

수소화처리 촉매의 시장 및 기술 기회 분석

차 례

제 1장 수소화처리 촉매의 정의 및 특징

제 2장 수소화처리 촉매의 시장환경 분석

제 3장 수소화처리 촉매의 시장동향 및 전망 분석

제 4장 수소화처리 촉매의 경쟁동향 분석

제 5장 수소화처리 촉매의 기술 동향 및 기술공급자 분석

제 6장 수소화처리 촉매 사업화 전략

노 현 숙

한국과학기술정보연구원 기술사업화분석실

한국과학기술원에서 화학공학으로 석사 및 박사학위를 취득하였으며, 2004년부터 한국과학기술정보연구원에서 재직 중이다. 주요 관심 분야로는 유망아이템 발굴, 글로벌 기술사업화, 기술사업화 기회분석, 산업시장분석, 사업타당성 분석 등이 있다. 현재, 중소기업형 유망아이템 발굴 프로세스 연구, Open-Collaboration에 기반한 중소기업 기술사업화 활성화 프로세스 연구를 진행 중이다.

최 봉 기

한국과학기술정보연구원 기술사업화분석실

2001년 한국과학기술정보연구원(KISTI)에 입사하여 수년간 나노기술정보 분석 연구를 진행하였으며 2012년부터 기술사업화분석실에서 근무하고 있다. 기술의 사회적 영향, 이머징 기술의 안전성, 기술개발과정에서 나타나는 '기대'의 역할에 관심을 갖고 있다.

배 국 진

한국과학기술정보연구원 기술사업화분석실

1993년 한국과학기술정보연구원(KISTI)에 입사하여 수년간 환경기술정보 분석, 미래유망기술발굴 등의 연구에 참여하였으며 2010년부터 기술사업화분석실에서 근무하고 있다. 현재는 중소기업의 신규 유망사업 아이템 발굴과 관련된 연구 및 지원 시스템 개발업무를 수행하고 있으며, 기술혁신과 관련된 전략적 니치관리, 기술기대의 역할 등에 관심을 가지고 있다.

박 진 서

한국과학기술정보연구원 성과확산실

고려대학교 과학학협동과정에서 과학관리 전공으로 석사(1998) 및 박사(2008)을 취득하였으며, 현재 한국과학기술정보연구원(KISTI) 선임연구원으로 재직중이다. 주요 관심분야는 지식네트워크 진화, 과학기술 거버넌스 등이다.

(표지 내용)

최근 세계 각국에서 초저유황 디젤에 대한 엄격한 기준 요구 강화(황 함량 2ppm 이하)와 함께, 신흥시장의 유황배출 기준의 강화, 원유의 황 함유 증가로 인하여 정유공정에서 황과 다른 이물질 제거하는 수소화처리 촉매 시장의 확대가 기대되고 있다. 본고에서는 수소화처리 촉매의 시장환경분석, 시장동향분석, 경쟁상황분석, 기술분석, 기술공급자분석을 수행하였다. 본 고를 통해 국내 중소기업이 수소화처리 촉매 사업에서의 사업화기회를 포착하고 국내 연구기관과의 협력 가능성, 국가 연구개발과제 참여 위한 연구계획을 수립하길 기대한다.

제 1장 수소화처리 촉매의 정의 및 특징

수소화처리촉매(Hydroprocessing Catalysts)는 유기물의 분자구조 내에서 두 원자가 이중/삼중결합으로 연결되어 있는 자리 또는 분자 내 원자 사이의 결합이 끊어지면서 수소가 첨가되는 반응에 이용되는 촉매로서 정유공정에서 황과 질소, 이물질을 제거하는 역할과 함께 Heavy Feed Stock을 light product로 개질하는 역할을 한다.

수소화처리촉매는 Hydrotreating, reforming, hydrocracking 그리고 isomerization & hydrogenation용 촉매로 구분된다.

주로 담지체 형태의 촉매를 이용하며, 담지체 촉매는 mesopore를 갖는 γ -알루미나, 비정질 알루미늄실리케이트 또는 지올라이트와 같은 지지체에 15~20 wt%의 몰리브덴, 또는 텅스텐 전구체를 담지하고 몰리브덴, 텅스텐 전구체 위에 활성 성분인 코발트, 니켈 또는 구리 전구체를 0.5~5 wt%를 재차 담지하여 촉매 활성도를 위해 하소공정을 거쳐 전구체를 황화또는 산화시켜 제조한다. 황과 질소에 대한 피독 저항력을 위해 주로 황화물로 제조 된다.

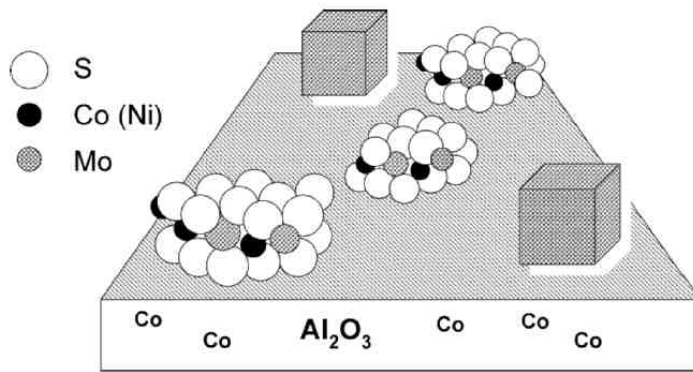
<그림 1-1> 수소화처리 촉매



수소화처리 촉매는 HDS, HDN, HDO, 등 목적에 따라 다른 재료의 촉매를 이용한다. 중질유의 탈황에는 주로 알루미나를 지지체로 사용한 몰리브덴, 니켈 또는 코발트 계 촉매 사용된다. 나프타, 등유, 경유 등의 경질유의 탈황에는 알루미나에 담지된 Co-Mo계, Ni-Mo계, Ni-Co-Mo계 및 Zn계의 담지 촉매가 주로

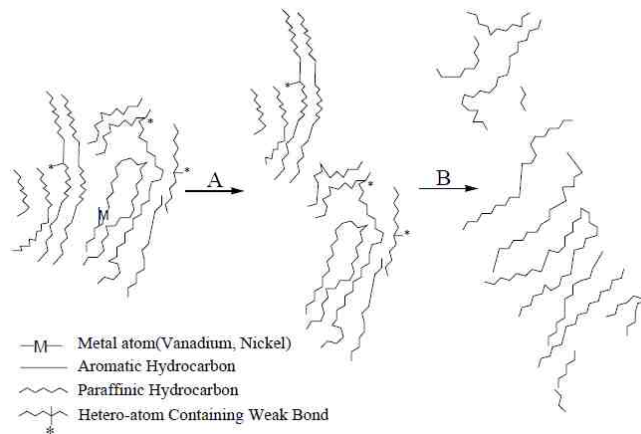
사용되며, 공급유에 촉매독이 함유되지 않고 운전조건이 가혹하지 않아 촉매수명이 길어 이 부분의 수요 신장은 거의 없는 편이다.

<그림 1-2> Co-Mo 촉매의 구조



팔라듐, 백금과 같은 귀금속을 촉매 활성 성분으로 하여 hydrocracking에 이용하기도 하나 황 성분에 취약한 특징이 있어 올레핀의 불순물 제거와 같은 H_2S 가 낮은 분위기의 처리에 주로 이용된다.

<그림 1-3> 아스팔텐의 hydrocracking 모델



A: 탈금속에 의한 de-agglomeration, B: 탈황에 의한 depolymerization

촉매의 활성에 영향을 미치는 변수로 담지체의 물리적 성질, 금속 담지량, 촉매 원소 간 구성비, 함침순서, 용액의 pH, 소성온도 등을 들 수 있으며 금속의

담지량과 소성온도가 가장 중요한 변수로 고려된다. 상용촉매에서 코발트 또는 니켈의 함량은 2~4 wt%, 몰리브덴 또는 텅스텐의 함량은 7~14 wt% 소성온도는 400~550°C 정도이며, 이들 변수에 따라 담체, 촉매 간의 상호작용에 영향을 미친다. 또한 원재료의 가격 및 환경규제(탈황관련)가 시장변동에 결정적인 영향을 미친다.

〈표 1-1〉 수소화처리 대상

Feedstocks	Desired Products	Process Objectives	
Naphthas	Catalytic reformer feed	Removal of S, N, & olefins	
	LPG	Hydrocracking	
Atmospheric gas oils	Diesel	Removal of S, aromatics, & n-paraffins	
	Jet	Removal of S & aromatics	
	Ethylene feedstock	Removal of aromatics	
Vaccum gas oils	Naptha	Hydrocracking	
	LSFO	Removal of S	
	FCC feed	Removal of S, N, & metals	
	Diesel	Removal of S & aromatics	
	Kerosene/jet		Hydrocracking
			Removal of S & aromatics
	Naptha		Hydrocracking
		LPG	Hydrocracking
		Ethylene feedstock	Removal of aromatics
			Hydrocracking
Lube oil base stock		Removal of S, N, & aromatics	
		Hydrocracking	
		Removal of S	
Residuum	LSFO	Removal of S	
	FCC feedstock	Removal of S, N, CCR, & metals	
	Coker feedstock	Removal of S, CCR, & metals	
	Diesel	Hydrocracking	

Handbook of Petroleum Refining Processes, 3rd ed.
Ed. Robert A. Meyers, McGraw-Hill, 2004

수소화 촉매는 1) 촉매의 성능 최적화를 위해 담체, 활성 촉매의 재료 선정 기술, 2) 구성비 등의 원료 선정에 따른 변수 조절, 3) 활성 성분의 담지 또는 분산 기술, 4) 소성 및 하소 조건 등의 제조 변수 조절에 따른 담지체의 물리적인 특성 조절 기술과 같은 촉매 제조 기술이 요구된다.

수소화처리촉매 제조는 1) mesopore를 갖는 γ -알루미나, 비정질 알루미노실리케이트 또는 지올라이트와 같은 지지체에 15~20 wt%의 몰리브덴, 또는 텅스텐 전구체를 담지하는 공정, 2) 몰리브덴, 텅스텐 전구체 위에 활성 성분인 코발트, 니켈 또는 구리 전구체를 0.5~5 wt%를 재차 담지하는 공정, 3) 촉매 활성도를 위한 소성 및 하소 공정, 4) 전구체를 황화 또는 산화시키는 공정으로 구

성된다.

<표 1-2> 수소화처리 촉매 요소기술

분류	요소 기술
1. 활성	담체, 활성 촉매의 재료선정
	선정 재료의 구성비 등의 조성변화
	활성 성분의 담지 또는 분산 방법
	소성 및 하소 조건(온도)
2. 수명	담체의 세공부피조절
	촉매의 성형화
	담체의 변화

<표 1-3> 수소화처리 촉매 제조공정

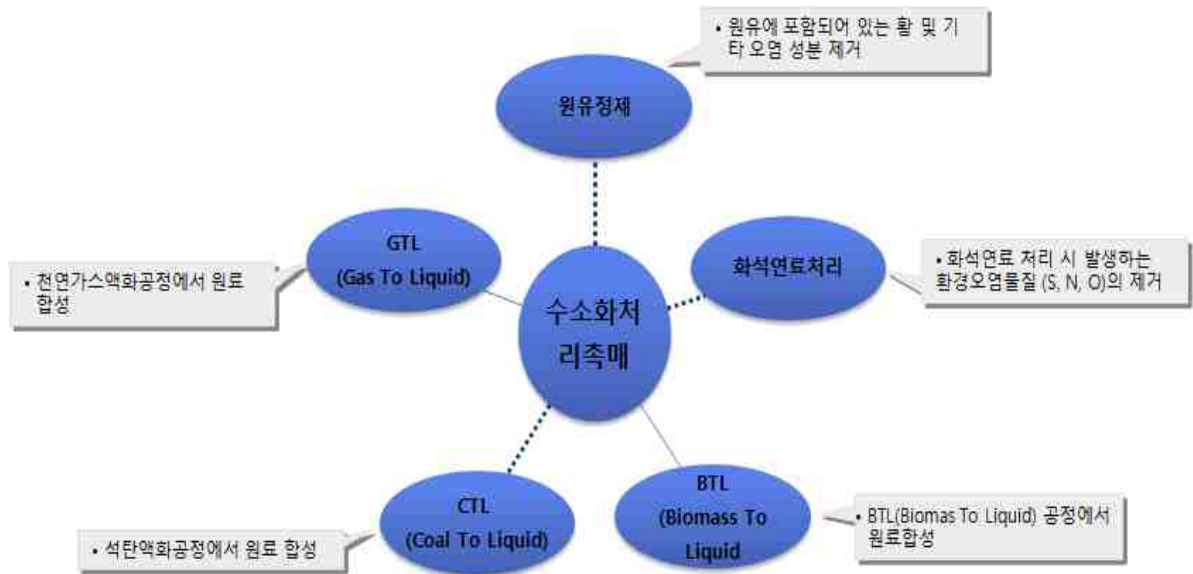
제조기술	장점
지지체에 Mo, W 전구체 담지 공정	담지 효율
Mo, W 전구체에 Co, Ni, Cu 담지	담지 효율
소성 및 하소 공정	소성 및 하소 시간
활화 또는 산화 공정	활화 및 산화 강도

수소화처리 촉매 기술은 원유정제 공정중의 탈황공정 뿐만 아니라 기타 화석 연료의 탈황처리, 청정연료의 생산등에서 활용이 가능하다.

