

일본 에너지자원기술전략을 통한 우리나라 자원기술 로드맵 수립을 위한 전략적 분석연구

이 옥 선¹⁾ · 김 성 용¹⁾ · 신 중 호²⁾

- 1) 한국지질자원연구원 정책연구부
- 2) 한국지질자원연구원 지반안전연구부

과학기술 특성에 기반을 둔 학문적 발전은 과학 기술의 내부혁신시스템 측면에서 의의를 가지며, 과학기술의 내부혁신시스템이 외부수요와 결합할 경우 학문적 발전뿐만 아니라 국가 및 사회적 발전을 동시에 고려할 수 있다. 지질자원분야는 경제혁신시스템 및 사회기반시스템의 발전을 동시에 만족시키는 필요 기술이자 공공기술 성격의 특성을 가짐에 따라 학문적 특성에 바탕을 둔 지질자원기술의 발전은 미래 수요와의 조화를 통해 이루어져야 한다. 이러한 요구를 수용할 수 있는 에너지·자원기술인 지질자원기술 발전이 모색되어야 하며, 효과적인 지질자원기술 개발을 위한 방법으로 전략적 기술기획이 요구된다.

기술기획은 새롭게 설정된 기술목표를 달성하기 위하여 기술영역 및 기술 발전 동인을 구분하고 필수 요소기술을 도출하여 특정시점에서 요구기술을 확보하기 위한 실행계획으로, 단기 기술목표 달성을 위한 전략적 계획을 수립한다는 관점에서 기술전략의 의미와 유사하다고 할 수 있다. 기술기획을 위한 방법론으로 기술수요조사, 기술예측, 기술트리, 특허맵/지식맵, 기술로드맵 등이 있으며, 전통적인 기술기획 방법론인 기술수요조사나 기술예측은 연구개발 주체들이 개발을 원하는 분야를 도출하거나 단지 미래

의 기술개발 분야가 무엇인지를 보여주는 제한된 방법이며, 기술트리 역시 특정시점에서 모든 기술의 계층적 연관구조를 면밀하게 보여준다는 장점을 가지지만 속성자체가 정태적이기 때문에 변화하는 현실에 적용하기는 어려운 단점을 가짐에 따라 미래 수요에 기반을 둔 기술목표에 의한 동태적 특성을 가진 기술로드맵이 제3세대에서 제4세대로 이어지는 기술기획(연구개발 기획) 방법론으로 대두되고 있다(한국과학기술 기획평가원, 2006).

최근 고유가 및 원자재 급등에 따른 에너지·자원의 안정 수급을 지원하며 기후변화에 따른 지구환경변화 영향의 최소화를 통하여 경제적·정치적·사회적 이슈 해결을 위한 돌파구로 지질자원기술력 강화 및 전략적 활용이 필요하다. 지질자원기술의 효과적인 발전을 위하여 Lee(2007)는 우리나라의 지질자원기술 패러다임 변화를 제시하였고, 한국지질자원연구원(2007)은 지질자원기술 지식맵을 통하여 미래 유망 지질자원 연구영역을 제시하였으며 지질자원 요소기술의 특허맵 분석을 통해 지질자원기술 개발 동향을 분석하는 등 다양한 연구가 수행되어 왔으며, 또한 산업자원부(2006a, 2006b)는 「국가 자원기술 개발 기본계획」을 통해 지질

자원기술 로드맵을 제시한 바 있다.

지질자원기술 로드맵은 미래 지질자원기술 개발방향을 전반적으로 파악할 수 있는 자료로, 해당 자료는 지질자원기술의 규모 및 구성, 기술수준, 활용분야 및 효과 등을 시기별로 파악할 수 있어 연구개발 주체들의 전략적 의사결정 지원을 위한 중요한 정보를 제공한다. 또한 요소기술별 개발목표, 우선순위, 연구개발 주체간 역할을 명확히 제시함에 따라 지질자원기술 로드맵 수립이 필요하며 이를 위한 사전연구로 기술 선진국 등 관련국의 지질자원기술 로드맵 비교·분석이 선행되어야 한다.

