

SCI 논문 분석을 통한 주요국의 나노기술 연구개발 동향

이호신, 이일형, 서주환, 최봉기, 소대섭, 김경호
한국과학기술정보연구원 나노정보분석팀

The Research and Development Trend of Nanotechnology by SCI Dissertation Analysis

Ho-Shin Lee, Il-Hyung Lee, Ju-Hwan Seo, Boong-Kee Choi, Dae-Sup So, Kyung-Ho Kim
Korea Institute of Science and Technology Information, Nanotechnology Information Analysis Dept.

Abstract - 2001년 1월 빌 클린턴 미국 전 대통령의 국가나노기술전략 (National Nanotechnology Initiative) 발표 이후 현재 전세계 50여개 국가에서 국가핵심전략 연구개발사업의 하나로 나노기술을 선정하고 집중 투자하고 있다. 이러한 정책 및 예산지원으로 인해 정부연구개발투자의 효율화를 위한 연구성과의 체계적인 평가가 중요하게 되었으며, 나노기술 연구개발 활동의 연구결과는 과학기술 생산성이나 연구결과물 즉 논문 등의 출판물 통한 확산이나 인용분석 등에 기초한 양적 평가지표를 이용해 측정하는 서지적 방법에 의해 평가되고 있다. 나노기술 연구활동 및 실적에 대한 객관적 평가는 과학기술 정책 입안과 의사결정 과정에서 중요한 역할을 하며 나노기술 분야의 연구활동을 평가하기 위한 중요한 지표가 될 수 있는 것이 연구논문이다.

이에 본 연구에서는 미국의 민간학술정보전문기관인 ISI(Institute for Scientific Information)에서 구축하였으며 주요과학기술문헌 인용색인정보를 수록한 SCIE 데이터베이스를 활용하여 우리나라의 나노기술관련 논문신장율, 세계점유율 및 국가별 비교분석을 수행함으로써 국내 나노기술 연구개발 수준 및 성과분석을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

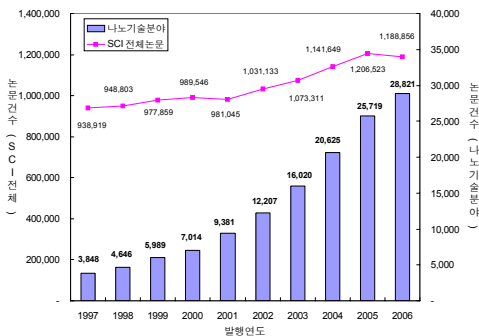
1. 분석 대상 및 범위

ISI사의 SCIE DB는 약 4,000종의 SCI 저널에 수록된 논문외에 약 2000종의 SCI 등재후보지를 포함한 Expended 저널까지 망라하고 있으며 1974년 이후 약 2,500만편의 학술논문이 수록된 과학기술분야의 대표적인 데이터베이스이다. 본 연구에서는 1997년 1월부터 2007년 2월 6일 현재까지 약 6,000여종의 SCI 저널에 발표된 논문중 제목과 키워드에 "nano-"를 포함한 논문을 대상으로 하였다. 조사결과 1997년 이후 약 1050만 건의 논문이 발표되었으며, 이중 나노기술분야 논문은 13만여건으로 약 1.3%에 달하는 것으로 나타났다. 따라서, 본 분석에서는 나노기술분야에 해당하는 13만여건의 SCI 논문을 대상으로 분석하였다.

2. 분석 결과

2.1 총 발표논문 현황(1997년 ~2006년)

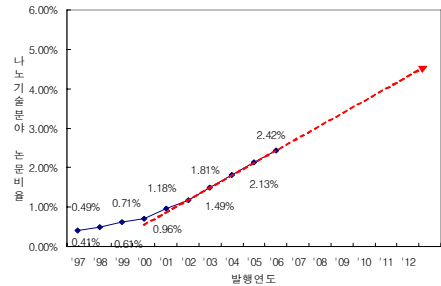
SCIE DB에는 본 분석범위에 해당하는 1997년에 <그림 1>과 같이 총 938,919편의 논문이 발표되었으며, 이후 연평균 2.4%씩 증가하여 2006년에는 1,188,856편에 달하였다. 2006년 논문량이 2005년에 비해 적은 것은 2006년 발행된 논문중 DB 등록지연분이 포함되었기 때문이며 실제 등록지연분을 포함하면 약 1,250,000편으로 추산할 수 있다. 전체 SCI 논문중 나노기술분야의 논문량은 1997년 3,848편에서 2006년에는 28,821편으로 증가하여 연평균 25.1%의 높은 증가율을 나타내며 이러한 수치는 SCI 논문전체의 연평균 신장율이 2.4%인 것과 비교하면 10배에 달하는 매우 높은 증가율을 나타낸다.



