

2016년 춘계 원자력학회
사고관리계획서 개발 워크숍

사고관리 조직인력 평가

2016. 5. 11

이 현 우

안전처 사고관리전략팀

INDEX



1. 배경



2. 평가방법론 소개 [NEI 10-05]



3. 평가방법론 소개 [NEI 12-01]



4. 적용방안



5. 결론

1. 배경




1. 배 경

- 월성1호기 스트레스테스트 원안위 안전 개선사항
 - (18-1항) 극한 재해 대응을 위한 인력 및 조직 확보
 - ✓ 이동형 발전차, 이동형펌프 투입등 조치수행과 관련한 소내 가용 직무인력 적정성 평가 필요
 - ✓ 다수호기 사고상황에서 직무인력 적정성 평가 필요
- 사고관리계획서 작성 대상 항목
 - 제7조 (사고관리 전략)
 - 제8조 (사고관리 이행체계)
 - 제9조 (사고관리능력의 평가)
 - 제11조 (극한재해 완화지침서 작성에 관한 설명서)
 - 제13조 (사고관리 교육훈련 계획)

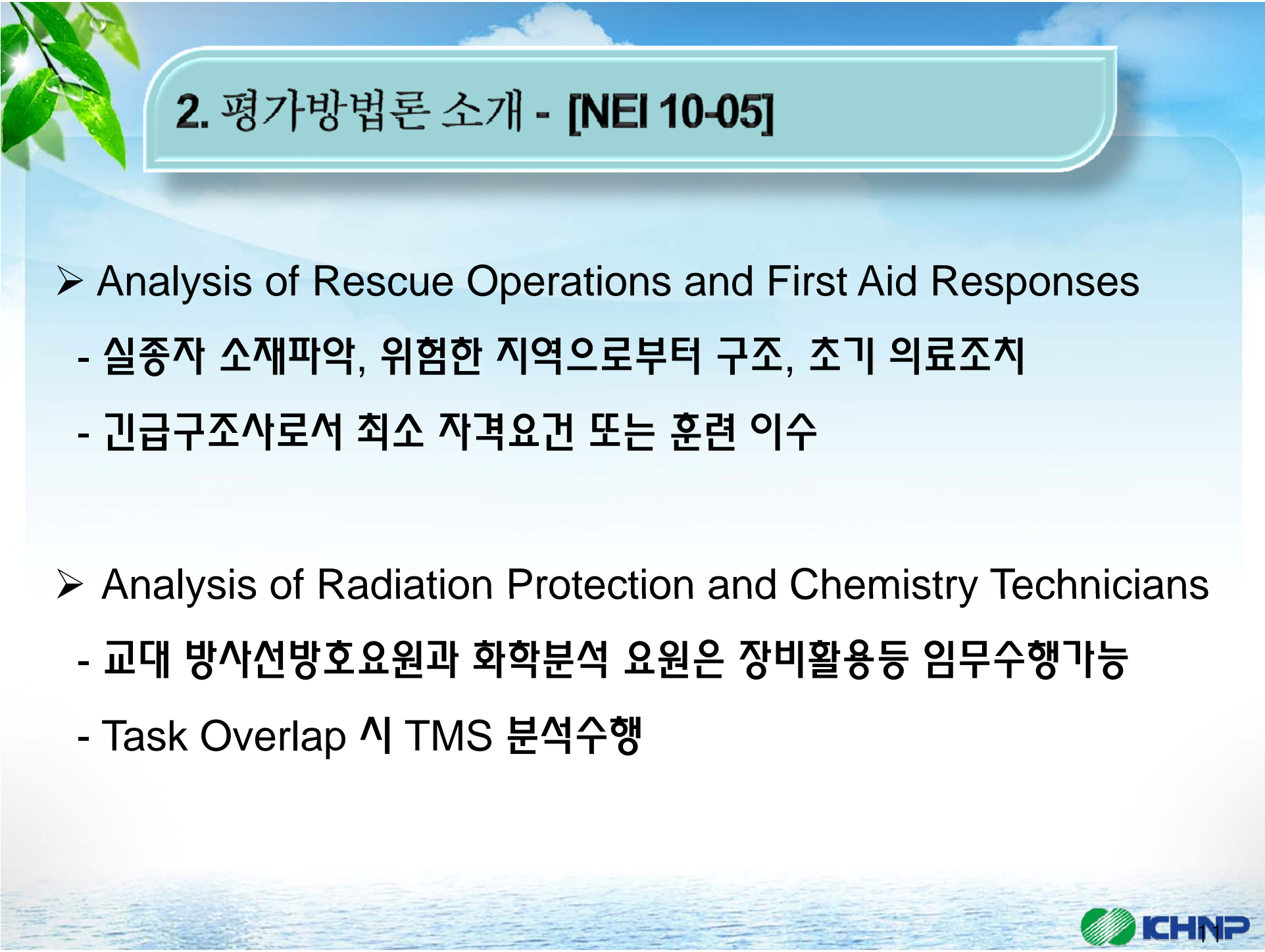
2. 평가방법론 소개 [NEI 10-05]





