

5	D-1-1	과제제안요구서(RFP)
---	-------	--------------

사업구분	원자력 안전규제기술개발-원자력 안전규제 기초·기반기술 개발		
단위과제명	몬테카를로 전산모사 기반 비상상황시 방사선피폭 신속평가 통합시스템 개발		
과제유형	코드·규제방법론(C,M) ( ) / 데이터베이스·장비·시스템(E,D,S) ( ● )		
보안등급	일반과제	공모구분(과제유형)	지정공모(RFP지정)
총 예산/연구기간	총 1,125백만원 내외 / '25~'28년(총 4년)		

#### ■ 과제 최종목표

- 방사선 사고 및 비상 상황시 작업자/일반인의 신속한 방사선 피폭선량평가를 위한 최적 검증된 사용자 친화형 전산모사 선량평가 통합시스템 개발 및 검증

	성능목표
정량	<ul style="list-style-type: none"> <li>몬테칼로 전산모사 기반의 신속 방사선피폭선량 평가 프로그램</li> <li>신속한 선량평가 수행 서버 및 선량평가 절차서</li> <li>비상 시 외부피폭 표준 선량계수 DB</li> <li>다양한 외부피폭상황에 대한 방사선피폭선량 신속 전산평가 체계</li> </ul>
정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>선량평가를 위한 다양한 외부피폭 사고 및 긴급작업 시나리오</li> <li>체형별 메시형 인체 전산모델을 활용한 사용자 친화형 외부피폭 몬테칼로 전산모사 프로그램을 통한 피폭선량 예측 및 평가 체계 구축</li> <li>정상시 및 사고시 작업종사자 및 일반인 피폭선량 분석 절차 및 최적 검증된 통합평가 시스템</li> </ul>

#### ■ 과제 추진 필요성

- 국제방사선방호위원회(ICRP)에서는 선량평가를 위하여 사면체 메시형 성인남녀 국제표준 인체전산팬텀을 개발하여 배포하고 있으며, 소아남녀 전산팬텀의 개발을 완료하여 배포할 예정으로 있어 이에 따라 선량평가의 정확성과 신뢰성이 높아질 것으로 예측됨
  - 특히 향후 ICRP 신권고에는 등가선량과 선량당량의 개념의 폐지가 예상되고 있으며 이에 따른 플루언스에서의 변환계수 적용이 중요해질 것으로 예측되며 이에 대응하여 인체 팬텀을 적용한 선량평가 기술의 중요성이 높아질 것으로 예상됨
  - 이에 새로운 선량평가 기술개발이 요구되고 있으며, 다양한 체형 및 피폭 상황에 대한 신뢰도 높은 평가 체계 마련이 필요함
- 후쿠시마 원전 사고 이후 방사선 안전에 대한 국민적 우려 지속 증가와 다양한 방사선이용시설 내 방사선 사고가 발생되고 있기에 방사선 사고 시 피폭선량 평가를 전산모사를 통해 신속히 수행함으로써 국민 신뢰와 안전을 제고할 필요가 있음
  - 국내외 규제기관 및 방사선이용기관에서 방사선 안전 및 비상 대응 체계를 고도화하기 위해 피폭선량 계산에 대한 표준화된 방법론과 코드 개발 필요.
  - 원자력안전법 시행규칙 제122조(피폭방사선량 평가 및 관리)에 의거 원자력안전기술원에서는 방사선량평가위원회를 구성하여 판독특이자에 대하여 추정선량을 평가해야 하나 현재는 단순화한 모델링 등으로 추정하고 있어 이에 대한 적용이 필요함

#### ■ 단계별 연구목표

1단계 (1차년도~2차년도) 총 5.25억원 내외	2단계 (1차년도~2차년도) 총 6억원 내외
<ul style="list-style-type: none"> <li>외부피폭 신속평가 전산모델 기반자료, 방사선량 신속평가 시스템 서버 구축, 코드 연동 및 규제 활용 방안 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최적 검증된 통합시스템 구축과 이를 활용한 비상 시 표준 외부피폭 선량계수 계산 및 DB 구축</li> </ul>

