

# 출연(연) 간 융합연구 활성화를 위한 정책적 방향

## - 국가과학기술연구회 융합연구단 사업 기획사례를 중심으로

최호철\* · 윤석진\*\* · 박시훈\*\*\*

### I. 서론

최근 미국, EU, 일본은 다년도 R&D 계획을 발표·추진하면서 사회문제 해결을 위한 융합기술 개발 확대를 강조하고 있다. 먼저, 미국은 2002년 ‘인간수행 능력 향상을 위한 융합기술 전략’과 2012년 ‘NBIC2’ 전략을 발표하여 나노기술(NT), 바이오기술(BT), 정보기술(IT) 그리고 인지과학(Cognitive science) 영역을 중심으로 국가차원에서 융합기술 개발을 추진하고 있으며, EU는 ‘FP 7’과 ‘Horizon 2020’을 통해 융합기술개발 확대와 융합기술과 산업 간의 연계 강화를 추진하고 있다. 일본 또한 ‘인간생활기술전략 2010’을 통해 안전, 환경, 의료 등 27개 분야에서 서비스 중심의 IT 융합기술 개발을 추진 중이다.

우리나라도 2008년 범부처 제1차 ‘국가융합기술발전 기본계획’을 필두로 2014년에는 ‘창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략’을 수립하고 융합기술 선도국 도약과 융합연구 활성화를 추진하고 있다. 실제로 2013년 7월 미래창조과학부는 ‘과학기술분야 출연연구기관의 개방형 협력 생태계 조성(안)’을 토대로 2013년 기준 8.4%였던 주요사업비 중 협동연구비의 비중을 2017년 15%까지 확대하는 변화 방향을 제시하였다. 여기에 기초기술연구회와 산업기술연구회가 2014년 7월 국가과학기술연구회(이하 연구회)로 통합 출범함으로써 연구회 별로 분리되어 있던 과학기술분야 25개 출연연구기관(이하 출연(연))의 개방형 협력을 활성화하기 위한 형식적, 제도적 틀이 갖추어 졌다.

특히 연구회는 출범 후 출연(연)간 융합연구 촉진을 위한 환경조성을 위해서 상시적 협업과 기획이 가능한 융합 클러스터를 구성 및 운영하고, 이에 기반한 프로젝트형 융합연구단 사업을 추진하였다. 아울러 융합연구 활성화를 위한 인센티브 도입, 사업관리제도 개선 등 관련 지원체제도 정비하였다. 이중 연구회의 융합연구단 사업은 융합연구과제에 따라 출연(연) 인력이 결집하여 과제를 수행하고 종료 후 원 소속기관으로 복귀하는 일몰형의 연구조직으로서, 장기간의 연구(6년)를 통해 선도기술을 확보하여 국가 사회적 현안을 해결하고자 하는 미래선도형 사업과 단기간의 연구(3년 이내)를 통해 산업계의 대형 기술수요를 충족시키고자 하는 실용화형 사업으로 기획·추진되었다. 융합연구단 사업은 대형규모의 출연(연)간 융합연구로서 그 목표가 국가 사회 및 산업계 현안 해결임을 견지하고, 현안 해결에 집중하는 문제해결형 연구기획을 실무적으로 도입하여, 기존 출연(연) 연구자들의 연구개발 경로의존성(path-dependency)을 탈피하고, 타성(inertia)을 벗어난 창의적인 연구개발을 유도하고자 하였다.

본 논문은 융합연구에 대한 필요성 인식을 토대로 출연(연) 간 융합연구를 장려하기 위한 연구회의 융합연구단사업의 기획과 추진에 있어 정책적인 목표 대비 예상효과를 분석함으로써, 출연(연)간 융합연구사업이 장기적으로 자생적으로 유지, 확대되기 위한 정책적 시사점을 도출하고 사업기획과 제도 개선에 있어서의 시사점도 도출해 보고자 한다.

