

# 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과의 질적 수준 분석을 위한 새로운 계량지표의 탐색과 적용

조현정\*, 김행미\*\*, 김나영\*\*\*, 안병민\*\*\*\*

## 논문 요약

SCI(E)논문은 국가연구개발사업으로부터 도출되는 대표적 1차 산출 성과이며, R&D활동의 흐름을 파악할 수 있는 가장 중요한 지표 중 하나이다. 우리나라는 1980년대 50위권에 머물렀던 SCI(E)논문수가 1990년대를 거치면서 비약적으로 확대되었고, 최근 양적 규모 면에서는 세계 12위 수준을 유지할 만큼 괄목한 만한 성장을 이루었다. 최근 이러한 양적 확대 속에서, 논문의 질적 수준이 정체되고 있다는 문제점이 종종 거론되고 있다.

따라서 우리나라의 SCI(E)논문 성과가 가지는 질적 수준을 평가하기 위해 다양한 노력이 있어왔다. 대표적인 SCI(E)논문의 질적 지표로 논문 피인용횟수와 저널 영향력지수가 있다. 그러나 이러한 지표는 학문 분야간 인용 특성을 반영하지 못하므로, 국내 연구자 사이에서도 다양한 순위보정영향력지수를 개발하고자 하는 시도가 있어 왔다.

본 논문에서는 그간 개발된 순위보정영향력지수를 추가적으로 보완하여, 보다 의미 있는 지표를 도출하고자 하였으며, 해당 지표를 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과에 적용하여 우리나라 SCI(E)논문 성과의 질적 수준을 검토하였다.

Keyword : 국가연구개발사업 성과, SCI(E)논문 성과, 계량지표, 질적성과분석

\* 조현정, 한국과학기술기획평가원 연구위원, chohj@kistep.re.kr

\*\* 김행미, 한국과학기술기획평가원 부연구위원, hmkim@kistep.re.kr

\*\*\* 김나영, 한국과학기술기획평가원 연구원, ny315@kistep.re.kr

\*\*\*\* 안병민, 한국과학기술기획평가원 연구위원, bmahn@kistep.re.kr

## I. 서론

근대적인 의미의 과학기술에 대한 경험과 투자 측면에서, 우리나라의 역사는 그다지 길지 않은 편이다. 1966년 KIST를 설립하고, 1967년 과학기술처가 설립됨으로써 본격적인 과학기술정책이 추진되었음을 감안하면, 약 50년의 시간 동안 서구 열강의 과학기술력을 따라가기 위해 쉴 새 없이 달렸다고 보아도 무방할 것이다. 또한 50년이라고는 하나, 사실상 1960년대와 1970년대에는 투자도 성과도 선진국에 비하면 보잘 것 없는 수준이었다. 우리나라 과학기술 분야의 본격적인 성장은 1980년대부터 이루어졌으며, 최근에는 세계적으로도 결코 적지 않은 투자 규모를 자랑하고 있다.(2015년 기준 우리나라의 GDP 대비 연구개발투자 비중은 4.23%로 세계 1위 수준. 단, 이는 GDP대비 연구비 비중으로 절대 규모 및 누적 규모 면에서는 여전히 주요 선진국과 큰 격차 존재) 또한 초기에는 과학기술 투자가 정부의 주도로 이루어졌으나, 이제는 민간의 비중이 더 커지면서(정부:민간 = 약 25:75), 연구개발에 있어서 정부의 역할과 기여도에 대한 고민이 깊어지고 있다.

이와 같은 투자 경향 속에서, 투자에 대한 성과의 효율성·효과성에 대한 논의와 요구가 더욱 높아지고 있다. 따라서 과학기술에 대한 관심의 방향이 투자에서 성과로 전환되고, 이러한 정책기조를 반영하여 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」(이하 「연구성과평가법」)이 2005년 12월 30일에 제정되고 2006년 3월 31일부터 시행되었다.

이후 미래창조과학부(국가과학기술심의회)는 2007년부터 SCI(E)논문, 특허, 기술료, 사업화, 인력양성, 연수지원 등 6개 성과항목에 대한 수집을 시작하였고, 2008년부터 본격적인 분석을 실시하였다. 특히 과학기술의 대표적인 1차 성과물인 SCI(E)논문은 측정 가능성, 객관성, 국제적인 비교가능성 측면에서 가장 중요한 성과로 인식되어 왔다. 최근 기술사업화에 대한 관심이 증대되고 있으나, 이는 객관화와 정량화가 어렵고 긴 시간 여러 단계를 거쳐야 나타나는 파급효과에 가까우므로, SCI(E)논문은 여전히 중요한 지표로 다루어지고 있다.

