

特集

# 植物と情報処理

## 編集にあたって

稲見昌彦 | 東京大学 先端科学技術研究センター

私が編集長に就任するにあたり、情報処理技術と直接は繋がらないような分野を積極的に結びつけるような特集を目指す「情報処理 X」という目標を掲げました。その一環として『吊いと技術革新』（2018年7月号）、『牛とIT/ICT』（2018年11月号）、『水産業と情報処理』（2019年3月号）などさまざまな特集記事に取り組んでまいりました。なぜなら、つなぐ学問とも換言できる情報学の方法論を、情報学自体と他領域との連携にも活用できると期待したからです。

さて、今回のテーマは植物です。会誌読者の皆様は、植物に対しどのようなイメージを持たれるでしょうか。植物でなく生物一般と情報に関する融合領域としては、すでにシステム生物学、近年は画像解析や

数理解析など、情報処理技術を駆使した手法が用いられています。最近では英 DeepMind 社により開発されたタンパク質の立体構造を予測するプログラム「AlphaFold2」が構造生物学の分野で大きな話題となりました。しかしながら研究対象とする生物としては、ヒトや動物や菌類を対象とした事例が多く、植物学での活用例は緒についたばかりのようです。実際会誌でも農林業との連携の話題は扱ってきましたが、植物学については会誌編集長として初めての取り組みになりました。

このように、情報学者から見たときの植物学は少し距離感のある研究領域です。この距離感こそが重要であり、ヒトを含む動物とは大きく異なる独自の情報処理システムを有している植物について知るこ



とで、情報学研究を進める上でのヒントが得られるかもしれません。一方で植物学者が情報学を見た場合、現在使い始めた情報処理技術以外にどのような研究がなされ、何を期待できるのか曖昧模稜としているようです。

そこで本特集では、現時点では距離のある2つの領域を繋げるべく、カテゴリ1として、「植物の情報処理機能」を気鋭の植物学者に解説してもらいました。そしてカテゴリ2としては「植物学を加速する情報処理技術」と題し、情報・統計科学の技術が植物学にどのように貢献しているかを紹介してもらいました。最後に植物学者・情報学者が異なる分野への驚きや違和感、そしてお互いへの期待を座談会形式で議論しました。

17世紀後半、我々の肉眼では捉えられない植物の細かな構造を「光学顕微鏡」という当時最先端の技術で捉え、その構造に「cell」と名付けたのがロバート・フック (Robert Hooke) です。フックによる発見を起点として細胞生物学という分野が誕生しました。ちなみにフックは著書『顕微鏡図譜』の中で、

研究の動機として人間の感覚の限界を超越するためと述べており、これは現在注目を集めている人間拡張工学の原点ともいえそうです。

今回の特集は、植物という肉眼では動きを捉えがたい対象の運動性や構造に対し、情報処理技術でアプローチすることでその巧妙な仕組みの解明につなげる、いわば「情報顕微鏡」を構築するためのチャレンジに読者の皆様をいざなうものでもあります。ノーバート・ウィーナー (Norbert Wiener) による名著『サイバネティクス』の副題は「動物と機械における制御と通信」です。これはフィードバック制御を手掛かりとして、動物と自動機械に通底する理論を提唱したものです。植物学と情報学との連携が進展することで、たとえば「植物と情報システムにおける制御と通信」というような新たな融合領域が進展することを願ってやみません。それでは本特集をお楽しみください。

(2021年10月16日)

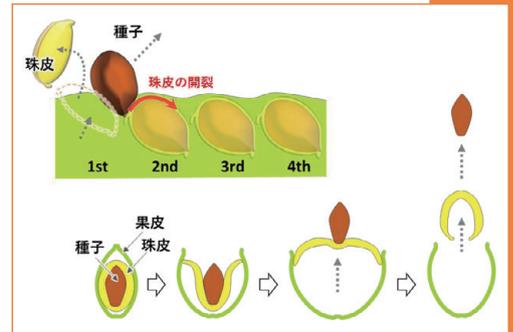
## 概要

### <カテゴリ① 植物の情報処理機能>

## 1.1 植物の運動を駆動する情報処理とメカニクス

中島敬二 | 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

動物と比較して動かないと思われがちな植物が、実はさまざまな運動性を示すことはよく知られている。中枢神経系や筋骨格系を持たない植物が、どのようにして周囲の環境情報を処理し、器官や組織の運動を駆動しているかについては、あまり知られていない。本稿では植物に普遍的な器官運動である「屈性」と、ある種の植物に見られる「種子の散布装置」について、最近の知見も交えながら紹介したい。



