

원자력연구개발사업의 효율적 추진방안에 관한 연구

지식경제부장관 귀하

본 보고서를 「원자력연구개발사업의 효율적 추진방안에 관한 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2012년 1월

2012. 1

연구수행기관 : (주)기술과가치
연구 책임자 : 임윤철 대표
참여 연구원 : 박윤석 이사
양현모 이사
김지용 이사
곽유창 선임
박해련 선임
김동준 전임
최명성 전임

[주]기술과가치

요 약 문

1. 연구의 배경 및 목적

- 연구의 배경
 - 원자력발전산업 최강국으로의 도약과 대내외 환경 및 여건변화에 대한 선도적 대응을 위해 원자력 산업 특성을 반영한 원자력발전 연구개발사업의 효율적 추진방안 재정립이 필요한 상황임
- 연구의 목적
 - 본 연구는 그동안의 사업추진 실적 및 성과를 분석하고 현행제도의 문제점을 파악하여, 향후 관련 규정개정 및 제도개선 등 원자력 R&D 사업추진체계 혁신방안 수립을 위한 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있음

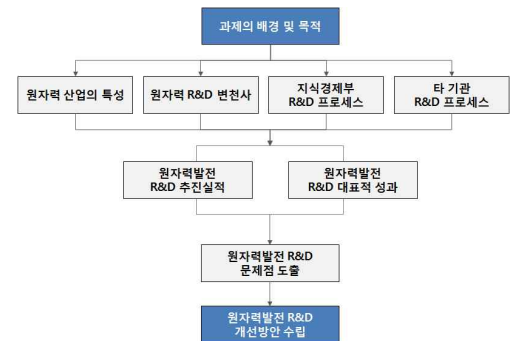
2. 연구의 주요내용 및 Framework

- 연구의 주요내용
 - Module 1. 원자력 R&D사업의 추진실적 및 성과분석
 - 국내 원자력 분야의 국가 R&D사업의 변천과정 정리
 - 국가 원자력 R&D사업의 추진실적 정리
 - 국내 원자력 R&D사업 추진에 따른 대표적인 기술적 성과 조사
 - Module 2. 원자력 R&D 특성 및 추진시스템 분석
 - 타 기술 및 산업과 비교되는 원자력 R&D의 특성 정리
 - 현행 원자력 R&D사업의 추진제도에 대한 현황 및 문제점 분석
 - Module 3. 원자력 R&D의 효율적 추진방안 제시

- 원자력 R&D의 추진체계 선진화를 위한 정책과제 도출
- 원자력 R&D 성과물의 활용 극대화를 위한 정책과제 도출

□ 연구의 Framework

- 원자력 산업의 특성 및 원자력 R&D 변천사, 지식경제부 및 타 기관의 R&D 프로세스 등 현황 전반에 대해 분석한 후, 국가 원자력발전 R&D 추진실적 및 대표적 성과를 분석하여, 원자력발전 R&D의 문제점을 도출하고, 원자력발전 연구개발사업의 효율적 추진을 위한 개선방안을 수립함



[연구의 Framework]

3. 원자력발전 R&D사업의 문제점 도출

- 주관기관이 특정업체에 편중
 - 중대형과제는 한국수력원자력(주)(한수원), 두산중공업, 한국원자력연구원, 한전원자력연료, 한국전력기술 등에 집중적으로 편중되어 있으며, 단기과제는 중소기업, 대학 등이 상대적으로 많은 과제를 수행하고 있음

으나, 예산 기준으로는 상위 5개사가 차지하는 비중이 월등히 높음

- 2001년~2011년 기간 내에 시작 및 종료된 과제에 대해 국가 원자력 R&D사업의 추진실적을 분석한 결과, 원전선진화 분야의 예산은 약 5,300억 원으로 전체 예산의 75.3%를 차지하고 있으며, 원전설비성능과 원전환경 분야는 각각 16.8%와 7.9%를 차지하고 있음

- 원전선진화 분야는 상위 3개사(한국수력원자력, 한국원자력연료, 두산중공업)가 과제수행 건수 기준 83.3%, 예산 기준 88%를 차지하고 있음
- 원전설비성능 분야는 모든 과제가 단기과제로 총 151개의 과제 중 한전전력연구원 23개, 한국수력원자력 17개, 한국원자력연구원 11개, 중소기업 및 대학 등 57개 업체에서 65개의 과제를 수행함
- 원전환경 분야는 1개의 중대형과제와 31개의 단기과제 중 한수원이 11개 과제에 대해 약 397억 원의 예산을 사용하여 원전환경 분야 예산의 71.6%를 차지하고 있으며, 한국원자력연구원은 중대형과제 1개를 포함한 총 3개의 과제를 수행함

민간기업 참여 부족

- 주관기업을 기준으로 민간기업의 참여가 두산중공업 등 몇몇 회사로 한정되어 있음

- 엄격한 규제와 연구개발과제의 성격이 원자력 부분에만 한정되어 있어 민간 기업에서 참여하기 어려운 상황임

- 또한 연구기간이 5~15년으로 장기간 소요됨에 따라 수익창출까지의 기간이 매우 길어 개발적용시장이 국내로 한정될 경우, 기업이 참여할 수 있는 경제성이 부족함

고유 차별화 기술 확보를 위한 선택과 집중 부족

- Nu-Tech 2012에 따라 원전 계통 및 핵심기기 기술 개발에 집중되어 있음

- 원자력 산업기술 분류체계에 따라 그간의 지원 실적을 분석한 결과 원전 계통 및 핵심기기 기술에 대한 과제수가 전체 250개 사업 중 총 93개로 가장 많았으며, 예산은 166,180백만 원으로 두 번째로 많은 것으로 분석됨

- 예산은 신 원전 기술 관련 예산이 246,301백만 원으로 가장 큰 것으로 나타났으나, 이중 APR+ 기술개발과 APR1400급 RCP 개발에 약 200,000백만 원 이상 투자하고 있어, 2개의 과제를 제외하면 국내 원자력 발전 R&D는 과거 10년간 원전 계통 및 핵심기기 기술 개발에 집중되어 있음

국제 표준화 선도를 위한 과제 부족

- 공정개선 및 부품국산화에 의한 원가절감을 위한 연구개발이 주로 이루어짐에 따라 국제 표준화가 요구되는 신기술 개발을 위한 과제가 부족함
- 혁신적인 소재 및 공정을 개발하여 적용하기 위해서는 국제적인 기관에서 표준공인을 받아야 함

독자 기획한 국제 공동연구 사업 부족

- 독자적으로 기획한 국제 공동연구의 추진으로 국제적 위상을 향상시키고 이를 위해 해외 전문가를 확보해야함

- ODA와 연계하여 우리나라 주도의 국제공동연구를 기획하여 운영

높은 기술개발 성공률 대비 사업화 성공률 저조

- 2005년~2009년 종료된 과제를 분석한 결과 지식경제부 전력원자력 분야 기술개발 성공률은 98%인 반면, 사업화 성공률은 32.5% 수준에 불과함

- 사업화를 고려하지 않은 기술개발 위주의 목표 설정과 실패를 용인하지 않는 상황에 의한 성공 관정을 양산한 결과임

- 성공 가능한 과제에 대한 기획이 많았으며, 평가자의 비전문성, 운영주의 평가로 인해 제대로 된 평가가 이루어지지 못함

- 최종평가 시 성공관정 기준으로 사업화 성공률 향상을 고려하여 강화할 필요가 있음

원전산업의 특성에 부합한 연구 성과 평가지표 미흡

- 과제종료 후 성과를 평가하는 지표는 특허, 논문, 기술료, 매출/이익 등의 양적평가 위주로 구성되어 있음

- 국민의 기본적 삶의 질과 직결되는 에너지 공급을 위한 원자력 R&D 과제의 평가지표로는 다소 적절치 않으며, 그에 따라 에너지 R&D 성과분석 시 결과가 왜곡될 수 있음

원자력발전 R&D Master Plan 마련 시급

- 2012년까지 Nu-Tech 2012에 근거하여 R&D 사업을 기획 및 추진할 계획이며, 2013년 이후에는 현재 수립중인 Nu-Tech 2030을 기반으로 진행할 예정임

- 후쿠시마 원전사고 이후 안전이 최우선의 과제로 부각되었으며, 요구되는 안전의 목표수준이 최악의 자연재해를 고려하는 수준으로 높아짐

- 식량자원과 마찬가지로 에너지자원은 국가 기반산업의 특성을 가지므로 장기적이고 현실적인 에너지믹스를 고려한 큰 그림이 필요함

- 원자력발전분야의 세계동향을 고려할 때 세계선도국으로의 R&D 전략 수립이 요구됨

- 이를 고려한 Nu-Tech 2030 Plan의 Frame 변화가 요구됨

원자력 발전 R&D의 특성에 대한 공감대 부족

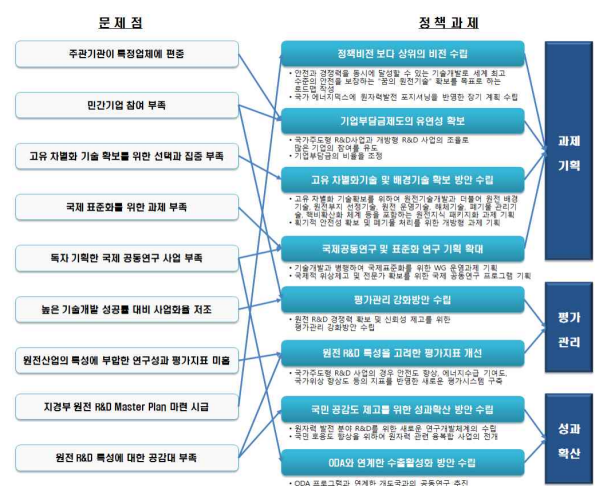
- 원자력 발전은 대규모 초기 투자를 필요로 하는 기간시설로서 에너지안보 및 저탄소 녹색에너지원으로서 큰 역할을 담당하고 있는 국가 주도 SOC사업의 특성을 갖고 있어 국민 공감대 형성이 반드시 필요한 산업임

- 우리나라 원자력발전소 안전에 대해 조사한 과학기술정책연구원의 보고서(2011. 12)에 따르면, 정부의 원자력 발전 비중 증가계획에 대해 일반국민의 46.6%가 '동의한다'라고 응답하였으며, '반대한다'는 의견은 35.2%로 조사됨

- 아울러 정부의 원전 안전진단 결과에 대한 신뢰성 평가에서 34.9%만이 '신뢰한다'고 응답하고 있음

4. 원자력발전 R&D의 효율적 추진방안

- 도출된 원전 R&D사업의 문제점에 대해 이의 개선을 위한 과제 기획, 평가관리, 성과확산 단계별 정책과제를 도출함



평가관리 강화방안 수립

① 선정평가

- (과제유형별 평가위원 및 평가항목 차별화) 원전 안전성 강화, 국가 안보관련 사업과 같은 국가주도형 사업과 개방형 사업 등 과제유형별 평가의 전문성 강화를 위해 평가위원 구성 및 평가항목을 차별화함

- 국가주도형사업은 기술/시장전문가 및 인문/사회과학 전문가 중심의 평가위원 구성, 연구자 역량 및 연구방법의 독창성 등 산업원천기술개발 역량평가 실시

- 개방형사업은 기술전문가와 시장전문가 중심으로 평가위원을 구성하여 사업화 시장선점 가능성, 응용시장의 규모 등을 철저히 검증
- (과제기획자와 과제수행자의 강제적 분리) 국가주도형 과제의 경우 과제기획 책임자와 과제수행 주관기관 책임자의 강제적 분리를 통한 과제 선정의 객관성을 제고함
- (과제규모 및 기간을 고려한 평가방식) 단기적·일괄적 평가방식을 과제 맞춤형 평가방식으로 전환함
- 과제규모 및 기간과 관계없는 일괄적 평가방식을 과제성격에 따라 맞춤형 평가방식으로 차등화
- 중·대형 사업에 대해 1박2일 심층평가, 지문자 상호토론편평가 수행
- 심사위원회는 공학한림원 정회원 수준 이상의 pool로 구성하여 위상을 향상시킴
- ② 단계평가
 - (연차평가 제재 강화) 연차평가 시 신호등 평가를 도입함
 - 연차평가에는 신호등 평가를 도입하여, 녹색(계속추진, 차년도 연차평가 면제), 황색(경고, 연속 2회 적색), 적색(중단) 등급을 부여하고 문제과제(적색)의 조기탈락 유도함
 - (단계평가 제재 강화) 중장기과제의 단계평가에는 상대평가를 도입하여 하위과제 10%에 대해 중간탈락을 의무화하거나, 하위과제 10%의 예산 일부를 감액하여 상위과제 10%의 차년도 예산에 증액하는 방법 등을 통해 원전 R&D 사업의 경쟁력 제고를 유도함
 - 단계평가 시 세부과제들을 순위화 함으로서 과제수행기간 신의의 경쟁을 유발함
 - 단, 이의신청제도를 두어 중간탈락 및 예산조정 대상과제 중 우수과제에 대해서는 심의를 통해 회생기회를 제공함
 - (불성실 과제 제재 강화) 수행기관이 과제수행을 불성실하게 수행할 경우, 연차/중간평가에서 해당 과제를 연차평가에서 중간탈락 처리함

- 성실수행과제는 제재를 면제하되, 불성실수행과제는 연구 수행상황 및 실적 등을 고려하여 제재 차등화
- 연구노트를 작성하여 연구과정을 기록함으로써 성실여부를 판정하고, 실패보고서를 작성하여 실패를 통한 교훈을 얻고 유사 실패를 방지함
- 원전 R&D 특성을 고려한 평가지표 개선
 - 원자력발전 R&D 특성을 고려하여 단기적으로는 현 평가지표에서의 가치 조정 방법을 활용함 (예: 논문가중치 하향조정, 특허가중치 상향조정 등)
 - 중장기적인 관점에서는 국가주도형 R&D 사업의 경우 안전도 향상, 에너지수급 기여도, 국가위상 향상도 등의 지표를 개발하여 새로운 평가시스템을 구축함
- 정책비전보다 상위의 비전 수립
 - Fast Follower에서 First Mover의 선도적 위치로 도약하기 위해 도전적인 목표를 설정하고, 세계 최고수준의 안전성 확보를 위한 Top-down 기획이 가능하도록 기반을 마련함
- 고유 차별화기술 및 배경기술 확보 방안 수립
 - 과거 원자력 발전 R&D 목표였던 국산화를 넘어 타 경쟁국에서 보유하고 있지 않은 고유 차별화기술 개발을 통해 시장 선점 기회를 확보하고, 이와 동시에 원자력 발전 R&D의 근간이 되는 배경기술과 그에 따른 DB를 확보함
 - 고유 차별화 기술 확보를 위하여 원전기술개발과 더불어 원전 배경기술, 원전부지 선정기술, 원전 운영기술, 해체기술, 폐기물 관리기술, 핵비확산화 체계 등을 포함하는 원전지식 패키지 화 과제 기획
 - 획기적 안전성 확보 및 폐기물 처리를 위한 개방형 과제 기획
- 국제공동연구 및 표준화 연구 기획 확대
 - 국제공동연구 및 표준화 연구 확대를 통해 국제적 위상 향상과 해외 전문가를 확보하여, 향후 원전 수출 강국으로의 도약을 위한 밑거름으로 활용함

- 기술개발과 병행하여 국제 표준화를 위한 WG 운영과제 기획
- 국제적 위상 제고 및 전문가 확보를 위한 국제 공동연구 프로그램 기획
- 기업부담금제도의 유연성 확보
 - 국가주도 사업(예 : 안전성 확보, 국가안보 관련 사업)과 개방형 사업에 대한 기업부담금 비율 차등 조정을 통해 민간기업 참여를 활성화하고 공정한 경쟁을 유도하여 특정업체에 편중되어 있는 시장구조를 개선함
 - 국가주도형 R&D사업과 개방형 R&D 사업의 조율로 많은 기업의 참여를 유도
 - 국가주도형 과제의 기업부담금 비율 조정
- 국민 공감도 제고를 위한 성과확산 방안 수립
 - 원자력발전은 우리 국민 대다수가 그 필요성에 대해서는 인식하고 있으나, 원전 확산, 정부의 원전 안전성 평가결과에 대해 신뢰하지 못하고 있는 상황으로 국민 공감도 제고를 위한 대내외 홍보를 통해 성과확산방안을 수립함
 - 원자력 발전 분야 R&D를 위한 새로운 연구개발체계의 수립
 - 국민 호응도 향상을 위하여 원자력 관련 융복합 사업의 전개
- ODA와 연계한 수출활성화 방안 수립
 - 원전 건설뿐만 아니라, 비핵확산화 인프라구축, 폐기물처리, 폐원전 해체 등 원전과 관련된 기술, 정책, 교육까지 전주기적 지식을 패키지로 하여 개발도상국에게 최상의 윈스톱 서비스를 제공함과 동시에 신규 시장 개척에 대한 판로를 확보함
 - ODA 프로그램과 연계한 개도국과의 공동연구 추진으로 수출 활성화 및 국격 향상

목 차

| | |
|--|----------|
| I. 연구개요 | 1 |
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 2. 연구의 주요내용 및 Framework | 2 |
| 3. 연구의 추진체계 및 수행일정 | 3 |
| II. 원자력산업 특성 및 R&D 프로세스 분석 | 5 |
| 1. 원자력산업 특성 | 5 |
| 1.1. 국가 주도로 추진되는 SOC산업 | 5 |
| 1.2. 국민경제에 파급효과가 큰 산업 | 9 |
| 1.3. 국가에너지 기반 산업 | 11 |
| 1.4. 안전이 최우선인 산업 | 15 |
| 2. 원자력산업 R&D 변천과정 | 18 |
| 2.1. 세계 원자력발전 현황 | 18 |
| 2.2. 원전 수출 | 22 |
| 2.3. 국내 원전건설 변천사 | 26 |
| 2.4. 국내 원자력 R&D 예산 현황 | 30 |
| 2.5. 국내 원자력 R&D 변천과정 | 32 |
| 3. 지식경제부 R&D 프로세스 분석 (4단계 게이트키퍼제) | 37 |
| 3.1. 4단계 게이트키퍼제 개요 | 37 |
| 3.2. GATE 1. 지원과제 발굴 및 기획 | 37 |
| 3.3. GATE 2. 단계평가 | 38 |
| 3.4. GATE 3. 최종평가 | 40 |
| 3.5. GATE 4. 성과활용 평가 | 42 |
| 4. 국내외 타 기관 R&D 프로세스 분석 | 43 |
| 4.1. 교육과학기술부 R&D 프로세스 | 43 |
| 4.2. 미국 국립표준기술연구소(NIST) R&D 프로세스 | 48 |
| 4.3. 미국 국립과학기술재단(NSF) R&D 프로세스 | 51 |
| 4.4. 일본 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO) R&D 프로세스 | 55 |

표 목 차

III. 원자력발전 R&D 추진실적 및 성과 61

| | |
|---|----|
| 1. 원자력발전 R&D사업의 추진실적 | 61 |
| 1.1. 과제분석 총괄 | 61 |
| 1.2. 원전선진화 | 64 |
| 1.3. 원전설비성능 | 68 |
| 1.4. 원전환경 | 70 |
| 2. 국내 원자력 R&D사업 추진에 따른 대표적인 기술적 성과 조사 | 72 |
| 2.1. 타 에너지기술개발사업 성과와 비교 | 72 |
| 2.2. 원자력발전기술개발사업 성과 심층 분석 | 75 |
| 2.3. 원자력발전기술개발사업 대표적인 기술적 성과 조사 | 82 |
| 3. 원자력발전 R&D사업의 문제점 도출 | 92 |

IV. 원자력발전 R&D의 효율적 추진방안 제시 97

| | |
|--|-----|
| 1. 원자력발전 R&D사업의 효율적 추진을 위한 정책과제 도출 | 97 |
| 2. 원자력발전 R&D 사업추진 단계별 정책과제 제안 | 98 |
| 2.1. 과제기획 단계의 정책과제 | 98 |
| 2.2. 평가관리 단계의 정책과제 | 99 |
| 2.3. 성과확산 단계의 정책과제 | 103 |

참고문헌 104

[부록] 원자력발전 R&D과제 목록 105

| | |
|---|----|
| <표 2-1> 원자력진흥종합계획의 투자계획 | 5 |
| <표 2-2> 원자력공급 산업체의 연구개발 투자 현황 | 5 |
| <표 2-3> 원자력 발전관련 주요 사업과 해당 국내 기업 | 6 |
| <표 2-4> 원자력산업분야의 분야별 인력분포 | 7 |
| <표 2-5> 원자력산업분야의 인력비중 | 7 |
| <표 2-6> 국가별 에너지안보 수준 | 9 |
| <표 2-7> 원자력 공급 산업체의 분야별 매출액 | 10 |
| <표 2-8> 원자력 공급 산업체의 원전건설 운영분야 매출액 | 10 |
| <표 2-9> 원자력발전의 총부가가치 창출 효과 | 11 |
| <표 2-10> 발전원별 1kWh당 이산화탄소 배출량 | 11 |
| <표 2-11> 발전원별 정산단가 | 12 |
| <표 2-12> 원자력발전의 온실가스 저감효과 | 12 |
| <표 2-13> 원자력발전의 화석연료 수입대체 효과 | 14 |
| <표 2-14> 에너지원별 발전전력량 | 14 |
| <표 2-15> 후쿠시마 원전사고 이후 주요 국가들의 반응 | 16 |
| <표 2-16> 세계 에너지 소비 및 수요전망 | 18 |
| <표 2-17> 2011 세계 원전 현황 | 19 |
| <표 2-18> 국가별 건설단가 및 발전단가 | 23 |
| <표 2-19> 국가별 건설 소요기간 | 23 |
| <표 2-20> 국내 원전 현황 | 29 |
| <표 2-21> 2007년~2011년 정부연구개발예산 | 30 |
| <표 2-22> 지식경제부 원자력발전 R&D 연도별 투자계획 | 30 |
| <표 2-23> 교육과학기술부 원자력 제원별 투자실적 | 31 |
| <표 2-24> 교육과학기술부 원자력 단위사업별 투자실적 | 31 |
| <표 2-25> 국내 원자력 기술개발정책과 원전건설 변천과정 | 32 |
| <표 2-26> 평가관정 유형 | 39 |
| <표 2-27> 단계과제 기술성 평가지표 | 39 |
| <표 2-28> 단계과제 사업성 평가지표 | 39 |
| <표 2-29> 최종평가 관정유형 | 40 |
| <표 2-30> 최종과제 기술성 평가지표 | 41 |

| | |
|--|-----|
| <표 2-31> 최종과제 사업성 평가지표 | 41 |
| <표 2-32> 과제규모별 선정평가 유형 | 44 |
| <표 2-33> 과제규모별 중간평가 유형 | 45 |
| <표 2-34> 과제규모별 최종평가 유형 | 46 |
| <표 2-35> NEDO의 평가유형 | 58 |
| <표 2-36> NEDO의 표준적 평가기준 및 평가항목 | 59 |
| <표 3-1> 원자력융합원전기술개발 사업 예산 | 61 |
| <표 3-2> 원자력융합원전기술개발 사업 과제 구성 | 62 |
| <표 3-3> 사업 과제 별 참여 기관 현황 | 62 |
| <표 3-4> 원자력 산업기술 분류표에 따른 사업 과제 및 예산 현황 | 63 |
| <표 3-5> 원전선진화 분야 추진과제 현황 | 64 |
| <표 3-6> 원자력산업 기술 분류표에 따른 원전선진화 사업 과제 및 예산 현황 | 65 |
| <표 3-7> 원전선진화 분야 총괄과제 및 세부과제 현황 | 66 |
| <표 3-8> 원전선진화 분야 상위 5개 사업 현황 | 67 |
| <표 3-9> 원전설비성능 분야 추진과제 현황 | 68 |
| <표 3-10> 원자력산업 기술 분류표에 따른 원전설비성능 사업 과제 및 예산 현황 | 69 |
| <표 3-11> 원전환경 분야 추진과제 현황 | 70 |
| <표 3-12> 원자력산업 기술 분류표에 따른 원전환경 사업 과제 및 예산 현황 | 71 |
| <표 3-13> 에너지 기술개발사업 성공률 | 72 |
| <표 3-14> 에너지 R&D 사업 주요성과 비교 | 73 |
| <표 3-15> 정부지원금 1억 원당 주요 성과 결과 종합 | 74 |
| <표 3-16> 원자력발전사업 기술개발주체별 기술적 성과 | 75 |
| <표 3-17> 원자력발전사업 기술개발주체별 기술적 성과 비중 | 75 |
| <표 3-18> 원자력발전사업 기술개발주체별 지식재산권 성과 | 76 |
| <표 3-19> 원자력발전사업 기술개발주체별 경제적 성과 | 79 |
| <표 4-1> 과제유형별(국가주도형·개방형) 평가위원 및 평가항목(안) | 100 |
| <표 4-2> 과제 맞춤형 평가방식(안) | 101 |

그림 목 차

| | |
|---|----|
| [그림 1-1] 연구의 Framework | 3 |
| [그림 1-2] 연구의 추진체계 | 3 |
| [그림 2-1] 에너지안보 수준 결정 요인 | 8 |
| [그림 2-2] 원자력발전 점유율과 물가지수 및 전기요금 추이 | 13 |
| [그림 2-3] 국내 원전건설 변천사 | 28 |
| [그림 2-4] 4단계 게이트키퍼제 | 37 |
| [그림 2-5] 교육과학기술부 성과관리업무 추진 방향 | 47 |
| [그림 2-6] NIST의 평가항목 및 평가시기 | 50 |
| [그림 2-7] NEDO의 R&D사업 추진체계 | 55 |
| [그림 2-8] NEDO의 연구평가체계 | 57 |
| [그림 2-9] NEDO 성과활용조사 및 평가체계 | 60 |
| [그림 3-1] 원자력융합원전기술개발 예산 | 61 |
| [그림 3-2] 원자력산업 기술 분류표에 따른 사업 과제 및 예산 현황 | 63 |
| [그림 3-3] 원전선진화 분야 추진과제 현황 | 64 |
| [그림 3-4] 원자력 산업 기술분류표에 따른 원전선진화 사업 과제 및 예산 현황 | 65 |
| [그림 3-5] 전체 원자력발전사업 중 원전선진화 분야 상위 5개 사업 현황 | 67 |
| [그림 3-6] 원전설비성능 분야 추진과제 현황 | 68 |
| [그림 3-7] 원자력산업 기술 분류표에 따른 원전설비성능 사업과제 및 예산현황 | 69 |
| [그림 3-8] 원전환경 분야 추진과제 현황 | 70 |
| [그림 3-9] 원자력산업 기술 분류표에 따른 원전환경 사업 과제 및 예산 현황 | 71 |
| [그림 3-10] 원자력발전사업 기술개발주체별 논문 성과 | 76 |
| [그림 3-11] 기술개발주체별 정부지원금 1억 원당 기술적 성과 | 77 |
| [그림 3-12] 원자력발전사업 기술개발주체별 논문 성과 IF 및 인용횟수 | 78 |
| [그림 3-13] 원자력발전사업 기술개발주체별 사업화 성공률 | 78 |
| [그림 3-14] 원자력발전사업 분야별 성과기술 개발률 | 80 |
| [그림 3-15] 원자력발전사업 분야별 파생기술 개발률 | 81 |
| [그림 3-16] 원자력발전사업 분야별 제품·공정 개발률 | 81 |
| [그림 3-17] 지르코늄합금 튜브 제조 공정 | 83 |
| [그림 3-18] 영광 2호기, 고리 4호기 검사결과 | 84 |
| [그림 3-19] 자기장을 이용한 제염장치 | 85 |
| [그림 3-20] 발전설비 터빈 다이어그램, 원자력발전 주기기 부품 전자빔용접 | 86 |
| [그림 3-21] 프로그램 개발 및 이행 | 90 |
| [그림 3-22] 증기발생기 상부다발 세정시스템(KULAN) | 91 |
| [그림 4-1] 원전 R&D사업의 문제점 및 정책과제 | 97 |

I. 연구개요

1. 연구의 배경 및 목적

□ 연구의 배경

- 원자력발전산업 최강국으로의 도약과 대내외 환경 및 여건변화에 대한 선도적 대응을 위해 원자력 산업 특성을 반영한 원자력발전 연구개발사업의 효율적 추진방안 제정립이 필요한 상황임
- 온실가스 증가로 인한 지구온난화를 방지하기 위해 전 세계적으로 대책 마련을 위한 공조가 정치적 뿐만 아니라 경제적으로도 새로운 패러다임을 유발하고 있음
- 우리나라도 국가의 최우선 아젠다로 녹색성장을 채택하여 관산민이 참여하는 협동추진체계를 구성하여 진행 중임
 - 녹색성장의 핵심은 화석에너지의 사용량을 최소화하는 것으로 국내 실정상 화석에너지를 대체할 수 있는 에너지원 중 원자력발전이 가장 큰 비중을 차지하고 있음
 - 원자력에너지는 신재생에너지와 더불어 화석에너지의 사용량을 감소하는데 큰 기여를 하고 있으며, 우리나라는 1978년 고리1호기 상업운전을 시작한 이래 안정적으로 원전을 활용해 오고 있음
- 우리나라는 2009년 UAE 원전사업의 최종사업자로 선정됨에 따라 세계에서 6번째로 원전수출국이 됨
 - 원자력발전 도입 30여년 만에 '한국형원전(APR1400)' 첫 수출을 성공하게 된 역사적인 사건이었으며, 미국, 프랑스, 러시아, 캐나다, 일본에 이어 세계 6번째 원전수출국으로 도약함
- 일본은 후쿠시마 원전사고로 주춤하고 있으며, 독일은 원전포기를 공표한 현 상황에서 향후 우리나라가 원전사업에서 선도적 우위를 점할 수 있는 좋은 기회임
 - 이러한 외부 기회요인을 잘 활용하기 위해서는 고유 원천 핵심기술의 확보가 필수적이며, First Mover로서 연구방향의 설정 및 연구과

제 선정, 개발 및 평가 등의 개발 전주기에 걸친 노력이 효율적이고 효과적으로 수행되어야 함

□ 연구의 목적

- 국내 원자력 연구개발사업의 효율적 추진방안을 수립하기 위해 그동안의 사업추진 현황을 분석하고 현행제도의 문제점을 파악하여,
- 향후 관련 규정개정 및 제도개선 등 원자력 R&D 사업 추진체계 혁신 방안 마련을 위한 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있음

2. 연구의 주요내용 및 Framework

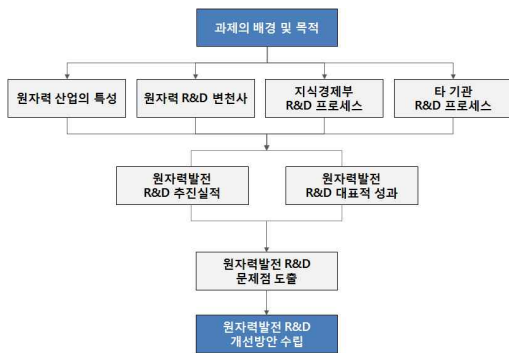
□ 연구의 주요내용

- Module 1. 원자력 R&D사업의 추진실적 및 성과분석
 - 국내 원자력 분야의 국가 R&D사업의 변천과정 정리
 - 국가 원자력 R&D사업의 추진실적 정리
 - 국내 원자력 R&D사업 추진에 따른 대표적인 기술적 성과 조사
- Module 2. 원자력 R&D 특성 및 추진시스템 분석
 - 타 기술 및 산업과 비교되는 원자력 R&D의 특성 정리
 - 현행 원자력 R&D사업의 추진제도에 대한 현황 및 문제점 분석
- Module 3. 원자력 R&D의 효율적 추진방안 제시
 - 원자력 R&D의 추진체계 선진화를 위한 정책과제 도출
 - 원자력 R&D 성과물의 활용 극대화를 위한 정책과제 도출

□ 연구의 Framework

- 원자력 산업의 특성 및 원자력 R&D 변천사, 지식경제부 및 타 기관의 R&D 프로세스 등 현황 전반에 대해 분석한 후, 국가 원자력발전 R&D 추진실적 및 대표적 성과를 분석하여, 원자력발전 R&D의 문제점을 도

출하고, 원자력연구개발사업의 효율적 추진을 위한 개선방안을 수립함



[그림 1-1] 연구의 Framework

3. 연구의 추진체계 및 수행일정

□ 연구의 추진체계

- 본 연구는 지식경제부 원전산업정책과와 (주)기술과가치 중심이 되어 과제를 수행하며, 과제 진행 단계별 기술과가치의 내부 자문단과 외부전문가 자문단의 의견을 수렴하여 원자력발전 R&D의 효율적 추진방안을 수립함



[그림 1-2] 연구의 추진체계

□ 연구의 수행일정

- 본 연구는 아래의 표와 같이 3개 모듈에 대해 총 8주에 걸쳐 수행함

| | | 연구수행 일정 | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------------------|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|--|--|
| | | 12/2w | 12/3w | 12/4w | 1/1w | 1/2w | 1/3w | 1/4w | 1/5w | | |
| 연구내용 | | | | | | | | | | | |
| Kick-off 및 추진계획 확정 | | | | | | | | | | | |
| M1 | 국내 원자력 분야의 국가 R&D사업의 변천과정 | | | | | | | | | | |
| | 국가 원자력 R&D사업의 추진실적 | | | | | | | | | | |
| | 국내 원자력 R&D사업 추진에 따른 대표적인 기술적 성과 조사 | | | | | | | | | | |
| M2 | 타 기술 및 산업과 비교되는 원자력 R&D의 특성 | | | | | | | | | | |
| | 현행 원자력 R&D사업의 추진제도에 대한 현황 및 문제점 분석 | | | | | | | | | | |
| M3 | 원자력 R&D의 추진체계 선진화를 위한 정책과제 도출 | | | | | | | | | | |
| | 원자력 R&D 성과물의 활용 극대화를 위한 정책과제 도출 | | | | | | | | | | |
| 최종보고서 제출 | | | | | | | | | | | |

II. 원자력산업 특성 및 R&D 프로세스 분석

1. 원자력산업 특성

1.1. 국가 주도로 추진되는 SOC산업

가. 원자력 연구개발비 투자 현황

□ 타산업과 달리 원자력산업의 연구개발 투자는 정부 및 공공기관에 집중되어 있음

○ 우리나라 정부의 공공재원은 평균적으로 정부/공공 대 민간/외국 비중이 28대 72에 반해, 원자력 연구개발비의 재원은 83대 17로 정부의 비중이 매우 높음

<표 2-1> 원자력진흥종합계획의 투자계획

(단위 : 억 원)

| 구분 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 계 | 비율(%) |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 정부 | 3,327 | 3,787 | 4,101 | 4,319 | 4,643 | 20,177 | 82.8 |
| 민간 | 800 | 824 | 827 | 852 | 877 | 4,180 | 17.2 |
| 합계 | 4,127 | 4,611 | 4,928 | 5,171 | 5,520 | 24,357 | 100 |

출처 : 제3차 원자력진흥종합계획, 원자력위원회(2006)

○ 원자력공급 일반산업체는 86개로 전체의 88.7%를 차지하고 있는 반면, 연구개발비는 전체의 7.6% 수준인 539억 원을 투자하고 있음

<표 2-2> 원자력공급 산업체의 연구개발 투자 현황 (2009)

(단위 : 억 원, 업체 수)

| 분류 | 일반산업체 | | | | 연구기관 | 공공기관 | 합계 |
|-------|-------|------|-----|-----|-------|-------|-------|
| | 중소기업 | 벤처기업 | 대기업 | 소계 | | | |
| 연구개발비 | 129 | 17 | 393 | 539 | 3,891 | 2,629 | 7,059 |
| 업체 수 | 68 | 6 | 12 | 86 | 4 | 7 | 97 |

출처 : 제15회 원자력산업실태조사, 교육과학기술부(2011. 2)

○ 분야별 인력분포를 살펴보면 원전건설 운영분야가 59.1%로 가장 높으며, 대부분의 인력이 기술적인 원자력안전 분야가 11.7%, 원자력연구 분야가 6.5%, 그리고 원자력지원 관리 분야가 13.4%로 나타남

<표 2-4> 원자력산업분야의 분야별 인력분포 (2009년)

(단위 : 명, %)

| 분류 | 원전건설 운영 | | | | 원자력 안전 | 원자력 연구 | 원자력 지원 관리 | NDT 및 기타 | 합계 |
|-----|----------|-------|--------|-------|--------|--------|-----------|----------|--------|
| | 설계 엔지니어링 | 건설 시공 | 기자재 제조 | 원전 정비 | | | | | |
| 인력 | 2,347 | 3,297 | 3,175 | 4,926 | 2,726 | 1,524 | 3,125 | 2,177 | 23,297 |
| 구성비 | 10.1 | 14.2 | 13.6 | 21.2 | 11.7 | 6.5 | 13.4 | 9.3 | 100 |

주 : 1. 기자재제조분야는 원전연료 및 관련설비분야를 포함하고, 원전정비 분야는 기타 서비스(단순가공, 열처리 등)분야를 포함함

- 원자력안전 분야는 방사선안전관리, 폐기물관리 처분, 원자력품질관리분야임
- 원자력연구 분야는 원자력기반연구, 원자로개발, 원자력안전성개선 등의 연구 사업임
- 원자력지원 관리 분야는 원자력지원, 관리, 국제협력, 교육훈련, 홍보사업 등임

출처 : 제15회 원자력산업실태조사, 교육과학기술부(2011. 2)

○ 원자력산업분야에서 중소기업(벤처기업 포함)의 인력비중은 24.9%로 5,807명이 종사하고 있음

<표 2-5> 원자력산업분야의 인력비중 (2009년)

(단위 : 명, 0안은 업체 수)

| 분류 | 일반산업체 | | | 연구 공공기관 | 합계 | 중소기업 인력비중 (벤처 포함) |
|----------|------------|--------|------------|---------------|--------------|-------------------|
| | 중소기업 | 벤처기업 | 대기업 | | | |
| 원자력발전사업체 | - | - | 6,711(2) | | | |
| 설계업 | 192(2) | 29(2) | 1,265(2) | | | |
| 건설업 | 1,485(25) | 0(0) | 1,645(7) | 연구기관 1,806(7) | 23,297 (149) | 24.9% |
| 제조업 | 1,578(44) | 52(3) | 3,307(8) | 공공기관 844(8) | | |
| 무역업 | 15(1) | 0(0) | 0(0) | | | |
| 서비스업 | 2,249(29) | 207(4) | 1,912(2) | | | |
| 합계 | 5,519(104) | 288(9) | 14,840(21) | | | |

출처 : 제15회 원자력산업실태조사, 교육과학기술부(2011. 2)

나. 원자력산업 Value Chain 별 인력 현황

□ 원자력산업의 참여업체 및 인력은 공공기관, 연구기관, 대기업에 편중되어 있음

○ 원자력 산업의 Value Chain은 운영, 설계, 연료 공급, 정비 및 사후관리, 주기기 생산, 기술 개발, 건설, 보조기기 생산 등으로 구성됨

- 수출 및 운영부분은 한국전력공사(수출), 한국수력원자력(운영)

- 설계부분은 한전기술

- 연료 공급은 한국원자력연료

- 정비 및 사후관리는 한전KPS

- 주기기 생산은 두산중공업

- 기술개발은 한국수력원자력 중앙연구원, 한국원자력연구원

- 발전소 건설은 현대건설, 삼성물산, 대우건설, 대림산업, SK건설, GS건설 등 대형 건설사 및 엔지니어링 업체

- 보조기기 생산은 현대중공업, 두산중공업, 비에이치아이, 테이스엠텍 등에서 수행하고 있음

<표 2-3> 원자력 발전관련 주요 사업과 해당 국내 기업

| 구분 | 해당기업 |
|-----------|--|
| 사업주도(운영) | 한국전력공사(수출), 한국수력원자력(운영) |
| 설계 | 한전기술 |
| 연료 공급 | 한국원자력연료 |
| 정비 및 사후관리 | 한전KPS |
| 주기기 생산 | 두산중공업 |
| 발전소 건설 | 현대건설, 삼성물산, 대우건설, 대림산업, SK건설, GS건설 등 대형 건설사 및 엔지니어링 업체 |
| 보조기기 생산 | 현대중공업, 두산중공업, 비에이치아이, 테이스엠텍, 등 |
| 기술 개발 | 한국수력원자력 중앙연구원, 한국원자력연구원 |

출처 : 핵융합 원자력발전 관련시장과 기술동향, Business Information Research(2011.11)

