 있는 전례 없는 기회를 맞이하고 있다. 브라질 정부는 양자 및 다자 파트너십을 발족함에 있어 모범이 되는 원칙을 정의하는 작업을 시작해야 한다. 또한 잠재적 공급망 변화에 대한 이해를 공동으로 구축하기 위하여 연구를 의뢰해야 한다.

G7: G7 국가들은 국제적 철강 전환을 가능하게 하는 파트너십의 중요성을 인식해야 한다. 이들 국가는 재정 지원, 기술 협력, 국제 조달 및 유통 계약의 기회를 확대하겠다고 약속함으로써, 개발도상국 산업 성장 시장에서 철강 부문 전환에 시동을 걸어야 한다.

부록 A: 약어 및 용어 설명

약어

BF	Blast Furnace 고로
BOF	Basic Oxygen Furnace (산소) 전로
CAPEX	Capital Expenditure 자본 비용
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism 탄소 국경 조정 제도
CC(U)S	Carbon Capture (Utilisation) and Storage 탄소 포집 (활용) 저장
CCfDs	Carbon Contracts for Difference 탄소차액계약제도
CEM	Clean Energy Ministerial 청정에너지 장관회의
CO ₂	Carbon dioxide 이산화탄소
DRI	Direct Reduced Iron 직접환원철
EAF	Electric Arc Furnace 전기로
ETS	Emissions Trading System 배출권 거래제
EU	European Union 유럽연합
GCAM	Global Change Analysis Model
GSA	Global Arrangement on Sustainable Steel and Aluminum 지속가능한 철강 및 알루미늄에 관한 글로벌 협정
GDP	Gross Domestic Product 국내총생산
GHG	Greenhouse Gas 온실가스
H ₂	Hydrogen 수소
IAM	Integrated Assessment Model 통합 평가 모델
IEA	International Energy Agency 국제에너지기구
IDDI	Industrial Deep Decarbonization Initiative 산업 심층 탈탄소화 이니셔티브
OPEX	Operational Expenditure 운영비
PPA	Power Purchase Agreement 전력 구매 계약
RES	Renewable Energy Sources 재생에너지원
RES-E	Electricity Generated from RES 재생에너지원에서 얻는 전기

용어 설명

고로(Blast furnace, BF)

고로는 산업용 금속을 만드는 데 이용하는 야금용 용광로의 일종이다. 특히 선철 생산에 이용되는데, 선철은 전통적인 석탄 기반 제강 과정의 중간 산물이다.⁸⁶ 선철은 석회석과 같은 용융제의 존재 하에 탄소(점결탄에서 얻는 코크스 이용)를 환원시켜서 생산된다.⁸⁷ 코크스, 철광석, 용융제/첨가제의 교차 층이 용광로의 축으로 투입된 뒤 고온(최대 1000 °C)에서 연소된다.

고로-전로(BF-BOF, 고로 기반 산소 전로)

고로-전로 방식은 제강법의 하나로써, 고로를 이용하여 철광석에서 철을 녹여내어 선철을 만든 뒤, 선철을 전로에 옮겨서 강(steel)을 생산한다. 고로-전로 제강법으로 강 1톤을 만들 때 약 2.2톤의 이산화탄소가 배출된다.⁸⁸

고로-전로 공정을 탈탄소 하는 방식은 어렵고 제한적이다. 제철 과정에서 야금탄을 환원제로 사용하기 때문이다. 철광석 용융을 위해 석탄을 가열할 때 생성되는 일산화탄소가 철광석 속의 산소를 환원시켜서 부산물로 이산화탄소를 내놓는다. 이러한 배출을 공정 배출(process emissions)이라고 한다. 현재 추정치를 기초로 볼 때, 청정 전기를 사용하고 수소를 주입하면, 고로-전로 공정의 이산화탄소 배출량을 최대 28.8까지 낮출 수 있다.⁸⁹

청정/저배출/저탄소 수소(Clean/ low-emission/ low-carbon hydrogen)

IEA는⁹⁰ 청정 수소가 재생에너지원이나 원자력으로부터 생산되거나 탄소 포집 및 저장 시스템을 갖춘 경우에 한하여 화석 연료로부터 얻어진다고 정의한다. IEA는 저배출 수소에 대한 인증 제도 및 표준 설정의 중요성과 상호 인정의 필요성을 강조한다. 그러나 저탄소 수소가 화석연료 기반 수소와 어떻게 다른지 구별하는 방법이 전 세계적으로 확립되어 있지 않다. 현재 이러한 차이를 메울 수 있는 수소 인증을 확립하기 위해 다양한 노력이 진행 중이다.⁹¹ 환경표준연합(ECOS)은 수소 1kg 당 이산화탄소 환산 온실가스 2.26kg(2.26 kg CO₂eq / kg H₂)에 해당하는 저탄소 배출 집약도 혹은 화석 연료 기반 생산 대비 80% 감축을 촉구한다.⁹² 전 세계적으로 생산 방법에 기초한 수소 구분(또는 색상 기반 유형 정의)을 배척하고 배출량에 기초한 표준화를 촉구하는 움직임이 있다.

86 World Steel Association, **Glossary** (웹페이지, 2024년 1월 접속)

87 Global Energy Monitor 위키(Global Energy Monitor Wiki), **고로(Blast furnace)** (웹페이지, 2023년 12월 접속)

88 International Energy Agency, October 2020, **Iron and steel technology roadmap**

89 Fan, Zhiyuan; Friedmann, S. Julio, April 2021, **Low-carbon production of iron and steel: Technology options, economic assessment, and policy**. *Joule*, 5 (4): 829–862. Doi:10.1016/j.joule.2021.02.018. ISSN 2542-4351.

90 International Energy Agency, **Hydrogen** (웹페이지, 2023년 12월 접속)

91 International Renewable Energy Agency **Hydrogen** (웹페이지, 2023년 12월 접속); Weltenergieat Deutschland. January 2022, **Global harmonisation of hydrogen certification**

92 Ecostandard, March 2023, **Ensuring the right definition of low-carbon hydrogen**

직접환원철(Direct reduced iron, DRI)

직접환원철은 해면철이라고도 불리는데, 용융 과정이 불필요하고 가스를 환원제로 사용하는 제철 과정을 통해 만들어진다. 이때 천연가스나 가스화 석탄(gasified coal)에서 얻는 합성 가스가 사용되는데, 이에는 탄소 포집 활용 저장 장치가 동반될 수 있다. 대안적으로 재생에너지에서 얻는 수소를 환원제로 사용할 수도 있는데, 이 경우 직접환원철 생산 과정은 고로 제철에 비해 더 쉽게 탄소를 저감할 수 있다.⁹³ 그후, 생산 방식에 따라 직접환원철은 열간성형철(HBI, 조개탄 모양으로 성형한 직접환원철) 형태로 고로로 투입되거나 전기로(EAF)에 투입될 수 있는데, 전자의 경우 고로는 가동 효율성이 매우 높고 코크스를 적게 사용한다.⁹⁴

전기로(Electric arc furnace, EAF)

전기로 방식은 전기를 이용하는 제강 방법의 한 형태다. 철스크랩이나 직접환원철(DRI) 또는 이 둘을 혼합한 것을 주원료로 사용한다. 철스크랩과 전기로를 사용하는 스크랩-전기로(scrap-EAF) 공정은 재생에너지원에서 생산된 전기를 사용한다면 배출량이 제로가 될 수 있다. 직접환원철과 전기로를 사용하는 직접환원철-전기로(DRI-EAF) 공정은 천연가스나 가스화 석탄에서 얻는 합성 가스를 사용하고, 전기로를 가동하기 위해 전기도 이용한다.⁹⁵

수소-직접환원철(H₂-DRI, 수소환원철)

H₂-DRI는 수소 기반 직접환원철을 일컫는다.⁹⁶ 본 철강 정책 평가표는 직접환원철 생산시설들 중 전적으로 청정 수소 기반의 공정으로 전환하는 시설들에 대한 발표들을 추적했으며 청정 수소 이용에 대한 명확한 계획이 있는 제철소에만 “수소-직접환원철(H₂-DRI)” 또는 “수소 준비 완료(H₂-ready)”라고 표시 하였다. “수소-직접환원철”이라는 표시가 표준화되어 있지 않기 때문이다.

