



중단원 도입부

공처럼 보이는 물체가 사실은 '모자'라는 것을 보여 준다. 이를 통해 학생들은 그림자 현상에 더 관심을 갖게 되며, 그림자가 물체의 모양을 닮았지만 그림자를 보고 물체를 정확히 알기는 힘들다는 것을 체험하게 된다.

그림자는 입체인 사물의 모습이 평면에 투영되어 생긴 것이기 때문에 그림자만 보고 사물을 정확히 알기는 어렵다.

핵심 질문

★ **그림자는 항상 물체의 모습과 같을까요?**

입체를 평면에 옮긴 것이라 반드시 그렇지 않다.

★ **광원과 물체를 보고 그림자의 모습을 짐작할 수 있을까요?**

빛의 직진 현상을 이용하면 짐작할 수 있다.

학습 용어

▣ **그림자:** 광원에서 나온 빛이 어떤 표면을 비추었을 때 그 사이에 빛을 차단하는 물체가 있어 표면에 만드는 어두운 부분.

▣ **빛의 직진:** 빛이 같은 물질 속을 진행할 때 직선 경로를 그리며 나아가는 현상.

배경 지식

1. 투명과 불투명

빛을 비추었을 때 대부분의 학생들은 빛이 통과하는 물질은 빛에 대하여 '투명하다'고 하고, 빛이 통과하지 않는 물질은 '불투명하다'고 한다. 불투명한 물질에서는 빛이 흡수되어 열에너지와 같은 다른 에너지로 전환된다. 학생들이 물체를 통해 다른 사물을 보았을 때 사물이 잘 보이면 투명한 물체, 잘 보이지 않으면 불투명한 물체이다. 손전등을 비추었을 때 빛이 통과하는지의 여부를 살펴보게 하는 것도 좋은 방법이다. 유리창, 유리컵, 물, 얼음, 셀로판지 등은 일반적으로 투명한 물질인 유리, 물, 투명 비닐로 이루어져 있고, 책상, 책, 옷, 블라인드 등은 불투명한 물질인 나무, 종이, 천, 플라스틱과 같은 물질로 이루어져 있다.

그런데 투명·불투명은 선택적으로 이야기할 필요가 있다. 예를 들어 빨간색 셀로판지는 빨간색 빛에 대해서는 투명하지만 파란색 빛에 대해서는 불투명하다. 학생들은 종종 "투명한 것은 모두 무색이다." 또는 "투명한 것은 흰색이다."라는 잘못된 생각을 하는 경우가 있으며, '투명색'이라는 잘못된 표현을 사용하기도 한다.

투명·불투명과 색깔은 구분지어 설명되어야 한다. 투명한 물질을 만난 빛은 대부분 물질을 통과하고 불투명한 물질을 만난 빛은 흡수 또는 반사되는데, 색깔은 이 반사된 빛에 의해 나타나는 것이다. 즉, 파란색 물체는 가시광선 중 다른 색 빛의 파장을 흡수하고 파란색 파장의 빛을 많이 반사하기 때문에 우리 눈에 파란색으로 보이는 것이다. 흰색은 모든 파장의 빛을 반사하기 때문에 빛이 모두 섞여 흰색으로 보이는 것이다. 따라서 흰색 물체는 불투명하다.

2. 빛의 직진

문틈으로 새어 들어오는 아침 햇살을 보면 한 줄기의 빛이 곧게 뻗어 온다. 이와 같이 빛이 진행할 때 균일한 매질 속에서 빛은 직진한다. 그림자, 일식과 월식 등은 빛이 직진하기 때문에 나타나는 현상이고, 바늘구멍 사진기는 이러한 빛의 성질을 이용한 것이다.

그림자를 보고 물체를 알아맞혀 봅시다

교과서_ 124~125쪽
실험 관찰_ 60~61쪽

| 학습 목표 | 1. 그림자를 보고 물체를 알아맞히는 놀이를 통해 물체와 그림자 사이의 관계를 알아낸다.

**그림자를 보고 물체를
알아맞혀 봅시다**

그림자를 보면 물체가 무엇인지 짐작할 수 있습니다. 어쨌든 그림자가 물체의 모습을 알았기 때문입니다. 하지만 언제나 그림자를 보고 어떤 물체를 추리하여 봅시다. 그림자 관찰 장치는 관동과 스크린 사이에 물체를 놓아 물체의 그림자를 볼 수 있게 만든 장치입니다.

무엇이 필요할까요?
관동, 스크린, 투명한 물체, 불투명한 물체, 여러 가지 물체

어떻게 할까요?

- 1 그림자 관찰 장치를 꾸미고, 스크린에 생긴 그림자를 관찰합니다.
- 2 그림자를 보고 어떤 물체인지 추리하여 봅시다.
- 3 물체를 보고 어떤 모양의 그림자가 생길지 예상하여 봅시다. 직접 그림자를 만들어 살펴보고 예상과 맞는지 확인하여 봅시다.
- 4 여러 물체를 받거나 걸쳐 놓고 어떤 모양의 그림자가 생길지 예상하여 봅시다. 그림자를 만들어 살펴보고 예상과 맞는지 확인하여 봅시다.

생각해 볼까요?

- ▶ 그림자가 어떻게 생기는지 생각하여 봅시다.
- ▶ 그림자를 보면 언제나 그 물체의 모습을 알 수 있는지 서로 이야기하여 봅시다.

2 그림자 살펴보기

124~125 그림자를 보고 물체 알아맞히기

- 1 그림자 관찰 장치를 꾸미고, 스크린에 생긴 그림자를 관찰합니다.
- 2 그림자를 보고 어떤 물체인지 추리하여 써 봅시다.
 - 일정한 물체는 무엇일까요?
컵, 책
 - 일정한 모양의 물체는 무엇일까요?
책, 연필, 보리
- 3 물체를 보고 어떤 모양의 그림자가 생길지 예상하여 봅시다. 직접 그림자를 살펴보고 예상과 맞는지 확인하여 봅시다.