수소화처리 촉매는 화석연료의 처리 및 원유 정제 등을 비롯한 석유화학공업에서 주로 이용된다. 구체적으로 수소화탈황(Hydrotreating) 즉, 유분의 수율 증대, 고품위화, 고도화를 위해 비균일원자(S, N, O)의 제거 등의 방법으로 색상, 냄새, 산화 안정성 등의 개선 (hydrotreating)하는 데 활용되며, 수소화 분해(hydrocracking), 원료유 보다 경질의 제품으로의 개질dp 활용된다. 더 나아가 청정원유 생산 즉, GTL(gas to liquid), CTL(coal to liquid), BTL(biomass to liquid) 등의 공정으로 청정 인조 원유의 생산에도 활용된다.

수소화처리촉매는 현재 원유를 정제하는 분야에 대부분 수요가 발생하고 있으나 점차 화석 연료의 오염물질 제거, 청정인조유 생산 분야의 비중이 증가할 것으로 예상된다.

<그림 1-4> 수소화처리 촉매의 확장가능성



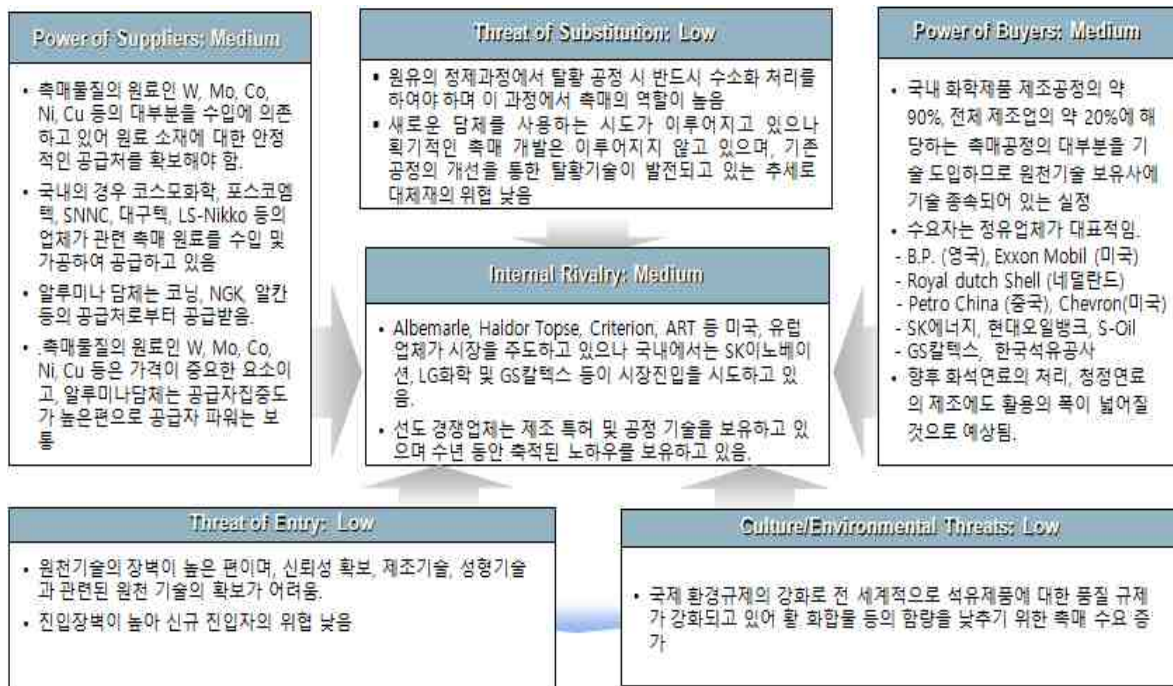
제2장 수소화처리 촉매의 시장환경분석

1. 시장구조 분석

마이클 포터의 6-Force 모형을 기반으로 하여 수소화처리 촉매 산업의 시장구조를 분석한 결과는 아래와 같다.

공급자는 촉매물질 원료인 W, Mo, Co, Ni, Cu 원료 업체로, 촉매물질의 원료인 W, Mo, Co, Ni, Cu 등의 대부분을 수입에 의존하고 있어 원료 소재에 대한 안정적인 공급처를 확보해야 한다. 국내의 경우 코스모화학, 포스코엠텍, SNNC, 대구텍, LS-Nikko 등의 업체가 관련 촉매 원료를 수입 및 가공하여 공급하고 있다. 알루미나 담체는 코닝, NGK, 알칸 등의 공급처로부터 공급받는다. 또한, 촉매물질의 원료인 W, Mo, Co, Ni, Cu 등은 가격이 중요한 요소이고, 알루미나담체는 공급자집중도가 높은편으로 공급자 파워는 보통이다.

<그림 2-1> 수소화처리 촉매 6 Force Analysis



수소화처리 촉매의 수요자는 B.P. (영국), Exxon Mobil (미국), Royal dutch

Shell (네덜란드), Petro China (중국), Chevron(미국), SK에너지, 현대오일뱅크, S-Oil, GS칼텍스, 한국석유공사 등 정유업체가 대표적이다. 국내 화학제품 제조공정의 약 90%, 전체 제조업의 약 20%에 해당하는 촉매공정의 대부분을 기술 도입하므로 원천기술 보유사에 기술 종속되어 있는 실정이다. 또한 수소화처리 촉매는 향후 화석연료의 처리, 청정연료의 제조에도 활용의 폭이 넓어질 것으로 예상되므로, 수요자의 파워는 보통이다.

수소화처리 촉매는 AlbeAlbemarle, Haldor Topse, Criterion, ART 등 미국, 유럽업체가 시장을 주도하고 있으나 국내에서는 SK이노베이션, LG화학 및 GS칼텍스 등이 시장진입을 시도하고 있다. 선도 경쟁업체는 제조 특허 및 공정 기술을 보유하고 있으며 수년 동안 축적된 노하우를 보유하고 있다. 원유의 정제과정에서 탈황 공정 시 반드시 수소화 처리를 하여야 하며 이 과정에서 촉매의 역할이 높다.

새로운 담체를 사용하는 시도가 이루어지고 있으나 획기적인 촉매 개발은 이루어지지 않고 있으며, 기존 공정의 개선을 통한 탈황기술이 발전되고 있는 추세로 대체재의 위협은 낮다.

문화 환경적 위협요인을 살펴보면 국제 환경규제의 강화로 전 세계적으로 석유제품에 대한 품질 규제가 강화되고 있어 황 화합물 등의 함량을 낮추기 위한 촉매 수요 증가고 있어 문화환경적 위협요인은 낮다.

원천기술의 장벽이 높은 편이며, 신뢰성 확보, 제조기술, 성형기술 과 관련된 원천 기술의 확보가 어려우므로, 진입장벽이 높아 신규 진입자의 위협은 낮은 것으로 분석되었다.

수소화처리촉매의 Value Chain은 수소화촉매를 제조하는 분야로서 지지체인 알루미늄나 담체를 제조하는 영역과 이 지지체에 촉매 물질을 담지하여 촉매를 제조하는 영역이 있으며 , 최종 소비를 하는 분야로서 원유를 정제하는 정유회사영역으로 나눌 수 있다.

수소화처리촉매는 현재 원유를 정제하는 분야에 대부분 수요가 발생하고 있으나 점차 화석 연료의 오염물질 제거, 청정인조유 생산 분야의 비중이 증가할 것으로 예상된다.

<그림 2-2> 수소화처리 촉매 Value Chain



2. 시장환경분석

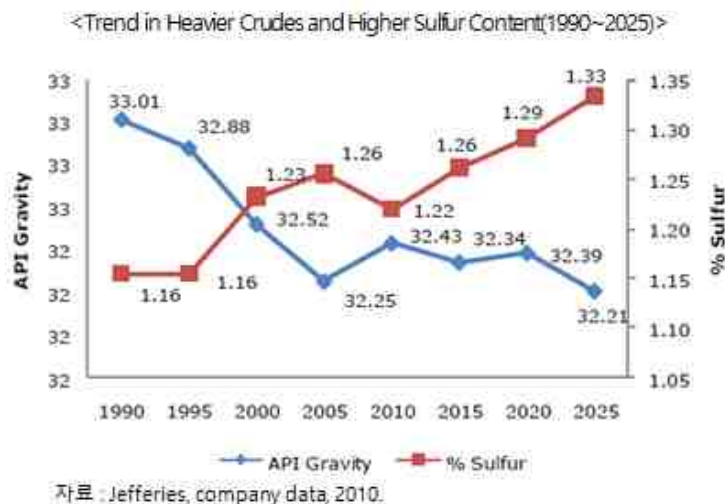
최근 세계 각국에서 초저유황 디젤에 대한 더욱 엄격한 기준을 제시하고 있으며 범세계적인 친환경 정책 등이 수소화처리 촉매제에 대한 수요를 견인할 것으로 예상된다. 초저유황 디젤에 대한 엄격한 기준 요구 강화(황 함량 2ppm 이하)와 함께, 신흥시장의 유황배출 기준의 강화, 대기 품질을 향상시키기 위한 브라질, 중국, 인도, 러시아의 저유황 연료 도입 노력은 수소화처리 촉매 성장의 긍정적인 요인으로 작용할 것으로 보인다.

범 세계적인 환경 규제와 원유의 다량 황 함유로 수소화처리 촉매 수요가 증가 전망이다. 수소화처리 촉매는 정유공정에서 황과 다른 이물질을 제거하기 위해 주로 사용 되는 데, 최근 세계 각국에서 초저유황 디젤에 대한 더욱 엄격한 기준을 제시하는 등 범세계적으로 강화된 친환경 정책이 수소화처리 촉매제에 대한 수요를 급증시킬 것으로 예상된다.

2011년 국제기후 변화 협약과 기업의 에너지 효율 평가 인증(글로벌 이니셔티브 : GSEP) 등은 수소화처리 촉매시장에 긍정적인 요인으로 작용할 것이다.

또한, 시장에 공급되는 원유의 특성이 점점 더 다량의 황을 포함한 산성화됨에 따라 수소 처리 촉매들은 석유 정제 시장에서 최고의 성장을 지속적으로 유지할 것으로 예상되고 있다. 1990년 1.16%에서 2025년 1.33%로 증가할 것으로 전망되고 있다.

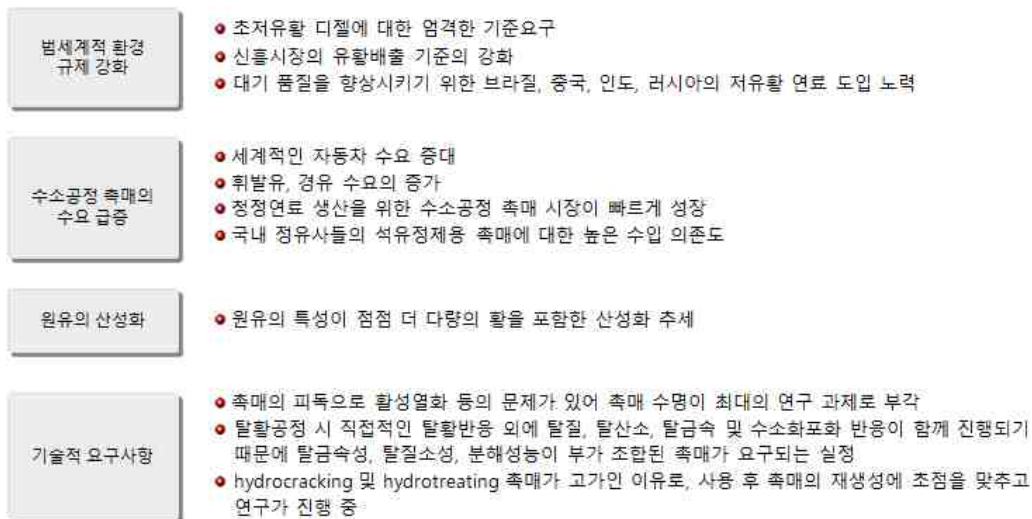
<그림 2-3> 원유에서의 황 함율의 증가 정도(1990~2025)



브라질, 중국, 인도, 러시아 등 신흥시장에서는 저유황 연료들의 도입을 통해서 대기 품질을 향상시키려는 노력을 진행하고 있다.

자동차 수요의 성장과 더불어 휘발유와 경유 수요도 급증하고 있어 보다 청정한 연료들을 제조하기 위한 수소공정 촉매들이 정제 촉매들에서 가장 빠르게 성장하고 있다. 수소공정 촉매들보다 성숙된 유동층 촉매 분해용 촉매들에 대한 수요는 낮으며 수소공정 촉매기 정제 촉매 시장에서 FCC 촉매들을 앞질러 가장 큰 시장을 형성할 것으로 예상되고 있다.

<그림 2-4> 수소화처리 촉매의 필요성



또한, 수소화 처리와 관련한 정부 지원개발은 담체 및 촉매 개발 부분의 지속적인 지원이 있어 왔다.

