

ポストゲノム科学を基盤とする植物同化 代謝機能のダイナミクス解明

千葉大学大学院薬学研究院 教授 齊藤 和季

1 研究実施の概要

本研究では、急速にゲノム解析が進んでいるシロイヌナズナとイネを研究材料として、トランスクリプトミクスやプロテオミクス、メタボロミクスなどのポストゲノム科学を基盤とした炭素・窒素・硫黄・リンの同化代謝間相互のダイナミクスを解明することを目的とした。具体的には、トランスクリプトミクスやタンパク質レベルでのダイナミクスに加え、遺伝子機能とその代謝物パターンの変化を一対一対応させるメタボロミクス研究に重点をおき、代謝の分子ネットワーク解明を目指した。これらの研究によって、植物の生産性と品質の向上に関わる分子基盤を、植物代謝機能と制御の局面から確立することを最終目標とした。

硫黄欠乏条件下の遺伝子発現の変化を包括的に記述し、さらにその制御機構を推定することを目的として、シロイヌナズナアレイを用いた解析(トランスクリプトミクス)と網羅的代謝物解析(メタボロミクス)を時系列で行った。特に、メタボローム解析は、超高分解能フーリエ変換質量分析による非ターゲット解析と、HPLC,キャピラリー電気泳動などによるターゲット解析を組み合わせ、栄養欠乏条件下での代謝産物の変動について時系列で網羅的なプロファイリングを行い、トランスクリプトームの結果と統合した。統合には自己組織化マップ(SOM)を用いた。その結果、グルコシノレート合成と分解などの特異的代謝系の協調的な応答が示され、これらからグルコシノレート代謝に関わる遺伝子の機能を網羅的に同定することに成功した。

セリンアセチル転移酵素は、システイン合成の重要な中間体である O-アセチルセリンを生成する酵素である。シロイヌナズナゲノムに存在する5個のセリンアセチル転移酵素様遺伝子について包括的に、酵素学的性質、局在性、組織特異的プロモーター発現、ストレス誘導性などを検討した。その結果、従来は注目されていなかった 2 個のマイナーなアイソフォームをコードする遺伝子が硫黄欠乏、重金属添加などのストレスに対して応答する遺伝子である事が示された。

また、種子貯蔵タンパク質がタンパク質レベルで硫黄欠乏条件下でどのように制御されているかを解明するために、シロイヌナズナ種子のプロテオーム解析を行った。シロイヌナズナを硫黄欠乏条件下および通常条件下で栽培し得られた完熟種子より抽出したタンパク質を二次元電気泳動で分離し MALDI-TOFMS などと同定した。各スポットを消化酵素で分解し、C 末端側に相当するペプチドの分子量を解析した結果、C 末端のアミノ酸が1つずつ失われてゆく断片化が起こっていることが明らかになった。さらに硫黄欠乏条件下では、この断片化が抑制されることが示された。これらの事から種子貯蔵タンパク質は硫黄欠乏条件下で異なる翻訳後切断や修飾を受けていることが示唆された。

シロイヌナズナのアントシアニン高蓄積変異体である *pap1-D* 変異体について、トランスクリプトミクスとメタボロミクスを統合し、アントシアニン生産に関与する遺伝子-代謝産物ネットワークの解明と複数の未知遺伝子機能の同定を行った。この技術基盤をもとに、シロイヌナズナだけでなくいくつかの実用植物についてもメタボロミクスに基づいたファンクショナルゲノミクス研究を開始することが出来た。

イネの生産性に大きく関わる窒素同化代謝の研究は、その重要性にもかかわらず断片的な個別研究が多い。穂を構成している窒素の約80%は、老化器官からの転流によることがわかっており、窒素同化代謝の中でもこの窒素転流は重要な機構である。本グループでは、イネゲノム解析の成果を十分に活用し、窒素転流の分子機構解明と、窒素利用とその農業形質に関わる全体像の把握を目的に研究を進め、多くの成果を得た。窒素転流に関しては、過剰発現系や遺伝子破壊系を用いることで、老化器官における窒素の送り出しにサイトゾル型グルタミン合成酵素 1;1

(GS1;1)が、また若い器官での窒素の再利用にはNADH依存性グルタミン酸合成酵素(NADH-GOGAT)が鍵を握ることを、ほぼ証明できた。また、根においては、NADH-GOGAT 反応に炭素骨格を供給するのがミトコンドリアに局在するイソクエン酸脱水素酵素(IDH)である可能性を指摘でき、同化代謝間のクロストーク機構にも言及した。一方、生産性の全体像を俯瞰するために、量的形質を決定している遺伝子座(QTL)解析を導入し、マッピングされた QTL 領域からの原因遺伝子単離を目指した。QTL 解析はポストゲノム解析手法の一つであり、未知の遺伝子機能を解明できる有力な手法である。特に穂数とGS1含量を決定している第2染色体上のQTLと、粒重とGS1含量を決定している第11染色体上のQTLに着目し、染色体置換系統群を多数作出して解析を進めた。

植物細胞が外界からリン酸イオンを取り込み、細胞内で分配、蓄積していくための分子機構を、膜輸送系、リン酸代謝系に基づいて検討した。細胞質のリン酸濃度維持に働く液胞膜のリン酸輸送機構を明らかにするために、シロイヌナズナ培養細胞からインタクト液胞を単離し、そのプロテオーム解析をおこない、138種の膜貫通タンパク質を見出した。複数の機能未知液胞膜タンパク質について、それらの形質転換体の作成と機能解析を進めた。

イオンクロマトグラムを用いた糖リン酸の網羅的分析手法を確立するとともに、栄養条件を変えて生育させたシロイヌナズナと、リン酸代謝変異体を比較分析した。その結果、糖リン酸組成と含有量調節が、外部リン酸環境をモニターしながら行われていることを明らかにした。

動植物に普遍的に見いだされ、様々な生理反応に寄与することが知られるリン酸化イノシトール代謝に焦点を絞って、その生合成と機能解析を進めた。イオンクロマトグラムを用いたリン酸化イノシトールの網羅的測定系を開発した。リン酸化イノシトール合成系の解析を可能にする培養細胞系を開発するとともに、そこで働く遺伝子群の発現解析を進めた。

作物の生産性は、炭素(C)と窒素(N)の適切な同化・吸収とその再配分を基盤とする。根における窒素吸収と緑葉の糖輸送の実質を担う窒素源・糖トランスポーターに着目し、輸送の分子機構と制御機構について検討した。また、器官間の適切なC/N分配の場としての維管束の機能とセンシング機構の解明を目指した。糖トランスポーターの分子機構を解明するために、イネ、スクローストランスポーター遺伝子(*OsSUT1-2*)の機能に着目した研究とともに、イネ登熟時の親組織(種皮)から子組織(胚・胚乳)への物質移動に関わる遺伝子群の解析を行った。また、細胞内糖センシングの分子機構を解明するために、3種類のイネヘキソースキナーゼ遺伝子(*OsHXK1-3*)の糖代謝・センシングにおける機能分担について、ノックアウト変異体を用いた解析を行った。糖と植物ホルモンのシグナル伝達のクロストーク機構解明のために、シロイヌナズナ糖応答性異常変異体を用いた分子遺伝学的研究を行った。窒素源トランスポーターの分子機構解明のために、3種類のイネアンモニウムトランスポーターcDNA・遺伝子(*OsAMT1;1, 1;2, 1;3*)に着目し、根におけるアンモニウムイオンの取込に関する機能分担の仕組みを解明した。

植物が同化した炭素・窒素・硫黄・リンなどは、最終的に種子の貯蔵脂肪や貯蔵タンパク質、フィチン酸などとして次世代に託される。そこで、同化の最終形態としての種子貯蔵脂肪および貯蔵タンパク質の量や質に影響を及ぼすペルオキシソームとプロテインボディの機能に着目した。これらのオルガネラの機能は、どちらも小胞体由来のタンパク質輸送によって制御されることが知られている。例えば、近年小胞体に由来するプレペルオキシソームがペルオキシソーム形成の前駆体であるという説がだされ、注目を集めている。プレペルオキシソームのマーカータンパク質であるPex16pを欠損すると種子の脂肪、デンプン、タンパク質の蓄積量に変化する。また、プロテインボディは液胞から分化するオルガネラであり、小胞体からPAC輸送小胞によって輸送された貯蔵タン

パク質が液胞に蓄積した結果生じる。本研究では、プロテミクスおよびトランスクリプトミクス解析をもとにペルオキシソームの新たな生理機能を提唱するとともに、推定された機能調節因子群について網羅的な *in vivo* 機能解析を行った。また、プロテインボディについては、貯蔵タンパクの輸送を指標としてプロテインボディ形成不全変異株を同定するとともに、原因遺伝子の特定を進めた。

2 研究構想及び実施体制

(1) 研究構想

1. 炭素・窒素・硫黄・リンなど主要一次代謝系と二次代謝系のポストゲノム科学

炭素・窒素・硫黄・リンなどの無機栄養欠乏や環境条件の変化などに応答して転写発現の変化する遺伝子をシロイヌナズナの DNA マイクロアレイによって同定し、トランスクリプトムのレベルにおける代謝系間のネットワークを明らかにする。また、二次元ゲル電気泳動や MULDI-TOF や MS/MS マススペクトロメトリーによってタンパク質レベルの栄養環境応答や主要代謝系間のネットワークについて知見を得る。

シロイヌナズナとイネについて化学変異誘発突然変異体や DNA 挿入タグ変異体、特定遺伝子のアンチセンス組み換え植物体あるいは活性化タグ(activation tagging)変異体について、無機イオン類、アミノ酸、糖などの代謝物パターンをキャピラリー電気泳動や高分解能 GC/MS, LC/MS によってプロファイリングする。特に、種子などの分化した特定細胞や栄養ストレス下での転写産物パターンと代謝物パターンの変化を明らかにする。次ぎ、にこれらの代謝物パターン変化に至った遺伝子破壊、発現抑制、遺伝子発現誘導などのトランスクリプトーム解析をして、ゲノムからトランスクリプトーム、メタボロームを一対一対応させる。

