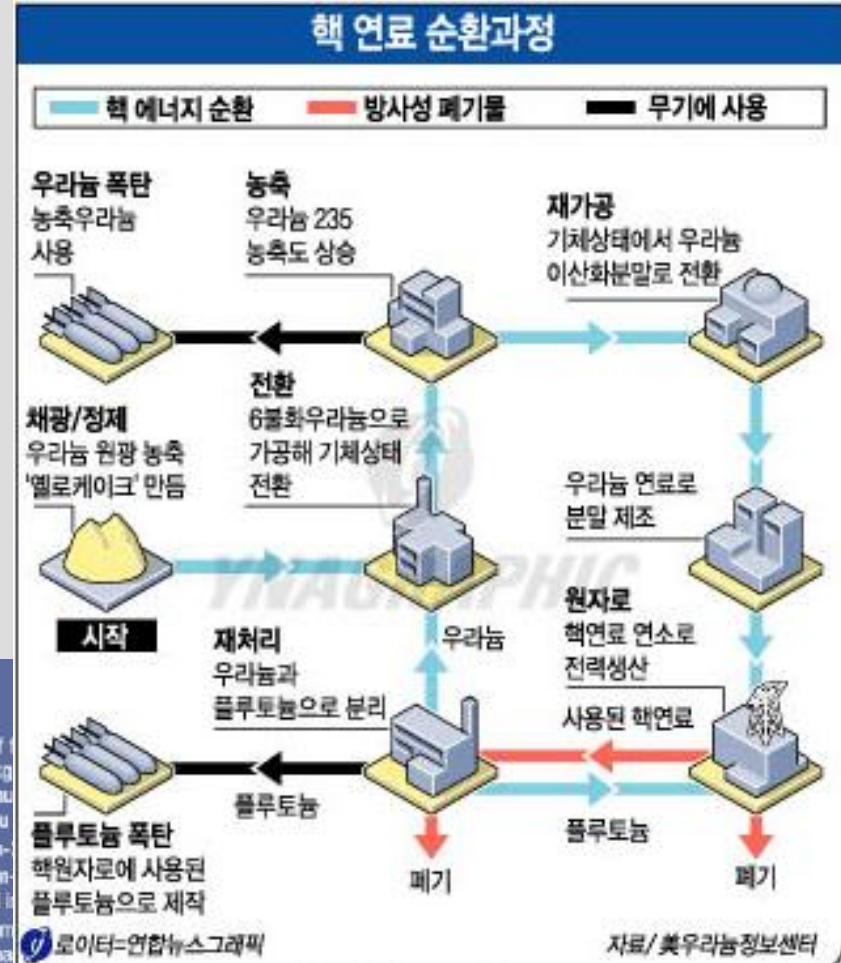
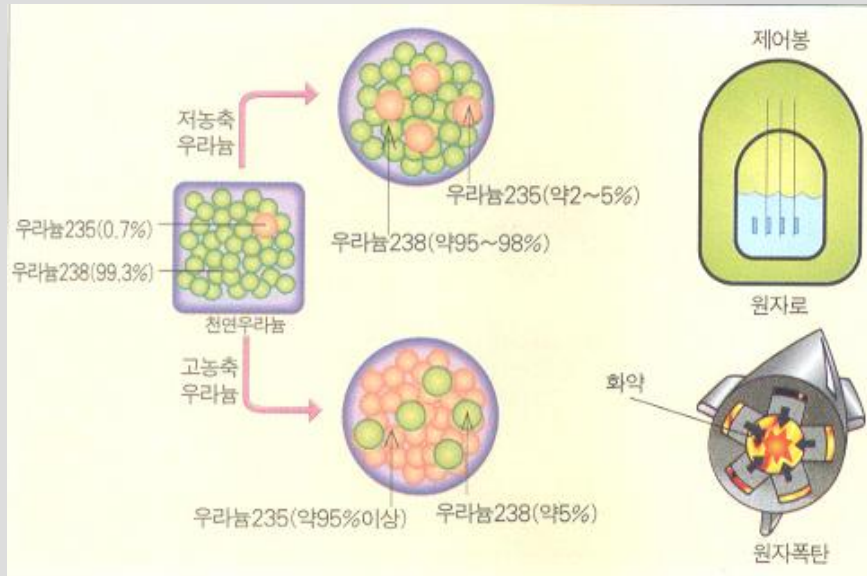


고준위핵폐기물을 둘러싼 쟁점과 갈등

청년환경센터 이현석

2008. 7.

핵연료 주기



THE ART OF RECOVERY

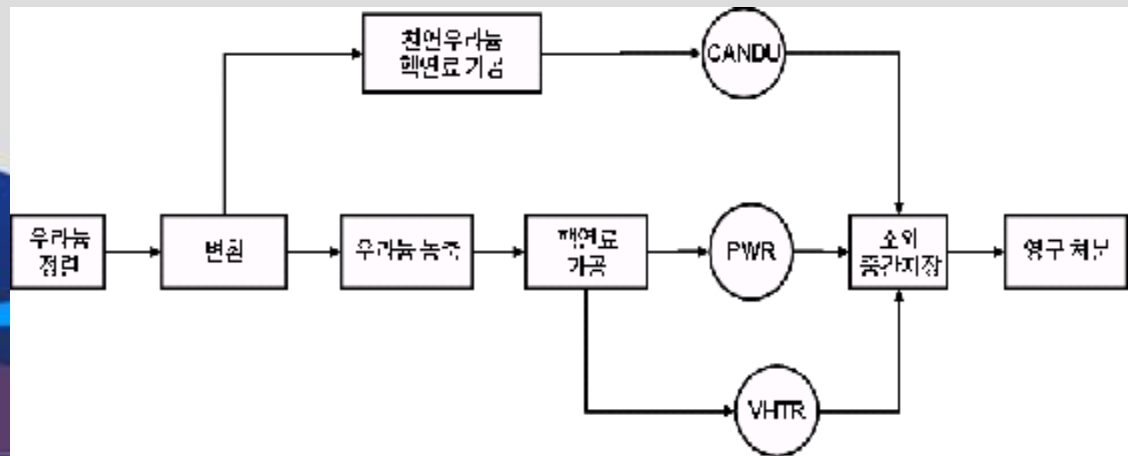
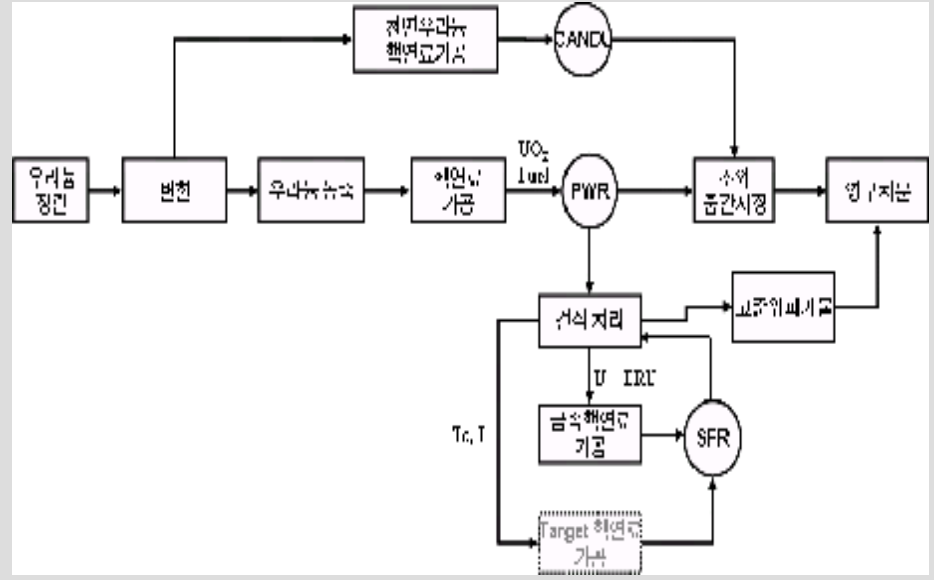
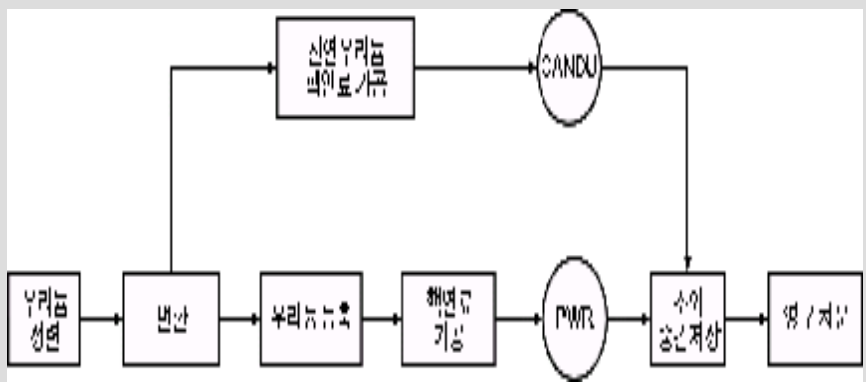
If 100 kilos of ^{235}U + 96.3kg placed in a nu years later you

