

# A Study on the Concentration of Research Investment in National R&D Projects Using the Theil Index

Hyeonchae Yang<sup>†</sup> · Kyungmo Sung<sup>\*\*</sup> · Yeonglin Kim<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

In the past, when research and development(R&D) resources were absolutely scarce, the so-called 'choice and concentration' strategy of national R&D projects has been persuasive. Under the current situation where various actors such as GRIs(Government-funded Research Institutes) and universities supported by more abundant R&D resources conduct national R&D projects, this strategy cannot be applied without distinction. In order to see how the strategy has worked, this paper analyzes the concentration of research funds allocated to actors performing national R&D projects. Concentration is measured based on the amount of research funds supported by government from 2002 to 2016 using the Theil index to break down the concentration of individual actors in the overall national R&D project. The results from the Theil index were compared with concentrations using the Gini coefficient, a widely known indicator. As a result, the Theil index could be used to analyze the concentration and sub-components' contribution such as universities and GRIs that make up the entire national R&D system. The results also showed GRIs had the highest concentration, followed by universities, but their concentration has been somewhat reduced compared to 10 years ago. On the other hand, small-sized companies have maintained a certain level, although they are not highly concentrated. In other words, universities and GRIs tend to reduce the gap in the allocation of research funds among institutions, while small-sized companies tend to distribute them evenly.

**Keywords :** National R&D, R&D Funding, Concentration, Tile Index, Entropy Decomposition

## 타일(Theil) 지수를 이용한 국가연구개발사업의 연구비 집중도 분석

양 현 채<sup>†</sup> · 성 경 모<sup>\*\*</sup> · 김 영 린<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

연구개발 자원이 절대적으로 부족했던 과거 우리나라 국가연구개발사업에는 이른바 선택과 집중이라는 전략이 설득력을 얻어 왔으며, 이 전략은 지금도 여전히 유효한 논리이다. 그러나 정부출연연구소(출연연), 대학 등 다양한 연구수행주체가 등장하고, 이들의 연구역량이 성숙한 현재의 상황에서 연구수행주체의 구분 없이 이 전략을 획일적으로 적용할 수만은 없다. 이에 본 연구에서는 국가연구개발사업을 수행하는 주체들에게 배분된 연구비 집중도를 분석함으로써 선택과 집중이 어떻게 작용해왔는지 확인하고자 한다. 2002년부터 2016년까지 국가연구개발과제를 수행한 연구수행주체에 배분된 연구비 규모를 기준으로 집중도를 측정했고, 타일 지수를 이용하여 전체 국가연구개발사업을 개별 연구수행주체가 보유한 집중도로 분해하였다. 그 결과 전체 국가연구개발 시스템을 구성하는 하위 요소인 대학, 출연연 등이 보유한 집중도 및 이들의 기여를 분석할 수 있었다. 집중도 결과에 따르면 출연연의 연구비 집중도가 가장 높았으며, 대학이 그 뒤를 이었다. 그러나 10년 전에 비하면 두 주체 모두 집중도는 다소 완화된 것으로 드러났다. 반면, 중소기업의 경우 집중도가 높은 편은 아니나 일정한 수준을 꾸준히 유지해 오고 있었다. 즉, 대학과 출연연은 기관 간 연구비 배분에 편차가 줄어들어 가는 경향이 있었는가 하면, 중소기업은 고르게 배분하는 방식이 주요했던 것이다.

**키워드 :** 국가연구개발사업, 연구비, 집중도, 타일 지수, 엔트로피 지수 분해

<sup>†</sup> 정 회 원 : 과학기술정책연구원 부연구위원  
<sup>\*\*</sup> 비 회 원 : 과학기술정책연구원 부연구위원  
<sup>\*\*\*</sup> 비 회 원 : 과학기술정책연구원 연구원  
Manuscript Received : March 8, 2019  
First Revision : May 13, 2019  
Accepted : May 29, 2019

\* Corresponding Author : Hyeonchae Yang(hcyang@stepi.re.kr)

## 1. 서 론

국가연구개발사업은 중앙행정기관이 연구개발과제의 연구비 전부 또는 일부를 출연하거나 공공기금 등으로 지원하는 과학기술 분야의 연구개발사업을 의미한다[1]. 국가연구개발

사업은 1964년 당시 20억원에 불과했던 예산이 2019년 현재 20조원을 돌파하기에 이를 정도로 규모가 확대되었다. 이처럼 국가연구개발사업에 대한 투자가 늘어난 이유는 연구개발을 통해 창출된 성과가 국가 경쟁력 강화에 중요한 역할을 한다고 여기기 때문이다.

