



민제원 경기 상현교 2

영화 승리호의 **나노봇**이  
가능할까요

A



이덕환 교수가 답하다

우주 SF 영화 ‘승리호’에 등장하는 ‘나노봇(nanobot)’은 나노미터 크기의 초소형 로봇입니다. 나노미터는 10억 분의 1m로 세상의 모든 물질을 구성하는 원자의 크기에 해당하는 영역입니다. 영화 속에서 나노봇은 자기 복제 능력까지 갖췄고, 나노봇을 만든 사람들조차 이해할 수 없는 신비스러운 기능을 발휘합니다. 몸속에서 뇌 신경과 결합해서 놀라운 초능력을 보이고, 우주를 오염시키는 우주 쓰레기를 먹어 치우며 심지어 유전자를 조작해서 죽어가는 식물을 순식간에 살려내는 신기한 능력도 있습니다.

### 다양한 작업을 수행하는 로봇

로봇의 시대는 빠르게 진보하고 있습니다. 한국은 전 세계에서 산업용 로봇을 가장 활발하게 사용하는 나라입니다. 산업용 로봇은 외부의 컴퓨터

가 지시하는 작업을 수행하지만 최근에는 내장된 컴퓨터로 스스로 상황을 판단해서 작업을 수행하는 자율형 로봇도 속속 등장하고 있습니다.

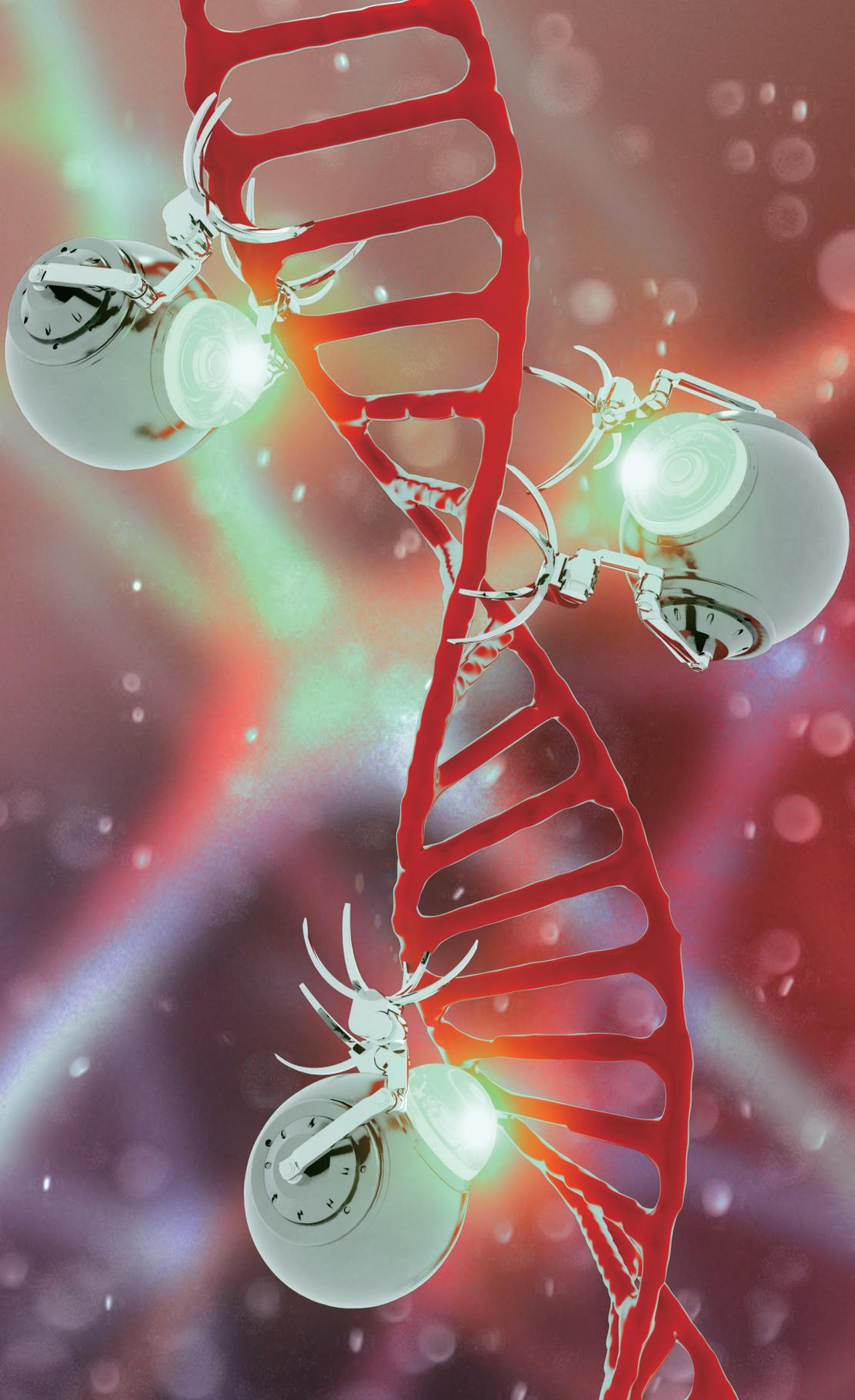
기업 입장에서 산업용 로봇은 생산성을 높여주는 유용한 기술입니다. 불량률이 낮아지고, 작업 시간에도 제한이 없습니다. 하지만 이점만 있는 것은 아닙니다. 로봇이 인간을 대체하면 일자리가 줄어 심각한 사회 문제가 일어날 수 있다는 주장도 있습니다. 기업이 로봇으로 얻은 이익을 사회에 환원시키는 새로운 제도 등이 필요합니다.

