

KNS(P)-003-2024 추계학술발표회 워크숍 발표자료집

리스크정보활용·성과기반(RIPB) 접근법의 적용 기반 및 과제

Application basis and challenges of the Risk-Informed
Performance-Based (RIPB) approach

- 일시 : 2024. 10. 23 (수) 14:00~18:00
- 장소 : 창원컨벤션센터, 3층 302호

주최: 한국원자력학회 원자력안전연구부회

리스크정보활용·성과기반(RIPB) 접근법의 적용 기반 및 과제

Application basis and challenges of the Risk-Informed
Performance-Based (RIPB) approach

WORKSHOP 진행 순서

진행: 허균영 (원자력리스크연구회 회장)

일정	내용
14:00~14:05	개회사, 허병길 (KINS 혁신전략센터장) Opening, B. G. HUH (KINS, Innovation Strategy Center)
14:05~14:30	RIPB 접근법의 도입 배경 및 당면 과제, 김길유 (PSA Consultant) Background and challenges of the RIPB approach, K. Y. KIM (PSA Consultant)
14:30~14:55	RIPB 접근법에 대한 이해관계자 인식도 조사, 류용호 (원자력안전및방재 연구소) Survey of stakeholder perceptions of the RIPB approach, Y. H. RYU (INSP)
14:55~15:20	원전사업자의 RIPB 접근법 적용 추진 현황 및 계획, 김자경 (KHNP) Current status and plans for the application of the RIPB approach by NPP operator, J. K. KIM (KHNP)
15:20~15:40	휴식
15:40~18:00	RIPB 규제 도입 로드맵 구성에 관한 논의: Discussion on the development of a roadmap for the introduction of RIPB regulations: ○ 주제 발표: RIPB 규제 로드맵 초안, 정구영 (KINS) Topic Presentation: Draft roadmap for RIPB regulations, K. Y. CHEONG (KINS) - 발제 1: 국내 RIPB 방식 도입 KNS 로드맵, 양준언 (KAERI) Presentation 1: KNS Roadmap for introduction of domestic RIPB approach, J. E. YANG (KAERI) - 발제 2: 한수원 RIPB 체계 구축 로드맵(안), 이재중 (KHNP) Presentation 2: KHNP Roadmap for establishing the RIPB framework (draft), J. J. LEE (KHNP) - 발제 3: RIPB 접근법 도입을 위한 선결과제 및 우선 추진과제, 김인석 (PSA Consultant) Presentation 3: Prerequisites and priority tasks for introducing the RIPB approach, I. S. KIM (PSA Consultant) * 사회자 진행으로 주제 발표 후 패널 토론 및 참석자 의견 수렴 실시

목 차

2024 한국원자력학회 추계학술발표회 WORKSHOP
리스크정보활용 · 성과기반(RIPB) 접근법의 적용 기반 및 과제

1. RIPB 접근법의 도입 배경 및 당면 과제 1
| 김길유 (PSA Consultant)
2. RIPB 접근법에 대한 이해관계자 인식도 조사 13
| 류용호 (원자력안전및방재연구소)
3. 원전사업자의 RIPB 접근법 적용 추진 현황 및 계획 29
| 김자경 (KHNP)

주 제 발 표

- RIPB 규제 로드맵 초안 47
| 정구영 (KINS)

발 제

1. 국내 RIPB 방식 도입 KNS 로드맵 57
| 양준언 (KAERI)
2. 한수원 RIPB 체계 구축 로드맵(안) 71
| 이재중 (KHNP)
3. RIPB 접근법 도입을 위한 선결과제 및 우선 추진과제 79
| 김인석 (PSA Consultant)

RIPB 접근법의 도입 배경 및 당면 과제
김길유 (PSA Consultant)

Background and challenges of the RIPB approach,
K. Y. KIM (PSA Consultant)

RIPB 접근법의 도입 배경 및 당면 과제

2024. 10. 23.

김길유

PSA 컨설턴트

Best Engineering in Energy Solutions

목차

01

RIPB 접근법의 도입배경

- 용어 설명
- RIPB 국내 시범적용 및 중단
- 일본의 RIPB 시행
- SMR 등장
- 한수원의 적극적 요청
- 원안위 '24년 주요정책 추진계획

02

당면 과제

- 주역들의 퇴진
- RIPB 교육 및 공감대 필요
- 규제 의사결정 체계 고도화
- 새로운 SMR 인허가 체제 구축
- 가동중 정비
- 지속적, 치밀한 RIPB 로드맵 필요

03

결론

Best Engineering in Energy Solutions



RIPB 접근법의 도입배경



3

용어 설명

- **리스크정보활용 성과기반 (RIPB)**
 - 리스크정보활용 (Risk Informed) + 성과기반 (Performance Based)
- **가동중 정비 (On-Line Maintenance: OLM)**
 - 재장전기간 (Overhaul)에 정비하는 것을 원전 운전 중에 허용정지시간 (AOT) 내에 정비
 - 예) 비상디젤발전기 (Emergency Diesel Generator: EDG)
- **정비규정 (Maintenance Rule: MR)**
 - 중요 기기에 성능기준 설정 후 유지 노력
 - 정비전 정비로 인한 리스크 증가 평가 및 관리
- **규제감독제도 (Reactor Oversight Process: ROP)**
 - 사업자가 기록하는 7분야의 '성능지표'(Performance Indicator: PI)와 규제자의 '검사지적사항'의 '심각도'에 따라, 원전 차등 접근 규제

4

RIPB 국내 시범적용 및 중단

- 2002.12. 리스크정보를 활용한 안전검사 수행, 정비제도 도입 권고 (제 22차 원자력안전위원회/과학기술부)
- 2007. 정비규정 (Maintenance Rule) 시범 이행
- 2009. RI-ISI (한빛 3,4 등)
- 2010. 가동중정비 (On-Line Maintenance: OLM) 시범 적용 (고리 3호기 필수냉방계통)
- 2011. 후쿠시마 원전 사고 발생으로 비상디젤발전기(EDG) OLM 계획 등 RIPB 업무 중지
- 이후 고리원전 전원상실사고 (Station Black-Out) 은폐사건(2012), 원전 위조 부품 문제(2012), 탈원전 정책(2017 ~ 2022) 여파로 가동 원전에 대한 RIPB 활동 중단

5

일본의 RIPB

- 후쿠시마 사고 이후 원전 재가동을 위한 조치
 - 사회적 수용성
 - 안전성 강화
- G. Apostolakis 교수 → 일본전력중앙연구소 (CRIEPI) 의 Nuclear Risk Research Center(NRRC) Head (2014 ~ 현재) - 기술적 지원
- 보수적, 치밀한 RIPB Road Map에 따른 RIPB 시행 중
 - 2020 ROP (4년의 시행 준비기간)
 - 2025 OLM (OLM Guide 완성 후)

6

SMR 등장

- 다양한 SMR 등장

- 용융염 원자로, 고온가스 원자로 → CDF 개념 없음
- 기존 인허가 방법 부적합 → F-C Curve 활용 인허가
- 10 CFR 53 적용

→ RIPB 적용 필수

- 비상계획구역 (EPZ) 설정

- 수출 경쟁력의 1st 요소
- NuScale VOYGR-12 (924 MWe) EPZ ~ 400m
- 고리 원전 EPZ, ~ 23 Km
- 하나로 연구로 (10 Mwe) EPZ ~ 800m

체코: Rolls Royce SMR 선정

아마존: Dominion Energy, X-Energy SMR

구글: Kairos Power (Molten Salt + TRISO)

7

한수원의 적극적 요청

- 미국의 20년 이상의 RIPB 시행 후의 성과에 자극

- 미국 원전의 노심손상빈도는 1/10 수준으로 낮아졌음.
- 미국 원전의 불시정지횟수 감소 (연간 200여 회 → 약 50회)
- 미국 원전의 이용률 향상 (70% → 90%)
- 계획예방정비 기간 감축 (100일 → 30일)
- 작업자의 피폭량 감소 (800~900 mrem → 100 mrem)

- Cherry-picking 방식 아님

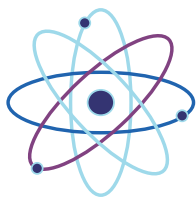
- 자율프로그램인 MR도 법제화 원함
- ROP 시행 시 Penalty 감수

8

원안위 '24년 주요정책 추진계획

- **규제효율성 제고**
 - 고위험 분야는 안전관리를 강화하고, 규제가 과도한 분야는 과학기술적 근거를 바탕으로 합리화
- **데이터기반 규제**
 - 원전 규제경험(약 65년) 과정에서 축적된 각종 법령, 기술기준, 데이터를 통합하여 체계적인 규제활동 지원을 위한 시스템 구축
- **위험도정보활용 규제**
 - 성능이 취약한 설비 등에 관한 위험도 정보를 규제에 효율적으로 활용하는 방안 도입을 위한 로드맵 마련

9



당면 과제



10



주역들의 퇴진

- 과거 주역들의 퇴진
 - 후쿠시마 사고이후 13년의 공백기간
 - 당시 실장, 부장, 본부장들은 일선에서 물러남
 - 현재의 보직자는 RIPB에 익숙하지 않음
 - 어렵다고 느낌
 - 추진력 약함
 - RIPB 도입 의지 약화
- 새로운 과제 수행 중
- KINS, 한수원

11

RIPB 교육 및 공감대 필요

- KINS 및 한수원 RIPB 교육
 - 기초반,
 - 중급 실무반,
 - 경영층(manager)반
- RIPB Tool 및 방법론 재정비
 - 예) RIMS/ORION
 - 산학연 Task Force Team 가동
 - 필요시 산학연 과제 수행
- RIPB 공감대 확대 노력
 - 원자력 기관 내부 및 외부 이해관계자와 소통 강화

12

■ 규제 의사결정 체계 고도화

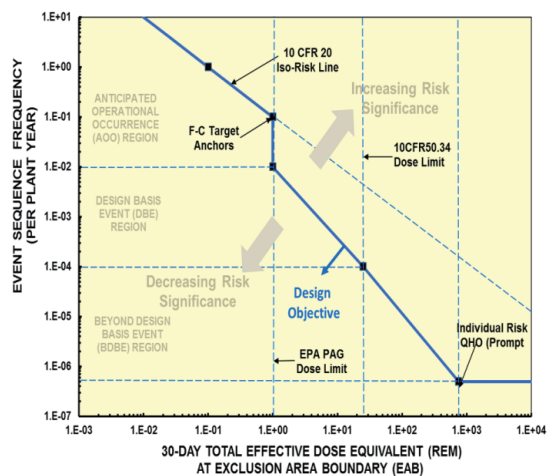
- 차등 접근 규제 적용 검토
 - 사건의 심각도에 따라 최종 의사결정자, 처리기간, Penalty 부과 명시
예) Green 등급 원전은 Incentive
- 긴급현안 처리 방법 (미국 LIC 504) 수립 논의
 - 기존 규제 틀에 없는 긴급현안이 발생했을 때, 언제 원전을 정지할 지, 투명/ 합리적 결정 지향
 - 5대 원칙 준수
 - ✓ 기존 규제 준수
 - ✓ Defense-In-Depth(DID)
 - ✓ Safety Margin 유지
 - ✓ 허용 수준 Risk
 - ✓ 성능변화 확인

13



■ 새로운 SMR 인허가 체제 구축

- 용융염 원자로, 고온가스 원자로, i-SMR 용 인허가 체제 구축 필요
 - Ti-RIPB 방법이 (거의) 유일
 - F-C Target, 10 CFR 53
 - Ti-RIPB 방법 친숙화
- ❖ Ti-RIPB: Technology Inclusive Risk Informed Performance Based



14



■ 가동중 정비 (OLM)

- **의도적 LCO 진입 금지**
 - 운영기술지침서의 기술배경서
 - (기술적으로) 변경 가능
 - 상시검사 제도 시행 (올해 새울 2호기 부터..)
- **MR a)4) “.. 정비전 리스크 변화 평가 및 관리..” 로 가능 (미국 방법)**
- **필요시 OLM Guide 활용 (일본 방식)**

15



■ 지속적, 치밀한 RIPB 로드맵 필요

- **일본은 초기에 ROP (신 검사제도)를 시행**
 - 원전에 대한 부정적 인식을 극복하고 재가동을 목표로 치밀한 로드맵
 - 2016년 **IAEA 통합규제검토서비스 (Integrated Regulatory Review Service: IRRS)**의 권고사항, 2020년 시행
 - 보수적 자세 극복
 - 본인 업무 이외 추가적인 업무는 꺼림
 - 기술적 어려움은 CRIEPI의 NRRC (Apostolakis 센터장) 지원
- **국내 원전 차등 접근 규제 적용 검토**
 - 예) ROP, IAEA 차등 접근 EPZ
 - 2024년 IAEA IRRS 활용

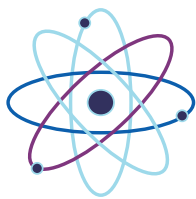
16



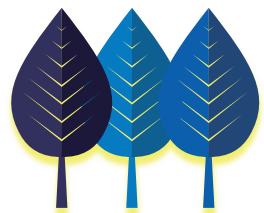
결론

- ROP (MSPI 포함) 시행 및 관련 규제체계 재정립
- MR 법제화 (리스크 모니터링 포함), RI-AOT 시행, OLM 시행
- 지속적 인력양성 (교육 및 과제)
- RIPB 방법의 SMR 등 신형원전 인허가 체계 구축
- 도입 이행 로드맵 작성

17



감사합니다



18



RIPB 접근법에 대한 이해관계자 인식도 조사
류용호 (원자력안전및방재연구소)

Survey of stakeholder perceptions of the RIPB approach
Y. H. RYU (INSP)

KNS 2024 추계학술발표회 WORKSHOP G
리스크정보활용·성과기반(RIPB) 접근법의 적용 기반 및 과제

리스크정보활용 성과기반(RIPB) 접근법에 대한
이해관계자 인식도 조사
Survey of stakeholder perceptions of the Risk-
Informed Performance-Based (RIPB) approach

2024. 10. 23.

류용호

ryhkant@gmail.com

원자력안전및방재연구소

목차

1. 설문조사 개요
2. 응답자에 대한 기본 분석
3. 각 문항별 설문조사 결과
4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석
5. 설문조사 결과 종합

1. 설문조사 개요

- 취지
 - 리스크정보활용 성능기반(RIPB) 관련 업무의 성공적인 도입을 위한 원자력 종사자 및 이해관계자들의 공감대를 확보
 - 실질적인 공감대 확보를 위해 확률론적안전성분석(PSA) 전문가 뿐만 아니라 현장 실무자들의 의견을 수렴
- 설계
 - 조사기간 : 2024. 6. 10. ~ 7. 9.
 - 조사대상 : 원자력 종사자 및 이해관계자
 - 조사내용 : 국내 리스크정보활용 성과기반 규제 인식 수준
 - 참여방법 : 1. 온라인: 구글 링크 또는 QR 코드 접속 작성
2. 오프라인: 배포 설문지 작성 제출 (현장)
 - 설문지 배포 : KINS 내부 공지, 원자력안전규제정보회의('24. 6. 11.~12.), ROSRO 면허보수교육('24. 6. 15., 7. 9.), 영광민간감시기구 안전교육 ('24. 6. 25.), 서울대 원자력정책센터 세미나('24. 6. 26.)

3

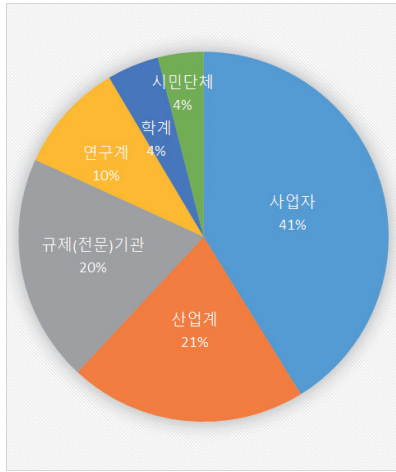
1. 설문조사 개요

구분	설문 내용
응답자 속성	소속 기관/조직
	확률론적안전성평가(PSA) 전공/전문과정 이수 여부
	리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험 여부
리스크정보활용 성과기반 업무 및 규제 이행 관련	국내 이행 필요성에 대한 의견
	응답자가 아는 이행 중 또는 이행 예정 프로그램
	원전 안전성, 규제 효율성, 운전 편의성에 미치는 영향
	순조롭게 진행되고 있는지에 대한 의견
	순조롭게 진행되지 않은 경우 해결에 필요한 조치
	이행되는 것이 가장 바람직한 업무
규제(전문)기관 및 사업자 소속 응답자 해당	규제정책, 기술 및 인력, 본인 소속 기관/조직 내의 합의 수준 평가
	본인의 중요성 인식 여부
	본인 소속 기관/조직 경영층의 중요성 인식 여부

4

2. 응답자에 대한 기본 분석

■ 응답자 소속



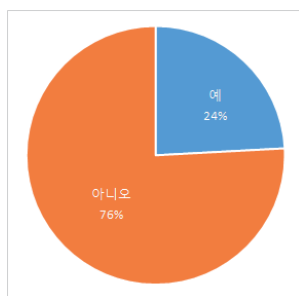
설문 응답자 352명 중	
■ 사업자	145명(41%)
■ 산업계	73명(21%)
■ 규제(전문)기관	70명(20%)
■ 연구계	34명(10%)
■ 학계	16명(4%)
■ 시민단체	14명(4%)

- 설문 응답 건수 총 352건 표본에서 95%의 신뢰수준으로 표준오차는 $\pm 5.2\%$ 로 추정

5

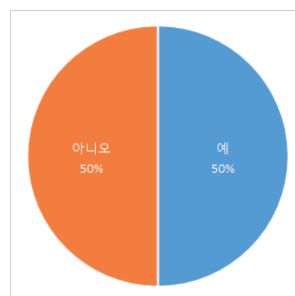
2. 응답자에 대한 기본 분석

■ PSA 전공/전문과정 이수 여부



설문 응답자 352명 중	
■ 예	85명(24%)
■ 아니오	267명(76%)

■ 리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험 여부



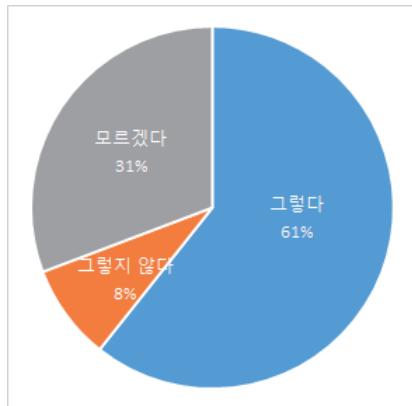
설문 응답자 352명 중	
■ 예	176명(50%)
■ 아니오	176명(50%)

- PSA 관련 지식 및 리스크 평가 업무 경험 여부에 따른 리스크정보활용 성과 기반(RIPB) 방식에 대한 인식도 차이 분석에 사용

6

3. 각 문항별 설문조사 결과

▪ 도입 필요성



설문 응답자 351명 중	
■ 그렇다	213명(61%)
■ 그렇지 않다	30명(8%)
■ 모르겠다	108명(31%)

- 국내 리스크정보활용 성과기반(RIPB) 방식 도입과 관련하여, 필요하다는 의견이 필요하지 않다는 의견보다 전체적으로 훨씬 우세
- 하지만, 도입 필요성을 '모르겠다'는 의견이 31%에 달해 관련 기술에 대한 홍보와 함께 교육 훈련 필요성이 부각됨

