

기업 간 협업 네트워크의 창발 : 관계 역량을 중심으로*

박 철 순[†]

숙명여자대학교 경영학부

Emergence of Inter-organizational Collaboration Networks : Relational Capability Perspective

Chulsoon Park

Department of Business Administration, Sookmyung Women's University

■ Abstract ■

This paper proposes relational capability as a main driver of constructing inter-organizational collaboration networks. Based on social network theory and relational view literature, three components of relational capability are constructed and implemented by an agent-based model. The components include organizational capability, structural capability, and trust between a partner and a focal firm. These three components are updated by two micro mechanisms: structural mechanism and relational mechanism. Structural mechanism is a feedback loop in which the relational capability increases structural capability and vice versa. Relational mechanism is a learning-by-doing process in which a focal firm experiences success or failure of collaboration and the experience increases or decreases cumulative trust in a partner firm. Result of agent-based simulation shows that a collaboration network emerges through interactions of firm's relational capabilities and the characteristics of emerged networks vary with the contribution of structural capability and trust to relational capability. Specifically, in case structural capability contributes more to relational capability, the average degree centrality and collaboration proportion increases as time passes and enters into an equilibrium state. In that case, almost every firms participated in the network collaborates each other so that the emerged network becomes highly cohesive. In case trust contributes more to relational capability, the results are reversed. In an equilibrium state, the balance of contribution between structural capability and trust makes an emerged network larger and maximizes average degree centrality of the network.

Keywords : Inter-Organizational Networks, Emergence, Relational Capability, Agent-Based Model

논문접수일 : 2015년 09월 30일 논문게재확정일 : 2015년 11월 02일

* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015S1A5A8014301).

† 교신저자, cspark@sookmyung.ac.kr

1. 서 론

현대의 기업들은 혼자서 경쟁하기 힘들어졌다. 제품 하나를 만들더라도 단일 기업이 처음부터 끝까지 개발하거나 조달하는 경우는 거의 없다. 이제는 협업, 전략적 제휴, 공동 연구 개발, 공급자-수요자 관계 등으로 기업 간 협력 활동은 일상적인 기업 활동이 되었다. 하나의 혁신을 이뤄내기 위해서 여러 기술들이 융합하고 있고 다양한 기업들이 제휴하고 있다. 하지만 지금까지 많은 경영학자들은 기업 간 제휴를 양자 간의 관계에만 국한해서 보았다[20]. 이러한 관점은 기업의 자율성 또는 두 기업 간 관계의 자율성에 의존하는 약점을 갖고 있으며, 전체 산업의 영향이나 양자 간 관계를 넘어선 삼자 간, 다자 간 관계의 영향을 고려하지 못한다[47]. 이에 산업 전체 모습과 개별 기업의 모습, 그리고 기업 간 연결 모습을 바라보는 네트워크 관점이 매우 중요하며 최근 국내 연구에서도 이러한 네트워크 관점을 활용한 기업 간 네트워크 연구는 금융[1], 지식 경영[5], 개방형 혁신[3], 기업집단 분석[2] 등의 주제로 그 활용 범위를 넓혀 가고 있다.

협업 네트워크의 형성에 관한 기존 연구들은 대부분 두 가지의 단점을 갖고 있다. 첫째, 양자 간의 연결 고리(dyadic tie)가 어떤 요인들에 의해 존재하거나 사라지게 되는지에 관한 연구에 집중되었다(예 : [20, 21, 23]). 양자 간 연결 고리는 전체 네트워크의 특성을 대표할 수 없다[29, 44]. 전체 네트워크의 진화 특성을 살펴보기 위해서는 양자 간 연결고리의 개수뿐 아니라 중심성(centrality), 밀도(density), 허브의 존재 유무 등과 같은 다양한 네트워크 차원의 특성을 고려해야 한다. 둘째, 기존 연구들은 횡단적 연구가 대부분이었다. 하지만, 네트워크는 발생했다가 진화하고 사라지는 동적인 존재다. 그러므로 횡단적 연구로는 시간이 흐름에 따라 네트워크가 어떻게 만들어지고 변화하는지를 살펴보기에 부적합했다. 이에 본 연구는 네트워크 진화의 관점에서 시간의 흐름에 따라 기업 간 협업 네트워크가 어떻게 발생하고 변화하는지를 살펴보

고자 한다. 특히 기업 간 협력 연결이 만들어지거나 사라지는 메커니즘을 제시하고 이 미시적 메커니즘에 의해 어떻게 협업 네트워크가 창발하는지를 살펴보고자 한다. 방법론에 있어서도 기존 관련 연구들이 대부분 이론적인 틀을 제시하거나(예 : [20]), 가설을 제시하거나(예 : [27]), 횡단 데이터를 기반으로 한 실증 연구가 대부분이었다. 이에 반해 본 연구에서는 행위자 기반 모형(agent-based model)을 기반으로 시뮬레이션을 실행함으로써 횡단 연구의 단점을 극복할 뿐 아니라 전체 네트워크 수준의 분석을 가능토록 하였다. 본 연구의 목적은 기업 간 협업 네트워크가 어떻게 만들어지고, 변하고, 진화하고 사라지는지를 기업의 관계 역량 관점에서 해석하고자 하는 것이다. 이를 위해 기존 문헌들을 바탕으로 관계 역량이라는 개념을 새롭게 제시하고 행위자 기반 모형을 이용하여 기업 간 협업 네트워크가 어떻게 만들어지고 사라지는지를 보여주는 동적 모형을 세우고 분석하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 제 2장에서는 협업 네트워크의 형성과 관계 역량에 관련된 선행 연구를 검토하였다. 제 3장에서 관계 역량의 개념을 제시하고 이를 구현할 수 있는 행위자 기반 모형을 설계하였다. 제 4장에서는 모의 실험 결과를 분석하고 마지막으로 제 5장에서는 연구결과를 요약하고 한계점과 향후 계획을 정리하였다.

2. 이론적 배경

2.1 협업 네트워크의 형성

기업 간 협업 네트워크에 관한 선행 연구는 대부분 기업들의 제휴 네트워크에 관한 것이다. 이들 연구의 주제는 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 네트워크의 기본 요소인 제휴 관계(링크)가 어떻게 발생하는가와 제휴 형태의 특징에 관한 것이다. 둘째, 네트워크가 어떻게 진화하는지 동적 관점으로 살펴본 것이다. 마지막으로, 어떤 형태를 가진 네트워크가 가장 효과적인가 또는 효율적인가에 관

한 것이다. 본 연구의 범위는 첫째 및 둘째 주제와 연관이 있으며 이에 관한 선행 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 기업 간 협업 네트워크의 기본 요소인 기업 간 제휴에 관한 네트워크 관점의 연구는 Gulati를 중심으로 논의되었다. Gulati[19]는 두 기업 간 제휴는 과거에 쌓아온 신뢰와 둘 만의 루틴이 있다면 향후에도 다시 그 파트너와 협업할 가능성이 높다고 주장했다. Gulati[20]은 기업 간 전략적 제휴에 있어 네트워크 관점이 중요하다고 역설하였다. 그는 기업이 누구와 협력하고 어떤 식으로 제휴를 공식화 하는지, 또 제휴 파트너와의 관계는 시간에 따라서 어떻게 진화하는지를 살펴보는 것이 중요한 이슈라고 강조했다. Gulati and Gargiulo[21]은 한 기업은 어떤 기업과 제휴하는가에 답하기 위해 신소재, 산업자동화, 자동차 부품 산업의 제휴 데이터를 바탕으로 제휴 네트워크를 분석하였다. 그 결과, 자원과 역량의 상호 보완성이 높을수록, 과거에 직접 제휴 경험이 있을수록, 과거에 간접 제휴 수가 증가할수록, 네트워크 중심도가 높을수록 제휴할 가능성이 높아짐을 보였다. Osborn and Hagedoorn [33]은 기업 간 전략적 제휴에 관한 연구들을 리뷰 하면서 크게 세 가지 관점으로 해석하였다. 첫째, 경제학 기반 관점(economics-based views)으로 기업 간의 제휴는 경제적 이득과 효율을 기반으로 한다는 관점이다. 둘째, 기업 전략 관점(corporate strategy perspective)으로서 기업의 강점과 약점을 따져서 다른 기업과의 제휴를 통해서 강점을 강화하고 약점을 보완한다는 관점이다. 마지막으로, 기업 간 생태계 관점(inter-organizational field perspective)으로 하나의 기업에 집중하거나 특정 시점의 경제적 선택에 좌우되기 보다는 변화하는 환경 속에서 기업들이 어떻게 서로 관계를 맺고 끊는가에 중심을 둔 관점이다. 기업들의 제휴라는 상호 작용 속에서 발견되는 집단적 행태(collective pattern)가 어떻게 변화하며 기업의 성장과 지속 가능성에 영향을 주는지 살펴보는 관점이다. 기업 간 네트워크 형성이 의도적인 것인지 아니면 자연스레

창발하는 것인지에 대한 논의도 있었다. Coleman [13]은 기업들이 더 나은 경제적 또는 사회적 성과를 이뤄내기 위해 이성적인 의사 결정을 함으로써 기업 간 네트워크가 구성된다고 주장했다. 기업들의 의도적인 결과라는 것이다. 반면, Powell et al. [37]은 “학습 네트워크”라는 개념을 제안하면서 기업 간 제휴 네트워크는 기업들의 의도적인 결과가 아닌 창발에 의한 현상임을 주장했다. 저자들은 바이오 테크놀로지 산업의 제휴 네트워크를 살펴 본 결과 학습 프로세스에 의해서 네트워크가 형성되었다고 주장했다. Koza and Lewin[28]는 의도적인 결과와 창발의 결과라는 양 극단의 중간쯤 어딘가에 있을 것이라고 말한다. 그들은 막 생겨나는 산업의 경우 창발하는 특징이 더 강한 반면, 안정된 산업의 경우 기업들의 전략적 선택에 의한 결과라고 볼 수 있다고 주장하였다. 본 연구의 모형은 Powell et al.의 창발론에 기반하면서 동시에 Osborn and Hagedoorn의 기업 전략 관점을 바탕으로 관계 역량을 제시하고자 한다.

