

2024 제1차

원자력 안전규제의 미래

우리나라 원자력안전규제의 과제와 전망

2024.06.26 수요일 9:30 - 17:30

서울대학교 43-2동 B101 강의실



서울대학교 원자력정책센터
SNU Nuclear Energy Policy Center



NUCLEAR ENGINEERING
서울대학교 공과대학 원자핵공학과

2024 제1차

원자력 안전규제의 미래

원자력 안전규제 현안 및 극복방안

김군태

한국원자력안전기술원 위촉연구원
원자력안전위원회 위원 (비상임)



서울대학교 원자력정책센터
SNU Nuclear Energy Policy Center

원자력 안전규제 현안 및 극복방안

2024. 6. 26.

김 균 태

한국원자력안전기술원 위촉연구원

원자력안전위원회 위원 (비상임)

kkt@kins.re.kr

참고자료 : 미래 위협과 원안위의 역할
2024 원자력안전규제정보회의 (24.6.11., 경주)

발표 내용

1. 국내 원자력 전망
2. 원자력 - 위협요인
3. 원안위의 역할
 - 규제 현안
 - 현황 진단
 - 극복 방안
 - 가야할 길
4. 맺음말

● '전기 먹는 AI 데이터센터' 감당하려면..."원전 53개 더 필요"

- 노컷뉴스 (<https://www.nocutnews.co.kr/>) 2024.5.25 기사
- 국회입법조사처 보고서를 기사화

● 국회입법조사처 - 이슈와 논점 제2238호 (2024.5.21.)

AI 혁명에 부응한 선제적 전력공급 · 전력망 확충 긴급요 (유재국)

- AI 데이터센터, 현 데이터센터 대비 6배 전력(power) 소비 -

- '29년까지 건설을 요청한 데이터센터 732개, 총 49,397MW의 용량을 요구
 - 역대 최대전력 94,509MW(22.12.23.)의 52% 수준
 - 상당수(67%)가 부동산 개발을 선점하기 위하여 우선 전력 용량을 신청 (한전)
- 요청한 대로 짓는다면, 1000MW(1GW)급 발전기 53기 추가 건설 필요
 - 소내 소비 및 손실 7% 고려
 - 송변소와 배전단 변압기도 증설 필요
- 정책과제
 - 데이터센터는 24시간 가동되므로 무탄소 기저발전원인 원자력이 경제적
 - 재생에너지는 보조적으로 사용
 - 태양광이나 풍력은 전력 생산의 간헐성으로 데이터센터의 소비 패턴과 맞지 않음.

● 원자력발전 전망

- 11차 전력수급계획 (~2038) : 원자력 발전비중 30~35% 수준
 - 신규원전 : 3 + a
 - SMR : 0.7 GW 1기 (2035~)
- 가동원전의 계속운전
 - 현재 7기 신청
 - 사고관리계획서
 - 사용후핵연료 저장 용량

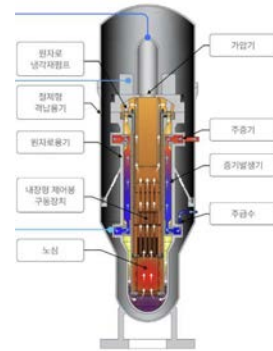
● 해외 수출

- 체코 등 수출기대

원자로	실계수명 만료	제출기한		제출일
		2021.4.8.	2028.4.8.	
고리 2	2023.4.9.	2021.4.8.	2028.4.8.	2022.4.4.
고리 3	2024.9.29.	2022.9.28.	2029.9.28.	2022.9.26.
고리 4	2025.8.7.	2023.8.6.	2030.8.6.	2022.9.26.
한빛 1	2025.12.23.	2023.12.22.	2030.12.22.	2023.6.30.
한빛 2	2026.9.12.	2024.9.11.	2031.9.11.	2023.6.30.
월성 2	2026.11.2.	2024.11.1.	2031.11.1.	2024.4.8.
한울 1	2027.12.23.	2025.12.22.	2032.12.22.	2023.10.30.
월성 3	2027.12.30.	2025.12.29.	2032.12.29.	2024.4.8.
한울 2	2028.12.29.	2026.12.28.	2033.12.28.	2023.10.30.
월성 4	2029.2.8.	2027.2.7.	2034.2.7.	2024.4.8.

● SMR 개발

- “i-SMR 기술개발사업”
 - “글로벌 소형모듈원자로(SMR) 시장에서 안전성·경제성·유연성 측면의 경쟁력을 갖춘 혁신형 SMR” 개발
 - 과학기술정보통신부와 산업통상자원부가 공동추진
 - 예산 약 4천억원 투입 계획
 - **혁신형 SMR 기술개발사업단 설립** (<https://ismr.or.kr>, 2023.7.10)
 - 다부처 사업의 추진을 위해 과제관리와 인허가 대응 총괄
 - 한수원, KAERI, 한전기술, 한전연료 등 참여
 - 2028년까지 표준설계인가 취득 완료를 목표
 - 2025년 인가 신청
 - 언론 보도
 - 국내 1호 SMR 대구에 건설 추진
 - 국민 수용성 벽 넘을 수 있나
- i-SMR 홀딩스 설립추진
 - 민·관 합작 사업법인 설립 ('25)
 - i-SMR 상용화 ('26~)



● “SMR, 대구 신공항 옆 추진” (The JoongAng, 2024.6.17. 기사)

- 680MW (170MW x 4기) SMR
 - 내륙지역 건설 (대구 군위군 소보면)
- SPC 설립하여 민자로 추진 (4조원)
 - ~ 2026 : 사전 타당성 조사
 - ~ 2028 : 표준설계인가
 - ~ 2033 : 상업발전
- 규제관점
 - LWR
 - 공항 + 산업단지
 - 내륙부지



<https://www.joongang.co.kr/article/25256908>

국내 원자력 전망

- “차세대 원자력 확보를 위한 기술개발 및 실증 추진방안”
 - 국가과학기술자문회의 (2024.6.4.)
 - 총 2조 4,810억원 투자 (국비 1조 6,490억원, 민간 8,320억원)
 - K-ARDP (Advanced Reactor Demonstration Program) 추진

	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
혁신형 SMR	표준설계 (5년)						산업부 계획 등에 따라 상용로 건설							
	★ 기본설계 완료		★ 표준설계 완료			★ 표준설계인가 획득								
소듐냉각 고속로	계통 개념 개발	기본 설계(4년)				상세 설계 및 건설 (5년)				운영전 시험 (3년)				
			★ 무지 조사 및 건설 허가 준비		★ 무지 선정	★ 건설 허가 신청	★ 건설 착수		★ 건설	★ 건설완료/운영허가				★ 시운전 개시
고온 가스로	기본 설계 (4년)				상세 설계 및 건설 (6년)				운영전 시험 (3년)					
			★ 무지 조사 및 건설 허가 준비		★ 무지 선정	★ 건설 허가 신청	★ 건설 착수		★ 건설	★ 건설완료/운영허가				★ 시운전 개시

- (KINS) Gen-IV 원자로 인허가기술 개발 R&D 수행
- 실증로 개념, 특정설계 검토, 다단계 인허가 등 제도정비 필요

7

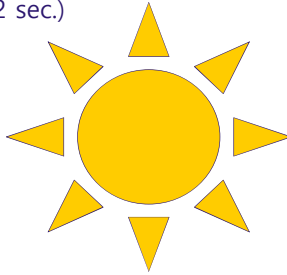
원자력 – 위협 요인 ?

● Sapiens – A Brief History of Humankind (Yuval Noah Harari)

- The world does not lack energy,
- All we lack is the knowledge necessary to convert it.

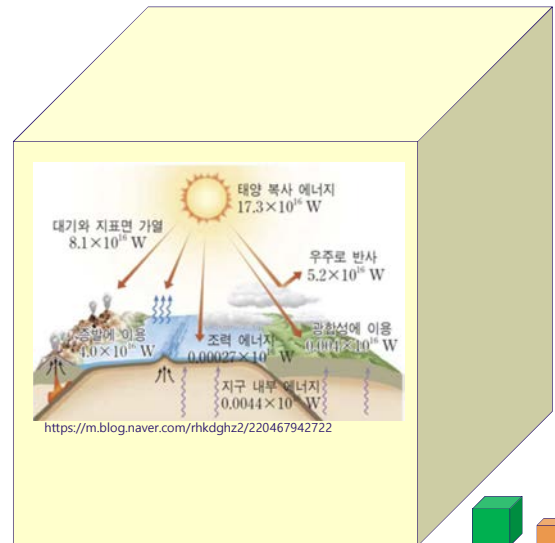
1. 태양에너지

- 지구 도달 : ~ 3,800,000EJ
- 광합성 : ~ 3,000EJ
- 인류 : ~ 500EJ (12 sec.)



2. 원자력, 중력

- 기술 확보

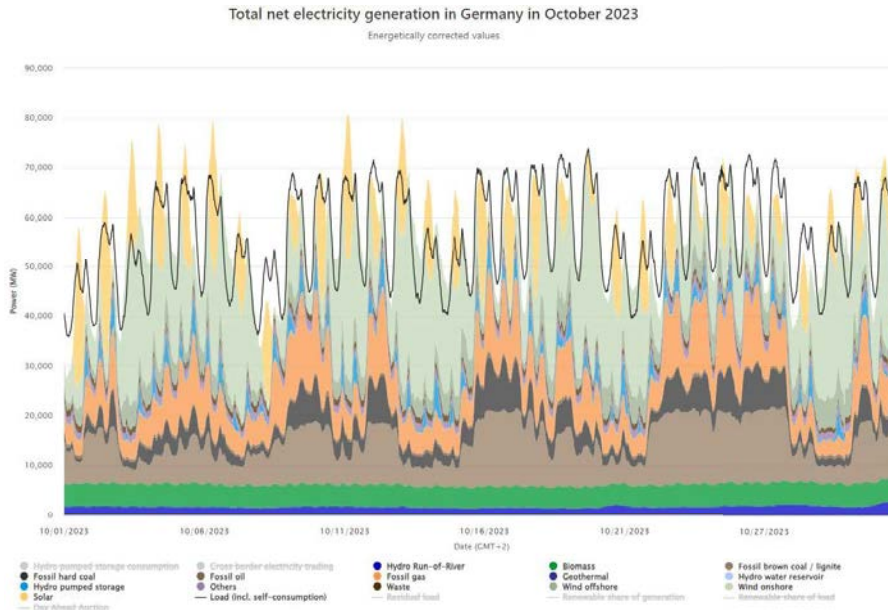


태양 에너지 → 지구

광합성 인류

8

● 독일의 사례

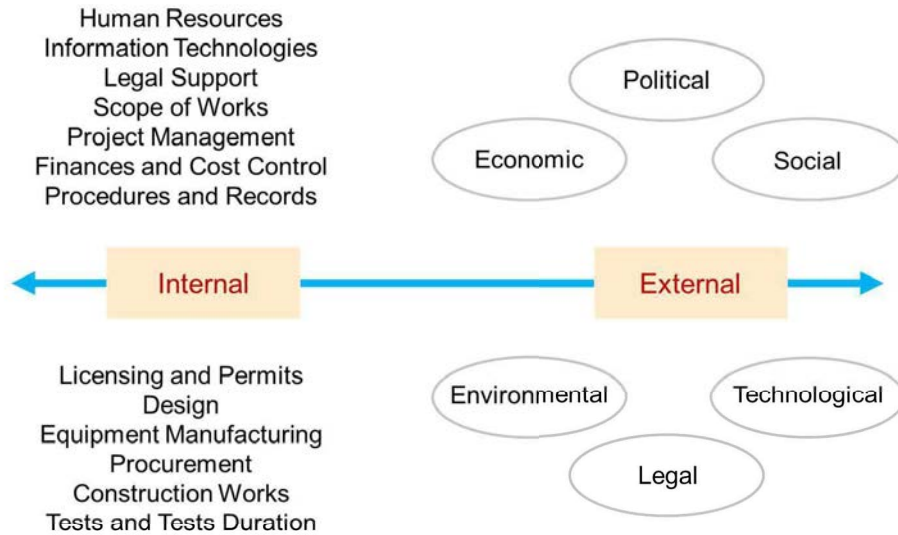


● 미래 위협 요인

- 기후 변화 + 외부 재해
 - 안전성 : 외부재해 위험 증가 + 운전환경 변화
 - 태풍, 집중호우, 산사태, 수온 상승, 해수면 상승 ...
- 사회 환경
 - 경제적 성장 → 안전과 복지, 인권에 관심 증가
 - 예) 중대재해처벌, 어린이보호구역 안전기준 강화, 원전주변 인구 변화 등
 - M 세대, Z 세대의 등장 → 환경과 안전에 관심 (대형참사 경험)
- 정치 환경
 - 원자력발전소 건설은 안정적 정책 지원이 필수
 - 원자력 이용에 부정적인 정치 환경 지속 : 10년전에도, 향후에도 ...
 - 예) 고준위 방사성폐기물처리 특별법 처리 불발

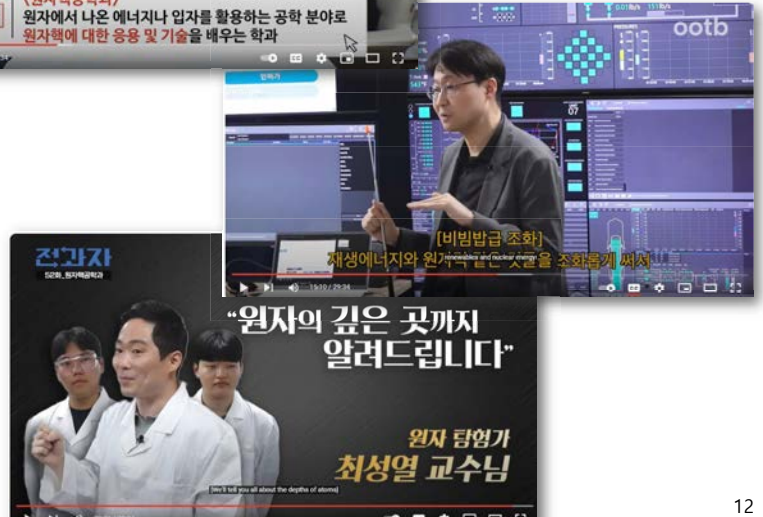
● SMR Development across the World (IAEA, 2022)

- Figure V-3. Risks : Internal vs. External



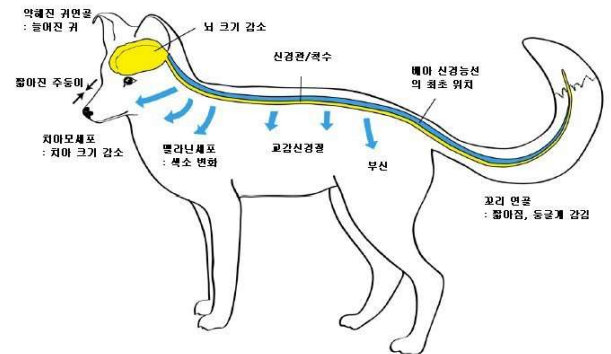
미래 전망

- 소통방식의 변화 필요성
- YouTube “매일 전과하는 남자”
 - 원자핵공학과
 - https://youtu.be/9WvZN_16IAw?si=UvLb2sUJs4NNsoWN
 - 3M views 1 month ago
 - 10~20대



● 미래 위협 요인

- 기후 변화 + 외부 재해
 - 안전성 : 외부재해 위험 증가 + 운전환경 변화
 - 태풍, 집중호우, 산사태, 수온 상승, 해수면 상승 ...
- 사회 환경
 - 경제적 성장 → 안전과 복지, 인권에 관심 증가
 - 예) 중대재해처벌, 어린이보호구역 안전기준 강화, 원전주변 인구 변화 등
 - M 세대, Z 세대의 등장 → 환경과 안전에 관심 (대형참사 경험)
- 정치 환경
 - 원자력발전소 건설은 안정적 정책 지원이 필수
 - 원자력 이용에 부정적인 정치 환경 지속 : 10년전에도, 향후에도 ...
 - 예) 고준위 방사성폐기물처리 특별법 처리 불발
- 가축화 증후군 (Domestication Syndrome)
 - 가축은 뇌의 크기 16 ~ 35% 감소 → 변화 적응력 퇴화
 - 신기술에 대한 경험 미성숙 → 신속한 결정에 장애 요인



● 신규 원전

- APR1400 노형에 대한 반복 심사는 규제부담 크지 않음
- 기후변화 + 외부재해 등 미래 위협에 선제 대응
 - 정책방향 제시 (원안위) → 기술기준 설정 (사무처, 규제전문기관)

원안위의 역할 – 규제 현안

● 가동 원전의 계속운전 심사

- 설계 특성이 다른 4개 노형의 원자로
 - Westinghouse형, CANDU형, Framatom형 (프랑스 산업표준 적용), 표준형 등
- 체계적인 갭분석 → 안전성에 대한 체계적 확인
 - 설계방법 차이점, 최신 기술기준 적용 등 현안
 - 사고관리계획서 심사와 연계
- 10년 주기로 검토 반복 → 제한된 인력으로 동시수행 부담

● 가동 원전의 계속운전 제도 개선 → 안전현안에 규제역량 집중

- PSR과 계속운전의 관계 분리
 - 주기적안전성평가의 검토 부담 경감, 특히 계속운전 신청 전후의 PSR 의미 축소
- 계속운전기간은 20년 범위내에서 사업자가 필요에 따라 설정
- 제출기한 경과후 신청에 대한 규정 보완 필요

❖ 제도는 유연하게, 안전은 엄격하게

15

원안위의 역할 – 규제 현안

● SMR 및 실증로

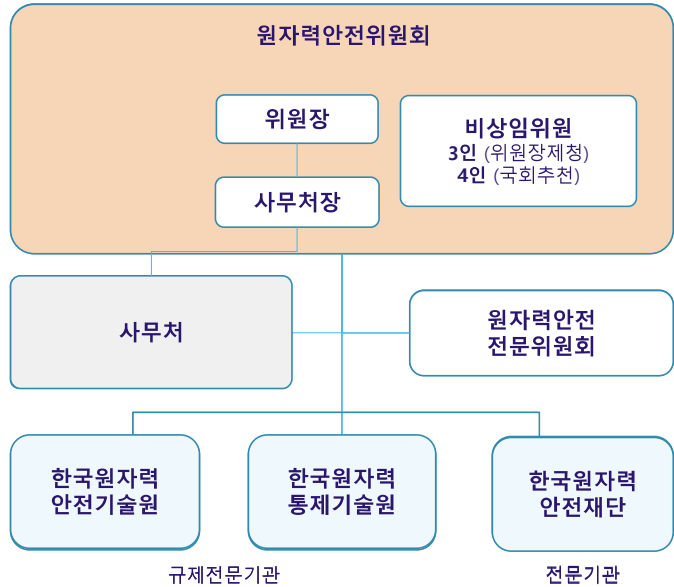
- 규제 정책 수립 (원안위) → 실행방안 (사무처)
 - 동네원전에 걸맞는 안전목표 검토
 - 대구광역시에 원전을 운영하려면? → 피폭선량 기준
 - 안전원칙 수립 (기본원칙 → 특정계통 설계기준)
 - 개발자의 설계개념 존중 → 설계목표에 비례하는 인허가
 - 규제전문기관 조기 개입 → 신기술 파악 및 규제방안 → 인허가 지연 방지
 - 고유안전성, 심층방어, 기기 및 계통 신뢰도 등 안전성 입증 방안
- 제도 개선 필요
 - 사전검토 제도 도입
 - 인허가 부담의 분산, 단계적 추진 지원 → 핵심 현안 조기 파악 및 해결방안 강구
 - ❖ 현재의 사전 검토는 검토결과의 효력 없음
 - 실증용 원자로에 대한 규제제도 도입
 - 개념설계 검토 등 다단계 인허가 (사업자 요구시 통합인허가도 검토)
 - 실증용 원자로의 정의, 안전 특성을 고려한 차등규제

❖ KINS의 규제 및 연구 경험 활용

16

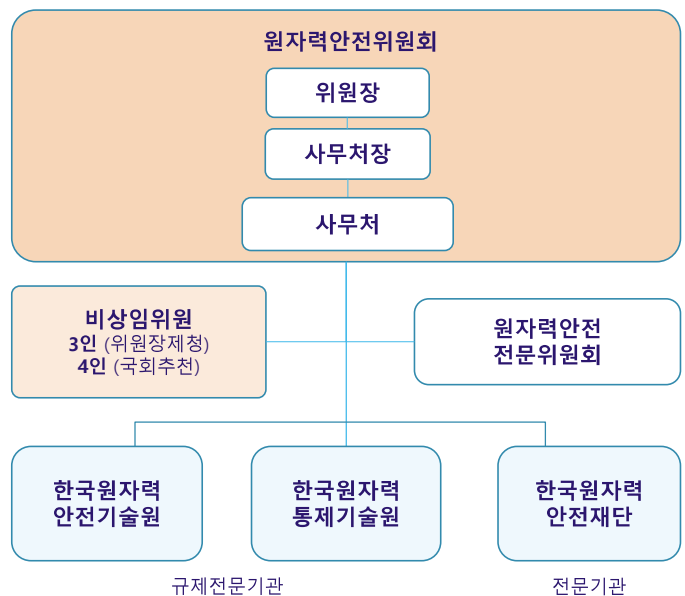
● 규제기관 ?

- 원자력안전위원회
 - 위원회 (상임위원① + 비상임위원②)
 - 사무처③
 - 원자력안전전문위원회
- 규제전문기관
 - 경영층④
 - 전문가⑤
- 전문기관
 - 원안위 지원



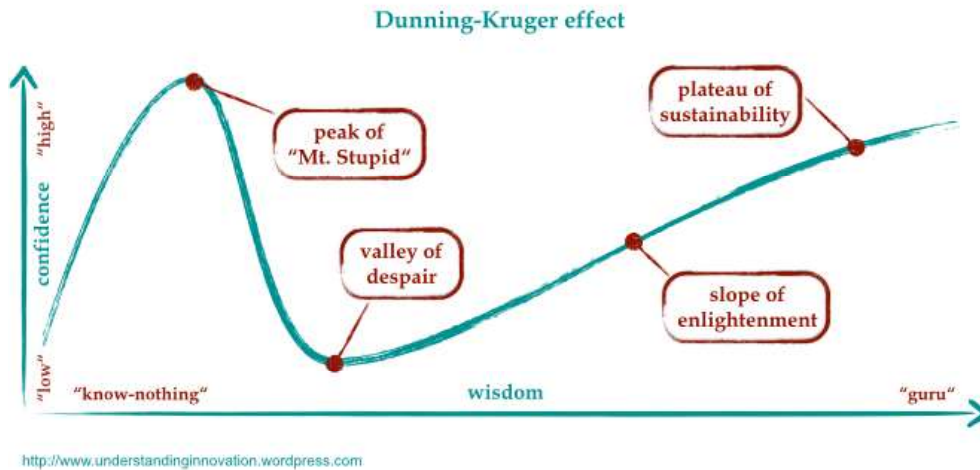
● 규제기관 ?

- 원안위 : 합의제가 아닌 독임제처럼 운영
- 사무처
 - Commission or Staff
 - 공무원 or 전문가
- 비상임 위원
 - 의견수렴 대상 vs. 거수기 역할
 - 원안위설치법 제12조
 - 안전전문위와 소통
 - 설득 대상
- 규제전문기관
 - 규제기관 or 하청기관
 - 정체성 혼란



● Dunning-Kruger effect

- 2024 원자력안전규제정보회의 특별강연 (김무환 POSTEC 특훈교수, 전 KINS 원장)
“미래 규제 수요 및 위협 대비 원자력안전 확보 방안”



● 개인적 평가 : 원자력안전위원회 + 사무처

- 과거 지향
 - 원자력안전위원회 설치법, 제12조(위원회의 심의 의결 사항)
- 축소 지향
 - 원자력안전위원회 설치법 제1조 및 원자력안전법 제1조
 - 후쿠시마 오염수 처리 방류 계획
 - i-SMR 사전검토
- 공개 지향
 - 구두 지시, 원격 조정, 전문가 의견 왜곡
 - 자료 공개 거부
 - 위반에 대한 판단기준 모호 (기술기준과 안전성)
- 자의적 법령 해석
 - 제척 규정 : 3심제 재판 등에 적용되는 규정, 원안위에 적용시 정상적 운영 불가능
 - 법령상 승인의 주체 : 위원회 vs. 사무처
 - 위원의 의안제안권 등

● 원자력안전위원회 참석

- 기술분야 개선 의견
 - 한빛4호기 격납건물 공극 (제167회 (22.11.17.) 및 제168회 (22.12.8.))
 - 동일부지내 다수기 연구과제 (제170회 (23.1.12.), 제176회 (23.5.11.), 제188회 (23.12.14.), ...)
 - 계속운전에 적용되는 최신 기술기준 (제165회 (22.10.27.), 제169회 (22.12.22.), 제176회 (23.5.11.), 제190회 (24.1.25.))
 - 안전등급-비안전등급 차단기 논리회로 변경 (제173회 (23.3.23.), 제174회 (23.4.13.), 24.4.14.(일))
 - 안전주입탱크 후단에 격리밸브를 설치 (제185회 (23.10.17.))
 - PAR 수소제거율 시험결과 (제166회 (22.11.17.), 제167회 (22.11.30.), 제173회 (23.3.23.), 제194회 (24.5.9.))
 - 냉각해수계통 앵커볼트 안전성확인 (제172회 (23.2.23.))
 - 특정기술주제보고서의 승인 및 관리 (의안 제안 (23.3.6.), 제193회 (24.4.25.))
 - 배출계획서의 승인 (의안제안 (24.2.27.), 제195회 원안위 (24.5.23.), 제196회(24.6.27.))
 - 연구용원자로의 보고규정 개선 (제185회 (23.10.17.), 제196회(24.6.27.))
 - 원자료가 아닌 실험장치 보호를 위한 정지는 보고대상에서 제외

● 원자력안전위원회 참석

- 법령 및 정책 관련 개선 의견
 - 기일 이후 계속운전을 신청한 자를 고발 (제165회 (22.10.27.))
 - 항공승무원 피폭 6mSv를 규제기준으로 설정 (제169회 (22.12.22.), 제171회 (23.2.9.), 제175회 (23.4.27.))
 - 운영변경허가시 RER 개정 (제172회 (23.2.23.) 및 제179회 (23.7.13.))
 - 제척 및 회피 (제181회(23.8.10.), 제182회(23.8.28.), 제183회(23.9.7.), 제184회(23.9.21.), 제189회(24.1.11.))
 - 위원회 정상운영 곤란 → 정책과제로 개선방안 연구 중(~ 24.7.), 중간발표 예정
 - SMR 규제 준비 (제175회(23.4.27.), 제181회(23.8.10.), 제189회(24.1.11.), 제195회(24.5.23.))
- 논의 되지 않은 사안
 - 후쿠시마 오염수 대응
 - 차세대원자로안전과(23.7..1) 신설 : 직제 규정 미반영
 - 방사능감시대응팀(24.1.1) 신설 : 직제 규정 미반영

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 1)

● 계속운전을 하려는 자를 고발 (제165회 (22.10.27.))

- 「원자력안전법 시행령」 제36조 (주기적 안전성평가의 시기 등)
 - (제1항) 운영자는 PSR을 10년마다 제출해야 함 → 의무
 - (제4항) 운영자가 계속하여 운전하려는 경우에 계속운전 PSR을 제출 → 선택
- 처벌 대상의 특정 불가
 - 현재의 운영자? 계속운전 시점의 운영자? 서류를 제출한 직원?
 - 계속운전을 하려는 의사는 있지만 아직 계속운전을 하지는 않아, 범죄행위의 구성요건을 충족하지 못함.
 - 벌금 부과는 「원자력안전법」 제120조에 따른 양벌규정을 적용받기 때문에 개인도 처벌받게 되므로 쉽게 받아들이지 못할 것임.
 - 원안위가 고발조치를 했는데, 경찰이나 검찰이 처벌할 수가 없다고 판단하여 기소를 안 하거나 벌금부과 처분을 안하면 원안위는 신뢰성에 상처를 입게 됨.
- 원안위는 불법이라고 판단 → 불법인 문서를 검토하여 승인 ?
- 계속운전 PSR에 대한 원자력안전위원회의 심사 여부는 처벌과는 분리하여 별도로 정책적으로 결정할 사안 → 원안위 의사결정 부재

23

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 2)

● 신한울 2호기 운영허가 심의 과정 (제180회 (23.7.27.) ~ 제183회 (23.9.7.))

- K는 신한울 2호기 사용전검사 과정에서 지적사항표 발급 의뢰
 - ILRT 관련 밸브의 조작금지 태그가 이중으로 부착됨
 - 시정조치 불필요, 재발방지 조치 완료 (절차서 반영)로 종결 처리
 - K는 원자력안전위원회 비상임 위원으로 신한울 2호기 운영허가 심의
 - 첨부한 보고서에서 지적사항표 관련 내용 발견하고 문제제기
 - 사무처는 지적사항표 발급의뢰가 '처분에 관여한 경우'에 해당하므로, 신한울 2호기 운영허가에 관여한 것이라고 주장 → K가 스스로 회피할 것을 요구
 - 법리상 제척사유로 적용할 수 없음.
 - 불복 등의 사유로 동일 사건을 **재심할 때 적용하는 조문임.**
 - K가 회피하면 의결권이 사라지는 것이 아니라, 반대표를 던지는 것임
 - ※ 원안위설치법 제13조에 따라 재적위원 과반수의 찬성으로 의결되므로 5명 이상의 찬성이 필요하며, 1명이 제척 또는 회피 하더라도 재적위원수는 변동 없음.
- 한손으로 심사하고 한손으로 심의하는 **“셀프 심의” 논리로 비약**
- 원안위와 규제전문기관을 대립관계로 설정하고 참여를 배제하는데 활용
 - 원안위 위원이 해당사안에 대해 심층검토를 하면 “셀프 심의”인가?

24

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 1)

● 원자력안전위원회 설치 및 운영에 관한 법률

제14조 (위원의 제척·기피·회피)

- ① 위원이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 직무집행에서 제척된다.
 1. 위원 또는 그 배우자나 배우자이었던 사람이 해당 사안의 당사자가 되거나 해당 사안에 관하여 공동권리자 또는 의무자의 관계에 있는 경우
 2. 위원이 해당 사안의 당사자와 친족관계에 있거나 있었던 경우
 3. 위원이 해당 사안에 관하여 증언이나 감정을 한 경우
 4. 위원이 해당 사안에 관하여 당사자의 대리인으로서 관여하거나 관여하였던 경우
 5. 위원이 해당 사안의 대상이 된 처분 또는 부작위에 관여한 경우
- ② 위원회는 직권 또는 당사자의 신청에 의하여 제척의 결정을 한다.
- ③ 위원에게 심의·의결의 공정성을 기대하기 어려운 사정이 있는 경우 당사자는 기피신청을 할 수 있고, 위원회는 의결로 이를 결정한다.
- ④ 위원이 제1항 또는 제3항의 사유가 있는 경우에는 해당 사안에 대하여 회피할 수 있다.

25

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 2)

● 제척 규정 (원안위법 제14조제1항)

- (제5호) 위원이 **해당 사안의 대상이 된 처분** 또는 부작위에 **관여**한 경우
 - '행정심판의 이론과 실무' (중앙행정심판위원회, 2022. 1. 발간)
"어떤 행정목적 달성을 위하여 여러 단계의 중간행위를 거쳐 최종적인 처분이 행하여지는 경우, ~~(중략) ~~ **그 중간 행위는 처분이 아니다**"
 - 신한울 2호기 지적사항 → 대상이 된 처분인가?
 - 신한울2호기 지적사항에 대하여 다시 심의하는 경우 → 대상이 된 처분 ○
 - 신한울 2호기 운영허가 심의 과정
 - 신한울2호기 지적사항을 논의하는 것이 아님 → **해당사안 ≠ 대상이 된 처분**
 - **해당사안의 대상이 된 처분에 관여**한 경우로 해석 → 무리한 법 해석
 - 무리한 해석을 적용할 경우 원안위의 정상적 운영 곤란
 - 신한울 1호기 운영허가 (조건사항 부가) → 조건사항을 반영한 변경허가 심의
 - 조건사항을 부과할 때 참여한 위원 → **대상이 된 처분에 관여** → 제척 해당
 - 심의의결 후 수정보완 필요 사항이 발생하는 경우 (운영변경허가, 매년도 예산안 심의 등)
 - 의결에 참여한 위원 → **대상이 된 처분에 관여** → 제척 해당
 - 사무처 직원이 위원이 되는 경우 → 처분/부작위로 관여했던 모든 업무가 대상

26

● 중앙행정심판위원회가 2022. 1. 발간한 '행정심판의 이론과 실무'

- (170쪽) 어떤 행정목적 달성하기 위하여 여러 단계의 중간행위를 거쳐 최종적인 처분이 행하여지는 경우, 중간 단계 행위에 의해서는 직접적으로 국민의 권익에 영향을 미치지 않으며 최종처분에 따라 비로소 국민의 권리 관계에 직접적인 영향을 미치는 법률효과를 발생하는 경우에는 그 중간행위는 처분이 아니다.
- (171쪽) 최종처분을 기다려서는 그 권익을 구제하기 어려운 경우 또는 중간단계행위가 그 자체로서 구체적인 법적 효과를 가져와 국민의 권리관계에 직접적인 영향을 미치면 그 중간단계행위는 처분성이 있다.
(판례) (172쪽) 원자력법상 원자로시설의 건설허가 전 “부지사전승인 처분은 그 자체로서 건설부지를 확정하고 사전공사를 허용하는 법률효과를 지닌 독립한 처분”에 해당 (대법원 1998.9.4. 선고 97누19688 판결)

● 행정심판법 (1984년 제정)

- 제1조(목적) 이 법은 행정심판 절차를 통하여 행정청의 위법 또는 부당한 처분(處分)이나 부작위(不作爲)로 침해된 국민의 권리 또는 이익을 구제하고, 아울러 행정의 적정한 운영을 꾀함을 목적으로 한다.
- 제8조(중앙행정심판위원회의 구성)
 - 위원장 : 국민권익위원회의 부위원장 중 1명
 - 상임위원 4명 : 3급이상 공무원 또는 고위공무원단에 속하는 일반직공무원 등
 - 위원 : 70명 이내
 - 중앙행정심판위원회의 회의
 - 총 9명으로 운영 : 위원장, 상임위원 및 위원장이 회의마다 지정하는 비상임위원
- 제10조(위원의 제척·기피·회피)
 - ① 위원회의 위원은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 사건의 심리·의결에서 제척(除斥)된다.
 1. 위원 또는 그 배우자나 배우자이었던 사람이 사건의 당사자이거나 사건에 관하여 공동 권리자 또는 의무자인 경우
 2. 위원이 사건의 당사자와 친족이거나 친족이었던 경우
 3. 위원이 사건에 관하여 증언이나 감정(鑑定)을 한 경우
 4. 위원이 당사자의 대리인으로서 사건에 관여하거나 관여하였던 경우
 5. 위원이 사건의 대상이 된 처분 또는 부작위에 관여한 경우

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 2)

● 민사소송법

(1960.4.4. 제정 ~ 2005.3.31. 개정까지 큰 변화 없음)

제41조(제척의 이유) 법관은 다음 각호 가운데 어느 하나에 해당하면 직무집행에서 제척(除斥)된다.

1. 법관 또는 그 배우자나 배우자이었던 사람이 사건의 당사자가 되거나, 사건의 당사자와 공동권리자
· 공동의무자 또는 상환의무자의 관계에 있는 때
2. 법관이 당사자와 친족의 관계에 있거나 그러한 관계에 있었을 때
3. 법관이 사건에 관하여 증언이나 감정(鑑定)을 하였을 때
4. 법관이 사건당사자의 대리인이었거나 대리인이 된 때
5. 법관이 불복사건의 이전 심급의 재판에 관여하였을 때. 다만, 다른 법원의 촉탁에 따라 그 직무를 수행한 경우에는 그러하지 아니하다.

