

2022년도 하반기 에너지기술개발사업 연구개발과제기획보고서

**에너지저감 공정축매 재자원화
기술개발**

무단 전재 및 재배포 금지

한국에너지기술평가원의 허락 없이 본 문서를 온라인 사이트 등에 무단 게재, 전재하거나 유포할 수 없습니다.

제3자의 기획보고서 및 관련자료의 재활용시 따를 수 있는 책임소재는 한국에너지기술평가원에 없음을 알려드립니다.

목 차

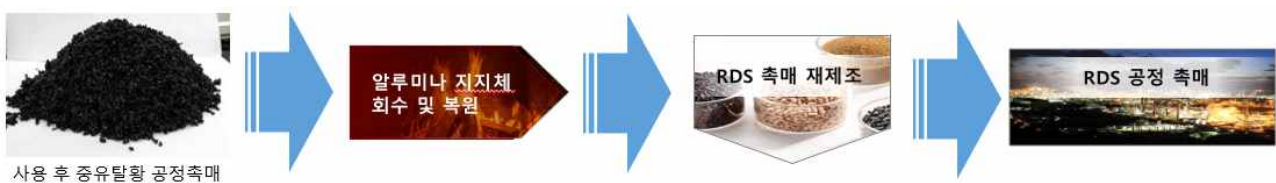
I . 동향분석	3
1. 개 요	
2. 산업·기술동향	
3. 특허동향	
4. 표준화동향	
5. 정부R&D 지원현황	
6. 시사점	
II . 기획대상연구개발과제 도출	10
1. 연구개발과제기획방향	
2. 개발위험 관리방안	
3. 기획연구개발과제 기술개요서	

1. 개 요

□ 개 념

(1) 에너지 저감형 중유탈황 공정촉매 재자원화 기술개발

- 사용 후 중유탈황공정(Residue Desulfurization, RDS) 촉매를 세정 후 평가하여, 알루미늄이나 지지체 비파괴 회수하여 이를 신품 수준으로 성능을 복원하고, 촉매 세정폐기물로부터 유가금속을 회수하는 기술개발



< 중유탈황 공정촉매 재제조 및 재자원화 공정 >

□ 주요이슈

- 유해폐기물의 국가간 이동과 처리의 규제로 폐촉매는 국가 간 이동이 어려워지며, 시급히 국내 처리기술이 요구됨
 - 바젤협약 6조 1항에 따라 해당 국가의 처리기술 및 시설이 없을 때만 유해폐기물의 이동 및 처리를 위한 수출 허가가 가능함
 - * 2021년 1월 1일부터 발효되는 바젤협약(2019년 5월 제14차 바젤협약 당사국총회에서 채택)에 따라 수출국에서 통제대상 폐기물이 출항하는 경우에는 수출입 허가 필요(환경부, '20.12)
 - * 국제법상 폐촉매는 유가금속 함유 폐기물로, 유분율 5%이상일 경우 적색폐기물인 지정폐기물로 분류함. 적색폐기물일 경우 폐기물 수출 허가대상, 황색폐기물(일반폐기물)은 수출 신고대상으로 관리됨
 - 환경부는 바젤협약에 기반해 폐촉매를 지정폐기물로 관리·운영하며, 유분제거된 폐촉매를 바젤협약 목록B인 녹색분류(황색폐기물)로 “수출허가”가 아닌 “수출신고제”를 통해 관리중
- 현재까지 국내 발생 폐촉매를 유분율 5%이하로 처리하여 황색폐기물로 변경 후 일본과 태국으로 수출하는 편법을 사용해 논란이 됨

