

# 원자력연구개발정책

2017. 2.  
한국원자력연구원  
김현준

## Contents

KAERI  
Korea Atomic Energy Research Institute

- 1 서 론
- 2 원자력연구개발계획의 변천
- 3 원자력연구개발계획의 현재
- 4 미래의 연구개발은?

# 서론

## 1. 원자력연구개발 역사



## 2. 우리나라 원자력연구개발 정책 현황

원자력진흥법

원자력안전법

**[ 원자력진흥종합계획 ]**

**[ 원자력안전종합계획 ]**

- ☑ 국가 최상의 원자력 계획
- ☑ 매 5년 마다 수립, 원자력진흥(위) 의결
- ☑ 원자력 관련 전 부처 참여

이행계획

미래부창조과학부

- 원자력연구개발 5개년 계획
- 미래원자력시스템 장기 개발계획
- 원자력 정책 TOP 10
- 원자력창조경제실천계획

산업통상자원부

- NuTech
- 원자력발전 수출산업화 전략
- 고준위폐기물관리기본계획

원자력안전위원회

- 원자력안전 연구개발 사업계획
- 방사능방재계획

4

## 원자력연구개발계획의 변천

# 1. 기반조성 및 기술자립기(92년 이전)

## 기반조성기

상공부  
발전위원회

- 원자력발전추진계획안 수립('62년)
  - IAEA와 함께 원전건설 타당성 조사
- "10개년 전원개발계획" 수립('67년)
  - 1976년까지 50만 kW급 원전 2기 건설 추진

Turnkey 방식으로 고리1호(59만kW)기 착공('71)

## 기술자립기

한국원자력연구원  
"다목적 연구로  
설계· 건조사업추진('85년)

원자력기본기술 자립

한국핵연료개발공단 "중수로 핵연료 국산화 계획"('82년)

과학기술처 '경수로 핵연료 국산화 사업계획안'('81년)

"원자력 기술자립 계획과 역할분담"('85. 원자력위원회 214차)

한국표준형 원전 개발

6

# 2. 기술자립성숙 및 고도화기(92년 이후)

## 원자력연구개발 중·장기계획사업(1992~2001) 수립 배경

- 80년대 추진되었던 원전기술자립정책으로 원자력발전산업의 성과 가시화
- 기관 별 역할분담 방식의 분업체제로 수행됨에 따라 역할 재정립을 통한 연구개발 및 산업 효율성제고

## 원자력연구개발 중·장기계획사업(1992~2001)

### 목표

- 2000년대 원자력기술 선진국 진입할 수 있도록 원자력기술개발의 새로운 도약의 전기를 마련

### 기관별 역할 재정립

- 각 기관별로 "원자력발전산업" 과 "연구개발" 로 역할 재정립
- 원자력연구개발기금을 신설하여 중· 장기 체계적 연구개발을 위한 안정적 기반 확립

추진 과제	역할 재정립
중수로 핵연료 제조사업	'96년까지 한국핵연료(주)로 이관
원자로 계통설계 사업	관련 산업체로 이관(KOPEC으로 이관)
기타원자력 발전관련사업	계획 내 관계부처간 협의에 따라 추후 폐기물관리산업은 한수원으로 이관

