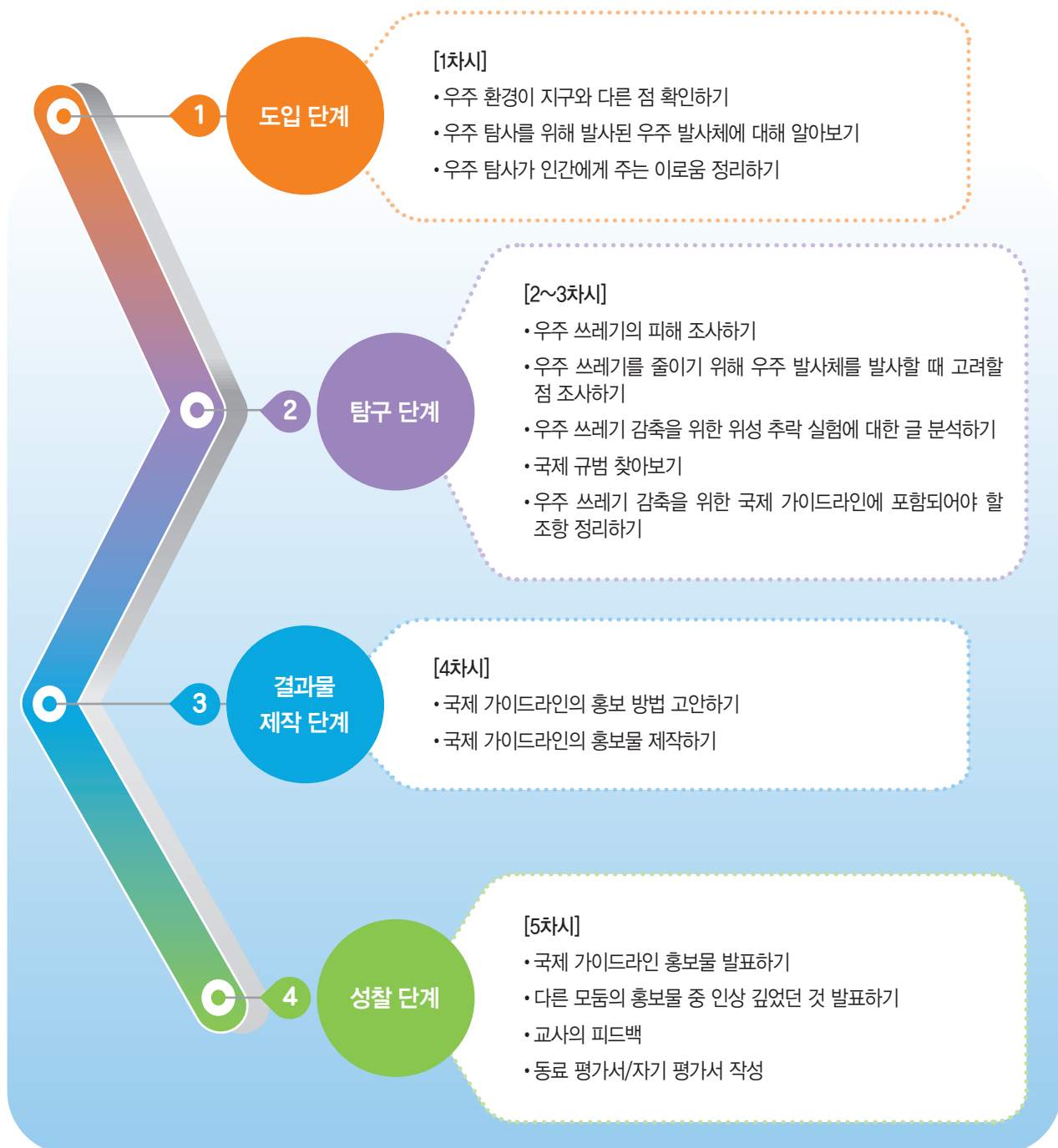


# 우주 탐사의 이면, 우주 쓰레기

## 1 수업 한눈에 보기



## 2 수업 개요

|          |  |  |
|----------|--|--|
| 프로젝트명    | 우주 탐사의 이면, 우주 쓰레기  |  |
| 성취 기준    | [9과15-04] 우주탐사의 의의와 인류에 미치는 영향을 조사하여 과학의 유용성을 인식할 수 있다.  |  |
| 연계 단위    | 중학교 과학2 Ⅷ. 별과 우주   |  |
| 수업의 주안점  | 21세기 우주 탐사가 가져온 성과의 이면에 존재하는 폐해인 우주 쓰레기에 대해 알고 경각심을 느끼게 한다. 우주 쓰레기 저감을 위해서는 국제적인 노력이 필요함을 수업 과정에서 깨닫고, 모둠이 하나의 국제 사회가 되어 우주 쓰레기 저감 가이드라인을 작성하며 그 구체적인 방안을 생각해 보게 한다.                     |  |
| 핵심 역량    | <div> <div> <div>■ 자기관리 역량</div> <div>■ 심미적 감성 역량</div> </div> <div> <div>■ 지식정보처리 역량</div> <div>■ 협력적 소통 역량</div> </div> <div> <div>■ 창의적 사고 역량</div> <div>■ 공동체 역량</div> </div> </div> |  |
| 핵심 탐구 질문 | 우주 쓰레기는 우리 지구에 어떤 영향을 끼치고 있으며, 이를 줄이기 위한 방안은 무엇일까?   |  |
| 수행 과제    | 문제 상황  | 우주 탐사로 인해 발생하는 우주 쓰레기의 처리 방법에 대해 확인한다.   |
|          | 공개할 결과물  | <ul style="list-style-type: none"> <li>우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인</li> <li>우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인 홍보물</li> </ul>   |
