

세계경제포럼(WEF) '2020 에너지전환지수'로 살펴본 우리나라 현주소

'20.08.13(목), 한국에너지정보문화재단

◇ 세계경제포럼(WEF)이 발표한 2020년 에너지전환지수를 바탕으로, 한국 에너지정보문화재단에서 한국 평가결과의 주요 내용을 분석한 보고서임

* Fostering Effective Energy Transition, WEF, '20.5.13(수)

** 원문 바로가기 : <https://www.weforum.org/reports/fostering-effective-energy-transition-2020>

※붙임 : 세계경제포럼 '20년 에너지전환지수 한국 평가 주요내용 1부(본문 54쪽). 끝.

『에너지전환 지수(Energy Transition Index)』는 국가 단위에서 에너지 전환 상태를 평가하여, 정책 입안자들이 효과적인 에너지 전환을 위한 조치의 우선순위를 정할 수 있도록 팩트 기반의 프레임워크를 제공¹⁾할 목적으로 작성된 자료로, 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF)이 효과적인 에너지 전환 이니셔티브를 조성하고자 진행 중인 작업의 일환이다.

에너지전환 지수는 크게 2분야 ■(에너지)시스템 성과, ■(에너지)전환 준비도로 나누어 평가한다. ■시스템 성과 분야는 ①경제 성장과 개발, ②환경 지속 가능성, ③에너지 접근성과 안보 3항목으로 구분되어 에너지 시스템의 건전성을 평가하며, ■전환 준비도 분야는 ①법규 및 정치 공약, ②제도 및 거버넌스, ③자본과 투자, ④인프라 및 혁신 비즈니스 환경, ⑤인적 자본 및 소비자 참여, ⑥에너지 시스템 구조 6항목으로 구분되어 에너지 전환을 위한 전반적인 사회경제적 환경의 준비 정도를 평가한다.

2020년, 우리나라의 에너지전환 지수는 총점 57.7점으로 조사대상 115개국 가운데 48위를 차지했다. 시스템 성과 분야에서 58.8점을 받아 69위를, 에너지전환 준비도 분야에서는 56.6점을 받아 27위를 차지했다. 큰 틀에서 우리나라 에너지전환 지수 결과값을 보면, 에너지전환을 선언하면서 준비는 차근차근 진행되고 있으나, 아직 시스템의 건전성을 확보하는 데까지 시간이 더 필요하다고 해석할 수 있다.

그러나 전체 점수나 순위보다 중요한 것은 세부항목에 대해 우리나라가 어떤 평가를 받았는지를 살펴보는 것이다. 우리나라가 받은 세부항목의 점수를 해석하기 위해, 에너지전환 지수 상위 10개국(스웨덴, 스위스, 핀란드, 덴마크, 노르웨이, 오스트리아, 영국, 프랑스, 네덜란드, 아이슬란드)과 독일(20위), 일본(22위), 미국(32위) 등 3개국의 점수를 비교하였다. 이를 통해 에너지 전환 과정에서 우리나라가 비교적 잘 진행하고 있는 부분과 집중 개선이 필요한 부분을 짚어보고자 한다.

1) WEF의 에너지전환 지수에 담긴 함의와 시사점, 문영석, 정귀희, 김수린, 세계 에너지 시장 인사이트 제20-13호, 에너지경제연구원, 2020.06.29

한국 에너지전환지수(Energy Transition Archetype) 종합점수 : 57.7점(48위)

Energy Transition Index



Energy Transition Index (2018 methodology)

Rank / 115	Country / Economy	Value (0-100 (best))	Rank / 115	Country / Economy	Value (0-100 (best))
1	Sweden	74.2	59	Greece	55.0
2	Switzerland	73.4	60	Armenia	54.9
3	Finland	72.4	61	Bulgaria	54.2
4	Denmark	72.2	62	Montenegro	54.2
5	Norway	72.2	63	United Arab Emirates	54.0
6	Austria	70.5	64	Namibia	53.6
7	United Kingdom	69.9	65	Viet Nam	53.5
8	France	68.7	66	Ghana	53.2
9	Netherlands	68.0	67	Turkey	53.1
10	Iceland	67.3	68	Bolivia	53.0
11	Uruguay	67.0	69	Poland	52.9
12	Ireland	66.9	70	Indonesia	52.4
13	Singapore	65.9	71	Dominican Republic	52.4
14	Luxembourg	65.1	72	Moldova	52.4
15	Lithuania	65.1	73	Oman	52.1
16	Latvia	64.9	74	India	51.5
17	New Zealand	64.6	75	Jamaica	51.5
18	Belgium	64.5	76	Guatemala	51.2
19	Portugal	64.2	77	Trinidad and Tobago	50.9
20	Germany	63.9	78	China	50.9
21	Estonia	63.3	79	Kenya	50.6
22	Japan	63.2	80	Russian Federation	50.5
23	Slovenia	63.1	81	Tajikistan	49.8
24	Spain	62.9	82	Jordan	49.8
25	Colombia	62.7	83	Algeria	49.1
26	Italy	62.0	84	Egypt	49.1
27	Costa Rica	61.9	85	Honduras	49.0
28	Canada	61.7	86	Saudi Arabia	48.7
29	Chile	61.1	87	Bangladesh	48.4
30	Israel	60.8	88	Kazakhstan	48.3
31	Hungary	60.7	89	Tunisia	48.2
32	United States	60.7	90	Bahrain	48.1
33	Slovak Republic	60.5	91	Cambodia	47.8
34	Malta	60.4	92	Tanzania	47.4
35	Romania	59.9	93	Kuwait	46.9
36	Australia	59.7	94	Pakistan	46.6
37	Croatia	59.7	95	Nepal	46.3
38	Malaysia	59.4	96	Nicaragua	46.1
39	Peru	59.2	97	Ethiopia	45.9
40	Panama	58.9	98	Zambia	45.7
41	Georgia	58.8	99	Botswana	44.7
42	Czech Republic	58.5	100	Serbia	44.3
43	Paraguay	58.4	101	Iran, Islamic Rep.	43.5
44	Azerbaijan	58.1	102	Ukraine	43.3
45	Ecuador	58.1	103	Bosnia and Herzegovina	43.2
46	Cyprus	58.0	104	Senegal	43.1
47	Brazil	57.9	105	Kyrgyz Republic	42.7
48	Korea, Rep.	57.7	106	South Africa	42.7
49	Brunei Darussalam	57.0	107	Zimbabwe	42.6
50	Mexico	56.5	108	Mongolia	42.1
51	Morocco	56.5	109	Mozambique	42.0
52	Albania	56.5	110	Benin	41.5
53	Thailand	56.3	111	Venezuela	41.2
54	Qatar	56.1	112	Cameroon	41.0
55	Sri Lanka	55.8	113	Nigeria	40.5
56	Argentina	55.8	114	Lebanon	38.5
57	Philippines	55.3	115	Haiti	36.0
58	El Salvador	55.3			

Source: World Economic Forum

에너지 전환 지수 종합 순위

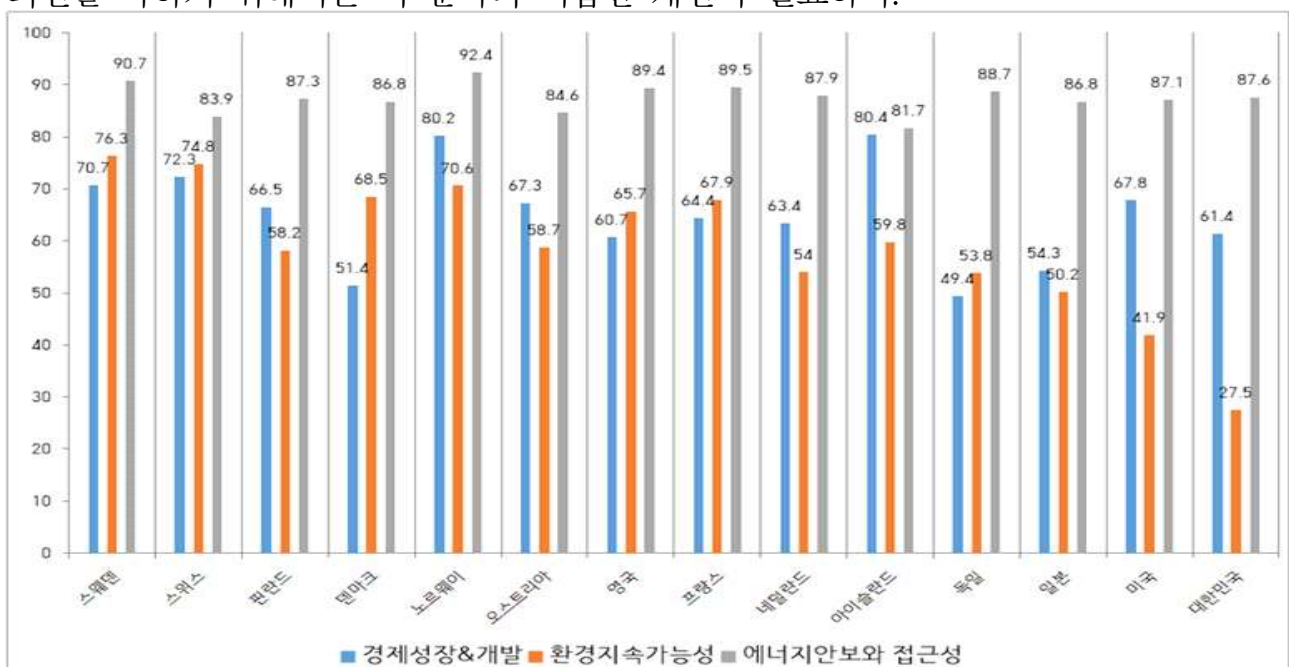
I. 시스템 성과 (System Performance) 58.8점 (69위)

먼저 에너지 시스템의 건전성을 평가하는 시스템 성과 분야를 살펴보자. 시스템 성과는 경제성장&개발, 환경 지속 가능성, 에너지 안보와 접근성 3분야를 평가하며, 우리나라가 받은 점수와 순위는 아래와 같다.

I. 시스템 성과(System Performance) :	58.8점(69위)
1. 경제 성장 & 개발(Economic Growth & Development) 분야	61.4점(40위)
2. 환경 지속 가능성(Environmental Sustainability) 분야	27.5점(103위)
3. 에너지 안보와 접근성(Energy Access & Security) 분야	87.6점(17위)

시스템 성과 분야의 3개 항목에 대해 에너지전환 지수 상위 10개국과 독일, 일본, 미국과 우리나라의 데이터를 비교했을 때, 공통점은 에너지 안보와 접근성 분야에서 모두 높은 점수를 받았다는 것이다. 이는 1970년대 두 차례 석유파동을 겪으며, 에너지 안보의 중요성에 대한 인식이 전 세계적으로 높아졌기 때문으로 해석된다.

비교 대상국과 우리나라의 차이점은 다른 나라들(미국, 아이슬란드 제외)은 환경 지속 가능성과 경제성장과 발전 두 분야의 점수 차이가 10점 내외에서 고르게 발전하는데 반해, 우리나라는 점수 차이가 무려 30점이 넘는다는 것이다. 이는 우리나라가 시스템 성과 분야 중 환경 지속 가능성 분야에서 다른 비교 대상 국가에 비해 매우 낮은 점수를 받았기 때문이다. 미세먼지와 기후 위기라는 시급하고 중대한 도전에 우리나라가 최선을 다하기 위해서는 이 분야의 시급한 개선이 필요하다.



그런데 이는 비단 우리나라만의 문제는 아니다. 위 그래프에서 보듯 3항목에서 월등히 높은 점수를 받는 나라는 존재하지 않는다. 다만 3항목을 균형 있게 개선하기 위해 각 나라가 고군분투하고 있는 반면, 우리나라의 경우 발전에만 치중하다 보니 환경 지속 가능성에 신경을 소홀히 한 결과가 큰 점수 차이로 입증된 것이다. 환경 지속 가능성에 소홀히 한 결과는 고스란히 우리가 직면한 문제, 미세먼지의 심각성으로 우리에게 부메랑이 되어 되돌아오고 있다.

그래서 경제성장&개발, 환경 지속 가능성 개선, 에너지 안보와 접근성의 세 항목을 에너지 분야의 트릴레마라 부른다. 어느 하나도 소홀히 할 수 없는 중요 요소지만, 세 항목을 한 번에 개선하기 어렵기에 에너지 트릴레마로 명명된 것이다.

참고로 트릴레마의 정의는 아래와 같다.

세 가지 문제가 서로 얽혀 있어 움썹달썹하지 못하는 진퇴양난의 상황을 가리킨다.

두 가지 선택 중 어떤 것을 택해도 나쁜 결과가 초래되는 상황을 딜레마(dilemma)라고 하고, 세 가지 선택 중 어떤 것을 택해도 나쁜 결과가 발생하는 상황을 트릴레마(trilemma)라고 한다. 트릴레마란 그리스어로 숫자 '3'을 가리키는 '트리(tri)'와 '레마(lemma)'의 합성어로, 세 가지 레마(명제)가 서로 상충되어 나아가지도 물러서지도 못하는 진퇴양난의 상황을 가리킨다. 일반적으로 진퇴양난의 상황을 딜레마라고 하기 때문에 트릴레마라는 말 대신 삼각 딜레마 또는 삼중 딜레마라고 부르기도 한다.

예를 들어 경제를 살리기 위해서는 에너지의 사용이 불가피하지만 에너지를 과하게 사용하면 환경에 영향을 미쳐 기후 위기·미세먼지·산성비와 같은 문제가 발생하게 되는데 이럴 경우 경제, 에너지, 환경 문제의 트릴레마에 빠졌다고 표현할 수 있다.²⁾

이러한 '에너지 트릴레마'라는 용어를 사용하는 지수도 존재한다. 바로 세계에너지총회(World Energy Council, WEC)에서 매년 세계 각국의 에너지 시스템 건전성을 평가하기 위해 발표하는 '에너지 트릴레마 지수(Energy Trilemma Index)'이다. 아래 표에서 보듯 에너지 전환 지수의 '시스템 성과 지수'와 '에너지 트릴레마 지수'는 매우 유사하다.

2) [네이버 지식백과] 트릴레마 [trilemma] (두산백과)

〈 WEF 에너지전환지수의 지표구성 및 세부가중치 〉

(단위 : %)

항목	지수 구분 및 가중치		세부지표 및 가중치		
시스템 성과 점수	50	경제발전	33	가정용 전력 가격, PPP US\$/kWh	20
				산업용 전력 가격, PPP US\$/kWh	10
				도매 가스 가격, US\$/MMBtu	10
				에너지 보조금, % GDP	20
				외부효과 비용, % GDP	20
				에너지 수출, % GDP	10
				에너지 수입, % GDP	10
		환경적 지속가능성	33	초미세먼지, ug/cm ³	25
				에너지 집약도, MJ/PPP GDP	25
				1인당 이산화탄소 배출	25
				이산화탄소집약도, CO ₂ /TPES	25
		에너지안보와 접근성	33	전력화 비율, 인구 중 비율(%)	17
				고체연료 이용, 인구 중 비율(%)	17
				에너지 순수입, TPES 중 비율(%)	11
				TPES 다양성, 허핀달 지수	11
				에너지 수입 다양성, 허핀달 지수	11
				전력 공급 품질, 점수 0~100	33
전환 준비성 점수	50			자본과 투자	17
		신용 접근성, 점수 0~100	25		
		신규 신재생에너지 발전설비, 증가율(%)	25		
		에너지효율 투자, 전체 중 비율(%)	25		
		규제와 정책 합의	17	NDC 공약, 점수 0~1	33
				정책 안정성, 점수 0~7	33
				에너지효율성 규제, 점수 0~100	11
				재생에너지 규제, 점수 0~100	11
				에너지 접근성 규제, 점수 0~100	11
		제도와 거버넌스	17	부패, 점수 0~100	33
				법치, 점수 0~100	33
				신용도, 점수 0~1	33
		사회기반시설과 혁신적인 사업 환경	17	물류 성과, 점수 0~5	25
				수송부문 사회기반시설, 점수 1~7	25
				기술 가용성, 점수 1~7	25
				혁신적인 사업 환경, 점수 1~7	25
		인적자본과 소비자 참여	17	저탄소 산업부분 일자리, 비율(%)	50
교육의 질, 점수 1~7	50				
에너지 시스템 구조	17	1인당 에너지 공급, 1인당 GJ	33		
		재생에너지 전력비중, 전체 중 비율(%)	11		
		석탄전력 비중, 전체 전력 중 비율(%)	11		
		에너지 시스템 유연성, 전체 전력 중 수력, 가스, 석유의 비율(%)	11		
		세계 화석연료 매장량 비중, 비율(%)	33		

자료 : WEF(2020, 2019년), *Fostering Effective Energy Transition 2019 and 2020 edition*

자료 출처 : 에너지경제연구원 세계 에너지 시장 인사이트 제20-13호

〈 WEC의 3가지 트릴레마 항목별 세부가중치 〉

(단위 : %)

항목		지수 구분		지수	
에너지안보	30	A1 공급 안정과 에너지 수요	12	a 1차에너지 공급 다양성	6
				b 수입 의존도	6
		A2 에너지 시스템의 회복력	18	a 전력발전 다양성	6
				b 에너지 저장설비	6
				c 시스템 안정성과 회복 능력	6
에너지 형평성	30	B1 에너지 접근	12	a 전력에 접근	6
				b 청정 취사연료에 접근	6
		B2 고품질 에너지 접근	6	c "현대적" 에너지에 접근	6
		B3 가격적정성	12	a 전력 가격	3
				b 휘발유와 경유 가격	3
				c 천연가스 가격	3
				d 가정용 전력의 가격적정성	3
환경적 지속가능성	30	C1 에너지원의 생산성	9	a 최종 에너지 집약도	5
				b 전력발전과 송·배전 효율성	4
		C2 탈탄소화	9	a 저탄소 전력발전	5
				b 이산화탄소 배출 추세	4
		C3 배출량과 오염	12	a 이산화탄소 집약도	2
				b 1인당 이산화탄소 배출량	1
				c 1인당 메탄 배출량	1
				a 초미세먼지 연평균 노출	4
국가 고유 특성	10	D1 거시경제적 환경	2	a 거시경제적 안정성	2
		D2 관리 방식	4	a 정부의 효율성	1
				b 정치적 안정성	1
				c 법규	1
				d 규제의 질	1
		D3 투자 안정성과 혁신	4	a 외국인 직접투자 순유입	1
				b 사업 용이도	1
				c 부패에 대한 인식	0.5
				d 규제에 대한 이의 제기 시 법제도의 효율성	0.5
				e 지적재산권 보호	0.5
				f 혁신 역량	0.5

자료 : WEC(2019년), World Trilemma Index 2019

자료 출처 : 에너지경제연구원 세계 에너지 시장 인사이트 제19-43호

마지막으로 에너지 트릴레마 해결의 어려움에 대해 전문기관의 분석을 살펴보자. 에너지경제연구원은 2019년 '에너지 트릴레마 지수와 추세 분석'에서 다음과 같이 언급하고 있다.

2000년 이후 3개의 트릴레마 항목에서 지속적으로 성과를 개선한 국가가 없었는데, 이는 에너지전환 과정이 필연적으로 다양한 상충 작용을 초래해왔기 때문으로 해석됨. 하나 또는 두 개의 트릴레마 항목에서 성과를 높이기 위해서 어느 한 항목은 희생될 수밖에 없다는 것을 의미하며, 전형적인 트릴레마 문제가 여전히 발생한다는 것을 뜻함³⁾

1. 경제 성장(Economic Growth & Development) 61.4점(40위)

시스템 성과 지수의 첫째 평가 지수인 경제 성장과 개발 지수는 총 7개의 세부 평가 항목으로 이루어졌다.

1-1. 가정용 전기 요금 (Household electricity prices) 14.12 US ¢ /kWh(PPP) (20위)

■ 세계경제포럼은 킬로와트 시당 가정용 전기 요금이 낮을수록 좋게 평가하였다. 여기서 각 나라의 가정용 전기 요금은 절댓값이 아닌 각 나라 가정의 구매력 평가(PPP; Purchasing Power Parity)로 환산한 값이다.

