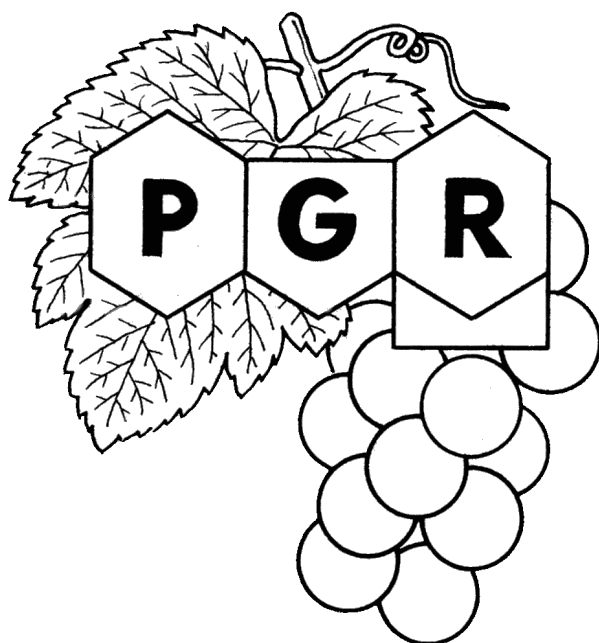


植物化学調節学会設立60周年記念シンポジウム

植物化学調節研究60年

～レジェンド研究者と現役研究者が照らす化合物探求の軌跡と未来への展望～

2025年11月1日（土）ライトキューブ宇都宮



一般社団法人 植物化学調節学会
The Japanese Society for Chemical Regulation of Plants

【日時】2025年11月1日（土）13:00～17:35

【会場】ライトキューブ宇都宮 3階 中ホール（<https://light-cube.jp>）

〒321-0969 栃木県宇都宮市宮みらい1-20

<会場アクセス>

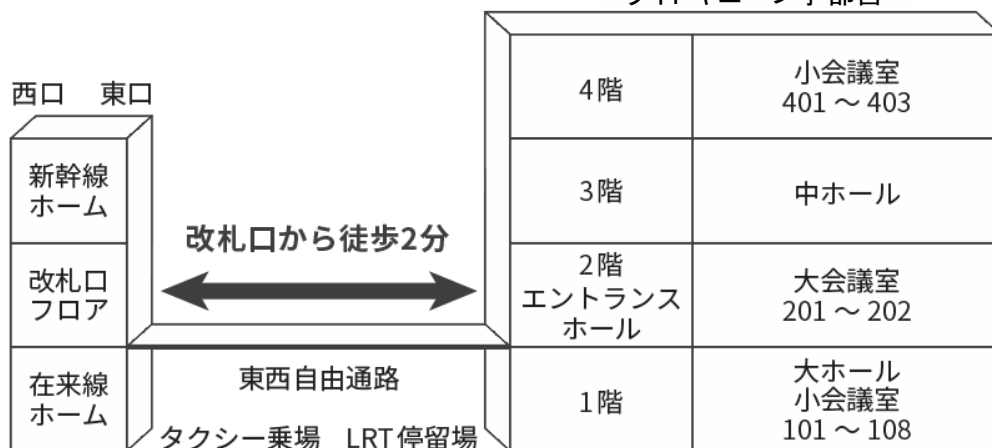


(宇都宮大学HPより改変)

JR宇都宮駅

宇都宮駅東口交流拠点施設

ライトキューブ宇都宮



(ライトキューブ宇都宮HPより改変)

【プログラム】

12:00～13:00 受付

13:00～13:10 開会挨拶 中野 雄司（京都大）/趣旨説明 水谷 正治（神戸大）

13:10～13:50 座長：草島 美幸（慶應大）

ジベレリン(GA)の生合成—カビと植物のGA生合成の違いと植物GA生合成の制御—

神谷 勇治(Yuji Kamiya)（理研・名誉研究員）

Biosynthesis of Gibberellins—Differences in GA Biosynthesis Between Fungi and Plants and the Regulation of Plant GA Biosynthesis—

ジベレリン標識化合物と受容体

中嶋 正敏(Masatoshi Nakajima)（東大院・農生科）

Gibberellin Receptors and Chemical Probes—Toward Precise Control of Plant Growth—

13:50～14:30 座長：野村 崇人（宇都宮大）

ブラシノステロイドの発見—その単離から植物ホルモンとして認められるまで—

横田 孝雄(Takao Yokota)（帝京大・名誉教授）

The Discovery of Brassinosteroids—From the Isolation to General Acceptance as Plant Hormones—