예상	실제 그림자
책	연필
동전	공

4 여러 물체를 받거나 걸쳐 놓고 어떤 모양의 그림자가 생길지 예상하여 봅시다. 그림자를 만들어 살펴보고 예상과 맞는지 확인하여 봅시다.

예상	실제 그림자
동전을 세우면 공의 그림자처럼 동글게 보일 것 같아요.	공은 어느 방향으로 놓아도 원 모양의 그림자가 생기는데, 동전은 수직으로 세우지 않고 비스듬하게 세우면 타원 모양의 그림자가 생깁니다.

생각해 볼까요?

- ▶ 그림자가 어떻게 생기는지 생각하고 써 봅시다.
 - 빛이 사막까지의 물체에 닿아서 그림자가 생긴다.
 - 물체 모양이 다르니까.
 - 빛의 방향과 물체가 놓인 방향에 따라 그림자 모양이 다르다. 등
- ▶ 그림자를 보면 언제나 그 물체의 모습을 알 수 있는지 서로 이야기하여 봅시다.
 - 예상한 모양과 실제 그림자의 모양이 같습니까?
- 같을 때도 있고 다를 때도 있다.
 - 만약 그림자 없다면 그 물체는 무엇일까요?
- 빛의 방향과 물체가 놓인 방향에 따라 그림자의 모양이 다르다.

수업의 흐름

- [1] 그림자를 보고 물체의 모습 예상하기
 - 그림자 관찰 상자에 비친 그림자를 보고 물체가 무엇인지 알아맞혀 본다.
- [2] 물체를 보고 그림자의 모습 예상하기
 - 물체를 보고 어떤 그림자가 생길지 예상하고 확인해 본다.
- [3] 그림자가 만들어지는 이유 생각하기
 - 그림자가 어떻게 생기는지 생각해 본다.

준비물

모둠(개인): 전등, 스크린, 투명한 물체, 불투명한 물체, 여러 가지 물체

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

누구의 그림자일까? 그림자의 주인이 우산처럼 보였지만 실제로는 박쥐였던 그림을 이용하여 그림자와 물체 사이의 관계에 관심을 가지도록 유도한다.

[1] 그림자를 보고 물체의 모습 예상하기

- 1 모둠별로 그림자 관찰 상자를 살펴보고, 물체를 놓아 그림자가 생기는지 확인한다.
 - 그림자 관찰 상자에는 전구, 불투명한 플라스틱 막이 있다.
 - 불을 켜고 물체를 가운데에 놓으니 막에 그림자가 생겼다.
 - 2 모둠별로 문제 내는 사람을 정한 뒤 물건을 놓아 그림자를 만들게 한다. 다른 모둠원들은 그림자만 보고 어떤 물건인지 맞힌다.
 - 컵 • 책 • 잘 모르겠다.
 - 3 답변과 그림자를 만든 물건이 일치하는지 확인한다.
 - 맞았다. 그럴 줄 알았어. 외곽선 모양이 똑같다.
 - 틀렸다. 그것인지 몰랐는데, 손잡이가 있는 컵을 세워 놓지 않고 눕혀 놓으니 가방 같다.
- ❖ 유의점**
- 그림자 관찰 상자를 이용하여 그림자의 모습을 보고 어떤 물체의 그림자인지 알아맞히는 놀이 형식의 학습으로 운영한다. 가벼운 경쟁을 도입하는 것도 시도해 볼 수 있을 것이다. 물체를 엉뚱한 방향으로 두어 학생들의 창의력을 유도하는 것도 필요하다.

[2] 물체를 보고 그림자의 모습 예상하기

- 1 물체를 보고 그림자의 모습을 예상하여 그려 본다.
 - 책을 세로로 세워 얇은 부분이 보이게 하면 연필을 세워 놓은 그림자와 비슷할 것 같다.
 - 동전을 세우면 공의 그림자처럼 동글게 보일 것 같다.
- 2 물체를 그림자 관찰 상자에 놓고 실제 그림자 모습을 확인한다.
 - 예상한 대로 맞았다.
 - 비슷하긴 한데 예상이 정확하지는 않았다. 공은 어떤 방향으로 놓아도 원 모양의 그림자가 생기는데, 동전은 수직으로 세우지 않고 비스듬하게 세우면 타원 모양의 그림자가 생긴다.

❖ 유의점

- 물체와 빛의 방향이 정해졌을 때 그림자의 모양이 어떻게 될지 먼저 예상하게 한다. 다음에 직접 실험을 통해 확인하면서 자신의 예상과 실제 상황이 서로 일치하는지 알아본다. 그 후 자신의 생각을 이야기하게 하여 반성적 사고를 자극하는 것이 필요하다. 이 내용의 학습은 POE 방법을 사용하는 것이 좋다. POE는 Prediction(예측) - Observation(관찰) - Explanation(설명)의 3단계 학생 활동을 주로 하는 학습 모형이다. POE는 관찰하게 될 현상의 결과에 대하여 예측하고 그 예측을 나름대로 정당화하는 '예측', 관찰한 사실에 대하여 서술하는 '관찰', 예측과 관찰 사이의 갈등을 해결하는 '설명'의 3단계로 나눌 수 있다.
- 그림자에 대한 학생들의 생각
 - 해가 없으면 그림자가 없어. 그림자는 해의 거울이야.
 - 밤이면 그림자는 하늘에 있는 전등 가까운 곳으로 올라가.
 - 비가 오면 그림자가 없어. 젖을까 봐 우리 몸속으로 들어가.
 - 개미 빼고는 모든 것에 그림자가 있어.
 - 해 안에는 그림자들이 가득 차 있어서 그것을 지구로 내려 보내는 거야.
 - 그림자는 빛이 있을 때만 살거나 죽지. 내 그림자가 안 보일 때는 자기 집으로 간 거야. 그림자 집은 우리 안에 있어.
 - 아마 그림자는 사람들이 하는 것을 항상 따라 하는 것이나, 명령하는 사람이 많은 것을 좋아하지 않을 거야.
 - 밝은 자석 같아 그림자를 붙여 놓네.