また、トランスクリプトーム、メタボロームの統合によって、一次代謝と密接に関連する二次代謝系についても同様に、遺伝子機能解明とネットワーク解析に向けた研究を行う。

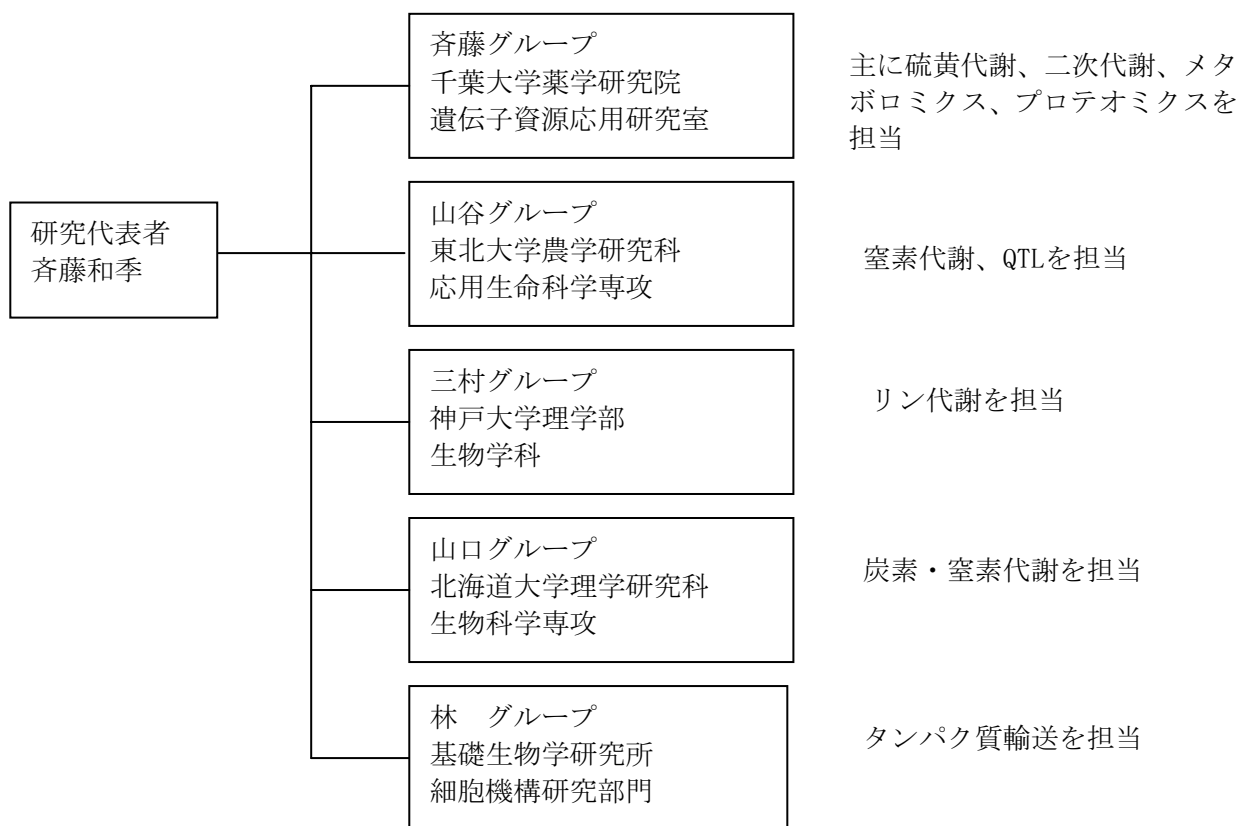
2. 量的形質を決定する遺伝子座 (QTL) の解析

QTL 解析に必要なバッククロスインブリッドラインが日本型イネのニホンバレやコシヒカリとインド型イネ Kasalath を親にして既に作られており、12 本の染色体で DNA マーカーが 1300 以上マップされている。特に、代謝機能と関連した QTL に焦点を絞り、窒素転流・再利用に関わる GS1 や NADH-GOGAT と種子の登熟速度や葉身の老化速度などに関する QTL 解析を既に始めているが、さらに進め、窒素利用の制御に関わる遺伝子群を最終的には同定する。同様の解析を、炭素や硫黄・リン代謝に関わる標的に関しても行う。

3. タンパク質輸送と蓄積の解明

種子貯蔵タンパク質は、種子細胞中のプロテインボディに大量に蓄積される。そこで貯蔵タンパク質大量蓄積系可能にしているプロテインボディへのタンパク質輸送機構を解明することにより、植物細胞にタンパク質を大量蓄積させる方法論を開発する。種子貯蔵タンパク質の輸送小胞を人為的に誘導できる形質転換シロイヌナズナを親株として、種子貯蔵タンパク質の輸送形態が変わる突然変異体を同定することに成功している。そこで、これらの突然変異体における変異遺伝子を分子遺伝学的に同定し、遺伝子の機能解析するとともに、本遺伝子を利用して人為的にタンパク質を細胞内に大量蓄積させる方法の開発を行う。

(2)実施体制



3 研究実施内容及び成果

3.1 硫黄代謝、二次代謝、メタボロミクス、プロテオミクスの研究(千葉大学 斉藤グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

1.1. 硫黄代謝関連のトランスクリプトーム、メタボローム解析と遺伝子機能同定

硫黄は植物の必須元素であり、タンパク質の高次構造形成や触媒作用発現において主要な役割を果たすほか、グルタチオン、鉄-硫黄クラスター、コファクター類として種々の酸化還元反応に関わっている。さらに葉緑体膜系の含硫脂質として光合成に関与するほか、代謝において重要な機能を持つ補酵素 A、S-アデノシルメチオニン、チアミン、ビオチンなどの化合物にも含まれる。また、病害虫抵抗作用などを持つ重要な二次代謝産物にも含硫化合物が多い。以上のような硫黄の重要性のため、植物は硫黄欠乏に曝されると応答反応を起こして代謝を変化させ、正常な生育を続けようとする。この硫黄欠乏応答反応の全体像を理解するため、硫黄欠乏条件下のシロイヌナズナの葉と根のトランスクリプトームおよびメタボロームを分析し、両データの統合解析を行った。硫黄十分条件下で栽培したシロイヌナズナを硫黄欠乏培地に移植後 3, 6, 12, 24, 48, 168 時間後にサンプリングした。これらの植物は見かけ上正常に生育していた。これらの植物の葉と根について、22kDNAマイクロアレイでトランスクリプトームを、フーリエ変換イオンサイクロトロン質量分析(FT-MS)、HPLC、キャピラリー電気泳動でメタボロームを分析した。トランスクリプトーム・メタボローム両データを然るべき方法で前処理したのちに同一のマトリクス(データテーブル)に統合し、クラスター解析のひとつで精度および再現性に優れている一括学習自己組織化マップ(BL-SOM)で解析した。BL-SOMでは図1に示すような格子(FEATURE MAP)が作成され、同じ蓄積パターン・発現パターンを示す代謝物および遺伝子は互いに近傍または同一のセルの中にクラスタリングされる。これにより共蓄積・共発現関係にある代謝物・遺伝子を精度よく見つけ出して、未知遺伝子の機能を同定することができた。

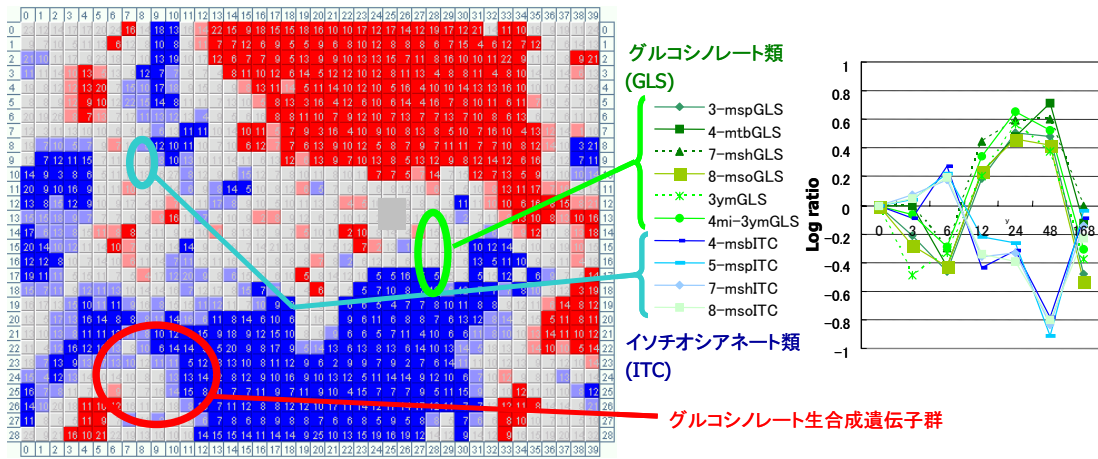


図1 BL-SOMの結果の FEATURE MAP 上にみられたグルコシノレート関連代謝産物・遺伝子のクラスタリング

グルコシノレート(GLS)類とその分解産物であるイソチオシアネート(ITC)類がそれぞれ FEATURE MAP 上の異なる領域にクラスタリングされ、それらの蓄積パターンはグルコシノレート代謝が同調的に制御されていることを示していた(図1)。シロイヌナズナにおいてグルコシノレート生合成遺伝子の多くは同定されている。それらは全て、上述の FEATURE MAP 上で同じ領域にクラスタリングされていた(図1)。その同じ領域に、シロイヌナズナに 18 個ある putative sulfotransferase

遺伝子のうちの3つがクラスタリングされており、これらが未同定である desulfoGLS sulfotransferase 遺伝子(図2、黄矢印)であることを示唆していた。常法に従って当該3遺伝子の組換えタンパク質を用いてインビトロ酵素活性測定を行ったところ、これらのコードするタンパク質は実際に desulfoGLS sulfotransferase であることが証明された。さらに図2赤矢印で示す酵素遺伝子および転写制御因子遺伝子も上記解析により推定することができた。

上記を含む硫黄栄養欠乏シロイヌナズナのメタボローム・トランスクリプトームの統合解析の結果は3つの論文で報告した(Hirai *et al.*(2005) *J. Biol. Chem.* **280**: 25590-5; Hirai *et al.* (2004) *PNAS*, **101**: 10205-10; Hirai *et al.* (2003) *Plant J.* **33**: 651-63)。特に PNAS 誌に掲載された論文は植物科学におけるいわゆるオーミクス研究の先駆的な例として高く評価され、複数のアーティクルで紹介された(Oksman-Caldentey *et al.* (2004) *PNAS* **101**: 9949-50; Secko (2004) *The Scientist*, June 15 issue)。

