

明日を拓く植物科学 光エネルギーを生物エネルギーにかえる植物の設計図を読む

代表挨拶 佐藤 文彦 3

A セッション 総括

今、植物科学に求められること 杉山 達夫 8

植物科学に求められること / 穀物の生産量 / 植物の生き物としての仕組み
植物科学の目標 / 光合成機能統御の研究が目指すもの / 研究プロジェクトの柱
植物のユニークな環境センサ / 本シンポジウムの構成

B セッション 植物の設計図とその読み方

植物のゲノム解読から何が分かるのか 田畑 哲之 16

遺伝子から遺伝子へ / 遺伝子から DNA へ / ゲノムってなんだ / ゲノム研究の視点
ゲノム解読の方法 / 植物のゲノム研究とモデル植物 / シロイヌナズナの特徴
シロイヌナズナのゲノムの特徴 / 植物ゲノムの解析 / ゲノム解読からなにがわかるのか
植物ゲノム研究の将来

ラン藻に学ぶ植物のはたらきのしくみ 小俣 達男 27

はじめに / ラン藻とは / ラン藻と植物 / ラン藻と葉緑体 / ラン藻を用いた植物の機能研究の例
光合成の基礎的メカニズムの研究 / 無機栄養塩類の吸収機構 / 硝酸イオン輸送体の性質
植物の未同定遺伝子の研究に使われた例 / 植物とラン藻の相違点の利用 / おわりに

C セッション 光エネルギーを生物エネルギーにかえる植物のマシン

植物の形造り：葉の組み立て 町田千代子 38

はじめに / 葉の基本形 / 葉の発生 / 葉の軸形成に関与する遺伝子群
葉の左右相称性の形成機構 / ホメオボックス遺伝子と葉の形づくり
茎頂メリステムで特異的に発現する遺伝子 / AS2 遺伝子の単離 / AS2 蛋白質の構造と機能
AS1 蛋白質と AS2 蛋白質は複合体を形成して機能しているか / おわりに

植物のパワージェネレーター葉緑体はいかにつくられるか? 田中 寛 48

色素体の多様な分化 / ミトコンドリアの起源 / 高等植物の色素体ゲノム
色素体翻訳装置のつくられ方 / 色素体転写装置のつくられ方
シグマ因子と RNA ポリメラーゼの特異性 / シアノバクテリアの共生と植物の進化
色素体に存在する 2 種類の RNA ポリメラーゼ / 2 種類の RNA ポリメラーゼの機能分化
シグマ因子の働き / 色素体におけるグルタミン酸 tRNA の働き / サイトカイニンの生理作用

光で廻る植物の発電モーター 久堀 徹 60

葉緑体はエネルギー変換装置 / ATP 合成酵素の働き
なぜ、プロトンの電気化学ポテンシャル差がエネルギー源になるのか
化学浸透説の証明へ向けて / ATP 合成酵素の動作機構 / 分子モーターの動作を観察
葉緑体の分子モーター / 葉緑体の分子スイッチ / おわりに

植物のパワージェネレーターは光でコントロールされる 長谷 俊治 69

光合成とは / エネルギー移動をつかさどる蛋白質 / 蛋白質の構造を原子レベルでみる
Fd と FNR の電子伝達複合体の立体構造 / 葉緑体工場で働く酵素・蛋白質の働き
根のパワージェネレーター / 葉と根由来の Fd : FNR 複合体の構造比較
植物のパワージェネレーター / まとめ

植物の細胞を変える：油を貯める植物細胞をつくる 佐々木幸子 78

種子油とは / 植物における油の生合成とアセチル CoA カルボキシラーゼの役割
ACCase の遺伝子構成と特徴 / 種子油含量を増加させる戦略 / 形質転換植物の遺伝子発現
形質転換株の表現型 / まとめ / 展望

目次

総合討論	85
分子モータ(ATPase)は応用可能か/光合成は発電に使えるか/ゲノムと生物の進化	
葉の分化と植物ホルモン/植物で残っているのは細胞の形骸	
環境問題へ植物バイオテクノロジーは貢献できるか/遺伝子組み換え植物は危険か	

