

연구성과의 질적 평가를 위한 계량정보학적 분석에 관한 연구*

A Study on Informetric Analysis for Measuring the Qualitative Research Performance

강대신(Dae-Shin Kang)**

문성빈(Sung-Been Moon)***

초 록

본 연구는 기존의 연구성과 분석의 한계를 극복하고 영향력이나 파급효과 등 질적 중심의 연구성과 분석을 위해 텍스트 마이닝, 인용 분석 등을 활용한 새로운 계량정보학적 분석지표를 제안하였다. 즉, 논문품질지수, 인용 영향력지수, 지식확산지수, 국제협력연구지수, 우수논문 생산지수 등 새로운 연구성과 분석지표를 제안하여 질적인 측면을 중심으로 한 연구성과 분석이 가능하도록 하였다. 그리고 제안된 지표를 활용하여 사례분석을 수행하여 그 가능성을 확인하였다.

ABSTRACT

There are some limitations in the existing bibliometric methods to satisfy the various requests of the interest parties including researchers, managers, policy makers to identify 1) which research group or researcher is the key player, and the overall trends of the particular technological sub-fields, 2) which research groups, institutions or countries mainly use their research outputs, 3) what are the spin-offs from research outputs to some scientific and technological fields, 4) in which levels they are when comparing their quantitative and qualitative research outputs to those of other competitive institutions.

It is essential to develop new informetric indicators and methodologies in order to satisfy stakeholder's various demands and to strengthen qualitative analysis in measuring research performance. This study suggested informetric indicators such as article quality index, citation impact index, international cooperation index, excellent article production index and methodologies including citation analysis, text mining.

키워드: 연구성과, 분석지표, 인용분석

research performance, informetric indicator, citation analysis

* 이 논문은 박사학위 논문을 요약·정리한 것임.

** 한국과학기술연구원 경제분석센터(dskang@kist.re.kr) (제1저자)

*** 연세대학교 문헌정보학과 교수(sbmoon@yonsei.ac.kr) (공동저자)

■ 논문접수일자: 2009년 8월 17일 ■ 최초심사일자: 2009년 8월 21일 ■ 게재확정일자: 2009년 9월 3일

■ 정보관리학회지, 26(3): 377-394, 2009. [DOI:10.3743/KOSIM.2009.26.3.377]

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

일반적으로 연구성과는 과제수행 결과로 얻어진 논문과 특허 등을 포함한 연구결과(output)에 대한 것과 그 결과로 인해 발생하는 기술·경제·사회적인 성과(outcome) 및 파급효과 등을 모두 포함하고 있다. 그리고 이에 대한 분석 결과는 직접 연구를 수행한 연구자를 비롯해 과제 평가자, 정책 입안자들에게도 의사결정의 중요한 도구로 점차 활용이 늘어나고 있는 추세이다. 뿐만 아니라 1) 그 분야의 핵심적인 연구집단과 해당 기술에 대한 전체적인 동향을 파악하고, 2) 자신들의 연구결과를 주로 활용하고 있는 연구집단이나 기관, 국가는 어디인지, 3) 연구결과를 인용하고 있는 기관에 얼마나 영향력이 있는지를 포함해 자신들의 중점 연구개발 영역과 유사한 기술을 개발하고 있는 기관은 어디인지, 4) 연구결과가 어느 학문이나 기술 분야까지 파급력을 가지고 있는지, 5) 다른 경쟁기관과 비교해서 자신들의 연구결과가 정량적, 정성적 측면에서 어느 정도 수준인지 등을 포함한 영향력과 위상 분석에도 많은 관심을 가지고 있다.

지금까지 연구성과에 대한 분석은 해당 기술의 전문가가 자신들의 직관과 경험 등을 바탕으로 그 결과에 대해 평가하는 전문가 평가 방식이 주로 활용되어 왔다. 그러나 전문가의 부정적인 편견과 주제 분야의 세분화·다양화, 분석 시간의 제약 및 평가 결과의 객관성 확보 등에 대한 여러 가지 한계와 문제점이 지적되면서, 계량정보학적 분석 방법이 이를 보완할

수 있는 방법으로 대두되었다. 최근에는 이러한 문제점과 한계를 극복하기 위해 계량정보학적 방법론의 확장에 대한 논의가 대두되고 있다. 여기에는 연구 결과 자체를 대상으로 피인용수를 활용하는 인용 분석 외에 연구결과를 인용하는 문헌들까지 그 분석 대상을 확대하여 기존의 계량서지학적 방법뿐만 아니라 텍스트 마이닝 및 이를 이용한 상관분석, 사회연결망 분석 등 다양한 방법들에 대한 활용 논의가 전개되고 있다. 이러한 계량정보학적 방법들을 활용하면, 기존의 정량적, 정성적 연구성과 분석 외에 연구결과에 대한 영향력이나 파급효과, 기술간 상호 관계, 핵심 연구기관 및 연구자 등 다양한 측면에서의 연구성과 분석이 가능하게 되어 연구자, 경영진 등을 포함한 이해당사자들에게 단순한 연구결과에 대한 성과분석이 아닌 연구성과에 대한 좀 더 다양한 분석 결과를 제공함으로써 향후 연구 방향 설정 및 전략수립 등 의사결정에 필요한 유용한 정보를 제공해 줄 수 있다.

따라서 본 연구는 기존의 계량서지학적 방법론을 활용한 정량적 측면의 연구생산성 분석과 JIF값과 피인용수를 중심으로 한 질적 연구성과 분석 방법을 텍스트 마이닝과 인용분석 등 계량정보학적 방법을 확대 적용하고, 더욱 심화함으로써 이해당사자들의 요구가 증가하고 있는 영향력이나 파급효과 등에 대한 연구성과 분석을 강화하고자 한다.

1.2 연구 방법 및 절차

먼저, 본 연구는 전문가 평가, 인터뷰 등 지금까지 활용되고 있는 질적인 측면에서의 연구

성과 분석 방법론을 살펴본 후 인용 분석과 텍스트 마이닝 등 계량정보학적 분석을 활용하여 연구성과의 질적 측면을 강조한 정량적 분석 지표를 제안하였다. 그리고 사례 분석을 수행하였다. 사례 분석은 “염료 감응형 유기태양전지” 분야를 대상으로 수행하였으며, 이를 통해 제안한 분석 지표 및 인용 마이닝을 포함한 새로운 방법론에 대한 적용 가능성과 타당성을 확인하고자 하였다. 분석 대상은 SCI 논문으로 한정하였으며, 논문에 대한 인용정보를 활용하기 위해 톰슨 로이터사(Thomson Reuters)의 대표적인 서지 및 인용 데이터베이스(Web of Science)를 검색하여 1991~2007년 까지의 관련 데이터를 수집하였다.

2. 질적 분석지표 개발

2.1 기존 분석지표

계량서지학적 분석에서 질적인 성과를 좀 더 정밀하게 측정하기 위해서 가장 많이 활용되고 있는 데이터는 피인용수이며, 그 자체가 가장 기본적인 지표이기도 하다. 일반적으로 피인용수는 오래된 논문일수록 많아지고, 주제 분야에 따라 다르게 나타나는 특징을 가지고 있다. 따라서 피인용수를 그대로 성과 평가에 활용하기 보다는 여러 분석 지표를 위한 기초 자료로 활용하는 것이 바람직하다.