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 2)

● 제척 규정 비교 (민사소송법/행정심판법/원안위설치법)

1. 법관 또는 그 배우자나 배우자이었던 사람이 사건의 당사자가 되거나, 사건의 당사자와 공동권리자·공동의무자 또는 상환의무자의 관계에 있는 때

1. 위원 또는 그 배우자나 배우자이었던 사람이 사건의 당사자이거나 사건에 관하여 공동 권리자 또는 의무자인 경우

1. 위원 또는 그 배우자나 배우자이었던 사람이 해당 사안의 당사자가 되거나 해당 사안에 관하여 공동권리자 또는 의무자의 관계에 있는 경우

2. 법관이 당사자와 친족의 관계에 있거나 그러한 관계에 있었을 때

2. 위원이 사건의 당사자와 친족이거나 친족이었던 경우

2. 위원이 해당 사안의 당사자와 친족관계에 있거나 있었던 경우

3. 법관이 사건에 관하여 증언이나 감정(鑑定)을 하였을 때

3. 위원이 사건에 관하여 증언이나 감정(鑑定)을 한 경우

3. 위원이 해당 사안에 관하여 증언이나 감정을 한 경우

4. 법관이 사건당사자의 대리인이었거나 대리인이 된 때

4. 위원이 당사자의 대리인으로서 사건에 관여하거나 관여하였던 경우

4. 위원이 해당 사안에 관하여 당사자의 대리인으로서 관여하거나 관여하였던 경우

5. 법관이 불복사건의 **이전 심급의 재판에 관여**하였을 때. **다만, 다른 법원의 촉탁에 따라 그 직무를 수행한 경우에는 그러하지 아니하다.**

5. 위원이 사건의 **대상이 된 처분 또는 부작위에 관여**한 경우

5. 위원이 해당 사안의 **대상이 된 처분 또는 부작위에 관여**한 경우



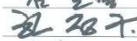
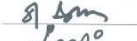
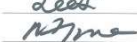




원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 2)

● 정책연구 수행 추진

- 제189회 원자력안전위원회 합의 사항
 - 원안위원 제척사유와 관련한 개선방안 도출을 위한 정책연구 용역을 조속히 실시
 - 정책연구에 포함될 사항
 - 제척 규정 검토
 - 구체적 적용 지침안
 - 바람직한 입법안
- 정책연구 과제
 - 공모 : 2024.2.26. ~ 2024.3.4.
 - 한양대, 충남대, 성균관대 법전문 등 5곳
 - 과학기술법학회를 수행기관으로 선정
 - 선정평가 결과 보고서 등은 공개 거부
 - 7월말 과제종료
 - 종료전 중간결과 보고 예정

원자력안전위원회 위원 제척 관련 간담회시 합의 결과

- 개요
 - 일시/장소 : 2024. 1. 11(목) 11:13~12:25
 - ※ 관련 논의를 위해 189회 회의 도중 정회(11:12)
 - 참석자 : 원안위원 9인 전원
- 합의 결과
 - 원안위원 제척사유와 관련한 개선방안 도출을 위한 정책연구 용역을 조속히 실시한다.
 - ※ 정책연구에 포함될 사항
 - : 현행법에 따른 제척 관련 규정 검토, 구체적 적용지침안, 바람직한 입법안 등 제도개선 사항
 - 정책연구 용역 결과가 나올때까지는 현 원안위원으로서 심의의결했던 사안과 관련된 상정 안건에 대한 제척 여부는 논의하지 않는다.

위원장	유국희	
위원	임승철	
위원	김호철	
위원	하정수	
위원	이승숙	
위원	이수래	
위원	채무성	
위원	김근태	
위원	박천홍	

32

원안위의 역할 – 현황 진단 (참고 자료)

● 핵연료 저장조

- 규격 ?? = 12m X 20m X 7.8m (H) = 약 1,800m³
- 핵연료저장조 냉각수 2.3ton ~ 2.3m³ = 12m X 20m X 0.0096m
- ❖ 수영장
 - 수영장 규격 = 21m X 50m X 2m = 2,100m³
 - 수영장 물 2.3ton ~ 2.3m³ = 21m X 50m X 0.0022m

● 누설량

- 방사성물질 농도 : 전량 누설시 0.0017mSv
- 삼중수소 1.07×10¹⁰Bq, 감마핵종 2.39×10⁵Bq
- 연간 배출제한치 대비
 - 삼중수소는 10만 분의 1 (0.001%),
 - 감마핵종은 1000만 분의 1

출처 : 경북일보(<http://www.kyongbuk.co.kr>)



출처 : MBC 2017. 브라질 월드컵 수영 선수권대회

● 있어서는 안될 일

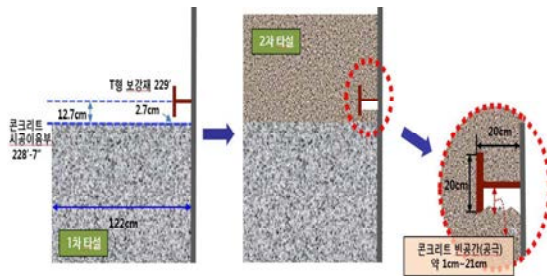
- 한번의 실수로도 신뢰 추락

33

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 3)

● 한빛4호기 격납건물 공극 (제167회 (22.11.17.) 및 제168회 (22.12.8.))

- 재가동을 1주 늦췄지만, 공극 보수로 인해 격납건물 건전성에 미치는 영향에 대한 조치방법에 관한 논리를 보강
 - 공극 최초발견(17.6)이후 원전 구조물 특별점검 경과
 - '17.6~'19.8 구조물 특별점검 결과 : 공극 140개소 확인
 - ※ 한빛 4호기 CLP 배면부식 120개소 확인
 - '19.8~'21.6 한수원 구조건전성 평가
 - '21.3~'21.12 KINS 및 콘크리트학회의 평가결과 검증
 - '22.1~ 상부돔 점검



> 폴라크레인 브라켓 하부



> 매설판 및 관통부 보강재 하부



> 관통부 슬리브 하부



> 원주형 보강재 하부

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 3)

● 제167회 (22.11.30.) 원자력안전위원회 보고안건 제1호

- 격납건물 가동중검사 - (검사기간) 2017.05.18. ~ 2022.12.09.*
 - CLP 기준두께(5.4mm) 미만 총 300개소(부식192개소, 비부식 108개소)
 - 콘크리트 공극 140개소 및 외벽 철근노출 23개소 등이 발견됨에 따라,
- 격납건물 구조건전성평가 및 검증을 통해 구조적으로 건전함을 확인
- 공극 및 외벽 철근노출 등에 대한 보수를 진행
 - 공극은 단면채움재(모르타르, 그라우트 등)를 활용, 철근노출은 부식제거
 - 방청처리(부식억제제 도포) 후 모르타르로 복구
- 최종적으로 격납건물중합누설률시험을 통해 CLP 기밀성 확인

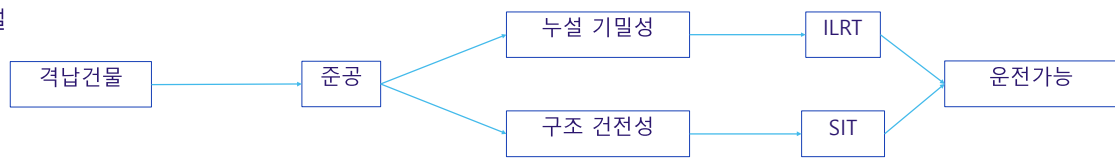
➔ 문제점

- CLP 보수후, 격납건물 누설률 시험 시행하여 합격기준 만족
- 격납건물 건전성 확인
 - 완공후 SIT 시험 합격한 상태
 - 보수후 건전성 확인은 평가로 대체

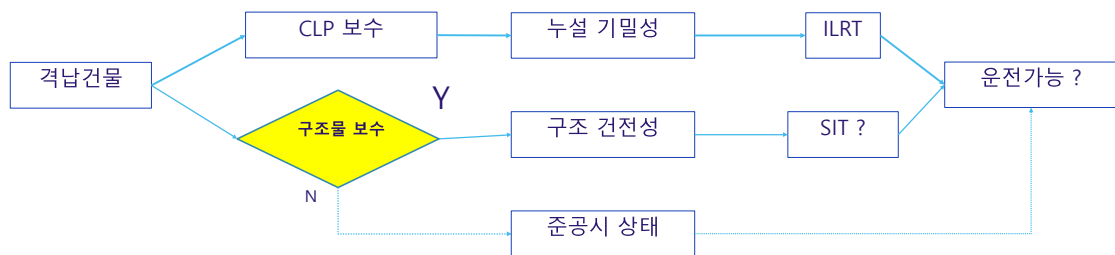
원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 3)

● 격납건물 건전성 확인

■ 건설



■ 보수



36

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 3)

● 168회 (22.12.8.) 원자력안전위원회 보고안건 제1호

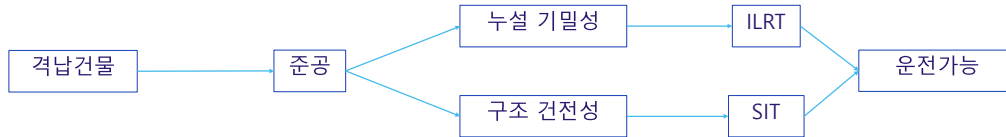
- 보수의 적합성을 집중 검토
 - 공극 및 철근노출이 있는 상태에서도 허가당시 설계기준 을 만족
 - 공극을 보수하지 않아도 구조건전성이 유지됨을 확인('22.6월)
- 구조건전성평가 관련 공극의 발견에서 구조건전성평가 및 보수까지 적용된 산업기술기준 및 보수의 적절성 재검토
 - (목적) 공극 내 철근의 방청 및 구조물 형상관리 목적으로 비구조적 보수 (그라우트, 모르타르 등의 단면채움재 보수)
 - (재료) 관련 기준에 따라 화학적, 기계적, 물리적 특성이 한빛4호기 격납건물 콘크리트와 부합*하는 것으로 선정
 - (방법) 시공성 및 기존 보수경험을 고려하여 공극의 깊이별로 시멘트 모르타르(14cm 이하) 또는 무수축 그라우트(14cm 초과)로 충전
- KEPIC MIL에 따른 격납건물 콘크리트 표면 대표 10개소* 균열검사 및 CLP 보수부위 영구변형 점검을 수행하여 구조적 성능도 확인
- 한빛4호기 원자로격납건물 공극(140개) 보수 전/후 격납건물 구조 평가결과 정량적 비교

37

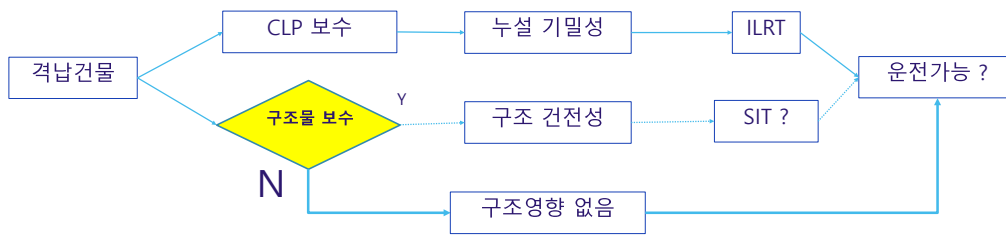
원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 3)

● 격납건물 건전성 확인

■ 건설



■ 보수



원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 4)

● 안전주입탱크 후단에 격리밸브를 설치 (제185회 (23.10.17.))

- 안전주입탱크(SIT)는 냉각재상실 사고시 동력원 없이도 질소로 가압된 압력으로 냉각수를 주입할 수 있도록 설계된 필수 안전계통임.
- 새울 3,4호기 건설변경허가 신청
 - SBO시 자연순환냉각을 위해 SIT 격리가 필요하다는 것이 한수원 입장
 - SBO는 원자로냉각재 계통이 가압되는 사고로서 SIT의 주입가능성이 없음.
 - 실제 분석에서도 SIT의 일부만 주입되는 것으로 분석됨
- 설계 변경의 의도가 불분명

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 5)

● 항공승무원 피폭 6mSv를 허용기준으로 설정 (제169회 (22.12.22.), 제171회 (23.2.9.), 제175회 (23.4.27.))

- 항공승무원에 대한 피폭선량 6mSv를 권고치가 아닌, 허용기준으로 설정
 - 전세계 어느 나라도 6mSv를 허용기준으로 설정한 경우는 없음.
 - 항공승무원의 경우 1회 피폭선량이 ~ 0.1mSv 수준으로 예측 가능
 - 조치 내용 중복 : 사전 조치 → 6mSv 초과 → 20mSv 초과
- 일단 시행후 전면 재검토하기로 약속하였으나, 아직 논의되고 있지 않음.

(참고) 원자력안전법의 피폭선량 허용기준

- (방사선작업종사자) 연간 50mSv를 넘지 않는 범위에서 5년간 100mSv
- (수시출입자) 연간 6mSv

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 5)

● 동일부지내 다수기 연구과제 (제170회 (23.1.12.), 제176회 (23.5.11.), 제188회 (23.12.14.), 제189회 (24.1.11.), 제195회 (24.5.23.))

- 5년간 100억원 이상을 투입하여 연구
 - 동일부지 다수기 위험도는 단일기 위험도에 비해 크지 않음.
 - 동일부지 다수기 규제 시급성/필요성 미확인
- 향후연구에서는 현행 기술기준의 적합성을 검토가 우선되어야 함.
 - 규제 도입 필요성 확인이 우선
 - 현행 단일기 중심 규제의 문제점이 있는지를 파악하는데 집중
 - 다수기 모델을 개발하는 것이 연구목적이 되어서는 안됨.
 - 기존 연구과제의 결과를 최대한 활용

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 6)

● 후쿠시마 오염수 대응

- IAEA 문서에 의존하여 해결하려고 했다면 문제가 더 커졌을 것임.
- 괴담 및 가짜뉴스에 대해 위원회 내에서 논란을 종식시킬 수 있으며, 위원회를 활용하여 다양한 대응 논리의 제공이 가능할 것임.
- 후쿠시마 오염수 대응의 문제점
 - 축소 지향 : 원자력안전위원회의 일이 아니라고 주장
 - 과거 지향 : 방류후 여론이 잠잠해진 시점에 '방사능감시대응팀' 신설
 - 공개 지향 : 대부분의 대응 업무를 KINS에서 수행하도록 요구
 - 법령 해석 : 직제규정은 원자력안전위원회 소관이 아니라고 답변
- 국민적인 관심사에 대해 원안위는 침묵으로 일관 (위원으로서 무력감)
- 23.8.24.부터 후쿠시마 원전에서 수차례 방류 실행
 - 방류로 인한 영향 없고, 국민들의 관심에서 멀어짐.
 - 24.1.1. "후쿠시마 오염수 대응을 위해 **방사능감시대응팀 신설**" (직제 미반영)

42

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 7)

● RER 변경허가

- 운영변경허가시 RER 개정 문제 (제172회 (23.2.23.), 제179회 (23.7.13.)), 제191회 (24.2.22.)
 - 환경영향평가서는 운영허가시 제출만 하면 되는 문서이며, 허가기준에 포함되어 있지 않음.
 - 따라서, 운영변경허가시에 환경영향평가를 개정할 필요가 없음.
 - 실제로 환경영향평가서를 개정하려면, 주변 환경을 조사하고 그 내용을 반영하여 평가하여야 하기 때문에 많은 비용이 추가로 소요됨.
- 주민의견수렴 절차로 확대 우려 (한빛 1,2호기 사례)
- 원자력안전법 제21조제1항제3호의 허가기준은 배출계획서에서 평가

43

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 7)

● 환경정책기본법 제41조

- 국가는 환경기준의 적정성을 유지하고 자연환경을 보전
- 환경에 영향을 미치는 계획 및 개발사업이 환경적으로 지속가능하게 수립·시행
 - 전략환경영향평가, 환경영향평가, 소규모 환경영향평가를 실시
 - 대상, 절차 및 방법은 환경영향평가법에서 규정

● 환경영향평가법

- 주요 내용 : 환경에 미치는 영향에 대한 **주민의 의견수렴과 협의내용**
 - 사업이 진행되는 동안 이행 (제38조)
 - 승인기관장은 협의내용의 이행여부를 관리·감독(제39조)
 - 허가·인가·승인·면허 또는 결정 등을 할 때 또는 준공검사를 하기 전에 확인
 - 이행되지 않으면 조치명령(제40조) 및 과징금 부과(제41조)
- 환경영향평가에 대한 주민 의견수렴의 내용은 준공 이전에 이행이 완료
- 준공 이후에는 개별 사업별로 인허가에 따른 기준을 충족

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 7)

● 운영허가 첨부서류의 기술기준, 작성지침, 변경허가 대상 관련 규정

운영허가 신청서류 (원안법 제20조제2항)	기술기준 (원안법 제21조제1항)	기재사항 (시행규칙 제16조 및 관련 고시)	허가·신고 대상 구분 (시행규칙 제18조제1항)
신청서	시행규칙 별표10호	제1항	제1호, 제2호
운영기술지침서	제1호	제2항 (고시 2023-9호)	제3호, 제4호
최종안전성분석보고서	제2호	제3항 ^{주1)} (제9조제4항 각호)	제3호, 제4호
사고관리계획서	제6호	제4항 (고시 2017-35호)	-
운전에 관한 품질보증계획서	제4호	제5항 (제4조제4항 각호)	제4호
방사선환경영향평가서(제10조제2항에 따라 제출된 방사선환경영향평가서와 달라진 부분만 해당한다) ^{주2)}	없음	없음	없음
발전용원자로 및 관계시설의 해체계획서(제10조제2항에 따라 제출된 해체계획서와 달라진 부분만 해당한다)	제5호	없음 (제4조제5항 각호, 고시 2021-10호)	원안법 제92조의2 시행규칙 제122조의2 (10년주기 신고)
액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서 (2015.12.1. 개정)	제3호	제7항 (고시 2023-11호)	제3호

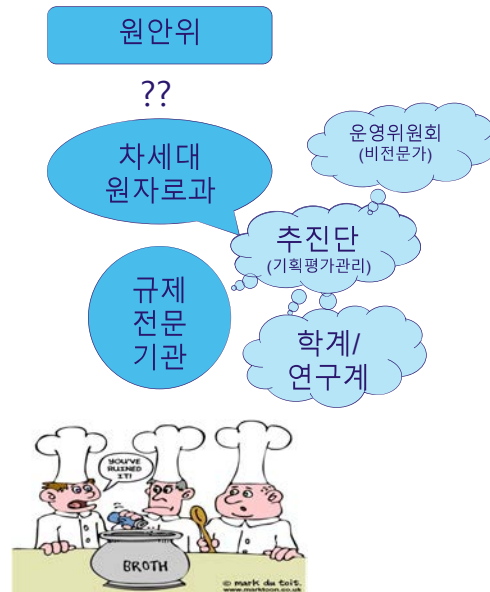
주1) (시행규칙 제16조제3항 단서) 법 제20조제2항에 따른 다른 첨부서류의 기재사항과 중복되는 사항은 기재하지 아니할 수 있다.

주2) (시행규칙 제4조제7항) 제7조에 따른 부지사전승인신청을 할 때에 방사선영향평가서를 제출한 경우에는 법 제10조제2항에 따른 건설허가 신청을 할 때에는 제출하지 아니할 수 있다. <개정 2015. 7. 21.>

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 8)

● SMR 규제 준비

- SMR 규제 현황 --> 분산, 우회, 지연
 - 원안위 사무처
 - 차세대 원자로과 : 직제규정에 없음
 - SMR 규제연구 추진단
 - 기획/평가/관리를 수행하는 전문기관
 - 전문기관은 연구과제 수행기능 없음
 - 규제전문기관 : 전체예산의 약10%
 - 학계/연구계 : 2~3년 소요
 - 규제전문기관
 - 연구과제 수행 이후에 인허가 준비 가능
 - 원자력안전위원회
 - 정책방향 등 심의의결 부재
- Too many cooks spoil the broth.



https://search.pstatic.net/common/?src=http%3A%2F%2Fblogfiles.naver.net%2F20150713_9%2Ffansanahev_1436751533442uv6fu_GIF%2Ftosc960_832o-many-cooks-spoil-the-broth-clipart.gif&type=_gif

46

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 8)

● iSMR 규제 준비 (문제점)

- 축소 지향 : 수출용이므로 원자력안전위원회의 일이 아니라고 주장
- 과거 지향 : SMART, APR 사전검토 등 과거 사례 답습
- 공개 지향 :
- 법령 해석 : 직제규정에 미반영
- 분산형 대응
 - 규제전문기관 참여 제한
 - 과제의 기획·평가·관리가 주업무인 "규제연구 추진단" 설립

47

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 8)

● 미국의 Advanced Reactor 규제 방향

- Nuclear Energy Innovation and Modernization Act (2019.1.14)
 - Sec.103
 - 단계적 인허가 (Staged Licensing) : 개념설계 평가 포함.
 - 위험도정보 인허가 (Risk-Informed Licensing),
 - 연구용 및 시험용 원자로의 인허가 (Research and Test Reactor Licensing),
 - 기술 포괄형 규제체계 (Technology-Inclusive Regulatory Framework)
 - NRC Staff : 10CFR Part 53 개발
 - 인허가 절차 : 건설+운영허가, 통합인허가, 실증로 인허가
 - Framework A
 - 성과목표를 중심으로 하는 하향식 접근법
 - Framework B
 - 다양한 기술을 수용하는 설계기준과 해석방법에 기반하는 상향식 접근법
 - NRC는 SRM에서 Framework B에 반대 (2024.3.4.)
 - EPZ 설정 규정 개정 (2023.11.16.)
 - 96시간 동안 10mSv 이하인 경우 EPZ 설정 면제(10CFR 50.33, 50.160)
 - (비교) 상용원자로의 피폭선량 허용기준 : 부지 제한구역 경계에서 2시간 동안 250mSv

48

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 9)

● 안전모션 차단논리

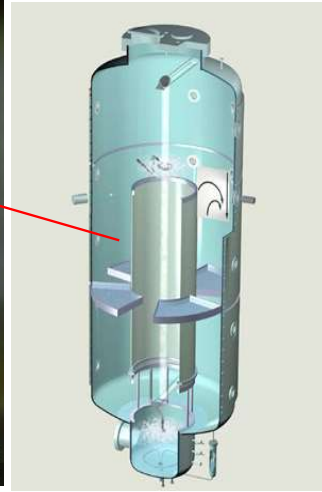
- 안전등급-비안전등급 차단기 논리회로 변경 (제173회 (23.3.23.), 제174회 (23.4.13.), 제191회 (24.2.22.)
 - 안전등급 전력을 비안전등급 기기에 공급하겠다는 것으로 안전등급 전력의 사용원칙에 부합하지 않는 설계변경을 시도한 것임.
 - 국내 원전은 안전등급 기기만으로 자연순환냉각이 가능
 - 비안전등급기기가 필요한 경우 FSAR에 수량, 시기 등이 기재되어야 함. (10CFR50.34(f) TMI Action Item, NUREG-0737 II.E.3.1)
- 별도로 전문가회의 구성
 - 한수원이 제안한 논리회로 변경이 부적합하다는 의견 (23.7.7.)
- 24.4.14.(일) 현장 점검
 - AFAS + LOOP 조건의 시험 미수행 등 다수의 문제점 발견
 - 추가 자료 요청
 - 당초 설계의도 및 근거를 확인할 수 있는 자료.
 - AFAS + LOOP 조건의 시험을 수행하지 않는 이유 및 근거

49

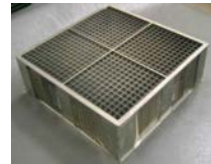
● 피동촉매형수소재결합기 (PAR, Passive Autocatalytic Recombiner)



한수원 자체 실험결과 “수소 제거량, 예상의 30~60%... 재실험서도 미달” (‘21.2.1, KBS 보도)



PAR 외함



촉매체

● PAR 시험 결과

- 세라컴社 PAR의 수소제거율은 중대사고 분석에 사용된 상관식 값을 하회
 - 수소농도 8%에서 NUKEM 상관식 대비 50% 수준
 - 발광입자로 인한 화재 가능성은 없음.
- 수소분석 재수행
 - 인허가 당시와 동일 가정 → 14기 원전에서 수소농도 10% 이상
 - ① 증기발생기 급수 주입 실패,
 - ② 보조급수 공급 실패,
 - ③ 주입방출운전 실패,
 - ④ 전기식 수소 재결합기 운전 실패,
 - ⑤ 살수계통 운전
 - 5중고장을 가정한 것이며, 발생 빈도는 $10^{-12}/\text{yr}$ 수준
 - 실제 조건에서는 고온의 노심용융물, 설비작동 등에 의해 수소제거 가능
 - (KINS) 규제요건 (안전심사지침) 불만족으로 판단, 시정조치를 요구
 - ➔ 규제요건 불만족에 따른 요구가 아닌, 한수원의 개선 조치로 충분

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 11)

● 배출계획서 관련 (24.2.27. 의안제안)

- “액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서” 승인 현황 보고
 - 「원자력안전법」 제20조제2항이 2015.12.1. 개정되어, 원자력발전소의 운영허가 신청시에 첨부하여야 할 서류에 “액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서”가 추가됨.
 - 신한울 2호기는 2014.12.1. 운영허가를 신청하였으며, 부칙 규정에는 이미 운영허가를 신청한 자도 시행일부터 2년 이내인 2018.12.2.까지 제출하여 승인을 받아야 한다고 규정되어 있음.
 - 따라서, 신한울 2호기의 운영허가를 심의할 당시인 2023.9.7.에는 개정된 「원자력안전법」 제20조제2항은 유효한 규정임.
 - 그러나 당시 신한울 2호기의 운영허가 심의 과정에서 “액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서”에 대한 검토 및 승인이 누락됨.
 - 제195회 원안위 (24.5.23.) : 원전별 배출계획서에 대한 심사결과 보고
 - 제196회 원안위 (24.6.27.) : 원전별 배출계획서 승인 예정

52

원안위의 역할 – 현황 진단 (사례 종합)

● 위원의 생각

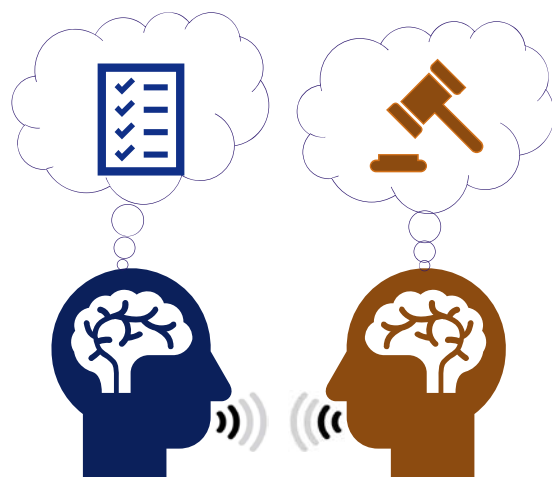
- 사명감
 - 원자력안전에 기여할 의무
 - 법령에 부합하는지 우선 판단
- 명예직
 - 원칙에 따른 논리적 완결성 추구
 - 건설적, 합리적 의견 개진

● 위원에 대한 생각

- 비전문가 → 안전 통과 목표
 - 안전내용 단순화, 핵심 쟁점 누락
- 과거 경험 → 압박감

→진솔한 대화

- 서로의 입장 이해
- 최근 변화 : 위원들의 의견·제안 수용



53

● 규제기관의 역할?

- 국민과 환경 보호
- 다양한 이해의 균형
 - 사업자 vs. 일반 국민
 - Costs vs. Benefits
- 미국 ADVANCE Act of 2024
Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy Act
 - 하원 (24.5.8.), 상원 (24.6.18.) 통과
 - NRC에 대한 요구 사항
 - 신규원자로를 위한 인허가 규정 정비
 - 원자력의 사용과 이득을 불필요하게 제한하지 않는다는 내용을 포함하도록 NRC Mission 조정 (Sec. 501)

사업자	일반 국민
경제성 추구	안전성 확보
적기 인허가	철저한 안전 검증
신기술 수용	불확실성 제거
기술기준 유연 적용	규제 완화로 인식
기존 안전목표 유지	사회적 변화 반영

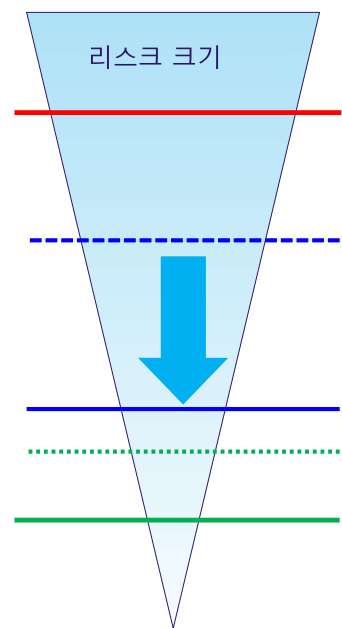


Risk	Benefit
원자력 이용	편리한 전력 생산
근접 이용	산업 생산 기여
신기술 적용	비용 및 효율 개선



● 규제기관의 역할

- 안전성 강화
 - 기후 변화 → 규제 기준 수정
 - 사회 환경 → 사회적 요구를 반영한 안전목표 설정
 - 정치 환경 → 독립성 수호
 - 신기술 → 최신 기술동향 파악 → 기술기준 재설정
- 원칙 준수로 신뢰 확보
 - 최고 수준의 원자력 안전성을 확보한다는 신뢰 필요
 - 전문성, 독립성, 투명성, 공정성, 신뢰성
- 해외 규제기관 벤치마킹
 - 영국, 핀란드 등 신뢰받는 규제기관
 - 영국은 후쿠시마사고 이후에도 원전에 대한 지지가 떨어지지 않음.
 - 영국 하원에서 그 원인을 조사한 결과, 원칙을 지킨 규제기관이 큰 역할
 - 원전 정책이 흔들리지 않으려면, 규제기관의 역할이 매우 중요함.



● 원자력안전위원회 개편

- 원자력안전위원회 → 상임위원 체제
 - 위원 구성의 다양성 확보
 - 위원의 전문성, 책임성 강화
- 사무처와 전문기관의 통합 → 다단계 소통 구조를 직통 구조로
 - 이원구조의 문제점
 - 책임의 이원화
 - 견제와 균형 상실
 - 수동적 관행 확산
 - 규제 사각지대 발생 우려
 - 세계적인 추세
 - 일본(후쿠시마 원전 사고 경험), 프랑스(원자력 부흥 추진)
 - 주요 원자력 이용국 중 이원구조는 우리나라가 유일 (중국은 예외)

[참고] 주요국 규제기관 운영방식

구분	 한국	 미국	 캐나다	 일본	 프랑스
규제기관	원자력안전위원회	NRC	CNSC	원자력규제위원회	ASN
설립 근거	원자력안전위원회설치법	에너지재조직법	원자력안전및통제법	원자력규제위원회설치법	환경법
위원 구성	상임 2명, 비상임 7명	상임 5명	상임 7명	상임 5명	상임 5명
규제대상	핵물질, 원자력시설, 방사선이용기관, 생활방사선 등	원자력시설, 핵물질 취급 등	원자력시설, 핵주기시설, 방사성물질, 방사선발생장치 등	핵물질 취급, 폐기물 처리, 원자로 규제 등	원자로, 핵주기시설, 방사성물질 및 발생장치, 처분장
인원	160 규제전문기관 (755)	3,500	900	1,000	520 + ~1,800
규제전문기관	한국원자력안전기술원 한국원자력통제기술원	-	-	-	IRSN (통합추진)*

SFEN, "Final Approval for ASN-IRSN Merger: Parliament Passes New Nuclear Safety Governance Law," 2024.4.16. (<https://sfeninenglish.org/final-approval-for-asn-irsn-merger-parliament-passes-new-nuclear-safety-governance-law/>)

● 운영방식 개선

- 구성원별 정체성 확립
 - 규제철학 : 법과 원칙 준수
 - 원안위 : 안전우선의 사고와 종합적 판단, 정책 결정
 - 사무처 : 규제기관을 대표한다는 책임의식
 - 규제전문기관 : 최고 수준의 전문성 확보
 - 상호 존중과 공존의 관계로
 - 상호 존중
 - 원안위 - 사무처, 사무처 - 규제전문기관, 원안위 - 규제전문기관
 - 의사소통
 - 기술적 전문성 - 형식의 정당성
- 세우는 것을 어려우나, 무너지는 것은 순식간

● 운영방식 개선

- 사전 검토 활성화
 - (현행) 1주일전 안건 배포 → 심층검토 어려움
 - (개선) 쟁점 안건 심층 검토 (23.1.26. 위원 워크숍에서 논의)
 - 안건 관심도에 따라 주심 + 관심 위원 참여
 - 소그룹에서 심층 검토후 위원회에서 논의예) 원자로조종사 면허 갱신시 건강검진표에 대해 의료분야 원안위원의 사전 검토 누락
- 유연한 제도 운영
 - 제도는 유연하게 운영, 안전성은 엄격히 확인
 - 제도 강화 ≠ 규제 강화예) 계속운전, 주기적안전성평가, SMR
- 다양한 현안에 대해 정책방향 및 의견 제시
 - 후쿠시마 오염수, SMR, 계속운전 등

● 어떻게?

- 빈틈 없는 안전성 확인
 - 공격수가 아닌 수비수
 - 그물망
 - 질문, 질문, 질문 ...

신원: 원자력안전: 12월13일 14:00 ~ 15:00
DATE: 2023 원자력안전규제정보회의 Q

4. 안전규제 철학

- 개인적 규제 경험 → 원자력 안전규제의 특성
 - 규제업무의 특성
 - 공격수가 아닌 수비수
 - 공격은 성공하면 박수 갈채, 실패해도 다음에 다시하면 됨.
 - 수비는 실패하면 비난 세례, 성공해도 당연한 것으로 여김
 - 그물망
 - 물의 흐름을 방해하지 않고 필요한 것만 걸러내야 함.
 - 구멍이 생기면 물고기를 잡을 수 없음.
 - 사업자의 책임에 대한 인식
 - 원자력안전은 사업자의 책임 (IAEA SF-1 Principle 1)
 - 모든 행위에 적용되는 보편적인 원칙
 - 우리나라 사업자의 인식: 경제발전 기여에 대한 자부심
 - 규제자의 소명의식 필요
 - 규제독립성을 유지하기 위해 개인적 제약이 많음
 - 사업자와 상대하는 것은 엄청난 용기가 필요

29

● 어떻게?

- 절차의 정당성 : 의견수렴과 규정 준수
 - 합의제 행정기관 → 일방통행이 아닌, 다양한 분야의 의견 반영
 - 규정 준수 : 미준수시 소송에서 패소 가능성 ↑
 - 외부에서는 우리끼리의 생각과는 다른 결론
 - 원안위에서 제기하는 의문에도 답변하지 못한다면 (특히 SMR) ?
 - 법제처 검토 과정에서 ..., 기재부에서도 검토 ... → 책임있는 자세 X
- 논리적 완결성 : 법과 원칙 중시
 - 내가 잘 못 생각한 거라면 ?
 - 간단한 논리로 검증 가능
 - 왜? 무엇을 위해? 안전성은? ...?
- 결과의 보편성 : 누구나 수용할 결론
 - 절차, 논리, 판단기준 등

365가 7445

$74 \times 45 = 3330 ?$

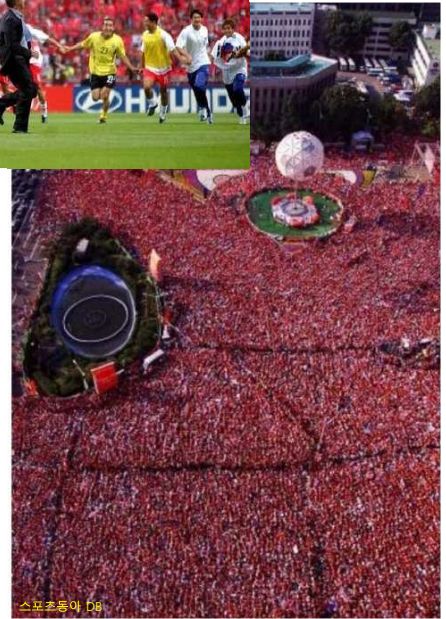
검증계산	2의 배수?
	3의 배수?
ChatGPT	5의 배수?
	9의 배수?

$67 \times 54 = 3628 ?$

● 어떻게?

- 상호 존중
 - 각자의 역할에 최선을
 - 공명과 조화
- 의사 소통
 - 진솔한 대화
 - 비판 수용

→ Leadership의 문제



62

맺음말

- 원자력 전망
- 규제 현안
- 원자력안전위원회 규제 현황
 - 정체성 혼란, 과거지향적 운영, 대립적 관계
- 원안위 과제
 - 제도 개선 : 상임위원제 + 규제전문기관 통합
 - 운영 개선 : 규제철학 정립, 미래지향적 운영, 협력 관계
 - 규제현안 : 신규원전, 가동원전 계속운전, SMR 및 비경수형 원자로
- 좁지만 길이 보인다 → 사람의 문제
 - 진솔한 소통 → One Team
- 원자력 안전성에 대한 국민 신뢰가 최종목표

63

Safety First

for Balance between
Costs and Benefits

감사합니다



2024 제1차

원자력 안전규제의 미래

원자력안전규제 법령 체계의 문제점과 해결방안

황재훈

서울대학교 원자력정책센터
연구위원

원자력안전규제 법령 체계의 문제점과 해결방안

황재훈

서울대학교 원자력정책센터
연구위원

1. 원자력안전규제의 개념

□ 원자력안전 규제

원자력 산업 등에 관한 행위를 함에 있어 이에 대한 안전을 담보하기 위한 규범이다.
원자력은 우리가 잘 알고 있는 개념이므로, '안전'과 '규제'에 대한 일반적인 개념을 살펴보는 것이 법령 체계의 문제점과 해결방안을 고민하기 위한 출발점이다.

