

글로벌 최강 원자력을 위한 과제

2022년 11월 4일

박 상덕

서울대학교 원자력정책센터

발표순서

- 탄소중립의 견인차! 원자력
- 글로벌 원전 시장
- 우리나라 원전산업의 글로벌 위상과 경쟁력
- 도약을 위한 국내 발판 확보
 - ✓ 원전 관리(설계/제작/건설/운영/인허가)
 - ✓ 원전 인허가/수출체계
- 미래를 위한 지속성 확보
 - ✓ 신산업 창출
- 글로벌 진출을 위한 국제 협력
 - ✓ 한미 원자력 동맹

탄소 중립의 견인차 ! 원자력

<IPCC 1.5도 특별보고서 발췌>

경로 구분 (2010년 대비 %)	P1	P2	P3	P4
'30년 CO ₂ 배출량 변화 ('10년대비)	-58	-47	-41	4
'50년 CO ₂ 배출량 변화 ('10년대비)	-93	-95	-91	-97
'30년 최종 에너지 수요 ('10년대비)	-15	-5	17	39
'50년 최종 에너지 수요 ('10년대비)	-32	2	21	44
'30년 1차 에너지 공급량(석탄) ('10년대비)	-78	-61	-75	-59
530년 1차 에너지 공급량(석탄) ('10년대비)	-97	-77	-73	-97
'30년 1차 에너지 공급량(원자력) ('10년대비)	59	83	98	106
'50년 1차 에너지 공급량(원자력) ('10년대비)	150	98	501	468
'30년 1차 에너지 중 바이오매스제외 재생에너지 ('10년대비)	430	470	315	110
'50년 1차 에너지 중 바이오매스제외 재생에너지 ('10년대비)	832	1327	878	1137
'30년 전력 중 재생에너지 비중	60	58	48	25
'50년 전력 중 재생에너지 비중	77	81	63	70

※ P1 → 일시적인 온도 초과 상승이 없거나 낮은 1.5도 달성 시나리오(에너지 수요 감소 등)
 P2 → 일시적인 온도 초과 상승이 없거나 낮은 1.5도 달성 시나리오(저탄소 기술혁신 등)
 P3 → 일시적인 온도 초과 상승이 없거나 낮은 1.5도 달성 시나리오(생산 방식 변화 등)
 P4 → 일시적인 온도 초과 상승이 있는 1.5도 달성 시나리오(에너지 집약도 향상 등)

IEA 권고 사항

친환경에너지(원전, 수력 등) 비중이 20년 전이나 2019년이나 36%
 - 재생에너지가 이 늘었지만 원전을 줄인 탓

1. 안전성이 확인되는 한 **계속 운전**
2. 적절한 보상
 - 간헐적인 태양광과 풍력과 달리 필요할 때 **언제나 전력을 공급할 수 있는** 원자력
 - **온실가스 저감과 에너지 안보** 등 원자력의 가치를 인정
3. 인허가 업데이트
 - **계속운전과 유연운전**(부하추종 및 주파수제어)
4. 정부 지원
 - 대규모 장기투자에 대한 **리스크** 완화를 위해 **파이낸싱**을 지원
 - **중소형 원자로** 등 최신 원자력 기술개발을 지원
 - 원자력 **인력유지 및 양성**을 지원, **프로젝트 관리 능력**이 유지되도록 지원

MIT에서도 원자력 필수라고

- 2050년 예상되는 전력 부하를 해결하는 동시에 탄소 배출량을 줄이기 위해서는 기존 시스템과는 다른 발전(發電)믹스 모델이 필요
 - > 원자력의 확대
- 장애 요인(신규 원전 건설 비용 증가) 해결방안
 - (1) 검증된 프로젝트 및 건설 관리 사례를 통한 신규 원자력 발전소 건설의 성공 확률 증대 (한국 원전)
 - (2) 복잡하고 부지 중속적인 기존의 건설방식에서 표준화 된 발전소 제작으로의 전환 (**면진, 공장 제작과 모듈러 공법**)
 - (3) 고유 및 피동 안전성을 갖는 원자로 설계로의 전환(SMR)
 - (4) **탈탄소화 정책**(탄소 비용)을 통한 **저탄소 기술**의 고유 경쟁력 향상

DNSH 'Do No Significant Harm' criteria

Do no significant harm to any of the six environmental objectives, EU JRC



Figure 3.2-6. Lifecycle GHG emissions intensity of electricity generation technologies