#### ■ 1단계 연도별 연구내용 및 범위

##### ○ 1차년도('25년, 2.25억원 내외)

- 외부피폭 신속평가 전산모델 기반자료 조사 및 구축
  - 방사선피폭선량 신속평가를 위한 필요 기본기능 및 프레임 도출
  - 신속평가를 위한 주요 결과물 형태 도출 및 출력 기능 설계
- 국내·외 협력을 통한 방사선피폭선량 신속평가 코드 규제 실무 적용성 평가 및 기능 개선
  - 기존 피폭선량 분석 코드 활용 방안 및 신속평가를 위한 기능 개선 방안 분석
  - 규제 실무 적용을 위한 국내외 협력을 통한 외부피폭 시나리오 도출 및 규제실무 적용성 평가

○ 2차년도('26년, 3억원 내외)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>고속 피폭선량평가를 위한 서버 구축 및 코드 연동</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고속 몬테칼로 전산모사 기반 선량평가 목적의 서버 구축</li> <li>- 관계형 데이터베이스(RDBMS) 기반의 방사선피폭선량 신속평가 코드 연동</li> </ul> </li> <li>■ <b>연구성과의 규제활용계획 및 수립</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원안법 제92조(장해방어조치 및 보고), 시행령 제136조(장해방어조치 및 보고), 원안위 고시(원자력이용 시설의 사고·고장 발생 시 보고·공개 규정)에 따라 사업자 및 규제기관에서 신속하게 사용할 수 있는 피폭사고 시 작업자 선량평가 활용방안 도출</li> <li>- 원안법 시행규칙 제122조(피폭방사선량 평가 및 관리) 및 원안위 고시(개인 피폭방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정)에 따라 사업자 및 규제기관에서 사용할 수 있는 판독특이치 추정선량 평가 활용방안 도출</li> </ul> </li> </ul>		
■ 2단계 연도별 연구내용 및 범위		
○ 1차년도('27년, 3억원 내외)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>최적 검증된 방사선피폭선량 신속평가 코드 개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서버구축 완료된 평가 코드 개선 및 주요 기능 검증</li> <li>- 국내·외 협력을 통한 방사선피폭선량 신속평가 코드 검증</li> <li>- 원안법 등에 따른 작업자선량평가 및 판독특이치 추정선량 평가에 적용을 통한 적용성 검증</li> </ul> </li> <li>■ <b>방사선피폭선량 신속평가 코드 배포 및 절차서 개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전산해석 기반 방사선피폭선량 신속평가 표준 절차 및 절차서 개발</li> <li>- 규제기관 및 방사선이용기관 대상 방사선피폭선량 신속평가 코드 패키지 및 절차서 배포</li> </ul> </li> </ul>		
○ 2차년도('28년, 3억원 내외)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>최적검증된 정상시 및 사고상황시 사용자 친화적 선량평가 통합시스템 구축</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속적 검증 및 사례 분석을 통한 개선 및 활용 방안 제시</li> <li>- 실제 적용 및 검증 결과에 따른 코드 및 시스템 개선</li> </ul> </li> <li>■ <b>ICRP 비상 시 표준 외부피폭 선량계수 계산 및 DB 구축</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ICRP 전문가 협력을 통한 대표적인 비상 시 외부피폭 상황 선정</li> <li>- 선정한 상황에 대하여 방사선피폭선량 신속평가 코드를 이용한 표준 선량계수 계산 및 DB 구축</li> </ul> </li> </ul>		
■ 연도별 추진 계획		
구분	단위 연구개발 내용	예상 성과물
1단계 1차년도 (2025)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부피폭 신속평가 전산모델 기반자료 조사 및 구축</li> <li>• 국내·외 협력을 통한 방사선피폭선량 신속평가 코드 규제 실무 적용성 평가 및 기능 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방사선피폭선량 신속평가 기술 관련 자료 (NSTAR 등)</li> <li>• 신속평가를 위한 기본 GUI 및 기본모델</li> </ul>
1단계 2차년도 (2026)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고속 피폭선량평가를 위한 서버 구축 및 코드 연동</li> <li>• 연구성과의 규제 활용계획 및 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상세기능이 구현된 프로그램 및 서버</li> <li>• 외부피폭상황 분석 사례 및 평가결과 활용계획</li> </ul>
2단계 1차년도 (2027)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최적 검증된 방사선피폭선량 신속평가 코드 개발</li> <li>• 방사선피폭선량 신속평가 코드 배포 및 절차서 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검증을 위한 방사선피폭선량 신속평가 프로그램</li> <li>• 방사선피폭선량 신속평가 절차서(국문, 영문)</li> </ul>
2단계 2차년도 (2028)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최적검증된 정상시 및 사고상황시 사용자 친화적 선량평가 통합시스템 구축</li> <li>• ICRP 비상 시 표준 외부피폭 선량계수 계산 및 DB 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부피폭선량평가 통합시스템</li> <li>• ICRP 비상 시 외부피폭 표준 선량계수 DB</li> </ul>

