

## 자원부국의 신재생에너지 개발: 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 에너지전환 동력과 장애요인\*

박 지 원\*\*

### I. 서론

탄소배출 기반의 에너지소비에서 그린에너지 중심으로의 에너지전환(energy transition)은 대부분의 나라들에게 선택이 아닌 불가역적인 상황으로 인식되고 있다. 이러한 에너지전환은 대체로 현재 에너지원 생성의 대부분을 차지하는 화석에너지의 사용량을 감축하고 이를 신재생에너지로 대체하는 것으로 정의된다. ‘국제신재생에너지기구(IRENA, International Renewable Energy Agency)’는 “에너지전환이란 에너지부문을 화석연료 기반에서 ‘탄소제로(zero carbon)’ 중심으로 전환하는 것을 의미한다.”고 정의하고 있으며 이러한 에너지전환은 정보기술(information technology), 스마트기술(smart technology), 정책프레임워크(policy frameworks), 그리고 시장도구(market instruments)라는 4가지 요건이 갖추어질 때 가능하다고 평가하였다.<sup>1</sup> 여기서 정책프레임워크는 특정 국가가 에너지전환을 추진하려는 정책적인 기반과 제반요인들을 얼마나 잘 갖추고 있는가를 의미하는 것이며 이는 자명하게도 에너지전환을 위한 해당국 정부의 의지와 직결된다고 볼 수 있다.

현재 국제사회에서 에너지전환에 적극적으로 나서고 있는 국가들은 대체로 서구국가들이다. 특히 스웨덴이나 덴마크 같이 화석연료 부존자원이 부족한 북유럽 국가들은 풍력이나 태양광과 같은 신재생에너지 개발에 적극적

\* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(NRF-2019S1A2A3099822)

\*\* 대한무역투자진흥공사

<sup>1</sup> IRENA, "Energy Transition," (<https://www.irena.org/energytransition>, 검색일: 2021년 11 월 14일)

으로 나서고 있다. 스웨덴 정부는 2040년까지 신재생에너지를 기반으로 한 전력생산비중 100%를 달성하고 2045년까지는 탄소제로 사회 구축을 목표로 하고 있는데, 이를 위해 신재생에너지 부문의 기술개발과 장비공급, 연계된 전력관리시스템의 정비에 적극적으로 나서고 있다. 덴마크는 화석에너지원 수입 및 이에 근간한 에너지 소비구조의 전환을 위해 1980년대부터 신재생 에너지 개발을 본격적으로 추진했는데, 2020년 기준 전체에너지원 생산에서 풍력과 태양광 등 순수 신재생에너지원으로 생산되는 에너지 비중은 전체 에너지원의 46.2%를 차지하고 있다.<sup>2</sup> 러시아로부터의 천연가스 수입에 의존하고 있는 독일도 신재생에너지 개발과 관련한 기술 강국이다. 또한, 2000년 대 이후 빠른 산업화 과정을 거치면서 에너지수요가 급증했던 중국은 자국 내의 에너지수요에 국내 에너지 생산이 뒷받침되지 못하자 이러한 문제에 효율적으로 대처하기 위해 신재생에너지 개발에 많은 투자를 해왔다.

이처럼 신재생에너지 개발에 적극적으로 나선 국가들은 대체로 원유나 천연가스 등으로 대표되는 전통적인 에너지원이 부족하여 해외로부터의 수입에 의존할 수밖에 없는 상황에서 이를 타개하기 위한 방편의 하나로 신재생 에너지 개발에 나서는 경우가 많다. 하지만, 이와는 달리 에너지자원이 풍부한 국가들의 경우 신재생에너지 자원을 대표로 하는 이른바 ‘그린에너지’로의 전환의 동력을 상대적으로 자원빈국에 비해 경제적으로 선명하지 않다. 현재 풍부하게 매장되어있는 탄소에너지 개발의 구조를 가능한 한 장기적으로 유지하는 것이 이익이기 때문이다. 그럼에도 불구하고, 중앙아시아 지역의 대표적인 자원부국인 카자흐스탄과 우즈베키스탄은 신재생에너지 개발에 활발히 나서고 있다. 카자흐스탄의 토카예프(Kassym-Jomart Tokayev) 대통령은 지난 2021년 5월 각료회의에서 “그린에너지로의 전환이 조속히 이루어지도록 다양한 방안을 내놓을 것”을 지시하였다.<sup>3</sup> 카자흐스탄의 신재생에너지 육성과 그린에너지 전환은 2010년대 초반부터 시작되었고, 최근에는 그 속도를 더해가고 있다. 우즈베키스탄도 풍력과 태양광 발전을 바탕으로 한 신재생에너지 개발에 박차를 가하고 있다. 그렇다면 당장의 경제적인 유인이 적음에도 이들 자원부국을 신재생에너지 개발과 에너지전환에 나서도록 하

<sup>2</sup> Danish Energy Agency, "Annual and Monthly Energy Statistics," (<https://ens.dk/en/our-services/statistics-data-key-figures-and-energy-maps/annual-and-monthly-statistics>, 검색일: 2021년 11월 19일)

<sup>3</sup> “Kazakh President Sets Ambitious Goals for Renewables,” 1, June, 2021, (<https://thediplomat.com/2021/06/kazakh-president-sets-ambitious-goals-for-renewables/>, 검색일: 2021년 11월 19일)

는 동인(動因)은 무엇인가? 카자흐스탄과 우즈베키스탄에서 에너지 전환의 촉매요인은 어떻게 작용하는가? 그리고 그 반작용으로서의 장애물로는 어떤 것들이 있는가? 와 같은 문제들에 대한 논의를 하는 것이 본 연구의 목적이다.

## II. 논의의 배경: 자원부국의 신재생에너지 개발과 에너지 전환

자원부국은 자원이 부족한 국가들과는 달리 신재생에너지 개발에 적극적으로 나서도록 되는 몇 가지 차별화된 동인을 갖는다. 이러한 동인은 주로 경제발전 및 다각화와 관계되는 측면, 국내의 전통적인 에너지 소비확대 및 의존성감소의 문제, 기후변화와 국제적인 요구에 대응해야 하는 과제로서의 의미 등으로 구분해 볼 수 있다.

첫 번째 이유는 경제성장 및 경제다각화의 관점에서 신재생에너지 개발이 필요하다고 보는 시각이다. 자원부국은 일반적으로 원유나 천연가스, 광물과 같은 천연자원을 채굴하여 이를 수출하는 방식의 경제구조가 고착화 되어 있다. 일부 국가들은 천연자원 수출과 제조업 발전이 적절하게 균형을 이루어 천연자원 가격 하락에 따르는 자국 경제의 불안정성을 일정 부분 회피할 수 있으나 사실상 많은 국가들은 그와 같은 상황에 처해있지 않아 국제원자재 가격의 변동에 취약성을 드러낼 수밖에 없다. 따라서 이러한 위협요인을 줄이고 경제구조를 다각화시켜 안정적인 경제성장을 위해서는 전통적인 에너지원에 대한 의존을 줄이고 신재생에너지 개발을 가속화시켜야 한다는 것이다.<sup>4</sup> 이러한 시각은 많은 학자들이 전통적인 에너지원의 보유가 장기적인 경제성장과 발전을 오히려 저해하는 요인이 된다는 ‘자원의 저주(resource curse)’의 관점과 일정 부분 맥을 같이 하는 것이다. 따라서 많은 자원 부국은 자국 경제의 안정적인 성장과 다각화를 추진하는데, 그 대안 중의 하나가 바로 신재생에너지 개발이다. 신재생에너지 개발 자체만으로 일자리 창출이나 복지개선 등의 분야에서 눈에 띄는 경제적 성과를 이끌어내기는 어려울 수 있지만, 기존의 에너지개발 모델 일부를 신재생에너지로 점진적으로 전환시

<sup>4</sup> IRENA, "A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation," 2019, pp. 34-35.

킴으로 그 효과를 기대할 수 있다.<sup>5</sup> 신재생에너지 생산이 경제성장에 영향을 미치는 정도에 대한 폐널 데이터 분석결과, 신재생에너지 생산은 각 국의 경제성장에 유의한 수준으로 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구결과도 존재한다.<sup>6</sup> 신재생에너지 개발기술이 차세대 녹색기술혁명을 가져올 기반이 될 것이라는 믿음이 존재하는 가운데, 많은 국가들이 신재생에너지 개발을 산업다각화와 경제성장의 한 요인으로 삼는 것도 무리는 아니다. 하지만, 자원개발과 수출에 자국 경제가 지나치게 의존하고 있는 구조가 확립된 경우라면 자원판매로 얻어지는 수익은 경제다변화 과정에서 변화를 저해하는 걸림돌이 될 수 있다.<sup>7</sup> 따라서, 신재생에너지 개발에 있어 전통적인 자원수출로 얻어지는 수익을 활용하는 자원부국들은 실제로 신재생에너지 발전이 촉진될 수 있는 효율적인 구조를 잘 설계하는 것이 중요하다.<sup>8</sup>

자원부국이 에너지 전환을 추진하는 두 번째 동인은 국내 전통에너지 사용 확대와 이에 대한 의존성 감소의 측면이다. 자원부국은 대체로 국내에서의 에너지 소비가 자국 내에서 다향으로 생산되는 원유나 천연가스 등에 지나치게 의존하게 되는 경향이 있다. 개발을 위한 인프라가 갖추어진 전통에너지원에 의존하는 국가들은 일종의 경로의존적인 상황에서 빠르게 벗어나지 못할 수 있다. 그리고 이러한 성향이 지속될수록 에너지전환이라는 목표에는 더 멀어질 것이다. 몇몇 국가들 가운데는 오히려 신재생에너지 생산비 중이 축소되는 경우도 있는데, 특히 천연가스 사용에 의존하는 국가들은 이런 모습이 나타나기도 한다.<sup>9</sup> 이런 국가들은 신재생에너지 사용을 확대하여 전통적인 에너지원의 소비를 일정 부분 대체하고 여기에서 남겨진 전통적인 에너지원은 오히려 수출에 활용할 수도 있다.<sup>10</sup>

<sup>5</sup> Oxford Institute for Energy Studies, "Economic diversification in the context of the energy transition," Marrakesh Morocco, 1-4 Oct. 2018, p. 5.