건설이 예정된 직접환원철 생산 설비의 “수소 준비도(H₂-readiness)”에 관한 데이터는 충분치 않다. 우리는 글로벌 에너지 모니터의 데이터베이스를 활용하여 공개적으로 발표된 내용들을 추적하였는데, 문헌 조사와 더불어 파트너 인터뷰를 진행하여 수소-직접환원철 프로젝트들이 어느 단계까지 이르렀는지 알아보았다. 석탄 기반 회전로와 같은 배출 집약성이 더 높은 공정에 발이 묶여버린 제철소들을 조사하고 싶어도, 명확한 관련 평가를 아직은 입수할 수가 없다. 미드렉스(MIDREX)의 평가를 출발점으로 삼자면, 여기에 투입되는 천연가스를 최대 1/3까지 수소로 대체할 수 있다고 한다.⁹⁷

93 Global Energy Monitor, 2023, **Pedal to the Metal 2023** (PDF). 13페이지

94 Malvern Panalytical, August 2023, **DRI: the 'direct' route to greener steel**

95 Institute for Energy Economics and Financial Analysis, n.d., **Fact sheet: The facts about steelmaking – Steelmakers seeking green steel** (PDF)

96 World Steel Association, June 2022, **Fact sheet: Hydrogen (H₂)-based ironmaking** (PDF)

97 MIDREX, July 2017, **MIDREX H₂: Ultimate low CO₂ ironmaking and its place in the new hydrogen economy**

녹색 철강/무탄소 철강

배출이 거의 없는 생산 공정을 통해 생산되는 철강.⁹⁸ 우리는 IEA가 제안한 무탄소 철강(near-zero emission steel)의 정의를 채택했다.⁹⁹ 이 정의에서 배출 집약도 한계값의 공식은 금속 투입물에서 철스크랩이 차지하는 비율의 함수로 표현되고, 철스크랩 이용 비율 30%가 1차 생산(철스크랩 30% 미만)과 2차 생산(철스크랩 30% 초과)을 구분 짓는 임계값이다. 생산에서 철스크랩을 사용하게 되면 자연히 배출 집약도가 낮아지며, 철스크랩 사용량이 늘수록 녹색 철강을 위한 배출 한계값이 낮아지게 된다.

전로 제강 (Primary steelmaking, 1차 제강)

철(iron)을 녹여 강(steel)을 만들 때, 용융철의 탄소 함량을 낮추는 제강 공정. 일반적으로 철스크랩이 일부 포함되는데, IEA가 제시하는 무탄소 철강의 정의에 따르면 그 비율이 30%를 넘지 않는다.

전기로 제강 (Secondary steelmaking, 2차 제강)

철스크랩을 용융하여 탄소와 섞어서 새로운 강을 만드는 공정. 일반적으로 선철이 일부 포함되는데, IEA의 무탄소 철강의 정의에 따라 최소 30%의 철스크랩이 투입되어야 한다.

98 배출량이 0에 근접할 때, 총량 기준으로 제거 비용이 많이 들거나, 현실적인 장벽이 있거나 또는 기술적으로 제거가 어려운 잔여 배출이 있을 수밖에 없음을 일반적으로 인정하고 있다.

99 International Energy Agency, May 2022, [Achieving net zero heavy industry sectors in G7 members](#) (PDF)

부록 B: 방법론

부록 B는 2023 철강 정책 평가표에 적용된 채점 방식을 자세히 설명하고 2022년의 첫 분석과 방법론 면에서 어떤 차이가 있는지 보여준다.¹⁰⁰

평가표 방법론의 개선

채점

2023 평가표는 2022년에 나온 최초 버전에 이은 두 번째 버전의 철강 정책 평가표다. 파트너들과의 논의를 통해 원래의 방법론에 수정을 가했다. 2022년에 개발 적용한 일곱 가지 정책 수단 중 탄소 가격 책정 실행 부분만 그대로 유지하고 나머지는 모두 수정하였다.

“정부 재정 지원”과 “제강 전기화를 위한 수소 및 탄소 포집 저장 인프라 제공”이라는 정책 수단은 상당한 변화를 거쳤고, 이들을 위한 보다 세부적인 지표도 개발되었다. 따라서 이 두 가지 정책 수단의 경우 2022년 과 2023년 평가표를 비교하는 것은 크게 의미가 없을 수도 있다. 변경 사항에 대한 상세한 내용은 각 정책 수단을 다루는 절에 잘 나와 있다.

다음 네 가지 정책 수단에 대해서는 약간의 조정만 이루어졌다.

- > 정책 방향 및 명료성 제공
- > 배출 집약도 한계값과 측정 표준을 갖춘 녹색 철강 정의 채택
- > 소재 효율성 및 순환성에 대한 정책 방향 제시
- > 녹색 철강 공공 조달을 통한 리드 마켓 창출

끝으로, 우리는 철강 생산을 위한 청정 에너지 제공이라는 완전히 새로운 정책 수단을 개발하였다. 이는 전력체계 탈탄소의 역할을 강조하는 이해관계자들과의 논의에 근거했고, 철강 생산의 전기화 확대에 의한 청정 에너지 수요의 증가를 고려했다.

100 E3G, September 2022, **G7 Steel Policy Scorecard – shifting the pathway for steel**

분석 대상국 선정

2024년 평가표에는 이전에 살펴보았던 모든 G7 국가들이¹⁰¹ 포함되었다. 우리는 다음 4개국을 분석에 포함시켰다.

- > **중국과 인도.** 세계 최대¹⁰² 및 최고 탄소 집약적인¹⁰³ 철강 생산국가다.
- > **브라질.** 다가오는 G20 정상회담 의장국 지위. 녹색 철강 강국으로 도약할 잠재력이 크다.
- > **한국.** 인구 대비 세계 최대 철강 소비국이자¹⁰⁴ 세계 6대 철강 생산국.¹⁰⁵

위 4개국의 추가는 평가표가 분석하는 국가들을 다양화하고 G7외 국가 맥락에서의 이해를 도모하여 더 나은 정책을 설계하고 국제 협력을 촉진하기 위한 노력의 일환으로 이루어졌다.

중국과 한국은 경제 성장 수준을 고려하여 평가표에 명시적으로 점수를 부여하고 G7 회원국과 함께 그 점수를 제시하였다. 파트너들과 논의할 때 이들 국가와 G7 국가들을 비교하는 것이 타당하다는 합의에 이르렀다. 한국은 오늘날 고소득 국가로 인정되고 있으며, 공식적으로 중상위 소득 국가로 분류되고 있는 중국은¹⁰⁶ 세계에서 저축률이 제일 높은 나라들 중 하나다.¹⁰⁷ 중국을 손쉬운 분류가 어려운 특이한 사례로 인정하면서도, 이를 공식 채점에 포함시키기로 결정했다. 중국의 철강 생산을 탈탄소 하는 것이 전 세계 철강 생산의 탈탄소를 이룩하려는 노력의 대부분을 차지할 것이기 때문이다.

