

토픽 모델링을 이용한 개방형 혁신 연구동향 분석 및 정책 방향 모색

조성배*, 신신애**, 강동석***

요약

2018년 2월, 우리나라 정부는 ‘국민이 주인인 정부’를 실현하고자 정부혁신 종합추진계획을 수립하였다. 종합계획의 핵심은 국민 참여이며, 정부 내부의 역량만을 통해 가치를 창출하는 것이 아닌 시민, 기업의 아이디어와 역량을 함께 모아 정부가 해결할 수 없는 사회 현안을 해결한다는 관점에서 개방형 혁신(Open Innovation)과 매우 유사하다. 이에 따라 본 연구에서는 개방형 혁신이 처음 발표된 2003년부터 2018년 4월까지의 영문 초록 데이터로 LDA(Latent Dirichlet Allocation) 기반의 토픽모델링을 이용하여 개방형 혁신 연구 주제들을 도출하고, 도출된 주제간 토픽 네트워크 분석을 실시하였다. 도출된 결과를 바탕으로 정부혁신 종합추진계획의 추진과제와 비교 분석하였다. 본 연구의 시사점은 개방형 혁신에 대한 연구 주제와 주제간 관계를 도출하고, 그 결과를 정부혁신 종합추진계획과의 비교를 통해 개방형 혁신 관련 우리나라 정책의 향후 발전방향을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

주제어: 개방형 혁신, 정부 혁신, 텍스트마이닝, 토픽 모델링, 빅데이터 분석

A Study on the Research Trends on Open Innovation using Topic Modeling

Cho, Sung-Bae, Shin, Shin-Ae, Kang, Dong-Seok

Abstract

In February 2018, the Korean government established the “Comprehensive Plans for Government Innovation” in order to realize ‘the people-centered government’. The core of the comprehensive plans is participation of the people, which is very similar to open innovation where social issues are solved by ideas and capabilities of the private sector rather than those of the government. Therefore, this study was conducted by extracting open innovation topics through topic modeling based on LDA(Latent Dirichlet Allocation) as English abstract-data from 2003, when the plans for open innovation was first announced, to April 2018. Based on the extracted results, it also conducted a comparative analysis with “Comprehensive Plans for Government Innovation.” The study has significant implications in that it derives the relationship between the subjects, analyzes the present policies of Korea on open innovation and suggests directions for development.

Keywords: open innovation, government innovation, topic modeling, text mining, bigdata analysis

2018년 6월 28일 접수, 2018년 7월 10일 심사, 2018년 7월 25일 게재확정

* 한국정보화진흥원 전자정부성숙제도팀 책임(sbcho@nia.or.kr)

** 한국정보화진흥원 전자정부성숙제도팀 팀장(sashin@nia.or.kr)

*** 한국정보화진흥원 전자정부본부 본부장(kds@nia.or.kr)

I. 서론

우리나라는 그간 효율과 성장 중심의 국정운영으로 국민경제 전체의 크기는 커졌지만, 양극화와 불평등으로 국민이 체감하는 삶의 질은 개선되지 못하였다. 실제로 2017년 OECD에서 발표한 더 나은 삶 지수(Better life Index, BLI)는 38개국 중 29위로 낮게 평가되었고, 2017년 영국 시사주간 이코노미스트에서 발표한 유리 천장 지수(Glass-ceiling Index)는 한국이 29개 회원국 가운데 최하위로 기록되었다(행정안전부, 2018). 이를 해결하기 위해 문재인 정부는 혁신성장을 주요 전략으로 설정하였고, 중앙행정기관·공공기관 등 정부를 혁신하기 위한 국정과제로 ‘열린 혁신 정부’를 제시하였다(청와대, 2017). 국정과제 ‘열린 혁신 정부, 서비스하는 행정’의 목표는 국민이 정책입안 단계부터 주도적으로 참여하고, 민관협업을 통해 사회문제를 효과적으로 해결한다는 것이며(청와대, 2017), 이는 미국 버클리 대학의 헨리 체스브로(Henry Chesbrough) 교수가 소개한 ‘오픈 이노베이션(Open Innovation, 이하 개방형 혁신)’의 개념과 유사하다. 무엇보다 부가가치 창출이나 현안 해결 등 원하는 목표를 달성하기 위해 내부 역량뿐만 아니라 시민, 기업 등 외부 인력과 자원, 아이디어를 활용한다는 차원에서 매우 관련성이 높다. 실제로 개방형 혁신은 R&D에서 상업화에 이르기까지 혁신이 일어날 수 있는 전 과정과 전 분야에서 적용이 가능하며(김석관, 2008), 정부와 기업에서 기술 개발 역량을 강화하고, 창조적인 기술 도입을 위한 하나의 방법으로써 개방형 혁신을 확대하는 추세에 있다(안치수·이영덕, 2011). 2016년 UN 전자정부 평가에서 세계 1위를 차지한 영국도 2017년 디지털 기반 정부혁신 전략(Government Transformation Strategy 2017 to 2020)을 발표하며, 시민참여 기반 개방형 혁신을 적극 도입하고 있으며(UK Cabinet Office, 2017), 미국도 열린정부 추진계획을 수립하고, 시민 참여를 통한 서비스 제공 등 정부 차원에서 개방형 혁신을 강조

하고 있다(US Government, 2016).

우리나라도 개방형 혁신을 정부 업무 전반에 도입하기 위해 2018년 2월, 「정부혁신 종합 추진계획」을 수립하였고(행정안전부, 2018), 디지털 사회혁신 전략과 디지털 정부혁신 전략 등 여러 분야에서 관련 전략을 수립하기 위해 노력하고 있다. 이러한 노력의 배경은 일자리 부족, 환경문제 등 더욱 복잡해지고 있는 사회현안을 해결하기 위해서는 정부 내부 역량만으로는 부족하며, 시민 참여 기반의 개방형 혁신이 필수적이라는 것을 정부도 공감하고 있기 때문이다. 다만, 해외에서 공공 분야의 개방형 혁신 도입과 관련하여 활발하게 연구가 진행되고 있는 것과는 달리(Assar, et al., 2011; Viscusi, et al., 2015; Poulin, et al., 2017), 국내의 기존 연구에서는 기업 R&D나 공공 연구 부문에 국한되어 있으며(박상혁 외, 2014; 이창근 외, 2015; 신성현, 2017), 정부 차원의 개방형 혁신 추진에 관한 연구와 분석이 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 문재인 정부에서 추진하고자 하는 개방형 혁신이 어떠한 형태로 발전해야 하는지 그 방향성을 제시하기 위해 해외 선형 연구자들이 어떠한 관점을 중심으로 개방형 혁신을 연구하였는지 조사하였고, LDA(Latent Dirichlet Allocation) 기반의 토픽모델링과 네트워크 분석을 실시하였다. 개방형 혁신이 언급되기 시작한 2003년부터 2018년 4월까지의 논문 제목, 연도, 초록 데이터를 수집하고, 토픽 모델링을 통해 9개의 주제를 도출하여 각 주제간 네트워크 분석을 통해 상대적으로 더 비중이 높은 주제를 식별하여 정부의 역량을 보다 더 집중할 수 있는 정책 제안과 효과를 기대할 수 있다. 이렇게 도출된 결과를 문재인 정부에서 발표한 「정부혁신 종합 추진계획」과 비교하여 시사점을 제시하였다. 텍스트 마이닝과 데이터 분석을 통해 정부의 정책에 대한 방향을 제시하는 본 연구는 향후 데이터 기반 과학적 행정 구현의 기반이 되는 연구가 될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

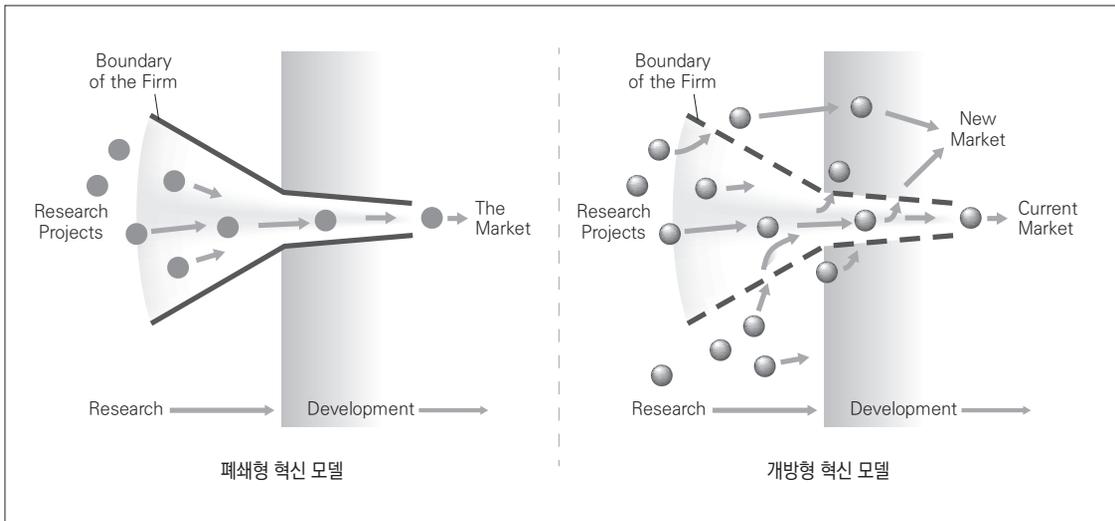
1. 개방형 혁신

개방형 혁신은 기업들이 기업 내부의 역량뿐만 아니라 외부 아이디어와 연구개발(R&D) 자원을 함께 활용하여 기업의 기술을 혁신시키고, 발전시킬 수 있다는 이론이다(Chesbrough, 2003a; 2003b). 개방형 혁신 모델은 아래 <그림 1>과 같다. 폐쇄형 혁신 모델과의 큰 차이점은 외부의 참여를 활용한다는 점이며, 이를 모델로 표현하기 위해 기업의 경계가 점선으로 표시되었다.

개방형 혁신은 크게 “내향형(Outside-In)” 혁신과 “외향형(Inside-Out)” 혁신으로 분류된다. 내향형 혁신은 제품이나 서비스를 개발하기 위해 기술 혁신 과정에 외부의 아이디어나 기술을 활용하여 기술 역량을 내재화하는 것을 말하며, 외향형 혁신은 기업이 보유한 기술을 외부로 내보내서 기업의 기존 비즈니스 모델이 아닌 신규 모델을 찾는 것이다(Chesbrough, 2003a; 2003b). 개방형 혁신은 단순히 기업의 제품

에만 국한되어 있는 것이 아닌 기업 가치사슬 전반에서 이루어지고 있으며, 정부 기관뿐만 아니라 개인도 활용할 수 있다. 최근 기업의 혁신을 담당하는 리더는 내부의 역량뿐만 아니라 조직 외부의 아이디어를 통합하여 가능한 가장 효과적인 수단을 사용하여 혁신 결과를 시장에 전달하고 있다.

개방형 혁신과 관련된 해외 연구는 이론뿐만 아니라 실증적인 연구도 많이 이루어졌다. Brunswicker & Vanhaverbeke(2014)는 중소기업이 개방형 혁신에 참여하는 방법과 성과를 식별하기 위해 1,411개의 중소기업에 대해 개방형 혁신 유형별로 분류하여 연구하였으며, 전체 범위(Full-scope Sourcing)의 개방형 혁신과 어플리케이션 중심(Application-oriented)의 개방형 혁신 유형이 성과와 긴밀하다고 밝혔다. 또한, 공공 부문의 개방형 혁신 적용과 관련한 연구도 많이 수행되었는데, Mergel(2017)은 공공 부문 개방형 혁신의 저해 요인을 분석하기 위해 미국 정부의 Challenge.gov 플랫폼을 중심으로 연구하였다. Challenge.gov는 공공 부문의 문제를 시민이 제시한 아이디어를 통해 해결하는 정부 혁신의 플랫폼이다.