□ 가. 대한민국 실정법상 '안전'

대한민국 헌법 전문의 말미에는 '우리들과 우리들의 자손의 안전과 자유와 행복을 영원히 확보할 것을 다짐'한다는 문구가 등장한다. 전쟁 중 국가에게 자유와 행복보다 더 중요한 가치는 자손의 '안전'이라는 사실을 다시금 깨닫는다. '안전'은 헌법 제5조, 제37조 제2항, 제50조, 제60조 제1항, 제76조 제1항, 제91조, 제109조에도 등장할 만큼, 헌법 깊숙이 자리 잡은 중요가치이다.

'안전'이란 무엇인가? 안전과 관련된 여러 법률들을 살펴보면, 「4·16세월호참사 진상규명 및 안전사회 건설 등을 위한 특별법」은 '재해·재난의 예방과 대응방안을 수립하여 안전한 사회를 건설·확립하는 것'을 목적으로 하고, 「고압가스 안전관리법」은 '가스안전에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 고압가스 등으로 인한 위해(危害)를 방지하고 공공의 안전을 확보함'을 목적으로 하고, 「광산안전법」은 제2조 제4호에서 "광산안전"을 사람에게 대한 위해의 방지(재해 발생 시의 구호를 포함한다), 지하자원의 보호, 광업시설의 보전 및 광해의 방지로 열거한다.

1. 원자력안전규제의 개념

이 외에도 법률명에 '안전'이 포함되는 법은 상당히 많은데, 「교통안전법」, 「해사안전기본법」, 「항공안전법」, 「국가안전보장회의법」, 「국민 안전교육 진흥 기본법」, 「국토안전관리원법」, 「산업안전보건법」, 「석면안전관리법」, 「송유관 안전관리법」, 「수상레저안전법」, 「수입식품안전관리 특별법」, 「승강기 안전관리법」, 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」, 「어린이놀이시설 안전관리법」, 「어선안전조업법」, 「위험물안전관리법」, 「재난 및 안전관리 기본법」, 「전기안전관리법」, 「철도안전법」 및 「원자력안전법」, 「원자력안전 정보공개 및 소통에 관한 법률」 등이 시행 중이다.

법률들의 목적을 두루 살펴보면 **신체, 사회, 재산 등 우리 사회를 구성하는 주요한 가치들에 대한 보호를 그 목적으로 한다.**

위 법률 중 일부는 자연으로부터 발생하는 자연발생적 위험을 다루는 법률도 있지만, 인간의 자유로운 활동으로부터 창출된 인위적인 위험을 관리하는 법률이 대부분이다. 교통, 항공, 승강기, 송유관, 철도, 전기, 시설물 등은 인간이 자신의 편익을 증진하기 위해 만들지 않았다면, 관리할 필요도 없는 것들이다. 그러므로 일련의 **안전법률들은 창의의 자유가 방임이 되지 않도록 하는 가이드라인을 제시하는 규범군으로써 작동한다.**

3

1. 원자력안전규제의 개념

「행정규제기본법」 제2조 제1호는 “행정규제”를 “국가나 지방자치단체가 특정한 행정 목적을 실현하기 위하여 국민(국내법을 적용받는 외국인을 포함한다)의 권리를 제한하거나 의무를 부과하는 것으로서 법령등이나 조례·규칙에 규정되는 사항”을 말한다.”라고 정의하고 있다. 그러므로 안전에 관한 규제 역시 기본권의 제한과 밀접하게 관련되어 있고, 이에 따라 **‘규제’에 관한 근거규범이 법률의 형태를 취하는 것이 원칙**이며 (헌법 제37조 제2항 참조), 여기에는 당연히 ‘비례의 원리’가 수반된다.

[헌법재판소 2016. 10. 27. 선고 2015헌바358 결정 전원개발촉진법제2조제1호등위헌소원]

재판요지

가. 전원개발사업을 실시할 때에는 우리나라 전체의 전력수급상황이나 장기적인 에너지 정책에 부합하는지 여부 등을 고려하여 그 필요성을 따져보아야 하므로, 이를 종합적으로 검토하기 위하여 전원개발사업 실시 단계에서 일률적으로 산업통상자원부장관의 승인을 받도록 한 것은 그 타당성이 있다. 다만 **원전 사고로 인한 피해의 심각성**을 고려할 때 원자력의 특성을 도외시키고 다른 전원 개발과 동일한 절차만으로 원전을 건설·운영할 수 있도록 한다면, 이는 국민의 생명·신체의 안전에 상당한 위험이 될 수 있다. 그런데 국가는 원전의 건설·운영을 산업통상자원부장관의 전원개발사업 실시계획 승인만으로 가능하도록 한 것이 아니라, ‘원자력안전법’에서 규정하고 있는 건설허가 및 운영허가 등의 절차를 거치도록 하고 있다. 원전 사고로 인한 방사능 피해는 전원개발사업 실시계획 승인 단계에서가 아니라 원전의 건설·운영과정에서 발생하므로 **원전 건설·운영의 허가 단계에서 보다 엄격한 기준을 마련하여 원전으로 인한 피해가 발생하지 않도록 조치들을 강구**하고 있다. 따라서 이 사건 승인조항에서 원전 건설을 내용으로 하는 전원개발사업 실시계획에 대한 승인권한을 다른 전원개발과 마찬가지로 산업통상자원부장관에게 부여하고 있다 하더라도, 국가가 **국민의 생명·신체의 안전을 보호하기 위하여 필요한 최소한의 보호조치**를 취하지 아니한 것이라고 보기는 어렵다.

[헌법재판소 2016. 10. 27. 선고 2012헌마121 결정 [원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 고시 제5조 제1항 별표1 등 위헌확인]]

결정요지

1. 국가는 원자력안전규제 체계를 갖추고 원자력발전소(이하 ‘원전’이라 한다)의 건설·운영 전반에 걸쳐 원전의 안전관리를 위한 규제 장치들을 두면서, 예상 가능한 ‘자연재해’와 ‘인위적 사건’을 고려하여 이를 초과하는 여분의 설계를 하도록 함으로써 원전 사고의 위험에 대비하는 한편, 이러한 설계기준을 벗어나 노심의 손상을 가져오는 ‘중대사고’에 대하여는 원자력안전위원회 등의 정책 등 행정적 조치를 통하여 관리해 오다가, 2015. 6. 22. 원자력안전법을 개정하면서 법령 차원에서 이를 관리하고 있다.

‘중대사고’를 비롯한 원전 사고가 본격적으로 문제되는 것은 원전이 운영허가를 받고 실질적으로 운영되기 시작한 이후라는 점과 그 밖에 원전의 안전 관련 조치 등을 종합적으로 고려하면, 이 사건 각 고시조항에서 평가서 초안 및 평가서 작성시 ‘중대사고’에 대한 평가를 제외하도록 하였다고 하여, 국가가 **국민의 생명·신체의 안전을 보호하는 데 적절하고 효율적인 최소한의 조치조차 취하지 아니한 것이라고 보기는 어렵다.**

4

1. 원자력안전규제의 개념

□ 나. 위험(risk)의 개념

보험이나 공학에서 위험은 발생확률과 손해의 곱을 의미한다. 하지만, 실경법상 위험은 크게 '높은발생확률'을 의미한다는 것과 '큰 손해'를 의미한다는 것이 대립하고 있다. 일반인들이 원자력이 '위험'하다고 할 때에는 '손해'의 규모에 주목하는 것이다. 이에 반해서 비오는 날에 놀이터에서 놀면 위험하다고 할 때에는 '높은발생확률'에 주목한다. 그리하여 우리는 이러한 사회적 용례를 구분해야 한다.

'안전'이란, 본래 추구하기 위한 편의성을 얻기 위한 활동을 최대한 존중하면서 이러한 위험을 적절한 수준으로 통제된 상태를 의미하고, '안전규제'는 그러한 통제를 위하여 국민의 권리를 제한하고, 의무를 부과하는 일련의 규범을 의미한다.

그러므로 '안전규제'는 크게 발생확률을 줄이는 방안과 사건의 발생시 손해의 규범을 감소시키는 방안으로 크게 구분할 수 있다.

'안전규제'는 국가가 국민의 권리를 제한하거나 의무를 부과하는 침익적 행위이므로, 위험을 관리하기 위한 목적이더라도 비례의 원리에 따라 적절한 수준에서 이루어져야 한다. 그러므로, 발생확률을 지나치게 낮은 수준으로 강요한다면, 사건 발생시 손해의 규모를 적절한 수준 이하로 요구하는 행위는 반헌법적인 요구이다. 당연히 불명확한 부분이 폭넓게 존재하므로 행정청은 넓고 자유로운 '재량'을 가지고는 있지만,

'안전규제'는 항상 균형잡힌 사고를 바탕으로 추구되어야 한다.

5

1. 원자력안전규제의 개념

□ 다. 원자력안전규제의 개념과 범위

원자력은 우주와 함께 존재했고, 자연 어디에나 존재하지만, 우리가 통제하고 관리하고 규제하는 원자력은 인위적으로 만들어진 것을 대상으로 한다. 그러므로 원자력과 관련된 안전규제는 원자력기술을 통해 우리가 이로운 것을 얻기 위해, 이익을 추구하는 과정에서 발생하는 권리의 제한이요, 의무의 부과인 셈이다.

원자력안전규제는 원자력기술을 활용하고 이를 통해 이익을 얻는 과정에서 원자력과 관련해 발생할 수 있는 신체, 재산, 기타 공익에 대한 안전을 담보하기 위해 국민의 권리를 제한하거나 의무를 부과하는 행정활동이다. 이 행정활동은 인위적인 방사성물질로부터 발생하는 방사선 피해를 막기 위한 주된 목적을 갖는다.

원자력안전규제의 범위는 원자력발전소 이외, 즉 일반 방사성물질에 대한 안전규제도 포함하지만, 이번 논의에서는 원자력발전소 산업을 중심으로 살펴볼 예정이다. 이는 부지의 확보부터 시작한 건설과 운영은 물론이고, 저준위부터 고준위 방사성폐기물까지 포함하는 논의이다.

6

2. 현행 원자력안전규제 법령의 종류와 체계

□ 가. 법령의 종류와 체계

대한민국의 현행 원자력안전규제에 관한 대표적인 법률은 「원자력안전법」이다. 동법은 원자력의 연구·개발·생산·이용 등에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정하여 방사선에 의한 재해의 방지와 공공의 안전을 도모함을 목적으로 한다(원자력안전법 제1조 참조).

이러 원자력안전위원회를 설치하여 원자력의 생산과 이용에 따른 방사선재해로부터 국민을 보호하고, 공공의 안전과 '환경보전'에 이바지하기 위하여 「원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률」도 시행 중에 있다. 1989년도에는 원자력발전소 및 원자력관련산업에의 원자력 이용이 증대됨에 따라 원자력 안전규제 영역이 확대되고 있고, 원전설계등 핵심기술의 자립에 대비하여 독자적인 안전규제기술능력의 확보가 시급한 과제로 대두되고 있으며 원자력안전에 대한 국민의 관심이 고조되는 등 변모하는 원자력 안전규제 여건에 능동적으로 대처하기 위하여 한국원자력안전기술원을 설치하기로 하고, 「한국원자력안전기술원법」을 운영 중에 있다. 그리하여 원자력안전규제를 좀게 살펴보면, KINS의 역할과 기능에 대한 논의만을 의미한다고 볼 수 있다.

7

2. 현행 원자력안전규제 법령의 종류와 체계

한국원자력안전기술원법

[시행 2020. 12. 10.] [법률 제17467호, 2020. 6. 9., 일부개정]

제6조(사업) 안전기술원은 제1조의 목적을 달성하기 위하여 다음 각 호의 사업을 한다.

1. 「원자력안전법」 제111조제1항 및 「원자력시설 등의 방호 및 방사능 방재 대책법」 제45조제1항에 따라 위탁받은 업무
2. 원자력안전규제에 관한 연구·개발
3. 원자력안전규제에 관한 정책 및 제도개발을 위한 기술 지원
4. 방사선방호에 관한 기술 지원
5. 원자력안전규제에 관한 정보 관리
6. 환경방사능에 관한 조사 및 평가
7. 원자력안전규제에 관한 교육
8. 원자력안전규제에 관한 국제협력 지원
9. 제1호부터 제8호까지에 딸린 사업으로서 원자력안전위원회가 필요하다고 인정하는 사업

8

2. 현행 원자력안전규제 법령의 종류와 체계

원자력발전사업자 등이 사업을 영위하면서 준수하여야 하는 의무와 정부의 관리·감독에 관한 사항을 규정함으로써 원자력발전사업의 건전한 기반을 조성함을 목적으로 하는 「원전비리 방지」를 위한 원자력발전사업자등의 관리·감독에 관한 법률(약칭: 원전감독법)도 2014. 12. 30. 제정되어 2015. 7. 1.부터 시행 중이다.

핵물질과 원자력시설을 안전하게 관리·운영하기 위하여 물리적방호체제 및 방사능재난 예방체제를 수립하고, 국내외에서 방사능재난이 발생한 경우 효율적으로 대응하기 위한 관리체제를 확립함으로써 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 「원자력시설 등의 방호 및 방사능 방재 대책법」(약칭: 방사능방재법)이 2003년 제정되어 2004. 2. 16.부터 시행 중이다.

원자로(原子爐)의 운전 등으로 인하여 발생한 원자력손해의 배상에 관한 사항을 규정함으로써 피해를 보호하고 원자력사업의 안전하고 건전한 발전에 이바지하기 위하여 「원자력 손해배상법」이 시행 중에 있다. 동법은 원자력사업자에게 원자력손해를 배상하기 위하여 필요한 조치, 즉, 재보험가입을 유도하는데, 이에 따라 재보험사 차원에서 각종 규제업무나 손해의 경감조치에 관심을 기울이도록 구상되어 있다. 향후 민간원자력회사가 점차 더 출현하게 되면, 보험강제제도로 인하여 스스로 안전규제의 수준을 높일 수 있는 제도가 형성될 것이다.

방사성폐기물을 안전하고 효율적으로 관리하는 데에 필요한 사항을 규정함으로써 방사성폐기물로 인한 위해(危害)를 방지하고 공공의 안전과 환경보전에 이바지하기 위한 「방사성폐기물 관리법」(약칭: 방사성폐기물법)을 시행 2009년도부터 시행 중이다. 각 원자력시설 설치지역에 운영되고 있는 민간환경감시기구의 근거법령인 「발전소주변지역 지원에 관한 법률」(약칭: 발전소주변지역법) 역시 안전규제와 관련해서 무관하지 않은 법률이라 볼 수 있다.

마찬가지로 「원자력 진흥법」 역시 원자력안전규제와 밀접한 관련을 가지고 있다. 이는 원자력법의 역사와 관련되는데, 원자력진흥위원회를 동법에서 규정하고 있고, 원자력진흥위원회는 「방사성폐기물 관리법」 제6조에 따른 방사성폐기물 관리 기본계획에 관한 사항 및 「사용후핵연료의 처리·처분에 관한 사항」을 심의·의결한다. 나아가 「원자력안전법」 제2조 제18호는 「방사성폐기물」이란 「방사성물질 또는 그에 따라 오염된 물질로서 폐기의 대상이 되는 물질(제35조제4항에 따라 폐기하기로 결정한 사용후핵연료를 포함한다)을 말한다.」라고 규정하고 있고, 동법 제35조 제4항은 「사용후핵연료의 처리·처분에 관하여 필요한 사항은 과학기술정보통신부장관과 산업통상자원부장관이 위원회 및 관계 부처의 장과 협의하여 「원자력 진흥법」 제3조에 따른 원자력진흥위원회의 심의·의결을 거쳐 결정한다.」고 하고 있으므로, 원자력 진흥법도 일부 원자력안전규제에 관한 규정을 두고 있다.

9

2. 현행 원자력안전규제 법령의 종류와 체계

□ 나. 규제조직의 종류와 체계

원자력안전규제를 적절히 수행하기 위해서는 위원들의 전문성과 도덕성을 갖추어야 한다. 원자력안전위원회는 지나친 도덕성을 요구하여 위원들의 전문성 결여가 계속해서 지적되어 왔고, 반대로 원자력진흥위원회는 전문성은 유지되고 있으나 도덕성을 보장하기 위한 규범이 거의 전무하다.

10

2. 현행 원자력안전규제 법령의 종류와 체계

1) 원자력안전위원회

원자력안전위원회는 국무총리 소속의 독립위원회로 원자력안전에 관한 업무를 수행한다(원안법 제3조 제1항 참조). 원안법 제5조 제1항은 위원의 자격과 관련하여 '원자력안전에 관한 식견과 경험이 풍부한 사람 중에서 임명하거나 위촉하되, 원자력·환경·보건의료·과학기술·공공안전·법률·인문사회 등 원자력안전에 이바지할 수 있는 관련 분야 인사가 고루 포함되어야 한다.'라고 규정하여 사실상 아무런 규정을 두고 있지 않고, 오히려 제2항에서 '위원장은 국무총리의 제청으로 대통령이 임명하고, 상임위원인 위원을 포함한 4명의 위원은 위원장이 제청하여 대통령이 임명 또는 위촉하며, 나머지 4명의 위원은 국회에서 추천하여 대통령이 임명 또는 위촉한다.'라고 하여 위원의 구성을 각 추천권자의 재량에 맡겨두었다.

동법 제10조 제1항은 위원의 결격사유와 관련하여 ①「국가공무원법」제33조 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람, ② 탄핵결정에 따라 파면된 사람, ③「정당법」제22조에 따른 당원, ④「원자력안전법」제10조제1항 또는 제20조제1항에 따라 허가를 받은 기관, 제30조제1항 또는 제30조의2제1항에 따라 허가를 받은 기관, 제35조제1항 및 제2항에 따라 허가 또는 지정을 받은 기관 및 제63조제1항에 따라 허가를 받은 기관의 임직원(교원은 제외한다)으로 근무하고 있거나 퇴직한 날부터 3년이 경과되지 아니한 사람, ⑤ ④에 열거된 각 기관으로부터 최근 3년 이내에 연구개발과제(「과학기술기본법」에 따른 국가연구개발사업은 제외한다) 등 총 1천만 원 이상의 용역을 수탁하여 수행하고 있거나 수행하였던 사람 등을 들고 있고, 후발적으로 이러한 결격사유가 발생하면 별도의 조치없이 당연퇴직된다(원안법 제10조 제2항 참조).

위 결격사유와 관련하여 용역수탁 및 수행이 크게 문제 되는데, 이에 따라 원자력안전위원회위원으로 위촉가능한 전문가 대상이 극도로 축소된다는 지적이 많았다. 즉, 이해상충관계를 규정함에 있어서 국내의 좁은 전문가 풀을 고려하지 않고 그 범위를 지나치게 넓혔다는 평가가 지배적이다.

그러므로 원자력안전위원회의 위위위촉에 있어서는 규범적 측면을 지나치게 강조하고 있고, 전문성 측면을 고려하지 않는 문제로 인해 비전문가들, 나아가 탈핵 운동가들이 위원으로 활동하면서 원자력안전규제의 목적을 왜곡하거나 규제의 효용성을 저하시키고 있다. 일각에서는 이를 두고 '이해충돌'이라는 표현을 하곤 하는데, '탈핵'인사들이 '원자력안전'을 더 꼼꼼하게 볼 것이라는 점은 명확하므로, 이를 '이해충돌'이라고 보기는 부적절하고, '규제목적 부적합 인사'로 표현하는 것이 적절하다.

특히 최근에는 다양한 노형의 원자로를 각국에서 구현하고 있어 향후 원자력안전위원회는 현재와는 다른 차원의 규제복합도를 다루어야 하고, 이 때문에 기존의 방식처럼 딱딱하게 다루는 접근은 한계에 부딪힐 것이다. 그러므로 원자력안전위원회는 한층 더 높은 재량을 행사하여 규제목적 달성을 위해 필요성이 크다. 그러나 재량은 곧 책임을 의미하므로, 이는 곧 규제행정에 대한 자신감을 가져야 한다는 뜻이고, 이러한 자신감은 전문성을 바탕으로 나오는 것이므로, 우리는 위원들의 전문성을 강화하기 위하여 지나친 규범적 제한을 완화할 필요가 있다.

11

2. 현행 원자력안전규제 법령의 종류와 체계

1) 원자력진흥위원회

「원자력 진흥법」 역시 목적과는 달리 원자력안전규제와 밀접한 관련을 가지고 있다. 이는 원자력법의 역사와 관련되는데, 원자력진흥위원회를 동법에서 규정하고 있고, 원자력진흥위원회는 「방사성폐기물 관리법」 제6조에 따른 방사성폐기물 관리 기본계획에 관한 사항 및 「사용후핵연료의 처리·처분에 관한 사항」을 심의·의결한다.

원자력진흥위원회의 위원의 자격과 관해서는 「국가공무원법」 제33조 각 호의 어느 하나에 해당하면 결격사유로 보고, 후발적으로 결격사유가 발생하면 당연퇴직한다(원자력진흥법 제6조 참조). 그러므로 원자력진흥위원회 위원은 공무원의 결격사유만 없으면 누구나 될 수 있으므로, 전문성을 확보하는 데에는 전혀 어려움이 없다.

그러나 원자력진흥위원회 역시 원자력안전규제와 관련된 업무를 일부 담당하고 있고, 특히 사용후핵연료의 처리 및 처분에 관해서는 전권을 가지고 있다. 나아가 이러한 안전규제업무가 아니라도 동위원회는 원자력의 연구·개발·생산·이용, 즉 원자력이용 관한 사항을 전반적으로 규율하므로, 일정한도 내에서 이해충돌을 방지하는 규정이 필요하다고 본다.

특히 최근에는 민간 원자력사업자뿐 아니라 해외의 원자력발전사업자들이 등장하고 있으므로, 기존과 달리 이해충돌의 가능성이 높아지고 있다. 예컨대, 국내외의 민간원자력발전사업자의 임직원이 진흥위원으로 활동하게 된다면 이는 당연히 이해충돌이 발생하게 될 것이다. 향후 개정에서는 사기업의 이익을 추구하기 위해 국가위원회가 활용되거나, 여타의 계획에 사적이익을 추구할 수 있는 가능성을 차단하는 방안이나, 기타 안전마다 이를 배제하는 방안 등을 고려해야 한다.

참고로, 「원자력진흥법」의 전신인 「원자력법」 제5조의3 제2항은 최소한의 규정은 두고 있었다.

원자력법

[시행 2009. 1. 1.] [법률 제9016호, 2008. 3. 28., 타법개정]

제5조의3 (안전위원회의 구성) ① 안전위원회는 위원장을 포함하여 7인 이상 9인 이하의 위원으로 구성한다. <개정 2001. 1. 16.>

② 위원장은 교육과학기술부장관이 되고, 위원은 교육과학기술부장관이 지식경제부장관과 협의하여 임명 또는 위촉한다.

다만, 발전용 원자로 및 관계시설의 운영에 종사하는 자는 위원으로 위촉될 수 없다. <개정 1999. 2. 8., 2008. 2. 29.>

③ 안전위원회에 간사 1인을 두되, 교육과학기술부 소속공무원중에서 교육과학기술부장관이 지명한다. <개정 1999. 2. 8., 2008. 2. 29.>

[본조신설 1996. 12. 30.]

12

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

원자력안전규제 법령은 원시적으로 불완전한 부분도 있었지만, 후발적으로 시대의 변화를 반영하지 못했기 때문에 발생하는 불완전성도 가지고 있다.

□ 가. 「원전비리 방지를 위한 원자력발전사업자등의 관리·감독에 관한 법률」

원자력발전사업자 등이 사업을 영위하면서 준수하여야 하는 의무와 정부의 관리·감독에 관한 사항을 규정함으로써 원자력발전산업의 건전한 기반을 조성함을 목적으로 하는 「원전비리 방지를 위한 원자력발전사업자등의 관리·감독에 관한 법률 (약칭: 원전감독법)」도 2015. 7. 1.부터 시행 중에 있다. 동법률이 감독대상으로 하는 주체는 원자력발전사업자이며 동법 제2조 제2호는 ‘원자력발전사업자’를 “「전기사업법」 제2조제4호에 따른 발전사업자 중 원자력발전소를 이용하여 전기를 생산하는 사업을 영위하는 자”로 정의하고 있다. 그런데, 「전기사업법」 제2조 제3호에 따르면 “발전사업”이란 전기를 생산하여 이를 전력시장을 통하여 전기판매사업자에게 공급하는 것을 주된 목적으로 하는 사업을 말한다. 그러므로, 일반적인 전기판매사업자가 아니라 「전기사업법」 제2조 제12호가 정의하는 구역전기사업자나 자가소비를 위한 원자력발전소 운영자에 대해서는 본 법이 적용되지 아니한다. 그러므로 현재 추진되고 있는 ‘구역전기사업을 위한 소형원자로’나 ‘비발전용원자로’와 같이 **非원자력발전사업자가 운영하는 원자력발전소는 동법의 감독범위가 아니다.**

동법은 원자력발전산업의 건전한 기반을 조성하는 것을 목적으로 하고, 이는 전기사업자를 규제하기 위한 것이 아니라, 원자력안전을 추구하기 위한 방안이므로, 결국 이 법이 규율하는 대상은 「전기사업법」에서 찾을 것이 아니라, 「원자력안전법」에서 찾아야 한다. 나아가 후행핵주기 산업이 발달하고 있으므로, 방사성폐기물을 관리하거나 취급하는 자에 대해서도 마찬가지로의 규율이 필요한데, 이러한 내용도 관련 법령을 참조하면 된다. 이러한 체계를 잘 따르는 것이 「방사능방재법」에 규정된 바 있다.

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

「원자력시설 등의 방호 및 방사능 방재 대책법 (약칭: 방사능방재법)」

제2조(정의) ① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2011. 7. 25., 2014. 5. 21., 2015. 12. 1., 2020. 12. 8.>

10. “원자력사업자”란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자를 말한다.

가. 「원자력안전법」 제10조에 따라 발전용 원자로 및 관계시설의 건설허가를 받은 자

나. 「원자력안전법」 제20조에 따라 발전용 원자로 및 관계시설의 운영허가를 받은 자

다. 「원자력안전법」 제30조에 따라 연구용 또는 교육용 원자로 및 관계시설의 건설허가를 받은 자

라. 「원자력안전법」 제30조의2에 따라 연구용 또는 교육용 원자로 및 관계시설의 운영허가를 받은 자

마. 「원자력안전법」 제31조에 따라 대한민국의 항구에 입항(入港) 또는 출항(出港)의 신고를 한 외국원자력선운항자

바. 「원자력안전법」 제35조제1항에 따라 핵연료물질 또는 핵연료물질의 정련사업(精鍊事業) 또는 가공사업의 허가를 받은 자

사. 「원자력안전법」 제35조제2항에 따라 사용후 핵연료처리사업의 지정을 받은 자

아. 「원자력안전법」 제45조에 따라 핵연료물질의 사용 또는 소지 허가를 받은 자 중에서 「원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률」 제3조에 따른 원자력안전위원회(이하 “원자력안전위원회”라 한다)가 정하여 고시하는 자

자. 「원자력안전법」 제63조에 따라 방사성폐기물의 저장·처리·처분시설 및 그 부속시설의 건설·운영허가를 받은 자

차. 그 밖에 방사성물질, 핵물질 또는 원자력시설의 방호와 재난대책을 수립·시행할 필요가 있어 대통령령으로 정하는 자

나아가 동법은 “원자력발전공공기관”을 “원자력발전사업자와 관련사업자 중 공공기관의 운영에 관한 법률」에 따라 공공기관으로 지정된 기관”으로 한정한다.

점차 인간의 영역이 확대되어가고 있으므로, 이러한 규정을 비공공기관 관련사업자들에 대해서도 확대하는 방안을 고민해야 할 것이다.

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

□ 나. 「원자력안전법」

원자력안전법의 현행규정이 소형모듈형 원자로, 제4세대 원자로 등에 대해서 부적절하거나 흠결이 많다는 사실은 널리 알려져 있다. 이 부분에 대해서도 개정이나 해석론을 발달시켜 적절한 규제가 가능하도록 연구하여야 한다. 특히 시행령 단위에서 주기적 안전성평가에 대해 지나치게 자세히 규정하고 있고, 예외적인 상황을 다루고 있지 않으므로 비합리적인 경우가 발생하고 있다.

원자력안전법 시행령

[시행 2023. 12. 12.] [대통령령 제33913호, 2023. 12. 12., 타법개정]

제36조(주기적 안전성평가의 시기 등) ② 제1항의 평가보고서는 원자로시설마다 별도로 작성하되, 해당 원자로시설의 운영허가를 받은 날부터 매 10년이 되는 날을 평가기준일로 하여 평가기준일이 되기 3년 전부터 1년 6개월 전까지의 기간 내에 평가보고서를 제출해야 한다. <개정 2022. 12. 30.>

④ 발전용원자로운영자가 원자로시설의 설계수명기간이 만료된 후에 그 시설을 계속하여 운전(이하 “계속운전”이라 한다)하려는 경우에는 제2항에도 불구하고 설계수명기간 만료일(그 후 10년마다 10년이 되는 날을 포함한다. 이하 이 조에서 같다)을 **평가기준일**로 하여 평가기준일이 되기 10년 전부터 5년 전까지의 기간 내에 평가보고서를 제출해야 한다. <개정 2022. 12. 30.>

15

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

시행령 제36조는 설계수명기간 만료일이 이전에 계속운전을 위해 신청하는 경우만을 상정하고 있고, 이 경우에 대하여 평가기준일을 정하고 있다. 그러나 우리법은 설계수명기간 만료일을 도과한 이후의 계속운전을 금지하지 않고(영구정지 이후의 계속운전도 마찬가지이다) 있으므로, 이러한 경우에 대한 규정이 필요한데, 이에 대해 시행령 제36조는 침묵하고 있다. 그러므로 평가기준일은 규제기관인 원자력안전위원회의 재량에 달려있다.¹⁾

그러므로 안전을 담보할 수 있을 만한 적절한 평가기준일을 위원회의 회의를 통해 정하면 충분하다. 나아가 이러한 법령해석이 타당하지 않다면, 시행령의 형식으로 규정하고 있으므로 국회를 거치지 아니하고 정부 차원에서 충분히 바꿀 수 있는 내용이다. 즉, 해석을 통해 사업자와 위원회가 충분히 해결할 수 있는 일이지만, 해석론으로 접근하기가 부담스럽다면 시행령을 개정하면 된다.

1) 황재훈, 원자력발전소의 계속운전에 관한 법적쟁점, 저스티스, 2020, 231면 참조.

16

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

□ 다. 「원자력안전 정보공개 및 소통에 관한 법률 (약칭: 원자력안전소통법)」

최근 원자력이슈에 대한 사회적 논의가 활발해지면서 원자력안전과 관련된 정보의 공개 및 주민과의 소통이 보다 적극적으로 이루어져야 한다는 사회적 공감대가 형성되었고, 기존에는 원자력안전과 관련된 정보의 공개는 「원자력안전법」, 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 등에 근거하여 이루어지고 있으나, 정보공개 주체가 원자력안전위원회로 한정되어 있었기 때문에 관련 사업자는 정보공개에 소극적으로 대응할 뿐이었고, 정보공개 방식이 온라인을 통하여 이루어지고 있어 고령의 지역주민 등 정보화 취약계층은 정보접근에 한계가 있다는 문제점이 있었다.

이에 원자력안전위원회와 원자력사업자 등 원자력안전정보관계기관으로 원자력안전정보의 공개주체를 확대하고, 원자력안전정보공유센터와 원자력안전협의회 등의 법적 근거를 마련하는 등 원자력안전과 관련된 정보의 공개 및 주민과의 소통에 관한 사항을 규정하는 법률을 제정하여 원자력안전에 대한 국민의 알권리를 보장하기 위하여 2021. 6. 8. 「원자력안전소통법」이 제정되어 1년 뒤인 2022. 6. 9.부터 시행 중이다. 동법은 원자력안전과 관련된 정보의 공개 및 소통에 관한 사항을 규정함으로써 국민의 알권리를 보장하고, 원자력안전에 대한 국민의 신뢰를 증진시키는 것을 목적으로 한다(제1조 참조).

즉, 동법률은 투명성의 향상과 정보비대칭을 해결하여 원자력의 사회적 수용성을 증진시키는 동시에 원자력안전에 대한 국민의 감시기능을 확대하고, 신뢰성을 높이는 것이 주 기능이라 할 수 있다. 「원자력안전소통법」 제3조 제1항은 “이 법은 원자력안전정보의 공개에 관하여 다른 법률에 우선하여 적용한다.”, 동조 제2항은 “원자력안전정보의 공개에 관하여 이 법에서 규정하지 아니한 사항에 대해서는 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」을 적용한다.”라고 하여, 정보공개에 관한 특별한 법적 지위를 가지며, **이러한 정보수집에 관한 방해행위를 금지하고, 이를 위반할 시에는 3년 이하의 징역에 처하는 형사처벌 규정** 또한 두고 있다.

다른 한편, 산업통상자원부(원전산업정책과)가 담당하는 「발전소주변지역 지원에 관한 법률 (약칭: 발전소주변지역법)」 제10조 제4호 및 동법 시행령 제25조 제1항 제2호에 따라 지원되는 각 지역의 민간환경감시기구 역시 프랑스의 지역정보위원회(CLIS)를 그 모델로 하고 있으므로 소통에 방점을 두고 있다. 때문에 일반 국민의 정보공개청구권과 달리, 민간환경감시기구는 정보를 제공받을 권리도 가지고 있다. 그런데, 이들의 재원조달이 사업재원으로부터 나오는 것이어서, 그 구성에서도 사업자들이 포함되어 있어 감시기능과 소통기능은 형식적이라는 비판을 피할 수 없다.

17

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

경주시 월성원전·방폐장 민간환경감시기구 설치 및 운영 조례
[시행 2023. 4. 13.] [경주시조례 제1697호, 2023. 4. 13., 일부개정]

제4조(위원회 구성)

③ 위원은 다음 각 호의 1에 해당하는 자 중에서 위원장이 위촉한다.

3. 월성원전 및 한국원자력환경공단 월성지역본부의 직원 중 본부장이 지명하는 자 각 1인

게다가 이들 근거규정이 결국은 시행령에 의해 구체화되었기 때문에 「원자력안전소통법」과 같이 알권리 행사 방해에 대한 형사처벌규정이 미미하다. 때문에, 민간환경감시기구의 업무활동을 적어도 「원자력안전소통법」이 보호하는 수준으로 끌어올릴 방안을 고려해야 한다. 물론, **해석을 통해서 민간환경감시기구의 정보수집 활동에도 「원자력안전소통법」이 적용된다고 보는 것이 타당한 해석론**이나, 이러한 점을 법률상 명확히 해 두는 것이 더 바람직하다.

장기적으로는 「원자력안전소통법」과 같이 원자력안전위원회의 안전정책과에서 민간환경감시기구의 업무를 감독하는 방안도 좋은 해결책으로 생각한다. 이를 통해 민간환경감시기구의 법률화를 추구하고, 기구 위원들의 공무원 의제도 더하여, 형사처벌 규정도 마련해야 한다.

18

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

□ 라. 「방사성폐기물관리법」

산업부 원전환경과에서 관리하는 동법은 '방사성폐기물을 안전하고 효율적으로 관리하는 데에 필요한 사항을 규정함으로써 방사성폐기물로 인한 위해(危害)를 방지하고 공공의 안전과 환경보전에 이바지함을 목적'으로 한다. 동법의 적용과 관련하여 방사성폐기물은 「원자력안전법」 제2조제18호에 따른 방사성폐기물을 말하며, “방사성물질”이란 “핵연료물질·사용후핵연료·방사성동위원소 및 원자핵분열생성물(原子核分裂生成物)”을 말하고, 「원자력안전법 시행령」 제5조에 따르면 “방사성동위원소”란 방사선을 방출하는 동위원소와 그 화합물 중 방사성동위원소의 수량과 농도가 위원회가 정하는 수량과 농도를 초과하는 물질로서 「원자력안전법」 제2조제3호에 따른 핵연료물질 등을 제외한 것을 의미하는데, 결국 일정한 경우에는 위원회가 정하는 농도에 따라 방사성폐기물관리법의 적용여부가 달라진다.

구조적으로, 일정한 농도 이하의 방사성동위원소와 관련해서는 동법이 적용되지 않는 것인데, 이 경우에 적용되는 법률은 환경부에서 관리하는 「폐기물관리법」이라 할 수 있다. 그러므로 방사성폐기물과 관련된 안전까지 체계적으로 관리하기 위해서는 환경부가 관리하는 법령과의 조화도 고려해야 한다. 참고로, 프랑스의 경우에 에너지법전을 별도로 두고 있으면서도, 원자력과 관련된 내용은 에너지법전이 아닌 환경법전에서 다루고 있다는 점을 참고할만하다.

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

환경부 - 세슘이 10Bq(베크렐)/g 이하로 오염된 페아스콘이 「폐기물관리법」 제3조에 따라 적용 제외되는지(「폐기물관리법」 제3조 등 관련)

[법제처 12-0624, 2012. 11. 23., 환경부]

【질의요지】 세슘(Cs-137)의 농도가 10Bq(베크렐)/g 이하로 오염된 페아스콘(도로 포장 재료)이 「폐기물관리법」 제3조에 따라 적용 제외되는지?

