

제조업 과학기술 일자리 영향요인 분석†

백철우* · 손병호** · 심정민*** · 노민선****

<목 차>

- I. 서론
- II. 선행연구 분석
- III. 분석모형 및 자료
- IV. 분석결과
- V. 결론

국문초록 : 제조업이 국가경제에서 차지하는 중요성에도 불구하고 고용비중의 급격한 감소는 한국을 포함한 선진국이 당면한 공통의 문제이다. 그 중에서도 과학기술 일자리는 고용의 질과 산업경쟁력에 직결되기 때문에 정책적 차원에서 중요성하나 이에 대한 선행연구는 미진한 편이다. 본 연구에서는 제조업을 기술체제에 따라 세분화하고 신제품 개발, 신공정 개발, 개방형 혁신, 정부 R&D지원이 과학기술 일자리 창출에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 신제품 개발은 과학기술 일자리 확대에 기여하나 신공정 개발은 과학기술 일자리를 감소시키는 것으로 확인되었다. 또한 개방형 혁신은 연구개발 기능의 아웃소싱으로 인해 과학기술 일자리를 감소시키는 효과가 있으며, 정부 R&D 지원은 기술혁신에 대한 수요가 낮은 전통산업의 과학기술 일자리 창출에 기여하는 것으로 나타났다.

주제어 : 과학기술 일자리, 연구개발 인력, 영향요인, 기술체제, 패널분석

* 덕성여자대학교 국제통상학과 부교수, chulwool100@duksung.ac.kr

** 한국과학기술기획평가원 부원장, bhson@kistep.re.kr

*** 한국과학기술기획평가원 연구위원, sjmin1@kistep.re.kr

**** 중소기업연구원 연구위원, msnoh@kosbi.re.kr, 02-707-9843, 교신저자

† 본 논문은 한국과학기술기획평가원이 2017년 12월 발행한 “제조업분야의 과학기술 일자리 영향요인 분석 연구”의 내용을 보완·발전시킨 것임.

Influence Factor of Science and Technology Jobs in Manufacturing Sector

Chulwoo Baek · Byounggho Son · Jung-min Shim · Meansun Noh

Abstract : Despite the importance of manufacturing to the national economy, the sharp decline in the share of employment is a common problem faced by developed countries, including Korea. In particular, science and technology jobs are important in terms of policy because they are directly related to the quality of employment and industrial competitiveness, but previous research on this is insignificant. This study analyzed the effects of new product development, new process development, open innovation, and government R&D support on science and technology job creation after subdividing manufacturing industry by technology regime. As a result of the analysis, it was confirmed that the development of new products contributed to the expansion of science and technology jobs, but the development of new processes decreased science and technology jobs. In addition, open innovation has the effect of reducing science and technology jobs due to outsourcing of research and development functions, and government R&D support contributes to creating science and technology jobs in traditional industries with low demand for technological innovation.

Key Words : Science and Technology Job, R&D Personnel, Influence Factor,
Technology Regime, Panel Data Analysis

I. 서론

2007년 미국에서 시작된 글로벌 금융위기 이후 저성장 기조가 전 세계적으로 확산되고 있으며, 최근에는 제조업을 중심으로 고용없는 성장(jobless growth)이 화두로 대두되고 있다. 노동집약적인 서비스업은 고용창출에 긍정적인 기여를 하는 반면 자본집약적인 제조업은 공정혁신이 빠르게 진행되면서 경제에서 차지하는 부가가치 비중은 빠르게 증가하지만 고용창출의 효과가 미흡하다는 비판에 직면하고 있다(박훈, 2013; 김용현, 2005).

제조업의 고용감소는 비단 한국만의 문제는 아니며 선진국 역시 자동화, 기술혁신, 공장의 해외이전 등으로 제조업 고용감소를 경험하고 있다(McKinsey Global Institute, 2012). 1973~2010년간 선진국의 제조업 고용은 19% 감소하였으며, 국가별로는 미국이 26%로 감소폭이 가장 크며, EU 15개국 15%, 일본 21%, 독일 8%의 감소폭을 보였다(Peterson Institute for International Economics, 2013).

선진경제로 갈수록 서비스업의 비중이 자연스럽게 증가하는 추세에도 불구하고 제조업의 고용기여도를 재고찰할 필요가 있다. 2014년 미국 백악관은 'Making in America'라는 리포트에서 제조업의 역할을 재조명하고 있다. 원가절감을 이유로 제조 공장이 해외로 나가는 오프쇼어링(offshoring) 현상을 겪으면서 미국은 단순히 생산기지가 해외로 이전된 것 이상으로 제조현장과 연구개발 간의 연결고리가 약해짐을 인식하고 '제조업 살리기'와 리쇼어링(reshoring)을 강조하였다(The Withe House, 2014). 특히 글로벌 금융위기 기간 동안 EU의 존립 자체가 위협받는 상황 속에서도 제조업 강국인 독일은 비교적 견고한 성장세를 유지하면서 안정된 고용률을 유지했고, 아시아 국가에 있어서 제조업의 비중이 높을수록 고용률의 하방경직성이 높아진다는 기존의 연구들은 제조업이 경제(고용)의 불확실성이 높아지는 상황 속에서 일종의 안전판(buffer) 역할을 할 수 있음을 시사한다(백철우, 2017).

제조업 일자리 중에서도 과학기술분야 일자리는 고용의 질과 산업경쟁력 측면에서 중요한 의미를 가진다. 과학기술분야 일자리는 주로 이공계 출신의 학사, 석사, 박사들의 연구개발 부문 종사와 연계되기 때문에 제조업 내 일반 생산직에 비해서 비교적 양질의 일자리에 속하며, 제조업의 기술경쟁력 확보에 직접적으로 연관되기 때문에 정책적 차원에서 중요성을 가진다.

과학기술 일자리에 대한 기존의 연구가 일부 존재하는데 이들 연구는 공통적으로 R&D 투자가 과학기술 일자리 확대에 기여함을 주장한다(Ali-Yrkko, 2005; 홍성민 외, 2010;

홍성민 외, 2012). 또한 우리나라가 일본, 프랑스, 독일 등에 비해 R&D 투자와 과학기술 일자리간의 양의 상관관계가 높은 수준이며(홍성민 외, 2012), 과학기술 일자리가 경기변동에 상대적으로 덜 민감하다는 정형화된 사실을 제공하고 있다(Ali-Yrkko, 2005),

상기 선행연구들이 주로 R&D 투자 총량과 과학기술 일자리 창출 사이의 관계에 주목했다면 본 연구에서는 개방형 혁신, 혁신의 종류(제품/공정), 정부지원의 비중 등이 기술체제(technology regime)별로 과학기술 일자리에 어떻게 영향을 미치는지 분석하고자 한다. 이를 위해 과학기술정보통신부와 한국과학기술기획평가원이 매년 조사하는 연구개발활동 조사의 2005~2015년간 원자료를 표준산업분류코드 3자리로 통합한 자료를 활용하여 패널 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 과학기술 일자리를 일반 생산직과 기능직을 제외한 연구개발직으로 한정하였다. 분석결과 신제품 개발은 과학기술 일자리 창출에 기여하나 신공정 개발과 개방형 혁신은 과학기술 일자리를 저해하는 것으로 나타났다. 또한 혁신 수요가 상대적으로 낮은 전통산업에서 정부 R&D 지원의 과학기술 일자리 창출효과가 큰 것으로 나타났고 이상의 분석 결과를 토대로 국가연구개발사업 및 연구개발 인력 정책에 대한 정책적 시사점을 제시하였다.