- 고속증식으로 개발
- 원자력기본기술개발
- 방사선/방사성동위원소 이용  
분야 연구

연구원은 미래연구개발  
아이템 발굴 및 추진

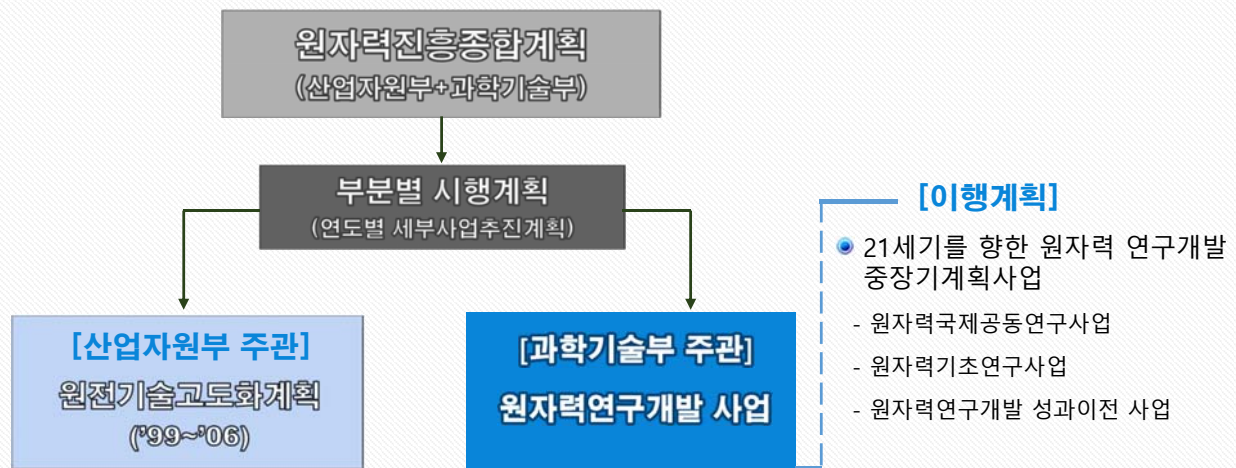
7

### 3. 원자력진흥종합계획의 수립

#### 원자력계획의 법정계획화 – 원자력진흥종합계획('97년) 수립의 배경

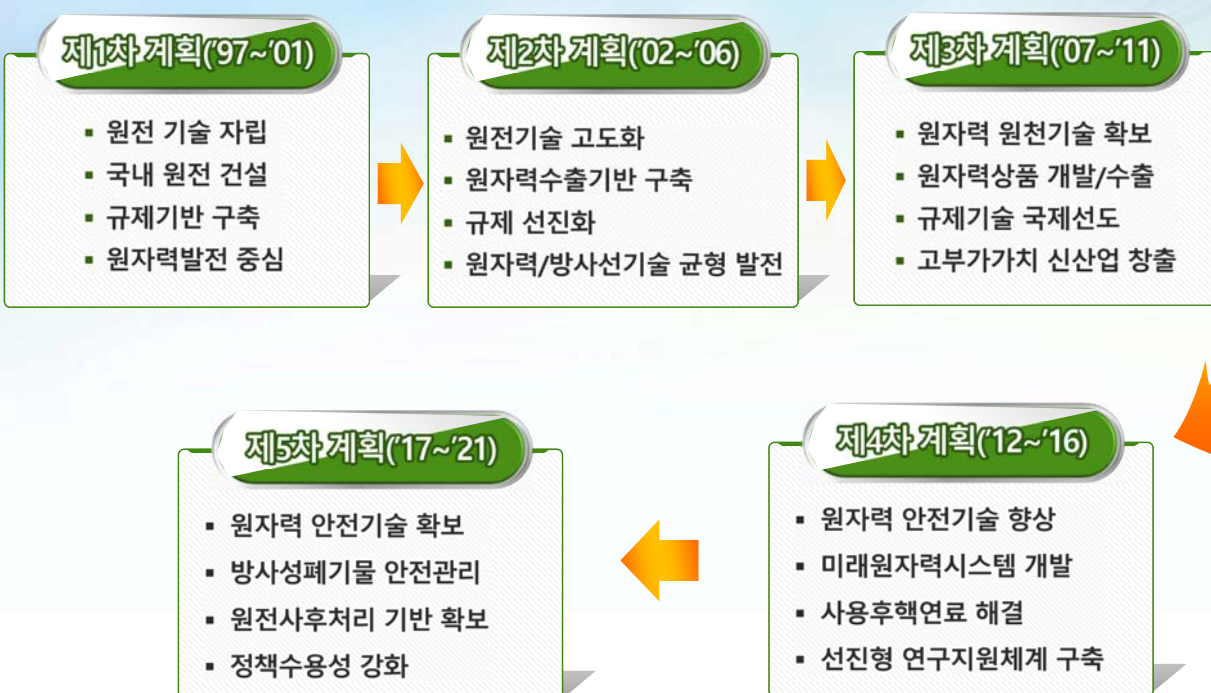
- [시대적 요청] 원자력기술의 고도화·전문화·복합화 추세와 국내외 환경변화로 원자력을 평화적으로 이용하기 위한 국가차원의 종합적이고 일관된 장기정책 수립·추진 필요
- 제234차 원자력위원회는 기존의 연구개발방향을 포괄하는 “2030년을 향한 원자력장기정책방향” 확정('94.7)
- 이를 위해 원자력법에 과학기술처장관이 “원자력진흥종합계획”을 5년마다 수립하도록 명시함

#### 국내 원자력연구개발 정책 개요



8

### [참고] 원자력진흥종합계획의 방향변화



9

## 4. 21세기를 향한 원자력 연구개발 중장기계획사업('97~'06)

### 연구개발 목표

- 2000년대에 우리나라가 원자력기술의 선진국으로 진입할 수 있도록 향후 원자력 기술개발의 새로운 도약의 전기를 마련하기 위한 “원자력 연구개발 중·장기계획”을 수립. 시행함으로써 원자력기술개발을 보다 체계적이고 효과적으로 추진

### 분야별 연구개발 계획

#### 1. 원자로 기술분야

- 고속증식로 개발

#### 2. 핵연료주기기술분야

- 경·중수로용 연계핵연료주기 기술개발
- 미래형 핵연료 개발

#### 3. 방사성폐기물관리분야

- 방사성폐기물 처분기술개발
- 사용후핵연료 관리기술개발
- 방사성폐기물 처리 기반기술 개발

#### 4. 원자력안전분야

- 원자력안전성 향상연구
- 방사선환경안전연구
- 원자력안전규제기술개발

#### 5. 원자력기반기술분야

- 원자력신소재개발
- 첨단계측제어기술개발
- 인간공학기술개발
- 원자력산업용 첨단로봇기술개발
- 레이저기술개발
- 원자분광기술개발
- 장수명핵종 소멸처리기술개발
- 핵융합로연구
- 중수로개량 국제공동연구 및 기반기술개발

#### 6. 방사선/방사성동원소 이용연구 분야

- 인체방사선장해 및 암의 원인 진단, 치료 연구
- 방사선 및 방사성 동위원소 이용연구

#### 7. 방사선방호분야

- 제2차 원자력진흥종합계획의 연구개발계획은 “중장기계획사업” 내 신규연구개발사업이 추가되는 형식으로 추진됨

10

## 5. 제3차 원자력연구개발 5개년 계획('07~'11)

### 비전

미래 국가에너지 안보 및 국민생활 향상을 위한  
원자력기술 선진국 위상 강화

### 목표

- 안정적 원자력에너지 공급을 위한 미래 핵심기술 개발
- 국민신뢰 증진을 위한 사전예방적 원자력 안전관리기술 확보
- 원천기술 획득 가능 분야 집중 개발을 통한 수출산업화
- 방사선이용 기술개발을 통한 국민 보건 증진과 첨단기술의 기반 제공
- 목표 지향적 연구관리 및 원자력 연구개발의 효율적 추진을 위한 기반 구축

### 분야별 연구개발 계획

- 제3차 원자력진흥종합계획 목표의 효율적 달성을 위한 선택과 집중
- 국내외 환경변화에 탄력적 대응을 위한 과제 일몰개념 도입 및 신규과제 추진의 여유를 확보
- 핵심목표 달성을 위해 Gen-IV 국제포럼(GIF) 등 국제협력 적극 활용
- 국제적·학제적·지역간·산·학·연 클러스터 구축을 통한 국내 원자력 연구역량의 효율적 활용
- 법 정부 핵심 연구개발정책인 Total Roadmap, NuTRM과 연계한 중점전략과제 추진

11

## 추진목표별 중점추진과제

추진 목표	중점추진과제
I. 안정적원자력에너지공급 미래핵심기술개발	① 미래원자력시스템 기반기술개발 ② 핵연료주기 핵심기술개발 기반확보 ③ 원전운영기술 선진화
II. 사전예방적 원자력 안전관리 기술확보	① 원전 안전성 평가/검증기술 개발 ② 리스크 정보를 활용한 원자력시설/방사선 안전관리 시스템 개발 ③ 핵활동 탐지 및 방재기술개발
III. 국가 경쟁력 제고를 위한 원천기술개발	① 수출주도형 원자로 개발 ② 국내 고유의 핵연료 강점기술 개발
IV. 사회적 수요에 부응하는 방사선 기술개발	① 방사선융합기술개발 ② 방사선의학기술개발 ③ 방사선기반기술개발
V. 원자력기술개발 기반 구축	① 양성자기반공학기술개발 ② 중성자 기반기술 확충 및 활용기술 고도화 ③ 미래 핵심기술 개발 기반 구축 ④ 원자력인력양성 기반 구축