본 연구에서는 지질자원기술 선진국인 일본을 대상으로 2007년 수립된 지질자원기술 로드맵인 「에너지기술전략」 및 상위 계획인 「신국가에너지전략」에 대해 소개하고, 이와 동일한 수준에 있는 우리나라의 「국가 자원기술 개발 로드맵」 및 「국가 에너지·자원기술 개발 기본계획」과 비교·분석을 통하여 향후 지질자원기술 로드맵 수립을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

기술기획과 기술로드맵

급격한 기술진보와 글로벌 경쟁 및 급변하는 지질자원기술 수요에 부응하기 위하여 해당분야

의 효율적인 연구개발 체계가 요구된다. 특히 지질자원기술은 기술영역이 넓고 투자회임기간이 긴 필요기술이며 공공기술로 타 부문에 비해 민간 참여가 활발하지 못함에 따라 정부 주도의 기술기획 및 연구개발이 이루어지고 있다. 기술기획은 현재 제 3세대에서 제 4세대로 진화함에 따라 국가발전전략에 부합하는 프로젝트 추진에서 신개념 창출 프로젝트 추진을 기본전략으로 하며, 고객과 시장의 요구를 우선적으로 파악하여 핵심기술을 도출하는 지배적 디자인(Dominant design)을 우선시 한다(표 1). 이는 해당 기관에 부여된 임무를 바탕으로 R&D 개념이 개별 연구개발 주체 중심의 전략적 연구개발에서 해당 기술과 관련된 모든 이해관계자를 대상으로 하는 전방위 연구개발을 통한 효과 창출의 R&DB로 진화하는 것을 의미한다. 이러한 연구개발 패러다임 변화를 적용하기 위한 경영기법으로 기술로드맵 수립이 제시되고 있다.

초창기 기술로드맵은 기술군의 기술개발 및 응용에 대하여 시간 축 상에 표시하고 제품의 핵심기능 혹은 성능지표에 필요한 일련의 기술과 기술 발전정도, 보유기술 및 핵심역량을 명시하는 방법으로 인지하였으나, 미래상황에 대한 예측을 기반으로 미래 수요를 충족시키기 위하여 국가, 산업, 기업이 개발해야 하는 기술대안 혹은 전략적 연구분야를 찾는 데 유용한 기술기획 방법론으

표 1. 연구개발의 세대 진화(한국과학기술기획평가원, 2006)

구분	제1세대	제2세대	제3세대	제4세대
기본전략	과학기술자에 의존	프로젝트 관리 중심	국가발전전략에 부합되는 프로젝트 추진	신개념 창출 프로젝트 추진
핵심개념	Technology push	Technology push	Market-driven	National/Regional innovation system
핵심자산	연구기관, 과학기술자	프로젝트	전략	사회, 시장(고객)
핵심키워드	우수한 과학기술자	프로젝트 관리	기술전략	가치창출, 지식경영, 학습, 아키텍처, 신개념
R&D 개념	연구(Research)	연구개발(R&D)	전략적 연구개발	R&DB
경영기법	자율적 연구환경 보장	Stage-gate process(단계별 관리)	포트폴리오 분석, 기술로드맵	Innovation management, 기술로드맵

표 2. 기술로드맵의 분류(이병남과 박응, 2005)

구분	기술로드맵 종류	대표사례
작성주체	정부, 산업, 기업	- 미국의 제조기술 로드맵 - 미국 반도체협회의 반도체기술 로드맵
작성목적	제품기획, 역량기획, 지적자산 기획, 사업기획, 프로세스기획, 사업기획, 전략기획, 중장기기획, 계획통합	- 에딘버러대 인공지능 응용학부의 기술로드맵 - NASA의 Origin사업 기술로드맵
작성대상	제품기술, 유망기술, 이슈관련	- 모토롤라사 - 미국 에너지부의 환경복원 및 쓰레기관리 로드맵
표현양식	단/다계층, 막대, 표, 그래프, 그림, 문자형태, 흐름 형태	- 모토롤라사

로 볼 수 있다(한국과학기술기획평가원, 2006). 기술로드맵은 작성주체, 작성목적, 작성대상, 표현양식 등으로 구분할 수 있다. 작성대상은 정부, 산업, 기업 등의 연구개발 주체이며, 작성목적은 제품기획, 역량기획, 지적자산기획, 사업기획, 프로세스기획, 사업기획 등으로 구분하고, 작성대상은 제품기술, 유망기술, 이슈관련 등으로 작성목적과 작성대상이 상호 연관되어 있다. 기술로드맵 표현양식으로 다계층, 막대, 표, 그래프, 그림, 문자형태 등이 있으며, 기업을 중심으로 제품기획을 목적으로 하는 다계층 형태의 제품기술 로드맵이 주를 이루고 있다(표 2).