II. 선행연구 분석

2.1. 과학기술인력의 정의 및 범위

우리나라에서 과학기술인력은 2004년도에 제정된 「국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법」 제2조에 근거한 ‘이공계인력’에 근거하는 것이 일반적이다. 이 특별법에는 과학기술인력을 ‘이공계인력’이라 칭하고 있으며, ‘이학, 공학 분야와 이와 관련되는 학제 간 융합분야를 전공한 사람으로 전문대학 이상의 교육기관에서 이공계분야의 학위 또는 국가기술자격법에 의한 산업기사 또는 이에 동등한 자격 이상을 보유한 자’로 요건을 제시하고 있다. 동 법은 전공 및 학력 등 교육 및 자격기준에 따른 분류 근거를 제공하나 직업에 대한 기준은 제시하지 않고 있다.

이공계인력이 학위 및 자격기준으로만 구분됨에 따라 여기에 직업 기준의 추가할 필요성이 제기되고 있다. 이공계인력 요건에 OECD의 직업 기준을 반영하여 과학기술인력의 범위를 정리하면 자연, 공학, 의역계열 전공의 이공계 인력이면서 과학기술 관련 직업에

중시하는 인력을 지칭한다. 「국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법」에서 명시하는 과학기술 관련 직업은 전문서비스 관리직, 과학전문가 및 관리직, 정보통신 전문가 및 기술직, 공학 전문가 및 기술직 등이 있다.

하지만 교육과 직업 기준을 모두 충족하는 과학기술인력에 대한 실태조사 자료가 확보 가능하지 않기 때문에 본 연구에서는 과학기술정통부와 한국과학기술기획평가원이 OECD Frascati manual에 따라 매년 조사하는 ‘연구개발활동조사’ 자료를 활용하였고, 따라서 과학기술인력 일자리를 연구개발 인력으로 한정한다. 선행연구에서는 연구개발 분야의 과학기술 일자리가 아닌 기업 전체의 고용을 주로 다루고 있기 때문에 해석에 주의할 필요가 있다.

2.2절에서는 기술혁신이 전체 고용에 미치는 효과에 대한 선행연구들을 고찰하고, 2.3절에서는 본 연구의 과학기술 일자리 정의에 부합하는 연구개발 인력의 고용에 미치는 효과에 대한 선행연구를 검토하고자 한다.

2.2. 기술혁신의 전체 고용창출 효과

기술혁신이 생산성 향상을 통해 고용을 줄어든게 만든다는 주장과 기술혁신이 새로운 산업의 탄생이나 제품의 생산을 촉발하여 고용을 더 창출한다는 주장은 산업혁명 시기부터 오랫동안 논쟁이 되어 왔다. 19세기 영국의 숙련 노동자들은 새로운 기계의 보급에 의해 고용이 감소하자 불만을 품고 기계파괴운동(Luddite)을 일으켰다. 그러나 노동자들의 우려와는 달리 다수의 경제학자들은 ‘보상이론(Compensation theory)’을 제시하면서 장기적으로 기술혁신은 다양한 경로를 통해 새로운 고용을 창출할 것이라고 반박하였다.

Say(1964)는 한 분야의 혁신이 타 분야로 전파되어 고용을 창출한다고 주장했다. 공정 혁신에 의해 대체된 노동력을 혁신에 사용된 기계를 생산하는 자본재 산업에서 인력을 고용하면서 보상이 일어나고, 공정혁신이 제품의 가격을 하락시킴으로써 기계의 부담을 줄여 새로운 수요를 창출함으로써 생산량 및 고용증가에 기여한다고 보았다. Pasinetti(1981)나 Boyer(1988)는 혁신으로 인한 비용 절감이 임금의 상승을 유발하여 지출의 증가 및 수요의 증가를 통해 산업 발전을 유도한다고 주장하였다. Bogliacino and Vivarelli(2012)도 EU 16개국의 제조업과 서비스업을 대상으로 1996-2005년 자료를 분석한 결과, R&D 지출의 고용창출 효과를 확인하였으며, 이 결과는 R&D 지출 변수를 유량(flow)변수와 저장(stock)변수로 정의할 때 모두 강건하게 성립하였다. Coad and Rao(2010)도 R&D투자 증

가율이 1-2년의 시차를 두고 고용증가율과 매출증가율에 기여함을 확인하였다. 반면 Piva and Vivarelli(2005)가 1992-1997년 575개 이탈리아 제조업체를 대상으로 분석한 결과에 따르면 당해연도의 R&D 지출은 고용 증가에 기여했으나 전기의 R&D 지출은 유의한 영향을 미치지 않는 결과를 도출하여 Coad and Rao(2010)의 연구와 R&D 시차면에서 상이한 결과를 보이기도 했다.

그러나 이러한 대부분의 보상 효과는 실증 연구로 뒷받침되기 어렵다는 비판이 많았다. 기계의 도입이 훨씬 많은 노동을 대체할 수 있고, 노동자 해고에 따른 부정적 효과가 상품 수요 증가보다 더 크다는 전통적인 반론이 등장하였다. 이와 같은 맥락에서 Green and Gullec(2000)은 혁신적인 기업일수록 더 많은 고용을 창출하나, 산업수준에서 총 고용효과는 부정적이라는 연구결과를 내린 바 있다.

혁신과 고용의 관계에 대한 논쟁은 선진국들을 중심으로 ‘고용없는 성장’이라는 주제로 확대되었다. Brynjofsson and McAfee(2016)는 ICT 기술의 혁명과 발전이 덜 숙련된 노동자보다 숙련된 노동자를 선호하게 만들 것이라는 견해를 내놓았다. 또한, 노동자보다 자본의 소유자에게 돌아가는 수익이 커져, 불평등과 양극화를 심화시킬 것이라고 예견하였다. Rifkin(2014)는 정보화 사회가 창조한 세상에서 수많은 사람들이 일자리를 잃게 될 것이라고 경고하였다.

