

산업 클러스터링 분석을 통한 국제과학비즈니스벨트의 클러스터 발전 방향 연구

정혜진¹, 옥주영¹, 김병근^{2*}, 지일용²

¹한국기술교육대학교 기술혁신경영연구소, ²한국기술교육대학교 산업경영학부

A Study on the Development of Industrial Clusters in the International Science and Business Belt through the Industrial Clustering Analysis

Hye-Jin Jung¹, Joo-Young Og¹, Byung-Keun Kim^{2*}, Il-Yong Ji²

¹Center for Technology & Innovation Management, Korea University of Technology & Education,

²School of Industrial Management, Korea University of Technology & Education

요약 우리나라는 중이온 가속기 건설을 중심으로 과학지식이 사업화로 연결될 수 있도록 하는 지리적 공간으로서의 국제 과학비즈니스벨트에 관한 계획을 2009년에 확정하였다. 과학기반 클러스터의 형성 단계에서 국제과학비즈니스벨트의 각 클러스터의 우선 유치업종의 선택은 클러스터의 성격과 발전에 많은 영향을 미칠 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 본 연구는 정부에서 제시한 국제과학비즈니스벨트의 과학기반 혁신클러스터의 조성을 위해 유치해야 할 핵심 업종들을 제시하고자 한다. 산업별로 클러스터 형성과정이 상이할 뿐만 아니라, 산업 내 특정 업종이 클러스터의 성장과정에 미치는 영향력이 다르기 때문에 혁신생태계 조성을 위한 앵커 섹터를 파악하는 것이 매우 중요하다. 국제과학비즈니스벨트 내 4개 클러스터의 형성 및 성장을 위한 기업을 분석하기 위해 본 연구는 Swann & Prevezer의 산업 클러스터링(industrial clustering) 모델을 활용하여 분석하였다. 본 연구에서는 기업 관련 자료의 경우 2014년의 제조업 및 서비스업 대상 한국기업혁신조사(ICT 클러스터), 2014년 국내 바이오산업 실태조사(바이오헬스케어 클러스터), 2015 국내 나노융합산업 실태조사(첨단산업 클러스터)에 관한 최신자료를 이용하였다. ICT, 바이오헬스케어, 나노 등 3개 산업군에 대한 클러스터링 분석을 수행한 결과 각 산업군에는 다른 여러 섹터에 속하는 기업들의 지역 내 진입을 유발하는 중심적 역할을 하는 섹터들이 있는 것으로 나타났는데, ICT 산업의 경우 정보통신서비스 섹터, 바이오헬스케어 산업의 경우 바이오공정/기기 섹터, 나노 산업군의 경우 나노전자 섹터가 각각 중심적 역할을 하는 것으로 분석되었다. 분석 결과를 바탕으로 본 연구는 국제과학비즈니스벨트 클러스터를 육성하기 위한 기업 유치 전략과 정책에 대한 시사점을 제시하였다.

Abstract The Korean government announced plans for the International Science Business Belt as a spatial area for promoting the linkage between scientific knowledge and commercialization in 2009. R&D and entrepreneurial activities are essential for the success of the International Science Business Belt. In particular, prioritizing the types of businesses is critical at the cluster establishment stage in that this largely affects the features and development of clusters comprising the International Science Business Belt. This research aims to predict the entry and growth of firms that specialize in four industrial clusters, including Big Science Cluster, Frontier Cluster, ICT Cluster, and Bio-Healthcare Cluster. For this purpose, we employ the Swann & Prevezer's industrial clustering model to identify sectors that affect the establishment and growth of industrial clusters in the International Science Business Belt, focusing on ICT, Bio-Healthcare and Frontier clusters. Data was collected from the 2014 Korean Innovation Survey (KIS) and University Alimi for the ICT cluster, 2014 National Bio Industry Survey and University Alimi for the Bio-Healthcare Cluster, and the 2015 National Nano Convergent Industry Survey and Annual Report of Nano Technology for the Frontier cluster. Empirical results show that the ICT service sector, bio process/equipment sector, and Nano electronic sector promote clustering in other sectors. Based on the analysis results, we discuss several policy implications and strategies that can attract relevant firms for the development of industrial clusters.

Keywords : Bio Technology, ICT, Industrial Clustering Analysis, Nano Technology, Science-based Cluster

본 논문은 2016년 미래창조과학부 정책연구과제(과학벨트 거점지역 과학기반산업 클러스터 조성·지원방안 연구)지원과 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2014S1A5B8061859)을 받아 수행되었음.

*Corresponding Author : Byung-Keun Kim(Korea University of Technology & Education)

Tel: +82-41-560-1432 email: b.kim@koreatech.ac.kr

Received October 19, 2017

Revised (1st December 19, 2017, 2nd January 4, 2018, 3rd January 31, 2018)

Accepted February 2, 2018

Published February 28, 2018

1. 서론

2009년 국제과학비즈니스벨트(이하 과학벨트) 종합 계획이 확정된 이후 우리나라는 중이온가속기와 기초과학연구원을 기반으로 하는 글로벌 수준의 과학기반 혁신 클러스터를 추진해왔다. 과학벨트는 추격형 국가 R&D 체계를 탈피하고 선도형 체계로 전환하고자 하는 중장기 계획의 일환이라고 할 수 있다. 기초과학의 획기적인 발전과 함께 기초연구의 성과가 사업화로 연결되는 기반을 마련하여 장기적인 국가경제의 성장 동력으로서 조성하는 것이 바로 과학벨트의 주요 정책 목적이라고 할 수 있다.

국제과학비즈니스벨트정책이 성공을 거두기 위해서는 세계적인 수준의 기초과학 연구와 연구 성과뿐 만 아니라 연구 성과를 성공적으로 사업화할 수 있는 혁신생태계를 구축하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 중이온 가속기를 중심으로 관련 연구기관, 기업 등을 유치하여 혁신클러스터를 조성하여 과학기반 산업을 육성하는 것이 국제과학벨트정책의 핵심적인 사항으로 구체적으로 어떠한 기업과 연구기관을 유치할 것인가에 관한 내용이라고 할 수 있다.