\* 최호철, 국가과학기술연구회 융합연구기획부장, 044-287-7210, hchoe@nst.re.kr

\*\* 윤석진, 국가과학기술연구회 융합연구본부장, 044-287-7200, sjyoon@nst.re.kr

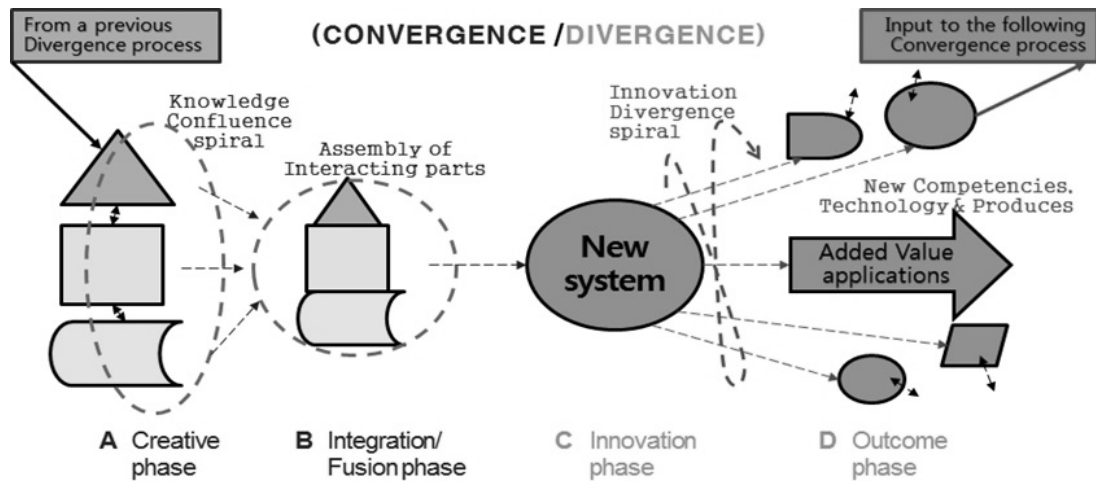
\*\*\* 박시훈, 한국원자력연구원 연구기획팀 선임연구원, 042-868-4793, shpark83@kaeri.re.kr, 교신저자

## II. 선행연구 조사

### 1. 융합연구에 대한 논의

고전으로서 Rogenberg(1976)은 기술융합은 신기술의 개발과 확산에 매우 중요한 역할을 하며, 기술적 문제의 초기 해결책은 물론 본래 목적과는 다르게 사용될 수 있는 새롭게 학습되어진 기술의 빠른 적용과 전달에 영향을 준다고 하였다. 또한 융합은 경제에 변화를 주는 발명과 확산을 포함하는 프로세스로서 구성되고 기술변화를 가속화 시킬 수 있으며, 이것이 한 개 산업에서 개발되면, 다른 산업에도 영향을 미친다고 하였다.

최근의 정의로서, 2013년 미국 과학재단(NSF)(Roco et al. 2013)은 새로운 융합 전략으로 ‘사회문제 해결을 위한 지식과 기술의 융합(Convergence of Knowledge, Technology, and Society, 이하 CKTS)’을 제안하였고, 융합을 ‘수렴-발산(convergence-divergence)’의 진화적 혁신 과정으로 설명하고, 융합은 이질적 지식(A)의 연결과 통합(B)을 통해 새로운 시스템(C)을 만들고 이를 다양한 애플리케이션(D)으로 확산해 가는 프로세스라는 것을 제안하였다.



(그림 출처: WTEC, Convergence of Knowledge, Technology, and Society, 2013. 7)

(그림 1) 수렴-발산의 진화적 프로세스로서의 융합

또한 융합의 발전 단계를 반응적 융합, 능동적 융합, 체계적 융합으로 나누고 현재는 체계적 융합이 이루어고 있는 단계로서, 우연한 발생이 아닌 목표달성을 위한 조직적 융합의 단계에 와있다고 하였다. 그들은 융합연구는 (1) 기술 측면의 획기적 진보와 (2) 인류를 위한 새로운 응용(예: 건강, 에너지, 기후, 안전, 탐사, 경제, 의사소통, 상호작용, 모니터링 등)을 목표로 하는 Vision-Inspired Research라고 제안하기도 하였다.