국가연구개발 예산이 확대되고 있는 가운데 한편에서 제기되는 문제가 예산 집행의 효율성이며, 우리나라는 이른바 '선택과 집중' 전략을 통해 이 문제를 해결하고자 노력해왔다. 즉, 유망한 분야 혹은 연구자에게 자원을 집중적으로 지원함으로써 성과를 제고하려는 논리가 당연하게 여겨져 왔던 것이다. 연구개발에 투입할 자원이 부족하고, 정부출연연구소(이하 출연연)가 주도적으로 국가연구개발을 수행했던 60~70년대에는 선택과 집중 전략을 국가연구개발사업 전체에 일괄 적용할 수 있었을 것이다. 그러나 연구수행주체가 대학, 중소기업 등으로 다양화되고 이들의 연구개발 역량이 차등적으로 발전하는 지금, 선택과 집중 전략을 모든 연구수행주체에 동일한 수준으로 적용하기 어렵다. 뿐만 아니라 동일한 연구수행주체 내에서도 선택과 집중 전략은 선택적 적용이 요구된다. 가령, 대학에서 수행하는 연구의 경우 재능 있는 연구자에게 집중적인 자원배분이 필요하기도 하지만, 연구 다양성을 확보하려면 선택과 집중 전략은 다소 완화될 필요도 있기 때문이다. 이렇듯 시간의 흐름에 따라 국가연구개발사업에서 선택과 집중 전략은 연구수행주체 마다 상이한 방식으로 이루어졌을 것이나 정확한 수준은 파악하기 어렵다. 이에 본 연구에서는 국가연구개발사업에 적용된 선택과 집중 전략이 연구수행주체별로 어떻게 적용되어 왔는지 확인하고자 한다.

특정 연구수행주체 혹은 연구기관에 지원된 연구비 집중도를 이용하여 선택과 집중 전략을 수치화하고, 시간의 흐름에 따른 집중도 변화를 통해 이 전략이 개별 연구수행주체에 어떻게 작용했는지 살펴본다. 국가연구개발사업과 과제별 지원 내역은 국가과학기술지식정보서비스(National Science & Technology Information Service: NTIS)에서 제공받아 분석에 활용했다. 증거에 기반한 과학기술정책을 수립할 목적으로 관련 정보를 공개하고 있지만 아직 이를 활용한 연구는 적은 편이다. 본 연구는 2002년부터 2016년까지 국가연구개발사업을 통해 지원된 약 58만여 건의 과제정보를 이용한다. 다수의 연구수행주체로 구성된 국가연구개발사업의 구조적 특성을 반영하여 연구비 집중도를 분석한 본 연구의 결과는 향후 주체별 특성에 맞춘 육성 및 지원 정책 수립에 기초자료로 활용될 것이라 기대한다.

연구비 집중도 측정에는 허쉬만-허핀달 지수(Hirschman-Herfindahl Index: HHI), 지니계수(Gini Coefficient) 등 자원이 집중적으로 배분된 정도 혹은 불균등도를 나타내기 위해 경제학에서 널리 활용하고 있는 척도를 활용할 수 있을 것이다[2, 3]. 그러나 이들 지표는 국가연구개발사업 전체 수준에서 연구비 집중도를 파악하기에는 용이하나 하위 구성요소인

개별 연구수행주체 수준으로 집중도를 분해하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 정보이론(Information Theory)에서 도입한 개념인 타일 지수(Theil Index)를 이용하여 집중도를 산출하고, 엔트로피 분해 이론을 적용하여 하위 수준에서의 집중도를 나타낸다[4]. 그리고 이를 대표적 집중도 지표인 지니계수 결과와 비교한다.

연구결과를 간략히 살펴보면, 2011년 이후 2015년까지 국가연구개발사업 전반에서 연구비 집중도는 점차 상승해 왔다. 즉, 전반적으로 특정 주체에게 연구비가 집중되는 경향이 강해졌다는 의미로 해석할 수 있을 것이다. 그리고 전체 국가연구개발사업의 연구비 집중도는 하위 구성요소인 개별 연구수행주체(대학, 출연연, 중소기업 등)가 보유한 집중도에 주요하게 영향을 받았다. 이는 타일 지수가 하위 요소에서의 집중도를 측정하고, 각 하위 수준에서의 집중도를 전체 시스템에 미치는 영향으로 나타낼 수 있다는 특성을 이용했다. 연구비 집중도가 가장 높았던 연구수행주체는 출연연이었고, 대학이 그 뒤를 이었다.

연구의 배경을 소개한 서론에 이어 본고는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 연구개발 투자에 대한 집중도를 분석한 국내외 연구를 간략히 요약하고, 3장에서는 연구 방법론을 소개한다. 분석결과를 설명하는 4장에 이어 5장 결론에서 연구결과를 요약하고 시사점을 제시하며 마무리한다.

## 2. 관련 연구

앞서 지적한 바와 같이 국가연구개발사업의 규모가 늘어날수록 제반 문제도 주목을 받고 있다. 가령, 연구비 배분 방식이나 지원으로 인해 어떤 사회경제적 성과를 거두었는지 등이 바로 그것이다. 더욱이 정부의 연구개발 예산이 증가하는 속도에 비해 연구자의 수는 더욱 급속하게 증가하고 있어 연구비 배분의 문제의 중요성이 부각되는 실정이다[5]. 이와 동시에 공적자금으로 인해 배출된 연구개발 성과에 사회경제적 책무성이 강조되는 것도 정부의 연구개발 예산이 증가하면서 피할 수 없는 현상일 것이다. 이러한 문제를 해결하고자 대개 연구비를 특정 연구자 혹은 분야에 집중적으로 지원하는 방법을 활용하곤 한다. 연구비에 규모의 경계를 달성함으로써 우수한 성과를 창출하려는 것이다[6]. 따라서 연구비 집중도는 학술적 수월성과 깊은 관련이 있다. 그리고 이는 비단 우리나라뿐 아니라 미국, 캐나다 등 다른 나라에서도 다루어지는 문제이다[7, 8].