그리고 연구성과의 영향력을 분석한다는 것은 절대적인 기준이 아닌 분석 대상끼리 상대적인 비교를 하기 때문에 지표 또한 이에 맞춰 활용되어야 한다. 왜냐하면 앞에서 언급한 것

처럼 연구 분야에 따라 인용율이 다양하여 구해진 값을 직접 비교 분석에 적용하기 어렵기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 정규화가 가장 많이 사용되고 있는데, 이는 1980년대에 처음으로 제안되었으며(Schubert and Braun 1986 : Vinkler 1986), 지금까지 폭넓게 활용되고 있다.

피인용수를 활용한 지표 중 논문피인용지수(CPP: Citations Per Publications)는 분석 대상이 발표한 논문의 평균적인 영향력을 나타내는 지표로 각 논문의 피인용의 합을 전체 논문수로 나눈 것이다.

$$CPP = \frac{\text{전체 피인용수}}{\text{전체 논문수}}$$

CPP를 계산할 때는 자기 인용을 포함할 수도 있고 제외할 수도 있다(Van Raan 2000). 이 지표는 규모가 다른 집단과의 비교가 가능하지만, 전체 피인용 분포는 몇몇 논문에 집중되는 급격한 쏠림현상이 있기 때문에 분석 대상 논문 수가 적은 경우에는 사용하지 않는 것이 좋다(Moed 2005). CPP를 개량하여 분야별 인용지수(FCS: Field Citation Score)를 산출하여 세계 평균과 분석 대상을 비교하기도 한다(Van Raan 2000).

FCS는 특정 기간 동안에 특정 분야의 어떤 저널에 게재된 논문에 대한 피인용수를 같은 기간, 같은 분야의 총 논문 수로 나눈 값으로 구하는 방법은 다음과 같다.

$$FCS = \frac{\text{특정 분야의 전체 피인용수}}{\text{특정 분야에 게재된 전체 논문수}}$$

분석 대상 논문을 해당 세부 분야의 평균 인용지수를 구해서 분야별로 세분화하여 영향력을 측정하는 방법도 있다(Lundberg 2007). 즉, 해당 기술의 전체 논문을 대상으로 특정 분야의 평균 피인용값을 바탕으로 분야별 평균인용지수(FCSm: Field Citation Score mean)를 구하는데 그 공식은 다음과 같다.

$$FCSm = \frac{\frac{\text{특정분야의 전체 피인용수}}{\text{특정분야의 전체 논문수}}}{\frac{\text{전체 피인용수}}{\text{전체 논문수}}}$$

이렇게 구해진 값의 예를 들면, 값이 0.9이면 특정 분석 대상의 논문은 세계 평균 보다 10% 적게 인용된다는 뜻이고, 1.2이면 20% 더 많이 인용될 수 있다는 뜻이다.

또 순위보정영향지수(RNIF: Rank-Normalized Impact Factor)가 있다(Pudovkin and Garfield 2002). 이 방법은 특정 분야 내 저널의 순위를 사용하여 영향지수를 보정하여 분야 간 비교를 수행하였다. 즉, 해당 기술의 저널 수(N_j), 분야 내 특정 저널의 JIF값 순위(R_j)를 이용하여 순위보정영향지수를 계산하여 분야 내에서 특정 저널이 차지하는 위상을 파악한다. 그 수식은 다음과 같다.

$$RNIF = \frac{(N_j - R_j + 1)}{N_j}$$

* N_j : 해당기술 분야 저널 수

** R_j : 해당기술 분야 저널 JIF값 순위

이 방법들은 추가적인 자료 확보 없이 가장 간단하면서도 효과적으로 영향지수를 보정할

수 있는 방법이다.

이 밖에 어떤 특정 전문 분야 저널은 그 분야 전문가들에 의해서 주로 인용되는 경향을 보이고 있지만, 종합적이고 학제적인 저널은 폭넓게 인용되는 경우가 많다는 사실에 근거하여 특정 전문 분야 저널이 다학제적인 저널보다 불리하게 되는 것을 보정하기 위한 방법론이 제안되기도 하였다. 즉, 저널 수가 적은 분야의 JIF값은 일반적으로 작게 나오는 문제를 해결하기 위해 제안된 것으로 분야별 보정영향력지수(SAIF: Scope Adjusted Impact Factors)라고 하며, 이는 특정 논문을 인용하는 저널이 많을수록 SAIF값은 내려가게 고안되었다(Huth 2003).

$$SAIF = \frac{\text{저널영향력지수}}{\text{인용하고있는저널수}} \times 1000$$

이렇게 함으로써 다학제적인 저널에 유리하게 되어 있는 기존의 JIF값을 수정하여 세분화된 전문 분야 저널의 영향력을 평가하는데 유용하게 사용될 수 있다.

그러나 이러한 방법들은 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 한 예로 발표한 저널과 그 저널에 수록된 분석 대상 논문의 수준을 분석하고 있지만, 그 저널이 해당 기술에서의 순위 및 영향력 등에 대해서는 파악할 수 없다. 그리고 JIF값을 보정한 지표들은 해당 저널이 속한 하나의 분류 체계를 대상으로 하기 때문에 오늘날 많은 저널이 하나 이상의 주제를 가지고 있는 학문적 특성을 반영하기 어렵다. 따라서 해당 기술에서 저널 및 논문의 영향력과 수준을 동시에 고려하고, 다(多)주제를 가지고 있는 저

널의 특성을 반영하거나, 이에 영향을 받지 않는 새로운 지표의 개발이 필요하다 하겠다.

또 특정 분야의 평균 인용수와 동일한 분야에서 분석 대상의 평균 인용지수를 비교하기도 한다(Vinkler 1986). 이를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{평균인용지수} = \frac{\text{논문평균인용지수}(CPP)}{\text{분야별 평균인용지수}(FCSm)}$$

이렇게 구해진 값이 “1”보다 크면 분석 대상이 그 세부 분야의 평균 피인용 보다 더 자주 인용될 것이라고 예상할 수 있다. 그리고 분야에 대한 정의를 좀 더 명확하게 할 수 있다면, 연구성과를 가장 적절하게 평가할 수 있는 방법이라고 할 수 있다(Moed, Bruin and Van Leeuwen 1995). 그렇지만 피인용수가 높은 다학제적인 분야에서는 논란의 여지는 있다(Rinia et al. 2001).

이 밖에 특정 연구 집단이 발표한 논문이 실린 저널의 평균 JIF값과 그 분야에 포함된 모든 저널의 평균 JIF값을 비교하기도 하고(Van Leeuwen et al. 2003), 연구자나 기관, 국가 등 분석 대상의 발표 논문 중 피인용이 안된 비율(non-cited rate)을 활용하거나, 해당 기술 전체 논문에서 차지하는 점유율 등을 측정하기도 한다.

