

키워드 네트워크 분석을 통한 원자력 관련 사회과학 연구경향 분석

김영준*, 왕영민**

논문 요약

본 연구는 사회연결망 분석이론을 통해 원자력 과학기술에 대한 사회과학 연구의 경향적 특징을 파악하고, 동 분야의 주요 연구주제와 하부 연구분야를 도출하기 위해 수행되었다. 연구대상은 1957년부터 2016년까지 국내 학술지에 게재된 원자력 관련 사회과학 분야 연구논문 605건으로, 저자가 제시한 키워드 간 관계망 형성을 통해 네트워크 분석을 수행하였다.

분석결과, 첫째 국내에서 수행된 원자력 관련 사회과학 연구의 기술통계적 특징을 확인하였다. 원자력 사회과학 연구는 1957년부터 시작되어 꾸준히 수행되어졌는데, 2011년을 기점으로 논문발표가 급격히 증가했다. 주로 법학, 행정학, 정책학, 정치학의 연구가 대학 내 연구자를 중심으로 수행되어 왔다. 원자력 관련 기술개발이 주로 정부 출연연구기관에서 수행된다는 점을 고려 했을 때, 향후 사회과학 분야에 있어 대학과 출연기관 간의 역할분담이 필요하다. 둘째, 후쿠시마 원전사고가 발생한 2011년을 기점으로 사회과학의 원자력에 관한 연구가 양적, 질적으로 본격적으로 활성화 되었다. 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크는 2011년 이전에 비해 규모면에서 큰 차이를 보였다. 또한, 네트워크 중심성 분석결과, 후쿠시마 사고 이전 사회과학 연구자들의 연구경향은 핵비확산, 과학기술 정책, 사회수용성이었다면, 후쿠시마 이후에는 원전해체, 손해배상, 에너지믹스, 탈핵운동 등과 같은 다양한 원자력 현안으로 확대되었다. 셋째, 하부 연구분야 도출을 통해 특정 연구주제별 쏠림현상을 확인했다. 하부 네트워크 분석 결과, 제시된 9개의 하부 연구분야는 네트워크 속성 값에서 차이를 보였다. 특히, 법학 관련 연구주제가 가장 높은 밀도를 갖는 반면 지속가능 발전과 에너지 믹스 관련 연구주제의 밀도가 가장 낮게 나타났다.

본 연구는 원자력에 관련된 학자의 인식을 연구경향 분석을 통해 파악한다는 점에서 의의가 있으며, 이는 추후 원자력 관련 정책연구자 혹은 정책결정자에게 유용한 기초자료를 제공할 것이라 기대된다.

Keyword : 원자력, 원자력 사회과학 연구, 키워드 네트워크 분석, 메타분석, 지식지도

* 충남대학교 국가정책대학원 과학기술정책전공 박사과정, 한국원자력협력재단 교육기획팀장, 042-867-0183, yjkim@konicof.or.kr.

** 성균관대학교 국정전문대학원 박사과정, 남북하나재단 연구개발팀 연구원, 02-3215-5716, kingyung777@gmail.com.

I. 서론

본 연구는 원자력 과학기술에 대한 국내 사회과학 연구경향 분석을 목적으로 수행되었다.

사회과학 연구대상으로서 원자력은 특수한 성격을 갖고 있다. 원자력은 장기간 고비용이 소요되는 대표적 거대과학 분야로서, 기술개발 초기부터 국가의 직접적 개입을 통해 발전해왔다. 또한, 핵물질을 다루는 원자력은 타 과학기술 분야에 비해 안전에 대한 사회적 민감성이 높으며, 평화적 이용과 군사적 전용의 이중적 용도가 가능하다는 점에서 핵비확산과 핵안보에 대한 국제관계적 특성도 존재한다. 이로 인해 원자력에 관한 사회과학 연구는 정책적, 사회적, 국제적 차원의 다양한 현안에 대한 문제제기와 대안제시를 수행해왔다.

현실적 대안모색 측면에서 원자력에 관한 사회과학 연구는 더욱 주목을 받게 될 전망이다. 이는 현재 한국의 원자력 정책이 다양한 문제에 직면하고 있기 때문이다. 국내 차원에서는 부정적 여론의 증가로 인해 전력원으로서 원자력의 역할을 축소하는 방안이 다양하게 제시되고 있으며, 파이로프로세싱, 미래 원자로 시스템 개발 등의 대형 원자력 연구개발 사업에 대한 재검토 주장도 제기되고 있다. 국제 차원에서는 북한의 연이은 핵실험에 따라 안보에 대한 불확실성이 가중되고 있다. 보다 적극적인 원자력 관련 현안에 대한 사회과학적 대안모색이 절실한 시점이다.

정부 차원에서도 사회과학적 접근의 중요성은 한층 강조되고 있다. 2016년 11월에는 원자력 기술의 사회적 현안에 해법을 제시할 원자력정책연구센터가 출범했으며(연합뉴스, 2016.11.4.), 원자력 분야의 최상위 정부계획인 「원자력진흥종합계획」을 통해 원자력의 신기술 융합 접목을 도모하는 한편, 국민 신뢰를 강조하며 원자력 정책에 대한 소통과 상생협력 추진을 천명했다(미래창조과학부, 2017).

본 연구는 위와 같은 환경변화에 따라 원자력에 대한 사회과학 담론 활성화를 위해 그간 국내에서 수행되었던 선행연구의 경향을 실증적으로 분석하고자 한다.

연구문제는 크게 원자력 과학기술에 대한 사회과학 연구가 어떻게 발전되어 왔는지를 살펴보고, 사회과학자들이 가장 관심을 갖는 원자력 관련 연구주제와 하부 연구분야를 도출하고자 한다. 이를 통해 가깝게는 정책결정자에게 원자력에 관한 정책연구 활성화에 기초자료를 제공함은 물론, 나아가 미래의 다양한 원자력 사회과학 후속연구의 교두보로 활용 될 수 있기를 기대한다.

연구방법은 사회연결망분석 이론에 기반한 키워드 동시출현 네트워크 분석방법을 활용한다. 연구범위는 1957년부터 2016년 12월까지 국내 사회과학분야 학술지에 게재된 605개의 연구논문이며, 각 논문에서 추출한 문헌정보를 기반으로 사회연결망이론을 적용하여 원자력에 관한 사회과학 지식 네트워크를 구성한다. 이후, 각 연

구문제에 대한 분석을 위해 각각 네트워크 속성 분석, 중심성 분석, 하위 커뮤니티 분석을 수행하였다. 분석도구는 사회연결망분석 소프트웨어인 사이람(주)의 NetMiner 4.2를 활용하였다.

본 논문은 총 5장으로 구성되었으며, 서론과 결론을 제외한 각 장의 주요 내용은 다음과 같다. 우선, 2장에서는 사회연결망이론과 관련 선행연구를 통해 이론적 배경을 제시하고, 3장에서 데이터의 속성과 네트워크 구성을 통한 연구절차 및 방법을 제시한다. 이후, 4장은 사회과학 연구대상으로서 원자력 과학기술에 대한 축적된 지식 지도를 구성하여 지식 네트워크의 특징, 주요 연구주제, 하부 연구분야를 각각 실증적으로 분석하였다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 검토

1. 원자력의 사회과학적 특성

원자력은 타 과학기술 분야와 달리 사회과학 연구대상으로 오랜 기간 자리매김 해왔다. 정치학, 행정학, 법학, 경제학, 언론홍보 등 사회과학의 다양한 학제적 접근은 원자력의 영향을 실증적으로 분석하고, 문제를 제기하거나 혹은 대안 탐색을 수행해왔다. 이와 같은 사회과학자의 원자력에 대한 높은 관심은 원자력만이 갖고 있는 특수한 성격에 기인한다.

사회과학 연구대상으로서 원자력이 갖는 특성 중 첫 번째는 원자력의 정치적 특징이다. 원자력은 막대한 자본, 다학제적 지식융합, 거대한 연구시설과 장기간의 개발기간이 소요되는 대표적 거대과학 분야로서 국가의 개입 여지가 매우 높다. 또한, 원자력 기술은 다양한 요소기술들 간 상호 연계체계 구축에 대한 비용이 높고 이에 시장실패 가능성이 높은 거대기술이기도 하다(임홍탁 외, 2012; 홍덕화, 2016). 또한, 평화적 이용과 군사적 전용이 가능하다는 점에서 전략적이고 민감한 분야이기도 하다(Hultman, 2011). 이와 같은 원자력의 거대과학기술적 성격으로 말미암아, 국가가 원자력을 도입하기로 결정했다면 장기간 지속적인 국가의 공적자원이 투입되어야 한다. 사실 2차 세계대전 이후 미국의 사례처럼²⁾, 원자력을 도입한 국가는 모두 정부의 지대한 관심 하에 적극적인 원자력 진흥정책을 추진해왔다. 한국의 원자력도 한국전쟁의 상흔이 가시기 전인 1956년부터 정부 내 원자력담당 조직 신설을 기점

2) 미국은 1954년 1월 원자력법(Atomic Energy Act)을 제정하고 미국 내 첫 상용원전인 시핑포트(Shippingport) 원자력발전소를 승인하였다. 시핑포트 원전 프로젝트는 원자력위원회(AEC: Atomic Energy Commission)가 총 건설비용의 90%를 정부예산으로 지원하였고, 미국 해군의 핵잠수함 개발 책임자인 하이만 리코버 제독을 총괄 프로젝트 관리자로 임명하는 등 정부의 적극적 지원 하에 시작되었다(Beaver, 1987).

으로 지속적 원자력 진흥정책을 통해 성장해왔다.

한편, 원자력 정책에 있어 국가의 역할은 규제 역할도 포함된다. 원자력 규제 정책은 사회적 측면을 강조한 차원으로서 원자력 사고 피해의 범위가 광범위하여 불특정 다수의 대중에게 위해가 가할 수 있다는 점에 따라 사전에 이를 방지하기 위한 목적으로 수립된다(김효정, 2012). 원자력 안전규제 정책은 진흥정책과 달리 별도의 독립성을 갖춘 체계를 수립³⁾함으로써, 규제전문 기관으로 하여금 높은 전문성과 가치중립성을 기반으로 안전기준과 원자력 활동에 대한 감시감독 역할을 보장해야 한다. 이와 같은 원자력에 대한 국가의 진흥과 규제의 양자적 역할은, 정부의 권한과 역할, 제도적 특성을 다루는 사회과학자의 관심을 불러일으킬 수 있다.

