

서지정보를 이용한 고령화 대응 과학기술 연구 동향 분석

Bibliometric Analysis on Research Trend of Science and Technology for Population Aging

강인제(Inje Kang)*, 정재연(Jaeyun Jung)**, 문영호(Yeong-Ho Moon)***,
이병희(Byeong-Hee Lee)****

목 차

- | | |
|------------------|----------------|
| I. 서론 | IV. 분석결과 |
| II. 이론적 배경과 선행연구 | V. 결론 및 정책적 함의 |
| III. 네트워크분석 설계 | |

논문 요약

최근 과학기술의 사회적 역할이 강조되며, 고령화 대응 과학기술에 대한 관심도 증대하고 있다. 특히, 고령화 관련 연구를 수행해온 기존의 과학기술영역은 현대 노인들의 요구를 충족시켜주기에 한계가 있는 등 새로운 과학기술의 발전방향성을 제시하기 위한 연구의 필요성이 증대하고 있다. 하지만 우리나라의 경우 고령화 대응 R&D를 총괄할 컨트롤투체가 부재하며, 아직까지 관련 연구가 일부 영역에 편중되어 있다. 이에 본 연구는 WoS에서 제공하는 서지정보를 이용하여 키워드 네트워크분석을 수행함으로써, 고령화 대응 과학기술 분야의 지식구조를 국가별, 기간별 비교분석하였다. 분석결과, 최근 10년간의 연구동향이 직전 10년간의 연구동향과 비교하였을 때, 과학기술의 사회적 역할을 강조하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 일본과 독일, 그리고 우리나라 연구동향을 비교분석한 결과, 우리나라의 경우 노인의 사회적 지위 및 삶의 질 등, 그리고 과학기술의 사회적 역할에 대한 연구가 상대적으로 늦게 나타났다. 위 분석결과를 토대로 향후 우리나라의 고령화 대응 과학기술 R&D 추진 방향에 대한 시사점을 제시하였다

Keyword : 네트워크분석, 고령화 대응 과학기술, 제논테크놀로지, 키워드 네트워크

* 본 연구는 2017년도 한국과학기술정보연구원의 국가 R&D 정보의 공유/협력 강화로 국가과학기술기초
극대화 사업으로 수행되었습니다.

* 강인제, 과학기술연합대학원대학교 과학기술경영정책전공 석사과정, 042-869-1613, ijkang@ust.ac.kr

** 정재연, 과학기술연합대학원대학교 과학기술경영정책전공 박사과정, 042-8691-0561, jaeyun@ust.ac.kr

*** 문영호, 한국과학기술정보연구원 부원장 / 과학기술연합대학원대학교 교수, 02-3299-6090, yhmoon@kisti.re.kr

**** 이병희, 한국과학기술정보연구원 책임연구원 / 과학기술연합대학원대학교 교수, 042-869-1724, bhlee@kisti.re.kr(교신저자)

I. 서론

과거 과학기술의 주요 역할은 군사적·경제적 영역에 한정되었지만 최근 과학기술의 사회적 책임이 강조되며, 과학기술의 역할이 사회문제해결 및 국민 복지 증대 등으로 확대되고 있다(이현숙, 2017; 송위진·정서화, 2016). ‘따뜻한 과학기술’, ‘적정 기술’, 또는 ‘사회문제해결형 R&D’ 등과 같은 용어가 사용되기 시작하며 우리나라 또한 과학기술 및 R&D사업의 패러다임이 전환되고 있음을 시사하고 있다(문영호, 2016; 임홍탁, 2013; 성지은 외, 2014). 이와 같은 R&D사업의 지향점 전환의 일환으로 인구고령화에 대응하기 위한 과학기술의 역할 재정립의 필요성 또한 증가하였다. 이전까지 고령화 대응 과학기술은 보조기술(assistive technology), 의료공학(medical technology), 또는 인체공학(ergonomics) 분야 등 일부 기술분야에 한정되었다. 하지만, 동 분야 내에서 개발되는 제품 및 서비스는 이전 세대와는 다른 현대 고령자들의 요구를 충족시키기에는 한계를 보이고 있다(Graafmaans 외, 1994; Bouma, 2012; Bouma 외, 2007; Taipale, 2012; Harrington 외, 2015).

인구고령화는 노인빈곤, 세대갈등, 경제성장률 둔화, 그리고 노년부양비 증가 등 경제적·사회적·문화적 영역에서 문제를 야기하는 국가적 불안요소이지만, 동시에 새로운 기회를 창출할 요인으로 평가받고 있다. 과거 이전 세대의 고령자와는 달리, 최근 고령자들은 높은 교육수준, 독립적 생활 지향, 적극적 문화생활 참여 등의 양상을 보이며 관련 분야의 산업적 가치가 증가할 것으로 예상되고 있기 때문이다(조황희, 2007; 김경혜, 2011; 김경혜, 2014; 서지영, 2011; 조임곤, 2012; 최유석 외, 2015; Taipale, 2012). 즉, 인구고령화로 인한 사회적·문화적 문제를 해결하고 경제성장원동력을 확보하는 등 공공적·경제적 가치를 동시에 실현시키기 위해서는 과학기술 역할의 재정립이 필요하다(Graafmaans 외, 1994; H. Kort et 외, 2014; Dara-Abrams, 2008; 정유한·송위진, 2014)

미국, 일본, EU 등 해외선진국 및 국제기구들은 인구고령화에 대한 종합적 대응 방안 모색을 위한 과학기술의 역할을 강조하며, 관련 법률 제정 및 정책수립을 추진하고 있다(박승탁, 2004; 신승춘, 2004, Kang 외 - APPAM). 우리나라 또한 「고령친화산업진흥법」을 제정하며 인구고령화 대응 과학기술의 역할 및 방향성 제시를 위한 법적 근거를 마련하였으며, 학계의 관심 또한 지속적으로 증가하고 있다(원유형 외, 2015; 정유환·송위진, 2014; 서지영 외, 2016; Kang 외, 2017). 이처럼 관련 연구들이 지속적으로 수행되고 있으나 우리나라의 경우 제한적·단기적 관점에서 이루어지고 있으며, 국가 차원의 체계적 고령화 대응 R&D 추진시스템이 부재하여 일부 영역에 R&D 투자가 집중되고 있다(원유형 외, 2015; Kang 외, 2017; 서지영 외, 2016).