2.2 질적 연구성과 분석지표 개발

논문의 질적 생산성을 파악하기 위한 지표로 JIF값이 여전히 활용되고 있다. 왜냐하면 해당 기술의 영향력있는 저널에 논문이 게재되면 그

만큼 그 분야 연구자들에게 이용될 가능성이 커지기 때문이다. 그리고 연구자들은 새로운 지식을 탐구하고 발견하는 것에 대해 알리고 싶어하는 경향이 강하기 때문에 많은 연구자들이 이용하는 저널에 투고하고자 한다. 그러나 JIF값이 여전히 연구자에게 중요한 논문 투고의 기초자료로 활용되고 있지만, 이는 단지 저널 투고에 대한 기초자료로 활용하는 것이 바람직하다.

연구성과 분석에서 JIF값을 활용하는 것은 논문의 질적인 부분을 판단하기 위해 사용하고 있으나, 전문적인 연구개발 분야를 반영하기에는 한계가 있다. 즉, 현재 톰슨 로이터사에서 제공하는 JCR(Journal Citation Report)은 170여개의 주제 분야로 저널을 분류하고 있으나 너무 광범위하다. 또 연구자들은 기술이 융합화되고, 다학제적으로 진화하면서 관련 연구자 집단이 많이 활용하는 저널에 투고하기도 한다. 따라서 이러한 해당 기술 분야의 특성을 반영한 새로운 JIF값을 활용해 성과분석에 활용하는 것이 바람직하다 하겠다.

본 연구에서는 새로운 JIF값을 구하여 저널 상대영향지수(RJIF: Relative Journal Impact Factor)를 제안하였다. 이는 해당 기술 분야 총 피인용수를 전체 논문수로 나눈 논문의 평균 피인용수를 분모로 하고, A 저널에 게재된 논문의 총 피인용수를 A 저널의 전체 논문수로 나눈 게재 논문의 평균 피인용수를 분자로 하여 RJIF값을 구한다.

저널 상대영향지수(RJIF)

$$= \frac{\text{저널 A의 평균 피인용수}}{\text{해당분야 평균 피인용수}}$$

여기에서 년도별로 게재 논문 수와 그에 따른 피인용수를 이용하는 기존의 JIF값 계산 방법을 취하지 않은 이유는 연구성과 분석이 주로 5~10년 이상의 장기적인 성격을 갖고 있어 현실적으로 분석 기간 동안의 모든 JIF값을 참고할 수 없고, 흔히 연구자들은 자신들이 주로 이용하는 저널에 시간이 지나도 큰 차이가 없다는 것을 전제로 하고 있기 때문이다.

흔히 연구성과를 분석함에 있어서 RJIF값이 높은 저널에 얼마나 많은 논문을 게재하였는지도 중요하지만, 실제로 해당 기관들의 논문이 질적으로 어느 정도인지와 어느 정도의 가치가 있는지를 상대 비교하는 것이 더 중요한 의미를 갖는다. 따라서 각 연구기관이 발표한 논문의 품질을 파악할 수 있는 지표를 설계하였다. 참고로 *i*는 특정 기관이 발표한 논문이 게재된 저널의 RJIF값들과 게재 논문수 곱의 개수를 뜻한다.

기관 논문 품질지수

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (RJIF \times \text{게재 논문수})}{A\text{기관 전체 논문수}}$$

또 해당 기술 분야의 RJIF값을 가중치로 활용하여 논문의 평균 IF값을 구하고, 이를 활용하여 해당 기관에서 해당 기술 분야 평균 이상의 IF값을 갖는 논문이 전체 발표 논문 중 어느 정도 비율을 차지하는지를 파악할 수 있도록 하였다. 이렇게 하면, 어느 기관이 전체적으로 얼마나 우수한 논문을 발표하고 있는지를 파악할 수 있다.

우수논문 생산지수

$$= \frac{A\text{기관의 해당분야 평균 JIF값 이상에 게재된 논문수}}{A\text{기관 전체 발표논문수}} \times 100$$

연구성과에 대한 영향력을 분석하는데 있어 가장 중요한 데이터로 활용되는 것은 각 분석 대상 기관의 피인용 정보를 활용하는 것이다. 그리고 지금까지는 연구기관의 해당 기술에 대한 평균 피인용수를 전체 평균 피인용수로 나누어 그 값이 1보다 크면 세계 평균 이상의 연구 영향력이 있다고 분석하였으며, 구해진 지수 값이 크면 클수록 영향력이 크다는 것을 뜻한다. 기관영향력 지수를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{기관영향력지수} = \frac{A\text{기관 총 피인용수}}{\frac{A\text{기관 전체 논문수}}{\text{해당분야 총 피인용수}}}$$

계량서지학적 방법론을 활용한 영향력 분석은 주로 연구성과물 자체에 대한 피인용수와 논문이 게재된 JIF값을 활용한 통계적인 분석이 강하다면, 이러한 성과에 대한 인용 문헌을 대상으로 하는 분석 지표는 연구성과가 얼마나 직·간접적으로 관련 연구기관, 연구자, 기술 분야에 영향을 미치고 있는지를 파악하는데 효율적인 방법이라 하겠다. 즉, A 기관의 논문을 인용한 B 기관이 인용 논문을 활용해 총 몇 편의 논문을 발표하였는지를 분석함으로써 A 기관의 B 기관에 대한 영향력의 정도와 파급 효과 등을 파악할 수 있다. 따라서 다음과 같은 지수를 제안하고자 한다.

기관인용 영향력지수

$$= \frac{A\text{기관(피인용기관)의 피인용논문수}}{B\text{기관(인용기관) 전체 발표논문수}}$$

또 A 기관의 발표 논문을 인용하고 있는 논문을 대상으로 주제 분야를 분석하고, 그런 다음 해당 기술 분야 논문들의 주제 분야를 추가로 분석한다. 그리고 이러한 분석결과를 바탕으로 지식확산지수를 산출한다. 이 지수는 학문과 기술이 더욱 상호 유기적으로 결합되어 가고 있는 현실에서 해당 기술 분야 뿐만 아니라 유사하거나 상이한 기술 분야에서 인용된다면 기술의 확산에 기여할 수 있다는 것을 전제로 하고 있다.

지식확산지수

$$= \frac{A\text{기관 주제별 피인용논문수}}{\text{주제별 전체 논문수}}$$

그리고 각 기관의 연구자 논문을 대상으로 각 기관의 국제협력연구지수를 산출하여 연구의 세계화와 선도성을 평가할 수 있는 지표를 제안한다. 즉, 한 기관의 전체 논문 중 각 기관별 공동 논문 발표수를 활용해 국제 협력연구지수를 산출한다. 이는 연구개발이 세계화되고 서로 강점 분야를 중심으로 기술개발을 진행하고 나머지 관련 기술은 타 기관과 협력하는 연구개발 전략 차원에서 중요한 의미를 전달할 수 있다. 참고로 다음의 공식에서 i 는 국가를 뜻한다.

