기술혁신학회지 제17권 4호
2014년 12월 pp.651~672

산업기술 R&D 투자의 고용창출효과 분석

An Analysis on the Effect of Industrial Technology R&D Investment on Employment

김호영(Ho-Young Kim)*, 어승섭(Seung-Seob Euh)**,
전영두(Young-Doo Jun)***, 유승훈(Seung-Hoon Yoo)****

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 선행 연구사례 검토
Ⅲ. 산업기술 R&D 고용창출효과 분석 방법론: 산업연관분석
Ⅳ. 분석 결과
Ⅴ. 결 론

국 문 요 약

최근 정부는 고용률 저조로 인한 저성장세의 고착화가 우려됨에 따라 창조적이고 혁신적인 R&D 활동을 통한 신규 고용창출을 중요한 국정목표 중 하나로 삼고 있다. 본 논문에서는 산업연관분석을 적용하되 가장 최근에 발표된 2011년도 산업연관표를 이용하여 정부 산업기술 R&D 투자의 고용창출효과를 분석하고자 한다. 여기서 고용창출효과는 직접고용효과와 고용유발효과로 분해된다. 산업기술 분야를 대분류 기준 총 7개로 구분하여 분석한 결과, 산업기술 R&D 투자액 10억원당 고용창출효과는 8-12명인 것으로 분석되었다. 지식서비스 기술분야의 고용창출효과가 큰 것으로 나타난 반면에, 전기·전자 기술분야는 고용창출효과가 상대적으로 낮았다. 고용창출 우위기술에 속하는 바이오·의료 기술분야와 직접고용 우위기술에 속하는 지식서비스, 화학, 에너지·자원 기술 분야에 대한 선택과 집중을 통해 단기적으로 고용창출의 견인차 역할을 할 필요가 있다. 고용유발 우위기술에 속하는 정보통신, 기계·소재 기술분야는 산업간 파급효과를 통한 중장기적 고용창출 효과가 중요하기 때문에 기술이전, 개방형 혁신 등을 통해 기술 확산에 주력하는 전략이 필요하다. 이상의 결과는 산업기술 R&D 투자의 고용창출효과를 진단하고 예측하는 데 참고자료로 활용할 수 있을 것이다.

핵심어 : 고용, 산업기술분류표, 산업연관분석, 산업기술 R&D

※ 논문접수일: 2014.8.26, 1차수정일: 2014.10.7, 게재확정일: 2014.11.3
* 서울과학기술대학교 에너지정책학과 석사과정, sksflyh@seoultech.ac.kr, 02-970-6960
** 고려대학교 경제학과 박사과정, livelab@korea.ac.kr, 02-970-6960
*** 한국산업기술진흥원 정책기획팀 책임연구원, jun143@kiat.or.kr, 02-6009-3106
**** 서울과학기술대학교 에너지정책학과 교수, shyoo@seoultech.ac.kr, 02-970-6802, 교신저자

ABSTRACT

Under the diagnosis of low employment rate and low growth, the government regards the creation of new jobs through the creative and innovative R&D as an important national plans. This study attempts to measure the employment creation effect of R&D investment of industrial technology by using input-output analysis used in domestic and international broadly. The employment effect can be divided into employment inducement effect and direct employment effect. As a result of the analysis, The employment creation effect of R&D investment of government industrial technology is measured to be 8-12 peoples per 1 billion KRW investment. This results mean that government R&D investment is a effective policy for employment creation. And it is necessary to establish R&D policies that reflect the technical characteristics of the employment creation effect. In short term, it is important that the government invest the superior technology of total employment and direct employment as essential means of employment creation by selection and concentration strategy. In mid-long term, the government should focus on technology spread as technology transfer and opening innovation strategy for employment creation to support superior technology of employment inducement. The results of this study can be used in analysis on the employment creation effect related to industrial technology R&D.

Key Words : Employment, Industrial Technology Classification Table, Inter-industry Analysis, Industrial Technology R&D

I. 서 론

인간은 일을 통해 일상생활의 안정감이나 만족감과 같은 삶의 행복을 느낀다. 즉, 일자리는 삶의 중요한 기반이다. OECD의 국가별 분석결과에 따르면 1인당 GDP와 고용의 상관계수, 고용률과 행복지수는 일정한 양의 상관관계를 갖는 것으로 보고된 바 있다(현대경제연구원, 2013). 1인당 GDP가 높을수록 고용률이 높게 나타났고, 고용률이 높을수록 개인의 행복지수가 높은 것으로 나타났다. 따라서 국민의 삶의 질과 행복지수를 높이기 위해서는 고용률을 높게 달성하거나 유지하는 것이 중요한 선결조건인 것이다. 또한 고용률 제고는 국가경제와 밀접하게 연관되어 경기침체와 고령화에 의한 저성장 상황을 극복하고 선진국으로 도약할 수 있는 원동력이 될 수 있다. 더불어 국민의 일할 권리를 보장하고 심화되는 빈부격차 및 빈곤층의 생계불안 해소에도 기여할 수 있다.

글로벌 금융위기 이후, 전 세계적인 저성장세가 지속되면서 높은 실업률과 낮은 고용률이 심각한 사회문제로 부각되고 있다. 이런 가운데 2003년 이후 우리나라의 고용률은 64%로 OECD 국가의 평균 고용률인 66.2%와 비교해보면 OECD 평균 이하 수준에서 정체되어 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, OECD 국가 중 1인당 GDP 수준이 3만불 이상인 국가의 평균 고용률은 72%으로 선진국에 비하면 우리나라의 고용률은 상당히 낮다(현대경제연구원, 2013).[1] 이러한 관점에서 살펴볼 때 고용 창출에 대한 적극적인 인식 변화와 국가차원의 구체적이며 적극적인 지원과 투자가 필요한 시점이다.

현대사회는 창의성과 혁신성을 중요하게 여기면서 끊임없는 변화를 요구하고 있다. 이에 따라 여러 선진국은 단순하게 제품을 생산하는 제조역량보다는 혁신적인 제품을 만들어내기 위한 신기술을 개발하고 그 기술을 선점, 확보하기 위해 R&D 분야에 적극적으로 투자하고 있다. 이러한 현상은 R&D 투자가 국가경제성장에 직결됨을 뜻한다. R&D 투자를 통해 신제품이 개발되어 새로운 시장이 창출된다면 일자리가 획기적으로 늘어나게 될 것이며 이런 고용 창출은 고착된 저성장세와 내수시장의 침체를 해결하는데도 효과적일 것이다. 물론 이견으로 R&D를 통해 공정혁신이 되면 제품 생산에 대한 효율이 향상되고 그에 따른 노동 수요가 감소하면서 고용이 축소되는 현상이 나타날 수도 있다. 하지만 일반적으로 R&D 투자는 고용을 촉진하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. OECD 국가의 기업자료를 토대로 분석한 한준경(2012)에 의하면 R&D 규모와 R&D 투자에 따른 전체 고용인력의 상관계수가 0.765로 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 또한 패널분석을 통해 R&D 인력규모와 기업 R&D에 대한 탄력성은

1) 2012년 기준 고용률 70% 이상인 주요국가: 아이슬란드, 스위스, 노르웨이, 네덜란드, 스웨덴, 독일, 덴마크, 오스트리아, 호주, 캐나다, 뉴질랜드, 영국, 일본 등

0.35-0.39로 분석되어, 기업 R&D 규모가 1% 늘면 R&D 인력은 0.35-0.39%가 늘어남을 분석한 바 있다.

최근 우리나라 정부는 앞서 언급한대로 선진국에 비해 고용률이 하향 정체되어 있고 이에 R&D 투자에 대한 중요성이 날로 부각되는 현실을 진단하면서 창조적이고 혁신적인 산업기술 R&D 활동을 통한 신규 고용 창출을 중요한 국정과제로 삼고 있다. 그리고 이러한 고용률 증대가 '성장 → 고용 창출 → 소득과 소비증대 → 내수시장 활성화 → 성장률 제고'로 연결되는 '성장 - 복지' 선순환 구조의 핵심이라는 점을 강조한다. 같은 맥락에서 관계부처 합동으로 2013년 6월에 발표한 「고용률 70% 로드맵」을 살펴보면 창조경제를 통한 혁신형 고용 창출에 대해 언급하고 있는데 '기술 사업화 촉진'과 '사업간 융합을 통한 주력산업의 고부가가치화', '중소기업 혁신역량 강화' 등 R&D 투자를 통한 고용 창출을 주요 골자로 하고 있다.

