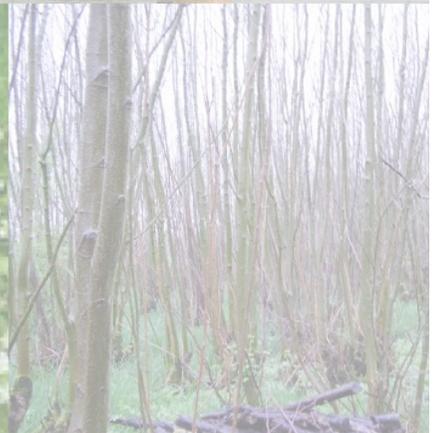
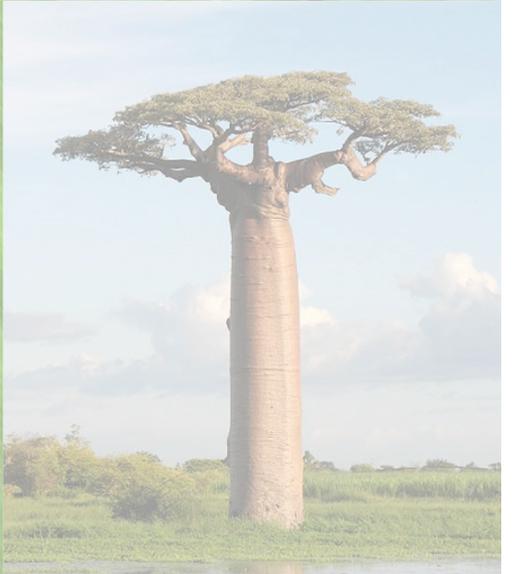


植物 (3) Plantae



花のABCモデル (1)

エリオット・メロビッツ、ジョン・ボーマン

シロイヌナズナの花器官のホメオティック突然変異を研究

(1) 花器官のホメオティック突然変異は3タイプに分類

(2) 2つの隣接する器官が同時に変化

ex) *agamous* 変異

がく、花弁は正常だが雄蕊と心皮はそれぞれ
花弁とがく片に変化

花のABCモデル (2)

2つの仮説

(1) 3つの遺伝的機能があり、

A機能のみ がく片

A, Bの2つの機能 花弁

B, Cの2つの機能 雄蕊

C機能のみ 心皮

が形成

(2) A機能とC機能は互いに抑制する。

この仮説とホメオティック遺伝子の仮定から構築されたのが、「花のABCモデル」

花のABCモデル (3)

「花のABCモデル」

シロイヌナズナ

ホイール (wheel)

野生型の場合

A機能 第一、第二ホイール

B機能 第二、第三ホイール

C機能 第三、第四ホイール

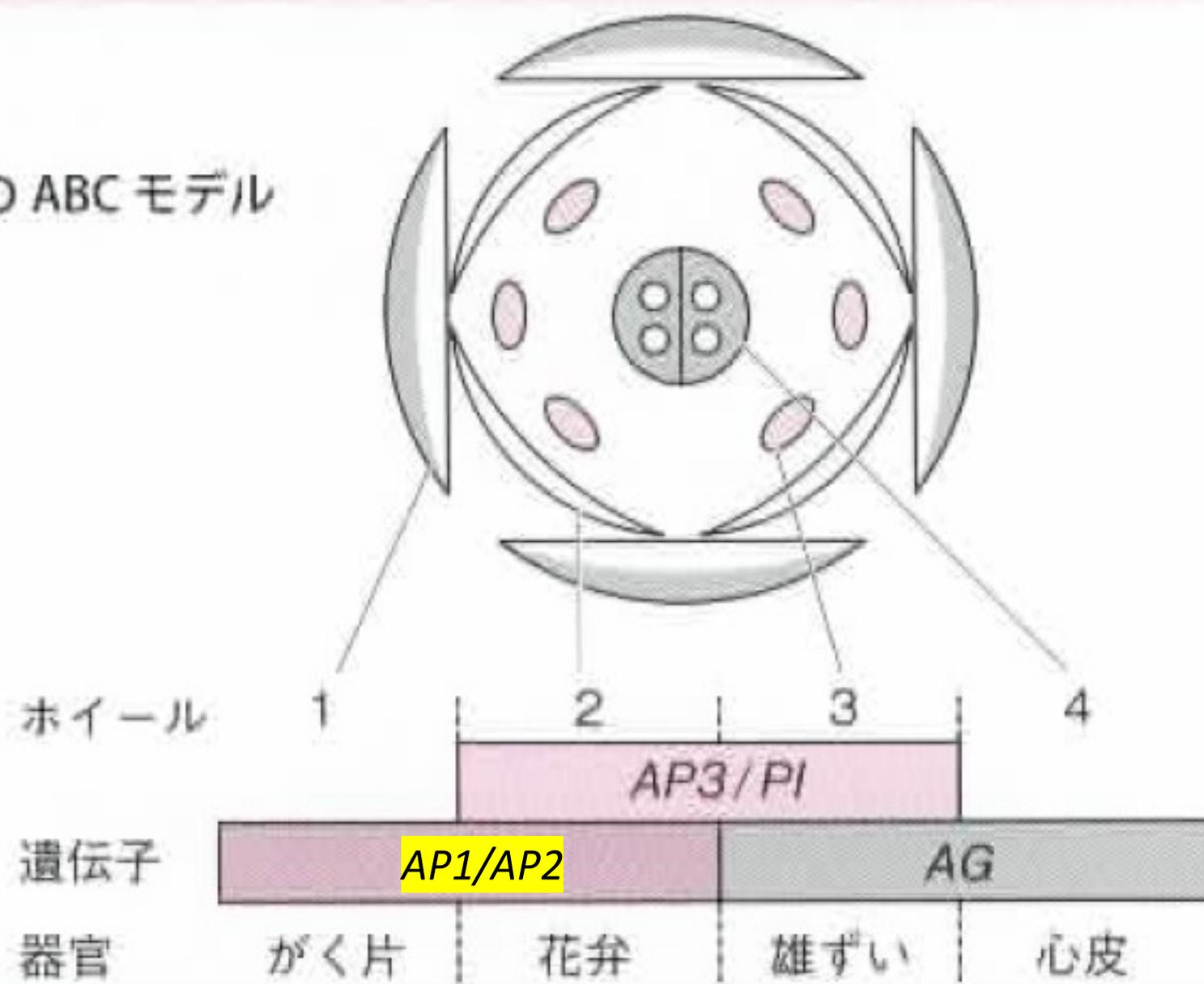
ではたらいっている

花の4つの器官が輪生状に配置

各器官の付いている位置

これにより4つの花器官の配置を説明できる

図 B5-2 花の ABC モデル



花のABCモデル (4)

(1) A機能を失った突然変異体を考える

- 仮説2によりC機能の抑制がはずれ、全てのホイールでC機能が発現
- 第一、第四ホイールは「心皮」になる(Cのはたらき)
- 第二、第三ホイールは「雄蕊」になる

これは、*apetala2*という突然変異に対応

(2) B機能を失った突然変異を考える

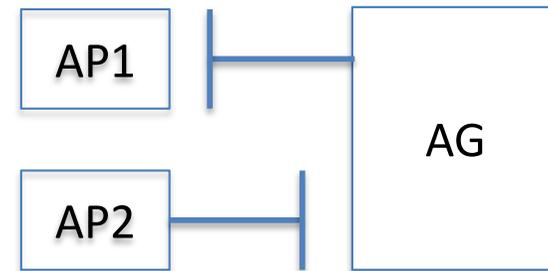
- 第一、第二ホイールは「がく」になる
- 第三、段四をホイールは「心皮」となる

これは、*apetala3*と*pistillato*と呼ばれる変異体に対応

花のABCモデル (5)

ABCモデルの実体を担う遺伝子の同定

- | | |
|---------|---|
| (1) A機能 | <i>APETALA1 (AP1)</i>
<i>APETALA2 (AP2)</i> |
| (2) B機能 | <i>APETALA3 (AP3)</i>
および <i>PISTILLATA (PI)</i> |
| (3) C機能 | <i>AGMMOUS (AG)</i> |



AP2を除く他の遺伝子は、全てMADS-boxとよばれる
約60アミノ酸からなる配列をもつ。

MADS-boxを持つタンパク質は動物にも見られ、MADS-box
遺伝子群と総称される

Bクラスの遺伝子の発現の有無：雌雄を決定

Cクラスの遺伝子の発現：生殖器官がつくられる

花のABCモデル (6)

(1) A機能 *APETALA1 (AP1)*

APETALA2 (AP2)

AP2はAP2/ERFドメイン
を持つ転写因子

(2) B機能 *APETALA3 (AP3)*

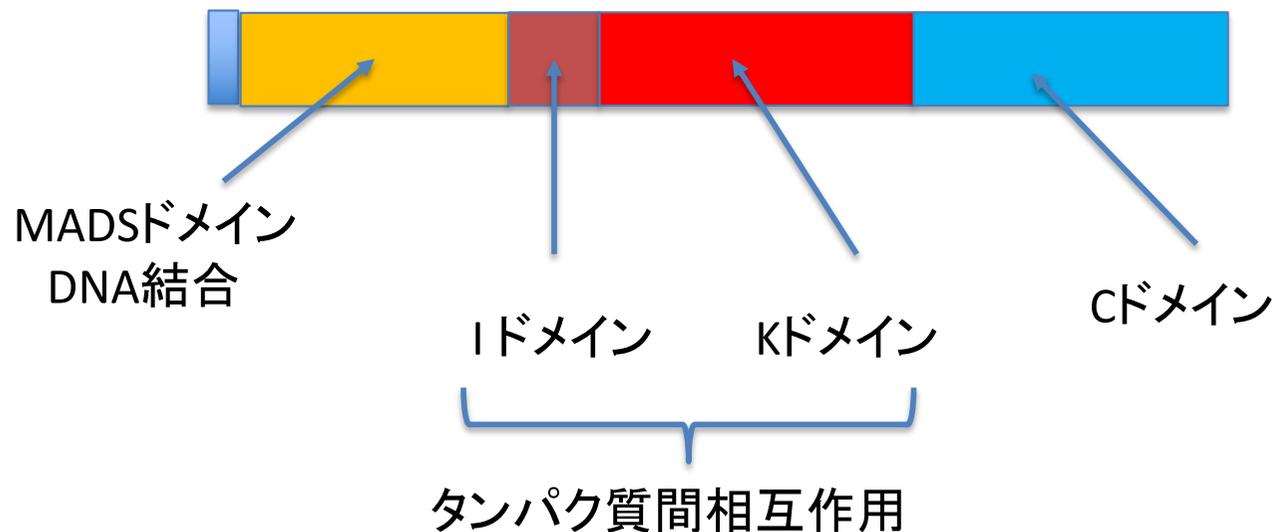
および *PISTILLATA (PI)*

(3) C機能 *AGMMOUS (AG)*

AP1とAGはホモダイマー形成

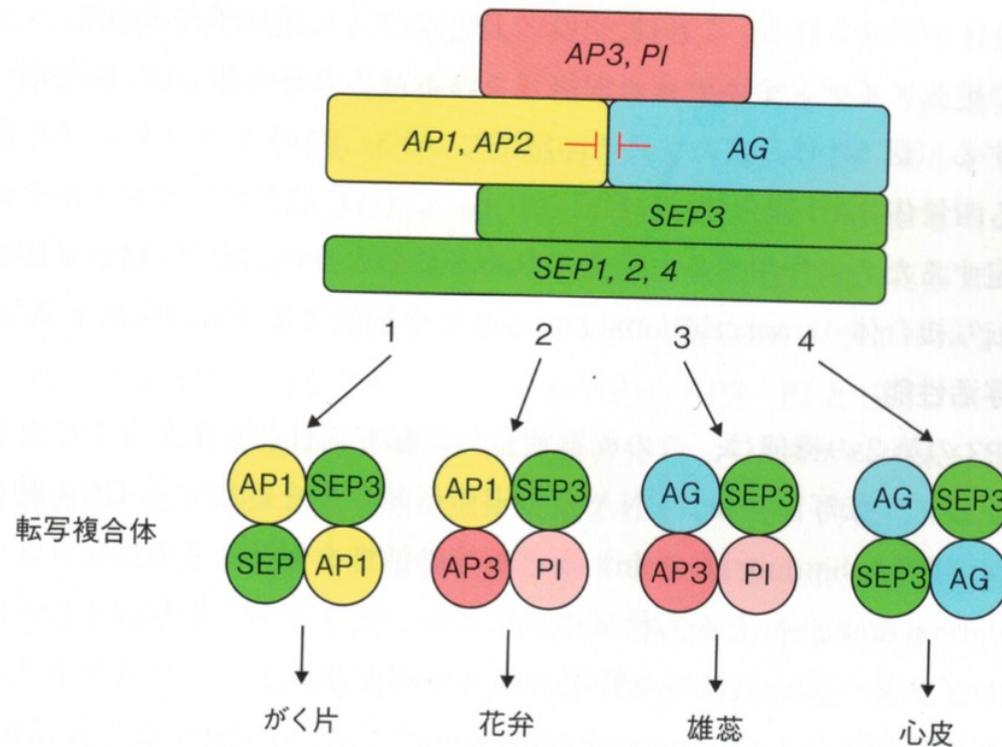
AP3とPIはホモダイマーを形成できずヘテロダイマーを作る

花形成に関与するMADSタンパク質 (MIKCタイプ)



カルテットモデル(floral quartet model, ABCEモデル)

ABCモデルは現在では、花分裂組織決定因子や花器官決定因子の分子的研究が進んだ結果、カルテットモデルという形に発展している。このモデルは、葉原基を花原基に変え、また4つの花器官の決定にも必要なSEPALLATA (SEP)遺伝子群 (SEP1、2、3、4)の発見と詳細なタンパク質相互作用の解析から導かれた。



SEPの機能

1)複合体形成

ABC遺伝子産物と相互作用し、四量体形成の骨格として働く

2)転写活性能

AP3, PI, AGの転写活性は低い
SEP3は強い転写活性能を持つ

図 5.14 花のカルテットモデル (ABCE モデル)

各ウォールではたらく転写複合体 (四量体) とそれにより形成される花器官。SEP3はウォール2~4で、他のSEP遺伝子はすべてのウォールで発現している。複合体形成には、SEP3が最も主要な因子と考えられているが (5.4.5), 第1ウォールでは、SEP3以外のSEPタンパク質が関与していると考えられている。

花の分子発生遺伝学
平野博之、阿部光知
(2018) 裳華房

「花」を「葉」に変える病気の謎を解く－原因遺伝子の発見と発症メカニズムの解明－

発表者

前島健作(東京大学大学院農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻 日本学術振興会特別研究員)

難波成任(東京大学大学院農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻 教授)

発表のポイント

- ◆植物病原細菌ファイトプラズマが引き起こす、花を葉に変える葉化病(PHYLLODY)の原因遺伝子「ファイロジェン(PHYLLOGEN)」がファイトプラズマに共通して存在する病原性遺伝子であることを発見しました。
- ◆ファイロジェンは、花の形成を決定するタンパク質を分解し、花形成プロセスを阻害し葉に変えてしまうことを世界で初めて明らかにしました。
- ◆ファイロジェンを植物に導入すれば、病原体に感染させることによる萎縮や枯死の遺伝子の影響を受けずに緑色の花を持った付加価値の高い新たな園芸品種が開発できます。

注1 ファイトプラズマ

1967年にマイコプラズマ様微生物 (mycoplasma-like organism, MLO) として世界に先駆けて日本で発見された植物病原細菌。1000種以上の植物に感染し、ファイトプラズマ属 (モリキューテス綱) に分類される重要な植物病原細菌のグループである。細胞壁を欠いた直径0.1~0.8 μm (マイクロメートル) の不斉形粒子で、細菌の中でも最小である。ヨコバイ等の昆虫により植物から植物へと伝搬され、植物では篩部に寄生する。感染した植物は萎縮病、天狗巣病を呈するほか、葉化病 (花の葉化・緑化) など、特徴的な病気を引き起こす。日常、私たちの身近に頻繁に認められる病気であり、緑色の花が咲くアジサイでは商品価値が認められ、品種登録されていた例もある。小さなポット植えの場所を取らないタイプの ポインセチア (枝分れが豊富で、矮性化するタイプ) は、クリスマスシーズンになると欠かせないが、全て育種後ファイトプラズマに人工的に感染させ、天狗巣病を発病させているものであることはあまり知られていない。健全なポインセチアは2mlにもなる。

<ファイトプラズマによって引き起こされる主な症状>

萎縮: 茎や葉の生長が害され、著しく矮性となる症状

天狗巣: 側芽が異常に発達し、小枝が密生する症状

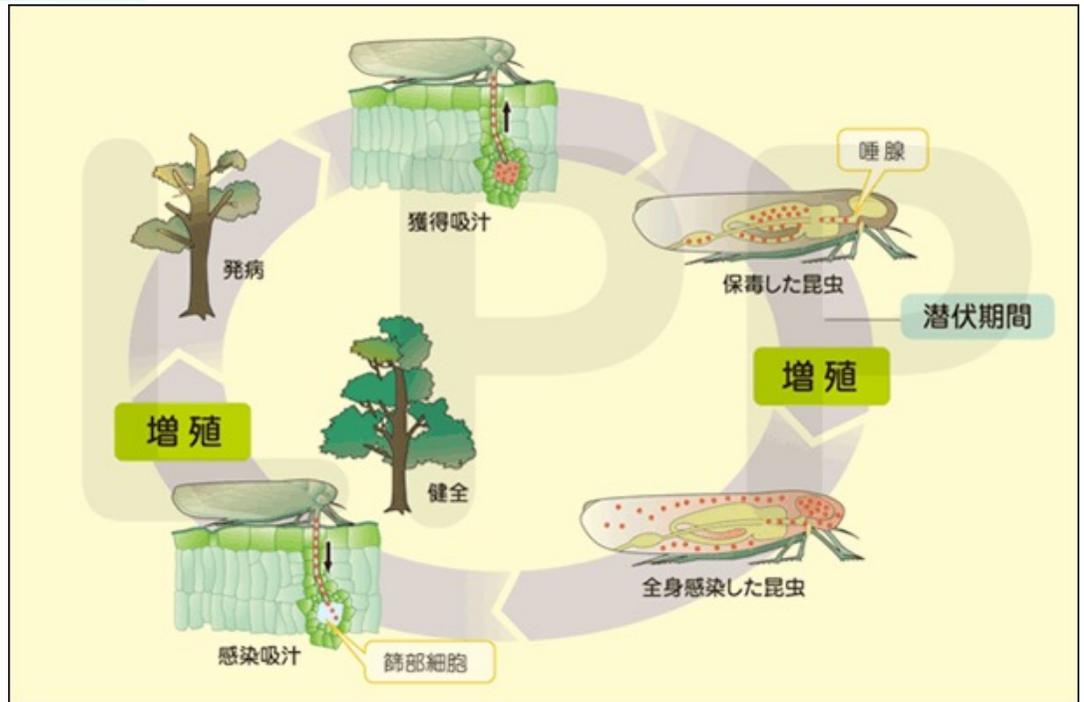
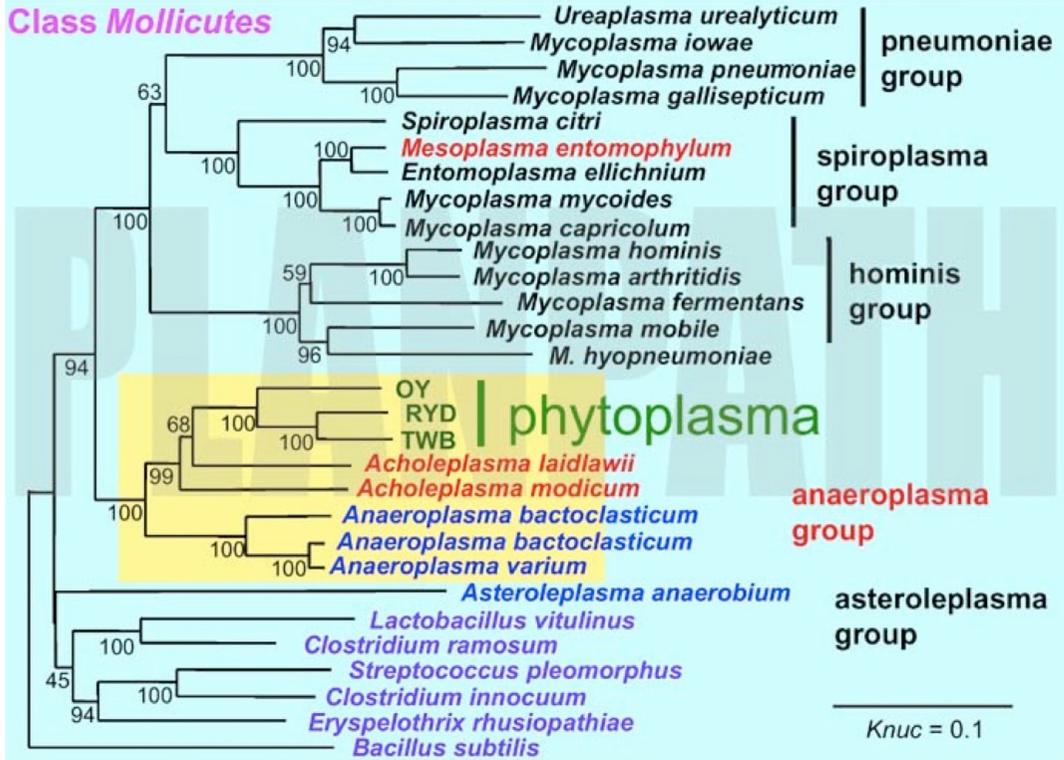
花の葉化: 花びらやがく・雌しべ・雄しべが葉に置き換わってしまうこと

