

자원기술개발사업의 추진전략 및 지원방안

이 자료는 에너지관리공단 R&D본부에서 수행한 자원기술 개발사업의 추진현황 및 성과와 향후 추진방향을 정리한 것이다.
에너지관리공단 R&D본부 자원기술팀

1. 자원기술개발사업의 개요

가. 추진배경

현재 산업경쟁력은 자원(소재), 에너지 그리고 가공기술의 심화여부에 의해 결정된다. 실제로 우리나라의 주력산업인 반도체, 자동차, 조선, 석유화학, 철강등은 생산성 저하, 비용증가를 기술력으로 흡수하지 못함으로써 경쟁력을 잃어가고 있는 실정이다. 산업경쟁력의 저하요인 중에서도 자원(소재)부문의 열세는 심각한 수준으로 철강과 같은 일부 소재를 제외한 대부분 첨단소재는 선진국으로부터 수입에 의존하고 있으며, 반도체 산업을 비롯한 고가의 고도산업용 소재일수록 대외 의존도는 높아져서 자원(소재) 종속현상이 심화되고 있다. 특히 우리는 자원소재산업의 필요성을 IMF 체제에서 피부로 직접 느낄 수 있었으며, 모든 첨단반도체산업의 기초 원자재를 거의 수입하므로 그에 따르는 무역적자는 얼마나 많았던가? 그렇다면 이제까지 구조적으로 해외에 지나치게 의존하고 있는 우리의 광물 자원소재 수급구조를 근본적으로 개선하기 위해서는 지속적인 연구개발을 통한 자원소재활용기술의 혁신이 절실한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 1996년에 수행했던 자원기술개발사업 추진전략 및 지원방안연구(I) 보고

서를 참고로 분야별 국내외 수급동향을 조사하여 분석하고 현재 활용되고 있는 자원기술의 특성과 앞으로의 요구사항을 충분히 감안한 「자원기술개발사업 추진전략 및 지원방안」을 제시하고자 한다.

나. 자원기술개발사업의 대상

국내산업의 발전에 필수적인 소재원료의 공급안정성을 확보하고 국내 부존 자원 및 해외 자원,

표1 / 각 분야별 대상

분 야	대 상
비금속광물 처리 및 활용	국내 부존 비금속 광물 자원 및 수입 광물물 대상으로, 기초 소재원료 및 신소재 원료 개발과 그 활용기술에 관련된 분야
금속광물 처리 및 활용	광석으로부터 금속의 추출 및 소재화 그리고 금속으로부터 합금화, 주조, 성형 등 가공에 의한 재료화 기술 분야 ※ 금속분야는 국내기술수준에 세계수준에 도달해 있는 철강분야를 제외한 비철금속분야로 한정하였음
자원 회수 기술	회수된 물질이 금속과 합금 등의 금속류 그리고 세라믹 등 각종 비금속류로서, 지구로부터 얻어지는 광물자원을 절약할 수 있고 자원개발을 감소시킬 수 있는 물질을 회수하는 기술분야

휴폐자원을 최대한 활용하기 위한 관련 기술 개발사업의 대상분야는 표1과 같다.

2. 자원산업의 여건 분석

가. 자원산업의 동향

1) 자원수급을 위한 각국의 대응방식

미국 등의 선진국들은 보유 자원의 잠재가치 향상 및 환경 훼손을 방지하기 위해 자국내 자원 개발을 지양하고 개도국 자원개발에 참여하여 필수 자원으로 확보하고 있으며 일본, 프랑스 등 자원빈국들은 자원의 안정적 확보를 위한 해외자원 개발을 적극적으로 추진하고 있다.

한편 호주, 캐나다 등 자원 부국들은 자국내 자원산업의 비중을 고려하여 외국 기업들의 적극적인 개발 참여를 유도하고 있다.

2) 자원산업의 환경변화

- 세계시장은 개방화, 국제화되어 가는 한편, 지역 통합을 통해 경제적 이익을 추구하려는 지역 블록화 심화

- 환경 보존에 대한 국내·외국인 관심 증대로 자원개발산업의 위축 및 환경친화적 개발방식으로의 전환이 필요

- 첨단산업의 발달에 따라 원료광물의 수요가 소품종 다량에서 다품종 소량으로 전환되고 있으며, 가격경쟁에서 품질경쟁으로 전환

- 선진국들의 다자간 협상을 통한 지적재산권 보호, 기술표준 제정 등 기술장벽 강화 추세

나. 국내 자원산업의 현황

1) 국내 자원의 수급동향

국내 산업의 지속적인 성장에 따라 광물자원에 대한 내수도 지속적으로 증가하여 '94년 이후 연평균 12.2%의 증가율을 보이고 있다.