- 또한, 지정폐기물을 일반폐기물로 변경 허용 후 해외 수출을 허가하는 편법 특혜논란이 있어, 향후 외교마찰이 우려

2. 산업·기술 동향

□ 해외 동향

- 미국의 GCMC(Gulf Chemical & Metallurgical Corporation)사는 파쇄·용융법을 기반으로 사용 후 폐촉매를 가성소다 등과 함께 배소한 뒤 수세과정을 거쳐 물에 용해된 몰리브덴과 바나듐 성분은 침전법을 이용해 산화몰리브덴과 산화바나듐 형태로 회수함. 물에 녹지 않는 니켈이나 코발트 성분은 제련 과정을 거쳐 합금 형태로 배출
- 네덜란드의 Moxba-Metrex, 오스트리아의 Treibacher Industrie AG, 독일의 Nickelhutte Aue GmbH, 벨기에의 Sadaci N.V., 일본의 Metal-Tech Nippon Catalyst Cycle Co. 등이 사용 후 탈황 촉매로부터 몰리브덴과 바나듐을 산화물 상태로 회수하는 사업을 하고 있음
- 파쇄·용융법의 낮은 경제성과 환경적인 이유로 네덜란드의 Moxba도 탈황 공정촉매 처리공장을 태국에서 운영하고 있음
- 일본의 Taiyo Koko사에서도 GCMC와 유사한 파쇄 용융공정을 운영 중이며, 몰리브덴과 바나듐만을 산화물 형태로 회수하고 니켈, 코발트, 알루미늄 성분은 회수하지 않고 있음

□ 국내 동향

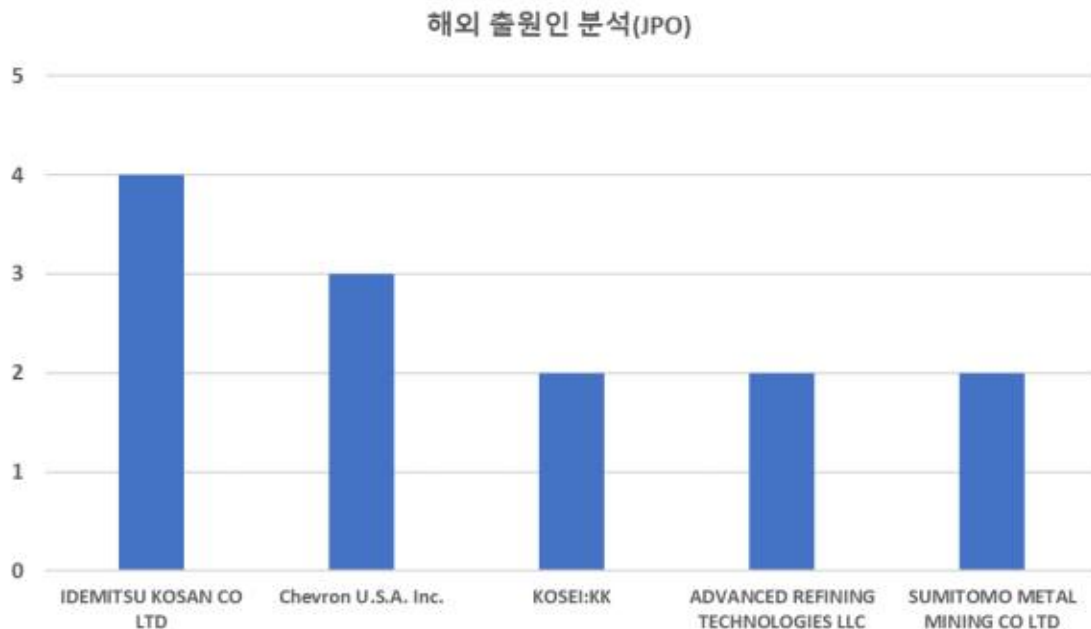
- 국내에서는 *****가 파쇄·용융법으로 2019년 탈질 (Selective Catalytic Reduction, SCR)촉매 재활용 공장을 설립함
- 일반적으로 탈황촉매는 탈질촉매 대비 고난이도의 기술이 필요, 중국산과 일본산 탈황촉매가 자국에서는 일부 사용되고 있으나 널리 사용되지 못함
- G*****은 미국의 GCMC사 기술과 동일하게 중유탈황 공정촉매를 파쇄 후 용융처리를 하여, 바나듐과 몰리브덴을 회수하고 있으나, 니켈은 회수하지 않고 폐기되는 슬래그에 포함되어, 폐촉매 무게의 60%에 달하는 다량의 2차 폐기물인 니켈슬래그가 발생하고 있는 환경 문제 발생

3. 특허 동향

□ 해외 동향

(1) 중유탈황 공정촉매(RDS) 재자원화 기술

- 특허정보 데이터베이스를 이용하여 핵심특허와 관련하여 어느 정도의 유사성을 지니는 해외 선행 관련 특허기술조사를 실시하였음
- 특허정보 데이터베이스로는 Keywert(keywert.com) 및 KIPRIS(www.kipris.or.kr)를 이용하였고, 일본, 미국, 유럽 및 국제출원의 선행기술을 대상으로 조사하였으며, 평가대상 기술들과 관련된 공개된 특허를 대상으로 하였음
- JPO(일본특허청)를 기준으로 출원인을 분석 결과, 이데미쓰 고산 가부시키가이샤, Chevron U.S.A. Inc., KOSEI:KK, ADVANCED REFINING TECHNOLOGIES LLC, 스미토모 메탈 마이닝 등이 상위 출원인 그룹을 형성하고 있음



