

원자력 기술과 정책동향

- 원자로 이용기술을 중심으로 -

Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

2010. 04



동향브리프



2010 - 05

▶ **동향브리프**는 연구개발 분야에서 최근에 주요 이슈로 대두되는 기술분야별 추진현황과 정책동향을 분석해서 연구개발 재원의 전략적 편성 방향을 파악하고 매년 수행되는 정부연구개발예산의 편성과정을 효율적으로 지원하고자 발간되고 있습니다.



원자력 기술과 정책동향

-원자로 이용기술을 중심으로-

▶ CONTENTS

요 약	1
제1장 개요	3
제2장 세계 상용원자로 동향	7
제3장 국내 원자력 동향	11
제4장 이슈 및 제언	16

요약

1. (정의 및 특징) 원자로는 핵분열을 일으키는 시설로 핵분열 시 생성되는 열 및 중성자를 이용하여 전력 생산, 해수담수화, 동위원소 생산 및 실험 등에 사용하기 위한 시스템이며, 이를 이용한 원자력 발전은 친환경적이고 안정적이며 경제적인 에너지 공급원으로 부상
2. (세계 동향) 전 세계적으로 2030년까지 450기의 원전이 추가로 건설될 예정이며, 약 1,200조원 정도의 시장이 형성될 전망
 - 세계 원전 공급업체는 도시바-웨스팅하우스, 아레바-미쓰비시, GE-히다치, 러시아 MINATOM 등 4개로 그룹화
 - 4개 그룹이 80% 이상을 점유하고 있으며, 원전공급은 고도의 기술 및 안전성을 요구하고 있으므로 신규사업자의 시장 진입은 거의 불가능
 - 최근 미국, 프랑스 중심의 수주경쟁 체제에 일본, 러시아, 한국이 가세

3. (국내 동향) 현재 20기의 원전이 가동 중이며, 2021년까지 20기의 원전을 추가적으로 건설할 계획

- 80년대 이후 지속적인 건설을 통해 기술력을 축적하였으며, 2006년 기준 전력생산량의 36%를 담당
 - 한국표준형 원전(OPR1000, APR1400) 개발 후 반복 건설을 통해 경쟁력 확보 및 UAE 원전 수출
 - 수출전략형 중소형원자로(SMART)는 2012년까지 기술 검증이 마무리 되면 본격적인 사업화가 가능
 - 연구용원자로는 요르단원자력위원회가 발주한 요르단 연구 및 교육용 원자로 건설 사업 계약 체결

4. (이슈 및 제언)

- 핵심기술의 2012년 조기 개발 가능성에 대한 검토
- 원자력 관련 필요 인력의 수준 및 분야를 고려한 합리적인 양성계획 수립
- 중장기 수급 전망을 토대로 안정적 원료 공급 확보 종합대책 마련
- 고준위방사성폐기물 처리장 입지 선정의 조기 공론화 및 사용 후 핵연료 재 처리를 위한 '한미원자력협정' 개정 지원 강화
- 정부 지원의 타당성을 점검하고 원전 수출 통합체계 마련

제 1 장 . 개 요

1. 원자로의 정의

- 원자로¹⁾는 핵분열을 일으키는 시설로 핵분열 시 생성되는 열 및 중성자를 이용하여 전력 생산, 해수담수화, 동위원소 생산 및 실험 등에 사용하기 위한 시스템
 - 최근 UAE(아랍에미리트) 대형 발전용 원자로(1400MW급) 수주 및 요르단 연구용 원자로(5MW급) 건설계약 등으로 인한 관심 고조

2. 원자로의 종류

- 원자로는 크게 핵분열 시 발생하는 열을 이용하는 발전용 원자로와 중성자를 이용하여 동위원소 생산 및 방사선 관련 연구에 사용되는 연구용 원자로로 구분
- 상용 발전로는 우라늄²⁾(U-235)이 핵분열 시 발생하는 에너지(열)를 이용하여 물을 증기로 만들고, 만들어진 증기로 터빈을 구동시켜 전기를 생산하며, 전 세계적으로 가압경수로, 가압중수로, 비등경수로 등이 가동 중³⁾

1) 본 보고서는 원자력산업(원자로에서 발생하는 열을 이용하는 산업, 원자로에서 발생하는 중성자 및 방사선을 이용 산업, 그 외 산업으로 구성) 중 원자로 이용 부분을 다룸