둘째, 원자력은 타 과학기술 분야와 달리 높은 사회적 민감성을 갖고 있다(Hultman, 2011). 핵분열물질을 다루는 원자력 과학기술은 위험인식의 변화에 따라 때로는 격렬한 논쟁과 사회적 논란을 야기할 수 있다. 일반 대중에게 있어 원자력은 잘 알려지지 않았으며, 통제가 어렵고 사고의 영향력이 광범위한 공포의 대상이다(Fischhoff et al., 1978). 국가의 정책적 개입여지가 높은 원자력은, 사회가 다원화되면서 정부의 일방적 정책 추진에 대한 동력이 약화될 수밖에 없다. 조성경·오세기(2002)는 기존의 원자력 정책이 ‘결정-발표-방어(DAD: Decide-Announce-Defend)’의 하향식 접근방식은 변화될 필요가 있다고 지적한다. 특히 사회가 다양화되면서 하향식 접근에 따른 정책 집행의 효율성은 낮아지고, 심지어 정책자체가 불가능해질 수도 있다. 실제로 1990년대 방사성폐기물처분장 건설 부지 관련 안면도, 굴업도, 부안 등지에서 벌어진 원자력 관련 사회적 갈등은 실제 시설지정을 포기하게끔 하였다.

최근 들어 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 원자력에 대한 사회적 민감성은 한층 높아지고 있는 추세이다. 최근 한국원자력문화재단의 조사에 의하면 원자력 발전에 대한 긍정적 인식은 2005년 95.4%에서 2011년 87.8%, 2016년에는 78.6%로 점차 낮아지고 있다(한국원자력문화재단, 2016). 이에 따라 원전을 추가로 건설하려는 정부의 계획에 차질이 불가피할 전망이다.

마지막으로 원자력은 국제관계적 특성이 매우 높은 분야이다. 앞서 살펴봤듯이 원자력은 거대과학기술로서 높은 진입장벽으로 인해 국제 기술협력을 통한 기술이전 수요가 높다. 하지만 원자력 기술이 갖고 있는 군사적 전용 가능성으로 말미암아 원자력 기술과 장비, 물질의 국제이전은 핵확산에 대한 우려를 높일 수 있다. 이에 국제사회는 원자력 과학기술에 대한 국제적 체제를 마련하고, 평화적 이용은 장려하면서도 국제사회의 감시체계를 마련해왔다.⁴⁾

3) 국제원자력기구(IAEA)는 ‘원자력안전협약(CNS: Convention on Nuclear Safety)’ 7조와 8조를 통해 원자력 안전규제의 독립성과 전문성 보장을 위한 독립된 법령체계를 갖춰야 한다고 천명한 바 있다(IAEA, 1994)

4) 핵무기는 2차 세계대전을 끝내는데 기여했지만, 이후 핵무기 확산에 따른 핵전쟁에 대한 전지구적 공포를 야기했다. 이른바 ‘공포의 균형(Balance of Terror)’은 국제사회로 하여금 핵분열물질에 대한 통제와 감시를 할 수 있는 국제법적 체제를 마련하게 하였다. 원자력에 대한 국제체제는 1970년 발효된 핵비확산금지조약(NPT:

한편, 특정 국가의 원자력 활동은 주변국뿐만 아니라 전 지구적 차원의 안전과 안보를 위협할 수 있다. 안전에 대한 우려는 원자력 사고가 대개 초국경적 영향력을 갖고 있기 때문이다. 이에 원자력사고에 대한 손해배상과 함께 공해와 같이 국경을 초월한 원자력 활동에 대한 국제법적 논의도 매우 중요하게 다뤄지고 있다(함철훈, 2009). 무엇보다 핵무기의 개발과 확산, 핵테러로 인한 핵 위협은 원자력이 갖고 있는 국제안보적 성격을 상징적으로 잘 나타낸다. 한국의 경우, 1990년대 초반부터 불어온 북핵위기로 인해 역내 정세의 불확실성이 높아지는 상황에 처해있다.

상기한 원자력의 사회과학적 특징은 다양한 사회과학 연구를 이끌어내는 유인동기가 되어 왔다. 하지만, 장기간 수행되어온 분야임에도 불구하고 그 연구경향을 파악하는 시도는 선행되지 않아왔다. 다음에서는 본 연구의 목적인 원자력에 관한 사회과학 연구경향 분석을 위한 방법적 측면의 이론적 배경을 살펴본다.

2. 문헌정보 네트워크와 연구경향 분석

특정 분야의 연구경향 분석은 사회과학 연구에 있어 주요하게 다뤄왔던 연구주제 중 하나이다. 연구에 대한 연구(analysis of analysis)로서 경향분석은 지식축적의 관점에서 발표된 연구논문들을 대상으로 해당 분야의 연구와 지식의 흐름을 살펴보는 연구이다.

연구 경향분석의 연구방법은 지속적으로 보완되고 개선되어 왔다. 이는 경향분석이 장기간에 걸친 방대한 양의 정보와 지식에 대한 체계적, 객관적 분석을 수행해야 한다는 점에서 현실적 한계가 존재하기 때문이다. 기존 경향 분석 방법은 크게 질적 차원의 델파이 분석, 시나리오 분석을 통한 접근과, 양적 차원의 메타분석(Meta-analysis), 빈도분석 등의 방법이 활용되어 왔다(윤병운 외, 2005). 양적연구방법은 연구결과에 영향을 주는 다양한 변수를 통제함으로써 일반화된 계량적 수치화를 통한 신뢰도를 확보할 수 있다는 점이 장점이나(김영곤 외, 2015), 지나친 단순화와 일반화를 통해 연구결과가 추상적이거나 혹은 현실을 반영하지 못할 수도 있다. 질적 연구방법의 경우에도 복잡한 연구흐름에 있어 연구자의 이해를 바탕으로 내재적 의미를 해석할 수 있다는 장점이 있으나, 연구자의 주관적 의식이 연구결과에 개입할 수 있는 여지가 있다는 점에서 비판을 받아왔다(이현철 외, 2013).

이와 같은 한계로 인해, 최근에는 방대한 규모의 소위 빅데이터 분석이 가능한 사회연결망 분석기법이 주목을 받고 있다(고재창 외, 2013; 박성제 외, 2016; 이성신, 2016). 사회연결망분석(Social Network Analysis)은 개인 및 집단들 간의 관계를 점(node 혹은 actor)과 선(link 혹은 tie)으로 구성된 네트워크로 모델링하여 그 위

Non-proliferation Treaty)을 중심으로 규범과 방향이 설정되었다. NPT는 원자력의 평화적 이용을 장려하는 한편, 핵무기와 핵물질의 국제이전을 금지하는 이중적 성격을 띠고 있다. 한편, NPT 3조는 국제원자력기구(IAEA)의 안전조치(Safeguard) 활동을 보장함으로써, IAEA로 하여금 국제사회의 모든 원자력 활동의 핵확산성 여부를 감시하는 권한을 위임하게끔 하였다. (IAEA, 1972).

상구조, 확산 및 진화과정을 계량적으로 분석하는 방법론이다. 기존 통계학적 접근 방법이 환원론적 인식하에 속성 간 상관관계를 분석했다면, 사회연결망분석 방법은 전체주의에 입각해서 속성 간 관계의 패턴을 분석한다(이수상, 2012: 20).

다학제적 연구 분야의 메타분석에 있어서도 사회 네트워크 분석은 널리 주목을 받고 있는데, 이는 대규모 데이터의 관계와 구조를 계량적으로 분석하고 구조화 할 수 있기 때문이다. 이때 분석 대상은 대상 분야의 연구결과물로, 오랜 기간 축적된 연구 성과와 연구 주제에 대한 관계 구현은 물론, 특정분야의 연구 편향도, 연구주제별 하위 연구 분야가 구분이 가능하다.

문헌정보 네트워크 분석 방법은 분석 대상에 따라 크게 3가지로 구분된다. 특정 논문의 저자 간 관계를 분석 대상으로 하는 공저자 관계(co-authorship), 인용 관계를 분석하는 동시인용(co-citation), 마지막으로 초록, 키워드, 제목 혹은 전문에서 추출된 핵심용어를 분석 대상으로 하는 동시출현(co-occurrence) 기법이다. 공저자 관계 분석은 연구의 주관자로서 저자 간 관계를 분석하여 소속 국가 혹은 기관, 연구자 개인의 네트워크적 영향력을 살펴볼 수 있다(Su · Lee, 2010). 동시인용 관계 분석은 문헌 간 인용 관계를 통해 특정 문헌의 영향도 측정과 지식의 전수 흐름을 파악하는데 용이하며, 동시출현 빈도 관계는 연구논문에서 추출된 핵심 키워드 간 관계를 분석하여 특정 분야의 연구 경향을 거시적으로 분석하는데 적합하다(고재창 외, 2013: 102).

3. 선행연구 검토

본 연구의 목적이 원자력 분야의 사회과학 연구경향을 분석하고자 하는 만큼, 연구논문을 통해 축적된 지식을 저자가 제시한 키워드를 중심으로 네트워크 구조화하여 분석한다. 저자 제시 키워드는 후속 연구자 및 사용자에게 연구를 통해 습득한 정보와 지식을 함축적으로 전달할 수 있는 기준으로 의의가 있다(Gil-Leiva · Alonso, 2007). 즉, 논문의 저자 제시 키워드는 특정 연구에 대해 이를 수행한 연구자 본인이 강조하고자 하는 특정 연구주제를 대표하기 때문에, 이를 기반으로 네트워크를 구성한다면 연구경향에 대한 유의미한 시사점을 도출 할 수 있다.

이미 키워드 네트워크 분석을 통한 다양한 분야의 연구경향 분석 연구가 선행되었다. 문헌정보학의 연구경향 분석(이성신, 2016), 법학 연구동향 분석(이주연 외, 2015)의 선행연구에서는 연결중심성과 매개중심성을 활용하여 중심 연구주제를 도출하였다. 한편, 학제간 융복합적 성격을 갖는 연구분야에 있어 네트워크 분석은 주로 세부 연구분야를 도출하는데 활용되기도 한다. 임도빈(2013)은 국제개발행정학의 메타분석을 위해 클러스터링을 수행하였고, 이재혁 · 손용훈(2016)은 군집분석을 통해 녹색기술 분야의 연구경향과 주요 연구주제를 제시하였다. 한편, 고재창 외(2013)은 기술경영 분야에 있어 컴포넌트 및 중심성을 분석을 수행하였는데, 특히

주요 시기별 변화를 비교함으로써 기술경영 분야의 핵심 선호연구 주제의 흐름을 살펴보았다.

