

사)에너지전환포럼 공동대표 홍중호, 임성진, 전영환, 박진희	<h1>보 도 자 료</h1>	“사람·환경·미래를 위한 에너지전환”
2021년 7월 18일(일) 즉시 보도 가능합니다		
배 포	2021. 7. 18(일)	
문 의	석광훈 전문위원 admin@energytransitionkorea.org http://energytransitionkorea.org	

SMR(Small Modular Reactor) 바로보기

- ① SMR은 탄소배출이 거의 없다?
 - ② SMR은 안전하다?
 - ③ SMR은 탄소중립의 대안이다?
 - ④ SMR은 공기를 단축시킬 수 있다?
 - ⑤ SMR은 매력적 투자 대상이다?
- SMR을 둘러싼 5가지 환상에 대한 팩트체크

최근 주목받고 있는 소형 모듈 최근 주목받고 있는 소형 모듈형 원자로 (SMR)는 과연 탄소중립에 기여할 수 있을까?

전국경제인연합회는 지난 6월24일 보도자료에서 “SMR은 기존 대형원전의 증기발생기, 냉각재 펌프, 가압기 등 주요 기기를 하나의 용기에 일체화한 전기출력 300MW 안팎의 소형원자로이며, 탄소배출이 거의 없고 안전성이 크게 향상되어 차세대 에너지원으로 부각”된다고 주장한 데 이어 7월6일에도 원전을 적극 활용해야 한다는 입장을 재차 밝혔다. 원전 산학연은 문재인 정부의 탈원전 선언으로 존폐의 위기에 몰리며 생명연장의 대안으로 SMR을 들고 나왔다.

잇따른 원전 사고, 치솟는 비용... 수세에 몰린 원자력계의 돌파구

원전 업계는 원전으로 생산한 전기가 “값싸고 깨끗하고 안전하며 안정적”이라고 홍보해왔다.

그러나 후쿠시마 원전 폭발사고 이후 기존 대형원전은 끊임없이 치솟는 안

전 비용 탓에 '값싼 에너지'라는 타이틀을 지키지 못하는 실정이다. 사용후 핵연료 처분과 관련해서 아직 아무런 실질적 해법을 제시하지 못하고 있고, 전주기 평가를 해보면 재생에너지에 비교해 많은 양의 온실가스를 배출하고 있음이 드러나 발전 단계에서 탄소를 내뿜지 않아 깨끗한 에너지라는 주장도 근거가 없다는 지적이 나온다. 오히려 기후변화로 인한 이상 기후의 진폭이 커지면서 안정적인 에너지 공급원이라는 주장도 퇴색되고 있다. 지난해 9월, 한반도를 찾아온 2개의 태풍 마이삭과 하이선의 영향을 잇따라 받으면서 원전 8기(고리1·2·3·4, 신고리1·2, 월성2·3)에 9호 태풍 마이삭의 영향으로 고리원전 1~4호기, 신고리 1~2호기가 모두 외부 전원이 끊어지고 멈추는 등의 사고가 발생했다. 다행히 큰 재난으로 이어지지 않았지만, 아찔한 순간이었다. 지난 2월 미국 남부 텍사스 지역에서는 기습적인 한파가 닥치면서 가동중이던 원전 4기 중 1기가 정지됐다.

기존 원전이 이처럼 수세에 몰리자 원전 산업계는 SMR로 돌파구를 열려는 시도를 하고 있는 것으로 보인다. 원자력 학계에서는 SMR의 장점과 단점, 기회와 위협을 다음(<표 1>, <표 2>)과 같이 정리해 제시하고 있다.

<표 1> 원자력계에서 주장하는 SMR의 장점 및 현안

장점	현안
기술적 관점	
<ul style="list-style-type: none"> • 모듈화를 통한 짧은 건설 공기 기대 • 안전성 증진 및 신뢰성 증진 • 설계의 단순화 • 비발전 분야의 적용(탈염 식수 계통) • 노후 화력발전소의 대체 • 온실가스 효과의 절감 	<ul style="list-style-type: none"> • 인허가 불확실성 • 비경수로 기술을 채택하여 경험 부족 • 운전 및 보수 경험 부족 • 다수 호기의 운영에 대한 인간공학적인 경험 부족 • 다중 모듈에 대한 기자재 공급량 취약 • 새로운 연구 개발 기술 적용에 대한 검증 부족
비기술적 관점	
<ul style="list-style-type: none"> • 작은 용량의 전력망에도 적합 • 부하의 증가에 따라 모듈의 증가를 통한 부하 대비 • 부지에 대한 활용성 • 비상 계획 지역의 감소 • 총 건설비용의 저감 • 손쉬운 자금 조달 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성의 경쟁력 약화 • kW당 건설비용의 증가 • 규제 산업 기반 필요 • 물리적 방호의 어려움 • 후쿠시마 원전 사고 이후 안전성 증진 및 대 국민 수용성 약화

출처 : 강기식, '소형모듈형 원자로 개발 현황 및 모듈화 시공성' 풍향계. 원자력 산업 2020년 4월호.