2) 자연계에 존재하는 우라늄은 원자기가 238인 U-238이 대부분(99%이상)을 차지하고 있으며, 원자기가 235인 U-235가 미량 존재, 핵분열을 일으키는 우라늄은 U-235로 CANDU를 제외한 원전에서는 농축하여 연료로 사용

- 가압경수로(Pressurized Water Reactor): 세계 원전의 61%정도를 차지하고 있으며, 냉각재 및 감속재로 경수(H₂O)를 사용하고 농축도가 낮은 저농축 우라늄(U-235농도 3~4%)을 연료로 사용

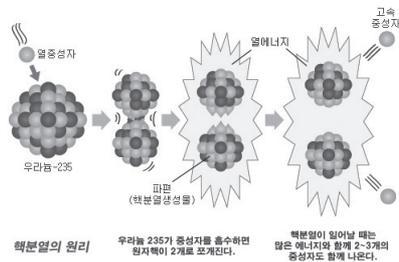
*냉각재 : 원자로를 냉각시키며 원자로의 열을 증기발생기를 통해 원자로로 전달, 감속재 : 핵분열로 인해 생성된 중성자의 속도를 낮추는 역할

- 가압중수로(Pressurized Heavy Water Reactor): CANDU로 불리며 세계 원전의 10%정도를 차지하고 있으며, 원자로 냉각재 및 감속재로 중수(D₂O)를 사용하며 천연우라늄(U-235 농도 0.7%)을 연료로 사용

*CANDU(CANadian Deuterium Uranium) : AECL(캐나다 원자력공사)이 설계 건설한 원전으로 가동 중에 핵연료 교체가 가능

- 비등경수로(Boiling Water Reactor): 세계원전의 21%정도를 차지하고 있으며, 냉각재(경수)가 직접 비등해 증기가 되므로 가압이 불필요하나 원자로계통과 터빈계통이 완전 분리되지 않아 타 원전에 비해 방사성 물질 누출 가능성이 높으며 저농축 우라늄 (U-235 농도 5%)을 연료로 사용

● 연구로는 핵분열 시 발생하는 중성자를 이용하여 동위원소 생산, 재료시험, 핵연료 시험 등에 사용되는 원자로로 농축우라늄(U235의 농도20%)을 연료로 사용



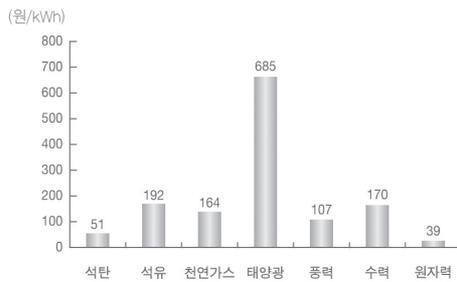
< 핵분열의 원리(www.encyber.com) >

3) 국내에서는 PWR 16기, PHWR 4기가 현재 가동 중이며, 전 세계적으로는 원자로형별 수량 기준으로 PWR 61%, PHWR 10%, BWR 21%, GCR(Gas Cooled Reactor) 4%, LWGR(Light Water Cooled, Graphite Moderated Reactor) 4%가 가동 중임

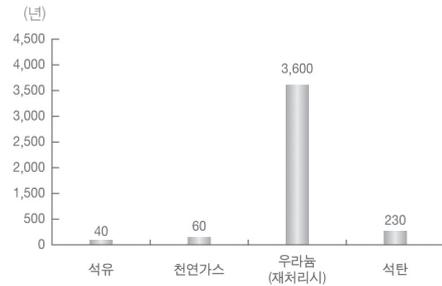
3. 원자력 발전의 특징

● 원자력은 기술집약적 에너지로 안정적이고 경제적인 에너지 공급원

- 국내 우라늄 수입은 에너지 수입액의 0.4%이나 1차 에너지원의 약 14%를 공급
- 원자력 발전의 초기건설비가 석탄 및 천연가스 발전 대비 높으나, 낮은 연료비 및 발전소의 긴 운영기간으로 인해 발전 단가가 저렴
- 우라늄 부존자원이 풍부하며, 사용 후 핵연료의 재사용 시 이용기간은 약 3,600년으로 추산