이런 가운데 정부의 R&D 투자가 해당사업에 대해서 고용창출효과를 얼마만큼 가져올 것인가에 대해 고려해 볼 필요성이 있다. R&D 사업별로 투자 규모당 고용창출효과 정보가 있다면 향후 R&D 사업을 검토하거나 사업 착수 이전에 고용창출효과에 대한 정보를 사전적으로 진단할 수 있다. 더 나아가 R&D 투자가 고용 환경을 어떻게 달리하여 바꿀 수 있는지 산업기술별로 예상할 수 있다면, 효과적인 R&D 정책자금 집행 계획과 산업 정책을 동시에 수립하는데 도움이 될 것이다.

이에 본 논문에서는 R&D 사업의 고용창출효과를 엄밀하게 추정해보고자 한다. 본 논문의 제I절 서론 이후 내용은 다음과 같이 구성된다. 먼저 제II절에서는 국내외의 유사 선행 연구사례를 살펴본다. 제III절에서는 R&D 고용창출효과를 추정하는 방법론을 다루고, 제IV절은 R&D 고용창출효과를 분석한 결과를 제시한다. 끝으로 제V절에서는 분석 결과를 활용하여 결론 및 시사점에 대한 내용으로 할애하겠다. 후술하겠지만 본 논문은 타 연구사례와 달리 단순 산업에 대한 투자가 아닌 R&D 기술분야 투자에 따른 고용창출효과를 분석하는 것이 목표이다. 이를 위해 한국은행의 산업연관표와 산업통상자원부의 산업기술분류표를 이용하여 산업과 R&D 기술분야의 매칭작업을 수행하였고, 이 과정을 자세히 제시하겠다.

II. 선행 연구사례 검토

R&D 투자사업 및 공공투자 사업에 대한 고용창출효과 추정 연구는 국내외에서 다양하게 수행되었다. 국내외 연구사례 분석을 통해 사례별 고용창출 효과를 진단하고 각각의 추정 방법론을 검토함으로써 본 연구에 적용가능한 방법론에 대해서 고민해보고자 한다. 먼저 국내에서 선행되었던 연구개발 및 공공투자 사업의 고용창출효과 연구사례를 몇 가지 살펴보면 〈표 1〉과

같이 정리할 수 있다.

최근 고용정보원은 2011년과 2012년에 5개의 공공투자사업에 대해서 고용영향평가를 수행한 바 있다. 외식산업 육성정책에 대한 고용창출효과를 거시적 접근법인 산업연관분석 방법론으로 분석했으며 그 결과로 예산투입 10억원당 15.9명의 추가 고용이 발생하는 것으로 나타났다. 나머지 4개 사업으로 민간 육종 연구단지 조성사업, 방송영상콘텐츠 육성사업, 사회적 기업 육성사업, 전통발효식품 지원 사업 역시 동일한 방법론인 산업연관분석을 활용하여 고용창출효과를 분석하였다. 한편, 오인하(2011) 연구는 정부의 부품소재 기술개발사업의 고용창출효과를 미시적 접근법인 PSM 분석법(Propensity Score Matching)을 적용하여 분석했다. 결과로서 기술개발사업 해당기업이 사업지원을 받지 못한 기업보다 고용창출효과가 우수한 것으로 나타났다.

〈표 1〉 국내 연구개발 및 공공투자사업의 고용창출효과 연구사례

연구 사례	분석 대상	분석 방법론	주요 연구결과
고용정보원 (2012a)	관광산업의 고용영향평가	산업연관분석 (Inter-industry analysis)	예산투입 10억원당 8.0명 고용
고용정보원 (2012b)	민간육종연구단지 조성사업의 고용창출효과 분석		예산투입 10억원당 13.9명 고용
고용정보원 (2012c)	방송영상콘텐츠사업 육성정책의 고용영향평가		예산투입 10억원당 9.1명 고용
고용정보원 (2012d)	복지서비스 확대의 고용영향평가		예산투입 10억원당 16.6명 고용
고용정보원 (2012e)	사회적 기업 육성사업 고용영향평가	양시점 종단면 분석 (Panel data with two time periods)	정부지원 1% 증가시 고용 12% 증가
고용정보원 (2012f)	외식산업 육성정책의 고용영향평가	산업연관분석 (Inter-industry analysis)	예산투입 10억원당 15.9명 고용
고용정보원 (2012g)	전통발효식품사업 지원정책의 고용영향평가	산업연관분석 (Inter-industry analysis)	예산투입 10억원당 12.7명 고용
		PSM 분석 (Propensity Score Matching)	지원기업이 0.6-1.2명 추가 고용
오인하 (2011)	정부의 부품소재 기술개발사업의 고용창출효과	PSM 분석 (Propensity Score Matching)	기술개발사업 해당기업이 고용창출효과가 우수한 것으로 나타남

〈표 2〉와 같이 국외에서 수행된 고용창출효과 연구사례를 살펴보면, Yalin et al.(2013)는 중국의 광물자원 개발정책에 대한 고용창출효과를 분석한 바 있다. 분석 방법론은 산업연관분석법을 이용했으며 그 결과로 광물자원 개발정책에 의한 예산 투입 후 0.45-0.49% 만큼의 추가

고용이 이루어진 것으로 분석되었다. Sven(2011)의 연구 역시 동일한 방법론인 산업연관분석법으로 생명공학 분야의 R&D 투자가 고용에 어떠한 영향을 주는지 분석하였다. 주요 결과로 상대적으로 노동 투입 비중이 큰 산업이 고용창출효과가 크게 나타나는 것으로 확인하였다. Francesco et al.(2011)에 따르면 기업의 R&D 투자를 통해서 서비스 및 고부가가치기술 분야에서 고용창출효과가 발생하는 것으로 나타났다. 특히, 캐나다의 Timothy(2000)는 흥미로운 연구결과를 제시한다. R&D를 통한 기술혁신은 실업률과 상관관계가 없다는 결론을 도출해냈다. 이 연구결과는 R&D 활동을 통한 산업의 혁신이 노동 수요를 감소시킬 것이라는 가설이 옳지 않음을 증명한다.

〈표 2〉 국외 연구개발 및 공공투자사업의 고용창출효과 연구사례

연구 사례	분석 대상	분석 방법론	주요 연구결과
Yalin et al. (2013)	중국 광물자원 개발정책의 고용창출효과 분석	산업연관분석 (Inter-industry analysis)	예산투입 후 0.45-0.49% 추가 고용
Francesco et al. (2012)	기업의 연구개발투자의 고용 창출 영향 분석	미시계량모형	서비스 및 고부가가치 기술 분야 고용창출효과가 있음
Sven (2011)	생명공학 분야 기술개발 투자의 고용창출효과 분석	산업연관분석 (Inter-industry analysis)	상대적으로 노동 투입 비중이 높은 산업이 고용창출효과가 큼
Timothy (2000)	기술개발과 기술혁신이 고용변화에 미치는 효과 분석 (기술혁신이 진행될수록 고용을 악화시킨다는 가설 검증)	거시경제데이터	기술혁신으로 인한 기술변화가 실업률과 상관관계가 없다는 결론 도출

이와 같이 연구개발 및 공공투자사업의 고용창출효과를 추정한 국내외 연구사례를 종합해보면, 거시적 접근법으로는 산업연관분석이 있으며 미시적 접근법으로는 PSM 기법이 있다. 본 논문에서는 거시적 접근법인 산업연관분석을 적용한다. 다만 산업 또는 사업단위가 아닌 R&D 산업기술별로 R&D 투자에 따른 고용창출효과를 분석할 것이다.

