

팀 다양성과 과업난이도가 팀 창의성에 미치는 영향 : 다중 에이전트 시뮬레이션 접근방법을 중심으로*

채성욱¹ · 서영욱² · 이건창^{3†}

¹호서대학교 경영학부, ²대전대학교 융합건설팅학과, ³성균관대학교 경영대학

Investigating the Effect of Both Team Diversity and Task Difficulty on Team Creativity : Multi-Agent Simulation Approach

Seong Wook Chae¹ · Young Wook Seo² · Kun Chang Lee^{3†}

¹Department of Business Administration, Hoseo University

²Department of Business Consulting, Graduate School at Daejeon University

³SKKU Business School and Creativity Science Research Institute, Sungkyunkwan University

■ Abstract ■

In the management literature, it has been widely accepted among both researchers and practitioners that the level of team creativity is significantly related to the organizational performance. Besides, researchers posited with confidence that team diversity and task difficulty would affect team creativity through team members' activities of exploration and exploitation. However, empirical approaches to proving this belief suffered from lack of real data and proper methods as well. To tackle the research void like this, we propose a multi-agent simulation (MAS) mechanism. By adopting a set of parameters which validity were proven in the related literature, we conducted a series of experiments in the environment of the MAS platform named NetLogo. There sults suggest that managers can differentiate team diversity strategies according to task difficulty. In the case of a difficult task, managers need to increase team diversity so that their teams can maximize team creativity through rigorous exploration and exploitation. It is desirable to maintain an average level of team diversity when performing an easy task.

Keywords : Team Diversity, Task Difficulty, Team Creativity, Exploration, Exploitation, Multi Agent Simulation

논문접수일 : 2015년 05월 06일 논문게재확정일 : 2015년 06월 26일

논문수정일 : 2015년 06월 24일

* This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2014S1A3A2038108).

† 교신저자, kunchanglee@gmail.com

1. 서론

조직의 장기간에 걸친 성공은 탐색과 활용간의 균형에 달려있다[14, 18, 21, 23]. 조직의 입장에서는 활용과 탐색을 모두 극대화하는 것이 가장 좋겠지만, 자원의 제약으로 인해 이 둘을 동시에 극대화하는 것은 매우 어려우므로 조직이 처해 있는 환경적인 상황에 따라 이 둘을 적절하게 균형을 맞추는 것이 중요하다[27, 29]. 이렇듯 탐색과 활용의 상호작용, 균형이 중요하다는 사실은 이미 많은 연구가 되어있고 잘 알려져 있으나, 조직이 처한 환경에서 성과를 극대화 할 수 있는 탐색 및 활용 양자간의 균형점을 제시하거나 찾기는 쉽지 않다. 왜냐하면 균형이라는 것은 조직의 환경, 상황 등에 따라 매우 주관적으로 해석 될 소지가 있고, 무엇 보다 상황 적합적이어야 하기 때문이다. 주어진 환경과 조직특성의 적합성이 조직의 유효성을 결정한다고 보는 상황적합이론[26, 32]에 따라 본 연구에서는 팀 창의성을 최대화하기 위한 상황적합적 탐색 및 활용 활동의 균형 점을 취할 수 있는 방법을 과제의 난이도와 팀 다양성의 관점에서 살펴보고자 한다. 즉, 팀에 주어진 상황인 과제 난이도에 따라 팀의 다양성 수준을 어떻게 가져가는 것이 팀 창의성을 최대화 할 수 있는 탐색 및 활용의 균형점이 되는 것인가를 알아보고자 한다. 특히, 본 연구에서는 횡단면적 자료를 이용한 기존의 분석과는 달리 팀 구성원의 탐색 및 활용 활동을 통한 창의성 발현 정도를 시간의 흐름에 따라 알아보기 위해 에이전트 기반의 시뮬레이션 방법을 적용하였다. 본 연구의 목적은 첫째, 과제 난이도에 따라 팀 창의성을 극대화 시킬 수 있는 팀 다양성 설계방안을 살펴보고, 둘째, 주어진 상황 하에서 역시 팀 창의성을 극대화 시킬 수 있는 탐색 및 활용의 균형전략을 제시하는데 있다.

본 연구는 위의 연구목적을 달성하기 위하여 팀에 주어진 과제 난이도와 팀 다양성을 고려한 팀 환경 하에서 팀 구성원들이 탐색 및 활용 활동을 통하여 팀 창의성을 발휘하는 상황을 에이전트 기반의 시뮬레이션 방법을 이용하여 분석하기로 한다. 본 논문

의 구성은 다음과 같다. 제 1장의 서론 기술 후, 제 2장에서는 본 연구의 핵심 영역인 과제 난이도, 팀 다양성 수준, 팀 창의성, 탐색과 활용의 균형에 대하여 기존문헌을 고찰한다. 제 3장에서는 본 논문의 연구개념 모형 및 연구방법인 에이전트 기반 시뮬레이션을 이용한 실험과 시뮬레이션 결과를 분석한다. 마지막으로, 제 4장에서는 연구결과에 대한 토의 및 시사점에 대해 논의하고, 본 연구의 한계점 및 향후 연구방향에 대하여 제시한다.

2. 기존 문헌 연구

2.1 과제 난이도

과제난이도란 학습자의 지식과 기술을 개발할 목적으로 상당한 수준의 인지적 혹은 물리적 노력을 요하는 활동 수준의 정도를 말한다[48]. 즉, 과제의 난이도가 높을 경우 개인은 자신의 현재 역량 수준 이상의 지식, 기술, 그리고 행동을 요구하는 과제나 상황에 직면하게 되는 것이다. 또한, 개인은 확실하게 성공이나 실패가 보장된 과제에 동기가 유발되기 보다는 적절한 수준에서의 성공 확률이 예측되는 상황에서 그에 해당하는 과제에 대해 가장 동기가 유발되고 도전의식을 가지게 된다[28]. 과제 난이도를 결정하는 것은 과제를 설계하고 개발하는데 있어서 필수적인 뿐만 아니라, 과제의 성과를 이해하는데 있어서 중요하다. Marshall and Brown[30]은 과제 난이도가 행위자의 기대 성과와 실제 성과 간의 관계에 있어서 중요한 역할을 수행하고 있음을 보여주었다. 이들은 과제난이도가 높을 경우에 한하여 기대 성과가 실제 성과에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 주장하였다. 과제난이도가 높은 경우 행위자에게는 지속성이 요구되는 반면, 과제난이도가 낮은 과제의 경우에는 높은 수준의 지속성이 없어도 과제가 쉽게 해결될 수 있기 때문이다.

조직에서의 탐색 및 활용 활동이 과제의 난이도, 환경의 불확실성 및 장단기 목표 추구와 관련된 연구 결과를 살펴보면 다음과 같다. Garcia et al.[17]의

연구 의하면 경쟁이 심하고 성공이 어려운 난이도가 높은 신제품 개발과 같은 과제의 경우는 활용 활동에 초점을 맞추어야 하지만, 장기적 문제해결을 위해서는 탐색활동도 필요하다고 하였다. Benner와 Tushman[10]은 안정적 환경에서는 활용 활동이, 불확실성이 높은 환경에서는 탐색적 활동이 적합하다고 하였으며, R&D 연구소를 대상으로 한 Cesaroni et al.[13]의 연구에서는 단기목적의 달성을 위해서는 활용을 장기적 목적의 달성을 위해서는 탐색활동을 추구하는 것이 바람직하다고 하였다.