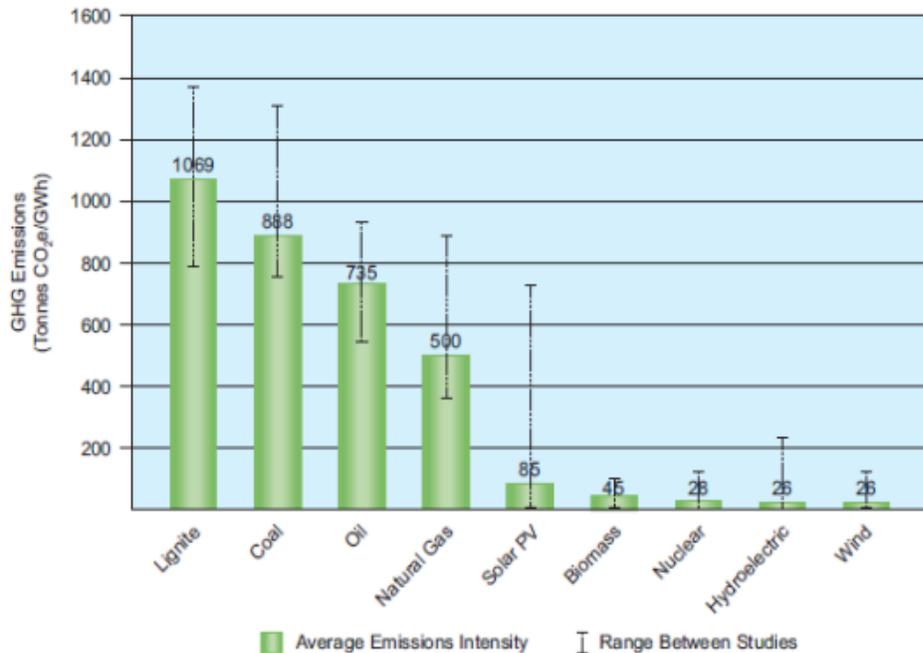
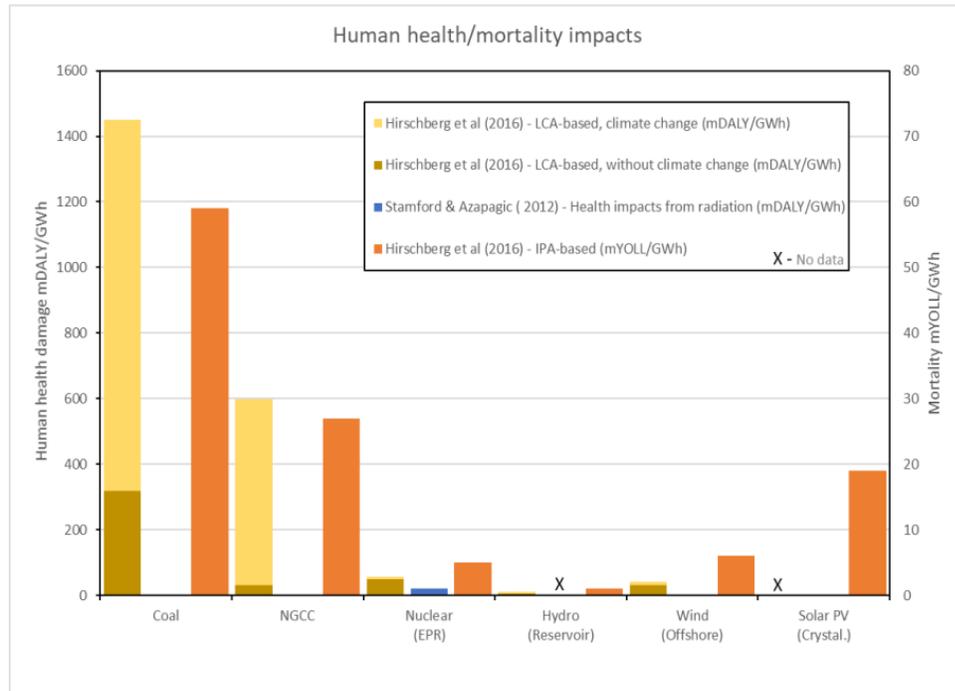


Figure 3.2-21. Human health and mortality impacts from different electricity generation technologies



글로벌 원전 시장

아주경제 "1635조 시장 열린다"