III. 산업기술 R&D 고용창출효과 분석 방법론: 산업연관분석

1. 산업기술 R&D 투자의 고용창출효과 정의

R&D 투자의 고용창출효과를 추정하기 위해서는 고용창출효과의 개념에 대한 명확한 정의가

필요하다. 고용창출효과는 직접적으로 고용이 증대된 경우와 고용증대로 인해 국민소득의 증가가 국가 전반에 투자지출을 유발시킴으로써 고용이 유발되는 경우로 구분하여 분석이 가능하다. 쉽게 말해, 특정 기업이 대규모 시설 투자를 할 경우에 해당 시설로 직접 고용되는 인원과 해당시설에 관련된 이하 사업체에서 고용되는 인원이 직접고용인원이며 직접고용의 파급효과로 국민소득 수준의 증가가 다른 타 분야에 영향을 끼쳐 고용되는 인원이 고용유발인원이다. 즉 R&D 투자에 따른 고용창출효과를 분석할 경우 직접적으로 고용이 증대된 직접고용효과와 간접적으로 고용이 증대된 고용유발효과를 함께 분석하는 것이 바람직하다. 또한, 본 논문에서는 산업연관표와 산업기술분류표를 이용하여 산업과 R&D 기술간의 엄밀한 매칭을 통해 단순 해당산업에 대한 투자가 아닌 R&D 기술분야 투자에 따른 고용창출효과를 분석하고자 한다.

〈표 3〉 R&D 투자의 고용창출효과 정의

고용창출유형	정 의
고용창출효과	정부 R&D 예산이 투입됨으로 인해 해당산업(기술) 분야와 타 산업 분야에서 고용을 직·간접적으로 증가시킨 전체적인 고용효과
직접고용효과	정부 R&D 예산이 투입됨으로 인해 해당산업(기술) 분야에서의 고용을 직접적으로 증가시킨 효과
고용유발효과	해당 산업(기술) 분야에 투자된 정부의 R&D 예산이 소득 증가를 통해 전 분야에서 근로자와 기업의 추가적 소비 및 투자지출을 유발시킴에 따라 발생하는 고용창출효과

2. 산업연관분석 방법론

1) 분석 개요

산업연관분석은 한국은행이 발표하는 산업연관표를 이용하여 경제 내 파급효과를 분석하는 경제학적 분석 틀이다. 본 논문은 한국은행에서 발표한 「2011년 산업연관표」를 기초로 분석되었다. 경제 내외적인 충격에 대한 산업별 효과를 파악할 수 있는 경제학적 분석도구라는 점에서 국내 고용정보원의 고용영향평가를 비롯하여 국내외에서 널리 활용되고 있는 통계자료이다. 산업연관분석은 미국의 레온티에프(Wassily W. Leontief)에 의하여 1936년 최초로 고안되었는데 선형계획법(Linear programming)에 의한 비교적 단순한 분석수단임에도 불구하고 여러 가지 장점을 지니고 있다. 산업연관분석은 국민경제 전체를 포괄하면서 전체와 부분을 유기적으로 결합하고 있으며, 재화의 산업간 순환을 포함하고 있기 때문에 구체적인 경제구조를 분석하는 데 유리하다. 산업연관분석은 소비, 투자, 수출 등 최종수요의 변동이 각 부문의 생산 및 수입에 미치는 파급효과를 분석할 수 있기 때문에 경제정책의 실시에 따른 생산, 고용, 수입,

물가 등에 미치는 파급효과 측정에 유리하여, 특정산업부문의 수요, 공급 또는 가격의 변화가 타 산업 혹은 국민경제에 미치는 파급효과도 분석할 수 있어 유용하다. 간혹 대안으로 언급되는 CGE(Computable General Equilibrium) 모형이나 일반균형모형은 사용되는 방정식 체계나 통계자료가 분석자의 개인차원에서 생성 및 가공된다는 점에서 한계점을 가진다. 하지만 산업연관분석은 공인된 자료로 그 정합성과 한계점에 대해서 수십 년 동안 학자들 사이에서 충분히 논의되면서 지속적으로 수정, 보완되어 왔다. 그래서 여전히 국내는 물론 국외에서도 정부정책의 효과를 산업부문별로 파악할 수 있는 가장 널리 알려지고 신뢰할만한 경제학적 분석 방법이라고 말할 수 있다. 본 논문에서 분석하고자 하는 대상은 정부가 R&D에 한 단위(투자액 10억원)의 예산을 투입하였을 때 발생하는 산업기술분류별 고용창출효과이다. 하지만 산업통상자원부가 고시하는 산업기술분류표와 한국은행이 발표하는 산업연관표는 그 분류기준이 상이하므로 산업기술분류표와 산업연관표간의 엄밀한 매칭이 필요하다. 매칭과정에 대해서는 제Ⅳ절에서 자세히 후술하겠다.

2) 산업연관분석

(1) 산업연관분석의 기본 구조

산업연관분석은 산업간 거래관계를 일정한 원칙에 따라 행렬형식으로 기록된 산업연관표[2]를 활용하여 각종 파급효과를 산업부문별로 구분하여 분석하여 경제정책의 수립과 정책효과의 측정 등에 활용된다. 산업연관분석 모형은 산출량 결정에 대해 선형인 부문간 모형으로 한 부문의 생산수준 변화가 다른 부문의 생산물에 대한 연속적인 수요를 어떻게 발생시키는지를 나타내고 있다. 모형은 투입요소의 판매와 구매사이의 연관관계에 강조를 둔 일반균형모형의 성격을 가지기 때문에, 전반적인 경제적 영향을 분석하고 예측하는 데 유용한 방법으로 인식되어 왔다(Miller and Blair, 1985).

n개의 산업이 경제 내에 존재한다고 할 때, 생산된 재화들은 최종수요를 충족하기도 하고 다른 산업에 중간재로 사용되기도 한다. 중간재를 z로 나타내고 아래에 첨자를 붙여서 z_{ij} 라고 표기하면 이는 i부문에서 j부문으로 투입되는 중간재의 양을 의미한다. 산업연관표를 행으로 보면 i산업의 중간수요(z_{ij}), 최종수요(Y_i), 총 산출(X_i)이 기록되는데 이는 i부문의 산출구조를 보여준다. 이러한 산출구조에 대한 관계는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} z_{ij} + Y_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j + Y_i \quad (1)$$

2) 산업연관표는 일정기간 동안 국민경제 내에서의 재화와 서비스의 생산 및 처분과정에서 발생하는 모든 거래를 일정한 원칙과 형식에 따라 기록한 종합적인 통계표이다(한국은행, 2011)

여기서, a_{ij}는 j부문에 사용되는 i재의 투입량의 몫($a_{ij} = z_{ij} / X_j$)이며, 이를 투입계수(input coefficient) 또는 기술계수(technical coefficient)라고 한다. 이 비율은 j부문에서 한 단위의 산출물을 생산하기 위해 투입된 i산업의 산출물을 의미하며, 투입과 산출 간의 관계를 보여줌으로써 각 부문별 기술구조 또는 생산관계를 나타낸다. 식 (1)은 특정부문의 총생산이 경제 내 모든 부문의 한 단위 생산을 위해 투입되는 i번째 부문의 생산액과 소비지출, 수출, 투자, 정부지출에 의한 최종 용도에 수요되는 양을 합한 것과 같다는 것을 보여준다.

식 (1)과 달리 산업연관표에서 j라는 산업을 열로 보면 중간투입(z_{ij}), 부가가치(W_j), 총투입(X_j)이 기록되는데 이는 j부문의 투입구조를 보여주며 식 (2)로 표현된다.

$$X_j = \sum_{i=1}^{n} z_{ij} + W_j = \sum_{i=1}^{n} r_{ij} X_i + W_j \tag{2}$$

여기서, r_{ij}는 행벡터로 구성된 중간투입을 총 투입으로 나눈 것이며($r_{ij} = z_{ij} / X_i$), 이를 산출계수(output coefficient)라고 한다. 식 (2)는 어떤 부문의 총 생산은 그 부문이 경제 내 모든 부문과 수입부문으로부터 구매한 금액에 이 부문의 원초적 투입요소 또는 부가가치(즉, 임금, 이윤, 세금 등)에 대한 모든 수익을 합한 것과 같다는 것을 의미한다.