한편 인도와 브라질은 G7 국가들과 출발점이 다르다는 점을 고려하여 명시적인 채점 대상에서 제외하였다. 인도와 브라질은 여전히 중간 소득 국가로 분류되고 있으며 분석 대상 국가 중 가장 낮은 1인당 GDP를 기록하고 있다. G7 국가와 나란히 놓고 비교하는 것이 적절하지 않다고 판단했다.

하지만 인도와 브라질이 전 세계 철강 탈탄소 노력에서 차지하는 전략적 중요성은 크다. 그래서 이들 국가를 주요 브리핑 분석에서 다루고 국가 특징을 기술하는 문서인 「국가 프로필」에 포함시켰다.¹⁰⁸

101 비록 EU도 G7의 독립적 회원국이지만, 우리는 단순성을 위해 EU에는 별도의 점수를 부여하지 않기로 결정했다. 대신, 우리는 평가표에 포함된 각 EU 회원국에 대한 점수에 EU 정책을 반영하였다. 왜냐하면 EU 법의 원칙에 따르면, EU 정책은 직접적으로 EU 회원국에 적용되거나 국가별 법체계 내에 구현되어야 하기 때문이다.

102 Global Energy Monitor, 2023, [Pedal to the Metal 2023](#)

103 전기로(EAF): Global Efficiency Intelligence, April 2022, [Part 2: Cleanest and Dirtiest Countries for Secondary \(EAF\) Steel Production](#); Primary: Global Efficiency Intelligence, April 2022, [Part 1: Cleanest and Dirtiest Countries for Primary Steel Production](#)

104 World Steel Association, 2022, [World Steel in Figures 2022](#)

105 세계에서 세 번째로 큰 철강 생산국인 러시아는 현재의 복잡한 지정학적 상황으로 인하여 고려에서 제외되었지만, 우리는 이 방향으로의 연구를 강력히 장려하고 그 중요성을 인정한다. 더 이상의 G20 국가는 생산량을 고려하여 포함시키지 않았다.

106 World Bank, 2023, [New World Bank country classifications by income level: 2022-2023](#); World Bank Open Data. [GNI per capita, Atlas method \(current US\\$\)](#) (검색일: 2023년 11월)

107 ECB Economic Bulletin, Issue 7, 2017, [China's economic growth and rebalancing and the implications for the global and euro area economies](#) (PDF)

108 E3G, January 2024, [국가 프로필—2023 철강 정책 평가표](#)

조강 1톤 당 이산화탄소 톤수 기준으로 볼 때 인도 철강이 세계에서 배출 집약도가 가장 높다고 하지만,¹⁰⁹ 중국 철강의 배출 집약도도 이와 비슷하다. 전 세계 철강 생산에서 중국이 차지하는 비율을 감안할 때, 전 세계 철강 산업 배출량의 60%가량을 중국이 내뿜고 있다. 이러한 이유로 우리는, 중국과 인도가 GDP와 GNI 수준에서 근소한 차이만 보이고 있음에도 불구하고, 인도는 제외하고 중국만 명시적으로 점수를 매기기로 결정했다.

정책 방향성 및 명료성

야심찬 배출 목표를 세우고 전 세계 철강 산업의 넷제로 전환을 위해 공동의 노력을 경주하다 보면 각 정부와 민간 부문은 필요한 추진력을 얻게 될 것이다. 이러한 협력은 지역 경제와 일자리를 고려하여 신중하게 수립된 계획에 따라 시의 적절한 전환이 이루어질 가능성을 높여줄 것이다.

야심찬 배출 감축 목표를 품은 철강 탈탄소 전략은 명료한 방향성을 제시하는 것으로 간주하며, 채점에서 가장 배점이 높은 부분이기도 하다. 그러나 철강 탈탄소는 더 광범위한 정책에 포함될 수도 있다. 이를테면 국가 기후 정책이나 산업 탈탄소 정책의 일부가 될 수 있는 것이다. 이것 역시 방향성과 포부를 드러내는 것으로 간주하여 채점에 적절히 반영한다.

산업 전반의 배출 감축 목표도 중요하지만, 철강 부문의 배출 감축 목표가 별도로 수립된 경우에 더 높은 점수를 부여한다.

우리는 야심찬 배출 감축 목표가 어떤 목표인지를 정의하였는데, 이때 E3G와 퍼시픽 노스웨스트 국립연구소(PNNL)가 작성한 「1.5도 철강」 보고서에서¹¹⁰ 제시하는 경로와 중간 목표를 활용하였다. 이 보고서는 철강 부문이 비용 효율적인 1.5 °C 경로를 따라가려면 2020년 대비 2030년까지 50% 감축, 2050년까지 95% 감축이 필요하다고 밝힌다.¹¹¹ 2025년 이후로는 전과 같이 석탄에 기반한 철강 생산 설비를 더 이상 짓지 않겠다는 약속과 같이, 탄소 집약적인 철강 생산의 점진적 퇴출 일정이 향후 몇 년 내 수립되기를 바란다. 지금으로서는 이러한 것을 그 어떤 G7 정부도 공식적으로 거론하고 있지 않지만, 우리는 이와 같은 포부가 그 모습을 드러내 주길 바라고 있다.

이 정책 수단 면에서 G7국가들을 비교하고 평가하다 보면 여러 가지 정책 맥락을 마주하게 된다. 산업 및 철강 탈탄소 목표들은 철강 부문 로드맵에서 기후 행동 계획과 산업 탈탄소 전략에 이르기까지 모든 곳에서 찾을 수 있다. 대체로 이러한 다양한 문서들이 어디 소관인지 그리고 그 집행 가능성은 어느 정도인지가 명확하지 않다. 앞으로 나올 평가표들은 이행 가능성을 살핌으로써 목표 분석을 강화할 수 있을 것이다.

109 Global Efficiency Intelligence, April 2022, **Part 2: Cleanest and dirtiest countries for secondary (EAF) steel production** and **Part 1: Cleanest and dirtiest countries for primary steel production**

110 E3G & PNNL, October 2021, **1.5C steel: Decarbonising the steel sector in Paris-compatible pathways**

111 이것은 IEA가 G7 국가들에 대해 제시한 넷제로 경로보다 더 과감한 것이다. IEA가 제시한 경로는 2030년까지 7%, 2040년까지 70%, 2050년까지 95%까지 감축하는 것을 목표로 제시한다.

채점

정책 초점 및 우선순위 (각국은 해당하는 지표 중 가장 배점이 높은 지표에 대한 점수를 받는다. 예를 들어, 기후 정책과 철강 탈탄소 정책 둘 다 있는 국가는 철강 탈탄소 정책에 대해서만 점수를 받는다).	배점
산업 탈탄소에 중점을 둔 기후 정책이 있다.	0.25
철강을 포함하는 산업 탈탄소에 중점을 둔 기후 정책이 있다.	0.50
탈탄소에 어느 정도 중점을 둔 철강 정책이 있다.	0.50
산업 탈탄소 전략이 있다.	0.75
철강에 중점을 둔 산업 탈탄소 전략이 있다.	1.00
철강 탈탄소 전략이 있다.	1.50

목표 (각국은 해당하는 지표 중 가장 배점이 높은 지표로 점수를 받는다)	배점
지역적(초국가적) 이행 목표다. ¹¹²	0.25
철강 배출 감축 경로를 제시한다. ¹¹³	0.25
철강 목표 설정을 모색 중이다.	0.25
산업 목표가 있으나 야심차지 않다.	0.75
철강 목표가 있으나 야심차지 않다.	1.00
야심찬 산업 목표가 있다.	1.25
야심찬 철강 목표가 있다.	1.50

112 2023년에 새롭게 도입된 지표.