일본의 신국가에너지전략

일본 경제산업성은 세계 에너지·자원환경의 변화에 따라 에너지·자원 가격의 급격한 상승 및 불안전 요소 해결에 적극 대응하며 에너지·자원을 확보하기 위한 전략적인 발전을 추진하기 위하여 2006년 6월 「신국가에너지전략」을 발표하였다(일본 경제산업성, 2006). 이는 에너지 수급구조가 변화하고, 시장혼란요인이 다양화 되며, 세계 각국에서 에너지전략을 재구축함에 따라 이러한 상황을 대비하고자 하였다. 「신국가에너지전략」은 국민에게 신뢰받는 에너

지 안전 보장의 확립, 에너지문제와 환경문제의 일체적인 해결에 의한 지속가능한 성장기반 확립과 아시아 및 세계의 에너지문제 극복에 적극적인 공헌이라는 2030년 전략목표를 수립하였으며 2030년 정량적 목표로 첫째, 2030년 30%의 효율 개선을 통한 에너지 절약, 둘째, 2030년 40% 이하의 석유의존도 감소, 셋째, 2030년 운수부문에서의 석유의존도 80% 확보, 넷째, 2030년 해외자원(석유)개발 40% 달성, 다섯째 2030년 발전전력량의 30-40% 원자력 발전 확보로 설정하는 등 정량적/정성적 목표를 수립하였다.

「신국가에너지전략」은 설정 목표를 달성하기 위하여 세계 최첨단의 에너지수급구조 실현, 자원외교, 에너지협력의 종합적 강화, 긴급 상황 대응력 향상, 기타 등 5개 부문의 세부계획으로 구성되어 있다. 세계 최첨단의 에너지수급구조 실현부문에서는 에너지효율 30% 향상을 위한 에너지 절약 제 1인자 계획, 운수부문의 석유의존도 80% 목표를 위한 운수에너지의 차세대화, 태양광 발전비용을 화력발전과 동일 수준 확보 및 지역 에너지자급률 향상을 위한 신에너지 이노베이션 계획, 원자력 발전전력량 30-40% 확보, 핵연료 사이클 조기 확립 및 고속 증식로 조기 실용화를 통한 원자력입국 계획을 수립하였다. 자원외교, 에너지협력의 종합적 강화부문에

서는 석유 자주개발률 40% 확보를 위한 종합적인 자원확보전략 및 에너지절약 등 에너지협력을 바탕으로 아시아지역의 공생을 위한 에너지협력 전략을 수립하고 있다. 또한 긴급 상황대응력 향상부문에서는 석유비축제도의 재검토 및 기능 강화, 천연가스에 관한 긴급 대응체제 정비 및 긴급 상황대응력 향상을 위한 실행계획을 수립하였다. 또한 2100년 및 2050년 초장기의 일본 미래사회 실현을 목표로 2030년 중간 달성을 점검하고자 2030년 중간목표 설정 및 추진을 위하여 「에너지기술전략」 수립을 계획하였다. 일본의 에너지기술 정의는 광의의 에너지로서 광물자원 및 석유가스자원과 같은 화석연료를 포함하는 기술의 범주를 말한다.

일본의 에너지기술전략 2007

일본은 전 지구적 차원의 에너지문제 및 지구환경문제를 해결하기 위해 기술에 의한 극복이 필요함을 인식하고, 장기적인 관점에서 산·학·연·관의 협력관계를 구축하고, 변화되는 사회시스템에 대한 능동적으로 대응할 수 있는 「신국가에너지전략」의 실행계획으로서 2007년 지질자원기술 로드맵인 「에너지기술전략」을 제시하였다(일본 자원에너지청, 2007). 「에너지기술전략」 수립은 2007년 수정된 「에너지기본계획」상에도 기재되어 있다. 일본은 2002년 「에너지정책기본법」에 의거 2003년 안정 공급의 확보, 환경과의 조화, 시장원리의 활용을 구현하기 위하여 3개의 기본방침을 설정하고 「에너지기본계획」을 수립하여 시행하여 왔다. 그 이후 국제적인 에너지 환경이나 기후변화 문제의 심각 등 정세가 크게 변함에 따라 에너지 안전 보장을 축으로 향후 30년간의 중요한 시책 프로그램을 포함시킨 「신국가에너지전략」, 「경제성장 전략 대강」, 「경제 재정 운영과 구조개혁에 관한 기본방침」의 내용을 반영하여 2007년 「에너지기본계획」을 수정하였다. 「에너지기본계획」의