다. 많은 시간과 재원이 소요되는 산업

□ 원자력플랜트 건설은 많은 시간과 재원이 소요되기 때문에 국가 주도의 중장기 계획에 의해 추진되어야 하는 산업임

○ 원자력발전소의 경우 기본설계는 5년, 인허가업무, 상세설계부터 상운전 개시까지는 약 10년이 소요됨

- 화력발전소는 원자력발전소의 약 절반의 기간으로 완성

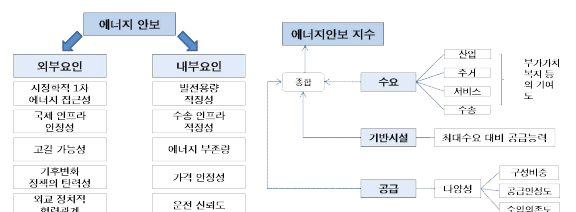
○ 원자력발전소 1기 당 4조원 내외의 재원이 소요됨

○ 또한 예측할 수 없는 요인에 의해 사업이 크게 좌우될 수 있어 기업이 적극적으로 시장에 참여하기 어려운 점이 있음

- 원자력발전소 건설계획은 국가의 전력수급 계획, 타 플랜트의 사고, 주민투표, 정치적인 요인 등에 의해 변경될 수 있음

라. 에너지안보에 직접적으로 영향을 주는 산업

□ 원자력발전은 가용자원이 풍부하여 가격변동에 대한 발전비용 민감도가 낮아 에너지안보에 중추적 역할을 하고 있음



[그림 2-1] 에너지안보 수준 결정 요인

출처 : KETEP 자료 인용

- 자원이 풍부하고, 원전을 채택하여 사용하고 있는 프랑스, 캐나다, 네덜란드, 영국 등은 높은 수준의 에너지안보 능력을 보유하고 있음
- 원자력 발전비중이 비교적 높은 프랑스, 스웨덴, 핀란드 등은 원자력의 에너지안보 기여도가 높음
- 부존자원이 부족한 우리나라와 원전을 미 채택한 이탈리아의 에너지안보는 비교적 낮은 수준임
- 에너지 수입의존도가 높은 우리나라의 에너지안보지수는 OECD 국가 중 하위수준임
- 원자력발전은 에너지자원의 다원화와 지정학적 단점을 보완하고, 에너지안보 향상을 위해 중요한 역할을 담당하고 있음

<표 2-6> 국가별 에너지안보 수준

| 에너지안보 수준 | 국가 | 비고 |
|----------|--------------------|--------------------|
| 高 | 프랑스, 캐나다, 네덜란드, 영국 | 원전 채택, 자원 풍부 |
| 低 | 한국, 이탈리아 | 부존자원 희소 또는 원전 미 채택 |

출처 : KETEP 자료 인용

1.2. 국민경제에 파급효과가 큰 산업

가. 수출을 통한 이득

- 고부가가치 산업으로 수주당 발생 이익이 매우 크며, 건설뿐만 아니라 관리, 정비 및 해체 시장의 크기도 큼
- UAE 원전의 경우 수주액이 원전 1기 당 50억 달러 규모로 한국 전체 수출액 4,149억 달러(세계무역기구, 2011.1~9월 기준)와 비교했을 때 1.25%에 달하는 큰 규모임
- '40년까지 현재 가동 중인 440여기의 원전 중 약 270여기가 해체되어

약 900억불의 시장 형성이 전망됨(IAEA, '11년)

- 이외에도 기자재, 원료 수출 등의 시장에서 경쟁력을 가지고 있어 수익 창출 가능성이 높음

나. 원자력산업분야 국민경제 파급 효과

- 원자력산업분야 매출액은 2009년도 기준 15조 9,536억 원으로 직·간접적으로 국민경제활동에 큰 영향을 미침¹⁾
- 원자력공급 산업체의 분야별 매출액은 총 15조 9,536억 원(2009년 기준)임
- 이 중 원전건설 및 운영분야가 전체 매출액의 79.1%를 차지하고 있으며,
- 그 뒤로 지원관리분야, 안전 분야, 연구 분야, NDT 및 기타 순으로 높은 매출 비중을 나타내고 있음

<표 2-7> 원자력공급 산업체의 분야별 매출액

| 구분 | 건설운영 | 안전 분야 | 연구 분야 | 지원관리 | NDT 및 기타 |
|-----|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 매출액 | 31,409억 원 | 2,307억 원 | 2,277억 원 | 2,511억 원 | 1,222억 원 |
| 비율 | 79.1% | 5.8% | 5.7% | 6.3% | 3.1% |

출처 : 제15회 원자력산업실태조사, 교과부(2011. 2)

- 원전건설 운영 분야 중에서도 기자재제조와 건설 시공의 매출액이 높음

<표 2-8> 원자력공급 산업체의 원전건설 운영분야 매출액 (2009년)

| 구분 | 설계 엔지니어링 | 건설 시공 | 기자재제조 | 연료제조 | 원전정비 |
|-----|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 매출액 | 3,528억 원 | 8,517억 원 | 11,852억 원 | 2,227억 원 | 5,284억 원 |
| 비율 | 11.2% | 27.1% | 37.7% | 7.1% | 16.8% |

출처 : 제15회 원자력산업실태조사, 교과부(2011. 2)

1) 원자력발전의 국민경제적 기여 분석과 자금운영 개선방안, 한국과학기술기획평가원(2010. 7)

- 원자력 발전의 전방연쇄효과와 후방연쇄효과를 고려한 부가가치유발액을 평가해볼 경우 GDP의 약 2.4%를 차지할 것으로 추정됨

<표 2-9> 원자력발전의 총부가가치 창출 효과

(단위 : 10억 원)

| 구분 | 2000 | 2005 |
|-------------|---------|---------|
| 후방연쇄효과 | 8,461 | 10,654 |
| 전방연쇄효과 | 5,938 | 8,645 |
| 전/후방연쇄효과 | 14,399 | 19,299 |
| GDP | 587,665 | 810,516 |
| 원전의 GDP 기여율 | 2.5% | 2.4% |

출처 : 원자력발전의 국민경제적 기여 분석과 자금운영 개선방안, 한국과학기술기획평가원(2010. 7)

1.3. 국가에너지 기반 산업

가. 온실가스 감축에 기여

- 세계적으로 지구환경보전을 위해 각종 환경규제를 강화하고 있는 가운데 원자력은 이산화탄소 배출량과 온실가스 배출량이 적은 에너지원임
- 타 발전원에 비해 CO₂ 배출이 현저히 낮으며, 배출권 시장에서도 부가가치를 기대할 수 있음

<표 2-10> 발전원별 1kWh당 이산화탄소 배출량

(단위 : kg/kWh)

| 구분 | 석탄 화력 | 석유 화력 | LNG 화력 | LNG 복합 | 태양열 | 풍력 | 지열 | 원자력 | 중수 수력 |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 건설, 운영 | 0.088 | 0.044 | 0.147 | 0.117 | 0.059 | 0.037 | 0.022 | 0.022 | 0.018 |
| 연료 | 0.902 | 0.689 | 0.506 | 0.392 | - | - | - | - | - |

출처 : Uchlyama(일본 CRIEPI보고서)

나. 발전단가 저렴

- 원자력은 저렴한 발전원가, 효율적인 소모부지와 원료로 국토가 좁은 우리나라에 적합한 지속가능한 에너지원임
- 원자력의 정산단가는 1kWh당 38.44원으로 매우 저렴함

<표 2-11> 발전원별 정산단가

(단위 : 원/kWh)

| 원자력 | 유연탄 | 무연탄 | 수력 | 석유 | LNG | 소수력 | 태양광 | 폐기물 | 풍력 | 해양 에너지 |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 38.44 | 66.34 | 95.09 | 159.87 | 257.37 | 157.11 | 139.27 | 144.86 | 138.02 | 151.92 | 138.11 |

주 : 정산단가 산출식(원/kWh) = 거래금액 / 거래량

출처 : 전력통계정보시스템(2011. 11)

- '09년도 원자력발전량을 화석연료로 대체 발전할 경우 발생하는 온실가스량을 계산해보면 온실가스 저감이득은 7.6조원임

<표 2-12> 원자력발전의 온실가스 저감효과

| 구분 | CO ₂ 배출계수 (tCO ₂ e/MWh) | '09년 원자력 발전량 | 온실가스 저감량 | 온실가스 저감이득 |
|---------|---|----------------|------------|------------|
| 석탄(유연탄) | 0.9503 | 147,770,807MWh | 1억4,048만 톤 | 3조7,375억 원 |
| 석유(중유) | 0.7707 | | 1억1,389만 톤 | 2조3,110억 원 |
| 가스(LNG) | 0.4067 | | 5,966만 톤 | 1조5,877억 원 |

출처 : Nuclear Power note, 지식경제부, 한수원(2010)

- 1,000MWe 발전에 필요한 발전 면적을 비교해보면, 원자력 및 화석연료 발전부지는 1~4km²로 상대적으로 적은 부지가 소요됨²⁾
- 태양열 혹은 태양광 발전부지는 약 20~50km², 풍력은 50~150km², 바이오매스는 4000~6000km²의 부지가 소요됨
- 우라늄은 높은 에너지밀도를 가져 우라늄 1g이 석유 150만g, 석탄 300만g, 천연가스 140만g과 동일한 에너지를 생산할 수 있어 비축과 수송이 용이하다

2) 국제원자력안전학교 정보자료

다는 장점이 있으며, 장기간 연료를 장전하기 때문에 비축효과가 더욱 큼

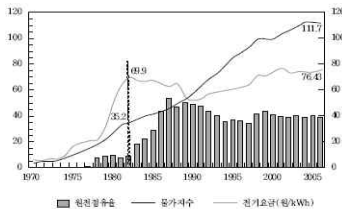
- 우리나라 우라늄 수입은 총에너지 수입액의 0.17%이나 1차 에너지의 약 13.5%를 공급

다. 에너지 공급의 중추적 역할

□ 원자력 발전은 국가 에너지 공급의 중추적 역할을 하고 있으며, 에너지 해외의존도 완화, 전기요금 안정화에 크게 기여하는 국민 경제를 구성하는 중요한 산업임³⁾

① 전기요금 안정화 효과

○ 아래의 그림과 같이 물가지수는 과거 30여 년 동안 지속적으로 증가한 반면, 1980년대 중반부터 1990년경까지 원전 점유율이 증가함에 따라 전기요금은 오히려 낮아지는 경향을 보이고 있음



[그림 2-2] 원자력발전 점유율과 물가지수 및 전기요금 추이

출처 : 지속가능발전을 위한 원자력의 역할: 원자력발전의 국민경제적 기여, 양용석, 에너지경제연구원(2008.12)

② 에너지 해외의존도 하락 효과

○ 원자력은 발전원가 중 외자 비중이 20% 정도로 타 발전원에 비해 월등히 낮으며 그에 따른 화석연료 수입대체 효과를 일으킴

<표 2-13> 원자력발전의 화석연료 수입대체 효과(2009년 발전량 기준)

| 구분 | 수입대체 | 연료 감축량 | 비고(연료소비율) |
|---------|--------------|--------------|-------------|
| 석탄(유연탄) | 6조 7,854억 원 | 5,497만 톤 | 0.372kg/kWh |
| 석유(중유) | 19조 2,726억 원 | 2억 1,562만 배럴 | 0.232L/kWh |
| 가스(LNG) | 13조 7,924억 원 | 2,010만 톤 | 0.136kg/kWh |

주 : '수입대체효과'는 원자력발전량을 화력발전으로 대신할 경우 소요되는 연료수입액을 뜻함
출처 : Nuclear Power note(2010)

③ 안정적 기저효과 발휘

○ 원자력은 전체 발전전력 중 31.3%를 차지하며 시간에 상관없이 안정적으로 전력을 공급하여 안정적 기저부하를 담당하는 에너지원임

<표 2-14> 에너지원별 발전전력량

| 구분 | 수력 | 무연탄 | 유연탄 | 석유 | 가스 | 원자력 | | 기타 | 발전량 |
|--------|-----|-----|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| | | | | | | 전력량 | 점유율 | | |
| 2010년도 | 6.5 | 4.4 | 193.5 | 12.9 | 96.7 | 148.6 | 31.3% | 12.1 | 474.7 |

주 : 기타 - 집단에너지, 풍력, 태양광, 태양광 등
출처 : 2011 원자력발전백서

3) 전력통계정보시스템, 제5차 전력수급기본계획

1.4. 안전이 최우선인 산업

가. 원자력 규제정책

□ 사업자를 규제하고 있지만 전 국민을 대상으로 안전 확보라는 편익을 발생시키려는 측면에서 일반적인 규제정책과는 다소 차이가 있음⁴⁾

○ 현재 원자력 규제정책은 원자력안전위원회와 원자력안전전문위원회가 중심이 되어 법률상의 규제 권한을 가지고 규제 행정을 시행하며, 일반적으로 한국원자력안전기술원이 원자력 시설을 건설 운영하려는 사업자의 기술적 안전성 심사를 하고, 원자력안전위원회가 인허가 여부를 결정함

나. 안전성 및 신뢰성 향상에 중점을 두는 연구 개발

□ 원자력산업은 연구 개발에 의한 생산성 향상과 더불어 기반 기술 개발에 의한 원전 안전성 및 신뢰성 향상에 중점을 두는 고도의 기술 집약적 산업

○ 다양한 분야의 기술이 혼재하고 있으므로 연구 개발의 성과가 매출액과 1차적 상관관계를 이루기 어려운 특성을 가짐

- 연구 개발의 성과가 매출액과 1차적 관계가 명백하기 위해서는 기업의 생산품이 단순하여 연구 개발이 생산품과 직접적 연계 관계가 뚜렷해야 함

다. 일본 후쿠시마 원전사고 이후 다양한 변화

□ 동일본 대지진(2011.03)으로 인한 후쿠시마 제1원자력발전소의 방사성물질 유출사고를 계기로 전 세계적으로 원자력 발전의 안전성에 대한 우려가 확산되면서 가장 중요한 요인으로 부상

○ 원전 운영국가 중에서는 독일, 스위스 등이 원전 폐지를, 원전도입 추진 국가들 중에서는 태국, 필리핀, 베네수엘라 등이 부정적인 견해를,

4) 한편으로 풀어보는 원자력 안전 규제, 한국원자력안전기술원(2011.12)

그밖에 나머지 대부분의 국가들은 당초 원전프로그램을 그대로 유지

<표 2-15> 후쿠시마 원전사고 이후 주요 국가들의 반응

| 구분 | 국가 | 관련 내용 | 성향 |
|------------|-------------------------------|---|----|
| 원전 운영 국가 | 미국 | 원자력 발전 정책 유지, 원전 안전점검 시행 | ○ |
| | 프랑스 | 해외 원전기술 수출 규제 강화, 프랑스전기공사(EDF) 원전 건설계획 고수 | ○ |
| | 영국 | 기존 원자력정책 고수 | ○ |
| | 러시아 | 원전계획 예정대로 추진 | ○ |
| | 중국 | 원전 승인 보류 및 안전점검 실시, 원전 건설계획을 유지할 것으로 전망 | ○ |
| | 독일 | 노후 원전 7기 3개월간 중단, 전력회사 RWE 소송 제기 | × |
| | 스위스 | 원전정책 변화 움직임 | × |
| | 카자흐스탄 | 기존 원전건설 계획 추진 | ○ |
| | 브라질 | 원전 건설계획 지속 추진 | ○ |
| | 남아공 | 원자력 및 신재생에너지 확대 등 발전원 다변화 추진 | ○ |
| 원전 도입추진 국가 | 멕시코 | 일본 시테로 원자력발전소 건설 재검토 | △ |
| | 일본 | '에너지 기본계획' 재검토 | △ |
| | 인도 | 신규원전 건설을 포함한 원전정책 재검토 | △ |
| | UAE | 원전 신규건설 계획대로 시행 | ○ |
| | 이탈리아 | 원전 신규건설 계획 1년간 일시적 중지 | △ |
| | 폴란드 | 신규 원전건설 예정대로 추진 | ○ |
| | 터키 | 원전 프로그램 예정대로 추진 | ○ |
| | 케냐 | IAEA, 케냐 원자력프로젝트 승인 | ○ |
| | 베트남 | 원전건설계획 국회 승인(예정대로 추진) | ○ |
| | 태국 | 원전계획 재검토 | × |
| 필리핀 | 원전계획 재검토 | × | |
| 베네수엘라 | 원자력개발 프로그램 중단 | × | |
| 칠레 | 원전 도입을 위한 프랑스와의 협력협정 등 준비 구체화 | ○ | |
| 오르단 | 7월말까지 연기 | △ | |
| 말레이시아 | 원전건설 예정대로 추진 | ○ | |

출처 : 후쿠시마 원전사고 이후 원자력 발전을 둘러싼 주요 쟁점 및 향후 정책 방향, 과학기술정책연구원(2011.12)

라. 국민 인식 악화

□ 우리나라 원자력발전소 안전에 대해 조사한 과학기술정책연구원의 보고서에 따르면, 일반국민과 전문가 층의 견해가 엇갈리는 경향이 있으며, 원자력발전은 국민 공감대 형성이 반드시 필요함

○ 정부의 원자력 발전 비중 증가계획에 대한 견해

- 일반국민은 46.6%, 전문가 층은 70.6%가 '동의한다'라고 응답하였으며,

반대한다는 의견에는 일반국민이 35.2%, 전문가가 24.4%로 일반국민이 전문가보다 약 11% 정도 응답 비율이 더 높게 나타남

- 합리적인 원자력 발전 비중에 대한 견해
 - 일반국민(57.7%)과 전문가(72.6%)가 '2024년 48.5%, 정부의 계획이 대체로 합리적이다.'라는 항목에 가장 많이 응답하였으며, 다음으로 '2024년 40%로 조금 낮춰야 한다.'는 응답이 일반국민(36.5%)과 전문가(23.9%)에서 두 번째로 많음
- 정부의 원전 안전진단 결과에 대한 신뢰성 평가
 - 일반국민은 '신뢰한다'(34.9%)라고 응답하였는데, '불신한다'(31.0%)라고 응답한 비율도 비슷하게 나타났으며, 전문가 집단은 '신뢰한다'(61.3%)라고 가장 많이 응답함

2. 원자력산업 R&D 변천과정

2.1. 세계 원자력발전 현황

가. 수요 시장 현황 및 전망

- 화석연료 가격 상승과 에너지 안보 및 온실가스 배출에 대한 우려와 더불어 신규 원자력발전이 꾸준히 증가할 전망이다
- 세계 에너지소비비는 IEA의 WEO 2010 기준 시나리오 전망에 따르면 2008~2035년까지 연평균증가율 1.2% 증가할 것으로 전망되며, 원자력의 경우 연평균 2.2% 증가할 것으로 예상됨
- 국제 유가와 천연가스 가격 상승이 에너지수요를 다소 둔화시키는 요인으로 작용하겠으나, 개발도상국 특히 중국, 인도 등 아시아 개도국의 고성장이 예상되어 수요 증가율은 높은 수준을 유지할 전망이다
- 자원민족주의 경향과 자원 확보 경쟁이 심화되고 온실가스 감축 의무제 강화에 따라 1차 에너지 중에서도 원자력, 신재생에너지 등의 비중이 증가할 것이라 전망됨

<표 2-16> 세계 에너지 소비 및 수요전망(IEA)

(단위 : 백만ton)

| 구분 | 에너지소비 | | 수요전망 | | 비중(%) | | 증가율 ('08-35) |
|---------------|-------|--------|--------|--------|-------|-----|--------------|
| | '90 | '08 | '15 | '35 | '08 | '35 | |
| 1차 에너지 | 8,779 | 12,274 | 13,776 | 16,748 | 100 | 100 | 1.2 |
| 석탄 | 2,233 | 3,315 | 3,892 | 3,934 | 27 | 23 | 0.6 |
| 석유 | 3,222 | 4,059 | 4,252 | 4,662 | 33 | 28 | 0.5 |
| 천연가스 | 1,674 | 2,596 | 2,919 | 3,748 | 21 | 22 | 1.4 |
| 원자력 | 526 | 712 | 818 | 1,273 | 6 | 8 | 2.2 |
| 수력 | 184 | 276 | 331 | 476 | 2 | 3 | 2.0 |
| 바이오매스 패키지 | 904 | 1,225 | 1,385 | 1,957 | 10 | 12 | 1.7 |
| 기타 신재생 | 36 | 89 | 178 | 699 | 1 | 4 | 7.9 |
| 최종에너지 | 6,289 | 8,423 | 9,525 | 11,550 | 100 | 100 | 1.2 |
| 산업부문 | 1,808 | 2,351 | 2,882 | 3,409 | 28 | 30 | 1.0 |
| 수송부문 | 1,576 | 2,299 | 2,514 | 3,244 | 27 | 28 | 1.3 |
| 가정 서비스 농업 | 2,247 | 2,850 | 3,082 | 2,739 | 34 | 32 | 1.0 |
| 비에너지 이용 | 657 | 923 | 1,046 | 1,167 | 11 | 10 | 0.9 |

출처 : 2011 에너지 기후 변화 편람, 에너지관리공단

- 원전 건설의 확대 및 신규 도입이 전 세계적으로 추진되고 있음
- IAEA 자료에 따르면 42개국에서 모두 219기의 원전을 건설하고 있거나 계획하고 있으며, 그 규모는 건설 중인 원전이 62,877MWe, 계획 중인 원전이 171,445MWe로 총 234GWe 규모에 이룸

<표 2-17> 2011 세계 원전 현황

| 유형 | 총 433기, 29개국 |
|-------------|--|
| 설비용량 | 366,590GWe |
| 주요국 | 미국(104기), 프랑스(58기), 일본(50기), 러시아(32기), 대한민국(21기), 인도(20기), 영국(19기), 캐나다(18기), 독일(17기), 우크라이나(16기), 중국(14기) |
| 건설 중 원자력발전소 | 67기, 15개국 |
| 설비용량 | 63GWe |
| 주요국 | 중국(27기), 러시아(11기), 인도(6기), 대한민국(5기) |
| 계획 중 원자력발전소 | 154기, 27개국 |
| 설비용량 | 171GWe |
| 주요국 | 중국(92기), 인도(18기), 러시아(14기), 일본(10기), 미국(6기), 대한민국(6기) |

출처 : 세계 원전 현황, 한국원자력산업회 홈페이지(2012. 1. 11)

- 신규 원전 중 대부분이 경수로형인 것으로 나타났으나 향후 다양화 될 전망이다
- 신규 원전건설 대상 노형에 대하여 세계원자력협회(WNA)에서 조사한 바에 따르면 2013년까지 신규로 운전에 들어갈 예정인 원전 중 대부분이 경수로형인 것으로 나타나고 있음
- 하지만 향후 핵연료 정책 변화나 해수담수화와 전력 생산을 동시에 하는 중소형 원자로, 극한지역 등의 동력원과 선박동력원 등으로의 수요가 확대될 것으로 예상됨에 따라 2030년 이후의 원전 노형은 개량형 경수로, 고속로, 고온가스로, 중소형로 등으로 다양화 될 것으로 전망됨

나. 주요국 정책 현황

- 후쿠시마 사고 이후 원자력에 대한 안전성이 더욱 강화됨
- EU는 14개 원전 보유국의 143기 원전에 대한 자체 안전 점검 실시 ('11.6~12.6)

5) 제4차 원자력진흥종합계획(안), 교육과학기술부식경제부(2011. 11)

- 미국은 안전성 검토('11.4~7)를 통해 12개 권고사항을 도출, 세부 이행 계획을 수립 중
- 국제원자력기구(IAEA) 및 세계원전사업자협회(WANO) 등 국제기구는 전 세계 모든 원전에 대한 상호 점검(peer review) 방침 천명

- 단기 침체에도 불구하고, 중장기적으로 원자력 이용 확대는 지속될 전망이다

- 독일, 벨기에, 스위스는 원전 폐지를 천명한 반면, 한국, 미국, 프랑스 등 대부분의 국가는 기존 원전 정책 유지를 표명
- 태국, 요르단 등 신규 원전 도입국도 기존 계획을 유지
- IAEA는 후쿠시마 사고 이후 기존보다 소폭 감소한 원전 증가 전망치를 발표함
- '30년까지 전 세계에서 90~300여기의 원전 추가건설을 예측

다. 해외 기술 개발 동향

- 세계 원전시장은 원전기술을 보유한 Total Solution Provider가 주도하는 가운데 이들의 대형화 및 상호 제휴를 통해 지속적인 연구개발과 시장 지배력을 강화하려는 시도가 계속되고 있음

- 개량형 경수로(ALWR)의 기술 선도국인 미국, 프랑스 및 일본의 기술 수준은 기술개발, 설계 및 사업적용이 가능한 상태임
- 미국 웨스팅하우스사는 API1000 개발을 통해 '06년 표준설계인가를 받음
- GE-Hitachi사는 ESBWR(Economic Simplified BWR)을 개발하여 설계 인증을 인허가 신청하였음
- 일본 MHI사는 미국 웨스팅하우스사와 공동연구개발투자를 통하여 1,600MWe급의 APWR 개량화를 완료함

6) 그린에너지 전략 로드맵 2011, 한국에너지기술연구원

- 프랑스 EDF사는 현재 1,600MWe급의 EPR 상업화를 완료하였음
- 일본은 2030년 상용화를 목표로 차세대 PWR, BWR을 각각 개발 중이며, 이는 건설공기 30개월 이내, 수명 80년, 먼진 시스템이 적용된 원전이 될 것임
- 중국은 웨스팅하우스의 AP1000을 건설하면서 용량을 증가시킨 CAP1400 개발을 추진 중이며, 최근 2000MWe급 원전의 개발 계획도 발표한 바 있음
- 중소형원자로는 현재 원전선진국에서 초기 중소형원전 시장 장악을 위해 개발을 서두르고 있으며, 현재 약 50여종의 SMR을 개발 중임
- 최근 전기 생산 뿐 아니라 공정열 등 다목적 이용을 위한 소형 단순형 원전에 대한 관심이 다시 늘어나고 있으며, 개발 형태는 주로 경수로, 고온가스 냉각로, 액체소듐 냉각로, 액체납 냉각로 등임
- 미국은 경수로인 NuScale, mPower 원전, 납-비스무스원자로인 Hyperion, 소듐냉각로인 GE의 PRISM, 고온가스 냉각로 등 여러 종류의 중소형원자료를 개발 중이며, 2012년경 NRC에 설계인증 신청 및 2018년경 최초 호기 건설을 목표로 하고 있음
- 일본은 각 기업들이 다양한 형태의 소형 모듈형 원자료를 개발하고 있으며, 특히 도시바에서 개발하고 있는 소듐냉각로인 4-S 원자로는 30년의 장주기특성을 가지고 있음
- 프랑스의 Areva사는 잠수함원자로 기술을 활용하여 다용도원자로 NP-300 PWR을 개발하였음
- 벨기에의 납-비스무스 원자로 건설을 위한 프로젝트를 수행중임
- 러시아는 납냉각 원자로 기술을 활용하여 소형 SVBR 및 대형 BREST 고속로 개발 중임
- 4세대 원자로는 2000년부터 추진된 4세대 원자력시스템국제포럼(GIF)을 통해 국제 공동연구가 진행 중임
- 2005년 들어 참여국들이 Gen IV 국제 공동연구 개발 추진을 위한 기본협정을 체결 발표하여 전환점을 맞이하였음

- '78년 원전 도입 이래 사고 발생이 한 건도 없음
- 분야별 기술자립계획 추진을 통한 가격경쟁력을 확보함

<표 2-18> 국가별 건설단가 및 발전단가

| 국가 및 기종 | 프랑스 | 일본 | 미국 | 대한민국 |
|-------------|---------|-------|--------|---------|
| | CPR1000 | ABWR | AP1000 | APR1400 |
| 건설단가(\$/kW) | 2,900 | 2,900 | 3,582 | 2,300 |
| 발전단가(C/kWh) | 3.93 | 6.86 | 4.65 | 3.03 |

출처 : 지식경제부 보도자료(2009. 12)

- 최단기 건설 능력을 보유함
- 건설공기의 획기적 단축은 반복건설에 따른 경험 축적과 설계표준화 및 최신 시공기술을 적용하였기 때문
- 4D CAD를 활용한 공정최적화, 원자로냉각재배관자동용접 도입 및 병행 시공, 선진 사업관리 기법 적용

<표 2-19> 국가별 건설 소요기간

| 국가 및 기종 | 프랑스 | 러시아 | 미국 | 대한민국 | |
|---------|---------|----------|--------|---------|---------|
| | CPR1000 | VVER1000 | AP1000 | OPR1000 | APR1400 |
| 소요기간 | 60개월 | 83개월 | 57개월 | 52개월 | 58개월 |

출처 : 지식경제부 보도자료(2009. 12)

- 원전 전 단계에 걸친 공급 체계를 보유함
- 설계(한전기술), 기기제작(두산중공업), 건설(현대, 삼성 등), 핵연료(한전연료), 운영(한수원), 유지보수(한전KPS)
- 관련 10개 업체 약 80명이 참여하는 UAE 입찰전담반(War-Room) 구성 및 운영
- 그러나 일부 핵심기술을 해외에 의존하고 있으며, 수출 확대에 따라 전문 기술인력 및 기자재 공급능력이 부족한 문제점도 갖고 있음

- 기본협정의 체결과 함께 각 시스템별 국제공동연구 추진을 목적으로 약정 체결을 위한 시범 협상을 본격 추진하였고 또한 시스템을 구성하는 프로젝트별 약정 체결을 위한 협상도 함께 진행되었음
- 2005년에는 미국 NRC가 다자간 설계승인프로그램(MDAP)을 제안함

2.2. 원전 수출

가. UAE원전수출 사업개요

- UAE 아부다비 서쪽 약 270km Braka 지역의 원전사업 국제공개 경쟁 입찰을 통해 원전플랜트 건설 사업을 수주함⁸⁾
- 한국형 원전 4기 건설로 총 5,600MW
- 약 186억 달러 수주
- 원전 1,400MW 4기 건설(EPC), 핵연료 공급 3년, 운영지원
- 일괄 계약/국제 공개경쟁입찰
- 1호기('17.5.1), 2호기('18.5.1), 3호기('19.5.1), 4호기('20.5.1)

나. 한전 컨소시엄 선정 배경

- 선전 원전 공급사와의 경쟁이 치열했으나 높은 원전이용률 및 안전성, 가격경쟁력, 단기 건설 능력과 원전 전 단계에 걸친 공급체인 확보의 강점을 어필하여 수주에 성공함
- 원전이용률('08)이 93.3%로 월등히 높음
- 비계획발전손실율(Unplanned Capability Loss Factor)은 '05~'07년 평균 0.8%로 세계 평균 4.4%보다 월등히 낮고, 세계 어느 경쟁국보다도 낮은 수준

7) 2011 원자력백서

다. 향후 원전산업 수출 전략

- 한국형 원전의 강점을 살리고 약점을 보완, 원전산업을 수출산업형으로 전환하여 새로운 성장 동력으로 집중 육성하기 위한 전략을 수립함⁸⁾
- 원전도입국의 여건, 수출가능성 등을 고려한 국가별 맞춤형 수출전략을 추진함
- 터키 발주 원전건설이 가능한 국가에 대해서 정부 간 협력 등을 통한 원전플랜트 수출 지속 추진
- 계약요인이 있거나 기술이전 등을 요구하는 틈새시장의 경우 기자재 및 용역수출에 주력하여 중장기적으로 계약요인 해소 병행
- 기반이 취약한 국가에 대해 인력양성 등 인프라 구축 지원을 통해 한국형 원전 진출기반 조성
- 유지 보수 해체 시장 진출을 병행함
- 전 세계 운영 중인 440여기 중 358기(81%)가 20년 이상 된 원전으로 노후 원전 운영 정비 및 폐로 시장에 원자력 기업 진출 지원
- 2040년까지 270여기가 해체되어 약 900억불의 시장을 이룰 전망
- 원전기술 자립화 및 글로벌 경쟁력을 높임
- 미자립 3대 핵심기술개발 조기 완료 필요
 - 계측제어시스템(MMIS)은 2010년 6월에 개발 완료하여 신 울진 1,2호기에 적용키로 함
 - 원전설계핵심코드 및 원자로냉각재펌프는 2012년 말까지 기술개발 완료 계획이 있음
- 전략적 R&D 추진
 - 단기적으로 시장의 요구에 부응하는 방향으로 전략품목을 선정, 지역

8) 원자력발전 수출산업화 전략, 지식경제부(2010.11), 제4차원자력진흥종합계획(안), 교육과학기술부·지식경제부(2011. 11)

별, 국가별 차별화된 종합 Package 브랜드로 기존노형 플랜트 수출

- 중장기적으로 원자로형 개발과 연계된 고성능 핵연료, 선진 핵주기 기술 및 첨단 운영 기술 개발 병행 추진으로 안정성을 갖추어 국제시장 경쟁력을 높이며, 중소형 Modular 원전을 기존 상용원전과 병행하여 수출 노형 다변화, 4세대 원자로의 개발 및 전략적 육성 필요
- 원전 수출 등에 따른 원전 기술 인력의 적기 확보를 위한 전문 인력을 양성함
 - '원전 특성화대학' 지정 등을 통한 전문 인력 양성 및 퇴직인력 등을 활용한 필요 인력 적기 공급
- 원전연료의 안정적 확보를 위해 국내 원전 및 해외 수출에 소요되는 우라늄을 적극적으로 확보하고, 여유분량은 수출을 추진함
 - 해외 광산 탐사 및 지분 인수를 통한 자주 개발을 제고
 - 해외 농축공장 지분 참여 확대 및 해외 기업과의 전략적 제휴를 통한 해외 농축공장 신설 등
 - 한전연료의 성형가공 생산용량 증설 및 해외 합작 생산 공장 설립 추진
- 원전 핵심 기자재 수출 역량 확충을 위한 원자력 중소기업 지원 체계를 구축함
 - 수출 유망 고부가가치 핵심 기자재 발굴 및 R&D 지원 등을 통한 원전 기자재 전문 및 중견 기업 육성
 - 해외 M&A 및 제휴 등을 통한 국내 원자로설비업체의 대형화 및 신규 업체 진출로 경쟁체제 도입 유도
 - 한전, 두산중공업 등 수요기업과 원전 중소기업 간의 상생 협력 프로그램 강화를 통한 동반성장 도모
- 해외 사업에 대한 협력 및 공조체계를 강화함
 - 교과부, 기재부, 외통부 등 각 부처별 해외 원자력 협력 사업이 수출에 기여할 수 있도록 부처 간 협력 강화 및 연계방안 마련
 - 한전 내 원전 수출 전담조직 신설 및 원자력 공기업의 수출 지원조직 보강
- 원자력 기술 수출을 위한 전략적 토대 구축

- 수출 대상국과 잠재적 수요 국을 대상으로 안전 규제 마련 및 인력 양성 등 원자력 도입을 지원하여 사전 우호적 기반 조성
- 한국형 원전 기술의 국제표준 선진 추진 및 국제 표준화 활동 강화를 통한 우리나라 원전 수출 측면 지원

2.3. 국내 원전건설 변천사

가. 국내 원전건설 변천사 개요

- 초기 외국기술 의존기를 시작으로 기술 축적기, 기술 자립기를 거쳐 현재 기술 선진화기에 위치해 있음⁹⁾
- 국내 원전건설은 1967년 10월 수립된 장기원전개발계획에 따라 500MW급 원전 2기를 1976년까지 건설하기로 확정함으로써 우리나라 최초의 원전건설이 본격적으로 시작됨



[그림 2-3] 국내 원전건설 변천사

9) 2011 원자력발전백서

나. 외국기술 의존기('50~'70)

- 초창기 원전건설은 전적으로 외국의 기술에 의존할 수밖에 없었음
 - 외국주계약자가 발전소 착공부터 준공까지 모든 책임을 지고 사업관리, 설계, 자재, 구매 시공 및 시운전을 수행하는 일괄발주방식(Turn-Key)으로 건설
 - 이러한 형태의 사업추진방식은 당시 원전건설에 대한 국내기술과 경험, 산업기반이 취약하였기 때문임
 - 따라서 기술축적 측면에서의 큰 진전은 없었으나 사업관리, 시운전에 대한 경험을 축적하게 되었음
 - 우리가 참여하였던 분야는 부지조성공사, 일부 토건자재공급, 단순 노동 인력제공 등에 국한됨

다. 기술 축적기(80년대)

- 고리 1호기 등 3개 호기의 원전건설에서 자신감을 얻은 한전은 사업추진방식을 일괄발주방식에서 분할발주방식(Non-Turnkey)¹⁰⁾으로 변경하여 건설기술 자립에 박차를 가함
 - 국내업체의 참여폭을 확대하고 효율적인 사업관리, 품질보증, 국산화를 제고 등을 통하여 기술축적이 가능하도록 분야별로 외국 주계약자 아래 국내업체들이 하도급으로 참여함
 - 보조기기는 국산화 가능여부를 사전에 정부 및 산업체와 공동으로 평가하여 국내제작 가능 분, 외국기술 지원 하에 국산화 가능 분, 그리고 국산화 불가분으로 품목별로 구분하여 국산화가 불가능한 부분을 제외한 모든 기자재를 국내 제조업체에 발주시켰으며, 시공은 국내 전문건설업체가 수행함

10) 분할발주방식이란 원전이 사업관리를 주도하고 종합설계 용역, 원자로설비 공급, 터빈-발전기공급, 원전연료 공급, 시공 등을 분야별로 전문 업체에 분할하여 계약하는 형태

라. 기술 자립기(90년대)

- 우리나라는 중화학공업분야의 국내 산업기술수준 향상과 외국 업체의 하도급자로 참여하면서 습득한 기술능력을 바탕으로 명실상부한 원전건설 기술자립을 달성할 수 있게 됨
 - 기술 자립기에는 국내 업체를 분야별 주계약자로 하고 외국업체는 핵심 기술 분야를 지원하는 하도급자로 참여하게 함
 - 1987년 4월 설계 및 주기 공급 계약을 체결한 영광3·4호기는 순수 국내 기술진에 의해 건설된 한국 원전건설 기술의 집합체이며, 한국 표준형원전인 울진 3·4호기의 효시가 됨
 - 최초의 한국 표준형 원전인 울진 3호기가 1998년 8월, 울진 4호기가 1999년 12월에 각각 상업운전 개시

마. 기술 선진화기(2000년대)

- 신 고리 1·2호기와 신 월성 1·2호기는 개신형 한국 표준형 원전으로 30여년의 원전건설 및 운영경험 등을 토대로 한국 표준형 원전설계개선 1, 2단계 사업을 통해 국내 원전 중 최단기간에 건설될 예정임
 - 2010년 말 현재 건설 중인 신 고리 3·4호기와 신 울진 1·2호기는 신형 경수로 1400(APR1400)¹¹⁾임
 - 국내 기술로 개발한 신형경수로 1400은 국내 원전건설 및 운전경험을 토대로 세계 주요 신형원전에서 채택하고 있는 최신의 안전설비와 기준을 적용
 - 사고방지는 물론 만일의 경우 사고 발생 시에도 그 영향을 최소화할 수 있도록 중대사고 완화개념을 설계에 대폭 반영함

11) 1992년 6월 정부의 국가 선도 기술 개발사업(G-7) 과제로 선정되어 그 후 10여 년간 국내 산 학 연 공동으로 개발한 신형원전으로 2002년 5월 정부로부터 표준설계인가(Design Certification)를 획득

<표 2-20> 국내 원전 현황

| 기수 | 발전소명 | 용량(MW) | 착공일 | 건설허가일 | 운영허가일 (최초입계일) | 상업운전 개시일 | 설계수명 만료일 |
|----|-------------|--------|-----------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|
| 1 | 고리 1호기 | 587 | '70. 9.25 | '72. 5.31 | '72. 5.31 ('77. 6.19) | '78. 4.29 | '07. 6.18 |
| 2 | 월성 1호기 | 679 | '76.11.17 | '78. 2.15 | '78. 2.15 ('82.11.21) | '83. 4.22 | '12.11.20 |
| 3 | 고리 2호기 | 650 | '77. 3. 1 | '78.11.18 | '83. 8.10 ('83. 4. 9) | '83. 7.25 | '23. 4. 8 |
| 4 | 고리 3호기 | 950 | '78. 2.11 | '79.12.24 | '84. 9.29 | '85. 9.30 | '24. 9.28 |
| 5 | 고리 4호기 | 950 | '78. 2.11 | '79.12.24 | '85. 8. 7 | '86. 4.29 | '25. 8. 6 |
| 6 | 영광 1호기 | 950 | '80. 3. 5 | '81.12.17 | '85.12.23 | '86. 8.25 | '25.12.22 |
| 7 | 영광 2호기 | 950 | '80. 3. 5 | '81.12.17 | '86. 9.12 | '87. 6.10 | '26. 9.11 |
| 8 | 울진 1호기 | 950 | '81. 1.12 | '83. 1.25 | '87.12.23 | '88. 9.10 | '27.12.22 |
| 9 | 울진 2호기 | 950 | '81. 1.12 | '83. 1.25 | '88.12.29 | '89. 9.30 | '28.12.28 |
| 10 | 영광 3호기 | 1,000 | '89. 6. 1 | '89.12.21 | '94. 9. 9 | '95. 3.31 | '34. 9. 8 |
| 11 | 영광 4호기 | 1,000 | '89. 6. 1 | '89.12.21 | '95. 6. 2 | '96. 1. 1 | '35. 6. 1 |
| 12 | 월성 2호기 | 700 | '91.10. 9 | '92. 8.28 | '96.11. 2 | '97. 7. 1 | '26.11. 1 |
| 13 | 울진 3호기 | 1,000 | '92. 5.27 | '93. 7.16 | '97.11. 8 | '99. 8.11 | '37.11. 7 |
| 14 | 울진 3호기 | 1,000 | '92. 5.27 | '93. 7.16 | '98.10.29 | '99.12.31 | '38.10.28 |
| 15 | 월성 3호기 | 700 | '92. 9.18 | '94. 2.26 | '97.12.30 | '98. 7. 1 | '27.12.29 |
| 16 | 월성 4호기 | 700 | '92. 9.18 | '94. 2.26 | '99. 2. 8 | '99.10. 1 | '29. 2. 7 |
| 17 | 영광 5호기 | 1,000 | '96. 9.24 | '97. 6.14 | '01.10.24 | '02. 5.21 | '41.10.23 |
| 18 | 영광 6호기 | 1,000 | '96. 9.24 | '97. 6.14 | '02. 7.31 | '02.12.24 | '42. 7.30 |
| 19 | 울진 5호기 | 1,000 | '99. 1. 4 | '99. 5.17 | '03.10.20 | '04. 7.29 | '43.10.19 |
| 20 | 울진 6호기 | 1,000 | '99. 1. 4 | '99. 5.17 | '04.11.12 | '05. 4.22 | '44.11.11 |
| 21 | 신 고리 1호기 | 1,000 | '05. 1.17 | '05. 7. 1 | '10. 5.19 | '11. 2.28 | '50. 5.18 |
| 계 | | 17,716 | | | | | |

