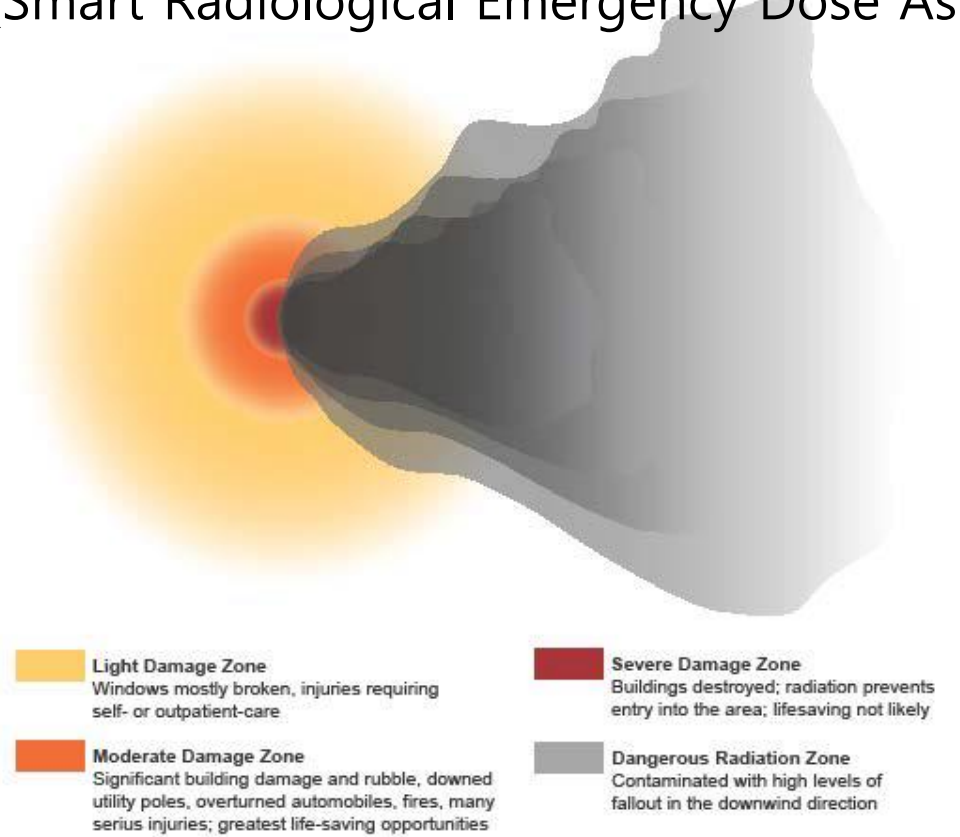
원전 사고시 방사선량 평가 통합시스템

S-REDAP (Smart Radiological Emergency Dose Assessment Program)



한국수력원자력 중앙연구원 방사선안전그룹 김승우

목 차

S-REDAP(배경 및 현황)

