



**KHNP**

KOREA HYDRO  
NUCLEAR POWER CO., LTD

2018년 추계원자력학회 워크숍

# AMP-ST 사업자 추진 현황 및 계획

Corporate Safety Department,  
Accident Management Strategy Team

2018. 10. 24

안전처 사고관리전략팀장 양승태



# 극한재해 안전성 개선사업 AMP-ST 개요

1

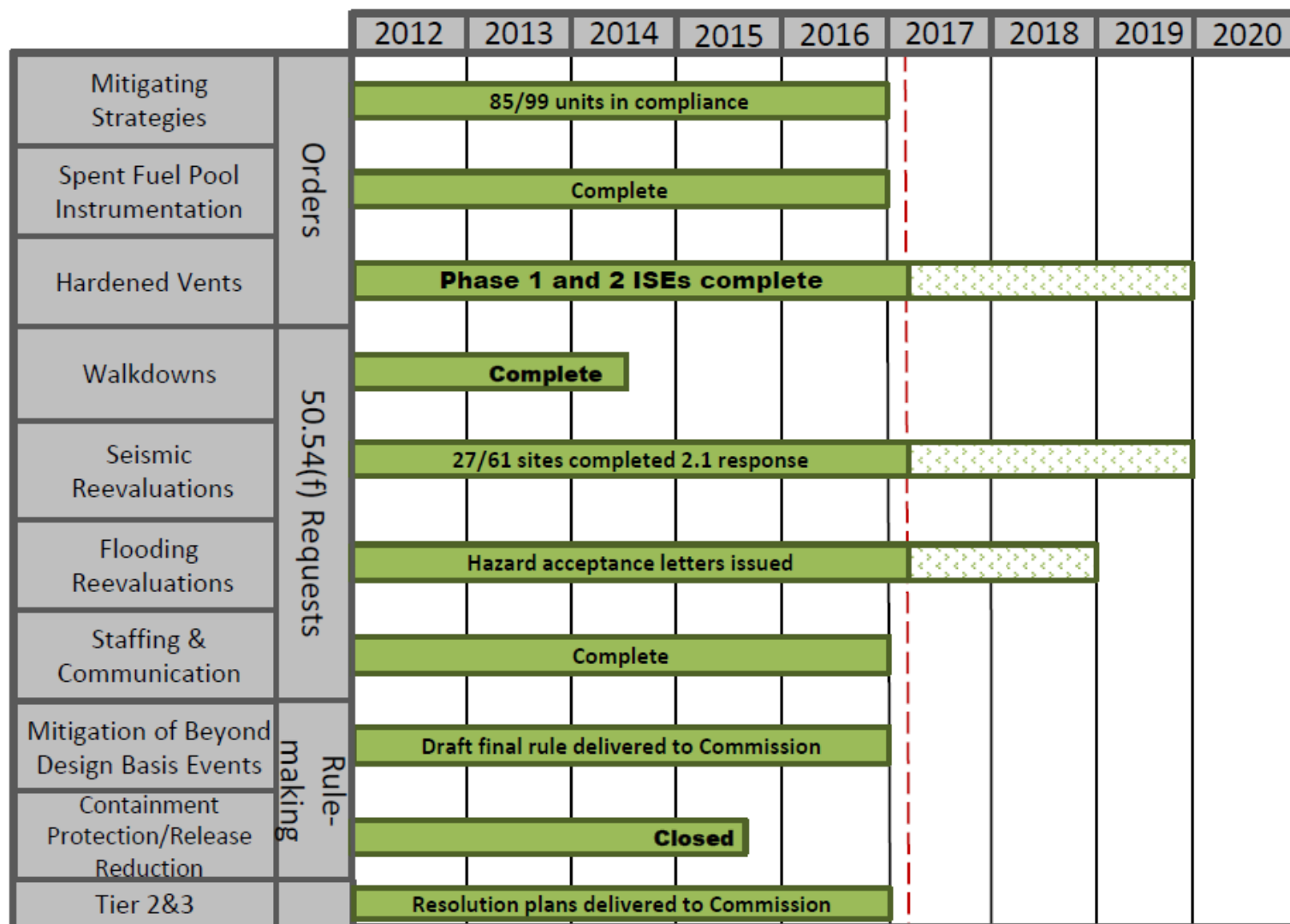
# 국내 규제요건 강화 개요

## □ 반복된 국가 안전규제 요건 강화

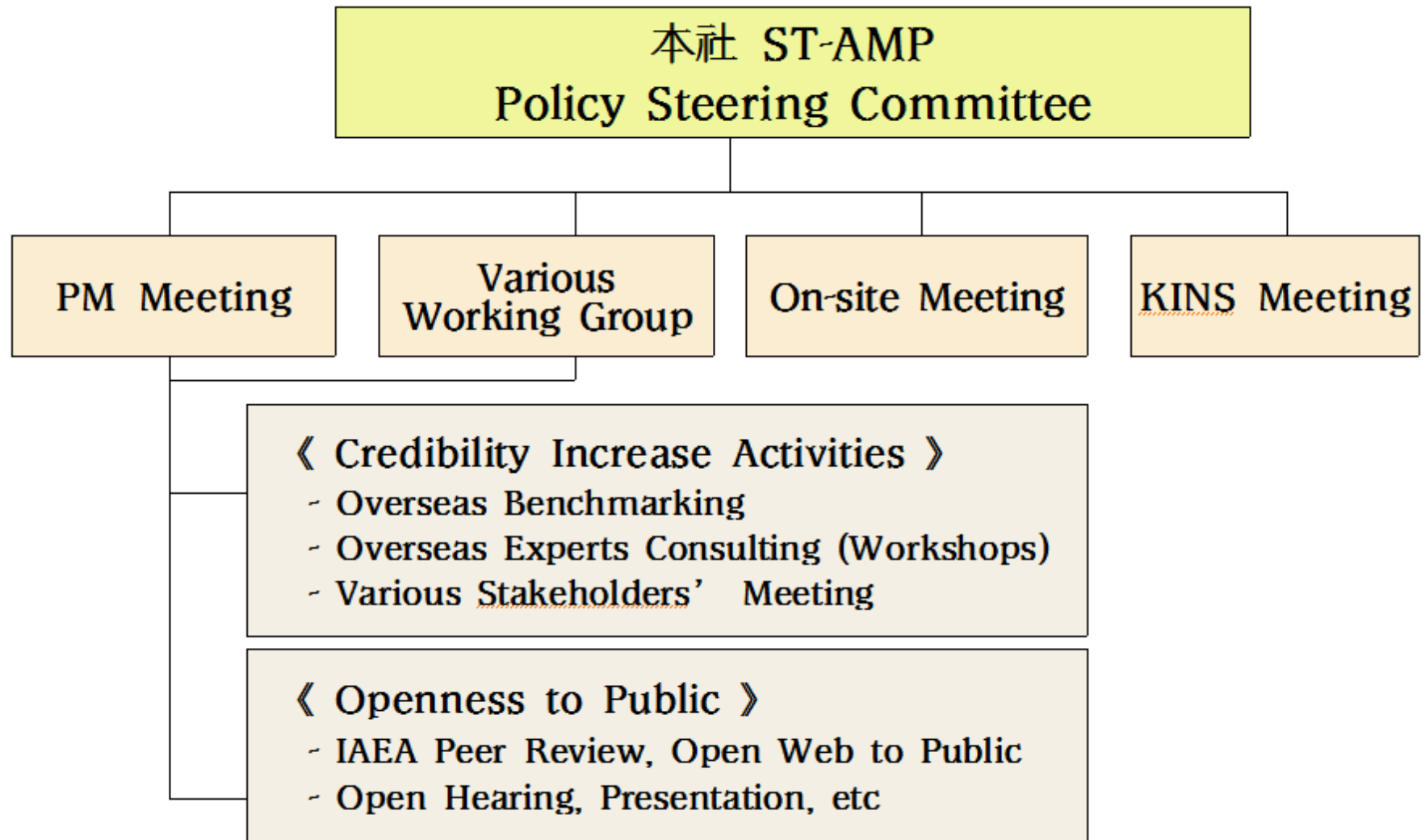
규제 단계	규제 명칭	법적 형태	배경/특징	핵심 개선조치
초기 ('11년~)	후쿠시마 후속조치 (이후 “국내원전 안전점검 개선대책” 으로 명칭 변경)	행정명령	이웃국가로서 즉시조치	분야별 전문가들의 즉시조치 발굴
중기 ('13년~)	가동 원전 스트레스테스트	행정명령	대통령대선공약 (유럽 규제지침 도입)	만년빈도 극한재해 평가에 따른 중대사고 방지대책 요구
완결 ('16년~)	사고관리계획서	법제화 (원안법 운영허가 요건)	세계 최고수준 안전목표 강제화 (일본, 유럽 수준 안전 목표 표방)	+ 다수호기 동시사고 + 인위적 재해 + 무조건 중대사고 가정하여 대중과 환경 보호대책 법제화