<표 2> SMR의 SWOT 분석

<p><장점 : Strength></p> <ul style="list-style-type: none"> -기존 대형원전에 비해 총 건설비가 상대적으로 저렴: 투자 위험도가 낮기 때문에 산업체 투자 유치와 참여 확대에 산업화가 상대적으로 쉬움. -연료 교체 없는 장수명 초소형 노심, 사고 시 피동 냉각 안전성을 확보함. -모듈화 설계·제작, 빠른 설치 등으로 저렴한 건설비 및 운영비 -투자 위험도 감소를 통한 경제성 확보 	<p><단점 : Weakness></p> <ul style="list-style-type: none"> -원전 규모가 작아 규모의 경제에 의해 에너지 생산단가가 비싸질 수 있음. -새로운 기술을 활용하기 때문에 인허가 불확실성 존재 : 원전 건설 전 필수 사항인 인허가 과정이 입증된 기술 위주로 구성되어 있어서 새로운 기술을 이용한 원자력 발전소에 대해서는 인허가 불확실성이 존재함. -소형원전을 다량 건설하는 경우나, 원자력 신흥국에서의 건설은 인허가 업무를 수행할 인프라가 부족하다는 점에서 건설의 지연 요인으로 작용할 수 있음.
<p><위협 : Threats></p> <ul style="list-style-type: none"> -소형 원자로의 다수 제작의 용이성과 원자력 도입국이 상대적으로 쉽게 원자로를 취득할 수 있다는 점은 핵 확산 위험성에 대한 우려가 있음. -SMR 또는 MMR을 수출할 시 수출국이 도입국의 핵주기, 특히 사용후핵연료 문제에 있어서 대형원전과 동일한 문제를 지님. 	<p><기회 : Opportunities></p> <ul style="list-style-type: none"> -소형로 용도의 다양화는 새로운 원자로 시장 개척의 동력이 될 수 있음 : 도서, 오지 등 고립된 지역에의 전원공급, 전력 다소비 산업에 전원 공급, 열 생산원, 담수화 등 산업체 증기 공급원, 전력수요가 작은 나라, 지방에의 독립된 전원 공급 등 용처의 다양화로 새로운 시장을 열 수 있음.

출처: 이정익(KAIST 원자력 및 양자공학과 부교수), '국내 및 해외의 소형 원자로 개발 동향, 세계원전시장인사이트, 에너지경제연구원, 2020. 7. 24.

SMR에 대한 여론의 관심이 집중되면서 갖가지 소문과 부정확한 정보가 확산되고 있어 아래 5가지 질문(SMR의 탄소배출량, 안전성, 설치 기간 등)에 대해 팩트체크를 해보았다.

① SMR은 탄소배출이 거의 없다? 허구

원자력발전은 핵분열 과정에서 발생한 열을 이용해 증기 터빈을 돌린다. 발전 과정에서선 화석연료를 태우지 않아 온실가스가 발생하지 않는다. 그러나 우라늄 채굴, 정련, 연료봉 제조 과정에서 온실가스가 배출된다. 원전 건설과 운영 과정에서도 온실가스가 배출된다.

<그래프 1> 원전과 재생에너지의 전주기 온실가스 배출량 비교

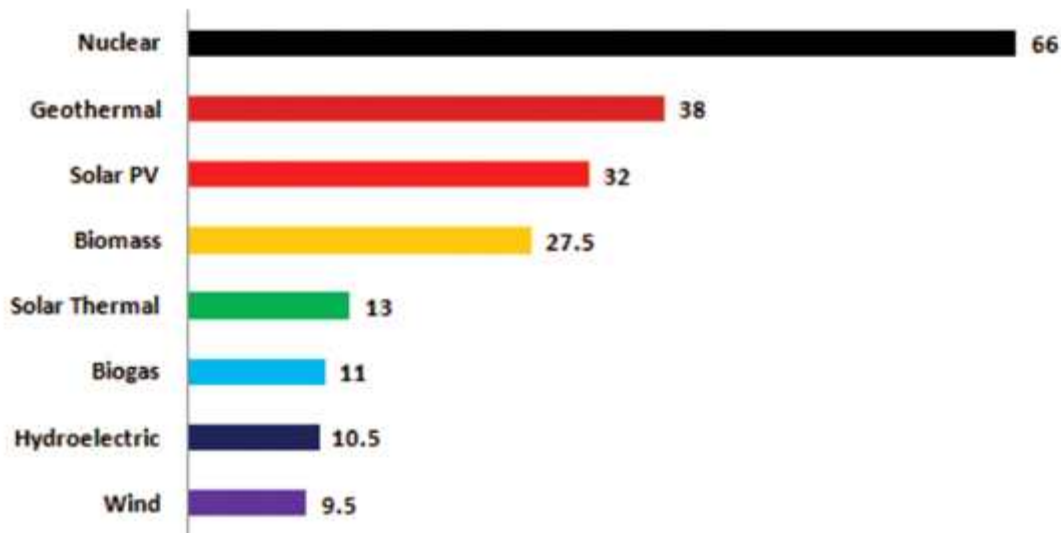


Figure 4. Greenhouse gas emissions associated with the lifecycle of nuclear and renewable power generators (in g of CO₂-equivalent/kWh). *Figure modified from: Sovacool (2008c).*

출처: Benjamin. K. Sovacool, 「A Critical Evaluation of Nuclear Power and Renewable Electricity in Asia」, 『Journal of Contemporary Asia』 제 40권, 제 3호, 2010, p.269 - 400

영국 서섹스 대학교 벤자민 소바쿨 교수가 2008년 펴낸 논문에 따르면 원전의 전주기 온실가스 배출량은 66g/kWh 이다. 태양광(32)보다 2배 이상 많고 풍력(9.5)보다는 7배 정도 많다.

