



원자력을 바라보는 사회과학의 시선

1950년대부터 2016년까지 연구 경향과 구조적 특징 분석¹⁾

김영준

한국원자력협력재단 GIF협력팀장



- 중앙대 국제관계학 학사
- 경희대 평화복지대학원 이태지역학 석사
- 프랑스 몽펠리에대학 국제원자력법 Diploma
- 충남대 국가정책대학원 과학기술정책전공 박사과정 재학중('17~)
- U.S. Committee for Human Rights in North Korea 연구원
- 국립외교원 미주연구부 연구원
- IAEA RCA 인력양성 중장기사업 실무그룹 위원
- 한국원자력협력재단 선임연구원 (교육기획팀장)

머리말

원자력에 대한 세간의 관심이 뜨겁다. 하루가 멀다 하고 원자력에 대한 언론 기사가 쏟아지고, 낯선 이름의 시민단체가 원자력에 대한 입장을 발표하는 나날이다.

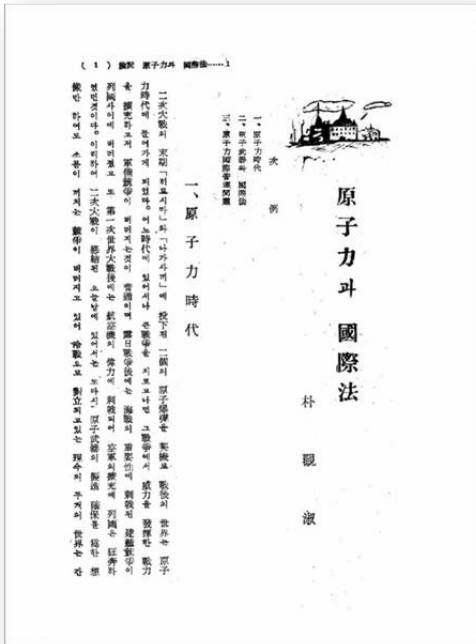
원자력에 대한 사회의 변화가 본격화된 시점은 2011년 3월이다. 생방송으로 중계된 후쿠시마 원전 사태는 그간 원자력에 대한 국지적 관심을 전국적인 이슈로 만들었다. 이후 언론과 시민사회, 학술사회의 움직임도 급변했다.²⁾

원자력계의 한 전문가는 최근 원자력에 대한 높은 관심을 ‘그간 원자력계가 수십 년 투자해도 못 이뤘던 홍보 성과’라는 자조 섞인 비평을 한 바 있다.

사실 원자력은 거대 과학적, 거대 기술적 특성 상 사회의 변화에 상대적으로 민감할 수밖에 없다. 이에 여론의 변화를 감지하려는 노력은 대중의 인식을 중심으로 다수 선행되었지만, 사회 문제를 비판적으로 바라보고 대

1) 본 원고는 김영준·왕영민(2017)의 연구 논문을 일부 요약 및 각색했음. 김영준·왕영민(2017). “키워드 네트워크 분석을 통한 원자력 관련 사회과학 연구경향 분석”, 『기술혁신학회지』, 20(4): 1057-1088.

2) 2008년에서 2011년까지 국내 9개 종합일간지의 사실은 총 155건 중 UAE 수출 전후 3년간 단 19건이던 것이 2011년 3월 11일 이후 12월까지 단 9개월 간 총 135건의 사실이 원자력을 다루었다. 학자들의 연구도 급증하는데, 1957년부터 2010년 간 사회과학 분야 원자력 관련 연구 논문의 발표 수가 연간 평균 6.29편이었다가 2011년 한 해에만 65편이 발표되었다. 이 시기에 최초로 경향신문이 2011.3.27.일자 지면을 통해, 원자력 이해관계자를 비하하는 ‘원자력마피아’ 혹은 ‘핵피아’라는 신조어를 사용했다.



국내 최초의 원자력 관련 사회과학 연구 논문, 박관숙(1957), “원자력과 국제법”, 『법조』 6(2): 1-9.

안을 제시하는 사회과학자들의 연구 활동에 대한 검토는 부재했다.

정책학적 관점에서 학술 사회는 사회 내부에 잠복된 문제와 변화에 상대적으로 민감하고, 때때로 정부보다 앞서 대안을 제시함으로써 정책 결정 과정에 참여하며, 나아가 사회의 담론을 변화시킬 수 있는 숨은 집단이다.³⁾

최근 원자력에 내부에서도 2016년부터 원자력정책 센터가 잇따라 개소하는 등 사회과학적 접근의 중요성

이 주목을 받고 있기도 하다.

본고는 원자력에 대한 사회과학 학술자들의 연구 경향을 이해하고 그간의 연구 결과로 축적된 지식의 구조적 특징을 분석함으로써, 원자력에 대한 사회과학자들의 시선을 이해할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

연구대상은 국내 사회과학 학술지에 1957년부터 2016년까지 게재된 전체 학술논문이며, 과학계량학(Scientometrics) 관점에서 이들의 연구 경향과 지식의 구조적 특징을 분석하기 위해 사회연결망 분석(Social Network Analysis) 기법을 활용하였다.