- 1kg uranium-
- 86kg uranium-transformed i
- 1kg plutonium duced, 1kg ha
- 3kg fission products

RECYCLING	RECYCLING	WASTE
Uranium	Plutonium	Final residues
95-98%	1%	3-4%

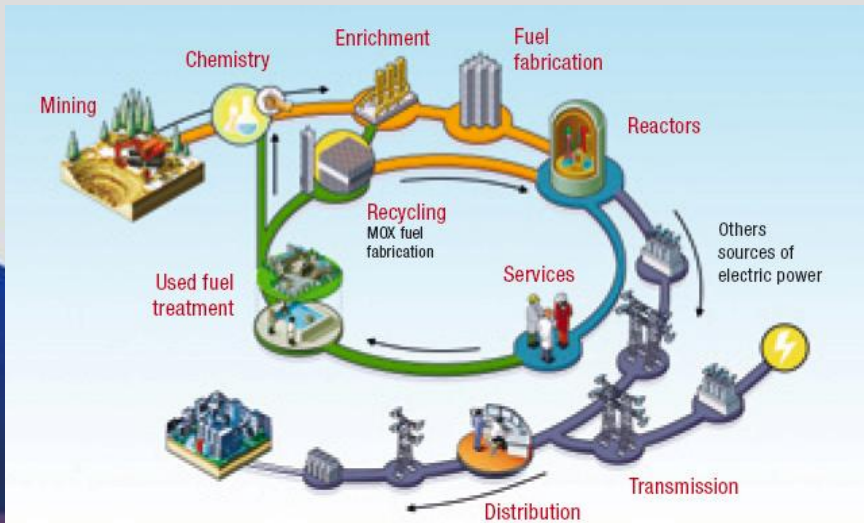
사용후핵연료 직접처분 주기도와 청년환경센터

4세대 핵연료 주기도, 해외재처리주기도



AREVA에 대한 개요

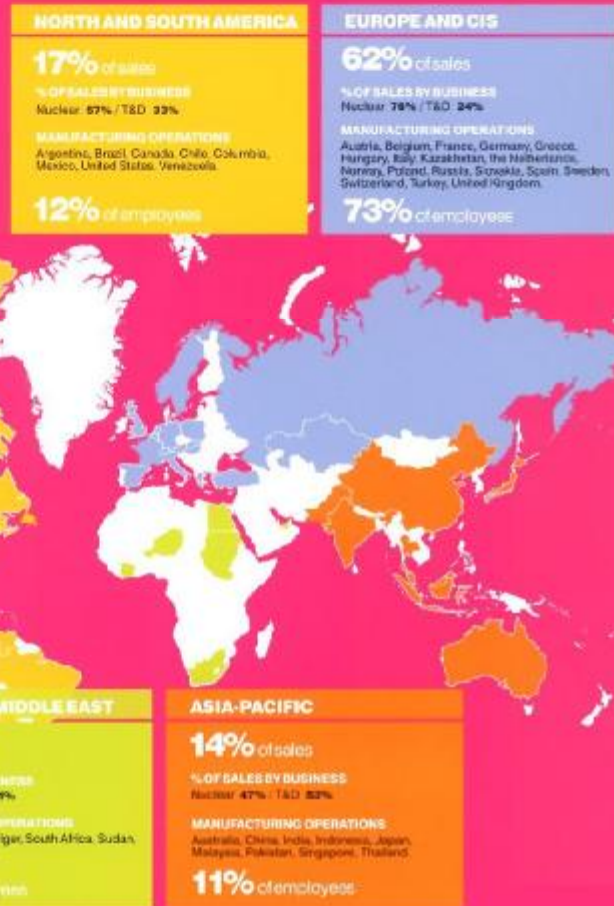
- 핵연료사이클을 모두 갖고 있는 기업(핵연료사이클관련 세계**1위**)
- 전기 송-배전관련 세계 **3위**



The fuel cycle: from uranium ore extraction to uranium recycling.

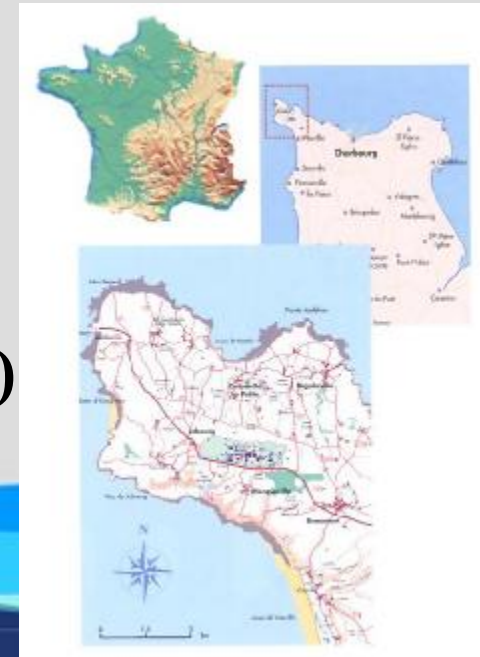
AREVA across the globe

AREVA brings customers a sales network in more than 100 countries and manufacturing operations in 41 countries. Its development strategy is based on a balanced presence in Europe, North and South America, and Asia. In 2006, two-thirds of AREVA's sales revenue came from outside France.



프랑스 라하그 재처리시설 개요

- 프랑스 노르망디의 **Cortentin** 반도 서쪽 끝.(셸브르에서 **20km** 서쪽)
- 면적 : **300ha**
- 종사인원 : **5000**여명.(**AREVA** 직원 **3천명** 포함)
- 프랑스 최대의 핵재처리 시설단지
- UP2**와 **UP3**의 두개의 시설
- UP2** :
 - £ **1966**년 운전개시(**GCR** 가스냉각로용)
 - £ **1976**년 **LWR** 용으로 개조(**UP- 400**)
 - £ **1994**년 **PWR** 용으로 개조(**UP- 800**)

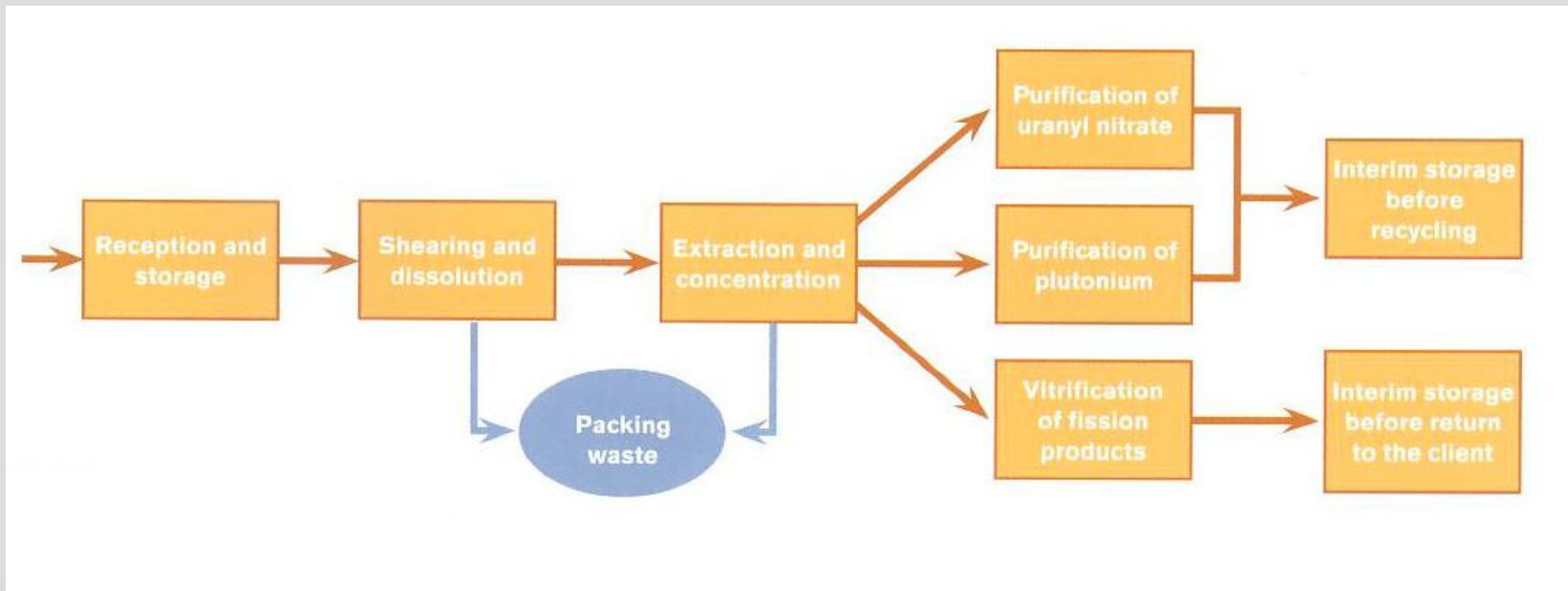


I UP3 :

