

원자력 미래 유망기술 선정에 관한 연구

2015. 6. 30.

서울대학교 원자핵공학과
교수 박 군 철

Contents

- 1 연구과제 소개 및 미래유망기술 예측
- 2 연구진행 소개
- 3 10대 원자력유망기술 도출
- 4 10대 원자력유망기술 소개

● 과제개요

- 제목 : 원자력 미래 유망기술 선정에 관한 연구
- 과제책임자 : 서울대학교 박군철 교수
- 수행기간 : 2015년 2월 16일 ~ 2015년 6월 30일
- 과제예산 : 1,500만원
- 과제보고서 : 과제결과 보고서

● 연구목적

- 국내 연구개발 현황을 파악하고 산학연 원자력 전문가들의 의견을 수합하여 향후 우리나라 원자력 산업의 지속적 발전을 위해 10년 내 확보가 반드시 필요한 원자력 미래 10대 유망기술 (Critical Technology)을 선정하여 집중적인 기술확보 전략 수립에 기여하고자 한다.

● 추진방법

- 원자력 5개 분야 기술현황 조사
- 국내원자력 전문가의 의견 수렴
- 10대 원자력 미래 유망기술 선정
- 설명회 개최 및 대외 홍보

미래유망기술(Critical Technology)이란?



< 국가개입이 필요한 기술분야 >

- 산업으로의 적용분야나 그 기능·효용이 불확실하고 기술표준이 급변하는
미래·태동기의 원천기술 분야
- 불확실한 시장 등의 요인으로 인해 실패가능성이 높아
민간의 독자적 투자만으로는 연구개발이 힘든 분야
- **국가안위나 위상과 관련된 대형·융합·원천기술 분야 등**

기술과 세계 발전의 미래 시나리오

- 미래의 도전에 효과적으로 대처하고 새로운 기회를 적극활용하기 위해 미래 모습(시나리오)을 제시
- 정치와 경제의 일치도(Y축)와 변화에 대한 적응역량(X축)을 기준으로 하여 4 개의 미래 시나리오 제시