<sup>6</sup> Nadia Singh, Richard Nyuur, and Beb Richmond, "Renewable Energy Development as a Driver of Economic Growth: Evidence from Multivariate Panel Analysis," *Sustainability*, Vol. 11, No. 8, 2019, pp. 1-18.

<sup>7</sup> Eric W. Djimeu and Luc Desire Omgba, "Oil windfalls and export diversification in oil-producing countries: evidence from oil booms," *Energy Economics*, Vol. 78, No.2, Dec. 2018, p. 6.

<sup>8</sup> Rahmatallah Poudineh, Anupama Sen, and Bassam Fattouh, "Advancing Renewable Energy in Resource-Rich Economies of the MENA," *Renewable Energy*, Vol. 123, Aug. 2018, pp. 135-149.

<sup>9</sup> Aaron Sayne, "Supporting the Energy Transition in Oil- and Mineral-Rish Countries," NRG Program Note, Oct. 2020. pp. 2-3.

<sup>10</sup> IRENA, "Renewable Energy Benefits: Measuring The Economics," 2016, p. 49.

실제로 많은 자원부국은 전통적인 에너지원 사용에 보조금 지급을 통해 소비자에게 실제로 부과되는 에너지사용 가격을 낮게 유지하고 있는 실정이다. 전통적인 에너지원에 대한 보조금 지급은 수혜를 받는 기업이나 가정이 해당 에너지를 더 많이 사용하도록 하는 요인이 된다. [표 1]은 전통적인 에너지원에 대한 국가별 보조금 지급금액과 GDP 대비 비중을 나타낸 것이다.

[표 1] 국별 전통에너지 보조금 및 GDP 대비 비중: 2020년

순위	국명	보조금 금액(십억 달러)					GDP 대비 비중(%)
		원유	전기	천연가스	석탄	총액	
1	이란	50	125	122	0	297	4.7
2	중국	217	38	0	0	255	0.2
3	인도	171	66	0	0	237	0.9
4	사우디아라비아	86	46	39	0	171	2.4
5	러시아	0	78	68	0	146	1.0
6	알제리	58	14	12	0	84	5.8
7	이집트	53	26	0	0	79	2.2
8	인도네시아	69	0	0	0	69	0.6
9	UAE	0.2	0	54	0	54.2	1.6
10	베네수엘라	43	0	4	0	47	6.8
11	이라크	29	14	0	0	43	0.9
12	카자흐스탄	19	8	0.2	14	41.2	2.7
13	아르헨티나	22	8	8	0	38	1.1
14	우즈베키스탄	0.5	12	22	0	34.5	6.6
15	리비아	26	6	0	0	32	17.5

\* 자료: IEA, "Energy subsidies: Tracking the impact of the fossile fuel subsidies," (<https://www.iea.org/topics/energy-subsidies>, 검색일: 2021년 10월 16일)

전통적인 에너지원에 대한 보조금 지급에 가장 많은 금액을 할당하고 있는 국가는 이란이었으며 중국, 인도 등이 그 뒤를 잇고 있다. 금액기준 상위 15개 국가 가운데, 중국과 인도 등 몇몇 국가를 제외하고는 모두 자원부국으로 볼 수 있다. 이들은 자국에서 생산되는 천연자원에 대한 보조금 지급을 계속하고 있으며 이러한 결과 보조금이 지급되는 전통적인 에너지에 대한 의존과 수요는 더욱 확대된다. 많은 국가들의 경우 에너지보조금 지급을 소득불균형을 해소하고, 저소득층의 에너지 접근성을 강화하는 등의 복지정책

의 관점에서 시행하고 있으나 일부 국가는 특정 에너지 소비를 장려하여 에너지 공급원을 다양화하고 기존 에너지원에 대한 의존을 줄이기 위한 목적으로 사용하기도 한다.<sup>11</sup> 전통적인 에너지원에 대한 보조금 지급을 통해야 기되는 부정적인 외부효과는 신재생에너지에 대한 보조금 지급에서는 거의 나타나지 않는다는 점을 고려하면 사회복지차원에서 에너지 보조금은 신재생에너지 자원 중심으로 재편되는 것이 타당하다.<sup>12</sup> 전통적인 에너지원에 대한 관행적인 보조금 지급의 일부를 신재생에너지 부문으로 전환시켜 점진적으로 전통에너지 소비에 대한 의존을 줄이는 것은 자원부국의 에너지 전환에서 중요한 단서로 작용할 수 있다.

자원부국의 에너지전환에 있어 외부적 동인으로 중요한 것은 기후변화 및 탄소배출 감소를 위한 국제적인 요구에 대한 대응이다. 글로벌 에너지시장은 오랜 기간 지속되어 온 화석에너지 중심의 에너지개발에서 저탄소·청정 에너지 중심으로 ‘구조적 전환(structural transformation)’의 시기를 지나고 있다. 전반적으로 화석연료의 사용이 감소하고 신재생에너지 생산비중이 증가하고 있는데, 2019년 기준 대표적인 화석에너지인 석탄을 기반으로 한 에너지 생산비중은 2003년 이후 가장 낮은 수준인 27.0%를 기록하였고, 신재생에너지는 역대 가장 높은 5.0%로 나타났다.<sup>13</sup> 그리고 이러한 에너지전환의 배경에는 온실가스감축과 기후변화 방지를 위한 국제사회 공동의 노력이 영향을 미치고 있다. 2015년 12월 채택된 ‘파리협정(Paris Agreement)’에 따라, 전 세계 197개국은 지구평균 기온상승을 산업화 이전 대비  $2^{\circ}\text{C}$ 보다 낮은 수준으로 유지하며  $1.5^{\circ}\text{C}$ 로 제한하기 위해 공동노력을 수행해야 하는데, 모든 국가가 스스로 결정한 온실가스 감축목표를 5년 단위로 제출하고 국내적으로 이행하도록 규정하고 있다.<sup>14</sup>

특히, 탄소에너지 생산이 많은 자원부국은 이와 같은 글로벌 차원에서의 대응에 대해 많은 압박을 받고 있는 것이 사실이다. 대표적인 전통에너지 생

<sup>11</sup> Simon Commander, “A Guide to the Political Economy of Reforming Energy Subsidies,” *IZA Policy Paper No. 52*, December, 2012, pp. 5-8.

<sup>12</sup> Anupama Sen, Rabindra Nepal, and Tooraj Jamasb, “Rebalancing Subsidies in Market-Based Energy Sectors: Synergies and Obstacles in Developing and Transition Economies,” *ADBI Working Paper 1200*. Asian Development Bank Institute. Nov. 2020, pp. 6-7.

<sup>13</sup> BP, “Statistical Review of World Energy 69 edition,” 2020. p. 10.

<sup>14</sup> United Nations, “The Paris Agreement,”

(<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>, 검색일: 2021년 10월 18일)

산국인 러시아는 자국 내에서 조차 기후변화에 대응하기 위한 조치들이 서구에 비해 심각하게 뒤쳐져 있다는 비난에 직면하고 있는데,<sup>15</sup> 파리협정에 대한 구체적인 이행방안을 내놓지 못하고 있는 가운데 오히려 탄소배출량 증가를 용인하는 행보를 보이고 있다.<sup>16</sup> 푸틴 러시아 대통령은 2060년까지 러시아의 탄소배출량을 ‘제로(0)’화 하겠다고 공언하고 있으나 실현 가능성은 미지수이다. 러시아와 마찬가지로, 중동 등 탄소배출이 많은 국가들은 지나친 원자재 중심의 경제구조를 신재생에너지 중심으로 전환하여 파리협약에 따른 국제적인 의무를 이행해야 할 필요성은 공감하고 있으나 구체적인 이행 계획의 도출은 미흡한 편이다. 하지만, EU가 2023년부터 일부 품목에 대한 탄소국경세를 도입할 예정이고 UN은 탄소배출량 감소에 대한 각 국가의 이행계획과 실천여부를 지속적으로 모니터링할 계획을 표방하고 있어 자원부국의 에너지전환에 대한 압박은 그 수위를 더해갈 것으로 보인다.

### III. 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 신재생에너지 개발 현황

중앙아시아 국가 가운데 화석에너지 중심의 경제발전 시스템을 구축한 국가는 카자흐스탄, 우즈베키스탄, 투르크메니스탄이다. 그 중에서도 카자흐스탄과 우즈베키스탄은 중앙아시아 지역에서 우수한 신재생에너지 개발 잠재력을 갖고 있는 것으로 평가되고 있으며 정부의 노력도 가장 적극적으로 이어지고 있다.