花の緑化: 花びらなどが緑色を帯びること

注2 ファイロジェン (PHYLLOGEN)

phyllody-inducing gene family (葉化誘導遺伝子ファミリー) の略。phyllo- (葉) + -gen (を生ずるもの = gene (遺伝子))。phyllo- (葉) + -ody (になる変化)。難波教授らは、これまで「葉化病 (PHYLLODY)」の原因遺伝子として「ファイロジェン (PHYLLOGEN)」の存在を予測し研究してきました。その結果、今回、これまで不明であった花を葉に変える病気「葉化病」の原因遺伝子 (ファイロジェン) とその葉化メカニズムを世界で初めて明らかにしました。

ファイトプラズマは系統学的にマイコプラズマとは異なる



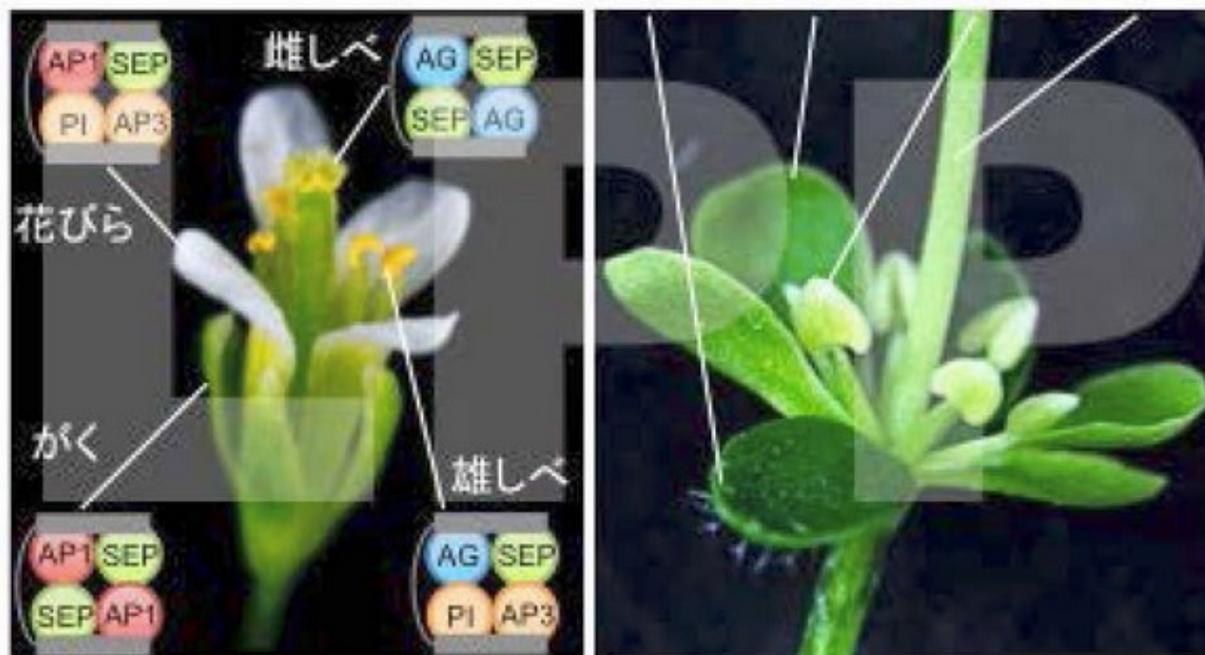
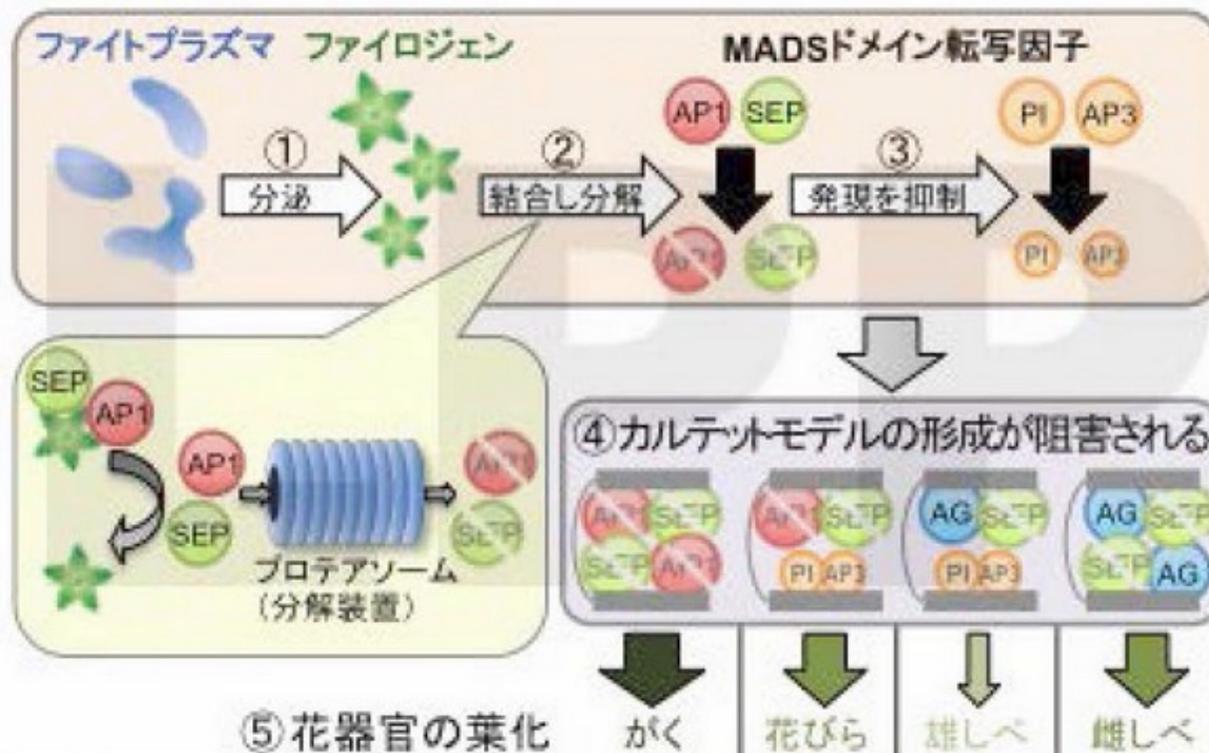
品種として登録されたアジサイ



葉化症状を示すアジサイ

葉化したアサガオ





【図2】ファイロジェンの作用メカニズム

- ① **ファイトプラズマ**から**ファイロジェン**が分泌される。
- ② 植物の花器官形成を制御する**MADSドメイン転写因子**のうち**AP1 (Aクラス)**、**SEP (Eクラス)**が**ファイロジェン**と結合し、**プロテアソーム**で分解される。
- ③ **AP1**と**SEP**の下流で制御される**PI・AP3 (Bクラス)**の発現が抑制される。
- ④ 転写因子四量体(カルテット)の形成が阻害される。
- ⑤ 阻害の程度に応じて各花器官が葉の形態に近づく。

Floral Organ Determination and Ontogenetical Patterns during Angiosperm Evolution

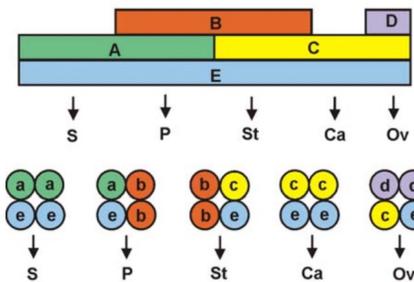
Claudia Erbar*

Heidelberg Institute of Plant Sciences – Biodiversity and Plant Systematics, University of Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 345, D-69120 Heidelberg, Germany

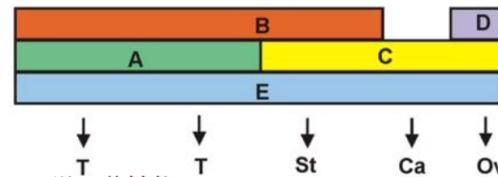
Correspondence: * ERLE@urz.uni-heidelberg.de

がく片に相当する器官が花弁と区別つかず、まとめて花被と呼ばれる。B遺伝子の発現ががく片まで広がったため = sliding-boundary model

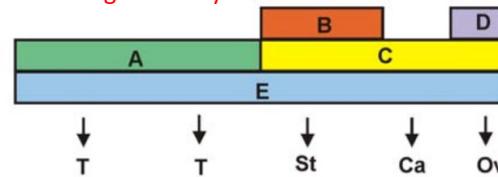
シロイヌナズナ キンギョソウ



真正双子葉植物のABCDE model



単子葉植物のmodified ABC model
sliding-boundary-model



modified ABC model
sliding-boundary-model

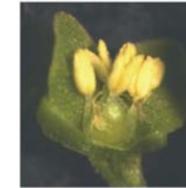


基部被子植物のABCDE model
fading border model

チューリップ



スイバ

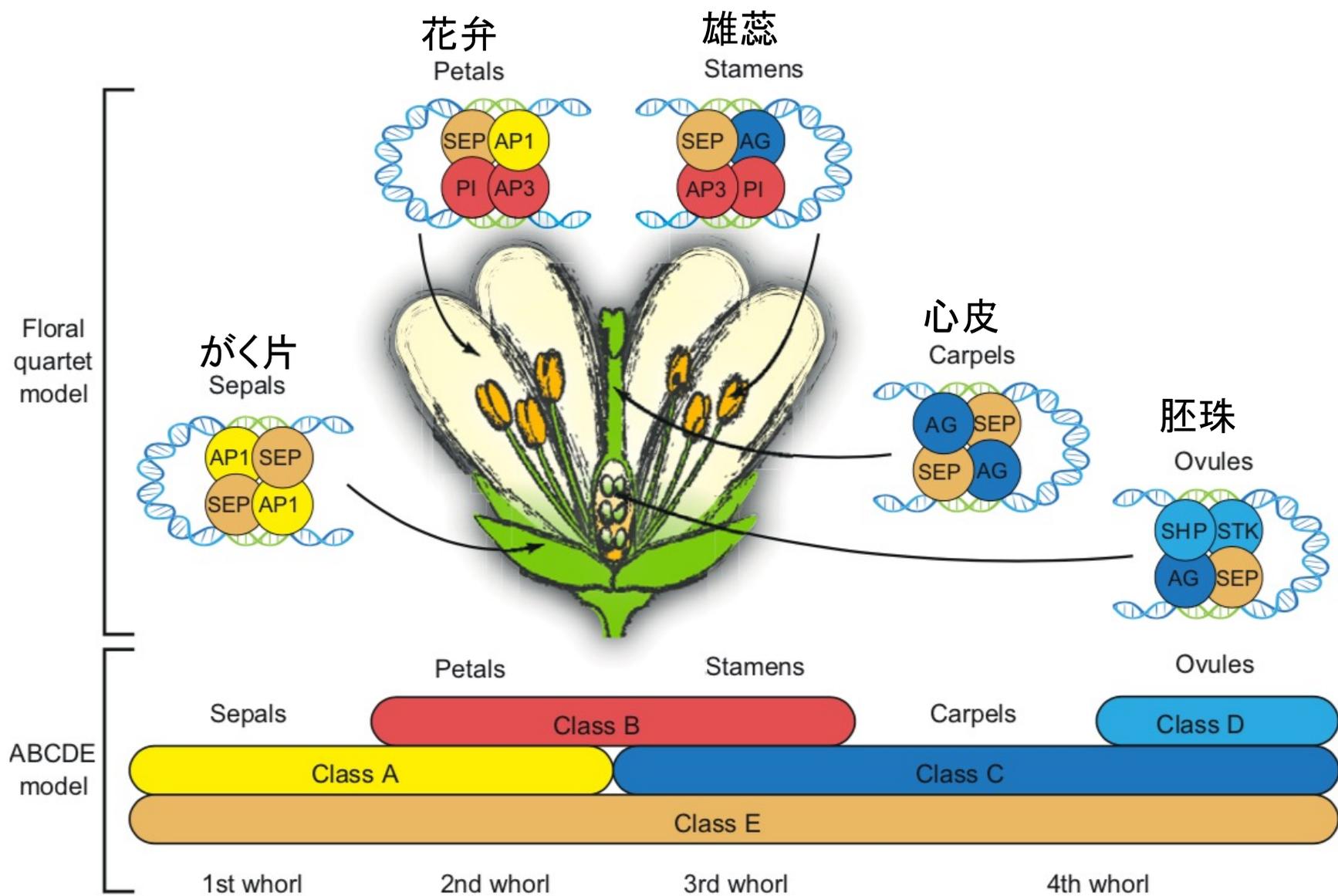


シキミ



花被と雄蕊が融合して、ホイールの境界が明瞭でない = fading-border model

種によってA,B,Cなどの機能を担う遺伝子が異なっていたり冗長だったりする



© 2016. Published by The Company of Biologists Ltd | Development (2016) 143, 3259-3271 doi:10.1242/dev.134080



REVIEW

MADS-domain transcription factors and the floral quartet model of flower development: linking plant development and evolution

Günter Theißen^{1,*}, Rainer Melzer² and Florian Rümpler¹

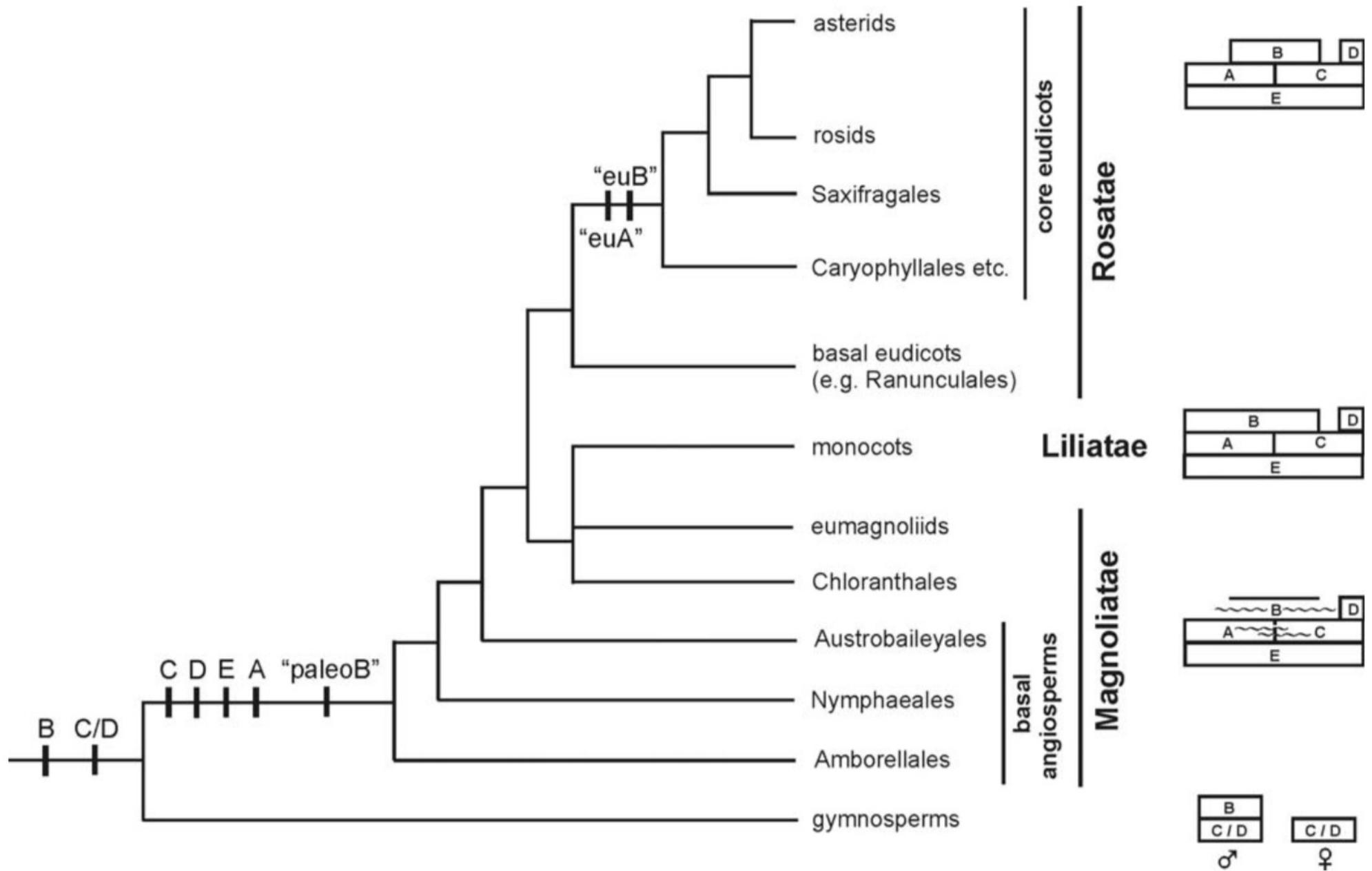


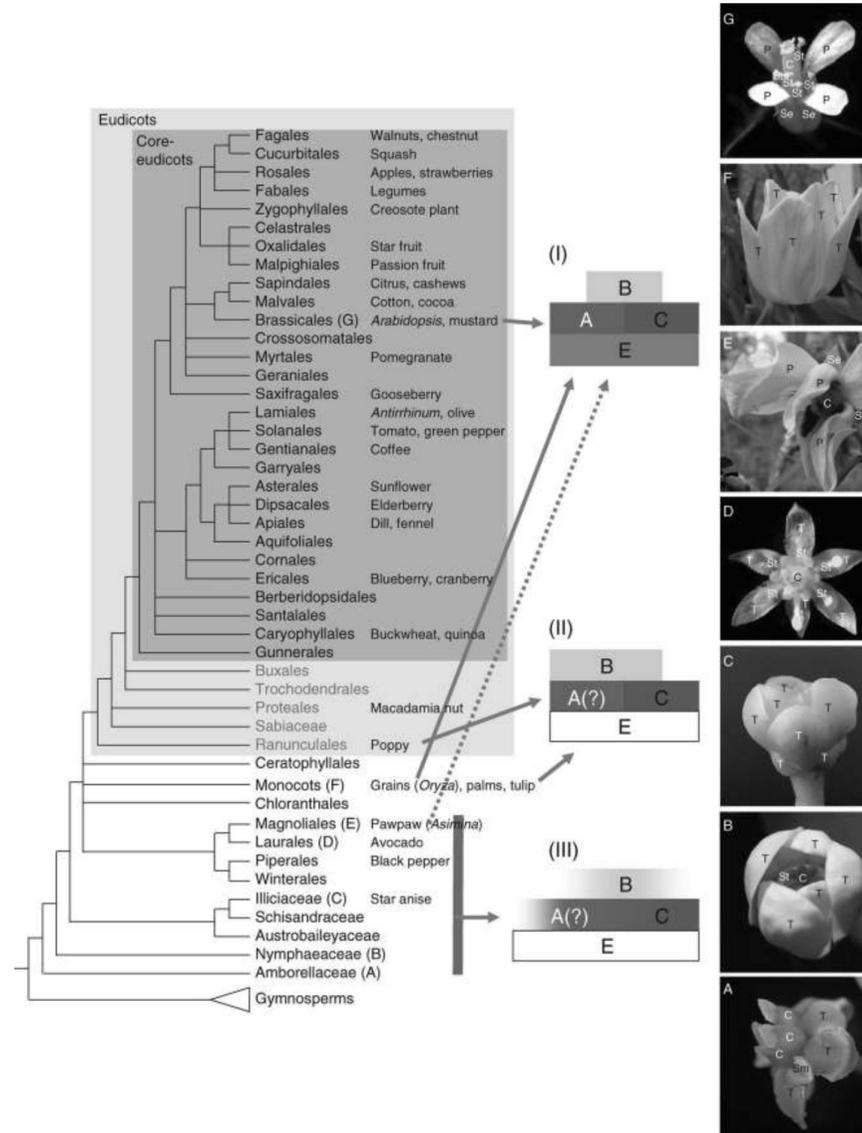
Fig. 2 A generalized phylogenetic tree of seed plants (based on APG II 2003, Stevens 2001 onwards) onto which different extended ABC models as well as the occurrence of floral homeotic genes and main duplication events in the class B genes are plotted. “euA” = duplication results in euAP1 and euFUL, “paleoB” = duplication produces paleo AP3 + PI lineages, “euB” = duplication produces euAP3 und TM6 lineages; modified after Erbar 2007.