【회답】 세슘(Cs-137)의 농도가 10Bq(베크렐)/g 이하로 검출된 페아스콘은 「폐기물관리법」 제3조에 따른 적용 제외 대상이 아니라 할 것입니다.

【이유】 「폐기물관리법」상 폐기물은 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말하는 것으로, 폐기물은 「폐기물관리법」에 따라 처리되는데, 「폐기물관리법」 제3조제1항제1호에 따르면 “원자력안전법”에 따른 방사성 물질과 이로 인하여 오염된 물질은 「폐기물관리법」의 적용을 받지 아니하므로 「폐기물관리법」에 따라 처리되지 않습니다.

한편, 「방사성폐기물 관리법」 제2조제1호, 「원자력안전법」 제2조제5호 및 제18호에 따르면 “방사성폐기물”이란 “방사성 물질 또는 그에 따라 오염된 물질로서 폐기의 대상이 되는 물질(사용후핵연료를 포함함)”을 말하고, 방사성폐기물은 「방사성폐기물 관리법」에 따라 처리된다고 할 것인데,

이러한 방사성폐기물의 내용을 살펴보면, 이 중 “방사성 물질”이란 “핵연료물질·사용후핵연료·방사성동위원소 및 원자핵분열생성물(原子核分裂生成物)”을 말하고, 같은 조 제6호 및 「원자력안전법 시행령」 제5조에 따르면 “방사성동위원소”란 방사선을 방출하는 동위원소와 그 화합물 중 방사성동위원소의 수량과 농도가 위원회가 정하는 수량과 농도를 초과하는 물질로서 「원자력안전법」 제2조제3호에 따른 핵연료물질 등을 제외한 것을 말하며, 그 위임에 따른 「방사선방호 등에 관한 기준」(2012. 1. 20. 원자력안전위원회 고시 제2012-29호로 개정·시행된 것) 제9조 및 별표 5에 따르면 “방사성동위원소”의 일종인 세슘(Cs-137)의 기준 농도를 10Bq(베크렐)/g으로 정하고 있는바, 이 사안에서는 세슘(Cs-137)의 농도가 10Bq(베크렐)/g 이하로 오염된 페아스콘(도로 포장 재료)이 「폐기물관리법」 제3조에 따라 적용 제외되는지가 문제됩니다.

먼저, 「폐기물관리법」 제3조제1항제1호의 규정을 살펴보면, 그 문언과 체계상 ① “원자력안전법”에 따른 방사성 물질과 ② “원자력안전법”에 따른 방사성 물질에 의하여 오염된 물질만이 「폐기물관리법」의 적용 범위에서 제외되고 그 외에는 「폐기물관리법」이 적용된다고 할 것이므로, 결국 「폐기물관리법」의 적용이 제외되는 방사성 물질인지 여부는 「원자력안전법」에 따라 결정된다고 할 것입니다.

그렇다면, 이 사안과 같이 세슘(Cs-137)의 농도가 10Bq(베크렐)/g 이하로 검출된 경우라면 기준 농도에 미달하여 그 세슘(Cs-137) 자체가 “원자력안전법”에 따른 방사성 물질”에 해당한다고 볼 수 없고, 해당 세슘(Cs-137)이 검출된 페아스콘 역시 “원자력안전법

」에 따른 방사성 물질에 의하여 오염된 물질”로 볼 수 없다고 할 것입니다.

따라서, 세슘(Cs-137)의 농도가 10Bq(베크렐)/g 이하로 검출된 페아스콘은 「폐기물관리법」 제3조에 따른 적용 제외 대상이 아니라 할 것입니다.

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

□ 마. '고준위방사성폐기물 특별법' 관련 논점

원자력안전법 [법률 제12666호, 2014. 5. 21, 일부개정]	원자력안전법 [법률 제13078호, 2015. 1. 20, 일부개정]
18. "방사성폐기물"이란 방사성물질 또는 그에 따라 오염된 물질(이하 "방사성물질등"이라 한다)로서 폐기의 대상이 되는 물질(사용후핵연료를 포함한다)을 말한다.	18. "방사성폐기물"이란 방사성물질 또는 그에 따라 오염된 물질(이하 "방사성물질등"이라 한다)로서 폐기의 대상이 되는 물질(제35조제4항에 따라 폐기하기로 결정한 사용후핵연료를 포함한다)을 말한다.

「방사성폐기물법」 제2조 제1호는 “방사성폐기물”을 “원자력안전법」 제2조제18호에 따른 방사성폐기물”로 정의한다.

「원자력안전법」 제2조제18호는 “방사성폐기물”을 “방사성물질 또는 그에 따라 오염된 물질(이하 “방사성물질등”이라 한다)로서 폐기의 대상이 되는 물질(제35조제4항에 따라 폐기하기로 결정한 사용후핵연료를 포함한다)”로 정의한다.

이중 ③의 규정은 원자력위원회는 2015년도 한미원자력협정을 전후로 하여 변경된 내용이다.

이에 따라 사용후핵연료가 방사성폐기물이 아니라는 설(제1설), 사용후핵연료가 방사성폐기물이라는 설(제2설) 등이 다투어지므로, 이에 대해서 검토해볼 필요가 있다.

제1설은 구분설이다. 원자력안전위원회가 취하는 것으로 알려진 이 해석은, 2015. 1. 20.자 법률 제13078호로 「원자력안전법」 제2조 제18호가 개정에 주목하여, “사용후핵연료의 처리·처분에 관하여 필요한 사항은 과학기술정보통신부장관과 산업통상자원부장관이 위원회 및 관계 부처의 장과 협의하여 「원자력 진흥법」 제3조에 따른 원자력진흥위원회의 심의·의결을 거쳐 결정한다.”라고 정한 동법 제35조 제4항에 따라 ‘원자력진흥위원회가 심의·의결을 거쳐 결정한 사용후핵연료만이 방사성폐기물로 포함된다’고 본다. 97협약과 방사성폐기물을 다루는 프랑스 환경법전이 이러한 구분설에 따르고 있다. 이에 따르면, 중간저장시설허가를 통한 사용후핵연료 중간저장사업을 누구나 영위할 수 있다. 또한 사용후핵연료의 해양투기를 금지하는 규정도 존재하지 않게 된다.

■ 97협약 제2조 “처분”이라 함은 “사용후핵연료 또는 방사성폐기물을 회수할 의사없이 적절한 설비에 정치하는 것을 말한다.”고 정하고 있다.

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

원자력안전법

[시행 2024. 2. 13.] [법률 제20308호, 2024. 2. 13., 일부개정]

제70조(방사성폐기물의 처분제한) ① 누구든지 방사성폐기물을 해양에 투기(投棄)하는 방법으로 처분할 수 없다.

② 방사성폐기물처분시설등건설·운영자가 아닌 자는 총리령으로 정하는 종류 및 수량의 방사성폐기물을 땅속에 천층(淺層)처분(동굴처분을 포함한다) 또는 심층(深層)처분 등의 방법으로 처분할 수 없다. <개정 2013. 3. 23., 2015. 1. 20., 2020. 12. 22.>

③ 제2항에 따른 방사성폐기물 외의 방사성폐기물의 처분은 대통령령으로 정하는 방법 및 절차에 적합하게 하여야 한다.

④ 제2항에 따른 방사성폐기물의 처분을 방사성폐기물관리시설등건설·운영자에게 위탁하려는 자는 총리령으로 정하는 인도(引渡)기준에 적합하게 하여야 한다. <개정 2013. 3. 23., 2015. 1. 20.>

방사성폐기물 관리법 (약칭: 방사성폐기물법)

[시행 2017. 11. 28.] [법률 제15082호, 2017. 11. 28., 일부개정]

제10조(방사성폐기물 관리사업자) 방사성폐기물 관리사업자는 제18조제1항에 따른 한국원자력환경공단으로 한다. <개정 2013. 7. 30.>

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

제2설은 비구분설이다. 주로 환경단체들이 취하는 이 해석은, “방사성물질”을 “핵연료물질·사용후핵연료·방사성동위원소 및 원자핵분열생성물(原子核分裂生成物)”로 정의한 「원자력안전법」 제2조 제5호에 주목하여, 이를 고려하여 다시 동법 제18호를 읽어보면 ‘핵연료물질·사용후핵연료·방사성동위원소 및 원자핵분열생성물 또는 그에 따라 오염된 물질로서 폐기의 대상이 되는 물질’이 방사성폐기물이므로, 사용후핵연료도 방사성폐기물이라고 본다. 2015년도 개정 전에는 이러한 해석에 다툼의 여지가 없었다.

제2설에 따르면 사용후핵연료가 방사성폐기물로 분류되므로 법적성격에 대한 의문이 없으나, 제1설에 따르는 경우에 사용후핵연료의 법적성격이 문제된다. 원자력안전위원회는 사용후핵연료를 ‘우라늄·토륨 등 원자력을 발생할 수 있는 물질로서 대통령령으로 정하는 것’으로 정의하는 「원자력안전법」 제2조 제3호의 “핵연료물질”로 해석한다. 동법 시행령 제3조는 핵연료물질을 규정하는데, 동조는 「원자력안전법시행령」이 2011. 10. 25.자 대통령령 제23248호로 제정된 이후로 변경사항이 없다.

3. 원자력안전규제 법령의 문제와 개선

제3조(핵연료물질) 「원자력안전법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제3호에서 “대통령령으로 정하는 것”이란 다음 각 호의 것을 말한다.

1. 우라늄 238에 대한 우라늄 235의 비율이 천연혼합물과 같은 우라늄 및 그 화합물
2. 우라늄 238에 대한 우라늄 235의 비율이 천연혼합물에 미달하는 우라늄 및 그 화합물
3. 토륨 및 그 화합물
4. 제1호부터 제3호까지의 규정에 해당하는 물질이 하나 이상 함유된 물질로서 원자로의 연료로 사용할 수 있는 물질
5. 우라늄 238에 대한 우라늄 235의 비율이 천연혼합물을 초과하는 우라늄 및 그 화합물
6. 플루토늄 및 그 화합물
7. 우라늄 233 및 그 화합물
8. 제5호부터 제7호까지의 규정에 해당하는 물질이 하나 이상 함유된 물질

생각건대, ‘폐기의 대상이 되는 방사성물질’과 ‘폐기하기로 결정한 방사성물질’은 구분된다고 할 것이다.

즉 새로운 해석이 필요한데, 사용후핵연료 역시 폐기할 수 있으므로 폐기의 대상은 되지만 원자력진흥위원회의 심의·의결을 거친 후 처리를 결정할 수도 있고, 처분을 결정할 수도 있으므로, 후자의 경우에는 ‘폐기하기로 결정한 방사성폐기물’이 된다. 제3설은 제1설과 절충하여 사용후핵연료는 핵연료물질인 동시에 방사성물질인 이중적 성격을 갖는다는 해석이 가능하다.

4. 원자력안전규제 인력양성의 문제

규제는 단순히 안전과 관련된 기술의 영역으로 생각하기 쉽다. 그러나 안전규제는 사회적·규범적 개념이므로, 기술뿐만 아니라 이를 뒷받침하는 제도 역시 중요하다. 대한민국의 안전규제가 기술적 수준이 부족하거나, 과학적 수준이 뒤떨어져서가 아님을 생각한다면, 이 부분은 너무나 명확하다.

□ 가. 원자력법 인력양성의 부재

안전규제는 행정법의 영역으로, 원자력과 관련된 행정법 연구가 전제되어야 한다. 단순한 기술적인 규제만으로는 안전규제가 효율적으로 이뤄질 수 없다. 규범과 현실의 괴리를 점차 줄여 나아가야 하므로, 규범을 현실에 집행할 수 있는 규범에 관한 전문가가 계속해서 필요하며, 실무적인 분야에 넓게 포진해야 하므로 필요한 수도 결코 적지 않다.

원자력은 특수한 분야이므로, 원자력법을 연구하기 위해서는 기술적 내용도 최소한은 파악해야 하며, 원자력법의 발전과정을 이해해야 하므로, 역사적인 배경도 대략적으로 파악해야 한다. 이러한 이해 없이 단순히 규제만 만든다면 결국은 비효율적인 규범이 확대될 것이므로, 원자력산업발전은 계속해서 저해될 것이 뻔하다.

□ 나. 원자력법 전문인력 양성

원자력을 전공자에 대하여 법학을 교육하는 방안이 유력하다. 이는 법학전문대학원제도의 취지와 부합되기도 한다. 원자력 학사에게 장학금 등을 지급하는 방안으로 관련 분야의 연구를 하도록 유도하는 방안이 효율적이다.

법조인에게 원자력이나 에너지분야를 전문적으로 다루게 하는 방안도 가능하다. 일본과 같이 재단법인을 설립하여 에너지법을 연구하고, 각 공기업 및 민간기업이 법조인을 파견하여 실무적이면서도 이론적 체계를 갖춘 연구가 지속될 수 있도록 하는 방안이 효율적이다.

25

5. 결어

이상과 같이 원자력안전규제 법령은 원자력안전위원회, 산업부, 과기부 소관으로 흩어져 있어 통일적이고 합리적인 체계를 갖추지 못하고 있다. 즉, 각 법령은 이를 담당하는 부나 기관의 역량에 따라 개별적으로 발달해왔고, 이에 따라 효율적인 규제체제를 갖추고 있다고 보기가 어렵다.

그리하여 현 원자력안전규제 법령의 체계를 파악하는 것은 '사용후핵연료'의 법적성격에 관한 논의에서 살펴보았듯이 매우 곤란하다. 개념의 정의에 대해서도 충분한 논의나 고민이 없었기 때문이다. 그러므로 현시점에서는 법령 체계가 부존재 한다는 것이 문제이다.

「원자력안전법」을 중심으로 법개념들의 정의를 살펴보아야 한다. 중복되거나 모순되거나 흠결이 있는 개념들에 대해서 우선 파악해야 한다. 이를 위해서는 가장 우선 비교법적 접근이 필요하다. 미국과 프랑스와 같이 원자력법령이 발달해있는 국가의 규정들을 단순히 부분적으로 베껴오는 것이 아니라 이들의 규제법령의 체계를 우선 파악하고, 이를 현행 법률과 비교하는 것이 출발점이다. 이를 통해 법률에 규정되어야 하는 개념, 시행령에 규정되어야 하는 개념, 시행규칙에 규정되어야 하는 개념, 위원회나 행정청의 판단재량에 맡겨야 하는 개념을 구분해야 하고, 개념을 얼마나 유연하고 확장성 있게 정의할 것인지도 합의되어야 한다.

이러한 비교법적 접근에서 어려운 부분은 이들 국가의 규제위원회에 강력한 재량이 부여되어 있다는 점이다. 그리하여 안전규제 법령자체는 단순하지만, 이를 운영하며 쌓아온 경험과 노하우가 점차 후진국들과 사이의 수준을 벌이는 것이다. 반대로 진흥위원회에는 다양한 사업자의 진출로 인해 이해관계충돌을 방지하는 규범이 필요할 시점이기도 하다.

26

2024 제1차

원자력 안전규제의 미래

리스크정보활용 원자력안전규제 발전 방안

양준언

한국원자력연구원
원자력리스크연구회

리스크정보활용 원자력안전규제 발전 방안

양준언

한국원자력연구원
원자력리스크연구회



TOC

- ❑ Current Status of RIPBA in USA, Korea & ...
- ❑ Strategy to introduce RIPBA in Korea

<p>국내 원자력 시설 리스크 평가와 관리 분야 발전 방안</p> <p>White Paper on the Improvement of Risk Assessment and Management Framework for Nuclear Facilities in Korea</p> <p>2016. 7</p> <p>한국원자력학회 / 원자력기술학회 및 안전문화</p>	<p>KNS(R)-001-2023</p> <p>규제 효율성 향상을 위한 국내 규제 체계 개선안 도출</p> <p>- 리스크정보활용-성능기반방식(RIPBA)을 중심으로 -</p> <p>2023. 08</p> <p>한국원자력학회 Korean Nuclear Society</p>	<p>목차</p> <p>요약 (Summary) vi</p> <p>1. 서론 1</p> <p>1.1 보고서 작성 배경 1</p> <p>1.2 보고서 작성 방법 2</p> <p>II. 미국의 리스크정보활용-성능기반방식(RIPBA) 현황 7</p> <p>1. 리스크 평가 방법 7</p> <p>2. 리스크정보활용 관련 정책 9</p> <p>3. 리스크 평가절차의 활용 체계 11</p> <p>4. 리스크 평가와 성능의 연계 15</p> <p>5. RIPBA 관련 기준 구축 19</p> <p>III. 기타 국가의 RIPBA 도입현황 21</p> <p>1. 일본 21</p> <p>2. 중국 22</p> <p>IV. 국내 RIPBA 도입현황 및 정책 방안 24</p> <p>1. 국내 RIPBA 도입현황 24</p> <p>1.1 리스크 평가 방법 24</p> <p>1.2 리스크정보활용 관련 정책 25</p> <p>1.3 리스크 평가절차의 활용 체계 27</p> <p>1.4 리스크 평가와 성능의 연계 28</p> <p>1.5 RIPBA 관련 기준 구축 29</p> <p>2. 국내 RIPBA 관련 향후 추진 방안 30</p> <p>2.1. 현재의 RIPBA 관련 현황 비교 30</p> <p>2.2 국내 RIPBA 도입을 위한 분야별 대응 방안 32</p> <p>2.3 국내 RIPBA 향후 추진 방안 및 로드맵 37</p> <p>V. 결론 41</p>
---	---	--

RIPBA: Risk-informed/Performance-based Approach

Risk-Informed Approach*

A "risk-informed" approach to regulatory decision-making represents a philosophy whereby risk insights are considered together with other factors to establish requirements that better focus licensee and regulatory attention on design and operational issues commensurate with their importance to health and safety.

[Mike Franovich (NRC), Advancing the Use of Risk-Informed Decision Making in Regulatory Activities, RIC2019]

The best way
for better tomorrow!!!

* NRC STAFF REQUIREMENTS - SECY-98-144 - White Paper On Risk-informed And Performance-based Regulation
<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/srm/1998/1998-144srm.pdf>

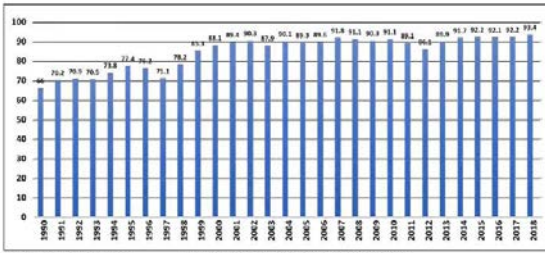
Effectively, Efficiently!!

3

□ Current Status of RIPBA in USA

4

Current Status of NPP Operation in USA (1/3)



Source: Energy Information Administration

U.S. Nuclear Plant Capacity Factor (%)

Figure 6 - U.S. Nuclear Plant Capacity Factor (1990-2018)

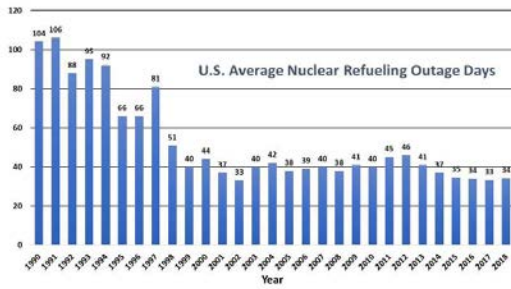
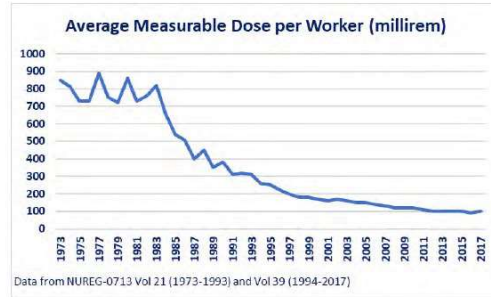


Figure 7 - U.S. Average Nuclear Refueling Outage Days (1990-2018)



Data from NUREG-0713 Vol 21 (1973-1993) and Vol 39 (1994-2017)

Figure 11- Average Measurable Dose per Worker (millirem)

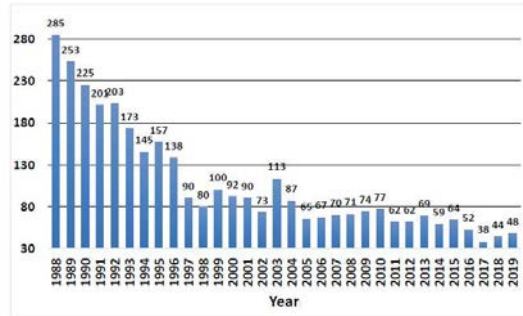
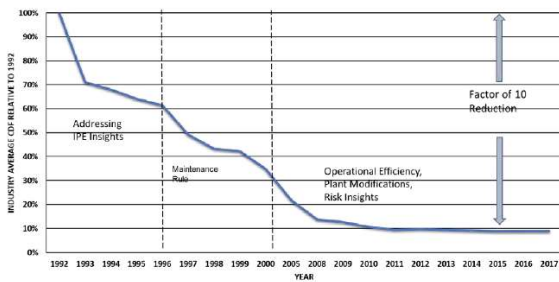


Figure 8 - U.S. Nuclear Plant Unplanned Reactor Trips (1988-2019)

Current Status of NPP Operation in USA (2/3)



Source: Multiple Sources including IPE submittals and ROP data for Mitigating System Performance Index

Figure 12 - Industry Average CDF Trend

Table 1 - Impact of Risk-Informed Initiatives on CDF

Plant Type	Pre RI CDF	Current CDF	Improvement Factor
Westinghouse 4-Loop	9.80×10^{-5}	1.45×10^{-5}	6.8
B&W	7.46×10^{-5}	2.12×10^{-5}	3.5
Combustion Engineering	6.58×10^{-5}	1.28×10^{-5}	5.1
GE BWR4	1.27×10^{-5}	4.72×10^{-6}	2.7
GE BWR5	1.26×10^{-5}	4.01×10^{-6}	3.1
GE BWR6	4.55×10^{-5}	1.00×10^{-5}	4.6

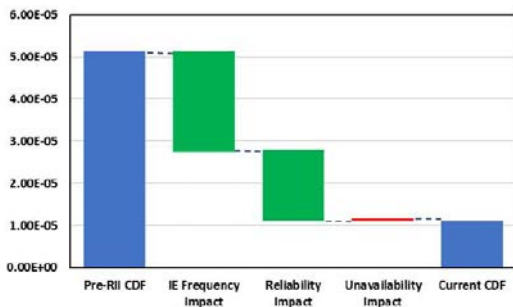


Figure 17 - Impact on CDF (Contribution to Improvement by Data Type)



Figure A6 - Total Industrial Safety Accident Rate

Current Status of NPP Operation in USA (3/3)

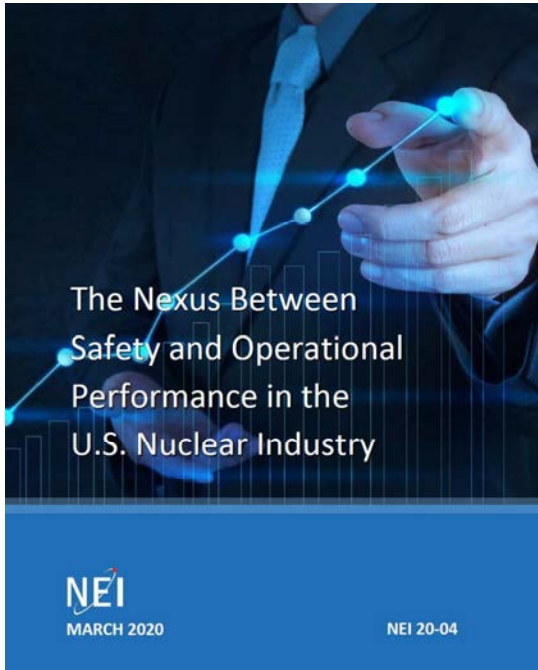
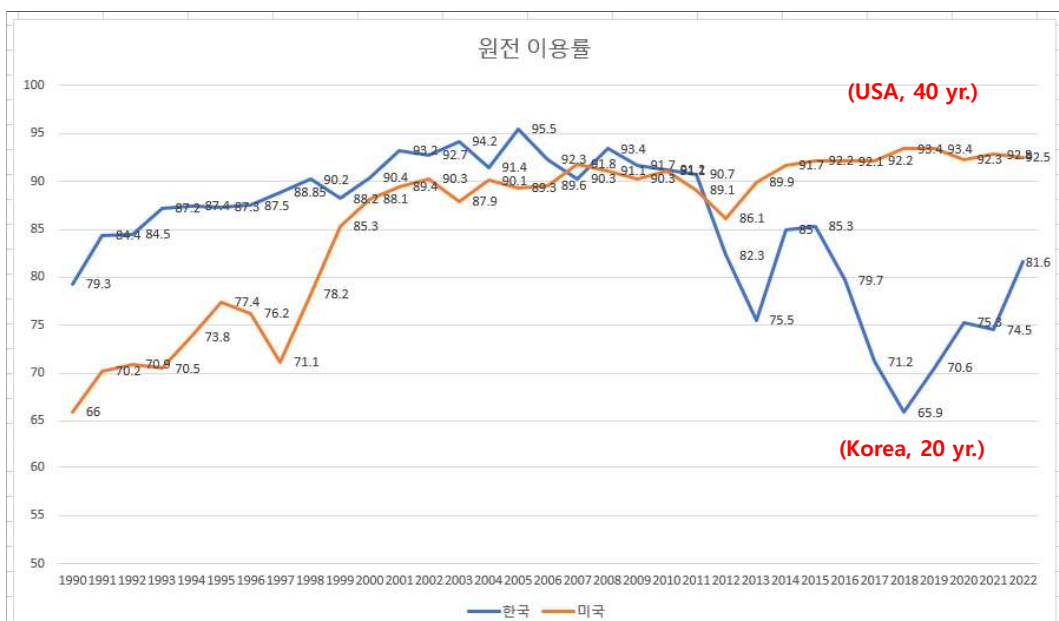


Figure 9 – Performance-Safety Nexus

The breadth of improved industry performance has directly led to improved safety and has reduced risk.

7

Where are we now?



8

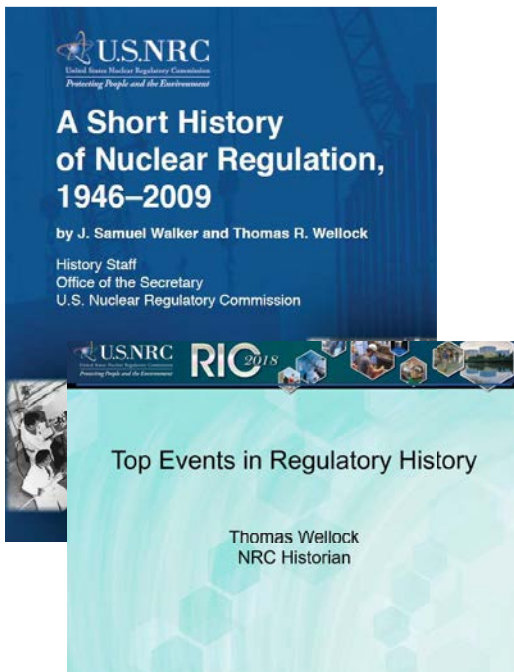
Influencing Factors

- ❑ The cultivation of a strong **safety and reliability culture** by utilities,
 - ❑ **A strong independent nuclear regulator** in the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC),
 - ❑ An independent industry excellence organization in the Institute of Nuclear Power Operators (INPO), and
 - ❑ **The NRC's adoption of a risk-informed safety focus.**
- ❑ Over the past 20 years, improving plant performance has been coupled with the enhanced safety focus provided by **a risk-informed approach that focuses resources on the most safety significant issues.**

[NEI (2020), *The Nexus between Safety and Operational Performance*, Nuclear News, May, 2020]

9

The Top 10 Events in Regulatory History



(1st Era)

- ❑ **Reactor Safeguard Committee and WASH-3 (1948-49)**
- ❑ **Ike's Atoms for Peace Speech (1953)**
- ❑ **Above-Ground Weapons Testing (1950s-60s)**
- ❑ **Ergen Report (1967)**

(2nd Era)

- ❑ **Anticipated Transient Without Scram (ATWS) (1969)**
- ❑ **WASH-1400 (1972-75)**
- ❑ **TMI (1979)**

(3rd Era)

- ❑ **Maintenance Rule (1991)**
- ❑ **Policy Statement on PRA (1995)**
- ❑ **Reactor Oversight Process (ROP) (1999)**

10

NRC's RIPBA Activities (1/2, 2023)

□ Operating Reactors

- Risk-Informed Reviews of Instrumentation and Control (I&C) Systems and Components: Integrating Risk Insights into the Digital I&C Regulatory Framework
- Use of Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP)-based Methods for Digital Nuclear Safety System Evaluation
- Technical Assistance for Integration of Risk-Informed **Performance Based Approach to Seismic Safety** of Nuclear Facilities
- Revisions to NUREG-0654, Criteria for Preparation and Evaluation of **Radiological Emergency Response Plans** and Preparedness for NPP
- Revision to NUREG/CR-7002, "Criteria for Development of Evacuation Time Estimate Studies"
- Power Reactor **Cyber Security** Program Improvements
- Ensure Force-on-Force (FoF) Scenarios Are Realistic and Reasonable
- Consequence-based Security for Advanced Reactors
- Revision of the **Emergency Preparedness Significance Determination Process**
- Baseline Security Program Revision
- **State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses**
- Probabilistic Methodologies for Component Integrity Assessment
- Implementing Lessons Learned from Fukushima
- **Accident Sequence Precursor (ASP) Program**
- Probabilistic Flood Hazard Assessment (PFHA)
- **Risk Assessment of Operation Events (RASP Handbook)**
- Maintenance and Development of the Systems Analysis Programs for Hands-on Analysis Integrated Reliability Evaluations (**SAPHIRE**) Code
- **Standardized Plant Analysis Risk Models (SPAR)**
- **Full-Scope Site Level 3 PRA**

[<https://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/risk-informed/rpp.html>]

11

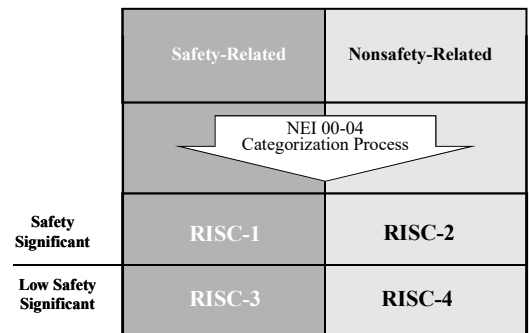
NRC's RIPBA Activities (2/2, 2023)

- **Data Collection for Human Reliability Analysis (HRA)**
 - **Human Reliability Analysis (HRA) Methods and Practices**
 - **National Fire Protection Association (NFPA) Standard 805**
 - Assess Debris Accumulation on Pressurized Water Reactor (PWR) Sump Performance, Generic Safety Issue (GSI)-191
 - **Develop Risk-Informed Improvements to Standard Technical Specifications (STS)**
 - **Implement 10 CFR 50.69: Risk-Informed Categorization and Treatment of Structures, Systems and Components for Nuclear Power Reactors**
 - Graded Approach to the Use of Safety Significance in the Low Safety Significance Issue Resolution Process
 - Guidance for Unattended Opening Evaluations
 - **Risk-Informed Adversary Timeline Calculations**
 - Transition from Physical Security Plan to Safeguards Contingency Plan
 - Emergency Preparedness (EP) Program Review 24-Month Frequency Performance Indicators Development to Satisfy 10 CFR 50.54(t) Requirements
- ### □ Advanced Reactors
- Technical Assistance for Research on Innovative Methods and Technologies to Enhance Seismic Safety for Design and Construction of Commercial Reactors
 - **Risk-Informed Review of Small Modular Reactor (SMR) Designs**
 - **Non-Light Water Reactor Licensing Modernization**
 - Risk-informed Emergency Planning Zone Size Evaluation
 - **Advanced Reactor Regulatory Framework**
 - **Physical Security for Advanced Reactors**

12

Recent Trends of RIA in USA (2023)

- ❑ **TSTF-425 (5B) – Risk Informed Surveillance Frequency Control Program (RISFCP)**
 - All US NPPs are implementing this program
 - NEI 04-10 R1 Risk-Informed Technical Specifications Initiative 5b
- ❑ **TSTF-505 (4B) - Risk Informed Completion Time (RICT)**
 - Around 50% of US NPPs are implementing this program
 - NEI 06-09 R0-A Risk-Informed Technical Specifications Initiative 4b
- ❑ **10CFR50.69 (RISSCC)**
 - More than 50% of US NPPs are implementing this program
 - EPRI TR-3002012984'



[T.Y.Sung, Risk-informed Application in The US, F&C Seminar, 2023]

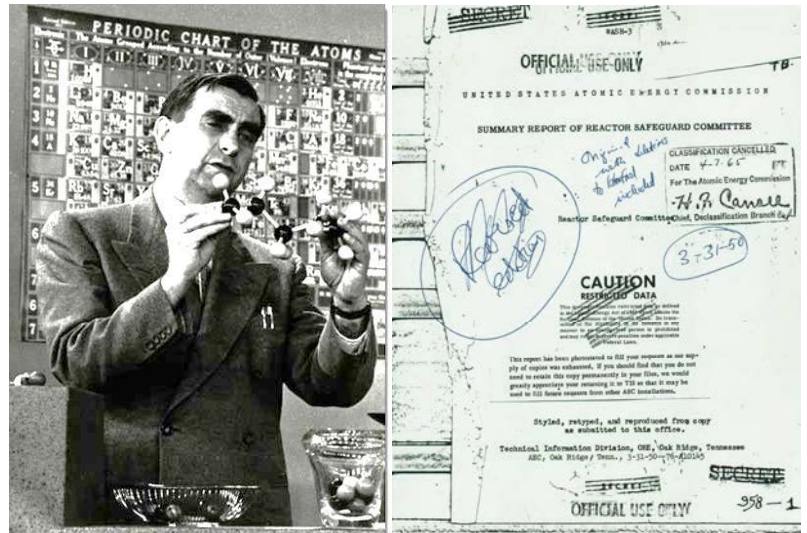
13

❑ A Short History of RIPBA in USA

14

Reactor Safeguard Committee & WASH-3 (1950)

- ❑ Maximum Credible Accidents
- ❑ Defense-in-Depth
 - Isolation—exclusion zones
 - Inherent Safety
 - Static Layers--Containment
 - Active Safety Systems
- ❑ Emergency Planning
- ❑ Hazard Reports
- ❑ Two-step Approval Process



Edward Teller

WASH-740(1957), WASH-1400 (1975) & TMI

- ❑ WASH-740 (1957)
 - "Theoretical Possibilities and Consequences of Major Accidents in Large Nuclear Power Plants"
 - Estimate maximum possible damage from a meltdown **with no containment building** at a large nuclear reactor
 - 3400 deaths, 43,000 injuries and property damage of \$7billion
 - The estimate of probability was one in a hundred thousand to one in a billion per reactor-year (by expert judgement)

❑ WASH-1400 (1975)

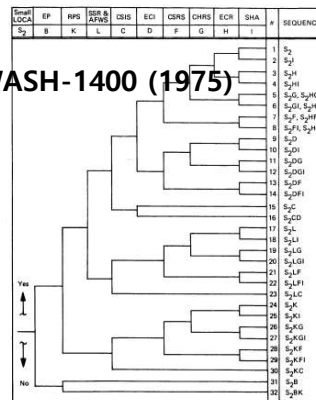
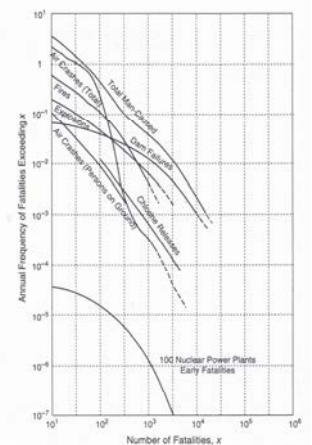


FIGURE 1-4-4 Small LOCA (2, 1/2-2 inch diameter) in RCS



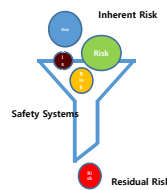
Risk = **Likelihood** x Consequences

❑ TMI (1979)



Safety Goal (1986), How safe is safe enough?