이를 통해 원자력을 다루는 사회과학 연구 분야에 있어 장기간 축적된 지식 네트워크의 구조를 분석함은 물론, 향후 원자력에 대한 사회과학 연구 확대에 기여할 수 있는 실증적 기초 자료를 제공하고자 한다.

연구 경향 분석과 지식 네트워크

특정 분야의 연구 경향 분석은 다양한 학문 분야에서 주요하게 다뤄왔던 연구 주제 중 하나이다. 연구 경향 분석은 과거에 축적된 정보와 지식의 흐름을 전반적으로 검토하고 특성을 분석하여 미래 연구 방향을 가늠하고 전망하는, 즉 ‘연구에 대한 연구(analysis of analysis)’라고 할 수 있다.⁴⁾

연구 경향 분석의 방법은 지속적으로 보완되고 개선되어 왔다. 이는 경향 분석이 장기간에 걸친 방대한 양의 정보와 지식에 대한 체계적, 객관적 분석을 수행해야 한다는 점에서 현실적 한계가 존재하기 때문이다.

최근에는 방대한 규모의 소위 빅데이터 분석이 가능

3) Kingdon, John W. (1995), 『Agendas, Alternatives, and Public Policies』, New York: HarperCollins College Publishers.

4) Glass, Gene V. (1976), “Primary, Secondary, and Meta-analysis of Research”, Educational researcher, 5(10): 3-8.



한 사회연결망 분석 기법이 주목을 받고 있다.⁵⁾ 사회 연결망 분석(SNA: Social Network Analysis)은 집단 내 개체의 상호 작용에 관심을 두고, 개체 간 연결 상태 및 연결 구조의 특성을 계량적으로 파악하여 네트워크 모델링을 통해 시각적으로 분석하는 기법이다.⁶⁾ 기존 통계적 접근 방법이 환원론적 인식하에 속성 간 상관 관계를 분석했다면, 네트워크 분석 방법은 전체 주의에 입각해서 속성 간 관계의 패턴을 분석한다.⁷⁾

본고는 원자력에 관한 사회과학 연구 논문의 연구 경향 분석을 위해 키워드 네트워크 분석 방법을 활용한다. 분석 절차는 우선, 학술 정보 데이터베이스를 통해 분석 대상 논문과 문헌 정보를 수집하고, 기술통계적 접근을 통해 데이터의 특징을 도출한다.

논문 데이터는 한국연구재단의 한국학술지인용색인(KCI)과 한국교육학술정보원의 학술연구정보서비스(RISS) 두 곳의 통합 검색 기능을 활용, 사회과학으로 분류된 국내 등재지 및 등재 후보지에 게재된 연구 논문 중 검색어 ‘원자력’에 해당되는 논문 605건을 수집했다.⁸⁾

실제 네트워크 분석에 활용된 문헌 정보는 저자 제시 키워드인데, 이는 저자가 후속 연구자 및 사용자에게 연구를 통해 습득한 정보와 지식을 의도적, 함축적

으로 전달할 수 있는 기준으로 의의가 있다.⁹⁾ 이에 수집된 논문 데이터 605건 중 2개 이상의 저자 제시 키워드를 포함한 528건의 논문에서 총 2,751개의 키워드 데이터를 추출했다.

추출된 키워드는 다시 국문을 기준으로 표준화 교정 과정, 유사 키워드 간 클러스터링(clustering) 정제 과정을 각각 거쳐 용어를 통일했다. 예를 들어 원전을 통한 전력원(電力原)으로서 사용된 ‘핵발전’, ‘원자력에너지’와 같은 용어는 모두 ‘원자력발전(發電)’으로 변경했다. 이 과정을 거쳐 총 2,751개의 키워드 중 1,818개의 키워드를 도출했다. 키워드 데이터는 연구 논문 간 동시 출현 빈도 분포를 살펴본 결과, 약 80%의 키워드가 1개의 논문에 1번 출현하는 멱함수 분포를 나타내고 있음을 확인했다.

이후 수집된 키워드 데이터를 바탕으로 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크를 구성했다. 네트워크 구성은 각 연구 논문별 키워드 데이터의 유사성 측정을 위해 자카드 계수(Jaccard Coefficient)를 적용하였으며, 각 노드의 연결 방향성을 고려하지 않고 유사도 값은 0~1 사이로 수치화하여 관계 속성을 산출하였다.¹⁰⁾

이를 통해 지식 네트워크가 구성되면, 축적된 지식 네트워크의 구조적 특징을 도출하기 위한 속성

5) 고재창 · 조근태 · 조윤호 (2013), “키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 기술경영의 최근 연구동향”, 『지능정보연구』, 19(2): 101-123;

