

# 상대적 순위보정영향력지수( $R^2nIF$ ) 지표를 활용한 국제공동연구와 논문 질의 상관관계에 관한 연구

김용정\* · 이흥권\*\*

## I. 서론

과학기술의 영역에서 논문은 대표적인 연구개발에 따른 성과물이다. 특히, SCI 논문 수는 한 국가의 기초연구 역량을 보여주는 가장 대표적인 지수로 널리 인정받고 있다. 그런데 과연 SCI 논문의 숫자가 그 나라의 학문의 수준을 나타내는 객관적인 잣대가 될 수 있을까? 단순히 SCI 학술지에 게재된 논문의 숫자로만 그 나라의 과학기술역량을 가늠하기에는 한계가 따른다. 예컨대, 중국은 2010년 세계 총 발표논문의 8.86%를 점유하여 미국에 이어 세계 2위에 위치해 있지만 2006~2010년 10,000편 이상의 논문을 발표한 51개국 중 논문 1편당 평균 피인용 횟수가 35위를 차지하는 데 머물러 있다.

위와 같이 한 나라의 과학기술의 총체적 수준은 논문의 양은 물론 질과도 깊은 관련을 가지며, 논문의 피인용 횟수(number of citation)나 저널 영향력지수(Impact Factor)는 논문의 질적 수준을 가늠하는 잣대로 흔히 이용되곤 한다. Pudovkin 등 여러 연구자들은 저널 영향력지수 등이 가지는 한계점을 지적하고, 보다 객관적으로 논문 성과를 측정할 수 있는 질적 계량지표( $snIF$ ,  $mIF$ ,  $mrnIF$  등)를 개발하여 제시하였다. 그러나 이들 계량지표도 학문 분야 간 편차가 제대로 보정되지 않아 학문 분야 간 비교분석에 적절하지 않으며, 국가 간 비교, 세계 수준과 비교 등에 있어 한계점을 여전히 지니고 있다.

이 논문의 목적은 논문의 질을 평가하기 위한 기존의 계량지표들이 가지는 단점을 극복할 수 있는 새로운 계량지표를 제시하고 이를 통해 정부연구개발에 있어 국제공동연구가 논문 질에 미치는 순수한 효과를 분석하는 데 있다. 필자들은 상대적 순위보정영향력지수(Relatively Rank-normalized Impact Factor,  $R^2nIF$ )라 부르는 새로운 질적 계량지표를 제시한 다음, 정부연구개발 수행을 통해 산출된 SCI 논문을 대상으로 증거기반 접근을 실시함으로써 국제공동연구가 SCI 논문 질 개선에 미치는 영향을 살펴보았다.

본 논문을 통해 새롭게 제안하는  $R^2nIF$ 는 프로그램 평가, 성과분석 등에서 적절하게 활용될 수 있을 것이며, 질적 수준을 객관적으로 측정할 수 있는 질적 계량지표의 시발점이 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 과학기술정책 지원 강화 대상인 정부R&D 국제공동연구에서 해외 연구자의 역할이 실제 실효성이 있었는지 고민할 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.

## II. 논문의 질적 계량지표에 관한 선행연구

Prichard(1969)는 “bibliometric”이라는 개념을 제시하여 계량적 지표 평가 및 분석의 초석을 놓았다. 이후 피인용 횟수(Number of Citation)나 학술지 영향력지수(Impact Factor)는 “bibliometric” 개념을 활용하여 논문의 질적 수준을 측정할 수 있는 대표적인 계량지표로 각광을 받았다.

그러나 이들 지표를 활용하여 논문의 질적 수준을 분석하기에는 다음과 같은 몇 가지 한계를

\* 김용정, 한국과학기술기획평가원 연구위원, 02-589-2841, yongkim@kistep.re.kr

\*\* 이흥권, 한국과학기술기획평가원 연구위원, 02-589-2860, hklee@kistep.re.kr

가진다. 먼저 특정한 논문의 총체적인 피인용도를 파악하기 힘들다는 단점을 지적할 수 있다. 피인용 횟수는 발표된 직후 다른 논문에 의해 즉시 인용되는 것이 아니라 시차를 두고 일어나기 때문에 통상적으로 5년 주기 평균 피인용도가 분석에 활용된다. 하지만, 대부분의 성과평가 및 분석은 5년 이내 발생한 논문들을 대상으로 하기 때문에 피인용 정보를 수집하는 데 어려움이 있는 것이다. 이와 같이 피인용 정보를 수집하기 어렵기 때문에 대부분의 성과분석이나 평가보고서에서는 피인용 횟수를 활용한 직접적인 분석 보다는 학술지의 영향력지수(IF) 정보를 활용한 간접적인 분석 방법을 선호되는 경우가 많다.

다음으로 학문 분야 간 피인용도, 학술지 영향력지수를 비교하는 방법은 학문 분야에 따른 피인용도와 IF의 편차를 전혀 고려하지 않기 때문에 잘못된 해석을 낳을 수 있다는 문제를 들 수 있다. 예를 들어 연구자 수와 학술지 수가 적고 IF가 전체적으로 낮은 수학 분야와 이들 값이 상대적으로 높은 생명과학 분야의 IF를 직접 비교하는 것은 학문 분야의 특성이 고려되지 않아 형평성이 떨어진다.

