

ナイスステップな 研究者

科学とは誰もが心に秘めている好奇心のたまものです。そんな科学や技術のすばらしさ、おもしろさを教えてくれるのが、研究者であり、科学技術の教育普及にたずさわっている人たちです。

科学技術・学術政策研究所では、調査研究活動や専門家ネットワーク（約2,000人）の調査から明らかになった、日本を元気にしてくれる注目すべき成果を上げた、注目すべき10名の方を『ナイスステップな研究者2014』として選定しました。

『ナイスステップな研究者』という名称は、すばらしいという意味の「ナイス」と、飛躍を意味する「ステップ」を組み合わせ、当研究所の略称 NISTEP（ナイスステップ）にあわせたものです。

今回選定された皆様も、それぞれの分野で活躍されている素晴らしい方々です。今後の活躍ともども、御注目ください。



文部科学省 科学技術・学術政策研究所
www.nistep.go.jp/

ナイスステップな研究者2014 一覧

い が き た つ し
井垣 達吏

京都大学大学院 生命科学研究科 教授

細胞の競合と協調によるがん制御の機構を解明

いの く ま や す ひ で
猪熊 泰英

東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 講師

ごく微量の化合物や非結晶物質の精緻なX線構造解析を可能にする「結晶スポンジ法」の開発

か じ む ら し ん ご
梶村 真吾

カリフォルニア大学 サンフランシスコ校 糖尿病センター アシスタントプロフェッサー

脂肪細胞のエンジニアリングによる新たな肥満制御の展開

さ た け あ き こ
佐竹 暁子

北海道大学大学院 地球環境科学研究院 准教授

生命科学と数学・情報科学を組み合わせた分野横断的な研究により、
植物の開花時期の予測や豊凶現象のメカニズム解明に貢献

た ち と も ひ ろ
舘 知宏

東京大学 大学院総合文化研究科 助教

計算折紙という新たな分野を先導するとともに、折紙理論を構造物へ適用する道を開拓

た に ぐ ち ま さ て る
谷口 正輝

大阪大学 産業科学研究所 教授

トンネル電流によるDNA塩基配列の識別技術を応用したナノデバイスの開発と実用化への取組

ひ が し や ま て つ や
東山 哲也

名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 教授

卵細胞が観察しやすい植物を用いることで、長いあいだ成し遂げられなかった、
被子植物の受精メカニズムの解明に成功

ほ し た か ゆ き
星 貴之

名古屋工業大学 若手研究イノベータ養成センター 情報通信分野 人間中心工学関連研究領域 特任教員（テニユア・トラック助教）

多分野に応用可能な、物体に触れることなく力を作用させる超音波集束装置の開発

ま え だ さ と し
前田 理

北海道大学大学院 理学院化学部門 量子化学研究室 准教授

化学反応の経路をコンピュータによって系統的に探索し予測する量子化学計算手法の開発

もち づ き ゆ う こ
望月 優子

理化学研究所 仁科加速器研究センター 望月雪氷宇宙科学研究ユニット 研究ユニットリーダー

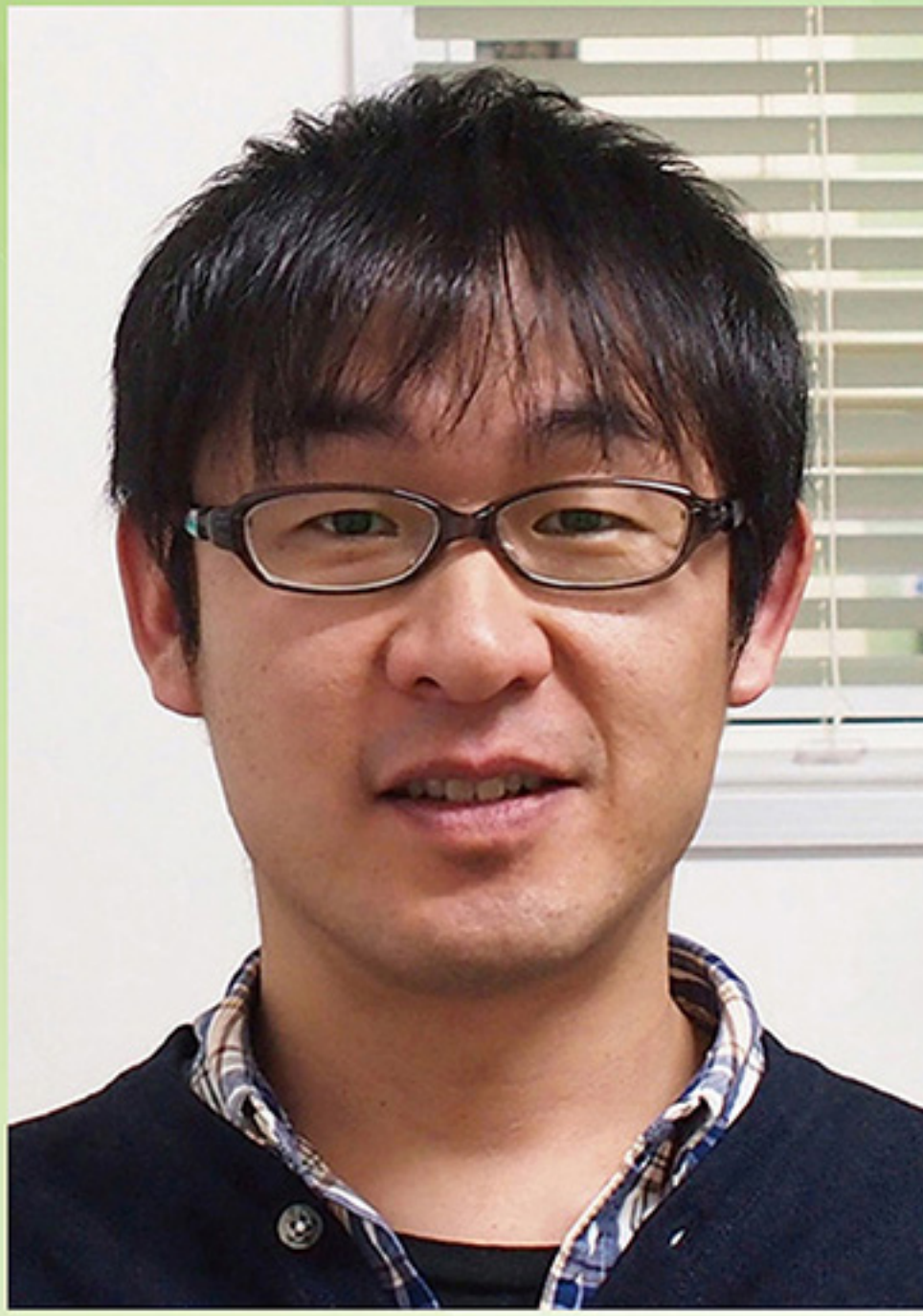
地球規模の気候に影響を与えた火山噴火に関する南極アイスコア科学の推進



こちらのナイスステップな研究者の研究の詳細は、以下のウェブサイトで御覧いただけます。
www.nistep.go.jp/n2014



文部科学省 科学技術・学術政策研究所

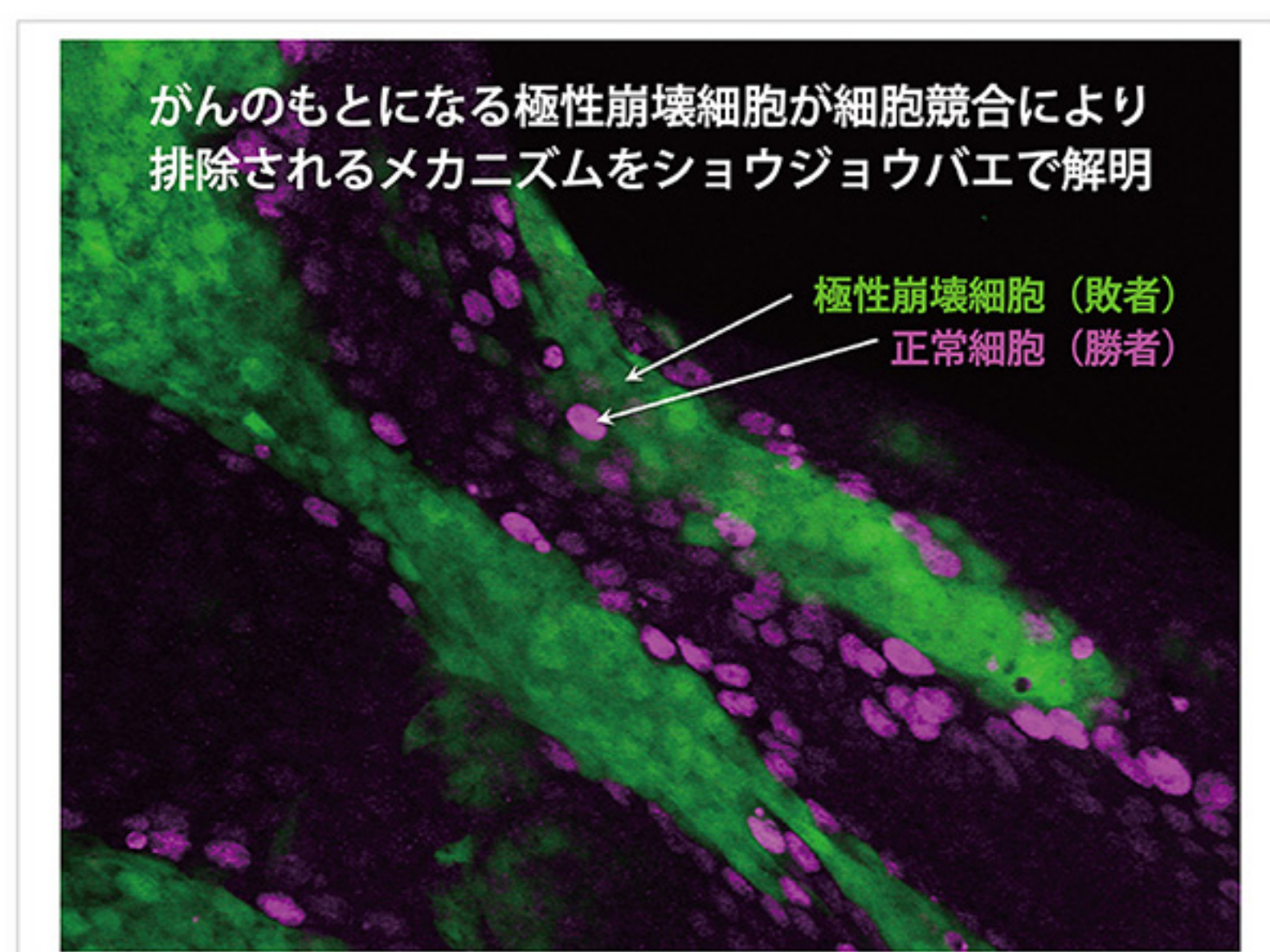
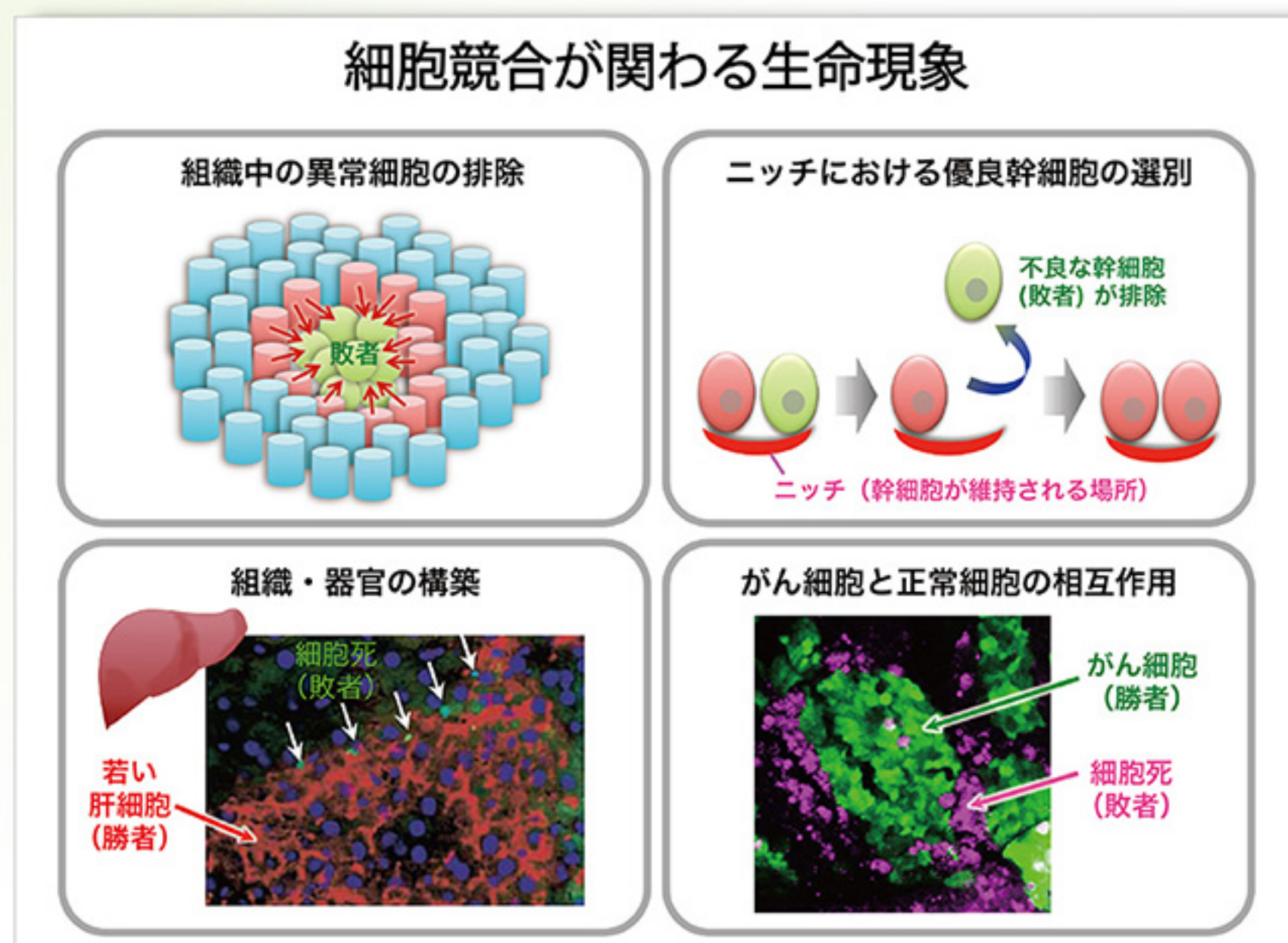
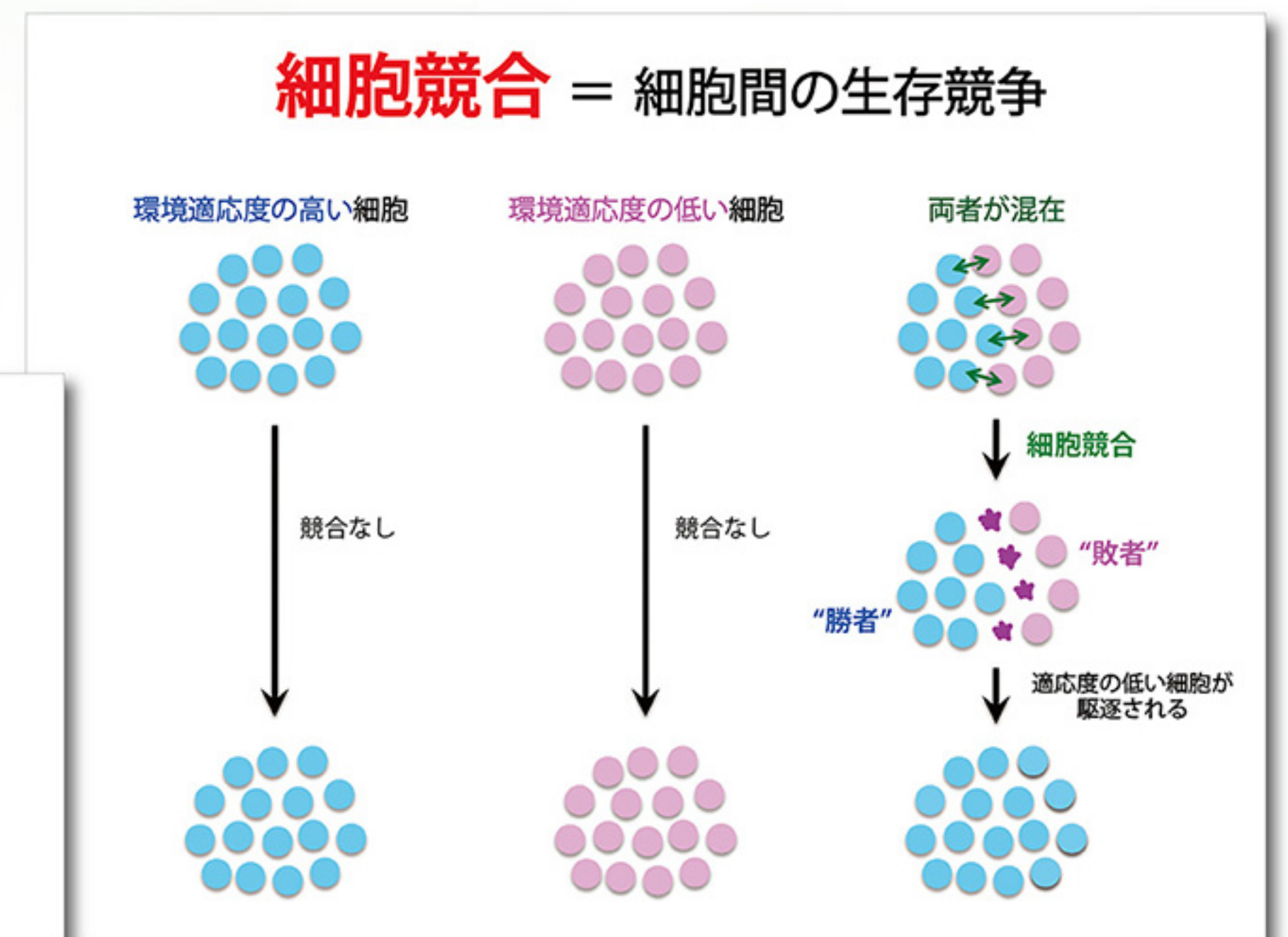
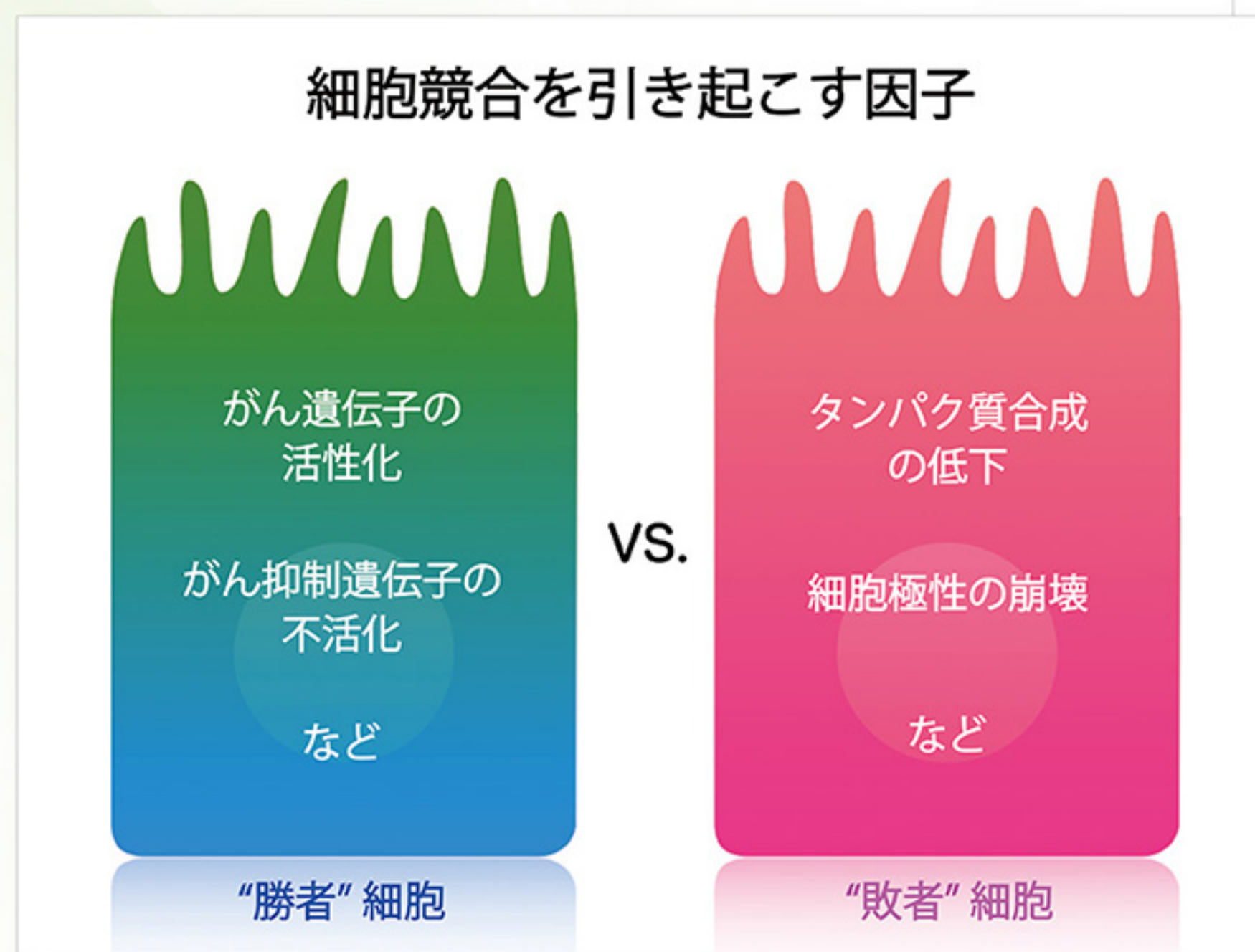


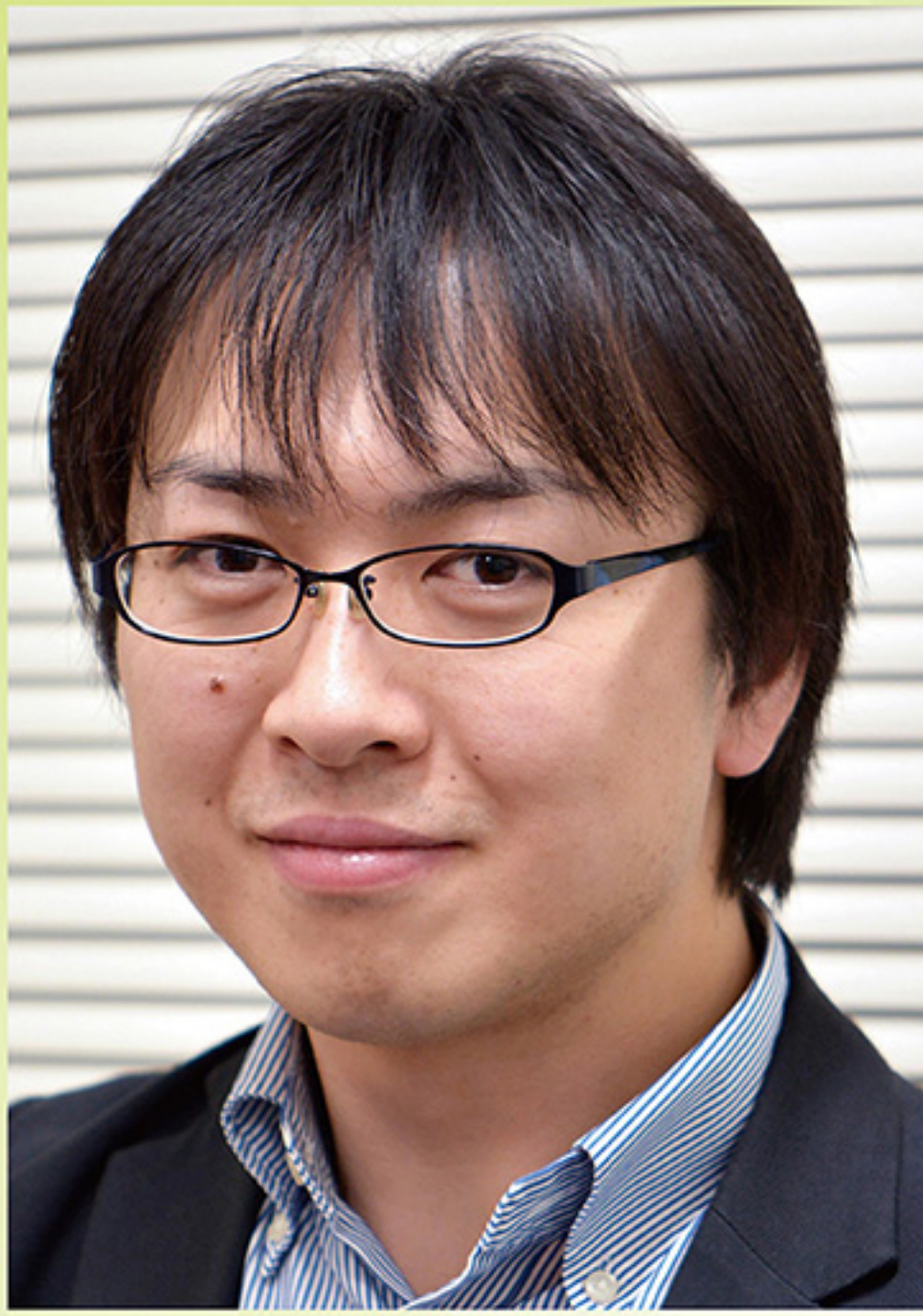
細胞の競合と協調による がん制御の機構を解明

い が き た つ し
井 垣 達 吏

京都大学大学院 生命科学研究科 教授

がん化した細胞を周囲の正常細胞が排除する
細胞競合現象の仕組みを解明
二つの変異でがん化した細胞が周囲の良性腫瘍を悪性化する
細胞協調現象を発見しその仕組みを解明
細胞どうしの競合と協調の仕組みを探る