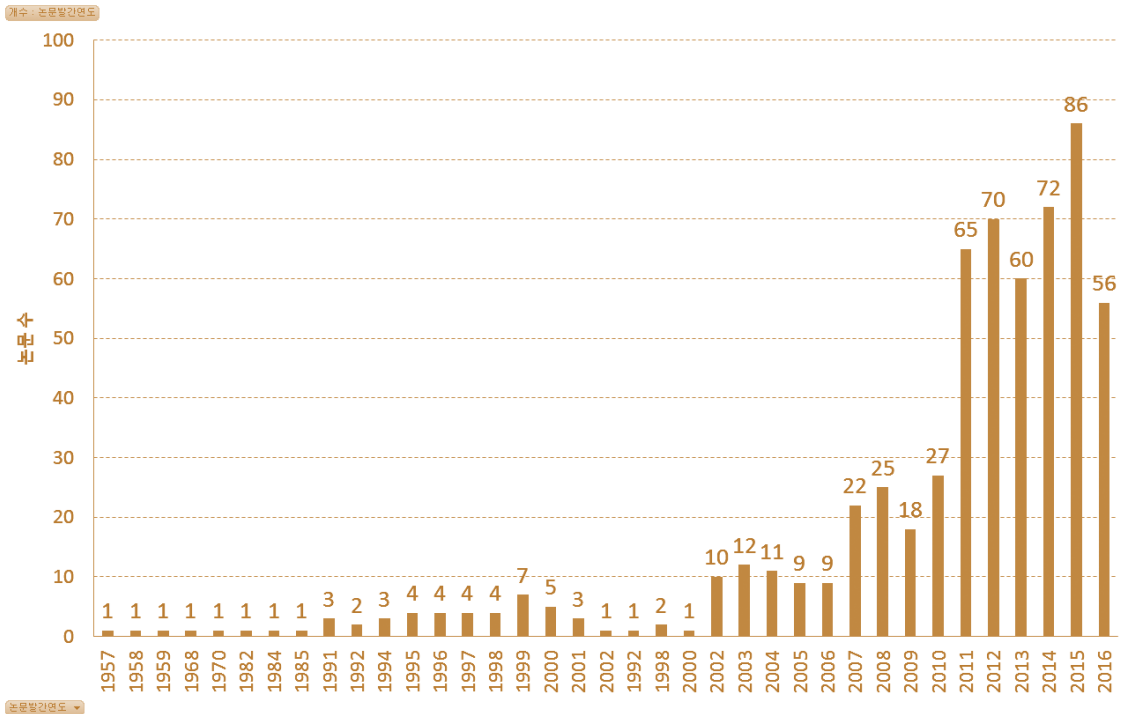
6) 김용학, 김영진 (2016), 『사회연결망분석』, 서울: 박영사.

7) 이수상 (2012), 『네트워크 분석 방법론』, 서울: 논형.

8) KCI와 RISS 시스템에서 검색 결과가 상이했기에, 상호 중복 및 누락을 방지하기 위해 두 시스템에서 검색한 논문 데이터를 상호 교차 검토를 수행했다. 데이터 수집 방법은 각 DB 시스템의 통합 검색 기능을 통해 검색어 ‘원자력’을 입력, 추출된 논문 데이터를 수집했다. DB 운영기관(한국연구재단, 한국교육학술정보원) 담당자에 따르면, 통합 기능 검색어 기능은 논문의 제목, 저자 이름, 저자 소속, 주제어(키워드), 초록에서 검색어와 동일한 단어를 포함한 논문을 제시하는데, 이때 본문은 검색에서 제외된다. 단, 논문의 목차는 한국연구재단 KCI DB는 제외된 반면, 교육학술정보원 RISS는 검색대상에 포함한다.

9) Gil-Leiva, I., and 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.

10) Niwattanakul, Suphakit., Singthongchai, Jatsada., Naenudorn, Elkkachai., Wanapu, Supachanun (2013). "Using of Jaccard Coefficient for Keywords Similarity", Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, 1(6), 2013.



〈그림 1〉 국내 원자력 관련 사회과학 연구 논문 발표 추이 (1957-2016)

(property) 분석, 영향도가 높은 연구 주제 도출을 위한 중심성(centrality) 분석, 마지막으로 응집성(cohesion) 분석을 통한 세부 연구 분야(community) 도출을 각각 수행하였다.¹¹⁾

원자력-사회과학 연구의 일반 현황

한국의 원자력 관련 사회과학 연구는 1957년 「법조」 6권 2호에 발표된 「원자력과 국제법」이라는 논문에서 비롯되었다.¹²⁾ 1958년 원자력법 제정을 시초로

본격적인 원자력 정책이 착수되기 이전부터, 원자력 도입에 따른 국제법적 차원의 논의가 진행된 것이다.

이후 발표된 연구 논문의 기술통계적 특징을 살펴보면, 첫째 사회과학 분야의 원자력 관련 연구 논문의 발표 건수는 〈그림 1〉과 같이 2011년을 기점으로 대폭 증가했다. 둘째, 논문이 게재된 학술지의 학제적 분류에 따르면, 원자력 관련된 사회과학 연구논문을 가장 많이 발표한 분야는 법학(33%)이며, 행정학 및 정책학(26%), 정치학(10%), 국제관계학(7%), 커뮤니케이션학(6%), 경제학(5%), 경영학(4.8%), 사회학(4.1%), 교

11) 상세 분석방법 및 절차는 김영준·왕영민(2017) 참조.

