静岡大学
NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY

公益財団法人 かずさDNA研究所

HMT Human Metabolome Technologies

Press Release

平成 28 年 2 月 15 日

各報道機関　御中

国立大学法人　静岡大学
公益財団法人　かずさ DNA 研究所
ヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ株式会社

高温に負けないバラの匂いの生成メカニズムの解明
～温暖化に向けた香り高いバラの分子育種に期待～

国立大学法人静岡大学 平田拓 研究員，大西利幸 准教授，渡辺修治 教授らと公益財団法人かずさ DNA 研究所 鈴木秀幸 グループ長，ヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ株式会社の共同研究チームは，バラの特徴的な甘い香り成分である 2-フェニルエタノールの生合成研究に取り組み，バラが 2-フェニルエタノールを作り出す二つの経路を季節に応じてシフトさせることを世界で初めて明らかにしました。また夏の高温時に働く 2-フェニルエタノール生合成遺伝子を見出すことにも成功しました。本研究の成果により，今後予想される温暖化による高温環境においても香り豊かなバラを育種することが可能になります。

本成果は，国際科学専門誌 *Scientific Reports* のオンライン版（日本時間 2016 年 2 月 1 日）に掲載されました。

＜ポイント＞

- 香り成分である 2-フェニルエタノール（バラの特徴的な甘い香り）を作り出す二つの経路をバラが季節に応じて使い分けることを世界で初めて明らかにしました。
- 夏の高温時に働く，バラの香り成分を作り出す酵素遺伝子を発見しました。
- 今後予想される温暖化による高温環境においても，香り豊かなバラを育種することが可能になります。

＜今後，どのように発展していくか＞

香りはバラの品質を決定する要因の一つです。バラの花は高温時に小さくなり，香り成分の量が減ることが知られています。夏の高温時に働く，バラの香り成分を作り出す遺伝子が明らかになったことにより，香り豊かなバラの育種が可能になるとともに，高温地域でも品質の高いバラを生産するための技術開発の基盤になることが期待されます。

【研究の背景】

バラは、キクやカーネーションと並んで世界の三大切り花です。バラの品質を決定づける重要な要素の一つが「香り」です。花の香りは“スウィート”, “フローラル”, “グリーン”など様々な言葉で表現され，複数の香り成分がいくつも混ざり合うことで「花の香り」を構成しています。その中でも，2-フェニルエタノールは，バラらしい甘くまろやかな香りをもっており，バラ油の 75%を占める香り成分で化粧品や食料品などに用いられています。一年中花が咲くバラでも，夏になると花が小さくなり，花弁の枚数も減ります。しかし，バラは冬と同じくらいの量の 2-フェニルエタノールを夏でも作り出します。そこで共同研究チームは，バラが夏と冬では 2-フェニルエタノールを作り出すメカニズムを変えているのではないかと考え，夏と冬における 2-フェニルエタノールの作り出される経路を調べることを計画しました。

【研究の内容】

1. 香り成分 2-フェニルエタノールは，季節によって異なる経路で作られる。

   香り成分 2-フェニルエタノールの原料であるフェニルアラニンの重水素ラベル標識体を，夏と冬に栽培したバラ花弁に与えて 2-フェニルエタノールの作り出す経路に違いがあるかを調べました。その結果，重水素ラベル標識の違いからバラは 2-フェニルエタノールを夏と冬で異なる経路 (夏経路と冬経路) で作り出すことを見出しました。これまでの研究で植物に冬経路があることは知られていましたが，夏経路の存在が初めて示されました。

2. 夏経路上に存在する 2-フェニルエタノールを作り出す酵素遺伝子「RyPPDC」の発見。

   夏経路上の酵素遺伝子を明らかにするために，夏のバラ花弁を用いて 2-フェニルエタノールを作り出す酵素遺伝子の探索を行いました. バラ花弁から酵素を精製し，遺伝子発現データベース，酵素活性試験と合わせることで，2-フェニルエタノールを作り出す酵素遺伝子「RyPPDC」を発見しました。

3. 夏経路で 2-フェニルエタノールが作り出される原因は温度である。

   どのような環境要因がバラの 2-フェニルエタノールの作り出すメカニズムに影響を与えているのかを調べるために，温度，湿度，日照時間などの環境を変えて 2-フェニルエタノールの作り出す経路や量を調べたところ，低温 (4 ºC) に比べて高温 (30 ºC) で顕著に 2-フェニルエタノールの作り出す経路が上昇していました。また RyPPDC の発現量も高温時に高くなることを見出しました。

