

## Nanorobot may aid fight against cancer

## MEDICINE

# Nanorobot may aid fight against cancer

Research team develops tiny device to target specific cells in the body

By DARA WANG  
in Hong Kong  
dara@chinadailyhk.com

A research team from the University of Hong Kong has developed the world's first light-guided nanorobot, a sub-microscopic device with the potential to travel through the bloodstream, curing sickness.

Some experts say nanorobots as key components in scientific efforts to heal medical conditions.

The device's developers say it has the potential to help

remove tumors and block the growth of cancer cells. The tiny robot was developed over three years by an eight-member team led by assistant professor Tang Jinyao from the chemistry department of the university.

The device compares in size to a human blood cell, with a diameter of only 2 to 3 micrometers. Injected into the human body, it can travel through the bloodstream, with wide applications for biomedicine.

Guided by light as dim as a

“The early model could be capable of delivering medications into cancer cells to block their growth without harming nearby cells.”

Tang Jinyao, assistant professor from the University of Hong Kong

table lamp, the nanorobot can move in different directions. “The early model could be capable of delivering medications into cancer cells to block their growth without harming nearby cells,” Tang said.

The findings were published on Oct 17 in the scientific journal Nature Nanotechnology.

Previously, the only method to remotely control nanorobots was by incorporating a tiny magnetic field inside the motor. However, the single transmitting direction of magnetism limits the variety of information it can carry.

One of the breakthroughs by Tang's team was to direct

more precise orders to the device through light, because light has more variances in color, direction and focal points than a magnetic field.

The inspiration comes from the movement of green algae, a single-celled organism that can sense the direction and intensity of light and swim toward the source.

Based on this concept, the team developed the nanorobot using two easily obtained semiconductor materials — titanium dioxide and silicon — both of which have high light sensitivity.

Both materials are nontoxic and can be broken down, enhancing their biocompatibility, Tang said.

bility, Tang said.

In its current stage, the tiny robot is guided by ultraviolet light, which is easily sensed, but causes radiation, Tang said. The team is exploring the possibility of the robot being driven by infrared rays that emit lower energy and thus cause less damage.

Functioning like a solar battery, the motor requires an aquatic solution to produce a chemical reaction. The team is looking for possible chemical elements to simulate the blood components to enhance the motor's compatibility in the human body, said Dai Baohu, a PhD student from the team.

## Nano-lifesavers being prepared for battle



**Tang Jinyao, holding a nanorobot model that is 30,000 times the size of the actual micro machine, says the technology he and his team have developed has many medical applications.**

CHAN HO-HIM

## Nano-lifesavers being prepared for battle

Chan Ho-him

University of Hong Kong chemists have developed the world's first light-seeking nanorobots, which could be injected into people with the mission of treating cancer or going about other lifesaving work.

A nanorobot, which has a diameter 50 times less than a human hair, "swims" to a target by following ultraviolet light around it, the chemists explain in this month's scientific journal *Nature Nanotechnology*.

The robots are composed of non-toxic titanium dioxide and silicon, and the idea is that they can be navigated to work on complex clinical operations such as removing tumors in a non-invasive manner.

"It's like a micro-sized remote-control boat," said assistant professor Tang Jinyao, who joked: "My dad didn't buy me a remote-control boat when I was a kid so I made my own."

Magnetic propulsion has been used widely to power nanorobots, though medical applications are limited.

But the HKU-developed nanorobots, attracted to ultraviolet light, are easier to control, Tang said.

"Light has more capability and intensity variations than magnets," he explained. "It is easier to control the nanorobots."

As for a mechanism, once a nanorobot has been injected into a body it can be seen through a CT scan. And a medical expert using a "joystick" could set it to work on tasks such as blocking blood vessel growth in tumors. But fine-tuning is still needed on light intensity and nanorobot accuracy.

A nanorobot can also be left in a body as titanium dioxide and silicon dissolve after six months.

Tang, who led seven PhD chemistry students over three years in developing the technology, said it could be at work in real-life situations within 10 years once testing on animals and trials are finished.

Besides work on tumors and suchlike, the technology could also be used for delicate repairs.

Tang pointed out too that "treating cancer with chemotherapy makes patients so weak and damaged. Eventually they die because you cannot apply more. These nanorobots could perform precision and targeted drug delivery [and reduce] damage to a patient.