|          | 평가 요소  | 학생들이 제시한 결과물은 다음 기준을 만족해야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>주제를 고려하여 다양한 자료에서 찾은 보조 자료를 효과적으로 활용하였는가?</li> <li>결과물이 실제 생활에서 활용하기에 적절한가?</li> <li>자신의 언어로 재구성하여 이해하기 쉽게 표현하였는가?</li> <li>결과물의 작성 과정에서 협력적으로 의사소통하였는가?</li> </ul> |
| 수업의 흐름   | 1단계(1차시)<br>도입 단계  | <ul style="list-style-type: none"> <li>우주 환경과 지구와 다른 점 확인하기</li> <li>우주 탐사를 위해 발사된 우주 발사체에 대해 알아보기</li> <li>우주 탐사가 인간에게 주는 이로움 정리하기</li> </ul>   |
|          | 2단계(2~3차시)<br>탐구 단계  | <ul style="list-style-type: none"> <li>우주 쓰레기의 피해 조사하기</li> <li>우주 쓰레기를 줄이기 위해 우주 발사체를 발사할 때 고려할 점 조사하기</li> <li>우주 쓰레기 감축을 위한 위성 추락 실험에 대한 글 분석하기</li> <li>국제 규범 찾아보기</li> <li>우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인에 포함되어야 할 조항 정리하기</li> </ul>       |
|          | 3단계(4차시)<br>결과물 제작 단계  | <ul style="list-style-type: none"> <li>국제 가이드라인의 홍보 방법 고안하기</li> <li>국제 가이드라인의 홍보물 제작하기</li> </ul>   |
|          | 4단계(5차시)<br>성찰 단계  | <ul style="list-style-type: none"> <li>가이드라인 홍보물 발표하기</li> <li>다른 모둠의 홍보물 중 인상 깊었던 것 발표하기</li> <li>교사의 피드백</li> <li>동료 평가서/자기 평가서 작성</li> </ul>  |