## □ 일본과 동등한 안전목표 요구로 세계 최고 수준의 규제요건 법제화

# (참고) 미국의 극한재해 안전성 개선 개요



# 사업관리 추진체계



# 사업관리 흐름도

**AFI Investment, ST-AMP Submit**

**ST-AMP 정책 위원회 보고 및 의결**

**현장 검토회의 및 발표회, PNSC 등**

**KINS 정례회의 (AMP 경우 종합 합동워크숍 개최)**

**PM 회의 및 분야별 워킹그룹 운영 (本社 + CRI)**

- Vulnerability Analysis, AFI Lists Development for Equipment, Organization, Procedure, Training, etc
- Corporate Standard Development (6 Reactor Type)
- Regulatory Safety Goal Satisfaction Method Establish

**해외 벤치마킹 (실제 사례 정보 취득, 미국, 유럽3개국, 일본)**

**용역계약, 협의체 운영방안 수립, 취약분야 기술자문**

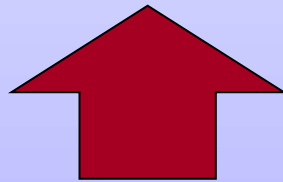
**ST-AMP 인허가요건 분석 및 고유전략(MACST) 수립**



# 2018년 사업목표는 실효적 기반 구축

안전종합 개선계획 수립 및 규제협의 시작

AMP-ST 대표원전 평가 및 보고서 완성



(3) 안전목표 방법론 개발 및 사업현안 해소

(2) 벤치마킹, 3자검증, 외부소통 등

(1) 설비, 조직, 절차, 교육모듈 구축



# 가동원전 스트레스테스트 현황

대 상		2017				2018				주 요 실 적
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1단계 (위탁+자체)	한울 3,4	■	■	■	■					O 1차 질의답변서 제출(7.25) O IAEA PR 수검(9.4~10) O 2차 질의답변서 제출(9.14)
	고리 2	■	■	■	■	■	■	■	■	O PNSC 심의(8.29), 보고서 제출(8.31)
	한빛 1,2			■	■	■	■	■	■	O PNSC 심의(8.27), 보고서 제출(8.31)
	한울 1,2			■	■	■	■	■	■	O 보고서 집중검토회의(10.18~19) O PNSC(10.29), 보고서 제출예정(10.31)
	월성 2,3,4			■	■	■	■	■	■	O 보고서 제출예정 ('18.12.31)
	차이분석	■	■	■	■	■	■	■	■	O 2차 질의답변서 제출(8.31)  O 한울5,6/한빛3,4,5,6/신고리1,2/ 신월성1,2 차이분석보고서 제출(8.31) O 고리3,4 차이분석보고서 제출(8.31)



# 전원전 사고관리계획서 개발 현황

발전소	'17				'18				'19				'20		비고
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
고리 2															대표원전(WH2-L)
한빛 1,2															대표원전(WH3-L)
한울 3,4															대표원전(OPR1000)
신고리 3,4															대표원전(APR1400)
한울 1,2															대표원전(Framatom)
월성 2															대표원전(CANDU)
신한울 1,2															확대적용(APR1400)
신고리 1,2															확대적용(OPR)
고리 1/3,4															확대적용(WH2/3-L)
신월성 1,2															확대적용(OPR)
월성 1/3,4															확대적용(CANDU)
한빛 3,4															확대적용(OPR)
한빛 5,6															확대적용(OPR)
한울 5,6															확대적용(OPR)
인허가															

- **全 가동원전 AMP 초안 개발 : ~ '18.12**
- **용역사, 발전소 피드백 반영한 AMP 최종 확정, 제출 : ~ '19.6**

# 안전종합 개선계획 개발(안)

## □ ‘안전종합 개선계획’ 수립(‘18.12) 및 선제적 이행 **협업과제**

- (목표) 부지내 다수기 동시 사고 대응능력 강화로 원전 안전목표 달성
- (개선계획) AMP 개발, ST 수행 결과 및 국내원전 고유 3단계 다중방어 전략에 따른 노형 · 호기 · 분야별 표준화된 안전종합 개선계획 수립

