

# Development of Mr. (Multi-run) Manager Version 1.0

**Sung-yeop Kim**

*Korea Atomic Energy Research Institute*

**[sungyeop@kaeri.re.kr](mailto:sungyeop@kaeri.re.kr)**

*Korean Nuclear Society Autumn Meeting*

*October 21-22, 2021*

# 목 차

1. 서론
2. Mr. (Multi-run) Manager
3. PSA 수행용 KAERI 전산체계
4. 요약 및 결론

# 서론

## ■ 소외사고영향 대량 분석의 필요성 증가

- 단일기 소외사고영향분석의 새로운 트렌드
  - 선원항범주(STC: Source Term Category)를 고려하여 대표 계산만 하는 대신 모든 Level 2 PSA 시나리오에 대하여 소외사고영향분석 수행
- 다수기 소외사고영향분석의 특성
  - 고려하는 원전 수와 STC의 수가 증가할수록 다수기 사고 시나리오의 수가 급격히 증가

모든 호기의 STC가 동일하다고 가정했을 때 사고 조합의 수:  $(n + 1)^k - 1$

STC 개수 (n)	사고 원전 수 (k)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	35	215	1,295	7,775	46,655	279,935	1,679,615
10	10	120	1,330	14,640	161,050	1,771,560	19,487,170	214,358,880
15	15	255	4,095	65,535	1,048,575	16,777,215	268,435,455	4,294,967,295
20	20	440	9,260	194,480	4,084,100	85,766,120	1,801,088,540	37,822,859,360

모든 호기의 STC가 동일하고 동일위치(단일지점)에서 사고가 발생한다고 가정했을 때 사고 조합의 수:  $n_{+1}H_k - 1$

STC 개수 (n)	사고 원전 수 (k)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	20	55	125	251	461	791	1,286
10	10	65	285	1,000	3,002	8,007	19,447	43,757
15	15	135	815	3,875	15,503	54,263	170,543	490,313
20	20	230	1,770	10,625	53,129	230,229	888,029	3,108,104

S.Y. Kim et al., Multi-unit Level 3 probabilistic safety assessment: Approaches and their application to a six-unit nuclear power plant site, *Nuclear Engineering and Technology*, 50 (2018) 1246–1254  
 N. E. Bixler & S.Y. Kim, Performing a multi-unit Level-3 PSA with MACCS, *Nuclear Engineering and Technology*, 53 (2021) 386–392

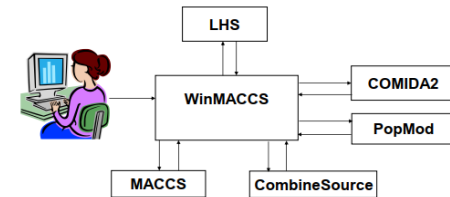
- 본 소프트웨어 개발의 동기 및 목적
  - 대량의 소외사고영향분석 계산을 다룰 수 있는 역량 제공
  - 궁극적으로 다음의 분석 수행을 지원할 도구 제공
    - 모든 시나리오를 고려한 단일기 Level 3 PSA
    - 다수기 Level 3 PSA
    - 기타 소외사고영향분석의 대량 계산이 필요한 분야