다음으로 협업 네트워크의 진화 원리를 설명하고자 한 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다. Ring and Van de Ven[41]은 프로세스 관점에서 기업 간 네트워크가 어떻게 진화하는지 설명했는데, 그 핵심에는 반복적인 협상과 확정(commitment), 그리고 실행이 있다고 주장했다. 두 기업은 공식적인 의사소통과 비공식적인 채널을 통해서 서로 간의 위협과 신뢰를 기대하며 협상하게 된다. 이 협상을 거쳐 계약을 체결함으로써 미래에 대한 두 기업 간 공식적인 확신을 세운다. 이러한 확신은 다시 실행에 옮겨지며 이는 효율성과 자산성을 중심으로 평가된다. 이 평가는 향후 새로운 협상 과정에 포함됨으로써 하나의 협업 연결 프로세스가 완결된다. Arino and Torre[8]은 기존의 평가가 새로운 협상 또는 재협상에 긍정적인 피드백을 줄을 사례 연구를 통해서 밝힘으로써 Ring and Van de Ven의 프로세스 관점을 좀 더 발전시켰다. Reuer et al. [40]는 계약, 위원회, 모니터링 메커니즘과 같은 거버넌스 구조의 관점에서 네트워크의 진화를 설명하

려 했다. 두 기업의 과거 합병과 관련된 경험들-협업 경험, 기술적 경험, 파트너 경험-과 합병의 성격-합병의 범위, 업무 분장, 합병의 중요성-에 따라 기업 간 합병의 사후 거버넌스가 결정됨을 역설했다. Hite and Hesterly[22]은 기업 간 네트워크 구조에 대한 중요한 가설들을 제시했다. 저자들은 최적의 네트워크의 형태 또는 구조에 대한 대표적인 논쟁인 Burt[9]의 구조적 공백(structural hole)과 Coleman[12]의 응집된 네트워크(cohesive network) 논쟁에 대해 동적인 관점에서 새로운 해석을 제시하였다. 저자들은 기업 간 네트워크의 진화를 살펴보면 기업들의 수명 주기에 따라 두 가지 형태가 모두 나타날 수 있고 효과적임을 주장했다. 그들의 주장에 따르면 기업들이 맨 처음 탄생했을 때는 각 기업들 자신의 정체성이 중요하며 강하게 엮인 연결(socially embedded tie)로 이어진 응집된 네트워크 형태-이를 정체성 기반 네트워크(identity-based network)라 불렀다-를 띠게 된다. 반면, 점점 시간이 흘러 성장기에 접어들수록 기업들은 이제 기업 간 관계를 관리하게 되며 비용과 효용을 따져 헐거운 연결(arm's length connection)로 대체하여 결국 구조적 공백을 활용한 네트워크 형태-이를 수지타산적 네트워크(calculative network)라 불렀다-로 바뀌게 된다고 주장했다. Powell et al.[38]은 기업 간 네트워크가 만들어지는 원리를 크게 네 가지로 제시했다. 첫째, 많은 연결을 가진 기업이 새로운 연결을 할 가능성이 높다(누적 우위). 둘째, 기존에 연결을 맺었던 기업과 유사한 기업과 연결을 할 가능성이 높다(동질성). 셋째, 다른 기업들이 많이 선택하는 기업을 선택하게 될 가능성이 높다(유행 따르기). 넷째, 하나의 기업은 다른 기업과 여러 독립적인 경로를 통해서 연결된다(다중 연결성). Kim et al.[27]은 네트워크의 진화 원리를 설명하기 위해 네트워크 관성(network inertia)의 개념을 제시했다. 네트워크 관성이란 네트워크의 변화를 가로막는 네 가지 제약을 말한다. 첫째, 기업 내적 제약(internal constraints)인데 이는 기업 내의 부서 간 이견으로 인

해 타 기업과 협력이나 제휴 등이 일어나지 못하는 것이다. 둘째, 기업 간 연결 수준의 제약(network tie-specific constraints)인데, 기업 간 이미 쌓아놓은 신뢰와 협력 메커니즘 때문에 현재 관계를 쉽사리 끊을 수 없는 것을 말한다. 셋째, 네트워크 상위 위치 제약(network position-specific constraints)인데, 이는 전체 네트워크 상 어느 곳에 위치하느냐에 따라 기업의 협력 전략은 달라질 수 있음을 시사한다. 넷째, 외부 제약(external constraints)으로서 네트워크를 둘러싼 환경이 기업의 의사결정에 영향을 주고 이로 인해 네트워크의 진화가 달라질 수 있음을 주장했다.

위에서 살펴본 바와 같이 협업 네트워크의 발전과 진화에 관한 연구들은 대부분 새로운 이론이나 가설만을 제시하는데 그치는 게 대부분이었고, 사례 연구에 머물렀다. 이에 본 연구에서는 사회적 네트워크 이론과 관계 역량의 이론적인 배경을 바탕으로 협업 네트워크의 발전과 진화를 설명할 수 있는 동적 모형을 제시한다.

2.2 사회적 네트워크 이론과 관계 역량

사회적 네트워크 이론(social network theory)은 사회적 관계의 배태성(embeddedness)을 살피고 경제적 활동에 대한 행태적 정당성을 설명하기 위해 수립된 이론이다[45]. 이 이론의 주요 연구 주제는 크게 두 가지다. 첫 번째는 기업 간 네트워크가 어떻게 형성되고 경쟁하고 번창하며 소멸하는가에 대한 질문에 답하는 것이고, 두 번째는 네트워크로 구성된 사회적 관계가 어떻게 더 나은 경제적 성과를 거두게 하는지에 대한 연구다[15, 17]. 본 연구는 기업 간 협업 네트워크가 어떻게 형성되고 소멸되는지에 대한 연구로서 첫 번째 주제와 관련되어 있다. 사회적 네트워크 이론은 한 기업의 경제적 행동 또는 의사결정이 기업의 네트워크 속성에 의해서 영향을 받는다고 주장한다[20]. 다시 말해, 기업의 경제적 행동은 해당 기업 고유의 역량이나 동기부여에 의해서만 결정되는 것이 아니고

네트워크에서의 구조적 위치, 사회적 힘, 친화력 등에 의해서 결정될 수 있음을 의미한다[18]. 사회적 네트워크 이론과 유사하게 사회적 자본 이론(social capital theory)도 네트워크와 관계의 중요성을 역설한다. 사회적 자본이란, 한 개인이나 기업이 속해 있는 네트워크로부터 발생된 또는 네트워크를 통해서 얻을 수 있는 실질적이거나 잠재적인 자원의 총합을 말한다[31]. 사회적 자본은 크게 세 가지 차원으로 구성된다[7, 31]. 첫째, 구조적 사회 자본은 사회적 네트워크 구조에서 구성원들 사이에 존재하는 연결 특성 또는 양식에서 비롯되며, 평판, 크기, 응집도, 중첩성 등 네트워크 구조의 특성에서 기인한다. 둘째, 관계적 사회 자본은 사회적 네트워크의 결속 강도에서 비롯되며, 사회적 유대관계에 있는 행위자들 간의 신뢰, 의무와 기대, 존경, 친분, 규범, 상호 호혜성을 의미한다. 셋째, 인지적 사회 자본은 행위자 간 공유된 해석, 표현, 의미를 제공하는 자원으로서 행위자간 공통된 비전을 제공할 수 있다[6]. 이러한 사회적 네트워크와 사회적 자본 이론에 근거하여 본 연구는 사회자본 중 관계적 자본의 관점에 집중한다. 기존 연구들은 사회적 자본의 구조적 차원을 중심으로 협업 네트워크를 설명하려는 노력이 많았으나, 본 연구는 관계적 차원을 중심으로 네트워크의 발현과 작동 원리를 설명하고자 한다.

관계 역량(relational capability, 이하 RC)은 개념 정의에 있어 연구자마다 약간의 차이가 있다. Paulray et al.[35]은 관계적 관점(relational view, [14])을 기반으로 기업 간 의사소통이 지속적인 경쟁 우위를 높일 수 있다고 주장했으며 이 의사소통을 관계 능력(relational competency)이라고 정의하였다. Kale et al.[24]은 기업 간 합병에 있어 개인 수준의 끈끈한 교감에서 발생하는 상호 신뢰, 존중, 우정의 수준을 관계 자본(relational capital)으로 정의했다. 이들은 기업 간 합병에 있어 개인적인 친분 또는 기업 간 신뢰의 중요성을 강조하면서 관계 자본(relational capital)이 기업 간 협업에 있어 자신의 역량 강화와 더불어 새로운 능력의 습

득을 동시에 이루게 하는 원동력이라고 주장했다. Capaldo[10]은 시간이 흐름에 따라 네트워크의 전반적인 구조를 만들어내고 유지 관리함으로써 기업의 혁신성을 지속 가능하게 하는 역량이라고 정의하였다. 이들의 정의를 바탕으로 본 연구에서 관계 역량(RC)을 “기업 내 누적된 지식을 바탕으로 한 기업의 고유 역량과 기업 간 신뢰를 바탕으로 기업 간 관계 속에 내제된 역량으로서 관계를 관리(맺고 끊는)할 수 있는 능력”으로 정의한다. 이 정의에서 강조하는 부분은 세 가지다. 첫째, RC는 상호 기업 간 신뢰를 바탕으로 만들어진다는 것이다. 신뢰야말로 사회적 네트워크를 효과적으로 운영되게 하는 핵심이다[17]. 사회적 자본 이론에서도 상호 작용에 의해 발생하는 신뢰와 존중, 우정 등이 경제적 행동에 영향을 주고 이를 관계적 배태성(relational embeddedness)이라 불렀다[18]. 동일한 구조적 위치에 있더라도 양자 간의 신뢰나 존중의 정도가 높다면 둘의 관계적 자산이 높고 이로 인해 더 나은 성과를 얻을 수 있다는 것이다[31]. 둘째, RC는 기업 내 및 기업 간 관계 속에 내제되어 있다. 즉, RC는 기업의 고유 역량일 뿐만 아니라 기업 간 관계 속에 존재하는 역량이다. RC는 조직의 고유 역량과 더불어 신뢰에 의해서 결정된다. 신뢰라는 것이 두 기업이 있어야 존재하므로 RC는 기업 내뿐 아니라 기업 간 관계 속에 내제되어 있다. 셋째, RC는 방향성이 있다. 왜냐하면 한 기업이 다른 한 기업에 갖는 신뢰가 반드시 대칭적인 것이 아닌 것으로 가정하기 때문이다. 즉, 기업 i 관점에서 본 기업 j 의 RC와 기업 j 관점에서 본 기업 i 의 RC는 다를 수 있다고 가정한다[14].