113 2022년에는 “산업 배출 감축 경로를 제시한다”였으나, 채점에 부적절한 것으로 간주하여 수정하였다. 이에 따라, “철강 배출 감축 경로를 제시한다”의 배점을 0.50에서 0.25로 낮추었다.

철강 탈탄소를 위한 정부 재정 지원

각국 정부가 철강 탈탄소 재정 지원에 대해 어느 정도의 약속을 했는지를 평가하는 것도 중요하다. 탄소 비용을 빼고 보았을 때, 무탄소 철강 생산이 전통적 석탄 기반 생산보다 30%에서 60%까지 비용이 더 들 것으로 예상되기 때문이다.¹¹⁴ 이 부분 평가를 위해서 우리는, 지원금(grants)이나 세제 혜택의 형태로 주어지는 보조금(subsidies)에 대한 정부 발표를 들여다보았다. 아무래도 대부분의 국가에서 부문별 산업 지원을 위해 주로 이용하는 수단이 지원금이다 보니 실제로는 주로 지원금 위주로 살펴보게 되었다.¹¹⁵

정부 지출(대출 및 보증)은 평균적으로 볼 때 주요 G7 국가의 부문별 산업 정책에서 그 역할이 상대적으로 작기 때문에 제외했다.¹¹⁶ 그러나 평가표에 나오는 모든 국가에 해당되지는 않으며 이 부분은 이 방법론의 한계로 간주해야 한다.¹¹⁷ 대출과 보증을 제외함으로써 2022년 평가표와의 비교가능성이 향상되었다. 2022년 평가표도 지원금에 기초한 재정 지원만을 고려했기 때문이다.

2022년 평가표와 달리, 2023년 평가표는 철강 탈탄소 관련 재정 지원의 여러 가지 유형, 즉 연구개발, 현장별 프로젝트 실행을 위한 자본 지출, 운영비 등 세분화된 구분을 시도했다. 이 과정을 통해 우리는 감축 잠재력이 가장 큰 기술의 개발이나 전개를 위한 지원에 초점을 맞추었다.¹¹⁸

운영비 지원 평가에는 의미 있는 탈탄소 노력에 대한 조건부 지원도 고려하였다. 살펴본 여러 나라의 철강 산업은 이미 전기나 탄소 가격 지원을 포함하여 상당한 운영비 지원을 받고 있었다.¹¹⁹ 탄소차액계약제도(CCfD)¹²⁰와 같이 탈탄소 의지가 있는 제철소를 대상으로 한 표적 운영비 지원 수단만을 고려 대상으로 삼았다. 이와 더불어 우선순위 최종 사용자가 필요로 하는 수소를 충분히 생산하기 위한 차액결제거래제도(CCfD scheme)도 바람직한 수단으로 간주했다.¹²¹

그러나 명확하게 구분하기는 쉽지 않으며, 재정이 어느 한 범주에 속하지 않을 수도 있다.

우리 역시 재정 지원 발표가 항상 구속력이 있는 것이 아님을 알고, 정부의 변화나 위기로 인해 재정 지원 약속이 흔들릴 수 있음도 인지하고 있다. 이런 발표가 실제 정책과 직접 투자로 실현되는 정도를 추적하는 일은 상당한 자원이 요구되

114 International Energy Agency, January 2023, **Energy technology perspectives 2023**

115 OECD, June 2023, **Quantifying industrial strategies across nine OECD countries, QuiS**

116 Ibid.

117 산업 전략 정량화(QuiS) 데이터베이스에 따르면, 대출이나 보증과 같은 금융 상품은 이탈리아와 캐나다에서의 부문별 산업 지원에서 큰 몫을 담당하고 있다. 이는 모든 산업 부문에 걸친 지원 평가에 기초한 것이다. 철강 부문에 중점을 두고 그 세부성과 규모를 들여다본 연구를 찾아볼 수는 없었다. QuiS 데이터베이스는 9개 OECD 국가를 분석한 것에 기반하고 있는데, 해당 9개국은 캐나다, 덴마크, 프랑스, 아일랜드, 이스라엘, 이탈리아, 네덜란드, 스웨덴, 영국이다.

118 Fan, Z. & Friedmann, S. J, April 2021, **Low-carbon production of iron and steel: Technology options, economic assessment, and policy**, *Joule*, vol. 5, pp. 829–862. Doi: 10.1016/j.joule.2021.02.018

119 Fraunhofer & Ecofys, July 2015, **Electricity costs of energy intensive industries – An international comparison** (PDF)

120 Clean Air Task Force, August 2022, **Why Carbon Contracts for Difference could be the policy measure Europe needs to decarbonise industry**

121 International Renewable Energy Agency, January 2022, **Geopolitics of the energy transformation: The hydrogen factor**

는 복잡하고 난해한 작업이다.

특히 EU 국가에서는 유럽 연합 차원의 재정 지원이 빈번하게 주어지는데, 이를 채점에 반영하였다.

채점

연구개발비 지원(각국은 해당하는 지표 중 가장 배점이 높은 지표로 점수를 받는다) - GDP에 대한 백분율로 본 지원 규모 ¹²²	배점
넷제로 철강 생산 방법 연구개발을 위한 재정 지원이 있다.	0.25
넷제로 철강 생산 연구개발을 위해 명시적으로 지정된 재정 지원이 있다.	0.50
넷제로 철강 생산 방법 연구개발을 위해 명시적으로 지정된 재정 지원이 있고, 그 규모가 GDP의 0.01%를 넘는다.	0.75
넷제로 철강 생산 기술 연구 개발을 위해 명시적으로 지정된 재정 지원이 있고, 그 규모가 GDP의 0.05%를 넘는다.	1.00
자본 지출 지원(각국은 해당하는 지표 중 가장 배점이 높은 지표로 점수를 받는다.) - 국가 전체 지원 대상 고로-전로의 비율 ¹²³	배점
설비의 탈탄소를 위한 자본 투자 지원에 쓰일 재정이 있다.	0.25
특정 설비의 탈탄소를 지원하기 위해 명시적으로 할당된 재정이 전국의 모든 고로-전로(BF-BOF) 설비 중 적어도 1/3에 지원된다.	0.50
특정 설비의 탈탄소를 지원하기 위해 명시적으로 할당된 재정이 전국의 모든 고로-전로 설비 중 적어도 1/3에 지원되고, 이와 더불어 산업 탈탄소를 위한 자본 지출을 지원할 추가 국가 재정 또한 상당하다.	0.75
특정 설비의 탈탄소를 지원하기 위해 명시적으로 할당된 재정이 상당히 있고 전국의 고로-전로 설비의 대부분에 지원된다.	1.00

122 World Bank, **GDP (current US\$)** (2023년 11월 검색)

123 Global Energy Monitor, 2023년 3월 업데이트. **Global Steel Plant Tracker**. 특정 제강 현장에 할당된 직접 지원금(grant)가 없는 경우에는 잔차 점수를 부여하였는데, 이때 표준 규모의 제강 설비(약 3 Mtpa)를 수소직접환원철 시설로 전환하는 데 드는 비용이 대략 200억 달러일 것으로 가정했다: Agora Industry, Future Camp, Wuppertal Institute, 2022, **Carbon Contracts for the transformation of industry: Calculator for the assessment of transformation costs for low-CO₂ primary steel production Model version 1.1**, (Excel)

운영비 지원	배점
넷제로 철강 생산으로 전환하는 기업들의 운영비 지원만을 위해 책정된 별도 재정이 있다. ¹²⁴	1.00

탄소 가격 책정

탄소 가격 책정의 세부 사항에는 혼란의 여지가 많다. 명료성과 단순성을 위하여, 우리는 철강 부문에 적용되는 배출권 거래제(ETS)나 탄소세의 존재 유무를 살피기로 했다. 이런 제도가 있는 경우, 그 중요도는 탄소 가격 측면 뿐 아니라 무상 할당을 비롯한 전면적 혹은 부분적 면제에 대한 단계적 철폐 의지 여부로 평가했다.