기술혁신의 종류에 따른 차별화된 고용창출 효과도 선행연구에서 심도있게 논의되었다. 신제품이나 신산업을 창출해내는 제품혁신은 장기적으로 시장을 확대할 뿐만 아니라, 단기적으로도 새로운 고용을 더 창출할 것이라는 것이 지배적 의견이다. 반면 공정혁신은 단기적으로는 생산성 향상 및 기계의 도입으로 인하여 고용에 부정적인 영향을 끼치는 반면 장기적으로는 경쟁력 강화와 매출 증대에 따른 고용유발 효과를 일으킨다는 견해가 우세하다(홍성민 외, 2010).

한편 기술혁신이 고용에 미치는 영향이 기업의 특성에 따라 다를 수 있음에 주목한 연구들도 다수 존재한다. Van Reenan(1997), Smolny(1998), Blanchflower and Burgess(1998) 등의 연구들은 혁신과 고용 간 양의 상관관계가 있다고 결론을 내렸다. 반면, Klette and Førre(1998)는 매출액 대비 R&D 지출 비중이 1% 이상인 기업에 속하는 공장의 순고용증가가 그렇지 않은 기업의 공장의 순고용증가보다 오히려 낮음을 실증하였고 Brouwer et al.(1993)은 R&D 집약도가 높은 기업일수록 고용증가율은 낮음을 밝혔다. 이러한 상반된 연구결과가 나타난 이유는 노동의 수요와 공급에 있어서 혁신 활동뿐만 아니라 산업 및 거시경제 상황 등 외부 요인들에 많은 영향을 받기 때문이다. 따라서 단순히 기술혁신활동을 통해 고용 증가 여부를 확인하는 것보다 기술혁신의 성과가 어떠한 메커니

증과 연결고리를 통해 고용창출과 연관되어 있는지 파악하는 것이 중요하다.

기술혁신 효과에 대하여 대기업과 중소기업에 따라 나타나는 연구결과가 다르다는 점 또한 주목할 만하다. 신범철 외(2012)는 동태적 고용 모형을 기반으로 기술혁신 변수를 제품기술 혁신과 생산공정 혁신의 2가지로 구분하여 설문조사를 수행하였다. 대기업은 생산 설비의 해외이전과 생산자동화 확대를 추진하여 고용창출이 줄어든 것으로 보이는 반면, 중소기업의 기술혁신은 일자리 창출에 유의한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 생산 공정 혁신의 고용효과가 제품기술 혁신의 고용효과보다 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 이공래 외(2010)는 고용이 증가되는 기업들이 어떤 혁신 특성을 갖는가를 규명하기 위해 국내 1,478개 기업의 패널 데이터를 구축하여 연구를 진행하였다. 연구결과 중소기업과 벤처기업의 연구개발 투자가 고용유발효과에 대해 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 그러나 대기업의 기술혁신 활동은 고용과 유의한 상관관계를 보이지 않았으며, 기업유형별로는 과학기반형 기업이 기업 유형 중에서 가장 고용유발효과가 탁월한 것으로 나타났다.

기술혁신 또는 R&D 투자가 산업별로 차별화된 결과를 가져온다는 선행연구도 다수 존재한다. 최동혁 외(2014)는 한국의 기업 활동실태조사(2006~2011)를 활용한 실증분석결과 기업 고용 증가율에 R&D 투자가 유의미한 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다. 하이테크 산업에 대한 R&D 투자는 매출 성장을 위한 기술적 기회를 제공하지만 하이테크 산업이 고용 성장을 통해 지속 가능한 경제 성장을 달성하는 데에는 도움을 주지 못할 가능성을 보여주었다. 한편 Greenan and Gullec(2000)의 연구에서는 혁신적인 기업일수록 더 많은 고용창출을 하지만 산업수준에서 총 고용효과는 부정적이라는 의견을 제시하기도 했다. Bogliacino et al.(2012)도 1990-2008년간 677개 유럽 기업에 대해 분석한 결과 R&D 투자가 서비스업 및 하이테크 산업에서는 고용을 증대하는 효과를 가졌으나, 전통적인 제조업에서는 유의미한 결과를 얻지 못하여 산업별로 상이한 결과를 도출한 바 있다.

2.3. 과학기술 일자리의 영향요인 관련 선행연구

과학기술 일자리에 대한 통계 수준의 국내외 실태조사는 일부 확인이 되나 과학기술 일자리의 영향요인에 대한 연구는 극히 소수에 불과하다. 이는 전체 고용에 비해 과학기술 일자리에 대한 정책적 관심도가 상대적으로 낮고 분석에 가용한 자료 확보가 용이하지 않았기 때문으로 판단된다.

Ali-Yrkkö(2005)는 1997-2002년 기간 핀란드 기업을 대상으로 R&D 투자가 연구개발

인력에 대한 수요를 확대시켜 결과적으로 연구개발 인력의 고용증가에 기여함을 확인하였다. 특히 연구개발 인력에 대한 수요는 비R&D 인력과 달리 경제호황과 침체 등의 경기변동의 영향을 상대적으로 적게 받았다.

홍성민 외(2010)는 기술혁신이 고용에 미치는 효과를 분석하면서 R&D 활동이 제품혁신, 공정혁신, 연구개발 직군의 직접고용을 통해 고용을 창출하는 메커니즘을 제시하였다. R&D 투자가 늘어날 경우 R&D 활동 자체를 수행할 연구개발 인력이 증대하는 효과는 기술혁신을 통해 나타날 수 있는 가장 직접적이면서도 당연한 고용창출 효과라고 할 수 있다.

한편 홍성민 외(2012)는 R&D 투자와 연구개발 인력 고용 사이의 상관관계를 분석하였는데, 1991-2006년간 두 변수간 상관관계가 0.945로 미국의 0.971보다는 다소 낮지만, 일본의 0.796, 프랑스의 0.781, 독일의 0.672 등 다른 선진국에 비해서는 상관관계가 높음을 확인하였다. 동일한 기간에서 대학의 R&D 투자와 전임교원 증가치의 상관계수가 0.79에 불과한 것을 감안하면 기업에서 R&D 투자의 연구개발 인력 고용 창출력이 높은 것을 확인할 수 있다.

이상의 선행연구는 공통적으로 R&D 투자가 연구개발 인력 중심의 과학기술 일자리에 중요한 영향요인이었음을 시사한다. 하지만 선행연구가 R&D 투자 총량이 과학기술 일자리 창출에 미친 영향을 주로 살펴봤다면, 본 연구에서는 개방형 혁신, 혁신의 종류(제품/공정), 정부지원의 비중 등 다양한 관점에서 과학기술 일자리의 영향요인을 분석하고자 한다.