캐나다의 경우 지난 15년간(1998-2012) 퀘벡 주 12,000여 명의 연구자에게 지원한 연구비를 분석했고, 소수의 연구자에게 연구비 대부분이 지원된 결과를 보였다[9]. 다만 분야별로 연구비 분포에 다소 차이가 있었는데, 보건의료와 사회과학 분야에서는 약 20%의 연구자가 전체 연구비의 약 80%를 지원 받았다. 그러나 자연과학 및 공학 분야에서는 전체 연구

비의 80%를 지원 받았던 연구자는 전체의 25%였으므로 연구비가 분야별로 상이한 방식으로 배분되고 있음이 밝혀졌다.

한편 중국에서는 공평하게 연구비를 지원할 방법을 모색하고자 국가자연과학기금위원회(National Natural Science Foundation of China: NSFC)를 통해 지원한 과제의 연구비 집중도를 분석했다[10]. 집중도는 지니계수를 통해 측정했으며, 그 결과 최근 들어 대학에 지원된 연구비 집중도가 점차 완화되고 있음을 밝혔다. 그러나 중국 대학의 연구비 집중도는 미국 대학에 비해 여전히 높은 수준이라고 지적한다. 특히 중국 정부가 매 해 지원하는 1,970여 개의 대학 가운데 상하이 교통대학 등 상위 열 개 대학에 연구비가 지속적으로 집중되고 있는 현상이 발견되었다. 전체 연구비의 약 19%가 이들 상위 10개 대학으로 유입되는 경향이 지난 10여 년 동안(2000-2013) 꾸준히 유지되고 있었던 것이다.

상기 두 연구는 연구비 배분에서 집중화된 정도를 파악하려는 시도를 한다는 점에서 본 연구와 공통점이 있다. 그러나 대학과 같이 국가연구개발사업을 수행하는 특정 주체를 중심으로 집중도를 파악하고 있어, 국가 전체적인 관점에서의 배분 양상이라 보기는 어렵다. 또한 주체 간 연구비 배분방식을 비교하기 어렵다는 한계도 있다.

국가연구개발사업의 구조적 특성을 반영하여 집중도를 분석한 연구로 중국 NSFC가 지원한 연구비에 타일 지수를 적용한 예를 들 수 있다[11]. 전체 연구비와 전체 연구비 가운데 대학과 같은 연구수행주체에서의 연구비 집중도를 분석했던 것이다. 이들은 지난 5년 동안(2013-2017) 연구비 지원 내역을 활용하여 전체 NSFC 집중도 수치는 1.97이라고 밝혔다. 그리고 대학이 연구소 보다 전체 집중도에 더 많은 영향을 미쳤다고 결론을 내린다. 그러나 이들의 연구에서는 연구수행주체를 대학과 연구소라는 양분된 기준만을 활용하여 분류하고 있으며, 시간의 흐름에 따라 연구비 집중도가 어떻게 변화했는지 추이를 살펴보기는 어렵다.

### 3. 분석 방법

#### 3.1 분석대상

본 연구는 2002년부터 2016년까지 국가연구개발사업을 통

해 지원받은 과제 583,130건을 대상으로 한다. 개별 과제는 이를 수행한 주체에 따라 대학(University), 정부출연연구소(Government-funded Research Institute: GRI), 중소기업(Small and Medium-sized Enterprises: SME), 대기업(Enterprise) 등으로 분류할 수 있다. 연도별로 수행된 국가연구개발과제 수를 주체별로 구분하면 Table 1에 나타난 것과 같다. 분류항목 기타(Etc.)에는 정부부처, 국공립연구소 등이 수행한 과제가 포함되었다.

데이터는 NTIS를 통해 제공 받았고, 개별 과제의 연구비를 기준으로 집중도를 분석한다. 참고로 NTIS에서는 2013년부터 연구수행주체 가운데 중소기업과 중견기업을 구분하여 분류한다.

Table 1. Number of National R&D Projects by Actors

Type Year	Univ.	GRI	SME	Enterprise	Etc.	Total
2002	11,860	2,971	5,334	420	2,531	23,116
2003	14,188	3,101	5,357	429	2,840	25,915
2004	12,957	3,472	6,670	555	2,945	26,599
2005	14,597	4,847	5,606	607	4,911	30,568
2006	16,737	4,564	6,235	882	3,696	32,114
2007	17,118	5,063	6,413	795	3,836	33,225
2008	18,808	5,315	7,449	811	5,162	37,545
2009	19,432	5,451	5,945	805	5,617	37,250
2010	21,126	5,475	6,745	888	3,799	38,033
2011	23,792	5,590	6,725	1,007	3,814	40,928
2012	26,830	5,891	8,936	1,170	6,255	49,082
2013	26,923	5,962	10,090	661	6,336	49,972
2014	28,241	6,060	10,712	551	6,326	51,890
2015	28,297	6,348	11,681	466	6,299	53,091
2016	28,045	6,470	12,560	328	6,399	53,802

