

온라인 과학 기사 텍스트 마이닝을 통해 분석한 에너지 용어 사용의 맥락

오치영 · 강남화^{1*}

무안행복초등학교 · ¹한국교육원대학교

Analyzing Different Contexts for Energy Terms through Text Mining of Online Science News Articles

Chi Yeong Oh · Nam-Hwa Kang^{1*}

Muan Haengbok Elementary School · ¹Korea National University of Education

Abstract: This study identifies the terms frequently used together with energy in online science news articles and topics of the news reports to find out how the term energy is used in everyday life and to draw implications for science curriculum and instruction about energy. A total of 2,171 online news articles in science category published by 11 major newspaper companies in Korea for one year from March 1, 2018 were selected by using energy as a search term. As a result of natural language processing, a total of 51,224 sentences consisting of 507,901 words were compiled for analysis. Using the R program, term frequency analysis, semantic network analysis, and structural topic modeling were performed. The results show that the terms with exceptionally high frequencies were technology, research, and development, which reflected the characteristics of news articles that report new findings. On the other hand, terms used more than once per two articles were industry-related terms (industry, product, system, production, market) and terms that were sufficiently expected as energy-related terms such as 'electricity' and 'environment.' Meanwhile, 'sun', 'heat', 'temperature', and 'power generation', which are frequently used in energy-related science classes, also appeared as terms belonging to the highest frequency. From a network analysis, two clusters were found including terms related to industry and technology and terms related to basic science and research. From the analysis of terms paired with energy, it was also found that terms related to the use of energy such as 'energy efficiency,' 'energy saving,' and 'energy consumption' were the most frequently used. Out of 16 topics found, four contexts of energy were drawn including 'high-tech industry,' 'industry,' 'basic science,' and 'environment and health.' The results suggest that the introduction of the concept of energy degradation as a starting point for energy classes can be effective. It also shows the need to introduce high-tech industries or the context of environment and health into energy learning.

keywords: energy, news article analysis, text mining, semantic network analysis, structural topic model analysis

I. 서론

에너지는 과학교육에서 중요한 개념, 가치, 태도를 포함하는 주제이다. Bunge (2000)는 에너지 개념이 다양한 맥락에서 다양한 모습과 과정으로 정의가 되고, 서로 다른 종류가 전환되며 보존되는 성질 때문에

모든 물질의 공통된 성질로 다루어지는 특성으로 물리학자조차도 일관되게 사용하지 않는다고 주장한다. 그러나 현대 사회의 일상에서 에너지는 인간 생활의 사회, 경제적 측면 관여하며 그 중요성이 커지고 있다. 이에 미국의 에너지부(Department of Energy)에서는 에너지 소양(energy literacy)의 개념을 정의하

* 교신저자: 강남화 (nama.kang@knue.ac.kr)

** 이 논문은 오치영의 2020년도 석사 학위논문에서 발췌하여 정리하였음.

*** 2021년 10월 12일 접수, 2021년 12월 1일 수정원고 접수, 2021년 12월 27일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2021.45.3.292>

고, 에너지 관련 교육 지침 7가지를 제시하는데, 그 지침은 에너지 관련 과학적 법칙, 지구에서의 물리 및 생명 과정에 관여하는 에너지에 대한 이해 등을 포함한다(Liu & Park, 2014). 또한, 미국의 유·초·중등 과학교육체계(National Research Council, 2012)에서는 에너지를 주요 핵심 과학 개념으로 보고 이를 관통 개념으로 지목하였으며, 차세대 과학교육 표준(NGSS, Next Generation Science Standards)에서 교육목표로 하는 기초 공통개념 7가지 중 하나로 ‘에너지와 물질’을 포함하였다(NGSS Lead States, 2013). 우리나라 과학 교육과정도 역시 에너지를 중요 개념으로 다루고 있으며, 특히 2015 개정 교육과정에서는 초등학교 과학 ‘에너지와 생활’ 중학교 과학 ‘에너지 전환과 보존’을 독립된 단원으로 포함시켰다. 에너지 개념이 이처럼 중요하게 여겨짐에도 불구하고 에너지 교수·학습에 대한 어려움은 오래전부터 논의되어 왔다(Watts, 1983).

Papadouris & Constantinou (2011)는 현대 사회가 초등학생부터 에너지에 관한 학습을 요구하고 있지만 에너지 개념의 추상성과 정량적 성격 때문에 과학교육의 난점이 있다고 주장한다. 또한, 에너지 개념이 모든 과학 영역 및 일상에서 사용이 된다는 점에서 다양한 맥락에서 사용되는 개념을 통합적으로 이해하도록 하는 것이 어렵다(Driver & Millar, 1986; Millar, 2014). 기본적으로 에너지 개념은 일상생활에서 다양한 의미로 사용되며, 학생들의 직접적인 경험을 넘어선 추상적 개념이고 또한 물리, 화학, 생물 등 과학 및 기술 영역에 따라서 에너지 개념을 조금씩 다른 방식으로 활용하기 때문에 학생들의 학습에 어려움이 있다. 특히, 학습자의 에너지 개념 이해는 그것이 적용되는 맥락(context)과 관련되는 것으로 드러났다. 가령, Liu & Ruiz (2008)의 표준화된 평가 결과에 관한 데이터 마이닝 연구에 따르면 에너지 개념 평가에서 내용과 난이도가 동일한 문항 중 추상적 맥락에서보다 일상적 맥락의 문항 정답률이 높았음이 드러났다. 이는 학생들이 일상적으로 이해하는 내용을 추상적 상황에서 적용하지 못하거나 학생의 이해가 일상 맥락에서 상대적으로 잘 드러남을 의미한다. 또한, 기후변화, 자원고갈, 환경오염 등 전 지구적 문제의 핵심에 에너지 개념이 자리하는 상황은 그 개념의 중요성과 더불어 다양한 학습 맥락에서 에너지를 명시적으로 다루어야 함을 보여준다.

에너지 개념 및 관련 지식이 기초적인 과학 소양으로 해외 교육과정 및 과학교육 연구에서 중요하게 다루어지고 있지만, 우리나라의 경우 2009 개정 과학과 교육과정에서는 초등 학년군에서 에너지 개념 관련 내용이 삭제되었다가 2015 개정 교육과정에 다시 ‘에

너지와 생활’ 단원으로 추가되는 경우와 같이(Park, Jhun, & Lee, 2015) 교육과정에 따라 일관성 있게 강조되지 않는 문제가 발생하고 있다(Jhun, 2014). 또 교과 간, 학년 간 중복되어 제시되고 오개념이 발생하는 문제의 가능성이 있다(Park, 2018). 따라서 Yoon & Cheong (2014)은 교육과정 개발과정 시 의사결정을 위해 에너지에 대한 경험적인 연구가 필요하다고 강조하였다. 한국의 과학교육 문헌에서 진행되고 있는 에너지 개념 연구에 대한 조사에 따르면 대체로 (1) 교과서 및 교육과정에 제시된 에너지 개념을 분석한 연구, (2) 학생들이 가지고 있는 에너지 개념에 관한 연구, (3) 교사나 예비교사의 에너지 개념에 관한 연구의 3영역에서 진행되고 있는 것으로 드러나 에너지 교수학습 과정에 대한 연구가 미비한 것을 알 수 있다(Kang, 2017).