D セッション 植物にユニークな環境センサー

植物のITシステム: ホルモンからカレンダー付き時計まで	水野 猛 92
植物のもつITシステムとは/生物におけるITシステム/植物における情報伝達システム	
サイトカニン受容体はヒスチジンカイネース/生物と時計/植物の概日リズム	
シロイヌナズナの時計遺伝子/時計遺伝子を操作/新しい植物の創出へ向けて	
オジギソウは何故葉を閉じるのか-植物の感覚の世界への小旅行-	飯田 秀利 104
オジギソウから学ぶ2つのこと/葉枕の基本構造/植物の反応のしかたと電気信号	
機械刺激を感知するセンサ/すべての植物は感じる/伸展活性化カルシウムチャネルの機能	
酵母の伸展活性化カルシウムチャネルの遺伝子の発見/Mid1蛋白質のチャネル活性	
植物の伸展活性化カルシウムチャネル遺伝子の単離への挑戦/展望とまとめ	
植物の光センサーマシンが葉緑体を動かす	和田 正三 115
植物の光屈性/植物による光の利用/葉緑体の光定位運動/植物の光受容体の種類	
葉緑体光定位運動の光受容体/フォトリポピンの作用/ホウライシダの光受容体	
葉緑体光定位運動の原因遺伝子/情報伝達の仕組み/まとめ	
植物細胞は環境に応じて機能を自在に変化させる	西村 幹夫 126
ペルオキシソームとは	
グリオキシソームから緑葉ペルオキシソームへそしてふたたびグリオキシソームへ	
グリオキシソームから緑葉ペルオキシソームへの変換機序	
老化における緑葉ペルオキシソームの転換機序	
植物の生長過程におけるペルオキシソームの機能変換/ペルオキシソーム蛋白質の細胞内輸送	
ペルオキシソーム蛋白質の輸送受容体の同定/ペルオキシソーム形態不全変異株の表現型	
<i>ped1</i> 変異株におけるペルオキシソームの構造/おわりに	
環境センサーとしての葉緑体の役割	佐藤 文彦 139
葉緑体と細胞死/光エネルギーを利用して植物細胞は病害菌感染を防御する	
葉緑体における蛋白質の分解と植物の老化/老化を制御する因子	
CND41の構造とプロテアーゼ活性/CND41によるルビスコの分解	
老化の制御機構/葉緑体と細胞分化/葉緑体でのホルモン合成	

E セッション 植物体内の物流とコミュニケーション

植物体内の物流-情報の輸送システムとそのしくみ	林 浩昭 152
篩管の形成過程/イネ葉維管束での物質移行様式/イネ篩管液の採取法	
篩管液採取に利用できる昆虫/篩管に任意の物質を導入する/イネ篩管液の組成	
道管液と篩管液組成の変動/mRNAの伴細胞 篩管間移動	
篩管を通じた物質と情報の移動研究の必要性/植物体内の情報伝達の仕組みの解明に向けて	
植物の老化: 新しい生命への準備	山谷 知行 163
生産性を向上させるために/植物体における窒素の役割/イネの窒素のリサイクルシステム	
グルタミン合成酵素とグルタミン酸合成酵素/GSとGOGATの組織内分布	
NADH GOGATの過剰発現/量的形質を決定している遺伝子座の解析/まとめ	
シンポジウムのまとめ	杉山 達夫 173
演者紹介	178

植物のゲノム解読から 何が分かるのか

田畑 哲之

かずさDNA研究所植物遺伝子研究部部長

光エネルギーを生物エネルギーにかえる能力をもつ植物のゲノム解読から明らかになることを説明します。話の内容は次の3点です。第1に、ゲノムってなんなのかということです。その定義は専門家のなかでも認識が多少ずれている部分があるのですが、ゲノムとはどのようなもので、どのような役割をはたしているのかを、できるだけわかりやすく説明することにします。第2は、植物のゲノムを解読することの意義、第3はゲノム研究の重要性と今後の展望です。

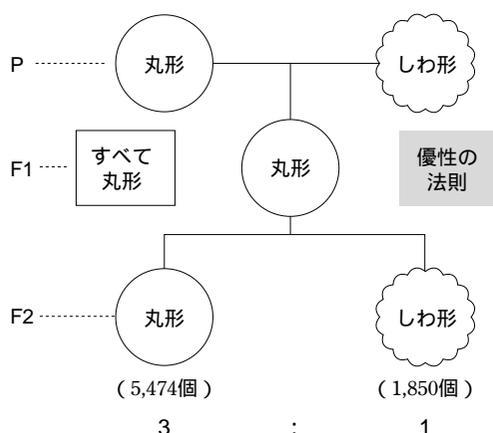


図1 メンデルの優性の法則

遺伝から遺伝子へ

かつては遺伝といっても曖昧な認識しかありませんでした。例えば、カエルの子がカエルになることや、鼻はお父さんに似て、目はお母さんに似ているといった遺伝もあることは、古くからわかっていました。しかし、なぜ似るのは不明でした。そのようなことが明らかになったのは、そんなに昔ではありません。