기업 외에도 로봇은 다양한 곳에서 활약합니다. 우선 인간을 대신해 위험한 작업을 수행합니다. 인체에 해로운 페인트를 분사하는 자동차 도색 작업이 대표적인 예입니다.

공기 한 줌 없는 우주 공간에서 우주선을 수리하거나, 잠수부가 들어갈 수 없을 정도로 깊은 바다에서 작업을 수행하는 로봇도 있습니다. 사람이 다루기에는 부품의 크기가 너무 크거나 작은 경우에도 로봇이 유용합니다. 가정이나 매장에서 일상생활을 보조해주는 로봇도 있고, 장애인이나 노약자를 도와주는 로봇도 있습니다.

인간과 닮은 로봇 ‘휴머노이드(humanoid)’도 개발되고 있습니다. 일본 기업 혼다가 2000년에 개발한 ‘아시모(ASIMO)’는 사람의 얼굴이나 음성을 인식하고, 호출 신호에 반응합니다.

평지는 물론이고 계단과 경사면에서도 시속 3km 정도의 속도로 자유롭게 보행을 할 수 있습니다. 한국에서도 2004년 오준호 KAIST 교수팀이 휴머노이드 로봇 ‘휴보(HUBO)’를 개발했습니다. 휴보는 장애물을 피해서 걸어 다니고 춤까지 출 수 있습니다. 휴머노이드 로봇은 앞으로 인간의 지능과 감각, 행동까지 묘사해 인간과 협력하며 다양한 역할을 할 것으로 기대됩니다.