12) 박관숙 (1957), “원자력과 국제법”, 「법조」, 6(2): 1-9.



육학(4%) 순으로 연구가 수행되었다.¹³⁾ 셋째, 논문 제 1저자의 소속기관을 중심으로 원자력 관련 사회과학 연구 논문을 발표한 기관 현황을 살펴보면, 지난 60년 간 대학에서 주로 연구가 수행되었던 반면 제1저자가 정부 출연기관 소속인 연구 논문은 65편으로 나타났다.

한편, 각 연구 논문에 있어 저자가 제시한 키워드의 빈도를 살펴보면 전체 기간 중 가장 높은 키워드는 ‘원자력발전’으로 나타났다. 1957년에서 2010년까지 기간 중 가장 높은 동시 출현 빈도를 갖고 있는 키워드는 ‘과학기술’인데, 2011년에서 2016년 기간에는 ‘원자력 발전’으로 변화되었다.

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

세 번째 특징은 원자력 관련 연구의 다양성이 확대되었다. 2011년 이전과 이후 동안 신재생에너지의 동시 출현 빈도는 7에서 18로 증가되었으며, 연관 키워드인 ‘녹색성장’이 상위 20개 목록에 추가되었다.

또한, 1957년에서 2010년 간 ‘거버넌스’, ‘바이돌법(Bayh-Dole Act)’과 같이 국내 과학기술 정책 관련 키워드들이 상위에 분포했던 것과 달리, 2011년 이후부터는 기술의 해외 수출과 관련된 ‘프로젝트 파인انس’가 등장하였고, ‘사용후핵연료’, ‘핵테러리즘’과 같은 원자력계 최근 현안도 다뤄졌다.

지식 네트워크 구성 및 분석 결과

1. 네트워크 속성 분석

상술한 지식 네트워크 구성 결과 <그림 2>와 같이 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 지도를 도출할 수 있었다. 국내 원자력 관련 사회과학 연구의 지식 네트워크는 117개 노드와 199개 링크로 구성되었다. 동 네트워크는 연결 정도 566, 밀도 0.065, 평균 연결 정도 4.3이며, 중앙 집중도 5%에 파당 33개로 구성된 무척도 네트워크(scale-free network)로 나타났다.

본 연구에서 유사도 임계치는 자카드 계수가 0.1 이하인 것으로 설정하였으므로, 임계치 이하의 연결성을 갖는 키워드들은 제거하고, 이상의 연결성을 갖는 키워드만을 지식 네트워크 시각화에 활용하였다.

국내 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 규모는 <표 1>에서 보이는 바와 같이, 1957년 최초 연구 논문 발표 이후 지속적으로 확대되었는데, 특히 2011년 후쿠시마 사고 이후 연구 논문 생산이 급증하는 시점부터 본격적으로 성장했다.

1957년에서 2011년 간 형성된 지식 네트워크는 이후 연결 정도가 26에서 363으로 증가했으며, 밀도는 0.137에서 0.083으로 낮아져 보다 다양한 주제를 다루는 후속 연구가 수행되어 왔음을 알 수 있다. 이와 같은 경향은 평균 연결 정도의 차이에서도 발견되는데, 이는 1957-2011년 간 1.3이던 값이 2011-2016년 간 3.9로 상승하면서 네트워크 규모가 점차 확대되

13) 한국연구재단의 사회과학 학술지 분류는, 대분류는 사회과학, 중분류부터 각 세부학계로 구분된다. 이때 중분류의 경우, ‘사회과학일반’, ‘기타 사회과학’ 등과 같이 모호한 분류 기준이 일부 확인하였다. 따라서 학제적 기준을 보다 명확하게 하기 위해, 기존 분류가 모호한 분류 기준을 갖고 있는 논문의 경우, 우선 해당 논문의 내용과 제1저자의 전공을 고려하여 해당 논문을 재분류했다. 또한, ‘정치외교학’은 ‘정치학’과 ‘국제관계학’으로 세분화하였고, ‘신문방송학’과 ‘광고홍보학’ 및 ‘언론학’은 모두 ‘커뮤니케이션학’으로 통합 분류했다.



〈표 1〉 2011년 전후 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 규모 비교

구분	1957-2010	2011-2016
연결 정도	26	363
밀도	0.137	0.083
평균 연결 정도	1.3	3.9
집중도 (%)	14	9.7
파당 개수 (최소 연결 노드 : 3)	5	25

네트워크 지도
(circular map)

‘손해배상’, ‘책임집중’, ‘비엔나조약’, ‘원자력손해’, ‘핵안보’, ‘파이로프로세싱’의 순으로 연결 중심성 상위 10개의 연구주제가 구성되었다.