SCI(E)논문의 기원을 살펴보면, 미국 클래리베이트 애널리틱스(舊 톰슨로이터스)사가 1958년부터 매년 학술적 기여도가 높은 학술지를 엄선하고, 동 학술지에 수록된 논문의 색인 및 인용정보를 데이터베이스(DB)화하여 수요자에게 제공하였는데, 해당 DB(Web of Science DB, WOS DB)에 수록된 논문을 「SCI(E)논문」이라 한다. 이처럼 클래리베이트 애널리틱스(舊 톰슨로이터스)사에 의해 선정된 학술지에 수록된 논문은 세계적 권위를 인정받는 것으로 인식되었고, 학위인정 및 학술상 심사 등의 반영자료로 활용됨에 따라, 연구자들 사이에서는 SCI(E)논문 게재 자체가 연구의 질적인 우수성을 입증하는 수단이 되었다.

따라서 초기에는 SCI(E)논문에 게재되는 것만으로도 연구의 질적 우수성까지 인정

받았으며 SCI(E)논문의 게재 건수가 가장 중요한 성과지표로 다루어졌다. 그러나 우리나라에서는 연구자들 사이에 양적 확장에 대한 부담감과 경쟁이 심화되면서, 논문 쪼개기, 공동저자 확대 및 공유를 통한 논문 수 부풀리기, 상대적으로 영향력이 낮고 게재가 쉬운 SCI(E) 저널에 집중 투고하기 등의 문제점이 대두되었고, 점차 SCI(E) 저널 중에서도 영향력이 크고 인지도가 높은 저널에 논문을 투고하는 것이 중요한 지표가 되었다.

SCI(E) 논문의 영향력을 가늠하는 대표적인 지표로는 논문 피인용횟수와 저널 영향력지수(IF, Impact Factor)가 있으며, 이러한 지표가 상당 기간 통용되었다. 그러나 이들 지표는 학문분야간 인용 특성을 반영하지 못하는 단점이 있어, 국내 연구자 사이에서 다양하게 보정된 영향력지수를 개발하고 적용하고자 하는 시도가 있어 왔다.

본 연구에서는 SCI(E)논문에 관해 이러한 다양한 질적 평가 지표를 점검하고, 이 전보다 보완된 신규 지표를 탐색하였으며, 해당 지표를 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과에 적용하여 우리나라 SCI(E)논문 성과의 질적 수준을 검토하고자 하였다.

## II. 주요 선행연구

지금까지 널리 사용되어 온 SCI(E)논문의 계량지표는 SCI(E)논문 수, 피인용횟수(Citation), 저널 영향력지수(Impact Factor, IF) 등이 있다. 이 중에서 가장 의미 있고 합리적인 질적 지표로 인식되는 피인용횟수는 인용이 장기간에 걸쳐 지속적으로 일어나면서 실시간으로 변화하므로 실제 분석이나 평가에 사용하기에 제약이 많다. 따라서 편의상 널리 통용되는 것이 IF이다. 그러나 Seglen(1997)이 지적한 바와 같이, IF가 높다는 것이 각각의 논문의 인용수가 높다는 것을 의미하지는 않으며, IF가 높은 저널에서도 피인용이 낮은 논문이 있고, IF가 낮은 저널에서도 피인용이 높은 논문이 존재한다. 실제로 Seglen(1997)의 분석에 따르면, 저널에 게재된 논문의 15%가 해당 저널 총 인용횟수의 50%, 게재 논문의 50%가 85% 이상을 점유하는 것으로 나타났다.

한편 국내에서 본 연구와 유사하게 SCI(E)논문의 질적 지표를 대상으로 이루어진 연구는 그 사례가 많지 않다. 그 중 가장 대표적인 연구로는 이혁재 외(2006), 허정은 외(2008), 김용정 외(2012) 등의 연구가 있다.

이혁재 외(2006)의 연구에서는 학문분야별 학술지 숫자의 분포, 학문분야별 IF(IFcat라 명명)에 따른 학술지 숫자 분포, 학문분야별 평균 IF 등을 점검하고, 평가대상을 미시(micro), 중간(meso) 및 거시(macro)로 구분하여 적절한 지표를 제안하였다. 이혁재 외(2006)의 연구에서 주목할만한 점은 특정 IF 구간, 특정 학문분야 등에 학술지가 집중되어 있음을 실증적으로 보여준 사례라는 것이다.

허정은 외(2008)의 연구에서는 기존의 지표를 변형하여 보완된 3개의 지표(표준화

된 순위보정영향력지수, 보완된 순위보정영향력지수, 분야대비 순위보정영향력지수)를 제안하고, 3개의 R&D사업 성과 분석에 적용하였다. 이 중 표준화된 순위보정영향력지수(mrnIF)는 현재 국가연구개발사업 평가에서 널리 활용되고 있다. 해당 연구에서 분석 대상이 된 3대 R&D사업은 연구비의 3.6%, SCI(E)논문 실적의 33.1%를 차지하며, 분야대비 영향력지수가 1.25로 나타나 세계평균을 크게 웃도는 것으로 분석되었다.