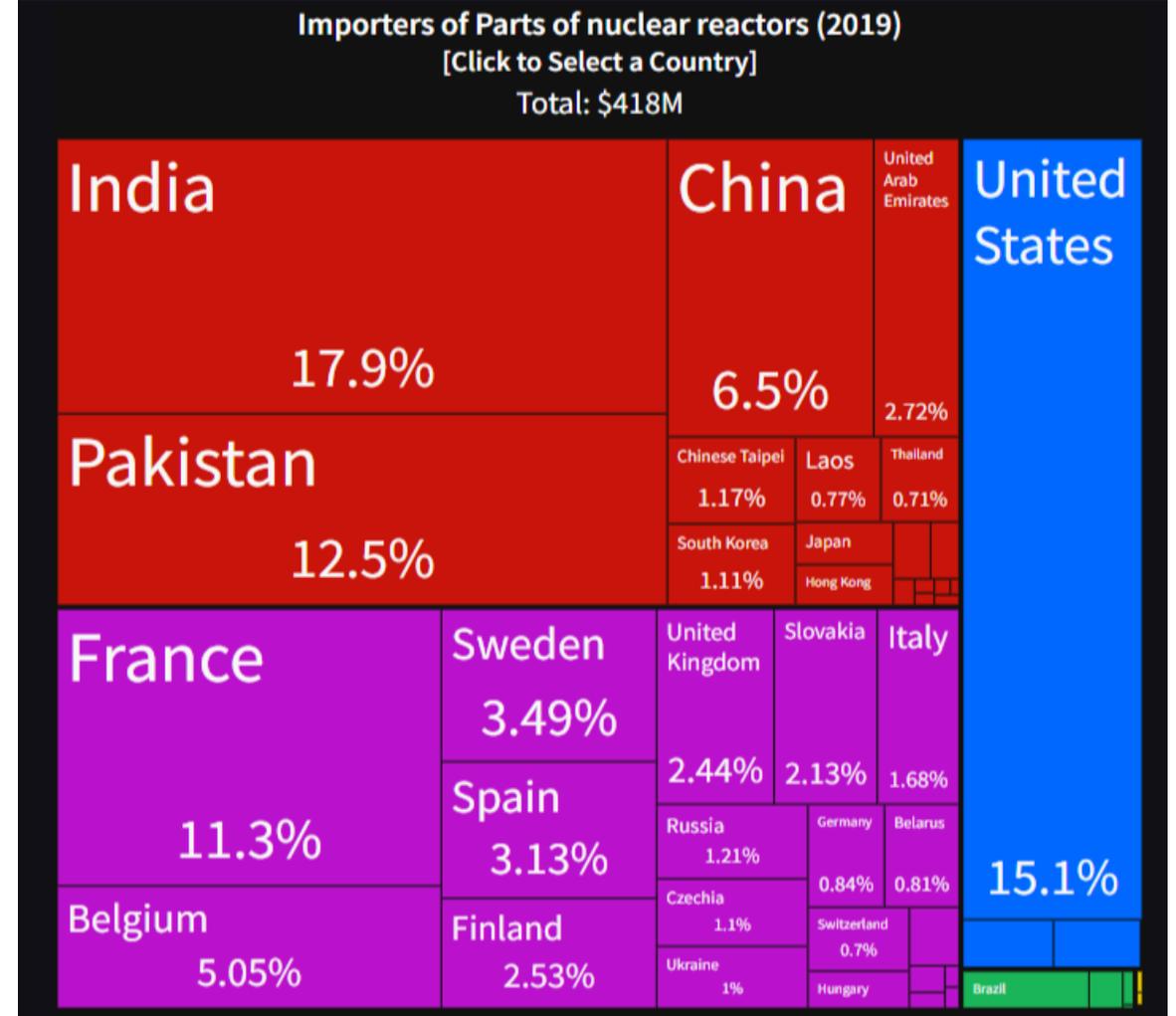
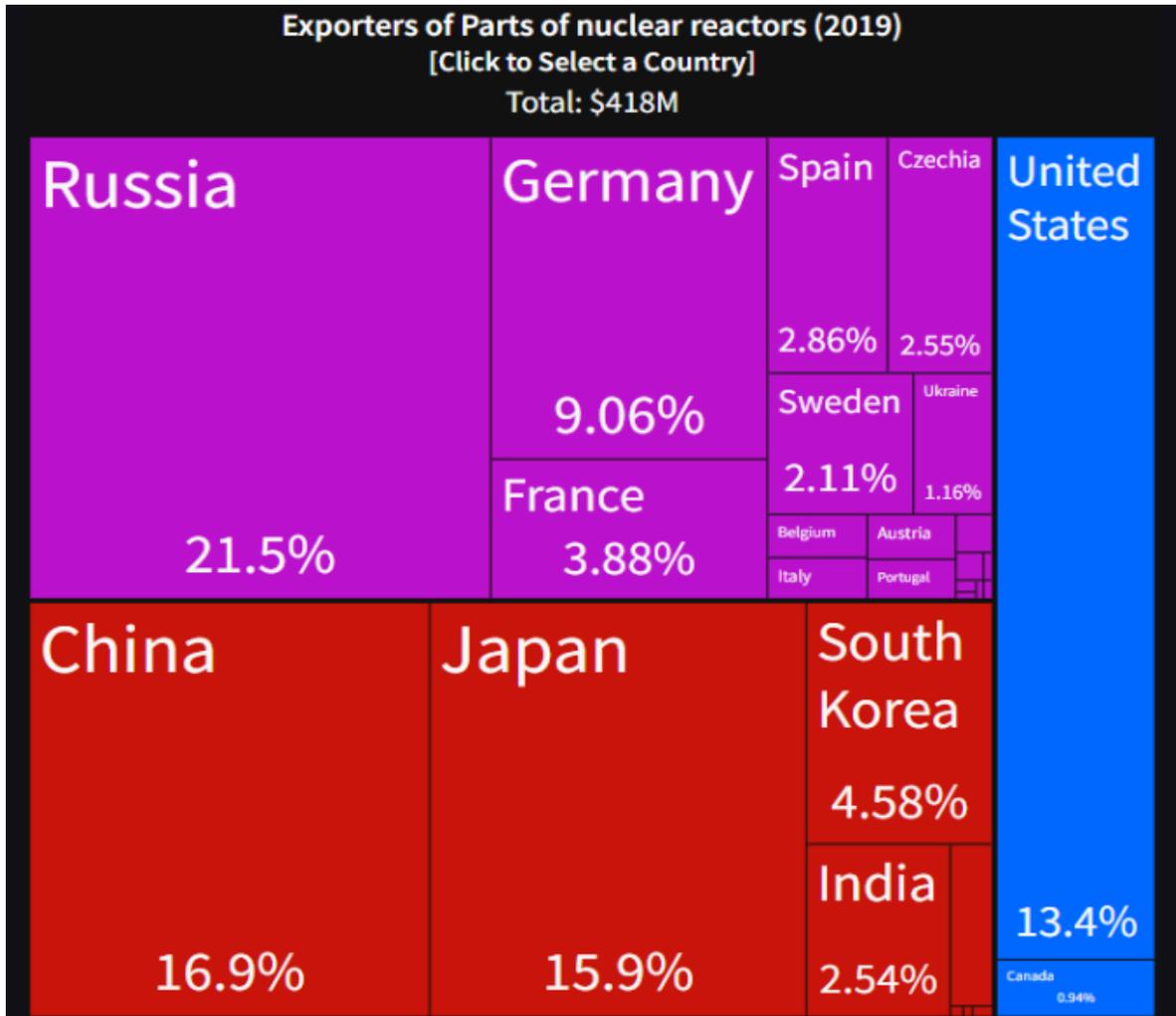
한지연 기자 | 입력 2022-06-14 14:54