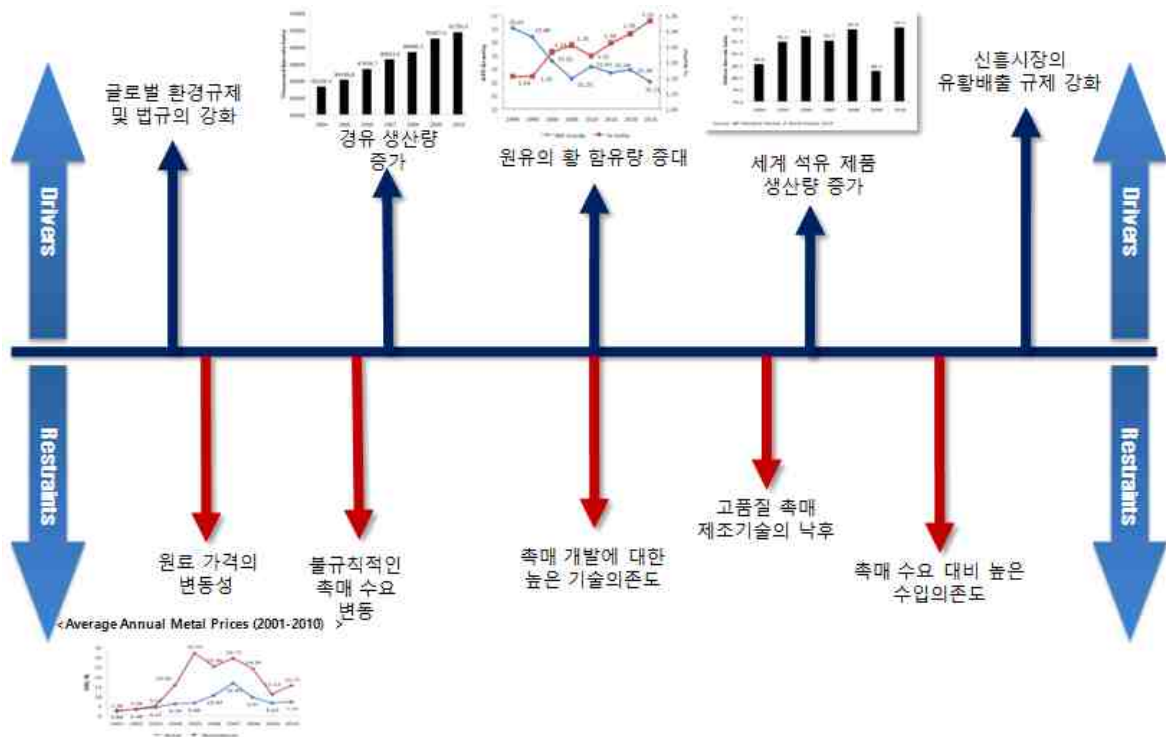
<표 2-1> 수소화처리 촉매 관련 정부지원 과제

정부과제	과제명	기간	주관기관
기능성화합물개발사업	수소화/탈수소화 촉매 및 이음기술개발	2002.05-2003.05	한국화학연구원
부품소재기술개발사업(중소기업·단년차)	촉매·담체용 활성 알루미늄 제조기술 개발	2001.07-2002.06	(주)세노텍

즉, 세계적인 탈황 규제 강화와 함께, 원유의 특성이 점점 더 다량의 황을 포함한 산성화되는 추세, 세계적인 자동차 수요 증대, 휘발유, 경유 수요의 증가, 청정연료 생산을 위한 수소공정 촉매 시장의 성장은 수소공정촉매의 수요를 증가시키는 긍정적인 요인이다.

다만, 원료가격의 변동성, 불규칙적인 촉매수요 변동, 촉매개발에 대한 높은 기술 의존도, 고품질 촉매 제조기술의 낙후, 촉매 수요대비 높은 수입의존도는 성장저해요인으로 작용할 전망이다.

<그림 2-4> 수소화처리 촉매의 성장 및 저해요인



제3장 수소화처리 촉매의 시장동향 및 전망 분석

1. 세계시장

세계 수소화처리촉매 시장은 2010년 15억 달러에서 연평균 약 4.8% 씩 성장하여 2018년 22억 달러 규모에 이를 전망이다. 각국의 엄격한 환경규제에 따른 초저유황 디젤 수요 증가와 원유의 산성화로 인한 황 함유량증대에 따라 수소화처리촉매의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 또한, 자동차 수요의 세계적 증가와 더불어 휘발유와 경유 수요도 증가하고 있어 보다 청정한 연료들을 제조하기 위한 수소공정 촉매들이 정제 촉매들에서 가장 빠르게 성장하고 있다.

<그림 3-1> 세계 수소화처리 촉매 시장 전망

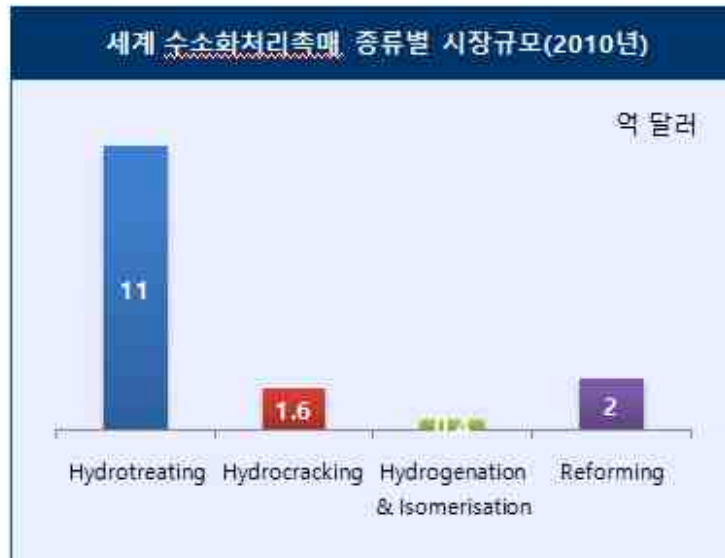


출처 : Jefferies, Company data를 토대로 KISTI에서 재구성

세계 수소화처리 촉매의 종류별 시장규모를 살펴보면, 수소화 탈황촉매 (hydrotreating catalysts)가 11억달러로 전체 시장을 73.3%를, 수소화 분해 촉매 (hydrocracking catalysts)가 1.6억달러로 전체시장의 10.7%를, 개질촉매(reforming catalysts)가 2억달러로 13.3%, hydrogenation & isomerization catalyst가 0.4억달러

러로 2.7%를 차지하고 있다.

<그림 3-2> 세계 수소화처리 촉매 종류별 시장규모(2010년)



출처 : Jefferies, Company data를 토대로 KISTI에서 재구성

2 국내 시장

2010년 국내 수소화처리촉매 시장은 1.5억달러에서 연평균 약 4.8% 씩 성장하여 2010년 2.2억 달러 규모에 이를 전망이다. 주요 수요처는 SK에너지, 현대오일뱅크, S-OIL, GS칼텍스, 한국석유공사 등의 정유업체이다. 현재 국내 정유사들은 원유 정제시 필요한 촉매의 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이며 수소화처리 공정에 대해 기술료를 지불하고 있는 상황이다. 세계적인 환경규제의 강화는 피할 수 없는 추세로, 국내 기업의 선진 외국사에 대한 촉매기술 종속을 벗어나는 것이 시급하다.

<그림 3-3> 국내 수소화처리 촉매 시장 전망



자료: Includes data from Parpinelli Tecnon 자료를 토대로 KISTI 추정

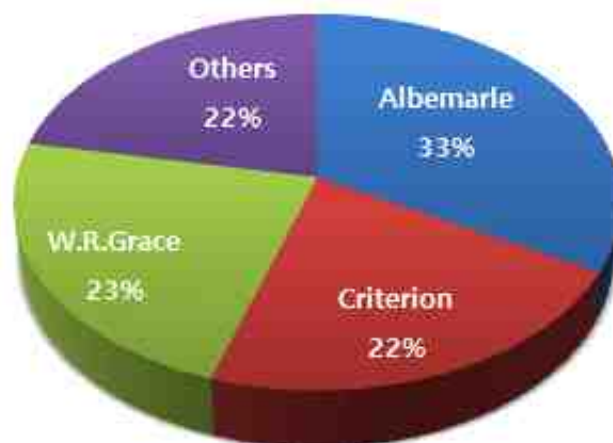
제4장 수소화처리 촉매의 경쟁동향 분석

1. 해외 경쟁동향

세계 시장은 Albemarle社, Criterion社, WR Grace社, Haldor Topsoe社, ART, Axens 그리고 UOP 등 몇몇 major사에 의해 주도되고 있고 Albemarle社가 23%로 시장의 선두주자이며 Shell/Criterion社와 W.R. Grace/Chevron社가 각각 22%, 22%로서 Albemarle社를 추격하고 있다. 즉, 3개 주요업체(Albemarle, Shell/Criterion, W.R.Grace/Chevron)가 전체 세계시장의 67%를 점유하고 있는 과점시장이다.

수소화처리촉매 시장은 촉매의 성능, 품질, 가격 부문 등에 있어서 치열한 경쟁 양상을 보이고 있으며, 이 부분의 경쟁우위가 고객을 확보하는데 중요한 요소로 작용하고 있다. 대부분의 촉매 제조 업체들은 자사의 R&D 프로그램을 통해, 고부가가치 및 독점기술을 기반으로 한 제품을 개발하여 사업을 차별화하기 위해 노력하고 있다. 특히 HPC 및 FCC*촉매 시장에서 주요 경쟁자는 Criterion Catalysts and Technologies, W.R. Grace와 Haldor Topsoe 등이 있다.

<그림 4-1> 수소화처리 촉매 세계시장점유율



자료 : Jefferies Estimates, 2011

세계 환경규제의 강화로 인하여 청정연료가 부각되며 석유정제 기업들의 운영상의 유동성을 확보로 인해 정제촉매 시장이 점점 확대되고 있고 생산원료는 올레핀에서 천연가스로 급증하고 있다. 촉매 공급기업들은 고급 촉매 및 프로세스 기술을 통한 차별화 시도하고 있다.

세계적인 특수 석유 화학물 제조사인 Albemarle사는 한국, 일본 중국 등의 아시아 국가뿐만 아니라 사업영역을 확장하여 중남미 브라질 국영 종합 석유화학 기업인 Petrobras社와 공동으로 브라질의 Santa Cruz지역에 수소화처리 촉매 생산(Hydroprocessing Catalyst Production) 플랜트 건설을 위한 양해각서를 2010년 체결하였고 수소화처리 촉매 생산 플랜트를 건설하고 촉매제의 공동 개발 및 생산에 합의하였다.

Albemarle사는 세계 수소화처리 촉매 세계 HPC 시장의 23%를 점유하고 있다. Albemarle사는 약 7억 5천만 달러에 Akzo Nobel의 정제촉매 사업을 인수 후 Polyolefin 촉매 분야의 틈새기업에서 전체 촉매시장의 리드기업으로 변신한 바 있다. Albemarle가 인수한 정제촉매 사업은 FCC(Fluidized Catalytic Cracking), Hydroprocessing, Isomerization 및 Alkylation 촉매를 생산하고 있으며 매출에 큰 기여하고 있다.

Albemarle사는 중합체 솔루션(Polymer_solutions), 촉매(Catalysts), 정밀 화학(Fine_chemistry)의 세 가지 사업 부문으로 구성되는 데, 촉매 사업 부문은 refinery catalysts(HPC, FCC), polyolefin catalysts로 분류된다.

hydrotreater 내부에 발생하는 특정 반응에 최적화 된 촉매 시스템을 설계할 수 있는 STA X 기술을 도입하였으며, 바이오연료 촉매로 포트폴리오를 확장(GoBio 출시)하였다.

원유정제 촉매 및 Polyolefin 촉매부문의 매출액은 2007년 8.94억 달러에서 2010년 8.90억 달러를 기록하였으며, 순이익은 2007년 1.55억 달러에서 2010년 2.45억 달러로 증가하였다.

Criterion사는 Shell 그룹이 소유하고 있는 CRI/Criterion Inc.의 자회사이며 정제, 석유화학 촉매 분야의 프로세스 및 노하우를 보유하고 있는 메이저 업체이다. Hydrotreating, Hydrocracking, Hydrogenation and Isomerization 분야에서 수소화처리 촉매를 공급하고 있으며, CENTERA 기술을 개발하여, 촉매 활동 및 초저유황디젤(ULSD) 성과를 극대화하고 있다. CoMo 및 NiMo 촉매에서 단연 두

각을 나타내고 있으며, 1세대와 2세대에 이어 개발된 CENTINEL DN-3110 (NiMo Type II) 촉매는 HDS, HDN 반응에 사용되어 높은 성능을 발휘하고 있다.