이에 본 연구는 고령화 연구동향에 대한 분석을 통해 향후 고령화 대응 과학기술

의 발전 방향 및 지식구조를 파악하고자 한다. 이를 위하여 본 연구는 다음과 같이 진행된다. 제2장에서는 제론테크놀로지(gerontechnology, 이하 GT)의 개념 및 특성을 중심으로 고령화 대응 과학기술 역할 및 발전 방향에 대한 선행연구를 검토하고, 연구동향 분석을 위한 네트워크분석방법론을 소개한다. 제3장에서는 네트워크분석을 위한 연구대상 및 분석방법에 대해 설명한다. 제4장에서는 저자 키워드 중심의 네트워크분석을 실시하고 분석결과를 설명한다. 마지막으로 제5장에서는 본 연구의 결과 요약 및 정책적 함의를 기술한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. 고령화 대응 과학기술의 개념과 특성

인구고령화는 단순히 노인인구비율 증가로 인한 인구구조적 변화를 의미하는 것이 아니다. 인구고령화는 경제성장률둔화, 노년부양비 증가 등 경제적 문제 뿐 아니라 노인빈곤과 세대갈등 등 사회적·문화적 문제를 야기하는 등 다방면에 영향을 미치고 있다(신승춘, 2004; 원유형 외, 2015). 이와 같이 인구고령화는 국가 경쟁력 약화 주요 요인으로 뽑히지만, 과거와는 다른 현대 노인들의 경제력 및 활동성을 만족시키기 위한 신산업 창출과 같은 경제적 가치를 지니고 있다. 이로 인해 고령화 대응 과학기술 발전 방향을 확대하고 재정립함으로써 인구고령화에 대한 포괄적·종합적 대안을 모색해야 한다(원유형 외, 2015; Kang 외, 2017; 서지영 외, 2016).

J. Graafmaans(1989)은 인구고령화 대응 과학기술 개념 및 역할 재정립을 위하여 GT라는 용어를 처음으로 사용하였다. GT는 노인학(gerontology)와 기술(technology)의 합성어로, 고령화 대응 과학기술분야를 기존의 기술적 영역에서 문화적·사회적 영역까지 확대시킴으로써 과학기술의 지향점과 사회적 수요 사이의 간극을 최소화시키기 위하여 도입되었다(Graafmaans et al., 1994; H. Kort et al., 2014; Dara-Abrams, 2008).

초기 GT는 “고령자들의 일상생활개선을 위한 과학기술분야와 노화와 연계 연구”라고 정의되었다(Bouma, 1992, Charness & Jastrzembski(2009)에서 재인용; Bouma et al., 2007). 하지만 고령자로 분류되는 65세 이상의 현대 사람들이 사회적·경제적으로 활동 가능해지면서(Klimczuk, 2012; Taipale, 2012), 그들의 사회활동 등 삶의 질에 대한 관심이 증대하기 시작하였다(이현심·남희수, 2010). 이러한 사회적 수요를 충족시켜주기 위하여 GT는 고령자들의 삶의 질 향상과 사회일원으로서의 활동 촉진을 주요 목표로 하며, 성공적 노화(successful aging)의 실현을 강조하기 시작하였다(Bouma et al., 2007; van Bronswijk et al., 2009).

J. Fozard(2001)는 GT의 연구개발을 “고령자와 노화 진행 중인 사람(aging and aged persons)의 신체기능 개선과 삶의 질을 향상시키기 위한 상품 또는 서비스 제

공 목적의 연구활동”이라고 정의하였다. J. Fozard(2001)는 GT의 연구개발 수혜자를 고령자라는 특정 연령층으로만 제한하지 않음으로써 변화하는 고령화에 대한 근본적 해결방안을 제시하고자 하였다. Graafmaans et al.(1994)과 Fozard et al.(1994)은 사람과 주변 환경 사이의 관계에 대한 분석이 이루어져야만 고령화에 대한 과학기술이 적절하게 적용될 수 있다고 주장하였으며, GT의 관점에서 고령화 대응 과학기술의 역할을 다음과 같이 다섯 가지로 나누어 설명하였다.

첫째, 예방(prevention)이다. 고령화로 인해 발생할 수 있는 문제 중 상당수는 의학적 도움 없이 충분한 영양분 섭취, 신체적·사회적 활동 등을 통해 해결 가능하다. 따라서 신체적 저하 또는 손상이 발생하기 전에 건강함을 유지할 수 있도록 사전에 모니터링 또는 대비하는 것이다. 둘째, 보상(compensation)이다. 손상 또는 저하된 신체능력을 과학기술을 통해 지원해주는 것이다. 과거의 과학기술 분야는 이 부분에 초점을 두고 있었다. 셋째, 강화(enhancement)이다. 고령자들에게 노화로 인해 여러 문제에 직면할 수 있지만, 과학기술을 통해서 새로운 기회를 제공하는 것이다. 장거리의 친지들과의 원활한 소통을 가능케 해주는 화상통화, 게임 또는 예술 활동 지원 컴퓨터 시스템 등이 대표적 예이다. 넷째, 간호 지원(aid to caregivers)이다. 전문적 의학 지식이 없어도 집에서 간단하게 의료지원을 가능케 해주는 것뿐만 아니라 간호사들의 업무활동을 지원해주는 것이다. 다섯째, 고령화에 대한 연구 또한 다각도의 연구 촉진을 유도하는 것이다. 이미 최근 고령화 대응 과학기술발전의 방향성은 생물학, 심리학 등 다양한 분야에 변화를 야기하고 있기 때문에 고령화에 대한 연구 또한 기존자료의 재해석 등 새로운 관점에서의 R&D활동이 필요하다.