ごく微量の化合物や非結晶物質の 精緻なX線構造解析を可能にする 「結晶スポンジ法」の開発

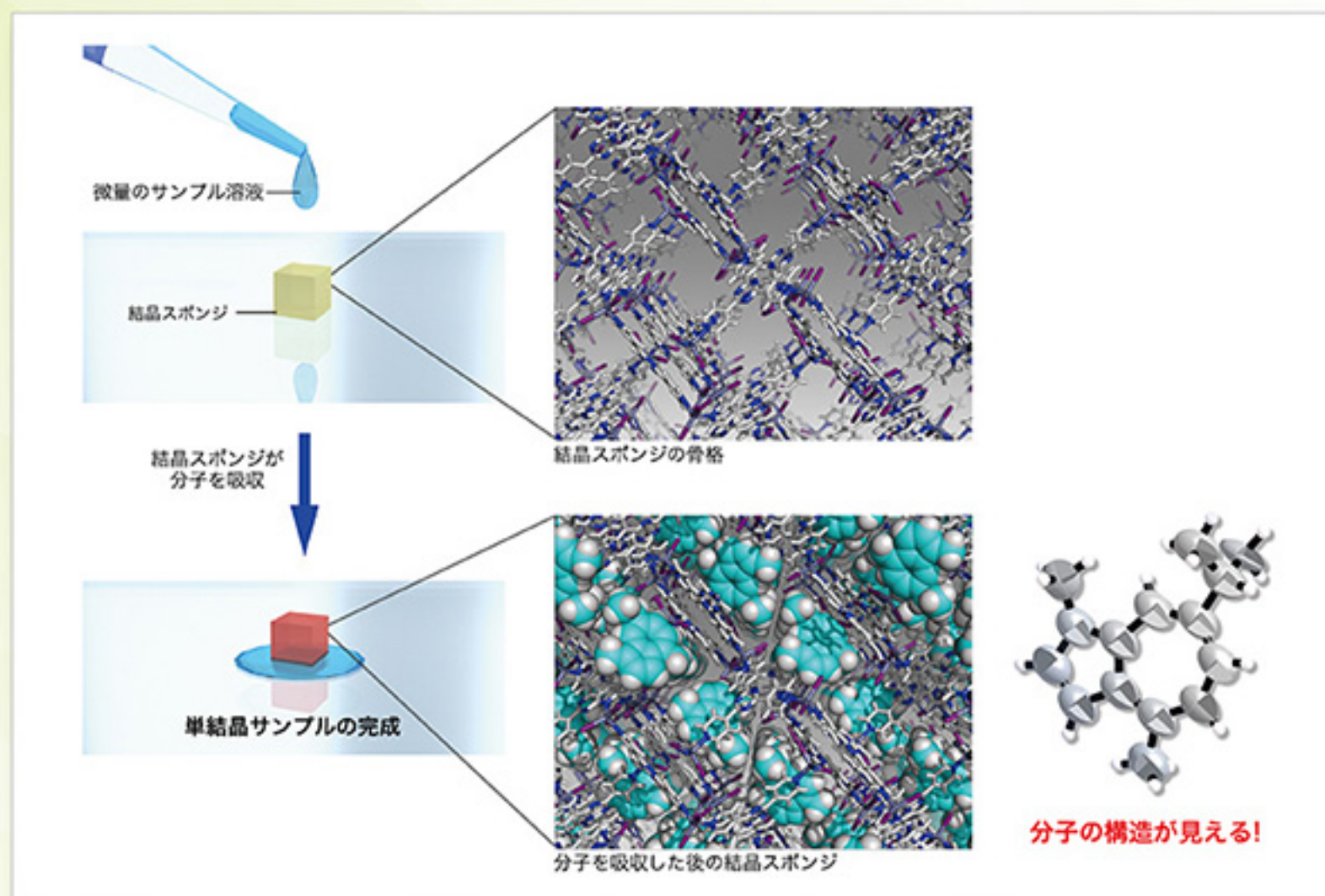
いの くま やす ひで
猪熊 泰英

東京大学大学院 工学系研究科
応用化学専攻 講師

化合物の構造解析で威力を発揮する単結晶X線構造解析法

大きなハードルだった試料の単結晶化

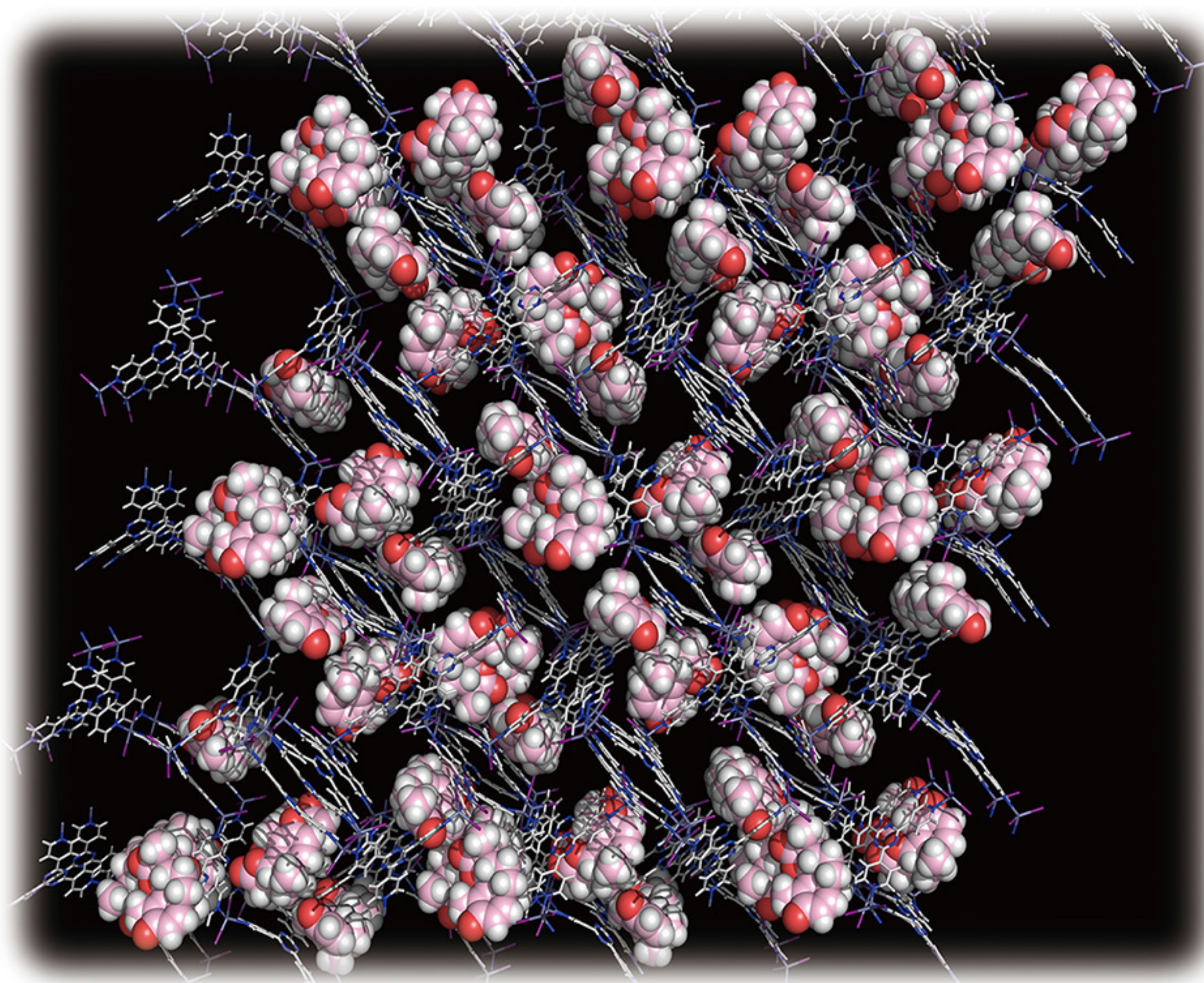
微量試料を単結晶化せずに解析する妙手「結晶スポンジ法」を開発
スポンジ状の穴に化合物を整列させるという驚きの発想



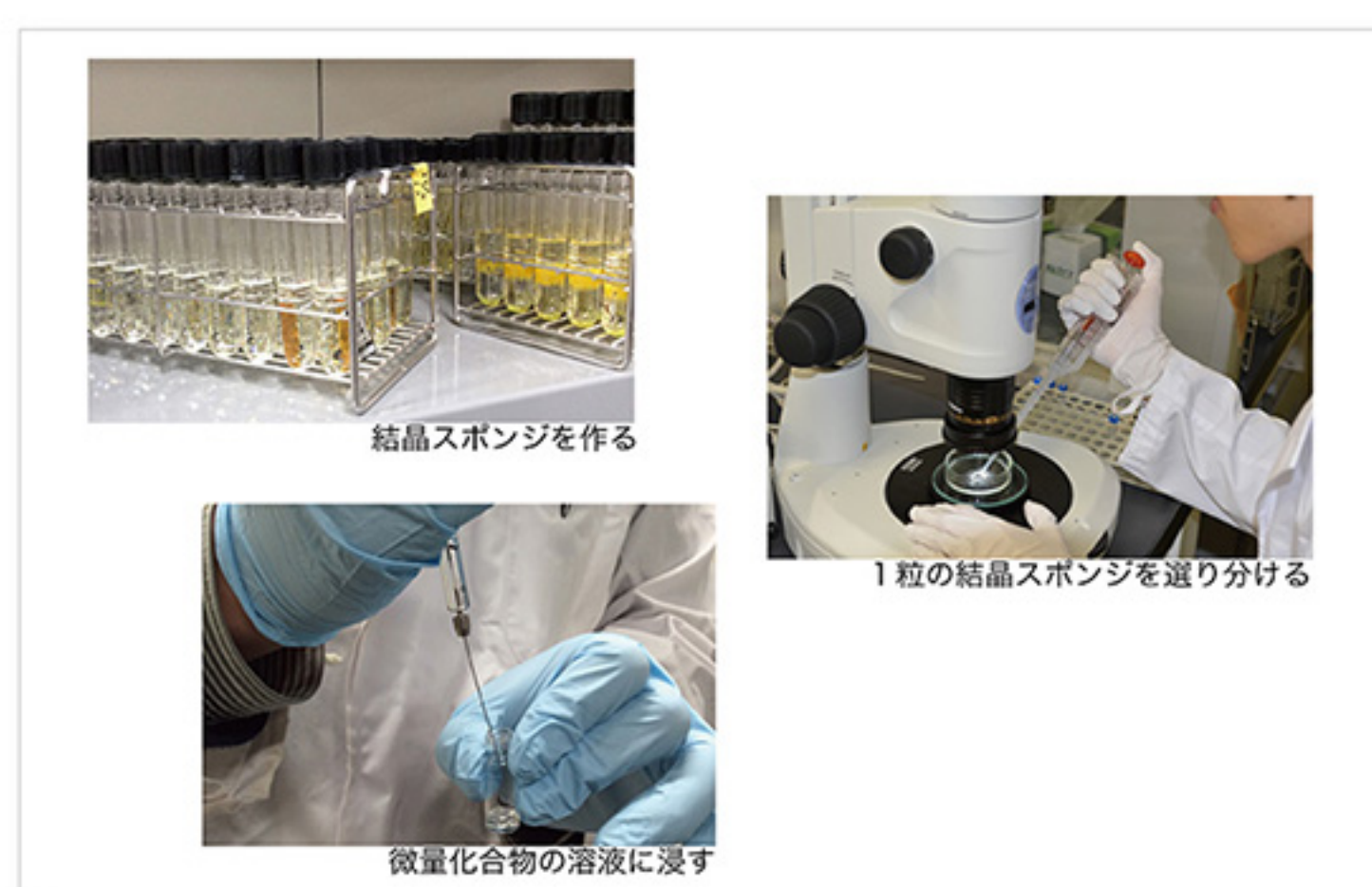
微量化合物の分子構造を見る「結晶スポンジ法」の原理



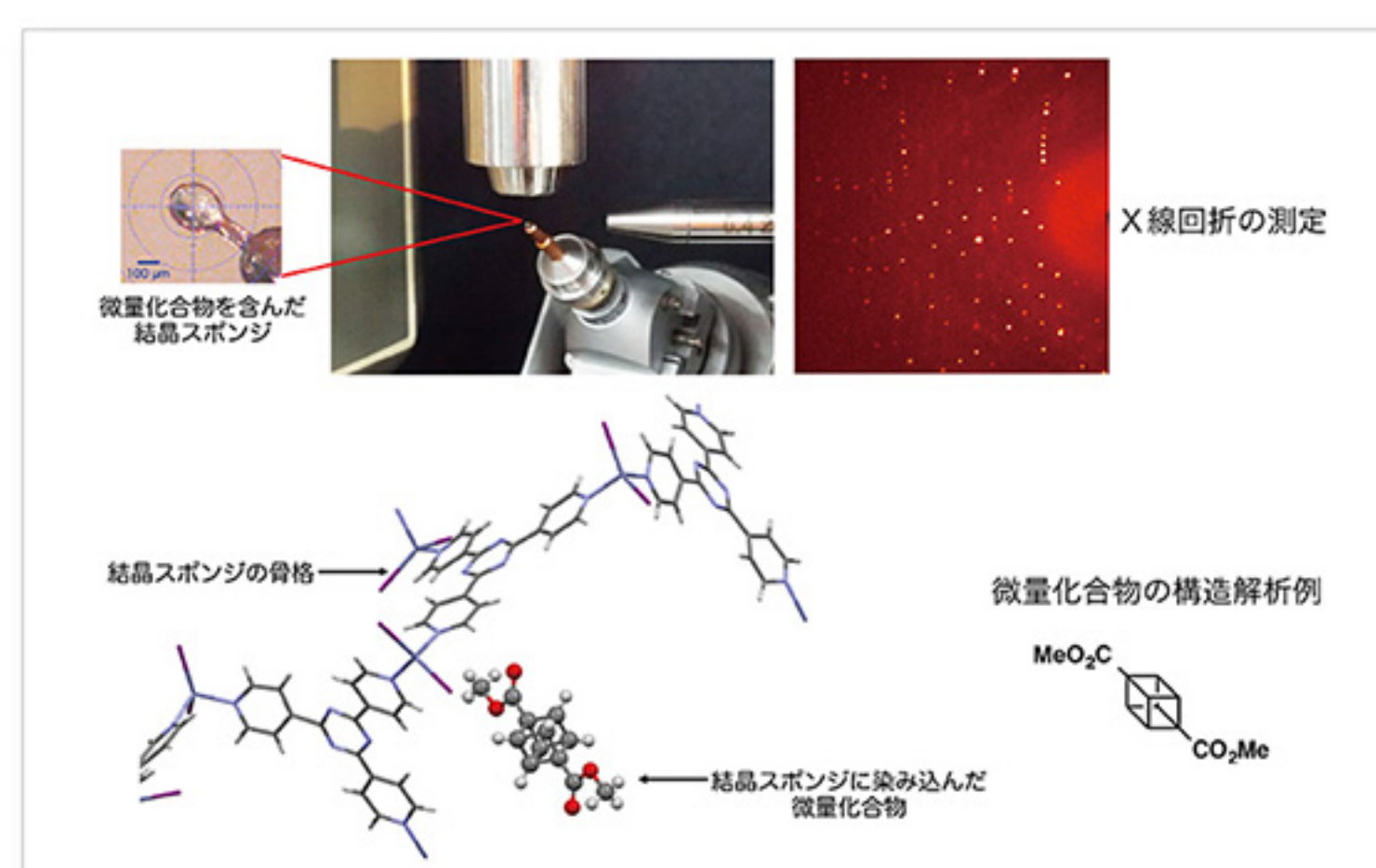
結晶スポンジ法に用いるバイアル (左) と結晶スポンジの顕微鏡写真 (右)



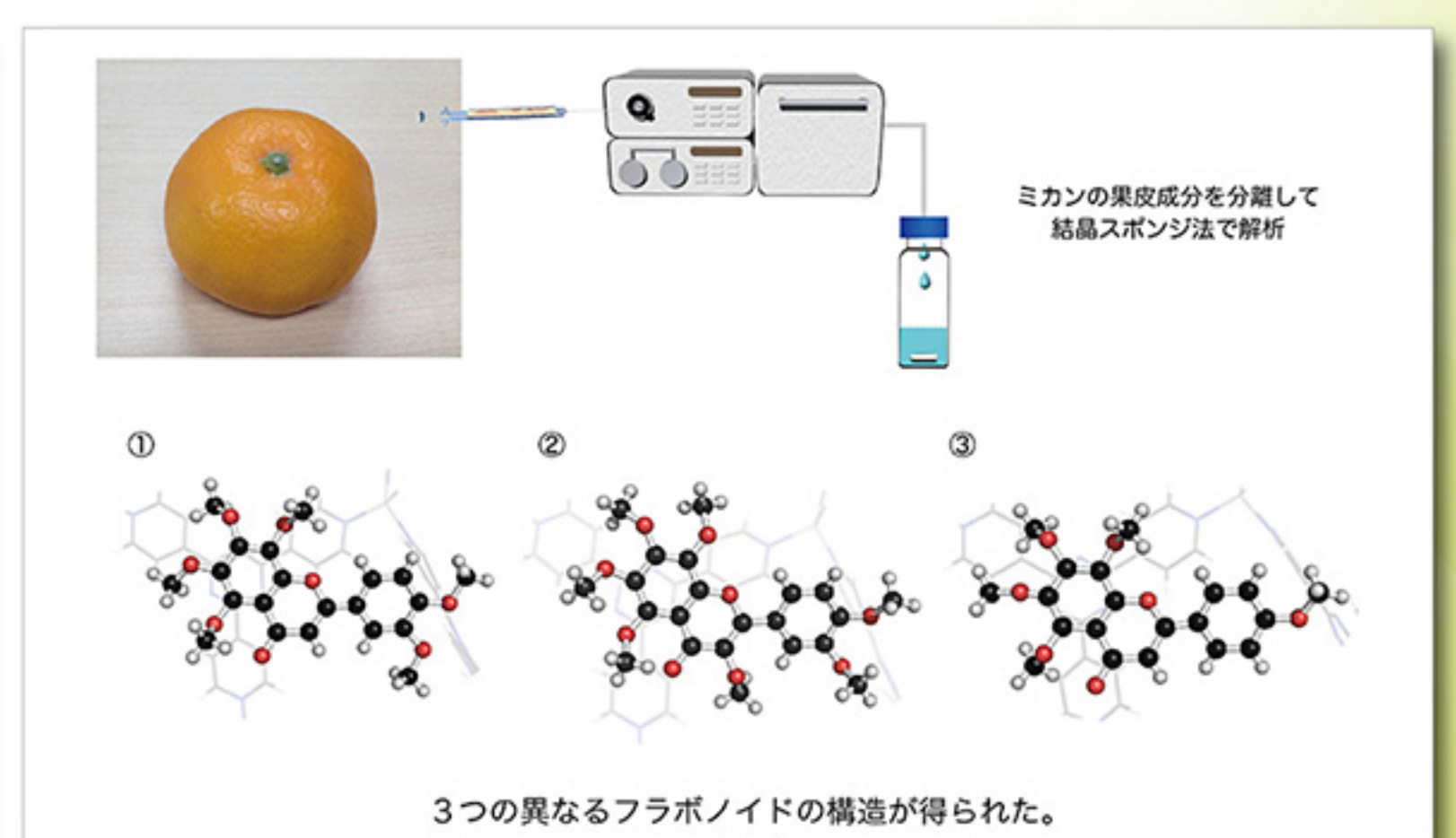
微量の天然化合物 (サントニン) が結晶スポンジの孔の中に並んだ



結晶スポンジ法による分子構造解析の現場



結晶スポンジを単結晶X線構造解析する



ミカンの皮から抽出した微量成分の分子構造



脂肪細胞のエンジニアリングによる 新たな肥満制御の展開

かじ むら しん ご
梶村 真吾

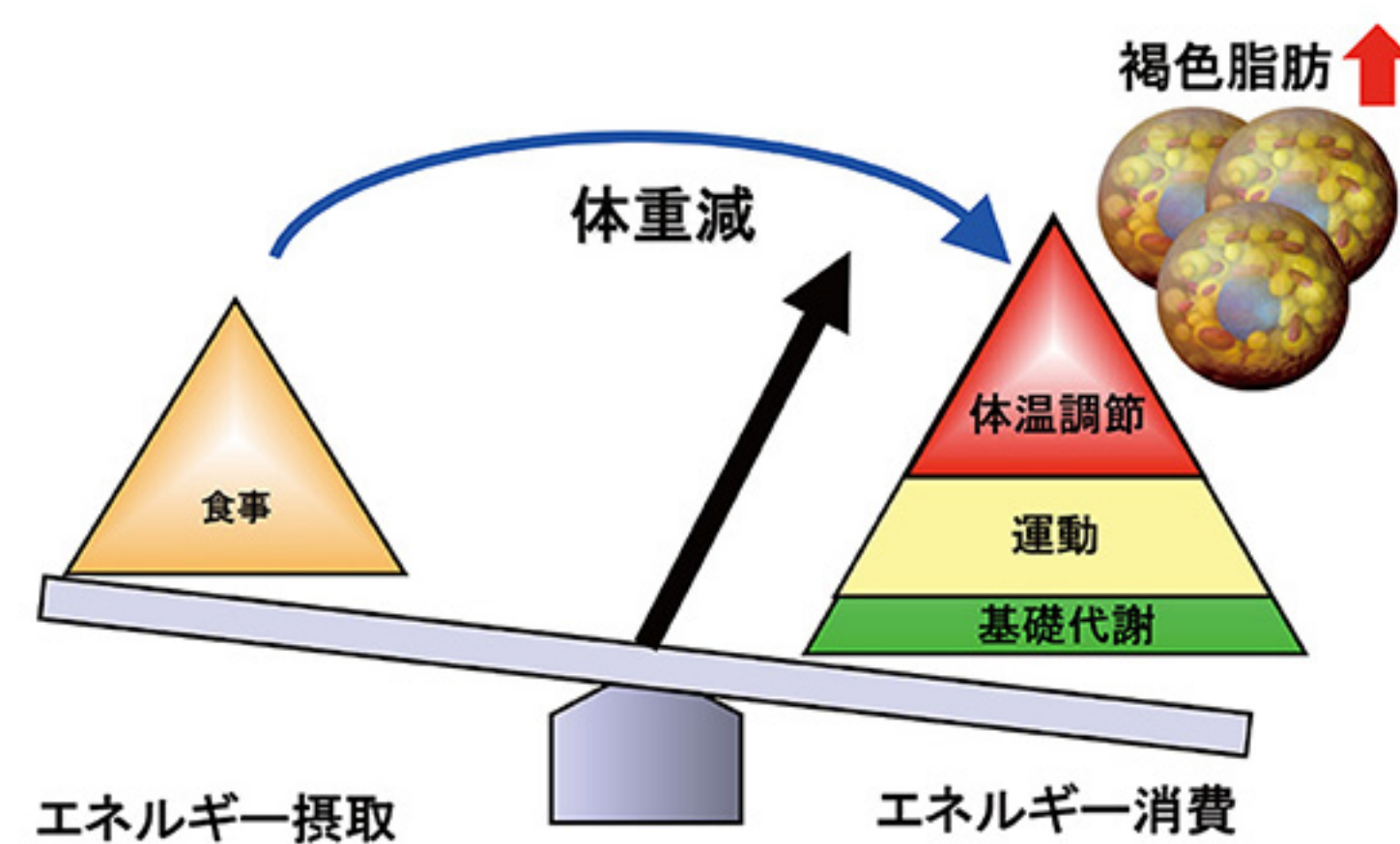
カリフォルニア大学 サンフランシスコ校
糖尿病センターアシスタントプロフェッサー

肥満の原因となる脂肪細胞をエネルギー消費型に
加齢、肥満によって減少する褐色細胞を増やすことで肥満解消
その背景となる発生分化のメカニズムを解明
余分なエネルギーを貯めさせない肥満予防法の開発