2) 국내 광업의 현황

법정광물은 66종이 지정되어 있으나 '97년 현재 24종이 생산되고 있으며, 금속광의 경우 '97년 기준 약 98.6%를, 비금속광은 약 26.5%를 해외에 의존하고 있다.

대규모 광상의 부족으로 광업자들이 대부분 영세하며, 광상의 저품질화 등에 따라 경제성 부족으로 가행 광산수도 감소하고 있다.

※ 생산 광산 중 약 60%가 연 매출 1억 미만의 소규모 광산이며 광구 등록수도 점차 감소하고 있다.

3) 자원산업의 국민경제적 의의

그간 자원산업은 광업으로 인식되어 왔으나, 광물자원의 가공 및 활용 등을 통한 제품생산 분야를 자원산업의 범주에 포함시키고 있다.

표2 / 연도별 자원산업의 국내총생산(GDP)

(단위 : 10억원)

연도	'93	'94	'95	'96
국내총생산(GDP)	217,689	236,375	257,501	275,691
광업	896	1,089	1,049	1,034
비금속광물산업	3,740	3,727	3,940	4,339
1차금속산업	6,555	6,854	8,405	8,070
자원산업 국내총생산(A)	11,193	11,670	13,394	13,443
점유비(A/GDP, %)	5.14	4.93	5.20	4.87

※한국은행, 경제통계연보 1998

광물 및 에너지자원 수입액은 1997년 총 수입액의 20.1%를 점유하고 있으며, 점유율이 점차 증가하는 추세를 보여, 자원확보를 위한 정책개발과 자원 이용의 효율성을 증대시키기 위한 관련 기술개발 필요성이 대두되고 있다.

특히 광산물의 경우 동기간 연평균 수입증가율이 무려 42.6%에 달해, 국내에 잠재된 광물자원의 활용을 위한 조사, 탐사, 개발 유인을 위한 정책 발굴과 광물자원 부가가치 향상을 위한 기술개발의 체계적인 추진 필요하다.

표3 / 연도별 광산물의 수입증가율

(단위 : 백만\$, %)

년도	'93	'94	'95	'96	'97	연평균 증가율(%)
총수입액(A)	83,800	102,348	135,118	150,339	144,616	14.6%
광산물(B)	2,158	2,526	4,958	7,790	8,933	42.6%
석탄(C)	1,732	1,776	2,81	2,337	2,398	
원유(D)	9,150	8,878	10,809	14,431	17,771	
소계(B+C+D)	13,040	13,180	17,848	24,558	29,102	8.4%
광산물수입증가율(B/A)	2.57	2.47	3.67	5.18	6.18	18.0%
자원수입증가율(B+C+D/A)	15.56	12.87	13.2	16.3	20.1	27.2%

*한국은행, 경제통계연보 1998, 산업자원부, 1997년도 광산물 수입현황

• 자원기술은 기술진보에 따라 활용 가능한 자원량이 증대함으로써 자원의 자립도 향상에 기여

자원회수 기술 등의 진보에 따라 휴·폐자원의 경제적 개발이 가능하게 되었으며 기술진보로 자원의 다양한 활용처가 개발됨으로써 저품위 광산 등의 개발 경제성이 확보된 셈이다.

• 첨단 소재 원료의 안정적 공급 기반을 확보함으로써 수입대체 및 경쟁력 제고

자원보유국 및 기술선진국들의 자원 및 기술 보호에 대응할 수 있는 독자적인 역량을 확보해야 할 것이다.

4) 국내 자원 산업의 당면과제

• 국내 자원 수급체계의 안정성 확보

부존 자원의 종류는 다양하나 광체규모가 작고 저품위로 개발경제성이 낮다는 게 취약점이다.

• 국내 광업의 경쟁력 제고

광산개발의 심부화 및 저품위화, 인건비 등에 따른 생산원가의 상승으로 광산 개발의 경제성 하락 및 저가 광산물의 수입 증대로 광산의 폐광이 증가추세에 있다.

