

# ‘우주 위험’ 관련 뉴스 기사의 텍스트 마이닝 분석 연구

조 훈 · 손정주\*

한국교원대학교 지구과학교육과, 28173, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

## Text Mining Analysis of News Articles Related to ‘Space Hazard’

Hoon Jo and Jungjoo Sohn\*

Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, Cheongju 28173, Korea

**Abstract:** This study aimed to confirm the status of media reports on space hazards using topic modeling analysis of media articles that are related to space hazards for the past 12 years. Therefore, Latent Dirichlet Allocation (LDA) analysis was performed by collecting over 1200 space hazards articles between 2010 and 2021 on solar storm, artificial space objects, and natural space objects from BIGKins news platform. The articles related to solar storm focused on three topics: the effect of solar explosion on satellites; effect of solar explosion on radio communication in Korea, centered on the Korean Space Weather Center; and relationship between aircrew and space radiation. The articles related to artificial space objects focused on three topics: the threat of space garbage to satellite and space stations and the transition of useful objects into space junk; the relationship between space garbage and humanity as shown in movies; and the effort of developed countries for tracking, monitoring, and disposing of space garbage. The articles related to natural space objects focused on two topics: International Space Agency’s tracking and monitoring of near-Earth asteroids and the countermeasures of collisions, and the evolution and extinction of dinosaurs and mammals, with a focus on the collisions of asteroids or comets. Therefore, this study confirmed that domestic media play a role in conveying dangers of space hazards and arousing the attention of public using a total of eight themes in various fields such as society and culture, and derived education method and policy on space hazards.

**Keywords:** news article, space hazard, LDA (Latent Dirichlet Allocation), text mining

**요약:** 본 연구는 지난 12년간의 우주위험 관련 언론기사의 토픽모델링 분석을 통해 우주위험별 언론 보도 현황을 알아보기 위한 목적으로 수행되었다. 빅카인즈(BIGKinds)의 뉴스 플랫폼에서 2010년부터 2021년까지의 태양폭풍, 인공우주물체, 자연우주물체에 대한 우주위험 기사를 각각 1200여건 이상 수집하였으며, 키워드 분석, 잠재적 디리클레 할당모형(LDA) 분석을 수행하였다. 그 결과 태양폭풍 관련 기사는 3개의 토픽인 태양폭발이 인공위성에 미치는 영향, 우주전파센터를 중심으로 태양폭발이 우리나라 전파 통신에 미치는 영향, 항공종사자와 우주방사선의 관계로 요약되었다. 인공우주물체 관련 기사의 경우 3개의 토픽으로 인공위성과 우주정거장이 우주쓰레기로부터 위협을 받거나 그 자체가 우주쓰레기가 될 수 있다는 토픽, 영화를 통한 우주쓰레기와 인류의 관계에 대한 토픽, 우주쓰레기 추적·감시 및 처리를 위한 우주강국들의 노력이라는 토픽으로 요약되었다. 자연우주물체 관련 기사는 2개의 토픽으로 국제 우주기관의 근지구소행성에 대한 추적·감시와 충돌 대책과 소행성과 혜성 충돌을 중심으로 공룡과 포유류의 진화 및 멸종 원인으로 요약되었다. 이로부터 2010년부터 현재까지 국내 언론은 우주위험을 사회, 문화 등 다양한 영역에서 총 8개의 주제로 대중들에게 그 위험성과 경각심을 전하는 역할을 하고 있음을 확인하였으며, 이러한 결과를 기반으로 우주위험에 대한 교육방법과 교육정책의 필요성을 제안하였다.

**주요어:** 뉴스 기사, 우주위험, 잠재적 디리클레 할당모형(LDA), 텍스트마이닝

\*Corresponding author: jjsohn@knue.ac.kr  
Tel: +82-43-230-3783

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서 론

우주위험이란 ‘지구 주변의 우주환경이 인간과 인간의 우주활동에 위협을 주는 상황’이라고 정의하며, 자연적 혹은 인공적 요인이 추락하거나 충돌할 때 혹은 태양에 의한 직접적인 이유로 발생한다(Hong et al., 2015). 1998년 개봉한 ‘딥 임팩트’와 ‘아마겟돈’은 이중 자연적 요인인 혜성 혹은 소행성과 지구의 충돌을 다룬 영화로 지구의 멸망을 막기 위해 이들을 발견하고 지구를 지켜낼 때까지의 이야기를 담았다. 이외에도 태양의 위협을 다룬 영화에 ‘선사인(2007)’과 ‘노잉(2009)’이, 인공적 요인을 다룬 영화에 ‘그래비티(2013)’가 있으며, 이는 우주위험이 우리에게서 생소한 재난이 아님을 말해준다.

우주위험에 대해 자세히 살펴보면, 첫 번째로 태양 위험은 유무선 네트워크 기술이 발달하면서 부각 된 것으로, 태양활동에 의해 급격하게 우주전파환경 혹은 우주날씨(기상)를 변화시키는 우주전파재난이다. 전파법은 이를 ‘지구 대기권 밖에 존재하는 전파에너지의 변화로 발생하는 전파와 관련된 재난’으로 정의하며, 일반적으로 불안정한 상태의 태양이 주원인이 된다(Hong et al., 2015).

우주전파재난의 위기 유형은 위성 손상 및 위성통신 장애, 북극항로 운항 항공기 승객 및 승무원의 우주방사선 피폭과 항공통신 장애, GPS 신호 장애 및 오차 증가 등 전반적으로 국가기반시설 뿐만 아니라 사회 서비스 영역까지 그 영향이 다양하고 폭이 넓다(Ahn et al., 2020; Kwon and Kim, 2012; Park and Kim, 2012). 이와 관련하여, 1859년 9월 캐링턴 사건은 태양 관측 사상 태양 플레어, 지자기 폭풍 등이 가장 강했던 기록 중 하나로 유럽과 북아메리카 지역의 전신 시스템을 마비시켰다(Cliver and Dietrich, 2013). 이외에도 1989년 우주시대에 들어 가장 큰 지자기 폭풍으로 알려진 퀘벡 주 사건(Bolduc, 2002), 그리고 2003년 10월 스웨덴에서 90분간 정전이 발생한 사건이 있었다(Pulkkinen et al., 2005).

두 번째로, 인공우주물체는 우주선·인공위성·발사체·추진체처럼 우주에서 특정 목적을 수행하기 위해 설계·제작된 물체를 말한다(NSSAO, 2022). 1957년 스푸트니크 위성으로 우주시대가 열리면서 인류는 우주개발에 박차를 가했으며, 차츰 세월이 흘러 폐기된 인공위성을 비롯한 인공우주물체들이 우주에 쌓여 현재는 그 수가 수만 개에 이르렀다. 실제로 우

주환경감시기관(NSSAO)의 인공우주물체 통계자료를 살펴보면, 2022년 1월 기준 추락한 인공우주물체는 25,864개, 지구궤도 상에 존재하는 인공우주물체는 운용 중인 인공위성이 5,157개, 운용이 종료된 인공위성이 3,031개, 파편으로서 잔해물은 17,049개였다(NSSAO, 2022).

인공우주물체의 구체적인 모습에는 지구 근접 우주 공간에 버려진 인공위성, 폭발로 인한 파편, 우주 유영시 떨어뜨린 공구들을 포함하며, 수 cm부터 수 m의 크기로 존재한다(NSSAO, 2022; Sliz?Balogh et al., 2020). 인공우주물체는 우주에서 서로가 충돌 혹은 지상으로 추락할시 무게와 속도에서 상당히 위험하다(KASI, 2018a). 운용 중인 위성이 서로 충돌할시 1차로는 위성의 손상 혹은 파손을 유발하며, 이때 발생한 우주쓰레기가 연쇄적으로 다른 위성과 충돌하는 2차 위험 요소로 작용한다(Kessler et al., 2010).