Fukushima 사고 교훈 반영

- 다수호기 동시 사고 대응능력 확보
- 방사선원항평가방법 개선(재평가)
- 비상계획구역 밖 주민보호조치

IAEA 권고 및 원자력안전위원회 안전점검 결과 반영

- 사고시 방사선량 예측/평가 정확성 제고
- 실효적 주민보호조치

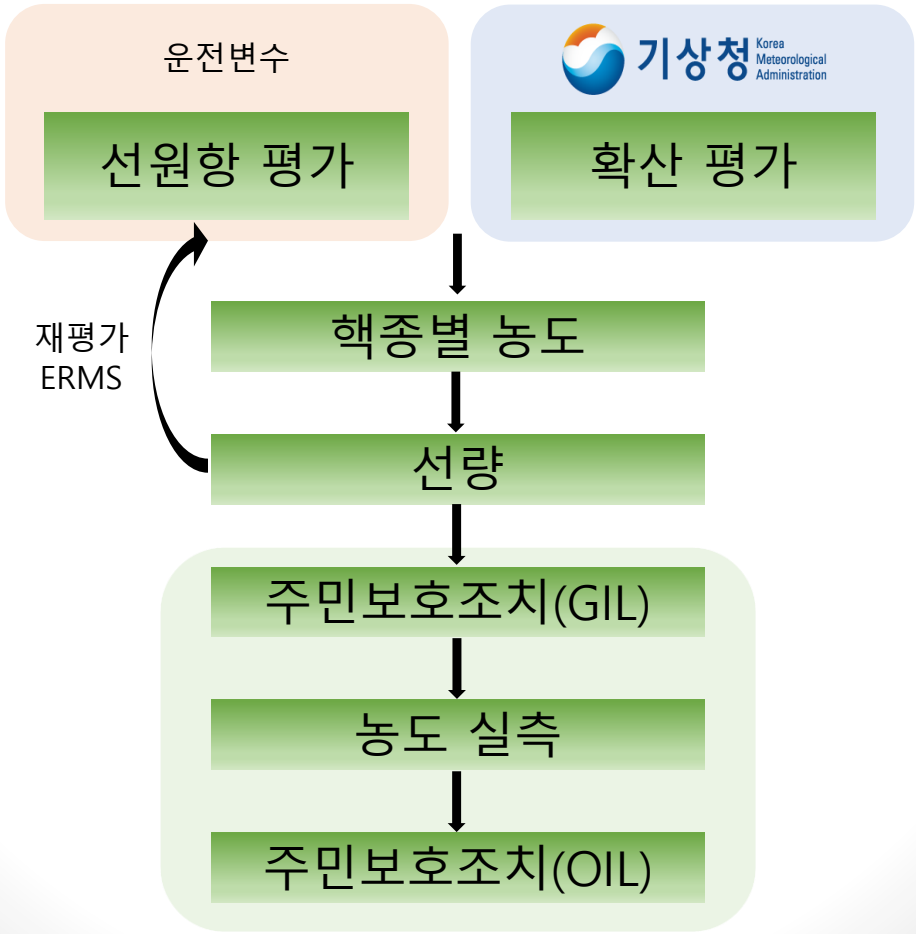
시스템 사용자 교육

- 인재개발원 : 1회/년
- 중앙연구원 : 1회/년
- 각 원전본부 1회/년

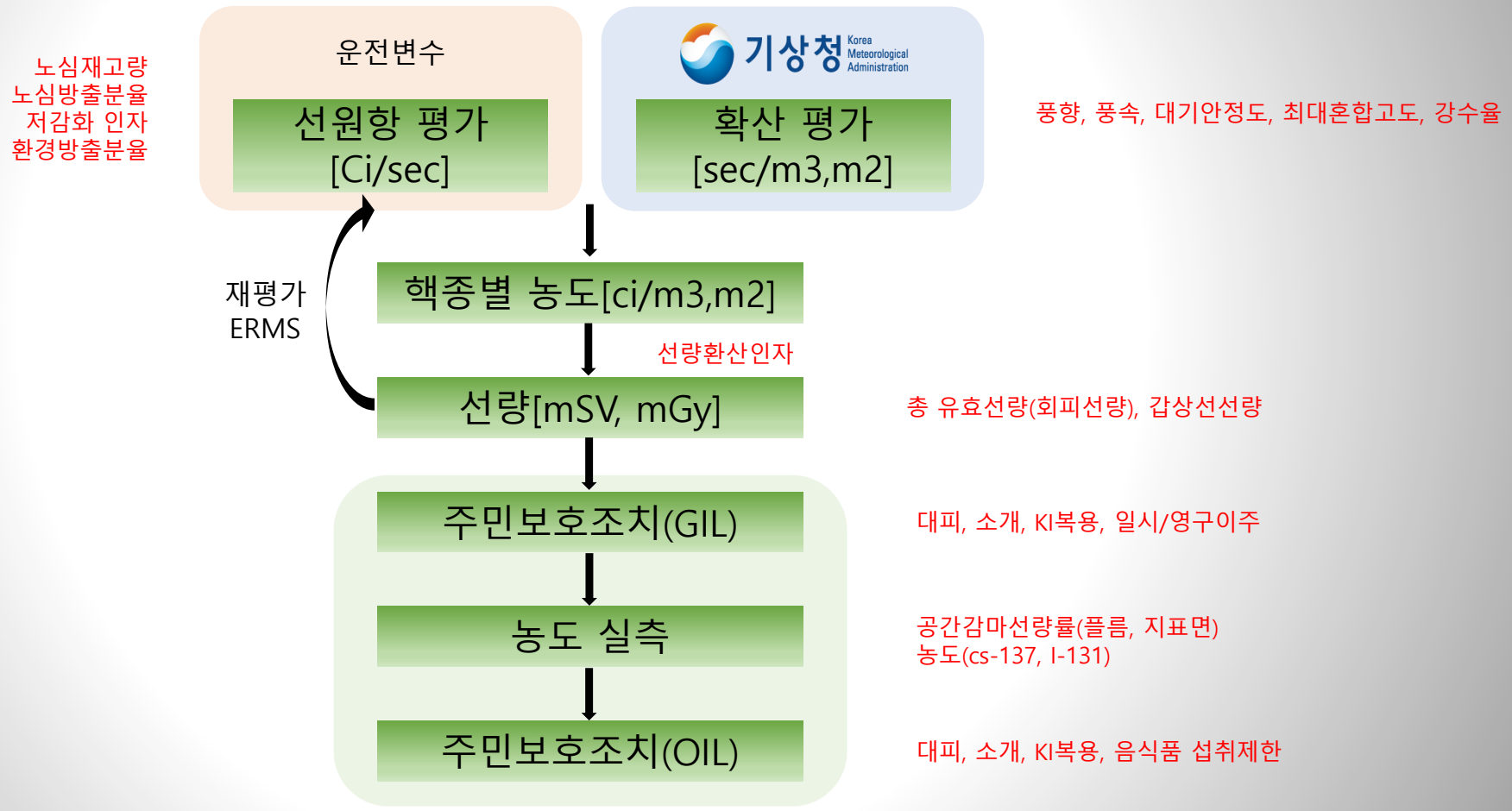
시스템 개발

- 베타버젼 : 2014. 4
- 전원전확대 : 2016 ~

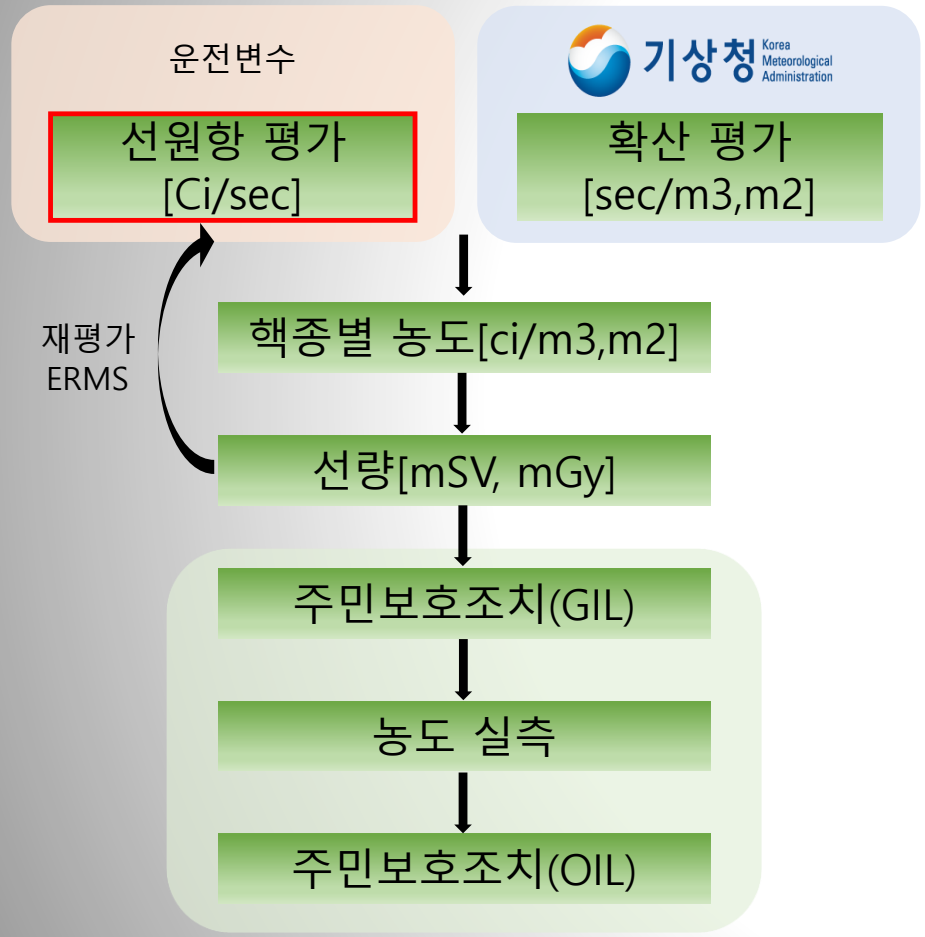
S-REDAP(구성)


운전변수
선원항 평가
기상청 Korea Meteorological Administration
확산 평가
재평가
ERMS
핵종별 농도
선량
주민보호조치(GIL)
농도 실측
주민보호조치(OIL)

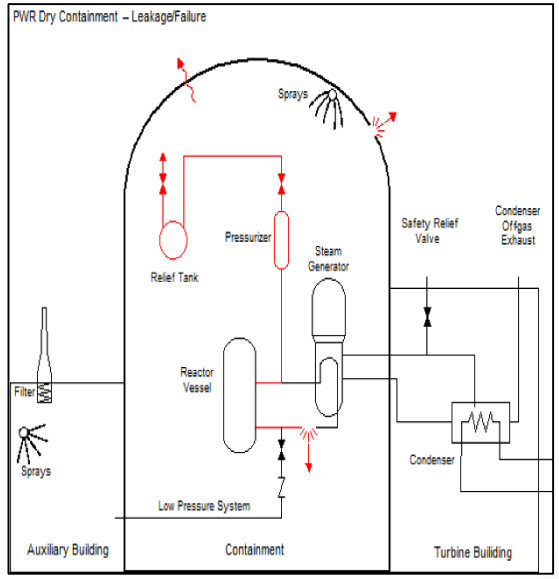
S-REDAP(구성)

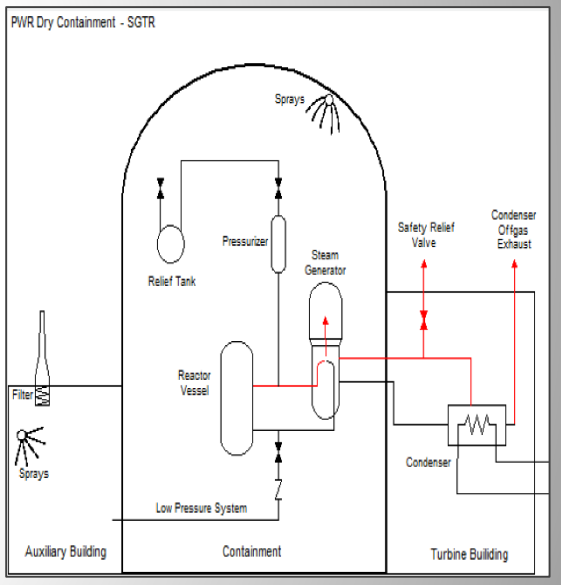

노심재고량
노심방출분율
저감화 인자
환경방출분율
운전변수
선원항 평가
[Ci/sec]
기상청 Korea Meteorological Administration
확산 평가
[sec/m3,m2]
풍향, 풍속, 대기안정도, 최대혼합고도, 강수율
재평가
ERMS
핵종별 농도[ci/m3,m2]
선량환산인자
선량[mSV, mGy]
총 유효선량(회피선량), 갑상선선량
주민보호조치(GIL)
대피, 소개, KI복용, 일시/영구이주
농도 실측
공간감마선량률(플름, 지표면)
농도(cs-137, I-131)
주민보호조치(OIL)
대피, 소개, KI복용, 음식품 섭취제한

S-REDAP(선원항)

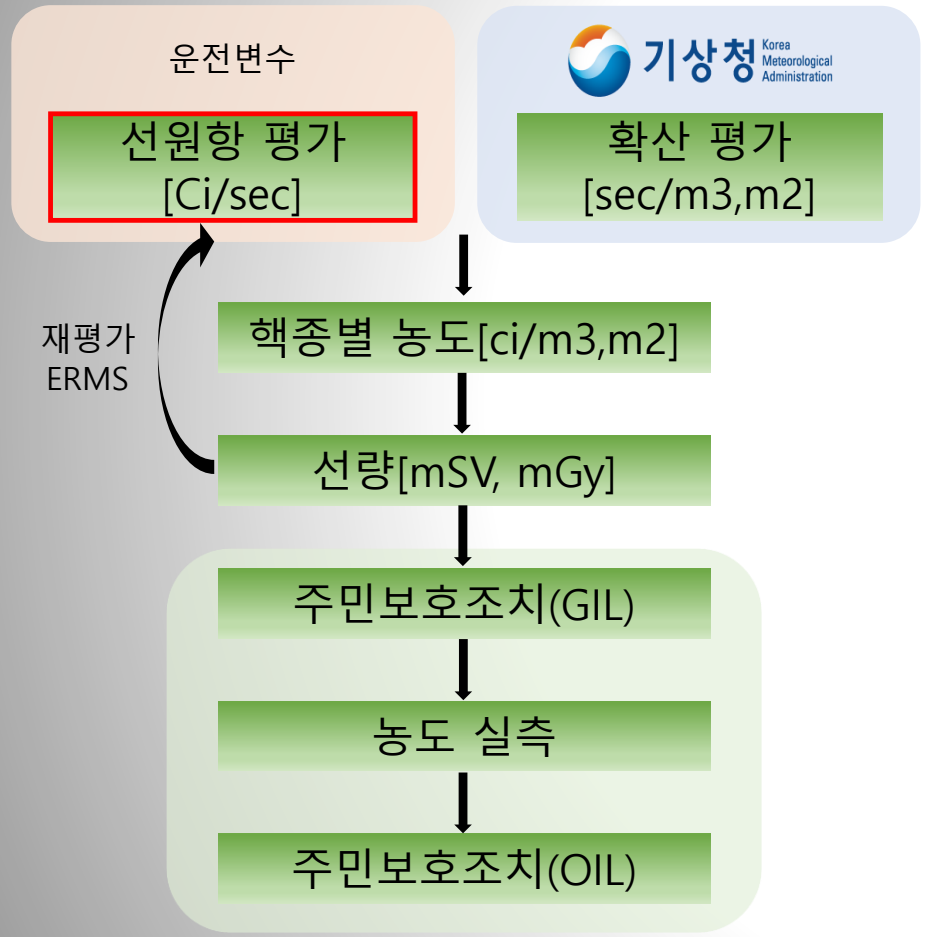


선원항 = FPIi x CRFi x $\sum_j RDF_{ij}$ x Efi





S-REDAP(선원항)



