

ナイスステップな 研究者

私たちは、ついつい「科学なんて難しいから嫌い！」と敬遠しがちです。でも、科学とは本来、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。

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2,200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、顕著であり、科学技術の振興・普及に貢献している注目すべき9組10名の方々を『ナイスステップな研究者2013』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）にからめたものです。

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2013 一覧

い い ず み と し ち か

飯 泉 仁之直

独立行政法人農業環境技術研究所 大気環境研究領域 任期付研究員

穀物のグローバルな豊凶予測を収穫3か月前に行う手法の開発

お き た い か ん

沖 大 幹

東京大学 生産技術研究所 教授

水文学の研究開発を通じた世界規模での社会への貢献と知識の普及

さ い と う み ち の り

斎 藤 通 紀

京都大学大学院 医学研究科 教授

哺乳類における生殖細胞形成機構の解明とその試験管内再構成

た な か ひ ろ や

田 中 浩 也

慶應義塾大学 環境情報学部 准教授

3Dプリンタ等を備えた実験的市民工房「ファブラボ」の国際的ネットワーク形成を先導

独立行政法人理化学研究所統合生命医科学研究センター

シ ド ニ ア フ ァ ガ ラ サ ン

Sidonia FAGARASAN

独立行政法人理化学研究所統合生命医科学研究センター 粘膜免疫研究チーム チームリーダー

ほ ん だ け ん や

本 田 賢 也

独立行政法人理化学研究所統合生命医科学研究センター 消化管恒常性研究チーム チームリーダー

腸内細菌による免疫制御機構の解明と自己免疫疾患制御法の発見

な か が わ た け し

中 川 毅

英国ニューカッスル大学 教授

福井県水月湖の年縞堆積物の調査と解析による地質学的年代測定の世界標準決定への貢献

に し な り か つ ひ ろ

西 成 活 裕

東京大学 先端科学技術研究センター 教授

数理解物理学を基盤にした「渋滞学」及び「無駄学」という新たな研究領域の開拓

ふ る か わ ひ で み つ

古 川 英 光

山形大学大学院 理工学研究科機械システム工学分野 教授

産学連携で世界最先端のゲル材3Dプリンタの開発

み の し ま か お る

美 濃 島 薫

電気通信大学大学院 情報理工学研究科 教授

超短光パルスによる応用光学計測分野の先駆的研究



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ご覧いただけます。

<http://www.nistep.go.jp/n2013>



文部科学省 科学技術・学術政策研究所



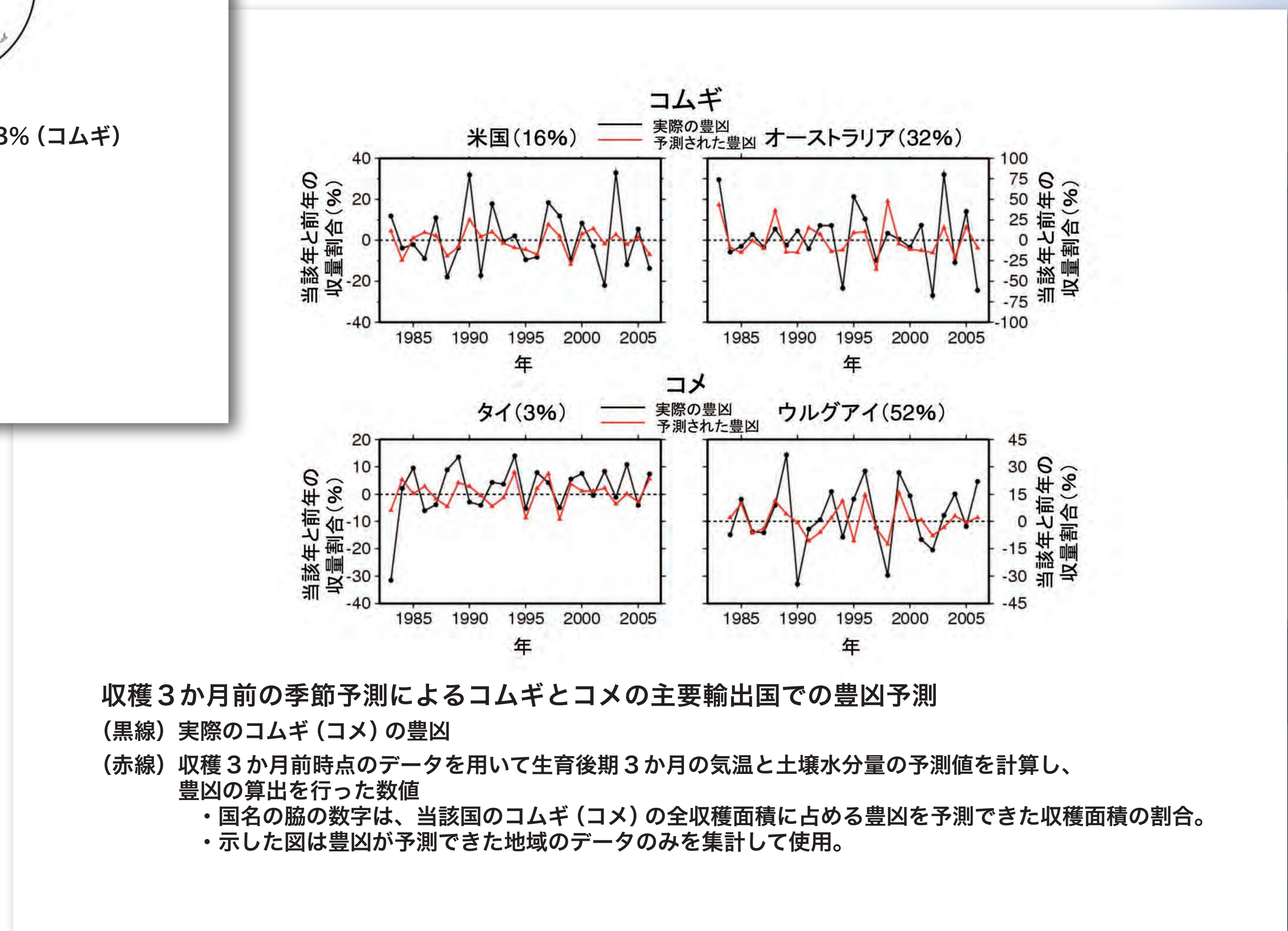
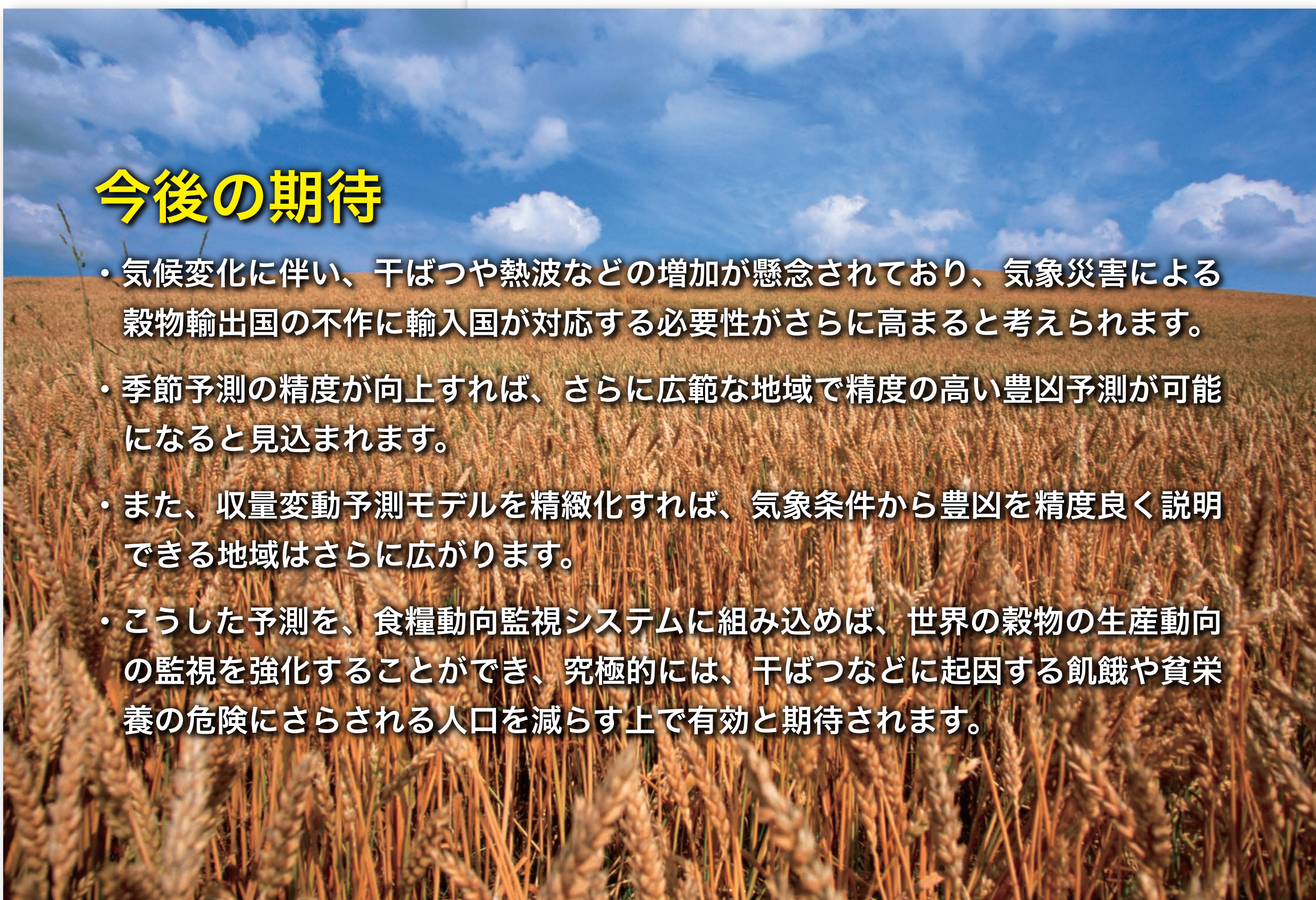
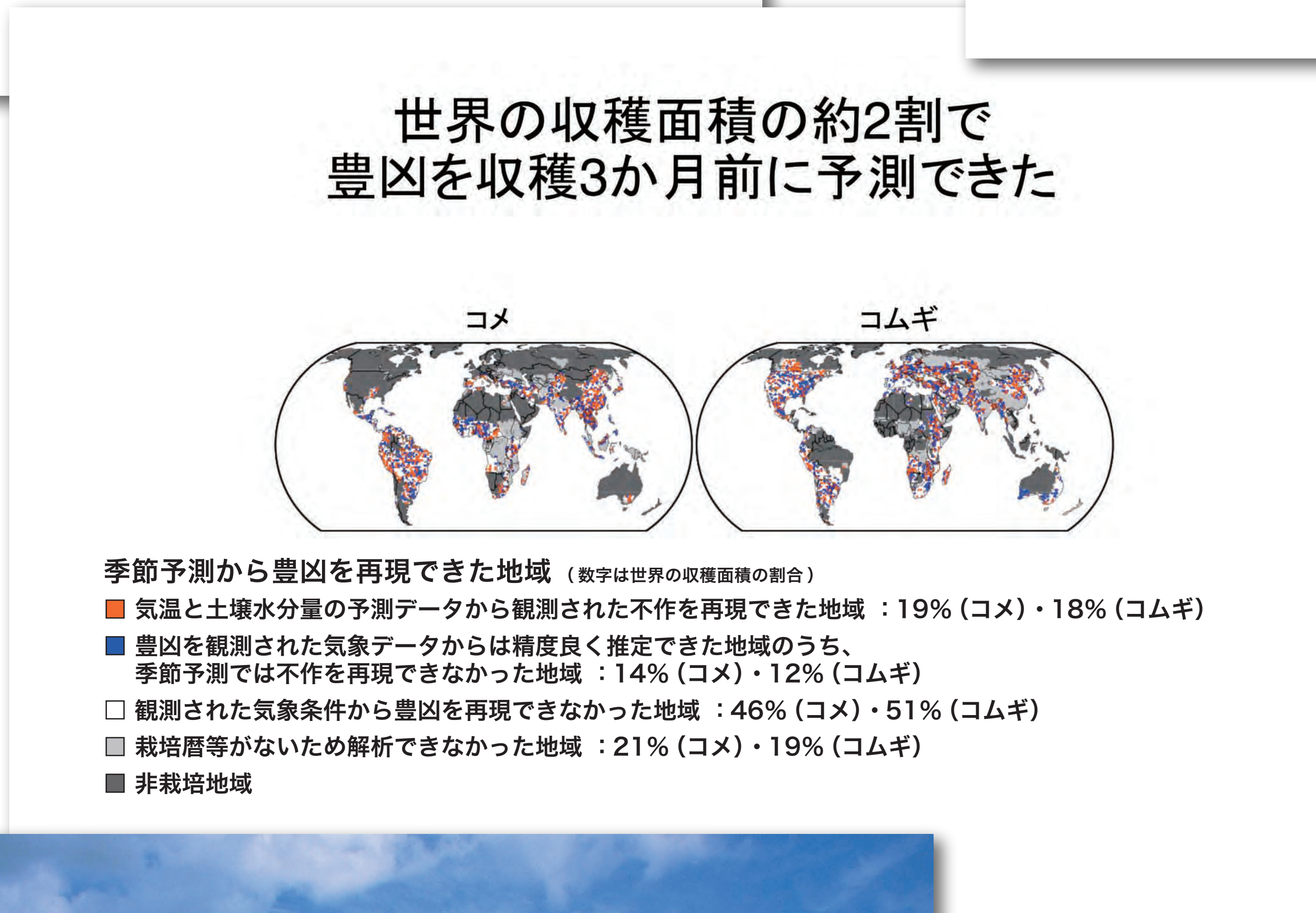
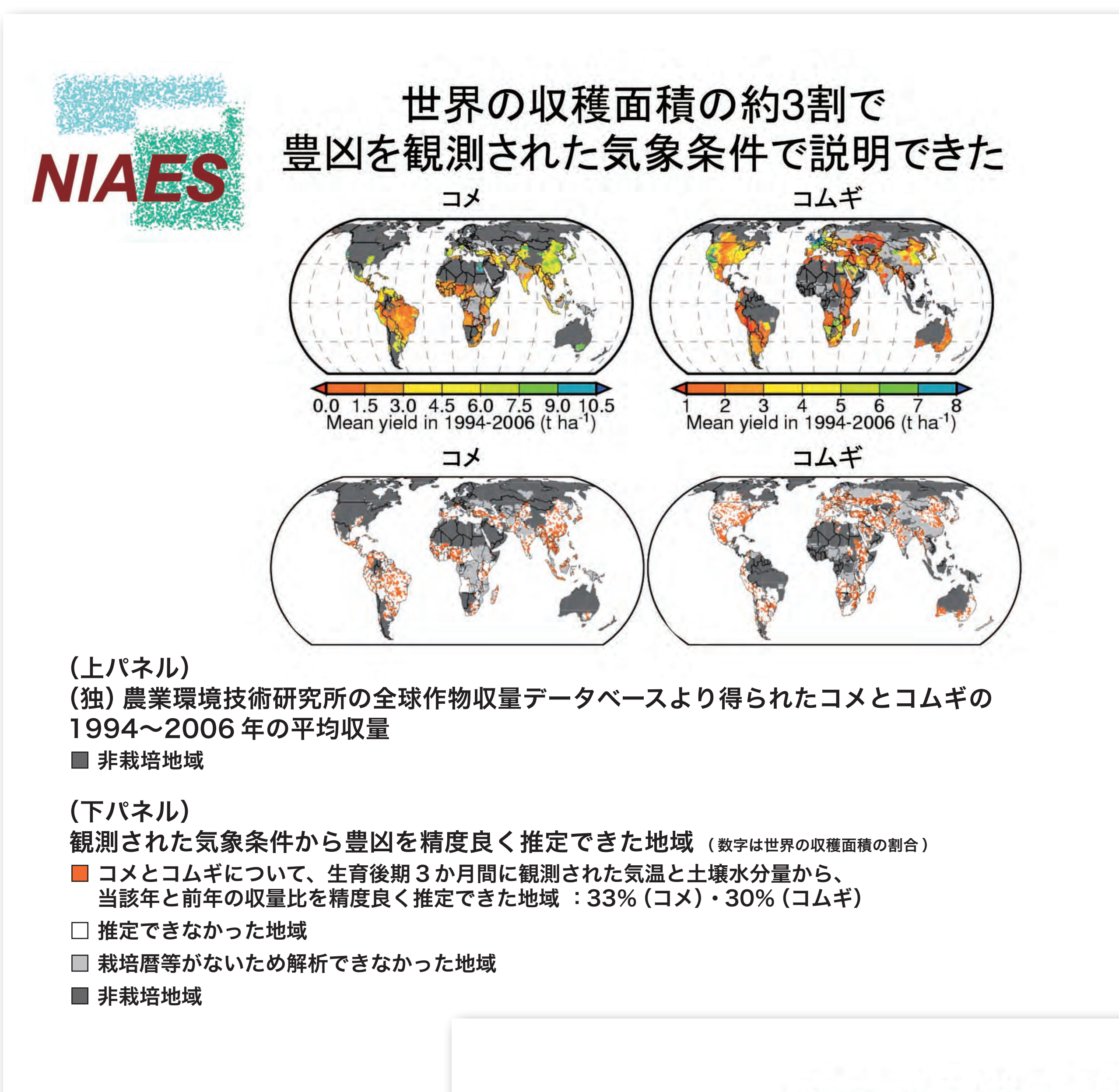
穀物のグローバルな豊凶予測を 収穫3か月前に行う手法の開発