# Mr. (Multi-run) Manager

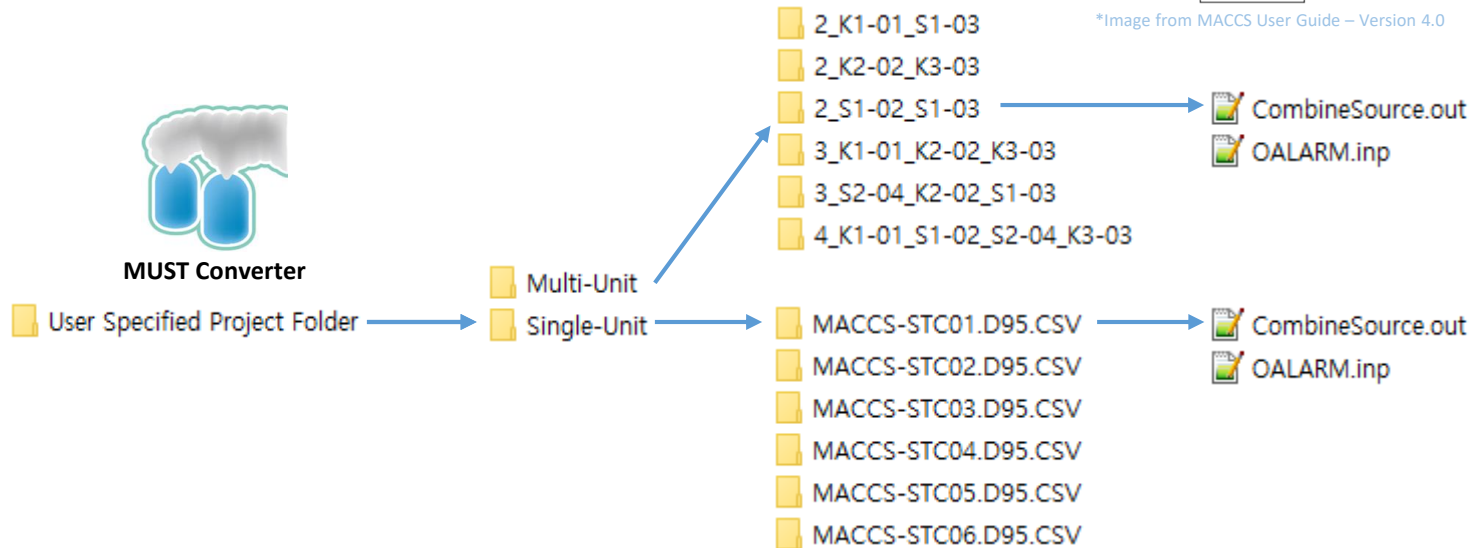
# Mr. Manager

## ■ 선원항 입력을 받아 다중계산 수행

- 선원항 입력 생성 소프트웨어 (MUST (Multi-Unit Source Term) Converter)
  - MAAP 결과로부터 단일기 / 다수기 MACCS 선원항 입력 생성
  - 선원항 입력 파일형식: CombineSource.out
  - 비상발령시간 입력 생성: OALARM.inp



Input → MACCS → Results  
\*Image from MACCS User Guide – Version 4.0



## ■ 기능

### • 파일 인식 및 로드

- 다수의 선원항 정보 파일
  - › CombineSource.out
- MACCS 실행 및 배치 파일
  - › MACCS.exe
  - › Batch file
- MACCS 입력파일 (계산에 공유됨)
  - › ATMOS / EARLY / CHRONC files
  - › Site data file
  - › Meteorological data file
  - › Radionuclide data file
  - › Dose coefficient file
  - › Food chain model file
  - › Product key file (from WinMACCS Ver. 4)

