

ORIGINAL ARTICLE

## 텍스트마이닝을 활용한 대학생들의 외계행성 개념 변화 연구

한신<sup>1</sup> · 김용기<sup>2</sup> · 김형범<sup>2\*</sup>  
(<sup>1</sup>고려대학교 겸임교수, <sup>2</sup>충북대학교 교수)

### A Study on the Conceptual Changes of Extra-solar Planet in University Students Using Text-Mining Techniques

Shin Han<sup>1</sup> · Yong-Ki Kim<sup>2</sup> · Hyoungbum Kim<sup>2\*</sup>  
(<sup>1</sup>Korea University, <sup>2</sup>Chungbuk National University)

#### ABSTRACT

This study aimed to analyze the conception of an extra-solar planet perceived by university students. To conduct this, we developed an extra-solar planet education program and questionnaires which help to figure out changes between before and after the program, and then applied them to the targeted students. The results of the study are as follows. First, as to the conception of an extra-solar planet, participants understood it merely as a planet outside the solar system before they got training. However, they expanded it to the one revolving around a star that appears outside the solar system based on keywords after the training. Second, they gave brief responses regarding exploration strategies (e.g., observing the extra-solar planet by using the Doppler effect, dietary phenomenon, and gravitational lens) based on indirect experiences they encountered in the media. The responses indicated their lack of concept of the extra-solar planet exploration methods. However, their recognition of the extra-solar planet observation became concrete while students learned about the exploration of the extra-solar planet. Third, they were expanding the importance of the exoplanet observation simply beyond the discovery of extraterrestrial life to the creative process and research methods, including the solar system and the development of humanity. Fourth, they recognized that exoplanet education is necessary for curriculum as it will be able to bring about students' interest and curiosity as well as scientific knowledge if contents related to the extra-solar planet appear in the earth science curriculum.

**Key words** : exoplanet, big-data analytics, exploration, concept, earth science, curriculum

## I. 서론

현대 사회는 지식을 단순하게 암기하는 것보다는 자신에게 필요한 지식과 정보를 선별하여 새로운 지식을 생산하여 활용할 수 있는 능력이 요구되고 있다(전

상일과 신명경, 2015). 과학을 학습하는 학습자가 자연 현상을 올바르게 이해한다면 과학적 개념을 구성할 수 있고, 그렇지 않다면 오개념(misconception)을 형성할 수 있다(김신곤, 2008; Strike, 1983; Gilbert *et al.*, 1982). 일상적으로 학생들은 자신의 경험들을 바탕으로 관찰

Received 30 November, 2020; Revised 13 December, 2020; Accepted 21 December, 2020

\*Corresponding author: Hyoungbum Kim, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-Gu, Cheongju Chungbuk Chungcheongbuk-do, 28644, Korea  
E-mail : hyoungbum21@gmail.com

This work was supported by the Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(KOFAC) grant funded by the Korea government(MOE).

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

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.

가능한 자연 현상을 이해하기 위해 자기 나름의 개념 혹은 설명체계를 구성한다(Lawson, 1995). 그러나 개인적 경험을 통해 학생들이 형성한 개념들은 과학 개념과는 다른 경우가 많다. Lawson(1995)과 송진웅(2003)은 이것을 선개념(preconception), 오개념(misconception), 대안개념(alternative conception)이란 용어를 사용했다.

과학 수업의 본질은 학생들이 가진 오개념을 과학적 개념으로 변화시키는 것이므로(최혁준 외, 2005), 학습자의 오개념을 과학교사가 정확하게 파악하는 것이 중요하다(백은주와 송은영, 2009). 왜냐하면 교수자가 학습자의 오개념을 정확하게 파악해야 적절한 교수-학습 계획을 마련할 수 있기 때문이다(한수진 외, 2010). 이러한 이유 때문에 많은 연구자들이 오개념 연구를 시작하면서, 학생들이 가진 선개념을 과학적 개념으로 어떻게 변화시킬지에 대해 관심을 갖게 되었다(박기락과 박현주, 2018, 이호 외, 2007).

지구과학교육 분야에서도 학생, 예비교사 및 현직교사들을 대상으로 오개념을 주제로 한 선행 연구들이 많이 진행되었다. 달 위상 변화(김영대, 2017; Hannust & Kikas, 2007), 태양계(Kim & Park, 2020), 지진(김수정 외, 2013; Ross & Shuell, 1993), 천문학적 거리(정진우와 한신, 2010), 기후변화(한신과 정진우, 2014), 달 크레이터 생성(이호 외, 2007)에 대한 오개념 연구들이 대표적이다. 그 중에서 과학과 교육과정 중 지구과학에서 지속적으로 중요하게 다루고 있는 영역은 지구와 우주 영역으로써, 초등학교 3학년 ‘지구의 모습’ 단원에서 지구와 달에 대한 개념을 학습하고 5학년 ‘태양계와 별’, 6학년 ‘지구와 달의 운동’, ‘계절의 변화’, 중학교 1-3학년 군 ‘태양계’, 지구과학 I, II의 ‘우주’ 영역으로 연계된다.

우선 초등학교에서는 조사, 비교 및 탐사 계획 등의 활동을 통해 태양계의 크기와 거리 등을 체감하는데 중점을 두고, 중학교에서는 태양계 행성의 세부적인 특징을 다루며, 고등학교에서 별의 특성과 진화 및 외계 행성계와 외계 생명체 탐사 필요성을 이해하는 것까지로 구성되어 있다. 그러나 이호 외(2007)의 연구결과에서는 대부분의 선행연구들이 달의 운동과 위상 변화에 관련된 내용을 중심으로 연구가 이루어져 있어, 지구와 우주 영역의 다른 영역들은 상대적으로 중요도가 떨어지고 있다고 하였다. 특히 우리가 살고 있는 지구 외에 다른 행성이 있다는 것, 태양계가 아닌 외부 행성계를 찾는 것, 나아가 지구와 환경이 매우 비슷한 행성 혹은 지적 생명체

가 살고 있는 행성을 발견한다는 것이 매우 흥미로운 주제이지만, 교육 현장에서는 ‘달의 운동과 위상 변화’ 주제에 비해 선행연구가 많이 이루어지지 않았다.