<표 4-1> 세계 수소처리용 촉매 주요 기업 동향

	업체명	시장점유율	부가설명
해외	Albemarle	23%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 HPC 시장의 23%를 점유 ■ Albemarle는 약 7억 5천만 달러에 Akzo Nobel의 정제촉매 사업을 인수 후 Polyolefin 촉매 분야의 틈새기업에서 전체 촉매시장의 리더기업으로 변신. Albemarle가 인수한 정제촉매 사업은 FCC(Fluidized Catalytic Cracking), Hydroprocessing, Isomerization 및 Alkylation 촉매를 생산하고 있으며 매출에 큰 기여 ■ 종합제 솔루션(Polymer solutions), 촉매(Catalysts), 정밀 화학(Fine chemistry)의 세 가지 사업 부문으로 구성 ■ 촉매 사업 부문은 refinery catalysts(HPC, FCC), polyolefin catalysts로 분류 ■ hydrotreater 내부에 발생하는 특정 반응에 최적화 된 촉매 시스템을 설계할 수 있는 STAX 기술 도입 ■ 바이오연료 촉매 포스트플라오 확장(GoBio 출시) ■ 원유정제 촉매 및 Polyolefin 촉매부문의 매출액은 2007년 8.94억 달러에서 2010년 8.90억 달러를 기록 ■ 순이익은 2007년 1.55억 달러에서 2010년 2.45억 달러로 증가
	Criterion	22%	<ul style="list-style-type: none"> ■ Shell 그룹이 소유하고 있는 CRI/Criterion Inc.의 자회사이며 정제, 석유화학 촉매 분야의 프로세스 및 노하우를 보유하고 있는 메이저 업체임 ■ Hydrotreating, Hydrocracking, Hydrogenation and Isomerization 분야에서 수소화처리 촉매를 공급하고 있음 ■ CENTERA 기술 개발: 촉매 활동 및 초저유황디젤(ULSD) 성과 극대화 ■ CoMo 및 NiMo 촉매에서 단연 두각을 나타내고 있으며, 1세대와 2세대에 이어 개발된 CENTINEL DN-3110 (NiMo Type II) 촉매는 HDS, HDN 반응에 사용되어 높은 성능을 발휘하고 있음.
	W.R. GRACE	22%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 촉매 및 석유정제 설비, 기타 제품을 공급하고 있는 선도적인 업체임 ■ 고객의 요구에 맞춘 최적 엔지니어링 기술을 통해 원유정제 설비의 효율 및 생산량의 증가가 가능하도록 지원하는 것이 경쟁력임 ■ 중국, 인도, 동유럽, 중동 및 라틴 아메리카 등의 신흥 경제로 판매 및 생산을 확대 ■ 촉매 부문의 매출액은 2008년 10.99억 달러에서 2010년 7.42억 달러를 기록
	Haldor Topsoe	미미할	<ul style="list-style-type: none"> ■ 본사는 덴마크에 위치, 석유 정제, 암모니아 및 메탄올의 생산, 기타 산업 공정 기술을 개발하고 있는 업체임. ■ 이기종 촉매 및 촉매처리 기반의 플랜트 설계능력 분야에 두각을 나타내고 있는 업체임. ■ 주요 핵심영역은 비료 산업, 화학 및 석유 화학 산업 및 에너지 부문 (정제 및 발전소)을 아우르고 있음. ■ 바이오매스 기반 재생연료 생산을 위해 PetroAlgae 와 협력(2011.3) ■ 촉매 부문의 매출액은 2008년 7.10억 달러에서 2010년 5.52억 달러를 기록

W.R. GRACE사는 촉매 및 석유정제 설비, 기타 제품을 공급하고 있는 선도적인 업체이다. 고객의 요구에 맞춘 최적 엔지니어링 기술을 통해 원유정제 설비의 효율 및 생산량의 증가가 가능하도록 지원하는 것이 경쟁력이다. 중국, 인도, 동유럽, 중동 및 라틴 아메리카 등의 신흥 경제로 판매 및 생산을 확대하였으며, 촉매 부문의 매출액은 2008년 10.99억 달러에서 2010년 7.42억 달러를 기

록하였다.

Haldor Topsoe사는 덴마크에 위치, 석유 정제, 암모니아 및 메탄올의 생산, 기타 산업 공정 기술을 개발하고 있는 업체이다. 이기종 촉매 및 촉매처리 기반의 플랜트 설계능력 분야에 두각을 나타내고 있는 업체로, 주요 핵심영역은 비료 산업, 화학 및 석유 화학 산업 및 에너지 부문 (정제 및 발전소)을 아우르고 있다. 바이오매스 기반 재생연료 생산을 위해 PetroAlgae 와 협력(2011.3)하였으며 촉매 부문의 매출액은 2008년 7.10억 달러에서 2010년 5.52억 달러를 기록하였다.

<표 4-2> 세계 수소처리용 촉매 핵심경쟁자의 제품포트폴리오

Top Competitors	Refining Tech	Materials Tech	Specialty Tech		
			Plastics / Polyolefin Tech	Renewables; Fuels and Chemicals	Pharma / Biotech / Analytical
Albemarle	✓				
Axens	✓		✓	✓	
BASF	✓		✓	✓	
Criterion	✓				
Haldor Topsoe	✓				
Sinopec	✓				
Dow		✓	✓		
UOP		✓	✓	✓	

Source: Company Reports

2. 국내 경쟁동향

국내 일부 정유사들이 탈황, 중질유분해, 탈방향족 촉매 등에 관한 연구를 수행하고 있으나 정제용 신촉매 개발에는 투자가 전반적으로 미흡하고 아직 독자 기술을 확보하고 있지 못하여 수소화처리 공정에 대한 기술료를 지불하고 있는 실정이다.

2010년에 SK에너지가 독자 개발한 선택적 촉매수소화공정(C4 Acetylene Converter) 기술을 제공하고 세계 수준의 석유화학 전문 엔지니어링 업체인 미국 KBR 社가 엔지니어링 및 마케팅을 담당하는 합작사를 설립하여 전략적 기술수출 대상 및 범위를 확대해 나가고 있다.

알루미나 담체제조 및 합침기술을 보유하고 있으나 세공크기 조절, 비활성화 반응기구 규명 등의 기술은 보유하고 있지 못한 실정이며 이에 대한 개발이 시급한 상황이다. 희성그룹은 최근 독일의 BASF사와 합작으로 희성촉매를 설립하여 고품질 자동차 배기가스 제어 촉매 및 시스템개발에 박차를 가하고 있으며, 이노씨라 (연구용 알루미나 담체 생산 경험 보유), 세라컴 등과 같이 알루미나 담체를 생산하는 국내업체가 있으나 현재는 자동차 배기가스처리 촉매용 담체 또는 필터장치 생산의 비중이 대부분이다.

<표 4-2> 국내 수소화처리 촉매 제조업체 이슈

국내 수소화처리촉매 제조업체 이슈
■ 정유사 중심의 탈황, 중질유 분해, 탈방향족 촉매 등에 관한 연구 수행
■ 알루미나담체 제조 및 합침 기술 보유 (SK이노베이션)
■ 세공크기 조절, 비활성화 반응기구 규명 등의 부가가치 기술 미보유
■ 자동차 배기가스용 촉매 또는 필터 장치 생산에 편중

<표 4-3> 국내 주요 기업 동향

	업체명	부가설명
국내	SK에너지	<ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 분야, 특수제품사업분야, 화학산업 분야, 해외자원 개발사업 분야 등 다양한 분야로 진출하고 있음. ■ 특히 에너지, 화학, 소재분야의 기술력을 확보하여 자동차 배터리, CO2저감, 청정석탄에너지, 스마트그리드 등의 신성장 동력 분야에서 두각을 나타내기 위해 노력하고 있음. ■ 2010에는 독자 개발한 선택적 촉매수소화공정(C4 Acetylene Converter) 기술을 기반으로 시장을 확대해 나가고 있음.
	회성촉매	<ul style="list-style-type: none"> ■ 회성금속, BASF Catalysts Holding Asia BV 등의 합작투자계약에 의하여 자동차배기가스 정화용 촉매제 및 치과용 아말감합금을 제조 및 판매하고 있는 업체임 ■ 생산공정과 작업장 등에서 발생하는 유해물질을 산화환원 처리하며 무해한 물질로 변환시켜주는 화학촉매들을 생산하고 있음
	LG화학	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기초유분에서 특수소재까지 석유화학 원재료를 국내외에 안정적으로 공급해 오고 있으며, 오랜 경험과 앞선 기술을 바탕으로 첨단, 고기능 제품을 개발하여 석유화학산업의 새로운 영역을 개척하고 있음. ■ 석유화학 분야에서 신물질 촉매를 이용한 프리미엄 폴리올레핀 개발을 통해 고부가가치 제품개발을 추진 중

제5장 수소화처리 촉매의 기술 동향 및 기술공급자 분석

1. 기술동향

기술적인 측면에서는 중질유의 탈황 시, 다량의 금속, 아스팔텐 등으로 인한 촉매의 피독으로 활성열화 등의 문제가 있어 촉매 수명이 최대의 연구 과제이다. 또한 탈황공정에서는 직접적인 탈황반응 외에 탈질, 탈산소, 탈금속 및 수소화포화반응이 함께 진행되기 때문에 탈금속성, 탈질소성, 분해성능이 부가 조합된 촉매가 요구되는 실정이다. 촉매 활성도를 높이기 위하여 담지범외에 grafting, coating, imprinting, deposition 등의 표면개질 방법을 이용하여 활성 성분의 분산도를 높인 고분산 촉매의 적용 및 연구도 활발히 진행 중이다. hydrocracking 및 hydrotreating 촉매가 고가인 이유로, 사용 후 촉매의 재생성에 초점을 맞추고 연구가 진행 중이다.

수소화처리 촉매 시장의 경우 Albemarle社, Shell/Criterion社, W.R. Grace/Chevron社가 세계시장의 약67% 점유율을 차지하고 있으며, 활성, 비활성, 수명 특성에 대해 노하우를 보유하고 있는 등 대응력 강도가 매우 높은 편이다.

CDTECH, Chevron Lummus Global LLC, Dupont, Haldor Topsoe, UOP, Axens 등과 같은 기업은 Hydrotreating, Hydrocarcking 분야에서 기술력을 확보하여 대응력을 갖추고 있다.

국내 업체의 경우 SK이노베이션이 알루미나담체 제조 및 함침 기술 보유하고 있으나 세공크기조절, 비활성화 반응기구 규명 등의 기술력에서는 상대적으로 해외 기업에 열세에 있다.

애경유화(주), (주)씨노텍 등은 정부출연기관과 협력하여 알루미나 담체 및 수소화처리 촉매 개발 과제를 수행한 사례가 있어, 향후 수소화처리촉매 시장이 활성화 될 경우 잠재적인 경쟁기업으로 진입할 가능성이 있다.

<표 5-1> 수소화처리 촉매 기술

Provider	Features
CDTECH	Hydrotreating, CDHydro & CDHDS
Chevron Lummus Global LLC	Hydrotreating, ISOTREATING
DuPont	Hydrotreating
Haldor Topsoe	Hydrotreating
UOP	Hydrotreating
Axens	Hydrotreating, diesel
GTC Technology	Hydrotreating, pyrolysis gasoline
UOP	Hydrotreating/ desulfurization
Chevron Lummus Global LLC	Hydrotreating- RDS/VRDS/UFR/OCR
Axens	Hydrotreating-resid
Axens	Hydrodearomatization, 2 stage HDS/HAD

Source: Colorado school of Mines

<표 5-2> Hydrocracking 기술

Provider	Features
Axens	Hydrocracking
Chevron Lummus Gloval LLC	Hydrocracking, Isocracking
DuPont	Hydrocracking
Haldor Topsoe	Hydrocracking
Shell Global Solutions	Hydrocracking
UOP	Hydrocracking
ExxonMobil	Hydrocracking, moderate pressure MPHC
Chevron Lummus Global LLC	Hydrocracking, resid
Axens	Hydrocracking, residue, H-Oil oc

Source: Colorado school of Mines

수소화처리촉매의 경우 촉매 표면상태 개발, 담지 금속의 종류 및 조성변화 기술, 비활성화 기술이 핵심 특허 기술이 될 수 있음. 미국 등 해외에서 다수의 수소화처리촉매 관련 특허가 출원되어 있으므로 이를 회피할 수 있는 고유 특허가 요구된다.

Albemarle社(미)는 “8족 금속 및 몰리브덴을 포함하는 벌크 수소화 공정 촉매,그의 제조 및 용도” 등 수소화 처리촉매 제조 및 공정에 대한 특허를 보유하고 있으며(2006년). Shell/Criterion社는 수소첨가 분해 촉매 관련 특허를 보유

하고 있다(2003년).

주식회사 포코는 “중형기공성 에어로젤 니켈-알루미나 촉매 및 그 제조방법과 상기 촉매를 이용한 메탄 제조방법” 특허를 보유하고 있으며(2010년), 대림산업(주)는 “아세틸렌 선택적 수소화 반응용 촉매 및 이의 제조방법” 특허를 보유하고 있다.

수소화처리촉매의 경우 해외기술의존도가 높고 공정 기술에 대한 라이선싱 비용을 지불하는 상황이다.

국내에서는 석유화학제품 생산용 공정 자체에 대한 특허를 보유하고 있지 못하므로 촉매 개발에 한계가 있는 것으로 지적되고 있다. 국내 석유화학 플랜트는 대부분 기술 라이선싱하여 가동 중이며, 설계 기술은 이전 받지 못하고 있으므로, 국내 독자 촉매 기술 뿐만 아니라 공정시스템에 대한 특허 개발이 시급히 요구된다.

