나노코믹

양자나노과학에 빠지다

제작 | dipc CIC nanoGUNE

번역·배포 | CENTER FOR QUANTUM NANOSCIENCE 양자나노과학연구단

나노코믹

The Comic Book and Curriculum for Schools

중학생을 위한 나노코믹 프로젝트

기획 배경

과학은 생각보다 우리 생활에 깊숙이 관여되어 있습니다. 양자나노과학은 어떨까요? 양자나노과학이라는 용어가 생소하게 느껴지겠지만, 기술이 발전함에 따라 우리 일상에서 점점 더 중요해지고 있습니다. 이제는 양자역학과 나노과학에 대한 이해 없이는 스마트폰이나 컴퓨터와 같은 전자기기를 만드는 것이 불가능해졌습니다. 왜냐하면 이들 메모리 등의 크기가 너무 작아져서 양자나노과학 분야에서 다루는 과학 원리가 점점 더 중요해졌기 때문입니다. 이화여자대학교에 위치한 기초과학연구원 양자나노과학 연구단은 이러한 양자 분야 미래의 기반을 구축하는 연구를 합니다. 양자나노과학 연구단은 미래의 인재가 될 중학생들에게 양자나노과학이 우리 세계를 어떻게 바꿀 수 있는지 알려주고 싶습니다. 이러한 배경에서 중학생들을 위해 '나노코믹'이라는 재미있는 프로젝트를 시작했습니다.

나노코믹은 양자나노과학 연구단과 공동 연구 중인 스페인 DIPC와 CIC-nanoGUNE이 청소년을 대상으로 개최한 공모전에서 수상한 작품들로 출판된 만화책입니다. 12세에서 18세 사이의 유럽 학생들이 자신의 상상력을 자유롭게 발휘하여 나노 파워를 가진 슈퍼 히어로에 대한 이야기를 출품했습니다. 이 이야기들 중 우수한 아이디어를 선정하고, 일부 각색하여 전문 만화가들이 정식 만화로 그려서 발간했습니다. 양자나노과학 연구단은 이를 한국 학생들에게 배포하기 위해 한글로 번역하였습니다.

양자나노과학 연구단은 이 나노코믹 만화책을 토대로 한국 중학생을 위한 20차시 수업 교안을 개발하였습니다. 한국 교육과정은 중학교 1학년을 대상으로 '자유 학기제'를 운영합니다. 학생들이 선택한 주제를 한 학기 동안 매주 2시간씩 재미있게 탐구하는 시간입니다. 교사들은 정규 교과과정에서 다루지 않는 주제도 자유롭게 가르칠 수 있습니다. 인기 있는 주제는 마술, 관광 산업, 소프트웨어 코딩, 연기 등이 있습니다. 양자나노과학 연구단은 이 자유학기에서 교사들이 과학에 관심 있는 학생들을 위해 나노코믹 프로젝트를 활용하기를 바랍니다. 나노코믹 이야기가 같은 또래의 청소년들에 의해 쓰여졌기 때문에 자율적인 학습을 위한 흥미로운 주제가 될 수 있다고 믿습니다.

이 교안은 학생들이 20차시 전반에 걸쳐서 재미있는 실험과 체험을 하며 양자역학과 나노과학이 어떻게 우리 삶에 영향을 주고 있는지 깨달을 수 있게 기획되었습니다. 학생들은 나노코믹 만화책에 나오는 나노 기술을 직접 체험하면서 이 분야에 관련된 직업을 탐색합니다. 이 나노코믹 교안은 중학교 자유 학기 구성을 기준으로 개발되었지만, 기타 여러 가지 과학 수업에서도 다양하게 응용될 수 있습니다.

나노코믹 홈페이지

- https://qns.science/nanokomik
- 교사용 교수 학습 지도안 및 학생용 활동지와 학급 적용 사진 등 더 자세한 내용을 확인할 수 있습니다.

저작권 및 개발자

- 나노코믹 만화책 원작 저작권 : DIPC(Donostia International Physics Center), CIC-nanoGUNE(Nanoscience Cooperative Research Center)
- 나노코믹 교안 저작권 : 이화여자대학교 기초과학연구원 양자나노과학 연구단(QNS)

* 교안 개발자 : 장운래, 이신영(중학교 과학 교사)

* 교안 프로젝트 기획 및 총괄 : 김선희(양자나노과학 연구단)

나노코믹 교안의 교수학습 총괄 계획표 - 총 20차시 기준

주제	학습 시간	주요 활동 내용	
1단계 **나노과학** *우주를 구성하는 가장 작은 단위인 원자에 대해*	6시간	• 나노 과학과 우리 생활 • 생물 속에서 나노 과학의 원리 찾기(발수코팅실험) • 나노코믹 만화책을 읽고 동영상으로 표현할 스토리 만들기 • 나노코믹 만화책을 패러디 동영상 제작을 위한 스토리보드 만들기 • 친구들과 함께 나노코믹북 페러디 동영상 발표	
2단계 **주사터널링현미경** *원자를 눈으로 직접 볼 뿐만 아니라 하나씩 옮길 수 있는 최첨단 실험 장비*	4시간	• 작은 것을 확대하여 관찰하기 • 주사터널현미경알아보기 - 자석 그림판에 그림을 그린 후에, 다른 학생이 눈을 가린 채로 그림 맞추기(점자 원리) - 주사터널링 현미경 원리를 점자 원리와 비교하며 이해하기 • 세상에서 가장 작은 영화 스토리보드 만들기 - 주사터널링 현미경으로 제작한 원자 영화 감상하기 - 아쿠아비즈 구슬 장난감을 활용하여 원자 영상 제작하기	
3단계 **원자와 양자역학** *세상이 움직이게 하는 양자 세계의 신기한 과학 원리*	6시간	• 원자는 얼마나 작을까 : 원자의 구조 및 특징 이해하기 • 원자의 종류 학습하기 : 원소 그림 그리고 발표하기 • 앤트맨 등의 영화를 통해 양자역학을 접하고 특징 살펴보기 • 과학과 예술의 만남 : 양자나노과학의 성질들을 그림으로 표현하기	
4단계 **양자나노과학 직업탐색** *세계적으로 주목 받고 있는 양자나노과학 분야 연구소 체험*	4시간	• 양자나노과학(QNS) 실험실 가상 체험 - 양자나노과학 연구실과 장비들을 가상으로 체험 - 연구실 안의 장비들로 하고 싶은 실험에 대해 생각해 보기 • 직업 탐방 및 팝업북 만들기 : 양자나노과학과 관련된 직업을 조사하고 이를 표현한 팝업북 제작하기	