■ 우리나라는 에너지 자원 빈국이면서도 이 분야에서 비교적 상위인 20위에 랭크되어 있다. 가정용 전기 요금 분야 상위 15개 국가 모두 천연 에너지 자원이 풍부한 국가라는 점을 고려한다면 우리나라가 20위를 차지한 것은 놀라운 순위이다.

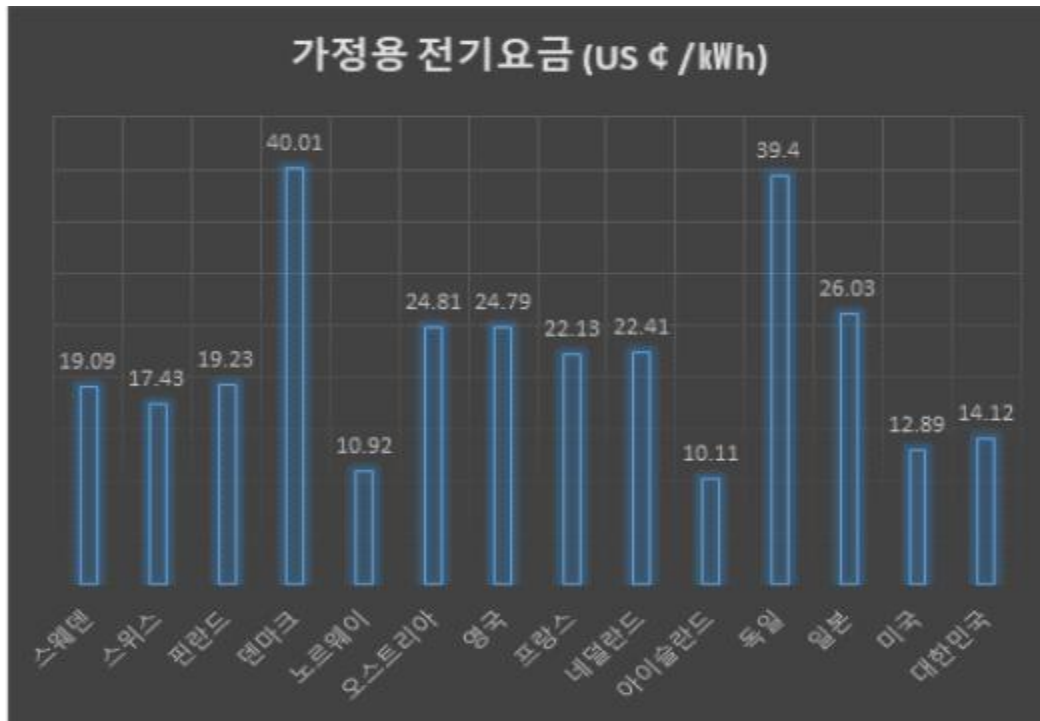
1	Venezuela	2.90	87	Portugal	38.24
2	Ethiopia	3.40	88	Dominican Republic	39.01
3	Qatar	5.54	89	Germany	39.40
4	Iran, Islamic Rep.	6.05	90	Denmark	40.01
5	Argentina	6.46	91	Tunisia	40.61
6	Oman	6.56	92	Spain	40.74
7	Lebanon	8.68	93	Cameroon	41.40
8	Trinidad and Tobago	9.23	94	Nigeria	42.33
9	Iceland	10.11	95	Philippines	44.78
10	Norway	10.92	96	Kenya	44.88
11	Saudi Arabia	11.39	97	Senegal	48.66
12	Russian Federation	11.62	98	Nicaragua	52.63
13	Canada	11.77	99	Cambodia	53.31
14	Mexico	12.86	100	Jamaica	61.04
15	United States	12.89	101	Haiti	77.75

가정용 전기 요금 순위 상하위 15개 국가

(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition, 데이터 출처 : Enerdata)

3) WEC의 2019년 트릴레마 지수와 추세 분석, 정귀희, 문영석, 세계 에너지 시장인 사이트 제19-43호, 에너지경제연구원, 2019

■ 비교 대상국(에너지전환 지수 상위 10개 나라+일본, 독일, 미국)과 견주어 볼 때, 천연 에너지자원이 풍부한 노르웨이, 아이슬란드, 미국을 제외한 10개 국가의 가정용 전기 요금이 우리나라보다 높다는 사실을 확인할 수 있다.



우리나라와 비교 대상 국가의 가정용 전기 요금

■ 세계경제포럼이 가정용 전기 요금이 낮을수록 좋게 평가하는 것이 적정한 것인지에 대해 의문이 든다. 물론 에너지 복지라는 차원에서 에너지 빈곤층도 전기 사용에 불편이 없어야 하지만, 가격이 낮은 것이 무조건 좋은 것은 아니다. 기후 위기와 미세먼지 등 에너지 과다 사용으로 나타나는 악영향에 의한 최대 피해자는 다름 아닌 사회 약자인 빈곤층이다. 이는 2017년 UN에서 나온 [『기후변화와 사회적 불평등』](#) 등 다양한 연구 결과로 입증되고 있다. 따라서 무한정 낮은 가격이 좋다는 평가보다는 바닥 값이 있어서 바닥 값보다 낮을 때는 평가가 나빠지는 것으로 평가 방법을 변경하는 것에 대한 고려가 필요하다.

■ 여기서, 우리는 유엔이 제시한 지속 가능한 목표 중 일곱 번째 목표(sustainable development goal 7)가 "적정하며, 믿을 수 있으며, 지속 가능한 현대식 에너지원에 대한 접근성 확보(Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all)"임을 다시 한번 상기할 필요가 있다. cheap이 아닌 affordable에는 에너지 소외계층을 고려하면서도 미래세대와 지구 생태계의 고려가 담겨있다. 그리고 이것이야말로 진정 에너지 소외계층을 위한 정책이 될 수 있음을 깨달아야 한다.

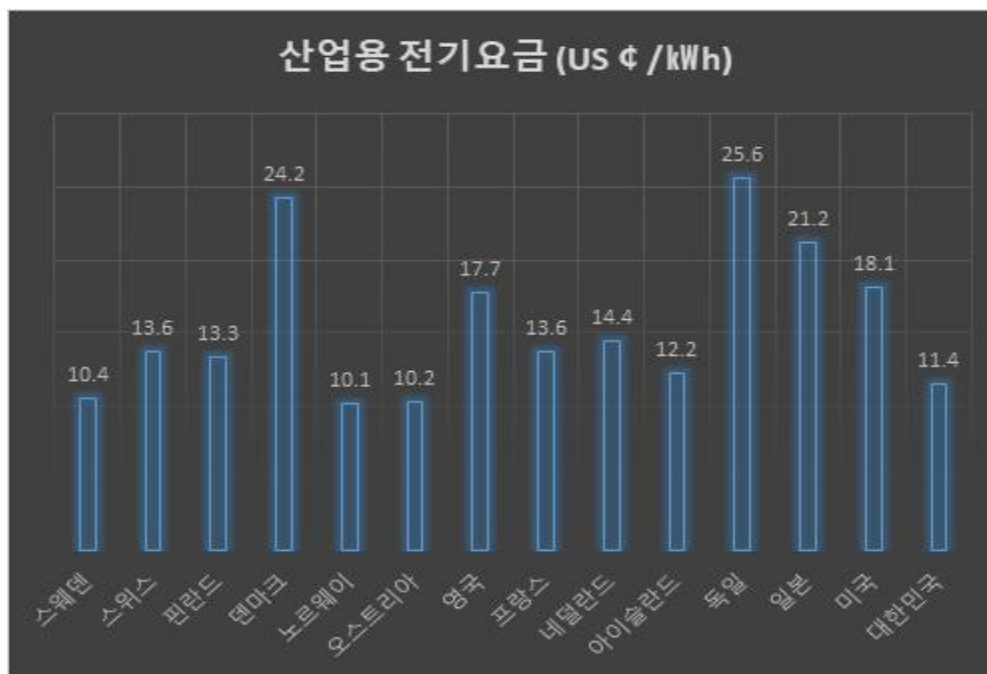
1-2. 산업용 전기 요금 (Electricity prices for Industry) 11.40 US ¢ /kWh (42위)

■ 세계경제포럼은 킬로와트 시당 산업용 전기 요금이 낮을수록 좋게 평가하였다. 가정용 전기 요금과 마찬가지로 상위 15개국은 석유와 같은 천연 에너지 자원이 풍부한 국가이다.

1	Kuwait	0.70	100	Honduras	20.80
2	Algeria	2.10	101	Haiti	21.10
3	Ethiopia	3.60	102	Japan	21.20
3	Kyrgyz Republic	3.60	103	Kenya	21.70
5	Qatar	3.70	103	Pakistan	21.70
6	Kazakhstan	4.40	105	Portugal	22.20
7	Zambia	4.60	106	Ghana	23.60
8	Azerbaijan	4.80	107	Denmark	24.20
9	Brunei Darussalam	5.00	108	Jordan	24.60
10	Iran, Islamic Rep.	5.20	109	Panama	25.40
11	Singapore	5.50	110	Germany	25.60
12	Mongolia	5.60	111	Spain	26.00
13	Bahrain	6.00	112	Jamaica	26.40
13	Oman	6.00	113	Slovenia	26.60
15	Tajikistan	6.30	114	Nicaragua	33.40

산업용 전기 요금 순위 상하위 15개 국가 Data Source: World Bank Doing Business 2020
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 산업용 전기 요금도 가정용 전기 요금과 마찬가지로 비교 대상국과 견주어 볼 때 비교적 싸게 공급하고 있음을 확인할 수 있다. 비교 대상국 중 우리나라보다 산업용 전기 요금이 낮은 나라는 스웨덴, 노르웨이, 오스트리아 3나라뿐이다.



우리나라와 비교 대상 국가의 산업용 전기 요금

■ 천연 에너지 자원이 풍부하지도 않은 우리나라가 가정용/산업용 전기 요금을 저렴하게 유지하는 것이 적정한가에 대해서 한국 사회가 냉정히 평가할 필요가 있다. 대가 없는 값싼 전기는 존재하지 않는다. 우리나라의 값싼 전기 요금이 이후 살펴볼 환경 지속 가능성의 낮은 점수의 원인이지 않을까 우리는 되물어야 한다. 에너지전환의 선도 국가로 자부하는 덴마크나 독일, 그리고 원자력을 포기하지 않은 영국과 프랑스가 우리나라보다 높은 전기 요금을 지불하는 이유는 환경지속가능성·안전에 대한 비용과 기술력 등 미래 발전 전망에 투자비용을 적정하게 전기 요금에 포함하고 있기 때문이다.

■ 시스템 성과 분야의 다른 평가 항목인 환경지속가능성에서 매우 낮은 평가를 받으면서도 가정용/산업용 전기 요금에서 높은 평가를 받는다는 것은 결국 우리가 지금 지불해야 하는 에너지 비용을 미래세대와 지구 생태계에 떠넘김으로써 가능하다는 불편한 진실을 우리는 깨달아야 한다.

1-3. 가스 도매 요금 (Wholesale Gas price) 10.34 US\$/백만BTU (84위)

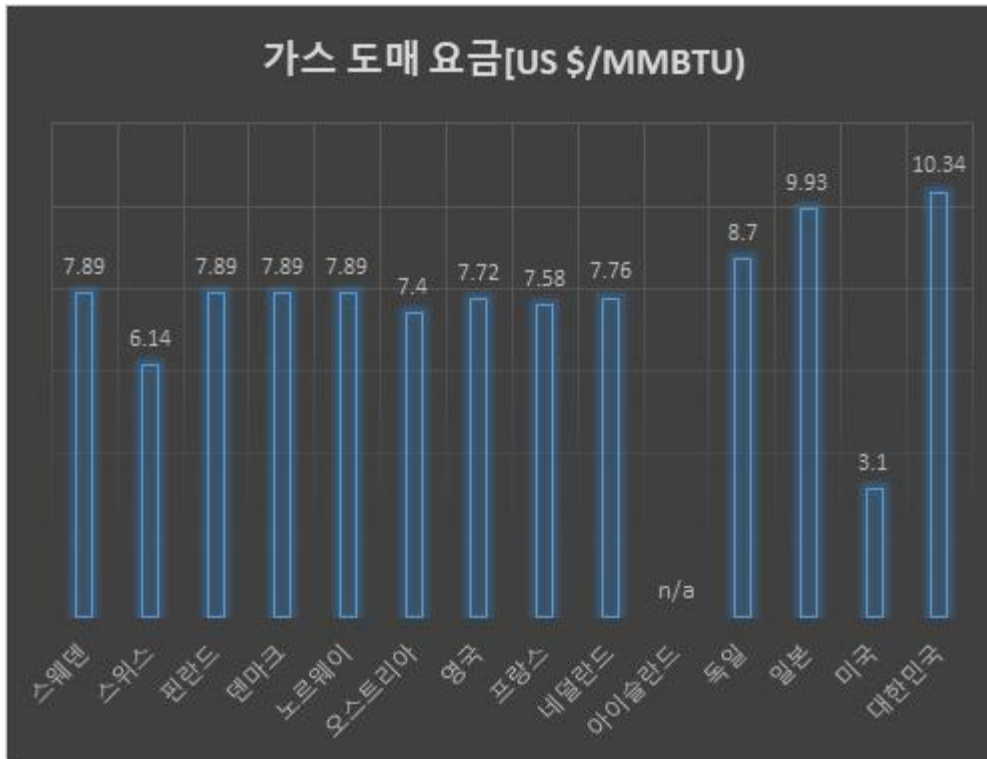
■ 세계경제포럼은 백만 BTU당 가스도매요금이 낮을수록 좋게 평가하였다. 상위 15개국은 당연히 천연가스 생산국이 차지하고 있다.

1	Venezuela	0.28	73	Mongolia	7.99
2	Algeria	0.47	74	Spain	7.99
3	Kazakhstan	0.95	75	Brunei Darussalam	8.08
4	Qatar	0.97	75	Cambodia	8.08
5	Canada	1.12	75	New Zealand	8.08
6	Saudi Arabia	1.22	78	Italy	8.23
7	Russian Federation	1.46	79	China	8.27
8	Lebanon	2.33	80	Poland	8.33
9	United Arab Emirates	2.35	81	Germany	8.70
10	Azerbaijan	2.43	82	Estonia	9.80
11	Iran, Islamic Rep.	2.49	83	Japan	9.93
12	Bangladesh	2.70	84	Korea, Rep.	10.34
13	Peru	2.80	85	Singapore	11.01
14	Morocco	2.86			
15	Trinidad and Tobago	2.92			

가스도매요금 상하위 15개 국가 Data Source: IGU 2019

(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라 가스도매요금은 백만 BTU당 10.34달러로 천연가스를 사용하는 나라 중 싱가포르 다음으로 비싼 가격을 지불하고 있다. 우리나라 가스도매요금이 비싼 이유는 다른 나라들보다 액화하여 해상으로 운반하는 비용과 저장비용이 추가되기 때문이다.



우리나라와 비교 대상 국가의 가스도매요금

■ 아이슬란드의 경우 가스를 사용하지 않아 데이터가 없기 때문에 n/a(해당 없음 not applicable 또는 이용할 수 없음 not available의 약자)로 표시되었으며, 이처럼 데이터 자체가 없거나 신뢰할 수 있는 구체적 데이터를 얻지 못하는 경우, 다른 세부 항목의 가중치를 조정하여 점수를 산정한다.

1-4. 에너지(화석연료) 보조금 (Energy Subsidies) 0.01 %/GDP (53위)

■ 세계경제포럼은 IMF의 자료를 인용하여 GDP 대비 세전 화석연료 보조금 (Pre-tax fossil fuel subsidies)의 비중을 계산한 값을 산출하여 에너지 보조금을 평가하였다. 세계경제포럼은 보조금이 적을수록 좋게 평가한다.

■ 37개 국가가 화석연료에 대한 보조금을 전혀 지급하지 않고 있으며, 우리나라는 GDP 대비 화석연료 보조금 비중은 0.01%로 비교 대상국들과 유사한 수준이다. 비교 대상국 중 독일이 우리나라보다 화석연료 보조금의 비율이 높은 것이 눈에 띈다.

1	Belgium	0.00	1	Moldova	0.00
1	Benin	0.00	1	Romania	0.00
1	Bosnia and Herzegovina	0.00	1	Serbia	0.00
1	Bulgaria	0.00	1	Singapore	0.00
1	Cambodia	0.00	1	Slovak Republic	0.00
1	Chile	0.00	1	Slovenia	0.00
1	Costa Rica	0.00	1	Sweden	0.00
1	Croatia	0.00	1	Switzerland	0.00
1	Cyprus	0.00	1	Uruguay	0.00
1	Czech Republic	0.00	38	Greece	0.00
1	Denmark	0.00	39	Finland	0.00
1	Georgia	0.00	40	United Kingdom	0.00
1	Ghana	0.00	41	Estonia	0.00
1	Hungary	0.00	42	Australia	0.00
1	Iceland	0.00	43	Poland	0.00
1	Ireland	0.00	44	Italy	0.00
1	Kenya	0.00	45	Norway	0.00
1	Latvia	0.00	46	France	0.00
1	Lithuania	0.00	47	United States	0.01
1	Luxembourg	0.00	48	Israel	0.01
1	Malta	0.00	49	Spain	0.01
1	Montenegro	0.00	50	Nigeria	0.01
1	Nepal	0.00	51	Japan	0.01
1	Netherlands	0.00	52	Austria	0.01
1	New Zealand	0.00	53	Korea, Rep.	0.01
1	Peru	0.00	54	Germany	0.02
1	Philippines	0.00	55	Canada	0.04
1	Portugal	0.00	56	Turkey	0.04
			57	Armenia	0.06
			58	Thailand	0.09

세전 화석연료 보조금 국가 순위 Data Source : IMF Fiscal Affairs Department 2019
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 세전 화석연료 보조금이란?

세전 화석연료 보조금은 세전 소비자 보조금과 생산자 보조금을 통틀어 이르는 말이다. 세전 소비자 보조금과 생산자 보조금에 대해 IMF는 다음과 같이 서술하고 있다.

세전 소비자 보조금은 소비자가 지불한 가격이 에너지 공급 비용보다 낮은 경우, 그 차이를 기반으로 산정된다. 생산자 보조금은 소비자 가격을 낮출 목적을 갖지 않으며, 기업에 직간접적으로 지원되는 금액을 말한다. 세전 화석연료 보조금에서 생산자 보조금이 차지하는 비율은 세전 소비자 지원금에 비해 상대적으로 낮다. (원문 번역 요약)⁴⁾

이에 대해 손 스위니(뉴욕시립대학교 노동 기후환경 프로그램 책임자이자, 에너지 민주주의를 위한 노동조합 코디네이터)는 아래 인용구와 같이 문제점을 지적하며, 화석연료 보조금이란 실체가 없는 허깨비 보조금에 불과하고, 실제 보조금도 부풀려져 있어서 화석연료 보조금 개혁만으로 이룰 수 있는 것은 거의 없고, 화석연료 보조금 폐지에 따른 부담은 제3세계 국가가 떠안을 것이라고 지적한다.