출처 : Chesbrough(2003a; 2003b), MIT Sloan (2011)

<그림 1> 폐쇄형 혁신 모델과 개방형 혁신 모델

〈표 1〉 폐쇄형 혁신과 개방형 혁신간 차이점

폐쇄형 혁신(Closed Innovation) Principles	개방형 혁신(Open Innovation) Principles
① 우리 회사 내 스마트한 사람들이 우리를 위해 일한다.	① 모든 스마트한 사람들이 우리를 위해 일하는 것은 아니므로 우리는 회사 외부의 지식과 전문 기술을 찾아서 활용해야 한다.
② R&D에서 이익을 얻으려면 우리는 우리 스스로 창출하고, 개발해야 한다.	② 내부 R&D는 전체 R&D 가치의 일부를 창출하는데 필요하며, 외부 R&D도 중요한 가치를 창출할 수 있다.
③ 우리가 먼저 혁신을 상품화한다면, 시장을 리드할 것이다.	③ 먼저 시장에 진입하는 것보다 더 나은 비즈니스 모델을 개발하는 것이 더 바람직하다.
④ 우리는 경쟁자가 우리의 아이디어로부터 이익을 얻지 못하도록 지적 재산권으로 통제해야 한다.	④ 우리는 다른 사람의 IP 사용에 이익을 가져야하며, 우리 자신의 비즈니스 모델을 발전시킬 때마다 다른 사람의 IP를 구입해야 한다.

출처 : Chesbrough(2003a: 2003b), MIT Sloan (2011) 일부 발췌

Challenge.gov에서 추출한 정량의 데이터와 공공관리자 36명과의 인터뷰를 통해 개방형 혁신 추진을 저해하는 요인을 분석하였다. 그 결과로, 시스템적 장벽(System-inherent Barriers)이 정부의 혁신을 저해하는 요인으로 분석되었으며, 개방형 혁신 정책의 요구와 조직의 사명이 일치할 때 개방형 혁신이 일어날 수 있고, 기존의 업무 절차도 혁신시킬 수 있는 요인이라고 하였다. 또한, Lee, et al.(2012)은 선진국의 공공 분야 개방형 혁신 추진 현황을 연구하였다. 미국, 호주 및 싱가포르의 국가 차원에서 열린 혁신 정책을 개발하여 긍정적인 혁신 분위기를 조성하고 있으며, 많은 온라인 기반 개방형 혁신 플랫폼이 정부 정책에 따라 구축되었다. 반면, 개방형 혁신 유형 중 “내향형(Outside-In)”의 경우, 정부 데이터의 가치를 약용하려는 시도가 있었다고 언급하였다. 대부분의 정부는 개방형 혁신의 초기 단계에 있다고 하였으며, 개방형 혁신을 통한 시민들이 이끄는 조직과 프로젝트의 아이디어가 정부가 통제할 수 없는 현안을 해결하는 데 도움이 될 것이라고 주장하였다.

국내의 연구로는 공공 분야에서 제한된 정부 연구 자원 확보를 위해 개방형 혁신을 적용하기 위한 연구가 있으며(이창근 외, 2015), 이 연구에서는 문제해결 중심 연구로의 패러다임 전환, 연구자의 창의성 발현을 극대화하는 방안 마련, 연구과제의 개방성 확대 등을 주요 과제로 제시하였다. 또한, 신성현(2017)은 열

린(개방형) 혁신 정책에 영향을 미치는 요인에 대해 연구하였으며, 자기효능감, 협력문화, 정책 효과성, 조직 몰입, 피로도, 직무만족, 공정성, 역할 외 성과, 창의 지원 등이 개방형 혁신 정책에 영향을 미친다고 밝혔다. 공공 분야 이외에 국내 제조기업을 대상으로 개방형 혁신 활동을 내향형과 외향형 혁신 활동으로 구분하고, 설문응답을 토대로 실증 분석한 연구도 있었다(안치수·이영덕, 2011). 이 연구의 결과 중 하나는 정부에서 제도적으로 개방형 혁신활동을 촉진시키기 위해서는 산업클러스터 조성과 기술 네트워킹 확대에 노력을 기울여야 한다고 하였다. 공공 분야의 개방형 혁신 관련 연구, 개방형 혁신을 위한 성공요인과 관련된 연구를 추가적으로 정리해보면 다음의 〈표 2〉와 같다.

개방형 혁신과 관련된 선행 연구를 종합해보면, 해외에서는 기업뿐만 아니라 공공 분야에도 적용하기 위한 연구들이 많이 존재한 반면, 국내에서는 제조업 등 산업 분야에 적용하기 위한 연구가 많았으며, 최근에 정부 R&D 등의 업무에 적용하는 연구들이 나타나기 시작했다. 따라서, 공공 분야뿐만 아니라 사회 전반에 개방형 혁신을 적용하고, 확산하기 위해서는 관련 연구가 많이 필요한 시점이라고 할 수 있다.

2. 영국의 공공 분야 개방형 혁신 추진 사례

2016년 UN 전자정부 평가 1위를 차지한 영국은 개

〈표 2〉 개방형 혁신과 관련된 선행 연구(공공분야 및 성공요인 중심)

구분	연구제목	주요내용	저자
공공분야 관련 연구	eGovernment Trends in the Web 2.0 Era and the Open Innovation Perspective: An Exploratory Field Study	전자정부 개발 동향을 파악하고, Web 2.0 및 개방형 혁신으로의 변화 가능성을 평가하기 위해 프랑스의 전자정부 전문가 그룹을 통해 예비조사를 실시하였으며, 전자정부 서비스에 대한 보완관계로 개방형 혁신을 제시함	Assar, et al. (2011)
	Open innovation research and e-government: clarifying the connections between two fields	전자정부 학자들이 개방형 혁신을 어떻게 해석했는지 이해하고, 공공 부문에서 채택된 개방형 혁신의 핵심 특성을 파악하기 위해 전자정부 관련 문헌을 분석하였고, 캐나다 열린 혁신 이니셔티브에 적용함	Viscusi, et al. (2015)
	Open Innovation in the Public Sector: Review and Integration of the Management and Public Administration Literatures	개방형 혁신을 공공 부문에 적용하기 위해 1995년부터 2016년까지의 논문을 분석하여 이론적인 정보를 제공함	Poulin, et al. (2017)
	Driving public sector innovation using big and open linked data	정부혁신은 사회-정부-대중간의 관계를 개선할 수 있는 새로운 방법을 찾는 것이며, 빅데이터와 오픈데이터가 정부혁신을 가능하게 한다고 언급함. 데이터 개방은 공공부문의 혁신을 위한 중요한 수단임을 강조함	Janssen, et al. (2017)
성공요인 관련 연구	Open Innovation: Past Research, Current Debates, and Future Directions	개방형 혁신 프로세스와 조직, 프로젝트 및 개인의 차원에서 개방형 혁신을 관리하기 위한 토대로 개념적 프레임워크를 제시함	Lichtenthaler (2011)
	Success Factors of Open Innovation - A Literature Review	개방형 혁신에 대한 29개 논문을 검토하여 개방형 혁신의 성공요인을 ①관계 측면 ②프로세스 참여자 ③거버넌스 ④촉진자 ⑤자원 제공 ⑥전략 ⑦프로세스 관리, ⑧ 리더십 ⑨문화로 구분함	Durst & Stähle (2013)

방형 혁신 적용을 위해 정부 차원에서 많은 노력을 기울이고 있다. 2009년 공공과 민간 간 소통을 활성화하기 위한 4대 원칙이 그 시작으로 볼 수 있다(Direct of Digital Engagement, 2009). 열린 정보, 열린 피드백, 열린 대화, 열린 혁신이 4대 원칙이며, 그 중에서도 온라인 서비스에서 혁신을 촉진할 사항으로 열린 혁신을 강조하였다. 정보통신정책연구원(2009)은 영국의 정책을 분석하며, 외부 채널을 활용한 시민과 기업의 지원, 공공 정보의 개방을 통한 시민의 아이디어를 적극 수렴하기 위한 체계적인 방안이 필요하다고 언급하였다.

2009년 이후 영국의 혁신 지원 연구기관인 국립과 학기술예술재단(Nesta, 2012)에서 지속가능발전을 위해 Plan I를 제시하였고, Plan I에는 혁신 부문에 대한 투자 확대, 혁신 시스템 업그레이드, 혁신 활성화

를 위한 문화와 인적 역량 강화가 포함되었다. 핵심 과제별 주요내용은 〈표 3〉과 같으며, 다양한 영역의 프로젝트를 유기적으로 연결해 혁신을 이루기 위해서는 정부의 적극적인 협업과 투자가 필요하다고 주장하였다(Nesta, 2012; 한국산업기술진흥원, 2013).

또한, UK Cabinet Office(2017)에서 'Government Transformation Strategy 2017 to 2020'을 발표하였고, ICT 기반 대민 서비스 혁신, 디지털 기반 정부 혁신, 디지털을 활용한 정부서비스 전달 방식 개선이라는 3대 전략 목표에 맞는 과제를 제시하였다. 영국의 보고서를 분석한 문정욱(2017)은 개방형 혁신을 위한 수단인 공공 데이터는 관리가 잘되고 있는 반면, 민간 데이터의 거래·유통 체계는 아직 미흡한 실정기에 데이터 관리체계 및 유통·거래 체계에 대한 심층적인 논의가 필요하다고 주장하였다.

〈표 3〉 영국의 혁신 정책 Plan I 보고서 주요내용

핵심과제	주요과제
혁신 부문에 대한 투자 확대	① 혁신지원을 위한 자금지원 체계 재편 ② 미래에 초점을 맞춘 정부지출 ③ 혁신 인프라에 대한 투자 확대 ④ 혁신 상품 및 사업을 위한 시장창출 과정에서 정부의 역할 강화
혁신 시스템의 업그레이드	① 집합적 지식생산 육성 ② 혁신에 대한 인센티브로서의 지식재산권과 적절한 보상 ③ 국가 전반에 걸친 혁신의 확산 ④ 공공혁신 및 사회혁신 ⑤ 혁신정책에 대한 성과측정과 데이터 분석 효율화 ⑥ 고용시장 혁신
혁신의 활성화를 위한 문화와 인적 역량 강화	① 디지털 시대에 걸맞은 교육 혁신 ② 기업가정신의 발현과 세계시장 진출을 가로막는 장애물 제거

3. 우리나라의 공공 분야 개방형 혁신 추진 사례

우리나라 정부에서도 자금과 기술력을 갖춘 대기업과 혁신적인 기술을 보유한 벤처기업이 각각 강점을 살려 상호 협력하는 개방형 혁신 체계를 구축하고자 노력하고 있다. 공공 분야 정보화 업무를 담당하고 있는 행정안전부에서는 2015년 정부가 보유한 행정 데이터를 공개하고 국민이 이를 활용하여 어떤 정책서비스가 필요한지를 직접 제안(Outside-In)하거나, 재난 발생 시 필요한 구호물자를 시민들이 자발적 협력을 통해 동원(Outside-Out)하는 등 개방형 혁신 기반

플랫폼 정부로의 체질 전환을 시도하고 있다(행정안전부, 2015).