본 연구가 제안하는 RC는 세 가지 구성요소로 이뤄졌다. 첫째, 신뢰가 높을수록 RC가 높다. 신뢰가 높으면 협업 관계를 맺고 끊을 수 있는 능력이 높다. 둘째, 기업 고유의 관리 능력이 높을수록 RC가 높다. 기업 내부의 혁신 역량이 뛰어날수록 다른 기업과의 관계 관리도 뛰어날 수 있다. 지식 관리 면에서 살펴보면 기업 내부의 지식을 많이 쌓아 놓은 기업일수록 다른 기업과의 관계를 주도할 수

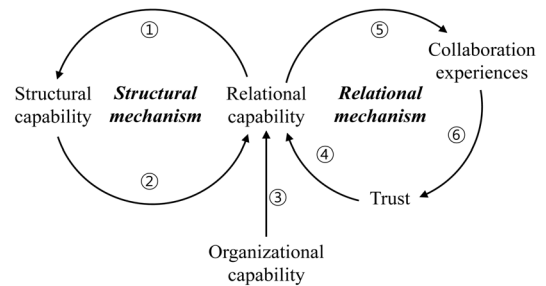
있는 힘을 가질 수 있다. 셋째, 구조 역량이 뛰어날수록 RC가 높다. 즉, 네트워크 상 좋은 위치에 있는 기업이 관계를 맺고 끊을 수 있는 역량을 키워준다. 예를 들어, 네트워크에서 중심에 있는 기업일수록 다른 기업에 비해 높은 교섭력과 정보력을 가질 수 있다. 관련 문헌으로 Kim[25]은 구조적 배태성(structural embeddedness)이 관계적 배태성(relational embeddedness)에 긍정적인 영향을 준을 실증하였다. Powell et al.[37]은 기업의 역량이 구조적 위치를 결정하지만, 역으로 구조적 위치가 기업의 역량을 향상시킬 수 있다고 주장했다. 즉, 자리가 사람을 만든다는 속담과 일맥상통하는 주장이다. 본 연구는 이러한 RC의 개념 정의를 바탕으로 협업 네트워크 창발에 기여하는 두 개의 메커니즘을 다음 절에서 제시하고 이를 행위자 모형으로 구현하고자 한다.

3. 행위자 기반 모형

3.1 관계 역량과 두 개의 메커니즘

본 연구는 관계 역량 관점에서 기업 간 네트워크의 창발 현상을 살피기 위해 관계 역량 RC의 개념을 새롭게 제시하고 이를 행위자 기반 모형(agent-based model)으로 구현하고자 한다. 행위자 기반 모형은 자율성을 가진 행위자들이 서로 상호 작용하고 행위자를 둘러싼 주변 환경과 상호 작용하는 모형을 말한다[39]. 행위자 기반 모형은 행위자 별 의사결정 또는 루틴을 지정함으로써 자율적인 행위자들의 상호작용이 그들이 참여하는 네트워크 전체에 어떤 영향을 미치는지 살피기에 적합하다[4]. 본 연구는 하나의 기업을 하나의 행위자로 정의하고 기업들(행위자들)이 네트워크로 연결된 모형을 수립한다. 협업 또는 제휴 관계에 있는 기업들을 링크로 연결하고, 각 기업이 관계 역량을 기준으로 어떤 기업과 협업 또는 제휴를 맺을 것인지를 선택함으로써 그 선택의 결과가 다시 관계 역량에 영향을 주는 피드백 상황을 반영한다. 요컨대 본 연구에서 기업들을

행위자로 하는 행위자 기반 모형을 수립하고 각 기업들은 하나의 노드(node)로서 네트워크를 구성하게 된다. 이 모형에는 두 가지 미시적 메커니즘이 작동한다. 먼저, 구조 메커니즘(structural mechanism)인데 기업 간 링크의 연결은 구조 메커니즘을 따라 새롭게 연결되거나 기존의 연결이 해제된다. 다른 하나는 관계 메커니즘(relational mechanism)이다. 각 노드는 시간이 흐름에 따라 연결된 다른 노드들과 협업하고 협업의 결과에 따라 기업 간 신뢰는 늘거나 줄어든다. 이 신뢰는 다시 기업 간 관계 역량을 결정하게 되는 관계 메커니즘을 따르게 된다. 관계 메커니즘에 의한 신뢰와 기업 고유의 역량 그리고 구조적 역량이 기업의 관계 역량을 결정하게 된다. 이를 그림으로 표현한 것이 [그림 1]이다.



[그림 1] 관계 역량, 구조 메커니즘, 관계 메커니즘

본 연구의 관계 역량 모형은 크게 두 개의 순환 메커니즘으로 구성되어 있다. 먼저 [그림 1]의 왼쪽 사이클은 네트워크의 구조를 결정하는 구조 메커니즘(structural mechanism)인데, 여기서는 각 노드 간 새로운 연결을 할 것인지 기존 연결을 끊을 것인지를 결정한다. 구조 메커니즘의 화살표①은 구조 역량(structural capability, 이하 SC)이 RC에 의해 결정된다는 의미다. 연결되지 않은 두 노드의 경우 양측의 RC가 모두 기준 값을 넘으면 둘은 연결된다. 한 쪽 노드의 RC만 기준 값을 넘는 경우에는 연결될 수 없다. 왜냐하면 기업 간 연결은 양자 모두 미래에 대한 이익을 보장할 만큼 매력을 갖고 있어야 하기 때문이다. 연결되어 있는 경우, 양측의 RC 중 하나라도 기준 값을 넘지 못하면 연

결은 해제된다. 이를 정형화하면 아래와 같이 정리할 수 있다. RC_{ji} 는 기업 j 의 관점에서 본 기업 i 의 관계 역량을 의미하고, K 는 연결 여부를 결정하는 기준 값(threshold)을 가리킨다.

Step 1 : 구조 메커니즘(structural mechanism)
 Connect node i and j if $(RC_{ji,t} \geq K)$ and $(RC_{ij,t} \geq K)$
 Disconnect node i and j if $(RC_{ji,t} < K)$ or $(RC_{ij,t} < K)$

구조 메커니즘의 화살표②는 SC가 RC를 결정한다는 뜻이다. 즉, 구조 역량이 뛰어난 기업은 협업에 있어 관계 역량도 뛰어나다는 가정이다. 이러한 가정은 공급사슬에서 공급 업체의 구조 역량이 관계 역량에 긍정적인 영향을 준다는 Kim[25]의 최근 실증 연구 결과를 바탕으로 한 것이다. RC로 들어오는 화살표는 SC 외에도 기업의 조직 역량(organizational capability, 이하 OC, 화살표③)과 신뢰(화살표④)가 있다. 즉, 한 기업의 RC는 SC와 기업 고유의 OC, 그리고 양자 간의 신뢰가 작용하는 것으로 가정한다. 시간 t 에서 이들의 관계는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$RC_{ij,t} = \alpha OC_{i,t} + \beta SC_{i,t} + \gamma TRUST_{ij,t} \quad (1)$$

where $\alpha + \beta + \gamma = 1, 0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1$

위의 식에서 양자 간에 정의되는 RC는 기업 고유의 역량 OC와 네트워크 상에서의 구조 역량 SC, 그리고 양자 간에 형성된 신뢰 TRUST의 볼록 조합(convex combination)으로 구성된다. 가중치인 α, β, γ 는 실험 설계에서 다양한 조합으로 결정될 것이다. 먼저, 시간 t 에서 기업 i 의 기업 역량 $oc_{i,t}$ 는 누적된 지식의 수준으로 아래와 같이 정의한다.

$$oc_{i,t} = (1 - \delta)oc_{i,t-1} + \theta_i oc_{i,t-1}^{\lambda_i} \quad (2)$$

λ_i 는 기업 i 의 학습 곡선 계수로서 기업의 지식이 기존 지식을 바탕으로 지수적으로 증가함을 가정한다[16]. θ_i 는 기업 i 의 혁신 능력을 나타내는 매개변수로서 그 값이 클수록 기존에 쌓은 지식으로부터

얻어내는 지식의 양이 늘어나며 결국 기업의 고유 역량 $oc_{i,t}$ 가 증가하게 된다. δ 는 해당 산업의 지식 감모율(depreciation rate)로서 그 값이 큰 산업일수록 지식이 다른 산업에 비해 빨리 쓸모없어짐을 의미한다. 기업의 구조적 역량 $sc_{i,t}$ 는 협업 네트워크에서 기업 i 가 제휴하고 있는 기업의 개수를 의미하는 차수 중심도(degree centrality)로 측정하였다.

$$OC_{i,t} = \frac{oc_{i,t}}{\max[oc_{i,t}]} \quad (3)$$

$$SC_{i,t} = \frac{sc_{i,t}}{\max[sc_{i,t}]} \quad (4)$$

$oc_{i,t}$ 를 기업이 갖는 상대적인 경쟁 역량으로 측정하기 위해 각 period t 에서 가장 큰 $oc_{i,t}$ 값을 가진 기업이 1의 값을 갖도록 최대값으로 나눠 $[0, 1]$ 사이에 존재하는 $OC_{i,t}$ 로 표준화하였다. $sc_{i,t}$ 도 각 period t 에서 최대값으로 나눠 $[0, 1]$ 사이의 $SC_{i,t}$ 로 표준화함으로써 상대적인 구조 역량을 측정하였다.

두 번째 메커니즘은 관계 메커니즘(relational mechanism)인데 양자 간의 협력 경험을 통해 신뢰의 수준을 결정하게 된다. 이 관계 메커니즘은 협력관계로 맺어진 경우에만 작동한다. 즉, 협력 링크로 맺어진 노드 짝은 관계 메커니즘을 통해 협력의 경험을 만들어 내고 성공과 실패로 그 결과가 얻어진다(화살표⑤). 그 결과에 따라 성공적인 경험이 많이 쌓일수록 양자 간 신뢰는 늘고, 실패의 경험이 많이 쌓일수록 양자 간 신뢰는 줄어든다(화살표⑥). 이 신뢰의 정도가 다시 양자 간 RC에 영향을 미치게 됨으로써(화살표④), 관계 메커니즘의 한 사이클이 완성된다. 이를 정형화하면 아래와 같다.