4) Global Fossil Fuel Subsidies Remain Large p7-8, David Coady, Ian Parry, Nghia-Pitor Le, Baoping Shang, IMF Working Paper, WP/19/89, 2019

어느 경우든, 대부분의 “화석연료 보조금”은 생산자 보조금이 아니라 소비자 보조금이다. 세전이나 세후일 수 있다. 세전 소비자 보조금은 소비자가 지불한 가격이 에너지 공급 비용보다 낮을 때 발생한다. 세전 소비자 보조금은 석탄·가스·석유 제품(휘발유, 등유 등)에 대한 “국제 기준가격”과 소비자가 지불한 실제 소매가격 간의 차이를 기반으로 산정된다. IMF에 따르면 세전 소비자 보조금은 과소 가격의 정도를 측정하는 것이다. 따라서 베네수엘라 정부가 국제 기준가격 단가보다 리터당 1달러 낮은 가격으로 휘발유를 판매하기로 결정하면, 그 금액이 보조금이 된다. 알제리가 요리 및 난방용 가스를 기준가격보다 열량당 20센트 낮게 알제리인들에게 판매하는 경우 그 20센트도 보조금이다. 남아프리카 공화국이 전기를 저렴하게 제공하기 위해 일부 가구의 전기 요금을 할인할 경우에도, IMF가 “효율 가격”이라고 부르는 것보다 낮은 금액만큼 보조금으로 간주된다. 이 계산 방법은 논란이 매우 많다. [IMF 계산법에 동의하지 않는] 가난한 에너지 생산국들은 실제 제품 생산 비용보다 적은 금액인 경우를 보조금이라고 보는 게 정당하다고 주장한다. 이러한 방식으로 계산할 경우 “비용 기반” 보조금 수치는 IMF의 추정치인 3,050억 달러보다 크게 낮아진다. 그러나 IMF는 기준가격, 즉 세계 시장의 석탄·석유·가스 판매 가격에 따라 보조금을 계산해야 한다고 주장한다. 사소한 세부 사항처럼 들릴지 모르지만, 여기에 엄청난 정치적·이념적 의미가 담겨 있다. 에너지가 이윤 극대화를 위해 생산된다면, 국제 판매 가격이 가장 중요하다. 반면, 에너지가 사람들을 위해 생산된다면, 실제 비용이 가장 중요하다.⁵⁾

화석연료 보조금 중 생산(자) 보조금에 대해 국제적으로 합의된 기준은 없으며, 논쟁 중이다. 이에 대한 내용은 아래 인용글의 출처인 ‘화석연료 보조금에 관한 국제법 논의’에 비교적 잘 정리되어 있다.

화석연료 생산 보조금은 석탄 채굴, 석유 및 가스의 생산, 그리고 화석연료를 기반으로 한 전기의 생산과 관련하여 연구개발 예산 지원, 국영기업의 투자, 가격지지, 정부보증보험, 생산 관련 노동자의 조기 퇴직 지불금, 탐사기업에 대한 양허 대출, 세금 공제, 재정 지원, 정부규제 가격, 세금 및 로열티 면제, 정부 대출, 세금 우대 등이 있다. 2013년부터 2014년까지 G20 국가가 화석연료 생산자에게 제공한 보조금은 4440억 달러였는데, 생산자에 대한 직접 지출이나 세금 우대조치의 생산지원금이 700억 달러, 국영기업의 투자지출이 2860억 달러, 그리고 공적금융이 880억 달러였다.⁶⁾

5) 번역 글 : 화석연료 보조금 개혁 뒤에 숨겨진 목표(플랫폼 C, <http://platformc.kr/2020/04/fossil-fuel-subsidy/>)

원문 : Socialist Project, Weaponizing the Numbers,

(<https://socialistproject.ca/2020/03/weaponizing-the-numbers/#easy-footnote-bottom-17-2735>)

6) 화석연료 보조금에 관한 국제법 논의, 김민주, 환경법과 정책 제21권, 2018.9

1-5. 외부효과 비용 (Not priced cost of externalities) 3.86%/GDP (61위)

■ 세계경제포럼에서 사용하는 외부효과 비용은 세후 화석연료 보조금(Post-tax fossil fuel subsidies as share of GDP)을 말하며, 전체 GDP에서 세후 화석 연료 보조금이 차지하는 퍼센트로 평가하였다. 보조금이 적을수록 좋게 평가하였다.

1	Uruguay	0.08	101	Azerbaijan	11.58
2	Estonia	0.32	102	Brunei Darussalam	11.62
3	Switzerland	0.39	103	Kyrgyz Republic	12.37
4	Cameroon	0.49	104	South Africa	12.44
5	Iceland	0.57	105	Malaysia	12.98
6	Nigeria	0.61	106	Trinidad and Tobago	13.04
7	Cyprus	0.71	107	China	14.67
8	Senegal	0.84	108	Kazakhstan	17.57
9	Austria	0.88	109	Montenegro	20.01
10	Portugal	0.90	110	Iran, Islamic Rep.	20.82
11	Paru	0.91	111	Mongolia	32.14
12	New Zealand	0.93	112	Serbia	33.29
13	Israel	0.99	113	Bosnia and Herzegovina	33.65
14	Italy	0.99	114	Russian Federation	34.51
15	Sweden	0.99	115	Ukraine	56.17

외부효과 비용 상하위 15개 국가 순위 Data Source: IMF Fiscal Affairs Department 2019
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라의 GDP 대비 외부성 비중은 3.86%로 세계에서 61 번째이다. 비교 대상국 중 스위스가 0.39%로 가장 좋으며, 일본과 미국은 우리나라와 비슷한 3.68%, 3.47%를 보였다.



우리나라와 비교 대상 국가의 외부효과 비중

■ 세후 화석연료 보조금은 소비자의 최종 이용 가격과 “부정적인 외부성” 비용을 포함할 경우 소비자가 지불해야 할 금액의 차이를 말한다. 부정적인 외부성 비용에는 미세먼지와 같은 대기오염, 기후 위기의 영향, 교통 혼잡 비용, 도로 사고, 건강 영향 비용 등이 포함된다.

1-6. 연료 수출(Fuel Exports) 2.96 % GDP (44위)

■ 연료 수출은 전체 GDP에서 연료 수출 금액이 차지하는 퍼센트로 평가하였다. 세계경제포럼은 연료 수출 비중이 높을수록 좋게 평가하였다. 연료 수출 역시 산유국이 상위 15위를 휩쓸었다.

1	Kuwait	46.15	101	Moldova	0.16
2	Brunei Darussalam	44.09	102	Uruguay	0.15
3	Oman	40.44	103	Zimbabwe	0.13
4	Azerbaijan	38.08	104	Nicaragua	0.10
5	Qatar	33.26	105	Botswana	0.06
6	Bahrain	28.68	106	Honduras	0.06
7	Saudi Arabia	24.84	107	Tanzania	0.06
8	Kazakhstan	24.81	108	Lebanon	0.04
9	Mongolia	24.67	109	Luxembourg	0.02
10	Algeria	21.54	110	Costa Rica	0.01
11	Trinidad and Tobago	18.04	111	Bangladesh	0.01
12	Norway	17.57	112	Cambodia	0.00
13	Mozambique	16.73	113	Panama	0.00
14	United Arab Emirates	16.51	114	Nepal	0.00
15	Venezuela	14.87	n/a	Haiti	0.00

연료 수출 상하위 15개 국가 순위 Data Source: WTO Statistics Database 2018
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 비산유국에 에너지의 대부분을 해외에 의존하고 있음에도 연료수출 비중이 2.96%로 세계에서 44번째이며, 비교 대상국 중 노르웨이와 네덜란드만이 우리나라보다 높다. 우리나라는 에너지 자원 생산국인 미국보다도 높은데, 이는 원유를 수입해서 가공한 연료를 되파는 석유화학산업이 발달했기 때문으로 추정된다.



우리나라와 비교 대상 국가의 연료 수출 비중

1-7. 연료 수입 (Fuel Imports) 9.07 %/GDP (99위)

■ 연료 수입은 전체 GDP에서 연료 수입 금액이 차지하는 퍼센트로 평가하였다. 연료 수출과 달리 비중이 낮을수록 상위를 차지한다. 따라서 연료 수입도 산유국이 상위 15위를 휩쓸었다.

1	Iran, Islamic Rep.	0.06	101	Senegal	9.35
2	Russian Federation	0.13	102	Estonia	9.38
3	Kuwait	0.15	103	Cambodia	9.48
4	Qatar	0.23	104	Haiti	9.76
5	Venezuela	0.00	105	Jordan	9.99
6	Ghana	0.37	106	Mozambique	10.04
7	Saudi Arabia	0.51	107	Mongolia	10.11
8	Cameroon	0.65	108	Ukraine	0.10
9	Colombia	1.07	109	Kyrgyz Republic	11.13
10	Algeria	1.08	110	Malta	11.76
11	Bahrain	1.08	111	Belgium	11.85
12	United States	0.01	112	Netherlands	12.11
13	Argentina	1.21	113	Lithuania	13.47
14	Norway	1.27	114	Singapore	24.13
15	Switzerland	0.01	115	Tajikistan	0.28

연료 수입 상하위 15개 국가 순위 Data Source: WTO Statistics Database 2018
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 GDP 대비 연료 수입 비중은 9.07%로 세계에서 99번째이다. GDP에서 연료 수입이 차지하는 비율이 높은 편으로 이는 비교 대상국 중 네덜란드(12.11%) 다음으로 높다. 네덜란드와 우리나라 모두 원유와 같은 에너지 원재료를 수입 가공한 후 다시 수출하기 때문인 것으로 추정된다. 앞서 보았듯이 네덜란드의 연료 수출 비중은 무려 10.64%나 된다.



우리나라와 비교 대상 국가의 연료 수입 비중

■ 기후 위기 대응 차원뿐만이 아니라, 코비드19가 가져올 변화와 전 세계적으로 화석연료 이행을 고민하는 시점에서 연료 수출과 연료 수입이 GDP에서 차지하는 비중이 높다는 현실이 가져올 경제적 위험을 고려하여, 비중을 점차 줄여나갈 수 있도록 산업 생태계 전환에 대한 적극적으로 추진할 필요가 있다.

2. 환경지속가능성(Environmental Sustainability) 27.5점(103위)

시스템 성과 지수의 둘째 평가 지수인 환경지속가능성 항목에 대한 우리나라의 현 주소를 살펴보고자 한다. 환경지속가능성 지수는 총 4개의 세부 평가항목으로 이루어졌다. ▲PM2.5 농도, ▲에너지 원단위, ▲1인당 이산화탄소 배출량, ▲1차 에너지 총량 대비 이산화탄소 배출량 등 4개 세부 평가 항목에 대한 우리나라의 점수와 순위는 다음과 같다.

2-1. PM 2.5 농도(Particulate matter 2.5 concentration) 25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (78위)

■ 세계경제포럼은 대기 중 초미세먼지(PM2.5)의 연평균 농도를 평가하였다. 미세먼지 농도가 낮을수록 좋은 평가를 받는다.

1	Finland	5.9	101	Oman	41.1
2	Brunei Darussalam	5.9	102	Turkey	44.3
3	New Zealand	6.0	103	Tajikistan	46.1
4	Sweden	6.2	104	China	52.7
5	Canada	6.4	105	Pakistan	58.3
6	Iceland	6.5	106	Kuwait	60.8
7	Estonia	6.7	107	Bangladesh	60.9
8	Norway	7.0	108	Bahrain	70.8
9	United States	7.4	109	Nigeria	71.8
10	Portugal	8.2	110	Cameroon	72.8
11	Ireland	8.2	111	Egypt	87.0
12	Australia	8.6	112	Saudi Arabia	88.0
13	Uruguay	9.3	113	India	90.9
14	Spain	9.7	114	Qatar	91.2
15	Denmark	10.0	115	Nepal	99.7

미세먼지(PM 2.5) 연평균 농도 상하위 15개 국가
 Data Source: World Bank World Development Indicators 2017
 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라 초미세먼지(PM2.5) 농도는 25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 78위를 차지했다. 우리나라의 초미세먼지(PM2.5)의 연평균 농도는 비교 대상 국가들보다 많게는 약 4배에서 적게는 2배 이상 높아서, 미세먼지를 절감하기 위한 다각적 노력이 필요함을 재차 확인할 수 있었다.



우리나라와 비교 대상 국가의 PM2.5 연평균 농도

■ PM2.5는 지름이 $2.5\mu\text{m}$ 보다 작은 미세먼지(Particulate Matter, PM)를 말하며, 구성 성분은 황산염, 질산염 등의 대기오염물질 덩어리가 58.3%로 가장 많고, 탄소류와 검댕 16.8%, 광물 6.3%, 기타 18.6% 등이다. 미세먼지는 굴뚝 등 발생원에서부터 고체 상태의 미세먼지로 나오는 경우(1차적 발생)와 발생원에서는 가스 상태로 나온 물질이 공기 중의 다른 물질과 화학반응을 일으켜 미세먼지가 되는 경우(2차적 발생)로 나누어질 수 있다. 2차적 발생이 중요한 이유는 수도권만 하더라도 화학반응에 의한 2차 생성 비중이 전체 미세먼지 (PM2.5) 발생량의 약 2/3를 차지할 만큼 매우 높기 때문이다.7)

■ 미세먼지의 발생 원인을 두고 중국발 미세먼지가 주요 원인이라는 지적이 팽배했으나, 최근 2016년 5월 한미 합동 조사와 2018년 1월 국립환경과학원 연구에 따르면, 국내 미세먼지의 국내외 기여율은 계절에 따라 차이가 발생하지만 대략 국내 발생이 약 50%, 중국·북한 등 국외 요소가 45%, 기타 5%를 차지하는 것으로 나타났다. 미세먼지의 국내 발생량을 줄이기 위해 고농도 미세먼지 상황이 자주 발생하는 봄철과 겨울철에 산업통상자원부는 봄과 겨울에 석탄발전 가동을 줄여왔다. 그에 따라 겨울철 석탄화력발전에서 발생하는 미세먼지의 양이 절반 정도로 줄어들었다.

7) 환경부, 미세먼지 도대체 뭘까



국내 초미세먼지 국내외 기여율 및 1·2차 생성 원인에 따른 비율(그래픽 출처: 한국일보 & 연합뉴스)



석탄발전 가동 중단과 상한 제약에 따른 미세먼지 감축 효과 (그래픽 출처: 경향신문)

2-2. 에너지 원단위(Energy Intensity) 6 MJ/\$ (94위)

■ 세계경제포럼은 에너지 원단위를 평가하였다. 에너지 원단위가 낮을수록 좋은 평가를 받는다.

1	Malta	2	99	Canada	8
2	Ireland	2	100	Kenya	8
3	Sri Lanka	2	101	Kyrgyz Republic	8
4	Switzerland	2	102	Nepal	8
5	Panama	2	103	South Africa	8
6	Dominican Republic	2	104	Kazakhstan	8
7	Colombia	2	105	Russian Federation	8
8	Denmark	3	106	Bahrain	9
9	Peru	3	107	Benin	9
10	Costa Rica	3	108	Ethiopia	10
11	United Kingdom	3	109	Haiti	10
12	Luxembourg	3	110	Ukraine	11
13	Albania	3	111	Mozambique	13
14	Bangladesh	3	112	Iceland	14
15	Italy	3	113	Trinidad and Tobago	18

에너지 원단위 상하위 15개 국가 Data Source: IEA World Bank IEA World Energy Balances 2019, World Development Indicators 2017 (자료출처: Energy Transition Index 2020 edition)

■ 에너지 원단위란, 제품 1개를 만드는 데 들어가는 에너지의 양 또는 국내총생산(GDP) 1,000달러어치 생산에 들어가는 에너지의 양으로 에너지 효율성을 나타내는 지표. 원단위는 원래 제품 1개 또는 일정량을 만드는 데 필요한 원료 또는 소요 시간 등을 나타내는 원가 계산의 기초 개념이다. 에너지 원단위는 에너지 소비의 효율성을 측정하기 위한 지표이다. 정부는 에너지 원단위를 낮추기 위해 에너지 수요 억제, 고효율 기자재 도입 등의 정책을 사용하고 있다.⁸⁾

■ 우리나라는 2011년 구매력 환산 GDP 1달러 당 6메가 줄로 94위를 차지했다. 비교 대상 국가 중 아이슬란드 다음으로 에너지 효율성이 낮다.



우리나라와 비교 대상 국가의 에너지 원단위

■ 우리나라 에너지 원단위가 높은 이유는 에너지 다소비 산업구조가 가지는 한계점과 에너지 효율 시장을 이끌 동력이 부족하기 때문인 것으로 추정된다. 에너지 효율 시장이 활성화되지 않은 이유가 법과 제도의 문제는 아닌 듯하다. 왜냐하면, 이후 에너지전환 지수의 둘째 평가분야인 에너지전환 준비도에서 살펴보겠지만, 에너지 효율을 증진시키기 위한 정책과 제도 분야에서 우리나라는 87.2점을 획득해 top 3위(1위 이탈리아, 2위 캐나다)를 차지해서 정책과 제도의 미비로 보기는 어렵기 때문이다. 시장이 작동하지 않는 이유는 저렴한 에너지 가격으로 시장 작동의 핵심인 이윤창출이 미비한 탓으로 판단된다.

8) TTA정보통신용어사전

2-3. 1인당 이산화탄소 배출량(CO2 per capita) 11.7 tons/인 (101위)

■ 1인당 이산화탄소 배출량을 평가하였다. 1인당 이산화탄소 배출량이 적을수록 좋은 평가를 받는다.

1	● Ethiopia	0.1	101	● Korea, Rep.	11.7
2	● Tanzania	0.2	102	● Estonia	12.1
3	● Cameroon	0.3	103	● Trinidad and Tobago	13.0
4	● Mozambique	0.3	104	● Oman	14.0
5	● Haiti	0.3	105	● Kazakhstan	14.2
6	● Kenya	0.3	106	● Luxembourg	14.5
7	● Zambia	0.4	107	● United States	14.6
8	● Nepal	0.4	108	● Canada	15.0
9	● Nigeria	0.5	109	● Australia	15.6
10	● Ghana	0.5	110	● Brunei Darussalam	15.8
11	● Bangladesh	0.5	111	● Saudi Arabia	16.1
12	● Senegal	0.5	112	● Bahrain	19.9
13	● Benin	0.6	113	● United Arab Emirates	20.7
14	● Tajikistan	0.7	114	● Kuwait	22.1
15	● Cambodia	0.7	115	● Qatar	29.4

1인당 이산화탄소 배출량 상하위 15개 국가

Data Source: IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion 2019,

World Development Indicators 2016 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 1인당 11.7톤을 배출하여 101위를 차지했으며, 비교 대상 국가 중 미국 다음으로 1인당 이산화탄소 배출량이 높다. 기후 악당 국가의 오명에서 벗어나기 위해 시급한 조치가 필요하다.



우리나라와 비교 대상 국가의 1인당 이산화탄소 배출량

■ 이산화탄소 1인당 배출량의 최저와 최대 배출 국가의 배출량 차이는 약 300배에 이른다. 기후 위기가 전 지구적 위기이지만, 안타깝게도 피해의 크기는 다르며, 저탄소 배출 국가인 제3세계 국가일수록 더 많은 피해를 입는다. 따라서 기후정의의 관점에서 온실가스 다 배출 국가의 책무성을 높여야 할 것이다.

■ 다만 1인당 이산화탄소 배출량의 산출 방법에 대해서는 고려할 요소가 있다. 자칫 공해산업이 OECD 국가에서 제3세계 국가로 넘어간 것처럼 굴뚝(탄소배출)산업이 제3세계 국가로 이전되면서 지구 차원의 이산화탄소 감축에는 어떤 변화도 없을 수도 있다. 따라서 한 국가의 이산화탄소 배출량을 계산할 때, 생태발자국 산정 방법을 참조할 필요가 있다. 한 나라의 이산화탄소 배출량을 계산할 때 수입분은 더하고 수출분은 제외하는 과정은 OECD 국가의 책무성을 더 높일 수 있을 것이며, 전 세계적으로 탄소 배출량을 줄이는 데도 기여할 것으로 예측된다. 왜냐하면 이렇게 되면, 각 국가가 어떤 제품을 수입할 때 보다 꼼꼼하게 그 물건을 생산하는데 발생한 이산화탄소 배출량을 고려할 것이고, 이는 물건을 팔고자 하는 기업의 자발적 이산화탄소 배출 저감 노력으로 이어질 수 있기 때문이다.

2.4. 1차 에너지 총량 대비 이산화탄소 배출량 50.8kg/GJ (66위)

■ 1차 에너지 총량 대비 이산화탄소 배출량을 평가하였다. 1차 에너지 총량 대비 이산화탄소 배출량이 적을수록 좋은 평가를 받는다. 1차 에너지란 천연자원 상태에서 공급되는 에너지로 석탄, 석유, 천연가스, 원자력, 수력, 조력, 지열, 태양광(열) 등이 있다.