〈표 4〉 n개의 산업이 존재하는 경제의 산업연관표의 기본 구조

구 분	중간수요 (중간재)	최종수요	수입	총산출
중간투입 (중간재)	$z_{11}\ z_{12} \cdots z_{1n}$ $z_{21}\ z_{22} \cdots z_{2n}$ $\vdots\ \ \vdots\ \ \ddots\ \ \vdots$ $z_{n1}\ z_{n2} \cdots z_{nn}$	Y_1 Y_2 $\vdots$ Y_n	M_1 M_2 $\vdots$ M_n	X_1 X_2 $\vdots$ X_n
부가가치	$V_1\ V_2 \cdots V_n$			
총 투 입	$X_1\ X_2 \cdots X_n$			

식 (1)을 전 산업에 대해 축약된 행렬식으로 나타내면 식 (3)이 된다.

$$X = Zl' + Y - M = A\hat{X}l' + Y - M \tag{3}$$

식 (3)에서 Z는 z_{ij}로 이루어진 $n \times n$ 행렬, X는 x_{ij}로 이루어진 $n \times 1$ 행렬, l은 1을 원소로 하는 $1 \times n$ 행렬, $'$은 전치한 것(transpose)을 의미하며, A는 $n \times n$으로 이루어진 투입계수 행렬이다. 따라서 다음과 같은 식들이 성립한다.

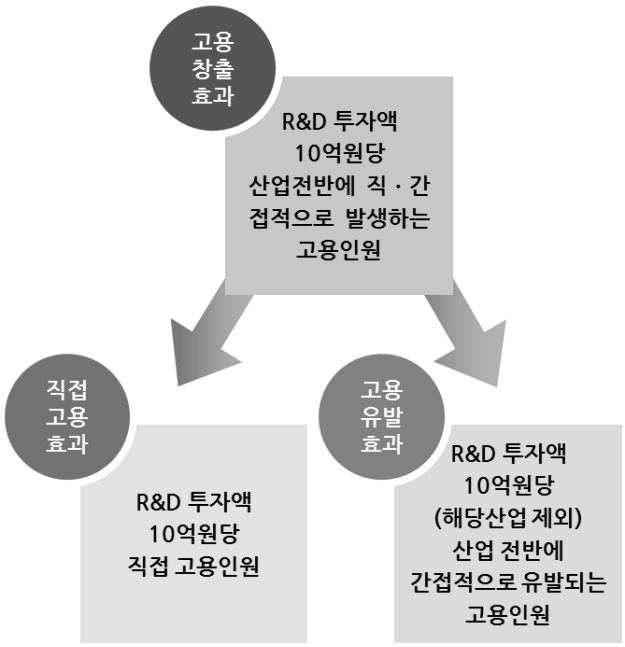
$$X=\begin{bmatrix}X_1\\X_2\\\vdots\\X_n\end{bmatrix},\ Z=\begin{bmatrix}z_{11}\ z_{12}\cdots z_{1n}\\z_{21}\ z_{22}\cdots z_{2n}\\\vdots\ \ \vdots\ \ \ddots\ \ \vdots\\z_{n1}\ z_{n2}\cdots z_{nn}\end{bmatrix},\ Y=\begin{bmatrix}Y_1\\Y_2\\\vdots\\Y_n\end{bmatrix},\ M=\begin{bmatrix}M_1\\M_2\\\vdots\\M_n\end{bmatrix} \tag{4}$$

이 때, 투입계수행렬의 정의에 따라 $Z=A(\hat{X})$이 성립하며, 또한 $\hat{X}$은 행벡터인 X의 원소를 대각행렬로 나타낸 것으로 $X=\hat{X}l'$이고, 식 (3)을 정리하여 다시 쓰면 다음 식이 되는데 여기서, I는 n차원 단위행렬이다.

$$X=(I-A)^{-1}(Y-M) \tag{5}$$

식 (5)를 특별히 수요유도형(demand-driven model) 모형이라고 하는데, 이는 식 (5)를 이용하여 최종수요(Y)를 충족하기 위해 필요로 하는 산출량(X)을 구할 수 있기 때문이다. 이러한 수요유도형 모형을 이용하면 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용창출효과 등을 분석할 수 있다.

(2) 고용창출효과



(그림 1) 고용창출효과의 개요

각 산업의 생산활동은 여러 산업부문의 생산물을 중간재로 사용함으로써 산업간 상호의존관계를 맺고 있다. 따라서 각기 필요한 노동수요도 서로 연쇄적으로 유발되게 된다. 최종수요의 발생이 생산을 유발하고 생산은 다시 노동수요를 유발하는 파급 메커니즘에 기초하여 최종수요의 변화에 따른 취업 및 고용자수의 변화를 측정할 수 있다. 산업연관표의 고용표에서 제시하는 고용유발계수는 수요유도모형에 의해서 투입액 10억원당 해당산업에 필요한 직접 고용인원과 타 산업에 간접적으로 유발되는 추가 고용인원을 포괄하는 의미를 가지는데, 본 논문에서는 이를 고용창출효과로 정의한다. 이때 직접고용효과는 일정기간 동안 생산활동에 투입된 산업별 노동량은 자영업주 및 무급가족 종사자와 피용자로 분류되며 이때 피용자수가 직접 고용인원이 된다. 그리고 고용창출효과에서 직접고용효과를 뺀 나머지 고용효과를 해당산업을 제외한 타 산업의 고용유발효과로 정의할 수 있다.

본 논문에서는 산업연관표 고용표상에서 제시하는 고용유발계수를 고용창출효과($\triangle L$)로 정의하는데, 이는 최종수요가 발생할 경우 투입액 10억원당 해당산업을 포함한 모든 산업에서 직·간접적으로 유발되는 총 고용인원수를 의미한다(한국은행, 2013). 그리고 직접고용효과(l_i)는 산업연관표상에서 일정기간동안 생산활동에 투입된 노동량(피용자수)을 총산출액으로 나눈 계수로서 해당산업에 대한 투입액 10억원당 직접 필요한 고용인원을 의미한다.

$$\triangle L = \hat{l}(I - A)^{-1} \triangle Y \quad (\hat{l} = l_i\text{의 대각행렬},\ A = \text{투입계수행렬}) \tag{6}$$

$$l_i = L_i / X_i \quad (L_i = \text{피용자수},\ X_i = \text{총산출액}) \tag{7}$$

고용유발효과(l''_i)는 고용창출효과에서 직접고용효과를 뺀 값으로 해당산업의 생산과정에서 파급되는 투자 및 지출로 인해 타 산업에 대해 간접적으로 유발되는 고용인원을 의미한다.

$$l''_i = \triangle L - l_i \tag{8}$$

IV. 분석 결과

1. 산업기술분류표와 산업연관표간 매칭

R&D 분야는 산업통상자원부에서 산업기술분류표로 정의하고 있다. 하지만 분석 대상인

산업기술분류와 분석틀인 산업연관표는 그 분류기준이 상이하므로 산업기술분류표와 산업연관표간의 매칭이 필요하다. R&D 산업기술분류표는 대분류 7개 분야, 중분류 66개 분야, 소분류 553개 분야의 항목으로 구분하고 있다. 대분류 항목으로는 기계·소재, 전기·전자, 정보통신, 화학, 바이오·의료, 에너지·자원, 지식 서비스 등이 있다. 그리고 한국은행의 산업연관표의 경우 기본분야 403부문, 통합소분류 168부문, 통합중분류 78부문, 통합대분류 28부문으로 구분되어 있다. 본 논문에서는 한국은행이 공표하고 있는 고용표가 통합 소분류 기준으로 제시되어 있기 때문에 산업기술분류표 중분류와 매칭시켜 분석한다. 본 논문은 합리적인 산업기술분류와 산업연관표간의 매칭을 위해 기존 유사 사례를 검토하고 각계 전문가의 자문을 거쳤다. 기술 정책 및 고용 정책 전문가 자문, 기술 분야별 전문가 자문 등 2차에 걸친 전문가 자문회의를 통한 검토와 연구진 논의결과를 토대로 최종 매칭안을 작성하였다. 산업기술분류표와 산업연관표는 〈표 5〉에서 보듯, 6개의 원칙하에 〈표 6〉과 같이 매칭시켰다.

