

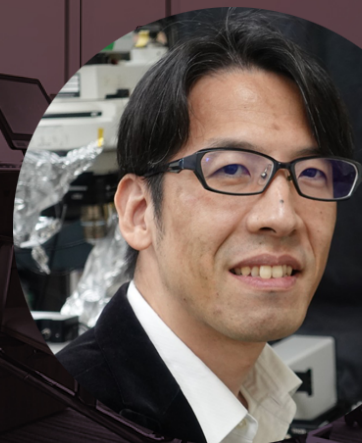
No.31 Nov. 2022

## FEATURE STORY

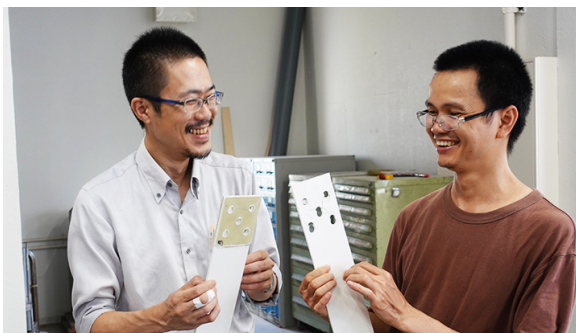
# Enabling disease diagnosis and viral detection with ultra-sensitive microsensors

Professor Kazuhiro Takahashi is working on the development of ultra-compact biosensors that can be used to diagnose diseases, and...

[Read More...](#)

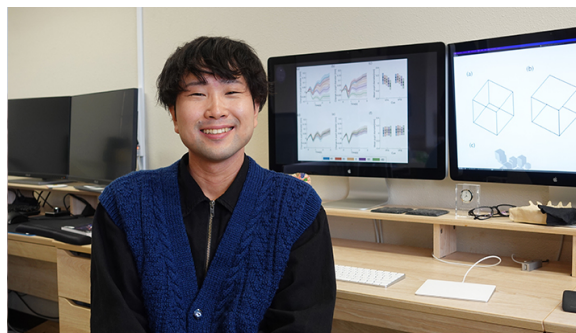


## Research Highlights



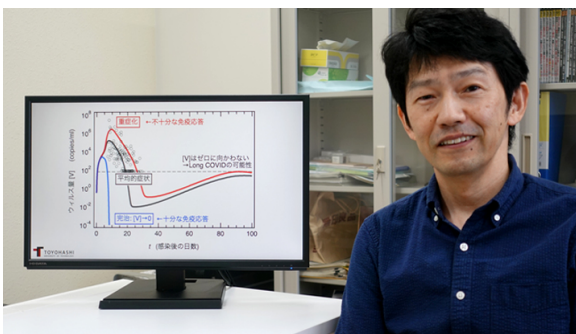
Aiming to improve joint connection technologies for light-weight and high-strength structures

New design method for fiber reinforced polymer buildings



Perception depends on whether you are looking up or down

Discovering that intensity of perceptual bias in specific views varies depending on posture



Are persistent infections of novel coronavirus the cause of sequelae in infected hosts?

Systemic infection with compromised immunity deemed risks for persistent infections



A higher level of sensitivity and smaller size for diamond magnetic sensors

Next-generation diamond quantum sensors using nanostructures

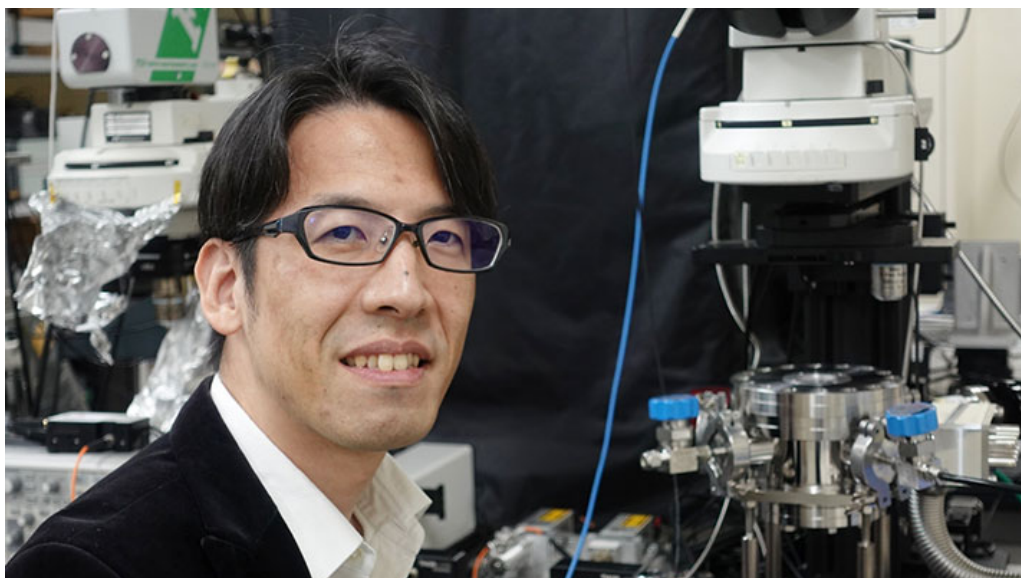
## Pick Up

Victory for the TUT Robot Contest Club at the 2022 NHK Student Robot Contest!



# Enabling disease diagnosis and viral detection with ultra-sensitive microsensors

**Kazuhiro Takahashi**

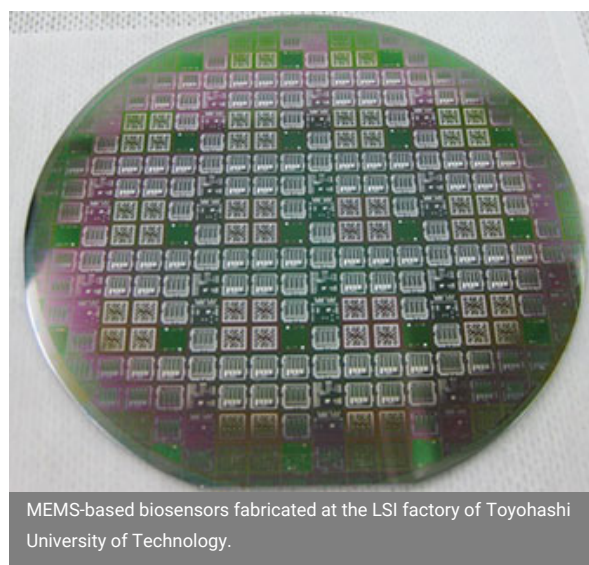


Professor Kazuhiro Takahashi is working on the development of ultra-compact biosensors that can be used to diagnose diseases, and more. What makes these sensors special is the use of optical interference to measure mechanical changes that occur when the substance to be measured is absorbed onto a suspended thin film on a microchip. The sensors will enable cancer screening, virus detection, and other functions to be performed by the compact device with a high level of sensitivity as well as with ease. In addition, Professor Takahashi is seeking to apply this mechanism to the development of devices that can detect virus particles in the air.

*Interview and report by Madoka Tainaka*

## Microchips play a useful role in biomarker testing and beyond

In recent years, disease-specific proteins (biomarkers) in the blood, such as prostate-specific antigen (PSA) and carcinoembryonic antigen (CEA), have been measured during medical checkups and other health exams to help screen for diseases. Since biomarkers can be measured from a tiny amount of blood, they are an extremely useful indicator linked to early diagnosis and treatment of diseases. Until now, however, it has been necessary to examine each individual biomarker using bulky equipment, such as biochemical analyzers, and testing can only be conducted at certain facilities. By detecting biomarkers with a microchip, and using a smartphone to carry out the analysis, Professor Takahashi hopes to enable users to manage their health at home and elsewhere, at an affordable price.



MEMS-based biosensors fabricated at the LSI factory of Toyohashi University of Technology.

"We already know about various kinds of disease-specific biomarkers, and research has identified specific proteins involved in serious cases of COVID-19. If we were able to test for these at home or in a rest home, using our smartphones, it would be possible to provide priority treatment to patients who have higher values. Since our sensors not only examine blood, but also saliva, urine, and exhaled breath, I think they can be applied in a wide range of areas, such as health care and prevention of infectious diseases."

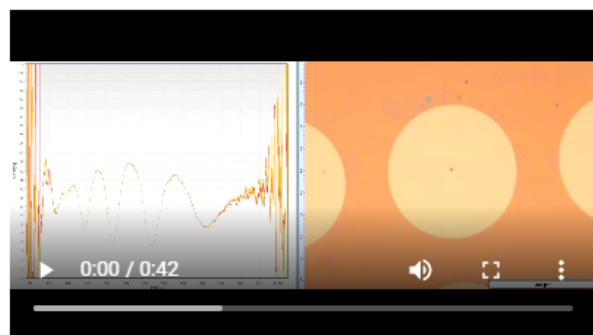
Professor Takahashi and his team are developing a semiconductor microchip that will unlock the potential of such a visionary device. Above the chip sits a thin film, engineered to adsorb only the molecule that needs to be measured (modified chemically to adsorb only a specific substance, such as a receptor), and the device detects the mechanical change that occurs when the target molecule is adsorbed onto the film. The point is to form the film so that it floats above the substrate of the semiconductor.