주요 개정내용으로 고속증식로 사이클의 조기실용화, 태양전지, 축전지, 연료전지 부문의 성장 추진 등 핵연료 사이클을 포함한 원자력 발전 추진과 신에너지의 도입확대, ODA(Official development assistance) 등을 활용한 자원생산국과의 전략적·종합적인 관계 구축, 석유천연가스·금속광물 자원기구의 리스크 자금 공급 기능 강화 등 석유 등의 안정공급 확보를 위한 전략적·종합적인 대책 강화, 부문별 벤치마크 도입 등의 에너지절약정책 강화와 지구온난화 문제와 관련되는 실효 있는 구체적인 체제 주도, 에너지기술전략의 수립 등의 기술에 의한 에너지·환경 제약 극복 등이 있다(노상양, 2007). 즉, 지질자원기술 개발은 장기간의 대규모 투자가 요구되나 기술개발 실현가능성이 낮아 민간에게 일괄하여 일임하기 어렵기 때문에 정부주도 하에 「에너지기술전략」을 통해 장기적인 에너지·자원기술 개발 방향성을 제시하여 「에너지기본계획」 및 「신국가에너지전략」을 전략적으로 수행하고자 하는 의지가 보여 진다.

「에너지기술전략」은 산·학·연·관의 협력을 통해 중장기적 에너지·자원기술 개발을 실현하여 에너지·자원기술 분야에서 세계 최고 수준이 되는 것을 목적으로 「신국가에너지전략」 중 2100년 및 2050년 초장기 지질자원기술 비전을 중점적으로 고려하였으며, 미래 지질자원기술의 성공적인 확보를 위하여 5개의 정책목표 및 세부지표를 수립하였다(표 3).

2007년 작성된 「에너지기술전략」은 5대 정책목표 실현을 위하여 요소기술 등을 포함한 기술구성맵, 요소기술의 실현시기를 나타낸 기술로드맵 및 국내외 정책 동향을 나타낸 도입 시나리오로 구성되어 있다. 「에너지기술전략」은 일본 경제산업성이 작성한 「기술전략로드맵 2007」의 에너지환경분야에 포함되어 있으며, 2006년 작성된 「에너지기술전략」을 바탕으로 대상기술을 확대하고, 추출된 에너지기술의 중요도를 측정하는 등 내용이 수정·보완되었다.

표 3. 일본 에너지기술전략 2007의 정책목표 및 세부지표

정책목표	세부 지표
화석연료의 안정공급 확보 및 청정 이용	- 화석연료의 개발·유효 이용 기술 - CCT(클린/콜/테크놀로지) 등 청정이용기술 - 자원 확보에 이바지하는 기술
신에너지의 개발/도입 촉진	- 태양, 풍력, 바이오매스 등 에너지관련 기술의 개발·도입 촉진에 기여하는 기술 - 재생가능에너지의 보급에 이바지하는 신규 기술 - 에너지 효율의 비약적인 향상에 이바지하는 기술 - 에너지원의 다양화에 이바지하는 신규 기술 등 「혁신적인 에너지 고도이용 기술」을 포함함.
운수부문에서의 연료 다양화	- 바이오매스, GTL(Gas to Liquid), BTL(Biomass to Liquid), CTL(Coal to Liquid) 등 신연료 확보기술 - 전기자동차(EV) 혹은 연료전지자동차(FCV) 등 운수부문의 석유의존도 저감을 위해 기여하는 기술
원자력의 안전한 이용	- 2030년 이후 발전전력량 중 원자력발전 비중을 30~40% 이상 높이는데 기여하는 기술 - 원자력 이용 추진에 이바지하는 기술 - 원자력 안전 확보에 이바지하는 기술 등을 포함함.
종합 에너지 효율의 향상	- 전환부문에서의 에너지 전환 효율 향상, 산업부문에서의 제조 프로세스 효율 향상, 민간/운수부문에서의 에너지 절약 등을 통해 최종 에너지소비지수 향상에 기여하는 기술