〈표 5〉 산업기술분류표와 산업연관표의 매칭 원칙

구 분	기 준	내 용
원칙 1	핵심투입 위주	기술분류표 상의 부문에 해당하는 모든 투입부문을 식별하는 것보다는 핵심투입부문 위주로 해당산업을 설정
원칙 2	수혜기준 적용	산업부 R&D의 수혜자가 연구기관 및 기업내 연구소라는 점을 감안하여 산업기술분류 모든 부문에 연구기관과 기업내 연구개발 매칭 ※ 산업연관표 기준, 연구기관(148), 기업내 연구개발(149)
원칙 3	투입관점 적용	R&D 자금이 투입되어 어느 제품이 나오느냐의 산출 관점보다는 R&D 자금이 어느 부문에 주로 투입되는가의 투입의 관점에서 관련 부문을 식별
원칙 4	최소기준 적용	한 개의 산업기술분류당 산업연관표 상의 매칭 산업은 필수부문을 반드시 포함하되 가급적 2-4개 내외의 산업부문으로 구성
원칙 5	타 분류체계 참조	국가연구개발사업 조사·분석과 LG경영개발원(2013) 분류 사례참조 ※ 국가과학기술심의회의「국가연구개발사업 조사·분석」중 '적용분야' 항목에서 해당 국가연구개발사업별 품목 정보를 제공하며, 이 자료에서 기술과 품목과의 매칭 사례 참조 ※ LG경영개발원(2013)에서 주요 산업군에 대해 산업연관표와 매칭한 결과 참조
원칙 6	요소기술 별도 분리	전 제조업 분야로 확장가능한 기술은 무리하게 매칭하기보다는 요소기술로 별도 분리하고, 제조업 전체 고용창출효과의 가중평균 적용 ※ 요소기술 : 산업기술분류 중 주조/용접, 표면처리, 소성가공, 청정생산, 에너지효율향항 등 5개 분야는 요소기술로 분리

〈표 6〉 산업기술분류표와 산업연관표의 매칭 결과

산업기술분류표	산업연관표	
중분류	부문번호	통합소분류
대분류 1. 기계·소재		
정밀생산기계	093	금속가공용기계
	095	기타 특수목적용기계
자동차 /철도차량	088	내연기관 및 터빈
	091	공조 및 냉온장비
	096	발전기, 전동기 및 전기변환장치
	109	자동차
	110	자동차엔진 및 부분품
	113	철도차량
	115	기타 수송장비
에너지/환경 기계시스템	091	공조 및 냉온장비
	092	기타 일반목적용 기계
요소부품	086	공구 및 철선제품
	089	일반목적용기계부품
	092	기타 일반목적용 기계
	093	금속가공용기계
	095	기타 특수목적용기계
로봇 /자동화기계	095	기타 특수목적용기계
	096	발전기, 전동기 및 전기변환장치
	153	컴퓨터관련서비스
산업/일반기계	089	일반목적용기계부품
	090	산업용 운반기계
	092	기타 일반목적용 기계
	094	농업 및 건설기계
	095	기타 특수목적용기계
조선 /해양시스템	112	선박
	152	건축 및 공학관련서비스
	153	컴퓨터관련서비스
항공 /우주시스템	088	내연기관 및 터빈
	114	항공기
	152	건축 및 공학관련서비스
	153	컴퓨터관련서비스
나노·마이크로 기계시스템	099	반도체
	106	의료 및 측정기기
	153	컴퓨터관련서비스
금속재료	076	선철 및 합금철
	077	조강
	078	열간압연강재
	079	냉간압연강재
	080	주단강품
	081	기타 철강1차제품
	082	비철금속괴
	083	비철금속1차제품
	084	건설용 금속제품
	085	금속제 용기
	086	공구 및 철선제품
	087	기타 금속제품
대분류 2. 전기·전자		
광응용기기	097	기타 전기장치
	099	반도체
	100	기타 전자부분품
	102	통신 및 방송기기
	107	광학기기
반도체장비	095	기타 특수목적용기계
	097	기타 전기장치
	099	반도체
중전기기	096	발전기, 전동기 및 전기변환장치
	097	기타 전기장치
	100	기타 전자부분품
반도체소자 및 시스템	066	기타 화학제품
	097	기타 전기장치
	099	반도체
	153	컴퓨터관련서비스
전기전자부품	097	기타 전기장치
	099	반도체
	100	기타 전자부분품
가정용기기 및 전자응용기기	091	공조 및 냉온장비
	097	기타 전기장치
	099	반도체
	100	기타 전자부분품
	105	가정용 전기기기
계측기기	097	기타 전기장치
	099	반도체
	100	기타 전자부분품
	106	의료 및 측정기기
영상/음향기기	099	반도체
	100	기타 전자부분품
	101	영상 및 음향기기
	107	광학기기
전지	097	기타 전기장치
디스플레이	065	염료 및 도료
	097	기타 전기장치
	098	전자표시장치
	099	반도체
	100	기타 전자부분품
대분류 3. 정보통신		
이동통신	100	기타 전자부분품
	102	통신 및 방송기기
	141	우편 및 전화
	142	부가통신 및 정보서비스
	153	컴퓨터관련서비스
디지털 방송	101	영상 및 음향기기
	102	통신 및 방송기기
	142	부가통신 및 정보서비스
	143	방송
위성-전파	102	통신 및 방송기기
	143	방송
홈네트워크	101	영상 및 음향기기
	102	통신 및 방송기기
	105	가정용 전기기기
광대역 통합망	102	통신 및 방송기기
	142	부가통신 및 정보서비스
RFID/USN	099	반도체
	100	기타 전자부분품
	139	보관 및 창고
	142	부가통신 및 정보서비스
	153	컴퓨터관련서비스
U-컴퓨팅	103	컴퓨터 및 주변기기
	142	부가통신 및 정보서비스
	153	컴퓨터관련서비스
소프트웨어	142	부가통신 및 정보서비스
	153	컴퓨터관련서비스
	162	오락서비스

〈표 6〉 산업기술분류표와 산업연관표의 매칭 결과 (계속)

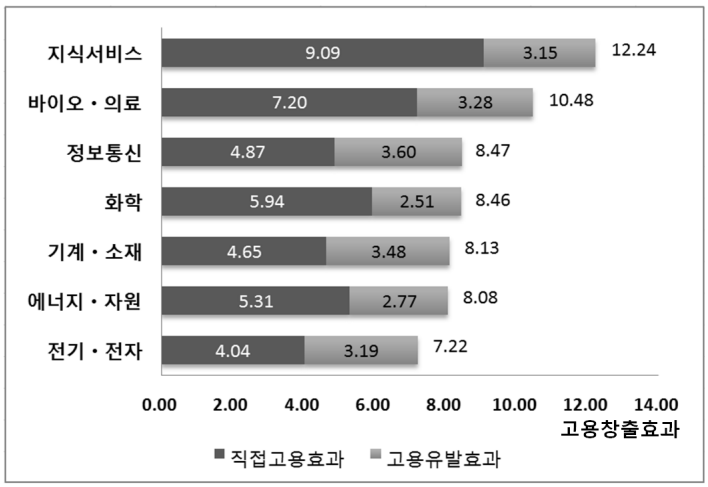
디지털 콘텐츠	143	방송
	153	컴퓨터관련서비스
	161	문화서비스
지식정보보안	100	기타 전자부분품
	103	컴퓨터 및 주변기기
	142	부가통신 및 정보서비스
	153	컴퓨터관련서비스
정보통신 모듈 및 부품	100	기타 전자부분품
	102	통신 및 방송기기
	104	사무용기기
	141	우편 및 전화
	142	부가통신 및 정보서비스
ITS/텔레매틱스	100	기타 전자부분품
	102	통신 및 방송기기
	142	부가통신 및 정보서비스
	153	컴퓨터관련서비스
대분류 4. 화학		
정밀화학	062	비료 및 농약
	064	화장품 및 비누
	063	의약품
	065	염료 및 도료
	066	기타 화학제품
고분자 재료	059	합성수지
	060	합성고무
	061	화학섬유
	067	플라스틱제품
화학공정	053	나프타
	054	연료유
	055	기타 석유제품
	056	석유화학기초제품
	057	기타 유기화학기초제품
화학제품	043	가방 및 핸드백
	048	골프
	068	타이어 및 튜브
	069	기타 고무제품
	045	기타 가죽제품
	042	가죽 및 모피
대기/폐기물	154	기타사업서비스
	159	위생서비스
수질/토양	122	수도
	154	기타사업서비스
세라믹 재료	070	유리제품
	071	도자기
	072	점토제품
	073	시멘트
	074	콘크리트제품
	075	기타 비금속광물제품
섬유제조	035	섬유사
	036	섬유직물
	038	편직제의복 및 장신품
	039	직물제의복 및 장신품
	041	기타 섬유제품
염색가공	037	섬유표백 및 염색
섬유제품	038	편직제의복 및 장신품
	039	직물제의복 및 장신품
	041	기타 섬유제품
	061	화학섬유

