

# 생명체의 탄생:

유전자와 분자 기계 수업

대상:  
학생, 11~13세

STEM<sup>2</sup>D 주제:  
과학, 기술, 수학, 설계



Smithsonian  
Science Education Center

Johnson & Johnson

**생명체의 탄생: 유전자와 분자 기계 수업**은 STEM<sup>2</sup>D 학생 활동 시리즈의 일부입니다. 콘텐츠와 레이아웃은 Johnson & Johnson's WiSTEM<sup>2</sup>D 이니셔티브(과학, 기술, 엔지니어링, 수학, 제조 및 설계에서의 여성)의 일환으로 스미스소니언 과학교육센터에서 개발했으며, FHI 360 및 JA Worldwide에서 제공하는 템플릿을 사용했습니다.. 이 시리즈에는 전 세계의 5~18세 소녀(및 소년)를 대상으로 한 상호작용식의 흥미로운 실습 활동이 포함되어 있습니다.

© 2019 스미스소니언 협회  
모든 저작권 보유. 2019년 제1판.

#### 저작권 고지

본 모듈의 일부 또는 모듈의 파생 저작물은 공정한 사용을 제외하고 스미스소니언 과학 교육 센터의 서면 승인 없이 어떠한 목적으로도 사용 또는 복제할 수 없습니다.

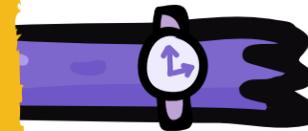
디자인 및 일러스트: 소피아 엘리안(Sofia Elian)

## 생명체의 탄생: 유전자와 분자 기계 수업

주제: 과학, 기술, 수학, 설계  
대상: 학생, 11~13세

### 활동 설명:

이 유전학 활동에서는 학생들이 털 길이, 눈동자 색, 뿔과 날개 모양, 이빨, 키 등과 같은 물리적 특성에 대한 확률에 의해 결정되는 유전 형질에 따라 자신만의 생명체를 만듭니다. 학생들은 유전자형과 표현형, 각 형질에 대한 우성 대립유전자와 열성 대립유전자 간의 차이를 확인한 다음 두 부모의 자손에서 유전을 예측해봅니다. 학생들은 데이터 수집 외에도 아이디어 제시, 조직, 팀으로 협업하기 등 STEM<sup>2</sup>D 진로에 필요한 대인관계 기술을 활용합니다. 이 활동은 스미스소니언 과학교육센터에서 제공하는 STCMS™ 커리큘럼 유닛인 유전자 및 분자 기계를 활용했습니다.



### 예상 시간:

이 세션은 일반적으로 1시간이 소요됩니다.

### 학습 목표:

#### 학생 활동:

- 파트너와 함께 하는 학습 경험에 참여합니다.
- STEM<sup>2</sup>D(과학, 기술, 공학, 수학, 제조 및 설계) 과목이 유전학 연구에 어떻게 활용되는지 학습합니다.
- 문제 해결, 공학 설계, 의사 결정 및 데이터 수집과 같은 중요한 STEM<sup>2</sup>D 기술을 습득합니다.
- 선천적 유전 형질을 포함한 STEM<sup>2</sup>D 개념을 고려합니다.
- 유전학이 의학, 농업, 세포 생물학, 생리학 및 생태학을 비롯한 다양한 분야에 어떤 영향을 미치는지 이해합니다.
- STEM<sup>2</sup>D 분야에 다양하고 흥미로운 진로가 있음을 인지합니다.

## 준비

준비물: 학생들과 함께 활동을 시작하기 전에 추천 재료를 준비합니다.

- 활동 리더 체크리스트
- 내 이야기 말하기 양식
- 학생 2인 1조의 경우:
  - 주사위 1개
  - 가위 1개
  - 풀
  - 크레용 또는 색연필
  - 학생용 시트 5.2a 생명체 만들기, 총 2페이지, 어머니 및 아버지
  - 학생용 시트 5.2b 생명체 매트 만들기
  - 학생용 시트 5.2c
  - 생명체 템플릿, 2부
- 카메라(선택 사항)



### 준비물 예상 비용:

활동 리더가 둘씩 짝지은 12개의 그룹으로 나뉜 학생 24명과 함께 이 활동을 수행할 때 학생들이 각자 가위, 풀, 크레용 또는 색연필을 가져온다고 가정하면 학생용 시트 인쇄를 포함하여 준비물에 지출할 금액은 약 12,000 원으로 예상됩니다.