"In other words, there is a tiny gap of less than one micrometer between the semiconductor and the film. Now, for a polymer film that adsorbs a biomarker, the thickness of the film will be about 100 nanometers. When molecules attach to this film, since each molecule is electrically charged, the molecules repel each other, and the film naturally expands into a dome shape. In other words, the film deforms due to the stress caused by the adsorption of molecules. To facilitate this deformation, the film must be as thin as possible, and there needs to be a gap between the semiconductor and the film. Then, by measuring the degree of deformation, you can determine how much of the target molecule has been adsorbed."

## Enhanced sensitivity through sensing with optical interference

Professor Takahashi is also working on the detection of virus and gas molecules, which are even smaller than biomarkers. What they are measuring here is the mass of the molecule.

"To measure the molecular mass, voltage is applied to make the film vibrate. The frequency of vibration depends on the molecular mass: When molecules such as viruses attach to the surface of the film, the mass increases, and the vibration frequency falls. By measuring this frequency, we can observe how much of the molecule has been absorbed. So in both cases we are utilizing the functionality of micro-electromechanical systems (MEMS), but we are doing so in two different ways: In one we observe the deformation of the film due to intermolecular force, and in the other we actively apply a voltage to make the film vibrate and observe the change in frequency," explains Professor Takahashi.



Motion of a MEMS sensor associated with molecular adsorption (60x speed). The interaction of adsorbed molecules deforms the freestanding membrane, resulting in a change of optical interference.

So how do the sensors detect the film deformation or changes in the vibration? They use the principle of optical interference. The idea is to measure an optical phenomenon called "Fabry-Pérot interference", which occurs when a film is illuminated by a monochromatic light source, such as a red laser. What makes this research unique is the use of optical interference to detect biosensors.

"Here too, the gap between the semiconductor and the film is critical. Because the wavelengths at which the beams of light reinforce each other change depending on the thickness of the gap between the semiconductor and the film—the same principle as Newton's rings, which we studied in high school physics. In other words, as molecules are adsorbed and the film expands, increasing the thickness of the gap, the colors produced when the light is applied change. This light intensity (change in color) is detected using a semiconductor—a complementary metal oxide semiconductor (CMOS)—image sensor."

With CMOS image sensors, which are also used in smartphone cameras, if a different film is prepared for each pixel, a 10-megapixel CMOS sensor, for example, can in principle detect 10 million different substances. This means that it would also be possible to view the types of molecules adsorbed onto each film (pixel) as an image.

"The conventional method used for biosensing is to observe reactions in a solution, but since this new method allows you to observe molecules in the air it is also well suited to downsizing and integration. What's more, the measurements can be done at a level of sensitivity more than two orders of magnitude higher than other methods," says Professor Takahashi.

He will now work toward commercializing the technology in partnership with industry.

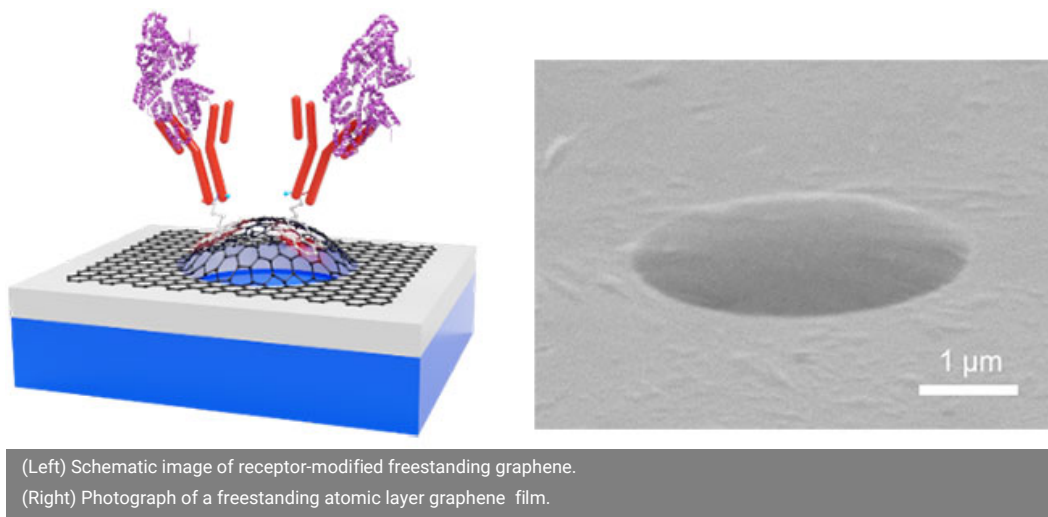
## Detection of viruses in the air

What Professor Takahashi is focusing on right now, however, is the development of an innovative sensor that can detect COVID-19 particles in the air.



"PCR testing is designed to show if the subject is infected. Since the reaction is examined in a solution, it takes time for the result to come through. But what we really need right now is 'on-the-spot' infection control. So, we've developed a sensor that can visualize virus particles in the air. The sensor, which tests for the presence of the virus in exhaled breath, could be used to check whether people are infected upon entering a facility or boarding an airplane, or for screening of high-risk contacts. With sensors installed at different locations, it would be possible to visualize viral hotspots and use the information to create hazard maps. So, the technology can be used to visualize risk."

This sensor adopts the same principle as the one introduced above, the main difference being that it uses an ultra-thin film with a single atomic layer. The film is only 0.34 nanometers thick. The reason for using such a thin film is that if the mass of the film is closer to that of the molecule to be adsorbed, a larger reaction—a higher level of sensitivity—can be achieved. The research team has already created a chip, in which graphene film (a sheet of carbon atoms) floats freely from the semiconductor substrate, which is more sensitive than a conventional silicon-based MEMS sensor.



"When a single virus particle—which weighs 100 attograms, or about  $10^{-16}$  grams—attaches to the film, this alone causes the frequency of vibration to fall by as much as 100 kilohertz. This means that, in principle, the sensor can detect a single virus particle. But making something this small not easy. In particular, when modifying the antibody molecule on the graphene we need to perform the process in a solution; but even just adding it to a solution causes it to break. To solve this problem, we enhanced the strength of the graphene structure by making innovative changes to the structure of the graphene, successfully modifying the antibody molecule."

"In fact, this sensor was originally developed to detect influenza viruses. In the future, we hope to be able to test for COVID-19 and influenza simultaneously," adds Professor Takahashi.

This is exactly the kind of technology we need today; we look forward to its speedy rollout.

## Reporter's Note

Professor Takahashi explains how in high school he was fascinated by rockets and space development. As a university student, he stepped unexpectedly from the macro to the micro world.

"It was while I was researching optical switches at graduate school that I learned that Toyohashi University of Technology had a fully-fledged LSI factory, and I resolved to do research there one day," recalls Professor Takahashi. All the sensors introduced in this article were developed at the university.

Furthermore, Toyohashi University of Technology has just been selected for the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology's Initiative to Establish Next-generation Novel Integrated Circuits Centers (X-NICS). We hope that the research of Professor Takahashi and his team will spark a series of breakthroughs, helping drive the revival of Japan's semiconductor industry.

## 小型の超高感度センサで病気の診断やウイルスの検知を可能に

高橋一浩教授が手がけるのは、病気の診断などに活用できる超小型のバイオセンサの開発だ。その特徴は、計測したい物質がマイクロチップ上の薄膜に吸着した際の力学的な変化を、光の干渉を使って測るというもの。これにより、がん診断のスクリーニングやウイルスの検知などを高感度に、しかも小型のデバイスで簡単に実現できるようになるという。さらにこのしくみを応用して、空気中のウイルス検知のデバイス開発にも挑んでいる。

### ■ バイオマーカーなどの検査に役立つマイクロチップ

PSA（前立腺特異抗原）やCEA（胃がん大腸がんなどの腫瘍マーカー）に代表されるように、近年、健康診断や人間ドックなどでは、血液中の病気由来のタンパク質（バイオマーカー）を測ることにより、病気の診断のスクリーニングに役立てている。ごくわずかな血液から調べることができるバイオマーカーは、病気の早期診断・治療につながる極めて有用な指標の一つだ。しかしこれまで、それぞれのバイオマーカーを大型の生化学分析装置などを使って調べる必要があり、検査できる施設に限られてきた。高橋教授はこれをマイクロチップで検出し、解析にスマートフォンを利用することで、家庭などで安価に健康管理を行えるようにしたいと語る。

「現在、さまざまな種類の病気由来のバイオマーカーが知られていますが、そのなかには、新型コロナウイルスの重症化に関わる特定のタンパク質も報告されています。これを家庭や療養施設などで、スマートフォンを使って検査できれば、数値が上がってきた人を優先して治療することもできるでしょう。我々のセンサは、血液だけでなく、唾液や尿、呼気なども調べることができるため、ヘルスケアや感染症の予防などに幅広く応用できると考えています」