에너지 개념은 과학 내용을 통합할 수 있는 개념틀이자 중요한 과학 개념이며, 2015 개정 과학과 교육과정의 고등학교 통합과학 4가지 영역 중 “환경과 에너지” 영역으로 제시되는 등 통합적 개념으로 활용되고 있다(Ministry of Education, Korea, 2015; NGSS Lead States, 2012). 한편, 2015 개정 과학과 교육과정에서 에너지 관련 성취기준에서 확인되는 맥락은 초등과학에서는 에너지의 다양한 형태, 효율, 전환을 다루는 일상적 맥락이고, 중학교 과학 교육과정에서는 에너지 전환과 보존을 역학적 현상의 맥락, 화학적 변화의 맥락에서 에너지 출입, 동식물들이 에너지를 얻는 과정의 맥락이다. 통합과학의 ‘환경과 에너지’ 내용 요소에서는 중학교까지 배운 에너지 개념을 바탕으로 환경 및 일상 문제의 맥락에서 발전, 대체 에너지, 효율 등에 대해 다루고 있다.

교육과정에 제시되고 있는 에너지 개념에 대해 Millar (2014)는 학습자의 일상적 개념과 과학적 개념의 연계를 위해서는 기존의 에너지 형태 개념보다는 에너지 자원과 관련된 에너지 저장의 개념을 도입하고, 에너지 산일(dissipation) 또는 저급화(degradation)에 대한 학습이 이루어져야 함을 주장하였다. 마찬가지로, Kang (2017)은 학교 교육에서 에너지 관련한 내용이 전반적으로 다루어지고 있으나, 다양한 과학 영역이나 주제를 통합할 수 있는 도구로서의 역할은 부족하다고 주장하였다. 또한 에너지 저급화의 개념을 직접 사용하지 않고 에너지의 효율적 사용과 같은 간접적인 방법으로 제시하는데 일상 개념인 에너지 소비, 소모, 절약 등은 에너지 보존보다 에너지 저급화와 관련되므로 이를 보완할 필요성을 지적하였다. 이는 Yoon *et al.* (2017) 연구에서도 언급되는데 에너지 저급화와 유사한 개념의 에너지 산일(dissipation)에 대한 교육과정 성취기준이 제시될 필요가 있다고

하였으며, 교육과정 상에 에너지 전환보다 에너지 전달을 강조할 필요가 있고, 에너지 자원의 개념에 대해 다른 개념 요소들과 함께 서술할 필요성을 언급하였다. 이러한 논의는 일상에서의 에너지 관련 담화가 기후변화나 환경과 관련해서 최근 에너지 자원의 사용, 새로운 에너지 자원의 개발이 주요 주제로 대두되는 것과 관련된다(Liu & Park, 2014).

현재까지의 관련 연구에서는 교과서나 교육과정에 제시된 에너지의 개념에 대한 연구(Jhun, 2014; Yoon *et al.*, 2017; Park, 2018)나 학생들의 가지고 있는 생각에 대한 연구(Watts, 1983; Lijnse, 1990) 혹은 예비교사의 에너지에 관한 개념 연구(Song, 2018) 등 에너지 관련 학습 맥락과 관련된 주제를 탐색하였지만, 일상에서 일반적으로 에너지 용어가 사용되는 맥락에 따른 학습 관련 연구는 찾아보기 힘들다. Solomon (1992)은 에너지 개념 지도를 위해 일상에서 사용되는 에너지 개념, 즉 사회적 상식에 대해 밝힐 필요가 있다고 보았다. 지구 온난화, 에너지 위기 등의 과학 관련 사회 쟁점 문제의 일상적인 논의에서 에너지 개념이 일상적 용어로 널리 사용이 되고 있다는 점에서 에너지 관련 지식이 과학적 소양의 기초 지식임을 부정할 수 없다. 따라서 일상적으로 에너지 용어가 어떤 맥락에서 사용되는가를 분석한 결과는 에너지 관련 과학적 소양을 목표로 하는 교육과정 및 교수학습 설계에 시사점을 제시할 수 있다. 특히, 국내의 사회, 문화적 맥락에서의 에너지 용어의 사용에 관한 연구는 우리나라에서 과학적 소양으로 기대되는 에너지 관련 맥락에 대한 정보를 제공할 수 있다. 과학적 소양과 관련하여 신문 기사를 과학교육에 사용하거나 과학 문해력의 기초로 고려한 연구들이 있어 왔다(e.g., Bak, 2011; Lee & Shin, 2012). 따라서 본 연구에서는 에너지와 관련된 뉴스 기사를 수집하고 텍스트 분석을 통해 에너지 관련 맥락을 분석한다면 우리나라 일반인에게 기대되는 일상생활에서 사용되고 있는 에너지 용어에 대한 의미를 파악할 수 있으며, 이 결과는 우리나라 사회, 문화에 적절한 과학적 소양을 목표로 하는 에너지에 관한 과학 교육과정 및 교수학습 자료 개발에 의미 있는 시사점을 제공할 수 있다.

이에 본 연구는 두 가지 연구목표를 설정하였다. 첫째, 에너지 관련 기사에서 자주 사용되는 용어를 확인하고 빈도수가 높은 용어들의 연결 관계를 분석하여 에너지와 밀접한 용어를 파악한다. 둘째, 에너지 관련 과학 기사의 주제를 파악하여 에너지 용어가 사용되는 맥락을 탐색한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

1) 기사 선정

온라인에 보도되는 기사를 수집하기 위해 한국언론진흥재단에서 운영하는 빅카인즈 서비스를 이용하여 기사를 검색하였다. 방대한 기사량을 고려하여 기사의 보도 기간 및 영역을 한정하여 기사의 정보를 수집하였다. ‘에너지’ 용어를 검색어로 각 신문사에서 기사 영역을 구분하는 명칭에 과학을 포함하는 과학 분야 범주(예, 조선일보-과학, 서울신문-과학, 경향신문-과학·환경, 중앙일보-IT·과학 등)에 게재된 국내 11개의 중앙지의 기사 중 연구 수행 시작을 기점으로 일년 전인 2018년 3월 1일부터 1년간의 자료 검색하여 총 2,487편의 뉴스를 수집 대상으로 선정하였다.

기사 수집 기간은 본 연구 시작 시점을 기준으로 가장 최근인 전해 년을 임의로 선정하였는데, 에너지 용어가 기후 및 환경문제와 관련되어 최근 많이 사용되는 점을 고려하면, 최근의 기사는 과거와는 다른 상황을 반영할 수 있다. 자료 수집 기간을 1년으로 한정된 것은 자료 처리 과정에 관해 서술한 바대로 데이터 처리 관련 작업 시간의 한계를 반영한 것이다. 아직은 자료의 전처리 작업을 연구자가 매뉴얼로 진행해야 하므로 분석할 수 있는 자료의 양과 연구 인력 및 시간에 한계가 있었다. 한편, 일반적으로 기사가 특별한 사건의 발생을 보도하는 성격임을 감안할 때 기사의 수에 있어서 시간에 따라 변동이 있을 수 있다. 그러나 사회 전반적인 영역을 다루는 중앙지에서 한 영역을 차지하는 과학기술 기사의 양이 매년 큰 변동이 없을 것으로 추정할 수 있고, 에너지 용어가 과학기술 전반에서 일반적으로 사용되는 용어임을 고려한다면 최근 1년간의 기사가 최근 몇 년간의 기사가 드러내는 상황을 대표할 수 있다고 추정할 수 있다. 한편, 노벨상 수상과 같이 매년 정기적으로 발생하는 사건들에 대한 기사는 1년간의 기간에서 다룰 수 있으므로, 1년으로 한정된 기간 수집 기사를 분석하는 것이 연구의 목적에 비추어 타당하지 않다고 할 수 없다. 그러나 빠르게 변화하는 최근 과학기술의 사회적 영향을 생각할 때 장기간에 걸친 자료를 활용한 기간별 에너지 용어 사용 상황 변화추이 연구도 필요하다.