い い ず み と し ち か

飯 泉 仁之直

独立行政法人農業環境技術研究所 大気環境研究領域 任期付研究員

スパコンをフル活用し、モデル計算により
3か月後の豊作、凶作を地球規模で予測





すいもんがく

水文学の研究開発を通じた世界規模での社会への貢献と知識の普及

おきたいかん

沖 大 幹

東京大学 生産技術研究所 教授

キーワードは水資源

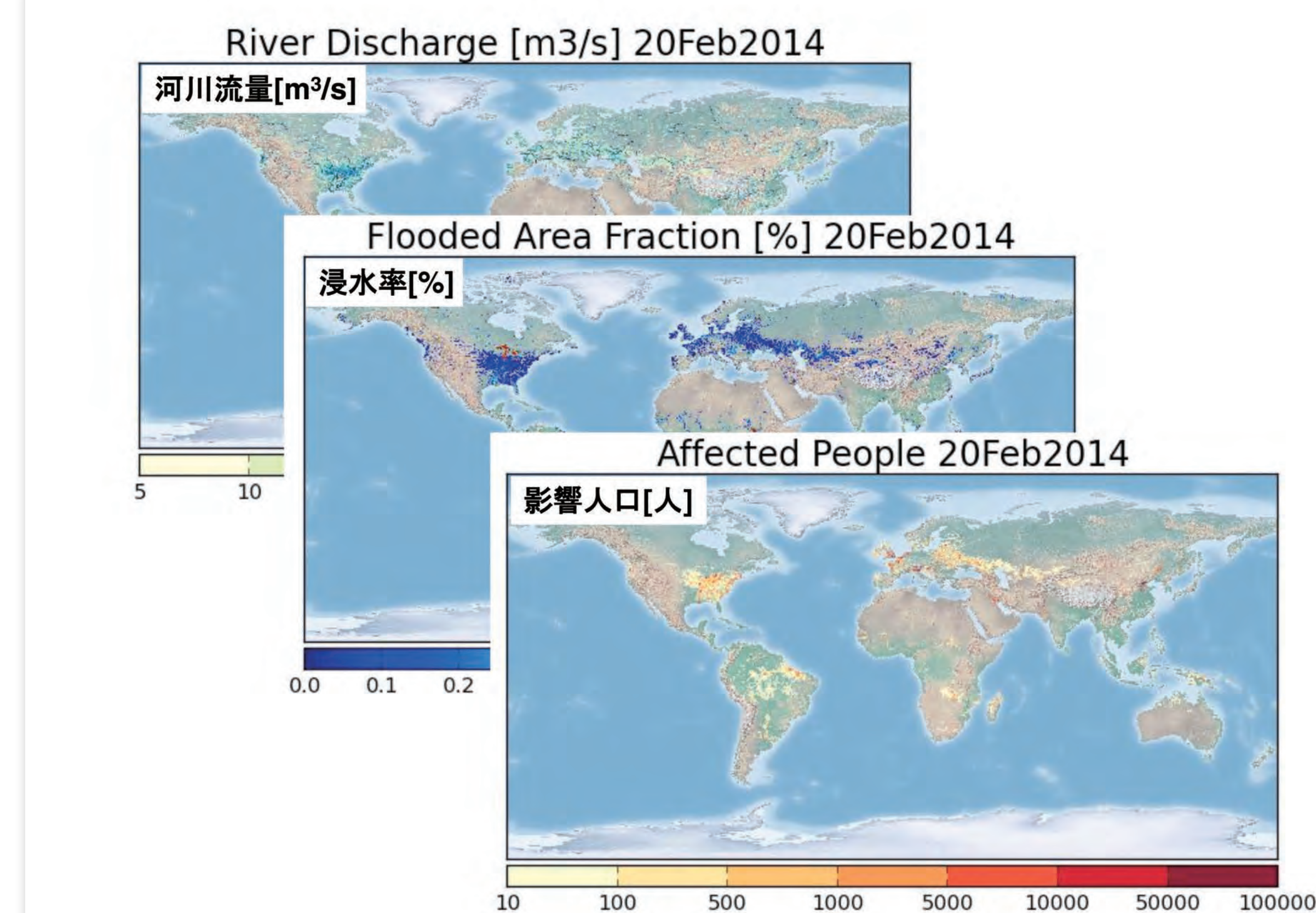
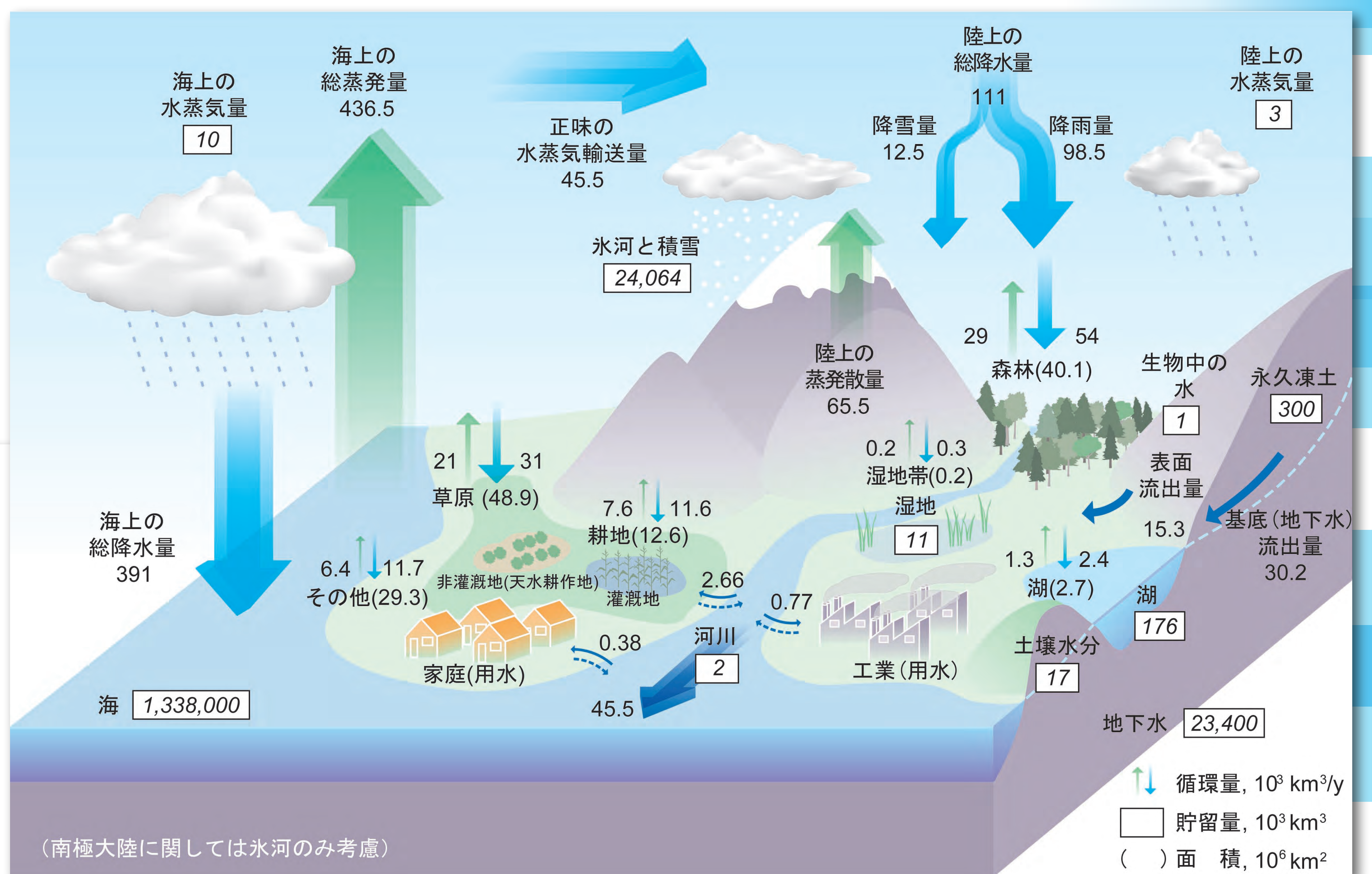
食糧にも工業製品にも水が使われている