この夢のデバイスの可能性を拓くのが、高橋教授らが開発する半導体のマイクロチップだ。これは、チップの上に測りたい分子を特異的に吸着するような工夫（レセプターなど、特異な物質のみを吸着できる化学的な修飾）を施した薄膜を被せ、対象の分子が膜に吸着した際に生じる力学的な変化を検出するというもの。ポイントは、半導体の基板上に膜を浮かせた状態で形成することにある。

「つまり、半導体と膜の間に1マイクロメートル以下のわずかに隙間があるんですね。ちなみに膜の厚さは、バイオマーカーを吸着する高分子の膜なら100ナノメートル程度です。この膜に分子がつくと、それぞれの分子が電荷を持つことから、互いに反発し合う力が働き合って、膜が自然にドーム状に膨らみます。つまり、分子が吸着したことによる応力によって、膜が変形するのです。この変形を促すために、膜はできるだけ薄く、そして半導体と膜の間に隙間が必要なわけです。そして、この変形の度合いを検出することで、対象となる分子がどれくらい吸着したのかを検出できる、というしくみです」

### ■ 光の干渉を使ったセンシングで高感度に

さらに高橋教授は、バイオマーカーよりもさらに小さいウイルスやガスなどの検出にも取り組む。このときに測るのは分子の質量だ。

「分子の質量を測る際は、電圧をかけて膜を振動させます。膜の振動の周波数は質量に依存しますが、膜の表面にウイルスなどの分子が付着して質量が増え、周波数が下がります。これを調べることで、どれくらいの量の分子が吸着したのかがわかります。つまり、同じMEMS（Micro Electro Mechanical Systems：微小電気機械システム）の機構を使いながら、分子間の応力による膜の変形を見る場合と、積極的に電圧をかけて膜を振動させてその周波数の変化を見る場合と、二つのパターンを採用しているというわけですね」と高橋教授は説明する。

では、どうやって膜の変形や振動の変化を検出するのか。このとき用いるのが光干渉の原理だ。膜に赤色レーザーなどの単波長を照射した際に生じる「ファブリペロー干渉」という光の作用を計測するという。バイオセンサの検出に光の干渉を使うところに、この研究の独自性がある。

「ここでも半導体と膜の間の隙間がカギを握ります。というのも、高校の物理で習ったニュートンリングと同じ原理なのですが、半導体と膜の隙間の長さによって強め合う光の波長が変わるからです。つまり、分子が吸着して膜が膨らんで隙間の距離が長くなれば、光を照射した際に観測される色が変化します。この光の強度（色の変化）を半導体、すなわちCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサ検出します」

CMOSイメージセンサは、スマートフォンのカメラなどにも搭載されているセンサだが、たとえば1000万画素のCMOSセンサであれば、1画素ごとに異なる膜をそれぞれ用意すれば、原理的には1000万種類の物質を検出できることになる。かつ、どの膜（画素）にどれくらいの分子が吸着したのかを画像として見ることができる、というわけだ。

「現状のバイオセンシングは溶液の中で反応を見る方式が主流ですが、この方法を使えば空気中での観察が可能なおうえ、小型化や集積化にも適しています。しかも、他の方式に比べると二桁以上も高感度に測ることができるのです」と高橋教授。今後は、製品化に向けて産学連携を進めていくという。

### ■ 空気中のウイルスの検出に

一方、現在、高橋教授が注力しているのが、新型コロナウイルスを空気中でそのまま検出できる画期的なセンサの開発だ。

「PCR検査は、感染したかどうかを調べるものですね。溶液中の反応を調べるため、結果が出るまでに時間もかかります。しかし、いま求められているのは、むしろその場でできる感染予防でしょう。そこで我々が開発したのが、空気中のウイルスを可視化できるセンサです。これは、センサに呼気を吹きかけることでウイルスの有無を調べることができるというもので、施設内への入館や機内への搭乗の際に感染していないかどうかを調べたり、濃厚接触者のスクリーニングなどに活用したりできます。また、各所にセンサを配置しておけば、ウイルスの多い場所を可視化でき、ハザードマップにも役立てられる。つまりリスクの見える化が可能になるわけです」

このセンサも先述したものと原理は同じだが、大きなちがいは原子一層の極薄の膜を用いることにある。厚さはわずか0.34ナノメートル。これほど膜を薄くする理由は、膜の質量を吸着する分子の質量に近づけることで大きな反応が得られる、つまり感度を高めることができるからだ。すでにグラフェン（炭素原子でできたシート）の膜を半導体の基板から浮かせて自立させたチップを作製し、従来のシリコンを使ったMEMSセンサに比べて、より優れた感度を実現している。

「ウイルス1個の質量は100アトグラム、すなわち $10^{-16}$ ほどですが、ウイルスが1個ついただけで膜の振動の周波数が100キロヘルツ程度下がります。つまり、このセンサを使えば、原理的にはウイルス1個から検出できることになります。もっともこれだけ小さなものをつくるのは容易ではありません。とくに、グラフェン上に抗体分子の修飾をつける際に溶液中で処理する必要があるのですが、溶液に入れただけで壊れてしまう。そこで、グラフェンの構造に工夫を凝らすことで強度を高めて、抗体分子の修飾に成功しました」

実はこのセンサは、もとはインフルエンザの検出用に開発したものなのだという。「今後は、コロナとインフルの同時検出も実現していきたいと思います」と高橋教授。まさにいますぐに求められている技術であり、迅速な社会実装に期待したい。

（取材・文＝田井中 麻都佳）

## 取材後記

高校時代はロケットや宇宙開発に憧れていたという高橋教授。大学では思いがけず、マクロとは真逆のミクロの世界に携わることになった。

「大学院で光スイッチの研究をしていたのですが、このときから、豊橋技科大に本格的なLSI工場があることを認識していて、いつか豊橋で研究をしたいと思っていたのです」と高橋教授。今回、記事中で紹介したセンサもすべて学内でつくったという。

なお、豊橋技科大は今年度、文部科学省の「次世代X-nics半導体創生拠点形成事業」に採択されたところだ。ぜひここから、高橋教授らの研究に続く画期的な成果が次々に生まれ、日本の半導体産業の巻き返しに貢献してほしい。

## Researcher Profile



### Kazuhiro Takahashi

Kazuhiro Takahashi received PhD degree in 2008 from The University of Tokyo, Tokyo, Japan. He started his career at Institute of Industrial Science, The University of Tokyo as a postdoc researcher. Since he started his career at Toyohashi University of Technology as an assistant professor in 2009, had been involved in the development of CMOS-MEMS sensors and actuators for optical and biological applications. He is currently a professor at Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute (EIIRIS).

## Reporter Profile



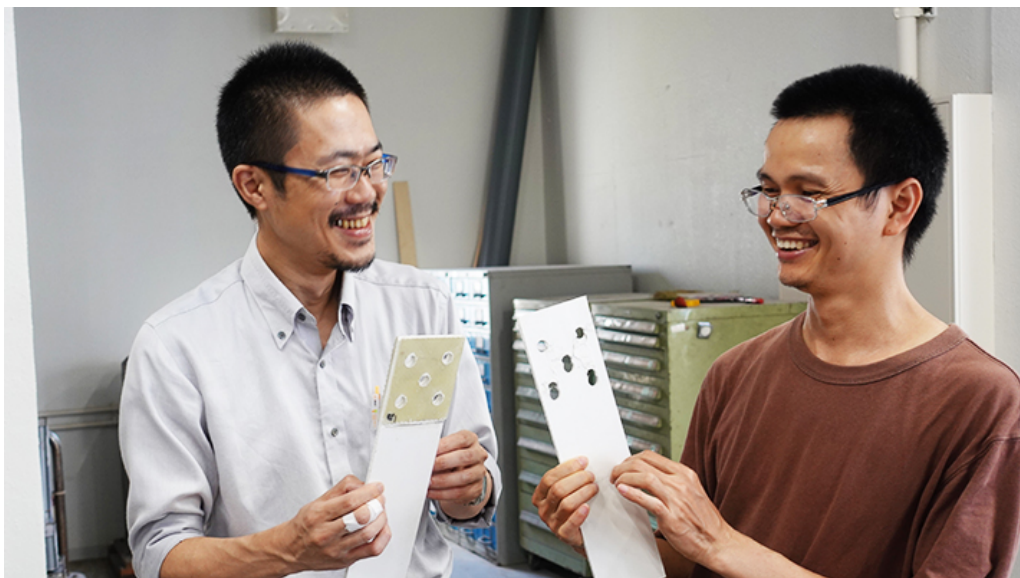
### Madoka Tainaka

Editor and writer. Former committee member on the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Council for Science and Technology, Information Science Technology Committee and editor at NII Today, a publication from the National Institute of Informatics. She interviews researchers at universities and businesses, produces content for executives, and also plans, edits, and writes books.