인공우주물체의 지상 추락은 1톤 이상의 인공우주물체가 대기권 통과 후 20-40% 잔해로 추락하는 경우를 예로 들 수 있으며(KASI, 2018b), 만약 이 추락이 대도시에서 발생한다면, 인구가 밀집되어 있고 통신, 전력 등 국가기반시설이 모여 있기에 상당한 규모의 재난이 예상된다(Cho, 2017). 대표적으로 2009년 2월 러시아의 군사위성과 미국의 통신위성의 충돌 사건이 있으며, 이때 200,000개 이상의 파편이 발생했다(Ansdell, 2010). 지상 추락의 경우, 1978년 구소련 위성 코스모스 954호가 캐나다 북부에 떨어져 방사성 분진에 의해 해당 지역이 오염되는 사건이 있었다(Tracy et al., 1984).

세 번째로, 자연우주물체는 혜성·유성체·소행성 등 우주에서 자연적으로 만들어진 천체를 뜻한다(NSSAO, 2022). 2022년 1월 기준 근지구소행성(Near Earth Asteroid, NEA)의 누적 발견 수는 23,563개이고, 그 중에서 지구위협소행성(Potentially Hazardous Asteroid, PHA)은 2,246개이며 매년 발견 수가 증가하고 있다(NSSAO, 2022). 자연우주물체의 추락 사건으로는 과거 백악기에 공룡 멸종의 원인이 된 지름 11-15 km의 소행성 충돌과 그로 인한 기후변화 가설이 있다(Brugger et al., 2017). 그리고, 1908년 6월 러시아 퉁구스카에서 직경 50-80 m의 소행성이 떨어져 2,000 km<sup>2</sup> 이상의 숲의 파괴 및 최소 3명 이상의 사상자가 발생한 사건(Wheeler and Mathias, 2019)과, 2013년 2월 러시아 첼라빈스크에서 직경 17-20 m의 소행성이 공중 폭발해 1,600여명이 타락상 등 부상으

로 병원에서 치료를 받은 사건이 있다(Borovička et al., 2013; Kartashova et al., 2018).

우주위험은 태양위험, 인공우주물체, 자연우주물체의 형태로 우리 생활에 맞닿아 있는 재난이며 태풍과 지진처럼 국민의 안전을 지키고 사고를 예방하는 것이 필요하다. 교육과 학술 측면에서 우주위험에 대한 논의는 우주재난 위험도에 비해 활발하지 않은 실정이다. 교육부에서는 2015 개정 과학과 교육과정에서 우주위험을 제외한 태풍과 같은 자연재난과 원자력발전소의 방사능 누출사고와 같은 사회재난에 대해 중학생들이 그 원인을 과학적으로 분석하고 대책을 세우게끔 하고 있으며(MOE, 2015), 우주위험은 태양계의 구성 천체와 태양활동, 지구 자기장, 지질 시대를 배울 때 과학 내용 지식으로서 다루게끔 안내하고 있다(Choi and Sohn, 2021; MOE, 2015).

학술 연구 측면에서는 우주위험을 다룬 교사 교육 프로그램 연구(Choi and Sohn, 2021)와 우주탐사 교육프로그램 내 한 순서로 우주쓰레기에 대해 익히는 연구(Yang and Sohn, 2018) 정도로 국내 교육분야 연구에서 우주위험에 대한 논의가 활발하지 않다. 국내 자연재난 인식연구의 경우 성인에게 우주재난과 기타 자연재난을 비교하며 우주위험 인식을 살펴본 연구만 있을 뿐(Kim et al., 2016), 대부분은 학생, 지구과학 교사, 성인을 대상으로 우주위험을 제외한 재난을 다루고 있다(Han and Lee, 2019; Jegal, 2006; Lee and Min, 2016; Na and Nam, 2019). 국외의 경우 태양위험 대신 우주기상(space weather)이라는 이름으로 비공식 교육으로서 우주기상 교육프로그램 연구는 있지만(Dusenbery et al., 2008), 대부분 우주기상모델링교육의 한 축으로서 우주위험을 가르치고 있으며(Abdullah et al., 2015; Damas et al., 2020), 다른 우주위험은 교육과 인식연구에서 잘 다루어지지 않고 있다. 이렇듯 현재 국내외 모두 교육과 학술 측면에서 우주위험에 대한 관심은 그 위험성에 비해 저조한 실정이므로 우주위험에 대한 대중의 인식을 확대할 수 있는 연구가 필요하다.

대중의 인식을 확대하는 연구는 여러 유형이 있지만, 그중 언론을 대상으로 한 토픽모델링 연구는 그 특성 측면에서 새롭게 조명되고 있다. 토픽모델링이란 주어진 문서 내에서 텍스트 데이터 자체의 특징에 초점을 맞추어 토픽을 역추적하는 기법이다. 이 기법은 방대한 정보로 인해 숨겨진 의미를 발견해내는 특성이 있는데(Blei and Lafferty, 2009), 이때 주

어지는 문서로 언론기사나 국민청원 등 대중들이 참여하는 매체를 활용하면 데이터의 특성에 따라 대중들의 잠재된 인식이 담긴 교육적 이슈 등 거시적 관점의 시사점을 도출해 낼 수 있다.

이와 관련해 토픽모델링 기법 중 최근 많이 사용되는 잠재적 디리클레 할당모형(Latent Dirichlet Allocation, LDA)을 활용한 연구를 살펴보면, 국민청원 데이터에서 유아와 교육 카테고리의 글을 분석해 교육정책, 중등교육 등 총 9개의 토픽으로 교육에서 대중들의 주요 관심 사항이 무엇인지 도출한 연구(Min and Shim, 2020)와, 유아 사교육 현상과 관련해 블로그 게시물 및 댓글에서 6개의 토픽과 국내 뉴스 플랫폼 빅카인즈(BIGKinds)의 언론기사에서 7개의 토픽을 추출해 유아 사교육에서 엄마 역할의 중요성과 그에 따른 정책적 시사점을 제안한 연구가 있다(Kang and Sohn, 2020). 빅데이터로 확대해 보면, 빅카인즈에서 2010년부터 2019년까지 미세먼지 언론기사 152,990건을 수집 및 분석한 Yoon and Kim (2020)의 연구는 총 80개의 토픽을 통해 미세먼지 저감 대책과 그 방안을 정책적으로 제시하였다.

따라서 본 연구는 우주위험 관련 언론기사에 대한 토픽모델링 분석으로 우주위험별 언론보도 현황을 확인하여, 지구과학교육의 입장에서 우주위험에 관한 인식의 확대 방안을 모색하고자 한다. 이를 위해 첫째, 우주위험별 주제 도출을 바탕으로 우주위험에 대한 국내 언론기사의 특징은 어떠한지를 알아보았으며, 둘째, 국내 언론을 활용해 지구과학교육에서 우주위험 교육이 효과적으로 실시되기 위한 교육방법과 교육정책의 필요성을 살펴보았다.