이 외에도 저널 영향력지수와 피인용도는 국가 간 논문 질 비교, 세계 속에서 차지하는 위상 분석과 같은 국제비교가 불가능하다는 한계점을 가지고 있다. 예를 들어, 'A' 국가는 IF가 높은 생명과학 분야의 논문 비중이 높고 'B' 국가는 IF가 낮은 수학 분야의 논문 비중이 높다고 가정하면, 'A' 국가는 'B' 국가에 비해 높은 IF를 보일 가능성이 높게 된다. 이러한 상황을 고려하지 않고 이들 국가의 IF를 직접 비교하는 것은 잘못된 signal을 줄 수 있다는 문제가 있다.

Sen(1992), Marshakova-Shaikovich(1996), Pudovkin(2004) 등 여러 연구자들은 저널 영향력지수(SCI Impact Factor)가 학문 분야에 영향을 크게 받기 때문에 학문 분야 간 비교에는 적절하지 못하다고 주장하면서 SCI IF를 보정하기 위해 노력했다. Sen, Marshakova-Shaikovich는 SCI IF가 가지는 학문 분야 간 편차를 완화시키기 위해 normalized IF( $SnIF$ ,  $MnIF$ )를 각각 제안했다. Sen은 학술지  $j$ 의 IF를 학술지  $j$ 가 속한 JCR(Journal Citation Reports) category의 IF 최대값으로 나누어 줌으로써 학문 간 편차를 완화시키고자 노력했다. 유사하게 Marshakova-Shaikovich도 1996년 연구에서 IF의 학문 간 편차를 완화시키기 위해 학술지  $j$ 의 IF를 학술지가 속한 JCR category 내에서 IF 상위 5개 저널의 IF 가중 평균으로 나누어 주었다.<sup>1)</sup>

Pudovkin은 2004년 논문에서 normalized IF가 여전히 학술지의 분야 간 질적 위상을 파악하는데 어려움이 있음을 주장하며 JCR category 내 SCI 학술지의 Impact Factor 순위만을 활용한 순위보정영향력지수(rank-normalized Impact Factor,  $rnIF$ )라는 지표를 제안했다. Pudovkin은 (식 1)과 같이 간단하면서 효과적으로  $rnIF$ 를 산출했다.

$$rnIF_j = \frac{(N - R_j + 1)}{N} \quad (\text{식 1})$$

여기서  $rnIF_j$ 는 학술지  $j$ 의 rank-normalized Impact Factor이며,  $N$ 은 해당 JCR 분야 내의 학술지 수,  $R_j$ 는 해당 JCR 분야 내 특정 학술지  $j$ 의 SCI IF 순위이다.  $rnIF$  지표는 학문 분야가 다를 지라도 분야 내에서 차지하는 위상이 같은 학술지는 동일한 질적 수준을 가진다고 가정한 지표로서,  $rnIF$ 가  $x$ 라는 값을 가진다면 이는  $(1-x) \times 100\%$ 의 학술지가 이 학술지보다 상위의 SCI IF를 가진다는 것을 의미하게 된다. 허영은 외는 2008년 기술혁신학회지에서 분야별 최하위 학술지의  $rnIF$  값이 분야 내 학술지 수에 의존하는 특성을 보완한 표준화 순위보정영향력지수(modified rank-normalized Impact Factor,  $mnrnIF$ )를 개발하여 분석에 활용하였다. 이것은  $rnIF$ 가 학문 분야 내 학술지 수에 의존하는 문제점을 보완하기 위해 (식 2)와 같이  $rnIF$  값을 0에서 100 사이로

1)  $SnIF_j = IF_j / \max IF \times 10$ ,  $\max IF$ 는 학술지  $j$ 가 속한 JCR category의 IF 최대값  
 $MnIF_j = IF_j / \text{av5max}IF \times 100$ ,  $\text{av5max}IF$ 는 학술지  $j$ 가 속한 JCR category 내에서 IF 상위 5개 저널의 IF 가중 평균

표준화한 것이다.

$$mrnIF_j = 100 \times \frac{(N \times rnIF_j - 1)}{(N - 1)} \quad (\text{식 2})$$

위와 같은 방식으로 순위보정영향력지수( $rnIF$ ,  $mrnIF$ ) 지표는 학문 분야 간 편차를 완화시켜서 학술지의 질적 위상을 보다 객관적으로 측정할 수 있는 토대를 마련했다. 그러나  $rnIF$ ,  $mrnIF$  지표도 학문 분야 내에서 학술지가 차지하는 위상만을 보여줄 뿐, 학술지 논문 수의 편차를 전혀 고려하지 않아 논문의 질적 분석, 학문 분야/국가 간 비교 분석에는 적합하지 않다. 예를 들면, <표 1>과 같이 물리학 분야와 수학 분야의 학술지/논문 수 분포를 가정하였을 경우, 수학 분야의 ‘다’ 학술지에 실린 논문은 물리학 분야의 ‘B’ 학술지에 실린 논문보다 질적 위상이 높은 논문임을 알 수 있다. 하지만, 학술지/논문 수 분포를 전혀 고려하지 않는  $rnIF$ ,  $mrnIF$  지표를 활용하게 되면, 물리학 분야에서 랭킹 2위인 ‘B’ 학술지에 실린 논문이 수학 분야에서 랭킹 3위인 ‘다’ 학술지에 실린 논문에 비해 질적 위상이 높다는 잘못된 해석을 낼 수 있다(즉, ‘b’ 학술지의  $rnIF$ 는  $(5-2+1)/5 = 0.8$ , ‘다’ 학술지의  $rnIF$ 는  $(5-3+1)/5 = 0.6$ ).