2.4. 연구가설

첫째, 신제품과 신공정 개발에 대한 투자 노력이 증대될수록 기업은 더 많은 연구개발 인력이 필요하고 이는 과학기술 일자리의 확대에 기여할 것으로 예상할 수 있다(손동희 외, 2015; 하준경, 2012). 신제품과 신공정 개발과정은 새로운 분야의 지식과 경험을 요구하기 때문에 기존 연구개발 인력의 역량만으로는 한계가 존재한다. 기존 인력의 학습과 시행착오를 통해 서로 새로운 영역에 대한 도전이 가능하나 긴 시간이 소요되고 불확실성이 높으며 암묵지를 흡수하기 어렵다. 이러한 점을 고려할 때 기업은 신제품과 신공정 개발 시 해당 분야 지식과 경험을 가진 연구인력의 신규 채용을 선호할 것으로 예상된다.

둘째, 개방형 혁신은 외부의 지식을 내부화하는 수단이라는 순기능도 있지만 연구개발 전문기업이나 대학, 출연(연) 등에 R&D 기능을 아웃소싱하기 때문에 과학기술 일자리를

오히려 줄일 것으로 예상된다. 개방형 혁신의 성과로 인해 기업 전체 고용은 증가할 수 있지만 과학기술 일자리 측면에서에서는 개방형 혁신이 자체 연구개발을 대체하는 효과가 있다. 일례로 Procter&Gamble사는 InnoCentive와 NineSigma을 통해 개방형 혁신을 수행함으로써 R&D 부서의 규모를 9,000명까지 감소시킨 것으로 알려져 있다(Howe, 2006)

셋째, 정부의 R&D 지원 수준이 높을수록 과학기술 일자리는 확대될 것으로 예상된다. 정부로부터 R&D 지원은 기업의 R&D 투자에 따른 위험을 정부와 공유하기 때문에 기업의 R&D 투자를 보완하는 부가성(additionality)을 가지는 것으로 알려져 있다(신태영, 2004; 이병기, 2004; 최석준·김상신, 2007). R&D 투자총액의 증가는 연구개발 인력 채용 확대를 가져오기 때문에 정부 R&D 지원은 부가성을 통해 과학기술 일자리를 증가할 것으로 예상할 수 있다. 실제로도 중소기업은 정부로부터 지원받는 연구개발과제 수행을 위해서 신규로 채용하는 연구원(사업 공고일 6개월 이내 채용 포함)의 인건비는 연구비 내에서 현금으로 계상하여 지급할 수 있기 때문에 정부 R&D 지원 수준이 높을수록 과학기술 일자리는 증가할 가능성이 높다.

넷째, 산업의 기술체제(technology regime)는 과학기술 일자리의 영향요인을 변화시킬 것으로 전망된다. Bogliacino and Pianta(2010)는 Pavitt's taxonomy(Pavitt, 1984)를 일부 수정하여 제조업을 Science-based industries(SB), Specialised Suppliers industries(SS), Scale and Information intensive industries(SI), Supplier Dominated industries(SD)로 구분하고 있다. 이러한 산업구분은 기술변화의 성질, 생산공정의 특성, 시장구조 등을 고려한 것이며, 신제품 개발에 대한 투자는 제품혁신을 중시하는 Science-based industries(SB)에서 과학기술 일자리를 향상시키는 효과가 타 산업에 비해 큰 반면, 자체적인 혁신노력 유인이 약한 Supplier dominated industries(SD)에서는 정부 R&D 지원의 비중이 타 산업에 비해 과학기술 일자리 창출에 기여하는 부분이 더 클 것으로 전망된다.

다섯째, 30대 미만의 젊은 과학기술 일자리는 전체 과학기술 일자리와 상이한 패턴을 보일 것으로 전망된다. 우선 30대 미만의 연구개발 인력은 학위 취득 후 근무연수가 짧은 신규인력에 해당하기 때문에 고도의 전문지식과 경험이 필요한 신제품 개발에서는 그 수요가 낮을 것으로 예상된다. 특히 경력이 없는 신규 연구인력 채용은 기업 입장에서 정보의 비대칭으로 인한 부담감이 클 수 밖에 없지만 정부 R&D 지원은 인건비 지원을 통해 이러한 위험을 낮추기 때문에 젊은 과학기술 일자리를 확대하는데 기여할 수 있을 것이다.

<표 4> revised Pavitt's Taxonomy

구분	특성	대표 업종
Science-based industries (SB)	연구실을 통한 R&D 중요 제품혁신의 비중이 높음 특히 성과 우수	제약, 전자, 컴퓨터 서비스
Specialised supplier industries (SS)	타 산업의 신공정에 사용되는 중간재 생산 사람에 체화된 암묵적 지식과 디자인 스킬이 중요	기계, 장비
Scale and information intensive industries (SI)	규모의 경제가 중요 과점시장의 형태	자동차, 금융
Supplier dominated industries (SD)	전통산업 혁신이 상대적으로 덜 중요 소기업이 주로 분포	식품, 섬유, 소매서비스

III. 분석모형 및 자료

3.1. 자료 및 변수

II장에서 과학기술 일자리의 범위를 자연, 공학, 의역계열 전공의 이공계 인력이면서 과학기술인력 직업에 종사하는 인력으로 정의하였다. 「지역고용조사」 자료를 활용하는 방안도 가능하나 이 자료만으로는 이러한 과학기술 일자리 범위를 유지하면서 기술혁신이나 산업혁신, 정부정책 등이 일자리 규모에 미친 영향을 분석하는 데에는 한계가 존재한다.

반면 과학기술정보통신부와 한국과학기술기획평가원이 매년 조사하는 「연구개발활동조사」는 국가승인통계로서 기업부설연구소의 연구인력에 대한 가장 신뢰할 만한 정보를 제공한다. 과학기술기본법에 따라 실시하는 과학기술통계로 1982년에 국가승인 지정통계가 되었다. OECD Frascati manual에 따른 이학, 공학, 의학, 농학, 인문학, 사회과학 분야를 대상으로 전국의 공공연구기관, 대학, 의료기관, 기업체를 대상으로 조사한다. 2017년(조사대상년도: 2016년도) 기준으로 부설연구소를 보유한 55,843개 기업을 대상으로 조사하였고, 이 중에 44,518개(79.7%)가 회수되었다. R&D 투자 및 연구개발 인력에 대해서 가장 광범위하고 신뢰성 높은 자료라 할 수 있다.

본 연구에서는 과학기술 일자리를 기업부설 연구소 내의 연구인력에 한정하여 분석하였

다. 여기서 연구인력이란 연구원, 연구지원인력, 기능인력을 모두 포함한다. 다만 과학기술과 연관성이 낮은 연구행정 및 기타지원 인력은 포함하지 않았다. 「연구개발활동조사」 2005-2015년 자료를 활용하였는데 기업단위의 원시자료를 제공하지 않는 관계로 기업별 자료를 표준산업분류코드 3자리 단위에서 통합하여 분석에 활용하였다. 2006년 과학기술 일자리는 164,650명에서 2015년 281,667명으로 10년 동안 71.1%나 증가하였다. 표준산업분류코드 9차가 2008년에 개정되어 2007년 이전 산업분류는 9차 기준으로 매칭하였다. 분석에 사용된 변수의 정의 및 기초통계는 <표 5>와 <표 6>에 제시하였다. 종속변수로 과학기술 일자리 증가율을 사용하였으며, 연령별 차이를 파악하기 위해 이를 30세 미만으로 추가적으로 구분하여 분석하였다.