채점 부분에서 드러나지 않는다 해도, 이러한 접근법으로도 전체 그림을 파악하지 못할 수도 있다. 예를 들어, EU ETS 처럼 최상위 10% 성능의 설비의 평균 배출량을 기준으로 한 무상 할당량 벤치마크와, 캐나다처럼 모든 철강 설비의 과거 평균 배출 집약도를 기준으로 한 벤치마크 사이에는 현저한 차이가 존재한다.

분석 대상 국가 중 일부는 연방구조로 되어 있거나(캐나다, 미국, 독일) 사실상 연방의 성격을 띠는 복잡한 단일 구조로(중국) 되어 있으므로 탄소 가격 정책의 권한이 중앙정부와 지방정부 사이에 분배되는 경우가 많다. 이를 가능한 범위 내에서 부분적으로 채점에 반영하였지만, 제한된 연구 역량으로 인하여 깊이 있는 분석에는 한계가 있었다.

채점

각국은 하나의 지표 세트에 대해서만 점수를 받는다. 따라서 가능한 최고 점수는 3점이다.

과감하지 못한 수준의 탄소 가격 책정 (각국은 다음 지표들 중 하나에 대해 점수를 받을 수 있다.)	배점
배출권 거래제에 무상 할당이 있다.	1.00
가벼운 탄소세를 부과한다.	1.00

124 상세 무탄소 전환 계획에 따른 조건부

다소 과감한 수준의 탄소 가격 책정 (각국은 다음 지표들 중 하나에 대해 점수를 받을 수 있다)	배점
국가 배출권 거래제에 무상 할당이 있으나 점진적 폐지 일정이 정해져 있다.	2.00
상당한 탄소세가 부과되나 일부 철강은 면제된다.	2.00
매우 과감한 탄소 가격 책정 (각국은 다음 지표들 중 하나에 대해 점수를 받을 수 있다.)	배점
배출권 거래제가 제대로 운영되고 무상 할당이 없다.	3.00
상당한 탄소세가 예외 없이 부과된다.	3.00

소재 효율성 및 순환성 관련 정책 방향

철강 소재 효율성 및 순환성의 중요성은 IEA의 넷제로 시나리오와¹²⁵ E3G와 퍼시픽 노스웨스트 국립연구소(PNNL)가 공동으로 작성한 「1.5도 철강(1.5°C Steel)」보고서를¹²⁶ 비롯한 다양한 모델링 작업에 반영되어 있다. 이는 기술 및 연료 전환과 같은 조치와 함께 진행된다. 따라서 소재 효율성 증진과 순환적 비즈니스 모델 수립과 같은 수요 감소 조치들은 철강 부문의 1.5°C 경로의 필수적인 부분이다.

철강 순환성을 강화를 위한 정책적 선택지와 규제는 광범위한 영역에서 활용할 수 있다. 폐기물 및 폐차에 대한 규정을 통해 철스크랩의 취급 방식을 개선하는 것 부터, 건축법규를 통해 건설 현장에서 철강 사용 효율성을 높이며, 개별 차량 소유를 지양하고 카 셰어링을 독려하는 순환적 비즈니스 모델을 장려하는 조치에 이르기까지 다양하다.

이렇게 다채로운 정책 영역을 파고드는 것은 본 평가표의 범위를 벗어나는 일이다. 그래서 순환경제 정책을 통해 제시되는 방향에 초점을 맞추고 있는지 살펴보았다. 우리는 순환경제 계획이나 전략 또는 정책이 마련되어 있는지, 그리고 이러한 정책이 철강 분야에 명시적으로 초점을 맞추고 있는지를 살핀다. 현재까지 순환경제의 맥락에서 가장 명시적으로 철강에 대한 초점이 증거로서 드러난 분야는 철스크랩의 사용 증대 부분이다. 이 정도의 세부적 접근법에는 추가 점수를 부여했다.

이에 더하여 순환경제 관련 국제 이니셔티브를 출범시킨다든지 그와 같은 이니셔티브에 동참함으로써 발휘되는 국제적 리더십도 인정했다.

125 International Energy Agency, 2023, **Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach – 2023 Update**

126 E3G & PNNL, October 2021, **1.5C steel: Decarbonising the steel sector in Paris-compatible pathways**

명확한 국가 정책 방향성 (각국은 아래 지표 중 요건을 충족시키고 점수가 가장 높은 하나의 지표에 대해서만 점수를 받는다)	배점
순환경제만을 위한 계획/전략/로드맵이 있다.	0.50
철강에 초점을 맞춘 순환경제만을 위한 계획/전략/로드맵이 있다.	1.00
철스크랩을 포함한 철강에 초점을 맞춘 순환경제만을 위한 계획/전략/로드맵이 있다. ¹²⁷	1.25
철강 재사용 및 스크랩 재활용 목표/정책 프레임워크가 있다.	2.00
명확한 지역적 (초국가적) 정책 방향성	배점
지역 차원에서 순환경제만을 위한 계획/전략/로드맵이 있다.	0.25
순환성 관련 국제 이니셔티브 (각국은 아래 두 가지 지표 모두에 대해 점수를 받을 수 있다.)	배점
순환성 이니셔티브에 동참한다.	0.25
순환성 이니셔티브를 발족한다. ¹²⁸	0.50

녹색 철강 공공 조달을 통한 리드 마켓 창출

녹색 철강 수요를 증대시키려면, 녹색 철강을 구매하고 무탄소 철강 생산에 따른 초기 프리미엄을 지불할 의사가 있는 구매자들이 있어야 한다. 그래야 생산자들이 운영비 증가로 이어질 신기술 및 청정 에너지원에 대한 투자를 안심하고 할 수 있다.¹²⁹ 각국 정부는 철강의 주요 구매자로서, 공공 조달을 통한 녹색 철강 시장 구축에 중추적인 역할을 담당할 수 있다.

이 정책 수단의 궁극적인 목적은 각국 정부가 철강에 대해 의무적 녹색 공공 조달 관련 세부 목표나 요건을 수립하는 것으로서,¹³⁰ 이 과정에는 생산자들과 사전 구매 계약을 맺는 것이 포함된다.

127 상세하고 명시적인 철강 순환성에 대한 초점을 인정하고 점수를 주기 위하여 2023년에 추가되었다.

128 순환성 국제 리더십 인정을 위해 2023년에 추가되었다.

129 지리적 위치와 에너지 접근도에 따라 달라짐에 유의해야 한다. Devlin, A., Kossen, J., Goldie-Jones, H., & Yang, A. May 2023, **Global green hydrogen-based steel opportunities surrounding high quality renewable energy and iron ore deposits**. *Nature Communications*. vol. 14. no 2578.

130 세부 목표와 요건을 예시적으로 구별하자면, "2040년까지 공공 공사 프로젝트를 위해 조달하는 철강은 모두 녹색 철강으로 한다"라는 것은 세부 목표가 될 수 있고, "공공 공사 계약 하에 공급되는 철강 제품의 80%가 녹색 철강이어야 한다"라는 것은 요건으로 볼 수 있다.