2. 연구 동향

수소화처리 촉매와 관련하여 연구 동향을 살펴보기 위해 논문을 검색하였다. 논문제목에 hydrotreating, hydrorefining, hdrocracking이 들어간 논문을 검색한 결과 1,532건의 논문이 검색되었다. (web of science 사용)

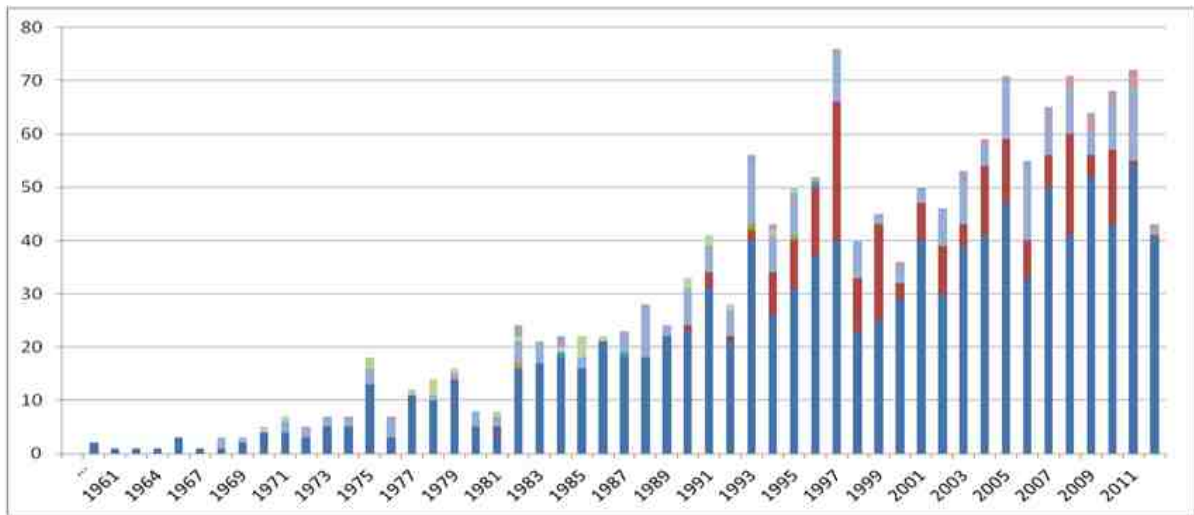
수소화처리 촉매 논문발표는 2000년도 초반 다소 주춤하였지만, 2000년대 후반들어 다소 증가하는 추세를 보였다.

<표 5-3> 수소화처리 촉매 논문 검색 조건 및 결과

검색조건	검색결과
#1 ti=(Hydrotreating*)	1 1,071
#2 ti=(Hydrorefining*)	280
#3 ti=hydrocracking*	2,325
#1,#2,#3 and ts=(catalyst)	1,532

Database =Sci-Expanded, SSCI, A&HCI, Timespan=All Years

<그림 5-1> 수소화 처리 촉매 논문 발간수 변화



자료 : web of science

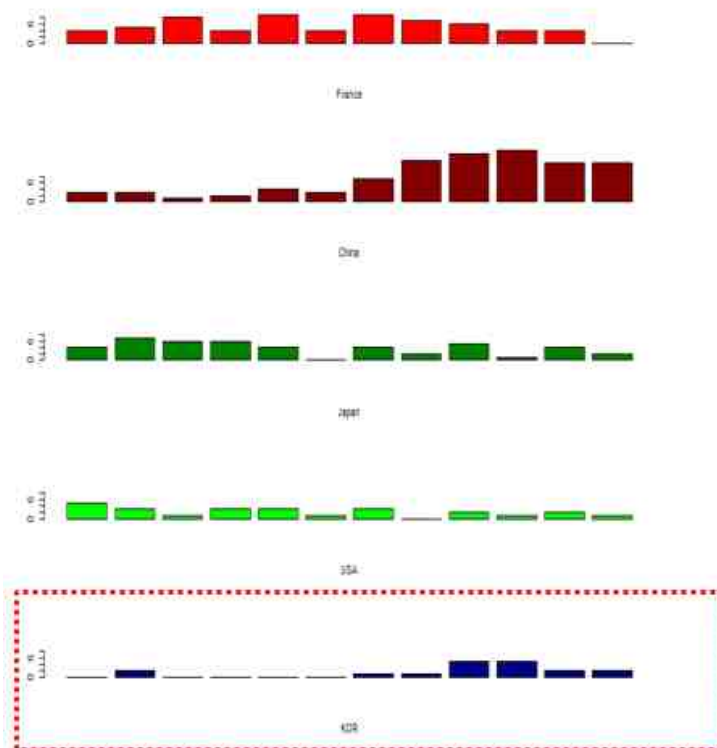
세계 연구자 동향을 살펴보았을 때 ANCHEYTA J가 40건의 논문발표로 전체 논문의 2.61%, KASZTELAN S, VRINAT가 각각 26건의 논문발표로 전체의 1.7%를 차지하는 등 미국과 유럽, 일본 전문가들이 전체연구를 주도하는 것으로 나타났다.

<표 5-2> 수소화처리 촉매 세계 주요 연구자 논문발표 건수 및 비중

Field: Authors	Record Count	% of 1532
ANCHEYTA J	40	2.61%
KASZTELAN S	26	1.70%
VRINAT M	26	1.70%
STANISLAUS A	24	1.57%
ADJAYE J	23	1.50%
SHIMADA H	23	1.50%
TOPSOE H	23	1.50%
DALAI AK	22	1.44%
BREYSSE M	20	1.31%
GEANTET C	20	1.31%
Field: Authors	Record Count	% of 1532

국가별 동향을 살펴보았을 때 프랑스와 일본에서 논문 발표가 활발히 진행되어 왔으며, 최근에는 중국에서의 논문 발표가 급격히 활발히 이루어지고 있는 추세이다. 한국에서도 최근 수소화처리 촉매 관련 논문발표가 이루어지고 있는 것으로 분석되었다.

<그림 5-2> 수소화처리 촉매 국가별 논문 발표 동향



3. 기술공급자 분석

수소화처리 촉매 분야는 석유화학공업에서 수소화반응에 사용하고 있는 수소화처리촉매는 오랜 경험과 노하우를 축적하고 있는 미국, 유럽 등의 소수 외국 업체들이 과점하고 있는 상황이다.

생산 제품의 신뢰도, 촉매 및 생산시스템의 브랜드 파워(인지도) 및 석유화학 등 장치산업과의 제휴관계가 시장점유의 관건으로, 거래선이 한번 확보되면 특별히 차별화된 요소를 갖지 않는 한 쉽게 거래선을 변경하지 않으며, 선도기업은 사업영역확장 및 신촉매시장 선점을 위한 활발한 M&A 또는 합작 개발을 진행중이다.

수소화처리 촉매와 관련한 핵심 기술은 다음과 같다.

〈표 5-4〉 수소처리 촉매 관련 핵심 기술

구분	종류	특징	비고
신촉매 기술경질유 탈황탈질 촉매제조 기술	유등중접촉개질촉매	감압경유 또는 중질유로부터 가솔린 및 경유를 제조 하는 공정	
	접촉개질촉매	탄화수소를 방향족화 및 이성화하여 저옥탄가의 납사로부터 고옥탄가의 가솔린을 제조하는 공정	
	수소화분해촉매	중질유분으로부터 등유나 경유등을 제조하는 공정	
	수첨탈황촉매	휘발유, 등유, 경유등 경질유 및 상압잔사유, 감압잔 사유, 감압경유등 중질유를 처리하여 황성분을 제거하는 공정	
	알킬화촉매	고옥탄가의 가솔린 원료를 얻기 위한 공정	
공정 개발	담체제조기술	담체원료정제, 비표면적/기공분포/기공부피 조절, 기계적 고강도 유지	
	촉매제조 및 특성평가 기술	활성성분 담지, 촉매성형, 특성평가기술	
	촉매성능 평가 기술	실험실 규모, Bench Scale 규모, Pilot Plant 규모 촉매평가 기술	
	공정설계기술, 예측 및 평가 기술	반응기설계, 반응기 모사, 공정제어, 공정최적화 기술	

수소화처리촉매는 정유공정에서 황과 질소, 이물질을 제거하는 역할과 함께 Heavy Feedstock을 light product로 개질하는 역할을 하는데, 이를 위한 수소화처리 공정 중 thiophene계 유기물들의 반응을 활성화하기 위한 촉매표면 개발, 탄소침적 및 금속의 침적에 대한 비활성화를 위해 탈금속성, 탈질소성, 분해성 등의 특성이 요구된다. 또한 촉매의 사용수명을 연장시키기 위한 담체의 세공부피조절, 촉매의 성형화 기술 확보가 관건이다. 이러한 기술적 한계를 극복하

기 위해서 지지체가 되는 알루미늄담체의 제조기술 및 촉매물질에 대한 배합조성 및 변화기술, 담지기술, 성형화 기술 등의 확보 필요하다. 이를 위해서는 정부출연기관 및 대학교와의 산학연계 네트워크를 구성하여, 기술이전 및 공동 R&D를 통한 핵심 경쟁력 확보가 주요관건이다.

국내에서 발간되는 논문, 연구보고서를 토대로 하여 도출된 국내 수소화처리 촉매 기술공급자는 아래표와 같다.

<표 5-5> 논문, 연구보고서로부터 도출된 수소화처리 촉매 기술공급자

Source	기술명	수행기관/저자 (발명자, 주연구자)	관련 분야
논문	수소화 반응용 니켈 폐촉매의 재생, 자원리사이클링학회지 v.13, 2004	동양대 / 전종기	
연구보고서	휘발성유기물 제거를 위한 환경촉매 설계기술 (2004)	한국과학기술원 / 임선기	
연구보고서	수소화 탈황 반응을 위한 활성탄 담지 신 촉매 개발에 관한 기초 연구	한국과학기술원 / 임선기, 문영환	
연구보고서	불포화 유기화합물의 수소화 반응용 니켈촉매의 제조 및 재생	동양대 / 전종기	
특허	유무기 하이브리드 나노세공체의 제조방법, 상기 방법에 의하여 수득되는 유무기 하이브리드 나노 세공체 및 이의 흡착제로서의 용도 (10-2009-0041276), 2009	한국화학연구원 / 황영규, 장종산	
특허	수소화처리 촉매 및 이를 제조하는 방법 (10-2012-7002005), 2010	Chevron USA, Inc / 비-젠 잔, 테오도루스 메센	
특허	수소화 탈락스 공정을 위한 촉매 및 이의 제조 방법(10-2010-0034451), 2010	SK이노베이션 / 김태진, 이승우	
특허	개선된 수소화처리 방법 (10-2009-0084620), 2009	Haldor Topse A/S / 김 그린 크누드센	
특허	수소화처리 촉매, 그 제조 및 사용 방법 (10-2009-7015459), 2009	TOTAL RAFFINAGE MARKETING / Brun Claude, Thierry Cholley,	
특허	카르보닐 및 질소를 포함하는 유기 화합물을 조합하는 수소화 처리 촉매의 황화 방법 (10-2000-0017830), 2000	Albermarle / B. V. Sonja Eijlsbouts, Marceladriaan Jansen	
특허	수소화 처리용 촉매 및 수소화 처리 방법(10-1989-0014162), 1989	BASF catalyst LLC. / 유진네버쉬, 로버트에이플러도	

국내에서 출원된 특허를 토대로 하여 도출된 국내 수소화처리 촉매 기술공급자는 아래표와 같다.

<표 5-6> 특허로부터 도출된 수소화처리 촉매 기술공급자 I

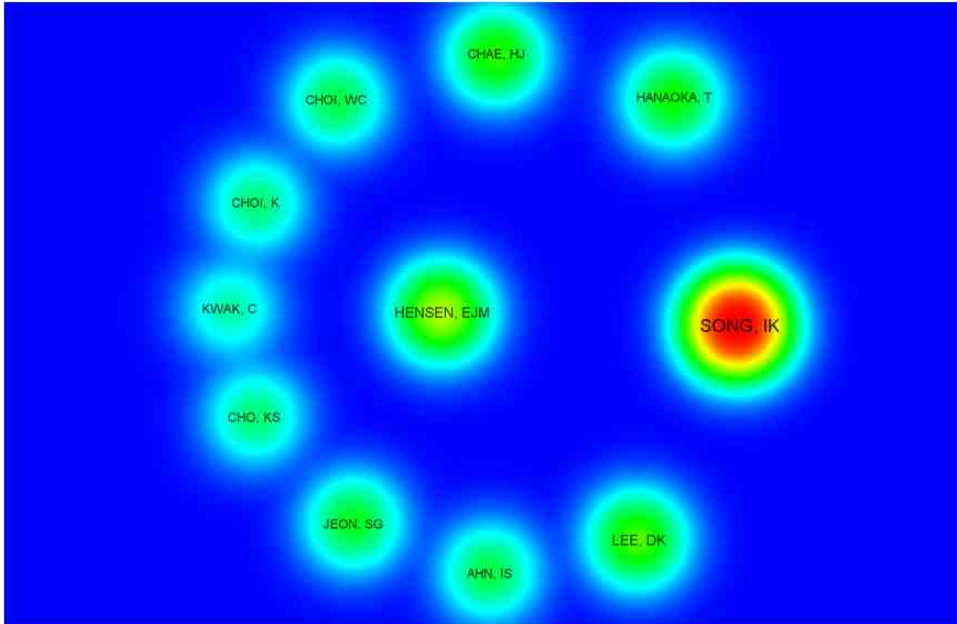
기술명	수행기관/ 저자 (발명자, 주연구자)	Key person
수소화 반응용 니켈 패촉매의 재생 불포화 유기화합물의 수소화 반응용 니켈촉매의 제조 및 재생 촉매 접촉 분해법을 활용한 바이오 오일 개질 연구 Pd/HZSM-5 촉매에서의 일산화탄소 수소화반응 및 Cu-SAPO 혼성촉매에서의 이산화탄소수소화반응 연구	공주대학교 화학공학부 / 전종기	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 전종기 교수 기술협력담당:
휘발성유기물 제거를 위한 환경촉매 설계기술	한국과학기술원 / 임선기	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 임선기 교수 기술협력담당:
수소화 탈황 반응을 위한 활성탄 담지 신 촉매 개발에 관한 기초 연구	한국과학기술원 / 임선기, 문영환	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 임선기 교수 기술협력담당:
유무기 하이브리드 나노세공체의 제조방법, 상기 방법 에 의하여 수득되는 유무기 하이브리드 나노 세공체 및 이의 흡착제로서의 용도	한국화학연구원 / 황영규, 장종산	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 황영규 박사 기술협력담당:
공정설계, 효율 예측 및 평가 기술	삼성중공업 / 고민수 (공정설계)	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 고민수 박사 기술협력담당:
	한양대 / 김우승 (열물질전달 수치해석)	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 김우승 교수 기술협력담당: 산학협력단
	자동차부품연구원 / 정수진 (CFD 효율예측)	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 정수진 박사 기술협력담당:
촉매성능 평가 기술	한국에너지연구원 / 김종남	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 김종남 박사 기술협력담당:
수소화 탈황 공정을 위한 촉매 및 이의 제조 방법 패촉매로부터의 니켈 추출 및 이를 이용한 유지경화용 수소화 촉매의 제조·석유, 석유화학 및 정밀화학 분야 의 새로운 촉매 개발	SK이노베이션 / 김태진, 이승우	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 김태진 기술협력담당:
수소화처리 촉매 및 이를 제조하는 방법	Chevron USA, Inc / 비-첸 잔, 테오도루스 메센	
개선된 수소화처리 방법	Haldor Topse A/S / 킴 그린 크누드센	
수소화처리 촉매, 그 제조 및 사용 방법	TOTAL RAFFINAGE MARKETING / Brun Claude, Thierry Cholley,	