### 활동 리더 준비

1. Spark WiSTEM<sup>2</sup>D를 읽어보세요. STEM<sup>2</sup>D에 대한 중요한 배경지식, 학생들을 참여시킬 전략, 학생 그룹과 활동하기 위한 팁을 제공하므로 청소년과 함께 활동하는 데 관심이 있는 모든 자원봉사자들이 반드시 읽어야 할 필수 자료입니다. STEM2D.org에서 다운로드하세요.
2. 활동 리더 체크리스트에서 이 활동의 계획 및 이행 준비를 위한 자세한 내용과 구체적인 단계를 검토하세요.
3. 자세한 내용은 STEM<sup>2</sup>D 학생 활동 개요를 참조하세요.

## 단계별 활동:

### 생명체의 탄생: 유전자 및 분자 기계 수업

#### 환영 인사 및 소개(15분)

- 학생들에게 인사합니다.
- 학생에게 자신의 이름과 소속 조직/회사를 알려줍니다. 자신의 학력 및 경력에 대해 이야기합니다. 내 이야기 말하기 양식을 기준으로 말해보세요. 자신의 업무나 하루 일과를 설명할 준비를 하고 다음을 포함한 자신의 배경에 관한 정보를 알려줍니다.
  - 학력 – 중고등학교 및 대학 이후의 수업과 과정에 집중
  - 현재 작업 프로젝트
  - 관심사 및 취미
  - STEM<sup>2</sup>D를 좋아하는 이유와 자신의 업무와의 관련성
- 학생이나 오늘 도움을 주는 자원봉사자에게 자기 소개를 요청하세요.
- '대화를 시작하기 좋은 표현'을 사용하여 학생과 관심사에 대해 자세히 알아보세요.
- 학생들이 자신의 관심사와 개인적 경험을 개발할 수 있도록 지역 사회에서 지원하는 기회에 대해 토론합니다.
- 학생에게 자신의 경력은 STEM<sup>2</sup>D - 과학, 기술, 엔지니어링, 수학, 제조, 설계 분야에서 가능한 많은 진로 중 하나일 뿐이라고 말해주세요.
- STEM<sup>2</sup>D 진로는 수요가 많고 높은 성장을 보이며 향후 10년 이상 수요가 지속될 것으로 전망된다는 점을 설명합니다.
- 일부 STEM<sup>2</sup>D 진로는 대학 학위가 필요하지 않으며 젊은 사람들에게 흥미로운 고소득 기회를 제공합니다. 모든 STEM<sup>2</sup>D 진로에서 성공하기 위해서는 수학 기술 및 엔지니어링 실습이 중요하다는 점을 강조합니다.



### 대화를 시작하기 좋은 표현: 진로 계획

- 자신의 미래를 생각할 때 어떤 것이 가장 흥미진진한가요?
- 다른 사람들과 함께, 큰 회사에서, 친구와 함께, 또는 혼자 일하는 자신의 모습이 그려지나요? 그렇거나 그렇지 않은 이유는?

- 어떤 직장 일과가 가장 마음에 드나요? 실외인가요? 혼자 아니면 다른 이들과 함께 일하나요? 문제를 해결하나요? 무언가를 고치거나 건설하나요?

## 대화를 시작하기 좋은 표현: 학습 활동



- 파란 눈동자를 가진 아이의 두 부모가 모두 갈색 눈동자일 수 있다고 생각하는 사람은 몇 명인가요? 그렇거나 그렇지 않은 이유는?
- 새로운 유형의 생명체를 상상해보세요. 어떤 특징이나 행동이 나타날 수 있을까요?
- 상상 속 생명체의 유전적 구성에 의해 어떤 부분이 영향을 받을까요?
- 상상 속 생명체의 환경에 의해 어떤 부분이 영향을 받을까요?
- 여러분이 앞으로 진행할 활동에 이 상상 속 생명체가 가질 수 있는 몇 가지 형질을 구별해 놓았습니다. 이 생명체가 실제로 어떤 모습인지 결정하는 것은 여러분의 몫입니다. 준비되셨나요?

### 지침:

- 학생들을 2인 1조로 나눕니다. 최적의 파트너 조합에 대해 교사와 상의할 수 있습니다.
- 학생들과 함께 아래 상자에 있는 유전학 용어를 검토합니다.