ここで、子どもが母親に似るのはなんとなくわかりますが、なぜ父親に似るのかを考えると不思議です。父親から子どもに伝えられるのは精子だけです。この精子を観察して、当時の人は精子のなかに小さい人がはいっており、それが母親に伝わり子どもに伝わると考えていました。17～18世紀に、遺伝がいかにもぼやとした状態で理解されていたかがわかるかと思います。

遺伝から遺伝子への認識が徐々に深まってくるとき、忘れてはならないのがメンデルです。メンデルはいくつかの法則を発見していますが、そのうちのひとつを図1に示します。丸形の豆としわ形の豆を交配すると、その子

孫はすべて丸形になります。この丸形の豆をそのまま自分で交配して子孫がつけられると、丸形としわ形が3対1にわかれるという法則です(優性の法則)。

このことは、現代の私たちにとってはあたりまえといえあたりまえのことです。しかし、当時としては、画期的な発見であったわけですから。つまり、それまで曖昧であった遺伝という現象が、丸形という形質を支配するなにかと、しわ形という形質を支配するなにかがあり、それらを交配しても丸形としわ形の間のようなものにはならず、どちらかの性質だけがでることになります。

そして、その子孫にも、丸形やしわ形の形質をきめるなにかが、わかれて伝えられているわけですから。つまり、その形質は、形質に対応する明確な因子によってきまれていることになります。このことは、遺伝に対する大きな認識の変革でした。

遺伝子から DNA へ

次に、DNA という言葉がでてきます。物質的には、デオキシリボ核酸と呼ばれる2本のひも状の物質がからんで太いひもを形成しているものです(図2)。現在ではDNAが遺伝子の本体であることが明らかになっていますが、このDNAの研究の歴史もそれほど古くはありません。DNAが細胞から単離されたのは1869年、DNAが遺伝情報を運んでいる本体であることが判明したのは1944年です。DNA研究は、生物学の歴史のなかでも浅いものですが非常に重要です。

DNAは、糖とリン酸がつながって延々とひも状の構造が続き、アデニン(A)、シトシン(C)、グアニン(G)、チミン(T)という4種類の物質がはしごのように対をなして、線状に並んだ構造をとっています(図3)。この4種類の塩基の並び方が、そのまま蛋白質の素材

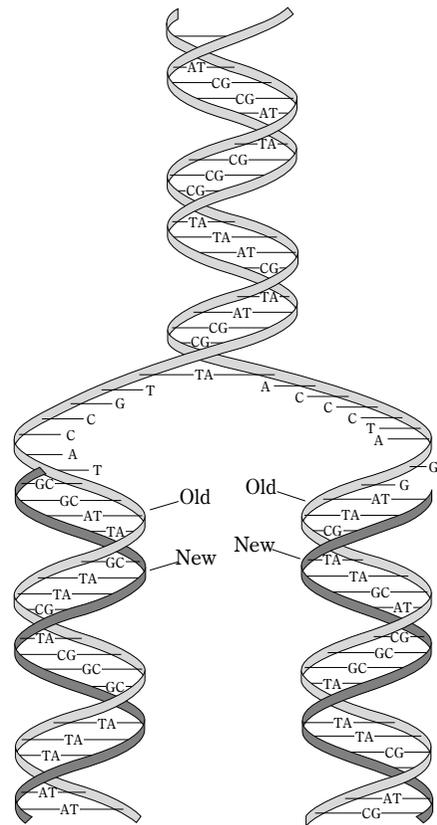


図2 DNAの二重らせん構造

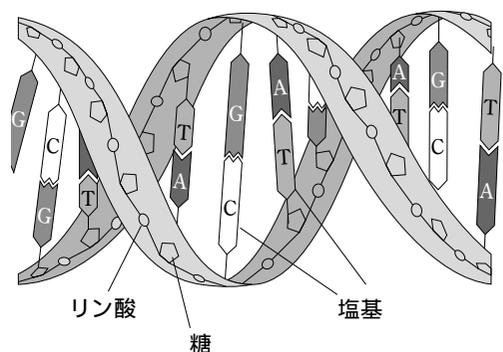


図3 DNAの二重鎖の構造

であるアミノ酸の並びに対応しています。これは、ちょうどビデオテープやカセットテープに1次元的に磁気信号が記録されているのと似ています。