2.2 팀 다양성 수준과 성과 및 팀 창의성

창의성이란 일반적으로 새롭고 유용한 아이디어에 대한 결과물 혹은 문제에 대한 해결책으로 정의되며, 아이디어 생성 혹은 문제해결 과정뿐만 아니라 실제 아이디어 및 해결책 그 자체 모두를 일컫는다[6, 41]. 이와 같은 창의성은 다양한 경영환경하에서 혁신을 통해 회사 이익을 극대화시키기 위한 조직들이 활용하는 도구로 인식되고 있다. 특히, 팀제가 활성화된 요즘 회사들 입장에서 조직을 구성하는 팀 내에서 발생하는 팀 창의성은 개인 창의성과 조직 창의성 더 나아가 조직 성과를 서로 연결시키는 가교 역할을 하는 중요한 요인이다. 왜냐하면, 팀 창의성은 팀 구성원들이 상호작용하면서 아이디어, 프로세스 및 절차 등을 새롭고 유용하게 만들어 내고 조직 성과를 높이는데 도움이 되기 때문이다[7, 51].

팀 다양성과 팀의 성과간의 관계에 대한 기존의 연구들은 긍정적인 영향관계와 부정적인 영향관계 모두를 아우르고 있다. 먼저, 팀 다양성이 팀의 성과에 긍정적 영향을 미친다는 기존의 연구는 팀 구성원의 다양성이 구성원간 상호작용을 통한 조직적 상승효과를 강조하였다[8, 24, 35, 38, 43]. 이러한 연구 중 팀 성과에 영향을 미치는 다양성을 구성하는 요소로는 연령다양성과 전문지식 다양성이 대표적이다. 인구통계학적 다양성과 팀 성과간의 관계를 다룬 여러 연구에서, 팀이 연령구조의 다양성을 가질 경우, 그러한 팀은 조직 내, 외부에 다양한 인적관계에 기반한

사회적 자본을 보유할 수 있고, 다양한 기술, 정보, 경험이 존재하게 되어, 팀의 창의적인 행동을 향상시킴을 발견하였다[8, 9, 36]. 특히, Taylor and Greve [43]는 팀이 다양한 지식 도메인을 가져갈 경우, 혁신을 창출하기 위한 지식의 결합을 이끌어 낸다는 것을 실증연구를 통하여 주장하였으며, Tiwana and Mclean [46]은 다양성을 팀 구성원들이 보유하고 있는 전문성으로 간주하여, 팀이 다양한 지식과 기술, 그리고 역량을 보유한 구성원들로 구성되어 있을 때, 팀의 역량과 성과를 향상시킴과 아울러 팀의 창의성도 향상시킬 수 있음을 보여주었다. 또한, 창의성 발현과정(탐색과 활용)과 다양성의 관계에 있어서, 기존 연구들은 다양성이 창의성 발현과정에 긍정적 영향을 미칠 수 있음을 주장하였다. McGrath[31]는 다양성이 새로운 기술개발, 새로운 비즈니스 관행 창출, 그리고 신상품을 탐색해 내는데 중요한 영향을 미침을 주장하였다.

반면, 사회 동질성과 관련된 자기범주화 이론에 기반한 연구에서는 다양성이 주로 부정적 성과와 관련되어있음을 보여주었다[36, 47]. 일반적으로 동질한 집단 내에서 구성원들은 더욱 자주, 다양한 방식으로 서로 커뮤니케이션 하려는 경향이 있는데, 이는 공유된 인식과 집단에 대한 믿음에서 기인하는 세계관 및 통일된 문화를 함께 공유하기 때문이다 [15]. 사회 정체성 이론(social identity theory)에 따르면, 동질성은 만족감과 협력을 증가시키고 정서적 충동을 감소시킨다[42, 50]. 동질적 집단들은 교류를 하는데 장벽을 갖지 않기 때문에, 긍정적인 사회적 유대 및 집단 내 사회적으로 쉽게 접촉할 수 있는 환경이 조성된다[11]. 실제로 다양한 구성을 가지는 팀보다 동일성을 유지한 팀의 성과가 더 높다는 기존의 연구들이 있는데[34, 37, 53], 이러한 기존 연구의 견해는 지나친 다양성을 보유한 팀은 조정문제를 야기시켜, 오히려 다양성을 보유한 팀이 동일성을 유지한 팀보다 성과가 떨어질 수 있음을 보여주고 있다.

다양성 수준이 다른 기업들간에는 역학관계 및 조직 성과가 다르다[11]. 다양성이 증가함에 따라, 사회 비교(social comparison)와 범주화 과정이 발생하고,

집단내/외 그리고 인지적 바어어스가 나타남으로써 사회적 교류에 대한 장벽이 생성되는데[11, 40, 47], 이러한 장벽의 생성은 집단이 보유한 다양성의 정도에 영향을 받는다. 집단의 이질성이 중간수준인 경우, 사회 정체성 이론 및 자기범주화 절차에 관련된 심리적 과정이 더욱 촉진 되어, 본인이 소속된 동일 속성 집단에 대한 결속감 증가, 소속집단 규범에 대한 순응, 외부 집단에 대한 차별 등과 같은 개인주의적 행위를 하게 된다[42]. 즉, 복수의 하부 문화들이 이질적 집단에 적당히 존재하면 갈등이 잠재적으로 최대화 되고[15, 25], 집단간 상호작용 및 커뮤니케이션이 차단된다[5, 11]. 그러나, 집단이 오히려 높은 수준의 이질성을 갖는 경우 집단간 교류에 대한 장벽을 약화시켜 집단에 미치는 부정적 영향을 줄일 수 있다. 그 주된 이유는 집단 구성원들이 다양성에 대한 범주를 넘어 더욱 평등하게 분산되어있고, 집단 내/외 정체성들이 감소되어[5], 집단 외 차별이 발생하기 어렵기 때문이다.

2.3 탐색과 활용의 균형

조직은 단기적으로는 확실성을 추구하는 측면에서 정보를 활용 하지만 장기적으로는 새로운 기회를 탐색해야 하며, 이들 둘간의 적절한 균형을 유지하는 것이 경영의 중요한 역할이다[19, 45]. 활용은 수익이 비교적 단기간 내에 발생하고 확실성이 높고 안정적으로 성과를 보장해 줄 수 있는 특징을 보이는 반면 탐색은 수익이 단기간 내에 발생하기 어렵고 높은 불확실성을 가진다. 그러나 활용은 단기적으로 효과적일 수 있으나 조직에서 탐색에 대한 관심을 쏟지 않을 경우 장기적으로는 조직의 경쟁력은 떨어지게 된다[29]. 따라서, 조직이 장기적으로 경쟁력을 유지하기 위해서는 기존의 역량을 활용하고 통합하는 능력과 동시에 근원적으로 새로운 역량을 개발할 수 있는 능력이 필요하며[44], 조직이 처해 있는 환경적인 상황에 따라 이 둘을 적절하게 균형을 맞추는 것이 중요하다[27, 29]. 그러나, 제한된 자원으로 인해 조직은 이 둘을 모두 극대화 하기는 쉽지 않다.

특히, 탐색과 활용을 추구하는데 있어 자원이 더 희소할수록, 더욱 상호배타적,제로섬게임의 형태로 나타난다[19]. 또한, 탐색과 활용 이 둘은 서로를 억제하는 상충적 관계에 처하는 경향이 강하기 때문에 이렇게 균형을 이루어 추구하기는 쉽지 않다[27]. 이러한 탐색과 활용간 균형의 어려움은 많은 기업들의 환경 적응 실패의 핵심원인으로 지적되어왔다.