미국 스탠포드 대학교 마크 제이콥슨 교수는 저서 '100% Clean, Renewable Energy and Storage for Everything'에서 "원전은 건설부터 운영, 그리고 폐기 과정에서 약 78~178CO₂eq/kWh의 온실가스가 발생한다"고 밝혔다.

또 원전은 건설하고 운영하는 데 걸리는 기간이 10~19년으로 매우 길어, 이 기간 동안 재생에너지와 같은 다른 발전원을 통해 온실가스를 저감할 수 있는 기회를 잃게 만드는 것도 문제다.

올해 과학저널 '네이처 에너지'에 발표된 영국 서섹스대와 독일 국제경영대학원(ISM)의 연구에 따르면, 재생에너지 발전 증가의 온실가스 감축 효과는 원전에 비해 7배나 강력한 것으로 나타났다. 이는 온실가스 배출을 효과적으로 줄이기 위해서는 원전보다 재생에너지를 확대해야 한다는 의미로 해석된다.

2018년 한양대 자원환경공학과 진태영·김진수 교수가 발표한 논문 <재생에너지와 원자력 중 어느 것이 탄소 배출 저감에 더 효과적인가 - 패널 데이

터 분석(What is better for mitigating carbon emissions - Renewable energy or nuclear energy? A panel data analysis)은 1990~2014년 원자력 발전을 해온 30개국의 데이터를 분석한 결과 "원자력은 재생에너지와 달리 탄소 저감에 기여하지 않으며, 따라서 지구온난화 방지를 위해서는 원전이 아닌 재생에너지의 개발과 확장이 필수적"이라는 결론을 냈다.

이는 SMR이라고 해서 다르지 않다. 오히려 같은 발전 용량이라면 소규모로 다량의 원자로를 만들어내는 SMR이 더 많은 탄소를 배출하게 된다. SMR이 분산형 전원을 표방하기 때문에 지역 곳곳에 더 많은 부지가 필요하게 되고 운영되는 발전소 현장이 많아질수록 온실가스 배출량이 필연적으로 늘어날 수밖에 없다.

② SMR은 안전하다? 검증 요소 많아

SMR은 대형 원자력발전소에 비해 출력이 낮은 특징으로 인해, 외부 전원 없이 자연적인 물리 현상을 이용하는 피동형 안전계통을 채택하기 용이하여 높은 고유안전성을 가질 수 있다고 한다. 또한 SMR의 작은 부피 덕분에 지하 매립 방식, 냉각 수조에 넣는 방식, 해양 부유식 방식 등 다양한 기술을 차용하여 대중에게 방사성 물질 누출 가능성을 최소화할 수 있다고도 한다.

그러나 여기엔 맹점이 존재한다. 분산형 전원을 표방하는 SMR이 각 지역에 산발적으로 입지한다면 그에 비례해 테러 또는 안전사고의 위험이 높아진다. 현재 우리나라는 원자력발전소를 국가중요시설 '가'급으로 지정해 최고 수준의 경비를 하고 있다. SMR을 여기저기 만드는 것은 정규전, 비정규전, 대테러 상황 등을 상정해 엄격한 보안이 필요한 시설이 우후죽순 생겨난다는 뜻이다.

원자력안전과미래 이정운 대표는 지난 5월24일 에너지전환포럼 주최 '중소형모듈원전(SMR)의 현실과 미래' 세미나에서 "(SMR은) 피동형 냉각개념이 적용되어 천이대응이 늦는 특성이 있다"며 "노심출력 안정을 위한 보론, 제어봉 등 부하 추종은 입증 필요하며, 신속대응이 필요한 비상시 대응 지연 문제가 발생할 가능성이 있다"고 말했다. 유연운전에 따른 환경피로, 수명감축, 경제성 문제도 검증해야 할 대상으로 꼽힌다.

③ SMR은 탄소중립의 대안이다? 너무 늦고 비싸

우리나라를 비롯한 세계 각국은 2050년 탄소중립을 목표로 하고 있다. 배출량과 흡수량을 같게 만들어 순 배출량을 '0'으로 만드는 개념이 '2050 NET-ZERO'이다.