국제 협력연구지수

$$= \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{국가별 공동연구 논문수}}{\text{기관 A의 총 논문수}} \times 100 \right) \times \text{총 국가수}$$

그리고 해당 분야 논문과 이를 인용하고 있는 문헌에 대해 키워드 분석을 수행하고자 한다. 이는 해당 기관의 주요 연구 영역을 파악하고, 이를 인용하고 있는 기관들이 어떤 세부 기술 개발 분야에 집중하고 있는지를 보다 면밀히 비교·분석하는데 활용할 수 있다. 이렇게 함으로서 피인용 기관과 인용기관의 연구성과와의 관계뿐만 아니라 피인용 기관의 성과가 어느 분야에서 얼마나 많이 인용되고 있는지를 파악함으로써 그 기관의 영향력을 또 다른 측면에서 분석할 수 있다.

이상 제안된 방법론과 지표를 활용해 다음 장에서는 실제 사례에 적용해 봄으로써 그 활용 가능성을 살펴보고자 한다.

3. 질적 연구성과 분석 사례

3.1 분석 설계 및 준비

연구성과를 분석하는 이유는 각 연구기관이 해당 연구를 수행한 결과에 대한 객관적인 평가를 위한 기초자료로 활용하기 위한 용도가 가장 클 것이다. 그렇지만 이외에도 해당 기술에 대한 성과를 분석하여 향후 관련 연구를 계속 진행하는데 있어 연구방향 설정에도 활용할 수 있고, 새롭게 연구에 진입하고자 하는 경우

에도 의사결정에 활용할 수 있는 객관적인 근거자료가 될 수 있다.

따라서 본 연구는 이러한 목적을 지원하기 위한 분석을 수행하였다. 분석 주제는 최근 차세대 대체 에너지원으로 각광을 받고 있는 “염료감응형 유기태양전지” 분야로 설정하였다. 이는 2000년대 초반에 본격적인 연구를 시작한 국내 연구기관이 그 동안의 연구개발 성과에 대한 객관적인 수준 진단과 향후 연구 수행에 참고하기 위해서이다. 연구성과에 대한 비교 분석을 위해 국내 이 분야 연구를 선도하고 있는 고려대, 한국과학기술연구원(KIST)과 해외 경쟁 및 선도기관인 일본의 오사카대학, 미국의 NREL, 스위스의 FIT 등 5개 기관을 선정하였다. 뿐만 아니라 분석 결과에 대한 이해를 강화하기 위해 필요한 경우에 추가적으로 분석 기관을 확장하였다.

분석기간은 이 연구가 본격적으로 시작된 1991년부터 2007년까지로 하였다. 그리고 관련 논문은 SCI를 대상으로 하였으며, 분석을 위한 데이터 수집은 Web of Science를 활용하였다. 분석을 위한 데이터는 총 2,293건을 검색하여 1차로 분석에 필요한 정보가 부족한 데이터 3건을 제외하고 총 2,290건의 데이터를 확보하였다. 그리고 총 2,290건 중 분석에는 실제적인

연구결과물이라 할 수 있는 Article과 Review 논문으로 한정하여 2,190을 대상으로 하였다. 또한 인용 마이닝 방법 등을 활용한 인용 문헌에 대한 심도있는 분석을 위해 비교 대상 기관들을 중심으로 인용 논문을 추가로 확보하였다 (표 1 참조).

“염료 감응형 유기태양전지”에 관한 키워드는 해당 분야 전문가와 직접 인터뷰를 통해 선정하였으며, 선정 키워드는 “dye-sensitized”, “dye sensitized”, “organic polymer solar cell*”, “organic photovoltaic*”이다.

3.2 분석 결과

3.2.1 논문품질 및 영향력 분석

영향력 분석의 대표적인 방법론은 인용 정보를 활용하는 것이다. 그리고 일반적으로 폭넓게 활용되는 것은 저널의 영향력을 측정하는 것이다. 즉, RJI값이 얼마나 되는 저널에 논문을 게재 하였는지를 파악하는 것이다. 예를 들어 각 기관이나 국가가 RJI값이 높은 상위 저널에 얼마나 많은 논문을 게재하였는지에 따라 우수 논문을 선정하여 질적인 성과와 영향력을 분석하기도 한다.

새로운 RJI값을 구하는 이유는 오늘날과

〈표 1〉 염료 감응형 유기태양전지 분석비교 기관 논문 및 인용논문 현황

기관	발표논문 수	인용논문 수
고려대	38	243
KIST	19	130
오사카대학	97	1,498
FIT(스위스)	68	5,795
NREL(미국)	52	2,105
합계	274	9,771

같이 기술이 세분화, 전문화되어 있는 현실에서 기존의 JIF값과 저널에 대한 주제 분류는 너무 포괄적이고, 해당 기술 분야가 실제로는 여러 주제 분야에 걸쳐있기 때문에 JIF값을 그대로 활용해서 연구성과를 분석하는데 한계가 있을 수 밖에 없기 때문이다. 예를 들어 환경관련 저널 중 *Water Research*는 2007년도 JCR 기준으로 IF값이 3.427로 Environmental Engineering 분야 3위, Environmental Sciences 분야 12위, Water Resources 분야 1위이다. 그렇지만, 생활 폐수처리 분야에 대한 연구 결과는 주로 Water Resources 분야에 가장 많이 게재되고, Energy Science 분야에도 게재되고 있다면, 모든 JIF값을 파악하여 분석 비교한다는 것은 현실적으로 어렵다. 따라서 해당 기술 분야에 적합한 JIF값을 구하여 좀 더 세밀하게 성과를 분석하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 “염료 감응형 유기태양전지” 관련 논문이 게재된 저널의 논문 수와 피인용수를 활용해 새로운 JIF값인 RJIF지수를 산출하였다. 즉, “염료 감응형 유기태양전지” 관련 논문 게재 상위 20개 저널을 대상으로 새로운 RJIF값을 계산한 결과, 기존의 JIF값 순위와 새로 구한 RJIF값과는 차이가 있음을 알 수 있다. 예를 들어 *Journal of the American Chemical Society* (JIF:7.885(2006년 기준)는 JIF값 순위로 보면 3위이나 새로 적용한 RJIF값은 1위로 높아진다. 또 212편으로 이 분야 최다 논문 게재 저널인 “*Solar Energy Materials and Solar Cells*”는 JIF값이 15위를 차지하고 있으나 RJIF값 순위는 12위로 높아지는 것으로 나타났다. 이외에 *Journal of Physical Chemistry C*는 JIF

값이 없는 반면 새로운 RJIF값은 1.933으로 계산되었다. 이렇듯 기존의 JIF값과 RJIF값이 다르게 나타나는 것은 해당 기술에 더욱 세분화해 JIF값을 산출한 결과라고 할 수 있다. 그리고 이를 활용하는 것이 실제로 해당 분야에서의 영향력을 파악하는데 더 유효하다고 할 수 있다(표 2 참조).