대분류 5. 바이오·의료		
의약바이오	063	의약품
	157	의료 및 보건
산업바이오	030	기타 식료품
	033	사료
	041	기타 섬유제품
	062	비료 및 농약
	064	화장품 및 비누
	066	기타 화학제품
	067	플라스틱제품
바이오공정 /기기	106	의료 및 측정기기
	153	컴퓨터관련서비스
치료기기 및 진단기기	101	영상 및 음향기기
	106	의료 및 측정기기
	153	컴퓨터관련서비스
	157	의료 및 보건
기능복원/보조 및 복지기기	106	의료 및 측정기기
	157	의료 및 보건
의료정보 및 시스템	106	의료 및 측정기기
	153	컴퓨터관련서비스
	157	의료 및 보건
대분류 6. 에너지·자원		
온실가스처리	095	기타 특수목적용기계
	119	전력(화력)
자원	012	석탄
	013	원유
	014	천연가스
	015	철광석
	016	비철금속광석
	087	기타 금속제품
	094	농업 및 건설기계
	159	위생서비스
수화력발전	119	전력(수력화력)
송·배전계통	097	기타 전기장치
	119	전력
전력IT	097	기타 전기장치
	119	전력
	142	부가통신 및 정보서비스
원자력	119	전력(원자력)
신재생 에너지	119	전력(기타)
대분류 7. 지식서비스		
경영전략/금융 /무역 서비스	150	사업관련 전문서비스
연구개발 /엔지니어링 서비스	152	건축 및 공학관련서비스
디자인 서비스	051	인쇄
	150	사업관련 전문서비스
	153	컴퓨터관련서비스
인적자원 역량 개발 서비스	150	사업관련 전문서비스
	153	컴퓨터관련서비스
	156	교육서비스
유통/물류 /마케팅 서비스	139	보관 및 창고
	150	사업관련 전문서비스
	151	광고
	153	컴퓨터관련서비스
부가가치 /사후관리 서비스	143	방송
	150	사업관련 전문서비스
	151	광고
	153	컴퓨터관련서비스

2. 산업기술 분류 기준별 분석 결과

1) 산업기술 대분류 기준 분석 결과

산업기술 중분류 기준에서 산업연관표와 매칭하여 고용창출효과를 추정하고, 분석된 중분류의 고용창출효과를 산출액 기준으로 가중평균하여 해당 중분류의 대단위인 산업기술 대분류별 고용창출효과를 도출하였다. 분석결과는 R&D 투입액 10억원당 고용인원수로 나타낸다. (그림 2)는 대분류별 고용창출효과를 분석한 그래프이다. 인적자원의 중요성이 상대적으로 높은 지식서비스는 투입액 10억원당 고용창출효과가 12.24명, 바이오·의료 기술분야는 10.48명으로 고용창출 효과가 다른 기술분야에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석되었다. 반면, 전기장치 산업과 연관성이 높은 전기·전자 기술분야는 7.22명, 에너지·자원 기술분야는 8.08명으로 고용창출 효과는 비교적 낮은 것으로 분석 되었다.



(그림 2) 산업기술 대분류 기준 고용창출효과 분석결과(명/10억원)

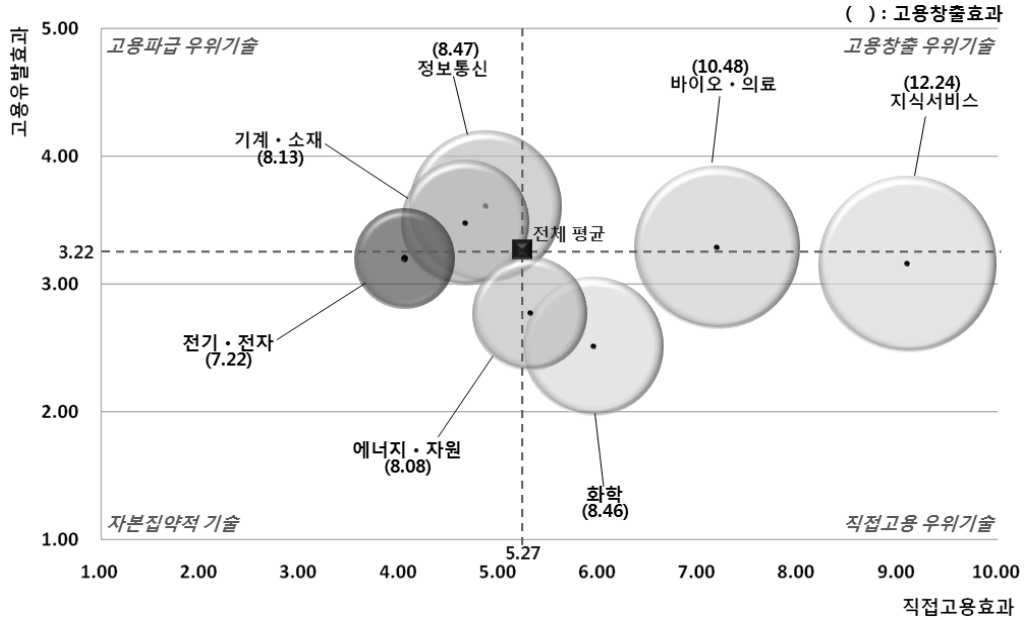
R&D 산업기술 전체의 고용창출효과는 대분류 분석결과에서 산출액 기준으로 가중평균하여 계산하면 평균 8.49명(직접고용효과 5.27명, 고용유발효과 3.22명)으로 분석된다. 본 논문에서는 전체 고용창출효과의 직접고용효과와 고용유발효과를 기준으로 R&D 산업기술을 크게 4개의 분야로 구분하고자 한다. 직접고용효과와 고용유발효과보다 모두 우위에 있는 기술분야를 '고용창출 우위기술'로 분류하고, 분석된 고용유발효과는 평균 고용유발효과 보다 낮지만 직접고용효과는 평균 직접고용효과보다 우위에 있는 기술분야를 '직접고용 우위기술'로, 직접고용효

과는 평균 직접고용효과보다 낮지만 고용유발효과가 평균 고용유발효과 보다 높은 기술분야를 '고용파급 우위기술', 마지막으로 분석된 직접고용효과와 고용유발효과가 평균보다 낮은 기술분야를 '자본집약적 기술'이라고 분류하겠다. 이상의 내용은 〈표 7〉로 요약된다.