- ❑ The Safety Goal Policy Statement expressed the Commission's policy regarding **the acceptable level of radiological risk from nuclear power plant operation as follows:**
 - Individual members of the public should be provided a level of protection from the consequences of nuclear power plant operation such that **individuals bear no significant additional risk to life and health.**
 - Societal risks to life and health from nuclear power plant operation should be **comparable to or less than the risks of generating electricity by viable competing technologies** and should not be a significant addition to other societal risks.
- ❑ The following quantitative objectives are used in determining achievement of the above safety goals:
 - The risk to an average individual in the vicinity of a nuclear power plant of prompt fatalities that might result from reactor accidents **should not exceed one-tenth of one percent (0.1 percent)** of the sum of prompt fatality risks resulting from other accidents to which members of the U.S. population are generally exposed.
 - The risk to the population in the area near a nuclear power plant of cancer fatalities that might result from nuclear power plant **operation should not exceed one-tenth of one percent (0.1 percent) of the sum of cancer fatality risks resulting from all other causes.**
- ❑ **Surrogate for 0.1% Rule**
 - CDF < 1.0E-4/ry. (measure for cancer fatality)
 - LERF < 1.0E-5/ry. (measure for prompt fatality)



17

PRA Policy Statement (1995)

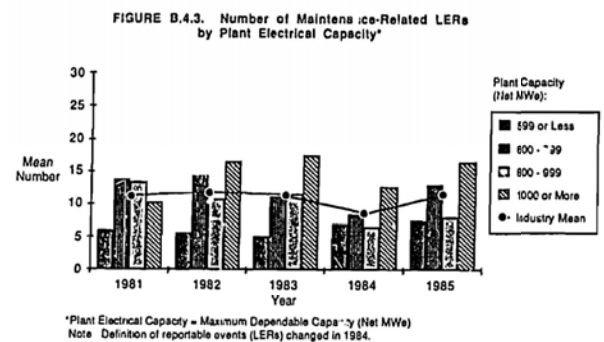
- ❑ Encouraged PRA as part of “an integrated and comprehensive examination” of safety issues.
 - The use of PRA technology should be increased in **all regulatory matters to the extent supported by the state-of-the-art in PRA methods and data** and in a manner that **complements the NRC's deterministic approach** and supports the NRC's traditional defense-in-depth philosophy.
 - PRA and associated analyses (e.g., sensitivity studies, uncertainty analyses, and importance measures) should be used in regulatory matters, where practical within the bounds of the state-of-the-art, **to reduce unnecessary conservatism associated with current regulatory requirements,** regulatory guides, license commitments, and staff practices.
 - **PRA evaluations in support of regulatory decisions should be as realistic as practicable** and appropriate supporting data should be publicly available for review.

18

Maintenance Rule (1991)

- ❑ The search for a model (1988)
- ❑ **Avoid prescriptive regulation**
- ❑ **Encourage industry initiative**—standard, planning, and effectiveness assessment.
- ❑ No mention of “risk” at initial stage
- ❑ Crafting the rule (1989-91)
- ❑ **“Risk-focused” maintenance: PRA and expert panels**
- ❑ Section a(4): Assessing and managing maintenance risk (1999)

from RIR to RIPBR!



19

Reg. Guide 1.174 (1998)

- ❑ **Five fundamental safety principles**
 - Meet the current regulation
 - Maintain defense-in-depth
 - Maintain sufficient safety margins
 - **Risk increases are small, including cumulative risk**
 - **Develop performance-based monitoring strategies**

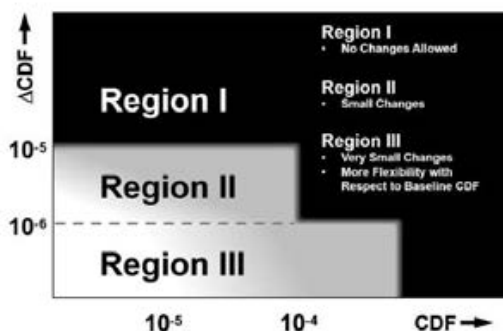


Figure 4. Acceptance guidelines* for core damage frequency

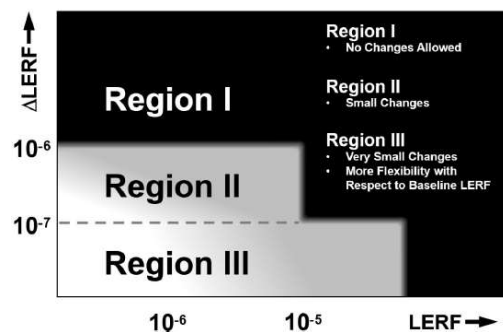


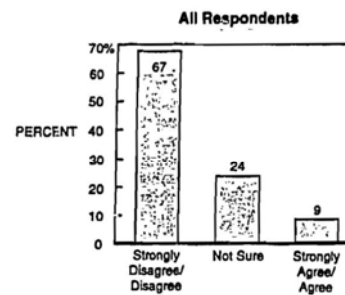
Figure 5. Acceptance guidelines* for large early release frequency

20

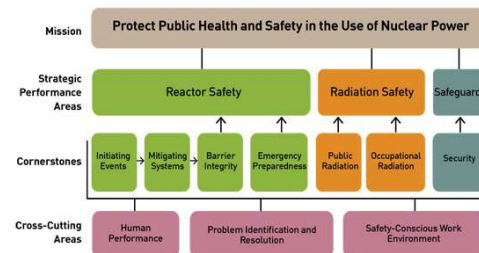
Reactor Oversight Process (1999)

- ❑ **Oversight after TMI**
 - Resident Inspectors
 - **Systematic Assessment of Licensee Performance (SALP)**
- ❑ **Industry view of SALP**
 - **Arbitrary and opaque**
 - Towers Perrin Report (1994): NRC “negative and punitive.”
- ❑ **ROP (1999):**
 - **Industry initiative**
 - **Risk-informed, performance-based.**
 - **Elements:**
 - **Cornerstones of Reactor Safety**
 - **Performance Indicators**
 - **Significance Determination Process**
 - **Action Matrix**
 - **Corrective Action Program**

Written Survey Question 24(a)
The NRC Has Made Known To Utility Management The Objectives And Criteria It Uses For The "Watch List"(a)(b)



Reactor Oversight Framework



21

Perspective of NRC on RIPBR

- ❑ **Improves Safety**
 - New requirements (SBO, ATWS)
 - Design of new reactors
 - **Focus on important systems and locations**
- ❑ **Makes regulatory system more rational**
 - **Reduction of unnecessary burden**
 - Operating experience accounted for in regulations
 - Consistency in regulations
- ❑ **Encourages performance-based regulation**
 - **Maintenance rule**
 - Fire protection
 - Determination of seismic design basis motion

22

❑ WASH-1400 & TMI

- The industry became interested **because the physical damage to the plant and economic damage to the owners was very large** which prompted their need to better understand the risks of operation.

❑ MR

- The Maintenance Rule enabled utilities to take advantage of their IPEs in developing a risk-informed maintenance programs
- **No regulations were changed, but licenses were amended using risk as bases.**

❑ ROP

- **In the past, the NRC had significant subjective discretion,**
- The ROP provided the NRC and the licensees **an objective measure for assessing the safety significance** and thus determining the nature of regulatory response of NRC violations **based on safety not subjectivity.**

[Andrew C. Kadaka, Toshihiro Matsuob, The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 609–618]

❑ Current Status of RIPBA in Korea

Post TMI Action Items & Y First PSA in Korea

기안용지			
분류기호 문서번호	연심 643-6611 (전화번호 591-5893)	견결규정 과장	조항 전결사상
처리기간			
시행일자	'83. 6.		
보존연한			
보조기관	과장 전결	팀	
기안책임자	과장 최홍성	조	
경유	한국전력공사	발신	통과
수신		신	
참조			
제목	TMI 사고에 따른 조치계획 제출		
	귀사의 원자력발전소에 대한 TMI 사고에 따른 조치계획 및		
	조치내용을 각호기 (1호기 - 10호기)별로 작성하여 '83.6.30까지 제출		
	하여 주시기 바랍니다. 끝.		
			정서

"미래를 창조하는 일류 안전"
 한국전력공사
 기술안전지원처 안전분석부
 550-3451

안전술(안)780.17-8289
 수신 과장기술처장관
 참조 원자력국장
 제목 PRA 세부수영계획 제출

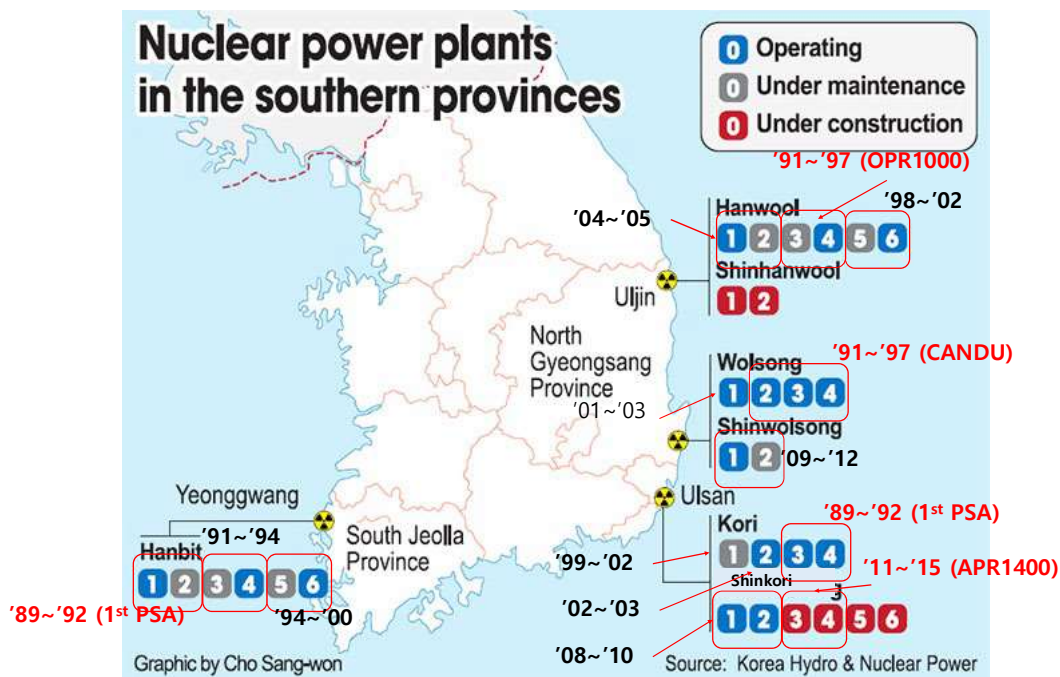
1. 원자 16231-1405('88. 2. 5) 관련입니다.
 2. 2리 3, 4호기 및 영광 1, 2호기에 대한 우익공사와 PRA 세부수영계획을 본임과 같이 제출합니다.

붙임 : 2리 3, 4호기 및 영광 1, 2호기 PRA 세부수영계획 1부. 끝.

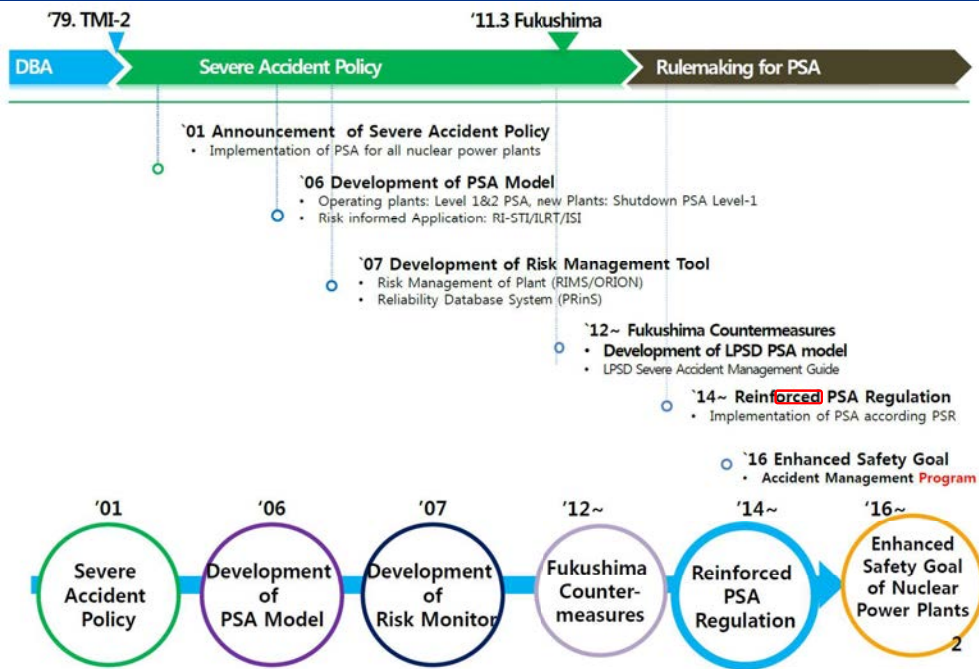
선 결 과 장
 1988. 1. 7.
 처리과 원자력기과 회 중 배

안 국 전 력 공 사 사

PSA in Korea



Update of PSA Implementation



[Jang Hwan Na, Status of PSA & RM in KHNP, 2019]

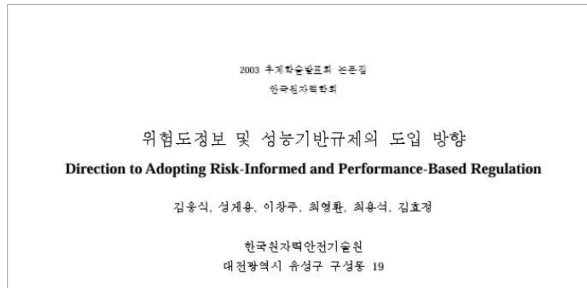
국내 원전 PSA 수행 현황 (외부: 내부 화재, 침수 및 지진)

원전	1단계 PSA		2단계 PSA				3단계 PSA				비고			
	전 출력		정지저출력		전 출력		정지저출력		전 출력			정지저출력		
	내부	외부	내부	외부	내부	외부	내부	외부	내부	외부		내부	외부	
고리 1	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X	SMA	
고리 2	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X	SMA	
고리 3,4	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
한빛 1,2	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
한빛 3,4	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
한빛 5,6	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
한울 1,2	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X	SMA	
한울 3,4	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
한울 5,6	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
신한울 1,2	○	○	○	○	○	○	○	X	○	○	○	X	X	
신고리 1,2	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
신고리 3,4	○	○	○	○	○	○	X	X	○	○	X	X		
신고리 5,6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	X		
월성 1	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X	SMA	
월성 2,3,4	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		
신월성 1,2	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X	X	X		

[양준언, 규제 효율성 향상을 위한 국내 규제 체계 개선안 도출, 한국원자력학회 고급정책연구소, 2023]

Introduction of Risk-informed Approach in Korea

(KINS, 2023)



▪ KINS의 RIR 도입 추진 사례

- 리스크 기반 검사 및 정비규정 시험 프로그램 (2002)
- 리스크정보활용 차등검사 시험 프로그램 (2006)
- 정비규정 제도화 추진 (2007)
- 리스크정보활용 규제 적용 현황 보고서 발간 (2010)
- 가동중정비 안전성 영향 평가기술 개발 (2010~12)

(The Plan of KHNP in 2005)

분류	상세항목	예비단계	1단계			2단계			3단계
		2004년 이전	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년 이후	
공통 기술	기술 및 인력 확보	완료	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
	전출력 위험도 감시 시스템	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
	정지시 위험도 감시 시스템	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
	신뢰도 DB 구축	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
활동 기술	정비 규정	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
	위험도정보 ISI	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
	위험도정보 IST	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
	AOT/STI 연장	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행	
가동중 정비	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행		
차등 중립보존	진행	진행	진행	진행	진행	진행	진행		

(The Results of RI-ISI, 2006)

E. 올진 4호기 적용결과

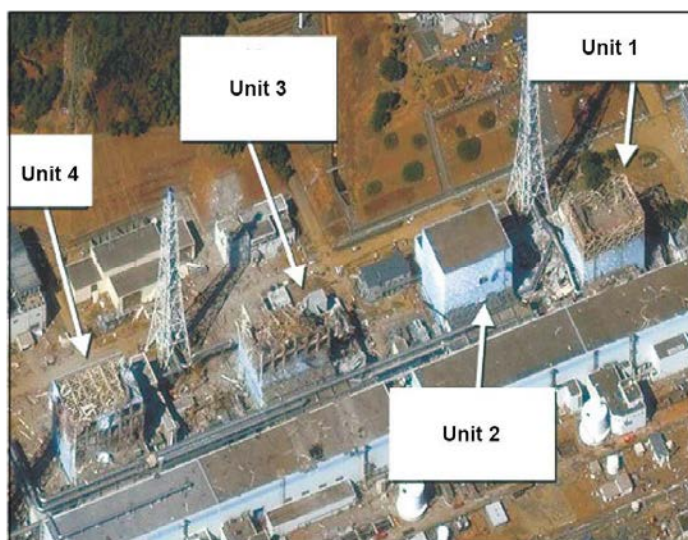
'06 원자력안전기술정보회의

Comparison of CDF/LERF for Current ISI program and RI-ISI Programs

Case	Piping CDF/LERF Without RI	Piping CDF/LERF Current ISI	Piping CDF/LERF Risk-Informed
CDF No. Operator Action	3.10E-08	8.17E-07	5.99E-07
CDF With Operator Action	2.16E-06	2.77E-07	2.48E-07
LERF No. Operator Action	3.29E-07	2.20E-07	1.07E-07
LERF With Operator Action	5.22E-08	9.81E-09	4.78E-09

한국원자력안전기술연구원

Fukushima Accident (2011.3.11)

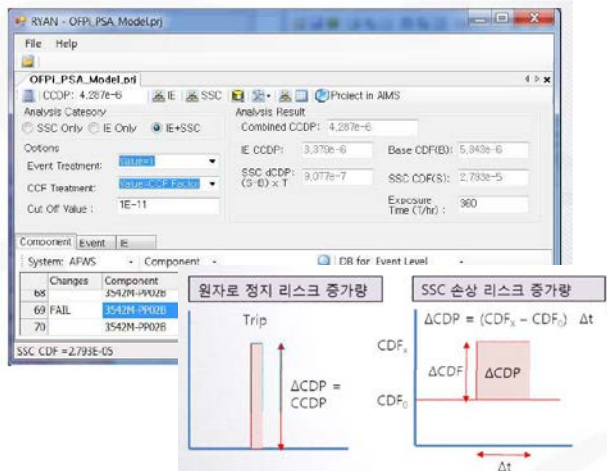


The PSA did not predict the Fukushima accident. So, it's useless!

Researches on RIPBR by KINS

❑ KINS is developing MPSA (Multi-purpose Probabilistic Analysis of Safety) (On-going).

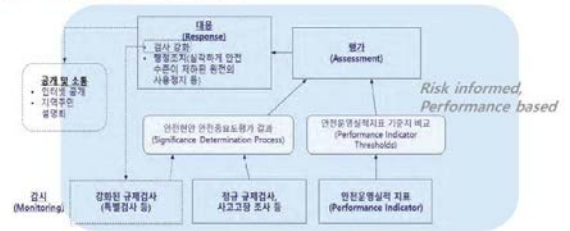
- RYAN (Risk analysis for ASP/SDP of NPP) is being developed.



❑ A research project is funded by the NSSC for the development of Risk-management Based Regulation Framework (On-going).

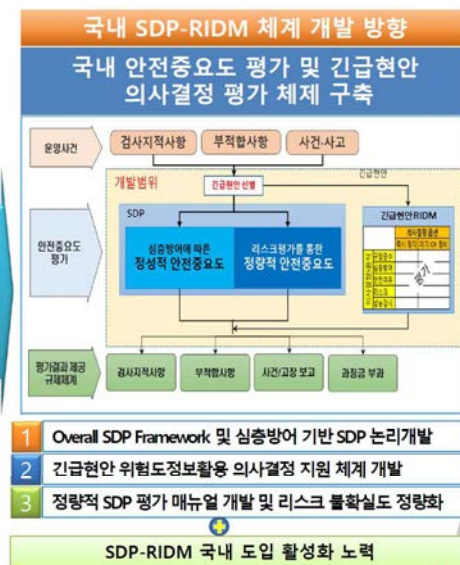
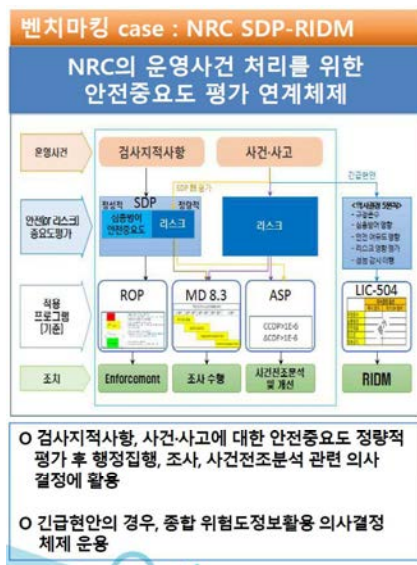
- Refer to the ROP of the USNRC and the NRA of Japan

• 위험도 관리 기반 규제감독 체계 개념(안)



A Research on SDP RIDM by KHNP

❑ The Korean utility, KHNP, started a research project to develop a RIDM framework similar to the SDP (Significance Determination Process) of the USNRC (On-going).





III. 한수원 추진 전략과 추진 과제

2. 종합 로드맵

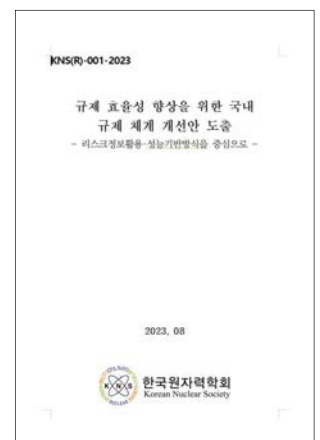
구분	2023	2024	2025	2026	2027
1 규제감독제도 (SDP/PI)	규제기관	SDP 평가 방법론 개발 PI 개선 및 수집		SDP 부속서 개발 평가 프로세스 시범적용	규제과
	한수원	시범적용 (규제기관과 합동 운영) 표준지침/프로세스 개발	전 원전 확대 적용 (시스템 고도화)	본격 운영	전문인력 양성/조직 신설 운영
	규제제도	규제요건 개정안 도출	개정안 제도화 추진	규제 프로세스 이행	
2 MR/OLM	한수원	프로그램(MR,PM) 재정비(규제요건 반영) OLM 기반기술 개발(APR1400) TS 개정 및 APR AOT 신청/승인	APR OLM 시범적용	확대 적용	사내 전담조직 신설-운영
	규제제도	규제제도 근거 마련(규제요건 검토 및 제도화 추진)		규제 프로세스 이행	
3 RIA	한수원	RI-ILRT 승인 (고리3발) 리스크관리프로그램 신뢰도 제고 OPR AOT Topical Report 신청/승인	고리3발 ILRT 연장 시행 및 월성3발 인허가 신청	확대 적용	RI-ISI 연장 시범 적용 (한울2발) RI-ISI/AOT 전 원전 확대 적용
	규제제도	발전소별 PSA 최적화 및 표준화 개발 PSA 전문인력 양성 및 용역업체 역량 강화 구축		규제 프로세스 이행	
4 PSA	한수원	발전소별 PSA 최적화 및 표준화 개발 PSA 전문인력 양성 및 용역업체 역량 강화 구축		규제 프로세스 이행	
	규제제도	규제요건(법규, 규제지침) 재개정 필요성 검토 및 반영추진		규제 프로세스 이행	

13

[리스크정보활용 체계 도입 한수원 추진 계획, 2023년도 제1회 중대사고·리스크평가 심포지엄]

33

□ Strategy to introduce RIPBA in Korea



34

Issues to be considered!

Issues	USA	Korean Reg.	Korean Utilities	Obstacles	How to solve it?
Leadership	Strong Leadership of NRC	?	?	No in the near future	? (Leadership of PSA Experts)
Technical Capa.	CAFTA in '90	MPAS (K-SPAR)	PSA for all NPPs	Rel. Data (Distrust)	It doesn't matter (In most cases, it doesn't change insights)
Reg. Framework	Safety Goal, PRA Policy Statement, MR, ROP (<i>RMRF</i>)	Nuclear Safety Policy Statement, Safety Goal	RI-ILRT, RI-ISI, RI-STI/AOT, MR, OLM	Local applications	MR
Man Power	Training Program for Staffs in All areas	Not enough experiences	Not enough experiences	No effective PSA training program, No PSA certification/Peer Review framework	PRA School (?) / OJT
Motivation	TMI, Consistency of Reg., Economic Benefit	?	Consistency of Reg. (?)	No motivation for whole organization	Demo. of Safety/PI improvement (ASP/SDP)
Acceptability of players	Low (Struggled)	?	?	No interest, No experience	Ensure the Safety Benefit of RIPBR
Acceptability of observers	Increased	Very Low	Don't care	Distrust & Perception on PSA	Korean PSA Standard
Public view on RIR	Don't care	Relaxation of Reg. (?)			Select good sample cases to show the safety improvement
Cultural Changes	Risk Culture	?	?	?	<i>(It comes later)</i>

35

The First Step toward RIDM in Korea: Three Issues

❑ Credibility of the PSA

- Probability
- Reliability Data



❑ Cherry Picking



❑ Lack of Experts

- Lack of Official Education Program & Certification Process



❑ PSA Standard

- Korean PSA Standard TFT

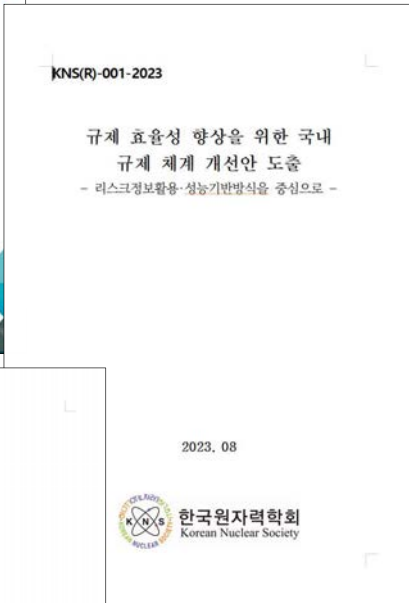
❑ Safety First Application

- To overcome the resistance of the traditional engineers
 - Maintenance Rule

❑ Set-up a Reliable Education Program & Certification Process on PSA

- We may need an International cooperation for this area

36



국제 저문단

(A) 국내 저문단

- 김도형(한국원자력안전기술원)
- 김동신(한국원자력연구원)
- 김민철(중앙대학교)
- 김민규(한국원자력안전기술원)
- 나정환(한국수력원자력)
- 박진희(한국원자력연구원)
- 최호(한국전력기술주식회사)
- 이승준(KNSI)
- 이방구(한국원자력안전기술원)
- 정희승(한국수력원자력)
- 최선영(한국원자력연구원)
- 최원영(경희대학교)
- 홍석원(한국수력원자력 중앙연구원)
- 홍태희(한국원자력안전기술원)

(B) 해외 저문단

- 장현욱(미국 EPRI)
- 인용호(ENR&CCN)

목차

요약 (Summary) iii

I. 서론 1

1. 보고서 작성 배경 1
2. 보고서 작성 방향 3

II. 미국의 리스크정보활용·성능기반방식(RIPBA) 현황 7

1. 리스크 평가 방법 7
2. 리스크정보활용 관련 정책 9
3. 리스크 평가결과와 활용 체계 11
4. 리스크 평가와 성능의 연계 15
5. RIPBA 관련 기반 구축 19

III. 기타 국가의 RIPBA 도입현황 21

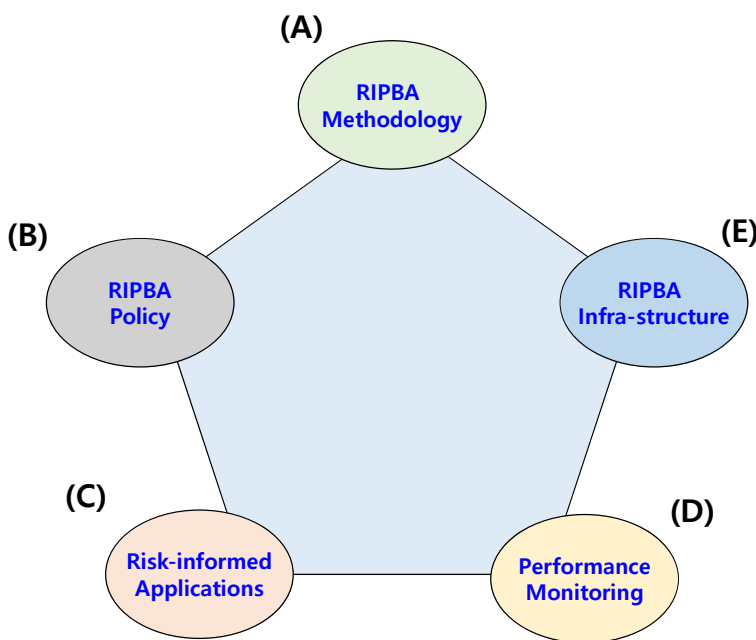
1. 일본 21
2. 중국 22

IV. 국내 RIPBA 도입현황 및 정책 방안 24

1. 국내 RIPBA 도입현황 24
 - 1.1 리스크 평가 방법 26
 - 1.2 리스크정보활용 관련 정책 28
 - 1.3 리스크 평가결과와 활용 체계 27
 - 1.4 리스크 평가와 성능의 연계 28
 - 1.5 RIPBA 관련 기반 구축 29
2. 국내 RIPBA 관련 향후 추진 방안 30
 - 2.1. 한미의 RIPBA 관련 현황 비교 30
 - 2.2. 국내 RIPBA 도입을 위한 분야별 대응 방안 32
 - 2.3. 국내 RIPBA 향후 추진 방안 및 로드맵 37

V. 결론 41

5 Aspects of RIPBA



- Gap Analysis
- Derive Strategies to implement RIBPA in Korea

Building a Foundation for Risk-Informed Decision Making



3



[Jeffery Wood, Advancing the Infrastructure for Using PRA in Decision-Making, RIC 2023]

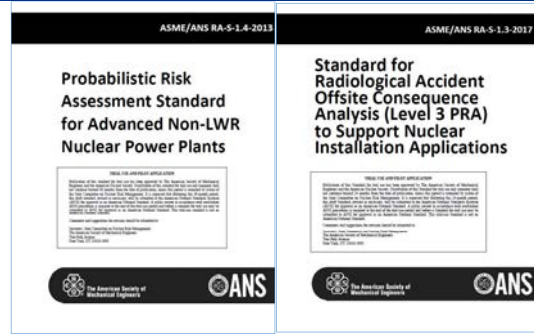
(A) RIPBA Methodology: Scope/Depth of PSA

Operation Mode	Hazards		Levels		
			Level 1	Level 2	Level 3
At-Power Operation	Internal Hazards	Internal Events (LOCAs, transients)			
		Internal Floods			
		Internal Fires			
	External Hazards	Seismic Events			
		Others (external floods, high winds, etc.)			
Low Power /Shutdown Operation	Internal Hazards	Internal Events			
		Internal Floods			
		Internal Fires			
	External Hazards	Seismic Events			
		Others (external floods, high winds, etc.)			

* For each hazard, "single-unit PSA" and "multi-unit PSA" can be performed.

(A) RIPBA Methodology: PRA Standard (1/2)

ANS/ASME Joint Committee on Nuclear Risk Management (3/5/2020) Co-chair: Robert J. Budnitz Vice co-chair: Dennis W. Henneke			ANS/ASME Joint Committee on Nuclear Risk Management (3/5/2020) Co-chair: C. Rick Grantom Vice co-chair: Pamela F. Nelson		
Subcommittee on Risk Applications (SCoRA) Gerry Kindred (Chair) Gary Demoss (Vice Chair) Diane Jones (Vice Chair)	Subcommittee on Standards Development (SC-SD) Matthew Denman (Chair) N. Reed Labarge (Vice Chair)	Subcommittee on Standards Maintenance (SC-SM) Paul Amico (Chair) Andrea Maioli (Vice Chair)	Physical/Cyber R-I Security Guidance Document	ANS/ASME-58.22, Low Power Shut Down PRA (will become RA-S-1.6)	ASME/ANS RA-S, Level 1 PRA Including LERF (Part 1)
	ASME/ANS RA-S-1.2, Level 2 PRA (previously ANS-58.24)	ASME/ANS RA-S, Internal Events At-Power PRA (Part 2)			
	ASME/ANS RA-S-1.3, Level 3 PRA (previously ANS-58.25)	ASME/ANS RA-S, Internal Flood At-Power PRA (Part 3)			
	ASME/ANS RA-S-1.4, Non LWR PRA	ASME/ANS RA-S, Fires At Power PRA (Part 4)			
	ASME/ANS RA-S-1.5, Advanced LWR PRA	ASME/ANS RA-S, External Hazards At-Power (Parts 5-10)			
	ASME/ANS RA-S-1.7, Multi-Unit PRA				



- **Different Tech. Env.**
 - Lack of Data (Ex. CCF, GMRS)
 - Lack of Experts
 - It is not easy to organize the peer review team independent from the target project.
 - CANDU PSA
- **Different Regulation Framework**
 - Safety Goal (Cs-137 related)
 - Full Scope Level 2 PSA
 - Level 3 PSA for New NPPs
 - RIA is not active
- **Korean PSA codes**
 - AIMS-PSA, SAREX, FTREX
 - CINEMA, RCAP, etc.

Joon-Eon YANG, Current Status and Strategy for the Development of the Korean PSA Standard, 32nd European Safety and Reliability Conference, 2022

(A) RIPBA Methodology: PRA Standard (2/2)

Attributes of PRA	Capability Category I	Capability Category II	Capability Category III
1. Scope and level of detail:	Resolution and specificity sufficient to identify the relative importance of the contributors ...	Resolution and specificity sufficient to identify the relative importance of the significant contributors ...	Resolution and specificity sufficient to identify the relative importance of the contributors ...
2. Plant specificity:	Use of generic data/models acceptable except for the need to account for the unique design and operational features of the plant.	Use of plant-specific data/models for the significant contributors.	Use of plant-specific data/models for all contributors, where available.
3. Realism:	Departures from realism will have moderate impact on the conclusions and risk insights as supported by good practices.	Departures from realism will have small impact on the conclusion and risk insights supported by good practices.	Departures from realism will have negligible impact on the conclusion and risk insights supported by good practices.

Attributes of PRA	Capability Category I	Capability Category II
1. Scope and Level of Detail: The degree to which the scope and level of detail of the plant design, operation, and maintenance are modeled	Resolution and specificity are sufficient to identify the relative importance of the contributors at the hazard group, initiating event group, and functional or systemic accident sequence level , including associated HFES [Notes (1) and (2)].	Resolution and specificity are sufficient to identify the relative importance of the risk-significant contributors at the hazard group, initiating event group, functional and systemic accident sequence, and basic event level , including associated HFES, and for hazards other than internal events, at the hazard scenario level [Notes (1) and (2)].
2. Plant Specificity: The degree to which plant-specific information is incorporated in modeling the as-built, as-operated plant	Use of generic data/models is acceptable except for the need to account for unique design and operational features of the plant that have bearing on the assessment of CDF/LERF.	Plant-specific data/models are used for the risk-significant contributors to the extent feasible
3. Realism: The degree to which realism is incorporated in modeling the expected response of the plant	Departures from realism may have a moderate impact on the conclusions and risk insights as supported by state of the practice [Note (3)].	Departures from realism will have a small impact on the conclusions and risk insights as supported by state of the practice [Note (3)].

(B) RIPBA Policy: Policy Statement

□ PRA Policy Statement (1995)

- The use of PRA technology should be increased in **all regulatory matters to the extent supported by the state-of-the-art in PRA methods and data** and **in a manner that complements the NRC's deterministic approach** and supports the NRC's traditional defense-in-depth philosophy.
- PRA and associated analyses (e.g., sensitivity studies, uncertainty analyses, and importance measures) should be used in regulatory matters, where practical within the bounds of the state-of-the-art, **to reduce unnecessary conservatism associated with current regulatory requirements**, regulatory guides, license commitments, and staff practices.
- PRA evaluations in support of regulatory decisions should be as realistic as practicable and appropriate supporting **data should be publicly available for review.**

□ Nuclear Safety Policy Statement (1994)

- The regulatory organization reviews the introduction of **"Optimum Assessment & Probabilistic Assessment"** for safety analyses, and encourages the licensee to introduce new technologies when and if they are considered to be reasonable safety assurance measures, as proven by their application.
- An **"Overall Safety Assessment"** is performed using **probabilistic safety assessment** and **"Nuclear Regulation based on Risk"** is done through sound safety regulations in consideration of cost-benefit factors.
- **Quantitative safety goals and regulatory guidelines for the examination, prevention and mitigation of severe accidents** are established and improved to be gradually applied to advanced nuclear power plants as well as to existing ones. In addition, design and operational safety of nuclear power plants are achieved through the measures in order to minimize human errors.