가장 최근의 SCI(E)논문 질적 지표 연구에 해당하는 김용정 외(2012)의 연구에서는 상대적 순위보정영향력지수(Relatively Rank-normalized Impact Factor,  $R^2nIF$ )가 새로운 질적 분석 지표로 제안되었으며, 해당 지표를 활용하여 국제공동연구가 논문의 질에 미치는 영향을 분석하였다. 김용정 외(2012)의 연구에서 제시된 신규지표의 장점은 학술지별로 상이한 논문 수 분포가 평가에 반영되었다는 것과, 세계 평균에 대한 상대적 위상을 파악할 수 있도록 설계되었다는 점이다.

지금까지 살펴본 대부분의 국내 선행연구는 지표 자체의 특성과 장·단점, 한계 등에 집중하기 보다는 기존의 지표가 가진 문제점을 일부 보완한 신규지표를 제안하고, 이를 실제 사례에 적용하여 정책적 함의를 도출하는 방식으로 이루어졌다. 본 연구에서는 기존 지표의 개선안도 제시되었으나, 근본적으로는 다양한 질적 지표를 직접 실무에 적용해 보고, 국가연구개발사업과 국가 간 비교 등 거시적 측면에서 활용 가능한 대안 탐색을 목표로 삼았다.

### III. 분석의 개요

본 연구에서는 2011년 ~ 2015년에 게재된 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과를 분석 대상으로 삼았다. 또한 SCI(E)논문의 질적 분석 지표로 저널 영향력지수(IF), rfIF(Relative Field Impact Factor, 분야대비 영향력지수), mrnIF(Modified Rank Normalized Impact Factor, 표준화된 순위보정영향력지수),  $mR^2nIF$ (Modified Relative Rank-normalized IF, 수정된 상대적 순위보정영향력지수) 등을 검토하였다. 각 지표의 정의와 산식은 아래 표1에 정리한 바와 같다. rfIF의 경우, 관련 문헌에 논문 수를 반영하는지 여부가 명확하게 언급되지 않고 있으나, 본 연구에서는 논문 수를 반영하여 분야별 평균 영향력지수(IF)를 산정하였다. 또한  $mR^2nIF$ 는 김용정(2012)이 제안한  $R^2nIF$ (Relative Rank-normalized IF, 상대적 순위보정영향력지수)를 일부 보완하여 본 연구진이 새롭게 제시한 지표이다.

저널별 IF와 저널 학문분야(category)에 대해서는 2016년 10월 ~ 11월에 JCR DB를 통하여 가장 최신자료인 2015년도 정보를 추출하였다. 2015년도 기준 SCI(E) 저널은 총 8,802종이었으며, 이 중 28개 저널은 가용한 IF 정보가 없었다.(최근 2년 이내에 신규 SCI(E) 저널로 선정되어 IF 산출이 어렵거나, 자기 인용이 높은 경우 IF 값을 제공하지 않음) 저널 학문분야(category)는 총 177개로 나뉘어져 있으며, 각 분야별

로 저널 수와 논문 수, IF 분포가 상이하였다. 또한 하나의 저널이 여러 개 분야에 속해 있는 경우가 있는데, 이러한 경우에는 해당 저널의 각 분야별 지표값을 평균하여 대푯값을 산출하였다.

표1. 분석에 활용된 SCI(E)논문 질적 지표

지표	정의	비고
IF	· 기준년도를 제외한 최근 2년간 해당 학술지에 수록된 논문들이 기준년도에 인용된 횟수를 논문수로 나누어서 산출	· 연구 분야의 특성이 고려되지 않아 연구 분야간 비교분석에 제한적임
rIF	· $rIF_j = IF_j / IF_{\text{동일분야 세계평균}}$ ※ IF <sub>j</sub> : 저널 j의 영향력지수(IF) ※ IF동일분야 세계평균 : 저널 j가 속한 분야의 평균IF	· 분야대비 영향력지수가 1 이상이라는 것은 발표저널이 해당 분야 평균수준(IF기준)보다 높음을 의미
rnIF	· $rnIF_j = (N - R_j + 1) / N$ ※ N : 저널 j가 속한 JCR category의 저널 수 ※ R <sub>j</sub> : 저널 j가 속한 분야에서 저널 j의 IF 순위 · 저널 IF를 그대로 사용하는 대신 분야 내에서 저널 IF 순위만을 활용	· 최하값이 학문 분야내 저널수의 영향을 받음(예시: 저널수가 10개인 분야의 최하값은 0.1인데 반해 1000개인 분야는 0.001)
mrnIF	· $mrnIF_j = 100 \times (N \times rnIF_j - 1) / (N - 1)$ ※ N : 저널 j가 속한 JCR category의 저널 수 ※ rnIF <sub>j</sub> : 저널 j의 순위보정영향력지수 · rnIF가 JCR category 저널 수에 의존하는 한계점을 보완하기 위해 rnIF를 0-100 사이로 표준화한 지표	· 분야 내에서 저널의 위상만 보여줄 뿐 연구 분야별 상대적 비교 및 글로벌 수준 비교에는 부적절
mR2nIF	· $mR2nIF = mrnIF_j / mrnIF_{\text{동일분야 세계평균}}$ · 김용정(2012)이 제시한 R2nIF와 동일한 산식을 활용하나, 상대적 순위보정 단계에서 NSC 분야 대신 JCR category를 활용하여 정보처리 일관성 확보	· R2nIF에 비해 활용 대상 DB가 일원화되고, 학문분야 분류 또한 mrnIF category와 통일됨