DAYANNE and MURILLO

나노 과학의 힘

NANO KOMIK

Participants in the nanoKOMIK challenge

Ixabel Alkain
Amai Altuna
Oier Apaolaza
Haritz Apezetxea
Claudia Araujo
David Aritza
Endika Arizmendi
Olaia Arrieta
Aimar Arruarte
Kristina Artola
Miguel Azcona
Gustavo Barbosa
Aizpea Belasko
Jeanne Bertrand
Andoni Bikandi
Martin Bikandi
Paula Bikandi
Laura Biurrun
Unai Blanco
Udane Carrera
Irati Cerezo
Anaïs Chapin
Juan Cruz
Maitane Dorronsoro
Maddi Eceiza
Amada Echeverria
Jorge Elizondo
Leire Enrique
Jon Erauskin
Nery Espinoza
Jorge Estevez
Jonan Etxeberria
Mattin Etxegarai
Erik García
Unai Garcia
Araia Garmendia
Naiara Goikoetxea
Laura Gomez
Malen Gurrutxaga
Bittor Hernandez
Gabriela Hernández
Dayanne Huayhua
Destiny Imoh
Koldo Intxausti
Iraia Irazusta
Nerea Irurzu
Alaitz Iturzaeta
Andrea Jauregi
Jokin Jauregi
Dani Jimenez
Ainhoa Larrañaga
Iñigo Larrarte
Irati Larreategi
Beñat Laskurain
Amandine Laudebat
Valentin Laudebat
Julen Lavaud
Irati Lazkano
Manuela Lesna
Ane Loinaz
Olinka Lopez
Ane Lozano
Ane Macicior
Josu Macicior
Unai Macicior
Enara Maiz
Lander Manrique
Xabier Martiartu
Uxue Marzol
Laia Mazón
Clara Mena
Iosu Merino
Asier Murillo
Lukas Nesprias
Aner Nieto
Saioa Patxe
Aitor Perez
Eider Perez
Maialen Perez
María Perez
Irene Pinto
Asier Polaina
Iban Pilpré
Onditz Rekondo
Mauricio Antonio Rivero
Johan Rivière
Julia Román Lorenzo
Aitor Ruiz
Ian Ruiz
Garoa Salaberria
Patricia Sanchez
Urko Sasiain
Marta Sastre
Oier Seco
Aritz Segura
Ane Serrano
Monica Teicuna
Mariano Tejada
Amaiur Ugartemendia
Araia Uitzi
Oihane Urreta
Aroa Urrutia
Unai Urrutia
Jugatz Urruzola
Álvaro Valcárcel
Unai Vega
Elena Vergel
Unai Yanguas
Nerea Zabaleta
Ane Zatarain
Jaione Zelaia
Mikel Zudaire

Direction and coordination:
Amaia Arregi and Itziar Otegui.

Script:
Amaia Arregi, Hodei Iparraguirre and Itziar Otegui.

Drawings:
Hodei Iparraguirre

Design and layout:
BIT&MINA

Printing house:
Gráficas Juaristi

Legal Deposit:
SS 1693-2016

Partners:
Marc Armspach (Marko), Irune Arnaez, Jon Ander Arregi, Irati Kortabitarte, Katixa Peigneguy, José Carlos Torre and Ricardo Diez Muiño.

SPONSORS

ORGANISER

COLLABORATORS

CC BY NC SA

인류의 과학기술은 세기를 거듭해오며 놀라운 발전을 이룩해왔으며 나노 과학 역시 그러한 결과물 중의 하나라 볼 수 있다. 거대한 현미경은 원자 하나하나를 다룰 수 있게 해주었으며, 이를 바탕으로 나노 단위에서 물질의 성질과 현상들을 이해할 수 있게 되었다. 의학에서 건축에 이르기까지 다양한 분야에서 나노 과학은 우리의 삶에 중요한 변화를 가져왔으며, 이 새로운 과학 분야는 무한한 가능성을 갖는다.

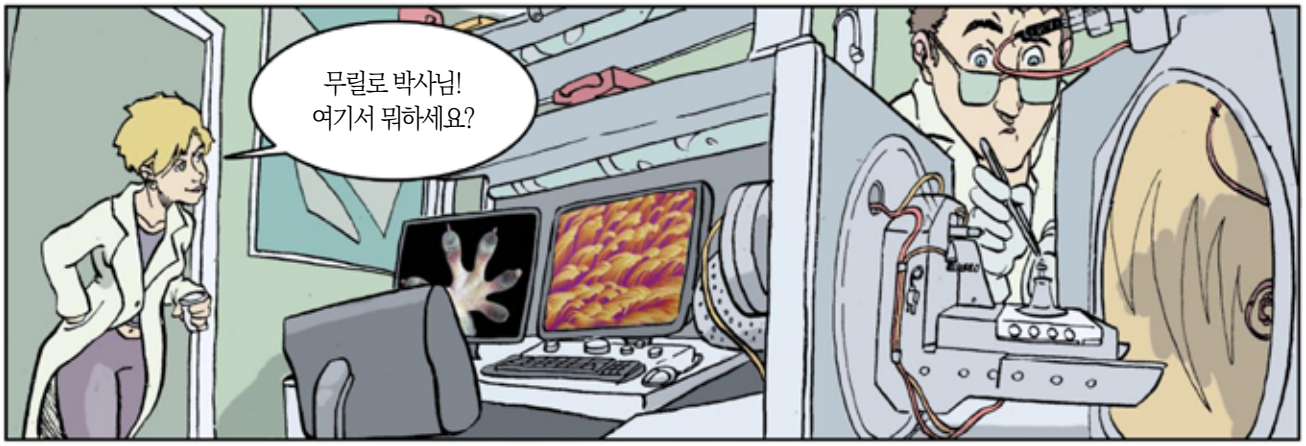
이러한 현실 속에서 나노 과학 협력연구센터(CIC nanoGUNE)와 도노스티아 국제물리연구센터(donostia International Physics Center)는 2016년에 최초로 참여형 나노픽션 만화를 만들기 시작했다. 이것이 바로 "나노코믹" 프로젝트이다. 참여형이라는 이름에 걸맞게, 나노코믹은 여러 나라의 다양한 분야에서의 협력을 바탕으로 하여 만들어지는 참여형 만화이다. 이 프로젝트는 나노 과학과 나노 기술의 발전에 대해 알림으로서, 자라나는 세대의 창의성을 일깨우는 것을 그 목표로 한다.

이 책은 나노코믹 프로젝트의 결과물이다. 2016년 초, 나노코믹 대회가 열렸고, 약 190여명의 12세에서 18세 사이의 청소년들이 책을 만드는 과정에 자유롭게 참여했다. 대회에 참여한 청소년들은 나노 기술 물질의 놀랄운 성질들을 기반으로 나노파워를 갖는 슈퍼히어로의 이야기를 만들었고, 그 이야기들 가운데 가장 기발한 소재를 뽑아서 〈다이앤과 무릴로, 나노과학의 힘〉이라는 새로운 만화를 만들었다.