이렇게 구해진 RJIF값은 기존의 JIF값을 구하는 공식을 변형한 것으로 “염료감응형 유기태양전지” 분야를 포함해 “복합 뇌기능 연구” 등 10개의 연구 분야에 대한 실제 사례분석과 해당 분야 전문가 집단과의 직접 인터뷰를 통해 그 유효성 및 적용 가능성을 확인하였다. 그리고 이렇게 구해진 RJIF값을 가중치로 활용해 각 기관이 발표한 논문의 전반적인 품질을 평가하였다. 예를 들어, 오사카 대학이 *Chemical Communication*에 4편의 논문을 게재하였다면, 이 저널의 논문 가중치 합은 $12.696 \times 4 = 50.783$ 이고 *Applied Physics Letters*는 $10.279 \times 1 = 10.279$ 이다. 이런 식으로 아래의 <표 3>처럼 게재 논문을 대상으로 그 가중치 값을 합하면 “720.974”가 나오고 이를 총 논문수인 97로 나누면 오사카대학의 논문 품질지수인 “7.433”이 나온다. 또 이와 같은 방법으로 계산한 스위스 FIT의 논문 품질 지수는 “22.647”로 오사카 대학보다 높게 나타나고 있어 논문의 질적 수준과 영향력이 더 높다고 할 수 있다. 참고로 미국의 NREL의 논문 품질지수는 “14.668”이며, 국내 연구기관의 경우 고려대의 경우 “6.188”, KIST의 경우는 “5.932”로 나타났다. 이는 스위스의 FIT가 전반적으로 비교 분석 대상 기관 중에서 가장 우수한 논문을 많이 발표하고 있으며, 고려대와 KIST는 다른 비교 대상 기관에

〈표 2〉 염료 감응형 유기태양전지 분야 RJIF값과 기존 JIF값 비교

RJIF값 순위	저널명	총 논문수	총 피인용수	RJIF값	기존 JIF값	JIF값 순위
1	Journal of the American Chemical Society	40	1970	18,550	8,568	3
2	Coordination Chemistry Reviews	23	956	15,655	8,191	1
3	Journal of Physical Chemistry B	188	7690	15,406	7,885	8
4	Chemistry of Materials	41	1466	13,467	7,496	6
5	Advanced Materials	35	1189	12,795	5,141	2
6	Chemical Communications	41	1382	12,696	4,883	5
7	Journal of Applied Physics	31	1041	12,648	4,339	14
8	Langmuir	32	937	11,029	4,086	9
9	Applied Physics Letters	100	2729	10,279	4,009	10
10	Journal of Materials Chemistry	23	494	8,090	3,596	7
11	Advanced Functional Materials	23	418	6,845	2,848	4
12	Solar Energy Materials and Solar Cells	212	3736	6,637	2,483	15
13	Chemistry Letters	46	776	6,354	2,207	19
14	Thin Solid Films	38	603	5,977	2,171	18
15	Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry	127	2011	5,964	2,002	16
16	Journal of the Electrochemical Society	33	460	5,250	1,911	12
17	Synthetic Metals	44	593	5,076	1,788	17
18	Electrochimica Acta	26	332	4,809	1,693	11
19	Chemical Physics Letters	24	253	3,970	1,480	13
20	Journal of Physical Chemistry C	45	231	1,933	-	20

비해 낮음을 알 수 있다.

이렇듯 논문의 품질을 파악하고자 하는 이유는 어느 저널에 논문이 실렸는지도 중요하지만, 실제로 발표한 해당 기관의 성과를 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해서는 좀 더 영향력이 있는 저널에 얼마나 많은 논문을 발표하였는지를 동시에 고려하여 논문의 양적·질적인 측면을 분석하는 것이 더 타당하기 때문이다(표 3 참조).

지금까지 연구기관별 영향력 분석은 해당 기관의 평균 피인용을 세계 평균 피인용으로 나누어 그 값을 구하고, 그 값이 1 보다 크면 평균 이상의 영향력이 있다고 판단하였다. 이러한 방법은 간단하고 쉽게 구할 수 있기 때문에 현

재에도 많이 활용되고 있다. “염료 감응형 유기 태양전지” 분야의 각 기관이 발표한 논문의 영향력을 분석하기 위해 총 논문 수와 총 피인용 수를 활용하였다. 분석 결과 아래의 〈표 4〉와 같이 스위스의 FIT가 6.14로 타 기관에 비해 월등히 높은 영향력을 갖고 있으며, 미국의 NREL, 오사카 대학이 뒤를 잇고 있다. 이러한 분석 결과는 기관별 논문의 질적 수준을 보여주고 있을 뿐만 아니라 연구기관의 영향력을 파악할 수 있는 정보를 제공해 주고 있다.

기관의 영향력지수 뿐만 아니라 각 기관별 발표 논문이 어느 기관에 얼마나 인용되었는지를 파악하기 위해 기관 인용 영향력지수를 분

〈표 3〉 오사카 대학과 FIT의 논문 품질 비교

오사카대				FIT			
게재저널	저널상대 영향지수	논문수	논문 가중치값	게재저널	저널상대 영향지수	논문수	논문 가중치값
Journal of Physical Chemistry B	15.406	15	231.096	Journal of the American Chemical Society	18.550	9	166.948
Chemistry Letters	6.354	13	82.600	Journal of Physical Chemistry B	15.406	8	123.251
Solar Energy Materials and Solar Cells	6.637	7	46.462	Coordination Chemistry Reviews	15.655	5	78.277
Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry	5.964	6	35.784	Inorganic Chemistry	13.358	5	66.792
Chemical Communications	12.696	4	50.783	Chemical Communications	12.696	3	38.087
Synthetic Metals	5.076	3	15.228	Chemistry of Materials	13.467	3	40.402
Japanese Journal of Applied Physics Part 2-Letters & Express Letters	3.557	3	10.672	Journal of Photochemistry And Photobiology A-Chemistry	5.964	3	17.892
Japanese Journal of Applied Physics Part 1-Regular Papers Short Notes & Review Papers	2.480	3	7.439	Applied Physics Letters	10.279	2	20.557
Japanese Journal of Applied Physics Part 1-Regular Papers Brief Communications & Review Papers	0.603	3	1.808	Solar Energy Materials and Solar Cells	6.637	2	13.275
Chemistry of Materials	13.467	3	40.402	Advanced Materials	12.795	2	25.590
Chemical Physics Letters	3.970	3	11.911	Journal of the Electrochemical Society	5.250	2	10.500
Bulletin of The Chemical Society Of Japan	4.068	3	12.203	Nano Letters	14.294	2	28.587
Langmuir	11.029	2	22.057	Journal of Physical Chemistry C	1.933	2	3.867
Journal of Physical Chemistry C	1.933	2	3.867	Journal of Materials Chemistry	8.090	2	16.179
Journal of Materials Chemistry	8.090	2	16.179	Progress In Photovoltaics	11.573	2	23.147
Journal of Applied Physics	12.648	2	25.296	Nature	278.394	2	556.789
Comptes Rendus Chimie	1.766	2	3.531	Chemistry-A European Journal	13.183	2	26.365
Zeitschrift Fur Physikalische Chemie-International Journal Of Research In Physical Chemistry & Chemical Physics	2.637	1	2.637	Langmuir	11.029	1	11.029
Surface Review and Letters	0.188	1	0.188	Chemistry Letters	6.354	1	6.354
Physical Chemistry Chemical Physics	3.605	1	3.605	Zeitschrift Fur Physikalische Chemie-International Journal Of Research In Physical Chemistry & Chemical Physics	2.637	1	2.637
Photochemical & Photobiological Sciences	3.934	1	3.934	Nature Materials	101.129	1	101.129
Molecular Crystals and Liquid Crystals	0.288	1	0.288	Electrochemistry Communications	4.619	1	4.619
Journal of the Electrochemical Society	5.250	1	5.250	Photofunctional Transition Metals Complexes	1.883	1	1.883
Journal of the American Chemical Society	18.550	1	18.550	Journal of the Chemical Society-Dalton Transactions	15.066	1	15.066
Journal of Electroanalytical Chemistry	6.868	1	6.868	Journal of Chemical Physics	6.638	1	6.638
Japanese Journal of Applied Physics Part 2-Letters	6.089	1	6.089	Current Opinion In Colloid & Interface Science	24.482	1	24.482