조직구조와 자원할당의 관점에서 이러한 탐색과 활용의 전략적 중요성과 조직 내외부적 균형을 어떻게 달성할 것 인지와 관련하여 많은 논의들이 있어왔다[4, 29, 44]. 탐색과 활용의 균형과 관련하여 연구자들은 주로 “양손잡이구조(ambidexterity)” 혹은 “구두점 균형(punctuated equilibrium)”을 통한 방법을 제시하고 있으며, 이러한 입장은 탐색과 활용 간의 균형을 주로 조직구조적 입장에서 달성하려는 견해이다. “양손잡이구조”를 통한 균형 달성의 견해는 탐색과 활용에 특화되고 약한 연결 및 차별화된 하부 팀이나 개인들로 조직을 구성하여, 동시병행적으로 탐색과 활용을 조직 전체적으로 추구하여야 한다는 주장이며, “구두점 균형”을 통하여 균형을 달성하려는 입장은 시간적 주기성을 통하여 탐색과 활용의 순환적 균형을 달성하는 것이 더 현실적인 방법이라는 주장이다.

2.4 다중 에이전트 시뮬레이션

지능형 에이전트는 컴퓨터 시스템이며, 역동적이고 예측 불가능하며 전형적인 다중 에이전트 영역 안에서 유연하고 자율적인 행위가 가능하다[22, 54]. 다중에이전트 시뮬레이션(Multi Agent Simulation, MAS)에서, 다양한 목적 및 역량들을 가진 에이전트들은 특정한 문제들을 해결하기 위해 협력적으로 일을 하므로[12, 20], MAS는 실제 세상의 사례에서 분쟁을 일으키고 있는 다중 개체들 사이에서의 조정과 협력을 위한 효과적인 플랫폼을 제공할 수 있다. 이러한 이유로 인하여, MAS는 컴퓨터 네트워크, 소프트웨어 엔지니어링, 인공지능, 의사결정지원시스템 및 전자상거래 등을 포함하여 휴먼시스템의 연구 및

구조와 성과간의 관계를 탐구하는 많은 연구분야로 그 범위를 확장하고 있다[1-3, 12, 39, 52].

한 기업단위에서 변수들 간의 관계는 그 관계성을 설정하기가 힘들기 때문에 파악하기가 쉽지 않다. 따라서, 변수들을 에이전트화 시켜 놓고서 자유롭게 그 관계를 맺도록 설정함으로써 자연스럽게 도출되는 의미 있는 기준들을 살려가면서 문제를 풀이하는 접근방식이 오히려 더욱 유용할 수 있다. MAS는 서로 다른 에이전트들이 상호작용 하면서 나타나는 미시적 수준의 행위로부터 어떻게 거시적인 현상이 나타나는지를 분석할 수 있도록 해주기 때문에, 복잡한 기업환경을 적용한 시뮬레이션 연구 방법에 있어서 좋은 도구가 될 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 과제 난이도와 팀 다양성에 따른 탐색, 활용 및 팀 창의성을 종단적으로 분석하기 위하여 지능형 에이전트를 조직 구성원으로 보고 다중 에이전트 시뮬레이션 방법을 사용하기로 한다. MAS를 이용하여 에이전트들이 팀의 내부와 외부 어디에서 일하는지에 관계 없이 팀 구성원들과 의사소통이 자유로우며 과업 복잡성에 따라서 다양한 네트워크를 맺으면서 업무를 수행하도록 하며, 이때 다중 에이전트들이 그들의 과업을 해결하기 위해서 어떻게 효과적으로 함께 일을 했는지는 조직 창의성의 정도로 측정한다.

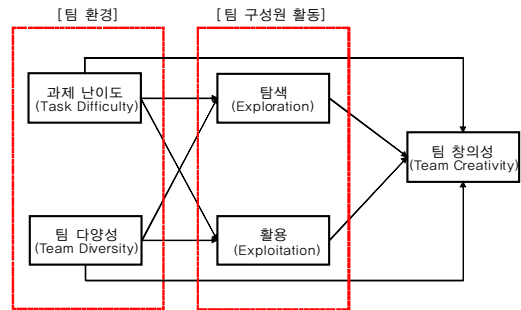
3. 연구개념 모형 및 분석

3.1 연구개념 모형

팀에 영향을 줄 수 있는 팀 환경과 관련된 상황 변수인 과제 난이도와 팀 다양성이 팀 구성원들의 탐색, 활용 및 팀 창의성에 미치는 영향과 팀 구성원들의 탐색 및 활용이 팀 창의성에 미치는 영향관계를 <그림 1> 연구개념 모형으로 나타내었다.

3.2 연구방법 및 실험

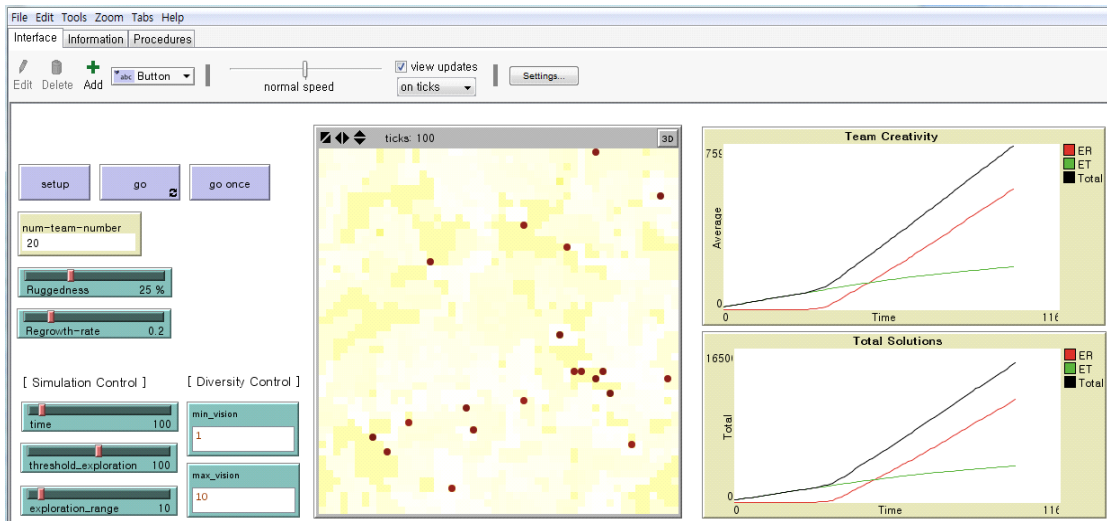
제시된 창의성 연구모형에 대한 다중에이전트 시뮬레이션 방법론을 구현하는 툴킷(Toolkit)으로 에



<그림 1> 연구개념 모형

이전트 기반 모델링(Agent Based Modeling; ABM)의 적용 및 구현이 용이한 NetLogo를 사용하였다 [33, 49]. NetLogo는 인스톨이 쉽고 잘 정의된 메뉴얼을 통해 MAS 구현이 용이하다. 또한, NetLogo는 ABM 접근이 용이하며 프로그래밍 구현을 통해 시뮬레이션을 할 수 있다. 즉, 팀 구성원들을 에이전트로 보고 에이전트들이 과제 난이도에 따라 작업하면서 팀 구성원 다양성에 따른 활용 및 탐색 과정을 거치면서 서로 팀 창의성을 발휘하는 모형을 구현할 수 있다. 따라서, 본 논문의 연구모형을 실험하기 위하여 개별 에이전트의 미시적인 단순한 행동으로부터 전체 시스템의 의미 있는 창발적 행동(emergent behavior) 결과인 거시적 현상 분석이 가능한 NetLogo 5.0.3을 이용하여 과제 난이도, 다양성, 탐색, 활용, 팀 창의성간의 영향 관계를 분석할 수 있도록 <그림 2>와 같은 시뮬레이터를 구현하였다.