### 3 프로젝트 수업 진행 개요(교수·학습 활동)

| 단계            | 교수·학습 활동 |  |
|---------------|----------|--|
| 도입<br>[1차시]   | 문제 인식    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 동기 유발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주 신약의 개발을 통해 우주 환경에 대해 생각해 보기</li> </ul> </li> <li>• 문제 제시               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주 탐사 사례와 우주 발사체에 대해 알아보기</li> <li>- 우주 탐사가 주는 인간에게 주는 이로움에 대해 알아보기</li> </ul> </li> <li>• 우주 쓰레기에 대해 알아보기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주 쓰레기로 인한 피해 알아보기</li> <li>- 우주 쓰레기를 발사할 때 고려할 점 알아보기</li> </ul> </li> </ul> |
| 전개<br>[2~4차시] | 조사 및 연구  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우주 쓰레기 감축 방안 알아보기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주 쓰레기 감축을 위한 위성 추락 실험 기사 확인하기</li> <li>- 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인의 필요성 알아보기</li> </ul> </li> </ul>  |
|               | 해결 방안 제시 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해결 방안 제시하기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 국제 규범 조사하기</li> <li>- 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인을 새로 만든다면 어떤 조항을 포함시키고 싶은지 생각해 보기</li> </ul> </li> <li>• 국제 가이드라인을 만들기 위한 모듈 구성</li> <li>• 국제 가이드라인에 필요한 조항 찾아보기</li> <li>• 모듈별 우주 쓰레기 감축 국제 가이드라인 만들어 보기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별 가이드라인과 그에 대한 설명 작성</li> </ul> </li> </ul>   |
|               | 결과물 도출   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가이드라인 홍보 방법 고안하기</li> <li>• 가이드라인 홍보물 제작하기</li> </ul>   |
| 정리<br>[5차시]   | 발표 및 평가  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모듈별 결과 발표</li> <li>• 각 모듈 발표에 대한 다른 모듈 및 교사의 피드백</li> <li>• 동료 평가서 / 자기 평가서 작성</li> </ul>   |

#### 4 평가 기준

| 평가 요소         |                  | 평가 기준  | 배점 |
|---------------|------------------|--|----|
| 모둠 점수<br>(80) | 자료 조사 및<br>계획 수립 | ① 피해 사례를 바탕으로 가이드라인의 필요성을 제시하였는가? (10점)<br>② 기존에 존재하는 우주 쓰레기 관련 국제 규범의 내용과 특징을 구체적으로 설명하였는가? (10점)<br>③ 모둠 내 역할을 적절히 분담하고 이에 따라 활동을 진행하였는가? (10점)                | 30 |
|               | 결과<br>보고서        | ① 모둠에서 제시한 가이드라인의 지침이 현실적이며 우주 쓰레기 절감에 기여할 수 있는가? (각 지침당 2점씩 총 10점)<br>② 가이드라인에 대한 설명이 논리적인가? (각 지침당 2점씩 총 10점)<br>③ 모둠에서 제시한 가이드라인의 기대 효과를 근거를 들어 설명하였는가? (10점) | 30 |
|               | 발표 및<br>질의 응답    | ① 프로젝트의 결과를 일목요연하게 전달하였는가? (10점)<br>② 청중의 물음에 적절히 답하였는가? (5점)<br>③ 다른 모둠의 발표를 경청하고 의문점을 적절히 질문하였는가? (5점)   | 20 |
| 개인 점수<br>(20) | 참여도              | 모둠 활동에 적극적으로 참여하고 맡은 역할을 성실히 수행하였는가?   | 20 |
| 미참여           |                  |  | 0  |

※ 제출 기한이 지나서 제출한 경우 1일 초과 시마다 5점씩 감점한다.

※ 활동에 참여하였으나 참여 시간이 50 % 미만인 경우 해당 모둠의 점수에서 10점을 감점한다.