Lock Step

- 강한 통제사회

Clever Together

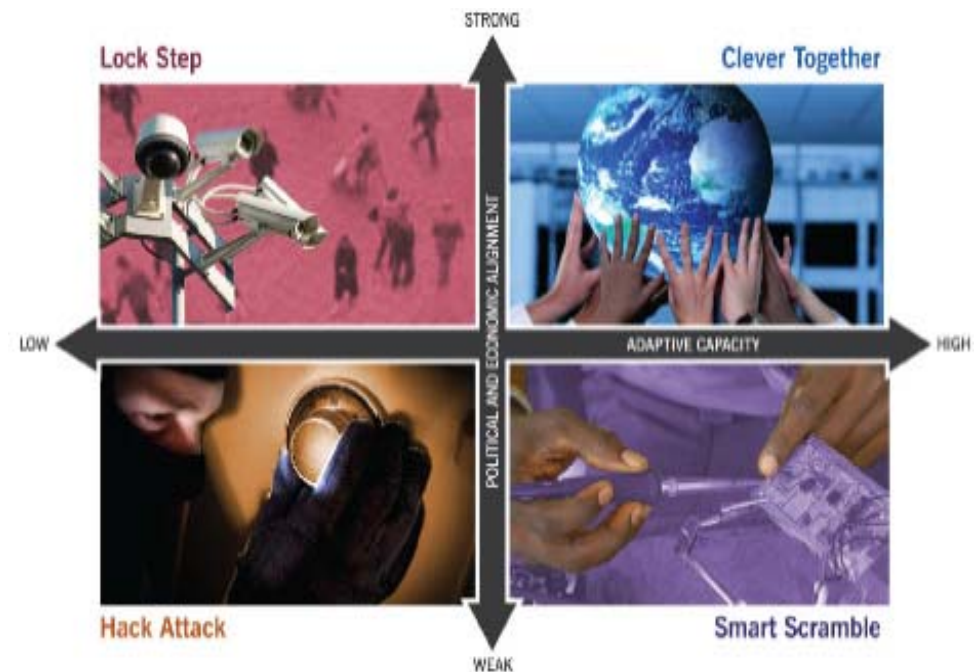
- 함께 잘 사는 사회

Hack Attack

- 상호불신 사회

Smart Scramble

- 지역주의 분산·경쟁사회



기술예측 중요성

● 기술 예측의 중요성

- 기술혁신 국가가 급속히 빨라짐
- 국가경쟁력 지속유지를 위해 기술 환경변화에 능동적 대응 필요
- 효율적인 연구개발 전략 수립



● 기술 예측 방법론

- 미래의 선택적인 결과를 현재의 시점에서 결정하는 일련의 과정(Process) (Grupp, 1999)
 - 다양하고 동적인 미래의 변화 가능성을 인정