그러나 기존의 과학벨트와 관련한 선행연구는 과학벨트에 어떤 기업과 기관이 먼저 입주해야 하는지, 공간배치 및 시설을 효율적으로 운영·관리할 수 있는 구체적인 대안을 제시하고 있지 못하다는 점에서 한계가 존재한다. 특히 과학기반 혁신 클러스터의 형성 단계에서 국제과학비즈니스벨트의 각 클러스터의 우선 유치업종의 선택은 클러스터의 성격과 발전에 많은 영향을 미칠 수 있다는 점에서 중요성이 매우 크다고 할 수 있다.

이에 본 연구는 4개의 클러스터로 나누어 추진되고 있는 과학벨트 거점지구를 특화하기 위한 정책적 제안으로서, Swann & Prevezer[1]의 산업 클러스터링(industrial clustering) 모델을 활용하여 각 산업의 진입과 성장 모델을 제시하고자 한다. 클러스터링의 진입 모형은 산업별 앵커기업을 파악하고 이들 기업의 입주를 유도하는데 활용될 수 있는 반면, 성장모형은 산업별로 필요한 시설 및 장비 등을 예측함으로써 인프라의 공간적 배치 및 활용에 있어서 효율성을 증대할 수 있다.

2. 선행연구 검토

2.1 클러스터와 집적 효과

우리나라의 경우 1990년대 후반부터 지역개발과 기술혁신과의 연계를 통한 국가의 균형적인 발전과 지역혁신체제(regional innovation system, RIS)가 추진되면서 산업클러스터 및 테크노폴리스에 대한 논의가 급속히 확산되기 시작하였다[2].

지금까지 지역혁신체제는 다양한 체계 예컨대, 클러스터, 테크노파크, 사이언스파크 등 다수의 명칭으로 추진되어 왔지만, 이처럼 다양한 모형 중에서 과학벨트의 핵심적인 기능은 클러스터에 더 가깝다고 할 수 있다. 과학벨트가 중이온 가속기와 IBS를 기반으로 창출되는 새로운 지식 및 기술에 기반한 창업 및 기업의 혁신활동을 통한 사업화를 목표로 하고 있기 때문이다. 이러한 점에서 대학 및 연구소의 지식 창출이 주요한 요소가 되는 사이언스파크나 창업을 지원하고 육성하는 테크노파크의 성격과 다소 차이가 존재한다고 볼 수 있다. 이에 본 연구는 과학벨트를 산업이나 지역보다는 새로운 발견과 혁신을 강조하는 혁신적 클러스터의 관점에서 논의하도록 한다.

여러 다양한 정의와 체계에도 불구하고 클러스터를 가장 확산시킨 Porter[3]에 의하면, 클러스터는 연관 기업, 전문 공급자, 서비스 제공자, 연관 산업의 기업, 대학을 비롯한 각종 기관과

협회들이 한데 모여 서로 경쟁하거나 협동하는 지리적 공간을 가리킨다[3]. 이러한 정의에 따르면, 다른 지역혁신체제와 뚜렷하게 구분되는 클러스터의 핵심은 “생산사슬”에 연계된 상품, 지식에 대한 공통수요에 기반한 기업들과 기관들 간의 포괄적인 관계 형성을 통해 기업들 간의 협력과 경쟁을 통해 해당 산업의 발전을 도모한다는 점이라고 할 수 있다[4].

클러스터는 산업에 따라 다양한 형태로 존재하며 네트워크 역시 고정된 것이 아니라 시간과 장소에 따라 유동적일 수밖에 없으나, 클러스터의 정의에 나타난 바와 같이 혁신클러스터의 구성요소는 기업, 대학, 연구기관, 정부, 다른 지원기관 등이 공통적으로 제시되고 있다[5]. 기업은 진공상태에서 혼자 존재하지 않고 대학교와 연구기관으로부터 기초기술이나 원천기술을 공급받을 뿐만 아니라, 제품의 가치사슬을 따라 획득할 수 있는 정보가 지역 내에서 확산되며, 특정 지역에서 오랫동안 이루어진 행위자들 간의 관계가 다른 지역에서 찾아볼 수 없는 특유한 제도와 사회·문화에 배태되어 지역혁신의 토대가

되기 때문이다[6].

한편 과학벨트와 같은 혁신적 클러스터, 즉 혁신과 관련된 주체들을 중심으로 혁신활동이 집중적으로 일어나는 클러스터는 기존의 클러스터보다 한번 형성되어 발전하게 되면 더 많은 긍정적 효과를 기대할 수 있다. 예컨대 혁신주체들 간의 혁신에 필요한 암묵지가 네트워크를 통하여 학습되고, 근접거리에 위치하여 비용 단축에서 오는 규모의 경제를 누릴 수 있을 뿐만 아니라, 네트워크를 통한 지식의 창출과 활용에 있어서 시너지 효과를 발생시킬 수 있다[4].

클러스터는 연관 기업, 대학 및 연구시설, 정부기관, 관련 협회 및 기관 간의 물리적 근접성과 네트워크를 기반으로 집적 외부성과 효율성을 증대시킬 수 있다. 과학벨트가 연관 산업의 기업 및 기관들의 물리적인 단순 집적(co-location)이 아닌 새로운 지식과 혁신을 바탕으로 성공하기 위해서는, 클러스터 내 주체간 네트워크 형성이 중요하며 관련 산업에 관한 지식과 기술을 보유한 노동력 확보가 중요하다고 할 수 있다.

2.2 클러스터의 형성과 발전 과정

특정 산업 및 상품을 기반으로 자연적으로 형성된 클러스터와 달리 본 연구에서 다루고 있는 과학벨트는 정부 주도의 인위적 형성이라는 점에서 차이가 존재한다. 이에 본 연구에서는 클러스터의 형성과 발전에 관한 이론적 배경을 살펴보는 것이 필요하다.