### 용어:

**유전자형:** 유기체의 유전적 구성

**표현형:** 신체적 외양으로, 유전자형이 환경과 상호 작용하면서 발현되는 형질

**대립유전자:** 한 형질에 대해 유전자가 보유할 수 있는 서로 다른 형태(이 활동에서는 형질마다 두 가지 대립유전자를 사용할 예정)

**동형접합체:** 유전자형을 구성하는 두 가지 대립유전자가 서로 동일함

**이형접합체:** 유전자형을 구성하는 두 가지 대립유전자가 서로 다름

**우성 대립유전자:** 유전자형에 포함될 경우 표현형으로 발현되는 유전자의 형태

**열성 대립유전자:** 유전자형의 두 대립유전자가 모두 열성인 경우 표현형에서만 발현되는 유전자의 형태

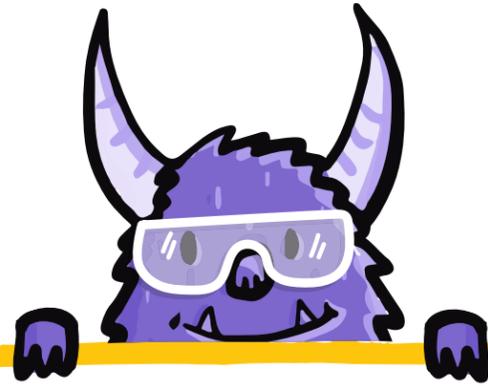
- 학생 각 조에 자신의 생명체를 만들 지침을 제공합니다. 학생들과 털 길이에 관해 이야기하며 학생용 시트 5.2a의 첫 번째 형질을 채웁니다. 이때 데이터를 기록하는 방법을 예로 보여주고 질문에 답합니다.

- 조마다 학생용 시트 5.2a 생명체 만들기의 어머니 양식을 작성할 학생과 아버지 양식을 작성할 학생을 결정합니다.
- 학생들에게 각각의 대립유전자는 주사위를 던져서 결정한다고 알립니다.
- 홀수는 우성 대립유전자입니다.
- 짝수는 열성 대립유전자입니다.
- 각각의 유전 형질은 파트너가 각자 주사위를 두 번씩 던져서 자신에게 배정된 부모의 대립유전자 두 가지를 획득하여 결정합니다.
- 학생들에게 형질마다 이들 대립유전자를 사용하여 유전자형을 결정하고, 대립유전자가 동형접합체 열성인지, 이형접합체인지, 아니면 동형접합체 우성인지 결정한 후 마지막으로 표현형을 결정하도록 합니다.
- 학생들에게 각 특성에 대한 부모 간 유사성을 토론하도록 합니다.
- 어머니와 아버지 모두의 형질별 표현형이 결정되면 학생들은 각 형질을 생명체 템플릿(학생용 시트 5.2c)과 맞춰보아야 합니다. 생명체 조각을 색칠하고 오린 후 풀을 이용하여 학생용 시트 2b: 생명체 매트 만들기에 붙여야 합니다.
- 학생용 시트 5.2b에 아기라고 쓰여 있는 사각형에는 학생들이 자손에게 나타날 수 있는 유전자형과 표현형에 대해 토론하고 두 부모의 아기 생명체가 어떤 모습일지 생각하여 그림을 그려야 합니다.

예:

형질	우성 대립유전자	열성 대립유전자	대립유전자 1	대립유전자 2	유전자형	동형접합체 열성, 이형접합체, 동형접합체 우성	표현형
털 길이	장모(L)	단모(l)	L	L	LL	동형접합체 우성	장모
털 색	녹색(G)	파란색(g)	g	g	gg	동형접합체 열성	파란색
눈동자 색	자주색(P)	파란색(p)	P	p	Pp	이형접합체	자주색
빨 모양	곡선(C)	직선(c)	c	C	cC	이형접합체	곡선

4. 생명체의 탄생 활동을 완료해야 하는 시간을 학생들에게 알려줍니다.



J&J 자원봉사자들은 활동 중에 조에 가서 학생들이 자신의 경험에 대해 생각해볼 수 있는 질문을 해야 합니다.

- ✓ 어머니 또는 아버지의 유전자형을 찾기 위해 주사위를 던지고 있나요?
- ✓ 두 대립유전자에서 우성이 더 많이 나오나요, 열성이 더 많이 나오나요?
- ✓ 동형접합체 대립유전자가 더 많이 나오나요, 이형접합체 대립유전자가 더 많이 나오나요?
- ✓ 유전자형과 표현형 간의 차이를 설명할 수 있나요?
- ✓ 지금까지 완성된 본인의 어머니 또는 아버지 생명체는 어떤 모습인가요?
- ✓ 어머니와 아버지 사이에 유사성이 있나요?