하지만, 타 분야와 달리, 원자력 분야에 대한 연구경향 분석을 다루는 선행연구는 아직 수행되지 않았다. 상술한 사회과학 연구대상으로서 원자력이 갖는 특성을 고려하여 다양한 학제 간 융합연구 경향을 분석하고 시사점을 도출하는 것은 미래 융합 환경조성을 위해 반드시 필요하다. 따라서 본 연구는 원자력 관련 사회과학 분야의 연구논문에서 추출된 키워드를 동시출현 빈도에 따라 네트워크적 속성을 부여하고 지식 네트워크화 함으로서, 그 간 축적된 원자력에 관한 사회과학 지식 네트워크의 구조적 연구경향을 짚고, 중심 연구주제와 하위분야별, 시대별 핵심 연구주제를 도출하고자 한다.

〈표-1〉 국내 키워드 네트워크 분석 주요 선행연구 현황

저자	게재 년도	논문명	분석대상 (키워드 수)	분석방법	S/W
박성제 외,	2016	스포츠 심리학 주제영역 키워드의 소셜 네트워크 분석 기반 학술 지식지도(Knowledge map) 구축	국내논문 594편 (1,191)	연결중심성, 근접중심성, 매개중심성	MS Excel, Net Miner 4.2
고재창 외,	2013	키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 기술경영의 최근 연구동향	국외논문 2,611개 (5,368개)	빈도수분석, 컴포넌트분석, 연결,매개, 근접중심성	미게시
이성신	2016	키워드 네트워크 분석을 통한 도서관마케팅 연구 경향 분석	국내논문: 57편(207) 국외논문: 550편 (1,283)	연결중심성, 매개중심성	Net Miner 4.2
이주연 외,	2015	키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 최근 10년 법학연구 동향	국내논문: 28,151편 (81,892)	연결중심성, 매개중심성	Net Miner 4.2
임도빈 외,	2013	국제개발행정분야 연구동향에 관한 메타분석: 정부경쟁력 관점에서	국내논문 2,031편 (3,997)	연결중심성, 매개중심성, 클러스터링	Net Miner 4.2
이재혁, 손용훈	2012	녹색분야 키워드 정보를 이용한 녹색기술 분야 네트워크 분석	국외잡지 기사글 (25,068)	연결중심성, 군집분석	Net Miner 3.0
이재혁, 손용훈	2016	키워드 네트워크 분석을 활용한 생태관광연구 경향 분석	국내논문: 163편 국외논문: 2,455편	중심성분석, 군집분석	Endnote X7, KrKwic, Net Miner 4.0
장세은, 이수호	2016	키워드 네트워크 분석을 통한 세계 해운경제의 연구주제와 동향에 대한 연구	국외논문 303편	네트워크특성, 연결중심성, 매개중심성	Net Miner 4.0

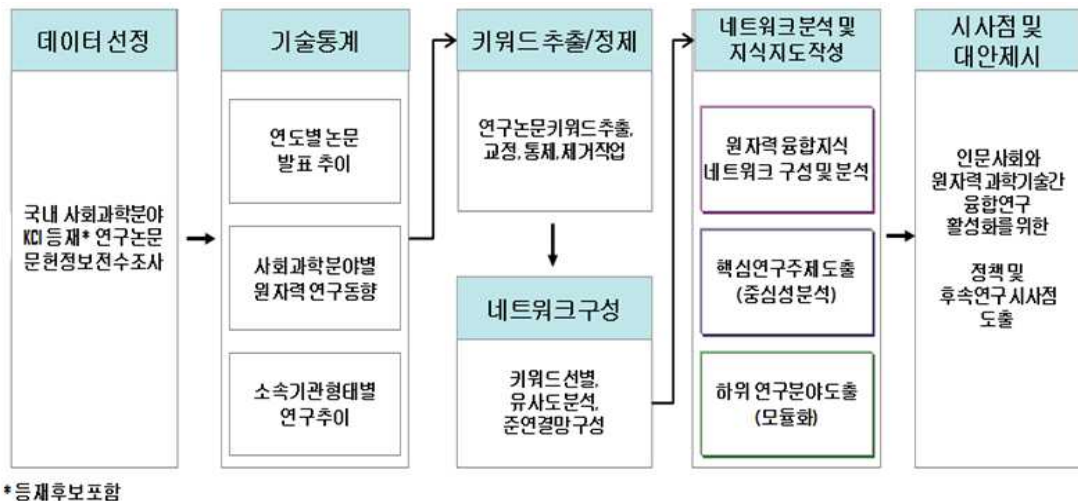
III. 연구방법

1. 연구절차 및 범위

본 연구는 원자력에 관한 사회과학 연구논문의 연구경향 분석을 위해 키워드 네트워크 분석방법을 활용한다. 분석 절차는 우선, 학술정보 데이터베이스를 통해 분석 대상 논문과 문헌정보를 수집하고, 기술통계적 접근을 통해 데이터의 특징을 도출한다. 논문 데이터는 한국연구재단의 한국학술지인용색인(KCI)과 한국교육학술정보원의 학술연구정보서비스(RISS)를 활용, 사회과학으로 분류된 국내 등재지 및 등재후보지에 게재된 연구논문 중 검색어 ‘원자력’에 해당되는 논문 605건을 수집했다⁵⁾.

기 수집된 논문에서 키워드를 추출 및 정제 과정을 거쳐 원자력 융합 지식에 대한 네트워크를 구성하고, 각각 네트워크 속성 분석, 중심성 분석, 응집성 분석을 통한 하위 연구분야 도출을 수행한다. 마지막으로 분석 결과에 대한 시사점을 정리한다.

〈그림-1〉 연구절차



2. 데이터 구성 및 특징

수집된 논문 데이터는 기술통계적 관점에서 다음과 같은 특성을 지닌다. 첫째,

5) KCI와 RISS 시스템에서 검색결과가 상이했기에, 상호 중복 및 누락을 방지하기 위해 두 시스템에서 검색한 논문데이터를 상호 교차검토를 수행했다.

1957년 국내 원자력 관련 사회과학 연구논문이 최초 발표된 이후, 사회과학 분야에 있어 원자력 관련된 융합연구는 꾸준히 수행되었다. 하지만 <그림-2>에서 보이듯이, 2011년을 기점으로 사회과학 연구 논문 발표 횟수가 대폭 증가했다. 2011년은 동일본 대지진으로 인해 후쿠시마 원자력발전소 사고가 발생한 시점이다.

둘째, 논문이 게재된 학술지의 학제적 분류⁶⁾에 따르면, 원자력 관련된 사회과학 연구논문을 가장 많이 발표한 분야는 법학(33%)이다. 이후 행정학 및 정책학(26%), 정치학(10%), 국제관계학(7%), 커뮤니케이션학(6%), 경제학(5%), 경영학(4.8%), 사회학(4.1%), 교육학(4%) 순으로 원자력과 사회과학 융합연구 논문이 수행되었다. 이는 원자력 관련 사회과학 연구는 국가 정책과 법령을 다루는 법학과 정치, 행정, 정책학, 국제관계학의 연구가 주로 수행되었을 것이라 추정할 수 있다.

셋째, 논문 제1저자의 소속기관을 중심으로 원자력 관련 사회과학 융합연구를 수행한 기관 현황을 살펴보면, 지난 60년 간 대학에서 주로 연구가 수행되었던 반면 정부 출연기관은 단 65편의 사회과학 논문을 발표했다. 원자력 과학기술 분야의 기술개발이 거대과학적 특수성에 의해 주로 정부 출연기관에 의존한 점을 고려할 때(임흥탁 외, 2012: 431), 원자력 분야는 기술개발 연구와 사회과학적 연구의 영역이 명확히 구분되어 있다는 점을 확인할 수 있다.



<그림-2> 국내 원자력 관련 사회과학 연구논문 발표 추이 (1957-2016)

6) 한국연구재단의 사회과학 학술지 분류는 중분류부터 사회과학의 각 학제로 구분되어 졌다. 이때 중분류의 경우, 분류된 기준이 모호하거나 '사회과학일반', '기타 사회과학' 등과 같이 분류가 불가능한 명칭으로 분류된 것을 확인하였다. 따라서 본 연구는 되도록 연구재단의 분류기준을 따르되, 기존 분류가 '사회과학일반', '사회과학', '기타 사회과학'과 같이 모호한 분류 기준을 갖고 있는 경우나, '정치외교학', '국제정치학', '지역학' 등 유사한 내용의 학제 기준은 해당 논문의 내용과 제1저자의 전공을 바탕으로 분류명을 수정했다.

수집된 논문 데이터는 다시 키워드 네트워크 분석을 위해, 605건의 논문 중 2개 이상의 저자 키워드를 제시하는 528건의 논문에서 총 2,751개의 키워드 데이터를 추출했다. 추출된 키워드는 다시 국문을 기준으로 맞춤법, 국문화, 표준화를 통해 교정과정을 거쳤다. 다의어에 대해 용어에 대한 클러스터링(clustering) 정제과정을 거쳐 용어를 통일했다⁷⁾. 예를 들어 원전을 통한 전력원(電力原)으로서 사용된 ‘핵발전’, ‘원자력에너지(Energy)’와 같은 용어는 모두 ‘원자력발전(發電)’으로 변경했다.

이 과정을 거쳐 총 2,751개의 키워드 중 1,818개의 키워드를 도출했다. 키워드 데이터는 연구논문 간 동시출현 빈도 분포를 살펴본 결과, 약 80%의 키워드가 1개의 논문에 1번 출현하는 멱함수 분포를 나타내고 있음을 확인했다.

도출된 키워드 데이터를 동시출현 빈도수로 분류했을 때, <표-2>와 같이 전체 기간 중 가장 높은 키워드는 ‘원자력발전’으로 나타났다. 1957년에서 2010년까지 기간 중 가장 높은 동시출현 빈도를 갖고 있는 키워드는 ‘과학기술’인데, 2011년에서 2016년 기간에는 ‘원자력발전’으로 변화되었다. 이는 원자력 과학기술에 대한 사회과학 연구는 다양한 원자력 과학 응용기술 중 전력생산과 관련된 원자력 발전을 주로 다루고 있다는 점을 확인할 수 있다.

<표-2> 시기별 동시출현 빈도수 기준 상위 키워드 목록

시기 순위	1957~2010		2011~2016		전체 (1957~2016)	
	키워드	빈도	키워드	빈도	키워드	빈도
1	과학기술	18	원자력발전	79	원자력발전	83
2	NPT	16	후쿠시마 원자력사고	42	원전	46
3	부분적핵실험 금지조약	14	원전	37	후쿠시마 원자력사고	42
4	거버넌스	13	사회수용성	27	원자력법	33
5	원자력법	12	원자력법	21	사회수용성	27
6	핵분열물질생산 금지조약	11	신재생에너지	18	신재생에너지	25
7	원전	11	프로젝트 파이낸스	17	IAEA	19
8	IAEA	11	원자력안전	16	원자력정책	19
9	기후변화	10	에너지안보	15	과학기술	18
10	손해배상	8	사용후핵연료	15	기후변화	17
11	6자회담	8	원자력정책	14	프로젝트파이낸스	17
12	정책은유	7	핵테러리즘	13	NPT	16
13	신재생에너지	7	전력산업	13	녹색성장	16
14	핵폐기물관리	7	위험인식	13	일본	16
15	원자력책임	7	자연재해	12	원자력안전	16
16	21세기	6	안전문화	12	위험인식	16

7) 키워드 클러스터링 목록은 별첨 <부록>에 명시했다.