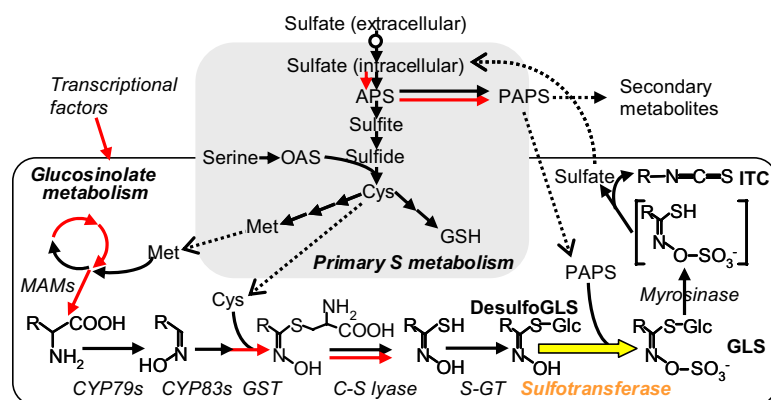


図2 GLS 生合成経路

1.2. 硫黄同化系の鍵酵素セリンアセチル転移酵素アイソザイムの機能解析とシステイン合成酵素のバイオテクノロジー応用

植物には土壤中の硫酸イオンを取り込み、複数の反応段階を経て硫化物イオンへと還元した後、有機性硫黄化合物であるシステインに固定する硫黄同化、システイン生合成系が存在する。この硫黄同化系には複数の酵素が関与しているが、その一つであるセリンアセチル転移酵素 (SATase) はセリンとアセチル-CoA からシステイン生合成の重要な中間体である *O*-アセチルセリン (OAS) を生成する反応を触媒する。この反応ステップはセリン代謝 (炭素・窒素代謝) からシステイン生合成 (硫黄同化) への合流点に位置すること、また植物から単離された SATase には、この系の最終産物であるシステインにより強いフィードバック阻害を受けるものがあることから、代謝制御のキーステップとして重要であると考えられる。シロイヌナズナゲノムには 5 種の SATase アイソザイム遺伝子 (*Serat1;1*, *Serat2;1*, *Serat2;2*, *Serat3;1*, *Serat3;2*) が存在するが、これらアイソフォームの機能について網羅的な解析をおこなった (表 1)。新規遺伝子 *Serat3;1* と *Serat3;2* について組換えタンパク質を用いて酵素の性質を解析したところ、2 つの酵素とも、セリンとアセチル-CoA から OAS を生成することは示されたが、基質に対する親和力は両酵素とも弱いものであった。また *Serat3;1* はシステインによるフィードバック阻害を受けないが *Serat3;2* は強くフィードバック阻害を受けることが明らかとなった。また N 末領域とクラゲ緑色蛍光タンパク質 (GFP) との融合タンパク質を植物内で発現させた実験から *Serat3;1*, *Serat3;2* は共に細胞質に局在することが明らかとなった。さらにシロイヌナズナ SATase の各アイソフォーム遺伝子

表1 シロイヌナズナに存在する 5つのSATaseアイソフォーム遺伝子

Isoforms	Feedback Inhibition	Subcellular localization	K_m [mM]		Inhibition (K_i) by L-cysteine [μ M]	
			L-Serine	Acetyl-CoA	L-Serine	Acetyl-CoA
<i>Serat1;1</i>	sensitive	cytosol	2.71	0.28	10.8 (noncompetitive)	7.4 (competitive)
<i>Serat2;1</i>	insensitive	chloroplast	1.64	0.16	-	-
<i>Serat2;2</i>	insensitive	mitochondria	1.68	0.02	-	-
<i>Serat3;1</i>	insensitive	cytosol	121.4	24.5	-	-
<i>Serat3;2</i>	sensitive	cytosol	39.5	45.1	17.3 (noncompetitive)	2.5 (competitive)

の発現解析を行ったところ、普通の生育条件下では、Serat3;1, Serat3;2 の遺伝子発現は他のアイソフォーム遺伝子に比べ低いレベルであったが、硫黄欠乏やカドミウムストレス付加によって、特に Serat3;2 の遺伝子発現が強く誘導された。このことから Serat3 のグループに属する SATase アイソフォームはストレス時において重要な機能を担っていることが明らかにされた。以上の結果より、シロイヌナズナには5つの SATase アイソフォームが存在しているが、それぞれ細胞内局在性や、酵素学的性質、遺伝子発現パターンが異なることから、各アイソフォームがシステイン合成において特有の役割を担っていることが強く示唆された。

次に植物硫黄同化系研究のバイオテクノロジー的応用の一例として、硫黄同化系を高効率化した植物によるファイトレメディエーションへの応用を検討した。SO_x などの無機硫黄化合物は大気汚染、酸性雨の原因物質である。一方、硫黄は生物にとって重要な必須非金属元素であり、植物の有する硫黄同化系は二酸化硫黄、硫化水素などの無機硫黄性環境汚染物質に対する解毒機構として、またシステインよりグルタチオンやファイトケラチンが生成されることから、重金属や酸化的ストレス、病原体に対する防御機構として重要な役割を果たしていることがこれまでに明らかにされてきた。そこで植物を利用した環境汚染物質の除去、すなわち「ファイトレメディエーション」を目的として、硫黄同化経路を高効率化したトランスジェニック植物を作製し、その SO_x 耐性能やカドミウム耐性能について解析をおこなった。植物硫黄同化系の鍵酵素である SATase あるいはシステイン合成酵素 (CSase) の遺伝子を高発現させたタバコ、シロイヌナズナを作製した。細胞質と葉緑体の両方で高い CSase 活性を持つトランスジェニックタバコ (F₁) は、野生型タバコや、細胞質のみ (3F) や葉緑体のみ (4F) で高い CSase 活性を持つトランスジェニックタバコと比較して、無機性硫黄

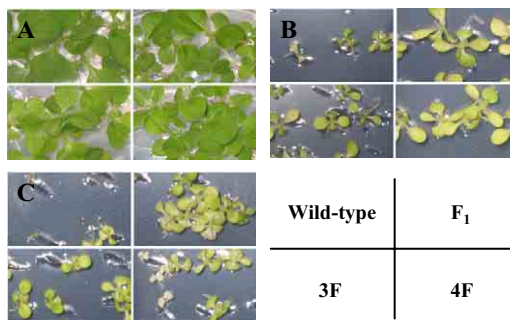


図3 システイン合成酵素遺伝子を導入したトランスジェニックタバコのカドミウム耐性
 A: 通常培地, B: 250 μM Cdを添加した培地, C: 500 μM Cdを添加した培地, Wild-type: 野生型タバコ (*Nicotiana tabacum* SR1), F₁: システイン合成酵素を細胞質および葉緑体に高蓄積したトランスジェニックタバコ, 3F: 同酵素を細胞質に高蓄積したトランスジェニックタバコ, 4F: 同酵素を葉緑体に高蓄積したトランスジェニックタバコ

をシステイン、グルタチオンに効率的に変換・蓄積し、二酸化硫黄や亜硫酸イオンに対して強い耐性を持つことが示された。またこのトランスジェニックタバコ (F₁) は、カドミウムに対する耐性を示し、植物内にカドミウムを高蓄積することも認められた(図3)。次にシステインによるフィードバック阻害を受けない変異型 SATase 遺伝子を高発現させた形質転換シロイヌナズナでは、OAS、システイン、グルタチオンが細胞内に高蓄積されており、カドミウムに対する耐性を示す傾向が見られた。以上の結果より硫黄同化系を高効率化することで、無機硫黄性環境汚染物質やカドミウムに対する耐性を高めることが明らかにされた。

1.3. 種子貯蔵タンパク質のプロテオミクスと硫黄欠乏における応答

種子は次世代の発芽に必要な窒素や硫黄などの栄養素をタンパク質として貯蔵している。種子内に蓄積するタンパク質には、含硫アミノ酸含量の異なる複数の貯蔵タンパク質が存在する。硫黄欠乏条件下において植物はその蓄積比を変化させ、窒素源としてのタンパク質蓄積量を保つことが知られている。一方、硫黄欠乏ストレスに応答した種子タンパク質の翻訳後プロセッシングについては十分に解析されていない。本研究では、植物種子の栄養欠乏条件下での環境応答やその制御機構の解明を目的として、シロイヌナズナ種子に含まれるタンパク質のプロテオーム解析を行った。

シロイヌナズナの野生型株を、通常条件下および硫黄欠乏条件下で栽培した。採集した完熟種子に含まれるタンパク質を、二次元電気泳動法を用いて分離し、泳動像を得た後、硫黄欠乏時に蓄積量の増減するタンパク質の探索を行った。また、通常条件下で生育させたシロイヌナズナの完熟種子を用いて、シロイヌナズナ種子タンパク質の同定および種子貯蔵タンパク質の N 末端、C 末端の同定を行った。さらに、ホモロジーモデリング法を用い、シロイヌナズナ 12S グロブリン六量体の立体構造の推定を行い、同定された成熟型 12S グロブリンの C 末端と立体構造の相関を調べた。

同定した50のスポットのうち42スポットは、シロイヌナズナの代表的な種子貯蔵タンパク質である12Sグロブリン及び2Sアルブミンであった。硫黄欠乏条件下において蓄積量変動のあるタンパク質を図4に示した。

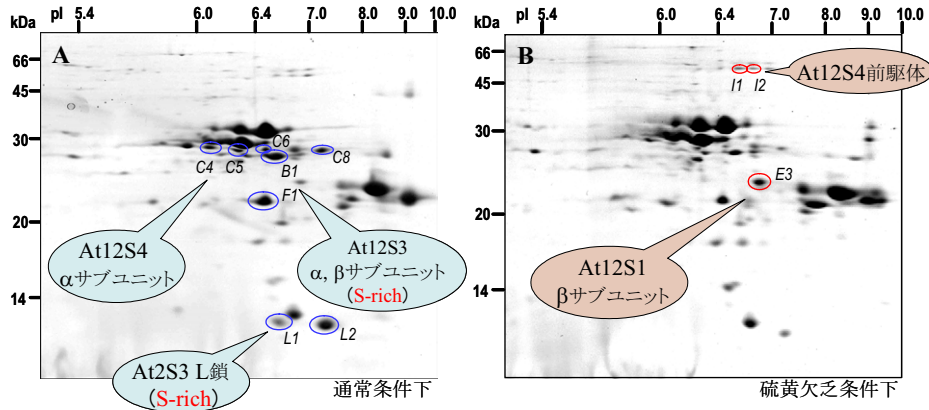


図4 硫黄欠乏時に蓄積量に変化するタンパク質の探索。通常条件下(A)および硫黄欠乏条件下(B)で栽培した完熟種子に含まれるタンパク質の二次元泳動像。硫黄欠乏条件下で蓄積量が減少したスポットを青丸で、増加したスポットを赤丸で示した。