#### IV. 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과 분석 결과

2015년도 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과를 검토한 결과, 총 8,802개 JCR 저널 중 4,094개의 저널에 논문이 게재된 것으로 확인되었다. 그동안 우리나라의 SCI(E) 논문은 저널 영향력지수(이하 IF)가 낮은 저널에 주로 게재된다는 인식이 높은 편이었으나, 실제로 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과는 IF가 높은 저널부터 낮은 저널까지 고르게 분포하는 편이었다.(그림1) 그러나 JCR 저널의 총 논문수 분포(그림2)에 비해서는 IF가 낮은 저널의 논문 게재 빈도가 상대적으로 높은 것 또한 사실이다.

한편, 그림3에서 살펴보는 바와 같이 저널의 학문분야별로 IF의 분포와 양상이 매

우 다양하였으며, 각 저널의 논문 수 분포도 매우 다양하였다. 그림3의 예시에서는 총 177개 학문분야 중 저널의 숫자가 상대적으로 많은 대표 분야 4개를 추출하였다. 해당 분야별로 논문 수를 감안한 평균 IF를 살펴보면(표2) 재료과학-다학제(Materials Science, Multidisciplinary) 분야가 4.14로 가장 높았으며, 전기전자공학(Engineering, Electrical & Electronic) 분야가 1.89로 가장 낮았다. 평균 mrnIF에서도 재료과학-다학제(Materials Science, Multidisciplinary) 분야가 67.85로 가장 높았으나, 가장 낮은 분야는 생명화학 및 분자생명(Biochemistry & Molecular Biology) 분야의 56.72로 나타났다.

전체 177개 학문분야 중에서는 나노과학 및 나노기술(Nanoscience & Nanotechnology) 분야의 평균 IF가 5.74로 가장 높았으며 논리(Logic) 분야는 0.55로 가장 낮게 나타났다. 또한 평균 mrnIF는 재료과학-코팅과필름(Materials Science, Coatings & Films) 분야가 84.67로 가장 높았고, 의약-실험연구(Medicine, Research & Experimental) 분야는 45.39로 가장 낮게 나타났다.

표2. 저널의 학문분야별 평균 IF 및 평균 mrnIF

	논문 수	평균IF	평균mrnIF
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	51,788	4.05	56.72
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	52,152	1.89	60.23
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	85,782	4.14	67.85
PHARMACOLOGY & PHARMACY	37,605	3.04	57.93

그림4에서 살펴보는 바와 같이, IF와 mrnIF를 통해서는 우리나라 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과의 질적 지표가 완만하게 개선된다는 것을 파악할 수 있다. 그러나, 세계평균에 대비한 상대적 수준을 평가하기는 어렵다. 이를 보완하기 위해 사용된 rfIF와 mR<sup>2</sup>nIF는 비슷한 분석 결과를 보였는데, 두 지표 모두 세계평균에 근접하는 것으로 나타났으나, rfIF값이 보다 큰 폭(0.949('11년)→0.996('15년))으로 개선되고 있는 것으로 나타났다. (mR<sup>2</sup>nIF는 0.959('11년)→0.991('15년)로 향상)

이는 상대적 순위를 기준으로 보정하는 mR<sup>2</sup>nIF에 비해 rfIF는 학문분야에 따라 편차가 큰 IF값의 차이를 그대로 반영하기 때문으로 평가된다.(그림3 참조) 결론적으로 우리나라의 SCI(E)논문 성과는 학문분야별 특징을 반영한 평균값에 비해 월등히 우수하지는 않으나, 세계적으로 평균에 근접하며 꾸준히 상승하고 있다고 보는 것이 타당할 것이다.