Step 2 : 관계 메커니즘(relational mechanism)

1) Collaboration between node i and j at time t succeeds with a probability of $(OC_{i,t} \times OC_{j,t})$

2) $TRUST_{ij,t} = \begin{cases} \min[TRUST_{ij,t-1} + \epsilon, 0] & \text{if collaboration succeeds} \\ \min[TRUST_{ij,t-1} - \epsilon, 0] & \text{if collaboration fails} \end{cases}$

where $0 < \epsilon \ll 1$

관계 메커니즘의 첫 단계에서 양자 간 협업의 성공은 확률적으로 결정되며 그 확률은 각 기업 고유의 역량에 비례하도록 설정하였다. 두 기업의 제휴 성과는 두 기업의 역량이 함께 높을수록 향상된다는 실증 연구 결과[43]를 반영한 것이다. 두 번째 단계에서는 양자 간의 신뢰가 관계 경험에 따라 업데이트된다. 이번에 양자 간 협업이 성공했다면 ϵ 만큼 신뢰는 늘어나고, 만약 실패했다면 ϵ 만큼 줄어든다. 신뢰가 0과 1사이의 값을 갖도록 하기 위해 양자 간의 거래가 계속 성공한다고 해도 최대 1을 초과하지 못하도록 하였고, 반대로 계속 실패한다고 해도 최소 0 아래로 떨어지지 않게 하였다.

3.2 실험 설계

본 모형에서 하나의 노드는 하나의 기업을 의미하는데 100개로 구성하였다. 기업 역량 $oc_{i,t}$ 를 위한 모수 δ , θ_i 등은 본 연구와 같이 Eppel et al.[16]의 지식 모형을 사용한 Kim and Park[26]의 값을 참조하였다. 기업 역량의 초기 값은 균등분포를 따르는 확률 변수로 정의하여 기업별로 다른 누적 지식을 갖고 있을 수 있음을 가정하였다. 각 기업들의 짝이 갖는 신뢰의 초기 값도 균등분포를 따르는 확률

변수로 정의함으로써 기업들의 이질성(heterogeneity)을 반영하였다. 실험에 사용된 나머지 모수들의 기본 값들은 아래 <표 1>에 정리하였다.

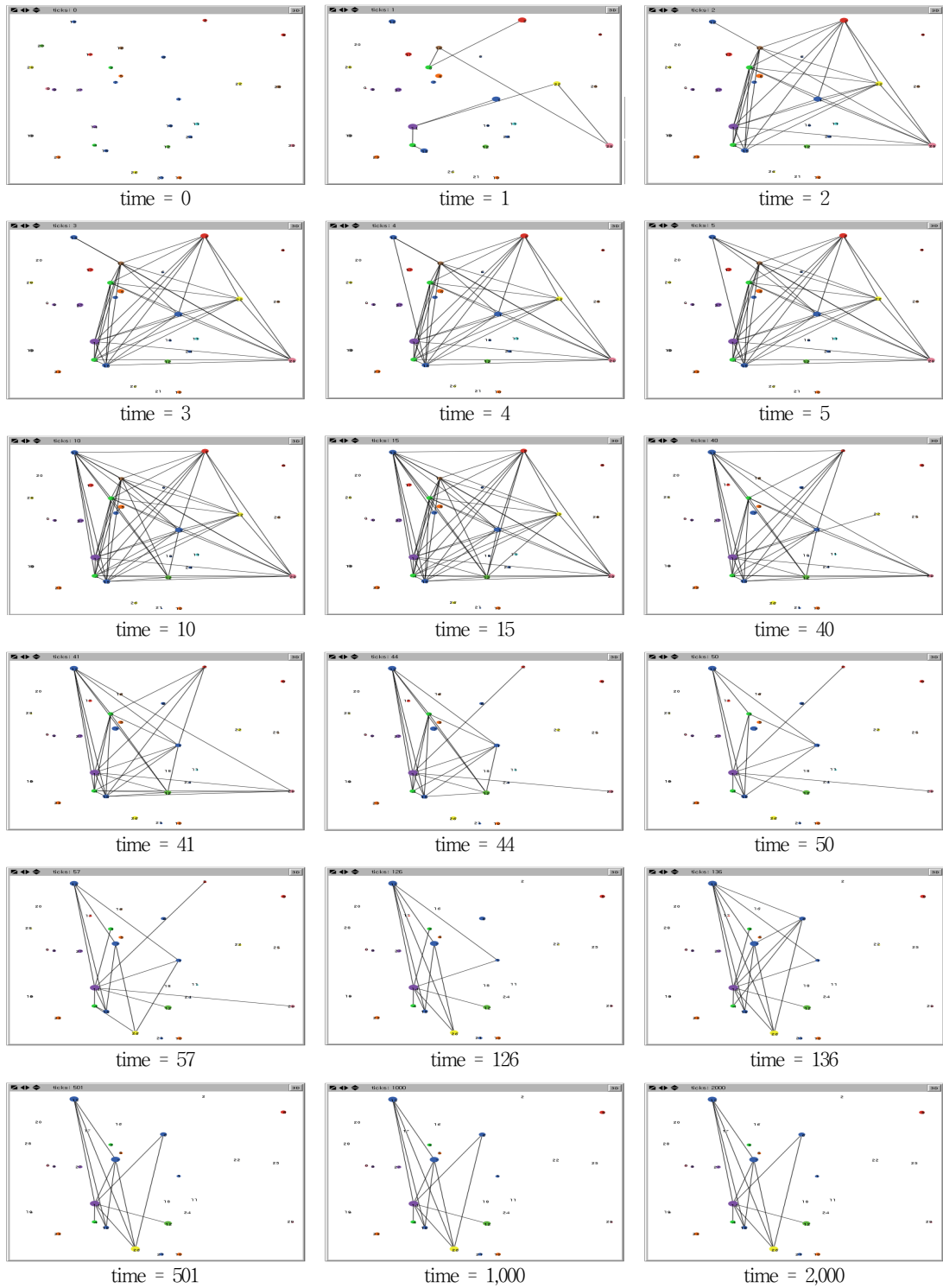
본 연구에서는 협업 네트워크의 창발 동인으로서 관계역량 RC의 구성이 네트워크 형태에 어떠한 영향을 주는지 살펴보기 위하여 각 요인의 가중치를 변경해가며 실험하였다. 이를 위해 구조 역량이 관계 역량에 기여하는 가중치인 β 를 0에서 0.5까지 변화하여 살펴보았다. 기업 고유 역량이 관계 역량에 기여하는 정도를 나타내는 α 는 0.1로 고정하였다. 이에 따라 γ 는 $(1-\alpha-\beta)$ 이므로 0.4에서 0.9까지 변화한다. 본 연구에서 제시한 행위자 기반 모형은 NetLogo 5.1[46]을 이용해 구현하였으며, 모의실험은 NetLogo에 내장된 BehaviorSpace를 이용하였다.

4. 실험 결과 및 토의

모의실험 결과는 크게 두 가지로 분석하였다. 먼저 시간의 흐름에 따라 창발하는 협업 네트워크의 특성을 분석하는 동적 분석을 수행하였고, 다음으로 평형상태에 이르렀을 때의 네트워크의 특성을 횡적으로 분석하였다.

<표 1> 모의실험에 사용한 모수의 의미와 기본 값

| 모수 | 의미 | 기본 값 |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------|
| α | 기업 역량이 관계 역량에 기여하는 가중치 | 0.1 |
| β | 구조 역량이 관계 역량에 기여하는 가중치 | 0.1 |
| γ | 신뢰가 관계 역량에 기여하는 가중치 | $1 - \alpha - \beta$ |
| $oc_{i,0}$ | 기업 i의 기업 역량 초기값 | $\sim U[0, oc_{max}]$ |
| oc_{max} | 기업별 기업 역량 초기값의 최대값 | 0.1 |
| δ | 지식의 감모율 | 0.001 |
| θ_i | 기업 i의 내부 혁신 계수 | $\sim U[0, \theta_{max}]$ |
| θ_{max} | 기업별 내부 혁신 계수의 최대값 | 0.02 |
| λ_i | 기업 i의 학습 곡선 계수 | $\sim U[0, \lambda_{max}]$ |
| λ_{max} | 기업별 학습 곡선 계수의 최대값 | 0.05 |
| $TRUST_{ij,0}$ | 기업 i와 j의 신뢰 초기값 | $\sim U[0, TRUST_{max}]$ |
| $TRUST_{max}$ | 기업 짝(pair)별 신뢰 초기값의 최대값 | 0.1 |
| ϵ | 한번의 협력 성공 또는 실패에 따른 TRUST 변화량 | 0.01 |
| K | 구조 메커니즘에서 연결과 분리를 결정하는 한계 값 | 0.14 |



[그림 2] 협업 네트워크의 진화 모습(기업 수 = 30)