12S グロブリンの α 及び β サブユニットはそれぞれがさらに複数のスポットとして検出され、硫黄欠乏条件下で蓄積量に変化がみられた。例えば、AT12S4 α サブユニットと同定された 12 スポットのうち、硫黄欠乏条件下において蓄積量の減少するスポットが 4 つ観察された。各スポットの分子種を正確に検証する為に、ペプチドマスフィンガープリントを用い、 α 、 β サブユニットの N 末端及び C 末端を含むペプチドの分子量を解析した。その結果、12S グロブリンの各サブユニットは通常条件下において C 末端側の断片化が起こっていることが明らかになった。さらに硫黄欠乏条件下では、この断片化が抑制されると解釈する事ができ、12S グロブリンの C 末端ペプチドは栄養欠乏条件下において異なる翻訳後切断を受けていることが示された(図5)。立体構造予測の結果、断片化が観察されたアミノ酸配列の周辺は、六量体構造の外面に位置する事が分かり、断片化された領域が各種プロテアーゼによる切断を受けやすいものと考えられる。

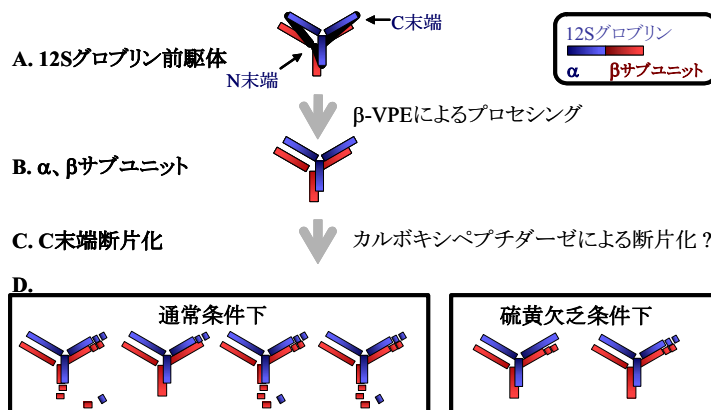


図5 シロイヌナズナ登熟種子における12Sグロブリンの蓄積。12Sグロブリンの蓄積形態を本研究にて示されたC末端断片化とともに示した。12Sグロブリンは、前駆体として翻訳され(A)、 α 及び β サブユニットにプロセッシングされる(B)。さらに各サブユニットは、C末端領域を断片化される(C)。この断片化は硫黄欠乏条件下で抑制される(D)。

1.4. 代謝産物によるアクティベーションタグラインのスクリーニング

シロイヌナズナのアクティベーションタグラインを代謝産物の定量および成長阻害剤に対する耐性によって選抜する系を確立してスクリーニングを行った(バイオケミカルパニング)。その結果、マンノース耐性の変異体を複数得ることができ、そのうちの一つは機能未知の ABC トランスポーター遺伝子の過剰発現による可能性が示された。さらに、フラボノイド含有量が減少した変異体を得る事が出来た。

1.5. 硫酸イオントランスポーターの機能解析

硫黄同化系制御の鍵ステップである、硫酸イオントランスポーターとセリンアセチル転移酵素についてこれらをコードするシロイヌナズナ中のファミリー遺伝子の機能解析を進めた。特に、高親和型硫酸イオントランスポーター3種について組織局在性やT-DNA 挿入変異体の解析の結果から、Sultr1;1 および Sultr1;2 は外部環境からの硫酸イオン獲得を直接仲介し、Sultr1;3 は篩管への硫酸イオン吸収を担いソース器官からシンク器官への硫酸イオン転流に関わっていることが示された。

1.6. 新規 C-S リアーゼ遺伝子の単離と解析

酸化型システインであるシスチンを分解しチオシステインを生成するシスチンリアーゼを初めてクローニングした。その結果、シロイヌナズナのシスチンリアーゼはチロシンアミノ転移酵素類似とアノテーションされたタンパク質であることが明らかにされた。このことは、ゲノム機能同定には実験的な実証が必須であることを改めて示している。

1.7. トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合によるフラボノイドなどの二次代謝系のゲノム機能科学と実用植物への展開

一次代謝のみならず、二次代謝系にトランスクリプトミクスおよびメタボロミクスを統合し、単一の転写因子の発現によって制御されるシロイヌナズナの二次代謝(フラボノイドおよびアントシアニン)に関与する遺伝子の機能解明を網羅的に進めた(図6 および7)。シロイヌナズナのアントシアニン生合成に関与する遺伝子を一挙に推定することができ、T-DNA 挿入変異体について二次代謝メタボロタイプ解析と組み換え蛋白質の機能解析を組み合わせて、新規糖転移酵素や新規アシル遺伝子の機能同定に成功した。

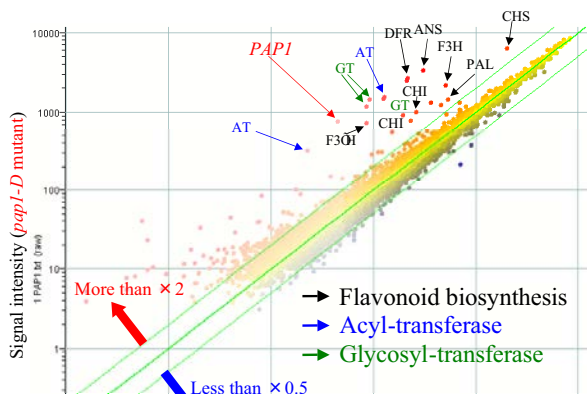


図6 PAP1 変異体の Affymetrix ATH1 GeneChip によるトランスクリプトム解析

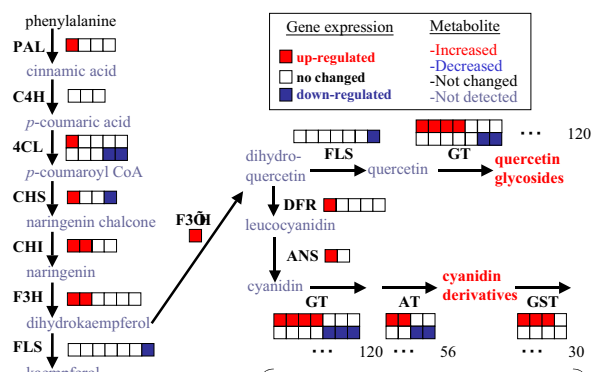
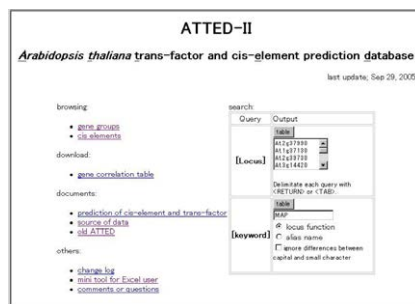


図7 メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合によるシロイヌナズナのアントシアニン生合成と蓄積に関わる遺伝子の機能同定

さらに、これらの基盤技術を応用して、モデル植物だけでなくいくつかの実用植物（臨床的に用いられている抗腫瘍性アルカロイド・カンプトテシンの生産植物、抗酸化活性を有するアントシアニン生産植物、など）についてもメタボロミクスに基づいたファンクショナルゲノミクス研究を進め、基礎研究成果の実用化への展開を積極的に図った。

1.8. シロイヌナズナの公共的マイクロアレイデータを用いた遺伝子共発現データベースの構築と利用

未同定の代謝系遺伝子等の遺伝子ターゲティングは、代謝系の理解、制御の為に必要なステップであるが、利用すべき情報は多種にわたり、多くの研究現場で必ずしも有効に利用されていない。そこで、これらの情報を一括して提供するデータベース ATTED-II (<http://www.atted.bio.titech.ac.jp/>)の構築、運用を行った。一般に、同一の代謝系の遺伝子群はその機能を発現する為に、mRNA の発現は同期し、成熟タンパク質は共局在するが、ATTED-II では、DNA マイクロアレイのデータから計算された共発現情報、共制御を推測する為の新規予測アルゴリズムによるシス配列情報、同じく新規予測アルゴリズムによる細胞内局在情報を簡単に見ることが出来る。類似のデータベースは複数の海外のグループによって作成されているが、全てのコンテンツが遺伝子ターゲティング向けであることと、表示がシンプルで速いことで、国内外の多くのユーザーから反響を頂いており、一月当たりのアクセス数は常に1万アクセスを超えている。



(2)研究成果の今後期待される効果

本研究で行ったトランスクリプトームとメタボロームを統合する方法は、代謝関連の未知遺伝子の機能を包括的に予測する方法としての普遍性を持つ。DNAマイクロアレイが利用できない非モデル植物においても、cDNA-AFLP やディファレンシャルディスプレイなどの方法でトランスクリプトーム分析を行い、同時にメタボローム分析を行うことで同様に代謝関連遺伝子を予測することができる。薬用資源や機能性食品素材として有用な植物においては、有用代謝産物の蓄積プロファイルとトランスクリプトームデータを統合解析することで、有用代謝産物生合成遺伝子や転写制御因子の同定が可能となる。また植物を複雑なシステムとして理解しようとするシステム生物学は今後ますます重要になると思われ、モデル植物においてシステムの構成要素である遺伝子の機能をすべて決定することは不可欠である。このように本研究はメタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合による機能ゲノミクスの方法論の確立に貢献し、実質的な遺伝子機能同定が成功した事によりメタボロミクスを基盤とするファンクショナルゲノミクスにパラダイムシフトをもたらした。

硫黄同化系の鍵酵素である、5つのセリンアセチル転移酵素アイソフォームそれぞれの機能について、T-DNA 挿入ノックアウト変異体の解析を行うことでさらに詳細が明らかになると期待できる。また現在、セリンアセチル転移酵素のみならず、他の硫黄同化に関与する酵素遺伝子についてもノックアウト変異体を用いた同様の解析を進めており、今後、植物硫黄同化、システイン生合成系の複数遺伝子の機能を理解することで、植物における含硫黄アミノ酸や、有用含硫黄二次代謝物などの物質生産能の改変が可能となる。また硫黄同化系を高効率化した植物によるファイトレメディエーションについては、セリンアセチル転移酵素とシステイン合成酵素遺伝子を共発現させたトランスジェニック植物を作製することで、さらに硫黄同化系を高効率化させ、土壌中のカドミウムや、大気中の無機硫黄性環境汚染物質の除去への応用を試みている。このように植物自身の有する硫黄同化能を遺伝子操作により高効率化することで、環境汚染物質を生物学的に除去しようという試みは、いわば環境の自然浄化能力を高めるという意味で最も効果的な環境汚染対策と成り得るものである。従って、環境汚染物質を生物学的に除去するトランスジェニック植物の創製は、大きな社会的貢献度を有すると考えられる。