## 결과 보고:

조별로 주사위를 던져 획득한 유전자형으로 만든 어머니와 아버지 생명체를 보여주고 부모의 유전자형에 근거해 아기에게 나타날 것이라고 확신하는 형질을 모두 공유하도록 합니다.

학생들에게 유전자형의 영향이 실제 생물의 신체적 형질이 결정되는 방식이라는 점을 알려줍니다. 유전 공학자와 과학자가 새로운 종의 식물과 동물을 설계하고 창조할 때 유사한 과정을 거칩니다.

조별 발표가 끝나면 긍정적인 피드백을 주고 다른 학생들이 박수를 쳐주도록 하세요.

각자 완성한 생명체 매트 만들기과 함께 조별 사진을 찍기에 좋은 시간입니다.

## 학생 고찰(10분)

학생들이 다음 질문에 답하여 이 활동에 대해 생각해 볼 수 있도록 합니다.

- 유전학과 신체적 형질에 대해 무엇을 알게 되었나요?
- 재미있었나요? 어떤 점이 재미있었나요?
- 오늘의 활동에 대해 누구에게 얘기할 건가요? 그 이유는?
- 두 부모 생명체를 만들면서 무엇을 알게 되었나요?
- 아기가 가질 수 있는 두 가지 신체적 형질을 결정할 때 가장 어려웠던 점은 무엇인가요?
- 유전학 분야로 진로를 고려할 마음이 있나요? 설명해 주세요.

몇 분 후에 학생들에게 자기 생각을 나누어달라고 요청합니다.

학생들의 참여에 대한 감사 인사를 합니다.

각 학생에게 수료증을 주기에 좋은 시점입니다. 각 학생의 이름과 Johnson & Johnson 자원봉사자의 서명을 미리 작성하여 준비해 두세요. 또한 WiSTEM?D 포스터를 각 학생에게 전달합니다.

## 확장된 학습

1. 생명체의 탄생 활동의 두 부모에게서 태어난 아기에게 어떤 유전자형 및 표현형이 나타날 수 있을지 파악합니다.
2. 두 부모를 위한 새로운 생물 특성 시트를 설계하고 다른 한 쌍의 학생들과 교환합니다. 표현형과 자손을 결정하기 위한 주사위 던지기 과정을 반복합니다.
3. 유전학 및 유전 공학 분야 진로를 검색합니다.