자료 수집 기간 중 연구 대상으로 파악된 2,487건의 기사 중 중복된 기사는 빅카인즈 내에서 중복 기사 제외를 처리한 후 작성자, 제목, 본문 내용(2문장 이상 동일한 경우)을 재확인하여 제외하였다. 또한, 과학 분야 내에서의 인사발령과 부고 소식과 같은 관련 없는 내용의 기사, URL 정보가 없거나 삭제된 기사 등을 제외하여 최종 2,171건의 기사를 수집하였다 (Table 1). 뉴스 기사의 본문은 빅카인즈가 제공하는 정보 중 URL을 추출하고, R프로그램으로 웹 스크래핑(Scraping)하는 방식으로 수집하였다.

2) 자연어처리

방대한 양의 신문 기사 중 에너지 관련 내용의 맥락 분석을 위한 효율적인 연구 방법으로 머신러닝의 텍스트 마이닝을 활용하였다. 기사를 자료화하기 위한 자연어처리는 R 프로그램의 'tidytext' 패키지의 `unnest_token` 함수를 이용하여 기사의 본문을 문장 단위로 분할하여 정리하였다. 용어 추출은 Mecab ko 분석기를 활용하여 문장에서 보통명사를 추출하였다. 형태소 분석 과정에서 단어를 연구목적에 맞게 구분하게 하기 위해 형태소 분석 내용을 확인하여 수정하는 과정은 Mecab ko 분석기에서 단어비용 값을 낮춰 해결하였다. 예를 들어 '운동에너지' 단어는 '운동'과 '에너지' 2개의 단어로 추출되지만 '운동에너지'라는 단어를 추출하기 위해서는 '운동'과 '에너지' 단어비용보다 '운동에너지' 단어의 단어비용을 낮춰 '운동에너지'를 추출하게 하였다. 이와 같은 방식을 반복하여 모든 합성어를 확인해서 더이상 원하지 않는 합성어 분리가 보이지 않는 상태(saturation)까지 점검하여 사용자 사전을 구성하였다. 한편, '때'나 '고'와 같이 구분하기 어려운 단어나 의미 없는 단어들은 'dplyr' 패키지의 `anti_join` 함수를 사용하여 전체 단어 목록에서 제거하여 정리하였다. 이들 과정을 통해 최종적으로 51,224개의 문장과 507,901개의 단어로 텍스트 분석 데이터를 구성하였다.

2. 분석 방법

1) 언어 네트워크 분석

용어에 관해서는 용어 빈도수 분석 및 언어 네트워크 분석을 하였다. 언어 네트워크 분석은 용어 간의 동시 출현 관계와 언어 관계(바이그램)를 분석하였다. 동시 출현 관계는 두 용어가 한 문서에 같이 출현했을 때를 1번의 연결 관계로 설정하여 분석하였으며, 이는 용어들의 중심성과 커뮤니티 분석에 적용되었다. 언어 관계는 3-gram 등 n-gram을 분석할 수도 있으나, 에너지와 함께 쓰이는 가장 밀접한 용어로 대상을 한정하기 위해 바이그램으로만 제한하여 분석하였다. 이후 연구에서는 n-gram 분석과 주제 분석을 비교하는 추가 연구가 가능할 것으로 본다. 동시 출현 관계를 구하기 위해 정리된 데이터를 R 프로그램 'tidytext'의 `cast_dtm` 함수를 이용하여 tdm 형식으로 만들고, 이를 `as.matrix` 함수를 이용해 문서-용어 행렬로 변환하였다. 문서-용어 행렬의 경우에는 단어 수가 많아지면 네트워크 구성이 어려워지므로 상위 출현 빈도수의 용어로만 네트워크를 구성한 뒤, 중심성은 'sna' 패키지를 통해 구하였으며, 그 결과를 네트워크 분석 프로그램인 UCINET 6.0으로 교차 점검하였다. 용어들의 군집 구성을 파악하기 위한 커뮤니티 분석은 `cluster_louvain` 함수를 사용하여 모듈성(modularity)을 분석하였다(Shin, 2019). 이를 시각화하는 데는 Netdraw 프로그램을 사용하였다.

2) 주제 분석

에너지 용어 사용의 맥락 파악을 위한 기사의 주제 분석 방법으로는 구조적 토픽 모델링(STM, Structural Topic Models)을 사용하였다. 토픽 모델링은 말뭉치에서 주제를 확률적으로 추출하는 방법으로(Blei, 2003), 문서를 작성할 때 주제마다 고유의 용어가 사용될 것이라는 가정으로 문서에 내재된 주제를 잠재

Table 1. News articles collected

신문사	경향신문	국민일보	내일신문	동아일보	문화신문	서울신문	세계일보	조선일보	중앙일보	한겨레	한국일보	계
기사수	148	194	127	263	122	321	181	402	372	137	220	2,487
제외 기사수	6	6	7	6	122	14	4	5	35	15	96	316
최종 기사수	142	188	120	257	0	307	177	397	337	122	124	2,171

변수로 삼고 이를 추출하는 방법이다(Lee, 2016). 문서에 내재된 주제 수(잠재변수의 수)는 STM에서는 지속 가능성도(held-out likelihood), 의미론적 일관성(semantic coherence), 잔차(residual)를 고려한다(Roberts *et al.*, 2019). 기사에서 다루고 있는 주제의 수(K)는 일반적으로 그 범위를 5~20으로 하여 지속가능성이 높고, 잔차가 낮고, 의미론적 일관성이 높은 K값이 적절한 주제 수로 결정하는데 (Silge, 2021; Shin, 2019), 적절한 주제의 수를 판단하는 데는 Silge가 제시한 코드를 수정 활용하였다(Silge, 2021). 이 과정에서는 출현 확률이 높은 용어(Highest Prob.)와 특정 주제와 다른 주제들을 구분하는 용어(FREX)를 활용하는데, 연구자 협의를 통해 기사의 맥락을 결정하였다. 주제의 검토 과정에서 관련 기사의 내용 분석으로 그 해석을 보완하였다. 주제 분석을 위해 R 프로그램에서 'stm' 패키지를 사용하였으며, 주제 분석을 위한 데이터로 용어 분석 시 자연어 처리한 데이터를 'tidytext' 패키지의 cast_sparse 함수를 통해 희소 행렬로 변환하여 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 에너지 관련 과학 기사의 용어

1) 용어와 빈도수

에너지 관련 과학 뉴스 기사에 출현한 용어 중 에너지(5,396)를 제외하고 가장 많은 빈도로 사용된 용어는 기술(5,039)로 뉴스 기사당 평균 2.32번이 사용되었으며, 연구(3,304), 개발(3,256)도 뉴스 평균 기사

당 1.5번이나 언급될 정도로 자주 사용되고 있었다. 이는 에너지 관련 산업, 기술에 관련 연구나 개발과 같은 내용의 기사가 많았음을 보여준다. 또한, 지구(1,691), 우주(1,645)의 사용도 많았는데 평균 기사당 0.78, 0.75번 언급되고 있었으며 태양(1,022)은 평균 기사당 0.47번 언급되고 있었다. 이들 용어가 사용되고 있는 기사의 내용을 확인해 본 결과 우주에 대한 알려지지 않은 내용을 대중들에게 소개하는 내용의 기사나 우주 개발에 관련한 내용의 기사가 많았고, 여기에 에너지가 함께 사용되고 있었다. 또한, 과학 학습에서 자주 보이는 용어나 기술 용어들의 출현 빈도도 많았다. 전기(1,123), 물질(1,122), 환경(1,101), 열(1,018), 온도(945), 과학(928), 세포(903), 속도(779)는 평균 2개 뉴스 기사당 1번 출현할 정도로 사용되고 있었으며, 스마트(1,096), 로봇(830)과 같은 신기술에 관한 용어들도 평균 2개의 기사당 1번 정도 사용되고 있었다. 이를 종합해보면 에너지가 사용된 기사의 대부분의 내용이 과학, 기술, 산업, 환경, 및 연구와 관련되어 있음을 알 수 있다. 출현 빈도 상위 30개 (출현 확률이 35% 이상) 용어는 Table 2와 같다.