1	Ethiopia	7.4	101	Israel	66.2
2	Iceland	9.5	102	Botswana	66.3
3	Tanzania	11.8	103	Estonia	66.8
4	Zambia	11.9	104	Morocco	67.7
5	Nigeria	13.1	105	Cyprus	68.6
6	Kenya	14.4	106	United Arab Emirates	69.4
7	Cameroon	15.9	107	Poland	70.3
8	Mozambique	17.1	108	Serbia	70.6
9	Haiti	17.5	109	Lebanon	71.2
10	Nepal	17.9	110	Kazakhstan	71.9
11	Sweden	18.3	111	China	72.2
12	Zimbabwe	20.5	112	Australia	72.3
13	Trinidad and Tobago	25.7	113	South Africa	76.2
14	Paraguay	25.9	114	Bosnia and Herzegovina	78.9
15	Guatemala	27.4	115	Mongolia	89.8

1차 에너지 총량 대비 이산화탄소 배출량 상하위 15개 국가

Data Source: IEA, IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion, 2019 IEA World Energy Balances, 2019 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 기가 줄 당 50.8kg을 배출하여 66위를 차지했다. 1인당 에너지와 다른 결과는 2차 에너지를 생산하는 발전원에서 석탄 등 화석연료가 차지하는 발전 믹스가 나라마다 다르기 때문이다. 대표적으로 아이슬란드의 경우 지열 등 재생에너지 비중이 높기 때문에 1인당 배출량이 높아도 1차 에너지 총량 대비 CO2 배출량은 1.5kg/GJ로 전 세계에서 두 번째로 낮다. 이처럼 1차 에너지 중 전력을 생산하거나 직접 난방 등에 이용할 수 있는 무탄소 에너지의 비중이 클수록 이산화탄소 배출량은 감소한다.

3. 에너지 접근성 및 안보(Energy Access & Security) 87.6점(17위)

시스템 성과 지수의 마지막(셋째) 평가 지수인 에너지 접근성 및 안보 항목에 대한 우리나라의 현주소를 살펴보고자 한다. 에너지 접근성 및 안보 지수는 총 6개의 세부 평가항목으로 이루어졌다. ▲전기 보급률, ▲가정 취사용 청정연료의 접근성, ▲에너지 순수입, ▲에너지 수입 대상국의 다양성, ▲1차 에너지원의 다양성, ▲전력 공급 품질 등 6개 세부 평가 항목에 대한 우리나라의 점수와 순위는 다음과 같다.

3-1. 전기 보급률(Electrification rate) 100%(인구대비 %) (1위)

■ 인구 대비 전기 보급률을 평가하였다. 우리나라를 포함 전체 115개 나라 중 80개 나라에서 전기 보급률이 100%다. 전 세계적으로 전기화가 상당 부분 진척되고 있음을 보여준다. 이는 재생에너지 설비 기술의 발달과 건설 비용 절감에 의해, 전국적인 송배전망 건설 없이도 전력 공급이 가능해진 것도 한몫한 것으로 추정된다.

1	Estonia	100.0	100	Mongolia	85.9
1	Finland	100.0	100	South Africa	84.4
1	France	100.0	101	Ghana	79.0
1	Georgia	100.0	102	Pakistan	70.8
1	Germany	100.0	103	Kenya	63.8
1	Greece	100.0	104	Botswana	62.8
1	Hungary	100.0	105	Senegal	61.7
1	Iceland	100.0	106	Cameroon	61.4
1	Iran, Islamic Rep.	100.0	107	Nigeria	54.4
1	Ireland	100.0	108	Namibia	52.5
1	Israel	100.0	109	Ethiopia	44.3
1	Italy	100.0	110	Haiti	43.8
1	Japan	100.0	111	Benin	43.1
1	Jordan	100.0	112	Zimbabwe	40.4
1	Kazakhstan	100.0	113	Zambia	40.3
1	Korea, Rep.	100.0	114	Tanzania	32.8
1	Kuwait	100.0	115	Mozambique	27.4

전기 보급률 상하위 15개 국가 Data Source: World Bank World Development Indicators 2017
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

3-2. 취사용 청정연료 접근성(Access to clean Cooking fuels) 100%(인구대비 %) (1위)

■ 도시가스나 프로판가스처럼 가정에서 요리할 때, 청정연료를 사용할 수 있는지를 평가하였다. 우리나라를 포함 전체 115개 나라 중 56개 나라에서 가정 취사용 청정연료의 접근성이 100%다.

■ 청정 연료에 대한 접근성이 전기 보급률보다 낮는데, 이는 청정연료를 공급하기 위한 기반 시설의 투자가 재생에너지 설비 투자보다 쉽지 않기 때문인 것으로 추정된다.

1	Denmark	100.0	100	Nepal	29.0
1	Ecuador	100.0	100	Zimbabwe	29.0
1	Egypt	100.0	102	Sri Lanka	28.0
1	Finland	100.0	103	Cameroon	25.0
1	France	100.0	103	Ghana	25.0
1	Germany	100.0	105	Cambodia	20.0
1	Hungary	100.0	106	Bangladesh	19.0
1	Iceland	100.0	107	Zambia	16.0
1	Iran, Islamic Rep.	100.0	108	Kenya	14.0
1	Ireland	100.0	109	Nigeria	7.0
1	Israel	100.0	110	Benin	6.0
1	Italy	100.0	111	Haiti	4.3
1	Japan	100.0	112	Mozambique	3.7
1	Jordan	100.0	113	Ethiopia	3.5
1	Korea, Rep.	100.0	114	Tanzania	2.2
1	Kuwait	100.0	115	Lebanon	0.0

가정 취사용 청정연료 접근성 상하위 15개 국가 Data Source: World Health Organization 2018
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

3-3. 에너지 순수입(Energy Imports, net) 88.34% (104위)

■ 전체 에너지 사용량 대비 에너지 순수입 비율을 평가하였다. 순수입 비율(%)이 낮을수록 좋은 평가를 받는다. 산유국 등 천연 에너지 자원이 풍부한 나라들이 상위권을 차지했다.

1	Norway	-618.63	101	Greece	81.22
2	Qatar	-415.98	102	Belgium	86.85
3	Kuwait	-377.04	103	Portugal	87.00
4	Mongolia	-368.94	104	Korea, Rep.	88.34
5	Brunei Darussalam	-333.78	105	Japan	92.78
6	Azerbaijan	-274.64	106	Dominican Republic	92.97
7	Colombia	-265.22	107	Morocco	95.20
8	Australia	-211.57	108	Jordan	100.09
9	United Arab Emirates	-202.27	109	Lebanon	100.91
10	Saudi Arabia	-201.30	110	Jamaica	105.99
11	Venezuela	-200.19	111	Luxembourg	109.89
12	Oman	-189.68	112	Cyprus	120.73
13	Algeria	-173.75	113	Panama	180.41
14	Bolivia	-135.07	114	Singapore	254.40
15	Kazakhstan	-112.17	115	Malta	441.96

전체 에너지 사용량 대비 에너지 순수입 비율 상하위 15개 국가 Data Source : IEA, IEA World Energy Balances database, 2019 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 에너지 사용량 중 순수입량이 차지하는 비율이 88.34%로 104위를 차지했다. 비교 대상 국가 중 노르웨이가 -618.63%로 하나의 그래프에 나타내 어려워 데이터를 생략하였다. 비교 대상 국가 중 일본이 우리나라보다 에너지 순수입량이 많은 이유는 후쿠시마 사고 이후 원전을 가동하지 않아 가스 등의 에너지원 수입이 늘어났기 때문으로 추정된다.



우리나라와 비교 대상 국가의 에너지 순수입량

3.4. 에너지 수입 대상국의 다양성 0.07(허핀달 지수, 0점 만점) (7위)

■ 에너지를 수입하는 나라가 얼마나 다양한지를 평가하였다.

■ 허쉬만-허핀달 지수는 본래 한 기업의 시장 지배 정도를 파악하는 지수로 사용되며, 여기서는 수입국의 집중도를 나타낸다. 특정 국가에만 에너지 수입을 의존할 때 에너지 안보에 위협이 될 수 있으므로, 허핀달지수가 낮을수록 수입국이 다양함을 보여준다. 따라서 0점에 가까울수록 상위에 위치한다.

1	Venezuela	-	71	Finland	0.38
2	China	0.05	72	Dominican Republic	0.38
3	Singapore	0.05	73	Luxembourg	0.40
4	India	0.06	74	Bulgaria	0.40
5	France	0.07	75	Nicaragua	0.40
6	Italy	0.07	76	Armenia	0.42
7	Korea, Rep.	0.07	77	Moldova	0.47
8	Portugal	0.07	78	Guatemala	0.59
9	Croatia	0.08	79	El Salvador	0.60
10	Egypt	0.08	80	Haiti	0.60
11	Philippines	0.09	81	Kyrgyz Republic	0.64
12	Viet Nam	0.09	82	Honduras	0.73
13	Thailand	0.09	83	Mexico	0.80
14	Netherlands	0.10	84	Botswana	0.89
15	Japan	0.10	85	Costa Rica	0.89
16	Morocco	0.10	86	Nepal	0.90

에너지 수입국의 다양성 상하위 16개 국가

Data Source : UNCTAD, UNCTAD Statistics - International Trade in Goods and Services
2018 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 특정국가에 의존하지 않고 에너지 수입원을 다양화함으로써 허핀달 지수 0.07로 7위를 차지했다.



우리나라와 비교 대상 국가의 에너지 수입 대상국 다양성

3-5. 1차 에너지원의 다양성 0.19(허핀달 지수, 0점 만점) (32위)

■ 1차 에너지원이 얼마나 다양한지를 평가하였다. 특정 에너지원에 집중될 경우, 에너지 안보에 위협이 될 수 있으므로, 허핀달지수가 낮을수록 1차 에너지원이 다양함을 보여준다. 따라서 0점에 가까울수록 상위에 위치한다.

1	Finland	0.10	101	Haiti	0.58
2	Slovak Republic	0.10	102	Panama	0.59
3	Romania	0.12	103	Oman	0.62
4	Slovenia	0.12	104	Ecuador	0.62
5	New Zealand	0.13	105	Jamaica	0.64
6	Indonesia	0.13	106	Tanzania	0.66
7	Hungary	0.13	107	Brunei Darussalam	0.66
8	Austria	0.13	108	Bahrain	0.73
9	Bulgaria	0.14	109	Ethiopia	0.75
10	Switzerland	0.14	110	United Arab Emirates	0.75
11	Germany	0.14	111	Trinidad and Tobago	0.80
12	Ukraine	0.15	112	Cyprus	0.82
13	Philippines	0.15	113	Qatar	0.88
14	Czech Republic	0.15	114	Lebanon	0.91
15	Viet Nam	0.15	115	Paraguay	1.16

1차 에너지원의 다양성 상하위 15개 국가 Data Source : IEA World Energy Balances database, 2019 edition (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 다양한 에너지원을 활용하고 있어서 허핀달 지수 0.19로 32위를 차지했다.



우리나라와 비교 대상 국가의 1차 에너지원의 다양성 정도

3-6. 전력 공급 품질(Quality of Electricity Supply) 8점 (8점 만점) (1위)

■ 전력 공급의 안정성, 주파수의 안정성 등을 평가하였다.

■ 우리나라는 8점 만점으로 1위를 차지했다. 비교 대상 국가 중 스위스, 덴마크, 노르웨이, 오스트리아, 아이슬란드, 미국이 7점을 받았고 다른 나라들은 8점 만점을 받았다.

1	Belgium	8.0	95	Paraguay	3.0
1	Cyprus	8.0	95	Tajikistan	3.0
1	Czech Republic	8.0	102	Honduras	2.0
1	Estonia	8.0	103	Bangladesh	0.0
1	Finland	8.0	103	Benin	0.0
1	France	8.0	103	Botswana	0.0
1	Germany	8.0	103	Cameroon	0.0
1	Ireland	8.0	103	Ethiopia	0.0
1	Japan	8.0	103	Haiti	0.0
1	Kazakhstan	8.0	103	Lebanon	0.0
1	Korea, Rep.	8.0	103	Nepal	0.0
1	Lithuania	8.0	103	Nigeria	0.0
1	Malaysia	8.0	103	Pakistan	0.0
1	Netherlands	8.0	103	Venezuela	0.0
1	Russian Federation	8.0	103	Zimbabwe	0.0

전력 공급 품질 상하위 15개 국가 Data Source: World Bank Doing Business 2020
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

에너지 안보와 접근성 분야에서 우리나라는 괄목상대하게 발전했다. 1970년대 석유과동을 거치고, 연탄가스 중독 등을 대처하며 이뤄낸 발전이다.

이 분야에서 시급히 해결할 점은 에너지순수입량을 줄이는 것이다. 재생에너지원의 확대는 에너지순수입량을 줄이는 데 도움을 줄 것이다.

현재는 좋은 평가를 받는 1차 에너지원의 다양성을 어떻게 유지할 것인지는 미래 과제가 될 것이다. 수력이나 지열, 바이오 에너지 등 다른 재생에너지원이 풍부한 다른 나라에 비해 우리나라의 현재 추세는 태양광에만 집중되어 있다. 따라서 1차 에너지원을 어떻게 다양화하는 에너지 믹스를 이뤄낼 것인지는 앞으로 과제가 될 것이며, 수소는 이런 측면에서 중요하게 다뤄져야 할 에너지원이 될 것이다.

I. 에너지 시스템 성과 지수 분야의 검토를 마치며

이상으로 에너지전환 지수 중 첫 번째 평가 지수인 에너지 시스템 성과 지수를 살펴보았다. 시스템 성과 지수의 결과는 우리나라가 환경지속가능성 평가 항목의 개선을 위한 투자가 시급하다고 알려주고 있다.

미세먼지의 심각성을 일상에서 접하고, 기후 위기의 심각성에 대한 세계 시민의 우려에 공감하며, 우리 사회도 에너지 분야에서 환경지속가능성을 높이기 위한 적극적인 대처가 필요하다는 데 공감대가 확대되었다. 문제는 환경지속가능성을 높이기 위한 예산을 어떻게 마련할 것인지에 대한 해법이 구체적으로 안 보이는 데 있다.

에너지 사용으로 대두된 환경지속가능성의 위협은 에너지 사용 금액에서 확보되는 것이 당연하다. 그러기 위해서는 에너지 세제를 개편하는 것이 중요하다. 우리나라의 현재 에너지 세제는 그때그때 필요성에 따라 손질을 해와서, 전체적으로 보면 일관성과 합리성이 떨어지는 등 개선의 필요성이 높다. 그럼에도 지금까지 전면적인 개선이 이뤄지지 않은 것은 고양이 목에 어느 누구도 방울을 달기를 어려워했기 때문이다. 이것이 에너지 전환에 대한 사회적 합의가 절실한 또 다른 이유이다.

에너지 세제 개편과 관련해서 다음 방안을 제안한다.

① 관세의 경우 발전용인 유연탄과 우라늄이 관세를 면제받고 있는데, 다른 에너지원과의 형평성에 맞게 3%의 관세를 적용해야 한다.

② 3년마다 지속 여부를 판단하는 목적세인 교통에너지환경세는 폐지하는 대신, 미세먼지 대책, 기후변화 대책 등에 필요한 기금을 마련하고, 지속가능하고 안전하며 안정적인 에너지 체제로 사회시스템을 변화시키기 위한 기술 개발과 시스템 투자를 위해 지속가능발전세를 신설할 것을 제안한다. 이 세금은 지속가능한 에너지 시스템을 구축하기 위한 기반에 사용하거나 외부 영향(미세먼지, 기후변화 등)을 최소화하는 것에 사용하도록 사용 목적에 제한을 둘 필요가 있다. 그리고 전력분야의 전력산업기반기금은 이 세금과 통합 운영할 것을 제안한다. 지속가능발전세에 붙는 세율은 석탄, 휘발유, 경유 등 각 에너지원이 발생시키는 외부비용을 반영하여 차등 적용한다.

③ 개별 소비세는 열량 등 단일 기준으로 재조정한다.

④ 교육세의 경우도 세율(15%)은 낮추되, 현재 교육세가 부과되지 않고 있는 프로판, LNG, 유연탄, 우라늄에 과세를 해야 할 것이다.

⑤ 수입 부과금, 판매 부과금, 품질검사 수수료를 통합하여, 각 에너지원의 품질관리에서부터 안전 관리, 그리고 사고 위험비용(원전 포함)까지 포괄하도록 안전관리 부담세를 신설한다.

세제 개편 다음으로 필요한 것은 화물차 운전자(유류세 감면), 농어민(농사용 전기 요금, 면세유) 등에게 지원되는 간접 지원 형태를 없애고, 화물차 운전자나 농어민의 수익을 늘리는 직접 지원 형태로 방향을 바로잡을 필요가 있다. 이러한 지원은 불합리한 에너지 사용이나 편법 등을 부추겨 에너지 효율 합리화를 저해하는 요소가 되며, 이산화탄소 등 에너지전환의 효과를 저감시키기 때문이다.

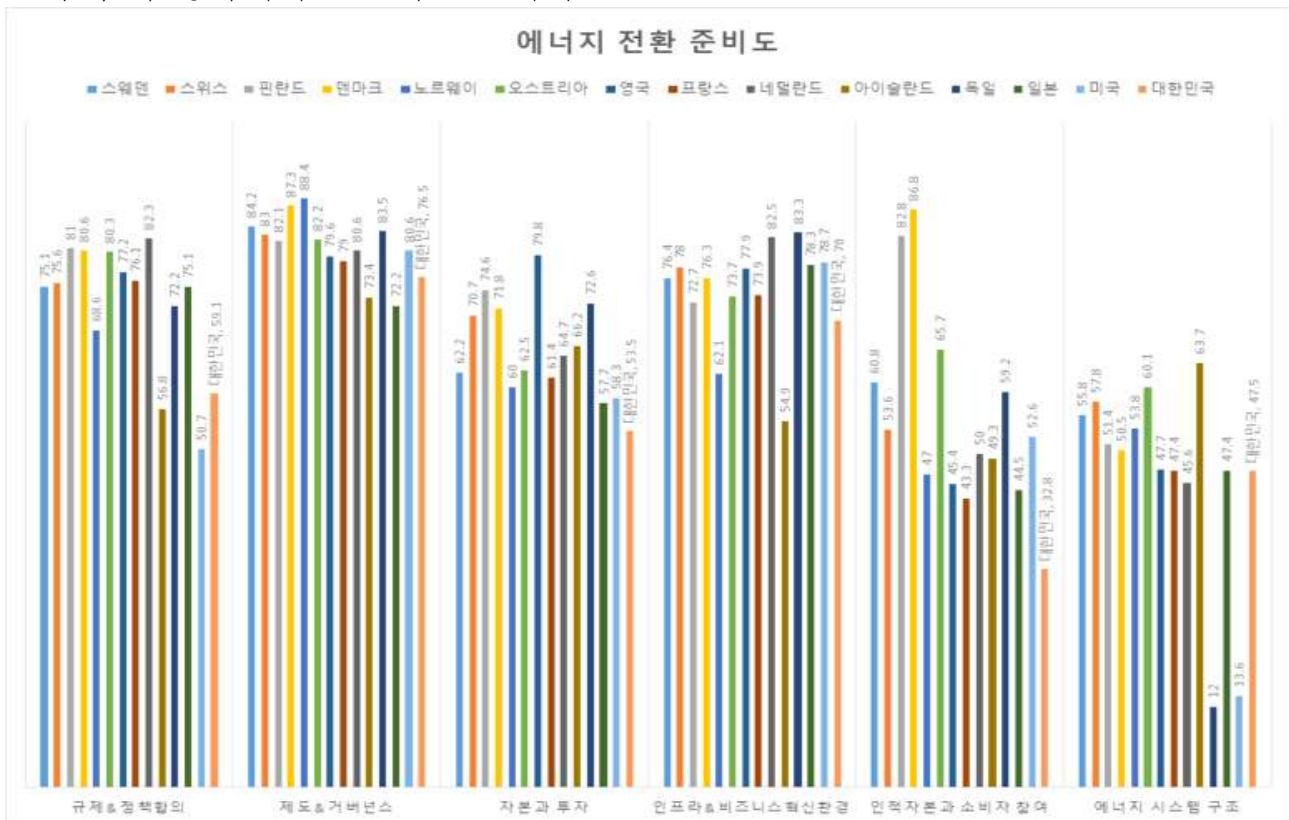
물론 세제나 가격 조정만이 능사는 아니다. 그러나 규제만으로 이 모든 문제를 풀겠다는 것 역시 불가능하다. 따라서 규제와 함께 시장이 제대로 작동할 수 있는 경제적 유인책이 필요하며, 그 첫걸음은 그동안 손쉽게 문제를 풀기 위해 누적해왔던 잘못된 문제(경부하요금제도, 화물차의 유류세 환급 문제, 농사용 전기 요금 인하 문제 등)를 바로잡는 것에서 시작해야 한다. 또한 지속가능하고 깨끗한 에너지를 안정적으로 공급하며, 불필요한 에너지 사용을 줄이고, 에너지 효율을 최적화하자는 에너지전환 정책이 성공하기 위해서도 에너지 세제 개편과 전기 요금을 포함한 에너지 가격의 재조정 과정은 매우 절실한 과제이다.