## 연구 방법

### LDA 분석 방법론

토픽모델링에서 가장 널리 사용되고 있는 LDA는 잠재된 토픽을 문서들 내에서 도출하는 확률 알고리즘이다(Blei et al., 2003). LDA는 토픽에 대한 2가지의 가정에서 출발한다(Kim, 2021). 첫 번째 가정은 토픽은 여러 가지의 단어로 구성된 혼합 구성물로 한 토픽에는 서로 다른 여러 단어가 담겨있으며, 여러 토픽에 같은 단어가 있을지라도 그 비율은 서로 다르게 존재한다는 것이다. 두 번째 가정은 여러 개의 토픽이 문서를 구성한다는 것으로, 문서는 모든 토픽에 속할 확률이 어느 정도 있다는 것이다. 즉,

LDA는 문서를 이루는 토픽의 비중과 토픽을 이루는 단어의 비중을 함께 고려해 디리클레 확률분포로서 문서 내 토픽을 찾는 방법이다. 토픽의 단어 비중 변수와 문서의 토픽 비중 변수는 양의 실수로서 각각 합이 1이 되며, 두 변수의 곱을 통해 문서에서 어떤 단어가 나타나는지에 대한 비중을 구한다(Moon et al., 2018). 따라서 해당 문서로 할당된 토픽은 문서 내에서 그 토픽에 비중이 높은 적합한 단어들로 구성된다(Newman et al., 2006).  $p(t|d)$ 를 문서  $d$ 를 구성하는 토픽  $t$ 의 비중,  $p(w|t)$ 를 토픽  $t$ 를 구성하는 단어  $w$ 의 비중,  $p(w|d)$ 를 문서  $d$ 를 구성하는 단어  $w$ 의 비중이라고 한다면, 다음의 Eq. (1) 수식으로 표현할 수 있다(Moon et al., 2018).

$$p(w|d) = \sum_{t=1}^T p(w|t)p(t|d) \quad (1)$$

### 데이터 수집과 전처리

데이터 수집과 전처리는 Fig. 1의 1단계와 같다. 데이터 수집 단계에서 본 연구의 우주위험 유형은 자연우주물체, 인공우주물체, 그리고 태양위험 대신 태양폭풍으로 설정했다. 분석대상은 한국언론진흥재단이 제공하는 빅카인즈의 기사로 하였다. 검색어는 태양폭풍에서는 ‘우주기상, 우주날씨, 태양활동, 우주방사선, 우주전파’로, 인공우주물체에서는 ‘우주잔해, 우주파편, 우주쓰레기’로, 자연우주물체에서는 ‘충돌’ 단어를 반드시 포함한 ‘소행성, 혜성, 운석’으로 정하였으며, 모든 검색어들은 ‘OR’ 조건문으로 검색하였다. 이때 본 연구와 관련이 없는 ‘정치’, ‘경제’, ‘스포츠’ 섹션은 배제하였다. 검색기간은 2010년 1월 1일부터 2021년 12월 22일까지로 하였으며, 언론 매체 수는 54개로 모든 우주위험 유형에 공통으로 적용하였다. 최초 검색 결과, 태양폭풍에서는 1,985건이, 인공우주물체에서는 1,932건이, 자연우주물체에서는 1,632건이 검색되었으며 데이터는 csv 파일 형태로 수집되었다. 데이터 전처리 단계에서는 지구 및 우주인과 관련해 우주위험과 관련 없거나 내용이 중복되는 기사는 제거하였다. 그 결과 최종으로 분석에 사용된 기사 수는 태양폭풍에서 1,120건, 인공우주물체에서 1,621건, 자연우주물체에서 1,200건이었다(Table 1). 또한 빅카인즈에서는 기사 데이터를 포함하는 정보로 ‘뉴스 식별자’와 ‘일자’를 포함해 11가지를 제공하고, 본 연구는 그 중 ‘특성추출’을 분석에 활용하

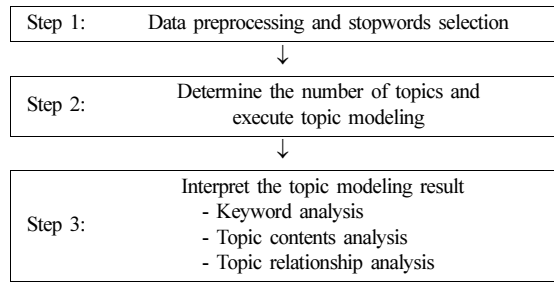


Fig. 1. Research Process.

Table 1. Data acquisition information

Period	2010.01.01. - 2021.12.22.		
Media outlets (Number)	Metropolitan newspaper (11) Business newspaper (8) Local newspaper (28) Broadcasting station (5) Technical journal (2)		
Space Hazards	Solar storm	Artificial object	Natural object
Articles	1,120	1,621	1,200

였다. 특성추출이란 ‘뉴스에 등장하는 명사 중에서 해당 뉴스에서 중요하다고 판단해 추출한 키워드로, 중요도는 텍스트 랭크(Text rank) 알고리즘으로 판단’한다(BIGKinds, 2022).

### 데이터 분석과 결과 해석

데이터 분석과 결과 해석은 Fig. 1의 각각 2단계, 3단계와 같다. 데이터 전처리 후 토픽 수 결정과 토픽모델링을 실시하였다. 토픽모델링에서 토픽 수의 결정은 중요한 사항으로, 적게 설정하면 여러 개의 토픽을 하나의 토픽이 포함하고, 반대로 하나의 토픽 이라면 충분한 것도 다수의 토픽이면 문서의 내용에 대한 해석을 모호하게 만들 수 있다(Sim, 2021). 따라서 토픽모델링 연구에서 최적화된 토픽 수는 중요하다며, 이것은 토픽 일관성(Topic coherence) 값과 토픽 응축성을 바탕으로 결정된다. 본 연구는 파이썬(Python)의 자연어 처리를 위한 라이브러리 ‘gensim’에 있는 ‘coherence’ 함수에서 토픽 일관성 값(Topic coherence)의 한 종류인 UCI 값을 참고 값으로 활용하였다. UCI 값은 토픽 내 단어 쌍의 점수를 두 단어 사이의 PMI (Pointwise Mutual Information)로 정의하는 확률 측정 평가 방식으로, UCI를 포함한 토픽 일관성 값은 기본적으로 값이 클수록 좋은 모델임을 지시한다(Stevens et al., 2012). 그리고 최종적

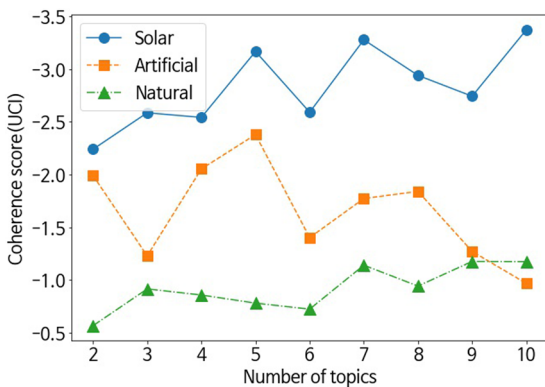


Fig. 2. UCI score as a function of number of topics.

으로 연구에 사용되는 토픽 수를 결정할 때는 토픽의 응축성을 위해 토픽 일관성 값 중 가장 큰 값이 아닌 그보다 약간 작은 값을 취할 수도 있다(Yoon and Kim, 2021).

본 연구에서는 토픽 수의 가능 범위를 2개부터 10개까지 설정한 후 각각의 토픽 수에 따라 토픽 일관성 값을 측정하도록 함수를 구현하였고, Fig. 2와 같이 결과가 나타났다. 이를 토대로 토픽의 응축성을 살펴본 결과, 최적의 토픽 수는 태양폭풍은 -2.586에서 3개, 인공우주물체는 -1.228에서 3개, 자연우주물체는 -0.565에서 2개로 하였다.