### • MACCS 대량 계산

- 계산 수행 PC의 프로세서 수 자동인식
- MACCS 다중계산 수를 사용자가 입력한 개수만큼 유지

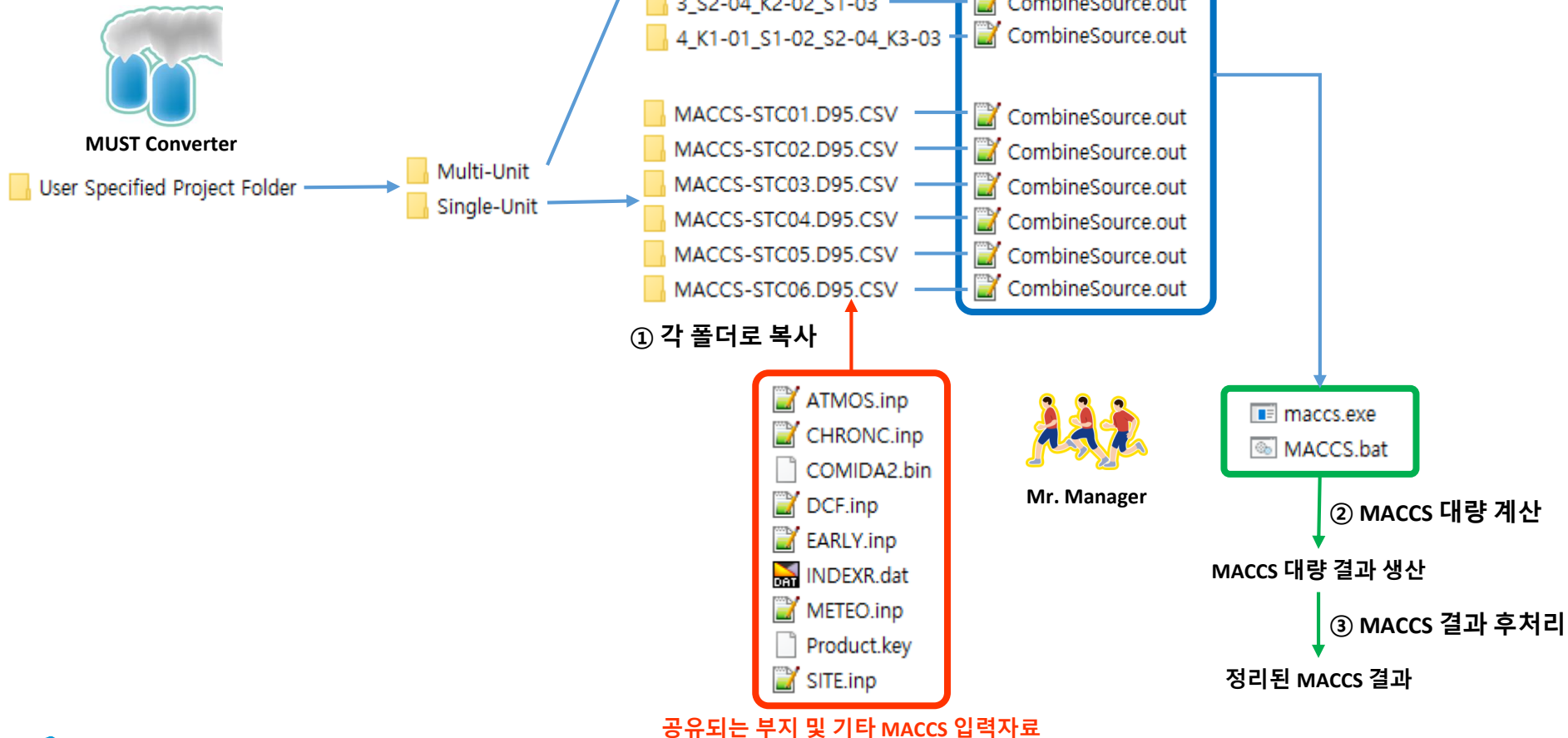
### • MACCS 결과 후처리

- 대량의 MACCS 계산 결과에서 원하는 결과를 선택하여 추출 및 정리



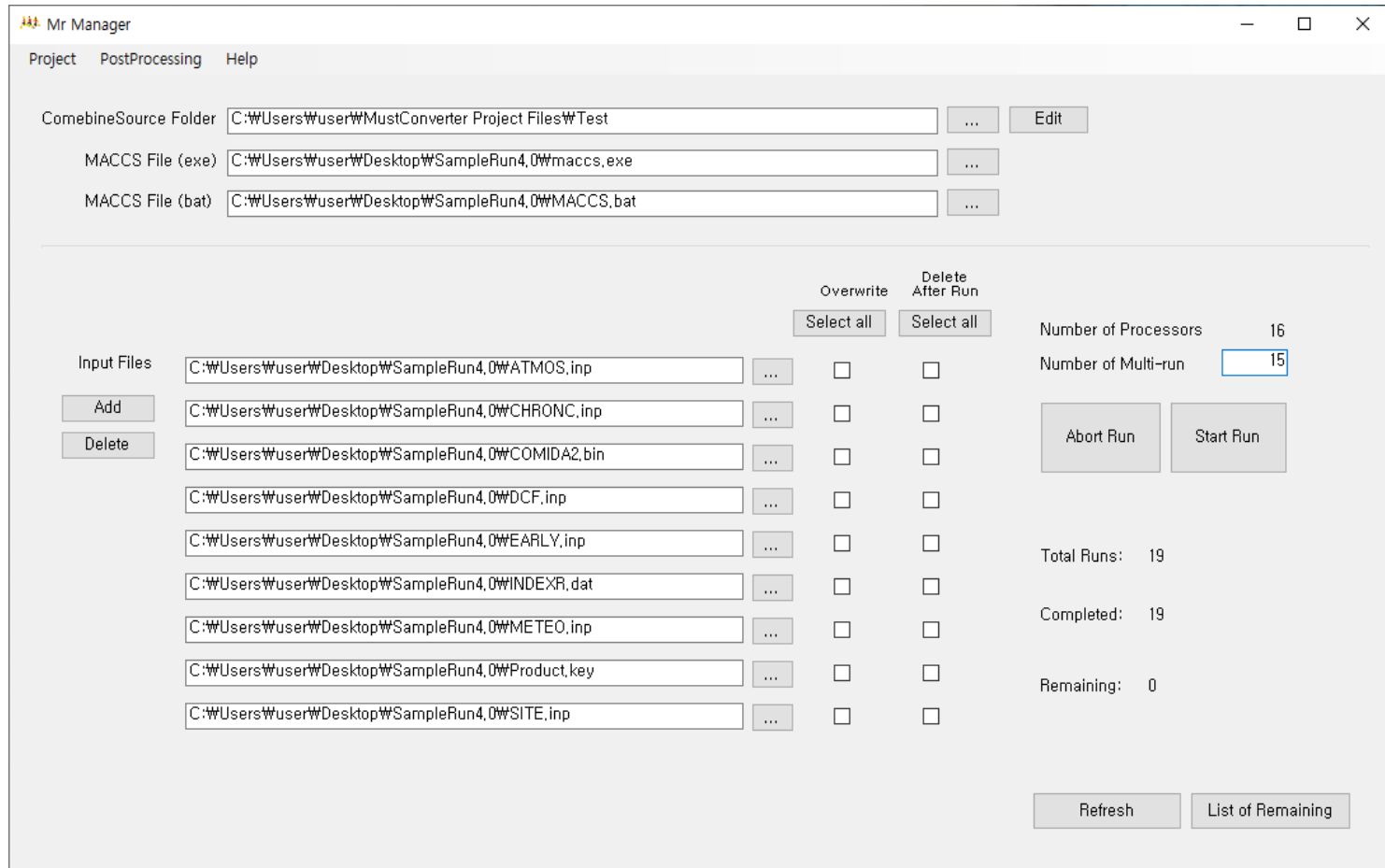
# Mr. Manager

## ■ 기능



# Mr. Manager

## ■ Graphic User Interface



# Mr. Manager

## ■ 후처리(Post-processing) 기능

### • 다수의 결과파일로부터 내용 추출 및 정리

- 결과파일의 이름 설정
- 다수의 결과파일이 존재하는 상위폴더 지정
- 추출하고자 하는 결과의 종류 설정
- 추출하고자 하는 인구집단(코호트) 설정
- .CSV 형식으로 결과 정리

Summarize Results...

Name of Result File: Output.txt

Location of Result Files: ...

Name of Result: POPULATION WEIGHTED RISK

Order of Result: 1, Overall

Save Summary File Close

Summarize Results...

Name of Result File: Output.txt

Location of Result Files: ...

Name of Result: POPULATION WEIGHTED RISK

Order of Result: 1, Overall

- 1, Overall
- 2, Cohort 1
- 3, Cohort 2
- 4, Cohort 3
- 5, Cohort 4
- 6, Cohort 5
- 7, Cohort 6
- 8, Cohort 7
- 9, Cohort 8
- 10, Cohort 9
- 11, Cohort 10

Save Summary File Close

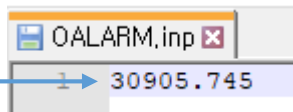
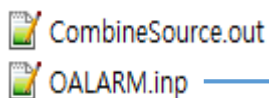
	A	B	C
1	Name of Result:	POPULATION WEIGHTED RISK	
2	Order of Result:	1, Overall	
3			
4	MACCS-STC01.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
5	MACCS-STC02.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
6	MACCS-STC03.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
7	MACCS-STC04.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
8	MACCS-STC05.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
9	MACCS-STC06.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
10	MACCS-STC08.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
11	MACCS-STC09.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
12	MACCS-STC10.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
13	MACCS-STC12.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
14	MACCS-STC13.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
15	MACCS-STC14.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
16	MACCS-STC15.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
17	MACCS-STC16.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
18	MACCS-STC17.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
19	MACCS-STC18.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
20	MACCS-STC19.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
21	MACCS-STC20.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km
22	MACCS-STC21.D95.CSV	CAN FAT/TOTAL	0-16.1 km