Andersson et al.[7]는 클러스터가 방향성과 내적 안정성을 지니며 일종의 생애주기를 겪는다고 제시하였다. 더 나아가 이들은 외부 상황과 충격으로 인해 다소 형성 과정이나 방향이 달라질 수 있지만, 클러스터는 일련의 집적화→출현→발전→성숙→변형의 단계를 거치는 것이 일반적이라고 주장하였다. 즉 클러스터는 몇몇의 기업과 관련 주체들이 한 지역에 모인 후 집적화를 이루어 공통의 핵심 경제 활동을 이루며 네트워크를 형성하여 발전한 이후 어느 정도 임계점에 다다르면 다른 지역, 클러스터, 경제 활동의 성격을 변환하는 생애주기를 보인다는 것이다. 또한 단순한 물리적 집적을 넘어서 각 경제주체들이 클러스터를 개발할 수 있는 경쟁력과 역량을 지니고 있는지에 따라 클러스터의 형성과 발전정도가 달라질 수 있다고 제시하였다.

클러스터의 형성에 있어서 중요한 점은 클러스터가 서로 연관성이 있는 기업들 간의 단순 집합과는 구별되

어야 한다는 점이다. 물리적인 단순 집합은 처음부터 의도했다기보다는 우연히 한 지리적 공간에 서로 같이 거주하게 된 현상을 의미하는 반면, 클러스터는 기업을 포함한 여러 주체들 간의 상호 이익을 기대하면서 이루어지는 전략과 행동이 매우 중요하다는 점에서 차이가 있다[8]. 이처럼 혁신주체가 특정 공간에 몰려있는 집적지가 아닌 클러스터가 되기 위해서는 클러스터 내 주체 간 안정적인 연계관계 형성 및 지역노동시장의 성숙성이 반드시 필요하다. 즉, 주체 간 네트워크나 클러스터를 뒷받침해 줄 풍부한 노동력이 없다면 클러스터에서는 혁신 창출이 어려울 수밖에 없으며, 결과적으로 클러스터의 성공을 담보할 수 없다[5, 9, 10].

뿐만 아니라 클러스터의 형성은 산업마다 큰 차이가 존재한다는 점에 주목할 필요가 있다. 예를 들면 ICT클러스터는 컴퓨터 제조에 필요한 부품산업과 전자산업의 발전에서 시작되어 컴퓨터산업을 중심으로 발전하다가 소프트웨어산업, 인터넷과 관련된 산업의 발전으로 확산되는 경향을 보인다[11]. 반면 바이오나 의료 클러스터 같은 경우 제약, 의료기기, 의료서비스 분야가 사업기반을 먼저 구축하고 나면 투자기관 및 바이오업체, 교육기관 및 의료서비스 분야가 협력 관계를 조성하며 클러스터가 발전하게 되는 양상을 보이게 된다[12]. 이처럼 산업 클러스터별로 먼저 기반이 되는 업종과 역할이 서로 다르며, 전·후방 관계 역할이 중요함을 알 수 있다. 또한 클러스터별로 차이는 존재하지만 연관산업, 지원산업, 대학 및 연구소의 긴밀한 협력은 반드시 필요하다.

따라서 본 연구는 Table 1에서 나타난 바와 같이 정부가 제시한 4개의 클러스터 중 빅사이언스 클러스터를 제외한 나머지 첨단산업, ICT, 바이오헬스케어 클러스터의 형성과 성장을 예측하고자 한다.

Table 1. Description of Clusters Comprising the International Science Business Belt

Cluster	Purpose
Big Science Cluster	Area for heavy ion accelerator with world-class basic science research facilities
Frontier Cluster	Area for small and medium-sized firms that utilize research outputs made from the Big Science Cluster
ICT Cluster	Area for future oriented technology and infra of the ICT industry
Bio-Healthcare Cluster	Area for the bio technology and healthcare industry

3. 연구방법

3.1 추정모형 분석결과

Swann & Prevezer[1]의 산업 클러스터링 분석은 생존 진입 모형(survival entry model)과 기업 성장 모형(firm growth model)으로 구성된다.

생존 진입 모형은 최근(마지막) 조사 시점까지 살아남은 기업들을 대상으로 매년도 특정 산업 클러스터의 산업군/지역별 진입기업 수에 대한 해당 지역의 동종 산업 클러스터에 속하는 산업군 및 관련 연구기관(대학 등)의 고용 인력으로 평가된 규모가 미치는 영향력을 분석한다. 본 연구에서 사용된 생존 진입 모형은 Swann & Prevezer[1]의 총 진입 모형(full entry model)으로 다음의 식과 같다.

$$n_{cit} = a_{ci} + \lambda_i n_i + \sum_{j=1}^M \gamma_{ij} \ln E_{cjt-1} + \sum_{j=1}^N \phi_{ij} \ln S_{cjt-1} + \mu_{cit}$$

- n_{cit} : t년도의 c지역의 i산업군에 진입한 기업의 수
- n_i : t년도의 i산업군에 진입한 기업의 수(전 지역 합계)
- E_{cjt-1} : t-1년도 c지역의 j산업군(j=1,...,M)에 고용된 인력
- S_{cjt-1} : t-1년도 c지역의 j분야(j=1,...,N) 연구기관에 고용된 인력

생존 진입 모형을 추정하는데 있어서 가장 큰 한계점은 총 진입 모형에 필요한 자료의 확보가 어렵다는 점이다. 추정 모형은 시계열 방정식으로 되어 있으나 현실적으로 산업군/지역별로 매년도의 과거 고용 인력 자료를 구하는 것이 매우 어렵다. Swann과 그의 동료들은 지수적 성장 모형(exponential growth model) 추정 방법, 관측 가능한 연도 자료들을 연결하여 근사치를 구하는 방법 등 준시계열 자료(quasi time series) 자료를 구성하는 방법을 통해 이 문제를 해결하고자 하였다[1, 13]. 지수적 성장 모형 추정 방법은 모든 기업의 성장률이 같다는 가정 하에 마지막 연도 자료에 포함된 기업들의 연령과 인력 수에 대해 지수적 성장 모형을 추정하고, 추정된 성장률을 사용하여 각 기업의 관측되지 않는 과거 연도별 인력을 추정하는 방법이다.

본 연구에서는 기업의 경우 지수적 성장 모형 추정 방법을 이용하여 준시계열 자료를 구성하고, 연구기관의

경우 관련 통계 자료를 이용하거나 관측 가능한 연도 자료들을 연결하는 방법 등을 이용하여 준시계열 자료를 구성하였다.