また、バイオインフォマティクスの利用は今後ますます重要になってくると思われる。特に、大規模遺伝子発現データや、類縁ゲノム配列等が公共のデータベースに続々と蓄積されていく中で、実験前の情報収集が益々重要になっているが、ATTED ではこのような公共データベースの情報から半自動的に計算を行い、ページを更新するようにしている。ATTED に格納されている遺伝子ターゲティングに必要な情報は、単にリンクを巡るだけで得ることが出来ることから、計算機を得意としない多くの植物研究者にも簡単に扱え、植物代謝科学を中心とした基礎研究、工業用途への発展に大きく寄与すると期待される。

3. 2 窒素代謝、QTLの研究(東北大学 山谷グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

1.1. イネの窒素転流の分子機構

老化器官からのグルタミンの送り出しに *GS1;1* がその機能を担っていることを、*OsGS1;1* の第8ならびに第10エキソンにレトロトランスポゾン *Tos17* が挿入された遺伝子破壊株を用いて証明した(Tabuchi et al. 2005)。この破壊株は、成育遅延・出穂遅延・穂の発達不良・不稔など、極めて深刻な表現型を示す(図1)とともに、葉におけるグルタミン含量の低下やアンモニウムイオンとグルタミン酸含量の増加を示し、他の二つの *GS1* 遺伝子(*OsGS1;2*, *OsGS1;3*)や他の窒素代謝関連酵素では *GS1;1* の機能を相補できないことが判明した。また、この表現型は、*OsGS1;1*cDNA を変異体に再導入することで、完全に回復することがわかった。



図1. *OsGS1;1*破壊変異体(右)と野生株(左)の表現型 (Tabuchi et al. 2005)

また、若い器官におけるグルタミンの再利用に関しては、従来の組織内局在性や種々の発現解析から *NADH-GOGAT* がその機能を担っていることを示唆してきたが、*NADH-GOGAT* プロモーターに cDNA を連結したキメラ遺伝子をインド型品種カサラスに導入し、過剰発現体を得た(Yamaya et al. 2002)。この過剰発現体の T0 世代では、草丈・主稈の穎果数・穂数は野生型と変わらないものの、一穎果重量と穂重量が顕著に増加しており、*NADH-GOGAT* がグルタミンの再利用において重要な機能を担っていることを証明できた。

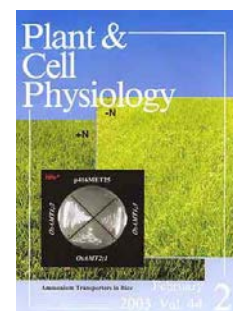
この窒素転流の分子機構の解明は、イネ以外の植物でも追跡研究はあるものの、本グループでの研究は世界の最先端である。

1.2. イネの根におけるアンモニウムイオンの吸収と同化

北海道大学の山口グループとの共同研究により、アンモニウムイオンの吸収に関わるアンモニウムイオントランスポーター(*AMT*)の機能解析を行い、*OsAMT1*が3種類の遺伝子族を構成し異なる発現をしていること(Sonoda et al. 2003a)や、*NADH-GOGAT*と同様にグルタミンにより正に制御されること(Sonoda et al. 2003b)を明らかにした。また、地上部で発現量が高い新規な遺伝子族 *OsAMT2* を単離して発現解析を行った(図2, Suenaga et al. 2002)。

根で吸収されたアンモニウムイオンは、直ちに根で同化されると考えられているが、同化に関わる *GS1* の発現は、*OsGS1;2* がアンモニウムイオン供給後直ちに表層2層の細胞群で顕著に発現が増加することが判明した(Ishiyama et al. 2004)。また *GS1* 反応と共役している *NADH-GOGAT* も同様に表層2層の細胞で正に制御されることを明らかにでき(Ishiyama et al. 2003)、不透層であるカスパリアン層(3層目)の外側で、アンモニウムイオンが吸収・同化される可能性を強く示唆できた。同時に、リコンビナントの *GS1;1*, *GS1;2* を作成して、酵素の動力学的性質を決定できた(Ishiyama et al. 2004)。

図2 イネに見いだされた新規なアンモニウムトランスポーター *OsAMT2* の相補試験 (Suenaga et al. 2002)



AMT の研究は、トマトやシロイヌナズナでも活発になされており、本研究で得られた成果は

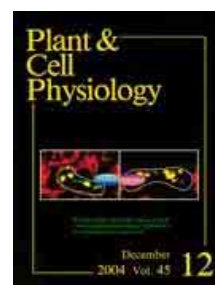
competitive である。また、根におけるアンモニウムイオンの同化機構に関しては、世界的にも先端の研究に位置づけることができる。

1.3. イネ根における窒素代謝と炭素代謝のクロストーク

GOGAT 反応は、窒素代謝と炭素代謝の接点に位置しており、代謝間クロストーク研究として重要である。しかし、2-オキソグルタル酸(2-OG)の GOGAT 反応への供給系は依然として不明である。この供給系を解明するため、根においてアンモニウムイオンで正に発現が制御されることがあきらかな *NADH-GOGAT* を指標として、IDH とグルタミン酸脱水素酵素 (GDH) に着目し、種々の発現解析を行った。時間的・空間的・窒素応答などの発現解析を詳細に行った結果、IDH が 2-OG を供給している可能性を指摘できる成果を得た (Abiko et al. 2005)。また、2-OG の生産にはサイトゾル・ペルオキシゾーム・プラスチドにそれぞれ局在する NADP 依存性 IDH (ICDH) が遺伝子族を形成して存在しており、現在、それぞれの機能解析を進めている。

また、グルタミン情報伝達と2-OGのセンサー機能が期待されている PII 様タンパク質の遺伝子単離と発現解析を行い、さらに酵母ツーハイブリッド系を用いて相互作用するタンパク質を検索した結果、N-アセチルグルタミン酸キナーゼ (NAGK) を同定することに成功した (図3, Sugiyama et al. 2004)。NAGK の生理機能は植物では不明ではあるが、PII 様タンパク質と同様に葉緑体・プラスチドに局在していることが判明した。PII 様タンパク質の炭素・窒素情報の受容に関わる機能は依然として不明であり、今後も詳細な研究が必要である。

図3 イネの PII 様タンパク質と NAGK タンパク質の局在解析 (Sugiyama et al. 2004)



GOGAT 反応への 2-OG の供給系に関しては、タバコやシロイヌナズナを用いた共同研究者の M. Hodges (フランス) の先駆的な研究があるが、依然として不明な点が多く、本研究はその理解を一步進めた研究に位置づけられる。また PII 様タンパク質の研究は、世界的にもシロイヌナズナでの報告は多少あるものの、生理機能解析には至っていない。その意味では、本研究は新規な発見をしたことにはなるが、まだ機能が不明なため、今後の研究が必要である。

1.4. グルタミン受容体と情報伝達系の探索

窒素代謝関連酵素遺伝子のいくつかは、グルタミンにより正または負に制御を受けている。従って、グルタミン情報の受容、さらには下流への情報伝達系が機能しているものと思われるが、その分子実体は全くわかっていない。本グループでは、グルタミン受容機能を持つことが期待される *OsACR* 遺伝子群を単離すると共に、*ACR3* がグルタミンセファロースと結合能を持つこと、酵母ツーハイブリッド法により小さな分子シャペロンと相互作用すること、並びに核に局在することなどを明らかにした。しかし、機能解明にはまだ相当の距離があり、今後、RNAi 法によるノックダウン変異体などを用いて、詳細に研究する必要がある。

なお、このような視点で研究成果を報告している例はない。

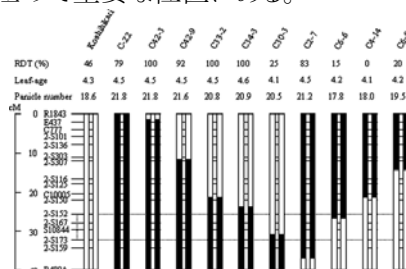
1.5. 農業形質と窒素代謝機能素子の QTL 解析

上述のように、標的となる遺伝子あるいは遺伝子産物に焦点をあてて機能解析する研究も重要であるが、全く逆の方向から、順遺伝学的に形質を決定している遺伝子を単離する方向は、今後ますます重要になるものと思われる。本グループでは、農業形質と GS1 タンパク質含量を決定している QTL 解析を精力的に進めた。穂重や粒重などの農業形質と GS1 や GOGAT タンパク質含量を決定している QTL を、ニホンバレとカササスのバッククロスインブレッドラインを用いて染色体上にマッピングし (Obara et al. 2001)、特に穂数と GS1 含量に関わる第2染色体上の QTL と、粒重と

GS1 含量の QTL が検出された第 11 染色体に着目した。第2染色体に関しては、コシヒカリを遺伝背景として、これらの QTL 領域約 40cM のみがカサラスに置換された染色体置換系統群 (NIL: C22) を作出し、QTL 効果を、染色体置換系統を用いてポット栽培に加え圃場においても詳細に解析し、統計学的に求められた QTL の効果が、実際に染色体置換系統で機能しているという成果を報告した (図4, Obara et al. 2004)。この領域を、多数の染色体置換系統をさらに作出すると共に、新規に設定した DNA マーカーを用いて、約 23kb まで絞り込むことができた。この領域には、推定される遺伝子は数個であり、現在さらに染色体置換系統を作出して遺伝子単離を目指している。第 11 染色体に関しては、GS1 含量と粒重を決定している QTL に着目し、同様に染色体置換系統を多数作出して解析を進め、GS1 含量は約 18.2cM、粒重は約 14cM の領域に含まれることが判明した。この領域からも、遺伝子単離を目指している。

窒素代謝関連遺伝子産物と農業形質に関わる QTL 解析は、トウモロコシ (フランス) やコムギ (英国) などでも進められているが、ゲノム情報が少ないこれらの作物では、QTL 領域から原因遺伝子単離に向けた研究は進められておらず、本研究は世界的にも極めて重要な位置にある。

図 4. 穂数を決定している遺伝子座 (*Pnn1*)。コシヒカリ (白) を遺伝背景として、段階的に第 2 染色体の一部がカサラスの染色体に置換されている系統の評価。(Obara et al. 2004)