BOTANICAL BRIEFING

The ABC Model and its Applicability to Basal Angiosperms

DOUGLAS E. SOLTIS^{1,*}, ANDRÉ S. CHANDERBALI^{1,2}, SANGTAE KIM^{1,2},
MATYAS BUZGO^{1,2} and PAMELA S. SOLTIS²

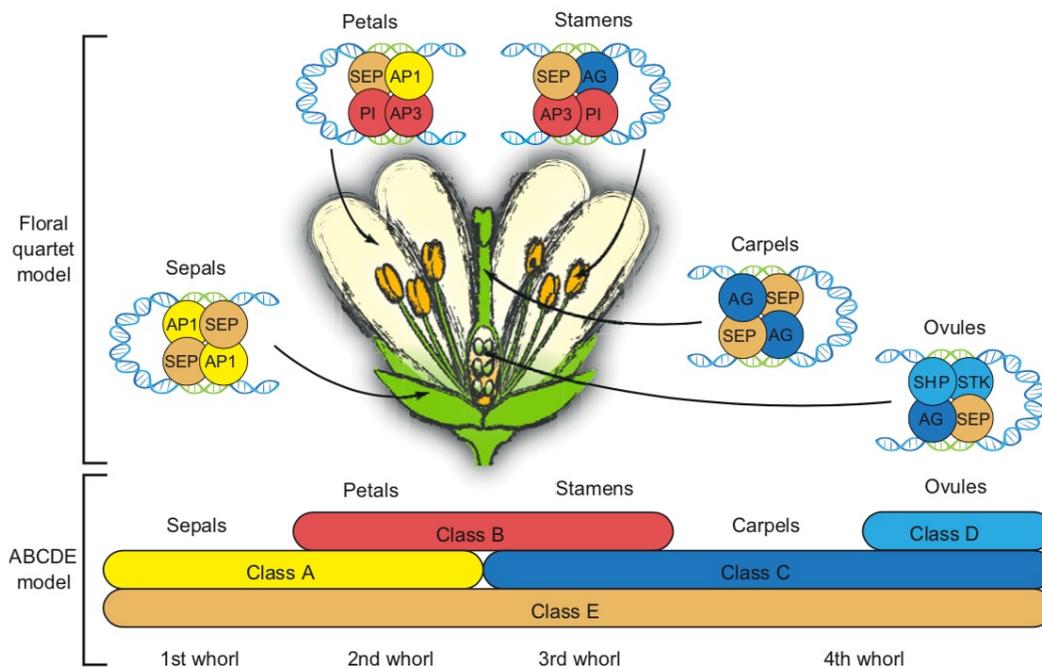
¹Department of Botany, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA and ²Florida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA



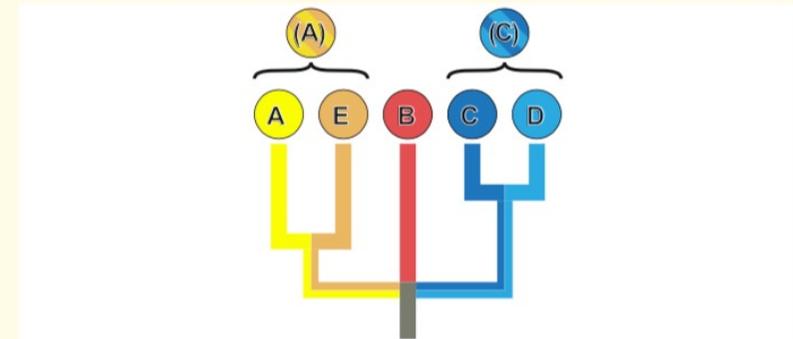
REVIEW

MADS-domain transcription factors and the floral quartet model of flower development: linking plant development and evolution

Günter Theißen^{1,*}, Rainer Melzer² and Florian Rümpler¹



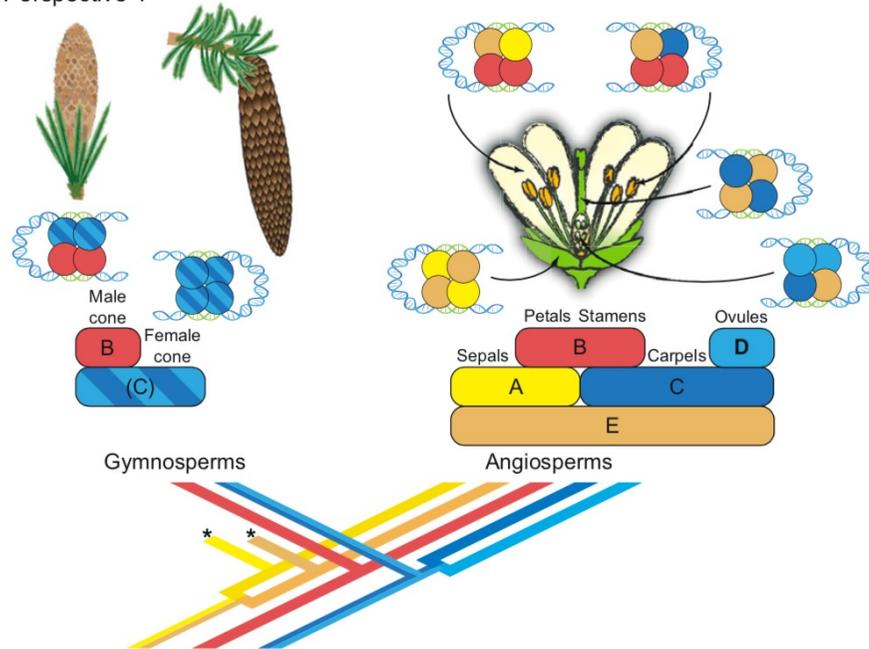
Box 2. The phylogeny of floral homeotic genes and functions



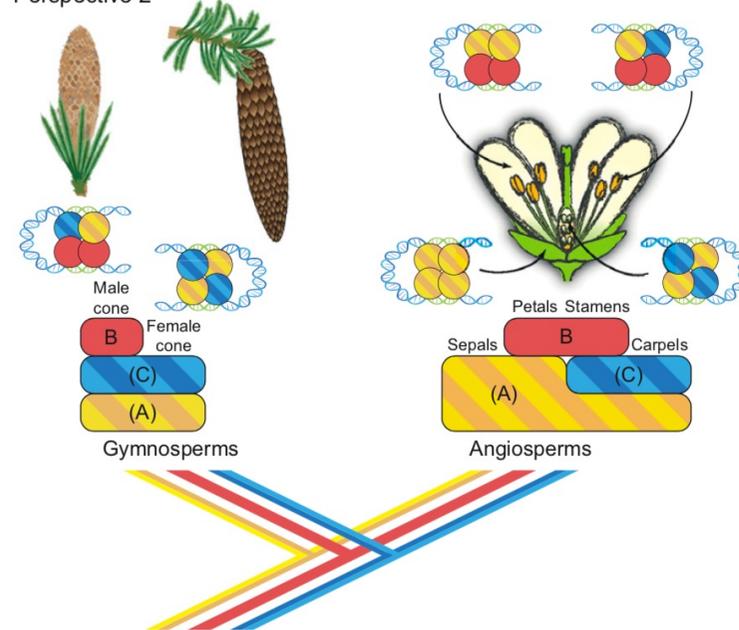
The highly simplified phylogenetic tree depicts the relationships between floral homeotic genes, proteins and functions as defined in the ABCDE model (Fig. 1; Gramzow and Theißen, 2010). While the deep branching of the tree is still largely unknown (indicated by the basal trifurcation) there is strong support for a close relationship between class A and E genes, and class C and D genes, constituting the clades of (A) and (C) genes, respectively, as indicated.

(A)はAとEをまとめた機能+ α
 (C)はCとDをまとめた機能

Perspective 1



Perspective 2



A, Eの遺伝子重複は裸子植物、被子植物の分岐前。
 A, E機能を持つオースログは裸子植物に見つからないことから系統特異的に欠失(*)
 C, Dの遺伝子重複は、裸子植物、被子植物の分岐後、被子植物の基部で生じた。

Causier *et al.* (2010)に基づく、A機能を再定義した(A)機能と、CとDをまとめた(C)機能を用いたモデル

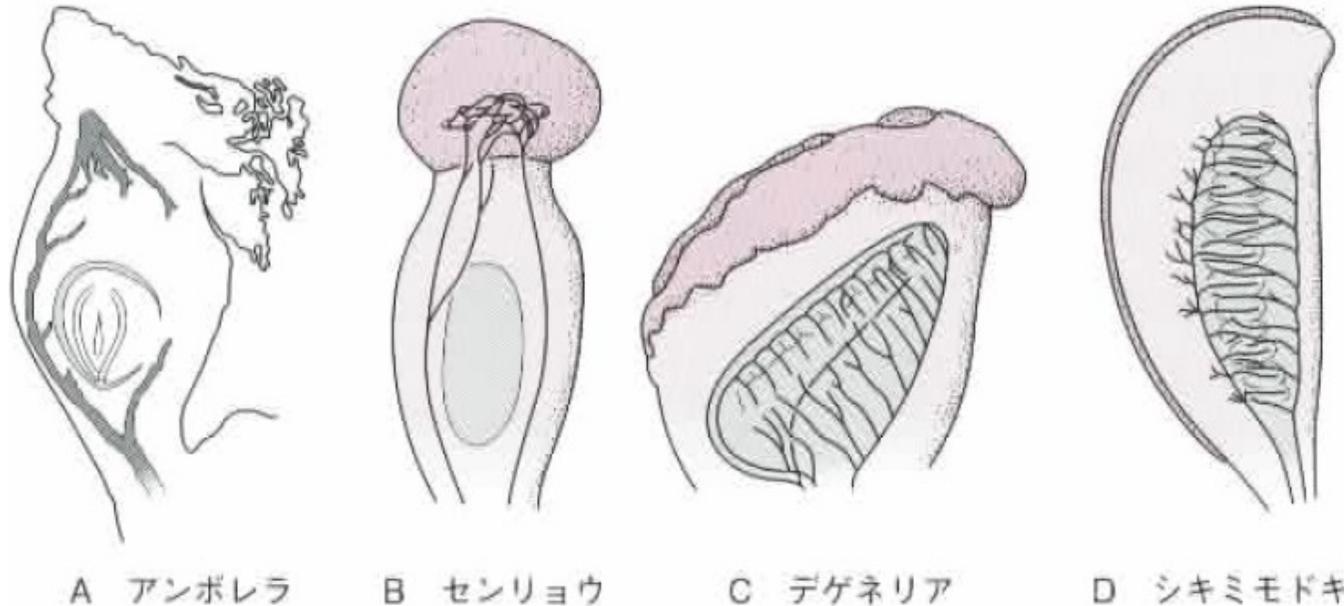
裸子植物から被子植物への進化 心皮

心皮は、胚珠を覆い保護するため、**葉が変化したもの**だと考えられている。胚珠とは独立の器官

二つの仮説

(1) シュートと葉の複合による袋状器官として形成

(2) 葉の二つ折れによって形成



A, Bは(1)を
C, Dは(2)を支持

まだ、どちらが
正しいのか結着
していない

図 5.15 アンボレラ, センリョウの心皮, デゲネリアとシキミモドキの心皮
A: (Bailey & Swamy, 1948), B-C: (Eames, 1961)

花の起源 (1)

ダーウィン: 「忌まわしきミステリー」
進化論で、このような複雑で機能的な構造
がいかにして進化してきたかの説明は困難

ゲーテ 植物変形論(Metamorphose der Pflanzen)

「花は葉の変形したものである」

植物変形論の骨子は植物の側生器官は全て葉の変形であるということ

“自分は詩人としては世間に知られるようになったが、植物の研究について如何に多くの努力を払い、時間を費やしてきたかについて知られていないことは残念である”

http://www.koishikawa.gr.jp/NLHP/NL29/NL29_1.html

花の起源 (2)

古典的仮説

20世紀初めから中頃まで2つの仮説について議論された

(1) 真花説

花の器官は全て葉が変形したもので、花は葉のついたシュートが短縮したもの

葉に由来する多数の雄蕊と雌蕊が、螺旋状に配列し、花被片様の器官に囲まれた両性の孢子囊穂が花になった。

※ ゲーテが原型。Arber & Parkin (1907) や Bessey (1915)によって真花説として整えられた。

(2) 偽花説

花は複数の枝の集合により形成されたとする説

胚珠と小孢子囊(雄蕊)を付けるシュートが別である状態が祖先型
これらのシュートを含む軸系が短縮し、枝の腋についた苞から花被片が生じ、花が進化した。

※ エングラー、ウェットシュタインらによって提唱

※背景に、裸子植物型の雌雄が別の花であったのが原始的という考え方

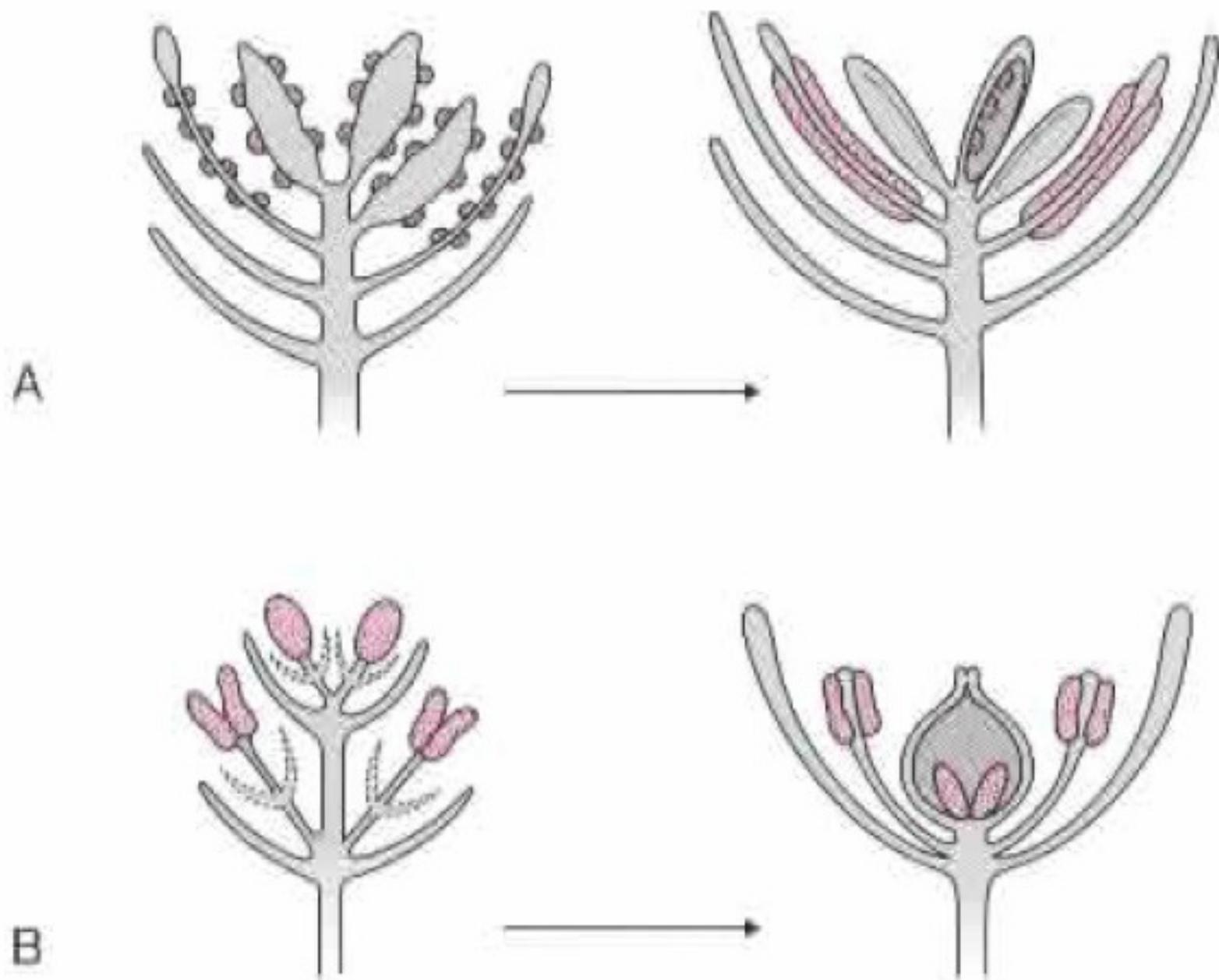


図 5.18 真花説 (A) と偽花説 (B) による花の起源
 (Arber & Parkin, 1907 より改図)

花の起源 (3)

20世紀半ばに化石研究に基づき、ゴノフィル説やアンソコルム説が提唱されたが、いずれも支持されていない。

その後、ABCモデルに代表されるEvoDevo研究に基づき、花の起源の新しい仮説が提唱されてきている。



フローリッヒの**雄性孢子葉穂仮説**

(**mostly male hypothesis**, Frohlich & Parker, 2000)

被子植物の**LEAFY**遺伝子

突然変異で壊れるとがく片、花弁、雄しべ、雌しべなど花が形成されず葉だけになる。

MADS-box遺伝子の発現を誘導する。

花の起源 (4)