II. 에너지전환 준비도 지수 (Transition Readiness) 56.6점 (27위)

두 번째로 에너지 전환을 위한 전반적인 사회경제적 환경의 준비 정도를 평가하는 에너지전환 준비도 지수를 살펴본다. 에너지전환 준비도 지수는 ①규제와 정책 합의, ②제도와 거버넌스, ③자본과 투자, ④인프라 및 혁신 비즈니스 환경, ⑤인적 자본 및 소비자 참여, ⑥에너지 시스템 구조 등 하위 6 항목 평가 지표로 구성되어 있으며, 각각의 항목은 3~5개 세부 평가 항목으로 구성되어 있다. 우리나라 에너지전환 준비도 지수 하위 6개 항목의 평가 점수는 아래와 같다.

II. 에너지전환 준비도 지수 (Transition Readiness)	56.6점 (27위)
1. 규제와 정책 합의 (Regulation & Political commitment)	59.1점 (49위)
2. 제도와 거버넌스 (Institutions & Governance)	76.5점 (19위)
3. 자본과 투자 (Capital & Investment)	53.5점 (45위)
4. 인프라와 혁신 비즈니스 환경 (Infrastructure & Innovative business environment)	70.0점 (15위)
5. 인적 자본과 소비자 참여 (Human capital & consumer participation)	32.8점 (66위)
6. 에너지 시스템 구조 (Energy system structure)	47.5점 (77위)

에너지전환 준비도 지수를 보면 전체 27위를 기록해, 에너지전환의 후발주자라는 한계를 딛고 비교적 차근차근 잘 준비하고 있는 것으로 보인다. 다만 비교 대상 국가와 견주어 봤을 때, 우리나라는 규제와 정책합의, 자본과 투자, 인적자본과 소비자 참여 항목에서 분발이 필요하다.



우리나라와 비교 대상 국가의 에너지전환 준비도 6개 항목 점수 비교

1. 규제와 정책 합의 (Regulation & Political commitment) 59.1점 (49위)

에너지전환 준비도 지수의 첫 번째 평가 항목인 규제와 정책합의를 살펴보자. 규제와 정책합의는 ■NDC공약 점수, ■정책 안정성, ■에너지효율성 규제, ■재생에너지 규제, ■에너지 접근성 규제 등 5가지의 세부 항목으로 구성되어 있다. 각 항목에 대한 우리나라의 평가는 아래와 같다.

NDC공약의 획기적 진전과 에너지전환 로드맵에 대한 여야합의를 이뤄낸다면 규제와 정책 합의 지수에서 지금 보다 월등히 나은 평가를 받을 것이다.

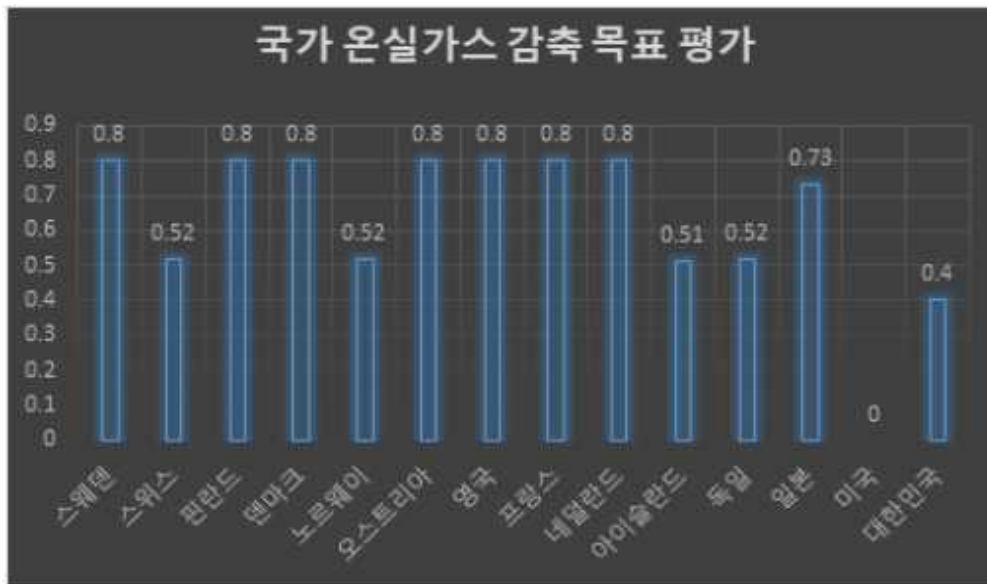
1-1. NDC 공약 NDC commitment (1점 만점, 0~1) 0.4(105위)

■ 각 나라가 제출한 자발적 온실가스감축 목표를 1점 만점(0점~1점)으로 평가하였다. 세계경제포럼이 평가에 활용한 데이터는 UNFCCC, Climate Action Tracker, PBL의 자료다.

1	India	0.87	97	Mexico	0.47
2	Austria	0.80	102	Thailand	0.45
2	Bulgaria	0.80	103	Singapore	0.45
2	Czech Republic	0.80	103	United Arab Emirates	0.45
2	Denmark	0.80	105	Argentina	0.40
2	Estonia	0.80	105	Indonesia	0.40
2	Finland	0.80	105	Korea, Rep.	0.40
2	France	0.80	105	South Africa	0.40
2	Greece	0.80	109	Iran, Islamic Rep.	0.34
2	Hungary	0.80	109	Kyrgyz Republic	0.34
2	Ireland	0.80	109	Lebanon	0.34
2	Italy	0.80	109	Oman	0.34
2	Latvia	0.80	113	Ukraine	0.33
2	Lithuania	0.80	114	Russian Federation	0.22
2	Luxembourg	0.80	115	United States	0.00

국가 온실가스 감축 목표 상하위 15개 국가 Data Source: UNFCCC, Climate Action Tracker, PBL 2019
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 0.4점을 받았다. 비교 대상 국가 중 미국만이 우리나라보다 낮은 점수를 받았다. 이는 트럼프 대통령이 기후변화협약을 탈퇴하며 0점을 받았기 때문으로 추정된다.



우리나라와 비교 대상 국가의 온실가스 감축 목표 평가

■ 국가자발적기여(Nationally Determined Contributions, NDCs)는 각 당사국이 자국의 상황과 역량을 감안하여 자체적으로 정한 온실가스 감축 및 적응에 대한 목표, 절차, 방법론 등을 포함한다. COP21 파리협정에는 당사국들에게 2020년부터 5년 주기로 수정 및 보완된 NDC를 제출하도록 장려한다는 내용이 포함되어 있다. 주요국가의 자발적 국가온실가스 감축 목표는 아래 그림과 같다.

국가명	감축 목표(%)	목표 연도	기준 연도	목표 유형	국제탄소시장
대한민국	37	2030	-	BAU	O
미국	26~28	2025	2005	절대량	X
중국	60~65	2030	2005	집약도	-
EU	40	2030	1990	절대량	X
러시아	25~30	2030	1990	절대량	X
일본	26	2030	2013	절대량	O
인도	33~35	2030	2005	집약도	O
캐나다	30	2030	2005	절대량	O
호주	26~28	2030	2005	절대량	-
멕시코	(無조건)25 (조건부)40	2030	-	BAU	O
스위스	50	2030	1990	절대량	O

출처 UNFCCC INDC 포털 재구성

그래픽 출처 : 환경부

■ 우리나라의 NDC에 대해 국제사회는 '매우 불충분'하다는 평가를 내놓으며, 2020년 전향적인 자발적감축목표를 새롭게 제시해야 한다고 요구하고 있다. 자세한 내용은 아래 인용글로 대신한다.

한국의 현 NDC는 '매우 불충분(highly insufficient)'으로 평가받고 있으며, 각국의 기후 목표가 한국처럼 미흡하다고 가정할 경우, 파리협정 목표의 2 배 수준인 3-4°C 까지 온난화가 진행될 것으로 예상된다. 따라서 기후변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)이 명시한 의지와 행동간의 격차를 줄이기 위해서는 반드시 2020 년에 NDC 를 개선해야 한다.

한국이 NDC를 BAU(Business As Usual) 전망치 대비가 아니라 기준 연도에 대비한 총량으로 표시하는 것이 바람직하며, 국내 감축과 국제 노력에 대한 '공정한 부담(fair share)' 기여를 고려한 NDC 전체 목표를 2030 년까지 2017 년 대비 70-94%(국내 감축 목표는 2030 년까지 2017 년 배출량 대비 59% 감소)로 강화해야 한다. 현 NDC 목표는 2017 년 대비 24.4%(현 국내 감축 목표는 2017 년 배출량 대비 19% 감축)에 불과하다. 이러한 감축 목표를 달성하려면 기존의 부문별 목표 달성 방안 에 더해 모든 부문의 변혁적 기여가 필요하다. 석탄과 기타 화석 연료의 퇴출을 가속화하고 재생에너지로 전환하는 작업이 특히 필요하다. 재생에너지는 한국의 전원 구성에서 비중이 작지만 한국은 태양광 및 풍력의 비중을 확대할 수 있는 잠재력이 크다. 재생에너지 확대가 이뤄지면, 그린수소(green hydrogen)에 중점을 둔 수소 경제 활성화도 가능해질 것이다.)

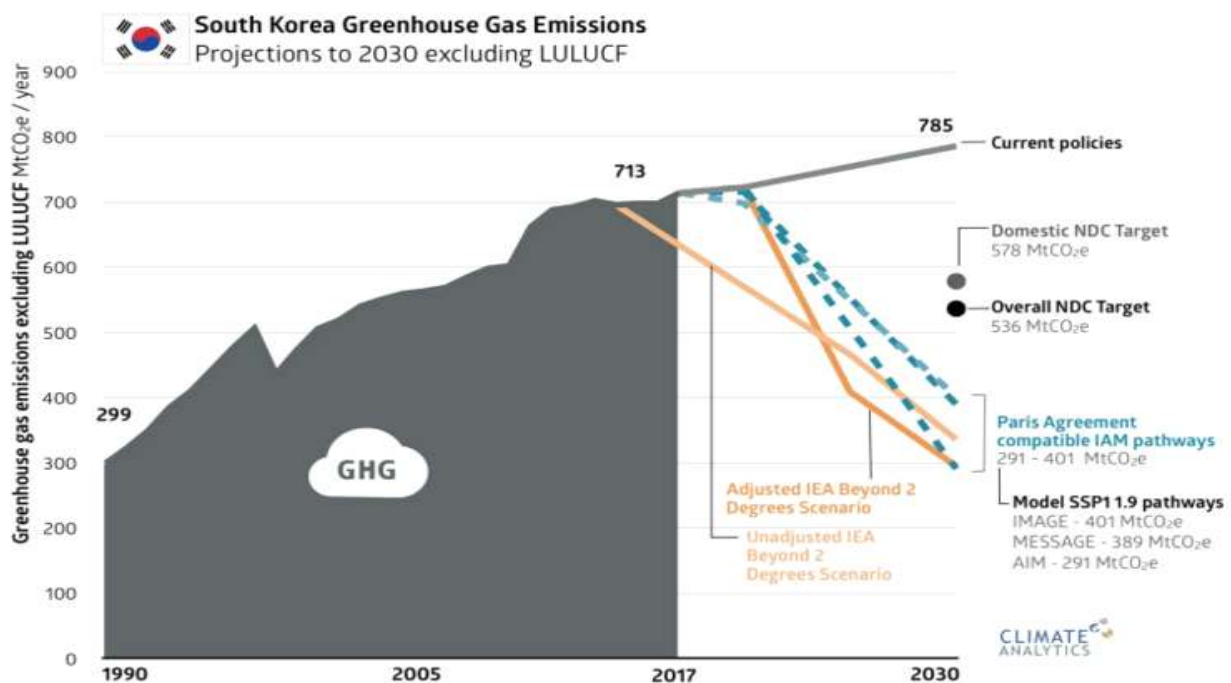


그림 2. 현 정책 배출 전망과 파리협정에 부합하는 2030 년 최저비용 배출 경로 (LULUCF 제외)

그래픽 출처 : Climate Analytics (2020). Transitioning towards a zero-carbon society science-based emissions reduction pathways for South Korea under the Paris Agreement.

1-2 정책 안정성 Stability of policy (7점 만점, 1~7) 3.83점(63위)

■ 정부가 사업을 하기 위한 안정적인 정책 환경을 어느 정도까지 보장하는지를 평가하였다. 점수 범위는 1(매우 불안정)~ 7(매우 안정)이다.

1	Switzerland	6.38	101	Lebanon	2.94
2	Singapore	6.35	102	Poland	2.90
3	Luxembourg	6.22	103	Italy	2.86
4	Finland	5.90	104	Romania	2.83
5	Austria	5.88	105	Ecuador	2.79
6	Netherlands	5.70	106	Brazil	2.68
7	United Arab Emirates	5.65	107	Zimbabwe	2.63
8	Denmark	5.56	108	Croatia	2.63
9	Bahrain	5.49	109	El Salvador	2.60
10	Azerbaijan	5.41	110	Iran, Islamic Rep.	2.42
11	Qatar	5.33	111	Bolivia	2.36
12	Malaysia	5.33	112	Bosnia and Herzegovina	2.26
13	Oman	5.32	113	Greece	2.14
14	United States	5.31	114	Haiti	2.02
15	Saudi Arabia	5.29	115	Venezuela	1.35

정책 안정성 평가 상하위 15개 국가 Data Source: World Economic Forum, The Global Competitiveness Report 2019-20 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 탈원전을 둘러싼 정치권의 대립 등의 원인으로 우리나라의 정책 안정성은 3.83 점으로 낮은 평가를 받으며, 비교 대상 국가 중 가장 낮은 점수를 기록하였다. 에너지전환에 대한 사회적 합의가 이뤄지도록 다양한 노력이 필요하다.



우리나라와 비교 대상 국가의 정책 안정성 평가 점수

9) [탈탄소 사회로의 전환 : 파리협정에 따른 한국의 과학 기반 배출 감축 경로 보고서], 2020.5, 클라이밋 애널리틱스

1-3. 에너지 효율 관련 정책과 규정 Energy efficiency regulation 87.2점(3위)

■ 에너지 효율을 촉진하기 위한 국가의 정책과 규정을 평가하였다. 점수 범위는 0(부적합) ~ 100(매우 적합)이다.

1	Italy	89.2	85	Ethiopia	26.7
2	Canada	87.7	86	Dominican Republic	26.4
3	Korea, Rep.	87.2	87	Venezuela	26.3
4	Australia	85.8	88	Nepal	26.0
5	Romania	85.4	89	Paraguay	25.7
6	Ireland	85.3	90	Senegal	23.2
7	Germany	84.5	91	Zimbabwe	22.7
8	United Kingdom	84.2	92	Nigeria	19.5
9	Netherlands	83.5	93	El Salvador	18.4
9	Portugal	83.5	94	Zambia	16.1
11	Slovak Republic	82.9	95	Tanzania	13.9
12	United States	82.0	96	Haiti	13.8
13	Hungary	81.8	97	Honduras	12.3
14	Denmark	78.2	98	Mozambique	5.8

에너지 효율 관련 정책과 규정 평가 상하위 15개 국가 Data Source: World Bank Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2018 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 에너지 효율을 촉진하기 위한 우리나라의 정책과 규정은 비교 대상 국가 중 가장 좋은 평가를 받았다. 그럼에도 에너지 효율 투자가 낮고 시장이 제대로 운영되지 않는 이유는 에너지 가격이 낮기 때문이다.



우리나라와 비교 대상 국가의 에너지 효율 관련 정책과 규정 평가 점수

1-4. 재생에너지 관련 정책과 규정 Renewable energy regulation 83.1점, 7위

■ 재생에너지를 촉진하기 위한 국가의 정책과 규정을 평가하였다. 점수 범위는 0 (부적합) ~ 100(매우 적합)이다.

1	Germany	96.6	85	Tajikistan	36.0
2	United Kingdom	90.6	86	Ecuador	35.6
3	India	87.3	87	Qatar	34.9
4	Switzerland	86.7	88	Kyrgyz Republic	32.1
5	France	86.3	89	Azerbaijan	31.3
6	Italy	84.1	90	Saudi Arabia	31.0
7	Korea, Rep.	83.1	91	Nigeria	30.4
8	Bulgaria	82.6	92	Mongolia	28.7
8	Slovak Republic	82.6	93	Moldova	27.9
10	Canada	82.3	94	Bahrain	27.3
10	Netherlands	82.3	95	Mozambique	24.7
12	Greece	81.7	96	Venezuela	19.1
13	Ireland	81.4	97	Haiti	13.9
14	Sweden	80.4	97	Oman	13.9
15	Hungary	79.9	99	Kuwait	13.1

재생에너지 정책과 규정에 대한 평가 점수 상하위 15개 국가 Data Source: World Bank Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2018 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 재생에너지를 촉진하기 위해 우리나라의 정책과 제도에 대해 우수한 평가를 받았다.



우리나라와 비교 대상 국가의 재생에너지 관련 정책과 규정 평가 점수

1-5. 지속가능한 에너지 이용에 관한 규제지표 RISE access score 100점 1위

■ 지속가능한 에너지 이용에 관한 규제 지표를 평가하였다. 우리나라를 포함하여 75개 국가가 100점을 받았다.

다음으로 에너지전환 준비도의 평가 항목인 제도와 거버넌스(Institutions & Governance), 자본과 투자(Capital & Investment), 인프라와 혁신 사업 환경(Infrastructure & Innovative business environment), 인적 자본과 소비자 참여(Human capital & consumer participation)에 대해 살펴보려고 한다. 이 평가항목들은 몇 가지 세부 항목을 제외하고는 에너지 분야에 특정되지 않고, 국가의 전반적인 수준을 평가한 것이다.

4가지 평가 항목 중 에너지전환과 직접적으로 연관된 내용은 ▲에너지 효율에 대한 투자 비중, ▲재생에너지 고용시장 확장, ▲저탄소 산업 일자리 등이다. 4가지 평가 항목의 자료 중 헤리티지 재단의 자료를 활용한 ▲투자 자유도나, 인식 조사를 기반으로 한 ▲교통 등 인프라 수준, ▲혁신 비즈니스 환경, ▲교육 수준 등은 수정 보완이 필요할 것으로 판단된다. 특히 인적 자본과 소비자 참여 분야에서는 현재 세부 평가 항목보다는 에너지 협동조합의 수나 조합원 수 등 다른 지표의 활용이 더 효과적이라는 판단이다.

2. 제도와 거버넌스 Institutions & Governance 76.5점 (19위)

2-1. 법치주의 Rule of Law 84.2점 (2위)

■ 법이 원칙에 맞게 적용되는지를 평가하였다. 우리나라는 84.2점으로 높은 평가를 받았다.

1	Singapore	84.5	101	Honduras	45.5
2	Korea, Rep.	84.2	102	Nepal	45.3
3	Norway	81.3	103	Pakistan	43.5
4	Kazakhstan	81.3	104	Egypt	42.8
5	Australia	79.0	105	India	41.2
6	China	79.0	106	Sri Lanka	41.2
7	Lithuania	78.8	107	Cameroon	39.9
8	Georgia	76.9	108	Mozambique	39.8
9	United Arab Emirates	75.9	109	Zimbabwe	39.7
10	Austria	75.5	110	Benin	37.3
11	France	74.9	111	Trinidad and Tobago	35.6
12	Estonia	74.3	112	Guatemala	34.5
13	Denmark	73.9	113	Colombia	34.3
14	Luxembourg	73.3	114	Cambodia	31.8
15	United States	72.6	115	Bangladesh	22.2

법치주의 평가 상하위 15개 국가 Data Source: World Bank Doing Business 2020
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



우리나라와 비교 대상 국가의 법치주의 평가 점수

2-2. 투명성 Transparency 57점 (38위)

■ 국제투명성기구의 자료를 활용하여, 투명성(부패지수)을 평가하였다. 우리나라는 57점의 초라한 성적표를 받았다.