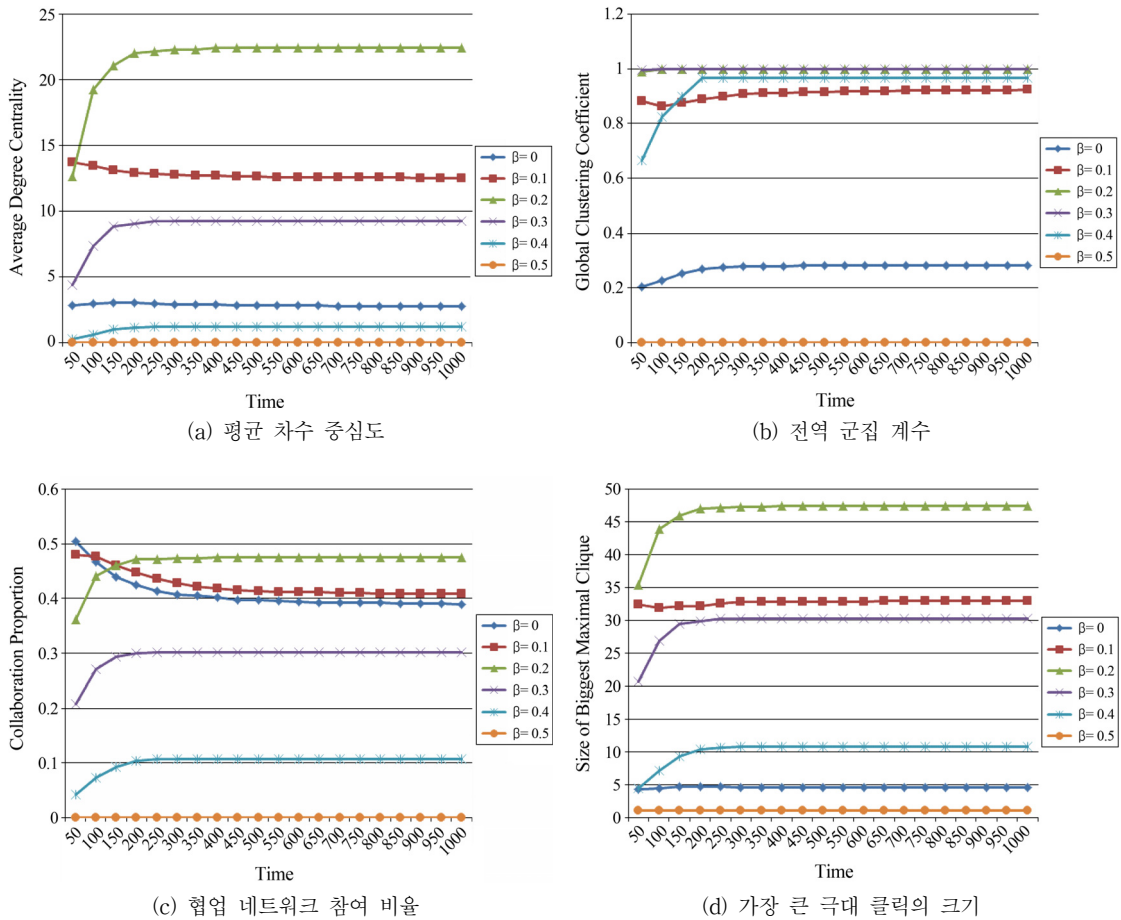
4.1 동적 분석

본 연구가 제시한 행위자 기반 모형으로 네트워크가 어떻게 형성되는지 시간의 흐름에 따라 살펴 보았다[그림 2]. 우선 네트워크의 변화를 좀 더 명확하게 살피기 위해서 기업(노드) 수는 30개로 제한하였다. 실험에 사용된 모수들의 값은 <표 1>에 따라 지정하였다.

[그림 2]는 실제로 네트워크가 어떤 식으로 창발하는지를 보기 위해 하나의 예를 갈무리한 것이다. 그림에서 노드의 크기(원의 지름)는 해당 노드의 기업 능력인 OC의 크기를 나타낸다. 큰 원일수록 많은 지식을 갖고 있어 OC가 큰 기업을 의미한다. Time = 1에서 15까지는 새로운 링크들이 생겨나면서 협업 네트워크에 참여하는 기업이 증가하였다. 그 이후 time = 50까지는 링크 수가 감소하는 추세를 보였다. Time = 50에서 136정도까지는 링크 수가 다시 증가하는 모습을 보이다가 그 이후로는 다소 감소하여 평형 상태에 접어들어 변화가 없었다. 협업 네트워크의 밀도를 보더라도 초반(time = 0~15)에는 증가하여 네트워크에 참여하는 기업들끼리 서로 모두 협력하게 되는 극대 클릭(maximal clique)의 크기가 증가하다가 그 이후로는 감소하는 추세를 보였다. 특히 time = 44~57 그림을 보면 협업 네트워크에 참여하는 노드 간 형성된 닫힌 삼각관계(closed triplets)가 사라지면서 구조적 공백이 상당히 많이 발행했음을 확인할 수 있다. 그에 따라서 time = 50에서 보듯이 허브(hub) 역할을 하는 노드(가운데 보라색)도 생겼다. 하지만, time = 57 이후에는 구조적 공백과 닫힌 삼각관계가 적절히 혼합된 모습을 보였다. 다시 말해, 위의 예시에서 협업 네트워크의 태동기에는 닫힌 삼각관계가 많은 응집된 네트워크 형태를 보이다 시간이 흐르면 닫힌 삼각관계가 사라지고 구조적 공백이 많이 생긴 후 더 시간이 흐르면 삼각관계와 구조적 공백이 혼합된 형태로 안정 상태에 접어들었다. 다만, 주목할 점은 이러한 패턴이 다른 모수 설정뿐 아니라 동일한 모수 설정에서도 항상 반복해서 나타나는

것은 아니었다. 즉, 구조적 공백의 수가 감소 또는 증가하는 일정한 패턴으로 진행되지는 않았다. 하지만, 공통적으로 나타나는 현상은 링크의 수가 점점 변화하는 전이 상태를 거쳐 일정 시간이 지나면(대략 time = 1,000정도) 링크의 변화가 없는 안정 상태로 접어든다는 것이다. 안정 상태로 접어드는 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. 식 (2)에 의해서 기업 고유 능력인 OC가 시간이 흐름에 따라 안정 상태에 접어들고, 이에 따라 관계 메커니즘에서 협력 성공 확률이 안정 상태에 접어들게 된다. TRUST에 대한 가중치 $\gamma=0.8$ 로 높은 비중을 차지함에도 불구하고 협력 경험의 성공 또는 실패가 RC에 큰 변화를 주지 못하기 때문으로 해석할 수 있다. 결국 OC와 TRUST가 변하지 않으므로 RC의 변화가 줄어들어 구조 메커니즘이 변화될 가능성이 낮아지고 그에 따라 SC도 일정하게 안정되므로 궁극적으로 RC의 안정이 강화되는 안정 상태에 접어드는 것으로 이해할 수 있다.

다음으로 기업(노드) 수를 100개로 정하고 SC가 RC에 기여하는 가중치인 β 를 0에서 0.5까지 0.1단위로 변화시켜가면서 협업 네트워크의 특징을 나타내는 지표들을 살핀 결과를 [그림 3]으로 정리했다. 이와 같이 β 를 변화시키면 식 (1)의 $\alpha+\beta+\gamma=1$ 에 따라 γ 도 0.9에서 0.4까지 0.1단위로 감소하며 변화한다. 실험은 무작위 효과를 줄이기 위해 각 모수 조합에서 30번씩 반복(replications)한 결과를 평균하였다. $\beta=0.5(\gamma=0.4)$ 인 경우는 네트워크가 전혀 형성되지 않았으므로 설명에서 제외한다. [그림 3]은 시간의 흐름에 따라 협업 네트워크의 특징이 어떻게 변해가는지를 보여준다. 네트워크의 특성을 나타내는 주요 지표 중 평균 차수 중심도, 전역 군집 계수, 협업 네트워크 참여 비율, 가장 큰 극대 클릭의 크기를 중심으로 분석하였다. [그림 3]의 (a)는 평균 차수 중심도(average degree centrality)의 시간에 따른 변화를 보여준다. 평균 차수 중심도란 각 노드의 차수 중심도(degree centrality)를 노드의 개수로 나눠 평균을 취한 값이다. 노드의 차수는 현재 직접 협력하고 있는 기업의 수, 즉 직접



[그림 3] 협업 네트워크의 동적 변화(기업 수 = 100)

연결된 링크의 개수로 측정한다[32]. 구조 역량 SC가 아무런 기여를 하지 않고 RC가 오직 기업 역량 OC와 협력의 성패에 의한 TRUST에 의해 결정되는 $\beta=0(\gamma=0.9)$ 에서는 시간의 흐름에 따라 평균 차수 중심도는 큰 변화가 없었다. 이는 구조 역량이 기업에게 가져다주는 선순환 구조인 구조 메커니즘의 순환에 접어들지 못했기 때문으로 해석할 수 있다. 구조 역량 SC가 어느 정도 기여하지만 여전히 TRUST에 의해서 많이 결정되는 $\beta=0.1(\gamma=0.8)$ 에서는 시간에 따라 평균 차수 중심도가 감소하다 안정 상태로 접어들었다. 반면에, 구조 역량의 기여가 상대적으로 높은 $\beta=0.2\sim0.4(\gamma=0.7\sim0.5)$ 에서는 시간에 따라 평균 차수 중심도가 증가

하다 안정 상태로 접어들었다. 이는 SC의 비중이 증가하면 주로 SC에 의해서 RC가 증가하고 증가한 RC에 의해 SC가 증가하는 구조 메커니즘의 선순환(positive feedback) 루프에 빠져들었기 때문으로 해석할 수 있다. 반면, SC의 비중이 낮으면 RC가 주로 TRUST에 의해서 결정되므로 TRUST가 낮은 링크는 끊어지게 되므로 전이 상태에서 평균 차수 중심도가 줄어드는 추세를 나타냈다. 두 번째 [그림 3(b)]는 전역 군집 계수(global clustering coefficient)를 보여주는데 “닫힌 삼각관계(closed triplets)의 개수÷연결된 삼각관계(connected triplets)의 개수”로 계산된다[32]. 전역 군집 계수가 클수록 제휴 네트워크에 속한 노드들끼리 서로 제휴하고

