



# 볼트와 너트, 세상을 만든 작지만 위대한 것들의 과학

현대사회를 떠받치는 7가지 발견과 발명 스토리

로마 아그라왈 지음, 우아영 옮김

2024년 1월 15일 출간 | 판형 135×210 | 320쪽 | 18,000원 |

분야: 과학 | ISBN 979-11-6774-130-1 03500

- ★ 2023 영국왕립학회 과학도서상 최종 후보
- ★ 과학 베스트셀러 《빌트》 저자 로마 아그라왈 신작
- ★ <파이낸셜타임스> <월스트리트저널> <사이언스> 추천 도서

**“인류의 모든 혁신은 ‘이것’들의 발명으로 시작되었다”**

**현대인의 삶을 뒤바꾼 7가지 사물에 숨은 이야기**

높은 건물과 긴 다리, 먼 곳으로 떠나는 우주선까지. 현대사회를 이뤄낸 뛰어난 기술적 성취들은 우리를 단숨에 압도하고 만다. 하지만 아무리 거대하고 복잡한 사물이라도 그것을 작동하게 하는 가장 기본적인 요소는 아주 작고 단순한 것들로 이뤄져 있기 마련이다. 이러한 진리는 우주의 구성 요소도, 살아 있는 생명체도, 인간의 발명품에도 예외가 없다.

서유럽에서 가장 높은 건물 ‘더 샤드(The Shard)’를 설계한 주목받는 구조공학자이자 베스트셀러 《빌트, 우리가 지어 올린 모든 것들의 과학》에서 거대한 건축물에 숨겨진 이야기를 전해준 로마 아그라왈은 이번에 거대하고 복잡한 현대사회를 떠받치는 가장 작고 단순한 7가지 발명품(못, 바퀴, 스프링, 자석, 렌즈, 끈, 펌프)으로 시선을 돌린다. 이 책의 원서 제목은 《넛츠 앤 볼츠(Nuts and Bolts)》다. 책 속에 등장하는 소재를 대표하는 것이기도 하지만, 너트와 볼트가 기계의 가장 기본적인 구성요소이듯 어떤 대상의 가장 핵심적인 요소를 일컫는 관용적 표현이기도 하다. 일상에서 너무 익숙한 사물들이라 어떤 역할을 하는지 잘 알고 있다는 느낌이 들지만, 아그라왈은 우리의 예상을 산산이 깨부순다. 7가지 사물들은 인류 역사에서 ‘어떻게’ 사용될 수 있고 또 ‘무엇’을 할 수 있는지 그 모습을 바꿔가며 놀라운 혁신을 거듭해왔다. 저자는 도자기를 빚는 물레에 쓰였던 최초의 바퀴가 어떻게 해서 우주 탐험을 가능하게 했는지 그 진화의 과정을 추적하고 각 사물들이 역사와 사회, 정치, 교통, 예술 등 우리의 삶에 어떤 광범위한 영향을 미쳤는지 생생하게 보여준다. 첨단 기술이 아닌 우리 주위의 평범한 사물 7가지가 인류의 삶을 어떻게 뒤바꿨는지, 그 놀라운 이야기를 통해 독자들은 언제나 똑같은 일상의 풍경 속에서도 공학의 경이로움을 발견해낼 수 있는 새로운 눈을 가지게 될 것이다.