외계행성에 대한 연구는 21세기에 들어와서야 활발하게 진행되고 있으며, 상대적으로 짧은 기간 동안 많은 관측 자료가 수집되어 천문학자들에 의해 다양한 연구 결과가 발표되고 있다(정소운, 2016). 외계행성은 태양이 아닌 항성을 중심으로 공전하는 행성을 말한다. 행성에 대한 정의는 시대에 따라 변해왔으며 포괄적인 의미에서 스스로 빛을 내는 항성을 중심으로 궤도 운동을 하는 천체를 말한다.

행성의 어원은 고대 그리스어로 ‘떠돌이’, ‘방랑자’를 의미하는 *planetai*이며, 2020년 11월 19일 현재 확인된 외계행성의 수는 4306개에 달하고 있다(NASA Exoplanet Archive, 2020). 이렇듯 외계행성은 천문학자들뿐만 아니라 일반인, 학생들에게까지 매우 흥미로운 대상이며, 매스컴이나 인터넷 환경에서 다양한 자료를 통해 관찰하여 직접적인 교육 소재 혹은 학습 자료로 사용될 수 있는 주제이다. 그러나 학교 현장에서 외계행성에 관한 한정된 소재들을 학생들에게 제공한다면, 학생들이 외계행성과 관련된 다양한 과학적 개념을 올바르게 형성할 수 있는 기회가 제공되지 못하게 될 것이다. 그리고 이러한 기회의 박탈은 학습자들이 학교 밖에서의 다양한 경험들을 통해 비과학적인 오개념을 형성할 가능성이 크다. 이에 대해 Trundle *et al.*(2007)은 이러한 비과학적 선개념이야말로 과학 학습 과정에서 새로운 지식과 상호작용하기 때문에 학습에 지대한 영향을 미친다고 주장하였다.

이 연구는 대학생들의 외계행성에 대한 개념과 탐사 방법 및 외계행성의 중요성에 대한 전반적인 인식을 함께 분석함으로써 향후 지구과학분야 교육과정 개정 방향에 유용한 기초 자료를 제공하고자 한다. 이러한 대학생들의 개념 분석을 위해 최근 여러 분야에서 많이 시도되고 있는 빅데이터 분석을 이용하였다. 빅데이터 분석이 다양한 연구 분야에서 활용되고 대두되는 가장 큰 이유는 연구 논문에서 제시하는 단편적인 정보들로 인해 전체 맥락을 보지 못하는 연구 방법의 한계점을 극복하고, 다양한 사람들과 관련된 맥락을 파악해 사람들의 행동 패턴이나 향후 방향을 제시할 수 있기 때문이다(장미화와 윤영일, 2016). 즉 빅데이터는 다양한 정보 분석을 통해 현재를 분석하고 미래를 예

측할 수 있는 유용한 정보로 이용될 수 있고(이양환, 2013), 과학교육 분야에서도 빅데이터 활용은 점점 가시화 될 것으로 판단된다.

따라서 이 연구에서는 빅데이터 방법을 활용해 대학생들이 생각하는 외계행성에 대한 개념, 탐사 방법, 외계행성 탐사의 중요성, 외계행성 교육의 필요성에 대한 전반적인 인식을 알아보고자 한다. 이는 향후 외계행성 교육과 관련된 교육과정 개발에 유용한 자료를 제공할 수 있으며, 교수-학습 내용으로서 외계행성의 지도 방안 모색에도 시사점을 줄 수 있을 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

이 연구는 2020년 5월 ~ 6월, 충청북도 소재 C 국립대학교 천문우주학과 2~3학년 대학생 30명을 대상으로 진행하였다. 이 연구에 참여한 학생들은 ‘일반지구과학 및 실험 I’ 강의 수강생들이었다. 이 연구에 참여한 학생들의 맥락은 Table 1과 같다. 이 학생들 중 외계행성을 학교 교육과정 내 또는 매스컴을 통해서 접해본 경험이 있는 학생은 30명 중 20명이었으며, 외계

행성과 관련한 교육 혹은 매스컴을 통해서도 접한 적이 없는 학생은 10명 정도였다. 연구를 위해 이 학생들을 연구 참여자로 선정한 이유는 다음과 같다.

첫째, 연구의 용이성 때문이다. 이 연구를 수행할 때 연구자는 C 국립대학교 천문우주학과 학생들을 대상으로 ‘일반지구과학 및 실험 I’ 과목을 강의하고 있었기 때문에, 이들에게 체계적으로 외계행성과 관련된 교육을 실시할 수 있었다. 둘째, 외계행성 관련 교육 내용 때문이다. 이 연구에서 진행했던 교육 프로그램 내용들은 외계행성 관측방법과 관련한 내용을 깊이있게 다루었다. 또한 이 강의를 수강했던 학생들은 첫수업 시작전 설문조사에서 중·고등학교에서 외계행성과 관련된 내용을 거의 교육받지 못하였다고 응답하였고, 이에 외계행성과 관련된 개념이 부족하여 발생할 수 있는 문제점을 최소화할 수 있었다.

### 2. 연구 설계

이 연구는 외계행성에 대한 대학생들의 개념 변화를 알아보기 위해 참고문헌과 선행연구를 탐색한 후, 이를 기초로 하여 ‘외계행성 프로그램 개발 및 교수-학습 계획안’을 작성하였다. 개발한 프로그램은 본 연구자를 포함해 지구과학교육 전문가 1인, 천문학 전문가 2인이 정기적으로 참여한 세미나를 통해 수정, 보

Table 1. Participants

구분	성별	외계행성을 접해 본 경험	접해본 매체	구분	성별	외계행성을 접해 본 경험	접해본 매체
ST01	남	○	학교, 방송	ST16	남	×	-
ST02	남	×	-	ST17	남	○	학교, 방송
ST03	남	×	-	ST18	여	○	방송
ST04	남	○	학교	ST19	여	○	학교, 방송
ST05	남	×	-	ST20	여	○	학교
ST06	남	○	학교, 방송	ST21	여	×	-
ST07	남	○	학교, 방송	ST22	여	×	-
ST08	남	○	방송	ST23	여	○	학교, 방송
ST09	남	×	-	ST24	여	○	학교, 방송
ST10	남	○	방송	ST25	여	○	방송
ST11	남	○	학교, 방송	ST26	여	○	학교, 방송
ST12	남	○	학교, 방송	ST27	여	×	-
ST13	남	×	-	ST28	여	○	학교
ST14	남	○	방송	ST29	여	×	-
ST15	남	○	학교	ST30	여	○	학교