자료: Reggio Children s.r.l. 저, 오문자 역(2000) 개미 빼고는 모든 것에 그림자가 있어요, 다음세대


- 교실에서 해 볼 수 있는 다른 활동: 친구들의 그림자 그림을 그릴 수 있다.
- ③ 교실 벽에 도화지를 붙이고 친구를 의자에 앉히고, OHP나 전등불을 이용하여 그림자를 만든 다음, 그림자가 생기면 그림자를 따라 초상화를 그린다.

[3] 그림자가 만들어지는 이유 생각하기


- 1 그림자가 어떻게 생기는지 생각한다.
 - 빛이 나아가다가 물체에 막혀서 그림자가 생긴다.
 - 물체 모양이 드러난다.
 - 빛의 방향과 물체가 놓인 방향에 따라 그림자 모양이 달라진다. 등
- 2 그림자를 보면 언제나 물체의 모습을 알 수 있는지 이야기한다.
 - 알 수 있다. • 하지만 쉽지 않을 때도 있다. 빛의 방향과 물체가 놓인 방향을 알아야 한다. 등

평가 문항

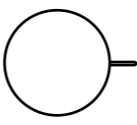
1 컵의 그림자가 어떻게 보일지 그려 보시오.



(옆)



(옆)



(위)

5

11

차시

그림자가 생기는 까닭을 알아봅시다

| 학습 목표 | 1. 빛의 직진과 관련하여 그림자가 생기는 과정을 이해한다.

교과서_ 126~127쪽
실험 관찰_ 62쪽



**그림자가 생기는 까닭을
알아봅시다**

앞으로 나아가는 빛이 불투명한 물체를 만나면 그것을 통과하지 못하여 빛이 물체 뒤로 쫓겨 갑니다. 그래서 물체 뒤에 그림자가 생깁니다. 불투명한 물체는 빛의 대부분이 통과하여 그림자가 거의 생기지 않습니다. 또한, 불투명한 물체는 빛이 조금만 통과하여 연한 그림자가 생깁니다.

물체의 모양대로 그림자가 생기는 까닭은 빛이 공의 중에서 곧게 나아가기 때문입니다. 빛이 곧게 나아가기 때문에 벽을 향해 쫓겨 그림자의 모양은 변합니다. 빛이 휘어서 나가면 그림자가 공중에 모양대로 생기지 않습니다.

바닥에 여러발을 세워서 고정된 다음, 팔뚝이나 손 인상을 비추면 뒤쪽에 그림자가 생기는 것을 볼 수 있습니다. 이때, 생긴 그림자의 모습을 보면 빛이 휘어지는 것을 알 수 있습니다.




* 빛이 직진해 공중에 그림자 * * 빛이 휘어 나가면 모습

빛이 나아가는 모습 살펴보기

- 1 수조 속의 물을 차운 다음, 수조의 뒷부분을 막고 책이나 책을 보이며 봅시다.
- 2 수조의 뒷부분을 막고 책이나 책을 보이며 봅시다.
- 3 빛이 나아가는 모습을 관찰합니다.



126~127 빛이 나아가는 모습 살펴보기

1 수조 속의 물을 차운 다음, 수조의 뒷부분을 막고 책이나 책을 보이며 봅시다.

- 빛이 나아가는 모습을 관찰하며 그림이 나타나는 것을 봅시다.



- 빛이 어떻게 나아가는지 봅시다.
빛이 곧게 나아가는 것을 봅시다.

* 물을 차운 빛이 잘 일러와 부딪히기 때문에 빛이 휘어지기 때문에 빛이 나아가는 모습을 볼 수 있다.

수업의 흐름

- [1] 그림자가 생기는 까닭 이해하기
 - 빛의 직진과 연관지어 그림자가 생기는 과정을 이해한다.
- [2] 빛이 나아가는 모습 알아보기
 - 여러 가지 광원에 의한 빛을 관찰함으로써 빛이 직진한다는 것을 알아본다.
- [3] 빛이 나아가는 모습 실험하기
 - 향을 피운 수조에 빛을 보내어 빛이 어떻게 나아가는지 관찰한다.

준비물

모둠(개인): 판지, 빛, 손전등, 수조, 향, 레이저 포인터

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

투명한 유리컵과 불투명한 도자기 컵을 보여 주며 공통점과 차이점을 찾도록 한다.



투명한 유리컵



불투명한 도자기컵

[1] 그림자가 생기는 까닭 이해하기

- 전 차시 활동과 관련하여 그림자가 생기는 까닭에 대하여 이야기한다.
 - 빛은 광원으로부터 사방으로 곧게 퍼져 나간다.
 - 빛이 나아가는 중간에 불투명한 물체가 놓인다면 빛은 물체에 막혀 더 이상 진행하지 못하게 된다.
 - 물체 뒤에는 빛이 도달하지 못하여 그림자가 생긴다.
 - 투명, 불투명, 반투명한 물체에 대하여 이야기한다.
 - 투명한 물체를 통해 반대편을 볼 수 있다.
 - 투명한 물체의 그림자는 없는 것처럼 보인다.
 - 불투명한 물체는 그림자가 있다.
 - 반투명한 물체는 그림자가 옅다.
- ❖ 유의점
- 실제 투명, 불투명, 반투명한 물체의 그림자를 직접 만들어 보거나 사진 자료를 이용하여 그림자가 만들어지는 과정을 보여 줄 수 있다.