**공학은 어떻게 세상을 이롭게 해왔는가**

**‘못’ 하나가 이뤄낸 연결의 혁신부터 ‘렌즈’에서 시작된 생명의 탄생까지**

이 책은 못의 발명이 어떻게 현대적인 고층 건물로 이어졌는지, 자석의 발견이 어떻게 전 세계를 하나로 연결하는 데 일조했는지 설명하며 공학이 인류의 생활 방식을 어떻게 근본적으로 변화시켰는지 펼쳐 보인다. 못이 존재하기 전까지 우리 조상들은 바위를 깎아 동굴을 만들고, 개울 위에 통나무를 쓰러뜨려 다리를 만드는 식으로 단일한 재료만을 사용해왔다. 하지만 못의 발명으로 서로 다른 두 물체를 연결하는 것이 가능해졌다. 오늘날 우리 주변의 거의 모든 사물은 서로 다른 부품과 재료가 결합한 것이다. 그동안 한 번도 못에 대해 진지하게 생각해 보지 않았다면, 우리가 사용하는 물건의 모든 이음새마다 얼마나 많은 못이 숨겨진 채 역할을 다하고 있는 깨닫고 깜짝 놀랄 것이다.

“자르야, 너와 만나기까지 여정이 험난했지만 네가 있어 감사하다. (...) 너를 함께 만들어준 그 배아학자나 너를 내 뱃속에 다시 넣어준 의사만 말하는 것도 아니란다. 내 뱃속에서 네가 안전하고 건강한지 확인해주었던 수많은 조산사, 간호사, 컨설턴트만 말하는 것도 아니고, 역사 속 수천 명의 사람들 덕분에 너의 이야기와 관련된 모든 과학과 기술이 존재할 수 있었다는 걸 말하고 싶구나. 맵소사, 너를 창조한 배경에는 복

잡한 과학과 공학이 정말 많다. 자르야, 네 엄마는 물리학을 전공한 엔지니어이기 때문에 이런 이야기를 들려줄 수밖에 없다. 그래서 중요한 얘기를 해줄게. 렌즈라는 단순해 보이는 작은 곡면 유리 조각이 없었다면 너는 존재할 수 없었을 거야. 이걸 너를 위한 이야기란다.”(171~172쪽)

한편 곡면 유리(즉, 렌즈)는 문명이 시작된 이래로 그 존재를 알고 있었지만 인류는 17세기에 현미경과 망원경을 만들면서 본격적으로 렌즈를 활용하기 시작했다. 마침내 눈으로 볼 수 없는 대상을 탐구할 수 있게 된 것이다. 저자는 5장 <렌즈>의 시작을 시험관 수정을 통해 태어난 자신의 딸에게 보내는 편지로 시작한다. 아이가 태어나는 데는 가족들의 애정과 의료진의 수고가 있었지만, 그보다 먼저 렌즈와 현미경의 발명을 통해 정자의 움직임을 관찰한 과학자들이 있었다고 말이다. 렌즈의 발명이 한 개인의 삶에 어떻게 직접적인 영향을 미쳤는지 저자의 사적인 경험을 통해 설명하는 대목이다. 그 외에도 식기세척기, 카메라, 우주복, 현수교, 유축기 등 다양하고 복잡한 기술들이 어떻게 지금과 같이 작동하는지 설명하고, 직접 그린 일러스트를 통해 복잡한 원리를 한층 쉽게 이해할 수 있도록 돕는다.

## **남성 엔지니어는 왜 ‘완벽한 설거지 기계’를 만들어내지 못했을까?**

### **엔지니어링의 핵심은 만들어내고 필요로 하고 사용하는 ‘사람’들의 이야기다**

뛰어난 이야기꾼인 로마 아그라왈은 일상의 사물이 작동하는 원리와 함께 이를 발명한 이들의 열정과 아이디어를 현실로 구현하는 데 뒤따르는 노력, 그리고 서구 남성 중심의 과학계에서 그동안 주목하지 않았던 동양의 과학자와 여성 엔지니어의 활약을 조명한다. 우리가 사물을 볼 수 있는 이유에 대해 새로운 이론을 제시한 이슬람 학자 ‘이븐 알하이삼’, 공식적인 특허를 인정받지 못했지만 텔레비전의 아버지라 추앙받는 일본의 발명가 ‘다카야나기 겐지로’, 실수인 줄 알았는데 실은 놀라운 것을 발명한 이민자 가정의 여성 화학자 ‘스테퍼니 켈렉’ 등 저자는 그동안 역사에서 주목받지 못한 이야기들을 찾아내 우리에게 전해준다.