본 연구의 시뮬레이터에는 Epstein and Axtell[16]의 슈가스케이프(sugarscape) 모형에서 사용된 기본적인 개념들이 적용되었다. 슈가스케이프는 유일한 자원이자 에너지원인 설탕이 불규칙하게 분포되어 있는 일정한 공간에서 주어진 규칙에 따라 설탕을 찾아 삶을 영위하는 사람(인공지능 에이전트)들의 행위를 시뮬레이션 한 모형이다. 슈가스케이프에서 에이전트들은 기본적으로 3가지 능력을 보유하고 있다. 첫째, 동서남북 4방향으로 일정 거리까지 설탕의 존재를 확인할 수 있는 능력, 둘째, 설탕의 위치를 향해 이동할 수 있는 능력, 마지막으로 찾은 설탕을 채집 및 보유할 수 있는 능력이다. 또한, 에이전트들



〈그림 2〉 시뮬레이터 화면

에게 적용되는 몇 가지 주요 규칙들은 다음과 같다. 에이전트들이 설당을 찾아 이동할 때 에이전트 별로 일정량의 설당을 에너지원으로 소모한다. 더 이상 설당을 채집하지 못하고 갖고 있던 설당을 이동하는데 모두 소모하게 되면 에이전트는 결국 죽음을 맞이하여 사라진다. 에이전트들이 설당을 채집하면, 그 자리에 설당은 사라지지만 일정 시간이 흐르면 다시 재생되어, 다시 설당을 채집할 수 있게 된다. 한번 이동할 때마다 에이전트가 소모하는 설당의 비율(신진대사율) 및 얼마나 먼 거리까지 설당의 위치를 확인할 수 있는지를 결정하는 능력(비전), 에이전트가 공간 내에 최초 생성되는 위치는 모두 시뮬레이터에 의해 임의로 결정된다.

본 연구에서는 이러한 슈가스케이프의 기본 개념을 팀 창의성 모형의 시뮬레이션에 적용하였는데, 그 이유는 창의성 발현 현상을 제대로 시뮬레이션할 수 있는 프레임워크와 기존연구가 부족한 상황에서, 창의성 시뮬레이션이 가능한 시뮬레이션 프레임워크를 탐색해 본 결과 Epstein and Axtell[16]의 슈가스케이프 모형이 본 연구의 창의성 모형 시뮬레이션 내용을 반영하는데 적절하다고 판단했기 때문이다. 슈가스케이프에서 자신의 능력을 최대한 발휘하여 어디엔가 흩어져 있는 유일한 자원인 에너지를

찾기 위해 노력하는 개인들의 활동 과정을 팀 문제 해결을 위한 솔루션을 찾기 위해 끊임없이 노력하는 조직 구성원의 활동과 유사하다고 보았다. 솔루션을 찾는 팀원들 간에 보유하고 있는 서로 다른 능력의 차이는 활동 시 에너지를 소모하는 비율과 솔루션의 위치를 확인해 낼 수 있는 능력의 차이로, 과제의 난이도는 슈가스케이프에서 지형의 거친 정도(ruggedness)로, 개개인의 생명을 연장시키는 에너지원인 설당은 조직의 지속 성장을 가능하게 하는 문제 해결 솔루션 등으로 연구목적에 맞게 적용 할 수 있었다.

시뮬레이션은 시간 개념을 도입하여 시뮬레이션 1회 실시마다 시간(time-lag)을 1부터 100까지 수행한다. 또한, MAS 개념을 적용하기 때문에 창의성 발현 행위는 조직 구성원인 에이전트 개인들에 의해 발생하지만, 분석수준은 에이전트 개인들이 속한 팀으로 분석하였다. 따라서, 각 시뮬레이션 마다 발생한 팀전체의 과제 난이도 값, 팀 다양성 값, 팀의 탐색 및 활용 평균값, 팀 창의성 평균값을 비교 분석하였다. 본 연구모형을 실험하기 위한 시뮬레이션 단계별 설명을 표로 정리하면 다음 <표 1>과 같다.

한편, <그림 1> 연구모형을 시뮬레이션 하기 위한 주요 측정 공식에 대하여 설명하면 다음과 같다. 팀

<표 1> MAS의 단계별 설명

단계	시뮬레이션 절차	상세 설명
1	시뮬레이션 초기화	<ul style="list-style-type: none"> • 팀 구성은 전체 20명으로 구성한다(num-team-member를 20으로 설정). • 문제해결방법이 다시 재생되는 속도(regrowth-rate)는 0.2로 설정한다. • time-lag는 1부터 100까지 실행되도록 설정한다(time을 100으로 설정). • 활용 값이 탐색 값으로 전이될 수 있는 기준값(threshold_exploration)은 100으로 설정한다. • 탐색 값을 얻을 수 있는 범위(exploration_range)는 10으로 설정한다.
2	과제 난이도 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 시뮬레이션 실시마다 과제 난이도의 어렵고 쉬운 정도를 임의로 설정하기 위하여 문제해결 방법의 분포정도 (ruggedness(%))를 15~45 사이의 값 중 임의의 값으로 설정을 한다 (ruggedness가 높으면 문제해결방법이 희소하게 분포).
3	팀 다양성 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 팀의 다양성은 문제해결 방법을 찾을 수 있는 능력(vision)의 다양함으로 설정한다. • 팀 구성원들(에이전트)이 갖는 능력 값은 1에서 10 사이의 임의의 수를 설정한다. 단, 시뮬레이션 실시마다 다양한 팀 다양성 값의 반응을 위하여 1~10, 1~5, 6~10, 1~3, 4~6, 7~9 등으로 범위 값을 조정하여 임의로 선택되도록 한다.
4	time-lag 1 시뮬레이션 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 주어진 과제 난이도 하에서 팀 구성원들은 임의로 설정된 능력 값에 따라 업무수행을 통하여 문제해결방법을 찾으면서 활용 값을 얻는다. • 특정 활용 값(threshold_exploration = 100)에 도달하면 탐색 값을 얻는다. • 과제 난이도에 따른 업무 수행과정에서 얻은 팀원들의 탐색 및 활용 값을 토대로 팀 창의성 평균값과 팀의 탐색 및 활용 평균값을 계산한다.
5	time-lag ≥ 2 시뮬레이션 수행	<ul style="list-style-type: none"> • MAS는 단계 4의 과정을 시간(time-lag) 2 이상부터 100까지 수행한다.
6	전체 600회 반복 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 단계 1부터 단계 5까지 전체 600회 시뮬레이션을 실시한다. • 이때, 과제 난이도의 어렵고 쉬운 정도를 임의로 설정하기 위한 문제해결방법의 분포 정도 값은 높음(High), 낮음(Low)이 각각 300번 수행되도록 설정한다.