(B) RIPBA Policy: Policy Statement

원자력안전위원회 주요정책 추진계획(2024)

원자력안전규제정보회의

규제시스템의 고도화

- ◇ 위험도 정보를 활용하는 등 과학기술적 근거와 데이터 기반 방향으로 안전성 확인과정이 합리적으로 진행되도록 규제시스템 고도화
- (규제효율성 제고) 고위험 분야는 안전관리를 강화하고, 규제가 과도한 분야는 과학기술적 근거를 바탕으로 합리화
 - (원전) 수백만개 부품으로 구성되는 등 종합과학적 성능과 고도의 안전성이 요구되는 원전의 특성을 고려하여 체계적으로 접근
 - 정기적 정비기간에만 수행하던 검사를 연중 상시검사로 전환하여 상시 안전성 확인체계 확보(24년 새울 2호기 시범 적용 후 전 원전 확대)
 - 중요설비 및 반복적 문제 발생 등 취약설비, 이상징후 등을 대상으로 심층검사 실시
 - (연구용원자로) 동위원소 생산 및 반도체 도핑 등을 위한 상온·대기압에서의 운전특성 등을 과학적으로 분석하여 적합한 규제 추진
 - 고온·고압의 상업용 원전과 동일하게 적용되는 규정 및 제도 개선
 - (핵연료가공시설) 핵연료 제조시 발생 가능한 위험 정도 분석 및 상업용 원전과의 비교·분석 등을 토대로 규제 합리화 추진
- (위험도정보활용 규제) 성능이 취약한 설비 등에 관한 위험도 정보를 규제에 효율적으로 활용하는 방안 도입을 위한 로드맵 마련

(B) RIPBA Policy: Safety Goal

□ Safety Goal Policy Statement (1986)

- 0.1 % Rule
 - The risk to **an average individual** in the vicinity of a nuclear power plant of prompt fatalities that might result from reactor accidents should not exceed **one-tenth of one percent (0.1%)** of the sum of prompt fatality risks resulting from other accidents to which members of the U.S. population are generally exposed.
 - The risk to **the population** in the area near a nuclear power plant of cancer fatalities that might result from nuclear power plant operation should not exceed **one-tenth of one percent (0.1%)** of the sum of cancer fatality risks resulting from all other causes.
- QHO (Quantitative Health Objective)
 - **Early Fatality:** 5×10^{-7} /yr.
 - **Cancer Fatality:** 2×10^{-6} /yr.
- Subsidiary Goal
 - **CDF:** 1×10^{-4} /yr.
 - **LERF:** 1×10^{-5} /yr.

□ Safety Goal of Korea (2016)

제9조(위험도(risk) 평가)

- ① 확률론적 안전성평가의 기술적 적합성, 상세성 및 분석범위는 발전용원자로시설의 사고로 인한 위험도(risk)를 종합적으로 평가하기에 적합하여야 한다.
- ② 제1항의 확률론적 안전성평가에 적용하여야 할 목표치는 다음 각 호와 같다.
 1. 부지 인근 주민의 발전용원자로시설 사고로 인한 초기사망 위험도 및 암사망 위험도가 각각의 전체 위험도의 **0.1%** 이하이거나 또는 그에 상응하는 성능목표치를 만족할 것
 2. 방사성핵종 **Cs-137**의 방출량이 **100TBq**을 초과하는 사고 발생 빈도의 합이 **1.0×10^{-6} /년** 미만일 것
- ③ 제1항의 확률론적 안전성평가의 결과는 발전용원자로시설의 중대사고 예방 및 완화 능력을 향상시키기 위하여 활용되어야 한다.

45

(C) Risk-informed Application

□ Reg. Guide 1.174:

- An Approach for Using PRA in Risk-informed Decisions on Plant Specific Changes to the Licensing Basis
- Issued July 1998

□ (RG 1.175) In-Service Testing

□ (RG 1.177) Technical Specifications

□ (RG 1.178) In-Service Inspection

□ (RG 1.176) Graded Quality Assurance

- 10 CFR 50.69 "Scope of SSCs, Governed by Special Treatment Requirements"
 - March 2003 Commission approved

□ (2020/2007) Regulatory Guideline 16.9 'General guidelines for the use of risk information in change permit applications' (Korean R.G. 1.174)

□ (2008) Topical Report on RI-ISI

□ NSSC Notification 2018-5 (RI-ILRT)

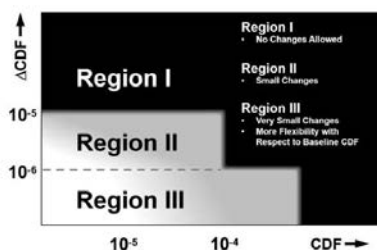


Figure 4. Acceptance guidelines* for core damage frequency

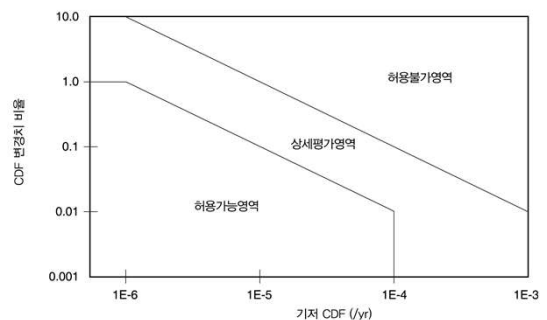


그림 1. 변경허가신청 사안에 따른 노심손상빈도 변경에 대한 허용기준

46

Proposal for Korean RIPBA Implementation Plan

- ❑ The introduction of risk-informed regulation cannot be done overnight due largely to **the institutional obstacles** that need to be overcome.
 - ❑ The most useful application of the risk was the **maintenance rule** since it provided a foundation for making risk and priority determinations for day to day operations.
 - ❑ The best way to deal with public and regulatory acceptance of the use of risk informed information is **to focus on the safety benefit** of such tools and approaches.
 - While there is considerable economic value in using risk management in operations, **adoption of risk informed operations and regulations should not be based on economics but on safety.**
 - ❑ **Maintenance Rule**
 - Safety First Approach
 - Experiences in Industry/Reg. Sides
 - Can provide Educations (improve acceptance)
 - ❑ **PSA Quality (Standards)**
 - Improve PSA Acceptability
 - Reflecting the unique domestic environment
 - ❑ **ROP**
 - Gradual introduction
 - SDP/ASP First
 - ❑ **Comprehensive approach required**
 - Infra (ex. RDB), human resource development (training), etc.
- Roadmap

[Andrew C. Kadaka, Toshihiro Matsuob, The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 609-618]

Roadmap for RIBPA in Korea

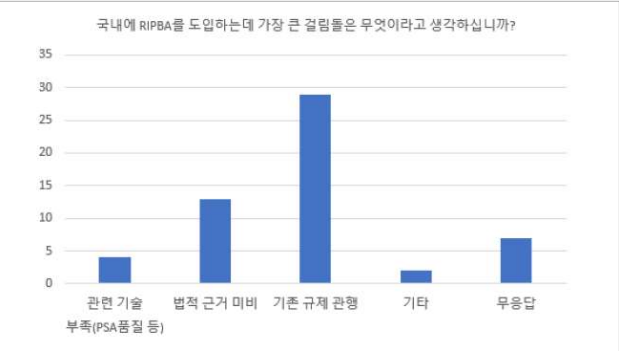
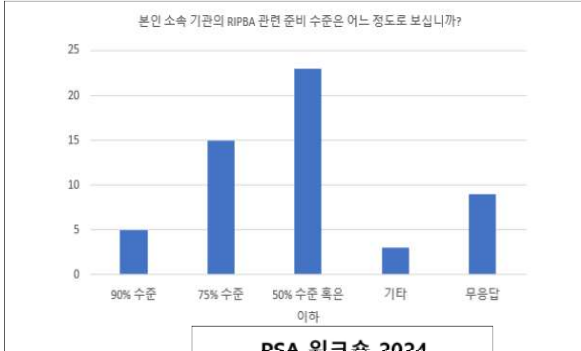
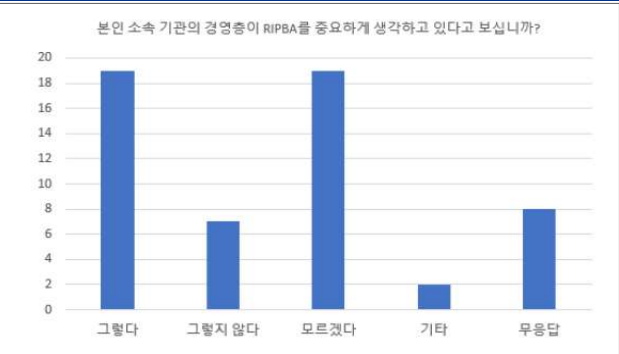
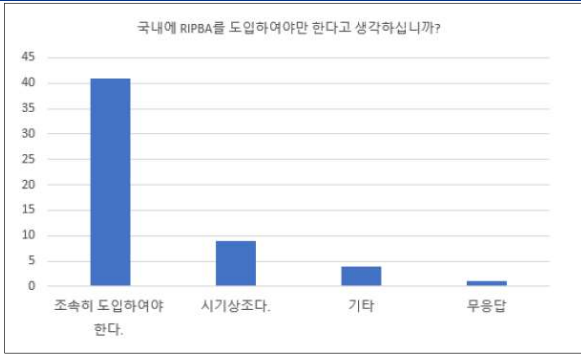
관련 분야	단기	중기	장기
리스크정보활용- 성능기반 접근방식 (RIPBA)	RIPBA 시범 적용(MR/OLM, RI-TS)	RIPBA 기반 안전성 향상	
	RIPBR 시범 적용 (ROP/SDP, ASP)	RIPBR 법제화	
	국내 고유 PSA 표준/동렬검토 제도 개발 국내 고유 PSA 표준 적용 및 PSA 모델 표준화		
리스크 평가	PSA 수행(안전목표 검증): 사고관리계획서/PSR/계속운전 신규원전(L3 PSA)		
	국내 리스크 분야 기반 및 현안 해결 기술 개발 (극한외부재해, 부지 리스크 등)	극한재해/부지 리스크 평가	
	미래 원자력 시스템(SMR 등) PSA 수행	리스크 평가 불확실성 저감	
국내 Infra 구축	국내 고유 신뢰도 DB 개선/인증	차세대 리스크 평가 기술(Dynamic PSA 기술 등)	
	리스크 커뮤니케이션 강화		
	리스크 분야 인력 양성/국제 협력 강화		
	규제기관	산업체	연구계/학계 공통 분야

[양준안, 규제 효율성 향상을 위한 국내 규제 체계 개선안 도출, KNS(R)-001-2023]



❑ Real problems are ...

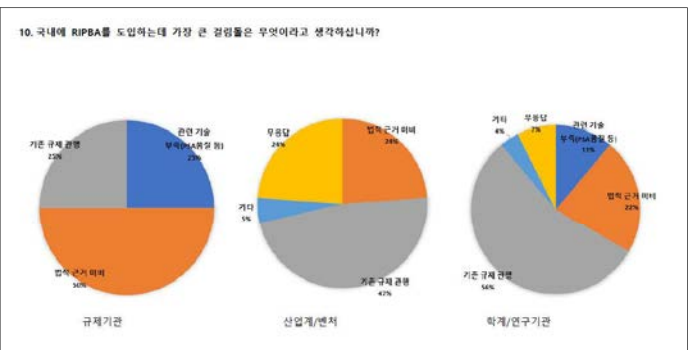
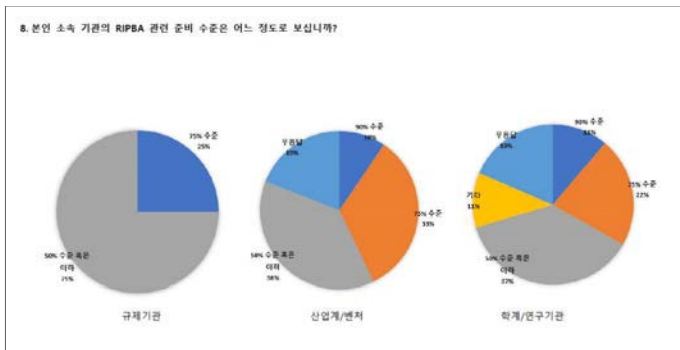
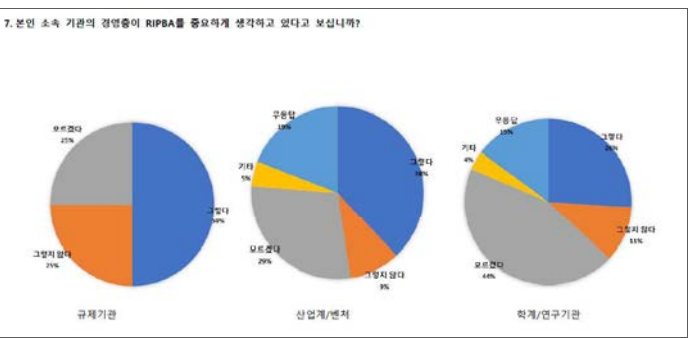
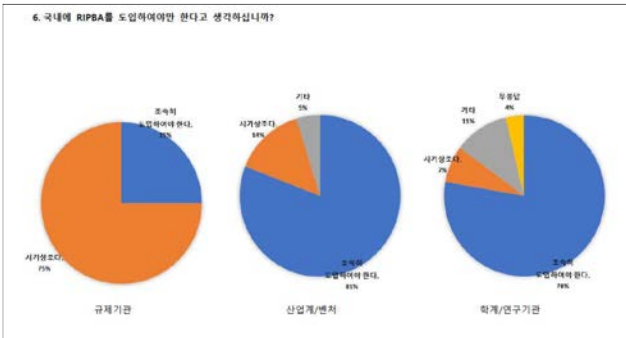
국내 PSA/RIPBA 관련 설문 조사 결과 (2024/5/30, 1/2)



PSA 워크숍 2024
 일시: 2024.5.30 (목) - 31 (금) | 장소: 신라스테이 천안 3층
 주관: PSA 품질위원회 | 후원: PSA 품질위원회, PSA 품질위원회, PSA 품질위원회, PSA 품질위원회

[양준인, 국내 PSA/RIPBA 관련 설문 조사 결과 (응답자 55명)]

국내 PSA/RIPBA 관련 설문 조사 결과 (2024/5/30, 2/2)



[양준인, 국내 PSA/RIPBA 관련 설문 조사 결과, PSA WS 2024, 2024.5.40-31, 신라스테이 천안 (응답자 55명)]

RIPBR in Japan?

Nuclear Risk Research Center (NRRC)



How PSA Results are to be Utilized in New Nuclear Regulation in Japan

Toyoshi Fuketa
Nuclear Regulation Authority

April 15, 2013
PSAM Topical Conference in Tokyo
In light of the Fukushima Dai-ichi Accident
Hyatt Regency Tokyo, Japan

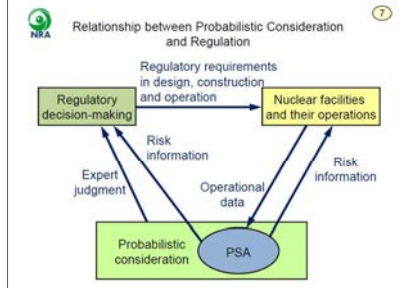


U.S. NRC United States Nuclear Regulatory Commission Protecting People and the Environment

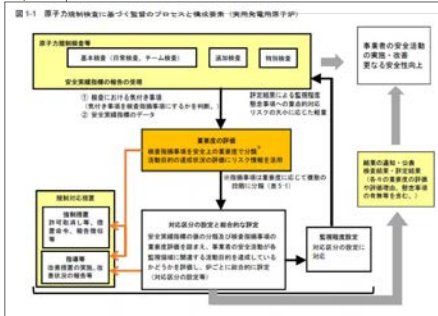
Licensee Workshop for Understanding NRC's Reactor Oversight Process Perspectives on the SDP, PRA and PI&R

Presented by Russell Gibbs – U.S. Nuclear Regulatory Commission
8 June, 2018
Tokyo, Japan

The Reactor Oversight Process is designed to be **risk-informed and performance based**.



原子力規制検査等実施要領

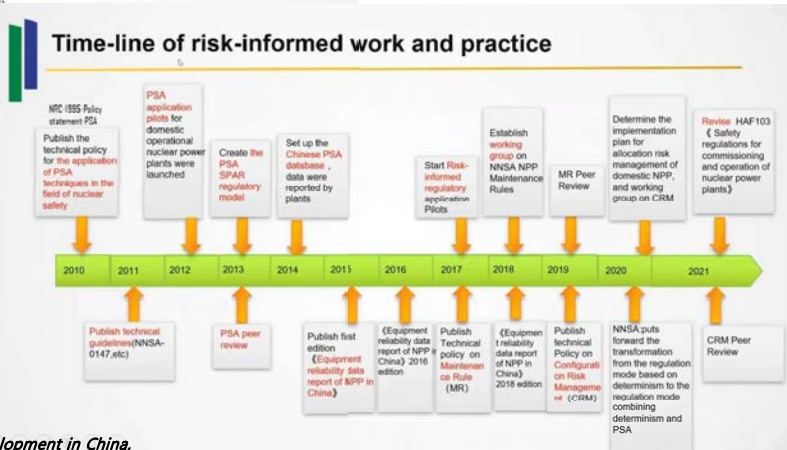


RIPBR in China?

Technical Policy 1: Application of PSA Technology in Nuclear Safety

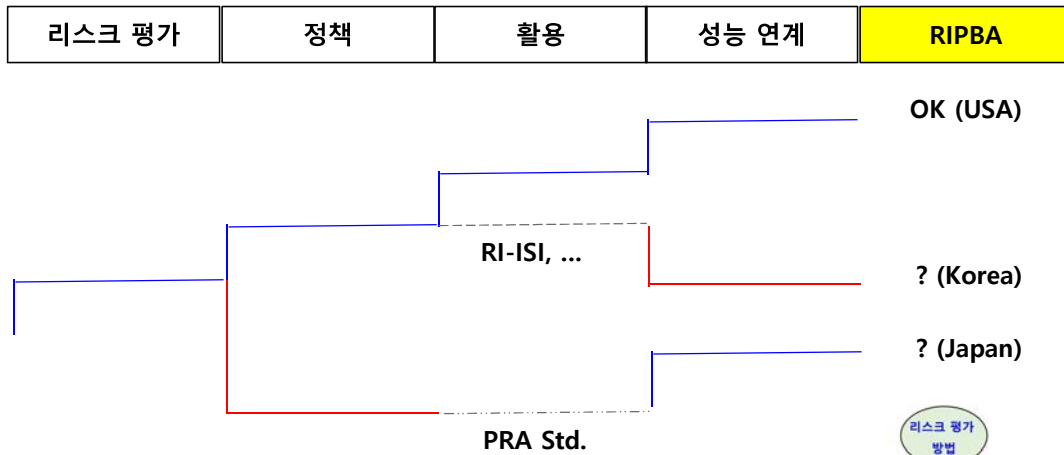
- Application of Probabilistic Safety Assessment Technology in Nuclear Safety (Trial)(By NNSA, GL[2010]012)
 - For optimize the allocation of regulation resource ,improve the safety of nuclear power plant and the efficiency of regulatory activities
 - Positively and step-by-step promote the PSA technology application in nuclear safety field
 - Usage the Risk-Informed Decision Making (RIDM)

- Contents
 - Preface
 - Background
 - Deterministic and Probabilistic Methodology
 - Policy of the Regulatory Authority

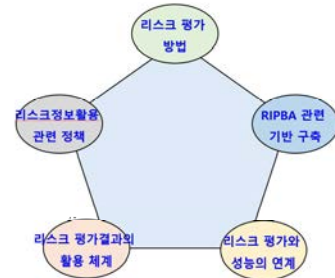


[Chu, Y., Introduction of Risk-Informed Technology Development in China, Asian Symposium on Risk Assessment and Management 2021]

Current Status of RIPBA in Korea, USA & Japan



Cs-137, 100TBq < 1.0E-6/yr



[양준연, Risk Communication within Nuclear Community, 미래세대를 위한 원자력안전관리와 리스크 커뮤니케이션, 2021]

However, even now in USA...

- NEI Letter to NRC (??)
 - NRC tries to return to the deterministic regulation
- RIC 2018, Keynote Speech by Chairperson, Kristine L. Svinicki
 - We have to move more risk-informed approach (?)

The Line Mania!!!



[Ashley Lindeman, EPRI Perspective on the Increased Use of Risk-Informed Decision-Making, RIC 2023]

Obstacles against RIPBA in USA

- ❑ The introduction of risk-informed regulation cannot be done overnight due largely to **the institutional obstacles** that need to be overcome.

- ❑ **Lack of Knowledge & Misunderstanding**
 - (NRC) Some NRC staff members believed **the application of risk information gives away safety margin.**
 - (Utility) Beyond the resistance of traditional engineers, **there was a general lack of understanding of the tool.**

- ❑ **Cultural Change**
 - (NRC) NRC staff had **an internal struggle** with risk-informed regulation since it also required a **culture change**
 - **The staff had a great deal of difficulty in dealing with determining "high level of assurance"**
 - (Utility) Management needs to continue to **focus on supporting a culture change** to be sure that people think in an integrated safety way.

[Andrew C. Kadaka, Toshihiro Matsuob, The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 609–618]

61

Implementation Strategies of NRC

- ❑ The consistent comment from both the NRC and the industry was that without **top leadership support** in each organization, **the introduction of risk-informed regulation could not be done.**
 - There needs to be an **overarching policy guidance in terms of a safety goal or regulatory framework in which to make decisions.**
 - They must also have people in their organization including senior management who must also share the vision.
 - It is vital to have an integrated leadership team supporting this transformation since without such a commitment; change would be difficult, **if not impossible**

- ❑ This transformation is **a cultural change** in the way people **perceive their responsibilities**
 - In order to gain acceptance by the staff of PRA techniques, NRC management implemented **an agency-wide training program for the staff not only on the principles of PRA but also on its applications.** This is viewed as an important element in acceptance of the tool.

[Andrew C. Kadaka, Toshihiro Matsuob, The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 609–618]

62

Implementation Strategies of Utilities in USA

- ❑ **There is a large educational effort on site to gain acceptance of the tool.**
 - A site-wide training program was initiated not only on the tool but also how it is to be used.
 - This training was expanded to the general training program for all plant staff.
- ❑ **Early reluctance of the operations staff to accept the risk approach was quickly overcome by showing how this tool could help them manage risky operations.**
 - Utilities found that the development of a risk monitor was an important part of culture transformation.
 - The maintenance department began to use the risk monitor to identify and improve the scheduling of work to minimize risk and vulnerabilities of the plant.
 - Some utilities have included risk performance metrics as part of their employee evaluation and bonus programs.

[Andrew C. Kadaka, Toshihiro Matsuob, The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 609-618]

63

Reasons for the Delay (WASH-1400 ~ GL-88-20)

- ❑ **Although using risk analysis to help with decision making has a number of advantages, it took over twelve years from the publication of the Reactor Safety Study in 1975 until the NRC produced Generic Letter 88-20 in 1988, formally enabling the use of PRAs in the industry.**
- ❑ **There are several reasons for this delay;**
 - foremost was the lack of understanding of just what a risk assessment was, and how it would be used.
 - Second, most engineers tend to stick with the methods that they learned, and through the 1960s and 1970s, risk analysis education was not widespread and the NRC was dominated by staff comfortable and familiar with a deterministic/structuralist school.
 - Finally, the administration of the NRC was not comfortable with the concept, partly because of the initial reception of the Reactor Safety Study and partly due to the idea behind the quote from Max Planck in the introduction, "A new scientific truth triumphs not because its opponents become convinced and finally see the light, [but] rather, because they eventually die and a new generation is born which is familiar with the new concepts".

[William Keller, Mohammad Modarres, "A historical overview of probabilistic risk assessment development and its use in the nuclear power industry: a tribute to the late Professor Norman Carl Rasmussen," Reliability Engineering and System Safety 89 (2005) 271-285]

64

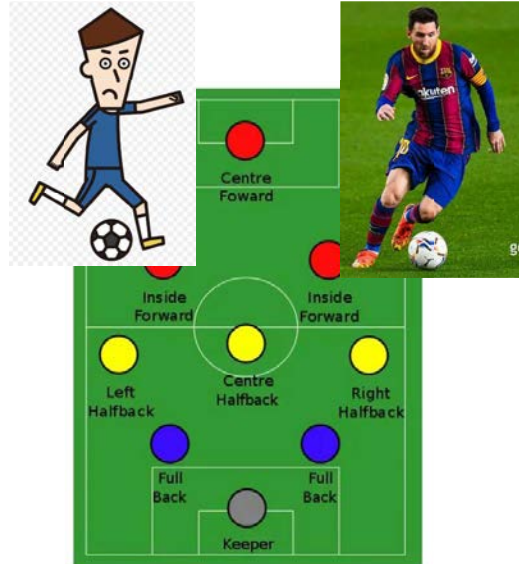
What shall we do?

❑ Obstacles in Korea

- Common with USA
 - Lack of knowledge
 - Cultural change
- Korea Specific
 - Lack of Top management support
 - Workload of Reg. body?
 - Korean Reg. Culture?
 - Who did it?
 - Alternative vs. + α
 - Not Prepared Yet!
 - Shortage of Experts

❑ Lack of Knowledge!!!

- If Messi vs. ??



65

Risk Communication within Nuclear Community

- ❑ Why is the CDF value changed over time? Is it a kind of cheating?
- ❑ How can we believe the reliability data?
- ❑ Can we estimate the human error probability?
- ❑ The PSA model cannot describe the plant system 'exactly'.
- ❑ Can four trains of a safety system fail at the same time?
- ❑ An accident with probability $1.0E-6$ can be happened tomorrow.
- ❑ If the CDF is $1.0E-4$ /yr., then why do severe accidents occur so frequently?
- ❑ The PSA did not predict the Fukushima accident. So, it's useless.
- ❑ What if the severe accidents are occurred in multi-units simultaneously?



66

Science vs. Engineering



Scientist
vs.
Engineer

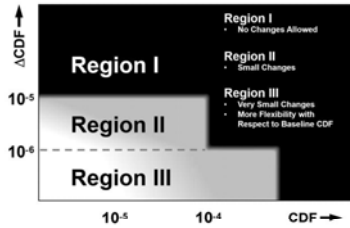
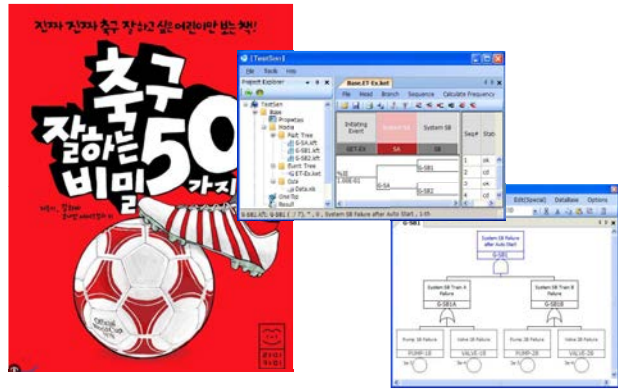


Figure 4. Acceptance guidelines* for core damage frequency

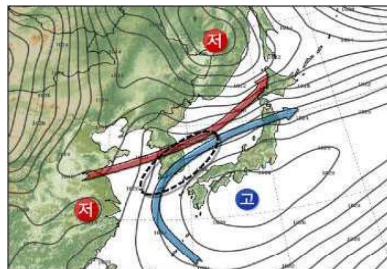
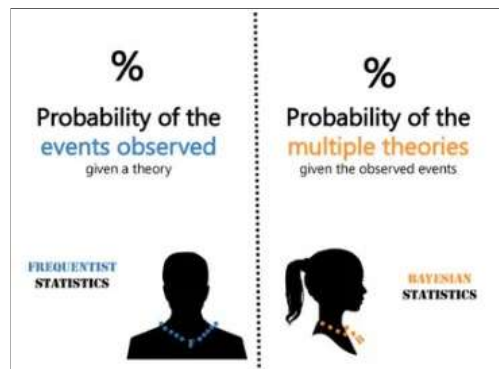
[USNRC RG1.174, AN APPROACH FOR USING PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT IN RISK-INFORMED DECISIONS ON PLANT-SPECIFIC CHANGES TO THE LICENSING BASIS]



RI vs. RB!!!

The analysis is subject to increased technical review and management attention as indicated by the darkness of the shading of the figure. In the context of integrated decisionmaking, the boundaries between regions are not definitive; the numerical values associated with defining the regions in the figure are to be interpreted as indicative values only.

Frequentist vs. Bayesian Probability



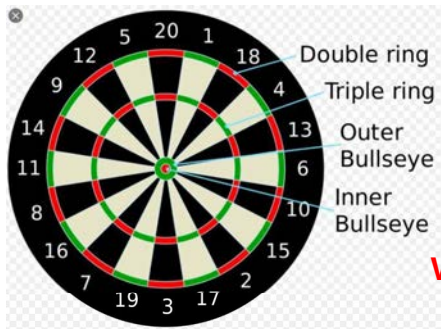
Degree of Belief & State of Art Technology

The Concept of Probability in PSA

□ *Probability* may be characterized as a **numerical measure of uncertainty**.

– **Use in the PSA**

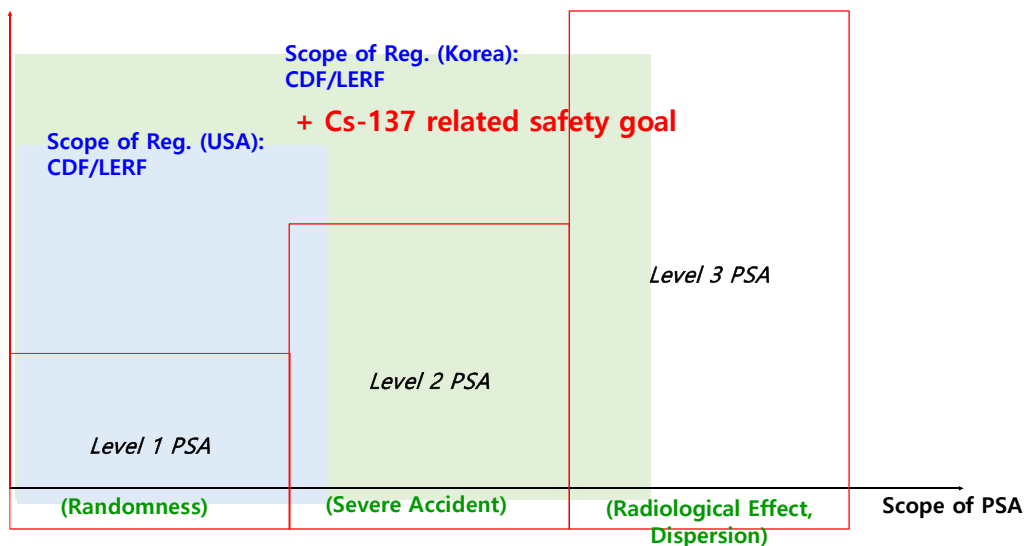
- All nuclear power plants have emergency diesel generators (**EDGs**) that are designed to provide power in the event of a loss of offsite power.
- A key parameter in the risk assessment of such an event is the probability P_{start} that an EDG will start when activated.
- **We will consider P_{start} for a specific EDG operating in a specific environment at a specific plant.**
- This means that P_{start} like all probabilities, depends on the specific conditions for which it is defined.
- While these conditions may vary from one EDG activation to another, **we assume that they are sufficiently constant so that the operating conditions of the EDG are identical for each activation.**



We need to understand why we use probability!!!

Scope of Reg. & Uncertainty

Uncertainty



(DBA) Conservative vs. (SA) Best-Estimate??

❑ What shall we do?

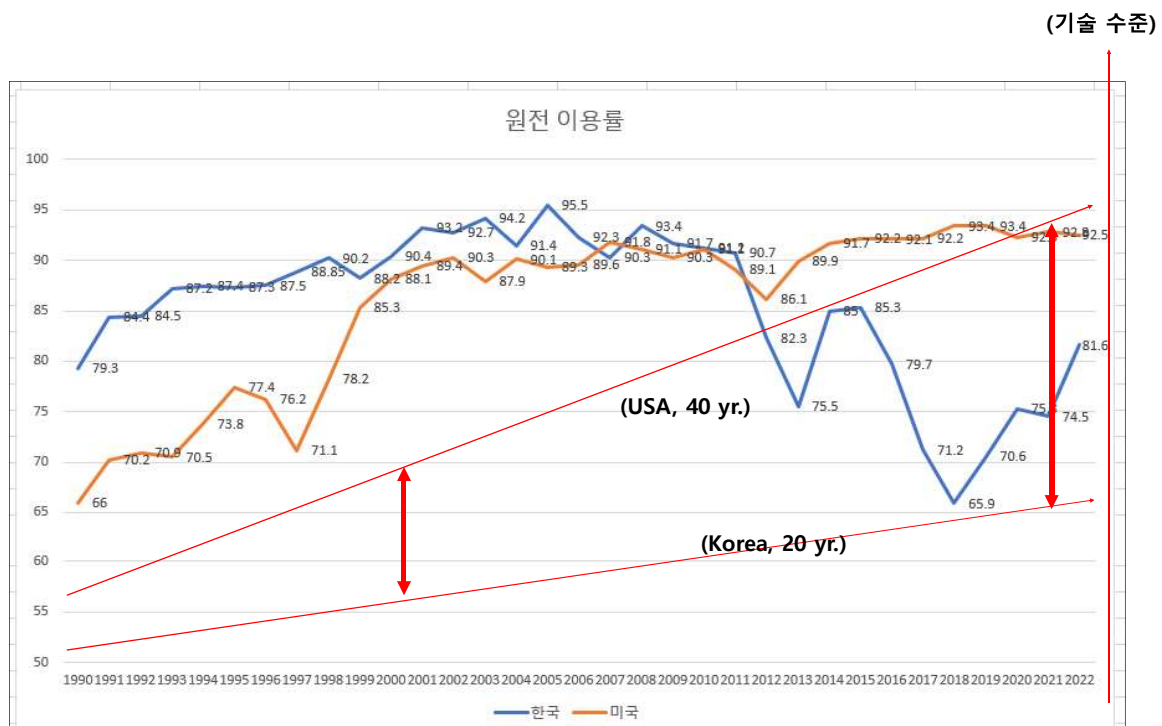
71

ANS 2024/ARSC (2024/6/16~19)

- ❑ Panel Session: The Transition to Risk-Informed Performance-Based: Opportunities and Challenges
 - The U.S. nuclear industry is currently in the middle of a historic shift towards the utilization of risk-informed performance-based (RIPB) design and licensing approaches. Moving from a supporting role, RIPB methods are now leading key reactor decision-making. Such methods permit flexibility and encourage consistency between the plant's risk profile and appropriate design and licensing actions.
 - However, RIPB approaches are not without their difficulties, including the need for detailed probabilistic assessments and addressing a lack of historic precedent in many areas. This panel explores the current transition to RIPB approaches, including efforts that are currently underway, plans for the future, and hurdles to overcome.

72

Where are we now?



73

Lessons Learned of Utility Side in USA

- ❑ The most important observation continues to be that **without the support of top management, the introduction and safe use of risk information will be very difficult.**
 - (NRC) It is vital to have an integrated leadership team supporting this transformation since without such a commitment; change would be difficult, *if not impossible*
- ❑ The role of NEI was quite important in gaining NRC support for the use of risk-informed regulation. They provided the forum for meaningful dialogue for how best to develop and implement risk informed rules.
- ❑ The best way to deal with public and regulatory acceptance of the use of risk informed information is **to focus on the safety benefit of such tools and approaches.**
 - While there is considerable economic value in using risk management in operations, **adoption of risk informed operations and regulations should not be based on economics but on safety.**

[Andrew C. Kadaka, Toshihiro Matsuob, The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 609–618]

74

Risk-Informed Approach*

A "risk-informed" approach to regulatory decision-making represents a philosophy whereby risk insights are considered together with other factors to establish requirements that better focus licensee and regulatory attention on design and operational issues commensurate with their importance to health and safety.

[Mike Franovich (NRC), *Advancing the Use of Risk-Informed Decision Making in Regulatory Activities, RIC2019*]

Effectively, Efficiently!!

* NRC STAFF REQUIREMENTS - SECY-98-144 - White Paper On Risk-informed And Performance-based Regulation
<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/srm/1998/1998-144srm.pdf>

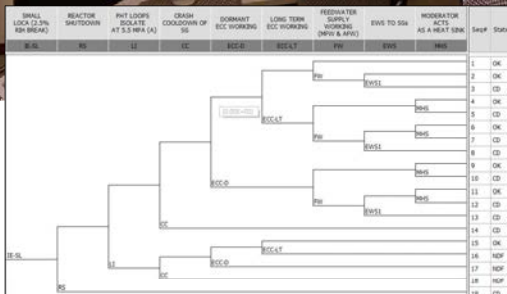
□ In the U.S.A., they had a strong will & unexpected luck!!

- 4 Chairmen of NRC who support the RIR continuously
 - MR
 - PRA Policy Statement
 - ROP
 - RI-LLOCA Redefinition
- Maintenance Rule
- Not only Safety Improvement but also Economical Benefit

EPRI Risk Technology Meeting (2024.2)



long term!!!