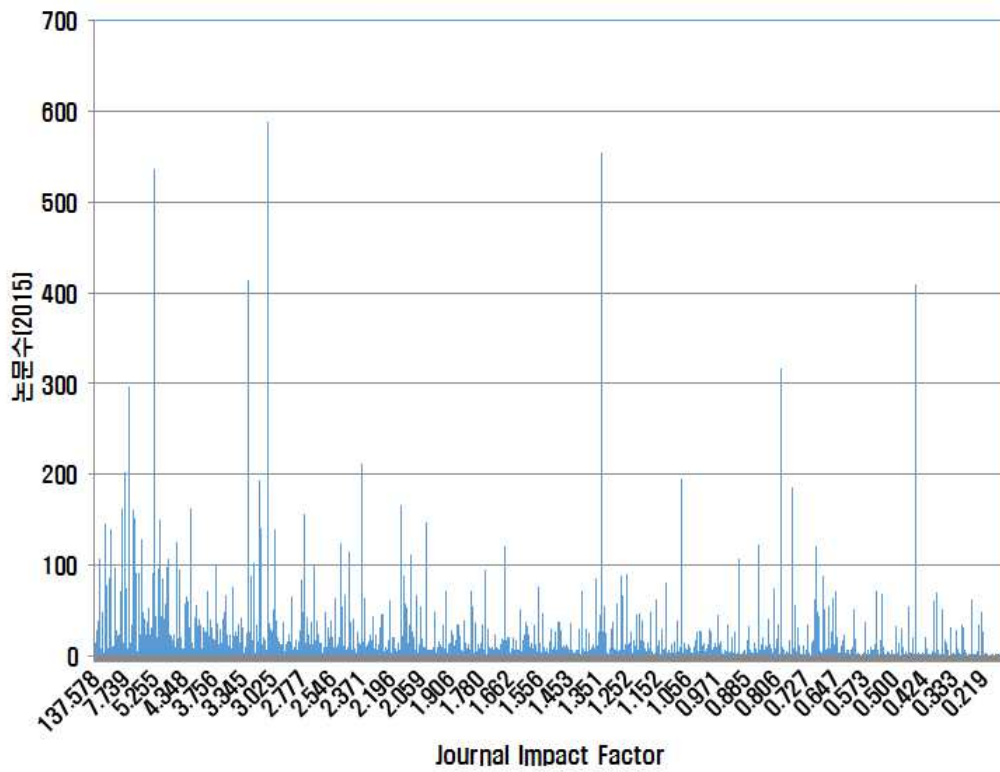


그림1. 2015년 저널 영향력지수별 우리나라 국가연구개발사업 SCI(E)논문 수 분포

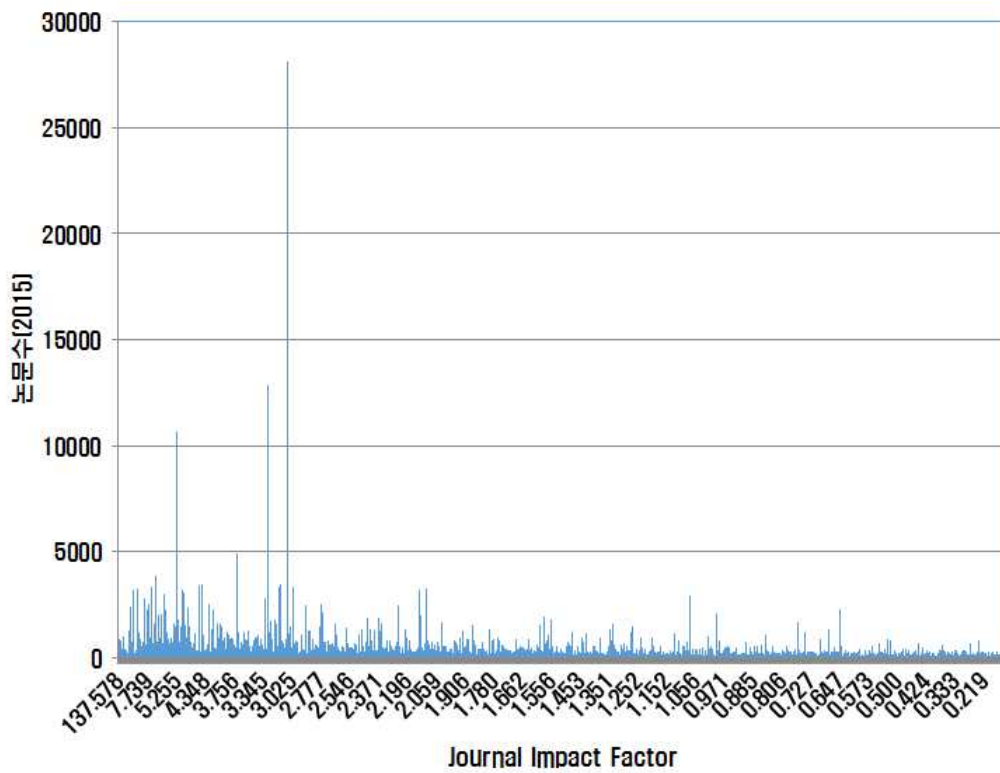
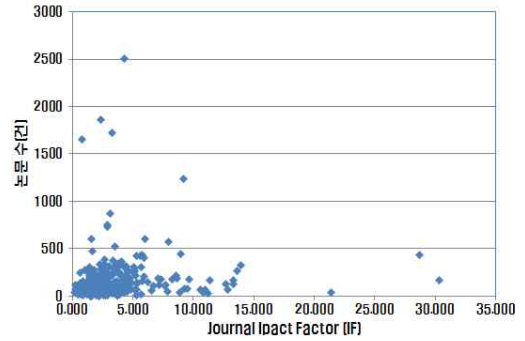
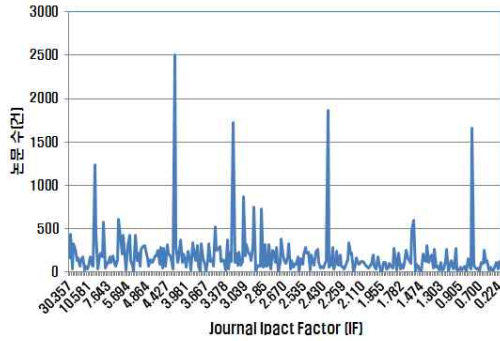
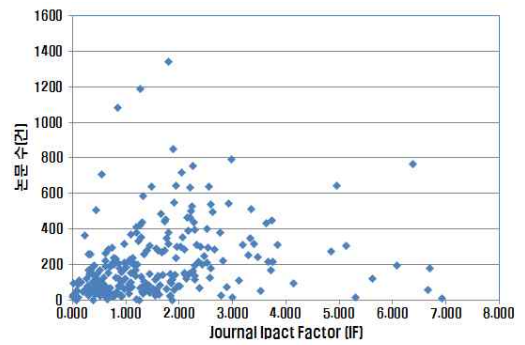
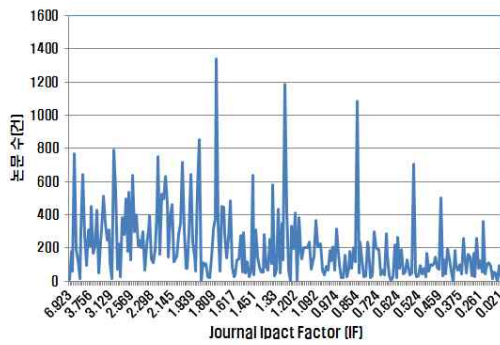