"Many lives could be saved," Tang said.

thomashh.chan@singtaonews.com



## 光控納米機械人 注入人體抗癌

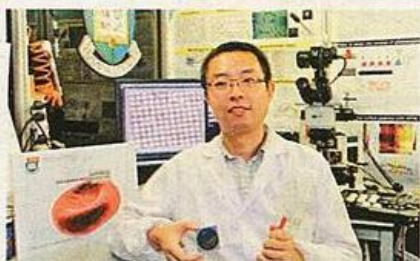
頭條日報 WWW.STHEADLINE.COM

32 • LOCAL NEWS

TUE 25 | 10 | 2016

# 光控納米機械人 注入人體抗癌

科技一日千里，應用於醫學上可為患者提供新的治療方法。香港大學研發出全球首個由光驅動的合成納米機械人，可望應用於生物醫學等範疇，將它注入人體，以非介入治療方式，去除腫瘤細胞或輸送靶向治療藥物，為疾病治療提供新方案。



香港大學化學系唐晉堯博士(見圖)的研究團隊，研發出由納米樹結構，以硅和二氧化鈦兩種半導體材料合成納米機械人，利用光能作為驅動力，並且以光引導納米機械人運動，做出跳舞和拼寫出單詞等，有關研發更在國際頂尖科學期刊

《自然—納米技術》(Nature Nanotechnology) 中發表。

### 可輸送標靶藥物

唐博士指，納米機械人的靈感源於自然界的綠藻，因其可感受光線的射入方向和強度變化，團隊經過三年的努力而成，現在納米機械

人雖然還未能應用於疾病治療，待下一步的研究，可望研發更高效和更具生物相容性的納米機械人系統，技術若加以強化，未來有望用於醫療用途，包括將微型納米機械人注入人體內，去除腫瘤細胞或輸送靶向治療藥物。

冀注入人體除瘤輸送標靶藥 港大研發納米機械人助治癌

# 冀注入人體除瘤輸送標靶藥 港大研發納米機械人助治癌

【香港商報訊】記者周偉立報道：科學界近年致力於將超微型納米機器應用於醫療上，香港大學化學系研究團隊成功研發出全球首個以紫外線控制、體積與血細胞相若的微型納米機械人，希望日後可以將它們注入人體，以非介入治療的方式，去除腫瘤細胞或輸送靶向治療藥物，為疾病治療提供新方案。

## 全球首以光作為推動控制

超微型納米機器是近年科學發展的主流，設計納米機械人的一個主要難題，是如何讓納米機械人感知並對周遭環境作出反應。由於這些納米機器的大小通常只有幾個微米(約一根髮絲的50分之一)，要將普通的電子傳感器和電路整合到納米機械人中，極其困難且成本高昂，研究人員現時普遍選擇的方法是透過注入磁性材料，利用外部磁場控制納米機器的運動方向。

港大化學系助理教授唐晉堯研發的納米機械人，使用光能作為驅動力，並以光引導納米機械人運動，是全球首個成功開發以光作為推動力並證明其有效的研究團隊。他介紹，靈感源於自然界中的趨光性綠藻，

這些單細胞生物體具感光能力，可以藉由感受光線的射入方向和強度變化，朝着光源的方向運動，經過3年努力，最終研發出光控納米機械人，其研究成果已發表於10月份的國際頂尖科學期刊

《自然—納米技術》(Nature Nanotechnology)。

## 機械人懂隨紫外線方向活動

唐晉堯表示，納米機械人使用創新的納米樹結構，由可以感光的硅和二氧化鈦這兩種普通且廉價的半導體材料組成，他們以硅納米線為骨幹、二氧化鈦納米

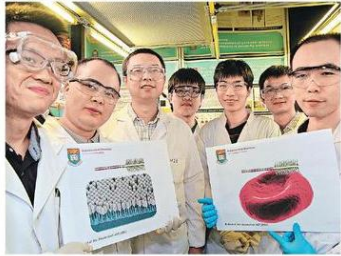


唐晉堯博士進行研究情況。

線為枝葉形成樹狀的三維異質結構，製成的納米機械人懂得隨紫外線方向移動，包括「跳舞」、拼寫出單詞等。雖然現時仍未能將納米機械人應用於疾病治療，他希望日後可將機械人應用於醫療，例如將它們注入人體，以非介入治療的方式，去除腫瘤細胞或輸送靶向治療藥物，但由於機械人進入人體可能有害，仍需時解決。