<표 1> 물리학, 수학 분야의 학술지/논문 수 분포 및  $rnIF$  산출 예시

SCI IF 순위	물리학				수학			
	저널	논문 수	SCI IF	$rnIF$	저널	논문 수	SCI IF	$rnIF$
1	A	40	10.0	1.0	가	10	2.0	1.0
2	B	30	6.8	0.8	나	10	1.7	0.8
3	C	10	5.3	0.6	다	10	1.4	0.6
4	D	10	4.2	0.4	라	30	0.7	0.4
5	E	10	3.0	0.2	마	40	0.5	0.2

본 논문에서는 기존 순위보정영향력지수( $rnIF$ ,  $mrnIF$ )가 가지는 한계점을 극복할 수 있는 새로운 질적 계량지표를 제안한다. 그리고 한 단계 더 나아가 이를 정부연구개발에서 국제공동연구와 논문 질의 상관관계 분석에 활용함으로써 과학기술정책 강화 수단이 국제협력의 실효성에 대해 정확하게 진단하고자 한다.

### III. $R^2nIF$ 의 개념 및 도출 방법

본 논문에서는 앞서 기술한 논문의 질적 지표에 대한 선행연구 조사를 바탕으로 기존 질적 계량지표( $rnIF$ ,  $mrnIF$ )들이 가지고 있는 한계점을 보완한 신규 계량지표, 상대적 순위보정영향력지수(Relatively Rank-normalized Impact Factor,  $R^2nIF$ )를 개발하여 국제공동연구가 논문 질에 미치는 효과 분석에 활용했다.  $R^2nIF$ 는 분석 대상 논문이 게재된 학술지의  $mrnIF$ 와 분석 대상 논문이 게재된 학술지가 속한 학문 분야의  $mrnIF$  세계평균을 비교하여 분석 대상 논문이 학문 분야 내에서 어느 정도 질적 위상을 가지는 지를 정확하게 보여주는 지표이다.  $R^2nIF$  도출 방법을 단계적으로 설명하면 아래와 같다.

JCR(Journal Citation Reports)에 기초하여 <표 2>에서 보여주는 NSI(National Science Indicators) 표준분야(standard field)로 SCI 학술지들을 분류한 후, 일단 분야 간 SCI Impact Factor의 편차를 보정하기 위해 Pudovkin이 제안한 방식(식 1)과 동일하게 학술지별 rank-normalized Impact Factor

(*rnIF*)를 부여하였다. 필자는 Pudovkin, 허영은 등과 달리 학술지의 SCI IF 순위를 산출하기 위한 학문 분야 분류체계로 NSI 표준분야를 활용하였음을 밝힌다. 이는 Pudovkin 등과 같이 JCR category(약 175개 분류)를 활용하여 학술지의 SCI IF 순위를 산출할 경우, 학술지 수가 20개 미만인 분야가 다수 존재하여 분야 내 학술지 IF 순위 산출에 문제 제기가 있을 수 있기 때문이다. 이후 *rnIF*가 학문 분야 내 학술지 수에 의존하는 특성을 보완하기 위해 (식 2)와 같이 modified rank-normalized Impact Factor(*mrnIF*)를 산출하였다.

<표 2> 22개 NSI 표준분야(Standard Fields)

대분야	표준분야	대분야	표준분야
공학 및 컴퓨터	Computer Science	생명과학	Molecular Biology & Genetics
	Engineering		Neuroscience & Behavior
	Materials Science		Pharmacology & Toxicology
물리·화학·지구과학	Chemistry	의학	Clinical Medicine
	Geoscience	농업·생물·환경과학	Agricultural Science
	Mathematics		Environment/Ecology
	Physics		Plant & Animal Science
	Space Science	다학문	Multidisciplinary
생명과학	Biology & Biochemistry	사회과학	Economics & Business
	Immunology		Social Science, general
	Microbiology		Psychiatry/Psychology

다음으로  $R^2nIF$  산출을 위해 먼저 세계 전체 논문을 대상으로 22개 NSI 표준분야별 *mrnIF*의 세계평균을 산출하여야 한다. NSI 표준분야별 *mrnIF* 세계평균 산출을 위해서는 학술지별 SCI 논문 수 정보가 필요한데, 이는 SCIE(Science Citation Index Expanded) DB를 활용하여 추출이 가능하다. NSI 표준분야 중 물리학 분야의 *mrnIF* 세계평균은 (식 3)의 방법으로 산출할 수 있으며, 이와 동일하게 22개 NSI 표준분야별로 *mrnIF* 세계평균을 산출하면 된다.

$$mrnIF_{\text{물리학, 2009년 세계 평균}} = \frac{\sum_{i=1}^n mrnIF_i \times N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (\text{식 3})$$