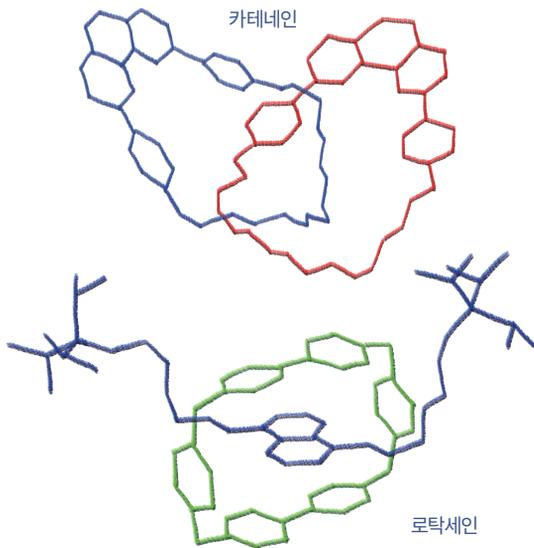
## 분자 세계를 지배하는 나노봇

로봇은 여러 단계의 복잡한 일을 스스로 알아서 수행할 수 있다는 점에서 단순한 작업을 반복적으로 수행하는 기계와 구분됩니다. 나노봇의 역사는 기계에서부터 시작합니다. 나노미터 크기의 ‘분자 기계(molecular machine)’는 1983년 최초로 등장했습니다. 프랑스의 화학자 장 피에르 소바주는 구리 이온을 이용해 도넛 모양의 탄화수소인 카테네인(catenane) 분자를 기계적인 결합으로 연결했습니다.

1991년 미국의 화학자 프레이저 스토더트는 화합물 로탁세인(rotaxane)으로 피스톤 운동을 하는 분자 기계를 만들었습니다. 이 연구로 분자 기계를 외부 자극에 따라 운동을 조절하는 물리적 스위치로 활용할 가능성이 열렸습니다. 네덜란드의 화학자 베르나르 페링하는 1999년 분자 기계의 결정판 격인 ‘분자 모터’를 합성했습니다. 화학적으로 연결된 두 개의 평평한 회전날개 분자가 한 방향으로만 회전했습니다. 세 화학자는 가장 작은 기계를 합성한 업적으로 2016년 노벨 화학상을 받았습니다.

승리호의 나노봇은 ‘폰 노이만 탐사선(von Neumann probe)’의 개념과 유사합니다. 미국의 수학자 존 폰 노이만이 고안한 이 탐사선은 나노 크기 기계가 우주 물질을 이용해 자가 복제를 하고 우주를 탐사합니다.

이론상으로만 존재하던 나노봇은 20세기 후반 생명과학 분



야에서 가능성이 움뚝습니다. 생명체는 나노미터 수준에서 원자와 분자를 생체 조직으로 변환시키는 천연 나노 공장입니다. DNA 속 유전정보를 이용해 단백질을 합성하는 세포기관 리보솜(ribosome)이 나노 공장의 핵심이죠.

DNA는 단순히 단백질 합성에 필요한 정보만 가지고 있지 않습니다. 후손에게 유전정보를 물려주는 자기 복제 기능도 있습니다. 이뿐만이 아니죠. 생명체가 끊임없이 변화해 주변 환경에 적응하는 진화도 DNA 덕분에 가능합니다. 영화 승리호 속 나노봇의 신비스러운 자기 복제 능력도 사실은 DNA에서 힌트를 얻었을 것으로 짐작합니다.

실제로 나노봇은 질병을 진단하고 치료하는 의료 분야에서 활용될 가능성이 높습니다. 이미 위장이나 혈관의 내부를 자세하게 살펴보는 나노봇인 캡슐 내시경이 개발되고 있습니다. 캡슐 내시경이 상용화되면 수술을 하지 않고도 질병을 정확하게 진단할 수 있습니다. 약물을 작용 부위에 정확하게 전달해주는 ‘약물 전달 시스템(drug delivery system)’으로 나노봇을 활용할 수도 있습니다.

나노봇이 실현되면 적은 비용으로 우주 탐사를 할 수 있습니다. 지금까지는 우주를 탐사하기 위해 엄청난 연료를 소비하는 초대형 탐사선만을 제작해 왔습니다. 돌발상황이 생겨 탐사선이 불능이 되면 탐사는 종료되고 말았습니다. 수많은 우주 나노봇을 한꺼번에 발사해 각종 상황을 뚫고 살아남는 몇 대로 탐사를 하면 손실 비용을 줄일 수 있을 것입니다.

나노봇의 에너지원 후보로는 우주의 자기장이 유력합니다. 우주로 나아가면 외부에서 연료를 공급할 필요가 없다는 의미입니다. 하지만 자기장으로 추진하는 나노봇을 실현하려면 예상치 못한 전기장이나 자기장을 만났을 때 항로를 이탈하는 문제를 해결해야 합니다.