裸子植物のLEAFY遺伝子ファミリー

LEAFYオーソログ: 雄の生殖器官で発現

LEAFYパラログ (*NEEDLY*): 雌の生殖器官で発現

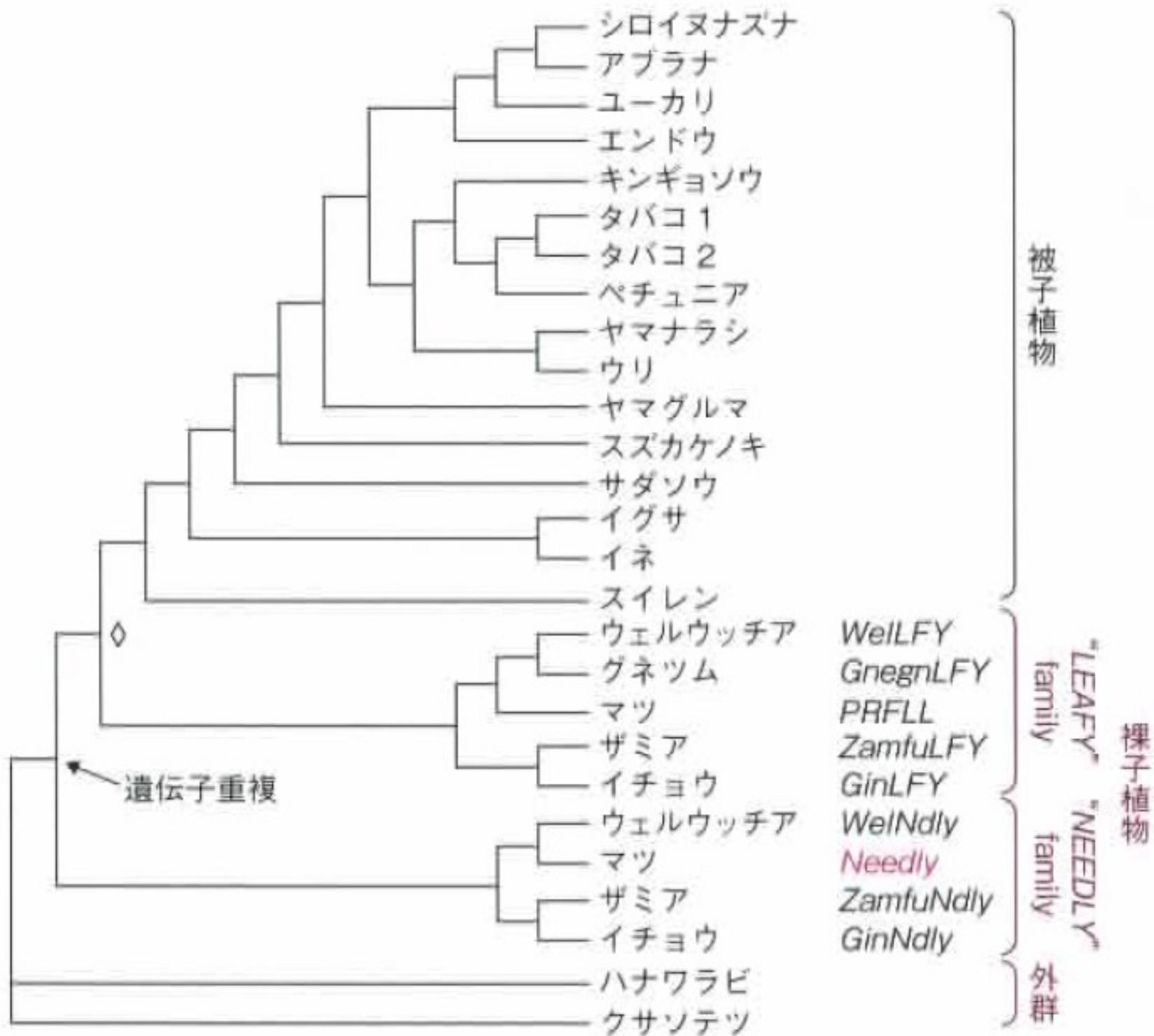
被子植物には、*NEEDLY*オーソログがない

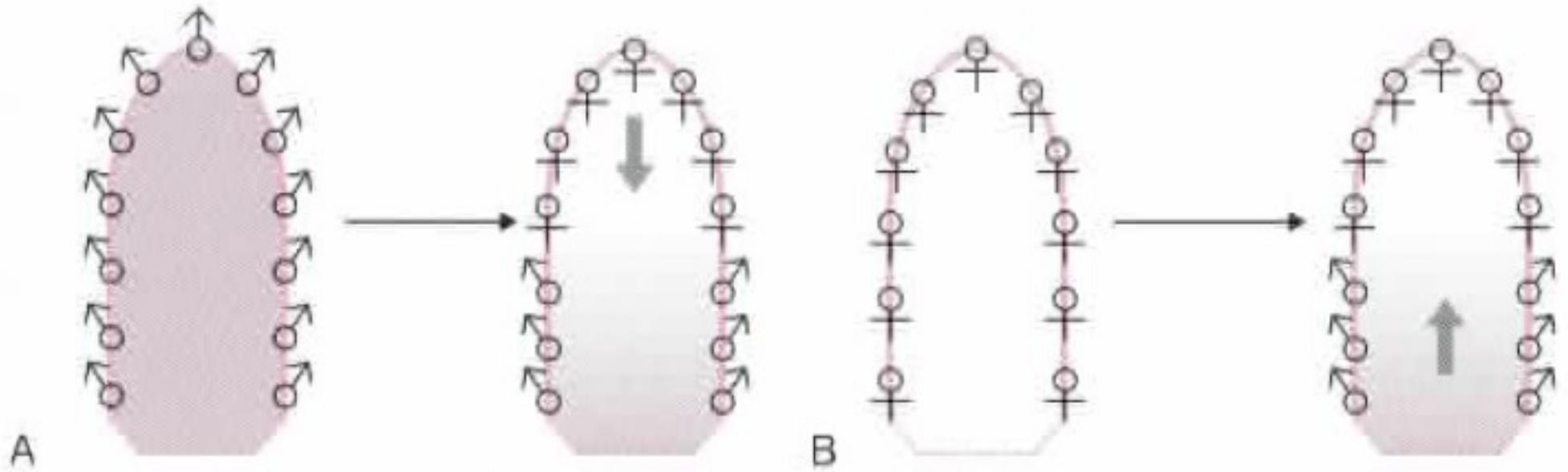
これらのことから*NEEDLY*は被子植物に至る系統で欠失したと考えられる。

-----→

被子植物の祖先は花粉をつくる小孢子葉穂と胚珠をつくる大孢子葉穂を別々に持っていた。

*NEEDLY*の欠失に伴い、胚珠が穂上部の小孢子葉に形成され、小孢子葉が心皮に進化





A 雄性胞子葉穗から花が起源する仮説

フローリッヒの雄性胞子葉穗仮説に代表される

B 雌性胞子葉穗仮説

フローリッヒの雄性胞子葉穗仮説には反論も多い。

雌雄どちらの胞子葉穗がもとになっているにせよ、雌雄の生殖器官形成に参与する遺伝子が、異所的あるいは異時的に発現するように突然変異が生じて、両性の複合器官である花が形成された？

伊藤元己 (2012) “植物の系統と進化” 裳華房

陸上植物の系統

被子植物 (1)

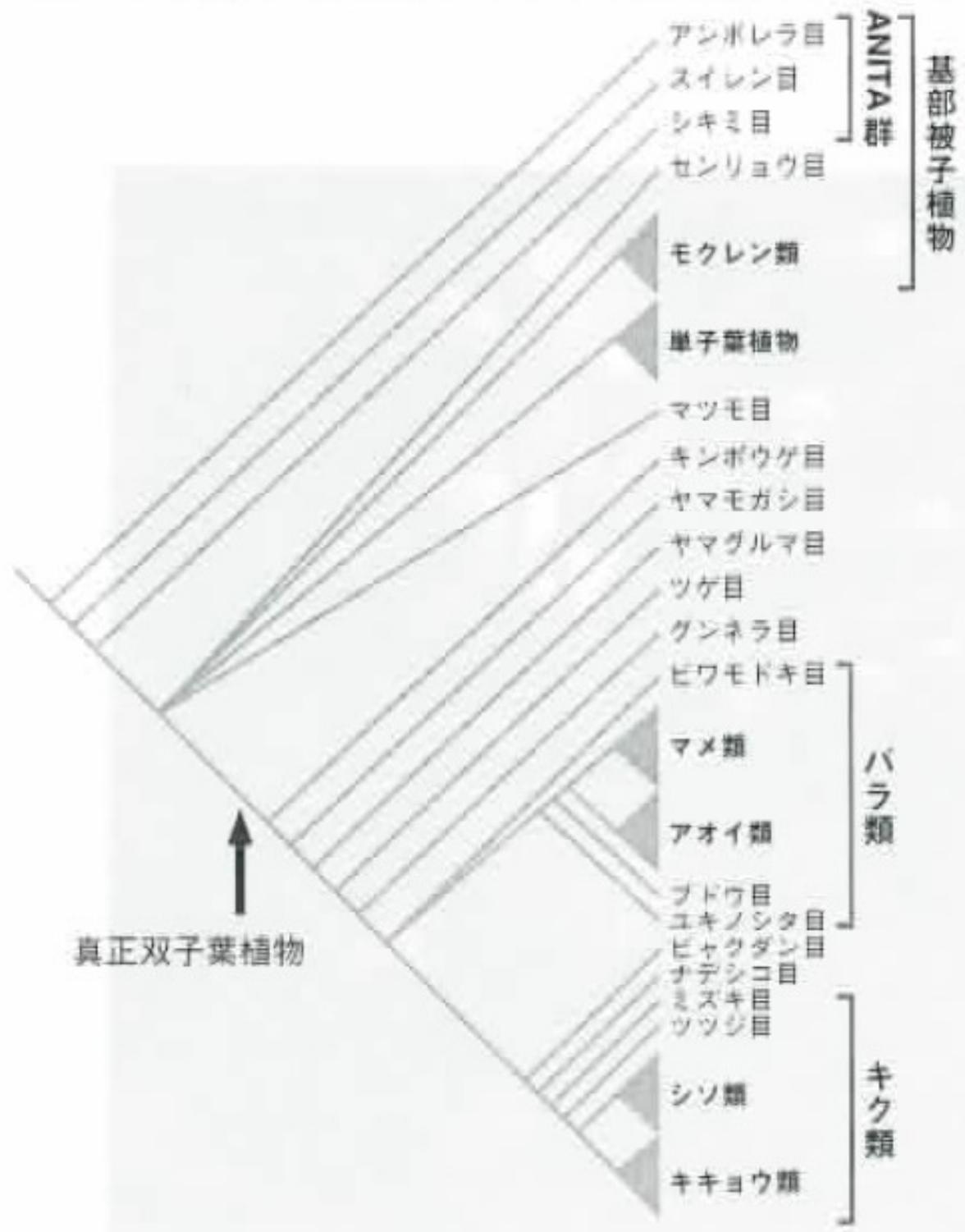
被子植物は、裸子植物に起源があるが、現生の裸子植物との直接の系統関係はない。

20世紀終わりから複数遺伝子を用いた大規模分子系統解析により被子植物のほぼ全科を網羅した系統が明らかになった。このような解析で明らかになった大きな発見として、次の3点があげられる。

(1) 現生の被子植物の中で、最初に分岐したのはアンボレラ、続いてスイレンの仲間が分岐した。

(2) 現生の双子葉植物の多くを含む「真正双子葉植物」が認識された。真正双子葉植物は、大まかにバラ類 (Rosids) とキク類 (Asterids) に分けられる。

(3) 単子葉植物は、真正双子葉植物が出現する前に分岐した単系統群の一つであり、双子葉植物という植物群は側系統である。



陸上植物の系統

被子植物 (2)

基部被子植物 basal angiosperm

被子植物全体で、その系統樹の基部、すなわち最初期に分岐した植物群

最初に分岐したのはアンボレラ
アンボレラ

1科1属1種 (*Amborella trichopoda*)
南太平洋のニューカレドニアの
固有種

つる性の木本で、雌雄異株
道管を持たない

花は小型で、花被のがく片と花弁
の形態は明確に分化していない



陸上植物の系統

被子植物 (3)

基部被子植物

スイレン目がアンボレラに続き分岐
スイレン目は水生植物からなる。

スイレン科

コウホネ属 *Nuphar*, スイレン属 *Nymphaea*,
オニバス属 *Euryale*, オオオニバス属 *Victoria*
バルクラヤ属 *Barclaya*, オンディネア属 *Ondinea*

ジュンサイ科

ハゴロモモモ属 *Cabomba*, ジュンサイ属 *Brasenia*

ヒダテラ科

2属から構成されている。近年、分子系統解析から
スイレン目に分類された
より構成される。

スイレン属

日本にはヒツジグサ 1種のみ自生
多くの植物では気孔は葉の両面に
あるがスイレンでは葉の表側に分布



オオオニバス属

アマゾン川原産
直径3mになる大きな丸い葉をもつ
属名のVictoriaはイギリスのビクトリア
女王にちなんで命名



コウホネ

日本、朝鮮半島に分布。根茎を縦割りにした
ものは川骨(センコツ)といい、生薬として
解熱、鎮痛の漢方薬に使用されている



ジュンサイ

ジュンサイは世界に広く分布しているが、
食用にしているのは中国と日本。日本
料理の食材として珍重されていて、酢の
物、吸い物、みそ汁に使用される。





シキミ（桫欏、檳、楸 *Illicium anisatum*）

仏事に用いるため寺院に植栽される。

花や葉、実、さらに根から茎にいたる全てが有毒（アニサチンを含む）。

また、強い臭気があり、葉や枝を燃やすと臭気が激しい。

死臭を消すために、葬式の時や仏前に備える習慣ができたという説と、土葬の時代に動物が墓を荒らすのをその毒でふせぐために、シキミが備えられたという説がある。

近縁のトウシキミ（唐桫欏、*Illicium verum*）には毒性分が無く、果実を香辛料（スターアニス、八角（はっかく）または大茴香（だいういきょう））として用いられている。シキミの果実とトウシキミの果実は良く似ており、しばしば間違えて中毒事故が起きている。



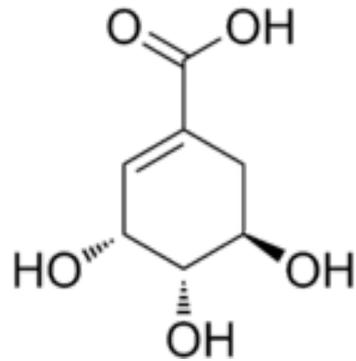
シキミ



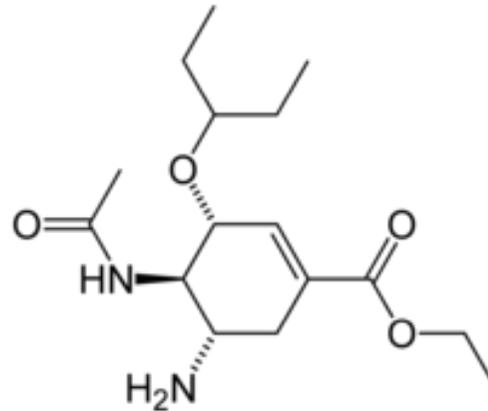
トウシキミの実

1885年、ヨハン・エイクマンによってシキミの果実からシキミ酸 (Shikimic acid) が発見された。この物質は、芳香族アミノ酸の前駆物質であり、タンニンの主要成分である没食子酸の前駆体でもある。

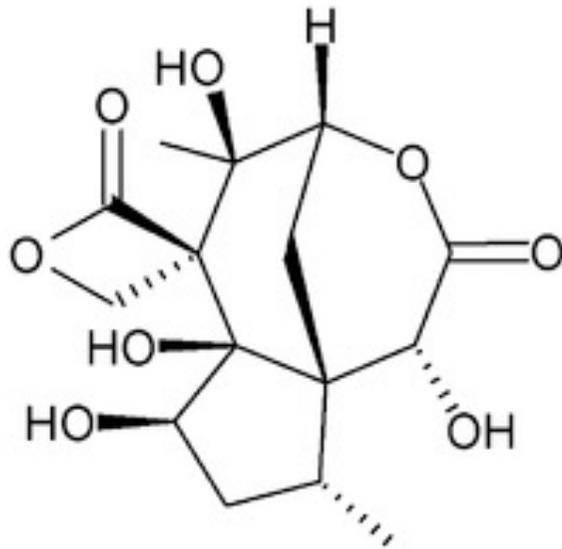
シキミ酸はインフルエンザ治療薬タミフルの合成原料のひとつとして使用されている(2006年現在)。但し八角の効能は「血の巡りや消化を良くする」とされており、直接果実を食べてもインフルエンザには効かない



シキミ酸



オセルタミビル
(商品名 タミフル)



アニサチン (anisatin)

GABA(Γアミノ酪酸)受容体に作用して神経毒性を呈する

陸上植物の系統

被子植物 (5)

基部被子植物

その他の基部被子植物

センリョウ群とモクレン群などがある。この両者と単子葉植物はITA群に続き分岐したが、その分岐順序は明らかではない。

センリョウ群はセンリョウ科のみからなり、小型で無花被の花をつける。

モクレン群は、モクレン科、シキミモドキ科、クスノキ科、コショウ科など多数の科よりなる。花の形態は多様だが、多数の花器官が螺旋状に配置され、比較的大型の花を持つものが多い。

センリョウ科 (Chloranthaceae) 4属65種よりなる

センリョウ (仙蓼／千両、*Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai)

日本では南関東・東海地方～九州・沖縄までの比較的暖かい常緑樹林下に自生。花は黄緑色で7～8月頃に咲く。花被はない。冬に赤い果実をつける。



センリョウの花は、
ずんぐりとした緑色の
雌しべと、雌しべの
途中から突き出ている
黄白色の雄しべからなる。



ヒトリシズカ



フタリシズカ

モクレン目

モクレン(木蓮、木蘭、*Magnolia quinquepetala* もしくは *Magnolia liliiflora*)



バンレイシ(蕃荔枝)
バンレイシ科バンレイシ属の植物
またはその果実。別名釈迦頭
(しゃかとう)



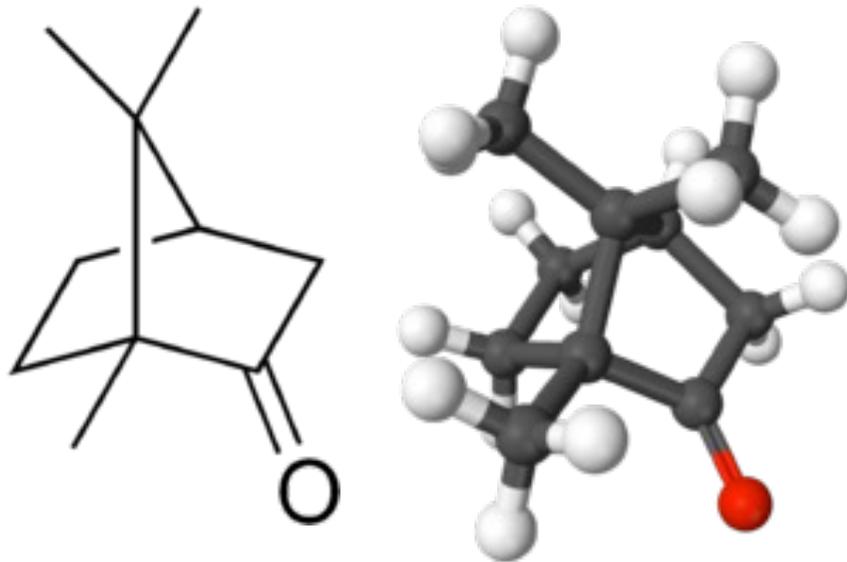
ナツメグ(英語: nutmeg、
学名: *Myristica fragrans*)は、
ニクズク科の常緑高木の
一種である。またはその
種子中の仁から作られる
香辛料。和名はニクズク
(肉荳蔻)

クスノキ 樟、楠、*Cinnamomum camphora*



5月から6月にかけて、白く淡い黄緑色の小さな花が咲く。10月から11月にかけて、直径7-8mm程度の青緑色で球形の果実が紫黒色に熟す。

アボカド、タブノキ(葉が線香の原料となる)、シナモンなどが近縁



クスノキの枝葉を蒸留して得られる無色透明の固体が樟脳。防虫剤や医薬品として使用。カンフル注射のカンフルはこの樟脳を指しており、“camphora”という種名にもなっている。

コショウ（胡椒、学名：*Piper nigrum*）

インド原産のつる性植物

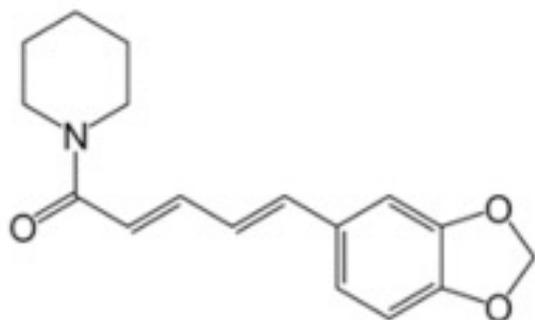
ピペリン (piperine) という物質がコショウの風味をつくる。



コショウの
実



コショウの
花



ピペリンの辛みは、カプサイシンと同様に
感覚神経に存在する温度受容体 (TRPV1,
TRPVイオンチャンネルファミリーの一つ)に
作用することでもたらされる。

カプサイシンは唐辛子の辛みの成分

陸上植物の系統

被子植物 (5)

子葉(しょう、cotyledon)とは、種子植物で種子の中の胚に既にできている、個体として最初の葉。

伝統的に、被子植物は、子葉の数に基づいて単子葉植物(monocots、1枚の子葉を持つ)と双子葉植物(dicots、2枚の子葉を持つ)に分類されていた。これら2群は、花や葉の構造についてもお互いに異なる性質をもつ。