( $N_i$ : ‘물리학’ 분야로 분류된  $i$ 번째 학술지의 2009년 논문 수,  
 $mrnIF_i$ : ‘물리학’ 분야로 분류된  $i$ 번째 학술지의 *mrnIF*)

<표 3> NSI 표준분야별 2009년 표준화 순위보정영향력지수 세계평균( $mrnIF_{\text{세계평균}}$ )

NSI 표준분야	$mrnIF_{\text{세계평균}}$	NSI 표준분야	$mrnIF_{\text{세계평균}}$
Agricultural Sciences	76.6	Mathematics	65.4
Biology & Biochemistry	65.3	Microbiology	88.0
Chemistry	69.0	Molecular Biology & Genetics	63.5
Clinical Medicine	69.1	Multidisciplinary	87.2
Computer Science	66.6	Neuroscience & Behavior	66.2
Economics & Business	71.8	Pharmacology & Toxicology	63.1
Engineering	72.5	Physics	67.9
Environment/Ecology	72.5	Plant & Animal Science	71.2
Geoscience	72.6	Psychiatry/Psychology	68.6
Immunology	62.1	Social Sciences, general	75.0
Materials Science	76.4	Space Science	75.0

위와 같이 일단 NSI 표준분야별  $mrnIF_{\text{세계평균}}$ 을 구한 뒤 논문이 게재된 학술지의  $mrnIF$ 를 부여하고, 이를 동일 분야의  $mrnIF_{\text{세계평균}}$ 으로 나눔으로써 논문별로  $R^2nIF_j$ 를 (식 4)와 같이 산출할 수 있다. 예를 들어 ‘물리학’ 분야로 분류된 학술지 ‘Nature Physics’에 2009년에 게재된 논문의  $R^2nIF_j$ 는 ‘Nature Physics’의  $mrnIF_j(=98.801)$ 를 2009년 ‘물리학’ 분야의  $mrnIF_{\text{세계평균}}(=67.941)$ 으로 나누면 1.454가 된다. 마찬가지로 ‘재료과학’ 분야로 분류된 학술지 ‘Oxidation of Metals’에 게재된 논문의  $R^2nIF_j(=0.771)$ 는 ‘Oxidation of Metals’의  $mrnIF_j(=58.916)$ 을 ‘재료과학’ 분야의  $mrnIF_{\text{세계평균}}(=76.367)$ 으로 나누어서 산출할 수 있다.

$$R^2nIF_j = \frac{mrnIF_j}{mrnIF_{\text{동일분야 세계평균}}} \quad (\text{식 4})$$

## IV. $R^2nIF$ 지표로 바라본 국제공동연구가 논문 질에 미치는 영향 분석

### 1. 분석의 개요

과학기술에서 국제협력은 과학기술정책 강화 수단으로 자국의 경제우위 유지 및 강화를 위한 중요한 전략으로 인식되곤 한다. 대부분의 국제협력에 관한 선행연구에서는 해외 연구자와 국제공동연구가 연구성과의 산출(output), 질(quality)과 양의 상관관계(positive relationship)를 갖는다고 보고하고 있다. 특히, 국제공동연구를 통해 발생한 논문이 국내에서 독자적으로 수행된 연구보다 피인용 횟수 등 논문의 질적 수준이 우수하므로 국제공동연구를 장려할 필요성이 제기되었다.

예컨대, 국가과학기술위원회는 과학기술(SCI) 분석연구(2011) 보고서에서는 2010년 해외협력 논문의 1편 당 5년 주기 평균 피인용 횟수가 1.68회로 동 기간 우리나라 논문의 평균 피인용 횟수 1.05회보다 높게 나타난다고 발표하였다. 오동훈 외(2010)는 국제협력 수행과제의 연구비 10억원당 SCI 논문 발표수가 2.80편으로 정부 총 R&D의 1.55편에 비해 높게 나타났음을 밝혔다. 그리고 표준화 순위보정영향력지수( $mrnIF$ )를 활용하여 국제공동연구 논문의 성과분석을 수행하였는데, 국제

협력수행 과제에서 발생한 논문의  $mrnIF$ 이 67.1로 정부R&D 전체 논문의 63.9보다 높아 국제공동연구 논문이 질적으로 우수하다고 주장하였다(*Asian Journal of Technology Innovation*). 이외에도 국제공동연구가 국내 독자적으로 수행한 연구에 비해 연구성과의 양적, 질적 수준이 우수하다는 연구결과는 종종 발표되고 있다.