# Aiming to improve joint connection technologies for light-weight and high-strength structures

New design method for fiber reinforced polymer buildings

Yukihiro Matsumoto



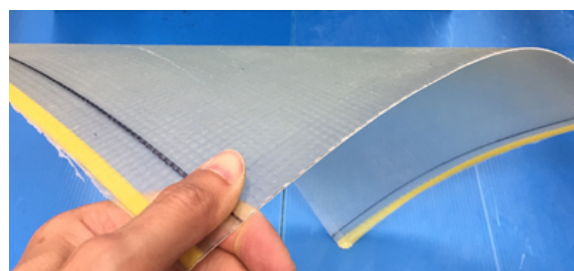
Prof. Yukihiro Matsumoto (left) and his student

A research team (led by Professor Yukihiro Matsumoto) formed as a collaborative project between Toyohashi University of Technology's Department of Architecture and Civil Engineering of and Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute (EIIRIS) proposed and demonstrated a method for improving the dynamic behavior of bolted connections by using Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) materials. As pultruded GFRP materials used in construction applications have reinforced fiber directions aligned along the axis of the member axis, bolted connections are fragile and at a disadvantage in design. The research team demonstrated that a noticeable increase in bearing strength can be realized by pasting a thin GFRP plate to the bolted connection. The plate uses a multi-axial base material molded by vacuum-assisted resin transfer molding which enables high-quality molding. The research team also demonstrated that this method could improve the fragile fracture behavior of the joint connections. The results of this study will enable the design of safer, more secure, and lighter building structures with longer lifespans.

Because of its light weight and high strength, applications for Fiber Reinforced Polymer (FRP) have been increasing, such as its use in the repair and reinforcement of existing buildings, pedestrian bridges, and floodgates. It is expected that FRP material will be used in emergency repairs of structures and the structures of new buildings in the future. The pultrusion method, one of the methods for producing FRP members, can produce long members with ultra-high productivity. It is a commonly used molding method for FRP architectural members. However, because the pultrusion method generally places many reinforced fibers, which ensure the strength and stiffness of FRP materials, in the direction of pultrusion (along the longitudinal axis of the member), it is known to show local damage and brittle fractures around bolt holes when connections are made using bolts, etc. Therefore, care needs to be taken regarding this fracture behavior.

Therefore, the research team has performed research to minimize the increase in weight and production costs and to improve the dynamic behavior of bolted connections. They attempted to achieve this by using vacuum-assisted resin transfer molding, which is used to make parts of ships and blades of wind turbines made of FRP, and by pasting a GFRP plate that is several millimeters thick and has multiple fiber directions.

By reinforcing the necessary areas with only the necessary amount of GFRP, they demonstrated in their experiments that the connection strength of fiber reinforced polymer can be increased significantly without losing the productivity or light-weight properties of FRP. In addition, based on the experimental results and existing design formulas, the research team also proposed design formulas for when their proposed connection-reinforcing method is used and successfully provided data that can be applied in design.



Thin GFRP reinforcement



The research team leader, Professor Yukihiro Matsumoto, said; "As the name suggests, fiber reinforced polymer is a material that requires the good use of fibers. We have reached this idea by observing the fracture behaviors of connections through previous experiments and collecting information on various FRP molding methods. Though it is simple, what we needed was only the pasting of a thin plate to the connection. I am surprised that good effects were observed by carefully considering fiber direction. I think the useful and general-purpose results were obtained due to the enthusiasm of the Ph.D. students in the determination of experimental variables and the development of an experiment plan."

Going forward, the research team will demonstrate the effectiveness of their proposed connection method through connection experiments assuming construction structures as well as experiments and analyses of full-scale specimens and will promote the development of these reinforced connections, aiming for their applications as a reinforcement method for existing FRP structures.

## Reference

Phan Viet Nhut, Quang Duc Tran, Yukihiro Matsumoto : Pin-bearing connection strength of single-bolted pultruded GFRP profiles strengthened by glass fiber sheet, Polymer Composites, 2022.6.  
<https://doi.org/10.1002/pc.26774>

Quang Duc Tran, Nhut Phan Viet, Yukihiro Matsumoto : Multi-Bolted Connection for Pultruded Glass Fiber Reinforced Polymer's Structure: A Study on Strengthening by Multiaxial Glass Fiber Sheets, Polymers, Volume 14, Issue 8, 1561, 2022.4.  
<https://doi.org/10.3390/polym14081561>

## 軽量高強度構造物の接合技術の改善に向けて

### 繊維強化プラスチック建設物の新しい設計法

松本 幸大

---

豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系とエレクトロニクス先端融合研究所の研究チーム（松本 幸大教授）は、ガラス繊維強化プラスチック（GFRP）材料を用いたボルト接合部の力学挙動の改善法を提案・実証しました。建設用途で用いられる引抜成形GFRP材は強化繊維方向が部材軸方向に揃っているため、ボルト接合部が脆弱であり、設計面で不利となっていました。そこに、高い品質で成形が可能な真空樹脂含浸成形（Vacuum assisted Resin Transfer Molding）によって成形した多軸基材を用いた薄肉GFRP板材を貼付することで、大幅な耐力上昇が実現できることを示しました。加えて、接合部の脆性的な破壊挙動も改善できることを示し、本研究成果により、より安全安心で長寿命・軽量な建設構造物の設計が可能となります。

---

繊維強化プラスチック（FRP）は軽量・高強度で耐力性も有する材料であることから、近年、既存建設物の補修・補強のための材料や、歩道橋、水門などに応用が広がっている材料で、今後も応急復旧用の構造物や設備構造への応用が期待されています。FRP部材を製造する手法の一つである引抜成形法は、長尺の部材を極めて高い生産性で製造できる成形法であり、建設部材向けのFRP成形法として広く使われています。しかし、引抜成形法では一般的にFRP材の強度・剛性を担保する強化繊維が引抜方向（部材の軸方向）に多く配置されることから、ボルトなどで接合した場合、ボルト孔周辺での局所的なダメージや、脆性的な破壊を示すことが知られており、設計の際は注意を要する破壊挙動となっていました。

そこで、研究チームは、FRP製の船舶や風力発電ブレードなどに用いられる真空樹脂含浸成形（Vacuum assisted Resin Transfer Molding）を応用し、接合部周辺に板厚数ミリメートル程度の複数の繊維方向を有するGFRPを貼付することで、重量増加や製造コストの増加を最小限に、接合部力学挙動の改善を行う研究を進めてきました。

必要な所に必要な分だけ補強することで、生産性や軽量性を損なわず、繊維強化プラスチックの接合強度を大幅に上昇できることを実験により示しました。また、実験結果と既存の設計式を元として、研究チームが提案する接合部補強法を適用した際の設計式も提案し、設計に応用可能なデータを提供することが出来ました。

研究チームのリーダーである松本 幸大教授は「繊維強化プラスチックは文字通り繊維を上手く使ってあげることが必要な材料です。これまで実験を通して接合部の破壊形態を観察すること、また様々なFRPの成形法の情報収集を行うことで、このアイデアに至りました。薄い板を貼るだけとは単純ですが、繊維方向を上手く考えることで大きな効果がでたことに驚いています。博士後期課程学生が大変熱心に実験変数の決定と実験計画を立てくれたことで、有用で汎用性のある成果に結びついたと考えています。」と語っています。

研究チームは、今後、実際の建設構造物を想定した接合部実験や実大相当の実験・解析を通して、提案する接合法の有効性を示していくとともに、既存のFRP構造物の補強法としても応用できないか、発展を進めていきたいと考えています。



Researcher Profile

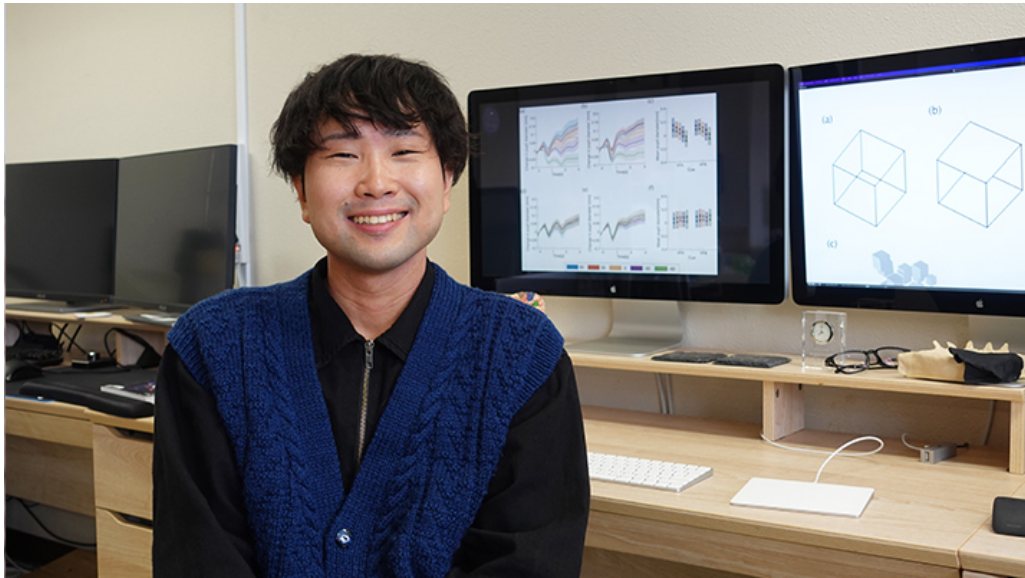


Name	Yukihiro Matsumoto
Affiliation	Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute(EIIRIS)
Title	Professor
Fields of Research	Structural Engineering
Graduated KOSEN	National Institute of Technology, Yonago College

