

## 중국의 재료과학분야 연구현황과 우리의 대응방안

노경란<sup>1</sup> · 길상철<sup>1</sup> · 남수우<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>KISTI 미래기술분석실, <sup>2</sup>KISTI Reseat 프로그램, KAIST 명예교수

## Chinese Research Trends in Materials Science and the Korean Countermeasure

Kyung Ran Noh<sup>1</sup>, Sang-Cheol Kil<sup>1</sup> and Soo Woo Nam<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Future Technology Analysis, KISTI, Seoul 137-741, Korea

<sup>2</sup>Reseat Program, KISTI, Seoul 137-741, Korea

(2013년 11월 12일 접수: 2013년 11월 25일 최종수정 : 2013년 11월 25일 채택)

**Abstract** Recent rapid development of the Chinese economy based on science and technology is challenging Korean industries and economy. Since the driving force for this rapid development of China is known to be scientific technologies, the purpose of this research is to confirm the current status of Chinese scientific research in the field of “Materials Science and Engineering” and propose a strategy for competition with China. Even though there are numerous journals of “Materials Science and Engineering”, the 10 most popular journals with high impact factors were selected to cover general materials, nano materials, bio materials, and electronic materials. It was found that the number of scientific papers written by Chinese scientists for the materials field in the 10 journals was slowly increasing from the year 2000 until 2005, but has been rapidly increasing since 2005. This research found that Chinese research activities in the traditional metallic materials and nano materials have tremendously increased to occupy around 30 % or more papers published in several major journals related with materials science and engineering. On the other hand, bio materials and electronic materials research has not been pursued so actively; however, very recently the number of publications in these fields is also beginning to increase. To compete with this tremendously growing Chinese scientific development, Korea should have a policy of “selection and concentration” in materials-related fields, including basic science in nano, bio, and electronic materials.

**Key words** materials science, nano materials, nano technology, bio materials, electronic materials.

### 1. 서 론

George Friedman<sup>1)</sup>은 중국의 13억 명 이상의 인구 중 6억 명이 가구당 하루 3달러 미만으로 살고 4억 4천만 명은 6달러 미만으로 산다고 하였다. 13억 인구 중 10억 명 이상이 아프리카처럼 가난 속에서 살고 있고 6천만 명만이 연간 2만 달러를 벌기도 하지만 이는 중국 인구의 5% 미만이라고 한다. 이들 빈곤층이 대부분 농촌에 거주하기 때문에 일자리를 찾아 도시로 이동하면서 사회가 불안정한 것을 극복하기 위한 정책으로 과학기술 발전을 국가 발전의 기본 틀로 정하여 정책을 추

진하고 있다.

중국이 과학기술 근대화를 위한 국가정책으로 1995년 108억 위안으로 시작된 “211공정”은 중국 100개 대학과 150개 국책연구소를 세계일류의 대학과 연구소로 만들겠다는 계획이다. 숫자 211은 21세기와 100개의 학교를 의미한다. 또한, “985공정”은 1998년 5월 베이징대 개교 100주년 기념식에서 장쩌민 전 국가주석이 발표한 것으로 베이징대와 칭화대 등 전국34개 대학을 선정하여 집중적으로 지원해 하버드 대와 같은 세계 최고 대학을 만든다는 계획이다.<sup>2)</sup>

베이징대는 그동안 취약하다고 평가받아 온 이공계분

<sup>†</sup>Corresponding author

E-Mail : namsw@kaist.ac.kr (S. W. Nam, KAIST)

© Materials Research Society of Korea, All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

야에 집중 투자하여 2009년에는 영국 더 타임스의 공과 대학평가에서 우수공과대학 20위에 오르는 등 아시아 최고 대학을 향해 정진하고 있다. 또한 2012년 더 타임스에서 실시한 세계대학 평가에서 베이징대는 한국의 포스텍(50위), 서울대(59위), KAIST(68위)를 제치고 46위에 오르는 등(칭화대는 52위)<sup>2)</sup> 최근 중국의 발전은 괄목할 만한 것이라고 할 수 있다.

최근 중국의 ‘중국학우회망’<sup>3)</sup>은 2008 중국 대학교 부호 동문 리스트를 작성해 발표하였다. 이 리스트에는 전국 131개 대학교와 300여 명의 부호가 포함돼 있는데 부호를 많이 배출한 대학 1위는 27명의 베이징대, 2위는 17명의 저장대, 3위는 16명의 칭화대, 4위는 15명의 푸단대학, 5위는 13명의 런민대학 등 65개 대학에서 중국부호의 73%를 배출하였다고 한다. 이들 부호들의 공통점은 대부분 IT, 특허, 신기술 등 분야에 종사하고 있다고 밝혀 중국 내 新지식형 부호가 첨단 과학기술에 기반을 둔 산업발전의 주인임을 알 수 있다.<sup>4)</sup>

지난 2009년 9월 18일자 *의향신문*<sup>5)</sup>에 의하면 중국의 과학기술 분야의 인력자원이 4천200만 명으로 세계 1위를 차지했다고 한다. 이는 우리나라 인구수에 약간 못 미치는 엄청난 숫자이다. 1953년 중국의 과학기술분야 예산은 5천600만 위안에 불과했으나 2008년에는 2천400억 위안을 초과했으며 2010년 기준으로는 6천980억 위안이어서 국내총생산(GDP)의 1.75%를 차지하고 있으며 기업 R&D 예산도 4천890억 위안에 이르고 있다.<sup>6)</sup>

이 같은 성공을 이룩할 수 있었던 것은 당 서열 9위 중 7명이 이공계 출신인데 중국 시진핑 국가주석, 원자바오 전 총리, 후진타오 전 주석 등 최고지도자들이 이공계 출신이며 중국 내각의 40% 이상, 관료의 70% 이상이 엔지니어 출신으로 과학기술을 중시하는 풍토가 갖춰져 G2로 부상할 수 있는 기반을 닦을 수 있었다.<sup>7)</sup>

이상에서 검토한 바와 같이 중국의 과학기술 발전경향은 2000년 이후부터 급격히 상승하고 있으며 이러한 현상의 증거가 국제적으로 저명한 학술지(SCI 등재학술지)에 게재된 중국학자들의 발표 논문 숫자 증가 추이로 설명될 수 있다고 생각한다. 따라서 본 연구에서는 예비 조사를 통하여 확인한 바 2000년대 이전에는 중국인이 발표하는 학술논문이 수적으로 미미하였으나 2000년 이후 증가추세임으로 2000~2012년의 최근 13년간 중국학자들의 재료분야 연구 활동 자료를 검색하여 다방면으로 정리 분석하였다.

최근 중국의 과학기술 발전에 기반을 둔 급진적인 경제 성장을 전 세계가 주목하고 있다. 중국의 국제적 발언권이 막강해지는 동력인 과학기술의 발전 정도를 정확히 파악하여 우리의 대응방안을 찾기 위한 연구가 절실히 필요하다. 과학기술 분야가 다양하지만 이 연구에

서는 융합 학문이면서 산업발전에 필수적인 재료분야의 연구현황을 분석하고자 한다. 이를 위하여 앞에서 언급된 “211 공정”이 시작된 1995년과 “985 공정”이 시작된 1998년 이후 급진적 발전을 이룩한 중국의 과학기술 분야의 현황을 정량적으로 분석하려는 것이 이 연구의 목적이다.