2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- [NEI 10-05] Assessment of On-shift Emergency Response
Organization Staffing and Capabilities (June 2011)
- [NEI 12-01] Guideline for Assessing Beyond Design Basis
Accident Response Staffing and Communications
Capabilities (May 2012)



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]


- Key emergency response functions and tasks [NUREG-0654]
 - shut down the reactor and maintain safe shut down
 - mitigate event consequences
 - Notify augmented ERO staff and Offsite Response Organizations(OROs)
 - Determine Protective Action Recommendations (PARs)
for site personnel and the public
 - Perform firefighting
 - Provide medical assistance if needed



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

➤ Analysis Process Steps

1. staffing analyses가 요구되는 사건 및 사고를 선정
2. 각 사건 및 사고에 대하여 On-shift Staffing Analysis(OSA) 수행
 - a. 비상대응기능이 없는 직무분야는 분석이 불필요
 - b. 기존 Job Task Analysis 또는 수행기반 평가과정에 의해 평가된 비상대응기능 직무들은 분석이 불필요
 - c. 기존 Job Task Analysis 또는 수행기반 평가과정에 의해 평가되지 않은 비상대응기능 직무들은 분석이 필요
 - d. 기존 Job Task Analysis 또는 수행기반 평가과정에 의해 평가된 비상대응기능 직무들일지라도 시간적 제약사항에 의해 중복될 경우가 평가되지 않았을 경우
3. c와 d의 경우, OSA가 Time Motion Study (TMS) 에 따라 수행



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

➤ On-shift staff

- shift에서 요구되는 인력에 한해 OSA분석이 credit 되어야만 한다.
(예, 교대근무조 인원 및 구성)
- 관련된 필수인원은 부지비상계획에 반영되어 있어야만 한다.