2) 언어 네트워크

(1) 용어 관계

빈도수 상위 30개 용어를 네트워크 분석한 결과 에너지, 기술, 연구, 개발, 환경, 시스템 등이 연결의 중심에 있는 용어로 드러났다(Figure 1). 함께 출현하는 용어들의 군집 형태를 알아보기 위해 커뮤니티 분석을 실시한 결과, 2개의 군집(그림에서 노드가 원으로 표시된 군집과 다이아몬드로 표시된 것)이 드러났으나, 모듈성(modularity)은 0.047로 계산이 되어, 군집

Table 2. Term Frequency in online science news articles

빈도 순위	단어	용어 빈도수	빈도 순위	단어	용어 빈도수	빈도 순위	단어	용어 빈도수
1	기술	5039	11	시장	1155	21	서비스	936
2	연구	3304	12	전기	1123	22	과학	928
3	개발	3256	13	물질	1122	23	세포	903
4	지구	1691	14	환경	1101	24	로봇	830
5	우주	1645	15	스마트	1096	25	미래	814
6	산업	1517	16	시간	1031	26	대학	812
7	제품	1463	17	태양	1022	27	글로벌	811
8	시스템	1417	18	열	1018	28	정보	810
9	사람	1168	19	온도	945	29	물	783
10	생산	1156	20	발전	938	30	속도	779

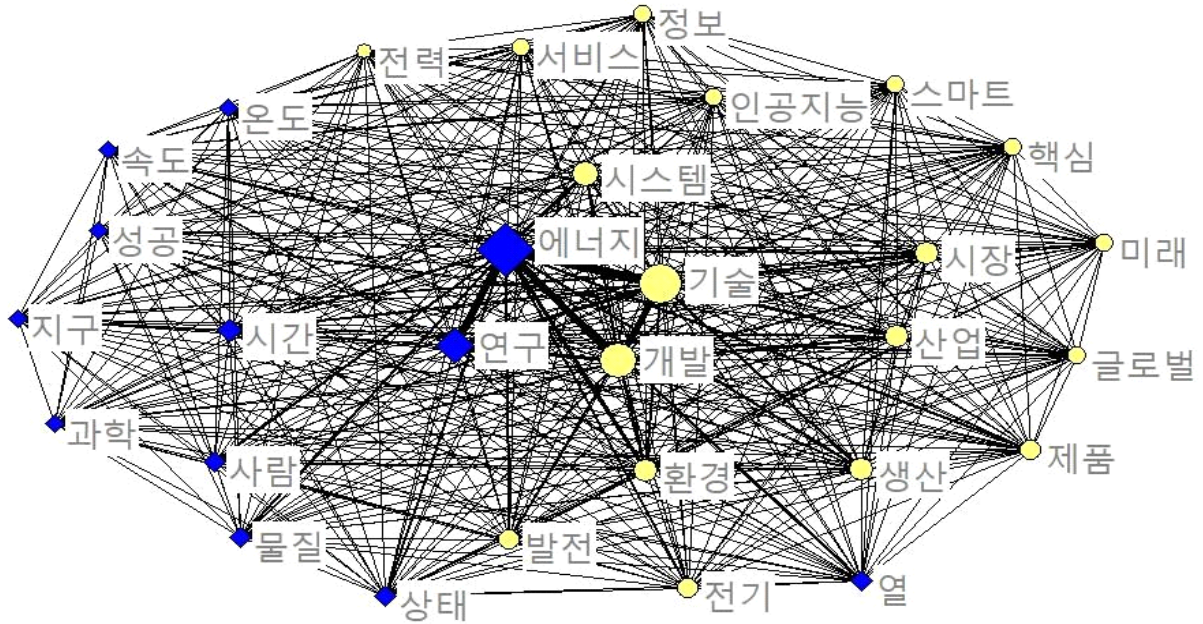


Figure 1. Term network of Online Science News Articles about Energy
 * ●는 1집단을, ◆는 2집단을 의미하며, 도형의 크기가 클수록 연결 관계가 많음

성향은 낮은 것으로 볼 수 있다. 1집단은 산업/기술 관련 집단으로 기술, 시스템, 개발, 산업, 환경, 시장, 발전, 전기, 제품, 미래, 글로벌, 핵심, 정보, 스마트, 인공지능, 전력, 서비스와 같은 용어가 속하였으며, 2 집단에는 기초 과학과 관련한 에너지, 시간, 사람, 물질, 연구, 상태, 과학, 열, 지구, 속도, 성공, 온도와 같은 용어로 구성되어 나타났다. 이들 용어 그룹은 산

업 및 기술과 관련된 용어와 기초과학 및 연구와 관련된 영역으로 구분이 된다. 따라서 에너지 용어가 사용된 기사의 내용은 산업 및 기술 관련 기사와 기초과학 및 연구 관련 기사가 구분되어 나타남을 보여준다. 에너지 용어와 함께 사용된 용어들의 연결 관계를 분석한 결과 용어 빈도수 분석 결과와 유사한 결과를 확인할 수 있었다(Table 3). 함께 출현한 빈도의 회수로 결

Table 3. Centrality of terms in online science news articles related to energy

연번	단어	평균연결정도	위세중심성	연번	단어	평균연결정도	위세중심성
1	에너지	0.407	0.422	16	미래	0.118	0.14
2	기술	0.321	0.357	17	상태	0.103	0.119
3	개발	0.279	0.321	18	열	0.106	0.123
4	연구	0.235	0.274	19	핵심	0.116	0.137
5	시스템	0.172	0.2	20	글로벌	0.112	0.135
6	환경	0.16	0.19	21	스마트	0.11	0.129
7	산업	0.154	0.183	22	과학	0.09	0.107
8	생산	0.149	0.177	23	정보	0.105	0.122
9	시간	0.136	0.157	24	지구	0.086	0.099
10	시장	0.147	0.174	25	인공지능	0.11	0.129
11	발전	0.138	0.164	26	성공	0.095	0.116
12	제품	0.126	0.151	27	서비스	0.097	0.115
13	사람	0.117	0.138	28	전력	0.097	0.114
14	전기	0.126	0.149	29	속도	0.086	0.1
15	물질	0.099	0.121	30	온도	0.087	0.099

정되는 평균연결정도가 높은 용어들은 에너지, 기술, 연구, 개발, 시스템, 환경, 산업, 생산 순이었다. 함께 출현한 빈도에 가중치를 부여한 위세중심성 분석 결과도 마찬가지로 에너지, 기술, 연구, 개발, 시스템, 환경, 산업, 생산 순으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 용어 빈도수 분석 결과와 유사한데, 에너지 관련 산업 및 기술 관련 연구나 개발에 관한 내용의 뉴스 기사가 많음을 보여준다. 또한 과학 용어인 전기, 물질, 과학, 속도, 열, 온도와 같은 용어들과 신기술 용어인 스마트, 인공지능도 에너지 용어와 함께 사용되고 있는 주요 용어들로 드러났다.