ブラシノステロイドのシグナル伝達

中野 雄司(Takeshi Nakano)（京都大・生命）

Brassinosteroid Signaling

14:30～14:40 休憩

14:40～15:20 座長：米山 香織（埼玉大）

ストリゴラクトンと寄生雑草

米山 弘一(Koichi Yoneyama)（宇都宮大・名誉教授）

Strigolactones and Parasitic Weeds

ストリゴラクトンの生合成と受容

山口 信次郎(Shinjiro Yamaguchi)（京都大・化学研究所）

Strigolactone Biosynthesis and Perception

15:20～16:00 座長：笠原 博幸（東京農工大）

オーキシンの生理作用—1880年のダーウィン親子による0.04インチの実験に魅了されて—

小柴 共一(Tomokazu Koshiba)（東京都立大・名誉教授）

The Physiological Function of Auxin—Fascinated by the 0.04-inch Experiment by Darwin and His Son in 1880—

オーキシン制御剤と標識化合物の創製と活用—ケミカルバイオロジーが解き明かすオーキシン代謝制御の新たなパラダイム—

林 謙一郎(Kenichiro Hayashi)（岡山理大・生物科学）

Design and Utilization of Auxin Regulators and Labeled Compounds

16:00～16:10 休憩

16:10～16:50 座長：岡田 憲典（東京大）

ジャスモン酸の生理作用—ジャスモン酸研究の黎明期から植物ホルモンとして認知されるまで—

山根 久和 (Hisakazu Yamane)^{1,2}（¹東京大・名誉教授, ²帝京大）

Biological Roles of Jasmonic Acid—The Historical Path Toward Recognizing Jasmonic Acid as a Plant Hormone—

ジャスモン酸のシグナル伝達

上田 実(Minoru Ueda)（東北大院理・院生命）

Jasmonate Signaling

16:50～17:30 座長：関野 景介（エス・ディー・エス バイオテック）

植物ホルモン制御剤の創製と応用

浅見 忠男 (Tadao Asami)^{1,2}（¹東京大・名誉教授, ²横浜市立大・特任教授）

Discovery and Application of Plant Hormone Regulators

植物成長調整剤と新規バイオスティミュラントの開発

玉置 裕章 (Hiroaki Tamaki)¹, 児島 征司 (Seiji Kojima)²（¹住友化学, ²パナソニックホールディングス）

Development of Plant Growth Regulators and a Novel Biostimulant

17:30～17:35 閉会挨拶 山口 信次郎（京都大）

シンボ ジウム1	ジベレリン (GA) の生合成—カビと植物の GA 生合成の違いと植物 GA 生合成の制御— ○神谷 勇治 (Yuji Kamiya) (理研・名誉研究員) Biosynthesis of Gibberellins—Differences in GA Biosynthesis Between Fungi and Plants and the Regulation of Plant GA Biosynthesis
イネに徒長を引き起こすカビ <i>Gibberella fujikuroi</i> が生産する毒素として 1926 年に黒沢英一により発見されたジベレリン (GA) は 1958 年にインゲンの未熟種子から分離されたのをきっかけに植物内性の成長ホルモンの一つと認知されたが、その全生合成経路は長い間解明されていなかった。GA についてわが国で蓄積されてきた多くの化学的知見の集積の上に、GA 生合成の鍵酵素とその遺伝子を T.P. Sun 教授とシロイヌナズナから単離同定し、植物とカビの GA 生合成経路の多様性と遺伝的制御機構の全体像を解明するのに貢献した。植物はメチルエリスリトールリン酸経路で生合成されるゲラニルゲラニル 2 リン酸を葉緑体中で <i>ent</i>-カウレンに変換し、これがミクロソーム画分に含まれるチトクローム P450 により GA₁₂ まで酸化される。これは 2-オキソグルタル酸要求型の酸化酵素によりカスケード型の GA 変換経路で多様な GA に酸化される。レタスやシロイヌナズナの光種子発芽ではフィトクロムを介して 3β-位 GA 生合成酵素の活性化により発芽が誘導されることを明らかにした。植物体内のホルモン類の高感度一斉分析システムを活用して、GA が植物体内で他のホルモンと複雑に相互作用を示すことも明らかにできた。 Gibberellin (GA), discovered in 1926 by Eiichi Kurosawa as a toxin produced by the fungus <i>Gibberella fujikuroi</i> that causes elongation in rice, was recognized as one of the endogenous growth hormones in plants following its isolation from immature mung bean seeds in 1958. However, its complete biosynthetic pathway remained elusive for a long time. Building upon the extensive chemical knowledge accumulated in Japan regarding GA, we isolated and identified the key enzyme and its gene for GA biosynthesis from <i>Arabidopsis thaliana</i> in collaboration with Professor T.P. Sun. This contributed to elucidating the diversity of GA biosynthetic pathways and genetic regulatory mechanisms in plants and fungi. Plants convert geranyl-geranyl diphosphate, synthesized via the methyl erythritol phosphate pathway, into <i>ent</i>-kaurene within chloroplasts. This is then oxidized to GA₁₂ by cytochrome P450 enzymes in the microsomal fraction. GA₁₂ is subsequently oxidized into diverse GA derivatives via a cascade-type GA conversion pathway catalyzed by 2-oxoglutarate dependent oxidases. It was revealed that light induced germination in lettuce and <i>Arabidopsis thaliana</i> is induced by the activation of GA 3β-hydroxylase via phytochrome. It was also demonstrated that GA exhibits complex interactions with other hormones in plants.	