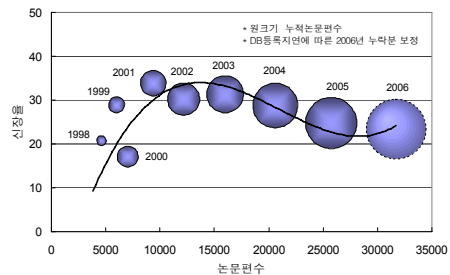
<그림 1> 전체 SCI 논문 및 나노기술관련논문의 연도별 변화

이는 나노기술분야가 과학기술분야에서 차지하는 연구개발비중이 급속히 증가하고 있음을 단적으로 나타내고 있으며 이러한 추세는 <그림 2>에서도 확인할 수 있다. 1997년에는 전체 SCI 논문중 나노기술분야 논문비율이 0.41%에 불과하였으나 2002년에는 1%, 2005년에는 2%를 초과하였으며 2006년에는 2.42%에 달하였다. 최근 5년간 증가추세로 보아 향후 수년간 이러한 증가세는 지속되리라 판단되며 증가세는 선형적인 양상을 나타내고 있음을 알고 있다. 따라서 2012년경에는 현재의 2배에 달하는 5%에 이르게 될 것으로 전망된다.

특히분석기법중 하나인 포트폴리오 분석을 나노기술 논문분석에 적용한 결과 <그림 3>와 같이 나노기술은 1990년대 후반 기술탐색기를 거쳐 2000년대에 들어서면서 급속한 중점육성기술분야로 대두되었다. 이후 전 세계적으로 나노기술의 급속한 성장시기를 마치고 성숙기 진입초기 시점에 도달한 것으로 나타났다. 특히 2006년부터는 나노기술의 사회적, 경제적, 산업적 파급효과가 가시화되면서 제도약의 움직임이 엿볼 수 있다. 따라서, 향후 나노기술의 약진은 당분간 계속될 것으로 사료된다.



<그림 2> SCI 전체논문중 나노기술분야 논문비율추이



<그림 3> 포트폴리오 분석

2.2 우리나라의 나노기술관련 SCI 논문 발표 현황 및 수준

10년전인 1997년 우리나라의 나노기술관련 SCI 발표논문편수는 54편에 불과하였다. 그러나 이후 연평균 48%의 높은 증가율로 꾸준히 증가하여 2006년에는 1,845편에 달하였다. 이러한 증가율은 SCI 논문전체의 연평균 증가율이 2.4%, 나노기술분야 전체 SCI 논문의 연평균 증가율이 25.1%인 것과 비교하면 압도적으로 높은 수치이다. 그러나 작년 분석결과에서) 우리나라의 연평균 증가율이 50.6%(SCI 전체 2.5%, 나노기술분야 25.8%)이었던 것과 비교하면 다소 감소하였으나 여전히 높은 수치를 유지하고 있다. 1997년 1.4%에 불과하던 점유율은 2000년에 3%를 초과한 이후 4년 후인 2004년에는 2배로 증가하여 6%를 나타내었다. 2006년에는 지난 2년간 정체되어 있던 점유율이 다시 증가하여 6%대를 넘어 6.4%에 도달하였다. 2010년에는 약 3,500편으로 세계 점유율이 10%를

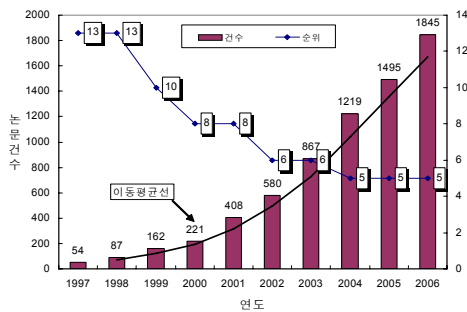
) 나노기술연감 2006(KISTI, 2006. 5월 발행)

초과할 것으로 예상되며, 현 증가속도로 보아 2008년경에는 독일을 추월하여 일본과 치열한 경쟁을 벌일 것으로 전망된다.

우리나라의 이러한 급증상은 세계순위 변화를 보면 더욱 확연히 드러난다. 1997년 13위였던 세계 순위가 2000년에 10위권내에 진입하였으며, 2001년 나노기술종합발전계획이 발표된 이후 더욱 가속되어 2004년에는 5위권내에 진입하게 되었다. 이후 현재까지 우리나라는 5위를 유지하고 있다. 전 세계적으로 1997년 이후 현재까지 매년 나노기술관련 논문발표량은 지속적으로 증가하고 있으나 전년대비 증가율은 2004년 이후 감소하고 있어 기술의 성장속도가 감소하고 있는 것으로 나타났다. 이는 기술이 성장 발전 단계에서 성숙 단계로 진입하고 있음을 암시한다고 할 수 있다.