• 광물자원 가공기술력 향상

광물자원의 경제기술, 활용기술의 부족으로 저가품의 수출 및 고가 제품의 수입증대되고 있으며 희유금속 등 일부금속광물의 경우 국내 정제기술 부족 등으로 국내 자원 미활용 및 필요자원의 수입이 늘어나고 있는 추세이다.

다. 자원기술개발사업 현황

1) 자원기술개발사업의 역할

• 자원기술은 광물자원에 새로운 기능성 부여 등을 통해 자원을 고부가가치화함으로써 경쟁력을 제고

표4 / 비금속 및 금속광물의 부가가치 향상에

분야	종류	기술개발전(가격)	기술개발후(가격)
비금속	고령토	저품위 고령토: 1만원/톤	고품위 고령토: 60만원/톤
	규석	규석원광(5mm전후): 2.5만원/톤	· 규석분말(2-3mm): 90만원/톤 · 표면처리후 규석분말: 130만원/톤
	석회석	저품위 석회석: 1.5만원/톤	고품위 경질탄산칼슘: 80만원/톤
금속	스테인리스강	저품위 스테인리스강: 10만원/톤	표면처리후 기능성: 건설모:2,500만원/톤
	분말	저품위 분말: 0.3만원/kg	고품위 분말: 10만원/kg

2) 산업별 활용기술 분야

• 광물자원은 산업별 용도에 따라 이용되는 형태 및 적용 기술분야

건축, 토목 분야 등에서는 단순 처리에 의한 제품을 주로 이용하지만 일반 제조업, 호화공업 등에서는 원료물질로서 또는 분체 제품을 주로 이용하며, 첨단 산업에서는 용도에 따라 다양한 기술이 적용되고 있다.

특히, 고순도 재료의 합성 및 기능성 소재 제조

기술은 재료의 고성능화를 통한 고 부가가치 기술로 관련 산업에의 파급효과가 큰 다품종 소량 생산방식의 기술 집약도가 높은 분야이다.

3) 국내·외 자원기술의 수준 비교

선진국은 대부분 기술이 사용화 및 보급되고 있으나, 국내의 경우 기초 및 응용기술로 국한되어 있는 실정이다.

표5 / 국내·외 기술수준 비교

●: 국내수준, ◇: 선진국수준

분야	중점기술 과제명	기초	응용	실용	상용	보급
광물부가가치향상	고순도 비금속 재료		●		◇	
	기능성 금속소재	●			◇	
	첨단소재		●		◇	
자원회수 기술	비금속회수		●		◇	
	금속회수		●		◇	
석재가공	석재 연마가공기	●				◇
	다이아몬드 연마가공기		●			◇
채광장비	고압수 가공장비	●				◇
	착암기	●				◇
	석재 채광장비	●				◇
국내무연탄	유, 무연탄 혼소기술		●			
	비 연료탄 활용기술	●				

*선진국 수준은 미국, 일본 등 G7 국가기준임

국내 부존자원의 저품위 및 고급위의 절대적 부족으로 인한 고순도-소재화에 대한 연구비 지원실적이 미미하며, 자원 수급에 대한 국가 전략적 차원의 노력이 절대 부족한 실정이다.

특히 국내 부존율이 적은 금속계 광물자원의 경우 수입이 많고, 소량 다품종, 다기능성 및 고 부가가치 분말소재의 수요로 변화해 가면서 기술 개발이 이에 따르지 못하고 있다.

4) 자원기술개발사업의 기대효과

자원기술은 우리 산업의 고부가가치 제품생산에 필요한 소재제품을 국내기술에 의한 첨단 원

료소재 생산으로 대응함으로써 산업원료소재를 안정적으로 확보할 수 있는 가장 확실한 방안이 될 것이다.

자원의 부가가치 향상으로 자원의 활용도 증대, 제품의 품질향상, 국제경쟁력을 제고할 수 있으며 해외자원의 직접 개발투자 촉진으로 안정적인 원료확보가 가능하다.

자원회수기술 개발을 통한 자원자립도 제고 및 수입대체효과, 첨단산업소재의 장기적·안정적 확보에 의한 선진국의 자원무기화에 대처하며, 무역역조 해소에 일조하게 되었다.

휴/폐자원에서 자원회수기술 개발로 국내 고용자원 증대→국내의 활용자원 증대, 수입대체, 부가가치 향상으로 부창출, 환경보호가 이루어진다.