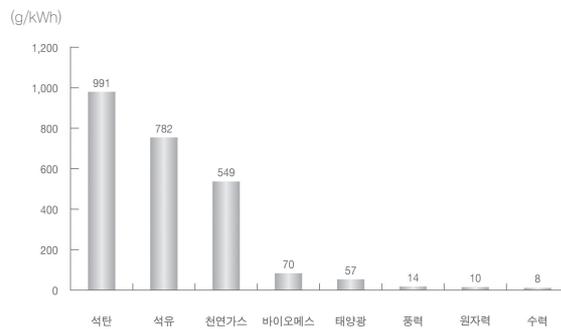


발전원별 전력생산 단가



에너지 자원의 예상이용 기간
(한국수력원자력)

- 원자력발전은 친환경성 및 경제성을 우위로 화력발전을 대체하는 현실적인 대안으로 부각



발전원별 이산화탄소 배출량(IAEA)

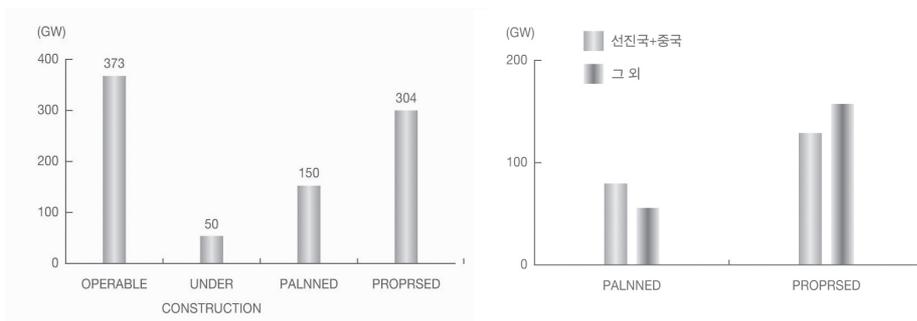
*IAEA : International Atomic Energy Agency

- 전기 생산을 위해 석탄 및 석유등의 화석연료를 사용하므로 전 세계 온실가스의 25%가 발전부문에서 발생
- 신재생에너지 보급만으로는 온실가스 감축 및 경제성장/인구 증가에 따른 전력 사용량 증가를 충족시키기에는 한계가 있는 상황
- 원자력발전은 안전성 문제로 수년 동안 선진국에서는 건설이 중단되었으나, 온실가스 감축 논의가 활발해 지면서 현실적인 대안으로 부상

제 2장 . 세계 상용원자로 동향

1. 기술 및 시장동향

- 전 세계적으로 2030년까지 450기의 원전이 추가로 건설될 예정이며, 약 1,200조원 정도의 시장이 형성될 전망
 - 현재 150기 정도가 계획 중이며, 나머지 300기 정도가 건설 검토 중
 - 선진국 81기, 그 외 개도국이 68기의 건설을 계획 중



전 세계 원전건설 계획(World Nuclear Association)

● 원전 공급업체는 도시바-웨스팅하우스, 아레바-미쓰비시, GE-히다치, 러시아 MINATOM 등 4개로 그룹화⁴⁾

- 도시바는 웨스팅하우스 인수로 경수로, 비등수로 관련 원천기술을 모두 확보
- 도시바의 웨스팅하우스 인수로 위기를 느낀 프랑스 아레바는 미쓰비시와 연대 결정
- GE 역시 도시바의 웨스팅하우스 인수를 견제하기 위해 히다치와 연계
- 러시아 MINATOM은 독자 개발한 모델로 동구권에서 경쟁력 유지

원전 공급업체 현황(한국전력)

원자로형	국가	업체	원천기술 확보	원자로	용량	비고
가압경수로	한국	한국전력	×	APR-1400	1.4GW	CE 기술지원, WEC 기술도입
	프랑스	AREVA	○	EPR-1600	1.6GW	WEC 기술사용권 구매
	일본	미쓰비시	×	APWR+	1.7GW	WEC 기술이전
	러시아	MINATOM	○	WER-1000	1.0GW	독자개발
	미국	WEC	○	AP-1000	1.0GW	독자개발
가압중수로	캐나다	AECL	○	ACR-700	1.0GW	독자개발
비등경수로	일본	도시바	×	ABWR	1.35GW	GE 기술이전
	미국	GE	○	ESBWR	1.6GW	독자개발

*CE: 미 Combustion Engineering사, WEC: 미 Westinghouse Company GE: 미 General Electric사

● 세계 원전시장은 4개 그룹이 80% 이상을 점유하고 있으며, 원전 공급은 고도의 기술 및 안전성을 요구하고 있으므로 신규사업자의 시장 진입은 거의 불가능