2.4. 국내 원자력 R&D 예산 현황

가. 정부 R&D 예산

□ 2007년부터 2011년까지의 정부연구개발예산은 연평균 11.1%로 증가하여 2011년에는 총 투자액이 148,902억 원에 달함

<표 2-21> 2007년~2011년 정부연구개발예산

(단위 : 억 원)

| 구분 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 연평균 증가율(%) |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| 예산 | 81,396 | 93,461 | 106,300 | 119,576 | 130,456 | 12.5 |
| 기금 | 16,233 | 17,323 | 17,138 | 17,437 | 18,446 | 3.2 |
| 총투자 | 97,629 | 110,784 | 123,437 | 137,014 | 148,902 | 11.1 |

출처 : 과학기술통계서비스

나. 지식경제부 및 교육과학기술부 원자력 R&D 예산

□ 정부연구개발예산은 크게 지식경제부와 교육과학기술부로 나누어 투자되며 그 투자처와 재원이 상이함

○ 지식경제부 원자력 R&D 예산의 재원은 전력산업기반기금으로 조성되어 있으며 액수가 꾸준히 증가해 2011년에는 총 1,101억 원이 투자됨

<표 2-22> 지식경제부 원자력발전 R&D 연도별 투자계획

(단위 : 억 원)

| 사업 구분 | 07년 | 08년 | 09년 | 10년 | 11년 |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|-------|
| 원자력융합원천기술 개발사업 | 450 | 641 | 903 | 622 | 941 |
| 원전기술혁신분야 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 계 | 610 | 801 | 1,063 | 782 | 1,101 |

출처 : 2011 원자력발전백서

○ 교육과학기술부 원자력 R&D 예산의 재원은 원자력연구개발기금(원자력분야)과 일반회계(방사선분야)로 조성되어 있으며 액수가 꾸준히 증가해 2011년에는 총 2,284억 원이 투자됨

<표 2-23> 교육과학기술부 원자력 재원별 투자실적

(단위 : 억 원)

| 예산 구분 | 07년 | 08년 | 09년 | 10년 | 11년 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 원자력연구개발기금 | 1,694 | 1,598 | 1,676 | 1,607 | 1,687 |
| 일반회계 | 369 | 400 | 442 | 462 | 597 |
| 계 | 2,063 | 1,998 | 2,118 | 2,069 | 2,284 |

출처 : 2011년도 원자력연구개발사업 시행계획, 교육과학기술부(2011. 01)

○ 2011년도 2,284억 원은 3가지 단위사업에 투자되며, 원자력연구개발기금은 원자력연구개발사업에, 일반회계는 나머지 방사선이용기술개발 및 국제화사업과 중입자가속기기술개발사업에 투자됨

<표 2-24> 교육과학기술부 원자력 단위사업별 투자실적

(단위 : 백만 원)

| 단위사업 명 | 세부사업 명 | 예산 |
|-----------------|-------------|---------|
| 방사선이용기술개발 및 국제화 | 방사선기술개발 | 42,292 |
| | 방사선연구기반확충 | 2,000 |
| | 원자력국제협력기반조성 | 5,403 |
| 원자력연구개발사업 | 원자력기술개발 | 142,000 |
| | 원자력연구기반확충 | 22,800 |
| | 원자력연구기획평가 | 3,899 |
| 중입자가속기기술개발 | 중입자가속기기술개발 | 10,000 |

출처 : 2011년도 국가연구개발 투자실적, 국가과학기술위원회

2.5. 국내 원자력 R&D 변천과정

가. 국내 원자력 R&D 변천과정 개요

□ 1950년대 원자력법 제정 이후 50년간 국가 주도의 지속적인 투자와 지원을 통해 원자력발전기술 도입, 기술 습득 및 국산화 추진, 기술자립, 기술고도성장을 거쳐 원전기술선진화를 추진하고 있음

<표 2-25> 국내 원자력 기술개발정책과 원전건설 변천과정

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| 원자력 발전기술 도입 (1950~70년대) | ○ 미국과 원자력협정 체결, 문교부 기술교육부 원자력과 신설, 원자력법 공포(1956) ○ 원자력원, 원자력연구소 설립(1959) ○ 국내 최초 연구용원자로(TRIGA Mark-II) 도입(1959) ○ 원자력발전대책위원회 구성(1962) ○ 국내 최초 상업용 원전 고리1호기 건설(1971) | 고리1,2호기 월성1호기 |
| ↓ | ○ 정부의 원자력 발전 기술개발 방침 확정 ○ 한국전력의 자회사 한국전력기술주식회사(KOPECO)가 설계기술 독자적 육성 추진 ○ 원전설계, 기자재, 핵연료 등 국산화 추진 ○ "체르노빌 원전사고"를 계기로 원자력 사용의 안전성 강화를 위한 "민간환경감시기구" 설치, 원자력법 개정(1982) | 고리3,4호기 영광1,2호기 울진1,2호기 |
| ↓ | ○ 저세대 원자로 기술개발사업을 국가 선도 기술개발사업(G-7)으로 확정(1992) ○ 계획예방정비 품질제고를 위한 7단계 확인제도 도입 ○ 원자력위원회, 원자력사업추진체 제조정방안 확정 및 원자력연구개발기금 신설(1996), 산업자원부, 원전기술고도화계획 확정(1999) ○ 한국표준원전(KSNP) 개발 ○ 다목적 연구로 한나로(HANARO) 자력설계 및 건설 | 영광3~6호기 울진3~6호기 월성2~4호기 신 고리1,2호기('10, '11) 신 월성1,2호기('12, '13) |
| ↓ | ○ 원자력연구개발 중장기계획(1992-2001), 제1차 원자력진흥종합계획 수립(1997-2001) ○ 제2차 원자력진흥종합계획 수립(2002-2006), 제3차 원자력진흥종합계획 수립(2007-2012) ○ 원전기술 혁신분야 산업자원부로 이관(2004) ○ 신형한국표준원전(OPR1000, APR1400)개발 ○ 중소형 일체형 원자로 "SMART" 개발 ○ 원자력 기술 수출 본격 추진 | 신 고리3,4('13, '14) 신 울진1,2('15, '16) 신 고리5,6('18, '19) 신 월성3,4('20, '21) |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| | ○ 미래형 원자력 시스템(제4세대) 개발 ※ 순환형 원자력시스템, 원자력이용 수소생산시스템 개발 ○ 방사선 기술을 이용한 고부가가치 산업 창출 | |
| ↓ | | |
| 원전기술선진화 (2007~) | ○ 제3차 원자력진흥종합계획 수립(2007-2012), 원전기술발전방안 수립(Nu-Tech 2012) ○ 한국수력원자력, 제3차 중·장기 기술발전계획 수립(2011-2020) ○ 안전규제 강화를 위해 원자력안전위원회 출범 ○ 상용원전 UAE 수출(APR1400)로 원전수출국 도약 ○ 중수형원자로 시장을 겨냥해 우리 고유 모델로 개발한 SMART의 표준설계 완료 | |

출처 : 원자력 입문자료, 교육과학기술부(2011),
한국원자력 50년사, 한국원자력50년사 편찬위원회(2010. 5)

나. 원자력 발전 기술 도입

- 1950년대 원자력 지원 정부조직 및 연구소 신설 등 제도적 기반을 구축하고, 1960년대부터 원자력발전에 본격적으로 관심을 갖기 시작하여 원자력발전 사업을 구체화함
- 대통령령 제1140호에 따라 문교부 산하에 원자력과 신설
 - 주요임무는 원자력의 연구개발 및 이용과 관리에 관한 기본사항을 규정한 원자력법 제정, 전담 행정기구의 조직과 직제 구성, 연구소의 직제와 도입될 연구용 원자로의 노형 선정 및 건설 등
- 법률 제 483호 원자력법 공포
 - 대통령령 제 1394호 원자력원 직제 공포
 - 원자력원, 원자력연구소 설립
- 1962년 원자력발전대책위원회 구성
 - '경제개발 5개년계획'이 성과를 거두면서 전력 소비가 기하급수적으로 늘어남에 따라 원자력발전 사업 구체화

라. 기술자립 달성

- 1990년대에 진입하면서 원전기술자립을 달성하였고 원전운영의 새로운 전환기를 맞아 질적으로 양적으로 성장함에 따라 추진체계 개편 등 체계성 구축
- 1992년 정부 종합과학심의회에서 차세대 원자로 기술개발사업을 국가선도 기술개발사업(G-7)으로 확정
- 계획예방정비 품질제고를 위한 7단계 확인제도 도입
 - 불시정지 근절을 최우선 과제로 삼고 '한주기 무고장운동' 전개하여 정비와 운전기술의 향상, 원전연료의 장기기 체재, 예방정비와 설비개선을 위한 과감한 투자, 정비장비의 도입과 개발 등 추진
 - 원자력위원회, '원자력사업 추진체 재조정방안' 확정 및 '원자력연구개발 기금' 신설
 - 한국원자력연구소에서 수행하던 원자로계통설계는 한국전력기술(주)에, 핵연료설계는 한전원자력연료(주)에 각각 이관하여 원전설계시장 개방에 능동적으로 대비

마. 기술 고도성장

- 원전운영, 정비, 진단 등 일부 개별 기술의 고도화를 성공적으로 달성함에 따라 본격 연구개발 중장기 개발계획 기획 및 추진
- '원자력 연구개발 중장기 개발계획(1992~2001) 추진 및 원전기술고도화사업수립(1999)
 - 1992년부터 1996년까지 정부 주도(교육과학기술부) 및 산업체 주도(한국전력) 과제로 나누어 연구개발 추진
 - 1997년 본 개발계획을 '특정연구개발사업'에서 분리 추진하여, 정부 주도 연구계획을 개편한 '21세기를 향한 연구개발 중장기계획'(2997~2006) 및 산업체 주도 연구계획을 개편한 '원전기술고도화사

다. 기술 습득 및 국산화 추진

- 원자력개발이 가속화되면서 신규원전 건설이 증가하게 되었고, 정부의 원자력 발전 기술개발 방침이 확정되면서 원전설계의 국산화 노력에 주력함
- 1983년 원자력 발전 기술개발 방침 확정
 - 원전설계 및 기자재 국산화를 95% 달성 목표와 표준형 원전건설을 원자력 장기추진방향으로 설정
 - 한국전력이 전체 사업을 주도하고 국내 업체가 주계약자로, 외국 업체가 일부 핵심 분야에 하도급 업체로 참여하는 국내 주도형 사업방식 채택
 - 한국전력의 자회사 한국전력기술주식회사(KOPEC)가 설계기술 독자적 육성 추진, 기술자립 최종단계 진입
 - 설계기술의 육성은 그 기술의 수의자가 책임지고 추진한다는 원칙하에 한국전력의 독자적 출자 결정
 - 기존 경영체제를 일신하기 위해 매트릭스제도 및 분부제의 도입, 타임카드제의 강화, 목표관리제 등 여러 가지 혁신적인 조치 단행
 - 원전설계, 기자재, 핵연료 등 국산화 추진
 - 다목적 연구로 설계 건설 타당성 조사연구 시행을 위해 1985년 정부 예산안에 반영되어 노형선정과 기본계획을 AECL과 공동연구를 통해 결정
 - 1984년 표준 원자력발전소 설계사업 추진을 위한 정책협의회의 결정에 따라 원자로를, 제4차 전력그룹협력회의에서는 원자로를 포함한 핵중기 공급계통과 핵연료의 설계를, 제214차 원자력위원회에서는 동력로 계통 설계 및 핵연료 설계를 한국원자력연구소가 전담하도록 의결
 - 1981년 정부출연금으로 착수한 중수로 핵연료 국산화 사업은 1982년 과학기술처에 특정연구제도가 신설되면서 국가주도형 특정연구과제로 선정되어 기술 개발 본격화

업계획'(1999~2006) 수립

- 2004년 원전기술 혁신분야 산업자립부으로 이관
 - R&D 수행체계 개편에 따라 업무 이전

바. 원전기술선진화

- 2007년 이후에는 핵심기술 원천 소유권 확보 등 원전기술의 해외 진출을 겨냥한 기반기술 구축과 핵심기술 국산화 기술 확보를 위한 기술개발 추진
- 제3차 원자력진흥종합계획(2007~2011)
 - 핵심기술의 원천 소유권 확보 등 원전기술의 해외진출을 겨냥한 기반기술 구축과 선진 4위권 수준의 원전기술 확보를 위하여 기존 연구개발 체계를 정립할 필요성이 제기되어 심의 및 의결
- 원전기술발전방안(Nu-Tech 2012)
 - 2006년 12월 원전기술고도화사업 종료에 따라 원자력 산업 진흥부문의 중장기 계획인 원전기술발전방안(Nu-Tech 2015)을 수립하여 추진 중에 있었으나 원전 수출의 적기 실현을 위하여 선택과 집중을 통한 2012년 사업목표 달성을 위해 현재는 원전수출 산업화를 위한 원전기술발전방안(Nu-Tech 2012)을 기획하여 추진 중
- 한국수력원자력, 제3차 중·장기 기술발전계획 수립(2011~2020)
 - APR+ 및 건설 최적화 기술개발 등 10대 전략기술을 선정하여 중점 추진하고, 성과 중심의 선진 연구개발 체계 구축, 미국 전력연구소(EPR)와의 국제공동연구를 통한 선진기술력 조기 달성 및 연구개발 투자를 점진적으로 확대

3. 지식경제부 R&D 프로세스 분석(4단계 게이트키퍼제)

3.1. 4단계 게이트키퍼제 개요

□ 과제 발굴 및 기획부터 성과활용평가지까지 게이트키퍼제를 도입하여 부실과제를 철저히 가려내며, 과제종료 후 개발한 에너지기술이 현장에 적용됨으로써 나타난 에너지 절감량, 온실가스 저감량, 에너지생산량, 일자리창출, 매출액 등 그 파급효과를 추적 조사·분석하는 성과활용조사·분석도 함께 추진함¹²⁾



[그림 2-4] 4단계 게이트키퍼제

3.2. GATE 1. 지원과제 발굴 및 기획

- 지원과제 발굴을 위해 상시적으로 기술수요조사를 실시하고, 과제제안요구서는 기술스펙을 완화하여 경쟁을 강화함
- 전달기관 홈페이지를 통해 상시적으로 기술수요조사를 실시함
- 기획대상 후보과제 도출을 위해 정부정책 및 지원현황, 기술로드맵, 기술수요조사 등을 토대로 차기년도 기획대상과제를 도출하며, 과제 Bank 후보를 구성함

12) 에너지기술개발사업 4단계 게이트키퍼제 운영매뉴얼, KETEP(2011. 1)

- 기획대상 연구주제를 인터넷 등을 통해 공지하여 해당 연구주제별로 관심이 있는 전문가를 모집할 수 있음
- 참여전문가는 평가를 통해 최종 선정하며, 수요기업* 및 유틸리티기업**에 소속된 전문가가 참여를 희망할 경우 참여시킴
- * 수요기업 : 기술개발결과를 적용하여 완성 제품을 제조, 생산하는 기업
- ** 유틸리티기업 : 개발제품을 최종적으로 사용하는 기업(예 : 한전, 가스공사 등)
- 과제제안요구서(RFP)는 경쟁강화를 위해 기술스펙을 완화하여 제시함
- 기술항목별 목표는 세계 수준과 국내 최고수준을 감안하여 신청자가 자율적으로 제시하도록 하고, 개발기간도 신청자가 자율적으로 제시하도록 함

3.3. GATE 2. 단계평가

- 마일스톤 점검제를 도입하여 중간평가 시점을 유연하게 조정함으로써 R&D결과가 나타날 시점에 평가를 실시함
- 주관기관의 장에게 마일스톤 목표 및 점검계획표를 제출하게 할 수 있으며, 제출된 보고서 내용의 확인을 위해 면담조사 또는 현장실태조사를 실시 할 수 있음
- 기술성평가 뿐만 아니라 사업성평가를 별도로 실시함으로써 기존 평가방식을 개선함
- 기술성평가 및 사업성평가 결과가 모두 '계속'일 경우 차기단계 수행과제로 선정하고, 이때 기술성평가 결과가 '중단'일 경우에는 사업성평가위원회 개최 없이 확정할 수 있음
- 단, 장관이 사업별 특성에 따라 사업성평가가 필요하다고 판단되는 경우, 기술성평가가 중단이라 할지라도 사업성평가를 실시할 수 있으며, 동 평가를 거쳐 '계속'으로 판정된 경우 사업자를 변경하여 수행과제를 계속할 수 있음

<표 2-26> 평가판정 유형

| Case | 기술성 평가 | 사업성 평가 | 최종판정 | 제재조치 | 비고 |
|------|--------------------|--------|--------|------|---------------------|
| 1 | 계속 | 계속 | 계속 | - | |
| 2 | 중단(성실) | 계속 | 사업자 변경 | - | 성실수행여부 |
| 3 | 중단(불성실) | 계속 | 또는 중단 | ○ | 정밀조사 |
| 4 | 계속 | 중단 | 중단 | - | |
| 5 | 조기완료 (혁신성과, 보통) | | | | 최종평가절차에 따라 사업화평가 실시 |

<표 2-27> 단계과제 기술성 평가지표

| 평가항목 | 세부 항목 | 평가지표 |
|----------------|--------------------------|---|
| 해당단계 목표 달성(70) | 목표기술 달성도 | - 계획대비 목표의 달성정도? - 핵심기술의 기술적 수준 정도는? - 핵심적인 개발 내용이 포함되어 있는가? |
| | 수행과정의 적절성 | - 수행과정 및 추진 방법이 적절하냐? |
| | 핵심 연구 인력의 관리 및 연구소 성장 수준 | - 핵심 연구 인력의 관리가 적절하며 연구소의 기술 수준이 향상되었는가? |
| 차기단계 기술성(30) | 계획의 명확성 | - 기술 목표가 분명하고 목표 달성 정도를 명확히 측정 가능한가? - 사업계획의 추진체계 적절성 및 기간 내 개발 목표의 달성 가능성은? |
| | 주관 책임자 및 연구팀의 전문 능력 | - 주관 책임자의 사업 계획 및 보고 능력과 연구팀의 변경 여부 및 전문적 능력은 적합한가? |
| | 신청 연구비 및 기간의 적절성 | - 과제를 수행하는데 신청 연구비 및 기간이 적절하냐? |

<표 2-28> 단계과제 사업성 평가지표

| 평가항목 | 세부 항목 | 평가지표 |
|------------|-------|---|
| 응용 확장성(20) | 지립성 | - 기술의 권리 확보 및 모방용이성 - 기술개발의 완성도, 기존 대비 차별성 |
| | 확장성 | - 기술의 수명주기의 위치 - 기술의 응용 및 확장가능성 |
| 시장성(30) | 시장 특성 | - 시장규모 - 시장의 성장성 |
| | 시장 환경 | - 관련 산업 시장 경쟁구도 - 법, 규제 등 제약/장려요인 |
| | 산업 환경 | - 산업시장 진입성 - 해당산업의 경제성 파급효과 |
| 사업성(50) | 사업화역량 | - 대표이사, 수행책임자의 역량 - 주관기관 사업화 역량 |
| | 생산기반 | - 수익성, 매출의 성장 가능성 - 생산기반 확보 및 생산성 |
| | 마케팅전략 | - 마케팅계획의 적절성 - 판로의 다양성 및 구축정도 |

3.4. GATE 3. 최종평가

- 주관기관으로부터 제출 받은 최종보고서에 대하여 현장실태조사 또는 평가위원회 평가 등을 거쳐 혁신성과, 보통, 성실수행, 불성실수행으로 판정함¹³⁾

- 혁신과제에 대해 인센티브를 제공하고, 성실수행 및 불성실수행 과제에 대해 성실수행 여부를 정밀 조사함

- 혁신성과 : 기술 및 사업화 성과가 탁월한 과제
- 보통 : 기술 또는 사업화 성과 중 한쪽이 우수한 과제
- 성실수행 : 연구는 성실히 수행하였으나 기술부족, 사업화 미흡 등으로 목표를 미달성한 과제

<표 2-29> 최종평가 판정유형

| Case | 평가결과 | 비고 |
|------|-------|-------------|
| 1 | 혁신성과 | 인센티브 제공 |
| 2 | 보통 | |
| 3 | 성실수행 | 성실수행여부 정밀조사 |
| 4 | 불성실수행 | |

- 사업별 특성을 반영하여 평가등급 및 평가절차를 달리 정할 수 있으며, 필요시 성과제고를 위해 기술성평가와 사업성평가를 분리하여 별도로 실시할 수 있음
- 기술성평가는 사업종료 시점에 실시함
- 사업화 및 지식재산권 실적평가는 과제종료 1년 이내를 원칙으로 하며 최대 2년까지 연장 가능하고, 사업별 특성에 따라 필요한 경우 사업화 평가를 제외할 수 있음

13) 지식경제 기술혁신사업 공동운영요령

<표 2-30> 최종과제 기술성 평가지표

| 평가항목 | 세부 항목 | 평가지표 |
|----------------|--------------------|---|
| 목표 달성도(30점) | 최종 목표 달성 정도 | - 당초 개발 목표 달성정도? - 개발기술에 대한 평가지표가 적절한가? |
| | 기술개발 결과의 성능 평가 적정성 | - 기술개발 결과에 대한 성능 평가 결과(시험 성적서, 공인기관 인증서 등)가 양호한가? |
| | 기술개발 추진 과정의 적정성 | - 기술개발 목표 달성을 위한 수행 방법이 적정한가? |
| 기술성(30점) | 기술개발 결과의 실용성 | - 상용으로의 적용 가능성? |
| | 기술적 성능 수준 | - 국내외 기존 기술 대비 차별성 정도? |
| 경제성 및 사업성(40점) | 기술적 파급 효과 | - 타 기술로의 기술적 파급 효과 정도? |
| | 사업화 추진 전략의 적정성 | - 판로 개척 가능성 및 투자 계획의 적정성 정도? |
| | 시장 진입 및 점유 가능성 | - 시장 진출 시 경제적, 제도적인 면에서 용이하고 점유 가능한가? |
| | 수익성 | - 투자 대비 회수 가능 정도? |
| | 경제적 파급효과 | - 수출 증대 효과, 수입 대체 효과, 고용 창출 효과는? |

<표 2-31> 최종과제 사업성 평가지표

| 평가항목 | 세부 항목 | 평가지표 |
|-----------|----------------|---|
| 사업화(70점) | 추가투자(10) | - 사업화를 위한 추가투자가 적정히 이루어졌나? |
| | 제품/공정 시장출시(20) | - 제품/공정이 시장 출시 여부? - 제품/공정의 시장 지배도? |
| | 매출실적(30) | - 투입대비 매출성과 규모? - 수입대체 및 수출 효과? - 관련 매출의 증가 추이? |
| | 인력고용(10) | - 사업화에 따른 추가인력고용효과? |
| 지식창출(20점) | 특허출원 및 등록(15) | - 수행과제와의 관련성? - 투입대비 특허성과의 적정성? - 특허확보에 따른 기술선점 효과? |
| | 논문실적(5) | - 수행과제와의 관련성? - 투입대비 논문 성과의 적정성? - 내용의 우수성? |
| 활용진입(10점) | 사업화 잠재력(5) | - 향후 시장 진입 및 확대 가능성 정도 및 고용 창출 효과는? - 시장 규모, 수익성 투자 대비 효과? |
| | 추가응용 가능성(5) | - 관련 분야에 추가 사업화 가능성? - 응용기술로서 타 분야 파급효과? |

3.5. GATE 4. 성과활용 평가

- 성과활용조사·분석 및 평가로부터 도출된 시사점을 정책입안, 과제기획, 평가관리 등에 환류함
- 성과활용조사를 바탕으로 사업의 목표달성 정도, 에너지 절감량, 온실가스 저감량, 에너지생산량, 에너지절감효과, 경제적 성과(비용편익분석 등), 사업 추진체계 등 사업의 성과분석을 매년 실시함
- 최근 5년 동안 종료된 과제의 일부 또는 전부에 대해 주관기관을 대상으로 연구결과 활용 현황 및 파급효과 등에 대한 성과활용조사·분석 및 평가를 실시할 수 있음
- 성과활용 조사결과를 토대로 기술개발을 통한 예산투입 효과(에너지 절감량, 온실가스 감축량, 경제적 파급효과)를 통계로 작성하여야 하며 우수성과는 홍보를 실시할 수 있음

4. 국내의 타 기관 R&D 프로세스 분석

4.1. 교육과학기술부 R&D 프로세스

가. 과제기획

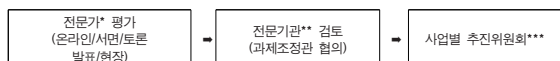
산업계, 학계, 출연연구소 관계자 및 개인이 기술수요를 제안하고 추진위원회*에서 후보과제를 기획 후 사전기획 단계, 계획 수립단계, 계획 확정단계를 거쳐 과제 발발¹⁴⁾

* 추진위원회 역할 : 연구개발 사업별 또는 개별연구과제별로 연구기획·과제선정·관리·평가 등에 관한 주요사항을 심의·조정하기 위한 협의체

* 추진위원회 구성 : 관계 중앙행정기관의 소속 공무원과 산업계·학계·연구계의 해당분야 전문가 등 20인 이내 위원(위원장 1인 포함)으로 구성하며 간사 중 1인은 연구개발과제별 과제조정관이 겸임

나. 평가·관리¹⁵⁾

선정평가는 전문가 평가 후 전문가 검토 및 사업별 추진위원회 평가 등 3단계에 걸쳐 선정 평가를 진행함



* 전문가 구성 : 연구비/연구기간/참여연구원 규모를 고려하여 전문가 수(3인~7인) 및 평가 방법(온라인·서면·토론·발표·현장심사)을 탄력적으로 적용

* 전문가 역할 : 연구계획서 검토 및 과제별 점수 부여, 평가의견서 기술

** 전문기관 구성 : 사업 추진 부서의 협의체(한국연구재단의 경우 PM(본부장/단장) 협의체)

** 전문기관 역할 : 연구비 조정, 가감점 부여, 종합 평가결과서 교과부 보고, 필요 시 과제조정관(해당분야 업무 담당 과·팀장)과 협의

14) 2011년도 제1차 원자력연구개발 사업안내서, 교육과학기술부(2011. 1)
15) 교육과학기술부 소관 연구개발 사업 평가매뉴얼(2011. 5)

*** 추진위원회 구성 : 주요 연구개발 사업별로 위원장 1인을 포함한 20인 이내 위원, 관계 중앙행정기관 소속 공무원 및 산·학·연 전문가

*** 추진위원회 역할 : 종합평가서를 바탕으로 평가결과 및 지원연구과제 최종 확정

과제 규모별 특성을 감안하여 사업목적 및 특성에 따라 연구개발 계획서를 간소화하여 제출 또는 예비계획서를 제출받아 평가 후 통과 과제에 대해서 본 계획서를 제출토록 할 수 있음

- 단위연구는 전문가 평가 시, 온라인/서면 중 하나의 방법을 택해 평가

- 소규모연구 이상의 경우에는 온라인/서면평가 외에 토론/발표/현장평가 병행

- 과제의 특성, 규모 및 연구기간에 따라 평가절차 선택적 적용 가능

<표 2-32> 과제규모별 선정평가 유형

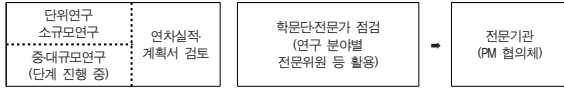
| 유형 규모 | 온라인/서면 | 토론 | 발표 | 현장 |
|----------|--------|-------|-------|-------|
| 단위연구 | 3인 내외 | | | |
| 소규모연구 | 3인 내외 | 7인 내외 | | |
| 중규모연구 | 7인 내외 | | 7인 내외 | |
| 대규모연구 | 7인 내외 | | 7인 내외 | 3인 내외 |

중앙행정기관의 장 또는 전문기관의 장은 협약을 맺기 전에 연구개발 과제에 대한 중복을 검토하기 위하여 NTIS를 통하여 연구개발과제의 중복성 검토를 실시

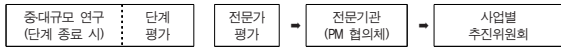
- NTIS에서 1차적으로 중복이 의심되는 과제는 연구개발과제 선정평가 시 그 중복성 여부를 판단

- 응용·개발단계 사업에 대해서는 사업특성을 고려하여 국내외 특허·기술동향 조사 실시여부 결정

□ 중간평가는 단위연구 및 소규모연구를 포함한 단계 진행 중인 과제에 대해서는 전문기관(PM협의체)이 평가



○ 중/대규모연구 단계종료 시의 과제에 대해서는 사업별 추진위원회에서 평가

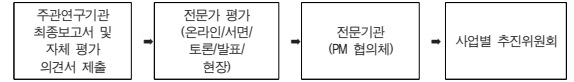


- 과제규모와 유형에 따라 서면, 발표, 현장 평가방법 및 평가자 구성을 달리 적용할 수 있음
- 단위연구와 소규모연구는 연차실적·계획서를 제출받아 연구 진도를 관리 또는 평가
- 중규모연구는 발표평가 후 부실과제 선별 및 탈락과제 결정 (필요 시 현장점검 실시)
- 대규모연구는 발표평가 및 현장평가를 병행 실시
- 사업부문별 특성을 반영해 규모별 평가 유형 및 세부적인 평가 방법을 선택적으로 적용

<표 2-33> 과제규모별 중간평가 유형

| 유형 규모 | 서면 | 발표 | 현장 |
|----------|--------------------|--------|-------|
| 단위연구 | 연차실적계획서를 제출받아 진도관리 | | |
| 소규모연구 | | | |
| 중규모연구 | 7인 내외 | 7인 내외 | 선택 |
| 대규모연구 | | 10인 내외 | 3인 내외 |

□ 최종 평가는 자체 평가, 전문가 평가, 전문기관, 사업별 추진위원회 평가절차를 거침



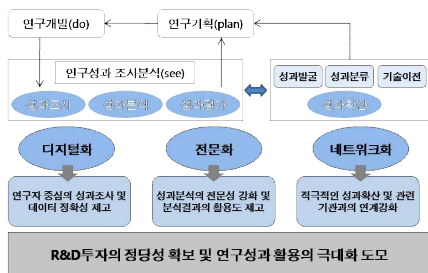
- 단위연구와 소규모연구의 경우 전문가로 구성된 평가위원회를 활용하여(평가위원 구성 및 운영에 관한 사항은 선정평가 방식을 준용) 발표 또는 토론평가 수행
- 중규모연구의 경우 통상적으로 세부과제로 구성된 공동연구이므로 세부과제별 성과를 검증할 수 있는 전문가로 구성된 평가위원회에서 발표평가 추진
- 대규모연구의 경우 연구기간이 9년 이상의 장기 과제이며, 10인 이상의 협동연구(또는 공동연구)이므로 최종평가에 대한 책임 소재가 미약함
- 성실한 평가 수행 후 이에 따른 우대·제재조치와 함께 장기간 연구사업의 성과확산에 주력할 필요
- 이를 위해 평가단 구성 시, 해당 기술 분야의 전문가만이 아니라 경제적·사회적 파급효과 및 성과를 면밀하게 평가할 수 있는 전문가를 포함시킬 필요
- 사업부문별 특성을 반영해 규모별 평가 유형 및 세부적인 평가 방법을 선택적으로 적용 가능

<표 2-34> 과제규모별 최종평가 유형

| 유형 규모 | 온라인/서면 | 토론/발표 | 현장 |
|----------|--------|--------|-------|
| 단위연구 | 3인 내외 | 3인 내외 | |
| 소규모연구 | 7인 내외 | 3인 내외 | |
| 중규모연구 | | 7인 내외 | 3인 내외 |
| 대규모연구 | | 10인 내외 | 5인 내외 |

다. 성과 분석 및 확산¹⁶⁾

□ 디지털화, 전문화, 네트워크화를 통한 성과분석 및 확산 시스템을 마련함



[그림 2-5] 교육과학기술부 성과관리업무 추진 방향

- 연구자 중심의 성과조사 및 데이터의 정확성 제고
 - 통합 성과관리시스템의 활용성 강화
 - 연구자의 성과입력 편의성 및 성과자료의 정확성 제고
- 성과분석의 전문성 강화 및 분석결과의 활용도 제고
 - 교육과학기술부 주요 R&D 사업의 통합 성과분석틀 개발
 - 분석결과의 활용도 제고를 위한 기획 추진
- 적극적인 성과확산 및 관련기관과의 연계강화
 - 적극적인 우수 연구개발 성과 발굴
 - 성과관리 유관기관과의 네트워크 강화

4.2. 미국 국립표준기술연구소(NIST) R&D 프로세스

가. 과제기획

□ 연구과제 기획·선정의 일반적 프로세스

- 연구과제의 기획/선정과정에 독립적인 리뷰과정을 거치며, 몇 번의 심층 과제 평가과정을 NIST의 선임 평가자의 주관 하에 수행
- 이 평가과정에 심사 평가자들의 합의과정을 도출하기 위해 각 과제의 옹모자의 강점과 기회 등을 독립된 평가자들의 의견과 함께 심의평가자들의 의견을 총괄적으로 취함
- 총괄의견을 취합한 후에, 심사패널은 현장방문을 하기위한 과제들을 선정하고 현장방문을 통하여 최종단계의 피드백을 포함한 최종 보고서를 작성하여 최종 과제를 선정

< NIST 기획·선정평가의 특징 >

- 연구과제 기획 및 선정의 초기단계에 모든 연구옹모자가 web 공간에서 연구평가과정에 참여하여 각각 연구과제의 강점과 보완사항 등에 대한 독립된 평가자들로부터의 평가의견과 제안을 직접 확인하면서 과제선정에 대한 합의리뷰과정에 전적으로 참여할 수 있는 기회가 보장

□ 사업선정 방식

- 미리 연구 과제를 지정(Top-down)하기도 하고, 연구자들로부터 연구과제를 제출(Bottom-up)받기도 함
- 대통령실에서 시달하는 우선순위를 연구과제 지정 시 반영

나. 평가·관리

□ R&D 프로그램별 특성을 감안, 프로그램을 유형화하고 유형별 최

16) 성과관리업무 매뉴얼, 교육과학기술부, 연구재단(2009)

적 프로그램 평가방식 개발

- GPRA(Government Performance Results Act)에 따른 중장기 전략계획, 연간 성과계획(예산 수립 포함), R&D 수행, 성과보고의 순환 구조
- 미국의 전통적인 부처 중심의 분권화된 프로그램 평가 및 관리 방식을 대신 중앙집권형의 평가 방식 도입
- PART(Performance Assessment Rating Tool)에 의한 프로그램/프로젝트 관리
- GPRA를 통해 산출되는 연방정부 프로그램 성과를 예산분배 및 자원 활용과의 연계를 강화하기 위해 제정

< PART의 주요 내용 >

•(프로그램 목적 및 설계) 프로그램 목적이 명확하고 다른 프로그램과 중복성이 없게 잘 설계되었는가를 평가(가중치 20%)
 •(전략적 기획) 각 부처들이 프로그램의 연간 및 최종목표와 이를 측정할 수 있는 성과지표를 가지고 있는 가를 평가(가중치 : 10%)
 •(프로그램 관리) 각 부처들의 프로그램 성과개선 노력, 재무관리, 프로그램 진행상황 점검 등 프로그램 관리 노력과 정도를 평가(가중치 : 20%)
 •(프로그램 성과 및 책무성) 전략적 기획에서 제시된 프로그램 성과 목표를 달성 여부 평가(가중치 : 50%)

□ 평가비용 및 조직

- ATP(Advanced Technology Program)의 경우 별도 평가 프로그램 보유
- 각 연구 사업별로 평가 비용이 있을 뿐만 아니라, ATP 전체에 대한 평가비용도 반영
- ATP에서 TIP(Technology Improvement Program)로 바뀌면서 사업의 중점 및 평가 조직체계가 변화
- Impact Assessment Unit에서 독자 평가하던 것이 사업 평가팀을 운영 팀으로 통합 운영('사업기획·평가'와 '사업운영'의 통합을 강조)

어렵고, 학문간 융합 과제는 리뷰 과정에서 특정분야로 특화된 과제에 비해 높은 점수를 받기 어려움

- Peer Review는 성공 가능성을 높이고, 위험 부담을 줄이는 방향으로 의견이 모아질 가능성이 높아 위험이 크고, 혁신적인 과제보다는 위험이 적고, 성과가 크지 않은 과제의 선택 가능성이 높음
- Peer Review는 외부 패널에 의존하고, 패널간의 공통 의견이 모아지기 때문에 정책에 반하는 결과가 나올 수 있음
- 성과중심의 프로그램 평가 및 관리가 강화되는 추세

□ 정부의 민간 기업에 대한 R&D 지원사업인 ATP에 대하여 성과활용평가 수행

- ATP(Advanced Technology Program) 지원 종료 또는 지원중인 과제 전체에 대해 기간별로 성과측정 항목을 달리하여 지속 성과활용현황 조사·평가
- 사후성과는 BRS(Business Reporting System)를 통한 진화 응답형태로 수집
- PMT(Project Management Team) : ATP 지원종료 후, 2년 주기로 총 3회 보고

4.3. 미국 국립과학기술재단(NSF) R&D 프로세스

가. 과제기획

- 과제선정 시 소위 'Top-Down'이 아닌 'Bottom-Up'과정에 의하여 개척자적 과학기술연구에 기금을 지원
- 지원하는 연구비의 약 90%는 공개모집에 의한 경쟁으로 그 대상을 결정

- ATP에서는 4단계(grade 1~4) : 기술선정, 사업선정
 - 기술 선정 시 3명이 평가, 위원회에 상정하여 12명이 선정
 - 사업 선정 시 외부전문가(산업계 전문가들을 공무원 임시 채용, 비밀 누설조항 적용)를 고용하여 산업적 필요성을 평가
 - TIP로 바뀌면서 1개의 통합과정으로 단순화

- 유형별로 차별화하여 각 과제에 대해 단기·중기·장기별로 평가항목을 달리하여 과제 지원기간 및 지원종료 후의 성과자료 수집·분석

| 단기 | 중기 | 장기 | |
|---|--|---|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ○과제의 목표 ○소요예산 ○장비 및 기타 지원 ○R&D 파트너(정부+민간) ○고용기회 ○기술의 혁신성 | <ul style="list-style-type: none"> ○새로운 혹은 향상된 (시)제품 ○새로운 프로세스 및 사업기회 ○새로운 사업방식 ○논문, 특허, 수상 등 ○기업성장 | <ul style="list-style-type: none"> ○상업화(사업화) 현황 ○기술사용, 해당산업사업변화 ○GDP, 고용, 세금 등 경제적 영향 ○삶의 질, 환경 등 사회적 영향 ○연관 산업의 파급효과 ○투자수익률(ROI) | |
| 투입(Inputs) | 산출(Outputs) | 결과(Outcomes) | 영향(Impacts) |
| -1 0 1년 2년 3년 4년 5년 6년 7년 8년 9년 10년 | | | |
| □ 과제 수행기간 | | □ 과제 종료기간 | |

[그림 2-6] NST의 평가항목 및 평가시기

다. 성과분석·확산

- 복합 다차원평가 수행으로 성과평가의 과학화 실현
- NIST는 사업 평가에 전문가평가(Peer Review), 통계/데이터분석, 역량모델 분석, 설문조사, 사례조사 등 4~5종의 복합평가 방식을 제도화
- 각 Peer Review 방식의 고유한 특성에 의한 평가결과가 왜곡되는 것을 최소화하고, 이러한 단점을 보완하기 위해 여러 방식을 혼합사용
 - 혁신적인 아이디어는 패널 토론 상 의견이 갈려 높은 점수를 받기

□ 혁신과제 발굴을 위해 잠재적 혁신연구 발굴 및 지원을 위한 활동

- 평가과정 개선
 - 본 패널과 함께 독립적인 그림자패널(shadow panel)을 평가에 활용
 - 창의적 연구자에 대한 연구기간 연장, 성과기반의 추가지원 등
- 새롭게 떠오르는 혁신연구 분야 파악을 위해 다양한 방법 사용
 - 매년 워크숍, 전문 사교모임, 자문위원회, 동료에게 보내는 편지 등을 활용, 혁신적 연구를 위한 아이디어 창출을 모집
- Ideas Factory Sandpit을 통한 과제 및 프로젝트 선정
 - Sandpit(모래 놀이터)이라고 불리는 워크숍에서 멘토(mentors)와 함께 해당 연구 분야에서 도전적인 연구 주제를 발굴, 실행방안 도출, 도출된 과제를 가운데서 연구비 지원을 위한 프로젝트가 선정
- NSF 연구지원 부서 간 공동 연구지원(Joint Funding)을 통해 혁신 연구를 지원
 - 이것을 통해 혁신연구를 지원하는 프로그램 예산의 영향력은 줄어들지만, 반면에 혁신 연구에 대한 지원의 중요성을 강화