シンボ ジウム2	ジベレリン標識化合物と受容体 ○中嶋 正敏 (Masatoshi Nakajima) (東大院・農生科) Gibberellin Receptors and Chemical Probes—Toward Precise Control of Plant Growth—
ジベレリン (GA) は植物の成長・発達を制御する主要ホルモンであり、農業生産においても重要な役割を担ってきた。近年の研究により、GA 受容体の発見とそれに纏わる分子基盤解析を通じて、シグナル伝達の理解は大きく進展した。また最近では、分子間相互作用に基づくセンサー技術を発展させ、GA 動態の可視化や特定受容体選択的なアゴニスト・拮抗化合物の探索が進んでいる。これらの成果は、従来の矮化や肥料利用に乗じた「緑の革命」型技術から一歩進めて、植物ホルモンシグナルをより精密に制御する化学的手法の可能性を提示しており、作物の成長調節や品質改善に結びつく応用が期待される。講演では、GA 受容・信号伝達研究に触れつつ、化合物を用いる技術の展望に触れる。 Gibberellins (GAs) are key phytohormones controlling plant growth and development, and have long been central to agricultural innovation. The discovery of GA receptors and subsequent molecular studies have greatly deepened our understanding of GA signaling. More recently, receptor-based sensor technologies have been established, enabling visualization of GA dynamics and the identification of selective agonists and antagonists. These advances move beyond the classic “Green Revolution” strategies of semi-dwarfing and fertilizer use, opening possibilities for precise chemical modulation of hormone signaling. Such approaches should promise applications in regulating crop growth, yield, and quality. My talk will outline recent progress in GA perception and signaling, and explore prospects for chemical-based technologies.	

シンボ ジウム3	ブラシノステロイドの発見—その単離から植物ホルモンとして認められるまで— ○横田 孝雄 (Takao Yokota) (帝京大・名誉教授) The Discovery of Brassinosteroids—From the Isolation to General Acceptance as Plant Hormones—
1979年にアブラナの花粉から成長促進作用をもつステロイドが単離構造決定されてブラシノライドと命名された。演者は、ブラシノライドおよびその関連化合物（BRと総称）が植物ホルモンであることを証明する為に、様々な植物からブラシノライドと同じ生理活性を持つ物質を探索した。その結果、1982年にクリの虫こぶからカスタステロンを単離した。同年にフジマメ種子よりドリコライド、1983年にインゲンマメ種子から6-デオキシカスタステロン、同年クロマツ花粉からティファステロールを発見した。1987年には緑藻のアミミドロから24-エピカスタステロンを発見した。こうして数十のBRを発見し、BRが植物の普遍的な存在であることを証明した。と同時に、この研究結果はBRの生合成経路解明の基盤になった。1990年にはカスタステロンがブラシノライドに変換されることを初めて証明した。 一方、1991年にウニコナゾールがBRの生合成を抑制することも発見した。この結果はBRが二次細胞壁合成促進作用を持つことの証明に使われた（1991年）。一方、BR特異的阻害剤ブラシナゾールの発見へのきっかけを提供した（1999年）。さらに1997年に、原因不明であったエンドウの矮性変異体 <i>lka</i> と <i>lkb</i> が各々 BR の受容変異体と生合成変異体であることを発見した。同時期にアラビドプシスの矮性変異体の <i>cpd</i>（1996年）ならびに <i>det2</i>（1997年）も生合成変異体であることが報告された。これらの発見は、BRが植物の成長に必須な植物ホルモンであることを揺るぎないものにした。 Brassinolide, a steroid exhibiting strong plant growth activities was isolated from rape pollen in 1979. In order to determine that brassinolide and related steroids (BRs) are plant hormones, we tried to isolate BRs from various plants. Firstly, castasterone was isolated from chestnut insect gall in 1982. Soon later dolicholide was isolated from <i>Dolichos lablab</i> seed. In 1983 we isolated a number of BRs including 6-deoxocastasterone from <i>Phaseolus vulgaris</i> seed and typhasterol from black pine pollen. In 1987, 24-epicastasterone was isolated from an alga. In total tens of BRs were found from various plants, giving strong evidence to show that BRs are indeed plant hormones and also furnishing fundamental knowledge to BR biosynthesis study. In 1990, we first showed that castasterone is convertible to brassinolide. In 1991, we found that uniconazole retards the synthesis of castasterone in pea seedlings. To support this, uniconazole was found to inhibit the synthesis of BR and thereby retard the secondary cell wall production in <i>Zinnia</i> cells. Later these findings led to the discovery of a BR-specific inhibitor brassinazole. In 1997, we found that pea dwarf mutants <i>lka</i> and <i>lkb</i> are BR perception and biosynthesis mutants, respectively. Concurrently, Arabidopsis dwarf mutants <i>cpd</i> and <i>det2</i> were found to be BR biosynthesis mutants. These findings firmly indicated that BRs are essential growth hormones.	

