

## 중국 나노기술 분야의 전방위 발전 현황

홍성범(과학기술정책연구원, 선임연구위원)

작성일: 2014년 11월 26일

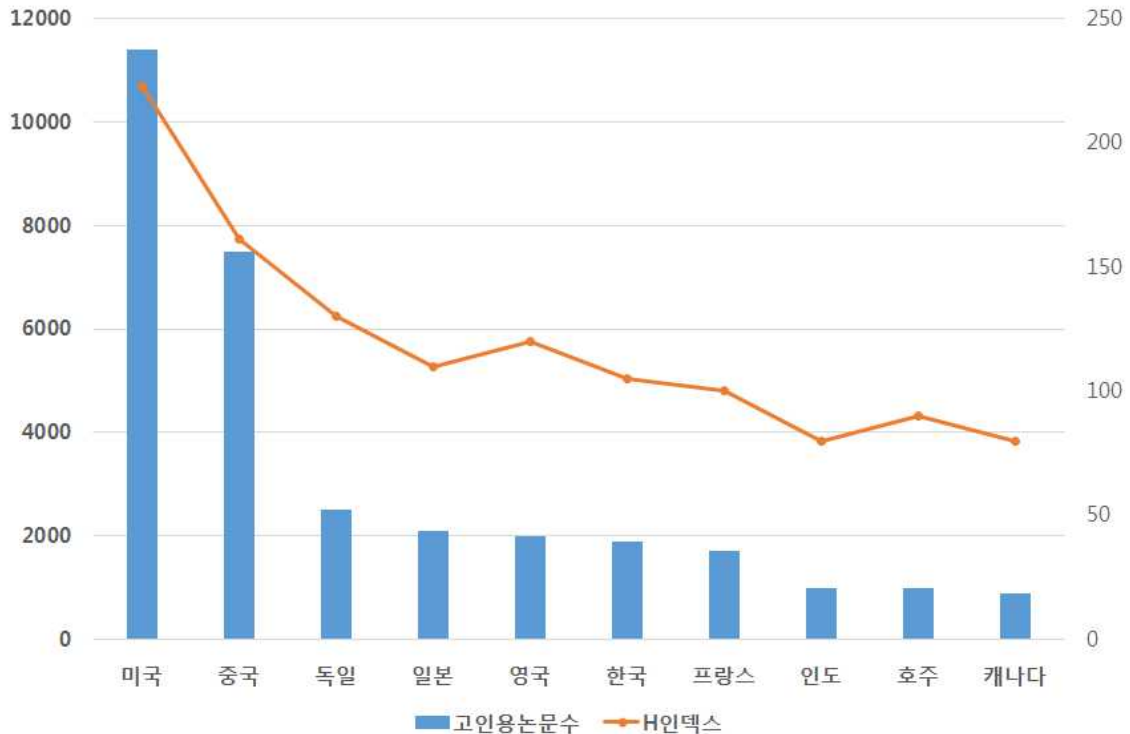
■ 나노기술은 응용분야가 광범위하고 중대한 전략적 의의가 있는 차세대 기반기술로 현재 각 과학 기술과 산업 분야에 빠르게 확산되고 있으며 이미 기술변혁과 산업업그레이드의 중요한 원천이 되고 있음.

- 2020년 전 세계 나노산업 생산액은 3조 달러를 넘어설 것으로 예측. 세계 나노경쟁구도는 나노 분야의 혁신과 산업화가 고도로 발달한 선두그룹으로 미국, 독일과 일본 등이 나노 강국이며, 산업 규모가 발달한 제2그룹은 중국과 러시아 등 나노대국, 기타 혁신 활력이 강한 중소형 국가의 발전 특색을 가진 제3그룹이며, 세계 각국의 나노기술에 대한 경쟁은 더욱 치열해지고 있음.
- “나노기술은 새로운 물리학 · 화학 등의 교집합에서 나올 수 있고, 지혜를 모아야 하는 문제이며, 국가 마다 좋은 기술, 적합한 투자 등에 대한 논의가 본격화되는 등 국가 간 경쟁이 이미 시작됐다”라고 강조(페테르 그윈베르그 박사/2007년 노벨물리학상)
- 미국 Freedonia 그룹의 "세계 나노소재 2013"(World Nanomaterials to 2013)에 따르면 중국의 발전이 매우 두드러져 2025년 중국은 일본을 제치고 미국 다음의 세계 나노소재 제2강국이 될 것이라고 예측

■ 중국 나노분야의 기초연구는 급속도로 확대되고 있으며, 양적인 면이나 질적인 면에서 비약적인 발전 속도를 보이고 있음.