〈표 7〉 고용창출효과에 따른 R&D 기술분야 구분

고용창출효과	고용창출 우위기술	직접고용 우위기술	고용파급 우위기술	자본집약적 기술
직접고용효과 (5.27명/10억원)	우위(↑)	우위(↑)	열위(↓)	열위(↓)
고용유발효과 (3.22명/10억원)	우위(↑)	열위(↓)	우위(↑)	열위(↓)

고용창출효과에 따른 R&D 대분류 기술분야를 보기 쉽게 도식화해서 나타내면 (그림 3)과 같다. 고용창출 우위기술에 해당하는 기술분야는 바이오·의료 기술분야이며, 직접고용 우위기술에 해당하는 기술분야는 지식서비스, 화학, 에너지·자원 기술분야이다. 그리고 고용파급 우위기술에 해당하는 기술분야는 정보통신, 기계·소재 기술분야, 자본집약적 기술분야는 전기·전자 기술분야로 분석된다.



(그림 3) 대분류 기준 산업기술 분야 고용창출효과 분석(명/10억원)

2) 중분류 기준 분석 결과

산업기술 중분류는 66개로서 요소기술을 제외한 61개 산업기술을 중심으로 보다 자세하게 고용창출효과를 분석하면, 고용창출 우위기술은 디지털 콘텐츠, 바이오공정/기기, 로봇/자동화 기계 기술 등 22개 분야이다. 직접고용 우위기술은 인적자원 역량 개발 서비스, 경영전략/금융/무역 서비스 등 13개 분야이며, 고용파급 우위기술은 자동차/철도차량, 이동통신, 정보통신 모듈 및 부품 기술 등 13개 분야이다. 자본집약적 기술은 금속재료, 화학공정 기술 등 13개 분야로 나타났다. 세부적인 고용창출효과는 〈표 8〉과 같다.

〈표 8〉 평균 고용창출효과에 따른 R&D 기술분야 구분

대분류 (순위)	중분류	우위기술 구분	고용 창출효과	직접 고용효과	고용 유발효과
지식 서비스 (1)	경영전략/금융/무역 서비스	직접고용 우위기술	11.62	9.04	2.58
	연구개발/엔지니어링 서비스	직접고용 우위기술	12.79	9.83	2.96
	디자인 서비스	고용창출 우위기술	11.39	8.04	3.34
	인적자원 역량개발 서비스	직접고용 우위기술	13.81	11.23	2.58
	유통/물류/마케팅 서비스	고용창출 우위기술	11.51	7.82	3.68
	부가가치/사후관리 서비스	고용창출 우위기술	11.21	7.41	3.81
	평 균	직접고용 우위기술	12.24	9.09	3.15
바이오 ·의료 (2)	의약바이오	직접고용 우위기술	10.70	7.66	3.04
	산업바이오	자본집약적 기술	7.98	4.76	3.22
	바이오공정/기기	고용창출 우위기술	11.31	7.64	3.67
	치료기기 및 진단기기	고용창출 우위기술	10.81	7.41	3.40
	기능복원/보조 및 복지기기	직접고용 우위기술	11.15	8.06	3.09
	의료정보 및 시스템	고용창출 우위기술	11.18	7.84	3.34
	평 균	고용창출 우위기술	10.48	7.20	3.28
정보 통신 (3)	이동통신	고용파급 우위기술	8.29	4.32	3.97
	디지털 방송	고용파급 우위기술	7.37	3.78	3.58
	위성-전파	고용파급 우위기술	7.73	4.23	3.50
	홈네트워크	고용파급 우위기술	7.51	3.92	3.58
	광대역 통합망	고용파급 우위기술	7.45	4.03	3.41
	RFID/USN	자본집약적 기술	8.05	4.93	3.13
	U-컴퓨팅	고용창출 우위기술	10.02	6.59	3.43
	소프트웨어	고용창출 우위기술	10.35	6.88	3.47
	디지털 콘텐츠	고용창출 우위기술	11.45	7.52	3.93
	지식정보보안	고용창출 우위기술	9.68	6.23	3.45
	정보통신 모듈 및 부품	고용파급 우위기술	7.74	3.84	3.90
	ITS/텔레매틱스	고용파급 우위기술	8.21	4.59	3.62
	평 균	고용파급 우위기술	8.47	4.87	3.60

〈표 8〉 평균 고용창출효과에 따른 R&D 기술분야 구분 (계속)

화학 (4)	정밀화학	자본집약적 기술	8.13	5.01	3.12
	고분자 재료	자본집약적 기술	6.72	4.16	2.56
	화학공정	자본집약적 기술	2.71	1.44	1.27
	화학제품	직접고용 우위기술	10.11	7.29	2.81
	대기/폐기물	직접고용 우위기술	15.97	13.11	2.86
	수질/토양	직접고용 우위기술	15.89	13.12	2.77
	세라믹 재료	고용창출 우위기술	9.67	6.33	3.34
	섬유제조	고용창출 우위기술	10.23	6.80	3.43
	염색가공	직접고용 우위기술	11.73	8.84	2.88
	섬유제품	고용창출 우위기술	10.50	7.11	3.39
	평 균	직접고용 우위기술	8.46	5.94	2.51
기계·소재 (5)	정밀생산기계	고용창출 우위기술	10.10	6.28	3.82
	자동차/철도차량	고용파급 우위기술	7.44	3.03	4.41
	에너지/환경 기계시스템	고용창출 우위기술	10.11	6.42	3.69
	요소부품	고용창출 우위기술	9.29	5.36	3.93
	로봇/자동화기계	고용창출 우위기술	10.11	6.20	3.91
	산업/일반기계	고용창출 우위기술	9.30	5.29	4.01
	조선/해양시스템	고용창출 우위기술	9.77	6.40	3.37
	항공/우주시스템	고용창출 우위기술	11.50	8.03	3.47
	나노·마이크로 기계시스템	직접고용 우위기술	8.42	5.30	3.12
	금속재료	자본집약적 기술	4.61	2.18	2.43
	평 균	고용파급 우위기술	8.13	4.65	3.48
에너지·자원 (6)	온실가스처리	자본집약적 기술	8.03	5.11	2.93
	자원	고용창출 우위기술	10.46	7.05	3.41
	수화력발전	직접고용 우위기술	7.80	5.74	2.06
	송·배전계통	자본집약적 기술	6.75	4.03	2.72
	전력IT	자본집약적 기술	6.62	3.80	2.83
	원자력	직접고용 우위기술	9.14	6.90	2.25
	신재생 에너지	직접고용 우위기술	11.29	8.60	2.69
	평 균	직접고용 우위기술	8.08	5.31	2.77
전기·전자 (7)	광응용기기	자본집약적 기술	6.57	3.35	3.22
	반도체장비	고용파급 우위기술	7.32	4.07	3.25
	중전기기	고용파급 우위기술	8.45	4.95	3.50
	반도체소자 및 시스템	자본집약적 기술	7.49	4.36	3.14
	전기전자부품	자본집약적 기술	7.13	4.11	3.01
	가정용기기 및 전자응용기기	고용파급 우위기술	7.15	3.88	3.26
	계측기기	자본집약적 기술	7.28	4.16	3.12
	영상/음향기기	자본집약적 기술	7.37	4.48	2.89
	전지	고용창출 우위기술	8.87	5.52	3.36
	디스플레이	자본집약적 기술	6.36	3.16	3.19
	평 균	자본집약적 기술	7.22	4.04	3.19

산업기술 R&D 중분류 기준에서 고용창출효과를 직접고용효과와 고용유발효과 사이의 관계를 살펴보면 직접고용효과가 높은 기술분야는 고용유발효과도 높게 추정되었다. 즉, 직접고용효과와 고용유발효과간 추세선은 양의 기울기를 갖는 것으로 분석된다. 산업기술 중분류 기준으로 구체적으로 고용창출효과를 분석하면 〈표 9〉와 같다.