シンボ ジウム4	ブラシノステロイドのシグナル伝達 ○中野 雄司 (Takeshi Nakano) (京大・生命) Brassinosteroid Signaling
ブラシノステロイド(BR)のシグナル伝達研究は、生合成研究と同様に突然変異体が重要な役割を果たしてきた。第一に同定されたBRI1は、一回膜貫通型のSer/Thrキナーゼであることが、ソーク研究所のJoanne Chory博士らの研究室によって示された(Cell, 1997)。その後、合成BRI1断片とBR結合性の証明(Nature, 2003)などが行われ、植物成長制御における重要性は揺るぎないものとなっている。 「シグナル受容」と並んでシグナル伝達機構において重要な意味を持つ「転写制御」については、理研の浅見ら（当時）によって創製されたBR生合成阻害剤Brzに耐性を示す突然変異体の探索と原因遺伝子同定が、当時ソーク研究所Joanne Chory博士らの研究室に所属していた中野らによって進められ、最終的には相互に88%相同性を持つ遺伝子BIL1/BZR1/BES1に集約された(Cell, 2002; Dev Cell, 2002)。これらは約3000種の遺伝子発現を制御するbHLH型転写因子であることなどから、BRシグナル伝達のマスター転写因子であると考えられている。その後に行ってきたBIL1/BZR1の立体構造解明研究(Nature Plant 2018, 2022)、BIL1/BZR1の制御因子BSS1 (Plant Cell, 2015) BIL7 (Plant J., 2025)の単離なども紹介したい。 In research into brassinosteroid (BR) signaling, mutant-plants have played an important role, as has biosynthesis research. The first to be identified, BRI1, is a single transmembrane-type Ser/Thr kinase. Regarding “transcriptional control,” which plays an important role in signaling mechanisms alongside “signal perception,” attempts have been made to search for mutants resistant to the BR biosynthesis inhibitor Brz and to identify the causative gene. Finally, bHLH transcription factors BIL1/BZR1/BES1 have been isolated, and these are thought to be master transcription factors for BR signaling. We will also introduce the latest findings on these regulatory factors, such as BSS1 and BIL7.	

シンボ ジウム5	ストリゴラクトンと寄生雑草 ○米山 弘一 (Koichi Yoneyama) (宇都宮大・名誉教授) Strigolactones and Parasitic Weeds
ストリゴラクトン (strigolactone, SL) は、ワタの根浸出液から単離された strigol の構造類縁体であり、根寄生植物 (雑草) ストライガ (<i>Striga lutea</i>) の種子発芽刺激活性を示す植物特化代謝産物群として定義された。現在では strigol のように ABC 環の母核構造に methylbutenolide の D 環がエノールエーテル結合を介して結合した canonical SL だけではなく、ABC 環を持たない non-canonical SL も知られている。顕花植物の 1% 約 4,500 種が寄生植物であり、その中でも根に寄生する根寄生植物は、ユニークな生存戦略を持つ。特に作物に寄生する根寄生雑草は、一般の植物 (1,000~10,000 粒) に比較すると遙かに多く (数万~数十万粒) の微小な種子を生産し、その種子は土壤中で 20 年以上生存する。他の農耕地雑草と同じように、毎年、単一の作物が大量に栽培される農業生産場面に適応して進化した。代表的な根寄生雑草が、主にイネ科作物を宿主とする半寄生性のストライガと、トマトなどの双子葉作物に寄生する全寄生性のオロバンキ (<i>Orobanch</i>, <i>Phelipanche</i> spp.) である。その種子は、宿主の根の極近傍で、宿主の根から分泌される SL 存在下でのみ発芽する。このような根寄生雑草の生存戦略と SL の関わり合いについて、歴史的背景を含めてお話する。 Strigol, the first characterized strigolactone (SL), was isolated from cotton root exudates as the potent germination stimulant for the root parasitic weed, <i>Striga lutea</i>. To date, more than 40 SLs, including both canonical and non-canonical types, have been identified, primarily as germination stimulants for root parasitic weeds. Two major groups of root parasitic weeds, <i>Striga</i> (witchweeds) and broomrapes (<i>Orobanch</i> and <i>Phelipanche</i>), both obligate parasites, depend on their host-derived SLs for their seeds to germinate. This function of SLs, among others, however, has been developed and utilized most recently by root parasitic plants, presumably, only 60–80 million years ago. I would like to introduce such an intriguing interaction between root parasitic weeds and host-derived SLs and their historical background.	