 - 기술자체 발전방향 + 사회경제 파급효과

한국사회 변화 및 원자력 산업환경 5대 메가 트렌드

환경과
자원문제 심화

대국민 소통문제
심화

- 정치이슈화
- 대형사고 공포 확산
- 대국민 신뢰 개선

지식기반 사회
진전과 글로벌화

원자력안전 강화
및 영역확대

- 원안위 역할 및 위상
- 사이버 테러 방비
- 한미협정 이행

인구구조의 변화

기술 및 인력확보와
글로벌화

- 원전 수출 다양화
- 맞춤형 needs 제공
- 글로벌 리더 양성

과학기술융합 가속화

원자력 수요예측
이슈 등장

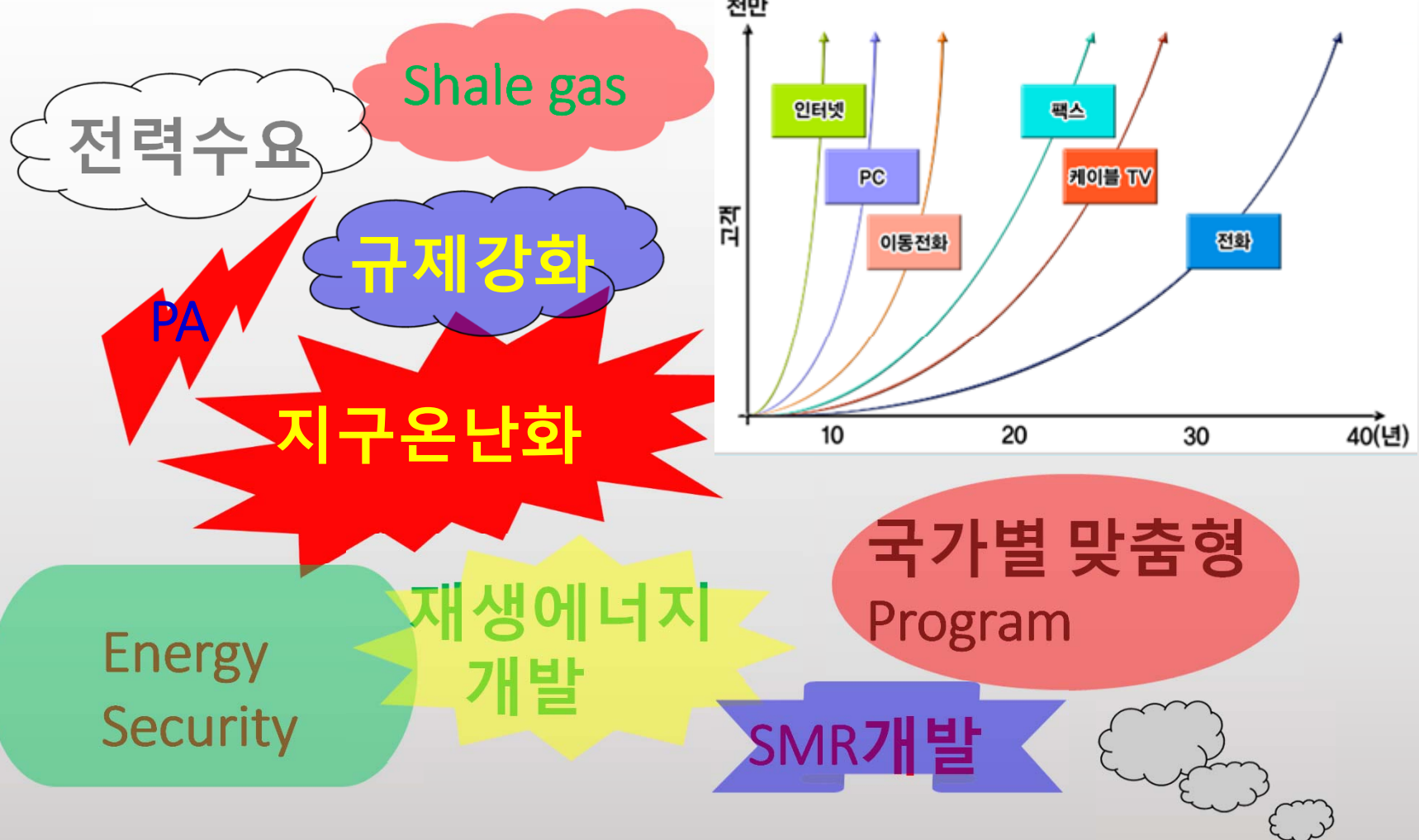
- 신재생에너지와의 경쟁
- 지속적 경제발전 예측
- 기후협약, 대기오염