앞에서 상술했듯이, 원자력 관련 사회과학 연구 논문은 법학 분야의 논문이 가장 많이 발표되었는데, 네트워크 연결 중심성 분석 결과 상위 10위 내 원자력 법제 관련 손해배상법, 책임집중, 비엔나조약¹⁴⁾과 같은 연구 주제들이 다뤄졌음을 확인하였다.

‘NPT’, ‘핵안보’, ‘파이로프로세싱’등 핵비확산 관련 연

구 주제들이 국내 원자력 관련 사회과학 연구에 있어 중심성이 높은 점은 주목할 만하다. 국제 사회는 원자력 과학기술의 이중성에 기인하여 군사적인 전용을 방지하기 위한 일련의 제도를 구축해왔다. 원자력을 도입하려는 전 세계 모든 국가는 1970년 발효된 NPT를 근간으로 국제 사회가 IAEA의 안전조치(safeguard) 활동을 협조하여 군사적 전용을 방지해야 한다. 또한, 한미 원자력협력협정과 같은 국가 간 양자협정, 원자력공급 국그룹(NSG: Nuclear Supply Group) 등과 같은 국제

14) 비엔나조약은 원자력 손해배상에 관한 국제 조약 중 하나이다. 원자력 사고는 자국의 국경을 넘어 국제적 피해 가능성이 높기 때문에, 자국 및 타국의 피해자 보호라는 문제가 발생되기 마련이다. 이에 유럽을 중심으로 국제 사회는 원자력 사고에 따른 손해에 대한 민사 책임 관련 조약 체계를 마련해왔다. 대표적 원자력 손해배상 국제 조약은 ‘파리조약’과 ‘비엔나조약’이 있다. 함철훈 (2013), 『원자력손해배상법: 후쿠시마 원전사고와 배상실무』, 서울: 진원사.

〈표 2〉 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	국제핵비확산 체제	핵안보
4	IAEA	IAEA	한국수력 원자력(주)	원자력시설	프랑스	네트워크 분석
5	과학기술	기후변화정책	핵안보	미국	손해배상	갈등관리
6	에너지정책	위험인식	미국	일본	책임집중	경제성
7	핵비확산	핵비확산	일본	에너지정책	비엔나조약	지식
8	거버넌스	비엔나조약	네트워크분석	기후변화	원자력손해	핵안보 정상회의
9	핵무기	원자력법	원자력손해 배상법	네트워크분석	핵안보	원전해체
10	위험인식	사회수용성	원자력시설	원자력손해 배상법	파이로 프로세싱*	프랑스

*전체기간의 연결중심성 10위 키워드는 '파이로프로세싱'외, '핵비확산', '파리협약', '삼척시', '핵무기', '원전해체', '한국수력원자력(주)', '위험책임', '한미원자력협력협정', '네트워크분석', '원자력시설', '원자력사고'가 있다.

수출입 통제 체제에 의거하여 기술의 해외 이전과 확산 활동에 대한 국제적 제약을 따라야 한다.

원자력 관련 사회과학 연구 네트워크에서 이와 같이 핵비확산과 이에 대한 국제 체제가 다수 다뤄져 왔다는 점은 원자력이 갖고 있는 국제 관계적 특수성을 잘 나타내고 있다고 볼 수 있다.

한편, '프랑스'가 연결 중심성이 높은 연구 주제로 도출된 점은 매우 흥미롭다. 프랑스는 전체 전력 생산량의 75%를 원자력에 의존하고 핵심 이해 관계자가 공

기업 및 기관으로 구성된 정부 주도의 원전산업 구조를 갖고 있다.¹⁵⁾ 이는 원전 시장이 민영화된 미국, 독일, 일본과 달리, 정부 주도로 성장한 우리나라의 사례와 유사하다.¹⁶⁾ 따라서 프랑스는 국내의 다양한 원자력 정책 연구에 있어 비교 국가 사례로 주요하게 다뤄져 온 것으로 사료된다.

매개 중심성이 가장 높은 상위 10개의 연구 주제는 각각 '원자력시설', '핵비확산', '핵안보', '네트워크분석', '갈등관리', '경제성', '지식', '핵안보 정상회의', '원

15) 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).

16) 김형국, 김영준 (2015), "한국형 원전해체 추진체계 구축방향에 관한 해외사례 비교 연구", 『국제지역연구』, 9(1) : 3-32.



전해체, ‘프랑스’순으로 나타났다. 매개 중심성이 연구 주제 간 확장에 있어 교두보 역할을 하는 주제를 나타낸다는 점을 고려했을 때, 상기한 10개의 연구 주제를 중심으로 지식 네트워크 규모가 확대되었다는 점을 유추할 수 있다.

‘원자력시설’은 원자력발전소, 방사성폐기물처분장 등 원자력 관계기설을 총칭하는 용어로서 매개 중심성이 가장 높은 연구 주제다. ‘핵비확산’은 ‘경제성’, ‘파이로프로세싱’, ‘한미원자력협력협정’ 등의 키워드들과 연결되었다. 상기했듯이 핵비확산에 대한 국제적 특수성, 사용후핵연료 재처리 불가에 따른 원자력의 경제성 문제 등에 있어 사회과학 연구가 다양하게 확대되었음을 알 수 있다.