우리나라의 국가 에너지·자원기술 개발 로드맵

우리나라는 에너지 및 환경의 갈등을 조정하고 조화시킬 필요성이 대두되었으며, 국제 및 지역 에너지협력의 중요성이 부각됨에 따라 에너지·자원기술 개발의 혁신을 통해 기술자원 보유국으로 전환할 필요성이 증가되었기 때문에 이를 해결하기 위한 목적으로 산업자원부 주관으로 2006년 「국가 에너지·자원기술 개발 기본계획」을 수립하였다. 지질자원기술이 지식기반의 환경친화적이고 자주적인 자원으로 간주됨에 따라 지질기술의 확보는 우리나라의 지속가능한 경제사회 발전과 에너지 안보의 궁극적인 해결 방안으로 인식되고 있음을 알 수 있다. 해당 기본계획 수행을 위하여 한국지질자원연구원

과 한국에너지기술연구원이 각각 「국가 자원기술 개발 로드맵」 및 「국가 에너지기술 개발 로드맵」을 작성하였다.

「국가 에너지·자원기술 개발 기본계획」은 지속가능한 에너지시스템을 확보를 위한 기술혁신 체제 구축의 전략목표를 수립하고, 2013년 석유 자주개발률 18% 달성, 에너지소비량 5% 감소, CO₂ 발생량 1,750만 TC 감축, 2011년 신재생보급률 5% 달성 등의 정량적 수치목표를 제시하였다. 해당 수치목표를 달성하기 위하여 기술개발 기획기능 강화 및 기술의 산업화 촉진을 위하여 고부가가치 산업화, 전략적 인력양성 시스템 구축 및 통합형 인력양성프로그램 재구성을 통한 수요지향적 전문인력 양성, 공기업과의 기술협력, 전/후방 산업체 연계·협력 강화를 통한 기술혁신 협력체제 구축 및 지역혁신센

터(RIC)와의 연계, 아시아·태평양 파트너십 등 국제협력 강화를 통한 기술개발 인프라 강화의 4대 전략을 제시하였다.

우리나라와 일본의 지질자원기술 로드맵 비교·분석

일본의 「에너지기술전략」은 「신국가에너지전략」의 정성적 목표인 에너지 절약분, 석유의존도 감소분, 석유 자주개발률, 원자력 발전확보량과 에너지·자원기술의 표준을 이끄는 세계 최고 수준의 위상 확보라는 정성적 목표를 제시하고 있다. 우리나라의 「국가 에너지·자원기술개발 기본계획」은 에너지소비량 감소분, 석유 자주개발률, 신재생보급률, CO₂ 발생량 감소분 등의 정량적 목표와 지속가능한 에너지시스템 확보를 위한 기술혁신체제 구축의 정성적 목표를 설정하고 있으며, 소분류 및 세분류 기술별 개발목표, 세분류 기술 개발에 따른 성과물 및 상위기술과 요소기술과의 관계를 제시하여 구체적인 연구개발 방향을 파악할 수 있는 등 두 나라의 지질자원기술 로드맵은 구체적이며 정량/정성적인 목표를 제시하고 있다.

일본과 우리나라는 지질자원기술 로드맵에 설정된 목표를 달성하기 위하여 하드웨어적 및 소프트웨어적 요소를 통합적으로 고려하고 있다. 일본은 요소기술 및 이와 관련된 기기 개발의 하드웨어적 활동뿐만 아니라 도입시나리오를 통해 연구개발 협력, 인적 교류 확대, 경제관계 강화 등 소프트웨어적 활동을 동시에 제시함에 따라 연구개발 효과의 확대·재생산을 유도하고 있다. 우리나라 또한 자원기술분야에서 정책분야를 포함하고 있어 이를 통해 자원기술 개발 인프라 구축을 위한 정책적 합의 도출을 고려하고자 한다. 즉, 중장기 지질자원기술 개발을 지원할 시장 분석, 미래 연구개발 전략 등의 미래 자원기술정책 수립, 연구개발 투자, 인력 및 시설·장비 등 연구개발 요소의 원활한 투입을 고

려하고 있음에 따라 두 나라 모두 지질자원기술 산업 발전을 위한 하드웨어적 및 소프트웨어적 요소의 조화로운 투입 필요성을 인식하고 기술발전의 병목현상을 미리 차단하고자 한다.