2-フェニルエタノールは，受粉を媒介する昆虫を引き寄せると言われています。バラの花弁が小さくなる夏の時期においても受粉媒介昆虫を多く引き寄せて受粉を成功させるために，バラは 2-フェニルエタノールを作り出す経路をシフトさせる能力を獲得したと思われます。

【今後の展開】

バラが香り成分を作り出すメカニズムを季節によってシフトすることが明らかになったことにより，季節により香り成分のバラエティーや強弱を変えたバラの開発が期待されます。また RyPPDC を制御することで，高温時でも香り豊かなバラを生産することが可能になり，温暖化に向けたバラの育種に役立つことが期待されます。

【参考図】

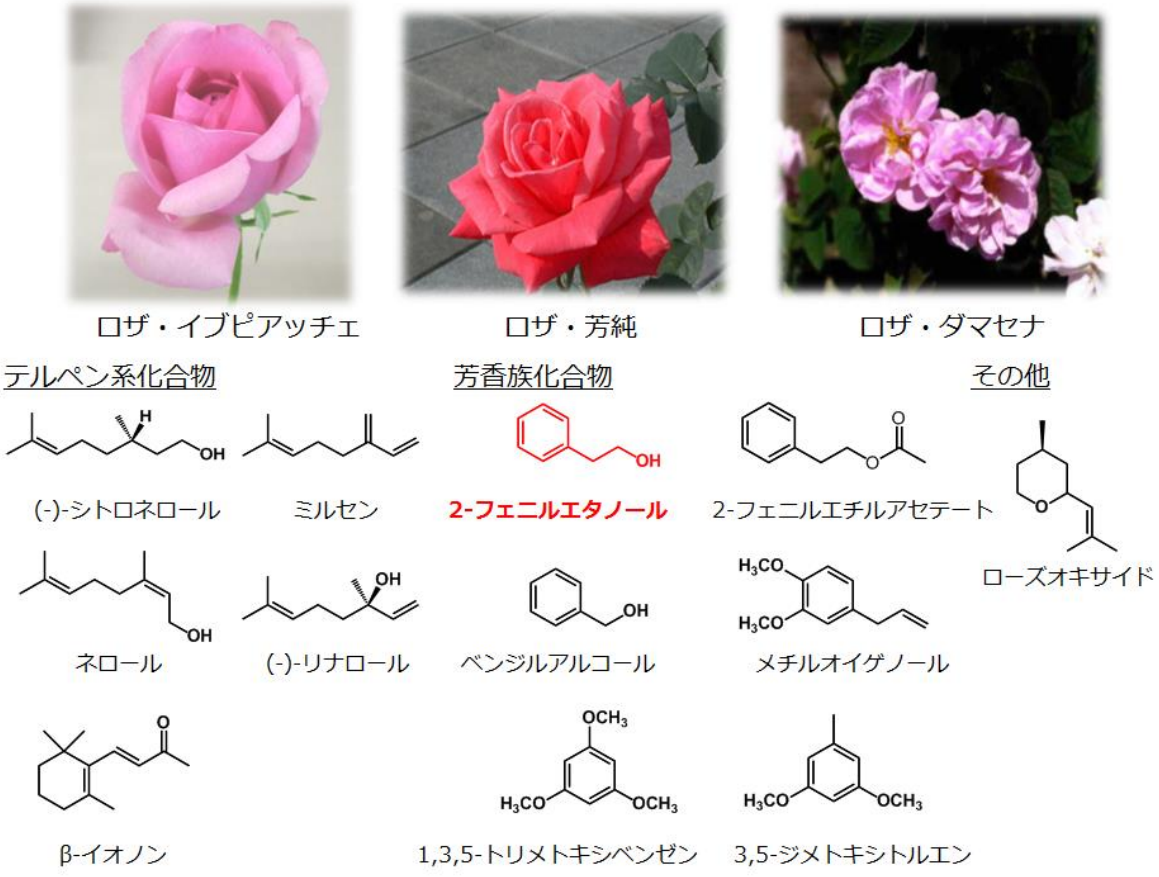

図 1. バラの香り成分

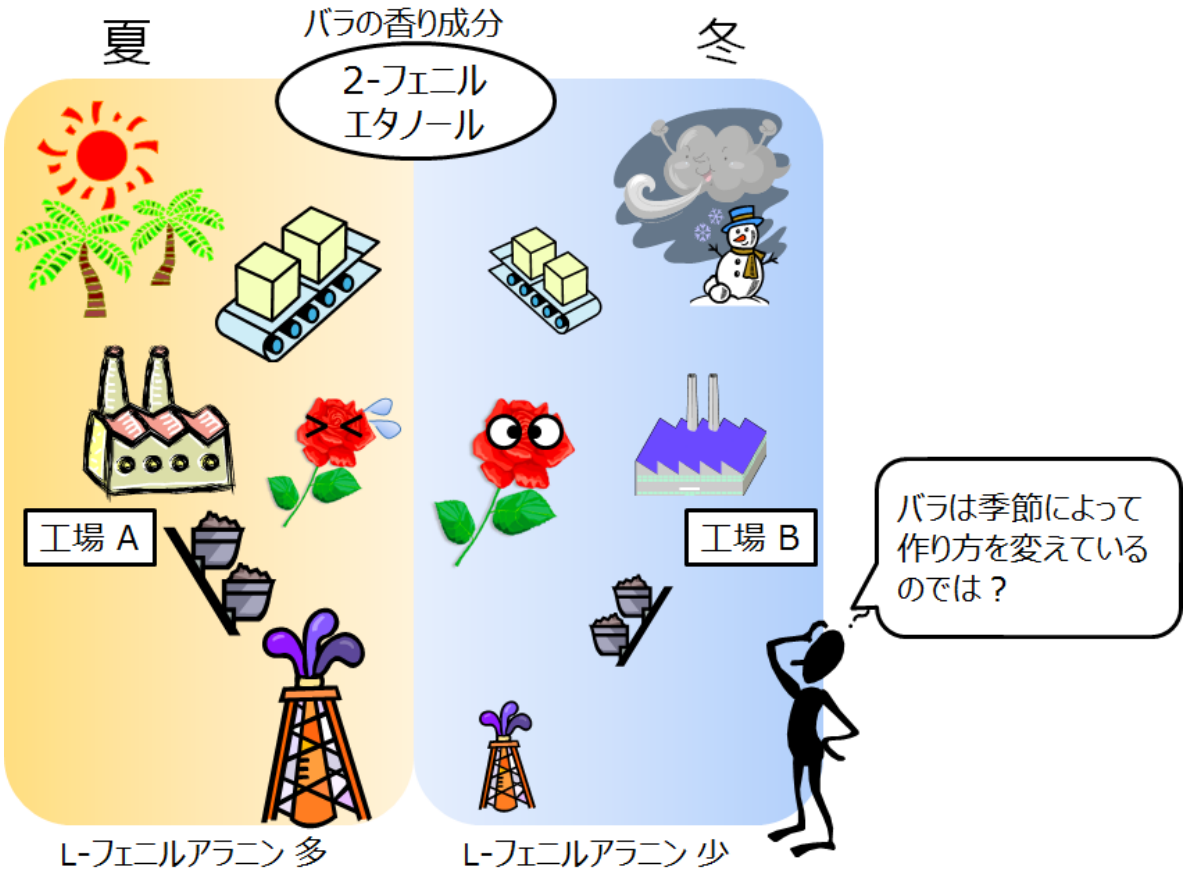

図 2. バラの香り成分「2-フェニルエタノール」の季節変動生合成の概念図

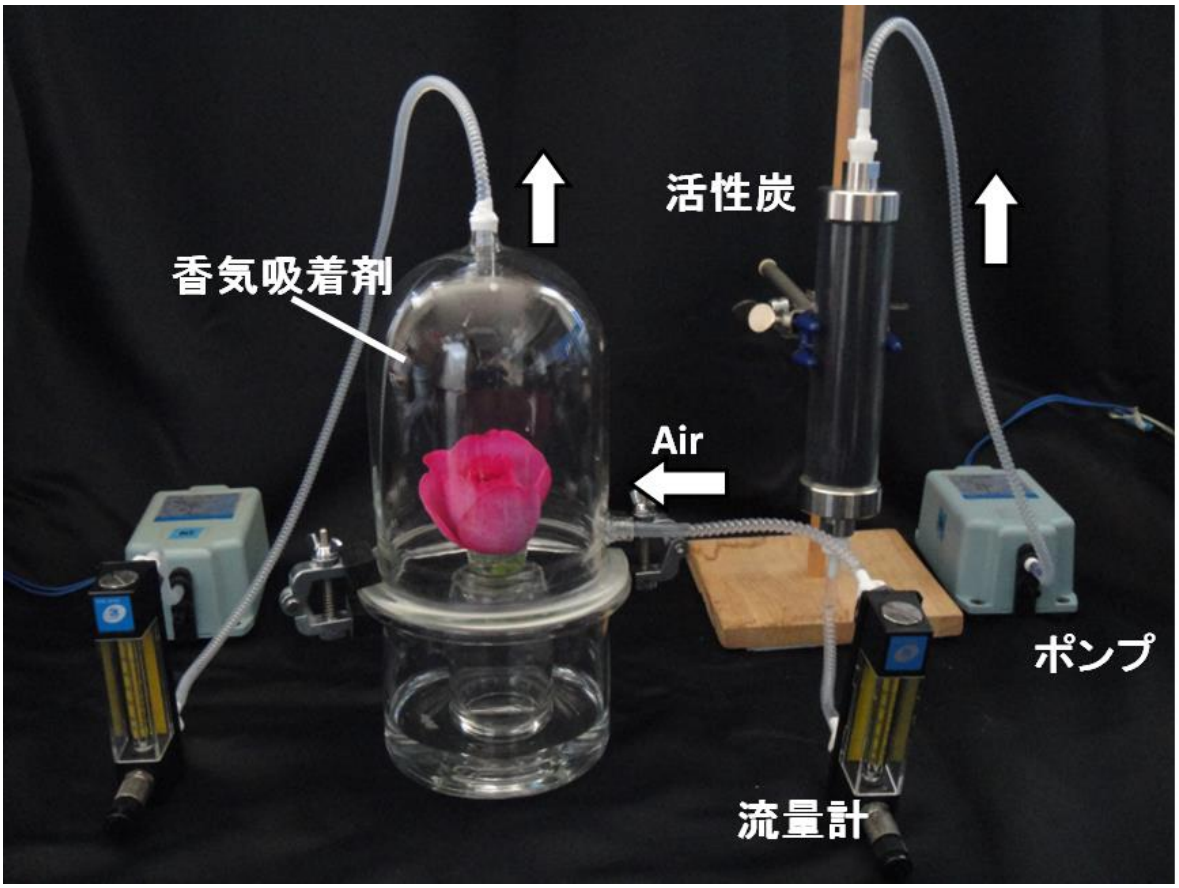

図 3. バラの香り成分の捕集実験の方法

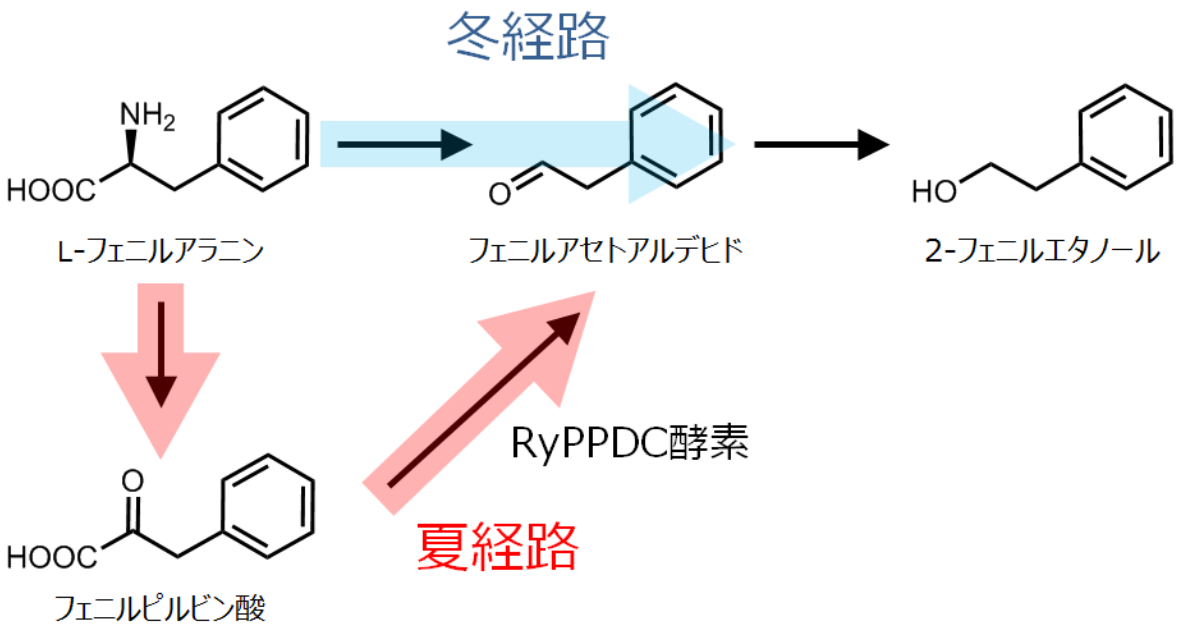

図 4. 本研究で発見した RyPPDC 酵素と 2-フェニルエタノール夏経路

【用語解説】

バラの香気成分