## 港大開先河 研光控機械人治癌



■唐晉堯(左三)及其研究團隊，放大的了光控納米機械人外形似刷子。(港大提供圖片)

## 港大開先河 研光控機械人治癌

在經典科幻電影《奇妙旅程》中，科學家駕着被縮小至微型的納米潛艇，深入人體中修復受損的大腦。這些改變人類生活的故事情節，也許是激發現實世界科學家研究興趣的來源。港大化學系博士唐晉堯及其研究團隊花上三年時間，成功研發出全球首創的光控納米機械人，能透過感應光，從而上下左右移動。研究團隊期望10年內，機械人可應用在醫療用途上，治療癌症。

光控納米機械人外形像刷子，面積僅一根頭髮直徑的50分之一，體積與紅血球相若。它以硅和二

氧化鈦這兩種感光能力強，又帶有電荷的半導體製造。加入催化劑後，當感測到光便會產生化學反應和電場，可以前後及左右移動。

### 體積與紅血球相若

唐晉堯表示，相比現時以磁力控制的納米機械人，光控機械人會較靈活、成本較低、能接收更多訊號，更適合用於醫療用途，如在治療癌症等生物醫學範疇，做法是將機械人注入人體，以非介入治療方式，去除腫瘤細胞或輸送標靶藥物，有望可減少

化療的副作用。

要派送這些機械人進入體醫病，尚有兩大技術問題尚待解決，包括微型機械人須在特製溶液內才能移動，但溶液對人體有害，未來須研發對人體無害的代替品；另外，須研發更具穿透力的特製光束(BEAM)，以控制在人體內深處的納米機械人，並就技術作醫理研究。唐晉堯期望，5年內可完成微型機械人在人體內運作的基礎研究，完成後會進行臨床測試，期望10年內可真正應用在醫療用途上。有關研究結果於國際科學期刊《自然—納米技術》發表。

## 納米機械人可入體除瘤



傳統的「磁控納米機械人」主要以磁力導向，變化較少；這款世界首個「光控」納米機械人，主要以紫外線引導，因兩種製造物料硅和二氧化鈦都具有感光性，令機械人在感應到光時產生化學驅向反應，變得有趨光性，像飛蛾撲火般向光線方向移動。

### 料10年才可實際應用

唐晉堯說，團隊花了近3年時間研究「光控納米機械人」，優勝之處是變化多，同時光較磁力的通訊能力和效率更高，可應付更複雜的任務。他舉例說，磁力控制只局限於開和關兩個選項之間，但光控的變化大增，如機械人可在感應到不同顏色的光

線後，做出不同動作的反應。

現時研究進度允許納米機械人在不同光控程式下活動，包括「跳舞」、拼寫單詞等。團隊展望技術可用在手術、藥物輸送、工業及手機維修上。預計需花10年時間，機械人才可實際應用。[M]





港大研光控「納米機械人」 注入體輸藥堵血管殺癌細胞

# 港大研光控「納米機械人」

## 注入體輸藥 堵血管殺癌細胞

創科

【明報專訊】香港大學化學系研究團隊耗時3年，研究出全球首個以紫外線控制的「納米機械人」，當接觸到紫外線便會移動至目標部位。每個機械人僅如紅血球般大，團隊盼將來可以將技術應用於醫療用途，例如將機械人注射至人體內，以輸送藥物至癌細胞作治療，但仍面對多項困難。

有關研究已刊登在國際科學期刊《自然——納米技術》（*Nature Nanotechnology*），研究團隊今年已向美國專利及商標局申請專利，現正等待審批。

紅血球大小 可移至特定目標

負責研究的港大化學系助理教授唐晉堯表示，今次港大研發的「納米機械人」每個僅如紅血球般大，是以「硅」（Silicon）及「二氧化鈦」（Titanium oxide）為物料。唐晉堯解釋，目前普遍「納米機械人」是透過磁性材料，利用磁場控制納米機器的移動方向，但港大的納米機械人則可以感光，當接觸到紫外線後便會產生化學反應，移動至特定目標；研究人員亦會加入少量催化劑，加強化學反應。

傳送信息勝磁控機械人

至於用光控制機械人有何好處，唐晉堯表示，光可以有方向、顏色等變化，故傳送信息的方式及可能性，比以磁場控制的機械人多；未來可以機械人輸送藥物至癌細胞，對付腫瘤，或堵塞個別血管令癌細胞死亡。