<표 5> 변수 정의

구분		변수명	변수정의
종속변수		과학기술 일자리 증가율	전년도 대비 과학기술 일자리 증가율
		젊은 과학기술 일자리 증가율	30세 미만 과학기술 일자리의 증가율
독립 변수	산업의 혁신성	개방형 혁신 정도	(외부로부터 받은 연구비 + 외부로 지출한 연구비) / 총R&D 투자
		신제품 개발 비중	(신제품 개발을 위한 연구개발비) / 총R&D 투자
		신공정 개발 비중	(신공정 개발을 위한 연구개발비) / 총R&D 투자
	정부 정책	정부지원 비중	(정부로부터 받은 연구비) / 총R&D 투자
통제 변수	R&D 투자	R&D 집약도	총R&D 투자/생산액
	산업의 성장성	생산액 증가율	전년도 대비 매출액 증가율

<표 6> 변수 정의 및 기초통계

변수	관측치수*	평균	최소	최대	표준편차
과학기술 일자리 증가율	738	0.168	-0.682	5.429	0.487
젊은 과학기술 일자리 증가율 (30세 미만)	724	0.181	-1.000	7.000	0.689
박사학위 과학기술 일자리 증가율	663	0.269	-1.000	33.000	1.735
개방형 혁신정도	738	0.165	0.000	1.086	0.131
신제품 개발 비중	738	0.511	0.000	1.000	0.139
신공정 개발 비중	738	0.102	0.000	0.713	0.073
정부지원 비중	738	0.102	0.000	0.870	0.108
R&D집약도	738	0.037	0.001	6.400	0.236
생산액 증가율	738	0.232	-0.991	8.716	0.778

* 44,518개 기업 데이터를 표준산업분류코드 소분류(3자리)에서 통합하여 분석한 관계로 전체 관측치수가 738개로 나옴

상기 변수를 Pavitt's taxonomy에 따라 세분하여 분석한 결과는 <표 7>에 제시하였다. Science-based industries의 경우, 과학기술 일자리 증가율은 높지는 않지만, R&D 집약도와 신제품 개발 비중이 타 산업에 비해 높은 수준으로 해당 기술체제의 특성에 부합하며, 정부지원 비중도 타 산업에 비해 높은 수준이다.

Specialised supplier industries는 4개 산업분류 중 과학기술 일자리의 증가가 가장 빠르며, 특히 박사학위 과학기술 일자리는 타 산업에 비해 압도적인 증가율을 보인다. R&D 집약도, 개방형 혁신정도 등 혁신수준은 가장 낮으나 생산액 증가율이 0.322로 타 산업에 비해 높기 때문에 과학기술 일자리가 늘어난 것으로 판단된다. 자체적인 혁신노력도 부족하고 정부지원 비중도 낮은 상황에서 생산액 증가율에 의존해 과학기술 일자리가 늘어나고 있어서 일자리의 지속가능성은 높지 않은 것으로 판단된다.

규모의 경제가 중요한 Scale and information intensive industries의 경우, 과학기술 일자리 증가율은 평균 수준이지만, R&D 집약도, 개방형 혁신정도, 신공정 개발비중 등이 비교적 높은 편에 속한다. 대기업 중심의 산업인 관계로 과학기술 일자리 증가율이 높지는 않지만 비교적 혁신에 대한 노력 수준은 높은 것으로 판단된다.

소기업 중심의 전통산업으로 구성된 Supplier dominated industries는 생산액 증가율이 가장 낮은 관계로 과학기술 일자리의 증가율도 가장 낮은 것으로 나타났다. R&D 집약도는 낮으나 개방형 혁신수준이 높고, 정부지원 비중이 높아 자체적인 역량보다는 외부 혁

신자원을 활용을 적극적으로 하고 있음을 확인할 수 있다.

각 변수가 기술체제에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 가지는지 확인하기 위해 분산 분석(ANOVA)을 실시하였고 그 결과는 <표 7>의 F값으로 제시하였다. 분산분석 결과 R&D 집약도와 생산액 증가율을 제외한 변수에서는 기술체제간 평균치가 통계적으로 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다.

<표 7> 기술체제별 각 변수의 평균

변수명	SB	SS	SI	SD	F값
과학기술 일자리 증가율	0.134	0.243	0.148	0.116	2.65**
젊은 과학기술 일자리 증가율	0.105	0.296	0.153	0.139	3.05**
개방형 혁신 정도	0.163	0.122	0.172	0.235	21.12***
신제품 개발 비중	0.532	0.510	0.471	0.548	10.28***
신공정 개발 비중	0.108	0.102	0.110	0.081	4.39***
정부지원 비중	0.095	0.081	0.093	0.167	18.59***
R&D 집약도	0.050	0.014	0.053	0.031	1.27
생산액 증가율	0.243	0.322	0.178	0.138	1.92

주: SB(Science-based), SS(Specialised Suppliers), SI(Scale Intensive), (SD)Supplier Dominated

***, **, *은 각각 유의수준 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 의미함

3.2. 분석모형

본 연구에 사용된 자료가 산업단위의 패널자료임을 감안하여 패널데이터 분석모형 적용을 적용하였으며 추정식은 식(1)과 같다.

$$y_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 y_{i,t-1} + \sum_{k=2}^n \alpha_k X_{k,i,t} + \sum_{t=1}^T \beta_t year_t + u_i + e_{i,t} \quad (1)$$

i : 산업, t : 연도

$y_{i,t}$: 고용증가율

X : 독립변수 및 통제변수

year : 연도더미

u, e : 오차항

식(1)의 모형은 종속변수의 1기 시차변수($y_{i,t-1}$)를 독립변수로 활용하는 동적 패널모형(dynamic panel model)이다. 여기서 오차항 u_i 를 고정효과로 가정하고 $y_{i,t-1}$ 에 대해 within 변환을 하면 추정을 할 수 있으나 이 때의 추정값은 일치추정량이 되지 못한다. 1차 차분을 한 이후에 추정을 하거나 확률효과 모형으로 추정하는 경우에도 일치추정량을 얻지 못하게 된다. 동적 패널모형에서 일치추정량을 얻기 위해서는 1차 차분모형을 선택하고, 내생성 문제를 해결하기 위해 도구변수 추정법을 이용해야 한다. 1차 차분 모형에서 오차항 $\Delta e_{i,t} = e_{i,t} - e_{i,t-1}$ 은 t기와 t-1기의 오차항만으로 구성되어 있어 $y_{i,t-2}$ 를 도구변수로 사용하면 내생성 문제를 해결하면서 일치추정량을 얻을 수 있다(민인식·최필선, 2009).