중앙아시아 국가 중 주요 강의 상류에 위치한 타지키스탄, 키르기스스탄과는 달리 하류에 위치한 카자흐스탄과 우즈베키스탄은 수자원이 전반적으로 부족한 국가군으로 분류된다. 카자흐스탄의 경우, 과거 신재생에너지 개

<sup>15</sup> "Россию уличили в отставании мер против глобального потепления," 14, октября 2021, ([https://lenta.ru/news/2021/10/14/climate\\_ran/](https://lenta.ru/news/2021/10/14/climate_ran/), 검색일: 2021년 10월 18일)

<sup>16</sup> "Выбросы углекислого газа CO<sub>2</sub> в мире Carbon Free Zone," 7, октября 2021, (<a href="https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%D0%92%D1%8B%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%8B\_%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE\_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0\_CO2\_%D0%B2\_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B5 (Carbon Free Zone), 검색일: 2021년 10월 18일)</p>

발이 주로 수력위주로 이루어졌지만, 생산용량은 이러한 상황을 반영하여 2,700MW 수준에서 정체되고 있다. 수력 이외에 최근 빠르게 성장하고 있는 것은 풍력과 태양광이다. 풍력발전은 2015년 기준 72MW에 불과했으나 2018년에는 121MW로, 2020년에는 486MW로 가파르게 성장하고 있다.

[표 2] 카자흐스탄의 신재생에너지 생산용량(MW): 2015-2020년

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020
수력	2,768	2,696	2,726	2,756	2,778	2,785
풍력	72	98	112	121	284	486
태양광	144	157	175	490	1,150	1,719
바이오	-	-	1	1	2	8
<b>Total</b>	<b>2,984</b>	<b>2,951</b>	<b>3,013</b>	<b>3,368</b>	<b>4,214</b>	<b>4,998</b>

\* 자료: IRENA, "Renewable Capacity Statistics 2021," 2021, pp. 2-96.

태양광의 경우 성장속도는 더욱 빠르게 나타나고 있는데, 생산용량은 2017년 175MW를 기록했으나 2018년 490MW, 2019년 1,150MW로 증가하였고, 2020년에는 1,719MW까지 확대되는 등 수력발전 생산용량의 약 2/3 수준 까지 이르렀다. 바이오에너지는 타 신재생에너지에 비해 발전 잠재력은 미미하다.

카자흐스탄 정부는 지난 2013년 '카자흐스탄의 그린이코노미 전환을 위한 개념(Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy)'을 발표하였다.<sup>17</sup> 이 보고서는 신재생에너지 부문에 대한 카자흐스탄 정부의 육성의지와 목표를 최초로 드러낸 것으로, 정부는 태양광 및 풍력 등 신재생에너지를 통한 전기 생산 비중을 2020년까지 3%, 2030년까지 30%, 2050년에는 50%로 확대하겠다는 구상을 표면화했다.<sup>18</sup> 정부는 이미 2009년

<sup>17</sup> 이 전략개념은 정부가 2012년 발표한 '카자흐스탄 2050 전략(Kazakhstan 2050 Strategy)'의 에너지부문에 대한 보완적 성격을 갖는다. 카자흐스탄 2050 전략에서 정부는 기존의 화석연료 중심의 성장 정책을 폐기하고 효율적이고 선별적인 에너지 개발을 추진하는 것을 목표로 하였으나 구체적인 목표와 시행방안은 포함되지 않았다. 정부는 본 전략개념의 발표로 에너지부문 혁신에 대한 방향성을 명확히 하였다. 그리고 이와 같은 기조는 2017년 누르술탄에서 개최된 국제엑스포의 슬로건인 '미래 에너지 (Energy of the Future)' 와 흐름을 같이 하는 형태로 유지된다.

<sup>18</sup> "Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy," Decree of the President of the Republic of Kazakhstan on May 30, 2013 #557, (<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Concept%20on%20Transition%20t>

7월 「신재생에너지 사용 지원에 관한 법률(О поддержке использования возобновляемых источников энергии)」을 제정하고 신재생에너지지원의 규정, 정부기관의 규제와 권한, 지원을 위한 주요 제도 등을 명시한 바 있다.<sup>19</sup> 여기에는 태양광, 풍력, 바이오매스, 지열 등의 생산을 위한 토지구매, 시설 건축, 장비 구매 등의 비용에 최대 30%까지 정부가 지원할 수 있도록 규정하고 있다. 이 법은 지속적으로 개정되어오고 있는데, 2021년 7월 1일에 개정된 법률에 따르면 전기를 생산하는 사업자는 발전비용에서 신재생에너지원을 사용한 비용은 제외하도록 하여 발전용량 단위로 부과되는 정부의 세금이 감축될 수 있도록 하였다. 정부는 가능한 한 신재생에너지원을 기반으로 하는 전기 생산자들에게 많은 혜택을 제공하여 신재생에너지 생산이 확대되도록 법안의 개정에 노력하고 있다.

2017년 11월과 12월에 정부는 공공입찰 방식의 신재생에너지 개발을 위해 입찰절차, 입찰 참여자의 자격요건, 의무이행 사항 등을 규정하는 법률을 잇따라 제정하고 2018년부터 풍력, 태양광, 지열, 바이오 등의 4개 신재생에너지 분야에서 개발 프로젝트를 발주하기 시작했다.

카자흐스탄은 유럽부흥개발은행(EBRD)과 함께 신재생에너지 개발에 적극적으로 나서고 있다. EBRD는 2000년대 후반부터 카자흐스탄의 탄소발생 감소를 위한 신재생에너지 기반 구축에 자금지원을 해왔는데, 2020년까지 총 14개 프로젝트에서 5억 3,500만 달러를 공여해왔다.<sup>20</sup> EBRD가 자금을 공여한 최근의 프로젝트로는 카자흐스탄 남부 잠빌(Zambyl)지역에 추진하는 ‘자나타스(Zhanatas)풍력단지’개발이다. 이 프로젝트에는 EBRD뿐만 아니라, 녹색기후기금(GCF)과 중국공상은행, 아시아인프라투자은행(AIIB) 등이 공동으로 자금을 지원하며 건설사로는 ‘중국전력국제홀딩(China Power International Holding Ltd.)’이 참여하여 100MW 규모의 풍력생산단지를 조성하는 사업이다.<sup>21</sup> 이 밖에도 EBRD는 중국의 태양광발전 개발기업인 ‘라이센에너지(Risen

---

owards%20Green%20Economy%20until%202050%20%28EN%29.pdf, 검색일: 2021년 10월 7일)

<sup>19</sup> “О поддержке использования возобновляемых источников энергии,” от 4 июля 2009 года №. 165-IV, ([https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30445263#pos=4-115](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30445263#pos=4-115), 검색일: 2021년 10월 7일)

<sup>20</sup> “EBRD will help Kazakhstan achieve carbon neutrality by 2060,” 31, Mar. 2021, (<https://www.ebrd.com/news/2021/ebrd-will-help-kazakhstan-achieve-carbon-neutrality-by-2060.html>, 검색일: 2021년 10월 8일)

<sup>21</sup> “KazRef II - Zhanatas Wind Farm,” (<https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/50569.html>, 검색일: 2021년 10월 8

Energy)'와 협력하여 카자흐스탄 중부에 위치한 카라간다(Karaganda)지역에 40MW 규모의 태양광발전소를 2019년에 건설하였고 50MW 규모의 태양광발전소를 추진하는 등 신재생에너지 개발사업을 활발히 진행하고 있다.

또한, 러시아에서 혁신을 주도하는 공기업인 로스나노(Роснано)와 레노바 그룹(Renova Group)이 합작으로 설립한 태양에너지 개발 전문기업인 ‘헤벨그룹(Hevel Group)’은 아크몰라(Akmola) 지역에 100MW규모의 CIS 내 최대 태양광 발전단지를 건설하였고, 2020년 5월부터 본격적인 가동을 시작하였다.<sup>22</sup> 이처럼, 국제기구나 중국 또는 러시아 기업들이 카자흐스탄의 신재생 에너지 개발에 관심을 갖는 이유는 카자흐스탄이 갖는 신재생에너지 개발 잠재력이 높기 때문이다. 중앙아시아 국가 가운데 카자흐스탄의 신재생에너지 개발 잠재력은 에너지생산의 규모와 분야에 있어서 가장 풍부한 것으로 알려지고 있는데, 풍력발전의 경우 증가리안 게이트(Dzungarian Gates), 망기 스타우 지역(Mangystau Region), 카라타우 고지(Karatau Peak), 추-일리 산맥(Chu-Ili Mountains) 등을 중심으로 하는 국토의 남부와 중북부, 일부 서부지역을 중심으로 성장가능성이 높으며<sup>23</sup> 태양광은 알마티를 중심으로 하는 중남부지역, 수력발전은 주요 강들이 위치한 동남부 지역을 중심으로 발전가능성이 높다.