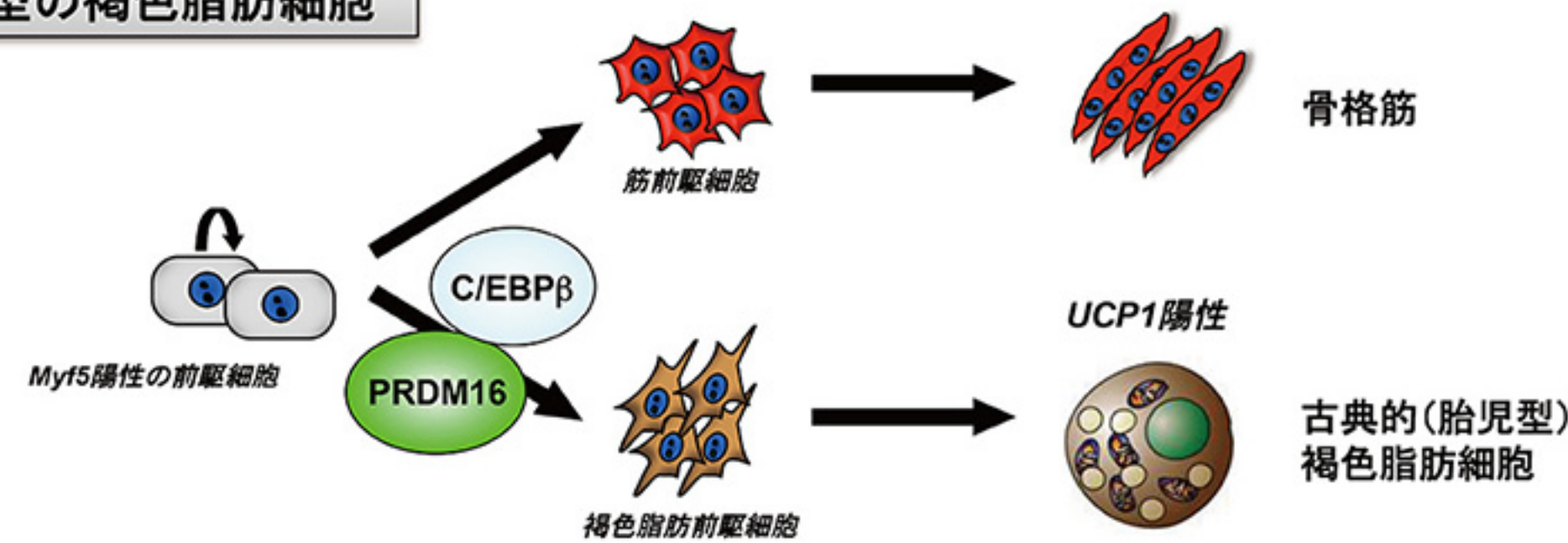
白色脂肪細胞と褐色脂肪細胞の違い



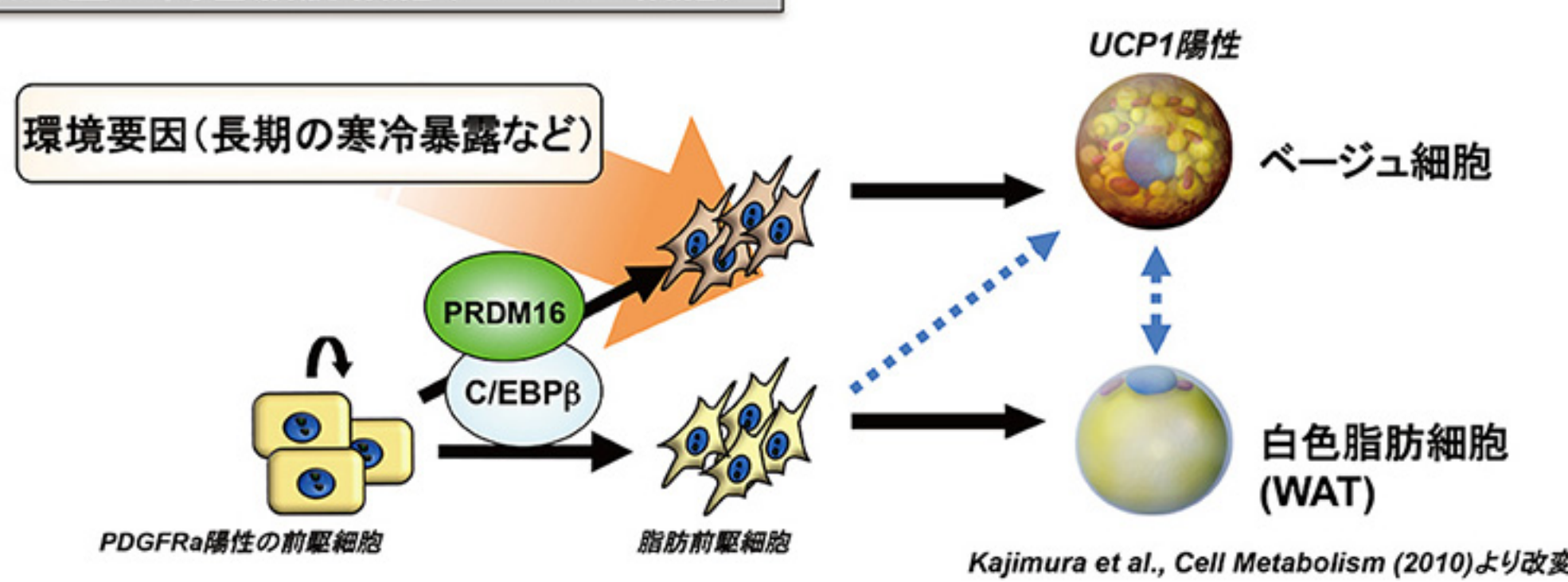
脂肪細胞のエンジニアリングによる 新たな肥満制御



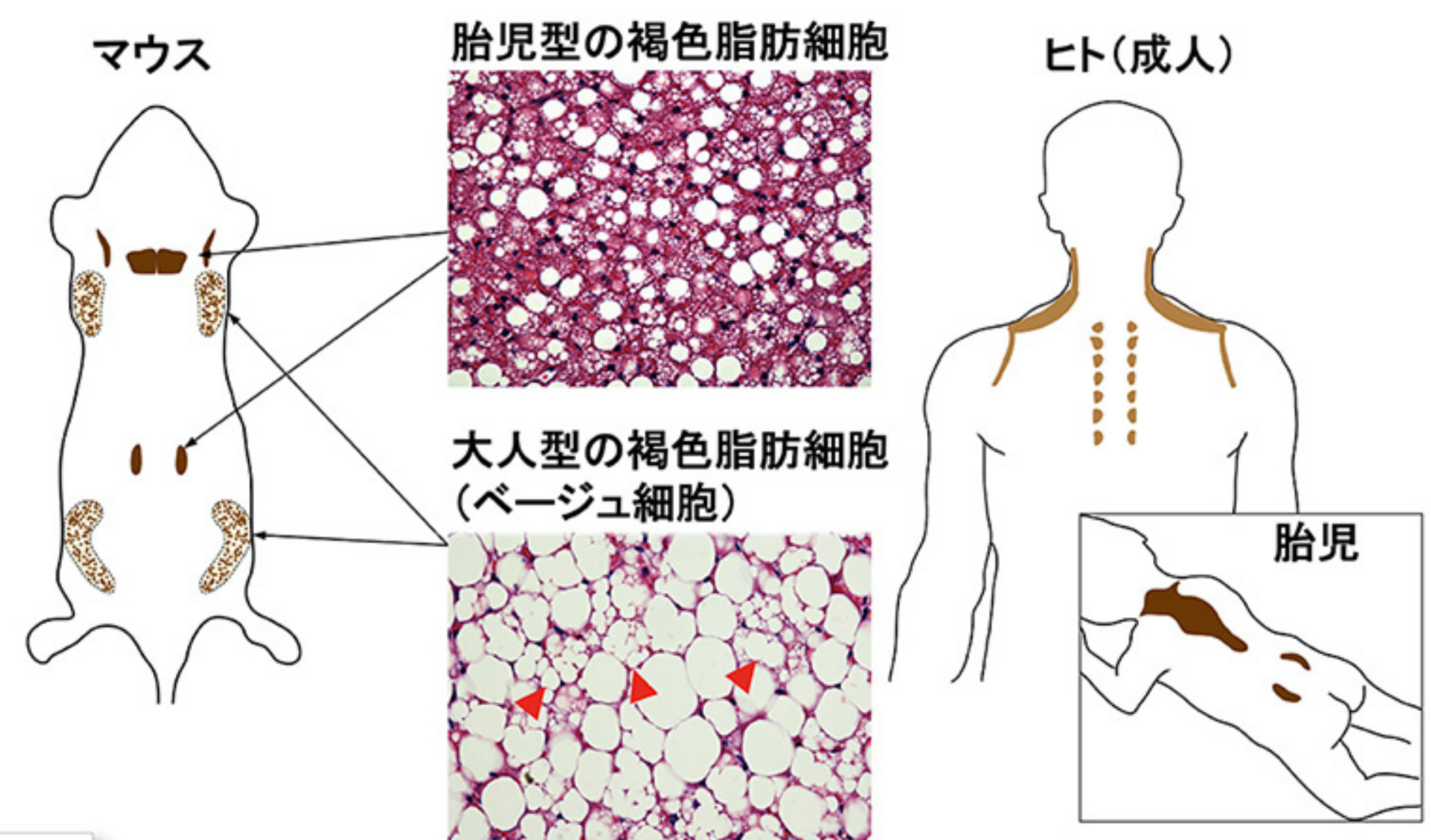
胎児型の褐色脂肪細胞



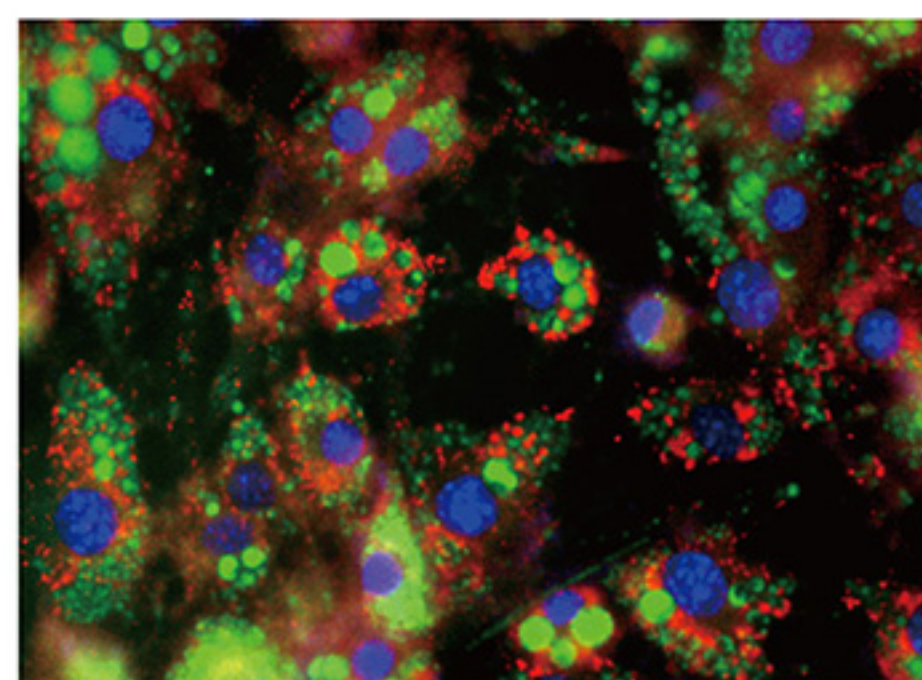
大人型の褐色脂肪細胞(ベージュ細胞)



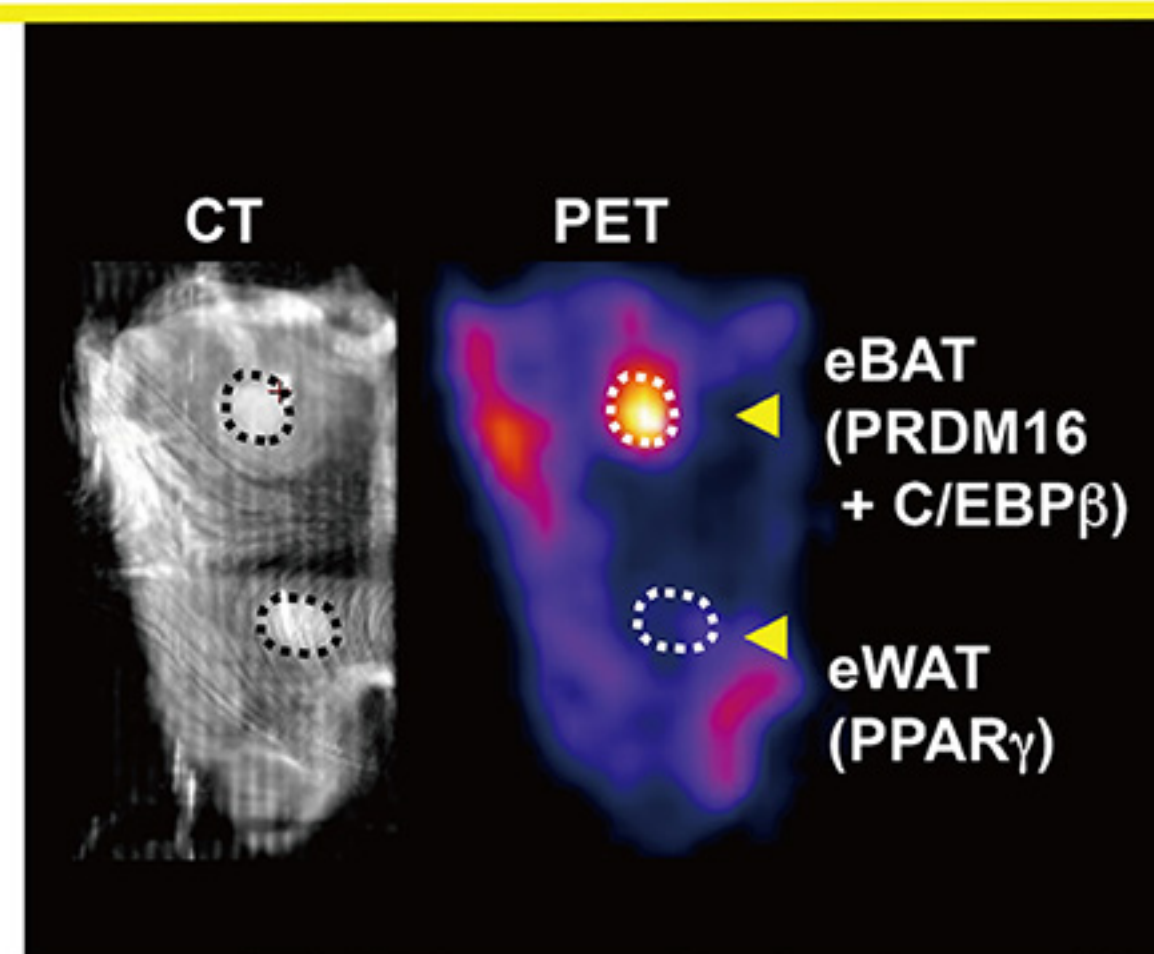
褐色脂肪細胞はどこにある？



2つの遺伝子で皮膚細胞から機能的な褐色脂肪細胞 を作成することができる



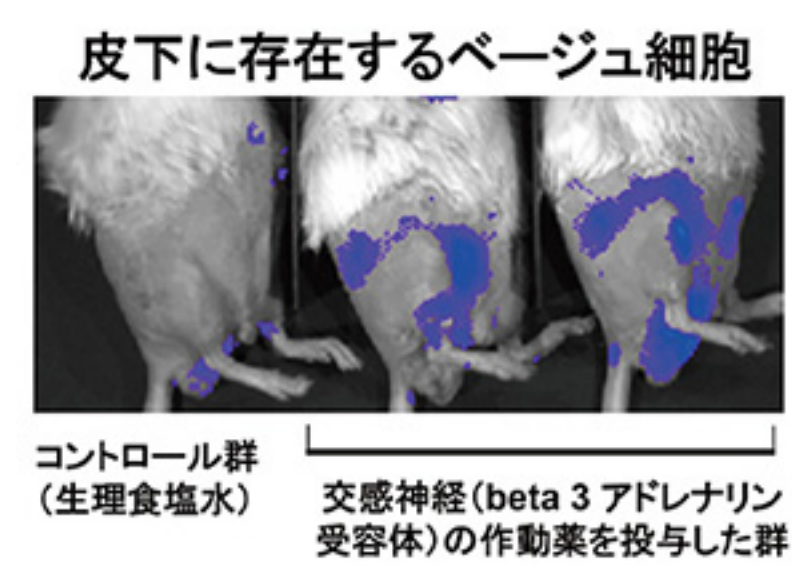
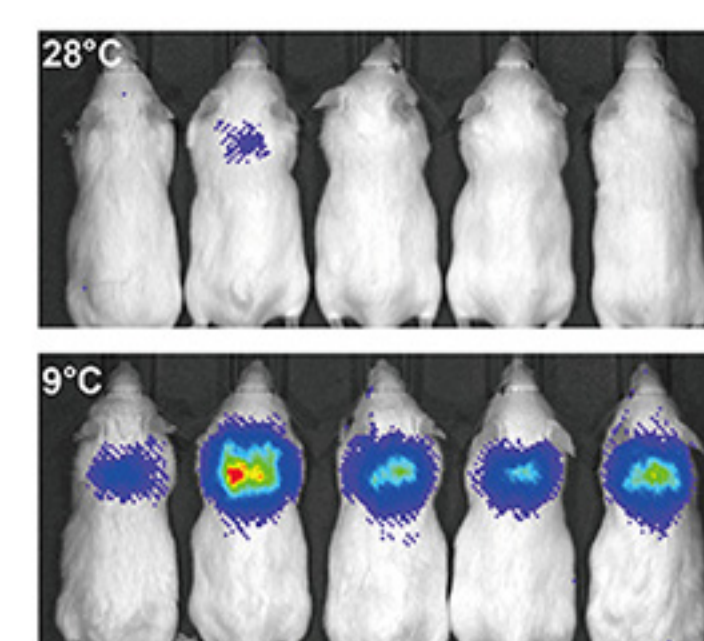
皮膚由来の繊維芽細胞にPRDM16とC/EBPβを導入すると、脂肪油滴(緑)と多くのミトコンドリア(赤)を含む褐色脂肪様の細胞に分化誘導される。



人工褐色脂肪(eBAT)をマウス皮下に移植すると、高い糖の取り込みが認められる。

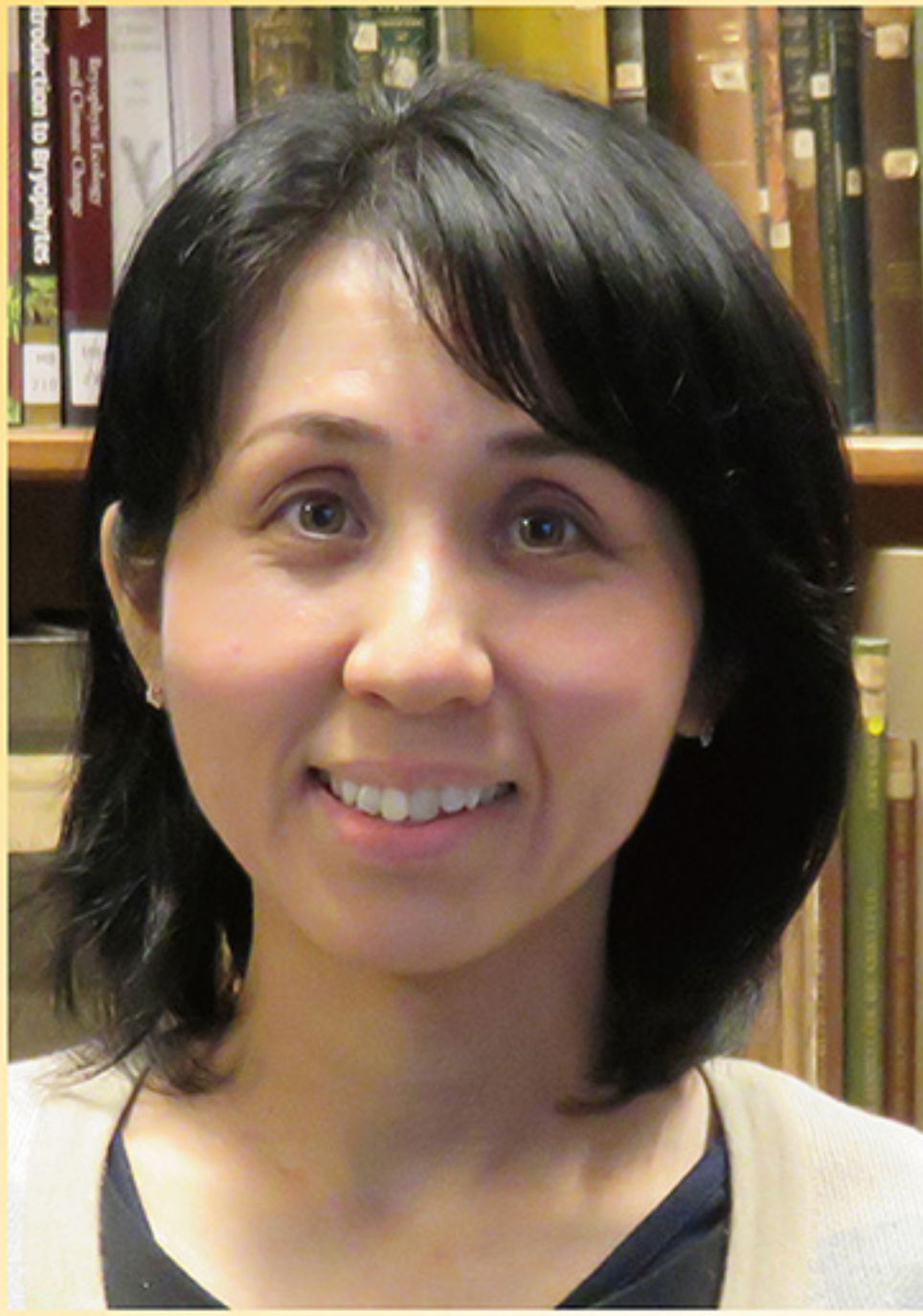
Kajimura et al. Nature, 2009

褐色脂肪を活性化させる低分子化合物の探索: “ThermoMouse”を用いた薬剤スクリーニング



ThermoMouse を使って褐色脂肪の熱産生機能をリアルタイムに観察することができる。

Galmozzi et al. Cell Reports, 2014



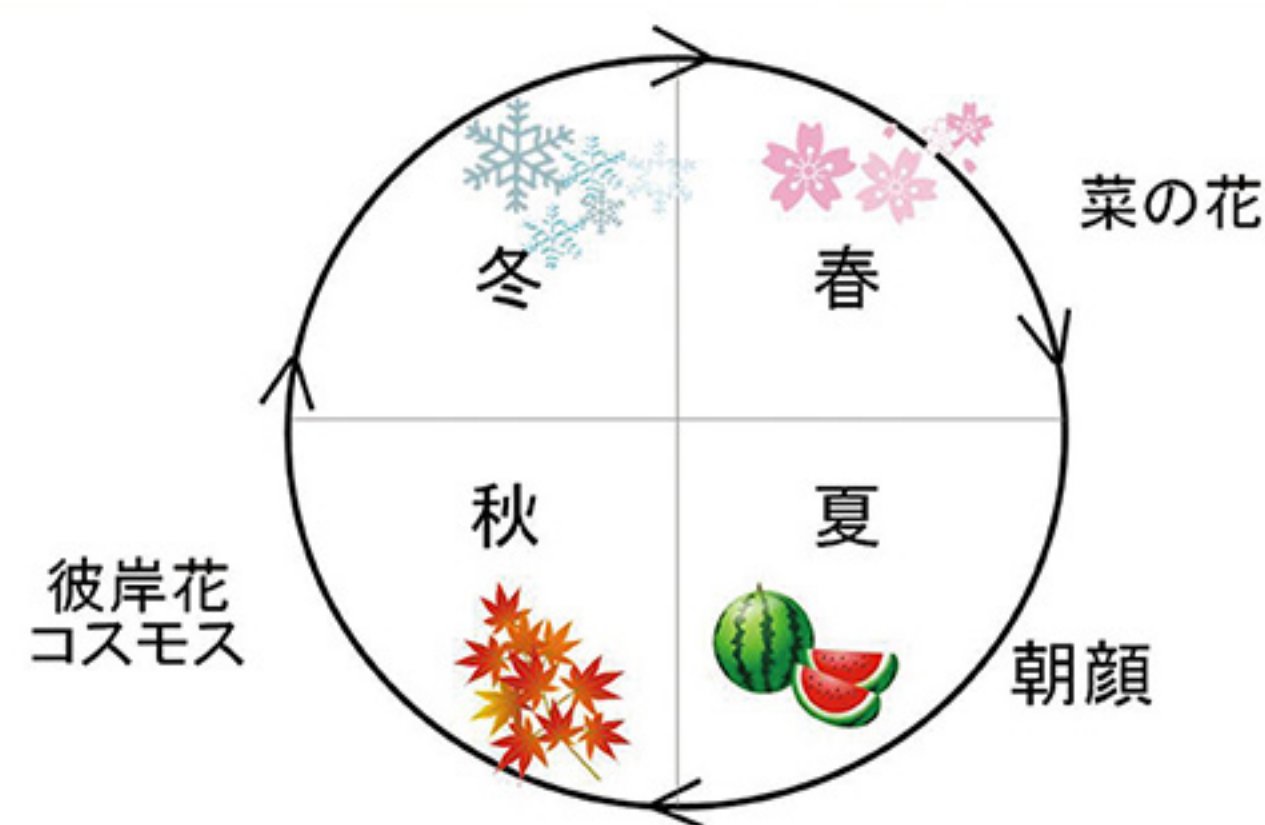
生命科学と数学・情報科学を 組み合わせた分野横断的な研究により、 植物の開花時期の予測や 豊凶現象のメカニズム解明に貢献