シンボ ジウム6	ストリゴラクトンの生合成と受容 ○山口 信次郎 (Shinjiro Yamaguchi) (京都大・化学研究所) Strigolactone Biosynthesis and Perception
20 世紀終盤、枝分かれが過剰に形成される変異体がシロイヌナズナ、エンドウ、イネ、ペチュニアから単離・解析された。シロイヌナズナの <i>max</i> (<i>more axillary growth</i>) 変異体の解析から、カロテノイド酸化開裂産物に由来する新たな枝分かれ抑制ホルモンの存在が示唆された。接木実験および原因遺伝子の同定から、<i>max</i> 変異体群は枝分かれ抑制ホルモンの「生合成変異体」と「受容または信号伝達の変異体」に分けられることが示唆された。一方、ストリゴラクトン (SL) は、農業に甚大な被害を及ぼす根寄生植物ストライガの発芽刺激物質として 1966 年にワタの根浸出液から単離された。2005 年に根から分泌される SL は植物の無機栄養吸収を助けるアーバスキュラー菌根菌との共生に関与することが示された。2008 年には、SL が <i>max</i> 変異体などの枝分かれ過剰変異体の解析から示唆されていた新しい植物ホルモンあるいはその生合成前駆体であることが示された。この発見を起点として、SL の生合成、受容、信号伝達の研究が一気に進展した。SL 生合成の全体像はほぼ明らかにされ、ホルモンとしての SL の受容体および根寄生植物の受容体が明らかにされた。一方で、SL 構造多様性の生物学的意義やホルモンとしての活性型 SL の決定についてはさらなる研究が必要である。SL 研究の初期から現在に至るまで、当学会所属の研究者が大きな役割を果たした。 Around the end of the 20th century, mutants exhibiting excessive shoot branching were isolated and analyzed in Arabidopsis, pea, rice, and petunia. Analysis of the Arabidopsis <i>max</i> (<i>more axillary growth</i>) mutants suggested a novel shoot branching-inhibiting hormone derived from an oxidatively cleaved carotenoid. Strigolactone (SL) was first isolated from root exudates in 1966 as a germination stimulant for root parasitic plant seeds. In 2005, SL was shown to be involved in the symbiotic interaction with arbuscular mycorrhizal fungi that assist the uptake of inorganic nutrients by plants. In 2008, SL was shown to be a novel plant hormone suggested by the mutants with excessive shoot branching, or its biosynthetic precursor. This discovery resulted in rapid progress in SL biosynthesis, reception, and signal transduction research. The overall picture of SL biosynthesis has largely been elucidated, and receptors for SL as a hormone, as well as those for root parasitic plants, have been identified. Researchers affiliated with this society have contributed significantly to SL research from its early days to the present.	

シンボ ジウム7	オーキシンの生理作用—1880年のダーウィン親子による0.04インチの実験に魅了されて— ○小柴 共一 (Tomokazu Koshiba) (東京都立大・名誉教授) The Physiological Function of Auxin—Fascinated by the 0.04-inch Experiment by Darwin and His Son in 1880—
	1880年ダーウィン親子は、詳細な実験から植物の芽生えのわずか0.04インチの先端が光や重力を感受し、下部に移動する“some influence”が存在することを示唆した。この発見が植物ホルモンのオーキシン (IAA) の特定につながり、現在でも高校教科書に必ず登場する。私はこの先端から下部に指令を伝え植物を曲げるという現象に惹きつけられ、“IAAと先端”に拘った研究人生を歩んできた。大学院生時代、植物ホルモンの眼に見える多くの作用が知られるものの、その実体がよくわからなかった。1970-90年はGC-MSなどの機器分析技術による低分子化合物の構造決定とともに、分子作用機構解明の大きな飛躍の時期だった。私は1986年 Theologis博士のもと、IAA早期応答遺伝子<i>PsIAA4/5</i>の研究に従事しIAA応答のリプレッサー AUX/IAAの発見に貢献したが、IAAによる“眼に見える早い生理応答”への興味が強くなっていた。しかしこの時、幼葉鞘先端のIAAは「種子に蓄えられた大量の結合型IAAから遊離する」という考えが主流であり、幼葉鞘内でどのように作られてどう動くのかほとんど分かっていなかった。帰国後、HPLCとGC-MSを用いて分子としてIAAを捕まえることに取り組んだ。その結果、幼葉鞘先端2 mm以内にIAA合成点がありそこから下部に移動することをIAA分子そのものの測定を通して証明してきた。植物不定胚の発生・分化の司令塔としてのIAAという複雑系を対象とせず、細胞分裂を伴わない幼葉鞘先端というより単純な系に執着してきた理由も併せてIAA研究を振り返りたい。 In 1880, Darwin and his son demonstrated through meticulous experiments that the plant tip, just 0.04 inches, where sensed light and gravity, contained “some influence” that moved downward. This discovery led to the identification of the plant hormone “auxin (IAA)”. I was fascinated by the IAA and its function. When I was a graduate student, plant hormones were known to have many visible effects, but their true nature remained unclear. From 1970 to 1990, it was a period of great advances in elucidating their molecular mechanisms of action. In 1986, I studied the IAA early response genes <i>PsIAA4/5</i> under Dr. Theologis, which leads the discovery of the IAA response repressor AUX/IAA. However, I became interested in the “visible and quick responses” induced by IAA. At the time, little was known about how IAA molecules at the coleoptile tip were produced. The prevailing view was that IAA was released from conjugated IAA stored in the seed. Upon returning to Japan, I started working to determine IAA molecule using HPLC and GC-MS. Through direct quantification of IAA molecule, I have demonstrated that IAA synthesis occurs within 2 mm of the coleoptile tip and it moves downward from there. In this presentation, I will also discuss why I have been focused on the simpler system, the coleoptile tip, rather than the complex system in which IAA functions as a central regulator of plant development and differentiation.