이와 같은 분석을 위한 자료가 필요하다고 판단하여 “211 공정”과 “985 공정”의 효과가 나타나기 시작한다고 생각되는 지난 2000년부터 2012년까지 13년간 중국 학자들이 재료관련 저명 국제학술지 10종에 발표한 연도별 논문 수, 저자 키워드, 피인용 정도, 주요 연구기관, 국제공동연구 경향 등을 조사 분석하여 지난 13년간 중국 재료분야 연구의 변화 경향과 최근 중점 연구 분야와 그 수준을 분석하였다.

## 2. 조사대상 학술지 선정, 자료 검색 및 분석방법

중국의 과학기술 발전 현황을 파악하기 위한 학술지 선정이 연구경향 분석의 첫 단계이면서 제일 중요하다고 판단하였다. KAIST에서는 1970년대 중반부터 박사학위 수여의 조건 중 하나로 학위논문과 관련된 연구가 해당 전공분야의 유명 국제학술지에 게재되어야 한다고 정하고 있다. 현재에도 이 제도는 계속 운영되고 있으며, 이 연구에서는 분석대상으로 KAIST 신소재공학과에서 정한 저명 학술지 중 영향력 지수(Impact Factor)가 높은 금속, 전자, 생체 및 나노관련 학술지 10종을 선정하였다. 이 학술지 10종과 Impact Factor(IF)는 다음과 같다.; (1) Journal of Materials Science(2.163), (2) Materials Science & Engineering-A(2.349), (3) Metallurgical and Materials Transactions-A(1.627), (4) Scripta Materialia(3.145), (5) Advanced Functional Materials(9.765), (6) Journal of Nanoscience and Nanotechnology(1.987), (7) Journal of Electronic Materials(1.635), (8) Acta Biomaterialia(5.378), (9) Materials Letters(2.322), (10) Materials Science and Technology(0.688).

KISTI의 정보인프라를 이용하여 2000년부터 2013년까지 10종의 학술지에서 중국인 저자가 한명이라도 포함된 출판물을 Web of Science(이하, WoS)에서 검색해 분석에 필요한 데이터를 입수하였다. 이렇게 검색한 출판물은 총 18,940편이며 Article(연구 논문), Proceedings paper, Review, Letter, Editorial Material 및 Correction 등 6가지 문헌유형이 존재한다. 이중 Article은 17,298편이며, Proceedings paper는 1,265편, Review 98편, Letter 275편, Editorial Material 2편, Correction 2편이다. 이 자료 중 제일 중요하다고 인정되는 “Article, Proceedings

Paper 및 Review” 3가지 문헌유형 18,661편만을 분석대상으로 삼았다.

검색된 자료의 계량정보학적 특징을 파악하기 위하여 학술지 별로 연도에 따라 출판 논문 수, 학술지 점유율, 저자명, 교신저자, 저자소속 연구기관, 저자키워드, 참고 문헌 수, 피인용 횟수 및 국제공동연구현황에 대하여 ISI(Information Science Institute) Web of Science의 Science Citation Index(SCI) 데이터베이스로부터 추출하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 학술지 10종에 출판된 중국 논문의 점유율

총괄적으로 중국인의 재료분야 연구현황을 알기 위하여 조사기간 13년간, 조사대상 10종의 학술지에 출판된 “Article, Proceedings Paper 및 Review” 18,661편을 이용하여 세계논문, 중국논문 및 중국점유율을 분석하여 Fig. 1에 제시하였다. 이 그림의 자료에서 알 수 있는 것은 2000년대 중반 이전과 이후의 중국 재료연구가 완전히 다른 것을 알 수 있다. 즉, 2005년부터 중국 논문의 점유율이 급상승하고 있으며, 최근에는 10종의 학술지에 발표된 논문 가운데 30% 이상을 중국학자들의 논문이 차지하고 있다는 경이로운 사실을 발견했다. 또한 전 세계적 논문출판 증가량과 중국논문 출판증가속도가 유사한 것을 보면 중국논문의 증감 경향이 전 세계 논문의 증감 경향과 같은 것을 보면 중국의 재료분야 연구가 전

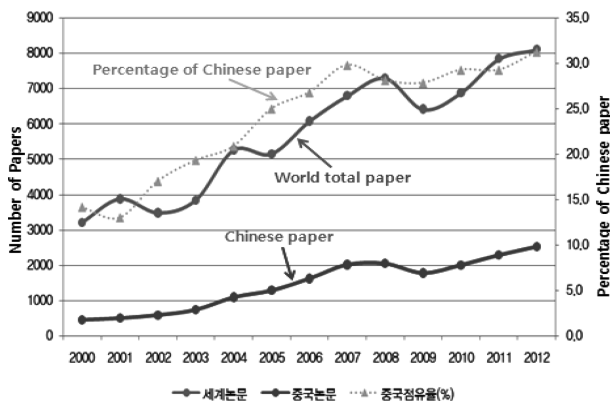


Fig. 1. Number of Chinese articles and percentage in the 10 materials related journals.

세계연구에 큰 영향을 주고 있다고 생각할 수 있겠다.

이 10종의 학술지에 2000년부터 2012년까지 게재된 “Article, Proceedings Paper 및 Review” 등 3종의 모든 중국논문은 Fig. 1에 이미 “Chinese Paper”로 표기된 도표에 제시되어있으며 이 중에 국제공동연구를 통한 논문이 포함되어 있다. 전체중국논문 중 국제공동연구논문의 현황을 알아보기 위하여 13년간 연도별로 중국인으로 구성된 중국 단독논문과외국인 저자가 포함된 국제공동연구논문을 분석한 자료를 Table 1에 정리하였다. 이 표에 의하면 2000년대 초에는 국제공동연구에 의한 논문 편수가 저조하던 것이 점진적으로 증가하여 꾸준히 국제공동연구가 활성화 되고 있었음을 보여 준다. 그러나 국제공동연구논문의 점유율이 초기부터 꾸준히 20% 내외를 유지하고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 중국이 시간이 지남에 따라 독자적으로 연구를 주도하면서도 지속적으로 국제공동연구를 수행하고 있음을 암시한다고 할 수 있다.

Fig. 1은 조사대상 10종의 학술지에 게재된 중국 논문의 총계인 18,661편을 모두 연도별로 정리한 자료를 도표화 한 것이다. Fig. 2와 3에는 조사대상 10개의 학술지에 출판된 중국논문의 연도별 게재자료를 검색한 것을 정리하여 각각 5개의 해당 학술지의 중국논문 점유율을 연도별로 도시하였다.