17	환경법	6	일본	12	에너지안보	15
18	절차참가	6	녹색성장	11	사용후핵연료	15
19	핵제국주의	6	동일본대지진	11	부분적핵실험 금지조약	14
20	Bayh-Dole Act	6	에너지이행	8	거버넌스	13

두 번째 특징은 2011년을 기준으로 주로 핵비확산, 핵안보, 관련 키워드가 다양한 논문에서 다뤄졌던 것에 반해, 후쿠시마 사고가 발생한 2011년 이후 본격적으로 원자력 안전과 사회수용성 관련된 키워드가 주로 다뤄졌다.

세 번째 특징은 원자력 관련 연구의 다양성이 확대되었다. 안전, 핵비확산 및 핵안보와 같은 원자력 정책의 주요 분야를 제외한 키워드의 출현을 살펴보면, 2011년 이전과 이후 동안 신재생에너지의 동시출현 빈도는 7에서 18로 증가 되었으며, 연관 키워드인 ‘녹색성장’ 이 상위 20개 목록에 추가되었다. 또한, 1957년에서 2010년 간 ‘거버넌스’, ‘바이돌법(Bayh-DoleAct)’ 과 같이 국내 과학기술 정책 관련된 키워드들이 상위에 분포했던 것과 달리, 2011년 이후부터는 기술의 해외수출과 관련된 ‘프로젝트 파이낸스’ 키워드가 등장하였고, ‘사용후핵연료’, ‘핵테러리즘’ 과 같은 원자력계 최근 현안도 다뤄졌음을 확인할 수 있다.

3. 지식 네트워크 구성 및 분석방법

상기한 과정을 거쳐 수집된 키워드 데이터 369개를 네트워크 구성 기준으로 선정했다. 구성 절차는 각 논문의 키워드 빈도에 따라 작성된 이원행렬(two-mode matrix)를 다시 키워드와 키워드 간 일원행렬(one-mode matrix) 기반으로 전환하여 준연결망(quasi network)를 구축 하였다. 이는 논문과 논문 사이에는 직접적 관계가 없지만, 논문의 키워드 간에는 인위적 관계를 부여함으로써 연구주제 간의 경향 분석을 위한 네트워크화를 위한 필수 절차다(김용학 & 김영진, 2016).

준연결망 행렬의 데이터 값은 키워드 간 동시출현 여부에 따른 유사성(Similarity) 측정값으로, 본 연구는 다양한 유사성 측정 알고리즘 중 자카드계수(Jaccard Coefficient)를 적용했다. 자카드 계수는 방향성을 고려하지 않는 문헌정보 네트워크 분석에 유용한 알고리즘으로, 동시출현 관계에 있는 두 키워드에 대해 유사도 값을 0~1 사이로 수치화하여 관계 속성을 산출 하는데 유용하다. 두 키워드가 논문에 함께 등장한 경우가 많을수록 1에 가까우며, 전혀 함께 등장하지 않은 경우 두 키워드 사이 연관도는 0이 된다. 값이 클수록 두 키워드가 서로 연관성이 높다는 것을 의미한다. 본 연구에서 활용되는 자카드 계수는 다음과 같은 산식을 활용했다.

$$Jaccard\ Coefficient\ (A, B) = P(A \cap B) / P(A \cup B)$$

※ P=논문(Paper); A, B는 특정 키워드가 동시출현한 논문의 수

각 키워드 데이터에 부여된 속성값은 일원행렬 기반 네트워크 구성의 근간일 뿐 아니라, 네트워크 구성에 있어 키워드 동시출현 관계에 따른 링크(link) 수의 증감을 조정할 수 있는 기준이 된다. 즉, 키워드 간 관계를 측정된 연관도 점수의 경우에도 0~1사이의 연속적인 값으로 모든 키워드 쌍에 대해 존재하기 때문에, 기준점을 정하여 연관도가 낮은 키워드 간 관계는 제외하는 과정을 거쳐야 서로 연관성이 높은 키워드들 중에서 핵심과 주변 위치를 판별할 수 있다. 본 연구에서는 자카드 계수 0.1 이상을 적정 값으로 설정, 네트워크 링크 구성 비율을 설정하였다.

위와 같은 절차를 거쳐 지식 네트워크가 구성되면, 네트워크의 구조적 특징을 도출하기 위한 속성(Property) 분석, 영향도가 높은 연구주제 도출을 위한 중심성(Centrality) 분석, 마지막으로 응집성(cohesion) 분석을 통한 하위 연구분야(Community) 도출을 각각 수행하였다.

첫째, 지식 네트워크의 구조적 특징은 사회연결망 이론의 네트워크 속성 지표인 노드 간 연결정도(Degree), 밀도(Density), 평균연결정도(Average Degree), 집중도(centralization index), 파당수준(Clique)을 통해 살펴보았다. 연결정도는 특정 노드에 대해 동시출현 관계에 따른 연결가능 링크의 수이며, 이후 평균 연결정도, 연결정도 분포(degree distribution)를 각각 산출하여 전체 네트워크의 구조적 특성을 유추하고자 했다(이수상, 2012: 232). 밀도는 네트워크 내 노드들 간 연결된 정도로서, 밀도가 높은 키워드 네트워크는 그 만큼 특정 연구주제 간 동시출현 관계가 많다는 것을 의미하며, 연구주제 및 분야에 대한 연구가 밀접한 관계를 맺고 있음을 의미한다. 밀도 값은 실제 연결된 링크수를 연결 가능한 전체 링크수로 나눈 값으로 계산되는데, 키워드 동시출현 관계는 링크의 무방향성을 전제로 하는 $L/n(n-1)/2$ (L 은 전체 연결 수)의 산출식을 바탕으로 0에서 1의 범위 내 값을 가지게 된다. 네트워크의 응집성 관련 속성은 집중도와 파당 분석을 통해 살펴본다. 집중도는 소수의 노드들 사이 존재하는 연결에 따라 집중하는 정도를 표현하며, 밀도의 높고 낮음에 따라 소수에 집중되는 경향을 살펴보는 데 유용하다(이수상, 2012: 281). 파당은 모든 노드 쌍이 직접 연결된 최대 규모의 완전연결 네트워크로서, 네트워크의 하위집단 분석(sub-group analysis)을 위해 적용되었다. 본 연구는 최소 3개 노드의 완전 연결을 기준으로 파당의 개수를 도출했다.

둘째, 중심성 분석은 Freeman(1978)이 제시한 연결중심성(Degree Centrality)와 매개중심성(Betweenness Centrality)의 지표를 활용한다. 연결중심성은 특정 노드가 네트워크 내 일정 수준의 높은 링크수(degree)를 보유한지 여부를 확인할 수 있으며, 이를 통해 네트워크 내 영향력이 높은 키워드, 즉 중점적으로 다뤄졌던 연구주제를 도출할 수 있다. 특정 노드 n 의 연결중심성은 $d(N_i)/\text{전체노드수}-1$ 로서, $d(N_i)$ 는 노드 n 의 연결정도로 계산된다. 본 연구에서는 각 노드의 링크는 동시출현을 전제로 하는 만큼 무방향성을 전제로 중심성을 산출한다(사이람, 2016).

$$\text{Degree Centrality}(n) = \frac{d(n_i)}{\#nodes - 1}$$

반면, 매개중심성(Betweenness Centrality)는 국지적 차원의 밀도가 높은 군집집단 간을 매개하는 노드를 분별하는데 사용된다(Prell, 2012). 매개중심성 개념은 특히 키워드 네트워크 분석에서 중요한데, 이는 지식네트워크 내 하부 연구분야 간 연결하는 다학제적(multi-disciplinary) 연구주제를 나타낼 수 있기 때문이다. 매개중심성 값은 각각의 노드쌍의 최단 경로상 특정 노드가 포함될 확률의 누적합을 네트워크 내 모든 경로의 수로 나눈 결과이며, 산출식은 아래와 같다(사이람, 2016).

$$\text{Betweenness Centrality}(n) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}}{\left[\frac{(g-1)(g-2)}{2} \right]}$$

※ g_{jk} = 노드 j와 k를 연결하는 최단경로 개수; $\sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}$; j와 k 간 최단 경로 상 노드 i가 포함될 확률의 누적값, $\frac{(g-1)(g-2)}{2}$; n_i 를 포함하지 않는 모든 노드 쌍의 수

셋째, 각 노드 간의 응집성을 기준으로 네트워크의 하위 연구분야를 제시한다. 응집성 분석은 주로 하위 커뮤니티를 검출하기 위해 활용되는데, 키워드 네트워크 분석을 통한 지식 네트워크에서 하위 커뮤니티는 곧 하위 연구분야이다. 본 연구에서는 CNM 알고리즘을 기반으로 하는 NetMiner 4.2의 모듈라리티(Modularity) 기능을 통해 하위 연구분야를 도출했다(사이람, 2016: 218; Clauset, et.al., 2004).

상기한 연구방법을 적용하여, 원자력을 중심으로 과학기술과 인문사회 연구 간 융합 활성화에 대한 시사점 도출이 가능할 것으로 사료된다. 또한, 시계열 차원에서 원자력에 대한 사회과학 연구 네트워크 분석을 통해 도출된 핵심연구 분야에 있어 현재까지의 인문사회 축적 지식 현황을 살피고, 이를 통해 우리에게 필요한 미래 연구주제와 융합연구 방향에 대한 시사점 도출이 가능하다.