■ 연도별 연구성과 계획						
연구성과	구분	2025	2026	2027	2028	합계
	국내·외 SCI(개)		2	2	2	6
	안전기술보고서(개)	1	3	3	3	10
	단위성과물(개) (C,D,E,M,S)				1(데이터베이스)	1
	특허(건)					
■ 추진체계 및 특이사항						
<ul style="list-style-type: none"> <li>본 연구과제는 국제협력기반으로 이행되는 과제로 코드 검증 및 피폭상황과 관련하여 국제협력 계획 및 국내외 전문가 활용계획이 포함되어야 함</li> <li>본 연구과제를 통해 개발될 프로그램은 규제현안에 따라 긴급작업시 및 판독특이자 발생시 신속평가를 목적으로 진행되므로 판독특이자 추정선량분석을 이행하고 있는 규제 당국과 진행사항 공유 및 협력계획이 포함되어야 함</li> <li>연구성과와 관련하여 국제기구 간행물 및 보고서 등의 발간 계획이 포함될 수 있으며 이는 연구성과 항목으로 인정됨</li> </ul>						
■ 활용계획 및 기대효과						
<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 방사선사고시 판독특이자 추정선량 평가에 직접적으로 활용되며 전산모사와 물리적/생물학적 평가 결과를 비교함으로써 추정선량의 신뢰도를 높이고 빠른 치료 방안 결정에 활용할 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>방사선이용기관: 원안법 제92조(장해방어조치 및 보고), 시행령 제136조(장해방어조치 및 보고), 원안위 고시(원자력이용시설의 사고·고장 발생 시 보고·공개 규정)에 따라 사고시 사업자가 신속하게 선량평가에 수행하고 그에 따른 조치(보건상, 직무상) 결정에 활용</li> <li>규제기관: 원안법 시행규칙 제122조(피폭방사선량 평가 및 관리)에 따라 판독특이자에 추정선량평가에 직접적으로 활용</li> <li>비상진료기관: 생물학적 평가 결과와 더불어 몬테카를로 전산해석 기반 방사선량결과를 바탕으로 빠른 치료계획 결정에 활용</li> </ul> </li> <li>방사선 사고에 따른 사고대응 방안 수립에 대한 국민의 신뢰도를 제고하고 국민을 안심시키는 데 크게 기여할 것으로 예상됨</li> <li>ICRP 메시형 전산팬텀 구축을 기반으로 세계최고수준의 전산해석 피폭선량평가 프로그램을 개발함으로써 국민신뢰도를 높이고 국위 선량에 기여할 것으로 기대됨</li> </ul>						
■ 기타사항						
<ul style="list-style-type: none"> <li>신속평가의 목적이므로 과제 목표로 주요상황에 따른 평가소요시간의 목표를 구체화하여 제시할 필요가 있음</li> </ul>						