새로운 안보이슈 등장

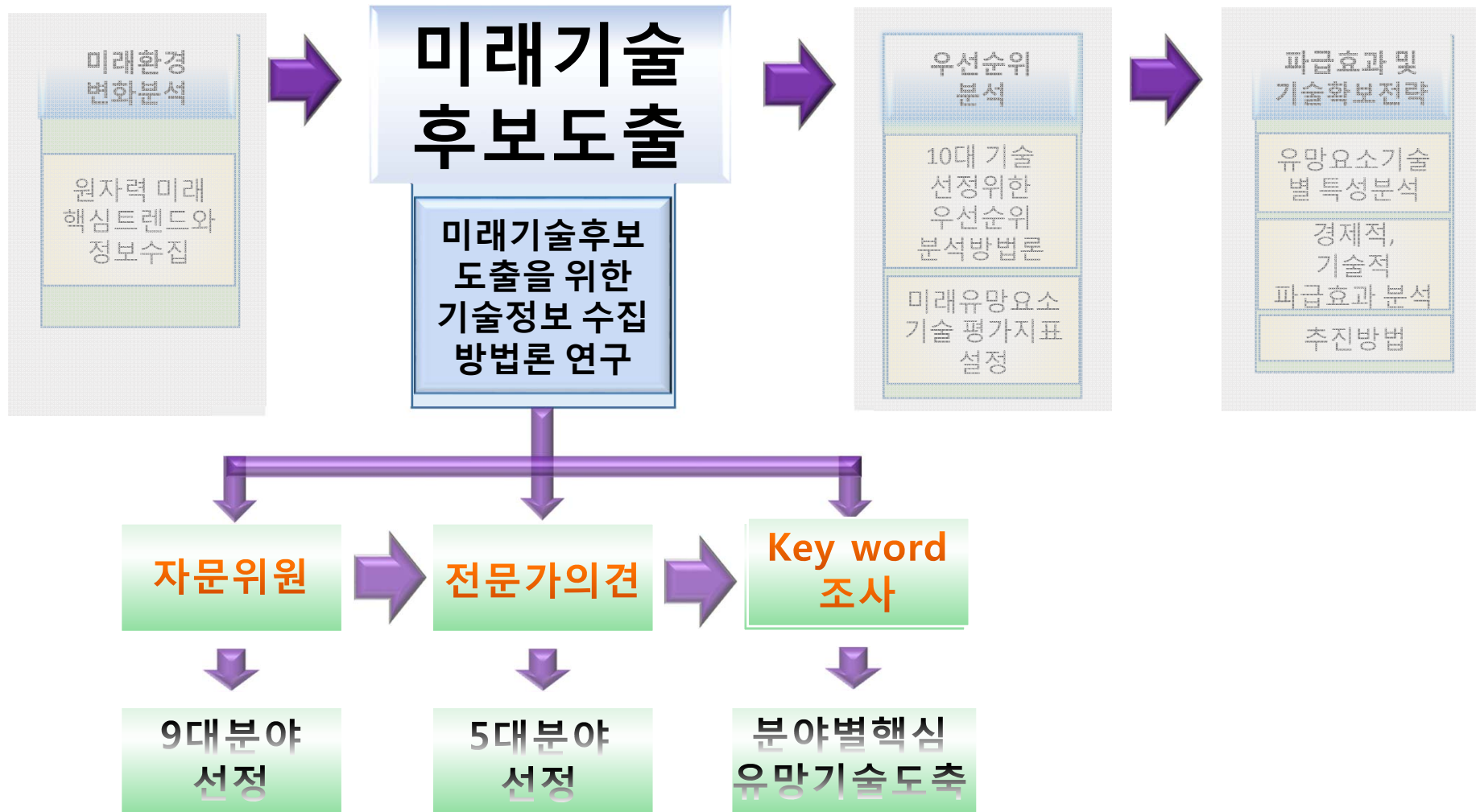
신개념원자로 부상

- APR1400+ 개선
- 수소경제대비와 NPDD
- 소동력으로 수요 증가

원자력의 장래예측



분야별 핵심유망기술 도출



9대 원자력 유망 분야

● 자문위원 회의 개최(2회)

- 과제 설명회 및 미래예측 분야 소개
- 9대 분야 선정

	분야명
1	미래원자로 개발
2	원자로 안전 및 성능 향상 기술 개발
3	원자력 시설해체 기술 개발
4	방사선응용 기술 개발
5	사용후 핵연료 관리 기술
6	핵융합로 개발
7	기기제작 기술
8	원자력재료 기술
9	재난예방 및 대응 기술

5대 원자력 유망 분야

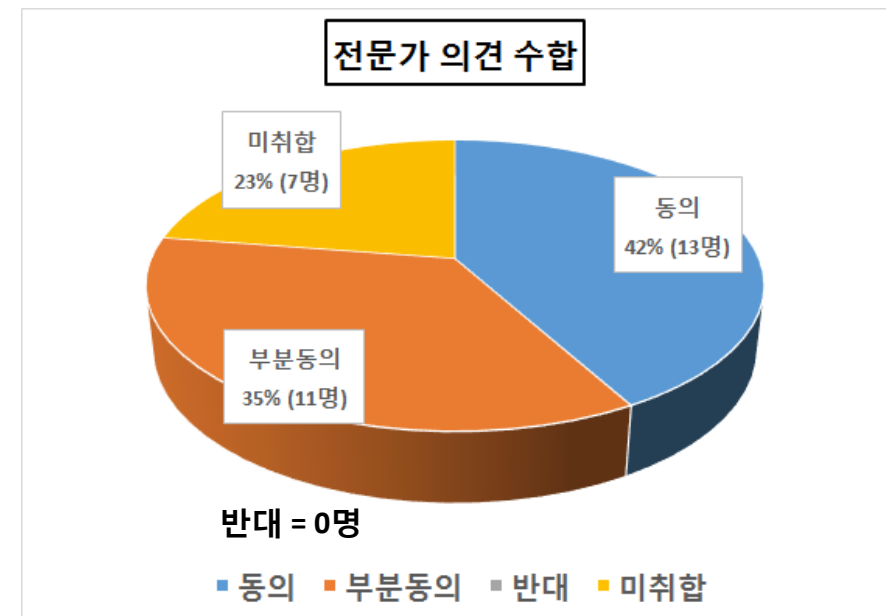
● 전문가 의견 수합

- 자문위원 추천 전문가 – 총 31명

● 전문가 의견 반영

- 미래원자로의 “미래” 시점 정의 – Advanced PWR, GEN IV, SMR, 핵융합로
- 원자력재료 기술 제외 – 높은 기술성숙도, 모든 분야에 포함으로 대체 가능

	분야명
1	미래원자로 개발
2	사용후 핵연료관리 기술
3	원자로 안전 및 성능 향상 기술 개발
4	방사선응용 기술 개발
5	원자력 시설해체 기술 개발