12

## 6. 제4차 원자력연구개발 5개년 계획('12~'16)

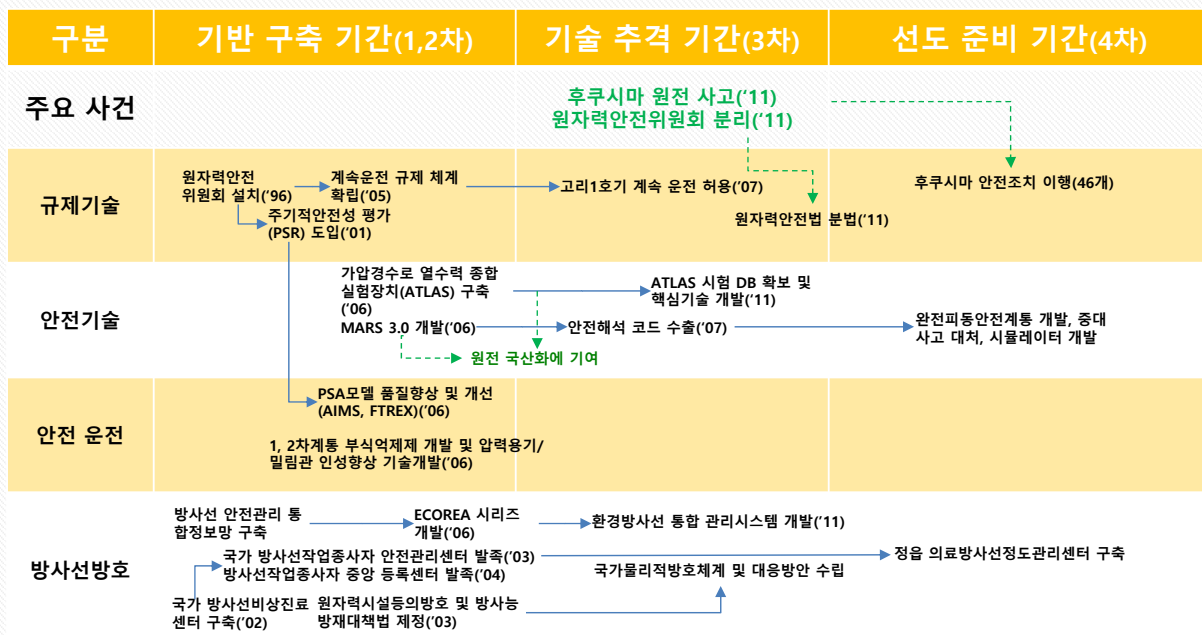


13

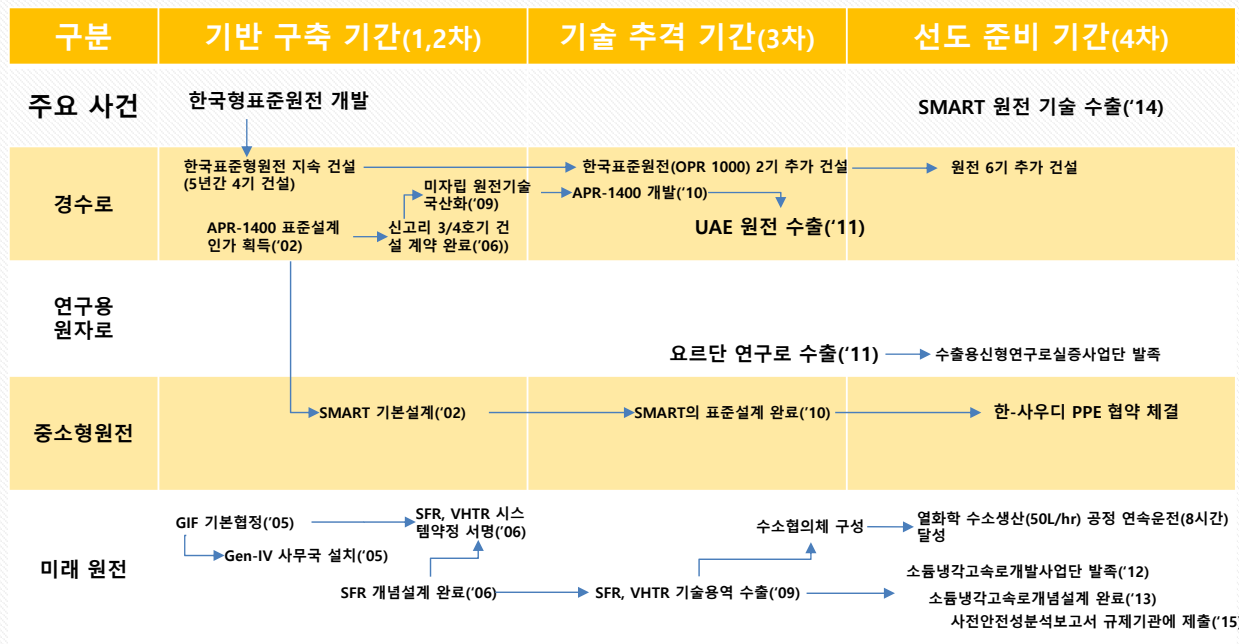
추진 목표	중점추진과제
I. 최고 수준의 원자력 안전기술 역량 확보	① 원전의 안전성 향상 및 중대사고 종합평가/관리 기술개발 ② 극한위험요인대비 종합 리스크 평가 기술개발 ③ 가동원전 핵심 재료 및 기기의 안전성 향상 기술개발 ④ 방사능 사고대응 방사성 환경방호 핵심 기술개발 ⑤ 중수로 안전성 증진 및 평가 핵심 기술개발
II. 미래원자력시스템 핵심·원천기술 확보	① 소듐냉각고속로 원형로 설계 추진(17년 완료) ② 원자력수소생산시스템 핵심·원천 기술개발 ③ 미래원자력시스템 인허가 기반 기술개발
III. 환경 친화적 핵연료주기 기술개발	① 핵비확산성 핵연료주기(Pyroprocess)기반 기술개발 ② 고준위폐기물 처분관련 기반연구시스템 구축 ③ 원자력시설 제염/해체 및 부지복원 기술개발 ④ 핵연료주기 핵심 공동기술 확보
IV. 방사선기술 고도화를 통한 신물질·신기술 확보	① 고부가가치 방사선 용·복합기술개발 ② 질병 진단/치료 성능 개선 방사선 의학/생물 기술개발 ③ 방사선 및 방사성동위원소 이용 연구기반 확충
V. 원자력 혁신연구 강화 및 고급인력양성	① 선도형 원자력 핵심 요소 기술개발 ② 고위험 혁신형 도전 기술개발 ③ 원자력 전략분야 기초연구 촉진 ④ 원자력 연구기반 시설 및 장비 구축 ⑤ 고급인력 및 글로벌 인재양성