#### 3.2 분석의 틀

본 연구에서는 국가연구개발과제가 Fig. 1과 같은 계층구조에 있다고 보았다. 최상위 수준에서는 전체 국가연구개발과제가 위치한다. 그리고 개별 과제는 연구책임자의 소속을 기준으로 어떤 주체가 연구를 수행했는지에 따라 대학, 출연연, 중소기업, 중견기업, 대기업이라는 유형으로 구분했다. 그

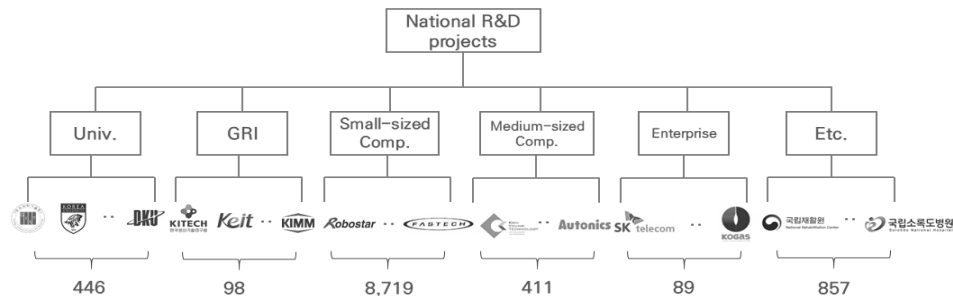


Fig. 1. Hierarchical structure of national R&D projects

리고 각 유형의 연구수행주체 하위에는 연구수행기관을 포함한다. 2016년 NTIS 자료에 따르면 대학은 446개, 출연연은 98개, 중소기업은 8,719개, 대기업은 89개가 해당된다.

실제 국가연구개발사업의 집중도는 더 낮은 수준에서도 논의될 수 있을 것이다. 개별 기관의 하위에는 연구책임자가 위치하고, 연구자가 책임을 맡았던 한 개 이상의 과제가 포함되는 구조를 의미한다. 이렇듯 최하위 수준이 과제인 구조를 구상할 수 있으나 개인정보보호 등의 이유로 연구책임자의 정보를 제공하지 않으므로 본 연구는 개별 기관 수준으로 한정하여 분석을 진행한다.

### 3.3 타일(Theil) 지수

타일 지수는 정보이론에 등장하는 개념인 엔트로피(entropy)에 기초하여 국가의 소득이나 부의 불평등을 나타내는 척도이며, 타일의 엔트로피 지수(Theil's entropy index)라고도 불린다[4].

정보이론에서 엔트로피는 어떤 사건이 발생했다는 정보의 가치를 의미한다. 즉, 어떤 사건  $i$ 가 발생할 확률을  $p_i$ 라 하면, 이 확률이 낮을수록 해당 사건이 발생했다는 정보의 가치  $h(p_i)$ 는 높아진다. 따라서 확실히 발생하는 사건의 경우 ( $p_i = 1$ ) 정보의 가치는 무의미( $h(p_i) = 0$ )하며, 독립적인 두 사건을 결합했을 때 정보의 가치( $h(p_1p_2)$ )는 개별 사건에서 정보가치의 합( $h(p_1) + h(p_2)$ )이라는 속성을 지닌다. 이러한 정보의 가치 속성은  $h(p_i) = -\log p_i$ 로 표현된다. 엔트로피( $H$ )는 어떤 상황에서 정보가치의 기댓값을 의미하므로 각 사건의 정보가치를 발생 확률로 가중함으로써 산출한다.

$$H = \sum p_i h(p_i) = -\sum p_i \log(p_i) \quad (1)$$

본래 타일 지수는 이 개념을 소득분배에 응용하여  $p_i$  대신 전체  $n$ 명의 소득에서 개인  $i$ 가 차지하는 소득의 비율을  $x_i$ 로 두고 소득 불균등 척도( $T$ )를 Equation (2)와 같이 정의했다. 본 연구에서는  $x_i$ 를 전체  $n$ 개의 국가연구개발과제 중 과제  $i$ 가 차지하는 연구비 비율로 대체하여 분석을 수행한다.

$$T = \sum \frac{1}{n} h\left(\frac{1}{n}\right) - \sum x_i h(x_i) \quad (2)$$

만약 모든 과제에 동일한 연구비가 배분( $x_i = \frac{1}{n}$ ) 되었다면 엔트로피 값은 최대가 될 것이다. Equation (2)의 첫 번째 항이 이를 나타낸다. 그리고 두 번째 항은 실제의 엔트로피이다. 결과적으로 타일 지수는 균등하게 연구비가 분배된 상황에서 실제 엔트로피 값과의 차이를 통해 불균등한 정도를 의

미하게 된다. 타일 지수는 모든 과제에 연구비가 균등하게 배분된 경우 0의 값을 갖고, 한 개의 과제에 연구비가 집중되어 있을 때는  $\log n$ 의 값을 갖는다.