나. 평가·관리

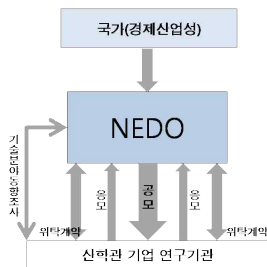
- 신청과제의 지적 탁월성(Intellectual Merit), 광범위한 영향력(Broader Impacts)에 대한 평가 등 크게 2개의 탁월성 평가 기준을 가지고 평가
- 신청과제의 지적 탁월성(Intellectual Merit)에 대한 평가내용
 - 신청과제가 해당 분야 혹은 연관된 다른 분야의 지식과 이해를 증진시키는 데 얼마나 중요한지 정도
 - 연구자(팀)가 과제를 수행할 역량 수준(만약 역량이 있다면, 평가자는 지원자가 사전에 수행한 연구과제의 수준에 대해서 의견을 제시)

- 신청과제는 어느 정도까지 창의적이고 원천적이고 잠재적 혁신 (potentially transformative)의 개념을 제안하고 탐구하는지 정도
- 신청과제는 얼마나 잘 표현되고 조직화 되었는지 정도
- 연구에 필요한 자원에 충분히 접근할 수 있는 정도
- 신청과제의 광범위한 영향력(Broader Impacts)에 대한 평가
 - 신청과제는 교육, 훈련 및 학습을 촉진 시키면서 과학적 발견과 이해를 증진시키는데 기여 정도
 - 신청과제는 소수그룹(성, 인종, 장애, 지리적 관점 등)의 참여를 확대시키는데 기여 정도
 - 또한, 시설, 장비, 네트워크 및 협력 등 연구와 교육을 위한 인프라 향상에 기여 정도
 - 연구결과가 광범위하게 전파되어 과학 및 기술적 이해를 향상시키는 정도
 - 신청과제는 사회에 어떠한 이익을 제공할 수 있는지 여부 등
- 이 밖에도 NSF의 프로그램들은 목표와 목적에 따라 특정 평가기준을 추가하기도 함
- 서면평가(Mail Review 또는 Peer Review), 패널평가(Panel Review) 및 서면평가와 패널평가 병행의 3가지 방법으로 시행
- '08년 기준 패널평가가 58.1%, 서면평가가 8.5%, 병행평가가 33.3%로 분포되고 있으며, 패널평가의 비중이 점점 증가 추세
- 탁월성 평가절차
 - 과제신청서는 온라인상으로 접수되고 검토를 통해 적합한 프로그램 관리자(NSF Staff)에게 전달
 - 특정 프로그램은 신청절차의 일환으로 예비신청서(Preliminary Proposals)를 포함

4.4. 일본 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO) R&D 프로세스

가. 과제기획

- 경제 산업성과 NEDO, 산·학·관·연이 함께 참여



[그림 2-7] NEDO의 R&D사업 추진체계

- 과제기획 추진주체 : 기술심의위원회
 - 기술동향 조사·파악, 기술개발에 관한 심의, 기술개발업무의 기획·입안, 개별 기술프로젝트에 관한 조사·검토 및 제안서의 사전심사 등 중점적으로 수행
 - 외부전문가 중에서 이사장이 위촉한 기술위원 중 담당부·실장이 지명하며 원칙적으로 15인 이내로 구성

- 접수된 과제신청서는 프로그램 관리자(Program Officer)가 검토하여 최소 3인 이상의 외부전문가에 평가를 의뢰
- 단, 탐색적 조사를 위한 소규모 연구프로그램(SGER : Small Grants for Exploratory Research)이나 회의, 워크숍 혹은 심포지엄을 위한 과제신청서의 경우에는 예외적으로 외부평가를 하지 않음
- 선정평가결과에 대해 만족하지 못한 신청자는 프로그램 관리자에게 추가적인 해명을 요구 또는 재심을 요청 가능
- Assistant Director(AD) 또는 Office Director(OD)가 기존의 결정을 번복하지 않으면, 지원자의 소속기관은 NSF의 부총재(Deputy Director)에게 두 번째 재심을 요구 가능
- FastLane이라 불리는 연구비 지원 전자 관리시스템(Electronic grants management system) 통해 프로그램별 과제공고, 접수, 평가, 관리 등 전 프로세스를 운영
- 즉, NSF는 웹기반의 과제 평가시스템 'FastLane'을 운영하면서 과제접수부터 평가 및 관리에 이르기까지 온라인으로 관련 업무 수행

다. 성과분석·확산

- NSF 프로그램 관리자는 통상 3년 기간 과제에 대해 2년간의 성과에 근거하여 창의적 연구자에 대한 연구기간 연장(최장 2년간) 가능
- 프로그램 관리자(PM)는 창의적 연구자로 하여금 제안서에 명시된 연구주체의 범위 내에서 특정 연구과제에 대한 지원기간을 협약기간보다 2년 연장 추천 → 외부평가 → PM이 최종 결정
- 과제신청자로부터 제출된 과제에 대하여 프로그램별 평가를 거쳐 지원 여부 결정

- 기술·경제성 전문가로 구성
- 대학, 공공연구기관(국공립 연구기관, 독립행정법인 등), 사단법인, 재단법인, 협회, 민간기업, 은행, 투자유성회사 등 소속 전문가 대상
- 과제기획은 경제 산업성에서 산업기술전략을 책정 및 정책목표·중요 기술과제를 다음 5단계로 도출
- 산업계, 학계와의 접촉을 통한 정책과제 인식 → 연구회를 통한 조사 연구 → 연구제안서 제출(경제 산업성 담당부서) → 심의회 신규평가 → 예산화
- 이와 함께, 기술심의위원회에서는 경제 산업성에서 책정한 기술전략을 지원, 신규프로그램 제안검토·타당성조사(Feasibility Study)를 실시

< 연구개발사업 유형 구분 >

- (Top-down 유형) 프로젝트형 연구개발사업
 - 국가의 정책적인 수요를 토대로 결정되는 프로그램에 따라, 일본의 산업 기술경쟁력 강화를 목표로 산학관이 연계한 프로젝트
 - 프로젝트의 실시에 있어 국가로부터 제시된 프로그램에 따라 기술과제를 선정하고, 그 기술과제별로 NEDO가 공모를 실시, 우수 연구자를 보유한 기업, 대학, 공공연구기관 등을 선정하여 프로젝트 추진
- (Bottom-up 유형) 테마공동형 연구개발사업
 - 민간기업, 대학 등으로부터 연구개발테마를 자유 공모하여, 우수한 연구테마에 대해 조성금을 지원
 - 산업기술력 강화 및 민간기술의 실용화 촉진을 위하여, 산업기술연구조성사업, 산업기술실용화개발조성사업, 기반기술연구촉진사업을 추진

나. 평가·관리

- 기술심사위원회에 의해 프로젝트 이외의 사업에 관한 심의, 사전심사 수행
- 외부전문가 중심으로 이사장이 위촉한 기술위원 중 담당부·실장이 지명, 원칙적으로 30인 이내로 구성

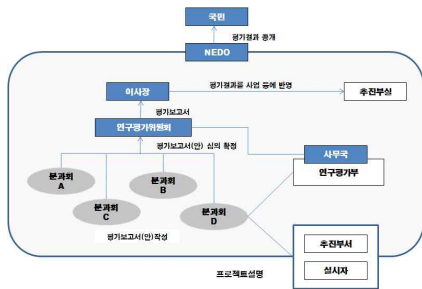
- 임기는 위촉일로부터 다음해 말일까지로 하며, 재임을 허용함. 이사장이 필요하다고 판단될 시에는 별도의 임기 규정 가능

□ 연구평가 목적

- 업무 고도화 등의 자기 개혁 촉진
- 사회에 대한 설명 책임을 이행하는 것과 동시에, 경제·사회 요구 반영
- 평가 결과를 자원 배분에 반영시켜, 자원 증진화 및 업무 효율화 촉진

□ 연구평가 실시체계

- 연구평가를 총괄하는 연구평가위원회를 NEDO 내부 설치
- 연구평가위원회 아래, 각 프로젝트별 분과위원회 설치(외부전문가포 구성)
- 각 분과위원회에서 평가 실시·평가보고서(안) 작성하여 연구평가위원회에 제출
- 연구평가위원회 심의 후, 최종 평가보고서 작성하여 이사장 보고



[그림 2-8] NEDO의 연구평가체계

□ 연구평가의 원칙

- 평가결과, 평가방법 및 평가결과에 반영상황을 가능한 한 공시
- 평가에 대한 피드백을 위하여 가능한 한 피 평가자와 평가자의 토의 장려
- 자원 배분 및 자기 개혁에 평가결과 반영
- 외부 평가 또는 제3자를 통한 평가 실시

<표 2-35> NEDO의 평가유형

| 평가유형 | 내용 |
|----------|---|
| 사전평가 | ○ 프로젝트 개시 시 실시 |
| 중간평가 | ○ 프로젝트 연구개발기간이 5년 이상인 경우는 연구개발기간의 중간 연도(통상적으로 3년 후)에 실시(계속, 확대, 축소, 종료) - 다만, 연구 개발에 있어서의 기술 동향, 정책 동향에 의존적인 경우, 예정하고 있었던 시기와 관계없이 평가 실시 |
| 사후평가 | ○ 프로젝트 종료 직후(종료 다음 연도에 실시) - 목표달성 정도, 프로젝트 결과를 분석 |
| 추적 조사·평가 | ○ 프로젝트 종료 후, 원칙적으로 5년간의 기본적인 추적 조사 수행 |

□ 평가 항목·평가 기준

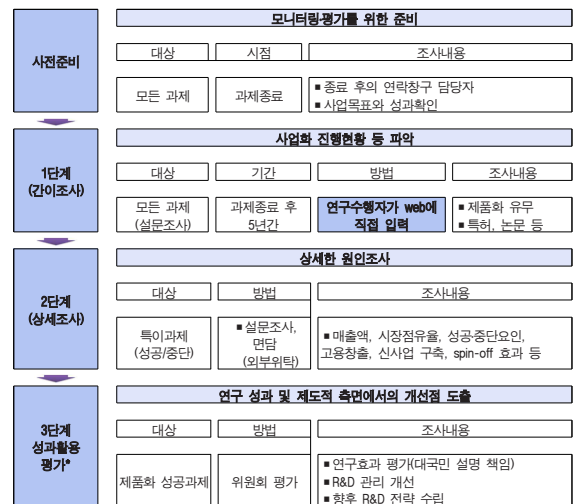
- 프로젝트 중간·사후 평가에 대한 표준 평가항목 및 평가기준을 응용하여 대상 프로젝트마다 적합한 평가 기준·평가항목을 설정
- Proposal-based R&D 프로젝트의 평가는 정책, 프로젝트 관리, R&D성과, cost performance의 4개의 평가 분류원칙 하에 프로젝트의 특징에 맞춘 평가의 시점을 검토하면서 실시

<표 2-36> NEDO의 표준적 평가기준 및 평가항목

| 평가기준 | 평가항목 |
|-------------|---|
| 사업의 위상·필요성 | ○ NEDO 사업의 타당성 ○ 사업목적 타당성 |
| 연구개발 관리 | ○ 연구개발목표의 타당성 ○ 연구개발계획의 타당성 ○ 연구개발실시의 사업체제 타당성 ○ 정세변화에의 대응 등 |
| 연구개발성과 | ○ 목표의 달성도 ○ 성과의 의의 ○ 지적재산권 취득 및 표전화 ○ 성과의 보급 ○ 성과의 최종목표달성 가능성 |
| 실용화, 사업화 전망 | ○ 성과실용화 가능성 ○ 사업화까지의 시나리오 ○ 파급효과 |

□ NEDO 연구평가부에서 장기 High-Risk 연구개발 프로젝트형 사업에 대한 추적평가 수행

- 프로젝트형 사업의 모든 프로젝트를 대상
- 외부기관 위탁(설문조사 및 인터뷰 진행, 추적평가 보고서 작성)
 - 과제협약 시 동 협약서에 추적평가를 위한 설문서에 응답 의무사항을 삽입(95%이상 설문서 회수율 확보)
 - 기본적으로 작성자를 신뢰(별도의 신뢰성 검증 진행 없음)
 - 연구평가부에서는 추적평가보고서를 내·외부용으로 발행



* 주요 평가지표 : 신제품, 신 공정, 매출액, 시장점유율, 사업화율, 사업화 기간 단축효과, 파생기술 유무, 표준화, 특허, 논문, 수상, 기술발전, 연구원 능력향상, 경쟁력 향상 등

[그림 2-9] NEDO 성과활용조사 및 평가체계

□ 과제종료 후 모든 과제에 대해 사업화 진행현황 등을 파악하기 위해 5년간 성과활용현황조사·평가 실시

- 연구개발 성과에 대한 대국민 홍보와 운영시스템에 환류를 통한 R&D 시스템의 효율성 개선을 위해 추진
- 연구수행자가 온라인(우편송부 등)을 통해 성과를 등록하면 성과활용 평가 위원회 등에서 간이 및 상세 성과활용평가 수행
- 진행절차는 사전준비→ 간이 성과활용현황조사(현황파악)→ 상세 성과활용현황조사(원인파악)→ 성과활용평가 (R&D효과 및 개선점)

III. 원자력발전 R&D 추진실적 및 성과

1. 원자력발전 R&D사업의 추진실적

1.1. 과제분석 총괄

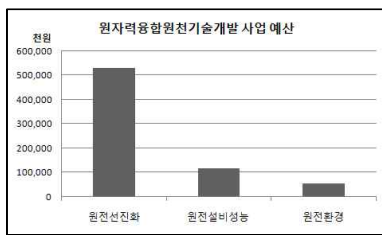
□ 우리나라는 원자력융합원천기술개발 사업 중 원전선진화 분야에 역점을 두고 R&D사업을 수행해 왔음

- 2001년~2011년 기간 내 원자력융합원천기술개발사업의 예산은 약 7,035억 원 규모임
- 원전선진화 분야의 예산은 약 5,300억 원으로 전체 예산의 75.3%를 차지하고 있으며, 원전설비성능과 원전환경 분야는 각각 16.8%와 7.9%를 차지하고 있음

<표 3-1> 원자력융합원천기술개발 예산

| 연구분야 | 예산(천원) | 비율(%) |
|--------|-------------|-------|
| 원전선진화 | 529,799,877 | 75.3 |
| 원전설비성능 | 118,313,662 | 16.8 |
| 원전환경 | 55,441,051 | 7.9 |
| 계 | 703,554,590 | 100.0 |

주 : 2001년~2011년 기간 내에 시작 및 종료된 과제를 대상으로 분석함



[그림 3-1] 원자력융합원천기술개발 사업 예산

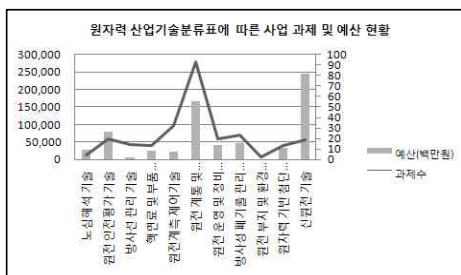
□ 원자력산업 기술분류 중 원전 계통 및 핵심기 기술, 신 원전 기술을 중점적으로 연구개발함

- 원자력산업 기술분류표에 따라 11개 영역에 대한 분석결과 원전 계통 및 핵심기 기술에 대한 과제수가 전체 250개 사업 중 총 93개로 가장 많으며, 예산은 신 원전 기술 관련 예산이 246,301백만 원으로 가장 큼

<표 3-4> 원자력산업 기술분류표에 따른 사업 과제 및 예산 현황
(단위 : 개, 백만 원)

| 원자력산업 기술분류 | 원전선진화 | | 원전설비성능 | | 원전환경 | | 계 | |
|----------------|-------|---------|--------|---------|------|--------|-----|---------|
| | 과제 | 예산 | 과제 | 예산 | 과제 | 예산 | 과제 | 예산 |
| 노심핵심 기술 | 3 | 14,023 | 1 | 15,211 | 0 | 0 | 4 | 29,235 |
| 원전 안전평가 기술 | 9 | 73,576 | 10 | 6,405 | 0 | 0 | 19 | 79,981 |
| 방사선 관리 기술 | 0 | 0 | 8 | 3,967 | 6 | 4,070 | 14 | 8,038 |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 8 | 24,493 | 5 | 2,543 | 0 | 0 | 13 | 27,036 |
| 원전계통 제어기술 | 5 | 9,319 | 23 | 13,455 | 4 | 1,567 | 32 | 24,340 |
| 원전계통 및 핵심기 기술 | 16 | 104,266 | 77 | 61,913 | 0 | 0 | 93 | 166,180 |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 6 | 35,967 | 13 | 5,334 | 0 | 0 | 19 | 41,322 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 0 | 0 | 3 | 2,236 | 20 | 44,383 | 23 | 46,620 |
| 원전 부지 및 환경 기술 | 0 | 0 | 2 | 1,375 | 0 | 0 | 2 | 1,375 |
| 원자력 기반 첨단 기술 | 4 | 22,718 | 7 | 4,923 | 2 | 5,421 | 13 | 33,062 |
| 신 원전 기술 | 16 | 245,283 | 2 | 928 | 0 | 0 | 18 | 246,211 |
| 계 | 67 | 529,666 | 151 | 118,314 | 32 | 55,441 | 250 | 703,421 |

주 : 원전선진화 사업의 경우 예산 1억 원 이하의 중대형총괄과제 6개 제외



[그림 3-2] 원자력산업 기술분류표에 따른 사업 과제 및 예산 현황

□ 연구과제의 구성은 원전선진화 분야의 모든 과제가 중대형과제이며, 그 외 분야의 과제는 대부분 단기과제로 구성됨

- 원전선진화 분야는 중대형 총괄과제 24개와 세부과제 49개로, 원전설비성능 분야는 151개의 단기과제로, 원전환경 분야는 중대형과제 1개와 31개의 단기과제로 구성됨

<표 3-2> 원자력융합원천기술개발사업 과제구성

| 연구 분야 | 단/중/장기 | 과제 수 |
|--------|---------|------|
| 원전선진화 | 중대형(총괄) | 24 |
| | 중대형(세부) | 49 |
| 원전설비성능 | 단기 | 151 |
| 원전환경 | 중대형(총괄) | 1 |
| | 단기 | 31 |
| 계 | | 256 |

□ 연구과제 참여업체는 주관기관 90개사, 수행기관 545개사가 참여함

- 원전선진화사업에는 주관기관 7개, 수행기관 159개가 참여했고, 원전설비성능사업에는 주관기관 65개, 수행기관 311개로 참여 기관수가 제일 많으며, 그리고 원전환경사업에는 중대형과제와 단기과제 합쳐 주관기관 17개, 수행기관 75개가 참여함

<표 3-3> 과제 별 참여기관 현황

| 연구 분야 | 단/중/장기 | 주관기관 | 수행기관 |
|--------|--------|------|------|
| 원전선진화 | 중대형 | 7 | 159 |
| 원전설비성능 | 단기 | 65 | 311 |
| 원전환경 | 중대형 | 1 | 4 |
| | 단기 | 17 | 71 |
| 계 | | 90 | 545 |

주 : 주관/수행기관수는 연구 분야별 중복기관을 제외하고 산정한 수치임

1.2. 원전선진화

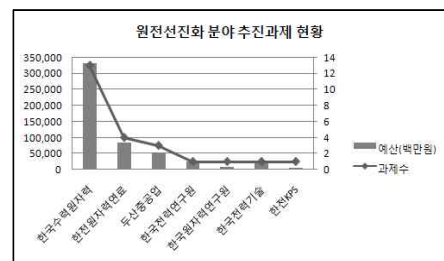
□ 원전선진화 분야는 모든 과제가 중대형과제로 구성되어 있으며, 주관기관 3개사가 대다수의 중대형 총괄과제를 수행하고 있음

- 24개의 중대형 총괄과제 중 22개를 한국수력원자력(주), 두산중공업(주) 등 산업계에서, 2개를 한국전력연구원과 한국원자력연구원에서 주관하고 있으며, 학계에서 주관하는 것은 없음

- 한국수력원자력은 과제 수 기준 13건으로 54.2%, 예산 기준 3,315억 원으로 62.6%를 차지하고 있으며, 상위 3개사(한국수력원자력, 한국원자력연료, 두산중공업)가 과제수행 건수 기준 83.3%, 예산 기준 88%를 차지하고 있음

<표 3-5> 원전선진화 분야 추진과제 현황(중대형 총괄과제)

| 주관기관 | 과제 | | 예산 | |
|----------|----|-------|--------------|-------|
| | 건수 | 비율(%) | 금액(천원) | 비율(%) |
| 한국수력원자력 | 13 | 54.2 | 3,314,70,683 | 62.6 |
| 한국원자력연료 | 4 | 16.7 | 82,929,201 | 15.7 |
| 두산중공업 | 3 | 12.5 | 53,872,993 | 10.2 |
| 한국전력연구원 | 1 | 4.2 | 25,179,000 | 4.8 |
| 한국원자력연구원 | 1 | 4.2 | 9,103,000 | 1.7 |
| 한국전력기술 | 1 | 4.2 | 22,718,000 | 4.3 |
| 한자KPS | 1 | 4.2 | 4,527,000 | 0.9 |
| 계 | 24 | 100 | 529,799,877 | 100 |



[그림 3-3] 원전선진화 분야 추진과제 현황

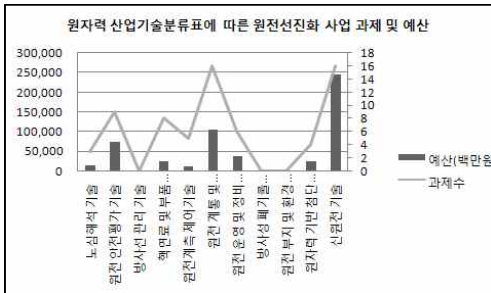
□ 원전계통 및 핵심기 기술, 신 원전기술, 원전 안전평가 기술 관련 과제수와 예산의 비중이 높음

○ 원자력산업 기술분류에 따라 원전선진화 사업을 분류해보면 신 원전 기술 16개 과제에 대해 245,283백만 원으로 가장 많은 예산이 사용되었으며, 원전계통 및 핵심기 기술 16개 과제에 대해 104,266백만 원의 예산이 투입됨

<표 3-6> 원자력산업 기술분류에 따른 원전선진화 사업 과제 및 예산 현황

| 원자력산업 기술분류 | 원전선진화 | |
|----------------|-----------|----------------|
| | 과제 | 예산(백만 원) |
| 노심해석 기술 | 3 | 14,023 |
| 원전 안전평가 기술 | 9 | 73,576 |
| 방사선 관리 기술 | 0 | 0 |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 8 | 24,493 |
| 원전계통 제어기술 | 5 | 9,319 |
| 원전 계통 및 핵심기 기술 | 16 | 104,266 |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 6 | 35,987 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 0 | 0 |
| 원전 부지 및 환경 기술 | 0 | 0 |
| 원자력 기반 첨단 기술 | 4 | 22,718 |
| 신 원전 기술 | 16 | 245,283 |
| 계 | 67 | 529,666 |

주 : 예산 1억 원 이하의 중대형총괄과제 6개 제외



[그림 3-4] 원자력산업 기술분류에 따른 원전선진화 사업 과제 및 예산 현황

□ 24개의 중대형 총괄과제를 기준으로 세부과제가 총 49개이며, 각 세부과제에 총 159개의 산학연기관들이 수행기관으로 참여함

<표 3-7> 원전선진화 분야 총괄과제 및 세부과제 현황

| 과제 명 | 주관기관 | 예산(천원) | 세부 과제 건수 | 수행 기관 수 |
|--------------------------------------|--------------|--------------------|-----------|------------|
| 원전전문기관 기술개발 | | 13,963,692 | 10 | 7 |
| 기동원전 출력증강 기술개발 | | 22,766,933 | 0 | 1 |
| 디지털기반 주체어실의 인간 공학 검증 시스템 개발 | | 6,990,000 | 0 | 5 |
| 원전구조물 모듈화공법(SC구조) 기술개발 | | 6,662,662 | 3 | 5 |
| 원전설계 핵심코드개발 | | 40,386,981 | 3 | 10 |
| APR+ 기술 개발 | | 161,561,828 | 3 | 9 |
| 원자로 비상노심냉각계통 피동여과장치 개발 | | 4,844,587 | 2 | 2 |
| APR1400 시장다변화를 위한 핵심기술 개발 | | 17,389,000 | 3 | 11 |
| 원전구조물의 안전성 향상을 위한 고성능 구조재료 활용 기술개발 | | 9,130,000 | 2 | 7 |
| 중대사고 종합해석코드 개발 및 해석체계 구축 | | 28,506,000 | 0 | 6 |
| 국제 규제오전 변화에 대비한 안전성 검증 기술개발 | | 3,724,000 | 0 | 3 |
| 신개념 명품원전의 기본요건 및 핵심적 안전성 향상 방안 연구 | | 3,220,000 | 0 | 5 |
| 데이터 기반 원전 건설관리체계 통합화/자동화 기술개발 | | 12,325,000 | 3 | 15 |
| 지르코늄합금 튜브 제조기술 개발 | | 34,485,707 | 2 | 8 |
| 수출 선도형 고성능 고유 핵연료 개발 | | 14,780,000 | 2 | 9 |
| 연료신뢰도 제고 기술 개발 | | 8,763,494 | 3 | 4 |
| 원전 증기발생기 전열관 고품질화 기술개발 | | 24,900,000 | 0 | 10 |
| 원전 증기발생기 전열관 진단 신호분석 및 보수 기술개발 | | 3,733,682 | 3 | 4 |
| APR1400급 원자로냉각재펌프(RCP) 개발 | | 41,993,657 | 2 | 5 |
| 핵심 MMS 기술 개발 | | 8,145,654 | 2 | 6 |
| 원전유체 관로기기 운전 성능 시험 설비 및 인증체계구축 | | 25,179,000 | 2 | 4 |
| 원전기기 진단 신뢰도 향상 및 표준형 통합 상태기반진비 기술 개발 | | 9,103,000 | 0 | 6 |
| 수출형 원전 대비 먼진시스템 적용 기술개발 | | 22,718,000 | 4 | 14 |
| 수출원전 원자로 자동비파괴 검사 차세대 시스템 개발 및 국제인증 | | 4,527,000 | 0 | 3 |
| 총 24개 과제 | 7개 기관 | 529,799,877 | 49 | 159 |

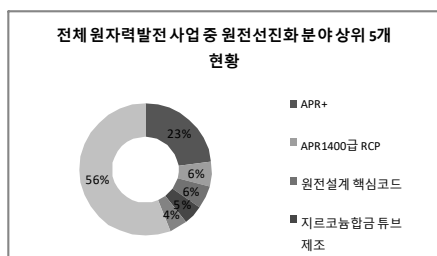
□ 24개 과제 중 상위 5개 과제의 예산규모가 원전선진화 분야 예산의 57.9%에 달함

○ 상위 5개 과제의 예산은 3,069억 원이며, 이는 원전선진화 분야 예산 약 5,300억 원 중 57.9%, 전체 원자력발전기술개발예산 7,030억 원의 43.6%에 해당하는 금액임

○ APR+ 기술개발 과제의 경우 예산이 1,616억 원으로 원전선진화사업의 30.5%, 전체 원자력발전 사업의 23%를 차지함

<표 3-8> 원전선진화 분야 상위 5개 사업 현황

| 과제 명 | 전담기관 | 예산 | |
|---------------------------|---------|--------------------|-------------|
| | | 금액(천원) | 비율(%) |
| | | 원전 선진화 | 전체 |
| APR+ 기술 개발 | 한국수력원자력 | 161,561,828 | 23.0 |
| APR1400급 원자로냉각재펌프(RCP) 개발 | 두산중공업 | 41,993,657 | 6.0 |
| 원전설계 핵심코드개발 | 한국수력원자력 | 40,386,981 | 5.7 |
| 지르코늄합금 튜브 제조 기술 개발 | 한국원자력연료 | 34,485,707 | 4.9 |
| 중대사고 종합해석코드 개발 및 해석체계 구축 | 한국수력원자력 | 28,506,000 | 4.1 |
| 합계 | | 306,934,173 | 43.6 |



[그림 3-5] 전체 원자력발전사업 중 원전선진화 분야 상위 5개 사업 현황

1.3. 원전설비성능

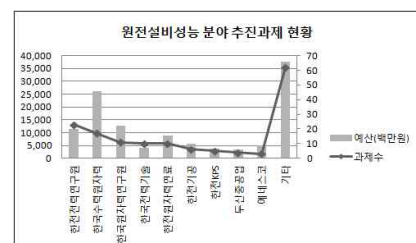
□ 원전설비성능 분야는 모든 과제가 단기과제로 총 151개의 과제료 구성되어 있으며, 주관기관은 65개 업체임

○ 한전전력연구원 23개, 한국수력원자력 17개, 한국원자력연구원 11개, 중소기업 및 대학 등 57개 업체에서 65개의 과제를 수행함

○ 기타 주관기관 56개 기관이 62개의 과제를 수행하였으며, 산업계 (주)알로이텍, (주)우진 등의 업체가 42개, 학계에서 10개, 연구계에서 4개 과제를 수행함

<표 3-9> 원전설비성능 분야 추진과제 현황

| 주관기관 | 과제 | | 예산 | |
|-----------|------------|---------------|--------------------|---------------|
| | 건수 | 비율(%) | 금액(천원) | 비율(%) |
| 한전전력연구원 | 23 | 15.2% | 11,410,140 | 9.6% |
| 한국수력원자력 | 17 | 11.3% | 26,063,465 | 22.0% |
| 한국원자력연구원 | 11 | 7.3% | 12,648,393 | 10.7% |
| 한국전력기술 | 10 | 6.6% | 3,986,664 | 3.4% |
| 한국원자력연료 | 10 | 6.6% | 8,748,974 | 7.4% |
| 한진기술 | 6 | 4.0% | 5,587,231 | 4.7% |
| 한진KPS | 5 | 3.3% | 3,607,801 | 3.0% |
| 두산중공업 | 4 | 2.6% | 3,460,145 | 2.9% |
| 에네스큐 | 3 | 2.0% | 5,104,600 | 4.3% |
| 기타 | 62 | 41.1% | 37,696,249 | 31.9% |
| 합계 | 151 | 100.0% | 118,313,662 | 100.0% |

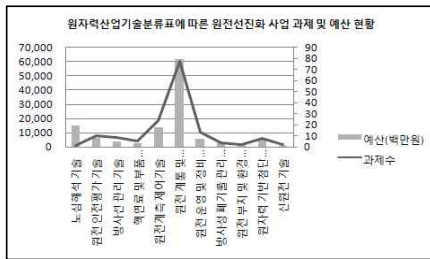


[그림 3-6] 원전설비성능 분야 추진과제 현황

- 원전계통 및 핵심기 기술 분야의 과제수와 예산비중이 가장 높음
- 원전 계통 및 핵심기 기술의 과제수가 77개, 예산이 61,913백만 원으로 가장 많은 과제수와 예산이 사용되었으며, 원전계측 제어 기술에 과제 수 23개, 예산 13,455백만 원으로 두 번째로 많은 예산이 사용됨
- 노심해석 기술은 과제수가 1개이나 예산이 15,211백만 원으로 세 번째로 많은 예산이 사용됨

<표 3-10> 원자력산업 기술분류표에 따른 원전설비성능 사업 과제 및 예산 현황

| 원자력사업 기술분류 | 원전설비성능 | |
|----------------|------------|----------------|
| | 과제 | 예산(백만 원) |
| 노심해석 기술 | 1 | 15,211 |
| 원전 안전평가 기술 | 10 | 6,405 |
| 방사선 관리 기술 | 8 | 3,987 |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 5 | 2,543 |
| 원전계측 제어 기술 | 23 | 13,455 |
| 원전 계통 및 핵심기 기술 | 77 | 61,913 |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 13 | 5,334 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 3 | 2,236 |
| 원전 부지 및 환경 기술 | 2 | 1,375 |
| 원자력 기반 첨단 기술 | 7 | 4,923 |
| 신 원전 기술 | 2 | 928 |
| 합계 | 151 | 118,314 |

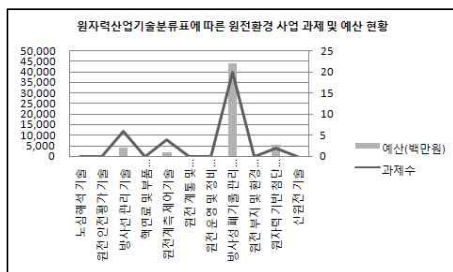


[그림 3-7] 원자력산업 기술분류표에 따른 원전설비성능 사업과제 및 예산현황

- 원전환경 사업 중 방사성 폐기물 관리 기술에 80%의 예산이 투입됨
- 원자력산업 기술분류에 따라 원전환경 사업을 분류해 보면 방사성 폐기물 관리 기술, 방사선 관리 기술, 원전계측 제어기술 등 3개 기술을 중심으로 투자하고 있음
- 원전환경 분야 전체 예산인 554억 원 중 약 444억 원을 방사성 폐기물 관리 기술 20개 과제에 투입함

<표 3-12> 원자력산업 기술분류표에 따른 원전환경 사업 과제 및 예산 현황

| 원자력산업 기술분류 | 원전환경 | |
|----------------|-----------|---------------|
| | 과제 | 예산(백만 원) |
| 노심해석 기술 | 0 | 0 |
| 원전 안전평가 기술 | 0 | 0 |
| 방사선 관리 기술 | 6 | 4,070 |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 0 | 0 |
| 원전계측 제어 기술 | 4 | 1,567 |
| 원전 계통 및 핵심기 기술 | 0 | 0 |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 0 | 0 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 20 | 44,383 |
| 원전 부지 및 환경 기술 | 0 | 0 |
| 원자력 기반 첨단 기술 | 2 | 5,421 |
| 신 원전 기술 | 0 | 0 |
| 합계 | 32 | 55,441 |



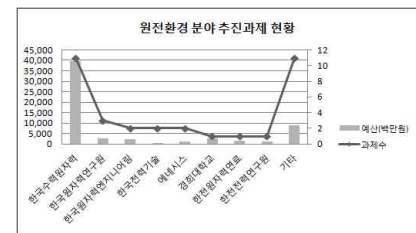
[그림 3-9] 원자력산업 기술분류표에 따른 원전환경 사업 과제 및 예산 현황

1.4. 원전환경

- 원전환경 분야는 1개의 중대형과제와 31개의 단기과제로 구성되어 있으며, 주관기관은 17개 업체임
- 한국수력원자력은 중대형과제 1개를 포함한 11개 과제를 수행하였으며, 예산은 약 397억 원으로 원전환경 분야 예산의 71.6%를 차지함
- 기타 12개 업체에서 11개의 단기과제를 수행했으며, 산업계가 (주)계림폴리곤, (주)하나원자력 등 8개, 학계가 연세대학교 1개, 연구계가 한국수력원자력 방사선보건연구원 1개로 이루어져 있음

<표 3-11> 원전환경 분야 추진과제 현황

| 과제 분류 | 주관기관 | 과제 | | 예산 | | |
|-------|------------|----|-----------|------------|-------------------|------------|
| | | 수 | 비율(%) | 금액(천원) | 비율(%) | |
| 중장기 | 한국수력원자력 | 1 | 3.13 | 4,537,000 | 7.6 | |
| | 한국수력원자력 | 10 | 31.3 | 35,180,264 | 58.7 | |
| 단기 | 한국원자력연구원 | 3 | 9.4 | 2,580,183 | 4.3 | |
| | 한국원자력엔지니어링 | 2 | 6.3 | 2,252,295 | 3.8 | |
| | 한국전력기술 | 2 | 6.3 | 374,466 | 0.6 | |
| | 에네시스 | 2 | 3.13 | 1,058,000 | 1.8 | |
| | 경희대학교 | 1 | 3.13 | 2,483,500 | 4.1 | |
| | 한전원자력연료 | 1 | 3.13 | 1,584,000 | 2.6 | |
| | 한전전력연구원 | 1 | 3.13 | 1,112,000 | 1.9 | |
| | 기타 | 11 | 34.8 | 8,616,343 | 14.7 | |
| | 합계 | | 32 | 100 | 59,978,051 | 100 |



[그림 3-8] 원전환경 분야 추진과제 현황

주 : 중대형과제와 단기과제를 함께 표기함

2. 국내 원자력 R&D사업 추진에 따른 대표적인 기술적 성과 조사

2.1. 타 에너지기술개발사업 성과와 비교

- '05~'09년 종료과제를 대상으로 한 타 에너지기술개발사업 성과와 비교
- 전력원자력분야 기술개발 성공률은 98%로 에너지 분야 전체 기술개발 성공률 96%보다 2% 높은 수준임

<표 3-13> 에너지 기술개발사업 성공률

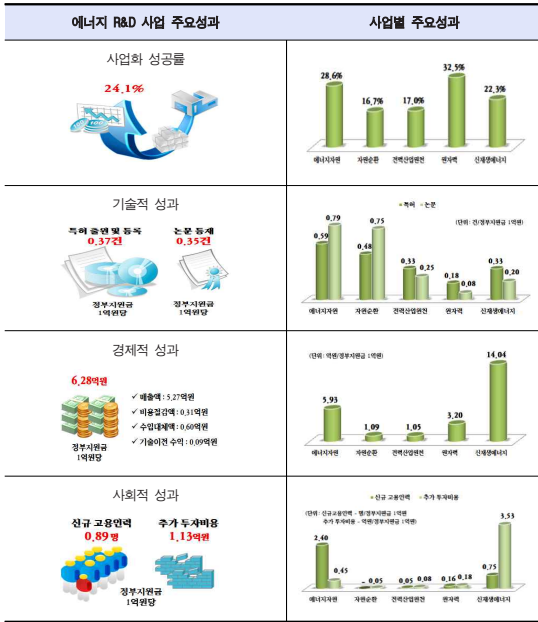
(단위 : 건, %)

| 과제 유형 | '05년 | '06년 | '07년 | '08년 | '09년 | 총계 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 평가대상 전체 과제 수 | 315 | 339 | 284 | 307 | 195 | 1,440 |
| 성공 과제 수 (성공률) | 291 (91.0%) | 318 (91.0%) | 275 (96.0%) | 299 (95.0%) | 193 (99.0%) | 1,376 (96.0%) |
| 에너지지원분야 과제 수 | 87 | 65 | 93 | 124 | 102 | 471 |
| 성공 과제 수 (성공률) | 75 (86.0%) | 58 (89.0%) | 90 (97.0%) | 123 (99.0%) | 102 (100%) | 448 (95.0%) |
| 신재생에너지분야 과제 수 | 64 | 69 | 60 | 52 | 29 | 274 |
| 성공 과제 수 (성공률) | 57 (89.0%) | 61 (88.0%) | 55 (92.0%) | 46 (88.0%) | 29 (100.0%) | 248 (91.0%) |
| 전력원자력분야 과제 수 | 164 | 205 | 131 | 131 | 64 | 695 |
| 성공 과제 수 (성공률) | 159 (97.0%) | 199 (97.0%) | 130 (99.0%) | 130 (99.0%) | 62 (97.0%) | 680 (98.0%) |

출처 : R&D 성과제고를 위한 성과관리 강화방안, 지식경제부(2010. 12)

- 에너지 R&D 사업 주요성과의 평균은 사업화 성공률이 24.1%, 기술적성과는 특허 0.37건, 논문등재 0.35건, 경제적 성과는 정부지원금 1억 원 당 6.28억 원, 사회적 성과는 신규 고용인력 0.87명, 추가 투자비용 1.13억 원임

<표 3-14> 에너지 R&D 사업 주요성과 비교



○ 정부지원금 1억 원당 주요 성과 결과를 타 에너지 R&D 사업과 비교해보면 원자력발전기술개발사업의 목표달성도 및 기술개발 진전도는 평균가량이며, 전 영역에서 하위 실적을 나타내고 있음