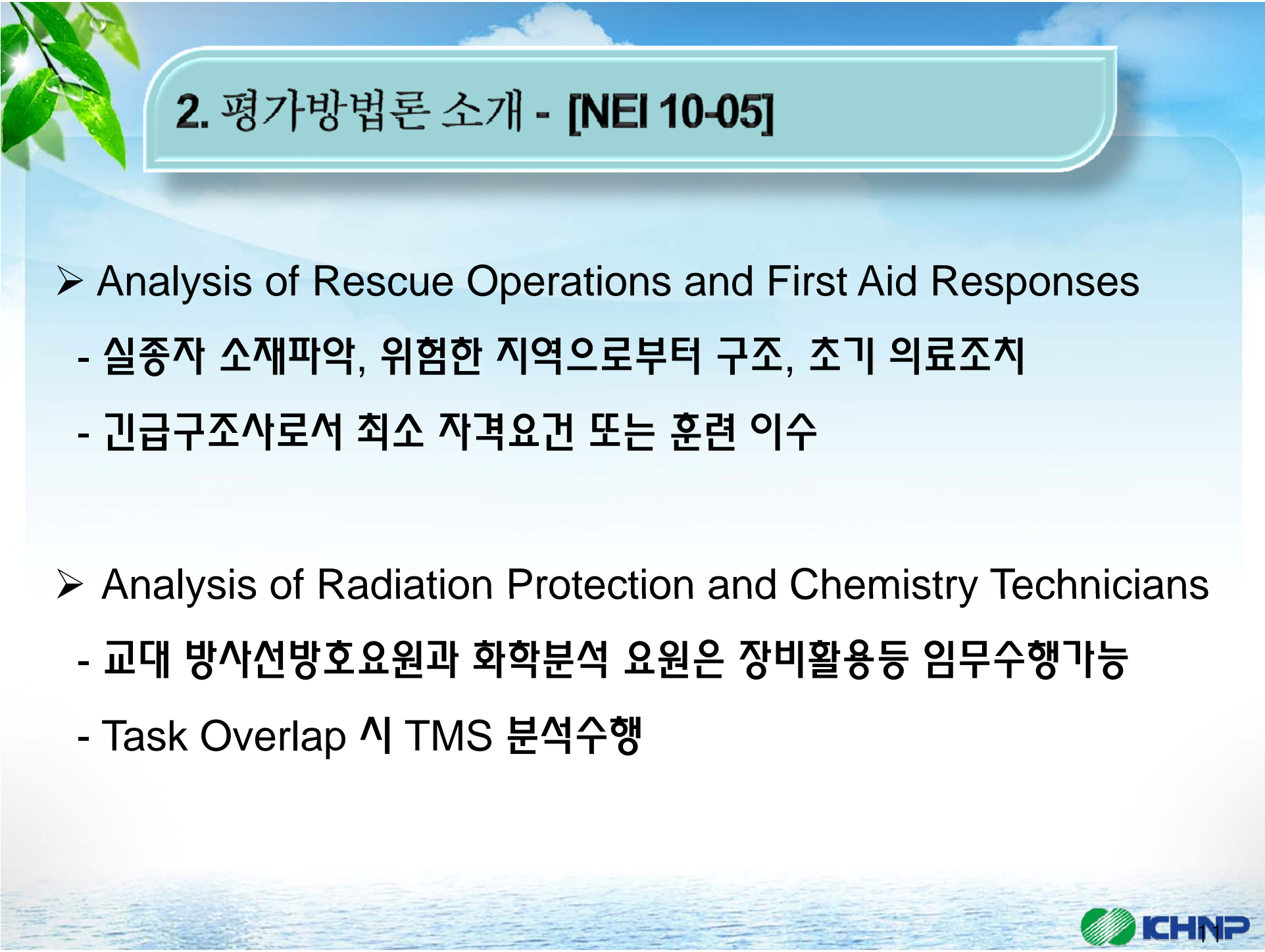
➤ Augmented ERO Response Time

- 최초 비상발령부터 Augmented ERO가 도착할 것으로 가정하는
최대시간



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- Analysis of Repair and Corrective Action Responses
 - 계획적인 조치항목
 - augmented ERO가 도착전 수행하는 복구조치 대상행위를 선정 필요
(AOP, EOP, SAMG 수행시 필요한 지원항목, 운전원 조치는 제외)
 - 비계획 조치항목 (미리 조치계획을 설정할 수 없음)



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- Analysis of Rescue Operations and First Aid Responses
 - 실종자 소재파악, 위험한 지역으로부터 구조, 초기 의료조치
 - 긴급구조사로서 최소 자격요건 또는 훈련 이수

- Analysis of Radiation Protection and Chemistry Technicians
 - 교대 방사선방호요원과 화학분석 요원은 장비활용등 임무수행가능
 - Task Overlap 시 TMS 분석수행




2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- [NEI 10-05] DBA Case
 - 초기사건 이후 15분 이내 방사성물질 방출 가정

- [NEI 12-01] 부지내 모든 다수호기, 설계기준초과 외부사건
 - 부지내 모든 호기에 영향
 - 장기 교류전원상실 사고
 - 발전소에 접근제한

- 원자력안전법에 기술된 사고를 가정 [사고관리계획서 작성시]



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- Analysis of a Fire Response
 - MCR 화재 가정 staffing analysis 수행
 - 대피 및 remote shutdown 등 분석
- Analysis of a General Emergency(적색비상) Response
 - 적색비상을 가정한 staffing analysis



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- Analysis of a Severe Accident Management Response
 - SAMG 초기 수행 on-shift 인력 (augmented ERO가 도착전)
 - 초기 노심손상완화 조치 수행

- Analysis of a Station Blackout Event
 - SBO를 가정한 staffing analysis

2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- Analysis of a 10 CFR 50.54(HH)(1) Event
 - aircraft probable threat 시 대비 비상대응행위 분석 [RG 1.214]
 - 타겟 지점으로부터 부지 소방대의 회피조치 등
- Changes to ERO Response Times
 - On-shift Staffing level 또는 augmented ERO의 대응시간에 대한 제안된 변화를 평가