<표 1> 융합의 발전단계 (출처: Roco et al., 2013; p.17)

기간	단계	특성
2001-2010	반응적 융합 (reactive ~)	특정 목표 달성을 위한 파트너 또는 독립적 영역 간에 <b>우연히 발생</b> 또는 임의적 협업에 의한 융합
2011-2020	능동적 융합 (proactive ~)	보다 명확한 의사결정 분석에 따라 <b>일정한 원리</b> 를 갖춘, 보다 포괄적 접근에 의한 융합
2020 이후	체계적 융합 (systematic ~)	전체적이고 고수준이며 다수의 영역을 대상으로 한 <b>목표 달성을 위한 조직적</b> 융합

한편, 국내에서는 융합기술을 2개 이상의 기술요소가 기계적, 화학적으로 결합하여 기존의 기술이 갖지 않는 새로운 기능을 발휘하는 기술혁신의 한 현상(이공래, 2005)으로 정의하기도 하며, NT, BT, IT 등의 신기술간 또는 이들과 기존 산업, 학문 간의 상승적인 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으로써 미래 경제와 사회, 문화의 변화를 주도하는 기술(국가융합기술발전기본계획(09-13)안, 2008)로서 정의하기도 한다.

앞서 살펴본 논의를 종합할 때 융합기술은 기존 기술과 신기술, 기존 기술간, 이종 기술간 수렴과 발산을 통해 기존 기술의 재구조화를 이루어냄으로써 기존 기술의 한계를 극복하고 새로운 가치를 창출하는 기술혁신으로 볼 수 있을 것이다. 연구회의 융합연구사업도 이와 같은 관점에 따라 추진되고 있으며 그 방법론으로서 문제해결형 연구기획과 출연(연) 간의 개방형 협력을 제도적 선결 조건으로 제시하고 있다.

## 2. 협력연구의 필요성과 저해요인

기업들은 잃어버린 지식의 습득, 보완자산 또는 자본을 습득하기 위해, 위험을 분산하기 위해, 사회적 네트워크의 확산을 위해, 비용을 줄이기 위해 협력한다(Hoffman and Schlosser, 2001; Mohr and Spekman, 1994). 첨단산업 분야의 기업들은 목적 달성을 위해 동시에 여러 회사와 협력하는 경향이 있으며, 협력 참여자들과 지식의 흐름을 어떻게 형성하고 관리하느냐가 그들의 목적 달성에 매우 중요하다(George et al., 2001). 무엇보다, 기업들 간 협력이 발생하는 주요한 동기는 새로운 지식을 탐구하기 위해 파트너의 지식을 배우고, 전달하고 흡수하기 위해서 이거나(Dyer and Nobeoka, 2000; Kale et al., 2000; Khanna et al., 1998; Hamel et al., 1989), 상호보완성을 목적으로 파트너의 지식 자산에 접근하기 위해서(Grant and Baden-Fuller, 2004)이다.

Kaufmann and Tödtling(2002)는 외부 관계가 없다면, 기업의 지식과 정보는 지배고객과 익숙한 시장이나 특화된 작은 시장에 제한되는 경향이 있고, 긴 시간 동안 루틴화되고 경직된 혁신 네트워크 구조는 혁신적이고 급진적 제품개발 활동을 제한할 수 있다고 하였다. 그는 기업은 폭넓은 교류협력을 통한 유연한 상호작용과 외부 연구결과에 대한 흡수 능력을 배양함으로써 이와 같은 고착화된(Lock-in) 현상을 탈피할 수 있다고 하였다.