[2] 빛이 나아가는 모습 알아보기

- 자연 광선(햇빛)이 나아가는 모습을 관찰한 경험을 이야기한다.
 - 해돋이 광경
 - 구름 사이에서 새어 나오는 햇빛의 모습
 - 숲이 우거진 산속에서 빛이 나아가는 모습
 - 창틈으로 들어오는 빛
- 인공 광선(전등 불빛)이 나아가는 모습을 관찰한 경험을 이야기한다.
 - 여러 가지 전등 불빛
 - 등대에서 나오는 불빛
 - 밤에 창틈으로 새어 나오는 불빛
 - 손전등을 들고 어두운 밤길을 가면서 비춘 불빛
- 빛이 나아가는 모습을 관찰하는 장치를 통해 빛이 곧게 나아가는 모습을 보여 준다.

◎ 빛이 나아가는 모습 관찰 장치 만들기

- 두꺼운 판지를 이용하여 머리빗을 세운다.
- 빛이 머리빗의 빗살 사이로 지나갈 수 있게 한다.
- 빛이 지나가는 모습을 볼 수 있도록 조금 떨어진 곳에 종이막을 세운다.

4 빛이 나아가는 모양에 대하여 발표한다.

- 빛은 곧게 나아간다.
- 빛이 곧게 지나가는 중간에 물체를 놓으면 그림자가 생긴다.
- 빛이 곧게 나아가기 때문에 전등 빛의 위치에 따라 그림자의 크기가 변한다.

[3] 빛이 나아가는 모습 실험하기

- '해 보기' 활동을 한다.
 - 수조에 향을 피운 다음, 윗부분을 막고 레이저 빛을 보낸다.
 - 빛이 나아가는 모습을 보며 빛이 직진하는 것을 눈으로 확인할 수 있다.
 - 빛이 나아가는 모양에 대하여 발표한다.
 - 빛이 곧게 나아간다.
- ❖ 유의점
- 향을 피우면 빛이 향 입자와 부딪혀 사방으로 튕겨 나가기 때문에 빛이 나아가는 길을 잘 볼 수 있다.
 - 레이저 포인터를 사용할 때 눈에 비추지 않도록 한다.

평가 문항

1

광원에서 출발하여 구멍을 지나는 빛의 길을 그려 보시오.



6 / 11
차시



그림자를 관찰하여 봅시다

교과서_ 128~129쪽
실험 관찰_ 63~64쪽

- | 학습 목표 |**
1. 그림자를 관찰하여 명암이 여러 단계임을 이해한다.
 2. 관찰을 통하여 햇빛과 전등불에 의한 물체 그림자의 차이를 알아낸다.


그림자를 관찰하여 봅시다

그림자는 보통 검은색입니다. 그러나 실제로 그림자를 보면 어두운 정도가 조금씩 다릅니다. 아래 그림을 자세히 관찰하여 보세요. 사람의 얼굴에 생긴 그림자가 보이나요? 어떤 부분은 어둡고 어떤 부분은 아주 밝습니까. 왜 그럴까요? 그림자란 빛이 어느 쪽에서 비추고 있는지를 알 수 있을까요?

128

아래 그림들 중에서 어떤 것이 가장 실감 나게 보이나요?



• 왼쪽에 나타난 그림
• 그림자의 빛을 두 번째로 나타낸 그림
• 그림자의 색을 세 번째로 나타낸 그림

물체를 실감 나게 그리려면 물체에 생기는 밝고 어두운 부분과 그림자를 잘 관찰하여 나타내야 합니다. 같은 그림자라도 어느 곳에 생기느냐에 따라 어두운 정도가 조금씩 다릅니다.



그림자 관찰하기

1. 흰색 스티로폼 공과 흰 종이를 준비합니다.
2. 종이 한 장을 바닥에 깔고 그 위에 스티로폼 공을 놓아줍니다.
3. 햇빛과 전등을 아래에서 넣고 어두운 부분의 색깔을 알아보는 실험을 합니다.

129

128~129 그림자 관찰하기

1 종이 한 장을 바닥에 깔고 그 위에 스티로폼 공을 올려놓습니다. 햇빛과 전등불을 비추어 그림자가 생기도록 한 다음, 그림자의 모양을 그려 봅시다.

햇빛 아래의 그림자	전등을 아래의 그림자
	
그림자가 작고 까맣게 나타납니다.	그림자가 크고 회색빛이 나타납니다.

2 그림자의 색을 어떻게 관찰할 수 있을까요?
소근근근이 관찰해 보세요. 물체와 그림자의 색깔이 어떻게 다른지 관찰해 보세요.

63

3 종이의 종류를 바꿔 가면서 그림자를 관찰합니다. 그림자의 색깔이 어떻게 변하는지 써 봅시다.
햇빛 아래 그림자는 검은색이고, 소근근근 그림자는 노란색이다.

4 보는 방향에 따라 그림자의 모양이 어떻게 달라지는지 이해하기 위해 봅시다.
공은 보는 방향에 따라 어두운 부분의 모습이 다르고, 햇빛과 전등을 비추어 보이는 모습도 완전히 다르다.

5 햇빛과 전등을 아래에서 그림자의 모습이 각각 어떻게 달라지는지 비교하여 봅시다.