아래의 Fig. 2는 1). Journal of Materials Science (JSM), 2). Materials Science & Engineering-A(MSE-A), 3). Metallurgical and Materials Transactions-A(MMT-A), 4). Scripta Materialia(SM), 5). Advanced Functional Materials(AFM)의 5종 학술지에 출판된 중국논문의 점유율

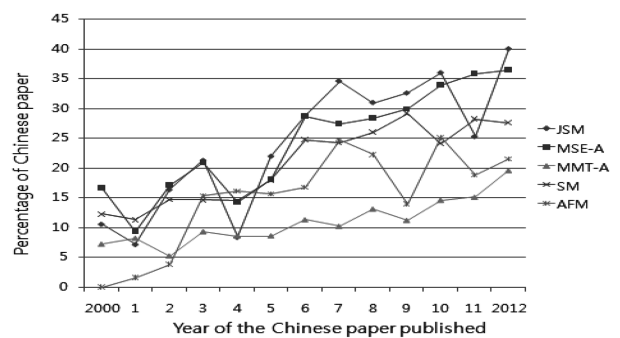


Fig. 2. Percentage trend of the Chinese paper in the first 5 journals.

Table 1. Chinese paper published annually by the international joint research.

Published Material	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Paper	350	383	475	591	819	993	1,304	1,746	1,719	1,432	1,583	1,848	2,023	15,266
Int'l joint res. paper	102	122	116	149	204	181	270	262	311	337	412	430	499	3,395
Total	452	505	591	740	1,023	1,174	1,574	2,008	2,030	1,769	1,995	2,278	2,522	18,661
Percentage (%)	22.5	24.1	19.6	20.1	20.0	15.4	17.1	13.0	15.3	19.0	20.6	18.8	19.7	18.2

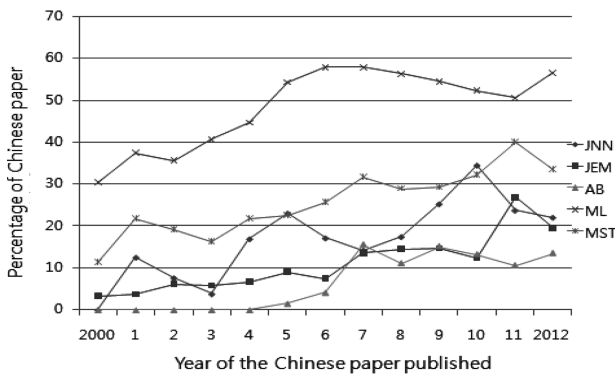


Fig. 3. Percentage trend of the Chinese paper in the second 5 journals.

을 연도별로 도시하였다.

Fig. 2는 학술지에 따라 차이는 있으나 2005년 이전에 비하여 그 이후의 중국논문의 점유율이 전체적으로 크게 증가하고 있음을 보여 준다. 최근에는 Fig. 2에 예시된 5종의 학술지에 게재되는 논문의 20%~40%를 중국학자들의 논문이 차지한다는 사실은 정말로 놀랄 만한 일이라 평가된다. 전통적으로 금속재료연구논문을 주로 출판하고 있는 JSM, MSE-A 및 SM의 3종의 학술지에 중국학자들이 집중적으로 많은 논문을 게재하고 있다는 것은 중국에서 금속관련 연구가 많이 진행되고 있음을 알 수 있다. 지난 1992년 에너지재료, 의료재료, 및 광학재료에 관한 전문 학술지로 창간된 AFM에는 2000년까지 중국학자들의 논문이 없었는데 최근 논문 점유율이 25%에 달한다는 것도 주목할 만하다.

Fig. 2와 유사하지만 Fig. 3에서 볼 수 있는 특이한 점

은 ML(Materials Letters)에 게재된 논문의 반 이상이 중국논문이라는 놀라운 사실이다. 이 학술지의 주요 목표는 “An interdisciplinary journal devoted to rapid communications on the science, applications, and processing of materials.”로 최근에 개발되는 첨단 재료관련 연구논문을 신속하게 소개하기 위하여 3~4페이지 정도의 연구 단신을 주로 출판하는 학술지이다. 이 학술지의 이러한 특성과 50~60%의 가공할 정도로 높은 중국논문의 점유율을 감안하면 최근 중국학자들의 재료분야 연구가 급속히 진전되고 있는 것으로 생각된다.

나노관련 전문학술지인 JNN(Journal of Nanoscience and Nanotechnology)의 경우도 중국 논문이 최근 30%~40%를 차지한다는 사실은 중국에서 최근 나노관련 연구가 폭발적으로 증가하고 있다는 사실로 해석된다. 생체재료 관련 학술지인 AB(Acta Biomaterialia)의 경우에는 2005년부터 논문이 소개되고는 있으나 아직도 10% 정도인 것으로 보아 중국에서 생체재료연구는 아직은 활성화 되지 않고 있음을 알 수 있다.

전자재료관련 학술지인 JEM(Journal of Electronic Materials)의 경우도 생체재료와 유사하게 저조한 편이나 최근 20%의 점유율을 상회하는 것으로 보아 최근에 전자재료연구가 활성화되기 시작하고 있는 것으로 사료된다.

### 3.2 중국의 국제공동연구 현황 분석

Table 1에서 보여주는 자료는 전술한 바와 같이 중국인으로만 구성된 중국 단독논문과 외국인 저자가 포함된 국제공동연구논문으로 분류한 것이다. Table 1의 중국 단독논문과 국제공동논문에 관계없이 교신저자가 속한 기

Table 2. Nationality of the corresponding author in the Chinese paper.

Rank	Corresponding author country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
1	China	395	435	520	670	919	1090	1458	1905	1923	1643	1816	2120	2350	17244
2	USA	7	19	16	11	14	28	22	24	40	40	56	39	47	363
3	Japan	8	10	13	16	23	12	23	14	10	15	25	20	26	215
4	Korea	5	7	7	6	11	7	6	10	11	7	12	13	15	117
5	Australia	1	4	3		5	4	7	9	10	8	21	18	23	113
6	Germany	5	5	9	4	16	3	8	9	4	7	13	15	5	103
7	UK	6	1	4	7	6	7	10	2	3	6	8	10	6	76
8	Singapore	6	1	2	2	3	3	5	5	4	3	13	9	5	61
9	Canada	1	5	2	4	6	1	10	7	2	3	5	7	5	58
10	France	5	3	2	2	4	4	4	6	4	7	1	6	1	49
11	Taiwan	1	1		2	4	1	4	10	5	5	3	2	3	41
12	Sweden			1		1	3	3	1	2	5	2	3	4	25
13	Netherlands	1	1							1	3	4	2	8	20
14	New Zealand	2	1	2	5	2		1	1	1	1		2	2	20
15	Belgium	1	2	2		4			1	1		1	2	1	15