有限な水の循環をグローバルな視点で検討

“水” リテラシーを高めたい

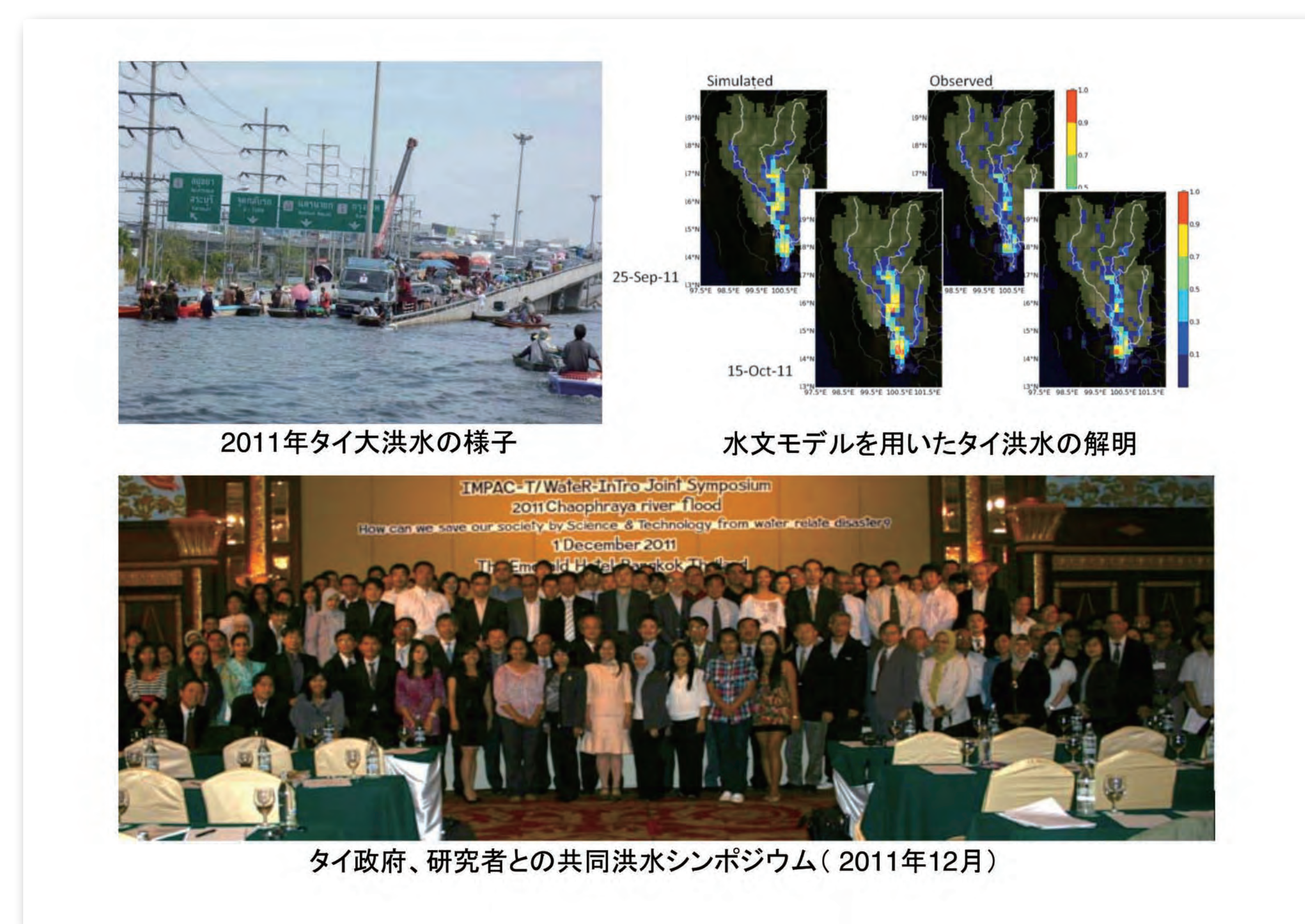
世界の水収支

地球の水収支を水循環モデルや観測データを用いて図示



リアルタイム洪水モニタリングシステム

水文陸面モデルと最新の河道モデルを用いて、世界の洪水の状況をリアルタイムで示すシステムを開発



2011 年タイ大洪水での貢献

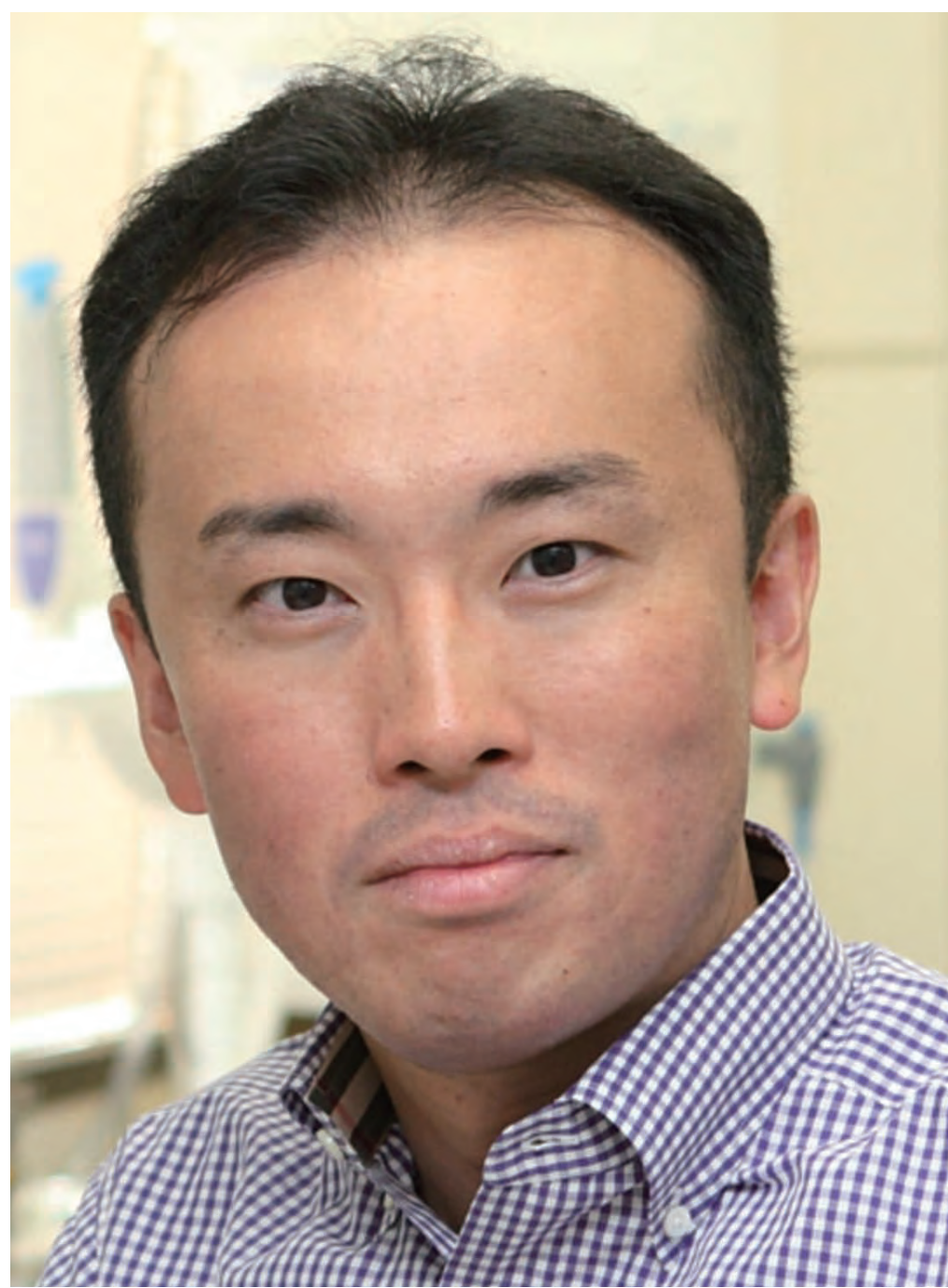
2011 年タイ大洪水で、タイ政府及びタイ研究者と協働して洪水の原因を究明



書籍を通じた水に関するリテラシーの普及



メディアを通じた研究成果の発信



哺乳類における生殖細胞形成機構の解明とその試験管内再構成

さいとうみちのり

齋藤 通紀

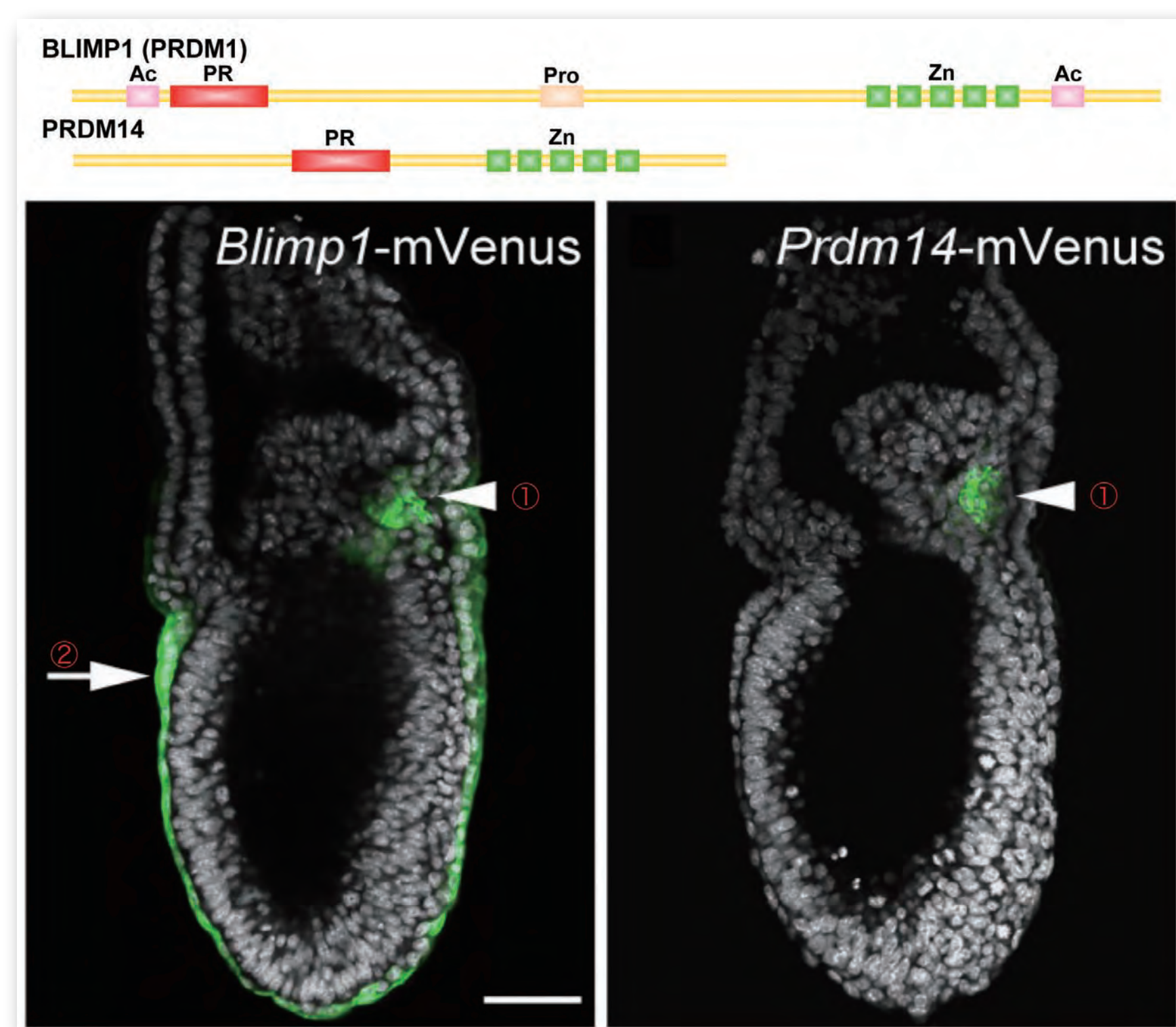
京都大学大学院 医学研究科 教授

少年時代はタガメに夢中、生命の謎を探りたい！

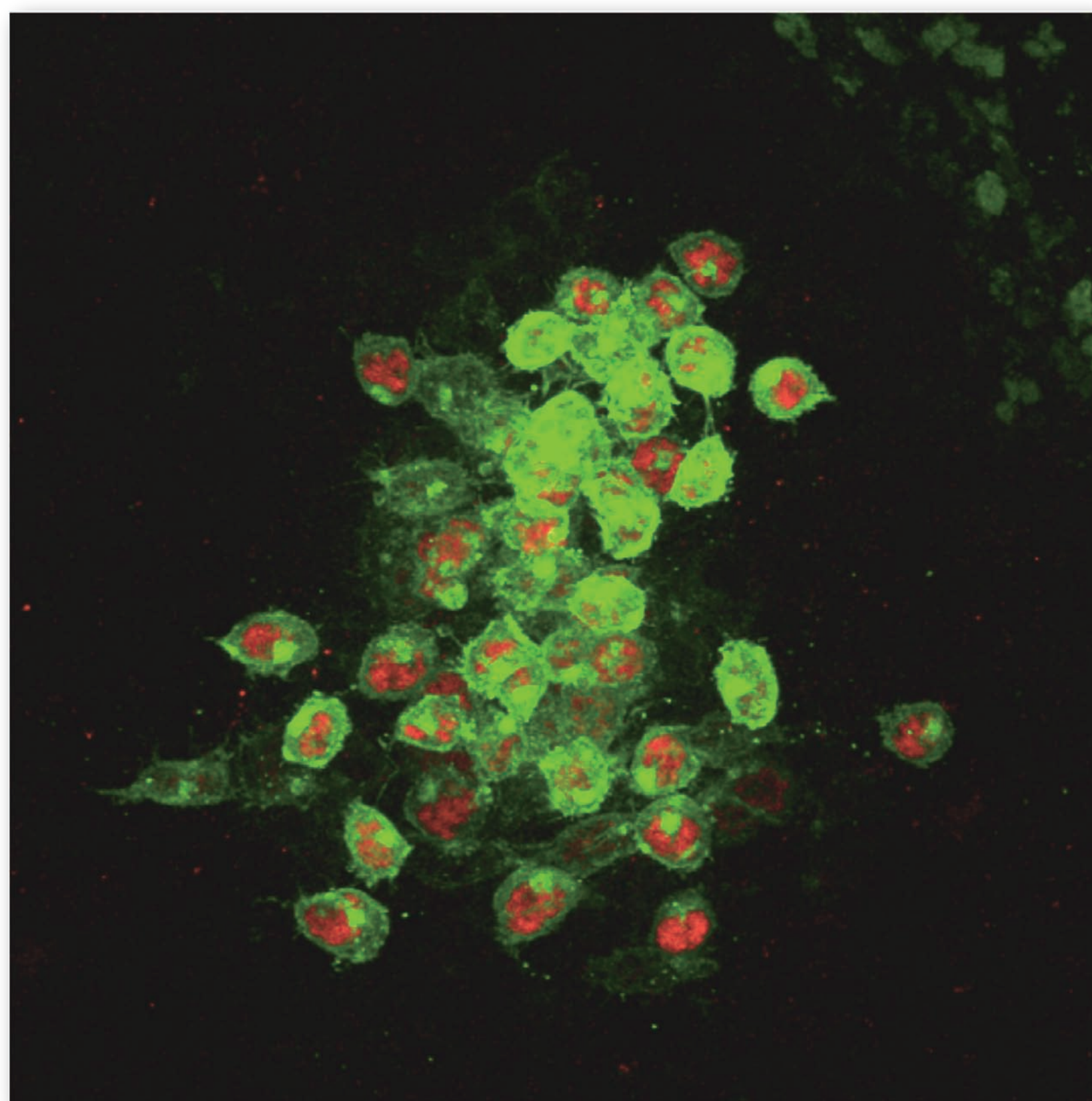
生命の根幹、生殖細胞を研究テーマに

精子・卵子になる始原生殖細胞

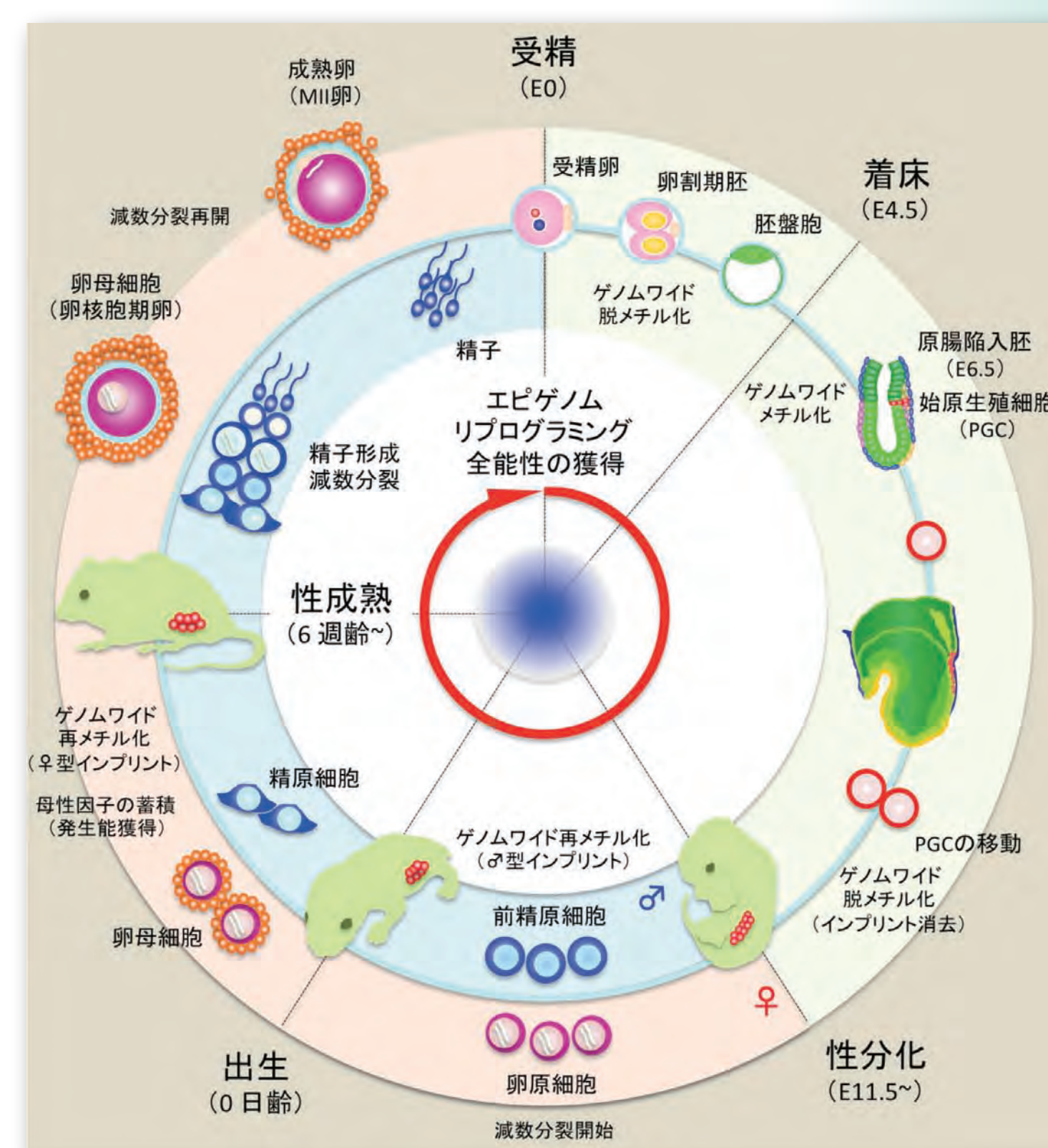
ES細胞・iPS細胞からの誘導に成功



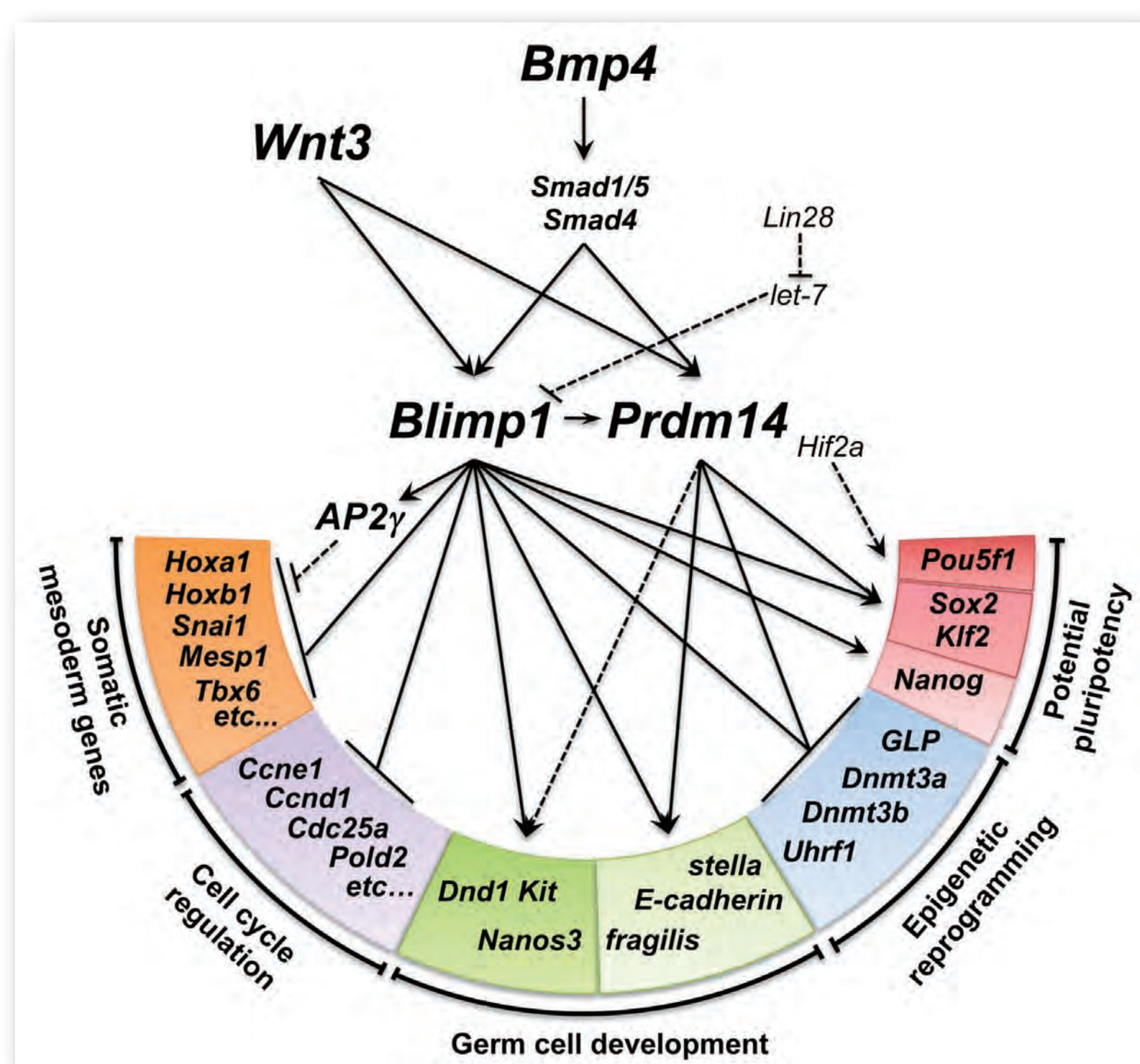
始原生殖細胞の形成に必須な転写制御因子 BLIMP1 と PRDM14 の構造 (上) と発現 (写真、① 始原生殖細胞、② 臓側内胚葉)



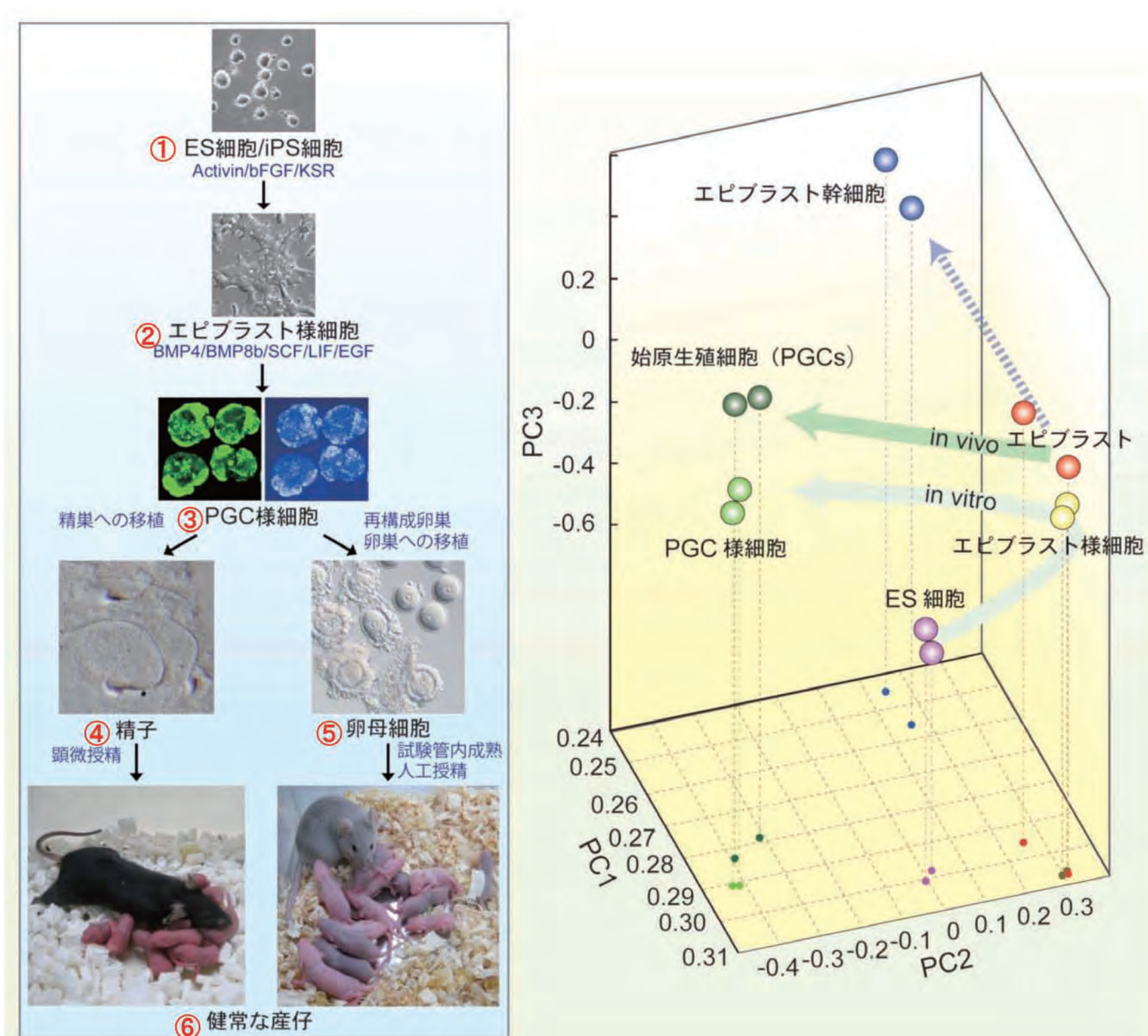
形成され、将来の精巣や卵巣の原基に向かって移動を開始した直後の始原生殖細胞
(赤) AP2 γ 蛋白質の発現
(緑) *Blimp1* 遺伝子の発現をレポーター蛋白質でモニター