시대별 변화를 살펴봤을 때, 2011년 이전과 이후의 연구 경향은 전반적으로 다양한 주제에 대한 연구가 수행되고 있으며, 특히 국가의 역할 측면에서 진흥적 측면보다 안전규제 관련 연구가 확대되고 있다는 점을 확인할 수 있었다.

1957년에서 2010년 간 기간은 핵비확산, 사회수용성과 함께, 과학기술 정책 혹은 에너지 정책 분야가 주로 다뤄져왔다면, 2011년에는 ‘원전해체’와 같은 안전규제 관련 사회과학 차원의 연구가 수행되는 한편, ‘독일’, ‘프랑스’, ‘미국’, ‘일본’등이 중심성이 높은 연구 주제로 자리매김하면서 비교 국가 연구가 활성화되었다. 이는 국내 원자력 정책 현안에 대한 다양한 연구 접근을 통해 문제 제기 및 대안 제시를 위한 처방적 연구가 수행되고 있음을 시사한다.

3. 세부 연구 분야 도출

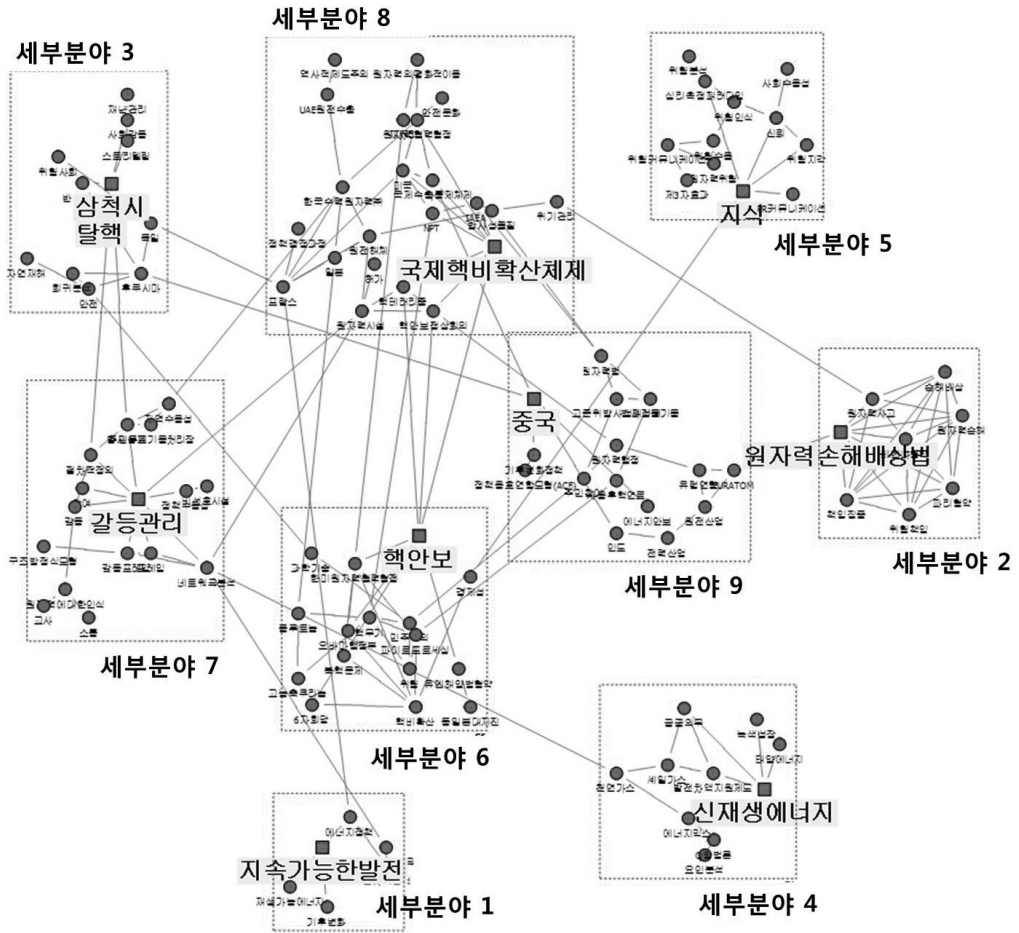
앞서 언급했듯이, 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크는 규모가 확대되면서 다양한 세부 연구 분야

가 형성되었다. 이를 확인하기 위해 네트워크 응집성 0.73을 기준값으로 하여 분석을 수행, 그 결과 <그림 3>과 같이 총 9개의 응집성이 높은 세부 연구 분야를 도출하였다. 각 세부 연구 분야의 비교를 위해 다시 각 커뮤니티를 연결 정도, 밀도, SMI, 응집성, E-index를 활용하여 비교 분석하였다.