## 7. 원자력진흥종합계획 성과분석(1차~4차)

### 1. 원자력안전 및 방사선 방호 분야

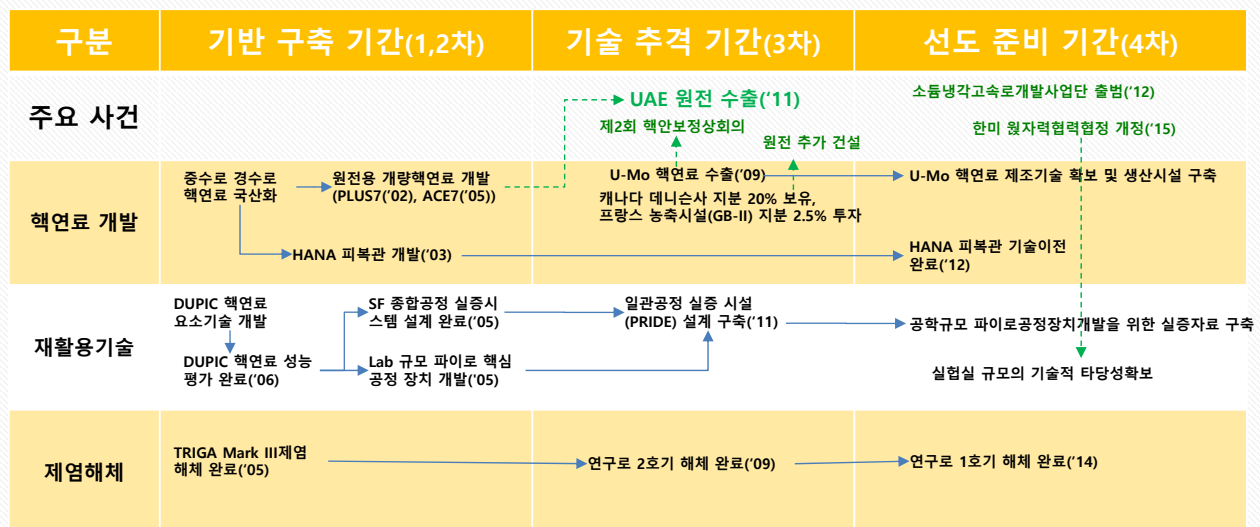


## 2. 원자력발전 및 원자로 개발분야



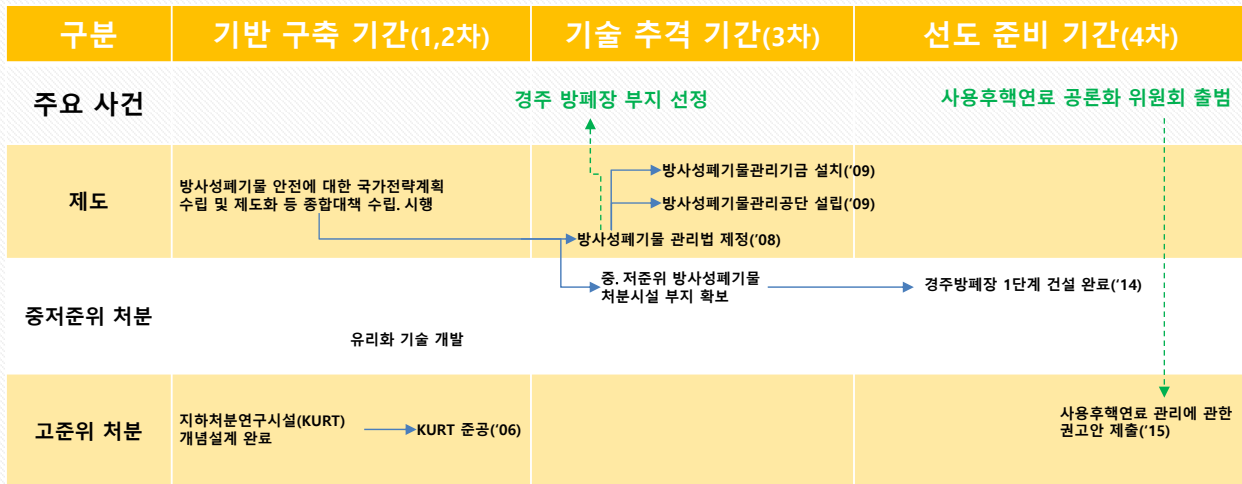
16

## 3. 핵연료주기 분야



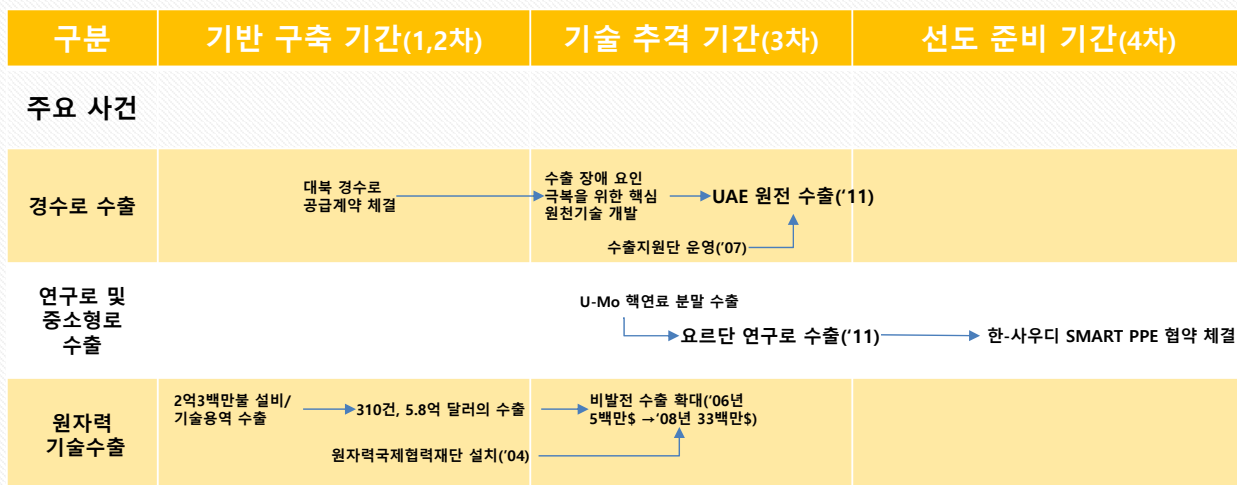
17

#### 4. 방사성폐기물 관리 분야핵연료주기 분야



18

#### 5. 원자력발전산업의 육성 및 진흥분야



19

## 6. 원자력 기초기반 연구개발 분야

구분	기반 구축 기간(1,2차)	기술 추격 기간(3차)	선도 준비 기간(4차)
주요 사건	원자력진흥종합계획 추진		
제도	제1차 원자력진흥종합계획 수립 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 개정('05) 국가원자력기술지도(NUTPM) 작성	기금과 일반회계 재원별 연구분야 특성화 미래원자력시스템 개발 장기 추진계획 수립('08) 대덕원자력밸리 조성	