14일 세계원자력협회(WNA), 에너지경제연구원 등에 따르면 새로 계획 중인 전 세계 대형원전은 95기로 이에 따른 사업비는 2035년 약 800조원에 달할 것으로 전망된다. 특히 원전 산업이 기존 대형 원전 건설에서 SMR, 원전해체, 사용후 핵연료 등으로 다변화되면서 SMR 시장은 640조원, 해체시장은 135조원, 사용후 핵연료 저장시설 사업 규모도 60조원에 이를 것으로 추산된다. 총 1635조원 규모의 글로벌 원전 시장이 열린 셈이다.



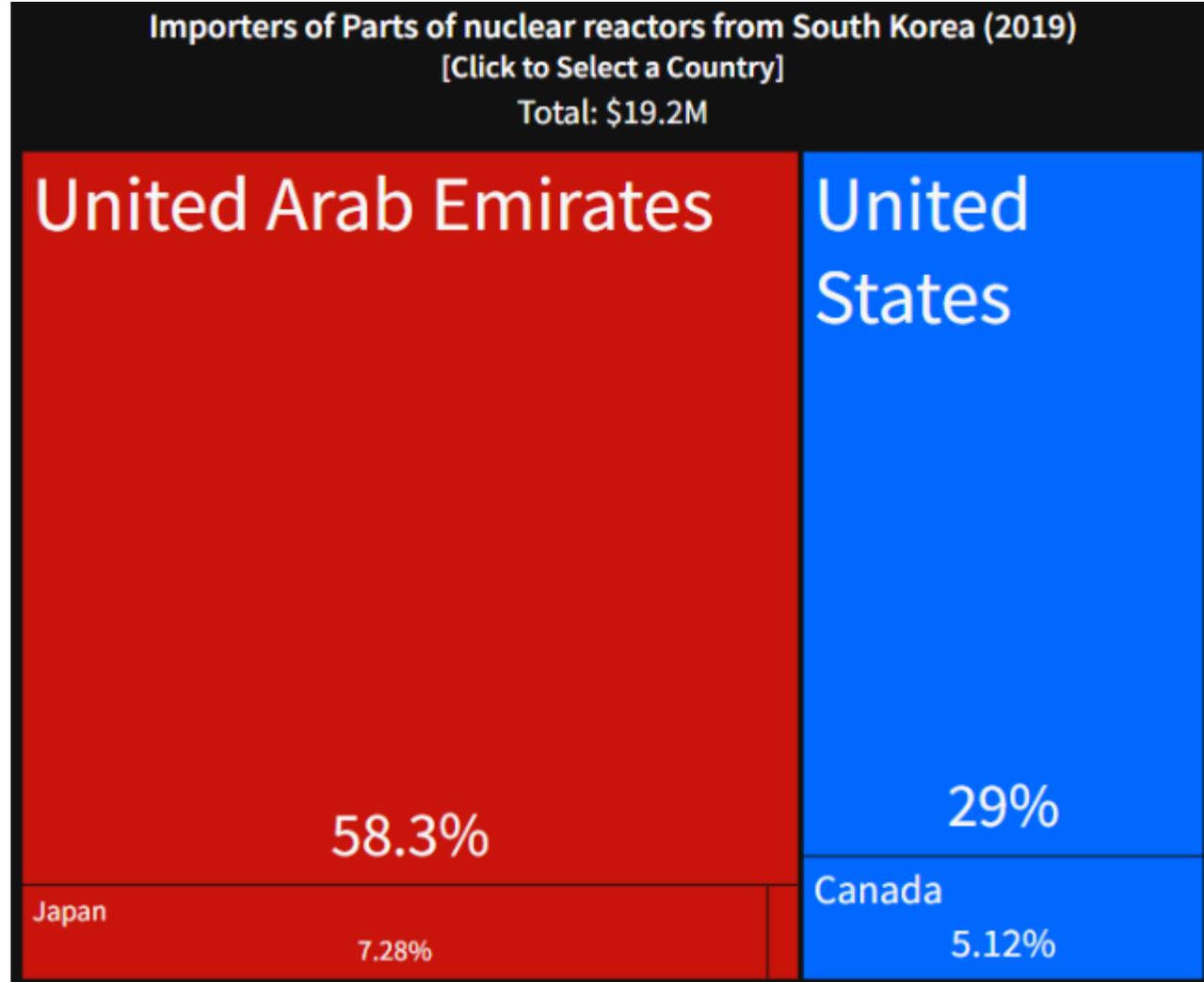
중소형 원전 시장

글로벌 원전 시장 : 부품 수출국, 수입국



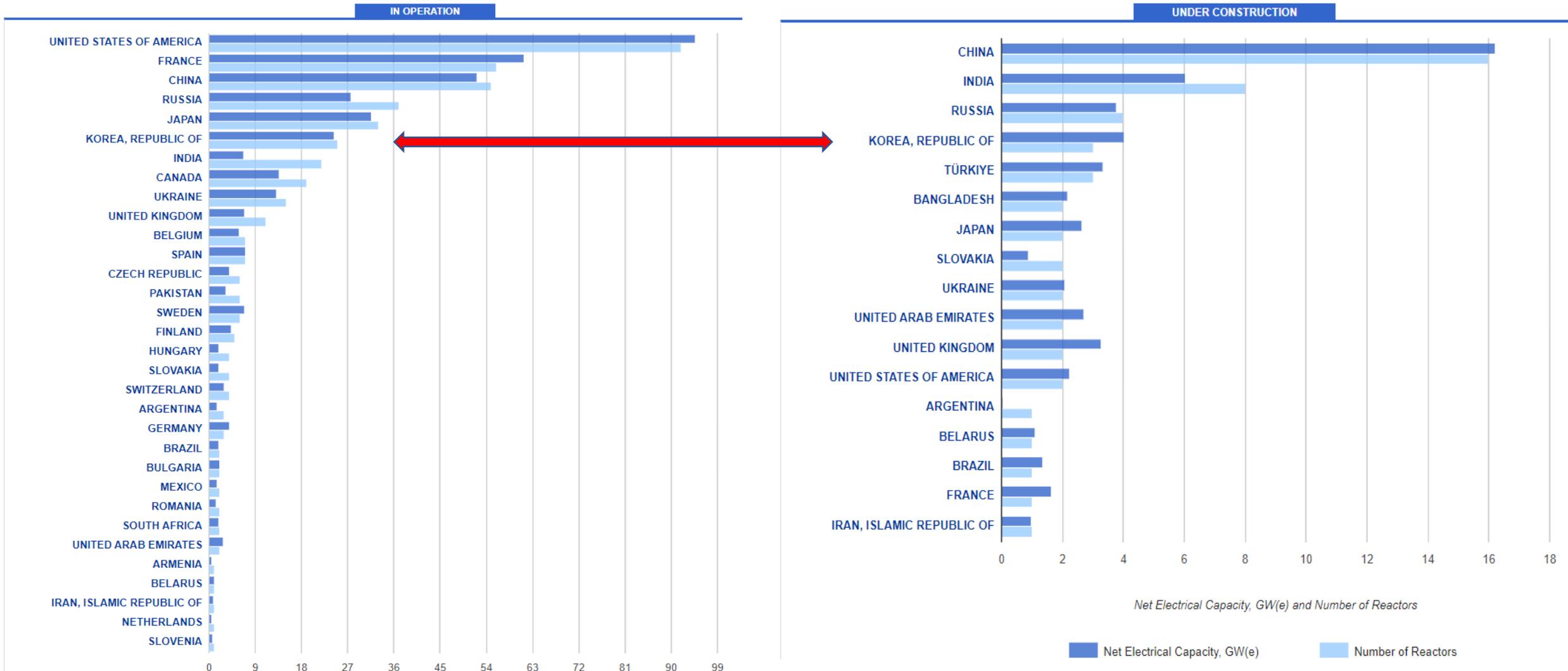
https://mydailybyte.com/market_nuclear_power/