生殖細胞の発生サイクル

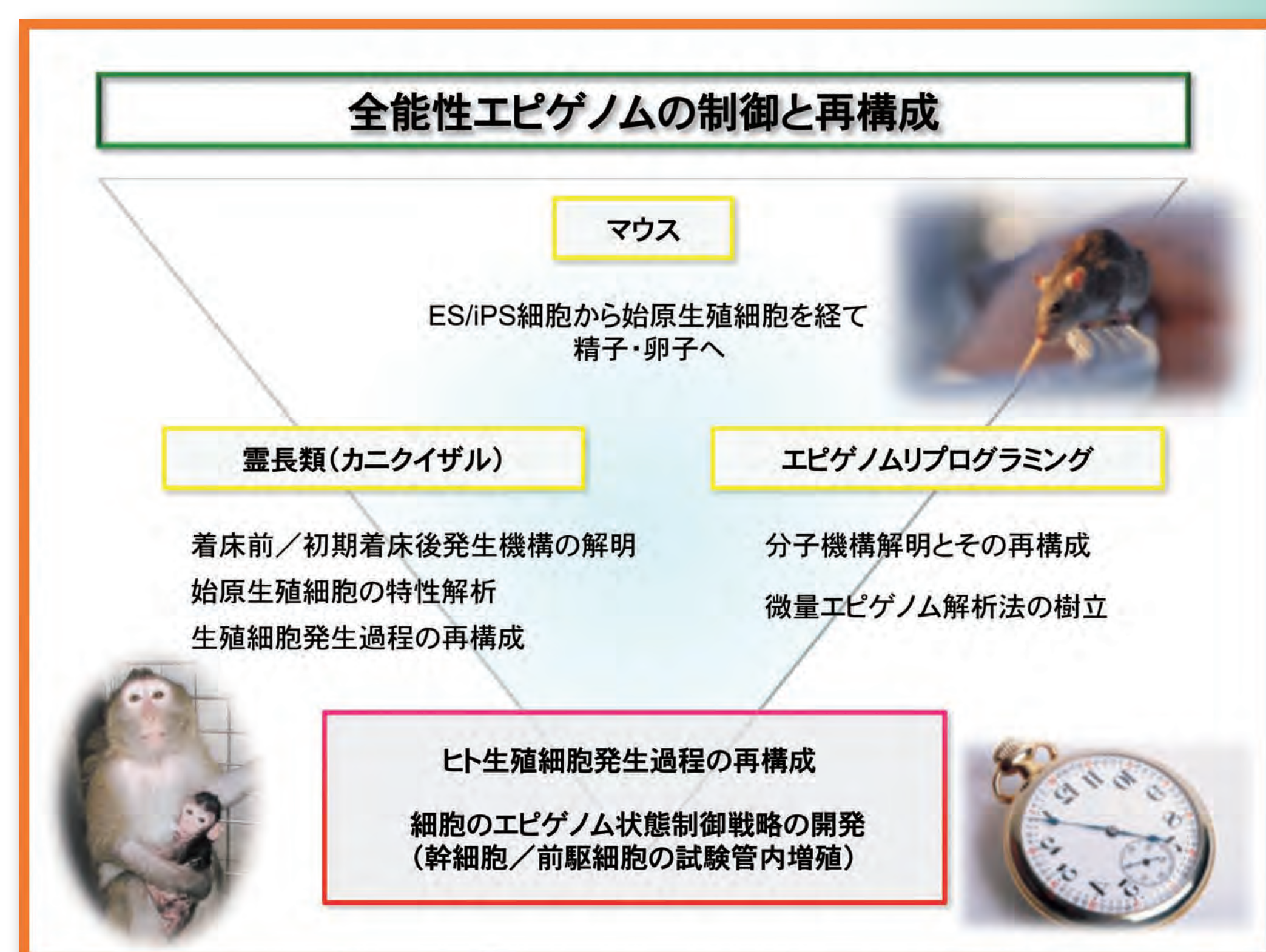


始原生殖細胞形成過程に関与する、サイトカイン、転写制御因子、その下流因子の遺伝学的関係



(左) ① ES細胞／iPS細胞から②胚体外胚葉（エビプラスト）様細胞を介し③始原生殖細胞（Primordial Germ Cell: PGC）様細胞を誘導。④誘導したオスPGC様細胞は、生殖細胞を欠損する新生仔精巣に移植すると精子を形成し、さらには⑥子孫に貢献する。⑤メスPGC様細胞は、胎児卵巣の体細胞と試験管内で凝集させると卵巣様構造（再構成卵巣）を形成し、それらを成体卵巣被膜下に移植すると、再構成卵巣内で、卵母細胞に分化する。それら卵母細胞は⑥子孫に貢献する。

(右) 試験管内 (in vitro) でのES細胞／iPS細胞からエビプラスト様細胞を介しPGC様細胞が誘導される過程の遺伝子発現は、生体内 (in vivo) でのエビプラストからPGCが誘導される過程の遺伝子発現と高い相関を示す。



マウスやカニクイザルを用いた研究成果に基づきヒト生殖細胞形成機構の解明へ



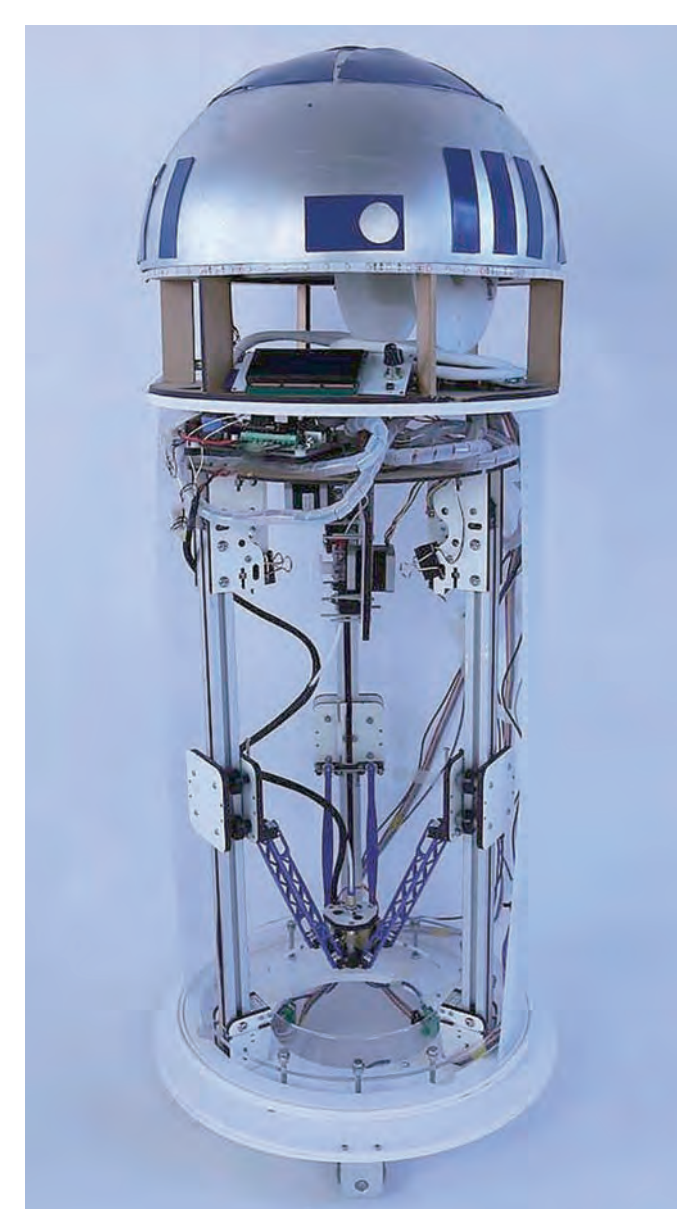
3Dプリンタ等を備えた 実験的市民工房「ファブラボ」の 国際的ネットワーク形成を先導

た な か ひ ろ や
田 中 浩 也

慶應義塾大学 環境情報学部 准教授

最先端のデジタル工作機械が自由に使えるファブラボ
マスプロからプロダクション・バイ・マスへ
これぞまさに、ものづくりの民主化！
目指す理想は「1つの街に1つのファブラボ」

どのようなモノをどのような素材でどのように作るか、
デジタルファブリケーションの研究領域は広大だ



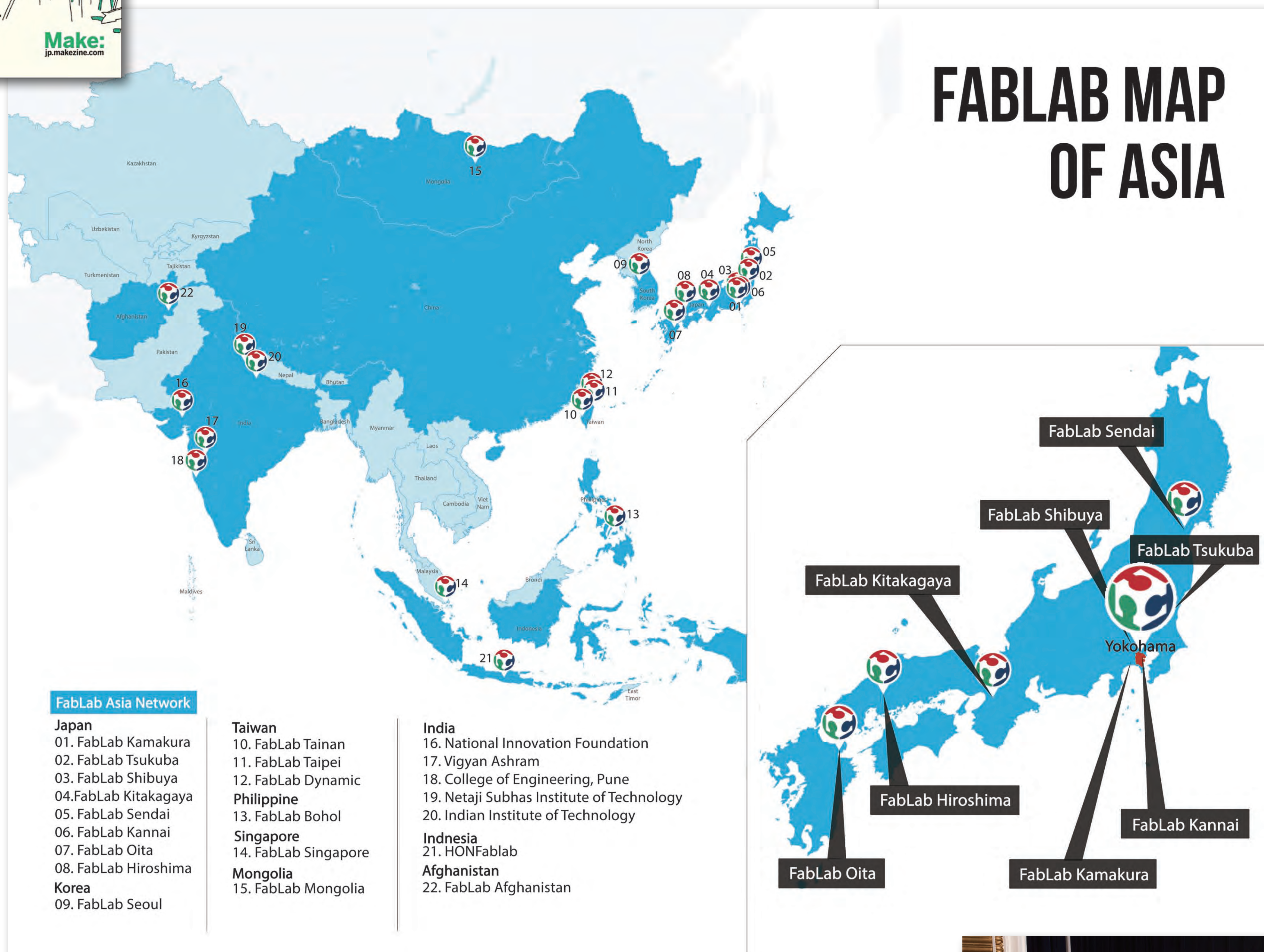
Walking 3D Printer
歩き回って床を補修したり、
地面に点字ブロックを印刷するプリンター



Long Delta Printer
服飾、義足など
身体サイズの出力を可能とする
3Dプリンター
(合同会社 SHC 設計と共同開発)



FabLab が、
人間とモノとのかかわり方を変え、
生活を変える



日本に 8カ所、アジアでは 22カ所の FabLab を数える (2014.4)



2013 年夏には 40 カ国 200 人の FabLab マスターが
第 9 回世界ファブラボ会議 (横浜開催) に参加した



腸内細菌による免疫制御機構の解明と自己免疫疾患制御法の発見

シドニア ファガラサン
Sidonia FAGARASAN (左)

独立行政法人理化学研究所統合生命医科学研究センター 粘膜免疫研究チーム チームリーダー

ほんだ けんや
本田 賢也 (右)

独立行政法人理化学研究所統合生命医科学研究センター 消化管恒常性研究チーム チームリーダー

体内にすむおよそ 1000 種類の腸内細菌

悪玉菌と善玉菌のせめぎ合い

免疫細胞との協力関係に注目

腸内細菌を操作して免疫力の強化を目指す



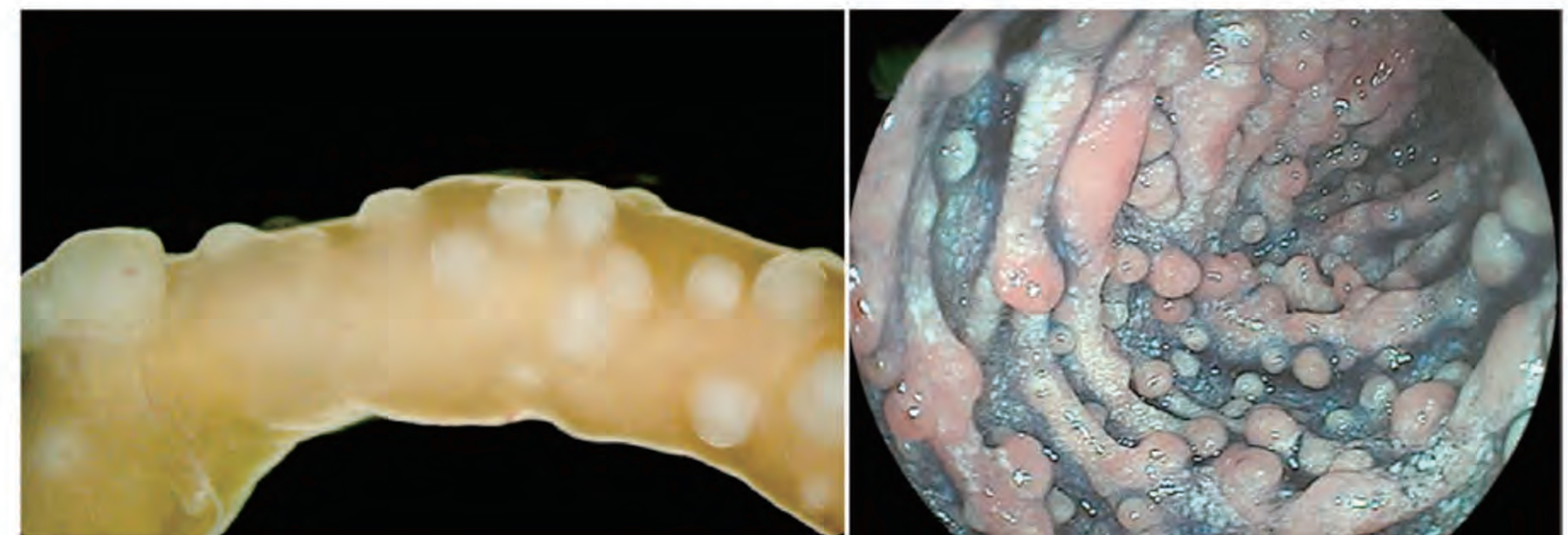
3) 小腸粘膜に付着する細菌

(ファガラサン)