일본과 우리나라는 선진국을 중심으로 지질자원분야에 대한 국내의 동향을 비교·분석하여 기술목표 설정 시 전략적으로 이용하고 있다. 일본은 도입시나리오에서 화석연료의 안정공급 확보 및 청정 이용기술을 위하여 일본의 「신국가에너지전략」과 유럽연합의 「An energy policy for Europe」 및 미국의 「Advanced energy initiative」 등을 비교하는 등 정책목표별 선진국의 중장기 정책 및 사업을 분석하여 국외 정책 동향을 제시하고 있다. 우리나라 또한 국내외 기술현황, 기술수준, 시장규모 등에 대한 분석을 바탕으로 향후 연구개발 목표, 확보 가능한 기술수준, 성과물 등 연구개발에 따른 미래 기술 모습을 효과적으로 제시하고 있다.

하지만 일본은 주제별 기술 분류를, 우리나라는 대상별 기술 분류를 채택하여 기술 분류 기준이 상이하다. 일본의 기술 분류는 달성하고자 하는 주제 혹은 목표를 전제로 대/중/소/세/세분류에 이르기까지 연구개발의 대상 및 형태를 명확하게 표현하고 있으며, 주제별 공통기술은 지질자원기술 개발을 위한 인프라기술 성격을 나타낸다고 보여 진다. 또한 정책목표별 에너지기술 및 자원기술이 혼합된 형태를 취하고 있다. 우리나라의 기술 분류는 연구개발 대상 혹은 방법을 중점적으로 고려하고 있으며, 특히 자원기술은 자원의 조사/탐사/개발/활용이라는 기술주기를 고려한 분류로 구성되어 있다. 우리나라는 대분류 기준으로 자원, 에너지효율향상, 전력기술, 온실가스처리, 신재생에너지 등 5개의 기술로 구성되어 일본에 비해 에너지기술과 자원기술의 구분이 명확하다(표 4). 또한 일본과 우리나라, 두 나라 모두 세분류 기술기준 우선순위를 제시하여 실제 연구개발 수행 시 의사결정 판단정보를 제공할 수 있다. 하지만 일본은 요소기술이 여러 정책목표를 동시에 지원하

며 정책목표별로 동일 요소기술의 기여도가 상이하 며, 우리나라의 자원기술에서는 고기능·원료소재화, 석유·가스개발, 에너지저장, 원격탐사·GIS의 순으로 우선순위가 높은 것으로 나타났다. 일본은 우선순위를 고려한 연구개발을 시도할 경우 해당 정책목표, 즉 미래 사회 요구는 충족시킬 수 있으나 연구개발을 위한 대규모 투자가 요구되나, 우리나라는 상대적으로 적

은 규모의 연구개발 투자로 해당 연구개발 분야의 발전을 도모할 수 있는 특징을 가진다.

일본과 우리나라의 기술 분류가 상이함에 따라 기술 구성 규모에서 차이가 나타난다. 「에너지기술전략」 및 「국가 에너지·자원기술 개발 로드맵」의 기술별 요소기술 수를 비교했을 때 5개의 대분류로 동일하나 세세분류 기술의 수가 일본이 2,042개, 우리나라가 1,521개로, 일본이 중