또한, 문재인 정부가 내세우는 주요 정책 아젠다 중 하나는 바로 정부 혁신이다. 새 정부의 혁신 동력 확보와 기반 구축에 중점을 두고, 국민이 주인인 시대에 필요한 ‘국민의 주도적 참여’, ‘공공의 이익과 공동체 발전’이라는 주요 목표를 달성하기 위해 노력 중이다. 국민과 함께 한다는 대통령 국정철학과 부합하기 위해서는 시민이 참여하여 현안을 해결한다는 개념인 개방형 혁신이 필수적이다. 이를 위해 2018년 관계부처 합동으로 「정부혁신 종합 추진계획」을 수립하고, 계획에

〈표 4〉 우리나라 정부 혁신 비전 체계도

비전	“국민이 주인인 정부”의 실현	
목표	참여와 신뢰를 통한 공공성 회복 (OECD 더 나은 삶의 질 지수 10위권, OECD 정부신뢰도 10위권, 부패인식지수 20위권 진입)	
3대 전략 7대 핵심과제	사회적 가치 구현	① 사회적 가치를 실현할 수 있도록 재정혁신 하겠습니다.
		② 국민의 삶을 바꾸는 인사·조직·성과평가체계를 구축하겠습니다.
	참여 협력	③ 국민이 공감하는 정책, 국민과 함께 만들겠습니다.
		④ 정보를 낱알이 공개하고, 자원을 공유하는 열린정부가 되겠습니다.
		⑤ 기관 간 장벽을 허물어 협력하는 정부를 구현하겠습니다.
	신뢰받는정부	⑥ 국민이 원하는 공정하고 깨끗한 공직사회를 만들겠습니다.
		⑦ 국민중심 4대 행정혁신(데이터·창의·규제개혁·낭비제로)을 실현하겠습니다.

근거한 과제들을 추진 중에 있다. 정부혁신 종합 추진 계획의 목표는 참여와 신뢰를 통한 공공성 회복이며, 사회적 가치 구현, 참여와 협력, 신뢰받는 정부라는 3대 전략과 이에 해당하는 7대 핵심 과제를 제시하였다(행정안전부, 2018).

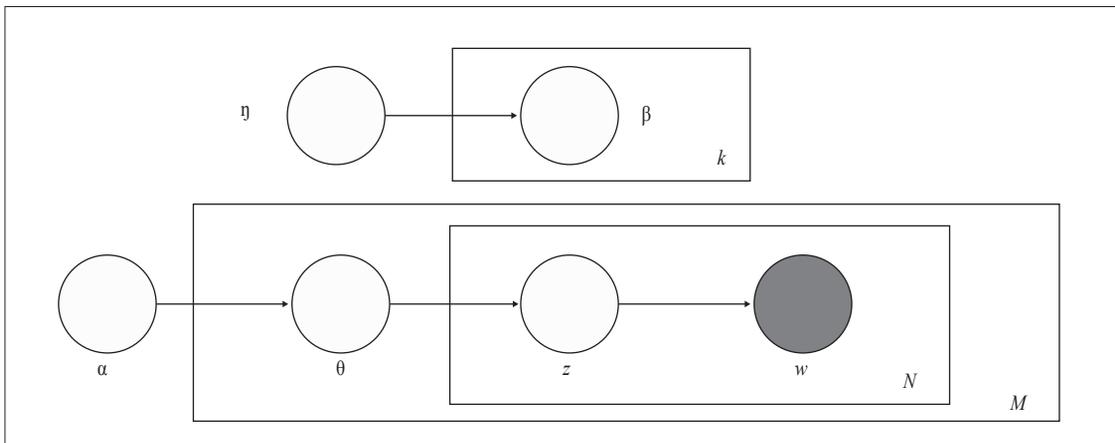
4. 토픽모델링 및 네트워크 분석

토픽 모델링은 텍스트 마이닝에서 사용하는 한 연구 방법론으로, 가장 대표적인 토픽모델링 기법은 LDA(Latent Dirichlet Allocation)이다. LDA는 방대한 문헌 집단에서 잠재적으로 의미 있는 주제를 찾아내기 위한 절차적 확률 분포 모델이다(Blei, et al., 2003; Blei, 2012). LDA는 단어들의 집합이 어떤 주제로 묶인다고 가정하고, 해당 단어들이 주제에 포함될 확률을 계산하여 확률이 높은 단어들의 집합을 추출하는 방식이다(Blei, et al., 2003). 토픽 모델링에서는 단어가 서로 독립적이지 않다는 가정하에 단어 생성 조건에 따라 사후확률을 추론하여 <그림 2>와 같은 그래프 모델을 통해 주제를 도출한다. LDA 그래프 모델을 세부적으로 보면, κ 는 토픽개수를 의미하고, α 와 η 는 하이퍼 파라미터, β 는 단어를 추출하기 위해 사용되는 잠재 파라미터이며, θ 와 Z 는 문서 내에서 직

접 관찰할 수 없는 잠재 변수이다. 문서 내 관찰되는 변수를 통해 잠재 변수(Hidden Variable)를 추론하여 문서에 숨겨져 있는 주제를 발견하는 것에 해당하는 관측 데이터는 W 이다. LDA 모델의 Z 는 문서별 토픽 비율인 θ 로부터 생성되고, θ 는 α 값에 의해 형태가 정해진다. 토픽별 단어 생성확률인 β 는 η 값에 의해 결정된다. 각 단어의 토픽을 나타내는 값인 Z 와 토픽별 단어비율인 β 값에 의해 단어 W 가 정해진다(Blei, et al., 2003; 김상겸·장성용, 2016).

토픽 모델링은 높은 성능과 편의성으로 표준적 방법론으로 인식되고 있으며, 기존의 개별 단어 빈도 분석에서 발생하는 희귀성 문제, 유의어, 다의성, 의미계층 구조 등의 문제점을 해결하는 대안으로 제시되고 있다(Blei & Lafferty, 2012). 따라서 토픽모델링을 통해 문헌 집합의 주제와 주제별 비율, 각 단어들이 주제에 포함될 확률 등을 알아낼 수 있고, 의미론 분석이 가능하기에 토픽 모델링을 활용한 연구는 <표 5>와 같이 다양하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 토픽 모델링을 활용하여 개방형 혁신과 관련된 주요 주제를 추출하고 분석하고자 한다.

네트워크 분석(Network Analysis)이란 개체들 간의 관계를 노드와 링크로 모델링하여 그 관계나 구조 등을 계량적으로 분석하는 방법론이다(Newman,



<그림 2> LDA의 그래프 모델(Blei, et al., 2003)

〈표 5〉 토픽모델링 분석 관련 선행연구

연구제목	연구내용	저자
Topic models conditioned on arbitrary features with dirichlet-multinomial regression	자동인용색인 시스템에서 수집한 컴퓨터 공학 분야의 30만 편의 논문을 대상으로 구절(Phrase)기반의 토픽 도출모델인 Topical N-Grams(TNG)를 적용함으로써 영향력 측정에 토픽 모델이 유용하게 적용될 수 있음을 연구함	Mimno & McCallum (2012)
Exploring Issues in a Networked Public Sphere: Combining Hyperlink Network Analysis and Topic Modeling	네트워크 분석과 토픽모델링을 활용하여 식품안전 네트워크에 대해 연구함	Maier, et al. (2017)
항공산업 미래유망 분야 선정을 위한 텍스트 마이닝 기반의 트렌드 분석	토픽 분석을 이용하여 항공산업 전반적인 분야의 문서 집합 내 잠재된 토픽을 추출하고, 연도별로 핵심 토픽의 추이를 분석함. 분석 결과 항공산업의 미래유망분야로 항공안전정책, 항공운임(저가항공), 그리고 친환경 고연비 연료가 도출됨	김현정 외, (2015)
토픽모델링을 이용한 국내 산업경영공학 연구동향 분석	토픽모델링을 이용한 국내 산업경영공학 연구동향을 20개의 주제로 분석하고, 토픽-네트워크 분석을 수행함	김상겸·장성용 (2016)
텍스트마이닝을 이용한 정보보호인식 분석 및 강화 방안 모색	정형 데이터인 트위터의 트윗을 텍스트 마이닝 기법인 토픽 모델링과 감성 분석 기법을 통해 분석하고, 도출된 이슈를 기반으로 국가간 비교 연구를 수행 하였으며, 이를 바탕으로 한국의 정보보호인식 강화 방안을 제시함	이태현 외 (2016)
국내 핀테크 동향 및 모바일 결제 서비스 분석:텍스트 마이닝 기법 활용	핀테크가 언급된 트윗들을 2014년 8월부터 2016년 6월까지 전수 조사하여, 토픽 추출, 감성 분석, 키워드 네트워크 분석들을 시각화함. 카카오톡과 같은 “서비스” 기반의 카카오페이와 갤럭시와 같은 “기기” 기반의 삼성페이의 토픽들 간에도 서로 다른 키워드들과 반응이 도출됨	안정국 외 (2016)
토픽 모델링을 활용한 한국의 플랫폼정부 연구동향 분석	국가정보화 추진 단계별 플랫폼 정부 관련 논문에서 기술, 서비스, 거버넌스로 잠재된 토픽을 추출하고, 연도별로 핵심 토픽의 추이를 분석함	서병조·신선영 (2017)

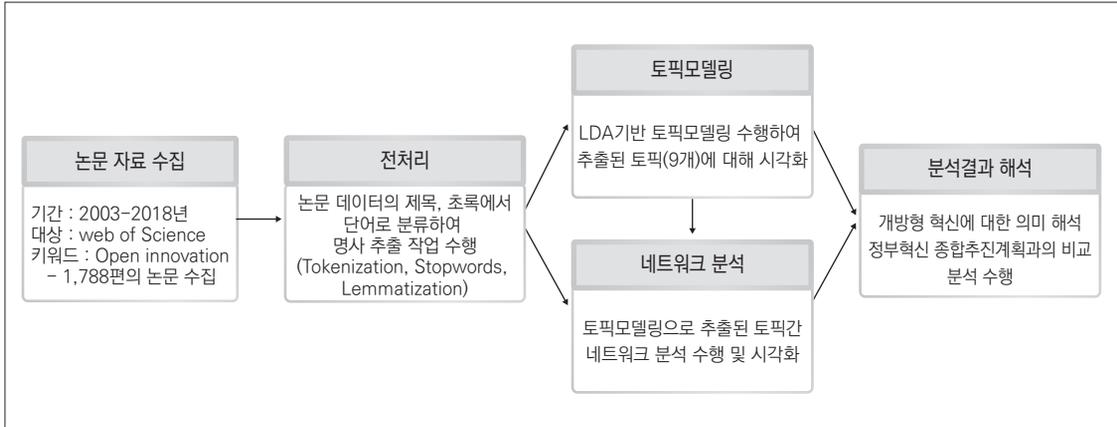
2010). 이를 위해서는 네트워크 중심성 분석 (Centrality Analysis)이 활용되며, 노드들의 역할이나 위치, 특성, 영향력 등을 파악할 수 있다. Blei(2005)는 토픽 간의 상관관계를 고려한 Correlated Topic Models(CTM)을 개발하였고, Blei & Lafferty(2005)의 연구를 기반으로 수행한 Lee, et al.(2016), 김상겸·장성용(2016), 김현희·이혜영(2016) 등의 연구는 LDA 알고리즘을 적용하여 독립적인 주제들을 추출하고, 공통된 단어를 중심으로 토픽 네트워크를 구축하여 연결 중심성, 매개 중심성, 그리고 근접 중심성이 높은 토픽들을 찾아내 다른 주제들과 연관성을 찾았다. 본 연구에서는 LDA 기반 토픽모델로 도출된 주제 간 네트워크 분석을 통해 그 관계를 시각적으로 표현

하여 해석하고자 하였다.