4) 원전의 원천기술을 가지고 있는 회사는 웨스팅하우스(미국), 아레바(프랑스), GE(미국), MINATOM(러시아) 등 4개 회사

- 최근 미국, 프랑스 중심의 수주경쟁 체제에 일본, 러시아, 한국이 가세
 - 원전수출 경험은 미국, 프랑스, 캐나다, 러시아, 일본만이 가지고 있었으나 최근 UAE 원전 수주를 계기로 한국이 가세⁵⁾
 - 선진국 원전 시장은 자국 업체에 우선권을 줄 것으로 예상되나, 개도국 시장에서는 업체 간 치열한 경쟁이 있을 것으로 예상

2. 주요국 정책동향

- 미국
 - 현재 104기가 가동 중인 세계최대 원전국으로 1979년 TMI(Three Mile Island) 원전 사고⁶⁾ 이후 신규 건설은 전무하였으나 최근(2010년) 정부가 신규원전 건설 계획을 발표하고, 원전건설을 위한 83억불의 대출 보증 지원
 - 미국 전력연구소(EPRRI)의 추산에 따르면 전력소비 증가에 따라 2020년까지 24GW 용량의 신규발전소 건설이 필요할 것으로 예상
 - 2005년에 개정·입법된 '에너지정책법'에 원자력 이용확대 지원 정책 명기
 - 제4세대⁷⁾ 원자력시스템, I-NERI(International Nuclear Energy Research Initiative) 프로그램 등 미래 혁신 원자력기술개발을 위한 국제 협력 강화

5) 한국전력컨소시엄(현대건설, 삼성물산, 두산중공업, 미국 웨스팅하우스, 일본 도시바 참여)은 한국형 신형 원전(APR1400, 1천400MW급)으로 UAE(아랍에미리트) 원자력발전소건설사업(총4기, 200억달러)을 수주(2009.12.27)하였고, 한국전력은 터키 국영발전회사(EUAS)와 터키 북부 시노프 지역에 한국형 신형 원전(APR1400) 건설(2기, 100억달러)을 합의(2010. 3.10)하고 8월말까지 공동연구 후 가격결정 및 협약체결 예정(최대4기, 200억달러)

6) 미국 펜실베이니아주 해리스버그시 사스케와나강 가운데에 조그만 섬인 Three Mile Island에 위치한 원전(90만kw)에서 일어난 사고(1979. 3.29)로, 실제 피해는 크지 않았으나 <죽음의 재>가 폭넓게 뿌려질 것이라는 최악의 사태가 예상되어 일종의 패닉(panic) 현상이 일어나고 8만명의 주민이 피난하는 소동이 발생함

7) 원자력시스템은 1950년대 초창기 원전인 제1세대, 고리, 월성원전 등 1960년대 이후 상용원전인 제2세대, OPR1000, APR1400 등 1980년대 이후 표준화 원전인 제3세대, 2030년경 상용화를 목표로 개발 중인 혁신형 원자로인 제4세대로 구분하며, 원자력 선진 13개국이 제4세대 원자력시스템(GEN-IV) 국제 공동개발 추진 중

● 프랑스

- 현재 59기의 원전이 가동 중이며 설비용량은 66GW로 전체 전력생산의 78%를 담당
- 2004년 유럽형 신규원전보급 촉진을 지원하는 법안이 통과되었고, 2013년을 목표로 유럽형 신형 원전을 건설 중
- 자체개발한 유럽형 경수로(EPR)를 토대로 원자력 수출 및 소듐냉각고속로, 수소 생산을 위한 초고온가스로 등 제4세대 원전 개발을 적극 추진

● 일본

- 2008년 기준 55기의 원전이 가동 중이며, 원전의 발전 점유율을 2017년까지 41%로 증대시킬 계획
- 일본의 에너지 정책은 에너지 안보를 위해 자원의 대외의존도를 줄이는 것이며, 이를 위해 원자력 비중을 증가시킬 예정
- 2007년 사용 후 핵연료 재처리를 위한 로카쇼무라 상용재순환을 가동 하였으며, 사용 후 핵연료 재사용을 위한 소듐고속로(SFR: Sodium Cooled Faster Breeder Reactor) 개발
- 2005년 세계최초로 HTTR(High Temperature Test Reactor)을 건설하는 등 전력 및 수소를 동시에 생산할 수 있는 고온가스로 개발 추진