續研究困難多 料需逾10年方可應用

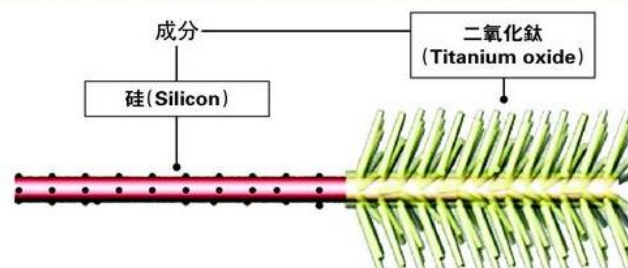
唐晉堯指出硅及二氧化鈦可於人體內分解，但「納米機械人」需要放在特定的溶液才能進行化學反應以致移動，而此種溶液對人體有害，暫未能應用於人體。他預計未來仍需研究可「生物相容」的物質，至實際應用可能需要花上10年以上。

香港綜合腫瘤中心醫務總監潘冬平表示，如果要將納米機械人在人體應用，相信仍需一段長時間。他說，每個腫瘤內的血管密度、滲漏性等方面都不同，而且較「亂」及複雜，故機械人能否有效進入血管發揮作用，需要再研究。



港大化學系助理教授唐晉堯表示，今次研發的「納米機械人」以「硅」及「二氧化鈦」製作，因這兩種物料可以感光，當接觸到紫外線後便可以移動。（邱雅鈞攝）

### 「納米機械人」簡介



研發者	香港大學化學系研究團隊
體積	如紅血球般細小
運作原理	硅及二氧化鈦本身有感光特性，當納米機械人接觸到紫外線，便會產生化學反應並移動（為加強化學反應，研究人員會加入少量催化劑）
繼續研究目標	將「機械人」注入人體，負責輸送藥物到致癌細胞，或堵塞個別血管，以阻止癌細胞生長

圖：香港大學提供

## 港大研納米機械人殺癌細胞

### 港大研納米機械人殺癌細胞

【本報訊】香港大學化學系研發出號稱是全球首例的「光導向納米機械人」，能透過感應紫外線，從而上下左右移動，而體積僅如一個紅血球的大小。研究團隊期望機械人日後可應用在醫療用途，以治療癌症，但預料仍需花約十年，才可將機械人發展至應用層面。

「光導向納米機械人」是由港大化學系助理教授唐晉堯及其研究團隊花了三年時間研發，該機械人由硅及二氧化鈦這兩種感光能力強、帶有電荷的半導體組成，並加入催化劑，當機械人在感測到紫外線後，便會產生化學反應和電場，可以左右移動。另外，機械人亦會

透過「化學修飾」作用，修訂其移動行為（motion behaviour），從而可前、後移動。

唐晉堯指，過去學界一直研究以磁場控制納米機械人，但如以光作為驅動，由於光有不同顏色，傳遞方式比磁場控制更具彈性，令納米機械人更能靈活運動。他期望納米機械人可應用在治療癌症等生物醫學範疇；將機械人注入人體，以非介入治療方式，將藥物直接輸送至癌細胞，減少對健康細胞的破壞，亦可利用機械人堵住血管，令癌細胞死亡。有關研究已於本月在國際科學期刊發表。



港大研發首個光控納米機械人

# 港大研發首個光控納米機械人

【本報港聞部報道】香港大學化學系唐晉堯博士的研究團隊，研發出全球首個由光驅動的合成納米機械人。納米機械人與人體血細胞大小相若，深具研發潛力，有望應用於生物醫學等範疇。展

望未來，科學家能夠

將這些微型納米機

械人注入人體，以

非介入治療的方式，

去除腫瘤細胞或輸送靶向

治療藥物，為疾病治

療提供新方案。

為生物醫學應用發展超微型的納米機器，已經成為近年科學發展的主流。設計納米機械人的一個主要難題，是如何讓納米機械人感知並對周遭環境作出反應。

## 可跳舞及拼出單詞

由於這些納米機器的大小通常只有幾個微米（約一根髮絲的五十分之一），要將普通的電子傳感器和電路整合到納米機械人中，極其困難且成本高昂。目前研究人員普遍選擇的方法是透過注入磁性材料，利用外部磁場控制納米機器的