さ たけ あき こ
佐竹 暁子

北海道大学大学院
地球環境科学研究院 准教授

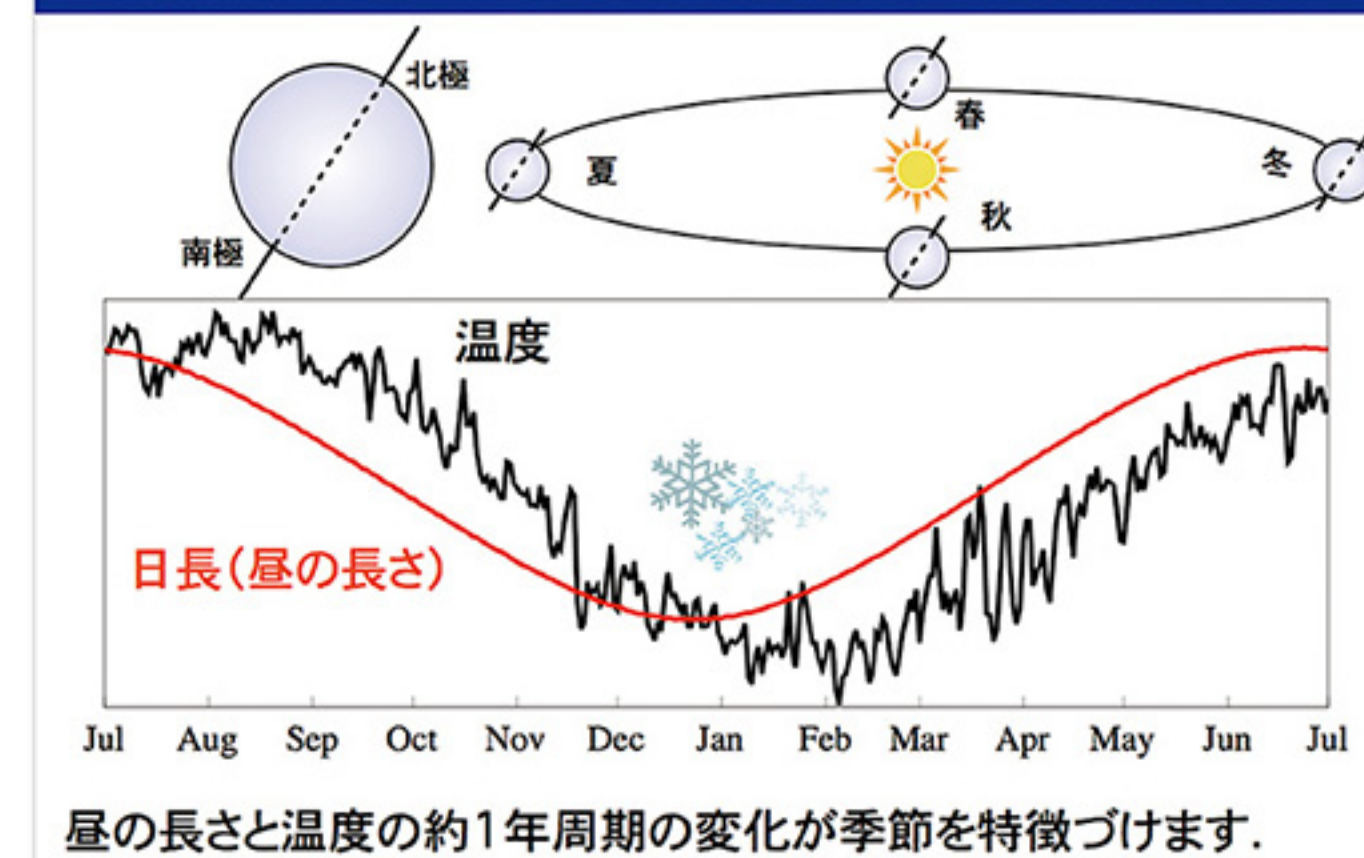
植物の開花時期を数理モデルで予測する
開花に関わる二つの遺伝子の動態から
地表温度の変化と開花時期の関係を解明
農作物の収量予測にも適応可能

植物はどうやって季節を知るのでしょうか？

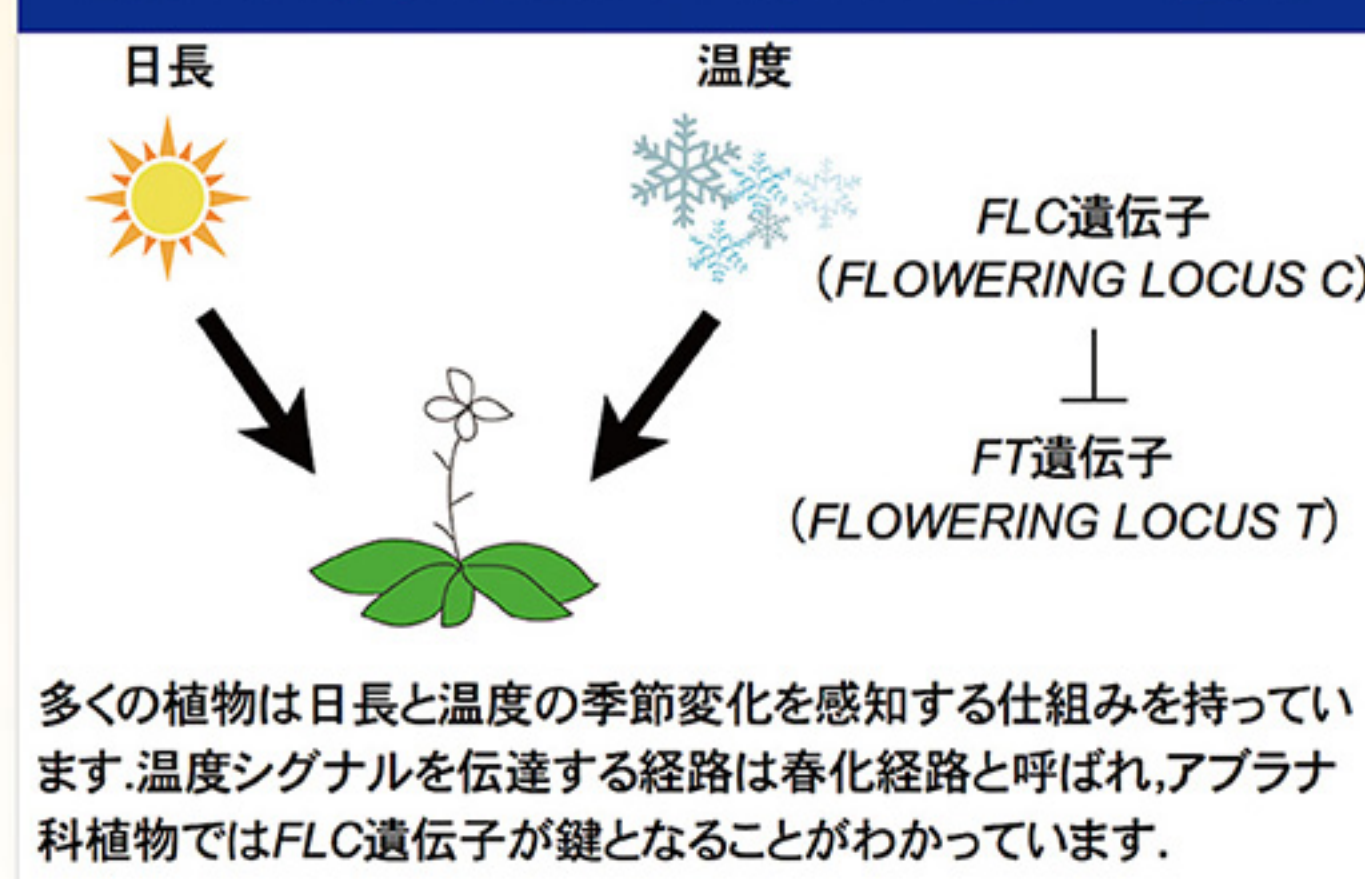


植物には毎年決まった季節に花を咲かせる性質があります。
どうやって季節を感知して、開花の時期を決めているのでしょうか？

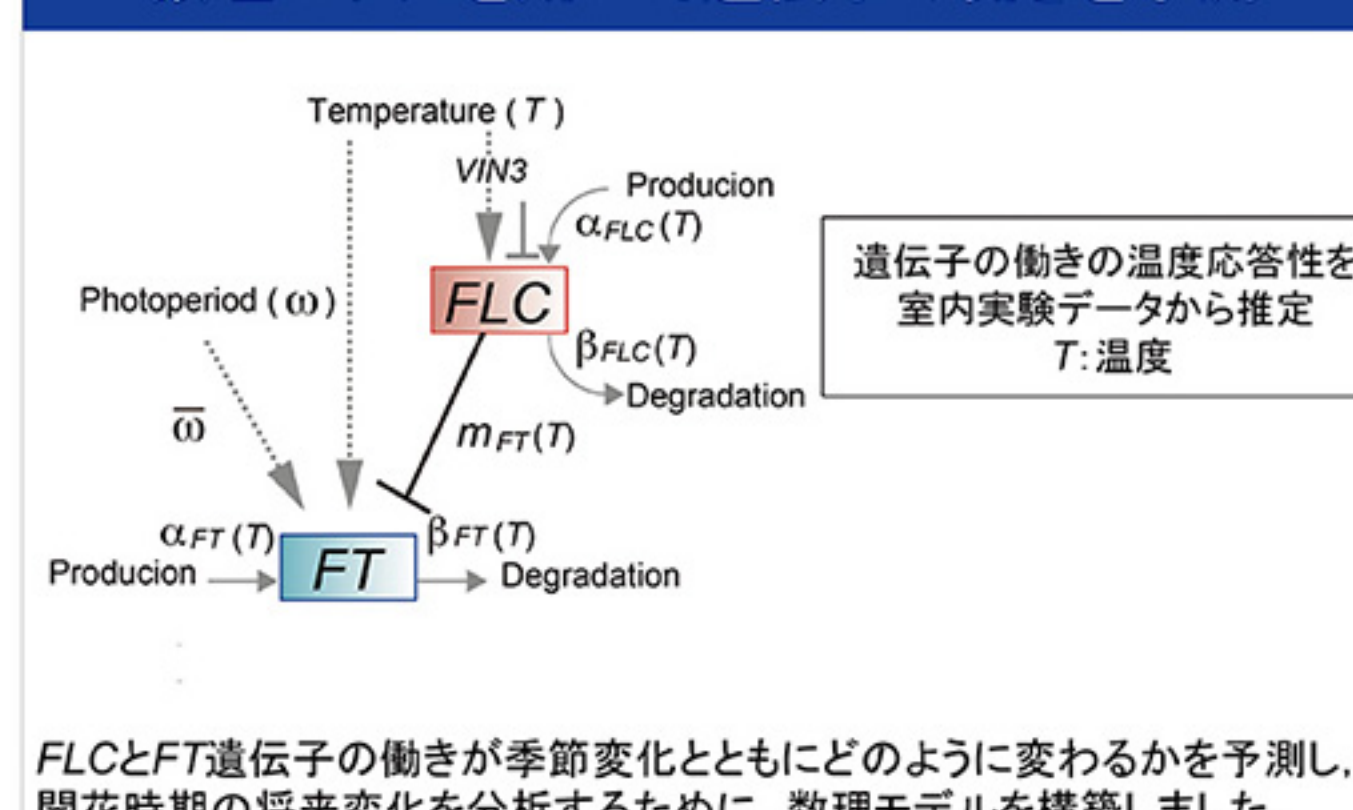
自転軸の傾いた地球の公転によって生まれる季節



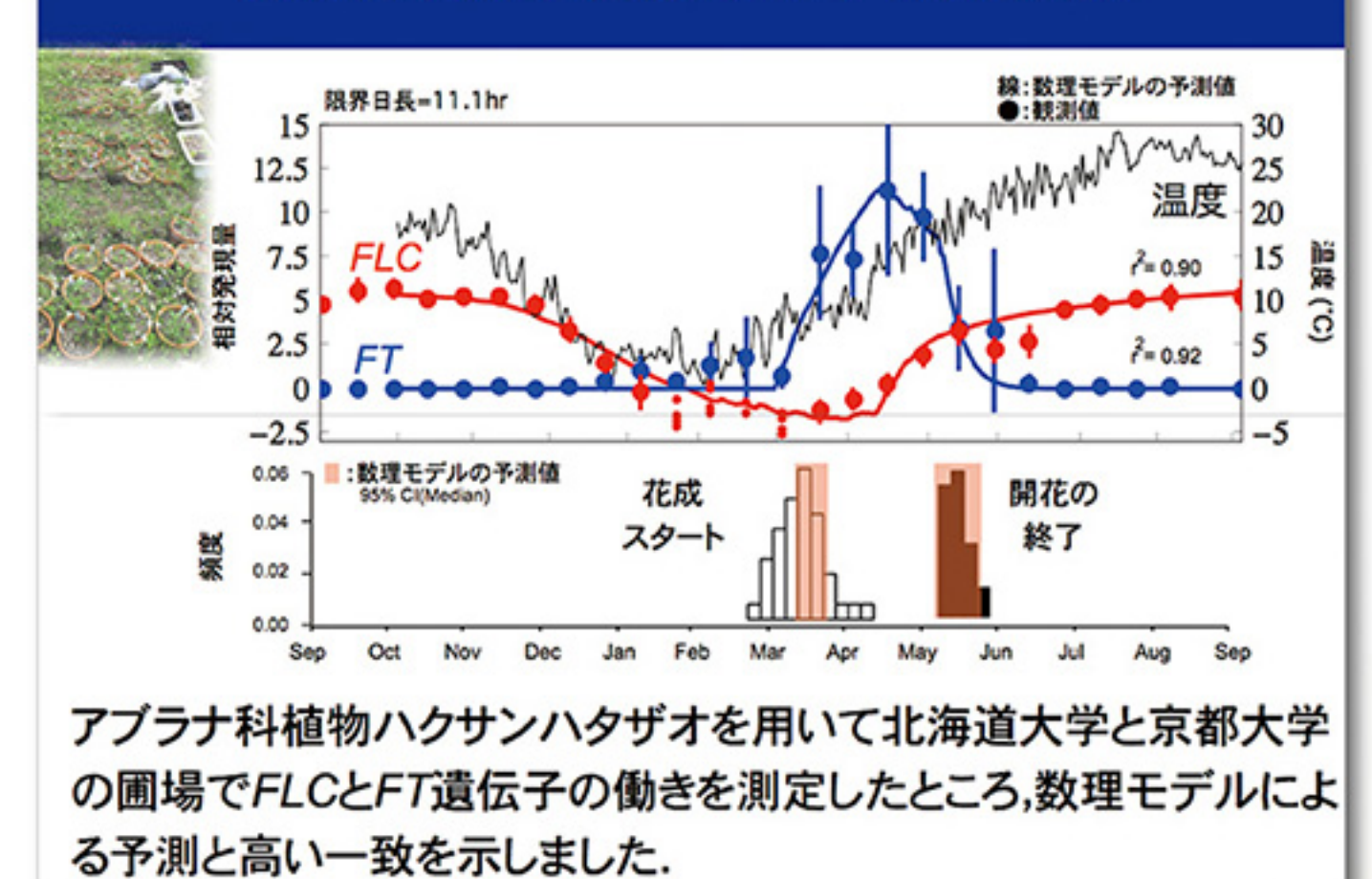
温度の季節変化を感知する鍵となるのはFLC遺伝子



数理モデルを用いて遺伝子の働きを予測



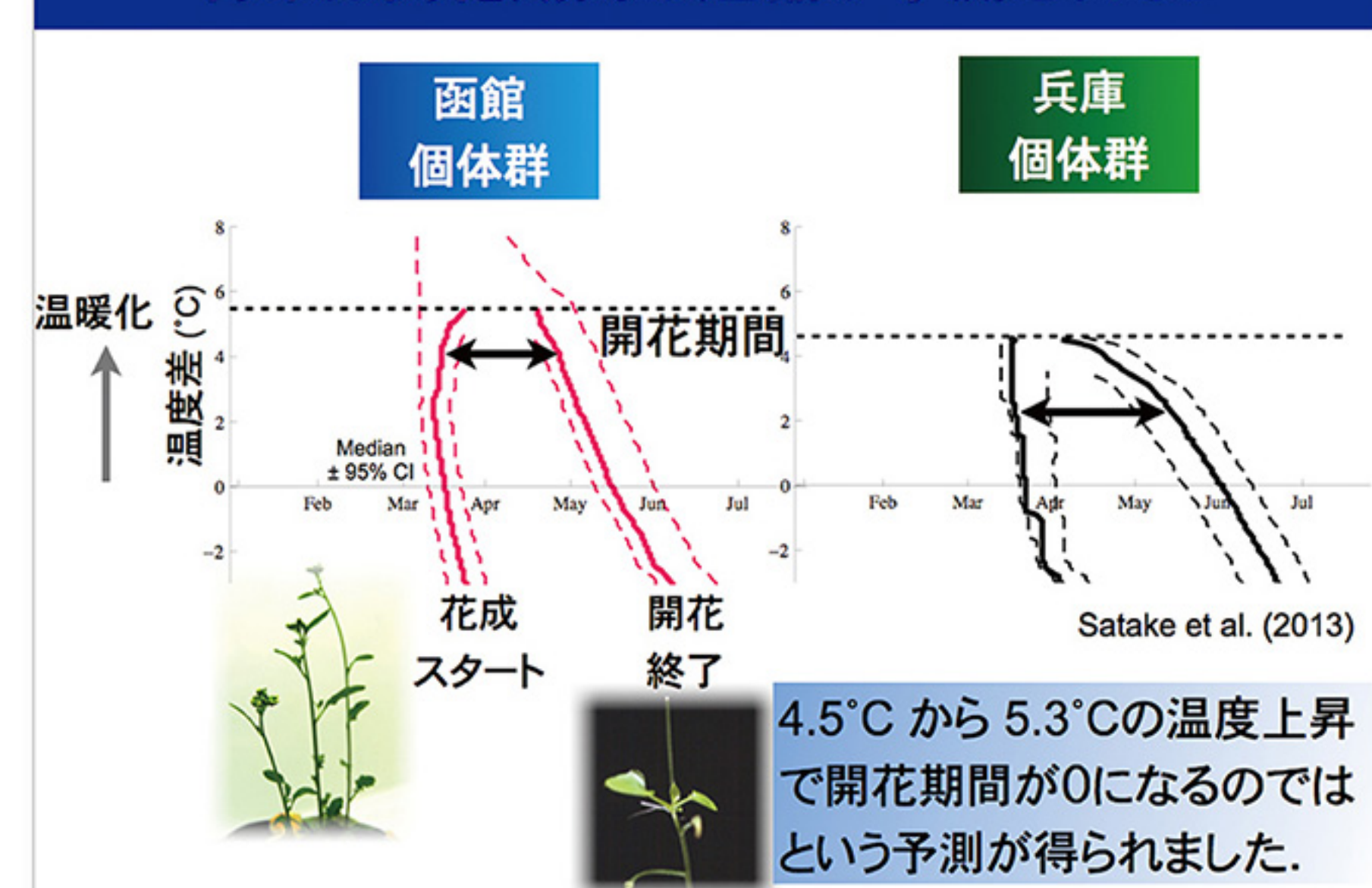
圃場実験による数理モデルの検証



本アプローチを熱帯雨林で見られる開花の理解に役立てる



将来は開花期間の短縮が予測される？





計算折紙という新たな分野を 先導するとともに、 折紙理論を構造物へ適用する道を開拓

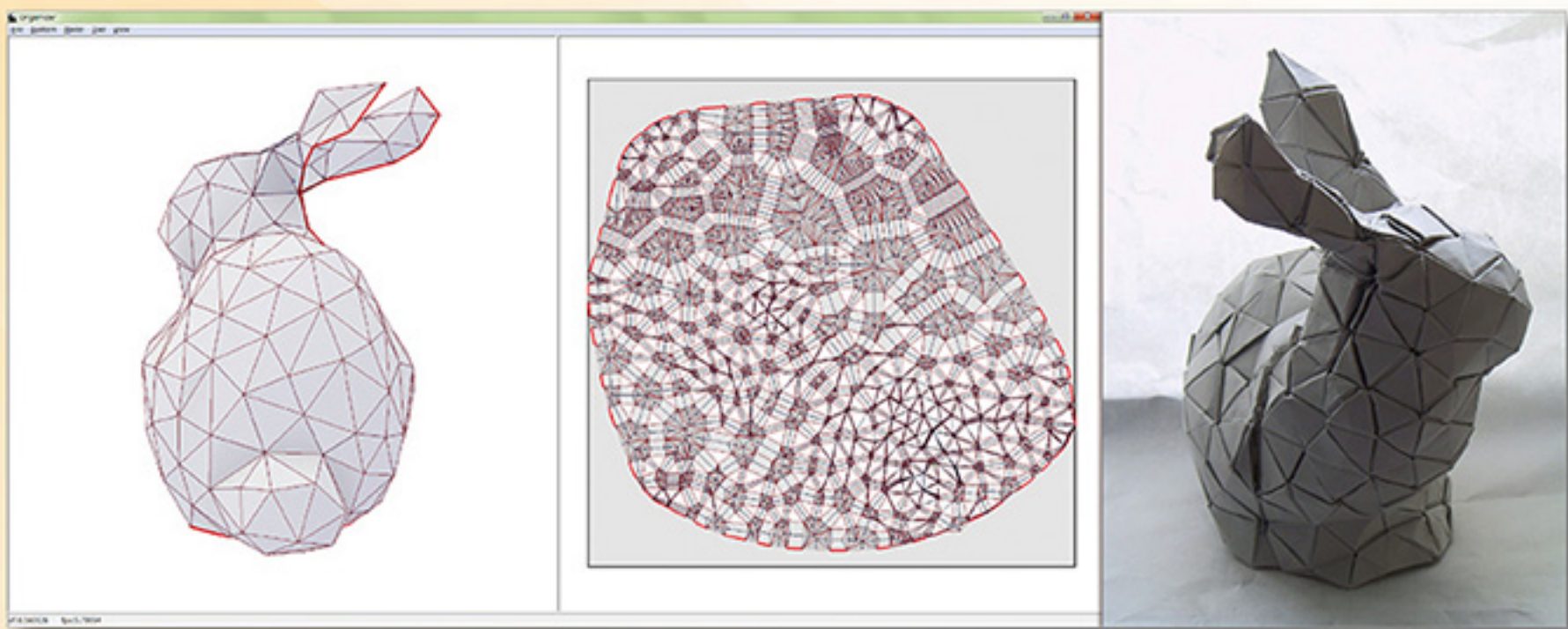
たちともひろ

館 知 宏

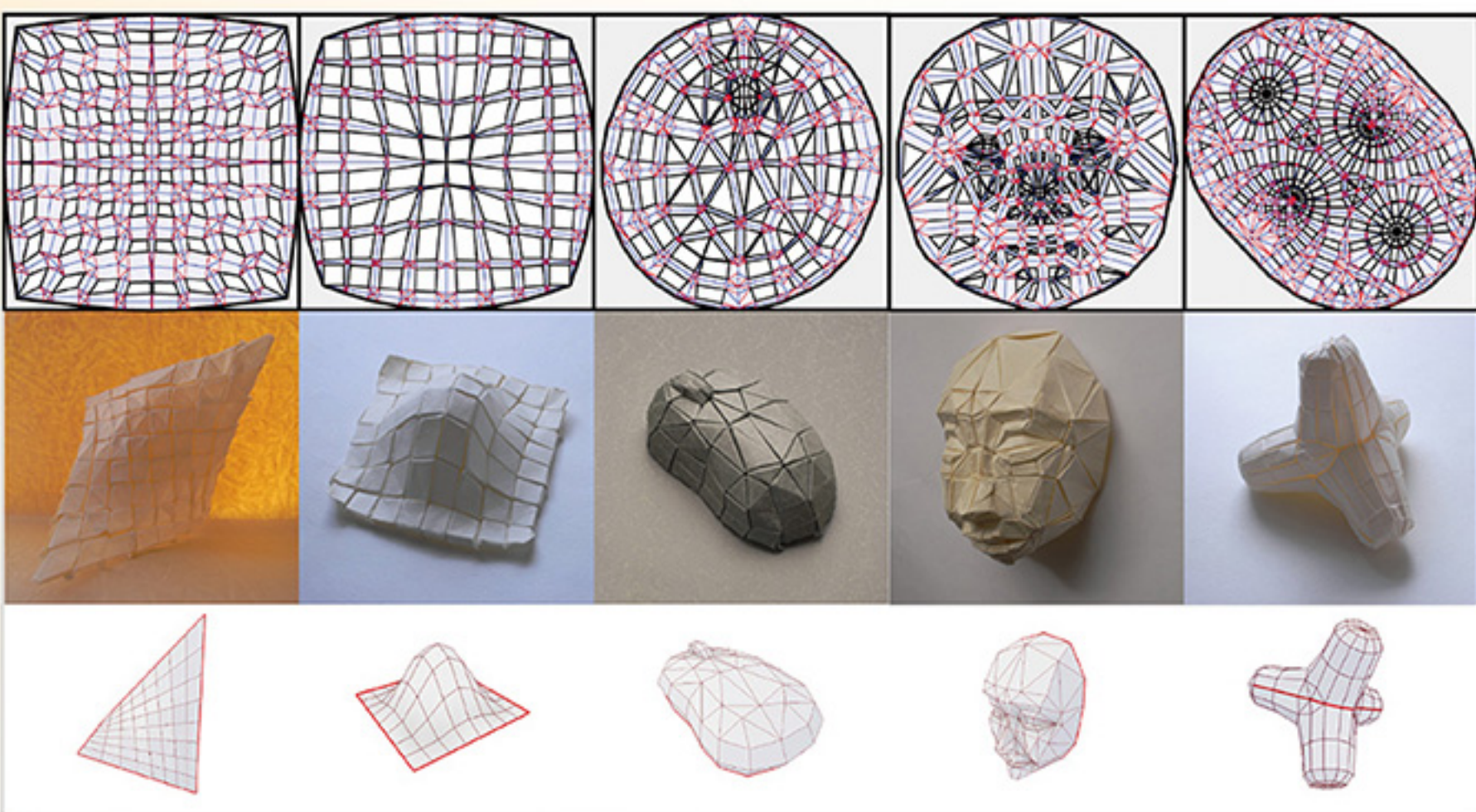
東京大学
大学院総合文化研究科 助教

折紙の幾何学とアルゴリズム
三次元形状の展開図をコンピュータでデザイン
建築構造物の設計に応用可能な剛体折紙へと発展
サイエンス、アート、エンジニアリングの垣根を越境する