4. 표준화 동향

□ 해외 동향

○ 촉매/지지체 특성 및 촉매 성능평가 관련 국제 규격은 있으나 재제조 관련 국제 규격은 없음

- 촉매 재제조 후 성능 평가는 신제품과 동일한 국제 규격의 절차를 따름

* ASTM D5002, ASTM D4052-11, ASTM D445-15, ASTM D7042, ASTM D4530-06, ASTM D4124-09, ASTM D2007-03, ASTM D4294-03, ASTM D7213, ASTM D2892, ASTM D1160, ASTM D5154, ASTM D4463 등

구분	규격명	표준분석방법	분석항목
원료/ 생성물 특성	○ Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Crude Oils by Digital Density Analyzer	ASTM D5002	API Gravity
	○ Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter	ASTM D4052-11	API Gravity
	○ Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)	ASTM D445-15	Kinematic Viscosity
	○ Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity)	ASTM D7042	Kinematic Viscosity
	○ Standard Test Method for Determination of Carbon Residue (Micro Method)	ASTM D4530-06	Carbon Residue Content
	○ Standard Test Method for Separation of Asphalt into Four Fractions	ASTM D4124-09	SARA Analysis
	○ Standard Test Method for Characteristic Groups in Rubber Extender and Processing Oils and Other Petroleum-Derived Oils by the Clay-Gel Absorption Chromatographic Method	ASTM D2007-03	SARA Analysis
	○ Standard Test Method for Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry	ASTM D4294-03	S, Ni, V Content
	○ Standard Test Method for Boiling Range Distribution of Petroleum Distillates in the Boiling Range from 100 °C to 615 °C by Gas Chromatography	ASTM D7213	Boiling Point Distribution
	○ Standard Test Method for Distillation of Crude Petroleum	ASTM D2892	True Boiling Point Distribution
	○ Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Reduced Pressure	ASTM D1160	True Boiling Point Distribution
	○ Standard Test Method for Determination of Total Sulfur in Light Hydrocarbons, Spark Ignition Engine Fuel, Diesel Engine Fuel, and Engine Oil by Ultraviolet Fluorescence	ASTM D5453	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Determination of Total Volatile Sulfur in Gaseous Hydrocarbons and Liquefied Petroleum Gases by Ultraviolet Fluorescence	ASTM D6667	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Determination of Total Sulfur in Aromatic Hydrocarbons and Related Chemicals by Ultraviolet Fluorescence	ASTM D7183	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Determination of Total Volatile Sulfur in Gaseous Hydrocarbons and Liquefied Petroleum Gases and Natural Gas by Ultraviolet Fluorescence	ASTM D7551	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Trace Nitrogen in Liquid Petroleum Hydrocarbons by Syringe/Inlet and Oxidative Combustion with Chemiluminescence Detection	ASTM D4629	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Total Chemically Bound Nitrogen in Water by Pyrolysis and Chemiluminescence Detection	ASTM D5176	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Trace Nitrogen in Aromatic Hydrocarbons by Oxidative Combustion and Reduced Pressure Chemiluminescence Detection	ASTM D6069	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Ultra Low Nitrogen in Aromatic Hydrocarbons by Oxidative Combustion and Reduced Pressure Nitrogen Chemiluminescence Detection	ASTM D7184	Total Nitrogen/Sulfur content

	○ Standard Test Method for Detection of Nitrogen in Petroleum and Petroleum Products by Boat-Inlet Chemiluminescence	ASTM D5762	Total Nitrogen/Sulfur content
	○ Standard Test Method for Automated Heithaus Titrimetry	ASTM D6703	Asphaltene colloidal
	○ Standard Test Method for Determination of Total Sediment in Residual Fuels	ASTM D4870-09	Total Sediment in Residue