기반 구축	양성자기반공학기술 개발사업 착수 20 MeV 양성자 가속장치 완성	핵연료 노내조사시험설비(FTL) 구축('07) 냉중성자(Cold Neutron) 시설 구축('09)	양성자연구센터 건설('12) 양성자가속기 구축 완료

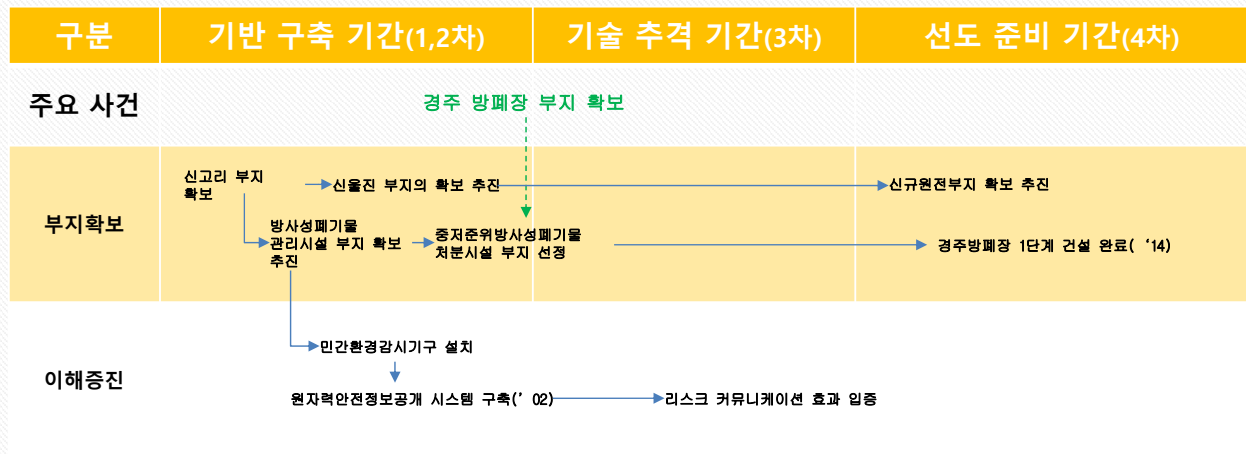
20

## 7. 원자력 인력양성 분야

구분	기반 구축 기간(1,2차)	기술 추격 기간(3차)	선도 준비 기간(4차)
주요 사건		UAE 원전 수출('11) 요르단 연구로 수출('11)	SMART 원전 기술 수출('14)
규제기술	현황조사 실시 인력양성사업 확대 아시아 원자력고등교육 네트워크 구축	원자력 인력양성프로그램 체제 구축 전문인력의 해외 관련 기관 진출 원자력 전문인력 확보 및 양성방안('10) 원자력발전 인력수급 전망과 양성대책 마련('10) 핵안보정상회의 국제원자력통제교육센터 설립	SMART 설계요원 양성 협력 체결 IAEA 지역 교육훈련 협력협약 체결 한-카타르 원자력 인력양성 및 연구개발 협력 양해각서 체결