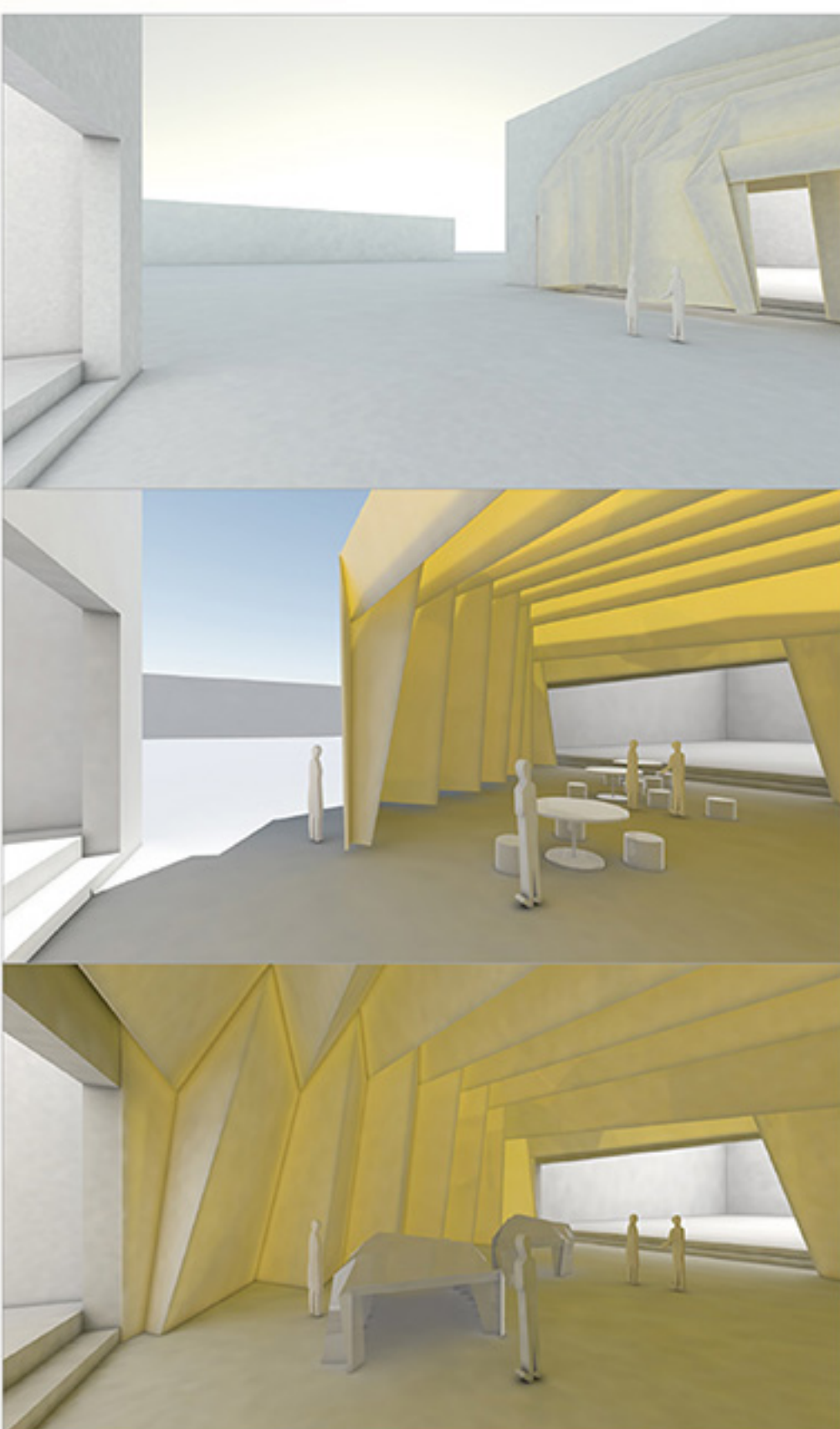
展開図通りに折った三次元形状 (右)



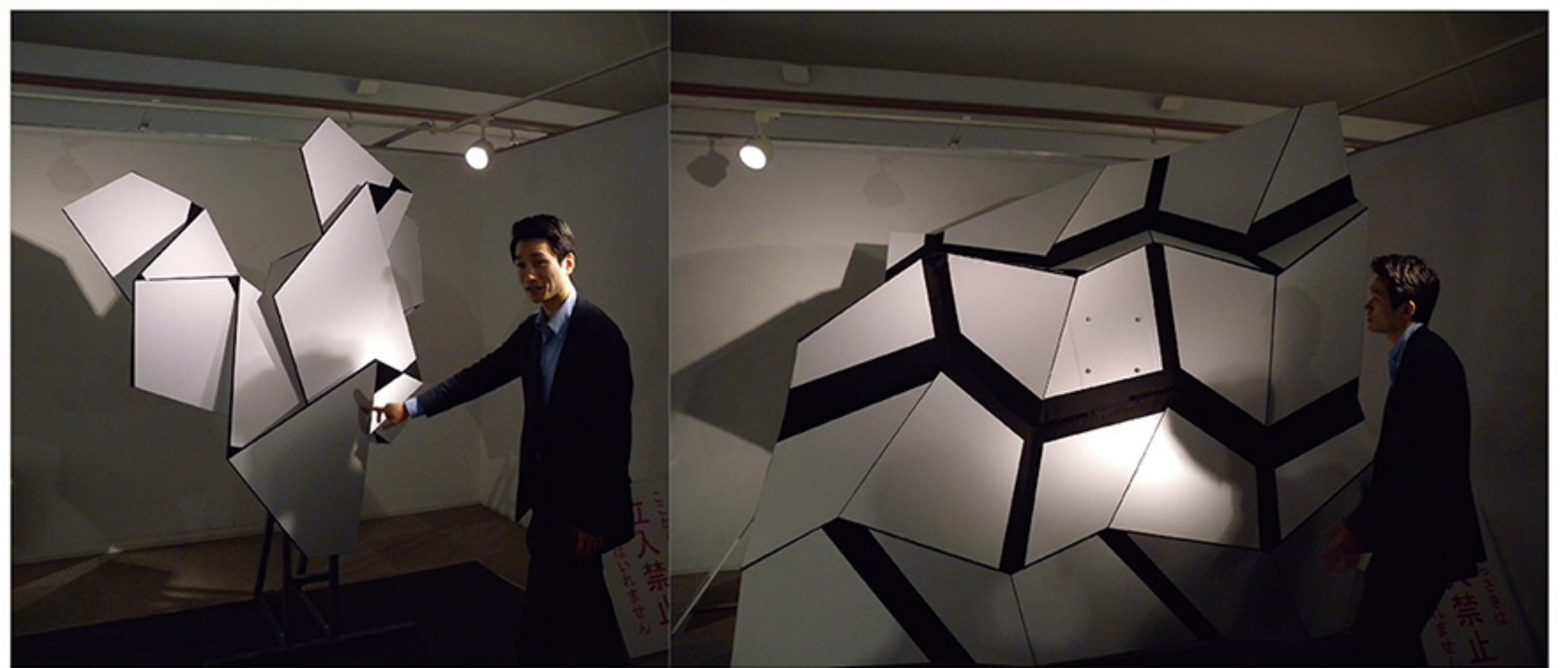
ソフトウェアシステム「オリガマイザ」は入力した三次元形状から、展開図を独自のアルゴリズムを用いて自動的に作成します。この展開図通りに折り線を入れると、一枚の紙を折るだけで入力形状と同じ形状が折れます。どのような折紙オブジェクトでもデザインできるため、折紙芸術に革命が起きました。



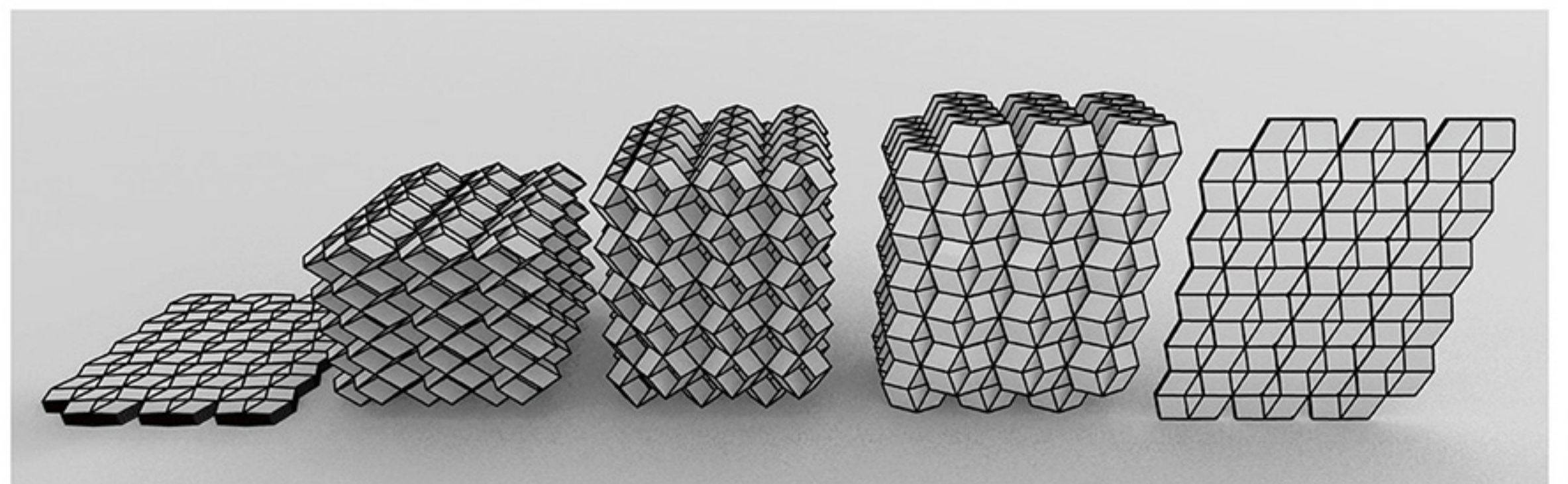
オリガマイザで設計・制作された様々な立体折紙形状。
いずれも一枚の紙を切ることなく、折るだけでできている。



剛体折紙は折り畳み式家具や折り畳み可能な容器やパッケージなどの日常的な利用に加えて、再利用可能な仮設パビリオンや災害時のシェルター、さらには展開可能な宇宙構造物としての利用が期待されています。



通常の折紙を折る過程では、材料そのものが歪みます。しかし、強度が必要な構造では材料に厚みがあり、歪みは許されません。材料を歪ませずに折り畳める「剛体折紙」の理論を深化させ、コンピュータを用いて自由に形状設計可能としました。これによって、厚みのあるパネルを使った折りたためる建物など、大きなスケールで応用できる折紙機構が設計可能となりました。



折紙を複合させると薄い材料でも強度がでることが知られています。しかし、一度複合させてしまうと折り畳むことはできませんでした。剛体折紙を変形可能なまま複合させる理論を構築し、強度があつて硬いのになんて軽力で折り畳める構造物を実現可能としました。



剛体折紙の複合理論を設計に応用すると、畳むと柔らかくなり、展開すると硬くなる構造物が実現可能となります。コンパクトに折りたたためて簡単に広げられ、しかも十分な強度を持つ構造物が可能となります。

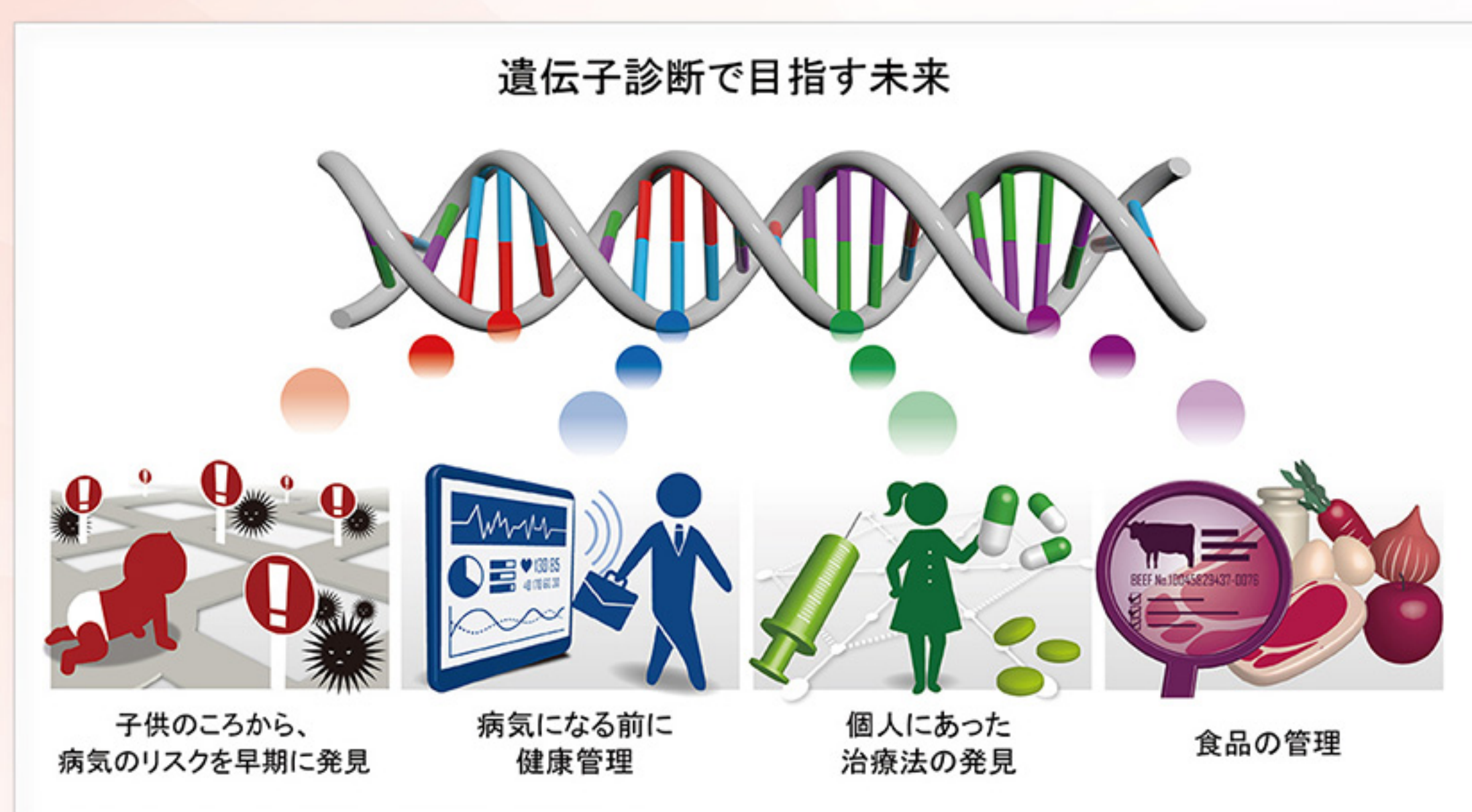


トンネル電流によるDNA塩基配列の 識別技術を応用したナノデバイスの 開発と実用化への取組

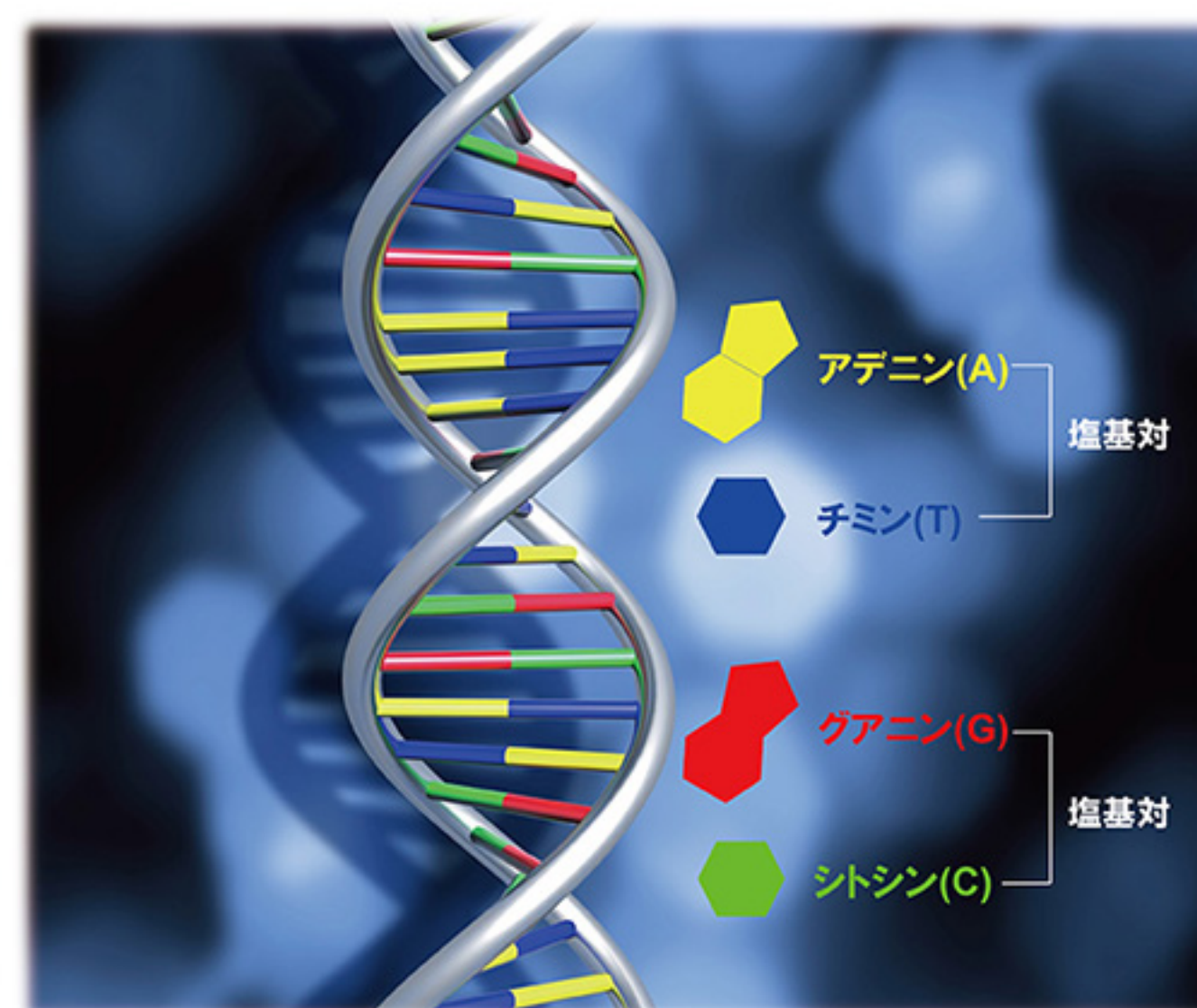
た に ぐ ち ま さ て る
谷口 正輝

大阪大学
産業科学研究所 教授

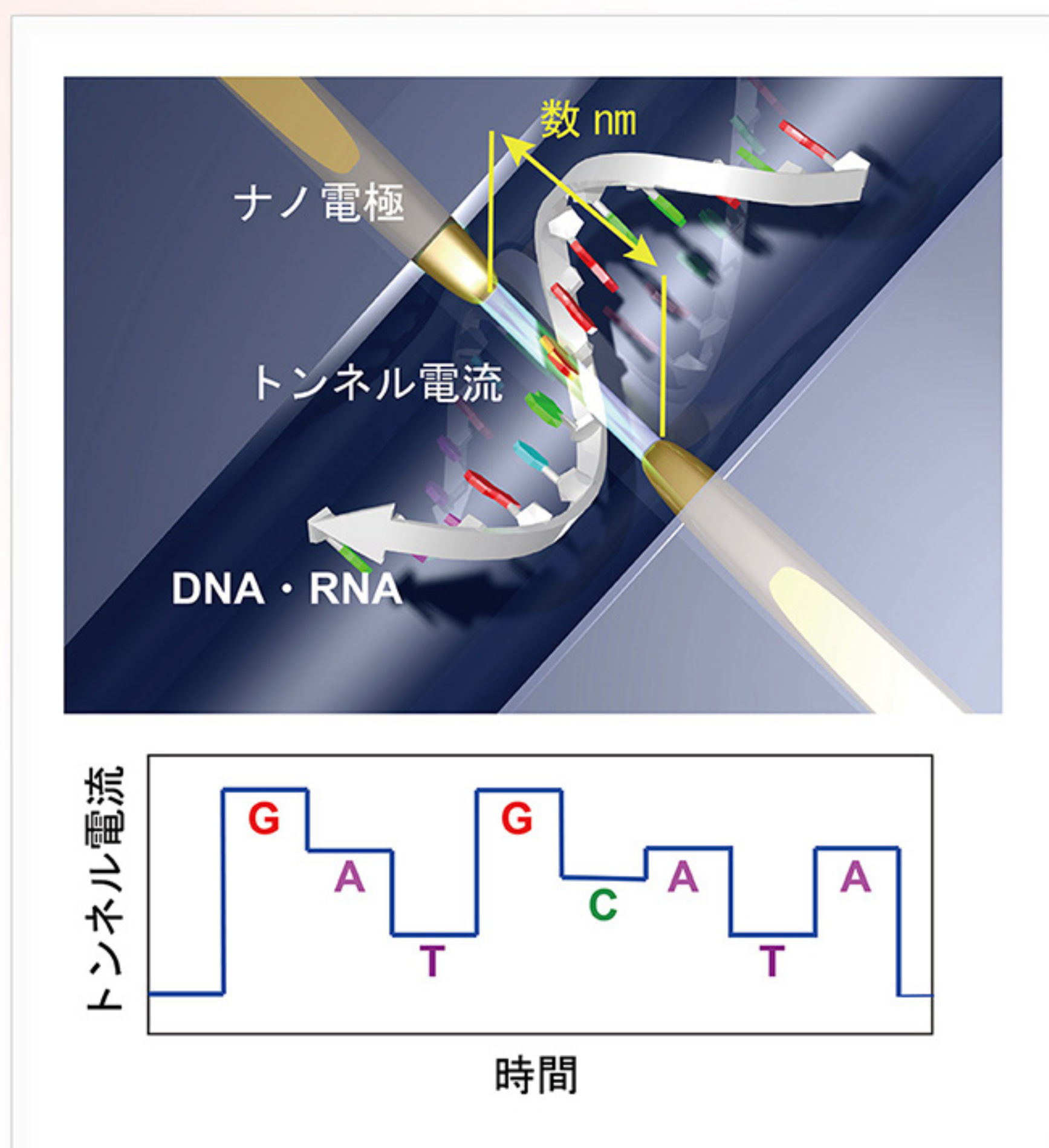
1分子単位でDNAの塩基配列を識別する技術
塩基分子1個分のすきましかないナノギャップ電極を作製
1個の塩基分子を流れる電流により塩基配列の決定に成功
次々世代DNAシーケンサー開発に大きく前進