구분	규격명	표준분석방법	분석항목
측매/지지체 특성 및 촉매 성능 평가	○ Standard Test Method for Specific Surface Area of Alumina or Quartz by Nitrogen Adsorption	ASTM C 1069-09	Specific Surface Area
	○ Standard Test Method for Surface Area of Catalysts and Catalyst Carriers	ASTM D3663-03	Specific Surface Area
	○ Standard Practice for Calculation of Pore Size Distributions of Catalysts and Catalyst Carriers from Nitrogen Desorption Isotherms	ASTM D4641-17	Pore Size and Volume
	○ Standard Test Method for Determination of the Total Pore Volume of Catalysts and Catalyst Carriers	ASTM D6761-17	Pore Size and Volume
	○ Pore size distribution and porosity of solid materials by mercury porosimetry and gas adsorption -- Part 3: Analysis of micropores by gas adsorption	ISO 15901-3:2007	Pore Size and Volume
	○ Standard Test Method for Particle Size Distribution of Catalysts and Catalyst Carriers by Electronic Counting	ASTM D4438-13	Particle Size
	○ Standard Test Method for Particle Size Distribution of Catalytic Materials by Laser Light Scattering	ASTM D4464-15	Particle Size
	○ Apparent Bulk Density of Catalyst Particles	ASTM UOP294-14	Particle Size
	○ Standard Test Method for Mechanically Tapped Packing Density of Fine Catalyst Particles and Catalyst Carrier Particles	ASTM D4781-03	Density
	○ Apparent Bulk Density of Fluid Cracking Catalyst	ASTM UOP254-14	Density
	○ Standard Test Method for Attrition and Abrasion of Catalysts and Catalyst Carriers	ASTM D4058-96	Wear and Tear
	○ Standard Test Method for Determination of Attrition of FCC Catalysts by Air Jets	ASTM D5757-11	Wear and Tear
	○ Standard Test Method for Single Pellet Crush Strength of Formed Catalysts and Catalyst Carriers	ASTM D4179-11	Stiffness
	○ Standard Test Method for Radial Crush Strength of Extruded Catalyst and Catalyst Carrier Particles	ASTM D6175-03	Stiffness
	○ Automated Crush Strength of Extruded Catalysts	ASTM UOP973-01	Stiffness
	○ Standard Test Method for Determination of the Unit Cell Dimension of a Faujasite-Type Zeolite	ASTM D3942-19	Cell Dimension
	○ Standard Test Method for Determination of Relative X-ray Diffraction Intensities of Faujasite-Type Zeolite-Containing Materials	ASTM D3906-19	Crystallinity
	○ Standard Test Method for Determination of Relative Crystallinity of Zeolite Sodium A by X-ray Diffraction	ASTM D5357-19	Crystallinity
	○ Alumina Determination of trace elements - Wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometric method	ASTM 2879.7-1997	Content Analysis
	○ Standard Test Method for Nickel and Vanadium in FCC Equilibrium Catalysts by Hydrofluoric/Sulfuric Acid Decomposition and Atomic Spectroscopic Analysis	ASTM D1977-16	Content Analysis
	○ Standard Guide for Determination of Chemical Elements in Fluid Catalytic Cracking Catalysts by X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF)	ASTM D7085-04	Content Analysis
	○ Standard Practice for Sample Preparation of Fluid Catalytic Cracking Catalysts and Zeolites for Elemental Analysis by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy	ASTM D7442-16	Content Analysis
	○ Aluminium oxide primarily used for the production of aluminium -- Determination of alpha alumina content -- Method using X-ray diffraction net peak areas	ISO 12315:2010	Content Analysis
	○ Standard Test Method for Testing Fluid Catalytic Cracking (FCC) Catalysts by Microactivity Test	ASTM D3907 /D3907M-19	Activity
	○ Standard Test Method for Determination of Catalyst Acidity by Ammonia Chemisorption	ASTM D4824-13	Activity
	○ Standard Test Method for Determining Activity and Selectivity of Fluid Catalytic Cracking (FCC) Catalysts by Microactivity Test	ASTM D5154 /D5154M-18	Activity
	○ Standard Test Method for Determining Activity of Fluid Catalytic Cracking (FCC) Catalysts in a Fluidized Bed	ASTM D7964/D7964M-19	Activity
	○ Standard Guide for Steam Deactivation of Fresh Fluid Cracking Catalysts.	ASTM D 4463	Inactivity
	○ Standard Guide for Cyclic Deactivation of Fluid Catalytic Cracking (FCC) Catalysts with Metals	ASTM D7206 /D7206M-19	Inactivity