● 중국

- 2008년 기준 11기의 원전이 가동 중이며 중국 전력생산의 2.3%를 담당하고 있으며, '전력산업발전정책(2006)'에 따르면 2020년까지 설비용량을 40GW 추가할 계획
- 원전설비 국산화 촉진 및 핵심설비의 설계·제조기술에 대한 연구를 중점 추진
- 순환핵연료주기전략에 따라 사용 후 핵연료의 재처리를 통한 재사용을 위해 핵연료 주기 연구개발 추진

제3장. 국내 원자력 동향

1. 기술 및 시장동향

- 1978년 고리1호기를 시작으로 현재 20기의 원전이 가동 중
 - 2010년 현재 총 20기의 원전이 가동 중이며, 6기의 원전은 건설 중, 2기의 원전은 준비 중, 2021년까지 12기의 원전을 건설할 계획
 - TMI 사건 이후 원전 건설이 중단된 미국, 유럽과 달리 80년대 이후 지속적인 건설을 통해 기술력을 축적하였으며, 2006년 기준 전력생산량의 36%를 담당
- 대형 원전 경쟁력 확보 및 UAE 원전 수출
 - 한국표준형 원전(OPR1000, APR1400) 개발 후 반복건설을 통해 건설 공기 및 공정을 표준화하여 경쟁력 확보
 - *OPR(Optimized Power Reactor)1000 : 개선형 원전, APR(Advanced Power Reactor)1400 : 신형 경수로
 - 영광3, 4호기 이후 국내에서 건설된 원전은 CANDU형 원전 3기를 제외하고는 모두 한국표준형 원전으로 설계, 건설, 주기기 제작, 정비 등을 국내 업체⁸⁾가 수행

8) 두산중공업은 오랜 제작경험을 통해 원전 주기기(원자로, 증기발생기, 가압기, 터빈 등 원전의 주요 구성품) 제작 관련 기술을 축적하였으며, 원전 종합설계 분야는 한전기술이 기술력을 축적

- APR1400의 경우 1987년 영광3, 4호기 건설 당시 국내사용을 전제로 CE로부터 원전 기술을 확보하였으나, UAE 수출을 위해서는 웨스팅하우스사에 전체 수주 금액의 약 5%를 기술료로 지급해야함⁹⁾

*미확보 핵심 원전기술 : 원전설계코드, 원자로냉각재펌프(RCP: React Coolant Pump), 원전계측제어장치(MMIS: Man-Machine Interface System)

UAE 원자력 발전 수출 관련 업체 현황(한국수출입은행)

업체	역할	내용	사업비 비중
한국수력원자력	Developer	전반적 운영	40%
한전원자력연료	핵연료 공급	핵연료 제조 및 설계	8%
한전기술	설계	종합설비 및 계통 설계	
두산중공업	주기기	원자로 설비 제작	25%
BH, 성광밴드 등	발전보조설비, 부품소재	복수기, 열교환기, 단조부품, 각종 밸브류	7%
현대, 대우, 대림건설 등	시공	발전소 건설	15%
한전KPS 등	정비	경상정비	5%

● 중소형원자로¹⁰⁾ 사업 가속도

- 세계적으로 총 15개 국가에 62기의 소형원전이 존재하며 이중 33기는 운전정지, 23기는 가동, 6기는 건설 중
- 최근 원자력 이용 확대와 다목적 이용을 위해 SMART(한국), KLT-40S(러시아), 4S(일본) 등이 개발 중
- 수출전략형 중소형원자로(SMART) 관련 연구는 1997년에 착수되어 2012년까지 상용로로서의 기술 검증이 마무리 되면 본격적인 사업화가 가능하며, 한전 등 7개 기업이 사업 참여를 위한 컨소시엄 구성¹¹⁾에 합의

9) CE(Combustion Engineering)는 웨스팅하우스에 인수되어 현재 원전기술 사용권은 웨스팅하우스에 귀속

10) 중소형원자로(AEA 기준 소형: 300MWe 이하, 중형: 300-700MWe)는 오는 2030년까지 세계적으로 500~1000기의 수요가 예상돼 약 350조원의 시장을 형성할 전망

● 연구용원자로¹²⁾ 사업 본격화

- 2006년 7월 기준 69개국에서 252개의 연구로가 가동 중이며 9개는 건설 중, 5개는 계획 중
- 원자력연구원이 자력 설계한 연구용원자로인 하나로(HANARO, 30MW급)는 1995년 시험운전을 시작하여 중성자 빔 이용 물질 구조 연구, 핵연료 및 재료 조사시험, 의료용 및 산업용 방사성 동위원소 생산 및 개발 연구 등에 다양하게 활용
- 원자력연구원·대우건설 컨소시엄은 요르단원자력위원회가 발주한 요르단 연구 및 교육용 원자로(5MW급, 1억3,000만불) 건설 사업 계약 체결(2010. 3.30)
- 교육과학기술부는 2011년 수출용 신형 연구로 개발 및 실증 사업을 추진하기 위해 예비타당성조사(5년, 2,500억원)를 요구