Wolsolg 2/3/4 Small LOCA Event Tree

감사합니다.

risicare



2024 제1차

원자력 안전규제의 미래



SMR 인허가 안전규제체계 개선방안

오성헌

서울대학교 원자력정책센터
연구위원

SMR 인허가 안전규제체계 개선방안

2024. 6. 26

오 성 현

k067osh@naver.com

1

CONTENTS

1. 개요
 2. 국내외 AR 인허가 규제정책 개발 동향
 3. 원자력 안전기준/요건 규제체계 개선방안
 4. 원자력 안전·보안 연계 및 보안 규제체계 개선방안
- ❖ 마무리

2

1 개요

개요

- ❖ 주요 원자력 선진국들은 에너지수요의 충족, 청정에너지로의 전환 및 기후변화 대응을 위해 세계적으로 약 **80여종 이상의 SMR을 개발 중**
- ❖ 국외 주요 규제기관들은 선진 규제체계를 마련하고, 개발사 등과 상호 협의 및 소통을 통해 예상 규제현안 등을 조기에 파악하고 지원
- ❖ 국내에서 개발 중인 i-SMR은 2028년 표준설계인가 획득을 목표로 하고 있으며, **2026년 인허가(DC) 신청 예정**
 - 피동형 안전계통 채택, 다양성보호계통 배제, 비안전등급 전력계통 설계 등으로 안전기준 적용 등에 인허가 현안 발생
- ❖ SMR에 대한 효율적/효과적 인허가를 위해 **국내 안전기준 적용, 원자력 안전-보안 연계 (SSI) 및 보안 규제체계 등에 대한 개선 필요**

2

국내외 AR 인허가 규제정책 개발 동향

- 미국
- 캐나다
- 해외 AR 규제정책 사례 시사점
- NSSC

5

미국 AR 규제정책성명(2018)

❖ 정책성명 배경

- NRC가 신청자, 공급업체 및 정부 기관과 가능한 한 조기에 상호 작용을 유지
- NRC가 모든 이해 당사자에게 선진원자로(Advanced Reactor, AR) 설계에 대한 입장을 제공
- 안전 및 규제 프로세스에 영향을 미치는 설계에 대한 NRC 의견을 적시에 제공하겠다는 의지 표명

❖ AR 정책 목표

- 현재 세대의 경수로(LWR)에 요구되는 환경과 공중 보건 및 안전, 공동의 방어 및 안보(보안)에 대해 최소한 동일한 수준의 보호
- 향상된 안전여유도를 제공 및/또는 안전 및 보안 기능을 달성하기 위해 단순화, 고유안전성 확보, 피동설계 및 혁신적인 수단/방법 사용

6

미국 AR 규제정책성명

❖ AR 규제정책 방향

번호	내용
1	<ul style="list-style-type: none"> AR 설계의 안전 및 보안 특성에 대한 평가를 촉진·효율화하기 위해 관련 정부·이해 관계자들 간의 조기 상호 작용을 장려 설계 과정 초기에 인허가 상호 작용은 인허가와 규제의 복잡성을 최소화하고, 인허가의 안정성과 예측성 향상에 기여
2	<ul style="list-style-type: none"> AR 설계를 적시에 평가하고 대응할 수 있는 역량을 개발
3	<ul style="list-style-type: none"> 설계 초기 단계에서 보안(security) 문제를 다루는 것이 설계/공급자/신청자에게 중요
4	<ul style="list-style-type: none"> AR 개발 초기 단계에서 특히 안전성, 신뢰성 및 보안을 향상시키는 설계 혁신을 장려 입증된 기술 또는 간단한 기술 개발 프로그램으로 검증할 수 있는 기술에 의존하는 것을 장려 AR의 운영 경험이 부족한 경우, 입증된 기술의 혁신적 사용 및/또는 새로운 기술 개발 프로그램에 대한 계획은 가능한 빨리 제출 필요

7

미국 AR 규제정책성명

❖ AR 규제정책 방향(계속)

번호	내용
5	<ul style="list-style-type: none"> 특정 신청서를 뒷받침하는 데 필요한 문서와 연구는 신청자의 책임 <ul style="list-style-type: none"> 연구 활동에는 가동 중인 원자로의 기존 설계와 다르거나, 안전 또는 보안 기능을 달성하기 위해 단순화되고, 고유하고, 피동적 수단을 사용하는 새로운 안전 또는 보안 기능에 대한 시험이 포함 시험은 새로운 기능이 예측한 대로 작동하는지, 컴퓨터 코드 검증에 필요한 데이터 확보, 시스템 상호 작용의 영향 등 확인 필요

8

미국 AR 규제정책성명

❖ AR 설계시 고려가 필요한 속성 (설계의 수용성 및 인허가 가능성 향상) 위해)

번호	속성
1	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도가 높고 단순화된 원자로정지 및 붕괴열제거 시스템 고유안전성 또는 피동계통 사용(음의 온도계수, 자연순환 등)
2	<ul style="list-style-type: none"> 안전계통에 고유안전성, 신뢰성, 다중성, 다양성, 독립성 설계를 제공하여 중대사고 발생 가능성과 결과를 최소화하는 설계 사고결과의 최소화보다 사고의 발생 가능성을 최소화하는데 중점
3	<ul style="list-style-type: none"> BOP에 신뢰도가 높고 유지보수가 용이한 장비 및 부품을 사용하는 설계
4	<ul style="list-style-type: none"> DiD 철학 반영 및 발전소 종사자의 잠재적 방사선 피폭을 최소화한 설계
5	<ul style="list-style-type: none"> 기존 기술을 이용하여 입증할 수 있거나 적절한 기술개발 프로그램에 대한 약속을 통해 입증할 수 있는 설계 적용
6	<ul style="list-style-type: none"> 윤전원 조치를 최소화할 수 있는 단순화된 안전계통, 극한 환경조건에 노출된 장비 및 안전정지 상태를 유지하는데 필요한 기기를 최소화하는 설계

9

미국 AR 규제정책성명

❖ AR 설계시 고려가 필요한 속성 (계속)

번호	속성
7	<ul style="list-style-type: none"> 설계과정에서 안전과 안보(보안) 요건을 함께 고려하여 설계
8	<ul style="list-style-type: none"> 항공기 충돌로 인한 사용후 핵연료저장조의 건전성을 유지하는 설계
9	<ul style="list-style-type: none"> 핵물질의 잠재적 도난을 방지하거나 감소시킬 수 있는 기능과 피동 방벽(Passive Barrier)을 갖춘 설계
10	<ul style="list-style-type: none"> 시스템이 문제를 진단하고 관리할 수 있는 시간을 늘리고, 필수 장비가 불리한 환경조건에 노출되는 것을 방지하기 위한 설계

10

미국 원자력혁신 및 현대화법(2019)

- ❖ NIEMA(Nuclear Energy Innovation and Modernization) 목적
 - AR의 혁신과 상용화에 필요한 전문성과 규제프로세스를 개발하기 위한 프로그램 제공
- ❖ NIEMA 주요 정의

구분	정의
Advanced Nuclear Reactor	means a nuclear fission or fusion reactor, including a prototype plant with significant improvements compared to commercial nuclear reactors under construction as of the date of enactment of this Act, including improvements such as (A) additional inherent safety features; (B) significantly lower levelized cost of electricity; (C) lower waste yields; (D) greater fuel utilization; (E) enhanced reliability; (F) increased proliferation resistance; (G) increased thermal efficiency; or (H) ability to integrate into electric and nonelectric applications.

11

미국 원자력혁신 및 현대화법

- ❖ NIEMA 주요 정의

구분	정의
Regulatory Framework	means the framework for reviewing requests for certifications, permits, approvals, and licenses for nuclear reactors.
<u>Technology – Inclusive Regulatory Framework</u>	means a regulatory framework developed using methods of evaluation that are <u>flexible and practicable for application to a variety of reactor technologies</u> , including, where appropriate, the <u>use of risk-informed and performance-based techniques</u> and other tools and methods.
Licensing Project Plan	means a plan that describes - (A) the interactions between an applicant and the Commission; and (B) project schedules and deliverables in specific detail to support long-range resource planning undertaken by the Commission and an applicant.

12

미국 원자력혁신 및 현대화법

❖ NIEMA 구성 및 주요 내용

구성	주요 내용
단계별 인허가	상용 AR에 대한 인허가 절차 단계 설정, 인허가 사업계획과 개념설계 평가를 선택적으로 사용하도록 하는 프로세스 및 절차 개발 (270일 이내)
위험도 정보활용 인허가	상용 AR에 대한 RIPB 인허가 평가 기법 및 지침의 사용을 확대하기 위한 전략 개발 및 시행 (2년 이내)
기술포용적 규제 체계	AR 인허가 신청자가 선택적으로 사용할 수 있는 기술포용적 규제체계 수립을 위한 규칙/규정 제정 (2027.12.31)
교육 및 기술 역량	AR의 사전인허가 협의와 검토 등의 활동을 지원하기 위한 직원 교육 또는 전문가를 가능한 한 빠른 기간 내에 확보
연구 및 시험용 원자로 인허가	연구 및 시험용 원자로 인허가 전략과 지침 개발 및 시행(2년 이내)

13

미국 Non-LWR 비전과 전략(2016)

❖ 수립 배경 및 목적

- 신형 Non-LWR 기술에 대한 검토 및 규제를 효율적이고 효과적으로 수행하기 위해 비전과 전략 개발 필요
- NRC가 비전과 전략을 이행하여 Non-LWR을 효율적·효과적으로 검토하고 규제할 수 있는 규제 준비(Readiness) 상태를 확보

❖ 전략 목표

- Non-LWR을 효율적·효과적으로 검토 및 규제할 수 있는 NRC 준비 상태 보장
 - 기술적 준비 강화 (Enhancing technical readiness)
 - 규제 준비 최적화 (Optimizing regulatory readiness)
 - 소통 최적화 (Optimizing communication)

* "Readiness" means that the elements needed to conduct the NRC's regulatory operations to support its mission are in place and optimized.

14

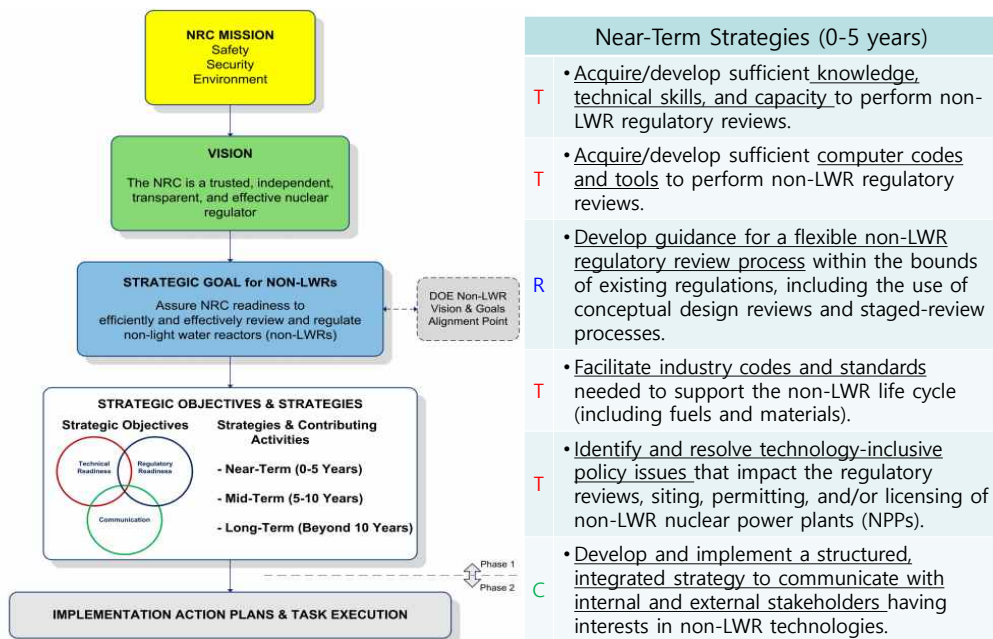
미국 Non-LWR 비전과 전략

❖ “Readiness” 의미

- “준비”는 NRC의 Mission을 달성하기 위해 규제활동을 수행하는 데 필요한 **다음의 요소가** 갖추어져 있고 **최적화되어 있음**을 의미
 - * 인력
 - * 프로세스(예: 절차 및 지침)
 - * 조직 및 인프라(예: 프로젝트 기반 매트릭스 조직)
 - * 도구(예: 컴퓨터 모델)
 - * 정책(예: EP 요건)
 - * 의사 결정 기준(예: DSRS)
 - * 규제요건의 투명성 및 명확성(예: 지침)
 - * 커뮤니케이션

15

미국 Non-LWR 비전과 전략



16

참고 : 미국 Non-LWR 중 · 장기 전략

Mid-Term Strategies (5-10 years)	
T	Continue to acquire/develop sufficient technical skills and capacity to perform regulatory reviews and to conduct oversight of non-LWRs.
T	Continue to acquire/develop sufficient computer codes and tools to perform non-LWR regulatory reviews.
R	Continue to develop guidance for a flexible non-LWR regulatory review process within the bounds of existing regulations, including the use of conceptual design reviews and staged-review processes.
T	Continue to facilitate industry codes and standards needed to support the non-LWR life cycle (including fuels and materials).
T	Identify and resolve technology-specific policy issues that impact the regulatory reviews, siting, permitting, and/or licensing of non-LWR NPPs.
R	Initiate and develop a new non-LWR regulatory framework (if needed) that is risk-informed, performance-based, and that features staff review efforts commensurate with the risks posed by the non-LWR NPP design being considered.
Long-Term Strategies (greater than 10 years)	
R	Continue development, finalize, and promulgate a new non-LWR regulatory framework (if needed) that is risk-informed, performance-based, and that features staff review efforts commensurate with the risks posed by the non-LWR NPP design being considered.

17

캐나다 범정부 SMR 로드맵(2018)

❖ 범 정부(Pan-Canadian) 캐나다 SMR 로드맵 개발

- 범정부 SMR 로드맵 운영위원회(SC)에는 10개월 동안 18개 조직으로 구성된 5개의 전문가 그룹이 참여
- 범 정부적 접근 방식의 불확실성을 줄이고, 투자자와 정책결정자 및 규제기관의 의사결정에 도움을 줄 수 있는 로드맵 개발 추진
- 로드맵의 원칙 선언문에서는 SMR 개발 기회 선점과 Leading 역할을 목표로 수출에 있어서는 Team Canada를 강조

❖ 아래와 같은 5개의 Working Group을 운영

- **Technology**, Economics and Finance, Indigenous and Public Engagement, Waste Management, **Regulatory Readiness**

18

캐나다 범정부 SMR 로드맵

❖ 기술(Technology) 및 규제 준비(Regulatory Readiness) WG 운영

WG	의무사항	주요 활동
기술	<ul style="list-style-type: none"> 다음과 관련하여 이해관계자의 요구 사항을 충족할 수 있는 SMR 기술 범주를 파악: <ul style="list-style-type: none"> -규모, 에너지 출력, 기술 준비도, 배치 일정, 지리적 고려 사항, 공급망 등 	<ul style="list-style-type: none"> 캐나다 SMR 최종 사용자 요구사항에 대한 기술 범주 분석 우선 기술 범주에 대한 연구 개발의 격차 파악
규제 준비	<ul style="list-style-type: none"> 현행 규제 체제 하에서 SMR 배치에 대한 장벽과 과제를 파악 	<ul style="list-style-type: none"> SMR 규제 준비를 위한 연방 및 주 등의 법률 및 규정의 종합적인 검토 SMR 배치를 위한 캐나다의 현행 규제 체제 분석 규제 체제의 격차 파악 및 향후 개선 방안 제안

19

캐나다 범정부 SMR 로드맵

❖ CNSC에 대한 권고사항 - Policy, Legislation & Regulation

원자력 보안(Nuclear Security)

- 다른 규정과 유사한 높은 수준의 원칙(High-Level Principles)을 다루고, 규범적 요건(Prescriptive Req.)을 삭제하도록 원자력 보안 규정 개정 필요
- 규정 개정 후 필요한 세부 사항을 제공하고 차등접근법(Graded Approach)의 개념을 포함하는 CNSC 규제 문서(REGDOC) 마련 필요

규제 효율성

SMR 규제의 효율성을 높이기 위해 CNSC는 위험도 정보에 기반한 기준을 사용하여 차등접근 방식을 기반으로 기존 규제 문서(REGDOCs) 개선 필요

20

캐나다 범정부 SMR 로드맵

❖ CNSC에 대한 권고사항 - Capacity, Engagement, & Public Confidence

SMR에 대한 대중, 커뮤니티 및 지역주민 참여

- 인허가 프로세스 및 폐기물과 같은 다양한 문제에 대한 논의에 대중, 커뮤니티 및 지역주민의 참여 지속 강화
- 객관적인 과학, 기술 및 규제 정보를 대중에게 배포하는 임무를 지속적으로 수행

❖ CNSC에 대한 권고사항 - 국제 파트너십 및 시장

국제협력

국제 협력을 지속하여 주요 다자 포럼에서 캐나다의 리더십을 발휘하고, 각국 규제당국과 함께 SMR의 글로벌 배치를 위한 국제지원 프레임워크 개발에서 리더십을 발휘

21

CNSC 규제준비 전략(2019)

❖ 배경 및 목표

- AR에 대한 CNSC의 기술적 준비상태 확립과 규제활동의 우선순위를 부여하고, 이를 공개
- 이를 통하여 규제 불확실성을 해소하고 의사결정을 지원

❖ 핵심 규제준비 전략

- 강건하고 유연한 규제체계 마련
- 위험도 정보활용 프로세스 마련
- 충분한 역량과 기술 전문성을 갖춘 유능한 인력 확보



22

CNSC 규제준비 전략

❖ 요건에 대한 차등 접근 및 대체 접근방식(Graded and Alternative Approach)

- CNSC는 위험도 정보 접근법을 사용하여 규제하며, 이를 통해 규제요건을 설정하고 요건을 충족하는 방법에 대한 지침을 제공
- 신청자는 요건의 의도가 다른 방법으로 해결되었음을 입증하기 위해 사례를 제시할 수 있으며, 이러한 경우 적절한 증빙자료를 통해 입증 필요

❖ 차등접근방식은 분석 수준, 문서화 깊이, 필요한 조치 범위와 같은 요소들

이 다음 사항을 고려하여 조정되는 체계적인 방법 또는 프로세스

- 보건, 안전, 보안, 환경에 대한 상대적 위험
- 원자력 시설 또는 허가된 활동의 특정 특성

이 접근법은 모든 상황에 동일하게 적용되는 일반적인 절차가 아니라, 각 상황의 고유한 특성과 위험을 고려하여 적절한 대응을 취하는 방식

23

CNSC 규제준비 전략

❖ CNSC는 다음과 같은 경우 대체 접근방식 적용을 허용(REGDOC-2.5.2)

- 대체 접근법이 동등하거나 더 높은 수준의 안전성을 보장할 경우
- 요건 적용이 다른 규칙 또는 요건과 상충되는 경우
- 요건을 적용하는 것이 근본적인 목적(underlying purpose)을 달성하지 못하거나 근본 목적을 달성하는 데 필요하지 않은 경우

- 모든 대체 접근방식은 기존 요구사항의 사용과 관련된 결과와 동등함을 입증 필요
- 대체 접근방식의 적용은 요건이 완화되거나 면제된다는 의미가 아님
- 인허가 신청자가 요건의 의도를 달성하기 위해 대체 방법을 제안하는 데 필요한 유연성을 규제 프레임워크가 제공한다는 의미로 이해 필요

24

CNSC 규제준비 전략

❖ 공급자 설계검토(Vendor Design Review, VDR)(REGDOC-3.5.4)

- 기술 개발자/공급업체는 REGDOC-3.5.4, “공급업체의 원자로 설계에 대한 사전 허가 검토”에 설명된 선택적 VDR 프로세스에 참여할 수 있음
- VDR은 일반적으로 인허가 신청 전에 진행되고, 공급업체가 프로세스를 적용할지 여부를 선택할 수 있음
- VDR은 설계 프로세스 초기에 잠재적인 규제 또는 기술 문제를 조기에 식별하고 해결할 수 있도록 19개 주제에 대한 체계적인 평가가 포함됨
 - 설계 또는 안전분석에 중대한 변경을 초래할 수 있는 문제 등
- VDR 프로세스는 향후 SMR 인허가에서 예상되는 설계 현안을 검토할 수 있는 기회를 제공함

25

CNSC 규제준비 전략

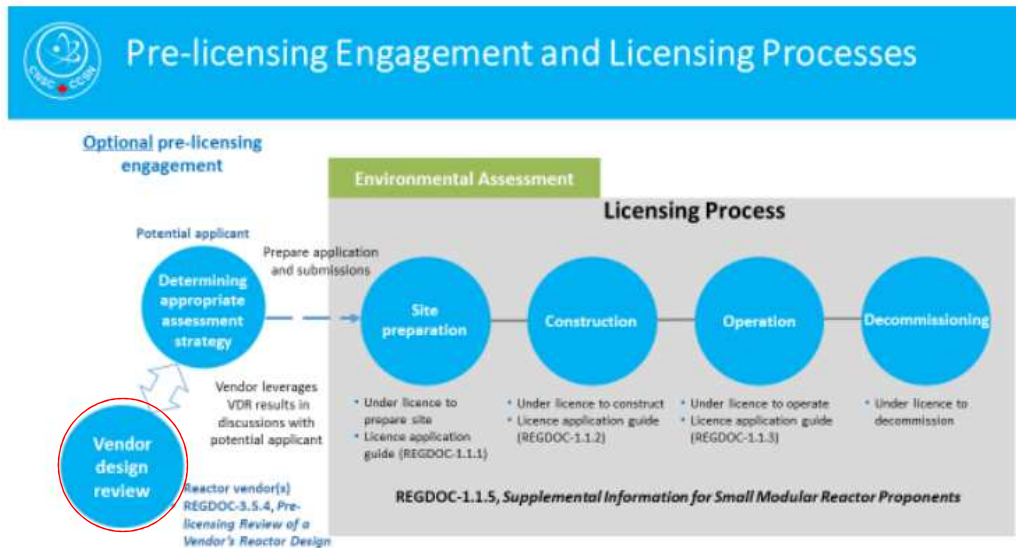
❖ 공급자 설계검토(계속)

- 공급업체는 VDR 과정에서 얻은 인사이트를 통해 CNSC 요구 사항을 더 잘 이해할 수 있음
- VDR은 CNSC 준비 전략의 여러 측면에 효과적인 정보를 제공함
 - CNSC의 규제 프레임워크 개선
 - 각 원자로의 향후 인허가 단계에 대한 시사점
 - 인허가의 각 기술적 측면에 대한 CNSC 직원 교육
- 검토는 필요에 따라 3단계로 심도 있게 수행함

26

CNSC 규제준비 전략

❖ CNSC 사전인허가 Process - VDR



27

참고 : VDR 검토 분야

❖ 19개 주요 검토 분야

Focus Review Area		Focus Review Area	
1	General plant description, defence in depth, safety goals and objectives, dose acceptance criteria	5	Emergency core cooling and emergency heat removal systems
2	Classification of structures systems, and components (SSCs)	6	Containment/confinement and safety-important civil structures
3	Reactor core nuclear design	7	Beyond design basis accidents (BDBAs) and severe accidents (SA) prevention and mitigation
4	Control system and facilities: a) main control systems b) instrumentation and control c) control facilities d) emergency power system(s)	8	Safety analysis: • deterministic safety analysis • probabilistic safety analysis • internal and external hazards

28

참고 : VDR 검토 분야

❖ 19개 주요 검토 분야

Focus Review Area		Focus Review Area	
9	Fuel design and qualification	15	Radiation protection
10	Means of reactor shutdown	16	Out-of-core criticality
11	Pressure boundary design	17	Robustness, safeguards and security
12	Fire protection	18	Vendor research and development program
13	Management system of design process and quality assurance in design and safety analysis	19	Incorporation of decommissioning in design considerations
14	Human factors		

29

참고 : VDR 검토 문서 목차

❖ REGDOC-3.5.4, Pre-Licensing Review of VDR, Contents

Table of Contents	
1. Introduction	1
1.1 Purpose and scope	1
1.2 What is a pre-licensing review?	1
1.3 Benefits of a vendor design review	3
1.3.1 Benefits to the vendor	3
1.3.2 Benefits to the applicant	4
1.3.3 Benefits to the public	4
1.4 CNSC use of information from other nuclear regulatory jurisdictions	5
2. Vendor Design Review	5
3. What is a fundamental barrier to licensing?	6
4. Objectives and Scope of a Vendor Design Review	6
4.1 Focus areas	6
4.2 Phase 1 of the vendor design review	7
4.2.1 Phase 1 focus areas and information required from the vendor	7
4.2.2 Review criteria	8
4.2.3 Project management information	8
4.2.4 Project deliverables	9
4.3 Phase 2 of the vendor design review	9
4.3.1 Phase 2 focus areas and information required from the vendor	9
4.3.2 Review criteria	9
4.3.3 Project management information	9
4.3.4 Project deliverables	10
4.4 Phase 3 of the vendor design review – Pre-construction follow-up	10
4.4.1 Focus areas and information required from the vendor	10
4.4.2 Review criteria	10
4.4.3 Project management information	11
4.4.4 Project deliverables	11
Appendix A: Focus Review Areas	12

30

해외 AR 규제정책 사례 시사점

- ❖ 규제 요구사항의 조기 식별을 위해 **개발자와의 Interaction** 장려
- ❖ **규제기관**은 신규 규제 수요에 대한 효율적이고, 효과적인 적기 **규제준비 및 대응 전략**을 수립
- ❖ 경수형 및 Non-LWR 모두를 포함하는 **선진원자로 안전규제체계 마련** 중
- ❖ **규제 변화의 키워드**는 **현대화(Modernization)** 및 **준비(Readiness)**
 - * 단계적 절차, 차등규제, 기술포용적 규제, 신청자의 선택권 보장, 위험도 정보활용 등 규제체계의 유연성(Flexibility)이 핵심
- ❖ 설계의 수용성, 인허가 가능성을 높이기 위해 **개발자가 설계에 고려할 사항 제시**

31

NSSC SMR 규제방향 - 일반원칙

- ❖ IAEA 기본안전원칙*(Fundamental Safety Principles), 원자력안전협약 등 **국제규범 및 원자력안전법에 따른 기본원칙** 준수**
 - * 안전에 대한 책임, 정부의 역할, 현재 및 미래세대의 보호 등 10가지 핵심원칙 제시
 - ** 원자력안전협약 등 국제규범 원칙 준수, 방사선장해로부터 국민안전과 환경을 보호하는데 기여, 과학기술의 발전수준을 반영한 안전기준 설정
- ❖ 객관적 **과학기술과 전문성에 기반을 둔 합리적 기준**을 바탕으로 원자력시설의 안전성을 확인하는 안전규제

32

NSSC SMR 규제방향 - 기본방향

- ❖ (규제관점) 혁신적 설계가 적용된 SMR은 **높아진 기술수준에 걸맞는 「최상의 안전성을 확보」**한다는 규제관점 견지
- ❖ (규제방식) SMR에 활용된 **고유한 설계특성**으로 인해 **기존 기술기준을 적용할 수 없는 경우**,
 - 과학기술적 근거를 바탕으로 **다양한 평가방식을 활용**하여 해당기술의 **안전성 확인방안**을 제시하는 **규제 방식 적용**
- ❖ (규제기준) IAEA 등 국제기구와 SMR 개발국가와의 규제협력을 공고히 하여 **국제적으로 인정받고 조화로운 규제기준**을 마련
- ❖ (규제체계) 일반원칙을 근간으로 **선도(Leading), 소통(Interaction), 준비(Readiness)**를 통해 **안전성 확인을 위한 규제체계를 마련**

33

NSSC SMR 규제 방향 - 기본방향

선도[Leading]

설계과정에서 시행착오와 불확실성을 줄이고 보다 높은 안전성 확보를 위해 **설계 가이드라인, 새로운 기준·요건과 안전성 확인방안 등을 선제적으로 제시**하여 규제기관으로서 선도적 역할 수행

소통[Interaction]

규제기관-개발자간 **초기 설계단계부터 효과적인 소통**을 통해 규제요건과 혁신 설계에 대한 상호 이해도를 제고

준비[Rediness]

규제기관과 개발자가 설계 안전성을 도모할 수 있도록 규제연구개발 등을 통해 **혁신적 설계에 대한 규제기반을 신속히 마련**

34

NSSC SMR 규제방향 – SMR 설계 가이드라인

❖ SMR은 사고 예방 및 완화 능력이 확보되도록 한다.

- (고유안전성 확보) 원자로의 보호를 위하여 노심의 급격한 반응도 증가가 자연적으로 억제되도록 할 것.
- (심층방어의 적용) 사고를 예방하고 혹시 사고가 발생하더라도 이를 완화할 수 있는 단계적 방어수단이 확보되도록 할 것.
- (높은 신뢰성의 안전기능 구현) 안전기능을 수행하는 SSC는 다중성·다양성·독립성 등의 취지를 고려함으로써 안전기능의 중요도에 따라 그 신뢰성을 높이고, 운영단계에서 주기적인 시험 및 점검이 용이하도록 할 것.
- (안전성 종합 평가) 결정론적 및 확률론적 방법을 통해 SSC의 안전성과 신뢰도 분석을 포함한 원자로의 종합적인 안전성 평가를 수행할 것.

❖ SMR에 새롭게 적용되는 기술의 타당성 및 신뢰성이 확보되도록 한다.

- (설계의 입증) 새로운 개념의 설계가 이미 입증된 기술에 기반하고 있음을 제시하거나 또는 실제 운전조건을 고려하여 그 구현 가능성을 입증할 것.

35

NSSC SMR 규제방향 – SMR 설계 가이드라인

❖ SMR에 새롭게 적용되는 기술의 타당성 및 신뢰성이 확보되도록 한다.

- (진단 및 관리) 충분한 계측 및 감시수단 등을 통해, 안전에 중요한 SSC에 문제가 발생하기 전에 적절한 검사, 진단 및 관리가 가능하도록 할 것.
- (혁신적 설계의 신뢰성) 피동형 또는 단순화된 안전계통 등 혁신적인 설계를 적용할 경우, 원자로 안전을 조해할 수 있는 요인을 최소화 하고 신뢰성 있는 원자로 안전정지가 가능하도록 할 것.

❖ 종사자 및 주민에 대한 잠재적 피폭이 낮게 유지되도록 최적화되어야 하며, 방사성폐기물의 발생 및 방사성물질의 환경방출이 가능한 한 최소화되어야 하고 해체의 용이성이 고려되어야 한다.

❖ 안전, 안보 및 안전조치간 통합된 방식의 설계를 통해 핵안보, 핵확산저항성이 확보되고 안전성이 증진 되도록 필요한 요소들이 고려되어야 한다.

36

NSSC SMR 규제방향 – 사전설계검토

❖ 목적 및 효과

- 표준설계인가 신청 이전 기초설계자료 등에 대한 검토를 통해 **규제 기관-개발자 간 설계개념과 규제요건** 등에 대한 상호 이해를 제고
- 규제기관은 **효과적·효율적인 본 심사 수행 기반을 마련**, 개발자는 **기술개발의 불확실성을 최소화**
 - ※ 설계의 안전성을 사전에 결정하거나, 검토내용이 향후 표준설계인가 심사내용을 확정하지 않음

❖ 운영 방안

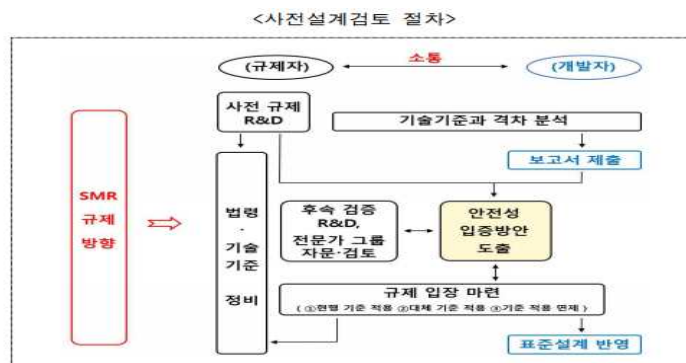
- SMR 안전규제 방향을 바탕으로, **선제적으로 규제기반기술 개발을 위한 R&D에 착수**하고, SMR의 설계 특성과 기존 기술기준과의 **격차 분석**
- 규제 현안별 R&D, 개발자 보고서 검토, 전문가 그룹 자문·검토 등을 실시하여 **안전성 입증방안 검토**

37

NSSC SMR 규제방향 – 사전설계검토

❖ 운영 방안(계속)

- 안전성 입증 및 기준 적용에 대한 규제 입장에 따라, **규제기관은 법령·규칙·고시·심사지침 등 정비**, 개발자는 표준설계에 반영
 - ※ 기준 적용 면제, 대체 기준 적용 등 원자로 규칙 적용 예외 사항은 세부 적용 요건·절차 등에 대한 기준(고시 등)을 마련하여 시행

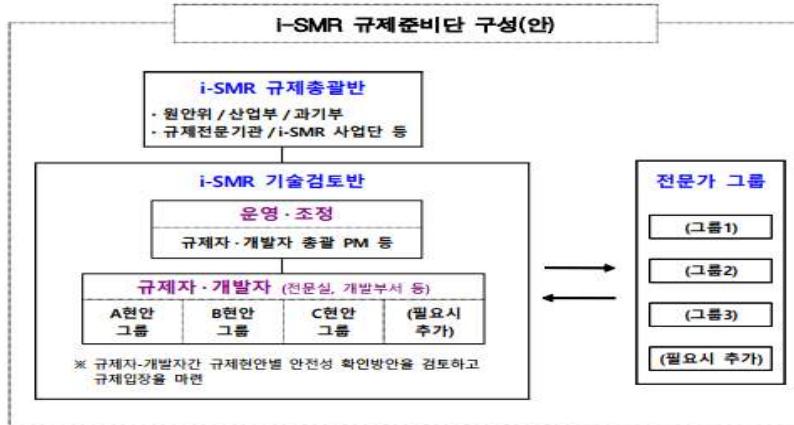


38

NSSC SMR 규제방향 - 사전설계검토

❖ 규제기관-개발자 소통 체계

- 사전설계검토 수행을 위해 원안위, 관계부처, 규제전문기관, 개발자, 전문가 그룹 등으로 'i-SMR 규제준비단' 구성·운영



39

NSSC SMR 규제 방향 - 향후 추진 일정

❖ 연도별 추진일정

추진내용 / 연도	'23	'24	'25	'26	'27	'28
① 규제방향 제시	규제방향 제시	규제방향 구체화 (각처분석 결과 및 규제연구 성과를 등과 연계)				
				개발단계와 연계한 규제입장 지속 제시		
② 사전설계검토 및 규제준비단	운영절차 마련	현안별 기술보고서 분석 검토	현안별 규제입장 검토 마련	본심사 (표준설계인가 심사)		
	규제준비단을 통한 개발자외의 소통 및 안전성 확인방안 등 논의					
③ 규제 연구개발	안전성 확인을 위한 규제기술 개발 기획 검토		전산도 및 방법론 등 규제(중)기술 마련	추가현안에 대한 규제검증기술 개발		
	현안해결 사례분석		전문지원그룹 구성·운영 (평가 검증방법론 개발, 사전설계검토 기술검토 지원 등)			
④ 제도 정비	법·제도 정비사항 발굴		법령, 기술기준 등 제 개정		표준설계인가 심사 적용	
	기술기준규격 적용예외 범위, 절차 등에 대한 규정(안) 마련		규제입장 등을 반영한 심사지침 마련			
⑤ 국제협력, 전문역량	국제기구 및 SMR 개발국가와의 규제협력 활동 (국제협력 차원에서 도출된 현안해결 방법론 등 국내 규제체계에 반영 검토)					국제적으로 조화된 규제체계 및 규제역량을 바탕으로 심사 수행
	규제인력 및 규제역량 확보 추진					

40

❖ 제1조(목적) :

- 혁신형 SMR에 대해 원자력안전법 제12조(표준설계인가)의 DC를 신청하기 전에 수행하는 사전설계검토 업무 처리에 필요한 사항을 규정

❖ 제3조(사전설계검토의 신청) :

- 사전설계검토를 받고자 하는 자는 신청서에 다음 서류를 첨부하여 신청
 - 표준설계인가 신청 계획, 현행 규제기준과 설계특성 간의 격차분석보고서, 혁신형 SMR의 설계 특성 설명서, 설계 기술보고서

❖ 제12조(사전설계검토의 활용) :

- 혁신형 SMR의 DC 심사 시 사전설계검토의 결과를 활용할 수 있음
- 다만, 사전설계검토 이후 검토 내용의 오류가 확인되거나 설계 변경 등 기술적 상황이 변화되는 경우, 기존 검토 내용을 추가·삭제·변경 가능

3

원자력 안전기준/요건 규제체계 개선 방안

- 혁신형 SMR 주요 현안사항
- 안전기준/요건 적용 개선방안
- TR 규정 적용 개선방안

혁신형 SMR 주요 현안 사항

다양성 보호계통	
관련 요건	<ul style="list-style-type: none"> 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제27조 다양성보호계통
현안 내용	<ul style="list-style-type: none"> 안전등급의 보호계통 공통원인고장 및 ATWS 위험을 저감하기 위한 다양성보호계통 설계를 규정하고 있는 설계기준임 혁신형 SMR은 구조의 단순화 및 통합화 설계를 적용하여 <u>공통원인고장에 대응하고 ATWS 위험을 저감함으로써 다양성보호계통을 배제하는 것을 설계 목표로 함</u> NuScale SMR의 경우 ATWS 면제 설계를 인가 받은 바 있음
대응 방안	<ul style="list-style-type: none"> 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, 면제/대체 및 평가방안 마련 등이 필요

43

혁신형 SMR 주요 현안 사항

독립적 반응도제어계통	
관련 요건	<ul style="list-style-type: none"> 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제28조 반응도 제어계통
현안 내용	<ul style="list-style-type: none"> 개발 중인 혁신형 SMR은 반응도 제어 고유 안전성을 향상한 일차계통 무봉산 운전 개념을 채택함 무봉산 운전개념에 따라 제어봉 이외의 반응도 제어계통을 고려하지 않으므로 서로 다른 설계원리를 가진 두 개의 독립적인 반응도 제어계통을 요구하는 현행 기술기준을 만족하지 못함.
대응 방안	<ul style="list-style-type: none"> 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, PDC(Principal Design Criteria) 등 개발 및 평가방안 마련 등이 필요

★ NuScale PDC 적용: NuScale 혁신설계에 따라 기존 GDC 내용에서 필요가 없는 문구를 수정 또는 삭제한 NuScale PDC를 개발하여 제출하고 NRC가 이를 승인함

44

참고 : NuScale 적용사례 – 면제 및 PDC 일부 예시

기존 일반설계기준(GDC)	NuScale 설계기준(면제 또는 PDC)	근거
GDC 17 (전력계통) 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기가 요구되는 기능을 수행할 수 있도록 소내 전력계통과 소외 전력계통이 제공되어야 함. 전력공급계통은 가정된 사고 및 환경 조건에서 동시 고장 가능성을 최소화하고 안전기능을 수행할 수 있도록 충분한 용량, 다중성, 독립성 및 시험성 설계요건을 만족하도록 설계되어야 함.	면제	NuScale의 안전 관련 기능은 전력에 의존하지 않고 달성됨.
GDC 19 (제어실) 제어실 밖의 적절한 위치에 있는 기기는 (1) 원자로를 신속하게 정지시킬 수 있는 설계 능력을 갖추어야 하며, 여기에는 원자로를 고온 정지하는 동안 발전소를 안전한 상태로 유지하기 위해 필요한 계측과 제어 장치가 포함되어야 하며, (2) 적절한 절차의 사용을 통해 원자로를 저온 정지시킬 수 있는 잠재적 능력이 있어야 함.	PDC 19 제어실 밖의 적절한 위치에 있는 기기는 원자로를 안전정지 상태로 유지하기 위해 필요한 계측 및 제어를 포함하여 원자로를 안전하게 정지시킬 수 있는 설계 능력을 제공해야 함.	NuScale MCR은 MCR에서 대피 시 원자로를 안전하게 정지시킬 수 있으며, 이후 운전원 조치 없이 안전하게 정지할 수 있도록 설계됨. 또한, 원자로건물 내 모듈보호계통 장비실에서 MCR 외부로부터 원자로를 안전하게 정지시킬 수 있음.