웹사이트 www.nanokomik.com에서 100여 편의 이야기 및 만화를 바스크어, 스페인어, 프랑스어, 영어로 볼 수 있다. 나노코믹 프로젝트는 스페인 경제산업부 산하 과학기술 재단으로부터 공동으로 지원 받고 있다.

스파이더맨 장갑

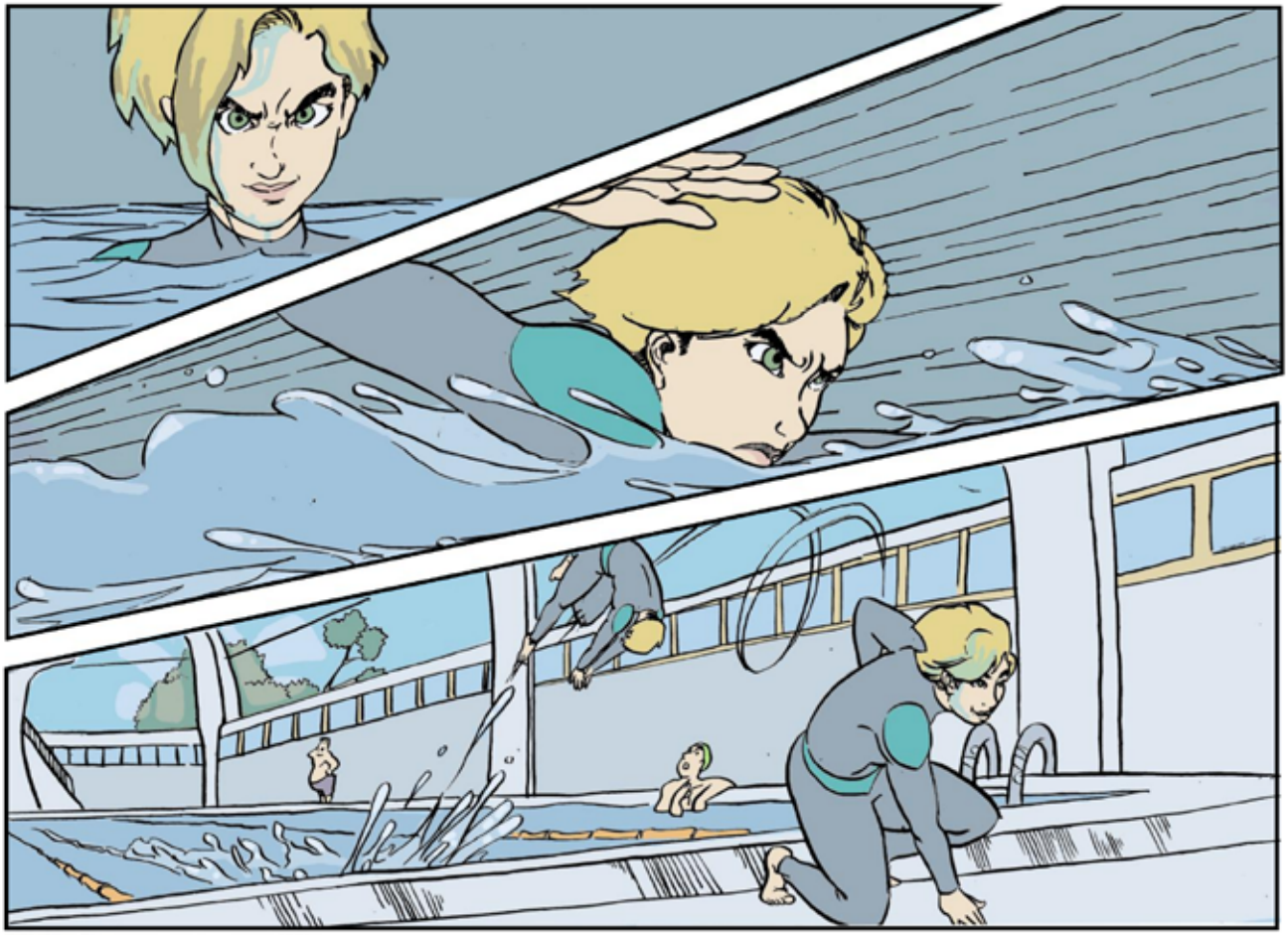
나노테크
나노 기술 연구소
NANOTECH
CENTRO DE
INVESTIGACIÓN
EN NANOTECNOLOGIA


무릴로 박사님!
여기서 뭐하세요?

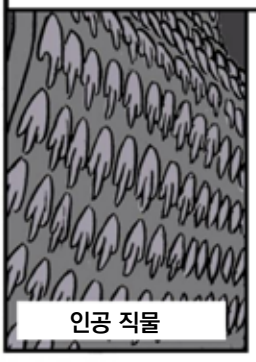
다이앤! 지금 과학의
수수께끼를 푸느라...
잠깐만,
보여줄게 있어
이게 내가 만든 스파이더맨
장갑인데 말이야,
진짜 엄청난 녀석이라고!
후우.
이렇게
손에 끼우면
말이야.

아 참.
이건 내가 키우는 도마뱀을 보고 개발한거야.
그 녀석 발 자체가 나노기술이더군.
그래서 중력에 상관없이 어디에나 붙어있거나,
쉽게 기어올라갈 수 있지.
도마뱀의 발은 수백만 개의 매우 가는 털이 또 다시 수백 개의 작은 버섯 모양으로 갈라져서 그 크기가 겨우 100-200 나노미터 밖에 안돼. 각각의 버섯 모양은 반데르발스 힘 때문에 개미 한 마리 무게를 지탱할 수 있고, 이게 수백만 개가 모이면 130kg의 무게를 버틸 수 있게 되지.
1Kg
흥, 어디 얼마나 잘난 물건인지 좀 볼까요?
워워. 진정해.
그렇게 찡그리면 주름만 늘어난다고.
이봐! 뭐 하는 거야!
장갑이 천장에 붙어버렸잖아!
박사님은 천재잖아요.
방법을 생각해보라고요.
두고 봐요. 무릴로 박사님.
내가 그 코를 납작하게
만들어줄테니까요!