분석 결과를 살펴보면, 우선 9개의 세부 연구 분야의 밀도값이 높은 분야와 중심 연구 주제는 각각 세부 분야 2(원자력손해배상법), 세부 분야 4(신재생에너지), 세부 분야 1(지속가능발전), 세부 분야 6(핵안보), 세부 분야 3(삼척시·탈핵), 세부 분야 7(갈등관리), 세부 분야 5(지식), 세부 분야 9(중국), 세부 분야 8(국제핵비확산체제) 순서로 정리된다. 밀도가 높은 연구는 그 만큼 특정 연구 주제 간 동시 출현이 높다는 의미로, 해당 세부 연구 분야를 구성하는 연구 주제 간 밀접한 관계 여부를 확인할 수 있다.

세부 분야 2는 주로 법학 분야 관련 연구 주제로 구성되었는데 키워드 수가 8개로 상대적으로 적음에도 불구하고 밀도가 매우 높았으며, 또한 타그룹과의 밀접 연계를 판단하는 SMI, Cohesion Index 값에서도 보이듯이 법학 연구는 별개의 독립적 연구주제라 봐도 무방할 만큼 커뮤니티 내부 연구주제 간 연결정도가 매우 높았다.

타 세부 연구 분야와의 연결 정도를 나타내는 E-Index 값이 1과 가장 가깝게 나타난 분야는 세부 분야 9(중국), 세부 분야 8(국제핵비확산체제)이다. 두 세부 분야들은 각각 국내 차원(세부 분야 9)에서 ‘원자력법’, ‘방사성폐기물’, ‘주민참여’, ‘전력산업’, ‘기후변화정책’, ‘에너지안보’를 포함하며, 국제 차원(세부 분야 8)에서 ‘원자력협력협정’, ‘핵안보정상회의’, ‘IAEA’, ‘NPT’ 등과 같은 연구 주제를, ‘정책옹호연합모형’, ‘정책결정과정’, ‘역사적제도주의’와 같은 정책학



※ 각 세부 분야 내 연결 중심성이 가장 높은 키워드는 '□'로 표시

(그림 3) 국내 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 세부 연구 분야 지도

분야의 연구 주제와 '미국', '일본', '중국', '인도' 등 비교 국가 주제까지 포함하는 넓은 연구 범위를 담고 있었다. 동 세부 분야들은 밀도값이 낮은 반면 E-Index 값이 상대적으로 높게 나온 분야로, 포함하고 있는 연구 주제들은 주로 사회과학 내 다학제적 연구가 이뤄져 왔음을 유추할 수 있다.

한편 핵비확산, 핵안보와 관련되어 두 개의 세부 연구 분야로 세부 분야 6(핵안보), 세부 분야 8(국제핵비확산체제)가 도출되었다. 이 두 연구 분야는 세부 분야 6이 주로 '6차회담', '핵무기', '한미원자력협력협정', '고농축우라늄', '북핵문제' 등 한반도에 국한된 연구 주제들을 담고 있는 반면, 세부 분야 8(국제핵비확



〈표 3〉 국내 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크 세부 연구 분야 속성 비교

구분	중심 주제*	노드 수	밀도	SMI**	Cohesion Index**	E-I Index**
세부 분야 1	지속가능한 발전	6	0.047	0.982	55.5	-0.429
세부 분야 2	원자력손해배상법	8	0.297	0.995	202.429	-0.857
세부 분야 3	삼척시(탈핵)	12	0.038	0.966	28.636	-0.5
세부 분야 4	신재생에너지	10	0.056	0.992	130.778	-0.833
세부 분야 5	지식	12	0.029	0.993	133.636	-0.867
세부 분야 6	핵안보	16	0.041	0.946	18.18	-0.459
세부 분야 7	갈등관리	16	0.031	0.956	22.124	-0.533
세부 분야 8	국제핵비확산체제	22	0.024	0.906	10.179	-0.385
세부 분야 9	중국	15	0.026	0.934	14.571	-0.333

* '중심 주제'는 각 세부 분야 내 연결 중심성이 가장 높은 키워드

** 'SMI' : 비율이 1에 가까울수록 그룹 내 링크 밀도가 높음을 의미, 'Cohesion Index': 1보다 크다면 그룹 내 링크의 밀도가 높다는 것을 의미, 'E-I Index' -1에 가까울수록 그룹 내 링크가 많고, 1에 가까울수록 그룹 외 링크가 많음을 의미.

산체제)은 상술하였듯이 주로 국제 레짐 관련 연구 주제들을 담고 있었다. 이는 한반도의 핵안보 문제가 국제 체제에 대한 연구와 별개로 특별한 관심을 갖는 주제로 다뤄져왔음을 확인할 수 있다.

핵안보에 대한 연구는 2009년 아랍에미레이트(UAE) 원전 수출, 2012년 핵안보정상회담 개최, 2015년 한미원자력협력협정 개정과 관련한 비교적 국제 정세 변화에 대한 연구들이 연구되었다. 특히, 한미 협정 개정에 따라 국내에서도 사용후핵연료에 대한 연구가 일부 가능하게 되었고, 이에 원자력 관련 사회과학 지식 네트워크는 '파이로프로세싱'과 같은 기술개발 연구 주제가 연결되는 점을 확인할 수 있었다. 즉, 사회과학 연구가 국제적 핵비확산과 핵안보 환경 변화를 매개로 다양한 과학기술 연구 활동의 정치사회적 파급 효과에 대한 연구로 확산되고 있는 것이다.