그림2. 2015년 저널 영향력지수별 총 SCI(E)논문 수 분포

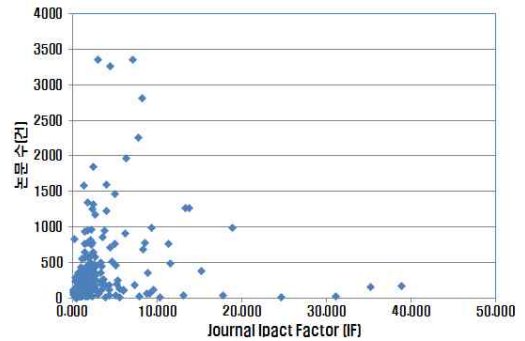
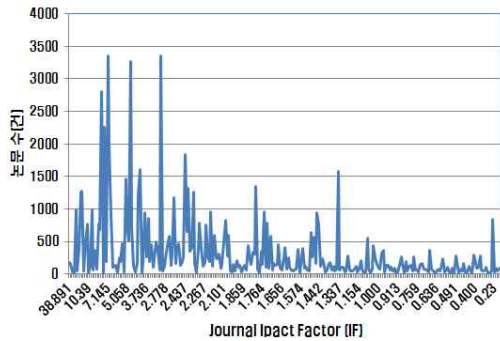
[ BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY ]



[ ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC ]



[ MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY ]



[ PHARMACOLOGY & PHARMACY ]