- £ 1989년 국외 사용후핵연료 재처리를 목적으로 운전개시
- £ 연간 **800tHM** 을 재처리 할 수 있으며, 건설비의 **50%** 는 일본이 나머지는 독일을 비롯한 유럽국가가 지불.
- £ 운전개시후 **10**년동안 일본과 유럽의 위탁재처리만 수행. (프랑스,독일,일본,스위스,네델란드,벨기에 사용후핵연료 재처리)

- I 라망쉬중저준위핵폐기장이 라하그 재처리시설과 붙어있음.(현재는 포화)

사용후핵연료 재처리 과정

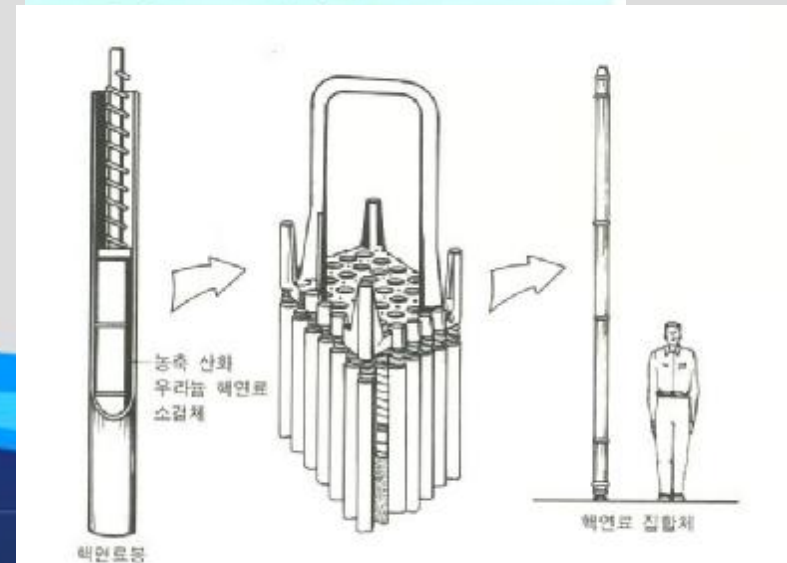
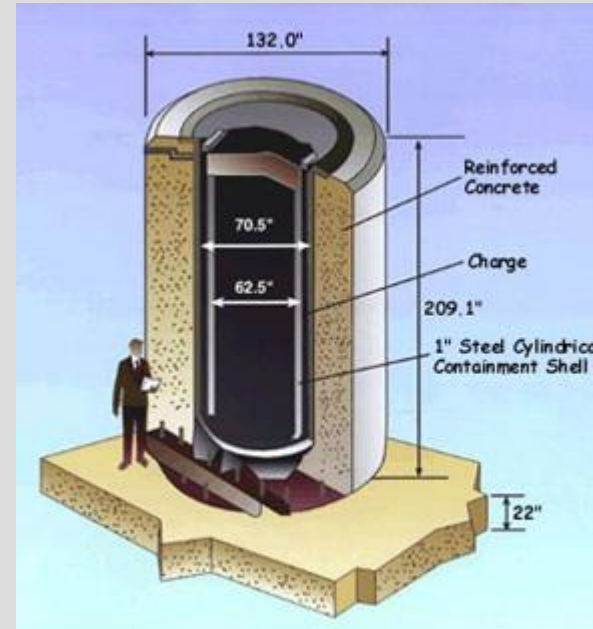


사용후핵연료 운반

Transportation container for spent fuel (cask).



Casks arriving.



UNLOADING

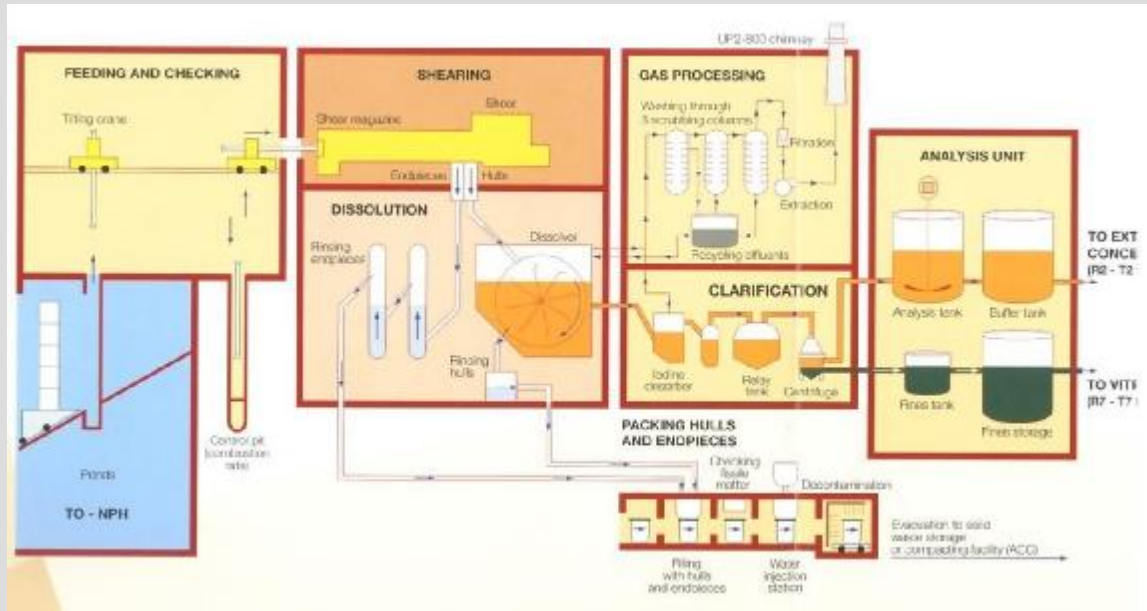


Some of the interior of the Pond E.

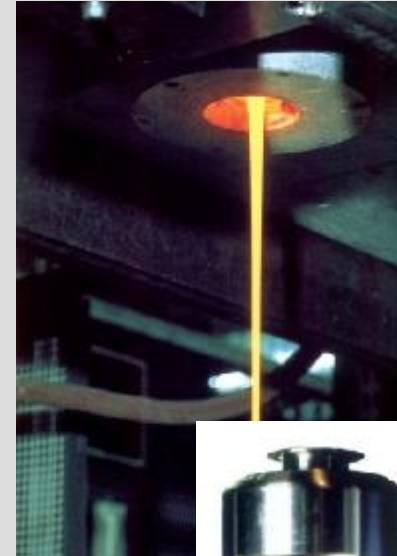
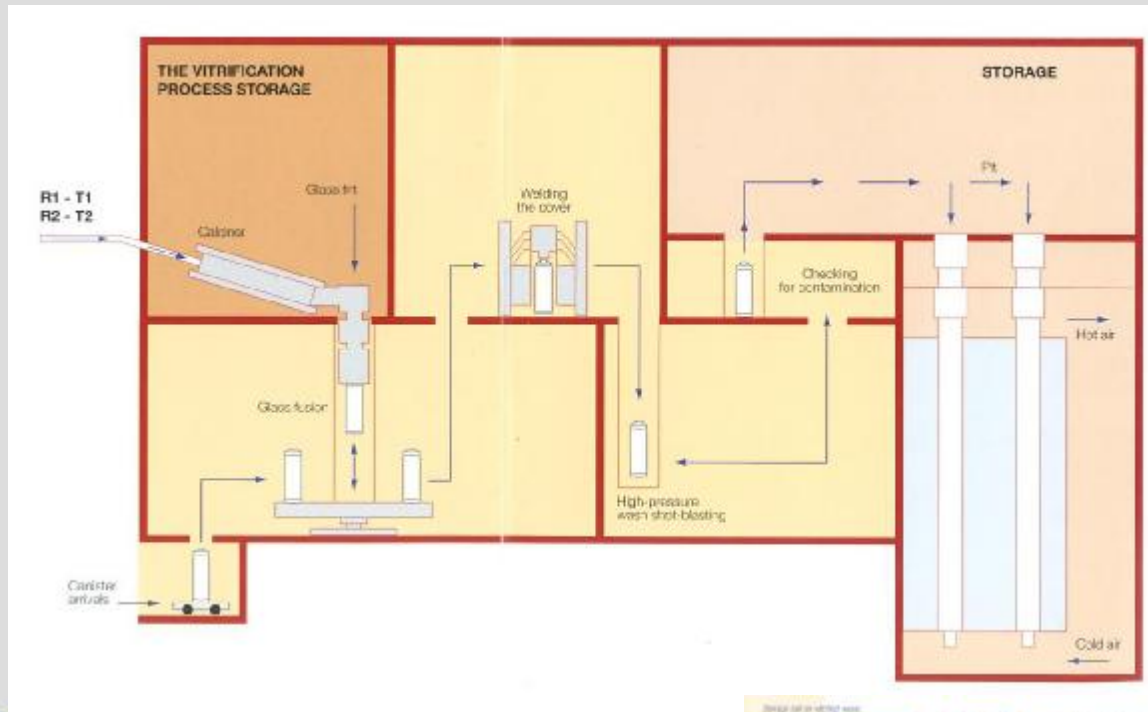


Reprocessed uranium container.