4) 形質細胞から小腸内に分泌されたIgAによって包まれた細菌

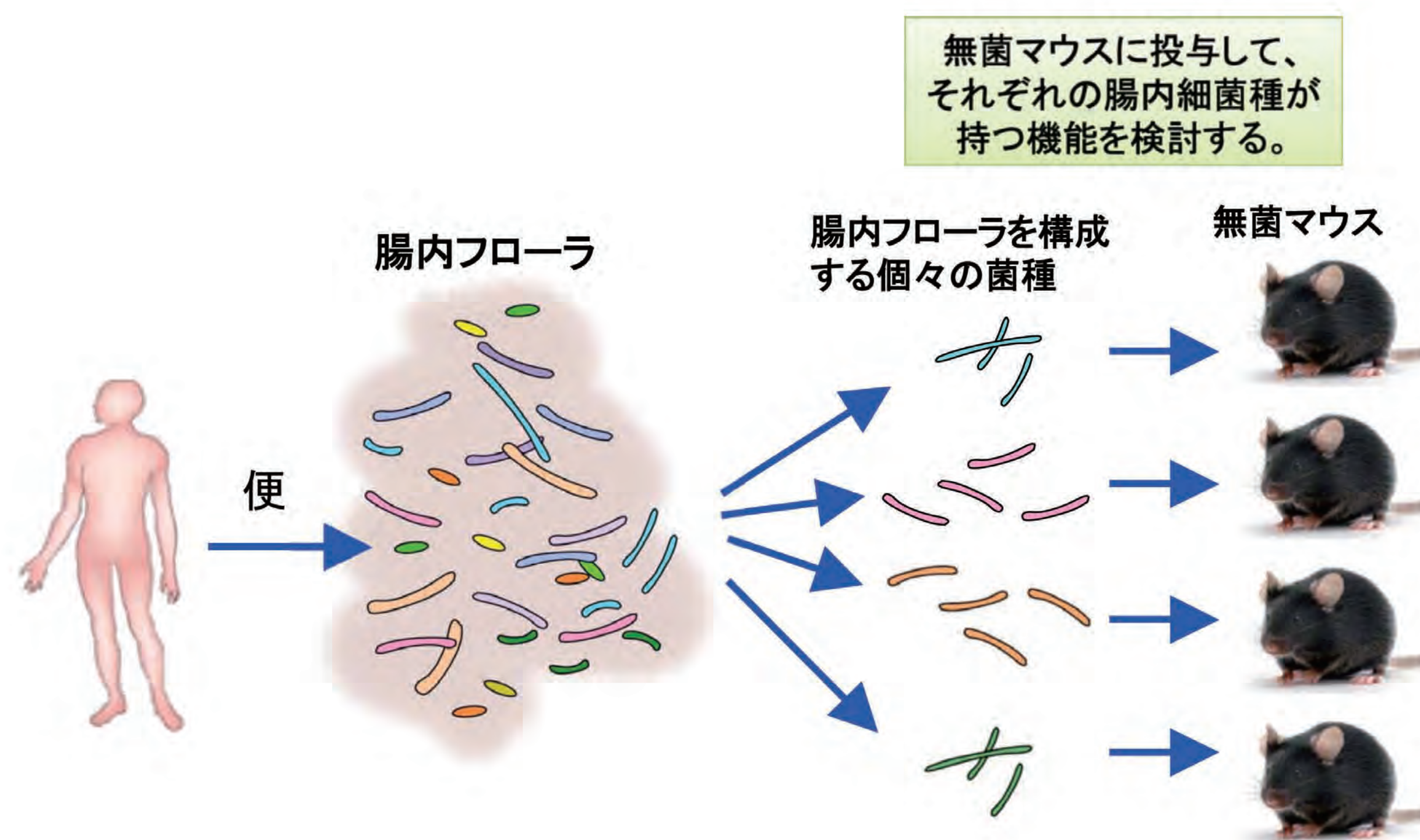
正常なIgAを作ることのできないAID(Activation-induced cytidine deaminase)欠損マウスを用いて、腸管におけるIgAの働きの重要性を明らかにしました。



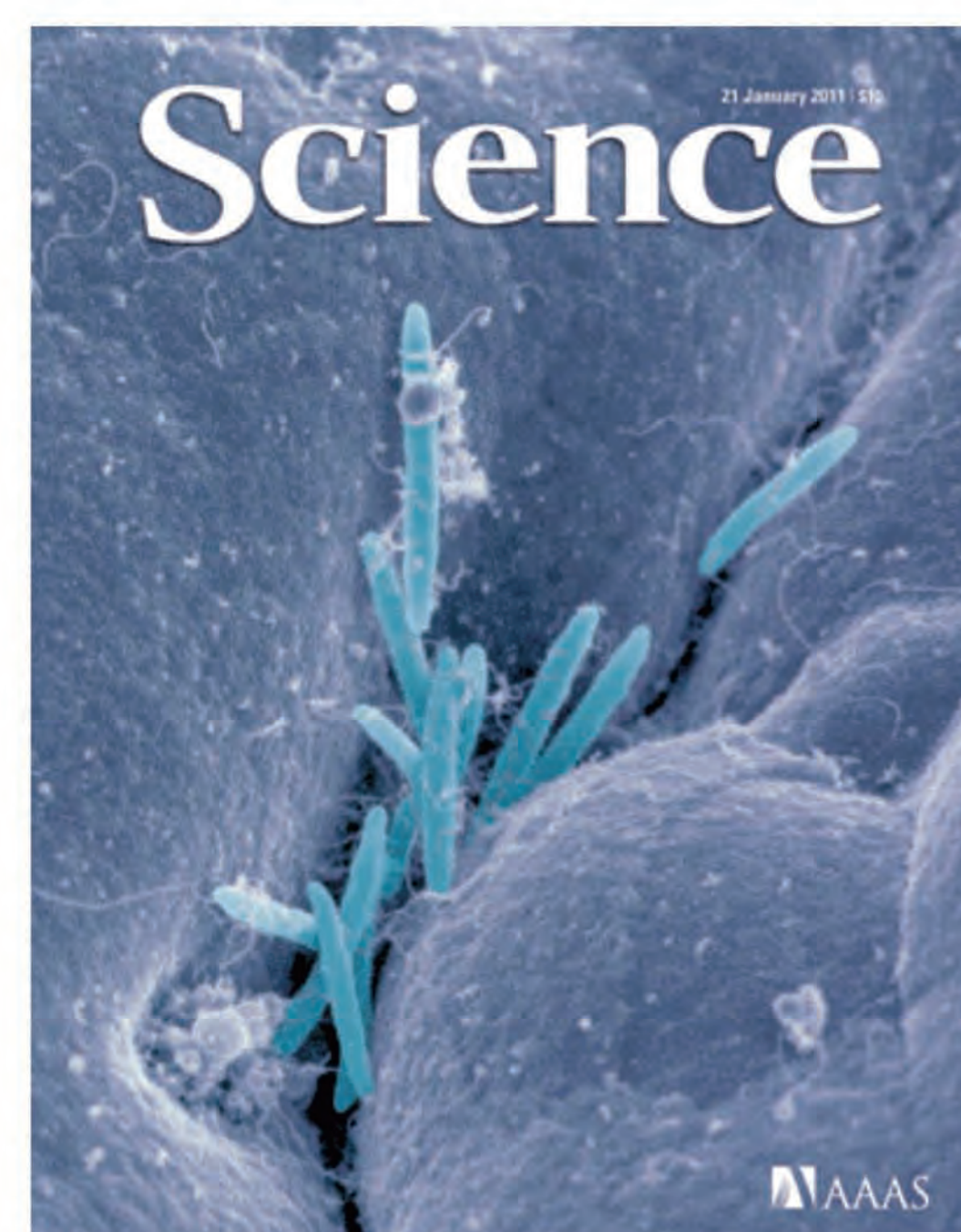
1) AID欠損マウスで見られる肥大したリンパ球

2) 分類不能型低ガンマグロブリン血症患者の小腸内視鏡写真

(説明)
正常なIgAを作ることができないAID欠損マウスでは、小腸全体に肥大化したリンパ球が無数に形成されます(写真1)。これはヒトの分類不能型低ガンマグロブリン血症という病気の症状に類似しています(写真2)。AID欠損マウスの腸内では非病原性の嫌気性菌が非常に増加していて、抗生物質の投与によってこれらの菌を減らすことで腸のリンパ球の過形成のみならず、全身のリンパ組織の過剰な活性化が抑えられました。従って、腸内に分泌されるIgAは病原性ウイルスや細菌から体を守るだけでなく、腸内細菌の正常なバランスを保つ役割も果たしており、このことは全身の免疫系を過剰に刺激しないように維持するための重要な要素です。(ファガラサン)



(説明)
腸管に生息する細菌叢は約1000種類の菌種から構成されており、全体として「腸内フローラ」と呼ばれています。私たちは腸内フローラを構成する個々の細菌種の機能を解析するため、新たな方法論を開発してきました。具体的には個々の菌を無菌マウスに投与するノバイオット技術や、次世代シーケンサー解析(メタゲノム解析)などを組み合わせた統合的方法を開発してきました。これにより、腸内フローラの複雑さと免疫細胞の機能を関係づける腸管の免疫システムの間に成立するバランスが、ヒトの身体の恒常性を保つ中核を成し、このバランスが崩れることが、様々な免疫疾患と関連している可能性を示してきました。(本田)



Clostridium to the Rescue

The gastrointestinal (GI) tract is home to a diverse population of commensal bacteria that works with the immune system to protect against infection but is also critical for maintaining immune homeostasis. How specific microflora influence immune cell homeostasis in the GI tract is only beginning to be understood. Working in mice, Atarashi *et al.* (p. 337, published online 23 December; see the cover; see the Perspective by Barnes and Powrie) now show that indigenous *Clostridium* species promote the generation of regulatory T cells (T_{reg} cells) in the colon. Germ-free mice had reduced numbers of colonic T_{reg} cells, which were rescued by colonization with *Clostridium*.

(説明)
制御性T細胞(Treg細胞)は免疫の恒常性維持の中核を担う細胞です。私たちは、腸管に生息するクロストリジアに属する細菌種(左写真水色)が、腸管のTreg細胞数を強力に増加させることを見出しました。炎症性腸疾患やアレルギーに対して、クロストリジアに属する菌を経口投与することが、新しい治療法となる可能性をしめす成果であり、科学雑誌Scienceの表紙に取り上げられました。(本田)



福井県水月湖の年縞堆積物の調査と解析による 地質学的年代測定の世界標準決定への貢献

なかがわ たけし

中川 毅

英国ニューカッスル大学 教授

地球の年齢を決める物差しを求め

水月湖（三方五湖）の湖底堆積物を掘削

過去 7 万年分の 1 年ごとの層が縞状に堆積

この縞々が地質学的年代決定の世界標準になる

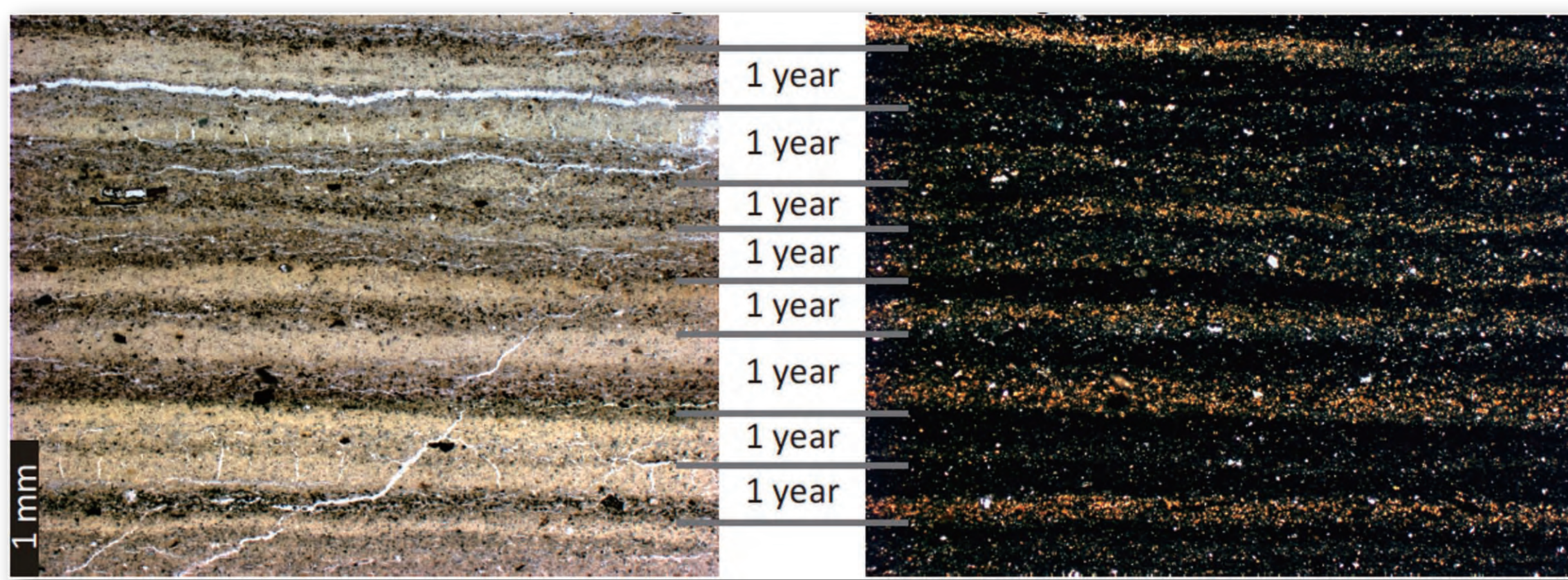


2006 年夏の水月湖ボーリング風景。
このとき採取された SG06 と呼ばれるコアが、
IntCal13 と呼ばれる放射性炭素年代較正モデルの基になった。

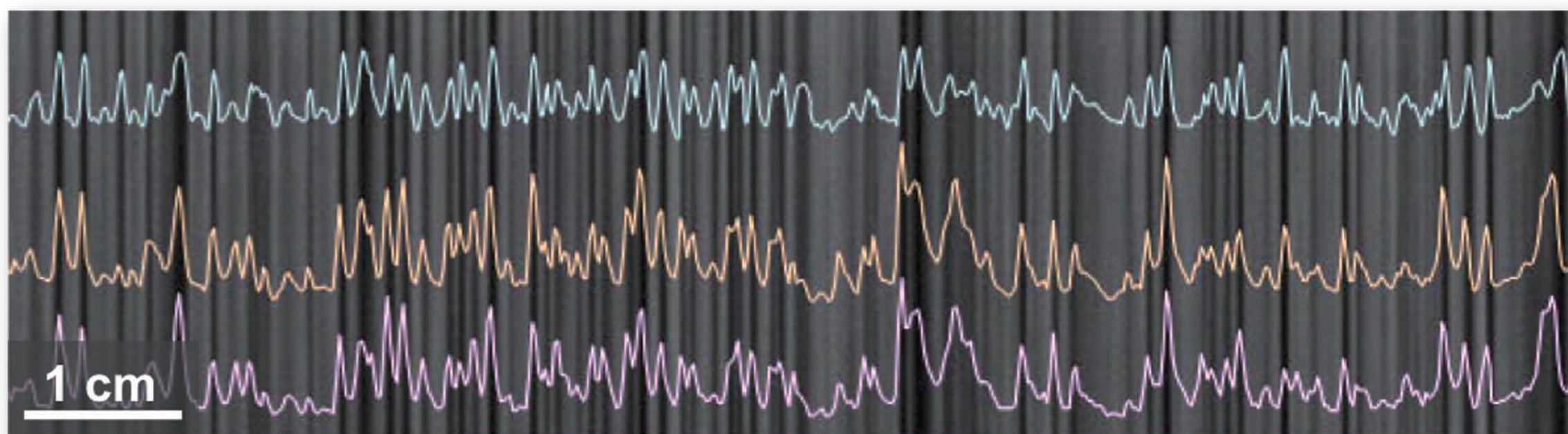
水月湖の湖底から得られた年縞堆積物のボーリングコア。
この 1 m の中に、
1772 (± 32) 年の時間が含まれている。



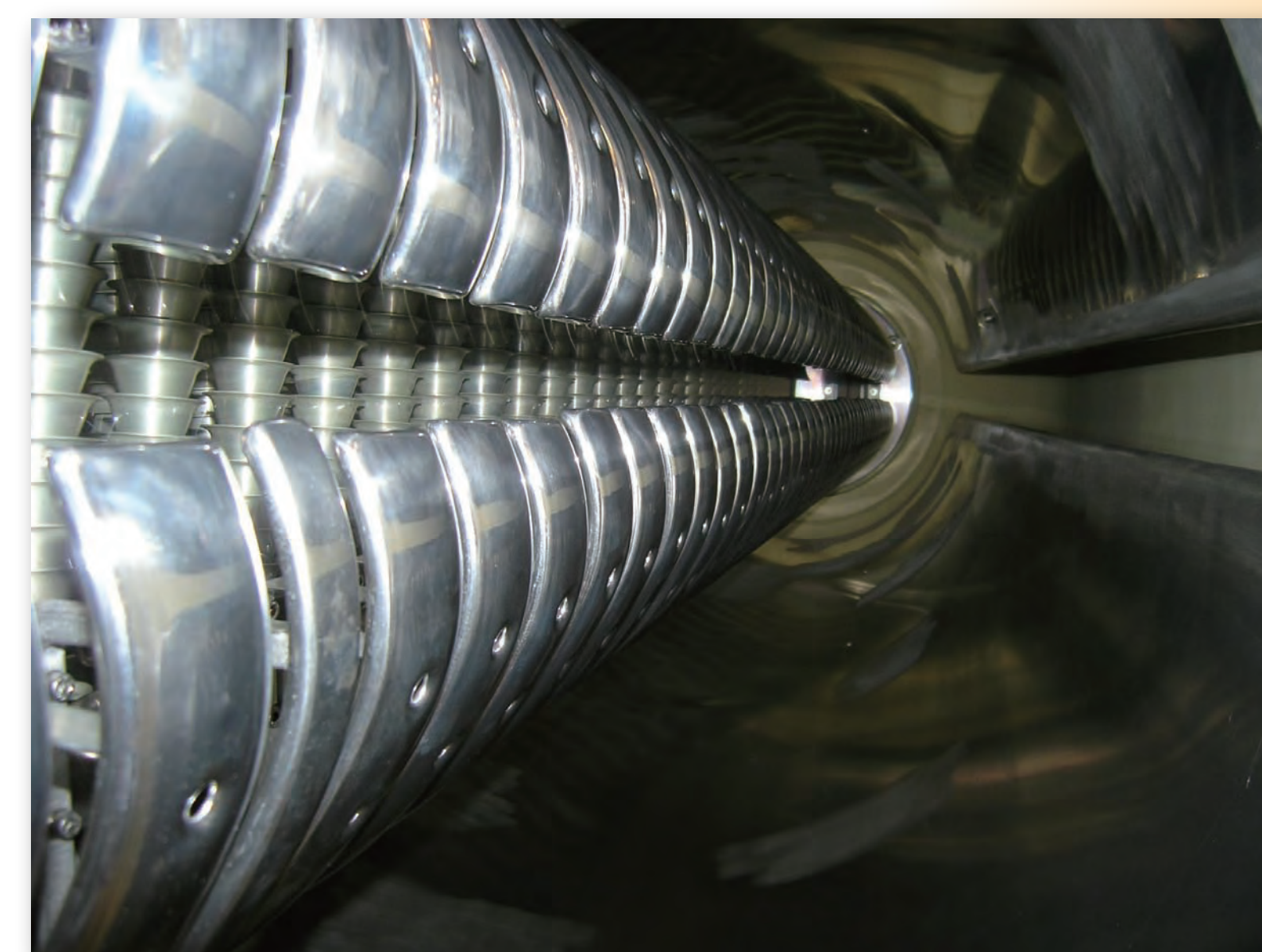
水月湖の年縞堆積物から抽出された樹木の葉の化石。最終的に、800 枚を超える葉の化石の放射性炭素年代が測定された。