7

3. 각 문항별 설문조사 결과

▪ 도입 필요성에 관한 응답자 유형별 응답 건수

	응답자	그렇다	그렇지 않다	모르겠다
전체	351명	213명(61%)	30명(8%)	108명(31%)
사업자	144명	65명(45%)	20명(14%)	59명(41%)
규제(전문)기관	70명	41명(59%)	6명(8%)	23명(33%)
산업계	73명	55명(75%)	3명(4%)	15명(21%)
연구계	34명	27명(79%)	1명(3%)	6명(18%)
학계	16명	15명(94%)	0명(0%)	1명(6%)
시민단체	14명	10명(71%)	0명(0%)	4명(29%)

- 도입 필요성에 대한 인식은 소속기관 간에 차이가 있으며, 규제(전문)기관, 사업자보다 학계, 연구계, 산업계에서 더 높게 나타남
- '모르겠다' 비율이 규제(전문)기관 및 사업자에서 학계, 연구계, 산업계보다 더 높게 나타남

8

3. 각 문항별 설문조사 결과

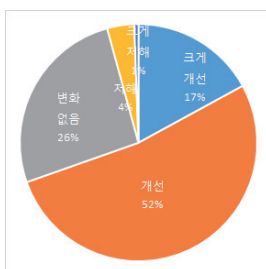
- 도입이 필요한 이유 (총 124개 응답)
 - '규제 효율성 및 효과성 제고' - 42개
 - '규제 합리화' - 22개,
 - '리스크평가기술의 적용 확대' - 15개
 - '원전 안전성 향상' - 14개
 - '국제적 선진 규제체계 확립' - 12개
 - '원전 경제성 향상' - 9개
 - '신형로 기술기준 개발' - 8개
- 도입이 필요하지 않은 이유 (총 16개 응답)
 - '적용 기반 미조성' - 9개
 - '국내 환경에 부적합' - 5개
 - '기존 규제체계로도 충분' - 2개

9

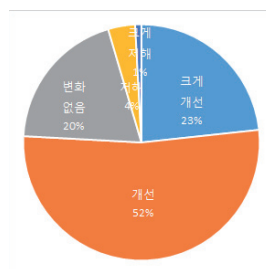
3. 각 문항별 설문조사 결과

- RIPB 업무 및 규제 이행의 기대 효과

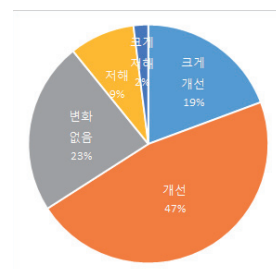
원전 안전성



규제 효율성



운전 편이성



설문 응답자 352명 중	
■ 크게 개선	60명(17%)
■ 개선	185명(52%)
■ 변화없음	92명(26%)
■ 저해	13명(4%)
■ 크게 저해	2명(1%)

설문 응답자 352명 중	
■ 크게 개선	82명(23%)
■ 개선	185명(52%)
■ 변화없음	69명(20%)
■ 저해	13명(4%)
■ 크게 저해	3명(1%)

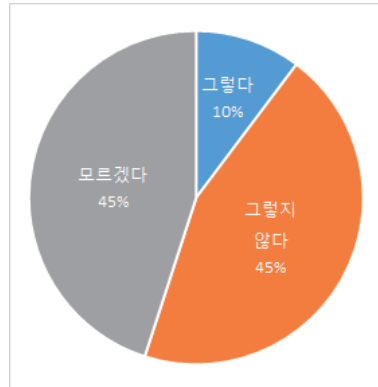
설문 응답자 352명 중	
■ 크게 개선	68명(19%)
■ 개선	164명(47%)
■ 변화없음	82명(23%)
■ 저해	31명(9%)
■ 크게 저해	7명(2%)

- 원전 안전성, 규제 효율성, 운전 편이성 모두 '개선' 또는 '크게 개선' 응답 비율이 '저해' 또는 '크게 저해' 응답 비율에 비해 훨씬 높음
- 원전 안전성, 규제 효율성, 운전 편이성 모두 '변화 없음' 응답 비율이 상당 부분 차지

10

3. 각 문항별 설문조사 결과

- RIPB 업무 및 규제 도입의 순조로운 진행 여부



설문 응답자 351명 중	
■ 그렇다	36명(10%)
■ 그렇지 않다	157명(45%)
■ 모르겠다	158명(45%)

- 순조로운 진행 여부에 대해 '그렇지 않다' 응답 비율이 과반 가까이 되며, '그렇다' 응답 비율에 비해 훨씬 높음
- '모르겠다' 응답 비율이 '그렇지 않다' 응답 비율과 같게 나타남

11

3. 각 문항별 설문조사 결과

- 순조로운 이행 여부에 관한 응답자 유형별 응답 건수

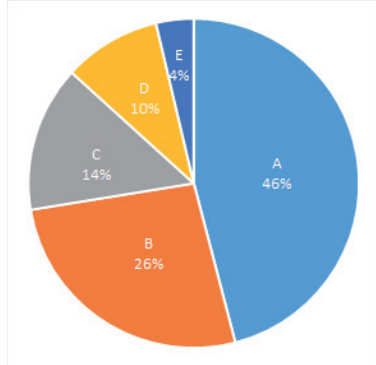
	응답자	그렇다	그렇지 않다	모르겠다
전체	351명	36명(10%)	157명(45%)	158명(45%)
사업자	144명	20명(14%)	46명(32%)	78명(54%)
규제(전문)기관	70명	3명(4%)	43명(62%)	24명(34%)
산업계	73명	7명(10%)	31명(42%)	35명(48%)
연구계	34명	3명(9%)	21명(62%)	10명(29%)
학계	16명	0명(0%)	11명(69%)	5명(31%)
시민단체	14명	3명(21%)	5명(36%)	6명(43%)

- 전체 조사대상 기관의 응답에서 모두 '그렇지 않다' 응답 비율이 '그렇다' 응답 비율보다 훨씬 높게 나타남
- 학계, 규제(전문)기관, 연구계 순으로 '그렇지 않다' 응답 비율이 크게 나타남
- 사업자, 산업계, 규제(전문)기관 공히 '모르겠다' 응답 비율이 상당히 높게 나타남

12

3. 각 문항별 설문조사 결과

- 순조로운 진행을 위해 필요한 조치



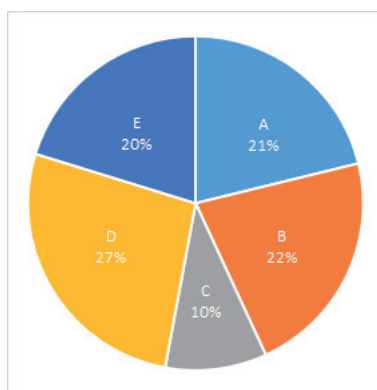
설문 응답자 352명 중	
A. 규제기관의 확고한 정책 수립 및 리더십 발휘	125명(46%)
B. 원자력 관련 기관들의 내부 및 상호 합의 확보	72명(26%)
C. 관련 기술개발 및 인력 확보	39명(14%)
D. 원전 사업자의 중장기적 계획 수립 추진	26명(10%)
E. 기타	10명(4%)

- 기타 의견으로 국내 원자력안전법규 정비, 국민 이해도 증진, 규제효율화에 대한 사회적 수요 증가 대응, 리스크 비교 선택에 대한 이해와 합의, 민간 참여 확대, 부분적으로 적용가능한 부분부터 시범적으로 수행 등이 있음

13

3. 각 문항별 설문조사 결과

- 국내 이행이 바람직한 RIPBR 업무



설문 응답자 352명 중	
A. 기존 인허가 기준 변경업무 확대	134명(21.2%)
B. 정비규정 및 가동중정비 (OLM) 방안 시행	139명(22.0%)
C. 안전기기 등급 분류 및 ECCS 기술기준 변경 등	62명(9.79%)
D. 원전별 안전성능 수준에 근거한 규제감독 시행	170명(26.9%)
E. 리스크정보를 활용한 신규 원전 설계 및 인허가 업무 최적화	128명(20.2%)

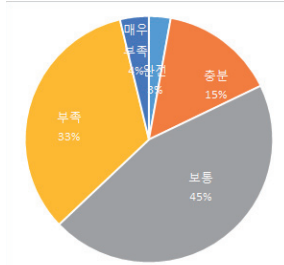
- 원전별 안전성능 수준에 근거한 규제감독절차의 시행에 대한 응답 비율이 높은 가운데, 정비규정 및 가동중정비 (OLM) 방안 시행, 기존 인허가 기준 변경업무 확대, 리스크정보를 활용한 신규 원전 설계 및 인허가 업무 최적화에 대해 응답비율이 20% 수준에서 비슷하게 나타남.

14

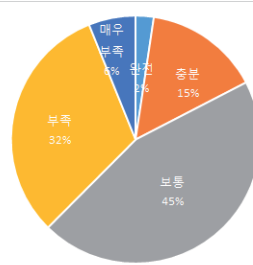
3. 각 문항별 설문조사 결과

■ 규제(전문)기관/사업자 소속 응답자 의견

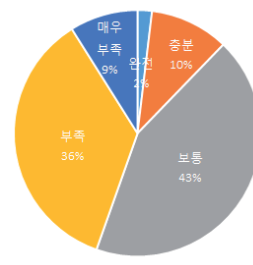
RIPB 규제정책



RIPB 기술과 인력



RIPB 합의 수준



설문 응답자 213명 중	
■ 완전	6명(3%)
■ 충분	32명(15%)
■ 보통	96명(45%)
■ 부족	71명(33%)
■ 매우 부족	8명(4%)

설문 응답자 213명 중	
■ 완전	5명(2%)
■ 충분	32명(15%)
■ 보통	96명(45%)
■ 부족	67명(31%)
■ 매우 부족	13명(6%)

설문 응답자 213명 중	
■ 완전	4명(2%)
■ 충분	22명(10%)
■ 보통	92명(43%)
■ 부족	76명(36%)
■ 매우 부족	19명(9%)

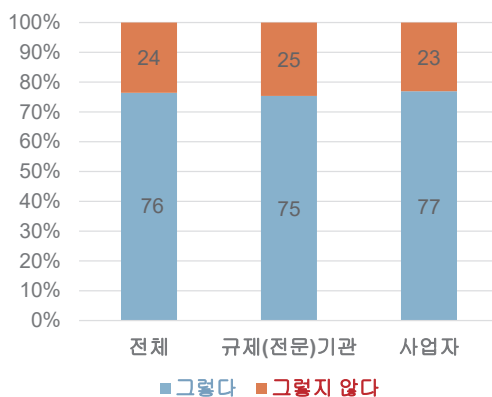
- 규제정책, 기술과 인력, 합의수준 모두 부족 또는 매우 부족 응답 비율이 완전 또는 충분 응답 비율보다 많이 높음
- 규제정책, 기술과 인력, 합의수준 모두 보통이라는 의견이 많음

15

3. 각 문항별 설문조사 결과

■ 규제(전문)기관/사업자 소속 응답자 의견

본인은 RIPBR 업무 및 규제 이행을 중요하다고 생각하는가?



구분	응답자	그렇다	그렇지 않다
전체	212명	162명 (76%)	50명 (24%)
규제(전문)기관	69명	52명 (75%)	17명 (25%)
사업자	143명	110명 (77%)	33명 (23%)

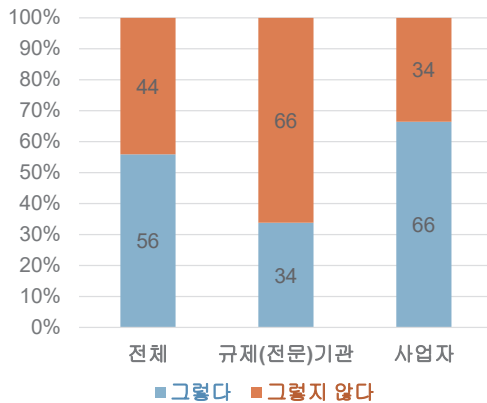
- RIPB 업무 및 규제 이행의 중요성에 대한 본인 인식에서 '그렇다' 응답 비율이 '그렇지 않다' 응답 비율보다 3배 정도 높음
- 규제(전문)기관과 사업자 소속 응답자의 '그렇다' 및 '그렇지 않다' 응답 비율이 거의 같음

16

3. 각 문항별 설문조사 결과

■ 규제(전문)기관/사업자 소속 응답자 의견

본인 소속 기관/조직의 경영층이 RIPB 업무나 규제 이행을 중요하게 생각하고 있다고 보는가?



구분	응답자	그렇다	그렇지 않다
전체	211명	118명 (56%)	93명 (44%)
규제(전문)기관	68명	23명 (34%)	45명 (66%)
사업자	143명	95명 (66%)	48명 (34%)

- 응답자가 생각하는 경영층의 중요성에서 전체적으로는 '그렇다' 응답 비율이 '그렇지 않다' 응답 비율보다 더 높음
- 규제(전문)기관의 '그렇다'와 '그렇지 않다'의 응답 비율이 사업자 응답 비율과는 반대로 나타남

17

3. 각 문항별 설문조사 결과

■ 규제(전문)기관/사업자 소속 응답자 의견

- RIPB 업무 및 규제가 중요하다고 생각하는 이유 (총 92개 응답)

- '규제 효율성 제고에 기여' - 27개
- '규제 합리화에 기여' - 25개
- '원전 안전성 증진에 기여' - 26개
- '원전 경제적 운영에 기여' - 4개
- '신형로 개발에 대비' - 3개
- '국제 동향에 발맞춤' - 7개

- RIPB 업무 및 규제가 중요하지 않다고 생각하는 이유 (총 16개 응답)

- '적용 기술이 성숙되지 않음' - 9개
- '제도적 기반 미흡으로 실현 가능성이 낮음' - 5개
- '적용 효과 기대치가 낮음' - 2개

18

4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석

- PSA 전공 또는 전문과정 이수 여부와 도입 필요성 상관관계

응답자 전체

구분		도입 필요성 여부			
		응답자	그렇다	그렇지 않다	모르겠다
응답자 전체: 총 351명	이수자	85명	70명(82%)	6명(7%)	9명(11%)
	미이수자	266명	143명(54%)	24명(9%)	99명(37%)

규제(전문)기관 + 사업자

구분	PSA 전공/전문과정 이수 여부	도입 이행 필요성 여부		
		그렇다	그렇지 않다	모르겠다
규제(전문)기관: 총 70명	이수자: 23명	16명(69%)	3명(13%)	4명(17%)
	미이수자: 47명	25명(53%)	3명(6%)	19명(40%)
사업자: 총 144명	이수자: 18명	14명(78%)	2명(11%)	2명(11%)
	미이수자: 126명	51명(41%)	18명(14%)	57명(45%)

- 이수자, 비이수자 모두에서 도입 필요성에 대해 '그렇다'는 응답 비율이 '그렇지 않다'는 응답 비율보다 훨씬 높음
- 이수자에서 '그렇다' 응답 비율이 미이수자에 비해 많이 높으며, 특히 미이수자에서 '모르겠다'는 응답 비율이 상당히 높음

19

4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석

- 리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험 여부와 도입 필요성 상관관계

응답자 전체

구분		리스크정보활용 성과기반 업무 및 규제 방식을 지금 국내에 도입·이행하는 것이 필요하다고 보십니까?			
		응답자	그렇다	그렇지 않다	모르겠다
응답자 전체: 351명	경험자	175명	139명(79%)	20명(12%)	16명(9%)
	미경험자	176명	74명(42%)	10명(6%)	92명(52%)

규제(전문)기관 + 사업자

구분	리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험 여부	도입 필요성 여부		
		그렇다	그렇지 않다	모르겠다
규제(전문)기관: 총 70명	경험자: 34명	24명(69%)	4명(13%)	6명(17%)
	미경험자: 36명	17명(53%)	2명(6%)	17명(40%)
사업자: 총 144명	경험자: 61명	43명(78%)	13명(11%)	5명(11%)
	미경험자: 83명	22명(41%)	7명(14%)	54명(45%)

- 경험자, 미경험자 모두에서 도입 필요성에 대해 '그렇다'는 응답 비율이 '그렇지 않다'는 응답 비율보다 훨씬 높음
- 경험자에서 '그렇다' 응답 비율이 미경험자에 비해 많이 높으며, 미경험자에서 '모르겠다'는 응답 비율이 '그렇다' 응답 비율보다도 많이 높음

20

4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석

- PSA 전공 또는 전공과정 이수 여부와 순조로운 진행 여부 의견과의 상관관계
응답자 전체

구분		국내에서 리스크정보활용 성과기반 업무 및 규제 도입이 순조롭게 진행되고 있다고 보십니까?			
		응답자	그렇다	그렇지 않다	모르겠다
응답자 전체: 351명	이수자	85명	6명(7%)	63명(74%)	16명(19%)
	미이수자	266명	30명(11%)	94명(35%)	142명(53%)

규제(전문)기관 및 사업자 소속 응답자

구분	PSA 전공/전문과정 이수 여부	순조로운 진행 여부		
		그렇다	그렇지 않다	모르겠다
규제(전문)기관: 총 70명	이수자: 23명	0명(0%)	18명(78%)	5명(22%)
	미이수자: 47명	3명(6%)	25명(53%)	19명(41%)
사업자: 총 144명	이수자: 18명	3명(17%)	12명(66%)	3명(17%)
	미이수자: 126명	17명(13%)	34명(27%)	75명(60%)

- 이수자, 미이수자 모두에서 도입이 순조롭게 진행되지 않고 있다는 응답 비율이 높음
- 이수자에서 '그렇지 않다' 응답 비율이 미이수자에 비해 많이 높으며, 미이수자에서 '모르겠다'는 응답 비율이 '그렇다' 또는 '그렇지 않다' 응답 비율보다도 많이 높음

21

4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석

- 리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험 여부와 순조로운 진행 여부 의견과의 상관관계
응답자 전체

구분		국내에서 리스크정보활용 성과기반 업무 및 규제 도입이 순조롭게 진행되고 있다고 보십니까?			
		응답자	그렇다	그렇지 않다	모르겠다
응답자 전체: 351명	경험자	176명	20명(11%)	110명(63%)	46명(26%)
	미경험자	175명	16명(9%)	47명(27%)	112명(64%)

규제(전문)기관 및 사업자 소속 응답자

구분	리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험 여부	순조로운 진행 여부		
		그렇다	그렇지 않다	모르겠다
규제(전문)기관: 총 70명	경험자: 34명	1명(3%)	25명(74%)	8명(23%)
	미경험자: 36명	2명(6%)	18명(50%)	16명(44%)
사업자: 총 144명	경험자: 61명	11명(18%)	33명(54%)	17명(28%)
	미경험자: 83명	9명(11%)	13명(16%)	61명(73%)

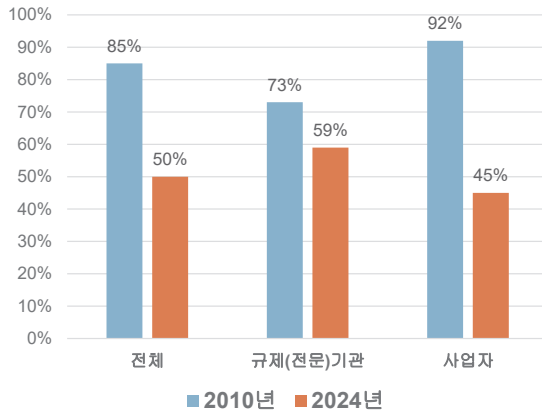
- 경험자, 미경험자 모두에서 도입이 순조롭게 진행되지 않고 있다는 응답 비율이 높음
- 경험자에서 '그렇지 않다' 응답 비율이 미경험자에 비해 많이 높으며, 미경험자에서 '모르겠다'는 응답 비율이 '그렇다' 응답 비율보다도 많이 높음