表 7.4 双子葉植物と単子葉植物の一般的な特徴

	双子葉植物	単子葉植物
子葉	2枚	1枚
維管束	真正中心柱	散在中心柱
葉脈	網状脈	平行脈
花の数性	5または4数性	3数性
根	主根と側根	ヒゲ根

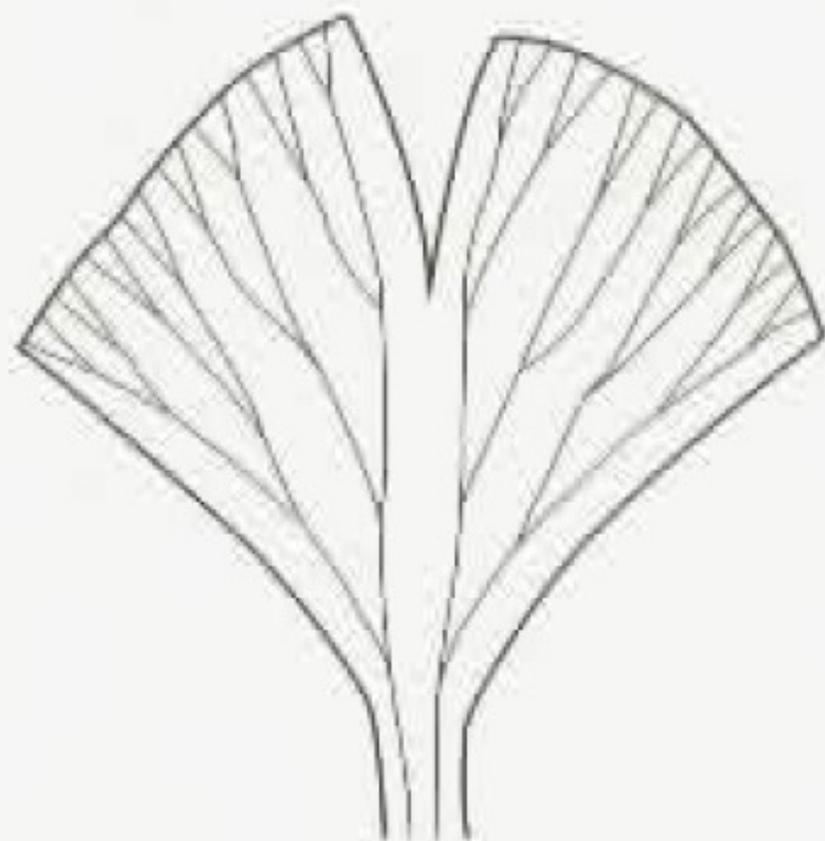
あくまでも一般的な特徴であり、これらに当たらない場合も多くある。



網状脈



平行脈



二又脈

【植物形態学】(朝倉書店)より

図4-1 三種類の葉脈

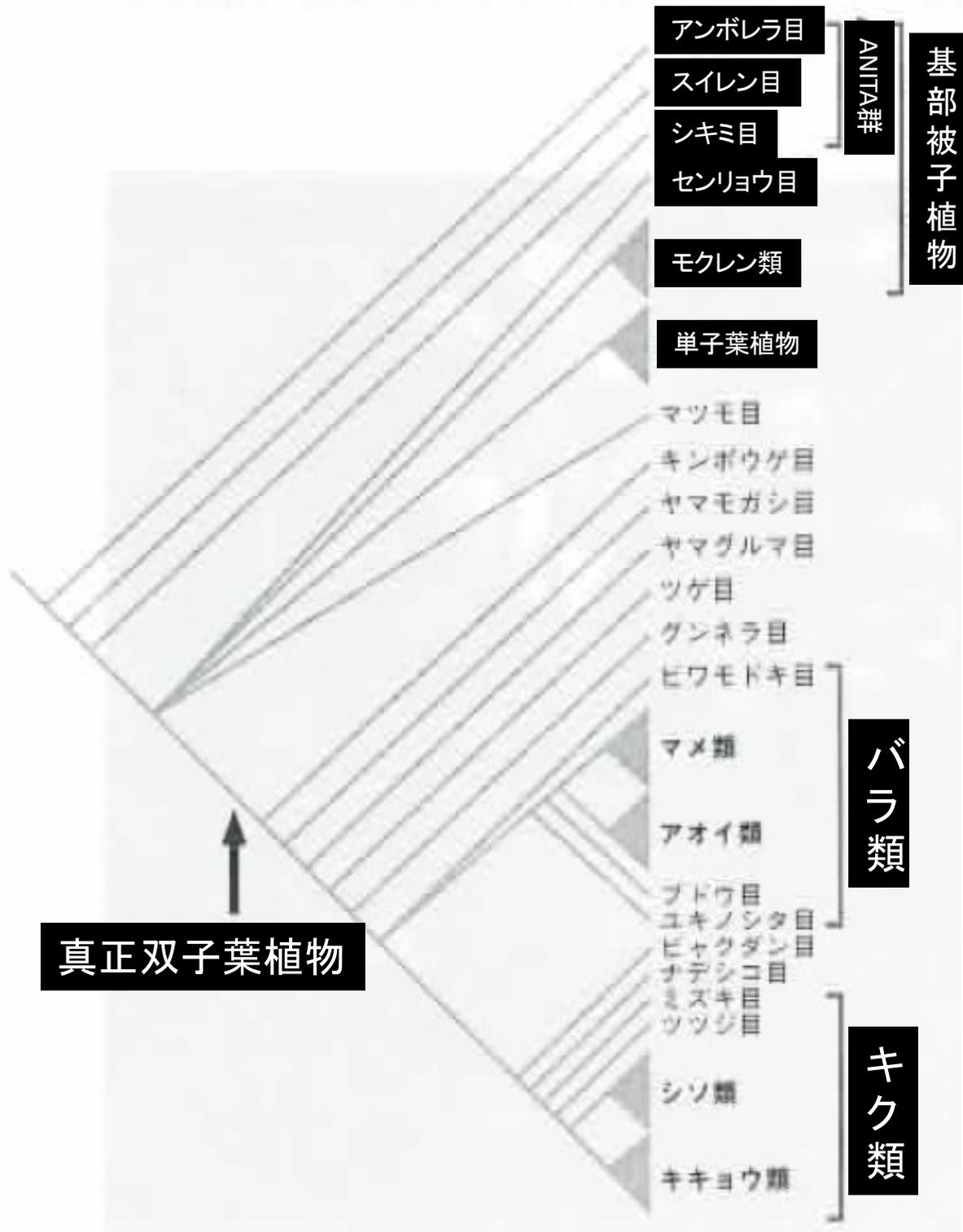
陸上植物の系統

被子植物 (6)

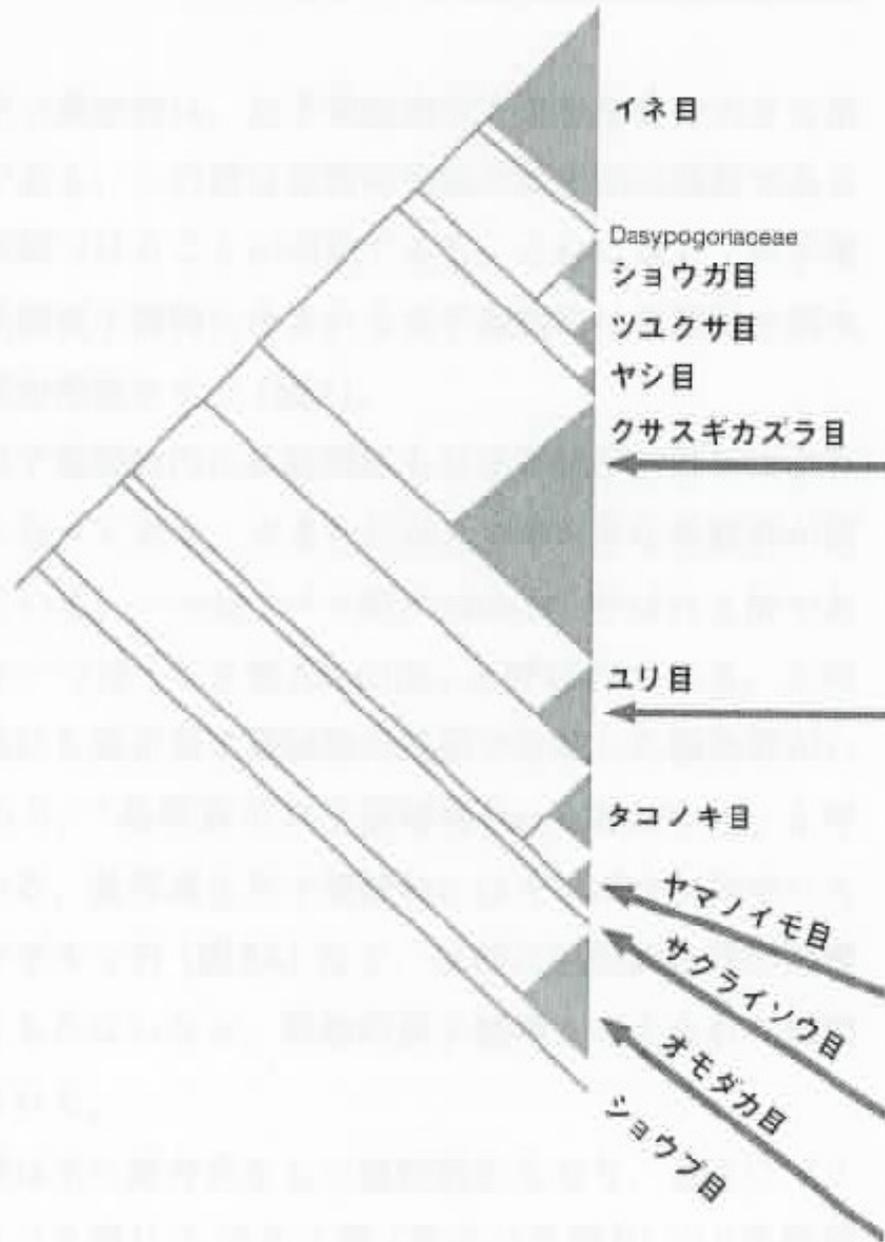
分子系統解析から、単子葉植物は、基部双子葉植物の一群から分岐した単系統群であることがあきらかとなった。

一方、双子葉植物は、単子葉植物を除く被子植物であり側系統である。

単子葉植物の進化の初期に分岐したのが、**ショウブ属**、次に**オモダカ属**である。



単子葉植物



ヒガンバナ科
 ネギ属 *Allium*, ステゴビル属 *Caloscordum*, ハマオモト属 *Crinum*, ヒガンバナ属 *Lycoris*

クサスギカズラ科
 クサスギカズラ属 *Asparagus*, バラン属 *Aspidistra*, ギボウシ属 *Hosta*, スズラン属 *Convallaria*, ヤブラン属 *Liriope*, マイズルソウ属 *Maianthemum* (ユキササ属 *Smilacina* を含む), ジャノヒゲ属 *Ophiopogon*, アマトコロ属 *Polygonatum*, キチジョウソウ属 *Reineckea*, オモト属 *Rohdea*

ワスレグサ科
 キキョウラン属 *Dianella*, ワスレグサ属 *Hemerocallis*

キンバイザサ科
 キンバイザサ属 *Curculigo*, コキンバイザサ属 *Hypoxis*

チゴユリ科
 チゴユリ属 *Disporum*

ユリ科
 ウバユリ属 *Cardiocrinum*, ツバメオモト属 *Clintonia*, カタクリ属 *Erythronium*, バイモ属 *Fritillaria*, キバナノアマナ属 *Gagea*, ユリ属 *Lilium*, チシマアマナ属 *Lloydia*, タケシマラン属 *Streptopus*, ホトトギス属 *Tricyrtis*

シュロソウ科
 リシリンソウ属 *Anticlea*, シライトソウ属 *Chionographis*, ショウジョウバカマ属 *Heloniopsis*, キヌガサソウ属 *Kinugasa*, ツクバネソウ属 *Paris*, エンレイソウ属 *Trillium*, シュロソウ属 *Veratrum*

キンコウカ科
 ソクシンラン属 *Alettris*, ノギラン属 *Metanartheclium*, キンコウカ属 *Nartheclium*

サクライソウ科
 オセソウ属 *Japonolinon*

チシマゼキショウ科
 チシマゼキショウ属 *Tofieldia*

ショウブ(菖蒲、*Acorus calamus*)

「いずれがあやめか、かきつばた」

- (1)あやめとしょうぶはどちらも漢字で書くと「菖蒲」だが、別物
- (2)菖蒲(ショウブ)と菖蒲園などで見る花菖蒲(ハナショウブ)も別物。
- (3)杜若(カキツバタ)も別物

ショウブ

葉は左右から扁平になっている。花は目立たない黄緑色の肉穂花序で5月ごろ咲く、以前はサトイモ科に分類されていたが、系統的には離れている。



古くはこの植物をさしてアヤメ、アヤメグサと呼んだ。

ハナショウブ、アヤメ、カキツバタは、単子葉類だがクサスギカズラ目アヤメ科に属す。

オモダカ目

水草を含むほぼ全ての海草がこの目に含まれる
サトイモ科 117属4000種以上

サトイモ、コンニャク、シヨクダイオオコンニャク
ウキクサ



オモダカ目

アマモ科

海底に生える**海草**（かいそう、海藻とは同音異字、異義）の2-3属10種ほどを含む。

地下茎を伸ばして広がり、水中に細い帯状の葉をつける。
花は水中で開き、水流によって媒介される花粉は糸状である。



Zostera marina

ゲノムが決定され、**気孔関連**
遺伝子一式を欠失している
ことが判明

Olsen *et al.* (2016) *Nature*
530, 331-335

陸上植物の系統

被子植物 (6)

分子系統解析によるユリ科の再構成

これまでユリ科に分類されていたものは、様々な系統群の集合であることが明らかとなった。

表 7.5 古典的ユリ科に含まれていた日本産植物の APG III 分類体系における科

オモダカ目	イワショウブ科
ヤマノイモ目	ヤマノイモ科 キンコウカ科
ユリ目	ユリ科 シュロソウ科 サルトリイバラ科
クサスギカズラ目	ヒガンバナ科 クサスギカズラ科 キンバイザサ科

陸上植物の系統

被子植物 (7)

ヒガンバナ科

ネギ亜科—*Allioideae*

多くの種が**硫化アリル**をはじめとする硫黄化合物を含み、タマネギ臭、ニンニク臭などの原因となる。アリルの語源はネギ属*Allium*に由来

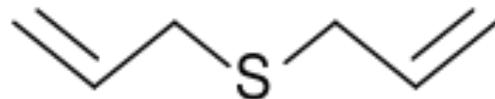
タマネギ、ネギ、ニンニク、ノビル、ニラ、ラッキョウ、ギョウジャニンニクなど



ヒガンバナ亜科—*Amaryllidoideae*

ほとんどの種は全草に**リコリン**を含み有毒だが、多くの種は美しい花を咲かせる。

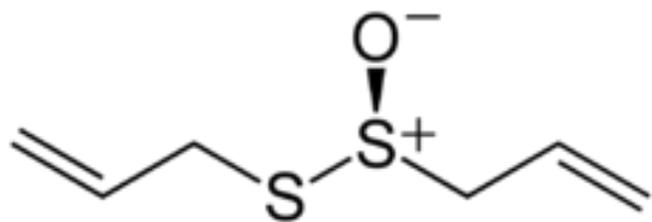
アマリリス、ヒガンバナ、スイセン



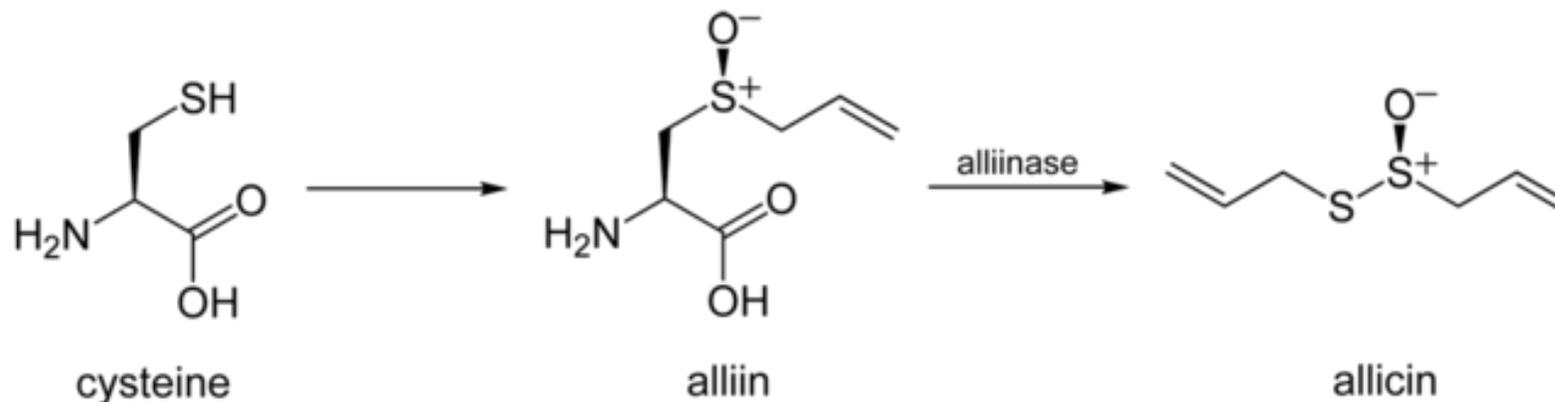
硫化アリル

タマネギにはアリルプロピオンが含まれており、タマネギを切った時に硫化アリルが気化して目や鼻の粘膜を刺激し涙が出る。タマネギはヒトが食べても無害だが、ウサギ、イヌ、ネコなどは硫黄化合物の中毒がおき、死亡することもある

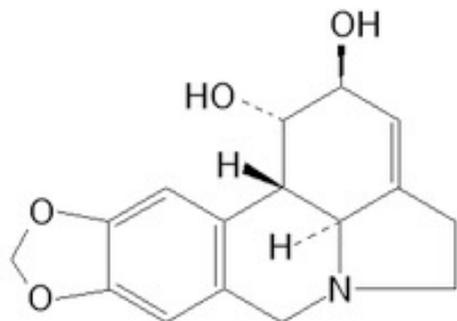
アリシン (allicin) : ニンニク由来の強い抗菌・抗カビ作用をもつ化合物
生ニンニクを焼いたり、痛めたりした時のにおいのもと



アリシンは自生しているニンニクには存在しないが、ニンニクを刻んだり傷つけると、酵素アリナーゼの作用により化合物アリインから変換される抗生物質と違い耐性菌が発生しないが、悪玉菌も善玉菌も区別なく死滅させる



リコリン (lycorine) は、ヒガンバナ科の植物(ヒガンバナ、スイセンなど)に含まれるアルカロイドで、催吐作用、嘔吐作用、下痢、中枢神経の麻痺等の作用があり、多量に摂取すると死亡する。



「リコリス・リコイル」、配信版でアイキャッチ差し替え 彼岸花くわえるイラストを「まねしないように」

アニプレックスなどは9月30日、アニメ「リコリス・リコイル」について、動画配信サービスでアイキャッチ画像を一部差し替えると発表した。

アイキャッチはキャラクターが彼岸花を口にくわえるもの。

「彼岸花は毒性を持つ植物のため、決してまねをしないように」（同社）という。各動画配信サービスで順次反映する。

差し替える画像は11話の放送時、コマーシャル前後のアイキャッチとして放送・配信したもの。主人公が彼岸花をタバコに見立ててくわえるイラストで、放送時からスタッフなどが「まねしないように」と呼び掛けていた。

視聴者からも「エモいけど危険」「コスプレイヤーは注意して」などと注意喚起する声がSNSで広がっていた。

同じイラストは11話のオープニングでも使っているが、こちらは演出意図を尊重し、差し替えはしないという。

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2209/30/news184.html>

ヒガンバナは強い毒性があることで知られている。

「[六訂版 家庭医学大全科](#)」(法研)には「全草とくに根にアルカロイドの**リコリン**を含み、**嘔吐、よだれ、下痢**を起こします。これは、リコリンが強い**中枢神経麻痺作用**をもっているためです」と書かれている。

https://www.huffingtonpost.jp/entry/lycoris_jp_63a47641e4b098c9b2069d16

陸上植物の系統

被子植物 (8)