- 중국 나노분야의 논문 수는 2000년대에 들어서 확연히 증가하고 있는데 특히 2004년 일본을 제치고 세계 2위로 부상하였음.
- 1998~2007년 10년 간 나노과학분야 SCI급 논문 활동도가 가장 높은 순위를 보면 미국, 중국, 일본, 독일과 프랑스임. 2007년에 미국의 나노과학 분야 학술논문수가 21,000편, 중국은 15,000편, 나머지 국가들은 모두 10,000편 이하임. 미국에 비해서 중국의 논문수가 적지만 증가 속도가 68%로 매우 높은 편임(중국과학기술정보연구소, 「재료영역과기요람」)
- 일반적으로 논문의 질적인 지표로 고인용 논문(Highly Cited Papers)수를 보는데 2008~2013년에 순위는 미국, 중국, 독일, 일본, 영국, 한국, 프랑스, 인도, 호주와 캐나다임. 그 중에 미국과 중국의 고인용 논문수가 나머지 8개국의 총 고인용 논문수가 훨씬 많은 것으로 나타났음.

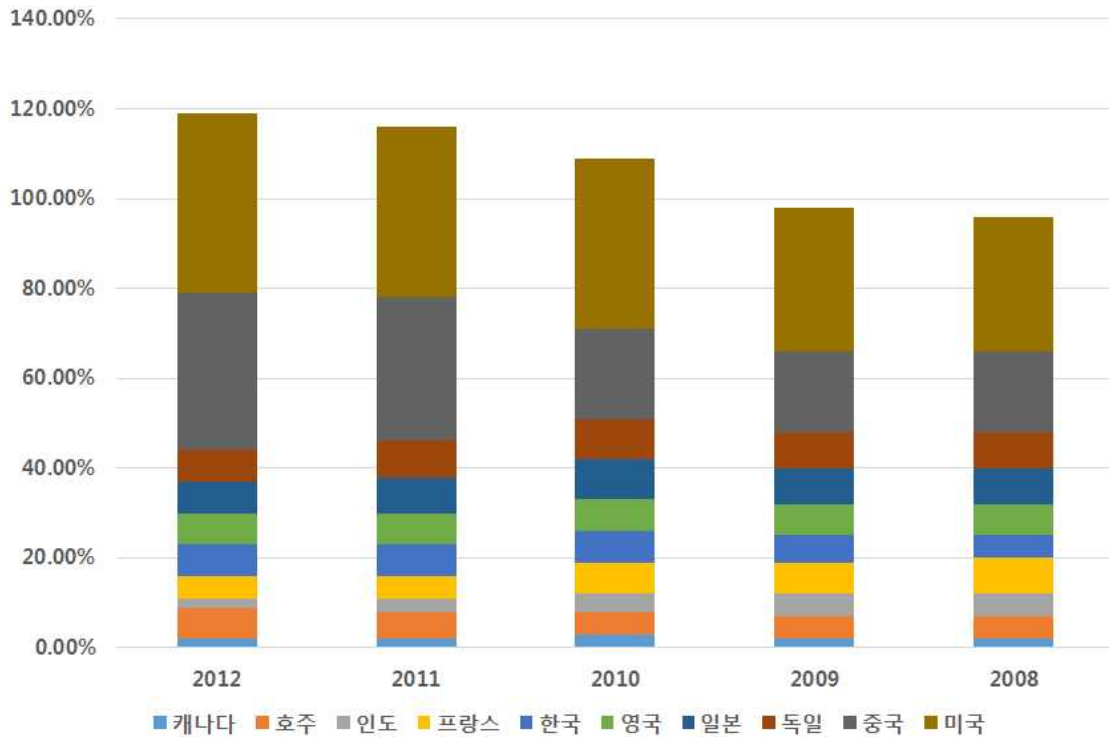
[그림 1] 주요국의 고인용 논문수와 H인덱스



자료: 國家自然科學基金委員會·中國科學院, 「未来10年中国学科发展战略 材料科学篇」 科學出版社, 2012

- 연구자의 생산성과 영향력을 알아보기 위해 H인덱스를 많이 사용하는데 주요국의 H인덱스 순위가 고인용 논문수 순위와 비슷함. 미국은 223, 중국은 161, 독일은 130으로 중국의 논문수가 크게 늘어났을 뿐만 아니라 논문의 '질'을 설명할 수 있는 영향력도 크게 높아졌음.
- 2008~2012년에 피인용 횟수가 25 이상인 논문의 국가별 분포를 보면 중국은 2008년 20.6%에서 2012년 33.4%로 증가하였음. 반면 일본과 독일은 하락세를 보였음.