水月湖の年縞堆積物を薄片にして顕微鏡下で撮影した画像。
左：通常の顕微鏡画像。右：偏光フィルターを使用。
季節ごとに違う物質が堆積している様子がわかる。



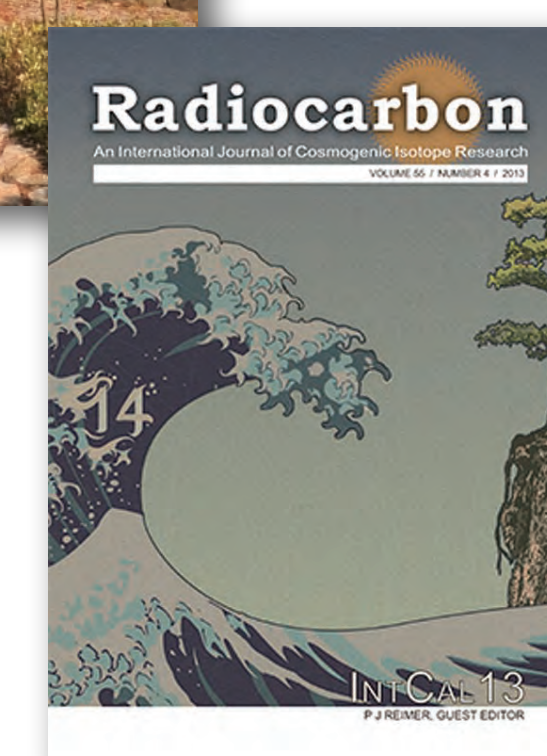
水月湖の年縞堆積物を X 線蛍光スキャナで分析すると、
堆積物の密度と化学組成がわかる。
図は軟 X 線写真に、物質密度、鉄含有量、マンガン含有量（上から）の
グラフを重ねたもの。明瞭な季節性を読み取ることができる。



放射性炭素年代測定に用いられた、
オックスフォード大学の加速器の内部。



水月湖の年縞堆積物の分析には、
日英独の 20 名以上の研究者が参加した。



IntCal13 の詳細について記述した、
Radiocarbon 誌の特集号。
水月湖の決定的な貢献を記念して
和風の表紙が用意された。



数理物理学を基盤にした 「渋滞学」及び「無駄学」という 新たな研究領域の開拓

にし なり かつ ひろ

西 成 活 裕

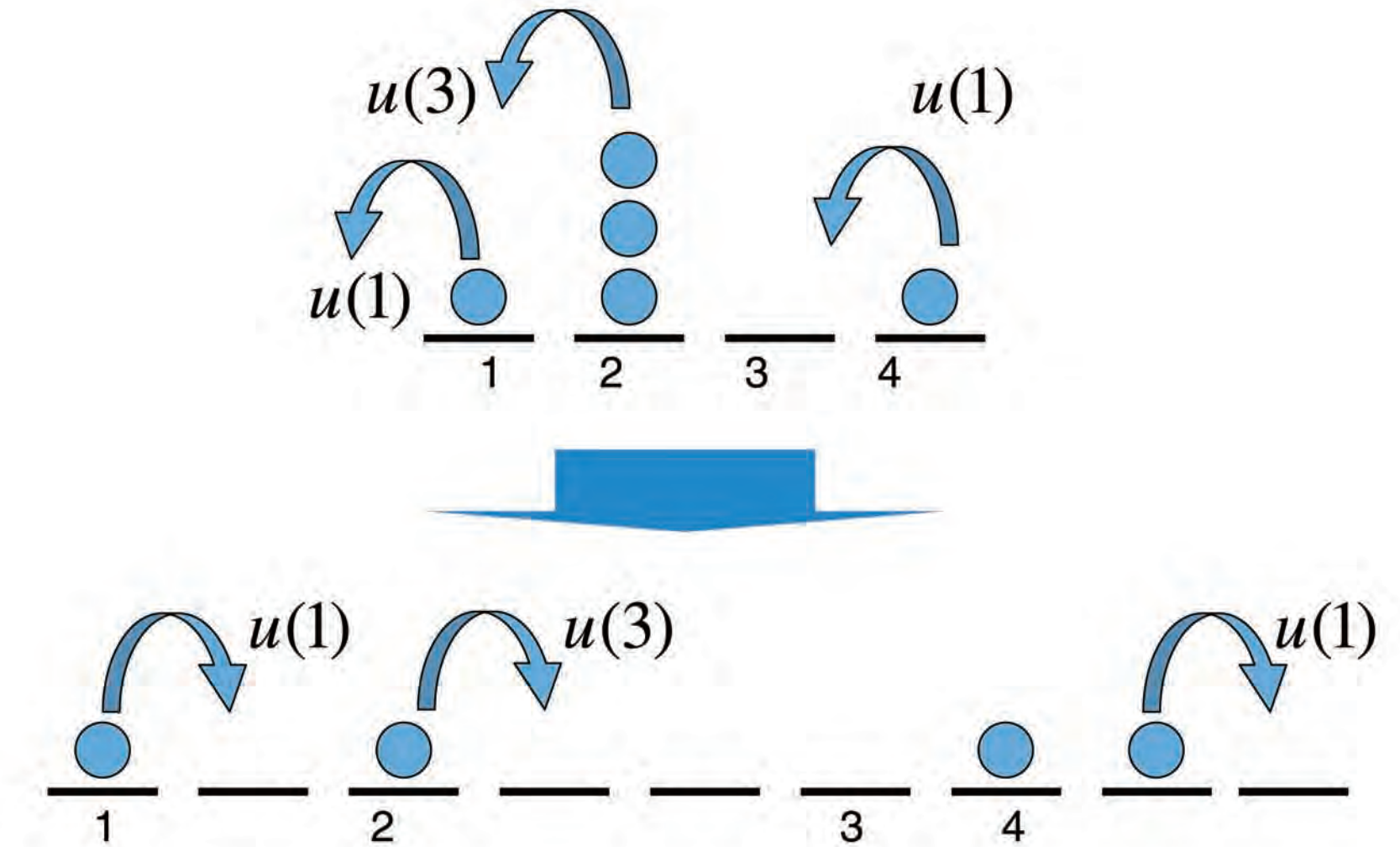
東京大学 先端科学技術研究センター 教授

渋滞嫌いが研究のきっかけ

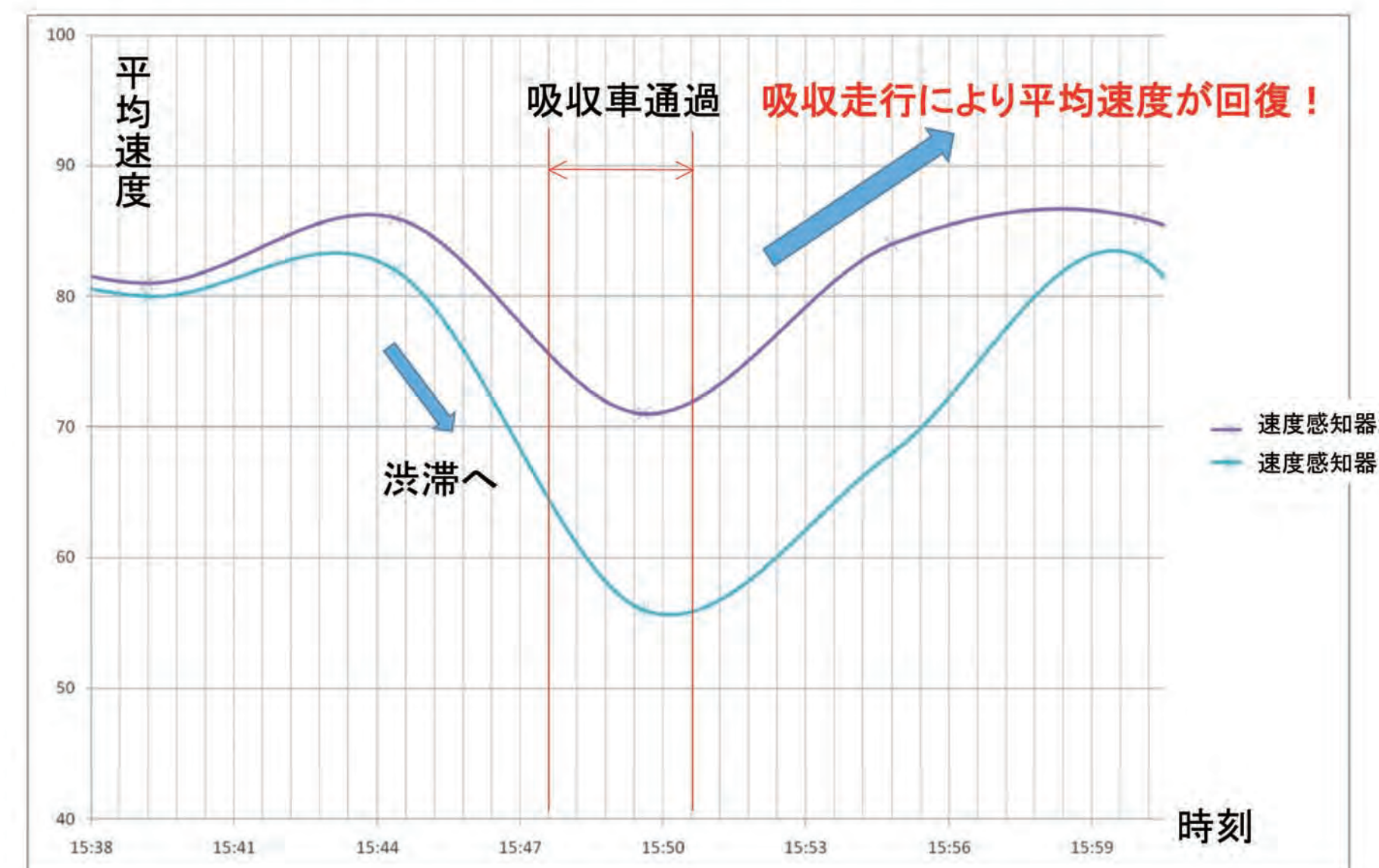
流れが滞らないための理論研究から実践へ

俯瞰的に考えた非利己的な行動の推奨

目指すは意識改革による社会の停滞解消



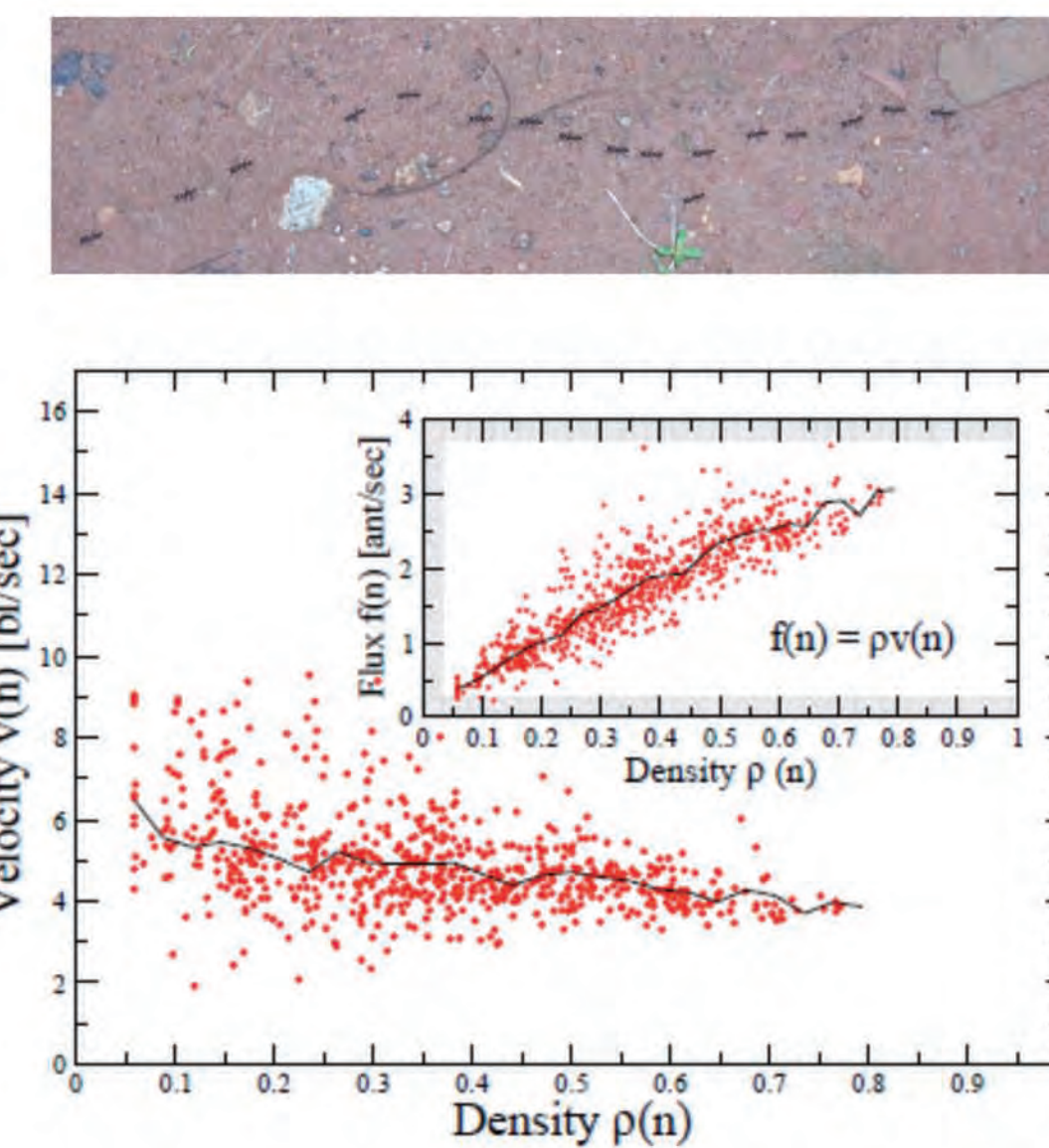
上図において、移動確率はセルにある粒子数の関数であるが、下図ではそれは粒子間距離の関数になる。上図はゼロレンジ過程といわれる厳密に解ける確率モデルであり、その数学的性質をうまく使うことで下図の粒子モデルの解析が可能になる。



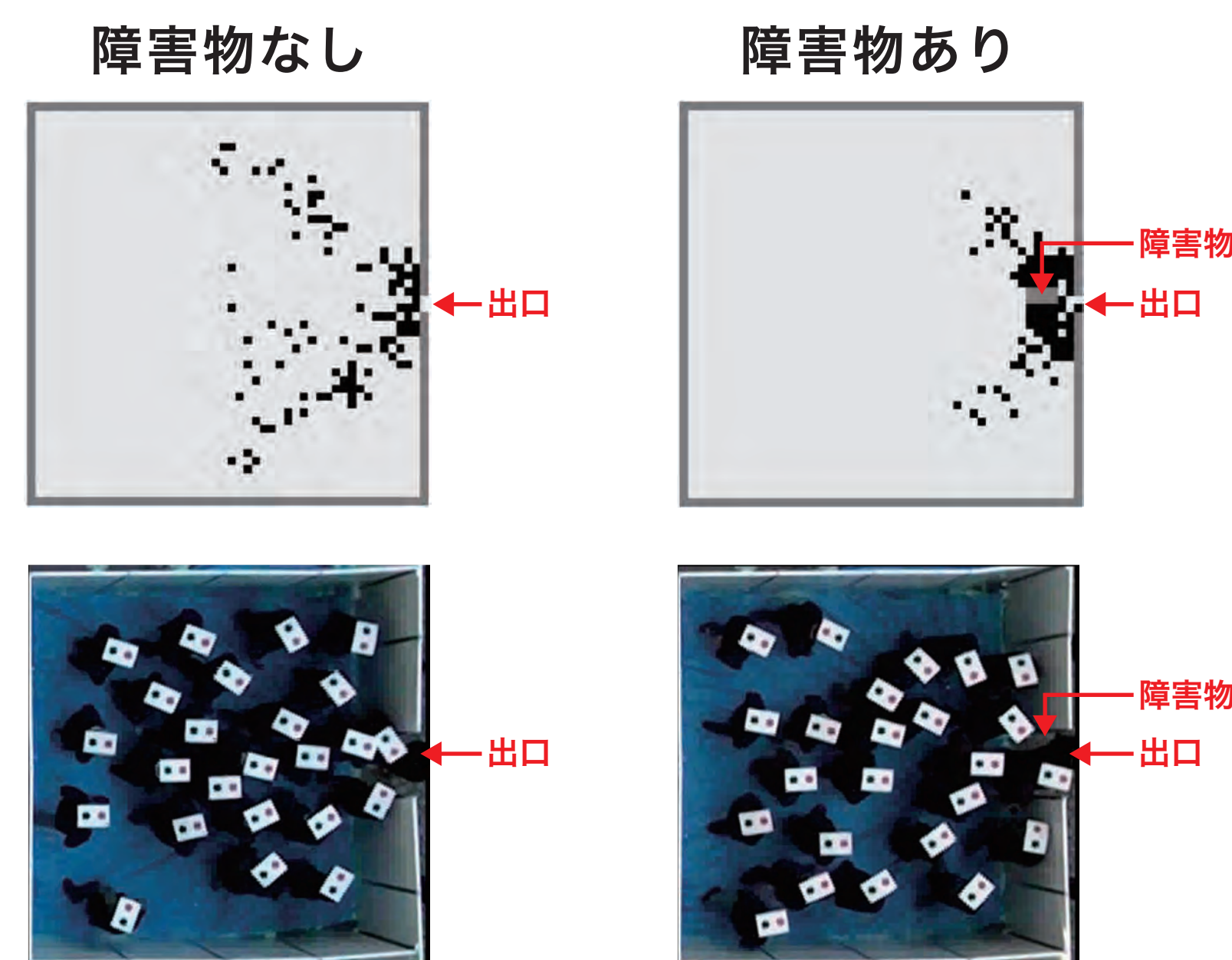
中央自動車道(上り)小仏トンネル付近での渋滞吸収走行実験における平均速度の変化。水色と青色はともにトンネル手前にある2か所の速度センサーのデータ。実験では、吸収車を8台、車間距離を40m以上離れて走行し、渋滞地点に近づくことで、その後、2か所とも渋滞前の平均速度まで早く回復し、渋滞を緩和できることを実証した(左下の写真は実際の走行の様子)。