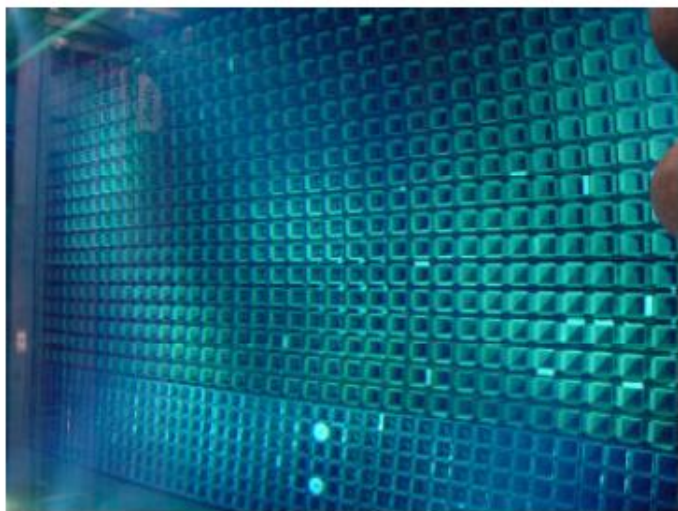
사용후핵연료 펠릿의 처리



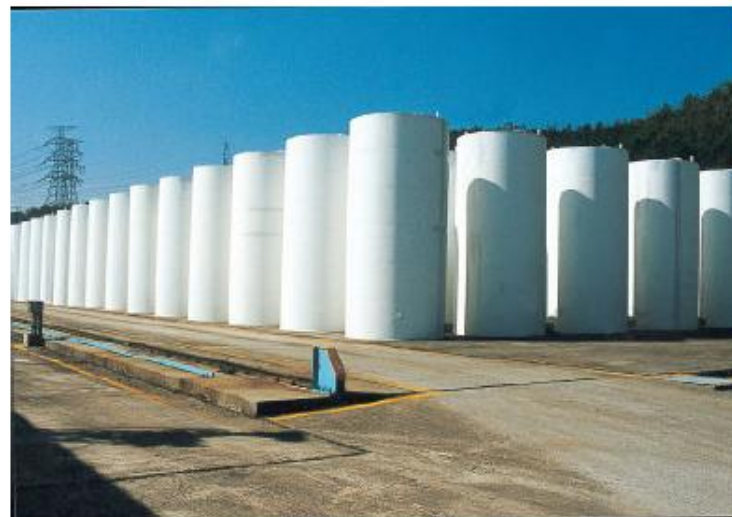
사용후핵연료유리화 및 임시저장



현재의 사용후핵연료 저장 방식



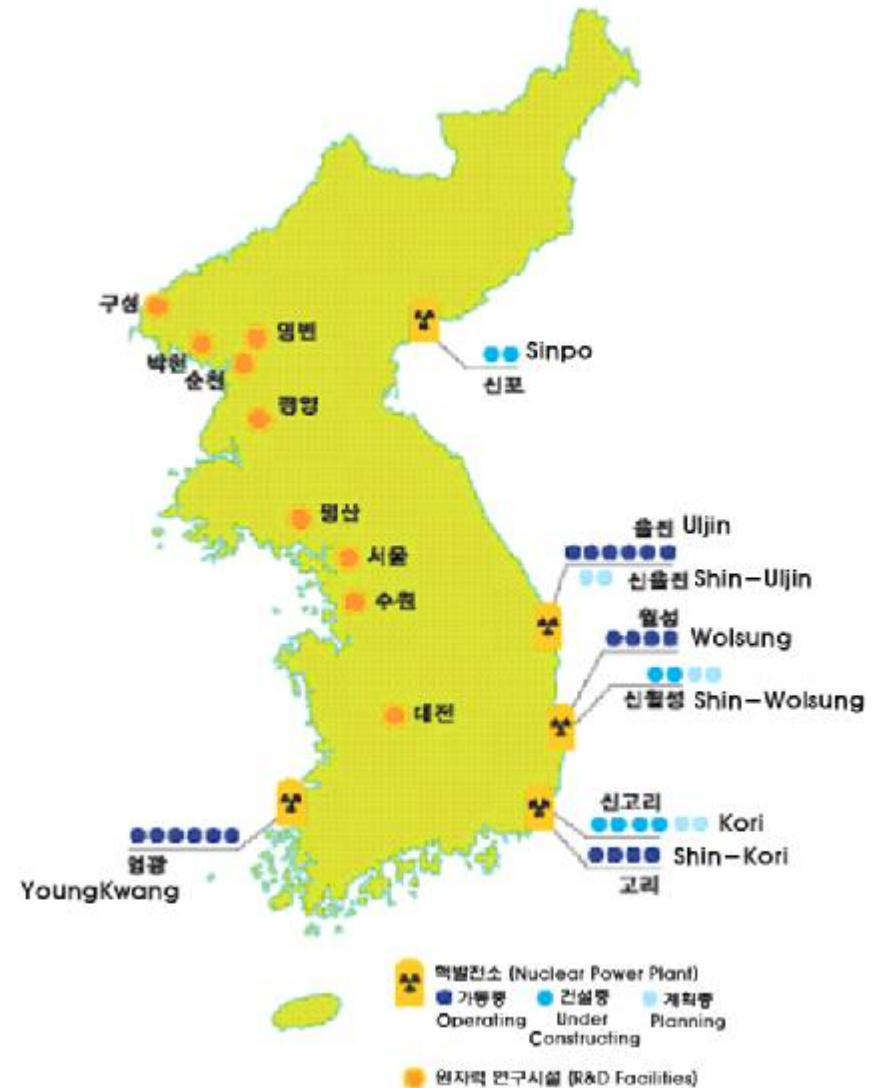
저장수조



콘크리트 사일로 건식저장시설

The Status of NPPs in Korea

- 20 NPPs are Operating.
- New 8 NPPs have been completed until 2016.
- And another new 2 NPPs have been completed until 2020. (APR 1400)