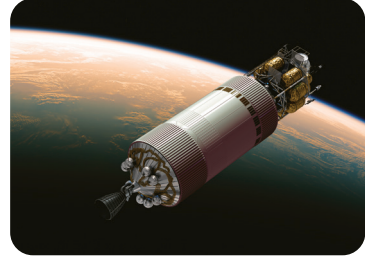
#### 5 교과 세부 능력 및 특기 사항: 수업 평가 예시

- 우주 탐사가 인간에게 주는 이점과 동시에 이 과정에서 나오는 우주 쓰레기가 인간에게 주는 피해에 대해서 조사함. 우주 쓰레기 감축에 있어서 국제적인 협업의 중요성을 알고 이를 바탕으로 우주 쓰레기 감축을 위한 보다 효과적인 국제 가이드라인에 대한 필요성을 느낌. 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인을 작성하는 과정에서 모둠원들과 적극적으로 의사소통하며 맡은 역할을 성실히 수행함.
- 우주 탐사는 인간에게 많은 이익을 가져다 주지만 그 과정에서 발생하는 우주 쓰레기로 인해 문제가 발생할 수 있음을 주제로 보고서를 작성함. 우주 쓰레기 감축에 있어서 전세계적인 협력의 중요성을 알고 이를 바탕으로 우주 쓰레기 저감을 위한 보다 효과적인 국제 규범에 대한 필요성을 느낌. 우주 쓰레기 감축 국제 가이드라인을 제작하는 과정에서 모둠원들과 적극적으로 의사소통하며 맡은 역할을 성실히 수행함.

## 6 수업 자료 및 활동지

### 도입 단계

◎ 미국의 한 우주 제조 기술 업체에서 약물을 개발하기 위해 우주 캡슐을 발사하였다. 우주에서 개발되는 ‘우주 신약’ 속의 물질들은 지구와 다른 우주의 환경을 활용하기 위해 우주에 발사된 캡슐 속에서 만들어진다. 우주 환경은 지구와 어떤 점이 다른지 써 보자.



○ 다음은 우주 탐사를 위해 발사된 우주 발사체들에 관한 글이다. 글을 읽고 물음에 답해 보시오.

1957년 10월 4일, 인류 최초의 인공 위성인 스푸트니크 1호의 발사 이후 수많은 우주 발사체들이 지구 궤도, 또 그 너머로 발사되어 왔다. 인류는 지금까지 약 6,210개의 로켓과 12,170개의 인공위성을 발사시키는데 성공했다.(2021. 11. 기준) 그 중 1969년에 발사된 아폴로 11호는 달에 착륙하였고, 1977년 발사된 보이저 1호는 2013년 9월 지구에서 발사된 물체 중 최초로 태양계를 벗어나 성간 우주를 떠돌게 되었다. 우리나라는 1993년 최초의 과학로켓을 발사하였으며, 2013년에는 첫 우주 발사체인 나로호가 궤도 안착에 성공하였다. 그리고 2022년과 2023년 순수 국내 기술로 만든 누리호가 발사에 성공하였다.

인류는 예로부터 우주에 관한 호기심을 바탕으로 우주 탐사에 대한 열망을 가져왔다. 하지만 우주 탐사는 인간들에게 호기심 충족 이상의 다양한 이점을 선사한다. 지금까지 어떤 우주 발사체들이 지구를 벗어나 우주를 탐사하고 있을까? 또, 이 발사체들이 인간에게 주는 이점에는 무엇이 있을까?

1 인터넷 조사를 통해 우주로 발사된 발사체에 대해 알아보고, 온라인 플랫폼에 게시하여 친구들과 정보를 공유해 보자.

#### 내가 조사한 우주 발사체

▶ 발사체 이름:

▶ 발사 목적:

▶ 발사 특징:

## 2 다른 친구가 조사한 발사체 중 가장 흥미로운 것을 골라 우주 발사체의 목적과 특징을 써 보자.

### 친구가 조사한 우주 발사체

- ▶ 발사체 이름:
- ▶ 발사 목적:
- ▶ 발사 특징:

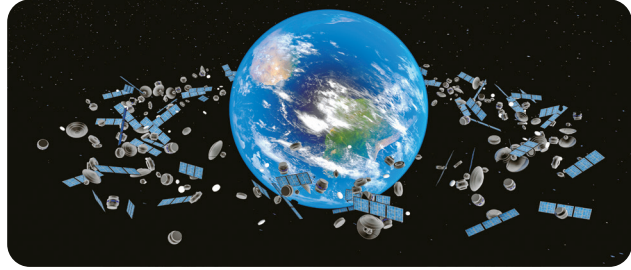
## 3 우주 탐사가 인간에게 주는 이로움에는 무엇이 있는지 써 보자.