그중엔 1893년 시카고 산업박람회에 참석한 유일한 여성 엔지니어 ‘조지핀 코크런’의 이야기도 등장한다. 이 여성은 오늘날 우리가 사용하는 식기세척기의 원형을 발명했다. 그동안 남성 엔지니어들도 식기세척기를 만들려고 수없이 시도했지만, 설거지와 거리가 먼 그들의 기계는 번번이 그릇을 깨부셨다. ‘그릇이 상하지 않는 설거지 기계’라는 자신의 필요와 생계를 위해 이 엄청난 발명품을 만들어낸 코크런은 사후에야 자신의 발명품을 인정받을 수 있었다. 식기세척기, 청소기, 믹서기, 세탁기와 같은 수백만 명의 삶을 바꾸어 놓은 발명품들이 각 가정에 보급되기까지는 보이지 않는 곳에서 자신의 삶을 헌신하고 열정을 다 바친 수많은 사람들 덕분이었다. 저자는 엔지니어링의 핵심은 결국 사람이라고 말한다. “만드는 사람들, 필요로 하고 사용하는 사람들, 그리고 때로 무심코 기여하는 사람들”이 세상을 바꿔왔다고 말이다.

## **“공학은 문제를 해결하기 위한 일련의 사고과정이다”**

### **과학과 디자인이 만나 새로운 혁신을 만들어내는 순간**

“로마 아그라왈은 말한다. 우리는 엔지니어링을 통해 존재해왔다고. 우리가 사물을 만들고 사용하는 방식이 곧 우리의 과거와 현재와 미래를 구성하는 일부라고 말이다. 엔지니어링을 이해하는 것은 우리가 문명을 이룩하고 변성하며 때로 누군가를 착취하기도 했던, 인류의 삶의 방식과 문명 공동체의 핵심을 이해하는 것이기도 하다.” -천문학자 심채경 추천사 중에서

많은 사람들이 공학을 딱딱하게 여긴다. 거대한 규모의 산업이나, 일반인이 이해하기 힘든 기술적 혁신을 떠올리기 때문이다. 하지만 저자는 공학이 ‘과학’과 ‘디자인’의 만남이라는 점을 강조하며 못의 다양한 변형을 예로 들어 공학적 사고의 메커니즘을 이해하게 만든다. 못은 둥근 머리와 뾰족한 끝을 가진 단순한 구조로 시작해서, 고정력을 높이기 위해 나사가 파인 나사못으로, 양쪽에서 체결이 가능한 리벳으로, 나사와 리벳이 합쳐진 볼트로 모양을 바뀌가며 새로운 쓰임을 만들어냈다. 건설 현장에서 쓰이는 볼트는 이층 버스 한 대에 해당하는 11톤의 하중을 견딜 수 있는데, 디자인의 변형을 통해 이렇게 놀라운 혁신을 이뤄낸 것이다. 이처럼 공학의 발전사는 어떻게 하면 지금보다 나아질 수 있는지 물어온 인간의 역사이다. 이 책에서 만나게 될 엔지니어링의 놀라운 ‘위업’들은 눈앞에 당장의 해결책이 보이지 않는 문제라도, 끊임없는 호기심과 질문만이 우리를 또 다른 혁신의 미래로 데려다줄 것임을 깨닫게 할 것이다.

## 차례

머리말: 이 세계의 구성 요소를 이해하는 일

### 1장 못

—가장 단순한 도구가 현대사회를 지배하기까지

### 2장 바퀴

—구를 수 있다는 것은 얼마나 대단한 일인가

### 3장 스프링

—우리가 생각보다 조용한 도시에서 살 수 있는 이유

### 4장 자석

—전화에서 인터넷까지, 우리를 하나로 연결시켜 준 물건

### 5장 렌즈

—실제로 접근할 수 없는 대상을 어떻게 탐구할 수 있을까?