자원기술개발의 활성화는 민간부문의 투자를 유도하여 사업추진체계의 개선이 가능하게 하며, 기술개발에의 투자를 통하여 자원기술분야의 사양화로 이탈하던 연구인력을 흡수하는 등 기술개발 하부구조를 확충하는 전환점이 될 것이며, 인력고용창출에 큰 기대효과가 있을 것이다.

원료소재 합성 및 가능성 소재 제조기술 분야는 전기·전자, 기계, 화학공업 및 첨단산업용 원재료뿐만 아니라 특수기능의 소재를 제공하는 기술로서 관련 산업의 기본적인 기술 보유조건이 되는 동시에 관련 산업에의 파급효과가 광범위한 기술이다.

우리나라는 오랫동안 선진외국의 부품소재에 의존하는 조립생산 위주의 제조업이 주도하였으나, 향후에는 신소재 개발에 의하여 첨단제품의 생산기술을 확보하여야만 경쟁에서 우위를 점할 수 있다.

3. 추진현황 및 추진성과

가. 추진현황

자원기술은 투자에 대한 직접 효과에 비하여

표6 / 자원기술개발 사업 기본계획('95~'99)

분 야	기술개발목표
광물부가가치향상	비금속 및 금속광물로부터 소재원료의 제조 및 기능성소재 합성소재 등 첨단소재의 생산
석재가공장비	고급 석재의 생산, 가공 장비 및 연마가공장비의 국내 생산
채광장비 국산화	착암기, 채석 및 채광장비 등의 국내 생산
국내 무연탄 활용	연료탄 이외의 활용기술개발

공공성 등 외부효과가 비대하지만 한정된 국내 부존 지하자원의 여건에만 관심을 기울임으로써 다른 산업기술에 비하여 투자관심도가 낮아서 최

표7 / 자원기술개발사업의 추진성과

(단위 : 천원)

과 제 명	사업주관기관 (수행책임자)	추진 성과
비금속 광물자원을 이용한 폐수처리용 미생물 고정화 무기질 담체의 개발	한양대학교 (박재구)	<ul style="list-style-type: none"> ○기술개발비 : 104,000 - 정부지원 : 104,000 ○개발기간 : 95. 9~97. 8 ○개발성과 : 비금속광물(규석, 고령토)출발원료로 한 다공성 소재 시제품 제조 -다공체의 최대 기공율 : 80% -3차원 망상구조 -담체 미세기공의 평균크기 : 약 20~100μm
시멘트용 석회석의 정제기술 및 공정개발 연구	한국자원 연구소 (채영배)	<ul style="list-style-type: none"> ○기술개발비 : 230,713 - 정부지원 : 180,713 -민간부담 : 50,000 ○개발기간 : 96. 1~97. 12 ○개발성과 : 석회석광산의 폐석 중 석회석과 점토분을 분리하는 공정 개발
점토광물의 부가가치 향상을 위한 탈철 신기술 개발 연구	과학기술 연구원 (오종기)	<ul style="list-style-type: none"> ○기술개발비 : 215,500 - 정부지원 : 215,500 ○개발기간 : 96. 1~97. 12 ○개발성과 : 점토광물중에 함유된 철성분을 제거하는 공정개발 및 흡착제를 개발하여 침출 및 철흡착공정 시스템 개발

과 제 명	사업주관기관 (수행책임자)	추진 성과
석재가공용 공구의 개발	이화다이아몬드 (윤소영)	<ul style="list-style-type: none"> ○기술개발비 : 270,907 - 정부지원 : 210,907 -민간부담 : 60,000 ○개발기간 : 96. 1~97. 12 ○개발성과 : 성형공구의 개발 : 세그먼트형, 일체형, 전착형 성형공구 개발, 시제품 제작 및 평가 연마공구의 개발 : 세라믹 PAD, 전착 PAD, 수지레팅형 PAD 개발, 시제품 제작 및 평가 성형공구의 개발 : 마석대체 연마관 개발, 시제품제작 및 평가
국내무연탄 이용 재철 소결용탄개발을 위한 연구	서울대학교 (전효택)	<ul style="list-style-type: none"> ○기술개발비 : 68,077 - 정부지원 : 68,077 ○개발기간 : 96. 1~97. 12 ○개발성과 : 국내 무연탄의 새로운 수요창출로 수입대체 및 산탄지의 지역경제에 기여
자원기술의 추진전략 및 지원방안 연구	에너지자원 센터 (이상순)	<ul style="list-style-type: none"> ○기술개발비 : 65,000 - 정부지원 : 65,000 ○개발기간 : 96. 1~96. 12 ○개발성과 : 비금속광물의 추진 체계도 작성

근에 이르러서야 정부주도의 기술개발 사업이 시작되었다.