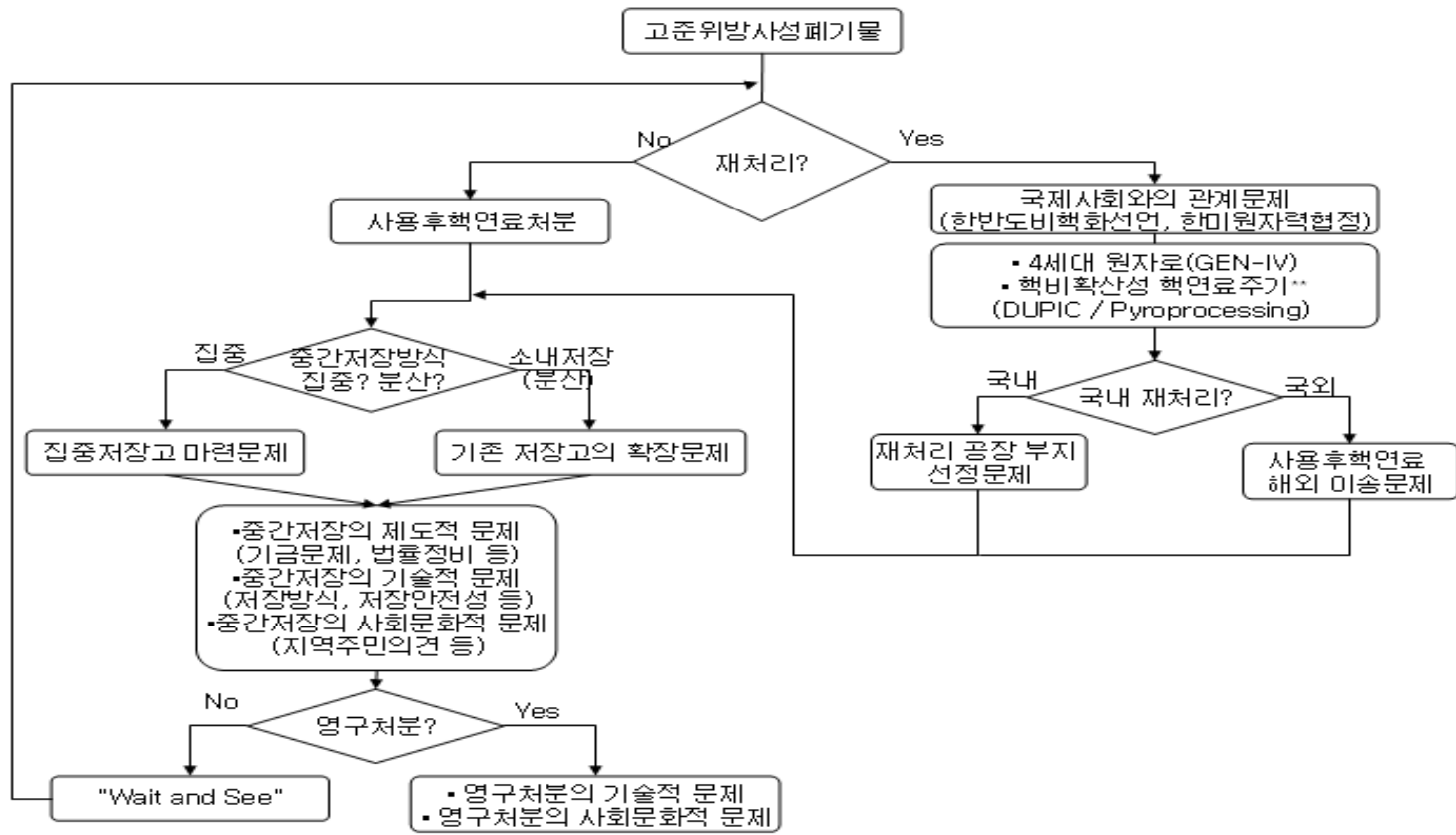
CoRWM의 가치기준

주요 기준	하부 기준	예상되는 옵션의 범위
1. 일반국민 안전, 개인별-단기성 (300년 까지)	1. 방사선	최초 300년 동안 일반 개개인의 방사선 노출을 방지한다.
	2. 비방사선	일반국민에 의한 사망 및 중대 사고의 수를 최소화한다.
2. 일반국민 안전, 개인별-장기성 (300년 이상)	3. 방사선	300년 이후 일반 개개인의 방사선 노출을 방지한다.
3. 작업자 안전	4. 방사선	이것의 운영에 포함된 작업자의 방사선 피폭을 방지한다.
	5. 비방사선	이것의 건설 및 운영의 결과로써 사망, 산업적 및 직업적 질병과 심각한 상해를 최소화 한다.
4. 보안	6. 납용	위험 물질에 권한을 부여 받지 않은 피수를 방지한다.
	7. 테러리스트 혹은 다른 공격에 대한 취약성-폐기물의 설치 전	수송 및 설치의 시간정도를 고려하여, 예상되는 부당하고 고의적인 공격에 합리적으로 저항한다.
	8. 테러리스트 혹은 다른 공격에 대한 취약성-폐기물의 설치 후	예상되는 부당하고 고의적인 공격에 합리적으로 저항한다.
5. 환경	9a. 방사성 오염, < 300년	300년 이하의 기간 동안에 생태계, 식물 및 동물과/혹은 건설된 환경에 해로운 영향을 미칠 수 있는 방사성물질의 방출을 최소화 한다.
	9b. 방사성 오염, > 300년	300년 이상의 기간 동안에 생태계, 식물 및 동물과/혹은 건설된 환경에 해로운 영향을 미칠 수 있는 방사성물질의 방출을 최소화 한다.
	10. 화학적 오염	관심 기간에 생태계, 식물 및 동물과/혹은 건설된 환경에 해로운 영향을 미칠 수 있는 화학적 방출을 최소화한다.
	11. 물리적 장애	건설, 운영 및 운영이후 기간에 생태계, 식물 및 동물에 소음, 진동, 광해(light pollution) 및 토목공사에 의한 영향을 최소화한다.
	12. 천연자원의 사용	에너지, 건설재료, 재료와 물의 패키지를 포함하여 천연자원의 사용을 최소화한다; 또한 토지사용의 변화 및 간접적 충격을 고려한다.

6. 사회경제성	13. 고용	옵션의 수명동안에 사람을 고용한다.
	14. 스핀오프	직접적인 고용에 부수적으로 중요한 스핀오프 기회를 창출한다: 예로, 기술 및 사업과 투자 모두에서의 일, 기술, 지식
7. 편의성	15. 시각적	시각적 효과를 창출한다.
	16. 소음	옵션의 단일 사례에 대한 부지 경계에 소음 효과를 창출한다.
	17. 수송	옵션의 단일 사례에 대한 부지 밖에서 수송 효과를 창출한다.
	18. 토지확보	지표면의 토지확보를 통해서 한 개인에 대한 단일 부지에서의 효과를 창출한다.
8. 향후 세대에 대한 부담	19. 비용	향후 세대에 부여되는 재정적 의무(전체적인 생존비용)를 줄인다.
	20. 노력	운영 전 상태를 포함하여, 향후세대에 부여되는 모든 형태의 실행을 위한 관리적인 노력을 줄인다.
	21. 작업자 선량	향후세대에 부여되는 노동력에 대한 피폭을 줄인다.
	22. 환경영향	오염, 물리적 장애, 천연자원 사용, 시각적 영향, 소음, 수송 및 지표면 토지확보를 고려하여, 향후세대에 부여되는 환경적 부담을 줄인다.
9. 수행성	23. 기술적	적절히 방안에 대한 설계, 건설 및 운영에 대한 해체를 포함하여, 현재 설정되고 시험되며 그리고 입증된 기술적 방법을 채택한다.
	24. 규제 요구조건	국제적, EU 그리고 국가의 법 및 규제요건에 완전히 일치해야 한다.
10. 유연성	25. 유연성	미래 선택권을 허용하고 300년 동안 예견되지 않은 혹은 변화된 환경에 대응한다.
11. 비용	26. 비용	폐기물 최종관리의 총비용을 최소화하며 다음을 고려한다: <ul style="list-style-type: none"> · 개발 · 수행 · 운영 · 종결 · 감시

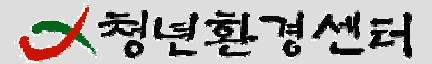
고준위 핵 폐기물을 둘러싼 문제 흐름도

고준위 방사성 폐기물을 둘러싼 문제 흐름도*



각주) * 이 표는 고준위 폐기물 문제를 둘러싼 논의를 구분해 놓은 것이며, 공론화의 순서와 화살표는 무관할 수 있다.
 ** GEN-IV와 핵비확산성 핵연료 주기에 대한 R&D는 국가원자력진흥의 주요 과제 중 하나이다.

우리나라 사용후핵연료 현황

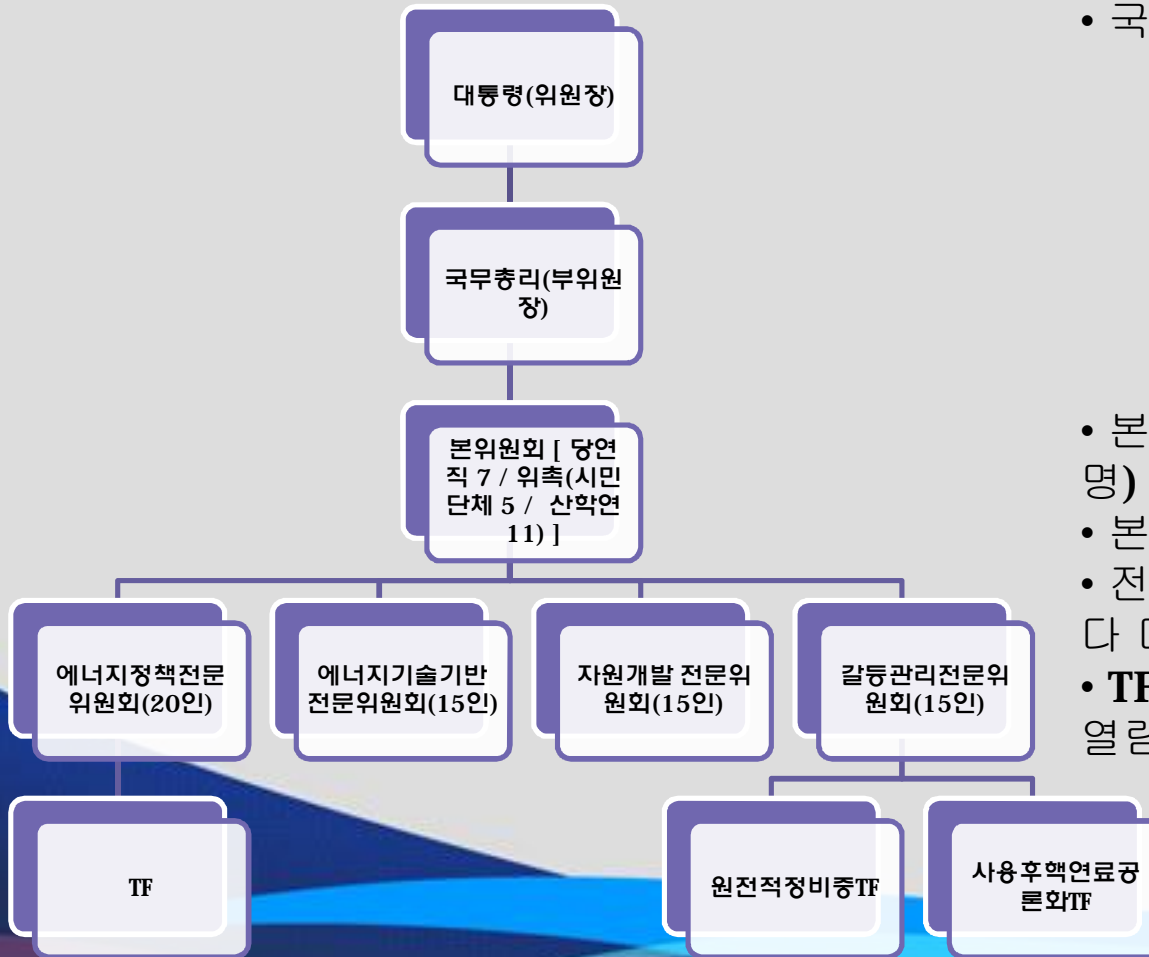


2005.12. 현재

시설명	방식	핵연료 유형	저장용량 (MTU)	저장량		예상 포화년도		
				톤(MTU)	다발	현용량 유지	저장능력 확충	
고리	1호기	습식	14×14 PWR	164	130	371	2008	2016
	2호기	습식	16×16 PWR	313	273	696		
	3호기	습식	17×17 PWR	840	676	1,660		
	4호기	습식	17×17 PWR	420	396	936		
소계				1,737	1,475	3,663		
영광	1호기	습식	17×17 PWR	420	376	892	2008	2021
	2호기	습식	17×17 PWR	420	360	848		
	3호기	습식	16×16 PWR	209	194	472		
	4호기	습식	16×16 PWR	209	200	488		
	5호기	습식	16×16 PWR	219	73	176		
	6호기	습식	16×16 PWR	219	47	112		
소계				1,696	1,249	2,988		