45

혁신형 SMR 주요 현안 사항

방사선원항 적용	
관련 요건	<ul style="list-style-type: none"> 원안위 고시(제2017-15호) [별표] 원자로시설의 위치에 관한 기준
현안 내용	<ul style="list-style-type: none"> 사고선원항 관련 국내 규제요건은 보수적인 선원항(TID-14844, RG-1.195)에 기반한 것으로 이는 실제 물리적 현상과 차이가 있어 ESF 설계 및 EAB 거리 결정 등에 <u>과다한 보수성 초래</u> 1995년에 미국 NRC도 TID-14844의 지나친 보수성으로 인해 실제 물리적 현상과의 차이가 있어 새로운 대체 방사선원항(Alternative Source Term, AST)을 제시 혁신형 SMR은 대형 냉각재상실사고를 원천적으로 배제하며, 낮은 출력과 피동안전계통 설계 등으로 <u>다량의 방사선 누출 사고를 원천적으로 배제</u>할 수 있어 보수적 방사선 선원항 적용은 <u>문제</u>
대응 방안	<ul style="list-style-type: none"> 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, 관련고시 보완 및 평가방안 마련 등이 필요

46

혁신형 SMR 주요 현안 사항

다수 모듈 통합제어실 및 운전조직 구성	
관련 요건	<ul style="list-style-type: none"> 원자력안전법 제26조 운영에 관한 안전조치 등(원자로당 2인 이상) * 원자로마다 SRO 및 RO 각 1명 근무
현안 내용	<ul style="list-style-type: none"> 혁신형 SMR은 기존 대형원전의 1개 원자로에 1개 주제어실 개념과는 달리 다수의 소형모듈 감시 및 제어가 가능한 새로운 통합주제어실로 설계 모듈형·피동형 원전계통에 기반한 계측제어계통 구성과 첨단 MMI 요소설계기술을 적용하여 <u>최소 운전원(3인) 구성으로 최적의 운전을 목표</u> 다수 소형모듈 적용에 따른 운전원 구성을 계획하고 있어 기존 <u>대형원전 기준 대비 운전원 구성 및 자격 요건을 적용하기 어려움</u>
대응 방안	<ul style="list-style-type: none"> 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석 및 평가방안 마련 등이 필요 <u>원자력안전법 개정 등이 필요</u>

47

혁신형 SMR 주요 현안 사항

방사선비상계획구역(EPZ)	
관련 요건	<ul style="list-style-type: none"> 방사능방재법 제20조의2(방사선비상계획구역 설정 등) 원안위 고시(제2019-15호) 원자력 사업자의 방사선비상대책에 관한 규정
현안 내용	<ul style="list-style-type: none"> 발전용 원자로의 <u>방사선비상계획구역 기초지역</u>(원안위고시 제2019-15호 제3조)은 <u>대형원전에 기반을 두고 있어 SMR의 특성이 반영되어 있지 않음.</u> 혁신형 SMR의 경우 기존 대형 상용원전에 비해 <u>노심의 출력이 작고 피동 안전 계통 등에 의해 안전성이 획기적으로 향상됨에 따라 EPZ에 대한 새로운 접근 필요</u> EPZ 설정 기준 및 평가 방법론 개발을 통한 <u>합리적 EPZ 설정 필요</u>
대응 방안	<ul style="list-style-type: none"> 방사능방재법 및 원안위고시 등 규제요건 상세 갭 분석 및 평가방안 마련 등이 필요 <u>방사능방재법 개정 등이 필요</u>

48

혁신형 SMR 주요 현안 사항

다수 호기 건설 및 SSC 공유

관련 요건	• 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제10조 다수기 건설, 제16조 설비의 공유
현안 내용	• 혁신형 SMR은 동일부지내 4개의 모듈을 배치함에 따라 각 원자로가 원자로 건물, 사용후핵연료저장조 및 통합주제어실 등의 일부 설비를 공유
대응 방안	• 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, PDC 등 개발 및 평가방안 마련 등이 필요

계측 및 제어장치

관련 요건	• 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제20조 계측 및 제어장치
현안 내용	• 혁신형 SMR은 정상운전시 격납용기진공계통을 통해 격납용기 내부가 진공 상태로 유지되어 수소축적이 없는 것으로 간주하여 수소농도 계측기 미설치
대응 방안	• 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, PDC 등 개발 및 평가방안 마련 등이 필요

49

혁신형 SMR 주요 현안 사항

격납건물 가연성 기체 제어 및 기밀시험

관련 요건	• 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제23조 원자로격납건물 등 • 고시 2018-5 원자로격납건물 기밀시험에 관한 기준
현안 내용	• 혁신형 SMR의 방사선 누출 최종 방벽은 금속격납용기로서 내부에는 원자로압력용기와 원자로냉각재계통 관련 SSC가 최적화 및 밀집화되어 설치됨 • 이로 인해 격납용기 내부 가연성 기체 제어수단 구비 및 원자로격납건물 기밀시험 불가
대응 방안	• 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, PDC 등 개발 및 평가방안 마련 등이 필요

전력공급계통

관련 요건	• 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제24조 전력공급설비
현안 내용	• 혁신형 SMR은 모든 안전계통의 기능이 전력공급 없이 수행될 수 있는 피동안전계통 설계 적용 • 이에 따라 모든 전력계통을 비안전등급으로 설계하고 대체교류전원 미설치
대응 방안	• 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, 적용면제 및 평가방안 마련 등이 필요

50

혁신형 SMR 주요 현안 사항

열제거 설비 등	
관련 요건	<ul style="list-style-type: none"> 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제29조 잔열제거설비 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제30조 비상노심냉각장치 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제31조 최종 열제거설비
현안 내용	<ul style="list-style-type: none"> 혁신형 SMR은 설계 특성에 따라 <u>전력공급 없이 안전기능을 수행하는 피동형 안전계통으로 설계</u> 따라서 잔열제거설비, 비상노심냉각장치, 최종 열제거설비에 대해 <u>단일전력</u> <u>단일고장 하에서도 그 안전기능을 수행할 수 있음을</u> 요구하는 규정 적용 불가
대응 방안	<ul style="list-style-type: none"> 고유 설계특성을 고려한 규제요건 상세 갭 분석, PDC 등 개발 및 평가방안 마련 등이 필요

51

안전기준/요건 적용 개선방안

- ❖ Nuscale은 혁신설계와 대형경수로 규제요건과의 차이를 비교하여, 규제근거 및 기술적 근거(TR)을 통한 면제 및 PDC를 개발·활용하여 DC를 승인 받음
- ❖ i-SMR과 NuScale은 경수로형 SMR로 공통 및 유사한 설계가 존재함
 - i-SMR은 차별화된 요소로 무봉산 운전, 내장형 제어봉구동장치, 자율운전 등을 설계목표로 하고 있음
- ❖ 유사한 설계에 대해서는 NuScale의 인허가 절차 및 대응사례를 활용하고, i-SMR의 고유 혁신설계 현안은 자체적인 인허가 절차 및 대응방안을 준비하는 것이 필요
 - NuScale은 혁신설계에 대해 면제조항(10 CFR 50.12)과 대체규정(10 CFR 50 App. A)을 이용하여 DC를 받음
- ❖ 이를 고려하여 국내에도 i-SMR의 혁신설계에 관한 면제/대체 조항의 적용을 검토·활용할 필요가 있음

52

안전기준/요건 적용 개선 방안

❖ 적용 면제/대체 규정 적용 - 기술기준 규칙 적용 관련

- 현행 국내 원자력안전법령에 규제요건의 일부 또는 전부를 적용할 수 없는 경우에 **적용 면제 또는 대체요건 적용을 요청할 수 있는 근거 확보**
- 원자로시설의 사용 목적, 설계상의 원리적 차이 또는 설계의 특성 상 기존의 규제요건을 만족시킬 필요가 없거나 적용이 어려운 경우 적용

원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제3조 및 제11의 “적용범위” 제2항 :

제1항에 의한 기술기준 중 당해 원자로시설의 사용목적, 원리적 차이 또는 설계상의 원리적인 차이로 인하여 그대로 적용하기 어렵거나 기술적인 면에서 적용하지 않아도 안전상 지장이 없다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니한다

53

안전기준/요건 적용 개선 방안

❖ 적용 면제/대체 규정 적용 - 기술기준 규칙 적용 관련 (계속)

- 기술기준 규칙의 적용범위 예외사항을 활용하여 NuScale에서 활용한 PDC에 상응하는 대체요건 개발과 이의 수용방안을 마련하는 것이 필요
- 향후 종합적인 인허가 체계마련을 위해서는 현행 SMR과 비경수형 원전의 인허가 심사를 위한 기술포용적 규제체계의 개발 등이 필요

54

안전기준/요건 적용 개선 방안

❖ 면제/대체 규정 적용 - 원자력안전법 적용 관련

- 원안법 제26조 제1항은 운영에 관한 안전조치 관련 “기술기준”에 한해서 적용 면제에 대한 원칙을 규정 (범위에 제3항은 미포함)

제26조(운영에 관한 안전조치 등) ① 발전용원자로운영자가 발전용원자로 및 관계시설을 운영할 때에는 인체·물체 및 공공의 안전을 위하여 다음 각 호의 조치를 위원회규칙으로 정하는 바에 따라 하여야 한다. 다만, 위원회가 원자로의 사용목적이나 설계상의 원리적인 차이로 인하여 그대로 적용하기 어렵거나 기술적인 면에서 적용하지 아니하여도 안전상 지장이 없다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 피폭방사선량 등에 관한 조치
 2. 원자로의 안전운전에 관한 조치
 3. 원자로시설의 자체점검에 관한 조치
 4. 원자로시설의 가동 중 점검 및 시험에 관한 조치
 5. 그 밖에 발전용원자로 및 관계시설의 안전에 관한 조치로서 대통령령으로 정하는 조치
- ② 발전용원자로운영자 및 그 종업원은 제20조제2항의 운영기술지침서를 준수하여야 한다.
③ 발전용원자로운영자는 원자로마다 제84조에 따라 원자로조종감독자면허를 받은 사람 및 원자로조종사면허를 받은 사람 각 1명 이상을 늘 원자로의 운전업무에 종사하게 하여야 한다.

55

안전기준/요건 적용 개선 방안

❖ 면제/대체 규정 관련 문제점 대응 방안

- 제26조 제3항의 운전조 구성은 NSSC의 적용 제외 인정범위에 포함되지 않음 - 개선방안 마련 등 추가 검토 필요
- 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제3조 및 제11조의 “적용범위”는 각각 다음에 대한 기술기준을 규정하고 있음
 - 제3조 : 원자로시설의 위치와 관련된 기술기준 적용범위 및 예외사항
 - 제11조 : 원자로시설의 구조, 설비 및 성능에 관한 기술기준 적용범위 및 예외사항
- 기술기준 규칙 적용범위 규정은 기술기준 규칙에서 규정한 기준의 적용 면제 또는 대체를 허용한 규정으로 볼 수 있음
- 그러나 기술기준 규칙 및 원안법 제26조 제1항 단서 규정은 NSSC 인정의 범위 등이 명시되어 있지 않으므로 구체화 하는 등의 개선이 필요
 - NSSC 인정의 범위, 방법, 기준 및 절차 등

56

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

❖ 통합제어실 운전조 구성 기준 격차 및 IAEA 안전기준과 비교

혁신형 SMR 국내 안전기준 격차	IAEA 안전기준
<p>원자력안전법 제26조(운영에 관한 안전조치 등)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내 관련 법령 원자력안전법 제26조(운영에 관한 안전조치 등) 제3항에서는 원자로마다 원자로조종감독자면서 소지자 및 원자로조종사면허 소지자를 각 1명 이상을 요구. • 혁신형 SMR은 원자로모듈 4개를 통합제어실에서 운전원 3명을 통하여 운전이 가능하도록 설계를 진행 중. • 혁신형 SMR 원자로모듈 4개를 각각의 원자로로 구분한다면 총 8명 이상의 면허 소지자가 필요하게 됨에 따라 혁신형 SMR 설계 목표인 3인 운전과 해당 안전기준과의 격차가 발생됨. 	<p>SSR-2/1, Req. 32: Design for optimal operator performance</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5.53. The design for a nuclear power plant shall <u>specify the minimum number of operating personnel required to perform all the simultaneous operations necessary to bring the plant into a safe state.</u> • IAEA의 안전요건은 운전원 인원수에 대한 <u>일반적인 기준을 제시함에 따라, 어떠한 원자로에도 적용이 가능할 수 있음</u>

57

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

❖ 미국의 경우 10 CFR 50.54 (m)(2)(i) 에서 운영허가 조건으로 운전원 및 선임운전원 구성에 대한 최소 요건을 아래와 같이 규정

(m)(1) A senior operator licensed pursuant to part 55 of this chapter shall be present at the facility or readily available on call at all times during its operation, and shall be present at the facility during initial start-up and approach to power, recovery from an unplanned or unscheduled shut-down or significant reduction in power, and refueling, or as otherwise prescribed in the facility license.

(2) Notwithstanding any other provisions of this section, by January 1, 1984, licensees of nuclear power units shall meet the following requirements:

(i) **Each licensee shall meet the minimum licensed operator staffing requirements in the following table:**

58

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

Minimum Requirements¹ Per Shift for On-Site Staffing of Nuclear Power Units by Operators and Senior Operators Licensed Under 10 CFR Part 55

Number of nuclear power units operating ²	Position	One Unit	Two units		Three units	
		One control room	One control room	Two control rooms	Two control rooms	Three control rooms
None	Senior Operator	1	1	1	1	1
	Operator	1	2	2	3	3
One	Senior Operator	2	2	2	2	2
	Operator	2	3	3	4	4
Two	Senior Operator		2	3	3	3
	Operator		3	4	5	5
Three	Senior Operator				3	4
	Operator				5	6

¹Temporary deviations from the numbers required by this table shall be in accordance with criteria established in the unit's technical specifications.

²For the purpose of this table, a nuclear power unit is considered to be operating when it is in a mode other than cold shutdown or refueling as defined by the unit's technical specifications.

³The number of required licensed personnel when the operating nuclear power units are controlled from a common control room are two senior operators and four operators.

- 하나의 제어실에서 1~2기의 원자로, 두개의 제어실에서 2~3기의 원자로, 세개의 제어실에서 3기의 원자로를 운전할 수 있음을 규정

59

참고 : NuScale 적용사례

- ❖ NuScale의 경우, 하나의 제어실에서 3명의 선임운전원과 3명의 운전원이 최대 12기의 원자로 모듈을 운전할 수 있도록 설계
 - MCR 대피시 원자로건물내 모듈보호계통 기기실에서 원자로를 안전하게 정지
 - 정지 이후 운전원 조치없이 안전하게 정지상태를 유지할 수 있도록 설계
- ❖ 10 CFR 50.54(m)(2)(i)는 하나의 부지내에 3개 이상의 호기가 있거나 단일제어실에서 2개 호기 이상이 운전되는 경우 허용되지 않음
- ❖ NuScale은 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 SPV(Staffing Plan Validation)와 ISV(Integrated System Validation)를 수행
 - 이를 통해 운전원 구성에 대한 근거 및 타당성을 제시

60

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

- NuScale은 10CFR50.54(m)(2)(i)의 대체요건으로 NuScale 특정 인력 배치 규정을 제안함
 - 특정 인력 배치 규정의 적합성을 검증하기 위해 NRC 규제지침에 기반한 HFE (Human Factors Engineering) Program을 마련,
 - 12개의 모듈을 운전하는 주제어실 시뮬레이터를 구성·활용 및 입증
- NuScale은 SMR 통합 주제어실 검증을 위해 다음과 같은 NRC 규제문서를 활용
 - NUREG-0711, Human Factors Engineering Program Review Model
 - NUREG-1791, Guidance for Assessing Exemption Requests from the Nuclear Power Plant Licensed Operator Staffing
 - NUREG/CR-6838, Technical Basis for Regulatory Guidance for Assessing Exemption Requests from the Nuclear Power Plant Licensed Operator Staffing Requirements Specified in 10 CFR 50.54(m)

61

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

❖ 운전조 구성 관련 국내 심사지침 내용

심사지침 제18.1절 해당 내용

마. 운전조 구성 및 자격

본 검토의 목적은 인허가 신청자가 직무요건과 적용 가능한 규제요건에 대해, 체계적인 방법으로 운전조의 구성(수) 및 자격요건을 분석하였음을 확인하는데 있다. 운전조 구성 및 자격분석에 대한 내용은 NUREG-0711 검토 기준에 따라 평가되어야 한다. 이러한 요건들을 면제받기 위해서는, 분석 및 정당성 입증에 제공되어야 한다. 이러한 요건들이 면제되기 위해서는 NUREG/CR-6838 및 NUREG-1791에 명시된 내용에 따른 분석을 통해 기술적 타당성이 입증되어야 한다

62

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

- ❖ 국내 심사지침(제18.1절)에서도 NuScale SMR의 사례에서 활용된 제어실 운전조 구성 면제 관련 NRC 규제지침을 허용하고 있음
- ❖ 그러나 규제요건과 i-SMR 설계요건 및 내용과의 격차가 국내 상위 법령인 원자력안전법 (제26조 제3항)에서 발생하므로 적용 불가
 - 국내에서 안전기준의 적용면제/대체가 가능한 수준은 NSSC의 “기술기준에 관한 규칙” 까지 임
 - 상위 법령인 원자력안전법은 현행 규제체계에서 면제/대체할 수 없으므로 해당 국내 심사지침(제18.1절)이 적용 불가능함 - 상위 법령과 충돌
 - 이는, 미국 NRC가 위임 받은 권한이 10 CFR 50 전체에 해당하여 10 CFR 50 및 52의 특정 면제 요건이 적용될 수 있는 것과 대조적임

63

안전기준/요건 적용 개선방안 - 다수모듈 통합운전조

- ❖ 따라서, 원자력안전법 제26조 제3항을 IAEA 안전기준과 같이 운전원 숫자를 정하지 않은 일반적인 내용으로 개정하고,
 - 기존 법령 내용(발전소 운전원 최소 인원수 등)을 기술기준에 관한 규칙으로 신설하면
 - 적용범위 관련 규정 적용 및 심사지침 제18.1절을 활용 가능할 것임

64

TR 규정 개선 방안

- ❖ **TR제도**는 사업자가 원자로시설의 부지 선정, 설계부터 시설의 해체까지 **다양한 주제에 대하여 사전 승인을 신청할 수 있는 제도임**
- ❖ 이를 통하여 건설허가 또는 운영허가 신청문서에 이를 활용하여 인허가 기간의 단축이나 절차를 간략하게 할 수 있음
- ❖ 국내에서는 기존 경수로 대비 설계특성이 변경되거나 안전성 입증을 위한 **새로운 평가/해석 코드의 개발 등에 TR이 주로 활용**
 - NRC의 경우, 규제 면제나 완화 목적으로 이를 폭 넓게 활용하고 있음
- ❖ 국내에서도 **TR제도를 개발중인 SMR의 설계특성 등을 고려하여 기존 규정의 면제/대체 규정 마련 및 평가 수단으로 활용하는 것이 필요함**

65

TR 규정 개선방안

국내	NRC
<p>원자력안전법 제100조(TR의 승인) ① 원자로시설을 설치·운영하려는 자 또는 원자로시설의 건설·운영에 참여하는 자가 TR 신청하는 경우 이를 승인할 수 있다.</p> <p>원자력안전법 시행규칙 제131조(TR의 승인신청 등) ① 법 제100조제1항에서 “총리령으로 정하는 특정기술주제보고서”란 다음 각 호의 사항이 포함된 보고서를 말한다. 1. 원자로시설의 부지선정·설계·제작·건설·가동전시행·시운전·운전 및 해체에 관련된 기술적 사항에 대한 방법론과 관련 전산코드 2. 동일한 목적으로 반복 적용될 수 있는 안전성에 관련된 사항 3. 원자로시설관련 허가신청서의 첨부서류 작성시에 기초가 되는 사항</p>	<p>LIC-500 Topical Report Process(10 CFR에는 규정이 없음)</p> <p>4.2 Topical Report Criteria</p> <p>A TR should:</p> <p>A. Deal with a specific safety-related <u>or other generic subject</u> regarding a U.S. nuclear power plant that requires a safety evaluation (SE) by the NRC staff; <u>for example, component design, analytical models or techniques, or performance testing of components and/or systems that can be evaluated independently of a specific license application.</u></p> <p>B. B. Be applicable to multiple licensees, for multiple requests for licensing actions, or both.</p>

66

TR 규정 개선방안

국내	NRC
	<p>Examples of requested licensing actions include license amendment requests (LARs), relief requests, and other types of TR-based submittals that are not submitted pursuant to Title 10 of the Code of Federal Regulations (10 CFR) Section 50.90 or Section 50.55a</p> <p>C. <u>Increase the efficiency of the review process for applications that reference the TR.</u></p> <p><u>Exceptions to these criteria, especially criterion B, may be allowed on a case-by-case basis if the NRC staff determines that an exception is in the public interest.</u> The NRC staff reviews the applicant's justification to determine if the exception is appropriate.</p>

67

TR 규정 개선 방안

- ❖ 원자력안전법 시행규칙 제131조는 원자로시설에 관련된 **TR 제출에 관한 세부사항과 TR 대상 등을 규정하고 있음**
 - 기술적 사항에 대한 방법론과 관련 전산코드, 반복 적용 안전성관련 사항, 인허가신청서의 작성시에 기초가 되는 사항
- ❖ **NRC**는 LIC-500에서 TR 대상은 안전성 평가가 요구되는 특정 안전과 관련된 주제 뿐만 아니라 **일반 주제까지도 포괄하여 포함하고 있음**
 - 특정 또는 일반 주제 예 : 부품설계, 분석/해석 모델 또는 기술, SSC의 성능시험 등
- ❖ 따라서 국내의 경우도 시행규칙 제131조 제1항 제1호에 기술된 '**기술적 사항에 대한 방법론**'의 범위를 확대 해석 또는
- ❖ **TR의 대상 및 범위가 확대되도록 관련 규칙 등을 개정하는 등의 개선 조치가 필요**

68

4

원자력 SSI 및 보안 규제체계 개선방안

- SSI 관리 중요성
- SSI 사례
- 현황 및 문제점
- 개선방안

SSI 관리 중요성

❖ 원자력 안전은 안전관련 SSC 고장, 종사자의 실수, 자연재해 등에 따른 시스템의 기능상실 등을 대상

- 공학적 기능상실 등에 대비한 SSC(구조물, 계통, 기기) 안전설계 및 관리 등을 수단으로 이용 (안전규제)

❖ 원자력 보안은 안전계통 혹은 핵물질에 대해 악의적인 의도로 접근하여 대중 및 환경에 위해를 가하려 하는 조직화된 집단을 대상

- 물리적방호와 사이버보안 등을 수단으로 이용 (보안규제)

❖ 원자력 안전의 경우, 사고를 미연에 방지하기 위해 주기적인 점검과 보수가 필요하며, 안전관련 기기에 수월한 접근성이 요구

- 원자력발전소의 운영과 관련해 투명성이 필요하며, 정보의 공개가 필수

SSI 관리 중요성

- ❖ 원자력 보안의 경우, 정보가 공개되어 테러 집단에게 악용될 가능성이 있고 **철저한 접근 통제가 필요함**
 - 원자력시설과 관련된 정보를 비공개 해야 하며, 안전기기들에 대해서는 침투가 용이하지 않도록 접근성을 제한하여야 함
- ❖ 원자력 안전과 보안 사이의 이러한 차이점은 각각을 효율적으로 수행함에 있어 서로 간에 충돌을 야기하는 경우가 있음
- ❖ 원자력 안전과 보안은 그 수단이 다를 뿐이지 **목적은 동일함**
 - 대중과 환경에 대한 방사선 피해를 사전에 예방하고 그 결과를 최소화
- ❖ 원자력 안전-보안의 공통된 목적을 달성하기 위해서는 안전-보안간의 원활한 조율과 연계 관리가 필요

71

SSI 관리 중요성

구분	원자력 안전(Nuclear Safety)	원자력 보안(Nuclear Security)
목적	원자력발전소의 방사선 위험으로부터의 대중과 환경에 대한 피해 사전 방지 및 결과 완화(최소화)	
수단	공학적 기능상실 등에 대비한 SSC 안전 설계 및 관리 (안전규제)	물리적 방호와 사이버보안 (보안규제)
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 정보의 투명성 • 접근성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 정보의 비공개 • 출입제한

72

SSI 사례 - 물리적 방호/ 원자력 안전

❖ 발전소 안전에 영향을 미칠 수 있는 보안활동

- 주말, 휴일 등에 방호요원 근무조 변경
 - 발전소 사건 또는 비상 상황 발생시 운전애 악영향을 미칠 수 있음
- 발전소 운전과 연계되어 있는 방호설비 설치
 - 터빈구동 보조급수펌프 압력방출 관련 패널을 차단하는 방호 펜스 설치
- 화재 방호용 소화전 침입을 지연시키는 방호 펜스 설치

❖ 발전소 보안에 영향을 미칠 수 있는 안전운전활동

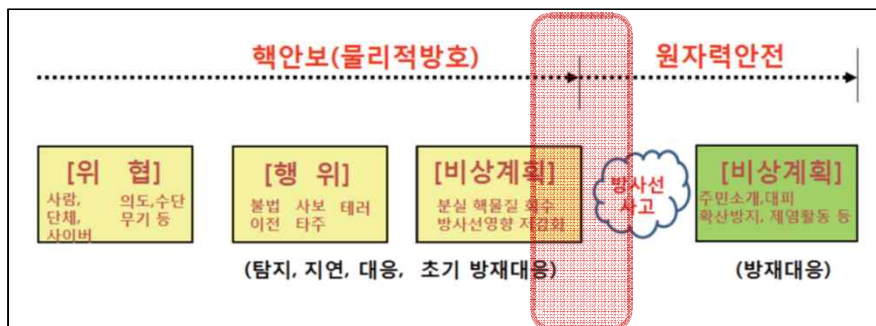
- 보수기간 동안 물리적 방벽 Opening
 - 핵심구역 경계벽에 있는 환풍기 또는 기타 설비 제거
- 방호요원 대응 통로에 비계(Scaffolding) 및 임시 장비 위치
- 안전설비에 신속한 접근이 가능하도록 핵심구역 출입문을 개방 또는 고정

73

SSI 사례 - 방호비상계획/방사선비상계획

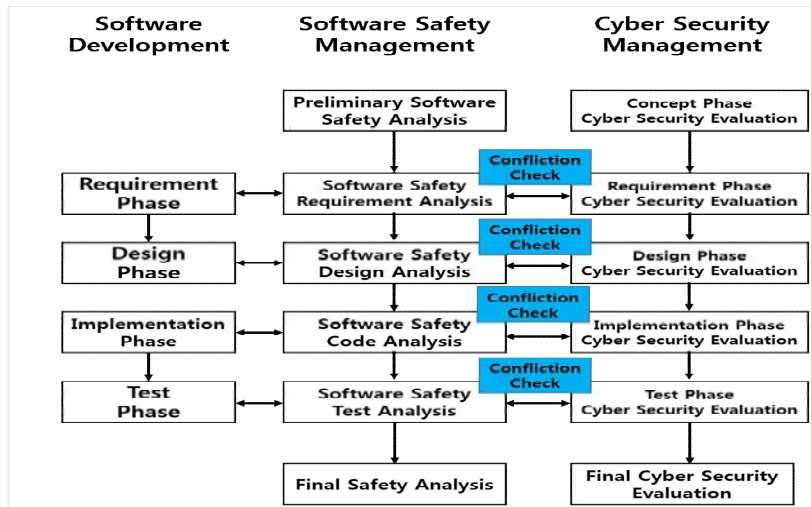
- ❖ 방호방재법 제9조(물리적방호에 대한 원자력사업자의 책임)에서 **핵물질의 불법이전 및 원자력시설등의 위협에 대한 “방호비상계획”을 수립하도록 규정** (원자력보안규제-KINAC)
- ❖ 같은 법 제20조(원자력사업자의 방사선비상계획)에서 **“방사선비상계획”을 수립하도록 규정**(원자력안전규제-KINS)

Emergency Plan Interface



74

SSI 사례 - 디지털 I&C/사이버보안평가



When conflict is unavoidable, the matter should be considered from both safety and security perspectives and resolved based on the philosophy of minimizing the overall risk to the public.

75

현황 및 문제점

❖ 방호방재법 시행령 제7조에 “물리적방호체제의 설계·운영 및 변경 등이 안전에 미치는 영향의 평가 및 보완조치” 하도록 규정하고 있음

- 물리적방호체제의 설계·운영 및 변경의 범위·대상이 규정되어 있지 않음
 - 방호방재법 제4조 제1항에서 “정부가 물리적방호시책을 이행하기 위하여 물리적방호체제를 수립하도록 규정하고 있음
 - 시행령 제7조 제2항에도 원자력안전위원회가 원자력시설등에 대한 물리적방호체제를 수립하도록 규정하고 있음
- ⇒ 규제기관에 수립 의무가 있는 ‘물리적방호체제’에 대해서 사업자에게 안전에 미치는 영향평가 및 보완조치가 가능한지에 대한 검토 필요

76

현황 및 문제점

- ❖ 원자력안전법에 의한 안전 관련 업무는 KINS, 방호방재법에 의한 보안 관련 업무는 KINAC이 각각 담당하고 있음
 - 다른 법률로 안전과 보안 요건이 규정되어 있고, 전문기관까지 분리되어 있음
 - SSI 관점에서 취약 요인이 있고, 업무 중복 혹은 사각지대 발생 가능성이 있음
- ❖ SSI의 실질적 이행을 담보하기 위한 관련 요건, 기준 및 지침 등이 미비하여 SSI 관리가 적절하게 이루어 지고 있다고 보기 어려움
- ❖ IAEA CNS 회의(7차)에서 우리나라의 SSI 문제를 현안사항으로 도출
 - KINAC-KINS간 협력회의(분기별)를 개최하여 안전-보안 업무 연계 부분의 취약성을 선제적으로 대비하고, 상호 보완적인 규제 수행 (제8차 CNS 국가보고서)

77

현황 및 문제점

- ❖ 인허가(CP/OL) 신청 및 심사단계에서 물리적방호(Physical Security) 심사관련 법령 규정이 미비함
 - 방호방재법에서 SRP(Standard Review Plan of SAR, NUREG-0800)에 규정되어 있는 13.6절에 대한 인허가 문서 제출 요건이 부재
 - 13.6절(Physical Security) 및 13.6.6항(Cyber Security Plan)
 - CP/OL 신청 시 인허가 문서로 제출되는 PSAR/FSAR에 13.6절 내용이 제출되고 있지 않음
 - 다만, 물리적방호 시설·설비 및 그 운영체제, 물리적 방호규정, 방호비상계획 및 정보시스템 보안규정 승인 신청 (방호방재법 시행령 제17조)
 - 원자로시설 등의 사용개시 5개월 전

78

현황 및 문제점

- ❖ 원자력안전법령에는 SAR 13장(조직에 관한 운영)에는 “관리체계”, “직무교육 및 훈련”, “관리절차” 만을 기술하도록 규정
 - KINS SRG 13장에는 13.1 ~ 13.5절 까지만 규정
 - Cyber Security Plan(13.6.6절)을 포함한 13.6절(Physical Security)에 대한 제출 규정이 없음
- ❖ 인허가 심사단계에서 법령에 기반한 물리적 방호 및 사이버보안에 대한 심사, 안전과 보안 연계 검토 및 관리 미흡

79

개선방안

- ❖ 방호방재법 시행령 제7조 이행과 이행 결과 확인을 위한 하위 법령 보완 및 지침서 등 마련 필요
 - 사업자에게 시행령에 따른 평가를 요구하고,
 - 가동 및 건설 원전 제반 규정 승인 및 심사(물리적방호, 사이버보안)시 시행령 내용 확인
 - SSI관련 평가 범위 및 대상 등 구체화(10 CFR 73.58, RG 5.74 등 참조)
 - “물리적방호체제” 용어 검토 및 명확화 필요
- ❖ 원전 디지털 I&C 계통에 요구하는 사이버보안 대책 중에서 안전에 영향을 미칠 수 있는 사이버보안 대책 항목을 식별하는 것이 필요
 - 식별된 각 항목이 안전기능 및 성능에 영향을 미치는지의 여부 평가 등

80

개선방안

❖ 사이버보안 안전-보안연계사항 검·토확인 내용 명확화 필요

- 사이버보안 기술기준(KINAC/RS-015) 부록에 명시된 아래 내용을 본문으로 옮겨 검·토확인
 - CDA 변경 수행 전에 변경에 따른 보안영향도 분석을 수행, 관리하고 분석 내용에 안전안보연계사항을 포함 (부록 2, Sec. 2.6.3)

❖ 원자력안전법령에 SSI관련 내용 규정 또는 원자력시설 안전심사지침서 등에 이를 확인하는 내용 및 절차 포함 필요

❖ 가동 및 건설 원전 안전심사 시 KINAC-KINS간 SSI관련 내용 검토, 확인을 위한 협력방안 마련 필요

81

개선방안

❖ 방호방재법령에 CP/OL 인허가 신청 시 안전법령에서 제외된 SAR 13장 13.6절 (Physical Security)을 제출하도록 하는 방안 검토

- 13.6.6항(Cyber Security Plan) 포함

❖ 또는 안전법령에 SAR 13.6절을 제출하도록 하고, 이를 KINAC에서 방호방재법령에 따라 심사하도록 규정하는 방안 검토

❖ CP 및 OL 심사단계에서 질·의응답을 통하여 제출된 해당 절 내용을 검·토확인하여 심사보고서 작성·제출

❖ CP/OL 인허가 심의 시 물리적방호 및 사이버보안 관련 심사보고서를 안전분야 심사 보고서와 함께 종합·검토하여 인허가 심의·결정

82

- ❖ 혁신형 SMR 심사관련 안전기준·요건 적용 격차 해소를 위한 법령·기술기준 체계(보안 규제체계 포함) 개선 필요
 - 안전성 평가 및 검증을 위한 규제기반(심사지침, 규제지침 등) 마련
- ❖ 안전중요도, 리스크·성능기반 및 기술포용의 유연한 규제체계 마련
 - Graded Approach, RIPBR, TI-RIPBR, Non-LWR 기술 등
- ❖ SMR 안전규제방향에 대한 세부 이행계획 마련 및 실행 필요
- ❖ 규제기관과 개발자 간의 소통 강화, 설계개념·내용 및 규제요건·입장 등에 대한 상호 이해 제고
 - 기술개발의 불확실성 최소화 및 효과적·효율적 심사 수행

감사합니다.

Question & Answer