III. 연구 방법

1. 연구 프레임워크

본 연구를 위해 세계 최대의 논문 자료를 보유하고 있는 웹사이트인 Web of Science에서 2003년부터 2018년 4월까지의 데이터 중 제목과 초록에 키워드 ‘Open Innovation’이 검색되는 논문의 제목, 연도, 초록을 포함한 1,788개의 연구 데이터를 스크래핑(Scraping)하였다. 본 연구의 주 목적이 공공 분야의 개방형 혁신과 관련된 주제를 도출하고, 향후 정책 방향성을 제시하는



〈그림 3〉 연구 프레임워크

것이기예 ‘Government’, ‘Public’ 키워드를 함께 적용하여 추출해보았으나, 매우 적은 연구 데이터가 수집되어 본 연구 방법에서는 제외하였다. 또한, ‘Open’과 ‘Innovation’을 별도로 분류하여 연구 데이터를 스크래핑할 경우, 본 연구 목적과는 다른 혁신 이론이나 개방과 관련된 다른 논문 데이터가 수집되어 키워드 ‘Open Innovation’이 검색되는 연구 데이터만 수집하였다.

먼저 수집된 1,788개 논문의 제목과 초록에서 등장하는 단어를 데이터 분석에 알맞은 형태로 변환하기 위해 R program을 이용하여 Tokenization, Stopwords, Lemmatization 등 데이터 전처리 작업을 진행하였다. 그 후 빈도분석을 통해 연구 데이터가 주는 1차적인 시사점을 도출하였다. 또한, 수집된 연구 데이터에 LDA 기반 토픽모델링을 이용하여 개방형 혁신과 관련한 총 9개의 주제를 도출하였고, 이 주제들에 대한 연구 비중을 전체 기간과 2개 구간으로 나누어 분석하였다. 그리고 9개의 주제에 대하여 네트워크 분석도 수행하였다. 이를 통해 상대적으로 비중이 높게 연구된 주제를 식별하고, 비중이 높은 주제와 연관성이 높은 다른 주제들도 식별하고자 하였다. 일련의 연구 과정을 도식화하면 〈그림 3〉과 같다. 본 연구에서 활용한 R program의 코드는 Silge

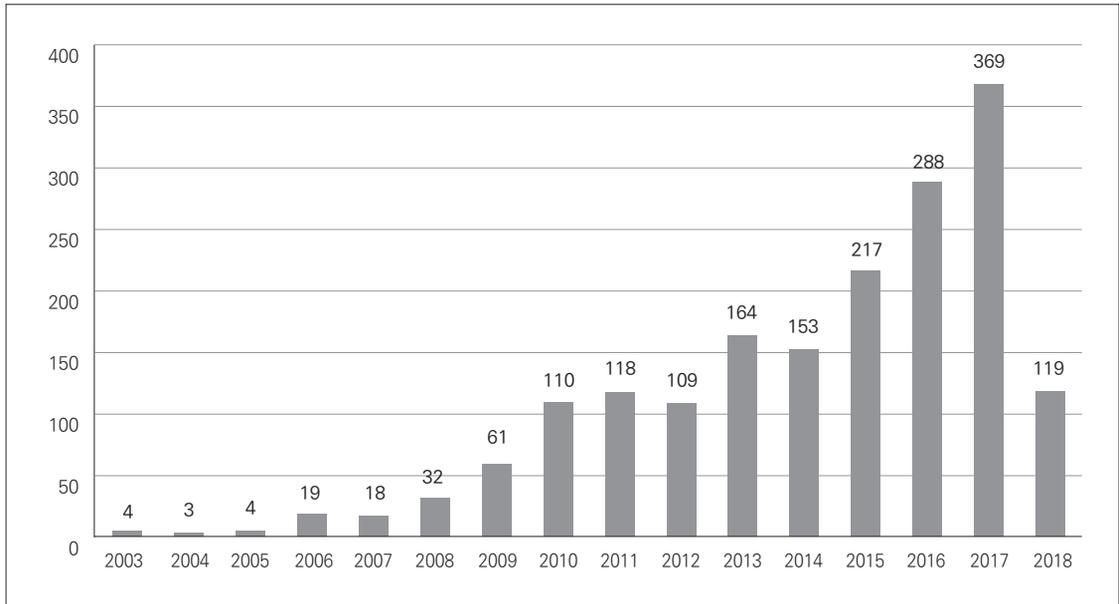
& Robinson(2018)의 연구 자료 내 코드와 오픈 소스 코드 저장소인 ‘Github’의 코드를 활용하였다.

2. 분석 데이터

논문의 제목과 초록 데이터를 이용하여 개방형 혁신 관련 연구동향을 분석하기 위해서는 적절한 학술지를 선택하는 것이 중요하다. 본 연구에서 연구 데이터를 추출한 Web of Science는 Institute for Scientific Information(I.S.I)가 제공하는 인용색인 데이터베이스인 SCIE, SSCI, A & HCI를 온라인에서 동시에 검색할 수 있는 웹 데이터베이스이기에 선정하였다. 또한, 2003년부터 연구 데이터를 추출한 이유는 개방형 혁신이 언급된 연도가 2003년이기에 2003년부터 2018년 4월까지의 논문 데이터 1,788개를 수집하였다.

3. 분석 데이터 전처리

텍스트 데이터를 분석에 활용하기 위해 전처리 작업을 진행하였다. 비정형화된 텍스트 데이터를 분석이 가능하도록 하기 위해서는 데이터 전처리 작업을 진행해야 하며, 전처리된 데이터는 분석에 소요되는 시간



〈그림 4〉 연도별 데이터 수집 현황

〈표 6〉 텍스트 데이터 전처리 단계 및 내용

전처리 단계	내용
Tokenization	여러 문장에 대해 공백을 기준으로 단어를 분리
Stopwords	분석에 불필요한 단어 제거 de, food, start, km, breadth etc.
Lemmatization	키워드 품사가 고려되어 의미적 정보를 가진 단어의 표제어 도출 model, propose, search, structure, formal, sector
공통단어로 변환	같은 의미이지만 다른 형태로 표현된 단어들을 공통 단어로 변환 oi → open innovation

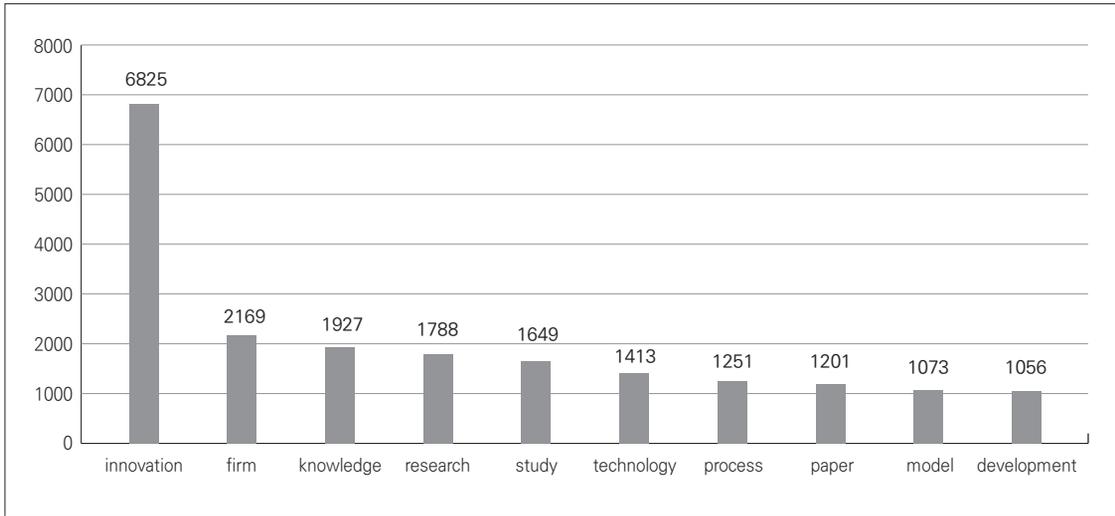
을 줄이고, 정확성을 높일 수 있다. 데이터 전처리 내용은 〈표 6〉과 같이 진행하였다.

IV. 연구결과 분석

1. 키워드 빈도 분석

먼저, Web of Science 내 논문 데이터의 영문 제

목과 초록을 이용하여 키워드 분석을 수행하였다. R program을 통해 전처리한 167,637개의 단어를 살펴보면, 혁신을 뜻하는 Innovation과 더불어 firm, knowledge, research, study, technology, process 순으로 가장 많이 등장하였다. R program을 통해 전처리한 167,637개의 단어를 구글 드라이브 워드를 사용하여 단어 출현 빈도에 따른 분포도를 〈그림 5〉와 같이 만들었다. 개방형 혁신이 외부의 자원과 역



〈그림 5〉 논문 데이터 내 등장한 단어의 빈도(상위 10개)

량, 아이디어를 활용하여 기업 가치를 새롭게 창출하기 위한 모델이기에 기업, 지식, 기술, 프로세스, 개발 등의 단어가 많이 출현하였다. 또한, 연구(Research, Study), 논문(Paper) 등 논문에서 자주 등장하는 단어들도 상위 10개의 단어 안에 포함되어 있었다.

2. 개방형 혁신 연구 주제 정의

Hornik & Grün(2011)이 배포한 R Program의 Package “Topic models”을 활용하여 앞서 전처리 작업을 수행한 데이터에서 주제를 추출하였다. 전체 단어들의 TF-IDF 가중치 평균값은 0.38로 나타났으며, 본 연구에서는 가중치 값 0.1을 임계치로 설정하여 이보다 큰 단어들을 LDA 분석을 위한 입력 값으로 선정하였다. 임계치 0.1 값은 김갑조 외(2017)의 연구를 참고하여 설정하였다.

토픽모델링에서 최적의 주제 수를 결정하는 값으로 언어모델(Language Model) 성능을 평가하는 척도인 perplexity value를 사용한다. 20개, 30개, 50개 등 주제의 수를 늘려가며 각 주제의 수에 대한 perplexity value를 구하여 가장 낮은 값을 지니는

주제의 수를 선택한다(Blei, et al., 2003). 그러나 perplexity value는 주제의 수가 증가할수록 감소하는 경향이 나타나기에 효과적으로 해석할 수 있는 수준에서 주제 수를 선정하였고, LDA 모델의 파라미터 추정을 위해 Gibbs Sampling 방식을 사용하였다(김상점·장성용, 2016). 주제 9개를 정의하기 위해서 Durst & Stähle(2013)가 선행 연구에서 정의한 개방형 혁신과 관련된 연구 주제를 활용하였다. Durst & Stähle(2013)가 29개의 개방형 혁신과 관련된 논문을 분석하여 9개의 성공요인이 개방형 혁신과 연관이 있다고 주장하였고, 연구 결과에 해당하는 내용은 다음의 〈표 7〉과 같다.

토픽 모델링을 통해 도출된 하나의 주제는 몇 개의 키워드의 집합으로 표현되고, 각 주제에 대한 명명(Naming)은 연구자 또는 도메인 전문가가 결정하기에(김현정 외, 2015) 본 연구 저자들 간에 논의하여 결정하였다. 본 연구에서 도출된 9개의 주제는 〈그림 6〉과 같이 선행연구의 주제와 동일하게 ‘관계성, 참여자, 거버넌스, 촉진자, 자원 배분, 전략, 프로세스, 리더십, 문화’이며, Durst & Stähle(2013)의 연구 결과를 뒷받침함과 동시에 주제별 키

〈표 7〉 Durst & Stähle(2013)가 정의한 개방형 혁신의 성공요인

주제분류	설명
① 관계성 (Relational issues)	• 커뮤니케이션 스킬, 신뢰 등 전반적인 사항(Smooth and continuous communication, Trust)
② 참여자(People involved in the open innovation process)	• 개방형 혁신 프로세스 과정에서 참여자의 헌신(Committed), 동기부여(Motivation)
③ 거버넌스 (Governance)	• 개방형 혁신의 매커니즘 및 구조(Mechanisms and structures)
④ 촉진자 (Facilitators)	• 개방형 혁신이 이뤄지기 위한 촉진자의 역할(Innovation brokers, Relationship managers)
⑤ 자원 배분 (Provision of resources)	• 개방형 혁신을 위한 시간, 인력, 자원 배분(Personnel resources, Availability of time and resources)
⑥ 전략(Strategy)	• 개방형 혁신을 이행하기 위한 전략(Match between open innovation decisions and a firm's overall strategy)
⑦ 프로세스 (Open innovation process)	• 폐쇄형 혁신과는 다른 개방형 혁신만의 프로세스 (Understand the different stages within the process)
⑧ 리더십 (Leadership)	• 개방형 혁신을 추진하기 위한 조직의 리더십 및 관리역량(Change management experienced)
⑨ 문화 (Culture)	• 폐쇄형 혁신과는 다른 개방형 혁신만의 조직 문화 (Networking and knowledge-sharing culture)

워드의 집합을 도출하여 추가 분석 및 결과 해석이 가능하였다.