〈표 1〉 1997년 이후 연평균 증가율(CAGR)

	SCI 논문전체	나노기술분야(세계)	나노기술분야(한국)
연평균 증가율(%)	2.4	25.1	48.0
연간논문편수			
2006년(편)	1,188,856	28,821	1,845
1997년(편)	938,916	3,848	54



〈그림 4〉 한국의 나노기술관련 SCI 논문수 및 국가순위변화

2.3 주요국 나노기술관련 전체 SCI 논문현황

상위 10개 주요국을 중심으로 보면, 미국이 전체 135,262편의 28.1%에 해당하는 38,040편으로 조사되어 가장 많은 논문을 발표하였으며, 2006년에 비해 0.1% 감소하였다. 상위 5개국 순위는 작년과 변동이 없는 것으로 조사되었다. 국가별로 보면, 중국 23,567편(17.4%), 일본 15,585편(11.5%), 독일 11,444편(8.5%), 프랑스 8,035편(5.9%)순으로 나타났다. 이는 미국에 대하여 EU 75.3%, 중국 62.0%, 일본 41.0% 수준이며, 한국은 18.5% 수준에 불과하다. 상위 5개국이 전체 71.5%를 차지하여 많은 국가에서 나노기술 연구개발을 추진하고 있으나 아직도 연구성과는 일부 나노기술 주도국을 중심으로 발생되고 있는 것을 알 수 있다. 상위 10개 국가는 2005년과 동일하게 나타났으나 국가별 증가율은 차별화된 양상을 보이고 있으며 일부 국가에서는 순위변화가 발생하였다. 2005년과 비교하여 러시아와 영국이, 그리고 인도와 이탈리아가 각각 서로 순위교차가 일어났으며 우리나라는 2005년부터 6위를 지속하고 있다.

〈표 2〉 국가별 논문편수 및 점유율

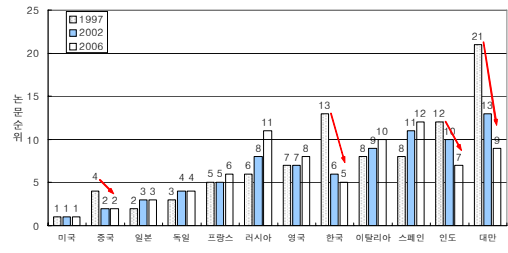
순위	국가명	누적논문편수(2005/2006)	점유율(2005/2006/증감율)	2005년 순위
1	미국	29,658 / 38,040	28.2 / 28.1 / △0.1	1
2	중국	17,527 / 23,567	16.7 / 17.4 / 0.7	2
3	일본	12,710 / 15,585	12.1 / 11.5 / △0.6	3
4	독일	9,362 / 11,444	8.9 / 8.5 / △0.4	4
5	프랑스	6,544 / 8,035	6.2 / 5.9 / △0.3	5
6	한국	5,147 / 7,020	4.9 / 5.2 / 0.3	6
7	영국	4,172 / 5,183	4.0 / 3.8 / △0.2	8
8	러시아	4,291 / 5,155	4.1 / 3.8 / △0.3	7
9	인도	2,973 / 4,068	2.8 / 3.0 / 0.2	10
10	이탈리아	3,146 / 3,985	3.0 / 2.9 / △0.1	9
	기타국	29,970 / 39,040	28.4 / 28.9	

2.4 주요국 연도별 순위변화

전 세계적으로 나노기술을 주도하고 있는 미국을 제외하고는 1997년 이후 국가순위변화가 발생하였다. 독일, 프랑스, 러시아, 이탈리아, 스페인 등 유럽지역 국가는 순위가 감소한 반면, 중국, 한국, 인도, 대만 등 아시아권 국가는 급속한 순위 상승이 나타났다. 1997년에는 상위 10위권내에 아시아권 국가로 일본과 중국만 속해 있었으나 1999년에 한국이 진입한 이후 2000년에는 인도가, 2005년에는 대만이 2004년 11위에서 8위로 상승하였다. 현재 싱가포르가 진입을 시도중이며 2010년경에는 10위권내에 진입할 수 있을 것이라 사료된다. 또한 2006년에는 2005년 10위에서 영국과 러시아를 제치고 7위로 상승한 인도의 약진이 돋보였다. 이렇게 되면서 10위권내에 아시아권 국가가 50%이상을 차지하게 될 것으로 예상되며 이것은 중국, 일본, 한국, 인도, 대만을 중심으로 한 아시아권 국가들의 나노기술에 대한 빠른 기술 성장을 단적으로 의

미한다.