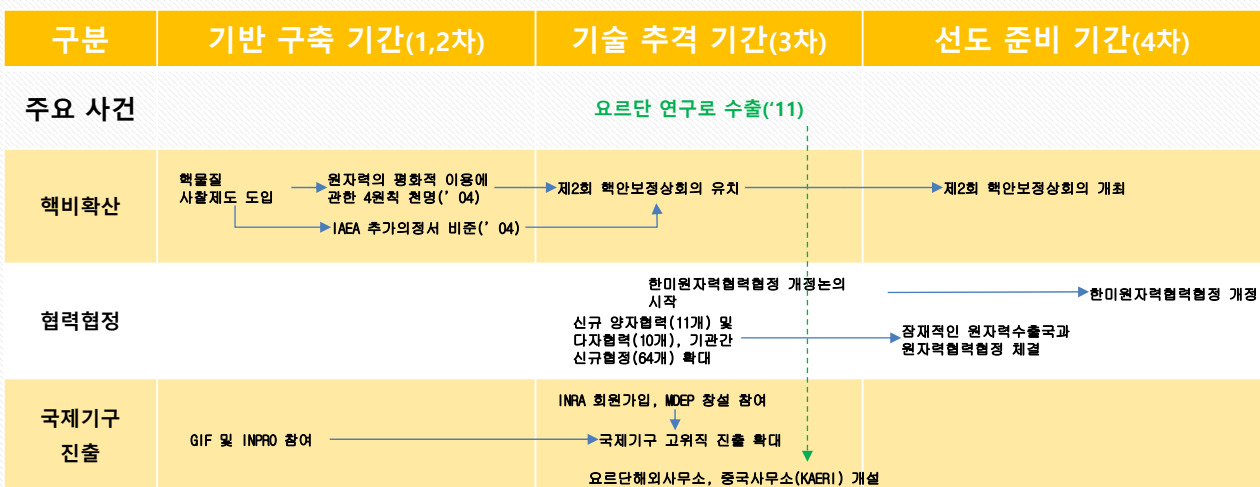
21

## 8. 국민이해 증진 및 부지확보 분야



22

## 9. 원자력외교 및 국제협력 분야



23

## 10. 방사선 및 방사성동위원소 이용분야

구분	기반조성 기간(1,2차)	기반구축/기술 기간(3차)	기반구축/기술 기간(4차)
연구/시설 기반구축	<p>하나로(30MW)가동( '95)</p> <p>20MeV 양성자기속장치 건설( '05)</p> <p>전자빔 조사시설(10MeV) 운영( '06)</p> <p>13MeV 사이클로트론</p> <p>정읍 방사선연구원 개원( '06)</p>	<p>냉중성자연구시설 구축( '00)</p> <p>전자빔 발생장치(10kV) 개발( '12)</p> <p>광역별 광역특성화 단지 연구개발사업 추진</p> <p>생자기의약품 보급기관( '07)</p> <p>동남권 원자력의각원 설립( '10)</p> <p>IAEA방사선 기술 국제협력센터 유치( '10)</p> <p>정읍 방사선 유압기 소진업단지조성( '11)</p>	<p>경주 양성자가속기(100MeV)운영( '13)</p> <p>방사선기기 센터 구축( '15)</p> <p>방사선기기 연구-제작 연구과 구축( '15)</p> <p>430MeV 초전도사이클로트론 개발 중( '17)</p> <p>동남권 중원시치료기 건설 중( '17) 의료용 중원시치료기 개발</p> <p>기장 수소강 신강연구로(20MW)건설 중( '18)</p> <p>방사선화학용개발 특별연구센터 건설 및 연구개발구축 중( '18)</p> <p>KIRAMS-13, KIRAMS-30 사이클로트론 개발( '??)</p> <p>정읍 의료방사선장 노원리센터 구축( '15)</p> <p>RI Biomics센터 구축</p> <p>동남권 중앙지리센터 구축 중( '16)</p> <p>방사선기술생산업 연구과 구축 중</p> <p>정읍 첨단방사선연구소가 IAEA 국제협력센터로 지정( '12.5)</p> <p>방사선화학특화단지 설립 중( '17)</p>
기술개발	<p>PET이종 핵의학기술개발(1차)</p> <p>Ho-166가압치 요제(국내선약3도) 상용화(2차)</p> <p>RI이종 분석에 동중성자요제개발(2차)</p>	<p>방사선용방사선-제용개발</p> <p>대부분 수리공법도제 개발( '08), 이도파지료분류, 우주식물 개발( '08), 신수제 환경유압물물지리 기술개발( '10)</p> <p>방사선 의학 신물질-의료용 동위원소 생산기술개발</p> <p>면역증진 다입제 개발( '07), Or 64개발( '08)</p>	<p>이중에너지 고주파 전자가속기 국산화</p> <p>금속성 Ni(Cu Br. Ur)의 내경생성기술 확보</p> <p>차세대 유무기 복합신소재 세스코 기술 개발</p> <p>차세대 전자영상시스템기술개발( '14)</p> <p>PET-MRI 만도세상신자중배전 국산화( '14)</p> <p>방사선모의검역기 장치원천기술개발( '15)</p> <p>천연고분자 기반 하이브리드 기술 확보/이전</p>
제도개선	<p>방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법 제정( '02)</p> <p>비파괴검사기술 산출물관리제 관련 법률 제정( '05)</p>		<p>의료용 중원 안전에 관한 규칙(총리령 제108호) 제정( '14.8)</p> <p>방사선기기 시험 및 인증 국가표준체계 구축 중( '15- '19)</p> <p>전자적 사업관리로 연구개발 국내에 원자력장조경제발전계획 수립( '13. 12)</p>
산업역량	<p>정읍유지 센터1도거원 (유선비이오택선권(2차)</p> <p>기술이전용 특허 산업화로 식품류 수출(2차)</p> <p>U-Mo 핵연료분말 수출(2차)</p>	<p>원자력수출세정단 발족( '07)</p> <p>연 구방정자로 요르단수출( '08)</p> <p>5대 권역별 방사선산업 권역특성과 추진 및 사업 육성</p>	

## 원자력연구개발계획의 현재

# 1. 제5차 원자력진흥종합계획('17~'21)

2050  
비전

안전하고 친환경적인 원자력 이용개발을 통한  
우리 사회의 지속가능한 발전



- 원자력은 우리 사회의 지속가능한 발전과 평화적 목적을 위해서만 사용
- 안전하고 청정한 에너지원으로서 원자력의 위상을 확립
- 소통과 사회적 합의를 기반으로 원자력의 신뢰 확보
- 신기술 개발, 고도화를 통해 산업 경쟁력 강화 및 세계 시장 선도



국민의 신뢰 하에 미래를 준비하는 원자력 역량 확대

국민 안심

미래 경쟁력

도약 성장

소통 협력

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| 1 최상의 원자력 안전 확보                  | 5 원자력산업 경쟁력 강화        |
| 2 사용후핵연료 안전관리 및 원전 사후처리 기반 적기 구축 | 6 방사선 이용·개발의 부가 가치 증대 |
| 3 미래 수요에 부응하는 도전적 연구개발 촉진        | 7 소통에 의한 원자력 정책 추진    |
| 4 지속적 성장기반 확보                    | 8 국제사회 기여 확대 및 투명성 증진 |