# Mr. Manager

## ■ 추가 기능

### • OALARM

- 비상발령정보파일(OALARM.inp)이 선원항 폴더 내에 함께 존재하면 Mr. Manager가 MACCS 계산 시 EARLY 입력자료의 OALARM 정보를 교체하여 계산 수행



```
*  
* OALARM, time after accident initiation that off-site alarm is initiated (s)  
EZOALARM001 17280.  
*
```

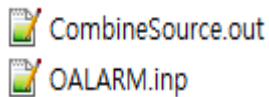
선원항 폴더

OALARM 정보

예) EARLY.inp의 EZOALARM001 정보 (17280.)를 OALARM.inp의 값(30905.745)으로 변경

### • 사고 시작의 시간차 (Time Offset, 다수기 분석을 위한 기능)

- MUST Converter는 CombineSource.out에 사용자가 입력한 Time Offset 정보를 주석으로 출력
- Mr. Manager는 이 정보를 MACCS 계산 시 ATMOS 입력자료에 복사하여 계산 수행



선원항 폴더

```
*ISOFFSET001 0.  
* End of Source Term  
*  
*ISOFFSET002 10000.  
* End of Source Term  
*  
*ISOFFSET003 5000.  
* End of Source Term  
*  
*
```

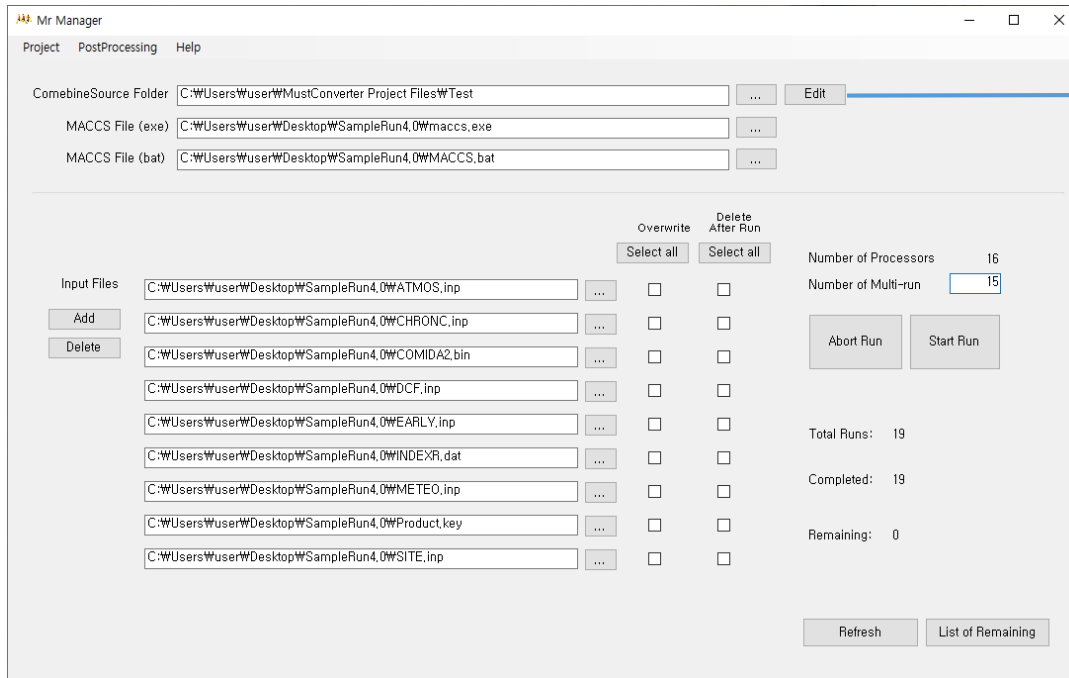
Time Offset 정보

```
*  
* MSMODL, multi source term model (TRUE, FALSE)  
ISMSMODL001 .TRUE.  
*  
* MSFILE_LNK, file created by program CombineSource  
SRC_FILE001 'CombineSource.out'  
*  
* NUM_SOURCES, number of MelMACCS created source term files  
ISNUMSRC001 3  
*  
* TIMEOFF, time offset associated with each source term  
ISOFFSET001 0.  
ISOFFSET002 10000.  
ISOFFSET003 5000.  
*
```