**Table 3.** Annual trend of international joint research with top 10 countries.

Rank	Country	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2012	Total
1	USA	13	24	15	28	22	43	64	52	105	99	139	118	127	849
2	Japan	10	25	24	30	36	25	63	42	49	49	50	67	65	535
3	Germany	10	9	13	18	26	10	19	25	13	24	42	40	30	279
4	Australia	4	4	7	8	10	16	16	13	23	22	36	40	59	258
5	Korea	8	12	9	12	21	13	10	19	21	16	26	30	41	238
6	UK	10	3	3	5	14	15	18	9	13	24	26	34	37	211
7	Singapore	2	4	2	5	5	9	12	14	13	15	29	19	24	153
8	France	8	3	3	4	8	5	6	10	17	11	18	16	14	123
9	Canada	2	2	3	10	7	4	13	9	12	11	13	12	23	121
10	Sweden			3	2	4	3	5	2	9	9	8	13	6	64

관의 국가정보를 조사하여 상위 15개국으로 국한하여 연도별 논문수를 Table 2에 정리하였다. 이 Table에서 알 수 있는 것은 92.4%에 해당하는 논문인 17,224편의 교신저자가 중국인이고 나머지 1,417편(7.6%)이 외국인 교신저자의 논문이다. Table 1의 중국단독논문 합계인 15,266편 보다 많은 17,224편의 논문의 교신저자가 중국인이라는 의미는 국제공동논문이면서도 교신저자는 중국인이라는 뜻이다. 또한 Table 3의 논문 총계가 18,641로 Table 1의 총계 18,661보다 20편 작은 이유는 교신저자 분석을 상위 15개국으로 한정하여 15위 이하의 몇 개국의 논문이 포함되지 않은 것을 의미한다.

자료들을 각국의 논문 출판수로 분석하여 보면 미국기관 소속 학자가 제일 많고, 그 다음이 일본기관 소속이며, 한국기관 소속 학자들이 네 번째이다. 교신저자가 소속된 기관의 국가는 주로 서방 선진국으로 나타났다. 한편 싱가포르와 대만이 포함된 것으로 보아 중국계열 국가들과도 상당한 교류가 진행되고 있음을 알 수 있다.

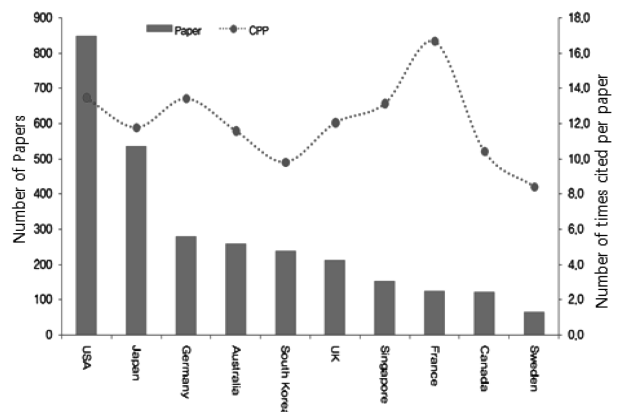
이렇게 많은 수의 중국인 학자들이 외국 연구기관에서 근무하게 된 것은 1960년대 후반부터 덩샤오핑이 과학기술 현대화를 주창하면서 미국 등 선진국으로 유학생을 대거 파견하였으며, 이후 장쩌민은 더 나아가 “科教興國”을 국정의 목표로 삼아 유학생 파견을 더욱 강조한 결과로 중국 과학기술 발전에 큰 계기를 이루고 있는 것이라고 평가된다.

이 Table 2의 자료에는 나타나 있지 않지만 외국기관 소속 교신저자의 경우 성명표기방식이 중국식인 것이 많음을 분석과정에서 알 수 있었다. 즉, 이들의 국적이 외국인인지 중국인지는 알 수 없으나 외국 연구기관에서 근무하는 중국인민자들 인 것으로 생각된다. 다시 말하면, 중국출신학자들이 전 세계에 널리 퍼져있으며, 2000년대 후반에 들어서 이들과 중국내 학자들끼리 유대가 강화됨을 알 수 있다. 이 논문에서 중국학자들의 국제공동연구현황을 분석하는 이유는 전 세계 선진국에서 연구하고 있는 중국인 과학자들의 역할을 강조하려

는 것이다.

Table 1을 보면 중국학자들과 국제공동연구를 통하여 출판된 논문은 모두 3,395편이다. 미국이 25%로 제일 많고 다음이 15.8%인 일본이다. 6% 이상인 국가는 독일, 호주, 한국 및 영국이고, 5% 이하 국가는 싱가포르, 프랑스, 캐나다 및 스웨덴이었다. Table 1의 자료에는 나타나 있지 않으나 교신저자의 연구기관이 미국, 호주 및 캐나다에 속한 경우를 살펴보면, 이들의 이름이 대부분 중국식인 것으로 보아 중국출신의 학자들로 연구책임자인 것으로 판단된다. 이와는 반대로 일본과 한국의 연구기관에 속한 교신저자의 경우, 거의 대부분이 일본인 및 한국인이었다. 이는 중국학자들이 일본과 한국의 연구기관에서 연구원으로 활동하는 것으로 판단된다.

Fig. 4는 국제공동연구로 출판된 논문 한편 당 인용지수(citation per paper, CPP)가 높은 상위 10개 국가의 CPP자료를 검색한 것을 정리한 것이다. 전반적으로 CPP는 10 내외이며 프랑스와의 공동연구로 출판된 논문의 평균 피인용 횟수가 17로 제일 높으며 스웨덴의 경우 8 정도로 제일 낮다. 이 CPP는 13년간 출판된 모든 논문의 평균치이며 이 정도의 차이로 국가별 우열을 가리기



**Fig. 4.** Papers published by international joint research and citation per paper(CPP).

**Table 4.** Top 20 foreign research organizations conducting joint research with China.

Rank	Organization	Country	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2012	Total
1	Tohoku Univ	Japan	2	7		5	9	4	7	14	13	10	16	19	19	125
2	Nanyang Tech Univ	Singapore	3		3		2	3	8	9	14	8	19	10	17	96
3	Natl Inst Mat Sci	Japan			1	1	2	8	21	7	9	10	6	9	13	87
4	Univ Queensland	Australia		1		3	1	2	5	4	9	10	11	17	9	72
5	Univ Tennessee	USA	1		1	1	1	3	10	4	10	7	17	10	6	71
6	Natl Univ.Singapore	Singapore	1	2	1	4	4	5	6	6	2	6	9	11	12	69
7	Osaka Univ	Japan	2	6	7	4	10	2	6	2	11	4	3	6	5	68
8	Max Planck	Germany	4	2		2	4		4	14	2	7	7	5	6	57
9	Korea Inst Mat. Sci	Korea	4	8	4	1	6	4	2	2	2	3	6	6	3	51
10	Univ Sydney	Australia		1	3	5	5	4	3	3	4	2	7	1	8	46
11	Univ Michigan	USA		1	1	5	2	1	7	2	4	5	3	5	5	41
12	Univ Wollongong	Australia			1		1	3	1	1	6	4	5	5	10	37
13	Univ Illinois	USA		3				2	2	7	4	7	4	2	4	35
14	Monash Univ	Australia	2	2	5	3	4	1	1	1	2	2	3	2	4	32
15	Oak Ridge Natl Lab	USA	1		1		1	2	3	1	3	3	5	4	6	30
16	Nagaoka Univ Tech	Japan			2	2	1	1	1	3	3	3	2	6	5	29
17	Univ Southampton	UK				1				1	3	2	8	10	3	28
18	Univ New S Wales	Australia	1				2	2	2	3		1	3	4	9	27
19	Natl Inst Adv Ind Sci & Technol	Japan		3		3	4	2	3	1	2	5	1	3		27
20	Univ Cambridge	UK	1			1	3	3	2		1	2	3	3	8	27

에는 의미가 없다고 생각되며 전체적으로는 논문의 인용도가 높지 않은 것으로 평가된다.