표 4. 지질자원기술의 기술분류 비교

에너지기술전략		국가 에너지/자원 기술개발 로드맵	
대분류	중분류	대분류	중분류
화석연료의 안정공급확보 및 청정 이용	- 석유·천연가스의 탐광/개발/생산 기술 - 비재래형 석유자원의 활용 기술 - 석유 고도유효 활용 기술 - 천연가스·LP가스의 이용·유통 기술 - 석유 청정 이용 기술 - 그 외 공통기술자원	자원	- 자원 조사/탐사 - 석유가스·에너지자원 확보 - 광물자원 개발 - 자원활용 - 정책
		온실가스 처리	- 온실가스처리 - 청정화 기술 - 정책
신에너지의 개발·도입 촉진	- 태양·풍력 에너지 - 바이오매스·지열·해양에너지 등 - 연료전지·수소 관련 - 그 외 혁신 이용 - 그 외 공통 기술	신재생 에너지	- 재생에너지 - 신에너지
원자력의 안전한 이용	- 원자로 핵연료 사이클 - 방사성 폐기물 대책 기술 - 그 외 전력 계통 기술 등	전력기술	- 원자력분야-화력발전기술 - 전력계통분야-전력IT
종합 에너지 효율의 향상	- 초연소 시스템 기술 - 시공을 넘은 에너지 이용 기술 - 에너지절약형 정보생활공간 창생 기술 - 선진 교통사회 확립 기술 - 차세대 에너지절약 디바이스기술	에너지 효율 향상	- 산업 - 건물 - 수송 - 전기 - 정책 - 공통기기
운수부문에서의 연료 다양화	- 바이오매스 유래 연료 - GTL 등 합성액체연료 - 연료전지자동차·수소관련 기술 - 전기자동차·전력 저장 - 그 외 공통 기술		
5	24	5	20

표 5. 지질자원기술의 기술규모 비교 대분류

대분류		중분류	소분류	세분류	세세분류
에너지기술전략	국가 에너지·자원 기술개발 로드맵				
화석연료의 안정공급 확보 및 청정 이용	자원	7/8	39/30	109/116	530/521
	온실가스처리				
신에너지의 개발·도입 촉진	신재생에너지	5/2	31/11	96/43	538/225
원자력의 안전한 이용	전력기술	3/4	10/33	20/135	44/694
종합 에너지 효율의 향상	에너지 효율 향상	10/6	66/33	168/36	930/81
운수부문에서의 연료 다양화					
5	5	25/20	146/107	393/330	2,042/1,521

주. 해당 표는 「에너지기술전략」 및 「국가 에너지·자원 기술개발 로드맵」의 기술 구성 규모를 파악하기 위한 기술분포표로, 해당기술별 요소기술 수를 표시함.

분류 이후의 기술 규모가 큰 것으로 나타났다(표 5). 유사 기술을 그룹화 하여 두 지질 자원기술 로드맵을 비교했을 때 신에너지의 개발·도입 촉진 및 신재생에너지 기술과 종합 에너지 효율의 향상 및 운수부문에서의 연료 다양화와 에너지 효율 향상 기술은 일본이 2배 이상의 큰 규모를 보이며, 원자력의 안전한 이용 및 전력기술은 우리나라가 2배 이상의 큰 규모를 나타냈으며, 화석연료의 안정공급 확보 및 청정 이용과 자원 및 온실가스처리 기술은 일본과 우리나라가 유사한 기술 규모를 보이고 있다. 이러한 기술규모의 차이는 양국간 지질자원 정책이 상이함에 따라 지원계획 또한 다를 수 있음을 보여준다. 즉, 일본과 우리나라, 양국 모두 자원빈국으로 대부분의 에너지·자원을 수입하는 나라이기 때문에 에너지·자원의 확보, 절약 및 비축이라는 에너지·자원에 대한 필연적인 요구는 동일하나, 자국의 절대적 수요량, 수요구조, 부존량 및 기술수준에 따라 필요기술에 대한 우선순위가 상이한 것으로 파악된다.

세계 각국은 에너지·자원의 수요 및 환경을 고려하여 에너지·자원관련 계획을 수립하고 이를 바탕으로 에너지·자원기술 개발을 유도하고 있음에 따라 상위 계획에 따라 연구개발 기간이 상이하게 나타나며, 이는 연구개발 목표 차이로

도출된다. 일본은 2100년의 초장기 비전 달성을 목적으로 2030년 중간 점검을 위한 이정표 역할을 하나, 우리나라는 2015년 달성을 위한 중장기적 성격의 기술로드맵으로, 각각의 기술로드맵에서 제시하는 연구개발 기간이 상이하다. 「에너지정책기본법」을 근거로 수립된 「에너지기본계획」은 「신국가에너지전략」을 참고로 하여 안정공급 확보, 환경 적합, 시장원리 활용이라는 지질자원 정책의 기본방향을 제시하였으며, 일본 자원에너지청이 수립한 「에너지기술전략」은 일본의 장기 지질자원 계획인 「신국가에너지전략」의 실행계획으로, 2006년에서 2030년간의 장장기 기술로드맵이다. 우리나라는 「에너지이용합리화법」에 따라 「국가에너지기본계획」을 수립하여 지질자원 계획에 대한 원칙과 방향을 제시하고, 「국가 에너지·자원기술 개발 기본계획」에 의해 「국가 에너지·자원기술 개발 로드맵(2006-2015)」을 수립하였으며, 2015년까지 시기별 성과목표를 설정한 장기 기술로드맵이다.