이와 같이 고령화 대응 과학기술은 기존의 기술영역에서 확장시키는 융합적·다학제적 접근이 요구되지만, 국내 고령화 대응 연구는 제한적 영역에서 수행되고 있다. 이에 서지영 외(2016)는 국가과학기술지식정보서비스에서 제공하는 국가R&D과제정보를 이용하여 국내 R&D 동향을 파악하였다. 최근 연구동향 분석을 통해 고령화 대응 R&D의 분류 체계를 정립하는 것으로 연구목표를 설정하였기 때문에 분석대상을 국내R&D과제로, 분석대상의 기간을 2011년부터 2014년까지로 한정하였다. 하지만, 고령화 대응 과학기술의 발전 방향성이 변화하는 시점에서 시대별 고령화 대응 연구동향에 대한 검토가 요구된다. 따라서 본 연구는 시대별 고령화 대응 관련 일본, 독일, 그리고 우리나라의 연구동향을 분석하였다.

2. 네트워크분석 방법론

미래의 불확실성의 증대로 인해 미래상황의 예측 정확성 제고를 통한 효율적 예산 배분이 강조되고 있다. 미래예측 방법론의 일환인 네트워크분석 방법론은 서지 자료를 이용한 계량기법을 통해 연구결과의 객관성 및 신뢰성 확보가 가능하며, 특정 학술 및 기술분야의 거시적 발전 방향 및 구조적 형성에 대한 검토가 용이하다(Liu 외, 2013; Moody, 2004; 고재창 외, 2013). 미래상황에 대한 예측 및 비전은 전

문가의 경험 및 직관에 의해 결정되는 경우가 많지만, 합리적 의사결정 및 한정된 예산의 효율적 운용을 위해서는 데이터 기반 분석의 필요성이 제기되며 서지분석, 키워드분석 등과 같은 네트워크분석 방법론이 적극적으로 사용되고 있다(Kajikawa 외, 2008; 권기석, 2014; 한유리 외, 2016).

네트워크분석 방법론은 네트워크과학의 대표적 적용 예로(이성신, 2016), 키워드, 저자 등 텍스트 기반 데이터를 노드(node)화하고, 노드 간의 관계, 즉 링크(link)를 계량적으로 분석함으로써, 연결망의 형태 및 체계의 특성과 구성을 매트릭스 형태로 설명하는 사회연결망 분석방법론이다(장혜란 외, 2012; 김용학, 2011; 이주양·장필식, 2017). 네트워크분석은 분석대상에 따라 기술분야 또는 키워드 등 주제 중심 분석과 저자, 기관, 또는 국가 등 수행주체 중심 분석으로 나뉜다.

전자의 경우 특정 기술 분야 또는 연구주체의 지식구조를 분석함으로써 국제적 동향 및 유망 기술(emerging technology) 도출을 목적으로 한다. 분석결과를 토대로 동 분야의 정책수립 또는 사업기획을 위한 시사점을 제시하고 있다(Kajikawa 외, 2007; Sakata 외, 2013; 이재윤 외, 2013; 이주양·장필식, 2017; 장혜란 외, 2012; 이성신, 2016).

Kajika 외(2007)는 에너지 분야에서 유망기술영역 도출을 위해 인용네트워크분석(citation network analysis)을 실시하였다. 동 분야에 대한 연구로 한정하기 위하여 Web of Science(이하 WoS)의 에너지 및 연료(Energy and Fuels) 분야 내에 있는 68개 학술지에서 게재된 논문 중, 인용빈도를 고려하여 총 53,033개의 논문을 연구대상으로 설정하였다. 논문 내 제목 또는 초록을 참조하여 인용네트워크분석을 통해 형성된 각 클러스터(cluster)별 키워드를 나열함으로써 에너지 분야 유망기술영역을 도출하였다.

이성신(2016)은 도서관마케팅분야의 국내외 연구동향 비교분석을 위하여 2000년부터 2015년 사이에 게재된 논문 내 저자 키워드를 중심으로 네트워크 분석을 실시하였다. 국내 연구동향 분석을 위한 연구대상으로 한국문헌정보학회지, 정보관리학회지 등 관련 국내학술지에서 게재된 논문을 이용하였다. 해외 연구동향 분석을 위해서는 SCOPUS의 DB를 사용하여, 'library marketing'의 키워드가 포함된 논문을 연구대상으로 설정하였다. 자료수집 결과, 지난 16년 간 도서관마케팅 관련 논문은 국내 57건, 해외 550건으로 나타났으며, 각각 207개와 1,283개의 키워드가 이용되었다. 동 키워드를 대상으로 연결중심성과 매개중심성을 중심으로 네트워크분석을 수행하였다.

이주양·장필식(2017)은 1997년부터 2016년까지의 SCOPUS 등재 학술지 논문을 대상으로 항공 관련 연구동향 분석을 위해 네트워크 분석을 수행하였다. 총 25,959건의 과제에서 45,297개의 저자키워드(author's keyword)와 94,115개의 SCOPUS에서 자동생성된 키워드플러스(keyword plus)를 대상으로 연결중심성과 매개중심성을 이용하여 네트워크분석을 실시하였다.

후자의 경우 협업·협력 네트워크 구축을 위하여 공동·융합연구 형태를 분석한다.