햇빛 아래의 그림자 모습	전등을 아래의 그림자 모습
• 공의 그림자가 전등보다 작게 생기고, 그림자의 경계가 뚜렷하다. • 태양으로부터 오는 빛은 나란하게 진행되므로, 거의 직립행위기 때문에 선명한 그림자를 만든다.	• 공의 그림자가 햇빛보다 더 크게 생기고, 그림자의 경계가 흐릿하다. • 전등에서 나오는 빛은 사방으로 흩날려서 때문에 그림자의 크기가 햇빛에 의한 그림자보다 크다. 또 전구의 커지거나 움직인 빛이 각각 그림자를 만들어 내므로 그림자가 선명하지 않고 흐릿하다.

64

수업의 흐름

[1] 명화 감상하기

- 렘브란트의 그림에서 명암이 어떻게 나타났는지 알아본다.

[2] 명암과 입체감 알아 보기

- 명암의 표시 정도에 따라 입체감이 어떻게 달라지는지 알아본다.

[3] 빛이 오는 방향 살펴보기

- 스티로폼 공의 그림자를 관찰한다.

준비물

모둠(개인): 하얀색 스티로폼 공, 흰 종이

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

렘브란트 그림을 보며 그림에 등장하는 사람들이 각각 무엇을 하고 있는지 물어본다. 또한, 그림에 숨어 있는 렘브란트 본인의 모습을 찾아본다. 렘브란트는 그림의 중앙에서 오른손에 깃발을 들고 있는 사람과 갑옷과 철모를 입고 있는 사람 사이에 눈만 보일 정도로 조그맣게 나와 있다.

[1] 명화 감상하기

① 그림 속 인물들의 그림자를 살펴본다.

- 얼굴의 일부분에 그림자가 있다.
- 옷에도 그림자가 부분적으로 있다.
- 바닥에도 사람 모양의 그림자가 있다.
- 어두워서 잘 안 보인다.
- 그림자의 진하기가 다르다.

② 빛의 방향을 짐작하여 보도록 한다.

- 빛은 그림자의 반대편에 있을 것 같다.
- 작은 그림은 큰 그림과 오른쪽, 왼쪽이 바뀌었다.
- 그림자가 대부분 오른쪽에 있으니 빛은 왼쪽에 있을 것 같다.

❖ 유의점

- 빛과 물체가 만나 그림자를 이루는 과정과 관련된 명화가 많다. 따라서 이들 작품을 다양하게 이용해도 좋을 것이다. 렘브란트나 조르주 드 라투르 등의 작품 중 하나를 이용할 수 있다. 화가가 그림을 그릴 때는 머리로 이것저것 따지기보다는 가슴으로 느끼는 것이 더 중요하다고 생각을 하지만, 그림을 잘 그리기 위해서는 풍부한 감성과 함께 치밀한 관찰력과 공간에 대한 감각 등 합리적인 이성도 함께 갖추어야 한다. 따라서 그림을 잘 그리기 위해서는 우선 '제대로' 보는 것이 중요하다는 점을 들어 관찰 활동이 일상생활에서 아주 중요하다는 점을 강조한다. 교과서의 그림은 막 출동하려는 민병대의 모습을 담은 그림인데, 세월의 때로 시커멓게 변해 '야경'이라는 별명이 붙었다고 한다. 빛과 어둠의 미술사라고 일컬어지는 렘브란트의 이 작품을 통해 그림자가 빛을 받는 물체를 강조하는 데 얼마나 효과적인지를 살펴보게 한다.
- 민병대 대장의 얼굴을 자세히 보면 물체에 빛이 비추었을 때 밝고 어두운 부분이 그저 두 단계로 생기는 것이 아니라 다양한 단계로 나뉜다는 것을 확인할 수 있다.
- 학생들 각자의 옷에 생긴 그림자의 색을 살펴보도록 한다. 흔히 회색이나 검은색이라고 생각할 수도 있지만 학생들이 지금 입고 있는 옷에서 주름진 부분의 그림자를 자세히 살펴보면 푸른색



옷에 생긴 그림자는 좀 더 어둡기만 할 뿐 역시 푸른색이라는 것을 발견할 것이다.

- 램프라도 그림자를 그릴 때 원래의 색을 좀 더 어둡게 나타냈을 뿐, 단순히 검은색으로 나타내지 않았다. 이를 통해 화가가 그림을 그리기 위해 아주 세심하게 사물을 관찰하였을 것이라는 점을 짐작할 수 있다.

[2] 명암과 입체감 알아보기

1 원에 표시된 그림자를 관찰한다.

- 그림자의 진하기가 다르다. • 밝고 어두운 정도가 달라 세 번째 공이 입체적으로 보인다.

❖ 유의점

- 그림에서 물체의 윤곽선만 나타내거나 단순히 명암만 2단계로 표시했을 때에 비해, 명암을 여러 단계로 표시하면 더욱 실감나게 보인다는 것을 확인한다. 이와 연관지어 여러 가지 그림자를 관찰하면서 명암이 단지 2단계로만 나타나는 것이 아니라는 점을 확인하게 한다.

[3] 빛이 오는 방향 살펴보기

1 스티로폼 공을 관찰한다.

- 스티로폼 공의 어두운 쪽에도 바닥에서 반사한 빛이 비치어 밝은 부분이 생긴다.
- 어두운 부분도 어두운 정도가 모두 다르다.
- 보는 방향에 따라 어두운 부분의 모습도 다르게 보이며, 햇빛과 전등불 아래서 보이는 모습이 완전히 다르다.