토픽모델링의 경우 토픽 수(num\_topics), 코퍼스(corpus), 사전(id2word)을 지정해야 한다. 코퍼스에서는 태양폭풍 26,380회, 인공우주물체 35,878회, 자연우주물체 31,425회의 단어가 출현하였으며, 사전에서는 태양폭풍 6,438개, 인공우주물체 9,021개, 자연우주물체 11,305개의 서로 중복되지 않는 단어가 나타났다. 이를 토대로 본 연구는 우주위험별 토픽모델링에서 토픽 수와 코퍼스, 사전은 앞서 살펴본 개수를 적용하였고 모델링의 반복 횟수는 1,000회로 하였다.

본 연구에서는 키워드 분석, 토픽 내용 분석, 토픽 관계 분석을 통해 결과를 해석하였다. 키워드 분석은 분석하고자 하는 대상과 연관된 모든 구성요소를 파악하고 가장 핵심이 되는 것이 무엇인지 살펴보는 데 직관적인 도움을 주며, 토픽 분석의 결과를 유추하는데 이정표 역할을 한다. 그리고 토픽 분석은 키워드 분석에서 나타난 키워드 간 연관성에 따라 문서에 내포된 여러 토픽을 발견해낸다. 따라서 우선적으로 키워드 분석으로 우주위험별 언론의 전체적인 주요 관심사와 구성요소를 살펴보았다. 그 후 토픽 내용

분석에서는 토픽별로 15개의 주요 키워드를 추출해 그와 관련된 뉴스 내용을 살펴봄으로서 각각의 토픽이 어떤 내용을 내포하는지 살펴보았으며, 이를 토대로 파이썬의 pyLDAvis 라이브러리를 이용해 토픽 간의 관계를 도출하였다. 본 연구의 워드클라우드와 막대그래프는 R 4.1.0을, 그 외 분석은 코랩(Colab)의 파이썬 3.7.12을 사용하였다.

## 연구 결과

### 키워드 분석

우주위험별 등장 단어를 워드클라우드로 표현한 결과는 Fig. 3과 같다. 태양폭풍의 경우 가장 출현 빈도가 높은 ‘미국’을 중심으로 ‘방사선’, ‘태양’, ‘폭발’, ‘흑점’ 등의 단어가 비중 있게 나타났으며, ‘우주전파센터’, ‘3단계’, ‘항공기’ 등도 자주 나타남을 확인할 수 있었다. 인공우주물체의 경우 ‘미국’을 중심으로 ‘한국’, ‘승리호’, ‘송중기’ 등의 단어가 비중 있게 나타났으며, 우주강국인 ‘러시아’, ‘중국’도 비중이 컸다. 자연우주물체의 경우 ‘소행성’을 중심으로 ‘운석’, ‘혜성’, ‘충돌’, ‘가능성’ 등의 단어가 자주 등장하였으며, ‘미국’, ‘영국’, ‘러시아’의 나라가 비중 있게 나타났다. 구체적으로 우주위험별 키워드 빈도수 상위 20위를 나타낸 Fig. 4를 살펴보면, 1위, 2위, 3위의 키워드와 빈도수는 태양폭풍에서 미국이 329번, 방사선이 295번, 태양이 247번, 인공우주물체에서 미국이 713번, 인공위성이 556번, 한국이 407번, 자연우주물체에서 소행성이 630번, 미국이 460번, 운석이 278번 출현했다.

키워드 분석을 통해 태양폭풍과 관련된 기사는 전 세계 국가 중 미국의 영향력이 가장 크며, 태양폭풍이 끼치는 영향에 따라 방사선과 항공기 운항이 관련되어 있다는 것, 그리고 우주전파센터, nasa, 한국천문연구원과 소속 연구원이 태양의 전파 방해 위험과 서로 관련되어 있음을 짐작할 수 있다. 인공우주물체에서도 역시 미국의 영향력이 가장 컸으며, 인공우주물체의 유형으로 인공위성이 가장 관련이 깊다는 것, 그리고 한국에서는 ‘승리호’라는 영화가 인공우주물체와 우주위험 간의 관계에 대해 문화적 요소로서 영향을 끼쳤음을 유추할 수 있다.

자연우주물체의 경우 자연우주물체인 소행성, 운석, 혜성에 대해 미국이 가장 큰 관심을 띄고 있으며, 이들은 백악기 때 공룡 멸종과 관련이 깊고, nasa 등

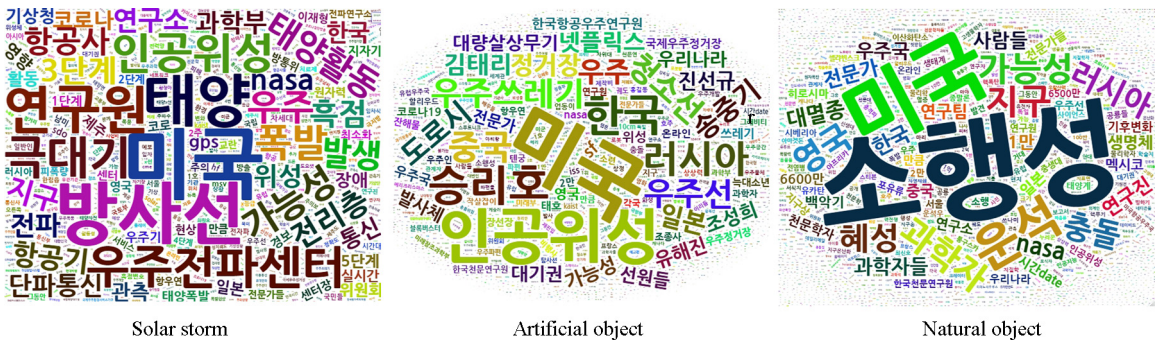


Fig. 3. Results of wordcloud.

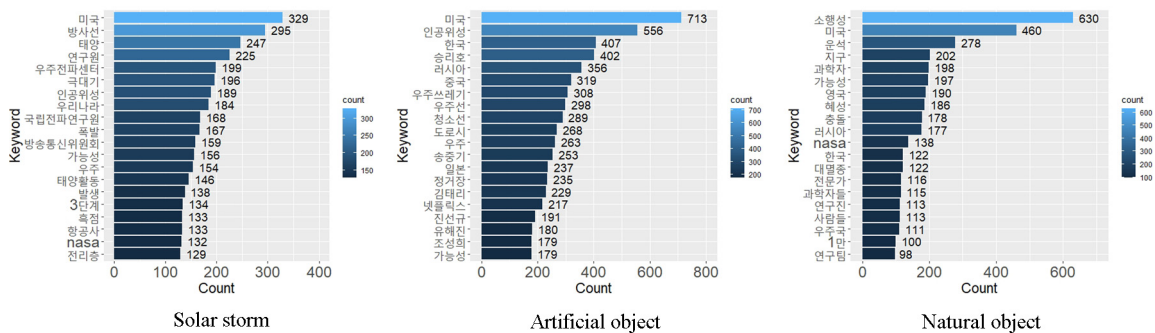


Fig. 4. Top 20 Keywords.

연구기관 과학자들이 지구와 이들의 충돌 가능성에 주목하고 있음을 짐작할 수 있다.

**토픽 내용 분석**

각각의 우주위험에 대한 토픽모델링 실행 결과는 Table 2로 우주위험별 토픽들을 구성하는 15개 단어를 출현 빈도순으로 나열하였다.

먼저 태양폭풍에서 토픽1은 '미국', '태양', '방사선', '극대기', 'nasa', '천리안' 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 더 확장해 살펴보면 주요 단어 30개 중에는 '탐재체', '폭발', '우주기상', '발생', '한국항공우주연구원' 등도 나타났다. 여기서 천리안은 천리안 위성 5호로 작년 10월에 차세대 개발 인공위성으로서 주목받았으며, 기상·우주기상 탐재체를 통해 우리나라의 기상과 우주기상의 예보에 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 현재는 천리안 2A호가 활동 중이다. 한편 이러한 인공위성들은 미국 NASA의 태양 관측 발표에 따라 통신장애 위험 경고로 종종 기사화되고 있다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽1은 미국 NASA의 태양 관측에서 태양의 활동 시기 중

극대기 동안의 높은 방사선이 인공위성과 지구에 끼치는 영향, 특히 우리나라 인공위성인 천리안이 태양 폭발에 노출되었을 때 항공우주연구원이 관계기관으로 활동하고 있음을 주된 내용으로 하는 것으로 해석된다.