<표 5-7> 특허로부터 도출된 수소화처리 촉매 기술공급자 II

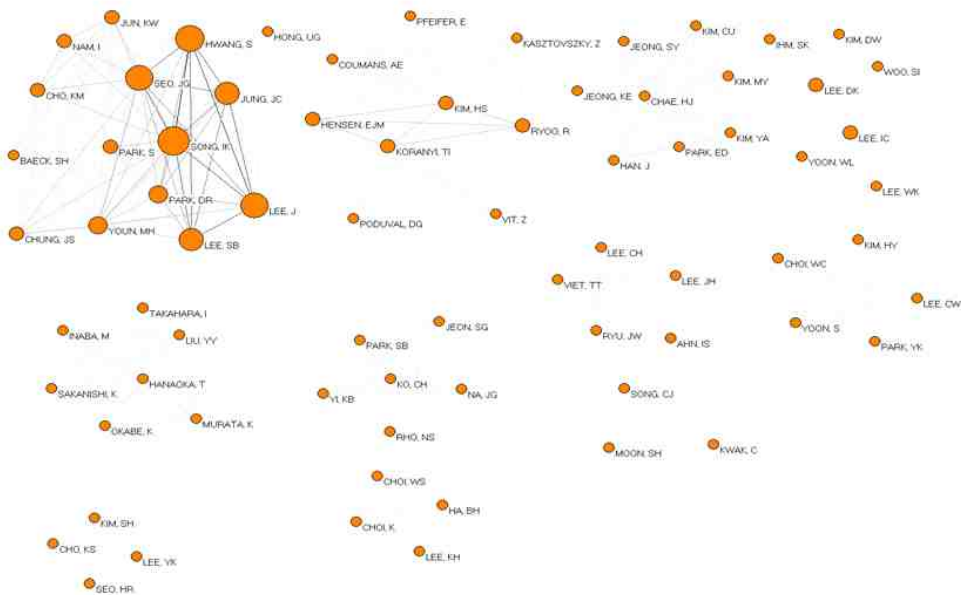
기술명	수행기관/ 저자 (발명자, 주연구자)	Key person
카르보닐 및 질소를 포함하는 유기 화합물을 조합하는 수소화 처리 촉매의 활화 방법	Albermarle / B. V. Sonja Eijsbouts, Marceladriaan Jansen	
수소화 처리용 촉매 및 수소화 처리 방법	BASF catalyst LLC. / 유진네버워, 로버트에이플러도	
원유의 수소화 분해용 촉매 및 이를 이용한 수소화 분 해 방법 천연가스로부터 정정 합성유 제조기술 개발	한국화학연구원 그린화학공정연구본부/이철위 책임	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 이철위 책임 기술협력담당:
온건한 수소화 분해반응을 위한 중형 기공성 팔라듐-알 루미나 촉매, 그 제조방법 및 이를 이용한 하이브리드 피셔-트롭시 합성법에 의한 중간 증류액의 제조 방법 바이오매스 유래 모노머 화합물 제조용 촉매 및 정제기 술 개발	한국화학연구원 그린화학촉매연구센터/전기원 책임	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 전기원 책임 기술협력담당:
메조포러스 분자체에 담지된 Pt/Pd 촉매상에서 납사분 해 잔사유의 방향족 화합물 수소화 특성	한국화학연구원 응용화학연구부/최종화 책임	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 최종화 책임 기술협력담당:
Cu/ZnO/Cr2O3/Al2O3 촉매를 이용한 이산화탄소의 수 소화 연구	충주대학교신소재공학과 ((前) 한국에너지기술연구원 수소에너 지연구센터 책임)/심규성 초빙교수	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 심규성 초빙교수 기술협력담당:
Sulfided CoMo/Al2O3 촉매상에서 SO2의 선택적 수소 화 반응에 대한 상승효과 연구·촉매공학	포항공과대학교 화학공학과/정종식	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술보유자: 정종식 교수 기술협력담당:

Web of Science 논문 분석결과를 토대로 국내 주요연구자의 네트워크 분석을 한 결과는 다음과 같다.

<그림 5-2> 수소화처리 촉매 국내연구자 네트워크 분석 1 : Web of Science

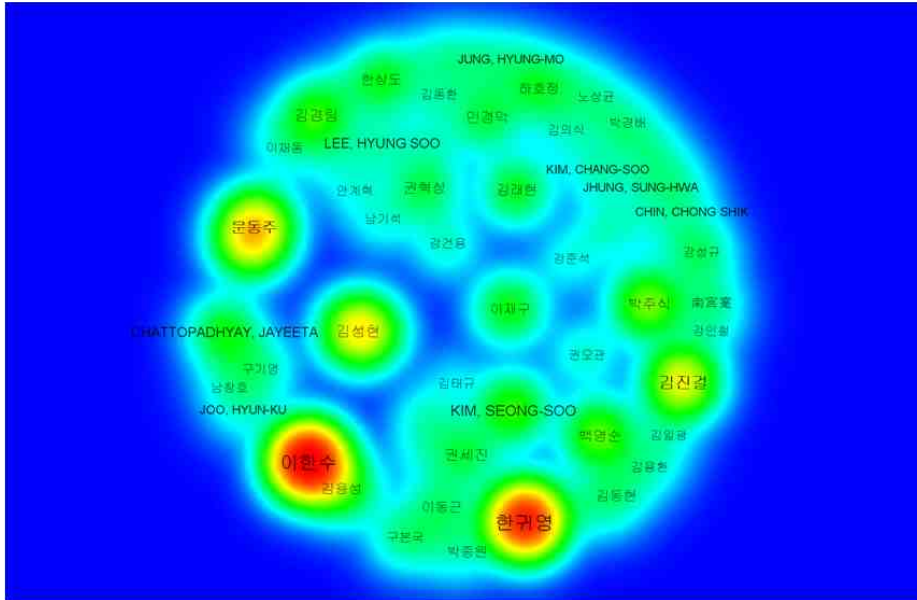


<그림 5-3> 수소화처리 촉매 국내연구자 네트워크 분석 2



국내에서 출간된 다양한 저널을 토대로 하여 수소화처리 촉매 연구자 맵을 분석한 결과와 주요 학술문헌 발표 소스는 다음과 같다.

<그림 5-4> 수소화처리 촉매 국내연구자 맵(2000년 이후 출판된 국내저널 중심)



<표 5-8> 수소화처리 촉매 국내 주요 학술문헌 발표 소스

SO2	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	총합계
Particle and aerosol research				1				1
공업화학	1			1				2
대한금속·재료학회지	1							1
대한화학회지	1			1				2
산업과학기술논문집						1		1
석유물질			1					1
센서학회지	1							1
신재생에너지	1			1				2
에너지공학					1	1		2
조명전기설비학회논문지							1	1
정정기술							1	1
한국가스학회지			1				1	4
한국생서학회종합학술대회논문집	1						1	1
한국수소 및 신에너지학회 논문집	3	1	4	4	5	2	2	21
한국신재생에너지학회 2006년도 추계학술대회	2							2
한국신재생에너지학회 2006년도 춘계학술대회	1							1
한국신재생에너지학회 2007년도 추계학술대회 논문집			2					2
한국신재생에너지학회 2007년도 춘계학술대회			3					3
한국신재생에너지학회 2008년도 춘계학술대회 논문집				1				1
한국신재생에너지학회 2009년도 춘계학술대회 논문집					3			3
한국에너지공학회 2006년도 에너지·가스 기후변화학회 연합추계학술대회 및 특별심포지움	2							2
한국에너지공학회 2007년도 추계학술 발표회			1					1
한국에너지공학회 2008년도 춘계학술 발표회				1				1
한국에너지공학회 2010년도 춘계학술 발표회						1		1
한국연소학회 2006년도 제33회 KOSCO SYMPOSIUM 논문집	1							1
한국연소학회 2007년도 제34회 KOSCO SYMPOSIUM 논문집		1						1
한국유화학회지					1			1
한국자동차공학회논문집				1	1			2
한국재료학회 2009년도 춘계학술발표대회					1			1
한국재료학회지							1	1
화학공학	2		2			1		5
총합계	17	10	13	12	9	5	4	70

자료 : 2006년 이후 국내출판 저널 문헌 중심

국내에서 출간된 다양한 저널을 토대로 하여 수소화처리 촉매 연구기관 및 연구자 맵 및 네트워크 분석 결과, 최근 활발히 연구를 진행하고 있는 연구기관 및 연구자로는 출연연에서는 화학연구원의 정순용 박사, 대학에서는 경상대학교 세라믹스 환경소재실험실, 단국대 화학공학과 이용걸 교수, KASIT 생명화학공학과 최민기 교수가 도출되었으며, 기업에서는 SK 이노베이션의 김철중 박사가 도출되었다.

각 연구자별로의 주요 논문, 특허, 과제 발표 실적은 아래 표와 같다.

<그림 5-5> 네트워크 분석을 통한 수소화처리 촉매 국내 주요 기관 및 연구자



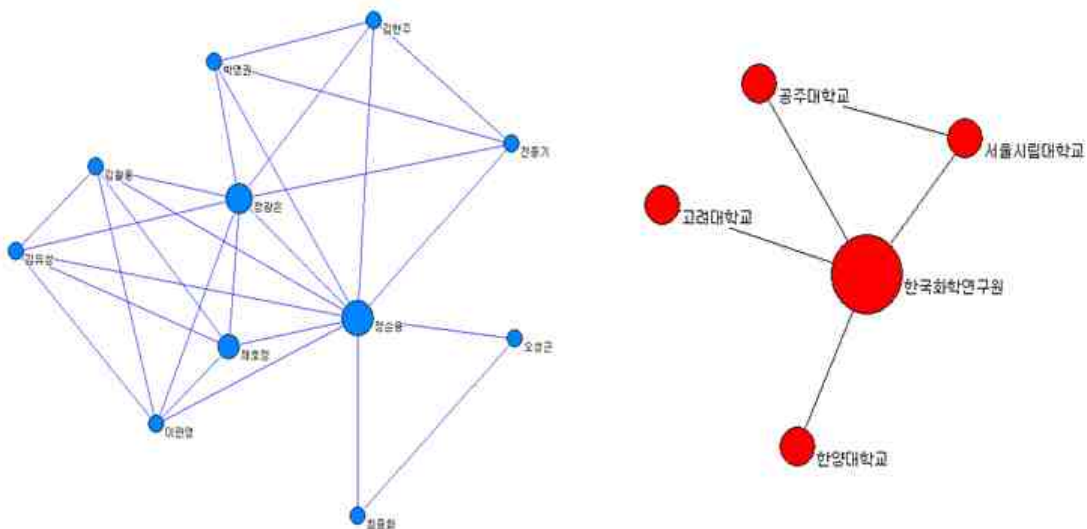
<표 5-9> 단국대학교 이용걸 교수 발표 문헌

구분	기술명(과제명, 논문명, 사업명)
논문	A New Synthesis of Highly Active Ni2P/Al2O3 Catalyst by Liquid Phase Phosphidation for Deep Hydrodesulfurization / Catalysis Communications, accepted for publication
	XAFS Studies on Highly Dispersed Ni2P/SiO2 Catalysts for Hydrodesulfurization of 4,6-Dimethylidibenzothiophene / Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A, 621 (2010) 690.
	Nickel Phosphide Catalysts Supported on SBA-15 for the Hydrodesulfurization of 4,6-DMDBT / Journal of the Japan Petroleum Institute, 53 (2010) 173.
	Effects of Phosphorus Precursor on Structure and Activity of Ni2P/SiO2 Hydrotreating Catalysts: EXAFS Studies / Journal of the Korean Physical Society, 56 (2010) 2083.
	Hydrogen production from ethanol over Co/ZnO catalyst in a multi-layered reformer / International Journal of Hydrogen Energy, 35 (2010) 1147
	The active site of nickel phosphide catalysts for the hydrodesulfurization of 4,6-DMDBT / J. Catal., 258 (2008) 393
	Active Phase of a Nickel Phosphide (Ni2P) Catalyst Supported on KUSY Zeolite for the Hydrodesulfurization of 4,6-DMDBT / Appl. Catal. A, 322(2007)191
특허	나노금속인화를 담지촉매의 제조방법 (출원번호 10-2010-0061758)
과제	[2011~2012] 초중질유 경질화를 위한 촉매공정 기반기술 개발 (SK이노베이션 위탁 연구개발 과제)
	[2012~2013] LCO유분의 선택적 산화탈황공정 촉매 개발 (S-oil 위탁 연구개발 과제)
	[2010~2011] 초중질유 경질화를 위한 나노분산 촉매기술 개발 (SK에너지 위탁 연구개발 과제)
	[2010~2015] 이산화탄소를 활용한 나프탈렌 고부가화 촉매공정 기술개발 (산업원전기술개발사업)
	[2008~2010] 초고심도 탈황공정을 위한 Metal Phosphide 촉매 개발 (한국연구재단)
	[2008~2011] 이중 기능성 산촉매를 이용한 중질유의 심도탈황 연구 (한국에너지기술평가원)