❖ 유의점

- 백열전등 아래에서는 그림자가 더 크게 생길 것이고, 또, 바닥의 그림자는 가장자리의 경계가 흐려질 것이다. 태양으로부터 오는 빛은 나란하게 진행하며 거의 점광원(크기와 형태가 없이 하나의 점으로 보이는 광원)이기 때문에 선명한 그림자를 만든다. 그러나 전등불에서 나오는 빛은 사방으로 흩어지기 때문에 전등불에 의한 그림자의 크기가 햇빛에 의한 그림자보다 크다. 또, 전구의 여기저기서 출발한 빛이 각기 그림자를 만들기 때문에 그림자가 선명하지 않고 흐리다.



햇빛에 의해 생긴 그림자



전등불에 의해 생긴 그림자

평가 문항

1

햇빛 아래 그림자와 전등불 아래서의 그림자는 어떤 차이가 있는지 쓰시오.
(전등불 아래의 그림자는 더 크고 가장자리가 선명하지 않았다.)

1 벽에 생긴 내 그림자의 모양이 빛을 비출 때마다 다르게 보여요.

벽 앞에 친구를 세워 두고 빛을 비추면 빛의 방향에 따라 그림자가 다르게 보인다.

- 앞쪽이나 뒤쪽에서 빛을 비춘다. → 동그랗게 머리 모양만 나타난다.
- 옆쪽에서 빛을 비춘다. → 머리, 코, 입 등 얼굴 윤곽이 나타난다.
- 아래쪽에서 위로 빛을 비춘다. → 머리, 어깨가 크고 다리가 길게 보인다.
- 빛을 옆쪽에서 대각선으로 비춘다. → 실제 모양보다 뚱뚱하게 보인다.

2 투명 인간은 과연 존재할까요?

투명 인간이 등장하는 영화나 소설이 있다. 하지만, 과학적으로 볼 때 투명 인간은 가능하지 않다. 물체를 보기 위해서는 물체의 상이 눈 안의 망막에 맺혀야만 된다. 그러나 모든 것이 투명하면 망막에 상이 맺히지 않고 그냥 지나쳐 버린다. 또, 수정체가 볼록 렌즈의 역할을 하여 상을 만드는데, 모두 투명하면 볼록 렌

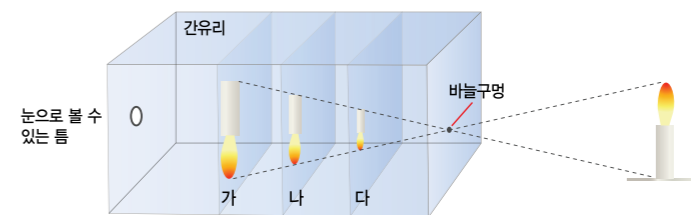
즈의 역할을 할 수가 없다. 따라서 투명 인간은 우선 앞을 볼 수 없을 것이다. 또, 음식을 먹으면 몸이 투명하여 소화되는 과정이 보일 것이다. 게다가 체온이 있다면 적외선을 방출하기 때문에 적외선 카메라로 투명 인간을 볼 수 있을 것이다.

3 바늘구멍 사진기가 무엇인가요?

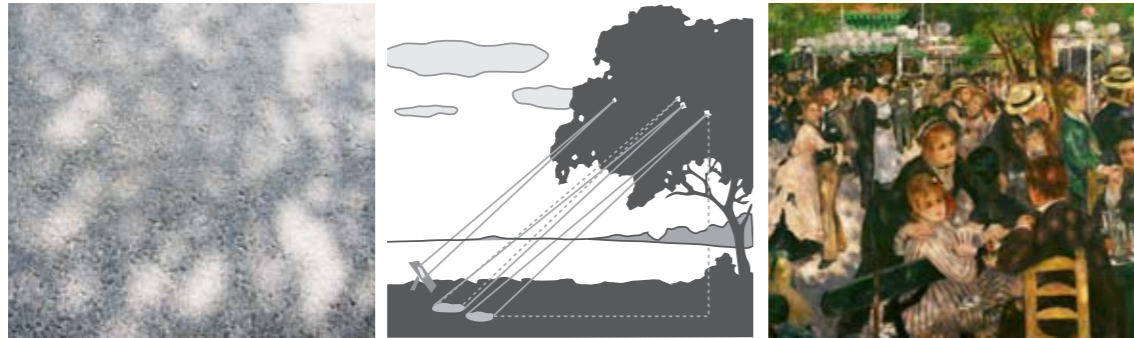
빛이 똑바로 나아간다는 점을 이용하여 바늘구멍 사진기를 만들 수 있다. 촛불의 한 곳에서 출발한 빛이 바늘구멍을 통해 판에 도달하여 물체의 모습을 그대로 만든다. 맑은 날 나무 밑을 자세히 보면 밝고 동그란 점들이

여러 개 생긴 것을 볼 수 있다. 르누아르의 그림에서도 밝은 점을 볼 수 있다.

나뭇잎 사이의 틈새가 마치 바늘구멍과도 같은 역할을 해서 태양의 모습을 땅에 만드는 것이다.



바늘구멍 사진기의 원리



나뭇잎 틈새가 바늘구멍 역할을 해서 바닥에 태양의 상을 만든다.

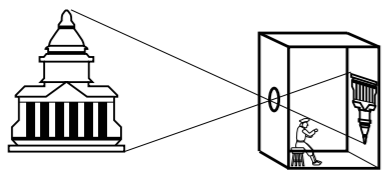
햇빛이 나무 사이를 비추어 생긴 모습을 밝은 점으로 나타내었다.

부엌에서 쓰는 체를 이용하면 태양의 모습을 옷 위에 만들 수 있다. 오른쪽 그림은 일식 때 태양의 모습을 옷 위에 만든 모습이다. 약 1000년 전 아랍의 과학자들은 천막의 작은 틈으로 들어오는 빛이 바깥의 모습을 벽에 비추어 주는 것을 알았다.