그러나 SMR은 2030년까지는 상용화될 가능성이 극히 낮은 상황이다. 전세계적으로 가장 개발진도가 빠른 SMR인 미국 기업 '뉴스케일 파워'의 SMR은 2030년 상업운전을 목표로 하고 있다. 그러나 뉴스케일 파워사는 설계도면상 가정에 의한 비용 추정치가 사업이 구체화될수록 증가하면서, 비용을 낮추기 위해 용량증대(설계변경)를 반복해왔다.

지난해 NRC(미국원자력규제위원회)로부터 50MW 규모로 설계한 것에 대해 조건부 인증을 받고서도 불과 2개월 만에 60MW 규모로 변경하겠다는 발표를 했고, 지난해 11월에는 또다시 77MW로 설계를 변경해 건설단가를 기존 \$3600/kW에서 \$2850/kW 수준으로 낮추겠다고 발표했다.

그러나 뉴스케일 파워의 이 같은 건설단가 추정치는 스스로 여러 차례 반복할 정도로 검증되지 않은 수치이며 언론 홍보용 자료에 불과하다.

실제로 뉴스케일 파워는 2003년 30MW SMR 건설단가를 \$1700/kW(약 189만원) 정도로 평가했지만, 지난해에는 5배나 증가한 \$8,500(약 948만원)로 추정하고 있는 것으로 드러났다. 뉴스케일 파워는 지난해 7월14일, SMR 건설 컨소시엄인 유타자치전력협회(UAMPS)의 참여 지자체들에게 총 개발 및 건설비용이 61억2천4백만달러에 이른다고 밝힌 바 있다. 이 금액을 건설단가로 환산할 경우 \$8,500/kW나 된다.

캐나다 브리티시 콜롬비아대 라마나(Ramana) 교수의 분석에 따르면, 미국 에너지부에서 9년 간 제공할 개발 및 건설비지원금(14억 달러)을 포함해도 SMR 건설단가는 6500달러(725만원) 수준이다. 현재 전세계에서 가장 가성비 좋은 한국 원전의 kW당 건설 단가가 3000달러(334만원) 수준이다.

아래 <표 3>에서 뉴스케일 파워가 공개한 SMR 건설단가와 실제 비용이 어떻게 변화되었는지 정리했다. 괄호 안의 숫자(\$8,500)는 라마나 교수가 분석한 내용이다.

<표 3> 뉴스케일 파워가 공개해온 SMR 건설단가 및 실제비용

구 분	2003	2015	2018		2020	
			지원금제외	지원금포함	2020.07	2020.11
원자로 용량(MW)	30	50	60	60	60	77
총용량 (MW)	360	600	720	720	720	924
건설단가 (\$/kW)	1,241	5,078	4,200	3,600	(8,500)	2,850
개발 및 건설비 (백만\$)	447	3,047	3,024	2,800	6,124	비공개

출처: 라마나 교수(Ramana, M.V.), 캐나다 브리티시 콜롬비아대 공공정책대학원, 팔호는 라마나 교수의 분석 결과

SMR은 공장 대량생산 및 조립을 통해 부지 현장의 공기를 단축시키는 데서 경제성을 찾는다. 규모의 경제(기존 대형 원전)를 포기하는 대신 양산의 경제를 추구해 단가를 낮추는 개념이다. 그러나 '양산의 경제' 구현에 필요한 수백 기 이상의 수주 확보가 관건이다. 기존 원전과 마찬가지로 사용후 핵연료가 발생하고, 원전부지는 접근이 통제되는 국가중요시설로 지정될 가능성이 크다. 분산형 전원을 표방하지만 대형원전과 마찬가지로 부지 선정과정에서 주민들의 반발을 극복하는 것은 쉽지 않은 과제다.

게다가 태양광과 풍력 발전 단가가 급격히 낮아지고 있어 기존 대형원전보다 단가가 비싼 SMR이 설 자리가 있을지도 의문이다. 미국 에너지정보청(EIA)에 따르면 2022년 기준 미국 LCOE 예상치는 육상 풍력(52.2달러), 가스복합(56.5달러), 태양광(66.8달러), 원자력(99.1달러), 석탄(140달러) 등의 순이었다. 이미 미국에선 원자력이 재생에너지보다 더 비싼 에너지인 셈이다. LCOE는 평가 시점을 기준으로 신규 발전 시설을 가동할 때의 비용을 기준으로 책정한다. 미국의 원자력 안전 규제가 강화돼 신규 건설 비용이 높아진 데 따른 것이다.

우리나라에서도 2030년이면 태양광이 원전보다 싸진다는 전망이 나오고 있다. 한국에너지기술평가원이 지난 6월28일 개최한 탄소중립테크포럼에서 이철용 교수(부산대)는 “2030년 태양광(3kW)의 LCOE가 가장 낮아질 것”이라고 전망했다. 발전단가가 가장 낮은 발전원부터 순서대로 나열하자면 ‘태양

광 < 원자력 < 육상풍력 < CCGT < 석탄 < 연료전지 < 해상풍력'의 순서가 될 것이라는 전망이다.

이 교수는 “2050년 모든 규모의 태양광 LCOE가 원자력의 LCOE보다 낮아지며 해상풍력의 LCOE는 CCGT보다 낮아지게 되어 재생에너지 LCOE가 전통에너지보다 낮아질 것”이라고 전망했다.