26

## 2. 제5차 원자력연구개발 5개년 계획('17~'21)

비전

국민안심을 위한 원자력기술개발 고도화



원자력 안전성 향상과 현안해결을 위한 핵심기술 완성

지진 안전

핵연료 · 원자로 개발

원전 해체 및 사후관리 기술



- 상위 국가계획과의 부합성  
- 원자력진흥종합계획, 과학기술기본계획 및 에너지기본계획 등
- 원자력현안 해결을 위한 기술개발 집중  
- 지진대응 안전성 증진, 사용후핵연료, 안전관리 및 원전해체 등
- R&D 선순환시스템 구축 및 기반 고도화  
- 기초 · 원전 → 실용 · 사용화, 인력양성, 산업 · 연구인프라 확충 등

- 1 세계 최고수준의 원전 안전성과 신뢰성 확보
  - 원전운영 신뢰성 증진, 방사성물질 누출 배제, 방사선방호체계 강화, 안전성 향상 공통기술 등
- 2 국민안심 미래지향적 원자력 환경관리 역량 강화
  - 사용후핵연료 운반 · 저장, 파이로프로세싱, 방사성폐기 처분, 원자력시설 해체 및 방사화학기반기술
- 3 미래 대비 고유 원자로 핵심기술 확보
  - 고유안전성 확보 경수로 핵심기술, 독성물질 연소 원자로, 소형모듈원자로, 열이용원자로(VHTR) 및 신개념 원자로 등
- 4 4차 산업혁명 시대에 대비한 방사선 기술역량 강화
  - 방사선 산업기술, 방사성의약품 · 치료기술, 방사선 융합기술 및 원전기술 개발
- 5 지속가능성 확보를 위한 기반구축 및 선도형 원전기술 개발
  - 인력양성, 전략적 국제협력, 정책역량 · 소통강화, 원자력 기초R&D · 기반, 원전 · 전략기술, 산업 · 연구시설 확충

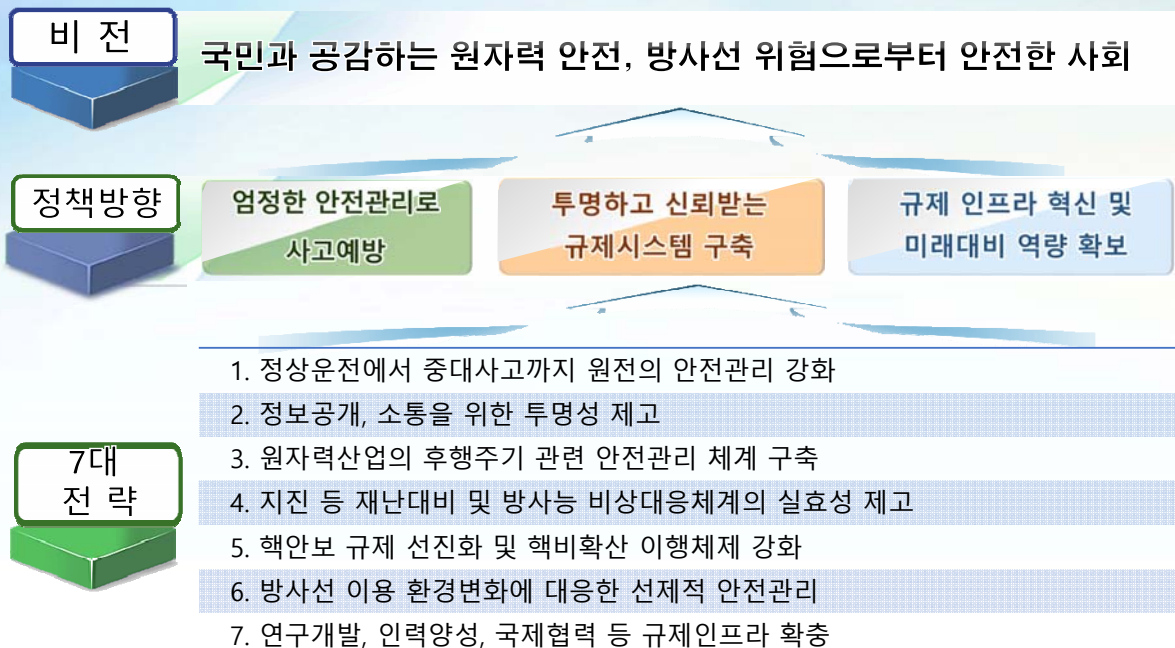
27

### 3. 제1차 원자력안전 연구개발 5개년 계획('14~'18)

목 표	국민이 안심하고 세계를 선도하는 원자력·방사선 안전규제 및 재난·핵활동 대응 역량 확보	
주 진 방 향	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 규제 기초연구 강화로 세계를 선도하는 규제 원전기술 확보</li> <li>· 시급한 안전규제 현안해결을 위한 효과적인 정책대안 제시</li> <li>· 국가정책적 미래 규제수요에 선제대응하기 위한 역량 확보</li> <li>· 전략적 연구개발 확대도 세계 최고수준 안전규제 전문인력 육성</li> </ul>	
분야별 핵심과제	원자력 안전규제기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 가동중 설비 및 핵연료 건전성 평가·규제 기술 개발</li> <li>② 신안전설비 및 미래형원자로 안전규제기술 개발</li> <li>③ 대형 복합 재난재해 안전성 평가·규제 기술 개발</li> <li>④ 원자력시설의 해체 및 제염 안전규제기술 개발</li> </ol>
	방사선 안전규제기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 방사능 및 피폭선량 평가 기반기술 개발</li> <li>② 방사선 치료 및 핵의학 응용 분야 안전규제기술 개발</li> <li>③ 생활주변 방사선 안전관리기술 개발</li> <li>④ 방사성폐기물 저장, 운반, 처분 안전규제기술 개발</li> </ol>
	방사능 방재 및 비상대응 기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 방사능 재난발생 시 비상대응 및 구난용 장비기술 개발</li> <li>② 국가차원의 원자력 비상대응 최적화 관련 규제기술 개발</li> <li>③ 방사능 방재 및 비상대응 지휘체계 개선 기술 개발</li> <li>④ 한반도 인접국 중대사고 분석 및 대응 기술 개발</li> </ol>
	핵비확산·핵안보 이행기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 한반도 주변국 핵활동 탐지 및 검증기술 개발</li> <li>② 안전조치 및 전략물자 수출통제 강화 핵비확산 이행기술 개발</li> <li>③ 물리적 방호 및 사이버 보안 강화 핵안보 기반기술 개발</li> <li>④ 핵비확산·핵안보 장기전략 연구 추진</li> </ol>