따라서 본 연구에서는 식(1)를 1차 차분하여 식(2)의 형태로 전환한 후, 종속변수의 2기 시차변수를 도구변수로 활용하여 2SLS(two-stage least square) 모형으로 추정하였다.

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_1 \Delta y_{i,t-1} + \sum_{k=2}^n \alpha_k \Delta X_{k,i,t} + \sum_{t=1}^T \beta_t \Delta year_t + \Delta e_{i,t} \quad (2)$$

IV. 분석결과

4.1. 전체 과학기술 일자리 증가율의 결정요인

과학기술 일자리 증가율의 변화율을 종속변수로 하고 도구변수를 활용해서 2SLS 모형을 추정한 결과는 <표 8>과 같다. 신제품 개발 비중은 전체(All)와 Science-based, Scale intensive 산업에서 과학기술 일자리를 늘리는 효과가 있어 가설 1이 성립됨을 확인할 수 있다. 하지만 신공정 개발 비중은 Science-based 산업에서는 과학기술 일자리를 증대시키거나 Specialised suppliers와 Scale intensive 산업에서 오히려 감소시켜 산업의 기술적

특성에 따라 그 효과가 상이함을 확인할 수 있다. 신제품 개발과 달리 신공정 개발은 연구 개발 인력이 뿐만 아니라 생산직 및 기술직 등의 참여가 중요하기 때문에 신공정 개발 비중의 증가가 과학기술 일자리의 증가를 담보하지 못하는 것으로 이해할 수 있다.

<표 8> 과학기술 일자리 증가율 결정요인 추정 결과

종속변수: △과학기술 일자리 증가율	All (b/t)	SB (b/t)	SS (b/t)	SI (b/t)	SD (b/t)
△과학기술 일자리 증가율(t-1)	0.080 (1.458)	-0.026 (-0.364)	-0.243* (-1.937)	-0.155* (-1.882)	0.221* (1.796)
△개방형 혁신정도	-0.518 (-1.535)	-0.693 (-0.838)	-0.584 (-1.543)	-0.729* (-1.806)	-2.102* (-1.924)
△신제품 개발 비중	0.453*** (2.581)	1.408*** (3.837)	-0.194 (-0.871)	0.416** (1.963)	0.316 (0.816)
△신공정 개발 비중	-0.141 (-0.351)	1.838* (1.825)	-0.785** (-2.111)	-1.227** (-2.562)	0.926 (0.921)
△정부지원 비중	0.396 (1.121)	1.115 (1.012)	0.217 (0.688)	0.627 (1.278)	3.320** (2.540)
△R&D 집약도	5.964*** (4.810)	11.921*** (5.236)	1.954 (1.256)	-0.098 (-0.087)	35.193*** (3.469)
△생산액 증가율	0.402*** (14.705)	0.467*** (11.032)	0.355*** (5.317)	0.107*** (3.487)	0.495*** (7.658)
constant	0 (0.019)	0.016 (0.472)	-0.026 (-1.348)	0 (0.021)	0.011 (0.295)
R-squared	0.136	0.102	0.392	0.063	0.178
no of obs	474	125	81	131	137

주: SB(Science-based), SS(Specialised Suppliers), SI(Scale Intensive), (SD)Supplier Dominated

***, **, *은 각각 유의수준 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 의미함

개방형 혁신은 두 번째 가설에서 부합되게 과학기술 일자리를 감소시키는 것으로 나타났다. R&D 업무를 연구개발전문기업, 대학, 출연(연) 등에 아웃소싱하기 때문에 기업 내 연구개발 인력에 대한 수요를 감소시키는 효과가 있는 것으로 확인된다.

정부의 R&D 지원은 Supplier dominated 산업에만 과학기술 일자리를 확대시키는 효과가 있으며 그 외 산업은 그 효과가 통계적으로 유의하지 않아 세 번째 가설은 부분적으로 성립한다. Supplier dominated 산업은 자체적인 혁신동인이 떨어지는 전통산업으로

소기업이 주로 분포되어 있기 때문에 정부 지원이 과학기술 일자리에 기여할 수 있으나 그 외의 산업에서는 정부 R&D 지원을 통한 신규 채용은 미미함을 확인할 수 있다.

통제변수로 사용한 R&D 집약도나 생산액 증가율은 모두 통계적으로 유의한 양의 계수를 가지고 있다. 이는 R&D 투자 확대가 과학기술 일자리 확대에 기여한다는 선행연구와 부합하는 결과이며(Ali-Yrkkö, 2005; 홍성민 외, 2010; 홍성민 외, 2012), 산업의 성장이 과학기술 일자리를 창출한다는 점에서 적어도 연구개발 인력의 관점에서는 고용있는 성장이 여전히 유효함을 시사한다.

4.2. 30세 미만 과학기술 일자리 증가율의 결정요인

30세 미만의 연구개발 인력은 일반적으로 학위과정 이후 첫 직장을 가진 신규 인력일 가능성이 높기 때문에 경력직 연구개발 인력과 고용패턴이 상이할 수 있다. 이러한 점에 착안하여 30세 미만 젊은 과학기술 일자리의 영향요인을 추정한 결과는 <표 9>와 같다.

4.1의 전체 과학기술 일자리와 비교하면 신제품 개발과 신공정 개발 모두 30세 미만 젊은 과학기술 일자리에 유의하지 않거나 아니면 부(-)의 효과를 미치는 것으로 분석되어 가설 1이 기각됨을 확인할 수 있다. 신공정 개발은 전체 과학기술 일자리와 동일한 결과이나 신제품 개발은 전체 과학기술 일자리와는 반대의 결과가 도출되었다. 이는 신제품 개발에 있어서 기업은 30세 미만의 젊은 연구개발 인력보다는 30대 이상의 경력직을 선호하는 것으로 해석된다.

개방형 혁신은 전체 과학기술 일자리와 마찬가지로 부(-)의 효과를 보이는데 다만 Specialised supplier 산업에서 그 효과가 유의하게 나타나 가설 2를 부분적으로 지지한다.

정부 R&D 지원은 전체 산업과 Specialised supplier 산업에서 젊은 과학기술 일자리 확대에 기여하여 세 번째 가설을 지지한다. 중소기업이 정부로부터 지원받는 연구과제에서 신규로 채용하는 연구원은 인건비를 연구비 내에서 현금으로 계상하여 지급할 수 있는데 이 때 주로 30세 미만의 젊은 연구개발 인력을 채용하는 것으로 해석된다.