Fig. 4에 있는 국제공동연구의 CPP 상위 10개국의 연도별 논문 출판 추이를 조사 분석하여 그 결과를 Table 3에 제시하였다. 2000년대 중반 이전에는 상위 5개국의 경우에도 매년 최대 20여 건의 공동연구가 수행되었으나 중반 이후 전체적으로 증가하였고 미국과는 100편 이상의 논문을 출판할 정도로 활성화 되었다. 이러한 경향은 중국 전체의 연구논문 증가와 같은 양상을 보이는 것으로 2000년대 중반 이후 중국의 연구 활성화에 의한 결과로 해석된다.

Table 3에 의하면 중국과 국제공동연구가 활발한 주요 국가는 미국과 일본임을 알 수 있다. 앞서서도 언급한 것 같이 미국 기관에 소속된 중국인들과 공동연구가 상당한 몫을 차지하고 있는 것을 분석 과정에서 알 수 있었다. 일본의 경우에는 일본 연구기관에 근무하는 중국인들의 기여가 큰 것으로 판단된다.

Table 3에는 중국과 국제공동연구를 수행한 국가의 현황을 분석한 자료가 제시되어 있는데, 이들 국가의 연구기관현황을 알아보기 위하여 중국과 국제공동연구를 수행한 상위 20개 외국기관의 연도별 현황을 Table 4에 정리하였다.

Table 4에 나타난 상위 20개 기관을 살펴보면 일본과 호주가 각각 5개 기관으로 제일 많고 그 다음이 미국 4개, 싱가포르와 영국이 각각 2개, 한국과 독일이 각각 1개 연구기관으로 되어있다. 상위 20개 기관의 유형을 살펴보면, 호주의 경우 5개 기관이 모두 대학이고 일본의 경우 3개 대학, 2개 연구소이다. 미국의 경우 3개 대학과 1개 연구소가 포함되었다. 싱가포르와 영국은 2개 모두 대학이고, 한국과 독일은 연구소로 구성되어있다. 상위 20개 기관 중 15개가 대학이고 나머지 5개 기관이 연구소이다. 중국과 공동연구를 가장 많이 수행한 기관은 일본의 도호쿠대학으로, 이 대학의 재료연구수준이 세계적인 것과 일치하는 경향이다. 일본의 NIMS도 공동연구를 많이 수행하는 것으로 분석되었는데 NIMS에 상당히 많은 중국인 학자들이 파견되어 있기 때문인 것으로 평가된다.

전체적으로 중국의 국제공동연구는 주로 외국 대학의 중국인 과학자들과 이루어지고 있는 것으로 분석되며 이는 주은래와 등소평의 유학생 파견의 효과인 것으로 판단된다.

### 3.3 한·중 국제공동연구 현황

Table 4에서는 중국과 활발하게 국제공동연구를 수행

한 상위 20개 기관에 한국의 연구기관으로는 유일하게 한국재료연구소(KIMS)만 포함되었으나, 중국과 공동연구가 활발한 국내 상위 10개 한·중 국제공동연구기관의 연도별 연구현황을 분석하여 Table 5에 제시했다.

이 Table 5에서 알 수 있는 것은 1순위의 한국재료연구소와 9순위의 한국원자력연구원을 제외하고 나머지 8개 기관이 모두 대학이라는 것이 특징적이다. 이 사실은 외국의 경우에서도 언급한 바 있듯이 한·중 국제공

동연구는 주로 유학생에 의한 것이 주를 이루고 대학 교수들의 중국기관과의 공동연구는 그 다음인 것으로 판단된다. 보다 더 자세한 내용을 파악하기 위하여는 관련 논문을 모두 직접 보고 분석하여야 할 것으로 생각한다.

### 3.4 중국의 연구기관 현황

최근 중국에서 재료관련 연구를 활발히 수행하는 상위

**Table 5.** Top 10 Korean research organizations conducting joint research with China.

Rank	Korean Organization	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2012	Total
1	Korea Inst Mat. Sci	4	8	4	1	6	4	2	2	2	3	6	6	3	51
2	POSTECH	1	2		3	1	4	1	2			2	2		18
3	Inha Univ		2		3	1		1		5			3	1	16
3	Pusan Natl Univ						2						5	9	16
5	KAIST	1		2	2	1		1	3	2		2			14
6	Pukyong Natl Univ								1		3	3	2	3	12
6	Seoul Natl Univ			1			1		1		2	1	2	4	12
8	Chonbuk Natl Univ				1	1	1	1	1		1	2	3		11
9	Korea Inst Energy Res					2								2	6
9	Yonsei Univ	1				1			2	1		2	2	1	10

**Table 6.** Top 20 Chinese organizations published papers in the 10 journals.

Rank	Institute	2000-2012	2000		2001-2004		2005-2008		2009-2012	
			Paper	Rank	Paper	Rank	Paper	Rank	Paper	Rank
1	CAS	7406	279	1	1293	1	2712	1	3122	1
2	Tsinghua Univ.	1576	61	2	438	2	532	2	545	3
3	Harbin Inst. Technol.	1352	32	5	220	4	498	4	602	2
4	Shanghai Jiaotong Univ.	1196	35	4	258	3	522	3	381	4
5	Jilin Univ.	794	16	14	130	9	346	5	302	8
6	Zhejiang Univ.	791	20	11	130	9	303	6	338	5
7	Univ Sci & Technol Beijing	704	21	9	117	12	255	7	311	7
8	Xian Jiaotong Univ.	654	16	15	124	11	237	8	277	11
9	Northwestern Polytech Univ.	626	17	12	93	14	220	11	296	9
10	Hong Kong Polytech Univ.	613	28	6	147	6	150	16	288	10
11	Nanjing Univ.	604	27	7	143	7	222	10	212	18
12	Shandong Univ.	591	7	29	188	5	224	9	172	21
13	Peking Univ.	585	13	19	73	16	162	15	337	6
14	City Univ Hong Kong	527	39	3	133	8	166	13	189	19
15	Dalian Univ. Technol.	491	15	17	77	15	176	12	223	15
16	Fudan Univ.	485	17	13	71	18	163	14	234	14
17	Central South Univ.	461	-	-	44	24	144	18	273	12
18	Tianjin Univ.	425	10	21	46	23	148	17	221	16
19	Southeast Univ.	411	6	31	42	25	121	23	242	13
20	Huazhong Univ Sci & Technol	406	9	26	59	20	120	24	218	17

20개 기관의 논문발표 추이를 분석하여 Table 6에 정리하였다. 이 표의 자료로부터 알 수 있는 것은 1위는 중국과학원이 1위로 되어있는데 이는 산하기관의 연구실적을 모두 합한 것이기에 당연한 것으로 생각되어 과학원 산하기관은 Table 7에 따로 정리하였다. 2위부터는 모두 대학이며 즉, 칭화대, 하르빈공대, 상해교통대학, 길림대학, 저장대학, 북경과기대, 시안교통대 등 그동안 중국의 유명 대학으로 알려진 대학이 대부분 상위 20의 위치를 차지 한다는 것이다.