一種類のバラは 500 種類以上の香気成分を同時に発散している。バラの香りは「ダマスク・クラシック」,「ダマスク・モダン」,「ティー」,「フルーティー」,「ブルー」,「スパイシー」,「ミルラ」に便宜的に分類されている。2-フェニルエタノールはダマスク系バラに特徴的なバラの香り成分の一つである。高級バラ精油は「ダマスク・クラシック」の香調を有するロザ・ダマセナの花 1000 キログラムから 200 グラムしか得られないほど貴重である。

2-フェニルエタノール

炭素 8 個, 水素, 10 個, 酸素 1 個からなる香気成分で常温常圧では液体であり, 沸点は 219-221 度である。甘い香調を有し、特に, バラ精油に多い。カーネーション, ゼラニウムなどの精油にも含まれている。

生合成

植物, 微生物などがその構成成分である生体分子(代謝産物)を作り出すことをいう。生体分子には 1 次代謝産物と 2 次代謝産物が知られており、糖, アミノ酸, 核酸, 脂質などは 1 次代謝産物であり, 香気成分や抗生物質などは 2 次代謝産物である。両者の生合成経路は複雑に交差していることが多い。

L-フェニルアラニン

タンパク質の構成アミノ酸の 1 種であり, ベンゼン環を有するアミノ酸である。L-フェニルアラニンは生体内で L-チロシン, L-ドーパに変換され, ドーパミンやアドレナリン等に変化することもある。植物ではシキミ酸経路を経てプレフェン酸から生合成される。また, 2-フェニルエタノールや花の色素アントシアニン類の生合成前駆物質でもある。

標識体投与実験