<표 3-15> 정부지원금 1억 원당 주요 성과 결과 종합

| 사업명 | 에너지 지원 | 자원 순환 | 전략 산업 | 원자력 발전 | 신재생에너지 | 합 계 | |
|-------------------|-------------|-------------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 분석 대상과제 현황 | | | | | | | |
| 조사완료 과제 수 | 262 | 12 | 212 | 83 | 148 | 717 | |
| 정부출연금(억 원) | 1,735 | 60 | 1,649 | 1,256 | 1,728 | 6,427 | |
| 목표 달성도 및 기술개발 진전도 | | | | | | | |
| 과제 목표 달성도(%) | 79.2 | 100 | 83.4 | 85.5 | 83.1 | 82.4 | |
| 중요 후 기술개발 진전도(%) | 60.4 | 66.7 | 57.8 | 60.2 | 57.4 | 59.14 | |
| 정부지원금 1억 원당 주요 성과 | | | | | | | |
| 기술적 성과 | 지식재산권 종합 | 0.59 | 0.48 | 0.33 | 0.18 | 0.37 | |
| | 지식 재산권 (건수) | 국내출원 | 0.33 | 0.37 | 0.17 | 0.09 | 0.21 |
| | | 국내등록 | 0.21 | 0.08 | 0.13 | 0.07 | 0.12 |
| | | 국외출원 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| | | 국외등록 | 0.01 | - | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| | 인증 종합 | 0.03 | - | 0.01 | 0.01 | 0.01 | |
| | 인증 (건수) | 법정 | 0.02 | - | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| | | 민간 | 0.00 | - | 0.00 | - | 0.00 |
| | 인증 종합 | 0.01 | - | 0.00 | - | 0.00 | |
| | 표준 종합 | 국내 | 0.01 | - | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 해외 | | - | - | 0.00 | - | 0.00 | |
| 표준 종합 | 0.01 | - | 0.00 | - | 0.00 | | |
| 논문 종합 | SCI급 | 0.13 | 0.02 | 0.09 | 0.04 | 0.09 | |
| | 비SCI급 | 0.65 | 0.73 | 0.16 | 0.04 | 0.10 | |
| 논문 종합 | 0.79 | 0.75 | 0.25 | 0.08 | 0.20 | | |
| 경제적 성과 | 사업화 성공률(%) | 28.6 | 16.7 | 17.0 | 32.5 | 24.1 | |
| | 경제적 성과 종합 | 5.93 | 1.09 | 1.05 | 3.20 | 14.04 | |
| | 매출액(억 원) | 매출액 | 4.58 | 1.09 | 0.44 | 1.43 | 13.51 |
| | | 비용절감액(억 원) | 0.32 | 0.01 | 0.46 | 0.48 | 0.06 |
| | | 수입 대체액(억 원) | 0.85 | - | 0.15 | 1.14 | 0.42 |
| 기술이전수익(억 원) | | 0.19 | - | 0.00 | 0.15 | 0.04 | |
| 추가투자비용(억 원) | 0.45 | 0.05 | 0.08 | 0.18 | 3.53 | | |
| 신규 고용인력(명) | 2.40 | - | 0.05 | 0.16 | 0.75 | | |

* 성과환용조사 응답 과제(71개) 중 매출액, 비용절감액, 수입대체액, 기술이전 수익 등이 1천 이상 발생한 과제

22. 원자력발전 기술개발사업 성과 심층 분석17)

□ 기술적 성과비교

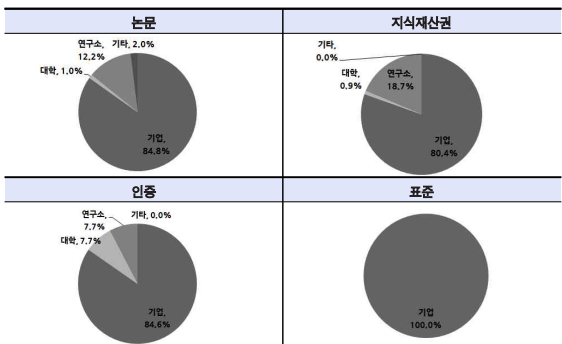
- 기술개발주체별 기술적 성과를 창출건수의 기준으로 살펴보면, 논문(84.8%, 347건), 지식재산권(80.4%, 183건), 인증(84.6%, 11건), 표준(100.0%, 1건)의 4개 성과측면에서 기업이 가장 많은 수의 성과를 창출함
- 성과의 차이는 크지만 기업 다음으로 연구소가 논문 50건(12.2%), 지식재산권 40건(18.7%)으로 성과가 높게 나타남

<표 3-16> 원자력발전사업 기술개발주체별 기술적 성과

(단위: 건)

| 구분 | 논문 | 지식재산권 | | 인증 | 표준 |
|-----|-----|----------|------|----|----|
| | | 등록출원(등록) | 등록활용 | | |
| 기업 | 347 | 183(79) | 68 | 11 | 1 |
| 대학 | 4 | 2(1) | 1 | 1 | - |
| 연구소 | 50 | 40(20) | 3 | 1 | - |
| 기타 | 8 | -(-) | - | - | - |
| 총합 | 409 | 225(100) | 72 | 13 | 1 |

<표 3-17> 원자력발전사업 기술개발주체별 기술적 성과 비중



[그림 3-10] 원자력발전사업 기술개발주체별 논문 성과

- 지식재산권 성과의 경우, 기업이 국내의 등록특허(79건)를 가장 많이 창출하였으나, 전체성과 가운데 등록특허가 차지하는 비중은 연구소(47.6%)가 더 높은 것으로 나타남

- 대학의 등록특허 비중은 50.0%지만, 전체성과의 수가 2건으로 매우 저조함

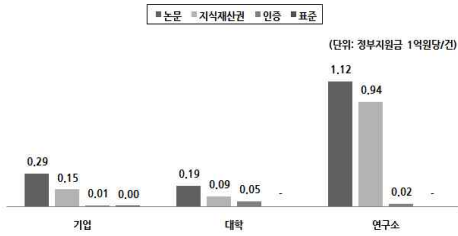
<표 3-18> 원자력발전사업 기술개발주체별 지식재산권 성과

| 구분 | 출원 | | 등록 | |
|-----|-----|-------|----|-------|
| | 건수 | 비중(%) | 건수 | 비중(%) |
| 기업 | 102 | 56.4 | 79 | 43.6 |
| 대학 | 1 | 50.0 | 1 | 50.0 |
| 연구소 | 22 | 52.4 | 20 | 47.6 |
| 기타 | - | - | - | - |

17) 에너지 R&D 성과환용 추적조사 및 환류시스템 구축, KETEP, 2011

○ 정부지원금 1억 원당 기술적 성과를 통해 기술개발주제별 투입대비 성과를 비교하면, 연구소가 논문 1.12건, 지식재산권 0.94건으로 성과가 가장 높은 것으로 나타났으며, 인증 성과는 대학이 0.05건으로 높게 나타남

- 신재생에너지사업과 전력산업원천사업의 경우 대학의 논문 개체수가 더 많은 것과 달리 원자력발전사업은 연구소의 논문 성과가 더 높음



[그림 3-11] 기술개발주제별 정부지원금 1억 원당 기술적 성과

○ 또한 성과의 질적 평가를 위해 기술개발주제별 논문 성과의 Impact Factor¹⁸⁾를 분석한 결과 연구소에서 발간한 논문이 평균 Impact Factor 1.14, 평균 인용횟수 1.32로 다른 기술개발주제에 비해 성과의 질이 높게 분석됨

- 신재생에너지사업의 경우 평균 인용횟수는 대학이 가장 높게 분석되며 전력산업원천사업의 경우 연구소, 대학, 기업 순서로 높게 분석된 것을 보아, 원자력발전사업이 대학 논문 성과 인용횟수가 낮게 분석된 것이 특이할 만한 사항임

18) SCI/SCIE급 논문을 대상으로 분석

/보류하거나, 또는 후속과제/타과제 등에 응용하여 개발을 지속하고 있는 과제를 의미함

○ 원자력발전기술개발사업의 총 경제적 성과인 401,890억 원은 기업 주관과제를 통해 창출되었으며, 국내외 매출에 의해 발생된 성과가 가장 큰 것으로 나타남

<표 3-19> 원자력발전사업 기술개발주제별 경제적 성과 (단위: 백만 원)

| 구분 | 기업의 경제적 성과 |
|----------|------------|
| 발생매출액 | 179,483 |
| 비용절감액 | 60,359 |
| 수입대체액 | 143,497 |
| 기술이전 실적 | 18,551 |
| 총 경제적 성과 | 401,890 |

□ 세부분야별 기술/제품 공경 개발물

① 성과기술 개발률¹⁹⁾

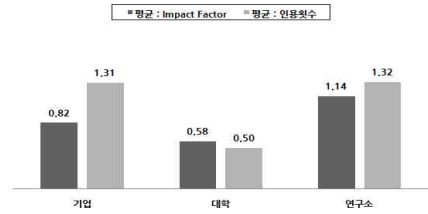
○ 원자력발전기술개발사업을 통해 총 99개의 다양한 성과기술이 개발되었으며, 기술의 비중 상으로는 원전설비성능향상(65개, 65.7%)기술이 가장 높게 나타남

○ 성과기술의 창출을 투입대비 개발률로 분석한 결과, 원전환경 분야의 투입대비 성과기술 개발률이 3.70으로 가장 높게 나타남

- 원전선진화 분야는 투입예산의 비중이 60.5%로 가장 높지만 실제 개발기술의 비중은 15.2%에 불과하여 개발률이 가장 낮게 나타남

- 하지만, 원전선진화사업은 타 분야에 비해 개발기술의 규모가 크고 복합적이지만 아니라, 중장기적으로 과제로 구성되어 있는 등 사업의 특성상 기술 개발률이 낮게 나타난 것으로 분석됨

19) 해당 세부 분야의 예산 비중(%) 대비 성과기술 수(해당 과제의 목표기술 수) 비중(%)을 통해 얻어진 무차원 수로서 생산성 및 효율수준을 의미함



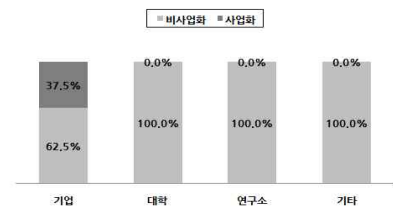
[그림 3-12] 원자력발전사업 기술개발주제별 논문 성과 IF 및 인용횟수

□ 경제적 성과비교

○ 기술개발주제별 사업화 현황을 살펴보면, 기업 주관과제 가운데 37.5%가 사업화에 성공한 것으로 나타났으나, 대학, 연구소, 기타 주관과제는 사업화 성공과제가 발생하지 않았음

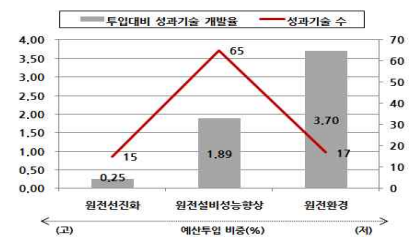
- 원자력발전기술개발사업의 27개 사업화 성공과제는 모두 기업 주관과제인 것으로 나타남

- 신재생에너지사업의 경우 기업(40.9%), 대학(13.3%)과 연구소(6.0%) 모든 주체가 사업화에 성공했고, 전력산업원천사업은 기업(21.9%), 연구소(8.3%)가 사업화에 성공해 원자력발전사업은 사업화 비율이 낮으며 기업 주관 사업만이 사업화에 성공한 것이 특이할만한 사항으로 나타남



[그림 3-13] 원자력발전사업 기술개발주제별 사업화 성공률

주: 비사업화로 분류된 과제는 사업화를 준비 중이거나 내외부적 요인에 의해 사업화를 포기



[그림 3-14] 원자력발전사업 분야별 성과기술 개발률

② 파생기술 개발률²⁰⁾

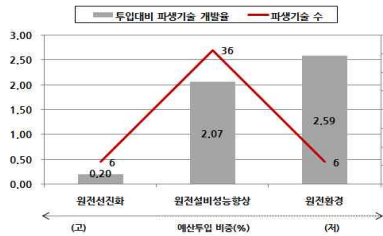
○ 총 50개 파생기술 가운데 원전설비성능향상 분야의 파생기술이 36개로 가장 많으며, 타 분야로 확대 개발된 기술은 2개(4.0%)에 불과해 원자력의 특성 상 해당분야 내에서 기술이 파생된 것으로 분석됨

- 타 분야의 파생기술은 수화력발전(발전설비/기기 개발)과 송배전계통(전력설비/기기 개발 및 진단 기술) 분야 관련기술로 조사됨

○ 원전환경 분야가 2.59의 투입대비 파생기술 개발률을 나타내 원자력발전사업의 세부분야 가운데 가장 높은 생산성을 보임

- 원전선진화 사업의 파생기술 개발률은 0.20으로 성과기술 개발률과 비슷한 수치로 나타났는데, 이는 주로 개발하는 기술의 규모 및 특성이 다른 두 사업과 상이하기 때문으로 이에 대한 고려가 필요함

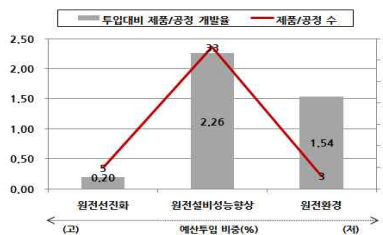
20) 해당 세부 분야의 예산 비중(%) 대비 파생기술 수(성과기술의 개발과정에서 부가적으로 얻어진 기술의 수) 비중(%)을 통해 얻어진 무차원수로서 생산성 및 효율수준을 의미함



[그림 3-15] 원자력발전사업 분야별 파생기술 개발률

③ 제품·공정 개발률²¹⁾

- 본 사업을 통해 개발된 기술은 총 42개의 제품·공정에 적용되었으며, 원전설비성능향상 분야(33개)와 관련된 제품 및 공정이 가장 많음
- 세부적으로 살펴보면, 원전설비성능향상 분야 가운데 원전 운영 및 정비기술에 대한 제품·공정이 총 17개로 전체 중 40.5%의 비중을 차지하는 것으로 나타남
- 투입대비 제품·공정 개발률 또한, 원전설비성능향상 분야가 2.26으로 가장 높게 나타나 기술의 제품화, 공정화 효율이 높은 것으로 분석됨



[그림 3-16] 원자력발전사업 분야별 제품·공정 개발률

21) 해당 세부 분야의 예산 비중(%) 대비 제품·공정 수(성과·파생기술의 적용을 통해 개발된 제품·공정 수) 비중(%)을 통해 얻어진 무차원수로서 생산성 및 효율수준을 의미함

- 종합적으로, 투입대비 성과기술 개발률 및 파생기술 개발률은 원전환경(3.70, 2.59) 분야, 제품/공정 개발률은 원전설비성능향상(2.26) 분야가 가장 높게 나타났으며, 원자력 분야의 특성상 파생기술이 타 분야로 확대되기 보다는 동일 분야에서 개발되는 것으로 나타남

2.3. 원자력발전기술개발사업 대표적인 기술적 성과 조사²²⁾

가. 지르코늄합금 튜브 제조 기술 개발

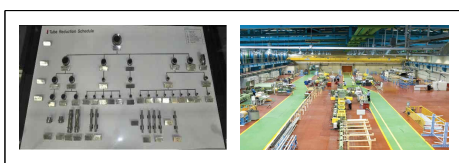
- 경수로형 핵연료 재료비의 70%, 중수로형 재료비의 73%를 차지하는 원자력연료 집합체의 핵심부품인 지르코늄합금 튜브 제조 기술의 국산화를 이룸

① 핵심 결과

- 지르코늄합금 튜브 제조 기술 및 제조공정 개발
 - 튜브 제조공정 기술 개발, 품질관리기술, 재료시험 기술 확립
 - 기자재 설계 개선, 설치 및 시험운전
 - 단위공정별 장비자격인증시험(EQT)을 통한 공정 최적화, 제품자격인증시험(PQT)을 통한 제품 인증 기술 확립
- 지르코늄합금 튜브 성능평가 기술 확립
 - 지르코늄합금 특성시험 요건확립 및 특성시험 수행을 통한 해외선진 제조사 튜브와 동일한 튜브성능임을 입증
 - 열적/기계적 성능모델 평가/개선 및 성능 평가기술 확보
- 지르코늄합금 튜브 상업가동 착수(2009. 1)

22) 2010 에너지 R&D 성과활용 우수사례집, 지식경제부, KETEP, 2011

- 국내 최초 튜브 제조 기술 국산화를 통한 해외 원자력 선진사 제품과 동등이상의 품질 및 성능을 갖춘 튜브 제조
- 개발결과물을 활용한 연간 생산능력 1,400km의 제조시설 구축



[그림 3-17] 지르코늄합금 튜브 제조 공장

② 시장효과/파급효과

- 과학기술적 측면 : 고정밀 튜브 제조 기술 국내보급, Inconel 및 티타늄 튜브 제조를 위한 기반기술로 활용, 순수 국산 원자력연료 기술 자립 초기 달성
- 사회경제적 측면 : 국내 원자력발전소용 고유 핵연료 공급은 물론 건설예정인 UAE 원자력발전소용 핵연료 공급을 시작으로 해외 원자력 시장 진출에 대한 기여도가 높아질 전망
- 핵연료의 피복관류를 전량 수입하였으나 튜브 국산화를 통해 300억 원의 수입대체 효과 발생
- 정책적 측면 : 원자력연료의 국제 경쟁력 확보와 안정적/경제적 공급 가능

③ 경제적/기술적 성과

- 경제성과 : 총 160,643백만 원 매출, 3,806백만 원 비용절감, 151,743백만 원 수입대체
- 논문 성과 : “Zirconium Alloy Cladding Tube Characteristics Made by KNF”의 28편
- 특허 성과 : “절강 산업의 산세액 처리방법”

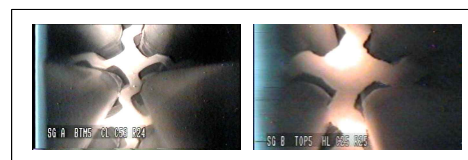
- 인증 성과 : “경수로용 핵연료 지르코늄합금 피복관 냉간 펠거링 기술”

나. 증기발생기 2차측 상부 전열관다발 검사 및 이물질제거 장비 개발

- 원전 증기발생기 정비기술 개발을 통해 건전성을 확보하고 안정성을 검증함

① 핵심 결과

- OPR1000 증기발생기 상부다발 원격검사 장비개발
 - 초소형 CCD 카메라를 이용한 증기발생기 전열관 육안검사시스템 개발
 - 방사선 쏘임 선량 저감을 위한 원격제어시스템 개발
- 이물질제거시스템 개발 및 성능시험
 - 증기발생기 전열관 다발 이물질제거시스템 개발
 - 성능검증을 위한 증기발생기 Mock-up 개발 및 시험



[그림 3-18] 영광 2호기, 고리 4호기 검사결과

② 시장효과/파급효과

- 과학기술적 측면 : 표준원전 전열관 원격 검사장비개발에 따른 설비 안정성 확보
- 사회경제적 측면 : 원자력발전소 증발기 누설에 대비한 검사기술 국산화 개발로 선진사 기술도입을 사전에 차단하고 국내 산업 경쟁력 확보에 기여

- 정책적 측면 : 고방사선 구역 작업자의 방사선 조입 선량 감소로 원전 안전성이 강화되었으며, 원전 진전성 확보
- ③ 경제적/기술적 성과
 - 경제 성과 : 총 1,796백만 원 매출, 450백만 원 비용절감, 620백만 원 기술 대체
 - 특허 성과 : “증기발생기에 사용되는 이물질 제거용 원격 제어 엔드이펙터 장치”

다. 자기장을 이용한 제염장치 개발

□ 원자력발전소의 운영 또는 해체 과정에서 발생하는 방사성 금속 폐기물의 재활용 또는 감용을 위한 자기장 제염장치 개발

- ① 핵심 결과
 - 자기장을 이용한 제염장치 개발
 - 제염대상물의 형상, 크기, 기하학적 인자, 오염의 특성 및 분포 등에 무관한 기술 개발
 - 제염에 필요한 자성연마입자를 반영구적으로 사용
 - 제염 후 액상의 2차 폐기물이 다른 제염기술보다 매우 적게 발생
 - 방사성 금속 폐기물의 제염에 활용할 수 있을 뿐 아니라 반도체나 정밀기기 등의 표면 거칠기 향상에도 활용 가능



[그림 3-19] 자기장을 이용한 제염장치

- ② 시장효과/파급효과
 - 과학기술적 측면 : 터빈 다이아프램 용접공정을 기존의 SAW방식에서 용접변형이 작고 고품질 용접방법인 EBW방식으로 전환함으로써 발전 효율 향상에 기여
 - 사회경제적 측면 : 고품질 용접방법 개발로 인해 발전설비 수주 경쟁력 강화 및 핵융합 기기, IT장비 국산화 제작 등에 기여
 - 정책적 측면 : 국내 전자빔용접 관련 산업이 활성화되고, 중공업 분야의 용접작업 환경 개선
- ③ 경제적/기술적 성과
 - 경제 성과 : 총 22,000백만 원 매출
 - 논문 성과 : “고정밀 60KW급 전자빔용접시스템 국산화개발”
 - 특허 성과 : “전자총 이동식 대형 전자빔 용접시스템”

마. HANA 피복관 고유 제조공정 기술개발

□ 고성능 핵연료 피복관의 제조 공정을 개발하여, 전량수입 중인 부식성능이 향상된 고연소도용 원자력연료에 사용되는 지르코늄 합금 핵연료(HANA)의 핵심소재를 국산화

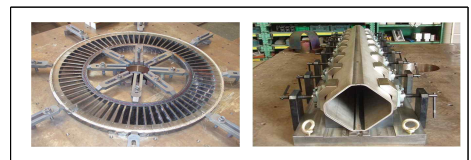
- ① 핵심 결과
 - HANA 피복관 제조를 위한 선행공정(TREX 제조공정) 개발
 - HANA 피복관 TREX(피복관 제조용 반제품) 개발 및 장기부식특성 성능평가
 - HANA 피복관 후행공정(tube 제조공정) 기술개발 및 성능평가
 - 후행공정 모사 성능평가로 고유가공 및 열처리조건 등 요소기술 개발 완료

- ② 시장효과/파급효과
 - 과학기술적 측면 : 초정밀화, 초미세화 및 초평활화 가공 공정이 적용되는 고가의 미래지향적인 첨단 제품을 독자적인 기술로써 해결
 - 사회경제적 측면 : 자기장을 이용한 제염장치를 개발 적용함으로써 급속성 방사성 폐기물의 양을 저렴한 비용으로 재활용 또는 감용
 - 정책적 측면 : 환경 친화적인 제염장치 개발
- ③ 경제적/기술적 성과
 - 경제 성과 : 총 1,724백만 원 매출
 - 논문 성과 : “영구자석을 이용한 STS304 파이프 제염”의 1편
 - 특허 성과 : “자기장을 이용한 방사성 금속폐기물 제염장치”의 1건

라. 원자력 터빈 다이아프램 전자빔 용접기술 개발

□ 대용량 전자빔을 이용한 고품질 특수용접 기술을 개발하여 국내의 낙후되어 있는 대용량 전자빔 용접시스템 및 용접공정 기술을 개선

- ① 핵심 결과
 - 원자력 발전용 터빈 다이아프램 전자빔 용접기술 개발
 - 120kW급 전자빔용접시스템 자체기술 구축
 - 터빈 다이아프램에 대한 전자빔용접 공정기술 확립



[그림 3-20] 발전설비 터빈 다이아프램, 원자력발전 주 기기부품 전자빔용접

- ② 시장효과/파급효과
 - 과학기술적 측면 : HANA 피복관 소재의 제조공정 원천기술 확보
 - 사회경제적 측면 : HANA 피복관 상용화로 수입 대체로 인한 외화절감 및 수출 기대
 - 경수로용 피복관 수요는 '06년 822km(195억 원)에서 '13년 1373km(500억 원 이상)으로 급격히 증가 예상 (제5차 장기전원 수급계획(1999-2015))
 - 정책적 측면 : 핵연료시장의 기술독점화 가속화 및 WTO 등 세계시장에서 한국의 원자력발전 기술의 자립에 기여
- ③ 경제적/기술적 성과
 - 논문 성과 : “HANA-피복관의 부식 및 미세조직에 미치는 제조공정의 영향”의 13편
 - 특허 성과 : “경수로용 핵연료 지르코늄합금 피복관 냉간 펠거링 기술”

바. Plus-7 핵연료 효율향상을 위한 성능 최적화 기술개발

□ 원자력발전의 경제성, 안전성 및 운전성을 제고시킬 수 있는 핵연료 성능향상을 위한 노심설계 최적화 및 운전 제한조건 완화 기술을 개발

- ① 핵심 결과
 - 핵연료 성능 활용 최적화 기술개발
 - 해외 원자력발전 공급사로부터 도입된 원자력 발전설계기술 한 단계 진보
 - 원자력발전의 경제성과 운전성을 최적화하는 차별화된 노심설계 기술력 확보
 - 다차원 노심해석 기술 및 LOCA 안전 여유도 최적평가 등 요소기술 개발

- 기술개발 독창성 및 기술수준이 국제수준에 도달 (성능 최적화 독자 기술 확보)
- 핵연료 성능활용기술과 상호 상승작용으로 기술적 선도성 확보

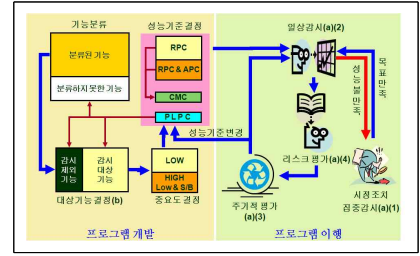
② 시장효과/파급효과

- 과학기술적 측면 : 해외 선진사 기술의 복제 설계 수준에서 독창적인 노심설계 최적화 기술개발로 원자력 발전의 경제성(열적성능 10% 이상 향상) 및 안전성 향상 뿐 아니라 해외 원자력발전 수출에 대비한 기술 경쟁력 확보
- 사회경제적 측면 : 원전의 경제성과 운전성을 높임으로써 원자력 발전 단가 절감을 통한 값싼 전기 공급 유지, 여름철 전력 예비율 부족 상황에도 안정적 원자력발전 전략 공급이 가능함으로써 국가 산업 경쟁력 및 물가 안정에 기여
- ③ 경제적/기술적 성과
- 경제성과 : 기술이전료 56백만 원

사. WH형 원전 구조물/세통/기 성능목표 감시 프로그램개발 및 시험적용

□ 원자력 발전소 중요설비 감시 프로그램 개발을 통한 안정성 향상

- ① 핵심 결과
- WH형 원전의 안전성 확보에 효과적인 운전 및 정비 이행을 위한 원전 SSC(Structure, System and Components) 성능감시 프로그램 개발
- 원자력발전소의 안전성 확보에 관리가 필요한 설비들의 선정
- 중요 설비들에 대한 성능기준 수립
- 성능감시 및 불만족 설비들에 대한 시정조치



[그림 3-21] 프로그램 개발 및 이행

② 시장효과/파급효과

- 과학기술적 측면 : 원자력발전 안전운전 및 정비이행을 위한 성능기준 수립, 감시 프로그램의 개발 및 시험적용
- 사회경제적 측면 : 원자력발전 이용률 향상 및 정비 비용 절감을 통한 경제성 확보
- 정책적 측면 : 원자력 안전 위원회의 “주요기기 부품의 신뢰성 향상을 위한 ‘정비제도’ 도입” 및 원자력 안전 전문위원회 안전관리 강화대책의 조치항목인 “정비규정 도입” 의결에 따른 국내 정비규정 이행 프로그램 개발

③ 경제적/기술적 성과

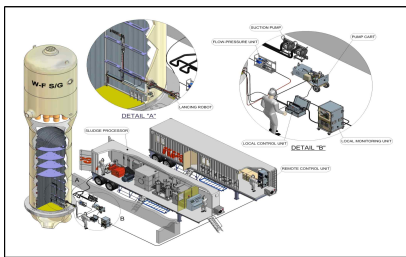
- 경제성과 : 기술이전료 316백만 원

아. 증기발생기 상부다발 세정기술 개발

□ 친환경 세정기술 개발을 통한 원전 안정성 확보

- ① 핵심 결과
- 증기발생기 상부다발 세정시스템(KULAN) 개발

- KULAN(KPS, Upper-bundle Lancing System)
- 고압수를 이용한 증기발생기 2차측 상부 전열관 슬러지제거 기술
- F-Model S/G 세정시스템 성능검증을 Mock-up 개발



[그림 3-22] 증기발생기 상부다발 세정시스템(KULAN)

② 시장효과/파급효과

- 과학기술적 측면 : 원자력발전 전열관 Fouling에 따른 세정기술 개발을 통해 안정성 확보
- 사회경제적 측면 : 원자력발전 가동연수 증가에 따른 전열관 손상에 대비한 선형기술 개발을 통하여 정비가 기술 국산화에 기여
- 정책적 측면 : 해외 원자력발전소의 경우, 증기발생기 2차측 구조물의 진전성 확보를 위한 규제가 강화됨에 따른 대안 기술 확보에 기여
- ③ 경제적/기술적 성과
- 경제성과 : 총 1,031백만 원 매출
- 특허성과 : “Upper bundle cleaning system of steam generator”

3. 원자력발전 R&D사업의 문제점 도출

□ 주관기관이 특정업체에 편중

- 중대형과제는 한수원, 두산중공업, 한국원자력연구원, 한전원자력연료, 한국전력기술 등에 집중적으로 편중되어 있으며, 단기과제는 중소기업, 대학 등이 상대적으로 많은 과제를 수행하고 있으나, 예산 기준으로는 상위 5개사가 차지하는 비중이 월등히 높음
- 2001년~2011년 기간 내에 시작 및 종료된 과제에 대해 국가 원자력 R&D사업의 추진실적에 대한 분석결과, 원전선진화 분야의 예산은 약 5,300억 원으로 전체 예산의 75.3%를 차지하고 있으며, 원전설비성능과 원전환경 분야는 각각 16.8%와 7.9%를 차지하고 있음
- 원전선진화 분야는 상위 3개사(한국수력원자력, 한국원자력연료, 두산중공업)가 과제수행 건수 기준 83.3%, 예산 기준 88%를 차지하고 있음
- 원전설비성능 분야는 모든 과제가 단기과제로 총 151개의 과제로 구성되어 있으며, 주관기관은 65개 업체임
 - 한전전력연구원 23개, 한국수력원자력 17개, 한국원자력연구원 11개, 중소기업 및 대학 등 57개 업체에서 65개의 과제를 수행함
- 원전환경 분야는 1개의 중대형과제와 31개의 단기과제로 구성되어 있으며, 주관기관은 17개 업체임
 - 그 중 한수원은 11개 과제를 수행하였으며, 예산은 약 397억 원으로 원전환경 분야 예산의 71.6%를 차지하고 있음
 - 한국원자력연구원은 중대형과제 1개를 포함한 총 3개의 과제를 수행하였고, 기타 12개 업체에서 12개의 단기과제를 수행함
- * 국가주도형 R&D사업과 개방형 R&D 사업의 조율로 많은 기업의 참여를 유도
- * 개발사업의 포트폴리오 다양화

□ 민간기업 참여 부족

- 주관기업을 기준으로 민간기업의 참여가 두산중공업 등 몇몇 회사로 한정되어 있음
- 엄격한 규제와 연구개발과제의 성격이 원자력 부문에만 한정되어 있어 민간 기업에서 참여하기 어려운 상황임
- 또한 연구기간이 5~15년으로 장기간 소요됨에 따라 수익창출까지의 기간이 매우 길어 개발적용시장이 국내로 한정될 경우, 기업이 참여할 수 있는 경제성이 부족함
- ※ 국가주도형 과제의 기업부담금 비율 조정

□ 고유 차별화 기술 확보를 위한 선택과 집중 부족

- 우리나라의 원자력발전 R&D는 Nu-Tech 2012에 따라 "2012년까지 미 자립 핵심기술 국산화 및 수출기반 확립"을 위해 원전 계통 및 핵심기기 기술 개발에 집중되어 있음
- 원자력 산업기술 분류체계에 따라 그간의 지원 실적을 분석한 결과 원전 계통 및 핵심기기 기술에 대한 과제수가 전체 250개 사업 중 총 93개로 가장 많았으며, 예산은 166,180백만 원으로 두 번째로 많은 것으로 분석됨
- 예산은 신 원전 기술 관련 예산이 246,301백만 원으로 가장 큰 것으로 나타났으나,
- 이중 APR+ 기술개발과 APR1400급 RCP 개발에 약 200,000백만 원 투자하고 있어, 2개의 과제를 제외하면 국내 원자력발전 R&D는 과거 10년간 원전 계통 및 핵심기기 기술 개발에 집중되어 있음
- ※ 고유 차별화 기술 확보를 위하여 원전기술개발과 더불어 원전 배계기술, 원전부지 선정기술, 원전 운영기술, 해체기술, 폐기를 관리기술, 핵비확산화 체계 등을 포함하는 원전지식 패키지와 과제 기획
- ※ 획기적 안전성 확보 및 폐기를 처리를 위한 개방형 과제 기획

□ 국제 표준화 선도를 위한 과제 부족

- 공정개선 및 부품국산화에 의한 원가절감을 위한 연구개발이 주로 이루어짐에 따라 국제 표준화가 요구되는 신기술 개발을 위한 과제가 부족함
- 혁신적인 소재 및 공정을 개발하여 적용하기 위해서는 국제적인 기관에서 표준공인을 받아야 함
- ※ 기술개발과 병행하여 국제 표준화를 위한 WG 운영과제 기획

□ 독자 기획한 국제 공동연구 사업 부족

- 선진사에서 기획된 국제 공동연구 사업에 참여중임
- 독자적으로 기획한 국제 공동연구의 추진으로 국제적 위상을 향상시키고 이를 위해 해외 전문가를 확보해야함
- ※ 국제적 위상제고 및 전문가 확보를 위한 국제 공동연구 프로그램 기획
- ※ ODA(Official Development Assistance: 공적개발원조) 프로그램과 연계한 개도국과의 공동연구 추진

□ 높은 기술개발 성공률 대비 사업화 성공률 저조

- 2005년~2009년 종료된 과제를 분석한 결과 지식경제부 전력원자력 분야 기술개발 성공률은 98%인 반면, 사업화 성공률은 32.5% 수준에 불과함
- 사업화를 고려하지 않은 기술개발 위주의 목표 설정과 실패를 용인하지 않는 상황에 의한 성공 관정을 양산한 결과임
- 성공 가능한 과제에 대한 기획이 많았으며, 평가자의 비전문성, 온정주의 평가로 인해 제대로 된 평가가 이루어지지 못함
- 최종평가 시 성공관정 기준을 사업화 성공률 향상을 고려하여 강화할 필요가 있음
- ※ 원전 R&D 경쟁력 제고를 위한 평가관리 강화방안 수립

□ 원전산업의 특성에 부합한 연구 성과 평가지표 미흡

- 과제종료 후 성과를 평가하는 지표는 특허, 논문, 기술료, 매출/이익 등의 양적평가 위주로 구성되어 있음
- 국민의 기본적 삶의 질과 직결되는 에너지 공급을 위한 원자력 R&D 과제의 평가지표로는 다소 적절치 않으며, 그에 따라 에너지 R&D 성과분석 시 결과가 왜곡될 수 있음
- ※ 국가주도형 R&D 사업의 경우 안전도 향상, 에너지수급 기여도, 국가위상 향상도 등의 지표를 반영한 새로운 평가시스템 구축

□ 원자력발전 R&D Master Plan 마련 시급

- 2012년까지 Nu-Tech 2012에 근거하여 R&D 사업을 기획 및 추진할 계획이며, 2013년 이후에는 현재 수립중인 Nu-Tech 2030을 기반으로 진행할 예정임
- 후쿠시마 원전사고 이후 안전이 최우선의 과제로 부각되었으며, 요구되는 안전의 목표수준이 최악의 자연재해를 고려하는 수준으로 높아짐
- 식량자원과 마찬가지로 에너지자원은 국가 기반산업의 특성을 가지므로 장기적이고 현실적인 에너지믹스를 고려한 큰 그림이 필요함
- 원자력발전분야의 세계동향을 고려할 때 세계선도국으로의 R&D 전략 수립이 요구됨
- 이를 고려한 Nu-Tech 2030 plan의 Frame 변화가 요구됨
- ※ 안전과 경쟁력을 동시에 달성할 수 있는 기술개발로 세계 최고 수준의 안전을 보장하는 "꿈의 원전기술" 확보를 목표로 하는 로드맵 작성
- ※ 국가 에너지믹스에 원자력발전 포지셔닝을 반영한 장기 계획 수립

□ 원자력 발전 R&D의 특성에 대한 공감대 부족

- 원자력 발전은 대규모 초기 투자를 필요로 하는 기간시설로서 에너지

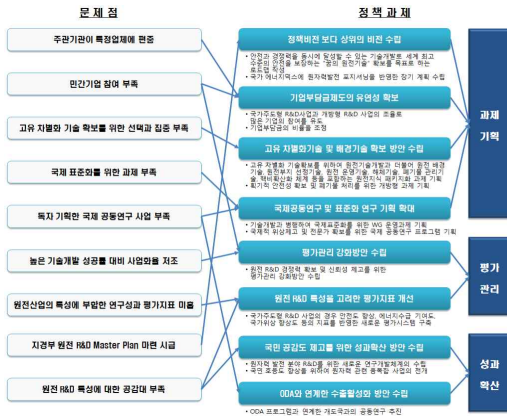
안보 및 저탄소 녹색에너지원로서 큰 역할을 담당하고 있는 국가 주도의 SOC사업 특성을 가짐

- 원자력 발전은 국가 에너지 공급의 중추적 역할을 하고 있으며, 해외 의존도 완화, 전기요금 안정화에 크게 기여하는 국민 경제를 구성하는 중요한 산업임
- 타 에너지원보다 이산화탄소 배출량이 적어 저탄소 녹색성장에 크게 기여할 수 있는 에너지원으로 자리매김함
- 원자력 발전은 경제성 보다 안전성 확보가 최우선이 되어야 하며, 2011년 후쿠시마 사태 이후 안전의 중요성은 더욱 부각되고 있음
- 원자력발전은 국민 공감대 형성이 반드시 필요한 산업임
- 우리나라 원자력발전소 안전에 대해 조사한 과학기술정책연구원의 보고서(2011. 12)에 따르면, 정부의 원자력 발전 비중 증가계획에 대해 일반국민의 46.6%가 '동의한다'라고 응답하였으며, '반대한다'는 의견은 35.2%로 조사됨
- 아울러 정부의 원전 안전진단 결과에 대한 신뢰성 평가에서 34.9%만이 '신뢰한다'고 응답하고 있음
- 원자력 발전은 핵 안보와 직결되어 있기 때문에 국가통제 하의 연구개발이 필요한 분야임
- 원자력 발전분야의 연구개발의 추진체계가 타 산업의 연구개발체제와 동일한 절차와 내용으로 추진됨에 따라 비효율성이 생김
- ※ 원자력 발전 분야 R&D를 위한 새로운 연구개발체계의 수립
- ※ 국민 호응도 향상을 위하여 원자력 관련 융복합 사업의 전개

IV. 원자력발전 R&D의 효율적 추진방안 제시

1. 원자력발전 R&D사업의 효율적 추진을 위한 정책과제 도출

- 도출된 원전 R&D사업의 문제점에 대해 이의 개선을 위한 과제 기획, 평가관리, 성과확산 단계별 정책과제를 도출함
- 과제기획단계에서는 정책비전 보다 상위의 비전 수립, 기업부담금제도의 유연성 확보, 고유 차별화기술 및 배경기술 확보 방안 수립, 국제 공동연구 및 표준화 연구 기획 확대 등의 정책과제를 도출함
- 평가관리단계에서는 평가관리 강화방안 수립, 원전 R&D 특성을 고려한 평가지표 개선 등의 정책과제를 도출함
- 성과확산단계에서는 국민 공감대 제고를 위한 성과확산 방안 수립, ODA와 연계한 수출활성화 방안 수립 등의 정책과제를 도출함



[그림 4-1] 원전 R&D사업의 문제점 및 정책과제

2. 원전 R&D 사업추진 단계별 정책과제 제안

2.1. 과제기획 단계의 정책과제

- 정책비전 보다 상위의 비전 수립
 - Fast Follower에서 First Mover의 선도적 위치로 도약하기 위해 도전적인 목표를 설정하고, 세계 최고 수준의 안전성 확보를 위한 Top-down 기획이 가능하도록 기반을 마련함
 - 안전과 경쟁력을 동시에 달성할 수 있는 기술개발로 세계 최고 수준의 안전을 보장하는 “꿈의 원전기술” 확보를 목표로 하는 로드맵 작성
 - 국가 에너지믹스에 원자력발전 포지셔닝을 반영한 장기 계획 수립
 - 세계 최고, 세계 최초(World Best, World First)를 지향하는 도전적인 목표 설정
- 고유 차별화기술 및 배경기술 확보 방안 수립
 - 과거 원자력 발전 R&D 목표였던 국산화를 넘어 타 경쟁국에서 보유하고 있지 않은 고유 차별화기술 개발을 통해 시장 선점 기회를 확보하고, 이와 동시에 원자력 발전 R&D의 근간이 되는 배경기술과 그에 따른 DB를 확보함
 - 고유 차별화 기술 확보를 위하여 원전기술개발과 더불어 원전 배경기술, 원전부지 선정기술, 원전 운영기술, 해체기술, 폐기물 관리기술, 핵비확산화 체계 등을 포함하는 원전지식 패키지화 과제 기획
 - 획기적 안전성 확보 및 폐기물 처리를 위한 개방형 과제 기획
- 국제공동연구 및 표준화 연구 기획 확대
 - 국제공동연구 및 표준화 연구 확대를 통해 국제적 위상 향상과 해외 전문기술 확보하여, 향후 원전 수출 강국으로의 도약을 위한 밑거름으로 활용함

- 기술개발과 병행하여 국제 표준화를 위한 WG 운영과제 기획
- 국제적 위상제고 및 전문가 확보를 위한 국제 공동연구 프로그램 기획
- 기업부담금제도의 유연성 확보
 - 국가주도 사업(예 : 안전성 확보, 국가안보 관련 사업)과 개방형 사업에 대한 기업부담금 비율 차등 조정을 통해 민간기업 참여를 활성화하고 공정한 경쟁을 유도하여 특종업체에 편중되어 있는 시장구조를 개선함
 - 국가주도형 R&D사업과 개방형 R&D 사업의 조율로 많은 기업의 참여를 유도
 - 국가주도형 과제의 기업부담금 비율 조정