11) 한전(51%), 포스코(28%), 대우건설, STX조선 등 7개사는 SMART(일반 상용 원전의 1/10 ~ 1/15의 소규모 발전용량 원자로로 안정성이 높고 발전과 해수담수화를 동시에 할 수 있어서 사막 섬 등 송전망 구축이 힘든 지역에 소규모 분산형 발전시스템을 구축하는데 적합한 기술)사업 참여를 위한 컨소시엄구성에 합의(2010. 3.26, 디지털타임즈)

12) 현재 세계적으로 50여개국에서 240기가 운전되고 있으며 향후 15년간 10~20MW급 중형연구로 50기가 건설될 것으로 예상되어 시장규모는 10~20조원(10MW급 1기당 1,000억원)으로 전망됨 (2010. 1.18 원자력연구원 보도자료)

2. 정책동향

● 원자력발전 관련 정부 정책

- 정부의 원자력발전 관련 정책은 1990년대 원전기술 자립과 국내원전 건설, 2000년대 초반 원자력 기술고도화 및 원자력수출기반 구축, 2000년대 중반 이후 원천기술 확보, 원자력 상품개발 및 수출 등으로 변화

원자력 발전 관련 정책 목표 및 추진과제(교육과학기술부)

정책목표	추진과제
① 지속가능한 발전을 위한 안정적인 원자력 에너지 공급	(1) 원자력발전 이용 확대와 원자력산업 경쟁력 강화 (2) 고유의 핵비확산성 원자력시스템 핵심기술 확보 (3) 원자력이용 다변화를 통한 기술주도형 에너지공급 체계 추구 (4) 방사성폐기물 책임관리 체계 구축
② 안전성 제고를 통한 국민과 함께 하는 원자력 위상 강화	(5) 최상의 원자력안전 수준 확보 및 국민 신뢰 증진 (6) 방사선 방호 및 방재 체계 강화 및 효율성 제고 (7) 국가 원자력 방호체계 구축
③ 원자력의 국제경쟁력 확보를 통한 수출산업화 추진	(8) 원자력기술 수출기반 강화 (9) 원자력 수출상품 다원화

- 정부의 원자력발전 관련 정책은 안정적인 에너지 공급, 원자력의 수출 산업화에 중점
- 전력 생산을 위한 발전소 건설 및 운영은 지식경제부, 안전규제 및 관련 R&D의 진흥은 교육과학기술부가 담당

● 원자력 관련 정부R&D사업

- 국내 원자력 관련 R&D는 정부 주도로 교육과학기술부의 '원자력연구개발사업'¹³⁾과 지식경제부의 '원자력발전기술개발사업' 중심으로 수행되고 있으며, 2010년 관련 예산은 2,351억원에 이릅니다
- 교육과학기술부는 미래형 원자로시스템, 원자력 안전, 기반 확충, 방사선 기술 등 거의 모든 원자력 분야에 투자하고 있으며, 지식경제부는 원자력 발전 수출 및 방사성폐기물 처분장 관련 분야에 투자

원자력 관련 정부 R&D 투입 현황(부처별 중기사업계획서)

부 처	사 업 명	사 업 내 용	예 산 (*10년, 억원)
교과부	원자력기술개발사업	미래형 원자로시스템(321억), 핵연료주기(334억), 고유 강점기술 육성(201억), 원자력안전(290억), 원전기술혁신(160억)	1305
	원자력연구기반 확충사업	연구시설 및 이용기반 구축(70억), 미래 기초연구 및 인력기반 확충(158억)	228
	연구로기술개발사업	냉중성자 산란연구 역량강화 기반연구 등 신행 연구로 설계 관련 과제 지원	35
	원자력국제협력 기반조성사업	한·미 원자력 국제협정 재개정, 원자력 기술수출 등 지원	54
지경부	원자력발전기술개발 사업(전력기금)	UAE 원전 수출을 위한 핵심기술 국산화, APR1400 후속 원전(APR+) 기술개발	610
	방사성폐기물 ¹⁴⁾ 관리기술개발(기금)	중·저준위 방사성 폐기물 관리기술개발(14억), 사용 후 핵연료 관리기술개발(105억)	119