### 용어:

**유전자형:** 개별 유기체의 전체 유전적 구성으로, 유성 생식으로 번식하는 유기체에서 유기체의 표현형을 결정하는 데 기여하는 두 개의 대립유전자 세트

**표현형:** 개별 유기체에서 나타나는 관찰 가능한 신체적 형질로, 유전자형이 환경과 상호 작용한 결과

**대립유전자:** 한 유전자에 대한 둘 이상의 대체 형태 중 하나이며 염색체의 동일한 위치에서 발견됨

**동형접합체:** 유기체의 유전자형에 우성 또는 열성으로 동일한 대립유전자 두 개가 있는 경우

**이형접합체:** 유기체의 유전자형에 서로 다른 대립유전자 두 개가 있는 경우

**우성 대립유전자:** 유전자형에 있는 경우 효과를 보이며, 우성 대립유전자는 다른 대립유전자가 있는 경우에도 특정 표현형을 생성하는 유전자의 변이

**열성 대립유전자:** 동형접합체(동일한 열성 대립유전자 두 개)인 경우에만 효과를 보이며, 열성 대립유전자는 동일한 열성 대립유전자와 쌍을 이룰 때만 특징적인 표현형을 생성

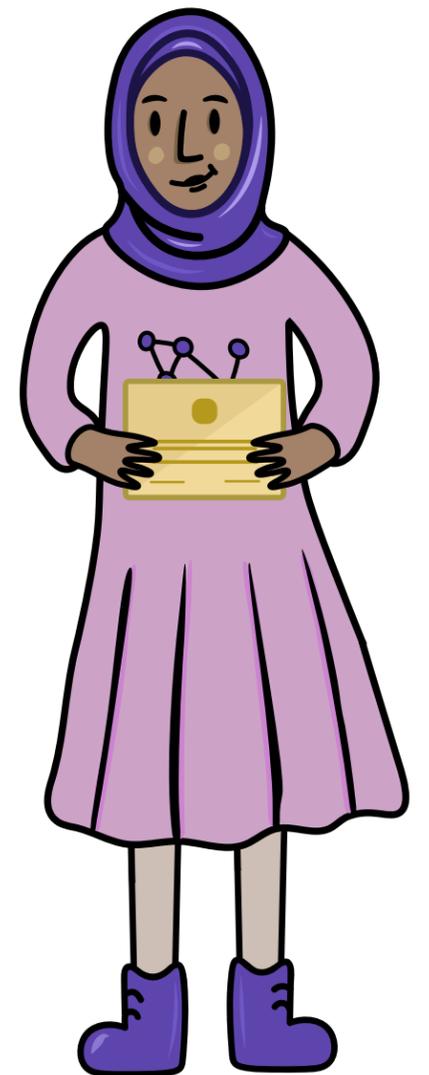
## 활동 리더 고찰

활동을 마친 후 몇 분 동안 다음 사항에 대해 생각해 보세요.

- 효과가 있었던 점과 개선이 필요한 점은 무엇이었나요?
- 다음에는 무엇을 다르게 하시겠어요?
- 토론을 이끌 때 얼마나 편안한 느낌이셨나요?
- STEM<sup>2</sup>D 개념을 더 잘 이해하고 계신가요?
- **Spark WiSTEMD**에 나온 정보는 얼마나 유용했나요?
- 이런 경험에 다시 자원하시겠어요?

## 리소스 및 참고자료

1. STCMS: 유전자 및 분자 기계(Genes and Molecular Machines), 2017
2. 스미스소니언 과학교육센터



## 활동 리더 체크리스트:

해당 사항에 체크하세요...

- Spark WiSTEM<sup>2</sup>D를 읽으셨나요? 청소년들과 함께 활동하는 데 관심이 있는 모든 자원봉사자들이 반드시 읽어야 할 필수 자료입니다. STEM<sup>2</sup>D 원칙 및 철학을 정의하고 연구 기반 전략 및 팁을 제공하여 여학생들의 참여와 상호활동을 지원합니다. [www.STEM2D.org](http://www.STEM2D.org)에서 다운로드하세요.
- 진행 현장을 방문하여 청소년들을 관찰했나요? (선택 사항) 방문했다면 다음 사항에 대해 생각해 보세요.
  - 현장에서 질서 있는 참여를 장려하는 방법은 무엇인가요? 예를 들어, 청소년들이 질문에 대답하거나 토론할 때 손을 드나요? 방해 요소는 어떻게 처리하나요? 청소년들의 수업 관리에 잠재적인 문제가 있나요?
  - 각 학생이 중요한 존재라고 느끼고 편안할 수 있도록 현장에서는 무엇을 하고 있나요?
  - 강의실이 정돈되어 있나요? 프레젠테이션을 위해 책상이나 의자를 옮겨야 하나요?
  - 현장 담당자를 어떻게 프레젠테이션에 참여시킬 수 있을까요?
- 현장 담당자와 만나 실행 계획을 마무리했나요?
  - 활동의 날짜, 시간 및 위치를 확인했나요?
  - 학생 수를 확인했나요? 인원수를 알면 학생들을 팀으로 그룹화하는 방법과 구매할 자료를 결정하는 데 도움이 됩니다.
- 필요에 따라 자원봉사자를 다시 모집하시겠어요?
- 활동 준비:
  - 진행 전에 전체 활동 텍스트를 읽으셨나요?
  - 자신의 배경 및 경험은 물론 지역 사회 내 학생들의 문화적 규범과 언어를 반영하도록 맞춤형 활동을 구성했나요?
  - 내 이야기 말하기 양식을 작성해서 학생들에게 자신의 학력과 경력에 대해 이야기해줄 준비를 했나요?
  - 이 활동을 위해 팀이 필요한 경우, 사전에 교사에게 학생들을 팀으로 구성하도록 요청하세요.
- 실습, 사고 집중 활동을 포함한 프레젠테이션을 연습해보셨나요? 다음 사항을 확인하세요.
  - 활동을 수행하고, 필요에 따라 학생들에게 개념을 설명하고 정답을 알고 있는지 확인합니다.
- 필요한 자료(준비물 및 준비물 예상 비용 섹션 참조)를 확보하고, 준비 섹션에 요청된 경우 학생 배포 자료 및 재료 테스트 시트를 복사합니다. 또한,
  - 각 팀이 준비물 섹션에 나열된 모든 것을 확보할 수 있도록 자료를 구성합니다. 단, 일부 자료는 팀 간에 공유됩니다.
- 공간을 준비했나요? 특히, 다음 사항을 확인하세요.
  - 학생팀을 수용할 수 있도록 테이블과 의자를 배치합니다.
  - 필요한 경우 카메라를 가져와 사진을 찍습니다.
- 해당되는 경우, 활동을 수행하기 위해 동의서와 사진 권리포기각서 양식을 받아서 수집했나요?
- 즐겁게 보내세요!