타일 지수는 전체가 여러 하위 집단으로 구성되어 있을 때 개별 하위 집단에서 불균등도의 합으로 분해할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 집단을 대학, 출연연, 중소기업 등 국가연구개발사업을 수행하는 주체로 구분했다. Equation (3)은 과제 전체를  $m$ 개의 집단으로 구분했을 때 타일 지수의 분해이다.

$$T = \sum s_k T_k + \sum s_k \ln \frac{\bar{x}_k}{\bar{x}} \quad (3)$$

$s_k$ 는 집단  $k$ 의 연구비 비율,  $T_k$ 는 집단  $k$ 의 타일 지수,  $\bar{x}$ 는 전체 연구비 평균,  $\bar{x}_k$ 는 집단  $k$ 의 연구비 평균을 의미한다. 즉, 타일 지수가 하위 집단별 불균등도(within-group inequality)와 집단간 불균등도(between-group inequality)의 합으로 나타남을 알 수 있다. 집단간 불균등도는 각 집단이 동일한 과제 규모를 가진다는 전제 하에서 집단 간 불균등도를 나타내는 것이다.

본 연구는 R version 3.5.1에서 수행되었고, 분석의 편의를 향상시키고자 ineq 등 추가 패키지를 활용하였다[12, 13].

### 3.4 지니계수

지니계수(Gini Coefficient)는 경제학에서 소득 집중도를 측정할 목적으로 사용되어 온 지표로 로렌츠 곡선의 연구비 배분을 하나의 숫자로 나타내는 방법이다[14]. 국가연구개발 과제 연구비 배분을 기준으로 로렌츠 곡선을 설명하자면, 가로축에 연구비 규모에 따른 과제의 누적 백분율을 두고, 세로축에 연구비 배분에 따른 누적 백분율을 두었을 때 실제 연구비 배분 결과를 매핑(mapping)하여 그 점들을 연결한 것이다. 연결선이 45도 대각선 상태일 때 완전 균등배분을 나타내며, 대각선, 가로, 세로축으로 형성된 삼각형의 면적 대비 로렌츠곡선 사이의 면적 비율로 지니계수 값을 구한다. 지니계수는 0에서 1의 값을 가지며 균등한 상태일수록 로렌츠 곡선이 대각선과 가까워져 그 값이 0에 근접하며, 불균등한 상태일수록 곡선이 대각선과 멀어져 그 값이 1에 가까워진다. 본 연구에서 지니계수 집중도는 선행연구에서 계산한 값을 활용하고, 타일 지수 결과와 비교한다.

## 4. 분석 결과

### 4.1 전체 국가연구개발사업의 연구비 집중도

타일 지수를 통해 측정된 전체 연구개발사업 수준에서의 연구비 집중도를 Table 2에 나타내었고, 그 결과를 지니계수와 비교하였다. 타일 지수는 1.22에서 1.64까지의 값을 보이는

한편, 지니계수는 0.67에서 0.8 사이에서 측정되었다. 지니계수는 0과 1사이의 값을 지니므로 타일 지수보다 적은 값을 지니며, 한정된 구간 사이에서 집중도가 산출되므로 국가연구개발사업의 연도별 집중도 변화에 따른 등락폭은 비교적 적었다.

Table 2. Comparison of Concentration Results

Year Type	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Theil	1.64	1.57	1.56	1.38	1.40	1.38	1.46	
Gini[5]	0.78	0.76	0.77	0.79	0.79	0.79	0.80	
Year Type	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Theil	1.34	1.31	1.22	1.27	1.39	1.44	1.48	1.39
Gini[5]	0.79	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.75

반면 타일 지수는 지니계수에 비해 연도별 등락은 상대적으로 크나 2011년까지 집중도는 대체로 감소하는 경향을 보인다. 그리고 이후부터 2015년까지 연구비 집중도는 증가하고 있다. 이 시기 중 2008년은 감소세에 있었던 집중도가 예외적으로 증가한 해였다. 이는 정권변화로 인해 국가연구개발사업의 구조에 변화가 있었을 가능성이 크다. 집중도가 큰 폭으로 증가한 2013년 역시 같은 이유로 보인다. 정권이 바뀌면 새로운 행정 체제가 도입되고, 국가연구개발사업의 주무부처가 변경되거나 정책 기조에 따라 새로운 사업이 추진되면서 사업구조에 변화도 불가피하기 때문이다.

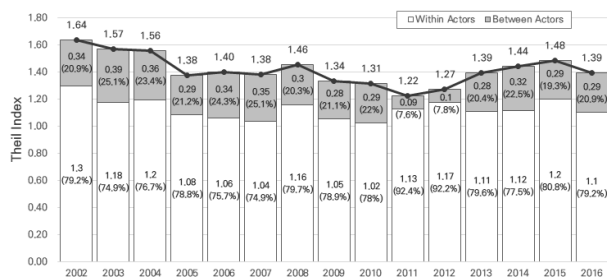


Fig. 2. Overall Funding Concentration

앞서 설명한 바와 같이 국가연구개발사업에는 대학, 출연연과 같은 다양한 주체들이 참여하고 있다. 따라서 국가연구개발사업 전체에서의 연구비 집중도는 하위 수준인 개별 수행주체의 연구비 집중도에 기인할 수밖에 없다. 타일 지수는 이의 구조적 특성을 반영하여 하위 수준에서의 집중도가 전체 집중도에 얼마만큼 기여하는지 분석이 가능하나 지니계수는 개별 주체에서의 집중도를 측정할 수 있을 뿐, 구성요소로서의 기여를 나타내기 어렵다. 따라서 타일 지수를 통해 개별 연구수행주체에서 비롯된 연구비 집중도를 Fig. 2의 막대그래프에 나타내었다. 결과에 따르면, 연구수행주체 내 연구비 집중도(within actors)는 전체 집중도에서 적게는 75%에서