울진	1호기	습식	17×17 PWR	404	318	736	2008	2016
	2호기	습식	17×17 PWR	382	325	755		
	3호기	습식	16×16 PWR	209	155	376		
	4호기	습식	16×16 PWR	209	125	304		
	5호기	습식	16×16 PWR	219	26	60		
	6호기	습식	16×16 PWR	219	0	0		
소계				1,642	949	2,231		
월성	1호기	습식	CANDU	2,041	687	36,380	2008	2017
	1호기	건식	CANDU		1,690	89,100		
	2호기	습식	CANDU	706	645	34,080		
	3호기	습식	CANDU	706	642	34,008		
	4호기	습식	CANDU	706	623	32,908		
소계				4,960	4,287	192,396		
총계				10,035	7,960	201,278		

국가에너지위원회



- 에너지기본법에 의거 설치
- 국가에너지위원회는 다음 사항을 심의
 - 국가에너지기본 계획의 수립- 변경, 이행 여부
 - 에너지정책 및 에너지 사업의 조정, 에너지와 관련된 사회적 갈등의 예방 및 해소
 - 그 밖의 에너지와 관련된 주요 정책 사항에 관한 것
- 본위원회는 시민단체 참가를 의무화(5명)
- 본위원회 1년에 2번 정도 주기
- 전문위원회 1달에 1번 정도(위원회 마다 다름)
- TF는 1달에 2번 정도 주기로 회의가 열림.

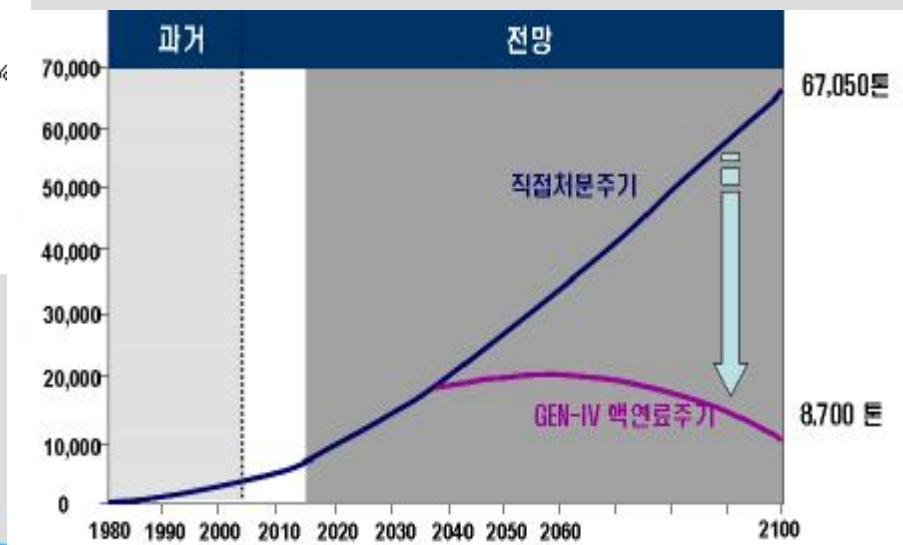
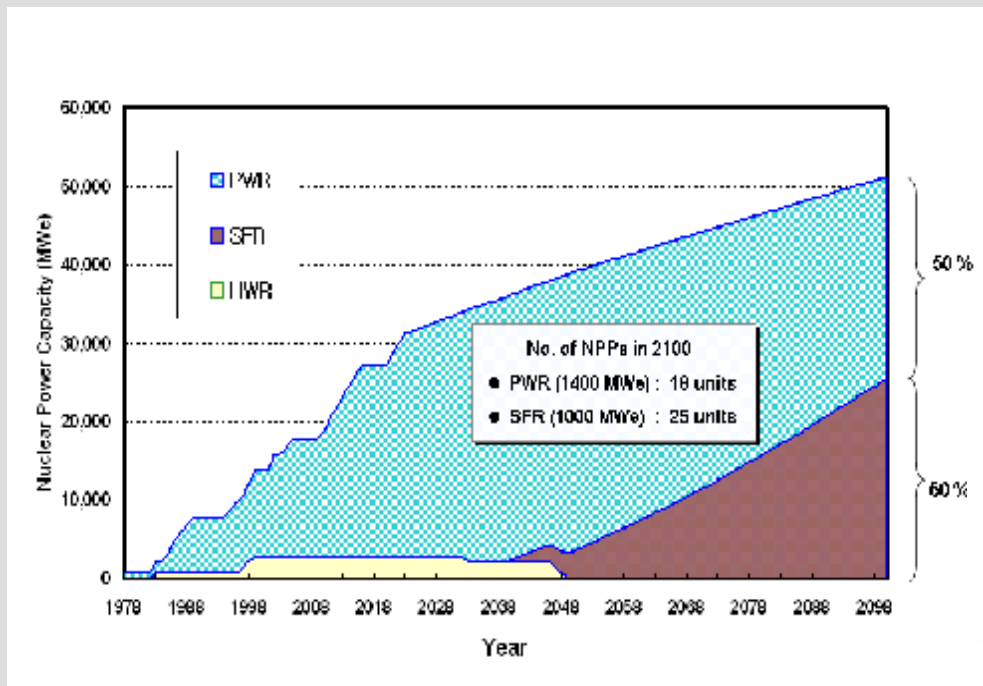
그간 우리나라의 폐기물 정책