위와 같이 하겠다고 선언한 경우, 그 자체를 중간 단계로 인정하며, 위 목표를 향해 전진하기 위한 이니셔티브에 동참하거나 그러한 이니셔티브의 일환으로 약속을 하는 것도 마찬가지로 인정한다. 이 같은 정부 약속의 실현을 위해 노력하는 주체는 현재로서는 IDDI가 유일하다.

공공 조달을 통한 구매가 환경에 미치는 영향을 감소시키고, 이러한 구매력을 긍정적 변화의 동력으로 활용하려는 노력이 이미 광범위하게 이루어지고 있음을 잘 알고있다. 공공 조달 과정은 벌써부터 지속가능하거나 환경 친화적인 조달을 위한 요건들(종종 고도로 상세하게 정의되기도 한다)이나 자발적 조치들을 매우 다양하게 포함하고 있다. 이러한 요건들이나 조치들에는 암묵적으로 또는 명시적으로 철강이 포함되는데, 공공 인프라 프로젝트나 건축 소재 요건이나 각종 다양한 제품(예를 들어 정부 운영 차량) 관련 요건에서 철강이 다루어진다. 우리는 그러한 노력을 일정 부분 인정하지만, 자발적 노력인지 의무적 노력인지, 명시적으로 철강을 포함하는지 여부에 차등을 둔다.

채점

녹색 공공 조달 정책(Green Public Procurement, GPP) (각국은 아래 지표 중 하나에 대해서만 점수를 받을 수 있다.)	배점
의무적 또는 자발적인 GPP가 있으나 철강을 명시적으로 포함하지는 않는다.	0.25
철강을 명시적으로 포함하는 자발적 GPP가 있다.	0.25
철강을 명시적으로 포함하는 의무적 GPP가 있다.	0.50
글로벌 이니셔티브와 관련 조달 약속 동참 (각국은 아래 지표들 중 하나에 대해서만 점수를 받을 수 있다)	배점
산업 심층 탈탄소화 이니셔티브(IDDI)의 회원국이다.	0.25
IDDI에 따른 서약을 했다. ¹³¹	0.50
IDDI에 따른 서약들 중 가장 과감한 수준의 서약을 했다. ¹³²	0.75
의도 공표	배점
녹색 철강 공공 조달 세부 목표나 요건을 명시적으로 수립할 의사를 공표했다.	0.50

131 IDDI 서약이 공개되고 몇몇 회원국이 서약에 대해 협의를 진행하거나 서약을 채택하는 쪽으로 움직임에 따라 2023년에 추가되었다.

132 IDDI 서약이 공개되고 몇몇 회원국이 서약에 대해 협의를 진행하거나 서약을 채택하는 쪽으로 움직임에 따라 추가되었다.

명시적 녹색 철강 공공 조달 및 사전 구매 계약 (이 섹션에서 점수를 받게 되면 앞 섹션들에서 받은 점수가 자동적으로 삭제된다.)	배점
과감한 수준의 녹색 철강 조달 세부 목표나 요건을 포함하는 의무적 GPP가 있다.	2.50
사전 구매 계약 (앞선 섹션들에서 획득하나 점수와 무관하게 점수가 부여된다)	배점
철강 사전 구매 계약을 체결했다.	0.50

배출 집약도 한계값과 측정 표준을 포함하는 녹색 철강 정의 채택

공통적인 녹색 철강의 정의를 정립하면 철강 생산자와 구매자(공공 조달자 포함) 모두 명료성을 얻는다. 이와 같은 공통의 정의는 전 세계 철강 부문이 나아갈 길에 대한 통일된 견해를 공유할 수 있게 해준다. 국가 정부는 전 세계적으로 공유되는 정의와 합치하는 국내 정의가 채택되고 시행되게 함으로써 이 방면에서 중심적 역할을 수행할 수 있다.

IEA 자료에 따르면,¹³³ 녹색 철강이 뜻하는 바를 정의하려면 배출 집약도에 대한 합의된 한계값과 함께 측정 표준(공급망 경계와 배출 범위 포함)도 필요하다.

이 정책 수단의 최종 목표는 각국 정부가 배출 집약도 한계값과 측정 표준을 포함하는 (과감한 수준의) 녹색 철강 정의를 공식적으로 채택하고, 이러한 정의를 국가 산업 및 기후 정책과 보고 체계에 통합시키는 것이다. 녹색 철강 정의를 수립하기 위한 실무단을 구성하거나 기타 공식 절차를 수립하는 것은 전진을 위한 디딤돌이자, 녹색 철강 정의의 채택을 위한 과정이 진행 중이라는 신호로 여겨진다.

녹색 철강 정의의 중요성을 공식적으로 인정하고 이 방향으로의 협력과 움직임을 가능케 하는 국제 이니셔티브의 회원국이 되는 것은, 해당 국가가 이 정책 수단의 중요성을 인식하고 있다는 또 다른 증거다. 우리는 공통의 표준을 중점 사항에 포함시킨 IDDI와 무탄소 철강의 자격 요건에 대해 이미 정의한 퍼스트 무버 연합(First Mover Coalition, FMC)과 같은 국제 이니셔티브의 회원국에 이에 따른 점수를 부여한다. 또한 G7과 같이 공통의 정의를 채택하는 방향으로 움직이겠다는 의사를 공식적으로 표명한 포럼이나 연합의 일원인지도 평가 사항으로 삼는다.

133 International Energy Agency, 2022, **Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members.**

채점

배출 집약도 한계값과 측정 표준을 포함하는 녹색 철강 정의의 중요성을 인식 (각국은 모든 지표에 대해 점수를 받을 수 있다)	배점
IDDI 회원국이다.	0.25
FMC 회원국이다.	0.25
G7, G20, EU와 같이 녹색 철강 정의를 채택하는 방향으로 움직임 의사를 공식적으로 표명한 정부간 포럼이나 연합의 일원이다.	0.25
녹색 철강 정의의 국내 채택 움직임	배점
녹색 철강 정의 채택을 위한 실무단 또는 공식 프로세스가 마련되어 있다. ¹³⁴	1.00
녹색 철강 정의의 채택과 시행 (이 섹션에서 점수를 받게 되면 앞 섹션들에서 받은 점수는 자동적으로 삭제된다.)	배점
녹색 철강 정의를 공식적으로 채택했고, 관련 배출 집약도 한계값과 측정 표준도 마련되었다.	2.50
관련 배출 집약도 한계값과 측정 표준과 함께 (과감한 수준의) 녹색 철강 정의를 채택하였고, 이는 보고 및 국가 산업 및 기후 정책에 통합되어 있다.	3.00

철강을 위한 수소 및 CCS 이용

앞서 간략한 소개를 할 때 설명한 바와 같이, 현재 고로-전로 제강 과정을 탈탄소 하는 데 있어 가장 실현 가능성이 높은 기술적 경로는 청정수소를 사용하는 직접환원철(DRI)로 전환하고 기존 고로에 탄소 포집 및 저장 장치(CCS)를 장착하는 방법도 있다. 이에 따라, 수소 및 CCS를 위한 국가 차원의 정책과 더불어 실질적인 프로젝트 진행 여부를 평가 항목으로 삼는다.

DRI 설비로의 전환은 배출 저감 잠재력이 더 높다.¹³⁵ 그래서 수소 관련 개선이 고로에 직접 CCS를 적용하는 것보다

134 2022년과는 표현이 다소 다르다. "녹색 철강 정의 채택이 진행 중이라는 국가 차원의 발표"에서 "녹색 철강 정의 채택을 위한 실무단 또는 공식 프로세스가 마련"으로 바뀐 것이다. 배점은 동일하지만, 새로운 문구는 발표하는 것만으로는 부족함을 함의한다.