다양성은 Blau[11]의 다양성 지수(diversity index)를 이용하여 측정하였으며, 그 공식은 아래와 같다.

$$Diversity = 1 - \sum p_i^2 \quad (1)$$

식 (1)에서 p 는 어떤 범주에서 차지하는 개인의 비율이며, i 는 범주의 수를 의미한다. 따라서, 본 논문에서는 p 를 아래와 같이 계산하였다.

$$p_i = \frac{\text{범주 } i \text{에 속하는 agent의 수}}{\text{전체 agent의 수}} \quad (1.1)$$

팀 창의성은 각 에이전트들이 특정 해결방법을 찾으면서 발휘하는 탐색 및 활용 값의 합으로 계산하였다.

$$\text{팀 창의성} = \text{각 agent들의 탐색평균값} + \text{각 agent들의 활용평균값} \quad (2)$$

이상과 같은 시뮬레이션 적용 절차, 방법 및 주요

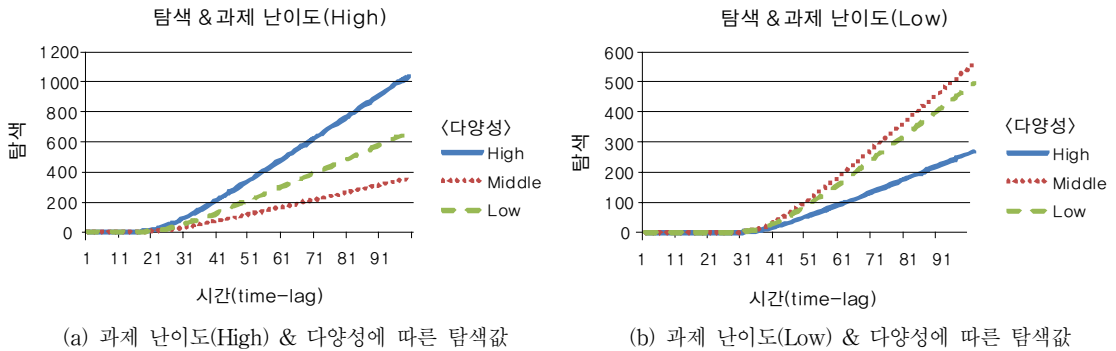
측정 공식을 시뮬레이터에 반영한 후 과제 난이도가 높은 경우 300회, 낮은 경우 300회를 발생시켜, 총 600회 시뮬레이션을 실시하였다.

3.3 분석 결과

연구모형을 반영한 시뮬레이터를 통해 600회 시뮬레이션을 실시한 결과 나타난 다양성의 분포는 <표 2>와 같다. 우선, 팀 다양성 값은 0.485부터 0.890까지를 범위로 하는 값이 분포되었다. 팀 다양성 값의 평균은 0.750이며, 표준편차는 0.095로 나타났다. 분석을 위하여 팀 다양성 값을 내림차순으로 정렬하여 다음과 같이 높음, 중간, 낮음으로 표시하였다.

<표 2> 다양성의 구분

구분	범위	개수
높음(high)	0.800~0.890	196
중간(middle)	0.680~0.795	203
낮음(low)	0.485~0.665	201



(a) 과제 난이도(High) & 다양성에 따른 탐색값

(b) 과제 난이도(Low) & 다양성에 따른 탐색값

〈그림 3〉 시간 별 탐색 평균값

이와 같이, 시뮬레이션을 실시한 데이터를 대상으로 다양성을 높음, 중간, 낮음으로 구분하고 과제 난이도를 높음, 낮음으로 구분하여 분석을 실시하였다.

다음 <그림 3>의 (a)는 과제 난이도가 높은 집단에서 팀 다양성에 따른 탐색 평균값을 나타낸 것이다. <그림 3>의 (b)는 과제 난이도가 낮은 집단에서 팀 다양성에 따른 탐색 평균값을 나타낸 것이다.

<그림 3>에 나타난 과제 난이도와 다양성에 따른 시간 별 탐색의 평균값 패턴을 분석하면 다음과 같다. 첫째, 과제 난이도가 높은 집단에서는 시간이 경과됨에 따라 처음 구간에서는 0의 값을 가지다 특정 시간(time-lag = 14) 이후 탐색 평균값이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 과제 난이도가 낮은 집단에서도 시간이 경과됨에 따라 처음 구간에서는 0의 값을 가지다 특정 시간(time-lag = 23) 이후 탐색의 평균값이 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 각 에이전트들이 솔루션을 찾기 위하여 기존 지식 등을 활용하다가 일정 시점 이후에야 탐색 과정을 거치면서 점진적으로 탐색 값이 증가하는 것으로 판단된다. 특히, 과제 난이도가 높은 집단에서는 해결해야 할 과제의 새로운 솔루션을 찾기 위하여 과제 난이도가 낮은 집단보다 빨리 탐색 과정을 거치는 것을 알 수 있다.

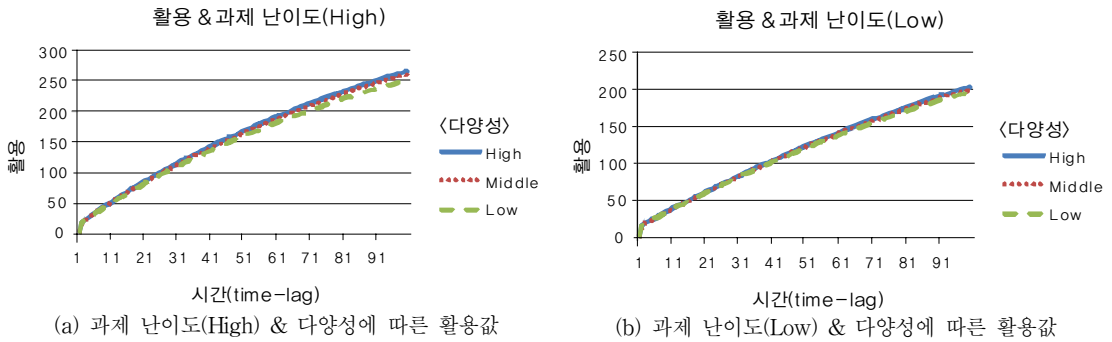
둘째, 과제 난이도가 높은 집단과 낮은 집단에서 팀 구성원의 다양성 값에 따라 탐색 값이 다르게 나타난 것을 알 수 있다. 즉, 과제 난이도가 높은 집단에서는 다양성이 높음, 낮음, 중간 순으로 탐색 값이

높게 나타났으며($F(2,297) = 611.779, p < 0.000$), 과제 난이도가 낮은 집단에서는 다양성이 중간, 낮음, 높음 순으로 탐색 값이 높게 나타났다($F(2,194.990) = 867.251, p < 0.000$). 이러한 결과는 과제 난이도가 높은 집단의 경우, 다양성 값이 중간이면 팀 구성원들간에 갈등이 일어나서 오히려 탐색을 적게 하는 것으로 판단할 수 있다[15, 25]. 또한, 과제 난이도가 낮은 집단의 경우, 다양성 값이 높으면 과제 난이도가 낮음에도 불구하고 오히려 다양성이 높은 구성원들간의 의견 충돌 등으로 불필요한 에너지가 소모되어서 탐색을 가장 적게 하는 것으로 판단할 수 있다.

셋째, 과제 난이도가 높은 집단의 탐색 값(a)과 과제 난이도가 낮은 집단의 탐색 값(b)을 비교해 보면, (a)의 탐색 값이 (b)의 탐색 값보다 비교적 높게 나타났다. 특히, 과제 난이도가 높은 집단에서 다양성이 높은 구성원들(난이도 High-다양성 High)의 탐색 값이 과제 난이도가 낮은 집단에서 다양성이 중간인(난이도 Low-다양성 Middle) 탐색 값보다 높게 나온 것을 알 수 있다. 이는 과제 난이도가 높을 경우 팀 구성원들의 다양성이 높으면, 새로운 지식과 방법을 탐색하는 과정이 활발히 일어나는 것으로 판단할 수 있다.