원자력위원회 결정사항 중심

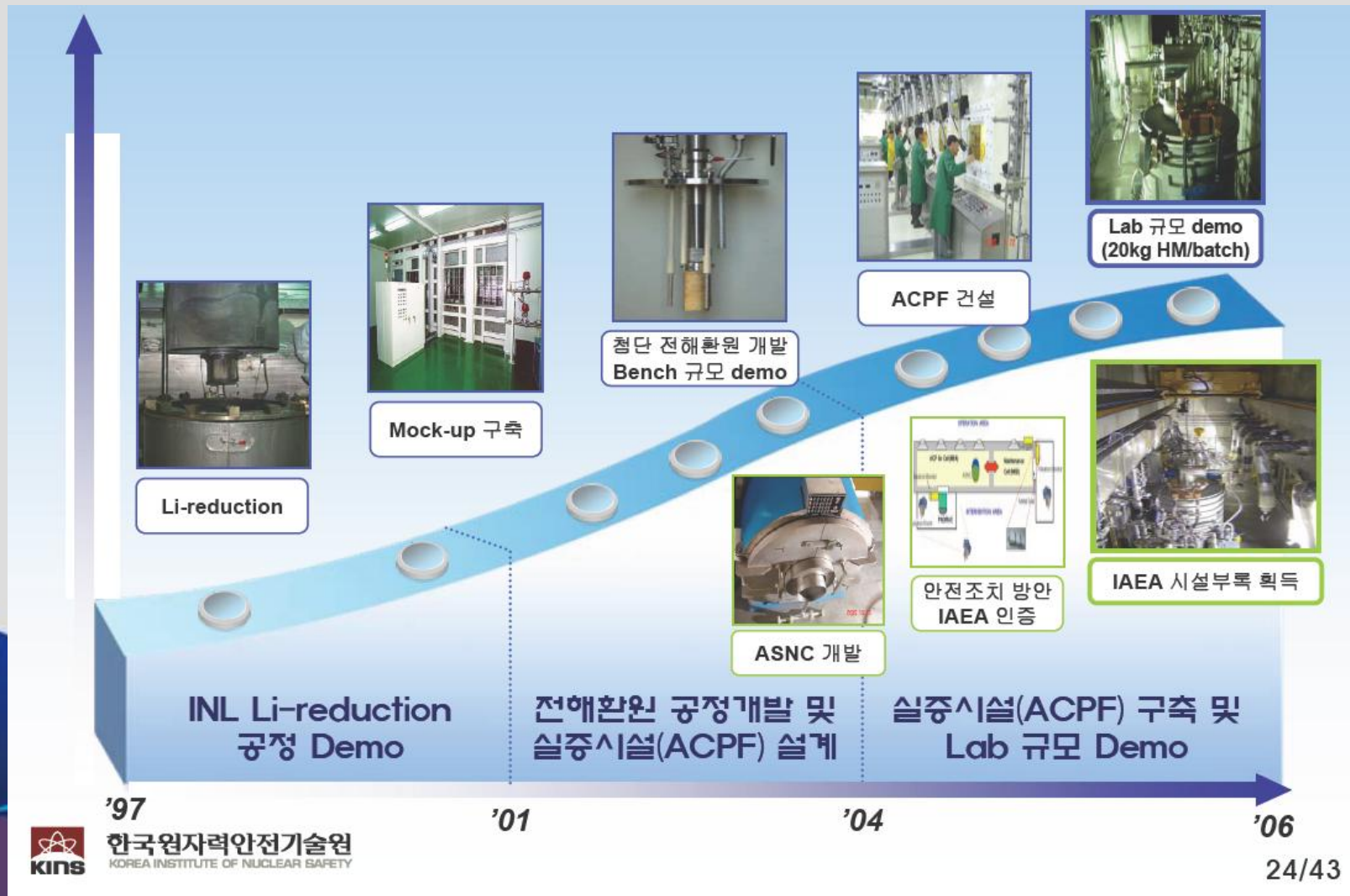
제220차 (‘88. 7)	<ul style="list-style-type: none"> ● 95년까지 중저준위 폐기물, 97년 말까지 사용후핵연료 중간저장시설 건설
제247차 (‘97. 6.13)	<ul style="list-style-type: none"> ● 원자력 진흥종합계획 수립 ● 사용후핵연료는 국가정책결정시까지 중간저장을 원칙으로 하고 규모, 방식 등은 충분히 검토하여 결정하며, 중간저장시설 가동 전까지 원전별로 발전소 내에 임시저장
제249차 (‘98. 9.30)	<ul style="list-style-type: none"> ● 방사성폐기물 종합관리 시설 내 중.저준위 방사성폐기물 처분 시설, 사용후핵연료 중간저장시설 및 관련연구시설 수용
제253차 (‘04.12.17)	<ul style="list-style-type: none"> ● 중.저준위 방사성폐기물의 영구처분시설 건설을 우선 추진하되, 2008년까지 완공하여 운영 ● 사용후핵연료는 국가정책방향, 국내외 기술개발 추세 등을 감안하여 중간저장시설 건설 등을 포함하여 중장기적으로 검토하여 결정하되, 충분한 토의를 거쳐 국민적 공감대하에서 추진

핵산업계의 핵발전 추이 전망과

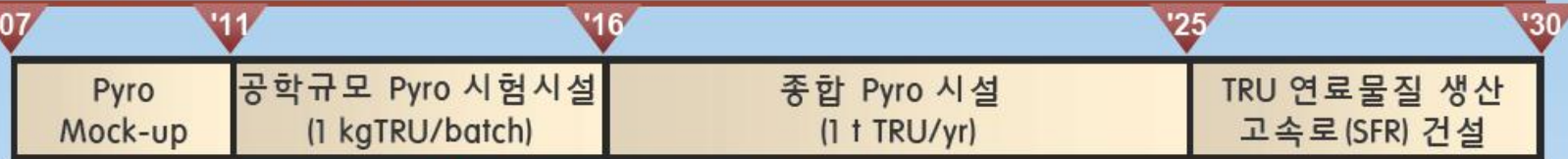
4세대 적용에 따른 사용후핵연료 감소전망



사용후핵연료 차세대관리 종합공정 현황

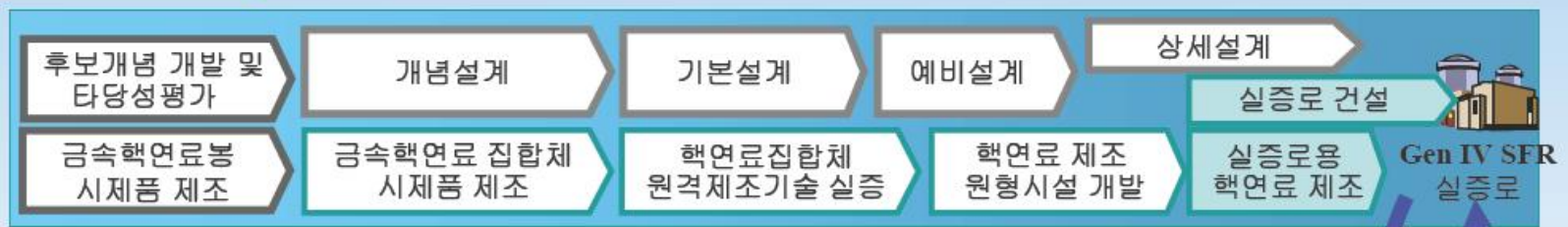


핵비확산성 핵연료주기 연구개발 국가 중장기 Roadmap ('08. 1 과기부 발표)



▲ 한.미 원자력협력협정 개정

제4세대 소듐냉각 고속로



Pyroprocess



- SFR : Sodium-cooled Fast Reactor
- PMF : Pyroprocess Mock-up Facility
- ESPF : Engineering-Scale Pyroprocess Facility
- KAPF : Korea Advanced Pyroprocess Facility

국내 쟁점 1 : 사용후핵연료 재처리

- | 변수 : 한미원자력협정 개정과 **GNEF**의 참여의 사, **Pyroprocess** 기술
- | 세부 쟁점
 - £ 재처리를 통한 사용후핵연료 부피 및 독성 절감?
 - £ 재처리를 통한 후행핵연료주기 완성.(우라늄고갈이후 원자력의 미래.4세대원자로 등)
 - £ 국내재처리가 불가능할 경우, 해외 재처리(프랑스, 러시아 등)

국내 쟁점 1 : 사용후핵연료 재처리

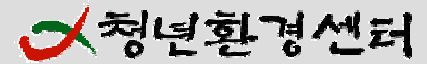
- | 한미원자력협정 개정과 **GNEF**의 참여의사
- | 세부 쟁점
 - £ 재처리를 통한 사용후핵연료 부피 절감?
 - £ 재처리를 통한 후행핵연료주기 완성.(우라늄고갈이후 원자력의 미래. 4세대원자로 등)
 - £ 국내재처리가 불가능할 경우, 해외 재처리(프랑스, 러시아 등)

방사성폐기물관리법 입법예고 중

주요 쟁점

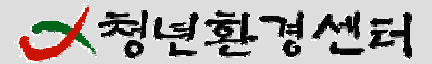
- £ 방사성폐기물 관리 업무의 분리(관리위원회 / 관리공단 마련)
- £ 사용후핵연료 처분비용의 기금화?(10년유예?)
- £ 산업자원부의 역할?
- £ 재처리(재활용?)