22

4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석

- 2010년도 설문조사 결과와의 비교 (규제전문기관/사업자 소속 종사자)

• 도입 필요성에 대한 긍정 응답 비율



구분	2010년	2024년
전체 (규제전문기관 + 사업자)	85%	50%
규제(전문)기관	73%	59%
사업자	92%	45%

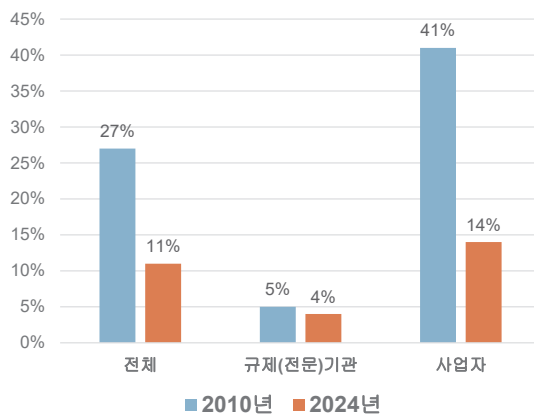
- 도입 필요성 여부에 관한 설문에서 '그렇다' 응답 비율이 모두 2010년도에 비해 2024년도에 크게 하락

23

4. 설문조사 결과에 대한 상관관계 분석

- 2010년도 설문조사 결과와의 비교 (규제전문기관/사업자 소속 종사자)

• 순조로운 진행에 대한 긍정 응답 비율



	2010년	2024년
전체 (규제전문기관 + 사업자)	27%	11%
규제(전문)기관	6%	4%
사업자	41%	14%

- 순조로운 이행 여부에 관한 설문에서 '그렇다' 응답 비율이 모두 2010년도에 비해 2024년도에 크게 하락

24

5. 설문조사 결과 종합

■ 조사결과 요약 (1/2)

- 국내 리스크정보활용 성과기반(RIPB) 방식 도입과 관련하여, ‘필요하다’는 응답이 ‘필요하지 않다’는 응답 비율보다 전체적으로 훨씬 높으며, ‘모르겠다’는 응답 비율이 30%에 달함.
- 도입 필요성 이유로는 규제 효율성 및 효과성 제고, 규제 합리화, 리스크 평가 기술의 적용 확대, 원전 안전성 향상, 원전 경제성 향상, 신형로 기술기준 개발, 국제적 선진 규제체계 확립 등이 언급되었으며, 규제 효율성 및 효과성 제고와 규제 합리화가 과반 이상을 점함.
- 국내 리스크정보활용 성과기반(RIPB) 방식 도입이 순조롭지 않다고 생각하는 응답자 비율이 ‘그렇다’는 응답 비율 보다 높았으며, ‘모르겠다’의 비율이 45%에 달함.
- 순조로운 도입을 위한 가장 필요한 조치로는 규제기관의 확고한 정책 수립 및 리더십 발휘가 거의 과반을 점하였으며, 이어 원자력관련기관들의 내부 및 상호 합의(Consensus) 확보, 관련 기술개발 및 인력 확보, 원전사업자의 중장기적 계획 수립 추진 순으로 나타남.

25

5. 설문조사 결과 종합

■ 조사결과 요약 (2/2)

- 국내의 규제정책, 기술 및 인력, 그리고 본인 소속 기관/조직 내의 합의 수준에 대한 규제(전문)기관 및 사업자 소속 종사자 응답에서 보통이라는 의견이 과반에 접근하였으며, 부족 또는 매우 부족하다는 응답 비율이 완전 또는 충분하다는 응답 비율에 비해 상대적으로 높음.
- 리스크정보활용 성과기반(RIPB) 업무나 규제의 중요성 인식에 대한 규제(전문)기관 및 사업자 소속 종사자 응답에서 실무자들은 스스로 경영층에 비해 상대적으로 중요성을 더 인식하고 있다고 생각하는 것으로 나타남.
- PSA 전공 또는 전공과정 이수자, 미이수자 모두 리스크정보활용 성과기반(RIPB) 방식 도입 필요성에 대해 ‘그렇다’ 응답 비율이 높으며, 이수자는 미이수자에 비해 도입이 순조롭게 진행되지 않고 있는 것으로 인식함.
- 리스크 평가 또는 정보활용 업무 경험자, 미경험자 모두 도입 필요성에 대해 ‘그렇다’ 응답 비율이 높으며, 경험자는 미경험자에 비해 도입이 순조롭게 진행되지 않고 있는 것으로 인식함.
- 2010년도 규제(전문)기관 및 사업자 소속 종사자 대상 설문조사 결과와의 비교에서 리스크정보활용 성과기반(RIPB) 방식 도입 필요성이나 이행에 대한 긍정 응답 비율이 14년 전보다 많이 하락한 것으로 나타남.

26

5. 설문조사 결과 종합

- 순조로운 도입에 필요한 조치
- 규제기관의 RIPB 정책의 공식 표명
 - RIPB 규제 도입 및 이행 로드맵 제시
- RIPB 방식 도입에 관한 합의 확보
 - 소통 강화로 기관 내부 및 이해관계자 공감대 형성
- RIPB 교육훈련 확충
 - 규제(전문)기관, 원전사업자, 이해관계자 요원 대상
- RIPB 기술 기준 및 지침 개발
 - 기존 원자로 운영 및 신형 원자로(SMR 포함) 설계 관련
- RIPB 방식 적용을 위한 기술기반 확립
 - 조직 및 인력, 평가 기술, 정보 시스템

27

감사합니다.

Q/A

28

원전사업자의 RIPB 접근법 적용 추진 현황 및 계획
김자경 (KHNP)

Current status and plans for the application of the RIPB
approach by NPP operator
J. K. KIM (KHNP)

2024 한국원자력학회 추계학술발표회

원전사업자의 RIPB 접근법 적용 추진 현황 및 계획

2024.10.23.(수)



원전사업자의 RIPB 접근법 적용 추진 현황 및 계획



목 차

I. 개 요

II. 국내외 운영 현황

III. 사업자 추진 현황 및 계획

IV. 결론(제언)

I. 개 요

1. 배경

- 미국을 비롯한 해외 원전은 리스크정보 활용, 성능기반 규제 및 운영체계 도입, 적용
- 국내도 2000년대 초 적극 도입 시도 → 후쿠시마사고 이후 안전규제 강화로 중단
- 현정부 방침 : 원전 비중 확대, 신한울3,4 재개, 계속운전추진, 원전 수출 활성화 등
- 정기검사체계 개편(OH→상시검사) 시행규칙 개정 공포('24.4) *새울#2 시범적용 중

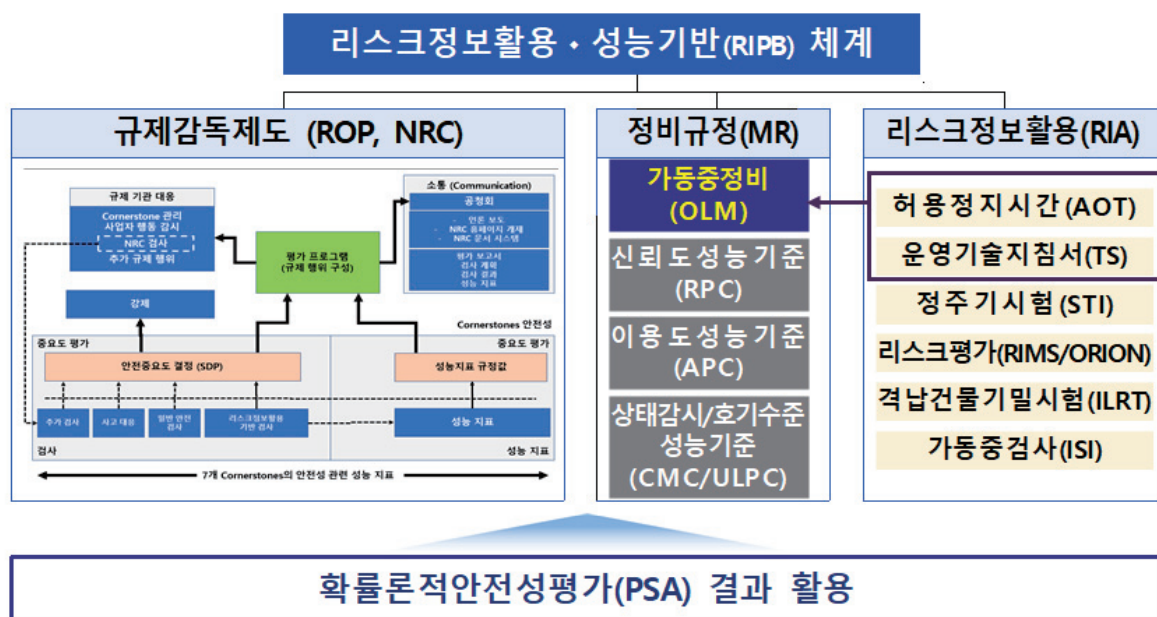
2. 목적 및 논의방향

- (목적) 국정 과제 충실히행을 위해 원전 안전강화 중심 → 안전 · 효율성 동시충족
리스크정보 활용 성능기반 선진규제 방식으로 전환을 위한 한수원 추진 방안 제언
※ 리스크정보활용 성능기반 체계 구축을 위한 사업자 로드맵 수립 및 이행 중('23.4~)
- (논의) 리스크정보활용 체계 도입을 위한 현황 및 당면 현안 분석, 적기 추진 방안에
대한 다양한 의견 수렴, 합리적인 방안 모색

2

I. 개 요

3. 리스크정보활용 · 성능기반 체계



3

I. 개요

4. 도입 필요성

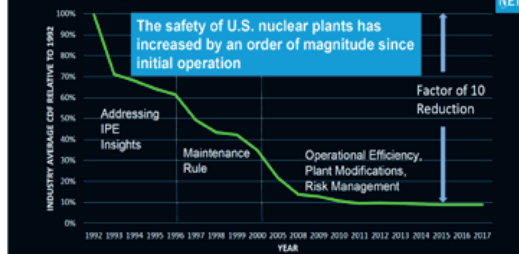
• 원전 안전성 향상

- 사고·고장 건수 발생빈도 현저히 감소
- 원전 평균 CDF 대비 약 90% 감소(CDF 10^{-1})

• 원전 신뢰성 증진

- 안전중요도 높은 사안에 규제자원 집중
- 객관적이고 투명한 척도로 규제조치

Increasing Safety



美, NRC RIPB 도입 이후

‘05년 평가결과 : ①사고·고장 건수 및 인적오류 발생빈도가 현저히 감소

②평균 원전 이용률 90% 상회해 기여

‘19년 평가 결과 : ‘17년 기준, 원전 산업계 평균 CDF 대비 약 90% 감소(CDF 10^{-1})

I. 개요

4. 도입 필요성

① 안전성 향상	이미 20년 이상 확률론적, 성능기반 중심 차등규제 방식을 적용한 미국 원전 운영사례에서 기 입증된 바와 같이 불시정지 횟수(인적 오류 포함), 노심손상빈도 감소에 따른 안전성 대폭 향상
② 신뢰성 증진	안전중요도가 높은 SSCs, 사건(사고)에 인적자원을 집중하여 일괄 규제 대비 성과기반 규제에 의한 발전소 운전 신뢰성증진, 규제자원 효율화 가능
③ 수용성 제고	원전 현안 발생시 결정론적 사후조치 방식이 아닌 리스크 안전중요도평가에 기반한 과학적이고 객관적 규제체계 확립, 현안에 대한 일관성 있는 안전 규제 적용으로 원전 안전성에 대한 국민 수용성 제고
④ 효율성 향상	리스크정보 활용, 성능기반 차등규제 도입시 정비규정, 리스크감시 프로그램을 최적화하여 안전성이 담보된 조건에서 효과적인 가동중 정비 가능

I. 개 요

5. 당면 현안(추진 여건)

분 야	당 면 현 안
규제환경	<p>규제기관의 도입 의지, 정책적 입장 부재</p> <p>→ RIR 필요성은 공감하나, 일부 규제완화 시각 등 규제제도 변화에 대한 책임감, 부담감, 정보 부재 등으로 규제강화에 중점</p> <p>→ 규제기관 최고 지도층의 주도 및 정책적 기반 마련 필요</p> <p>* NRC는 최고 지도층(4대 의장)의 주도로 도입, 정착</p>
기술기준	<p>PSA 기술기준 적용에 대한 이견</p> <p>→ (규제기관) 최신 기술기준을 적용한 전사 PSA 품질 고도화 요구</p> <p>→ (사업자) 기 개발된 PSA 기반 발전소별 차등 품질 적용 필요</p>
제도화	<p>리스크정보활용 규제 이행을 위한 제도 기반 미흡</p> <p>→ 리스크정보활용 성능기반 규제의사결정 관련 규정 필요</p>
국민수용성	<p>원전에 대한 국민 수용성이 높지 않은 상황에서 리스크정보활용 성능기반 안전성 평가 접근에 대한 거부감</p> <p>→ 리스크정보활용 성능기반 규제 필요성 공유 및 소통 문화 활성화</p>

6

II. 국내외 운영 현황

❖ 주요 국가별 도입 이력

년 대	미 국	스페인, 대만, 멕시코	일 본	UAE	한 국
1990	MR 시행: '91				
2000	RIPBR(ROP) 시행: '98 PRA Standard: '02	안전중요도기반 성능평가 (SDP+PI) - 멕시코: '04 - 대만: '06 - 스페인: '07		MR 법제화: '09	RIA 부분적용 STI/ILRT/AOT '99~'12 MR제도화 검토: '09
2010	후쿠시마사고('11) RIDM Initiative: '17		정기검사폐지 新검사제도(ROP) 적용: '20		OLM 시험적용: '10 OLM 규제기술요건 개발: '12
2020 (현재)				OLM 적용: '22	사고위험도기반 규제감측체계 구축 R&D 진행: '20~'22 정기검사 체계개편 시행규칙개정: '23. 9

7

II. 국내외 운영 현황

1. 해외 추진 현황

- (미국) TMI 사고 이후, NRC는 최초로 PSA 결과를 활용한 리스크정보활용규제 도입, 안전중요도 기반 성능중심, 차등규제 정착(시범: '95년/정착: '00년)

'17년 부터 리스크정보활용 의사결정(RIDM)* 규제체계로 전환

* 특히, SMR 심사체계로 표준심사지침(SRP)이 아닌 RIDM 체계 이행 중

※ 가동중정비(OLM)은 전체설비 70%, 안전설비 40% 이상 수행 중

→ 세계에서 가장 높은 안전성(CDF 1/10 ↓)과 운전성능(이용률 90% ↑) 확보

- (일본) 후쿠시마사고 이후 규제기관(NRA)이 IAEA 권고사항('16년) 반영

○ 기존 정기검사 폐지, 미국의 RIPBR를 도입, 新 검사제도 시행('20년)

- (기타) 멕시코, 대만, 스페인 등도 미국 ROP 제도를 도입, 시행 중

국 가	프랑스('12년)	스페인('07년)	대만('06년)	멕시코('04년)
규제체계	안전중요도평가 (SDP)	안전중요도기반 성능평가 (SDP+PI)		

8

II. 국내외 운영 현황

❖ 국내-일본 정기검사제도 개편내용 비교

- 국내는 규제기관에 의한 정기검사를 실시, 일본은 사업자가 자체 정기검사 실시/규제기관에게 보고, 규제기관은 사업자의 안전 활동 상시 체크(검사)

국 내 (개편 후)		일 본	차 이 점
■ 원안법 시행규칙 제19조 (정기검사)		■ 원자로등 규제법 제43조의3의16 (정기사업자검사) ■ 원자로등 규제법 제43조의3의29 (발전용원자로시설 안전성 향상 평가)	일본은 사업자 스스로 정기검사 실시 및 안전성 향상평가 보고서 작성, 제출 등에 대한 법 명시

항 목	국 내 (개편 후)	일 본	차 이 점
검사기간	■ 연중 상시검사(주기:18개월)	■ 연중 상시검사(주기:12~13개월)	동일
검사방법	규제기관에 의한 정기검사 ■ 운전검사, 정비검사, 심층검사	사업자 자체검사 결과, 안전관리 실적지표, 안전성향상 평가신고서제출→규제기관 검사계획수립 활용 ■ 기본검사(일상검사, 팀검사), 추가/특별검사	사업자 자체 검사 후 규제기관 확인 (일본)
규제조치	부적합사항, 지적사항에 대한 객관적 규제의사결정 기준 부재	주요현안 및 검사지적사항에 대한 안전중요도평가 + 안전실적지표 반영 * 美 ROP 제도와 유사	리스크정보활용 규제 의사결정 (일본)

9

II. 국내외 운영 현황

3. 국내 추진 현황

- (규제기관) 후쿠시마 사고 계기로 리스크정보활용 체계 도입 전면 중단, 최근 미국 및 일본 제도 등을 참조하여 국내 독자 체계 개발, 추진 중

➤ 후쿠시마사고 前

원자력안전정책성명 발표('94년) 후 리스크정보활용 검사제도 개선 및 활성화('06년), MR 제도화 검토('09년), 규제근거 개발('11년), RIA/OLM 시범적용('10년) 등 규제기관에서 리스크정보활용규제 도입 적극 추진

➤ 후쿠시마사고 後

안전규제강화 방침에 따라 리스크정보활용 정책 전면 중단,

- 제2차 원자력안전종합계획 : 「사고위험도 기반 규제 감독체계 구축」 계획 발표
- 제3차 원자력안전종합계획 : 24년도 핵심과제로 과학기술적 근거 및 데이터에 기반한 원전 안전성 확인 규제시스템 고도화 추진

☞ KINS RIPBR 도입 로드맵 과제 추진 중

10

II. 국내외 운영 현황

3. 국내 추진 현황

- (정기검사제도 개편) 현행 계획예방정비(OH) 기간에만 한정하여 수행하던 정기검사를 연중 상시검사 체계로 전환하는 원안법 시행규칙 제19조 개정안 공포('24.4.25)

• 원안법 시행규칙 주요 개정사항 요약

개정항목	현행	개정	비고
제19조 제2항 (검사시기)	최초로 상업운전을 개시한 후 또는 검사를 받은 후 20개월 이내	최초로 상업운전을 개시한 날 또는 정기정비 또는 핵연료 교체 후 전출력 운전을 재개한 날의 다음날	
제19조 제3항 (검사기간)	정기정비기간 또는 핵연료의 교체를 위하여 원자로를 정지한 날부터 전출력 운전을 재개하는 날까지의 기간	<ul style="list-style-type: none"> ■ (최초) 상업운전 개시일부터 정기정비 또는 핵연료 교체 후 전출력운전을 재개하는 날까지 ■ (가동중) 정기정비 또는 핵연료 교체 후 전출력 운전을 재개한 날의 다음 날부터 다음 정기정비 또는 핵연료 교체 후 전출력운전을 재개하는 날까지 	연중 상시 검사
부칙 (경과조치)	없음	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제1조(시행일) 공포한 날부터 시행, 다만, 개정 규정은 2027.1.1.부터 시행 ■ 제2조(정기검사에 관한 시범운영) 규칙 시행전에 원안위가 정하는 발전용원자로에 한정하여 개정 규정에 따라 정기검사에 관한 시범운영을 할 수 있다 	최초안은 새울 2호기 우선적용이었으나 시범 적용할 수 있는 것으로 수정