많게는 90%를 차지함을 알 수 있다. 반면 주체 간의 상이한 집중도로 인해 유발된 연구수행주체 간 집중도(between actors)는 전체 연구비 집중도 가운데 적게는 7%에서 많게는 25%까지 차지한다. 연도별로 일정한 수준을 유지하고 있는 것은 아니나 전체 국가연구개발사업의 연구비 집중도를 좌우하는 요인은 개별 연구수행주체 내부에서 발생한 집중도라는 공통 특성을 지닌다.

4.2 연구수행주체별 연구비 집중도

국가연구개발사업에 참여하는 다수의 연구수행주체는 연구자, 소속기관의 등의 기준으로 구분할 수 있을 것이다. 그리고 소속기관은 대학, 출연연과 같은 몇 개의 유형으로 분류되기도 한다. 같은 유형에 속한 연구자들은 유사한 연구행태를 보이거나 연구기관은 동일한 임무를 공유하는 등 동질적인 특징을 보유하기 때문이다. 본 절에서는 Fig. 2에서 다른 연구수행주체 내 연구비 집중도를 대학, 출연연 등의 주체가 보유한 집중도로 구분하려 한다. 어떤 유형의 연구주체가 국가연구개발사업의 연구비 집중도에 주요하게 영향을 미쳤는지 파악하고자 함이다.

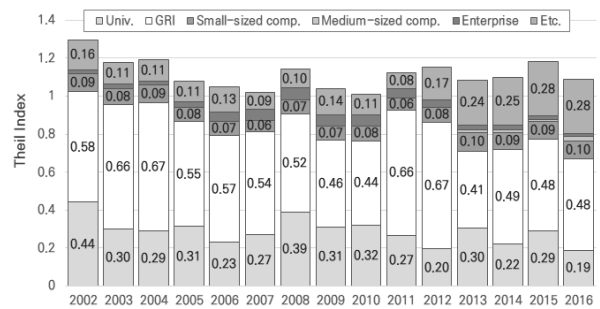


Fig. 3. Decomposition of Funding Concentration by Actors

Fig. 3에 나타난 것과 같이 우리나라 국가연구개발사업에서 연구비 집중도가 가장 높은 주체로는 단연 출연연을 꼽을 수 있다. 출연연이 수행한 연구개발과제에는 출연금을 통한 기관 운영비와 연구개발과제 지원분이 혼재되어 있어 연구비 편차가 타 주체에 비해 크기 때문일 것이다. 출연연에 이어 연구비 집중도가 높은 주체는 대학이었고, 중소기업의 연구비 집중도는 더 낮은 수준이었다. 대기업과 중견기업의 집중도는 매우 낮은 수치이므로 전체 국가연구개발사업의 집중도에 미치는 영향은 미미했음을 알 수 있다. 이는 정부가 대기업과 중견기업에 지원한 과제 수가 적기 때문일 것으로 보인다.

과거 10년 전과 비교했을 때, 최근의 연구비 집중도에 변화도 드러난다. 특히 출연연이나 대학의 연구비 집중도가 다른 연구수행주체에 비해 높은 편이긴 하지만, 과거에 비해 집중도가 완화되었다. 즉, 두 주체에 선택과 집중의 논리가 다소 약화되었다고도 해석할 수 있을 것이다. 반면, 대학이나 출연연에 비해서는 낮은 수준의 집중도를 보였던 중소기업은

Table 3. Gini Coefficients by Actor Level[5]

Actor \ Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Univ.	0.87	0.86	0.85	0.85	0.86	0.85	0.84	
GRI	0.71	0.73	0.74	0.77	0.73	0.70	0.72	
Small Comp.	0.52	0.51	0.58	0.54	0.55	0.52	0.57	
Enterprise	0.68	0.64	0.65	0.70	0.72	0.70	0.78	
Actor \ Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Univ.	0.84	0.86	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
GRI	0.70	0.63	0.65	0.62	0.63	0.62	0.62	0.63
Small Comp.	0.58	0.56	0.57	0.63	0.61	0.59	0.59	0.58
Enterprise	0.75	0.76	0.75	0.75	0.69	0.68	0.65	0.69

Table 4. Decomposition of Concentration at Actor Level

Type \ Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Within Org.	1.3 (62.6)	1.18 (56.02)	1.19 (58.59)	1.08 (61.81)	1.05 (56.7)	1.02 (55.32)	1.14 (62.61)	
Between Org.	0.34 (4.36)	0.4 (6.33)	0.37 (5.5)	0.3 (4.57)	0.35 (6.1)	0.36 (6.56)	0.31 (4.35)	
Type \ Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Within Org.	1.04 (61.47)	1.01 (59.99)	1.12 (84.73)	1.15 (83.49)	1.09 (61.99)	1.1 (59)	1.18 (64.24)	1.09 (61.8)
Between Org.	0.3 (4.66)	0.3 (5.08)	0.1 (0.63)	0.12 (0.74)	0.31 (4.51)	0.34 (5.37)	0.3 (3.94)	0.31 (4.57)

집중도가 10년 전과 거의 유사한 수준으로 유지되고 있었다. 다수의 기업에게 연구비를 고르게 배분하는 지원정책이 지속된 결과일 것이다.