□ 국내 동향

○ 촉매 성능평가 및 재제조 관련 별도 국내 규격은 없음

- 국내 KS 규격 검색 결과 ‘촉매’ 관련 규격은 55개가 검색되었으나 대부분 반도체 광촉매 관련 규격이며 재제조 관련 규격은 없음
- 국내기업에서는 현재 국제규격 (ASTM) 방법으로 시험 실시

<국내 · 외 시험인증 산업 현황 및 선제 대응 필요성>

■ 국내 · 외 시험인증 산업현황

- (시장규모) 세계시장 약 167조원(연평균 성장률 6.1%), 국내시장 약 9.5조원(연평균 성장률 7.3%)으로 세계시장의 5.6% 차지('18년도 기준)
 - 일부 미국, 유럽 시험인증업체는 서비스 다각화를 통해 해외시장으로 조기 전환 및 글로벌화에 성공, 국내 기관은 단순시험의 비중이 높아* 해외 시장 진출에 애로
 - * 생산 · 제조에 치중한 중소기업의 위주의 시장구조로 종합서비스를 제공하는 규모의 경제실현이 불가능

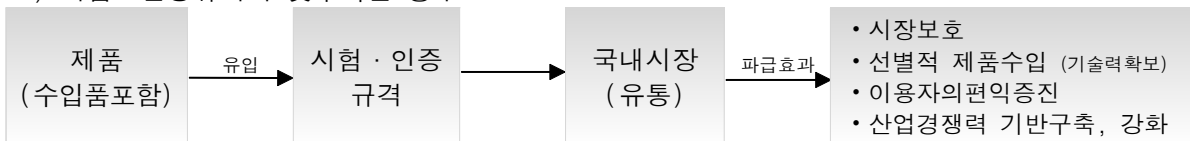
■ 재제조 산업 관련 국내 현황

- (국내 현황) 국내 재제조 시장은 '15년 0.85조원에서 '17년 1조원 규모로 2년간 20% 성장하고 있으며, 공정촉매 재제조 기술은 해외 재제조 회사를 중심으로 연구되었으며, 일부 적용되어 왔으나, 2차 폐기물 문제로 인하여 낮은 채산성과 환경문제가 발생하고 있음
- (전문시험기관 부재) 국내에서는 재제조 소재 활용제품의 개발 · 시험 · 평가 · 인증 서비스를 원스톱으로 제공할 수 있는 기관 및 규격 부재로 재제조 소재 관련 정책결정 수단이 미흡하여 기술에 상응하는 정책을 제때 펴지 못하고 있는 실정임

■ 선제대응 필요성

- (자국 산업 보호) 시험 · 인증 산업을 글로벌 시험 · 인증업체 및 규격을 사용할 경우, 시험 · 인증 비용증가로 인한 제품가격 상승 및 국내시험 · 평가 · 인증 산업의 축소 · 도태로 인한 국가 연구개발 역량 약화초래

1) 시험 · 인증규격이 갖추어진 경우



2) 시험 · 인증규격이 갖추어지지 않은 경우



5. 정부R&D 지원현황

□ 투자 동향

- 중유탈황 공정촉매 재제조기술 개발 및 실증 (2011~2016)

□ 기술개발 현황

- 기존 파쇄 및 고온용융법은 850℃~950℃ 공정으로 에너지 손실이 크고 Ni 회수가 어려우며, 1만톤 폐촉매 처리시 니켈슬래그가 2차 폐기물로 6천톤 이상 발생하여 매립폐기 해야하는 문제를 가짐
- 제안기술은 기존보다 낮은 550℃에서 RDS 촉매를 재제조하여, V와 Ni을 선택적 회수하고, 2차 폐기물이 발생하지 않는 친환경 기술로서의 장점을 가짐

6. 시사점

□ 바젤협약

- 유해폐기물의 국가간 이동과 처리의 규제에관한 바젤협약으로 폐촉매는 국가 간 이동이 어려우며, 시급히 국내 처리기술이 요구됨
- 바젤협약 6조 1항에 따라 해당 국가의 처리기술 및 시설이 없을 때만 유해폐기물의 이동 및 처리를 위한 수출 허가가 가능함