11

II. 국내외 운영 현황

3. 국내 추진 현황

- **[검사체계]** OH기간 한정 → 연중상시검사, 기존 OH 검사(정비검사) 외 운전검사 및 이상 징후 취약점 모니터링 심층검사 도입

[현행]		[개편]	
구분	시기	구분	시기
정기검사	OH기간	정기검사	운전중
		정비검사	OH기간
		심층검사	이상징후 등 발견시

- **[검사항목]** 시행규칙 제19조 정기검사 대상시설(분야) 중 운전검사 가능 항목 도출
→ 새울#2 운전검사 실시 예정(24.5월, 3차 OH 종료후) * 검사항목 수량 노형별 상이

대상 시설	원안위 고시 기준			KINS 지침 기준			비고
	항목수	운전	정비	항목수	운전	정비	
원자로 본체 등 11개 시설 및 운영기술능력 분야 (시행규칙 제19조)	102*	42 (32%)	89 (68%)	292**	100 (29%)	240 (71%)	* 운전·정비 모두 점검 가능항목: 29개 ** 운전·정비 모두 점검 가능항목: 48개

- **[검사프로세스]**
 - 운전검사 결과 분기보고서 작성, 정비검사 종료 후 운전·정비검사 종합보고서 작성
 - 최초 정기검사 신청서 작성(운전검사착수30일전) → 운전검사 수검 → OH 착수, 정비검사 수검 → 차기 정기검사 신청(OH 종료 후 전출력 재개일 30일전)

12

II. 국내외 운영 현황

3. 국내 추진 현황

- **(한수원) 후쿠시마사고 이후 중단된 리스크정보활용·성능기반 체계 국내원전 적용방법론 개발(시범적용), 가동중정비 재추진을 위한 연구과제 진행 중**

- (ROP) 미국 운영체계 벤치마킹 → SDP-RIDM 방법론 개발, 시범적용('19~'21년)
* 지적사항, 사건사고(격납건물살수), 부적합사항(열처리불만족), 중대현안(CLP) 등 8건
- (MR) 규제기관 권고에 따라 정비효과성프로그램 및 리스크감시 발전소 적용 중('03년~)
- (OLM) 고리#3 필수냉방계통 OLM 시범수행('10년) → 후쿠시마사고 후 의도적 LCO 진입불가(지적,'14년)로 중단 [→ 현재 OLM 기반기술 개발 R&D 수행 중('22 ~ '25)]
- (RIA) 후쿠시마사고 이전 RI-STI, ILRT, AOT 연장 부분 적용, 후쿠시마사고 이후 거의 중단된 상태 (일부 STI, ILRT 제외)

13

II. 국내외 운영 현황

3. 국내 추진 현황

□ (한수원) 새울#2 상시검사 시범적용('24.5.7 ~) 수검 현황

- 지역사무소 보고(매월) : 운전검사 수검현황, NCR/CAR/지적권고/2등급통지 조치현황
- KINS 실시간 공유 : LCO 적용/NCR 발행 등 발전소 주요사항 구두 or 문자 보고

➤ 새울#2 운전검사

- '24. 7월 : 방사선관리시설 분야 (환경방사선/능에 대한 검사) 수검
- '24. 8월 : 방사성 폐기물의 폐기 시설 분야(고체방사선폐기물관리 등) 수검

➤ 새울#2 제1차 심층검사

- (목적) 후속 심층검사 대상 선정을 위한 기초자료 수집 및 취약분야 후보군 발굴
- (검사기간) '24.9.2.(월) ~ '24.9.6.(금), 5일간 / 새울1발
- (검사항목) 기발행 지적사항 안전중요도평가(SDP) 검사(리스크정보활용규제 시범적용)
 - 대상 : 새울#2 포함 APR 노형(새울#1, 신한울#1) 지적서 총 44건
 - 계획 : 새울#1,2 지적서(28건)에 대한 현장 확인 및 면담 진행
 - * 안전중요도평가 검사를 위한 수검자료 사전 요청
- (검사결과) 심층검사 완료 후 30일 이내에 원안위 보고
 - 지적서 미발행, 선정된 취약분야에 대한 2차 심층검사 계획의 일부로 활용 예정

※ 제2차 심층검사 예정('24.12월) : 안전성능지표 관련 미흡사항 검사

14

III. 사업자 추진 현황 및 계획

1. 추진 방향

- 정기검사제도 개편 경과조치기간 활용, RIPBA 순차적 현장 적용 추진
- 적용 방안에 대해 규제기관과 지속 논의, 산-학-연 협력 합리적 방안 도출
- 외부 - 제도적 장치 신설, 수용성 확보 / 내부 - 기술수준 제고, 시스템 재정비

2. 분야별 추진 방안

리스크정보활용 성능기반 체계 정착 추진

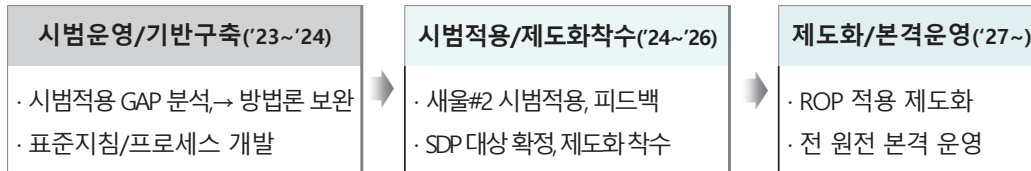
규제감독제도	MR/OLM	RIA	PSA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 검사체계 개편 경과 조치기간 시범적용 및 제도화 추진 ▪ 전 원전 본격적용('27) <p>※안전중요도에 따른 검사체계 개편('26)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (MR) 프로그램 전면 재정비, 제도화 추진 ▪ (OLM) 새울#2 운전검사부터 순차적용→대상확대 <p>※운기침 LCO 요건 개정 병행</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 호기별 STI/ILRT/AOT 추진현황 분석, 재추진 ▪ 리스크관리프로그램 (RIMS, PRINS) 재정비 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 발전소별 PSA 신뢰도 향상(AMP PSA 승인 등) ▪ 국내 특성에 맞는 PSA 표준체계 마련

15

III. 사업자 추진 현황 및 계획

3. 세부 추진 내용

□ 규제감독제도(안전중요도평가(SDP) 및 성능지표(PI)) 추진 방안



➢ (연구과제) 안전중요도 기반 의사결정 체계 구축 및 시범적용('19.10~ '21.09)

- 운영사건 중요도 판정을 위한 지침서 개발 및 중요 이벤트에 대한 시범평가 수행
- NRC 평가체계 벤치마킹하여 운영사건에 대한 SDP 평가체계 개발(SDP 지침서 18종개발)

➢ 한수원 시범평가(보고사건+부적합) + KINS 시범평가(지적권고) → 평가내용 규제협의, GAP 분석 등 [23]

➢ 새울#2 상시검사 시범적용 : 검사지적사항에 대한 심층검사 (SDP 평가) 수행 [24]

□ 계획 : SDP 평가결과 공유로 방법론 구체화(KINS-한수원 SDP 평가 워크샵 ['24.11])

16

III. 사업자 추진 현황 및 계획

3. 세부 추진 내용

□ MR 운영 현황

➢ 국내 도입 경위

- '02.12. : 제22차 원자력안전위원회, 정비규정 도입 권고
- '06.09. : 전원전 정비규정 이행프로그램 개발 기본계획 수립
- '06.09. : 시범운영 및 정비규정 개발(고리2발, 한울2발)
- '08.09. : 전사 정비규정 이행체계 구축 완료 및 초기평가
- '09.01. : 전 가동원전 정비규정 적용 및 이행

➢ 발전소별 현황

발전소	이행시기	비 고	발전소	이행시기	비 고
고리#2	'11.01	-	월성3발	'13.07	-
고리2발	'09.01	시범적용(06)	한울1발	'11.01	-
고리3발	'13.01	-	한울2발	'09.01	시범적용(06)
한빛1발	'10.07	-	한울3발	'10.07	-
한빛2발	'10.07	-	새울1발	'16.12	-
한빛3발	'10.07	-	새울2발	-	개발 (21.12)
월성#2	'10.10	-	신한울1발	'22.12	
월성2발	'10.03	-		-	

17

III. 사업자 추진 현황 및 계획

3. 세부 추진 내용

□ MR 운영 현황

- MR 프로그램은 미국 관련 지침(NUMARX 93-01)에 따라 개발되었으며, 엑셀론 운영절차와 유사하게 운영 중

☞ 규제화 대비 해외 최신 규정 검토, 절차/프로그램 개선, 조직 보강 필요

□ MR 개선 계획

구 분		추진일정	주요 추진내용
가동원전 정비규정 개선 추진방안 수립		'25.03	○ 제도화 대비 MR 프로그램 전면 개선 - 프로그램 각 단계별 표현, 결정 근거 명확화 추진
발 전 소	APR1400형 원전	'25.4~'26.12	○ 미국원전 최신 규제요건 검토/반영 - 10CFR50.65 및 Reg. Guide 등 ○ 최신 리스크정보(PSA) 프로그램 반영 ○ 현장 엔지니어 실무능력 강화
	OPR1000형 원전	'27.1~'27.12	
	중수로형 원전 프라마툰형 원전	'28.1~'28.12	

18

III. 사업자 추진 현황 및 계획

3. 세부 추진 내용

□ OLM 추진 현황 및 계획

- 가동중정비 기반기술 개발 연구과제 수행 중('22.4~ '25.12)
 - APR1400 대상기기 선정 방법론 수립 및 대상 선정 完
 - 가동중정비에 따른 계통별 리스크(PSA) 분석 完
 - 디지털정비절차서 개발 및 공정관리시스템 연계 完
 - 가동중정비 수행지침 및 요소기술(일정설계 템플릿 등) 개발 完
 - 새울#1,2 운영기술지침서, AOT 연장 인허가 서류 개발(~'24.12)
 - 새울#1,2 가동중정비 이행 및 인허가 지원(~'25.12)

➤ 추진 계획

2023년		2024년				2025년				2026년	
3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4
T/S, AOT 서류개발(SI: '24.6.完) (EDG: '24.12.)		인허가 신청		T/S 개정 승인		AOT 연장 불필요 기기 OLM		AOT 연장 필요기기 OLM			

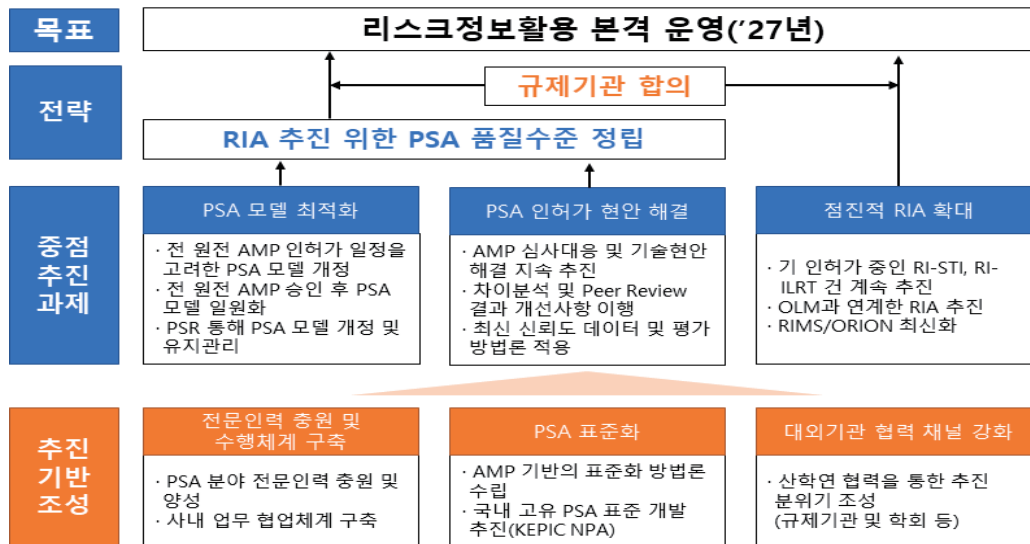
- '24년 새울#2 시범적용으로 '25년 새울#2 확대적용(AOT 연장 불필요→AOT 연장)
- LCO 대상 OLM 수행을 위한 운기침 개정, AOT 연장 인허가 신청('24.12)

19

III. 사업자 추진 현황 및 계획

3. 세부 추진 내용

□ 리스크정보활용(RIA)/PSA 품질 수준 정립 로드맵



20

III. 사업자 추진 현황 및 계획

3. 세부 추진 내용

□ 리스크정보활용(RIA) 추진 현황

- (RI-ILRT) 신고리#1,2 ILRT 주기 연장 (신청:'20.8, 승인:'24.1)
 - 최근 2회 원자로건물 종합누설률시험 결과 및 리스크영향 평가
 - 리스크 증가율이 미미한 수준으로 확인됨에 따라 시험주기 연장(5년→10년)
- (RI-ILRT) 신월성#1,2 ILRT 주기 연장 (신청:'23.8, 심사 중, 승인목표:'24.12)
- (RI-STI) 월성#2,3,4 SDG 시험주기 변경 (신청:'21.3, 심사 중)
 - 경수로에 비해 잦은 시험 수행으로 주기연장(2주 → 31일)
 - 잦은 고장정비(LCO 진입) 빈도 등의 이슈로 인허가 심사 지연 중

활용 유형	리스크정보활용 내용	대상 발전소
RI-STI	RPS/ESFAS analog channel 점검시험주기(STI) 연장 (1개월→3개월)	고리3,4호기 (1999) 한빛1,2호기 (1999) 한울3,4호기 (2007) 고리2호기 (2009) 한울1,2호기 (2011)
	터빈계통 점검시험주기(STI) 연장 (1개월→3개월)	고리1,2호기 (2005) 한빛5,6호기 (2005) 월성2,3,4호기 (2009)
	배터리 인버터 점검시험주기(STI) 연장 (12개월→18개월)	한울5,6호기 (2008)
	예비디젤발전기 점검시험주기(STI) 연장 (2주→1개월)	월성2,3,4호기(진행중)
RI-ILRT	경남건물종합누설률시험(ILRT) 주기연장 (5년→10년)	한빛1,2호기 (2005) 한빛3,4호기 (2006) 고리3,4호기 (2006) 한울1,2호기 (2007) 한울3,4호기 (2007) 고리2호기 (2008) 한빛5,6호기 (2011) 한울5,6호기 (2012) 신고리1,2호기(2024) 신월성1,2호기(심사중)
RI-AOT	RPS/ESFAS analog channel 허용정지시간(AOT) 연장 (1일→7일)	한울3,4호기 (2007) 고리3호기 (2009)
RM	전출력 리스크감시(Risk Monitoring) 시스템 RIMS 정지저출력 리스크감시(Risk Monitoring) 시스템 ORION 전출력 SPV (Single Point Vulnerability) 감시	전호기 (2003~) 전호기 (2006~) 전호기 (2010~)
RI-ISI	RI 가동중검사(OSI) 방법론 규제기관 승인 ASME SEC. XI → RI-ISI 방법 시범적용	TR발전 (2008) 한울3,4호기 (2009)

* RI-STI: Risk-Informed Surveillance Test Interval, RI-ILRT: RI Integrated Leak Rate Testing
RI-AOT: RI Allowed Outage-Time, RM: Risk Monitor, RI-ISI: RI In-Service Inspection

21

III. 사업자 추진 현황 및 계획



3. 세부 추진 내용

□ RIMS/ORION 현황

- 국내 도입 경위
 - (RIMS) 출력운전 중 리스크감시시스템
 - '01년 : 원전 중대사고정책에 따라 계획 수립 및 개발 착수
 - ~'14년 : 고리2발('02년)을 시작으로 전 원전 RIMS 구축
 - (ORION) 정지, 저출력 리스크감시시스템
 - '07년 : 원전 중대사고정책 이행에 따른 권고사항 이행계획 수립
 - '08년 : 전 원전 ORION 개발계획 수립, 전 원전 개발 완료(~'15년)
- 발전소별 RIMS 이행 현황

발전소	이행시기	비 고	발전소	이행시기	비 고
고리2발	'02.06	-	고리1호기	'07.05	-
한울2발	'05.05	-	고리2호기	'07.07	-
한빛2발	'05.06	-	한빛1발	'07.12	
한빛3발	'05.12	-	월성1호기	'07.12	-
한울3발	'06.06	-	고리3발	'11.03	웹기반 RIMS개발
한울1발	'06.12	-	신월성1발	'12.04	
월성2,3,4호기	'06.12	-	새울1발	'14.05	

22

III. 사업자 추진 현황 및 계획



3. 세부 추진 내용

□ RIMS(리스크감시시스템) 개선 계획

- 이행 현황
 - 전 원전 AMP PSA 모델 개정 및 인허가 승인 적기 추진
 - * (수행 일정) APR 및 계속운전 대상 발전소 AMP PSA 인허가 우선 취득
 - ☞ (APR 1400) 신한울1,2호기 / 새울1,2호기 ('24.11월 목표), 이후 계속운전 대상 호기 10기, OPR 순으로 인허가 승인 목표
 - OLM 관련 새울1발 RIMS 사고관리계획서 기반 PSA 모델로 개정
 - * (수행 일정) 모델 개정(~'25.1월), 모델 검증 및 OLM 연계 후속업무(~'25.9월)
- 개선 계획
 - 규제기관과 기술현안 협의로 규제요건 정립('25년)
 - 규제요건 및 시범적용계획에 따라 세부 이행지침 개발 및 절차서 개정('25년)
 - PSA 모델별 승인일정에 따라 리스크감시시스템 최신화* 개정 예정('25년~)
 - * 발전소별 유효한 PSA 모델에 따라 현장설비(설계변경, 이동형설비 등) 반영
 - 원전 신뢰도 데이터 관리 DB(PRiNS) – PSA 모델 개정시 반영
 - * 기기 고장정비분석 세부지침 개발(24년) 적용

23

IV. 결론(제언)

- RIPB는 장기간에 걸쳐 효과성이 입증되어 이미 해외 다수 국가도 시행 중
- 원전 글로벌 경쟁력 확보를 위해 우리나라도 선진규제 방식인 RIPBR 조속 도입 필요
 - ※ 일본과 같이 정기검사체계 개편 시기에 맞춰 도입하는 것이 최적의 시점
- 한수원은 그간 MR 및 RIMS 발전소 적용, RIA 추진, SDP 방법론 개발, PSA 기술력 확보, 세계 최고수준의 운영기술 능력을 보유하고 있어 RIPBR 제도화 추진시 이행 가능할 것으로 판단되나, 기존 규제체계를 유지한 채 추가적인 규제 사항으로 부가된다면 합리적인 규제체계로의 전환으로 보기 어려움.
 - 리스크정보활용 성과기반의 차등규제 체계로의 전면 개편 방향으로 추진 필요
- 금번 정기검사체계 개편 경과조치기간(3년) 시범적용을 통한 제도화 마련으로 전 원전 적용시점('27년)부터는 발전소별 단계적 확대적용하는 것을 제언

THANK
YOU

※ IAEA 기본 원칙, 요건 및 지침 - 차등 접근법(Graded Approach)

1. 기본 원칙

SF-1 : Fundamental Safety Principle

모든 시설 및 활동에 대해 **차등 접근법**에 따라 안전을 평가해야 한다.

규제기관은 안전 관리에 **차등 접근법**의 원칙을 적용해야 하고, 잠재적 위험에 비례하여 안전규제 관리를 하여야 한다.