또한, <그림 4>의 (a)는 과제 난이도가 높은 집단에서 팀 다양성에 따른 활용 평균값을 나타낸 것이다. <그림 4>의 (b)는 과제 난이도가 낮은 집단에서 팀 다양성에 따른 활용 평균값을 나타낸 것이다.

<그림 4>에서 나타난 과제 난이도와 다양성에 따



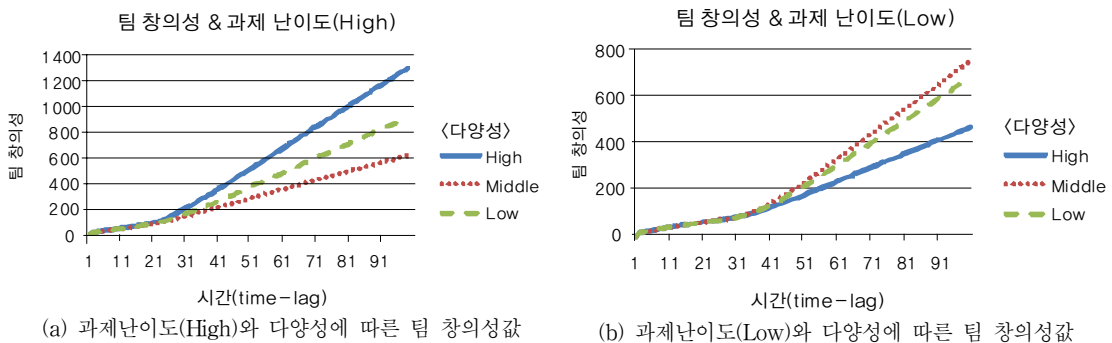
<그림 4> 시간 별 활용 평균값

른 시간 별 활용의 평균값 패턴을 분석하면 다음과 같다. 첫째, 과제 난이도가 높은 집단과 과제 난이도가 낮은 집단 모두 시간이 경과됨에 따라 점진적으로 증가하는 것으로 나타났다. 둘째, 과제 난이도가 높은 집단과 낮은 집단에서 팀 구성원의 다양성 값에 따라 시간이 초기 구간에서는 활용 값이 크게 차이가 나지 않는 것을 알 수 있다. 그러다가 시간이 경과되면서 다양성이 높음, 중간, 낮음 순으로 활용 값이 소폭 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 셋째, 각각의 과제 난이도에서 다양성 수준의 차이에 따라 평균 활용 값이 차이가 있는지를 살펴보았으나, 과제난이도가 높은 경우($F(2,297) = 1.493, p > 0.10$), 과제난이도가 낮은 경우($F(2,297) = 1.593, p > 0.10$) 모두 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

한편, <그림 5>의 (a)는 과제 난이도가 높은 집단에서 팀 다양성에 따른 팀 창의성 평균값을 나타낸 것이다. <그림 5>의 (b)는 과제 난이도가 낮은 집단

에서 팀 다양성에 따른 팀 창의성 평균값을 나타낸 것이다.

<그림 5>에서 나타난 과제 난이도와 다양성에 따른 시간 별 팀 창의성 평균값 패턴을 분석하면 다음과 같다. 첫째, 시간이 경과됨에 따라 처음 구간에서는 완만히 증가하다가 특정 시간 이후 팀 창의성 평균값이 비교적 높게 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 각 에이전트들이 솔루션을 찾기 위하여 기존 지식을 활용하다가 일정 시점 이후에야 탐색 과정을 거치면서 탐색이 본격화 되는 시점부터 점진적으로 팀 창의성 값이 높게 증가하는 것으로 판단된다. 둘째, 과제 난이도가 높은 집단($F(2,297) = 355.268, p < 0.000$)과 낮은 집단($F(2,297) = 356.936, p < 0.000$)에서 팀 구성원의 다양성 값에 따라 팀 창의성 값이 다르게 나타난 것을 알 수 있다. 다르게 나타나는 순서는 ‘<그림 3> 시간 별 탐색 평균값’에서 나타난 순서와 동일 한 것을 알 수 있다. 따라서, 팀 창의성은



<그림 5> 시간(time-lag)별 팀 창의성 평균값

〈표 3〉 MAS 실험결과 요약

구 분		개 인						팀			
과제 난이도	팀 다양성	탐색			활용			팀 창의성			
		t = 2	t = 50	t = 100	t = 2	t = 50	t = 100	t = 2	t = 50	t = 100	종합
어려움 (High) (n = 300)	High(n = 95)	0	333.84	1042.27	16.26	166.43	267.57	16.26	500.28	1309.85	High
	Middle(n = 104)	0	114.53	357.76	16.27	163.10	262.96	16.27	277.63	620.72	Low
	Low(n = 101)	0	204.80	664.17	15.97	157.92	252.85	15.97	362.72	917.02	Middle
쉬움 (Low) (n = 300)	High(n = 101)	0	54.03	271.19	15.12	122.10	205.97	15.12	176.13	477.17	Low
	Middle(n = 99)	0	107.65	565.22	14.80	121.18	202.74	14.80	228.84	767.96	Middle
	Low(n = 100)	0	92.71	498.21	14.94	119.39	198.98	14.94	212.10	697.20	Middle

* t는 time-lag를 의미함. n은 시뮬레이션 600번 중 해당 case의 수를 의미함.

탐색과 밀접한 관계가 있는 것을 알 수 있다. 셋째, 과제 난이도가 높은 집단의 팀 창의성 값(a)과 과제 난이도가 낮은 집단의 팀 창의성 값(b)을 비교해 보면, (a)의 팀 창의성 값이 (b)의 팀 창의성 값보다 비교적 높게 나타났다. 특히, 과제 난이도가 높은 집단에서 다양성이 높은 구성원들(난이도 High-다양성 High)의 팀 창의성 값이 과제 난이도가 낮은 집단에서 다양성이 중간인(난이도 Low-다양성 Middle) 팀 창의성 값보다 높게 나온 것을 알 수 있다. 이는 과제 난이도가 높을 경우 팀 구성원들의 다양성이 높으면, 새로운 지식과 방법을 탐색하는 과정과 기존 지식을 활용하는 과정이 균형을 이루면서 높은 팀 창의성이 발휘되는 것으로 판단할 수 있다.

위 결과를 종합적으로 요약하여 표로 나타내면 <표 3>과 같다.