글로벌 원전 시장 : 한국산 부품 수출

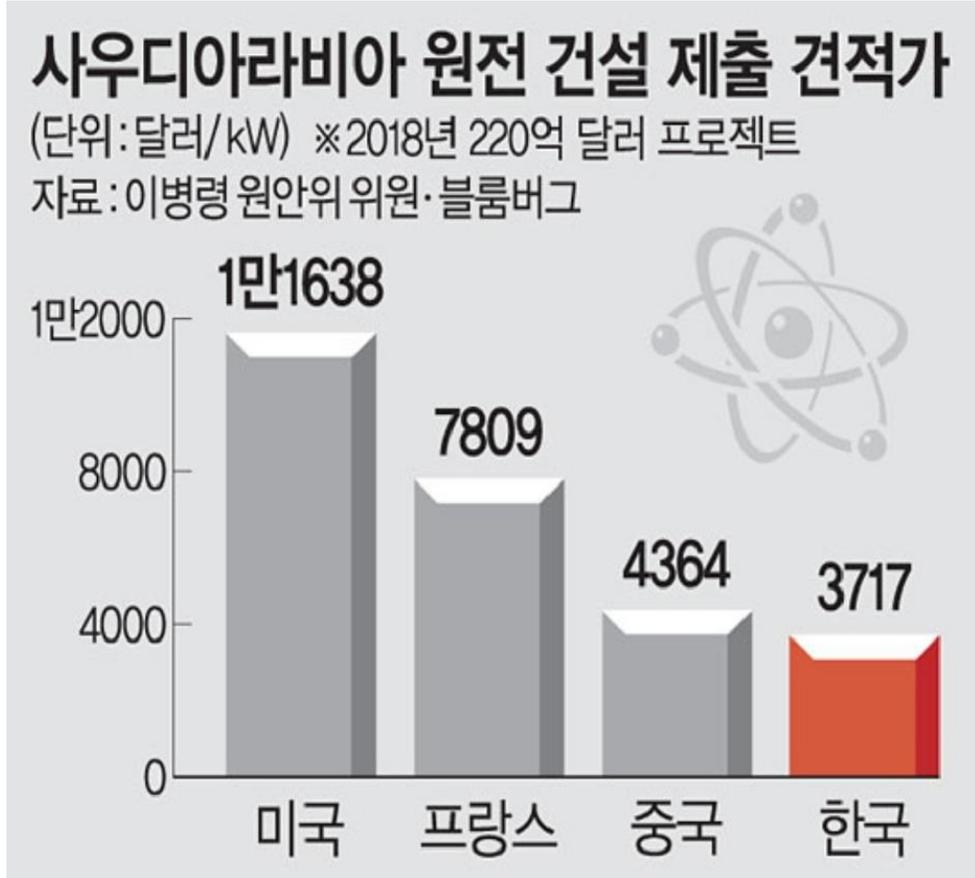


https://mydailybyte.com/market_nuclear_power/

우리나라 원전산업의 글로벌 위상

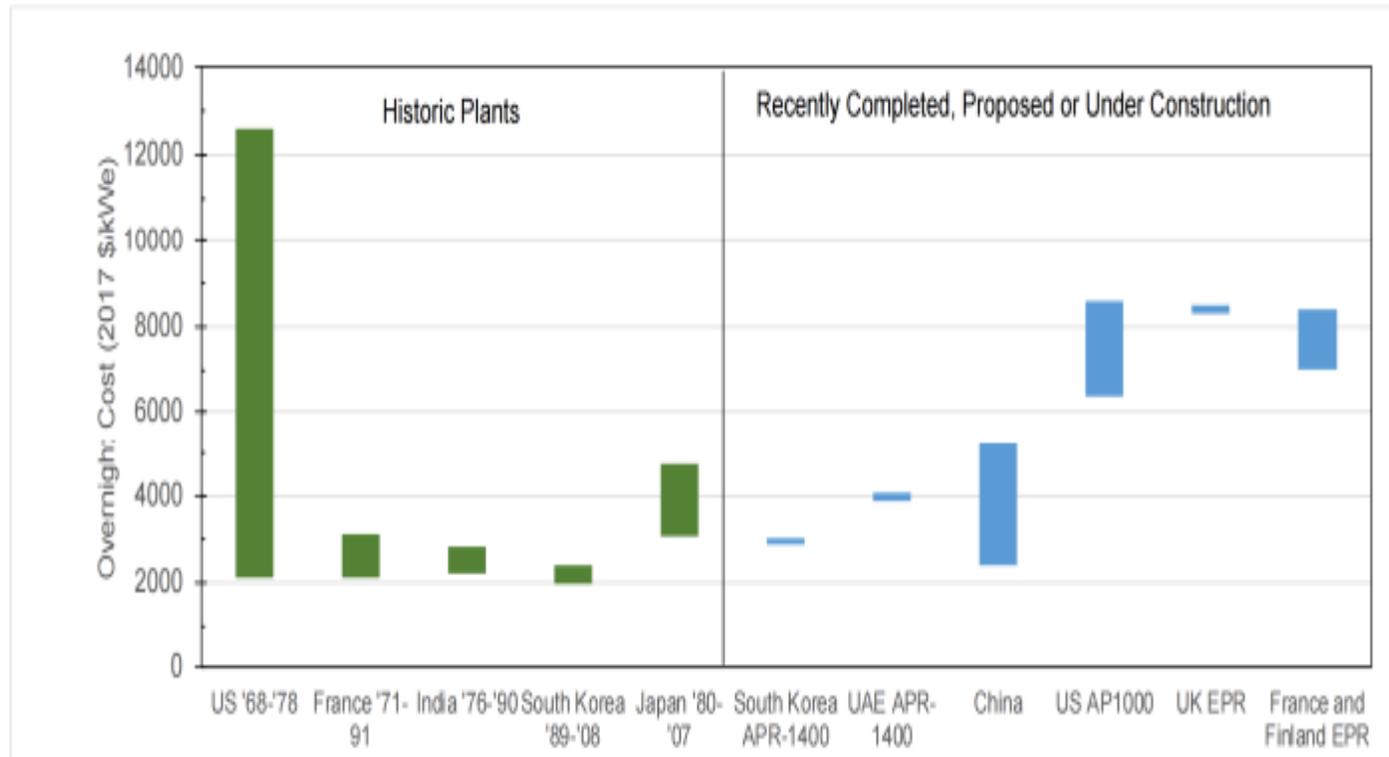


우리나라 원전산업의 글로벌 경쟁력



<https://conpaper.tistory.com/83995>

Nuclear Plant Cost



<https://energy.mit.edu/research/future-nuclear-energy-carbon-constrained-world/>

도약을 위한 국내 발판 확보

과거와의 결별, 과거로부터의 단절

- 문재인 정권의 탈원전과의 결별
- 탈원전을 당하게 한 문재인 정권이전의 원자력으로부터의 단절

'중국의 양무운동과 일본의 메이지유신'

기술 + 제도

도약을 위한 국내 발판 확보 - 방향

• 정부는 신뢰를 지켜야

- 반민주적, 제왕적, 불법적 탈원전 : No More !
 - ✓ 국회 논의나 법 제정 없이 진행
 - ✓ 국가 사업 강제적 중지, 불법적 경제성 조작