한편, 지니계수를 이용하여 Table 3과 같이 개별 연구수행 주체에서의 집중도를 측정한 결과에서도 시간의 흐름에 따라 개별 연구수행주체의 집중도 추이가 유사함을 알 수 있다. 특히 대학이나 출연연의 집중도가 완화된고 있는 경향에서 이를 살펴볼 수 있다. 그러나 개별 연구수행주체 수준에서 집중도를 측정하였으므로 전체 국가연구개발사업에서 각 주체가 차지하는 집중도 비중을 파악하기란 불가능하다. 그러므로 지니계수 결과로만 본다면, 전체 국가연구개발사업 수준에서 상당한 수준의 집중도를 차지하는 출연연이나 대학의 존재를 파악하기란 어려운 일일 것이다.

상기 분석 결과는 개별 연구수행주체에 포함된 연구기관의 연구비 배분에서 기인한 집중도이므로 기관 간 차이로 인해 발생한 연구비 집중도는 반영되지 않았다. 즉, 연구수행주체 내부에서 발생한 집중도를 분해할 때에도 하위 수준인 연구기관에 배분된 연구비가 반영되는 것이다. 따라서 분해는 각 주체에 포함된 개별 연구기관의 연구비 집중도와 기관 간 집중도 차이로 구분되고, 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 괄호안의 수치는 해당 값이 전체 국가연구개발사업의 집중도

에 기여하는 비율이다. 참고로 내부 집중도 값은 Fig. 3의 주체별 집중도를 합산한 결과이다.

각 연구조직 내부에서 비롯된 집중도는 적게는 1에서부터 많게는 1.3의 값을 갖는다. 이 수치가 전체 국가연구개발사업의 집중도에 기여한 정도 역시 55.3%에서 84.7%에 이르기까지 다양하다. 연구기관 내부에서 측정된 연구비 집중도가 전체 국가연구개발사업의 연구비 집중도에 큰 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있을 것이다. 한편, 기관 간 차이로 인해 발생한 집중도 역시 적게는 0.1에서 많게는 0.4의 값에 이른다. 그리고 전체 사업에 미친 영향 또한 0.6%에서 6.1%에 분포되어 있다.

### 5. 결 론

우리나라는 1960년대 이래로 국가연구개발예산이 지속적으로 증가했고, 이를 통해 발생한 연구개발 성과 역시 질적·양적인 측면에서 성장을 거듭해 왔다. 동시에 공적자금을 통해 추진되는 국가연구개발사업을 어떻게 효율적으로 운용할 것인가에 대한 문제가 제기되고 있는 상황이다. 중복 투자를 최소화하거나 유망한 분야 혹은 연구자에게 집중적으로 자원을 배분하려는 시도가 이와 관련이 있다. 후자의 전략은 대개

선택과 집중이라는 이름으로 알려져 있다. 선택과 집중은 과거 우리나라가 한정된 자원으로 압축 성장을 이루는데 상당히 설득력 있는 논리였고, 국가연구개발예산이 20조원이 넘어선 지금까지도 여전히 유효한 전략이다. 그러나 연구 분야와 연구수행주체가 다양화된 현재의 선택과 집중은 과거의 방식과는 차이가 있을 것이나 그 실패는 파악하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 타일 지수를 이용하여 국가연구개발사업의 연구비 배분에서 집중도를 전체 국가연구개발사업 수준과 하위 시스템으로서 대학, 출연연 등 연구수행주체 수준에서의 집중도로 분해하여 그 변화를 살펴보았다. 그리고 기존에 널리 알려진 집중도 지표인 지니계수에서의 결과와 비교함으로써 타일 지수가 하위 시스템이 유발하는 집중도 비중을 드러내는 데 적합함을 보이기도 했다.

그 결과 전체 국가연구개발사업에서 연구비 집중도는 연도별 예산, 연구개발 정책 혹은 행정체제 변화에 따라 등락이 있었고, 이에 영향을 받아 연구수행주체의 집중도에 일관된 추이는 파악하기 어려웠다. 그러나 국가연구개발사업 전체에서 연구비 집중도는 연구수행주체 간 차이로 인해 발생하는 것 보다는 개별 연구수행주체 내부에서 기인하는 집중도가 더 크게 작용하는 공통점이 있었다. 개별 연구수행주체 수준에서 연구비 집중도를 살펴보았을 때, 출연연에서 지속적으로 높은 수준의 집중도를 보였고 대학이 그 뒤를 이었다. 그러나 이들의 연구비 집중도는 10년 전에 비하면 최근 완화되는 경향을 보였다. 한편 또 다른 연구수행주체인 중소기업의 연구비 집중도는 출연연이나 대학에 비하면 낮은 수준이며 비교적 일정한 수준을 유지하는 특징이 있었다.