〈표 9〉 중분류 기술별 주요 분석결과 종합

대분류	중분류 기준 주요 분석결과
기계·소재	자동차/철도차량과 금속재료 분야를 제외하고는 기계·소재 기술 분야는 대부분 고용창출 우수기술과 직접고용 우수기술에 해당
화학	주력산업 내 기계·소재 기술 분야에 비해서 직접고용효과는 크나 고용유발효과는 낮음
전기/전자	직접고용효과는 타 기술분야에 비해 낮으며, 중분류 기술간 고용창출효과의 차이가 크지 않은 특성을 보임
정보통신	중분류 기술간 고용유발효과의 차이는 미미하나 직접고용효과의 차이는 크게 나타남
바이오·의료	직접고용효과가 타 기술에 비해 우수하며, 중분류 기술간 고용창출 효과가 상당히 유사하여 중분류 기술들이 고용창출 우수기업과 직접고용 우수기업에 밀집
에너지·자원	신재생에너지, 원자력, 수화력발전, 자원 분야에서 직접고용효과가 우위한 편이나, 고용유발효과는 대체로 낮은 것으로 나타남
지식서비스	서비스업의 특성에 따라 직접고용효과가 매우 우수한 편이나, 직접고용효과와 고용유발효과 간에는 음의 상관관계 존재

V. 결 론

정부 산업기술 R&D 투자의 고용창출효과가 투자액 10억원당 8-12명의 수준으로 분석되었다. 산업기술 R&D 투자액이 제조분야보다는 주로 연구개발 활동에 집중적으로 투입되는 상황임을 감안하면 다른 정부투자사업보다 고용창출효과가 상대적으로 낮을 것으로 예상했으나, 앞서 선행 연구사례 검토를 통해 살펴본 정부투자사업의 고용창출효과(10억원당 8-17명 고용)와 비교하여 크게 낮지 않고 비슷한 수준의 고용이 발생하는 것으로 확인할 수 있었다. R&D를 통해 창출되는 일자리는 상대적으로 질좋은 일자리라는 측면에서 고용의 양적인 측면뿐만 아니라 질적인 측면에서도 R&D 투자가 중요하다. 산업연관분석을 활용하여 산업기술별 R&D 투자에 따른 고용 창출효과를 대분류 기준으로 분석한 결과, 인적자원의 중요성이 상대적으로 높은 지식서비스, 바이오·의료 산업 기술분야의 고용창출 효과가 높은 것으로 분석되었다. 반면, 자본투입 규모가 큰 산업이자 장치산업인 소재, 화학, 에너지·자원 기술분야의 고용창출효과는 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다. 전체 산업기술 R&D의 고용창출효과는 8.49명이다. 이를

대분류 산업기술 기준에서 고용창출효과 속성별로 구분해보면, 고용창출 우위기술은 바이오·의료 기술분야, 직접고용 우위기술은 지식서비스, 화학, 에너지·자원 기술분야, 고용파급 우위기술은 정보통신, 기계·소재 기술분야, 자본집약적 기술은 전기·전자 기술분야로 구분된다.

이상의 결과는 산업기술 R&D 투자의 고용창출효과를 진단하고 예측하는 데 참고자료로 활용할 수 있을 것이다. 또한, 앞으로 R&D 지원정책 수립에 있어 본 논문에서 도출한 고용창출효과 특성을 반영할 필요가 있다. 즉, 기술의 성격에 따라 R&D 정책의 고용창출효과를 예상할 수 있으므로 기술의 성격에 따른 R&D 투자 관련 고용정책을 수립할 수 있다. 예를 들어, 고용창출 우위기술에 속하는 바이오·의료 기술과 직접고용 우위기술에 속하는 지식서비스, 화학, 에너지·자원 기술 분야는 R&D 투자 정책의 선택과 집중을 통해 단기적으로 고용창출의 견인차 역할을 할 수 있는 기술분야이다. 이에 단기적인 고용창출을 통해 경기 부양 및 경제 성장을 목적으로 R&D 투자 정책을 구사한다면, 바이오·의료, 지식서비스, 화학, 에너지·자원 기술 등에 집중할 필요가 있다. 한편, 고용유발 우위기술에 속하는 정보통신, 기계·소재 기술은 산업간 파급효과를 통한 중장기적 고용창출 효과가 시현될 수 있는 기술 분야이므로, 기술이전, 개방형 혁신 등을 통한 기술확산에 주력하는 R&D 투자 전략이 필요하다.

참고문헌

고용정보원 (2012a), 「관광이 지역경제적으로 고용에 미치는 영향분석 연구」, 서울: 고용노동부.

고용정보원 (2012b), 「민간육종연구단지 조성사업의 고용창출효과 분석」, 서울: 고용노동부.

고용정보원 (2012c), 「방송영상콘텐츠사업 육성정책 고용영향평가 연구」, 서울: 고용노동부.

고용정보원 (2012d), 「복지서비스 확대가 고용에 미치는 영향분석 연구」, 서울: 고용노동부.

고용정보원 (2012e), 「사회적기업 육성사업 고용영향평가 연구」, 서울: 고용노동부.

고용정보원 (2012f), 「외식산업 육성 정책의 고용영향평가」, 서울: 고용노동부.

고용정보원 (2012g), 「전통발효식품산업 지원 정책의 고용영향평가」, 서울: 고용노동부.

관계부처합동 (2013), 「고용률 70% 로드맵」, 서울: 관계부처합동

덕성여자대학교 산학협력단 (2014), 「R&D 일자리 창출 성과 측정모형 연구」, 서울: 한국산업기술진흥원.

산업통상자원부 (2012), 「산업기술분류표」, 세종: 산업통상자원부.

오인하 (2011), "부품소재산업 정부지원의 고용효과에 관한 분석", 「생산성논집」, 25(3): 199-229.

하준경 (2012), 「기업 R&D의 일자리 창출 효과 분석」, 서울: 전국경제인연합회.

한국은행 (2013), 「산업연관표(2011 연장표)」, 서울: 한국은행.

현대경제연구원 (2013), 「현안과 과제: 주요 선진국과의 비교를 통해 본 한국의 고용 현황과 시사점」, 13-38, 서울: 현대경제연구원

(주)LG경영개발원 (2013), 「일자리 창출을 위한 미래 산업 비전·전략 2020」, 서울: 한국산업기술진흥원.

Francesco, B., Mariacristina, P. and Macro, V.i (2012), "R&D and Employment: An Application of the LSDVC Estimator Using European Microdata", *Economics Letters*, 116(1): 56-59.

Ghosh, A. (1958), "Input-output Approach to an Allocative system", *Economica*, 25: 58-64.

Heo, J. Y., Yoo, S. H. and Kwak, S. J. (2010), "The Role of the Oil Industry in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5: 327-336.

Miller, R. E. and Blair, P. D. (1985), *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*, New Jersey: Prentice-Hall.

Miller, R. E., Polenske, K. R. and Rose, A. Z. (1989), *Frontiers of Input-output Analysis,* Oxford: Oxford University Press.

Oosterhaven, J. (1996), "Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Model", *Southern Economic Journal*, 62: 750-759.

Timothy, C. S. (2000), "Structural Unemployment and Technological Change in Canada, 1990-1999", *Canadian Public Policy – Analyse de Politiques*, 36: 109-123.

Sven, W. (2011), "Production and Employment Impacts of Biotechnology—Input-output Analysis for Germany", *Technological Forecasting and Social Change*, 78(7): 1200-1209.

Lei, Y., Cui, N. and Donyan, P. (2013), "Economic and Social Effects Analysis of Mineral Development in China and Policy Implications", *Resources Policy*, 38: 448-457.

Yoo, S. -H. and Yoo, T. -H. (2009), "The Role of the Nuclear Power Generation in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis", *Progress in Nuclear Energy*, 51: 86-92.

김호영

단국대학교 건축공학과에서 건축공학으로 학사학위를 취득하고 현재 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 석사과정으로 재학 중이다. 관심분야는 자원/환경경제학, 산업경제학 등이다.

어승섭

고려대학교 경제학과에서 경제학으로 석사학위를 취득하고 현재 동대학원 박사과정으로 재학 중이다. 관심분야는 자원/환경경제학, 산업경제학 등이다.

전영두

한양대학교 화학공학과에서 화학공학으로 박사학위를 취득하고 현재 한국산업기술진흥원 정책기획팀 책임연구원으로 재직 중이다. 관심분야는 산업기술 R&D 및 산업기술정책 등이다.

유승훈

서울대학교 기술경영경제정책 대학원과정에서 자원/환경경제학으로 박사학위를 취득하고 현재 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 교수로 재직 중이다. 관심분야는 자원/환경경제학, 산업경제학 등이다.