2.2 평가관리 단계의 정책과제

- 평가관리 강화방안 수립
 - ① 선정평가
 - (과제유형별 평가위원 및 평가항목 차별화) 원전 안전성 강화, 국가안보관련 사업 등 국가주도형 사업과 개방형 사업 등 과제유형별 평가의 전문성 강화를 위해 평가위원 구성 및 평가항목을 차별화
 - 국가주도형사업*은 기술/시장전문가 및 인문/사회과학 전문가 중심의 평가위원 구성, 연구자 역량 및 연구방법의 독창성 등 산업원천기술개발 역량 평가실시
 - 개방형사업**은 기술전문가와 시장전문가 중심으로 평가위원을 구성하여 사업화 시장선점 가능성, 응용시장의 규모 등을 철저히 검증
 - * 국가주도형사업은 국가정책에 의해 Top-down 방식의 기획을 통해 선정된 과제
 - ** 개방형사업은 연구자에 의해 Bottom-up 방식의 수요조사를 통해 선정된 과제

<표 4-1> 과제유형별(국가주도형·개방형) 평가위원 및 평가항목(안)

| 구분 | 국가주도형 과제 | 개방형 과제 |
|------|-------------------------------------|---|
| 평가위원 | 해당 분야 최고수준 기술/시장전문가, 인문/사회과학 전문가 중심 | 기술전문가 및 시장전문가 중심 |
| 평가항목 | 차별 | 연구자 역량 및 연구방법의 독창성, 사업화 및 시장선점 가능성, 응용시장 규모 |
| | 공통 | 목표 설정의 적절성/ 사업 책임자로서의 자질 및 Communication 역량 |

- (과제기획자와 과제수행자의 강제적 분리) 국가주도형 과제의 경우 과제기획 책임자와 과제수행 주관기관 책임자의 강제적 분리를 통한 과제 선정의 객관성을 제고함
- 국가차원의 중장기 대형 과제인 만큼 완성도를 높이기 위해 다양한 보완장치를 활용
 - 선정된 주관기관의 제안내용 외에 탈락된 제안서의 내용 중 우수한 부분(과제 포트폴리오, 조직구성 등)을 선정된 제안서에 일부 포함·편입시켜 연구추진에 반영할 수 있음
 - 주관기관 선정 이후 연구계획서 완성도 제고를 위해 별도 보완·수정 기간을 제공
- (과제규모 및 기간을 고려한 평가방식) 단기적·일률적 평가방식을 과제 맞춤형 평가방식으로 전환
 - 과제규모 및 기간과 관계없는 일률적 평가방식을 과제성격에 따라 맞춤형 평가방식으로 차등화
 - 중·대형 사업에 대해 1박2일 심층평가, 토론평가 수행
 - 토론평가 : 동일 RFP에 지원한 지원자들이 모두 참석하여 각자 자신의 연구계획을 발표한 후, 지원자 간 토론 및 상호질문, 평가자-후보자간 질의응답 및 심층면접 등 다각적 접근 병행

<표 4-2> 과제 맞춤형 평가방식(안)

| 구분 | 현행 | 개선 |
|------|-----------------------------|--|
| 위원추천 | 자동추천시스템 | <ul style="list-style-type: none"> ▶(중대형) 최고전문가 추천 ▶(단기과제) 자동추천시스템 |
| 평가시간 | 50분 내외 | <ul style="list-style-type: none"> ▶(중대형) 2~4시간 ▶(단기과제) 50분 내외 |
| 평가방법 | (중대형)1박2일 평가 (단기과제)1일 평가 | <ul style="list-style-type: none"> ▶(중대형) 1박2일 평가 + 토론평가 ▶(단기과제) 현행 유지 |

② 단계평가²³⁾

- (연차평가 제재 강화) 연차평가 시 신호등 평가 도입
 - 연차평가에는 신호등 평가를 도입하여, 녹색(계속추진, 차년도 연차평가 면제), 황색(경고, 연속 2회 적색), 적색(중단) 등급을 부여하고 문제과제(적색)의 조기탈락 유도함
- (단계평가 제재 강화) 중장기과제의 단계평가에는 상대평가를 도입하여 하위과제 10%에 대해 중간탈락을 의무화하거나, 하위과제 10%의 예산 일부를 감액하여 상위과제 10%의 차년도 예산에 증액하는 방법 등을 통해 원천 R&D 사업의 경쟁력 제고를 유도함
- 단계평가 시 세부과제들을 순위화 함으로서 과제수행자간 신의의 경쟁을 유발함
- 단, 이의신청제도를 두어 중간탈락 및 예산조정 대상과제 중 우수과제에 대해서는 심의를 통해 회생기회를 제공함
- (불성실 과제 제재 강화) 수행기관이 과제수행을 불성실하게 수행할 경우, 연차/중간평가에서 해당 과제를 연차평가에서 중간탈락 처리
 - 성실수행과제는 제재를 면제*하되, 불성실수행과제는 연구 수행상황 및 실적 등을 고려하여 제재 차등화**
 - 연구노트를 작성하여 연구과정 기록을 통해 성실여부를 판정하고, 실패보고서를 작성하여 실패를 통한 교훈 및 유사 실패를 방지함

* 성실수행과제는 추적조사 등을 통해 성과 및 실적을 지속 검증하여, 참여기관이 성

23) 신호등 평가, 중간 탈락제 관련 내용은 2011. 10. 24 지식경제부 보도자료(에너지 R&D 시스템 개편) 인용

과를 성실신고하지 않은 경우(성과누락)와 비영리기관이 기술료 등에 대해 성실신고를 하지 않은 경우, 참여제한 등 제재 조치

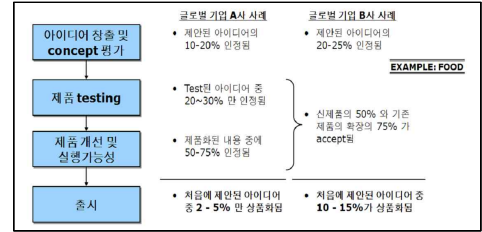
** 불성실수행 과제의 경우, 환수 및 제재를 강화하여 개발기간 전체에 대한 정부출연금 전액 환수 및 참여제한 등 검토

<참고> R&D 중간탈락 운영사례

□ 미국 DARPA 중간탈락에 의한 프로젝트 관리 방식

- 수행프로젝트의 경쟁축진을 통한 성과 극대화를 위해 매년 평균20%규모의 중간탈락제도를 시행하고 최종 10%정도가 "성공적"인 결과를 창출
- 이를 통해 인터넷, GPS, 스탠스기와 같은 혁신적인 연구 성과들을 지속적으로 창출

□ 해외 글로벌 선도기업도 초기에는 기회를 넓게 주지만 연구진행 과정에서는 철저하게 중간탈락 시켜 최종 10%이내가 상품화로 연결



□ 원천 R&D 특성을 고려한 평가지표 개선

- 원자력발전 R&D 특성을 고려하여 단기적으로는 현 평가지표에서의 가중치 조정의 방법을 활용함 (예: 논문가중치 하향조정, 특허가중치 상향조정 등)
- 중장기적인 관점에서는 국가주도형 R&D 사업의 경우 안전도 향상, 에너지수급 기여도, 국가위상 향상도 등의 지표를 개발하여 새로운 평가시스템을 구축함

2.3. 성과확산 단계의 정책과제

- 국민 공감도 제고를 위한 성과확산 방안 수립
 - 원자력발전은 우리 국민 대다수가 그 필요성에 대해서는 인식하고 있으나, 원전 확산, 정부의 원전 안전성 평가결과에 대해 신뢰하지 못하고 있는 상황으로 국민 공감도 제고를 위한 대내외 홍보를 통한 성과확산방안을 수립함
 - 원자력 발전 분야 R&D를 위한 새로운 연구개발체계의 수립
 - 국민 호응도 향상을 위하여 원자력 관련 융복합 사업의 전개
- ODA와 연계한 수출활성화 방안 수립
 - 원전 건설뿐만 아니라, 비핵확산화 인프라구축, 폐기물처리, 폐원전 해체 등 원전과 관련된 기술, 정책, 교육까지 전주기적 지식을 패키징화하여 개발도상국에게 최상의 윈윈 서비스 제공함과 동시에 신규 시장 개척에 대한 판로를 확보함
 - ODA 프로그램과 연계한 개도국과의 공동연구 추진으로 수출 활성화 및 국력 향상

참고문헌

- 제4차 원자력 진흥 종합계획(안), 교육과학기술부·지식경제부 (2011)
- 원자력발전 수출산업화 전략, 지식경제부 (2010)
- 지식경제 R&D 혁신전략, 지식경제부 (2010)
- 그린에너지 전략로드맵 2011, 지식경제부, KETEP (2011)
- 2011 에너지 기후변화 전망, 에너지관리공단 (2011)
- 2011년도 제1차 원자력연구개발 사업안내서, 교육과학기술부 (2011)
- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (2011)
- 지식경제 기술혁신사업 공통운영요령 (2011)
- 에너지기술개발사업 4단계 게이티크리제 운영매뉴얼, KETEP (2011)
- 교육과학기술부 소관 연구개발사업 평가매뉴얼 (2011)
- 성과관리업무 매뉴얼, 교육과학기술부, 연구재단 (2009)
- 한국원자력 50년사, 한국원자력50년사 편찬위원회 (2010)
- 2010 원자력 연감, 한국원자력산업회의 (2010)
- 에너지 R&D 성과활용 추적조사 및 환류시스템 구축, KETEP (2011)
- 2010 에너지 R&D 성과활용 우수사례집, 지식경제부, KETEP (2011)
- 원자력 입문자료, 교육과학기술부 (2011)
- 2010년도 연구개발활동 조사보고서 통합본, 국가과학기술위원회 (2011)
- 제15회 원자력산업실태조사, 교육과학기술부 (2011)
- 2011년도 국가연구개발 투자실적, 과학기술위원회 (2011)
- 원자력발전의 국민경제적 기여 분석과 자금운영 개선방안, 한국과학기술기획평가원(2010)
- Nuclear Power note, 지식경제부, 한수원 (2010)
- 지속가능발전을 위한 원자력의 역할, 에너지경제연구원 (2008)
- 핵융합 원자력발전 관련시장과 기술동향, Business Information Research (2011)

[부록] 원자력발전 R&D과제 목록

<표> 원전신진화

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구시작일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-----------------|------------------------------|---|----------|-------|-------|---------------|
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원전 전문기관 기술개발 | | 중대형 (총괄) | 01.12 | 06.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 기압경수로 원전연구 수리 기술개발 | ○ 연구개발의 최종 목표는 WH4 x 14형, 10x16형, 17x17형압력 연료 수리장비 및 수리 기술을 개발함 ○ 기존 한국표준형 원전압력 연료 수리 장비의 자체 운용을 위한 수리 기술을 개발하는 것 | 중대형 (세부) | 99.09 | 02.02 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 발전제어 시스템(PCS) 국산화 개발 | ○ 연구개발 최종 목표는 원전발전제어 제어기술 상용화가 가능하도록 Optical Cable를 이용한 고속통신과 Real Time Network를 구현할 수 있는, 출력 5.6PCS의 성능 이상의 제어시스템 개발하는 것 | 중대형 (세부) | 99.10 | 02.09 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 제어부동중성자 제어기 계통 유지보수 지원 장비 | ○ 연구개발 최종 목표는 한국표준형 원전 제어부동중성자 제어기(CEDMCS)의 유지 보수장비로서 발전소 운전 중에 부고를 점검하는데 고장이 발생하였을 때 보조가 가능하도록 대체 전원공급을 위한 제어부동중성자 원 모놀과, 제어부동중성자의 노일 전류를 감시하고 자동으로 전류신호를 취득하여 분석함 ○ 취득된 자료를 체계적으로 관리하여 제어부동중성자 및 제어부동중성자제어기계에 대한 효율적인 예방정비에 필요한 정보를 제공하는 코일 전류 감시시스템을 개발하는 것 | 중대형 (세부) | 00.02 | 02.01 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 위험도감시 전산시스템 및 운영 기술개발 | ○ 연구개발 최종 목표는 국내 모든 원전에 적용 가능한 실시간 발전소 위험도 감시 체계를 개발하는 것 ○ 고리 3, 4호기를 시범적용하여 타당성을 확인하며, 위험도 감시 체계 개발과 관련한 일반 방법론에 대한 특징 기술 주제보고서를 작성하는 것 | 중대형 (세부) | 00.09 | 03.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전핵심기기 개선된 내진해석 기술개발 | ○ 연구개발 최종 목표는 지진원 모델링 및 확률론적 지진 재해도 분석을 위한 입력 지진 결정 질자서를 개발함 ○ 비선형지반 - 구조물 상호작용을 위한 질자서와 전산 프로그램을 개발하여 여러 건물 설계 시간 이력의 최적화 전산 프로그램 개발하는 것 | 중대형 (세부) | 00.09 | 03.07 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 Baffle Bolt Aging 관리 기술개발 | ○ 연구개발 최종 목표는 WH2, 3Loop 및 프리라툼3 Loop의 원전Baffle Bolt(Baffle-Former Bolt 및 Baffle-Edge Bolt)를 상호 호환성 있게 감시할 수 있는 장비를 개발하는 것 ○ WH2, 3Loop 및 프리라툼3 Loop의 원전로에 적용 가능한 원자로 축적 1/1 Scale의 1/4원자로Baffle-Former Barrel Mock-up을 제작하여 원전 Baffle Bolt 전진성 검사 절차 확립하고, 결합 유형별 관성기준의 정립하며, Bolt직경 25% 길이의 선형관결 검출 확률POD, Probability of Detection90% 이상의 검사 기능을 확보하는 것 | 중대형 (세부) | 00.07 | 03.03 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구시작일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-----------------|---------------------------|--|----------|-------|-------|---------------|
| 원전 안전평가 기술 | 한국표준형 원전의 AOT/STI 오진원해 연구 | ○ 연구개발 최종 목표는 영광3, 4/ 울진 3,4호기의 현재 운전상태를 반영한 확률론적 안전성 평가를 재 수행하고 확률론적 안전성보고서를 한글화하여, 위험도 정보할 용 기반을 구축하는데 있음 ○ 이를 개정된 분석결과를 바탕으로 영광3, 4/ 울진 3, 4/ 영광 5.6호기 운영기술 지침서의 RPS/ESFAS에 대한 AOT 및 STI 원인과 안전주입 탱크, 저압안전주입계통, 고압안전주입계통, 격납 건물 실 수계통, 비상 디젤발전기의 AOT 원인에 따른 위험도의 변화 및 경제성 영향 평가를 수행하고 그 결과를 근거로 운영 변경에 따른 인허가 지원이 가능하도록 하는 것 | 중대형 (세부) | 01.12 | 04.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 고유안전해 석전산 코드 개발 | ○ 한국표준형 및 APR-1400원자로 계통에 대한 Non-LOCA 과도 해석 코드 체계 및 이에 따른 해석 방법론 개발함 | 중대형 (세부) | 01.12 | 06.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 고유 핵심기기 설계 개발 | ○ 현재 원전 설계의 기반 기술인 노심설계 전산코드 체계는 원전신진화와 한국표준형원전신진체계로 이행되어 있어 인력의 효율적인 통합관리가 어려움 실정임 ○ ABB-CE형 전산코드용 핵심코드 일부(ROCS 및 HERMIT)는 미국 정부 제한코드로서 원전과 ABB-CE간 기술협력협정 안료(2007. 6) 이후에는 국내 사용권리지 제약을 받아 신규 원전건설사업은 원천적으로 불가능하게 될 소지가 있으며, 이에 대한 대체 코드의 개발 없이는 막대한 기술로를 계속 추가로 지출할 수밖에 없음 ○ 본 연구를 통하여 W형 및 한국표준형 원전에 공통으로 적용 가능한 표준화된 핵 설계 코드 체계 개발 및 인허가위득을 완료함 ○ W형 및 한국표준형 원전에 공통으로 적용 가능한 고유 노심 핵심기기 코드 원형을 개발함 | 중대형 (세부) | 01.12 | 06.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 핵연료 및 부품 소재 기술 | 원전핵심기기 개발 | 중대형 (세부) | 00.09 | 02.11 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 운영 및 정비 기술 | 원전핵심기기 개발 | 중대형 (총괄) | 02.09 | 07.07 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전핵심기기 개발 | 중대형 (총괄) | 02.12 | 08.11 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구시작일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-----------------|---------------------------------|---|----------|-------|-------|---------------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 지르코늄합금 튜브 제조공정 및 성능평가 기술 개발 | ○ 경수로용지르코늄 합금 튜브 최첨단제조기술 및 제조공정 개발 - 평량관연소도 70,000MWD/MTU 이상의 연소 성능을 보유한 최첨단 지르코늄합금 피복관 및 안내관 / 계측관 제조기술 및 공정개발 ○ 경수로용지르코늄 합금 튜브 성능평가 기술개발 - 품질검사 / 관리 기술 및 노 내의 성능평가기술 확보 - 지르코늄합금 피복관 성능모형 개발 및 데이터베이스 구축 | 중대형 (세부) | 02.12 | 08.11 | 한진 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 인간공학 검증 시스템 개발 | ○ 디지털 기반 첨단 주제어실 MM부문의 최초 상세구현 | 중대형 (총괄) | 03.11 | 07.10 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 증기발생기 전열관 전단 신호분석 및 보수 기술개발 | ○ 원전 증기발생기 전열관 sleeving 기술(레이저cladding 및 electroplating) 개발(요소 기술개발 및 실증시험) ○ 원전 증기발생기 전열관기능형 ECT 신호 분석 시스템 개발 국내 원전 시범적용 ○ 노내인자의 전기 영동저기 보수를 통한 전열관신수 기술 확보 | 중대형 (총괄) | 04.09 | 09.11 | 두산중공업 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 증기발생기 전열관 SLEEVING 기술개발 | ○ 원전 증기발생기 전열관 sleeving 기술(레이저cladding 및 electroplating) 개발(요소 기술개발 및 실증시험) ○ 원전 증기발생기 전열관 sleeving 국내 원전적용 | 중대형 (세부) | 04.09 | 09.11 | 두산중공업 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 증기발생기 지능형 ECT 신호분석시스템개발 | | 중대형 (세부) | 04.09 | 09.11 | 성균관대학교 |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 증기발생기 지능형 ECT 신호분석시스템개발 | | 중대형 (세부) | 04.09 | 07.08 | 한국 원자력 연구원 |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 구조물 모듈화공법(SC구조) 기술개발 및 원전 적용 | | 중대형 (총괄) | 05.09 | 08.06 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구시작일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|---------------|
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 중대형 (세부) | 05.09 | 08.06 | (사) 한국강구조학회 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 중대형 (세부) | 05.09 | 08.08 | 한국 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 중대형 (세부) | 05.09 | 08.08 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 중대형 (총괄) | 05.09 | 10.08 | 한진 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 중대형 (세부) | 05.09 | 10.08 | 한진 원자력 (주) |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | 중대형 (세부) | 05.09 | 10.08 | 한국 원자력 연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구사략일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-------------|--|--|----------|-------|-------|---------------|
| 원전계통 및 핵심기술 | 원전유체관리기 온전 성능시험 설비 및 인중체구조 | ○ 원전 유체관리기 기온전성능시험설비 및 인중체 구조 ○ 중기용 기기 온전성능시험설비(2,500psig 대용량) 구조 및 운영절차 수립 ○ 대용량 밸브/필드온전성능시험설비(2,500psig) 구조 및 운영절차 수립 | 중대형 (총괄) | 06.09 | 12.06 | 한전 전력 연구원 |
| 원전계통 및 핵심기술 | 중기용 기기 온전성능시험 기술 개발 | ○ 최종 목표: 중기용 기기 온전성능시험설비 (2,500psig 대용량) 구조 및 운영절차 수립 ○ 1단계: 중기용 기기 온전성능시험설비 설계 및 부지 선정 ○ 2단계: 중기용 기기 온전성능시험설비 제작 및 인중체 구조 | 중대형 (세부) | 06.09 | 12.06 | 한국 전기 연구원 |
| 원전계통 및 핵심기술 | 대용량 밸브/필드 온전성능시험 기술 개발 | ○ 대용량 밸브/필드 온전성능시험 설비(2,500psig) 구조 및 운영 절차 수립 | 중대형 (세부) | 06.09 | 12.06 | 한전 전력 연구원 |
| 노심설계 기술 | 원전설계 핵심코드 개발 | ○ 완전한 소유권을 갖는 기업경수용 원전 설계용 안전 해석 및 노심설계 코드 개발 및 인허가 획득 | 중대형 (총괄) | 06.10 | 15.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전해석 코드개발 | ○ 2단계 목표: 안전해석 코드 검증 및 인허가 준비 | 중대형 (세부) | 06.10 | 15.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 노심해석 기술 | 원전 노심설계 코드개발 | ○ 노심설계코드체계국산화 ○ 단계별 목표 - 1단계: 노심설계코드체계원형개발(기수행) - 2단계: 노심설계코드체계 인허가 및 설계체계획득 | 중대형 (세부) | 06.10 | 12.12 | 원전 원자력 연구원 |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전해석 방법론 개발 | ○ 고수 안전해석 코드를 적용한 안전해석 방법론 개발 및 원전 적용 | 중대형 (세부) | 10.04 | 15.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 신원전 기술 | APR+ 기술 개발 | ○ 표준설계체계 개발 및 표준설계 인가(Design Certification) 획득 | 중대형 (총괄) | 07.08 | 15.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 신원전 기술 | APR+ 개발 타당성 평가 | ○ APR1400 후속 노형인 APR+ 개발 방향 정립 | 중대형 (세부) | 07.08 | 09.07 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구사략일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-----------|-----------------------------|--|----------|-------|-------|---------------|
| 신원전 기술 | 공통 핵심기술 개발 | 본 과제의 최종적인 목표는 APR의 인전성/경계성 / 운전성 목표 달성을 위한 원전기술을 확보하고 개발된 핵심기술을 설계에 반영하며, APR-인허가 획득을 지원하는 것임. 최종 목표를 달성하기 위한 세부분야별 최종 목표는 다음과 같음 ○ 인전 계통 최적화 및 기술 고도화 - APR-에적용 가능한 인전 계통 고수 기술개발 ○ 피 동인전 계통적 용기술개발 - 피 동인 전 계통에 대한 종합설계 기술개발 및 관련 주요설비개발 - 피동 계통에 적용될 응축열 교환기의 설계를 개발 요 과 실험을 통해 독립적으로 평가개진 - 피동이 지속 응축계통 종합설계 및 발전 성능, 운전성을 종합효과 실험을 통해 검증하고 실험 결과 데이터 베이스 구축 ○ 다중 중대사고 대처 설비 용기술개발 - APR-원자로에 적용될 중대사고 대처 설비에 대한 개념을 개발하여 원전기술을 확보하고, 성능을 검증하여 설계안을 확정하고, 인허가 지원 ○ 자동부하 추종 운전 기술개발 - APR의 부하 추종 운전 구현 및 검증을 위한 설계 기술 확보 ○ 제어방구동장치 개발 - CED M원전기술인 WH의 지적재산권 분장을 배제할 수 있는 수준의 CEDM 개발 - APR-자동부하 추종 운전 적용 가능한 CEDM 개발 ○ 원전기/구조물 복합모듈화기술개발 - 복합기/구조물 기술개발을 통해 국내 원전건설공기 단축과 품질향상 - 향후 APR + 해외진출시 해외경쟁노형 대비 비교우위를 점할 수 있는 원전기술 확보 | 중대형 (세부) | 07.08 | 15.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| | | ○ 표준설계개발 및 국내 표준설계인가(KC) 획득 | 중대형 (세부) | 07.08 | 15.12 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 신원전 기술 | APR1400급 원자로냉각재 펌프 (RCP) 개발 | ○ 본 기술개발은 1, 2단계로 구분하여 추진하고 1단계는 수력학적인 상사성을 고려하여 축소모델 펌프로 APR1400 원전에 적합한 원형 RCP 성능 예측 및 고수 모델 설계시범사를 개발하고 계통적합성 및 계통 연계 시험을 평가하며, 원형 RCP 상세설계 및 핵심요소부품에 대한 기술개발을 수행함 ○ 2단계는 원형RCP제작을 완료하며 세부과제 2로 병행 추진되어 구축 예정인 RCP 시험설비를 활용하여 RCP 성능검증과 운전 신뢰성 시험을 수행하여 실제 프로젝트에 적용하기 위한 펌프의 신뢰성을 확보하여 RCP 국산화를 달성하고자 함 | 중대형 (총괄) | 07.08 | 12.06 | 두산 중공업 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구사략일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|----------------|--|---|----------|-------|-------|---------------|
| 신원전 기술 | 원자로냉각재 펌프 (RCP) 설계, 제작, 적용 및 핵심요소 기술개발 | ○ 본 기술개발은 1, 2단계로 구분하여 추진하고 1단계는 수력학적인 상사성을 고려하여 축소모델 펌프로 APR1400 원전에 적합한 원형 RCP 성능 예측 및 고수 모델 설계시범사를 개발하고 계통적합성 및 계통 연계 시험을 평가하며, 원형 RCP 상세설계 및 핵심요소부품에 대한 기술개발을 수행함 ○ 2단계는 원형 RCP 제작을 완료하며 세부과제 2로 병행 추진되어 구축 예정인 RCP 시험설비를 활용하여 RCP 성능검증과 운전 신뢰성 시험을 수행하여 실제 프로젝트에 적용하기 위한 펌프의 신뢰성을 확보하여 RCP 국산화를 달성하고자 함 | 중대형 (세부) | 07.08 | 12.06 | 두산 중공업 (주) |
| 신원전 기술 | 원자로냉각재 펌프 (RCP) 설계, 제작, 적용 및 핵심요소 기술개발 | ○ APR1400용 RCP 시험설비의 구조와 국산 RCP의 운전 신뢰성 확보를 위한 성능 검증 및 내부성 시험의 수행 - 1단계(9년) 목표: RCP 시험설비 설계 및 기반건설공사 착수 - 2단계(9년) 목표: RCP 시험설비 구축, RCP 성능검증 및 내부성 시험 수행 1차년도: 시험요건서, 시험설비요건서, 기본설계, 적용기술개발 2차년도: 기민시설확보, 기본/상세설계, 시험적용기술개발 3차년도: 기민조성공사 상세설계, 시험설비제작/설치착수 | 중대형 (세부) | 07.08 | 12.06 | 한국원 자력연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 핵심 MMS 기술 개발 | ○ 최종목표 - 신규 및 가동원전 적용을 위하여 개량형 노심보호연산 기계를 개발 및 인허가 취득 - 국산화된 원전 디지털 제어기기, 안전 및 비안전계통 제어기계통, 개량형 노심보호 연산 기계통 등을 APR1400 후속 호기에 적용하기 위한 통합상능 검증설비 구축 - 후속호기에 적용하기 위한 통합상능 검증설비 구축 - 구축된 설비를 이용한 종합적 성능시험 및 시스템 종합 신뢰성 및 운전성 확인 | 중대형 (총괄) | 07.08 | 10.07 | 두산 중공업 (주) |
| 원전계통 및 핵심기술 | 개량형 노심보호 연산기계통 (ROOPS) 검증 및 실증 | ○ 신규 및 가동원전 적용을 위하여 개량형 노심보호연산 기계통의 검증 및 실증 기술 개발 및 인허가 취득 | 중대형 (세부) | 07.08 | 10.07 | 두산 중공업 (주) |
| 원전계통 및 핵심기술 | 원전 MMS 상용화를 위한 통합검증 기술개발 | ○ 국산화된 원전 디지털 제어기기, 안전 및 비 안전계통 제어기계통, 개량형 노심보호 연산 기계통 등을 APR1400 후속 호기에 적용하기 위한 통합상능 검증설비 구축 ○ 구축된 설비를 이용한 종합적 성능시험 및 시스템종합 신뢰성 및 운전성 확인 | 중대형 (세부) | 07.08 | 10.07 | 두산 중공업 (주) |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 연료신뢰도 제고 기술 개발 | ○ 노심환경변화에 대응할 수 있는 전수명연료 신뢰도 통합 관리시스템 개발 ○ 연료/설비/집합체 구조부품의 성능평가를 위한 조사부 연료 노내 연소성능검사와 및 설계주기 기반 기술개발 | 중대형 (총괄) | 07.08 | 13.07 | 한전 전력 연구원 |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 통합 연료신뢰도 관리체계 개발 검증 및 실증 | ○ 독자기술을 확보한 핵연료 노내 연소성능검사와 기반 기술 정비 개발 및 연료 성능평가 기술개발 - 핵연료 노내 연소성능검사와 기반 기술 개발 - 고수 노내 연소성능검사와 정비 개발 - 고연소도 연료성능 평가 기술 개발 | 중대형 (세부) | 07.08 | 13.07 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구사략일 | 연구종료일 | 주관기관 |
|-------------|---------------------|---|----------|-------|-------|---------------|
| 신원전 기술 | 핵연료 및 부품 소재 기술 | 핵연료 ○ 열기반 통합연료 신뢰도관리시스템(SM)개발 ○ 연료 신뢰도향상 방법론 개발 ○ 고유연료소산 평가코드 개발 | 중대형 (세부) | 07.08 | 13.07 | 한전 전력 연구원 (주) |
| | | 최종목표 - 연료 구조부품 핫셀 시험장비 개발 - 고연소도 핵연료 핫셀시험 및 신뢰도 분석 ○ 단계별 목표 - 1단계 목표 연료 구조부품 핫셀 시험장비 개발 및 개연연료 핫셀시험 - 2단계 목표 고연소도 연료/구조부품 성능평가를 위한 핫셀시험 및 신뢰도 분석 ○ 1단계(36개월) 2007.8.-2010.7. 세부목표 - 조사 연료 구조부품 성능 평가/개발 방법론 개발 - 조사 연료 구조부품 핫셀 시험장비 선정 및 요건 확립 - 조사 연료 구조부품 핫셀 시험장비 설계, 제작 및 성능 검증 - 연료 구조부품 핫셀 시험장비 설치 - 개연핵연료 핫셀시험 수행 ○ 2단계(36개월) 2010.8.-2013.7. 세부목표 - 조사 연료 구조부품 핫셀 시험장비 성능보완 및 최적화 - 연료 구조부품 핫셀 시험장비서 수정 및 보완 - 고연소도 핵연료 핫셀시험 수행 - 연료 구조부품 핫셀시험 측정자료 신뢰도 분석 | 중대형 (세부) | 07.08 | 13.07 | 한국 원자력 연구원 |
| 원전계통 및 핵심기술 | 원전 비정상상태 대응 기술 | 원전 비정상상태 대응 기술 ○ 피동여과 장치의 설계 및 제작 기술개발, 국내 고수 시 작품 제작 및 시험 원전적용 | 중대형 (총괄) | 08.11 | 12.04 | 한국 수력 원자력 (주) |
| | | 원전 비정상상태 대응 기술 ○ 피동여과 장치의 설계 및 제작 기술개발, 국내 고수 시 작품 제작 및 시험 원전적용 | 중대형 (세부) | 08.11 | 12.04 | 비메이 치아이 |
| 신원전 기술 | APR1400 시정다변화 기술 개발 | ○ APR1400 시정다변화 핵심 기술 개발 - 인전성향상 및 국제원자력기술 요건충족을 위한 설계 개발 - 50+RCP 예비 기본설계 개발 ○ 설계 개발APR1400유원시정다변화 등 취득 | 중대형 (총괄) | 09.06 | 13.05 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제 명 | 과제개요 | 담당/ 장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------------------|---|---|-------------|-----------|-----------|------------------------|
| 신원전 기술 | 국제 원자력 기술요건 충족 설계 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 최신 규제 요건 반영 안전성증강 및 국제원자력기술 요건충족설계 개발 안전계통 다중성 및 다양성 확보 기본설계 유럽 규제기준 기반 안전해석 방법론 수립 항공기술을 해석 및 항공기술을 대비 안전 관련 건물 구조 및 일반배치 기본설계 EUR 요구 노심운행 기술 APR1400 수용 능력 평가 및 적용방안 수립 유럽 기술기준 충족 설계 개발 유럽 자연재해 해석 방법론 수립 및 대비설계 개발 설계 변경에 따른 기기 및 건물 일반 배치 기본설계 개발 유럽 기술 기반 설계 변경 APR1400 확률론적 안전성 분석 APR1400유럽사업자요건인증(EURCertificate)취득 | 중대형 (세부) | 09.06 | 11.05 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 중대사고 대처설비 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 노심용 용융 냉각 설비개발 중대 사고 대처 전용 계통 기본설계 개발 | 중대형 (세부) | 09.06 | 11.05 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 50년 RCR 예비 기본설계 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 50년을 원자로냉각재펌프 수력설계 및 예비 기본설계를 통한 해외 원전공급능력 확보 | 중대형 (세부) | 09.06 | 11.05 | 두산중 공업(주) |
| 신원전 기술 | 수출원전 원자로 자동화/피괴 검사 차세대 시스템 개발 및 국제인증 | <ul style="list-style-type: none"> 원자로 용기 검사용 차세대 고속해적 검사시스템 및 검사 기술개발 고 방사선 환경에서 취급용이한 고신뢰도/경량 / 고속력 정찰 수중로봇 개발 EPRI 기량 검증(PO, Performance Demonstration)을 통한 수출기반 확립 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 15.06 | 한전K PS(주) |
| 신원전 기술 | 원전기기 진단신뢰도 향상 및 표준형 통합 상태기반정 비 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> 통합상태 기반 정비(CBM)를 위한 표준 플랫폼 및 시제품 개발 원전 주요기기(펌프 및 공기식 밸브(AOV) 제 어쿠프) 간접성 진단의 신뢰도 향상을 위한다시원상태 감시 및 예측 진단 기술개발 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제 명 | 과제개요 | 담당/ 장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------|---|--|-------------|-----------|-----------|------------------------|
| 신원전 기술 | 원전구조물 의 안전성 향상을 위한 고성능 구조재료 활용 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> 최종 목표 경제 상황상, 공기저항을 구현하는 명품 수출형 원전 개발 원전수출대상국의 다양한 기후조건 / 규제요건을 충족하는 건설 기술 개발 세부 1과제 : 수출형 원전의 사용 환경을 고려한 고성능 콘크리트 및 용기개발 원전 구조물용 HPC(High Performance Concrete) 적용 기술개발 수출 대응형 Construction Global Guide Package 개발 HPC원전 구조물 안전성 평가 Expert System 개발 세부 2과제: 원전 구조물의 고강도 철근 적용 기술개발 고강도 철근항복강도 550MPa원전 구조물 설계 기 준개발 철근 기계적 정착설계법 및 철근 모뎀화 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 신원전 기술 | 수출형 원전의 사용 환경을 고려한 고성능 콘크리트 적용 기술개발 | <p>[최종 목표 및 평가 방법]</p> <ul style="list-style-type: none"> 원전 수출 경쟁력 향상 및 안전성이 확보된 명품원전 (Premier Power Plant) 달성을 위해 차별화된 고성능 콘크리트(HPC : High Performance Concrete) 적용기술 을 개발하는 것이 목표임 <p>[최종 목표 및 연구 수행 내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> 원전 구조물용 HPC 적용 기술개발 HPC-HPC(SCHOTHO) 목표 기준 정립(1차년도) HPC 최적 Mix Design 도출(1~2차년도) HPC 성능 및 원전 기술 기준 적합성 평가(2~3차년도) Mock-up Test를 통한 HPC 적용성 및 효과 검증 (3차년도) HPC내구성설계 기준 정립(4~5차년도) | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 신원전 기술 | 수출 대응형 Construction Global Guide Package 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 수출 대응형 Construction Global Guide Package 개발 Global Guide Package 기본설계(1차년도) Global 재료 / 시공 환경(열화 특성) DB구축(2차년도) Global Guide Package 개발(3차년도) 안전성 평가 Expert System과의 통합 모듈 개발(4~5 차년도) | 중대형 (총괄) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 신원전 기술 | HPC원전 구조물 안전성 평가 Expert System 개발 | <ul style="list-style-type: none"> HPC원전 구조물 안전성 평가 Expert System 개발 안전성 평가 Expert System 기본설계(1차년도) 안전성 평가 예측 Device 분석 및 평가(2차년도) 안전성 평가 Expert System설계 보고서 작성(3차년도) 안전성 평가 Expert System Test Bed 구축(4~5차년도) | 중대형 (총괄) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제 명 | 과제개요 | 담당/ 장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------------------|---|--|-------------|-----------|-----------|------------------------------|
| 신원전 기술 | 원전 구조물 의 고강도 철근 적용 기술개발 | <p>[최종 목표]</p> <ul style="list-style-type: none"> 원전 철근콘크리트의 장기 안전성, 시공성 및 경제성 향상 을 위해 고강도 철근 및 기계적 정착력 철근의 원전 적용 설계/ 기술기준을 개발 <p>1단계</p> <ul style="list-style-type: none"> 목표1 : 고강도 철근(항복강도 550MPa)의 원전적용 성능평가 목표2 : 고강도 철근(항복강도 550MPa)의 기계적 정착 력 원전적용 성능평가 목표3 : 원전 구조물고 강도 철근 모듈화설계 적용성 평가 <p>2단계</p> <ul style="list-style-type: none"> 목표1 : 고강도 철근(항복강도 550MPa)의 원전적용 효과 검증 및 보완실험 목표2 : 고강도 철근(항복강도 550MPa)의 기계적 정착 력 원전 적용 효과 검증 및 보완실험 목표3 : 고강도 철근 모듈화방법론 정립 목표4 : 연구 성과 검증 및 산업기술 기준안 작성 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 증기발생기 전열관 고품질화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> Alloy690TT 증기발생기 전열관 국산화기술개발 1단계 : 전열관 제조 핵심기술개발 및 고품질화기술개발 2단계 : 전열관상용제조 기술개발 및 시제품 제작가능 평가, 고품질화기술개발 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 17.06 | 한전 수력 원자력 연료 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 중대사고 종합해석 코드 개발 및 해석체계 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 본 기술개발의 최종 목표는 중대사고의 전사고경위, 즉, 정상 운전, 노심 가열, 노심용융, 노심 재배치, 원자로 용기 파손, 노심용 용융 방출, 노심용 용융과 콘크리트 반응, 원자로 건물가압, 원자로 건물 파손까지 모든 경 위를 종합적으로 평가할 수 있는 중대사고 종합해석 코 드를 개발하는 것 최종목표 : 경수형 원전의 중대사고 해석모듈 개발 및 코드체계 구축 1 단계 목표 : 중대사고 해석을 위한 개발 모듈 개발 및 확인 2 단계 목표 : 중대사고 해석을 위한 핵분열생성을 개 별 모듈 개발 및 검증, 중대사고 해석코드 통합체계 구축 및 인허가 기반 확보 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 17.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 국제 규제요건 변화에 대비한 안전성 검증 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> 발전소 운전 조건을 반영한 Fluidic Device 성능 실증 전기적 4-train 적용에 따른 대형 LOCA 시 안전 주입 유량 보수성 확인 사고 조건에서 In-Containment Refueling Water Sto rage Tank 음속성능확인 Large Break/LOCA 후 이물질 유입에 의한 노심냉각 능 력 영향평가 피해연구소 소용도를 고려한 LOCA 해석 방법론 개발 및 실증시험 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 14.06 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제 명 | 과제개요 | 담당/ 장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|------------------|-----------------------|--|-------------|-----------|-----------|------------------------|
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전성 평가 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 신개념 명품원전의 기본요건 및 핵심적 안전성 향상 방안 연구 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 13.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전성 평가 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 데이터 기반 원전 건설관리 체계 통합화/자 동화 기술개발 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전성 평가 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 글로벌 원전 종합건설관리체계 개발 ; - 정부기 수립한 'NuTech-2030' 전략에서 제시된 목표를 달성하기 위해 해외시장에서 적용성과 경쟁력을 충분히 갖춘 Korea 자체 브랜드의 종합 건설관리체계를 개발 및 운영을 목표로 함 원전 선지기업 종합건설관리 기술의 90% 달성 원전 선지기업들과 대등한 경쟁력을 확보해 신원전 전 도안 구축에 'Total Solution Provider' 역할을 확보함을 목표로 함 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전성 평가 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 데이터 기반설계 엔지니어링 프로세스 개발 및 실제 원전 건설 프로젝트 적용 기원전건설에 적용중인 문서 기반의 설계 프로세스를 체계적이고 정형화된 데이터 기반설계 프로세스로 전환 하여 안전성 제고를 위한 종합정합 및 원전건설사업자의 절감으로 대외경쟁력 강화 설계단계 데이터베이스 구축을 위한 기존 원전 설계업 무방위에 소구경배관 Conduit 및 케이블을 추가된 현 장 설계범위를 포함하는 원전 설계체계를 포함할 수 있는 설계 프로세스 및 관련 데이터 기반설계 시스템 개발 최초 콘크리트 타설 설계 공정률 90% 달성방안 수립 데이터 기반설계 절차적응으로 설계, 해석, 구매 및 시 공 업무간의 정보교환을 정확, 신속, 체계적으로 관리 하는 기반 구축 및 업무간의 연계 자동화 추진 신속하고 정확한 데이터 기반설계 프로세스를 적용하 여 시공 착수 전에 설계를 완료하여 정확한 시공계획 수립 및 자재를 조달하도록 하여 모듈 공급 적용 지원 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |
| 원전 안전평가 기술 | 원전 안전성 평가 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 국제표준 기반데이터(태터)하우스 및 원전 생애주기 통합 정보 관리시스템, 협업 시스템(e-Portal)을 개발함 기술개발계획 수립 원전 생애주기 정보 모델 및 정보 관리 프로세스 모델 개발 원전 생애주기 통합정보 관리시스템 개발 원전 형상관리체계 구축 협업 시스템(e-Portal) 개발 시스템 검증 및 시스템 고도화 생애주기 통합화 / 자동화 기반 기술개발 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국 수력 원자력 (주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|------------|-----------------------------|--|----------|--------|--------|------------|
| 원자력기반·첨단기술 | 수출형 원전 대비 안전시스템 적용 기술개발 | ○ 1단계 개발 목표('11.07' ~ '14.06) - 한국형 원자로 APR1400 면 진설계 적용성 검토 및 기술개발 목표 설정 및 1단계 기술개발 완성 - 원전 안전구조 설계요건 개발 및 실용성 검토 - 안전구조 원전에 적용하는 면진관련 설비의 성능 기준 및 운영기준 작성 - 수출형 원전의 자진 응답 저감용 안전시스템 개발 | 중대형 (총괄) | 11.07 | 16.06 | 한국전력기술 |
| | | ○ 2단계 개발 목표('14.07' ~ '16.06) - 개발기술의 실적용 및 검증, 설계절차서 정립과 안전 적용 GIA 도면 완성. - 원전 안전구조 설계기준(안) 개발 및 면진설계 영향 분석 - 안전구조 원전에 적용하는 면진관련 설비의 성능 기준 및 운영기준 작성 - 수출형 원전의 자진 응답 저감용 안전시스템 개발 | | | | |
| 원자력기반·첨단기술 | 수출형원전 구조물의 면진설계 실용화 요소기술 개발 | ○ 최종 목표 - 본 과제의 최종 목표는 수출형 원전 대비면 진시스템 적용 기술개발달성을 위한 원진기술을 확보하고 개발된 핵심기술을 원전 설계에 실용화하여, 수출형 원전의 경쟁력을 높이는 것임 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국전력기술 |
| | | ○ 단계별 목표 - 1단계(1년~3년): 수출형 원자로 APR1400면 진설계 적용성 검토, GA도면(안) 설계절차서(안) 1단계 개발 완성 - 2단계(4년~5년): 개발기술 개발의 실적용 및 검증, 설계절차서 정립과 면진적용 GIA 최종 완성 | | | | |
| 원자력기반·첨단기술 | 원전구조물 및 안전구조 설계기준 개발 | ○ 원진개발요소 구조물의 면 진설계에 적용하는 구조설계 요건과 기준을 규정하는 산업기술 기준(안)의 개발 및 실용성 확보 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국수력원자력(주) |
| | | ○ 단계별 목표 - 1단계(3년): 원전안전구조 설계요건 개발 및 실용성 검토 - 2단계(2년): 원전안전구조 설계기준(안) 개발 및 면진설계 영향 분석 | | | | |
| 원자력기반·첨단기술 | 원전구조물 면진영향설비의 성능검증기술 개발 | ○ 안전구조 원전에 적용하는 면진관련 설비의 성능기준 및 운영기준 작성 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국원자력연구원 |
| | | ○ 수출형 원전의 자진응답 저감용 안전시스템 개발 | | | | |
| 원자력기반·첨단기술 | 원전구조물 면진장치 국산화 개발 | ○ 수출형 원전의 자진응답 저감용 안전시스템 개발 | 중대형 (세부) | 11.07 | 16.06 | 한국수력원자력(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|-----------------------------------|--|-------|--------|--------|-------------|
| 원전 운영 및 정비 기술 | 중수로 노심관리 원안 자동화 체계 구축 | ○ WEB기반 노심관리업무 자동화 시스템을 통한 중수로 노심관리업무도호화를 실현하여 인적 오류를 최소화하고 최적화된 업무 수행 지원을 통해 중수로형 원전에 공동 사용이 가능한 범용 시스템을 개발함 | 단기 | 05.03 | 07.02 | 고등기술연구원 |
| | | ○ 노심관리업무 자동화 방안 수립 - 현행 노심관리업무분석을 통한 주요 단위업무 자동화 - 절차서, 운영기술 지침서 및 일정에 따른 업무 수행 지원 - 노심 안정성 확보를 위한 주요 변수 감시 및 통보시스템 - 인적 오류 및 노심업무수행기간 단축 | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 디지털 방사선 영상인식 안전성 평가 방안 및 검사 장치 개발 | ○ 노심핵서 코드 연계업무 자동화 - 원자로 주요 변수 계산을 위한 코드운용 시스템 자동화 - RF SP, NUORC, ROVER-F코드 연동 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 고려공업검사 |
| | | ○ 유지보수 및 확장에 유리한 웹 기반시스템 및 통합DB구축 | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 대형 2차이류 혼합날개 최적화 기반연구 | ○ 고에너지방사선(X-선과 또는 방사성 동위원소가 요 구되는 원전 구성품에 피폭검사 분야에 적용 가능한 DR 영상센서부 설계제작평가, 영상 신호처리, De play SW 제작 및 DR적용 기준 분석도출을 통한 "DR기술의 원전 구성품 안전성 평가 방안 및 검사장치 개발" 이 연구 목표인 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 고려대학교 |
| | | ○ 가압경수로 연료봉 집합체의 열적 성능증진을 위한 대형 2차이류 혼합 날개 기반 기술 확보 - 연료봉다 발부 수로의 2차 유동 발생 메커니즘 및 열 성능에 미치는 영향규명 - 기존 혼합 날개와 대형이류 혼합 날개간의 열 수 력특 성 비교시험 및 분석 - 혼합 날개 설계 개선 방향도출 | | | | |
| 원전 부지 및 환경 기술 | 원진개발요소 스위치아드 설비의 내진성능 확보기술 개발 | ○ 원진개발요소 스위치아드 전력설비의 내진성능향상 기술개발 - 스위치아드 전력설비 선별 및 분류 체계 제시 - 스위치아드 전력설비의 자진 취약도(seismic fragility) 분석 - 스위치아드 전력설비 내진성능 평가 및 검증 방법 개발 - 스위치아드 전력설비 Mock-up 모형 동적 시험을 통한 내진성능검증 - 스위치아드 전력설비의 설계 및 제작 지원 개발 - 스위치아드 전력설비의 내진성능 보강 및 향상 방안 제시 | 단기 | 11.07 | 14.06 | 국민대학교 신학협력단 |