□ 국내석유화학 및 재제조산업

- 부처간 협업(산업부, 국토부 등)체계를 구축하고 공정촉매 전문가 그룹 구성·운영을 통해 재제조 기술개발 성과 극대화
- 산업부 등과 유기적 협업을 통해 제도기준 제·개정 추진
- 재제조 공정촉매에 대한 성능평가 체계 및 국가 품질인증제도의 정착을 통하여 수출 및 내수 확대 기반 마련
- 공정촉매 성능평가를 원제조업체 시험기준, Q마크, 단체표준, KS 및 ISO 규격 등 다양한 검증 체계를 통해 실시하고, 정부 재제조 품질인증제도와 연계하여 객관적이고 신뢰할 수 있는 재제조품 제도 마련

1. 연구개발과제기획 방향

□ 연구개발과제기획 기본방향

- 2050 탄소중립 에너지산업 로드맵의 자원순환 분야의 4대 전략방향 중에서 “순환경제 전환 재제조 산업확대 및 기술고도화”, “재생자원의 저탄소 산업원료소재화 기술개발” 및 “저탄소 순환경제 전환 기반구축” 등 3대 기술개발 정책방향 제시
- 순환경제 분야 탄소중립 정책실현을 위한 전략방향으로 사용후 공정축매의 저탄소 재제조 및 친환경 산업원료·소재화 등 재자원화 기술개발 추진 필요성 대두
- 저탄소 순환경제 전환 기반구축을 위한 전략방향으로 사용후 공정축매 재제조 품질인증 및 탄소배출량 산출 표준모델 분야 기술지원의 필요성을 제시함

□ 신규 예산 지원 계획안

(단위 : 억원)

구 분	원천기술	혁신제품형	계
지정공모		-	-
품목지정		10	10
자유공모		-	-
계		10	10

□ 기획대상연구개발과제 현황

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상연구개발과제(품목)명	
사용후 중유탈황 공정축매 친환경 저탄소 재제조 기술개발	에너지 저감형 중유탈황 공정축매 재자원화 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2050 탄소중립 비전(20.12.15)의 5대기본 방향*에 순환경제로 지속 가능한 산업혁신 촉진방안으로 “원료의 재활용 극대화 및 에너지 투입 최소화”를 정책으로 제시 * 깨끗하게 생산된 전기수소의 활용극대, 디지털기술과 연계한 혁신적인 에너지효율향상, 탈탄소미래기술 개발 및 상용화촉진, 순환경제로 지속가능한 산업혁신촉진, 산림, 갯벌, 습지 등 자연생

		태의 탄소흡수 기능강화 - 2050 탄소중립 에너지산업 로드맵의 자원순환 분과의 4대 전략방향 중에서 “순환경제 전환 재제조 산업확대 및 기술고도화”, “재생자원의 저탄소 산업원료소재화 기술개발” 및 “저탄소 순환경제 전환 기반구축” 등 3대 기술개발 정책방향 제시 ① 사용후 공정축매의 저탄소 재제조 및 친환경 산업원료·소재화 기술개발을 통해 순환경제 분야 탄소중립 정책실현을 위한 전략방향 설정 ② 사용후 공정축매 재제조 품질인증 및 재자원화 기술을 통한 탄소저감효과 산출을 위한 정책실현을 위한 전략방향 설정
--	--	--

2. 개발위험 관리방안

□ 기술개발 위험요인

- 공정축매 재제조기술 개발 과정에서 정립되는 세부 도면, 치수, 공정패키지 (Process Design Package : Conceptual Design, Basic Engineering Design) 등은 제품 실측을 통한 외부 유출 위험성이 큰 부작용을 가지며 이를 위해 재제조 공정에서 다루어지는 기술 일체에 대한 지식재산권 확보 노력이 필요
- 알루미늄 및 제올라이트 지지체의 성장 기작에 대한 연구, 바인더와의 상관 관계, 비표면적과 활성화에 대한 연구 등 무기화학 및 축매반응에 대한 깊이 있는 연구가 있어야 지지체 복원 시 추가적인 비용 증가, 부품의 수명 감소 등을 저감할 수 있음
- 기술개발 과정에서 재활용 대상이자 원재료인 니켈 함유 폐축매 물량 대량 확보가 선결되어야 하며 폐축매 발생업체인 정유회사와의 협의 및 계약을 통한 안정적인 폐축매 공급 구조 구축이 중요
- 폐축매는 화재 위험성이 큰 물질로 수분의 지속적 공급 및 산소 접촉 방지가 필요하며 폐축매 발생은 배치 타입으로 단번에 이루어지지만, 폐축매 내 유가금속의 재활용은 지속해서 처리하는 형태가 되어 기술개발에 있어서 회수 장치뿐 아니라 이동 및 보관 장치 등에 관한 요소 기술 개발 필요성이 매우 큼