많은 연구자들이 국가 간, 기관 간, 또는 개인 연구자 등 주체 간 공동·협력연구 형태에 대한 네트워크분석을 통해 주체의 역할 및 주체 간 관계에 대한 연구를 수행하고 있다(이중만·최민식, 2010; 장혜란, 2015; Sakata 외, 2013; Liu 외, 2013; Bian 외, 2014; Chen 외, 2015).

Chen 외(2015)는 협력관계를 중심으로 중국 내 보건과학 및 서비스(healthcare science and service) 관련 분야의 연구동향을 분석하였다. WoS의 보건과학 및 서비스 분야에서 2004년부터 2014년 사이에 게재된 2,416개의 논문 중 공동저술(co-authorship)된 논문 내 저자 정보를 이용하여 네트워크 분석을 실시하였다. Chen 외(2015)는 동 정보 내에서 소속기관과 국가로 한정하여 국가 간 또는 기관 간 협력관계 및 핵심주체를 연결중심성을 중심으로 분석하였다.

Sakata 외(2013)는 Thomson Reuters에서 제공하는 서지DB를 이용하여 아직 개념적으로만 적용되고 있는 서비스사이언스(SSME, service science, management and engineering) 분야의 지식구조(academic landscape)를 분석하고자 하였다. 이를 위해 Sakata 외(2013)는 저자 정보 중 공동저술을 지표로 이용하여 저자의 국적을 중심으로 네트워크분석을 수행하였다. 분석결과를 토대로 서비스사이언스분야의 국제공동연구 형태 및 핵심국가를 도출함으로써, 향후 연구추진전략수립에 대한 시사점을 제시하였다.

Ⅲ. 네트워크분석 설계

1. 연구대상 및 자료수집

고령화 대응 과학기술영역을 특정 연구분야로 한정할 수 없기 때문에 유사 선행 연구를 참조하여(Sakata 외, 2013; 이연신, 2015; 장혜란 외, 2012), 아래 <표 1>과 같은 WoS에서 검색조건을 이용하여 관련 서지정보를 구독하였다.¹⁾

자료 수집 기간은 2017년 10월 8일부터 10월10일까지였으며, 문서유형은 Article로 한정하였다. WoS에서 제공하는 서지정보 중 Publication Year(출판년도), Author Keywords(저자 키워드)를 이용하였다. 분석대상 국가는 일본, 독일, 그리고 우리나라로 한정하였다. 일본과 우리나라의 경우 노인인구비율이 급증하고 있는 대표적 나라이고 독일 또한 2007년 노인인구비율이 20.2%를 기록하며, 유럽연합 중 초고령사회로 진입한 첫 국가이기 때문에 위 세 나라로 한정하였다. 분석대상 기간은 1997년부터 2016년까지이며, 고령화 대응 과학기술 역할의 변화를 검토하기 위

1) WoS의 연구분야는 크게 '예술 및 인문학', '생명과학, 생물의학', '자연과학', '사회과학', 그리 '기술' 등 5가지 범주로 분류된다. 고령화 대응 과학기술은 고령화로 인한 사회·문화·경제 등 다양한 영역에서의 수요를 이해할 수 있어야 한다. 이를 위해 심리학, 경영학, 사회학 등과의 융합적·다학제적 연구가 수행되어야 하기 때문에, 본 연구에서는 '예술 및 인문학'과 '사회과학' 모두 포괄하였다.

해 10년 단위 2개 기간으로 구분하였다.

<표 1> GT분야 논문 검색 조건

구분	검색조건
DB	WoS
문서유형	Article
언어	English
분석대상 기간	1997-2016
분석대상 국가	한국, 일본, 독일
검색식	((TS=(((((((gerotechnology) OR ("age-related decline")) OR ("aged-related loss")) OR (elderly)) OR ("aged person")) OR ("aged people")) OR ("senior friendly")) OR ("elderly friendly"))

2. 분석방법

네트워크분석 결과의 정확성 제고를 위하여 약어나 오타로 인한 동의어 및 유의어의 경우 하나의 대표단어로 통합하고 출현 횟수(record)가 3 이상인 키워드를 선택하였다. 이때, 분석결과의 왜곡 최소화하고 고령화 대응 과학기술영역의 지식구조를 검토하기 위하여 검색조건 때 사용한 단어와 elderly patient, rat 등 연구특성과 차별성을 나타내지 못하는 단어를 제외하였다. 이후 지식구조 분석을 위한 키워드 간 네트워크분석을 위해 1-mode 행렬(matrix)을 생성하였다.

위의 작업을 위해 한국과학기술정보연구원에서 개발한 KnowledgeMatrixPlus 0.80을 활용하였다. 그리고 네트워크분석을 통한 중심성 측정을 위하여 Pajek64 5.02를 활용하였다.

3. 데이터 개요

아래 <표 2>는 지난 20년(1997-2016년)을 10년 단위 2기간으로 나누어 나라별 논문 생산 추이 및 기간별·국가별 저자 키워드 건수를 나타내고 있다.

<표 2> 기간별 논문 생산 추이 및 저자 키워드

(단위 : 건)

구분	'97-'06			'07-'16		
	우리나라	일본	독일	우리나라	일본	독일
논문	274	2,364	1,387	2,333	5,644	3,848
저자 키워드	35	292	140	228	782	479

1997년부터 2006년까지 우리나라 국적의 연구자는 총 274편의 논문 게재하였지만, 2007년부터 2016년 동안 2,333편의 논문 게재하였다. 일본과 독일 또한, 초기에 해당 국적 연구자가 기여한 논문이 각각 2,364건, 1,387건으로 나타났으며, 이후 최근 10년 동안 게재한 논문이 5,644건과 3,848건으로 증가한 것으로 나타났다. 지난 20년 간 전년 대비 평균 증가율의 경우 일본은 9.0%, 독일은 10.9%, 그리고 우리나라는 41.9%를 기록하였다.