天然には少量しか存在しない同位体を多く有する化合物 (同位体標識体) を, 生物や生物由来の酵素に加え, 生体分子に変換させて, その変換経路を推定するための実験である。本研究では安定同位体である ^{2}H を 8 個有する標識アミノ酸, L-フェニルアラニンをバラ花弁に投与した時に生成する 2-フェニルエタノール中の ^{2}H の数と位置を分析することで生合成経路を推定して、新しい経路の発見につなげた。

【論文タイトル】

“Seasonal induction of alternative principal pathway for rose flower scent”

(バラ香気成分の季節依存性代替生合成経路の誘導)

Hirata H, Ohnishi T, Tomida K, Ishida H, Kanda M, Sakai M, Yoshimura J, Suzuki H, Ishikawa T, Dohra H, Watanabe N.

Scientific Reports. 6:20234.

http://www.nature.com/articles/srep20234

＜お問い合わせ先＞

＜研究内容に関する問い合わせ先＞
渡邉 修治 (ワタナベ ナオハル)
国立大学法人 静岡大学 創造科学技術大学院 (学術院　工学領域) 教授
〒432-8561 浜松市中区城北 3−5−1
Tel：053-478-1160　Fax：053-478-1160
E-mail: watanabe.naoharu@shizuoka.ac.jp

大西 利幸（オオニシ トシユキ）
国立大学法人 静岡大学 学術院 農学領域 准教授 (グリーン科学技術研究所　兼担)
〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836
Tel：054-238-3082　Fax：054-238-3082
E-mail: ohnishi.toshiyuki@shizuoka.ac.jp

鈴木 秀幸 (スズキ ヒデユキ)
公益財団法人かずさ DNA 研究所 バイオ研究開発部 機器分析グループ グループ長
住所: 〒292-0818　千葉県木更津市かずさ鎌足 2-6-7
電話: 0438-52-3947
E-mail: hsuzuki@kazusa.or.jp

＜報道に関する問い合わせ先＞
静岡大学総務部　広報室
〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836
秋山 和廣（アキヤマ カズヒロ）
Tel： 054-238-5179
E-mail: koho@adb.shizuoka.ac.jp

公益財団法人かずさ DNA 研究所　広報・社会連携チーム
〒292-0818 千葉県木更津市かずさ鎌足 2-6-7
三木 双葉（ミキ フタバ）
Tel： 0438-52-3930
E-mail: kdri-kouhou@kazusa.or.jp

ヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ株式会社
〒104-0033 東京都中央区新川 2−9−6 シュテルン中央ビル 5 階
経営管理本部
Tel： 03-3551-2180
E-mail: invre1@humanmetabolome.com