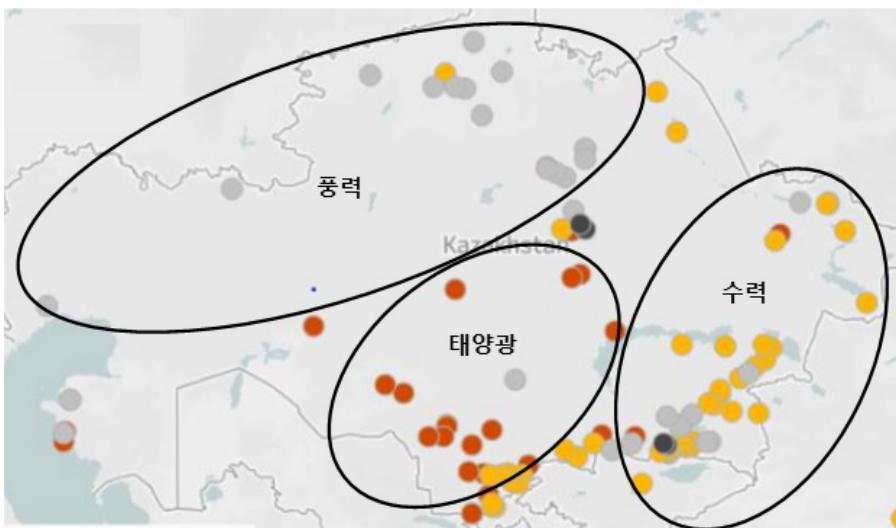
---

(일)

<sup>22</sup> “Хевел ввела в эксплуатацию СЭС Нура - одну из крупнейших солнечных электростанций в Казахстане,” 31 мая 2020, (<https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/551594-khevel-vvela-v-ekspluatatsiyu-odn-u-iz-krupneyshikh-solnechnykh-elektrostantsiy-v-kazakhstane/>), 검색일: 2021년 10월 9일)

<sup>23</sup> Elena Shadrina, “Renewable Energy in Central Asian Economies: Role in Reducing Regional Energy Insecurity,” *ADBI Working Paper Series No. 993*. Aug. 2019, pp. 13-14.

[그림 1] 카자흐스탄의 신재생에너지별 발전 지역



\* 자료: PWC, "Renewable Energy Market in Kazakhstan: Potential, Challenges, and Prospects," May 2021, p. 24에서 저자 편집

우즈베키스탄은 중앙아시아 지역에서 카자흐스탄에 이어 신재생에너지 개발잠재력과 정부의 육성의지가 높다. 아시아개발은행(ADB)이 우즈베키스탄 정부의 도움을 받아 2014년 작성한 「우즈베키스탄 태양광 발전을 위한 로드맵(Roadmap to Solar Energy Development)」에서는 2030년까지 태양광발전을 확대하여 전체 전기 생산의 약 6%를 달성을 할 수 있다고 보았는데, 이를 위해 적합한 태양광발전소 설치 유망지역으로는 타슈켄트, 사마르칸트, 카라칼파크스탄, 페르가나 및 수르한다리야(Surkhandarya)지역 등이 꼽혔다.<sup>24</sup> 2017년 미르지요예프 대통령은 우즈베키스탄 사회의 발전을 위한 5가지 우선분야를 천명하면서 경제 분야에 있어 신재생에너지의 사용 확대를 주요 추진과제 중 하나로 선정하였다. 이어 2019년 정부는 대통령령을 통해 신재생에너지원의 개발을 촉진하기 위해 신재생에너지원을 기반으로 하는 전력요금체계를 개편하고 태양광과 풍력발전소 부지 선택을 위한 절차 마련 및 연구 착수, 관련 설비의 테스트와 인증을 위한 시험기구 구축 등을 구체화하는 법안을 마련하였다.<sup>25</sup> 그리고 이 법안을 통해 정부는 2030년까지 전기생산에서 신재생에

<sup>24</sup> ADB, "Republic of Uzbekistan - Roadmap to Solar Energy Development," 2014. pp. 41-60.

너지 기반의 비중을 25%까지 확대하는 목표를 제시하였다.

우즈베키스탄 정부의 본격적인 신재생에너지 개발계획은 카자흐스탄보다 늦게 시작되었고 외부로부터의 투자나 협력도 리더십이 교체되고 개방적인 정책을 표방하면서 구체화되고 있어 아직 신재생에너지 투자는 카자흐스탄에 비해 활발하지 않다. 그러나 태양광과 풍력 등 주요 신재생에너지의 성장 잠재력은 평가 기관에 따라 차이가 있지만 대체로 높은 것으로 나타나고 있다. 국제재생에너지기구(IRENA)에 의하면 우즈베키스탄의 전체 신재생에너지 생산용량은 2,009MW로 카자흐스탄의 약 40% 수준에 그치며 대부분은 수력발전에 집중되어 있다.<sup>26</sup> 전체 전기생산에서 신재생에너지를 기반으로 한 생산비중은 13%로, 수력발전이 12%를, 풍력과 태양광 발전을 통한 전기 생산은 1%에도 미치지 못하고 있다.<sup>27</sup> 그러나 연간 생산잠재력으로 볼 때, 수력발전은 275억 kWh, 태양광과 풍력은 각각 140억 kWh와 5조 1,900억 kWh에 달한다.<sup>28</sup> 또한, 우즈베키스탄의 태양광과 풍력에너지 개발 효율성은 다른 국가와 비교할 때 높은 것으로 나타나고 있다.

---

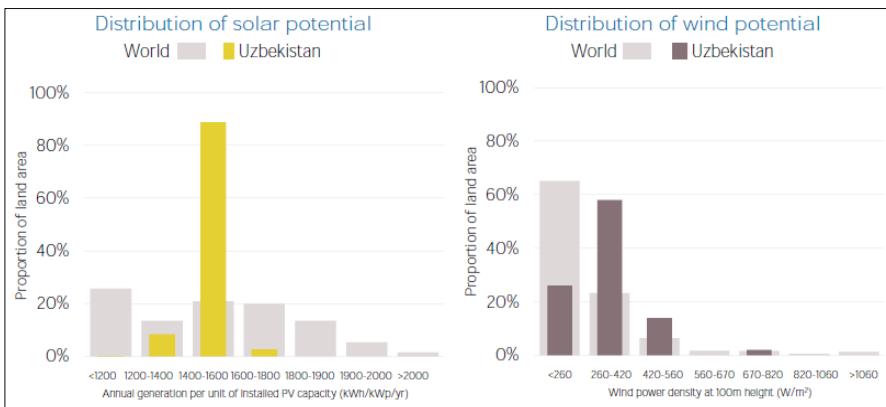
<sup>25</sup> “ОБ УСКОРЕННЫХ МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ, ВНЕДРЕНИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЗВИТИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ,” ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН №ПП-4422 22.08.2019, (<https://lex.uz/ru/docs/4486127>, 검색일: 2021년 10월 8일)

<sup>26</sup> IRENA, “Renewable Capacity Statistics 2021,” 2021, p. 4.

<sup>27</sup> IRENA, "Energy Profile: Uzbekistan," 2021. p. 2.

<sup>28</sup> Caspian Policy Center, "The Considerable Potential for Renewable Energy in the Caspian Region," Special Report, p. 9.

[그림 2] 우즈베키스탄의 태양광/풍력에너지 잠재력



\* 자료: IRENA, "Energy Profile: Uzbekistan," 2021. p. 4.

2020년 사마르칸트(Samarkand) 지역에 완공된 사마르칸트 태양광단지는 해당 지역의 높은 태양광발전 잠재력을 기반으로 EBRD와 ADB 등 국제기구의 재정적 지원을 받아 건설되었다. 우즈베키스탄 정부는 또한 2020년 사마르칸트와 나보이(Navoi) 지역에 각각 100MW 규모의 태양광 발전소 건설을 위한 사업자를 선정하였는데, 전자는 프랑스 기업인 토탈(TOTAL Eren)o, 후자는 아랍에미리트 기업인 마스다르(Masdar)가 최종 낙찰을 받았으며 2021년 프로젝트 착공에 들어갔다.<sup>29</sup> 우즈베키스탄 정부는 태양광과 풍력, 바이오에너지 부문에서 해외투자를 적극적으로 유입시켜 자국 내 신재생에너지 개발을 본격화 할 것임을 표명하고 있다.

<sup>29</sup> “В Узбекистане в этом году запустят две солнечные электростанции мощностью 100 мегаватт,” 16, Янв. 2021, (<https://repost.uz/svet-ne-otklyuchat>, 검색일: 2021년 10월 11일)

## IV. 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 신재생에너지 전환 동력과 추진 장애물

### 1. 에너지 전환 추진의 촉매요인

카자흐스탄과 우즈베키스탄은 모두 자원보유가 많은 국가로 지난 수십 년간 원유, 천연가스, 석탄과 같은 전통적인 에너지 중심의 경제성장을 추진해 왔다. 그러나 이와 같이 전통적인 에너지원의 개발에 기댄 경제성장은 더 이상 이 국가들이 추구하는 지속적인 경제성장의 모델로 보기 어렵다. 그런 의미에서 이들 국가에게 에너지 전환의 중요한 동력은 경제성장과 산업다각화이다. 카자흐스탄의 ‘그린이코노미 전환을 위한 개념(Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy)’에 따르면, 카자흐스탄 정부의 그린에너지 전환개념은 단순히 전통에너지원을 신재생에너지로 변환하는 것이 아니라, 에너지의 효율적 활용과 연관된 산업으로의 파생 및 발전이 포함된 포괄적인 산업발전의 개념을 담고 있다.<sup>30</sup> 카자흐스탄 정부는 그린 성장 모델로의 전환을 통해 50만개의 새로운 일자리가 창출되고 국민의 생활의 질이 향상될 것으로 기대하고 있다.