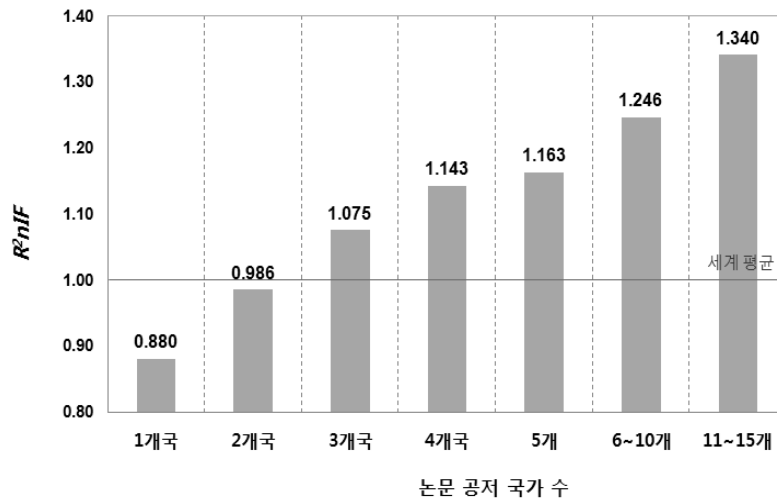
하지만 위와 같은 논문 피인용도, 순위보정영향력지수( $rnIF$ ,  $mrnIF$ ) 등을 활용한 국제공동연구 영향분석에서는 반드시 고려해야 할 두 가지 사항을 간과한 것으로 보인다. 첫째, 논문의 평균 피인용도, 영향력지수 지표를 활용한 분석에서는 반드시 학문 분야 간 이들의 편차가 존재한다는 점을 고려한 분석이 필요하다. 예를 들어, 국제공동연구가 국내연구에 비해 평균 피인용도가 높은 BT 분야에 집중되어 있다면, 국제공동연구 논문의 평균 피인용도가 국내연구 논문에 비해 높게 나타날 수밖에 없다.  $mrnIF$ 를 활용한 국제공동연구의 효과분석도 앞선 장에서 기술한  $mrnIF$ 의 한계점으로 인해 국제공동연구 논문( $mrnIF=67.1$ )이 국내연구 논문( $mrnIF=63.9$ )보다 질적으로 우수하다고 단정하기 어렵다. 다음으로 연구역량이 뛰어난 연구자가 국제공동연구를 수행할 가능성이 높음과 동시에 우수 학술지에 논문을 게재할 가능성이 높다는 점을 고려한 분석이 필요하다. 즉, 국제공동연구가 논문 질에 미치는 순수한 효과와 연구역량이 우수한 연구자가 국제공동연구를 수행할 가능성이 높아 발생하는 효과를 분리할 필요가 있다.

본 장에서는 앞 장에서 설명한 학문 분야 간 영향력지수의 편차를 보정한 상대적 순위보정영향력지수( $R^2nIF$ ) 지표를 활용하여 국제공동연구와 논문 질( $R^2nIF$ )의 상관관계를 살펴보았다. 더 나아가 여러 편의 논문을 게재한 교신저자(corresponding author) 중 국제공동연구와 국내연구를 통해 논문을 동시에 게재한 사례를 추출한 후, 연구자의 역량, 경험 등의 외부요인을 배제함으로써, 국제공동연구가 논문 질에 미치는 순수한 효과를 분리하여 분석하였다.

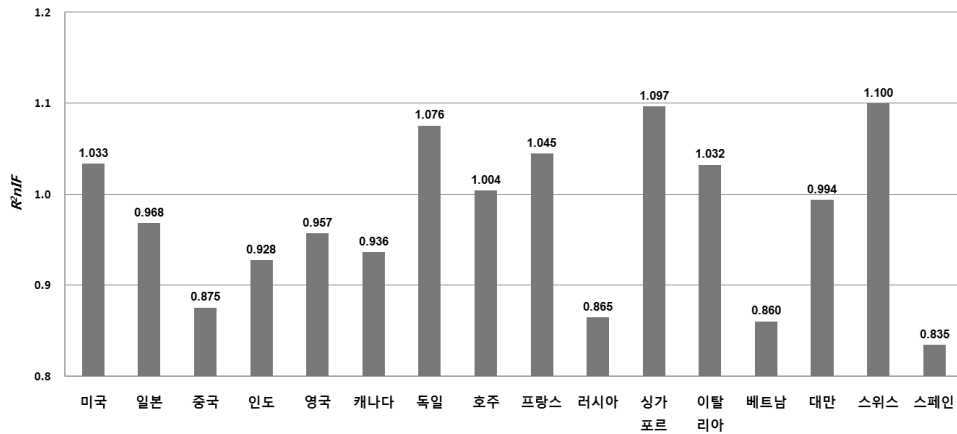
## 2. 국제논문 공저와 논문 질의 상관관계

먼저 국가연구개발사업 SCI 논문('08~'09년)을 대상으로 저자의 소속기관을 조사하여 해외 연구기관과의 논문 공저가 논문 질에 미치는 영향을 살펴보겠다. (그림 1)에서 보여주는 것처럼 논문을 공저한 해외 연구기관의 국가 수에 따라  $R^2nIF$  평균 값이 거의 선형적으로 증가하는 추세를 보였다. 국내에서 독자적인 연구를 통해 발표된 SCI 논문의  $R^2nIF$  평균은 0.880로 나타나 세계 수준(=1.0)과 큰 격차를 보였다. 반면, 우리나라 이외 해외 1개국의 연구기관과 공동으로 발표한 SCI 논문의  $R^2nIF$ 는 0.986으로 논문이 게재된 SCI 학술지의 질이 눈에 띄게 높아졌으며, 해외 연구기관의 국가 수가 증가함에 따라  $R^2nIF$  평균이 증가하는 경향을 보였다. 이는 보다 많은 국가의 연구자/기관과 논문을 공저할수록 상대적으로 권위 있는 학술지에 게재되는 것을 의미하며, 나아가 논문의 질적 우수성과도 연계될 수 있는 것으로 해석된다.