Table 2. Education program about extra-solar planet

주제	소주제	내용
외계행성 탐사	외계행성 탐사방법	인력 측정학적 방법 도플러 방법 통과방법
다른 별 근처 행성의 성질	관측 가능한 외계행성계의 특징	궤도주기와 크기 궤도이심률 행성질량 행성크기 행성밀도 대기성분과 온도
	태양계행성과 외계행성계 비교	궤도특성 크기, 질량과 밀도 외계행성계의 본질
다른 행성계의 형성	태양계형성가설의 수정	행성궤도에 대한 설명 행성분류에 대한 설명 개선된 성운설
	다른 행성계는 우리 태양계와 같은가?	성운설의 타당성

완하여 타당도를 검증하였다. 이 연구에서 구안한 ‘외계행성 프로그램’의 전문가에 의한 타당도(CVI) 값은 .87이었다. 이 연구에서 6주간에 걸쳐 실시한 프로그램 내용은 Table 2와 같다.

이렇게 개발된 프로그램은 6주간에 걸쳐 적용되었고, 이에 따른 학생들의 외계행성에 대한 개념 변화를 알아보기 위해 외계행성 개념, 외계행성 탐사방법 및 중요성은 프로그램 실시 전과 후에 실시하였으며, 외계행성에 대한 교육 필요성은 교육을 마친 후에 실시하였다. 이 연구의 실험 설계는 Fig. 1과 같다.

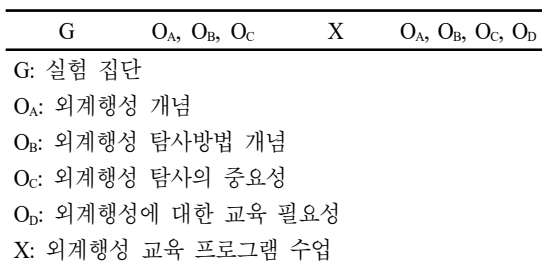


Fig. 1. Experimental design

### 3. 자료 수집

대학생들의 외계행성에 대한 개념을 알아보기 위한 선행 연구(정소윤, 2016)와 중·고등학교 교육과정을 분석하여 질문 내용을 추출한 후, 천문우주학과 학생 3

인을 대상으로 2차례의 파일럿 테스트를 거쳤다. 그 결과를 바탕으로 최종 질문지를 확정하였으며, 완성된 질문은 Table 3과 같다. 질문 내용은 지구과학교육 전문가 2명, 천문학 전문가 2명이 3차례의 세미나를 통해 타당성을 확보하였다.

### 4. 자료 분석 및 절차

이 연구에서는 외계행성에 대한 대학생들의 개념 변화에 대해 종단적인 측면에서 빅데이터 분석방법을 활용하였다. 외계행성에 대한 대학생들의 개념 변화 분석을 위한 핵심 키워드는 ‘외계행성’, ‘탐사방법’, ‘중요성’, ‘교육 필요성’으로 선택하였으며, 대학생들의 답변 자료를 최종 분석 대상으로 선정하였다.

#### 가. 텍스트 전처리

정확한 분석을 위해 수집된 자료를 문서화한 후 아래와 같은 텍스트 전처리 과정을 거쳤다. 첫째, Express K를 활용하여 형태소 분석을 수행하였으며, 명사를 추출한 후에 텍스트마이닝 기법을 활용하였다. 둘째, 연구 주제를 보여주기 힘든 단어들은 불용어 처리를 하였다. 예를 들어 불용어로 처리한 단어의 예로는 ‘외계행성’, ‘생각한다’와 같은 단어가 있는데, 이러한 단어는 이 연구에서 매우 많은 빈도로 나타나지만 이 연구 주제를

Table 3. Category and contents of question

질문의 단계	질문의 범주 및 질문 내용
1. 생애사적 이해	1.1 외계행성과 관련된 경험 1.1.1 이 강의 이외에 외계행성과 관련된 수업을 받아본 적이 있나요? 1.1.2 학교 수업 이외에 일상 생활에서 외계행성에 대해 알게 되거나 접하게 된 경험이 있나요? 1.1.3 기타
	2.1 강의 전 외계행성 관련 일반적 인식 - 외계행성을 무엇이라고 생각하나요? - 외계행성의 탐사는 어떻게 하며, 구체적인 예를 제시해 주세요? - 외계행성 탐사는 필요한 것인가요?
	3.1 강의 후 외계행성 관련 의미의 반성 3.1.1 외계행성이란 무엇이라 생각합니까? 3.1.2 외계행성이 우리 인류에게 중요할까요? 이와 같은 견해는 어떻게 하여 생기게 되었나요? 3.1.3 외계행성의 탐사는 어떻게 하는 것일까요? 탐사 방법에 대한 구체적인 예를 제시하여 주십시오. 3.1.4 외계행성 탐사는 꼭 필요한 것인가요? 그에 대한 견해는 어떻게 하여 생기게 되었나요? 3.1.5 초, 중, 고등학교 교육과정에서 외계행성에 대한 교육이 필요하다고 생각하십니까? 그렇게 생각하는 이유는 무엇입니까?

반영한 단어로 볼 수가 없기 때문에 불용어로 처리하였다. 셋째, 이 연구에서는 외계행성 개념 중심으로 띄어쓰기를 수정하여 정확한 분석을 할 수 있도록 하였다. 예를 들어, ‘도플러 효과’를 형태소 분석하면 ‘도플러’와 ‘효과’로 각각 분석된다. 따라서 ‘도플러 효과’를 ‘도플러효과’와 같이 띄어쓰기를 수정하여 한 단어로 만들어 분석하였다. 넷째, 같은 개념을 나타내는 단어가 있을 경우 대표적인 한 단어로 통일하여 분석하였다. 예를 들어 ‘태양계 밖’과 ‘태양계 바깥’의 경우, ‘밖’과 ‘바깥’은 같은 개념을 나타내지만 각기 다른 단어로 분석되므로 대표형 ‘바깥’으로 통일하여 분석하였다.