### 재해 대응능력 개선대책

- 기존 설비의 재해 성능 강화
- 신규 재해 대응설비 구축

### 사고예방 대책(노심용융 방지)

- 이동형 비상대응설비 구축
- 주입유로, 내진 Pad 등 조치

### 피해완화 대책(방사능 누출방지)

- 방사성물질 외부 유출 억제
- 주민보호를 위한 개선 조치

- (선제적 이행) 소원전 공통적용 사항 시행계획 수립 및 협업을 통한 실행력 제고

### 안 전 처

- 노형별 · 호기별 · 분야별  
전사 표준 개선계획 수립

### 주관부서(본사)

- 세부 시행계획 수립
- 규제기관 사전 협의

### 정 비 처

- 호기별 공사계획 수립 · 시행
- 완료 : 2022년

### 발전처/위기관리실

- 절차/지침 개발 · 개정
- 유관직원 교육 계획 · 모듈 개발

- (협업체 운영) 사내 · 외 유관기관 협업을 통한 인허가 현안 해결 및 단기간내 최적 사업 추진
  - 규제협력회의(규제기관-한수원), 통합 PM회의(한수원-협력사), 정책위원회(유관 처 · 실) 등

# 설비, 조직, 절차, 교육 (이행체계) 현황 및 계획

2

# MACST설비 전사 표준 구비 계획

추가 설비 기능	ELAP 장기 전원 상실	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 소형발전기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 밸브/팬 동작, 조명 등</li> </ul> </li> <li>② 중형발전기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필수정보 확보</li> <li>- 축전지 충전 등</li> </ul> </li> <li>③ 통신설비                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장과 통신확보</li> </ul> </li> <li>④ 조명시설                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조명확보</li> </ul> </li> <li>⑤ 이동형 공기압축기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전설비 IA공급</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ 고압 이동형펌프                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- RCP 누설 보충</li> </ul> </li> <li>⑦ 임시팬                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전설비 룸 냉각/환기</li> </ul> </li> <li>⑧ 연료 이송/저장 설비                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전기기 연료공급</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑨ 대용량 이동형D/G                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ESF설비 운용</li> <li>- 최종 열제거원 확보</li> </ul> </li> <li>⑩ 이동형 정수설비                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해수로부터 냉각수 생성</li> </ul> </li> </ul>
	LUHS 최종 열제거원 상실	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑪ 고유량 이동형펌프                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최종 열제거원 확보</li> <li>- 대체 격납살수</li> </ul> </li> <li>⑫ 이동형 열교환기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- CCW/Cs Hx 대체</li> <li>- 최종열제거원 확보</li> </ul> </li> </ul>		
	인위적 재해	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑬ 고압 이동형 살수차                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 항공기 충돌 등 인위적 광역재해 발생시 고소지역 및 SFP 살수</li> </ul> </li> </ul>		
	공동	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑭ 이동형 견인차량</li> </ul>		

## MACST설비 개념설계 착수 예정 ('18.11~)

- 용역명 : 극한재해 대처 MACST 설비 현장배치를 위한 개념설계
- 용역 대상 : 사고관리계획서 대상 전호기

[illegible]

# MACST설비/통합보관고 추진 계획(안)

구 분		2018				2019				2020		2021		2022	
		3	6	9	12	3	6	9	12	6	12	6	12	6	12
설계 변경 불요 설비 (~2019. 6)	설비 구매 및 용역 발주														
	제작 및 현장배치														
설계 변경 수반 설비 (~2022. 12)	유로등 설계 (개념, 상세)														
	규제기관 인허가														
	설계변경시공, 설비현장배치														
통합 보관고	설 계	고리/한빛/한울/새울				울성 제2보관고									
	시 공	울성 제1보관고				고리/한빛/한울/새울				울성 제2보관고					

# MACST설비 통합보관고 추진

## □ 기존 이동설비 보관고

본부	연면적 (㎡)	내진설계		비 고
		적용코드 *	지진하중	
고리	448	KBC-2009	0.3g	준공('15.12)
한빛	494	KBC-2009	0.3g	준공('14.08)
월성	598	KBC-2009	0.3g	준공('13.12)
한울	443	KBC-2009	0.3g	준공('14.09)