Table 2.1
Staffing Analysis Methodology for DBAs and DBT

Major Functional Area	Major Tasks	Position Title or Expertise	Detailed Analysis of Task Performance	Collateral Duty Analysis
Plant Operations and Assessment of Operational Aspects	N/A	Shift Supervisor (SRO)	Operations Training Program	NEI 10-05 per Appendix B
	N/A	Shift Forman (SRO)	Operations Training Program	NEI 10-05 per Appendix B
	N/A	Control Room Operators	Operations Training Program	NEI 10-05 per Appendix B
	N/A	Auxiliary Operators	Operations Training Program	NEI 10-05 per Appendix B
Emergency Direction and Control (Emergency Coordinator)	Notify licensee, State, local and Federal personnel and maintain communication	Shift Technical Advisor, Shift Supervisor or designated facility manager	Operations Training Program And EP Drill and Exercise Program	NEI 10-05 per Appendix B
Radiological Accident Assessment and Support of Operational Accident Assessment	In-plant surveys Chemistry/ Radiochemistry	HP Technicians Rad/Chem Technicians	Per site-specific training program(s)	NEI 10-05 per Appendix B
Plant System Engineering, Repair and Corrective Actions	Technical Support	Shift Technical Advisor	Per site-specific training program(s)	NEI 10-05 per Appendix B
	Repair and Corrective Action	Mechanical Maintenance Electrical Maintenance	Per site-specific training program(s)	NEI 10-05 per Appendix B
Protective Actions (In-Plant)	Radiation Protection: a. Access Control b. HP Coverage for repair, corrective actions, search and rescue first-aid & firefighting c. Personnel monitoring d. Dosimetry	HP Technicians	Per site-specific training program(s)	NEI 10-05 per Appendix B
Firefighting	N/A	N/A	Firefighting Training	NEI 10-05 per
Rescue Operations and First-Aid	N/A	N/A	Medical response training program And EP Drill and Exercise Program	NEI 10-05 per Appendix B
Site Access Control and Personnel Accountability	Security, firefighting communications, personnel accountability	Security Personnel	Security Training Program And Security and EP Drills and Exercises	NEI 10-05 per Appendix B

2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]





2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

➤ On-Shift Staffing Analysis 대상 직무

- 주요 기능적인 분야와 주요 직무 [NUREG-0654, Table B-1]