<그래프 2> 2050년 기준 우리나라 에너지원별 LCOE 최소, 최대, 대푯값

(단위 : 원/kWh)



구분	태양광3kW	태양광3MW	태양광100kW	원자력	풍력(육상)	원자력(외부)	풍력(해상)	가스	ESS	가스(외부)	석탄	연료전지	석탄(외부)	수소가스터빈
min	28.58	60.63	68.00	66.68	61.74	76.66	98.96	125.70	126.68	126.94	133.15	156.91	140.23	182.20
대푯값	37.83	65.93	74.76	77.24	79.04	106.95	116.24	129.31	133.16	134.89	138.02	159.24	174.55	187.64
max	69.67	86.16	90.72	109.33	109.15	142.39	119.55	129.31	143.19	178.51	243.25	162.61	279.79	191.74

출처: 이철용, 균등화발전비용(LCOE) 메타분석, 한국에너지기술평가원, 탄소중립테크포럼 발표 자료, 2021.6.28.

동국대 과학기술대학 박종운 교수(에너지전기공학)는 페이스북을 통해 “1950년대부터 각국에서 그냥 용량만 작은 경수로를 비롯해, 소위 신기술이라며 펌프와 증기발생기를 안에 넣은 일체형 경수로부터, 소듐 냉각, 용융염, 고온가스로 등 가지각색의 100여 가지를 신형 소형로라며 개념만 만지작거리다 99% 개발 중지 혹은 취소된 바 있다”고 밝혔다.

박 교수는 또 “소용량 경수로는(핵잠수함에 쓰는) 이미 존재해 와 개발 필요도 없이 언제라도 할 수 있다. 그러나 신개념 노형 SMR은 기후위기 해답을 주기엔 아주 불확실하고, 느리고 비용도 많이 든다”고 지적했다.

느린 상용화 일정도 기후변화에 대응하기엔 늦다고 지적했다. 박 교수는

“(뉴스케일 파워 사의 SMR은) 2030년에 데모용을 지어 엔지니어링 문제해결에 10년, 사업화 10년 잡아 2050년에 처음 상용로를 짓는다 치자. 한국도 개발에 최소 10~20년, 인허가 10년, 상용화 검증에 10년 하면 2050~60년이다. 게다가 현재 전세계 전력 10% 공급에 400기니 그 정도 하려면 소형로는 5000~10,000기는 족히 지어야 하니 그야말로 몽상이다. 용량도 타이밍도 못 맞추어 결국 탄소중립 기여는 완전 허구일 뿐”이라고 비판한다.



Jong Woon Park

5월 20일 · 🌐

<#SMR 소형모듈화원자로의 허구>

한국 핵송양이들이 부인하고 핵업뜨기들이 모르는 #소형원자로의 허구 - 신기술도 아니고 소형도 아니며 탄소중립도 안된다.

**현존 원자로들만이 가능하다.

1. 신기술이라는 허구

소형모듈화라는 얼핏 신기술로 과장하는 열정?에도 불구하고 Advanced(신형 혹은 미래형으로 번역하는)라는 딱지는 Already를 한참 잘못 갖다붙인 것. 이들은 50년도 넘은 구닥다리의 재포장 버전이다. 걸핏하면 미래 원자로라 쉽게 말하고 있으나, 사실 그들은 이미 죽은 과거의 부활인 것. 1950년대부터 각국에서 그냥 용량만 작은 경수로를 비롯해, 소위 신기술이라며 펌프와 증기발생기를 안에 넣은 일체형 경수로(스마트라 카는)부터, 소듐냉각, 용융염, 고온가스로 등 가지각색의 100여가지를 신형소형로라며 개념만 만지작거리다 99% 개발 중지 혹은 취소된 바 있다. (아래 참조)

https://en.m.wikipedia.org/wiki/Small_modular_reactor

한 대표적 예로 1984년에 미국이 개발했다는 소형로 IFR은 1994년에 중단되었다. 또 한 예로 캐나다의 이미 1990년대에 CANDU-3라는 300 MWe를 신형로라고 내놨으나 전세계 아무도 사지 않았다.

2. 소형이라는 허구

방 20개 저택을 소형주택이라 부르는 꼴.

1990년대 미국은 기존 대형경수로가 최적이라며 600MWe도 작다고 1GWe급 AP1000으로 갔다. 그런데 이제 AP1000했던 일러머스크급 몽상가들이 퇴직후 일거리가 없어 뉴스케일파워라는 회사를 만들어 50MW 12팩 설치해 600MW 출력이라는 중이원자로를 앞으로 10년후에나 지어보겠다는데 600이 소형로인가. 🤔

워터게이트보다 남사스런 빌게이트 일으킨 얼뜨기 빌게이츠도 몽상에 불과한 이동파원자로(필로우 Traveling wave reactor)에 기가와트급 확장을 주장하고 있다. 원자로만 쪼개면 소형인가.

3. 탄소중립에 혁신적 개념의 소형로가 기여할까?