신재생에너지로의 전환과 관련되어 정부가 추진하고 있는 산업분야로는 에너지 효율성 개선과 관련한 산업, 농업과 연계한 수자원활용, 온실부문 등이 있다. 정부의 계획에 따르면 천연가스 부문을 포함한 신재생에너지 개발 자체에는 520억 달러를 투자할 예정이고, 연관 산업 분야에 대한 투자금액도 67억 달러에 달한다. 다만, 신재생에너지와 관련된 다양한 산업을 발전시키려는 것이 카자흐스탄 정부의 의도이지만, 내용이 분야별로 구체화되지 못하고 있다는 점은 한계로 볼 수 있다.

---

<sup>30</sup> “Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy,” Decree of the President of the Republic of the Kazakhstan on 30, May, 2013, #557, pp. 1-51.

[표 3] 카자흐스탄의 그린에너지 관련 산업분야별 투자계획(2050년까지)

분야	투자금액(십억 달러)
신재생에너지 개발 및 천연가스	52
산업, 운송, 공공부문, 가정의 에너지 효율성 개선	37
수자원 활용의 효율성 증대(농업부문과 연계)	14
온실 부문	4
농업경작과 관련한 선진기술 도입	4
전기 생산시설에 대한 먼지 및 가스 저감 장치 설치	4
쓰레기 처리 프로그램	4
<b>합계</b>	<b>119</b>

\* 자료: "Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy," Decree of the President of the Republic of the Kazakhstan on 30, May, 2013, #557, p. 12.

새로운 분야의 산업발전이 촉진되기 위해서는 금융부문의 지원과 투자는 필수적이다. 누르술탄에 위치한 '아스타나국제금융센터(AIFC, Astana International Finance Center)'는 산하에 '그린금융센터(GFC, Green Finance Center)'를 두고 있는데 GFC는 카자흐스탄과 중앙아시아의 녹색금융 발전을 위해 설립된 AIFC 산하 기구로 주요 목표는 녹색 및 사회적 채권과 같은 최신 금융 상품을 통해 지속 가능한 경제에 투자하는 것이며 그린에너지 개발과 관련한 지역 씽크탱크로서 정부, 준국가 조직 및 기업가에게 녹색 금융 및 지속 가능한 개발에 대한 전략 및 비즈니스 컨설팅을 제공하는 기관이다.<sup>31</sup> 이와 같은 금융지원시스템의 조직은 카자흐스탄 또는 중앙아시아 지역에서 신재생에너지 및 이를 기반으로 하는 기업을 재무적으로 지원하여 연관 산업의 발전을 돋는데 기여하고 있다.<sup>32</sup>

우즈베키스탄의 에너지 전환 역시 자국 경제성장 및 산업다각화와 연계되어 추동력을 갖는다. 우즈베키스탄의 쿠치카로프(Zamshid Kuchkarov) 경제개

<sup>31</sup> “О Центре Зеленых Финансов,” (<https://gfc.aifc.kz/ru/o-tsentre-zelenyh-finansov/>, 검색일: 2021년 10월 20일)

<sup>32</sup> 이러한 제도적 뒷받침에 힘입어 카자흐스탄은 그린금융 제도와 관련하여 동유럽 및 CIS 지역에서 가장 높은 평가를 받고 있는데, 세계 주요 도시를 대상으로 한 '글로벌 그린 금융인덱스(GGFC, Global Green Finance Index) 2021'"의 조사결과에 따르면 카자흐스탄의 누르술탄과 알마티는 각각 57위와 62위를 기록하였다. 이 같은 결과는 프라사(67위), 모스크바(71위), 바르샤바(72위), 이스탄불(74위) 등에 앞서는 것으로 카자흐스탄의 그린금융 제도의 발전정도를 잘 보여주고 있다. Financial Center Futures, "The Global Green Finance Index 7," Apr. 2021, p. 44.

발부 장관은 “우즈베키스탄이 중상위 소득국가에 합류하려면 녹색경제에서 성장의 기반을 찾아야 한다.”고 밝힌 바 있다.<sup>33</sup> 신재생에너지를 기반으로 한 에너지 전환과 산업다각화가 경제성장의 중요한 요인임을 명확히 한 것이다.

또한 우즈베키스탄의 산업다각화에서 그린에너지 분야는 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 2013년 3월 발효된 우즈베키스탄 대통령령 No.4512 인 「대체에너지원의 추가적인 개발을 위한 조처(О МЕРАХ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ)」에 따르면, 우즈베키스탄 정부는 대체에너지 가운데 태양광과 바이오가스 개발 및 실용화를 위한 과학적·생산적기반이 조성되어있음을 분명히 하고, 자국 내에서의 장비와 부품 등을 생산하게 될 것임을 밝히고 있다.<sup>34</sup> 당시 우즈베키스탄은 중국 기업과 공동으로 투자하여 ‘나보이(Navoi)' 지역에 연간 약 50MW 규모의 태양광 패널 생산공장 설립을 추진하였으나 이 사업은 표류되고 말았다. 하지만, 이미 우즈베키스탄에는 태양광패널을 생산하는 중소규모의 생산자가 상당수 존재하고 있으며 이들이 생산한 패널은 가정이나 기업에서의 태양광에너지 생산에 활용되고 있다. 이처럼 신재생에너지를 기반으로 한 에너지 생산이 확대되면 정부는 관련 부품이나 장비를 개선하려는 시도를 지속적으로 할 것이며 이는 신재생에너지 전환을 자극하는 동력으로 작용할 것이다.

두 번째로, 카자흐스탄과 우즈베키스탄에서 신재생에너지 사용을 촉진시킬 또 다른 부문은 화석연료에 대한 의존감소의 가속화 측면이다. 원유와 천연가스 등 전통적인 에너지원의 수출에 의존하는 경제구조가 고착화된 이국가들은 국제에너지가격의 하락과 같은 외부충격에 취약하다. 예측할 수 없는 국제에너지 가격의 하락은 정부재정 운용의 불안정성으로 이어지고 장기적으로 안정적인 경제성장과 발전을 가로막는 위험요인이 된다. 특히 ‘에너지 안보(energy security)’의 측면에서 화석연료에 대한 중앙아시아 국가들의 의존도 감소는 절대적으로 중요하다. ‘국제에너지기구(IEA, International Energy Agency)’는 에너지안보를 “합리적인 가격으로 에너지원을 중단 없이

<sup>33</sup> “Почему Узбекистан инвестирует \$6,5 млрд в альтернативную энергетику,” 14 Сентября 2021, (<https://news.myseldon.com/ru/news/index/258701716>, 검색일: 2021년 10월 22일)

<sup>34</sup> “О МЕРАХ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ,” УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН № УП-4512, 1 марта 2013, (<https://lex.uz/docs/2138641>, 검색일: 2021년 10월 26일)

사용할 수 있는 가용성을 보장받는 것”으로 정의하는데<sup>35</sup> 이것은 곧 에너지 활용 다각화와 의존성 감소의 측면에서 △에너지원과 공급루트의 다변화를 지원하는 것, △주요 에너지관련 자원에 대한 의존도를 줄이는 것, △갑작스러운 사태에 대비한 국내에너지 공급의 안정성을 확보하는 것으로 볼 수 있다.<sup>36</sup> 앞에서 살펴보았듯이 카자흐스탄은 석탄 사용에 대한 보조금 지급이 타 국가에 비해 월등히 높은 수준을 보이고 있는데, 정부는 중단기적으로 가정에서 사용되는 화석에너지원을 점차 다른 에너지원으로 전환시키는 정책을 추진 중이다. 이를 통해서 현재 지나치게 전통에너지원에 의존된 구조를 개선하고자 한다. 특히 카자흐스탄에서 화석에너지 원료 사용의 유지를 위해 소비자에게 지급되는 보조금은 국가재정에 막대한 부담을 주고 있으며 장기적으로 지속될 수 없는 것으로 감축하는 방향의 개혁이 필요하다.<sup>37</sup> 우즈베키스탄의 경우, 카자흐스탄보다 그 정도가 더 심각한데, GDP에서 에너지보조금이 차지하는 비중이 훨씬 높다. 우즈베키스탄 정부가 2050년까지의 달성을 목표로 추진하는 「탄소중립 로드맵(A Carbon Neutrality Roadmap)」의 주요 과제 중 하나는 화석연료에 대한 보조금을 단계적으로 폐지하여 에너지 가격을 정상화하는 것이다.<sup>38</sup> 보조금이 감소할수록 자연스럽게 전통에너지 사용이 줄어들고 이를 신재생에너지 사용으로 흡수하면서 에너지안보를 확보할 수 있게 되는 것이다.