Ieee Transactions on Plasma Science	0.000	1	0.000	Applied Physics A-Materials Science & Processing	3,719	1	3,719
Fusion Science and Technology	2,260	1	2,260	Advanced Functional Materials	6,845	1	6,845
Fusion Engineering and Design	0,377	1	0,377	Accounts Of Chemical Research	99,058	1	99,058
Fullerene Science and Technology	1,507	1	1,507	-	-	-	-
Electrochemistry Communications	4,619	1	4,619	-	-	-	-
Electrochemistry	4,719	1	4,719	-	-	-	-
Coordination Chemistry Reviews	15,655	1	15,655	-	-	-	-
Chinese Physics	1,883	1	1,883	-	-	-	-
Bulletin of Materials Science	0,377	1	0,377	-	-	-	-
Applied Physics Letters	10,279	1	10,279	-	-	-	-
Advanced Materials	12,795	1	12,795	-	-	-	-
Acta Physica Sinica	1,776	1	1,776	-	-	-	-
합 계		97	720,974	합 계		68	1539,964
기관 논문 품질지수			7.433	기관 논문 품질지수			22.647

〈표 4〉 주요 기관 영향력지수

주요기관	총 논문수 (A)	총 피인용수 (B)	논문 평균 피인용수 (B/A)	논문 평균 피인용수/ 세계평균 피인용수
오사카대학	98	1,894	19.33	1.08
FIT	74	8,100	109.46	6.14
NREL	57	2,825	49.56	2.78
고려대	38	204	5.37	0.30
KIST	19	93	4.89	0.27
전체	2,290	40,828	17.83	1.00

석하였다. 즉, 지금까지의 피인용수만을 활용한 인용 분석을 넘어 피인용수에 담겨있는 실제적인 영향력을 파악하기 위해 인용 영향력지수를 산출하였다. 즉, 특정 기관의 논문에 대해 각 기관별 인용 논문수를 조사하고, 이를 인용기관의 전체 발표논문수로 나누어 인용 영향력지수를 구한다. 그리고 그 값이 1 보다 크면 피인용 논문 발표 기관이 이를 인용하고 있는 기관에 영향을 미치고 있음을 나타낸다. FIT와 고려대 발표논문을 대상으로 이 두 기관의 인용영향력 지수를 분석한 결과, FIT의 논문을 인용하고 있는 기관은 논문 발표시 최소 1회 이상 FIT

논문을 인용하고 있는 것으로 나타났다. 아래의 〈표 5〉에서 보는 것처럼 FIT의 연구결과는 북경대에서 논문 1편당 4건의 FIT 논문을 인용하는 등 FIT의 연구결과를 많이 활용하고 있음을 알 수 있다. 또 울산라대학, EPFL, 교토대 등은 2.43~2.44로 비슷한 인용 영향력지수를 보여주고 있다. FIT는 1.81로 자신들의 연구결과를 다시 인용하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 유사 연구를 지속적으로 수행하고 있음을 보여 주고 있다. 또 인용기관 상위 10개 기관을 대상으로 FIT에 대한 인용 영향력지수를 분석한 결과, EPFL, 울산라대, 오사카대 등이 1 이

상으로 나타나 해당 기술 개발에 있어 FIT와 두 기관간에는 어느 정도 상호 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 반면, 칭화대, 북경대, 교토대 등은 FIT에 대한 인용 영향력이 낮은 것으로 나타났는데, 이를 통해 동일한 기술분야에서 FIT보다 연구수준이 낮음을 알 수 있다. 이와 같이 인용 영향력지수를 통해 피인용기관이 인용기관에 어느 정도 연구개발에 영향을 미치고 있는지를 좀 더 정밀하게 분석할 수 있다.

반면, 고려대 논문을 인용하고 있는 상위 9개 기관을 대상으로 인용영향력지수를 분석한 결과, 스페인의 오토노마 대학이 발표한 총 4편의 논문 중 고려대 논문을 9회 인용하여 인용 영향력지수가 2.25로 높게 나타나고 있다. 또 고려대 자신은 그 지수가 2.11로 나타나고 있는데, 이는 후속 연구를 지속적으로 수행하고 있다고 할 수 있다. 그리고 <표 5>의 FIT의 인용 영향력지수와 <표 6>의 고려대 인용 영향력지수를 서로 비교해 보면, FIT는 연구개발 활동을 활발히 진행하는 선도적인 기관에 대한 영향력이 높게 나타나고 있다. 반면, 고려대는 대

부분 연구개발 활동이 적은 기관이나 국내 연구기관에는 어느 정도 연구개발에 영향을 미치고 있지만, 이 분야 선두권인 교토대와 EPFL에 대한 인용확산지수는 0.24와 0.14로 두 기관에 대한 영향력이 미미함을 알 수 있다. 이러한 결과는 지금까지 피인용수를 이용한 인용 분석에서는 파악하기 어려웠던 피인용수에 대한 영향력을 자세하게 파악할 수 있도록 함으로서 실질적인 영향력을 파악하는데 유용한 분석 결과를 제공하고 있다.

3.2.2 파급효과 분석

연구영향력 분석이 특정 연구기관의 연구개발이 해당 분야 및 타 기관에 어느 정도의 영향을 미쳤는지에 대해 좀 더 직접적으로 파악하기 위한 것이라면, 파급 효과에 대한 분석은 좀 더 광범위한 부분에서 그 영향력을 파악하는 것이라 할 수 있다. 파급효과에 대한 분석은 경제, 사회, 기술 등 여러 각도에서 시도될 수 있으나, 본 연구는 주로 해당 기술 및 학문분야에 대한 파급효과에 대해 주로 분석하였다.