소용량 경수로는(핵잠수함에 쓰는) 이미 존재해 와 개발 필요도 없이 언제라도 할 수 있다. 그러나 신개념 노형 SMR은 기후위기 해답을 주기엔 아주 불확실하고, 느리고 비용도 많이 든다.

뉴스케일? 2030년에 데모용을 지어 엔지니어링 문제해결에 10년, 사업화 10년 잡아 2050년에 처음 상용로를 짓는다 치자. 한국도 개발에 최소 10~20년, 인허가 10년, 상용화 검증에 10년 하면 2050~60년이다. 게다가 현재 전세계 전력 10% 공급에 400기니 그정도 하려면 소형로는 5,000내지 10,000기는 족히 지어야 하니 그야말로 몽상이다. 용량도 타이밍도 못 맞추어 결국 탄소중립 기여는 완전 허구일 뿐. 🤔🤔

- 관련기사: USNRC 미국핵규제위원회 전 위원 기고

Dangerous Decisions about Advanced Nuclear Reactors Could Lead to New Threats

<https://nationalinterest.org/.../dangerous-decisions...>

출처: 박종운 교수 페이스북(<https://www.facebook.com/JongwoonPark>)

④ SMR은 공기를 단축할 수 있다? 중소형원전 개발사업의 악순환

석광훈 에너지전환포럼 전문위원은 지난 5월24일 에너지전환포럼 주최 ‘중소형모듈원전(SMR)의 현실과 미래’ 세미나에서 “중소형 원전은 경제성 문제로 용량을 늘려왔고, 설계가 변경되면서 공기가 지연되고 비용이 늘어나는 등 악순환을 하고 있다”고 지적했다.

미국의 웨스팅하우스사는 1980년대부터 AP600 모듈형 원전을 개발했다. 그러나 2000년 가스복합발전 대비 불리한 경제성 개선을 위해 AP1000으로 설계를 변경했다. 그렇지만 냉각재펌프 등 애초 소규모 모듈형 설비 용량이 확대됨에 따라 재료변형, 설비균열, 시스템통합 문제로 설계변경이 반복되면서 공기가 지연됐고, 중국에 수출한 AP1000 4기가 공기지연과 비용증가로 중국 측은 애초 10여 기의 AP1000 추가 건설계획을 폐기하기에 이르렀다. 미국 내 다수 AP1000 사업들도 동일한 경험을 했고, 보그틀(Vogtle) 원전 사업 외에는 모두 폐기됐다.

SMR설계에서 가장 앞선 뉴스케일 파워사 역시 경제성 문제 개선을 위해 용량증대와 설계변경을 반복하고 있다. 석 위원은 뉴스케일 파워도 웨스팅하우스와 유사한 경로에 진입하고 있다고 진단했다. 당초 35MW(2003)로 추진됐던 뉴스케일 파워의 SMR은 40MW(2007), 45MW(2014), 50MW(2016), 77MW(2020)로 계속 용량을 증대하고 있다. 향후에도 건설사업이 구체화될수록 불어나는 건설단가를 낮추기 위해 추가로 설계변경이 있을 것이며 최종 준공일정 또한 2030년 이후로 지연될 가능성이 있다.

<표 4> 웨스팅하우스 AP1000과 뉴스케일 파워 SMR의 유사점

	AP1000		NuScale SMR	
건설단가 증가추세	\$1,363/kW(2002)	\$8,600/kW(2018)	\$1,718/kW(2003)	\$8,500/kW(2020)
주요 기술혁신	피동형 안전 시스템, Canned Motor 냉각재펌프		일체형 경수로, 콤팩트 증기발생기 (helical coils) 등	
결과	업체도산, 신규원전시장 AP1000원전 폐기		에너지부 9년간 건설비 지원(\$14억)약속 (2020), 잔여 건설비 \$47억(\$6,500/kW)	
배경	용량증대후 설계변경의 반복, 5년이상 공기지연, 비용초과		초기 설계단계에서 추상적인 비용평가에 기반해 사업추진, 진행될수록 비용증가	

참조: Cummins & Matzie(2018), Davis et al.(2002), MIT Energy Initiative(2018), Ramana(2020)

⑤ SMR은 매력적 투자 대상이다?

지난 5월 한-미 정상회담에서 해외원전수주에 협력하기로 합의하면서 자본 시장에서 SMR에 대한 기대가 높아졌다. 송영길 더불어민주당대표는 문재인 대통령에게 SMR 진흥정책을 건의하고, 국회 교섭단체대표연설에서도 SMR을 강조하는 등 시장의 기대에 기름을 끼얹었다.

그러나 원자력 전문가도 SMR을 매력 없는 투자라고 지적한다.

동국대 과학기술대학 박종운 교수(에너지전기공학)는 페이스북을 통해 “일부 증권사들이 이참에 허황된 SMR로 원전 주 한번 띄워 먹어보려 하는데, 미안하지만 한전기술이든 두산중공업은 새로운 SMR을 개발도 설계할 능력도 없음을 알아야”라고 밝혔다.