5대 분야 핵심유망기술 도출

5대 분야 Key word 조사

- NED, NET, NT, 학술대회, 해당분야 보고서
- 2009년 ~ 2015년

분야별 Key word 빈도수 조사

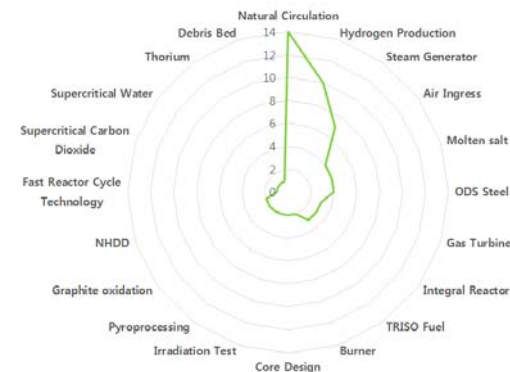
- 분야별 핵심기술 도출

미래원자로 개발

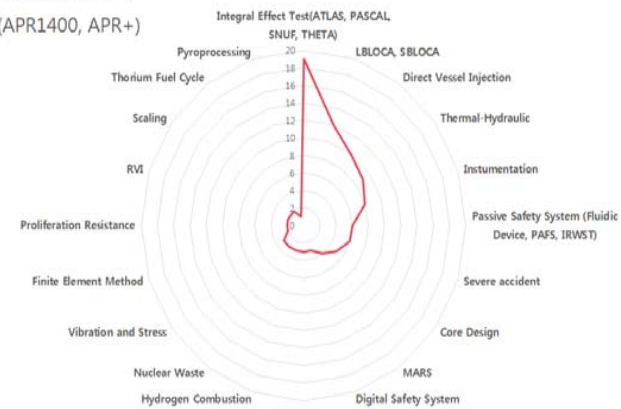
분야	기술 예시
Advanced PWR(APR 1400, APR+) 및 SMR	<ul style="list-style-type: none"> - DVI 성능 검증 기술 - SMR 핵확산저항성 핵연료 제조기술 - 한국형 IRWST Sparger 개발 요소기술
GEN-IV 원자로	<ul style="list-style-type: none"> - Pyroprocessing 검증 기술 - TRISO Fuel 제작 기술 - 고온 계측 및 센서 개발 요소기술
핵융합로	<ul style="list-style-type: none"> - 핵융합로 노심 플라즈마 고성능 장시간 운전 기술 - 블랑켓 삼중수소 증식기술 - 저방사화 재료 개발