シンボ ジウム8	オーキシン制御剤と標識化合物の創製と活用 —ケミカルバイオロジーが解き明かすオーキシン代謝制御の新たなパラダイム— ○林 謙一郎 (Kenichiro Hayashi) (岡山理大・生物科学) Design and Utilization of Auxin Regulators and Labeled Compounds
	植物ホルモンであるオーキシンは、植物の形態形成や環境応答を制御する重要な因子である。その濃度勾配は、極性輸送、生合成、そして代謝による不活性化によって精密に制御されている。2011年、オーキシン (IAA) の主要な生合成経路としてTAA1-YUC経路が同定された一方、その不活性化については、酸化、アミノ酸複合体化、エステル化、および配糖体化といった複数の経路が冗長的に機能すると長らく考えられてきた。 それらの中でも、IAAを酸化するDAO酵素と、アミノ酸複合体化を触媒するGH3酵素は、不可逆的な不活性化を担う主要な経路とされてきた。我々の研究グループは、GH3とDAOが同一の代謝経路上で連続的に機能することを明らかにした。さらに、GH3によって生成されるIAA-アミノ酸複合体が、ILR1/ILL酵素によって活性型IAAへと再生されることを証明し、IAA-アミノ酸複合体が非可逆的な不活性化体ではなくオーキシンの「貯蔵体」として機能することを示した。本発表では、ケミカルバイオロジー的手法を駆使して解明したオーキシンの主要な不活性化経路について紹介する。 The distribution of the plant hormone auxin (IAA) is regulated by its biosynthesis, transport, and metabolic inactivation. Although the TAA1-YUC biosynthetic pathway was identified in 2011, the auxin inactivation have long been considered to involve multiple and redundant routes. It was thought that oxidation by DAO enzymes and amino acid conjugation by GH3 enzymes represented the major irreversible routes. Here, we revise this long-standing model. Our work reveals that GH3 and DAO enzymes function sequentially within a single, unified metabolic pathway. Furthermore, we demonstrate that IAA-amino acid conjugates can be hydrolyzed back to active IAA by ILR1/ILL-family enzymes in planta. This finding indicates that IAA-amino acid conjugates serve reversible storage form of auxin. We will present the major auxin inactivation pathway as elucidated through chemical biology approaches.

シンボ ジウム9	ジャスモン酸の生理作用—ジャスモン酸研究の黎明期から植物ホルモンとして認知されるまで— ○山根 久和 (Hisakazu Yamane) ^{1,2} (1 東京大・名誉教授, 2 帝京大) Biological Roles of Jasmonic Acid—The historical path toward recognizing jasmonic acid as a plant hormone—
	ジャスモン酸 (JA) は、もともとジャスミンの花の精油成分としてメチルエステルの形で同定されていた物質であるが (Demole et al. 1962)、1970 年代になると、JA 類が内生の生理活性物質として同定されるようになった。Fukui et al. (1977) が、JA 誘導体である cucurbitic acid をカボチャ種子から生長阻害物質として単離したのに続き、Ueda & Kato (1980) がニガヨモギに含まれる老化促進物質としてジャスモン酸メチルを同定した。また、同時期に Yamane et al. (1980; 1981) は 3 種の高等植物から JA を生長阻害物質として単離するとともに、様々な系で生理作用を調べ、JA が特異な生理活性を有することを示した。1980 年代後半から 1990 年代半ばにかけて JA 研究は急速に進展し始めた。Yoshihara et al. (1989) は、ジャガイモの塊茎誘導物質として JA 類縁体の tuberonic acid とその glucoside を単離した。Abe et al. (1990) は、JA 類の塊茎誘導作用に着目し、JA 類が細胞表層微小管破壊作用を有することを想定してこれを実証した。一方、JA 類が傷害、虫害、病原菌感染などに対するストレス応答において重要な機能を果たしていることが示され注目された (Farmer & Ryan 1990; 1992; Gundlach et al. 1992)。さらに、シロイヌナズナの JA 生合成変異体や非感受性変異体を用いた解析から JA の雄性生殖器官形成における必須性が示された (Fey et al. 1994; McConn & Browse 1996)。こうして JA は植物の生長調節に不可欠な役割を担っていることが示され、植物ホルモンとして認知されるに至った。我々のグループで行ったイネの生合成変異体を用いた JA の生理機能の解析結果についても紹介する。 Jasmonic acid (JA), first identified as a methyl ester in jasmine oil (Demole et al., 1962), was recognized in the 1970s as an endogenous regulator. Fukui et al. (1977) isolated cucurbitic acid, a JA derivative, as a growth inhibitor from pumpkin seeds. Ueda & Kato (1980) subsequently identified methyl jasmonate as a senescence factor in <i>Artemisia</i>. Yamane et al. (1980; 1981) isolated JA from three higher plant species and demonstrated its unique bioactivity. Research accelerated in the late 1980s–1990s: Yoshihara et al. (1989) isolated tuberonic acid, a JA derivative, and its glucoside as tuber-inducing factors in potato; Abe et al. (1990) focused on the tuber-inducing activity of JAs and demonstrated that JAs disrupt cortical microtubules. JA was also found to play important roles in plant responses to stresses such as wounding, herbivory, and pathogen attack (Farmer & Ryan, 1990; 1992; Gundlach et al., 1992). Mutant analyses in <i>Arabidopsis</i> later established JA as essential for male fertility (Fey et al., 1994; McConn & Browse, 1996). Collectively, these findings defined JA as a plant hormone. Our studies on JA functions in rice with biosynthetic mutants will also be introduced.