### 6장 끈

—실용적이면서도 우아하고 눈에 거슬리지 않기 위한 선택

### 7장 펌프

—심장의 기능을 대신할 수 있는 유일한 도구

맺음말: 이 모든 것은 결국 인간에 대한 이야기

참고문헌

## 저역자 소개

### 로마 아그라왈(Roma Agrawal)

구조공학자. 옥스퍼드대학교에서 물리학을 전공하고, 런던 임페리얼 칼리지에서 구조공학 석사 학위를 받았다. 서유럽에서 가장 높은 건물인 '더 샤드(The Shard)'를 포함해 다리와 터널, 기차역과 마천루까지 우리가 살고 있는 세계의 일부를 설계하고 만들어왔다. 어린 시절, 호기심을 주체하지 못해 혼자 물건을 분해하고 그 속을 파고들던 소녀는 이제 전 세계가 주목하는 공학자가 되어 자신을 평생 매료시켜 온 주제, 거대하고 복잡한 세상을 움직이는 가장 작은 사물들에 얽힌 이야기를 책으로 펴내게 되었다.

2011년 구조공학자협회가 선정하는 올해의 젊은 공학자상, 2014년 올해의 여성공학자상, 2017년 영국왕립공학회가 가장 뛰어난 공학자에게 수여하는 루크상을 수상했고, 2018년 영국 제국 훈장(MBE)을 받았다. 첫 책인 《빌트, 우리가 지어 올린 모든 것들의 과학》은 잘락상 최종 후보, 미국과학진흥회(AAAS) 2019 올해의 과학책으로 선정되며 작가로서의 재능 또한 증명했다. 이번 책 《볼트와 너트, 세상을 만든 작지만 위대한 것들의 과학》은 2023 영국왕립학회 과학도서상 최종 후보에 올랐다.

### 옮긴이 우아영

대학에서 기계공학을 공부한 뒤, 과학 전문지 <과학동아> 기사를 거쳐 현재 과학 칼럼니스트, 번역가로 활동하고 있다. 《아기 말고 내 몸이 궁금해서》, 《평행세계의 그대에게》(공저)를 썼고, 《빌트, 우리가 지어 올린 모든 것들의 과학》(공역), 《일상 감각 연구소》 등을 우리말로 옮겼다.

## 책 속에서

이해를 하든 못하든 당시 나는 사물이 무엇으로 구성되고 어떻게 생겨났는지 알아보는 데에 폭 빠져 있었다. 복잡한 사물은 더 작고 단순한 것들로 이뤄져 있다. 우주의 구성요소도, 살아 있는 생명체도, 인간의 발명품도 마찬가지다. 나는 꽤 운이 좋아서 사물을 구성하는 요소에 대한 어린 시절의 호기심을 업으로 삼을 수 있었다. 엔지니어로 일하면서 기계와 건물, 일상 속 물건들이 만들어진 과정과 그 중심부에 위치한 요소들에 끝없는 매력을 느꼈다. 분명 많은 사람들이 이런 감정을 공유하고 있을 것이다. 그걸 써 내려간 결과물이 바로 이 책이다. \_8~9 쪽, 머리말 <이 세계의 구성요소를 이해하는 일> 중에서

지금은 상상하기 어렵지만 재료와 숙련 노동자를 구하기 어려웠던 산업화 이전 시대에 못의 가치가 매우 높았기 때문에 영국은 목재 주택이 일반적이던 북아메리카 등의 식민지로 못을 수출하는 것을 금지했다. 그 결과 이 지역들에서 못은 더욱 귀해졌고 이사할 때 살던 집에 불을 질러 잿더미 속에서 못을 수거하는 사람들도 생겨났다. 1619년 버지니아주에서는 이런 관행을 막기 위해 소유자 보상을 약속하는 법이 통과되었다. \_27쪽, 1장 <못-가장 단순한 도구>가 현대사회를 지배하기까지> 중에서