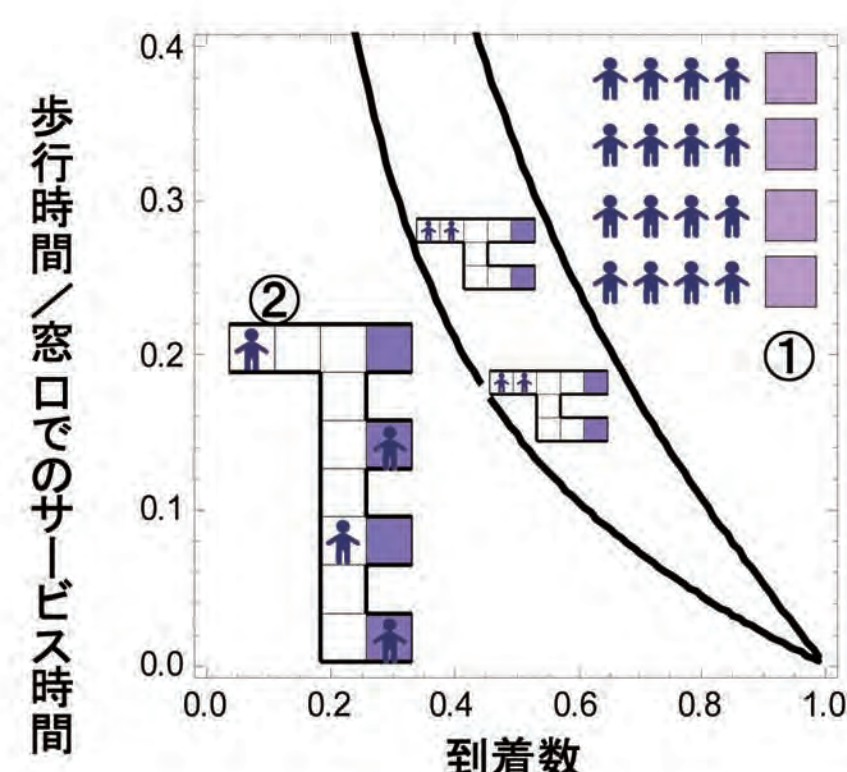
JAF 提供



自然界でのアリの行列を観察(インド西部にて)。その結果、アリの速度は密度によらずほぼ一定になっており、渋滞していないことが分かった。



計算機シミュレーションにより、障害物を出口付近に置いた方が退出時間が短くなることが分かった。これは実験でも確かめられた(下の写真は、その実験の様子)。



どのような状況での行列が平均待ち時間が一番短いかを理論的に調べた。①到着数が多い状況で時間が短いのは並列待ち、②到着数が少ない状況で待ち時間が短いのはフォーク待ちであることが分かった。これは様々な待ち行列の効率化に役立つ(右上の写真は待ち時間短縮の共同研究をしている成田空港の入国審査場の様子)。



産学連携で 世界最先端のゲル材3Dプリンタの開発

ふる かわ ひで みつ

古川 英光

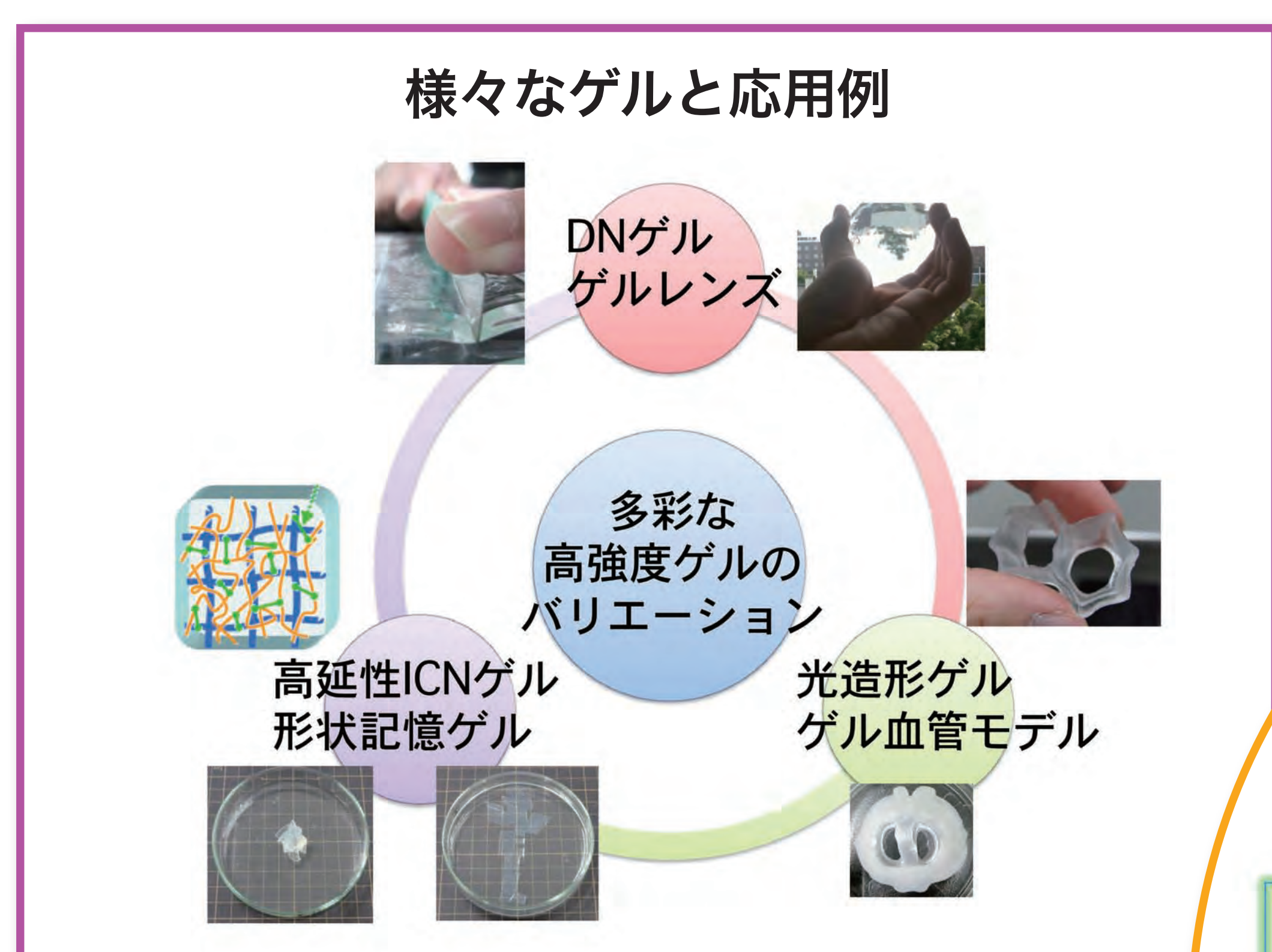
山形大学大学院 理工学研究科機械システム工学分野 教授

世界初バスタブ型 3D ゲルプリンタを開発

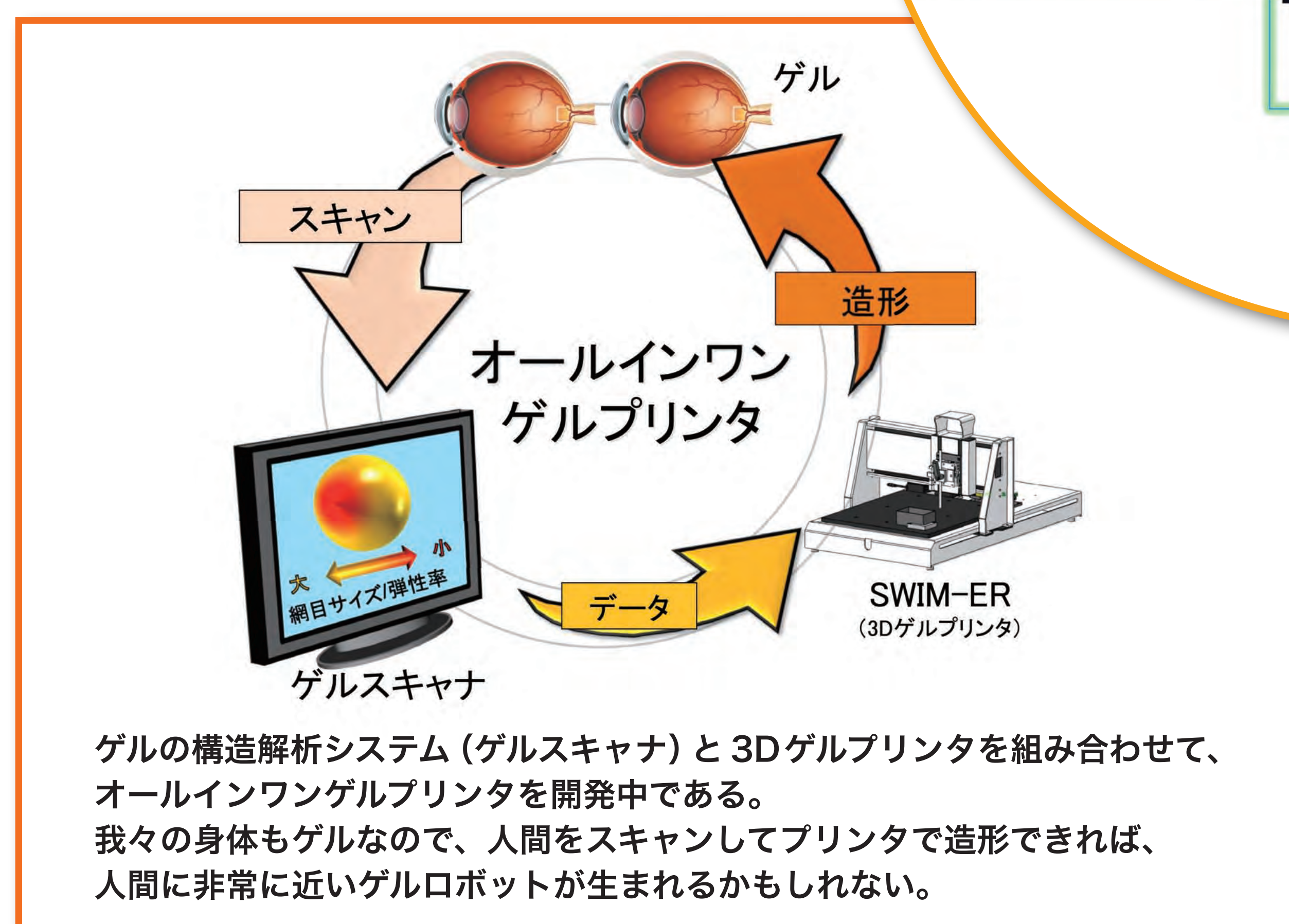
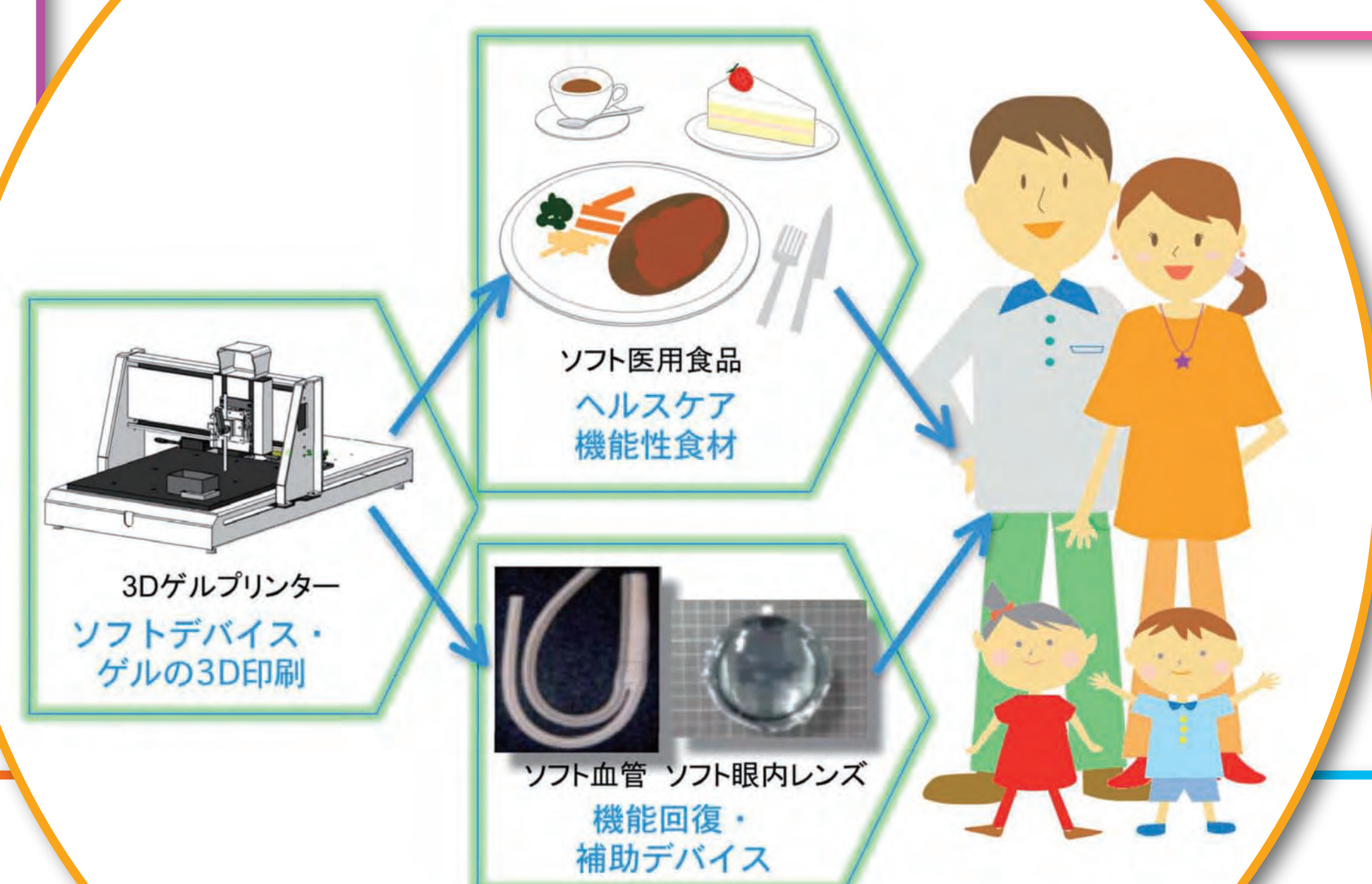
人の体もいふなればゲル

医療用素材加工の可能性を開く

やがては食品製造も 3D プリンタで



3Dゲルプリンタから
広がる未来のものづくり



- 自由形状
- 高強度
- 低摩擦
- 物質透過性
- 生体適合性

SWIM-ER[※]

3Dゲルプリンタの開発

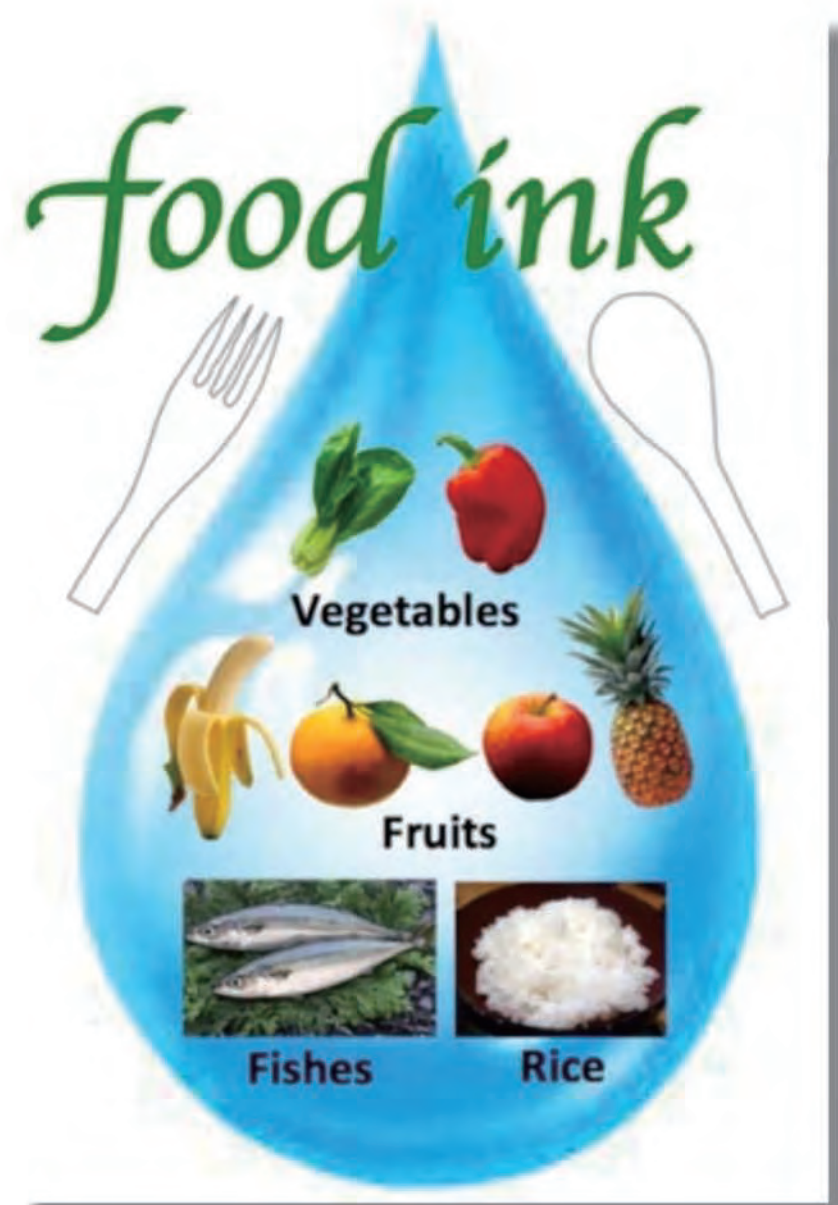
光ファイバーを用いて局所的に重合を進めることで、高強度ゲルの自由造形を可能にした 3Dゲルプリンタ。
(※ : Soft and Wet Industrial Materials - Easy Realizer)