イネ目

イネ科、パンナップル科、ガマ科、イグサ科など16科に分類されている。

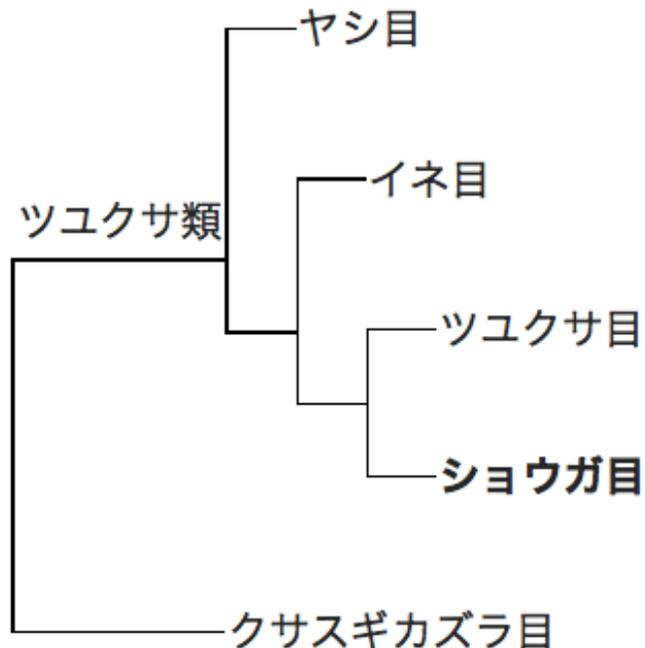
イネ科

初期に分岐したいくつかの原始的な亜科を除くと、

BEP clade (イネ、ムギ、タケなど)とPACAD clade (トウモロコシ, キビ、ヒエ、ススキなど)の2つの大きな単系統群に分かれる。

BEP cladeとPACAD cladeは姉妹群をなす。

カヤツリグサ科 パピルスが含まれる。



ショウガ目

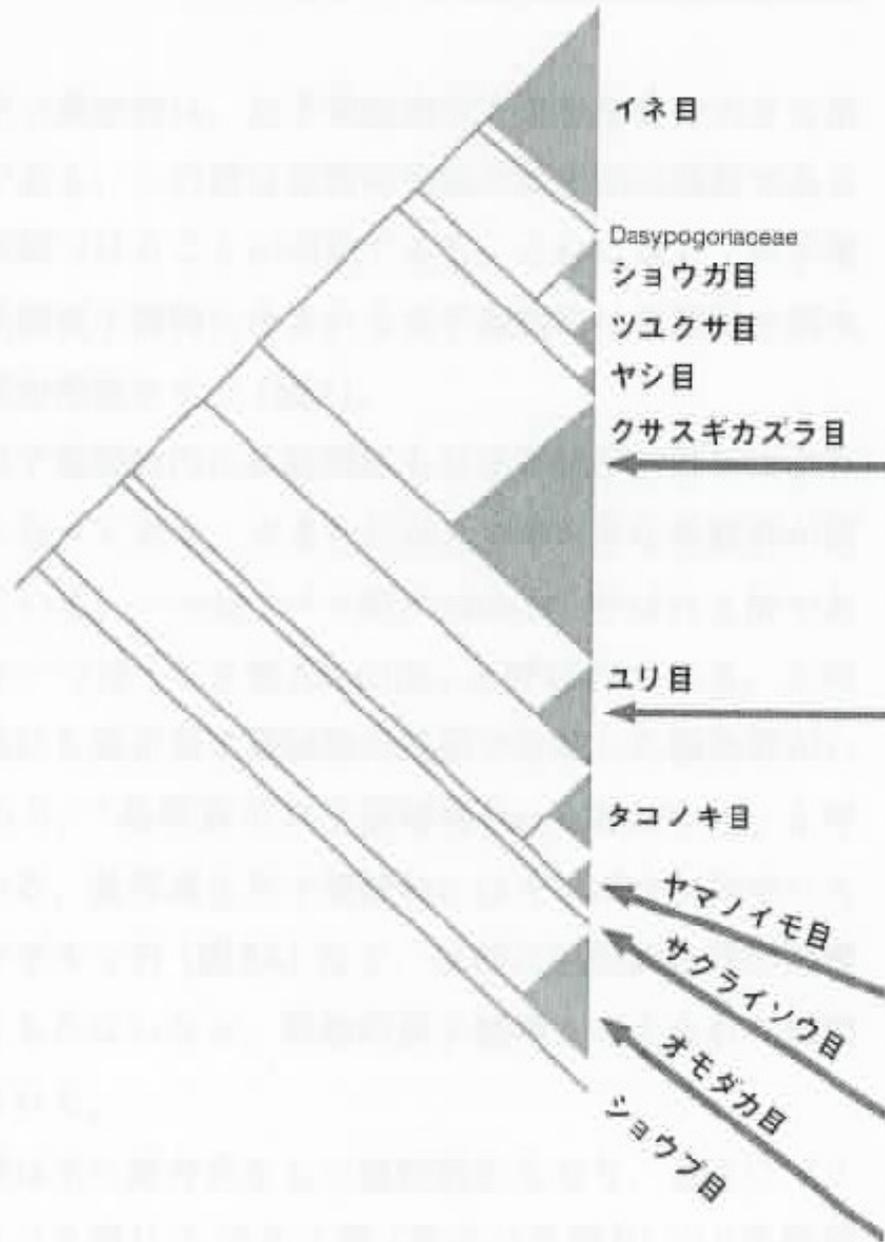
ウコン、カルダモン、ショウガ、ミョウガ、バナナ、バショウなどを含む。

ツユクサ目

ムラサキツユクサなど



単子葉植物



ヒガンバナ科

ネギ属 *Allium*, ステゴビル属 *Caloscordum*, ハマオモト属 *Crinum*, ヒガンバナ属 *Lycoris*.

クサスギカズラ科

クサスギカズラ属 *Asparagus*, バラン属 *Aspidistra*, ギボウシ属 *Hosta*, スズラン属 *Convallaria*, ヤブラン属 *Liriope*, マイズルソウ属 *Maianthemum* (ユキササ属 *Smilacina* を含む), ジャノヒゲ属 *Ophiopogon*, アマトコロ属 *Polygonatum*, キチジョウソウ属 *Reineckea*, オモト属 *Rohdea*

ワスレグサ科

キキョウラン属 *Dianella*, ワスレグサ属 *Hemerocallis*.

キンバイザサ科

キンバイザサ属 *Curculigo*, コキンバイザサ属 *Hypoxis*

チゴユリ科

チゴユリ属 *Disporum*

ユリ科

ウバユリ属 *Cardiocrinum*, ツバメオモト属 *Clintonia*, カタクリ属 *Erythronium*, バイモ属 *Fritillaria*, キバナノアマナ属 *Gagea*, ユリ属 *Lilium*, チシマアマナ属 *Lloydia*, タケシマラン属 *Streptopus*, ホトトギス属 *Tricyrtis*

シュロソウ科

リシリンソウ属 *Anticlea*, シライトソウ属 *Chionographis*, ショウジョウバカマ属 *Heloniopsis*, キヌガサソウ属 *Kinugasa*, ツクバネソウ属 *Paris*, エンレイソウ属 *Trillium*, シュロソウ属 *Veratrum*

キンコウカ科

ソクシンラン属 *Alettris*, ノギラン属 *Metanartheicum*, キンコウカ属 *Nartheicum*

サクライソウ科

オセソウ属 *Japonolinon*

チシマゼキショウ科

チシマゼキショウ属 *Tofieldia*

陸上植物の系統

被子植物 (9)

真正双子葉植物 (eudicots)

双子葉植物の大部分を含む大きな単系統群。
花粉の構造が三溝粒であることで特徴づけられる。
単子葉植物や基部被子植物に含まれる双子葉植物は単溝粒を基本とした花粉形態を持つ。

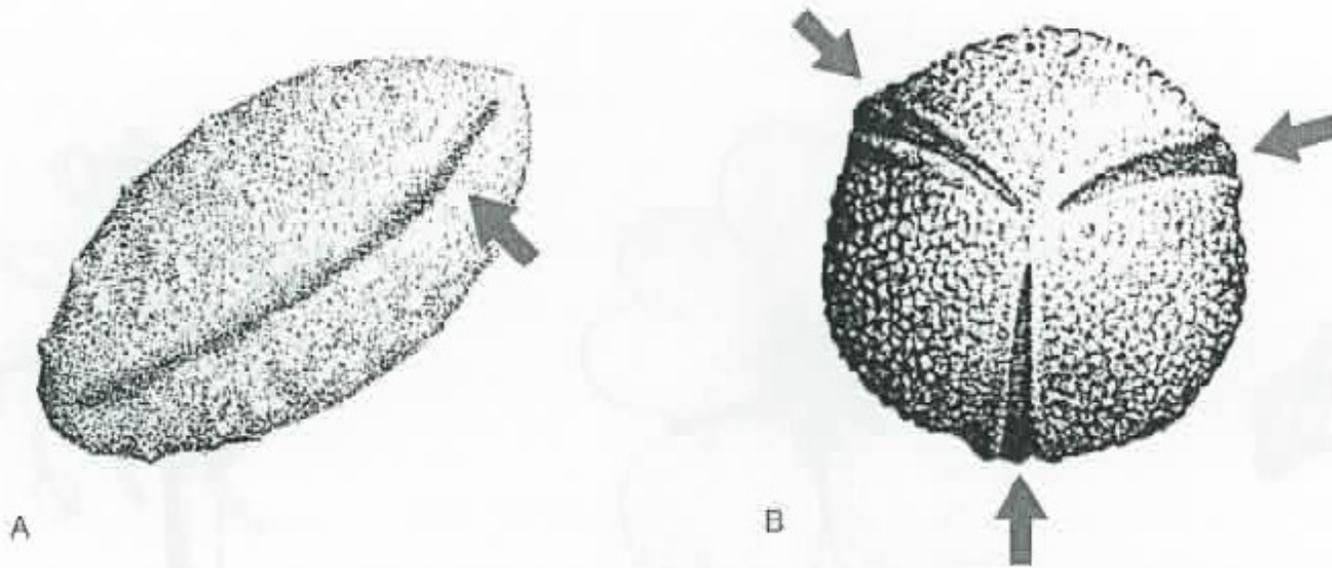
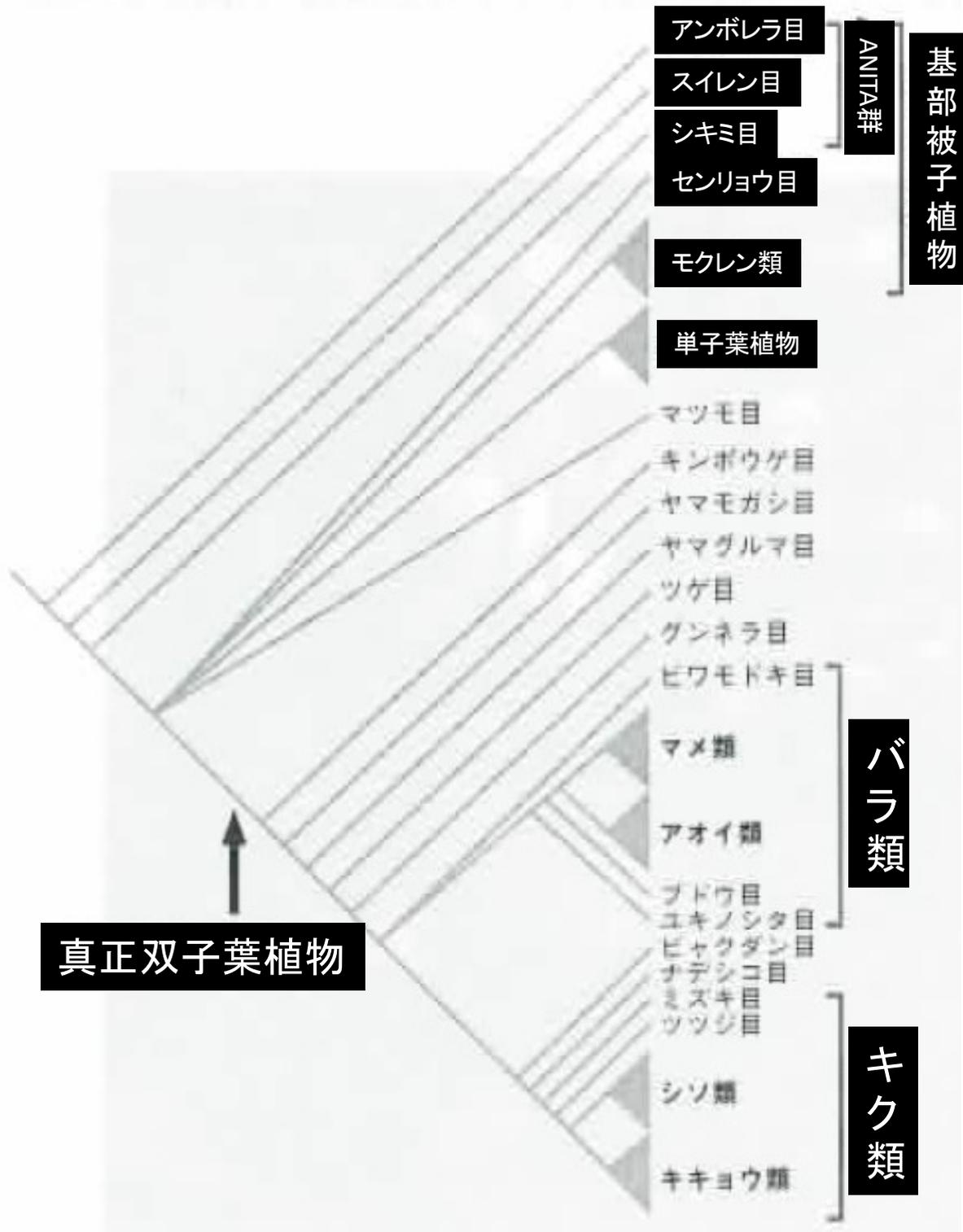


図7 花粉の形態

A: ユリノキ (単溝粒), B: アメリカブナ (三溝粒)。矢印は発芽溝を示す



真正双子葉植物

ANTARES

基部被子植物

バラ類

キク類

陸上植物の系統

被子植物 (9)

真正双子葉植物には、大きな二つの系統群が含まれる。

(1) バラ類 rosids

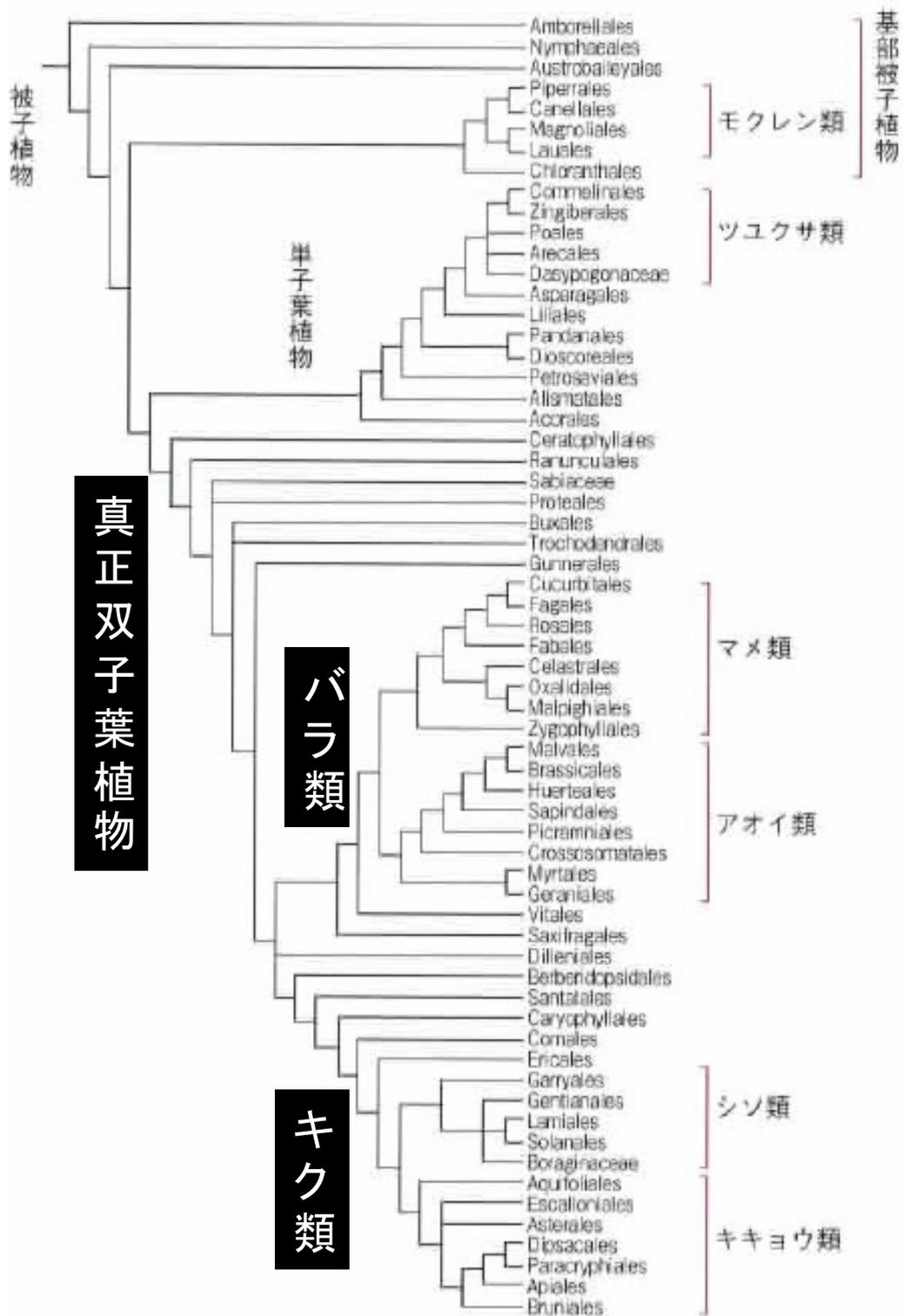
(2) キク類 asterids

この両者以外に、真正双子葉植物の系統樹の基部で分岐した植物群がいくつかあり

(3) 基部真正双子葉植物 (basal eudicots)

とよばれている。

基部真正双子葉植物には、祖先的な花の形態や道管を持たないなどの性質があるキンポウゲ科、ハス科、ヤマグルマ科などが含まれている。



陸上植物の系統

被子植物 (10)

(1) バラ類 rosids

主に離弁花をもつ植物群からなり、さらに二つのグループに分類される。

(1-1) マメ類 (真正バラ類 I)

バラ科、マメ科が含まれる。

(1-2) アオイ類 (真正バラ類 II)

アブラナ科が含まれる。

(2) キク類 asterids

合弁花を持つ植物群のほとんどが含まれるが、セリ科やウコギ科など、離弁花を持つものも含まれる。二つのグループに分類される。

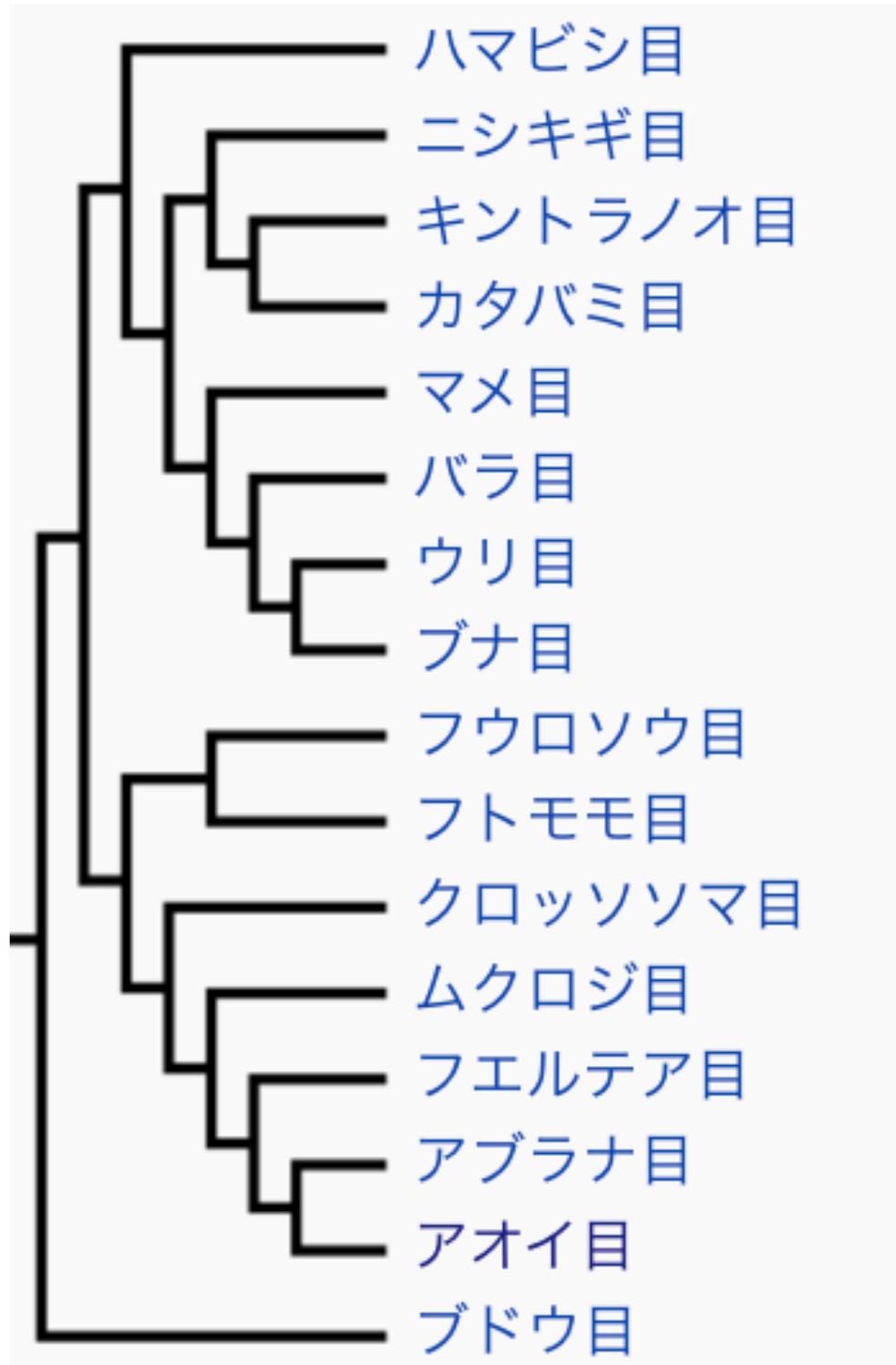
(2-1) シソ類 (真正キク類 I)