13) 원자력연구개발사업(단위사업)은 원자력진흥종합계획에 따라 연도별 시행계획을 수립·시행하고 있으며 원자력기술개발사업, 원자력연구기반확충사업, 연구로기술개발사업으로 구성

14) 방사성폐기물은 단위시간 동안 방출하는 열과 장수명 알파선 방출핵종의 농도에 따라 구분되며, 대부분의 중·저준위폐기물은 특별한 조치 없이 직접 취급 가능하나 고준위폐기물(현재 국내는 사용후핵연료뿐임)을 취급할 때는 차폐, 원격조작 등 특별한 조치가 필요

제4장. 이슈 및 제언

1. 이슈

- 핵심기술의 대외의존이 심각
 - 핵심 원천기술인 원전설계코드, 원자로냉각제펌프(RCP), 원전계측제어시스템(MMIS)을 경쟁사인 미 웨스팅하우스에 의존하고 있는 상황
 - 3대 핵심 기술 및 APR+ 개발을 위해 전력산업기반기금에서 총 996억원을 확보하여, 미자립 원천기술 개발을 기존 2015년에서 2012년으로 조기 완료 추진(09. 2월, Nu-Tech 2015 → Nu-Tech 2012)
- 원자력 관련 인력양성 시급
 - 연구형 원자로 및 원전 수출, 국내 추가원전 건설, 차세대 기술개발 등 국내 원자력 관련 성과로 인한 인력수요 폭증 예상¹⁵⁾
 - 원자력 공기업 정원 조정 및 신규채용 향상, 인턴사원 채용, 퇴직인력 활용 등을 통해 필요인력을 확보¹⁶⁾할 계획이나, 현재 원자력관련 학과가 개설된 대학의 수¹⁷⁾만 보더라도 원자력 르네상스를 이끌 전문 인력 부족 예상

15) 수출, 기술개발 등을 위해 국내 5대 원자력 공기업(한전, 한수원, 한전기술, 원전연료, 한전KPS)은 2011년까지 2,800명 추가 확보 필요(원자력산업 2010 1·2, P17)

● 핵연료의 안정적 확보 필요

- 2007년도 전 세계 연간 우라늄정광(U3O8, 농축우라늄)¹⁶⁾ 생산량(약 44,000톤)은 소요량(64,000톤)의 69%에 불과하며 신규발전소 건설에 따른 수요증가, 신규광산 개발 지연 등 수급불안 요소들이 상존
- 국내에서 가동 중인 원전 20기의 발전에 소요되는 우라늄정광은 연간 약5,000톤(매년 증가)으로 한국수력원자력(주)이 장기 계약 등을 통해 2013년분까지 확보한 상태이며, 비상시를 대비해 별도로 2년분 비축
- 우라늄의 안정적 확보를 위해 공급원을 다원화하여 미국, 캐나다, 호주, 프랑스, 카자흐스탄 등에서 구매

● 사용 후 핵연료 처리 문제

- 국내 각 발전소에 설치된 고준위방사성 폐기물 저장 공간은 2016년 완전 포화 상태가 될 것으로 예상
- 사용 후 핵연료 재사용 연구 수행을 위해서는 2014년 개정을 앞둔 한미 원자력 협정에서 '고준위 핵폐기물 재처리권'의 확보가 절실한 상황

● 관련 부처 간 업무분장 논란

- 현재는 지식경제부의 원자력 산업발전기능과 교육과학기술부의 진흥기능 및 규제기능으로 이원화
- 지식경제부는 R&D부터 생산까지 일관된 산업체제 유지 논리를 제시하면서 교육과학기술부의 규제기능과 진흥기능 공존 불가설을 주장

16) 2011년 '국제원자력전문대학원' 개교를 통해 매년 100명(내국인 50명, 외국인 50명)의 석·박사급 고급인력을 양성하고 원전특성화대학(10개)을 지정하여 실무형 인력양성 계획 (원자력산업 2010 1·2, P18)

17) 서울대학교, KAIST, 한양대학교, 경희대학교, 조선대학교 등 5개 대학

18) 노천광상(Open PIT) 또는 지하광상(Underground Mine)에서 채광한 광석에 함유된 우라늄을 정련공정에서 분쇄, 여과 및 화학공정을 통해 추출한 핵연료의 원료물질