(2) 研究成果の今後期待される効果

イネの窒素同化代謝に関して、特に根におけるアンモニウムイオンの吸収と同化、ならびに窒素転流の分子機構の面から、遺伝子発現解析と逆遺伝学的解析から多くのことが明らかにできた。今後は、この基盤を応用し、作物の生産性向上に結びつくことを期待したいが、とりわけ遺伝資源の豊富なイネをスクリーニングすることにより、窒素利用効率が高く生産性や品質向上に還元されることを強く希望している。グルタミンの情報伝達系や代謝間のクロストーク機構に関しては、今後さらなる多くの研究が必要であるが、植物ではまだほとんど情報がないことから、今後新規な情報が得られる可能性が高い。

また QTL 解析から原因遺伝子を単離するアプローチには、多くの染色体置換系統群の作出や新規 DNA マーカーの設置、さらには安定した形質評価法の確立など、まだ多くの時間と労力が必要だと思われる。しかし、このような順遺伝学的アプローチには、機能未知の遺伝子を発見できることが期待される。イネの収量は、穂数・粒重・一穂当たりの穎果数・登熟歩合の積で決定されるが、本研究ではこの中の半分を決定できる可能性がある。イネで得られる結果は、ゲノム解析が遅れているが重要な作物であるコムギ・トウモロコシ・オオムギなどにも応用可能な面が多いことが予想され、社会への波及効果は極めて大きい研究である。

3.3 リン代謝の研究(神戸大学 三村グループ)

(1)研究実施内容及び成果

植物細胞が外界からリン酸イオンを取り込み、細胞内で分配、蓄積していくための分子機構を、膜輸送系、物質代謝系に基づいて検討した。

細胞内に取り込まれたリン酸イオンは、1. 液胞内に蓄積され、細胞質のリン酸濃度を維持するための reservoir として働く。2. 葉緑体、ミトコンドリアで ATP 合成に利用された後、有機リン酸化合物代謝に組み入れられる。3. 細胞質において、各種代謝・調節反応に直接関与するとともに、細胞質基礎環境の維持に働く。という役割が考えられている。本研究では、5年間に以下の研究を進めてきた。

1.1. 液胞膜リン酸輸送機構の解析

液胞は、液胞内のリン酸の蓄積・放出を通して、細胞質のリン酸濃度を一定に維持するために機能している。リン酸の蓄積・放出については液胞膜のリン酸輸送機構が機能しているが、これまでその詳細は全く明らかになっていない。

1.1. 1. ニチニチソウ単離液胞を用いて、リン酸取り込み能を測定し、その輸送が膜電位によって駆動されること、リン酸欠乏下では輸送活性が上がるが、その際に輸送機構駆動系である液胞膜 H⁺ポンプの活性が上昇し、その活性制御がポストトランスレショナルな機構による可能性があることを明らかにした。

1.1. 2. ニチニチソウ培養細胞から単離した液胞膜上で、リン酸輸送に機能するタンパク質を同定することを目指した。リン酸輸送体の想定含量が極めて少量のため、液胞膜の特定タンパク質を解析するだけでなく、液胞膜全体のタンパク質組成をプロテオーム解析として進めることとし、ゲノムデータの利用できるシロイヌナズナに実験材料を変え、そこからのインタクト液胞単離系を開発した。また、約1年をかけて液胞膜タンパク質の蓄積につとめた。

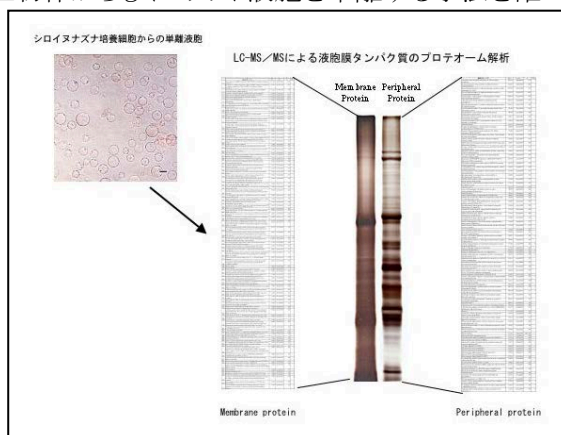
1.1. 3. 単離液胞から純化した液胞膜を用いて、リン酸輸送体同定のためのプロテオーム解析を進めた。まず 163 種類のタンパク質を同定し、その中に機能未知を含む多数の膜貫通タンパク質を同定した。さらに液胞膜タンパク質解析に異なる手法も応用し、計 7 回の分析を行い、これまでに 138 種の膜貫通タンパク質を見出した(図:シロイヌナズナ培養細胞から単離したインタクト液胞とそのプロテオーム解析)。また、シロイヌナズナ植物体からもインタクト液胞を単離する手法を確立した。

1.1. 4. 液胞膜プロテオーム解析で見出した機能未知の膜貫通タンパク質のうち、プロモーター領域にリン酸応答配列を持つもの複数種について、タバコ培養細胞、シロイヌナズナ培養細胞を用いて形質転換株の作成を進めている。

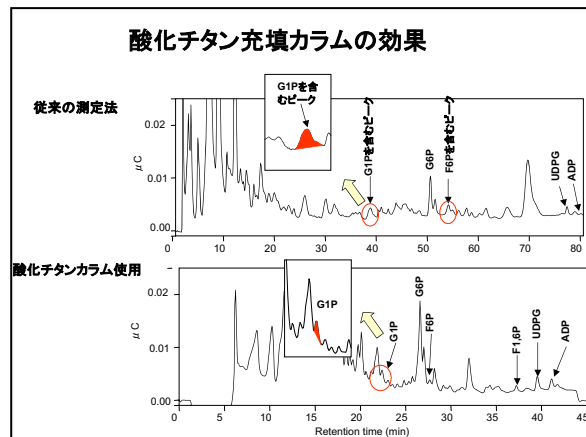
1.2. 糖リン酸の網羅的分析手法の確立と、生理条件の違いによる糖リン酸濃度変化の測定。

糖リン酸は、生体内におけるエネルギー代謝、核酸代謝などで最も重要な物質群であるにもかかわらず、これまで測定が難しい物質の一つとされ、酵素反応を用いた測定法以外に適切なものがなかった。植物細胞におけるリン酸メタボローム解析のためには、糖リン酸の網羅的測定手法の確立が不可欠である。

1. 2.1. イオンクロマトグラムに電気化学検出法を組み合わせることで、糖リン酸の網羅的分析法を開発した。さらに、リン酸結合能を持つチタニアカラムを組み合わせ、新しい糖リン酸の網羅的分析法を開発した(図:酸化チタニアカラムによる測定例)。さらに、イオンクロマトグラムに質量分析計をつなぐことで、糖リン酸の網羅的分析の測定感度を上げることを可能にした。



1. 2.2. 栄養条件を変えて生育させたシロイヌナズナと、リン酸代謝の変異体として知られる植物体(pho1,pho2)の糖リン酸化合物を比較分析し、糖リン酸組成と含有量が、単にリン酸含有量の変化だけで説明できるのではなく、外部リン酸環境をモニターしながら代謝調節が生じていることを明らかにした。



1.3. リン酸化イノシトール代謝の解析

生体内の有機リン酸化合物は、糖リン酸を始めとして極めて多岐に渡っている。その中で環状アルコールの一種であるミオイノシトールのリン酸化誘導体(リン酸化イノシトール、

IPn)は、動植物に普遍的に見いだされる生体内物質であり、例えばイノシトール-6-リン酸(IP6)は、種子におけるリン酸貯蔵物質として、植物の生活環の上で欠くことのできない物質である。近年、このリン酸化イノシトールが基礎生物学のみならず、食糧科学・環境科学までの広い範囲で、多様な働きをする化学物質として注目されていることから、リン酸化イノシトール代謝に焦点を絞って解析を進めた。

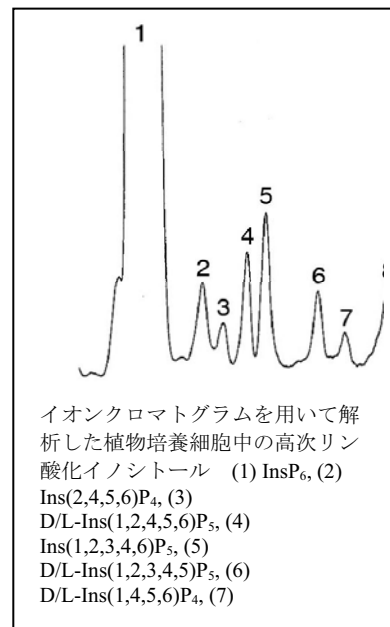
1. 3.1. イオンクロマトグラムに電気伝導度測定を組み合わせることで、リン酸化イノシトールの多様な異性体を網羅的に測定できる、高感度分析系を確立した。

1. 3.2. シロイヌナズナ種子発芽時のイノシトールリン酸化合物(IPn)の変動を測定した。IP6 分解過程で生じるイノシトール高リン酸化化合物の変動を同時測定することに成功した。

1. 3.3. ニチニチソウ培養細胞から単離した液胞内に IP6 が存在することを初めて見出した。この液胞内の IP6 は、リン酸栄養条件によって、大きく変動すること、培養条件によって IP6 の細胞内蓄積箇所が変わることを明らかにした。本実験系は、リン酸化イノシトール生合成の解析に、培養細胞を用いることができることを初めて示した(図: 培養細胞のイノシトールリン酸測定例)。

1. 3.4. シロイヌナズナイノシトールリン酸合成系に関する MIPS(ミオイノシトール-1-リン酸合成酵素)とイノシトールリン酸化酵素について、複数の遺伝子のタグラインと RNAi 株の取得に成功した。その種子のイノシトールリン酸含有量について測定を進めた。

1. 3.5. シロイヌナズナ未熟種子における MIPS 酵素の局在を検討し、これまで知られていたイネとは異なり、胚乳特異的に発現すること、IP6 の合成が細胞間の相互作用を伴って生じることを明らかにした(図: 蛍光顕微鏡像)。

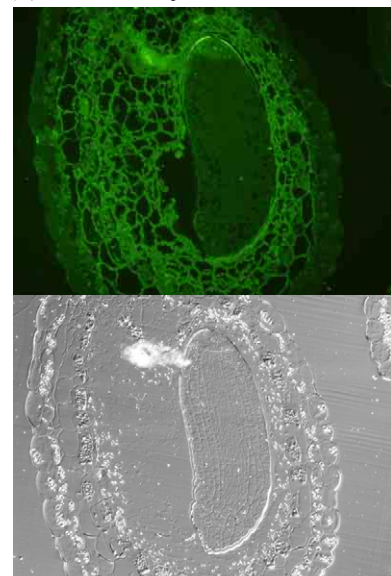


イオンクロマトグラムを用いて解析した植物培養細胞中の高次リン酸化イノシトール (1) InsP₆, (2) Ins(2,4,5,6)P₄, (3) D/L-Ins(1,2,4,5,6)P₅, (4) D/L-Ins(1,2,4,5,6)P₅, (5) Ins(1,2,3,4,6)P₅, (6) D/L-Ins(1,2,3,4,5)P₅, (7) D/L-Ins(1,4,5,6)P₄