IV. 분석결과

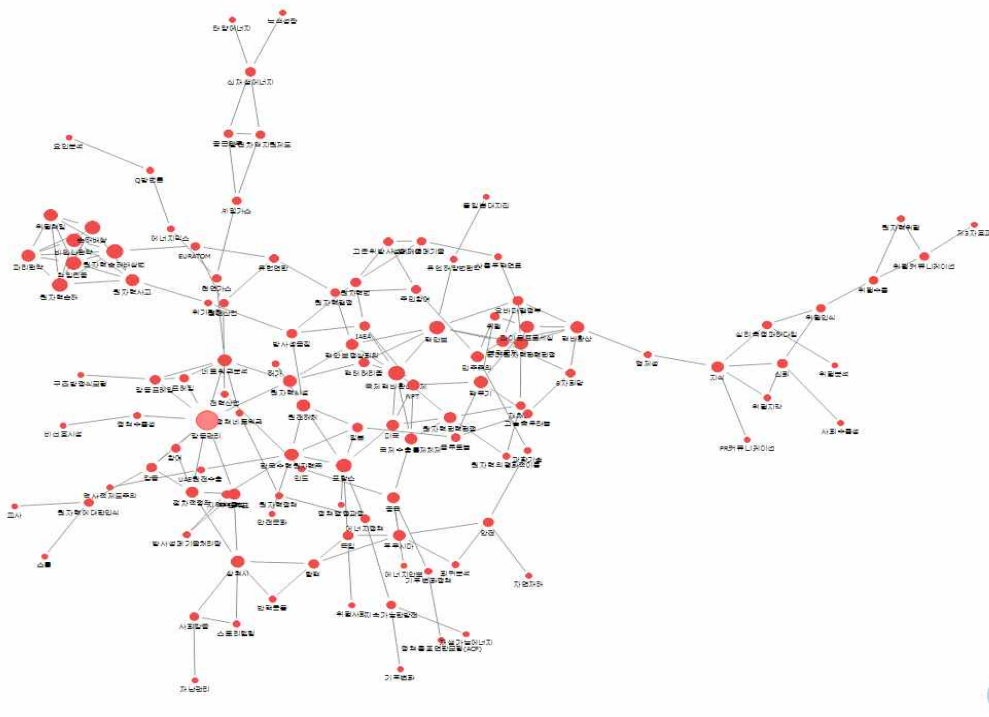
1. 네트워크 속성 분석

국내 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크는 117개 노드와 199개 링크로 구성되었다. 네트워크 자산은 연결정도 566, 밀도 0.065, 평균 연결정도 4.3이며, 중앙 집중도는 5%에 해당 33개로 구성된 무척도 네트워크(scale-free network)로 나타났다.

이는 대부분의 연구주제(node)들이 소수의 연결관계(link)만 가지고 연결되어 있으면서, 다수의 링크를 가지는 소수의 중심주제와 연결되어 있는 지식 네트워크인 것이다.

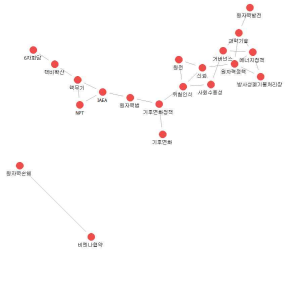
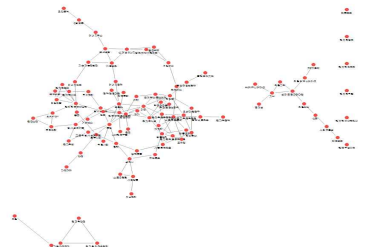
네트워크 규모는 1957년 최초 연구논문 발표 이후 지속적으로 확대 되었는데, 특히 2011년 후쿠시마 사고 이후부터 본격적으로 성장했다. 1957년에서 2011년 간 형성된 지식 네트워크는 이후 연결정도가 26에서 363으로 증가했으며, 밀도는 0.137에서 0.083으로 낮아지면서 보다 다양한 주제를 다루는 후속연구가 수행되어 왔음을 알 수 있다. 이와 같은 경향은 평균 연결정도의 차이에서도 발견되는데, 이는 1957-2011년 간 1.3이던 값이 2011-2016년 간 3.9로 상승하면서 네트워크 규모가 점차 확대되었다. 또한, 군소 네트워크 집합체인 과당의 수도 5개에서 143개로 확대된 점을 볼 때, 지식 네트워크 규모 확대에 따른 세부 연구분야가 형성되고 있는 점을 확인했다.

〈그림-3〉 원자력 과학기술에 대한 국내 사회과학 지식 네트워크 지도



〈그림-3〉 원자력 과학기술에 대한 국내 사회과학 지식 네트워크 지도

〈표-3〉 2011년 이전과 이후 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 비교

구분	1957-2010	2011-2016
연결정도	26	363
밀도	0.137	0.083
평균 연결정도	1.3	3.9
집중도(%)	14	9.7
파당 개수 (최소: 3)	5	25
지식 네트워크 그래프		

2. 중심성 분석

중심성 분석은 두 가지 중심성 지표를 통해 분석했다. 우선, 연결중심성 분석은 지식 네트워크에서 어떤 연구주제가 가장 주목을 받아왔는지 확인하기 위해, 매개 중심성 분석은 분야별 매개를 통해 네트워크 확대에 영향을 미친 연구주제를 확인하기 위해 수행되었다.

우선, 연결중심성이 가장 높은 연결주제는 ‘갈등관리’로서 원자력에 관한 사회과학 연구자들의 가장 높은 관심과 연구를 이끌어 온 것으로 확인되었다. ‘갈등관리’에 대한 연구는 각각 ‘정책수용성’, ‘주민투표’, 방사성폐기물처분장 ‘의 연구주제로 연결되었다. 또한, ‘원자력손해배상법’, ‘국제핵비확산체제’, ‘프랑스’, ‘손해배상’, ‘책임집중’, ‘비엔나조약’, ‘원자력손해’, ‘핵안보’, ‘파이로프로세싱’의 순으로 연결중심성 상위 10개의 연구주제가 구성되었다. 3장에서 상술했듯이, 원자력 관련 사회과학 연구논문은 법학분야의 논문이 가장 많이 발표되었는데, 네트워크 연결중심성 분석 결과상위 10위 내 원자력 법제 관련 손해배상법, 책임집중, 비엔나조약⁸⁾과 같은 연구주제들이 다뤄졌음을 확인할 수 있었다.

8) 비엔나조약은 원자력손해배상에 관한 국제조약 중 하나이다. 원자력 사고는 자국의 국경을 넘어 국제적 피해 가능성이 높기 때문에, 자국 및 타국의 피해자 보호라는 문제가 발생되기 마련이다. 이에 유럽을 중심으로 국제사회는 원자력 사고에 따른 손해에 대한 민사책임 관련 조약체계를 마련해왔다. 대표적 원자력손해배상 국제 조약은 ‘파리조약’과 ‘비엔나조약’이 있다 (함철훈, 2013: 431~471).

국제핵비확산체제, 핵안보, 파이로프로세싱 등 핵비확산 관련 연구주제들이 국내 원자력 관련 사회과학 연구에 있어 중심성이 높은 점은 주목할 만하다. 국제사회는 원자력 과학기술의 이중성에 기인하여 군사적인 전용을 방지하기 위한 일련의 제도를 구축해왔다. 원자력을 도입하려는 전 세계 모든 국가는 1970년 발효된 국제핵비확산조약(NPT)을 근간으로 국제사회가 국제원자력기구(IAEA)의 안전조치(Safeguard) 활동을 협조하여 군사적 전용을 방지해야 한다. 또한, 한미원자력협력협정과 같은 국가 간 양자협정, 원자력공급국그룹(NSG: Nuclear Supply Group) 등과 같은 국제수출입통제체제에 의거하여 기술의 해외이전과 확산 활동에 대한 국제적 제약을 따라야 한다. 원자력 관련 사회과학 연구 네트워크에서 이와 같이 핵비확산과 이에 대한 국제체제가 다수 다뤄져 왔다는 점은 원자력이 갖고 있는 융복합적 성격 중 국제관계적 특수성을 잘 나타나고 있다는 점을 확인할 수 있다.

한편, ‘프랑스’가 연결중심성이 높은 연구주제로 도출된 점은 매우 흥미롭다. 프랑스는 전체 전력생산량의 75%를 원자력에 의존하는 원자력대국으로(World Nuclear Association, 2017), 원전산업의 다양한 이해관계자가 공기업 및 기관으로 구성된 독점시장이며 정부 주도의 원전산업 구조⁹⁾를 갖고 있다. 이와 같은 구조는 원전운영 시장이 민영화 혹은 다변화된 미국, 영국, 독일, 일본과는 달리, 정부의 공적 기금이 투입되는 원전운영 독점기업인 한국수력원자력(주)과 정부출연 연구기관인 한국원자력연구원이 중심이 되는 우리나라 원자력 구조와 매우 유사하며(김형국&김영준, 2014), 따라서 다양한 정책연구 수요에 있어 비교국가 연구에 용이한 사례로서 다뤄진 것으로 사료된다.

매개중심성이 가장 높은 상위 10개의 연구주제는 각각 ‘원자력시설’, ‘핵비확산’, ‘핵안보’, ‘네트워크분석’, ‘갈등관리’, ‘경제성’, ‘지식’, ‘핵안보정상회의’, ‘원전해체’, ‘프랑스’ 순으로 나타났다. 매개중심성이 연구주제 간 확장에 있어 교두보 역할을 하는 주제를 나타낸다는 점을 고려했을 때, 상기한 10개의 연구주제를 중심으로 지식 네트워크 규모가 확대 되었다는 점을 유추할 수 있다.

‘원자력 시설’은 원자력발전소, 방사성폐기물처분장 등 원자력 관계시설을 총칭하는 용어로서 매개 중심성이 가장 높은 연구주제다. 원자력 시설은 다시 원자력 안전, 환경, 손해배상, 갈등관리 등의 연구를 이어주었다. 마찬가지로 ‘핵비확산’ 연구주제는 경제성, 파이로프로세싱, 한미원자력협력협정 등의 연구주제들과 연결되었다. 상기 했듯이 핵비확산에 대한 국제적 특수성, 사용후핵연료 재처리 불가에 따른 경제성 등에 있어 사회과학 연구가 다양하게 확대되었음을 알 수 있다.

9) 프랑스의 원자력 산업구조는 우리나라와 매우 유사하다. 프랑스의 원전산업은 전체 58기 원전을 모두 프랑스전력공사(EdF: Électricité de France)가 운영하는 독점구조인데, EDF는 전체 지분의 약 85% 이상을 정부가 소유한 원전운영기업이다. 프랑스의 원자력연구개발은 출연기관인 원자력청(CEA: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives)이, 안전규제는 원자력안전청(ASN: L'Autorité de sûreté nucléaire)이 수행한다.