[2022 국감] 산업부, '탈원전 위법' 자문받고도 강행

법률자문 조작·은폐



• 산업계는 안전을 지켜야

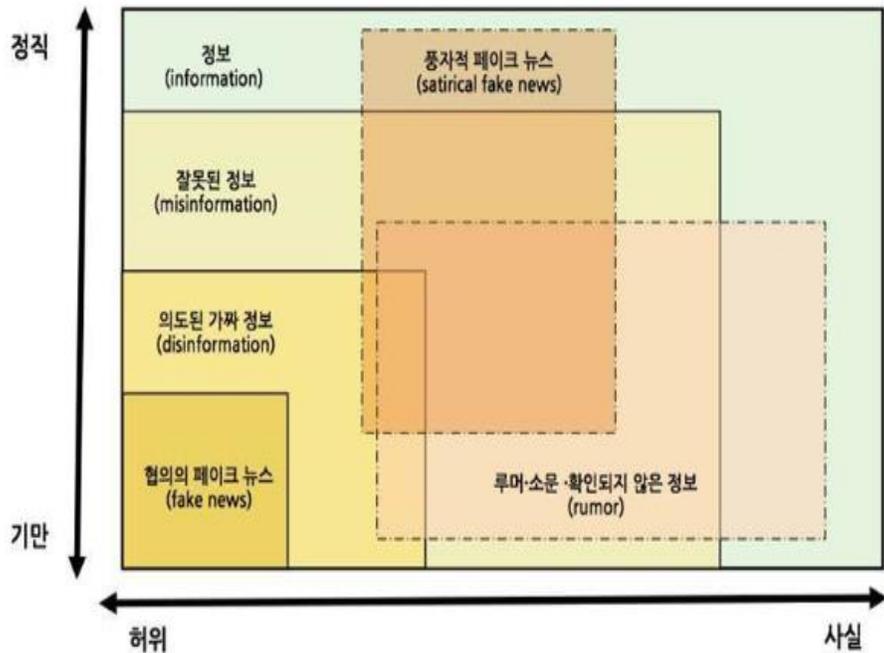
- 안전의 침병 산업계, 안전이 무너지면 원자력이 무너짐
- 자존감을 높이고 최선을 다하도록 격려 : 문정권은 오히려 자괴감을 줌
- 문제를 자유롭게 들어내고 수용하는 열린 분위기 조성 : 사실에 기반한 소통

• 원자력인은 가짜뉴스를 막고 타 분야와 연대 해야

- 가짜 뉴스에 무너진 원자력
- 고립을 타파하고 교류의 폭을 확대

도약을 위한 국내 발판 확보 - 가짜 뉴스 깨기

- 가짜 뉴스 방관 -> '원전은 위험하다'를 상식화 -> 탈원전
 - ✓ 터무니 없는 이야기에 대응할 필요가 있을까?
 - ✓ 모든 분야를 다 알지 못한다 (양심, 겸손) -> 나서기를 꺼림
 - ✓ 당장 내 업무, 내 논문이 바쁘다.
 - * 국민은 논문을 읽지 않고 신문과 방송의 헤드라인을 읽고 듣는다!



● 가짜 뉴스 수법

- ✓ Cherry Picking 수법 : 일부만 강조
 - 체르노빌. 후쿠시마만 강조, TMI 생략
 - 재생에너지 가격 : 해외만 언급
 - 재생에너지 비율 비교 : 유럽 20%, 한국 6%
 - 유럽 재생E : 풍력 36%, 수력 33%, 태양광 14%
- ✓ Watermelon 수법 : 겉과 속이 다른 거짓말
 - 후쿠시마 처리수
- ✓ Balloon 수법 : 부풀리기
 - 방사선은 무조건 위험?
 - 원전 주위는 방사선으로 위험?
 - 국가환경방사선 자동감시망 IERNet

도약을 위한 국내 발판 확보 - 가짜 뉴스 깨기

MBC 뉴스

홈 | 뉴스데스크 | 엠빅뉴스 | 14F | 심층 | 정치 | 사회 | 국제 | 경제 | 스포츠 | iMBC 연예 | 더

뉴스데스크  장미쁨

[단독] 깨지고 갈라지고..월성원전 방사능 오염수 줄줄 샌다

입력 2022-09-20 20:04 | 수정 2022-09-20 20:13



서울신문 최고의 역사 118년 미래를 연다



[단독] '태풍 힌남노 때 원전 침수 위험'...경고 무시한 한수원

입력: 2022.10.05 20:23 | 수정: 2022.10.05 20:23

태풍 '힌남노' 당시(9월 5~6일) 국내 주요 원전 지역 일대 최대파고



〈자료: 기상청 · 양의원영 더불어민주당 의원실〉

도약을 위한 국내 발판 확보 – 원전 관리

- 원전 관리(설계, 건설, 제작, 운영, 인허가)의 글로벌화

INPO 19-003



WANO PL 2013-1

- 개인의 안전 책무
 - 직원의 책임의식
 - 의문하는 태도
 - 안전 의사소통
- 관리진의 안전 책무
 - 리더의 책임의식
 - 의사결정
 - 존중하는 작업 환경
- 관리시스템
 - 계속교육
 - 문제 파악 및 해결
 - 우려사항 제기 환경
 - 작업 절차

Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture

도약을 위한 국내 발판 확보 - 인허가, 수출

- 인허가 : 원안위에 대한 신뢰가 원전 안전의 신뢰
 - 책임 : 법과 규정 준수 시 발생한 문제(민원), 원안위가 책임
 - 전문성 : 친원전 인사 배척 규정 삭제 또는 탈원전 인사 배척 규정 삽입
 - 진취성 : 선제적 인허가 개발 의식 촉구
 - 인력활용 : 원자력안전기술원의 활동 영역 확대
- 수출
 - 체계 : 지금까지의 기술자립체계 -> 글로벌 최강국 수출체계
 - 기구 : 국가차원의 수출 촉진기구 필요 (대통령 직속)
 - 민간 기업 활동 영역 확대
 - 중소기업 부품 수출 기회도 확대 : KOTRA, 무역협회 등 벤치 마킹
(과거 종합상사의 수출 정신 필요)