1.4. リン酸転流分子機構の解析

多くの植物は通常リン酸欠乏状態で生育している。このリン酸欠乏に対応するための生理機能の一つとして、リン酸転流が知られている。ここでは、シロイヌナズナ水耕栽培系を用いて、リン酸転流に関与する遺伝子の同定を目指した。

1.4. 1. シロイヌナズナを異なるリン酸濃度の水耕培養系で育て、それぞれのソース・シンク組織においてトランスクリプトーム解析を進め、ソース・シンク転換に機能すると思われる複数の未知遺伝子を見出した。



(2)研究成果の今後期待される効果

本研究では、植物三大栄養素の一つであるリン酸に焦点を絞り、リン酸代謝に重要な役割をする液胞の輸送解析と、代表的リン酸化合物である糖リン酸、イノシトールリン酸代謝について測定手法開発を中心とした解析を進めた。

本研究内で、植物細胞からインタクト液胞を高純度、かつ多量に単離する技術を開発した。この技術は、現時点で液胞を高度に純化出来る唯一の方法である。ここでは純化した液胞のプロテオーム解析を進めたが、さらに、液胞研究を進めている多くの研究室と共同研究を進めることとなった。

植物細胞が生産する多くの生理活性物質は液胞に蓄積される。液胞に、どんな物質がどのように蓄積されるかは、インタクト液胞の単離なしに明らかにすることはできない。本技術は、今後植物細胞物質代謝変換に関する応用的な研究に欠くことのできない技術になると思われる。

また、液胞膜プロテオーム解析から、機能未知の液胞膜タンパク質を複数見出している。これらタンパク質の機能解析は、液胞機能の新たな解明につながるのみならず、植物細胞の物質代謝形質転換のための新たなターゲットになりうると思われる。

本研究では、有機リン酸化合物のうち、これまで網羅的測定が困難とされてきた糖リン酸とイノシトールリン酸について、イオンクロマトグラムを用いた新しい測定手法を確立することに成功した。

ここで開発した測定系を用いて、我々は糖リン酸代謝過程調節機構や、イノシトールリン酸生合成系について、新たな知見を得ることができた。さらに、この手法について、国内外から興味を示されている。(すでに、糖リン酸測定手法については、現在複数の研究室で採用されつつある)。

イノシトールリン酸は、基礎生物学的重要性のみならず、栄養学あるいは環境問題などから、植物体内の含有量を変化させようとする研究が農学面で多様に展開している。これまで、それらの研究は植物体の形質転換にのみ頼っていたが、本研究で、培養細胞を用いた細胞生物学的手法が応用出来ることが明らかになった。今後、新しい実験系として様々な発展が期待できると思われる。

3. 4 炭素・窒素代謝の研究(北海道大学 山口グループ)

(1)研究実施内容及び成果

1.1. 糖トランスポーターの分子機構

A. イネスクローストランスポーター遺伝子 (*OsSUT1-2*) の機能に着目した研究を進め、*OsSUT1* が篩部維管束伴細胞にて発現すること、また種子発芽時の糖輸送に関与することを明らかにした(図1)。イネにおいて細胞死を伴う維管束形成機構についての研究を実施した。種子形成時の糖トランスポーターに関する研究を進め、*OsSUT1* の機能について、また花粉形成時の *OsSUT2* の機能について研究を進めた。

B. イネ単糖トランスポーター遺伝子についての研究を進め、*OsMST1,2,3* の糖輸送活性と発現特性、*OsMST5* の糖輸送と発現特性の解析を実施した。その結果、*OsMST3* は葉鞘における細胞壁の肥厚化に関与すること、*OsMST5* は花芽形成時における機能が示された。

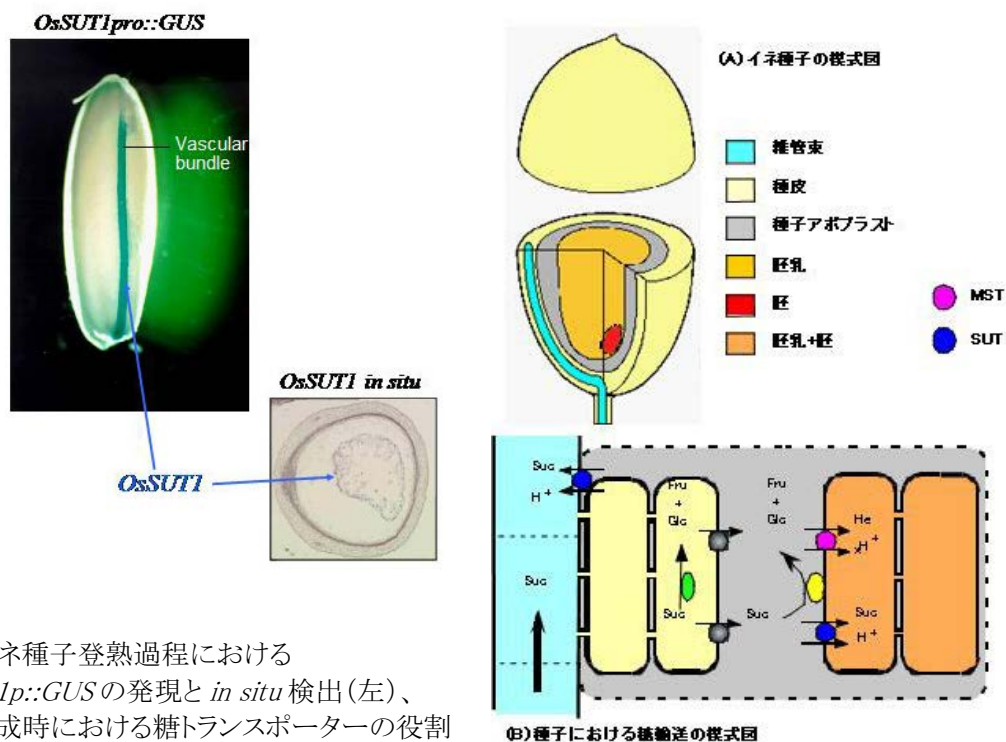


図1. イネ種子登熟過程における *OsSUT1p::GUS* の発現と *in situ* 検出(左)、種子形成時における糖トランスポーターの役割(右)。

1.2. 細胞内糖センシングの分子機構

A. イネヘキソスキナーゼアイソフォームに関する生化学的解析を実施し、糖センサー型アイソフォームの同定を行った。3種類のイネヘキソスキナーゼ遺伝子 (*OsHXK1-3*) の糖代謝・センシングにおける機能分担について、ノックアウト変異体を用いた解析を行った。ノックアウト変異体での形質異常が観察されなかったことから、これら遺伝子機能については依然未解明の状態である。

B. イネ α -アミラーゼ遺伝子群の糖による転写制御に関する研究を実施した。低酸素条件等の発芽時による転写制御応答等に関する実験結果より、イネの嫌気発芽特性と α -アミラーゼ誘導との相関性が示された。これ以外のデンプン分解酵素に関する解析を実施した。

C. イネの糖によって転写誘導される遺伝子 *OsSUR1* についての解析を実施し、 Ca^{2+} 結合特性、出穂時の発現誘導等に関する知見を得た。

D. シロイヌナズナ糖高感受性変異体 *ghs1* (glucose hyper-sensitive 1) の遺伝学的・生理学的解析を進めた。*ghs1* は野生型より2%低い5%グルコース培地で本葉展開の阻害、アントシアニンの蓄

積、クロロフィル合成の抑制等の糖応答を示す(図2)。原因遺伝子単離の結果、*GHS1* 遺伝子は色素体 30Sリボソームタンパク質 S21 をコードする遺伝子に T-DNA が挿入されることによって生じた劣性変異体であることを明らかにした(図2)。この変異体を用いた解析により、葉緑体機能と糖シグナリングとのクロストーク現象の存在が示唆された。

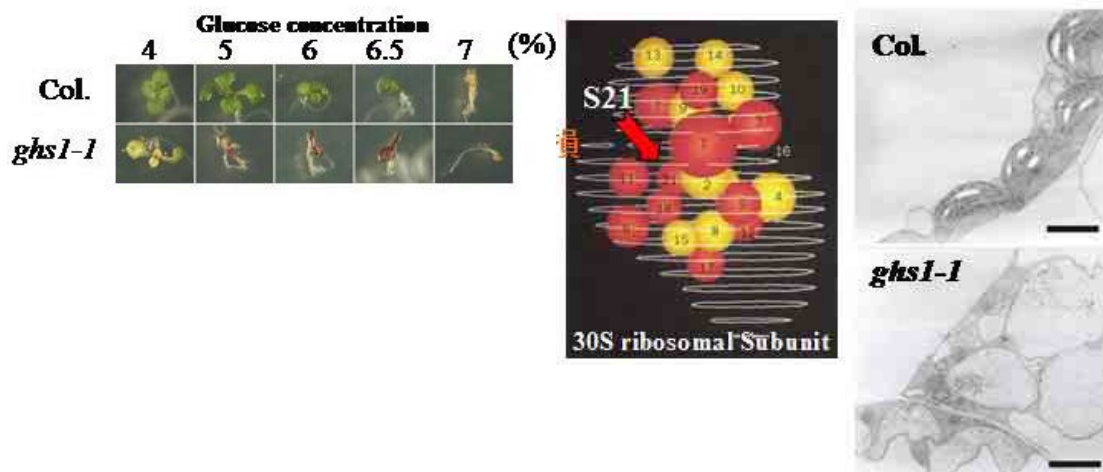


図2. *ghs1*変異体の糖高感受性形質(左)、葉緑体リボソーム S21 タンパク質(中央)、*ghs1*が示す葉緑体発達異常(右)。

1.3. 糖と植物ホルモンのシグナル伝達のクロストーク機構

A. イネ α -アミラーゼ遺伝子 *RAmy3D*ならびに *Rab16A*を用いた詳細な解析により、糖による遺伝子発現制御が ABA やジベレリンシグナルと密接に関係することを明かした。

B. イネジベレリン恒常的感受性変異体 *slender rice*を用いた実験により、この遺伝子 *SLR*が「緑の革命」に関係したコムギ遺伝子 *RHT* のオルソログであること、またジベレリンシグナルと糖・ABA シグナルのクロストーク現象を明らかにした。