IV. 분석결과

본 연구는 키워드 네트워크분석을 통해 해당 키워드의 중심성(centrality)을 측정하였다. 중심성 측정은 노드 간의 연계 특성인 빈도와 거리를 고려한 네트워크분석의 대표적 지표이다. 아래 <표 3>과 같이 중심성은 일반적으로 연결중심성(degree centrality), 매개중심성(betweenness centrality), 그리고 근접중심성(closeness centrality) 등 3개의 지표를 이용하여 측정한다(김홍영·정선양, 2015; Li 외, 2016).

<표 3> 중심성 지표

구분	측정 방법	목적
연결중심성	각 노드의 연결 수	네트워크 내 노드의 영향력 분석
매개중심성	다른 두 노드 최단거리 선 내에 놓여 있는 정도(Freeman, 1997)	다른 노드 사이에서의 다리 역할 분석
근접중심성	다른 노드와의 거리	협력연구가 일어날 가능성 분석

Li 외(2016); Mrvar와 Batagelj(2017); 김홍영·정선양(2015)

연결중심성이 높다는 것은 해당 노드와 연결된 다른 노드가 많다는 것을 의미하며, 이는 해당 노드에서 협력연구가 활발히 수행되고 있다는 것을 시사한다. 매개중심성은 해당 노드가 상이한 두 노드의 최단 경로 내에 놓여있는 정도를 의미하며(임병학, 2014), 매개중심성이 높다는 것은 노드의 중재자(intermediary) 또는 다리(bridge) 역할을 수행하고 있는 것을 나타낸다(박득희 외, 2015). 근접중심성은 다른 노드와의 경로거리로 측정하기 때문에, 근접중심성이 높을수록 해당 노드가 네트워크 내에서 중심적 역할을 담당하며, 동 노드를 중심으로 협력연구가 추진될 가능성이 높아진다고 추정 가능하다(허정은 외, 2013; 김홍영·정선양, 2015).

1. 키워드 네트워크

아래 <표 4>, <표 5>, 그리고 <표 6>은 1997년부터 2006년까지의 나라별 키워드 중심성 결과값이다. 세 나라 모두 알츠하이머, 치매 등 의료분야 관련 키워드가 중심성 기준 상위권을 기록하며 동 분야를 중심으로 협력연구가 이루어진 것을 알 수 있다. 일본과 독일의 경우 우리나라와는 달리 삶의 질(Quality of Life, 이하 QOL)이 상위 10개 키워드 내에 속하였다. 일본은 1994년에 고령사회에 진입하였고, 독일은 1974년에 진입하였다는 점에서, 증가하는 노인의 사회적 일원으로서의 권리 보장에 우리나라보다 상대적으로 관심을 더 보인 것으로 나타났다.

아래 <표 4>는 1997년부터 2006년까지 일본 연구자가 게재한 논문 내 저자 키워드 대상으로 수행한 네트워크분석을 통해 측정된 상위 10개 키워드와 각 키워드별 중심성을 나타내고 있다. 일본의 경우, QOL, 일상생활능력(activities of daily living, 이하 ADL) 등 노인이 사회의 일원으로서 참여하고 삶의 만족도를 증진시키기 위하여 관련 연구분야를 중심으로 협력연구가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 특히 QOL의 경우 연결중심성이 7위, 근접중심성이 4위를 기록하며 QOL을 중심으로 협력연구가 활발히 진행되었던 것으로 나타났다.

<표 4> 일본 상위 10개 키워드('97-' 06)

순위	키워드	연결 중심성	키워드	매개 중심성	키워드	근접 중심성
1	ALZHEIMER'S DISEASE	11.000	CYTOKINE	0.038	DEMENTIA	0.058
2	DEMENTIA	10.000	INFLUENZA	0.030	DEPRESSION	0.058
3	DEPRESSION	10.000	CATECHOLAMINE	0.028	ALZHEIMER'S DISEASE	0.057
4	OSTEOPOROSIS	10.000	IMMUNITY	0.026	QOL	0.057
5	STROKE	10.000	TUBERCULOSIS	0.025	HIP FRACTURE	0.056
6	HIP FRACTURE	9.000	INCIDENCE	0.024	STROKE	0.056
7	QOL	9.000	ELDERLY POPULATION	0.024	PROGNOSIS	0.052
8	ATHEROSCLEROSIS	7.000	ADL	0.023	ATHEROSCLEROSIS	0.051
9	BONE MINERAL DENSITY	7.000	HEART RATE VARIABILITY	0.019	PARKINSON'S DISEASE	0.051
10	HYPERTENSION	7.000	ERYTHROPOIETIN	0.018	VITAMIN D	0.051

아래 <표 5>는 1997년부터 2006년까지 독일 연구자가 게재한 논문 내 저자 키워드 대상으로 수행한 네트워크분석을 통해 측정된 상위 10개 키워드와 각 키워드별 중심성을 나타내고 있다. 독일 또한 일본과 유사하게 고령화 대응을 위한 과학기술의 사회적 역할에 관심을 보인 것으로 나타났다. QOL의 매개중심성은 0.003으로 6위를 기록하며, QOL이 타 영역과의 연결고리 역할을 수행한 것으로 나타났다. 우울증(depression)의 연결중심성은 11.000으로 3위를 기록하며 독일 또한 노인 심리 및 삶의 만족도에 관심을 보인 것으로 나타났다.