1995년에 자원기술개발을 위한 기본계획('95~'99)을 수립하고, 광물부가가치 향상, 석재가공기술, 채광장비 국산화, 국내무연탄의 활용 등의 분야에 대한 기술개발 투자를 시작하였다.

나. 자원기술개발사업 추진성과

1) 종료과제 현황

지금까지의 성과는 '98년 12월말까지 33개 과제에 77억원(정부:60억원, 민간: 17억원)을 지원중에 있으며 종료과제는 7개이며 그중 석재가공분야사업중 "석재가공기술(이화다이아몬드, 윤소영)개발"은 성공기술로서 곧바로 상용화에 들어

가 연간 25억원의 수입대체 효과를 거둘 수 있게 되었다.

2) 주요성과

현재까지 주요 성과를 보면, 자원기술개발을 효율적 추진을 이하여 국내 부존자원으로서 큰 비중을 차지하는 비금속광물 자원을 이용하여 개발한 다공질 담체는 향후 국내 전력공급에서 중대한 역할을 수행할 석탄가스화 복합발전 및 유동층 복합발전의 고온가스 정제를 위한 세라믹 필터로서의 가능성을 인정받아 후속 연구사업이 추진되고 있다.

국내 산업의 원자재를 공급하는 중대한 역할을 수행하면서도 침체일로에 있던 자원 및 소재산업에 대한 연구개발을 지원함으로써 기반을 구축하였으며 긍정적이며 미래지향적인 우수한 연구결과를 기대할 수 있을 것이다.

4. 추진방향

가. 기술개발 방향성

분야별 기술동향, 단계별 추진체계 및 방법, 핵심기술의 분석등과 같은 중장기 기술개발 전략수립을 위한 자원기술개발사업 7개년 계획(1999~2006)을 추진하고 있으며 각 분야별 전문가들로 구성되어 기존 기획과제를 참고로 7개년 계획을 수립하였다.

또한 고부가가치화 기반기술확보를 위한 핵심 및 기반기술 개발사업을 Top down 방식으로 추진하기 위하여 국내·외 기술환경 변화에 대처할 수 있는 학·연간 연구사업으로 수행하고 있다.

- 기능성 원료·소재개발 사업을 위한 미래형 기반기술사업
- 선진국의 전략적 무기화 가능성이 높은 기술

기반기술이 확립되었거나, 사업성이 높은 실용화 기술개발 연구사업은 Bottom up 방식으로 추진할 것이다.

- 업체 need가 긴급한 원료·소재 기술개발 사업
- 수입 impact가 높은 고부가가치 원료·소재 기술개발 사업
- 기반기술 개발 후 직접 수익성이 기대되는 기술개발 사업

나. 기술개발 대상 범위

기술개발 대상자원을 국내 부존자원 뿐만 아니라 해외자원을 개발/수입하여 고부가가치 기술개발에 지원하고 있으며, 특히 비금속자원은 실용화가 유리한 분야와 광종을 중심으로 관련업체가 적극 참여할 수 있도록 지원 확대, 국내에 거의 부존되어 있지 않은 금속자원은 해외에 원광을 개발/수입하여 고부가가치화 기술 개발에 지원하고 있다.

자원기술개발사업 기획과제를 통해 금속광물자원 및 자원소재회수 기술의 추진 전략과 지원방안 마련으로 사업범위의 확대기반을 마련할 계획이다.

다. 하부구조(Infra-structure)

자원기술개발사업의 효율적 추진을 위해 전문 연구인력 육성 및 기술개발의 저변확대로 학술진흥사업을 추진할 것이다.

한편 출연연구소 및 대학 등에서 기반이 확보된 기술을 관련업체와 연계시켜 기술개발의 실용화가 추진될 수 있도록 유도하며, 기업공동 애로기술을 관련기업 콘소시움(연합체)을 구성하여 기술개발의 실효성을 제고시켜 나갈 계획이다.