3. 주제별 연구 비중 및 추이 분석

토픽모델링을 통해 도출된 9개의 주제에 대한 연구 추이 분석을 2단계로 진행하였다. 첫째, 데이터를 수집한 전체 기간(2003~2018년)에 대해 어떤 주제가 더 큰 비중으로 연구되었는지 분석하였다. 둘째, 개방형 혁신에 대해 별도의 발전단계를 구분하고 있는 선행연구가 없기 때문에 개방형 혁신의 개념을 2003년 처음 도입한 헨리 체스브로 교수가 새롭게 쓴 「New frontiers in open innovation」이 발간된 2014년을 기준으로 하였다. 헨리 체스브로 교수는 2014년 발간한 책에서 개방형 혁신의 다양한 사례와 향후 발전방향에 대해 소개하고 있다. 따라서 2014년 이후

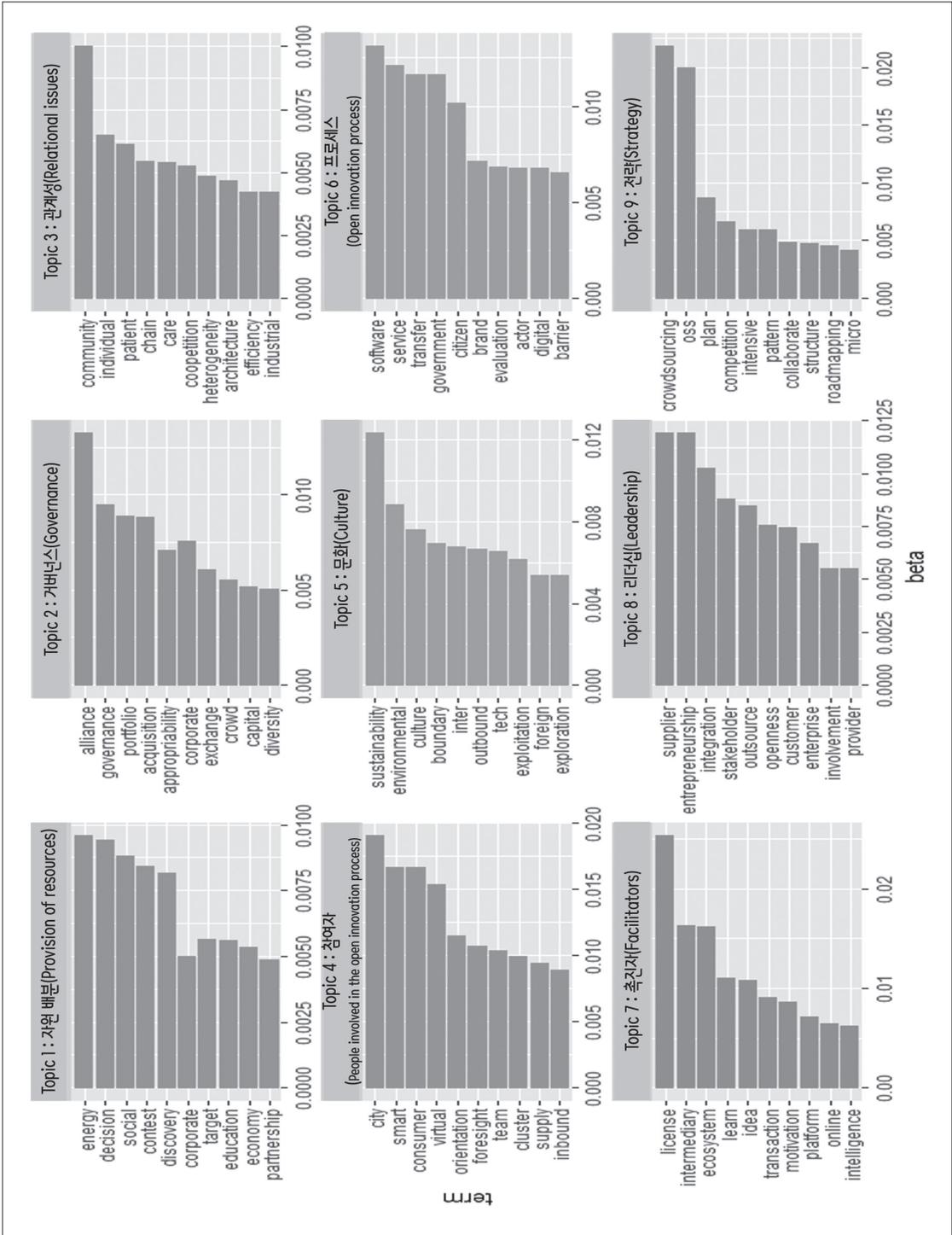
를 확산단계로 구분하고, 2013년 이전을 개방형 혁신 모델 및 이론의 성장 단계로 구분하여 전체 기간을 제 1구간 성장 단계(2003~2013년), 제 2구간 확산 단계(2014~2018년)로 나누어 구간별 분석을 하였다.

1) 전체 기간 분석

개방형 혁신 관련 연구 분야의 주제를 전체 연도별로 분석해보면, 〈그림 7〉과 같다. Topic 8 리더십, Topic 7 촉진자, Topic 6 프로세스, Topic 1 자원배분과 관련된 연구가 상대적으로 많이 수행되었으며, Topic 9 전략, Topic 2 거버넌스, Topic 5 문화가 상대적으로 적은 빈도로 연구가 수행되었다.

2) 2구간(성장단계 및 확산단계) 분석

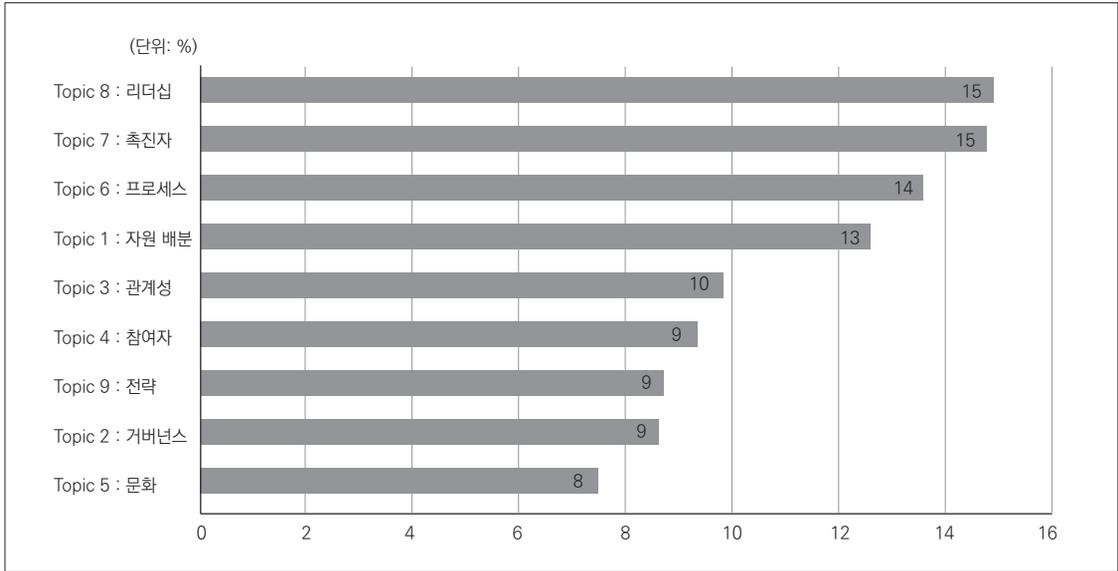
2003~2018년 기간을 2개의 구간(2003~2013년,



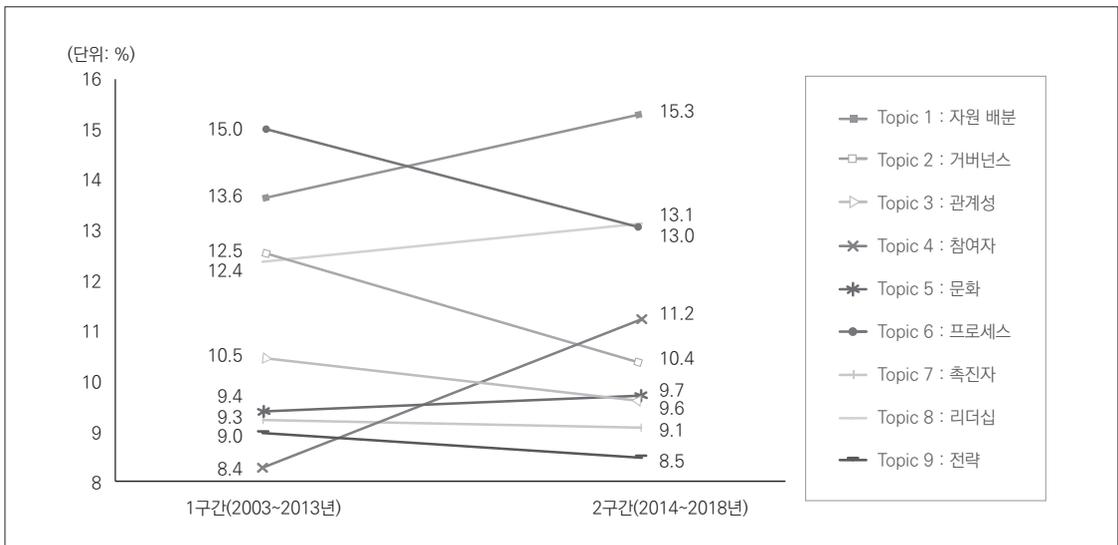
〈그림 6〉 개방형 혁신 연구 주제 분류 및 주제 명명(Naming)