선원항 = FPIi x CRFi x $\sum_j RDF_{ij}$ x Efi

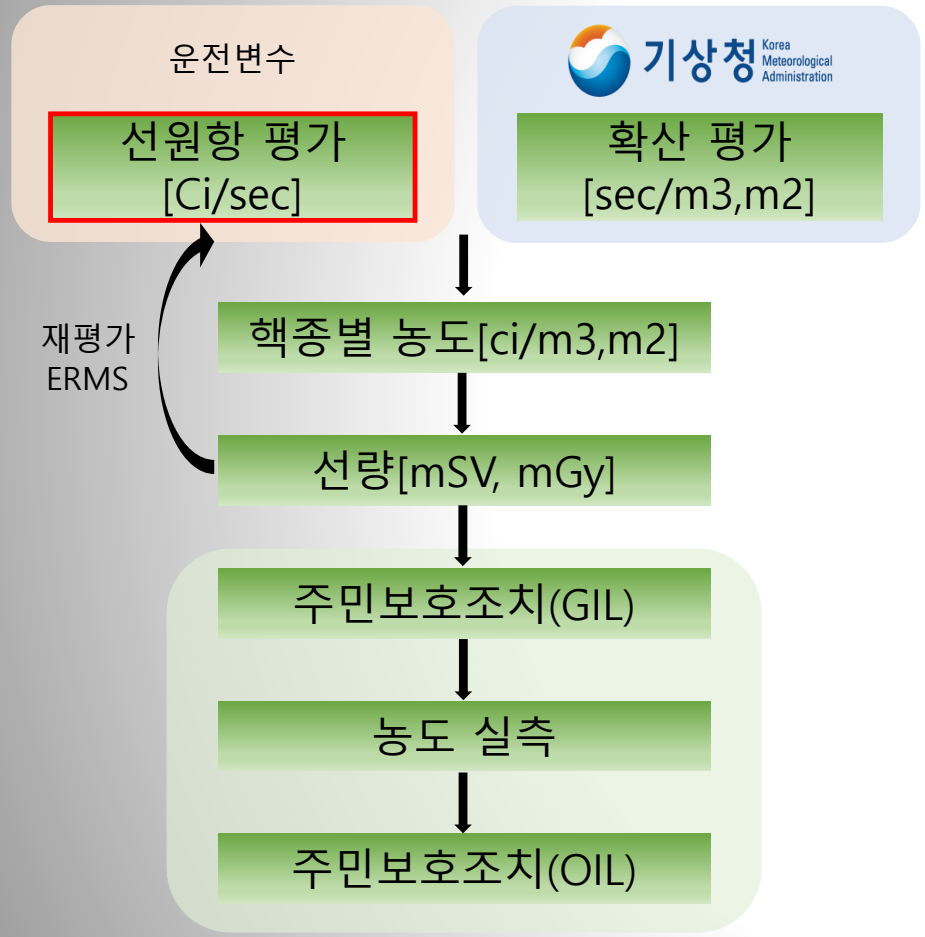
- **FPIi(노심재고량)**
  - 원자로노심(FSAR, ORIZEN, ELESTER)
  - 사용후연료(수동입력)

- **CRF(노심방출분율)**
  - 노심노출시간 → 노심손상도 → 노심방출분율 결정
  - 각 핵종 그룹 별 방출분율

- **$\sum_j RDF_{ij}$(저감화 인자)**
  - 공학적안전설비(살수, 필터), 자연침적, SG 2차측 수위

- **Efi(환경방출 분율)**
  - 격납건물 압력 – 개구부 크기, 2차측으로 누설률

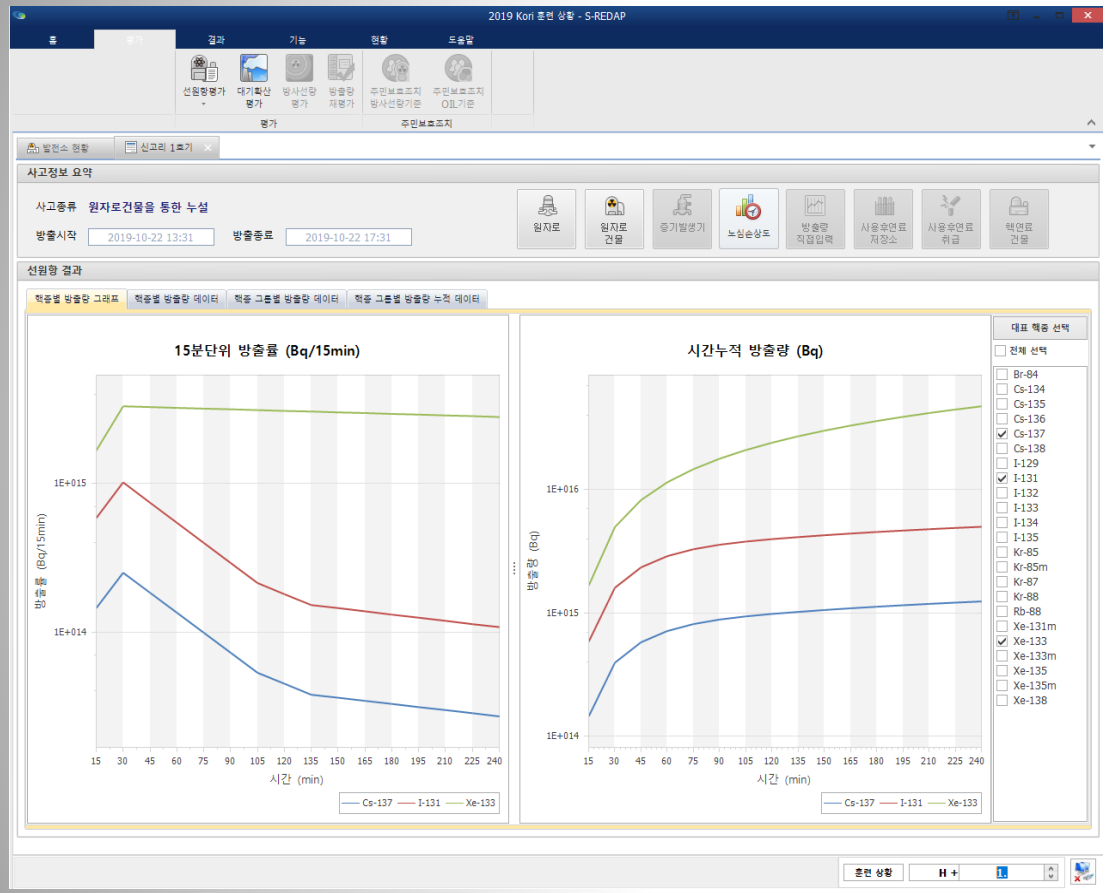
S-REDAP(선원항)