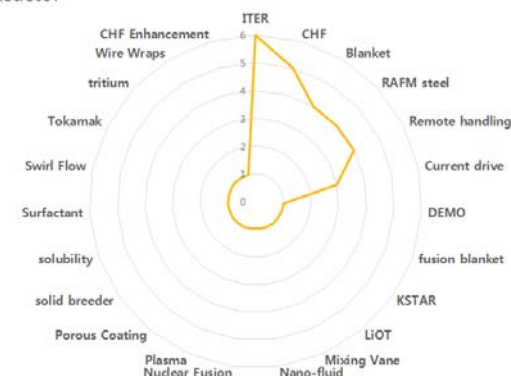
GEN-IV

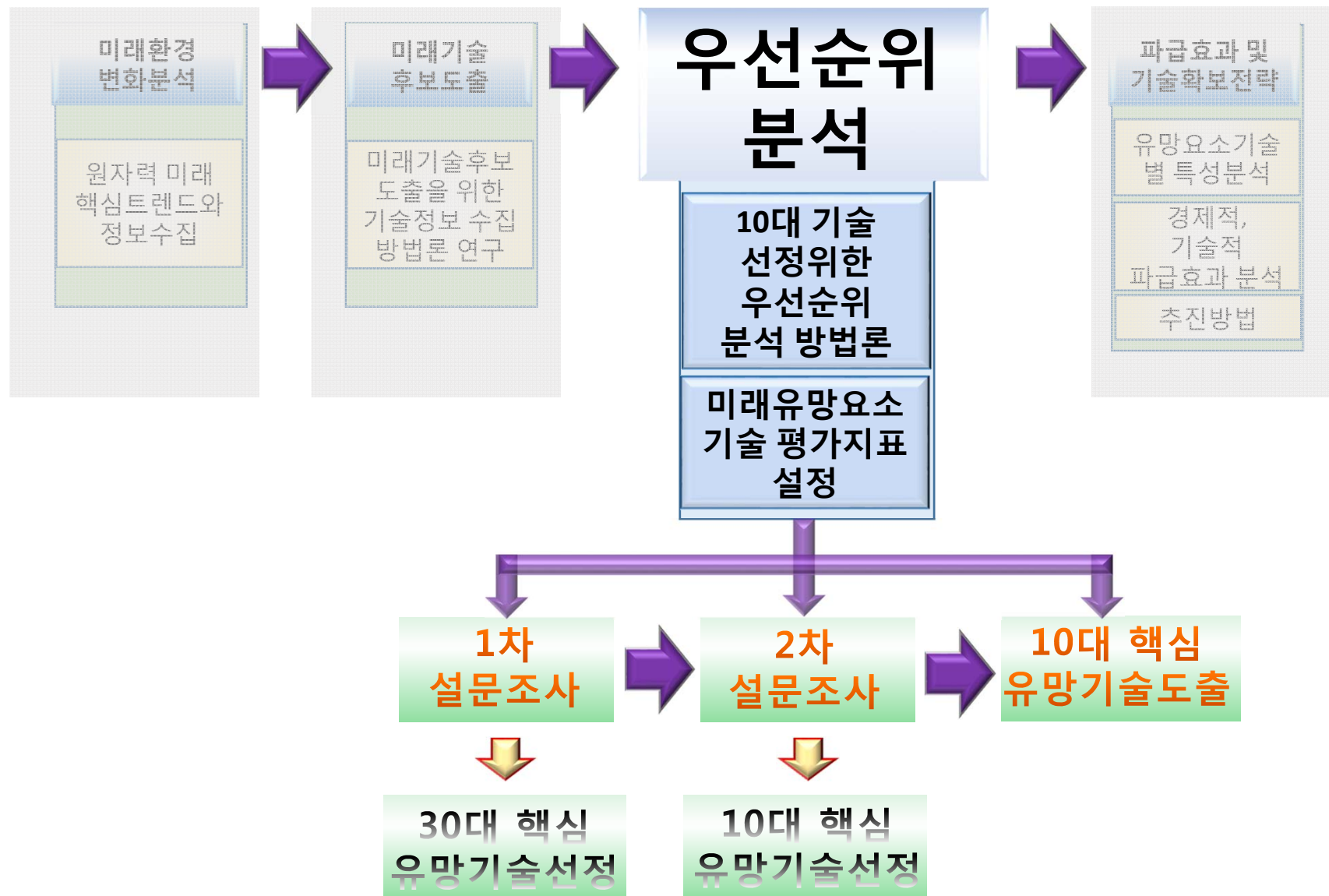


Advanced PWR (APR1400, APR+)



Fusion Reactor





1차 설문조사

● 1차 설문조사

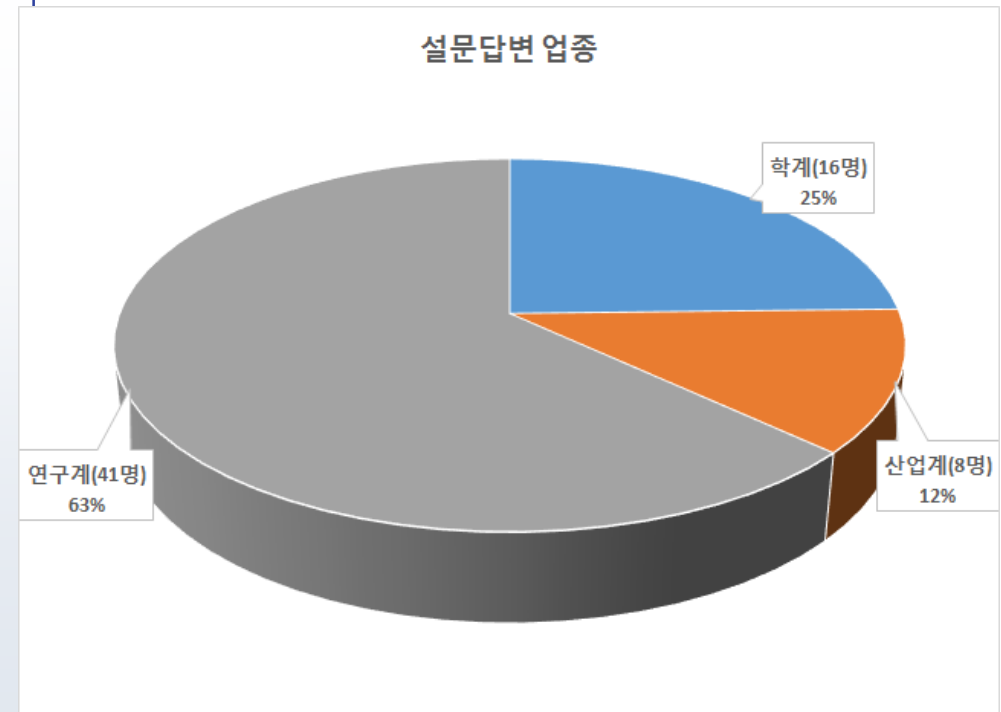
- 분야별 핵심 유망기술 조사
- 산학연 원자력 종사자 설문조사
 - KNS 등록 전회원(약 3천명)
- 2015년 4월 10 ~ 2015년 4월 30일