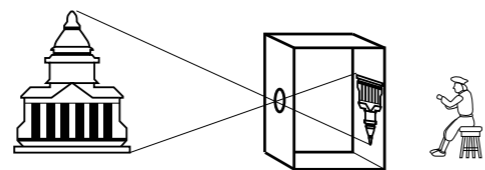
400년 전 유럽의 화가들은 빛의 이러한 성질을 이용하여 풍경을 스케치하는 장치를 만들어 사용하였다. 이때는 방 안에서 벽에 비친 모습을 관찰하는 방법을 사용할 수도 있고, 방 바깥에서 반투명한 유리에 비친 풍경을 관찰하는 방법을 사용할 수도 있다.



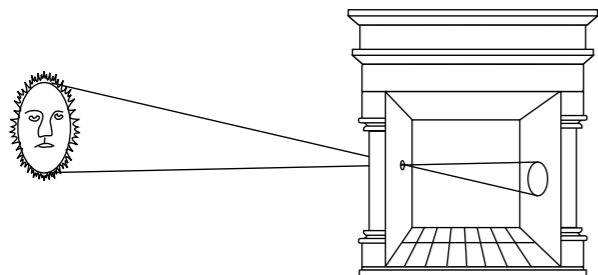
태양의 모습 보기



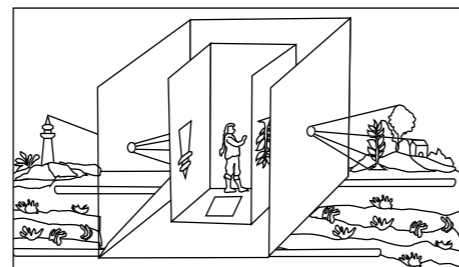
방 안에서 벽에 비친 모습을 관찰



방 밖에서 반투명한 유리에 비친 모습을 관찰



방에 생긴 작은 구멍에 의해 반대편 벽에 생기는 물체의 상



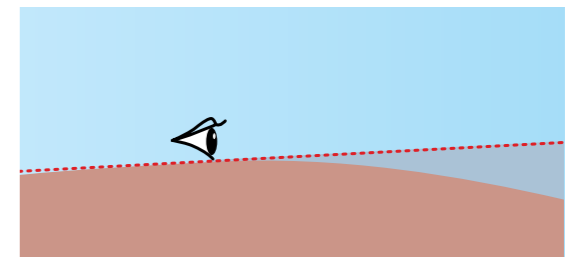
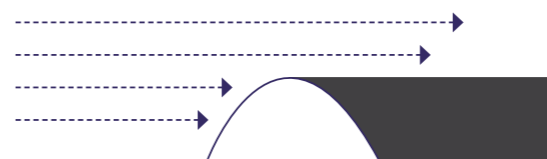
벽에 생긴 물체의 상을 이용해서 밑그림 그리기



300년 전 이탈리아의 카날레토라는 화가는 바늘구멍 사진기를 이용해서 이탈리아 베니스 항구의 그림을 많이 그렸다. 카무포라고 하는 과학자는 카날레토의 그림을 관찰해서 물이 점점 높이 차올랐다는 것을 알아냈다. 항구 벽에 붙은 바닷말의 띠가 1년에 약 2.4mm씩 높이 올라갔다는 것을 알게 된 것이다.

4 그림자가 만드는 아름다운 현상

우리 주위에는 빛과 그림자가 만드는 아름다운 현상이 많다. 해가 질 무렵 산에 올라 동쪽을 보면 구름에 내가 올라간 산 그림자를 볼 수 있다. 또, 어떨 때는 지구의 그림자를 볼 수도 있다. 하늘 위쪽은 아직 밝은데 아래쪽만 어두워진다.





교과서_ 130~131쪽

[과학과 진로]

빛과 그림자를 이용한 만화 영화

과학 이야기 활용 방법



입체감 있는 3차원 애니메이션을 만들기 위해서는 빛의 나아가는 길을 정확히 표현하는 것이 필요하다. 빛의 본성을 정확히 이해해야만 실감 나는 영상을 만들 수 있기 때문이다. 여기서는 애니메이션 관련 진로에 대하여 생각할 기회를 가진다. 학생들과 만화 영화를 본 경험을 공유하면서 실감 나는 모습을 만들기 위해 어떠한 점이 필요할지 함께 생각하는 시간을 갖는 것이 필요하다.

심화 정보

컴퓨터 애니메이션

컴퓨터 애니메이션은 현실의 환경과 생명체를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 가상으로 재현하는 학문 분야다. 컴퓨터 애니메이션은 '현실의 재현'과 '상상력의 결합'이라는 두 가지의 큰 목표를 갖고 있다. 애니메이션 세상은 기본적으로 현실에 근거하여 만들어진다. 그러나 가상 세계는 단순한 현실의 복제가 아니다. 만든 사람의 상상력이 더해져 변형되고 확장된 세계다. 컴퓨터 애니메이션의 특징을 잘 보여 주는 예로

'슈렉'의 제작 과정에서 생긴 일화를 들 수 있다. 슈렉의 제작이 거의 완료되어 내부 시사회를 가졌다. 그런데 관객들은 여주인공 피오나 공주의 움직임이 너무 사실적이라서 전체 분위기와 맞지 않는다고 지적했다. 애니메이션의 캐릭터는 사람의 행동을 사실처럼 모방만 해서는 부족하고 상상력과 결합하여 애니메이션에 어울리는 흥미로운 캐릭터로 발전하기를 기대했다. 제작사는 지적을 받아들여 개봉을 수개월 늦추며 피오나 공주의 움직임에 만화 같은 과장된 느낌을