도약을 위한 국내 발전 확보 : 공급망 확충

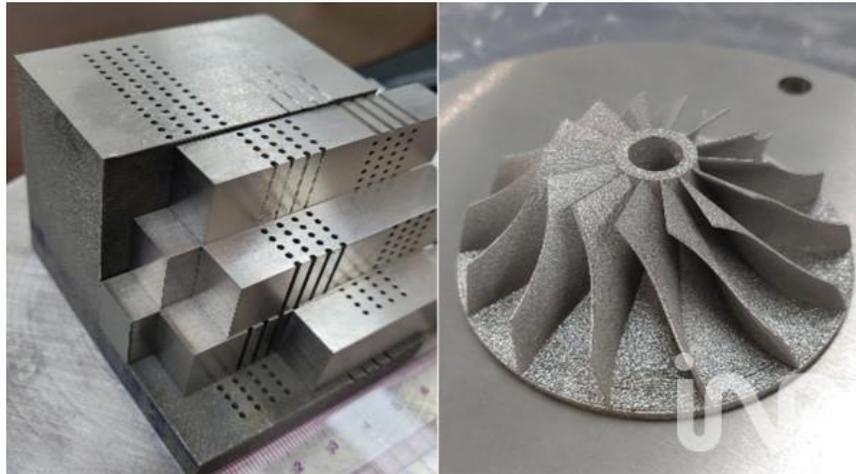
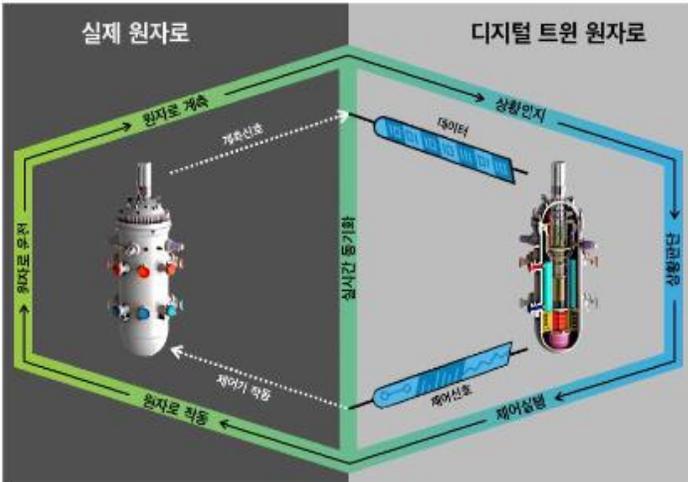
- 계속운전
 - 반값으로 원전 건설 효과
 - 법령 정비 : 신청기간 인허가 만료일 2~5년 전에서 5~10년 전
운전기간 현행 10년 -> 20년으로 법 개정
PSR과 계속운전 명확히 분리
- 신한울 3,4호기 조속 건설 재개
- 신규 원전 추가 건설
- 재생 에너지, 다른 분야와의 상생 : 패키지 딜 고려
 - ✓ 재생에너지와의 상생
 - 에너지저장장치 (수소, 양수, 배터리 등)의 연계
 - 부하추종
 - ✓ 송배전, 마이크로그리드(분산전원), 수요관리

미래를 위한 장기 지속성 확보 : 신사업 창출

- 소형모듈원전 : 민간 진입 허용
- 원자력 수소 적극 지원 : 특히 고온 수전해
- 핵연료 처리처분
 - ✓ 특별법 마련
 - ✓ 소내 임시 저장과 집중 중간 저장 방안 조속 마련
- 4차산업 접목 : 디지털 트윈(AI, Big Data), 3D 제조, 전자빔 용접, 로봇 등



로모노소프
아카데미



열교환기 절단면(좌)과 임펠라(우) 시제품 ©사진제공=한국원자력연구원
출처 : 인사이트N파워(Insight Nuclear Power News)(<http://www.inpnews.kr>)



후쿠시마 사고 원전에 투입된 '미니-만보'
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=12291>



글로벌 진출을 위한 국제 협력 : 한미 원자력 동맹

- 경쟁력 공합

- ✓ 한국 : 설계, 제작, 건설

- ✓ 미국 : 금융, 원천 기술+권리

- *권리 : 특별허가 대상국에 수출할 때는 미국 정부의 특별 승인이 필요

- 협력 영역

- ✓ 시장 분점 또는 공동 진출 : 사우디 아라비아, 체코, 루마니아, 폴란드, 미국

- ✓ 소형원전 개발

- ✓ 사용후 핵연료 재활용

- ✓ 핵확산 방지

글로벌 진출을 위한 국제 협력 : 한미 원자력 동맹

- 발빠르게 해외로 진출한 국내 기업 뒷받침
 - ✓ 삼성물산 : 미국의 뉴스케일파워에 7000만 달러 투자
 - ✓ 두산 에너빌리티 : 미국의 뉴스케일파워에 1억 400만 달러 투자
 - ✓ GS : 삼성, 두산, 뉴스케일파워와 MOU 체결
 - ✓ SK그룹 : 빌 게이츠의 미국 SMR 기업 테라파워에 지분 투자, 신형 SFR (Sodium cooled Fast Reactor) 'Natrium'
 - ✓ 현대 엔지니어링 : - 미국 USNC와 지분투자. 캐나다 초크리버 MMR 설계 및 건설의 EPC 확보
- 캐나다 앨버타주 100MWe급 SFR 건설사업 추진 협약

감사합니다.