(그림 2)에서 보여주는 것처럼 우리나라 연구자가 미국, 독일, 프랑스, 싱가포르, 이탈리아, 스위스의 연구기관과 공동으로 발표한 논문이 상대적으로 우수한 SCI 학술지에 게재된 것으로 분석됐다. 우리나라 연구자가 스위스, 싱가포르 연구기관과 공동 발표한 논문의  $R^2nIF$  평균은 각각 1.100, 1.097로 높게 나타났으며, 이외 독일(1.076), 프랑스(1.045), 미국(1.033), 이탈리아(1.032), 호주(1.004) 연구진과 공저한 논문들도 해당 분야에서 평균 이상( $R^2nIF$  1.0이상)의 질적 수준을 갖는 SCI 학술지에 게재된 것으로 나타났다. 한편, 우리나라 저자가 일본(0.968), 인도(0.928), 영국(0.957), 캐나다(0.936)의 연구진과 공동으로 발표한 논문의  $R^2nIF$ 는 해당 분야 세계 평균에는 미치지 못하지만 국내연구 논문(0.880)보다는 높게 나타났다. 반면, 중국(0.875), 러시아(0.865), 베트남(0.860), 스페인(0.835)의 연구진과 공동으로 발표한 논문의  $R^2nIF$ 는 0.880 이하로 나타나 논문의 국제공저에 따른 논문 질의 개선이 뚜렷하게 관찰되지 않았다.



(그림 1) 논문 공저 국가 수에 따른  $R^2nIF$ 의 변화



(그림 2) SCI 논문 공동발표 국가에 따른  $R^2nIF$  비교

### 3. 국제공동연구가 논문 질에 미치는 순수한 효과 분석

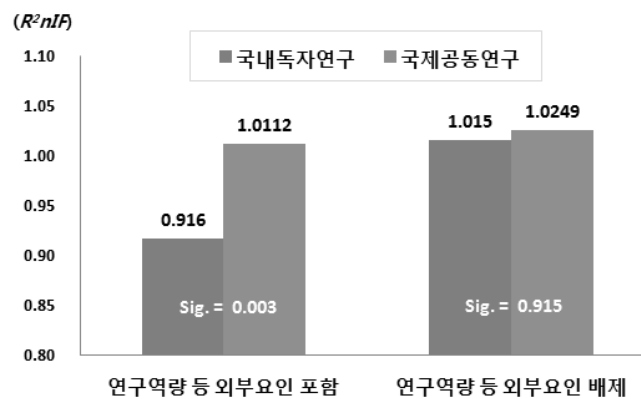
다음으로 연구개발 수행 측면에서 국제공동연구가 논문 질에 미치는 영향을 살펴보겠다. 분석을 위해 정부연구개발을 수행한 결과로 SCI 논문을 게재한 대학의 교신저자(corresponding author)를 대상으로 해당 논문을 이끈 연구과제의 국제공동연구 여부에 대해 설문조사를 실시했다. 설문에 응답한 유효표본 1,000편의 논문 중 국제공동연구를 추진한 연구과제에서 발생한 논문 수는 157편이며, 나머지 847편은 국내에서 독자적으로 수행된 연구로부터 산출된 논문이다.

설문에 응답한 논문의 국제공동연구 수행 여부와  $R^2nIF$ 의 상관관계를 살펴보면, 해당 논문을 이끈 연구과제의 국제공동연구 추진 여부에 따라 논문 질에 통계적으로 유의미한 차이가 존재(Sig.=0.003)하며 국내에서 독자적으로 수행된 연구보다는 해외 연구자와 협력을 통한 국제공동연구로부터 질적으로 우수한 논문이 산출되었다. <표 4>에서 보여주는 것처럼 국제공동연구를 추진한 과제에서 발생한 논문의  $R^2nIF$  평균은 1.0112로 global standard(=1.0)와 유사한 수준인 것으로 나타났다. 반면, 국내연구진끼리 독자적으로 수행된 연구과제에서 발생한 논문의  $R^2nIF$  평균은 0.9160으로 국제공동연구에 의해 산출된 논문보다 낮은 것을 알 수 있다.

<표 4> 국제공동연구 추진 여부에 따른  $R^2nIF$  비교(t-test)