이 논문에 자료를 제시하지는 않고 있으나 자료 검색을 위한 기관별 조사에 의하면 2000년대 중반 이후에 논문을 출판하기 시작한 많은 대학에서 재료관련 연구를 수행하고 있는 것으로 확인되었다. 그러나 이들 대학에서 발표하는 연간 논문수가 아직은 많지 않으나 연구에 참여하는 대학이 매우 많아서 중국 전체논문에의 기여도는 작지 않다.

Table 6은 조사대상 10개 학술지에 게재된 논문을 출판한 중국 연구기관 중 논문 출판 편수 상위 20개 기

관을 나타낸 것이다. 이 중에서 1순위는 중국과학원(CAS)으로 타 19개 기관에 비하여 최다의 연구 실적을 갖고 있다. 그 이유는 CAS가 하나의 기관이 아니고 산하에 많은 연구소와 교육기관을 갖고 있기 때문이다. 즉, 중국과학원은 5개의 분과와 11개의 분소가 선양, 창춘, 상하이, 난징, 우한, 광저우, 청두, 쿤밍, 시안, 란저우, 신장 위구르 자치구와 84개의 부속 기관들이 있으며, 2개 대학교 (중국과학기술대학교, 중국과학원대학교)와 기타 정보기관, 기술 지원센터들과 발표 보도국들을 가지고 있다. 이들 기관들은 중국 전역의 20개 성(省)에 흩어져 있으며 기관별 특성적인 연구를 수행하고 있다. 중국과학원 회원을 “원사”라 칭하는데, 원사가 되면 종신직으로 근무할 수 있고 각종 특혜가 주어지며 기관 운영에 깊숙이 관여할 수 있다.

Table 7에 중국과학원 산하 기관 중 상위 20개의 연구 활성화 기관을 정리하였다. Table 7의 중국과학원 산하에 있는 기관들이 지난 13년간 10종의 선정된 학술지에 발표한 재료과학분야 논문 4,656편을 분석하여 논문

**Table 7.** Top 20 organizations in CAS.

Rank	Institute	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2012	Total
1	Inst Met Res	39	45	32	52	46	37	43	69	108	82	79	96	74	802
2	Grad Sch				2	5	37	64	94	93	67	58	47	35	502
3	Shanghai Inst Ceram	18	27	27	26	42	30	42	44	41	39	35	45	40	456
4	Univ Sci & Technol China	12	11	11	34	32	37	50	65	42	23	22	24	38	401
5	Inst Chem		2	9	7	14	19	25	27	25	31	33	26	27	245
6	Changchun Inst Appl Chem	5	4	11	5	7	7	29	30	35	11	23	24	22	213
7	Inst Phys	14	13	6	12	17	7	24	21	16	23	27	12	19	211
8	Inst Mat Res	11	11	15	22	27	23	36	32	8	2	1			188
9	Inst Solid State Phys	3	7	12	13	15	12	13	17	15	14	20	10	10	161
10	Grad Univ						1	3	12	24	11	36	34	35	156
11	Lanzhou Inst Chem Phys	6	2	2	7	10	17	19	18	14	10	9	8	12	134
12	Tech Inst Phys & Chem					3	5	8	9	9	11	14	16	17	92
13	Int Ctr Mat Phys	7	1	4	8	8	7	5	13	6	8	8	2	8	85
14	Shanghai Inst Opt & Fine Mech	2	2	6	3	14	10	6	15	4	4	2	1	6	75
15	Inst Mech	7	7	2	1	5	7	6	8	9	1	8	5	8	74
16	Changchun Inst Opt Fine Mech & Phys		1	1		1	4	3	8	27	6	15	3	3	72
17	Inst Coal Chem	1		1		2	3	6	9	9	2	10	8	12	63
18	Shanghai Inst Microsyst & Informat Technol		1	3	2	7	6	3	6	6	4	8	4	9	59
19	Inst High Energy Phys	1		1	1	2	1	2	3	2	5	15	10	11	54
20	Inst Proc Engn				2	2	4	5	8	8	7	10	3	3	52



편수별로 상위 20개 기관을 살펴보면, Institute of Metal Research(IMR, 금속연구소)가 802편으로 가장 많은 논문을 발표하고 있으며 한국의 재료연구소와 KAIST와도 국제공동연구를 수행한 바 있다. 이 IMR은 창립된 지 60년이 가까운 중국 동북지방의 최대 금속연구소이며 다방면의 연구를 수행하고 있다. 지난 2005년부터는 국방소재연구에 집중하고 있기도 하다. IMR에서 지난 13년간 출판한 논문이 802편이며 이는 위 Table 6의 기관과 비교하면 5위에 해당하는 매우 높은 연구실적을 갖고 있다.

그리고 2위의 CAS-Grad Sch(중국과학원대학교)이 502편, 3위의 Shanghai Inst Ceram(상하이 세라믹 연구소)이 456편, 4위의 Univ Sci & Technol China(중국과학기술대학교)가 401편으로 중국과학원산하 기관 중 4개가 중국 전체 상위 20위에 해당할 정도로 중국과학원산하기관의 연구역량이 높은 것을 알 수 있다(Table 6 참조). 5위의 Inst Chem(화학연구소)이 245편을 출판하였다. 2위와 4위가 교육기관인 것으로 보아 역시 학술적인 연구는 과학원 산하 두 개의 유일한 교육기관에서 주로 진행되고 있는 것으로 평가된다.<sup>8)</sup> 그러나 최근 들어 이 두 교육기관에서 출판되는 논문편수가 감소하고 있는 것을 표에서 볼 수 있다.

### 3.5 키워드로 분석한 연구분야

지난 13년간 조사대상 10개 학술지에 중국학자들이 발

표한 논문의 주요 연구분야를 분석하기 위하여 저자들이 작성한 키워드(key words)중에서 가장 많이 출현한 상위 20개 키워드를 아래의 Table 8에 제시하였다. 저자 키워드는 논문의 주제와 연관된 주요 연구내용을 의미하는 것이며 연구자가 가장 관심을 갖고 있는 용어이기 때문에 연구동향을 가장 잘 나타내는 것으로 알려져 있다. 그러므로 키워드에 대한 통계 분석기법은 연구의 내용과 방향을 발견하는데 목적이 있다. 저자키워드는 연구 분야의 발전을 모니터링 하는데 중요하다. 저자키워드를 분석한 결과 연구기간동안 계속하여 가장 많이 사용된 저자키워드는 “microstructure”이었으며 전체 논문 가운데 1775편(9.4%)에서 출현했다.