# Perception depends on whether you are looking up or down

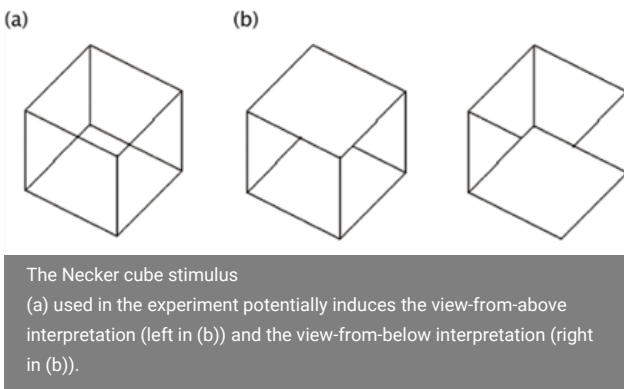
Discovering that intensity of perceptual bias in specific views varies depending on posture

Fumiaki Sato



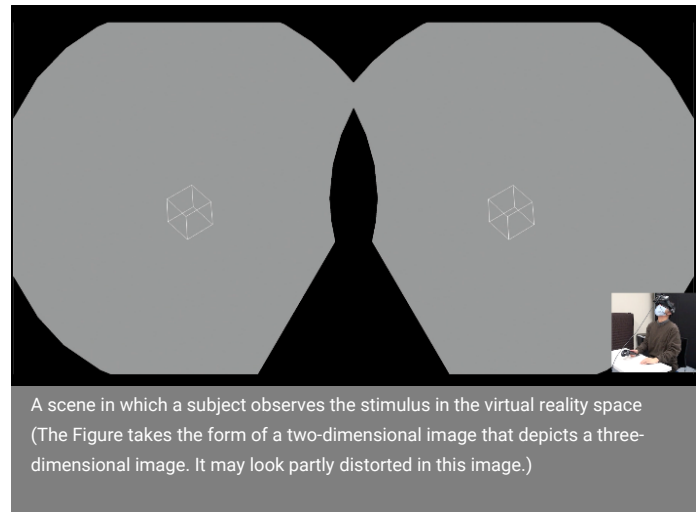
A research team led by Fumiaki Sato, a doctoral student at the Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology with the support of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) Research Fellowship for Young Scientists and professors Shigeki Nakauchi and Tetsuto Minami, discovered that the intensity of perceptual bias in specific views varies depending on the posture of the neck. This research investigated how changes in posture have a contextual effect on visual perception. Specifically, the experiment used the Necker cube as a visual stimulus that would potentially generate two different visual perceptions. In a virtual reality (VR) space, it placed the stimulus above and below each subject and asked them to report how it appeared in a posture that involved looking up at the stimulus and in another posture that involved looking down at it. The experiment revealed that the visual perception of the stimulus varied depending on the viewing posture.

The common belief is that whenever we see something, we perceive the image as cameras do. In fact, our visual perception is flexible, changing with circumstances and context. One well-known phenomenon is the color contrast effect, or the variation in how a specific color looks depending on the colors around it. The mechanism behind these shifts in perception is still largely unknown and investigating it is considered significant to understanding how our visual experience is constructed.



The human visual system processes a tremendous volume of information according to a method that is based on practical experience acquired through learning. This is called the heuristic method, and it has been made clear by a study on the interpretation of ambiguous figures. Take the Necker cube shown in the figure below for example. It is possible to perceive this cube in two different ways. Observers are more likely to recognize it as an image viewed from above than from below. This tendency in perception is called perceptual bias. It is understood that this bias arises from the fact that humans have more experience seeing a cube from above than from below in everyday life. It is known that the human visual system is thus susceptible to an experience-based context. However, it was unknown whether the experiential context is linked to physical posture.

To resolve this point, the research team carried out an experiment using the Necker cube mentioned above to study changes in probability of perception. Participants were asked to how the Necker cube looked when it was placed at each of five different angles, specifically 60°, 30°, 0°, -30° and -60°, in a virtual space. The experiment was conducted not only under a vertical condition, defined as moving the neck vertically, but also under a horizontal condition, defined as moving the neck horizontally, which were provided as controlled conditions. It demonstrated that the probability of the view-from-above (VFA) interpretation is significantly higher in the state of looking vertically downwards than in the state of looking upwards. There was no significant difference observed under the horizontal condition.



Fumiaki Sato, the lead author of the research and a third-year student in the second half of the doctoral course, explains: "In daily life, there will almost certainly be differences in the frequency with which we view particular objects looking up at them or looking down at them. For example, we often see the sun, fluorescent lamps and other light sources when looking up. We rarely see them looking down. Our question was whether the difference in visual experience depending on posture leads to a difference in visual perception, and our experiment sought to answer this. This study employed a stimulus that would possibly induce two different visual interpretations despite constant input. This means that the information received on the retina is identical under any condition. However, the percentage of interpretations did vary depending on the posture. This suggests that the human visual system uses posture as a factor in determining the perception."

The research team has demonstrated that the human visual system flexibly modulates observers' perception according to their posture. This research is expected to help develop a model for the expression of human visual perception. The experiment measured the pupil diameter, believed to reflect the cognitive factor. Although details are not provided, the results suggest that the pupil size is closely related to the neck movement in the vertical direction. A future research objective will therefore be to explore the mechanism behind the links between the perception, the pupil diameter and the posture.

This research benefited from Grant-in-Aid for Scientific Research (B) for *Changing the cognitive world using pupil diameter as an indicator* (Grant Number 20H04273) and financial support for a joint research project on *Interaction with virtual reality through pupillometry* (Project Number 120219917) under the Bilateral Programs from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology and the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). The lead author, Fumiaki Sato, also received a Grant-in-Aid for Scientific Research (Grant Number JP21J12947) from the JSPS.

## **Reference**

Fumiaki Sato, Ryoya Shiimoto, Shigeki Nakauchi, Tetsuto Minami, Backward and forward neck tilt affects perceptual bias when interpreting ambiguous figures, *Scientific reports*, 12, 7276 (2022).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-10985-4>



# 見上げる、見下ろすことによって知覚する内容が変わる！

姿勢変化によって特定の見えにおける知覚バイアスの強さが変化することを発見

佐藤 文昭

豊橋技術科学大学 情報・知能工学専攻博士後期課程 佐藤文昭（日本学術振興会特別研究員）、中内茂樹教授、南哲人教授らの研究チームは、見上げる、見下ろすといった姿勢変化によって、特定の見えにおける知覚バイアスの強さが変化することを発見しました。本研究では、姿勢変化が文脈効果として視知覚に反映されるのかについて調査されました。具体的には、ネッカーキューブと呼ばれる2種類の見え方を知覚することが可能な視覚刺激が実験に用いられました。実験では、バーチャルリアリティ(VR)空間内で、実験参加者の上下に刺激を呈示し、見上げる、見下ろすといった姿勢で刺激の見え方を応答してもらいました。その結果、刺激の見え方が観察姿勢に応じて変化していることがわかりました。

私たちがものを見ると、カメラのように映像を切り取っているように考えがちですが、その時の状況や前後の文脈に応じて、意識にのぼる見え方を柔軟に変化させています。例えば、周囲の色によって対象の色の見え方が異なる「色の対比効果」はよく知られた現象です。このように知覚を柔軟に調整する方法については、未解明な点が多く、これを調査することは、私たちの視覚経験がどのように形成されるかを知るために重要であると考えられています。

私たちの視覚系は膨大な情報を処理するために、「ヒューリスティック」と呼ばれる学習を通じて得られるような経験則に従って処理されています。このことは、曖昧な図形を呈示したときにどのように解釈されるかについて調査した研究によって明らかになっています。例えば、下図に示すように2種類の見え方を知覚することが可能な立方体(ネッカーキューブ)がある場合、観察者は下からではなく上からの視点の見え方が知覚しやすい傾向があります（この知覚の偏りを知覚バイアスといいます）。これは日常生活において、立方体を下から覗き込んで見るより、上から眺める経験の方が多いために生じる現象であると考えられています。このように私たちの視覚系は経験的文脈の影響を受けることが知られています。しかし、この経験的文脈が身体の姿勢変化と結びついているかについては不明でした。