<표 5-9> 한국화학연구원 정순용 박사(석유대체촉매기술연구그룹) 발표 문헌

주요 논문	Synthesis of AlPO ₄ -5 and CrAPO-5 using aluminum dross / J. OF HAZARDOUS MATERIALS, 2009
	Hydrogen Production via the Aqueous Phase Reforming of Ethylene Glycol over Platinum-supported Ordered Mesoporous Carbon Catalysts: Effect of Structure and Framework-configuration / International Journal Of Hydrogen Energy, 2012)
	Effect of Al content on hydrocracking of n-paraffin over Pt/SiO ₂ -Al ₂ O ₃ / CATALYSIS COMMUNICATIONS, 2012
	Hydrogen production through the aqueous phase reforming of ethylene glycol over supported Pt-based bimetallic catalysts / International Journal of Hydrogen Energy, 2012
	Selective hydroisomerization of n-dodecane over platinum supported on zeolites / RES. ON CHEMICAL INTERMEDIATES, 2011
	Catalytic Production of Hydrogen through Aqueous Phase Reforming over Platinum/Ordered Mesoporous Carbon Catalysts / GREEN CHEMISTRY, 2011
	Catalytic decomposition of dibenzothiophene sulfones over layered double hydroxide catalysts / Journal Of Industrial And Engineering Chemistry, 2010
	Hydrodynamic characteristics of cold-bed circulating fluidized beds / KOREAN JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING, 2010
특허	고강도를 갖는 SAPO-34 미소구형 촉매, 그의 제조방법 및 이를 이용한 경질올레핀의 제조방법 (등록번호 1193973)
	고분자-실리카 복합체를 사용 한 선택산화탈황용 촉매 및 그의 제조방법 (등록번호 1170945)
	킬레이트된 전이 금속을 이용한 선택산화탈황용 촉매의 제조 방법 (등록번호 1159303)
	피셔-트롭쉬 합성반응에 사용되는 철계 촉매의 제조방법 및 이를 이용한 액체탄화수소의 제조방법 (등록번호 1087165)
	디벤조티오펜설펜의 이산화황 제거용 촉매 및 이를 이용한 비페닐의 제조방법 (등록번호 1068994)
	몰리브덴음이 함유된 선택산화탈황용 촉매 (등록번호 0963646)
	원유의 수산화 분해용 촉매 및 이를 이용한 수산화 분해 방법 (등록번호 0931036)
	선택산화탈황용 촉매 및 그의 제조 방법 (0915025)
과제	[2002~2004] 경질유 탈방향족 촉매의 담체 개선 및 촉매 상용화 연구 (에너지관리공단)
	[2009~2011] 선택산화에 의한 친환경 정정 수송유 제조 기술 개발 (에너지기술평가원)
	[2009~2011] 고분자, 고안정성 선택산화탈황 촉매공정 상용화 기술 개발 II (에너지기술평가원)

<표 5-9> 한국화학연구원 정순용 박사 연구네트워크 분석(국내 문헌 기초)



<표 5-9> KAIST 최민기 교수(에너지녹색촉매연구실) 발표 문헌

논문	Mesoporous Carbons with KOH Activated Framework and Their Hydrogen Adsorption / J. Mater. Chem. 17, 4204 (2007).
	Mesoporous polymer-silica catalysts for selective hydroxylation of phenol / Green Chem. 8,144 (2006).
	Effect of mesoporosity against the deactivation of MFI zeolite catalyst during the methanol-to-hydrocarbon conversion process / Journal of Catalysis, 269, 219 (2010).
	Acidity and Catalytic of Mesoporous ZSM-5 in Comparison with Zeolite ZSM-5, Al-MCM-41 and Silica-Alumina / Catal. Today., 132, 38 (2008).
	Spatial distribution, strength, and dealumination behavior of acid sites in nanocrystalline MFI zeolites and their catalytic consequences / Journal of Catalysis, 288, 115 (2012).
특허	-
과제	[2011~2016] 에너지 및 고부가가치 화학물질 생산을 위한 친환경 고성능 나노촉매의 개발 (한국연구재단)

제6장 수소화처리 촉매 사업화 전략

촉매는 용도 및 사용환경에 따라 담체와 촉매제의 개발 범위가 변경되며 그에 따라 투자 규모도 가변적이다. 수소화처리촉매 사업화 소요자금은 최소 약 100억원 정도로 예상된다. 자동차 촉매 기준으로 자동차 촉매 기준 약 480억원 필요하나, (촉매설비 약 30 억원, 엔진실험설비 약 400 억원, 분석장비: 약 50 억원) 정유설비의 경우는 엔진실험설비 등이 필요 없지만 공정에 적합한 실험 환경 설비가 필요하므로 약 100억원 정도가 소요될 것으로 예상된다.(① 촉매설비: 약 30 억원, ② 분석장비: 약 50 억원, ③ 공정실험설비: 약 20 억원) 추후 제조설비의 증설은 생산 촉매의 종류에 따라 적절한 대응 필요할 것이다.

수소화처리 촉매의 수요처는 대부분 석유정제업체, 석유화학제조업체이므로, 이에 대한 신규 마케팅 전략을 수립해야 할 것이다.

수소화처리 촉매 개발을 위해서는 알루미나 담체 제조 기술 뿐만 아니라, 다양한 특성의 Feed 조성에 대응하기 위한 신속한 신촉매 개발과 더불어 수소화처리촉매의 활성화, 비활성화 및 장시간의 수명유지를 위한 요소기술이 요구되는 만큼 전문성 확보 및 이를 기술화하고 차별화 할 수 있는 역량 확보 또한 필요할 것으로 판단된다.

수소화처리촉매 관련 소재는 지지체인 알루미나 담체와 지지체에 담지하는 Mo, W, Co, Ni, Cu 등의 촉매 물질이 있음.촉매물질의 경우 국내확보가 가능하나 촉매 활성화, 비활성화, 수명과 관련된 제조기술은 중소기업 자체 개발을 통해 핵심 경쟁력을 확보하기 어려우므로 전문기관으로부터 정보 및 기술지원이 필요할 것으로 판단된다.

해외 선도기업이 시장을 과점하고 있는 수소화처리 촉매 시장에서 국내 기업이 성공하기 위해서는 고효성, 장수명 촉매 기술을 개발하고, 강력한 지적재산권 확보를 통해 해외 기술 대체 전략이 필요하다.

아래에서는 수소화처리 촉매 시장에서 성공하기 위한 사업화 전략을 제시하였다.

고활성 장수명 촉매 개발

수소화처리 촉매는 중질유의 탈황 시, 다량의 금속, 아스팔텐 등으로 인한 촉매의 피독으로 활성열화 등의 문제가 있어 촉매 수명 연장 기술이 절대적으로 요구되고 있다. 또한, 탈황공정에서는 직접적인 탈황반응 외에 탈질, 탈산소, 탈금속 및 수소화포화반응이 함께 진행되기 때문에 탈금속성, 탈질소성, 분해성능이 부가 조합된 촉매가 요구된다. 촉매 활성도를 높이기 위하여 담지법 외에 그래프팅(grafting), 코팅(coating), 임프린팅(imprinting), 부착(deposition) 등의 표면개질 방법을 이용하여 활성 성분의 분산도를 높인 고분산 촉매의 개발이 진행되고 있으며, 수소화 분해(hydrocracking) 및 수소화 탈황(hydrotreating) 촉매가 고가인 이유로, 사용 후 촉매의 재생성에 초점을 맞춘 연구도 진행 중이다. 이에 따라 성공적인 시장진입을 위해서는 제조공정상에서 요구되는 촉매재료의 구성비율, 활성성분의 담지방법, 소성 및 하소 방법에 대한 기술력 확보가 선결과제이며, 저온에서도 활성이 우수하며, 내구성(고온안정성, 황에 대한 황 피독성)이 우수한 촉매 개발도 진행되고 있다.

따라서, 고효성 장수명 촉매 개발은 수소화처리 촉매 사업화에 있어 핵심적인 선결과제라 할 수 있다.

CTL, GTL, BTL 분야 지적재산권 확보

수소화처리촉매 관련 응용분야에 대한 산업재산권 확보가 필요하다. 특히, 차후 도입이 예상되는 CTL(coal to liquid), GTL(gas to liquid), BTL(biomass to liquid) 공정에 대해서 많은 산업지적재산권을 확보함으로써 기존 해외 기술을 대체하는 전략이 요구된다. 특히, CTL, GTL, BTL 공정 관련 핵심 특허 보유를 통해 해외 기술보유사와 좀 더 유리한 조건에서 협상하여 막대한 기술료 손실을 방지하기 위한 전략이 요구되어진다.

산학연 네트워크 구축을 통한 핵심기술 확보

수소화처리 촉매 시장진입을 위해서는 제조공정상에서 요구되는 촉매재료의 구성비율, 활성 성분의 담지 방법, 소성 및 하소 방법에 대한 기술력 확보가 선결과제이다. 저온에서도 활성이 우수한 촉매 개발 요구되며, 내구성(고온 안정성, 황에 대한 피독성)이 우수한 촉매 개발 요구된다.

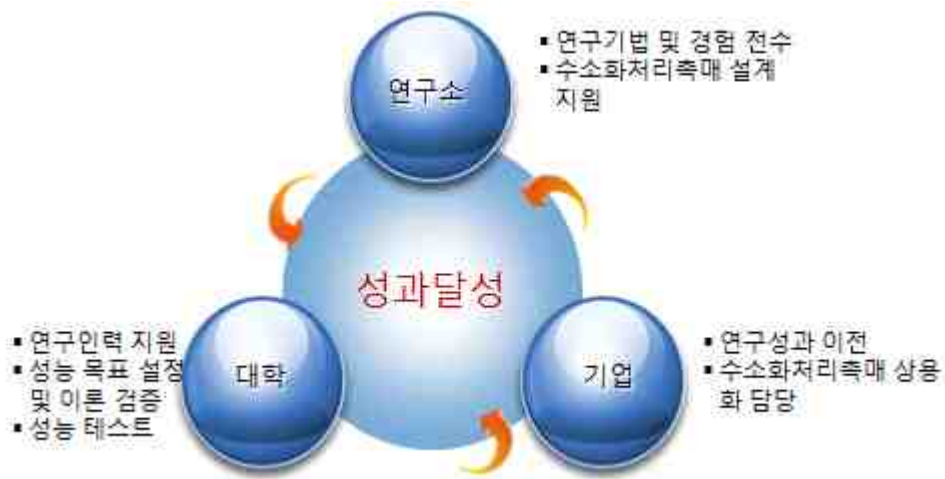
알루미나 담체 제조기술, 촉매물질 담지 기술 및 성형기술 확보 및 수명 확보 등을 위해 대학 및 연구소와의 네트워크 구축 및 국내 공공연구개발 인프라 활용을 통한 연구개발이 필요하다.

현재 한국화학연구원 등의 KAIST, 포항공대, 공주대 등의 대학 및 SK이노베이션 등의 기업체에서 알루미나 담체 및 수소화처리 촉매와 관련하여 기술개발을 진행 중이다.