도공의 바퀴를 옆으로 세워 그릇을 만드는 용도에서 목적지를 향해 이동하는 용도로 바꾼 것은 첫 번째 재발명에 불과하다. 시야를 넓혀주고 유라시아 사람들의 생활방식을 바꾸게 해준 초기 바퀴들은 견고했지만, 새로운 혁신을 통해 더 가볍고 빠른 것으로 변모했다. \_64쪽, 2장

〈바퀴-구를 수 있다는 것은 얼마나 대단한 일인가〉 중에서

구조물의 소음을 완화하기 위해 스프링을 사용하면서 도시를 설계하고 계획하는 방식이 바뀌었다. 스프링이 없다면 두 가지 시나리오가 가능하다. 먼저 우리가 아는 오늘날의 도시처럼 높다란 타워와 아파트 구역이 전철과 가깝지만 소음과 진동이 심한 도시, 에코가 울려 퍼지고 뒷배경에 미약한 응성거림이 있는 콘서트홀, 외과의사와 연구원들이 집중하기 힘든 병원, 스트레스와 수면 부족에 시달리는 사람들 등. 아니면 이럴 수도 있다. 인프라 시설에서 멀리 떨어져 있어 출퇴근 시간이 길고, 기계설비와 생활 공간을 분리해야 하는 탓에 값비싼 펌프와 공간 부족을 감당해야 하고, 건축물의 높이와 깊이를 제한해야 하는 타협의 도시. 하지만 스프링 덕분에 우리는 고요함을 만들 수 있다. \_130쪽, 3장 〈스프링-우리가 생각보다 조용한 도시에서 살 수 있는 이유〉 중에서

지금까지 살펴본 발명품들과 달리 자석 또는 자력을 내는 물체는 우주에 원래 존재했다. 여러 분과 나는 자석이다(아주 약한 자석이라 갑자기 냉장고에 달라붙을 위험은 없으니 안심해도 된다). 물질의 아주 작은 구성 요소인 원자는 자성을 띠고 있다. 우리가 살고 있는 지구는 거대한 자석이다. 바퀴, 못, 스프링과 달리 자석은 인간이 발명했다기보다는 발견한 것이다. 그럼에도 이 책에서 자석을 다루려는 건 대자연이 준 것보다 더 유용한 형태로 만드는 방법을 바로 인간이 알아냈기 때문이다. \_135쪽, 4장 〈자석-전화에서 인터넷까지, 우리를 하나로 연결시켜 준 물건〉 중에서

렌즈가 새로운 통찰력을 주는 또 다른 예시는 사진이라는 매체를 통해 이론적으로는 눈으로 볼 수 있지만 실제로는 접근할 수 없는 이미지를 포착하는 것이다. 카메라의 중심에는 렌즈가 있다. 물론 기술적으로는 렌즈가 필요하지 않다. 렌즈 없이 핀홀 카메라로도 이미지를 촬영할 수 있기 때문이다. 하지만 내가 카메라를 고른 이유는 카메라에 렌즈를 추가함으로써 사진, 더 나아가 사회가 변화했기 때문이다. \_192~193쪽, 5장 〈렌즈-실제로 접근할 수 없는 대상을 어떻게 탐구할 수 있을까?〉 중에서

끈 같은 소재를 만들려는 고대인의 욕구는 아마도 다양한 형태의 끈이 일상생활에서 얼마나 필수적이고 근본적인지를 보여주는 증거일 것이다. 다리가 무너지지 않도록 지탱하는가 하면 우리 몸을 보호하고 심지어 변형하기도 하며, 아름다운 선율을 만들어내기도 한다. ‘최고의 발명품’ 목록에 끈이 자주 등장하는 건 아니지만, 나는 여기에 꼭 끈이 포함돼야 한다고 생각한다. \_211쪽, 6장 〈끈-실용적이면서도 우아하고 눈에 거슬리지 않기 위한 선택〉 중에서