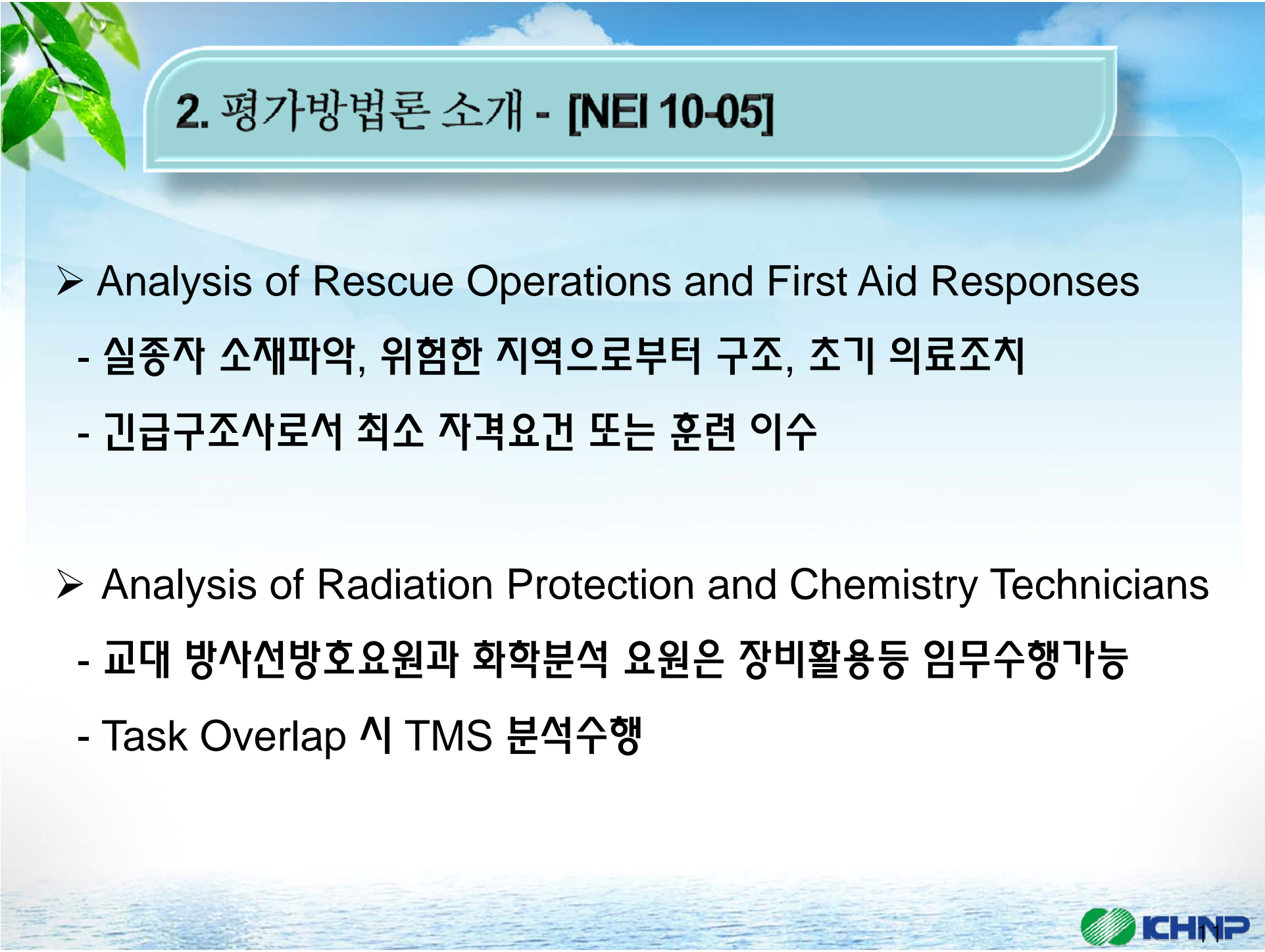
- 기타 운전경험 및 규제지침과 관련하여 추가분

- ✓ Plant Operations & Safe Shutdown

- ✓ Firefighting

- ✓ Radiation Protection & Chemistry

- ✓ Emergency Plan Implementation



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

➤ Assumptions and Limitations

1. 100% 출력운전중 발생
2. 휴일 및 야간근무시 발생 – 부지내 ERO인력 부재, 통보가 필요한 상황
3. 최소 교대근무조 운영시 발생
4. 모든 shift 인원이 가용한 것으로 가정
5. DBT staffing analyses관점에서, 계통안전(노심,방사선), 화재 없음 가정
6. 교대근무 인력은 제시간에 상황을 보고하여 조치를 취할 수 있다.
7. DBT event 분석시 인력운영 제약 고려
8. 교대 Radiation Worker 확보 필요



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

➤ Assumptions and Limitations

9. Safe Shutdown 가정


10. 소방대는 정상 임무 수행 가정

11. 방사선방호 인력과 화학분석 인력은 자신의 보직임무 수행 가능 가정

12. 부지 보안조직은 사고상황하에서도 지역 접근통제등 고유 업무 수행 가능

13. 간략한 통신행위는 고유 직무 분석에서 미미한 영향만 주는 것으로 가정

14. peer check는 고유 직무 분석에서 미미한 영향만 주는 것으로 가정



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

➤ Time Motion Study Process 목적

- 비상대응기능 수행 timing, workload등 staffing assignments평가
- overload 없이 정상적인 기능수행을 검증
- task overlap 방지