28

### 4. 제2차 원자력안전 종합계획('17~'21)

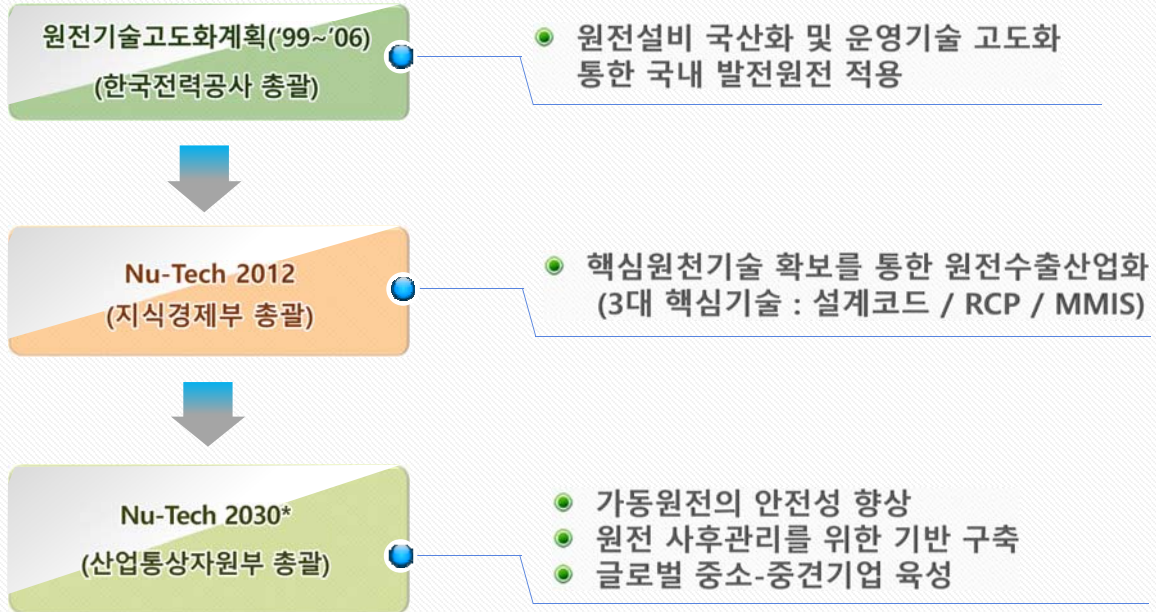


※ 제62회 원자력안전위원회(2016.12.8) 심의·의결함

29

## 5. 원자력발전산업 연구개발계획

### 원자력발전기술 개발 계획 방향



\* 원자력계간담회('16.2.23) "제2차 원전기술발전방향(Nu-Tech 2030)" 발표자료 활용

30

## 6. Nu-Tech 2030

### 비전

신기후체제에서 원전산업의 지속가능한 발전

### 구체적 목표

- ① (1단계, ~ 20년) 원전 안전 강화를 통한 국민 신뢰회복
- ② (2단계, ~ 25년) 원전산업을 수출 주력산업으로 육성
- ③ (3단계, ~ 30년) 글로벌 원전시장에서 선도적 위상 제고

### 중점전력분야

- 가동원전 안전성 혁신**
  - ① 원전 사고 발생 요인 근본적 제거 / ② 중대사고 확대 가능성 철저히 차단
  - ③ 중대사고에 의한 방사선 피해 최소화
- 원전수출 경쟁력 강화**
  - ① 시장 수요에 능동적 대응 위한 수출노형 다변화 / ② 방사능 방출 가능성 제로化 안전경수로 개발 / ③ 원전연료의 건전성 강화 / ④ 원전 주기의 글로벌 경쟁력 제고
- 원전 사후관리 기반구축**
  - ① 원전해체 기술자립 / ② 사용후핵연료 운반, 저장 확보
  - ③ 사용후핵연료 처분기술 자립 / ④ 중저준위 방폐장의 최적 활용
- 원전산업 생태계 활성화**
  - ① 중소·중견기업을 위한 R&D 협력 시스템 개선
  - ② 중소·중견기업 기술역량 지원 시스템 강화 / ③ 중소·중견기업 맞춤형 기술개발
- 원전 전문인력 양성**
  - ① 글로벌 수준의 원전인력양성시스템 구축 / ② 원전인력의 전문성 강화를 위한 산학연 협력 / ③ 해외 원전기관 등과의 교육, 훈련 협력 강화

※ 원자력계간담회('16.2.23) "제2차 원전기술발전방향(Nu-Tech 2030)" 발표자료 활용

31

# 미래의 연구개발은?

## 지속가능 원자력을 위한 연구개발 방향은?

- 위기 극복
  - 국민이 신뢰하는 원자력안전기술은?
  - 고준위폐기물 관리 및 미래원자력시스템 실증 방안은?
- First Mover를 위한 원자력기술은?
  - 신개념(핵확산, 방사성폐기물 제로화) 초소형 원자로 개발?
  - 세계 최고의 중공업 기술과 결합한 해양 원자력시스템 개발?
  - 수소경제를 위한 원자력수소생산시스템?
- 수출을 위한 원자력기술?
  - 다목적연구로 기술?
  - 안전성이 확보된 대형 원자력발전기술(APR1400, APR+)
  - SMART를 활용한 SMR 시장 선도?
- 신기술과의 융합
  - 첨단 계산과학을 통한 가상원자로 개발?
  - 3D 프린팅을 활용한 원자력 설비 제작 및 공급?
  - 인적오류를 배제한 인공지능 기반 자율운전 시스템?
- 미래를 위한 방사선 기술은?
  - 첨단 방사선치료 기술?
  - 비파괴 핵심 원천기술 개발?