運動方向。

在《自然—納米技術》的論文中，研究團隊成功展示了納米機器在不同的光控程式下活動，包括「跳舞」、拼出單詞等。納米機械人可以對照射的光作出反應，如同飛蛾撲向火焰一般，證明利用光控，納米機械人能夠靈活和有效地運動。唐博士形容它們可以看見光，並且駛向光源。

唐晉堯又稱，現在的納米機械人雖然還未能應用於疾病治療，他們下一步的研究，便是研發更高效和更具生物相容性的納米機械人系統。期望不久的將來，為納米機械人的應用帶來突破。」



唐晉堯博士

## 港大研發首個光控納米機械人

# 港大研發首個光控納米機械人

香港大學研發出全球首個光控納米機械人，其大小與人體紅血球相若，相比十年前以磁控方式僅控制納米機器的開關，新研發的機械人能以光傳送更多的



■唐晉堯在發布會上，手持較光控納米機械人大約三萬倍的實物講解。

劉潔伶攝

信息，並由光引導，作出往前後、左右，甚至不同形狀的活動。化學系助理教授唐晉堯期望，十年後能將其應用在醫學上，例如注入癌症病人身體內輸送標靶藥物等。有關研究論文剛在國際頂尖科學期刊《自然——納米技術》(Nature Nanotechnology)上發表。

### 注人體送標靶藥除腫瘤

港大化學系助理教授唐晉堯及其研究團隊花了三年時間，在部分經費獲研資局的資助下，最終研發出全球首個光控納米機械人。其大小與人體紅血球相若，面積只有一根髮絲的五十分之一。唐稱在設計上參考綠藻趨光的特性，感應光線的射入方向和強度，做出更有效的光合作用。機械人又採用創新的納米樹結構，以硅納米綫為骨幹、二氧化鈦納米綫為枝葉，組成三維不對稱結構。唐晉堯形容「綠藻只有兩隻

眼，但納米機械人就像有逾百隻眼睛」。

實際操作方面，由於硅和二氧化鈦皆是感光能力強、帶有電荷的半導體，所以加入催化劑，當機械人感測到光後，就能產生化學反應和電場，可以左右移動。再配合電腦編碼程式(coding)，機械人能發生「化學修飾」作用，修訂其移動行為(motion behaviour)，從而往前後，甚至不同形狀的活動，作出趨光和厭光的反應。

唐晉堯說，相較十年前以磁控方式僅控制納米機器的開關，新機械人能以光傳送更多信息，完成更複雜指令，並由光引導，更靈活地運動，例如將它注入癌症病人體內，以非介入治療形式，毋須開刀，就能輸送標靶藥物或去除腫瘤細胞，不損害良好細胞，減低對病人造成的傷害；他們將繼續進行有關研究，期望十年後能在醫學層面應用。

記者 劉潔伶



## 首個光控納米機械人 僅紅血球大 港大研發 冀作醫學用途

港大化學系研發出全球首個以光驅動的合成納米機械人，由半導體硅和二氧化鈦組成的納米機械人雖然只有紅血球般大小，但可透過感應紫外線的來源及強度而移動。研究團隊期望10年後可應用於醫學用途。

現時的機械人以外部磁場控制為主，港大化學系助理教授唐晉堯與其研究團隊，花了3年時間，研發出以光引導的納米機械人。在《自然—納米技術》（Nature Nanotechnology）的論文中，研究團隊成功展示了納米機器在不同的光控程式下活動，包括跳舞、拼寫單詞等。納米機械人亦可對照射的光作出反應，證明利用光控，納米機械人能夠靈活和有效地運動。

廉價半導體組成 可靈活運動

納米機械人主要由硅和二氧化鈦兩種較廉價的半導體組成，硅和二氧化鈦本身具感光功能，在感受到紫外線射入的方向和強度後會產生化學作用，令機械人能夠朝相對應的方向移動。硅常用於手機配件，二氧化鈦則常用於防曬用品。

唐晉堯期望納米機械人日後能應用於醫學用途，為疾病治療提供新方向，例如利用機械人以非介入治療的方式，去除腫瘤細胞或輸送藥物至癌細胞等。但由於機械人在進入人體時需配合指定的溶液，但有關溶液含有對人體有毒的物質，故現階段機械人仍未能正式應用，需待研發其他可取代的物料及接受檢驗等。