➤ TMS 순서

A. event scenario timeline 개발

B. Task overlap 확인

C. 해결방안 개발 (예, ACS 활용, 인원보강 등)

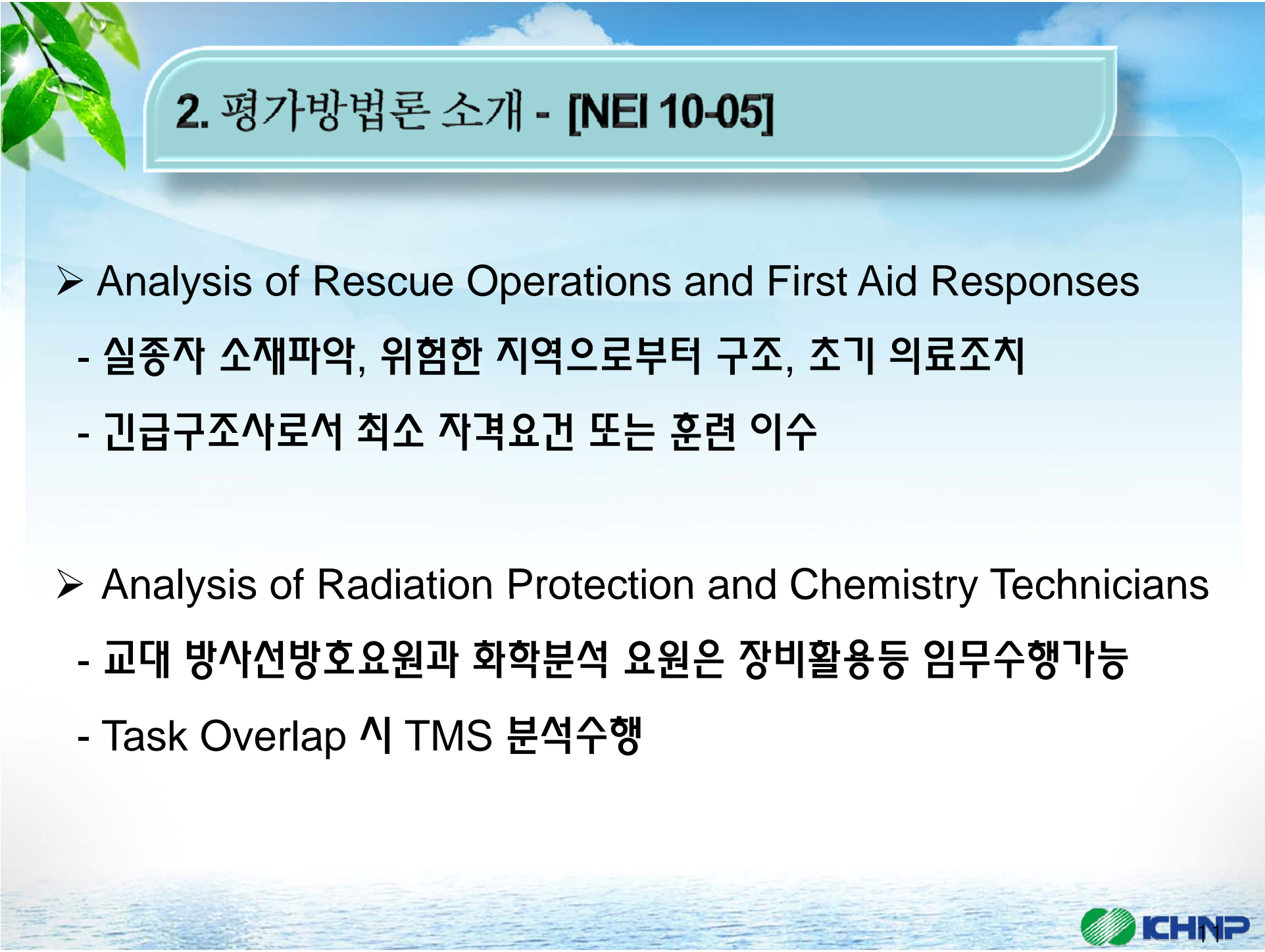
2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

On-Shift Staffing Analysis

TABLE 4 – Radiation Protection & Chemistry

Analysis # _____

Line	Position Performing Function/Task	Performance Time Period After Emergency Declaration (minutes)																	
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90
1	In-Plant Survey On-Shift Position:																		
2	On-Site Survey On-Shift Position:																		
3	Personnel Monitoring On-Shift Position:																		
4	Job Coverage On-Shift Position:																		
5	Offsite Radiological Assessment On-Shift Position:																		
6	Other Site-Specific RP – Describe: On-Shift Position:																		
7	Chemistry function/task #1 – Describe: On-Shift Position:																		
8	Chemistry function/task #2 – Describe: On-Shift Position:																		



2. 평가방법론 소개 - [NEI 10-05]

- On-Shift Staffing Analysis 목적
 - OSA는 비상대응시 교대직무의 역할 명확화
 - 비상업무시 다수업무 영향 평가로 직무유효성 평가(수행가능성)
 - 시의적절하고 효과적인 방법에 의해 수행되기 위해 Time Motion Study (TMS) analysis 필요
 - OSA는 task analyses를 credit하기 위해 수행