이와 같이 국가연구개발사업에서 선택과 집중 전략은 연구수행주체 마다 상이한 방식으로 발전해 왔다. 각 주체의 성숙도에 차이가 있었고, 정부의 육성전략 역시 다른 방식으로 추진되었기 때문이다. 즉, 연구비 배분방식을 고민함에 있어 국가 차원에서의 투자 우선순위 및 거시적 배분방향과 함께 연구수행주체별 특성을 고려해야 한다는 의미이기도 하다. 본 연구에서의 분석 결과가 배분이나 투자 전략을 수립하는데 기초자료가 될 수 있을 것이다.

전체 연구비 집중도를 분해함에 있어 국가연구개발사업-연구수행주체 유형-연구기관 수준에서 나아가 연구책임자-연구과제 수준에서의 분석이 추가적으로 필요하나 가용 데이터의 부재로 본 연구에 포함하지 못한 점이 한계로 남는다. 그리고 선택과 집중으로 인해 산출된 성과가 어떤 효과가 있었는지도 확인이 필요하다. 연구비 집중도가 높은 주체가 과연 우수한 연구성과를 창출하는지를 의미한다. 이는 향후 연구과제로 남겨둔다.

**References**

[1] "Regulations on the Management of National R&D Projects" [Law], Presidential decree, No. 28799, April 17<sup>th</sup>, 2018.

[2] A. O. Hirschman, "The paternity of an index," *Rivista di The American Economic Review*, Vol.54, No.5, pp.761-762, 1964.  
 [3] C. Gini, "Concentration and dependency ratios," *Rivista di Politica Economica*, Vol.87, pp.769-792, 1997.  
 [4] H. Theil, "Economics and information theory," 1967.  
 [5] H. C. Yang, K. M. Sung, E. J. Shin, and Y. L. Kim, "Institutional Reinterpretation of Competition and Competition Control in Government R&D System and Its Implications," Science & Technology Policy Institute, 2018.  
 [6] C. Bloch and M. P. Sørensen, "The size of research funding: Trends and implications," *Science and Public Policy*, Vol.42, No.1, pp.30-43, 2015.  
 [7] A. Ebadi and A. Schiffauerova, "How to Receive More Funding for Your Research? Get Connected to the Right People!," *PLoS One*, Vol.10, No.7, e0133061, 2015.  
 [8] M. Lauer, D. Roychowdhury, K. Patel, R. Walsh, and K. Pearson, "Marginal Returns and Levels of Research Grant Support among Scientists Supported by the National Institutes of Health," bioRxiv, 2017.  
 [9] P. Mongeon, C. Brodeur, C. Beaudry, and V. Larivière, "Concentration of research funding leads to decreasing marginal returns," *Research Evaluation*, Vol.25, No.4, pp.396-404, 2016.  
 [10] J. Wu, "Distributions of scientific funding across universities and research disciplines," *Journal of Informetrics*, Vol.9, No.1, pp.183-196, 2015.  
 [11] D. Wu, L. Yuan, R. Li, and J. Li, "Decomposing inequality in research funding by university-institute sub-group: A three-stage nested Theil index," *Journal of Informetrics*, Vol.12, No.4, pp. 1312-1326, 2018.  
 [12] R Core Team, "R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing," 2018.  
 [13] A. Zeileis, "ineq: Measuring Inequality, Concentration, and Poverty. R package version 0.2-13," 2014.  
 [14] C. Gini, "Measurement of Inequality of Incomes," *The Economic Journal*, Vol.31, No.121, pp.124-126, 1921.

**양 현 채**

<https://orcid.org/0000-0002-3169-6106>

e-mail : hcyang@stepi.re.kr

2006년 이화여자대학교 정보컴퓨터공학과(학사)

2008년 이화여자대학교 컴퓨터공학과(석사)

2016년 POSTECH 기술경영(Ph.D., 석·박사통합)

2016년~현재 과학기술정책연구원 부연구위원

관심분야 : 과학기술정책, 국가연구개발사업 구조, 기초연구 정책, Data analytics



**성 경 모**

<https://orcid.org/0000-0002-8072-8717>  
e-mail : lumilyon2@stepi.re.kr  
2007년 프랑스 리옹 2대학교 경제경영  
(석사)  
2012년 프랑스 리옹 2대학교 경제경영  
(Ph.D.)

2013년~현 재 과학기술정책연구원 부연구위원  
관심분야: HR Management System in S&T Organization,  
Career Development of Young Researchers,  
International Cooperation in HR



**김 영 린**

<https://orcid.org/0000-0002-1462-8232>  
e-mail : ylkim@stepi.re.kr  
2008년 중앙대학교 경제학부(학사)  
2015년 중앙대학교 경제학과(석사)  
2016년~현 재 과학기술정책연구원  
연구원

관심분야: Economic Policy, National R&D System