차등 접근법은 자원의 효율적 배분을 위해 매우 중요하며, 가장 높은 위험 활동에 가장 많은 관심을 기울이는 동시에 낮은 위험 활동에 대해 과도한 규제를 피함으로써 균형 잡힌 효과적인 안전 관리 시스템을 유지하여야 한다.

26

※ IAEA 기본 원칙, 요건 및 지침 - 차등 접근법(Graded Approach)

2. 요건

GSR Part 1 : Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety

요건 26 시설 및 활동의 검토와 평가	검토 및 평가는 시설 또는 활동과 관련된 방사선 위험에 비례하여 차등 접근방식 에 따라 수행되어야 한다
요건 29 시설 및 활동의 검사	시설 및 활동의 검사는 시설 또는 활동과 관련된 방사선 위험에 비례하여 차등 접근방식 에 따라 수행되어야 한다

GSR Part 4 : Safety Assessment for Facilities and Activities

안전 평가	차등 접근법 은 안전 평가를 수행하는데 중요한 방법론으로 이는 안전평가의 깊이와 엄격함이 시설 또는 활동과 관련된 복잡성과 잠재적 위험에 비례한다 - 고위험 활동은 저위험 활동에 비해 더 상세하고 엄격한 안전 평가가 필요하다
독립적 검증	검증 과정에서도 차등 접근법 을 따라야 하며, 검증에 투입되는 자원과 노력은 평가되는 시설 또는 활동의 위험과 안전 중요성에 비례해야 한다

27

※ IAEA 기본 원칙, 요건 및 지침 - 차등 접근법(Graded Approach)



3. 지침

GSG-13 : Functions and Processes of the Regulatory Body for Safety

규제기관은 다양한 시설 및 활동과 관련된 방사선 위험에 비례하여 **차등 접근법**을 적용해야 한다
- 이 접근법은 가장 중요한 위험에 자원을 집중시켜 전반적인 안전 효율성을 향상시킨다

규제 프로세스에 **차등 접근법**을 적용하여 규제 자원의 할당 균형을 맞추어야 한다
- 이 접근법은 잠재적인 안전 영향에 따라 규제 노력의 우선순위를 두어 더 높은 위험 활동에 더 많은 관심을 기울이도록 한다

모든 안전관련 규제활동을 포함하여 허가, 검토.평가, 검사 및 집행은 활동과 관련된 **위험에 비례하여 조정되어야 한다**
- 이를 통해 저위험 활동에 대해 과도한 부담을 주지 않으면서 고위험 활동에 충분한 규제 조치가 취해 지도록 하여야 한다

차등 접근법을 지원하는 규제 프레임워크의 구축이 필요하며, 법적 및 조직적 구조가 다양한 시설 및 활동의 특정 상황과 위험에 비례적으로 안전요건이 적용될 수 있도록 마련되어야 한다

핵심 규제기능(허가,검토 및 평가, 검사 및 집행)은 **차등 접근법**을 적용하여 수행되어야 한다
- 고위험 활동에 대해서는 검사가 더 빈번하고 자세하게 이루어져야 하며, 저위험 활동에 대해서는 덜 집중적인 감독이 필요할 수 있다

RIPB 규제 도입 로드맵 구성에 관한 논의:
Discussion on the development of a roadmap for the
introduction of RIPB regulations:

- 주제 발표 -

RIPB 규제 로드맵 초안
정구영 (KINS)

Draft roadmap for RIPB regulations
K. Y. CHEONG (KINS)

국민 안심과 푸른 미래를 열어가는 세계 최고의 규제전문기관 K I N S

원전 RIPBR 도입 로드맵 주요내용 및 향후 계획

정구영
한국원자력안전기술원

 한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

Contents



I 배경 및 필요성

II 추진방향

III 총괄 로드맵

IV 추진항목별 주요 내용

V 향후 계획



배경 및 필요성

- 원안위 '24년 주요정책 추진계획
 - 위험도 정보 등 과학기술적 근거와 데이터에 기반한 합리적 안전성 확인으로 규제시스템 고도화
- 장기가동원전 안전관리
 - 계속운전에 따른 장기가동원전 설비 경년열화에 대비한 주요 설비 신뢰도 (고장율 등)의 체계적 유지관리 필요
- 리스크목표 법제화
 - 사고관리계획에 포함된 확률론적 안전목표(리스크목표)를 고려하여, 운영중인 원전의 리스크 감시·평가 및 유지관리 필요
- 상시검사제도 도입
 - 원전 정기검사가 상시검사체제로 개편됨에 따라, 선택과 집중을 통한 규제검사의 효과적·효율적 수행 필요성 증대

-3-



[참고] 원안위 2024년 주요정책 추진계획

2024년 주요정책 추진계획

- 과학기술로 다진 원자력 안전 강국 -

2024. 2. 16.



원자력안전위원회

IV. 2024년 핵심 추진과제

1 원자력 안전성 확인의 효율성 제고

① 규제시스템의 고도화

◇ 위험도 정보를 활용하는 등 과학기술적 근거와 데이터를 바탕으로 안전성 확인과정이 합리적으로 진행되도록 규제시스템을 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 새운 2호기 시범적용 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
- (데이터기반 규제) 원전 규제경험(약 65년) 과정에서 축적된 각종 법령·기술 기준·데이터를 통합하여 체계적인 규제활동 지원을 위한 시스템 구축
 - ※ '지식관리시스템'을 중심으로 데이터 통합 및 첨단기술 적용으로 고도화
- (위험도정보활용 규제) 성능이 취약한 설비 등에 관한 위험도 정보를 규제에 효율적으로 활용하는 방안 도입을 위한 로드맵 마련

-4-

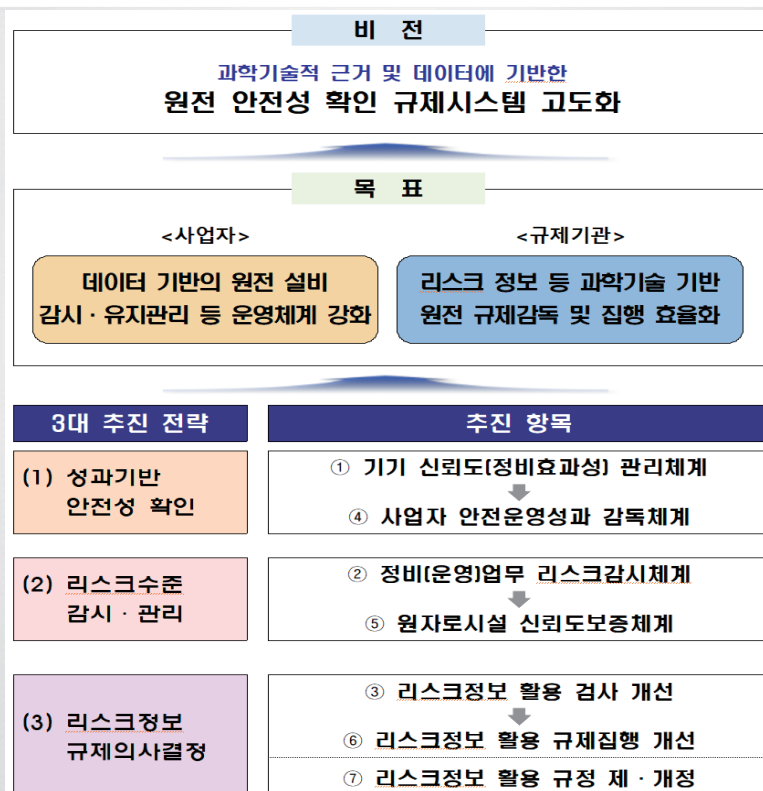


추진방향

- 성과기반(Performance-Based) 접근법으로 기존 규제체계를 단계적으로 개선
 - [단기] 허가기준, 검사 등 현행 법적 규정 및 주요 제도의 틀을 유지하면서, **단계적 개선의 기반구축**을 위한 추진항목 도출
 - [중장기] 객관적 **리스크정보**를 주요 **규제의사 결정과정**에 체계적으로 반영할 수 있는 항목 중심으로 개발
- 데이터 기반 안전성 확인으로 사업자의 안전운영 책임 강화 및 유연성 확대
 - [단기] 기기 신뢰도의 정량적 관리를 통해, **높은 안전운영 수준(낮은 리스크)**를 유지하는 것을 전제로 **운영방식(정비작업의 시기, 방법 등) 유연성 확대**
 - [중장기] 객관적 데이터 기반의 종합적 안전운영수준의 감시·평가를 통해, **안전성 저하 원전에 대한 선제적 규제조치 체계화** 및 **사업자의 능동적·적극적 안전운영 강화**



로드맵 (비전, 목표, 추진전략)



원전 리스크정보활용 성과기반규제 로드맵(안)

구분		~ 2024	'2025	2026	2027~
환경분석 (KNOW-WHY)	원안위 정책방향	리스크정보 등 과학기술적 근거와 데이터 기반으로 규제시스템 고도화 (2024~)			
	리스크목표 법제화	사고관리계획 법제화		원전 사고관리계획 이행	
	장기가동원전 안전관리	다수 원전 계속운전 신청		계속운전에 따른 장기가동원전 증가	
전략분야별 추진항목 (KNOW-WHAT)	성과기반 안전성확인	① 기기 신뢰도(정비효과성) 관리체계 <사업자> - 기기 신뢰도 정량적 관리의무 부과			④ 사업자 안전운영성과 감독체계 <원안위/KINS> - 사업자의 안전운영 수준에 대한 객관적 평가 및 그에 상응하는 규제대응체계 도입
	리스크수준 감시·관리	② 정비(운영)업무 리스크감시체계 <사업자> - 정비(운영)업무 수행에 따른 리스크 변화량 관리 체계			⑤ 원자로시설 신뢰도보증체계 <사업자> - 사고관리 리스크목표와 연계하여 설계단계부터 전 수명기간 시설 신뢰도 관리 체계 구축
	리스크정보 의사결정	③ 리스크정보 활용 검사 개선 <KINS> - 검사 지적사항 안전중요도 평가 등을 활용한 취약분야 선별			⑥ 리스크정보 활용 규제집행 개선 <원안위> - 위반행위에 대한 규제조치 의사결정과정에 안전중요도 등 리스크정보를 활용하는 체계 도입
		⑦ 리스크정보 활용 규정 제개정 <원안위> - 리스크정보와 연계한 규정 제개정 수요 발굴, 도입 여부 판단, 허용기준 설정 등 규정 제개정 절차에 활용			
기반요소 (KNOW-HOW)	규정 및 지침 제개정	- 법령 개정: (1)기기 신뢰도 관리체계 규정, (2)리스크감시체계 등 - 지침 제정: (3)지적사항 평가(KINS), (4)안전운영성과 감독(원안위/KINS), (5)신뢰도보증체계(KINS), (6)규제집행 개선(원안위)			
	리스크평가 기술 및 모델	- KINS: 규제검증용 PSA 모델 확대 및 개선 - 한수원: 사고관리계획서 PSA 모델 기반으로 제반 PSA 모델 정비 및 지속적 개선			
	인력확보 및 역량강화	- 원안위/KINS: 기존업무 최적화 및 신규인력 확보 노력 - 교육훈련: 리스크정보활용 성과기반규제 관련 교육훈련 프로그램 개발 및 시행 등			

- 7 -

추진 항목 ①

◆ ① 기기 신뢰도 (정비효과성) 관리체계

□ 배경 및 필요성

- 미국의 정비규정(MR) 도입('96) 이후, 도입방안 연구 및 시범이행이 진행되었으나, 후쿠시마 사고('13) 이후 논의 중단
- 계속운전에 따른 장기가동원전 설비의 노후화 우려에 선제적으로 대응하여 주요 기기의 신뢰도를 체계적으로 유지관리 필요

□ 목표

- 객관적 데이터에 기반하여 사업자가 주요 안전설비의 고장률, 이용불능도 등 신뢰도를 정량적으로 감시·관리하는 신뢰도 유지관리체계 구축

□ 주요 내용

- 성과기반 접근법을 활용한 기기 신뢰도 관리체계 제도화 방안 개발
- 국내 제도나 관행 등 고유 특성을 고려한 관리체계 세부 이행방안 개발

- 8 -



추진 항목 ②

◆ ② 정비 (운영) 업무 리스크 감시체계

□ 배경 및 필요성

- 미국은 정비규정(MR)을 개정('99)하여 정비업무 리스크 감시 요건 추가, 국내는 중대사고정책('01)에 따라 한수원이 감시체계(RIMS) 개발 및 운영중이며, 가동중정비 수행방안도 개발중
- 정비활동(예방정비, 보수 등)에 따른 리스크 증가량의 평가·감시를 통해 사업자의 운영방식(정비방법, 시기, 기간 등)에 대한 객관적 기준 정립 필요

□ 목표

- 사업자가 설비의 고장, 정비 등 이용불능상태 발생에 의한 **리스크 변화 수준을 실시간으로 평가·감시**할 수 있는 리스크 감시체계 도입

□ 주요 내용

- 미국 정비규정 (a)(4)항을 참조하여, 리스크 감시체계 제도화 방안 개발
- 국내 제도나 관행 등 고유 특성을 고려한 감시체계 세부 이행방안 개발

-9-



추진 항목 ③

◆ ③ 리스크정보 활용 검사 개선

□ 배경 및 필요성

- 원전 정기검사가 상시검사로 개편됨에 따라, **리스크 정보를 활용한 선택과 집중**을 통해 검사의 효과성과 효율성 제고 필요

□ 목표

- 검사 지적사항 등 원전 운영상의 미비점에 대한 객관적 안전중요도 평가를 통한 원전 취약분야 도출 및 후속 검사 반영체계 도입

□ 주요 내용

- 규제검사 지적사항 중요도평가체계 및 검사 반영 절차 개발
- 새울 2호기 정기검사 시범적용을 통해, 취약분야 도출 및 심층검사 반영 시범적용

- 10 -

추진 항목 ④

◆ ④ 원자로 안전운영성과 감독체계

□ 배경 및 필요성

- 미국은 원자로규제감독체계(ROP)를 개발, 이행('01~)하여, 사업자의 원전 안전운영성과에 대한 객관적 평가에 기반한 규제감독체계 구축
- 원전 안전운영성과에 대한 객관적인 평가를 통해, 안전성 저하 원전에 대한 선제적 대응 및 사업자의 능동적인 안전운영 강화 필요

□ 목표

- 객관적 데이터에 근거하여 사업자의 **원전 안전운영실적을 감시·평가·대응**할 수 있도록 원전의 안전운영성과에 대한 종합적 감독체계 구축

□ 주요 내용

- 국내 사업자 안전운영성과 감독체계 도입방안(검사, 평가, 대응의 3단계별 이행방안) 연구 수행
- 안전운영성과 감독체계 제도화 방안 및 시범 적용계획 개발

- 11 -

추진 항목 ⑤

◆ ⑤ 원자로시설 신뢰도 보증체계

□ 배경 및 필요성

- 미국은 표준심사지침(SRP) 17.4 신뢰도보증프로그램(RAP)를 통해 신규원전의 안전중요기기 신뢰도를 체계적으로 관리하도록 요구
- 사고관리목표(리스크목표) 법제화에 따라, 새로운 설계의 신규 원전에 대한 리스크 평가와 연계한 전주기(설계-건설-운영) 신뢰도 관리체계 필요

□ 목표

- 신규원전 인허가 신청 시, **설계단계부터 운영단계에 이르는 설비 신뢰도 종합관리계획**을 인허가 신청서류에 기재 (신규원전에 대하여 적용)

□ 주요 내용

- 미국 신뢰도보증체계(RAP) 이행현황 검토 및 국내 도입방안 검토
- 신뢰도보증체계 제도화 방안 및 시범 적용계획 개발

- 12 -



추진 항목 ⑥

◆ ⑥ 리스크정보활용 규제집행 개선

□ 배경 및 필요성

- 미국은 ROP 이행과 연계하여, 사업자의 법령 위반사항에 대한 새로운 규제집행(enforcement) 프로세스 이행중
- 사업자의 원자력안전법령 위반사항에 대한 안전중요도를 고려하여 규제 대응조치의 수준을 합리적으로 결정하는 규제집행절차 개발 필요

□ 목표

- 사업자의 법령 위반사항에 대한 **안전중요도 평가결과를 감안하여 규제 대응조치의 수준 및 범위를 결정**하도록 규제집행(enforcement) 체계 개선

□ 주요 내용

- 미국 규제집행정책문서, 일본 등 해외 사례, IRRS 수검결과 등을 검토하여 규제집행 개선방안 연구
- 규제집행 개선 방안 및 시범 적용계획 개발

-13-



추진 항목 ⑦

◆ ⑦ 리스크정보 활용 규정 제·개정

□ 배경 및 필요성

- 규제경험, 안전중요도 평가결과 등 리스크정보를 활용하여 지속적으로 규정을 제·개정함으로써 규제의 합리성 제고

□ 목표

- 규제경험, 안전중요도 평가결과 등 **리스크정보를 활용한 국내 규정 제·개정 수요 발굴 및 이행체계 구축**

□ 주요 내용

- 미국 및 기타 해외 주요국의 리스크정보 활용 규정 제·개정 현황 검토 및 국내 적용성 평가
- 미국의 10 CFR Part 53 제정과 관련하여, 소형모듈형원자로 규제를 위한 리스크정보활용 성과기반 규제체계에 대한 국내 적용성·타당성 검토

-14-

향후 계획

- 주요 항목별 세부 추진내용, 추진 일정 등을 포함한 로드맵 초안 개발(~10월)
- 로드맵 초안 전문가 기술검토, 내외부 의견수렴(~11월)
- 로드맵 최종안 작성, 공개(12월)

Thank You 감사합니다



RIPB 규제 도입 로드맵 구성에 관한 논의:
Discussion on the development of a roadmap for the
introduction of RIPB regulations:

- 발제 1 -

국내 RIPB 방식 도입 KNS 로드맵
양준언 (KAERI)

KNS Roadmap for introduction of domestic RIPB approach
J. E. YANG (KAERI)