〈표-4〉 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크의 중심성 상위 10개 키워드

시기	1957~2010		2011~2016		전체 (1957~2016)	
	연결중심성	매개중심성	연결중심성	매개중심성	연결중심성	매개중심성
1	NPT	NPT	원전해체	원전해체	갈등관리	원자력시설
2	원자력정책	원자력정책	독일	독일	원자력손해 배상법	핵비확산
3	신뢰	신뢰	프랑스	프랑스	국제핵비확 산체제	핵안보
4	IAEA	IAEA	한국수력 원자력(주) (KHNP)	원자력시설	프랑스	네트워크 분석
5	과학기술	기후변화정 책	핵안보	미국	손해배상	갈등관리
6	에너지정책	위험인식	미국	일본	책임집중	경제성
7	핵비확산	핵비확산	일본	에너지정책	비엔나조약	지식
8	거버넌스	비엔나조약	네트워크분 석	기후변화	원자력손해	핵안보 정상회의
9	핵무기	원자력법	원자력손해 배상법	네트워크분 석	핵안보	원전해체
10	위험인식	사회수용성	원자력시설	원자력손해 배상법	파이로 프로세싱	프랑스

시대별 변화를 살펴봤을 때, 2011년 이전과 이후의 연구경향은 점차 안전규제 관련 연구로 확대되고 있으며, 더욱 원자력 과학기술 관련 다양한 주제에 대한 연구가 수행되고 있음을 확인할 수 있다. 1957년에서 2010년 간 기간은 핵비확산, 사회수용성과 함께, ‘과학기술 정책’, ‘에너지 정책’ 이 주로 다뤄져왔다. 이후 2011년부터 연구경향은 원자력에 대한 보다 다양한 사회과학적 접근이 이뤄졌다. 2011년 이후 사회과학 연구는 다양한 원자력 현안에 대한 사회과학자들의 대안제시 연구로 구성되고 있다는 점을 알 수 있다. 원전해체와 같은 기술적 분야에 있어 사회과학 차원의 연구가 수행되는 한편, 독일, 프랑스, 미국, 일본 등이 중심성이 높은 연구주제로 자리매김하면서 비교국가 연구가 활성화 되었다. 이는 국내 원자력 정책 현안에 대한 다양한 연구접근을 통해 문제제기 및 대안제시를 위한 처방적 사회과학 연구가 수행되고 있음을 시사한다.

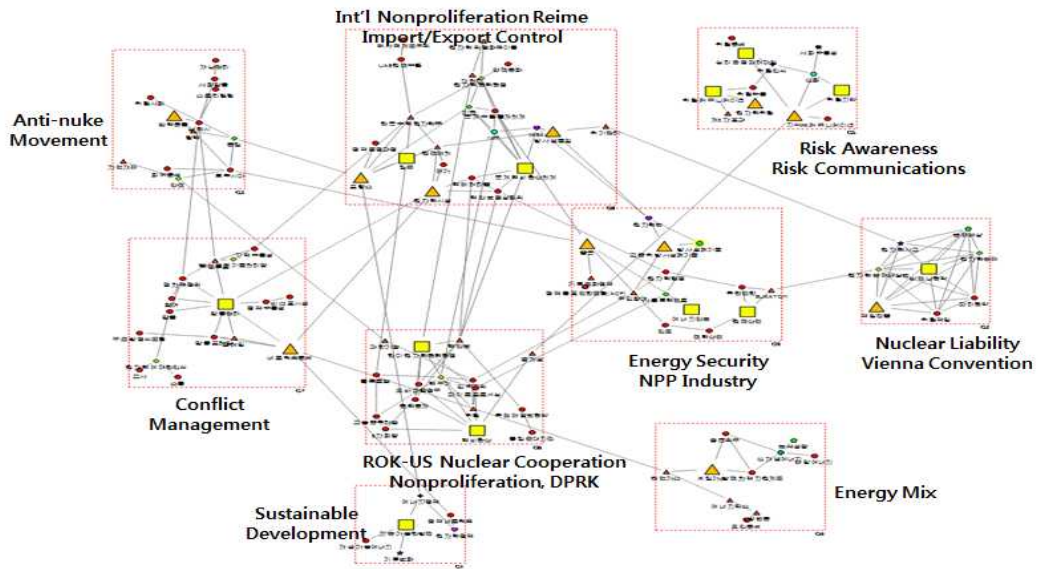
3. 하위 연구분야 도출

앞서 언급했듯이, 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크는 규모가 확대되면서 다양한 하위 연구분야(Community)로 구성되었다. 본 연구에서는 하부 연구분야를 확인하기 위해 네트워크 응집성을 0.73의 기준값(referece point)으로 하여 NetMiner의 모듈라리티 분석 기능을 통해, <그림-4>와 같이 총 9개의 응집성이 높은 하부 연구주제를 도출하였다. 9개의 하부 연구분야는 각각 국제핵비확산체제, 핵비확산, 위험커뮤니케이션, 반핵운동, 원자력손해배상, 에너지안보, 갈등관리, 지속가능발전, 에너지믹스이다.

하부 연구분야는 밀도 값이 높은 순으로 각각 하부분야2(원자력법), 하부분야4(에너지믹스), 하부분야1(지속가능발전), 하부분야6(핵비확산), 하부분야3(탈핵운동), 하부분야7(갈등관리), 하부분야5(위험관리), 하부분야9(에너지안보), 하부분야8(국제핵비확산체제) 순서로 정리된다. 밀도가 높은 연구는 그 만큼 특정 연구주제 간 동시출현이 높다는 의미로, 해당 하부분야의 연구주제 상호간 밀접한 관계 여부를 확인할 수 있다. 법학 분야는 노드수가 8개로 적음에도 불구하고 밀도가 매우 높았으며, 또한 타 그룹과의 밀접연계를 판단하는 SMI, Cohesion Index, E-Index 값에서도 보여지듯이 법학 연구는 별개의 독립적 연구주제라 봐도 무방할 만큼 자체 연구주제들을 갖고 수행되었음을 알 수 있다.

한편, 지속가능발전과 에너지믹스 관련 연구분야의 밀도는 낮게 나타났다. 이와 같은 분야들은 연구주제들 간 상호 연관성 및 확장성이 낮거나 혹은 연구분야 자체가 광범위하고 확장성이 넓은 주제를 다루면서 연구주제 간 연관성이 적게 나타났을거라 추정된다. 실제로 국제 핵비확산 체제를 다루는 ‘하부분야8’의 경우, 노드수가 가장 많으면서 밀도가 낮은 점을 비춰 볼 때, 동 분야에 대한 사회과학 연구들은 비교적 광범위하게 다뤄졌으리라 생각 된다.

핵비확산 분야는 E-Index 지표가 가장 높은 분야로 산출됨으로서, 사회과학 타 연구 분야로의 확장 가능성이 가장 크다고 할 수 있다. 실제로 핵비확산 분야는 두 개의 하부 연구주제로 구분되어 나타내어지면서, 관련 분야에 대한 사회과학 연구가 다양하게 수행되었다는 점을 보여준다. 실제로 핵비확산 관련 연구분야는 원자력의 수출통제 분야를 아우르고 있고, 특히 2009년 아랍에미레이트(UAE) 원전수출과 핵안보정상회담 개최 등 관련 분야 정책연구 수요가 증가하면서 동 분야에 대한 사회과학자들의 관심이 확대되어 왔다. 무엇보다 2015년에는 「한미원자력협력협정」이 개정되어 사용후핵연료에 대한 연구가 가능하게 되었고, 이에 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 상에서도 핵비확산과 파이로프로세싱 같은 기술개발 연구주제가 연결되는 점을 확인할 수 있었다. 즉, 사회과학 연구가 핵비확산을 매개로 과학 기술 연구주제로 확산되고 있는 것이다.



<그림-4> 국내 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 하부 연구분야 지도

<표-5> 국내 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 하부 연구분야 속성 비교

구분	핵심 연구주제*	노드 수	밀도	SMI**	Cohesion Index**	E-I Index**
하부분야 1	지속가능 발전	6	0.047	0.982	55.5	-0.429
하부분야 2	비엔나협약	8	0.297	0.995	202.429	-0.857
하부분야3	탈핵운동	12	0.038	0.966	28.636	-0.5
하부분야 4	세일가스	10	0.056	0.992	130.778	-0.833
하부분야 5	위험인식	12	0.029	0.993	133.636	-0.867
하부분야 6	핵비확산	16	0.041	0.946	18.18	-0.459
하부분야 7	갈등관리	16	0.031	0.956	22.124	-0.533
하부분야 8	한미원자력 협력협정	22	0.024	0.906	10.179	-0.385
하부분야 9	에너지안보	15	0.026	0.934	14.571	-0.333

* '중심주제' 는 특정 하부분야 내 연결중심성이 가장 높은 키워드

** 'SMI' 는 그룹 외 링크 밀도와 그룹 내 링크 밀도 비율. 1에 가까울수록 그룹 내 링크 밀도가 높다는 것을 의미; 'Cohesion Index'는 그룹 내 링크 밀도를 그룹 외 링크 밀도로 나눈 값. 1 보다 클수록 그룹 내 링크 밀도가 높다는 것을 의미; ' E-I Index'는 그룹에 속한 노드에 연결된 링크가 그룹 내부 혹은 외부에 많은지 여부를 측정하며, -1에 가까울수록 그룹 내 링크가 많고, 1에 가까울수록 그룹 외 링크가 많다는 의미 (사이람, 2016).

V. 결론 및 시사점

본 연구는 1957년부터 2016년까지 국내 사회과학 학술지에 게재된 원자력 관련 전체 사회과학 논문 605건에 대한 지식 네트워크 지도를 구성하고, 사회연결망 이론을 적용하여 네트워크의 변화와 구조적 특징을 실증적으로 분석하였다.

분석 결과는 첫째, 국내에서 수행된 원자력 관련 사회과학 연구의 기술통계적 특징을 확인하였다. 국내의 원자력 사회과학 연구는 1957년부터 시작되어서 꾸준히 수행되었는데, 이후 2011년을 기점으로 논문발표가 급격히 증가했다. 논문이 발표된 학술지의 학제적 분류 기준으로, 가장 많은 연구를 수행한 분야는 법학이며 이후 행정학, 정책학, 정치학의 연구가 뒤따르고 있다. 또한, 원자력에 대한 사회과학 연구는 주로 대학에서 수행되었다. 원자력 기술 관련 연구개발이 정부출연 연구기관을 중심으로 수행된 반면, 사회과학 측면에서는 주로 대학이 원자력 과학기술의 정책연구를 포함한 사회과학 연구를 주도한 것이 확인되었다. 이는 향후 원자력 과학 기술 분야의 융복합 연구에 있어 대학과 출연기관 간 역할분담이 필요함을 시사한다.

둘째, 후쿠시마 원전사고가 발생한 2011년을 기점으로 사회과학의 원자력에 관한 연구가 양적, 질적으로 본격적으로 활성화 되었다. 2011년 3월 동일본대지진으로 인해 발생한 후쿠시마 원자력사고는 국내 사회과학연구자들이 본격적으로 원자력에 대한 연구를 수행하는 계기가 되었다. 분석 결과, 원자력 관련 사회과학 연구논문 발표 수 증가는 물론, 네트워크적 차원에서 2011년 이전과 이후의 지식 네트워크 규모가 확대하였음을 정량적으로 확인했다.