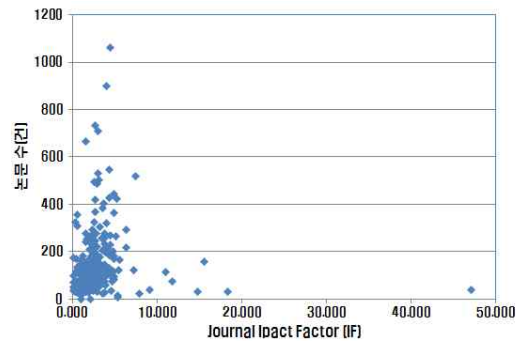
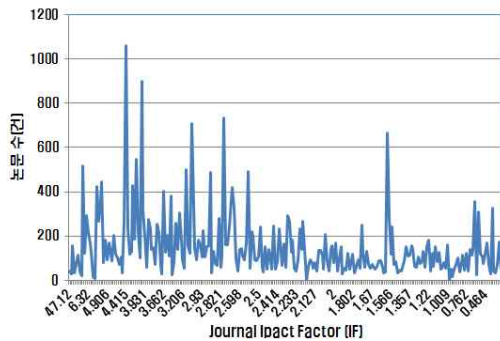


그림3. 저널의 학문분야별 IF 및 논문 수 분포(예시)



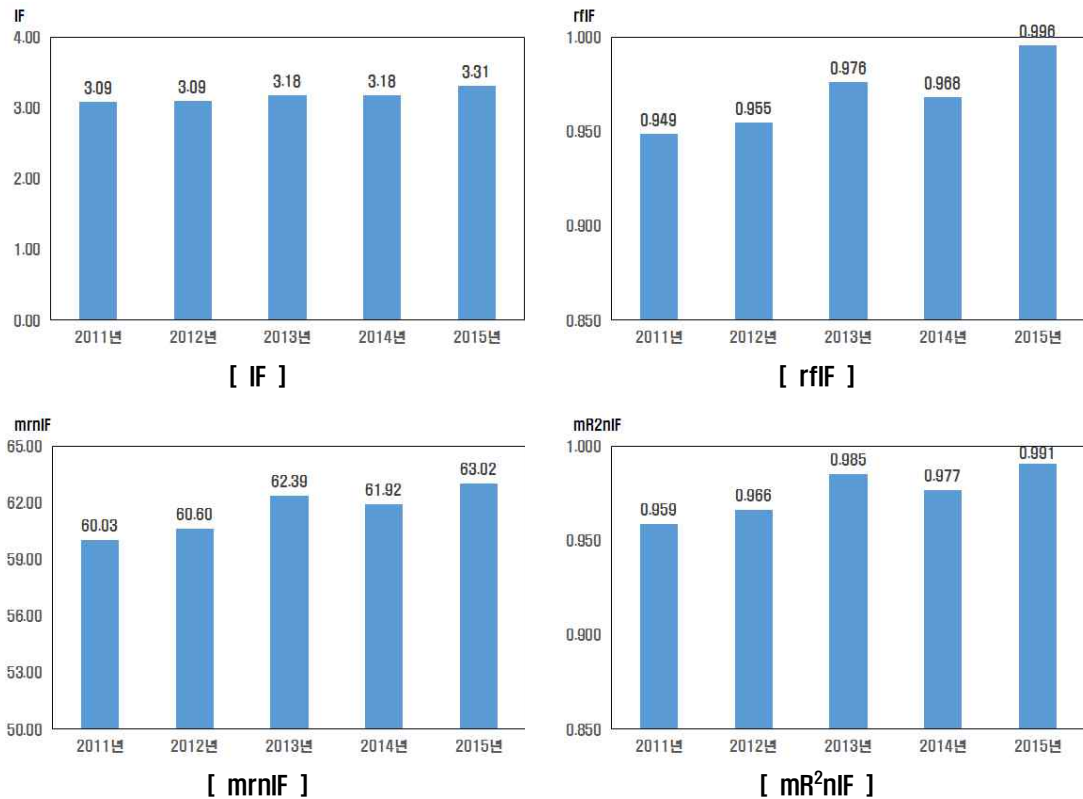


그림4. 국가연구개발사업 SCI(E)논문 성과의 질적 지표 추이(2011년~2015년 평균)

### V. 결론 및 시사점

앞서 다양한 방식의 시뮬레이션(샘플 측정)에서도 확인할 수 있듯이, SCI(E)논문에서 가장 기초적인 질적 평가지표로 인식되는 IF는 학문분야 간에 나타나는 연구주기와 인용 패턴의 차이점을 반영하는 데 한계가 있다. 일반적으로 교수 임용 혹은 교수 평가와 같이 동일한 연구 분야 연구자들의 업적 평가에 이용되는 경우에는 IF 만으로도 유효한 상대평가가 가능할 수 있으나, 국가연구개발사업과 같이 광범위한 주제와 수많은 연구자들의 업적을 평가하는 데는 IF가 질적 지표로 적절치 않다. 실제로 국가연구개발사업과 관련된 질적 분석에서는 IF를 직접 사용한 사례를 찾아보기 힘들고, mnrIF 혹은 R<sup>2</sup>nIF 등을 통해 학문분야의 특성을 보정하여 사용하려는 시도가 있어왔다.