있다는 의미다. 생물학자 간 협업 네트워크의 전역 군집 계수는 0.09, 영화 배우 간의 협업 네트워크는 0.20, 기업의 간부들 간 협업 네트워크는 0.59 정도다 [32]. [그림 3(b)]에서 $\beta=0(\gamma=0.9)$ 의 경우 군집 계수는 점점 상승한 후 안정 상태에 접어들었다. 반면 $\beta=0.1(\gamma=0.8)$ 에서는 군집 계수는 점점 감소하다 time = 100 이후 증가하면서 안정 상태에 접어들었다. Hite and Hesterly[22]가 주장한 시간에 따라 응집된 네트워크에서 구조적 공백을 활용한 네트워크로의 변화는 $\beta=0.1$ 의 초기에만 관측할 수 있었다. $\beta=0.2\sim 0.3(\gamma=0.7\sim 0.6)$ 에서는 군집계수가 처음부터 안정 상태까지 지속적으로 1의 값을 가졌다. 다시 $\beta=0.4(\gamma=0.5)$ 에서는 time = 50에서 0.66으로 시작해서 점점 상승하였고 0.97로 안정 상태를 유지하였다. 요컨대 $\beta=0.1(\gamma=0.8)$ 의 초기를 제외하고는 대부분 군집 계수는 상승하는 추세를 보였다. 이는 RC를 결정하는데 있어 구조 역량이 중요한 신뢰가 중요한 시간이 흐를수록 구조 역량 또는 신뢰가 탁월한 기업들 간의 제휴만이 선별되고 강화되기 때문으로 해석할 수 있다. 다시 말해, 신뢰가 약한 제휴가 퇴출되거나 구조 역량이 작은 기업들은 퇴출되고 남은 알짜 기업들끼리 서로 제휴를 강화하기 때문이다. [그림 3(c)]는 협업 네트워크에 참여하는 비율을 나타낸 그림이며 이 비율은 “협업 네트워크에 참여한 기업 수÷전체 기업 수”로 계산한다. 이 비율이 높을수록 협업 네트워크에 참여하는 비율이 높다는 의미다. [그림 3(c)]를 보면 $\beta=0\sim 0.1(\gamma=0.9\sim 0.8)$ 인 경우 참여 비율은 점점 감소하다 안정 상태에 접어든 반면, $\beta=0.2\sim 0.4(\gamma=0.7\sim 0.5)$ 에서는 시간에 따라 참여 비율이 증가하다가 안정 상태로 접어들었다. 이 역시 앞의 지표들과 마찬가지로 SC가 RC에 큰 기여를 하는 상황에서는 구조 메커니즘의 선순환에 빠져 더 많은 기업들을 끌어들이게 되지만, TRUST가 RC에 큰 기여를 하는 산업에서는 TRUST가 낮은 링크는 사라지게 됨을 확인할 수 있다. [그림 3(d)]는 가장 큰 극대 클릭(maximal clique)의 크기의 변화를 보여준다. 클릭이란 모든 노드가 서로 연결된

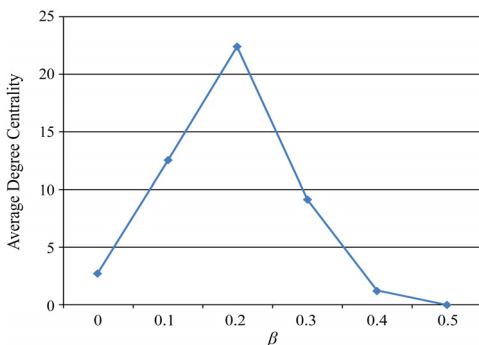
노드의 집단을 말한다. 즉, 클릭에 속한 모든 노드는 서로 간에 제휴되어 있다. 극대 클릭이란 클릭 중에서 네트워크에 속한 다른 노드를 추가하여 확장할 수 없는 가장 많은 노드가 포함되어 있는 클릭을 말한다. 극대 클릭의 크기란 극대 클릭에 포함된 노드의 개수를 의미한다. 협업 네트워크에서 극대 클릭이란 모든 기업들이 서로 서로 제휴되어 있는 부분 네트워크로 해석할 수 있고, 이 부분 네트워크의 크기가 바로 극대 클릭의 크기다. 극대 클릭의 크기가 크다는 것은 모든 짝이 서로 제휴하고 있는 부분 네트워크의 크기가 크다는 의미이므로 많은 기업들이 하나의 공동체처럼 제휴의 끈으로 묶여있음을 뜻한다. 하나의 제휴 네트워크 안에 극대 클릭은 여러 개가 존재할 수 있으므로 그 중에서 가장 큰 극대 클릭의 규모를 측정하는 것이 [그림 3(d)]다. $\beta=0.1(\gamma=0.8)$ 인 경우 극대 클릭에 포함된 기업 수가 점점 감소하다 다시 증가하여 안정 상태에 접어든 반면, $\beta=0.2\sim 0.4(\gamma=0.7\sim 0.5)$ 에서는 시간에 따라 증가하다가 안정 상태로 접어들었다.

위의 네 지표들로 나타난 동적 분석의 결과를 종합해보면 협업 네트워크의 동적 모습을 두 유형으로 구분할 수 있다. 먼저 제휴 기업의 수로 측정되는 구조 역량 SC에 의해 RC가 결정되고 이에 따라 제휴 여부가 맺어지는 산업이다. 이 산업에서는 시간이 흐름에 따라 기업들은 제휴를 늘려나가는 방향으로 나아가며 제휴에 참여하는 기업이 점점 증가하고 일단 제휴에 참여하면 서로 간의 응집력이 높아지는 방향으로 나아간다. 이는 기업 간 제휴에 있어 구조 메커니즘이 더욱 중요한 상황이기 때문에 풀이된다. 다음으로, 협업의 성패 경험에 의해 결정되는 TRUST에 따라 RC가 결정되고 이에 따라 제휴 여부가 맺어지는 산업이다. 이 산업에서는 시간이 흐를수록 기업들은 제휴를 줄이는 방향으로 나아간다. 이는 제휴 여부 결정에 있어 신뢰가 더 중요한 요소이므로 관계 메커니즘에 의해 낮은 신뢰의 연결은 방출되기 때문으로 해석할 수 있다.

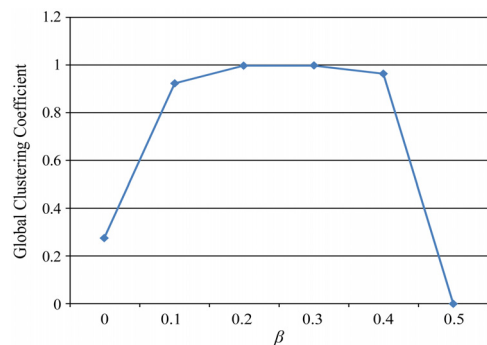
4.2 평형상태 분석

앞서 동적 분석에서 살펴보았듯이 협업 네트워크는 일정 시간이 흐르면 링크의 수와 구성에 변화가 없는 평형상태에 접어들었다. [그림 4]는 β 의 변화에 따라 네트워크의 지표들이 어떻게 변하는지 time = 1,000을 기준으로 횡단 분석을 하였다. 동적 분석과 마찬가지로 $\beta=0.5(\gamma=0.4)$ 인 경우는 네트워크가 전혀 형성되지 않았으므로 설명에서 제외한다. 먼저 (a) 평균 차수 중심도는 β 가 증가함에 따라 역U자의 형태(inverted-U shape)를 보였다. 즉, β 가 증가함에 따라 평균 차수 중심도도 증가하다가 $\beta=0.2$ 에서 약 22정도로 최대값을 찍은 후 점점 감소하는 추세를 보였다. RC에 대한 신뢰의 기여가 높은 경우($\beta=0\sim0.1$), 신뢰가 낮은 제휴들이 퇴출당하면서 신뢰가 높은 제휴들만 살아남기 때문으로 해석할 수 있다. 반면, RC에 대한 구조 역량의 기여가 높은 경

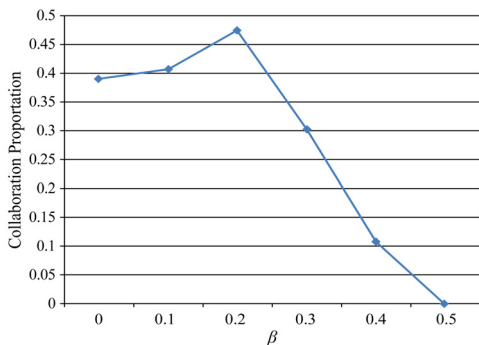
우($\beta=0.3\sim0.5$) 주로 구조적인 특징에 의해서 RC가 결정되므로 동적인 역량 누적이 어렵게 된다. 즉, 협력 경험에 따라 신뢰를 쌓고 이에 따라 RC가 증가하고 증가된 RC에 의해 구조 역량 SC가 증가하고 이것이 다시 RC를 증가시키는 선순환에 빠지지 못하게 된다. $\beta=0.2$ 에서 평균 차수 중심도는 최대가 되는데 이것은 구조 메커니즘과 관계 메커니즘의 적절한 균형으로 RC가 증가되는 선순환 루프에 들어갔음을 말해준다. 특히 [그림 3]의 (a)에서 네트워크의 초기(time = 50)에는 $\beta=0.2$ 보다 $\beta=0.1$ 일 때의 평균 차수 중심도가 더 높았으나 시간의 흐름에 따라 $\beta=0.2$ 일 때의 평균 차수가 추월하는 것을 확인할 수 있다. 그림 (b)는 평형상태에서 전역 군집 계수를 나타내는데 이 역시 β 가 0인 경우를 제외하고는 대부분 1에 가까웠다. $\beta=0$ 인 경우 군집 계수가 0.28정도였는데 이는 창발된 네트워크에 구조적 공백이 많이 존재함을 의미한다. 이는 구조 역량이 RC