2006년 순위현황을 보면 미국, 일본, 중국, 독일은 2004년부터 동일하게 최상위권 순위를 유지하고 있으며 2003년 각각 5위와 6위를 차지하던 프랑스와 한국이 2004년 순위가 역전된 이후 이러한 순위변화는 2006년에도 지속되어 한국은 5위권을 계속 유지하였다. 우리나라는 상대적으로 높은 성장율로 인해 4위인 독일과의 폭이 지속적으로 감소하고 있어 향후 2~3년에는 독일을 추월할 것으로 예상된다. 반면, 스페인과 이탈리아는 1997년 이후 지속적으로 순위가 하락하여 스페인은 2000년부터, 이탈리아는 2005년부터 10위권 밖으로 밀려나게 되었으며 러시아도 2006년에는 인도와 대만에 밀려 11위에 머물렀다. 앞으로 인도와 대만, 싱가포르 등 신흥 아시아 국가의 성장은 더욱 가속되고 상대적으로 독일, 프랑스, 영국 등 유럽지역 국가들의 열세는 더욱 확대될 것으로 전망된다.

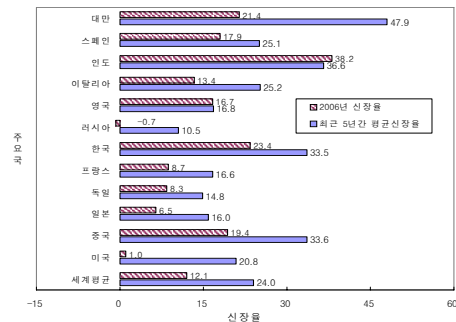


〈그림 5〉 1997년 이후 주요국 순위변화

2.5 주요국 연평균 성장률

최근 5년간(2002~2006년) 나노기술관련 SCI 논문의 세계 평균성장률은 24.0%이며, 가장 높은 국가는 대만으로 연평균 47.9%의 성장률을 나타냈다. 이 수치는 세계 평균성장률의 2배에 달하는 매우 높은 수치다. 2004년 한국이 26.2%로, 2005년 중국이 41.9%로 가장 높았으나 2006년에는 대만이 1위를 차지한 것이다. 이외 2위로는 인도 36.6%, 3위는 중국 33.6%, 4위는 한국 33.5%로 나타나 아시아권 국가들의 성장률이 미국, 유럽 등 기존 선진국들의 성장률을 크게 앞서는 것으로 조사되었다.

앞서 5년 평균성장률과 달리 2006년 당해연도 성장률만 조사해본 결과, 세계평균은 12.1%로 나타났으며, 작년 분석결과치인 2005년 28.7%에 비해 1/2로 성장폭이 크게 감소하였다. 이는 기존 높은 성장률을 나타내던 중국과 한국의 성장폭 감소와, 미국과 러시아 등 주요국들의 성장률 급감이 원인이라 판단된다. 또한, 작년 10.4% 성장률을 나타내던 러시아는 2006년 -0.7%로 마이너스 전환되었으며, 또한 최고의 나노기술력을 보유한 미국도 2005년 22.6%의 높은 성장률을 보였으나 2006년에는 1.0%로 급감하였다. 2005년 22.8%를 나타내던 일본도 2006년에는 6.5%로 급감하였다.



〈그림 6〉 주요국 연평균 성장률

3. 결 론

전 세계적으로 나노기술수준은 국가 기술경쟁력의 지표가 되었다. 그러나 이들 국가의 기술수준을 정량적으로 비교하기가 어려운 것이 현실이다. 이에 본 연구를 통해 SCI 논문성과측면에서의 각국의 기술경쟁력 및 나노기술수준을 정량적으로 측정하였다. 그 결과 나노기술 최고강국인 미국을 중국, 일본, 한국 등 아시아권 국가들이 가장 빠르게 추격하고 있는 것으로 나타났으며, 미국 다음으로 나노기술 선두그룹인 독일, 영국, 프랑스 등의 유럽권 국가들은 상대적으로 열세로 나타났으며 이러한 열세는 아시아권 국가들에 의해 더욱 지속적으로 확대될 것으로 전망되었다. 우리나라는 2000년 이후 국가적 차원의 정책적 지원강화와 예산확대로 1997년 13위에서 2000년 10위권 내에 진입한 이후 2006년 5위로 급속히 성장한 것으로 나타났다.