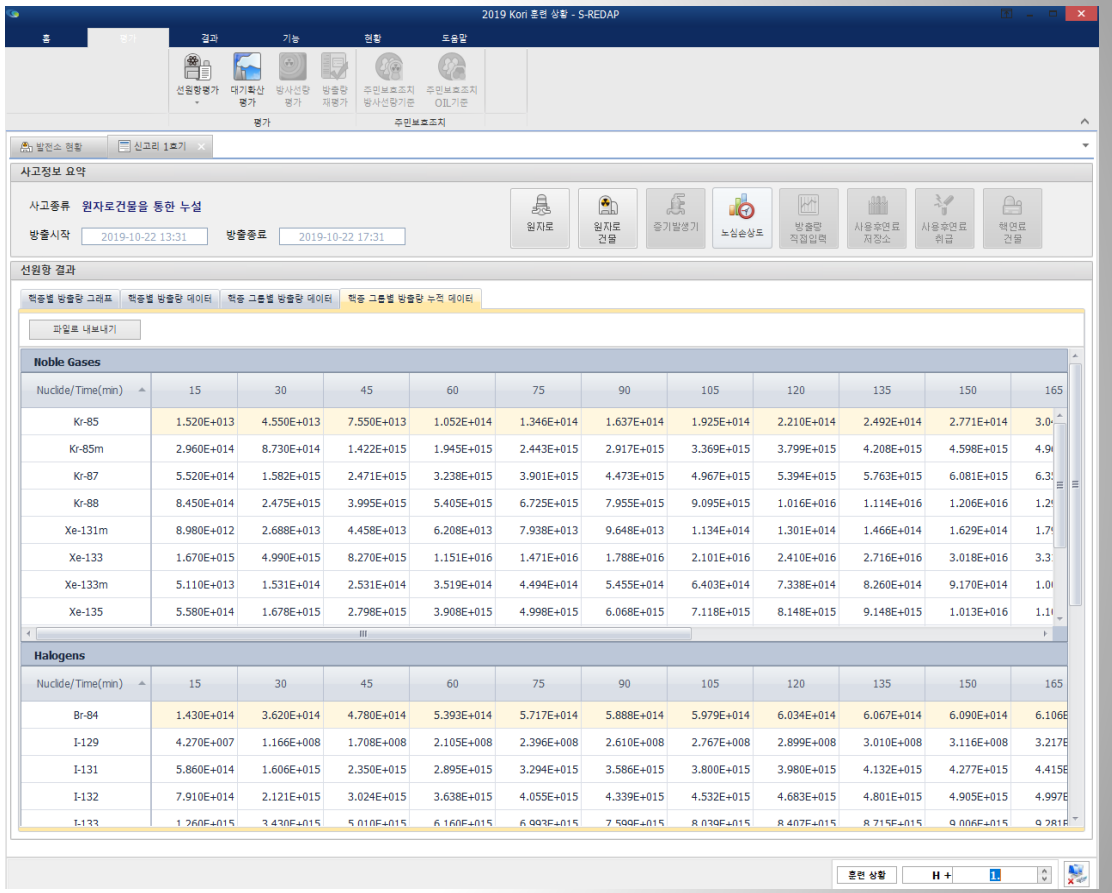


선원항 = FPIi x CRFi x $\sum_j RDF_{ij}$ x Efi

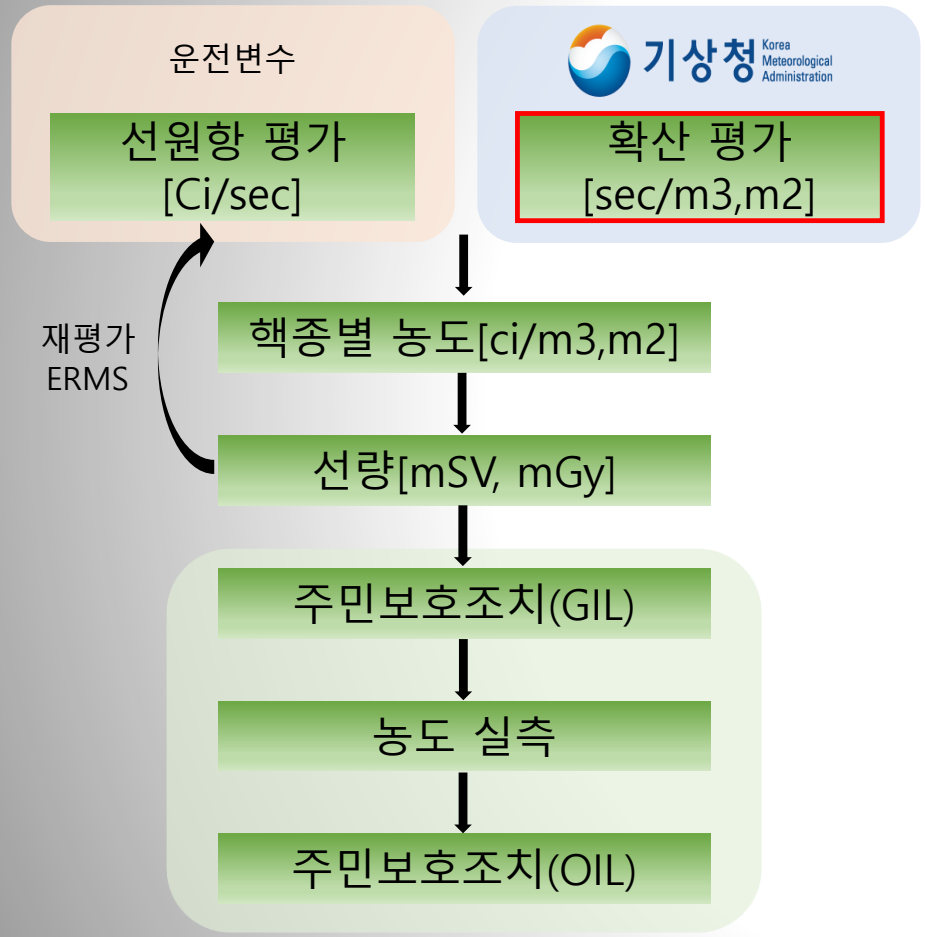
노심노출시간	0.5 시간	1.3 시간	2.0 시간	8 시간
핵종그룹	피복재손상	노심용융	원자로 용기 용융	
Noble Gases (Kr,Xe)	0.05	0.95	0	0
Halogens (Br, I)	0.05	0.35	0.25(0.27)	0.08
Alkali Metals (Cs,Rb)	0.05	0.25	0.35(0.37)	0.08
Tellurium (Te,Sb,Se,Ag,As,Cd,Ga,In,Sn,Zn)	0	0.05	0.25(0.251)	0.004
Barium, Strontium (Ba,Sr,Ra)	0	0.02	0.1	0
Noble Metals (Ru,Rh,Pd,Mo,Tc,Co)	0	0.0025	0.0025	0
Lanthanides (La,Zr,Nd,Eu,Nb,Pm,Sm,Y,Cm,Am,Gd,Ho,Pr,Tb,Dy)	0	0.0002	0.005	0
Cerium (Ce,Pu,Np,Th,U,Pa,Cf,)	0	0.0005	0.005	0

S-REDAP(선원항)


2019 Kori 훈련 상황 - S-REDAP
사고정보 요약
사고종류 원자로건물을 통한 누설
방출시작 2019-10-22 13:31
방출종료 2019-10-22 17:31
선원항 결과
15분단위 방출률 (Bq/15min)
시간누적 방출량 (Bq)
시간 (min)
Cs-137
I-131
Xe-133


2019 Kori 훈련 상황 - S-REDAP
사고정보 요약
사고종류 원자로건물을 통한 누설
선원항 결과
Noble Gases
Halogens

S-REDAP(대기확산)

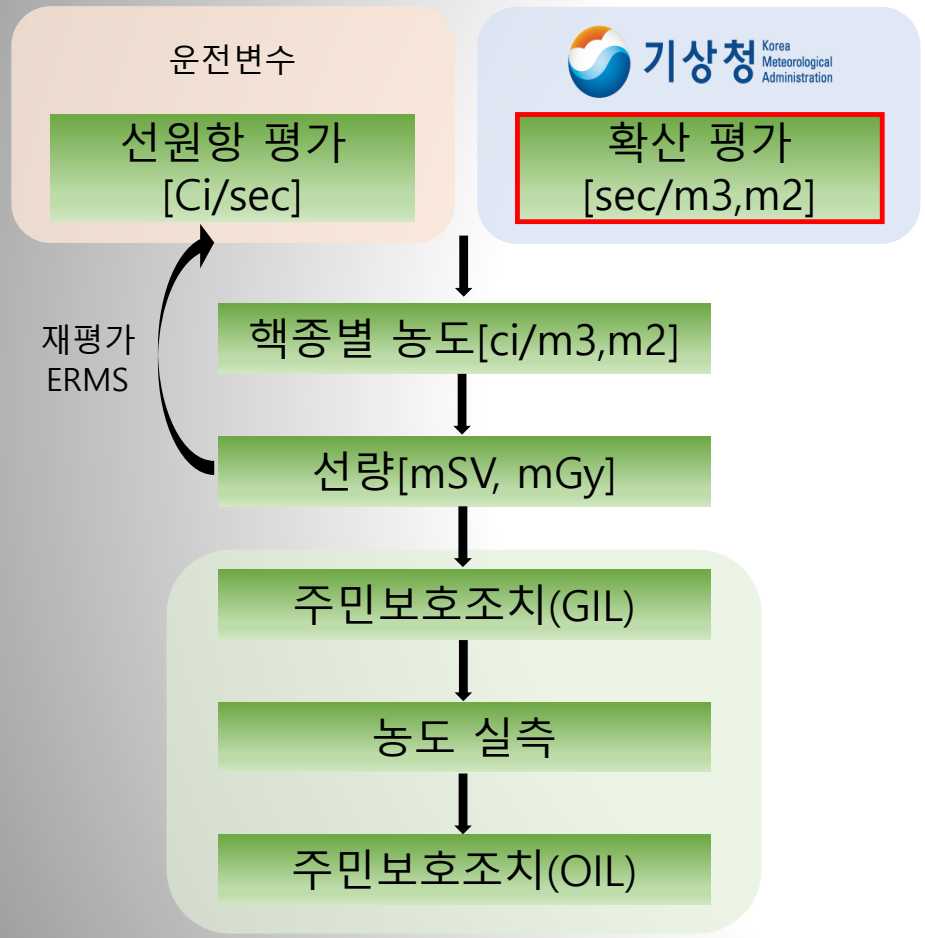


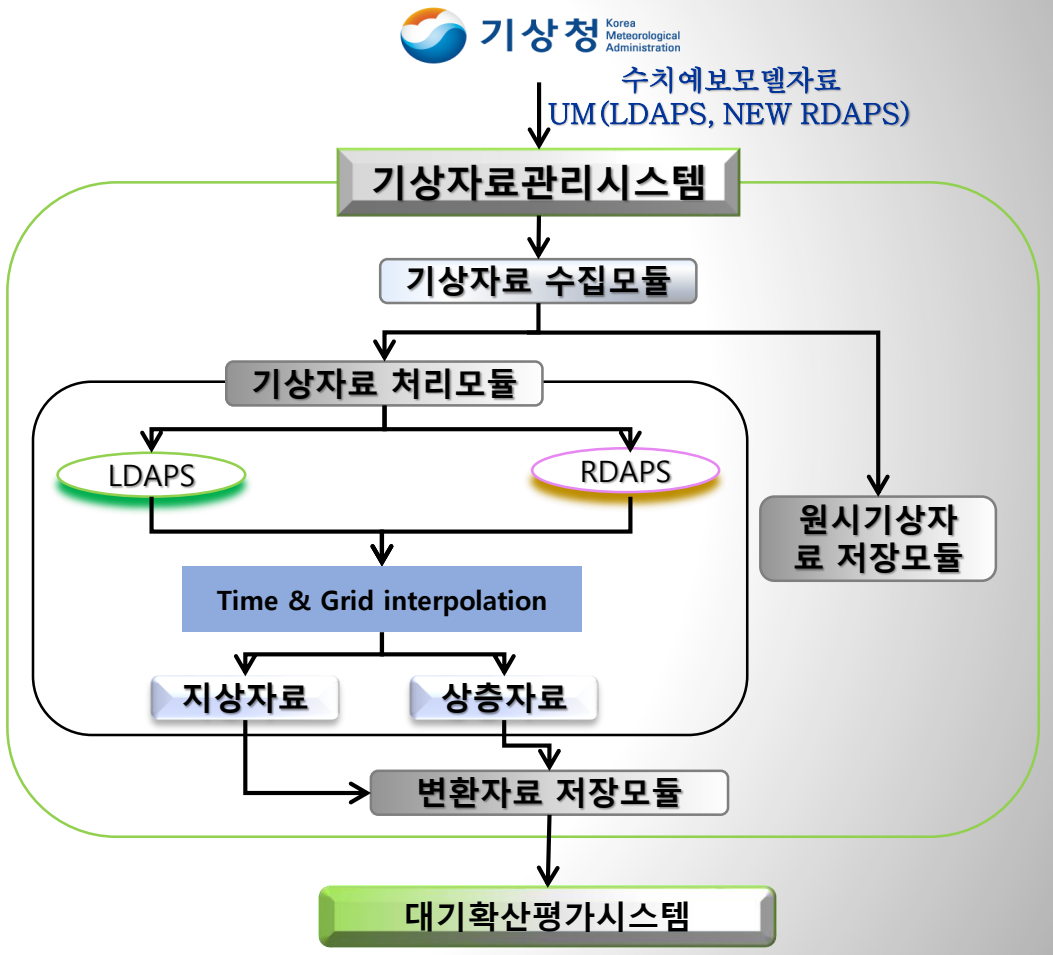
확산평가 : Gaussian Plume, Puff

- **Gaussian Plume(aermod)**
  - 기상정보 수동입력
  - 격자별 , 고도별 기상 동일
  - 확산인자 계산(client pc)
  - 100km, 7일, 정상상태