그 외, 지식 네트워크의 세부 연구 분야 도출 결과, 탈핵 운동이나 사회 수용성, 에너지믹스 등 원자력 관련하여 비교적 최근 활발해지는 담론의 구성도 엿볼

수 있었다.

우선 탈핵 관련 세부 분야 3은 '삼척시'를 중심으로 '후쿠시마', '독일', '사회갈등', '반핵운동', '자연재해'로 이어졌다. 동 분야에는 특히 방법론적 키워드로 '회귀 분석'이 포함되었는데, 이는 국내에서도 삼척 신규 원전 부지 문제나 탈원전과 같은 원자력 현안에 있어 원자력에 대한 특정 요인이 대중의 수용성에 어떻게 영향을 주었는지에 대한 연구들이 국내에서 지속적으로 수행되어 왔음을 추정할 수 있다.

세부 분야 5(지식)는 특히 원자력에 대한 사회적 수용성에 대해 '신뢰', '위험인식', '심리측정패러다임', '위험커뮤니케이션', '위험지각' 등 커뮤니케이션학에서 다루지는 핵심 연구 주제들로 구성되었다.

'신재생에너지'관련 세부 분야 4의 경우, '천연가스', '세일가스', '에너지믹스', '발전차액지원제도', '녹색성장'과 같이 원자력과 새롭게 부상하는 에너지원 간 비교 연구 담론의 핵심 연구 주제들을 도출할 수 있었다.

맺음말

본고는 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 결과, 후쿠시마 원전 사고가 발생한 2011년을 기점으로 원자력을 다루는 사회과학 지식 네트워크는 규모 면에서 본격적으로 확장되었다. 양적인 차원에서 원자력을 다루는 사회과학 연구 논문 수가 급격히 증가함은 물론, 지식 네트워크의 규모가 확대하면서 보다 다양한 연구가 수행되었다.

이는 후쿠시마 이전의 사회과학 연구 주제들이 주로 NPT, 원자력 정책, 핵비확산, 과학기술 정책 등 정책적 차원에서 국가의 역할 문제들이 중심으로 다루어졌다면, 후쿠시마 이후에는 '원전해체'와 같은 기술적 분야에 있어 사회과학 차원의 연구가 수행되는 한편, '독일', '프랑스', '미국', '일본' 등이 중심성이 높은 연구 주제로 자리매김하면서 비교 국가 연구를 통한 문제 제기 및 대안 제시의 처방적 연구가 수행되었다.

뿐만 아니라 후쿠시마 이후 정부가 추진한 삼척시 신규 원전 도입 등과 같은 사회적 문제는 탈핵, 신재생 에너지 등과 같은 연구 주제로 파생되면서 근본적 차원에서 원자력 사회과학 연구의 다변화가 이뤄졌다.

또한, 본고에서는 전체 네트워크를 구성하는 각 세부 연구 분야의 핵심 개념들과 특징을 도출했다. 법학 관련 세부 분야의 경우 가장 밀도가 높으면서 타 세부

연구 분야들과 연결도는 낮은 독립적 형태의 세부 분야로 자리매김해왔는데, 주로 원자력 사고와 관련한 국제법적 논의를 통해 국내법에 대한 연구가 진행되어 온 점을 확인했다.

'방사성폐기물'과 '주민참여'를 포함한 세부 분야 9와 '국제핵비확산체제', 'NPT'를 포함하는 세부 분야는 다양한 성격의 연구 주제들을 포함하여 밀도는 낮지만 반면 타 연구 분야들과 연결성이 높게 나타났다.

또한, 북핵 문제, 한미원자력협력협정과 같이 비교적 양자적, 혹은 지역적 차원의 연구 주제들이 '핵안보'로 대표되는 세부 분야를 형성한 것과 달리, 핵비확산 분야의 세부연구는 주로 다자적 차원의 국제 레짐과 국제 제도적 문제를 다루고 있었다.

탈핵 운동, 사회 수용성, 에너지 믹스의 문제들도 각각 밀접하게 연결된 관련 연구 주제들과 함께 별개의 세부 연구 분야를 구성하고 있었다.

이와 같은 세부 분야의 담론 구조는 다시 국내 선행 연구로 축적된 지식의 각 면면을 구성하는 핵심 개념으로서 의의가 있다.

본고는 원자력 관련된 사회과학 지식 네트워크를 구성 및 분석을 통해, 거시적 차원의 연구 경향 분석을 실증적으로 수행하고자 하였다. 또한, 원자력을 바라보는 대중의 시선이 아닌 학자들의 인식을 그들의 연구 성과물을 통해 간접적으로 파악하고자 했다는 점에서 또 다른 의의가 있다.

제시된 분석 결과가 추후 보다 다양한 사회과학 연구자들의 원자력에 관한 다학제적 연구 참여에 활용되기를 기대한다. ☺