협력연구에 대한 필요성이 광범위하게 인정되고 있지만 협력연구를 추진하는 데 있어 여러 가지 장애요인이 존재하는 것도 사실이다. 협력파트너의 기회주의적 행태(Jarillo, 1993), 파트너의 전문지식 부족(Flowers, 2007), 경쟁자나 파트너에게 핵심기술정보의 누설가능성 예방법 부족(Oxely and Sampson, 2004)은 협력의 비용 증가와 외부 R&D의 매력의 감소를 발생시키는 요인으로 지적되기도 한다. Davenport et al.(1999)은 공동연구는 관리에 있어 두 군데의 통제를 받는다는 경영상의 문제점을 내포하고 있고 서로 다른 조직문화의 만남은 연구관리에서 갈등을 초래할 수 있다고 하였다. 아울러 그는 이질적인 조직간 원활한 협력을 위해서는 크게 세 가지 타입의 신뢰-계약상의 신뢰, 역량에 대한 신뢰, 신의성실에 대한 신뢰가 전제되어야 한다고 하면서 협력연구를 지원하는 브로커는 계약상의 신뢰와 신의성실에 대한 환경을 제공하는 관점을 견지해야 하며 같은 파트너와의 반복된 관계에서 점진적으로 신뢰가 발생하도록 지속적인 지원이 이루어져야 함을 강조하였다.

Davenport et al.(1999)의 관점과 유사하게, Heinze and Kuhlmann(2006)은 독일의 사례에서 이질적인 조직 간 연구협력을 방해하는 요소들로 첫째, 고정관념들과 편견 둘째, 서로 다른 조직별 임무에 기반한 양립할 수 없는 연구 루틴, 셋째 협력 발생을 위한 수단(제도 등)과 자원(예산 등)을 가지지 못할 때 생기는 점점관리의 부족을 꼽았다.

이상의 논의를 종합하면 결국 신뢰가 조직 간 협력의 기반임을 알 수 있다. Park and Russo(1996)와

Gulati(1995)는 협력의 경험이 신뢰와 헌신을 만들어 낸다고 하였고 Powell et al.(1996)은 협력의 경험이 증가할수록 협력의 성과가 더욱 향상된다는 것을 증명하였다. 같은 방식으로, Kale and Singh(1999)은 협력의 경험이 더 많을수록 협력의 성공확률이 높아진다는 사실을 보였다. 결국 지속적인 협력을 통한 신뢰의 구축이 협력의 성과를 증가시키고 이 경험이 다시 신뢰를 공공히 하는 선순환 구조를 구축하는 것이 바람직하다. 이 과정에서 정부의 역할이 중요하다. Carpon and Cincera(2007)는 정부 지원이 연구협력을 위한 중요한 동력원이 된다는 것을 확인하기도 하였다.

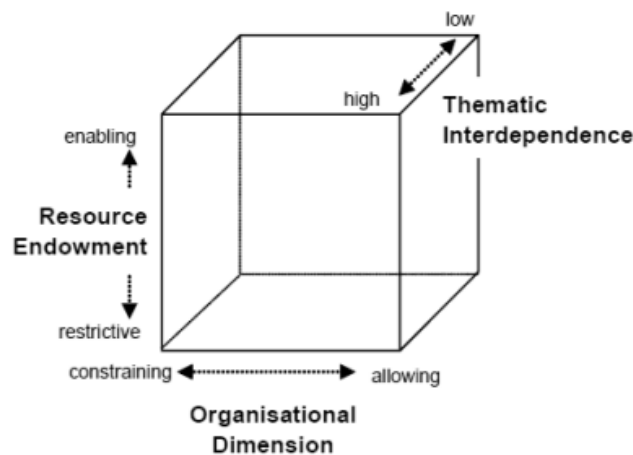
### 3. Heinze and Kuhlmann(2006)의 거버넌스 큐브

Heinze and Kuhlmann(2006)은 지난 20년간 막스플랑크, 헬름홀츠, 프라운호퍼 등 전 세계적으로 그 경쟁력을 인정받고 있는 독일의 대표적인 공공부문 연구조합의 경우에도 상호간 연구시스템의 분절화와 기관 이기주의로 인해 시너지 창출이 제한되고 있음을 지적하였다. 이는 우리 출연(연)에도 적용되며 국가과학기술연구회회는 통합 연구회로서 기관 간 분절화를 체계적으로 해결하고자 하는 목표를 가지고 있다. 단, 우리나라의 경우 지난 20년간 거버넌스 체계가 자주 변화하였고 연구회가 출연(연)에 한정하여 협력연구(융합연구) 사업을 추진한다는 점이 독일의 경우와 다르다는 점을 감안할 필요가 있다.