〈 표 8 〉 토픽모델링을 이용한 개방형 혁신 연구 주제 및 키워드

주제	키워드
Topic 1 : 자원 배분 (Provision of resources)	energy, decision, social, contest, discovery, target, education, economy, corporate, partnership 에너지, 의사결정, 사회, 경쟁/컨테스트, 발견, 목표, 교육, 경제, 기업, 파트너십
Topic 2 : 거버넌스 (Governance)	alliance, governance, portfolio, acquisition, corporate, appropriability, exchange, crowd, capital, diversity 제휴, 거버넌스, 포트폴리오, 습득/인수, 기업, 적정성, 교환, 군중, 자본, 다양성
Topic 3 : 관계성 (Relational issues)	community, individual, patient, chain, care, coopetition, heterogeneity, architecture, efficiency, industrial 커뮤니티, 개인, 인내심, 연결/일련, 노력/배려/케어, 경쟁회사간 협력, 이질성, 아키텍처, 효율성, 산업
Topic 4 : 참여자 (People involved in the open innovation process)	city, smart, consumer, virtual, orientation, foresight, team, cluster, supply, inbound 도시, 스마트, 소비자, 가상, 방향/지향/오리엔테이션, 선견지명, 팀, 클러스터, 공급, 인바운드
Topic 5 : 문화 (Culture)	sustainability, environmental, culture, boundary, inter, outbound, tech, exploitation, foreign, exploration 지속가능성, 환경, 문화, 경계, 상호간의, 아웃바운드, 기술, 개발, 외국, 탐구
Topic 6 : 프로세스 (Open innovation process)	software, service, transfer, government, citizen, brand, evaluation, actor, digital, barrier 소프트웨어, 서비스, 이전/전이, 정부, 시민, 브랜드, 평가, 행위자, 디지털, 장벽
Topic 7 : 촉진자 (Facilitators)	license, intermediary, ecosystem, learn, idea, transaction, motivation, platform, online, intelligence 라이선스, 중개자, 생태계, 학습, 아이디어, 거래, 동기부여, 플랫폼, 온라인, 인텔리전스
Topic 8 : 리더십 (Leadership)	entrepreneurship, supplier, integration, stakeholder, outsource, openness, customer, enterprise, involvement, provider 경영인의 능력/역량, 공급자, 통합, 이해 관계자, 아웃소싱, 개방성, 고객, 기업, 개입, 제공자
Topic 9 : 전략 (Strategy)	crowdsourcing, oss, plan, competition, intensive, pattern, collaborate, structure, roadmapping, micro 크라우드소싱, 오픈소프트웨어, 계획, 경쟁, 집중적인, 패턴, 협력, 구조/체계, 로드맵, 마이크로/미시적



〈그림 7〉 전체기간 대상 주제별 점유율 분석 결과



〈그림 8〉 2구간 대상 주제별 점유율 분석 결과

2014~2018년)으로 나누어 주제 점유율의 변화에 대한 분석을 수행하였으며, 그 결과는 〈그림 8〉과 같다. 구간별 2% 이상 큰 변화가 있는 주제 중 연구 비중이 상승하고 있는 주제는 Topic 4 참여자이며, 상대적으로

로 하락한 주제는 Topic 2 거버넌스이다. 특히 Topic 4 참여자의 경우, 1구간에 비해 2.9%p 상승하여 가장 큰 상승폭을 보였다. 또한, Topic 1 자원 배분, Topic 8 리더십, Topic 6 프로세스 등은 지속적으로 연구가

수행되는 것으로 나타났다

4. 개방형 혁신 연구 주제 네트워크 분석

토픽모델링을 통해 도출된 개방형 혁신 연구주제에 대한 네트워크 분석을 실시하였다. 네트워크 분석 결과로 나타난 노드의 크기는 문서 내에서 주제의 기여도를 의미하며, 굵기와 진하기는 주제 간 연관성 정도를 나타낸다(김현희·이혜영, 2016). 노드 크기가 연결 중심성으로 구축된 <그림 9>를 살펴보면, Topic 7 촉진자, Topic 8 리더십, Topic 6 프로세스가 연결 중심성이 높은 허브 역할을 하는 핵심 주제로 식별되었다. 또한, Topic 4 참여자는 연결 중심성은 상대적으로 낮게 나왔지만, 연결 중심성이 높은 주제들뿐만 아니라 전반적인 모든 주제와의 연관성의 정도가 높게 식별되었다.

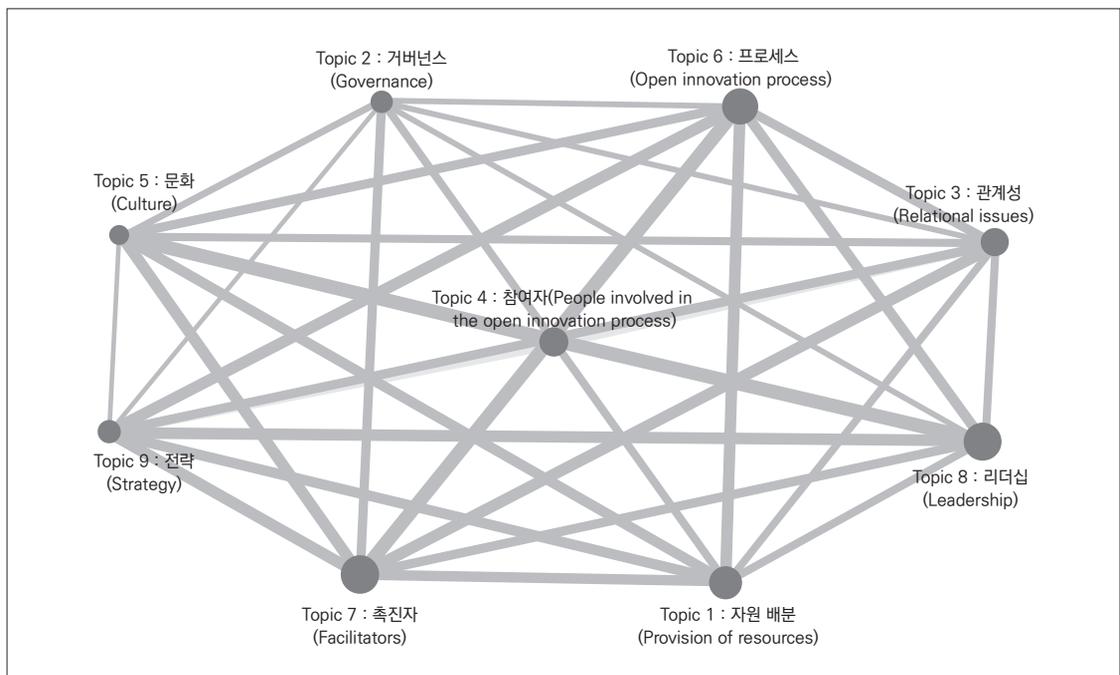
또한, 주제를 구성하는 주요 키워드 간의 연관성을

파악하기 위해 주제별 beta 값 상위 3개의 단어들을 추출하여 네트워크 분석을 실시하였다. <그림 10>과 같이 커뮤니티(community)-사회적인(social), 오픈 소프트웨어(OSS)-소프트웨어(Software), 사회적인(Social)-서비스(Service)등이 주요 키워드 간 연관성이 높게 나타났다. 키워드 간 네트워크 분석을 통해 주요 키워드 간 연결성 정도를 확인할 수 있었다.

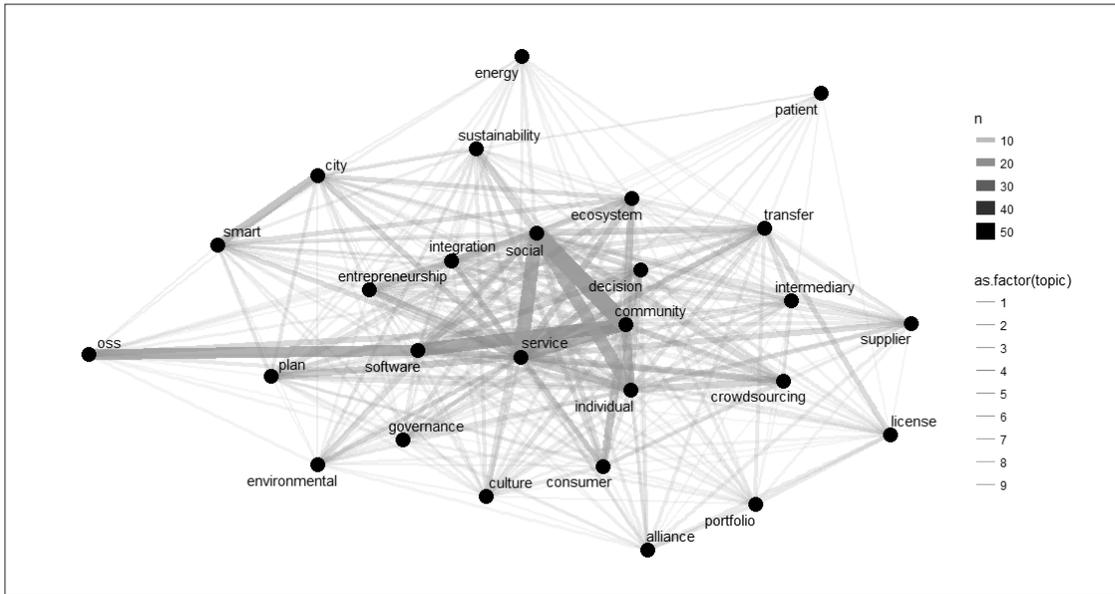
V. 논의

토픽 모델링을 활용한 개방형 혁신 연구동향 분석 결과를 다음과 같이 다섯 가지로 정리하였다.

첫째, 개방형 혁신 관련 연구는 2003년부터 시작되었지만, 활발한 연구를 시작한 시기는 2013년 이후이다. Web of Science에서 추출한 1,788개 논문 데이터의 연도별 추이를 보면, 2010년에 데이터의 수가 100개를 넘고, 2013년부터 150개의 논문 데이터가



<그림 9> 개방형 혁신 연구 분야의 주제간 네트워크



〈그림 10〉 주제별 상위 3개 키워드 간 네트워크 분석

연도별로 축적되었다. 2013년 이후의 논문 데이터가 총 데이터의 73.3%에 해당하는 것을 볼 때, 2003년 이후 약 10년간의 개방형 혁신에 대한 실무 사례와 데이터가 축적되고, 2013년부터 다양한 분야에 적용하고, 확산되면서 활발한 연구가 진행되었다고 볼 수 있다.

둘째, 기업, 지식, 기술, 프로세스, 개발 등의 단어가 개방형 혁신과 관련한 연구에 많이 활용되었다. 본 연구의 데이터에 등장한 단어의 빈도는 Innovation과 더불어 firm, knowledge, research, study, technology, process 순으로 조사되었다. 연구(Research, Study), 논문(Paper) 등 논문에서 자주 등장하는 단어들을 제외하면 개방형 혁신과 밀접한 연관어로서 개방형 혁신 연구에 많이 사용되고 있는 단어들이다. 이는 개방형 혁신이 기업의 R&D 혁신에서 출발한 것을 고려할 때 기업, 지식, 기술, 프로세스 등의 단어 빈도가 높게 나타난 것은 적절한 결과라 볼 수 있다.

셋째, 개방형 혁신과 관련되어 도출된 연구 주제는 자원 배분, 거버넌스, 관계성, 참여자, 문화, 프로세스,

촉진자, 리더십, 전략 등 총 9개이다. 세부적으로 살펴 보면, Topic 1 자원 배분은 개방형 혁신을 추진하는 주요 목적과 관련이 있다. 기업이나 정부의 자원이 부족함에도 원하는 목적을 달성하기 위해 추진하는 것이 개방형 혁신이기 때문이다. 에너지, 의사결정, 사회 등 자원 배분과 관련된 키워드들이 식별되었다.

Topic 2 거버넌스에서는 제휴, 거버넌스, 포트폴리오 등으로 개방형 혁신을 추진하기 위한 체제와 관련된 키워드들이 제시되었다. Felin & Zenger(2014)는 개방형 혁신을 통해 해결하고자 하는 문제 및 이슈에 따라 거버넌스 체제가 달라진다고 주장하였다. 이를 볼 때, 도출된 키워드 중 다양성도 충분히 연관성이 있다고 보여진다.

Topic 3 관계성은 내부와 외부간의 신뢰나 커뮤니케이션 등 관계적인 사항들과 관련이 있다. 제시된 키워드도 커뮤니티, 개인, 인내심, 연결, 배려, 경쟁회사간 협력, 이질성 등이다.