이상의 결과는 다섯 번째 가설을 지지하는 것으로 확인된다.

<표 9> 젊은 과학기술 일자리(30세 미만) 증가율 결정요인 추정 결과

종속변수: △30세 미만 과학기술 일자리 증가율	All (b/t)	SB (b/t)	SS (b/t)	SI (b/t)	SD (b/t)
△과학기술 일자리 증가율(t-1)	-0.231*** (-4.043)	0.078 (0.851)	-0.58*** (-6.459)	-0.043 (-0.319)	-0.319*** (-2.756)
△개방형 혁신정도	-0.34 (-0.631)	0.452 (0.429)	-2.456*** (-2.952)	-0.915 (-0.947)	3.032 (1.472)
△신제품 개발 비중	-0.36 (-1.269)	-1.252** (-2.444)	-0.867 (-1.616)	-0.325 (-0.638)	0.305 (0.435)
△신공정 개발 비중	-0.18 (-0.285)	1.037 (0.823)	-2.292*** (-2.674)	-0.154 (-0.130)	-1.13 (-0.633)
△정부지원 비중	0.959* (1.705)	-0.039 (-0.027)	2.654*** (3.591)	1.252 (1.057)	-2.507 (-1.020)
△R&D 집약도	4.943** (2.466)	5.043 (1.371)	12.232*** (3.603)	2.257 (0.837)	34.264** (2.042)
△생산액 증가율	0.298*** (7.090)	0.8*** (9.735)	0.49*** (3.418)	0.131* (1.682)	0.278*** (3.483)
constant	-0.007 (-0.266)	0.013 (0.326)	-0.054 (-1.212)	-0.003 (-0.077)	0.023 (0.341)
R-squared	0.066	0.085	0.109	0.077	0.126
no of obs	460	115	81	131	133

주: SB(Science-based), SS(Specialised Suppliers), SI(Scale Intensive), (SD)Supplier Dominated

***, **, *은 각각 유의수준 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 의미함

V. 결론

상기 선행연구들이 R&D 투자 총량이 과학기술 일자리 창출에 미친 영향을 살펴봤다면 본 연구에서는 개방형 혁신, 혁신의 종류(제품/공정), 정부지원의 비중 등 기술체제 (technology regime)별로 과학기술 일자리에 어떻게 영향을 미치는지 분석하였고 다음과

같은 주요 연구결과를 도출하였다. 첫째, 신제품 개발은 과학기술 일자리 확대에 기여하나 30세 미만의 젊은 과학기술 일자리는 오히려 감소시켜 경력직 위주의 연구개발 선호 현상을 확인할 수 있다. 둘째, 신공정 개발은 오히려 과학기술 일자리를 감소시켜 신공정 개발이 연구직 뿐만 아니라 생산직, 기술직 등에 의해서도 상당 부분 추진되고 있음을 예상할 수 있다. 셋째, 개방형 혁신은 R&D 기능의 아웃소싱으로 인해 과학기술 일자리를 감소시킨다. 넷째, 정부지원은 혁신 수준이 상대적으로 낮고 소기업이 주로 분포된 Supplier dominated 산업에서 과학기술 일자리 확대에 기여하며, 특히 30대 미만의 젊은 과학기술 일자리 확대에도 기여함을 확인할 수 있다.

이상의 분석결과는 과학기술 일자리 확대를 위한 다음과 같은 정책적 시사점을 제시한다. 첫째, 기업이 국가연구개발사업에서 신규 연구인력의 고용, 특히 30세 미만의 연구인력을 채용하도록 유인체계를 강화할 필요가 있다. 신규 채용 연구원에 대한 인건비 지급 허용 기준을 중소기업에서 중견기업까지 확대하거나 젊은 연구원 채용시 인건비 지급 상한을 확대하는 방안 등을 고려할 수 있다. 둘째, 개방형 혁신 확대가 기업의 연구인력 감소를 통해 장기적으로 기술혁신 역량을 저해하지 않도록 연구개발전문기업, 대학, 출연(연) 등에 단순히 R&D를 아웃소싱 하기 보다는 공동연구를 통해 동반 발전할 수 있도록 유도할 필요가 있다. 기술이전소득, 기술혁신형 합병 등에 대한 조세지원 지원은 확대되고 있지만 기업과 협력 파트너가 동반 발전할 수 있는 개방형 혁신에 대한 조세지원 제도를 발전시킬 필요가 있다. 마지막으로 Supplier dominated 산업처럼 기술혁신에 대한 수요가 상대적으로 낮고 소기업이 주로 분포된 전통산업에서는 정부 R&D 지원이 과학기술 일자리 확대에 중요한 역할을 할 수 있다. 국가연구개발사업의 예산이 첨단산업, 주력산업 등에 집중되어 전통산업은 과학기술 일자리의 사각지대에 놓일 수 있다는 점을 감안하여 균형있는 정부 예산 배분이 요구된다.

본 연구는 자료확보의 문제로 인해 과학기술 일자리를 기업부설 연구소의 연구개발 인력으로 한정하여 생산직, 기능직을 포함한 일반적인 과학기술 일자리로 해석하는데 한계가 있다. 또한 개방형 혁신을 R&D투자 대비 외부연구비로 측정함으로써 개방형 혁신의 일부만을 반영하여 연구비 흐름으로 파악되지 않는 협력활동 등이 누락되었다. 마지막으로 자료 취득의 한계로 기업 수준의 자료가 아닌 표준산업분류코드 3자리에서 통합된 자료를 활용하면서 기업규모, 업력, 소재지 등의 다양한 통제변수를 회귀변수에 사용하지 못했다는 한계점이 존재한다. 향후 과학기술 일자리에 대한 실태조사가 실시되면 현재보다 광의의 과학기술 일자리의 결정요인을 분석할 수 있으며, 연구개발활동조사의 원자료 확보가 가능하다면 현재의 산업수준의 분석보다는 기업수준의 미시적인 분석이 가능할 것으로 기