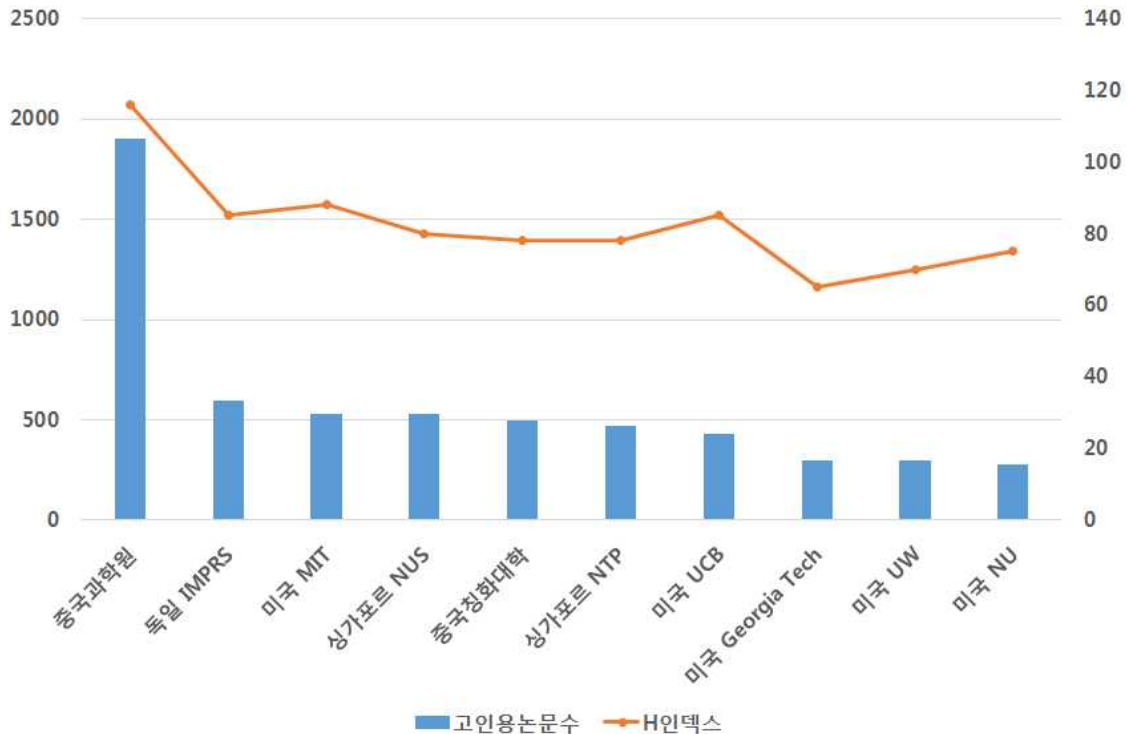
[그림 2] 2008~2012년 주요국의 고인용 논문수 비중



자료: [그림1]과 상동

- 세계 주요 연구기관별 고인용 논문 수와 H인덱스를 보면 중국과학원(Chinese Academy of Science, 1949년 11월 1일 설립된 중국의 국립 자연과학연구소로 기초과학 및 자연과학 등의 연구를 하는 중국 최고의 학술기관)의 고인용논문 수가 1,905편으로 1위를 차지했으며, H인덱스도 116으로 가장 높은 것으로 나타났다.

[그림 3] 주요 연구기관의 고인용 논문수와 H인덱스



자료: [그림1]과 상동

- 나노과학 분야에서 중국학자의 학술논문 추세를 보면 나노재료에 관한 주제가 가장 많고 나노제조와 나노기술 관련 학술논문은 유럽, 미국, 일본에 비해 취약한 편임. 이는 중국 나노재료과학 분야가 매우 빠르게 성장하고 있다는 것을 나타내면서 중국에서 재료과학과 기타 나노분야의 융합 연구의 필요성을 반영하고 있음.