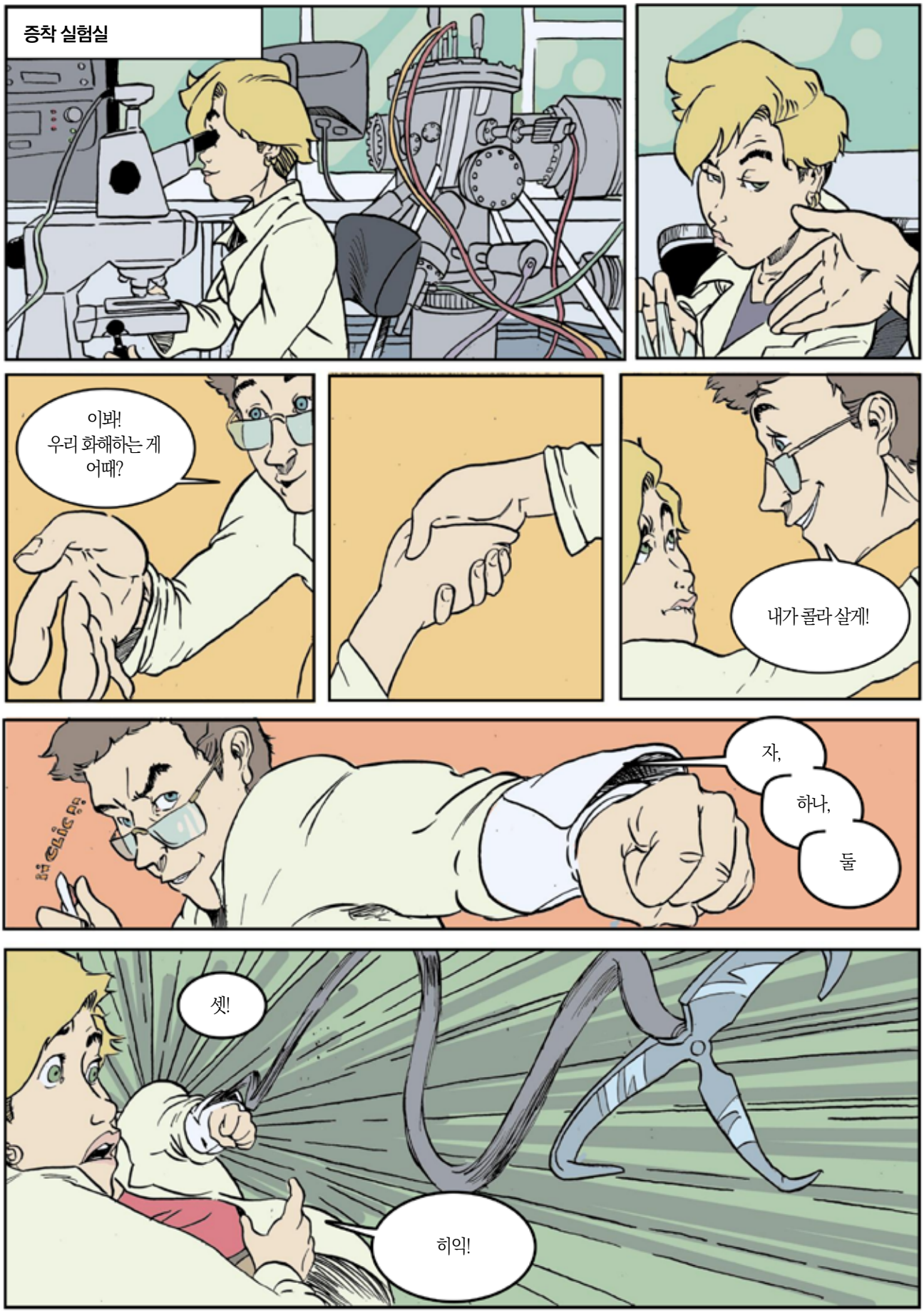
수영장에서



이 수영복은 초소수성 나노 구조 천으로 만들었는데, 상어 피부와 비슷해서 물속에서 마찰을 줄여 수영 속도를 높여주죠. 젖지도 않고요.



원래의 모습으로



나의 새 발명품이야.
멋지지?
니켈과 티타늄을 섞은
니티놀과 같은 합금을
형상 기억 합금이라 해.
변형된 이후에 열을
받으면 원자가 이동해서
나노 구조가 바뀌고,
쉽게 원래 형태로
되돌아가지.
원래의 형태
변형
다시 원래의 형태로
잘 보라고 여길 누르면
전류가 흘러서 가열이 되고
원래의 모양으로 다시 돌아왔지?
자 여기!
자 여기!
그런데 바닥에 나뒹구는
캔과 봉지들은 다 뭐죠?
어. 음. 이건 내 계획에는
없던 현상인데….

마술

컴퓨터실에서는
슈퍼컴퓨터들이
데이터를 끊임없이
처리하고 있다.
바깥 공기 좀 쐬세요!!
-다이앤
¡Ven a respirar aire limpio!
Dayanne.

청정실에서는 실험 표본들의 오염을 막기 위해 환경적 요인들
(공기, 습도, 빛 등)이 철저히 통제된다.

박사님?
누가 장난을 쳤나봐요.
등에 쪽지가…
¡¡Búscame
con la luz
que se ve!!!
Dayanne
보이지 않는 빛으로 나를 찾아봐요!!!
-다이앤

나노 광학 실험실에서는 과학자들이 고출력 레이저로 광전자 소자를 개발 중이다.

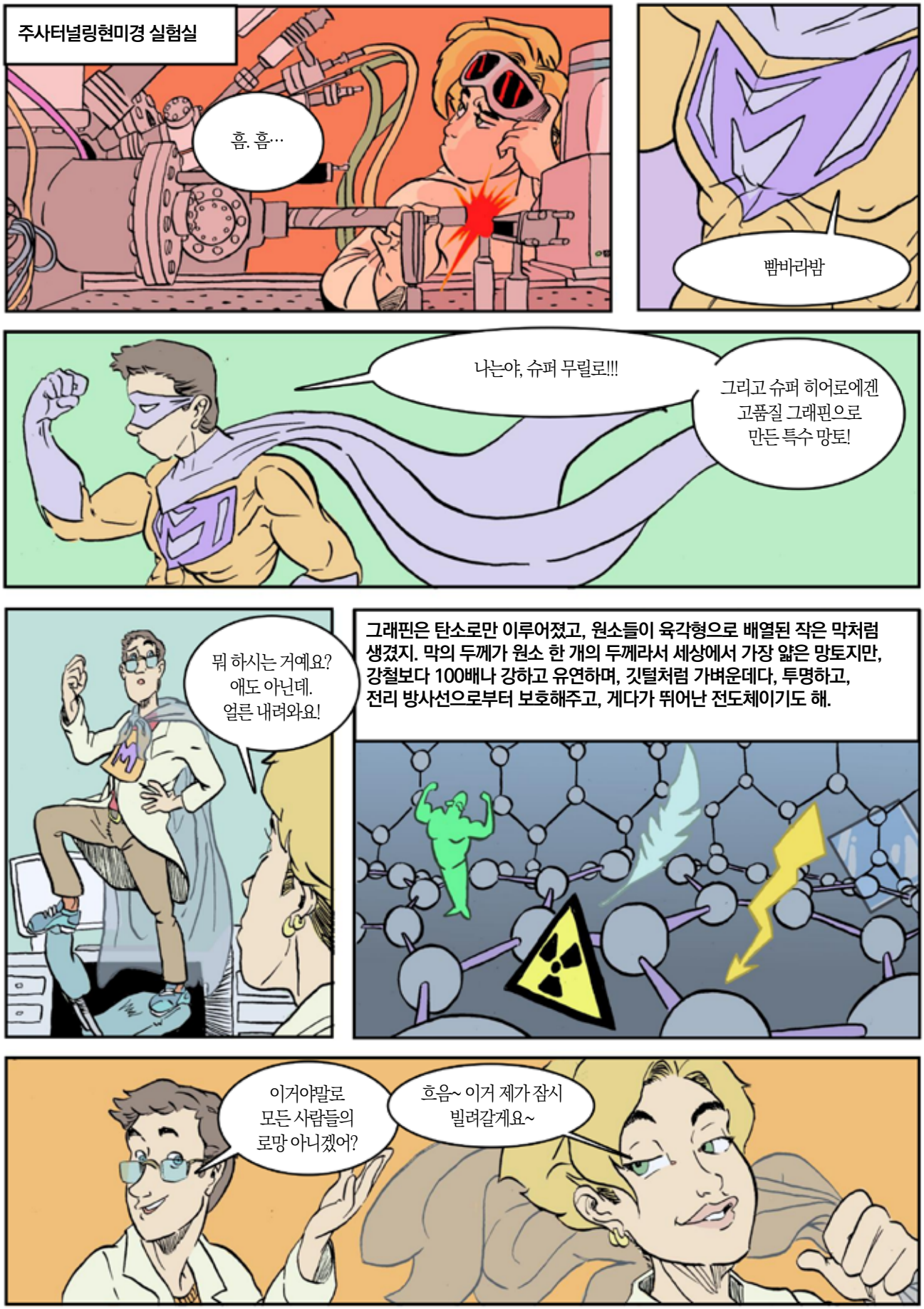
이 옷에는 나노 크리스탈이 붙어있어요. 이 크리스탈이 촘촘해지거나 느슨해지면서 빛의 반사량이 바뀌고, 그럼 마치 카멜레온의 피부처럼 주변 환경과 섞이며 색깔이 바뀌죠.