港大首研光控納米機械人 助輸送標靶藥物 去除腫瘤細胞

# 港大首研光控納米機械人

## 助輸送標靶藥物 去除腫瘤細胞

科幻電影常有微型機械人的情節，如《奇妙旅程》中納米潛艇深入人體修復受損大腦，其技術未來十年可能成真，為生物醫學應用提供嶄新發展方向，未來某天，人們毋須在手術室做手術。香港大學化學系研發出號稱全球首個「光控納米機械人」，能感應光進行上下左右的移動，大小僅約幾微米（約一根髮絲的五十分之一）。研究團隊表示，未來有望應用於生物醫學等範疇，如輸送標靶藥物，甚至可以去除腫瘤細胞。

大公報記者 楊州

「光控納米機械人」是由港大化學系助理教授唐晉堯的研究團隊研發，證實以光作為納米機械人的推動力是可行的方案，其納米機械人由硅和二氧化鈦這兩種感光性較強，且帶有電荷的半導體材料組成，並加入催化劑，其材料可於兩至六個月後在體內分解。當納米機械人在感應光後，會產生化學反應及電場，可以左右移動。同時，為了精準納米機械人的移動，研究團隊更加入「化學修飾」（俗稱編程），控制其移動行為，如前後移動。

### 光控運用形成有序運動

唐晉堯表示，納米機械人研究目前仍處於磁力控制層面，而是次研究則以光引導，實屬全新的發展方向。他續說，研究

理念源於趨光現象，如飛撲燈下的蛾子及水裏游動的綠藻等，若將光控運用於納米機械人，能提升其靈活性，並形成有序運動。這技術為疾病治療提供新方案，納米機械人注入人體，以非介入治療方式，輸送標靶藥物或是去除腫瘤細胞。

### 十年後可進入實際應用

唐晉堯補充稱，納米機械人雖然採用無毒的物料，但是研究方案所配合的特定溶液對人體有害，研究團隊仍尋求或研發無害溶液，以取代原有溶液，「過程預計需時十年」，方可投入應用階段。另外，研究團隊表示，接着向研究資助局申請撥款，用於研發更高效、更具生物兼容性的納米機械人，為其應用帶來突破。



◀唐晉堯及其研究團隊研發全球首個「光控納米機械人」，突破原有的磁力控制層面



納米機入體 送藥殺癌魔 僅髮絲直徑五十分之一 料10年後可「應市」

# 納米機入體 送藥殺癌魔

## 僅髮絲直徑五十分之一 料10年後可「應市」

香港文匯報訊（記者 黎志）經典科幻電影《奇妙旅程》（Fantastic Voyage）中，科學家駕駛着被縮小至微型的納米潛艇，深入人體中修復受損的大腦，執行不同的指令，科學家快要將之變成現實。香港大學化學系助理教授唐晉堯領導的團隊研發出全球首個光控納米機械人，它只有幾微米，約為髮絲直徑的五十分之一，與人體血細胞大小相若。專家擬將之應用於生物醫學範疇，先把它注入人體，以光引導其移動，以去除癌細胞或輸送標靶藥，預計機械人約在10年後可投入實際應用。

發展生物醫學應用超微型納米機器已成科學界潮流，今年諾貝爾化學獎的3名得獎科學家正是從事「分子機器的設計和合成」研究，供日後研究組合成更複雜的分子機械，應用於單分子包括蛋白質分子等的操作。

### 光能變動能 引導機械活動

唐晉堯解釋指，設計納米機械人的其中一個難題，是如何讓它感知並對周遭環境作出反應。由於這些納米機器的大小通常只有幾個微米，要將普通的電子傳感器和電路整合到納米機械人中，極其困難且成本高昂。目前研究人員普遍是透過注入磁性材料，利用外部磁場控制納米機器的運動方向。

唐晉堯團隊以3年多研發的光導向納米機械人，用光能作為驅動力，並能以光引導機械人活動。團隊受趨光性的綠藻所啟發，綠藻可感受光線的射入方向和強度變化，朝着光源運動以便進行光合作用。他們研發的新型機械人，以納米樹作結構，並由硅和二氧化