<표 5> 독일 상위 10개 키워드('97-' 06)

순위	키워드	연결 중심성	키워드	매개 중심성	키워드	근접 중심성
1	DEMENTIA	14.000	ALZHEIMER'S DISEASE	0.007	DEMENTIA	0.123
2	ALZHEIMER'S DISEASE	12.000	DEMENTIA	0.006	ALZHEIMER'S DISEASE	0.113
3	DEPRESSION	11.000	HOMOCYSTEINE	0.006	COGNITION	0.110
4	MILD COGNITIVE IMPAIRMENT	11.000	CYTOKINES	0.005	DEPRESSION	0.110
5	COGNITION	10.000	COGNITION	0.005	MILD COGNITIVE IMPAIRMENT	0.106
6	RISK FACTORS	10.000	QOL	0.003	RISK FACTORS	0.106
7	MEMORY	9.000	BONE MINERAL DENSITY	0.003	MEMORY	0.100
8	STROKE	8.000	IMMUNOSENE SCENCE	0.003	STROKE	0.098
9	APOLIPOPROT EIN E	6.000	HYPERTENSIO N	0.003	COGNITIVE FUNCTION	0.096
10	COGNITIVE FUNCTION	6.000	DEPRESSION	0.002	APOLIPOPRO -TEIN E	0.095

아래 <표 6>은 1997년부터 2006년까지 우리나라 연구자가 게재한 논문 내 저자 키워드 대상으로 수행한 네트워크분석을 통해 측정된 상위 10개 키워드와 각 키워드별 중심성을 나타내고 있다. 이전 두 나라와는 달리 우리나라의 경우 교육이 연결중심성과 매개중심성 기준 상위 10개 키워드에 속하는 것으로 나타났다.

<표 6> 우리나라 상위 10개 키워드('97-' 06)

순위	키워드	연결 중심성	키워드	매개 중심성	키워드	근접 중심성
1	ALZHEIMER'S DISEASE	7.000	ALZHEIMER'S DISEASE	0.209	ALZHEIMER'S DISEASE	0.279
2	COGNITIVE FUNCTION	4.000	PREVALENCE	0.150	PREVALENCE	0.255
3	DEPRESSION	4.000	HYPERTENSION	0.141	SMOKING	0.235
4	EDUCATION	4.000	COGNITIVE FUNCTION	0.078	COGNITIVE FUNCTION	0.231
5	HYPERTENSION	4.000	DEPRESSION	0.065	EDUCATION	0.222
6	MEMORY	4.000	SMOKING	0.064	MEMORY	0.222
7	METABOLIC SYNDROME	4.000	METABOLIC SYNDROME	0.046	HYPERTENSION	0.214
8	COGNITION	3.000	BONE MINERAL DENSITY	0.034	APOLIPOPROTEIN E	0.194
9	DIABETES	3.000	EDUCATION	0.026	PROGNOSIS	0.194
10	INSULIN RESISTANCE	3.000	MEMORY	0.025	DEPRESSION	0.188

아래 <표 7>, <표 8>, 그리고 <표 9>는 최근 10년(2007년-2016년) 간 나라별 키워드 중심성 분석 결과이다. 직전 기간(1997년-2006년)과 비교하였을 때, 고령화 대응 과학기술 연구협력 범위가 확대되고 주요 키워드 또한 변화한 것을 알 수 있다.

직전 기간과 비교하였을 때 일본은 최근 10년 간 고령화 대응 과학기술의 사회적 역할을 강조한 것으로 나타났다. <표 4>와 같이 직전 기간 내 QOL의 연결중심성은 9.000으로 7위를 기록하였지만 <표 7>에서는 QOL의 연결중심성이 21.000로 2위를 기록한 것으로 나타났다. 또한 직전 기간에는 나타나지 않았지만, '공동사회 거주(community dwelling)'이 연결중심성은 17.000(3위), 매개중심성은 0.76(2위), 그리고 근접중심성은 0.228(2위)로 나타나며 사회적 환경 차원의 관점에서 고령화 대응 협력연구가 진행된 것으로 추정된다.

〈표 7〉 일본 상위 10개 키워드('07-' 16)

순위	키워드	연결 중심성	키워드	매개 중심성	키워드	근접 중심성
1	COGNITIVE FUNCTION	35.000	COGNITIVE FUNCTION	0.159	COGNITIVE FUNCTION	0.246
2	QOL	21.000	COMMUNITY- DWELLING	0.076	COMMUNITY- DWELLING	0.228
3	COMMUNITY-D WELLING	17.000	DEPRESSION	0.056	ADL	0.222
4	PROGNOSIS	17.000	STRESS	0.048	ANXIETY	0.214
5	DEMENTIA	16.000	ADL	0.043	NUTRITIONAL STATUS	0.214
6	ALZHEIMER'S DISEASE	15.000	POSTOPERATI VE COMPLICATIO N	0.033	DENTAL	0.209
7	DEPRESSION	15.000	ADVERSE EVENT	0.032	GROUP HOME	0.209
8	STRESS	14.000	COMPREHENS IVE GERIATRIC ASSESSMENT	0.032	DUAL-TASK	0.208
9	INFLUENZA	13.000	SOCIAL SUPPORT	0.032	COMPREHEN SIVE GERIATRIC ASSESSMENT	0.208
10	MRI	13.000	RECURRENCE	0.032	STRESS	0.208

독일 또한 <표 5>와 비교하였을 때, <표 8>과 같이 협력연구 범위가 변화한 것을 알 수 있다. QOL과 공동체(community)가 각각 직전 기간 연결중심성과 매개중심성에는 없었으나 최근 10년의 연구에서는 13.000(7위), 0.058(5위)을 기록하며 동 분야에서 협력연구가 다양하게 진행되고 있는 것으로 나타났다.