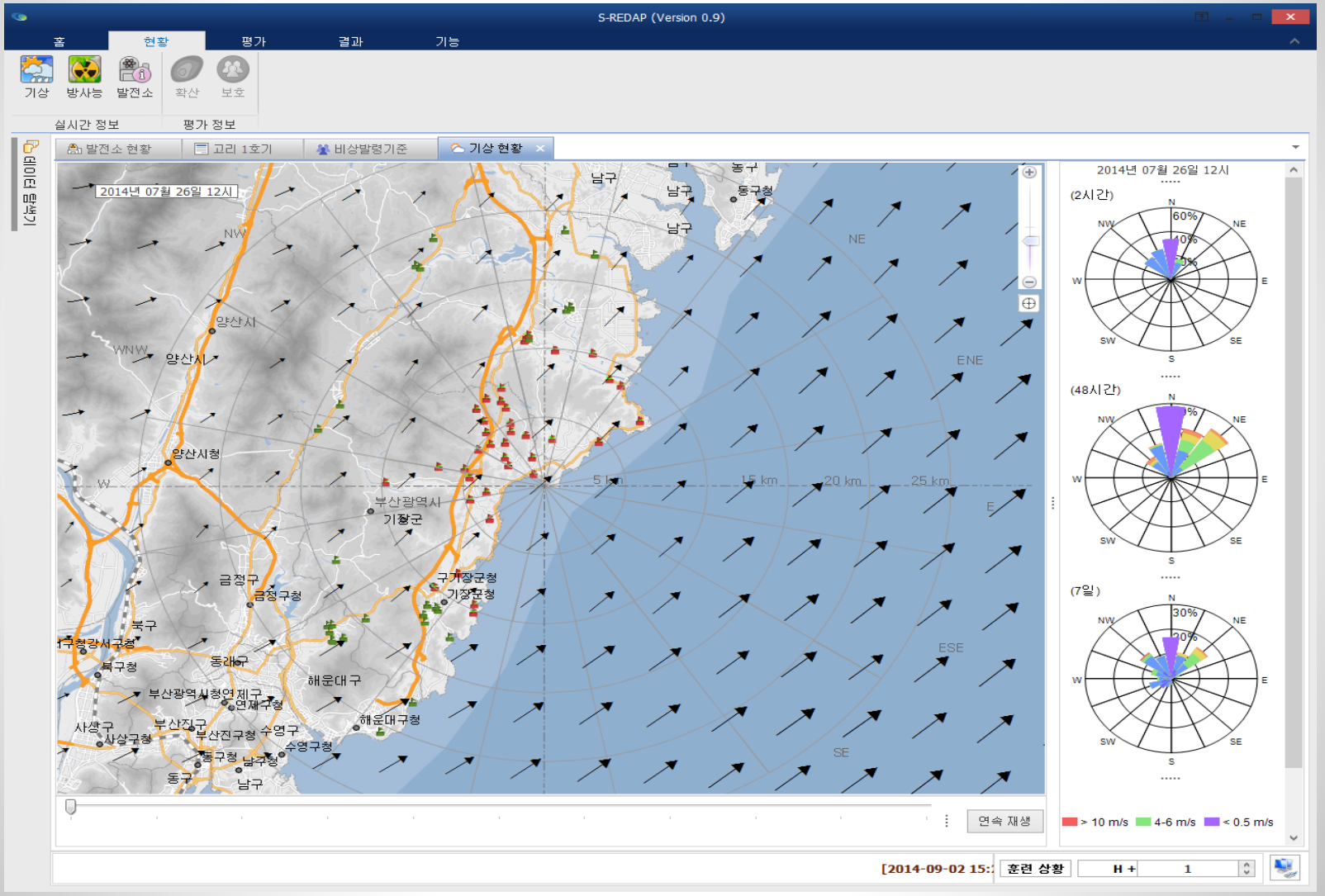
- **Gaussian Puff(calpuff)**
  - 기상청 수신(UM)
  - 격자별, 고도별 기상 상이
  - 확산인자 계산(CRI 계산 서버)
  - 100km, 7일, 비정상상태

S-REDAP(대기확산)

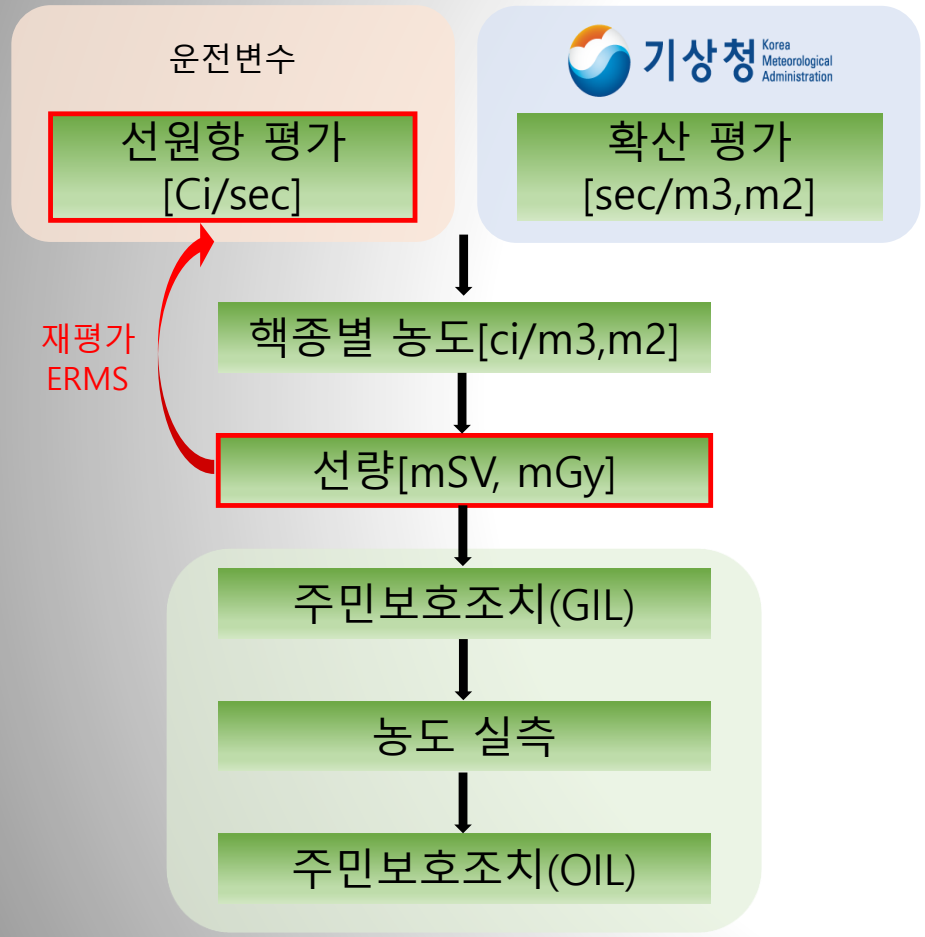

운전변수
선원항 평가
[Ci/sec]
기상청 Korea Meteorological Administration
확산 평가
[sec/m3,m2]
재평가
ERMS
핵종별 농도[ci/m3,m2]
선량[mSV, mGy]
주민보호조치(GIL)
농도 실측
주민보호조치(OIL)


기상청 Korea Meteorological Administration
수치예보모델자료
UM(LDAPS, NEW RDAPS)
기상자료관리시스템
기상자료 수집모듈
기상자료 처리모듈
LDAPS
RDAPS
원시기상자료 저장모듈
Time & Grid interpolation
지상자료
상층자료
변환자료 저장모듈
대기확산평가시스템

S-REDAP(대기확산)