세 번째로, 국제규범 준수를 위한 온실가스 감축의 관점에서 카자흐스탄 정부는 특히 가정용 석탄사용을 줄이기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, 카자흐스탄에서 천연가스 공급망에 연결되지 않은 일부 북부, 동부, 중앙의 시골지역의 경우 석탄과 목재연료를 일컫는 ’고체연료(solid fuels)’의 사용 비중이 95~99%에 이르고 있어<sup>39</sup> 카자흐스탄 대기오염의 주요 원인으로 지목되고 있다. 카자흐스탄 정부는 이 지역에 대해 천연가스 공급망 확장과 신재생에너지 사용을 장려하여 국제협약에서 준수하기로 약속한 수준인 2030년

<sup>35</sup> IEA, "Energy security: Reliable, affordable access to all fuels and energy sources," (<https://www.iea.org/topics/energy-security>, 검색일: 2021년 11월 2일)

<sup>36</sup> U.S. Department of Energy, "Valuation of Energy Security for the United States," Report to Congress, Jan. 2017, p. 10.

<sup>37</sup> EBRD, "The fisical implications for Kazakhstan of worldwide transition to a greener global economy," 2018, p. 15.

<sup>38</sup> Ministry of Energy of the Republic of the Uzbekistan, "A Carbon Neutral Electricity Sector in Uzbekistan," pp. 1-3.

<sup>39</sup> IEA, "Clean Household Energy Consumption in Kazakhstan: A Roadmap," Dec. 2020, p. 11.

까지 온실가스 배출을 15% 감축하기로 한 목표를 준수하기 위해 노력하고 있다.<sup>40</sup>

우즈베키스탄의 미르지요예프(Shavkat Mirziyoyev) 대통령이 2019년 10월 승인한 「2019-2030년 우즈베키스탄의 녹색경제 전환을 위한 전략(ОБ УТВЕРЖДЕНИИ СТРАТЕГИИ ПО ПЕРЕХОДУ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН НА «ЗЕЛЕНУЮ» ЭКОНОМИКУ НА ПЕРИОД 2019 -2030 ГОДОВ)」에서 우즈베키스탄은 2015년 파리협정에서 합의한 탄소감축에 대한 의무를 이행해야 할 필요성을 명시하였다.<sup>41</sup> 비록 우즈베키스탄과 같은 신흥국들은 탄소에너지에 대한 의존감축이 경제적으로 반드시 이익이 되는 상황은 아니지만, 국제적인 협약에 따른 이행의무를 충실히 이행해야만 한다. 그리고 이러한 의무는 우즈베키스탄이 신재생에너지로 전환하도록 하는 추동요인 중 하나가 된다.

## 2. 에너지 전환 추진의 장애요인

카자흐스탄과 우즈베키스탄은 앞에서 살펴본 것과 같은 신재생에너지원 개발의 추동력을 갖고 있으나 반면에 이의 적극적인 개발과 발전에 걸림돌이 되는 요인들도 존재한다.

첫째, 신재생에너지 개발은 기존의 에너지원의 그것에 비해 경제성이 부족하다. 이들 국가에서 신재생에너지를 활용해 전기를 생산하는 비용은 전통적인 에너지원을 활용해 전기를 생산하는 비용보다 훨씬 높다. 2018년 기준 1kWh의 전기를 생산하는 비용은 카자흐스탄의 경우 0,035달러, 우즈베키스탄은 0.024달러에 불과해, 독일 0.338달러, 덴마크 0.333달러, 벨기에 0.318달러 등 선진국과의 격차가 매우 크게 나타났으며 중국의 0.13달러보다도 낮다.<sup>42</sup> 원유나 천연가스 등의 전통적인 에너지원을 채굴하고 활용하는 비용이 낮기 때문에 신재생에너지원의 개발에는 정부의 적극적인 지원이 필요하다. 낮은 경제성 때문에 민간으로부터의 자발적인 대규모 투자유입은 기대하기

<sup>40</sup> Ibid., p. 4.

<sup>41</sup> “ОБ УТВЕРЖДЕНИИ СТРАТЕГИИ ПО ПЕРЕХОДУ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН НА «ЗЕЛЕНУЮ» ЭКОНОМИКУ НА ПЕРИОД 2019 -2030 ГОДОВ,” ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН №ПП-4477 04.Октября.2019, (<https://lex.uz/ru/docs/4539506>, 검색일: 2021년 10월 23일)

<sup>42</sup> IEA, "Uzbekistan Energy Profile," Oct. 2021, p. 38.

어려운 상황이기 때문이다. 특히 카자흐스탄의 경우, 영토가 넓고 신재생에너지 개발 잠재력이 높은 지역은 인구분포가 낮은 곳이 많아 경제성 확보에 어려움이 크다. 예를 들어, 연간 생산 용량이 100MW 규모인 신재생에너지 발전 시설의 건설을 위해서는 약 1억 2,000만 달러의 비용이 소요되는데, 이를 통해 수익을 내기 위해서는 빨라야 10~12년이 소요된다.<sup>43</sup> 사업을 주관하는 기업이나 자금을 제공하는 금융기관의 입장에서는 그다지 매력적인 조건이라고 볼 수 없다. 실제로 카자흐스탄에서 시행되는 신재생에너지 사업에 자금을 제공하는 기관은 민간 금융기관이 아니라, 대부분 공적 금융기관으로부터 나오고 있다. 실제로 금융기관에서 신재생에너지 분야 프로젝트 수행을 위한 타당성을 검토할 수 있는 전문가가 없다.<sup>44</sup> 카자흐스탄의 에너지 분야에 대한 외국인 투자의 대부분이 투자 대비 회수가 빠르고 경제성이 검증된 전통적인 에너지원에 집중된 이유가 설명된다. 우즈베키스탄은 원자력 발전의 원료가 되는 우라늄 매장이 높은 국가이다. 원자력 발전을 통한 전력 생산은 신재생에너지 원을 활용한 전력 생산에 비해 비용이 1/20에 불과하다.<sup>45</sup> 우즈베키스탄은 자국 내의 급증하는 전력 소비 수요에 대응하기 위해 노력하고 있는데, 러시아와 지난 2018년 10월 2기의 원자력 발전소 건설에 합의하였으며 2028년 완공을 목표로 현재 발전소를 건설 중에 있다.<sup>46</sup> 향후, 이와 같은 경제성을 고려한다면, 신재생에너지 생산이 최우선적인 대안으로 부각되기는 어려운 것이 현실이다. 결국, 신재생에너지 자원의 활용을 위해서는 정부가 적극적으로 나설 수밖에 없는 상황이 되며 부족한 경제성을 보완하기 위해 정부의 재정적인 보조가 동반되어야만 하는 여건이 이 지역에서의 신재생에너지 발전의 발목을 잡는 요인이다.

두 번째 장애요인은 중앙아시아 지역에서 태양광 및 풍력과 같은 신재생 에너지와 관련한 제품이나 시설의 생산 기술 수준이 높지 않다는 점이다. 태양광 분야에서 핵심적인 부분인 태양광 패널 제작에는 초기에 반도체 실리콘

<sup>43</sup> “Kazakhstan’s renewables agenda hindered by old technology,” 28, Jul. 2021, (<https://eurasianet.org/kazakhstans-renewables-agenda-hindered-by-old-technology>, 검색일: 2021년 11월 3일)

<sup>44</sup> Yelena Kalyuahnova, “Resource-rich countries, clean energy, and volatility of oil prices,” in *Sustainable Energy in Kazakhstan: Moving to cleaner energy in a resource-rich country*, (London: Routledge, 2017), p. 11.

<sup>45</sup> IEA, op. cit., p. 38.

<sup>46</sup> “Uzbekistan, Russia agree on site for nuclear plant,” 2, May, 2019, (<https://eurasianet.org/uzbekistan-russia-agree-on-site-for-nuclear-plant>, 검색일: 2021년 11월 8일)

이 사용되었으나 이후 비정질 실리콘으로 만든 광전패널(photoelectric panel)로 교체되었고, 다시 유연한 태양전지로 전환되었다. 여기에서 더 나아가 수상태양광발전, 건물통합형 태양광발전(BIPV) 등 점점 새로운 기술들이 개발되고 있는 실정인데, 이는 태양광에너지와 관련된 기술연구가 세계적으로 광범위하게 이루어지고 있고 이에 따른 기술발전이 빠르게 일어나고 있기 때문이다. 풍력에너지의 경우도 상황은 유사하다. 좀 더 효율적인 에너지 생성을 위해 풍력타워의 높이는 더 높아지고 있으며 블레이드의 크기와 터빈의 용량은 더 커지고 있다.<sup>47</sup> 또 이렇게 고도화된 장비를 유지하고 운영하기 위해서는 전문화된 기술 인력이 필요하다. 그런데 중앙아시아 국가들의 경우, 전통적인 에너지원의 개발과 생산에만 특화되어 왔으므로 신재생에너지 분야의 기술과 인력개발은 초기 발전단계에 있다. 연관 기술과 인적자원이 축적되어 있지 않으며 카자흐스탄과 우즈베키스탄 모두 같은 문제에 봉착해 있다.<sup>48</sup> 신재생에너지 기술 분야에서 선도적인 국가로 평가받고 있는 독일, 스페인, 덴마크 및 북유럽국가 등은 자국 내의 많은 기업 및 연구소 등을 통해 신재생에너지 개발과 연관분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 세계적인 경쟁력을 갖추고 있는 기업들이 다수이다. 이들은 일찌감치 그린 에너지 시대로의 전환을 선언하고 앞선 기술력을 바탕으로 대체로 성공적인 에너지전환을 추진하고 있다. 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 경우, 신재생에너지를 기반으로 한 대형 프로젝트는 대부분 외국 기업의 기술 및 생산제품을 토대로 진행되고 있다. 자국 내에도 관련기업들이 존재하나 이들의 기술력과 생산능력, 발전소의 운영능력은 외국기업에 미치지 못한다. 이와 같은 기술력 부족은 장기적으로 이 국가들의 신재생에너지로의 에너지전환과 지속을 저해하는 요인으로 작용할 것이다.