박 교수는 “원자로는 그 미미한 형식 변경에만도 개발에 최소 10년, 설계 엔지니어링 검증만 최소 10년, 그리고 상용화 사업(인허가 포함) 최소 10년 등 리턴 주기가 30년이나 소요되는 매력 없는 투자”라고 지적했다.

이어 박 교수는 “미국에서 소형로를 하려는 이유는 한국과 아주 다르다”며 “탈원전(정책)이 아님에도 민간주도 대형 원전들이 세일가스로 연장 수명도 못 채우고 자연 감소하는데 따라 이것으로라도 돌파구로 삼으려는 것”이라고 분석했다.

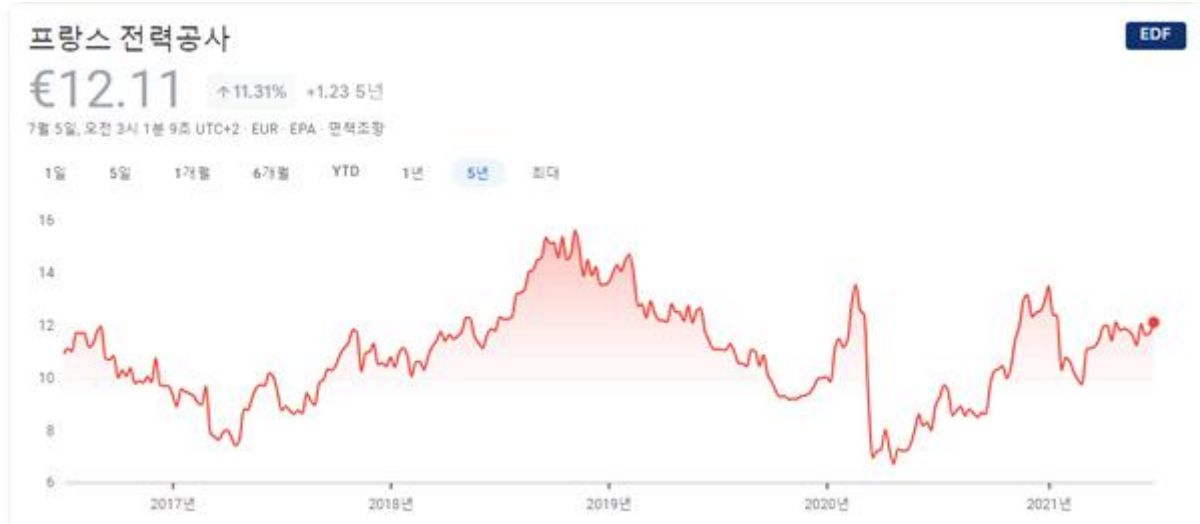
원전사업과 운영은 대형이든 소형이든, 민간주도이든 지분투자든 간에 매우 리스크가 크다고도 했다. 사고라도 나면 감당을 못하는 수준이라는 분석이다. 박 교수는 “도시바-WEC, 히타치-GE가 영국 사업에서 망하고 나온 것을 보면 안다. 후쿠시마의 동경전력은 두말하면 잔소리. 그래서 미국을 제외하고 원전 사업이 유지되는 나라들은 국영 내지 공기업이 운영하는 프랑스, 러시아, 중국, 한국뿐”이라고 지적했다.

자본시장 전문가도 국내 원전 관련주의 전망이 밝지 않다고 평가했다. 대선 관련주로서의 기대감을 제거하면 매력이 없다는 분석이다.

한병화 유진투자증권 연구위원은 “대한민국만 원전 관련주들의 주가 상승이 큰데, 이는 원전이 경제논리가 아닌 정치이슈가 되면서, 대선 관련주로 부각되었기 때문”이라고 진단했다. 한 연구위원은 “경제성을 상실하고, 재생에너지와 양립하기 힘든 원전의 지속가능한 성장을 기대하긴 힘들다”며 “대한민국 주식시장의 원전 랠리는 한 여름밤의 꿈으로 끝날 가능성이 높다”고 밝혔다.

<최근 5년간 주요 원전 사업자 주가 변동 현황>

① 프랑스전력공사(EDF)