シソ科やナス科が含まれる。

(2-2) キキョウ類 (真正キク類 II)

キク科やセリ科が含まれる。

バラ類



ラフレシア *Rafflesia arnoldii* 真正バラ類I キントラノオ目
多肉質の大型の花を咲かせる(直径90cmになるものもある)
花粉を死肉や獣糞で繁殖するクロバエ科のオビキンバエ属などのハエ
に運ばせるため汲み取り便所の臭いに喩えられる腐臭を発する。



ドリアン *Durio zibethinus*
真正バラ類II アオイ科

ドリアンと酒の食べ合わせ説は迷信とされている



寄生植物(きせいしょくぶつ、parasitic plant)

他の植物に寄生し栄養分を吸収して生育する植物の総称。

寄生根と呼ばれる特殊化した根で相手植物(寄主または宿主)の組織と結合して栄養分を吸収する。

葉緑素を持ち光合成によって炭水化物を自分で合成する**半寄生植物**と、葉緑素を持たず**光合成をしない**(栄養を完全に寄主に頼る)**全(完全)寄生植物**に、大きく分けられる。

全寄生植物には寄生根と花以外の部分が退化したものが多く、多くの場合、葉は鱗片化して茎に密着する。ネナシカズラやスナヅルでは細長い蔓に花をつけるだけ、さらにラフレシア科では寄主組織内に食い込んだごく微細な糸状の細胞列から巨大な花を咲かせる。

半寄生植物では、多くの場合は葉などの退化はさほど見られず、特に根に寄生するものの場合、知らなければそれが寄生植物であるとは思えないものも多い。

Possible Loss of the Chloroplast Genome in the Parasitic Flowering Plant *Rafflesia lagascae* (Rafflesiaceae)

Jeanmaire Molina,^{*,1,2} Khaled M. Hazzouri,³ Daniel Nickrent,⁴ Matthew Geisler,⁴ Rachel S. Meyer,² Melissa M. Pentony,⁵ Jonathan M. Flowers,^{2,3} Pieter Pelsler,⁶ Julie Barcelona,⁶ Samuel Alan Inovejas,⁷ Iris Uy,⁸ Wei Yuan,² Olivia Wilkins,² Claire-Iphanise Michel,¹ Selina LockLear,¹ Gisela P. Concepcion,⁸ and Michael D. Purugganan^{*,2,3}

¹Department of Biology, Long Island University, Brooklyn

²Center for Genomics and Systems Biology, New York University

³Center for Genomics and Systems Biology, NYU Abu Dhabi, Abu Dhabi, United Arab Emirates

⁴Department of Plant Biology, Southern Illinois University, Carbondale

⁵Computational Genomics Core, Department of Genetics, Albert Einstein College of Medicine, Bronx, New York

⁶School of Biological Sciences, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

⁷Electron Microscope Facility, St. Luke's Medical Center, Quezon City, Philippines

⁸Philippine Genome Center, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, Philippines

***Corresponding author:** E-mail: jeanmaire.molina@liu.edu; mp132@nyu.edu.

Associate editor: Brandon Gaut

Mol. Biol. Evol. **31**(4):793–803 (2014)

Abstract

Rafflesia is a genus of holoparasitic plants endemic to Southeast Asia that has lost the ability to undertake photosynthesis. With short-read sequencing technology, we assembled a draft sequence of the mitochondrial genome of *Rafflesia lagascae* Blanco, a species endemic to the Philippine island of Luzon, with $\sim 350\times$ sequencing depth coverage. Using multiple approaches, however, we were only able to identify small fragments of plastid sequences at low coverage depth ($<2\times$) and could not recover any substantial portion of a chloroplast genome. The gene fragments we identified included photosynthesis and energy production genes (*atp*, *ndh*, *pet*, *psa*, *psb*, *rbcL*), ribosomal RNA genes (*rrn16*, *rrn23*), ribosomal protein genes (*rps7*, *rps11*, *rps16*), transfer RNA genes, as well as *matK*, *accD*, *ycf2*, and multiple nongenic regions from the inverted repeats. None of the identified plastid gene sequences had intact reading frames. Phylogenetic analysis suggests that $\sim 33\%$ of these remnant plastid genes may have been horizontally transferred from the host plant genus *Tetrastigma* with the rest having ambiguous phylogenetic positions ($<50\%$ bootstrap support), except for *psaB* that was strongly allied with the plastid homolog in *Nicotiana*. Our inability to identify substantial plastid genome sequences from *R. lagascae* using multiple approaches—despite success in identifying and developing a draft assembly of the much larger mitochondrial genome—suggests that the parasitic plant genus *Rafflesia* may be the first plant group for which there is no recognizable plastid genome, or if present is found in cryptic form at very low levels.

Key words: holoparasite, *Tetrastigma*, plastid, gene loss, horizontal gene transfer, NUPTs.

ヤナギ 真正バラ類 | キントラノオ目 ヤナギ科

柳は枝や葉にサリチル酸を含む

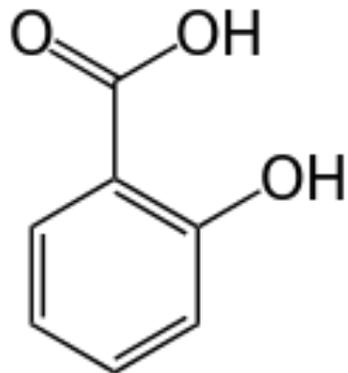
ネコヤナギ

銀白色の毛で目立つ花穂が特徴的であり、「ネコヤナギ」の和名はこれをネコの尾に見立てたことによる。



シダレヤナギ

都会の水辺、水路沿いや井戸などに植えられたため、井戸に出る幽霊にはシダレヤナギがつきもの



サリチル酸(salicylic acid)は、ベンゼン環にカルボキシル基とヒドロキシル基を併せ持つ物質

比較的強い酸 (pKa = 2.97) である。そのまま飲むと胃穿孔を起こす。酸性を弱め胃を通過できるようにしたものが

アセチルサリチル酸(アスピリン)である。アスピリンはシクロオキシゲナーゼの阻害剤として働き、プロスタグランジンの産生を抑制することで抗炎症、鎮痛、解熱の効果がある。

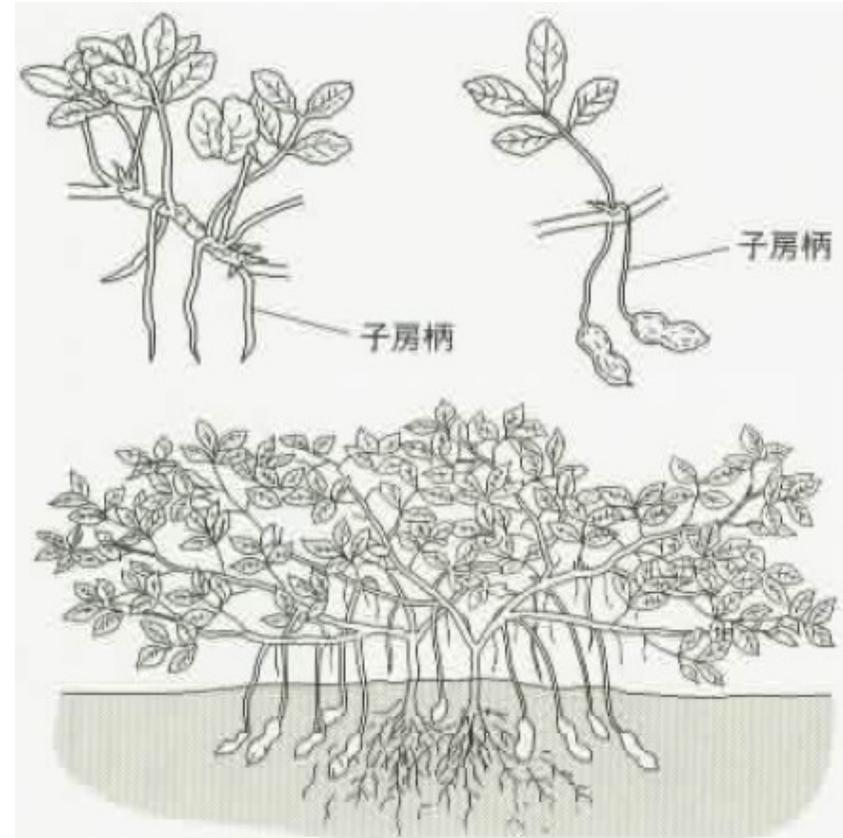
シロイヌナズナ *Arabidopsis thaliana*

真正バラ類 II アブラナ目に属す。
モデル生物として、2000年にゲノムが決定され
多くの研究の材料とされている。



ラッカセイ *Arachis hypogaea*

真正バラ類 I マメ目に属す。
開花後、花の根元にある子房が成長し、
子房柄となって下に伸び、子房柄が土中
に入ると、莢ができて種子が育つ。
オオバコ科のツタバウンラン、マメ科の
ヤブマメ、タデ科のミゾソバでも同様に
地中で果実をつくる。



日本植物生理学会編 (2013)

”これでナットク！植物の謎

part 2” 講談社

【ビジュアル版 野菜づくり名人の知恵袋】(講談社) より

図8-5 ラッカセイの生育

ネムノキ
真正バラ類 I・マメ目



<https://ja.wikipedia.org/wiki/ネムノキ>

<http://warpal.sakura.ne.jp/kgb/nemu/nemu.html>

バオバブ

真正バラ類 || アオイ科



キク類



ヒマワリ *Helianthus annuus* L.
キク目キク科に分類

中川さやか（2013）“ゴッホの「ひまわり」
の遺伝的背景を探る” 67, p.137-140



ゴッホの「ひまわり」には
通常のヒマワリ 図1B
とは形状の異なるもの
が描かれている
図1Aの矢印

図1

花の相称性

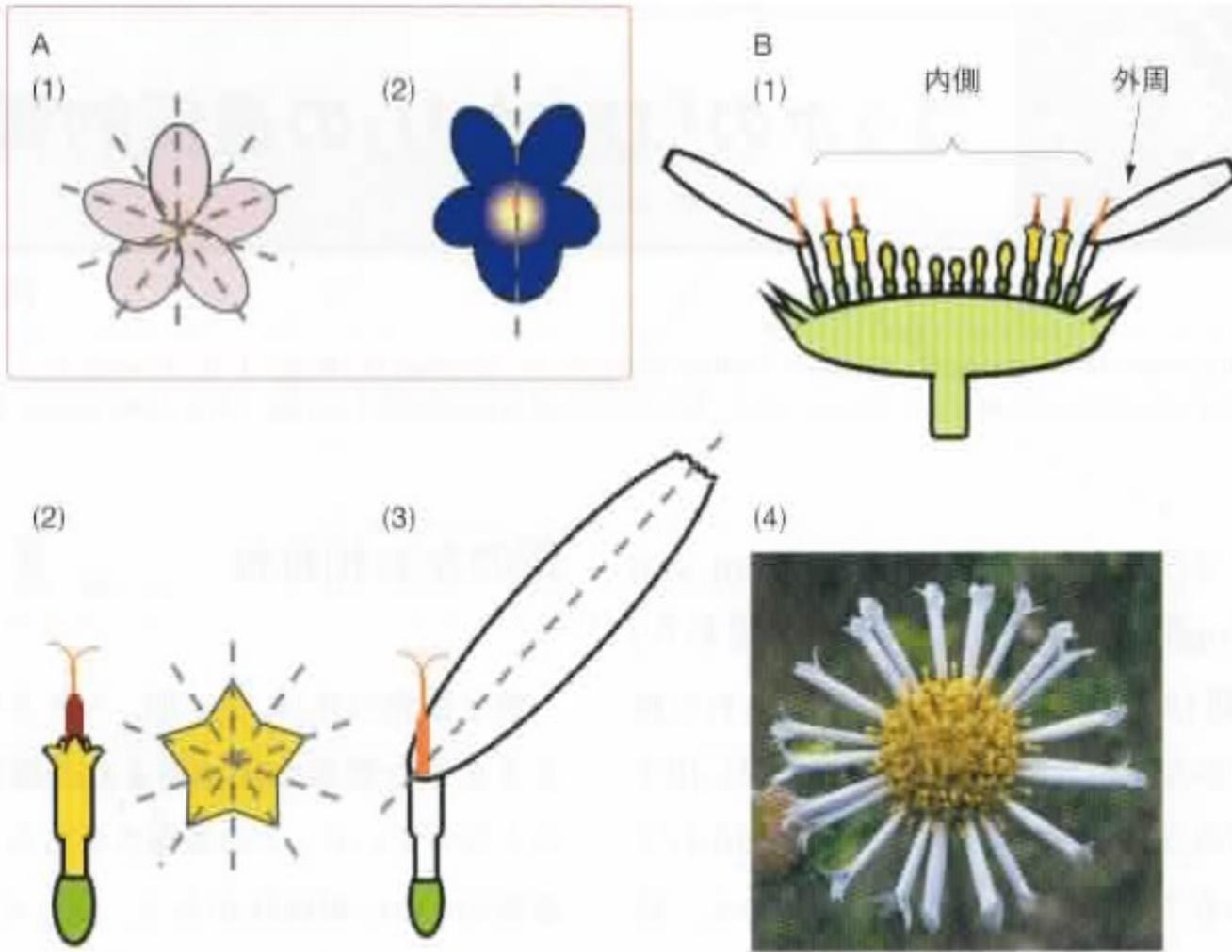


図2A(1) サクラは放射相称
図2A(2) スミレは左右相称

原因遺伝子は
CYCLOIDEA (CYC)

*CYC*が強く発現するところ
では、花器原基の発達
が遅くなるか、停止
発生後期の花弁においては
は原基を大きく発達させる

*CYC*が壊れるか抑制されると
左右相称な花も放射
相称になる。

*CYC*相同遺伝子は被子植物
の様々な分類群で保存

図2 花の形の模式図と他種の筒咲き表現型

A: 花の相称性, (1) 放射相称, (2) 左右相称

B: キク科の花, (1) 頭花の断面図, (2) 筒状花, (3) 舌状花, (4) 他種の筒咲き野生種 (*Aster*属ツツザキヤマジノギク)

キク科の花

キク科の花は、複数の小さな花(小花)が集まった花序(枝上の花の配列状態)
B(1)

小花には 筒状花 図2B(2)と 舌状花 図2B(3)の2種があり、前者が放射相称、
後者が左右相称

この2つの小花の相称性にもCYC相同遺伝子が関与

ヒマワリの変異体

double-flowered (dbl) (八重咲き変異体)

内側から外側にかけての小花の放射相称性が弱くなっている。
ゴッホの「ひまわり」に描かれたものに類似 図1A, 図1C

tubular-rayed (tub) (筒先変異体)

外側の舌状花が放射相称になったもの 図1D

園芸ギクやコスモスなどキク科の他の種でも見られる 図2B(4)

ヒマワリにはCYC相同遺伝子が3種(*HaCYC2b*, *HaCYC2c*, *HaCYC2e*)

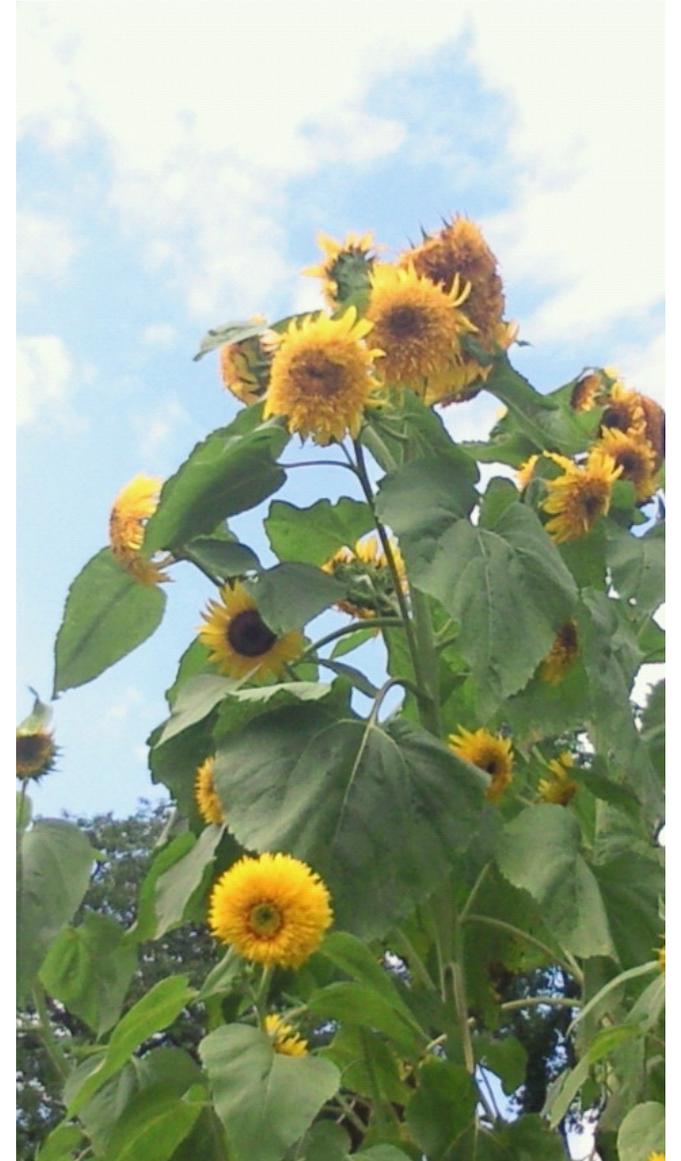
野生型 *HaCYC2c*が舌状花でのみ発現。

dbl *HaCYC2c*が全ての小花で発現し、全ての小花が左右相称

tub *HaCYC2c*の発現が全体的に弱まり、全ての小花で放射相称



長野県鬼無里にて



真菌類

擬似花

Puccinia monoica

サビ菌の一種

生きている植物に寄生しないと生存できない

「絶対寄生菌」

ヤマハタザオ属の草本植物に寄生

--> 本来の花とは全く似ていない

黄色い花を形成

「疑似花」

近くにあるキンポウゲ属の1種の花に類似

糖を含む蜜を産生 (本来の花より多い)

雄しべも雌しべも持たない。

サビ菌の精子を作る器官が表面に形成

昆虫が訪花すると花粉の代わりにサビ菌の精子が付着

別の疑似花を訪花すると受精毛というサビ菌の特殊な菌糸に精子が接触して受精が成立

白水 貴 (2016) 「奇妙な菌類 ミクロな世界の生存戦略」 NHK出版新書, pp99-103



Major Transcriptome Reprogramming Underlies Floral Mimicry Induced by the Rust Fungus *Puccinia monoica* in *Boechera stricta*

Liliana M. Cano¹*, Sylvain Raffaele^{1,2}*, Riston H. Haugen³, Diane G. O. Saunders¹, Lauriebeth Leonelli⁴, Dan MacLean¹, Saskia A. Hogenhout⁵, Sophien Kamoun^{1*}

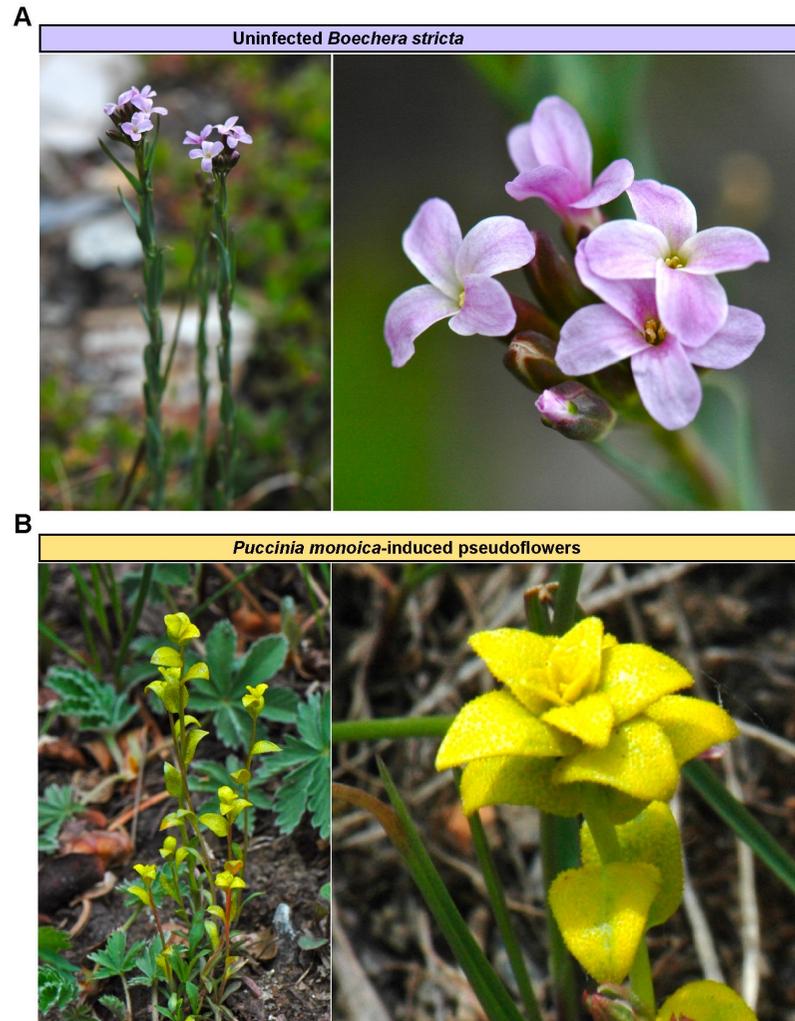


Table 1. *Arabidopsis thaliana* homologs of *Boechera stricta* genes with altered expression in pseudoflowers.

