

NT분야의 융합기술 분석

An analysis of convergence technologies based on nano technology

심 위, 이 호 신*, 고 병 열**, 김 강 회***, 권 오 진****
한국과학기술정보연구원(KISTI)

Shim we, Lee ho-shin*, Coh, Byoung-youl**,
Kim, kang-hoe***, Kwon oh-jin****
Korea institute of science and technology
information

요약

나노기술은 특정의 기술 영역에 속하는 것이 아닌, 나노크기 수준의 물질(소재)이나 부품 또는 소자, 시스템(기계) 등 거의 모든 기술 영역과 관련되어 있는, 응용의 성격이 강한 기술이다. 나노기술 개발 수준은 국가 간, 혹은 기업 간의 경쟁력을 결정할 중요한 요인 중 하나로 자리잡을 것이며, 나노기술의 현황과 발전 양상의 분석은 기술 기반 산업의 미래를 위해서도 꼭 필요한 연구의 주제일 것이다. 본 연구에서는 논문의 서지정보를 통해 최근 국내에서 연구되고 있는 나노기술 중 나노소재 분야의 융합도를 측정하고, 그 결과에 대한 시사점을 제시하고자 한다. 나노소재기술과의 융합은 주로 다학제과학과 화학, 물리학 등 응용분야가 넓고 여러 학문을 포괄적으로 수용할 수 있는 학문에서 많이 발생하였고, 그 외 전기전자, 엔지니어링 분야와의 융합 역시 발견할 수 있었다. 내부중심성과 융합도와의 연관성에 대한 연구가 더욱 활발히 이루어져 그 설명력을 높일 수 있다면, 현실적합성을 획득하여 과학정책과 기술발전에 방향성을 제시하는 하나의 모형이 될 수 있으리라 기대한다.

I. 서론: 연구의 배경

나노기술은 특정의 기술 영역에 속하는 것이 아닌, 나노크기 수준의 물질(소재)이나 부품 또는 소자, 시스템(기계) 등 거의 모든 기술 영역과 관련되어 있는, 응용의 성격이 강한 기술이다. 이러한 나노기술은 광범위한 기반성, 원천성을 바탕으로 향후 거의 모든 기술 영역에 영향을 미칠 것이라 예측되고 있다. 따라서 나노기술 개발 수준은 국가 간, 혹은 기업 간의 경쟁력을 결정할 중요한 요인 중 하나로 자리잡을 것이며, 나노기술의 현황과 발전 양상의 분석은 기술 기반 산업의 미래를 위해서도 꼭 필요한 연구의 주제일 것이다.

2000년 미국의 NNI(National Nanotechnology Initiative) 선언 이후 세계 거의 모든 나라들이 나노기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 우리나라는 2001년 국가나노기술종합발전계획 수립 이후 2005년까지 1단계 나노기술개발, 2006년부터 2단계 나노기술개발을 추진하고 있다. 본 연구에서는 논문의 서지정보를 통해 최근 국내에서 연구되고 있는 나노기술 중 나노소재 분야의 융합성을 측정하고, 그 결과에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

II. 매개중심성을 통한 융합도 측정

1. 융합도 측정의 방법

연구에 사용된 자료는 2008년부터 2010년까지 Web

of Science에 등재된 국내 나노소재 분야 논문이며, 검색식은 한국과학기술정보연구원의 「나노기술 수준 비교 분석 연구」 [1]에서 차용하였다. 나노소재 분야의 기술분류는 다음과 같다.

표 1. 나노소재 분야의 기술분류

대분류	중분류
나노소재	나노분말/나노입자
	나노선/나노튜브/나노섬유
	나노멤브레인
	나노박막
	나노기공체
	나노복합체

출처: 나노기술 수준 비교분석 연구(2009)에서 재구성.

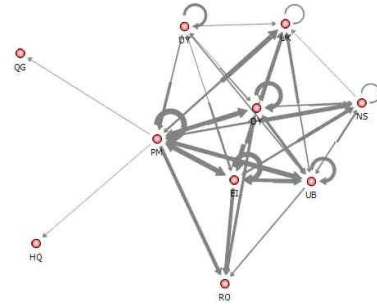
나노소재 분야를 여섯 개의 중분류로 나누어 각 분류의 논문을 검색하였다. 분류별 해당 논문의 주제분류와 해당 논문에서 인용한 논문이 실린 저널의 주제분류를 행렬 구조로 변환하여 융합도를 측정하였으며, 측정의 도구로는 내부중심성(Indegree Centrality, 입력연결도 중심성)을 이용하였다. 내부중심성은 세부 분야간 인용 네트워크에서 특정 분야가 몇 개의 다른 분야로부터 인용을 받았는가의 비율로서, 네트워크 내 중심성을 측정하는 사회네트워크 분석방법 중 하나이다[2].