결론

일본은 2006년 중장기 지질자원 계획인 「신국가에너지전략(2006-2030)」을 수립하고 2007

년 실행계획인 「에너지기술전략」을 수정하였으며, 우리나라 또한 2006년 「국가 에너지·자원 기술 개발 기본계획(2006-2015)」 및 「국가 에너지·자원기술 개발 로드맵」을 수립하였다. 지질자원기술 로드맵인 일본의 「에너지기술전략」과 우리나라의 「국가 에너지·자원기술 개발 로드맵」의 비교·분석을 통하여 향후 우리나라의 미래 지질자원기술 로드맵 수립을 위한 시사점을 다음과 같이 도출할 수 있다.

첫째, 지질자원기술 로드맵 수립 시 미래 국가·사회적 수요와 결합한 정성적이며 정량적인 연구개발 목표를 설정할 필요가 있으며, 이를 위해 국내외 지질자원기술 개발 동향 및 시장의 조사·분석을 통하여 기본적인 기초 연구조사 수행을 고려하여야 한다. 둘째, 지질자원기술 개발을 위한 하드웨어적/소프트웨어적 요소에 대한 통합적인 고려가 필요하다. 즉, 지질자원 요소기술의 개발뿐만 아니라 이를 지원하기 위하여 국내외 관련 정책 분석을 통한 미래수요 연구 등 정책적 연구 수행 및 지질자원 인프라 구축을 고려하여야 한다. 셋째, 설정목표를 위하여 미래 수요별, 기술별 우선순위를 제시하여 적절한 기술규모를 설정함에 따라 유연한 연구개발 구조 및 자원배분 구조를 확보할 필요가 있다. 넷째, 산·학·연 등 연구개발 주체별 역할을 정립하여 지질자원기술 개발을 위한 필요성 및 방향성에 대한 공감대를 형성함에 따라 지질자원 연구개발 주체간의 효과적인 의사소통을 위한 노력을 경주할 필요가 있다고 보여 진다.

지속적인 경제성장을 위한 경제혁신시스템과 안전·안심사회 건설을 위한 사회기반시스템의 확보 및 발전을 위하여 선진 지질자원기술의 구축이 필수적임에 따라 세계 각국은 신기술 개발을 위한 노력을 경주하고 있다. 과학기술이 국제화·시스템화 되고 대형화됨에 따라 한정된 자원의 효과적인 활용을 위하여 외부수요와의 적합성, 연구개발의 중요성 및 필요성, 적시성, 실현가능성, 목표기여도 등의 연구개발 기준에

적합한 기술을 확보하기 위하여 체계적인 연구개발 시스템 확보가 필수적임에 따라 위와 같은 시사점을 고려하여 효과적인 지질자원기술 로드맵 수립을 통한 기술기획이 필요할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원 기본사업인 '미래지향적 지질자원기술 연구개발 정책 수립 연구(08-3412-01)' 과제의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 노상양 (2007) 최근의 에너지환경 변화를 반영한 일본의 에너지기본계획 강화. 에너지관리, 67, 68.
- 이병남, 박웅 (2005) 기술 로드맵 분류 및 작성. 한국해양정보통신학회, 975-976.
- 산업자원부 (2006a) 국가 에너지·자원기술 개발 기본계획.
- 산업자원부 (2006b) 국가 에너지·자원기술 개발 로드맵.
- 일본 경제산업성 (2006) 신국가에너지전략.
- 일본 자원에너지청 (2007) 에너지기술전략.
- 한국과학기술기획평가원 (2006) 정부출연연구기관의 전략기술지도 작성에 관한 사전연구. 24, 26, 27.
- 한국지질자원연구원 (2007) 지질자원 정보·기술 활용가치 제고 및 국제화, 기술정보 가치평가 및 기술국제화 연구. 90-99, 104-113.
- Lee, O. S. (2007) The change of paradigm in geo-technology R&D in Korea. International forum of young researchers.