Gene ID	Gene name	Common name	Classification used in this study	Expression in pseudoflowers ^a	RP FDR Log ₂ value ^b	GOBP ^c	GOBP description ^c
At4g18390	TEOSINTE BRANCHED1, CYCLOIDEA, and PCF TRANSCRIPTION FACTOR2	TCP2	De-differentiation of infected mesophyll cells	Up-regulated	1.25 9.44E-03	9965	Leaf morphogenesis
At1g53230	TEOSINTE BRANCHED1, CYCLOIDEA, and PCF TRANSCRIPTION FACTOR3	TCP3	De-differentiation of infected mesophyll cells	Up-regulated	1.17 1.38E-02	9965	Leaf morphogenesis
At3g54720	ALTERED MERISTEM PROGRAMMING1	AMP1	De-differentiation of infected mesophyll cells	Down-regulated	-1.07 4.21E-02	7389	Pattern specification process
At2g29125	ROTUNDIFOLIA-LIKE2	RTFL2	Alteration of the rate of cell proliferation	Up-regulated	1.44 3.39E-03	48367	Shoot development
At1g13710	CYTOCHROME P450 MONOOXYGENASE	CYP78A5	Alteration of coordinated organ growth and symmetry	Up-regulated	1.02 3.86E-02	48366	Leaf development
At2g45190	FILAMENTOUS FLOWER	FIL	Alteration of vascular patterning and phyllotaxy	Up-regulated	2.23 9.33E-05	10158	Abaxial cell fate specification
At1g01030	NGATHA3	NGA3	Alteration of vascular patterning and phyllotaxy	Up-regulated	1.17 1.11E-02	48367	Shoot development
At1g30490	PHAVOLUTA	PHV	Alteration of vascular patterning and phyllotaxy	Down-regulated	-1.07 4.22E-02	10051	Xylem and phloem pattern formation
At1g52150	INCURVATA4	ICU4	Alteration of vascular patterning and phyllotaxy	Down-regulated	-1.12 3.27E-02	10051	Xylem and phloem pattern formation
At3g07970	QUARTER2	QRT2	Inhibition of flower differentiation and maturation	Up-regulated	0.93 4.14E-02	48869	Cellular developmental process
At4g08150	KNOTTED-LIKE1	KNAT1	Inhibition of flower differentiation and maturation	Down-regulated	-1.06 4.54E-02	1708	Cell fate specification
At2g27990	POUND-FOOLISH	PNF	Inhibition of flower differentiation and maturation	Down-regulated	-1.18 2.93E-02	10076	Maintenance of floral meristem identity
At1g65480	FLOWERING LOCUS T	FT	Inhibition of flower differentiation and maturation	Down-regulated	-1.28 2.65E-02	3	Reproduction
At2g03710	SEPATALLA4	SEP4	Inhibition of flower differentiation and maturation	Down-regulated	-1.40 9.58E-03	48437	Floral organ development
At4g37390	INDOLE-3-ACETIC ACID-AMIDO SYNTHASE2	GH3.2	Alteration of auxin homeostasis	Up-regulated	4.40 0.00E+00	9725	Response to hormone stimulus
At1g59500	INDOLE-3-ACETIC ACID-AMIDO SYNTHASE4	GH3.4	Alteration of auxin homeostasis	Up-regulated	2.64 2.86E-05	9725	Response to hormone stimulus
At1g70560	TRYPTOPHAN AMINOTRANSFERASE OF ARABIDOPSIS1	TAA1	Alteration of auxin homeostasis	Up-regulated	1.47 4.72E-03	48825	Cotyledon development
At3g14370	SERINE/THREONINE KINASE	WAG2	Alteration of auxin homeostasis	Up-regulated	1.09 2.12E-02	48825	Cotyledon development
At4g25960	P-GLYCOPROTEIN2	PGP2	Alteration of auxin homeostasis	Up-regulated	1.04 2.59E-02	55085	Transmembrane transport
At1g51460	ATP-BINDING-CASSETTE (ABC) TRANSPORTER SUPERFAMILY G13	ABCG13	Activation of wax biosynthesis and cutin transport	Up-regulated	2.80 0.00E+00	6869	Lipid transport
At2g15090	3-KETOACYL-COA SYNTHASE8	KCS8	Activation of wax biosynthesis and cutin transport	Up-regulated	1.31 7.20E-03	6633	Fatty acid biosynthesis

Gene ID	Gene name	Common name	Classification used in this study	Expression in pseudoflowers ^a	Log ₂	RP FDR value ^b	GOBP ^c	GOBP description ^c
At5g12420	<i>WAX ESTER SYNTHASE/ACYLCOA: DIACYLGLYCEROL ACETYLTRANSFERASE7</i>	<i>WSD7</i>	Activation of wax biosynthesis and cutin transport	Up-regulated	0.97	4.51E-02	10025	Wax biosynthesis
At5g23940	<i>CUTICULAR RIDGES</i>	<i>DCR</i>	Activation of wax biosynthesis and cutin transport	Up-regulated	0.94	4.48E-02	6633	Fatty acid biosynthesis
At3g13790	<i>CELL WALL INVERTASE1</i>	<i>cwINV1</i>	Subversion of sugar metabolism	Up-regulated	2.44	4.29E-05	6950	Response to stress
At1g21460	<i>SUGAR TRANSPORTER1</i>	<i>SWEET1</i>	Subversion of sugar metabolism	Up-regulated	1.50	1.99E-03	34219	Carbohydrate transmembrane transport
At5g13170	<i>SUGAR TRANSPORTER15</i>	<i>SWEET15</i>	Subversion of sugar metabolism	Up-regulated	1.38	5.09E-03	34219	Carbohydrate transmembrane transport
At1g68130	<i>INDETERMINANT DOMAIN14</i>	<i>IDD14</i>	Subversion of sugar metabolism	Down-regulated	-1.18	2.67E-02	45449	Regulation of transcription
At3g43190	<i>SUCROSE SYNTHASE4</i>	<i>SUS4</i>	Subversion of sugar metabolism	Down-regulated	-2.32	4.39E-04	16051	Carbohydrate biosynthesis
At4g23590	<i>TYROSINE TRANSAMINASE</i>	<i>TT</i>	Alteration of volatile organic compounds synthesis	Up-regulated	2.50	1.82E-05	6558	L-phenylalanine metabolism
At2g24210	<i>TERPENE SYNTHASE10</i>	<i>TPS10</i>	Alteration of volatile organic compounds synthesis	Down-regulated	-2.22	7.44E-04	16099	Monoterpenoid biosynthesis
At5g23960	<i>TERPENE SYNTHASE21</i>	<i>TPS21</i>	Alteration of volatile organic compounds synthesis	Down-regulated	-2.65	1.90E-04	16099	Monoterpenoid biosynthesis

'Floral' scent production by *Puccinia* rust fungi that mimic flowers

ROBERT A. RAGUSO*‡ and BARBARA A. ROY†

**Department of Biology, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109–1048, USA, †Geobotanisches Institut, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürichbergstrasse 38, CH-8044 Zürich, Switzerland*

B.A. Roy · R.A. Raguso

Olfactory versus visual cues in a floral mimicry system

ナス目 真正キク類 I

チョウセンアサガオ



世界初の全身麻酔手術に成功した江戸時代の医学者である華岡青洲は、本種を主成分としていた精製した麻酔薬を使用していた¹。このことから日本麻酔科学会のシンボルマークに本種の花が採用されている。

ハシリドコロ



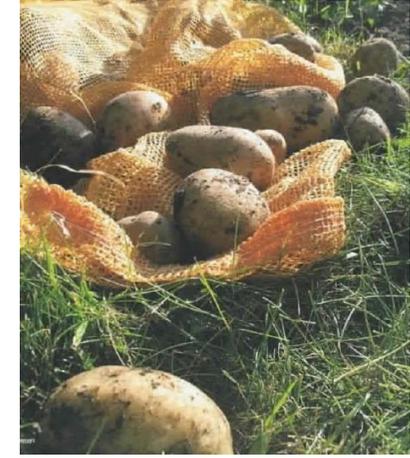
チョウセンアサガオと同様、トロパンアルカロイドを含み有毒。

ベラドンナ



トロパンアルカロイドを含み有毒。アトロピンは瞳孔を開く活性があり、貴婦人が使用したとされる。

ジャガイモ



被子植物の新しい分類体系

APG体系 (1)

従来用いられてきた被子植物の分類体系

(1) 新エングラー体系

ドイツのエングラー(Adolf Engler)とプランテル (Karl Prantl) による分類体系。花の部分構造が単純な植物から複雑化している形で分類を行った。1964年に改訂されたのが、新エングラー体系

(2) クロンキスト体系

クロンキスト(Arthur Cronquist)は、モクレン型の花を原始的と考え、花の形質に基づいて系統進化をある程度反映するように分類体系を構築 (1981)

APGでみる日本の植物
伊藤元己・井鷲裕司 著

新しい 植物 分類

体系

便利な新旧対照表つき

DNAの塩基配列に基づいた
国際標準のAPG分類体系で
被子植物の科が大幅に改定。
なぜ、どのように変わったのか？
系統樹でわかりやすく紹介。

もうカエデはカエデ科ではない。

文一総合出版

新しい植物分類体系

—APGで見る日本の植物 単行本— 2018/6/13

伊藤元己(著), 井鷲裕司(著)

被子植物の新しい分類体系 APG体系 (2)

1980年代に入って植物の分子系統解析が行われるようになり従来の分類体系と分子系統樹に矛盾が生じた。

国際プロジェクト [Angiosperm Phylogeny Group \(APG\)](#) が立ち上がり新体系が構築された。

1998年 初版 [APG I](#) 公表

分子系統解析の結果に基づき、単系統になるものに目や科を与えた。多くの科や目の定義が従来の分類体系から変わり従来の分類体系との不整合などから使いづらいものであった。

被子植物の新しい分類体系

APG体系 (3)

1980年代に入って植物の分子系統解析が行われるようになり従来の分類体系と分子系統樹に矛盾が生じた。

国際プロジェクト [Angiosperm Phylogeny Group \(APG\)](#) が立ち上がり新体系が構築された。

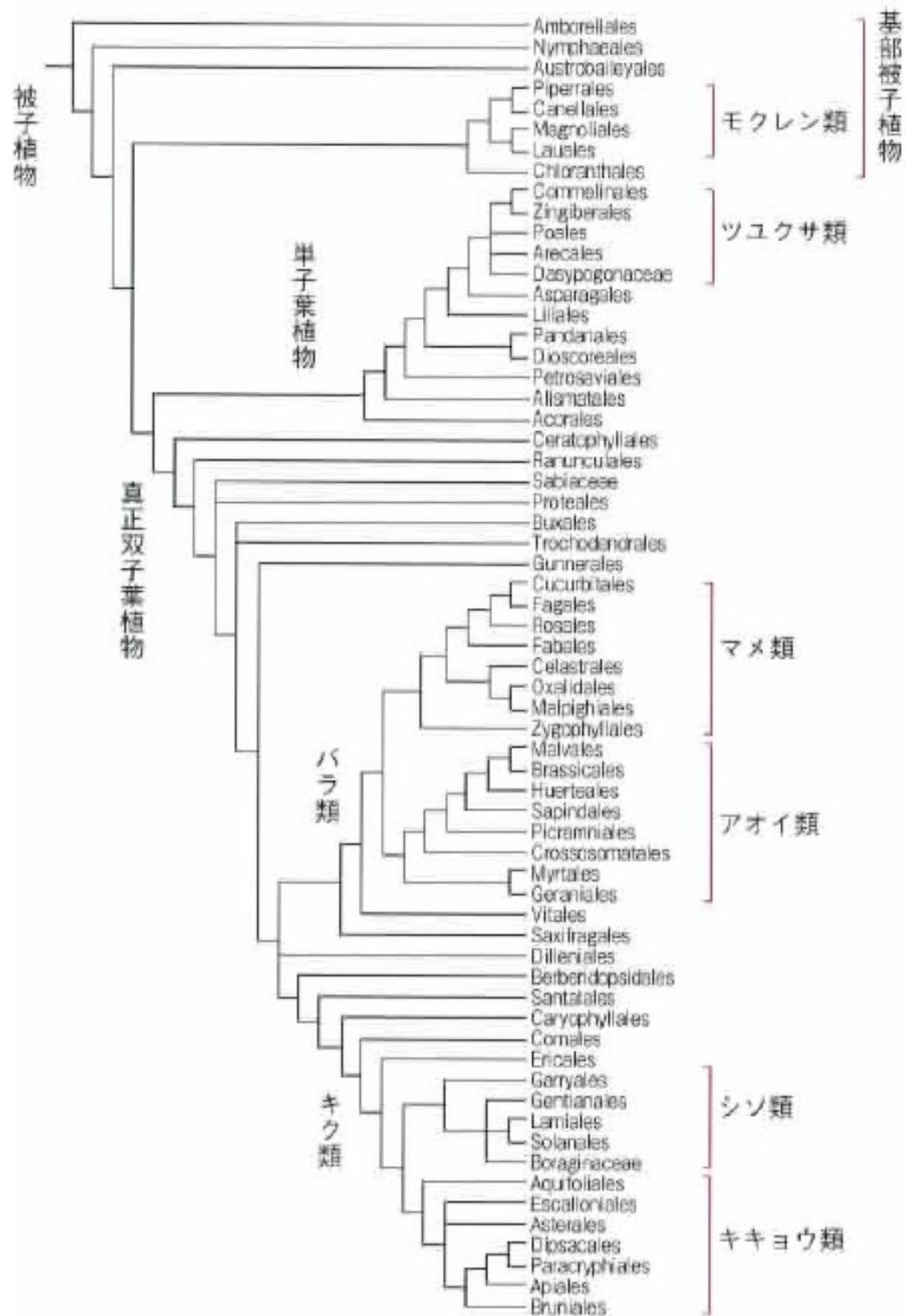
2003年 改訂版 [APG II](#) 公表

APG I以降の知見をふまえ、また従来の分類体系との整合性に重点をおいて改訂。いくつかの科の範囲を利用者に委ねるなど完成にいたっていない。

被子植物の新しい分類体系 APG体系 (4)

2009年 改訂版 [APG III](#) 公表

APG IIの欠点を修正し、詳細に解析された分子系統解析の結果を反映している。今後、APG IIIが標準分類体系として普及すると予想される。



食虫植物の進化 (1)

無機塩類が欠乏した環境で、昆虫を主とした小動物を食べることで他の植物が生育しにくい貧栄養環境に適応

系統解析の結果、

イネ目

カタバミ目

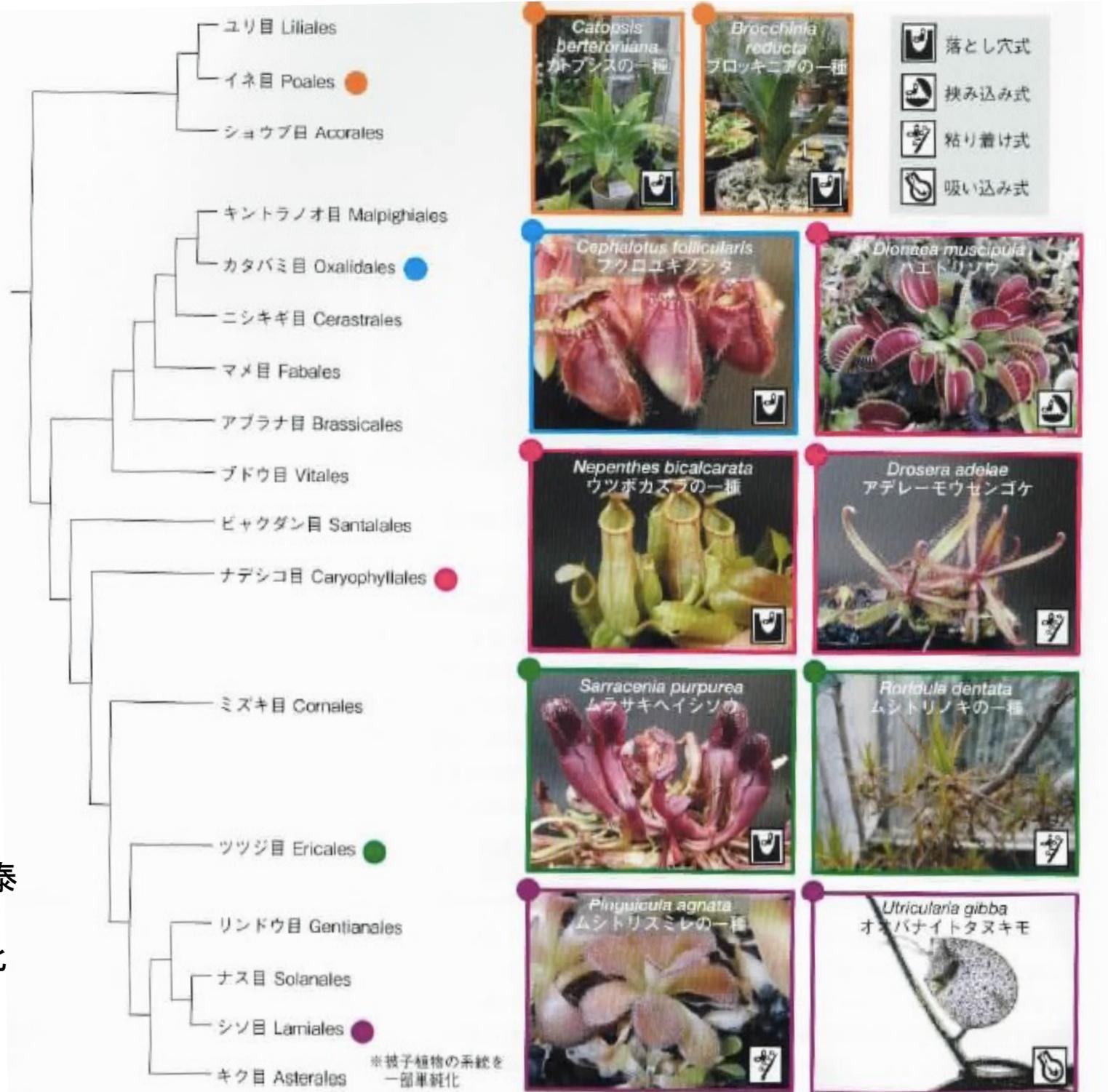
ナデシコ目

ツツジ目

シソ目

の5つの異なった目で独立に進化してきた。

福島健児、長谷部光泰
 (2013) “食虫植物は
 どのような遺伝的変化
 で進化したのか“
 細胞工学 33, p96-100





被子植物の葉は通常扁平であるが、食虫植物は、ツボ状にしたり、歯、蓋、ネズミ返しを備えたり、分泌腺を造ったりしているが、その機構は明らかではない。

虫を誘因するための匂い物質の分泌、蜜の分泌、色などの形質は花から流用したと考えられる。

消化酵素として、プロテアーゼやリボヌクレアーゼが単離されているが、病害抵抗性タンパク質にホモログがあり、生体防御系から流用された可能性
消化液を出してpHを低下させる。分泌腺からプロトンポンプが同定されているが関係は不明。

吸収腺には種々のトランスポーターが発現。エンドサイトシスの可能性も