## “내 이야기 말하기” 양식

이 양식은 활동 리더로서 봉사하는 자원자들이 자신의 STEM<sup>2</sup>D 관심사, 교육 및 진로에 관해 이야기를 준비할 수 있도록 해줍니다.

### 자기소개

이름: \_\_\_\_\_

직함: \_\_\_\_\_

회사: \_\_\_\_\_

STEM<sup>2</sup>D에 관심을 두게 된 시기와 그 이유는 무엇인가요? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

이 활동을 통해 어린 사람들, 특히 소녀들이 무엇을 얻기를 바라세요? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 재미있는 사실

자신의 배경을 조금 나누어주세요. 아이디어:

- 처음 STEM에 “관심”이나 “흥미”를 느꼈던 어린 시절의 기억을 공유하세요.
- 그 과정을 상세히 설명하고, 시도하고 배운 내용, 성공을 위한 단계 등을 강조해 보세요.
- 실패나 좌절의 경험도 좋은 이야기거리입니다. 어려움 및/또는 도전과 극복해낸 방법을 이야기해보세요.

### 학력 및 경력

중고등학교 및 학부에서 가장 도움이 되었거나 흥미로웠던 수업이나 강좌가 있나요? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

처음 STEM<sup>2</sup>D 진로를 추구하고 싶다고 생각한 계기가 있나요?

\_\_\_\_\_

다녔던 교육 기관이나 학위를 포함하여 고등학교 졸업 후 어떤 과정을 거쳤나요? 전공 분야를 바꿨다면 학생들에게 이유를 설명해주세요.

\_\_\_\_\_

현재 직책에서 하는 일 에 어떤 분야가 적용되나요? 평소 근무일에 STEM<sup>2</sup>D를 어떻게 사용하는지를 포함하세요.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

학생 이름 \_\_\_\_\_ 날짜 \_\_\_\_\_ 수업 \_\_\_\_\_

생명체 만들기(1/2페이지)

생명체 1: 어머니							
형질	우성 대립유전자	열성 대립유전자	대립유전자 1	대립유전자 2	유전자형	동형접합체 열성, 이형접합체, 동형접합체 우성	표현형
털 길이	장모(L)	단모(l)					
털 색	녹색(G)	파란색(g)					
눈동자 색	자주색(P)	파란색(p)					
빨 모양	곡선(C)	직선(c)					
날개 모양	잠자리형(D)	나비형(d)					
날개 색	자주색(R)	빨간색(r)					
발	갈퀴 없음 (W)	갈퀴 있음 (w)					
키	장신(H)	단신(h)					
이빨	뾰족(T)	몽툭(t)					

학생 이름 \_\_\_\_\_ 날짜 \_\_\_\_\_ 수업 \_\_\_\_\_

생명체 만들기(2/2페이지)

생명체 1: 아버지							
형질	우성 대립유전자	열성 대립유전자	대립유전자 1	대립유전자 2	유전자형	동형접합체 열성, 이형접합체, 동형접합체 우성	표현형
털 길이	장모(L)	단모(l)					
털 색	녹색(G)	파란색(g)					
눈동자 색	자주색(P)	파란색(p)					
빨 모양	곡선(C)	직선(c)					
날개 모양	잠자리형(D)	나비형(d)					
날개 색	자주색(R)	빨간색(r)					
발	갈퀴 없음 (W)	갈퀴 있음 (w)					
키	장신(H)	단신(h)					
이빨	뾰족(T)	몽툭(t)					

학생 이름 \_\_\_\_\_ 날짜 \_\_\_\_\_ 수업 \_\_\_\_\_

### 생명체 매트 만들기

부모 1	부모 2
아기	

학생 이름 \_\_\_\_\_ 날짜 \_\_\_\_\_ 수업 \_\_\_\_\_

### 생명체 템플릿