<표 7-1> 수소화처리 촉매 국내 주요 연구자 및 연구 분야

소속	성명	주요 연구분야
한국화학연구원 그린화학공정연구본부	이철위 책임	<ul style="list-style-type: none"> 원유의 수소화 분해용 촉매 및 이를 이용한 수소화 분해 방법 천연가스로부터 정정 합성유 제조기술 개발
한국화학연구원 그린화학촉매연구센터	전기원 책임	<ul style="list-style-type: none"> 온건한 수소화 분해반응을 위한 중형 기공성 팔라듐-알루미나 촉매, 그 제조방법 및 이를 이용한 하이브리드 피셔-트롭시 합성법에 의한 중간 증류액의 제조 방법 바이오매스 유래 모노머 화합물 제조용 촉매 및 정제기술 개발
한국화학연구원 응용화학연구부	최종화 책임	<ul style="list-style-type: none"> 매조포러스 분자체에 담지된 Pt/Pd 촉매상에서 납사분해 잔사유의 방향족 화합물 수소화 특성
KAIST 생명화학공학과 환경촉매연구실	임선기 교수	<ul style="list-style-type: none"> 수소화 탈황 반응을 위한 활성탄 담지 신 촉매 개발에 관한 기초 연구
SK 이노베이션	김태진 수석	<ul style="list-style-type: none"> 폐촉매로부터의 니켈 추출 및 이를 이용한 유지경화용 수소화 촉매의 제조·석유·석유화학 및 정밀화학 분야의 새로운 촉매 개발
충주대학교신소재공학과 (前) 한국에너지기술연구원 수소 에너지연구센터 책임	심규성 초빙교수	<ul style="list-style-type: none"> Cu/ZnO/Cr2O3/Al2O3 촉매를 이용한 이산화탄소의 수소화 연구
공주대학교 화학공학부	전종기 교수	<ul style="list-style-type: none"> 촉매 접촉 분해법을 활용한 바이오 오일 개질 연구 Pd/HZSM-5 촉매에서의 일산화탄소 수소화반응 및 Cu-SAPO 혼성촉매에서의 이산화탄소 수소화반응 연구
포항공과대학교 화학공학과	정종식 교수	<ul style="list-style-type: none"> Sulfided CoMo/Al2O3 촉매상에서 SO2의 선택적 수소화 반응에 대한 상승효과 연구·촉매공학

<그림 7-1> 산학연과의 연계를 통한 기술성과 달성 방안



라이선싱 및 M&A를 통한 핵심기술 확보와 조기시장 진입

핵심기술 확보와 정유회사와 협력관계를 통한 조기 시장 선점 전략 필요하다, 즉 라이선싱 또는 M&A를 통한 핵심기술 확보가 요구된다.

수소화처리촉매 분야는 아직 선도기업에 대한 기술 의존도가 높고, 국내 보유 기술 비중이 상대적으로 낮은 상황이므로 라이선싱 또는 기술확보 기업과의 M&A를 통한 핵심기술 확보를 통해 시장 선점이 필요하다.

정유회사와의 협력관계 필수

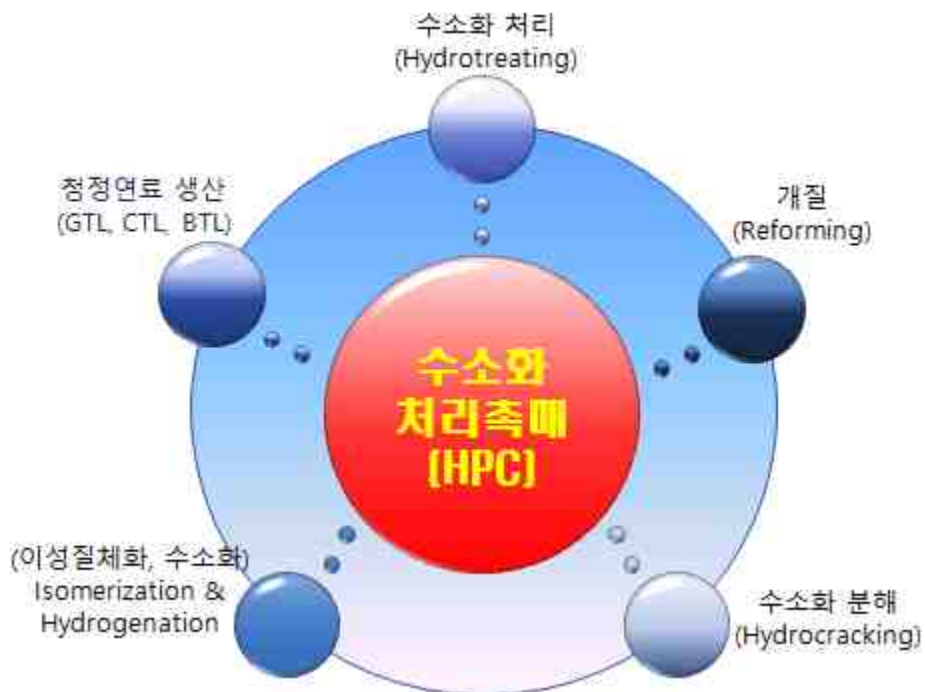
Main Customer가 될 수 있는 정유회사에 대한 Pre-marketing 작업이 요구되며, 수요처와의 공동 연구를 통한 기술개발도 필요하다.

다양한 정유공정의 시스템에서 화학반응 시간을 단축시키고, 경제성을 높이기 위한 촉매 기술이 필요하다. 이를 위해서는, 높은 신뢰성과 동시에 기존 공정과 호환이 가능한 촉매시스템의 제작, 납품이 가능해야 하며, 이를 위해서는 정유회사와의 협력관계가 필수적이다.

포트폴리오 확장

효과적인 포트폴리오 구성으로 수익성을 확대하고, 최근 부상하고 있는 중국, 인도, 동남아, 동유럽 등의 emerging 시장 진출 전략 필요하다.

<그림 7-2> 수소화 처리 촉매 포트폴리오



Emerging 시장 진출 전략 수립

중국, 동남아시아, 인도, 동유럽, 중동 및 라틴 아메리카 등의 시장 성장 가능성 높다. 따라서, 따라서 중국, 동남아 지역 판매 및 생산에 초점을 맞출 필요가 있다.

독자 신축매 및 생산 시스템 개발

수입 원유는 중질화 및 고유황화하는 추세임에 반해 수요되는 석유의 품질은 점점 경질화 및 고급화하는 경향이며 한편 환경규제기준이 강화되고 있으므로 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 석유정제 촉매개발이 필요하다. 국내 기업의 선진외국사에 대한 촉매기술 종속을 벗어나기 위해서는 고품질 촉매제 및 담체 생산기술의 시급한 확보가 필수 불가결하다.

이를 위해서는 독자 신축매 개발 및 생산시스템 개발이 선행되어야 한다.

- ① 신축매 개발 - 중질유의 경질화 및 고품질경유를 제조하기 위한 촉매개발 및 세계 환경규제기준에 대비하기 위한 탈황 촉매를 개발하는 기술
- ② 생산시스템 개발 - 개발된 신축매를 현장의 실제 공정에 적용하기 위해서 담체제조기술, 촉매제조 및 특성평가 기술, 촉매 성능평가기술, 공정시스템 각 구성요소의 성능평가기술

촉매제조사, 정유사 및 화공플랜트 엔지니어링 업체와의 협력 관계 필수

대부분의 국내 정유사들은 석유정제용 촉매를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 촉매 제조사, 정유사 및 화공플랜트 엔지니어링 업체와의 공동 연구를 통한 고품질 촉매 및 생산시스템 개발이 필요하며, 다양한 외부 환경조건 및 처리 조건에 적합한 촉매제, 생산시스템 그리고 이에 대한 신뢰성 있는 평가시스템 확보가 중요하다 할 수 있다. 이를 위해서는 촉매 제조사, 정유사 및 화공 플랜트 엔지니어링 업체와의 협력관계 형성이 필수적이다.

결 론

수소화처리 촉매는 정유공정에서 황과 다른 이물질을 제거하기 위해 주로 사용된다. 최근 세계 각국에서 초저유황 디젤에 대한 더욱 엄격한 기준을 제시하고 있으며 범 세계적인 친환경 정책 등이 수소화처리 촉매제에 대한 수요를 급증시킬 것으로 예상되고 있다.

WinterGreen Research에서 수행한 최근 연구 결과에 따르면 정제 촉매 시장이 2011년 약 32억불에서 2018년에는 약 43억불로 성장할 예정이다. 시장에 공급되는 원유의 특성이 점점 더 다량의 황을 포함한 산성화됨에 따라 수소 처리 촉매들은 석유 정제 시장에서 최고의 성장을 지속적으로 유지할 것으로 예상되고 있다. 브라질, 중국, 인도, 러시아에서는 저유황 연료들의 도입을 통해서 대기 품질을 향상시키려는 노력을 하고 있다. 자동차 수요의 세계적 급증과 더불어 휘발유와 경유 수요도 급증하고 있어 보다 청정한 연료들을 제조하기 위한 수소공정 촉매들이 정제 촉매들에서 가장 빠르게 성장하고 있다. 수소공정 촉매들보다 성숙된 유동층 촉매 분해용 촉매들에 대한 수요는 낮으며 수소공정 촉매들은 정제 촉매 시장에서 FCC 촉매들을 앞질러 가장 큰 시장을 형성하고 있다. 기술적인 측면에서는 중질유의 탈황 시, 다량의 금속, 아스팔텐 등으로 인한 촉매의 피독으로 활성열화 등의 문제가 있어 촉매 수명이 최대의 연구 과제이다. 또한 탈황공정에서는 직접적인 탈황반응 외에 탈질, 탈산소, 탈금속 및 수소화포화반응이 함께 진행되기 때문에 탈금속성, 탈질소성, 분해성능이 부가 조합된 촉매가 요구되는 실정이다. 촉매 활성도를 높이기 위하여 담지법외에 grafting, coating, imprinting, deposition 등의 표면개질 방법을 이용하여 활성 성분의 분산도를 높인 고분산 촉매의 적용 및 연구도 활발히 진행 중이다. hydrocracking 및 hydrotreating 촉매가 고가인 이유로, 사용 후 촉매의 재생성에 초점을 맞추고 연구가 진행 중이다.

국내 대부분의 국내 정유사들은 석유정제용 촉매를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 수입 원유는 중질화 및 고유황화하는 추세임에 반해 수요되는 석유의 품질은 점점 경질화 및 고급화하는 경향이다. 세계적인 환경규제의 강화는 피할 수 없는 추세이며 국내 기업의 선진외국사에 대한 촉매기술 종속을 벗어나기 위해서는 고품질 촉매제 및 담체 생산기술의 시급한 확보가 필수 불가결 할

것으로 사료된다.

세계 수소화처리촉매 시장은 2010년 15억 달러에서 연평균 약 4.8% 씩 성장하여 2018년 22억 달러 규모에 이를 전망이다. 각국의 엄격한 환경규제에 따른 초저유황 디젤 수요 증가와 원유의 산성화로 인한 황 함유량증대에 따라 수소화처리촉매의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 또한, 자동차 수요의 세계적 증가과 더불어 휘발유와 경유 수요도 증가하고 있어 보다 청정한 연료들을 제조하기 위한 수소공정 촉매들이 정제 촉매들에서 가장 빠르게 성장하고 있다.

세계 시장은 Albemarle社, Criterion社, WR Grace社, Haldor Topsoe社, ART, Axens 그리고 UOP 등 몇몇 major사에 의해 주도되고 있다. 국내 일부 정유사들이 탈황, 중질유분해, 탈방향족 촉매 등에 관한 연구를 수행하고 있으나 정제용 신촉매 개발에는 투자가 전반적으로 미흡하고 아직 독자 기술을 확보하고 있지 못하여 수소화처리 공정에 대한 기술료를 지불하고 있는 실정이다.

해외 선도기업이 시장을 과점하고 있는 수소화처리 촉매 시장에서 국내 기업이 성공하기 위해서는 고효성, 장수명 촉매 기술을 개발하고, 강력한 지적재산권 확보를 통해 해외 기술 대체 전략이 필요하다.

이를 위해서는 산학연 네트워크 구축을 통한 핵심기술 확보, 라이선싱 및 M&A를 통한 핵심기술 확보와 조기시장 진입이 필요하며, 특히 촉매제조사, 정유사 및 화공플랜트 엔지니어링 업체와의 협력 관계 구축이 필수적이라 할 수 있다.

본 고에서는 수소화처리촉매의 시장환경분석, 시장동향분석, 경쟁상황분석, 기술 및 기술공급자 분석을 수행하였으며, 국내 기업이 수소화처리 촉매시장에 진입하기 위해 필요한 사업화 전략을 제시하였다. 이를 통해, 국내 중소기업이 여러 리스크에 대응할 수 있는 전략들을 기획하고 수소화처리 촉매 사업에서의 사업화기회를 포착할 수 있기를 기대한다. 또한, 수소화처리 촉매의 국내 기술공급자 분석을 수행하였으며, 이를 통해 국내 중소기업의 국내 연구기관과의 협력 가능성, 국가 연구개발과제 참여 위한 연구계획을 수립하는 데 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

1. Konzept Analytics, Global Hydroprocessing Catalysts(HPC) Market : An Analysis, 2011.
2. Visiongain, Oil Refinery Catalysts Market 2012-2022. 2012.
3. INFOMINE Research Group, Catalysts of hydrogenation processes (hydrocracking, hydrotreating and hydrodesulfurization): Production, Market and Forecast in CIS, 2012
4. Global Industry Analysts, Inc., Petroleum Refining Catalysts , 2012
5. Ed. Robert A. Meyers, McGraw-Hill, Handbook of Petroleum Refining Processes, 3rd ed. 2004.
6. www.cischem.com
7. www.chemlocus.com
8. www.webofscience.com