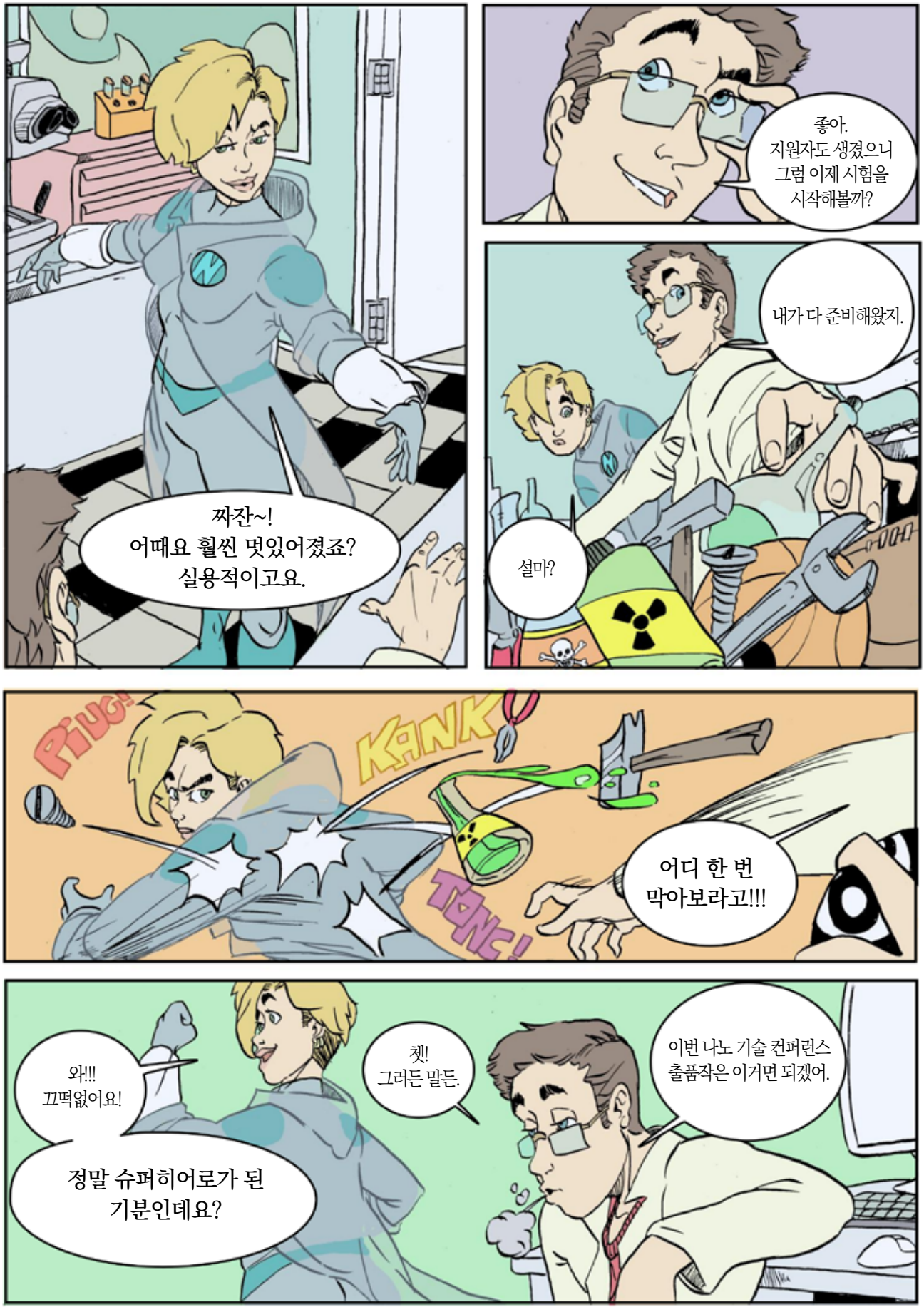
작지만 치명적인 나노 입자

나노 입자는 표면의 매우 특이한 성분 덕분에 바이러스의 구조를 분해할 수 있지. 멜리틴이라고 하는 물질인데, 벌의 독에도 있어. 멜리틴은 다른 세포를 해치지 않으면서 바이러스를 공격해.

이건 나 같은
천재가 아니라면
만들 수 없는 정말 완벽한
작품이라고.
이런 걸 낭비할 수 없지.
차라리 이번 기회에
한 마리를 새로 사는 게 어떤가.
어차피
별 차이도 없을 턴데.
이름만 똑같이 붙여주면
그만이잖아? 하하하!
네…
박사님 의견도 생각해 볼게요.
으. 심장 떨려.
빨리 갑시다. 다이앤.
제발 제발
살아나라…
정말 다행이다. 이 귀여운 녀석!
이렇게 사랑스러운 널 두고
다른 도마뱀이라니.
말도 안되지!