3. 평가방법론 소개 [NEI 12-01]





3. 평가방법론 소개 – [NEI 12-01]

➤ NEI 12-01 가정조건

1. 대규모 외부사건 발생

- 부지내 다수호기사고 가정, ELAP, 발전소 접근제한

2. 전출력운전중 안전 정지(Safe Shut-down)

3. 사고기간 적대행위 없음

4. 부지접근 제한

- 사고후 6시간 : 길거리 장애물로 접근 안되거나 다른 접근방안 강구
- 사고후 6~24시간 : 도보 및 개인운송수단으로 접근 가능
- 사고후 24시간 이후 : 차량을 통한 지원 가능



3. 평가방법론 소개 – [NEI 12-01]

➤ NEI 12-01 Staffing Assessment 가정조건

1. On-shift 인력은 최소로 구성

- 주말 또는 야간근무시 사고발생

2. SBO시 load shedding등 관련 조치 고려

- BDBE 대응
- ELAP시 발전소 및 부지 대응
- SFP 냉각

3. 평가방법론 소개 – [NEI 12-01]

➤ NEI 12-01 Assumption for Communications Assessment 가정조건

1. AC 전원은 모두 상실(AAC 포함)
2. 절차에 따라 비필수 부하는 제거시킴
3. 침수(외부사건)에 대한 방수가 된다면 Inverter와 Battery는 가용
4. 침수(외부사건)에 대한 방수가 된다면 부지 연료유는 가용
5. 부지내 외부재해로부터 안전한 위치에 있는 이동형 설비는 가용
6. 부지내 외부재해로부터 안전한 위치에 있는 통신설비는 가용
7. 부지주변 소외 통신지원시설이 가용하지 않을 때
 - 부지 특수성 고려한 가정 개발 및 근거서류 문서화 등
8. 소외대응설비에 위치한 통신장비는 back-up전원을 이용하여 가용상태

3. 평가방법론 소개 – [NEI 12-01]

- NEI 12-01 Response Staffing Study (overview)
 1. Conditions : ELAP을 야기하는 BDB External Event
 2. Response Phase : FLEX phase 1, phase 2, phase 3
 3. Operating Procedures : EOP, FSG(관련 기술문서), SAMG
 4. Mitigation Equipment : 고정형 설비 및 부지 내외 이동형설비
 5. Fuel Status : SFP 냉각 유지 상태와 냉각실패 상태 Staffing 분석
 6. Emergency Response Staffing : on-shift staff 은
 - 어떤 그리고 모든 initial phase coping strategy 수행이 가능해야만 함
 - 필요 시간내 augmented ERO의 영향을 받지 않는 부지 transition coping strategy 수행이 가능해야만 함



3. 평가방법론 소개 – [NEI 12-01]

- NEI 12-01 Response Staffing Study (including below)
- ✓ Assessment of On-Shift Staffing for a BDB External Event Affecting Multiple Units
- ✓ Existing Augmented Staffing for Responding to a Multi-Unit Event
- ✓ Expanded Response Capability for Responding to a Multi-Unit Event
- ✓ Position-Specific Assessment Guidance
- ✓ Staffing for Expanded Response Functions
- ✓ Work areas for Personnel Performing Expanded Response Functions
- ✓ Activating an Expanded Response capability
- ✓ Mobilization of Expanded Response Capability Staffing
- ✓ Considerations for Program Documents



3. 평가방법론 소개 – [NEI 12-01]

- NEI 12-01 Communications during an EL AP (including below)
- ✓ Required Emergency Communications Capabilities
- ✓ Plant Paging (Announcement) System
- ✓ Communications Equipment at ORO Facilities
- ✓ Notification of the Emergency Response Organization (ERO)
- ✓ Equipment Location Requirements
- ✓ Performance Characteristics
- ✓ Other Assessment Considerations
- ✓ Quality and Maintenance-Related Requirements
- ✓ National Communications System (NCS) Services
- ✓ Communications Provider Emergency Services
- ✓ Personnel Training

4. 적용방안



4. 적용방안

[On-shift SA 평가방법론 개발]