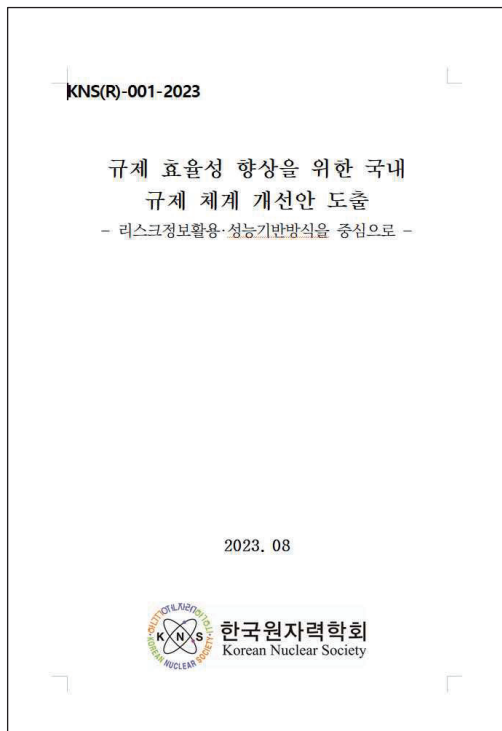
발제 1: 국내 RIPB 방식 도입 KNS 로드맵

2024.10.23

양준언

한국원자력연구원,
(전)KNS 고급정책연구소장, 원자력리스크연구회장

Contents



□ 목차

I. 서론

1. 보고서 작성 배경
2. 보고서 작성 방향

II. 미국의 리스크정보활용·성능기반방식 현황

III. 기타 국가의 RIPBA 도입 현황

IV. 국내 RIPBA 도입현황 및 정착 방안

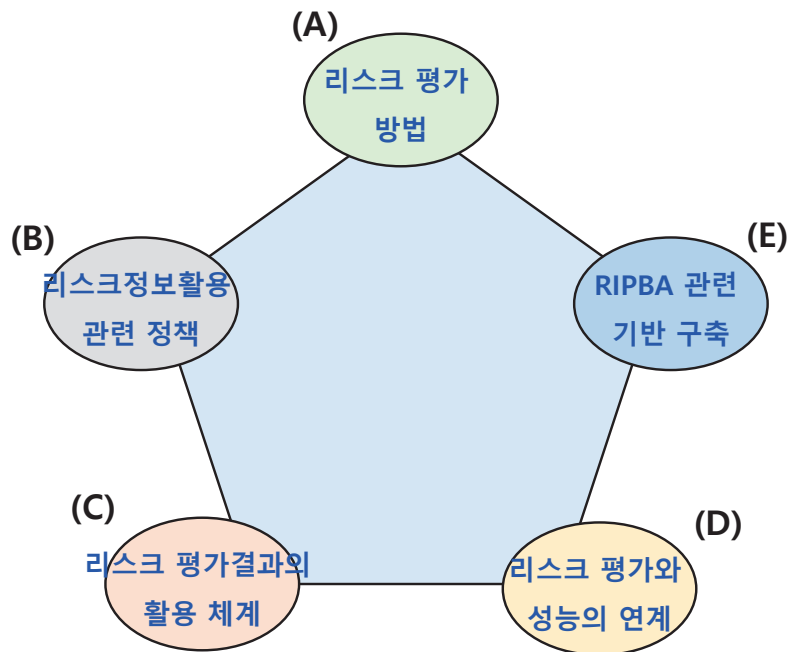
1. 국내 RIPBA 도입현황

- 1.1 리스크 평가 방법
- 1.2 리스크정보활용 관련 정책
- 1.3 리스크 평가결과의 활용 체계
- 1.4 리스크 평가와 성능의 연계
- 1.5 RIPBA 관련 기반 구축

2. 국내 RIPBA 관련 향후 추진 방안

- 2.1. 한미의 RIPBA 관련 현황 비교
- 2.2 국내 RIPBA 도입을 위한 분야별 대응 방안
- 2.3 국내 RIPBA 향후 추진 방안 및 로드맵

RIPBA의 5가지 측면



(A) 리스크 평가 방법: Scope of PSA

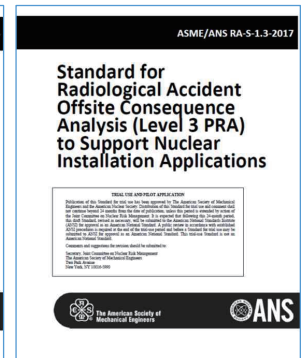
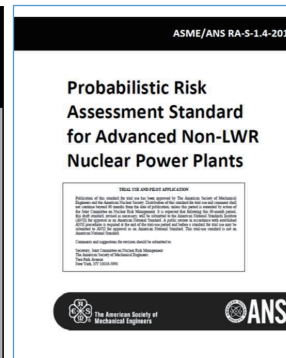
Operation Mode	Hazards		Levels		
			Level 1	Level 2	Level 3
At-Power Operation	Internal Hazards	Internal Events (LOCAs, transients)			
		Internal Floods			
		Internal Fires			
	External Hazards	Seismic Events			
		Others (external floods, high winds, etc.)			
Low Power /Shutdown Operation	Internal Hazards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

ANS/ASME Joint Committee on Nuclear Risk Management (3/5/2020)		
Co-chair: Robert J. Budnitz Vice co-chair: Dennis W. Henneke		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.

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

(B) 리스크정보활용 관련 정책: 정책 선언

❑ 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) 리스크정보활용 관련 정책: 안전 목표

□ 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.

□ 국내 안전 목표 (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-137의 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.**

(C) 리스크 평가결과의 활용 체계

□ Reg. Guide 1.174:

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

- (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) 규제지침 16.9 '변경허가신청에서의 리스크정보활용 일반사항
- (2008) RI-ISI에 대한 특정기술주제보고서
- 원자력안전위원회고시 제2018-5호(원자로격납건물 기밀시험에 관한 기준)

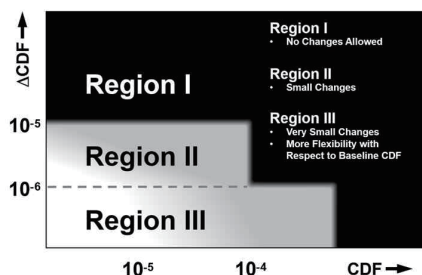


Figure 4. Acceptance guidelines* for core damage frequency

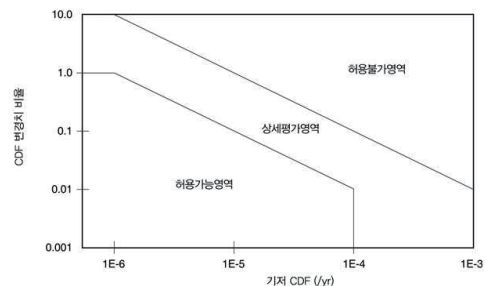


그림 1. 변경허가신청 시안에 따른 노심손상빈도 변경에 대한 허용기준

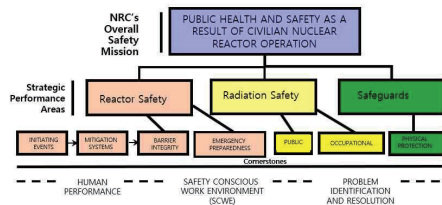
(D) 리스크 평가와 성능의 연계

❑ Performance Based Regulation

→ Effective Resource Allocation

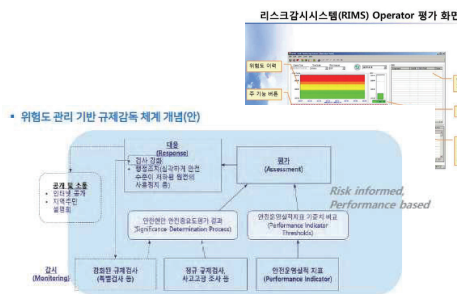
❑ Reactor Oversight Process (ROP)

- USA, from 2000
- 7 Cornerstones Evaluate: Performance Indicator
- Significance Determination Process (SDP)
 - 3 phase Approach
 - At 3rd phase, PSA model is used : If $\Delta CDF > 10^{-6}$, Green → white



❑ Maintenance Rule

- Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants
- Approved by NRC in 1991
 - Effective July 10, 1996
- Objectives: To monitor the effectiveness of maintenance activities...
 - For safety-significant plant equipment
 - In order to minimize the likelihood of failures and events...
 - Caused by the lack of effective maintenance."



변중섭, 원전 운영사건 안전중요도 기반 의사결정체계, 국내 리스크정보활용 규제 현황과 추진 방향, 2021.5; 정수진, 주요국 가동원전 규제감독 체계 및 국내 추진 방향, 국내 리스크정보활용 규제 현황과 추진 방향, 2021.5]

9

(E) RIPBA 관련 기반 구축: 신뢰도 DB

[Seok-Won Hwang, et al. Development of Web-Based Plant Reliability Information System (PRINS), Transactions of the Korean Nuclear Society Spring Meeting Jeju, Korea, May 10-11, 2007]



10

(E) RIPBA 관련 기반 구축: RIPBA 수용성

□ in NRC

- Some NRC staff members believed the application of risk information gives away safety margin.
- NRC staff had an internal struggle with risk-informed regulation since it also required a culture change
 - The NRC staff role was changed from requiring systems that were supposed to work (at least deterministically on paper with no failure assumed except a single failure) to those which provide a high level of assurance considering possible failures for all systems and components.
 - The staff had a great deal of difficulty in dealing with determining “high level of assurance” as opposed to what they had to do in the past which was to confirm that systems were in place for certain functions with the assumption that they would perform their intended function.

□ in Utilities

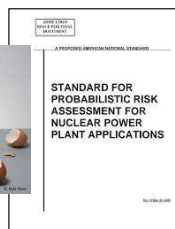
- The acceptance of PSA by the utility was met with some challenges which senior management needed to address.
 - Beyond the resistance of traditional engineers, there was a general lack of understanding of the tool.
 - A site-wide training program was initiated not only on the tool but also how it is 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.

[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]

국내 RIPBA 관련 현안

□ 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

국내 RIPBA 향후 추진 방안

- ❑ 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.**

❑ 국내 RIPBA 도입(안)

- (1) 정비규정,
 - 안전성 향상 우선 적용
 - 산업체 운영 경험
 - 교육 기회 제공 (수용성 향상)
 - (2) PSA 표준 및 품질 개선
 - PSA 신뢰성 향상
 - 국내 고유 환경 반영
 - (3) ROP
 - 점진적 도입
 - SDP/ASP
 - 종합적 접근 필요
 - Infra (ex. RDB), 인력 양성 (교육) 등
- 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]

13

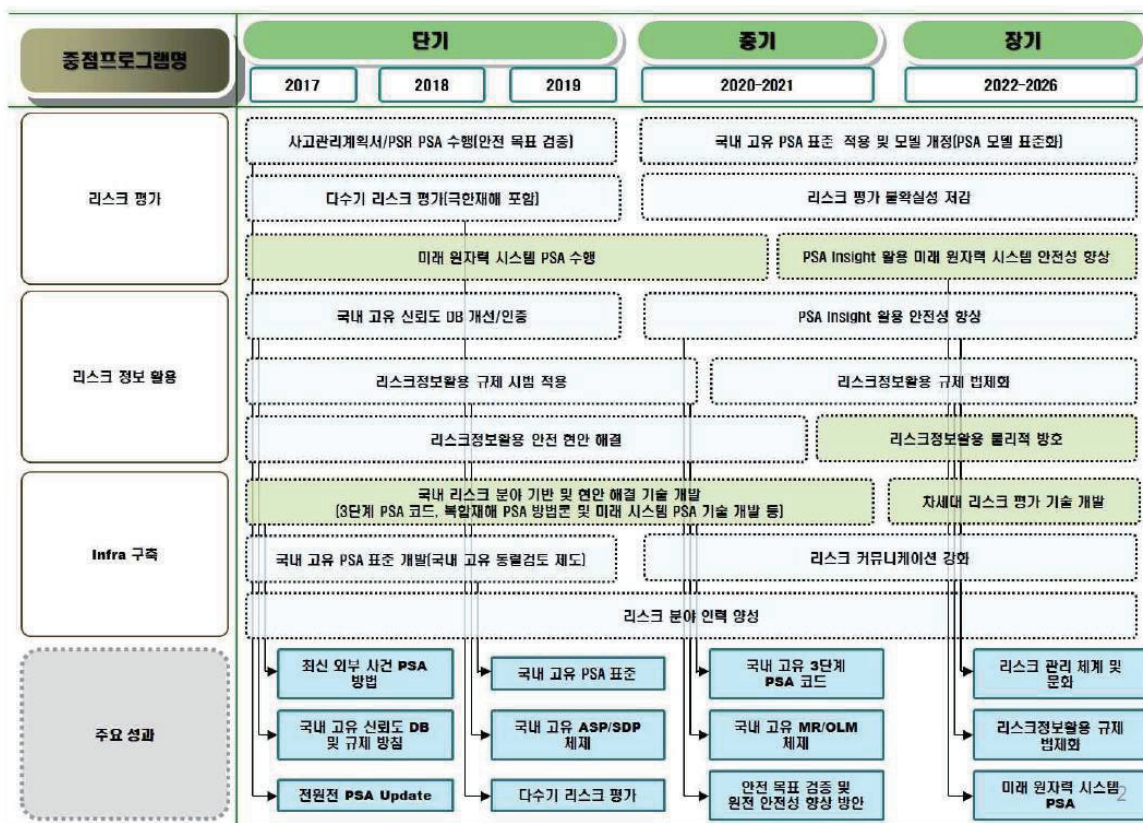
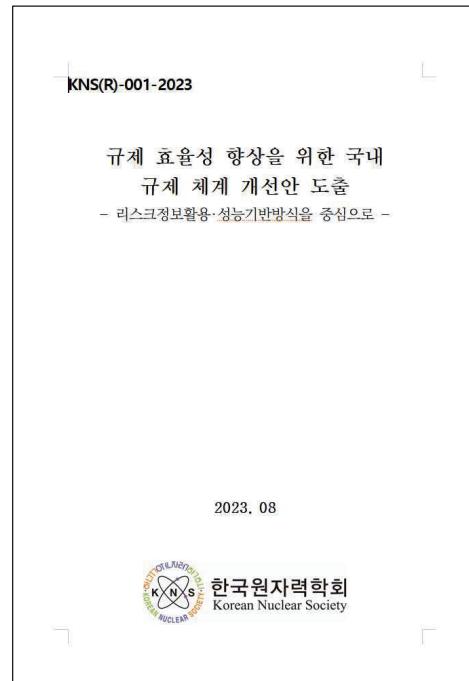
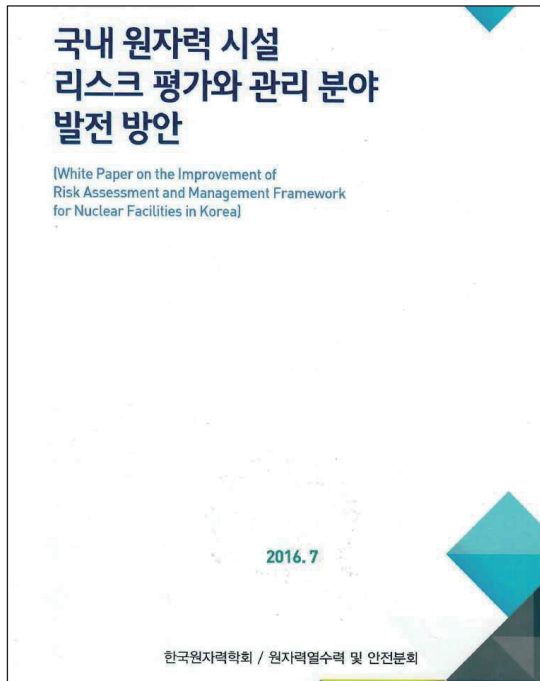
국내 RIPBA 도입 로드맵



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

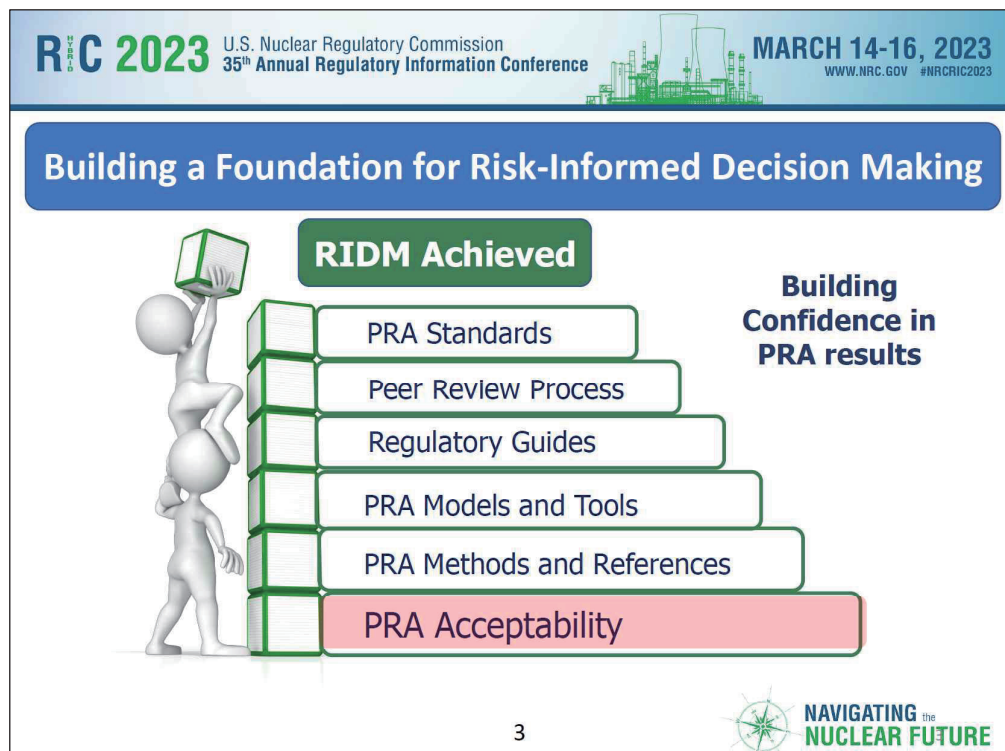
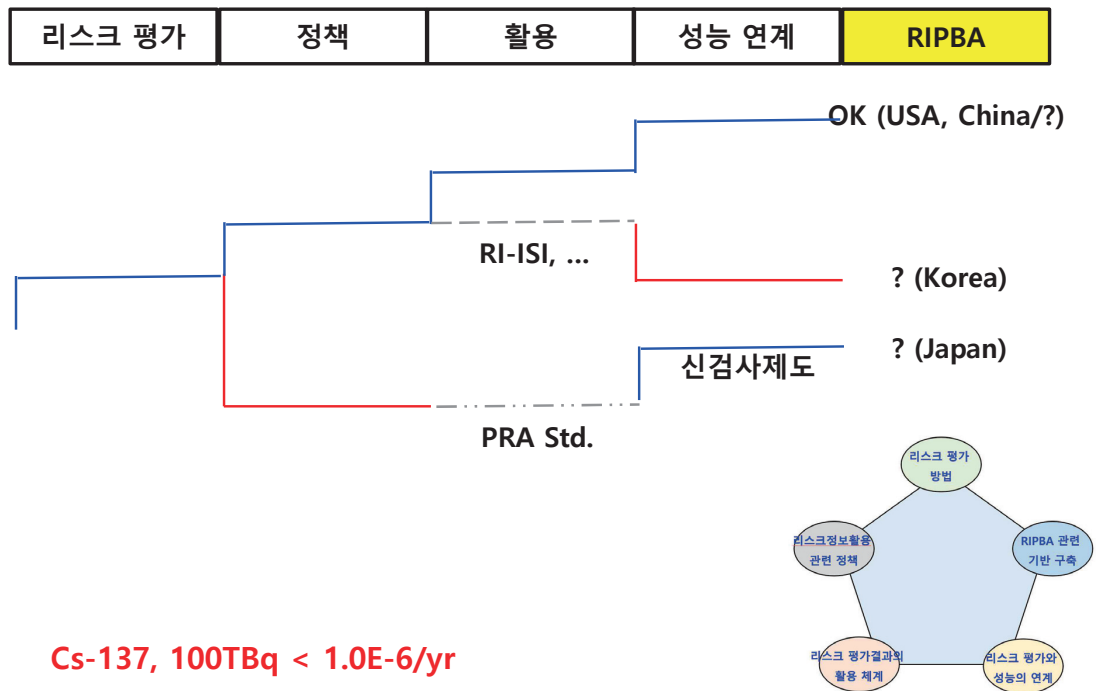
14