무엇보다 후쿠시마 사고는 사회과학자들의 연구주제가 보다 다양화되는 계기가 된 것으로 확인되었다. 후쿠시마 사고 이전, 사회과학 연구자들의 연구경향은 핵무기, 핵비확산, 과학기술 정책, 사회수용성 등이었다면, 후쿠시마 이후에는 원전해체, 손해배상 등과 같은 원자력 관련된 안전 현안으로 확대되었다. 또한, 다양한 국가들과의 비교연구를 통해 실제 현안에 대한 대안을 제시하는 처방적 연구를 수행하면서 사회과학자들이 보다 적극적인 연구를 수행해왔다는 점을 추정할 수 있다.

셋째, 하부 연구분야 도출을 통해 특정 연구주제별 쏠림현상을 확인했다. 본 연구에서 도출한 9개의 하부 연구분야는 네트워크 속성 값에서 차이를 보였다. 특히, 법학 관련 연구주제가 가장 높은 밀도를 갖는 반면 지속가능 발전과 에너지 믹스 관련 연구주제의 밀도가 가장 낮게 나타났다. 밀도가 낮은 연구분야는 다양한 연구 주제 간 상호 연결성이 떨어지는 분야로서, 지식 네트워크 규모 확대 측면에서 동 분야에 관한 연구가 향후 더욱 수행될 여지가 있다. 한편, 핵비확산 관련 연구분야는 국내 원자력 사회과학 연구에 있어 다양한 주제로 확산될 수 있는 주제로서, 정

치학, 국제관계학 등 관련 학제가 원자력에 관해 보다 많은 관심을 보여왔음을 확인했다.

이와 같은 연구결과를 통해 향후 원자력 관련된 사회과학 분야의 연구에 있어 다음과 같은 시사점을 제시한다. 우선, 정책적 측면에서 원자력 관련 사회과학 연구는 지식 네트워크 측면에서 보다 다변화될 필요성이 있다. 앞서 살펴봤듯이 국내 원자력 관련 사회과학 연구는 2011년을 기점으로 확대되는 추세에 있다. 최근 원자력의 인문사회적 연구의 중요성이 강조되고 있다는 점을 고려했을 때, 사회과학 연구자들의 연구참여가 증가하고 있다는 점은 고무적이다. 이때 국가가 필요로 하는 연구의 지식 네트워크적 관계 파악을 통해, 그간 네트워크 차원에서 다뤄지지 않았던 연구나 최근 사회과학자들이 주로 관심을 갖고 있는 주제에 대한 연구 지원을 한다면 보다 지원효과가 클 것으로 사료된다. 특히, 원자력 안전 분야 관련하여 다양한 정책현안이 대두¹⁰⁾되고 있는 바, 본 연구에서 제시하는 선행연구의 경향 파악은 효율적 정책연구 지원에 활용될 수 있다.

원자력 관련된 사회과학 논문을 통해 지식 네트워크를 구성하여, 연구경향 분석에 있어 정량적, 혹은 정성적 연구방법의 한계를 극복하고자 추진되었다. 연구의 한계는 지식 네트워크 분석에 있어 국내 한정되어 연구하면서, 네트워크 규모에 대한 평가 기준이 모호하다는 점이다. 이는 후속연구를 통해 타국의 지식 네트워크를 비교한다면 보완이 가능할 것이라 사료된다.

본 연구는 원자력을 바라보는 대중의 시선이 아닌 사회과학 학자들의 인식을 연구경향 분석을 통해 거시적으로 파악했다는 점에서 또 다른 의의가 있다. 제시된 분석 결과가 추후 보다 다양한 사회과학 연구자들의 원자력에 관한 다학제적 연구 참여에 활용되기를 기대한다.

10) 원자력 안전 분야에 대한 정책적 현안은 다양하게 진화되고 있다. 실제로 원자력안전법은 2011년 7월 제정 이후, 3년 간 총 5차례의 개정 과정을 거쳐 법령의 범위와 내용을 확대하고 있다(국가법령정보센터, 2017). 최근 원전해체, 공항만의 수출입화물 감시체계, 생활방사선 규제 등 원자력 관련 안전현안이 대두되면서 행정적, 제도적 대안이 제시될 필요성이 제기되고 있다.

참고 문헌

- 강남준 (2008), “과학기술과 인문사회과학의 융합연구 활성화 방안”, 「교육과학기술부 연구과제 최종보고서」, 2008.9.20., 서울: 서울대학교.
- 고재창, 조근태, 조운호 (2013), “키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 기술경영의 최근 연구동향”, 「지능정보연구」, 19(2) : 101-123.
- 국가법령정보센터, “원자력안전법”, <http://www.law.go.kr/법령/원자력안전법> (접속일: 2017년 4월 9일)
- 김영곤, 김주경, 최일환 (2015), “원자력 갈등해결을 위한 수용성 확보에 관한 연구: 수용성 측정지표를 중심으로”, 「분쟁해결연구」, 13(2) : 41-76.
- 김용학, 김영진 (2016), 「사회연결망분석」, 서울: 박영사.
- 김형국, 김영준 (2015), “한국형 원전해체 추진체계 구축방향에 관한 해외사례 비교 연구”, 「국제지역연구」, 9(1) : 3-32.
- 김효정 (2014). 「원자력 안전과 규제」, 서울: 한스하우스.
- 미래창조과학부 (2017), “국민과 함께하는 원자력, 향후 5년 간의 국가 원자력 정책 청사진 제시”, 보도자료 (2017.1.26.).
- _____ (2016), “과학기술 인문사회 융합연구사업 신규 연구과제 선정”, 보도자료 (2016.10.24.).
- 박성제, 이재욱, 이현우 (2016), “스포츠 심리학 주제영역 키워드의 소셜 네트워크 분석 기반 학술지식지도(Knowledge map) 구축”, 「한국체육학회지」, 55(3) : 187-198.
- 사이람 (2016), 「NetMiner Module Reference」, 서울: 사이람.
- 연합뉴스 (2016), “서울대 원자력정책센터 출범…“원자력 신뢰 높일 것“, (2016.11.4.)
- 윤병운, 이욱, 박용태 (2005), “특허 인용 자료를 활용한 동북아 국가의 산업간 기술지식 흐름 및 구조 분석: 한국, 일본, 대만을 중심으로”, 「기술경영경제학회」, 13(3) : 197-224.
- 이성신 (2016), “키워드 네트워크 분석을 통한 도서관마케팅 연구 경향 분석”, 「한국문헌정보학회지」, 50(3) : 383-402.
- 이주연, 한승환, 권기석 (2015), “키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 최근 10 년 법학연구 동향”, 「아주법학」, 8(4) : 519-539.
- 이재혁, 손용훈 (2016), “키워드 네트워크 분석을 활용한 생태관광 연구경향 분석”, 「농촌계획」, 22(2) : 45-55.
- 임도빈, 조원혁, 차세영, 정지수, 이민아 (2013), “국제개발행정분야 연구동향에 관한 메타분석: 정부경쟁력 관점에서”, 「행정논총」, 51(2) : 31-59.
- 임홍탁, 김신, 장진찬 (2012), “원자력 과학기술과공공기관: SCI 논문과 특허 분석”, 「한국정책학회보」, 21(3) : 415-439.

- 이수상 (2012), 「네트워크 분석 방법론」, 서울: 논형.
- 이현철, 김영천, 김경식 (2013), 「통합연구방법론:질적연구+양적연구」 서울:아카데미 프레스.
- 장세은, 이수호 (2016), “키워드 네트워크 분석을 통한 세계 해운경제의 연구 주제와 동향에 대한 연구”, 「한국항만경제학회지」, 32(1) : 79-95.
- 조성경 · 오세기 (2002), “원자력시설 및 정책의 수용성에 영향을 미치는 인식인자 도출에 관한 이론적 고찰”, 「에너지공학」, 11(4) : 332-341.
- 진상현 (2009), “한국 원자력 정책의 경로의존성에 관한 연구”, 「한국정책학회보」, 18(4) : 123-145.
- 통계청, “국가지표체계”, <http://www.index.go.kr> (접속일: 2017년 2월 28일).
- 한국교육학술정보원 학술연구정보서비스(RISS), <http://www.riss.kr> (접속일: 2017년 1월 2일).
- 한국연구재단 한국학술지인용색인, <https://www.kci.go.kr> (접속일: 2017년 1월 2일).
- 한국원자력문화재단 (2017), “2016년 원자력 국민인식 정기조사 결과”, http://knea.or.kr/bbs/board.php?bo_table=302020&wr_id=43 (접속일: 2017년 4월 9일).
- 함철훈 (2013), 「원자력손해배상법: 후쿠시마 원전사고와 배상실무」, 서울: 진원사.
- _____ (2009), 「원자력법제론」, 서울: 법영사.
- 허정은, 양창훈 (2013), “네트워크 분석을 통한 융합연구 구조 분석”, 「기술혁신학회지」, 16(4) : 883-912.
- 홍덕화 (2016), “한국 원자력산업의 형성과 변형: 원전 사회기술체제의 산업구조와 규제양식을 중심으로, 1967-2010”, 서울대학교 박사학위 논문.
- Beaver, William (1987). “Duquesne Light and Shippingport: Nuclear Power Is Born in Western Pennsylvania”, *The Western Pennsylvania Historical Magazine*, 70(4) (October 1987) : 345-346.
- Clauset, Aaron., Newman, Mark., Moore, Cristopher (2004), “Finding community structure in very large networks”, *Physical review*, E. 70(6) : 066111.
- Fischhoff, Baruch., Slovic, Paul., Lichtenstein, Sarah., Read, Stephen., Combs, Barbara (1978), “How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits”, *Policy Science*, 9(2) : 127-152.
- Freeman, Linton C. (1978), “Centrality in social networks conceptual clarification”, *Social networks*, 1(3) : 215-239.
- Gil-Leiva, I., Alonso-Arroyo, A. (2007), “Keywords given by authors of scientific articles in database descriptors”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(8) : 1175-1187.

- Hultman, Nathan E. (2011), “The political economy of nuclear energy“, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(3) : 397-411.
- IAEA (1972). “The Structure and Content of Agreements between the Agency and States Required in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons“, IAEA INFCIRC/153, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1972/infcirc153.pdf> (접속일: 2017년 5월 11일).
- MacKerron, Gordon (2004), “Nuclear power and the characteristics of ‘ordinariness’ —the case of UK energy policy“, *Energy Policy*, 32(17) : 1957-1965.
- Su, Hsin-Ning, Lee, Pei-Chun (2010), “Mapping knowledge structure by keyword co-occurrence: a first look at journal papers in Technology Foresight“, *Scientometrics*, 85(1) : 65-79.
- Prell, Christina (2012), 『Social Network Analysis: History, Theory and Methodology』, Sage: London.
- World Nuclear Association (2017), “Nuclear Power in France“, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx> (접속일: 2017년 4월 9일).