□ 사업화 애로사항

- 석유화학산업, 공정축매산업 및 재제조산업에 대한 시장의 요구가 다변화, 고도화됨에 따라 재제조 산업의 기술수준 또한 높아지고 있어 최신의 기술동향을 분석, 종합하여 대응할 수 있도록 지속적인 연구개발이 필요
- 국내에서 사용되는 공정축매는 대부분 외산으로 선도적인 기술개발과 재제조 원가절감을 위해서는 지속적인 국산화 개발이 요구됨
- 재제조 공정축매의 안전성 평가 및 품질인증에 대한 명확한 기준을 제정하여 재제조 업체-수요자 간 분쟁을 사전에 차단할수 있는 방안 마련 필요
- 충분한 사업성 확보를 위해 폐축매 내 유가금속 회수 및 재활용 처리 규모의 정확한 추정과 이에 따른 기술개발 목표 설정이 중요하며 국내 폐축매 발생처 및 발생량과 수요업체 관련 데이터 확보를 통해 폐축매 공급업체-재활용 업체-수요 업체의 물류 체인 구축이 필요함

□ 사회환경 위험요인

- 재제조 공정축매 또는 축매반응공정 시스템으로부터 초래될 수 있는 안전사고를 예측하고 방지할 수 있는 대책마련이 필수적으로 필요
- 재제조 공정축매에 대한 수용성 제고를 위한 품질인증 등 수요자 인식 개선방안 마련 및 협력 프로그램 시행 필요
- 재제조 전문업체 및 대상기업의 참여도 제고를 위해 검사장비 제작, 설비개선 등의 실질적인 지원이 필요
- 공정축매 재제조를 통한 자원순환 측면에 있어 환경 보호 효과가 크지만, 통상 재제조 과정에서 이루어지는 재제조 부품의 습식세정은 환경문제 이슈가 유발될 수 있으므로 기술고도화를 통한 환경보호 대책 마련이 요구됨
- 폐축매 재활용 공정 중 발생하는 각종 유해 물질의 인체 유해성과 환경오염에 대한 문제가 제기될 수 있으므로 이를 해결하기 위한 국민 수용성 확보방안이 필수적임

- 기술개발이 유가금속 재활용 기술에 국한된다면 폐촉매 재활용 사업의 경제성은 폐촉매 발생 업종인 정유업계의 경기에 매우 의존적일 것으로 예상되어 안정적인 매출 및 이익 확보를 위해 여러 분야의 다양한 수요기업에서 사용 가능한 기술이 도출될 필요성이 있음

□ 기술영향 검토

- 국내에서 사용되는 공정촉매 대부분이 외산이므로 공정촉매 재제조 기술은 국내 석유화학산업, 공정촉매산업 및 재제조산업에 대한 기여도가 높고, 국내 제조업 기술력 발전에 이바지할 것으로 판단됨
- 세계 최초 상용기술 개발로서 도전적인 기술개발이 성공할 경우 해외 석유화학산업과 공정촉매산업 등 해외 진출이 가능하고, 파급효과가 높을 것으로 판단됨
- 공정촉매 재제조기술은 탄소중립과 기후변화에 대한 최우선적인 대응으로서 순환소재를 실질적으로 활용하는 소재화 기술개발이 가능하고, 석유화학공정에 적용하는 공정·촉매 기술이 가능해서 석유화학산업을 친환경 사업으로 변모할 수 있는 실질적 가치사슬 유발
- 니켈 등 유가금속에 대한 수입의존도가 크며 소재 산업에 있어서 일본 등에 기술적으로 열세인 국내 산업에 유가금속 자원 확보 및 이를 활용한 소재 기술개발은 자원 확보 및 소재 국산화에 기여가 클 것으로 기대됨

3. 기획연구개발과제 기술개요서

[품목지정공모 (기술개요서)]