구분	사례수	$R^2nIF$ 평균	Sig.
국제공동연구	157	1.011	0.003
국내에서 독자적으로 수행된 연구	843	0.916	

하지만, 국제공동연구와 논문 질의 상관관계를 살펴볼 때, 연구 역량이 뛰어난 집단이 국제공동 연구를 수행할 가능성이 높고 이러한 것이 국제공동연구 과제에서 질적으로 우수한 논문이 다수 산출되는 요인으로 작용할 가능성이 있음을 간과해서는 안 된다. 본 논문에서는 국제공동연구가 논문 질에 미치는 순수한 효과를 살펴보기 위해, 한명의 교신저자가 국제공동연구와 국내연구를 통해 논문을 동시에 게재한 사례(각각 36건)를 추출한 후, 연구자의 연구 역량, 경험 등이 논문 질에 미치는 영향을 배제하고 비교 분석을 수행했다. (그림 3)과 같이 연구 역량 등 외부 요인을 배제하고 국제공동연구 수행 여부에 따른  $R^2nIF$ 를 비교할 경우, 국제공동연구 논문의  $R^2nIF$  평균은 1.0249, 국내연구 논문의  $R^2nIF$  평균은 1.0150로 통계적 차이가 없었다(Sig.=0.915). 이와 같은 결과는 국제공동연구와 국내연구에서 나타나는 논문 질의 차이가 대부분 연구진의 역량 등 외부 요인에 기인한 것이라 것을 잘 보여준다. 다시 말해, 연구 역량이 뛰어난 연구자가 국제공동연구를 수행할 가능성이 높음과 동시에 우수 학술지에 논문을 게재할 가능성이 높으며, 이러한 것이 마치 국제공동연구가 논문 질을 개선하는 것처럼 나타나는 것이다. 결론적으로 우수한 연구자가 국제공동연구를 많이 수행한다는 것을 배제할 경우 국제공동연구가 논문 질에 미치는 순수한 효과는 크지 않다고 판단된다.



(그림 3) 국제공동연구 여부에 따른 논문 질 비교  
(외부요인 배제 전후 비교)

## V. 결론

본 논문에서는 SCI Impact Factor(IF)를 바탕으로 논문의 질적 수준을 분석할 수 있는 신규 계량지표를 제안하고 이를 활용하여 해외 연구자와의 국제공동연구가 우리나라 논문의 질적 위상에 미치는 순수한 효과를 분석하였다. 필자들은 R&D 성과분석 및 평가에서 가장 널리 활용되고 있는 SCI IF가 학문 분야 간 편차가 커 학문 분야 간 비교 분석에 적합하지 않다는 문제점에 주목했다. SCI IF의 문제점을 보완하기 위해 Pudovkin 등 여러 연구자가 제안한 순위보정영향력지수( $rnIF$ ,  $mrrnIF$ ) 지표 또한 학술지 별 논문 수 분포의 차이가 전혀 고려되지 않아 여전히 논문의 질



적 위상을 정확하게 파악하기 어렵다는 한계점에 주목했다. 본 논문에서는 학문 분야 간 비교, 국가 별 비교, 세계 속에서 차지하는 위상 분석 등 국제 비교가 가능한 새로운 질적 계량지표(Relatively Rank-normalized Impact Factor,  $R^2nIF$ )를 개발하여 제안한다. 앞서  $R^2nIF$ 의 도출방법에서 상세히 설명한바와 같이  $R^2nIF$ 는 학문 분야 간 SCI IF의 편차와 학술지 간 논문 수 분포의 차이를 보완하기 위해 해당 논문이 게재된 학술지의  $mrnIF$ 를 학술지가 속해 있는 동일 학문 분야의 세계평균  $mrnIF$ 로 나누어 산출한 지표( $R^2nIF_j = mrnIF_j / mrnIF_{\text{동일분야 세계평균}}$ )이다. 세계 각국의 과학자들은 정부가 지원하는 연구자금으로 연구활동을 많이 하고 있는데, 연구성과를 평가할 때 ‘질 위주’의 평가체제로 전환할 필요가 있다. 특히, 정부는 논문 생산 측면에서 주도적 역할을 수행하고 있는 교수·대학 평가 시 논문의 질적 평가를 강화할 필요가 있다. 질 중심의 평가를 위해서는 논문의 질적 수준을 객관적으로 측정할 수 있는 질적 계량지표의 개발이 요구되며, 본 논문에서 제안한  $R^2nIF$  지표가 출발점이 될 수 있다고 본다.

본 연구에서  $R^2nIF$ 를 활용하여 해외 연구자와의 국제공동연구가 논문 질에 미치는 효과를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같이 정리할 수 있다.  $R^2nIF$ 를 활용한 분석에서도 기존 연구와 유사하게 국제공동연구에서 발생한 논문이 국내에서 독자적으로 수행된 연구에서 발생한 논문보다  $R^2nIF$ 가 높게 나타났다. 국제공동연구 수행 여부에 따른  $R^2nIF$ 의 차이는 통계적으로 유의미한 수준이었다. 그리고 보다 많은 국가, 해외 연구진과 공동연구를 통해 발표된 논문일수록, 미국, 독일, 프랑스, 스위스 등 과학 선진국의 연구자와 공동 발표된 논문일수록  $R^2nIF$ 가 높게 나타났다.

하지만, 연구 역량, 경험 등 외부 요인을 배제한 분석 결과는 전혀 위의 결과와 전혀 다른 양상을 보였다. 국제공동연구 논문과 국내연구 논문을 동시에 게재한 교신저자를 추출한 후  $R^2nIF$ 를 비교한 결과, 국제공동연구 수행 여부에 따른  $R^2nIF$ 에 통계적 차이가 없었다(각각 1.025, 1.015). 이와 같은 결과는 국제공동연구의 성과분석에서 연구 역량이 뛰어난 연구자가 해외 연구자와 협력연구를 수행할 가능성이 높고 동시에 질적으로 우수한 성과를 창출할 가능성이 높다는 점을 간과해서는 안 된다는 것을 시사한다.