Heinze and Kuhlmann(2006)은 기존의 연구협력에 대한 논의를 토대로 이질적인 연구협력을 촉진시키는데 중요한 세 가지 제도적 차원을 제시하고 이것에 대한 발견적 틀로서 그림 2와 같은 거버넌스 큐브를 적용하였다.

이 거버넌스 큐브는 주제별 상호의존성, 조직의 차원 그리고 자원의 부존으로 구성되었는데, 주제별 상호의존성의 경우 연구활동과 그 결과의 상호의존성의 정도를 보는 것이고, 조직의 차원은 협력을 지원하기 위한 중앙 집중화의 정도와 의사결정결과 및 그 과정의 형식화 정도, 문화적 통합, 수직 수평적 관계 등을 설명하며, 자원 부존의 경우 안정적 협력연구 지원을 위한 재무구조, 인프라 구조, 인적 자원 등을 일컫는다.

거버넌스 큐브를 통해 연구 협력을 장려하는 요인으로서, Heinze and Kuhlmann(2006)은 주제별 상호의존성 측면에서 상호보완적인 지식 및 전문기술의 필요성을 강조하였고, 조직적 차원에서의 원활한 협력연구의 추진을 위한 연구에 대한 리더십, 효과적인 행정지원이라는 요인으로 설명하였고, 마지막으로 자원과 관련해서는 기관예산의 확보 여부 또는 기관간 자원에 대한 유연한 배분 및 교환의 가능여부를 제안하였다. 정리하면, 기관 간 협력을 유도하는 것은 상호보완적인 지식과 전문기술의 보유여부, 연구추진을 위한 행정적, 관리적 자원의 보유여부, 기관 예산 등 자원의 유동성과 유연성과 안정성이라고 할 수 있다.



(그림 2) Heinze and Kuhlmann(2006)의 거버넌스 큐브

#### 4. 융합연구단을 통한 집적의 효과

Ben Letaifa et, al(2013)은 몇몇 클러스터들은 지리적으로 집적이 되어 있음에도 협력에 실패하는 지를 이해하기 위한 연구에서 클러스터를 통한 5가지 집적 효과의 상호작용이 필요함을 제시하였다. On-site 융합연구단은 이런 집적의 효과를 가질 수 있을 것인데, 첫째 인지적 집적은 사람들이 같은 지식 기반과 경험을 공유함으로써 효과적인 소통을 촉진한다는 것이며, 조직적 집적은 주체들 간의 관계의 본질로서, 기업들이 서로 긴밀하게 연계되어 있으므로 협력이나 지식확산을 촉진한다고 하였다. 셋째, 개인이 신뢰와 상호간 약속을 기반으로 발전된 사회적 관계로서, 소통, 지식이전, 협력을 촉진한다고 하였으나, 단 과도한 사회적 집적은 사람들의 커뮤니티를 고정하거나 닫아 버릴 수 있으며, 기만의 원천이 될 수도 있다 하였다. 넷째 제도적 집적은 사회적, 문화적 규범으로서, 효과적인 소통과 협력을 창출하는데 기여한다고 하였으나, 지나친 제도적 집적은 혁신을 촉진하지 않는다 하였다. 마지막으로 지리적 집적은 주체들 간의 물리적 거리로서, 가까운 거리는 상호작용, 네트워크, 협력, 혁신에 호의적이라 하였다.