4. 결론

4.1 토의 및 시사점

본 연구에서는 조직의 팀 구성원을 하나의 에이전트로 보고 과제 난이도, 팀 다양성이 탐색, 활용 및 팀 창의성에 미치는 영향을 다중 에이전트 시뮬레이션 접근 방법을 사용하여 분석하였다. 특히, 서론에서 밝힌 연구 목적에 대한 결과를 분석하기 위하여 NetLogo를 이용하여 MAS을 위한 시뮬레이터를 만들고 이를 통해 팀의 과제 난이도(High, Low)와 다

양성(High, Middle, Low)을 구분 하여 시간의 흐름에 따른 탐색, 활용, 팀 창의성 평균값의 패턴을 살펴 보았다. 분석 결과 다음을 알 수 있다. 첫째, 시간이 경과됨에 따라 팀 구성원들의 탐색, 활용, 팀 창의성 값은 상승하는 형태의 모습을 보여준다. 다만, 활용 그래프는 과제 수행과 동시에 상승하고 있으나, 탐색은 일정시간 경과 후 그래프가 상승하는 점이 차이가 있었다. 둘째, 전체적으로 과제 난이도와 다양성 모두 높은 경우(High-High)의 탐색과 팀 창의성 값이 모두 가장 높게 나타났다. 또한, 과제 난이도가 높으면서 다양성이 중간인 경우(High-Middle)와 과제 난이도가 낮으면서 다양성이 높은 경우(Low-High)는 탐색과 팀 창의성 값이 낮게 나타났다. 셋째, 탐색은 팀 다양성의 높고 낮음에 따라 차이가 발생하는 것으로 나타났지만, 활용은 팀 다양성에 따라 큰 차이가 없는 것으로 확인되었다. 마지막으로, 팀 창의성은 탐색과 활용이라는 두 가지 요소에 모두 영향을 받지만 탐색 과정에 보다 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

본 연구의 결과를 바탕으로 향후 팀 창의성 향상을 위해 다음과 같은 시사점을 생각해 볼 수 있다. 첫째, 팀에서 해결해야 할 과제 난이도를 먼저 파악하고 난이도 수준에 따라 조직 구성원에 대한 다양성 전략을 다르게 가져가야 한다. 즉, 과제 난이도가 높을 경우 조직 구성원들의 다양성을 높이는 전략을 취함으로써 조직 구성원들의 갈등 발생 가능성을 줄임과 동시에 활발한 탐색 및 활용 과정을 유도하여

팀 창의성을 극대화 해야 할 것이다. 또한, 과제 난이도가 낮을 경우 조직 구성원들의 다양성은 중간 정도 수준으로 유지해야 한다. 왜냐하면, 팀 다양성이 높을 경우에는 불필요한 부분까지도 의견 충돌이 일어날 가능성이 크기 때문이며, 팀 다양성이 너무 낮아도 조직 성과를 높이기 위한 팀 창의성 발휘가 쉽지 않기 때문이다. 둘째, 시간이 경과되면서 탐색과 활용 사이의 균형 전략을 조직 경영환경을 고려하면서 가져감으로써 팀 창의성 및 조직 성과를 높이도록 해야 할 것이다. 즉, 활용이 지속되다가 어느 순간부터 탐색 과정이 팀 창의성에 많은 영향을 주기 때문에 시간과 경영 환경을 고려하여 탐색과 활용의 균형이 조화를 이루면서 팀 창의성과 성과에 보다 많은 영향을 주도록 주변 상황요인들을 조정 및 통제해야 할 것이다.

4.2 한계점 및 향후 연구방향

본 연구에서는 과제 난이도, 다양성, 탐색, 활용, 팀 창의성간의 관계를 다중 에이전트 시스템을 활용한 시뮬레이션 기법으로 연구를 시도해 보았으나 한계점이 있었다. 첫째, 창의성 관련 기존 연구의 한계를 극복하고자 종단적 연구 차원에서 MAS 기법을 이용하여 시간 경과에 따른 탐색, 활용 및 팀 창의성 값을 살펴보았다는 장점이 있음에도 불구하고 여전히 실증분석이 아니기 때문에 실증적인 면에서는 한계가 있다. 즉, 설문방법을 사용하지 않고 MAS 방법을 사용했기 때문에 실제 상황과 오차가 있을 확률이 존재한다. 둘째, 한 팀의 구성원을 20명으로 한정해서 시뮬레이션을 실시했기 때문에 다양한 팀 구성원 규모를 고려하지 못한 한계점이 있다.

앞서 밝힌 연구결과를 바탕으로 향후 연구방향을 제안하면 다음과 같다. 첫째, 본 논문의 연구 분석 결과를 갖고 주제어인 탐색, 활용 및 팀 창의성 관련한 실증적 연구를 실시하는 것이다. 둘째, 본 연구에서는 탐색, 활용 및 팀 창의성과 관련된 선행 변수로 과제 난이도, 다양성을 고려했지만 향후 연구에서는 이를 다양한 분야로 확대할 필요가 있다. 마지막으

로, 설문 등 실증을 통해 확보한 실데이터를 초기 투입자료로 삼은 종단적 시뮬레이션 연구를 생각해 볼 수 있다. 즉, 실데이터와 시뮬레이션을 결합한 하이브리드 시뮬레이션 연구를 통해 시뮬레이션의 한계를 보완할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 권오병, 이주철, “상황인지 기반 최적화가 가능한 개인화된 모바일 웹서비스 구축을 위한 다중 에이전트 접근법에 관한 연구,” 『경영과학』, 제21권, 제3호(2004), pp.23-38.
- [2] 김대영, 강복영, 강석호, “구조적 공백 기반 주문 분배 전략의 에이전트 기반 모델링 및 시뮬레이션,” 『경영과학』, 제29권, 제1호(2012), pp.153-168.
- [3] 이진창, 한민희, 서영욱, “탐색 및 활용을 통한 컴퓨터 매개 커뮤니케이션의 팀 창의성에 관한 연구,” 『경영과학』, 제28권, 제1호(2011), pp.91-105.
- [4] Alder, P.S.G.B. and D.I. Levine, “Flexibility versus efficiency : A case study of model changeovers in the Toyota production system,” *Organization Science*, Vol.10, No.1(1999), pp.43-68.
- [5] Alexander, J., B. Nuchols, J. Bloom, and S. Lee, “Organizational demography and turnover : An examination of multiform and nonlinear heterogeneity,” *Human Relations*, Vol.48(1995), pp.1455-1480.
- [6] Amabile, T.M., “The social psychology of creativity : A componential conceptualization,” *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.45, No.2(1983), pp.357-376.
- [7] Amabile, T.M., “A model of creativity and innovation in organizations,” *Research in Organizational Behavior*, B.M. Staw and L. L. Cummings, eds., pp.123-167, JAI Press, Greenwich, CT, 1988.