<표> 원전설비성능

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|---|---|-------|--------|--------|--------------|
| 원전계통·제어기술 | 원전 원장 적용형 휴대용 원격 무선 영상관리시스템 개발 | ○ 원전 1차 측공기 구동밸브 설계, 제작 및 검증기술개발 - 원전 화재 및 체적제어계통(CVCS)내 유출관 격리밸브 및 유출관 배안 제어밸브 개발 - Class 1E용 다이아프램 공압 구동기 개발 | 단기 | 11.07 | 13.06 | (주)셀앤텍 |
| | | ○ 원전 화재 및 체적 제어계통(CVCS)용 능동형 자동 제어 밸브 개발 | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 중수로핵연료 채납·진 핵연료 방출장치 개발 | ○ 중수로핵연료채납의 핵연료를 원전외 제거시키기 위한 핵연료 방출장치 개발 - 핵연료 방출장치 및 시험설비의 개념 설계 - 핵연료 방출장치 제작 및 시험설비의 유동특성 분석 - 모의 핵연료와 시험설비를 이용한 시험 | 단기 | 03.01 | 04.12 | GNEC 기술사 사무소 |
| | | ○ 원전 발전소 가상현실 3D 체형시스템 개발 | | | | |
| 원전 계통 및 정비 기술 | 원진개발요소 가상현실 3D 체형시스템 개발 | ○ 일반 국민에게 원전의 안전성을 효과적으로 홍보할 수 있는 Web기반원전 가상 현실 3D 체형 시스템 개발 | 단기 | 03.05 | 05.04 | 기온소프트 |
| | | ○ 원진개발요소 가상현실 3D 체형시스템 개발 | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 중/발생기 열성충 평가 및 방지대책 기술 | ○ 본 연구의 목표는 중/발생기 급수인구 부수평면에서 열성충(Thermal Cycling 포함) 실증 실험 - 열 피로 평가에 필요한 정보제공 - 열성충 방지 대책과 이의 실용성 입증, 설계 적용을 위한 기술 규격서 초안 작성에 있음 | 단기 | 04.04 | 07.03 | 경희대학교 |
| | | ○ 본 연구의 최종 목표는 계급공기 피동냉각계통의 냉각성능, 피동성, 관동부 최소화, 누출을 만족, 각급공기 안전성 보강, 유자보수의 간편성 및 경제성 등을 만족시키기 위해, APR+용 피동냉각계통의 개발 및 실증 실험을 통해 성능요건과 안전요건을 입증하여 실용화의 기틀을 마련하는데 있음 | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | Multi-pool Heat Pipe를 이용한 PWR의 피동력 냉각기 개발 | ○ 본 연구의 최종 목표는 계급공기 피동냉각계통의 냉각성능, 피동성, 관동부 최소화, 누출을 만족, 각급공기 안전성 보강, 유자보수의 간편성 및 경제성 등을 만족시키기 위해, APR+용 피동냉각계통의 개발 및 실증 실험을 통해 성능요건과 안전요건을 입증하여 실용화의 기틀을 마련하는데 있음 | 단기 | 11.07 | 14.06 | 경희대학교 신학협력단 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|--|--|-------|--------|--------|-----------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 04.04 | 07.03 | 기계연구원 |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 02.12 | 04.11 | 동우전기공업(주) |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 02.09 | 05.08 | 두산중공업(주) |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 03.10 | 06.09 | 두산중공업(주) |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 04.04 | 06.03 | 두산중공업(주) |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 두산중공업(주) |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 02.09 | 03.08 | 디디알소프트 |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) - 원진개발요소 캐비닛의 안전성 확보 및 국산화를 위한 기반 기술개발 - Cable의 내환경 시험 및 절차서 확보 - Motor의 EQ시험기술 및 절차서 확보 - MOV 작동기의 성능시험기술 및 절차서 확보 - 1 & C계통의 해석적 성능시험기술 - 원진개발요소 수명연장 기술의 확보 및 기기 노화 상태 및 검증 수명에 대한 자료 제공 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 디디알소프트 |
| | | ○ 원진개발요소 캐비닛, 모터, MOV 작동기 및 1 & C내 환경 시험용 기술개발(연구) | | | | |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|--|--|-------|--------|--------|-----------------|
| 방사선 관리 기술 | 콘크리트 표면밀도 증가에 의한 원전 구조물 성능개선 연구 | ○ 해수 및 대기환경에 노출되어 있는 원전 구조물의 콘크리트 표면밀도를 증가시킴으로써 구조물의 장수명화 및 방사능 누출을 예방함과 동시에 방사능 차폐기능을 담당하는 안전성관련 구조물의 미도장 부위의 발전성능을 향상시키고자 함 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 비엔티 엔지니어링 |
| 원전 안전평가 기술 | 객체 지향 개발 환경에서의 원전 안전성 소프트웨어를 위한 V&V 시스템 개발 | ○ 객체지향(Object Oriented) 개발환경에서 적용할 수 있는 원전 안전성 소프트웨어에 대한 V&V(Verification and Validation) 시스템 개발 ○ UML(Unified Modeling Language) 및 정형기법 기반한 원전 객체지향 소프트웨어에 대한테스트팅기법의 프로토타입 개발 및 시험 적용을 통한 기법 보완 ○ RMS(Radiation Monitoring System) 주진상기소프트웨어 개발에 적용 및 기반 구축 | 단기 | 05.03 | 07.02 | 삼창기술 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 부분안전계수 개념에 일관된 신뢰도 기반 원자력기기 설계/관리 기술 개발 | ○ 초대형 공작기계용(300TON) TURNABLE MODULE SYSTEM 개발 - TURNABLE 개발 - TURNABLE HOUSING개발 - TABLENSGEAR 개발 ○ 구동 유압 모듈(HY DRAULIC UNIT) 개발 - HYDRAULIC CYLINDER 개발 - HYDRAULIC TANK 개발 - HYDRAULIC 냉각 장치 개발 ○ MAINGEARBOX 개발 - 1st PINONGEAR 개발 - 2nd PINONGEAR 개발 - 3rd PINONGEAR 개발 - OUTPUTPINONGEAR 개발 | 단기 | 11.07 | 13.06 | 서울과학기술대학교 산학협력단 |
| 원전 안전평가 기술 | 단층시각 및 응력장을 이용한 단층 파괴대 예측연구 | | 단기 | 02.12 | 04.11 | 서울대학교 |
| 원자력기반·원전 기술 | 비파괴 검사용 고속증상자 단층촬영 검사장비 개발 | ○ 기술 고도화로 이루어진 산업설비의 안전성을 검사 및 진단하는 기존의 비파괴검사장비의 단점인 산업장비의 가동중 검사 후 검사에 따른 막대한 경제적 손실을 고려 ○ 가동중에도 설비의 안전성을 정확히 검사 진단하여 산업체의 생산성 향상과 산업체의 안전성 향상을 위한 고속 증상자를 이용한 비파괴검사용고속 증상자단층촬영(Radiography & Tomography) 검사장비 개발 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 삼창테크 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|---|---|-------|--------|--------|-------------|
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원전건설사업 등 대형 프로젝트 관리기술개발 | ○ 급속히 변화하는 프로젝트 환경과 선진 프로젝트 관리 기술을 고려하여 현재의 원전건설 프로젝트 관리 기술을 재조명하고 더욱 선진화된 관리 기술을 연구개발하고자 함 ○ 프로젝트 생애주기 비용(lifecyclecost) 측면에서 프로젝트 관리 분야를 총 12분야로 세분화하여 분야별 관리업무 수행과정에 대한 관리 모델 및 관리지침서를 이론적 근거하에 개발하고자 함 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 승실대학교 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 입체형 열보유 및 출 유동장치를 이용한 고성능 제어밸브 및 성능개선 기법 개발 | ○ 제어밸브 핵심부품에 최적 형상 설계 기법 및 Group Theory를 적용하여 출력분산, 유동 공진/제거, 유동저항 및 가공 기술 등이 혁신적으로 개선된 3-D형 직각단면 열보유 및 리세스 홀 유동 장치를 이용하여 원자력용 고성능 정밀 제어밸브 및 성능개선 기법 개발 ○ 신기술을 적용한 원자력 안전등급용 고성능 제어밸브 개발 (안전치, 100% /s.d.g, Severe Duty) ○ 최적화 설계기법 및 고밀도 트림을 적용한 성능개선 (Retrofit) 기법 개발 | 단기 | 03.05 | 05.10 | 시스템다엔지니어링 |
| 원전 계통·제어기술 | 초음파 및 음향누설 신호를 이용한 유체 누설 실시간 정량화계측시스템 개발 | ○ 초음파 및 트림에 대한 유체 누설정량화 DB체계 구축 및 실시간(On-time) 평가 시스템 개발 ○ 유체 누설계측을 위해 초음파 및 음향탐지기술 등을 적용한다 중계측(Multi-Measuring) 기법 개발 ○ 유체 누설정량화 평가 시스템의 현장적용기법 개발을 통한 발전소고에너지 ○ 유체 누설 예방 및 상태기준 예방정비(Condition-Based PM) 실현 | 단기 | 05.12 | 08.11 | 시스템다엔지니어링 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원자력발전소용 solenoid valve 국산화 개발 | ○ 원자력 발전소 핵심의 원전중에서도 발전기내의 공정 유체흐름을 제어할 수 있는 솔레노이드 밸브 개발 | 단기 | 05.03 | 08.08 | 신우공업 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 2차측 기구용 고무소재/실링재 개발 및 신뢰성 평가기술 개발 | ○ 나노입자가 첨가된 원전용 복합 고무소재의 개발 ○ 원전기구용 고무부품의 성형 기술 및 최적 생산공정 제어기술개발 ○ 원전기구용 고무부품의 신뢰성 향상 기술 및 성능시험 기술개발 | 단기 | 07.11 | 10.10 | 아이비 |
| 원전 계통·제어기술 | 미그네트 필드를 이용한 장비위 배관 상시 감시용 센서 실용화 연구 | ○ 원자력발전소 운전중에도 장비위에서 배관 상태를 감시할 수 있는 미그네트 필드를 이용한 센서 현장 실용화 기반 연구 | 단기 | 07.11 | 09.10 | 아주대학교 산학협력단 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|--|---|-------|--------|--------|-----------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 통계적 위상분리를 이용한 원전 주요설비의 노이즈 규명 및 제거 알고리즘개발 | ○ 통계적 위상 분리를 이용하여 원전 주요 설비 구조물에 포함된 노이즈를 규명하고 제거하는 알고리즘 개발 | 단기 | 06.02 | 09.01 | 아주대학교 |
| 방사선 관리 기술 | Web 기반에 의한 내부피복 선량평가 기술개발 | ○ 방사선 방호시스템에 적합한 내부피복선량평가 기술개발 - ICRP-60/66/78, IAEA 및 NCRP 등 국제기구 지침 적용 - 새로운 호흡기 모델, 신체대사 모델 및 신체동역학 모델 적용 ○ Web기반에 의한 원전의 내부피복선량평가 프로그램 개발 - Web 기반에 근거한 내부피복선량평가 프로그램 개발 - 기존 내부피복선량평가 절차 및 프로그램 개선 | 단기 | 03.05 | 05.04 | 연세대학교 |
| 원전 계통·제어기술 | 환경시료 분석을 위한 LSC액체 삼광계수기용 표준선량기의 개발 및 보정에 관한 연구 | ○ LSC를 이용한 환경 시료의 Activity(방사능) 측정 시 Uncertainty(불확도)를 최소화하기 위한 방안 ○ 기존 표준 선량과 환경 시료를 묘사한 Activity 준위별 표준 선량 설계 및 제작을 통한 LSC의 비교 분석과 환경 시료의 Radioactivity 물질 흡수에 대한 실험을 통해 측정 결과를 이용하여 분석관련 상관계 및 보정수치를 개발환경 시료의 Activity를 측정함에 있어 Uncertainty를 최소화하는 데 있음 | 단기 | 05.03 | 07.02 | 영광원전환경연구소 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원자력 안전등급(Class 1B) 무기질연 캐피를 집합체 국산화기술 개발 | | 단기 | 11.11 | 13.04 | 우진 |
| 원전 부지 및 환경 기술 | 원자력부품 가공용 MULTI TURN TABLE MODULE SYSTEM 개발 | ○ 초대형 공작기계용(300TON) TURNABLE MODULE SYSTEM 개발 - TURNABLE 개발 - TURNABLE HOUSING개발 - TABLENSGEAR 개발 ○ 구동 유압 모듈(HY DRAULIC UNIT) 개발 - HY DRAULIC CYLINDER 개발 - HY DRAULIC TANK 개발 - HY DRAULIC 냉각 장치 개발 ○ MAINGEARBOX 개발 - 1st PINONGEAR 개발 - 2nd PINONGEAR 개발 - 3rd PINONGEAR 개발 - OUTPUTPINONGEAR 개발 | 단기 | 11.07 | 13.06 | 은광산업시스템회사 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|---|---|-------|--------|--------|-------|
| 원전 계통·제어기술 | 원자력 발전소용 텔레로봇의 자율동작을 위한 고속 3차원 공간의 거리측정 | ○ 컴퓨터 화면상에서 작업경로 지시나 작업물체 지정에 의한 원자력 발전소 내의 이동 텔레로봇 작업을 자율적이고 신속하게 수행시킬 수 있는 3차원 공간상의 간단한 고속의 거리 측정기술 개발함 | 단기 | 02.12 | 04.11 | 전북대학교 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 중수로형 원자력발전소 핵연료 | ○ 본 프로젝트를 통하여 최종 연구개발하고자 하는 중수로형 원자로에서 연료 교환방식의 안정성 증대 및 효율성을 높이고자 하는 것이 연구의 주목적임 ○ 이를 위하여 먼저 중수로형 원자로에서 핵연료 교환을 위한 중수공급계통의 수학적 모델링 구현을 통하여 시스템의 기계적, 유체적 특성을 파악하고자 하며, 다음으로 보다 효율적인 구동 입력 제어 알고리즘의 개발하고자 함 ○ 지역 발전소의 경우 현상 실험 및 튜닝 작업이 매우 어렵고 테스트 과정에서 적은 실수로 용납할 수 없는 상황하기에 연구 진행 중에 구현된 구동 입력 제어 알고리즘의 성능 시험 및 개선을 위하여 유압장치 및 밸브, 센서 그리고 제어기로 구성된 테스트 장비를 활용하고자 함. 추후에는 테스트 장비를 발전시켜 중수로형 원자로에서 핵연료 교환을 위한 중수공급계통과 유사한 환경으로 업그레이드하여 시험하고자 함 ○ 중수로형 원자로에서 핵연료 교환을 위한 중수 공급 계통의 수학적 모델링 구현 - 중수로형 원자로 및 핵연료 교환을 위한 중수 공급 계통 관련 기초자료조사 - 핵연료 교환 시스템에 사용되는 밸브의 비선형 특성 연구 - 중수 공급 계통의 전달 경로에 대한 수학적 모델링 - 중수 공급 계통에 사용되는 재질 및 외관 요소 조사 - 중수 공급 계통에 대한 통합적 수학적 모델링 구현 및 보완연구 ○ 구동입력 제어 알고리즘 개발 - 운전관련 자료 및 기존 사용되는 제어 알고리즘에 대한 기초자료조사 - 구동입력 제어에 운전자 경험을 활용한 Fuzzy-FD 제어 기법 활용방안 - 중수 공급 계통에 존재하는 비선형요소 문제 해결을 위한 제어 알고리즘 개발 - 중수 공급 계통에 존재하는 Time-Delay 문제 해결을 위한 제어 알고리즘 개발 ○ 테스트 환경 구축 - 유압장치 및 밸브, 센서 그리고 제어기로 구성된 테스트 장비 구축 - 중수 공급 계통과 유사한테스트 환경 Upgrade | 단기 | 10.06 | 12.05 | 전북대학교 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|--|--|-------|--------|--------|--------------|
| 원전 안전평가 기술 | 원전 캐비닛형 기기의 현상시험에 의한 내진성능 진단 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 가 동원전제 운용중인 캐비닛 형 기기의 동특성시험기술개발 설비개시된 캐비닛 형 기기의 내진성능 변화 예측기술개발 시험 및 해석 운용기법을 이용한 기기의 내진 검증기술개발 | 단기 | 07.11 | 09.10 | 제이스 코리아 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전용 주중기 안전밸브(MSS)국산화개발 | <ul style="list-style-type: none"> 원자력발전 설비용주중기(안전 밸브(MSS V, 100kg/cm²급, 6"×8")의 국산화 개발을 목표로 고온, 고압하에서 누설을 방지하고 ASME Sec. III의 성능요건을 충족시키기 위해 재료 분석, 열 응력, 구조 해석해석을 실시 기기 검증 및 안전성 검토를 실시한 물본 공인 시험 기관(ASME)의 성능, 운영시험 및 KEPC 조건에 따른 제품 인증(KEPC - MN Stamp) 획득 | 단기 | 02.12 | 05.09 | 조광 비파 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원자력 발전소용 안전주입계통 Safety relief Valve 국산화 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 최종 목표 <ul style="list-style-type: none"> 원자력 발전소용 안전밸브 설계 및 제작 기술 국산화 검사 절차 확립 및 장비 구축 내진 및 열유동 해석기법 확보 | 단기 | 07.03 | 10.02 | ㈜ 삼신 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 전자기 성형기술을 이용한 원전 설비용 배관 및 진열관 확관 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 전자기 성형(Electromagnetic Forming) 기술을 이용한 원전 설비용 배관 및 진열관 확관기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 1차년도 : 전자기(ilot)확관성형기 기구축 2차년도 : 고요율전자기(확관성형) 시스템 개발 및 공정 최적화 기술 3차년도 : 한강적용 전자기확관성형 시스템 개발 | 단기 | 07.03 | 10.02 | ㈜ 나노기술 |
| 방사선 관리 기술 | 기상현상기울(NIV)을 이용한 방사선 피폭선량 예측 프로그램 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 원자력발전소 방사선 관리 구역에 대한 3차원 기상현상 구축 <ul style="list-style-type: none"> 선량 예측 시뮬레이션 위한 기상 현상 모델링 3차원기상현상 공간 내 기상현상 구축 공학적 선량 예측기술개발 <ul style="list-style-type: none"> 방사선 피폭 시뮬레이션 기술 개발 방사선 순위별 입체 방호도 개발 | 단기 | 03.05 | 05.12 | ㈜ 다른생각 다른 세상 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 계통 및 핵심기기 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 국산 전자부품의 내환경수명 평가 방법, 기준개발 및 실제 수명 평가 <ul style="list-style-type: none"> 열적 환경(온도, 습도 등) 수명 평가 기준개발 및 열 수명 평가 방사선(감마선 등) 수명 평가 기준개발 및 방사선수명 평가 온건환경(진동, 전류 등) 수명 평가 기준개발 및 온건 수명 평가 | 단기 | 02.12 | 04.11 | ㈜ 새한검증 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|------------------------------------|---|-------|--------|--------|---------|
| 원전핵심-제어기술 | 자기 출력형 중성자 검출기 및 감도측정기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 본 연구는 원자로 내의 중성자임을 검출하는 핵심 소재인 검출기소재(SFND)를 국내 최초로 개발하여 시제품을 제작 감도 측정 등, 성능테스트를 한국원자력연구소의 연구용 원자로 인하나로부터 실시하여 상업용 검출기소재의 기본적인 설계, 제작 및 감도 측정기술을 구축함으로써 국내 원전 기술자립에 기여하는 것을 목표로 함 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 주식회사 우진 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전발전용 원자력용 Sterile 대차합금의 실용화 | <ul style="list-style-type: none"> 원자로 1차 계통의 방사선 정제 감화를 위한 경면처리용 Sterile대차 합금의 실용화 및 원전 밸브 시제품 제조 | 단기 | 02.12 | 04.11 | ㈜ 알로이테크 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전용 고신뢰성 지능형 포지셔너 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 원자력발전소 공기 구동밸브 주요 부품인지능형 포지셔너의 국산화 개발 원전 S/W 개발 및 확인/검증방법을 적용하여 S/W 신뢰성 확보 Self-diagnostics, On-linecalibration, 밸브 상태 진단, 유지보수 HM(Human-Machine Interface) 화면 제공으로 유지보수 편리 고정식 밸브의 위치를 Fail-as-is나 Fail-safe로 유지할 수 있어 밸브소나 플랜트를 안전한 상태로 운전 원전 2차 계통에서 요구하는 기기 검증 시험 만족 기술 수준 및 성능 <ul style="list-style-type: none"> 통신 : Profibus-PA/DeviceNET/산업용 이더넷/HART 적용 제어특성: Linear, EQ(24point), Quick Open 반복성: ±0.2% F.S, 히스테리시스±0.2% F.S, 정확도±0.2% 공기 공급 고정 시: Full open 또는 close 또는 Fail-as-is 가능 | 단기 | 07.03 | 09.02 | ㈜에트 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 한국 표준형 원전 터빈 출력 구동장치 및 시험장치 국산화 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 한국표준형 원자력발전소 터빈 출력구동장치 국산화 및 터빈 구동장치를 시험, 진단할 수 있는 종합성능 진단시스템을 구축하여 수입대체 효과 및 발전소 운전 신뢰성 증진과 최적 운용량인을 수립하고자 함 | 단기 | 05.03 | 08.02 | ㈜에스스코 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|--|--|-------|--------|--------|-------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 터빈로터 견인성능을 위한 자동 조음파 탐상 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 본 과제의 기술개발 최종 목표는 기동중표준형 터빈 로터 자동 조음파 탐상을 위한 탐상장치(Scanner) 국산화 개발이며, 이를 통한 기술 수준을 설정하는 것 자동 조음파 탐상 Scanner는 터빈 로터에서 결함의 위치를 원주 방향±1도 및 축방향±2mm 이내로 정확히 파악할 수 있는 정밀도의 장비 개발 결함지시기 검출될 경우, 결함에서 반사되는 신호를 이용하여 정확한 결함의 종류를 파악하고, 결함의 정확도를 ±10%대의 수준으로 계산 이를 위한 세부 목표는 다음과 같음 <ul style="list-style-type: none"> 표준원전 터빈 로터 자동 검사용 Scanner 개발 표준원전 터빈 로터 Mock-up시험선설계 및 제작 표준원전 터빈 로터 검사 이력Database 구축 표준원전 터빈 로터탐상을 위한 TOFD/위상 배열초음파 탐상기술개발 <ul style="list-style-type: none"> 표준원전 터빈 로터탐상을 Wedge 및 Jig 개발 표준원전 터빈 로터탐상의 최적 검사 조건 및 검사 절차서 개발 원전 터빈 로터 주요 부위(Wheelbore, Key way, bore, dovetail) 자동 초음파검사기법 최적화 및 결함 크기 산정 고정도화기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> Time of Flight Diffraction(TOFD) 및 위상 배열 탐상 기술 최적화를 위한 방사선검정 및 신호 시뮬레이션 탐상장비최적화를 위한 입자 분석 TOFD 및 위상 배열초음파검사 최적화 기법 개발 결함 크기 산정 고정도화 기법 개발 | 단기 | 07.03 | 10.02 | ㈜에스스코 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 한국표준형 터빈 Front Standard System 부품 국산화 | <ul style="list-style-type: none"> 한국표준형 화력, 원전 터빈 프론트 스탠다드 설계/제작 국산화 한국표준형 화력, 원전 터빈 프론트 스탠다드 장비 기술 개발 한국표준형 화력, 원전 터빈 프론트 스탠다드 계통의 Simulation Circuit 개발 한국표준형 화력, 원전 터빈 프론트 스탠다드 종합연동 시험장치 개발 한국표준형 화력, 원전 터빈 프론트 스탠다드 신뢰성 평가 기준 및 특성 장비 개발 고성능 유압 Power Unit 구축 유압 Actuator System보조계통성능 저로 Data Base 구축 | 단기 | 07.11 | 10.10 | ㈜에스스코 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 고성능 지능형 모터 구동밸브(MOV) 원격 성능 진단방법 개발 및 실용화 | <ul style="list-style-type: none"> 고성능 지능형 모터 구동밸브(MOV) 원격 성능 진단방법 개발 및 실용화 <ul style="list-style-type: none"> 비침투적 기법을 적용한 지능형진단 장비 및 성능평가 방법 개발 기준 진단 장비와의 비교 성능평가 및 진단절차서 개발 진단 장비의 실용화 | 단기 | 03.10 | 06.09 | ㈜엔에디 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|-----------------|---|-------|--------|--------|-------------|
| 신원전 기술 | 신원전 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 부분 메인용량 증대 복합도플러공법을 이용한 터빈스펠링의 부분 또는 원전 메인 용량 증대 | 단기 | 03.10 | 06.09 | ㈜지아이에프 |
| 방사선 관리 기술 | 디지털 방사선 감시계통 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 디지털 방사선 감시계통 개발의 목표는 원자력 발전소내 기체 및 액체가 통과되는 계통의 방사선 준위를 감시하는 계통 방사선 감시시스템을 ICRP-60고고도에 대비하기 위한 방인으로 Multi Channel Analyzer를 이용한 정밀측정 및 단순화와 제품의 소형화를 구현하고 감시시스템의 운영체계에 호환성 있는 설계와 제어 알고리즘 및 응용 Program을 개발하는 것 원자력 발전소 내 방사선 계측 시스템의 설계 제작 기술 습득과 기기 인증 및 성능 평가를 통하여 차세대 원자력 발전소를 방사선 계측 시스템의 독자적인 기술을 확보하는데 있음 | 단기 | 03.05 | 06.04 | ㈜하이텍올딩스 |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원전 운영 및 정비 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 기존 중이 절차서를 전산화할 수 있는 전산화 절차서 편집기를 개발하고 신뢰성 및 안전성을 확보할 수 있는 안전-관련 등급으로 개발 생성되는 전산화 절차서 기온전자측면에서 효율적이면서 인간공학적으로 적합한 절차서가 되도록 개발할 것을 구축 | 단기 | 02.12 | 05.11 | ㈜한국신뢰성기술서비스 |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원전 운영 및 정비 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 핵심부품인 중이 절차서(Dedicating Entity) 등을 통해 구매하는 원자력 안전등급을 일반규격품(Commercial Grade Item, CGI)을 대상으로 대체 가능한 제품 및 적격 공급원을 발굴하여 국내 품질 검증 및 공급 체급 구축 | 단기 | 06.02 | 07.01 | ㈜한국신뢰성기술서비스 |
| 방사선 관리 기술 | 방사선 관리 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 원자력발전소 방사선 방호용 전면 마스크 국산화 <ul style="list-style-type: none"> 크기의 무게를 약 25%정도 줄이고 정확도를 2인치에서 1인치 하고, 필터케이스 모양을 마스크 분해, 인양부 굴곡을 따라 밀착구조로 디자인하여 휴대의 착용을 편리하게 하고, 개폐 가능한 배기밸브 구조로 목표기압을 기존 대비 1/3로 구배 가능하도록 개발 원자력발전소 방사선 방호용 전면 마스크 국산화 <ul style="list-style-type: none"> 마스크 분해, 폐기물 및 필터케이스의 크기와 구조를 변경하여 크기와 무게를 약 20%정도 줄이고 필터케이스를 인양부 밀착 구조로 설계하여 착용과 휴대가 편리하게 하고 개폐가 가능한 배기밸브를 개발하고 목표기압도 기존 대비 2/3 기압으로 구배 가능하도록 개발 | 단기 | 06.10 | 09.03 | ㈜한국원자력엔지니어링 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 계통 및 핵심기기 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공기구동밸브 성능평가 프로그램 개발 원전공기 구동밸브의 설계 기준 성능을 평가하고 주기적으로 성능을 확인할 수 있는 기능을 갖춘 전산 해석프로그램 개발 | 단기 | 03.10 | 06.09 | ㈜한국원자력엔지니어링 |

| 과목/기술 분류 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|--|---|-------|--------|--------|------------------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 제어기기 전자파 차폐용 알루미늄 발포소재 제조 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 알루미늄 다공질 발포 판재제조 기술개발 ○ 개발된 다공질 판재의 전자파 차폐특성을 평가함 ○ 원전 주체이설 등 주요 제어기기 합체 및 벽체 전자파 차폐 소재로서의 적용 가능성 검토 | 단기 | 02.12 | 03.11 | 충남대학교 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 중기발전기 전열관 확관부의 초음파 검사장치 및 적용기술 개발 | ○ 중기발전기 전열관 확관부의 결합 탐지용 초음파검사장치 및 적용 기술개발 | 단기 | 04.04 | 07.07 | 카이텍(주) |
| 원전 안전망 기술 | 경보 및 감시계통을 통한 원자력발전소 안전성능개선 | ○ 운전원에게 비상 운전 시 안전변수들의 향후 추이를 예측하고 발전소 상태에 따른 비상 운전지침을 제시하여 운전원이 할 수 있는 실수를 줄여 안전성을 증대시킬 수 있는 ASPDAS(Advanced Safety Parameter Display and Advisory System)의 설계 기술개발 | 단기 | 02.09 | 05.08 | 필로소프트(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전고온용 초음파 유량계 프로브 개발 | ○ 원자력발전소 배관내를 흐르는 고온 유체의 유량 측정을 위한 고온용 초음파유량계프로브(320°C의 고온 및 상온 사용) 개발 | 단기 | 06.02 | 06.01 | 하기스(주) |
| 원전계통·제어기술 | 진화 연산 기법과 피지 제어기를 응용한 원전 중기발전기의 지능형 수위 제어 시스템 설계 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 중기발전기의 특성을 분석하고 저부하시 나타나는 중기발전기의 동특성을 파악하여 전문기적인 지식을 구축 ○ 진화 연산기법을 사용하여 스스로 지능적인 요소를 가진 고 시스템의 안정성을 보충해 줄 수 있는 지능적인 피지 제어기의 설계 | 단기 | 03.05 | 04.04 | 한국 과학 기술원 |
| 신원전 기술 | 스형모듈원전 안전성 증대를 위한 피동 안전망 기술 개발 | | 단기 | 11.11 | 12.10 | 한국 과학 기술원 신학 협력단 |

| 과목/기술 분류 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|------------------------------------|---|-------|--------|--------|--------------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 계통 및 기기 정비 효과 감시기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 발전소의 안전성 및 성능 저하에 중요한 영향을 미치는 기능을 분석하고 이에 해당하는 계통, 구조물 및 기기(SCC)를 대상으로 목표성능 기준을 개발함 ○ 이를 효과적으로 감시하기 위한 기술과 해당SCC의 성능을 목표성능 기준 이상으로 유지하기 위한 이행방안을 수립하는 연구임 | 단기 | 03.10 | 06.09 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 계획예비정비 비기간중 위험도 감시체계 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 기간감수로 원전 계획예비정비 중 정비 공정에 따른 위험도 감시체계를 개발하여 계획예비정비기간 중 위험도를 최소화하고 아울러 위험도 평가 결과를 근거로 계획예비정비기간을 최적화하고자 함 ○ 위험도 감시는 정성적 모델을 기반으로 개발하나 종합적인 위험도 평가를 위해서는 정량적 모델 사용하여 보완하는 형식으로 개발함 ○ 시범호기로 운전 3.4호기를 대상으로 하여 시범호기의 계획예비정비 공정을 분석하여 공정에 주요한 기기를 선정하여 이를 출력순중 장애를 수행할 경우 기기에 대한 기술지침서 인화에 대한 위험도 분석도 수행하여 최적화된 계획예비정비 공정을 제시함 | 단기 | 03.10 | 07.09 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 공동시행(IST) 표준화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 원전 공동시행 계통 및 기기 설계 특성을 반영한 공동시행 표준화 방법론 수립 ○ 기술적 타당성 입증 자료가 포함된 원전 공동 시가지별 공동시행기술 매개변수 개발 ○ 기술 매개변수에 근거한 표준 공동시행 계획서 작성 ○ 정부 인허가 승인취득 | 단기 | 03.10 | 06.09 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 배관 자동 초음파검사 신호 취득·평가 프로그램 개발 | ○ 원자력 발전소 배관 용접부 자동 초음파검사 신호 취득 평가 프로그램 개발 | 단기 | 04.11 | 07.10 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전계통·제어기술 | 중수로 SG 중수순환 감시장치 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 방사성 폐어의 발생이 없으며 경제적인 운영이 가능한 고감도 중수순환 감시장치 기술 및 장치의 개발 - 대가인 마이크로메트릭 플라스마에서 소량의 시료를 분해하여 질량분석기로 냉각수 시료에 포함된 중수의 농도변화를 감지하여 그 변화가 1ppm 이상 시 누설량 분할 할 수 있도록 하고 원자력 발전소 기기 설치 기준을 만족하는 24시간 원장운영이 가능한 중수순환 감시용 질량분석시스템을 개발하고자 함 | 단기 | 04.11 | 06.10 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 노내 핵재속 검출기 인내관 인출 및 삽입용 자동화 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 검수로 노내 핵재속 안내관(Thimble)인출 및 삽입용 자동화 시스템 개발 - 자료 조사 및 분석 - 인내관 인출 및 삽입장치 설계, 원자력에서 및 감시장치 설계 - 프로토타입 제작 및 성능 시험 - 시제품 제작 및 성능 개선 | 단기 | 04.11 | 06.10 | 한국 수력 원자력(주) |

| 과목/기술 분류 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|-------------------------------------|---|-------|--------|--------|------------------|
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원전 격납건물 콘크리트의 시공 품질관리 및 유지관리 신기술 개발 | | 단기 | 11.11 | 14.10 | 한국 과학 기술원 신학 협력단 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전용 O등급 진동용 솔레노이드 밸브 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 원전용 안전등급 솔레노이드 밸브와 호환이 가능하고 경량력이 향상된 O등급 솔레노이드 밸브 개발 - 안전등급진동용 솔레노이드 밸브 설계 및 제작 기술 개발 - 안전등급진동용 솔레노이드 밸브의 시제품 제작 및 성능평가 - 안전등급진동용 솔레노이드 밸브의 기기 검증 및 설계 보완 | 단기 | 10.06 | 13.05 | 한국 기계 연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 파일럿 작동형 Class 1E 전자식 밸브 국산화 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 원전용 파일럿형 안전등급 솔레노이드 밸브와 호환이 가능하고 경량력이 향상된 Class 1E 전자식 밸브 개발 - 전자식 밸브 설계 및 제작 기술개발 - 전자식 밸브의 시제품 제작 및 성능평가 - 전자식 밸브의 기기 검증 및 설계 보완 | 단기 | 11.07 | 13.06 | 한국 기계 연구원 |
| 노심핵심 기술 | 차세대 원자로기술 개발(3) | | 단기 | 93.03 | 01.12 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 터빈 보안설비/운동특성 분석 종합시스템 개발 | ○ 원자력/화학발전소 터빈Hydraulic 계통을 시험, 진단할 수 있는 종합 시스템을 구축하여 수입대체 효과 및 발전소 운전 신뢰성 증진과 최적 운영인원을 수립함 | 단기 | 03.10 | 06.09 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 주변임기 기계적 건전성 평가기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 주변임기 진동데이터베이스 구축 ○ 주변임기구조 해석 및 기계적 손상 메카니즘 규명 ○ 주변임기 진동 건전성 측정, 평가절차 개발 ○ 주변임기 진동기준 설정 및 기술 매개변수 작성 ○ 운전중인 주변임기 진동저감 방안도출 | 단기 | 03.05 | 05.04 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 안전망 기술 | 원전 환경영향 피로시험 및 피로소산 관리기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 환경 인자의 영향을 고려한 저합금강 및 스테인리스강(O2형 원전 주가용재료)의 피로 곡선(S-N Curve)과 균열성장속도 곡선(Crda) 분석 및 데이터베이스 구축 - 대상 : SA508, SA 533, SA518/SS304, SS316중 2개 선택 조건 : 공기분위기 및 운전환경(320°C, 수화학 조건) ○ 기존 ASME Sec. III 근거 최적 피로 해석 방법론 개발 ○ 환경 조장 피로 균열에 대한 건전성 평가 기준 및 억제 방안 도출 | 단기 | 03.07 | 06.06 | 한국 수력 원자력(주) |