기업 성장 모형은 기업의 고용 성장 영향 요인들의 효과를 분석하는 것으로 Swann & Prevezer[1]는 기업의 연령, 동일 지역의 동일 산업군에 고용된 인력, 동일 지역의 다른 산업군에 고용된 인력, 동일 지역의 관련 연구기관들의 고용된 인력 등을 영향 요인으로 설정하였다. 본 연구에서는 다음의 식과 같은 Swann & Prevezer[1]의 기업 성장 모형을 사용하였다. 기업 성장 모형은 마지막 연도 자료를 이용하여 추정하는 횡단면 모형이다.

$$\ln E_h = k + \alpha_1 age_h + \beta_1 \ln E_{ci} + \beta_2 \ln \sum_{j \neq i}^M E_{cj} + \beta_3 \ln \sum_{j=1}^N S_{cj} + \mu_h$$

E_h : h기업의 인력

age_h : h기업의 연령

E_{ci} : h기업이 소속된 지역의 동일 산업군의 고용 인력

$\sum E_{cj}$: h기업이 소속된 지역의 다른 산업군들의 고용 인력 합계

$\sum S_{cj}$: h기업이 소속된 지역의 연구기관들의 고용 인력 합계

3.2 자료 수집

3.2.1 분석대상 산업 클러스터의 세부 산업군 및 지역 구분

본 연구는 과학벨트에 예정된 4개의 클러스터 가운데 빅사이언스 클러스터를 제외한 나머지 ICT, 바이오헬스케어, 첨단산업 클러스터를 중심으로 클러스터링 분석을 수행하였다. 특히 이 세 클러스터는 국내 여러 지역에 산업단지 등이 형성되어 있고, 관련 기업들에 대한 조사 자료를 입수할 수 있어 자료 수집과 분석이 가능하다. 다만 첨단산업 클러스터의 경우 매년 실시되는 나노융합산업 실태조사의 대상 분야들과 관련성이 높다고 판단하여 나노산업으로 내용을 한정하였다.

클러스터링 분석에 있어서 각 산업 클러스터는 자료 정보원(source)에 따라 좀 더 구체적인 세부 산업군(섹터)들을 포함하여 분석하였다. 먼저 ICT 클러스터의 경우 한국과학기술정책연구원(STEPI)이 실시하는 한국기업혁신조사(KIS) 자료를 사용하였는데, 해당 조사에서

는 한국표준산업분류(KSIC)에 따른 조사대상 기업의 업종 정보를 제공한다. 본 연구에서는 국내 기업들의 활동이 활발한 하드웨어, 소프트웨어, 정보통신서비스 분야들을 중심으로 한국표준산업분류에 따라 ICT 클러스터를 7개 세부 산업군으로 구분하였다.

둘째, 바이오헬스케어 클러스터의 경우 산업통상자원부, 한국바이오협회 등이 매년 실시하는 국내 바이오산업 실태조사 자료를 사용하였는데, 이 조사에서 사용되는 바이오산업 분류체계에 따라 바이오헬스케어 클러스터를 8개의 세부 산업군으로 구분하였다.

셋째, 첨단산업 클러스터의 경우 산업통상자원부, 나노융합산업연합기구 등이 매년 실시하는 나노융합산업 실태조사 자료를 이용하였는데, 이 조사에서 사용되는 나노융합산업표준분류(www.nanoin.org)에 따라 첨단산업 클러스터를 4개의 세부 산업군으로 분류하였다. 이상의 기준에 따라 클러스터별로 산업군을 분류한 결과는 다음 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Specific Industrial Code and Classification

Cluster	Industries	Classification
ICT (7)	Semiconductor(261), Electronic Components(262), Computer(263), Communication Device/Equip(264), Special Purpose Machines(292), Software(582, 620), IT Services(612, 631, 639)	KSIC
Bio-Healthcare (8)	Drugs, Chemicals, Environment, Foods, Electronics, Process/Device, Energy/Resources, Info/R&D/Test	KS J 1009
Frontier (4)	Electronics, Materials, Bio-Healthcare, Device/Equip	Korean Standard Classification of Nano Convergent Industry

산업 클러스터 연구에서 개별 산업 클러스터는 특정 지역에 위치한 것으로 가정된다. 본 연구에서는 산업 클러스터 분석을 위해 자료의 확보와 클러스터링 형성을 위한 적절한 지역 단위로서 광역 지자체를 지역 단위로 설정하였다. 우리나라에는 2017년 현재 17개의 광역 지자체가 있으나, 세종특별시의 경우 충청남도에 속한 것으로 가정하였다.

3.2.2 분석자료

산업 클러스터별 생존 진입 모형과 기업 성장 모형을

추정하기 위해서는 각 산업 클러스터에 속한 기업과 관련된 연구기관들의 자료를 수집하여야 한다. 기업의 경우 설립연도, 인력, 소속된 산업군, 지역 등의 정보가 필요하다. 본 연구에서는 기업 관련 자료의 경우 2014년의 제조업 및 서비스업 대상 한국기업혁신조사(ICT 클러스터), 2014년 국내 바이오산업 실태조사(바이오헬스케어 클러스터), 2015 국내 나노융합산업 실태조사(첨단산업 클러스터)에 관한 최신자료를 이용하였다.

Table 3. Data Sources and Number of Units Analyzed

Cluster	Number of Industries	Data	Sources
ICT	7	Firms: 885 Universities: 112	2014 Korean Innovation Survey(KIS) and University Alimi
Bio-Healthcare	8	Firms: 823 Universities: 108	2014 National Bio Industry Survey and University Alimi
Frontier	4	Firms: 523 Universities: 88	2015 National Nano Convergent Industry Survey and Annual Report of Nano Technology

기업 관련 자료와 달리, 연구기관의 경우에는 연구 인력의 자료가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 ICT 클러스터와 바이오헬스 클러스터의 경우 관련 연구기관 인력으로 대학 알리미(www.academyinfo.go.kr)에 제시되어 있는 4년제 대학별 관련 학과의 전임/겸임 교원 수를 사용하였다. 첨단산업 클러스터는 관련 연구기관 인력으로 4년제 대학별 관련 학과의 전임/겸임 교원 수 외에 대학별 나노연구소에 소속된 연구원 수도 함께 고려하였다. 2003년부터 매년 발간되는 나노기술연감에 대학별로 관련학과의 교원 수와 나노연구소 연구원 수가 기록되어 있어 본 연구에서는 이 자료를 이용하였다. 다음의 Table 3에 산업 클러스터별 자료원과 분석에 사용된 기업 및 대학의 수를 정리하였다.