この点を明らかにするために、研究チームは前述したネッカーキューブを使用し、知覚内容の確率変化を調査しました。バーチャルリアリティ空間に5つの角度(60度,30度,0度,-30度,-60度)のいずれかに配置されたネッカーキューブの見え方について実験参加者に尋ねました。実験条件は、垂直条件の他に、統制条件として水平条件でも実験は行われました。その結果、垂直に見下ろした条件のほうが、見上げている状態よりも上から見た外観に見える確率が有意に高いことがわかりました。その一方、水平条件では有意な差はみられませんでした。

「私たちの日常生活では上を向いて見える物体と下を向くときに見る物体の経験頻度は異なっているはずです。例えば上を向くと太陽や蛍光灯といった光源をよく目にしますが、下を向いたときにこのような光源を見る機会は稀だと思います。このような姿勢に応じた視覚経験の違いによって私たちの視覚体験は異なるのか、疑問に持ち、実験を行いました。本研究では、入力が一定であるにもかかわらず、2種類の知覚体験が可能な刺激を用いたので網膜上の情報はどの条件でも一定なはずです。にもかかわらず、知覚率が姿勢に応じて異なったということは、私たちの視覚系では、知覚内容を決定するための手がかりとして姿勢変化を用いていることを示唆しています。」と筆頭著者である博士後期課程3年の佐藤文昭は説明します。

研究チームは、私たちの視覚系は、観察者の姿勢に応じて知覚内容を柔軟に調整されていることを示しました。この研究は、私たちの視覚がどのように表現されているかをモデル化するために役立っていくことが期待されます。また、本実験では認知的要因を反映するとされる瞳孔径についても計測されました。詳細は割愛しますが、瞳孔径は首の垂直方向の動きと密接に関係していることが示唆されました。そのため、どのようなメカニズムで知覚・瞳孔径と姿勢が結びついているのか調査することが今後の研究課題と言えます。

## Researcher Profile

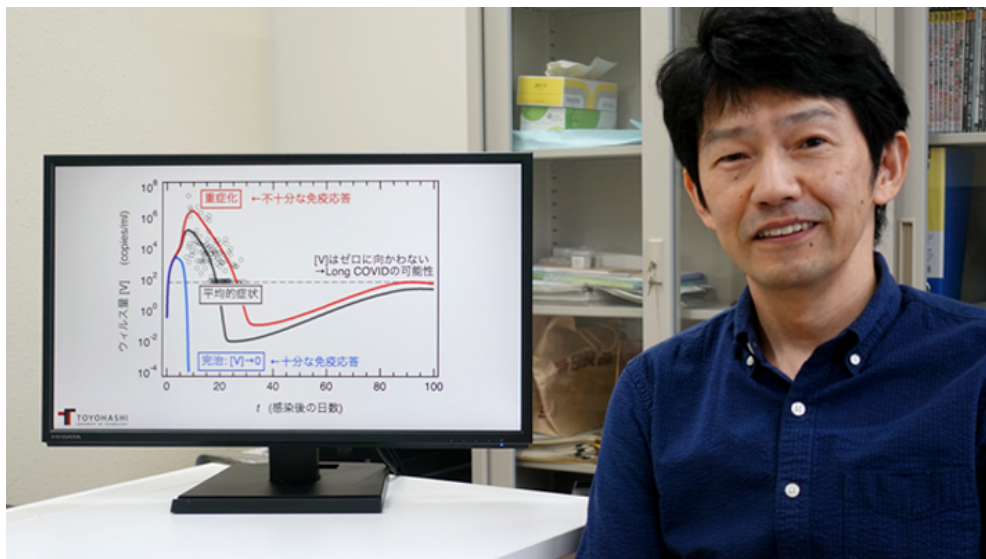


Name	Fumiaki Sato
Affiliation	Department of Computer Science and Engineering
Title	Doctor Course Student
Fields of Research	Subjective Perception
Graduated KOSEN	National Institute of Technology, Oshima College

# Are persistent infections of novel coronavirus the cause of sequelae in infected hosts?

Systemic infection with compromised immunity deemed risks for persistent infections

Kouji Harada

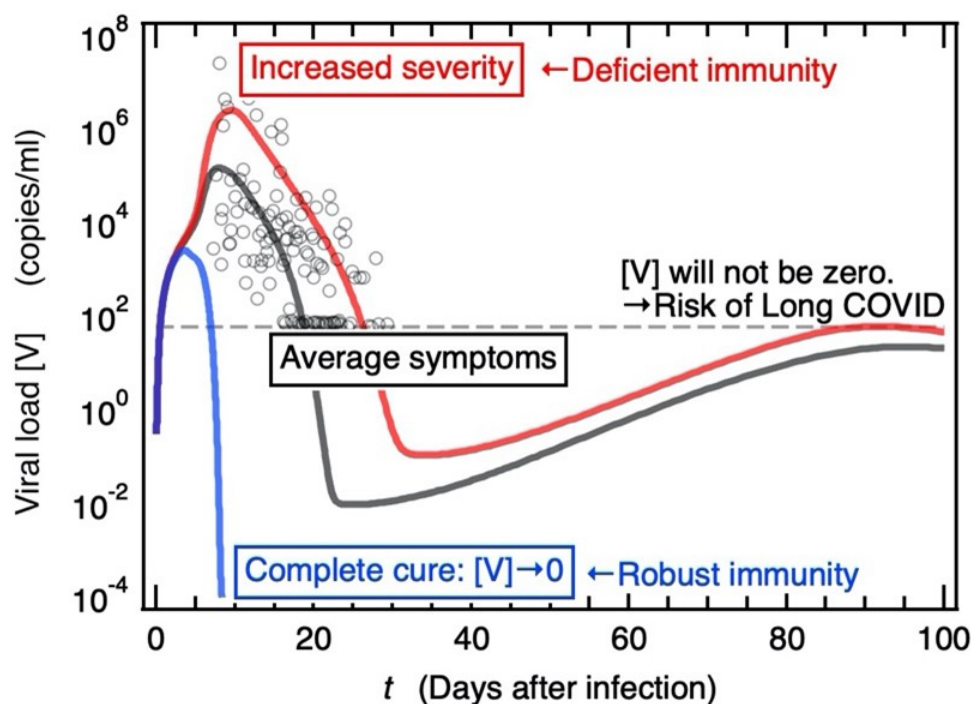


A research team, comprised of Associate Professor Tomonari Sumi of the Research Institute for Interdisciplinary Science at Okayama University and Associate Professor Kouji Harada of the Center for IT-based Education (CITE) at Toyohashi University of Technology, has developed a mathematical model of the immune response within infected hosts that considers systemic infection by the novel coronavirus (SARS-CoV-2), and demonstrated by conducting experimental computer simulations that persistent viral infections within hosts potentially cause long COVID or post-acute sequelae of COVID-19 (Note 1). The research team has also revealed that the systemic nature of the infection is a factor that enables persistent infection within infected hosts.

This novel coronavirus continues to mutate into new strains during repeated waves of infection, dimming the prospects to quell this pandemic. As a result, the number of patients suffering from what has been termed "long COVID" has significantly increased, and is now deemed a major social issue. However, the mechanism underlying this long COVID has yet to be clarified, with several different possibilities proposed. One of these is "persistent infection within infected hosts" whereby the virus remains within the body for a prolonged period after infection. The research team sought to clarify whether such persistent infections within infected hosts actually occur, and if so, to identify the causative factors.

In order to consider these questions, the research team developed a mathematical model that describes the process of persistent novel coronavirus infections within infected hosts as a non-linear simultaneous ordinary differential equation, and conducted simulated viral infection experiments on a computer using models whose parameters had been adjusted based on clinical data from patients diagnosed with the novel coronavirus. The results clarified that the virus is not completely eliminated from the body and causes persistent infection, even in the baseline model that produces an average viral load (see the figure below: Average symptoms). This persistent infection is attributable – in the case of this novel coronavirus, which is systemic – to the enduring presence of sufficient host cells, such that infection sites can readily be found. Mathematically, a complete cure – wherein the viral load is reduced to zero – is represented by an unstable equilibrium point, implying that a complete cure is difficult to achieve.

Next, the research team investigated the influence of age-related immunity levels on disease severity. They demonstrated that factors known to be common risks associated with aging – namely (1) Decreased activity by antigen-presenting cells, and (2) Inhibition of interferon signaling by Type I interferon autoantibodies – significantly increased viral production within the body, leading to severe infections (see the figure below: Severe infection). Conversely, they demonstrated that sufficiently robust activity by antigen-presenting cells and/or antibody production by plasma cells would result in a complete cure by effectively ridding the infected host of the virus (see the figure below: Complete cure). Thus, it can be surmised that enhanced immunity is crucial to avoid persistent infection.



Temporal course of viral load  $[V]$  within infected host after infection "Average symptoms" shows the results derived from a baseline model when applying a mathematical model to clinical data. Results show "Increased severity" based on "deficient" immunity bearing in mind age-related risk factors. Conversely, the results show a "Complete cure" based on "robust" immunity. Aside from "Increased severity", even with "Average symptoms," the viral load  $[V]$  tends to retain a finite value rather than decreasing to zero, as the virus is not completely eradicated from the host. However, "Complete cure" indicates that the virus has effectively been completely eliminated from the infected host.