<표 5> FIT의 인용 영향력지수

인용 순위	인용기관 상위 10개 기관	총 인용 논문 수(A)	전체 발표 논문 수(B)	인용영향력 지수(A/B)	FIT에 대한 각 기관의 인용 영향력지수
1	웁살라대	161	66	2.44	1.06
2	오사카대	159	97	1.64	1.06
3	EPFL	153	63	2.43	1.25
4	FIT	123	68	1.81	-
5	임페리얼 칼리지 런던	113	47	2.40	0.88
6	교토대	102	42	2.43	0.22
7	AIST	100	58	1.72	0.41
8	NREL	83	52	1.60	0.91
9	칭화대	82	31	2.65	0.02
10	북경대	80	20	4.00	0.03

〈표 6〉 고려대의 인용 영향력지수

인용 순위	인용기관 상위 10개 기관	총 인용 논문 수(A)	전체 발표 논문 수(B)	인용영향력 지수(A/B)	고려대에 대한 각 기관의 인용 영향력지수
1	고려대	80	38	2.11	-
2	삼성 SDI	16	11	1.45	0.26
3	인도 전기화학연구소 (Cent Electrochem Res Inst)	16	9	1.78	0.40
4	ETRI	13	15	0.87	0.55
5	교토대	10	42	0.24	0.18
6	KIST	10	19	0.53	0.16
7	한국교원대학교	9	5	1.80	0.18
8	EPFL	9	63	0.14	2.74
9	오토노마대 (Univ Autonoma Madrid)	9	4	2.25	0.05

이를 위해 연구기관의 발표 논문과 인용하고 있는 논문의 주제 분야를 분석하였다. “염료 감응형 유기태양전지” 분야 전체 논문을 대상으로 상위 10개 주제 분야를 선정하였으며, 주제 분야는 Web of Science의 학문 분류를 따랐다. 그리고 이를 활용해 지식 확산 정도를 파악하였다. 즉, “염료 감응형 유기태양전지” 분야의 각 주제 분야별 논문 수를 파악한 다음, 이를 각 비교 대상 기관의 인용문헌을 대상으로 주제별 분류를 하고, 각 분야별 인용 논문 수를 해당 분야의 총 논문 수로 나눈다. 그리고 그 결과 값이 “1” 보다 크면 “염료 감응형 유기태양전지” 분야 이외의 분야로 성과가 확산된 것으로 볼 수 있다.

분석결과, 〈표 7〉처럼 오사카 대학은 Nanoscience & Nanotechnology 분야에서 1.05로 작지만 지식이 확산되는 것을 알 수 있고, FIT는 Nanoscience & Nanotechnology 분야에서 3.79, Materials Science, Coatings & Films에서 3.47를 비롯해 지식 확산 지수가 전반적으로 높게 나타나고 있다. 이는 관련 주제 분야에서

활발히 인용되고 있음을 뜻하는데, 조사 대상 전 주제 분야에서 높은 지식 확산지수를 보이는 것은 “염료 감응형 유기태양전지” 분야 전체에서 우수한 성과 창출과 영향력이 폭넓게 미치고 있음을 알 수 있다. NREL은 Nanoscience & Nanotechnology 분야에서 2.04로 비교적 높게 나타나고 있으며, 우리나라의 이 분야 선도 연구기관인 고려대는 Electrochemistry에서 0.26, Nanoscience & Nanotechnology 분야에서 0.22로 다른 주요 기관에 비해 지식확산지수가 낮게 나타나고 있다. 또한 KIST도 Nanoscience & Nanotechnology 분야에서 0.22이지만, 전체적으로 타 기술 분야로의 지식확산이 거의 이루어지지 않고 있다. 이와 같은 분석 결과로 볼 때 우리나라의 고려대와 KIST는 세계적인 연구기관과 기술 수준 차이가 존재하고 있음을 알 수 있다.

연구영향력 분석이 게재 저널, 논문의 품질, 피인용, 인용 논문의 키워드 분석 등을 통해 좀 더 세부적이고 직접적인 측면에서 각 기관별 연구결과에 대한 영향력이나 질적 수준을 측정

〈표 7〉 각 주제 분야별 기관의 지식확산 지수

주제 분야 순위	주제분야 Top 10	총 발표 논문 수	오사카대		FIT		NREL		고려대		KIST	
			인용 논문 수	지식 확산 지수								
1	Chemistry, Physical	668	513	0.77	2028	3.04	855	1.28	58	0.09	31	0.05
2	Materials Science, Multidisciplinary	639	432	0.68	1558	2.44	699	1.09	75	0.12	47	0.07
3	Chemistry, Multidisciplinary	366	297	0.81	1084	2.96	337	0.92	63	0.17	22	0.06
4	Physics, Applied	345	213	0.62	737	2.14	393	1.14	28	0.08	38	0.11
5	Energy & Fuels	259	103	0.40	370	1.43	160	0.62	28	0.11	10	0.04
6	Physics, Condensed Matter	183	120	0.66	566	3.09	187	1.02	12	0.07	10	0.05
7	Electrochemistry	142	125	0.88	387	2.73	114	0.80	37	0.26	13	0.09
8	Nanoscience & Nanotechnology	102	107	1.05	387	3.79	208	2.04	22	0.22	22	0.22
9	Polymer Science	98	49	0.50	150	1.53	80	0.82	4	0.04	13	0.13
10	Materials Science, Coatings & Films	85	59	0.69	295	3.47	65	0.76	13	0.15	4	0.05

하는데 중점을 두고 있다면, 지식확산지수는 해당 논문의 주제를 바탕으로 좀 더 거시적인 차원에서 각 기관의 연구성과를 분석하는데 활용할 수 있다.

또 FIT, 오사카 대학, 고려대, NREL, KIST을 포함한 주요 비교 대상 기관들의 논문을 공통으로 인용하고 있는 기관을 대상으로 그 기관에서 발표한 논문수를 조사하였다. 분석결과 아래의 〈표 8〉에서 보듯이, FIT 논문은 주로 오사카 대학과 EPFL에서 많이 인용하여 각각 159건, 152건의 논문을 발표하였다. 반면 오사카 대학과 고려대, KIST는 해당 대학 내에서 인용하여 발표한 논문이 158건, 35건, 13건으로

자기 인용이 타 기관이 인용하여 논문을 발표하는 것보다 많은 것으로 나타났다.

이렇듯 각 기관의 발표 논문과 이를 인용하여 기관들이 발표한 논문수를 분석하면, 피인용기관의 영향력이나 파급력을 파악할 수 있다. 예를 들어 FIT의 연구결과를 인용한 기관 중 오사카 대학과 EPFL이 “염료 감응형 유기태양전지” 관련 연구 결과를 97건과 63건 발표하였으나, FIT 논문을 인용하여 159건과 152건을 발표하였다면, 타 분야의 연구개발에서도 FIT의 연구결과가 활발히 인용하고 있음을 알 수 있다.

연구자 소속 기관 정보를 활용하여 인용 논문이 산·학·연 연구 주체별 성격에 따라 어

〈표 8〉 주요 기관 인용 및 피인용 분석

인용기관 \ 피인용기관	EPFL (63)	KIST (19)	고려대 (38)	교토대 (42)	큐슈대 (20)	오사카대 (97)	스웨덴 왕립기술 연구소(25)
FIT(68)	152	36	55	102	22	159	47
오사카(97)	38	16	28	42	24	158	22
고려대(38)	6	6	35	10	4	7	4
NREL(57)	39	18	34	34	15	62	20
KIST(19)	2	13	5	3	3	2	3

※ (괄호)는 해당 기관의 “염료 감응형 유기태양전지” 관련 논문발표 수.

떻게 인용 패턴이 형성되어 있는지를 분석하였다. 분석결과 오사카 대학은 다른 대학에서 80%이상 인용하고 있으며, 정부연구소, 산업체 순으로 나타났다. 그리고 미국의 NREL과 KIST는 정부 연구소로써 타 기관에 비해 정부 연구소에서 인용하는 비율이 상대적으로 높게 나타나고 있다. 이렇듯 대학 중심의 성과가 주를 이루는 것은 인력과 규모뿐만 아니라 주로

학문적 성과를 알리는 차원에서 논문이 발표된다는 점을 감안하면 당연하다 하겠다. 그리고 이러한 분석의 의미는 연구 주체별로 어느 정도의 영향력과 기술 확산이 이루어지고 있는지를 파악할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있는데 있다(표 9 참조).