단, Ben Letaifa et, al(2013)이 내린 결론과 같이 사회적 집적은 협력을 이루는데 가장 중요한 집적이지만 인접한 지리적 집적은 사회적 집적에 장애가 될 수 있으며, 지리적 거리가 인접할수록 기업가 정신과 혁신을 가속시키는 것으로 보인다는 점은 융합연구단 사례에 적용 시에도 주의 깊게 참고할 수 있을 것이다.

### III. 연구방법론

#### 1. 융합연구사업 네트워크 분석

융합연구단 사업의 기획 목표와 정말 그 목표가 잘 일치하는가와 관련해서는 기존 기초기술연구회와 산업기술연구회의 창의형 융합연구사업과 융합연구단 사업의 네트워크 분석을 통해 출연연간 협력이 실제로 장려가 되었는지를 살펴보고자 한다. 단, 융합연구단 사업은 14년 15년에 걸쳐 선정된 기관이 14년 2개, 15년 최대 7개이므로, 필요시 선정이 되지는 않았지만, 사업기획을 완료한 모든 모집단에 대해 살펴볼 예정이다. 이 네트워크 분석은 과학분야 별 집중도, 기관간 집중도 등으로 나누어 살펴보고자 한다.

#### 2. 거버넌스 큐브를 통한 정책적 위치 확인

거버넌스 큐브를 활용하여, 기존 융합연구사업과 연구회 융합연구단 사업의 정책적 위치를 확인하고자 한다. 특히 큐브의 최선의 사례를 만족하지 못한다면, 그 원인은 무엇일지에 대해서 짚어보고자 한다.

#### 3. 참여자 인터뷰를 통한 집적의 효과 분석

융합연구사업에 참여한 참여자와 사업담당자, 지원자의 인터뷰를 통해서, 네트워크 분석만을 통하여서는 확인할 수 없는 기존 사업 대비 차별성과 한계점을 분석하고 사업 개선을 위한 이슈를 확인하고자 한다. 무엇보다 on-site 연구의 특징을 가진 융합연구단에 실질적인 집적의 효과가 발생하였는지를 확인하고, 그렇지 않다면 현실적인 제약요인은 무엇인지를 분석하고자 한다.

## IV. 분석결과

연구 결과는 앞서 언급된 네트워크 분석과 인터뷰 그리고 현황 분석결과를 종합적으로 다루어, 출연연간 융합연구사업의 활성화를 위한 이슈들과 현재 융합연구단 사업의 정책적인 목표 대비 실제 충족여부는 물론, 제도 개선을 위한 시사점을 도출하는 형태로 추후에 기술될 예정이다.

## V. 결론 및 시사점

본 논문은 출연(연) 중심 융합연구사업의 활성화를 위한 국가과학기술연구회 차원의 최초의 시도인 융합연구단 사업의 기획, 제도, 정책적 목표 달성에 대한 유용한 시사점을 도출하는데 그 목적이 있다.

연구회 융합연구단 사업은 기관 간 개방형 협력을 전제하고 있다. 이는 명확한 의미에서 융합연구를 수행하기 위한 수단중의 하나일 뿐이다. 융합연구단 사업이 이질적 학문, 분야 간 융합을 통해 기존기술의 한계를 돌파하기 위해서는 다양한 정책적 논의가 필요하다.

연구회 융합연구단 사업은 지금까지 출연(연) 간 협력연구가 활발하지 않았고 그 성과가 미미한 현 상황에서 출연(연)에 경험을 통한 학습의 기회(Learning By Doing)와 신뢰 구축의 기반을 제공한다는 점에서 반드시 필요한 사업이다. 따라서 보다 효율적인 협업을 위해 지속적인 제도 개선과 더불어 사업운영 경험이 누적된다면 기관 간 장기적 협업을 지속가능하게 하는 발판이 될 것이다.