## □ 비상대응설비 통합보관고

기 준	변 경	용 도
<ul style="list-style-type: none"> <li>고리 : 2,500㎡</li> <li>한빛 : 2,500㎡</li> <li>한울 : 2,500㎡</li> <li>월성 : 2,300㎡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고리 : 5,218㎡ (증축)</li> <li>한빛 : 5,317㎡ (증축)</li> <li>한울 : 6,543㎡(증축, 신한울 포함)</li> <li>월성 : 4,965㎡(제2통합보관고로 신축)</li> <li>새울 : 설계 중(신축)</li> </ul>	<p>추가 설비수용, 유지보수 공간 확보</p>

※ 적용코드 KBC : Korea Building Code(건축구조설계기준)



# 월성본부 제1 통합보관고 전경



# 고리본부 비상대응설비 통합보관고





# 한빛본부 비상대응설비 통합보관고





## 한울본부 비상대응설비 통합보관고





# 전사 ERO 비상대응거점 추진



# 전사 **ERO** 비상대응거점 추진

- 기재부 공공기관 사업 예비타당성조사로 사업 지연 중
  - 17.4.19 ~ 18.2.18 (총 10개월)
  - 비용편익분석 과정에서 540억원 삭감 방안 제시
  - 일반건축물(일본) 기준 적용 권고
  - 관련 규제기관과 설계기준 협의 중
- 1 단계 월성 본부 우선 추진 (2018.10~2021.12)
  - 종합 설계 및 건축허가 : 2018.10~2020.2
  - 시공/검사 및 준공 : 2020.3~2021.12
- 2 단계 여타 부지 확대 적용 (2019.8~2022.12)

# 전사 재해대응안전센터 추진

## ◆ 평상 시 조직

원자력본부장

[본사 직할]

감 사 팀

발전품질보증팀

발전품질검사팀

사이버 보안팀

엔지니어링센터

교육 훈련 센터

**재해대응안전센터<sup>주</sup>**

**설비운영 담당**

**물류·소화 담당**

**정보관리 담당**

대외협력처

제1발전소

제2발전소

제3발전소

## ◆ 방사선비상 발생 시

비상대책본부장

STAG<sup>주1</sup>  
중대사고기술  
지원단(CRI)

SAFE-T<sup>주2</sup>  
신속대응  
전문가팀(CRI)

비상  
기술지원실  
(TSC)

비상  
운영지원실  
(OSC)

비상대책실

중대사고  
지원조직  
(군·경·소방대 등)