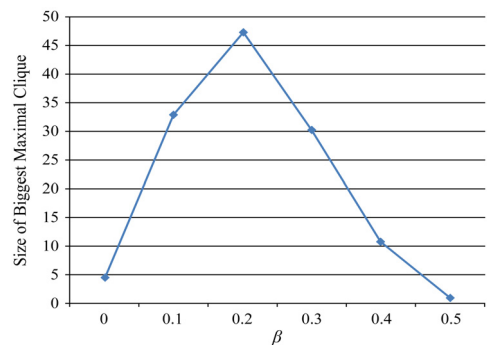
(a) 평균 차수 중심도



(b) 전역 군집 계수



(c) 협업 네트워크 참여 비율

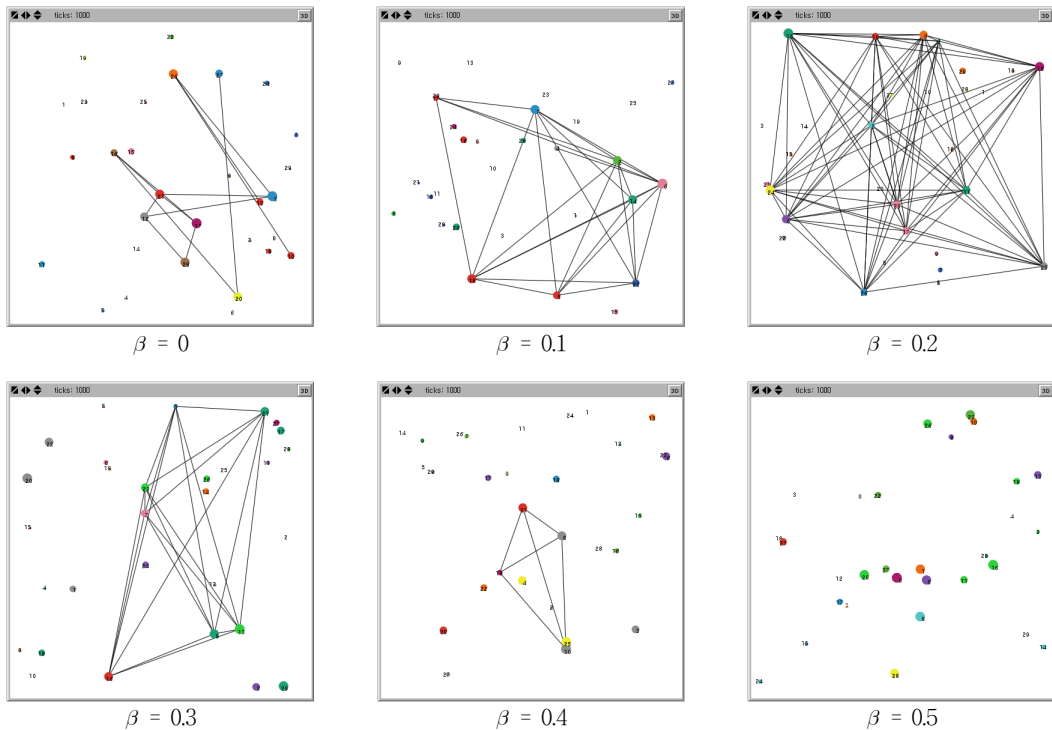


(d) 가장 큰 극대 클릭의 크기

[그림 4] 평형상태에서 관계 역량의 구성에 따른 협업 네트워크의 모습(기업 수 = 100)

를 결정하는데 공헌이 전혀 없는 상황으로서 신뢰에 의해서 제휴가 결정되는 상황이다. 이러한 상황에서는 더 많은 제휴가 아무런 공헌을 하지 못하므로 신뢰가 높은 기업들과의 개별적인 제휴를 선택하게 된다. 그에 따라 구조 역량이 뛰어난 기업끼리 서로 뭉치는 응집된 형태에서 멀어지고 구조적 공백을 많이 가진 형태로 나타난다고 해석할 수 있다. [그림 3(c)]는 평형상태에서 협업 네트워크 참여 비율을 나타내는데 $\beta=0\sim0.1$ 에서는 약 40%였고, $\beta=0.2$ 에서 약 47%로 최대값을 보인 후, $\beta=0.3\sim0.4$ 에서는 감소하는 경향을 보였다. 분산분석 결과 $\beta=0$ 과 $\beta=1$ 은 평균값의 차이가 유의하지 않았고, 다른 값들의 평균들은 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). 다시 말해, $\beta=0.2$ 에서 다른 값들에서보다 유의하게 큰 값을 가졌다. 이는 구조 역량과 신뢰가 적절히 균형을 맞춰 RC에 기여하는 경우에 협업 네트워크에 참여하는 기업도 최대가 됨을 의미한다. [그림 3(d)]는 가장 큰 극대 클릭의 크기를 나타내는데 YU자

를 나타냈다. [그림 3(c)]와 [그림 3(d)]를 함께 살펴보면 흥미 있는 결과를 살펴볼 수 있다. [그림 3(c)]는 협업 네트워크에 참여하는 비율이므로 그 값에 전체 노드 개수 100을 곱하면 네트워크에 참여하는 기업의 수를 확인할 수 있어 [그림 3(d)]의 가장 큰 극대 클릭 크기와 직접 비교가 가능하다. $\beta=0.2\sim0.4$ 에서는 두 값이 거의 동일한 반면 $\beta=0$ 에서는 큰 차이를 보인다. 이를 해석하면, $\beta=0.2\sim0.4$ 인 경우 네트워크에 참여한 기업 대부분이 서로 서로 제휴하는 똘똘 뭉친 형태의 응집된 네트워크(dense network) 형태로 형성되었음을 의미한다. 반면, $\beta=0$ 의 경우 네트워크에 참여한 기업이 모두 서로 제휴하는 것은 아니므로 구조적 공백이 많음을 확인할 수 있다. 이에 대한 예시로 기업 수를 30개로 제한하고 평형상태에서의 모습을 갈무리한 것이 [그림 5]이다. $\beta=0\sim0.1$ 에서는 구조적 공백이 많이 보이지만, $\beta=0.2\sim0.4$ 에서는 협업 네트워크가 하나의 클릭 형태로 형성되었음을 확인할 수 있다.



[그림 5] 평형상태에서 관계 역량의 구성에 따른 협업 네트워크의 모습 예시(기업 수 = 30)

요컨대 평형상태를 기준으로 분석한 결과 다음 두 가지의 사실을 확인하였다. 첫째, 구조 역량과 신뢰가 적절히 균형을 맞춰 RC에 기여하는 경우에 협업 네트워크에 참여하는 기업 수는 최대가 된다. 이는 동적 분석결과와 마찬가지로 구조 메커니즘과 관계 메커니즘의 적절한 균형에 의해 RC가 최대로 끌어올려지는 선순환의 효과로 해석될 수 있다. 둘째, 신뢰에 의해 기업간 제휴가 결정되는 산업의 경우 구조적 공백이 많은 형태로 발전하며, 구조 역량에 의해 결정되는 산업의 경우 응집된 네트워크 형태로 발전한다. 전자는 관계 메커니즘이 상대적으로 활발하게 작동하는 경우이고 후자는 구조 메커니즘이 상대적으로 활발하게 작동하기 때문으로 해석할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 기업 간 협업 네트워크가 어떻게 형성되는지를 설명하기 위해 형성의 동인으로서 관계 역량을 새롭게 제시하였다. 더불어 기존 문헌을 바탕으로 관계 역량을 구성하는 세 가지 요인-기업의 고유 역량(OC), 구조 역량(SC), 신뢰(TRUST)-과 이들을 동적으로 변화시키는 두 개의 메커니즘-구조 메커니즘과 관계 메커니즘-을 제시하였다. 제시한 개념들과 메커니즘을 행위자 기반 모형으로 구현하고 모의실험을 통해 기업 간 협업 네트워크가 어떻게 창발하는지 살펴보았다. 특히 구조 역량과 신뢰가 관계 역량에 기여하는 정도가 창발한 협업 네트워크의 특징과 어떠한 관계가 있는지 살펴보았다. 먼저 구조 역량이 관계 역량에 기여하는 바가 커서 구조 역량이 제휴 결정에 큰 역할을 하는 산업의 경우, 시간이 흐름에 따라 기업당 평균 제휴 수, 협업 네트워크에 참여하는 비율이 점점 증가하다가 안정 상태에 접어들었고, 협업 네트워크에 참여한 기업들은 서로 간에 모두 제휴하는 똘똘 뭉친 응집된 네트워크 형태를 띠었다. 반대로 신뢰가 관계 역량에 기여하는 바가 커서 협업의 성패에 따른 결과인 누적된 신뢰가 제휴 여부에 큰 역할을 하는 산업의 경우, 앞의 상황과 정 반대의 패턴을 보였

다. 다시 말해, 시간이 흐름에 따라 기업당 평균 제휴 수, 협업 네트워크에 참여하는 비율이 점점 감소하다가 안정 상태에 접어들었고, 협업 네트워크에 참여하는 기업들이 모두 서로 간에 제휴하지 않고 구조적 공백이 많은 형태를 띠었다. 이러한 결과는 앞서 제시했던 구조 메커니즘과 관계 메커니즘의 균형 측면에서 해석할 수 있다. 구조 역량이 제휴 결정에 큰 역할을 하는 산업의 경우 구조 메커니즘이 활발하게 작동하여 각 기업들은 제휴를 늘리는 방향으로 움직였다. 반면에 신뢰가 제휴 결정에 큰 역할을 하는 산업의 경우 관계 메커니즘이 활발하게 작동하여 신뢰가 낮은 제휴들은 끊기고 해당 기업들은 네트워크에서 퇴출당하게 되어 제휴 수가 줄어들게 된 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 평형상태 분석에서 재확인할 수 있었다. 평형상태를 살펴본 결과 구조 역량의 기여와 신뢰의 기여가 적절한 균형을 이룬 지점에서 기업당 평균 제휴 수, 협업 네트워크에 참여하는 기업의 수가 최대였다. 요컨대 구조 메커니즘과 관계 메커니즘이 균형을 이루는 경우 네트워크에 참여하는 기업들은 관계 역량이 재 강화되는 선순환 루프에 진입하게 되어 네트워크 전체로 보면 제휴에 참여하는 기업도 많아지고 기업 당 제휴 수도 증가하게 됨을 확인했다.