반면 용어 빈도수 분석 결과에서 높은 빈도수를 나타냈던 지구, 우주, 태양 등의 용어의 평균연결정도와 위세중심성은 낮게 나타났는데 이는 지구, 우주, 태양과 같은 용어들이 여러 뉴스 기사에 분포하는 것이 아니라 일부 특정 뉴스 기사에서 많이 언급되고 있음을 뜻한다. 결국, 빈도수 결과와 일관되게 에너지는 과학, 기술, 산업, 환경, 연구와 관련되어 언급되는 것을 알 수 있다.

(2) 연어 관계: 에너지와 함께 사용된 용어

에너지 용어가 사용된 기사에서 에너지 용어 전, 후로 함께 사용되는 용어를 바이그램을 이용하여 조사하였다. 적은 빈도수의 바이그램을 제외하기 위해 출현 빈도수가 기사 수의 2% 이하인 용어를 제외하고 분석한 결과, 28개의 용어쌍이 확인되었다. 용어쌍 중 에너지 효율($n=279$)이 가장 많이 사용되고 있었으며, 이처럼 에너지의 사용과 관련된 다수의 용어(‘에너지 절감’, ‘에너지 소비’, ‘에너지 사용’, ‘에너지 절약’, ‘필요 에너지’, ‘에너지 소모’)들이 상대적으로 높은 빈도로 사용되었다. 이들 에너지 소비와 관련된 용어의 총 빈도수는 735로 나타났

다. 한편, 이보다 적은 숫자의 적은 빈도수로 에너지 생산과 관련된 용어(‘에너지 생산’, ‘에너지 공급’)들이 사용이 되었는데 총 빈도수는 201로 드러났다. 한편, 신재생 에너지를 포함한 에너지 자원과 관련된 일곱 개의 용어(‘에너지 저장’, ‘스마트 에너지’, ‘신재생 에너지’, ‘미래 에너지’ 등)들은 총 535의 빈도수를 보였다(Table 4). 결국, 에너지의 소비와 에너지 자원과 관련된 용어들이 많이 사용됨을 알 수 있다. 따라서 이들 개념의 이해가 신문기사를 읽는 데 도움이 되거나, 신문 기사를 통해 이들 개념을 나타내는 용어들에 대해 익숙해질 수 있는 기회가 제공됨을 보여준다.

2. 에너지 관련 과학 기사의 맥락

하나의 기사에는 여러 주제가 다루어질 수 있고, 여러 기사가 공통의 주제를 다룰 수 있다. 따라서 기사에서 다루어지는 주제는 기사 내의 주제 다양성과 여러 기사의 공통 주제들의 추출이 필요하다. Silge의 코드를 수정 활용하여 지속가능성, 잔차, 의미론적 일관성 값들을 기초로 하는 K 값을 탐색한 결과 16개의 주제 수가 기사의 내용을 대표하는 주제수로 추정되었다(Figure 2). 본 연구의 자료에서 K 값을 추출하는 알고리즘은 Figure 2와 같이 잔차(residuals)가 감소하고, 지속가능성(held-out likelihood)은 증가할 때 두 값이 서로 최적이 되는 주제의 수, 마찬가지로 서로 다른 방향으로 변하는 의미론적 일관성 값(semantic coherence)과 하위 경계값(lower bound)이 서로 최적 이 되는 값을 반복적 모델링을 통해서 찾는 과정이다.

K 값 산출 결과에 따라 주제 수를 16으로 설정하고 주제별로 출현 확률이 높은 용어(Highest Prob.)와

Table 4. Bigram frequency of terms in network of online science news articles related to energy

빈도 순위	단어 연결	빈도수	빈도 순위	단어 연결	빈도수	빈도 순위	단어 연결	빈도수
1	에너지 - 효율	279	11	미래 - 에너지	76	21	에너지 - 환경	55
2	에너지 - 분야	168	12	친환경 - 에너지	73	22	에너지 - 기업	53
3	에너지 - 절감	132	13	에너지 - 공급	71	23	에너지 - 기술	50
4	에너지 - 생산	130	14	에너지 - 밀도	70	23	필요 - 에너지	50
5	에너지 - 전환	124	15	전기 - 에너지	69	25	태양 - 에너지	48
6	에너지 - 저장	101	16	에너지 - 사업	64	26	에너지 - 소모	47
7	에너지 - 소비	93	17	에너지 - 산업	63	27	에너지 - 신산업	45
8	스마트 - 에너지	92	18	태양광 - 에너지	62	28	에너지 - 방출	43
9	신재생 - 에너지	83	19	에너지 - 관리	60			
10	에너지 - 사용	78	20	에너지 - 절약	56			

Model diagnostics by number of topics

These diagnostics indicate that a good number of topics would be around 16

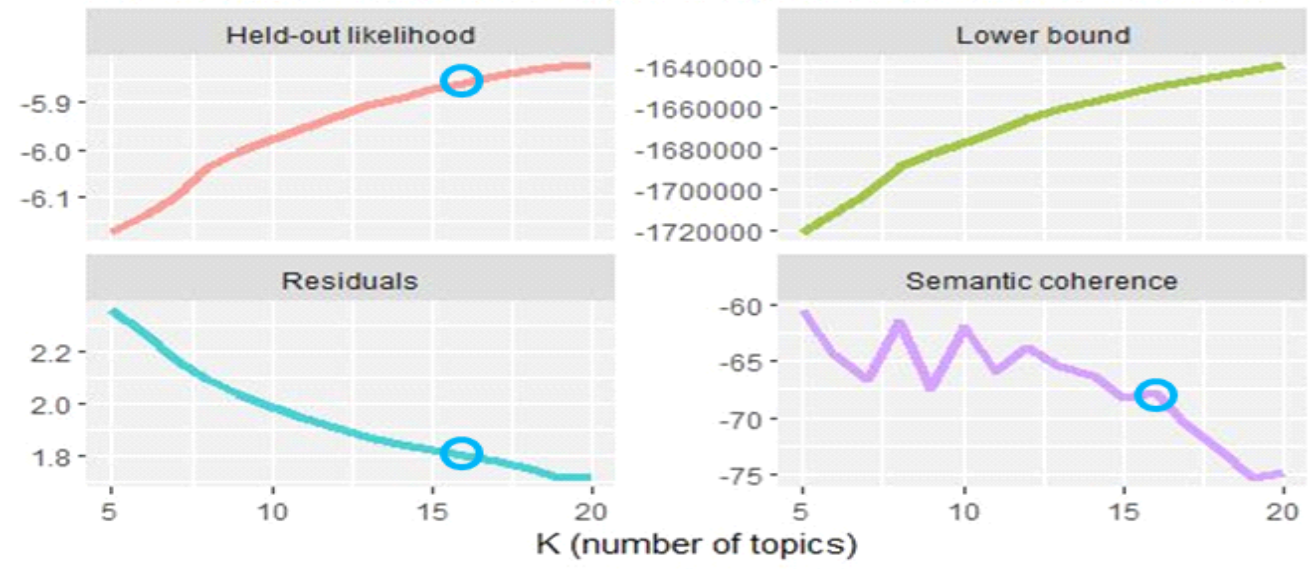


Figure 2. Estimated number of topics

특정 주제와 다른 주제들을 구분하는 용어(FREX)를 활용하여, 각 주제에 해당이 되는 용어를 추출하였고, 용어들로부터 주제가 드러내는 맥락을 나타내기 위한 주제명을 부여하였다(Table 5).