인류가 물을 필요로 하고 물에 의존했기 때문에 수많은 펌프가 물 운반 용도로 개발되었다. 17세기 무렵부터 엔지니어들은 다른 액체, 다른 용도로 눈을 돌렸다. 19세기와 20세기에는 산업화가 진행되면서 펌프 설계가 급속도로 발전했고 펌프는 매우 다양한 용도로 사용되었다. \_243쪽, 7장 〈펌프-심장의 기능을 대신할 수 있는 유일한 도구〉 중에서

## 추천의 말

인류는 수천 년 동안 도구를 만들고 발전시켜왔다. 식물에서 얻은 섬유질로 끈과 천을 만들던 원시 시대부터 거대한 건물과 교량을 세우고, 인공 심장으로 사람을 살리며, 우주비행사가 지구 밖에서도 생존할 수 있는 현대에 이르기까지. 인류가 만들어 낸 물건은 곧 인류의 역사다. 오늘날의 우리를 살아가게 하는 수많은 기계와 건물, 일상 속 물건들은 무척 복잡해 보이지만, 로마 야그라왈은 엔지니어링을 이해하는 일곱 개의 눈을 뜨게 해준다. 그와 함께 못, 바퀴, 스프링, 자석, 렌즈, 끈, 그리고 펌프의 일곱 가지 사물을 중심으로 세상을 둘러보는 새로운 시선은 곧 인류의 삶을 이해하는 흥미로운 여정이다.

로마 야그라왈은 말한다. 우리는 엔지니어링을 통해 존재해왔다고. 우리가 사물을 만들고 사용하는 방식이 곧 우리의 과거와 현재와 미래를 구성하는 일부라고 말이다. 엔지니어링을 이해하는 것은 우리가 문명을 이룩하고 번성하며 때로 누군가를 착취하기도 했던, 인류의 삶의 방식과 문명 공동체의 핵심을 이해하는 것이기도 하다. 엔지니어링이 무엇인지 몰라도 괜찮다. 이 책은 당신에게 공학을 가르치려 들지 않는다. 대신, 우리의 복잡한 삶을 이루는 작고 단순한 것들에 대한 다채로운 이야기를 들려준다.

-심채경(천문학자, 《천문학자는 별을 보지 않는다》 저자)

공학을 통해 표현되는 인간의 창의적이고 독창적인 생각의 기원을 탐구하는 멋진 책.

-마크 미오도닉(《사소한 것들의 과학》 저자)

이 책은 현대사회를 이루는 작고, 경이롭고, 평범한 것들에 대한 매혹적인 러브레터다.

-로먼 마스(《도시의 보이지 않는 99%》 저자)

엔지니어라면 꼭 읽어야 할 필독서

-안나 플로지이스키(재료공학자)

로마 야그라왈은 스토리텔링의 대가다. 그는 모든 페이지마다 호기심, 기술에 대한 지식, 열정을 가득 채워 넣는 완벽한 이야기꾼이다. 역사 속에 등장하는 엔지니어들의 독창성에서 영감을 받고, 미래의 혁신에 대해 긍정적인 꿈을 꿀 수 있게 되었다.

-제스 웨이드(물리학자, 《나노Nano》 저자)

이 책은 위대한 발명품뿐만 아니라, 이를 만들고 사용하는 사회 그리고 그 영향을 받는 사람들에게 대한 이야기를 들려준다.

-애덤 R. 샤피로(과학사학자)

이 놀랍도록 매력적인 책에는 우리가 사용하는 대부분의 기술이 몇 가지 독창적인 공학적 혁신들이 반복된 결과물이라는 심오한 메시지가 담겨 있다. 로마 야그라왈은 이러한 발명품들을 생생하게 되살려낸다.

-필립 볼(과학저널리스트, 《원소》 저자)