2. 내부중심성을 통한 융합도 측정

앞서 기술한 내부중심성을 바탕으로 나노소재 분야 전체와 나노소재 분야 내 여섯 가지의 중분류에 대한 융합 확산의 정도를 측정하였다. 각 기술에 대한 타 기술의 내부중심성을 순위화하여 10위까지 나타내었고, 또한 나노소재 분야 전체의 융합네트워크를 도식화하였다.

표 2. 나노소재 분야의 내부중심성

분야	순위	코드	주제분야	내부중심성
나노소재 전체	1	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.414474
	2	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.401316
	3	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.401316
	4	UB	PHYSICS, APPLIED	0.401316
	5	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.394737
	6	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.394737
	7	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.375
	8	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.375
	9	UY	POLYMER SCIENCE	0.361842
	10	EA	CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.348684
나노분말/입자	1	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.409722
	2	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.395833
	3	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.395833
	4	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.381944
	5	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.381944
	6	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.381944
	7	UB	PHYSICS, APPLIED	0.375
	8	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.347222
	9	JA	ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.340278
	10	EA	CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.333333
나노선/튜브/섬유	1	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.390071
	2	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.375887
	3	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.368794
	4	UB	PHYSICS, APPLIED	0.368794
	5	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.35461
	6	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.347518
	7	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.333333
	8	IF	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	0.333333
	9	IQ	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.319149
	10	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.312057
나노멤브레인	1	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.393939
	2	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.371212
	3	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.371212
	4	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.356061
	5	UY	POLYMER SCIENCE	0.348485
	6	UB	PHYSICS, APPLIED	0.348485
	7	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.340909
	8	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.340909
	9	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.325758
	10	HQ	ELECTROCHEMISTRY	0.295455
나노박막	1	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.408696
	2	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.408696
	3	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.4
	4	UB	PHYSICS, APPLIED	0.4
	5	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.391304
	6	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.365217
	7	UY	POLYMER SCIENCE	0.347826
	8	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.347826
	9	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.33913
	10	IQ	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.304348
나노기공체	1	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.375
	2	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.358333
	3	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.358333
	4	UB	PHYSICS, APPLIED	0.35
	5	UY	POLYMER SCIENCE	0.341667
	6	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.341667
	7	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.341667
	8	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.316667
	9	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.291667
	10	DB	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.275
나노복합체	1	EI	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.389706
	2	PM	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.389706
	3	DY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.360294
	4	NS	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.352941
	5	UB	PHYSICS, APPLIED	0.352941
	6	II	ENGINEERING, CHEMICAL	0.345588
	7	UK	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.345588
	8	RO	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	0.338235
	9	UY	POLYMER SCIENCE	0.316176
	10	EA	CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.301471



▶▶ 그림 1. 나노소재분야 전체의 융합네트워크

나노기술은 단일기술로 연구되기보다 다방면에서 응용되는 만큼, 다학제적 주제분류와의 융합도가 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다. 나노소재 전체의 내부중심성을 살펴보면 나노소재와의 내부중심성이 가장 높은 주제분류는 다학제과학(RO, 0.414)으로, 이는 곧 나노소재 기술군에 포함된 주제분류 중 41.4%에 해당하는 주제분류가 다학제과학 분야와 융합되었다는 의미이며, 다학제 재료과학(PM), 다학제화학(DY), 응용물리학(UB) 등이 그 뒤를 잇고 있다. 중분류에서의 내부중심성을 개괄적으로 살펴보면 대부분 다학제 재료과학, 물리화학(EI), 다학제 화학 등과의 융합도가 높으며, 다학제엔지니어링(IF), 전기전자엔지니어링(IQ) 등 여타 분야와의 융합도 빈번히 일어나고 있는 것을 볼 수 있다. 그림 1은 나노소재 분야 전체의 융합네트워크를 도식화한 것으로, 나노소재 분야에서 지식의 흐름이 어떻게 이루어지고 있는지를 나타내고 있다.

III. 결론

본 연구는 내부중심성을 통해 나노소재 분야에서의 융합이 어떻게 이루어지고 있는지에 대한 현황을 분석하는 방향으로 이루어졌다. 나노소재기술과의 융합은 주로 다학제과학과 화학, 물리학 등 응용분야가 넓고 여러 학문을 포괄적으로 수용할 수 있는 학문에서 많이 발생하였고, 그 외 전기전자, 엔지니어링 분야와의 융합 역시 발견할 수 있었다. 다만 본 연구가 제시하는 내부중심성을 통한 융합도 측정은 경향성에 대한 포괄적 수준의 기술이며, 내부중심성과 융합도와의 연관성에 대한 연구가 더욱 활발히 이루어져 그 설명력을 높일 수 있다면, 현실적합성을 획득하여 과학정책과 기술발전에 방향성을 제시하는 하나의 모형이 될 수 있으리라 기대한다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 박종구 외, 나노기술 수준 비교분석 연구, 한국과학기술정보연구원, 2009.
- [2] 권오진 “과학계량학 기반 과학기술 지식 네트워크 구조 분석 모델 개발”, 서울시립대학교, 2009.