다수의 국제협력 관련 연구에서는 R&D 분야에서 국제협력의 중요성을 강조되고 있는 반면, 우리나라 정부 총 R&D에서 국제협력의 비중이 매우 작음에 따라 투자 강화 및 전략적 국제협력 방안 마련의 필요성을 주장하곤 한다. 특히, 논문, 특허 등의 성과분석 결과를 토대로 국제공동연구 성과가 질적으로 우수함에 따라 국제공동연구에 대한 투자 강화 마련의 필요성을 주장한다. 또한 선진국 과학자와의 국제공동연구를 권장하는 정책 방안에 대한 관심 제고의 필요성이 주장한다. 하지만, 본 연구는 정부R&D 국제공동연구에서 해외 연구자의 역할이 실제 실효성이 있었는지에 대한 의문을 던진다. 연구 역량이 우수한 연구자가 상대적으로 국제공동연구를 수행할 가능성이 높고 동시에 질적으로 우수한 연구성과를 창출할 가능성이 높은 것이, 마치 국제공동연구가 우수 연구성과 창출에 영향을 미치는 것으로 보이는 착시현상을 일으킬 가능성이 있다. 따라서 앞으로 정부R&D에서 국제공동연구에 대한 투자를 관행적으로 확대하기보다는 연구 역량이 우수한 집단이 국제협력을 상대적으로 많이 수행한다는 점을 고려한 국제공동연구 효과에 대한 심층분석과 이를 바탕으로 한 정책 수립이 수행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 국가과학기술위원회 (2011), “국가연구개발사업 성과분석”.
- 국가과학기술위원회 (2011), “국가과학기술사업 조사분석”.
- 국가과학기술위원회 (2011), “과학기술논문(SCI) 분석 연구”.
- 한국연구재단 (2010), “교육과학기술부 연구개발사업 성과분석보고서”.
- 한국연구재단 (2009), “주요저널에 게재된 한국인 연구자 논문현황 분석”.
- 한국연구재단 (2009), “한국인 연구자의 논문을 중심으로 피인용 상위 1% 논문 현황 분석”.

- 한국과학재단 (2007), “합리적인 R&D 평가체계 확립을 위한 성과지표 개발에 관한 연구”.
- 허정은 (2008), “국가연구개발사업의 과학적 성과분석을 위한 새로운 계량지표 개발에 관한 연구”, 「기술혁신학회지」, 22-41.
- 이혁재 (2006), “연구성과의 질 제고를 위한 논문평가 모형 개발”, 「기술혁신학회지」, 9(3): 538-557.
- 한국기술혁신학회 (2006), “연구성과의 질 제고를 위한 논문평가 모형개발 (I)”.
- 안규정 (2003), “우리나라 과학기술분야 공동연구 현황, SCI 논문 공저 자료 분석을 중심으로”, 과학기술정책, 13(4): 124-135.
- 한국과학기술기획평가원 (2009), “전략적 국제협력 강화를 위한 정부 R&D 현황 분석”
- 한국과학기술기획평가원 (2009), “과학기술 국제협력 현황분석과 전략적 국제협력 강화 방안”, ISSUE PAPER 2009-05.
- 한국과학기술기획평가원 (2011), “기술분야별 SCI 논문 질적 위상 분석 및 시사점”, ISSUE PAPER 2011-06.
- Garfield, E. (2001), “Interview with Eugene Garfield, chairman emeritus of the Institute for Scientific Information (ISI)”, Cortex, 37(4): 575-577.
- Sen, B. K. (1992), “Normalized impact factor”, Journal of Documentation, 48: 318-329.
- Marshakova-Shaikovich, I. (1996), “The standard impact factor as an evaluation tool of science and scientific journals”, Scientometric, 25: 283-290.
- Pudovkin, A. I. (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.
- CWTS (Center for Science & Technology Studies) (2000), “Bibliometric profiles of academic electrical and electronic engineering research in Netherlands(1989-1998)”.
- Kim, Y. -J. (2010), “Measuring the Quality of Research Performance by Relative Rank-normalized Impact Factor”, Asian Research Policy, 1: 27-42.
- Oh, D. (2010), “An Analysis of International Cooperation in the Public Research and Development Programs of Korea”, Asian Journal of Technology Innovation 18(2): 43-67.
- Oh, D. H. (2008), “The role of expert review in the evaluation of science and technology: issues and suggestions for advanced practices”, OECD.
- Prichard, A. (1969), “Statistical bibliography or bibliometrics”, Journal of Documentation, 358-359.
- Warner, J. (2003), “Citation analysis and research assessment in the United Kingdom”, Bulletin of the American Society for Information Science and Technology, 30: 26-27.
- Norris, M. (2003), “Citation counts and the research assessment exercise V - Archeology and the 2001 RAE”, Journal of Documentation, 59: 709-739.
- Seglen, P. O. (1997), “Why the impact of journals should not be used for evaluating research”, British Medical Journal, 314(7079): 498-502.
- Leeuwen, T. N. (2001), “The use of combined bibliometric methods in research funding policy”, Research Evaluation, 10(3): 195-201.