세상에서 가장 튼튼한 망토



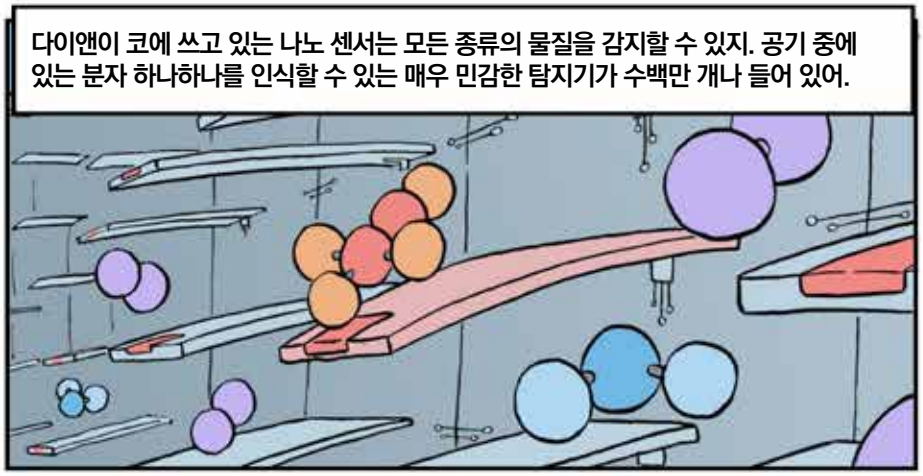

짜잔~!
어때요 훨씬 멋있어졌죠?
실용적이고요.
좋아.
지원자도 생겼으니
그럼 이제 시험을
시작해볼까?
내가 다 준비해왔지.
설마?
PIUG!
KANK
TANC!
어디 한 번
막아보라고!!!
와!!!
끄떡없어요!
정말 슈퍼히어로가 된
기분인데요?
쳇!
그러든 말든.
이번 나노 기술 컨퍼런스
출품작은 이거면 되겠어.

죽음의 음료수

나노 기술 컨퍼런스가
크게 열렸다.
드디어 뉴욕이야!

다이앤, 뭐해?
이런 파티를 놓칠 순 없지.
가장 무도회라니. 멋지기도 해라.

아항. 그래서 가면을
준거군요.
그런데. 이 가면
이상한 냄새가 나요.
발명품에 가면까지.
이거 꼭 입어야 해요?
조금만 참아줄래?
파티 끝나면 센트럴 파크에 가서
성능을 시험하자고


다이앤이 코에 쓰고 있는 나노 센서는 모든 종류의 물질을 감지할 수 있지. 공기 중에 있는 분자 하나하나를 인식할 수 있는 매우 민감한 탐지기가 수백만 개나 들어 있어.

그래서 이런 고약한 냄새가
나는 거군요.

저 음식 트럭에서
냄새가 흘러나오고 있어
이봐!
어디 가는 거야?
CATERING
리치,
보스의 계획을
다시 복습해 보자고.

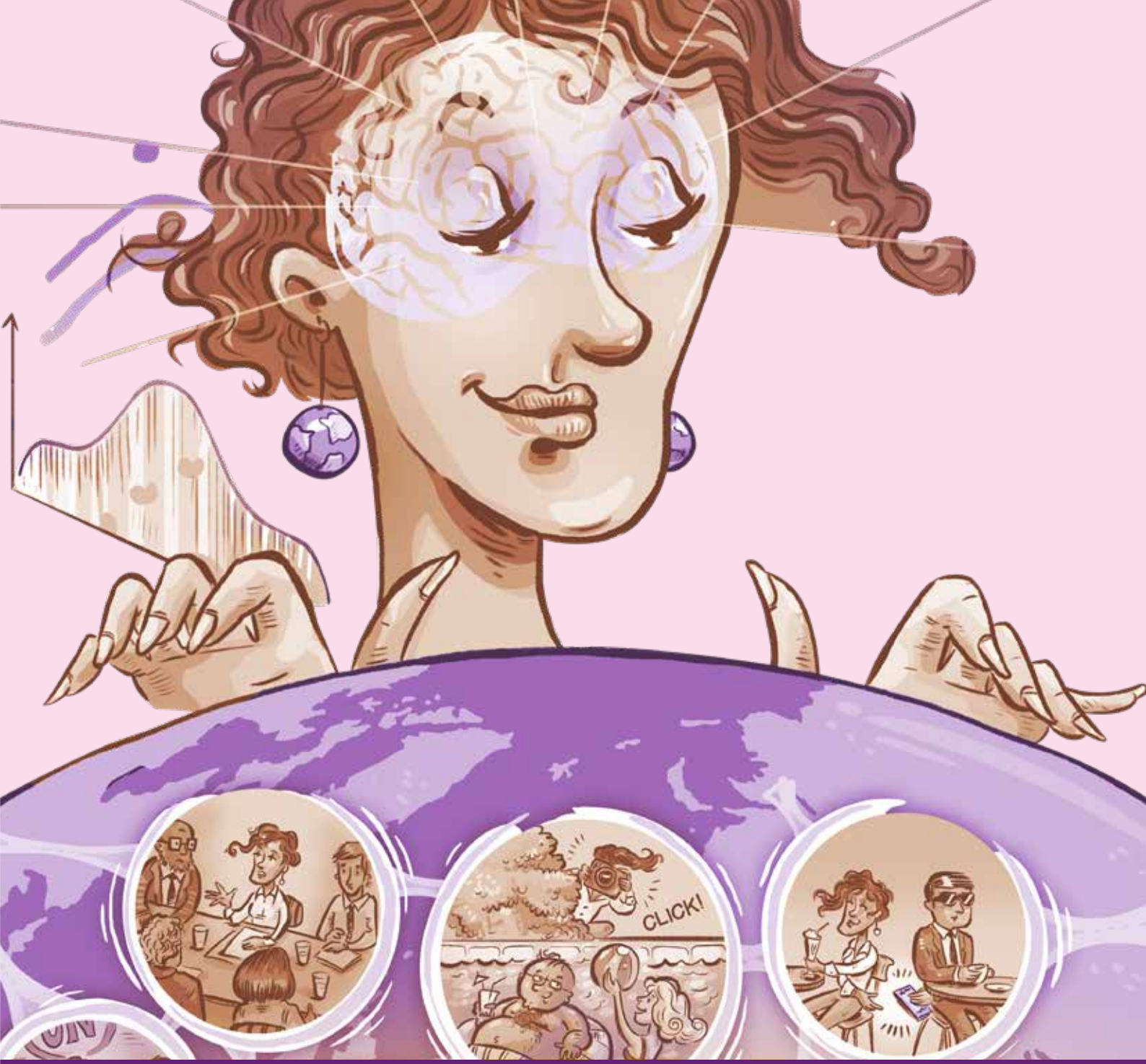
네.
첫 번째, 음료수에
비소를 탄다.

두 번째,
파티엔
사람들의
컴퓨터를
모두 훔친다.