1	Denmark	88.0	99	Mexico	28.0
2	New Zealand	87.0	99	Russian Federation	28.0
3	Finland	85.0	103	Guatemala	27.0
3	Singapore	85.0	103	Kenya	27.0
3	Sweden	85.0	103	Nigeria	27.0
3	Switzerland	85.0	106	Bangladesh	26.0
7	Norway	84.0	107	Azerbaijan	25.0
8	Netherlands	82.0	107	Cameroon	25.0
9	Canada	81.0	107	Nicaragua	25.0
9	Luxembourg	81.0	107	Tajikistan	25.0
11	Germany	80.0	111	Mozambique	23.0
11	United Kingdom	80.0	112	Zimbabwe	22.0
13	Australia	77.0	113	Cambodia	20.0
14	Austria	76.0	113	Haiti	20.0
14	Iceland	76.0	115	Venezuela	18.0

투명성, 부패지수 평가 상하위 15개 국가 Data Source: Transparency Intl. 2018
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



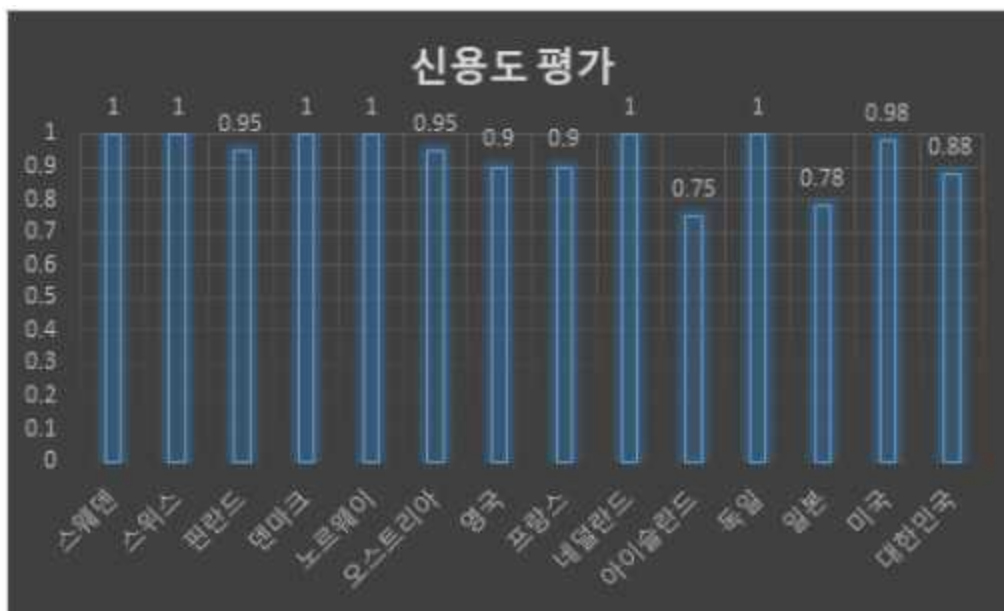
우리나라와 비교 대상 국가의 투명성(부패지수) 평가 점수

2-3. 신용도 Credit Rating 0.88(19위)

■ 국제적인 신용평가사의 자료를 활용하여 국가 신용도를 평가하였다. 우리나라는 0.88점(1점 만점 기준)의 평가를 받았다.

1	Australia	1.00	89	Ghana	0.30
1	Canada	1.00	89	Sri Lanka	0.30
1	Denmark	1.00	95	Mongolia	0.28
1	Germany	1.00	96	Bosnia and Herzegovina	0.28
1	Luxembourg	1.00	96	Nicaragua	0.28
1	Netherlands	1.00	98	Ukraine	0.27
1	Norway	1.00	99	Ecuador	0.25
1	Singapore	1.00	99	El Salvador	0.25
1	Sweden	1.00	99	Pakistan	0.25
1	Switzerland	1.00	99	Moldova	0.25
11	United States	0.98	103	Zambia	0.20
12	Austria	0.95	104	Mozambique	0.18
12	Finland	0.95	105	Lebanon	0.15
14	New Zealand	0.93	106	Argentina	0.13
15	France	0.90	107	Venezuela	0.10

국가 신용도 평가 상하위 15개 국가 Data Source : S&P, Fitch, Moodies 2019
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



우리나라와 비교 대상 국가의 신용도 평가 점수

3. 자본과 투자 Capital & Investment 53.5점 (45위)

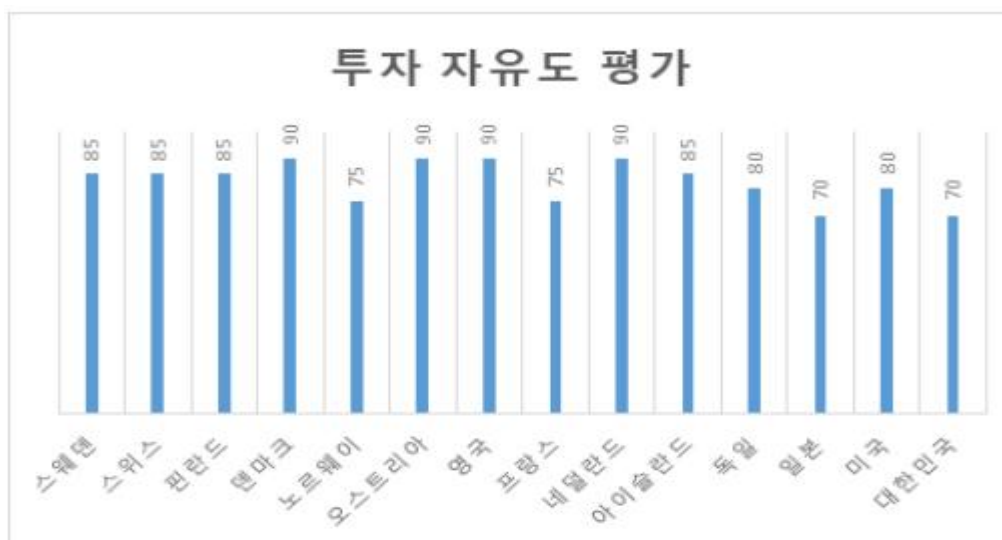
에너지전환 준비도의 세 번째 평가 항목인 자본과 투자(Capital & Investment)에 대해 살펴보자

3-1. 투자 자유도 Investment Freedom Index score 70점 (46위)

■ 헤리티지 재단의 자료를 활용하여 투자 자유도를 평가하였다. 우리나라는 70점의 평가를 받았다.

1	Luxembourg	95.0	101	Ecuador	35.0
2	Austria	90.0	101	Ethiopia	35.0
2	Denmark	90.0	101	Mozambique	35.0
2	Estonia	90.0	101	Ukraine	35.0
2	Ireland	90.0	105	Algeria	30.0
2	Netherlands	90.0	105	Cameroon	30.0
2	United Kingdom	90.0	105	Russian Federation	30.0
8	Belgium	85.0	105	Viet Nam	30.0
8	Chile	85.0	109	China	25.0
8	Finland	85.0	109	Tajikistan	25.0
8	Iceland	85.0	109	Zimbabwe	25.0
8	Italy	85.0	112	Bolivia	15.0
8	Latvia	85.0	113	Nepal	10.0
8	Malta	85.0	114	Iran, Islamic Rep.	5.0
8	Singapore	85.0	115	Venezuela	0.0

투자 자유도 평가 상하위 15개 국가 Data Source : Heritage Foundation Investment Freedom Index 2019 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



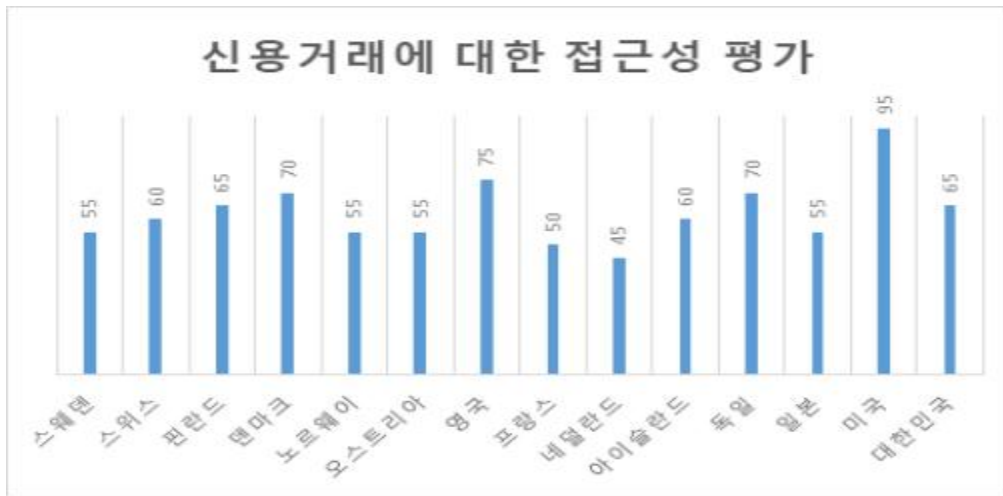
우리나라와 비교 대상 국가의 투자 자유도 평가 점수

3-2. 신용 접근성 Access to credit 65점 (49위)

■ 세계은행의 자료를 활용하여, 신용 접근성을 평가하였다. 우리나라는 65점을 평가받았다.

1	Brunei Darussalam	100.0	96	Venezuela	40.0
1	New Zealand	100.0	102	Bolivia	35.0
3	Colombia	95.0	102	Jordan	35.0
3	United States	95.0	102	Kuwait	35.0
3	Zambia	95.0	102	Malta	35.0
6	Australia	90.0	102	Oman	35.0
6	Kenya	90.0	107	Benin	30.0
6	Mexico	90.0	107	Senegal	30.0
9	Canada	85.0	109	Bangladesh	25.0
9	Costa Rica	85.0	109	Mozambique	25.0
9	Georgia	85.0	111	Ethiopia	15.0
9	Honduras	85.0	111	Luxembourg	15.0
9	Jamaica	85.0	113	Algeria	10.0
9	Latvia	85.0	113	Haiti	10.0
9	Montenegro	85.0	115	Philippines	5.0

신용 접근성 상하위 15개 국가 Data Source : World Bank Doing Business 2020(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



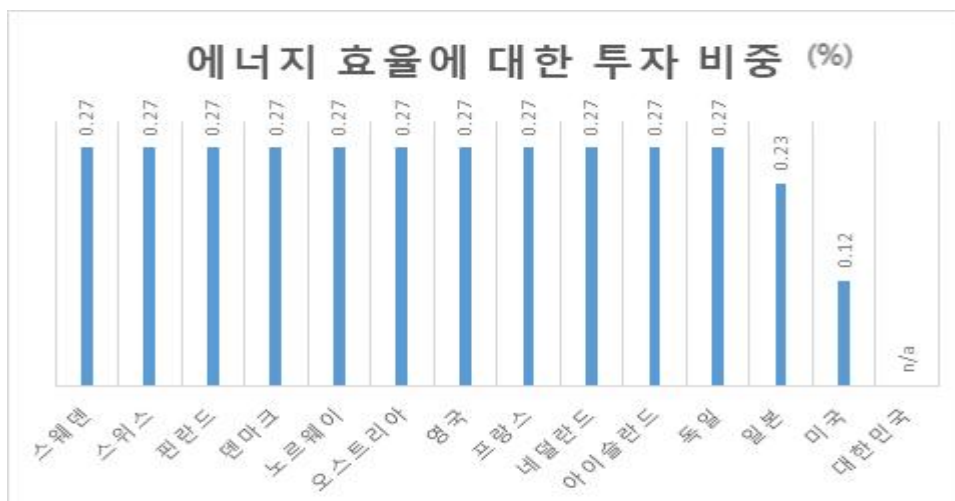
우리나라와 비교 대상 국가의 신용 거래에 대한 접근성 평가 점수

3-3. 에너지 효율에 대한 투자 Investment in Energy efficiency n/a

■ 국제에너지기구의 자료를 활용하여, 전체 투자 금액 중 에너지 효율에 투자하는 비중을 평가하였다. 우리나라는 신뢰할 수 있는 구체적인 데이터가 없기 때문에 '이용할 수 없음(n/a, not available)'이란 평가를 받았다. 에너지 효율 투자에 대한 우리나라 시장의 반응이 어떠한지를 적나라하게 보여주는 것은 아닐까?

1	Austria	0.27	87	Latvia	0.03
1	Belgium	0.27	87	Lithuania	0.03
1	Czech Republic	0.27	87	Montenegro	0.03
1	Denmark	0.27	87	Romania	0.03
1	Estonia	0.27	87	Serbia	0.03
1	Finland	0.27	87	Tajikistan	0.03
1	France	0.27	99	Bahrain	0.02
1	Germany	0.27	99	Iran, Islamic Rep.	0.02
1	Greece	0.27	99	Jordan	0.02
1	Hungary	0.27	99	Kuwait	0.02
1	Iceland	0.27	99	Lebanon	0.02
1	Ireland	0.27	99	Oman	0.02
1	Israel	0.27	99	Qatar	0.02
1	Italy	0.27	99	Saudi Arabia	0.02
1	Luxembourg	0.27	99	United Arab Emirates	0.02

에너지 효율에 대한 투자 비중 상하위 15개 국가 Data Source : IEA World Energy Investment 2019 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



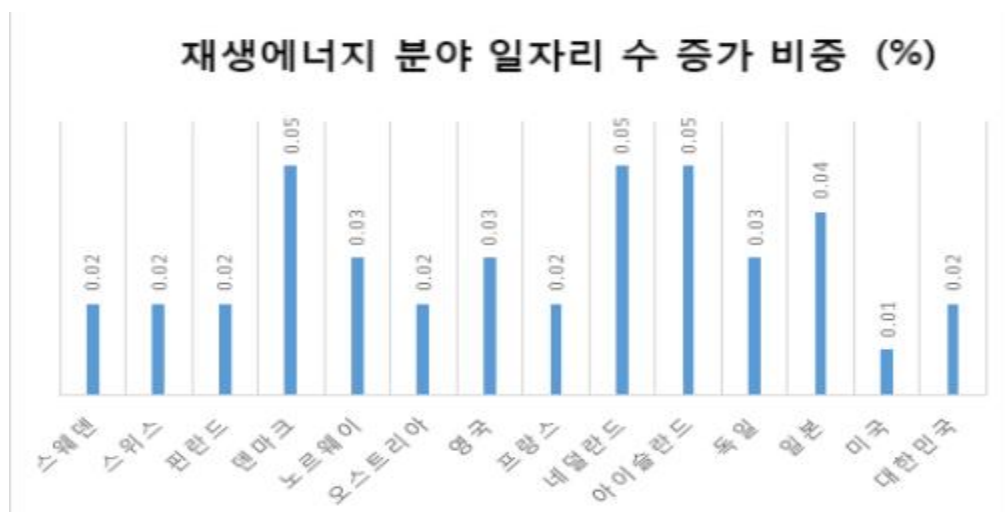
우리나라와 비교 대상 국가의 에너지 효율에 대한 투자 비중

3-4. 재생에너지 고용 시장 확장 Renewable capacity buildout 0.02% (42위)

■ 국제재생에너지기구의 자료를 활용하여 전체 발전 분야 고용자 수 중 재생에너지 고용자 수의 증가 비중을 평가하였다.(fact 확인 필요, 세계경제포럼 해당 자료에 링크된 국제재생에너지기구의 자료는 재생에너지 분야의 고용 수치 변화로 연결된다. 재생 용량의 정확한 의미에 대한 확인이 필요하다.)

1	Cambodia	0.18	101	Bahrain	0.00
2	Kenya	0.15	101	Benin	0.00
3	Zimbabwe	0.14	101	Botswana	0.00
4	Pakistan	0.14	101	Brunei Darussalam	0.00
5	Nepal	0.13	101	Bulgaria	0.00
6	Tajikistan	0.11	101	Jamaica	0.00
7	Jordan	0.10	101	Kuwait	0.00
8	Morocco	0.09	101	Kyrgyz Republic	0.00
9	Haiti	0.07	101	Oman	0.00
10	Mongolia	0.06	101	Paraguay	0.00
11	Australia	0.06	101	Qatar	0.00
12	El Salvador	0.06	101	Trinidad and Tobago	0.00
13	Ecuador	0.05	101	Tunisia	0.00
14	Montenegro	0.05	114	Venezuela	0.00
15	Serbia	0.05	115	Moldova	-0.08

재생에너지 분야 일자리 수 증가 상하위 15개 국가 Data Source : IRENA 2019
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



우리나라와 비교 대상 국가의 재생에너지 분야 일자리 수 증가

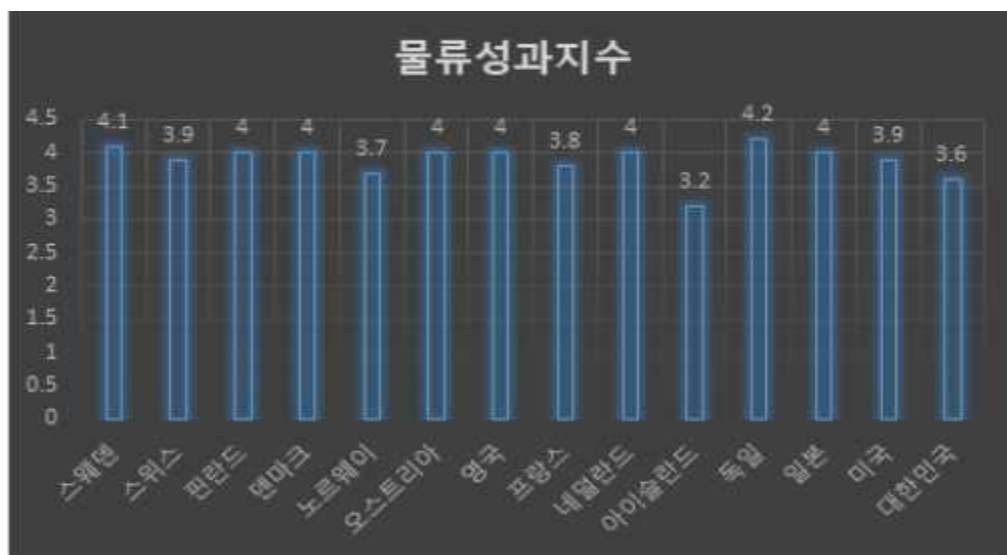
4. 인프라와 혁신 사업 환경 Infrastructure & Innovative business environment 70점 (15위)

4-1. 물류 성과 지수 Logistics performance Index 3.6점(24위)

■ 세계은행의 자료를 활용하여 물류성과 지수를 평가하였다.

1	Germany	4.2	101	Moldova	2.5
2	Sweden	4.0	102	Azerbaijan	2.5
3	Belgium	4.0	103	Algeria	2.5
4	Austria	4.0	104	Georgia	2.4
5	Japan	4.0	105	Pakistan	2.4
6	Netherlands	4.0	106	Trinidad and Tobago	2.4
7	Singapore	4.0	107	Guatemala	2.4
8	Denmark	4.0	108	Ethiopia	2.4
9	United Kingdom	4.0	109	Mongolia	2.4
10	Finland	4.0	110	Bolivia	2.4
11	United Arab Emirates	4.0	111	Tajikistan	2.3
12	Switzerland	3.9	112	Senegal	2.3
13	United States	3.9	113	Venezuela	2.2
14	New Zealand	3.9	114	Zimbabwe	2.1
15	France	3.8	115	Haiti	2.1

물류 성과 지수 상하위 15개 국가 Data Source : World Bank Logistics Performance Index 2018
(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



우리나라와 비교 대상 국가의 물류 성과 지수

4.2. 교통 등 인프라 수준 Quality of transportation infrastructure 6.26점(4위)

■ 국가의 교통, 통신, 에너지 인프라에 대한 국민 인식을 7점 척도로 평가하였다.