- NEI 10-05 & NEI 12-01 참조
- 필요시 해외 사례 벤치마킹

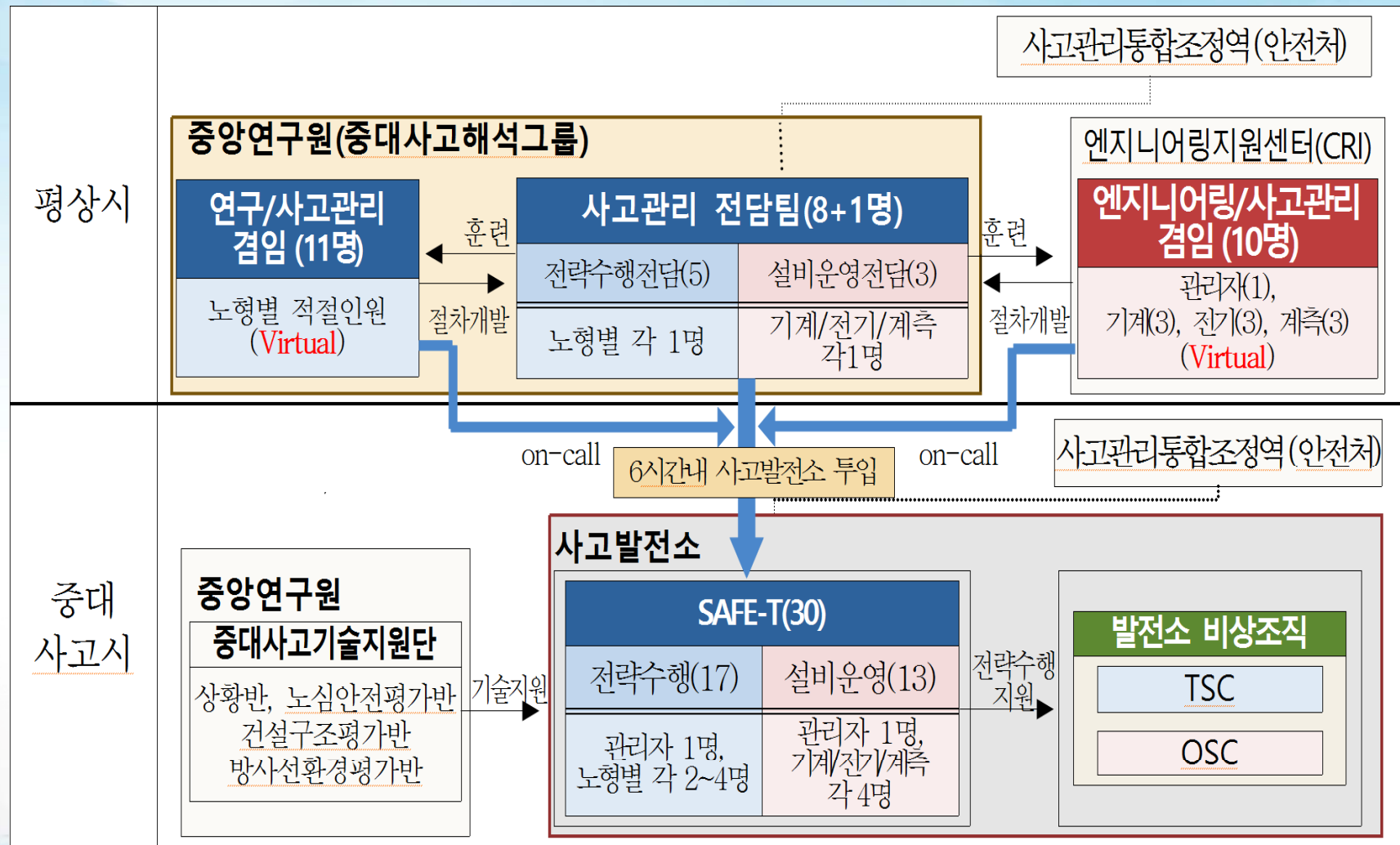
[대표부지 선정 및 평가수행]

- DBA, 중대사고, 설계기준초과 자연재해
- 다수호기 사고 고려 평가

[모든 부지 평가수행]

- 선 평가부지와 Gap Analysis로 차이점 반영

4. 적용방안



5. 결언

人事가 萬事

Thank you very much

KHNP KOREA

친환경 에너지 기업



한국수력원자력주