● 1차 설문조사 결과

- 61명 설문조사 답변
- 핵심기술 207개 획득

● 30대 핵심유망기술 도출

- 전문가회의 개최



30대 원자력 핵심유망기술

순위	핵심유망기술
1	원전해체 제염기술
2	초소형원자로 설계기술
3	중대사고 피동형 대응설비 개발 기술
4	고장 및 사고 예방 조기 탐지 기술
5	방사성폐기물 부피감용 기술
6	중대사고 저항성 강화 노심설계 기술
7	중대사고 환경에서 필수 기기의 가용성 확보 기술
8	장수명 주요 원전기기 재료 수명예측 및 열화방지 기술
9	핵연료 손상 실시간 탐지 기술
10	고온계측 및 센서개발요소기술
11	로봇활용 원격절단 기술
12	사고저항성 핵연료 기술
13	용융노심 냉각관련 실험 및 평가기술
14	공학규모 파이로 핵연료재순환 기술
15	다호기 원전안전성향상기술
16	SMR 핵확산저항성 핵연료 제조기술
17	계측제어계통 검증을 위한 사이버보안 기술



순위	핵심유망기술
18	파이로 핵연료재순환 안전조치 기술
19	광역 오염확산 억제 기술
20	무(저)봉산 가압경수로 계통 및 재료 개발 기술
21	초고온고압 실험 기술
22	다중스케일/다중물리원자로해석기술
23	디지털 I&C 기반 무인원격운전 기술
24	저선량 방사선 영향 평가 기술
25	초고온가스로 통합 시뮬레이션 기술
26	TRISO 핵연료 제조 기술
27	X선/중성자결합 핵물질/폭발물 탐지 보안검색장치 기술
28	고자기장 PET/MRI 영상장치 기술
29	고성능 전자가속기 기반 방사선치료기 기술
30	고온 고압 2상유동 가시화 측정 기술
31	고출력레이저기반입자선 암치료 시스템 기술
32	삼중수소 증식블랑켓 설계 및 핵심 기술
33	SI 열화학 공정 기술

2차 설문조사

● 2차 설문조사

● 30대 핵심유망기술 설문조사

- 전문가회의 개최

● 산학연 원자력 종사자 설문조사

- KNS 등록 전회원(약 3천명)

● 2015년 5월 19 ~ 2015년 5월 26일

● 2차 설문조사 결과

● 349명 설문조사 답변

● 10대 핵심유망기술 도출

10대 핵심유망기술

■ 원전해체 제염기술

■ 초소형원자로 설계기술

■ 중대사고 피동형 대응설비 개발 기술

■ 고장 및 사고 예방 조기 탐지 기술

■ 방사성폐기물 부피감용 기술

■ 중대사고 환경에서 필수기기의 가용성 확보기술

■ 장수명 주요 원전기기 재료 수명예측 및 열화 방지 기술

■ 핵연료 손상 실시간 탐지 기술

■ 고온계측 및 센서 개발요소 기술

■ 로봇활용 원격절단 기술