토픽2는 '우주전파센터', '국립천과연구원', '3단계', '태양활동' 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에는 '단파통신', '전파', '우주전파환경' 등도 포함되어 있었다. 여기서 3단계는 항공기, 전력시설, 인공위성 등에 오작동을 일으킬 우려가 있는 태양흑점폭발 3단계를 의미하는 것으로, 우주전파센터에서는 국민의 안전을 위해 3단계 이상 시 우주전파제한 위험 경고를 하고 있다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽2는 국립천과연구원의 우주전파센터를 중심으로 태양폭발이 우리나라의 전파 통신에 미치는 영향을 담고 있는 것으로 해석된다.

토픽3은 '방사선', '승무원', '항공기', '피폭량' 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에는 'msv', '백혈병', '국토교통부' 등도 나타났다. 여기서 항공기, 피폭량, 방사선은 작년 5월 우주



Table 2. Top 15 keywords by topics

Rank	Solar storm			Artificial object			Natural object	
	Topic1	Topic2	Topic3	Topic1	Topic2	Topic3	Topic1	Topic2
1	미국	우주전파센터	방사선	미국	승리호	미국	소행성	소행성
2	태양	연구원	승무원	인공위성	청소선	인공위성	미국	미국
3	방사선	방송통신위원회	우주방사선	러시아	도로시	일본	지구	운석
4	극대기	국립전파연구원	대한항공	중국	한국	한국	러시아	영국
5	nasa	태양	항공사	우주쓰레기	송중기	발사체	충돌	혜성
6	천리안	우리나라	항공기	정거장	김태리	우주쓰레기	운석	과학자
7	우주	3단계	원자력	우주선	넷플릭스	러시아	nasa	가능성
8	인공위성	폭발	방사선량	우주	진선규	우리나라	가능성	연구팀
9	한국	태양활동	피폭량	가능성	유해진	중국	과학자	대멸종
10	우주국	전리층	위원회	대기권	조성희	영국	우주국	연구진
11	위성	전파연구원	msv	일본	대량살상무기	전문가	혜성	과학자들
12	관측	단파통신	중사자	위성	선원들	정거장	한국	멕시코
13	탐재체	미국	미국	우리나라	sf	우주선	전문가	6600만
14	폭발	인공위성	북극항로	국제우주정거장	태호	항우연	사람들	생명체
15	지구	가능성	국토부	잔해물	코로나19	탐사선	소행	백악기

방사선 피폭에 대해 첫 산재로 인정된 승무원의 뉴스에서 자주 언급되던 단어이다. 이전에는 항공승무원의 우주방사선 피폭에 대해 여러 논란이 있었다 (Ahn et al., 2020). 하지만 2021년에 우주방사선이 항공승무원의 신체에 미치는 영향이 공식적으로 인정됨에 따라 이 기사는 태양으로부터 오는 우주방사선에 대한 우리의 인식을 넓혔다는 점에서 큰 의미가 있었다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽3은 항공기의 경우 높은 고도에서 운항하므로 관련된 항공 종사자들은 우주방사선에 더 자주 노출되고, 이에 대한 피폭 위험이 정부와 국회에서 활발히 논의된 내용을 주로 포함하고 있는 것으로 해석된다.

다음으로 인공우주물체에서 토픽1은 ‘미국’, ‘인공위성’, ‘러시아’, ‘중국’, ‘우주쓰레기’, ‘대기권’ 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에는 ‘텐궁’, ‘iss’, ‘우주인’, ‘충돌’ 등도 나타났다. 여기서 텐궁, iss는 우주정거장을 뜻하는 것으로, 텐궁은 중국이 자체 개발한 우주정거장 텐궁 1호를 말하며, iss는 미국 주도의 16개국만 만든 국제우주정거장이다. 텐궁은 2018년 4월에 화제가 되었는데, 다름 아닌 통제 불가능 상태로 대기권에서 모두 소멸하지 못한 채 그 잔해물이 추락 중이었기에 전세계 정부는 추락 위치에 주의했다. 한편 빠르게 접근하는 우주쓰레기와 충돌 때문에 국제우주정거장 iss의 우주인들과 인공위성들이 비상사태에 돌입하는 사건이

종종 기사화되었다. 대표적으로 2021년 11월 러시아의 자국 인공위성 요격 사건은 국제적으로 우주쓰레기와 우주의 안전에 대한 큰 화두를 던졌다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽1은 인공위성과 우주정거장이 우주쓰레기로부터 위협을 받거나 그 자체가 우주쓰레기가 되어, 지구와 우주의 안전에 위협을 주고 있음을 주된 내용으로 하는 것으로 해석된다.

토픽2는 ‘승리호’, ‘송중기’, ‘넷플릭스’ 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에서는 ‘우주선’, ‘조종사’ 등도 나타났다. 여기서 승리호는 2021년 2월 송중기가 주연인 넷플릭스의 한국 SF 영화로, 우주쓰레기 청소선 승리호 선원들이 로봇 도로시를 발견해 벌어드는 일을 다루고 있다. 승리호는 넷플릭스 영화 순위 1위를 달성할 정도로 작품성을 인정받았으며, 그에 따라 우주쓰레기가 인류와의 공존에서 밀접한 존재임을 대중들에게 확산시켰다는 점에서 큰 의미가 있었다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽2는 우주쓰레기 청소선을 소재로 하여 우주쓰레기와 인류의 공존을 친숙하게 그려낸 내용을 주로 담고 있는 것으로 해석된다.

토픽3은 ‘미국’, ‘인공위성’, ‘한국’, ‘발사체’, ‘우주쓰레기’, ‘러시아’, ‘중국’ 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에서는 ‘한국항공우주연구원’, ‘우주개발’, ‘누리호’, ‘아리랑’ 등도 나타났다. 여기서 미국 등의 나라는 우주강국으로 많은

인공위성을 만듦과 동시에 많은 우주쓰레기를 만든 국가이기도 하다. 이렇게 늘어난 우주쓰레기는 각국의 인공위성을 위협한다. 2015년 1월 기사는 이를 잘 나타내는데 한국의 과학기술위성 3호가 미국과 러시아의 통신위성 충돌에 따라 생겨난 잔해로부터 안전에 위협을 받았다. 이러한 이유로 우주강국들은 군 차원에서 적극적으로 이들을 추적·감시하고 있으며, 민간차원에서는 청소위성 등을 개발하는데 몰두하고 있다. 한편 누리호는 발사와 연관된 것으로 발사할 때 당일 발사조건에는 우주쓰레기 위협이 포함되어 있었다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽3은 우주강국들이 우주개발로 생긴 우주쓰레기를 추적·감시함으로써 인공위성의 안전을 지킬 뿐만 아니라 우주쓰레기를 처리하기 위한 기술을 개발하고 있다는 것, 그리고 한국 또한 이러한 위협에 대해 항공우주연구원을 중심으로 많은 관심을 두고 있다는 내용을 주로 포함하고 있는 것으로 해석된다.