<표 8> 독일 상위 10개 키워드('07-' 16)

순위	키워드	연결 중심성	키워드	매개 중심성	키워드	근접 중심성
1	COGNITION	21.000	T-CELLS	0.068	SENESCENCE	0.142
2	DEMENTIA	17.000	SENESCENCE	0.065	CMV	0.141
3	DEPRESSION	14.000	OXIDATIVE STRESS	0.061	T-CELLS	0.140
4	DRUGS	14.000	EEG	0.061	TELOMERE LENGTH	0.132
5	COMORBIDITY	13.000	COMMUNITY	0.058	INFLUENZA VACCINATION	0.132
6	PHYSICAL ACTIVITY	13.000	LYMPHOMA	0.057	STEM CELL	0.132
7	QUALITY OF LIFE	13.000	HEALTHY ELDERLY	0.054	ANGIOGENESIS	0.131
8	HOSPITALIZATION	12.000	RELIABILITY	0.042	FLOW CYTOMETRY	0.128
9	SENESCENCE	12.000	TELOMERE LENGTH	0.042	OXIDATIVE STRESS	0.128
10	ALZHEIMER'S DISEASE	11.000	CMV	0.041	PHYSICAL FUNCTION	0.128

우리나라 또한 직전 기간에는 없던 QOL이 연결중심성과 근접중심성에서 11.000(9위), 0.077(7위)을 기록하며 순위가 상승한 것을 알 수 있다. 이는 직전 기간과 비교하였을 때, 우리나라 또한 노인의 삶의 질에 대한 관심이 증대하여 관련 분야를 중심으로 협력연구가 수행되기 시작하였다는 것을 시사한다. 그리고 매개중심성에서 문화(culture)가 매개중심성 기준 상위 10개 키워드 내에 속하며, 문화가 매개체의 역할을 수행하며 타 분야와의 협력연구가 진행되고 있는 것으로 나타났다.

〈표 9〉 우리나라 상위 10개 키워드('07-' 16)

순위	키워드	연결 중심성	키워드	매개 중심성	키워드	근접 중심성
1	COGNITION	16.000	COGNITION	0.002	COGNITION	0.089
2	HYPERTENSION	14.000	SURVIVAL	0.001	ALZHEIMER'S DISEASE	0.083
3	OBESITY	14.000	TRANSURETHRAL RESECTION OF PROSTATE	0.001	HYPERTENSION	0.083
4	PREVALENCE	14.000	QUALITY OF LIFE	0.001	PREVALENCE	0.083
5	ALZHEIMER'S DISEASE	13.000	PROSTATIC HYPERPLASIA	0.001	OBESITY	0.081
6	DEPRESSION	12.000	ALZHEIMER'S DISEASE	0.001	DEPRESSION	0.079
7	OSTEOPOROSIS	12.000	OSTEOPOROSIS	0.001	OSTEOPOROSIS	0.079
8	BONE MINERAL DENSITY	11.000	SARCOPENIA	0.001	QUALITY OF LIFE	0.077
9	QUALITY OF LIFE	11.000	CULTURE	0.001	DEMENTIA	0.076
10	SARCOPENIA	11.000	OBESITY	0.001	BONE MINERAL DENSITY	0.074

IV. 결론 및 정책적 함의

본 논문은 WoS에서 제공하는 서지정보 중 저자키워드 정보를 이용하여 네트워크 분석을 수행함으로써 고령화 대응 과학기술 연구동향 및 지식구조를 파악하고자 하였다. 기간, 나라별 네트워크분석 결과를 비교분석함으로써 향후 동 분야 R&D 추진계획 시 활용될 수 있는 객관적·기초적 자료를 제시했다는 학술적 의의를 갖는다. 본 연구결과 요약 및 시사점은 다음과 같다. 첫째, 지난 20년간의 연구동향을 10년

단위로 두 기간으로 나누어 기간별 네트워크분석 및 비교분석 결과, 최근 10년 동안의 연구의 경우 우리나라와 일본, 독일 모두 기존 연구분야 관련 키워드 뿐 아니라 QOL, community-dwelling, community, culture 등과 같이 사회적·문화적 키워드가 중심성이 높은 것으로 나타났다. 이는 직전 기간 대비 과학기술의 사회적 역할의 중요성이 증대하고 있음을 시사하고 있다. 둘째, 초고령사회에 진입한 일본과 독일의 연구동향을 우리나라의 연구동향과 비교분석함으로써, 향후 우리나라의 과학기술 추진 방향에 대한 시사점을 도출하였다. 독일과 일본의 경우 QOL 자체에 대한 관심이 높고 관련 협력연구가 다양하게 진행되었을 뿐 아니라, 최근 10년간의 중심성 측정결과 community 등 사회적 환경 요인에 대한 관심도 증대한 것으로 나타났다. 이는 2018년에 고령사회, 2028년에 초고령사회에 진입예정인 우리나라에게 향후 고령화 대응 과학기술 발전방향 모색을 위한 주요 키워드가 무엇인지 제시하고 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 네트워크분석방법론의 특성 상 기법과 분석모델에 따라 결과값이 상이해질 수 있기 때문에, 상기 결과에 대한 추가적인 연구가 요구된다. 둘째, 키워드 네트워크분석을 통해 해당 키워드의 중심성을 세 개의 지표를 통해 측정함으로써 협력연구의 주요 분야를 도출하였지만, 해당 분야와 협력하는 분야에 대한 논의가 부족하였다.