김영준

경희대학교 평화복지대학원에서 아태지역학 석사학위를 취득한 후, 프랑스 Université de Montpellier에서 국제원자력법 디플로마를 취득하고, 현재 충남대학교 국가정책대학원 과학기술정책전공 박사과정에 재학 중이다. 외교안보연구원을 거쳐 현재 한국원자력협력재단에서 교육기획팀장으로 근무 중이다. 관심분야는 원자력 정책, 핵비확산, 사회연결망 분석 등이다.

왕영민

고려대학교에서 “Network analysis of international alliance system” 로 석사학위를 취득한 후, 오스트리아 University of Wien에서 유럽정치학 디플로마를 취득하고, 현재 성균관대학교 국정전문대학원에서 박사과정에 재학중이다. 외교안보연구원을 거쳐 현재 남북하나재단 연구개발팀 연구원으로 근무 중이다. 관심분야는 북한문제, 복잡계, 빅데이터 분석 등이다.

〈부록〉 유사어 정제(클러스터링) 기준

연번	원단어	수정 단어
1	3.11 동일본대지진	동일본대지진
2	1982년유엔해양법협약	유엔해양법협약
3	EURATOM조약, 유럽공동체(EURATOM), 유라툼(Euratom)	EURATOM
4	유럽연합(EU), 유럽연합, EU,	유럽연합
5	EVL(Exit,voice,Left), EVL모형	EVL모형
6	한국전력공사(한전), 한국전력, 한전	한국전력공사
7	NPT, 핵확산금지조약, 국제핵비확산체제(NPT Regime), 핵비확산조약, 핵무기비확산조약, 핵비확산조약	NPT
8	PR	PR커뮤니케이션
9	UAE, UAE원전사업, UAE원전수출	UAE원전수출
10	가치네트분석, 가치네트워크, 가치사슬	가치네트워크
11	갈등보도, 사회적갈등보도	갈등보도
12	특허강제실시, 강제실시	특허강제실시
13	경제성, 경제적효과	경제성
14	경제적파급효과, 국민경제적파급효과	경제적파급효과
15	계속운전, 설계수명후계속운전	계속운전
16	고준위방사능폐기물, 고준위방사성폐기물, 고준위방사선폐기	고준위방사성폐기물
17	공공R&D, 공공연구기관	공공연구
18	공급유도형, 공급유도형모형	공급유도형
19	수요유도형, 수요유도형모형	수요유도형
20	공급의무, 공급의무화제도	공급의무
21	공론화, 사회적공론화	공론화
22	공론화위원회, 사용후핵연료공론화위원회	사용후핵연료공론화위원회
23	과학거버넌스,	거버넌스
24	과학기술관련사회쟁점, 과학기술사회쟁점, SSI	과학기술사회쟁점
25	과학기술인, 과학기술전문가	과학기술전문가
26	초등학교교사, 예비과학교사, 교사	교사
27	구조방정식모형, 구조방정식모델, PLS구조방정식	구조방정식모형
28	안보, 국가안보	국가안보
29	국가의안전보호의무, 국민의안전보호의무	안전보호의무
30	인식, 국민인식, 핵에너지에대한인식, 에너지인식, 인식분석	원자력에대한인식
31	환경위험인식, 위험인식, 인식된위험, 원자력위험인식, 위험인식변화	위험인식
32	국제원자력기구, IAEA,	IAEA
33	국제비확산체제, 국제정치레짐, 핵비확산레짐, 비확산체제	국제핵비확산체제
34	군축위원회회의, 군축회의	군축회의
35	규제, 원자력안전규제, 원자력안전규제정책, 원자력규제	안전규제
36	기술시민성, 기술시민권	기술시민성

2017 한국기술혁신학회 춘계학술대회

37	기후변화대응, 기후변화정책, 기후변화법제, 기후변화대응정책, 기후변화정책레짐	기후변화정책
38	네트워크텍스트분석, 사회네트워크분석, 언어네트워크분석, 사회연결망분석	네트워크분석
39	녹색성장, 저탄소녹색성장	녹색성장
40	뉴스, 보도, 언론보도, 원자력뉴스노출,	언론보도
41	수출통제체제, 수출통제, 다자간수출통제체제	국제수출통제체제
42	중국원자력..., 미국원자력,,,	국가명과 회의명 분리 (예: 중국, 원자력... / 미국, 원자력...)
43	양자/다자협력, 다자협력체제	국제협력체제
44	대량살상무기, 대량파괴무기	대량살상무기
45	대재해손해, 손해	원자력손해
46	독립성, 안전규제의독립성	독립성
47	동북아지역협력체, 동북아공동체	동북아협력체
48	동일본대진재, 동일본대지진	동일본대지진
49	로지스틱회귀분석, 패널회귀분석, 위계적조절회귀분석	회귀분석
50	루머의확산과수용, 루머커뮤니케이션	루머커뮤니케이션
51	미국양자원자력협정, 미국의표준협정	미국, 원자력협정
52	미국비확산정책, 미국원자력수출통제	미국의핵비확산정책
53	풀뿌리 민주주의, 민주주의	민주주의
54	박근혜, 박근혜정부	박근혜정부
55	방사능오염수방출, 방사능오염수의해양배출	방사능오염수방출
56	방사성폐기물, 방폐물	방사성폐기물
57	방사성폐기물처분장, 핵방폐장, 핵폐기장	방사성폐기물처리장
58	배상책임보험, 손해배상책임보험, 손해보상보험	손해배상책임보험
59	손해배상조치	손해배상
60	자연기술복합재난, 복합재난	복합재난
61	재난관리, 재난관리체계	재난관리
62	Vienna Convethion, 비엔나협약, 비엔나조약	비엔나조약
63	비용-편익분석, 비용편익분석	비용편익분석
64	비확산	핵비확산
65	사회기술체계, 사회기술체제	사회기술체계
66	사회적비용, 사회적한계비용	사회적비용
67	산업연관모형, 산업연관분석	산업연관분석모형
68	삼척, 삼척시	삼척시
69	상호지향성분석, 상호지향성	상호지향성분석
70	생존권, 평화적생존권	생존권
71	생태근대화, 생태적근대화	생태근대화
72	핵안보정상회담, 핵안보정상회의	핵안보정상회의
73	세계정치, 국제정치레짐	국제정치
74	세일가스, 세일가스	세일가스
75	커뮤니케이션, 정책소통, 정치적소통	소통
76	한국수력, 한국수력(주), 한수원	한국수력원자력(주)
77	수용성, 발전소수용성, 원자력수용도, 원자력신뢰및수용성	사회수용성

78	수치모의, 수치모델	수치모델링
79	스트레스, 직무스트레스	스트레스
80	시설물안전법, 시설물안전관리법	시설물안전관리법
81	재생에너지, 신재생에너지, 신재생에너지, 재생가능에너지	신재생에너지
82	신문, 신문사설	신문
83	인터뷰, 심층인터뷰	인터뷰
84	안전, 원전안전, 핵안전	원자력안전
85	안전법, 핵안전법	원자력안전법
86	안전요건, 안전기준	안전기준
87	정책융호연합모형, 정책융호연합(ACF), 융호연합모형(ACF)	정책융호연합모형(ACF)
88	요인분석, 확증적요인분석	요인분석
89	원자력거버넌스,	거버넌스
90	원자력규제, 안전규제	원자력안전규제 (단, 해외국가의 경우 원자력규제위원회 등 원자력규제 용어 유지)
91	원자력발전시설, 원자력발전시설물, 핵발전소	원전
92	원자력관련법령체계, 원자력법제	원자력법
93	원자력사고, 원전사고, 핵사고, 원자력재해	원자력사고
94	원자력사업자, 원전사업자	원전사업자
95	원자력산업, 원전산업, 핵산업	원전산업 -원자력산업, 원전산업 두 개념은 다르지만, 맥락상 원전을 일컫기에 통일했음
96	보충기금협약(CSC), 보완적보상기금협약	보충기금협약(CSC)
97	원자력손해배상책임보험계약, 원자력손해보상계약	원자력손해배상계약
98	핵에너지, 핵에너지이용, 원자력에너지	원자력발전
99	원자력에너지정책	원자력정책
100	원자력협력협정, 원자력협정	원자력협력협정
101	원자무기	핵무기
102	통합적위험관리, 위험관리	위험관리
103	유전자변형, 유전자조작	유전자조작
104	유전공학기술, 유전공학	유전공학
105	협오시설입지선정, 입지선정	입지선정
106	자연재해, 지진등자연재해, 재해	자연재해
107	농축재처리, 재처리	재처리
108	에너지믹스, 전원믹스	에너지믹스
109	절차적정의, 절차적합리성	절차적정의
110	정책만족, 정책만족도	정책만족
111	제3자효과, 제삼자효과	제3자효과
112	조건부가치평가법, 조건부가치측정법	조건부가치평가법
113	주민참여, 주민참여절차	주민참여
114	발전수주변지역, 원자력발전소주변지역, 원전주변지역, 원전주변지역사업자지원	원전주변지역

2017 한국기술혁신학회 춘계학술대회

115	지구온난화대책, 지구온난화	지구온난화
116	지방자체, 지방자치	지방자치
117	지방정부	지방자치단체
118	최대지불의사금액, 지불의사금액(WTP)	지불의사금액(WTP)
119	지속가능한발전, 지속가능한성장	지속가능한발전
120	지식, 지식수준	지식
121	지역기피시설, 혐오시설	혐오시설
122	지역수용성, 원전지역수용성	지역수용성
123	지원금제도, 지원금	지원금
124	책임의집중, 책임집중, 책임집중의원칙	책임집중
125	중간저장, 처분전보관시설	중간저장
126	탈원전	탈원전
127	태양광발전, 태양에너지	태양에너지
128	퍼지위험분석, 위험분석, 프로젝트위험분석	위험분석
129	한수원원전비리사건, 원전비리	원전비리
130	해양, 해양환경, 해양환경보호	해양환경
131	해체, 원전해체, 제염해체	원전해체
132	핵공급국책임, 핵공급국그룹	핵공급국그룹
133	핵사찰, 현장사찰	핵사찰
134	핵시설	원자력시설
135	휴리스틱스, 휴리스틱-체계적정보처리모형, 휴리스틱	휴리스틱스정보처리모형
136	후쿠시마원전사고, 후쿠시마, 일본원전사고, 후쿠시마발전소사고, 후쿠시마사고	후쿠시마원전사고
137	후쿠시마발전소,	후쿠시마원전