ゲルの自由造形

3D-CAD データ → 3Dゲルプリンタ → 高強度ゲル

3Dゲルプリンタの試作機。3D-CADで描画した3Dデジタルデータから、描画したデータどおりの高強度ゲルを 3D自由造形できる。

食品プリンタ用ゲルインク



E-Chef (食品ゲルプリンタ)



できあがり！



平板を積層

Food-ink を用いて食品ゲルの自由造形を可能にした



2013年 7月 27-28日に行われた
山形大学工学部科学フェスティバルの様子



超短光パルスによる 応用光学計測分野の先駆的研究

みのしま かおる

美濃島 薫

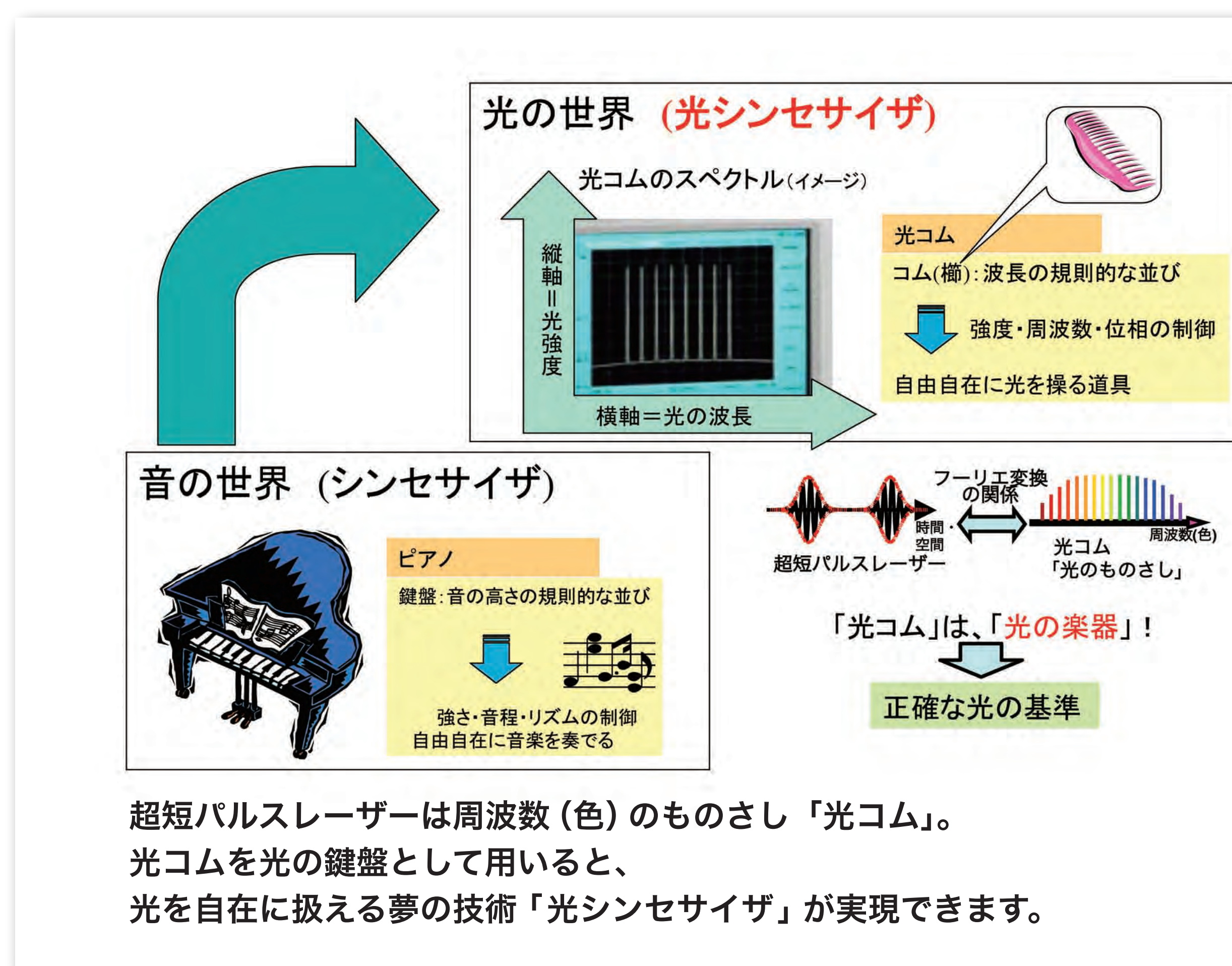
電気通信大学大学院 情報理工学研究科 教授

超精密な光の“櫛”、光コム

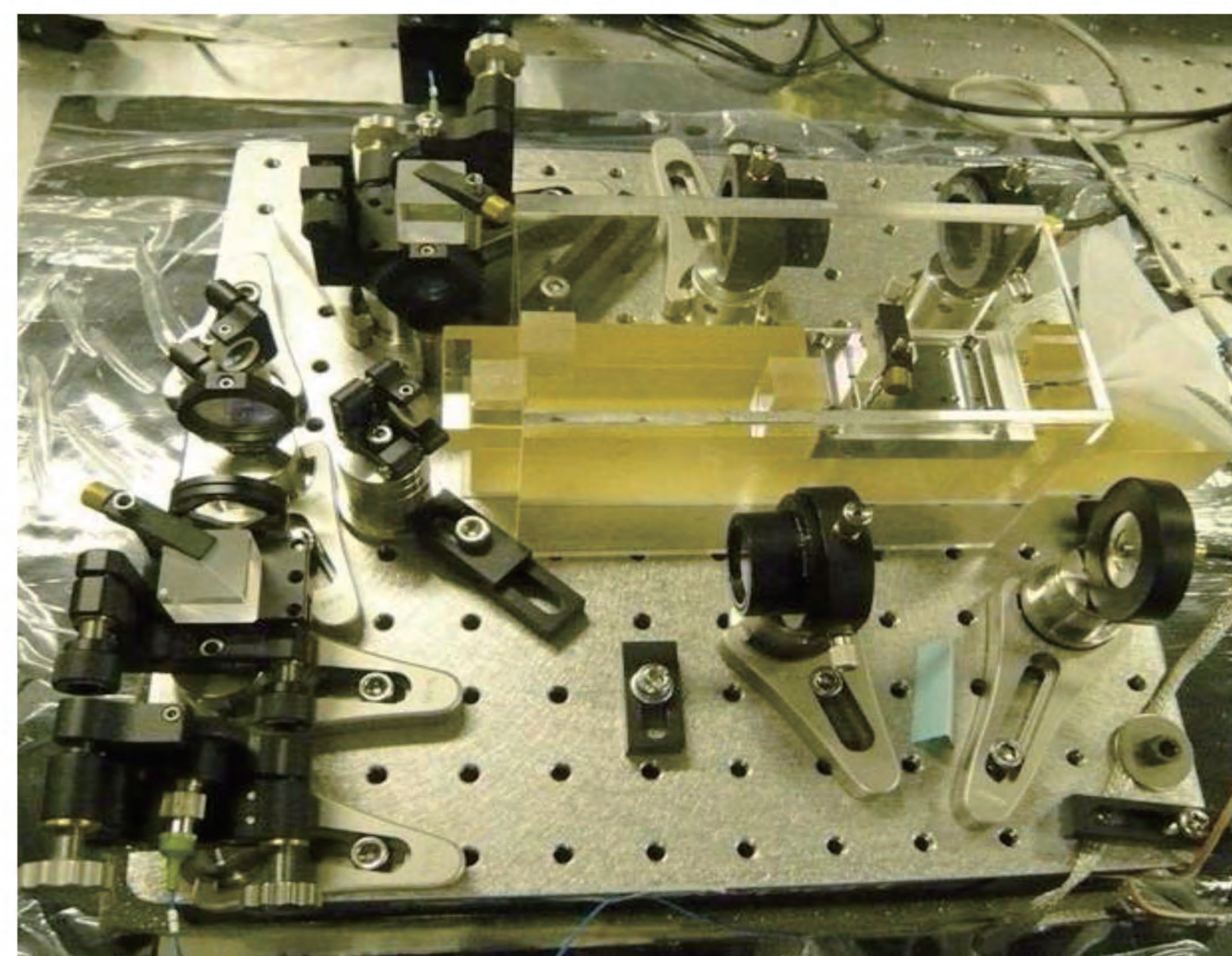
時間・空間・周波数を測定する光の“ものさし”

多次元情報を超精密計測して制御する

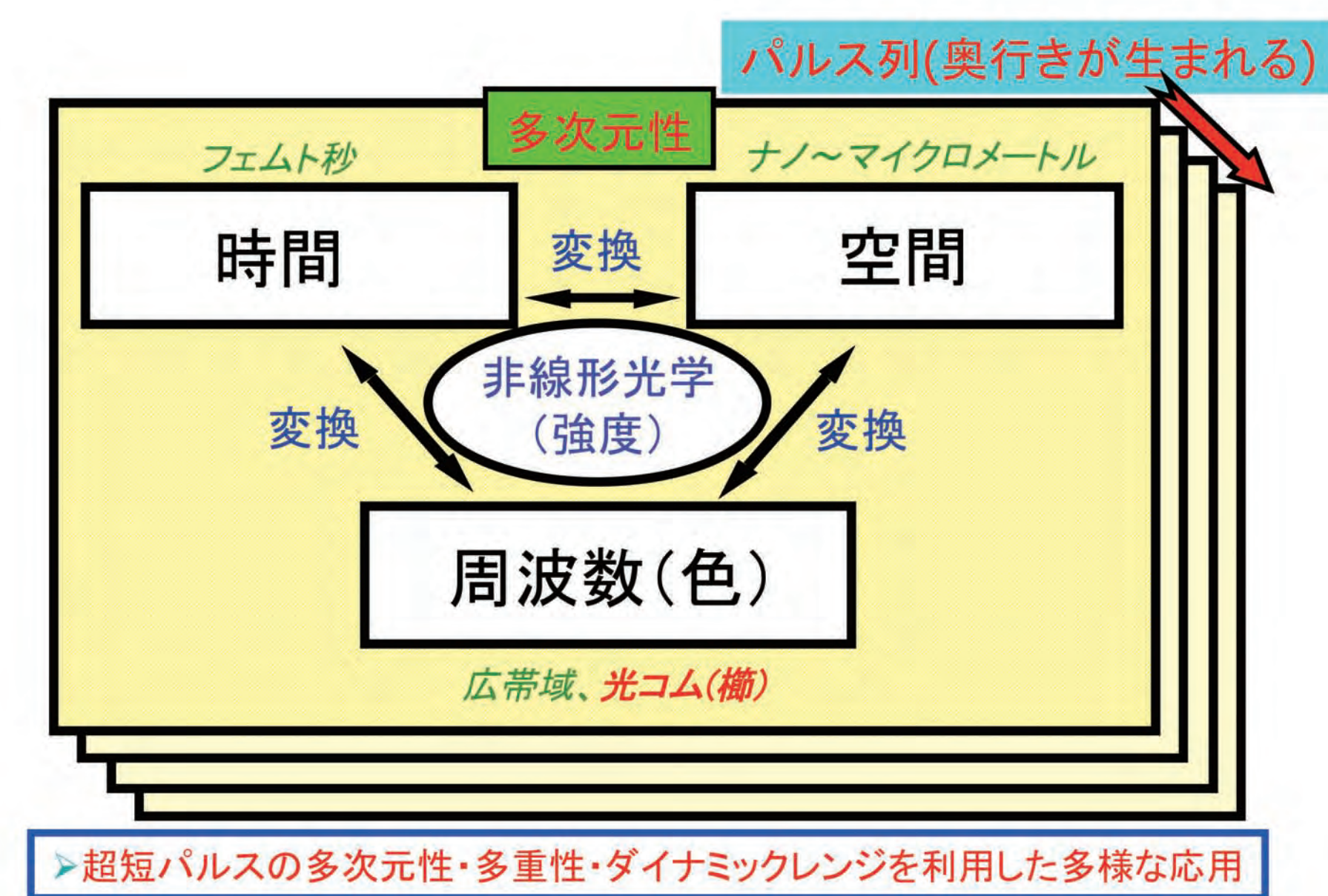
目指すは光を自在に操作する「知的光シンセサイザ」



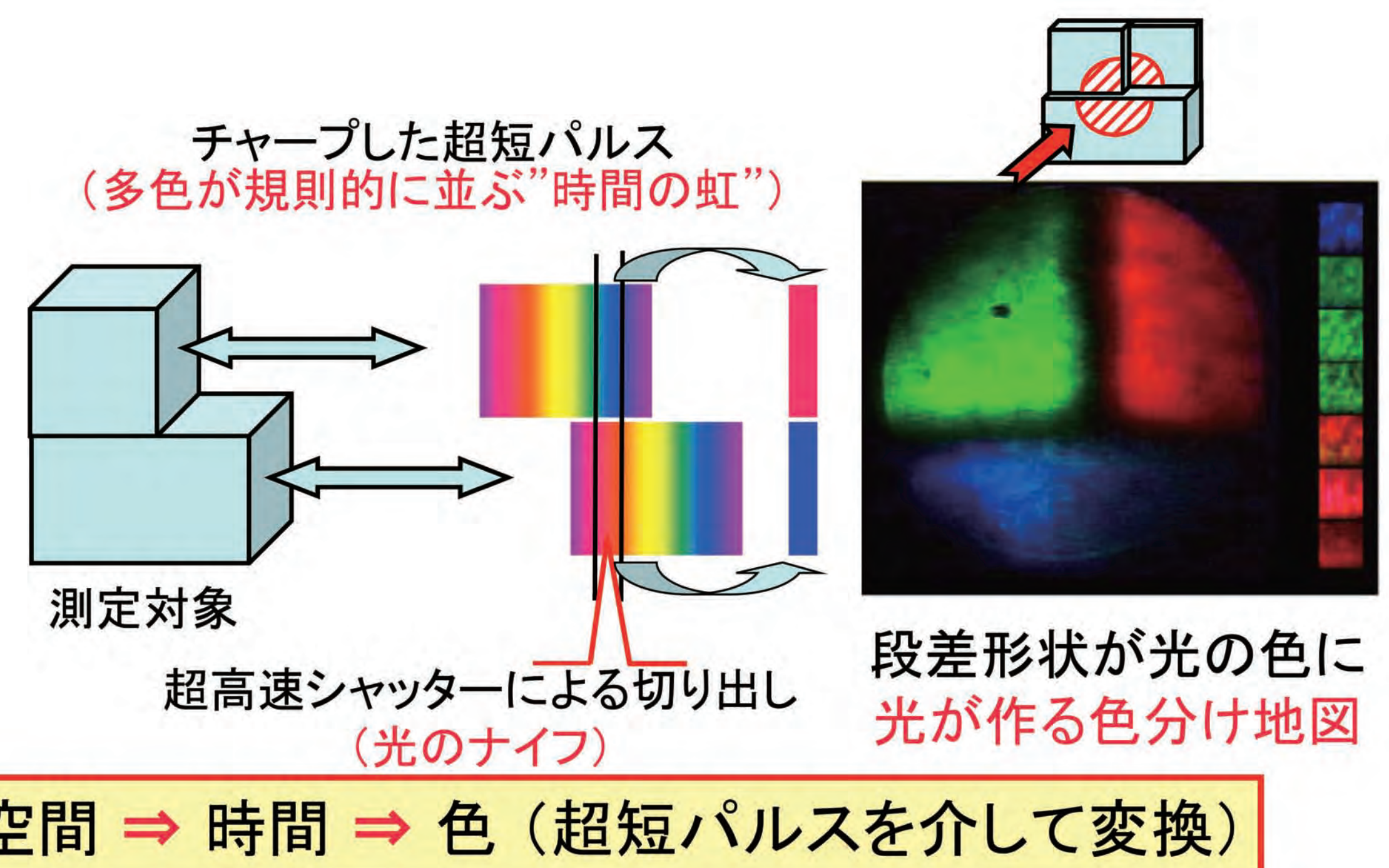
光コムを用いた超高精度の絶対距離計。
マイクロメートルレベルの精度で数百メートルの距離が測定できます。



光コムを用いたピコメートル変位の測定系。
半導体や精密機械産業で用いられる微小変位の測定に有用な技術です。



超短パルスレーザーが拓く多様な応用。
超短パルスは一瞬の時間だけ光る短いパルスですが、
同時に、空間と周波数(色)の精密なものさしとなっています。
その多次元性を用いることで、さまざまな応用分野が生まれます。



超短パルスレーザーを用いた瞬時3次元形状計測。
超短パルスレーザーの多次元性を活用することで実現できます。