맞죠, 샌디?
샌디?

박사님, 파티에서
우리를 독살하려는 계획이 있었어요!
경찰에 알려야해요!
경찰?
배후가 누군지도 모르는데?
잠깐만, 나한테 더 좋은 생각이 있어.
이건 서부영화의 주인공이
맡아야 할 미션이야.
무슨 소리에요?
왠지 불안한데요...
용액에 떠있는 산화철 자성
나노입자들은 비소에 붙을
수 있고 나중에 자석으로 떼
어낼 수도 있어.
인도와 방글라데시에서는
이 방법으로 오염된 우물을
깨끗하게 만들지.
우리도 음료수의 독을 없애
는 데 이 방법을 쓸 거야.
법인은 아마도 혼자 올 거야.
드디어 내 동생을 박살 낸
녀석의 얼굴을 보겠군!!
제발 집중하세요.
박사님은 동생이 없잖아요.
신사 숙녀 여러분.
나노 기술 컨퍼런스에
오신 것을 환영합니다.
이번이 마지막이겠지만 말이죠.
후후훗.
내 소개부터 하자면...
나는 쥘 본 라번 교수요.

과학계가
나의 연구를 엉터리라고
비난한 이후로
나는 복수할 기회만을
노려왔지!
당신들 모두를 한 번에
처리하기 위해
오늘, 여기에서 모두를
독살하기로 했지!
그리고 당신들의 발명들을
모조리 훔쳐버리는 거야!!
안됐지만...
고통스럽지 않기를
기도나 하라고. 하하하하!
그런데….
지금쯤 죽어야 하는데…
왜 안 죽는 거지?
일이 틀어졌나보군.
이번엔 이렇게 넘어가지만,
나에겐 너희를 괴롭힐 완벽한 무기가 있어!
바로 너희의 발명품들이지!!



The power of nanoscience

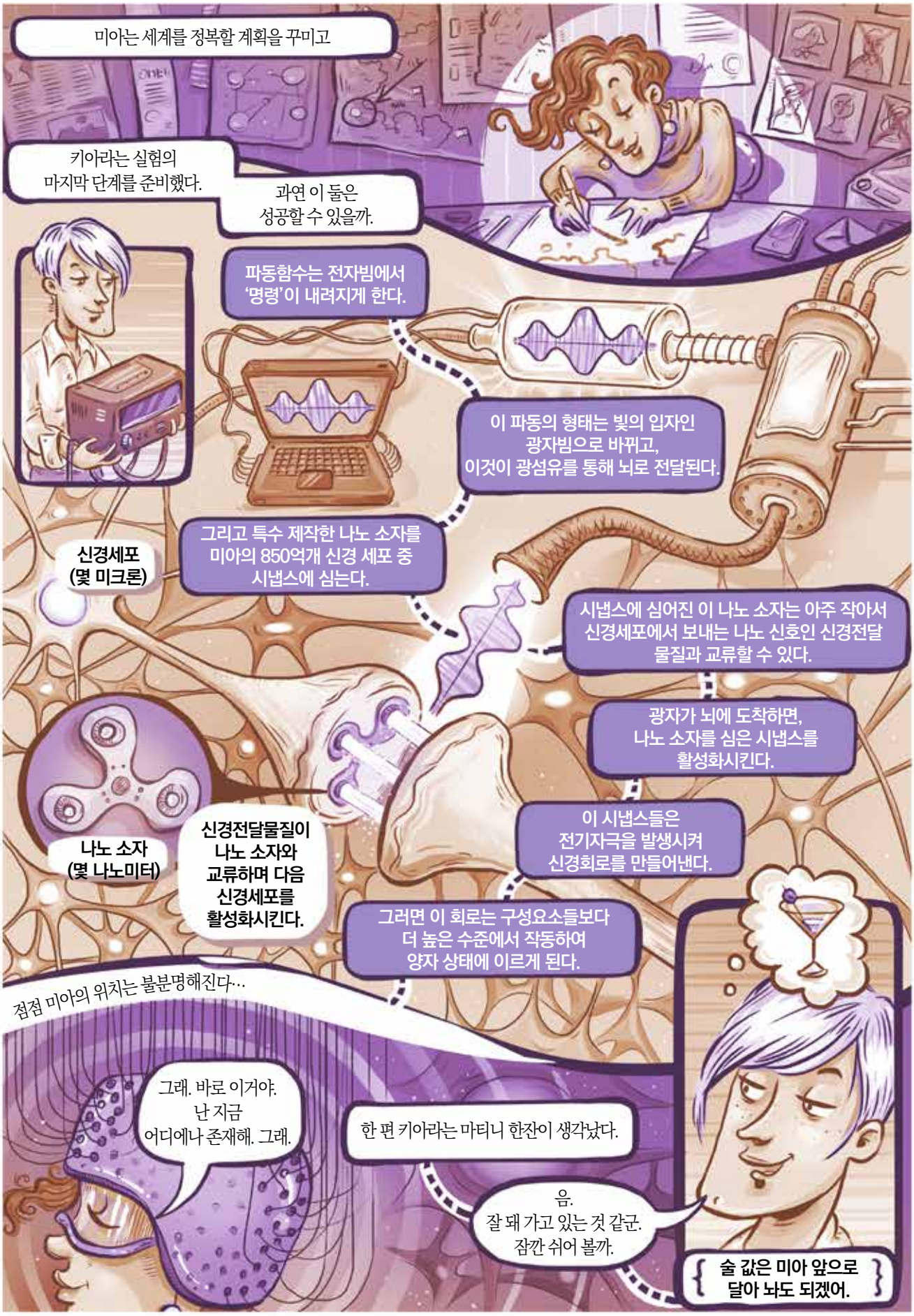
NANO KOMIK

www.askaillustration.com

나노의 세계 정복

by Aska 2017

www.askaillustration.com


미아는 세계를 정복할 계획을 꾸미고
키아라는 실험의 마지막 단계를 준비했다.
과연 이 둘은 성공할 수 있을까.
파동함수는 전자빔에서 '명령'이 내려지게 한다.
이 파동의 형태는 빛의 입자인 광자빔으로 바뀌고, 이것이 광섬유를 통해 뇌로 전달된다.
그리고 특수 제작한 나노 소자를 미아의 850억개 신경 세포 중 시냅스에 심는다.
신경세포 (몇 미크론)
시냅스에 심어진 이 나노 소자는 아주 작아서 신경세포에서 보내는 나노 신호인 신경전달 물질과 교류할 수 있다.
광자가 뇌에 도착하면, 나노 소자를 심은 시냅스를 활성화시킨다.
나노 소자 (몇 나노미터)
신경전달물질이 나노 소자와 교류하며 다음 신경세포를 활성화시킨다.
이 시냅스들은 전기자극을 발생시켜 신경회로를 만들어낸다.
그러면 이 회로는 구성요소들보다 더 높은 수준에서 작동하여 양자 상태에 이르게 된다.
점점 미아의 위치는 불분명해진다…
그래. 바로 이거야. 난 지금 어디에나 존재해. 그래.
한 편 키아라는 마티니 한잔이 생각났다.
음. 잘 돼 가고 있는 것 같군. 잠깐 쉬어 볼까.
술 값은 미아 앞으로 달아 놔도 되겠어.
www.askaillustration.com