鈦組成，這兩種半導體材料理論上無害，成本便宜又感光，故可透過光控制機械人移動方向。唐晉堯補充指，同時研究人員可利用編程，控制機械人的移動路徑，提升準確性。

納米機械人體積細小，與人體血細胞大小相若，有望應用在醫療用途，包括非入侵性治療，去除腫瘤細胞或輸送標靶藥物。唐晉堯預計機械人可切除癌細胞，或直接向細胞輸入藥物等，「相比其他治療方式會殺死癌細胞和健康的細胞，納米機械人治療可更為有效，減少對病人的傷害。」

### 當前配合機器人液體有害

不過，雖然硅和二氧化鈦分別可在兩個月至6個月後在人體分解，但研究中與機械人配合的液體對人體有害，故研究人員未來仍要研發更高效且更與生物相容的納米機械人系統，最快可能要在10年後才能實際應用。



圖為唐晉堯手持放大三萬倍的機械人模型，以及利用顯微鏡放大展示機械人。 黎志 攝

上述的研究成果剛於本月的科學期刊《自然—納米技術》中發表，當中展示了納米機器在不同的光控程式下活動。

## 港大研發 納米機械人 靠光控入人體治病

在科幻電影中，納米機械人常常擔當重要角色，解決問題，甚至能進入人體內作各種修補任務；這些情節將有機會在10年後於現實世界發生。香港大學研究團隊成功研發出「光控納米機械人」，利用其體積與人體血細胞相若、以光導向控制移動方位的特點，將其注入人體，準確地去除體內腫瘤細胞或輸送標靶藥物，為治療疾病帶來新方案。

港 大 研 發

# [納米機械人] 靠光控入人體治病

香港大學化學系研究團隊經過3年時間，成功研發出全球首個、與人體血細胞大小相若的光控納米機械人。領導研究的港大化學系助理教授唐晉堯表示，新納米機械人靈感來自大自然中一些綠藻，它進化出最早的感光能力；而這些微小的單細胞生物體，可以



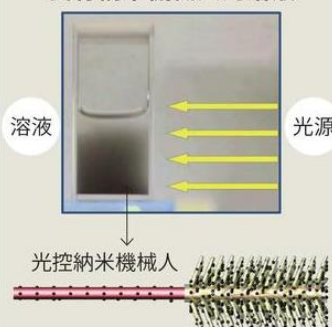
唐晉堯左手所持為放大3萬倍的機械人模型。(麥尚受攝)

感受光線的射入方向和強度變化，並朝著光源的方向運動以便進行更有效的光合作用。

### 兩物料成本低廉

在趨光性綠藻的啟發下，研究組利用多年時間，研發出光控納米機械人，並使用納米樹結構，僅由硅和二氧化鈦這兩種具有高感光能力及帶有電荷的廉價半導體組成，令機械人使用光能驅動，並且以光引導納米機械人運動，是全球首個成功開發以光作為推動力並證明其有效的研究。有關研究已在國際頂尖科學期刊《自然—納米技術》(Nature Nanotechnology) 中發表。

### 裝有納米機械人的溶液



光控納米機械人可以對光源作出反應，在感測到光後產生電場和化學反應，從而有效移動。

### 成功控制跳舞併字

研究團隊更在論文中，成功展示了納米機器在不同的光控程式下活動，包括「跳舞」、拼寫單詞等。唐晉堯形容，「它們可以看見光，並且駛向光源」。納米機械人可以對光作出反應，如同飛蛾撲向火焰一般，證明利用光控，機械人能夠靈活和有效地活動。對比過往以磁力控制，光控機械人能夠攜帶更多的信息量，並且可以操控機器人作更多樣化的任務。

### 仍有難題尚待解決

不過，研究亦遇上難題，唐晉堯指，由於這些納米機器的大小，通常只有幾個微米，約一根髮絲直徑的五十份一，如果要將普通的電子傳感器和電路整合到納米機械人中，極其困難且成本高昂。

至於另一難題是組成機械人的硅和二氧化鈦雖常見於雪櫃及太陽油，可自然分解，對人體無害，但兩物質賴以運作的溶液，卻對人體有害，故目前仍在尋找該溶液的替代品，因此預計需要至少10年時間才能將技術應用在醫療層面上。團隊下一步會繼續研究更有效應用的物料，並嘗試與醫療團隊合作，研究如何將機械人用作臨牀醫學用途，如在不損害良好細胞的情況下，為癌症病人輸送標靶藥物、去除腫瘤細胞，或堵塞血管至癌細胞死亡。

唐晉堯展示載有數百萬納米機械人的容器。(鍾式明攝)