기사의 주요 주제 분석 결과는 용어 빈도수 및 용어 네트워크 분석의 결과와 대체로 일관되었으며, 동시에 구체적인 내용 분류를 제시하여 에너지 용어 사용의 맥락을 드러냈다. 분류된 16개의 주제는 첨단산업(G1: 4차 산업혁명, 빅데이터), 산업 (G2: 제품, 전력, 산업, 전지), 기초과학(G3: 연구, 생명과학, 신소재, 우주, 태양계 탐사, 핵에너지), 환경 및 건강(G4: 기후변화, 건강, 피부미용, 의학)으로 영역을 구분할 수 있었다. 이 영역은 다시 더 큰 범주로 기초(G3)와 응용 과학기술 (G1, G2, G4)로도 구분이 가능하다.

한편, 빈도수가 큰 용어를 분석한 용어 빈도수나 네트워크에서 크게 드러나지 않았던 첨단산업 관련 내용인 'G1-첨단산업'은 다른 주제에 비해 출현률이 상대적으로 높아서 이들 주제와 에너지의 관련성에 대해서는 좀 더 탐색이 필요하다. 주제 출현율이 가장 높았던 4차 산업혁명 주제에 속할 확률이 높은 용어(Highest Prob)는 로봇, 5G, 투자, 스마트, 4차, 산업, 미래와 같은 용어였으며 다른 주제에 비해 이 주제에만 속할 확률이 높은 용어(FREX)는 5G, 자율주행, 4차, 스마트시티, 로봇, 산업혁명, 도시였다. 4차 산업혁명 시대가 도래하면서 산업 전반에 일어나는 변화에 관한 뉴스 기사가 많았으며 이와 함께 에너지 용어가 사용되고 있는 것은 주목할만하다.

'G2-산업'은 제품, 전력생산, 산업, 전지에 관한 주

제들로 구성된 산업 관련 주제 영역으로 전기의 사용, 생산, 개발과 관련되어 있어 이들 주제가 일상생활과 연계된 에너지 관련 기사에서 발견되는 것은 자연스러워 보인다. 가령, '산업'으로 명명된 주제는 제품, 사용, 에어컨 등 전기의 사용과 관련된 용어로 구성된 주제로 에너지 소비 관련 기사에서 일상에서의 전기에너지 사용 관련 내용이 두드러지는 것을 보여준다. '전력생산' 주제에 포함된 용어는 태양광, 발전, 전력, 전기 등으로 전력생산과 관련된 맥락을 보여준다. 기사를 검토한 결과 전기 생산하는 방법 및 기술을 설명하는 데 에너지 용어가 사용되었으며, 태양광이나 원자력 발전과 같은 전력생산에 관한 기사들이 보도되고 있었다.

'G3-기초과학' 영역에서는 용어의 빈도수나 네트워크 분석에서 일관되게 나타났던 '연구' 주제를 포함하는데, 이 주제에서 출현률이 높은 용어는 교육, 대학, 지원, 학생, 융합, 공학, 전공이었으며 FREX는 교육, 학생, 전공, 융합, 학과, 양성, 대학이었다. 이 주제에 관련된 기사들은 대학에서 운영하는 사업 및 학과 소개에 대한 내용의 보도였으며, 특히 에너지와 관련한 학과명이 늘고 있는 사례들을 확인할 수 있었다. 따라서 진로 지도에 있어서도 에너지 주제가 중요한 역할을 함을 알 수 있었다.

'G4-환경 및 건강' 영역에 포함된 주제 중 '기후변화'는 출현률이 높은 용어로 지구, 대기, 발생, 온도, 공기, 영향, 열을 포함하였으며, FREX는 엘니뇨, 대기, 온실가스, 기후변화, 기후, 농도, 온난화였다. 이 주제는 환경과 관련된 에너지 관련 내용에서 구체적으로 지구 온난화 맥락이 기사에서 많이 언급됨을 보인다.

한편, 이 영역에 포함된 ‘건강’, ‘피부미용’, ‘의학’ 주제는 용어 분석에서 두드러지지 않았으나 주제 분석에서 여러 개의 주제로 나타나 에너지 관련 기사에서 사람의 몸과 관련된 내용이 꽤 많이 다루어짐을 알 수 있다. 건강에 속한 용어들은 단백질, 지방, 비만 등 인체의 에너지와 관련된 내용이었고, 피부미용 주제에 속한 용어들은 레이저, 자외선, 빛, 방사선 등 인체를 대상으로 한 에너지의 사용과 관련된 내용임이 드러났다. 한

편, 의학에 관한 용어들은 세포, 뇌, 치료 등 인체의 에너지와 에너지 사용 모두와 관련되었다. 생명과학 주제를 포함해서 에너지와 관련된 16개 주제 중 4개의 주제가 인체를 비롯한 생물 관련 내용인 것은 학교 교육과정에서 에너지 용어가 주로 물리적 상황에서 사용된다는 점에서 에너지 관련 교육과정 내용에 관한 재고가 필요함을 보여준다.

Table 5. Topic groups estimated in the order of frequency (K=16)

순번	용어 지표	주제명	순번	용어 지표	주제명
1	Highest Prob: 로봇, 5G, 스마트, 투자, 4차, 산업, 미래 FREX: 5G, 자율주행, 스마트시티, 4차, 로봇, 산업혁명, 도시	4차 산업혁명 (G1)	9	Highest Prob: 배터리, 수소, 사용, 충전, 전지, 전기차, 전기 FREX: 배터리, 리튬, 전지, 충전, 연료전지, 수소, 전기차	전지 (G2)
2	Highest Prob: 제품, 사용, 적용, 에어컨, 기능, 온도, 모터 FREX: 에어컨, 모터, 인버터, 실내, 탑재, 보일러, 냉장고	제품 (G2)	10	Highest Prob: 지구, 발생, 대기, 온도, 영향, 공기, 열 FREX: 대기, 엘니뇨, 온실가스, 기후변화, 온난화, 기후, 농도	기후변화 (G4)
3	Highest Prob: 태양광, 발전, 전력, 생산, 정부, 시스템, 전기 FREX: 태양광, 설비, 지진, 전력, 발전, 정책, 원자력	전력 (G2)	11	Highest Prob: 건강, 단백질, 섭취, 근육, 몸, 지방, 기능 FREX: 섭취, 근육, 건강, 체내, 비만, 단백질, 지방	건강 (G4)
4	Highest Prob: 교육, 대학, 지원, 융합, 학생, 공학, 전공 FREX: 교육, 학생, 전공, 학과, 융합, 양성, 대학	연구 (G3)	12	Highest Prob: 우주, 관측, 블랙홀, 별, 은하, 빛, 존재 FREX: 블랙홀, 은하, 별, 중력파, 관측, 우주, 망원경	우주 (G3)
5	Highest Prob: 사람, 인간, 과학, 일, 생각, 박사, 문제 FREX: 인간, 생각, 곤충, 일, 동물, 생물, 이야기	생명과학 (G3)	13	Highest Prob: 태양, 지구, 우주, 달, 탐사선, 행성, 위성 FREX: 탐사선, 화성, 탐사, 발사, 행성, 달, 로켓	태양계 탐사 (G3)
6	Highest Prob: 제품, 시장, 산업, 특허, 글로벌, 성장, 바이오 FREX: 특허, 인증, 바이오, 수출, 제품, 부문, 성장	산업 (G2)	14	Highest Prob: 피부, 치료, 레이저, 수술, 자외선, 빛, 방사선 FREX: 피부, 수술, 레이저, 자외선, 치료, 시력, 방사선	피부미용 (G4)
7	Highest Prob: 블록체인, 서비스, 정보, 인공지능, 스마트, 데이터, 시스템 FREX: 블록체인, 서비스, 인공지능, 거래, 정보, 실시간, 데이터	빅데이터 (G1)	15	Highest Prob: 핵융합, 실험, 원자, 열, 입자, 장치, 온도 FREX: 핵융합, 원자, 실험, 플라스마, 입자, 중성미자, 장치	핵에너지 (G3)
8	Highest Prob: 소재, 반도체, 연구팀, 나노, 물질, 구조, 화학 FREX: 태양전지, 나노, 반도체, 소재, 재료, 화학, 수상자	신소재 (G3)	16	Highest Prob: 세포, 뇌, 면역, 유전자, 암, 치료, 조절 FREX: 면역, 세포, 뇌, 스트레스, 유전자, 암세포, 암	의학 (G4)