www.askaillustration.com

MR FLAMES

NANO KOMIK

글: 아마이아 아레기, 이치아르 오테귀
그림: 호세 센데르

불의 사나이

카운트다운 시작. 발사 15초 전.
잠깐, 원자로가 이상해… 어! 안돼!!!
WHOOM!
제어실! 제어실! 화재가 발생했다! 나갈 수가 없어!
연료탱크에 불이 붙으면 모두 끝이라고!!!!
늦었어요!
중지할 방법이 없어요!
어서 대피하세요!!
어떡하지?
불에 타지 않는 옷이라도
있다면!!
사실, 내가 만든 옷은 나노 입자로 덮여 있어서 열을 받으면 질소가 방출되고,
공기 중의 산소가 줄어들어서 화상을 입지 않아.
나노 구조들
그래핀
나노튜브
풀러린
고온
산소(O2)
가연성 지대
나노입자층
질소(N2)
불연성 지대
옷의 표면
어디 용감한 지나가던
과학자랑 발명품 없으려나?!
어?
내 안경?!

좋아! 내가 가서 구해오겠어!
저리 비키세요! 위험해요!
미안해요! 설명할 시간이 없어요.
나는 할 수 있다!!
여러분! 이쪽이예요! 문 쪽으로 가주세요.
뭐...?
WARNING!!! FIRE IN THE COMMAND BOOTH!!!
불에 타지 않는 옷을 만드는 것보다 더 어려웠던 것이 바로 이 나노입자 분사장치를 만드는 것이었지!
어떻게 한거지?
일급기밀이라고 할까요?

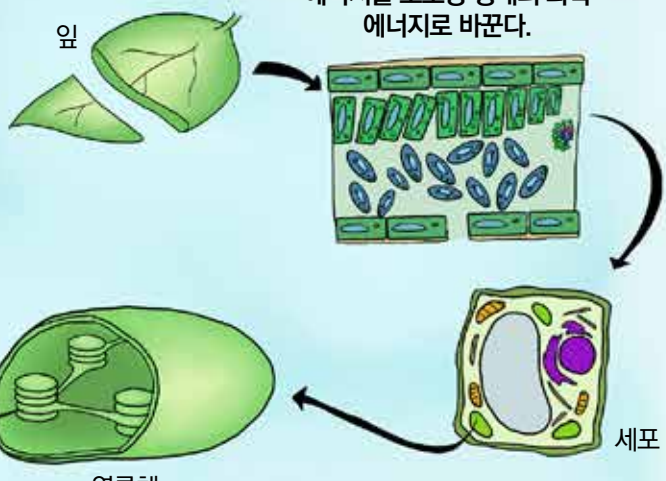
거품에 들어있는 실리카 나노입자가 불이 붙은 물체가 산소와 접촉하지 않게 해준다. 또한 표면에 형성되는 세라믹층이 최고 1000℃까지 열을 견디기 때문에 불을 진압하고, 더 번지지 않게 하는 효과도 있다.
탈출 성공!
고맙네! 자네가 우리 모두를 살렸어! 이름이 뭔가? 다음 비행에는 꼭 자네를 초대하고 싶군!! 자네는 나의 영웅이야!
내가 로저스 비행사님을 구하다니!! 게다가 우주비행에도 초대 받았어!! 하지만 그 전에…
영웅에 어울리는 이름부터 생각해 봐야겠는걸?

AMONG
PLANTS
NANO KOMIK

식물들에게 배우다

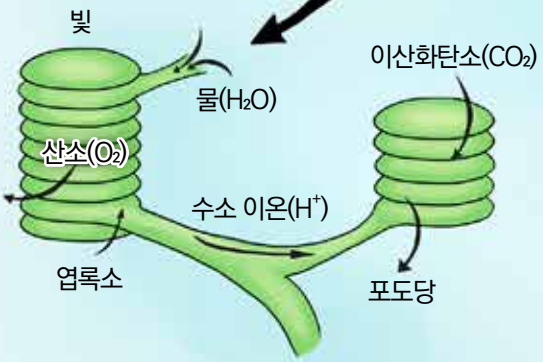
글: 아마이아 아레기, 루벤 몰리나, 이치아르 오테기
그림: 루벤 몰리나

식물은 광합성을 하면서 태양 에너지를 포도당 형태의 화학 에너지로 바꾼다.



광합성은 식물의 세포 안에 있는 엽록체라는 세포기관에서 일어난다.

1단계 – 빛에 민감한 분자인 엽록소가 빛을 흡수해서 뿌리에서 빨아올린 물 분자를 분해한다. 이때 우리가 숨 쉴 때 필요한 산소가 배출되고 수소가 저장된다.



2단계 – 식물이 주위 환경에서 끌어온 이산화탄소가 수소와 결합해 포도당을 합성한다. 식물의 광합성 덕분에 우리는 산소와 식량을 얻는다.

무슨 소리가
들린 것 같았는데…?

크어어어엉~
으아아악!!!

돌연변이
식물이다!!!!

쿵!

피융

슉
안녕하세요!
누.. 누구시죠?
대체 무슨 일이
일어난거죠?
박사님의 연구로
저희가 태어났잖아요.
이 총도 박사님이
주셨구요.
기억 안나세요?
이 총은 나노 입자들을 분사해서,
식물의 세포 조직에 침투시키죠.
그러면 유연하던 세포조직은
유연성이 완전히 사라져서
돌처럼 굳어지는거죠.
사실 정말 중요한 메시지가
있어서 왔어요.
잘 들으세요.
세포 조직
엽록체

나노하이브리드가
진짜 식물처럼 광합성을
할 수 있을까?

나노하이브리드는 박테리아
배양균과., 생체에 적합한 코팅이
되어있는 실리콘 나노와이어,
이 두가지 요소로 이루어져있다.

나노와이어는 전자를
박테리아에게 공급하고
박테리아는 수소와 이산화탄소를
결합해서 초산염을 합성한다.

엽록소 대신 나노와이어가 빛을
흡수하고 물 분자를 분해해
산소를 배출한다.

이 초산염으로는
자연분해되는 플라스틱과
액체 연료 등을 만들 수 있다.

나노 소자 덕분에 태양 에너지를
화학 에너지를 전환하는 것.
이것이 바로 인공 광합성이다.

제작 | CIC nanoGUNE nanoscience cooperative research center

번역·배포 | CENTER FOR QUANTUM NANOSCIENCE 양자나노과학연구단