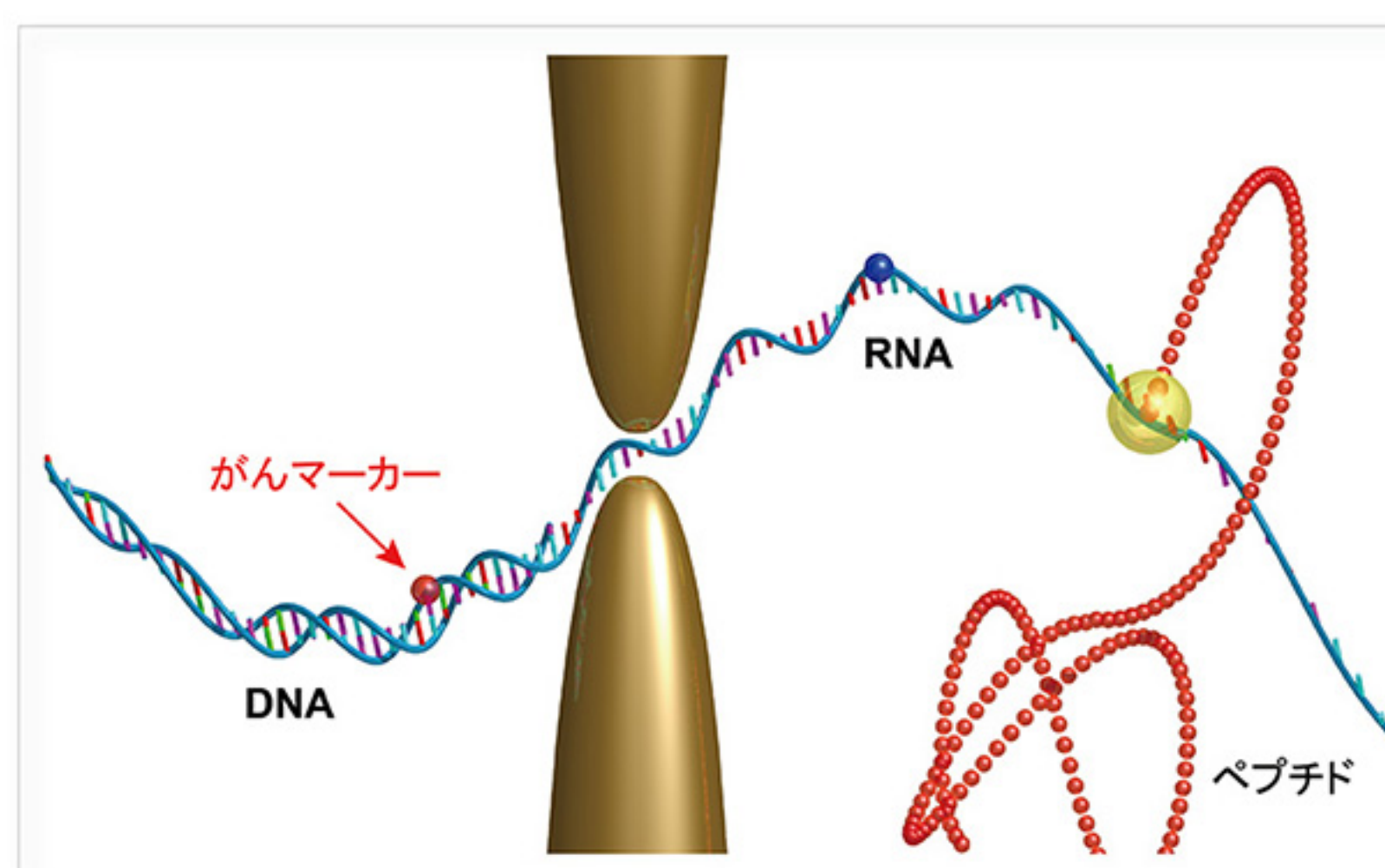
遺伝子診断は、遺伝的な病気のリスク診断や健康診断だけでなく、個人の遺伝子にあった治療法の発見や、食品の管理などへの応用が期待されています。



DNAは、アデニン(A)、シトシン(C)、グアニン(G)、チミン(T)の4種類の塩基分子から作られます。4つの塩基分子の配列が遺伝子情報を持っており、ヒトの塩基分子対の数は約30億個です。



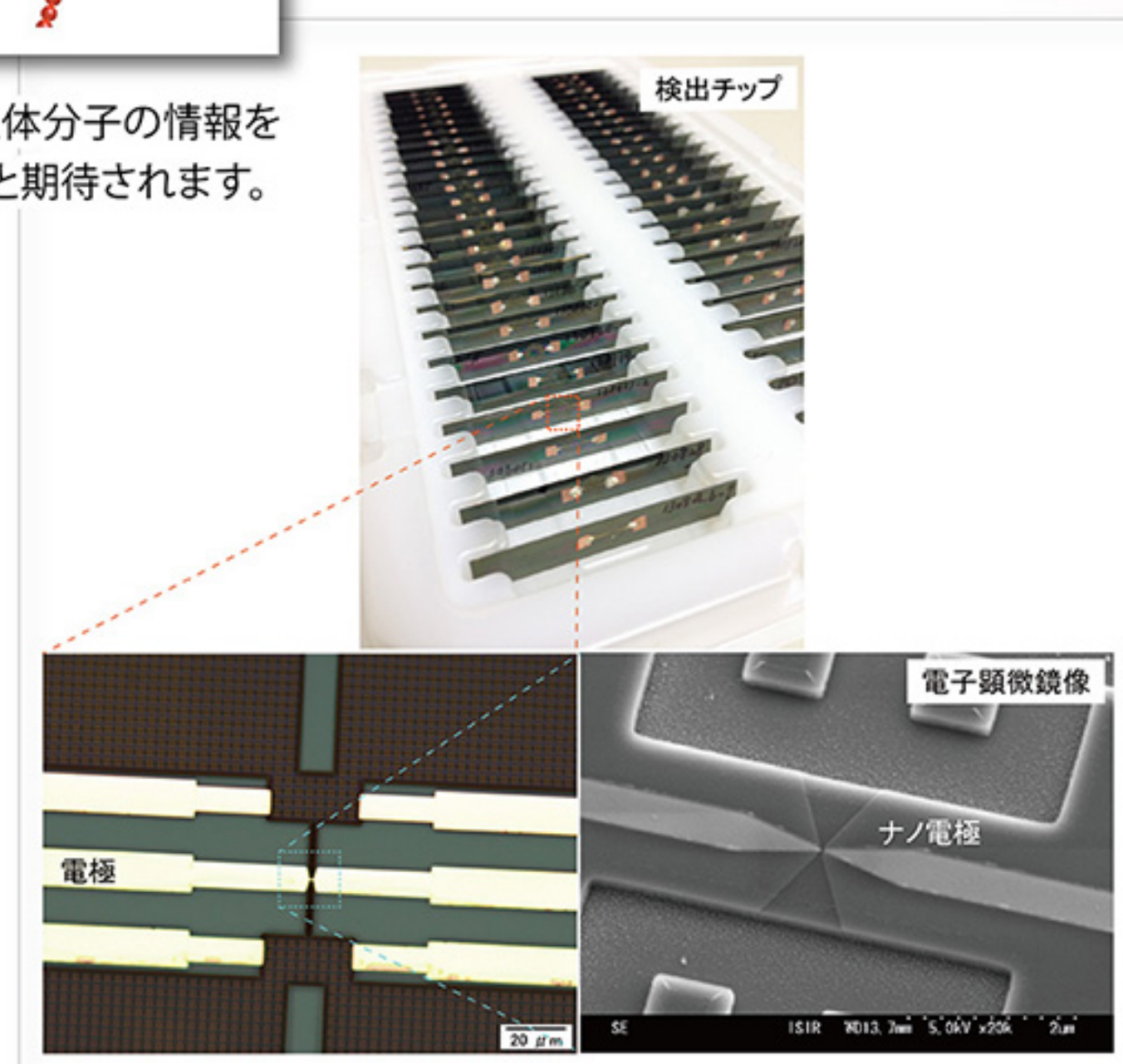
開発しているシーケンサーは、1個の塩基分子の電気抵抗を連続的に高速で計測して、塩基配列を決定します。この方法は、1分子シーケンサー法と呼ばれ、究極の遺伝子解析法と考えられています。



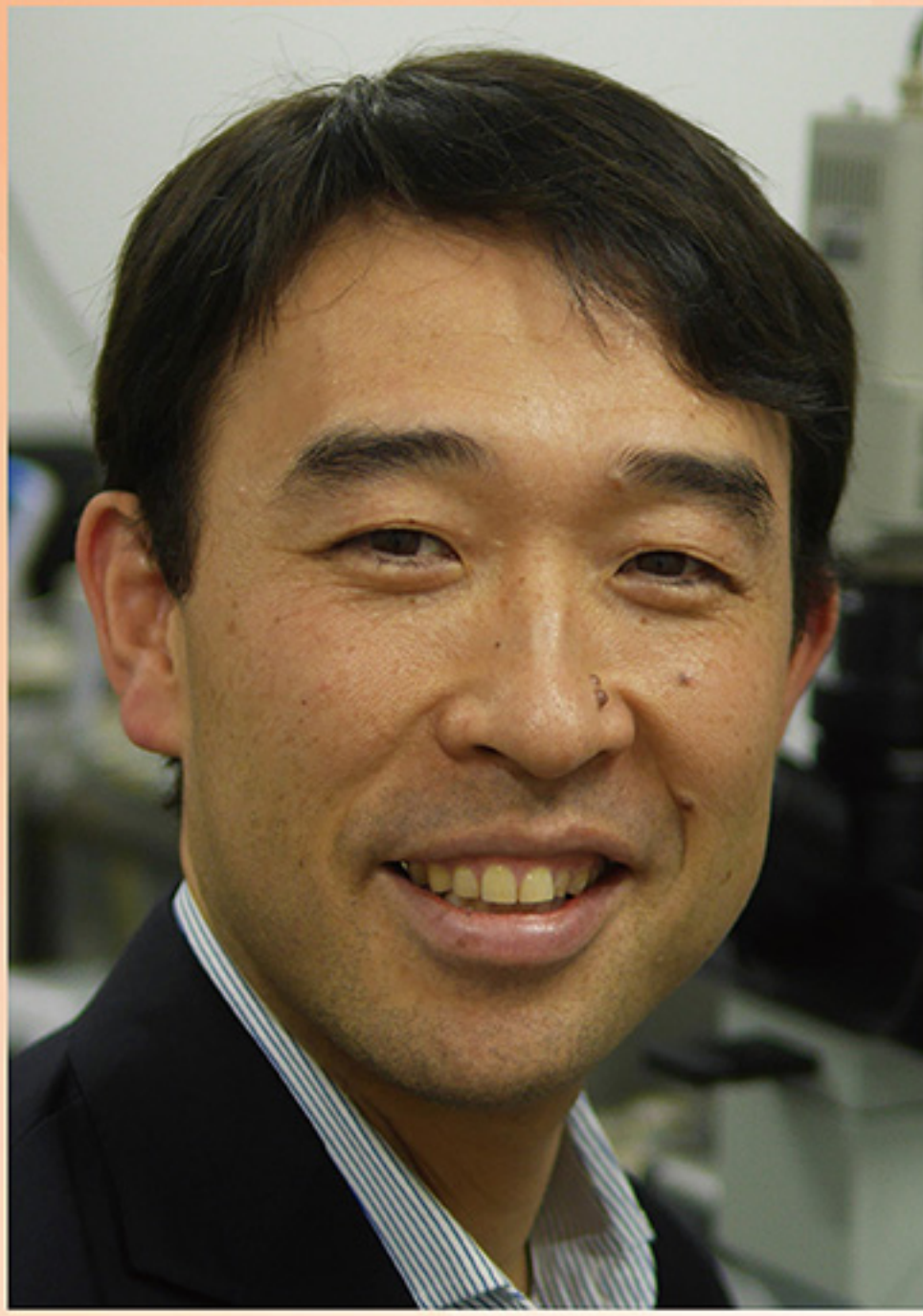
1分子シーケンサーは、これまで調べる事が難しかった生体分子の情報を解読し、医科学と創薬の分野に革命的なインパクトを与えると期待されます。



研究成果を最速で社会に還元するため、大学発ベンチャー企業を創業し、1分子シーケンサーの開発を行っています。



開発しているデバイスは、数nm(1nm=10億分の1m)以下の隙間を持つナノ電極を持ち、DNAが流れる構造を持ちます。



卵細胞が観察しやすい植物を用いることで、 長いあいだ成し遂げられなかった、 被子植物の受精メカニズムの解明に成功

ひがし やま てつ や
東山 哲也

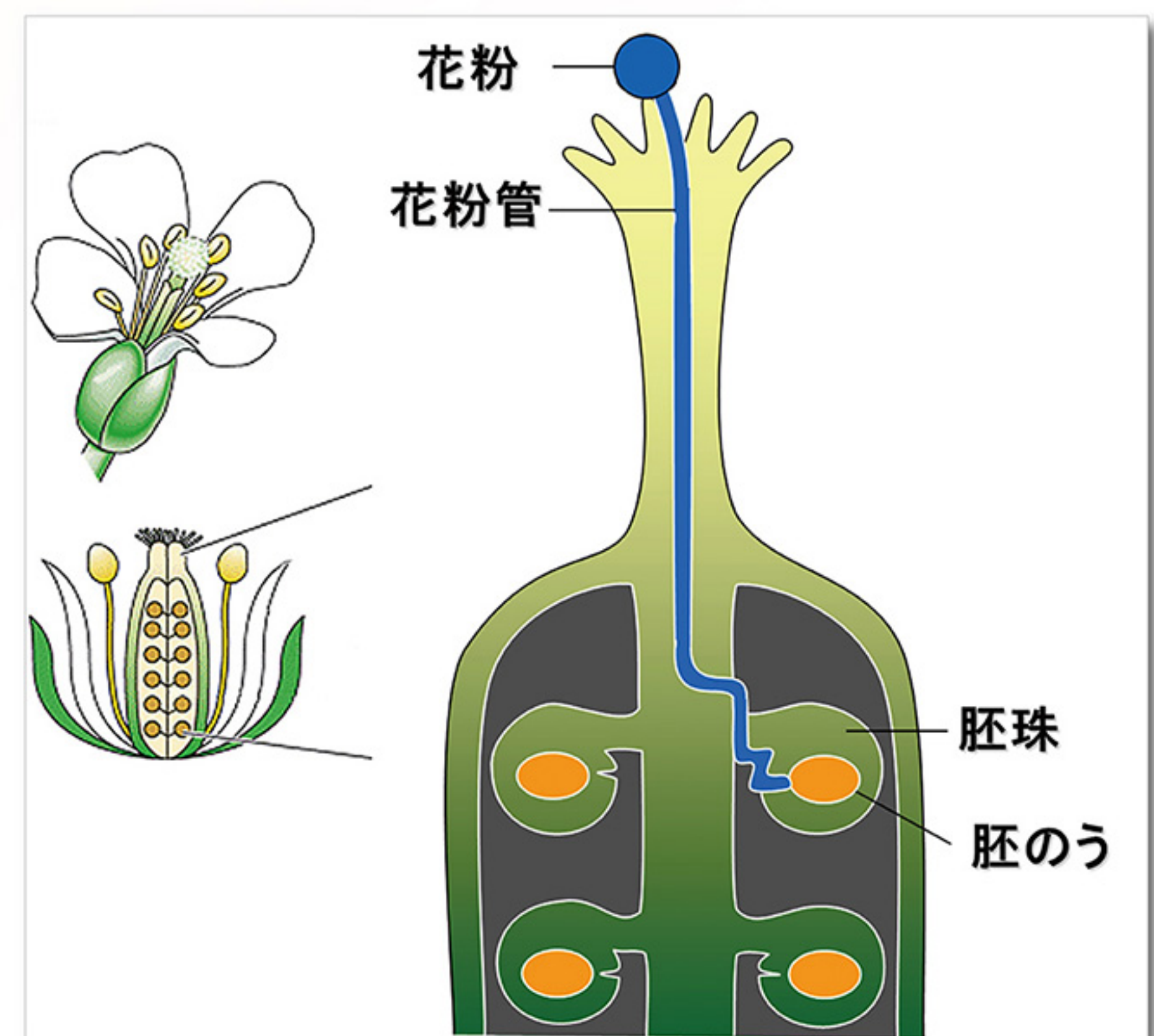
名古屋大学
トランスフォーマティブ生命分子研究所 教授

植物の受精をめぐる140年の謎を解明
雌しべについて花粉から伸びる花粉管は
どのようにして卵細胞を目指して受精に至るのか
その仕組みと受精の瞬間を世界で初めて解明



植物の受精でつくられる穀物・野菜・果実

植物（被子植物）の受精は、食糧生産など、人類にとっても重要な現象である。



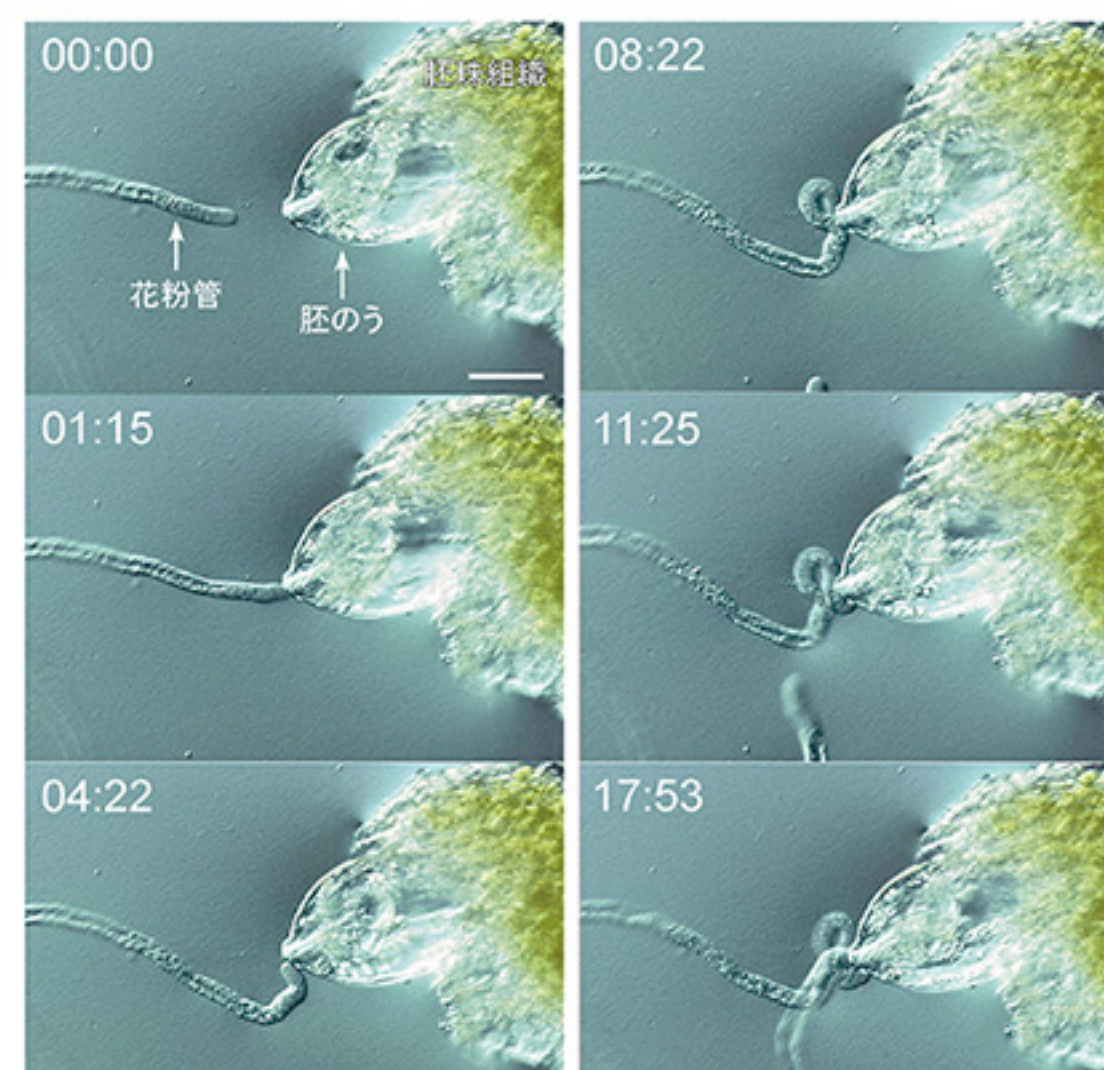
植物の受精の模式図

花の雌しべに受粉した花粉から花粉管と呼ばれる細胞が伸びだし、種子のもとである胚珠に含まれる胚のうに正確に誘導されて受精が達成される。

胚のうへの花粉管の誘引

トレニアという植物の胚珠を取り出し、花粉管が誘引される様子をリアルタイムに解析。トレニアは、胚のうが胚珠組織の外に突出しており、その先端に花粉管が誘引される様子を詳細に解析できる。

※数字は経過時間（分：秒）を示す。



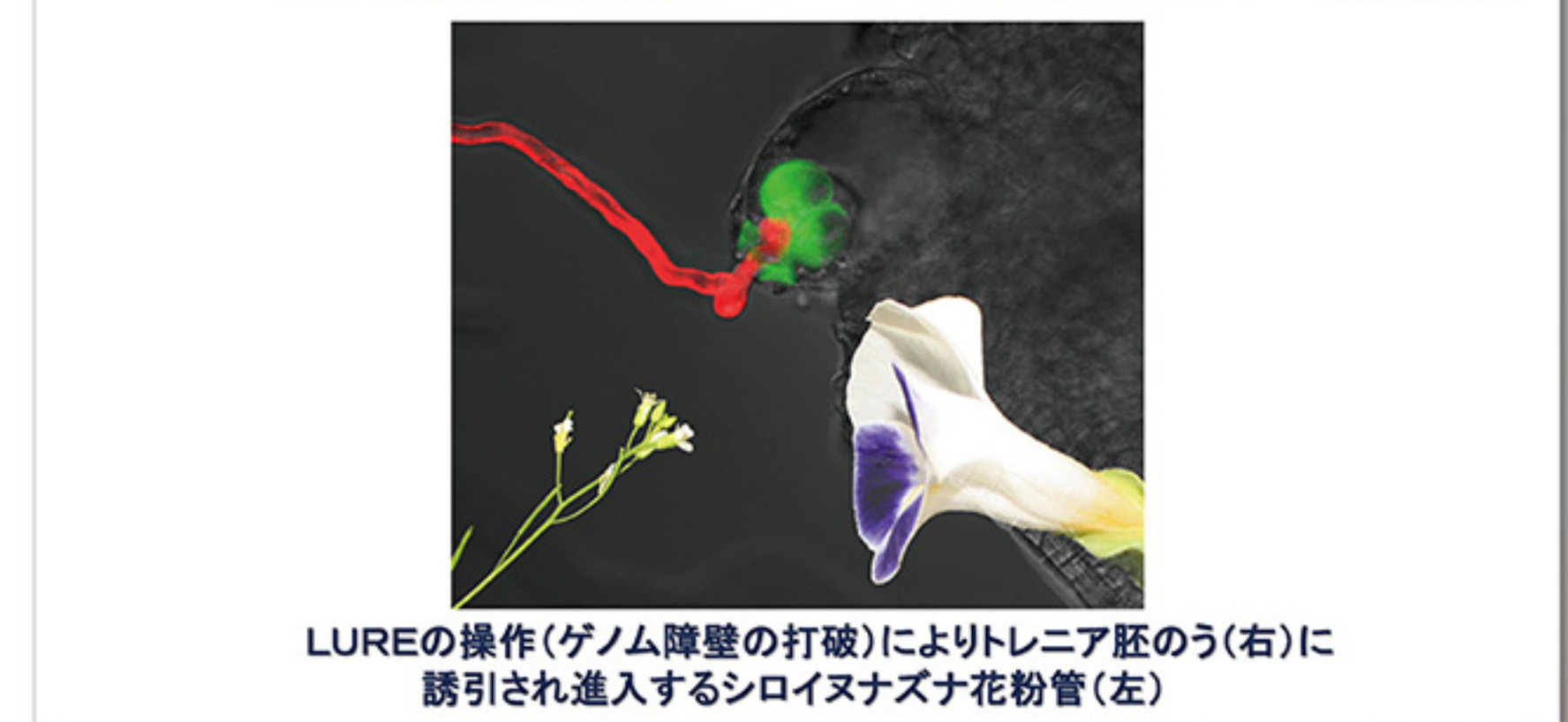
ゲノム障壁を乗り越える

新種であるスーパー植物の誕生



誘引物質ルアー（LUREペプチド）の同定

トレニアを用いて、卵細胞の横に2つある助細胞から誘引物質が分泌されることを発見（左; Science）、さらに助細胞を取り出して解析することで、その誘引物質がシステインに富む複数のペプチド（小さなたんぱく質）であること発見し、ルアーと命名（右; Nature）。



ルアーの操作によるゲノム障壁の打破

～人類を救うスーパー植物の作出にむけて～

植物は種固有のルアーを使い、同種のあいだで受精を行う。しかし自然界や伝統的な育種において、まれに交雑をふせぐゲノム障壁を乗り越えることで、小麦や西洋ナタネなど、有用な新種が誕生している。交雑育種の効率を上げることで、さらなるスーパー植物の作出が期待できる。実際に、ルアーを操作することで、障壁を大幅に打破することが示された。現在、遺伝子組換えに依存しない技術として、交雑の効率を上げるマスターキーとなるような革新的分子の開発を進めている。