In addition, it was reported that the number of dendritic cells (Note 2) remained significantly depressed even some seven months after onset, regardless of the severity experienced by novel coronavirus patients, but the reason was unclear. This deficiency in dendritic cells has also been noted in the rare Multisystem Inflammatory Syndrome, which is very similar to Kawasaki disease, and which very occasionally afflicts children infected with this novel coronavirus. The research team's experimental computer simulations demonstrated that dendritic cell numbers remained significantly depressed, and failed to recover even seven months after infection, being consistent with the long-term clinical observations. The main cause is perceived to be the persistent infection by residual virus within the infected host.

Given that some 540 million people out of the global population of eight billion have been infected so far, it is forecast that long COVID will become an increasingly critical issue. Thus, it is desirable to consider effective therapies for novel coronavirus sequelae, bearing in mind the possibility of persistent infection within hosts. This research presents results concerning unvaccinated people who become infected, but little is known about the effect of vaccination-derived immunological memory on persistent infections within hosts. Research that utilizes mathematical models based on clinical data should play a critical role in future in addressing these issues.

This research was made possible by a Grant-in-Aid for Scientific Research (JP20K05431) from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

#### Explanation of Terms

##### Note 1: Sequelae of novel coronavirus (Long COVID)

Even after recovering from the novel coronavirus, various symptoms (sequelae) may be observed in some cases, which WHO defines as, "Symptoms of infection with the novel coronavirus that last a minimum of two months, and cannot be explained by an alternative diagnosis." Reports indicate that 72.5% of patients complain of some residual symptoms two months after being diagnosed with COVID-19, or one month after discharge from hospital, and 54% remain afflicted six months after diagnosis or discharge from hospital. Symptoms include coughing, fatigue, diminished sense of taste and smell, cognitive dysfunction (brain fog), etc., with some patients complaining of multiple symptoms.

##### Note 2: Dendritic cells

These are some of the body's innate immune cells, which ingest and digest foreign substances by phagocytosis, and express their markers on the cell surface to convey data to naive  $CD4^+$  T cells as "antigen-presenting cells." Plasmacytoid dendritic cells, a subtype of dendritic cells, secrete copious amounts of Type I interferon, activating an immune response.

## Reference

Tomonari Sumi, Kouji Harada, Immune response to SARS-CoV-2 in severe disease and long COVID-19, *iScience* 25, 104723 (2022).  
<https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104723>



# 新型コロナ後遺症の原因とされる宿主内持続感染は起きるのか

## 全身性感染と不十分な免疫応答は持続感染のリスク要因に

原田 耕治

岡山大学異分野基礎科学研究所の墨智成准教授と豊橋技術科学大学IT活用教育センターの原田耕治准教授の研究チームは、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）の全身性感染を考慮した宿主内免疫応答の数値モデルを開発し、そのコンピュータシミュレーション実験により、新型コロナ後遺症（Long COVID）（注1）の原因の1つと考えられているウイルスの宿主内持続感染が起こることを示しました。そして、感染が全身性であることが宿主内持続感染を可能にする1つの要因であることを指摘しました。

新型コロナ感染症は、感染の波を繰り返す中で次々と新たな変異株を生み出し、今なお収束の目処が立っていません。それに伴い、新型コロナ後遺症に苦しむ患者は大変な数に上っており、大きな社会問題となっています。しかしながら、この後遺症のメカニズムはまだよく理解されておらず、いくつかの可能性が指摘されています。そしてその1つに、罹患後、ウイルスが長期にわたり体内に残り続ける「宿主内持続感染」があります。研究チームは、宿主内持続感染が実際起こるものなのか、起こるとしたらどのような要因で起こるのか明らかにしたいと考えました。

これらの疑問について検討するため、研究チームは、新型コロナウイルスの宿主内感染過程を非線形の連立常微分方程式として記述した数値モデルを開発し、新型コロナウイルス感染症患者の臨床データをもとにパラメータ調整をしたモデルを使い、コンピュータ上で擬似的にウイルス感染実験を行いました。その結果、平均程度のウイルス量が産生されるベースラインモデル（下図の平均的症状を参照）でも、ウイルスは体内から完全には除去されずに持続感染を引き起こす事を明らかにしました。この持続的感染が可能なのは、感染が全身性である新型コロナウイルスの場合、宿主細胞が常に一定量存在し、感染先が容易に見つかることに起因しています。数学的にはウイルス量がゼロとなる完治状態が不安定な平衡点であり、完治状態が実現されにくいことを意味しています。

次に研究チームは、年齢と相関する免疫の強弱が持続感染に与える影響について調べました。加齢による一般的なリスク因子として知られている（1）抗原提示細胞による活性の低下、並びに（2）I型インターフェロン自己抗体によるインターフェロングナル伝達の阻害は、体内のウイルス産生量を大幅に上昇させ、重症化に至ること示しました（下図の重症化を参照）。一方、抗原提示細胞による活性および/または形質細胞による抗体産生が十分に強い場合では、宿主内からウイルスを事実上完全に除去した完治に到達する事を示しました（下図の完治を参照）。このことから、免疫の強化は持続感染を回避する上で大変重要であると言えます。

一方、新型コロナウイルス感染者が重症化したかどうかにかかわらず、樹状細胞（注2）の数が発症から約7か月後においても、著しく減少したままであることが報告されていますが、その理由ははっきりしていませんでした。この樹状細胞の欠乏は、新型コロナウイルスに感染した小児でまれに起こる川崎病とよく似た多系統炎症性症候群においても報告されています。研究チームのコンピュータシミュレーション実験でも、感染から約7か月経過した時点での樹状細胞数については著しく減少したまま回復しておらず、長期臨床観測と同様の結果が得られました。そしてこの主な原因は、宿主内残留ウイルスの持続感染に起因することが明らかとなりました。

世界人口約80億人に対し、累計感染者数は5.4億人に達しており、新型コロナ後遺症の問題が益々重要な問題となってくると予想されます。そのため、宿主内持続感染の可能性を考慮した新型コロナ後遺症の有効な治療法を検討してゆくことが望まれます。今回の研究は、ワクチン未接種者が感染した場合の結果であり、ワクチン接種によって形成される免疫記憶が、宿主内持続感染および新型コロナ後遺症に与える影響についてはほとんど分かっていません。今後これらの問題に取り組む上で、臨床データに基づいた数値モデルを駆使した研究が果たしてゆくべき役割は極めて大きいと言えます。

本研究は、独立行政法人日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金（JP20K05431）の助成を受け実施しました。

### 用語説明

#### 注1：新型コロナ後遺症（Long COVID）

新型コロナウイルス感染症から回復した後にも、様々な症状（後遺症）が見られる場合があり、WHOでは「新型コロナに感染し、少なくとも2か月以上持続し、他の疾患による症状として説明がつかないもの」と定義している。COVID-19と診断後2か月あるいは退院後1か月経過時に72.5%の患者が何らかの症状を訴え、診断あるいは退院後6か月以上では54%がそれに相当すると報告されている。症状としては咳嗽、倦怠感、臭覚・味覚障害、ブレインフォグなどがあり、複数の症状を訴えるケースもある。

#### 注2：樹状細胞

自然免疫細胞の1つで、異物を食作用により取り込んで消化し、その成分を細胞表面に提示して「抗原提示細胞」としてナイーブCD4<sup>+</sup> T細胞に情報を伝える。樹状細胞のサブタイプ形質細胞様樹状細胞は大量のI型インターフェロンを分泌し、免疫応答を活性化する。

## Researcher Profile



Name	Kouji Harada
Affiliation	Center for IT-Based Education (CITE)
Title	Associate Professor
Fields of Research	Theoretical Biology / Complex Systems

# A higher level of sensitivity and smaller size for diamond magnetic sensors

Next-generation diamond quantum sensors using nanostructures

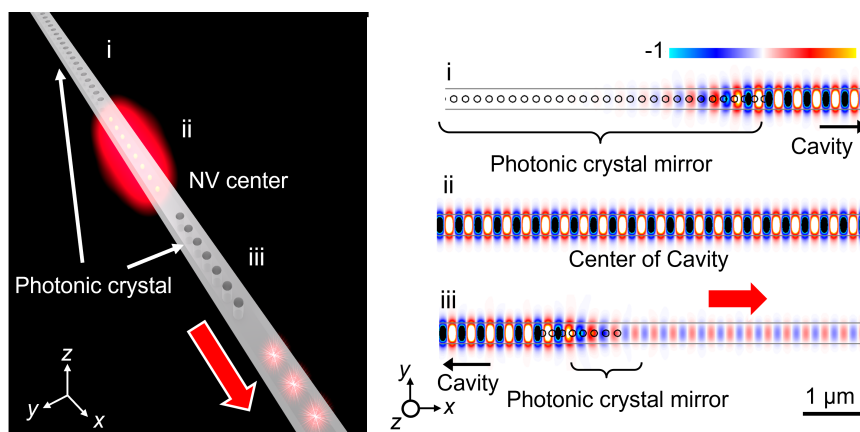
Ryota Katsumi



A research team led by Assistant Professor Ryota Katsumi and Professor Takashi Yatsui from Toyohashi University of Technology's Department of Electrical and Electronic Information Engineering along with Professor Masaki Sekino from the University of Tokyo's School of Engineering has shown that a structural design using nanostructures can further enhance the sensitivity of diamond quantum sensors. The results of this research were published in the *Japanese Journal of Applied Physics* (JJAP) on July 3, 2022.