**재해대응안전센터**

\* 주1) 사고 시 발전소 손상복구 등 현안기술 지원

\* 주2) 사고 시 6시간 내 현장 도착, 예방 및 완화 기술지원

주) 명칭은 향후 전사 공모를 통해 확정 예정

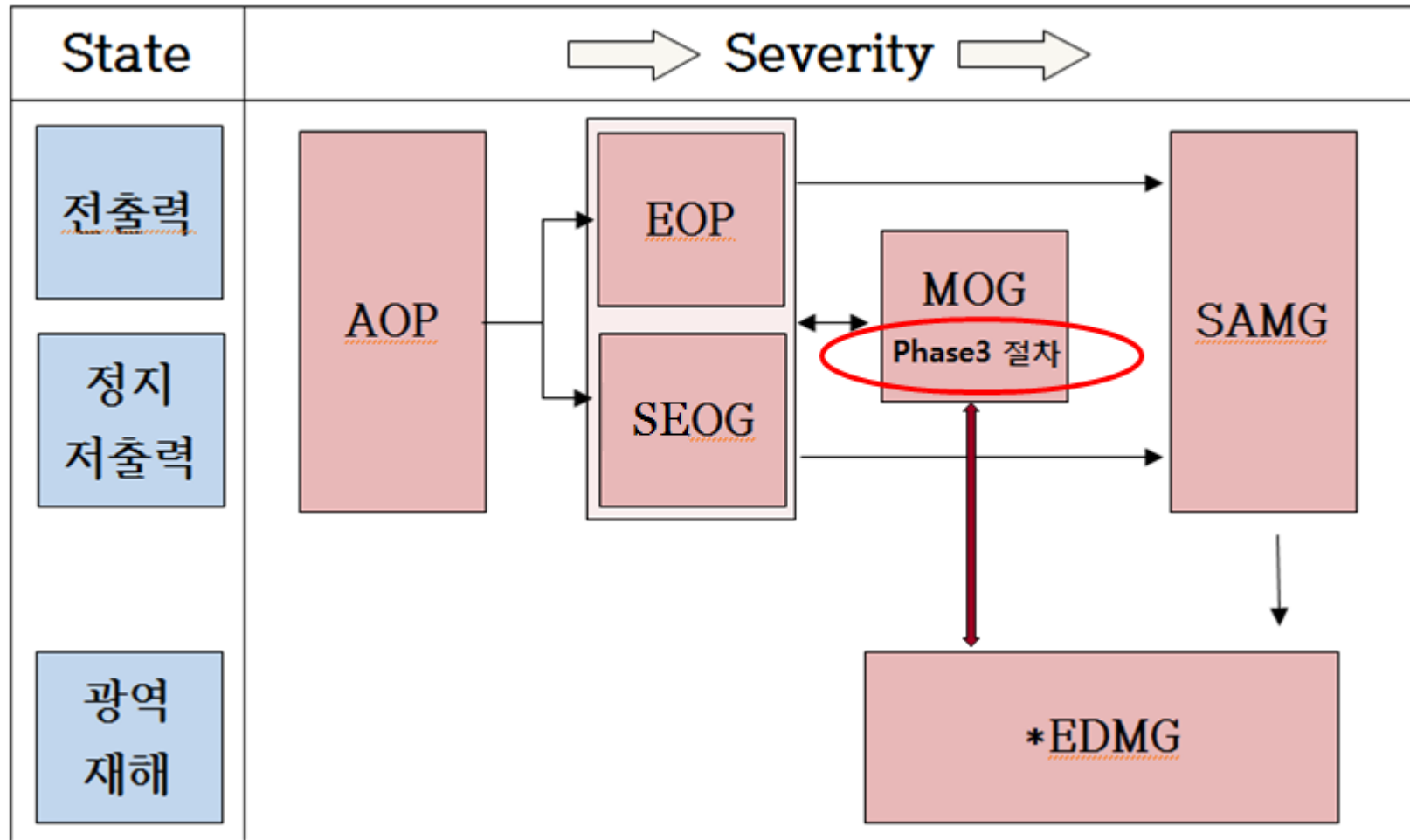


# 재해대응안전센터 신규 확보(안)

## □ 신규 확보 필요인력

구 분		고리 [6기]	새울 [2기]	월성 [6기]	한빛 [6기]	한울 [8기]	합 계
통상	센 터 장[2직급, 명]	1	1	1	1	1	5
	업무총괄[3직급, 명]	1	1	1	1	1	5
교대	교대인력 <sup>*</sup> [4직급, 명]	8	8	8	8	12	44
합 계		10	10	10	10	14	54
(참고)	인 원 / 교 대[명]	2	2	2	2	3	-
	교대근무조 수 [조]	4	4	4	4	4	-

# MACST 관련 절차 개발



## □ 비상운전지침서(EOG) 및 다중방어운영지침서(MOG) 개발 현황

### 1) 한울 3,4호기(OPR 노형 대표원전) EOG / MOG 개발

- 한울 3,4호기 EOG / MOG 초안 개발 후 3차 검토 완료
- 비정상절차서 및 비상운전지침서와 MOG 연계하여 개발

### 2) PSA 측면에서의 FRG-MOG 연계방안 수립 중

- PSA 측면에서 기능회복지침서(FRG)와 MOG 연계방안 수립 중

### 3) OPR 원전 EOG 확인 및 검증(V&V) 예정

- EOG/MOG 초안 내용 확인 및 개선안 도출
- EOG-SEOG-MOG 간 연계 타당성 검토 및 확대방안 논의
- '18.12월까지 OPR 원전 EOG 최종 확정 및 타 노형 적용 예정

## □ 중대사고완화지침서(SAMG) 개발 현황

### 1) 대표노형 SAMG 개발 진행사항

- 한울 3,4호기 완료 후 MOG를 연계한 SAMG 개발 중(10월 중 초안)
- 월성 2호기, 한울 1호기, 한빛 1호기, 고리 2호기 대표노형 진행중