대된다. 기업수준의 충분한 관측치가 확보된다면 2008-2009년의 글로벌 금융위기를 전후로 해서 과학기술 일자리의 영향요인을 비교분석함으로써 거시경제적 충격으로 인한 과학기술 일자리 창출 메커니즘의 차이를 파악할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김세음 (2016), “기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응”, 한국노동연구원
- 김용현 (2005), “고용없는 성장(Jobless Growth) 현실인가?”, 『노동정책연구』, 제5권 제3호, pp. 35-62.
- 김호영·어승섭·전영두·유승훈 (2014), “산업기술 R&D 투자의 고용창출효과 분석”, 『기술혁신학회지』 제17권 4호, pp.651-672.
- 달로이트컨설팅 (2015), “과학기술이 일자리를 변화시키는 4가지 메커니즘”.
- 민인식·최필선 (2009), “STATA 패널데이터 분석”, 한국STATA학회.
- 박훈 (2013), “제조업의 고용구조 변화와 일자리 창출 정책방향”, KIET 산업경제 2013년 1월호..
- 백철우 (2017), “아시아 국가의 제조업이 고용률의 하방경직성에 미치는 효과 분석”, 『아시아연구』, 제20권 제2호, pp.35-51.
- 신범철·송치용·최국현 (2012), “기업의 기술혁신 유형에 따른 고용효과 비교분석”, 『기업경영연구』 제19권 제6호, pp.75-91.
- 신태영 (2004), “기업 혁신능력 확충을 위한 정부 연구개발투자 전략: 정부의 R&D 투자가 민간의 R&D투자에 미치는 영향”, 과학기술정책연구원.
- 이공래·강희중·황정태·이준협 (2010), “기술혁신과 일자리 창출: 고용확대를 위한 기술혁신 지원정책”, 과학기술정책연구원 정책연구 2010-12.
- 이병기 (2004), “정부의 연구개발 보조가 민간기업의 연구개발 투자에 미치는 효과분석”, 한국경제연구원,
- 정진호·허재준·남성일·이승욱·금재호·최강식·박가열 (2017), “일의 미래와 노동시장전략 연구”, 한국노동연구원
- 최동혁·강요셉·김치용, 2014, “Effect of R&D on Firm’s Growth: Discrepancy between Sales Growth and Employment Expansion”, 2nd Economics & Finance Conference, Vienna.
- 최석준·김상신 2007, “정부 연구개발 보조금의 기업자체 R&D투자에 대한 효과 분석”, 『기술혁신학회지』 제10권 제4호, pp.706-726.

하태정 (2013), “정부연구개발투자의 제조업 고용창출효과에 관한 실증분석”, 『기술혁신연구』 제21권 제1호, pp.1-26.

홍성민 · 민철구 · 박기범 · 김형주 · 홍정임 · 황수경 · 채창균 · 김한나 (2010), “기술혁신활동의 고용창출효과 분석 및 과학기술 일자리 확충 방안 연구”, 과학기술정책연구원 정책연구 2010-20.

홍성민 · 김형주 · 조가원 · 김선우 · 이시균 · 정미나 (2012), “과학기술인력정책의 효과성 제고 방안 - 이공계 석·박사 노동시장 분석을 중심으로”, 과학기술정책연구원 정책연구 2012-16.

(2) 국외문헌

Acs, Z.J. and Audretsch, D.B. (2003), “Innovation and technological change”, Springer.

Aghion, P. and Howitt, P. (1990), “A model of growth through creative destruction”, National Bureau of Economic Research.

Ali-Yrkkö, J. (2005), “Impact of Public R&D Financing on Employment”, Working Paper No.39, The Research Institute of the Finnish Economy.

Antonucci, T. and Pianta, M. (2002), “Employment Effects of Product and Process Innovation in Europe”, International Review of Applied Economics, Vol. 16, pp. 295-307.

Blanchflower, D. and Burgess, S.M. (1998), “New Technology and Jobs: Comparative Evidence from a Two-country Study”, Economics of Innovation and New Technology, Vol. 5, pp. 109-138.

Bogliacino, F. and Pianta, M. (2010), “Innovation and Employment: a Reinvestigation using Revised Pavitt classes”, Research Policy, Vol. 39, pp. 799-809.

Bogliacino, F., Piva, M., and Vivarelli, M. (2012), “R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata”. Economics Letters, Vol. 116, No. 1, pp. 56-59.

Bogliacino, F. and Vivarelli, M. (2012). “The job creation effect of R&D expenditures”, Australian Economic Papers, Vol. 51, No. 2, pp. 96-113.

Bönte, W. (2003), “R&D and productivity: Internal vs. external R&D—evidence from west german manufacturing industries”, Economics of Innovation and New Technology, Vol. 12, pp. 343-360.

Boyer, R. (1988), “New Technologies and Employment in the 1980s: From Science and Technology to Macroeconomic Modelling”, in Kregel, J. A. et al(eds), Barriers to Full Employment, London, Macmillan.

- Boyer, R. (1990), "The Capital Labor Relations in OECD Countries: From the Fordist Golden Age to Contrasted National Trajectories", Working Paper CEPREMAP.
- Coad, A. and Rao, R. (2010), "Firm growth and R&D expenditure". *Economics of Innovation and New Technology*, No. 19, Vol. 2, pp. 127-145.
- Lyons, D. and Luker, Jr. B. (1996), "Employment in R&D-intensive high-tech industries in Texas", *Monthly Labor Review*, Vol. 119, No. 11, pp. 15-25.
- Brynjolfsson, E. and McAfee, A. (2016), 'The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, W.W. Norton & Company.
- Brouwer, E., Kleinknecht, A. and Reijnen, J.O.N. (1993), "Employment growth and innovation at the firm level", *Evolutionary Economics*, Vol. 3, pp.153-159.
- Howe, J. (2006), "The Rise of Crowdsourcing", *Wired Magazine*, Issue 14.06.
- Klette, J. and Førre S.E. (1998), "Innovation And Job Creation In A Small open Economy—Evidence From Norwegian Manufacturing Plants 1982 - 92", *Economics of Innovation and New Technology* , Vol. 5, No. 2-4, pp. 247-272.
- Rifkin, J. (2014), "The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism", St. Martin's Griffin.
- Pasinetti, L.L. (1981), "Structural Change and Economic Growth", Cambridge University Press.
- Pavitt, K. (1984), "Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, Vol. 13, pp. 343 - 374.
- Peterson Institute for International Economics (2013), "US Employment Deindustrialization: Insights from History and the International Experience", Policy Brief 13-27.
- Petit, P. (1995), "Employment and Technological Change", in Stoneman, P. (ed), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Amsterdam.
- Pianta, M. (2000), "The Employment Impact of Product and Process Innovations", in Vivarelli, M. and Pianta, M.(eds), *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, London.
- Piva, M. and Vivarelli, M. (2005), "Innovation and employment: Evidence from Italian microdata", *Journal of Economics*, Vol. 86, No. 1, pp. 65-83.
- Smolny, W. (1998), "Innovations, Prices and Employment: A Theoretical Model and an Empirical Application for West German Manufacturing Firms", *Journal of Industrial Economics*, Vol. 46, pp. 359-381.
- The White House (2014), *Making America: U.S. Manufacturing Entrepreneurship and*

Innovation, The Executive Office of the President.

Van Reenen, J. (1997), "Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms", *Journal of Labor Economics* Vol. 15, pp. 255-284.

Vivarelli, M. (1995), *The Economics of Technology and Employment*, Edward Elgar.

Vivarelli, M. (2007), "Innovation and Employment: A Survey", IZA DP No.2621, Institute for the Study of Labor.