그 다음으로 “mechanical property”가 871편(4.6%)출현하여 저자 키워드의 주종이 microstructure와 mechanical property인 것으로 나타났다. 이는 모든 재료의 기계적 성질은 그 재료의 조직 즉, microstructure에 의하여 결정된다는 사실과 잘 부합하는 것으로 중국에서의 재료분야 연구는 새로운 특성을 갖는 첨단재료를 개발하기 위하여 그 재료의 조직을 개질하려는 노력이 주종을 이루고 있음을 알게 한다.

다음, 3순위와 4순위의 많은 빈도수를 갖는 키워드는 각각 “nanomaterials”(722편, 3.8%), “nanoparticles”(359편, 1.9%)로 비슷하게 많이 사용되었는데, 이들 키워드의 사용빈도는 microstructure에 비하면 현저히 적은 수치

Table 8. Top 20 author key words in the 10 selected journals.

Rank	Keyword	2000-2012		2001-2004		2005-2008		2009-2012	
		Paper	%	Paper	Rank	Paper	Rank	Paper	Rank
1	microstructure	1775	9.4	227	1	616	1	898	1
2	mechanical property	871	4.6	104	2	311	3	443	2
3	Nanomaterials	722	3.8	35	6	332	2	355	3
4	Nanoparticles	359	1.9	31	12	84	11	243	4
5	crystal growth	358	1.9	17	34	139	4	201	6
6	Nanocomposites	344	1.8	20	27	107	6	216	5
7	luminescence	324	1.7	23	20	99	8	200	8
8	semiconductors	299	1.6	7	179	91	10	201	7
9	thin films	287	1.5	29	13	108	5	147	9
10	Ceramics	251	1.3	38	5	74	15	139	10
11	composite materials	224	1.2	22	21	99	7	103	14
12	Photoluminescence	214	1.1	24	19	92	9	95	20
13	Carbon nanotubes	196	1.0	17	33	80	13	98	18
14	electrical properties	194	1.0	14	55	53	31	126	12
15	Composites	192	1.0	39	4	59	22	86	25
16	magnetic materials	181	1.0	7	169	56	27	118	13
17	synthesis	179	0.9	40	3	81	12	50	54
18	mechanical property	177	0.9	20	26	61	20	93	22
19	crystal structure	172	0.9	15	48	74	16	82	27
20	sol-gel preparation	169	0.9	13	69	57	26	99	17

이나 최근 중국에서 나노재료관련 연구가 매우 활성화 되고 있음을 알게 한다. Nanomaterials의 경우 2004년 이전에는 6위이었던 것이 2005년 이후 급진적으로 3위로 상승하였다. Nanoparticles의 경우는 전에는 12위에 있던 것이 2009년 이후 4위로 급부상한 것을 보면 지난 2~3년 사이에 중국에서 나노관련 연구가 얼마나 활성화 되고 있는지를 잘 알 수 있다.

이를 뒷받침하는 것으로 2004년 이전에는 순위가 매우 낮았지만 최근 순위가 급상승한 키워드가 있다. “Nanocomposites”은 2004년 이전에는 27위였다가 최근 5위로 순위가 급상승했으며, semiconductors와 luminescence는 각기 179위, 23위였다가 최근 각각 7위와 8위를 차지했다. 이는 나노재료 보다는 약세이지만 중국이 전자재료 연구에도 박차를 가하고 있음을 보여주고 있어서 매우 특기할 만하다. 저자 키워드 상위 20위에 생체재료관련 용어가 하나도 없다는 것은 중국은 생체재료 관련 연구가 아직 활성화 되고 있지 않다는 의미로 해석할 수 있겠다.

### 3.6 피인용 횟수로 논문의 영향력 분석

지금까지는 논문의 저자 키워드를 이용하여 중국에서 최근 활성화 되고 있는 재료연구 분야를 알아본 것이나 그 논문의 질적 평가는 알 수 없었다. 논문의 수준을 알려주는 하나의 지표로 피인용 횟수를 사용할 수 있다. 앞에서 언급한 10종의 조사대상 학술지에 최근 13년간 발표된 논문수를 기준으로 상위 20개 중국기관의 논문 한편 당 피인용 횟수를 분석한 자료를 Table 9에 제시하였다.

Table 9에 의하면, 최근 13년간 논문 한편 당 피인용 횟수(CPPt)가 10을 상회하는 기관이 10개임을 알 수 있다. 이 10개 기관 중 교육기관이 9개이고 1개 기관은 중국과학원으로 기초연구가 상당한 수준에 있음을 알 수 있다. 피인용 횟수의 특성 상 최근에 발표된 논문일수록 인용횟수가 작아지는 것을 표에서 알 수 있다. 즉, 논문 편수에 관계없이 피인용 횟수는 2000년대 초기에 대부분 10 이상인 것을 알 수 있다. 이와 같이 전체평균(CPPt)을 이용하면 최근 연도로 올수록 평균 피인용 횟수가 줄어들지만 각 기관마다 연도별 CPP가 다르기 때문에 분석기간인 13년 동안 전체평균인 CPPt를 이용하여 살펴보기로 한다. 이들 교육기관 중에 가장 높은 CPPt를 갖는 기관을 순위별로 보면 City University of Hong Kong(16.4), Peking University(13.8), Nanjing University(13.4), Tsinghua University(12.5), Hong Kong Polytech University(12.2), Zhejiang University(12.0), Dalian University of Technology(10.4), Shanghai Jiaotong University(10.3) 및 Jilin University(10.0)이며 20개 기관 중 유

일하게 비 교육기관으로 CAS(13.1)가 있다. 이들 상위 9개 교육기관을 보면 종전부터 중국의 명문으로 널리 알려진 대학들로 이 유명 대학에서 출판되는 논문의 수준도 높은 것임을 알 수 있다. 나머지 대학들의 CPPt도 7 이상으로 상당히 우수한 것으로 평가 된다.

## 4. 결 론

지난 1990년대 초까지 중국은 사회주의 건설에 역점을 두는 동안 경제와 과학기술 발전이 정지되었다. 우리나라는 지난 1970년대 초부터 과학기술입국이라는 목표하에 산업화정책을 추진하던 중 1980년대에 “반도체”를 집중 개발하자는 결정을 한 바 있다. 그 당시 이런 결정의 근거는 자본과 자원이 없는 우리나라가 갖고 있는 유일한 자원인 “모래”와 “두뇌”를 활용하자는 것이었다. 이러한 선택과 집중정책이 오늘날 우리나라가 세계 최고 품질의 전자제품을 생산하면서 IT강국이 되게 하는 원동력으로 작동한 것이다. 한편 후진성을 벗어나기 시작한 최근 중국의 경제는 꾸준히 발전하여 이제는 과학기술을 이용한 첨단제품생산으로 우리를 추격하고 있는 실정이다. 모든 면에서 막강하고 거대한 중국과 우리나라가 일대일로 경쟁한다는 것은 어려운 일이라고 판단 된다.