마지막으로 자연우주물체에서 토픽1은 ‘소행성’, ‘미국’, ‘지구’, ‘러시아’, ‘충돌’, ‘운석’, ‘nasa’ 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에서는 ‘시간date’, ‘시베리아’, ‘유성우’ 등도 나타났다. 여기서 소행성과 미국, nasa, 시간date는 근지구소행성의 추적과 궤도를 바꾸는 실험에 관한 기사에서 자주 언급되는 단어이다. 2021년 11월 미국 NASA에서는 닥트 우주선을 발사하였는데, 발사목적은 2022년 9월경 근지구소행성 디디모스와 충돌하는 실험을 통해 이것의 궤도를 얼마나 바꿀 수 있는지를 알아보는 것이었다. 소행성의 감시 또한 NASA를 중심으로 이루어지고 있으며, 한국천문연구원도 우주위험감시센터를 통해 지구위협소행성의 발견 및 이들의 정밀궤도를 조사하고 있다. 한편 대표적인 소행성 이슈로는 1908년 러시아 퉁구스크의 운석 충돌과 2013년 첼라빈스크의 유성우가 있으며, 이들은 소행성의 지구 근접 통과 때 피해 예상 규모에 대한 비교 대상으로 자주 언급되었다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽1은 러시아에 떨어진 유성우나 운석의 피해 규모를 토대로, 소행성으로부터 지구를 지키기 위해 NASA를 중심으로 연구기관들이 근지구소행성 및 지구위협소행성을 추적·감시하고 그 궤도를 바꾸려는 노력을 주로 포함하고 있는 것으로 해석된다.

토픽2는 ‘소행성’, ‘미국’, ‘운석’, ‘혜성’, ‘대멸종’, ‘멕시코’, ‘6600만’, ‘백악기’ 등으로 분류된 기사들이 주를 이루었다. 주요 단어 30개 중에서는 ‘포유류’,

‘기후변화’, ‘유카탄’, ‘공룡들’ 등도 나타났다. 여기서 혜성, 대멸종, 멕시코, 6600만, 백악기, 유카탄, 공룡들은 백악기에 공룡의 멸종을 나타낸 단어이다. 이와 같은 단어가 들어간 기사는 주로 공룡의 멸종에 대한 기존의 과학지식 전달 혹은 운석 충돌설에 대한 여러 최신 연구를 전하는데 목적을 두었다. 이상의 분석을 종합하였을 때 토픽2는 백악기 때 운석 충돌과 관련해 공룡 멸종의 원인을 밝히려는 내용과 공룡과 포유류의 진화에 관한 내용을 담고 있는 것으로 해석된다.

### 토픽 간의 관계

토픽모델링의 결과를 시각화한 원은 토픽을 나타내며 등장한 총 단어의 횡수는 원의 크기로 나타난다 (Fig. 5). 원의 크기가 클수록 토픽으로 분류된 단어 혹은 그와 관련된 기사가 많다는 것이며, 이는 곧 전체 토픽에서 해당 토픽이 차지하는 비율이 더 크다는 의미다. 또한 원이 서로 겹치지 않을수록 해당 토픽들은 서로의 주제가 유사하지 않음을 의미한다. 이를 바탕으로 우주위험별 토픽들의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

태양폭풍에서 토픽1과 토픽2간의 원의 크기는 서로 비슷하고 토픽3이 상대적으로 가장 작았다. 토픽간의 구체적인 비율에서 토픽1은 39.9%, 토픽2는 39.2%, 토픽3은 20.9%로 토픽1은 토픽2와 토픽3에 비해 각각 0.7, 19% 더 이슈화되었다. 인공우주물체의 원의 크기는 토픽1, 토픽2, 토픽3 순서로 컸다. 토픽간의 비율을 살펴보면, 토픽1은 41.3%, 토픽2는 33.4%, 토픽3은 25.3%로 토픽1은 토픽2와 토픽3에 비해 각각 7.9, 16% 더 이슈화되었다. 마지막으로 자연우주물체의 토픽1과 토픽2의 원의 크기는 비슷했다. 실제로 토픽 간의 비율에서 토픽1은 50.7%, 토픽2는 49.3%로 토픽1은 토픽2에 비해 0.7% 더 이슈화될 뿐이었다.

이와 더불어 우주위험별 모든 토픽 원은 서로 겹치지 않고 떨어져 있는데, 이는 각각의 토픽에 담긴 주제가 서로 명확히 다름을 의미한다. 종합해보면 태양폭풍과 인공우주물체에서 각각 3개의 토픽과 자연우주물체에서 2개의 토픽이 모두 20% 이상으로 그 비율을 차지해 토픽 간의 심한 불균형은 없었으며, 우주위험별 토픽이 명확히 달라 토픽 분석이 적절히 되었음을 확인하였다.



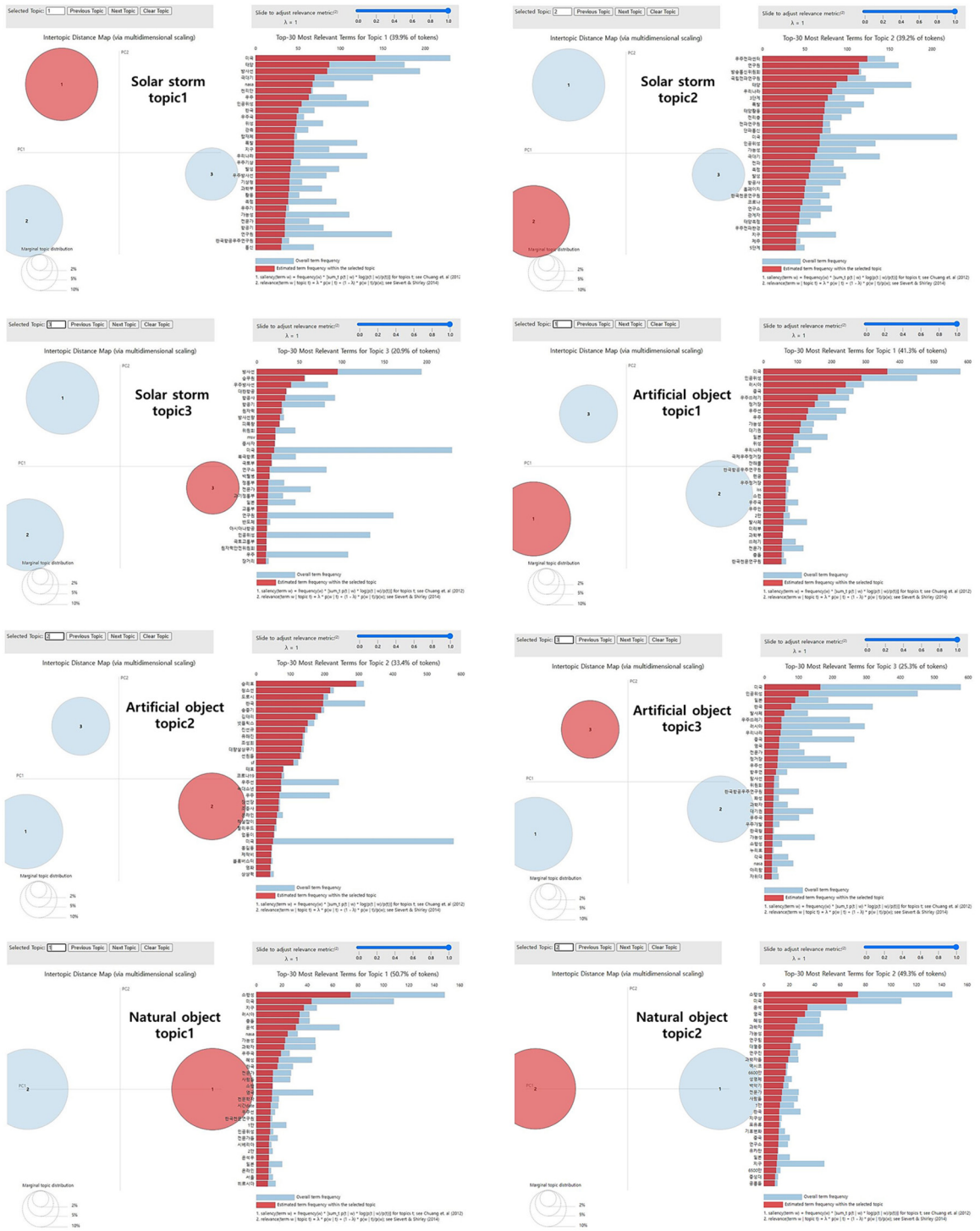


Fig. 5. LDA topic modeling result visualization by topics.