Nitrogen-vacancy (NV) centers are point defects that form in diamond and have outstanding optical and spin properties. Therefore, it is theoretically understood that if collective NV centers in diamond are used as quantum sensors, it may be possible to achieve high-sensitivity magnetic detection at room temperature. This approach is garnering considerable attention as a potential next-generation, high-performance magnetic sensor. However, reported problems with quantum sensors based on NV centers are that they have a lower level of sensitivity than existing sensors, such as superconducting quantum interferometers. If it is possible to improve the luminescence detection efficiency from NV centers, the magnetic sensitivity can be improved, but due to diamond fabrication being technically difficult, no design has been made to improve the luminescence extraction efficiency of the collective NV center.

In this research, we proposed a resonator device structure that enables enhancement of the luminescence intensity of the NV center and highly efficient luminescence extraction, as shown in the figure, with the aim of achieving a diamond quantum sensor capable of highly sensitive magnetic detection. Using the same structure allows for the further enhancement of the magnetic sensitivity of the NV center, which is expected to be dozens of  $\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ . This is equivalent to existing sensors, such as superconducting quantum interferometers. Furthermore, the device size is small, at only a few  $\mu\text{m}$ , allowing for a significant reduction in the required optical power.



Proposed Diamond Quantum Sensor

Device structure (left) and Calculation results of electromagnetic field simulation (right).

The research team believes that this design device can be produced using existing diamond fabrication techniques. Ultimately, the research team believes that this design can be combined with other integration and optical communication technologies to create the next generation of practical quantum sensors.

The results of this research have been published in the *Japanese Journal of Applied Physics* (JJAP) on July 3, 2022, an English-language journal published by the Japan Society of Applied Physics. This research is supported by the Quantum Leap Flagship Program (Q-LEAP, JPMXS0118067395) of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan. It is also supported by Grants-in-Aid for Scientific Research (18H01470, 20H02197, 20H05091, 20K21118, 21K20428, 22H01525, 22K14289).

Reference

Ryota Katsumi, Masaki Sekino, and Takashi Yatsui, "Design of an ultra-sensitive and miniaturized diamond NV magnetometer based on a nanocavity structure," *Japanese Journal of Applied Physics*. DOI : <https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac7e10>

ダイヤモンド磁気センサーのさらなる高感度化・小型化に向けて

ナノ構造を利用した次世代ダイヤモンド量子センサー

勝見 亮太

豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系 勝見亮太助教、八井崇教授、東京大学大学院工学系研究科 関野正樹教授らの研究チームは、ナノ構造を利用した構造設計により、ダイヤモンド量子センサーの感度がさらに向上できることを示しました。この研究成果は、日本の学会誌「*Japanese Journal of Applied Physics* (JJAP)」に2022年7月3日に採択されました。

窒素－空孔 (NV) センターとは、ダイヤモンド中に形成される点欠陥であり、優れた光学・スピン特性を有しています。そこで、ダイヤモンド中の集団NVセンターを量子センサーとして利用すれば、高感度な磁気検出が室温で可能なことが理論上知られており、次世代高性能磁気センサーとして大変注目されています。ところが、これまでに報告されてきたNVセンターに基づく量子センサーは、超伝導量子干渉計といった既存のセンサーに比べると感度が低いことが問題でした。NVセンターからの発光検出効率を向上することができれば、磁気感度を改善できますが、ダイヤモンドの加工は技術的に難しいこともあり、集団NVセンターの発光取り出し効率向上に向けた設計は行われておりませんでした。

そこで本研究では、高感度な磁気検出が可能なダイヤモンド量子センサーの実現に向けて、図に示すようなNVセンターの発光強度増強とその高効率な発光取り出しを可能にする共振器デバイス構造を提案しました。同構造を利用すると、NVセンターの磁気感度をさらに向上することが可能となり、超伝導量子干渉計といった既存のセンサーと同等の数十fT/Hz<sup>1/2</sup>の感度が期待されます。さらに、デバイスサイズが数μmと小型なため、必要となる光パワーの大幅な低減も可能となります。

研究チームは、既存のダイヤモンド加工技術を活用して、本設計デバイスを作製可能であると考えています。最終的には、本研究の設計を他の集積技術や光通信技術と組み合わせ、次世代の実用的な量子センサーになると考えています。

この研究成果は応用物理学会が刊行する英文論文誌「*Japanese Journal of Applied Physics* (JJAP)」に2022年7月3日に採択されました。

本研究は、文部科学省 光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP, JPMXS0118067395) の支援を受けています。また、科研費 (18H01470, 20H02197, 20H05091, 20K21118, 21K20428, 22H01525, 22K14289) の支援もを受けています。

Researcher Profile



Name	Ryota Katsumi
Affiliation	Department of Electrical and Electronic Information Engineering
Title	Assistant Professor
Fields of Research	Nanophotonics / Quantum Optics / Diamond /Quantum Sensor / Optical Near-field



## Pick Up

▶ [Victory for the TUT Robot Contest Club at the 2022 NHK Student Robot Contest!](#)

### Victory for the TUT Robot Contest Club at the 2022 NHK Student Robot Contest!

On Sunday, June 12, 2022, the 2022 NHK Student Robot Contest was held at Ota Ward Gymnasium, Tokyo, where teams battled for the chance to participate in the ABU Asia-Pacific Robocon (ABU Robocon).

Blessed with fine weather, the competition began with a fair-play pledge by TOYOHASHI ROBOCONS' team leader, Takumi Kusahara.

The TUT Robot Contest Club cruised to victory in the qualifying league to clinch a spot in the finals, where hard battles were expected against other strong university teams. But in the semifinals, we beat Tokyo University of Technology—the top team in the qualifiers—30-25, and advanced to the final where we defeated Kanazawa Institute of Technology (according to tournament rules) with a score of 25-25, winning the contest for the first time since 2009, 13 years ago.



The 2022 NHK Student Robot Contest



The ABU Robocon (held online)

On Sunday, August 21, TOYOHASHI ROBOCONS went on to represent Japan at the ABU Robocon (held online). The matches took place in the university gymnasium, where many supporters, including university President Kazuhiko Terashima, were there to cheer us on. The contest was held between teams from India (2 teams), Nepal, Egypt, Thailand, Cambodia, Malaysia, Fiji, Hong Kong, China, Mongolia, and Indonesia.

In the qualifiers, our team was placed in Group C, and faced off against powerful teams from Hong Kong and China. We suffered a narrow defeat, but still won the Best Engineering Award.

We would like to express our gratitude for the generous support we received for the NHK Student Robot Contest and ABU Robocon, through crowdfunding and donations from our Alumni Association and others.

Next year's ABU Robocon will be hosted by Cambodia.

The TUT Robot Contest Club will continue its efforts, with the goal of qualifying for, and winning, next year's event.



## 「NHK学生ロボコン2022」ロボコン同好会優勝！！

2022年6月12日（日）、大田区総合体育館で「NHK学生ロボコン2022」～ABUアジア・太平洋ロボコン代表選考会が開催されました。大会当日は快晴。とよはし☆ロボコンズ チームリーダーの楠原拓己の選手宣誓で大会が開幕しました。本学ロボコン同好会は順調に予選リーグを勝ち上がり、決勝トーナメントでは強豪校に対して苦戦が予想されましたが、準決勝では予選順位1位の東京工科大学を30対25で下し、決勝戦は金沢工業大学に25対25（大会ルール規程）で勝利し、2009年優勝以来13年ぶりの優勝を勝ち取りました。

8月21日（日）には、日本代表として「ABUアジア・太平洋ロボットコンテスト（オンライン開催）」へ出場しました。試合会場は本学の体育館で、学長他多数の応援のなか、大会に挑みました。出場国は、インド（2チーム）、ネパール、エジプト、タイ、カンボジア、マレーシア、フィジー、香港、中国、モンゴル、インドネシアの各国代表チームです。本学は、予選Cグループとなり、強豪国の香港と中国と対戦しました。結果は惜しくも敗退しましたが、BEST ENGINEERING AWARDを受賞しました。また、NHK学生ロボコン及びABUロボコンでは、クラウドファンディングや本学同窓会等の募金で多数の支援を賜り感謝いたします。来年のABUロボコン大会は、カンボジアがホストです。来年のABUロボコンへの出場と優勝を目指し、豊橋技術科学大学ロボコン同好会は活動していきます。