그러나 이러한 각각의 지표를 전체 국가연구개발사업에 동시에 적용하여 비교하고, 장단점을 분석한 연구는 많지 않다. 본 연구에서는 기존 지표의 수정·보완을 통한 새로운 지표의 탐색과 더불어, 실제로 각 지표들을 최근 5년간의 국가연구개발사업 전체 SCI(E)논문 성과에 적용해 보고, 그 특징을 논의하였다.

현재 국내에서 널리 통용되는 mnrIF는 0 ~ 100까지의 균일화된 수치를 통해 학문

분야에 따른 속성을 내재적으로 반영하고 있으나, 실제로 학문분야별 평균값이 중앙값(50)이 아니므로, 산출된 값만으로 수월성을 평가하기 어렵다는 단점이 있다. 따라서  $mrnIF$ 는  $IF$ 와 마찬가지로 그 결과값만으로는 우수성에 관한 의미를 부여하기 어려우며, 시계열에 따른 변화 추이를 관찰하는 데 그친다.

이러한 측면에서  $rfIF$ 와  $mR^2nIF$ 는 폭넓은 확장성을 지닌다. 두 지표는 모두 학문 분야와 상관없이 해당 논문이 해당 분야의 평균 영향력지수보다 얼마나 영향력이 높은 저널에 게재되었는가에 관한 통찰을 제공한다. 이들 지표의 단점은  $rfIF$ 와  $mR^2nIF$ 가 평균보다 높은 경우, 학문분야별 저널 그룹에 따라 최대값이 제각각이므로, 단순히 평균값을 상회한다는 것만 알 수 있고 최대치에 얼마나 근접하는지에 대한 정보를 주지 못한다는 것이다. 또한 최소값의 경우,  $mR^2nIF$ 는 모두 0으로 인식되나,  $rfIF$ 는 0 ~ 0.39까지 다양하게 분포하였다.  $mR^2nIF$ 의 범위는 0 ~ 2.20으로 나타났다고, 학문분야별 최대값은 1.18 ~ 2.20까지 다양했다.  $rfIF$ 는 0 ~ 32.14까지 분포하였고, 학문분야별 최대값이 1.25 ~ 32.14까지 엄청나게 큰 편차를 보였다.

따라서 SCI(E)논문의 질적 우수성을 평가하는 데 있어서 단일한 지표로 다양한 측면의 질적 수준을 가늠하는 데는 한계가 있었다. 종합적으로 볼 때 한 가지 분명한 것은 아직까지 우리나라 전체 SCI(E)논문이 세계 평균 수준(1.00)을 상회하지는 못하나, 점진적으로 세계 평균 수준에 근접하며 질적 지표가 개선되고 있다는 점이다.

무엇보다 중요한 것은 각각의 지표를 사용할 때 그 특성을 정확히 알고, 사용하는 목적에 맞게 활용되어야 한다는 점이다. 또한 해당 논문이 게재된 저널의  $IF$ 와 해당 논문의 실질적 피인용도는 상당히 다를 수 있다는 점을 염두에 두어야 한다. 본 연구진은 앞으로도 우리나라 국가연구개발사업 SCIE논문 성과의 질적 수준을 가늠하기 위한 다양한 분석과 지속적인 노력을 시도할 것이다.

## 참고문헌

- 국과위/KISTEP (2011), 2010년 국가연구개발사업 성과분석
- 미래부/KISTEP (2016), 2015년 국가연구개발사업 성과분석
- 허정은 외 (2008), “국가연구개발사업의 과학적 성과분석을 위한 새로운 계량지표 개발에 관한 연구”, 한국기술혁신학회 학술대회, 2008.5, 22-41
- 김용정 외 (2012), “상대적 순위보정영향력지수( $R^2$  nIF) 지표를 활용한 국제공동연구와 논문 질의 상관관계에 관한 연구”, 한국기술혁신학회 학술대회, 2012.5, 75-84
- 한국과학재단 (2007), “합리적인 R&D 평가체계 확립을 위한 성과지표 개발에 관한 연구”
- 한국과학기술기획평가원 (2011), “기술분야별 SCI 논문 질적 위상 분석 및 시사점” ISSUE PAPER 2011-06.
- Pudovkin A. I. and Garfield, E. (2004), “Rank-Normalized Impact Factor: A way to Compare Journal Performance Across Subject Categories”, Proceedings of the 67th ASIS&T Annual Meeting, 41: 507-515
- Seglen, P. O. (1997), “Why the impact of journals should not be used for evaluating research”, British Medical Journal, 314(7079): 498-502
- Sen, B. K. (1992), “Normalized impact factor”, Journal of documentation, 48: 318-329.
- Sombatsompop N. and Markpin T. (2005), “Making an Equality of ISI Impact Factors for Different Subject Fields”, Journal of the American Society for Information Science and Technology, 56(7): 676-683