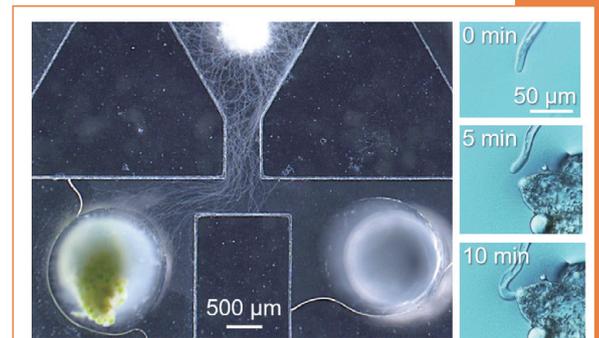
応  
般

### <カテゴリ① 植物の情報処理機能>

## 1.2 花の中の知られざる情報処理

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 / 東京大学 大学院理学系研究科

生きた細胞を対象とした顕微鏡によるライブイメージングにより、静的に見える植物でさまざまな情報処理の様子が可視化されている。ここでは植物が次世代に命をつなぐための精密な装置と言える「花」における、植物らしい情報処理を紹介する。具体的には、まるで飛行機を空港に着陸させるかのような、受精のための花粉管細胞に対する精密なナビゲーション、次世代へ命が途切れる一大事での柔軟なりカバーリーなどについて紹介する。



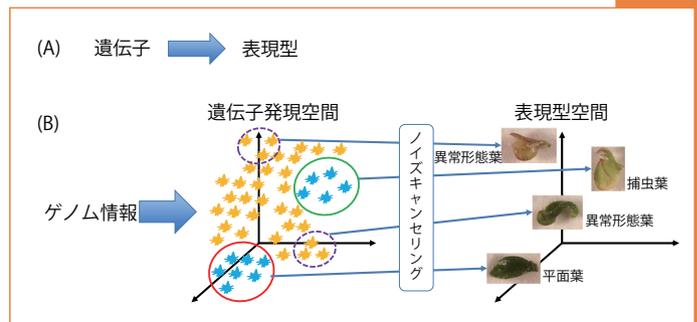
応  
般

### <カテゴリ① 植物の情報処理機能>

## 1.3 ゲノムに隠された情報が進化を導く —進化における情報処理の役割—

長谷部光泰 | 基礎生物学研究所 生物進化研究部門

ゲノム上の情報は一次元の文字列情報である。しかし、個々の遺伝子は、内的外的環境によって発現が変化するため、 $n$ 個の遺伝子は個々の発現量を軸とした $n$ 次元の遺伝子発現空間に位置する。この空間には現在使われていなかったり、ノイズとして取り除かれていたりする情報がある。それらが将来の生物の生存を担う進化の源になっている可能性について紹介する。



応  
般

## 概要

<カテゴリ① 植物の情報処理機能>

### 1.4 植物の窒素吸収を制御する長距離情報伝達

—葉と根のコミュニケーションによる需要と供給の調節機構—

大久保祐里 松林嘉克 | 名古屋大学 大学院理学研究科

植物にとって窒素は重要な栄養素の1つである。窒素の欠乏は農作物の収量や品質に大きな影響を与える一方で、窒素を過剰に吸収すると病気や害虫への抵抗性が低下することも知られている。植物は根における窒素吸収量を最適に保つため、土壤に存在する窒素量（供給）と生育に必要な窒素量（需要）をモニタリングし、根と葉のあいだで情報をやりとりする仕組みを進化させてきた。本稿では、植物の窒素要求シグナル伝達にかかわる分子群について紹介する。



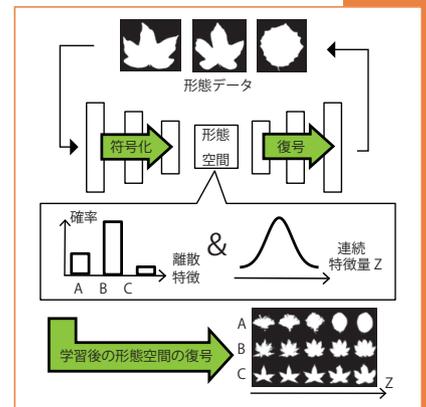
応  
般

<カテゴリ② 植物学を加速する情報処理技術>

### 2.1 AI 技術による植物発生研究

近藤洋平 | 生命創成探究センター 定量生物学研究部門

情報・統計科学の技術は多種多様な自然科学の分野に近年ますます貢献しており、一見 AI やデジタルトランスフォーメーションといった言葉と縁遠く見える植物学もその例外ではない。本稿では特に、多数の細胞が相互のコミュニケーションを通じて協働し我々の目に映るさまざまな生命体を作り出す「発生」現象に焦点を合わせ、細胞の話題に馴染みのない読者に向けて、最近の試みをいくつか紹介したい。