1	Singapore	6.50	101	Zambia	3.19
2	Netherlands	6.35	102	Zimbabwe	3.14
3	Japan	6.27	103	Trinidad and Tobago	3.13
4	Korea, Rep.	6.26	104	Mongolia	3.13
5	Switzerland	6.25	105	Albania	3.13
6	Germany	6.06	106	Ethiopia	3.09
7	United Arab Emirates	6.04	107	Bolivia	3.06
8	Spain	6.02	108	Benin	2.98
9	France	5.95	109	Ghana	2.96
10	United Kingdom	5.86	110	Kyrgyz Republic	2.93
11	United States	5.78	111	Nigeria	2.90
12	Austria	5.72	112	Cameroon	2.76
13	Denmark	5.54	113	Mozambique	2.72
14	Belgium	5.54	114	Haiti	2.52
15	Italy	5.39	115	Venezuela	2.48

교통 등 인프라 수준에 대한 국민 인식 평가 상하위 15개 국가 Data Source : World Economic Forum, The Global Competitiveness Report 2019-20(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

4.3. 혁신 비즈니스 환경 Innovative business environment 4.12점 (35위)

■ 최신 기술의 이용 가능성, 정보통신기술(ICT)의 국민 서비스, ICT 기반 새로운 비즈니스 모델 가능성 등에 대한 국민 인식을 7점 척도로 평가하였다.

1	Israel	5.46	101	Moldova	3.21
2	United States	5.33	102	Tunisia	3.20
3	Malaysia	5.09	103	Greece	3.19
4	Sweden	5.04	104	Mozambique	3.15
5	Netherlands	5.04	105	Albania	3.15
6	Germany	4.94	106	Benin	3.09
7	United Arab Emirates	4.93	107	El Salvador	3.06
8	Qatar	4.83	108	Hungary	2.98
9	Denmark	4.83	109	Bosnia and Herzegovina	2.97
10	United Kingdom	4.80	110	Trinidad and Tobago	2.96
11	Finland	4.74	111	Nicaragua	2.95
12	Singapore	4.70	112	Croatia	2.93
13	Switzerland	4.69	113	Bolivia	2.93
14	Azerbaijan	4.69	114	Iran, Islamic Rep.	2.93
15	Iceland	4.63	115	Haiti	2.47

혁신 비즈니스 환경에 대한 국민 인식 평가 상하위 15개 국가 Data Source : World Economic Forum, The Global Competitiveness Report 2019-20 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

5. 인적 자본과 소비자 참여 Human capital & consumer participation 32.8점 (66위)

5-1. 저탄소 산업 일자리 Jobs in low-carbon industries 0.00% (78위)

■ 전체 일자리 중 저탄소 산업 일자리 비중을 평가하였다. 소수점 3자리 (0.001~0.00499)에서 갈려서 우리나라는 78위를 차지한 것으로 추정된다.

1	Latvia	0.03	91	Sri Lanka	0.00
2	Denmark	0.02	92	Kyrgyz Republic	0.00
3	Estonia	0.01	93	Tanzania	0.00
4	Albania	0.01	94	Mozambique	0.00
5	Finland	0.01	95	Moldova	0.00
6	Croatia	0.01	96	Brunei Darussalam	0.00
7	Paraguay	0.01	97	Serbia	0.00
8	Brazil	0.01	98	Senegal	0.00
9	Colombia	0.01	99	Armenia	0.00
10	Jordan	0.01	100	Cameroon	0.00
11	Hungary	0.01	101	Botswana	0.00
12	Luxembourg	0.01	102	Benin	0.00
13	Sweden	0.01	103	Saudi Arabia	0.00
14	Lithuania	0.01	104	Lebanon	0.00
15	Malaysia	0.01	104	Tunisia	0.00

전체 일자리 수 중 저탄소 산업 일자리 수 비중 상하위 15개 국가 Data Source : IRENA, World Bank Jobs 2018 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

5-2. 교육 수준 4.69점 (31위)

■ 경쟁경제 요구에 대한 교육제도의 충족도, 고품질의 전문 교육 서비스, 경제활동인구의 디지털 기술(컴퓨터 능력, 기본 코딩 등)의 활용 정도 등에 대한 인식을 7점 척도로 평가하였다.

1	Switzerland	5.72	101	Bangladesh	3.47
2	Finland	5.66	102	Venezuela	3.45
3	Singapore	5.63	103	Peru	3.40
4	Netherlands	5.50	104	Panama	3.40
5	Denmark	5.42	105	Georgia	3.38
6	United States	5.32	106	Croatia	3.36
7	Malaysia	5.28	107	Bolivia	3.35
8	Qatar	5.25	108	Bosnia and Herzegovina	3.25
9	Norway	5.25	109	Mongolia	3.20
10	Canada	5.20	110	El Salvador	3.18
11	Iceland	5.18	111	Brazil	3.09
12	Sweden	5.16	112	Nicaragua	3.08
13	Ireland	5.14	113	Haiti	2.85
14	United Arab Emirates	5.13	114	Mozambique	2.81
15	Israel	5.13	115	Paraguay	2.81

교육 수준에 국민 인식 평가 상하위 15개 국가 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

이제 에너지전환 준비도 지수의 마지막 평가 항목인 에너지 시스템 구조의 세부 평가 항목을 살펴보고, 에너지전환 지수로 살펴본 우리나라 에너지 전환의 현주소의 핵심 내용을 정리해 보고자 한다.

6. 에너지 시스템 구조 Energy system structure 47.5점 (77위)

6-1. 1인당 1차 에너지 총 사용량 Total primary energy use per capita 229.6 GJ/인 (100위)

■ 1인당 1차 에너지 총 사용량을 평가하였다. 1인당 사용량이 적을수록 좋은 평가를 받는다.

1	Bangladesh	10.6	101	Oman	237.2
2	Senegal	11.7	102	Norway	237.9
3	Ghana	13.3	103	Finland	252.9
4	Tajikistan	15.3	104	Luxembourg	265.0
5	Mozambique	15.5	105	Saudi Arabia	267.3
6	Tanzania	15.6	106	Singapore	273.5
7	Cameroon	15.8	107	United States	277.5
8	Ethiopia	16.7	108	United Arab Emirates	298.5
9	Haiti	17.1	109	Canada	331.2
10	Benin	19.1	110	Kuwait	351.2
11	Nepal	20.4	111	Brunei Darussalam	356.2
12	Pakistan	21.0	112	Bahrain	393.1
13	Cambodia	21.2	113	Trinidad and Tobago	506.0
14	Kenya	22.5	114	Qatar	663.0
15	Philippines	23.1	115	Iceland	667.0

1인당 1차 에너지 총 사용량 상하위 15개 국가 Data Source: IEA World Energy Balances, 2019 World Bank 2018 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



우리나라와 비교 대상 국가의 1인당 1차 에너지 총 사용량

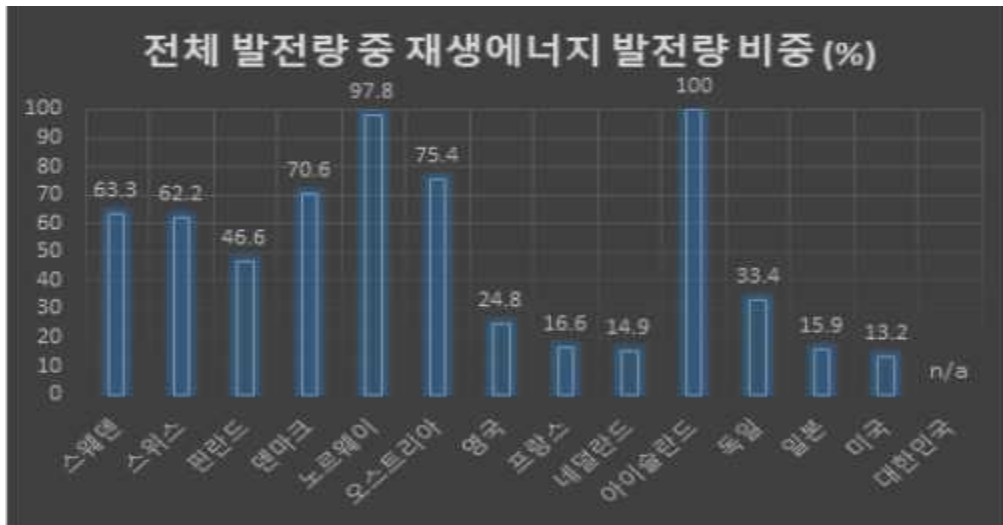
6-2. 재생에너지 발전 비중 Share of electricity from renewable generation n/a

■ 총 전력 생산량 중 재생에너지의 발전 비중을 평가하였다. 재생에너지 발전량이 높을수록 좋은 평가를 받는다. 100%에 근접한 국가들의 대다수는 수력발전에 대한 의존도가 높은 나라이다.

1	Albania	100.00	95	South Africa	2.30
1	Nepal	100.00	96	Benin	2.10
3	Paraguay	100.00	97	Singapore	1.80
4	Iceland	100.00	98	Lebanon	1.70
5	Ethiopia	100.00	99	Bangladesh	1.70
6	Costa Rica	99.70	100	Algeria	0.80
7	Tajikistan	98.50	101	United Arab Emirates	0.20
8	Norway	97.80	102	Botswana	0.10
9	Zambia	97.00	103	Brunei Darussalam	0.00
10	Namibia	96.00	104	Saudi Arabia	0.00
11	Uruguay	88.60	105	Kuwait	0.00
12	Mozambique	82.80	106	Bahrain	0.00
13	New Zealand	81.20	106	Oman	0.00
14	Georgia	80.60	106	Qatar	0.00
15	Kenya	79.70	106	Trinidad and Tobago	0.00

재생에너지 발전량 비중 상하위 15개 국가 Data Source: IEA World Energy Balances database, 2019 edition (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 재생에너지 발전량에 대한 국제적 기준과 우리나라의 기준이 달라서, 우리나라는 '이용할 수 없음(n/a, not available)'이란 평가를 받았다.



우리나라와 비교 대상 국가의 재생에너지 발전량 비중

6-3. 석탄 발전 비중 Share of electricity from coal generation 45.40%(97위)

■ 총 전력 생산량 중 석탄 발전의 비중을 평가하였다. 석탄 발전 비중이 낮을수록 높은 평가를 받는다.

86	Ukraine	31.90	101	Morocco	53.50
87	Sri Lanka	32.30	102	Montenegro	54.90
88	Israel	32.60	103	Cambodia	55.90
89	Turkey	32.80	104	Indonesia	58.00
90	Japan	33.20	105	Australia	62.80
91	Greece	34.00	106	China	67.90
92	Viet Nam	34.00	107	Kazakhstan	68.90
93	Chile	36.90	108	Serbia	72.90
94	Germany	39.00	109	India	74.00
95	Malaysia	43.70	110	Bosnia and Herzegovina	75.10
96	Zimbabwe	44.80	111	Poland	78.50
97	Korea, Rep.	45.40	112	Estonia	83.60
98	Bulgaria	46.50	113	Mongolia	88.80
99	Philippines	49.60	114	South Africa	90.40
100	Czech Republic	51.10	115	Botswana	99.70

석탄화력 발전 비중 하위 30개 국가 Data Source: IEA World Energy Balances database, 2019 edition (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 45.4%의 비중을 차지해서, 비교 대상 국가 중 가장 높은 석탄화력 발전 비중을 보였다.



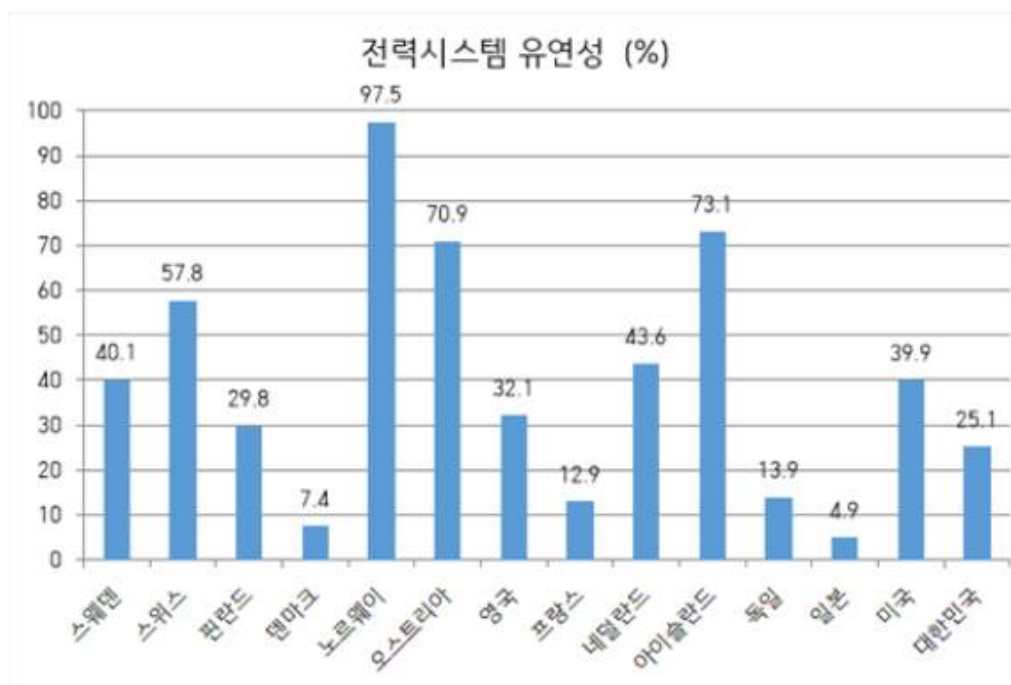
우리나라와 비교 대상 국가의 석탄 발전량 비중

6-4. 전력시스템의 유연성 Flexibility in electricity system 25.1% (99위)

■ 전체 발전량 유연성 전원인 가스 발전, 수력, 석유 발전 등에서 생산되는 발전량 비중을 평가하였다. 유연성 전원에서 생산된 발전량의 비중이 높을수록 좋은 평가를 받는다.

1	Ecuador	115.7	99	Korea, Rep.	25.1
2	Latvia	108.0	100	Bosnia and Herzegovina	24.8
3	Haiti	104.0	101	Slovak Republic	23.2
4	Georgia	101.8	102	China	20.2
5	Peru	101.3	103	Hungary	17.8
6	Moldova	100.4	104	India	15.8
7	Paraguay	100.0	105	Germany	13.9
8	Bahrain	100.0	106	France	12.9
8	Kuwait	100.0	107	Ukraine	12.5
8	Oman	100.0	108	Bulgaria	10.5
8	Qatar	100.0	109	Denmark	7.4
8	Trinidad and Tobago	100.0	110	Poland	6.7
13	Albania	100.0	111	Mongolia	5.2
14	Brunei Darussalam	100.0	112	Czech Republic	5.0
15	Nepal	99.9	113	Botswana	3.6
16	Azerbaijan	99.8	114	Estonia	2.0
17	United Arab Emirates	99.8	115	South Africa	0.4

전력시스템 유연성 상하위 15개 국가 Data Source: IEA World Energy Balances database, 2019 edition(자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)



우리나라와 비교 대상 국가의 전력시스템 유연성

65. 세계 화석연료 매장량 비중 Share of global fossil fuel reserves 0 billion metric tons(1위)

■ 에너지원마다 배출하는 이산화탄소 발생 계수가 다르기 때문에, 각 국가가 매장하고 있는 석탄, 석유 등 화석연료 매장량을 태웠을 때 발생하는 이산화탄소 발생량으로 환산하여 평가하였다. 이산화탄소 발생량이 낮을수록 높은 평가를 받는다. 단위는 billion metric tons이다.

90	Norway	7.4
91	Colombia	10.9
92	Algeria	13.7
93	Serbia	15.5
94	New Zealand	15.7
95	Brazil	19.9
96	South Africa	20.4
97	Turkey	23.8
98	Nigeria	26.3
99	Kuwait	47.0
100	United Arab Emirates	53.7
101	Poland	54.8
102	Qatar	59.5
103	Kazakhstan	68.0
104	Ukraine	73.1
105	Germany	74.7
106	Indonesia	87.0
107	Canada	89.4
108	Saudi Arabia	130.9
109	Iran, Islamic Rep.	132.5
110	Venezuela	144.6
111	India	213.9
112	China	308.5
113	Australia	313.5
114	Russian Federation	445.3
115	United States	555.5

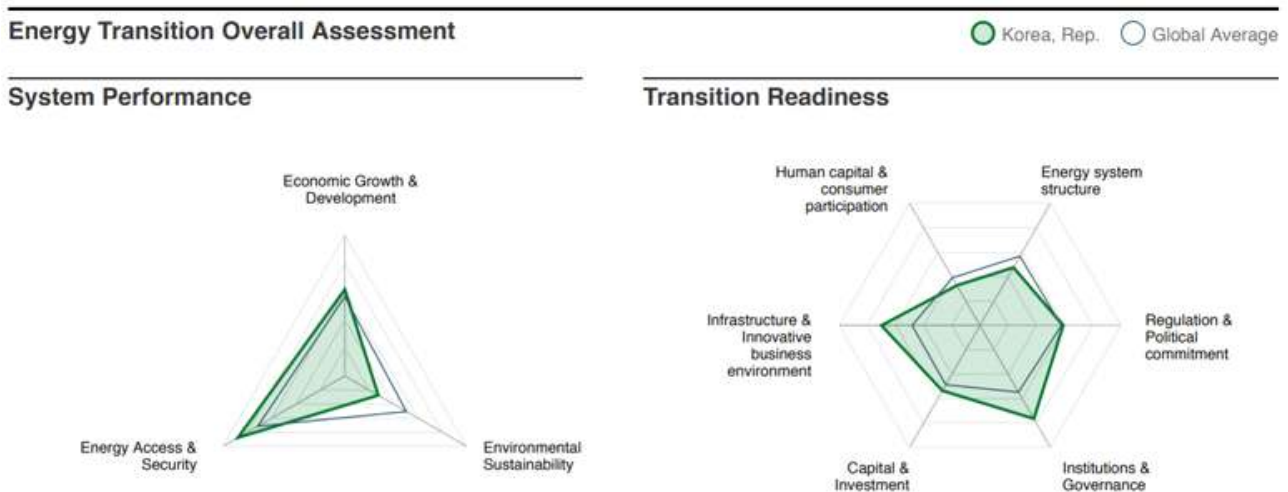
세계화석연료 매장량 비중 Data Source: BP Statistical review 2019 (자료출처 : Energy Transition Index 2020 edition)

■ 우리나라는 석탄, 석유 등의 매장량이 없기 때문에 0으로 평가받았다.