세 번째 요인은 현재 카자흐스탄과 우즈베키스탄 원유·가스 채굴 및 개발 기업이 해당 국가 경제에 미치는 영향이 매우 크나 실제로 이 기업들이 신재생에너지 개발에 있어 수행하는 역할이 미미하다는 점이다. 국영 자원개발 기업인 ‘카즈무나이가즈(KazMunayGas)’는 카자흐스탄의 대표적인 자원개발 기업이지만 현재 카자흐스탄의 에너지전환과 신재생에너지 개발에서의 역할

<sup>47</sup> “6 Advances in Wind Energy,” 7, Apr. 2021, (<https://www.asme.org/topics-resources/content/6-advances-in-wind-energy>, 검색일: 2021년 11월 8일)

<sup>48</sup> Murodbek Laldjebaev, Ruslan Isaev, and Almaz Saukhimov, "Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and potentials," Energy Report, Vol. 7. 2021, p. 3133.

과 프로젝트 수행은 크게 눈에 띄지 않는다. 2017년 이탈리아의 원유개발 기업인 ‘애니(Eni)’와 신재생에너지 공동 개발에 관한 협력에 합의했으나<sup>49</sup> 이후 실제로 개발 및 진전을 이룬 프로젝트는 없다. 그 사이 카자흐스탄 정부는 국제금융기구의 지원을 받거나 다른 공기업을 통해 신재생에너지 프로젝트를 실현해 나가고 있다. ‘삼룩그린에너지(Samruk Green Energy LLP)’는 카자흐스탄 정부가 신재생에너지 개발을 전담하기 위해 설립한 공기업으로 신재생에너지 관련 기술개발과 프로젝트 등을 전담하여 수행하고 있다. 카즈무나이가즈의 참여가 제한될 수밖에 없는 구조이다. 원유 등의 전통에너지를 개발하는 기업은 신재생에너지 분야에 대한 투자를 통해 기업의 포트폴리오를 다변화 할 수 있고, 탄소배출을 저감하거나 생산에서의 효율성을 증가시킬 수 있는 장점이 있다.<sup>50</sup> 그래서 러시아의 경우도, 신재생에너지와 관련한 기술개발은 기술기업들이 주로 수행하지만, 전통에너지 기업들은 기술의 수용을 통해 배출탄소의 감소와 에너지효율성 확대에는 적극적으로 참여하고 있다. 카자흐스탄의 에너지 전환에서 전통적인 에너지 기업이 지속적으로 소외된다면 이들은 이 과정에서 잠재적인 걸림돌이 될 수도 있다. 현재 카자흐스탄 경제에서 전통적인 에너지 기업이 기여하는 비중은 무시할 수 없을 정도로 크지만, 에너지 전환의 과정에 자연스럽게 참여하여 기업의 이익이 감소하거나 장기적으로 기업의 존립을 흔들 수 있다는 우려를 불식시키는 것이 중요할 것이다. 우즈베키스탄의 경우도 상황은 비슷한데, 우즈베키스탄의 ‘우즈벡네프테가즈(Uzbekneftegaz JSC)’는 일부 태양광 시설의 설치를 제외하고는 풍력이나 태양광 등의 신재생에너지 분야의 기술개발이나 프로젝트에 대해 주도적인 입장이 아니다. 오히려 이 기업은 자국 내 가스 생산의 확대나 천연가스의 가공과 관련한 석유화학 시설의 확장과 건설에 더 중점을 두고 있다. 서구의 에너지기업인 쉘(Shell), 토탈(Total), 브리티시페트롤리엄(BP) 등은 신재생에너지 개발에 적극적으로 나서고 있는데, 향후 자원고갈에 대처하기 위한 목적이 크다.<sup>51</sup> 중앙아시아의 전통적인 자원개발 기업들도 유

<sup>49</sup> “Eni signs a number of strategic cooperation agreements in the upstream and renewable energy sectors in Kazakhstan,” 22, June, 2017, (<https://www.eni.com/en-IT/media/press-release/2017/06/eni-signs-a-number-of-strategic-cooperation-agreements-in-the-upstream-and-renewable-energy-sectors-in-kazakhstan.html>, 검색일: 2021년 11월 30일)

<sup>50</sup> Robert J. Johnston, Reed Blakemore, and Randolph Bell, “The Role of Oil and Gas Companies in the Energy Transition,” Atlantic Council, Jan. 2020, pp.

<sup>51</sup> Matthias J. Pickl, “The renewable energy strategies of oil majors - From oil to energy?” Energy Strategy Review 26, 2019, p. 6.

사한 상황에 대비한 에너지전환 과정의 참여가 필요하며 이는 기업의 이익과 직결되어 있다. 에너지 전환 과정에 대한 참여가 보장되지 않는다면 이를 전통에너지 기업은 에너지 전환의 과정에서 적극적인 태도를 보이지 않을 것이다.

## V. 결론

카자흐스탄 및 우즈베키스탄과 같은 중앙아시아의 자원부국들이 앞으로 얼마나 빠른 속도로 신재생에너지 부문을 발전시킬 수 있을 것인지, 그리고 각 국 정부가 계획하는 시간표대로 신재생에너지 활용비율을 높일 수 있을지 예상하는 것은 쉽지 않다. 중요한 것은 이 과정에서 정부의 추진방향을 가속화시키는 요인들과 방해하는 요인들이 향후 지속적으로 충돌하게 될 수 밖에 없다는 것이다. 이들 국가의 신재생에너지 발전에서 산업다각화와 신산업발전이라는 요인은 중요한 추진동력으로 작용하게 될 것이다. 자원가격의 상승은 그 단면만으로 볼 때는 당장의 경제성장에 긍정적인 방향으로 작용하는 중요한 요인지만, 여기에 지나치게 의존할 경우 오히려 장기적으로는 부정적으로 작용할 수 있다. 그리고 신재생에너지 분야의 발전을 통해 양국은 자원의존과 경제성장의 고리를 약화시키려 한다. 카자흐스탄과 우즈베키스탄 정부가 생각하는 신재생에너지 발전은 에너지의 효율적 활용과 연관된 산업으로의 파생 및 성장이 포함된 포괄적인 산업발전의 개념을 담고 있다는 점에서 중요한 성장 동력이 된다. 또한, 화석에너지원에 대한 의존감소는 에너지안보를 실현하는 측면에서도 중요하다. 화석에너지의 고갈이 시작되면 이미 에너지 공급의 안정성을 확보하기에는 늦은 시기가 될 것이다. 신재생에너지 사용의 확대는 탄소에너지에 대한 의존을 줄여 에너지안보를 확보하는 데 결정적인 역할을 할 촉매요인이다. 마지막으로 자원부국으로서 국제사회로부터 받는 탄소배출감소의 압박도 이들이 신재생에너지 개발을 서두르도록 작용하고 있다.

반면, 신재생에너지 개발의 경제성은 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 에너지전환에 부정적인 요인으로 작용할 것이다. 기존의 화석연료 대비 높은 개발비용과 낮은 경제성은 신흥국으로서 이들 국가가 감내할 수 있는 수준을 시험하게 될 수도 있다. 국내의 점증하는 전력수요와 이에 대응하기 위한 전

력생산의 방편으로 태양광이나 풍력발전은 좋은 선택으로 여겨지지 않을 수 있다. 여기에 더해 신재생에너지 발전의 기반이 되는 주요 기술, 생산 및 운영능력의 부족은 이들 국가들에게 약점으로 작용할 것이다. 국내의 전통에너지 기업의 참여가 미진한 것도 저해요인이다.

반대로 작용하는 각각의 요인들이 충돌하게 될 때, 한 쪽 방향으로의 기울기를 결정짓는 것은 힘의 응집력일 것이다. 신재생에너지 발전을 위해 현재 카자흐스탄과 우즈베키스탄 정부는 자국이 가진 역량을 모으는 단계에 있다. 정부 수반은 신재생에너지 중심의 에너지 전환에 대해 기회가 될 때마다 강조하고 있으며 그 목표치를 언급하고 있다. 신재생에너지 개발과 그린경제발전을 위한 정부차원의 밀그림과 법령이 이미 마련되어 시행 중에 있다. 이를 기반으로 각종 국제기구와의 협력과 민간투자를 활용한 다양한 프로젝트들이 이미 완료되었거나 추진 중에 있다. 어느 때보다 지금 카자흐스탄과 우즈베키스탄 정부의 신재생에너지 발전에 대한 의지는 높다. 그리고 이러한 정부의 의지는 부정적인 요인들을 상쇄하고 정부가 목표로 하는 그린에너지 중심의 에너지전환으로 가는 중요한 응집력이 될 수 있을 것으로 본다.