1) 앞에서 정리한 자료를 검토해 보면 중국학자들이 출판하는 논문이 재료 관련분야의 세계 저명 학술지 10종에 게재된 논문의 20%~40%를 차지한다는 점에서 중국의 재료연구 역량이 놀라울 정도로 커졌음을 알게 되었다. 중국내 학자들의 연구도 활발히 진행되고 있으면서 전 세계에 퍼져있는 중국계 외국 학자들과의 교류를 통한 국제공동연구도 활발한 것으로 분석되었다.

2) 중국의 재료연구는 금속재료와 나노재료에 관한 연구가 집중적으로 이루어지고 있다고 분석된다. 생체재료와 전자재료의 연구는 아직 상대적으로 덜 활성화 된 것으로 판단된다. “知彼知己면 百戰百勝”을 교훈 삼아 중국의 재료관련 연구현황을 잘 파악하여 성공적인 정책을 수립한다면 우리나라가 중국과 경쟁하는 것이 가능하리라 생각된다.

3) 우리나라가 중국과 경쟁하여 우위를 차지할 분야의 선정을 위한 정책적 결정을 위하여 정확한 분야에 대한 “선택과 집중”이 필요하다고 판단된다. 즉, 아직까지는 우리가 상위에 있는 전자재료관련 기초연구와 새롭게 부각되고 있는 생체재료분야의 기초와 실용연구에 집중적인 지원이 필요하다고 판단된다. 또한 중국에서 최근에 활성화되고 있는 나노재료분야 기초연구와 응용분야 개척의 창의적 연구도 집중 지원할 필요가 있다고 생각한다.

**Table 9.** Average citation per paper of the Chinese papers published in 2000~2012 from the top 20 Chinese research organizations.

Rank	Organization	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CPPt	Paper
1	CAS	17.1	16.3	16.3	23.3	15.6	18.9	19.6	16.6	15.1	9.2	10.1	4.5	2.1	13.1	4656
2	Harbin Inst Technol	18.9	12.2	12.0	13.3	12.2	14.2	12.1	12.2	10.5	7.0	6.0	2.9	1.0	8.6	1073
3	Shanghai Jiaotong Univ	20.5	17.3	14.0	16.7	9.1	11.0	14.0	9.8	11.5	7.5	9.8	4.3	1.9	10.3	952
4	Tsinghua Univ	12.9	16.8	13.4	19.2	15.6	15.0	17.7	15.1	17.2	12.2	6.3	5.2	1.6	12.5	900
5	Jilin Univ	13.1	14.3	15.7	16.7	14.1	17.4	15.1	13.6	9.1	7.8	4.8	2.4	2.1	10.0	607
6	Northwestern Polytech Univ	8.9	10.3	11.2	18.3	8.7	12.8	8.5	8.7	8.4	8.6	5.2	3.2	1.2	7.1	584
7	Zhejiang Univ	11.9	33.5	12.4	14.5	16.0	17.4	13.0	14.8	11.6	14.7	7.0	4.2	2.0	12.0	530
8	Shandong Univ	23.7	5.6	6.6	11.1	13.3	10.7	9.1	8.7	11.5	6.4	7.8	2.0	1.5	8.2	463
9	Xian Jiaotong Univ	7.2	11.9	15.6	12.6	12.2	11.5	10.1	11.3	9.5	5.8	5.9	3.1	0.9	7.9	463
10	Univ Sci & Technol Beijing	14.6	9.0	9.9	15.9	9.2	7.8	13.2	13.7	7.9	8.7	5.8	3.3	1.0	8.0	449
11	Cent S Univ	1.5	2.7	4.5	28.0	13.7	9.7	11.0	9.5	8.7	8.0	4.6	2.9	1.7	6.7	425
12	Nanjing Univ	10.1	17.4	17.0	14.6	17.4	25.3	18.6	17.5	18.5	7.5	4.7	6.6	3.1	13.4	398
13	Tianjin Univ	15.8	4.3	37.3	19.5	14.1	15.7	17.2	10.2	9.2	6.8	6.2	2.5	1.2	9.0	350
14	Dalian Univ Technol	15.9	11.4	25.6	12.6	21.6	14.5	22.7	13.0	12.4	5.4	6.8	3.3	1.2	10.4	312
15	Hong Kong Polytech Univ	19.6	23.1	13.0	11.7	22.3	16.6	15.2	12.8	13.6	11.2	9.2	4.4	1.2	12.2	310
16	Southeast Univ	14.3	13.9	14.0	13.8	22.7	8.1	11.7	14.4	9.9	7.3	9.2	5.0	1.6	8.6	308
17	City Univ Hong Kong	39.3	17.8	22.7	21.2	23.8	26.0	22.8	21.9	23.8	8.4	4.9	5.7	2.2	16.4	299
18	Peking Univ	24.0	2.5	5.8	26.6	41.5	38.4	12.5	28.9	13.5	9.7	9.5	6.7	1.8	13.8	282
19	Northeastern Univ	13.9	12.1	9.3	24.4	13.9	13.2	13.5	11.2	8.7	7.7	4.1	3.1	0.9	7.9	274
20	Sichuan Univ	0.0	13.5	17.0	21.5	21.8	8.1	20.5	9.9	10.8	11.5	8.6	4.6	1.6	9.7	272

## 감사의 글

이 연구를 통하여 최근 중국의 재료관련 분야의 연구 현황을 분석하여 그들의 강점을 알게 되었고 이 사실을 이용하여 우리나라의 경쟁대상자로 부각되고 있는 중국과 경쟁하기 위한 우리의 대응방안을 제안할 수 있도록 지원해 준 미래창조과학부 과학기술진흥기금과 기획재정부 복권기금, 그리고 KISTI ReSEAT Program에 감사한다.

## References

1. Friedman, George, The next decade, Random House Inc, 2012.
2. Lee, Hyun Gook, The dictionary of Chinese Current Events and Culture, 2008. 2. 20, InforChina (In Korean).
3. ChinaNaver.com 2009. 7. 6. (<http://hljxinwen.dbw.cn>) (In Korean).
4. Kim, Yoon Hei, KOTRA in Chinese Shanghai, 2008. 1. 14, (In Korean).
5. Heilongjiang News Paper, 2009. 9. 18. (<http://yanbian.moyiza.com>), (In Korean).
6. 2011 Government Report on Bio-Engineering, Ministry of Education, Science and Technology, 2011.12, (In Korean).
7. Financial News, 2013. 7. 18, (In Korean).
8. Kyung Ran Noh, Sang-Cheol Kil and Soo Woo Nam, "Chinese Research Trends in Materials Science and the Korean Countermeasure", KISTI Report, 2013. 8. 29, (In Korean).