방사성폐기물관리법 주요내용

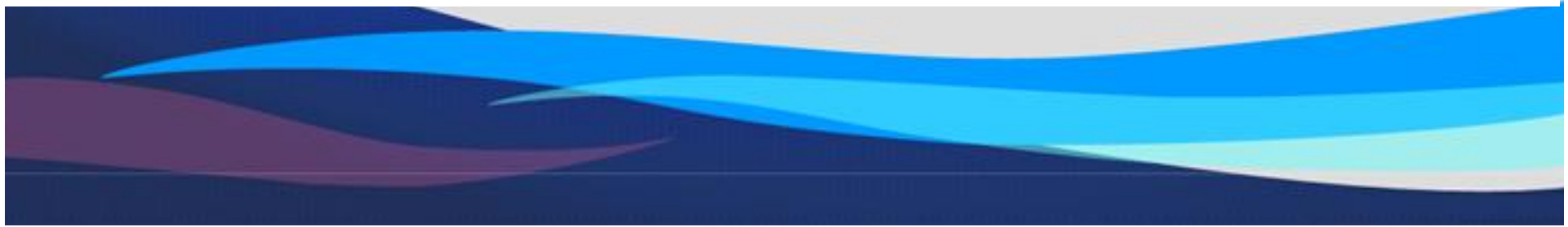


	조승수의원대표발의(2005.1.31)	이병석의원대표발의(2007.1.8.)	산업자원부발의(2007.6.14)
법안명	방사성폐기물관리법(안)	방사성폐기물안전관리기본법(안)	방사성폐기물관리법(안)
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대통령소속 “방사성폐기물관리위원회” 설치 ○ “원자력발전사후기금” 설치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ “방사성폐기물국가안전관리기본계획” 수립·시행 ○ “방사성폐기물안전관리기금” 설치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ “방사성폐기물관리기본계획” 수립 ○ “방사성폐기물관리위원회” 설치 ○ 방사성폐기물 관리전담기관 “한국방사성폐기물관리공단” 설립 ○ “방사성폐기물관리기금” 설치·운영
방폐물 관리체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대통령 소속 “방사성폐기물관리위원회” 설치(구성원 9인. 1/2은 NGO 추천) ○ 위원회는 방폐물 저장·처분에 대한 기본정책수립·시행, 폐기물발생량예측, 중간저장 방식결정, 부지선정, 중저준위영구처분시설 부지선정, 고준위처분시설R&D, 원자력발전사후처리기금운영 등을 담당 ○ 방폐물 저장·처분시설, 고준위폐기물 저장 방식, 부지선정 등의 정보를 공표해야 함. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ “방사성폐기물국가안전관리기본계획(기본계획)”을 통해 수립 ○ 기본계획은 산업자원부장관이 수립·시행. 국가에너지위원회에서 심의·의결. ○ 사용후핵연료처리·처분에 관한 심의는 국무총리 소속 “사용후핵연료처리·처분심의위원회” 둠.(구성원 30명이내. NGO 추천 5인이상) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업자원부 장관이 “방사성폐기물관리기본계획” 수립.(사용후핵연료는 원자력법에 근거-산자부, 과기부장관 협의.) ○ 산업자원부장관 소속 “방사성폐기물관리위원회” 설치. ○ 위원회 구성 위원장 포함 11인이상, 15인 이하로 구성.(간사는 산자부장관이 임명하는 산자부 공무원)
방폐물관리 전담기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ “방사성폐기물관리위원회”위원장이 방사성폐기물관리사업자를 지정. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업자원부장관이 방사성폐기물안전관리 사업을 실시할 법인을 설립하거나 지정할 수 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업자원부 소속 “한국방사성폐기물관리공단” 설립.

방사성폐기물관리법 주요내용



방폐물처리 재원	<ul style="list-style-type: none"> “원자력발전사후처리기금” 설치 기금은 발전사업자가 부담하며, 발전소의 밀폐·차폐격리·해체철거·폐기물처분·사용후핵연료 중간저장·처분에 대한 R&D에 사용 기금관리·운영업무는 위탁 가능. 	<ul style="list-style-type: none"> “방사성폐기물안전관리기금” 설치 기금은 폐기물발생에 따른 부담금, 정부출연금 등으로 구성. 기금관리·운영업무는 위탁 가능. 	<ul style="list-style-type: none"> “방사성폐기물관리기금” 설치 기금은 폐기물발생자 부담금, 정부출연금 등으로 구성. 기금관리·운영업무 위탁 가능. 기금관리·운영업무는 위탁 가능. 방사성폐기물은 공단에 인도하는 때에 비용을 납부. 사용후핵연료는 분기별로 발생량 보고 및 납부.(기발생분은 10년기간이내에서 분할납부)
기타	-	<ul style="list-style-type: none"> 과학기술부장관이 방사성폐기물안전관리에 대한 R&D계획을 원자력위원회의 심의·의결을 거쳐 수립 	-
이견 및 쟁점	<ul style="list-style-type: none"> 별도위원회 설치들 위해서는 원자력위원회, 산업자원부, 과학기술부의 업무 및 기능에 대한 재분배와 위원회 위상 정립 등 정부조직의 개편이 심도있게 검토되어야 함¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> 과학기술부는 의견개진에서 방폐물안전관리에 관한 사항을 산자부가 진행할 경우 규제기관 독립성이 훼손됨과 방폐물 소관 위원회는 국가에너지위원회가 아니라 원자력위원회여야 함을 들어 입법추진 재고 의사를 밝힘²⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> 과학기술부와 쟁점이 되었던 사용후핵연료 처분의 주체와 관련해서는 언급하지 않음. 국가에너지위원회, 원자력위원회와의 충돌문제는 현행대로 진행키로함.(충돌을 해결하지 않고 넘김)

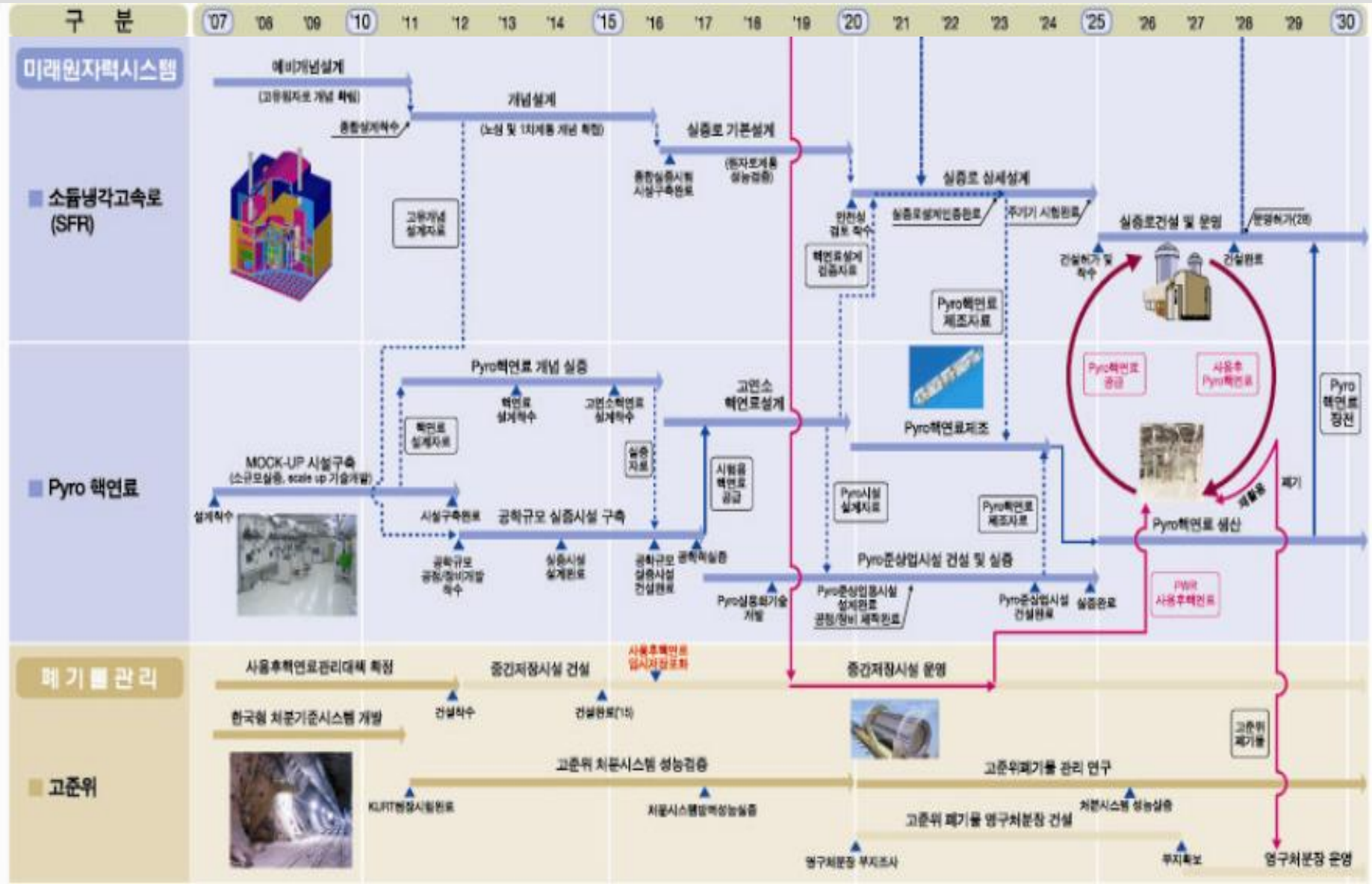


과학기술부의 미래 원자력 종합 로드맵(안)

미래원자력 종합 로드맵(안)



과학기술부의 미래 원자력 종합 로드맵(안) ▶ 청년환경센터



국내쟁점 3 : 공론화와 국내여건

- | **‘3000억+알파’**로 문제를 풀었던 전례
 - £ 유치측은 고준위핵폐기물 문제를 ‘돈’의 문제로 이해
 - £ 반대측은 고준위핵폐기물 문제를 ‘신뢰’의 문제로 이해
 - £ 신뢰 회복을 위한 ‘선결 과제’ 필요
- | 어떤 정책도 공론화로 풀어보지 못한 한계
 - £ 주요 정책은 대부분 ‘정권의 의지’문제로 추진/해결
 - £ 공론화 관련 연구(사회적 절차 등에 관한) 부족
 - £ 공론화가 사업’추진’의 또 다른 이름이 될 우려

국내쟁점 3 : 공론화와 국내여건

- | 반핵 운동 측의 적극적 대응책 필요.
 - £ 일단, 고준위핵폐기물 문제의 이슈화 필요
 - £ 변화된 여론 동향, 정치지형 등에 대한 파악 필요.
- | 먼저 ‘불가능한’식의 선택사항을 제거하는 노력 필요
 - £ 엄청난 비용/미흡한 **R&D**정도 등에 대한 제대로된 검토와 비판
 - £ 과학기술계의 관행적 연구 풍토에 대한 문제제기부터 시작. 문제의 이슈화.