글을 마치며

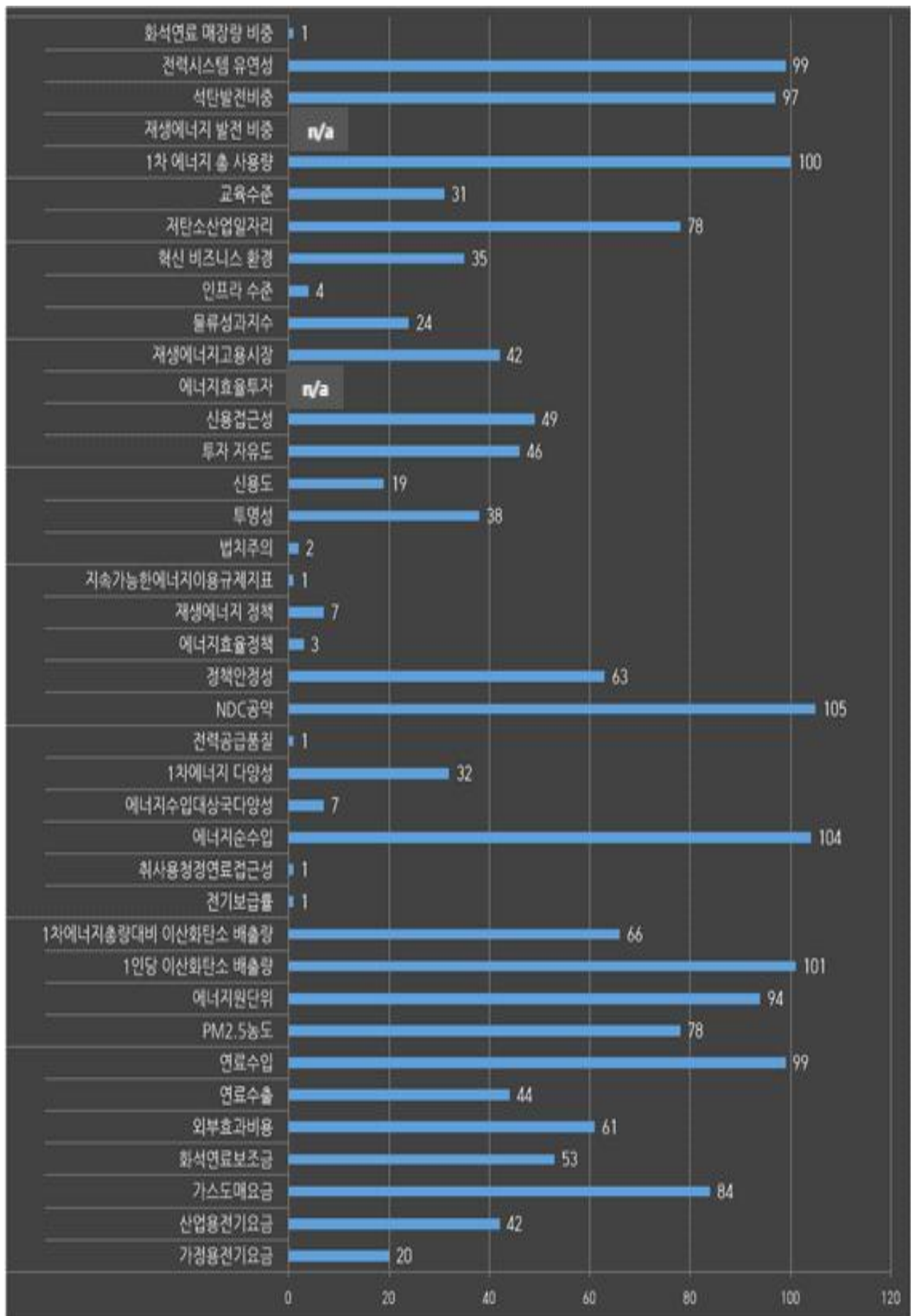
이상으로 세계경제포럼이 작성한 에너지전환 지수를 토대로 우리나라 에너지 전환의 현주소가 어떠한지를 살펴보았다. 몇 가지 중요한 시사점을 다시 한 번 정리해 보고자 한다.

첫째, 에너지 영역에서 ▲경제발전, ▲에너지 안보와 접근성(복지), ▲환경지속가능성을 동시에 해결하는 것이 어려워서, 이 셋을 가리켜 에너지 트릴레마(삼각 딜레마)라 부른다. 에너지전환 지수 평가 결과는 우리에게 환경지속가능성 분야의 개선이 시급함을 새삼 일깨워주었다.



시스템 성과와 전환 준비도 세계 평균과 우리나라 점수 (그래픽 출처 : 세계경제포럼)

둘째, 39개의 세부평가지표 중 평균에 못 미치는 지표는 ▲가스도매요금, ▲외부효과 비용, ▲연료 수입, ▲PM 2.5 농도, ▲에너지원단위, ▲1인당 이산화탄소 배출량, ▲1차에너지 총사용량 대비 이산화탄소 배출량, ▲에너지 순수입, ▲NDC공약, ▲정책안정성, ▲저탄소산업 일자리, ▲1인당 1차 에너지 총 사용량, ▲석탄발전비중, ▲전력시스템의 유연성 등 14가지 지표이며, 신뢰할 수 있는 데이터 부재로 평가에서 아예 제외되었던 지표는 ▲에너지 효율 투자 비중, ▲재생에너지 발전 비중 등 2가지 지표이다.



에너지전환 지수 세부평가항목 대한민국 순위

평균 이하의 평가를 받은 총 16가지 세부지표를 관련 있는 지표끼리 묶어 분류한 결과, 우리나라가 현 시기 에너지전환에서 집중해야 할 3가지 과제가 도출되었다. 3가지 과제는 첫째, 환경지속가능성 개선, 둘째, 에너지 효율 개선, 셋째, 저탄소(무탄소) 에너지원의 확대 등이다.

■ 환경지속가능성 개선

경제성장과 발전	외부효과 비용	99위
환경지속가능성	PM 2.5 농도	78위
	1인당 이산화탄소 배출량	101위
	1차 에너지 총사용량 대비 이산화탄소 배출량	66위
규제와 정책 합의	NDC(자발적 감축 기여 공약)	105위
에너지 시스템 구조	석탄발전 비중	97위

전 세계가 에너지 전환이라는 거대한 흐름을 형성한 핵심 원인은 기후 위기 대응과 미세먼지 등 대기질 개선이라는 두 가지 과제를 해결하기 위해서다. 그런데 두 가지 과제와 직접 연관된 지표(PM2.5농도와 이산화탄소 배출량)의 평가 결과는 초라하다. 따라서 담대한 자발적 감축 목표를 세우고 그에 걸맞게 집행 속도를 낸다면, 외부효과 비용은 떨어질 것이고, 당연히 석탄발전의 비중도 감소될 것이다.

■ 에너지 효율 개선

환경지속가능성	에너지 원단위	94위
자본과 투자	에너지 효율 분야 투자	n/a
에너지 시스템 구조	1인당 1차 에너지 총사용량	78위

에너지 효율 개선은 에너지 전환의 핵심 과제 중 하나이다. 그런데 이 분야의 우리나라 성적도 초라하다. 에너지 효율 분야 투자가 활성화되어, 에너지 효율이 높아지면 에너지 원단위 개선으로 이어지며, 필연적으로 1인당 1차 에너지 총사용량은 감소될 수밖에 없다. 문제는 에너지 효율 분야의 투자가 미비하다는 것이다. 에너지 효율 분야의 투자 활성화를 위해, 에너지 효율 관련 정책과 규정을 보완하는

것은 제대로 헛다리를 짚는 것이다. 이미 우리나라의 에너지 효율 관련 정책과 규정은 세계 top3위 안에 들 정도로 높은 평가를 받고 있다. 문제는 에너지 가격이 낮기 때문에, 에너지 효율 시장을 통한 이윤 창출이 어려운 현실이다. 따라서 에너지 효율 시장이 활성화될 수 있도록 에너지 가격의 합리적 재조정이 필요하다.

■ 저탄소 에너지 확대

경제성장과 개발	가스 도매 요금	84위
	연료 수입	94위
에너지 안보와 접근성	에너지 순수입	104위
규제와 정책 합의	정책 안정성	63위
인적자본과 소비자 참여	저탄소 산업 일자리	100위
에너지 시스템 구조	재생에너지 발전 비중	n/a
	전력 시스템 유연성	98위

우리나라 재생에너지 발전량은 2018년 23.9테라와트·시(TWh)에서 2019년 29.2테라와트·시(TWh)로 22.1% 증가했으며, 전체 발전량 중 재생에너지 발전 비중도 4%에서 5%로 증가했지만, OECD 평균 발전량 비중 14.5%과 약 3배, 전체 국가 평균 10.4%와 2배 이상의 차이를 보이며, 여전히 낮은 수준에 머물러 있다.

재생에너지 발전설비 등 저탄소 에너지원 설비가 확대되면, 재생에너지 발전 비중, 저탄소 산업 일자리, 에너지 순수입, 연료 수입 등의 지표는 개선될 것이다.

한편 재생에너지 설비가 확대되기 위해서는 전력시스템의 유연성이 확장되어야 한다. 이를 위해서는 가스, 수력과 같은 유연성 전원의 비중이 늘어나야 하며, 동북아시아 전력망의 통합과 ESS, 양수발전과 같은 전력이 남아돌 때 전기를 저장했다가 필요할 때 즉각 가동할 수 있는 전기저장 공간의 확대가 필요하다. 그리고 가스 발전과 같은 유연성 전원이 확장되기 위해서는 가스도매요금을 내릴 수 있는 다양한 방안(파이프라인을 통한 러시아산 가스 수입 같은)이 모색되어야 하며, 에너지 전환 로드맵에 대한 여야 합의를 통해 정책 안정성을 확보해야 한다.

세계경제포럼 '20년 에너지전환지수 한국 평가 주요내용

'20.05.28(목), 한국에너지정보문화재단

◇ 일러두기

- 세계경제포럼(WEF)은 '15년부터 매년 에너지전환지수를 발표, 평가 기준은 ①시스템 성과(System performance)와 ②에너지전환 준비도(Transition Readiness Scores)로 구성
 - * World Economic Forum, 「Fostering Effective Energy Transition 2020」 ('20.05.13)
- 한국은 시스템 성과 59점, 에너지전환 준비도 57점으로 총점 57.7점을 받아 세계 평균(55.1점)보다 높았으며, 조사대상 115개국 가운데 48위(주도층) 차지
- 본 자료는 한국에너지정보문화재단이 세계경제포럼(WEF)에 별도 요청하여 받은 '20년 에너지전환지수의 한국 평가 세부내용임

◇ 주요내용

- 한국의 시스템 성과는 59점으로 69위를 차지
 - 에너지 접근성·보안(88점, 17위)과 경제성장 및 발전(61점, 40위)은 상위 점수 기록
 - 환경적 지속가능성(28점, 103위)은 매우 낮아 개선이 필요한 부분으로 나타남
- 한국의 에너지전환 준비도는 57점으로 27위를 차지
 - 인프라 혁신적인 비즈니스 환경(70점, 15위), 제도·거버넌스(77점, 19위), 자본 투자(54점, 45위), 법규·정치공약(59점, 49위) 순으로 높은 순위 기록
 - 인적자본·소비자 참여(33점, 66위), 에너지 시스템 구조(48점, 77위) 부문은 세계 평균보다 낮아 개선 필요
- 세부내역 중 가정용 전기요금, 전기화(electrification) 비율, 수입 상대국의 다양화, 에너지공급 수준, 에너지효율 및 재생에너지 규제, 지속가능한 에너지 규제지표(RISE·세계은행에서 격년 발표) 중 접근성 점수, 법치주의, 교통 인프라 수준 등은 높은 순위를 기록
- 반면 순위가 낮은 주요 항목은 연료수입 비중, 에너지원단위, 미세먼지 농도, 1인당 탄소배출량, 에너지 순 수입 비중, 국가 온실가스 감축목표(NDC), 정책의 안정성, 저탄소 산업 일자리 비중, 1인당 에너지 사용량, 석탄 발전량 비중, 전력시스템 유연성 등으로, 효과적인 에너지전환 추진을 위한 개선점을 제시

System Performance

시스템 성과 : 총 59점(69위)

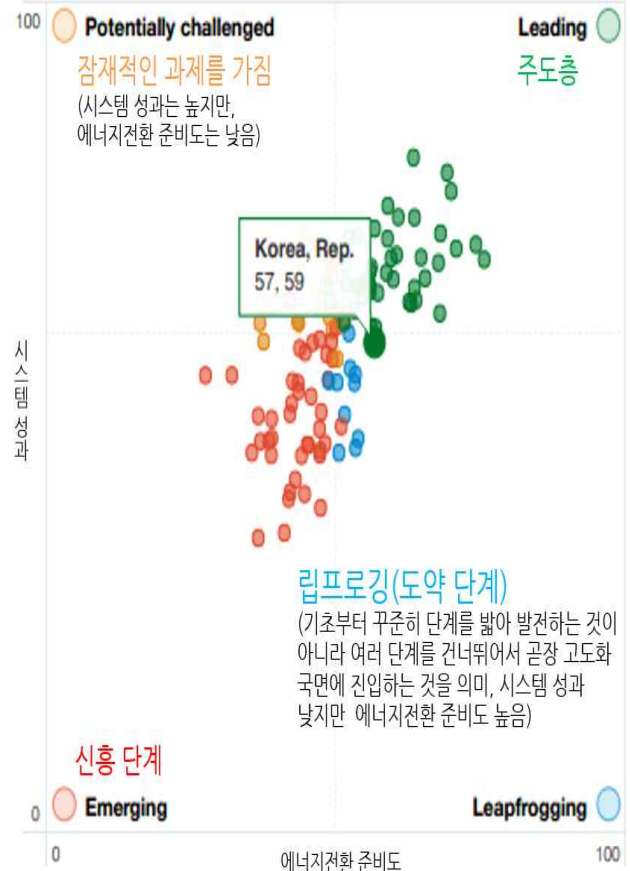
Sub-category index	가중치	점수	(순위)
 에너지 접근성 & 보안	33%	88	17위
 경제성장 및 발전	33%	61	40위
 환경적 지속가능성	33%	28	103위

Transition Readiness

에너지전환 준비도 : 총 57점(27위)

 제도 및 거버넌스	17%	77	19위
 인적자본 및 소비자 참여	17%	33	66위
 인프라 및 혁신적인 비즈니스 환경	17%	70	15위
 자본 및 투자	17%	54	45위
 법규 및 정치공약	17%	59	49위
 에너지 시스템 구조	17%	48	77위

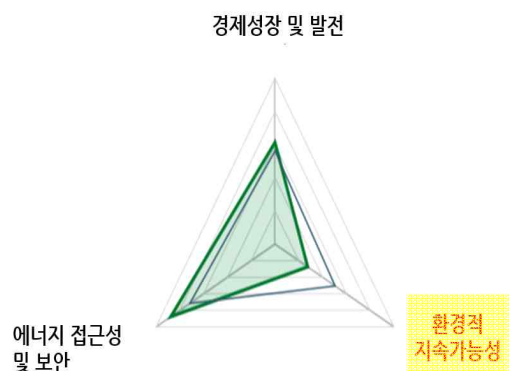
Archetype



에너지전환 전체 평가

● 한국 ○ 전 세계 평균

시스템 성과



에너지전환 준비도



* 평균 이하 항목은 노란색 음영 표기(역자)

점수 세부 내역 * 순위가 낮은 주요 항목은 노란색 음영 표기

가중치

점수

순위

세부지표 1: 시스템 성과 (0-100, 100점 만점)		50%	58.8	69
 경제 성장 및 발전 (0-100, 100점 만점)		33%	61.4	40
0.00 Household electricity prices USDC/kWh (PPP)	가정용 전기요금 USDC/kWh (PPP)	14%	14.12	20
0.00 Electricity Prices for Industry USDC/kWh	산업용 전기요금 USDC/kWh	14%	11.40	42
0.00 Wholesale gas price USD/MMBTU	가스 도매요금 USD/MMBTU	14%	10.34	84
0.00 Energy subsidies %GDP	에너지 보조금 (GDP 대비 비중)	14%	0.01	53
0.00 Not priced cost of externalities %GDP	(가격으로 매겨지지 않은) 외부효과 비용(GDP 대비 비중) *	14%	3.86	61
0.00 Fuel Exports %GDP	연료 수출 (GDP 대비 비중)	14%	2.96	44
0.00 Fuel imports %GDP	연료 수입 (GDP 대비 비중)	14%	9.07	99
 환경적 지속가능성 (0-100, 100점 만점)		33%	27.5	103
0.00 Particulate matter (2.5) concentration Micrograms per cubic meter	미세먼지(PM2.5) 농도 (평방미터당 마이크로그램)	25%	25.0	78
0.00 Energy Intensity MJ/\$2011 PPP GDP	에너지 원단위 (2017년 에너지 소비량(MJ))/\$ 2011년 PPP기준 GDP	25%	6	94
0.00 CO2 per capita tonnes per capita	1인당 탄소배출량 (1인당 톤)	25%	11.7	101
0.00 CO2 per TPES kg / GJ	1차 에너지 총 공급량(TPES) 대비 탄소배출량 (kg/GJ)	25%	50.8	66
 에너지 접근성 및 보안 (0-100, 100점 만점)		33%	87.6	17
0.00 Electrification rate % of Population	전기화 비율 (인구 대비 %)	17%	100.0	1
0.00 Access to Clean Cooking Fuels % of Population	가정 취사용 청정 연료에 대한 접근성 (인구 대비 %)	17%	100.0	1
0.00 Energy imports, net % of energy use	에너지 순수입 (에너지 사용량 대비 %)	17%	88.34	104
0.00 Diversification of Import Counterparts (Herfindahl Index) 1-0 (best)	수입 상대국의 다양화 (허쉬만-허핀달 지수, 1-0(0점 만점))	17%	0.07	7
0.00 Diversity of TPES (Herfindahl index) 1-0 (best)	1차 에너지 총 공급량의 다양성 (허쉬만-허핀달 지수, 1-0(0점 만점))	17%	0.19	32
0.00 Quality of Electricity Supply 0-8 (best)	에너지 공급의 수준(0-8, 8점 만점)	17%	8.0	1
세부지표 2: 에너지전환 준비도(0-100, 100점 만점)		50%	56.6	27
 법규 및 정치공약 (0-100, 100점 만점)		17%	59.1	49
0.00 NDC commitment 0-1 (best)	NDC(국가 온실가스 감축 목표) 공약 (0-1, 1점 만점)	20%	0.40	105
0.00 Stability of policy 1-7 (best)	정책의 안정성 (1-7, 7점 만점)	20%	3.83	63
0.00 Energy efficiency regulation 0-100 (best)	에너지 효율 규제(0-100, 100점 만점)	20%	87.2	3
0.00 Renewable energy regulation 0-100 (best)	재생에너지 규제(0-100, 100점 만점)	20%	83.1	7
0.00 RISE access score 0-100 (best)	지속가능한 에너지 규제 지표(RISE, 세계은행 격년 발표) 중 접근성 점수 (0-100, 100점 만점)	20%	100.0	1
 제도 및 거버넌스 (0-100, 100점 만점)		17%	76.5	19
0.00 Rule of Law 0-100 (best)	법치주의(0-100, 100점 만점)	33%	84.2	2
0.00 Transparency 0-100 (best)	투명성(0-100, 100점 만점)	33%	57.0	38
0.00 Credit Rating 0-1 (best)	신용등급 (0-1, 1점 만점)	33%	0.88	19

 자본 및 투자 (0-100, 100점 만점)	17%	53.5	45
0.00 Investment Freedom Index score 0-100 (best) 투자 자유도 지수 점수(0-100, 100점 만점)	25%	70.0	46
0.00 Access to credit 0-100 (best) 금융 접근성 (0-100, 100점 만점)	25%	65.0	49
0.00 Investment in Energy efficiency % of total investment 에너지 효율에 대한 투자 (전체 투자 대비 %)	25%	n/a	n/a
0.00 Renewable capacity buildout % of installed capacity 재생에너지 용량 확장 (전체 설치 용량 대비 %)	25%	0.02	42
 인프라 및 혁신 비즈니스 환경 (0-100, 100점 만점)	17%	70.0	15
0.00 Logistics performance Index 0-100 (best) 물류 성과 지수(세계은행에서 격년 발표, 0-100, 100점 만점)	33%	3.6	24
0.00 Quality of transportation infrastructure 1-7 (best) 교통 인프라 수준 (1-7, 7점 만점)	33%	6.26	4
0.00 Innovative business environment 1-7 (best) 혁신 비즈니스 환경(1-7, 7점 만점)	33%	4.12	35
 인적 자본 및 소비자 참여(0-100, 100점 만점)	17%	32.8	66
0.00 Jobs in low-carbon industries % of total jobs 저탄소 산업 일자리(전체 일자리 대비 %)	50%	0.00	78
0.00 Quality of education 1-7 (best) 교육 수준 (1-7, 7점 만점)	50%	4.69	31
 에너지 시스템 구조(0-100, 100점 만점)	17%	47.5	77
0.00 Energy per capita GJ per capita 1인당 에너지 사용량 (1인당 GJ)	20%	229.6	100
0.00 Share of electricity from renewable generation % of total electricity generation 재생에너지 발전량 비중 (전체 발전량 대비 %)	20%	n/a	n/a
0.00 Share of electricity from coal generation % of total electricity generation 석탄 발전량 비중 (전체 발전량 대비 %)	20%	45.40	97
0.00 Flexibility in electricity system 0-100 (best) 전력 시스템 유연성 (0-100, 100점 만점)	20%	25.1	99
0.00 Share of global fossil fuel reserves CO2 emissions Billions MT 세계 화석연료 매장량 비중 (탄소배출량 10억 메트릭 톤(MT))	20%	0.0	1