줬다. 영화는 큰 성공을 거뒀다. 미래의 컴퓨터 애니메이션은 단순히 인체의 동작을 재현하는 데 그치지 않고 감정을 넣는 기술도 개발할 것이다. 영화의 특수 효과나 컴퓨터 애니메이션 캐릭터의 자연스럽고 매력적인 움직임은 아직도 사람의 수작업과 예술적 영감에 많이 의존하고 있다. 하지만 인체 동작 시뮬레이션 기술이 발전하면 현실을 재현하는 수작업을 컴퓨터가 대신할 수 있다. 사람의 움직임을 모션 캡처 기술로 컴퓨터에 입력하여 캐릭터에 적용하면 애니메이션의 캐릭터는 사람처럼 움직인다. 시뮬레이션 기술이 발전하면 복잡하고 위험한 장면도 만들 수 있다. 폭발에 날아가거나 초고층 빌딩에서 떨어지는 장면처럼 현실에서 연기하기 힘든 역동적인 동작은 물리 법칙에 따라 움직임을 계산한 뒤 캐릭터에 적용한다.

컴퓨터 애니메이션의 인체 동작 시뮬레이션 기술은 영화뿐만 아니라 로봇 공학에서도 활용된다. 로봇을 사람처럼 움직이게 하는 데는 인체 동작 시뮬레이션 기술이 핵심적인 역할을 수행한다. 사실 로봇이 사람처럼 두 발로 걷고 뛰고 계단을 오르는 동작은 쉽지 않다. 인체의 다양한 동작을 컴퓨터로 재현하는 문제는 컴퓨터 애니메이션과 로봇 공학의 대표적 난제다. 휴보나 아시모 같은 로봇이 등장하여 이제는 두 발로 걷는 휴머노이드 로봇을 개발하기 쉽다고 생각할 수도 있다. 하지만 로봇이 넘어지지 않고 걸을 수 있도록 하는 이족 보행 제어기를 개발하기 위해서는 오랜 시간이 필요하다. 현재의 첨단 기술로도 보행 제어기 하나를 완성하는 데 짧게는 수개월, 보통 수년이 걸리며 이렇게 만들어진 로봇도 사람의 걸음걸이와 달리 부자연스럽게 동작한다. 실제로 휴머노이드 로봇이 걷는 모습을 보면 무릎을 살짝 구부리고 엉덩이를 좌우로 흔들며 걸어 사람의 걸음걸이와 상당히 다르다. 최근에는 사람의 실제 움직임을 모션 캡처로 저장해 로봇이 그대로 흉내 낼 수 있도록 보행 제어기를 만드는 쪽으로 연구가 진행되고 있다. 멀지 않은 미래에 사람과 거의 비슷한 동작으로 움직이는 로봇이 개발될 것으로 기대된다.

인체 동작 시뮬레이션 기술은 의학 분야에서도 널리 활용된다. 외과 수술은 대부분 환자에게 고통을 수반하고 수술 결과를 되돌리기 어렵다. 그래서 수술을 하기 전에 수술 결과를 예측하고 평가해야 한다. 골격, 근육, 힘줄

을 변형하는 수술은 결과를 확인할 수 있을 정도로 환자가 회복하기까지 많은 시간이 걸리며 변형 정도가 미세하게 차이 나도 환자의 보행은 크게 달라질 수 있다. 또, 수술 후의 결과를 미리 컴퓨터로 시뮬레이션하여 예측할 수 있다면 의사는 판단하는 데 도움이 되고 환자는 편안한 마음으로 수술을 받을 수 있다. 컴퓨터 애니메이션과 인체 동작 시뮬레이션의 가장 큰 매력은 현실에서 가능하지 않은 일을 실현시킨다는 점이다. 서울대학교 운동 연구실에서는 유명한 권투선수를 초청해 상상 속의 상대와 겨루는 섀도 복싱(shadow boxing)을 시키고 이 동작을 30분 정도 모션 캡처하여 가상의 지능형 권투 선수를 만들었다. 가상 권투 선수는 실제 권투 선수처럼 움직이며 목표를 찾아 가격하는 일련의 과정을 스스로 판단하여 행동한다. 또, 가상 권투 선수는 얼마든지 변형이 가능하다. 가상 권투 선수는 실제 선수보다 힘을 세계 만들거나 빨리 뛰게 만들 수 있으며 팔다리의 길이를 늘이거나 줄일 수도 있다.

컴퓨터 애니메이션을 연구하기 위해서는 크게 두 가지 요소가 필요하다. 첫째는 현실에 대한 정확한 관찰과 이해다. 사람이 움직이는 방식, 원리, 인과 관계를 이해할 수 있어야 수학적으로 계산하고 재현하여 실제 사람과 유사하게 행동하는 가상 인간을 창조할 수 있다. 두 번째는 개개인이 지닌 무한한 상상력이다. 상상력이 있어야 가상 세계를 현실의 단순한 복제가 아닌 그 이상의 새로운 영역으로 넓혀 줄 수 있다.

컴퓨터 애니메이션은 다양한 학문과 결합해 시너지 효과를 낸다. 공학과 결합하여 현실을 이해하고, 인문학이나 미학과 결합하여 컴퓨터 애니메이션에 인문학적 상상력과 아름다움이라는 안목을 더한다. 실제로 컴퓨터 애니메이션과 관련된 학회에는 자연 과학, 공학, 인문학, 미술, 음악, 무용 같은 다양한 분야의 연구자들이 모여 토론하고 공동 연구를 수행한다. 컴퓨터 애니메이션은 창조적 사고와 상상력이 절실하게 필요하기 때문에 다양한 분야의 지식을 쌓고 서로 다른 분야의 지식을 결합해야 창조적인 지식을 창출할 수 있을 것이다. 컴퓨터 애니메이션은 진정으로 열린 학문 분야이다.

자료: 과학동아 2007. 5월호