135 Harprecht, C., Naegler, T., Steubind, B., Tukker, A. & Simon, S. December 2022, **Decarbonization scenarios for the iron and steel industry in context of a sectoral carbon budget: Germany as a case study**. *Journal of Cleaner Production*, vol. 380, 134846

더 높은 점수를 받는다. 후자의 경우 석탄을 연료로 때는 고로가 계속 사용될 수 있도록 만들어 주기 때문이다. 매우 높은 탄소 포집률(73% 이상)¹³⁶은 달성하기 어렵고 탄소 포집 기술을 적용하자면 상당한 에너지 효율 손실을 감수해야 한다.¹³⁷ 탄소 포집이 생산 과정을 상당부분 탈탄소 하는 것은 사실이지만 탈 화석연료까지 하지는 못하므로 업스트림 배출은 그대로다.

2023 철강 정책 평가표는 이전 버전과 달리 수소 생산 방법에 따라 수소의 종류를 더 세분화한다. 즉 그린 수소(재생에너지를 이용한 전기분해로 생성), 블루 수소[CCS를 이용한 메탄 증기 개질(reforming)을 통해 생성], 그레이 수소(배출 감축 없이 메탄 증기를 개질하여 생성)로 나누는 것이다. 그레이 수소 사용에는 점수가 없다. 또한 그린 수소와 블루 수소를 구분하여 정부가 그린 수소 개발을 명시적 또는 암묵적으로 강조하는 경우 더 높은 점수를 받게 된다. 국별 점수는 생산이나 소비 목표 수준이 비교적 무난한 경우는 낮아지지만, 반대로 목표 수준이 과감할 경우에는 초점이 그린 수소인지 블루 수소인지 불명확하더라도 높아진다. 보급 방식의 개선에 대해서도 동일한 세분화가 적용된다.

우리가 배출 집약도에 따른 분류 체계를 따르지 않고 생산 방법에 따라 채점하기로 한 까닭은 가용 데이터 부족 때문이기도 하고, 배출 집약도에 기초한 정의와 표준을 채택하려는 노력이 현재 진행 중이라는 점 때문이기도 하다. 비록 배출 집약도 분류 체계를 채택하지는 않았지만, 우리는 그러한 채택 노력에 지지를 보낸다.¹³⁸

수소 및 CCS 도입 발표에는 완전한 탈탄소 타임라인을 명확히 제시하지 않는 경우가 많다. 본 철강 정책 평가표는 이를 최대한 고려하여 무턱대고 “수소 준비성(hydrogen-readiness)”에 대한 라벨들을 갖다 붙이는 일을 지양한다.¹³⁹ 평가표는, 위에서 설명한 순위에 기초하여 청정 에너지 인프라를 가능케 하는 실제적인 인프라 배치 계획의 명확성에 따라 물리적 인프라의 발전 정도를 평가한다.

분석 대상 국가 중 일부는 연방 체제를 채택하고 있거나(캐나다, 미국, 독일), 사실상 연방의 성격을 띠는 복잡한 단일 구조로(중국) 되어 있으므로 에너지 정책의 권한이 중앙 정부와 지방 정부 사이에 분배되는 경우가 많다. 이를 가능한 범위 내에서 부분적으로 채점에 반영하였으나, 제한된 연구 역량으로 인하여 깊이 있는 분석에는 한계가 있었다.

136 Agora Energiewende, 2023, **15 Insights on the Global Steel Transformation**

137 이뿐만 아니라, CCS 장치는 언제나 이산화탄소를 냉각, 압축, 분리하기 위한 추가적 에너지가 뒤따른다. 그래서 생산 1톤당 드는 에너지 양이 증가하게 된다. Vasudevan, S., Farooq, S., Karimi, I. A., Saeys, M., Quah, M. C. G., & Agrawal, R. May 2016, **Energy penalty estimates for CO₂ capture: Comparison between fuel types and capture-combustion modes**, *Energy*, vol. 103, pp. 709–714; 또는 Globla CCS Institute, March 2021, **Technology readiness and costs of CCS**

138 International Renewable Energy Agency, **수소(Hydrogen)** (웹페이지. 2023년 12월 접속); Weltenergierat Deutschland, January 2022, **Global harmonisation of hydrogen certification**

139 DRI 설비 계획의 수소 준비성에 대한 데이터는 풍부하지 않다. Global Energy Monitor의 Global Steel Plant Tracker 데이터베이스를 활용하고, 데스크 리서치와 더불어 파트너 인터뷰를 진행하여 수소-직접환원철 프로젝트들의 진행 단계를 알아보았다.

채점

수소 그리고/또는 CCS가 별도의 정책 우선순위다 (각국은 CCS 기반 수소와 그린 수소 중 하나 혹은 둘 모두에 대해 점수를 받을 수 있다. 두 가지 모두 마련된 경우에는 수소에 대한 점수를 채택한다.)	배점
- 저배출 수소 목표는 0.5 점 가산점 (보통은 블루와 그린 수소의 경우이며, 수소 1Mt으로 DRI 철강 20Mt을 탈탄소 한다고 가정 ¹⁴⁰) - 반대의 경우는 0.5점 감점	
수소가 국가 계획에 주안점으로 포함되거나 별도의 계획이 있는 정책 우선순위이고, CCS 적용에 대한 언급이 있다.	0.25
제강용 수소를 위한 CCS 그리고/또는 DRI용 천연가스 CCS 적용이 국가 계획에 포함되거나 이를 위한 별도의 계획에 따른 정책 우선순위이다.	0.25
또는	
수소가 정책 우선순위이고, 그린 수소를 강조한다.	0.50
그린 수소를 강조하며, 이때 철강을 위한 그린 수소의 사용이 주안점이다.	0.50
철강을 위한 수소 및 CCS 인프라가 이미 배치 중이다 (각국은 CCS나 수소 둘 중 하나에 대해 점수를 받을 수 있다. 둘 다 해당되는 경우에는 수소에 대한 점수가 적용된다)	배점
- 고로-전로 용량 대비 시범 시설(pilot facility)의 수에 따라 차등이 있다. ¹⁴¹	
철강용 수소 생산을 위한 CCS 인프라 그리고/또는 직접환원철을 위한 천연 가스용 CCS가 구축되고 있다.	0.75
또는	
철강 부문에서 사용하기 위한 그린 수소 생산 시설이 구축되고 있다.	1.00

140 수소 손실 없이 100% HBI로만 운영하는 데 따르는 이론적 한계는 철강 1톤 당 51kg에 달한다(이는 대략 DRI 철강 20 Mt 당 수소 1 Mt에 해당한다). 이것은 철스크랩 사용 가능성을 고려하지 않은 가정이다. Vogl, V., Åhman, M., Nilsson, L. J. December 2018, **Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking**, *Journal of Cleaner Production*, vol. 203, pp. 736–745. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.08.279

141 Global Energy Monitor, March 2023 업데이트 **Global Steel Plant Tracker**.

최종 단계 – 철강용 수소 및 CCS 인프라가 상업적 규모로 마련되어 있다. (각국은 CCS나 수소 둘 중 하나에 대해 점수를 받을 수 있다. 둘 다 구비되어 있는 경우 수소에 대한 점수만 인정된다.)	배점
CCS 인프라가 마련되어 있으며, 철강용 수소 생산 그리고/또는 직접환원철 생산을 위한 천연 가스 이용을 위해 쓰이고 있다.	2.50
또는	
가용 그린 수소가 있고 철강 생산에 이용되고 있다.	3.00

철강용 청정 에너지

이는 새롭게 도입된 정책 수단으로서, 철강 탈탄소 실현을 위해 필요한 청정 전기 인프라 제공에 주목한다.¹⁴² 이 정책 수단은 원자력과 제어가능 재생에너지원에서 얻는 전기를 아우르는 모든 청정 전기를 고려한다. 이러한 접근은 특정 국가의 전력 구성 선택 측면에서 해당 국가의 구체적 맥락을 고려하기 위함이다.