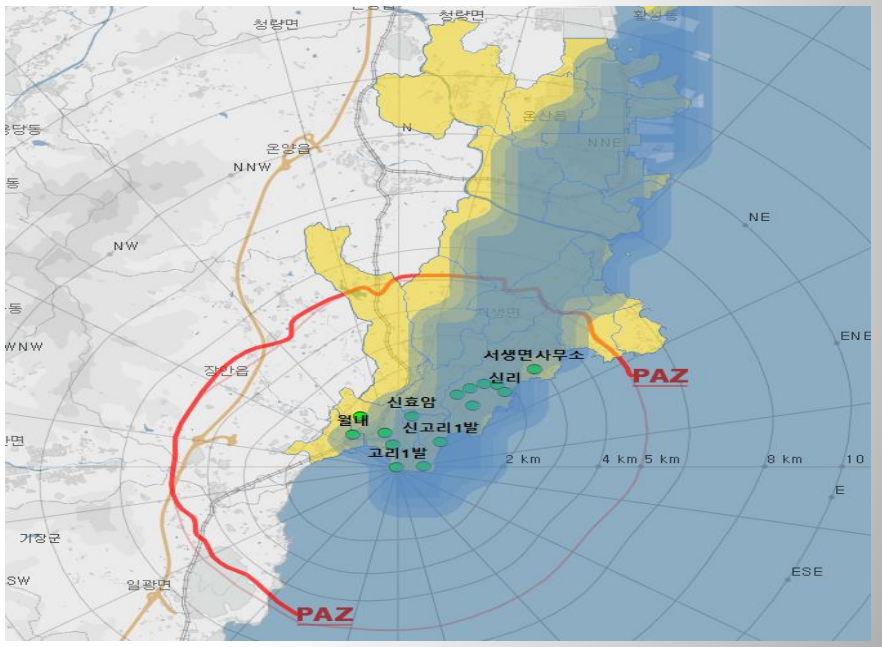

S-REDAP (Version 0.9)
홈
현황
평가
결과
기능
기상
방사능
발전소
확산
보호
실시간 정보
평가 정보
데이터 탐색기
발전소 현황
고리 1호기
비상발령기준
기상 현황
2014년 07월 26일 12시
양산시
양산시청
부산광역시
기장군
금정구
금정구청
북구
북구청
동래구
해운대구
해운대구청
부산광역시청연제구
연제구청
부산진구
부산진구청
수영구
수영구청
사상구
사상구청
동구
동구청
남구
남구청
NW
WNW
W
NE
ENE
E
ESE
SE
5 km
15 km
20 km
25 km
연속 재생
2014년 07월 26일 12시
(2시간)
(48시간)
(7일)
N
NE
E
SE
S
SW
W
NW
60%
40%
30%
20%
> 10 m/s
4-6 m/s
< 0.5 m/s
훈련 상황
H +
1

S-REDAP(재평가)

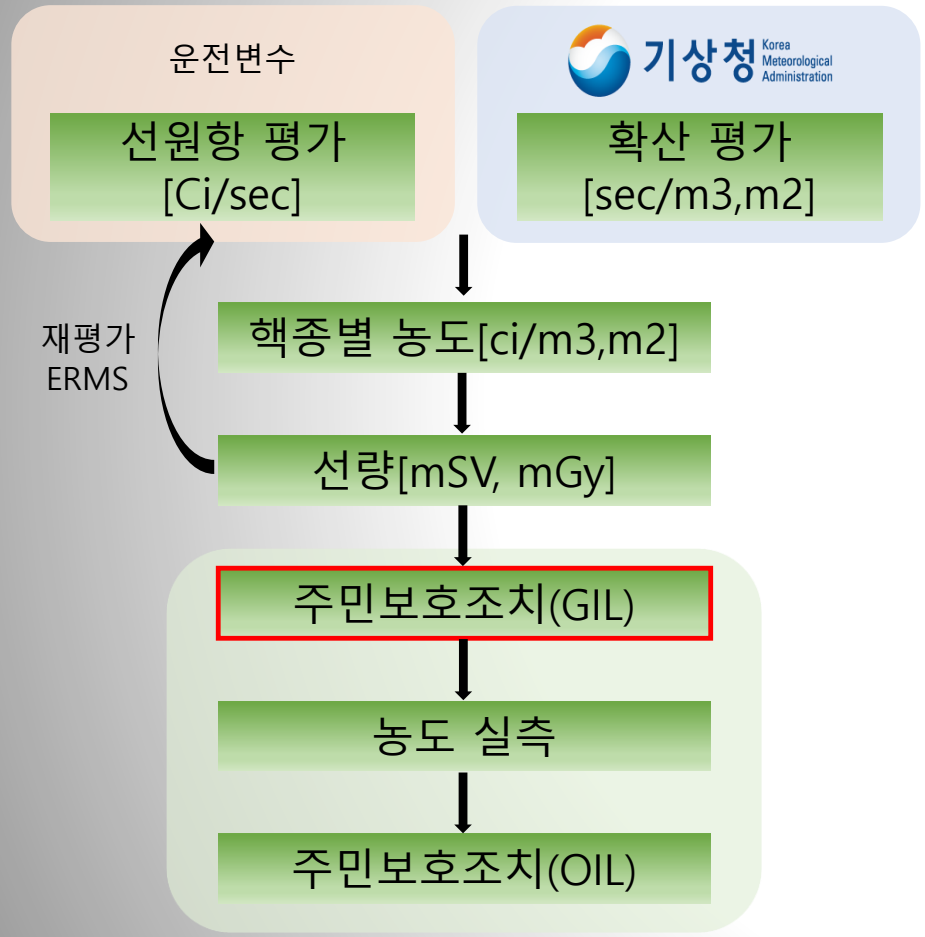


선원항 재평가

- **ERMS 산술평균 이용**
- **예측선량의 정확도 보정 목적**

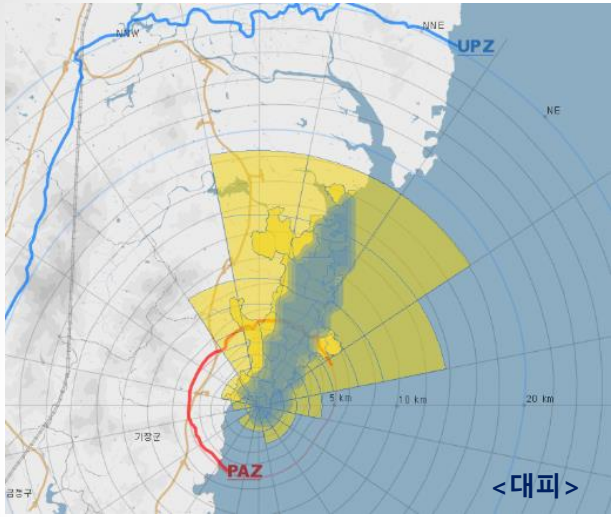


S-REDAP(주민보호조치)

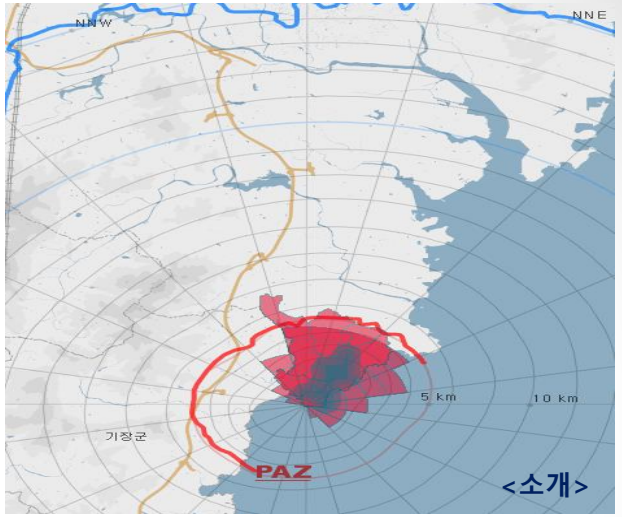


주민보호조치	IAEA 기준	미국 기준	국내 기준
대피(초기)	10 mSv/2d	10 ~ 50 mSv	10 mSv/2d
소개(초기)	50 mSv/7d		50 mSv/7d
요오드복용(초기)	100 mGy (thyroid)	250 mSv	100 mGy
일시이주(중장기)	30 mSv/1st mon 10 mSv/2nd mon	20 mSv/1st yr 5 mSv/2nd yr	30 mSv/1st mon 10 mSv/2nd mon
영구이주(중장기)	1 Sv/50yr	50 mSv/50yr	1 Sv/70yr

S-REDAP(주민보호조치)