In 2016

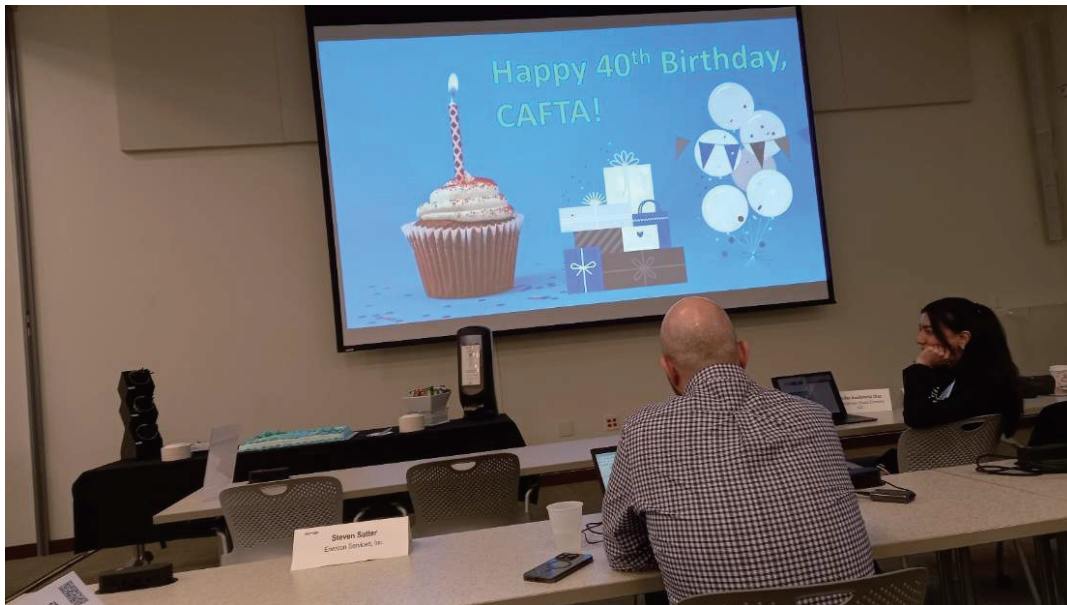


[국내 리스크 평가/관리 분야 발전 방안 Roadmap (2017-2026)]

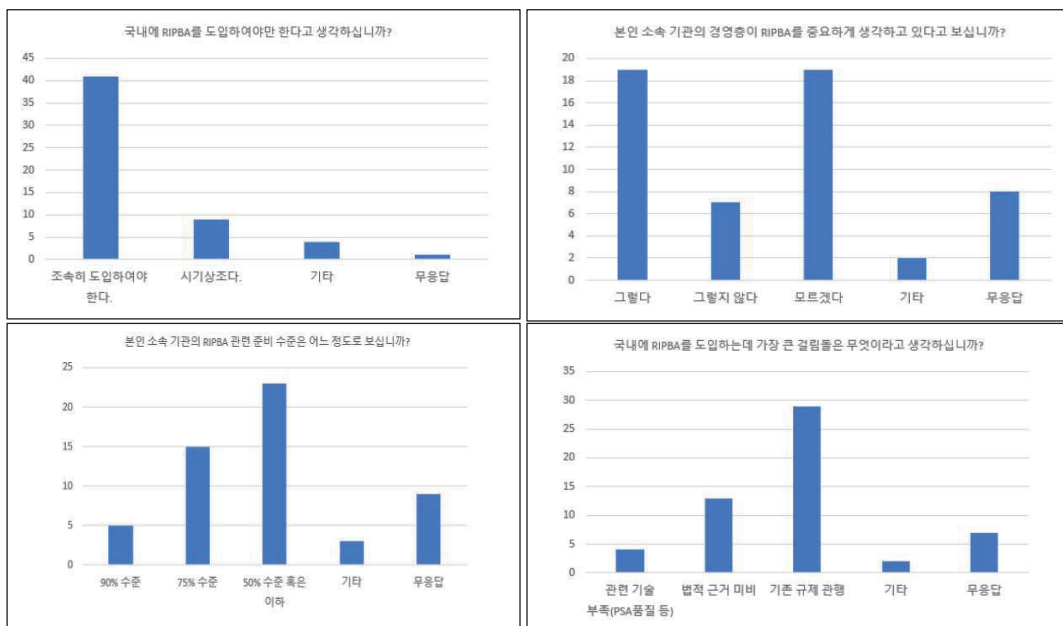
Current Status of RIPBA in Korea, USA, Japan & China



EPRI Risk Technology Meeting (2024.2)



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



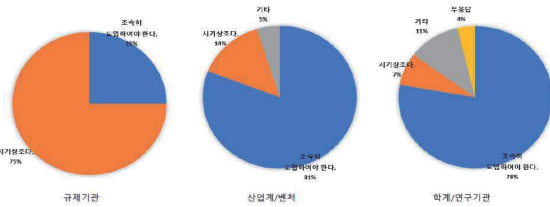
PSA 워크숍 2024

일시: 2024.5.30 (목) ~ 31 (금)
장소: 삼성스퀘어 3층 3층
주최: KAERI, 원자력안전위원회, 한국원자력연구원, 한국수력원자력, 한국전력공사, 한국가스안전공사, 한국산업안전연구원, 한국화학연구원, 한국기계연구원, 한국건설기술연구원, 한국교통연구원, 한국지질자원연구원, 한국수자원공사, 한국농수산식품유통공사, 한국농수산식품유통공사, 한국농수산식품유통공사

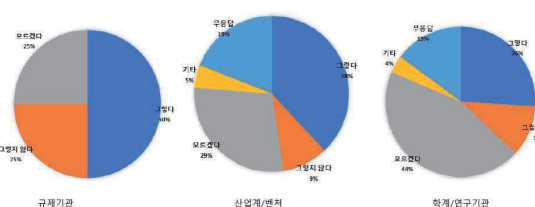
[양준언, 국내 PSA/RIPBA 관련 설문 조사 결과 (응답자 55명)]

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

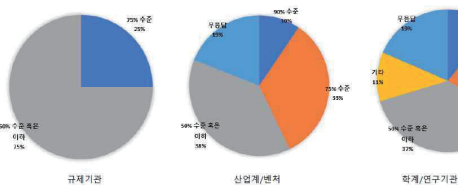
6. 국내에 RIPBA를 도입하여야만 한다고 생각하십니까?



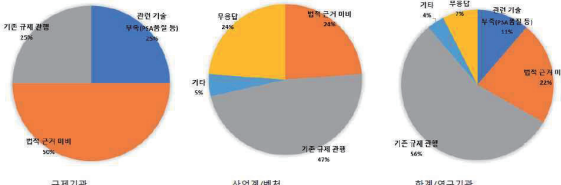
7. 본인 소속 기관의 경영층이 RIPBA를 중요하게 생각하고 있다고 보십니까?



8. 본인 소속 기관의 RIPBA 관련 준비 수준은 어느 정도로 보십니까?



10. 국내에 RIPBA를 도입하는데 가장 큰 걸림돌은 무엇이라고 생각하십니까?



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



The best way for better tomorrow!!!

Any Questions?



RIPB 규제 도입 로드맵 구성에 관한 논의:
Discussion on the development of a roadmap for the
introduction of RIPB regulations:

- 발제 2 -

한수원 RIPB 체계 구축 로드맵(안)
이재중 (KHNP)

KHNP Roadmap for establishing the RIPB framework (draft)
J. J. LEE (KHNP)

2024 한국원자력학회 추계학술발표회

한수원 RIPB 체계 구축 로드맵

2024.10.23.(수)



한수원 RIPB 체계 구축 로드맵



목 차

I. RIPB 도입 필요성

II. 한수원 RIPB 로드맵

III. 추진 현황

IV. RIPB 이행을 위한 제언

I. RIPB 도입 필요성

□ 글로벌 스탠다드 준수(IAEA Safety Standards)

- 모든 시설 및 활동에 대해 차등규제 접근법(Graded Approach)에 따라 안전을 평가해야 한다.
- 규제기관은 안전관리에 차등규제 접근법의 원칙을 적용해야 하고, 잠재적 위협에 비례하여 안전규제 관리를 해야 한다.

□ 해외 RIPBR 적용 현황


국 가	미 국	일 본	유 럽
규제체계	<ul style="list-style-type: none"> • ('91) MR • ('98) RIPBR(ROP) • ('17) RIDM 	<ul style="list-style-type: none"> • ('20) 신검사제도(ROP) * IAEA 권고반영('16) 	<ul style="list-style-type: none"> • ('07) 스페인 ROP • ('12) 프랑스 SDP

2

I. RIPB 도입 필요성

□ 상시검사제도 도입

- 원안법 시행규칙 제19조(정기검사) 개정안 공포('24.4.25)
- 새울2호기 시범적용(~'26.12), '27년부터 전 원전 확대 적용
- 상시검사체계 전환 이후에도 기존의 성능위주 시설 검사항목 모두 포함, 운전 검사/정비검사로만 구분 운영
- 검사항목 선정 시, 안전중요도 및 위험도 고려없이 안전, 비안전 SSC에 동일한 검사자원 투입

 **국제기준을 준수하고 해외 선진국 사례를 반영한 리스크정보활용 · 성능 기반 규제체계 도입 필요**

기대효과

- 리스크정보를 활용한 검사 수행으로 규제 수행 효과성 제고하고, 규제 의사결정에 체계적인 반영
- 원전 안전 운영에 대한 사업자의 책임 인식 및 역할 강화

3

II. 한수원 RIPB 로드맵

구 분	2023	2024	2025	2026	2027
SDP	한수원 자체 시범평가	새울2호기 한장 시범적용(규제기관 합동)		확대 적용	
OLM	프로그램 재정비, TS개정, APR AOT 인허가	APR OLM 시범적용		확대 적용	
RIA		RI-AOT(새울2) 승인	RI-AOT 확대적용, ISI/STI 사항 추가발굴		
PSA	AMP-PSA 승인/RIMS 개정(APR)	AMP-PSA 승인/RIMS 개정(고리2~OPR원전)			

* ①SDP(Significance Determination Process, 안전중요도평가), ②OLM(On-Line Maintenance, 가동중정비), ③RIA(Risk Informed Application, 리스크정보활용), ④AOT(Allowable Outage Time, 허용정지시간), ⑤ISI(In-Service Inspection, 가동중검사), ⑥STI(Surveillance Test Interval, 정주기시험주기)

한수원은 RIPB 체계 도입을 위한 로드맵을 수립('23.4)하여 현재 이행 중에 있음

4

III. 추진 현황

한수원 추진경과	규제기관 현황
<ul style="list-style-type: none"> □ RIPBA 도입 로드맵 수립 ('23.4) □ RIPBA 추진 TF 구성·운영 ('23.6~) □ 원안위 제도개선 WG 참여 및 KINS 규제협약 □ 수용성 제고 (학회·포럼 분과개설, 언론기고 등) 	<ul style="list-style-type: none"> □ 상시검사 도입 ('24.4 법제화) □ '24년 원안위 핵심과제 선정 <ul style="list-style-type: none"> • RIPBR 로드맵 수립을 위한 KINS 정책과제 수행 중

- (SDP) 새울#2 대상 국내 최초 규제기관 안전중요도평가 시범적용 ('24.9)
 - 상시검사의 일환으로 APR원전 지적사항 대상 SDP평가 심층검사 실시
 - ※ 이와 별도로 운영사건 등에 대해 사업자 자체평가 및 KINS 교차분석 중 ('23.5~)
- (OLM) 상시검사 시범원전인 새울#2 대상 OLM 우선 적용 추진
 - '24년 하반기 중 새울#2 시범적용(규제검사 일환으로 시행 협의 중)
 - 안전계통 확대적용을 위한 윤기침 개정, AOT 연장 인허가 신청 예정 ('25.上)
- (RIA) 기 심사중인 ILRT 등 승인 적기 취득, ISI 등 개선사항 추가 발굴
 - 신월성 ILRT 주기연장(5→10년), 월성#2,3,4 SDG 시험주기 연장(2→4주) 심사 중
- (PSA) AMP 인허가 연계 PSA모델 품질향상 추진中(새울1발 '24.11월 승인목표)
 - APR 사고관리계획서 승인 이후 MR/RIMS 업데이트 예정(~'24.12)

5

IV. RIPB 이행을 위한 제언

□ Top-Down 방식의 추진 체계 확보

- 규제기관과 사업자 모두 최고 의사결정권자가 확고한 의지를 가지고 방향 설정 및 일관되고 지속적인 추진 필요
- 규제기관과 사업자의 상호협력 하에 추진 로드맵을 공유하고 전체 이행프로그램을 물론 개별 이행항목의 추진 방안을 협의, 관련 전문가 의견의 충분한 반영 필요

□ 정책적 근거 확보

- 국가 차원의 리스크정보활용 규제 정책을 수립하여 시행착오 최소화 및 효과적 이행 필요
- 이를 위해 정부 차원의 정책 천명 및 제도적 기반 마련 필요

□ 충분한 시범적용 기간 확보 등을 통한 단계적 적용 필요

- 단기 및 중장기적 이행 항목으로 분류하여 과도기동안 원전의 안전 운영능력 저하 방지

□ RIPB 기반 차등규제 체계로의 전면적인 전환 이행 필요

- 기존 규제체계(검사, 평가, 규제결정)의 개선없이 부가적인 규제로의 활용 지양

□ 기술적 이슈사항에 대한 우선 해소 필요

- 제도화 추진시 PSA 품질 및 신뢰도 DB, 정비효과성 및 리스크감시프로그램 등의 기술적 사항에 대해 국내 규제환경, 보유기술 등 관련 인프라 고려 필요
- 가동중정비 허용(LCO 진입, 허용정지시간 연장 등)

THANK
YOU



Blank

RIPB 규제 도입 로드맵 구성에 관한 논의:
Discussion on the development of a roadmap for the
introduction of RIPB regulations:

- 발제 3 -

RIPB 접근법 도입을 위한 선결과제 및 우선 추진과제
김인석 (PSA Consultant)

Prerequisites and priority tasks for introducing
the RIPB approach

I. S. KIM (PSA Consultant)

RIPB 접근법 도입을 위한 선결과제 및 우선 추진과제

October 23, 2024

Presented at KNS Workshop

Inn Seock Kim (PSA Consultant)
Formerly with ISSA Tech, USA

원안위 2024년 주요정책 추진계획에 관한 성찰

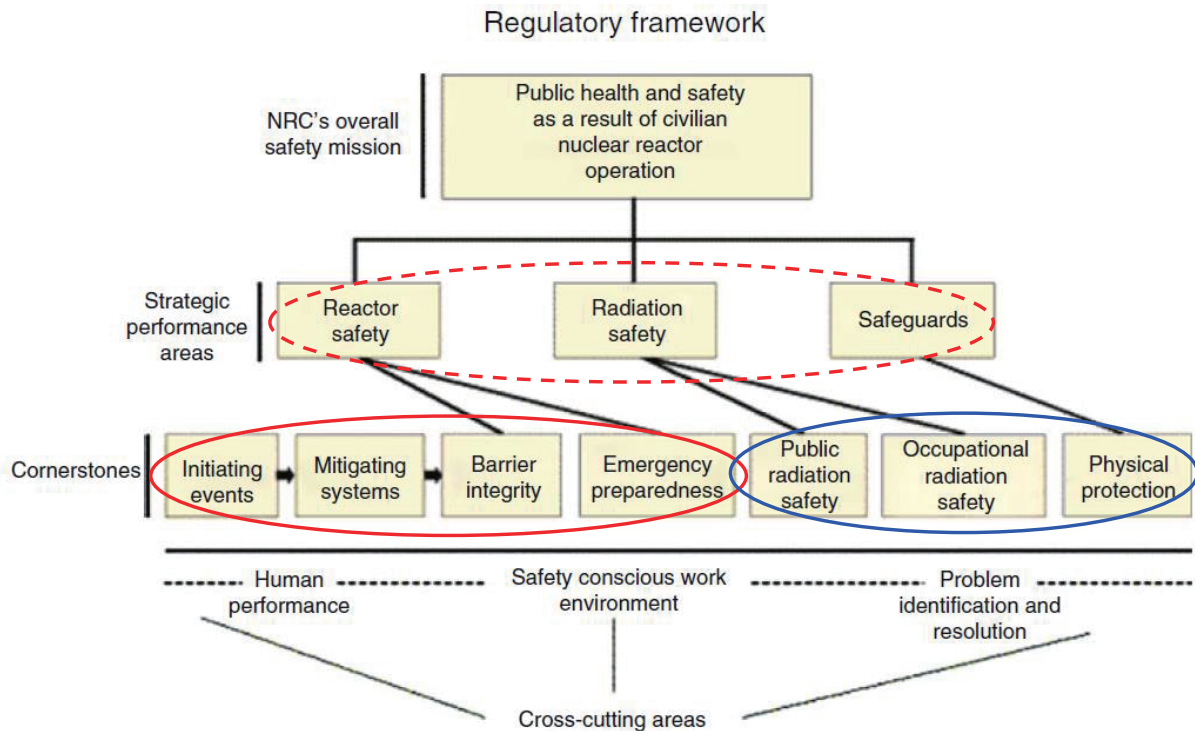
❖ 원안위의 규제 시스템 고도화

- 규제 효율성 제고: 고위험 분야에 안전관리 강화 및 과도 규제 지양
➡ 효율적 안전관리를 위한 명확한 체계 구축 및 RIPB 규제
- (65년의) 규제경험, 데이터 및 지식에 근거한 체계적인 규제 시스템 구축
➡ 효율적 안전관리를 위한 명확한 체계 구축 및 RIPB 규제
- 위험도 정보 활용 규제
➡ 효율적 안전관리를 위한 명확한 체계 구축 및 RIPB 규제

❖ 원자력 안전 강국을 향한 국내 실정

- 운영중인 원전의 리스크 감시·평가 및 유지관리 필요
➡ Living PSA 활용, SDP/ASP 이행
- 효율적 정비를 통한 장기가동원전 안전관리 필요
➡ Living PSA 활용, 정비 규정 이행
- 상시검사제도 도입으로 사업자의 취약분야에 대한 심층검사 수행 필요
➡ 운영 경험 반영, 성능지표 (PI) 및 SDP/ASP 결과 등을 활용

효율적 원전 안전관리를 위한 규제 체계: 원자로감독절차 (Reactor Oversight Process)