06

우주 탐사의 이면, 우주 쓰레기

○ 우주로 발사된 발사체에 대한 다음 글을 읽고 물음에 답해 봅시다.

우주에 발사된 약 6,210개의 로켓과 12,170개의 인공위성 중 여전히 우주에 남아 있는 것은 약 7,630개이며, 이 중 작동이 되는 것은 약 4,700개에 불과하다(2021. 11. 기준). 1958년 3월 17일 발사된 뱅가드 1호는 60년이 넘는 현재까지도 지구 궤도에 존재하며, 240년이 지나야 불타 사라질 예정이다.



[그림] 지구 궤도를 돌고 있는 우주 쓰레기 모형

우주 감시 네트워크에 등록된 우주 물체는 약 29,940개에 달한다. 이는 저궤도에서 5~10 cm, 정지 고도에서 30 cm~1 m보다 큰 물체에 해당한다. 유럽 우주국의 추정에 따르면 이들 외에도 궤도에 있는 10 cm 이상의 물체는 36,500개, 1 cm~10 cm인 것은 약 백만개, 1 mm~1 cm인 것은 약 3억 3천만개로 추정되고 있다. 이렇게 인간이 만든 우주 물체 중 기능하지 않는 물체를 ‘우주 쓰레기’라고 한다. 1957년 스푸트니크 1호 발사 이후 생성된 약 7,000톤 이상의 우주 쓰레기가 우리 머리 위에서 잠재적인 위험 요소로 존재하고 있다.

1978년 NASA의 도널드 케슬러 박사는 지구 궤도에 자리 잡은 물체의 개수가 어느 수준을 넘으면 물체들끼리 서로 충돌하여 더 작고 많은 파편들을 만들어 내고, 대규모의 우주 쓰레기들이 궤도 전체를 뒤덮어 우주 탐사와 GPS, 위성통신, 기상관측 등을 불가능하게 할 것이라는 시나리오인 ‘케슬러 증후군’을 제시하였다.

실제적인 피해도 존재한다. 2009년에는 활동을 멈춘 러시아의 위성 코스모스-2251이 미국 통신위성 이리듐-33과 충돌하여 수천 개의 파편을 생성하였다. 1978년에는 원자로를 담고 있던 코스모스-954가 발사 4개월 후 통제 불능의 상태로 캐나다에 추락하여 남한 면적만한 넓은 지역에서 방사능이 검출되기도 하였다.

1 우주 쓰레기들은 우리에게 어떤 피해를 줄 수 있는지 써 보자.

2 우주 쓰레기로 인한 피해를 막기 위해 우주 발사체를 발사할 때 고려할 점을 조사하여 써 보자.

## 탐구 단계

- 다음은 우주 쓰레기 감축을 위한 다양한 노력들에 관한 글을 읽고 물음에 답해 봅시다.

유럽우주국(ESA)이 노후화된 위성을 안전하게 지구로 떨어트리는 ‘추락 실험’을 최초로 진행한다. 아이올로스는 ESA가 1990년대부터 설계를 시작해 2018년 8월 발사한 기상위성이다. ESA는 지구 궤도에 버려지는 인공위성의 수를 줄이기 위해 아이올로스를 지구로 데려오는 실험을 시작했다.

롤프 덴싱 ESA 운영 국장은 “아이올로스는 애초부터 지구 재진입을 목표로 설계된 게 아니어서 실패할 가능성이 있었다”라면서 “그러나 ESA는 ‘우주 쓰레기 없애기(zero-debris)’라는 목표를 이루기 위해 그 경계를 넘어서는 중”이라고 밝혔다.