### 2) 자체분 SAMG 개발 진행사항

- OPR형 (한울5,6, 한빛 3,4,5,6), WH형(고리3,4) MOG 연계 검토

### 3) SAMG 확인 및 검증평가

- 발전팀 대상 Table Top 시뮬레이션 시행 및 시뮬레이터 중대사고  
완화능력 검증 예정

## □ Phase3 절차서 개발 현황

### 1) 원전부지 간 Phase3 설비 이동경로 분석 자문 시행

- 3.2MW 이동형발전차, 정수설비 등 대형 이동형설비 원전부지 간 이동경로(대체경로 포함), 소요시간 및 장애요소 자문 시행

### 2) Phase3 절차서 개발을 위한 전사 TF 구성

- 본사 주관 Phase3 절차서 개발을 위한 전사 TF 구성안 작성 중

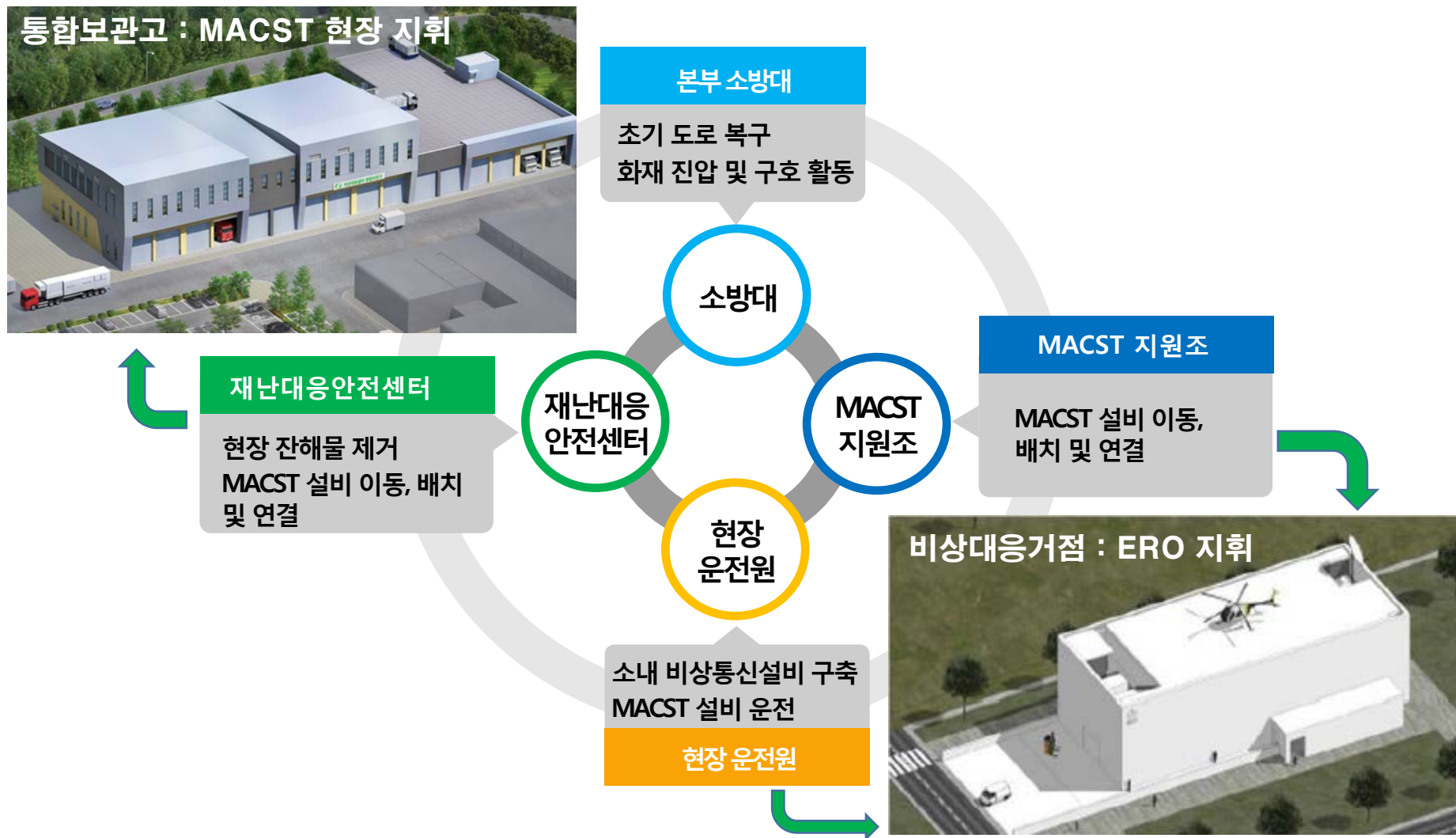
## □ 교육훈련TF 추진 및 수행계획

- 안전처, 발전처, 위기관리실, 교육훈련센터, 중앙연구원 등 12명으로 TF 구성하여 교육훈련체계 개발



구 분	추진 내용	투입 인력
[1단계]	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 교육훈련 SAT 결과 검토</li> <li>○ 신규업무 SAT 적용 기준 확정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발전처</li> <li>○ 교육훈련센터</li> </ul>
[2단계]	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 교육훈련프로그램 SAT 결과물 검토</li> <li>○ 신규업무 SAT 결과물 작성 및 검토</li> <li>○ 신규업무 교육훈련절차서 작성 및 검토</li> <li>○ 사고관리계획서 교육훈련계획 작성 및 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발전처, 안전처</li> <li>○ 위기관리실</li> <li>○ 교육훈련센터</li> <li>○ 중앙연구원</li> </ul>
[3단계]	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신규 교육훈련프로그램 시행, 평가</li> <li>○ 시행결과를 반영한 교육훈련 프로그램 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육훈련센터</li> <li>○ 위기관리실</li> <li>○ 중앙연구원</li> </ul>

# 사고관리 이행 체계(안)



- 재난대응안전센터 및 MACST 지원조를 중심으로 한 MACST 설비 운용
- 기존 방사선비상조직에 신규 조직을 포함한 형태의 사고대응 이행체계 구축



벤치마킹, 협업체, 외부소통 등