태양광과 풍력을 중심으로 한 신재생에너지 개발에서 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 발전 잠재력은 다른 국가들에 비해 상대적으로 높다. 원유와 천연가스, 광물 등 풍부한 전통적인 에너지원은 이들이 지난 수십 년간 경제성장을 하는 밑거름이 되었다. 그리고 앞으로 시작될 새로운 수십 년은 전통적인 에너지원과 새롭게 발전하게 될 신재생에너지, 녹색경제 부문이 함께 성장을 견인하게 될 것이다. 다만, 이러한 전환은 저절로 얻어지는 것이 아니라 정부를 중심으로 다양한 주체들이 상호 협력하는 가운데서만 달성을 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- ADB. "Republic of Uzbekistan - Roadmap to Solar Energy Development." 2014.
- BP. "Statistical Review of World Energy 69 edition." 2020.
- Caspian Policy Center "The Considerable Potential for Renewable Energy in the Caspian Region." Special Report.
- Commander, S. "A Guide to the Political Economy of Reforming Energy Subsidies." IZA Policy Paper No. 52, December, 2012.
- "Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy." Decree of the President of the Republic of the Kazakhstan on 30, May, 2013, #557.
- Djimeu, E. W. and Omgbia, I. D. "Oil windfalls and export diversification in oil-producing countries: evidence from oil booms." *Energy Economics*, Vol. 78, No.2, Dec. 2018.
- EBRD. "The fysical implications for Kazakhstan of worldwide transition to a greener global economy." 2018.
- Financial Center Futures. "The Global Green Finance Index 7." Apr. 2021.
- IEA. "Clean Household Energy Consumption in Kazakhstan: A Roadmap." Dec. 2020.
- \_\_\_\_\_. "Uzbekistan Energy Profile." Oct. 2021.
- IRENA. "Renewable Energy Benefits: Measuring The Economics." 2016.
- \_\_\_\_\_. "A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation." 2019.
- \_\_\_\_\_. "Energy Profile: Uzbekistan." 2021.
- \_\_\_\_\_. "Renewable Capacity Statistics 2021." 2021.
- Johnston, R. J., Blakemore, R., and Bell, R. "The Role of Oil and Gas Companies in the Energy Transition." Atlantic Council, Jan. 2020.
- Kalyuahnova, Y. "Resource-rich countries, clean energy, and volatility of oil prices." in *Sustainable Energy in Kazakhstan: Moving to cleaner energy in a resource-rich country*. London: Routledge, 2017.
- Laldjebaev, M., Isaev, R., and Saukhimov, A. "Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and potentials." *Energy Report*, Vol. 7. 2021.

Ministry of Energy of the Republic of the Uzbekistan. "A Carbon Neutral Electricity Sector in Uzbekistan."

Pickl, M. J. "The renewable energy strategies of oil majors - From oil to energy?" *Energy Strategy Review* 26, 2019.

Sen, A., Nepal, R., and Jamasb, T. "Rebalancing Subsidies in Market-Based Energy Sectors: Synergies and Obstacles in Developing and Transition Economies." *ADBI Working Paper 1200*. Asian Development Bank Institute. Nov. 2020.

Singh, N., Nyuur, R., and Richmond, B. "Renewable Energy Development as a Driver of Economic Growth: Evidence from Multivariate Panel Analysis." *Sustainability*, Vol. 11, No. 8, 2019.

Oxford Institute for Energy Studies. "Economic diversification in the context of the energy transition." Marrakesh Morocco, 1-4 Oct. 2018.

Poudineh, R., Sen, A., and Fattouh, B. "Advancing Renewable Energy in Resource-Rich Economies of the MENA." *Renewable Energy*, Vol. 123, Aug. 2018.

Sayne, A. "Supporting the Energy Transition in Oil- and Mineral-Rich Countries." NRGI Program Note, Oct. 2020.

Shadrina, E. "Renewable Energy in Central Asian Economies: Role in Reducing Regional Energy Insecurity." *ADBI Working Paper Series No. 993*. Aug. 2019.

U.S. Department of Energy. "Valuation of Energy Security for the United States." Report to Congress, Jan. 2017.

#### "6 Advances in Wind Energy."

<https://www.asme.org/topics-resources/content/6-advances-in-wind-energy>.  
(검색일: 2021.11.8).

"Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy."

Decree of the President of the Republic of Kazakhstan on May 30, 2013 #557.

<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Concept%20on%20Transition%20towards%20Green%20Economy%20until%202050%20%28EN%29.pdf>. (검색일: 2021.10.7).

Danish Energy Agency. "Annual and Monthly Energy Statistics."

<https://ens.dk/en/our-services/statistics-data-key-figures-and-energy-maps/annual-and-monthly-statistics>. 검색일: 2021.11.19.).

“EBRD will help Kazakhstan achieve carbon neutrality by 2060”

<https://www.ebrd.com/news/2021/ebrd-will-help-kazakhstan-achieve-carbon-neutrality-by-2060.html> (검색일: 2021.10.8.).

“Eni signs a number of strategic cooperation agreements in the upstream and renewable energy sectors in Kazakhstan”

<https://www.eni.com/en-IT/media/press-release/2017/06/eni-signs-a-number-of-strategic-cooperation-agreements-in-the-upstream-and-renewable-energy-sectors-in-kazakhstan.html>. (검색일: 2021.11.30.).

IEA. "Energy security: Reliable, affordable access to all fuels and energy sources." <https://www.iea.org/topics/energy-security>. (검색일: 2021.11.2).

IRENA. "Energy Transition." <https://www.irena.org/energytransition>. (검색일: 2021.11.14.).

## “Kazakh President Sets Ambitious Goals for Renewables.”

<https://thediplomat.com/2021/06/kazakh-president-sets-ambitious-goals-for-renewables/>. (검색일: 2021.11.19.).

“Kazakhstan’s renewables agenda hindered by old technology.”

<https://eurasianet.org/kazakhstans-renewables-agenda-hindered-by-old-technology>. (검색일: 2021.11.3).

## United Nations "The Paris Agreement."

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (검색일: 2021.10.18.).

“Uzbekistan, Russia agree on site for nuclear plant.”

<https://eurasianet.org/uzbekistan-russia-agree-on-site-for-nuclear-plant>. (검색일: 2021. 11.8).

“В Узбекистане в этом году запустят две солнечные электростанции мощностью 100 мегаватт.” <https://repost.uz/svet-ne-otklyuchat>. (검색일: 2021.10.11).

“Выбросы углекислого газа CO<sub>2</sub> в мире Carbon Free Zone.”

D1%8C%D1%8F:%D0%92%D1%8B%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%8B\_%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE\_%D0%B3%D0%BC%D0%BC%D0%BC\_(Carb on\_Free\_Zone. (검색일: 2021.10.18.).

“О поддержке использования возобновляемых источников энергии.” от 4 июля 2009 года №. 165-IV.

[https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30445263#pos=4;-115](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30445263#pos=4;-115). (검색일: 2021.10.7.).

“ОБ УСКОРЕННЫХ МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ, ВНЕДРЕНИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЗВИТИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.” ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН №ПП-4422 22.08.2019,  
<https://lex.uz/ru/docs/4486127>. (검색일: 2021.10.8.).

“О МЕРАХ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.” УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН № УП-4512, 1 марта 2013. <https://lex.uz/docs/2138641>. (검색일: 2021.10.26).

“О Центре Зеленых Финансов.” <https://gfc.aifc.kz/ru/o-tsentre-zelenyh-finansov/>. (검색일: 2021.10.20.).

“Почему Узбекистан инвестирует \$6,5 млрд в альтернативную энергетику.” <https://news.myseldon.com/ru/news/index/258701716>. (검색일: 2021.10.22).

“Россию уличили в отставании мер против глобального потепления.”

[https://lenta.ru/news/2021/10/14/climate\\_ran/](https://lenta.ru/news/2021/10/14/climate_ran/). (검색일: 2021.10.18.).

“Хевел ввела в эксплуатацию СЭС Нура - одну из крупнейших солнечных электростанций в Казахстане.”  
<https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/551594-khevel-vvela-v-ekspluatatsiyu-odnu-iz-krupneyshikh-solnechnykh-elektrostantsiy-v-kazakhstane/>. (검색일: 2021.10.9).

## Abstract

# **Development of renewable energy in resource-rich countries: Energy transition drivers and obstacles in Kazakhstan and Uzbekistan**

Park, Jiwon

Resource-rich Kazakhstan and Uzbekistan are actively developing new and renewable energy recently. Kazakhstan has already announced the 'Concept for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy' in 2013, and has been preparing the foundational legislation since then. The goal is to achieve 50% of electricity generation through renewable energy such as solar and wind power by 2050. Uzbekistan is also making efforts to expand the production of solar and wind power by attracting foreign investment to cope with the increasing domestic electricity production.

These countries are rich in traditional energy sources such as crude oil and natural gas, but the following motives are the driving force for active renewable energy development. First, the development of renewable energy sources can be used as a new engine for economic growth and is a factor that stimulates industrial diversification along with the development of related industries. Second, expanding the use of renewable energy sources is important for improving the resource-dependent domestic energy structure and ensuring energy security. Third, in terms of compliance with international norms on greenhouse gas reduction, the development of renewable energy is a catalyst. On the other hand, insufficient economic feasibility, low production and operation technology of products or facilities related to solar and wind power, and less active involvement of traditional energy companies in the development of renewable energy are obstacles.

논문접수일 2022. 2. 20. / 심사기간 2022. 2. 22. ~ 2022. 3. 12. / 개제확정일 2022. 3. 13.