シンボ ジウム10	ジャスモン酸のシグナル伝達 ○上田 実 (Minoru Ueda) (東北大院理・院生命) Jasmonate Signaling
	ジャスモン酸 (JA) シグナル研究は、2007 年に COI1-JAZ 共受容体が同定されて以来、分子機構の理解が大きく進んだ。COI1 は SCF-COI1 複合体の F-box タンパク質であり、JAZ は MYC2 などの転写因子を抑制するリプレッサーである。活性ホルモン JA-Ile は両者を結合させる「分子糊」として働き、JAZ をユビキチン化・プロテアソーム分解に導くことで抑制を解除し、防御応答や成長制御に関わる遺伝子発現を誘導する。この発見以降、遺伝学や化学生物学的アプローチによる解析と制御が進み、JA シグナルの精密な理解が深まった。 JA シグナルの時空間的制御には、JA-Ile の生合成と代謝が重要な役割を果たす。JA-Ile は、CYP94B1/B3/C1 による酸化や IAR3/ILL6 による加水分解によって速やかに不活化される。また近年、12OH-JA-Ile が「部分アゴニスト」として作用することが明らかとなり、JA 代謝がシグナル調節に関与することが示唆された。 JA シグナルの進化的側面はモデル始原陸上植物ゼニゴケ (<i>Marchantia polymorpha</i>) を用いて研究されている。ゼニゴケは、JA-Ile の代わりに dn-iso-OPDA をホルモンとして利用しており、「ホルモン化学進化」に伴って受容体構造も共進化した。この知見は、既に始原陸上植物において COI1-JAZ 複合体が機能していたことを示す。 Research on jasmonate (JA) signaling has advanced markedly since the discovery of the COI1–JAZ co-receptor in 2007. COI1 functions as the F-box protein of the SCF-COI1 complex, while JAZ proteins act as repressors that inhibit transcription factors such as MYC2. The bioactive hormone JA-Ile serves as a “molecular glue” that promotes COI1–JAZ interaction, triggering ubiquitination and proteasomal degradation of JAZ. This releases repression and activates gene expression programs controlling defense and growth. Since then, genetic and chemical biology studies have provided a precise understanding of JA signaling. Spatiotemporal control relies on JA-Ile metabolism. JA-Ile is rapidly inactivated by CYP94-mediated oxidation or by hydrolysis via IAR3/ILL6. Recently, 12OH-JA-Ile was identified as a “partial agonist,” indicating that JA metabolism fine-tunes signaling. Evolutionary aspects have been investigated in <i>Marchantia polymorpha</i>, which uses dn-iso-OPDA instead of JA-Ile as its hormone. Structural co-evolution of COI1 accompanied this “hormonal chemical evolution,” showing that the COI1–JAZ complex was already functional in early land plants.