ATMOS.inp에 ISOFFSET 정보 저장

# Mr. Manager

## ■ 추가 기능



### • 유사한 형식으로 계산을 수행하는 코드에 범용적 활용 가능

- Edit 버튼을 클릭하여 파일명을 “CombineSource.out”에서 다른 이름으로 변경 가능 (MACCS의 경우 ATMOS.inp로 변경하여 대량계산 수행하는 것도 가능)
- 실행파일 및 배치파일은 이름에 구애받지 않음
- 공유되는 입력파일은 이름과 형식에 구애받지 않음

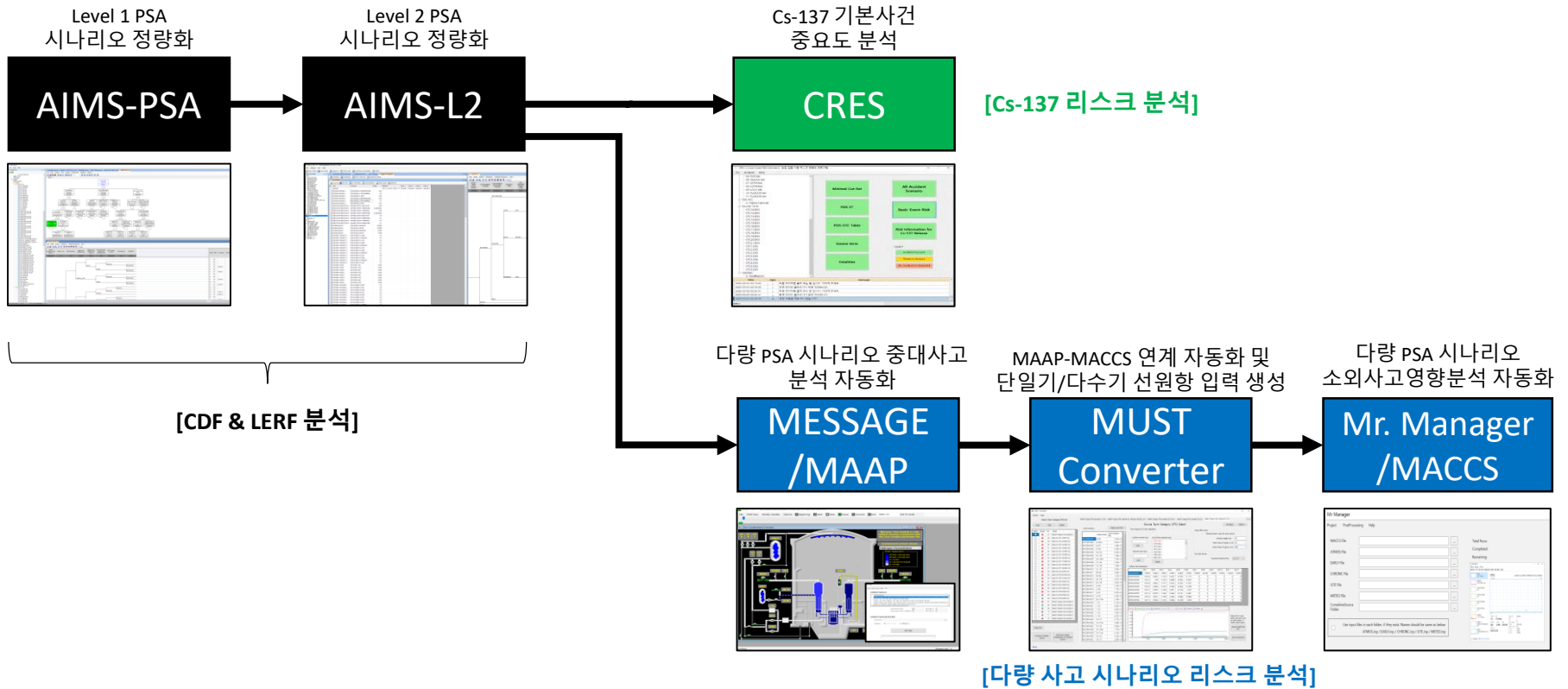
# PSA 수행용 KAERI 전산체계

# PSA 수행용 KAERI 전산체계

## 리스크안전목표 최적평가 전산체계

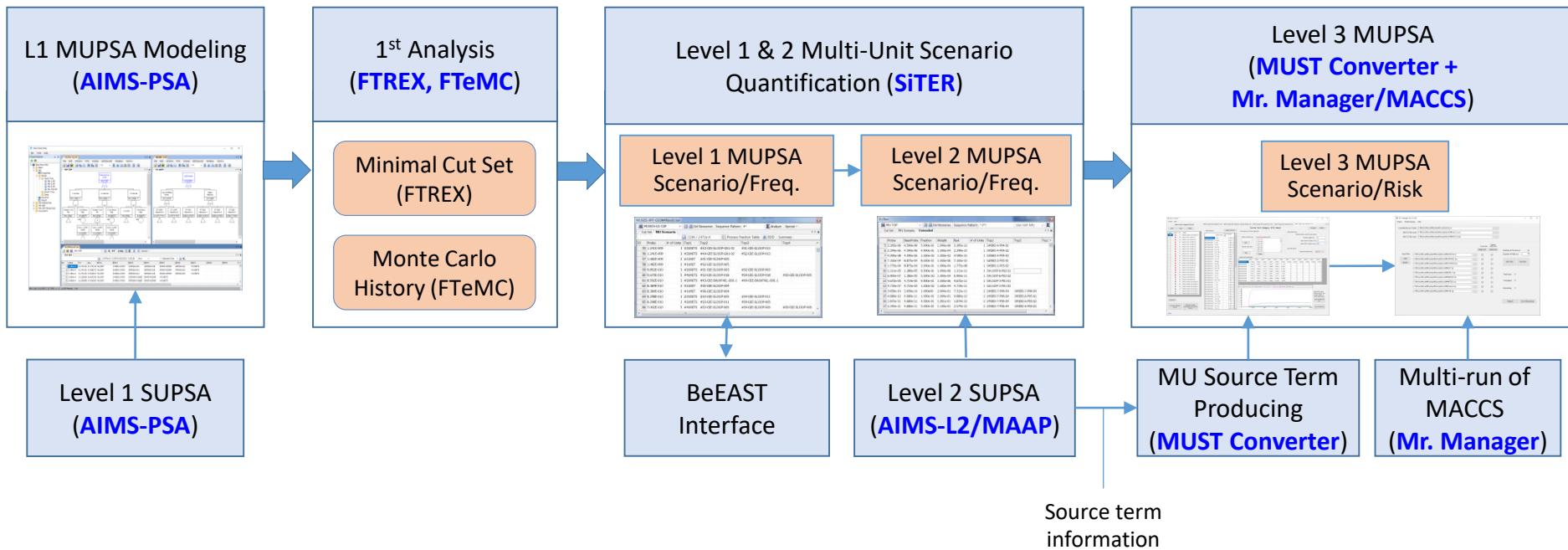
### 리스크 안전목표

- Cs-137의 방출량이 100TBq를 초과하는 사고 발생 빈도의 합 <math>10^{-6}/\text{yr}</math>
- 초기사망 및 암사망 위험도가 전체 위험도의 0.1% 이하 (or CDF, LERF)



# PSA 수행용 KAERI 전산체계

## 다수기 리스크 평가용 종합 전산체계





# 요약 및 결론

# 요약 및 결론

- MAAP 결과파일로부터 단일기/다수기 MACCS 선원항 입력을 생성하기 위해 **MUST (Multi-Unit Source Term) Converter**가 개발됨
- **대량의 MACCS 계산 및 결과 정리**를 위해 **Mr. (Multi-run) Manager**가 개발됨
- 이러한 전산체계의 개발은 **대량의 소외사고영향분석 수행을 위한 역량과 도구를 제공**한 의미를 지님
- 다수기 Level 3 PSA를 수행할 때는 **계산해야 하는 시나리오의 수를 줄일 수 있는 방법론**을 추가적으로 개발하고 적용할 수 있을 것으로 기대됨
  - 다수기 선원항의 범주화 (Categorization of multi-unit source terms)
  - Consequence Substitution Approaches (CSAs)
    - N. E. Bixler and S. Y. Kim, **Performing a Multi-unit Level-3 PSA with MACCS**, *Nuclear Engineering and Technology*, Vol 53 (2021), pp. 386-392, 2021.
  - 기타 새로운 방법

# 감사합니다.

소프트웨어 관련 문의: [sungyeop@kaeri.re.kr](mailto:sungyeop@kaeri.re.kr)