IV. 결론 및 제언

본 연구는 일상생활에서 에너지 용어가 사용되는 맥락을 알아보기 위하여 온라인 과학 기사를 수집하여 언어 네트워크, 토픽 모델링 분석 기법을 활용하여 에너지 관련 기사에 사용된 용어의 빈도, 용어 네트워크, 기사의 주제를 분석하였다. 기사에 사용된 용어 중 빈도수가 유난히 높은 용어는 기술, 연구, 개발로 새로운 소식을 알리는 기사의 특성을 반영한 것으로 볼 수 있다. 한편, 기사 2편당 한 번 이상의 빈도로 사용되는 용어에는 산업 관련 용어(산업, 제품, 시스템, 생산, 시장)와 '전기', '환경'과 같이 에너지 관련 용어로 충분히 기대되는 용어들이 있었다. 한편, 에너지 관련 과학 수업에서 자주 사용되는 '태양', '열', '온도', '발전'도 빈도수 상위에 속하는 용어로 드러났다. 용어 네트워크 분석에서는 산업 및 기술과 관련된 용어와 기초과학 및 연구 관련 용어들이 약한 강도이지만 서로 군집을 이루는 것을 확인하였다. 한편, 에너지와 쌍을 이루는 용어의 분석에서는 '에너지 효율'을 비롯해 '에너지 절감', '에너지 소비' 등과 같이 에너지의 사용에 관한 용어들이 다수를 이루고 그 사용 빈도가 높았다. 그 후순위로는 신재생 에너지를 포함한 에너지 자원과 관련된 용어들이었고, 이보다 적은 빈도수로 에너지 생산과 관련된 용어들이 사용되었다. 에너지 용어가 사용되는 맥락을 보여주는 주제 분석에서는 4가지 영역이 구분되었는데 '첨단산업', '산업', '기초과학', '환경 및 건강'으로 이들 맥락에서 다양한 용어들이 서로 구분되어 사용이 됨이 확인되었다.

이러한 분석 결과는 우선 에너지 용어가 일상적 담화에서 기초과학 및 관련 연구뿐만 아니라 산업, 환경, 활용의 측면에서 많이 사용되고 있다는 것을 의미한다. 이처럼 일상 담화에서 에너지 관련 산업이나 에너지 활용에 관한 논의에 적절히 참여를 할 수 있도록 준비를 한다는 의미에서 에너지 관련 산업에 관한 맥락에서 에너지를 다룰 필요가 있음을 보여준다. 특히 높은 빈도로 첨단산업과 관련된 내용에서 에너지 용어가 사용된다는 결과는 교육과정이나 교과서 저술에서 고전적인 산업과 관련된 맥락뿐만 아니라 첨단산업의 맥락에서도 에너지를 다룰 필요가 있음을 보인다.

한편, 에너지 효율이나 에너지 소비와 같은 에너지 사용 관련 용어가 상당히 많이 사용된다는 결과는 문헌에서 주장된 바와 같이 에너지 저급화(degradation) 또는 산일(dissipation) 개념을 도입할 필요를 보여준다(Kang, 2017; Yoon *et al.*, 2017). 학생들이 일상에서 에너지에 관해 많이 접하는 용어가 에너지 사용이라는 점에서 에너지 관련 교육과정이나 수업을 에너지원과 에너지 사용에서 시작하는 것이 효과적이라는 Millar

(2014)의 주장에 비추어서도 에너지 저급화 개념은 에너지 효율보다 먼저 도입될 필요가 있다.

주제 관련 분석 결과는 기사의 내용을 16개 주제로 분류할 수 있을 정도로 다양한 맥락에서 에너지 용어가 사용되고 있음을 보여준다. 이는 과학 수업에서 에너지를 다룰 때 맥락을 다양하게 제시할 필요가 있음을 나타낸다. 특히 4차 산업혁명이나 빅데이터와 같은 최신 기술 및 의학이나 피부미용 등의 인간의 신체 맥락에서 에너지 용어가 사용됨을 보이는 결과는 이들 맥락의 도입이 필요함을 보여준다.

과학 수업에서 학생들이 일상적 용어와 과학 용어 사용의 차이를 인식하지 못할 때 개념 학습의 어려움을 겪는다는 것은 잘 알려져 있다(Wiser & Amin, 2001). 가령, 일상에서 사용하는 '일(work)'이라는 용어는 물리에서 측정을 위해 조작적으로 정의된 용어(힘의 방향으로 물체가 움직일 때만 '일'로 정의)로 사용될 때 그 둘을 구분하지 못하여 해당 개념을 포함하는 과학 학습 내용을 이해하는 데 어려움을 겪는다. 이는 상황에 따라 동일한 용어가 서로 다른 의미로 사용됨을 학생들이 이해해야 하는 학습 부담이 추가되기 때문이라 할 수 있다. 결국 에너지라는 동일한 용어가 일상의 맥락과 학교 학습의 맥락에서 다른 의미로 사용될 때 학생들은 과학 학습에서 어려움을 겪을 것이다. 따라서 일상에서 사용하는 에너지 용어의 의미와 과학에서 정의하는 에너지 개념이 어떻게 구분되는가를 위한 연구가 필요(Liu & Park, 2014)하며, 본 연구에서 파악한 일상에서 에너지 용어가 사용되는 상황이 그러한 연구의 기초를 제공할 수 있다.

한편, 과학적 개념을 일상적 상황에서 다루는 교수학습전략이 효과적이라는 연구 결과 역시 잘 알려져 있다(Moje, Kramer, Ciechanowski, Ellis, Carrillo & Collazo, 2004). 따라서 이 연구에서 분석한 다양한 에너지 용어의 사용 맥락을 적절히 재구성하여 에너지 관련 수업에 제시하고 이를 활용한다면 학생들이 일상생활과 과학 학습 상황의 격차를 적게 느끼고 에너지 개념을 다양한 상황에 대한 통합적인 관점으로 학습하는 데 도움이 될 것이다. 역으로 그러한 수업은 우리나라 사회, 문화적으로 통용이 되어 신문기사에서 사용되는 용어를 파악할 수 있는 과학적 소양의 기초가 될 수 있다. 또한, 에너지 관련 기사에서 기초과학 관련 주제의 맥락에 포함되는 용어로 교육, 대학, 전공 등이 해당된다는 결과는 에너지 관련 수업에서 관련된 분야의 연구를 소개하고 진로를 지도하는 기회를 제공할 필요가 있다는 것을 보여준다.