전력 시스템 탈탄소와 산업 탈탄소의 교차점은 아직 초기 정책 영역이므로, 이 정책 수단은 주로 각국이 전력 시스템 탈탄소와 산업 및 철강 부문 전기화를 전략적으로 연계하는지 살펴보는데 중점을 둔다. 철강 정책 평가표가 주로 정책의 지를 평가하는 데 주안점을 두고 있으므로, 국별로 입수하기 어려운 철강 부문의 청정 에너지 소비 데이터를 자세히 들여다보지는 않는다.

산업 또는 철강 탈탄소 전략과 수소 전략을 찾아볼 수 있는 경우에는 평가에 포함했으나 그런 전략을 전혀 찾아볼 수 없을 경우 일반적인 국가 탈탄소 전략을 검토하였다(NDC,¹⁴³NECP¹⁴⁴). 연구 역량의 제한으로, 첫 번째 지표 세트의 맥락에서는 전력 체계 탈탄소만을 위해 별도로 세워진 전용 전략은 살피지 않았다. 첫 번째 지표 세트에서 점수를 부여한 모범 사례로는 산업 전기화로 인한 전력 수요 급증 모델링과 이러한 수요 급증에 대응하기 위한 전력망 조정 계획, 제철소 전력 인프라 구축을 위한 정책, 재생에너지 생산자와 산업 소비자 사이의 관계를 촉진하기 위한 정책 이 있다.

두 번째와 세 번째 지표 세트는 좀더 광범위한 관점을 지니고 있다. 이 중 두 번째 지표 세트는 각국의 국가 전략에 내포된 암묵적 또는 명시적인 목표를 추적함으로써 해당 국가의 철강 탈탄소에 영향을 미치는 청정 전력망 기반 전기를 향한

142 석탄은 현재 철강 부문 에너지 및 원료 수요에서 75% 정도의 비중을 차지하고 있는데, 이 비율은 지난 10년간 거의 대동소이 하게 유지되어 왔다. 바이오 에너지의 사용이 확대되는 가운데, 넷제로 시나리오(NZE Scenario)에 따라 석탄을 퇴출시키기 위해서는 저탄소 전기화가 빠르게 가속화되어야 한다. “2차 생산”이라고도 지칭되는 철스크랩 기반 생산과 전해 수소 및 전기로(EAF)를 방편 삼아, 지금부터 2030년 사이에 5% 포인트가 넘는 신속한 증가를 달성해야 한다. 이러한 진행 속도는 지난 10년 간 고작 1% 포인트 기어오른 것과 대조된다. IEA, **Steel** (웹페이지, 2023년 12월 접속)

143 Nationally Determined Contribution (Paris Agreement governance mechanism).

144 National Energy and Climate Plan (EU governance mechanism).

일반적인 의지를 검토한다.¹⁴⁵ 국가별로 출발점과 에너지 믹스가 다른 점을 고려하여, 총 전력 구성(2022~2023)에서 청정 전력이 차지하는 비율의 변화를 기반으로 한 지표를 추가했다.

세 번째 지표 세트는 모든 산업 소비자에게 재생에너지를 민간 조달하기위한 시장과 그 정책 환경을 들여다본다. 정책 의지를 평가하는 데 있어서 좀더 구체적인 접근법이 아닌 일반적인 접근법을 택했다. 철강사들이나 제철소에서 조달하는 재생에너지 용량(MW)에 대한 데이터를 이용하면 이 항목의 실제적인 진척을 좀더 정확하게 파악할 수 있었겠지만 그러한 데이터는 가용성 그리고/또는 신뢰성이 떨어지는 문제가 있다.

분석 대상 국가 중 일부는 연방 구조로 되어 있거나(캐나다, 미국, 독일) 사실상 연방의 성격을 띠는 복잡한 단일 구조로(중국) 되어 있으므로, 에너지 정책의 권한이 중앙 정부와 지방정부 사이에 분배되는 경우가 많다. 이를 가능한 범위 내에서 부분적으로나마 채점에 반영하였으나, 제한된 연구 역량으로 인하여 깊이있는 분석에는 한계가 있었다.

채점

전기화 한 철강에 대한 수요 증가에 부응하기 위한 청정 에너지 인프라 추구 (각국은 아래 지표 중 해당하는 가장 배점이 높은 지표에 대해서만 점수를 받는다.)	배점
국가 산업 탈탄소 전략은 전력 체계 탈탄소 필요성과 산업 전기화로 인한 전력 수요 증가와 연계 되어있다.	0.50
국가 산업 탈탄소 전략은 전력 체계 탈탄소 필요성과 산업 전기화로 인한 전력 수요 증가와 연계 되어있고, 이를 달성하기 위한 구체적 정책이 있다.	1.00
국가 산업 탈탄소 전략은 전력 체계 탈탄소 필요성과 산업 전기화로 인한 전력 수요 증가가 연계 되어있고, 이를 달성하기 위한 구체적 정책이 있으며, 그 정책은 철강 부분에 대한 상세한 내용을 담고 있다.	1.50
국가 산업 탈탄소 전략은 전력 체계 탈탄소 필요성과 산업 전기화로 인한 전력 수요 증가와 연계 되어있고, 이를 달성하기 위한 구체적 정책이 있으며, 여기에는 모든 철강 생산 현장에 대한 청정 에너지 인프라 구축의 명확한 일정이 포함된다.	2.00

145 International Energy Agency, 2022, **Achieving Net Zero in Heavy Industry Sectors in G7 Members**

전력망 청정화 의지 ¹⁴⁶ (각국은 다음 지표 중 하나에 대해서만 점수를 받는다)		배점
2030년까지 95~100% 청정 전력 달성을 목표로 한다. ¹⁴⁷		0.25
2030 목표가 2022년 청정 발전 비중보다 25% 이상 높다.		0.50
기업의 재생에너지 전력 조달 지원 - 정책 및 시장 환경 ¹⁴⁸		배점
비교적 잘 발달한 전력 구매 계약(PPA) 시장		0.25
고도로 발달한 PPA 시장		0.50

점수의 순위 환산

각 정책 수단에 대해 각국 정부는 최대 3점을 받을 수 있다. 그리고 점수는 아래 표에 따라 환산된다.

점수 범위	색상/문자 등급	-		+
0이상, 1 이하	빨강/C	0 ~0.25	0.5	0.75 ~1
1 초과, 2 이하	주황/B	1.25	1.5	1.75 ~2
2 초과, 3 이하	초록/A	2.25	2.5	2.75~3

데이터 수집은 2023년 11월 1일에 마감하였다. 그 이후의 진척 사항은 반영되지 않았다.

146 Ember의 데이터와 자체 맵핑 사용. Ember. **Ember's Global Renewable Targets Data(2030)**; Ember, 2022년 3월 최종 업데이트. **G20**

147 인도는 예외다. 엠버 데이터세트에 보고된 인도의 목표 기한은 2031년이다.

148 EY, June 2023, **PPA attractiveness index 2023**