## 결론 및 제언

본 연구에서는 토픽모델링으로 우주위험별 언론기사를 분석하고 그 결과를 바탕으로 우주위험에 관한 인식의 확대 방안을 모색하고자 하였다. 우주위험의 유형을 태양폭풍, 인공우주물체, 자연우주물체로 하고, 빅카인즈에서 2010년부터 2021년까지 54개 국내 언론매체로부터 우주위험별 기사를 수집하였다. 분석으로는 키워드 분석, LDA 토픽 분석을 하였으며 결론은 다음과 같다.

첫째, 우주위험을 다룬 국내 언론기사의 특징을 살펴본 결과, 국내 언론은 기사의 주제로서 태양폭풍과 인공우주물체에서는 3개, 자연우주물체에서는 2개의 토픽을 다루고 있었으며, 이때 토픽들은 사회, 문화, 국제, 지역, IT과학 등 다양한 영역을 아우르고 있었다. 국내 언론은 태양폭발로 인한 인공위성 통신장애, 항공승무원의 방사선 피폭, 우주정거장의 추락 위험으로 인한 사회의 혼란, 소행성의 궤도를 바꾸기 위한 실험 등 태양폭풍과 인공우주물체, 자연우주물체가 오늘날 우리에게 주는 피해 혹은 그 피해를 대비하는 방안을 전하고 있었으며, 그 영역은 사회, 문화, 지역, 국제, IT과학까지 다양했다. 언론은 대중들이 무엇을, 어떻게, 그리고 왜 그렇게 생각해야 하는지를 설득하고 유도하는 속성을 지니고 있다(Yoon and Kim, 2020). 따라서 국내 언론은 우주위험의 위험성과 경각심을 우리 지역 사회부터 국가 간의 관계까지 폭넓게 다루는 역할을 하고 있으며, 대중들의 우주위험에 대한 인식이 이와 같은 환경에 직간접적으로 노출되어 있음을 확인하였다.

둘째, LDA 토픽 분석을 토대로 지구과학교육에서 우주위험 교육이 효과적으로 실시되기 위한 교육방법과 교육정책은 다음과 같다.

먼저 교육방법에서는 우주위험 교육시 우주위험에 대한 개념과 위험성에 대해 8가지 주제로 접근하며, 학습자료로 뉴스 플랫폼을 이용한 우주위험 뉴스를 활용한다. 교사와 학생들은 재해·재난에 관한 지식과 정보의 출처로 교과서만큼이나 언론과 인터넷을 주요하게 활용하고 있으며(Han and Lee, 2019; Jegal, 2006; Na and Nam, 2019), 재해·재난 교육 프로그램에서는 탐구하고자 하는 재해·재해 개념을 익히는 단계에서 언론과 인터넷 자료를 중요 자료로 사용하기도 한다(Kim et al., 2018; Yang and Sohn, 2018). 따라서 현재 우주위험을 다룬 교육용 전문서가 드물

기에(Choi and Sohn, 2021), 우주위험 교육시 교사는 우주위험을 8가지 주제로 나눠 이에 맞게 학생들을 그룹 지은 후, 각 그룹이 본 연구처럼 뉴스 플랫폼에서 맡은 주제를 풍부하게 조사해 우주위험의 정의와 개념, 피해와 대비 사례를 정리하고 발표하는 수업을 고려할 수 있다. 이때 우주위험은 사회, 문화, 국제 관계 등 다양한 영역에 영향을 미치는 재난이므로, 학생들에게 다양한 영역에서 우주위험을 살펴보도록 한다면, 우주위험에 대한 학생들의 인식은 더욱 확대 될 것이다.

다음으로 교육정책에서는 Choi and Sohn (2021)와 Kim (2020)의 제안처럼 우주위험이 중등학교 과학에서 다루어질 필요가 있다. 언론은 지난 12년 동안 우주위험이 우리 사회문화에 미치는 영향을 8개의 주제로 꾸준히 다루어 왔으며, 그에 따라 대중들은 자연스럽게 우주위험이 무엇이고, 그 위험성은 어떠한지를 직간접적으로 접해왔다. 실제로 Kim et al. (2016)의 성인을 대상으로 우리나라 국민의 우주위험 인식 수준과 국가 정책을 조사한 연구에 따르면, 우리나라 국민은 우주위험에 대한 자신의 개념을 중간 정도라고 인식하였고 태풍·가뭄·홍수와 비교해 지진·우주재난은 잠재적 위험 수준은 높지만, 발생빈도는 낮다고 평가하였다. 그리고, 정책에서는 우주위험 대비와 관련된 홍보 등에서 국가의 노력이 여러 가지로 부족하다고 응답하였다. 이렇듯 현재 우주위험은 우리 사회에서 경각심과 중요성이 인식되고 있는 재난이기에, 이제는 중학교교부부터 우주위험에 대한 체계적인 지식과 대비 방안을 교육하는 교육과정이 담긴 교육정책이 실현되어야 한다.

본 연구에서는 토픽을 더 많이 분리해내지 못해 세분화한 주제 도출에 한계가 있었다. 향후 연구에서는 Word2Vec 등 LDA 보다 향상된 토픽모델링 기법으로 더 많은 주제를 도출해, 대중들의 우주위험 인식에 관한 세밀한 데이터 확보와 이를 통한 우주위험 교육의 활성화 방안을 제안하고자 한다.

## References

- Abdullah, M., Bahari, S.A., Bais, B., Hasbi, A.M., Majid, R., Mokhtar, M., and Syaidah, N., 2015, Space Weather Innovation Competition for School Students in Malaysia. *International Journal of Humanities, Arts and Social Sciences*, 1(2), 70-74 p.
- Ahn, H.B., Kim, K.W., and Choi, Y.C., 2020, A Study on