또 <표 10>에서 보듯이 “염료 감응형 유기태양전지” 분야의 두 선두 기관인 오사카 대학과

<표 9> 산·학·연 연구 주체별 인용 논문 비율

연구주체	오사카대	FIT	NREL	고려대	KIST
총 인용논문 수	1,498	5,795	2105	243	143
대학(%)	84.98	82.43	82.14	83.13	81.12
산업체(%)	7.28	6.78	7.17	8.64	8.39
정부연구소(%)	5.61	8.18	10.69	8.23	10.49
기타(%)	2.14	2.61	-	-	-

<표 10> 염료 감응형 유기태양전지 관련 기관별 국제협력연구지수

오사카 대학			FIT		
국가	공동 연구 논문 수	국가별 협력연구지수	국가	공동 연구 논문 수	국가별 협력연구지수
중국	5	5.15	영국	12	17.65
스리랑카	4	4.12	일본	4	5.88
미국	3	3.09	미국	4	5.88
호주	2	2.06	독일	4	5.88
독일	1	1.03	이탈리아	4	5.88
한국	1	1.03	스웨덴	2	2.94
핀란드	1	1.03	스페인	2	2.94
우즈베키스탄	1	1.03	인도	2	2.94
-	-	-	호주	1	1.47
-	-	-	한국	1	1.47
-	-	-	그리스	1	1.47
-	-	-	뉴질랜드	1	1.47
-	-	-	아일랜드	1	1.47
-	-	-	카다다	1	1.47
-	-	-	벨기에	1	1.47
-	-	-	이스라엘	1	1.47
국제협력연구지수		148.45	국제협력연구지수		988.24

FIT의 국제협력연구지수를 구해 보면, 오사카 대학은 총 97편의 발표 논문 중 총 18편을 중국, 스리랑카 등을 비롯한 8개국과 공동연구를 통해 발표하였다. 그리고 FIT는 총 68건의 논문 중 42건을 영국, 일본, 미국 등을 비롯한 16개국과 공동 연구를 진행하였다. 이 경우 위 지수를 활용해 두 기관의 국제협력연구지수를 구하면, 오사카 대학은 “148.45”, FIT는 “988.24”로 FIT가 국제적으로 협력 연구를 활발히 한다고 할 수 있다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 점차 고도화되고 있는 연구성과 분석에 대한 연구자, 경영진을 포함한 이해당사자들의 요구에 부합하는 분석 결과를 제공하기 위해 기존의 양적 연구생산성 분석 및 피인용수를 중심으로 한 질적 측면에서의 연구성과 분석뿐만 아니라 연구결과의 영향력이나 파급효과 등을 좀 더 심도 있게 분석하기 위한 논문 품질지수, 인용 영향력지수, 지식확산지수, 국제협력연구지수, 우수논문 생산지수 등 계량정보학적 분석 지표를 제안하였다.

논문품질지수는 기존의 논문게재 저널의 평균 JIF값을 활용해 측정하던 것을 게재 논문수를 가중치 값으로 추가하여 좀 더 정확한 논문 품질 분석이 가능하도록 하였다. 또한 인용 영향력지수는 피인용 기관에 대한 상세 정보를 활용하여 실제적인 기관의 영향력을 측정할 수 있도록 하였다. 지식확산지수는 좀 더 거시적

인 차원에서 논문이 인용되고 있는 학문의 범위 등을 파악할 수 있도록 하였으며, 국제협력연구지수는 각 기관의 국제화 정도를 측정하도록 하였다. 이 밖에 질적인 측면에서 연구생산성을 비교·분석할 수 있도록 우수논문 생산지수를 제안하였다.

이상과 같은 계량정보학적 여러 분석지표와 방법론들의 적용 가능성을 검증하기 위해 최근 대체 에너지원으로 연구가 활발히 진행되고 있는 “염료 감응형 유기태양전지” 분야를 대상으로 한 연구성과 사례 분석을 수행하였다. 그리고 분석 결과는 해당 연구성과에 대한 객관적인 수준 진단과 연구자, 경영진, 정책입안자 등을 포함한 이해당사들의 주요 의사결정에 충분히 활용할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 기존의 계량서지학적 방법론을 중심으로 한 정량적, 정성적 연구성과 분석 방법론의 한계를 극복하고, 연구성과의 영향력이나 파급효과 등에 대한 분석을 더욱 강화하고자 하였다. 뿐만 아니라 좀 더 직접적이고 객관적인 연구결과에 대한 성과분석 뿐만 아니라 향후 연구 방향 설정 등의 전략 수립에 활용할 수 있는 정보를 연구자 및 경영진을 포함한 이해당사자들에게 제공해 줄 수 있다는 점에서 그 의미가 크다 하겠다. 그리고 향후 이러한 방법론을 연구성과의 중요한 부분인 특허 등에도 확대 적용하면, 해당 연구개발 분야에 대한 종합적인 연구성과 분석이 가능하게 되어 좀 더 유용한 의사결정을 위한 기초자료로 활용 가치가 높아질 것이다.

참 고 문 헌

- Bozeman, B. and E. Corley. 2004. "Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital." *Research Policy*, 33(4): 599-616.
- Huth, E. J. 2003. "Scope-adjusted impact factor." *Journal of Medical Library Association*, 91(3): 285.
- Lundberg, J. 2007. "Lifting the crown—citation z-score", *Journal of Informetrics*, 1(2): 145-154.
- Moed, H. F., R. E. Bruin, and T. N. Van Leeuwen. 1995. "New bibliometric tools for the assessment of national research performance: database description, overview of indicators and first applications." *Scientometrics*, 33(3): 381-422.
- Moed, H. F. 2005. "Citation analysis of scientific journals and journal impact measures." *Current Science*, 89(12): 1990-1996.
- Pudovkin, A. I. and E. Garfield, 2002. "Algorithmic procedure for finding semantically related journals." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53: 1113-1119.
- Rinia, E. J, T. N. Van Leeuwen, H. G. Van Vuren, and A. F. J. Van Raan. 2001. "Influence of interdisciplinarity on peer-review and bibliometric evaluations in physics research." *Research Policy*, 30: 357-361.
- Schubert, A. and T. Braun, 1986. "Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact." *Scientometrics*, 9(5/6): 281-291.
- Van Leeuwen, T. N., M. S. Visser, H. F. Moed, A. J. Nederhof, and A. F. J. Van Raan. 2003. "Holy Grail of science policy: Exploring and combining bibliometric tools in search of scientific excellence." *Scientometrics*, 57(2): 257-280.
- Van Raan, A. F. J. 2000. "R&D evaluation at the beginning of the new century." *Research Evaluation*, 9(2): 81-86.
- Vinkler, P. 1986. "Evaluation of some methods for the relative assessment of scientific publications." *Scientometrics*, 10(3/4): 157-177.