4. 분석 결과

4.1 ICT 클러스터

4.1.1 생존진입모형

2014년 한국기업기술혁신조사의 조사 대상이 2010년까지 설립된 기업들로 한정되어 있어 1995년에서 2010년까지 16년 동안의 기업 진입 자료를 이용하여 7개 산

업군에 대한 생존 진입 모형을 추정하였다. 독립 변수인 기업 규모, 4년제 대학 ICT 관련학과 정규 교원 수의 경우 최근 1개 년도의 자료를 이용하여 1994년에서 2009년까지의 준시계열 자료를 구성하였다. 기업의 경우 2013년 기업의 연령과 규모(상시종업원 수) 자료를 이용하여 연평균 성장률을 추정(연 3.9%)하고, 이를 적용하여 1994년에서 2009년까지의 기업 규모에 대한 준시계열 자료를 구성하였다. 대학의 경우 교육개발연구원이 발표한 1990년-2016년 동안의 국내 4년제 대학교 정규 교원 전체의 연도별 증가율 자료를 이용하여 1994년에서 2009년까지의 대학별 ICT 전공학과 정규 교원 수에 대한 준시계열 자료를 작성하였다.

ICT 클러스터의 7개 산업군에 대한 생존 진입 모형을 추정하고 각 산업군 사이의 추정된 진입 영향 관계를 Fig 1에 나타내었다. 두 산업군 사이에 10%의 유의 수준에서 의미 있는 영향 관계가 있는 경우 실선 또는 점선으로 나타내었고 추정된 계수를 표시하였다. 화살표의 방향은 추정 모형에서 독립변수와 종속변수의 관계를 나타내며, 화살표가 시작되는 산업군이 반대쪽에 있는 산업군으로 기업이 진입하는데 영향을 미치는 독립변수 역할을 한다. 한 산업군이 반대쪽 산업군의 진입에 긍정적인 영향을 미치는 경우에는 실선으로, 부정적인 영향을 미치는 경우에는 점선으로 표시하였다.

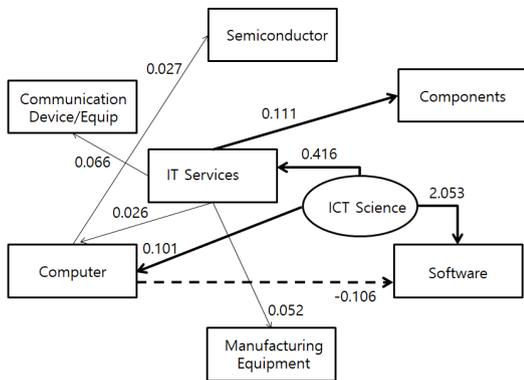


Fig. 1. Inter-sector Effects on Entry into ICT Cluster

ICT 클러스터에서는 정보통신서비스 부문이 통신기기, 부품, 컴퓨터, 제조장비 등 다른 산업군에 속하는 기업들의 진입을 촉진하는 중심 산업군 역할을 하는 것으로 나타났다. 컴퓨터 산업군은 반도체 산업군에 속하는 기업의 진입을 촉진하는 반면 소프트웨어 산업군에 속하는 기업들의 진입을 억제하는 것으로 나타났다. 지역에

위치한 대학의 ICT 관련 학과는 정보통신서비스, 컴퓨터, 소프트웨어 산업군에 속한 기업들의 진입을 촉진하는 것으로 나타났는데 이는 대학의 관련 분야 전공 인력 공급이 기업들을 유인하기 때문인 것으로 판단된다.

4.1.2 기업성장모형

ICT 클러스터에 속하는 모든 기업을 대상으로 한 성장 모형과 각 산업군에 속한 기업들을 대상으로 한 모형 7개 등 8개의 기업 성장 모형을 추정하여 결과를 Table 4에 제시하였다.

전체 기업을 대상으로 한 추정 결과, 기업의 연령과 동일 산업군의 고용은 통계적으로 유의하고 타 산업군의 고용은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 횡단면 모형에서 기업의 연령은 시계열 모형의 시간 변수와 같은 의미로 해석할 수 있다. 기업 연령의 추정계수가 양이라는 것은 다른 조건이 변하지 않는다면 기업이 매년 일정한 속도로 성장이 가능하다는 것을 의미한다. 동일 산업군 고용의 추정계수가 양의 값을 가지는 것으로 나타났는데 이는 동일 산업군에 속하는 인력자원이 커질수록 기업들이 필요한 인력을 구하기가 더욱 쉬워진다는 것을 시사한다.

Table 4. Results of Firm Growth Model for ICT Cluster

	ICT Industries							
	Total	Comm. Device/ Equip	Computer	Manufacturing Equip-ment	IT Services	Components	Semi-conductor	SW
Constant	2.449** (0.258)	2.037** (0.746)	4.744* (1.932)	2.383** (0.402)	4.724** (1.458)	5.401** (0.785)	4.390** (1.074)	1.735* (0.866)
Age	0.038** (0.004)	0.032** (0.011)	0.029 (0.028)	0.031** (0.006)	0.086** (0.029)	0.049** (0.010)	-0.003 (0.018)	0.063** (0.011)
Own Industries	0.115** (0.029)	-0.208 (0.211)	0.797** (0.231)	0.117 (0.090)	0.245 (0.154)	0.060 (0.104)	0.134 (0.199)	0.123* (0.053)
Other Industries	-0.037 (0.033)	0.302 (0.204)	-0.613* (0.227)	-0.031 (0.062)	-0.345 (0.231)	-0.271** (0.095)	-0.030 (0.168)	0.022 (0.121)
R ²	0.10	0.12	0.50	0.10	0.23	0.27	0.01	0.17

Note: Standard errors in parentheses. *= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$.