Topic 4 참여자는 시민이나 기업을 말한다. 내부에서 해결하지 못하는 이슈를 외부의 아이디어를 통해

해결하는 것이 개방형 혁신이기 때문에 참여는 무엇보다 중요하다. 도시, 스마트, 소비자, 방향, 인사이트, 팀 등이 참여 또는 참여자와 관련된 키워드로 제시되었다.

Topic 5 문화는 외부와의 지식 공유 방식인 네트워킹을 의미하며, 지속가능성, 환경, 문화, 경계 등의 단어가 제시되었다. 문화 주제와 관련하여 Islam(2012)은 개방형 혁신에서 지식을 공유할 때, 기업 데이터가 악용되는 등 위험을 초래할 수도 있기에 이를 미연에 방지하기 위해서는 개방형 혁신 프로세스를 관리하는 문화가 필요하다고 분석하였다.

Topic 6 프로세스는 기존 폐쇄형 혁신과는 다른 개방형 혁신만의 프로세스를 이해하고, 독창성을 반영한다는 것을 의미한다. Colombo, et al.(2011)은 신제품 개발에 있어서 고객과의 지식을 교환하고 촉진하기 위해 프로세스를 개선한 사례 연구를 실시하였으며, 개방형 혁신 프로세스 구축을 위해 신뢰를 쌓고, 장벽을 허무는 것이 중요하다고 하였다. 관련 키워드로 소프트웨어가 제시되었는데, 이는 개방형 혁신 프로세스 중 IT기술이 포함되어 있는 경우가 많았기 때문이다. Lee, et al.(2012)의 연구에 따르면, 미국, 호주 및 싱가포르는 개방형 혁신을 위해 국가 차원에서 온라인 기반 개방형 혁신 플랫폼을 구축하였다. 이러한 관점에서 프로세스 주제 내에 소프트웨어, 디지털 등의 키워드가 제시된 것으로 보인다.

Topic 7 촉진자는 조직 내부 역량과 외부의 아이디어를 연결시켜주는 역할을 하는 사람, 조직, 기술이다. 키워드로 라이선스, 중개자, 생태계, 학습, 아이디어, 거래, 동기부여, 플랫폼 등이 식별되었다. Lopez-Vega, et al.(2016)은 기업이 기술 혁신 문제를 해결하기 위해 개방형 혁신을 도입할 때, 촉진자 또는 중개자를 활용할 경우의 특징 및 성과에 대해 연구하였다. 단순히 촉진자는 개인이나 조직을 뜻하는 것이 아닌 IT기술도 곧 내부와 외부를 연결하는 촉진자가 되기도 한다. 따라서 촉진자 주제 내에 플랫폼, 온라인 등의 키워드가 관련성이 있다고 볼 수 있다.

Topic 8 리더십과 관련된 키워드는 경영인의 능력/역량, 공급자, 통합, 이해 관계자, 아웃소싱 등이다. 경영인의 능력/역량과 같은 키워드는 리더십과 잘 연결된 것으로 보인다.

Topic 9 전략은 클라우드소싱, 오픈소프트웨어, 계획, 구조/체계, 로드맵 등의 단어가 도출되었다. 개방형 혁신에서의 전략은 내향형(Outside-In) 혁신과 외향형(Inside-Out) 혁신과 같이 유형별로 필요하다. 전략과 관련한 연구로 중국의 제약회사를 대상으로 개방형 혁신 활동과 전략의 성과에 대한 연구가 있었다(Ren & Su, 2015).

넷째, 전반적으로 높은 비중으로 연구되고 있는 개방형 혁신 관련 주제는 Topic 8 리더십, Topic 7 촉진자, Topic 6 프로세스, Topic 1 자원 배분이며, 2014년 이후 Topic 4 참여자가 상대적으로 연구 비중이 크게 상승한 것을 알 수 있었다. 영국의 혁신지원 연구기관인 국립과학기술예술재단(Nesta)의 혁신주도 경제성장 보고서를 보면, 다양한 영역의 프로젝트를 유기적으로 연결하기 위해 적극적인 협업과 소통, 참여가 필요하다고 주장하고 있다. 이처럼 개방형 혁신은 기존의 기업이나 정부가 직접 서비스를 개발하는 것이 아닌 시민이나 전문가, 파트너 기업 등 외부의 이해관계자가 함께 활동한다는 점에서 촉진자에 대한 연구가 상대적으로 많이 되고 있으며, 참여자도 중요도가 높아졌다고 해석할 수 있다.

마지막으로, Topic 7 촉진자, Topic 8 리더십, Topic 6 프로세스가 상대적으로 다른 주제들 보다 핵심 주제라고 할 수 있다. 폐쇄형 혁신과 개방형 혁신의 프로세스는 근본적으로 다르며, 외부의 참여 유무가 큰 차이이다. 또한, 개방형 혁신을 추진하기 위해 강력한 리더십도 필요하기에 기존 연구자들도 비슷한 관점으로 관련 주제를 연구했을 것으로 보인다. Sang M. Lee, et al.(2012)은 리더가 개방형 혁신을 통한 변화 과정에서 주도권을 장악해야 한다고 하였으며, Kankanhalli, et al.(2017)은 개방형 혁신을 촉진하는 IT의 역할과 중요성에 대해 언급하였다. 본 연구의

결과는 기존에 추진된 개방형 혁신 연구들을 뒷받침하는 근거가 될 수 있다. 또한, Topic 4 참여자는 연결 중심성은 상대적으로 낮게 나왔지만, 전반적인 모든 주제와의 연관성의 정도가 상대적으로 높게 식별되었는데, West, et al.(2014)의 연구에서도 향후 10년간의 개방형 혁신과 관련된 연구 중 참여와 관련된 사항이 많을 것이라고 주장한 것과 동일한 결과로 볼 수 있다.

VI. 결론

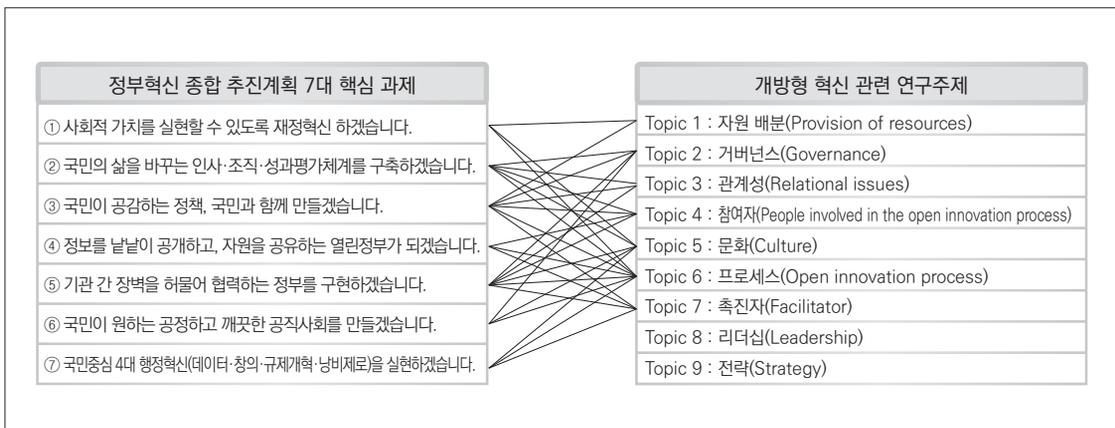
1. 우리나라 개방형 혁신 정책 방향에 대한 제언

본 연구에서 토픽모델링을 이용해 도출한 개방형 혁신 연구 주제는 자원 배분, 거버넌스, 관계성, 참여자, 문화, 프로세스, 촉진자, 리더십, 전략 등 9개이며, 그 중에서도 리더십과 촉진자가 상대적으로 많이 연구되고 있는 것으로 확인되었다. 리더십, 촉진자, 프로세스가 상대적으로 많이 연구되고 있을 뿐만 아니라 다른 주제보다 핵심 주제로 도출되었다. 또한, 참여자는 최근 연구비중이 높아지고 있고, 다른 주제들과 전반적으로 연관관계가 높은 것으로 나타났다. 실제로 OECD 정부혁신 트렌드 보고서(Embracing

Innovation in Government Global Trends, 2017)에 따르면, 열린 혁신에 영향을 미치는 4가지 요소를 관료적 장벽 극복, 투명·개방적 신뢰에 기반한 시민과의 관계 구축, 시민들의 아이디어 활용, 혁신 촉진 문화 형성으로 제시하고 있다. 따라서 개방형 혁신 정책을 추진함에 있어서 리더십, 촉진자, 참여자, 프로세스가 우선적으로 고려되어야 할 주제라 할 수 있다.

우리나라 정부에서 수립한 정부혁신 종합추진계획과 본 연구를 통해 도출된 9개의 주제와 비교해볼 때, <그림 11>과 같이 상당 부분 일치하는 것을 확인할 수 있다. 정부혁신 종합추진계획에서 정부 내부 프로세스 개선 사항들도 많고, 시민 참여 촉진하기 위한 플랫폼 구축도 확인할 수 있었고, 문화 개선을 위한 제도적인 장치와 관련된 과제도 있었다. 다만, 리더십이나 전략은 종합추진계획만으로 확인할 수 없기에 자의적으로 해석할 수 없다.

개방형 혁신을 추진함에 있어서 우선적으로 고려할 주제인 촉진자, 참여자, 프로세스가 모두 정부혁신 종합추진계획 내에 포함되어 있다. 개방형 혁신 중에서도 국민 참여에 대한 내용이 많이 포함되어 있고, 개방형 혁신을 촉진하는 촉진자로 국민 토론 광장 광화문 1번가 상설 운영을 10대 중점사업으로 선정하는 것은 본 연구 결과와 일치한다.



<그림 11> 정부혁신 종합계획과 토픽모델링 주제와의 매칭

본 연구 결과와 비교해볼 때, 향후 우리나라 정부 혁신과 관련된 정책은 다음과 같은 점을 추가하거나 보완할 필요가 있다고 보인다. 첫째, Paulini, et al.(2014)의 연구에서는 혁신 활동에 있어서 커뮤니티의 참여는 필수적이며, 참여의 주요 동기가 재미와 도전정신이라고 분석하였는데, 관련 계획에는 시민의 참여를 제고하기 위한 과제는 포함되지 않은 것으로 보인다. 시민 또는 기업이 정부혁신에 참여했을 때 인센티브나 동기를 부여할 수 있는 과제가 있다면 ‘국민이 주인인 정부의 실현’이라는 정부혁신 종합추진계획의 비전을 달성할 가능성은 더욱 높아질 것이다. 둘째, 개방형 혁신 활동은 “내향형(Outside-In)” 혁신과 “외향형(Inside-Out)” 혁신이 있는데, 계획 내에서는 내향형 혁신활동에 중점을 두고 있기에 행정안전부(2015)에서 발표한 계획의 과제인 재난 발생 시 필요한 구조물자를 시민들이 자발적 협력을 통해 동원(Outside-Out)하는 방식의 과제도 고려해볼 필요가 있다. 셋째, 정부혁신 종합추진계획에는 촉진자와 관련된 사항이 많이 포함되어 있지만, 창업 생태계나 열린 혁신 생태계를 구축하기 위한 촉진자(퍼실리테이터)의 역할에 대한 연구도 더 필요하다고 보인다. 창업 기업의 개방형 혁신체계 구축을 위한 촉진자의 역할을 검증하는 연구를 수행하였으나(박상혁 외, 2014), 아직까지 공공 분야에서의 촉진자와 관련한 연구는 존재하지 않는다. 정부뿐만 아니라 기업도 촉진자가 될 수 있기에 여러 관점에서의 연구가 필요하고, 관련 정책도 개발할 필요가 있다고 보여진다.