#### 나. 핵심어(TF-IDF) 분석

이 연구에서는 핵심어를 분석하기 위해 TF-IDF를 활용하였다. TF-IDF는 단어 빈도와 문서 빈도의 역수를 곱한 값으로서 어떤 단어가 특정 문서 내에서 얼마나 중요한지를 보여주는 수치이다(백재파, 2020). TF는 ‘Term Frequency’로서 문서에서의 출현 빈도이며, TF가 높다는 것은 해당 단어의 빈도가 높다는 것을 의미한다. 그러나 TF가 높다고 해서 그 단어가 키워드가 될 수는 없다. 왜냐하면 그 단어가 다른 문서에서도 높은 빈도로 나타날 수 있기 때문이다. 따라서 정확한 키워드를 알아보기 위해서는 빈도만 분석해서는 안되고 IDF(Inverse Document Frequency)를 함께 고려해야 한다. IDF는 모든 문서에 나타나는 고빈도 단어에 낮은 가중치를 부여하는 것을 말한다(백재파, 2020).

#### 다. N-gram Network 분석

N-gram은 n개 단어의 연쇄를 의미하며, 한 단어가 나타났을 경우 그 다음 특정 단어가 나타날 확률을 표현한 것이다. N-gram 분석을 통해 단어 간의 동시출현 빈도, 관계와 방향성을 확인할 수 있다. 이 연구에서는 2개 단어의 연속 출현 확률을 구하는 바이그램 모델(bi-gram model) 분석을 실시하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 외계행성에 대한 개념 변화 분석 결과

주제어 ‘외계행성’으로 수집된 자료에 나타나는 대표적인 단어들의 빈도를 분석하였다. 우선 검색어에 ‘외계행성’을 제외하고 빈도의 특성을 확인하였다. 학생들이 외계행성에 대해 어떠한 개념을 가지고 있는지에 대해, 강의를 듣기 전과 후에 나타난 TF-IDF 상위 15개 단어 분석 결과와 상위 30개 단어에 대한 워드클라우드(WordCloud) 시각화 결과는 다음과 같다. 강의 전 학생들의 외계행성에 대한 개념을 분석한 키워드는 Table 4와 Fig.2로 나타낼 수 있다. 이 주제에 등장하는 단어의 빈출빈도에 따라 바깥, 외계, 태양, 태양계, 항성 등의 키워드가 두드러졌는데, 이것은 강의를 받기 전 학생들이 가장 많이 인식하고 있는 개념으로 확인된다. 이러한 단어들이 나타난 결과를 기초로 보면,

Table 4. Analysis result of keyword before the lecture

순위	단어	TF-IDF
1	바깥	7.1865
2	외계	6.9314
3	태양	6.9314
4	태양계	6.5762
5	항성	6.4377
6	공전	5.6913
7	존재	5.6913
8	계외	4.6051
9	행성	3.2503
10	가능성	2.9957
11	자원	2.9957
12	지구	2.9957
13	가치	2.9957
14	주위	2.9957
15	별	2.9957

Table 5. Keyword on extra-solar planet before the lecture

순위	단어	TF-IDF
1	외계	13.2437
2	공전	11.0363
3	주위	10.9861
4	바깥	10.8712
5	태양	10.8357
6	태양계	10.3972
7	항성	9.1351
8	천체	8.9587
9	외부	8.0596
10	외부계	6.9077
11	포함	6.8023
12	미지	6.8023
13	위치	5.4161
14	의미	5.4161
15	연구	5.4161

‘태양계 바깥(외계)에 위치한 항성’ 정도의 맥락으로 이해하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 외계행성의 정의를 생각해 볼 때, 공전 개념을 연계하여 ‘항성을 중심으로 궤도 운동을 하는 천체’라는 인식이 부족함을 보여주는 자료라고 할 수 있다.

강의를 듣고 난 후의 학생들의 외계행성에 대한 인식을 분석한 키워드는 Table 5와 Fig.3에 나타나 있다. 단어의 빈출빈도에 따라 외계, 공전, 주위, 바깥, 태양, 항성 등의 키워드가 두드러지게 나타났다. 이러한 결과를 볼 때, 외계행성 강의를 듣고 난 이후 학생들의 외계행성에 대한 정의가 ‘태양계 바깥(외계)에 위치한 항성을 중심으로 공전하는 천체’라는 인식을 갖게 되었다고 판단할 수 있다.

이러한 경향성은 N-gram network 분석 결과를 통해 더 분명하게 확인할 수 있다. Fig. 4와 Fig. 5는 강의 전·후에 3회 이상 나타난 bi-gram 분석 결과를 network로 시각화 한 것이다. 강의를 듣기 전에 학생들은 ‘행성’을 중심으로 단순하게 ‘태양계-바깥’, ‘공전-행성’, ‘외계-행성’이 강한 관계를 보이고 있었다. 그러나 강의를 들은 후의 학생들은 ‘항성’과 ‘주위’라는 키워드를 중심으로 ‘공전-행성-외계’, ‘태양계-바깥-항성’이 동시에 출현하고 있음을 확인할 수 있었다.

이 같은 키워드 분석과 N-gram 분석을 통해 학생들의 외계행성에 대한 인식에서 태양계 바깥 항성 주위를 공전하는 행성으로 개념을 형성하고 있음을 알 수

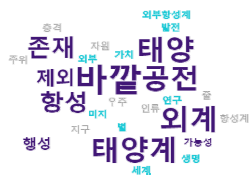


Fig. 2. WordCloud of keyword on extra-solar planet before the lecture

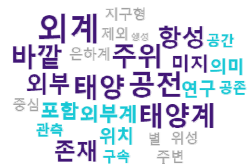


Fig. 3. WordCloud of keyword on extra-solar planet after the lecture

있다. 이러한 결과는 대학생들이 외계행성에 대한 직접적인 경험보다는 다양한 방송 및 인터넷 매체를 통한 간접적인 방법으로 정보를 획득하고 있기 때문에, 자신들만의 선개념을 만들고 있다고 판단된다. 이러한 결과를 종합해 보면, 외계행성과 관련된 교육과정 확대 및 개발, 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 교수-학습 프로그램의 개발과 적용이 필요하다. 그리고 외계행성을 어떻게 인식하고 생각하고 있는지에 대한 더 많은 양의 자료를 의미있는 정보로 전환하기 위한 질적·양적 연구