## 참고문헌

- 미래창조과학부 (2013), “출연연구기관(과학기술분야)의 개방형 협력 생태계 조성(안)”
- 이공래, 황정태 (2005), “다분야 기술융합의 혁신시스템 특성 분석”, STEPI 정책연구 2005-17, 과학기술정책 연구원
- 관계부처합동 (2008), “국가융합기술 발전 기본계획(’09~’13)(안)”
- Ben Letaifa, S. and Y. Rabeau (2013), “Too Close to Collaborate? How Geographic Proximity Could Impede Entrepreneurship and Innovation”, *Journal of Business Research* 66, 2071-8.
- Capron, H. and M. Cincera (2007), EU pre-competitive and near-the market S&T collaborations. *Brussels Economic Review*, 50(1), 135-159.
- Davenport, S., Davies, J., Grimes, C. (1999a), “Collaborative Research Programmes: Building Trust from Difference”, *Technovation* 19, 31-40.
- Dyer, J.H. and H. Singh (1998), “The relational view: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage”, *Academy of Management Review* 23, 660-79.
- Flowers, S. (2007), “Organizational capabilities and technology acquisition: why firms know less than they buy.”, *Industrial and Corporate Change* 16 (3), 317-346.
- Gulati, R. (1995), “Does Familiarity Breed Trust? The Implication of Repeated Ties for Contractual Choice in Alliances”, *Academy of Management Journal* 38, 85-112.
- Geisler, E. (1995), “Industry–iversity technology cooperation: a theory of inter-organizational relationships”,

- Technology Analysis and Strategic Management* 7 (2), 217-29.
- George, G., Zahra, S.A., Wheatley, K.K., Khan, R. (2001), "The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance: a study of biotechnology firms", *Journal of High Technology Management Research* 12, 205-226.
- Grant, R. and C. Baden-Fuller (2004), "Knowledge access theory of strategic alliances", *Journal of Management Studies* 41, 61-4.
- Hamel, G. (1991), "Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances.", *Strategic Management Journal* 12 ((S1), Summer), 83-103.
- Heinze, T. and S. Kuhlmann (2006), "Analysis of heterogeneous collaboration in the German research system with a focus on nanotechnology", in: Jansen, D. (Ed.): *New Forms of Governance in Research Organizations. From Disciplinary Theories towards Interfaces and Integration*, Heidelberg: Springer (forthcoming).
- Hoffman, W.H. and R. Schlosser (2001), "Success factors of strategic alliances in small and medium-sized enterprises: an empirical survey", *Long Range Planning* 34, 357-381.
- Jarillo, J.C. (1993), "Strategic Networks: Creating the Borderless Organization", Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Kale P. and H. Singh (1999), "Alliance capability and success", Best Paper Proceedings, *Academy of Management Meetings*, Chicago, IL.
- Kaufmann, A. and F. Tödtling (2002), "How effective is innovation support for SMEs? An analysis of the region of Upper Austria", *Technovation* 22 (3), 147-159.
- March, J. (1991), "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science* 2, 71-7.
- Mohr J and R. Spekman (1994), "Characteristics of partnership success: partnership attributes, communication behavior, and conflict resolution techniques", *Strategic Management Journal* 15(2), 135-42.
- Oxley, J.E. and R.C. Sampson (2004), "The scope and governance of international R&D alliances." *Strategic Management Journal* 25 (89), 723-749.
- Park, S.H. and M.V. Russo (1996), "When competition eclipses cooperation: An event history analysis of joint venture failure", *Management Science* 42, 875-890.
- Powell, W. W., K. Koput, L. Smith-Doerr (1996), "Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology", *Administrative Science Quarterly* 41, pp. 116-45.
- Roco, M. C., W. S. Bainbridge, B. Tonne, G. Whitesides eds (2013), "Convergence of Knowledge, Technology, and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Science Technologies", *WTEC(World Technology and Evaluation Center)*. Retrieved from <http://www.wtec.org/NBIC2/Docs/FinalReport/Pdf-secured/NBIC2-FinalReport-WTECversion--web.pdf>.
- Rosenberg, N. (1979), "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910", in *Perspectives on Technology* (Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1976), pp. 9-31.