2. 제언

- 핵심기술 확보시기에 대한 검토
 - 성과달성에 집착할 경우 부실을 초래할 가능성이 상존하므로 기존에 2015년까지 개발을 완료하기로 했던 핵심기술의 조기 개발 가능성에 대한 검토가 이루어져야 함
 - 또한, 미래 원자력 기술 개발에 대한 수요를 적절히 반영하고 있는지도 확인할 필요성이 있음
- 합리적인 인력양성 수급계획 수립
 - 원자력 수출에 따른 필요인력의 수요분석을 통해 필요인력의 수준 및 분야를 고려한 합리적인 양성계획이 수립되어야 함
 - 원자력공학 뿐만 아니라 전자공학, 전기공학, 기계공학, 재료공학, 화학공학 등 원자력산업에 필요한 관련 분야의 인력 수급상황도 반영
- 핵연료 확보 종합대책 마련
 - 국내외 중장기수급 전망을 토대로 안정적 원료 공급 확보에 초점을 맞춘 종합 대책 마련 필요
 - 장기 계약, 해외광산 인수 내지 지분확보, 안정적인 규모의 연료생산/가공체계 구축 방안 등을 마련
- 사용 후 핵연료 처리 문제 해결
 - 거의 20년을 끌었던 경주 중·저준위방사성폐기물 처리장 사례를 교훈삼아 고준위방사성폐기물(사용 후 핵연료) 처리장 입지 선정의 조기 공론화

- 사용 후 핵연료 재처리를 위한 '한미원자력협정' 개정 등을 위한 원자력국제협력 지원 강화 필요

● 정부 역할의 명확화

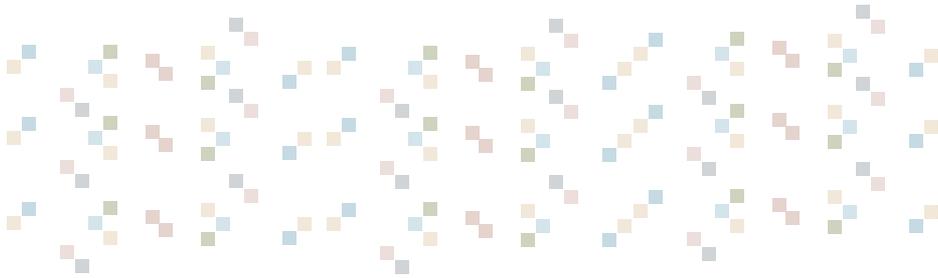
- 최근 원자력 성과에 대한 정부지원의 타당성을 점검하고, 각 기업별로 분산되어 있는 설계, 건설, 운전, 사후정비 및 핵연료 공급기능이 일관성 있게 이루어지도록 원전 수출 통합체계¹⁹⁾ 마련 필요
- 안전규제 관련 독립기관의 설립 등 다양한 방안에 대한 검토를 통해 부처 간 업무분장 논란을 조속히 마무리하여 정부 역량을 집중하고, 최근의 여세를 몰아 원전 강국으로서의 위상 정립

19) 최근 지식경제부는 기존 원자력산업과의 원전수출업무를 분리·보강하여 원전수출진흥과를 신설 (2010. 4. 7)

자료원

- 과학기술부, 원자력연구개발 5개년계획, 2006
- 과학기술부, 제3차원자력진흥종합계획, 2006
- 교육과학기술부, 2010년도 원자력연구개발사업 시행계획, 2010
- 교육과학기술부, 중기사업계획서('10~'14), 2010
- 산업자원부, 2008 원자력발전백서, 2008
- 지식경제부, 중기사업계획서('10~'14), 2010
- 한국과학재단, 원자력현황집, 2006
- 한국수출입은행, 원자력산업동향보고서, 2010
- 한국원자력산업협회, 원자력산업 318호, 2010

동향브리프 2010 - 05



원자력 기술과 정책동향

-원자로 이용기술을 중심으로-



| 저 자 |

홍진기 한국원자력안전기술원 선임연구원,
042)868-0803, hongjk@kins.re.kr

조성식 한국과학기술기획평가원 부연구위원,
02)589-2937, sscho@kistep.re.kr

김정권 한국과학기술기획평가원 부연구위원,
02)589-2999, umistjk@kistep.re.kr



본 동향브리프는 필자의 개인적 견해로
KISTEP의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.



 **한국과학기술기획평가원**
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

137-130 서울시 서초구 마방길 68(양재동) 동원산업빌딩 8~12층
Tel 02) 589~2200 Fax 02) 589~2222