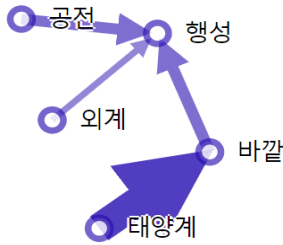


Fig. 4. Analysis of N-gram on extra-solar planet before the lecture

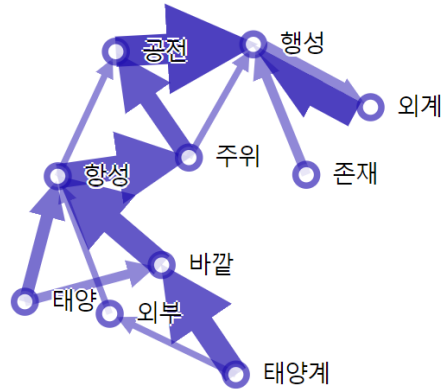


Fig. 5. Analysis of N-gram on extra-solar planet after the lecture

가 필요할 것으로 판단된다. 이러한 노력이 이루어졌을 때 외계행성 전반에 대한 특성을 이해하고 효과적으로 정보를 전달하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

### 2. 탐사방법에 대한 개념 변화

주제어 ‘탐사방법’으로 수집된 자료에 나타나는 대표적인 단어들의 빈도를 분석하였다. 또한 검색어에 ‘탐사방법’을 제외하고 빈도의 특성을 확인하였다. 탐사방법에 대한 학생들의 개념을 알기 위해, 강의 전·후

에 나타난 TF-IDF 상위 15개 단어 분석 결과와 워드클라우드 시각화 결과는 Table 6과 Table 7, Fig. 6과 Fig. 7의 결과와 같다. 강의를 듣기 전, 학생들은 외계행성 탐사에 대해 ‘항성계’, ‘행성’, ‘도플러효과’, ‘식현상’, ‘중력렌즈’와 같은 키워드가 나타났다. 그러나 단어의 빈출 빈도가 높지 않았는데, 이러한 결과는 마스크와 같은 곳에서 들어봤던 경험을 토대로 기술했던 것으로 판단된다. 이러한 단어들이 나타난 결과를 분석해 보면, ‘외부 항성계에 위치한 행성을 도플러효과, 식현상, 중

Table 6. Analysis result of keyword before the lecture

순위	단어	TF-IDF
1	항성계	12.9748
2	행성	9.0244
3	도플러효과	7.6856
4	식현상	6.5916
5	중력렌즈	6.4046
6	간접탐사	6.0163
7	중심별	6.0163
8	망원경	5.7807
9	우주선	5.3752
10	앞	4.3944
11	빛밝기	4.3944
12	별	4.3944
13	시선속도	4.3944
14	밝기변화	4.3944
15	궤도	2.8903

Table 7. Analysis result of keyword after the lecture

순위	단어	TF-IDF
1	모항성	23.0258
2	관측	21.1480
3	항성	18.9187
4	통과법	18.7149
5	밝기변화	15.8887
6	행성	15.6764
7	직접탐사	14.4806
8	행성원반	14.4476
9	측성학	14.4476
10	외계	14.4034
11	도플러효과	14.3031
12	스펙트럼	14.3031
13	별	11.2660
14	편이	11.2660
15	미세중력렌즈	10.8357

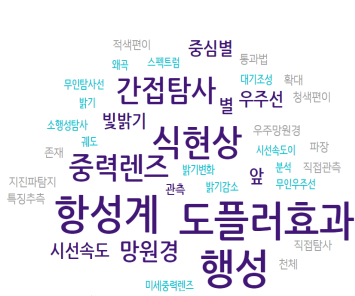


Fig. 6. Analysis of keyword on extra-solar planet exploration method before the lecture

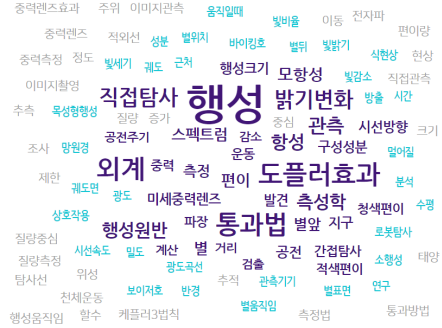


Fig. 7. Analysis of keyword on extra-solar planet exploration method after the lecture

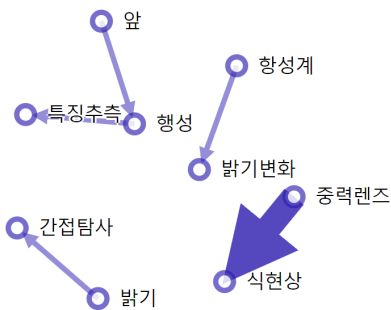


Fig. 8. Analysis of N-gram on extra-solar planet exploration method before the lecture

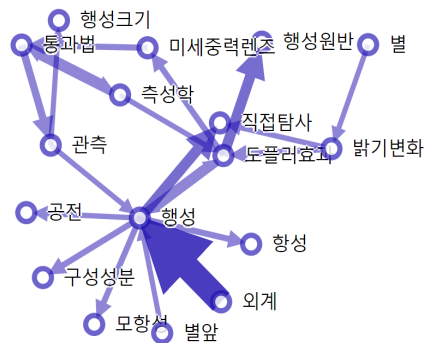


Fig. 9. Analysis of N-gram on extra-solar planet exploration method after the lecture

력렌즈를 활용하여 관측한다’ 정도의 맥락으로 이해하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 외계행성을 어떠한 방법으로 관측하는지에 대한 인식이 낮음을 보여주는 자료라고 할 수 있다. 강의를 듣고 난 이후의 결과는 Table 7과 Fig. 7에 나타나 있다. 단어의 빈출빈도에 따라 모형성, 관측, 항성, 통과법, 밝기변화, 행성 등과 관련된 키워드가 두드러지게 높게 나타났다. 이러한 결과는 학생들의 외계행성 탐사에 대한 개념이 구체화되고 있음을 엿볼 수 있는 자료라고 할 수 있다.

학생들의 탐사방법에 대한 경향성은 N-gram network 분석 결과를 통해 더 분명하게 나타났다. 강의를 듣기 전에는 중심이 되는 키워드가 존재하지 않고, 단순히 ‘중력렌즈-식현상’만이 강한 관계를 보일 뿐, 다른 키워드들과는 연결 관계가 나타나지 않았다. 그러나 강의를 들은 이후의 학생들은 ‘행성’이라는 키워드를 중심으로 ‘행성-도플러효과-밝기변화’, ‘행성-직접탐사’, ‘도플러효과-측성학-통과법-관측’, ‘도플러효과-미세중력렌즈’, ‘도플러효과-행성원반’ 등과 같은 키워드가 강한

관계를 보이고 있었으며, ‘도플러효과-측성학-통과법’ 연결로 나아가고 있음을 알 수 있었다.