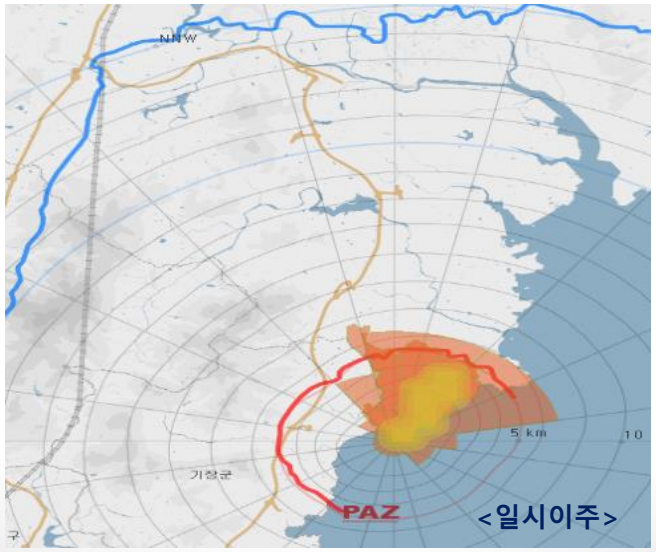


<대피>

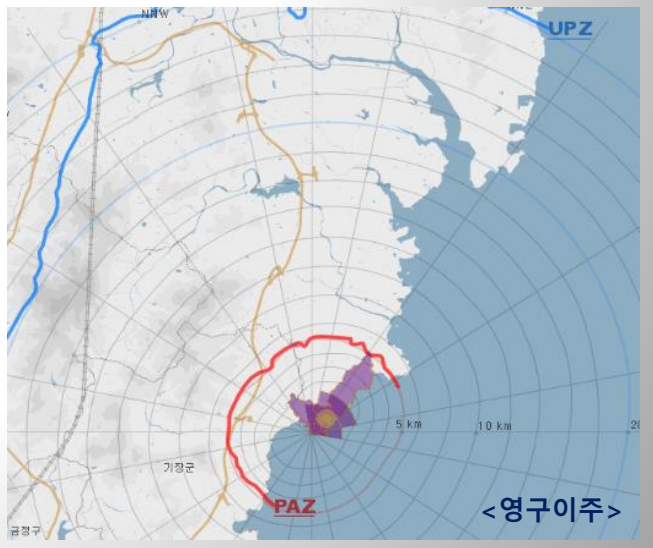


<소개>

<갑상선 안정제 복용>

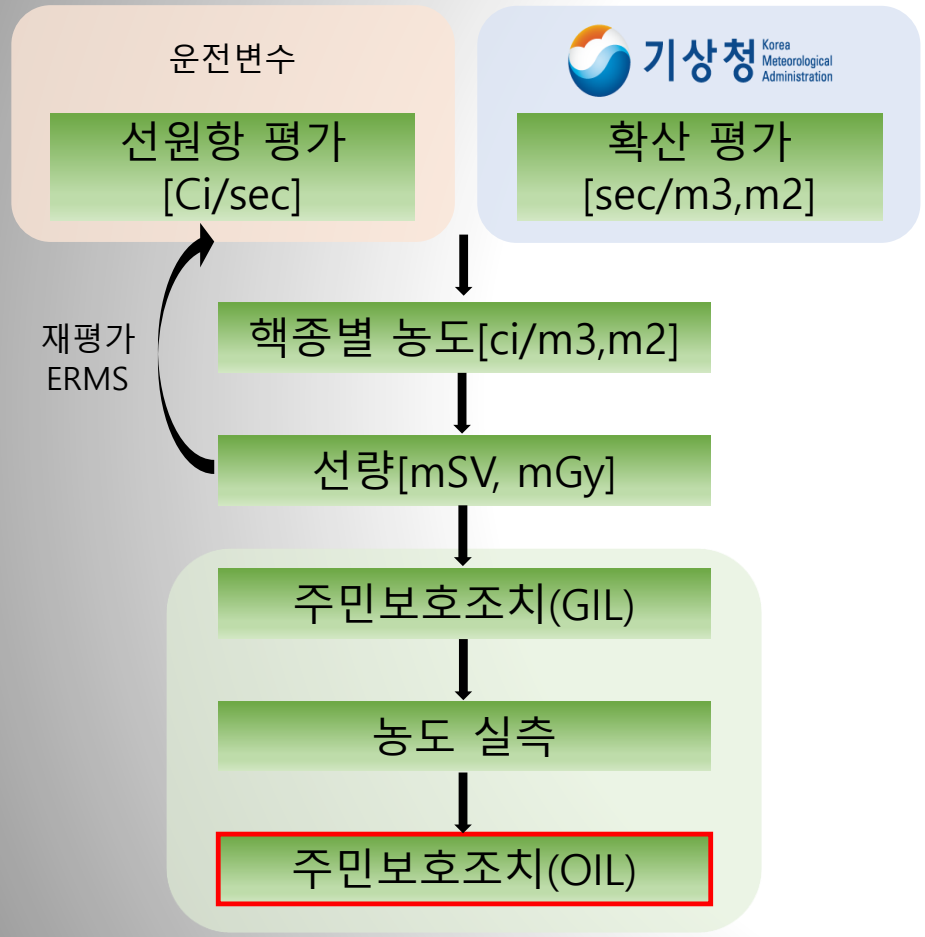


<일시이주>



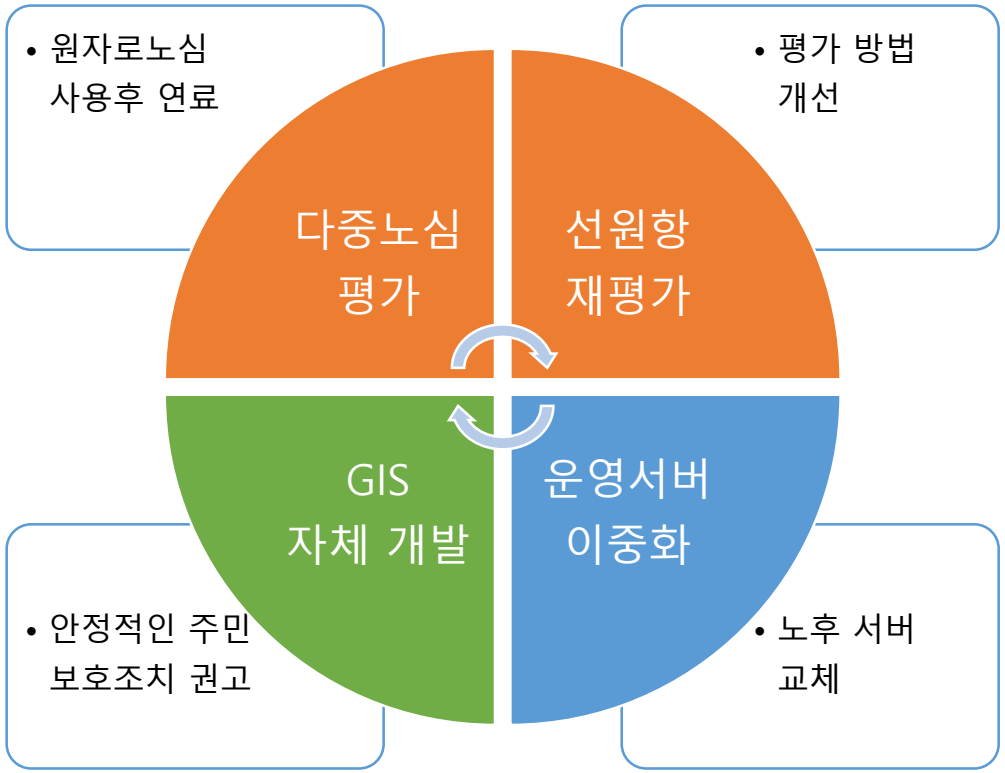
<영구이주>

S-REDAP(주민보호조치)

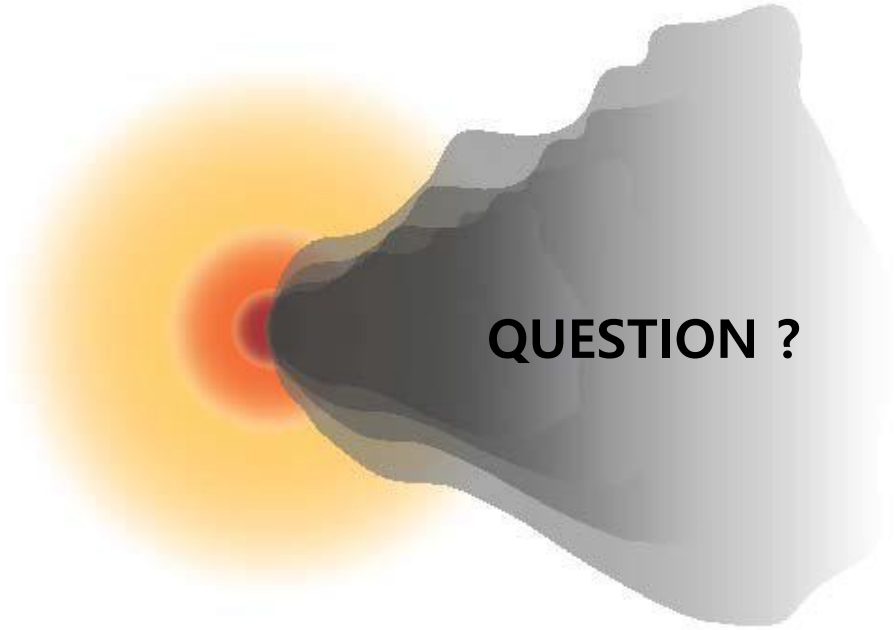


근거	OIL NO	기준치		방호활동
방사능 구름중 공간 선량률	1	1 mSv/h		소개 지시 또는 견고한 대피소 제공
	2	0.1 mSv/h		갑상선방호약품 복용, 내부지역에 대피 지시
침적물 선량률	3	1 mSv/h		소개 또는 견고한 대피소 제공
	4	0.2 mSv/h		주민이주 고려
	5	1 μSv/h		식품, 우유 섭취 제한
지표면 침적준위		**일반식품**	**우유**	식품, 우유 섭취 제한
I-131	6	10 kBq/m2	2 kBq/m2	
Cs-137	7	2 kBq/m2	10 kBq/m2	
식품, 우유 및 음료수 농도		**일반식품**	**우유 및 음료수**	섭취 제한
I-131	8	1 kBq/kg	0.1 kBq/kg	
CS-137	9	0.2 kBq/kg	0.3 kBq/kg	