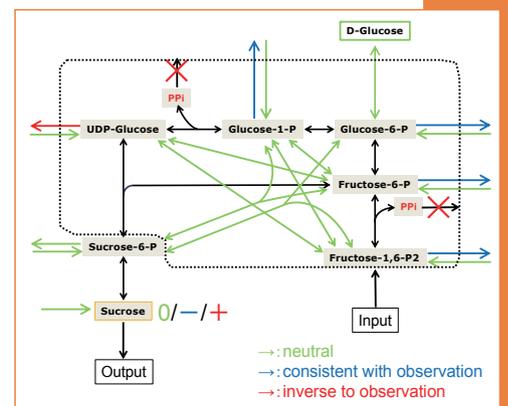
応  
般

<カテゴリ② 植物学を加速する情報処理技術>

### 2.2 生命システムの解明を加速する ネットワーク構造理論

望月敦史 | 京都大学 ウイルス・再生医科学研究所

生体内で働く化学反応は連鎖的につながり、ネットワークを形成する。このシステム全体のダイナミクスから生理機能が生まれ、反応を司る酵素の量や活性が変化することで生理機能の調節がなされる。ネットワークの構造だけから、酵素の量や活性の変化に対するシステムの応答を決定する数理理論を構築した。この理論を用いて実際の生命システムを解析することで、未知の反応の予測や、恒常性を生み出す部分構造の特定が可能となる。



応  
般

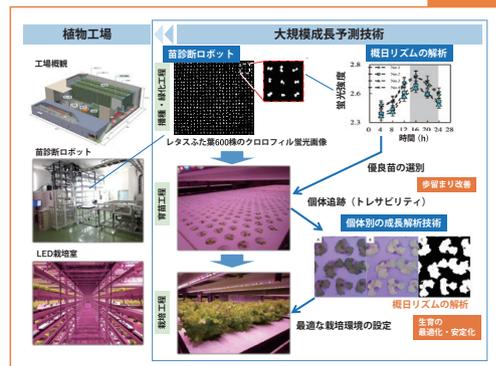
## 概要

<カテゴリ② 植物学を加速する情報処理技術>

### 2.3 植物の生産力を最大化する情報処理技術（植物工場）

福田弘和 | 大阪府立大学 植物工場研究センター

空調や苗診断装置などの機械装置と情報処理技術を駆使し、人工光で野菜を生産する植物工場は、究極のICT活用型農業として注目されている。最近、植物工場の社会実装が急速に進んでいる。施設は大規模化・高密度化し、栽培管理技術や作業ロボットの導入による高精度化と高効率化が図られている。本稿では、多段階の栽培プロセスにおける生体情報の計測技術と生産力最大化のための情報処理技術について紹介する。



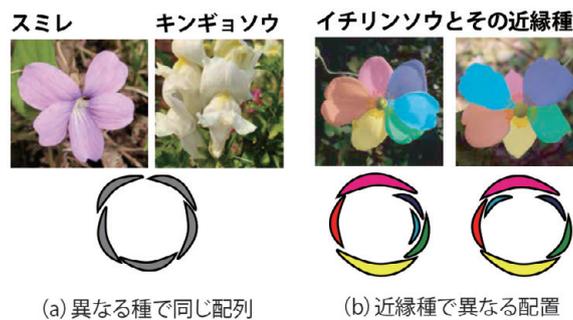
応  
般

<カテゴリ② 植物学を加速する情報処理技術>

### 2.4 画像認識分野から見た植物の研究

内海ゆづ子 | 大阪府立大学 大学院工学研究科

近年、植物学と情報学では、2つの分野を横断するプロジェクトが進められ、活発に共同研究が行われるようになってきている。本稿では、コンピュータビジョン・パターン認識といった画像認識が専門で植物を対象とした研究を行っている著者が、なぜ、植物にかかわる研究を始めたのか、自身の研究開始のきっかけを紹介する。また、植物学との共同研究の必要性、植物にかかわる研究の面白さや、共同研究内容の一部を紹介する。



応  
般

## 3. 座談会：ゴール設定の違いが難しさ 「情報植物学」という新たな分野への挑戦

執筆：太田智美

参加：中島敬二（奈良先端科学技術大学院大学）・稲見昌彦（東京大学）・上田貴志（基礎生物学研究所）・植田美那子（東北大学）・近藤洋平（生命創成探求センター）・内海ゆづ子（大阪府立大学）・太田智美

植物学と情報学を融合した「新学術領域」をめぐる座談会が、2021年7月15日にオンラインで開催された。この新学術領域は、植物学と情報学の融合を通じて新しい学術領域を創造し、両分野を発展させることを目指して2年前に発足。研究代表者に、奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科の中島敬二教授、研究分担者には、東京大学・先端科学技術研究センターの稲見昌彦教授、基礎生物学研究所・細胞動態研究部門上田貴志教授らが名を連ねており、文部科学省の科研費で研究活動を行っているという。なぜ植物学者たちは情報学者と組み、情報学者たちは植物学者と組み「新学術領域」を創るのか。それは生物学者が感じる限界と、情報学の異分野への関心の高さに関係があった。

応  
般