ICT 클러스터의 7개 산업군별로 추정한 결과 컴퓨터와 소프트웨어 산업군의 경우 동일 산업군의 고용 규모가 커질수록 기업의 고용이 늘어나는 것으로 나타났다. 한편 컴퓨터와 부품 산업군에서는 다른 산업군의 고용 규모가 커질수록 기업의 고용이 억제되는 것으로 나타났다. 이는 다른 부문들이 성장하면 컴퓨터와 부품 산업군에 속하는 인력들이 타 부문으로 이동한다는 것을 시사

한다.

4.2 바이오헬스케어 클러스터

4.2.1 생존진입모형

앞에서 본 ICT 클러스터와 동일한 방법을 이용하여 기업규모와 4년제 대학 바이오 관련 학과 정규 교원 수에 대한 준시계열 자료를 구성하였다. 기업의 경우 2014년도 기업의 연령과 규모(상시종업원 수) 자료를 이용하여 연평균 성장률을 추정(연 2.6%)하고 이를 적용하여 1995년에서 2010년까지의 기업 규모에 대한 준시계열 자료를 작성하였다. 대학의 경우 교육개발연구원이 발표한 1990년-2016년 동안의 국내 4년제 대학교 정규 교원 전체의 연도별 증가율 자료를 이용하여 1995년에서 2010년까지의 대학별 바이오 전공학과 정규 교원 수에 대한 준시계열 자료를 작성하였다.

1996년에서 2011년까지 바이오 기업들의 진입 자료를 이용하여 8개 산업군에 대한 생존 진입 모형 추정을 시도하였으나 바이오전자 산업군과 바이오에너지·자원 산업군에서 활동하는 기업의 수가 적어(바이오전자 21개, 바이오에너지·자원 23개), 최종적으로 이 두 산업군을 분석대상에서 제외하고 6개 산업군들을 대상으로 한 모형들을 추정하였다.

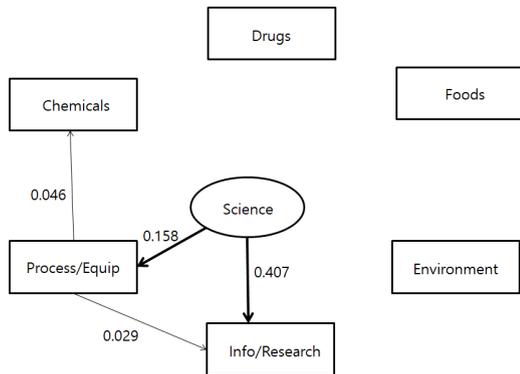


Fig. 2. Inter-sector Effect on Entry into Bio-health Cluster

추정된 6개 생존 진입 모형으로부터 10% 수준에서 통계적으로 유의한 산업군 사이의 진입 영향 관계를 Fig 2에 제시하였다. ICT 클러스터와 비교할 때 바이오헬스케어 클러스터에서는 다른 산업군의 진입에 영향을 미치는 중심적 역할을 하는 산업군이 없고, 산업군들 사이의 관련성도 높지 않은 것으로 나타났다. 또한 바이오의약,

바이오식품, 바이오환경 등의 3개 산업군은 지역 내 신규 기업의 진입에 있어서 다른 산업군들과 거의 관련이 없는 것으로 나타났다. 바이오화학, 바이오공정·기기, 바이오검정·정보서비스·연구개발 등 3개 산업군 사이에는 관련성이 있는 것으로 나타났는데 바이오공정·기기 산업군이 다른 2개 산업군에 속하는 기업들의 지역 내 진입을 촉진하는 것으로 나타났다. 지역 내 대학교의 바이오 관련 학과는 바이오공정·기기 산업군과 바이오검정·정보서비스·연구개발 산업군에 속한 기업들의 진입을 촉진하는 것으로 나타났다.

4.2.2 기업성장모형

바이오헬스케어 클러스터에 속하는 모든 기업을 대상으로 한 성장 모형과 6개의 산업군에 속한 기업들을 대상으로 한 모형 등 7개 기업 성장 모형의 추정 결과를 Table 5에 제시하였다.

전체 기업을 대상으로 한 추정 결과, 지역에 위치한 동일 산업군의 고용 규모가 클수록 기업의 성장이 촉진되는 것으로 나타났다. 다른 산업군의 고용 규모는 기업의 성장에 부정적인 영향을 미치나 통계적으로는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

Table 5. Results of Firm Growth Model for Bio-Healthcare Cluster

	Bio-health Care Industries						
	Total	Chemicals	Drugs	Environment	Foods	Process/Equip	Info/Research
Constant	1.324** (0.241)	0.930* (0.453)	4.173** (0.641)	1.414 (0.764)	0.403 (0.443)	0.822 (1.349)	-0.356 (1.497)
Age	0.020** (0.003)	0.251** (0.007)	0.011** (0.004)	0.028* (0.013)	0.030** (0.006)	0.025 (0.019)	0.076 (0.044)
Own Industries	0.196** (0.033)	0.266* (0.117)	0.542** (0.117)	0.111 (0.204)	0.263* (0.112)	-0.053 (0.221)	0.118 (0.152)
Other Industries	-0.013 (0.039)	-0.047 (0.102)	-0.763** (0.158)	-0.003 (0.169)	0.004 (0.086)	0.203 (0.268)	0.206 (0.223)
R ²	0.15	0.16	0.11	0.10	0.24	0.06	0.18

Note: Standard errors in parentheses. *= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$.

6개 산업군별로 기업 성장 모형을 추정한 결과 바이오화학, 바이오의약, 바이오식품 산업군의 경우 동일 산업군의 고용 규모가 커질수록 기업의 성장이 촉진되는 것으로 나타났다. 바이오의약 산업군의 경우 다른 산업군의 고용 규모가 커지면 기업의 성장이 억제되는 것으로 나타났는데 이로부터 바이오의약 산업군은 타 부문으로 인력이 쉽게 유출되는 특징을 가진 것으로 추정된다.