품목1: 에너지 저감형 중유탈황 공정축매 재자원화 기술개발 15

'22년도 3차 공고 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2022하-자원순환-공정촉매재자원화-품목		
연구개발과제유형	원천기술형(),	혁신제품형(○)	
		실증형()	
연계/해당여부	표준화연계() 경쟁형과제() 공기업협력() 초고난도과제() 복수형과제() 안전관리형과제(○)		
품목명	에너지 저감형 중유탈황 공정촉매 재자원화 기술개발 (TRL: [시작] 5단계 ~ [종료] 7단계)		
1. 지원 필요성	<p>○ (기술적) 경제성, 환경문제로 국내 발생하는 중유탈황폐촉매는 기술력 부족으로 회수하지 못하고 단순매립하고 있어 금속회수하거나 화학산업원료로 재자원화하는 기술개발 필요</p> <p>○ (경제/산업적) 국내 정유·석유화학의 폐공정촉매는 연 2.5만톤(세계 40만톤) 발생하여 이를 재자원화함으로써 글로벌 기업이 99% 장악하고 있는 시장의 일부를 대처할 수 있음</p> <p>○ (정책적) 탄소중립 정책 및 바젤협약 관련, 국내에서 대량 발생하고 탄소중립 효과가 큰 공정촉매는 국내에서 자체 해결하는 정책적 방안 마련 필요</p>		
2. 품목정의	<p>○ (최종목표) 폐중유탈황촉매 내 금속성분 회수 및 재자원화* 기술개발을 통한 재제조 촉매 실증**</p> <p>* 중유탈황 공정촉매에서 회수한 성분을 이용한 재자원화 제품 3종(알루미늄, 니켈 외 1종 이상)</p> <p>** 신품 대비 재제조촉매 활성도 99% 이상, 담체 비표면적 90% 이상</p> <p>○ (연구내용)</p> <p>(1) 폐중유탈황촉매 내 유가금속 회수기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유가금속 포함 3종(알루미늄, 니켈 외 1종 이상) 저온 회수기술 개발 - 폐중유탈황촉매 투입량 50kg/hr급 유가금속 회수 공정 실증 (50시간 연속운전) <p>(2) 폐중유탈황촉매 지지체 회수 복원 및 성장기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 폐촉매로부터 촉매 지지체인 알루미늄 분리·회수 및 gamma phase 복원·성장 기술 개발 (신품대비 비표면적 90% 이상) - 알루미늄 비표면적 제어 및 멀티스케일 모델링 기술개발 <p>(3) 폐중유탈황 재제조촉매 기술 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100bar 이상 중유처리량 5L/day급 이상의 재제조촉매 성능 검증 <p>* 10일 이상 연속운전 기준, 신품대비 재제조 촉매 활성 99% 이상, 수요기업 평가 확인서 및 출연연 등 실증지원기관의 시험성적서 제출 필요</p> <p>○ 개발위험 극복방안</p> <p>○ (사업화 Risk) 국내 재제조 공정촉매 내수 시장 활성화와 중동 등 해외시장 개척을 통한 수출사업화 전략을 마련하는 등 신규 비즈니스 모델 개발을 통해 사업화 위험성 극복</p> <p>○ (제도적 Risk) 중유탈황 재제조촉매의 신뢰성 확보를 기반으로 한 사업화 성공을 위해 재제조 제품의 품질인증 및 표준화가 필요</p> <p>○ 안전관리 사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 탈황공정 검증 시 산, 알칼리, 유기용제 사용 위험요소가 있으며, 중유증발 및 가스압력 (100bar)의 폭발 위험 요소에 대한 대비가 필요함 - 위험물질 취급연구개발과제 여부: 해당 (산, 알칼리, 유기용제 사용과제) <p>※ 개발결과물의 표준화, 품질인증 및 보급확산을 위해 '22년 1월 공고된 2022-자원순환-공정촉매재자원화-품목4 연구개발과제와 상호 협력·연계 필요</p>		
3. 지원기간/추진체계	<p>○ 기간: 41개월 이내 (1차년도 정부지원연구개발비: 10억원 이내, ○ 기술료: 징수 총 정부지원연구개발비: 75억원 이내)</p> <p>○ 주관연구개발기관: 중소·중견기업</p> <p>○ 기타사항 : 사업성공을 위한 폐중유탈황촉매의 안정적 확보방안 제시 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재자원화 품목에는 해당품목 매출실적 또는 기술도입 의사가 있는 수요기업확약서 (1부 이상) 제출 필요 - 촉매활성을 검증할 수 있는 인자(지표)를 연구개발계획서 제출 시 제시해야 함 (예시: HDS, HDCCR, HDM 성능 fresh 촉매 대비 99% 이상) 		