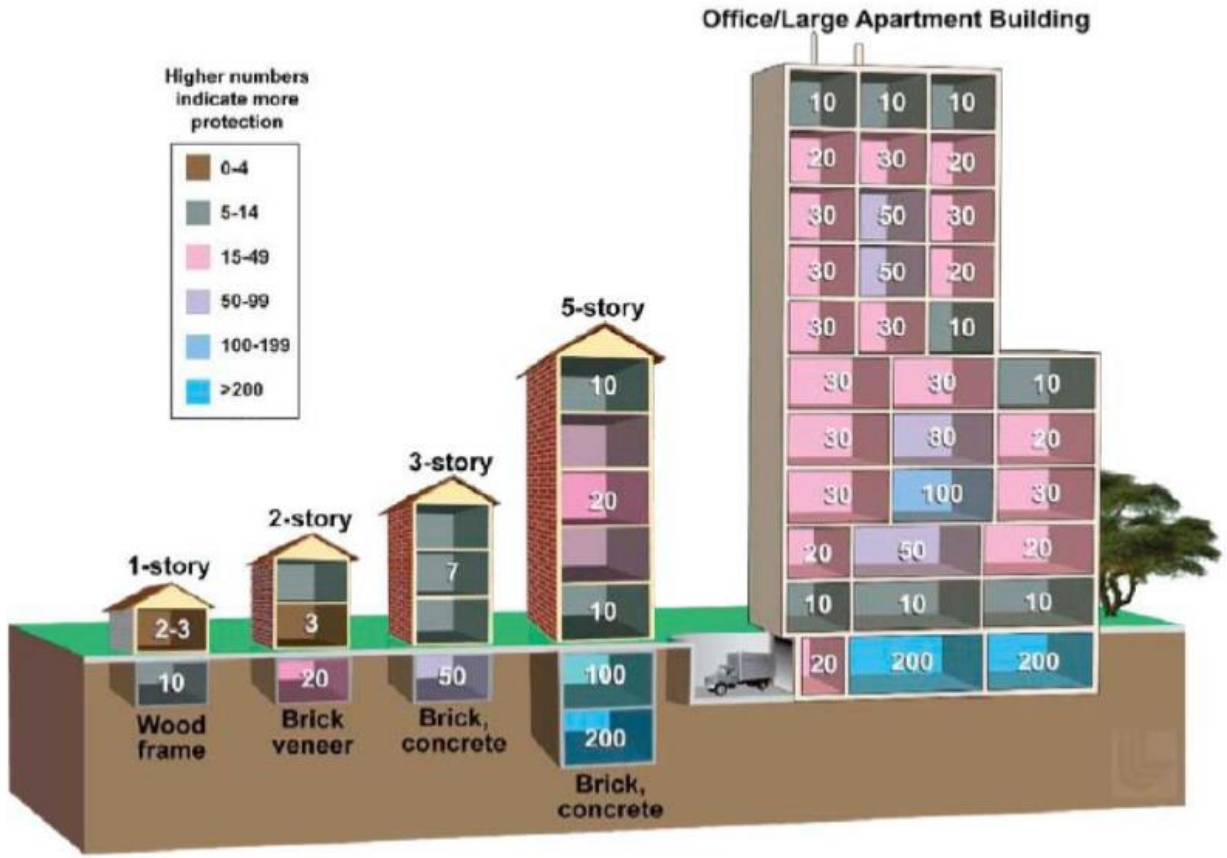
S-REDAP(개선)


• 원자로노심 사용후 연료
• 평가 방법 개선
다중노심 평가
선원항 재평가
GIS 자체 개발
운영서버 이중화
• 안정적인 주민 보호조치 권고
• 노후 서버 교체

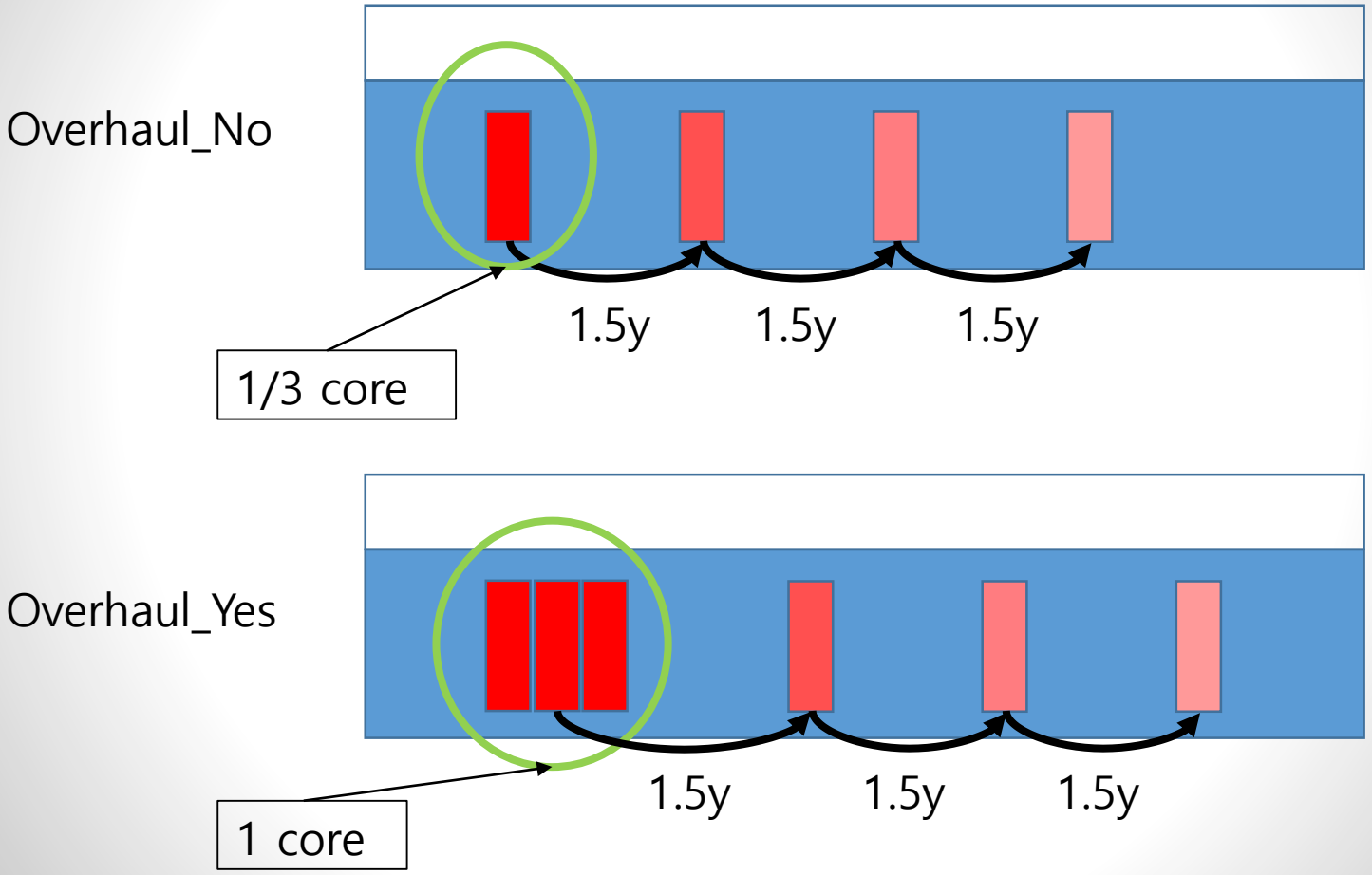
S-REDAP


QUESTION ?
Light Damage Zone
Windows mostly broken, injuries requiring self- or outpatient-care
Moderate Damage Zone
Significant building damage and rubble, downed utility poles, overturned automobiles, fires, many serius injuries; greatest life-saving opportunities
Severe Damage Zone
Buildings destroyed; radiation prevents entry into the area; lifesaving not likely
Dangerous Radiation Zone
Contaminated with high levels of fallout in the downwind direction

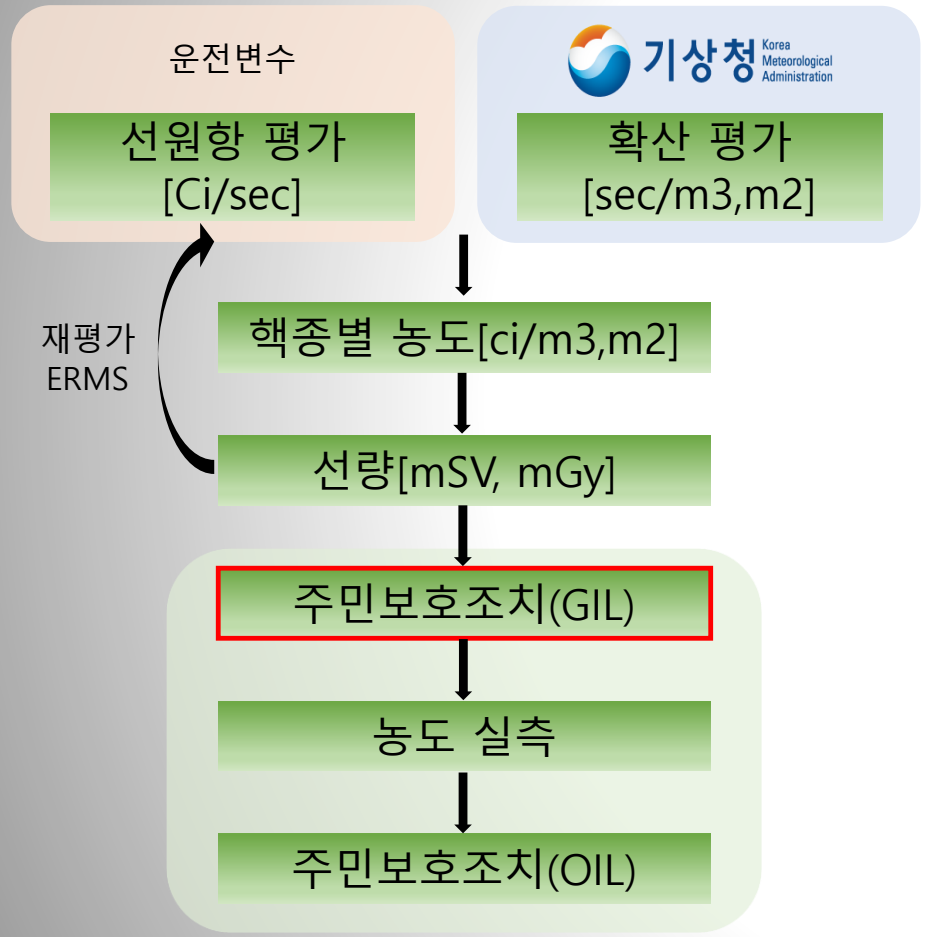
External Radiation



S-REDAP


Overhaul_No
1.5y
1.5y
1.5y
1/3 core
Overhaul_Yes
1.5y
1.5y
1.5y
1 core

S-REDAP



S-REDAP 구동화면