4.3 첨단산업 클러스터

4.3.1 생존진입모형

21세기에 들어와 나노과학에 관한 교육과 연구가 본격적으로 시작되었으며 우리 정부의 나노기술정책이 체계화되었다. 또한 본 연구에서 사용된 2015년 나노융합 산업 실태조사 응답 기업들의 설립연도로부터 IMF 직후인 1999-2000년 무렵부터 다수의 나노기업들이 나타나기 시작하였음을 알 수 있다. 이와 같이 나노산업 클러스터는 다른 산업 클러스터들에 비해 늦게 태동되었으므로 2000년부터 2011년까지의 기업 진입 자료를 사용하여 생존 진입 모형을 추정하였다.

기업규모에 관한 준시계열 자료는 앞의 두 산업 클러스터와 같은 방법을 사용하여 구성하였다. 먼저 2014년도 기업의 연령과 규모(상시종업원 수) 자료를 이용하여 연평균 성장률을 추정(연 8.0%)하고 이를 적용하여 1999년에서 2010년까지의 기업 규모에 대한 가상 시계열 자료를 작성하였다.

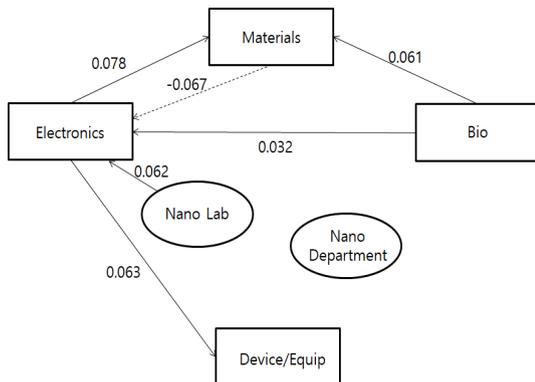


Fig. 3. Inter-sector Effects on Entry into Frontier Cluster

첨단산업 클러스터의 경우 대학이 배출하는 전공 인력보다는 대학의 R&D 성과와 역량에 대한 기업들의 수요가 높다고 판단하여 나노 관련 학과의 교원 수 외에 나노 관련 연구실의 연구원 수를 연구기관 규모 변수로 추가하였다. 나노기술연감에 대학별 자료가 누락된 경우가 있어 교원 수와 연구원 수에 대한 준시계열 자료를 구성하였다. 대학별 자료가 누락된 연도들의 경우 선형 근사(linear approximation) 방법을 사용하여 추정치를 구하였다.

첨단산업 클러스터에 속하는 4개의 산업군들에 대하여 생존 진입 모형을 추정하고 10% 수준에서 통계적으

로 유의한 산업군 사이의 진입 영향 관계를 Fig 3에 제시하였다. 4개의 산업군 가운데 나노전자 산업군과 나노바이오 산업군이 기업의 진입에 중심적인 영향력을 행사하는 것으로 나타났다. 나노전자 산업군은 나노소재 산업군과 나노장비·기기 산업군에 속하는 기업들의 지역 내 진입을 촉진하고 나노바이오 산업군은 나노소재 산업군과 나노전자 산업군에 속하는 기업들의 지역 내 진입을 촉진하는 것으로 나타났다.

한편 나노소재 산업군은 지역 내에 나노전자 산업군에 속하는 기업의 진입을 억제하는 것으로 나타났다. 지역 내 대학의 나노관련 학과보다는 나노관련 연구실이 나노기업들의 지역 내 진입을 유인하는데 효과적인 것으로 나타났다. 또한 대학의 나노관련 연구실은 주로 나노전자 기업들의 진입을 촉진하는 것으로 나타났다.

4.3.2 기업성장모형

첨단산업 클러스터에 속하는 모든 기업을 대상으로 한 성장 모형과 4개의 산업군에 속한 기업들을 대상으로 한 모형 등 5개 기업 성장 모형의 추정 결과를 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Results of Firm Growth Model for Frontier (Nano) Cluster

	Bio-health Care Industries				
	Total	Materials	Electronics	Bio	Device/Equip
Constant	1.709** (0.306)	1.693** (0.482)	3.519** (0.969)	0.384 (1.081)	1.800** (0.559)
Age	0.074** (0.005)	0.081** (0.008)	0.071** (0.012)	0.073** (0.021)	0.069** (0.012)
Own Industries	0.188** (0.044)	0.128 (0.095)	0.384** (0.119)	0.255 (0.189)	0.326** (0.114)
Other Industries	-0.095* (0.042)	-0.055 (0.070)	-0.483** (0.182)	0.051 (0.176)	-0.212* (0.102)
R ²	0.29	0.34	0.33	0.29	0.22

Note: Standard errors in parentheses. *= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$.

전체 기업을 대상으로 한 추정 결과, 지역에 위치한 동일 산업군의 고용 규모가 커질수록 기업의 성장이 촉진되는 것으로 나타난 반면 다른 산업군의 고용 규모가 커질수록 기업의 성장이 억제되는 것으로 나타났다. 4개의 산업군별로 추정한 결과 나노전자 산업군과 나노장비·기기 산업군에서 전체 기업을 대상으로 한 분석과 유사한 결과가 나타났다. 즉 동일 산업군의 고용 규모가

커질수록 기업의 성장이 촉진되는 것으로 나타난 반면 다른 산업군의 고용 규모가 커질수록 기업의 성장이 억제되는 것으로 나타났다.

5. 결론 및 정책적 제언

국제과학벨트 특화클러스터 조성을 위해 3개 과학기반 특화클러스터를 산업 클러스터링 모형을 적용하여 분석한 결과 각 산업군에는 다른 여러 섹터에 속하는 기업들의 지역 내 진입을 유발하는 중심적 역할을 하는 섹터들이 있는 것으로 나타났다. 다만 바이오헬스케어 산업군의 경우 바이오식품, 바이오의약 등 다른 섹터들과의 견인 관계가 분명하지 않은 섹터들이 있는 것으로 분석되었다.

지역 산업 클러스터는 개별 기업의 성장에 유리한 환경만을 제공하는 것은 아니며 기업의 성장에 필요한 자원을 나누어 가지는 기업들이 늘어나면 개별 기업의 성장이 억제될 수 있다. 기업 성장 모형을 추정한 결과 대체로 지역에 위치한 동종 섹터의 고용 규모가 클수록 기업의 성장에 유리한 것으로 나타났다. 나노 산업군의 경우 다른 섹터의 고용 규모가 기업의 성장에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타난 반면 ICT 산업군과 바이오헬스산업군의 경우 통계적으로 유의한 결과가 나오지 않았다.