3

NRC의 안전 문화 (Safety Culture) 평가

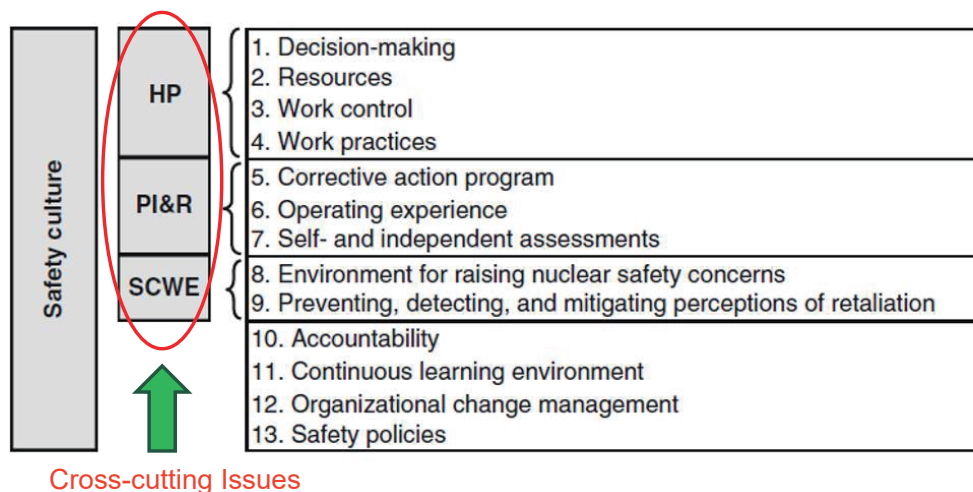


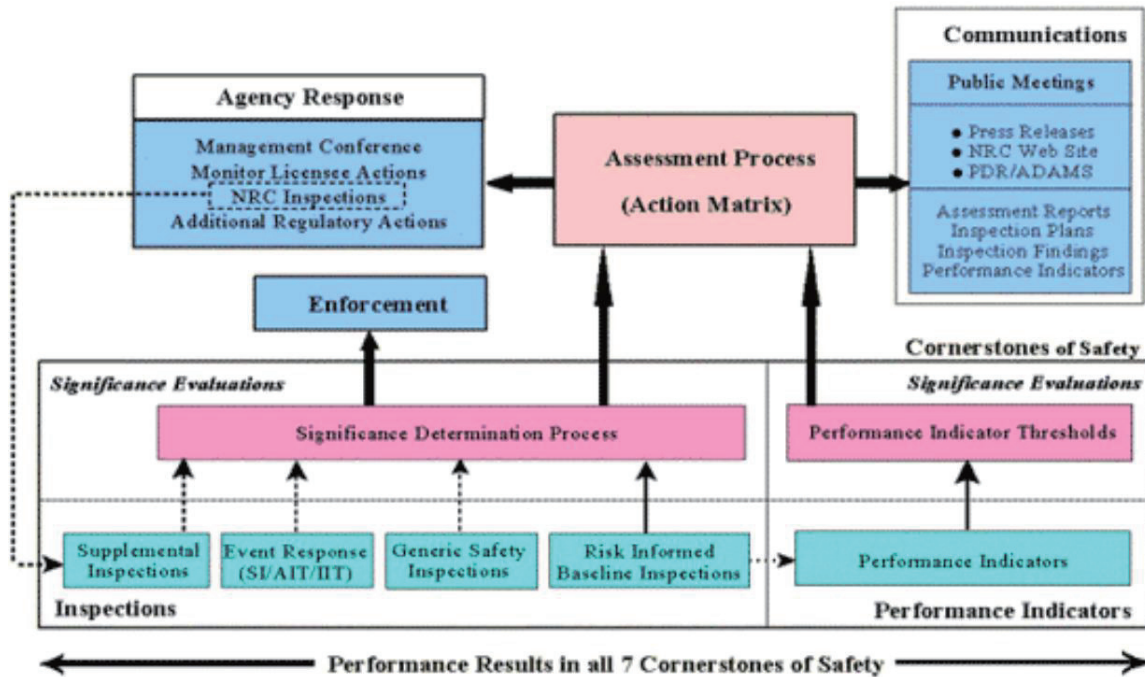
Figure 5

Safety culture and crosscutting issues defined in connection with the NRC regulatory framework (Kim 2008). The three crosscutting issues (i.e., human performance, problem identification and resolution, and safety conscious work environment) are included as part of the safety culture

M. Modarres and I.S. Kim, "Chapter 15. Deterministic and Probabilistic Safety Analysis," *Handbook of Nuclear Engineering*, D.G. Cacuci (Ed.), Springer Science, 2010

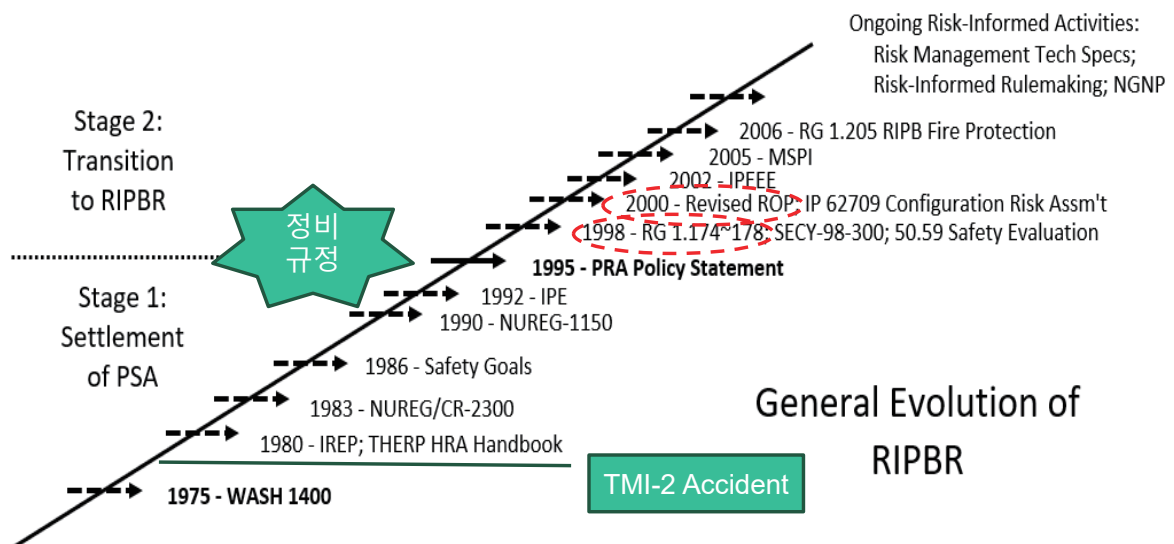
4

ROP에 근거한 RIPB 규제 체계



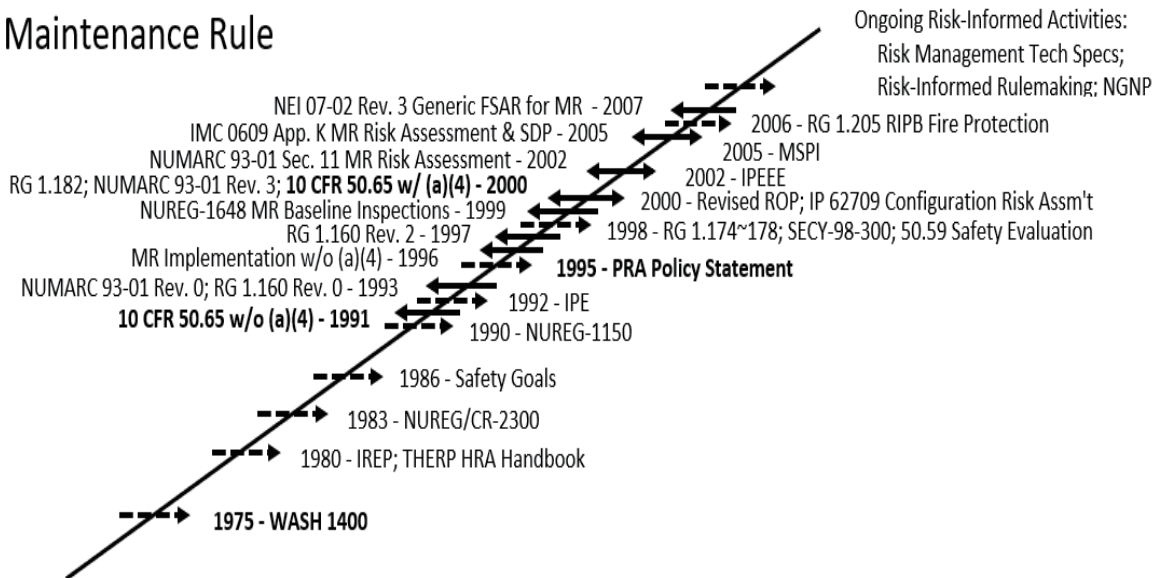
5

미국 - RIPBR 이행 과정



미국 - 정비규정 이행 과정

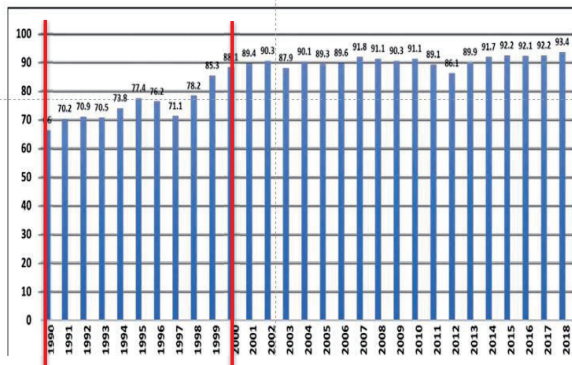
Maintenance Rule



7

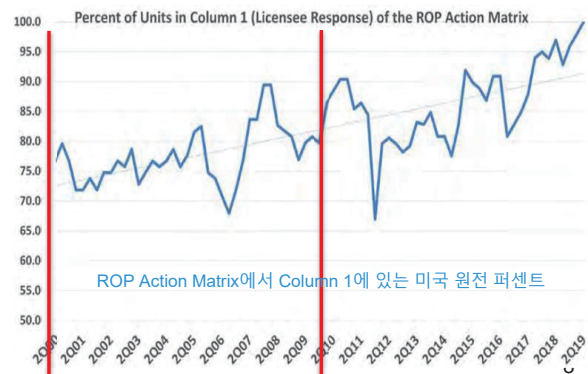
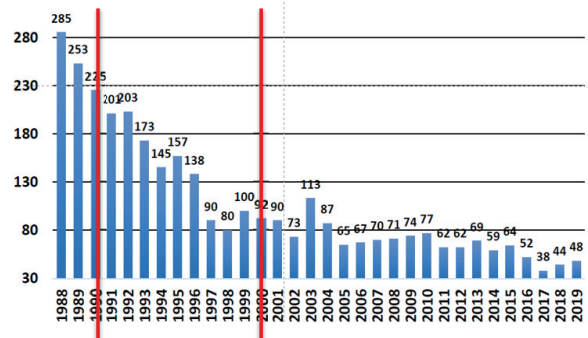
미국 - 정비규정과 RIPBR 이행 효과

미국 원전들의 이용률



"The Nexus Between Safety and Operational Performance in the U.S. Nuclear Industry,"
NEI 20-04, March 2020

미국 원전의 총 불시정지횟수



정확한 리스크 분석의 중요성 예: 원전 운영사건 - ASP 분석 (1/2)

1. 사건 관련 정보 수집 및 검토
 - ✓ LER, 검사보고서 등을 통한 특정 사건 정보 검토
 - ✓ 일반안전현안(GSI), 검사 보고서 등을 통한 사건 관련 문서 검토
 - ✓ 불확실성 파악
2. Base Case Model 검토 및 업데이트
 - ✓ SPAR 모델 적용성 검토 및 필요시 수정
 - ✓ 초기사건빈도 업데이트
 - ✓ 고장 확률 업데이트
 - ✓ 시스템 Cross Tie 기능 확인
 - ✓ Base Case Model 수정 확인
3. 사건 데이터 적용 및 Current Case Model 개발
 - ✓ 초기사건 빈도
 - ✓ 고장 확률
 - ✓ 지원 계통 실패
 - ✓ 공통원인고장 확률
 - ✓ 인적오류 확률
 - ✓ 상태 지속 시간
4. 분석
 - ✓ 모델 가동
 - ✓ 결과 검토
 - ✓ 고장확률 업데이트
 - ✓ 복구실패확률 업데이트
 - ✓ 모델 재가동
5. 비교 분석
 - ✓ 다른 분석과 비교 (SRA, NRR, 사업자)
 - ✓ 민감도분석
 - ✓ 결과 문서화 및 고찰사항

- 1 Collect and review event-related information:
 - 1.1 Review event-specific information (LER, Inspection reports, etc.):
 - 1.2 Review event-related documents (past ASP Event , GSIs, INs, etc):
 - 1.3 Identify unknowns:
- 2 Review and update base case model:
 - 2.1 Select assessment type (i.e., IE, condition, or both):
 - 2.2 Review SPAR model for applicability, modify as necessary:
 - 2.3 Update initiating event frequencies:
 - 2.4 Update Failure probabilities:
 - 2.5 Verify system cross tie capability, modify as necessary:
 - 2.6 Verify modifications were properly made to base case model:
- 3 Event data entry - current case model:
 - 3.1 Initiating event frequencies:
 - 3.2 Independent failure probabilities:
 - 3.3 Failure in support systems:
 - 3.4 CCF probabilities:
 - 3.5 Human error probabilities:
 - 3.6 Condition duration:
- 4 Analysis:
 - 4.1 Run model:
 - 4.2 Review Results:
 - 4.3 Update additional failure probabilities - base case model:
 - 4.4 Update sequence non-recovery probabilities - base case model:
 - 4.5 Save changes to the sequence non-recovery probabilities - current case model
 - 4.6 Make changes to the sequence non-recovery probabilities - current case model
 - 4.7 Re-run model analysis:
- 5 Completed analysis:
 - 5.1 Compare results with other analyses (SRA, NRR, licensee):
 - 5.2 Conduct sensitivity studies, as necessary:
 - 5.3 Document results:
 - 5.4 Review results for insights:

정확한 리스크 분석의 중요성 예: 원전 운영사건 - ASP 분석 (2/2)

- ❖ 공학적 평가
- ❖ 상세 분석
 - ✓ 가정, 수행계획
 - ✓ 예비 보고서 초안
 - ✓ 예비 보고서 검토
 - ✓ 시스템 지원
 - ✓ 최종 보고서 초안
 - ✓ 최종 보고서 검토
- ◆ 총 예상 시간:
 - ✓ 188 시간 (24일, 5주)
- ◆ 관련 인원:
 - ✓ 시스템 전문가 1-2인
 - ✓ PSA 전문가 3인 (분석 1인, 검토 2인)
 - ✓ 보고서 작성 지원 1인

316-2005-001 Cook 2

CommentID	CommitmentTitle	Name	Status	Type	Category	Start Date	ECD	Estimated Hours
316-2005-001-1	Engineering Evaluation - Preliminary Review	Cliff Marks	Closed	Internal	E	2/28/2006	3/2/2006	2
316-2005-001-2	Engineering Evaluation - Secondary Review	Steve Pope	Closed	Internal	E	3/2/2006	3/3/2006	1
316-2005-001-3	Detailed Analysis - Assignment/Initial Planning	Bruce Mrowca	Open	External	DA	3/14/2006	3/16/2006	1
316-2005-001-3a	Detailed Analysis - Work Plan Developed	Inn Kim	Open	External	DA	3/16/2006	3/19/2006	2
316-2005-001-4	Detailed Analysis - Draft Prelim Report Org1	Inn Kim	Open	External	DA	3/19/2006	4/18/2006	60
316-2005-001-4a	Detailed Analysis - Draft Prelim PreReview1	Cliff Marks	Open	External	DA	4/18/2006	4/28/2006	8
316-2005-001-4b	Detailed Analysis - Draft Prelim PRA Review1	Robert Youngblood	Open	External	DA	4/18/2006	4/28/2006	8
316-2005-001-4c	Detailed Analysis - Draft Prelim Report Org2	Inn Kim	Open	External	DA	4/28/2006	5/8/2006	8
316-2005-001-4d	Detailed Analysis - Draft Prelim PreReview2	Cliff Marks	Open	External	DA	5/8/2006	6/2/2006	4
316-2005-001-4e	Detailed Analysis - Draft Prelim PRA Review2	Robert Youngblood	Open	External	DA	5/8/2006	6/2/2006	4
316-2005-001-4g	Detailed Analysis - Draft Prelim Tech Editor	Colleen Amoroso	Open	External	DA	4/18/2006	6/7/2006	8
316-2005-001-5	Detailed Analysis - Preliminary Report	Inn Kim	Open	External	DA	6/7/2006	6/17/2006	8
316-2005-001-5a	Detailed Analysis - Preliminary Report Review	Robert Youngblood	Open	External	DA	6/17/2006	6/19/2006	2
316-2005-001-5b	Detailed Analysis - Preliminary Tech Editor	Colleen Amoroso	Open	External	DA	6/19/2006	6/22/2006	2
316-2005-001-5c	Detailed Analysis - Systems Support	Cliff Marks	Open	External	DA	3/19/2006	7/22/2006	20
316-2005-001-5d	Detailed Analysis - Technical Monitoring	Bruce Mrowca	Open	External	DA	3/19/2006	7/9/2006	9
316-2005-001-5e	Detailed Analysis - Document Support	Josh Clark	Open	External	DA	3/19/2006	5/8/2006	8
316-2005-001-7	Detailed Analysis - Draft Final Report	Inn Kim	Open	External	DA	8/16/2006	9/10/2006	20
316-2005-001-7a	Detailed Analysis - Draft Final Report Review	Robert Youngblood	Open	External	DA	9/7/2006	9/10/2006	2
316-2005-001-7b	Detailed Analysis - Draft Final Tech Editor	Colleen Amoroso	Open	External	DA	9/12/2006	9/15/2006	2
316-2005-001-8	Detailed Analysis - Final Report	Inn Kim	Open	External	DA	9/17/2006	9/23/2006	5
316-2005-001-8a	Detailed Analysis - Final Report Review	Robert Youngblood	Open	External	DA	9/21/2006	9/23/2006	2
316-2005-001-8b	Detailed Analysis - Final Report Tech Editor	Colleen Amoroso	Open	External	DA	9/21/2006	9/23/2006	2
Total								188

국내 규제체계 고도화를 위한 선결 과제

1. 규제용 PSA 모델 품질 완성도 달성을 위한 단계적 개선

- 국내 전 원전에 대한 전출력 내부사건 Level 1 PSA 모델 완성 및 품질 확인
- 국내 전 원전에 대한 전출력 내부사건 LERF/Level 2 PSA 모델 완성 및 품질 확인
- 다른 원전 운영 모드, 외부사건 등에 관한 PSA 모델 완성 및 품질 확인

2. 위험도 정보 활용 국내 규제체계 고도화를 위한 인적 자원 향상

- 전문가팀 구성을 통한 독립 검토 체제 수립
 - ✓ PSA 전문가 및 시스템 전문가 등
- 규제요원에 대한 리스크 정보 활용 교육

11

국내 규제체계 고도화를 위한 추진 과제 (1/2)

1. 한국 고유의 안전 초점 원전 규제 체계 수립

- 효율적이라고 판단되는 미국의 ROP 및 RIPBR 체계 도입
- 한국 실정을 감안하여 추가적으로 원전 규제 체계 수립
 - ✓ 검사와 심사를 안전에 초점을 두고 더욱 효율적으로 이행할 수 있도록 관련 지침서 수정
 - ✓ 현재 국내에서 시행 중인 성능 지표에 대한 검토 및 개선 사항 파악
 - ✓ 현재 국내의 ASP와 SDP 활용에 대한 검토 및 개선 사항 파악
 - ✓ MSPI 국내 활용 가능성 검토 및 필요시 한국 규제 체계에 포함

2. 정비 규정

- 안전성 효과: 기기 신뢰성 향상 및 불시정지 방지에 의한 안전성 증진
- 규제 합리화: 성능기반규제로 발전소 운영의 유연성과 규제자원의 효율적 사용
- 기술 준비성: 사업자 자체 운영 경험

12

국내 규제체계 고도화를 위한 추진 과제 (2/2)

3. 위험도정보활용 기술지침서

- 안전성 효과: 안전이 저해되지 않는 한도에서 발전소 운영의 유연성을 제고함으로써 부작용 저하로 인한 안전성 향상
- 규제 합리화: 시스템 기반 운영제한조건이 아닌 전 원전의 안전성 평가에 기반한 운전제한조건으로 발전소 운영의 유연성과 규제자원의 효율적 사용
- 기술 준비성: 기술지침서 개선 연구 수행 및 일부 기술지침서에 대한 위험도정보활용 개선 경험 있음
 - ✓ 리스크정보활용 운영기술지침서 허용정지시간(RI-AOT) 및 점검시험주기(RI-STI) 등 인허가 변경

4. 신형원전 RIPB 규제 체계 구축

- SMR 등을 포함한 신형 원자로에 대한 RIPB 인허가 체계 수립 (Technology Inclusive Framework 즉 10 CFR 53 참조)

13

Blank

14