이 같은 키워드 분석과 N-gram 분석은 학생들이 단편적으로 가지고 있던 지식을 구체화시켜 자신의 개념으로 개념화시키고 있음을 나타내는 결과로 해석할 수 있다.

### 3. 외계행성 탐사 중요성에 대한 인식 변화

주제어 ‘탐사 중요성’으로 수집된 자료에 나타나는 대표적인 단어들의 빈도를 분석하였다. 단 검색어에 ‘탐사 중요성’을 제외하고 빈도의 특성을 확인하였다. 외계행성 탐사 중요성에 대한 학생들의 인식을 알기 위해, 강의 전·후에 나타난 TF-IDF 상위 15개 단어 분석 결과와 상위 30개 단어에 대한 워드클라우드 시각화 결과는 Table 8과 Table 9, Fig. 10, Fig. 11의 결과와 같다. 강의를 듣기 전, 학생들은 외계행성 탐사 중요성에 대해 ‘존재’, ‘지구’, ‘우주’, ‘생명체’, ‘발견’과 같은 키워드가 주로 나타났다. 외계행성에 대한 인식이나 탐사 방법과 관련된 키워드 보다는 단어의 빈출 빈도가 높았으나,



Table 8. Analysis result on keyword before the lecture

순위	단어	TF-IDF
1	존재	8.7888
2	지구	8.7693
3	우주	7.7836
4	생명체	7.7388
5	발견	6.7294
6	인간	5.8377
7	태양계	5.8377
8	외계생명체	5.8377
9	인류	5.8377
10	형성	4.7027
11	미래	4.7027
12	환경	4.7027
13	존재의의	3.0445
14	생존	3.0445
15	지구환경	3.0445

Table 9. Analysis result on keyword after the lecture

순위	단어	TF-IDF
1	태양계	19.7750
2	연구	19.4081
3	생명체	19.2421
4	도움	18.9187
5	인류	18.3258
6	지구생성	17.7038
7	행성	17.1828
8	지구	16.4715
9	항성	16.1258
10	존재	14.6606
11	천체	14.1043
12	환경	14.1043
13	과학발전	13.8155
14	발견	13.2437
15	탐사	13.0975

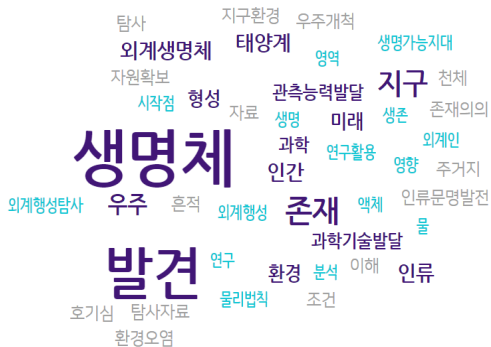


Fig. 10. WordCloud visualization of keyword on importance of extra-solar planet exploration before the lecture

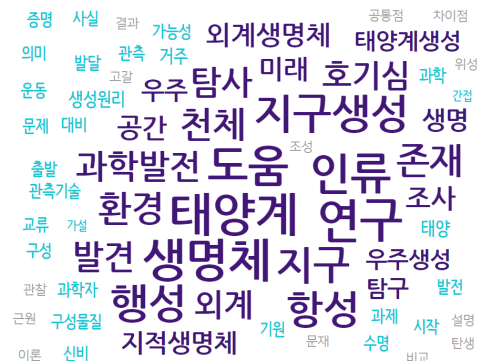


Fig. 11. WordCloud visualization of keyword on importance of extra-solar planet exploration after the lecture

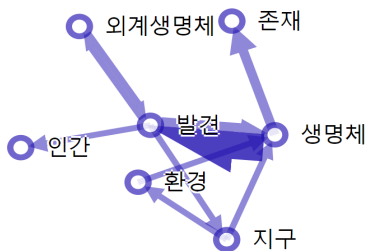


Fig. 12. Analysis of N-gram on importance of extra-solar planet exploration before the lecture

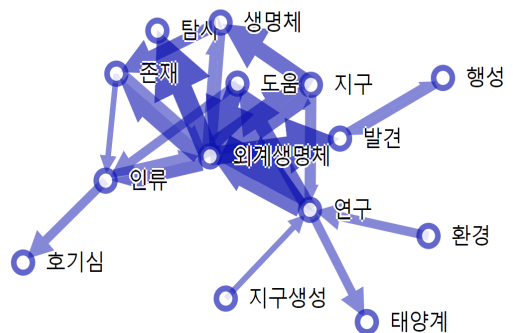


Fig. 13. Analysis of N-gram on importance of extra-solar planet exploration after the lecture

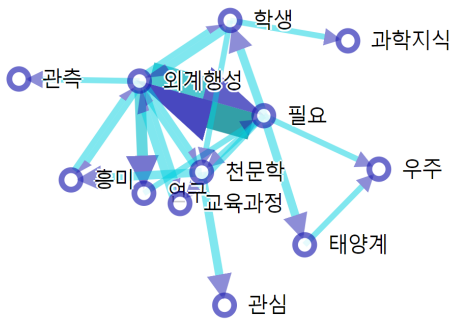


Fig. 14. Analysis of N-gram on education necessity about extra-solar planet after the lecture

이러한 결과는 ‘우주에 있는 생명체의 존재를 발견하는 것이 중요하다’ 정도로만 인식하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 외계행성 탐사의 중요성에 대한 인식이 많이 부족함을 보여주는 자료라고 할 수 있다. 강의를 듣고 난 이후의 외계행성 탐사의 중요성에 대한 결과는 Table 9와 Fig. 11에 나타나 있다. 단어의 빈출빈도에 따라 태양계, 연구, 생명체, 도움, 인류, 지구생성 등과 관련된 키워드가 매우 높게 나타났다. 이러한 결과는 학생들의 외계행성 탐사의 중요성에 대한 인식이 단순히 외계 생명체의 발견을 넘어서서 ‘태양계를 비롯한 행성의 생성과정과 연구방법, 인류의 발전’이라는 인식을 갖게 되었다고 판단할 수 있다.