# 지난 주요국 벤치마킹 완료(2017)



# Japanese TEPCO Benchmarking (18.4.16-4.20)



# 지속적인 해외 기술교류(벤치마킹) 추진

추진기한	2017 ~ 2019 연중
추가대상	중국, 러시아, 일본(PWR원전), 프랑스 등
주요 기술 교류 사항	<ul style="list-style-type: none"><li>☞ 사고관리전략과 규제요건</li><li>☞ 항공기충돌 관련 EDMG 절차 및 설비 개선 현황</li><li>☞ 설비, 조직, 절차, ERO 등 업무분장과 협업체계 등</li><li>☞ 최종 열제거원, 고압주입 등의 상세설계 현황</li><li>☞ 개선 SSC의 PSA Credit 등 안전목표 방법론, 기기생존성</li><li>☞ IAEA Peer Review, 대외협력 현황 등</li><li>☞ 다수호기 사고관리전략 및 명령/권한체계</li><li>☞ 상호 관심사항 토론회 (Information Exchange)</li></ul>



# 지속적인 협업체 운영 (PM회의)



# 지속적인 협업체 운영 (IAEA 검증)





# 지속적인 협업체 운영 (NEI 기술정보 교류)





# 외부소통

- ✓ 전문가 초청 기술교육 시행
- ✓ 현장 TFT 참여를 위한 교육, WG 다수 개최
- ✓ 학회 춘/추계 워크숍 활용하여 각계 전문가 의견수렴
- ✓ KINS 정례 소통회의
  - 현재까지 6차례 정례회의 개최
  - 사고관리계획서 합동 워크숍 1회 개최
- ✓ ST 결과에 대한 IAEA 독립검증 시행
- ✓ ST 민간소통(설명회) 규제기관 계획에 적극 협조 예정

# 사고관리계획서 안전목표 만족방법론 및 현안 관리

# 안전목표 만족방법론 정립

- ✓ (내부적으로) 안전목표 만족 방법론 개발(18.7월)
  - Cs, 부지경계 피폭, 성능목표 동시 만족 필요
  - 확률론적/결정론적 방법론의 연계 전략
  - 각종 현안분야 방법론 등
  - 현안은 해외 벤치마킹 등을 통해 최적 방안 도출
  - PSA 등 필요한 결말분석의 충분한 Iteration
- ✓ 내부 방법론 정립 후 KINS 사전 협의
  - 현안의 조기 발견 통해 해결 방안 강구

A person with a backpack stands on a rocky mountain peak, looking out over a vast valley with mountains in the distance. The scene is captured in a cinematic style with soft lighting.

For MACST ,

“

If you want something you've never had  
then you've got to do something you've never done.

**MACST™ : Multi-barrier Accident Coping STrategy**