多分野に応用可能な、 物体に触れることなく力を作用させる 超音波集束装置の開発

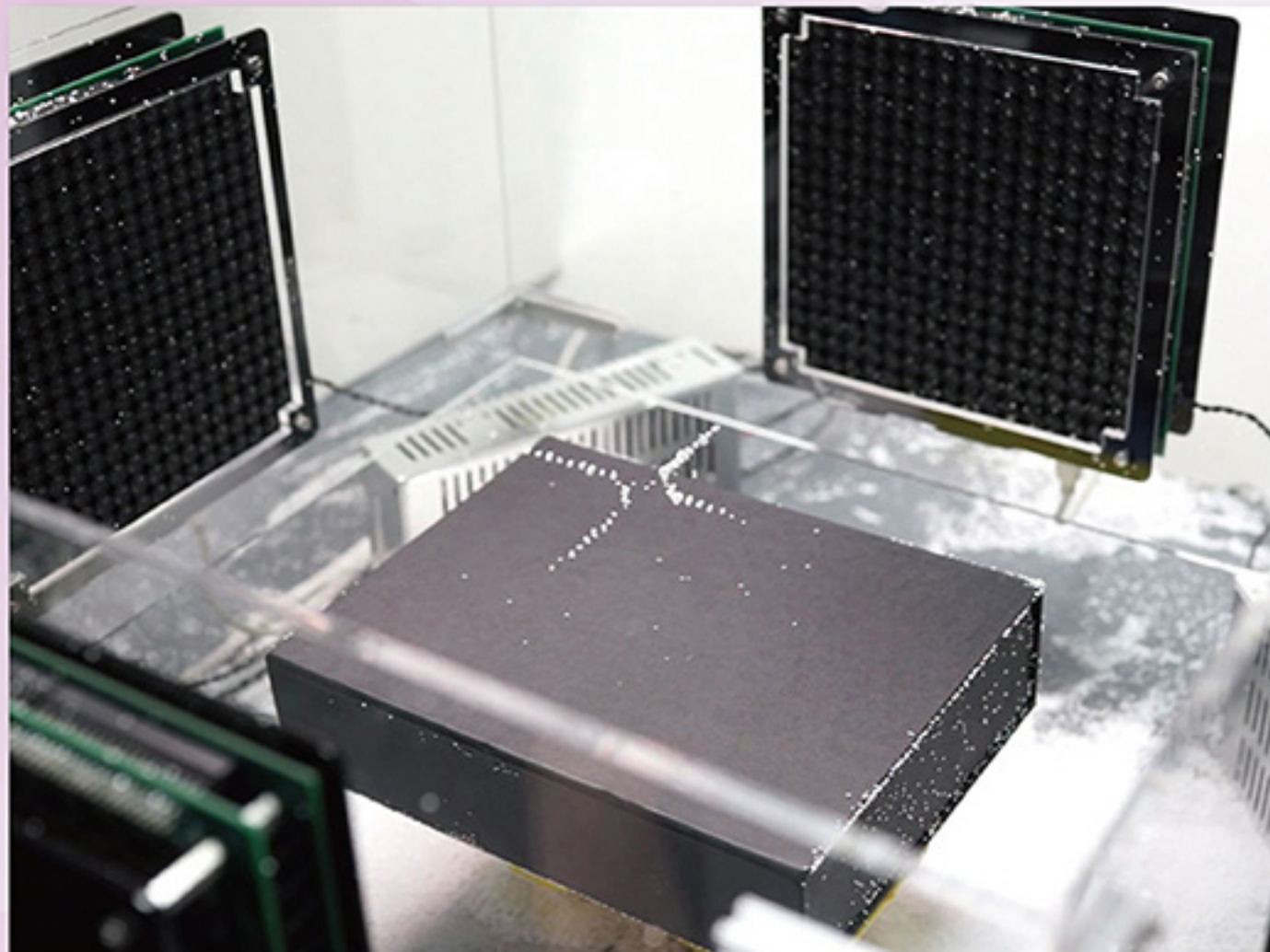
ほし たか ゆき

星 貴之

名古屋工業大学 若手研究イノベータ養成センター
情報通信分野 人間中心工学関連研究領域
特任教員(テニユア・トラック助教)

魔法のような空中浮遊が現実には？

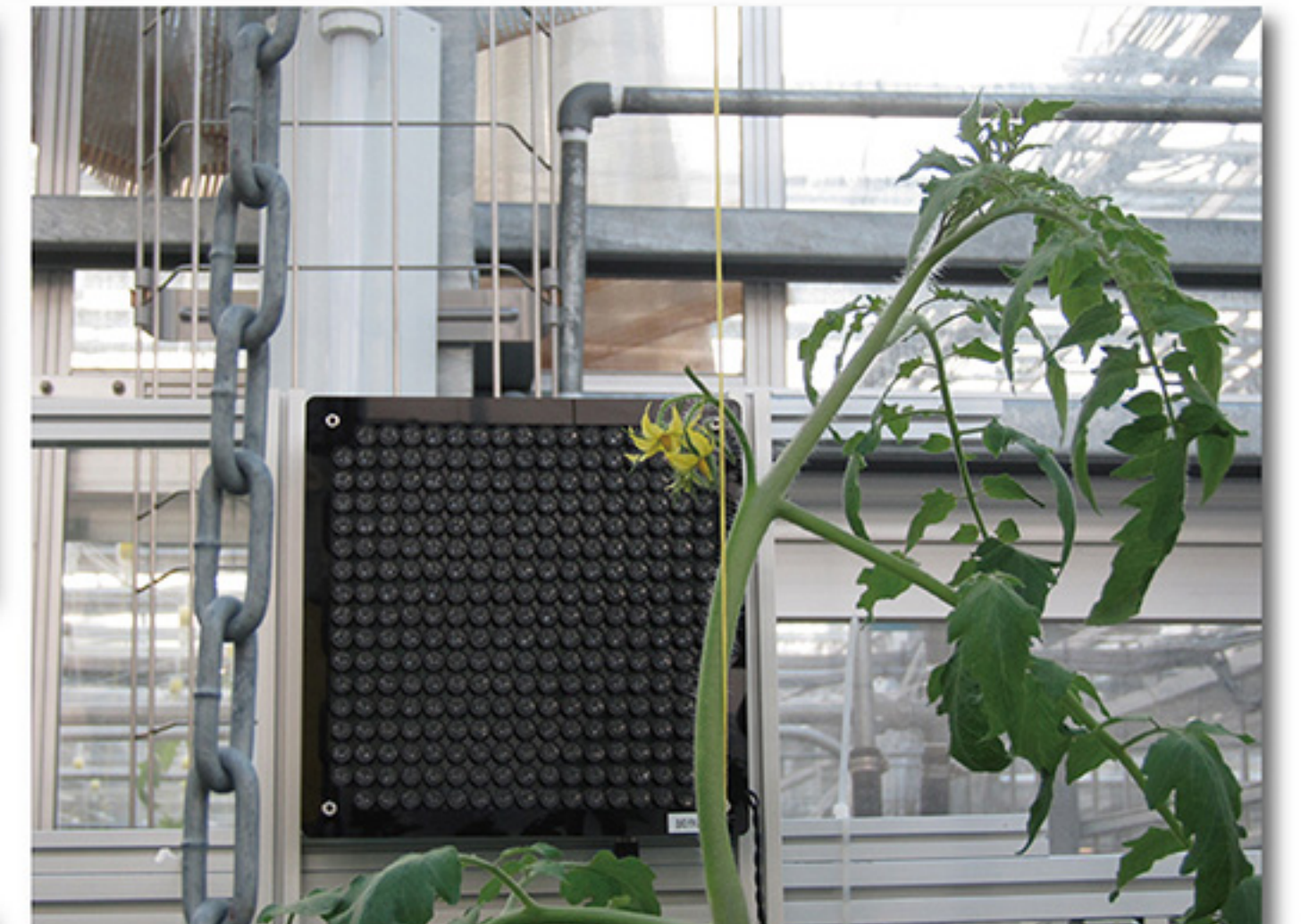
触れずに押せる超音波集束装置の小型化に成功
空中に触り心地を作る研究から発展させて
新たな応用先を探索中



浮いている白い粒々が、前後左右上下に自由自在に動き回ります。
(東京大学との共同研究)



黒い粒が浮き上がり、あたかも生きている虫のように皿の上を飛び回ります。
(慶應義塾大学との共同研究)



トマトやイチゴの花を、ハチにも人の手にも頼らず自動的に授粉させます。(京都大学との共同研究)



普段は透明なシャボン膜も、超音波で振動させると映像を映し出せるようになります。(東京大学との共同研究)

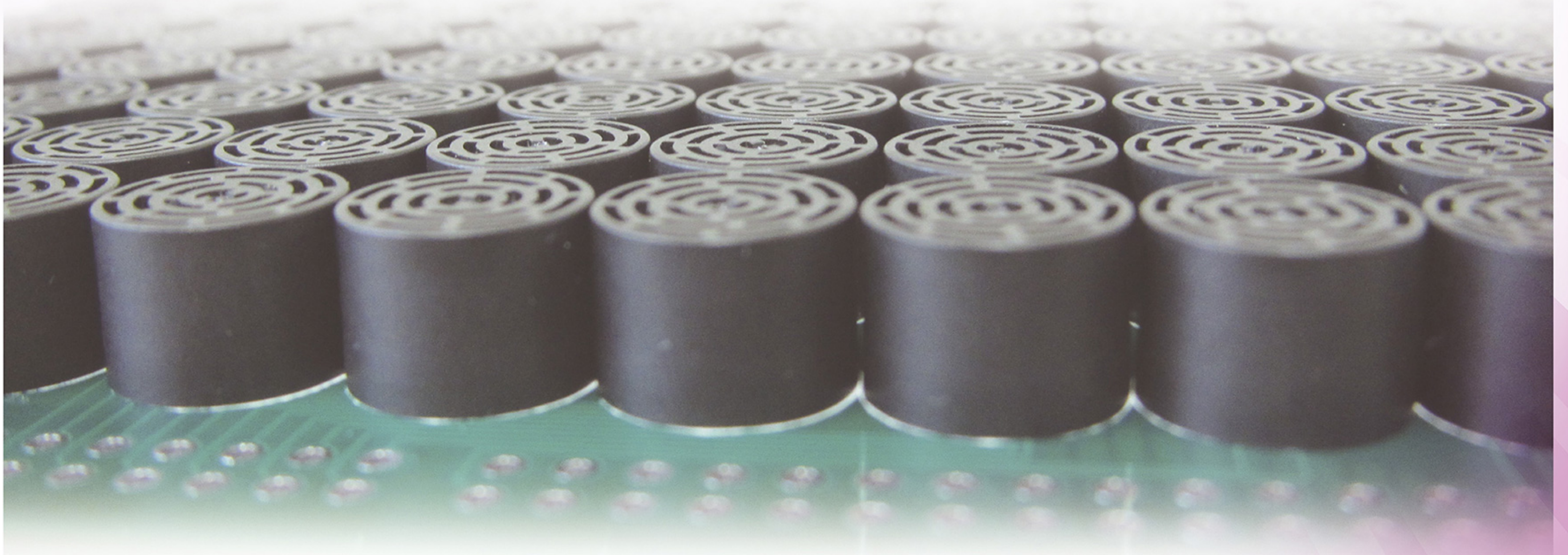


多数のスピーカーが協力して
レンズのように超音波を
一点に集中させる。
その焦点では物を押すほどの
強力な超音波が発生する。

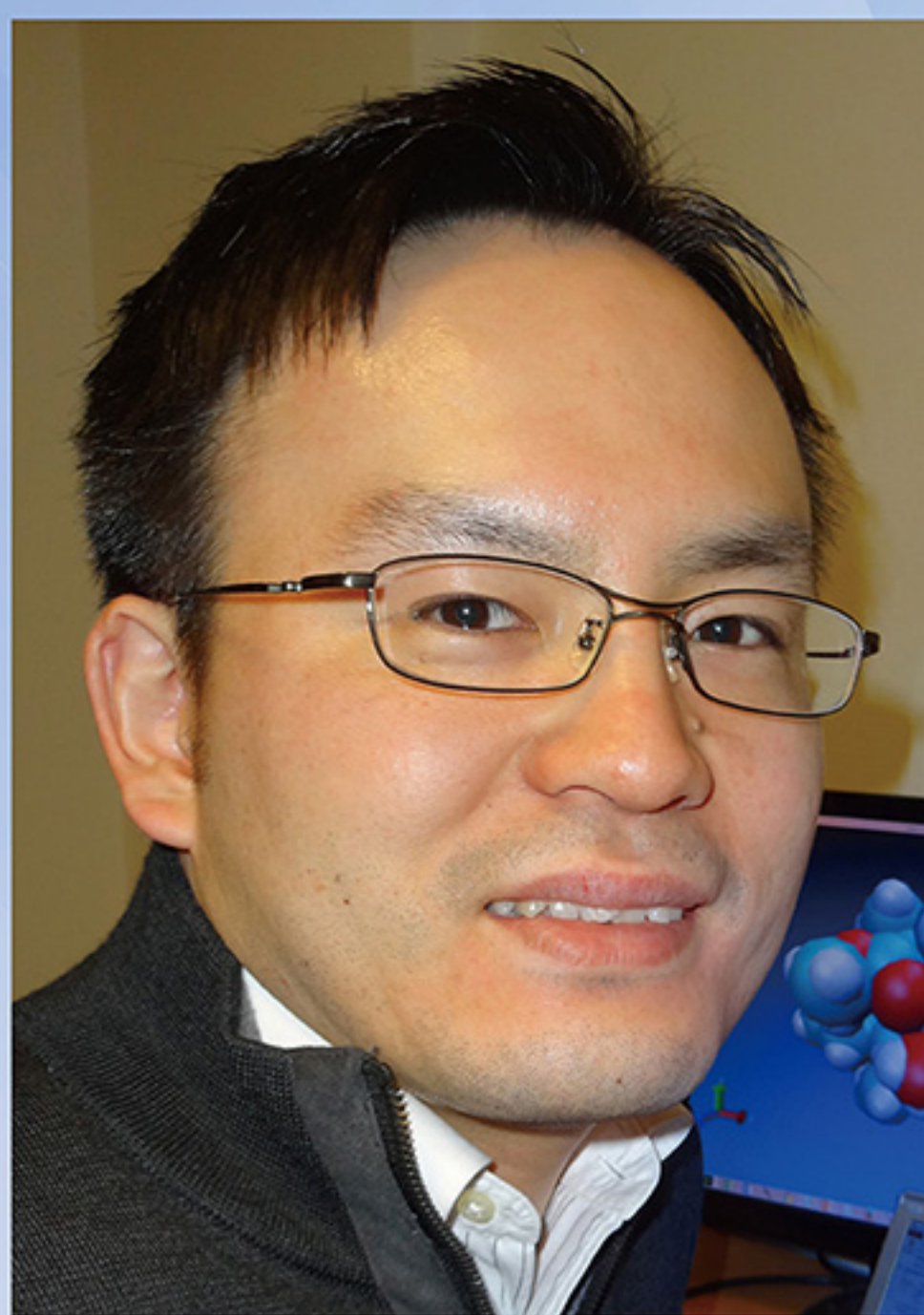
細い紙を持ち上げているのは、強力な超音波(耳に聞こえないほど高い音)による力です。
この触れずに働く力を巧みに使って、様々な新しいこと・面白いことを実現しています。



毛布の毛並みを変えることで自動的に絵を描いたり消したりすることができます。(慶應義塾大学との共同研究)



285 個の超音波スピーカーが協力して、物を押すほどの強力な超音波を作っています。



化学反応の経路をコンピュータによって 系統的に探索し予測する 量子化学計算手法の開発

まえ だ さとし

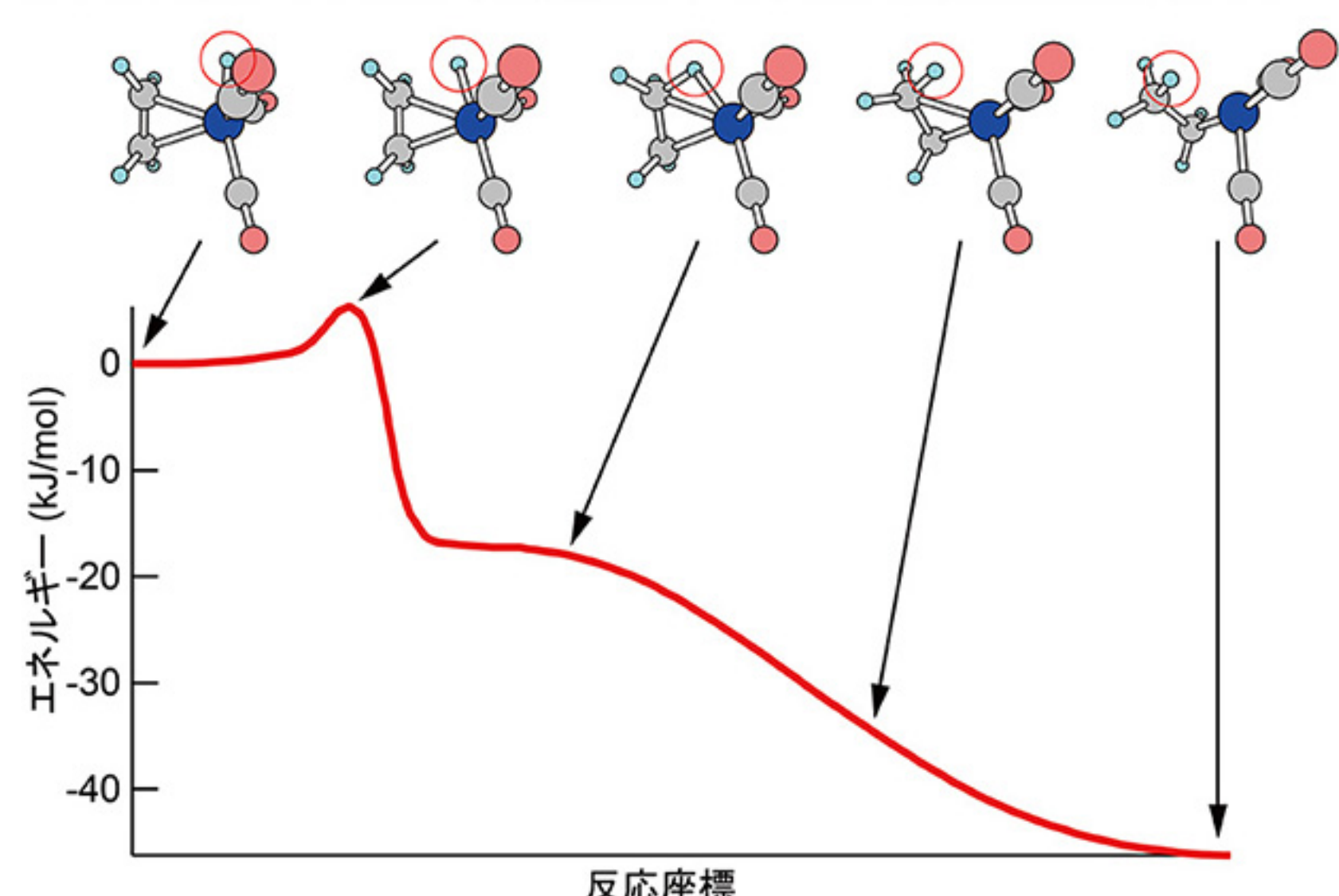
前田 理

北海道大学大学院
理学院化学部門
量子化学研究室 准教授

量子力学に基づき分子の構造変化を理論的に解明できる量子化学
従来、反応に伴う構造変化の様子を人間が予想する必要があったが
コンピュータによる自動探索法を提案し未知の反応経路の予測を実現

背景

量子化学計算によって反応経路を計算し、化学反応の素反応過程を理解する



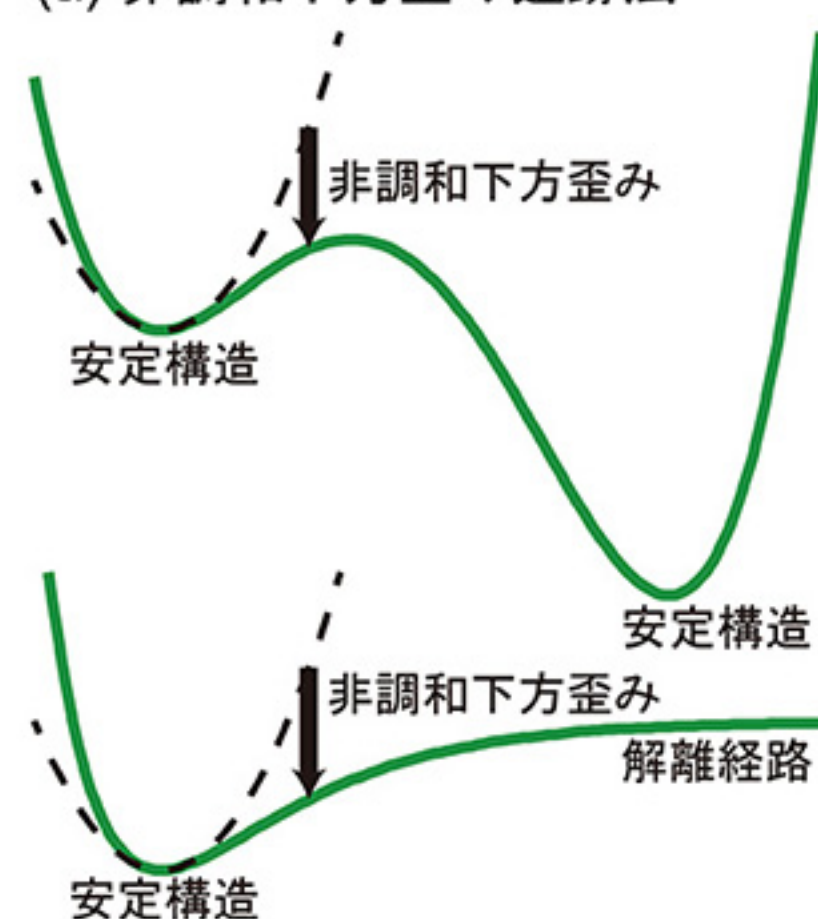
- 反応経路に沿った原子の動きを見てきたかのように可視化できる
 - 反応に必要なエネルギー（活性化エネルギー）を推定できる
- 量子化学計算は化学研究において重要なツールの一つ

課題

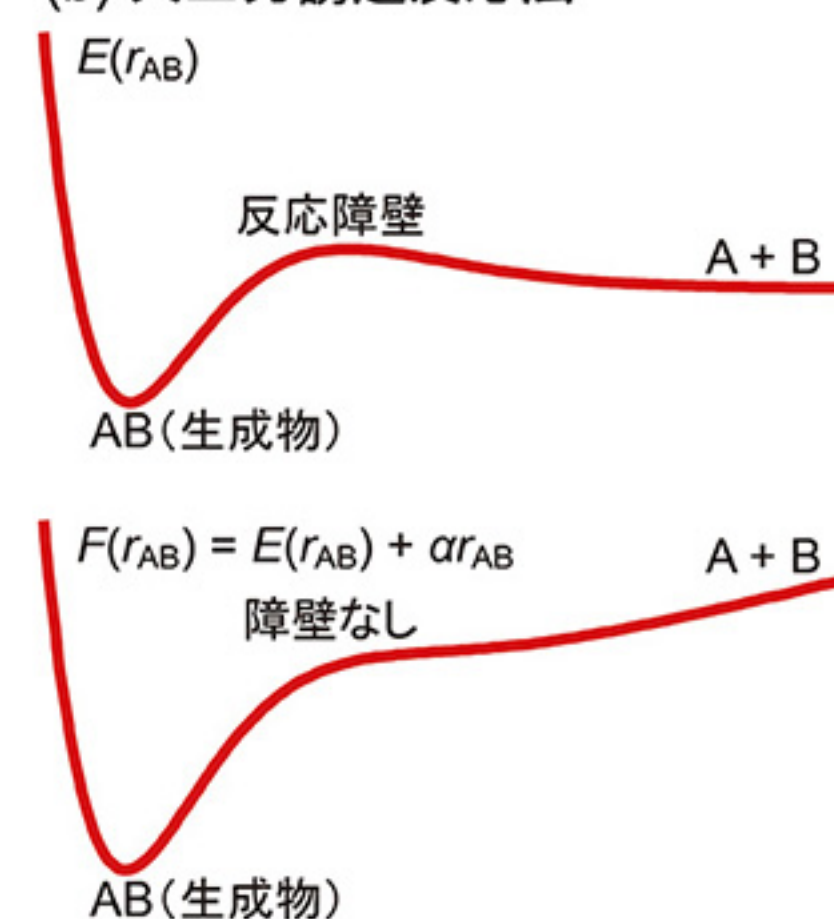
- ◆反応経路を求める際に、反応経路に関する予備知識が必要
- ◆予備知識を必要としない自動計算法が必要 → ○本研究へ