학생들의 외계행성 탐사의 중요성에 대한 인식 변화 경향성은 N-gram network 분석 결과에서도 확인할 수 있다. 우선 강의를 듣기 전에는 ‘발견’이라는 키워드를 중심으로 ‘외계생명체-발견’, ‘인간-발견’과 같은 키워드가 강한 관계를 보이고 있었으나, 강의 이후에는 ‘외계 생명체’ 키워드를 중심으로 ‘외계 생명체’ 키워드를 중심으로 ‘외계생명체-발견’, ‘외계생명체-연구-지구생성’, ‘외계생명체-인류-호기심’, ‘연구-태양계’가 동시에 출현하고 있으며, ‘인류-호기심’과 ‘연구-태양계’ 연결로 이어지고 있음을 확인할 수 있다.

#### 4. 외계행성 교육 필요성에 대한 인식

강의가 끝난 후에 학생들에게 우리나라 지구과학 교육과정에서 외계행성과 관련된 교육이 필요한지에 대한 질문을 해 보았다. 이 질문에 학생들의 인식 구조가 어떻게 연결되어 있는지 파악하기 위해 N-gram network를 이용하였고, 그 결과는 Fig. 14와 같이 나타난다.

학생들의 답변에서 빈도가 가장 많이 등장하고 있는 키워드는 ‘외계행성’과 ‘필요’였으며, 이 두 개의 키워드는 다른 토픽들과 연결되는 중요한 키워드이다. 이외에도 ‘흥미’, ‘교육과정’, ‘천문학’, ‘우주’, ‘태양계’, ‘과학지식’ 등과 같은 키워드들과 동시에 출현함을 알 수 있었다. 이는 외계행성과 관련된 내용을 지구과학 교육과정에서 소개할 때, 과학지식 뿐만 아니라 흥미와 호기심을 일으킬 수 있는 내용임을 확인할 수 있는 내용으로 판단된다. 이는 교육과정에서 외계행성과 관련된 지구과학 교육이 필요함을 중심으로 학생들의 흥미를 유발하고 과학지식을 확장시킬 수 있기 때문에, 지구과학 교육과정의 태양계 및 우주와 관련된 단원에서 관심을 갖고 교육해야 한다는 인식을 하고 있는 것으로 해석된다. 그러나 국가 교육과정의 계획 및 운영은 이 교육을 받은 학생들의 인식과는 다를 수 있다. 이 연구에서는 외계행성과 관련된 교육을 받은 학생들을 중심으로 교육의 필요성을 파악하였으나, 과학 교육과정을 계획하는 과학교육학자 또는 일선 학교의 과학교사들의 인식을 동시에 파악하여 비교·분석하면 보다 의미있는 연구가 될 것으로 판단된다.

## IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 대학생들이 인식하고 있는 외계행성에 대한 개념을 빅데이터 분석 방법을 통해 외계행성 교육 프로그램의 실시 전·후의 개념 변화를 알아보기 위한 질문지를 개발하여 적용하였다. 빅데이터 분석은 TF-IDF와 N-gram network 분석을 통해 외계행성에 대한 대학생들의 개념 변화를 중심으로 논의되었으며, 이를 통한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 강의 전에 대학생들은 외계행성을 단순히 ‘태양계 바깥(외계)의 행성’ 정도의 맥락으로만 이해하고 있었으나, 강의 후에 중요 키워드를 중심으로 ‘태양계 바깥 항성 주위를 공전하는 행성’ 개념으로 확장하였다. 이는 대학생들이 다양한 방송 및 인터넷 매체 등을 통한 간접적인 방법을 통해 외계행성에 대한 정보를 획득하여 과학지식을 구성하거나 그들만의 선개념을 형성하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 초등·중등학교 지구과학 교육과정에서 외계행성과 관련된 내용을 추가하고, 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 교수-학습 프

로그래미 다수 만들어질 필요가 있다.

둘째, 대학생들은 마스크에서 접했던 간접 경험을 토대로 도플러효과, 식현상, 중력렌즈를 활용한 관측한다는 정도의 간단한 답변을 하여 관측 방법에 대한 인식이 부족함을 나타내었다. 그러나 학생들은 외계행성 탐사와 관련된 내용을 교육 받으면서 외계행성 탐사에 대한 인식이 구체화되었다. 이는 대학생들이 머릿 속에 단편적으로 가지고 있던 탐사 방법에 대한 지식을 구체화시켜 과학적 개념으로 개념화시키고 있음을 나타낸다. 이러한 결과는 단편적으로 가지고 있던 지식을 유의미하게 학습한 후에 외계행성 탐사방법에 대한 개념이 향상되었다는 것을 의미하며, 교수자가 학생들의 선개념을 먼저 고려하고 학습자들이 호기심을 가지고 탐구할 수 있는 프로그램을 적용하였을 때 그들의 개념이 변화 될 수 있음을 의미한다.

셋째, 대학생들은 외계행성 탐사의 중요성을 단순히 외계 생명체의 발견을 넘어서 태양계를 비롯한 행성의 생성과정과 연구 방법, 인류의 발전으로 확장시키고 있었다. 이는 대학생들의 외계행성 탐사의 중요성에 대한 빅데이터 분석을 통해 그들의 인식을 분석해 본 결과 강의 후에 외계행성 탐사의 중요성에 대한 인식이 구체화 또는 세분화되고 있는 것을 나타낸다.

넷째, 대학생들은 외계행성과 관련된 내용을 지구 과학 교육과정에서 소개한다면 과학지식 뿐만 아니라 흥미와 호기심을 일으킬 수 있으므로, 교육과정에서 외계행성에 대한 교육이 필요하다고 인식하였다. 따라서 외계행성과 관련된 내용은 학생들의 흥미 유발 및 과학 개념을 확장시킬 수 있는 주제이기 때문에, 지구 과학 교육과정의 태양계 및 우주와 관련된 영역에서 관심을 갖고 교육해야 할 필요가 있다.