■ 중국 나노기술 분야 기업도 급속히 발전하고 있는데, 나노과학기술의 산업화는 발아기(1995~2002년), 전환기(2002~2007년), 도약기(2007년~현재)의 3단계의 과정으로 구분할 수 있음

- 나노 산업의 발아기(1995~2002년): 20여년 전 일부 기업들이 나노분말소재 생산에 투자하였으며 나노기술의 응용을 추진. 1995~1997년 20여 개의 기업에서 1997~1999년 70여 개로 증가. 2000년 7월 나노 분야에 등록된 나노기술기업은 100곳이 넘었으며 자금 투입은 7억 위안을 넘어섰음. 2001년 나노기술 기업은 330여 곳이 되었고 투자는 60여억 위안. 2002년 500여 개로 급증, 투자 역시 큰 폭으로 늘어나 200여억 위안으로 각종 나노분말 기업 증가
- 나노 산업의 전환기(2002~2007년): 2002년부터 많은 기업들이 분말소재 생산에서 다운스트림 제품 응용으로 사업영역을 확대하기 시작하였음. 2005년 전후로 나노기술 기업의 구성은 확실히 개선되었음. 즉 기업 수 증가폭은 완만하였지만 영역 분포구조는 합리적으로 개선되었음. 나노 분말소재 기업 규모는 계속 확장되고 수나 비중은 오히려 감소하였으며 제품 품질은 증가.

2005년 중국에서 연간 생산량 천 톤이 넘는 분말소재로는 나노탄산철, 나노산화아연, 나노이산화티타늄, 나노삼산화알루미늄, 나노산화지르코늄, 티타늄산염 등이 있으며, 나노분말소재 제품은 중국 내 수요를 만족시키고 일부 제품은 국제시장에 진입. 중국에서 생산하는 나노질화규소, 나노질화알루미늄, 나노질화티타늄은 제조 방법에서 원가를 낮출 수 있어서 미국, 일본, 독일, 한국 등의 국가에 수출하기 시작하였음.

- 나노 산업의 도약기(2007년~현재): 2007년 이후 중국의 나노제품 개발과 응용은 다원화, 규모화의 특징이 나타났고, 나노소재와 나노기술에 등록된 기업은 2000여 곳으로 증가하였음. 나노복합소재, 고무와 섬유 변성 및 나노기능의 코팅소재 분야 등의 생산라인은 100여 개가 되었음. 나노소재 응용은 에너지와 환경 분야에서 상당한 규모를 형성하였으며 정보통신과 바이오의약 분야에서 나노기술의 응용은 점차 산업화가 시작되었음. “12.5”기간(2011~15년)에 전략성 신흥산업 육성 및 발전의 정책을 바탕으로 많은 지방정부가 나노과학기술 산업단지를 건설하기 시작 베이징, 쑤저우, 우한, 탕산, 안산, 진창 등에서 설립되었고, 베이징, 상하이, 쑤저우 등은 하에 나노연맹, 나노협회 등 산업조직을 세우고 일련의 자금, 인재, 지역 등을 포함한 장려 정책을 추진하였음. 중국 나노산업은 새로운 발전단계로 진입하고 있으며 혁신클러스터를 중심으로 “산, 한, 연, 관”의 단일 융합 모델이 두드러지는 특징을 보이고 있음. 2007년 이후 나노 과학기술기업은 새로운 발전 단계에 진입하여 전자통신, 바이오의약, 에너지환경 분야 등에서 응용 기업들이 급성장하였으며 거대한 상업 가치를 창출하고 있음.

## ■ 정책적 시사점

- 중국 나노산업은 급성장하고 있지만 거대 기업 참여 부족, 사회투자의 결핍 부족, 전체 산업사슬 지지대가 비교적 취약, 시스템적 시장 리스크 존재, 비즈니스 모델 단일, 정책에 대한 강한 의존성, 연구인재 보유 풍부, 산업인재 부족 등의 취약점을 보이고 있음. 이에 대한 SWOT분석 등 심층연구를 통해 다양한 윈윈 협력전략을 도출할 필요가 있음.
- 특히 중국의 나노 과학기술 기업의 대부분은 중소형 기업으로 많은 벤처기업 CEO는 과학기술 전문가 출신으로 기업 관리 경험이 없으며 대기업과의 연합도 부족하여 일반적으로 연구하는 방식으로 기업을 경영하고 관리하기 때문에 발전을 제약하고 있어 창업교육훈련 수요가 강함.
- 또한 엔젤투자와 벤처투자, 산업자본 등의 사회자본의 참여를 끌어들이어서 나노 기업을 위한 저원가 용자 플랫폼 조성이 긴박한 수요가 되었고 지적재산권 분쟁, 주식처리 및 노동고용계약, 생산계약, 판매 계약 등 전문적인 지적재산권, 법률 서비스 등도 우리의 우위분야가 될 수 있음.

## ※ 참고자료

- 龚维幕外, “世界纳米科技企业现状与我国纳米企业发展需求分析”, 『新材料産業』 2014年9期
- 國家自然科學基金委員會·中國科學院, 「未来10年中国学科发展战略 材料科学篇」 科學出版社, 2012