- OO일보 (2023. 7. 30.)

인류의 이익을 위해 무분별한 우주 탐사 및 개발을 통제하고, 우주 환경 보호를 위해 설립된 기구인 유엔 우주의 평화적 이용 위원회(UN COPUS)는 2007년 ‘우주 폐기물(쓰레기) 경감 가이드라인’을 발표하여 이를 적극적으로 논의하고 있다.

또한, 1993년 창설된 국제우주쓰레기조정위원회(IADC)는 우주 쓰레기 배출 제한, 궤도 상 파열 가능성 최소화, 임무 종료 후 폐기, 궤도 상 충돌 방지를 다룬 가이드라인을 제정한 바 있다. 우리나라도 2022년 10월 제주에서 제40차 IADC 총회를 의장국으로서 개최하는 등 적극적으로 관여하고 있다.

- 1 우주 쓰레기를 감축하기 위해서는 전 세계의 국제적 협력이 필요하다. 그 까닭은 무엇인지 써 보자.

- 2 우주 쓰레기 피해 사례와 함께 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인의 필요성을 써 보자.



○ 모둠을 구성하고, 역할을 분담해 보자.

| 모둠명 |    |    |                    |
|-----|----|----|--------------------|
| 구분  | 학번 | 이름 | 모둠에서 맡은 역할 (구체적으로) |
| 1   |    |    |                    |
| 2   |    |    |                    |
| 3   |    |    |                    |
| 4   |    |    |                    |
| 5   |    |    |                    |

○ 우리 모둠만의 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인을 만들어 봅시다.

1 우리 모둠이 만든 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인의 이름을 써 보자.

2 만약 우주 쓰레기 감축을 위한 국제 가이드라인을 만든다면, 어떤 조항을 포함시키는 것이 좋을지 써 보자.

▶ 포함시키고 싶은 조항:

▶ 포함시키고 싶은 까닭:

### 3 우주 쓰레기 감축을 위한 기존 국제 규범을 조사하여 써 보자.

### 4 모둠에서 제안하는 가이드라인과 그에 대한 설명을 써 보자.

|      |  |
|------|--|
| 지침 1 |  |
| 설명   |  |
| 지침 2 |  |
| 설명   |  |
| 지침 3 |  |
| 설명   |  |
| 지침 4 |  |
| 설명   |  |
| 지침 5 |  |
| 설명   |  |

## 결과물 제작 단계

● 우리 모둠이 만든 가이드라인을 홍보할 수 있는 홍보물을 제작하여 발표해 보자.

- 홍보물의 형태는 포스터, 영상, 노래 등 제한없이 자유롭게 정한다.

- 홍보물 설명 또는 사진, 링크, 주소

- 홍보물의 기대 효과

## 성찰 단계

모둠이 작성한 가이드라인을 발표하고, 서로 평가해 봅시다.

1 활동 내용을 바탕으로 우주 탐사가 주는 이점과 피해를 같이 써 보자.

2 우주 환경을 생각하며 우주 탐사를 하기 위해서 할 수 있는 일에는 무엇이 있는지 써 보자.

3 다른 모둠이 적은 가이드라인 지침 중 기억에 남는 것을 까닭과 함께 써 보자.

4 아래의 평가 항목에 맞추어 활동을 평가해 보자.

|          | 평가 항목                         | 평가 점수 |      |      |      |
|----------|-------------------------------|-------|------|------|------|
|          |                               | 모둠 1  | 모둠 2 | 모둠 3 | 모둠 4 |
| 동료<br>평가 | 인터넷을 활용하여 최신 자료를 조사하였는가?      |       |      |      |      |
|          | 계획에 맞게 역할을 분담하고 프로젝트에 참여하였는가? |       |      |      |      |
|          | 모둠별 활동 시 적극적으로 참여하였는가?        |       |      |      |      |
|          | 조사한 내용을 정확하게 작성하였는가?          |       |      |      |      |
| 자기<br>평가 |                               |       |      |      |      |