- the Reduction of Cosmic Radiation Exposure by Flight Crew. *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 28(1), 1-6 p. (in Korean)
- Ansdell, M., 2010, Active Space Debris Removal: Needs, Implications, and Recommendations for Today's Geopolitical Environment. *Journal of Public & International Affairs*, 21.
- BIGKinds, 2022, Introduction to news analysis methods. <https://www.bigkinds.or.kr/v2/intro/service.do> (January 10th 2022)
- Blei, D.M., Jordan, M.I., and Ng, A.Y., 2003, Latent dirichlet allocation. *The Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022 p.
- Blei, D.M., and Lafferty, J.D., 2009, Topic Models. In A. Srivastava, & M. Sahami (Eds.), *Text Mining: Classification, Clustering and Applications*, 71-93 p.
- Bolduc, L., 2002, GIC observations and studies in the Hydro-Quebec power system. *Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics*, 64, 1793-1802 p.
- Borovička, J., Spurný, P., Brown, P., Wiegert, P., Kalenda, P., Clark, D., and Shrbený, L., 2013, The trajectory, structure and origin of the Chelyabinsk asteroidal impactor. *Nature*, 503(7475), 235-237 p.
- Brugger, J., Feulner, G., and Petri, S., 2017, Baby, it's cold outside: Climate model simulations of the effects of the asteroid impact at the end of the Cretaceous. *Geophysical Research Letters*, 44(1), 419-427 p.
- Cho, S.G., 2017, Current status of radar utilization and technology development for space hazard monitoring. *The Proceeding of the Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, 28(2), 12-19 p. (in Korean)
- Choi, H., and Sohn, J.G., 2021, Development of an Teacher Education Program on the Topic of 'Space Hazards and Safety'. *School Science Journal*, 15(4), 350-365 p. (in Korean)
- Clinger, E.W., and Dietrich, W.F., 2013, The 1859 space weather event revisited: limits of extreme activity. *Journal of Space Weather and Space Climate*, 3(A31).
- Damas, M.C., Ngwira, C.M., Cheung, T.D., Marchese, P., Kuznetsova, M., Zheng, Y., ... and Mohamed, A., 2020, A model of an integrated research and education program in space weather at a community college. *Space Weather*, 18(1).
- Dusenbery, P.B., Harold, J.B., McLain, B., and Curtis, L., 2008, Space weather outreach: an informal education perspective. *Advances in Space Research*, 42(11), 1837-1843 p.
- Han, S., and Lee, D.H., 2019, A Study on Middle School Students' Perceptions of Natural Disasters Caused by Climate Change. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 9(2), 161-171 p. (in Korean)
- Hong, J.Y., Shin S.H., Seo, W.Y., and Park, J.H., 2015, Study on the Necessities of Space Situational Awareness and the Role of Specialized Organization for Space Environment. 15th The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Conference, 909-912 p. (in Korean)
- Jegal, G.H., 2006, Analysis of contents of natural disaster in high school earth science textbooks and an examination of recognition of science teacher. Unpublished M.S. thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea, 93 p.
- Kang, S.G., and Shon, Y.J., 2020, Study on the Phenomenon of Early Childhood Private Education through Topic Modeling Analysis: Focusing on Domestic Newspaper Articles and Blogs. *Journal of Future Early Childhood Education*, 27(1), 177-199 p. (in Korean)
- Kartashova, A.P., Popova, O.P., Glazachev, D.O., Jenniskens, P., Emel'yanenko, V.V., Podobnaya, E.D., and Skripnik, A.Y., 2018, Study of injuries from the Chelyabinsk airburst event. *Planetary and Space Science*, 160, 107-114 p.
- Kessler, D.J., Johnson, N.L., Liou, J.C., and Matney, M., 2010, The kessler syndrome: Implications to future space operations. *Advances in the Astronautical Sciences*, 137(8).
- Kim, S.E., Cho, S.K., and Hong, J.Y., 2016, Public's Recognition of the Space Object's Re-entry Situations and the National Space Disaster. *Journal of the Korean Society of Safety*, 31(6), 84-92 p. (in Korean)
- Kim, Y.G., Kim H.B., Cho, K.D., and Han, S., 2018, Development and Effect of HTE-STEAM Program: Focused on Case Study Application for Free-Learning Semester. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 11(3), 224-236 p. (in Korean)
- Kim, Y.H., 2020, Research on Reconstruction of Earth Science Elective Courses for Student-centered Curriculum. Unpublished Ph.d. dissertation, Korea National University of Education, Cheongju, Korea, 245 p.
- Kim, Y.W., 2021, Easy to learn R text mining. Easys Publishing, Seoul, Korea, 344 p. (in Korean)
- Korea Astronomy and Space Science Institute [KASI], 2018a, Actions to satellite crash. Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea, 8 p. (in Korean)
- Korea Astronomy and Space Science Institute [KASI], 2018b, Collision and actions of natural space object. Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea, 6 p. (in Korean)
- Kwon, E.J., and Kim, B.Y., 2012, Impacts & Countermeasures for Satellite mission control in the Space Environmental changes. *Current industrial and technological trends in aerospace*, 10(2), 3-11 p. (in Korean)

- Lee, D.K., and Min, Y.K., 2016, A study on the effects of the human environment vulnerability of disaster on perception of social risk: centers on the omnibus survey of disaster and safety perception. *Korean Policy Studies Review*, 25(1), 33-60 p. (in Korean)
- Min, J.W., and Shim, J.K., 2020, A Study on Analysis of National Petition Datafor Deriving Current Issues in Education. *Journal of Creative Information Culture*, 6(2), 57-64 p. (in Korean)
- Ministry of Education [MOE], 2015, 2015 revised science curriculum. No. 2015-74(9). Ministry of Education, Sejong, Korea (in Korean)
- Moon, S., Chung, S., and Chi, S., 2018, Topic Modeling of News Article about International Construction Market Using Latent Dirichlet Allocation. *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 38(4), 595-599 p. (in Korean)
- Na, J.J., and Nam, S.J., 2019, The Meaning of Elementary Students' Perception of Natural Disasters in Geography Education. *Journal of Geographic and Environmental Education*, 27(3), 1-16 p. (in Korean)
- National Space Situational Awareness Organization [NSSAO], 2022, Space Hazard Term and Artificial Space Object & Natural Space Object Statistics. <https://www.nssao.or.kr> (January 10th 2022)
- Newman, D., Chemudugunta, C., Smyth, P., and Steyvers, M., 2006, Analyzing entities and topics in news articles using statistical topic models. In *Proceedings of the 4th IEEE international conference on Intelligence and Security Informatic*, 93-104 p.
- Park, J.K., and Kim, M.G., 2012, Characteristic Analysis of GPS Positioning According to Sunspot Activity. *Journal of the Korean cadastre information association*, 14(2), 91-98 p. (in Korean)
- Pulkkinen, A., Lindahl, S., Viljanen, A., and Pirjola, R., 2005, Geomagnetic storm of 29-31 October 2003: Geomagnetically induced currents and their relation to problems in the Swedish high-voltage power transmission system. *Space Weather*, 3(8).
- Sim, J.K., 2021, Analysis of Educational Issues through Topic Modeling of National Petitions Text. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(4), 633-640 p. (in Korean)
- Sliz?Balogh, J., Horváth, D., Szabó, R., and Horváth, G., 2020, Dynamics of spherical space debris of different sizes falling to Earth. *Astronomische Nachrichten*, 341(3), 245-257 p.
- Stevens, K., Kegelmeyer, P., Andrzejewski, D., and Buttlar, D., 2012, Exploring topic coherence over many models and many topics. In *Proceedings of the 2012 joint conference on empirical methods in natural language processing and computational natural language learning*, 952-961 p.
- Tracy, B.L., Prantl, F.A., and Quinn, J.M., 1984, Health impact of radioactive debris from the satellite Cosmos 954. *Health physics*, 47(2), 225-233 p.
- Wheeler, L.F., and Mathias, D.L., 2019, Probabilistic assessment of Tunguska-scale asteroid impacts. *Icarus*, 327, 83-96 p.
- Yang, H.H., and Sohn, J.G., 2018, Development of Science Education Program for ‘Space Exploration’ Based on Future Problem Solving Program. *School Science Journal*, 12(4), 457-480 p. (in Korean)
- Yoon, S.H., and Kim, K.H., 2021, Expansion of Topic Modeling with Word2Vec and Case Analysis. *The Journal of information systems*, 30(1), 45-64 p. (in Korean)
- Yoon, S.U., and Kim, M.C., 2020, Topic Modeling on Fine Dust Issues Using LDA Analysis. *Journal of energy engineering*, (2), 23-29 p. (in Korean)

---

Manuscript received: January 25, 2022

Revised manuscript received: February 25, 2022

Manuscript accepted: February 25, 2022