本研究

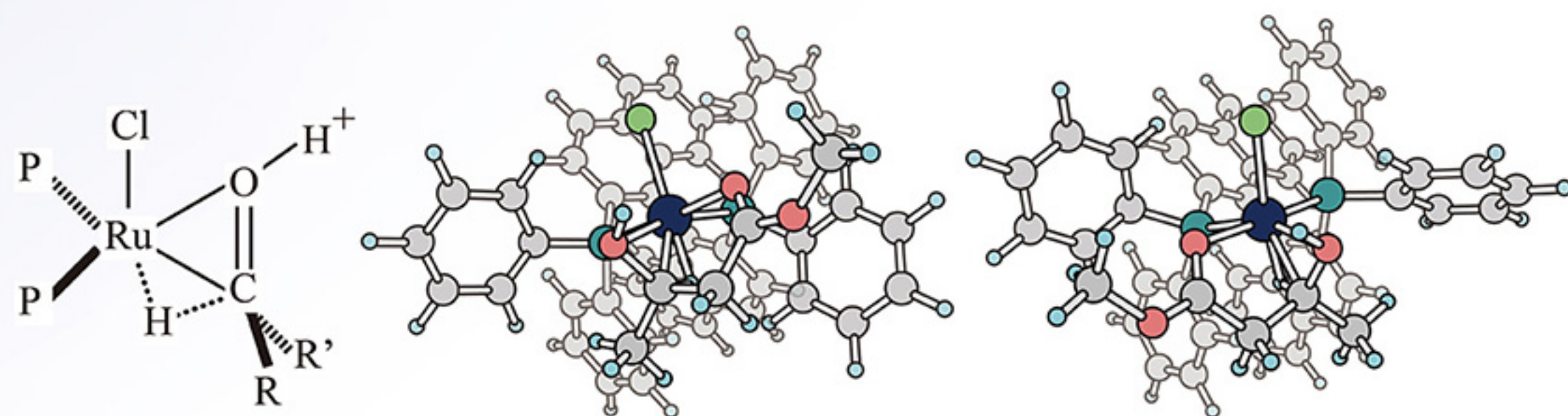
(a) 非調和下方歪み追跡法



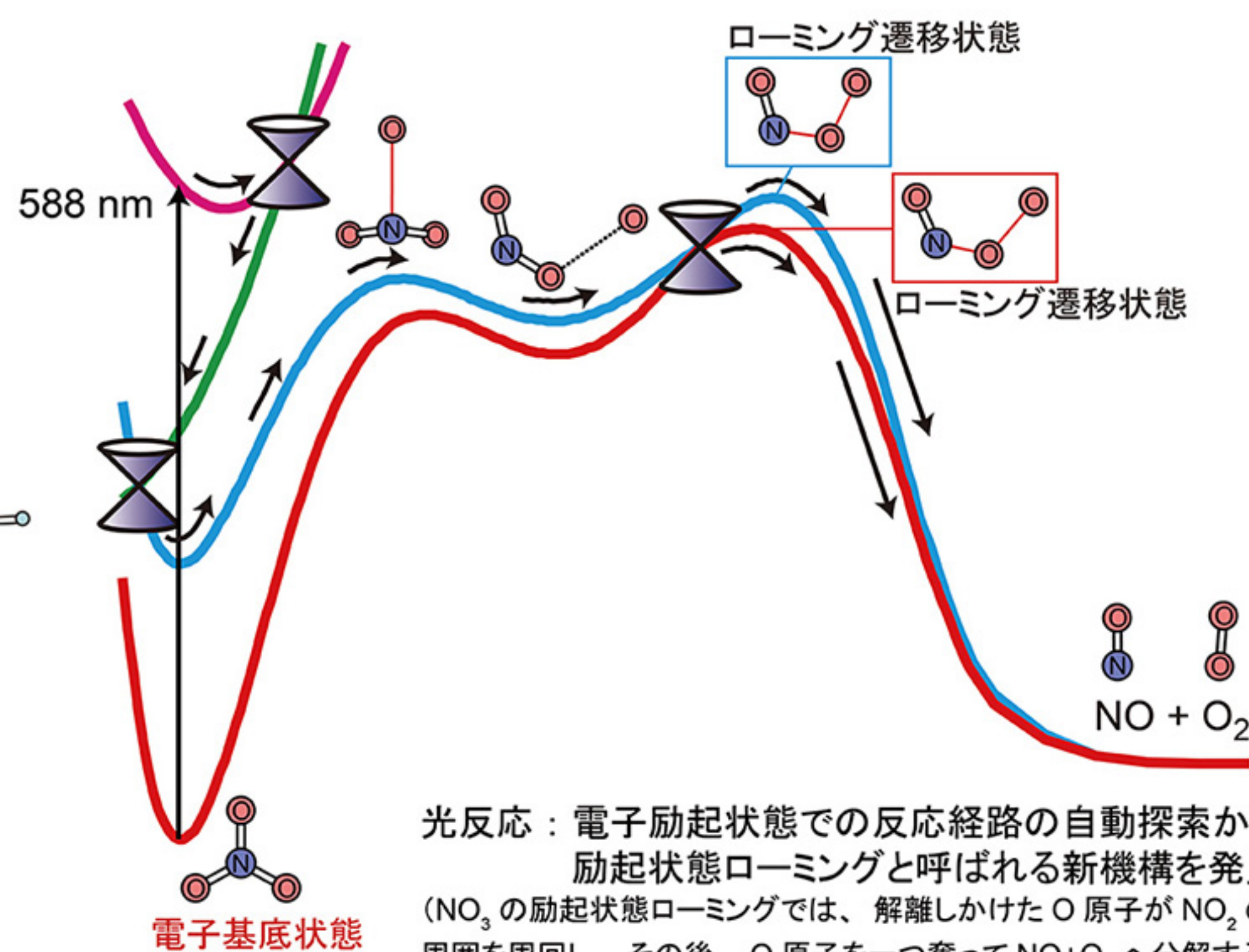
(b) 人工力誘起反応法



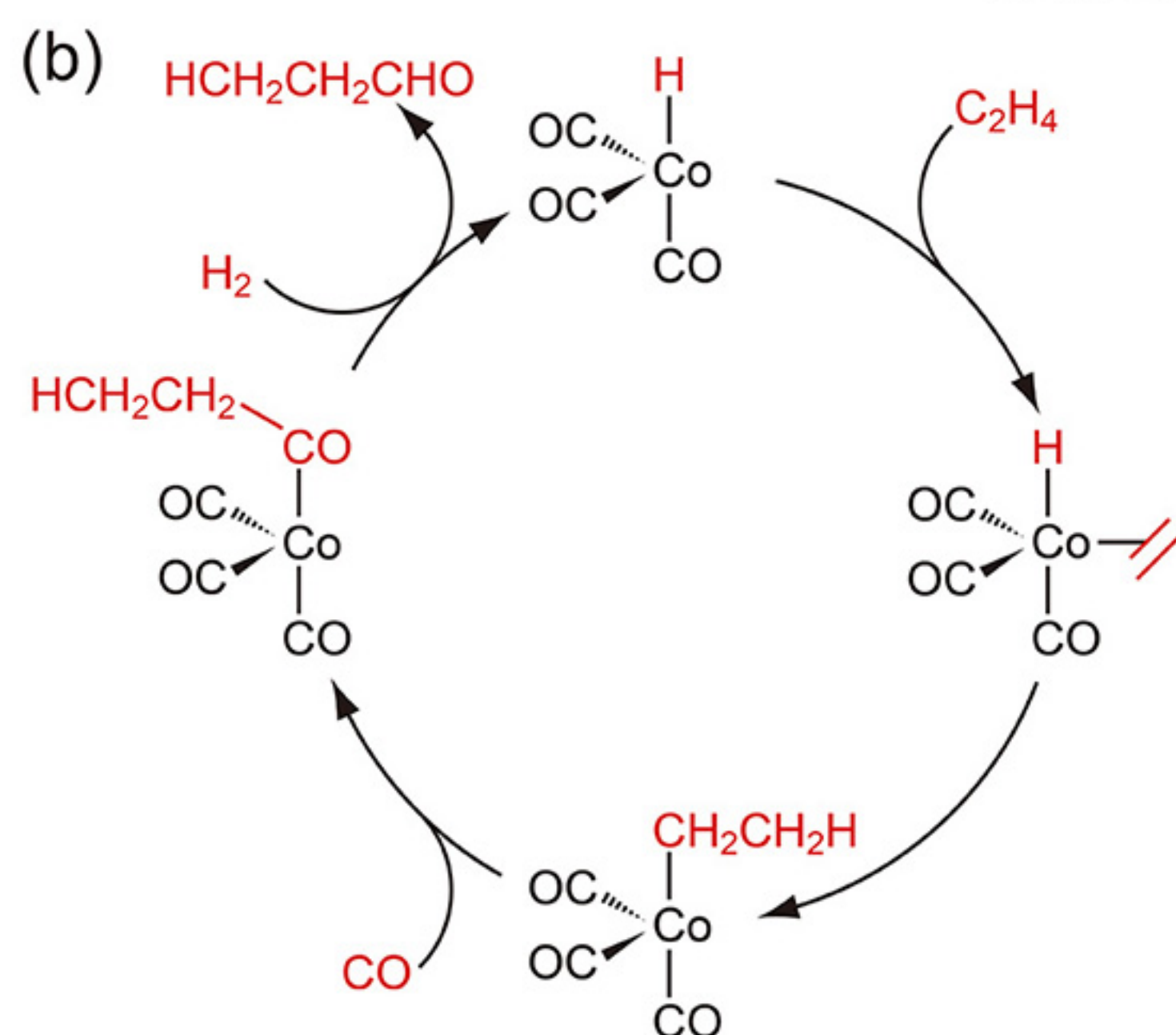
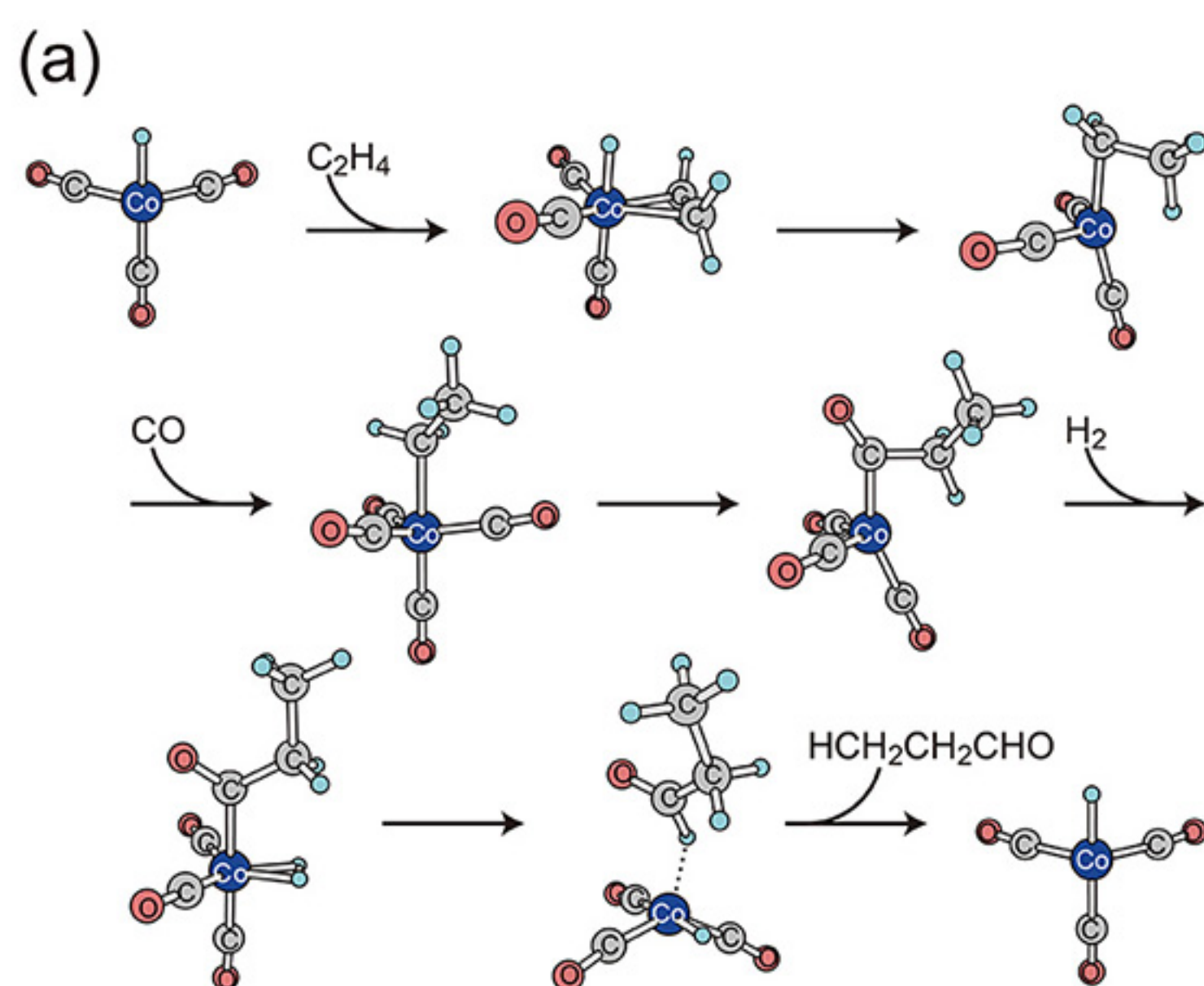
- ◆二種類の反応経路自動探索法を開発
- ◆様々な反応へと応用し、複雑な反応機構を解明



立体選択性：遷移状態の自動探索により、Ru-BINAP 触媒による
不斉水素化反応の選択性起源を解明



光反応：電子励起状態での反応経路の自動探索から
励起状態ローミングと呼ばれる新機構を発見
(NO₃の励起状態ローミングでは、解離しかけたO原子がNO₂の
周囲を周回し、その後、O原子を一つ奪ってNO+O₂へ分解する)



触媒サイクルの自動解明：反応経路自動探索法により、触媒サイクル全体の自動解明を達成

研究で利用している計算機クラスターの一部

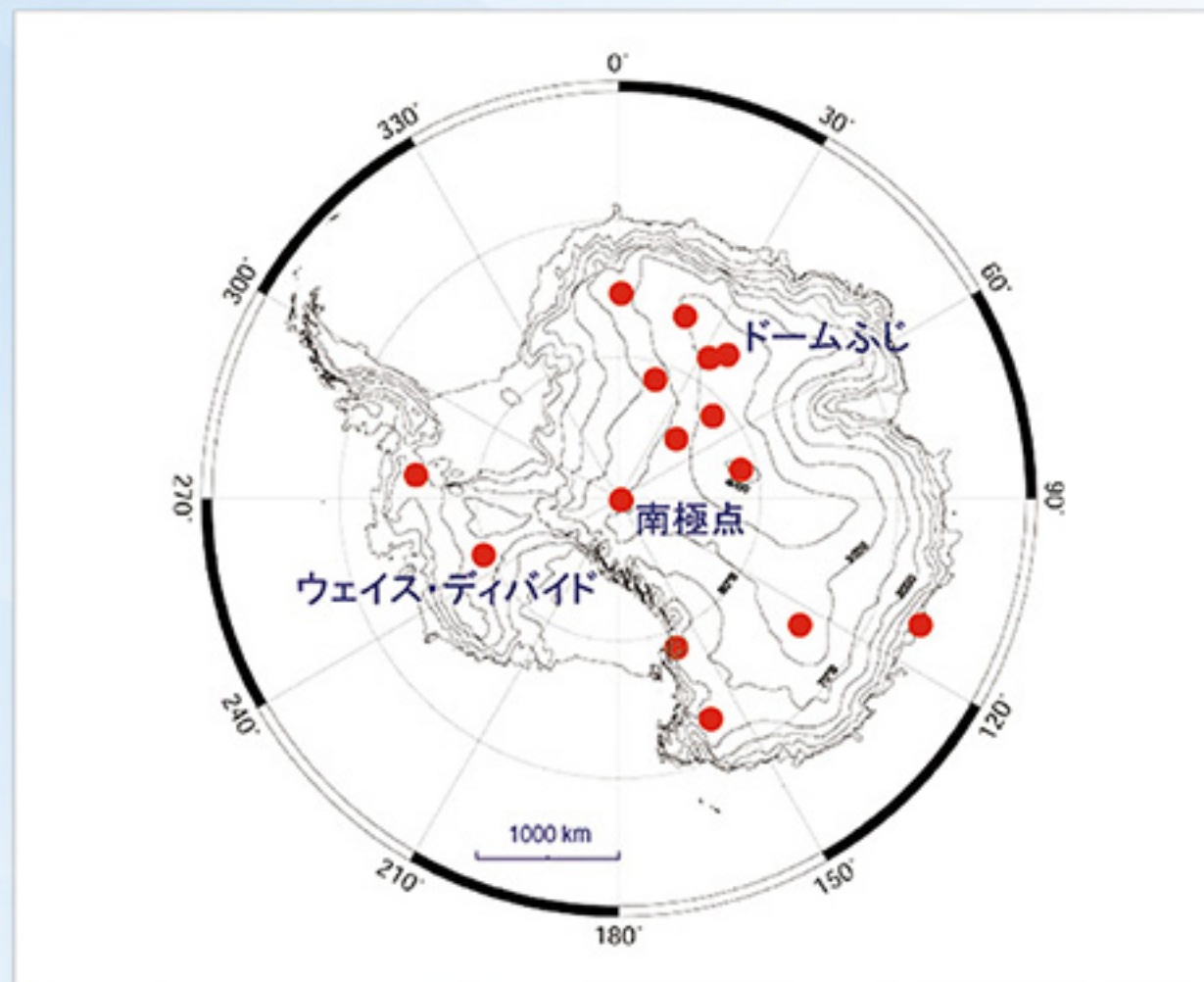


地球規模の気候に影響を与えた 火山噴火に関する 南極アイスコア科学の推進

もち づき ゆう こ
望月 優子

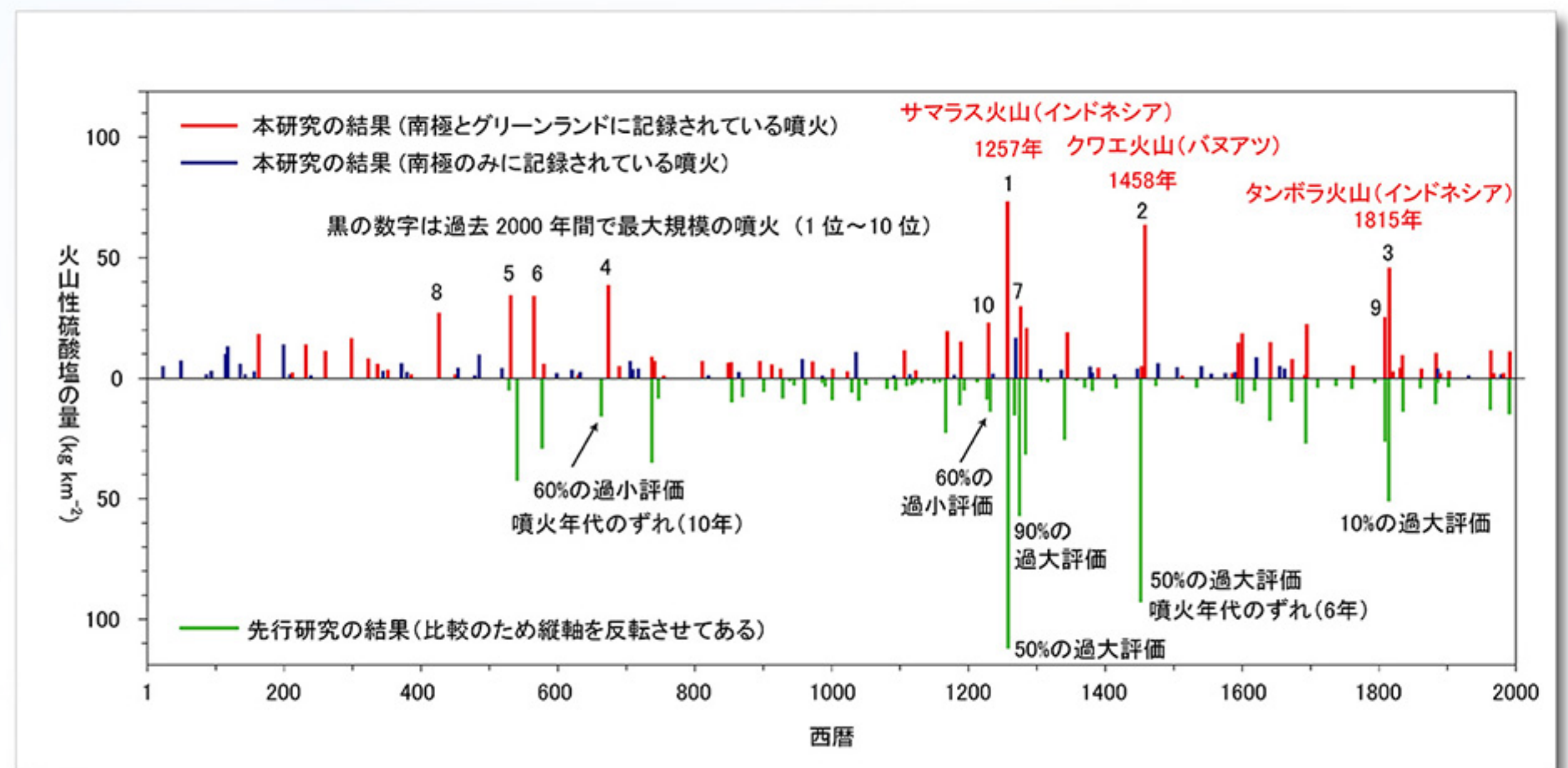
理化学研究所 仁科加速器研究センター
望月雪氷宇宙科学研究ユニット
研究ユニットリーダー

南極大陸で採取した26本のアイスコア
封印されていた硫酸塩・硫黄の濃度を精密に測定して解析
過去2000年の火山噴火の歴史を再現
火山噴火が気候変動に及ぼす影響評価に成功



南極大陸のアイスコアの掘削地点

日本のドームふじ基地、米国のウェイス・ディバイド、その他過去10年以上にわたって南極大陸19地点から掘削された合計26本のアイスコアを共同研究チームで解析した。
(図は過去500年以上をさかのぼることができるアイスコアの掘削地点)



本研究とこれまでの研究で求められたアイスコア中の火山性硫酸塩の量の比較
今回の研究により、過去2000年にわたる地球規模の気候に影響を与えた火山噴火の歴史をより高精度に復元できた。

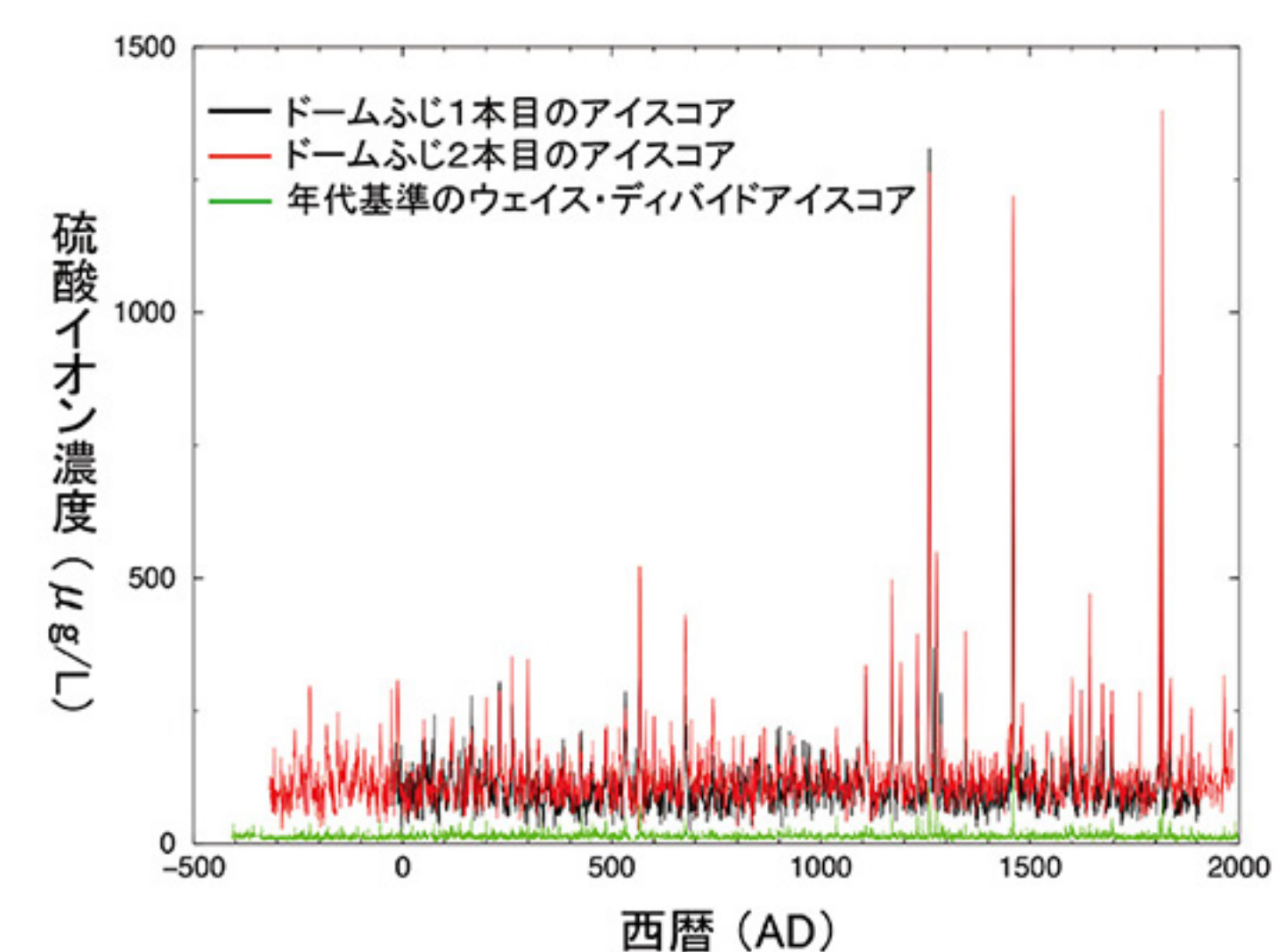


日本チームの2本目のアイスコアの掘削（2010年）

ドームふじ基地から南10km地点で第51次日本南極地域観測隊が本研究で使用された2本目のアイスコアを掘削した。

ドームふじ基地と ウェイス・ディバイドの 硫酸塩濃度の比較

日本のドームふじ基地で得られた過去の火山噴火シグナル（硫酸イオン濃度上のスパイク）は、他のアイスコアに含まれている情報を圧倒している！



掘削されたアイスコアの断面（2010年）

アイスコアは直径約10cmの柱状の雪氷の固まり。
過去の気候や地球環境の情報を含んでいる。

理化学研究所の アイスコア分析装置

アイスコア中の陰イオンおよび陽イオン濃度を分析する「イオンクロマトグラフィー装置」。
10億分の1の濃度を検出する超微量分析。