シンボ ジウム11	植物ホルモン制御剤の創製と応用 ○浅見 忠男 ^{1,2} (Tadao Asami) (¹東京大・名誉教授, ²横浜市立大・特任教授) Discovery and Application of Plant Hormone Regulators
	私の研究は、除草剤開発から始まり、その後、植物ホルモン調節剤の開発へと焦点を移しました。研究の根底にあるのは、「バイオラショナル・アプローチ」への憧れです。ABA：化学的に安定なABAミミック、ABA生合成の鍵酵素であるNCEDを標的としたアバミンや、ABA代謝阻害などを開発・発見し、植物のストレス耐性研究に貢献しました。BR：BR生合成阻害剤ブラシナゾール(Brz)を開発したことで、BR欠損変異体道の植物種におけるBR機能を明らかにすることが可能となりました。また、阻害剤を用いたBRシグナル伝達の鍵となる転写因子などの同定にも貢献しています。SL：合成簡便なSLミミックデブランオンを開発しました。さらに、SL受容体に共有結合する阻害剤KK094などを発見しています。四環性のSL生合成だけを阻害するTIS108の発見により根寄生雑草防除への応用可能性が見えてきました。また、GAがSL生合成を抑制するというクロストークも発見し、この知見が根寄生雑草の被害軽減に応用できる可能性を示しました。KARs (カリキン)：KARs受容体KAI2の選択的阻害剤KK181N1を開発し、KARsとSLsの信号を区別するための強力なツールを提供しました。今後は構造生物学やAIの進歩を背景とする合理的な化合物設計を目指し、新しい植物成長調節剤や農薬の実用化を目指すことを最終的な目標としています。 At the root of my research is a strong admiration for the “biorational approach.” For ABA, we developed chemically stable ABA mimics and discovered compounds like abamine, which targets the key ABA biosynthesis enzyme NCED, and other inhibitors of ABA catabolism, contributing to plant stress tolerance research. For BR, the development of the BR biosynthesis inhibitor brassinazole (Brz) made it possible to elucidate BR functions even in plant species where BR-deficient mutants were not available. We also contributed to the identification of key transcription factors in BR signaling using inhibitors. For SL, we developed debranones, which are easy-to-synthesize SL mimics. We also discovered inhibitors that covalently bind to the SL receptor, such as KK094. The discovery of TIS108, which specifically inhibits the biosynthesis of tetracyclic SLs, opened up possibilities for controlling root parasitic weeds. We also found that GA inhibits SL biosynthesis, a crosstalk that shows potential for mitigating the damage caused by parasitic weeds. For KARs, we developed KK181N1, a selective inhibitor of the KAR receptor KAI2, providing a powerful tool to distinguish between KAR and SL signals. My future goal is to leverage advances in structural biology and AI for rational compound design, aiming for the practical application of new plant growth regulators and agrochemicals.

シンボ ジウム12	植物成長調整剤と新規バイオスティミュラントの開発 ○玉置 裕章(Hiroaki Tamaki) ¹ , 児島 征司(Seiji Kojima) ² (¹住友化学, ²パナソニックホールディングス) Development of plant growth regulators and a novel biostimulant
	植物成長調整剤(PGR)は、植物の生長や発達に関する生理現象を制御することにより、収量や品質の向上、または農作業の軽減を目的とした薬剤であり、その多くが植物ホルモンかその代謝や受容に作用する分子である。住友化学(株)では、米国子会社Valent Biosciences社を通じGlobalにPGRの販売を行っており、近年では日本国内でも、アブシシン酸のブドウ着色促進用途での販売を開始した。 一方、PGRとは異なる、肥料の利用効率や環境ストレス耐性の向上等を目的とした資材であるバイオスティミュラント(BS)に着目し、新規天然BS資材Novitekの実用化に向けてパナソニックホールディングス(株)との共創活動も行っている。Novitekはシアノバクテリア表層膜由来の脂質、多糖、生体低分子が主成分であり、葉面散布により作物の増収や耐暑性向上が認められる。果菜類では果実数または一果重の増加、葉菜類では草勢の全体的な改善が主な効果であり、特に高温条件下では効果が顕著となる。作用機序としては、処理後24～72時間で地上部の中央代謝系が活性化され、糖代謝やTCA回路の活性化が確認される。本資材の特性・特徴を活かし、環境に優しく、かつ効果的な農業ソリューションを提供することを目指している。 本発表では、住友化学(株)におけるPGRの開発事例を紹介すると共に、Novitekの開発経緯について報告する。 Plant growth regulators (PGRs) are agents designed to enhance yield and quality or reduce labor in agricultural operations by regulating plant growth and development. Many PGRs are plant hormones or molecules that affect their metabolism or reception. At Sumitomo Chemical Co., Ltd., we are developing and marketing PGRs globally through our U.S. subsidiary, Valent Biosciences, and in recent years, we also began selling abscisic acid for grape coloring applications in Japan. Meanwhile, we are also engaged in co-creation activities with Panasonic Holdings Corporation to commercialize a novel biostimulant derived from natural sources, Novitek, which has different characteristics from conventional PGRs. Novitek mainly comprises lipids, polysaccharides, and low-molecular-weight biomolecules derived from cyanobacterial cell surface. When diluted in water and applied as a foliar spray, Novitek has been shown to increase crop yields and enhance heat tolerance. In fruit vegetables, it increases either fruit number or individual fruit weight, while in leafy vegetables, it improves overall vigor, with these effects being particularly pronounced under high-temperature conditions. As for the mechanism of action, activation of central metabolic pathways is observed within 24–72 hours after treatment, and activation of sugar metabolism and the TCA cycle has been confirmed. By utilizing these features, we aim to provide environmentally friendly and effective agricultural solutions. In this presentation, we will introduce examples of PGR development at Sumitomo Chemical Co., Ltd., and report on the development history of Novitek.