2. 시사점

기술과 환경 변화가 빠른 현대 시대에 한정된 자원으로 기업이나 정부가 새로운 기술을 개발하거나 서비스를 제공하는 것이 쉽지는 않다. 그렇기 때문에 국내외에서 개방형 혁신과 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 많은 개방형 혁신과 관련된 연구와 본 연구의 결과를 비교해볼 때, 시사점은 다음과 같다. 첫째, 기

준에 이루어지는 개방형 혁신 관련 실증연구나 설문 분석을 통한 연구방법이 아닌(안치수·이영덕, 2011; 이창근 외, 2015; 신성현, 2017; Durst & Stähle, 2013; Mergel, 2017; Janssen, et al., 2017) 비정형 데이터를 분석하는 데이터 분석 기법인 토픽 모델링과 네트워크 분석을 이용하여 개방형 혁신과 관련된 주제를 확인하여 학문의 다양성 확보에 기여했다는 의의가 있다.

둘째, 본 연구는 도출된 주제를 기반으로 우리나라 정부에서 수립한 정부혁신 종합추진계획과 비교를 수행하였으며, 이를 바탕으로 추가적인 정책 과제를 제안하였다. 따라서 실제 데이터를 바탕으로 진행한 정책 대안 제시는 향후 데이터 기반 과학적 행정 구현의 하나의 사례가 될 수 있다.

셋째, 본 연구에서 도출된 주제와 키워드는 공공 분야뿐만 아니라 다른 분야에도 적용할 수 있다는 점에서 개방형 혁신에 대한 국내 연구자들의 연구방향 수립 시 참고자료로 활용할 수 있다는 의의도 있다.

3. 한계점 및 향후연구

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있으며, 이는 향후 연구에서 보완되어야 한다.

첫째, 본 연구에서 활용한 논문 데이터는 민간 분야와 공공 분야의 연구가 혼재되어 있다는 점에서 정확한 공공 분야의 개방형 혁신 주제 분석이 아닐 수 있다. 따라서 Web of Science 이외에 다른 저널지를 포함하여 “Open Innovation”과 함께 “Public”, “Government” 등이 함께 도출된 논문 데이터로 분석해볼 필요가 있다. 둘째, 해외 논문에 한정하여 연구를 진행하였기에 국내의 논문 데이터와 비교연구를 수행한다면, 더욱 정확한 연구결과를 도출할 수 있을 것이다.

■ 참고문헌

- 김갑조·윤다혜·황종환·선동주 (2017). "특허 토픽 모델링과 성장주기곡선을 통한 유망기술 발굴." 「한국지능시스템학회 논문지」, 27(4): 357-363.
- 김상겸·장성욱 (2016). "토픽모델링을 이용한 국내 산업경영공학 연구동향 분석." 「한국경영공학회지」, 21(3): 71.
- 김석관 (2008). "Chesbrough의 개방형 혁신 이론." 「과학기술정책」, 17(2): 2-23.
- 김현정·조남욱·신경식 (2015). "항공산업 미래유망 분야 선정을 위한 텍스트 마이닝 기반의 트렌드 분석." 「지능정보연구」, 21(1): 65-82.
- 김현희·이혜영 (2016). "토픽 네트워크 분석을 활용한 데이터 마이닝 분야 연구 논문 분석." 「한국컴퓨터정보학회논문지」, 21(5): 141-148.
- 문정욱 (2017). "영국의 디지털기반 정부혁신 동향 : 'Government Transformation Strategy 2017 to 2020' 보고서를 중심으로." 「정보통신정책연구원 동향」, 29(11): 22-27.
- 박상혁·김창완·오승희 (2014). "개방형 혁신체계 구축을 위한 퍼실리테이터를 활용한 중소기업 집단문제해결 모형에 대한 연구" 「벤처창업연구」, 9(5).
- 서병조·신선영 (2017). "토픽 모델링을 활용한 한국의 플랫폼정부 연구동향 분석." 「정보화정책」, 24(3): 3-26.
- 신성현 (2017). "열린 혁신 정책효과성 제고 핵심요인에 대한 탐색적 연구 - 농촌진흥청 조직문화 및 열린 혁신 수준진단 결과를 중심으로." 「한국행정학회 학술발표논문집」, 1091-1105.
- 안정국·이소현·안은희·김희웅 (2016). "국내 핀테크 동향 및 모바일 결제 서비스 분석: 텍스트 마이닝 기법 활용." 「정보화정책」, 23(3): 26-42.
- 안치수·이영덕 (2011). "우리나라 개방형 혁신활동의 영향요인에 관한 실증분석 연구." 「기술혁신학회지」, 14(3): 431-465.
- 이창근·강대신·정선양 (2015). "개방형혁신의 공공연구부문 적용방안 연구 - KIST ORP 사례를 중심으로." 「한국기술혁신학회 학술대회」, 164-173.
- 이태현·윤영주·김희웅 (2016). "텍스트마이닝을 이용한 정보보호인식 분석 및 강화 방안 모색." 「정보화정책」, 23(4): 76-94.
- 정보통신정책연구원 (2009). 「국내외 공공-민간 온라인 소통 활성화 현황 및 시사점: 영국 Power of Information Taskforce Report를 중심으로」.
- 청와대 (2017). "문재인 정부 국정과제." <http://www1.president.go.kr> (검색일: 2018.06.22.).
- 한국산업기술진흥원 (2013). 「영국의 혁신주도 성장전략과 정책제언」.
- 행정안전부 (2015). 보도자료 "국민의 행복 달성, 가치 실현을 지원하는 전자정부 구현" <http://www.mois.go.kr> (검색일: 2018.06.22).
- 행정안전부 (2018). "정부혁신 종합 추진계획." <http://www.mois.go.kr> (검색일: 2018.06.22.).
- Assar, S. & Boughzala, I. & Isckia, T. (2011). "eGovernment Trends in the Web 2.0 Era and the Open Innovation Perspective: An Exploratory Field Study." *International Conference on Electronic Government EGOV 2011: Electronic Government*, pp. 210-222.
- Blei, D. M. & Ng, A. Y. & Jordan, M. I. (2003), "Latent dirichlet allocation, *Journal of Machine Learning Research*." 3, 993-1022.
- Blei, D. M. & Lafferty, J. D. (2005). "Correlated Topic Models." *Proceedings of Neural Information Processing Systems*, pp. 147-154.
- Blei, D. M. (2012). "Probabilistic topic models." *Communications of the ACM*, 55(4): 77-84.
- Brunswick, S. & Vanhaverbeke, W. (2014). "Open Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): External Knowledge Sourcing Strategies and Internal Organizational Facilitators." *Journal of Small Business Management*, Volume53, Issue4.
- Chesbrough, H. (2003a). "Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology." Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Chesbrough, H. (2003b). "The era of open innovation." *MIT Sloan Management Review*, 44(3), 35-41.
- Colombo, G. & Dell'Era, C. & Frattini, F. (2011). "New Product Development (NPD) Service Suppliers in Open Innovation Practices: Processes and Organization for Knowledge Exchange and Integration." *International Journal of Innovation Management*, vol. 15,

- no. 1, pp. 165-204.
- Direct of Digital Engagement (2009). "Digital Engagement: Update on Power of Information."
- Durst, S. & Ståhle, P. (2013). "Success Factors of Open Innovation - A Literature Review." *International Journal of Business Research and Management (IJBRM)*, Volume (4) : Issue (4) : 2013.
- Felin, T. & Zenger, T. R. (2014). "Closed or open innovation? Problem solving and the governance choice." *Research Policy*, Volume 43, Issue 5, June 2014, pp. 914-925.
- Hornik, K. & Grün, B. (2011). "topic models : An R package for fitting topic models." *Journal of Statistical Software*, 40(13), pp. 1-30.
- Islam, A. M. (2012). "Methods of Open Innovation Knowledge Sharing Risk Reduction: A Case Study." *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, Vol. 2, No. 4.
- Janssen, M. & Konopnicki, D. & Snowdon, J. & Ojo, A. (2017). "Driving public sector innovation using big and open linked data (BOLD)." *Information Systems Frontiers*, April 2017, Volume 19, Issue 2, pp. 189 - 195.
- Kankanhalli, A. & Zuiderwijk, A. & Tayi, GK. (2017). "Open innovation in the public sector: A research agenda." *Government Information Quarterly*, Volume 34, Issue 1, January 2017, pp. 84-89.
- Lee, K. H. & Jung, H. J. & Song, M (2016). "Subject-method topic network analysis in communication studies." *Scientometrics*, Volume 109, Issue 3, pp. 1761 - 1787.
- Lee, S. M. & Hwang, T. W. & Choi, D. H. (2012). "Open innovation in the public sector of leading countries." *Management Decision*, Vol. 50 Issue: 1, pp. 147-162.
- Lichtenthaler, U. (2011). "Open Innovation: Past Research, Current Debates, and Future Directions." *Academy of Management Perspectives*, Vol. 25, No. 1 (February 2011), pp. 75-93.
- Lopez-Vega, H. & Tell, F. & Vanhaverbeke, W. (2016). "Where and how to search? Search paths in open innovation." *Research Policy*, Volume 45, Issue 1, February 2016, pp. 125-136.
- Maier, D. & Waldherr, A. & Miltner, P. & Jahnichen, P. & Pfetsch, B. (2017). "Exploring Issues in a Networked Public Sphere: Combining Hyperlink Network Analysis and Topic Modeling." *Social Science Computer Review*, pp. 1-18.
- Mergel, I. (2017). "Open innovation in the public sector: drivers and barriers for the adoption of Challenge.gov." *Public Management Review*, 20:5, pp. 726-745.
- Mimno, D. & McCallum, A. (2012). "Topic models conditioned on arbitrary features with dirichlet-multinomial regression." *arXiv preprint arXiv: 1206.3278*.
- MIT Sloan (2011). "Top 10 Lessons on the New Business of Innovation." *MIT Sloanselect Collection Winter 2011*, "The Era of Open Innovation." pp. 35-41.
- Nesta (2012). "Plan I: The Case for Innovation-led Growth." <http://www.nesta.org.uk/report/plan-i>. (Retrieved on June 22, 2018)
- Newman, M. (2010). "Networks : An Introduction." Oxford University Press .
- OECD (2017). "Embracing Innovation in Government Global Trends."
- Paulini, M. & Maher, M. L. & Murty, P. (2014). "Motivating participation in online innovation communities." *International Journal of Web Based Communities*, 10:1, pp. 94-114.
- Poulin, D. & Tucci, C. & Viscusi, G. (2017). "Open Innovation in the Public Sector: Review and Integration of the Management and Public Administration Literatures." *14th Scandinavian Workshop on E-Government (SWEG)*, Sundsvall, Sweden, February.
- Ren, S. & Su, P. (2015). "Open innovation and intellectual property strategy: the catch-up

- processes of two Chinese pharmaceutical firms.” *Technology Analysis & Strategic Management*, Volume 27, 2015 - Issue 10.
- Silge, J. & Robinson, D. (2018) *Text Mining with R*. O'Reilly. <http://www.tidytextmining.com> (Retrieved on June 22, 2018).
- UK Cabinet Office (2017). “Government Transformation Strategy 2017 to 2020.” <http://www.gov.uk>. (Retrieved on June 22, 2018)
- US Government (2016). “Open Government Initiative - US Department of State.” <https://www.state.gov/open/>. (Retrieved on June 22, 2018).
- Viscusi, G. & Poulin, D. & Tucci, C. (2015). “Open innovation research and e-government: clarifying the connections between two fields.” *XII Conference of the Italian Chapter of AIS (itAIS2015)*, Roma, Italy, 9th - 10th of October, 2015.
- West, J. & Salter, A. & Vanhaverbeke, W. & Chesbrough, H. (2014). “Open innovation: The next decade.” *Research Policy*, Volume 43, Issue 5, June 2014, pp. 805-811.