참 고 문 헌

- 김경혜 (2011), 「초고령사회 서울, 어떻게 대처할 것인가(2)-기획요소의 활용전략」, 서울: 서울연구원.
- 김경혜 (2014), 「서울노인의 경제·사회적 결핍 실태와 노인복지정책의 발전방향」, 서울: 서울연구원.
- 문영호 (2016), 「따뜻한 과학기술」, 성남: 한국과학기술한림원.
- 서지영 (2011), 「우리나라 사회기반 강화를 위한 고령화 대응 과학기술정책 방향」, 세종: 과학기술정책연구원.
- 서지영·정기철·이완전·엄수홍·박현정 (2016), 「고령친화 R&D 동향분석」, 세종: 과학기술정책연구원.
- 송위진·정서화 (2016), 「사회문제 해결형 연구개발사업의 현황과 과제」, 세종: 과학기술정책연구원.
- 신승춘 (2004), “고령화사회와 복지과학기술정책의 과제”, 『한국정책과학학회보』, 8(1): pp.67-90.
- 원유형·정혜재·원길언·강선준 (2015), “고령화에 따른 과학기술 관점에서의 정책대안”, 『한국기술혁신학회 학술대회』, pp.377-383.
- 이성신. (2016). “키워드 네트워크 분석을 통한 도서관마케팅 연구 경향 분석”, 『한국문헌정보학회지』, 42(3): pp.1-26.
- 이재운·김관준·강대신·김희정·유소영·이우형 (2011), “계량서지적 기법을 활용한 LED 핵심 주제영역의 연구 동향 분석”, 『정보관리연구』, 42(3): pp.1-26.
- 이주양·장필식 (2017), “키워드 네트워크를 이용한 항공관련 글로벌 연구동향 분석: 스코퍼스(Scopus)게재 논문을 중심으로”, 『한국융합학회논문지』, 8(5): pp.169-178.
- 이현심·남희수 (2010), “농촌노인의 일상생활능력과 우울감, 자아존중감 및 사회활동 참여가 생활만족도에 미치는 영향 - 경기도 여주를 중심으로”, 『농촌지도와 개발』, 17(4): pp.957-984.
- 장혜란·강길원·이은정·김승렬 (2012), “암유전자 연구주제 네트워크 분석”, 『기술혁신학회지』, 15(2): pp.369-399.
- 정유환·송위진 (2014), “국내 고령친화산업 혁신체계의 형성과 진화 분석”, 『기술혁신학회지』, 17(1): pp.219-241.
- 조황희·서지영·이윤준·강희중·한응규 (2007), 「고령자의 삶의 질 증대를 위한 과학기술 활용방안」, 세종: 과학기술정책연구원.
- 최유석·오유진·문유진 (2015), “대학생의 노인세대 인식: 세대갈등, 노인의 기여, 노인복지정책 인식을 중심으로”, 『한국콘텐츠학회논문지』, 15(5): 228-241.
- Bouma, H., Fozard, J. L., and van Bronswijk, J. E. (2009), “Gerontechnology as a field of endeavour”, Gerontechnology, 8(2): 68-75.
- Bouma, H., Fozard, J. L., and van Bronswijk, J. E. (2009), “Gerontechnology as a field of endeavour”, Journal of Interdisciplinary Research, 8(2): 68-75.

- Bouma, H., Fozard, J. L., Bouwhuis, D. G., and Taipale, V. T. (2007), “Gerontechnology in Perspective”, *Gerontechnology*, 6(5): 190-216.
- Charness, N. and Jastrzembski, T. S. (2009), *Gerontechnology*, In *Future Interaction Design II*, London: Springer.
- Chen, K. Yao, Q., He, Z., Yao, L., and Liu, Z. (2016), “International Publication Trends and Collaboration Performance in China in Healthcare Science and Services Research”, *Israel Journal of Health Policy Research*, 2016: 5-1.
- Dara-Abrams, B. (2008), “Toward a Model for Collaborative Gerontechnology: Connecting Elders and Their Caregivers”, *Sixth International Conference on IEEE*.
- Fozard, J. (2001), “Gerontechnology and Perceptual-Motor Function: New Opportunities for Prevention, Compensation, and Enhancement”, *Gerontechnology*, 1(1): 5-24.
- Fozard, J. L., Graafmans, J., Rietsema, J., van Berlo, G., and Bouma, H. (1994), *Gerontechnology: technology to improve health, functioning and quality for life of aging and aged adults*, Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Graafmans, J. A. (1994), *The Potential of Gerontechnology for the Very Old*.
- Harrington, C. T., Mitzner, T. L., and Rogers, W. A. (2015), “Understanding the Role of Technology for Meeting the Support Needs of Older Adults in the USA with Functional Limitations”, *Gerontechnology*, 14(1): 21-31.
- Kajikawa, Y., Yoshikawa, J., Takeda, Y., and Matsushima, K. (2008), “Tracking Emerging Technologies in Energy Research: Toward a Roadmap for Sustainable Energy”, *Technological Forecasting & Social Change*, 75: 771-782.
- Kang, I., Koh, S., Choi, J., Lee, B., Choi, K., and Kang, K. (2017), “Dimensional Analysis of Gerontechnology Policy Design”, *APPAM International Conference*.
- Klimczuk, A. (2012), “Supporting the Development of Gerontechnology as Part of Silver Economy Building”, *Journal Interdisciplinary Research*, 8(2): 52-56.
- Kort, H. S., Woolrych, R., and van Bronswijk, J. E. (2008), “Applying the Gerontechnology Matrix for Research Involving Ageing Adults”, *IWAAL*.
- Liu, X., Guo, Z., Lin, Z., and Ma, J. (2013), “A Local Social Network Approach for Research Management”, *Decision Support Systems*, 56: 427-438.
- Mrvar, A. and Ljubljana, V. B. (2017), “Programs for Analysis and Visualization of Very Large Networks, Reference Manual - List of Commands with Short Explanation, version 5.02”.
- Sakata, I., Sasaki, H., Akiyama, M., Sawatani, Y., Sihibata, N., and Kajikawa, Y. (2013), “Bibliometric Analysis of Service Innovation Research: Identifying Knowledge Domain and Global Network of Knowledge”, *Technological Forecasting & Social Change*, 8: 1085-1093.
- Taipale, V. T. (2012), “Politics, Policies, and Gerontechnology”, *Gerontechnology*, 11(1): 5-9.