| 과목/기술 분류 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------------|---|--|-------|--------|--------|--------------|
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 중기발전기 전열관 외전류검사노면 탐촉자 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 원전 중기발전기 전열관 외전류검사노면 탐촉자 개발 - 설계기준 개발 - Bobbin 탐촉자 설계 제작 기술지침 - 현장적용 및 문제점 보완 - MR PC 또는 Array 형 특수 탐촉자국산화 개발을 위한 기초 기술 확보 | 단기 | 04.04 | 06.12 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 자립터빈 동역학 및 루트부 검사 선진화 기법 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 원자력발전소 자립터빈 진동로부터 피로파괴 평가를 위한 위상 배열초음파검사 선진기술개발 ○ 결함 검출 및 특성화 기술개발 ○ 자립터빈 진동자동 검사시스템 및 검사 절차서 개발 ○ 현장적용 검사수행 및 보완 | 단기 | 04.04 | 07.03 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 원전 I&C Upgrade를 위한 신회신뢰성 평가시스템 구축 및 시범적용 | <ul style="list-style-type: none"> ○ I&C Up-Grade를 위한 I & C 계통의 경제성을 고려한 신뢰도 평가 방법 및 신뢰성 평가 시스템 개발 ○ I&C 신뢰성 평가를 통한 출력감발 및 장치 관련 I & C 계통 최적 Up-Grade 적용을 위한 계획 수립 (고리 #2, 3, 4, 영광#1, 2, 울진 #1, 2) | 단기 | 04.04 | 07.03 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 지능감시센서(SIS)를 활용한 차세대 차세대 차세대 구조 안전성 평가(IST) 기법 개발 | ○ 지능감시센서(SIS)를 활용한 선진 격납구조안전성평가(IST) 기법 개발 | 단기 | 06.11 | 10.04 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원자로 내부구조물 모듈화 시공 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 원자로 내부구조물(MR Reactor/Vessel Internals) 자동 원격 Gap 측정 및 인공 모듈 시공기술개발(원전건설 수공정 2개월 이상 단축 목표) | 단기 | 06.02 | 09.01 | 한국 수력 원자력(주) |
| 원전 계통 및 핵심기기 기술 | 가압기 안전밸브 정비효율 향상기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 최종 목표 - 웨스팅하우스 프라이머 및 KSNP형 원전 가압기 안전밸브 설계/시험/운영 인화를 위해 안전밸브와 루트설 등 특성 시험을 통한 안전밸브의 동작기동 모델 및 선진성 개발 - 가압기 안전밸브 시험조건 인화를 위한 노후밸브 설계기준 시공에 대한 최적 분석 방법론을 개발함으로써 가압기 안전밸브의 신뢰성을 개선하여 안전성과 이윤을 제고 | 단기 | 06.10 | 09.09 | 한국 수력 원자력(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------|---------------------------------------|--|-------|--------|--------|----------|
| 원전 계통 및 핵심기술 | 원전 주요기기 고속 초정밀 가공기술 개발 | ○ 최종 목표 - ASME코드 요건을 만족하는 세계 최고 원전 기동중 검사용 유기술 및 시스템 개발 - 배관 위상 배열초음파검사시스템, 자동 초음파검사시스템, 열교환기와 진류검사시스템 ○ 연차별 개발 목표 및 내용 - 1차년도 : 고속초정밀가동중 검사시스템 최적 설계 - 2차년도 : 고속초정밀비 파괴검사시스템 개발 - 3차년도 : 고속초정밀비 파괴검사시스템 성능시험 / 기량 검증 및 시범적용 | 단기 | 07.11 | 10.10 | 한국수력원자력 |
| 방사선 관리 기술 | 원전급속 피면 검사계통(LFMS) 고장진단 및 안전성 평가 기술개발 | ○ 급속 피면 측정신호 분석 기술 확립 및 안전성 평가 기술개발(1단계) ○ 통합 데이터베이스 구축(2단계) | 단기 | 02.09 | 05.08 | 한국원자력연구원 |
| 원전 안전평가 기술 | 노심 냉각능력 증진을 위한 안전주입수 우회용 저감기술 연구 | ○ 강수부 직접 주입시 원자로 용기 강수부에서의 안전 주입수 열 수력적 거동에 대한 실증적 평가(대형 냉각재 상실 사고 재관수 과정) - 안전주입수의 수력학적 거동 평가 및 분석 : 강수부에서의 안전주입수 우회현상 분석 및 이를 통한 우회용 저감방안 도출 - 안전주입수의 열적 거동 평가 및 분석 : 강수부 표면 기열효과에 의한 안전주입수의 비등 현상 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 한국원자력연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 결함탐지용 류를 제거한 중기(발생기) 전열관 손상평가 신기술 개발 | ○ 최종 목표 현재의 보빈형외전류 탐측자에 자기센서를 부착하여 자성상의 투자율을 측정함으로써, 자성상에 의한 결함만 탐측하는 탐측기로 제거하면서 고속으로 결함을 탐측할 수 있는 센서를 제작함. 본 연구는 보빈형 탐측기의 속도(1 m/sec)에서 MFPC 이상의 정확도로 중기(발생기) 전열관 결함을 수행할 수 있는 새로운 기술개발을 목표로 함 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 한국원자력연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원자로계통의 구조건전성 통합감시/진단시스템 개발 | ○ 원자로 계통의 구조건전성 통합감시/진단용 시스템 (NMS) 개발 및 현장시험 적용 | 단기 | 06.02 | 09.02 | 한국원자력연구원 |
| 원자력기반·첨단 기술 | 레이저 응용 안정동위원소 생산기술개발 | ○ 의료용 Tl-203 안정 동위원소 생산기술개발 ○ 산업/의료용 Yb 안정 동위원소 생산기술개발 | 단기 | 06.03 | 07.02 | 한국원자력연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 고감도레이저 분광분석 기술개발 | ○ 레이저 분광기술을 이용하여 원자력환경 안전성을 높이기 위한 고감도 분석 기술의 확립 | 단기 | 06.03 | 07.02 | 한국원자력연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------|---|---|-------|--------|--------|----------|
| 원자력기반·첨단 기술 | 동위원소 제조용 고체 레이저 기술개발 | ○ 동위원소 제조용 녹색광 DPSSL 고출력화 기술 개발 ○ 펄스 구동형 DPSSL 기술 개발 | 단기 | 06.03 | 07.02 | 한국원자력연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 레이저 응용 원전핵심 기술개발 | ○ 노후원전의 안전성 제고를 위한 레이저 응용 원격 결합 및 열화검사 기술개발 - 결합 및 피로열화 진단을 위한 고감도 광대역 레이저 초음파 검사 장치 개발 - 설비 부품의 피로열화 검증 실험적 실증 및 원전 적용을 위한 장치 요소기술 개발 | 단기 | 06.03 | 07.02 | 한국원자력연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 원자력 내방사선 로봇개발 | ○ 고 방사선 구역인 원자로 계통시설의 유지보수를 위한 원자력내방사선 로봇 개발 - 경수로형 원자로 유지보수 수중로봇 개발 - 중수로형 원자로 유지보수 모듈러 이동로봇 개발 | 단기 | 06.03 | 07.02 | 한국원자력연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 노심 붕괴방지 지지각자 재관수 열전달 실험 및 모델 개발 | ○ 사고 조건하에서 원자로 노심 붕괴방지의 지지각자 효과를 고려한 재관수(Reflood) 열전달 증진 효과 규명을 위한 실험 및 예측모델 개발 | 단기 | 09.06 | 12.05 | 한국원자력연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 자주파수 진동을 이용한 온라인 배관진폭 감시 시스템 개발 | ○ 자주파수 진동을 이용한 온라인 배관진폭 감시 시스템 개발 | 단기 | 10.06 | 13.05 | 한국원자력연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원자력 발전설비 안전감시용 UV-R Visual Monitoring System 개발 | ○ 원자력 발전설비의 열 또는 코로나 방전에 의한 설비 이상징후 감출 UV-R Visual Monitoring System 개발 | 단기 | 10.06 | 12.05 | 한국전력안전공사 |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 폴리에틸렌 배관의 원전 적용을 위한 기술 개발 | ○ 고밀도 폴리에틸렌배관을 원전의 2차 계통배관에 적용하기 위해 다음과 같은 핵심기술을 개발하고 지정을 작성함 - 폴리에틸렌 배관의 기반기술 연구 - 폴리에틸렌 배관의 현장 적용 설계기술 연구 - 폴리에틸렌 배관의 손상평가 기술 개발 - 폴리에틸렌 배관의 용융시험 개발 - 폴리에틸렌 배관의 원전 적용 관련 규제기반의 인허가 획득을 위한 기술 연구 | 단기 | 10.06 | 13.05 | 한국전력기술 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------|--------------------------------------|---|-------|--------|--------|-----------|
| 원전핵심·제어기술 | 발전소 I&C 시스템 소프트웨어를 위한 통합 검증환경 구축 연구 | ○ 원자력발전소의 계측 제어 시스템에 사용되는 소프트웨어의 확인 및 검증이 가능한 통합 환경 개발 | 단기 | 02.09 | 05.08 | 한국전력기술(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술 | UFM을 이용한 원전 주입수유량 측정 한계 적용 기술개발 | ○ 측정 불확실도가 ±0.6% 이하인 원전주수 급수 초음파유량 측정 한계 적용 기술개발 ○ 원전적용을 위한 특정 기술 주제보고서 작성 및 인허가 지원 ○ 실제 발전소의 출력 회복에 적용 및 출력 증감 방안 제시 | 단기 | 02.08 | 05.07 | 한국전력기술(주) |
| 원전 안전평가 기술 | 위험도 및 성능기준 원전 화재분석 방법 개발 및 적용기술 | ○ 신규 요건을 적용한 원전화재방호 설계 기준 및 설계 기술개발 ○ 신규 요건 및 설계 기술을 이용한 원전화재방호 설계최적화 방안도출 | 단기 | 02.08 | 05.02 | 한국전력기술(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 웨스팅하우스형 이동원전 연구수조 및병체 설계기술개발 | ○ 웨스팅하우스형 원전의 연구 수조및병체설계 기술개발 | 단기 | 02.07 | 03.06 | 한국전력기술(주) |
| 원전 안전평가 기술 | WH형 원전 PSA 품질향상 기술개발 | ○ 국내 원전에 대한 위험도 정보 활용에 대비하여 기반도구인 확률론적 안전성 평가(PSA)모델의 품질평가 방법을 습득하고, 그리 3, 4호기를 시범 원전으로 하여 품질평가를 수행하고 보완사항을 도출하여 PSA 품질을 향상하고자 함. | 단기 | 04.04 | 06.03 | 한국전력기술(주) |
| 원전 안전평가 기술 | WH형 원전 구조물계통기 성능목표 인시 프로그램 개발 및 시범적용 | ○ 원전의 안전성에 영향을 미치는 원전의 중요구조물, 계통 및 기기(ISSO)를 시범하고 이들에 대한 성능 기준을 수립하고 이를 감시함으로써 원전의 안전성을 효과적으로 관리하는 프로그램 개발 및 시범적용 | 단기 | 04.04 | 06.09 | 한국전력기술(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술 | RFST 원수회기 등의 3차원 최적평가 기술개발 | ○ RF Sparger에 의한 대형수조내부의 증기 발생 및 응축에 따른 비대칭 응축 거동 및 열전달 현상에 대하여 실험을 통한 실증적 평가 ○ RFST 열 수력 거동의 3차원 최적 평가 기술개발 | 단기 | 05.03 | 08.06 | 한국전력기술(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|--------------|---------------------------------------|---|-------|--------|--------|-----------|
| 원전 계통 및 핵심기술 | 원전 배관 이중급속 용접부 설계 및 수명 평가기술 개발 | ○ 원전배관 이중 급속용접부의 특성을 반영한 공학적 평가 기법개발을 통하여 최적의 설계 사양을 도출하고 신뢰성 있게 손실 / 수명을 평가할 수 있는 설계 및 수명 평가기술 개발 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 한국전력기술(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술 | Polyethylene계 배관의 원전적용을 위한 설계 기반 기술개발 | ○ PE계배관을 원전 2차 계통 배관배관에 적용하기 위한 설계 기반 기술개발의 타당성 평가 | 단기 | 07.11 | 08.10 | 한국전력기술(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 유량 토모그래피를 이용한 원전용 오픈스 유량계 고집계 | ○ 원자력발전소에서 설치되어 사용중인 오픈스유량계의 유출계수를 교정하기 위한 비접촉식 유량토모그래피 개발 - 초음파 센서를 이용한 유량계 및 유량 토모그래피 구현을 위한 지그 제작 - 유속 분포를 재현하기 위한 신호처리 알고리즘 검토 (Radon 변환, 행렬 변환) - 일차 액체유량 표준으로부터 초음파 유량계 고집계수 산출을 통한 표준 보급 - 오픈스 유량계가 설치된 배관 주위에 제작된 초음파 유량 센서 지그를 설치하고 유량 토모그래피 구현 - 오픈스 유량계의 유출계수 측정 및 교정 능력 평가 | 단기 | 10.06 | 12.05 | 한국표준과학연구원 |
| 방사선 관리 기술 | 플라즈마를 이용한 고체방사성 폐기물 처리 기술개발 | ○ 본 과제에서는 제염기의 제작을 위한 기초 실험을 수행하고 저진공 기체 플라즈마 제염 공정을 설계, 제작함 | 단기 | 02.12 | 04.09 | 한일원자력연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 취배수용 원상주조 GPP배관 개발 및 국내발전소 적용성 연구 | ○ 취배수로 용 원상주조GPP배관개발 및 적용성연구 | 단기 | 03.05 | 05.04 | 한일원자력연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 원전 안전성 평가용 고체방사성 폐기물 처리 기술개발 | ○ 최종목표 - 안전 밸브(과잉발출밸브) 성능 진단 시험을 위한 Test 벤치 및 진단 장비 개발 - 비 및 센서의 고정 및 인입 개발 - 안전 밸브 성능 진단기법 개발 - 안전 밸브 정비 기법 및 TOOL개발 - 안전 밸브 최적화 예방정비 프로그램 개발 | 단기 | 03.05 | 05.12 | 한진KPS(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술 | 원전 안전성 평가용 고체방사성 폐기물 처리 기술개발 | ○ 열교환기 전열관의 중합적 수명 관리 데이터베이스 제작 ○ 열교환기 전열관설비 방청기 기법 개발 ○ 열교환기 전열관인출 및 단관 교체기법 개발 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 한진KPS(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|------------------|--------------------------------------|--|-------|--------|--------|----------|
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 중기발전기 상부다발세정 기술개발 | ○ F-Model중기발전기상부다발세정 기술개발 ○ F-Model중기발전기상부다발세정 장비설계 및 시제품 제작 ○ F-Model중기발전기상부다발세정용 Mock-up 설계 및 제작 ○ F-Model중기발전기상부다발세정 장비 성능시험 및 사용 절차서 개발 ○ 타 Model중기발전기 적용 검토 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 한전KPS(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | W-F형 중기발전기 2차속 Tubesheet 상부 육안검사 자동화 | | 단기 | 07.11 | 10.10 | 한전KPS(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 웨스팅하우스 델타60형 중기발전기 2차속 원격 육안검사시스템 개발 | ○ Westinghouse Delta60형 중기발전기 2차 속상부 원격 육안검사시스템 개발 ○ 이물질 제거장비 개발 및 제작 ○ 성능 검증용 Westinghouse Delta60형 중기발전기 Mock-up개발 | 단기 | 10.06 | 12.05 | 한전KPS(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 중기발전기 2차속 상부 진열과 다발검사 및 이물질 제거장비개발 | ○ 웨스팅하우스 F-모델중기발전기 2차 속상부 진열과다발 육안검사장비 개발 - 중기발전기 2차 속 검사구와 진열과지핀의 플로 슬롯을 이용하여 중기발전기 2차 속상부로 접근할 수 있는 시스템 개발 - F-모델중기발전기유량 분배판의 공간 부위 보강기구 및 검사 장치 개발 - 중기발전기 2차 속 검사구에 검사장비를 안내 및 고정 가능 장치 개발 - 튜브다발 간격 사이에 검사 카메라 접근시스템 개발 - 협소 구역의 육안검사용 원격 비디오 카메라 개발 - 이물질 제거용 End Effector 개발 - 원격 컨트롤 시스템 개발 | 단기 | 03.01 | 05.12 | 한전기공(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | Laser 및 Strain Gage를 이용한 위치변화 감시기술 | ○ 스트레인 게이지를 사용한 터빈축정렬 기술개발 ○ 터빈 기초대 및 케이싱 위치 변화속정 분석 기술개발 ○ 허중-변위데이터를 개발 | 단기 | 02.07 | 05.06 | 한전기공(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | KSNP S/G 지지구조 검사장비 개발 | ○ CF형 중기발전기지지 구조 검사장비 및 절차 개발: 장비 시제품 1식, 절차서, 성능 검증용 CF형 S/G모형 1식 ○ 중기발전기 2차 속 구조물 및 진열관순상 저감 방안 수립 (솔라지/이물질 유입원인 분석 보고서, 순상 저감 방안 분석 보고서, 추이 분석 프로그램 1식) | 단기 | 02.07 | 05.06 | 한전기공(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|------------------|-------------------------------------|---|-------|--------|--------|------------|
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | KSNP S/G Tube Sheet 상부다발 자동화 검사기술개발 | ○ KSNP/S/Gtu be She et 상부 다 발자동화 검사 기술개발 ○ Tu be She et 상부 다 발이 물질 제거장비 개발 ○ KSNP/S/G2차 속Bottom 상부 다 발실험용 Mock-up개발 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 한전기공(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | RPV 노출 인코넬 용접부 정비기술개발 | ○ 최종 목표는 RPV 노출 인코넬 용접부의 정비엔지니어링 기술개발임 ○ 육안검사 및 체적 검사를 포함하는 순상검사 기법, 결함 평가 및 용접 정비 절차평가를 포함하는 용접 정비부 견진성 평가 그리고 순상부를 정비할 수 있는 정비 기술 및 장비 개발이 포함됨 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 한전기공(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 고온용 볼트 체결시스템 개발 | ○ 고온에서 사용하는 고토크 체결볼트의 손상을 완화시키고 유지보수를 용이하게 하기 위한 윤활코팅 시스템 개발 ○ 볼트를 1차수환경에서 격리하기 위한 볼트 밀봉체개발 ○ 현장적용 장비 및 절차서 개발 | 단기 | 05.12 | 08.11 | 한전기공(주) |
| 원전 운영 및 정비 기술 | 표준형원전 운전지원용 CECOR 개량전산도 개발 | ○ 한국표준형 원전운전지원용 CECOR 개량전산도 개발 ○ 전산도 보완 및 개선사항 도출을 통한 수행 환경개발 ○ 운전지원용 POversion 전환 및 개발 ○ 생산성 향상을 위한 최적의 GUI 통합 환경개발 ○ 개량전산도에 대한 자체 및 발전소 검증 수행 | 단기 | 02.12 | 03.11 | 한전원자력연료(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 축방향 솔러블용량 분지형 검사장비 개발 | ○ Crud 제거장비 시제품 개발 ○ Crud 제거방식 및 각종 기술서 개발 ○ Crud 제거인 지도 출 및 Crud 제거시험장비개발 ○ Crud 제거장비 시제품 사용인하를 위한 안전성 평가 보고서 ○ Crud 제거장비 시제품이 승장비 개발 | 단기 | 04.04 | 07.03 | 한전원자력연료(주) |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | Plus-7 및 Ace-7인류용 최적 임계열속 상관식 개발 | ○ PLUS7 및 ACE7(16X16 및 17X17형) 연료용 최적임계열 속상관식 개발 ○ 상용형 인류용 고우 임계열 속상관식 개발 방법론 확립 ○ 인허가 자료(Topical Report) 작성 및 규제 기관에 인허가 신청 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 한전원자력연료(주) |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 연료봉설계 성능고유코드 체계 개발 및 검증 | ○ 국제감정력이 확보된 연료봉설계성능 고유 코드 체계 개발 ○ 연료봉설계성능 고유 코드 검증 및 인허가 자료 작성 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 한전원자력연료(주) |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | Plus-7핵연료 효율 향상을 위한 성능 최적화 기술개발 | ○ 한국표준형 개량 핵연료(PLUS7) 정전노심의 초저 누출진전 모형 구현을 위한 노심설계 및 운전제한 조건 최적화 설계 기술개발 | 단기 | 05.03 | 08.06 | 한전원자력연료(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|------------------|--------------------------------------|--|-------|--------|--------|------------|
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | 원전연료 제조용 천연우라늄 가공 부스라기 재생기술개발 및 상용화 | ○ 천연우라늄 가공부스라기 재생 기술개발 및 상용화 | 단기 | 05.12 | 07.11 | 한전원자력연료(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 원전연료용 신개념 지지구조 레이저 용접장치 및 기술개발 | ○ 고성능 원전연료용 지지구조 레이저 용접 장치 개발 ○ 고품질 지지구조 제조 기술개발 및 견진성 평가 방안 연구 | 단기 | 06.10 | 09.03 | 한전원자력연료(주) |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 중수로 사용후연료 건전성 검사장비 및 기술개발 | ○ 중수로 사용 후 연료건전성 검사장비 및 기술개발 | 단기 | 07.03 | 10.02 | 한전원자력연료(주) |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 경수로 신연료 운반용기 국산화 개발 | <운반용기 건전성 시험 및 평가> ○ 건전성 평가 모델 개발 및 건전성 평가 실증시험 ○ 건전성 평가 ○ 평가보고서 작성 및 설계승인 획득 <설계승인 획득> ○ 국내규제 기관(과학기술부)으로부터 설계승인 획득 ○ 설계승인 대상-웨스팅하우스형 및 한국표준형 운반용기 각 1종 | 단기 | 07.03 | 10.02 | 한전원자력연료(주) |
| 핵연료 및 부품 소재 기술 | HANA 합금 튜브 상용화를 위한 노내상능 평가 및 성능모형 개발 | ○ HANA 피복관 사용을 위해 상용 원전에서의 HANA 시범 연료봉도 내상능 평가 및 성능 모델 개발 - 상용 원전에서의 HANA 피복관시범 연료봉도 내상능 평가 및 성능 모델 개발을 위한 연소시험 생산 - HANA 피복관도 내상능 / 노 외 특성 / 인접에서 모델 성능모형 개발 | 단기 | 08.06 | 12.05 | 한전원자력연료(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|------------------|--|---|-------|--------|--------|---------|
| 원전 운영 및 정비 기술 | 원전 콘크리트 구조물의 내구성 및 시공성 향상을 위한 다성분계 시멘트 콘크리트 개발 | ○ 미분말 결합체의 종류 및 첨가물 변화에 따른 시멘트 및 콘크리트의 물성 파악 ○ 다성분계 시멘트를 사용한 고 유동 콘크리트의 배합설계 개발 ○ 실제 시험방법정립 ○ 현장모의 실험체를 통한 실증시험 ○ 다성분계 고유동 콘크리트의 내구성시험 ○ 다성분계 고유동 콘크리트의 경제성 평가 | 단기 | 02.09 | 04.08 | 한전전력연구원 |
| 원전 계통 및 핵심기술기 기술 | 축대식 기체막을 이용한 고효율 탈기막 및 장치 개발 | | 단기 | 02.09 | 05.06 | 한전전력연구원 |
| 원자력기반·첨단 기술 | 중수로에서 발생하는 삼중수소 이용 기술개발 | | 단기 | 02.09 | 05.06 | 한전전력연구원 |
| 원자력기반·첨단 기술 | 구조물 단면절김을 위한 조밀질 토목재료 변형특성 연구 | ○ 대형 직접 전단 실험설비신속 ○ 조밀질 재료의 변형 특성 연구 | 단기 | 02.09 | 04.08 | 한전전력연구원 |
| 원자력기반·첨단 기술 | 광선유를 이용한 원전 격납건물의 변형량 예측기술 개발 및 변형특성 규명 | ○ 광선유 센서를 이용한 원전 격납건물 구조물의 변형량 예측기술 개발 및 변형특성 규명 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 한전전력연구원 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 중기발전기 슬러지의 화학적 고도제거기 술개발 | ○ 원전 중기발전기 고 온 화학 세정 및 폐액처리 기술개발 - 고온 세정세정 약품, 부식억제제, 첨가제 등) 개발 - 고온 화학 세정 공정 및 폐액 발생 감량과 공정 개발 - 세정폐액처리 기술 및 절차서 개발 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 한전전력연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------|--|---|-------|--------|--------|-----------|
| 원전핵심·제어기술 | 원전 펌프용 회전체 신호처리 알고리즘 및 후대용 상태계측 시스템 개발 | ○ 최종 목표 - 원자력발전소 내 펌프에 적용 가능한 과도 상태용 회전체 신호처리 알고리즘을 개발 - 이를 적용한 후대용 상태계측 및 정비 지원 시스템을 개발 - 후대용 상태계측시스템과 연계한 사무실 서버용이력 관리 및 상태 진단시스템을 구축 | 단기 | 03.03 | 06.02 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 격납건물 누설시험 데이터 취득장치 및 누설평가 소프트웨어 개발 | ○ 격납 건물 누설시험을 위한 시험장치, 시험평가 소프트웨어 개발 - 누설시험을 위한 초고 정밀시험장치 개발 - 누설시험 온라인 평가 방법 개발 - 온라인 누설 평가 소프트웨어 개발 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | CANDU형 원전디지털 터빈제어시스템 개발 | ○ CANDU형 원전 디지털터빈 제어시스템 개발 ○ 터빈 제어시스템 해외수출을 위한 기반 구축 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 주 제어실 지진응답 지감방안연구 | ○ 원전 주 제어실 적용을 위한 최적 증진된 시스템 해설 모델 개발 및 진동대 실증시험을 통한 설계기술/설계지침 개발 | 단기 | 02.12 | 05.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 Feed Water Pump Turbine 제어시스템 개발 | ○ 원전 Feed Water Pump Turbine 제어시스템 개발 - 제어시스템규격 및 품질보증문서개발 - 시스템 설계(제어 알고리즘, 소프트웨어, 하드웨어) - 시제품 제작 및 신뢰성 검증 시험 | 단기 | 02.12 | 04.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.12 | 04.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.12 | 05.05 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.12 | 04.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.07 | 03.12 | 한전 전력 연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------|---------------|---|-------|--------|--------|-----------|
| 원전핵심·제어기술 | 원전 운영 및 정비 기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 03.05 | 04.04 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 인건평가 기술 | ○ 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 인건평가 기술 | ○ 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 인건평가 기술 | ○ 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 | 단기 | 03.10 | 04.09 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 인건평가 기술 | ○ 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 | 단기 | 03.05 | 05.10 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 인건평가 기술 | ○ 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 | 단기 | 03.10 | 04.03 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전 인건평가 기술 | ○ 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 - 원전 인건평가 기술 | 단기 | 04.04 | 07.03 | 한전 전력 연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------|-----------|---|-------|--------|--------|-----------|
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 05.12 | 08.11 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 07.03 | 10.02 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 07.03 | 10.02 | 효성에 바라㈜ |

<표> 원전환경

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|-----------|-----------|---|-------|--------|--------|---------------|
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.08 | 08.03 | 한국 수력 원자력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.09 | 05.08 | 한국 수력 원자력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.07 | 05.06 | 한전 전력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 02.07 | 05.06 | 한전 원자력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 연세대학교 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 03.05 | 06.04 | 한국 수력 원자력 연구원 |
| 원전핵심·제어기술 | 원전핵심·제어기술 | ○ 원전핵심·제어시스템에 적용 가능한 범용 디지털 시스템 개발 - 내고장상을 가지는 개방형 분산 제어시스템 구조 개발 - 최소 교체단위 기기를 사용자가 용이하게 유지 / 보수 할 수 있는 개방형 구조의 채택 - 유지보수가 용이하도록 공개된 운영체제 및 공개 가능한 소프트웨어를 사용하여 시스템 개발 | 단기 | 03.10 | 06.09 | 한국전력 연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|---------------|------------------------------------|---|---------|--------|--------|----------------|
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 방사성 폐기물 운반용 P/AB형 개발 | ○ 방사성폐기물 운반용 기설계 해설서 확보 ○ 안전성 입증시험기술 확보 ○ 안전성 분석 보고서 및 기술 규격서 작성 | 단기 | 04.04 | 06.11 | 한국수력원자력(주) |
| 원자핵융합 제어기술 | 원전핵융합 제어기술개발 | ○ 국내 동해안 원전부지 특성에 적합한 액체 방사성 유출물 삼차원 해방 확산평가 기술개발 | 단기 | 04.04 | 06.09 | 한국수력원자력(주) |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 경수로 사용후 연료 건식저장시스템 설계 기술 확보 | ○ PWR사용 후 연료 건식저장시스템 설계 기술 확보 ○ 건식저장시스템 기본설계 및 인허가 자료 확보 ○ 안전성 분석 보고서 및 기술 규격서 작성 | 단기 | 05.12 | 08.11 | 한국수력원자력(주) |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 방사성폐기물 처리용 고건전성용 개(FCO)개발 | ○ 원자력발전소 등에서 발생하는 방사성폐기물을 용기에 담아 고형화시키지 않고 탈수, 건조 및 밀봉후 운반으로 영구처분할 수 있고 처분 후 300년 이상 건전성을 유지하는 고건전성 용기를 개발하고자 함. ○ 원자력발전소에서 발생되어 보관중인 방사성폐기물포장 용기용 영구처분을 위해 제조장이 필요한 폐기물에 대한 닷 표장 용기를 개발하고자 함. | 단기 | 05.12 | 08.11 | (주)게임플리콘 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 초임계수상 화공정을 이용한 나분해성 폐기물 처리기술 개발 | ○ 초임계 수산화 공정(SOMO)을 이용하여 발전소에서 발생 /보급중인 PCB 함유질 연유 등 나분해성 유기 폐기물들을 환경친화적으로 처리할 수 있는 기술의 개발 및 상용화 | 단기 | 05.03 | 08.02 | 원전전력연구원 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 수중플라즈마 기술이 용한중기립상기(화학적 정제)처리 시스템개발 | ○ 원전 SG화학 세정액처리용 연속 식수 중 플라즈마 시스템 개발 | 단기 | 06.02 | 08.07 | 한국수력원자력(주) |
| 원자력기반·첨단 기술 | 삼중수소 지원용 기술개발 | ○ 원전 발전에서 생산되는 삼중수소의 지원에 필요한 삼중수소개량기술개발 및 시설 구축 | 중대형(총괄) | 06.09 | 10.12 | 한국수력원자력(주) |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 초음파를 이용한 제염기술개발 | ○ 개발하려는 기술은 방사성제염 대상물을 모 재 손상 여부 관계없이 완전제염하여 방사성 관리 구역 외부로 자유 반출하기 위한 화학제염법임. ○ 이 제염과정에서 초음파 기술을 최대 활용하여, 오염물의 제염효율과 생성된 폐액 내의 나분해성 유기물을 분해 효율을 다 같이 제고하는 친환경적 제염기술개발을 개발하고자 함 | 단기 | 06.02 | 07.09 | 원전방사성처리센터(주)원유 |
| 원자력기반·첨단 기술 | 삼중수소 마이크로 전자기 개발 | ○ 베타선을 방출하는 방사성수소 동위원소 삼중수소(반감기 12.32년)를 전자 선원으로 이용하여 초소형 기구나 원자센서 필요기기에 전력을 공급할 수 있는 정수용 초소형, 초경량, 저전력 삼중수소 마이크로 전자기 개발 | 단기 | 06.02 | 09.01 | 한국수력원자력(주) |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|---------------|---|--|-------|--------|--------|-----------------|
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 원자력발전소 사후처리 사업 비용평가 시스템 개발 | ○ 원전 사후처리시스템의 개념 설계 및 상세물량 분석 수준의 비용 자료를 근거로 투명하고 객관적인 비용평가(경 중수로 원전 해체, 중저준위 폐기물 처리, 경 중수로 사용 후 원전연료 처분) 시스템 개발 | 단기 | 06.10 | 09.03 | 경희대학교 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 원자력발전소 각종 탱크와 슬러지 슬러지 제거용 로봇 및 처리 장비 개발 | ○ 원자력발전소 각종 탱크와 슬러지 슬러지 제거용 로봇 및 처리 장비 개발 | 단기 | 06.10 | 09.09 | 한국수력원자력(주) |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 자기장을 이용한 제염장치 개발 | ○ 금속성 방사성폐기물의 재활용 또는 감용을 위한 자기 연마제염장치 개발 | 단기 | 07.03 | 09.02 | (주)에트 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 원자력발전소 각종 탱크와 슬러지 슬러지 제거용 로봇 및 처리 장비 개발 | ○ 슬러지 제거로봇 개발 ○ 슬러지포집 및 분리, 건조장치개발 ○ 처리장비 차폐 및 슬러지처리 시 발생하는 액체, 기체폐기물 처리장비 개발 | 단기 | 07.03 | 10.02 | 한국수력원자력(주)엔지니어링 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 중수로 원전 해체를 위한 방사성폐기물 제거용 평가 기술 개발 및 검증 | ○ 중수로 원전 해체를 위한 방사성폐기물 제거용 평가 기술을 개발 검증하고 노심, 건조동차리장비 개발 능중위별로 산출 분류함 | 단기 | 07.11 | 10.10 | 한국수력원자력(주) |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 초미세화분 분산 경량화 플러머지 장치 개발 | ○ 초미세화분(10 Bm) 및 분 분 화합물이 균일 분산된 플러머지용 플러머지용 방사성 차폐 제거용 - 상용 소재 대비 차폐성능 1.5배 이상, 경량화 30% 이상 | 단기 | 07.11 | 09.10 | 한국수력원자력(주)엔지니어링 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 원자력산업에서 발생하는 금속성 폐기물 제염을 위한 EPN 방식 알카리처리 시스템 개발 | ○ 원자력산업현장에서 발생하는 금속 방사성폐기물 제염을 위한 EPN방식의 알카리 처리시스템을 설계하여, 감용비 1500~1/1000 수준의 금속 폐기물 제염기술 기반 구축 | 단기 | 07.11 | 09.10 | 한국수력원자력(주)엔지니어링 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|---------------|---------------------------------------|---|-------|--------|--------|-----------------------|
| 방사성 폐기물 관리 기술 | SG등 원전 발생 대형 금속성 폐기물의 감용 및 자체처분 기술 개발 | ○ 퇴역중기립상기 등 대형 금속 폐기물 처리 기술 및 공정 개발 - 대형 금속성 폐기물의 집진제염/용융에 의한 감용/자체처분 기술개발 - 대형 금속성 폐기물의 자체처분 공정장치 개발 및 기술 실증 - 금속성 폐기물의 자체 처분의 안전성 평가기술개발 및 topical report 작성 | 단기 | 08.12 | 11.11 | 한국원자력연구원 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 중수로실린지 및 삼중수소 제거 설비 개발 | ○ 중수로실린지 및 처리설비개발 ○ 원자로 및 보조건물 내부, 원자력발전소 배기구의 배기 기 체-무삼중수소 제거 설비개발 | 단기 | 08.12 | 10.11 | 한국수력원자력(주)엔지니어링 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 각남건물 내방사성 비대용 도장재 개발 | ○ 친환경 및 속경화성각남 건물 내방사성 비대용 도장재 개발 - VOC(휘발성 유기 화합물) 최대 10gram/Liter(목표치 0) 도장재 개발 - 속경화형 system 개발(도장후 24시간/24°C 기준) 이내 lighttraffic 가능 - Ren Guide 1.54 의 GP-A3 요구 충족 system 개발 | 단기 | 08.12 | 10.05 | 한국원자력연구원 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 마이크로 비를 이용한 원자력시설 내배기부 세정기술 개발 | ○ 원자력발전소 등 원자력 시설의 운전 중 유지보수나 수 명중후유시설 해체 시 배관 내부에 침착된 방사성 물질을 마이크로 비를 이용하여 제거하는 세정 기술 개발을 목표로 함 | 단기 | 09.06 | 12.05 | (주)에네시스 |
| 원자핵융합 제어기술 | 3차원 형상 / 방사선해석 을 통한 직간접 방사능 측정기술 개발 | ○ 형상이 복잡한 저준위 금속 폐기물의 방사능 평가 시스템 개발 - 3차원스캐너를 이용한 금속 폐기물 3D 형상화 기술개발 - 감마계측 및 MCNP 해석 결과를 활용한 저준위 방사능 분석 기술개발 - 저준위 금속 방사성폐기물 방사능 평가 시스템 개발 - 자체 처분 평가코드 연동체계 개발 | 단기 | 10.06 | 13.05 | 에네시스 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 원자력시설의 방사성폐기물 관리 기술 | ○ 방사성폐기물 관리에 대한 면역반응 평가 원천 기술 확보 ○ 방사성폐기물 관리에 대한 생체방어 면역기능 평가 ○ 방사성폐기물 관리에 대한 인체안전성 평가자료 축적 | 단기 | 10.06 | 13.05 | 한국수력원자력(주)방사성폐기물관리연구원 |

| 과학기술 분류체계 | 과제명 | 과제개요 | 담당/장기 | 연구 시작일 | 연구 종료일 | 주관 기관 |
|---------------|--------------------------------|--|-------|--------|--------|----------|
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 이동형 방사성 불활성가스 제거장치 개발 | ○ 본 연구의 최종 목표는 원자력발전소의 계획예방정비(기 간(이하) 및 핵연료(핵연료) 결합과 같은 특수 상황에서 원자로 건물 내외주위 오염지역(방기 및 중기립상기 등) 수질 내부 대기에는 발생한 방사성 기체폐기물 중 방사성 불활성가스를 효과적으로 처리하기 위한 이동형 방사성 불활성가스 제거 장치 개발에 필요한 응용 및 상용 기술 확보에 관한 것 ○ 방사성 불활성가스 제거와 관련하여 냉각 응결 및 흡수 제거에 의한 수분제거 장치, 흡착제에 의한 이산화탄소 제거 장치, 1차 냉각(에어냉각) 및 2차 냉각(냉각) 흡착 (물리적인 흡착에 의한 불활성가스 제거 장치 및 제거 트랩냉각 장치, 축적 모듈인 온·습도, 이산화탄소 농도, 공기유량, 방사능측정 모듈과 측정데이터 관리시스템 및 프로그램, 방사성 불활성가스 제거 트랩의 압력분산 장치, 흡착제 재생장치 제작과 관련된 응용 기술을 확보하고, 확보된 핵심요소 기술을 토대로 하여 이동형 방사성 불활성가스 제거 장치의 시작품 및 시제품을 제작하는 것 ○ 이동형 방사성 불활성가스 제거 장치의 핵심요소 하나인 방사성 불활성가스의 제거경화용량인 흡입공기 방사성 기체폐기물에 흡입 조건이 99% 이하, R99% 이하에서 중기립상기 기입기수 실용량 대비 약 20배 이상으로 흡입공기처리 유량은 0.05~2ml/min 범위이어야 하며, 1~2차 방사성 불활성가스 제거 트랩의 교체 주기는 8hour/cycle 기준으로 3일 이상 연속하여 제염개수가 10E+04±100 오차 이내에서 이루어져야 함 ○ 최대 제염량은 1~2차 방사성 불활성가스 제거 트랩의 제염을 한계기 총 기체 방사능량은 1000까지 99% 이상포집 및 제거를 목표로 함 | 단기 | 10.06 | 13.05 | 디에스 과학 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 고방사성 농축액(핵연료)를 위한 전기식 드럼 건조기개발 | ○ 고방사성 농축액(핵연료)를 위한 전기식 드럼 건조기개발 - 중량률 : 20.1t/hr | 단기 | 11.07 | 12.06 | (주)엔이 |
| 방사성 폐기물 관리 기술 | 원전 핵심설비 해체 공법 평가 | ○ 원자로 심동 원전 핵심설비 해체 공법 평가 - 원전 핵심설비 특성 평가 - 원전 핵심설비 해체 후비공법 선정 및 시-리미트 구축 - 원전 핵심설비 해체 디지탈 복원 구축 및 해체공법 평가 | 단기 | 11.07 | 13.06 | 한국원자력연구원 |