- [8] Ancona, D.G. and D.F. Caldwell, "Demography and design : Predictors of new product team productivity," *Organization Science*, Vol.3(1992), pp.321-341.
- [9] Bantel, K.A. and S.E. Jackson, "Top management and innovations in banking : Does the composition of the top team make a difference?," *Strategic Management Journal*, Vol.10(1989), pp.107-124.
- [10] Benner, M.J. and M.L. Tushman, "Exploitation, exploration, and process management : The productivity dilemma revisited," *Academy of Management Review*, Vol.28, No.2(2003), pp.238-256.
- [11] Blau, P.M., *Inequality and heterogeneity*, Free Press, New York, 1977.
- [12] Bohensky, E., "Learning Dilemmas in a Social-Ecological System : An Agent-Based Modeling Exploration," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.17, No.1(2014), p.2.
- [13] Cesaroni, F., A.D. Minin, and A. Piccaluga, "Exploration and Exploitation Strategies in Industrial R&D," *Creativity and Innovation Management*, Vol.14, No.3(2005), pp.222-232.
- [14] Chang, M.-H. and J.E. Harrington, Jr., "Agent-based Models of organizations," *Handbook of Computational Economics*, L. Tesfatsion and K.L. Judd, eds., Elsevier, 2006.
- [15] Earley, P.C. and E. Mosakowski, "Creating hybrid team cultures : An empirical test of transnational team functioning," *Academy of Management Journal*, Vol.43(2000), pp.26-49.
- [16] Epstein, J.M. and R.L. Axtell, *Growing artificial societies : social science from the bottom up*, Brookings Institution Press, Washington, DC, 1996.
- [17] Garcia, R., R. Calantone, and R. Levine, "The Role of Knowledge in Resource Allocation to Exploration versus Exploitation in Technologically Oriented Organizations," *Decision Sciences*, Vol.34, No.2(2003), pp.323-349.
- [18] Gibson, C.B. and J. Birkinshaw, "The Antecedents, Consequences, and Mediating Role of Organizational Ambidexterity," *Academy of Management Journal*, Vol.47, No.2(2004), pp.209-226.
- [19] Gupta, A.K., K.G. Smith, and C.E. Shalley, "The interplay between exploration and exploitation," *Academy of Management Journal*, Vol.49(2006), pp.693-706.
- [20] Hahn, C., B. Fley, M. Florian, D. Spresny, and K. Fischer, "Social Reputatioun : a Mechanism for Flexible Self-Regulation of Multiagent Systems," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.10, No.1(2007), Retrieved from <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/10/1/2.html>.
- [21] He, Z.-L. and P.-K. Wong, "Exploration vs. Exploitation : An Empirical Test of the Ambidexterity Hypothesis," *Organization Science*, Vol.15, No.4(2004), pp.481-494.
- [22] Hogg, L.M.I. and N.R. Jennings, "Socially intelligent reasoning for autonomous agents," *IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics Part A : Systems and Humans*, Vol.31, No.5(2001), pp.381-393.
- [23] Jansen, J.J.P., F.A.J.V.D. Bosch, and H.W. Volberda, "Exploratory Innovation, Exploitative Innovation, and Performance : Effects of Organizational Antecedents and Environmental Moderators," *Management Science*, Vol.52, No.11(2006), pp.1661-1674.
- [24] Kim, T. and M. Rhee, "Exploration and exploitation : internal variety and environmental dynamism," *Strategic Organization*, Vol.7(2009), pp.11-41.
- [25] Lau, D.C. and J.K. Murnighan, "Demographic

- diversity and faultlines : The compositional dynamics of organizational groups," *Academy of Management Review*, Vol.23(1998), pp.325-340.
- [26] Lawrence, P.R., J.W. Lorsch, and J.S. Garrison, *Organization and environment : Managing differentiation and integration*, *Division of Research*, Graduate School of Business Administration, Harvard University Boston, MA, 1967.
- [27] Levinthal, D.A. and J.G. March, "The myopia of learning," *Strategic Management Journal*, Vol.14(1993), pp.95-112.
- [28] Malone, T.W. and M.R. Lepper, "Making learning fun : A taxonomy of intrinsic motivations for learning," *Aptitude, learning and instruction*, R.E. Snow and M.J. Farr, eds., Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1987.
- [29] March, J.G., "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, Vol.2, No.1(1991), pp.71-87.
- [30] Marshall, M.A. and J.D. Brown, "Expectations and realizations : The role of expectancies in achievement settings," *Motivation and Emotion*, Vol.28(2004), pp.347-361.
- [31] McGrath, R.G., "Exploratory Learning, Innovative Capacity, and Managerial Oversight," *Academy of Management Journal*, Vol.44, No.1 (2001), pp.118-131.
- [32] Morgan, G., *Images of organization*, 1997.
- [33] Nikolai, C. and G. Madey, "Tools of the Trade : A Survey of Various Agent Based Modeling Platforms," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.12, No.2(2009).
- [34] O'Reilly, C.A.I., D.F. Caldwell, and W.P. Barnett, "Work group demography, social integration, and turnover," *Administrative Science Quarterly*, Vol.34(1989), pp.21-37.
- [35] Page, S.E., *The Difference : How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2007.
- [36] Pelled, L.H., K.M. Eisenhardt, and K.R. Xin, "Exploring the Black Box : An Analysis of Work Group Diversity, Conflict, and Performance," *Administrative Science Quarterly*, Vol.44, No.1 (1999), pp.1-28.
- [37] Pfeffer, J., "Organizational demography," *Research in organizational behavior*, L.L. Cummings and B. M. Staw, eds., pp.299-357, JAI Press, Greenwich, Conn, 1983.
- [38] Reagans, R. and E.W. Zuckerman, "Networks, Diversity, and Productivity : The Social Capital of Corporate R& D Teams," *Organization Science*, Vol.12(2001), pp.502-517.
- [39] Rivkin, J.W. and N. Siggelkow, "Balancing search and stability : Interdependencies among elements of organizational design," *Management Science*, Vol.49(2003), pp.290-311.
- [40] Smith, K.G., K.A. Smith, J.D. Olian, H.P. Sims, D.P. O'Bannon, and J.A. Scully, "Top management team demography and process : The role of social integration and communication," *Administrative Science Quarterly*, Vol.39(1994), pp.412-438.
- [41] Sternberg, R.J., *The Nature of Creativity : Contemporary Psychological Perspectives*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- [42] Tajfel, H. and J. Turner, "The social identity theory of intergroup behavior," *Psychology and intergroup relations*, S. Worchel and W. Austin, eds., pp.7-24, Nelson-Hall, Chicago, 1985.
- [43] Taylor, A. and H.R. Greve, "Superman or the Fantastic Four? Knowledge Combination And

- Experience in Innovative Teams," *Academy of Management Journal*, Vol.49, No.4(2006), pp.723-740.
- [44] Teece, D.J., G.P. Pisano, and A. Schuen, "Dynamic capabilities and strategic management," *Strategic Management Journal*, Vol.18(1997), pp.509-533.
- [45] Thompson, J.D., *Organizations in action*, McGraw Hill, New York, 1967.
- [46] Tiwana, A. and E.R. McLean, "Expertise Integration and Creativity in Information Systems Development," *Journal of Management Information Systems*, Vol.22, No.1(2005), pp.13-43.
- [47] Tsui, A., T. Egan, and C. O'Reilly, "Being different : Relational demography and organizational attachment," *Administrative Science Quarterly*, Vol.37, No.4(1992), pp.549-579.
- [48] Van Velsor, E. and C.D. McCauley, "Our view of leadership development," *The center for creative leadership : Handbook of leadership development*, C.D. McCauley and E.V. Velsor, eds., pp.1-22, Jossey-Bass, San Francisco, CA, 2004.
- [49] Wilensky, U., "NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>," Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, 1999.
- [50] Williams, K.Y. and C.A. O'Reilly, "Demography and diversity in organizations : A review of 40 years of research," *Research in organizational behavior*, B. M. Staw and L.L. Cummings, eds., pp.77-140, JAI Press, Greenwich, CT, 1998.
- [51] Woodman, R.W., J.E. Sawyer, and R.W. Griffin, "Toward a Theory of Organizational Creativity," *Academy of Management Review*, Vol.18, No.2(1993), pp.293-321.
- [52] Xu, B., R. Liu, and W. Liu, "Individual Bias and Organizational Objectivity : An Agent-Based Simulation," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.17, No.2(2014), p.2.
- [53] Zenger, T.R. and B.S. Lawrence, "Organizational demography : The differential effects of age and tenure distributions on technical communication," *Academy of Management Journal*, Vol.32(1989), pp.353-376.
- [54] Zhang, Y. and Y.P. Tian, "Consensus of Data-Sampled Multi-Agent Systems With Random Communication Delay and Packet Loss," *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol.55, No.4(2010), pp.939-943.