본 연구의 한계와 이를 극복하기 위한 향후 연구 계획은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 모형은 기업의 개수가 고정되어 있다고 가정했다. 하지만, 하나의 산업에 새로운 기업이 진입하기도 하고 경쟁에서 뒤처지는 기업은 소멸하기도 한다[30]. 이러한 기업의 생멸을 포함한다면 네트워크 진화 연구에 더 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대한다. 둘째, 본 연구의 모형에서는 기업의 협업 경험에 의한 학습이 직접 경험에만 국한된다. 이러한 한계는 두 가지 면에서 극복할 수 있는데, 하나는 기업의 고유 역량에 대한 부분이고 다른 하나는 신뢰 누적에 대한 부분이다. 본 연구에서는 기업의 고유 역량을 기업 내의 지식 누적으로 보는데 여기에 협력에 의해 흡수되는 지식을 포함하는 것으로 확장 가능하다. 흡

수되는 지식은 각 기업의 흡수역량(absorptive capacity, [11])에 따라 다를 것이며 자신과 협력하는 상대 기업의 누적 지식의 양에 따라 다를 것이다. 또 다른 측면으로 관계 메커니즘에 의해 작동하는 신뢰 누적에 있어서도 본 연구의 모형은 협력의 직접 경험에 의한 결과만이 신뢰를 증감시킨다. 하지만, 정보가 다양한 채널에 의해 공유되는 상황에서는 다른 기업의 협업 성공 여부를 파악할 수 있는 것이 현실이다. 다시 말해 자신이 직접 경험하지 않더라도 간접적인 협업 경험을 관찰함으로써 상대 기업의 신뢰가 변할 수 있는 것이다. 이 부분도 모형에 포함시킨다면 관계 메커니즘이 더욱 정교화될 것으로 기대한다. 셋째, 본 연구는 기업들을 둘러싼 경영환경에 대한 변화를 고려하지 못했다. 본 연구에서는 기업의 제휴 동인을 기업 내부와 기업 간 변수에 국한하고 있다. 하지만, 자원 의존 이론(resource dependence theory, [36])에 의하면 기업은 환경 불확실성을 극복하기 위해 다른 기업과 제휴하기도 한다[34]. 경영환경 변화에 따른 제휴 가능성을 포함한다면 본 모형의 타당성이 향상될 수 있을 것이라 기대한다. 마지막으로 본 연구는 기업의 지식을 단일 차원으로 가정하고 있다. 하지만, 기업이 갖는 지식은 여러 차원으로 존재하며, 기업은 자신이 갖고 있지 않은 차원을 보완하기 위해 제휴하는 경우가 많다[42]. 본 모형의 단일 차원 지식 누적을 다차원으로 확장한다면 좀 더 지식 경영 관점에서 발전된 연구를 할 수 있을 것으로 기대한다.

참고 문헌

- [1] 김대식, 광기영, “소셜 네트워크 분석 접근법을 활용한 글로벌 금융시장 네트워크 분석”, 『한국경영과학회지』, 제38권, 제4호(2013), pp.11-33.
- [2] 박찬규, “사회 네트워크 중심성 지표를 이용한 기업집단 소유 네트워크 분석”, 『경영과학』, 제32권, 제2호(2015), pp.15-35.
- [3] 박철순, “개방형 혁신 네트워크의 동태적 모형”, 『한국경영과학회지』, 제40권, 제1호(2015), pp.5-19.
- [4] 이건창, 한민희, 서영욱, “탐색 및 활용을 통한 컴퓨터 매개 커뮤니케이션의 팀 창의성에 관한 연구”, 『경영과학』, 제28권, 제1호(2011), pp.91-105.
- [5] 정재훈, 양성병, 김영걸, “온라인 지식 네트워크 내에서의 지식기여 및 지식활용 활동에 영향을 미치는 요인”, 『한국경영과학회지』, 제34권, 제3호(2009), pp.1-27.
- [6] 허대식, 김효진, 민순홍, “구매기업의 지식기반 공급자개발활동이 공급기업의 사회적 자본, 지식습득 및 운영성과에 미치는 영향”, 『한국생산관리학회지』, 제24권, 제2호(2013), pp.185-215.
- [7] Adler, P.S. and S.-W. Kwon, “Social Capital : Prospects for a New Concept,” *Academy of Management Review*, Vol.27, No.1(2002), pp.17-40.
- [8] Ariño, A. and J. De La Torre, “Learning from Failure : Towards an Evolutionary Model of Collaborative Ventures,” *Organization Science*, Vol.9, No.3(1998), pp.306-325.
- [9] Burt, R.S., *Structural Holes : The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, 1992.
- [10] Capaldo, A., “Network Structure and Innovation : The Leveraging of a Dual Network as a Distinctive Relational Capability,” *Strategic Management Journal*, Vol.28, No.6(2007), pp.585-608.
- [11] Cohen, W.M. and D.A. Levinthal, “Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1(1990), pp.128-152.
- [12] Coleman, J.S., “Social Capital in the Creation of Human Capital,” *American Journal of Sociology*, Vol.94(1988), pp.S95-S120.
- [13] Coleman, J.S., *Foundations of Social Theory*, Harvard University Press, 1994.

- [14] Dyer, J.H. and H. Singh, "The Relational View : Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage," *The Academy of Management Review*, Vol. 23, No.4(1998), pp.660-679.
- [15] Echols, A. and W. Tsai, "Niche and Performance: The Moderating Role of Network Embeddedness," *Strategic Management Journal*, Vol.26, No.3(2005), pp.219-238.
- [16] Epple, D., L. Argote, and R. Devadas, "Organizational Learning Curves : A Method for Investigating Intra-Plant Transfer of Knowledge Acquired through Learning by Doing," *Organization Science*, Vol.2, No.1(1991), pp. 58-70.
- [17] Galaskiewicz, J., "Studying Supply Chains from a Social Network Perspective," *Journal of Supply Chain Management*, Vol.47, No.1 (2011), pp.4-8.
- [18] Granovetter, M., "Economic Institutions as Social Constructions : A Framework for Analysis," *Acta Sociologica*, Vol.35, No.1(1992), pp.3-11.
- [19] Gulati, R., "Social Structure and Alliance Formation Patterns : A Longitudinal Analysis," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 40, No.4(1995), pp.619-652.
- [20] Gulati, R., "Alliances and Networks," *Strategic Management Journal*, Vol.19, No.4(1998), pp.293-317.
- [21] Gulati, R. and M. Gargiulo, "Where Do Inter-organizational Networks Come From?," *American Journal of Sociology*, Vol.104, No.5 (1999), pp.1439-1493.
- [22] Hite, J.M. and W.S. Hesterly, "The Evolution of Firm Networks : From Emergence to Early Growth of the Firm," *Strategic Management Journal*, Vol.22, No.3(2001), pp.275-286.
- [23] Inkpen, A.C. and P.W. Beamish, "Knowledge, Bargaining Power, and the Instability of International Joint Ventures," *Academy of Management Review*, Vol.22, No.1(1997), pp. 177-202.
- [24] Kale, P., H. Singh, and H. Perlmutter, "Learning and Protection of Proprietary Assets in Strategic Alliances : Building Relational Capital," *Strategic Management Journal*, Vol. 21, No.3(2000), pp.217-237.
- [25] Kim, D.-Y., "Understanding Supplier Structural Embeddedness : A Social Network Perspective," *Journal of Operations Management*, Vol.32, No.5(2014), pp.219-231.
- [26] Kim, H. and Y. Park, "Structural Effects of R&D Collaboration Network on Knowledge Diffusion Performance," *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.5(2009), pp.8986-8992.
- [27] Kim, T.-Y., H. Oh, and A. Swaminathan, "Framing Interorganizational Network Change : A Network Inertia Perspective," *The Academy of Management Review*, Vol.31, No.3 (2006), pp.704-720.
- [28] Koza, M.P. and A.Y. Lewin, "The Coevolution of Network Alliances : A Longitudinal Analysis of an International Professional Service Network," *Organization Science*, Vol.10, No.5(1999), pp.638-653.
- [29] Lincoln, J.R., "Intra-(and Inter-) Organizational Networks," *Research in the Sociology of Organizations*, Vol.1, No.1(1982), pp.1-38.
- [30] Malerba, F. and L. Orsenigo, "The Dynamics and Evolution of Industries," *Industrial and Corporate Change*, Vol.5, No.1(1996), pp.51-87.
- [31] Nahapiet, J. and S. Ghoshal, "Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage," *Academy of Management Review*,

- Vol.23, No.2(1998), pp.242-266.
- [32] Newman, M., *Networks : An Introduction*, Oxford University Press, 2010.
- [33] Osborn, R.N. and J. Hagedoorn, "The Institutionalization and Evolutionary Dynamics of Interorganizational Alliances and Networks," *The Academy of Management Journal*, Vol. 40, No.2(1997), pp.261-278.
- [34] Paulraj, A. and I.J. Chen, "Environmental Uncertainty and Strategic Supply Management : A Resource Dependence Perspective and Performance Implications," *Journal of Supply Chain Management*, Vol.43, No.3(2007), pp.29-42.
- [35] Paulraj, A., A.A. Lado, and I.J. Chen, "Inter-Organizational Communication as a Relational Competency : Antecedents and Performance Outcomes in Collaborative Buyer-Supplier Relationships," *Journal of Operations Management*, Vol.26, No.1(2008), pp.45-64.
- [36] Pfeffer, J. and G.R. Salancik, *The External Control of Organizations : A Resource Dependence Perspective*, Stanford University Press, 1978.
- [37] Powell, W.W., K.W. Koput, and L. Smith-Doerr, "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation : Networks of Learning in Biotechnology," *Administrative Science Quarterly*, Vol.41, No.1(1996), pp.116-145.
- [38] Powell, W.W., D.R. White, K.W. Koput, and J. Owen-Smith, "Network Dynamics and Field Evolution : The Growth of Interorganizational Collaboration in the Life Sciences," *American Journal of Sociology*, Vol.110, No. 4(2005), pp.1132-1205.
- [39] Railsback, S.F. and V. Grimm, *Agent-Based and Individual-Based Modeling : A Practical Introduction*, Princeton University Press, 2011.
- [40] Reuer, J.J., M. Zollo, and H. Singh, "Post-Formation Dynamics in Strategic Alliances," *Strategic Management Journal*, Vol.23, No.2 (2002), pp.135-151.
- [41] Ring, P.S. and A.H. Van De Ven, "Developmental Processes of Cooperative Interorganizational Relationships," *Academy of Management Review*, Vol.19, No.1(1994), pp.90-118.
- [42] Sampson, R.C., "R&D Alliances and Firm Performance : The Impact of Technological Diversity and Alliance Organization on Innovation," *The Academy of Management Journal*, Vol.50, No.2(2007), pp.364-386.
- [43] Saxton, T., "The Effects of Partner and Relationship Characteristics on Alliance Outcomes," *The Academy of Management Journal*, Vol.40, No.2(1997), pp.443-461.
- [44] Scott, J., *Social Network Analysis*, Sage, 2012
- [45] Uzzi, B., "The Sources and Consequences of Embeddedness for the Economic Performance of Organizations : The Network Effect," *American Sociological Review*, Vol.61, No.4 (1996), pp.674-698.
- [46] Wilensky, U., NetLogo, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, 1999.
- [47] Zaheer, A., R. Gözübüyük, and H. Milanov, "It's the Connections : The Network Perspective in Interorganizational Research," *The Academy of Management Perspectives*, Vol. 24, No.1(2010), pp.62-77.