이 연구에서는 대학생들의 외계행성에 대한 전반적인 개념을 조사하는데 의의를 두었다. 학술연구와 빅데이터의 외계행성에 대한 인식 간의 일치도를 높이기 위한 노력이 필요하다는 관점에서 다음의 후속 연구를 제안한다. 첫째, 향후 연구에서는 과학과 교육과정을 계획하는 과학교육학자 또는 일선 학교의 과학교사들의 인식을 비교 분석하여 계량화할 필요가 있다. 외계행성은 천문학자들에게 좋은 연구 주제이자 동시에 각종 매체의 영향으로 학생들과 일반인들에게도 매우 흥미로운 대상이다. 그러므로 외계행성에 대한 정량적 분석 결과는 외계행성 전반에 대한 특성을 이해하고

학습자에게 효과적인 정보를 전달하는데 기여할 것으로 기대된다. 둘째, 이 연구의 결과로 볼 때 학습자에게 외계행성에 대한 지식적인 측면을 전달하는 교육을 지양하고, 학습자가 직접 경험할 수 있는 활동 중심의 교수-학습 개발이 다수 필요할 것으로 사료된다.

## 국문요약

이 연구에서는 대학생들이 인식하고 있는 외계행성에 대한 개념을 빅데이터 분석을 하기 위해 외계행성 교육 프로그램과 교육을 받기 전, 후의 개념 변화를 알아보기 위한 질문지를 개발하여 적용하였다. 이를 통한 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 교육을 받기 전에는 외계행성을 단순히 ‘태양계 바깥(외계)의 행성’ 정도의 맥락으로만 이해하고 있었으나, 교육을 받은 후에 중요 키워드 중심으로 ‘태양계 바깥 항성 주위를 공전하는 행성’ 개념으로 확장되었다. 둘째, 대학생들은 마스크에서 접했던 간접 경험을 토대로 도플러효과, 식현상, 중력렌즈를 활용한 관측한다는 정도의 간단한 답변을 하여 관측 방법에 대한 개념이 매우 부족하였다. 그러나 학생들은 외계행성 탐사와 관련된 내용을 교육 받으면서 외계행성 탐사에 대한 인식이 구체화되었다. 셋째, 대학생들은 외계행성 탐사의 중요성을 단순히 외계 생명체의 발견을 넘어서서 태양계를 비롯한 행성의 생성과정과 연구 방법, 인류의 발전으로 확장시키고 있었다. 넷째, 대학생들은 외계행성과 관련된 내용을 지구 과학 교육과정에서 소개한다면 과학지식 뿐만 아니라 흥미와 호기심을 일으킬 수 있으므로, 교육과정에서 외계행성에 대한 교육이 필요하다고 인식하였다.

주제어: 외계행성, 빅데이터 분석, 탐사, 개념, 지구과학, 교육과정

## References

- 김수정, 김형범, 정진우(2013). 지진에 관한 초등학교 4학년 학생의 선개념. *과학교육연구지*, 37(2), 434-445.
- 김신곤(2008). 구성주의에 근거한 유아의 과학적 개념변화 교수모형 개발. *한국영유아보육학회지*, 52, 1-19.

- 김영대(2017). 달의 위상변화 원인에 대한 초등학생들의 논증과 개념 분석. *대한지구과학교육학회지*, 10(2), 161-172.
- 박기락, 박현주(2018). 지구과학교육 분야의 개념변화 연구 동향 분석. *한국지구과학회지*, 39(2), 193-207.
- 백은주, 송은영(2009). ‘물체가 물에 뜨고 가라앉는 현상’에 대한 유아 및 아동의 개념유형 연구. *열린유아교육연구*, 14(3), 155-176.
- 백재과(2020). 텍스트 마이닝을 활용한 한국어 교육학 분야의 연구 담론 분석: 주요 학술지 대상 시기별 담론 분석을 중심으로. *동남어문논집*, 49, 339-373.
- 송진웅(2003). 구성주의적 과학교육과 학생의 물리 오개념 지도. *수학교육*, 42(2), 87-109.
- 이양환(2013). 문화산업에서의 빅데이터의 필요성. *웹진 문화관광*, 3월호.
- 이호, 조현준, 이효녕(2007). 달 크레이터 생성에 대한 대학생들의 정신모형 분석. *한국지구과학회지*, 28(6), 655-672.
- 장미화, 윤영일(2016). 소셜 미디어 빅데이터 분석을 통한 캠핑에 대한 정부 정책과 국민들의 인식 변화 연구. *대한관광경영학회지*, 31(1), 91-112.
- 전상일, 신명경(2015). 과학그리기 활동을 활용한 초등학교 수업에서 학습자의 태양계 개념형성, 과학탐구 능력, 과학과 관련된 태도 변화. *현장과학교육학회지*, 9(3), 202-212.
- 정소윤(2016). 외계행성의 특성에 관한 연구: 통계학적 접근 및 측광관측 분석. *경북대학교 석사학위논문*.
- 정진우, 한신(2010). 초등학교 교사들의 천문학적 거리에 대한 개념 연구. *한국지구과학회지*, 31(7), 827-838.
- 최혁준, 홍윤희, 이재남, 권미량, 서상오, 김지나, 김준태, 권재술(2005). 과학 학습에서 학습자 성격유형과 불일치 상황 제시 방법에 따른 인지갈등 정도. *한국과학교육학회지*, 25(4), 441-449.
- 한수진, 강석진, 노태희(2010). 학생의 과학 오개념에 대한 초등 예비 교사의 지식. *한국초등과학교육학회지*, 29(4), 474-483.
- 한신, 정진우(2014). 기후변화의 원인과 결과에 대한 고등학생들의 선개념 연구. *과학교육연구지*, 38(2), 430-442.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Hannust, T., & Kikas, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 22(1), 89-104.
- Kim, J. Y., & Park, J. H. (2020). Relationship between the concept of the solar system and the scientific model of elementary school students. *New Physics: Sae Mulli*, 70(1), 82-89.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. California: Wadsworth.
- NASA Exoplanet Archive (2020.11.19.). <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/> 에서 2020년 11월 19일 인출.
- Ross, K. E. K., & Shuell, T. J. (1993). Children's Beliefs about Earthquakes. *Science Education*, 77(2), 191-205.
- Strike, K. A. (1983). Misconceptions and conceptual change: Philosophical reflections on the research program. In H. Helm, & J. Novak (Eds.), *Proceeding of the international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (pp. 67-78). Ithaca, NY: Cornell University.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: Preservice elementary teachers' conceptions of Moon Phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303-326.