실증 분석 결과를 바탕으로 본 연구는 정부가 계획한 4개의 독립된 클러스터들 가운데 가속기를 중심으로 한 빅사이언스 클러스터를 제외한 3개 클러스터를 하나의 과학기반 특화산업클러스터로 변경하는 것을 제안하고자 한다. 또한 과학기반특화 클러스터내에 유연한 형태의 대표적인 과학기반산업인 ICT, 바이오, 나노 산업군의 기업들을 혁신생태계를 형성하여 나가도록 기반을 조성하는 것이 바람직하다. 3개의 산업의 앵커섹터를 중심으로 혁신생태계가 구성될 수 있도록 유연한 형태의 클러스터 입지가 결정되는 것이 타당하다.

이와 더불어 국제과학벨트 특화산업이 위치한 대전 지역의 경우 ICT 산업군을 제외하고 바이오헬스케어, 나노 산업군의 기업 활동이 활발한 편이나 기업 규모가 영세하므로 타 지역으로부터의 이전을 유인하기보다는 대전 지역에서 활동하는 기업들이 지속적으로 성장할 수 있는 환경을 조성하는 것이 바람직하다. 마지막으로 지

역 내 대학의 ICT, 바이오 관련 분야 인력 양성 사업을 지원하는 정책을 강화할 필요가 있다.

References

- [1] P. Swann., M. Prevezer. A comparison of the dynamics of industrial clustering in computing and biotechnology. *Research Policy*, vol. 25. pp. 1139-1157, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00897-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00897-9)
- [2] H. D. Hong, Technopolis Strategy of Local Government for Regional Innovation System Construction ; Focusing on the Daeduk Science Park and Daejun City, *Korean Policy Studies Review*, vol. 6, no. 2 pp. 101-127, 1997.
- [3] Porter, M. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, vol. 14, no. 1 pp. 15-34, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1177/089124240001400105>
- [4] J. B. Im, H. R. Cho, S. Y. Chung. The study on the policy for the formation of the innovation cluster : Focus on Pangyo Technovalley in Gyeonggi-Province, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, vol. 15, no. 3 pp. 675-699, 2012.
- [5] I. Y. Ji., B. K Kim. The Opportunities and Limitations of Building an Innovation Cluster Based on Large Scale Research Facilities: Implications for Developing and Advancing the Korean International Science-Business Belt, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 17, no. 7 pp. 165-174, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.7.165>
- [6] B. K. Kim., K. Y. Om., H. Y., Ryu. Regional Innovation Capabilities and Firms' Technological Innovation Activities in Chungnam Province of South Korea, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, vol. 12, no. 1 pp. 265-289, 2009.
- [7] T. Andersson., S. Serger., J. Sörvik., E. W. Hansson. "The Cluster Policies Whitebook." Malmö: Iked, 2004.
- [8] E. J. Mishan, The postwar literature on externalities: an interpretative essay. *Journal of economic literature*, vol. 9, no. 3 pp. 1-28, 1971.
- [9] S. B. Kim, Industrial Policy Issues for Building a Regional Innovation System in Korea, *Journal of the Korean Regional Science Association*, vol. 17, no. 2 pp. 79-97, 2001.
- [10] I. K Hwang., S. H Jung., Opportunities and Limitations of the Establishment of Institutional Capacity for the Formation of a Regional Industrial Cluster: A Case Study of the IT Industry in Chuncheon City, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, vol. 13, no. 4 pp. 623-640, 2010. DOI: <https://doi.org/10.23841/egsk.2010.13.4.623>
- [11] C. D. Kang, A Study on the Industrial Linkage based on I/O tables and Its Policy Implication of ICT Cluster in Korea, *The Korea Spatial Planning Review*, vol. 34. pp. 99-112, 2002.
- [12] W. C. Lee. A Method for Promoting Wonju Medical

Industry Cluster, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, vol. 11, no. 3 pp. 428-441, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.23841/egsk.2008.11.3.428>

- [13] M. Prevezer. The dynamics of industrial clustering in biotechnology. *Small Business Economics*, vol. 9. pp. 255-271, 1997.
DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1017995006003>

정 혜 진(Hye-Jin Jung)

[정회원]



- 2009년 8월 : 성균관대학교 국정관대학원(행정학석사)
- 2015년 12월 : Cleveland State University, OH, USA(도시행정학 박사)
- 2016년 4월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 기술혁신경영연구소 연구교수

<관심분야>

기업가정신, 중소기업 혁신, 지역 경제

옥 주 영(Joo-Young Og)

[정회원]



- 1987년 2월 : 서울대학교 사회과학대학원 경제학과 (경제학석사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 사회과학대학원 경제학과 (경제학박사)
- 2009년 3월 ~ 2016년 2월 : 한국기술대학교 조교수
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 기술혁신경영연구소 연구원

<관심분야>

기술사업화, 산업분석

김 병 근(Byung-Keun Kim)

[정회원]



- 1986년 7월 ~ 1997년 9월 : 정보통신정책연구원 주임연구원
- 1998년 10월 : (영)Univ. of Sussex SPRU (과학기술정책 석사)
- 2003년 3월 : (영)Univ. of Sussex SPRU (과학기술정책 박사)
- 2002년 9월 ~ 2005년 2월 : (영)Univ. of Sussex 강사, 교수
- 2005년 2월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 산업경영학부 교수

<관심분야>

기술혁신경영, 과학기술정책, 기술혁신체제, 기술사업화

지 일 용(Il-young Ji)

[정회원]



- 2003년 9월 : 영국 Surrey대학교 경영대학원(기술경영학 석사)
- 2005년 9월 : 영국 Sussex대학교 SPRU(산업혁신분석 석사)
- 2012년 8월 : KAIST 경영과학과(경영학 박사)
- 2012년 7월 ~ 2013년 8월 : 산업연구원 부연구위원
- 2013년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 조교수

<관심분야>

기술혁신경영, 과학기술정책, 산업혁신체제