② 롤스로이스홀딩스



③도쿄전력

도쿄 전력

331 JPY

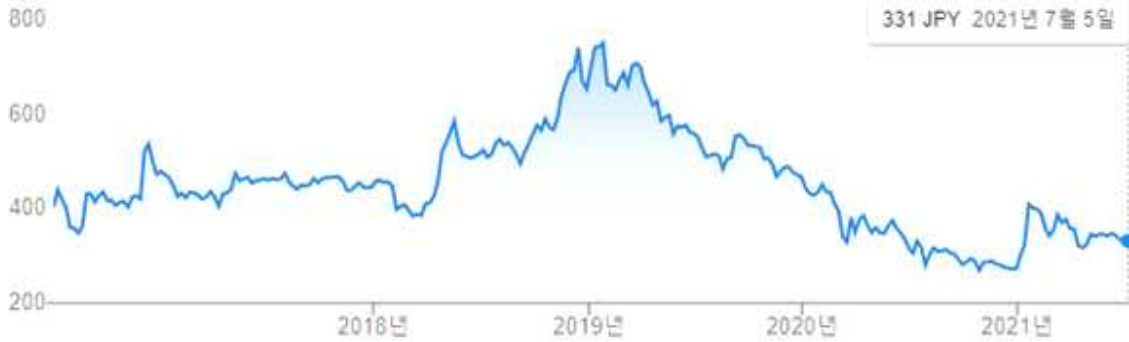
TYO: 9501

-72.00 (-17.87%) ↓ 지난 5년

+ 팔로우

7월 5일 오전 11:30 GMT+9 · 면적조항

1일 | 5일 | 1개월 | 6개월 | 연중 | 1년 | 5년 | 최대



시가	330	시가총액	5319.23억	전일 증가	333
최고	332	주가수익률	9.10	52-주 최고	444
최저	329	배당수익률	-	52-주 최저	266

④ 플로어(뉴스케일 파워 모회사)

Fluor Corp

17.38 USD

NYSE: FLR

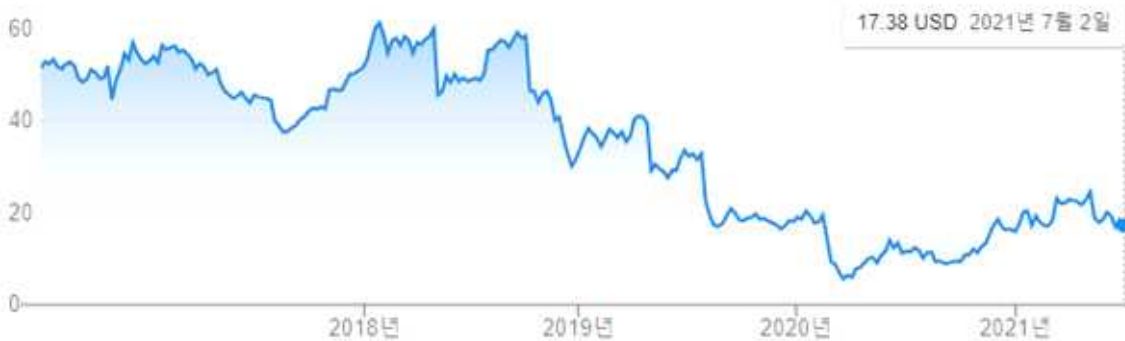
-34.19 (-66.30%) ↓ 지난 5년

+ 팔로우

폐장: 7월 2일 오후 6:59 GMT-4 · 면적조항

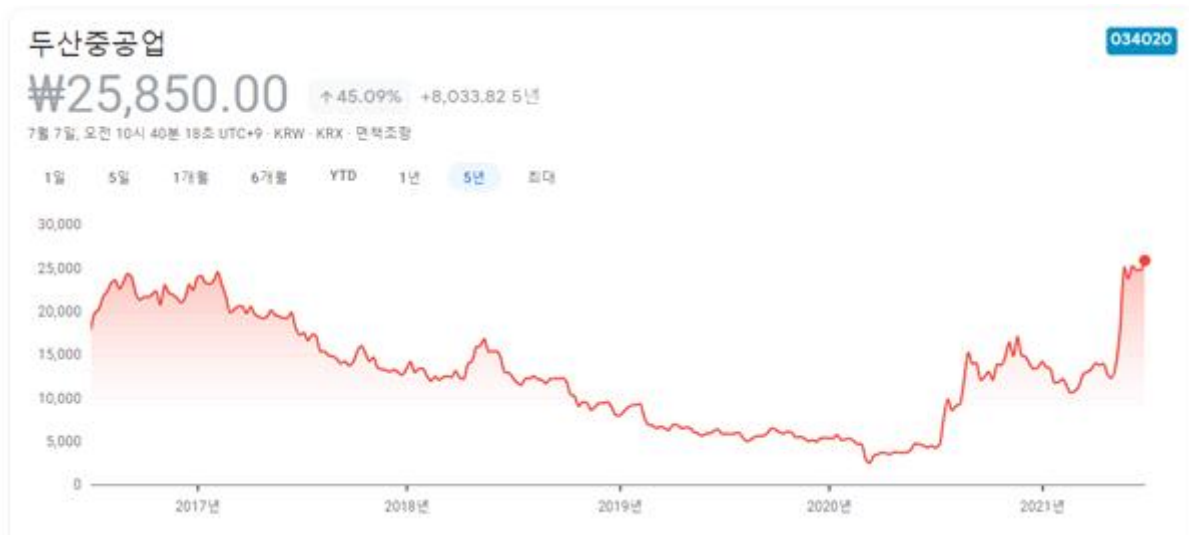
폐장 후 17.57 +0.19 (1.09%)

1일 | 5일 | 1개월 | 6개월 | 연중 | 1년 | 5년 | 최대



시가	17.69	시가총액	24.56억	전일 증가	17.63
최고	17.74	주가수익률	-	52-주 최고	25.08
최저	17.32	배당수익률	-	52-주 최저	8.10

⑤ 두산중공업



⑥ 한전기술