현재 진행되고 있는 2022 개정 교육과정 논의 과정에 관해 본 연구의 결과는 곧 시작될 과학과 교육과정 개정 논의에서 에너지 관련 내용의 구성에 경험적

자료에 기초한 시사점을 제시한다. 본 연구 결과에서 도출한 에너지 저급화 개념의 도입이나 에너지 관련 학습에 포함되어야 할 구체적인 맥락들, 진로와 연계한 에너지 학습의 필요성이 과학과 교육과정 개정의 논의 및 개정 교육과정에 기초하는 교과서 저술에서 고려될 필요가 있다.

국 문 요 약

본 연구에서는 일상생활에서 에너지 용어가 사용되는 맥락을 알아보기 위하여 온라인 과학 기사를 수집하여 언어 네트워크, 토픽 모델링 분석 기법을 활용하여 에너지 관련 기사에 사용된 용어의 빈도, 용어 네트워크, 기사의 주제를 분석하였다. 분석에 사용된 자료는 2018.3.1.부터 1년간의 온라인 과학 분야의 기사 중 에너지를 검색어로 하여 10개의 국내 중앙지에서 검색 및 선정된 2,171편이다. 이 기사들을 자연어 처리하여 51,224개의 문장과 507,901개의 단어로 데이터를 구성하였다. R 프로그램을 활용하여 용어 빈도수 분석 및 언어 네트워크 분석을 실시하였고, 에너지 용어 사용의 맥락 탐색을 위해 구조적 토픽 모델링 분석을 적용해 기사의 주제를 도출하였다. 기사에 사용된 용어 중 빈도수가 유난히 높은 용어는 기술, 연구, 개발로 새로운 소식을 알리는 기사의 특성을 반영한 것으로 나타났다. 한편, 기사 2편당 한 번 이상의 빈도로 사용되는 용어에는 산업 관련 용어(산업, 제품, 시스템, 생산, 시장)와 '전기', '환경'과 같이 에너지 관련 용어로 충분히 기대되는 용어들이 있었다. 한편, 에너지 관련 과학 수업에서 자주 사용되는 '태양', '열', '온도', '발전'도 빈도수 상위에 속하는 용어로 드러났다. 용어 네트워크 분석에서는 산업 및 기술과 관련된 용어와 기초과학 및 연구 관련 용어들이 약한 강도이지만 서로 군집을 이루는 것을 확인하였다. 한편, 에너지와 짝을 이루는 용어의 분석에서는 '에너지 효율'을 비롯해 '에너지 절감', '에너지 소비' 등과 같이 에너지의 사용에 관한 용어들이 다수를 이루고 그 사용 빈도가 가장 높았다. 에너지 용어가 사용되는 맥락은 16개의 주제를 분류한 4가지 영역으로 '첨단산업', '산업', '기초과학', '환경 및 건강'으로 나타났다. 에너지 사용 관련 용어가 상당히 많이 사용된다는 결과는 에너지 수업의 시작점으로 에너지 저급화 개념의 도입이 효과적일 수 있음을 시사한다. 또한, 첨단산업이나 환경 및 건강의 맥락을 에너지 학습에 도입할 필요성도 보여준다. 본 연구에서 드러난 16개 주제에서 보이는 다양한 에너지 용어가 사용되는 맥락을 재구성해 에너지 관련 수

업에 활용한다면 학생들이 학교에서의 에너지 학습과 일상적 상황을 통합적으로 인식하는 데 도움이 될 것이다.

주제어: 에너지, 기사 분석, 텍스트 마이닝, 언어 네트워크 분석, 구조적 토픽 모델링 분석

References

- Bak, H. (2011). Scientists in the media and politicization of science-The case of BSE Controversy in 2008. *Discourse* 201, 14(2), 27-51.
- Baek, Y. M.(2020). *R을 이용한 텍스트 마이닝* [Text mining using R]. Paju: Hanul.
- Berendt B. (2011). Text Mining for News and Blogs Analysis. In C. Sammut, & G. I. Webb (Eds.), *Encyclopedia of Machine Learning* (pp.968-972). Boston, MA: Springer.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- Bunge, M. (2000). Energy: Between physics and metaphysics. *Science & Education*, 9, 457-461.
- Driver, R., & Millar, R. (Eds.). (1986). *Energy matters*. Leeds: University of Leeds.
- Jhun, Y. S. (2014). Analysis on content related to energy in elementary curriculum and textbook: centering on science, social studies, ethics, and practical arts of the 2007-revised and the 2009-revised national curriculum. *The Korean Society of Energy and Climate Change Education*, 4(1), 600-611.
- Kang, N.-H. (2017). Restructuring energy unit of high school integrated science curriculum. *Journal of Curriculum and Instruction*, 17(1), 87-106.
- Lee, S. S. (2016). A study on the application of topic modeling for the book report text. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 47(4), 1-18.
- Lee, B. & Shin, W. (2012). Analysis of scientific terminology presented in a high school 'science' textbook and newspaper articles.

- Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 16(1), 59-73.
- Lijnse, P. (1990). Energy between the life-world of pupils and the world of physics. *Science Education*, 74(5), 571-583.
- Liu, X., & Park, M. (2014). Contextual dimensions of the energy concept and implications for energy teaching and learning. In R. F. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine & A. Scheff (Eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education* (pp. 175-186). New York: Springer.
- Liu, X., & Ruiz, M. E. (2008). Using data mining to predict K-12 students' performance on large-scale assessment items related to energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 554-573.
- Millar, R. (2014). Towards a research-informed teaching sequence for energy. In R. F. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine, & A. Scheff (Eds.), *Teaching and Learning of Energy in K - 12 Education* (pp. 187-206). New York: Springer.
- Ministry of Education. (2015). *2015 개정 과학과 교육과정* [2015 Revised Science Education Curriculum]. Sejong, Korea: Author. Retrieved from <https://ncic.go.kr>
- Moje, E. J., Kramer, K., Ciechanowski, K., Ellis, K., Carrillo, R., & Collazo, T. (2004). Working toward third space in content area literacy: An examination of everyday funds of knowledge and discourse. *Reading Research Quarterly*, 39(1), 38-70.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Park, J. K. (2018). Analysis on the content elements of 'Energy' domains presented in the primary science curriculum and textbooks of Singapore. *The Korean Society of Energy and Climate Change Education*, 8(2), 129-140.
- Park, S. B., Jhun, Y. S., & Lee, C. H. (2015). Inquiry on the change of energy concept through the learning in school. *The Korean Society of Energy and Climate Change Education*, 5(1), 1-7.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2011). A philosophically informed teaching proposal on the topic of energy for students aged 11-14. *Science & Education*, 20(10), 961-979.
- Roberts, M. E., Stewart, B. M., & Tingley, D. (2019). Stm: An R package for structural topic models. *Journal of Statistical Software*, 91(2).
- Shin, A. N. (2019). *Keyword and topic analysis on free semester policy using big data*. (Unpublished doctoral dissertation). Seoul National University, Seoul, Korea.
- Silge, J. (2021, November 30). *Training, evaluating, and interpreting topic models*. <https://juliasilge.com/blog/evaluating-stm/>
- Solomon, J. (1992). *Getting to know about energy: In school and in society*. London, England: Falmer Press.
- Song, Y. W. (2018). Semantics network analysis of the activation words for 'Energy' terminology used by secondary pre-Service science teachers. *New Physics: Sae Mulli*, 68(8), 889-898.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18(5), 213-217.
- Wiser, M., & Amin, T. (2001). "Is heat hot?" Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 331-355.
- Yoon, H. G., & Cheong, Y. W. (2017). Comparison of the science curricula of Korea, the United States, England, and Singapore: Focus on the concept of energy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(5), 799-812.

저 자 정 보

오 치 영 (무안행복초등학교 교사)

강 남 화 (한국교원대학교 교수)