C. シロイヌナズナの芽生えにおいて、本葉の展開を停止する休眠現象が観察される。すなわち、シロイヌナズナの芽生えには、環境に応じて茎頂分裂組織(SAM)の分裂活性を制御する機構の存在が想定される。植物細胞の分裂には、ABA と糖が拮抗的に作用することが知られている。シロイヌナズナにおいて糖の内生量低下が ABA の生合成上昇を促進すると共に、SAM の分裂活性の低下を誘導すること明らかにし、発芽時の子葉の展開に続く形態形成過程において、糖と ABA が SAM の分裂活性制御に拮抗的に作用することを示した。

D. タンパク質の選択的分解に関与する 26S プロテアソームには、プロテアーゼ活性をもつ 20S とその制御に関わる 19S 巨大タンパク質構造体で構成されている。プロテアソーム 19S 調節複合体のサブユニット RPT2a の機能欠損(KO)変異体 *rpt2a*では、糖に対して高感受性を示す(図3)。シロイヌナズナの RPT2 には、RPT2a と RPT2b の2種類のアイズイムが存在し、糖高感受性変異体 *rpt2a*では、カウンターパートの *RPT2b* の異所的な発現が観察される。変異体プロテアソームの構造と機能に関する研究を進めている。

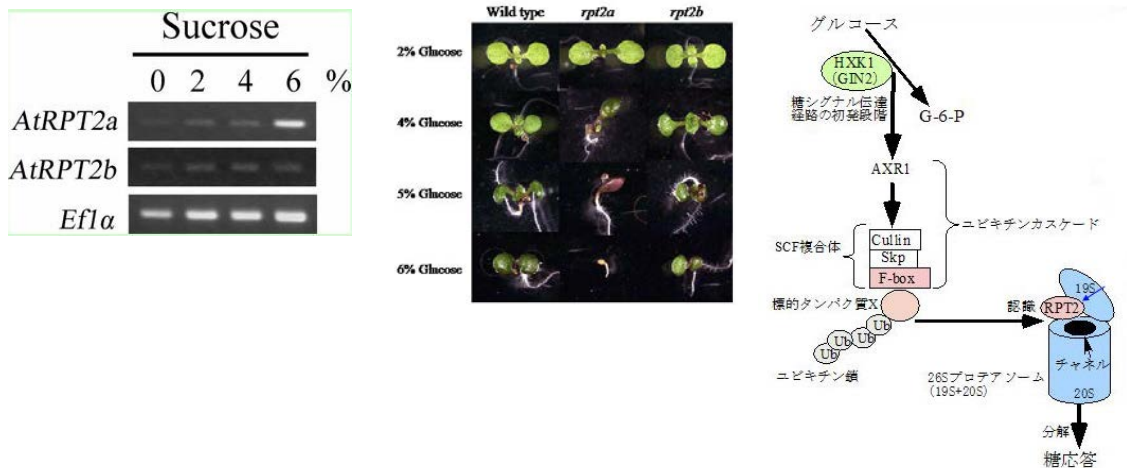
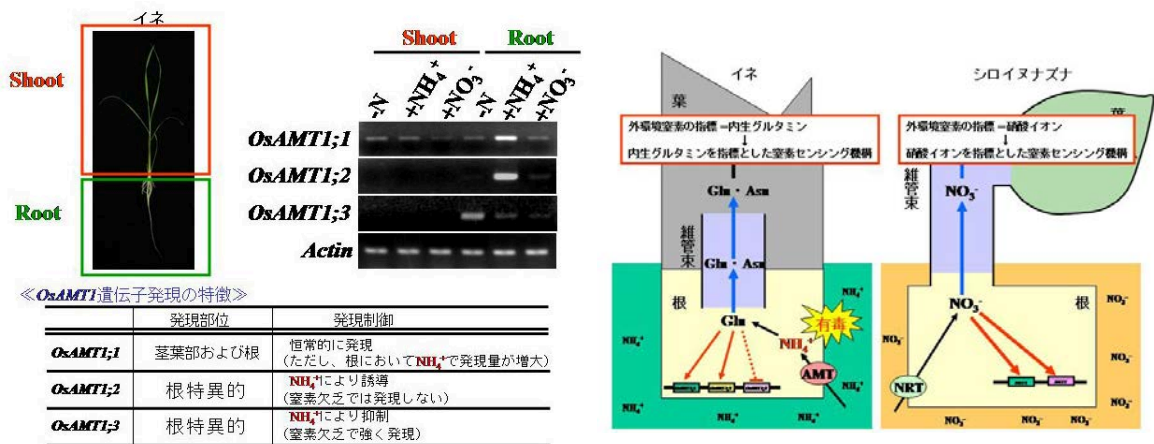


図3. プロテアソームサブユニット *AtRPT2a* の糖誘導(左)、KO 変異体 *rpt2a* の糖高感受性形質 (中央)、RPT2a を介した糖シグナル伝達の作業仮説(右)。

1.4. 窒素源トランスポーターの分子機構

A. 3種類のイネアンモニウムトランスポーターcDNA・遺伝子 (*OsAMT1;1*, *1;2*, *1;3*) に着目し、根におけるアンモニウムイオンの取込に関する機能分担の仕組みを検討した(図4)。*OsAMT1;1*, *1;2*, *1;3* はそれぞれ異なる発現様式を示したことから、根における窒素の取込において異なる機能を担っていると考えられた。酵母変異体を用いた取込活性の解析から、上記3種のAMTはアンモニウム取込活性を有していることが明らかとなった。窒素代謝や窒素輸送の制御には、根で土壌中の外部窒素源の存在を認識することで規定される場合と、植物体内のグルタミンなどアミノ酸量(Nステータス)によって規定される場合とが考えられる。アンモニウムイオンに依存していると思われた *OsAMT1* 遺伝子群の発現は、グルタミン合成酵素反応の阻害剤を用いた実験結果から、輸送基質であるアンモニウムイオンの受容ではなく、植物体内におけるグルタミンに制御されている可能性が示唆された。植物の窒素吸収能は、根内のグルタミン量の増加にともない負のフィードバック制御があることが知られている。しかしながら、本研究により *OsAMT1;2* は、その発現がグルタミンの増加によって、正のフィードバック制御を受ける新規の窒素トランスポーターであることを見出した。AMT 過剰発現イネを作製し、低施肥下で成長可能なイネ作出のための基礎データを蓄積した。



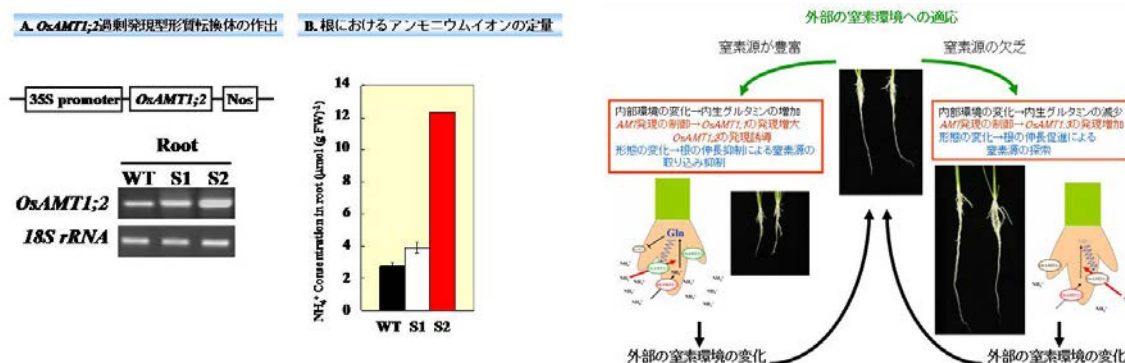


図4. 3種類のイネ *AMT1* 遺伝子の発現特性(左上)、好アンモニア植物(イネ)と好硝酸植物(シロイヌナズナ)の窒素吸収制御機構の違い(右上)、*AMT* 過剰発現イネの特性(左下)、植物の窒素吸収戦略の概念図(右下)。

(2)研究成果の今後期待される効果

1. については、作物の生産性改善に重要な糖転流機構の分子レベルでの理解に大きく貢献した。
2. については、糖センシングの分子機構の解明は、未だになされていない。本研究で示されたような糖応答変異体と既存の変異体との遺伝的ネットワークを解明することが、その分子実体の解明につながると考えられる。さらなる研究を推進したい。
3. については、ユビキチンリガーゼ・プロテアソーム系による代謝制御に関する知見は、他の分野ほど多く報告されていない。上記に関する個別研究と網羅的解析を併用することにより、能動的タンパク質分解による炭素・窒素代謝制御の分子実体の解明を進めたい。
4. については、低施肥条件に特化した植物の作出は、窒素肥料の過剰投与による地球環境の富栄養化問題の解消につながる。土壌窒素の吸収に関与するアンモニウムトランスポーター(*AMT*)の研究により、植物の栄養素吸収とその制御機能に関する詳細な知見を得ることができた。その展開として、アンモニウムイオンに対する高親和型 *AMT* 過剰発現イネの生育調査を継続して実施することにより、低施肥条件下に特化した植物作出・選別の方策を見つきたい。この研究により、水田のように還元土壌で生育するイネは、酸性土壌で生育するシロイヌナズナとは窒素取込制御機構が根本的に異なっていることが示された。

3. 5 タンパク質輸送の研究(基礎生物学研究所 林グループ)

(1)研究実施内容及び成果

貯蔵脂肪・貯蔵タンパク質の量的・質的改良をめざし、ペルオキシソームおよびプロテインボディについて以下の研究を実施、成果を得た。

1.1. ペルオキシソームの未知機能探索

ペルオキシソームタンパク質の輸送シグナルをもとにアラビドプシス全ゲノムからペルオキシソーム関連遺伝子を網羅的に検索し、これらの遺伝子すべてを網羅したDNAマイクロアレイを作製した。このDNAマイクロアレイを用いたトランスクリプトーム解析を実施し、アラビドプシス各種器官で特異的に発現しているペルオキシソーム遺伝子の探索を行った。その結果、黄化子葉や緑化子葉、根のペルオキシソームがこれまでに知られていない機能を持つなど、これまで知られていなかった新しいペルオキシソーム像を提唱することができた(図1)。現在、根のペルオキシソームの新規機能に着目して解析を進めている。

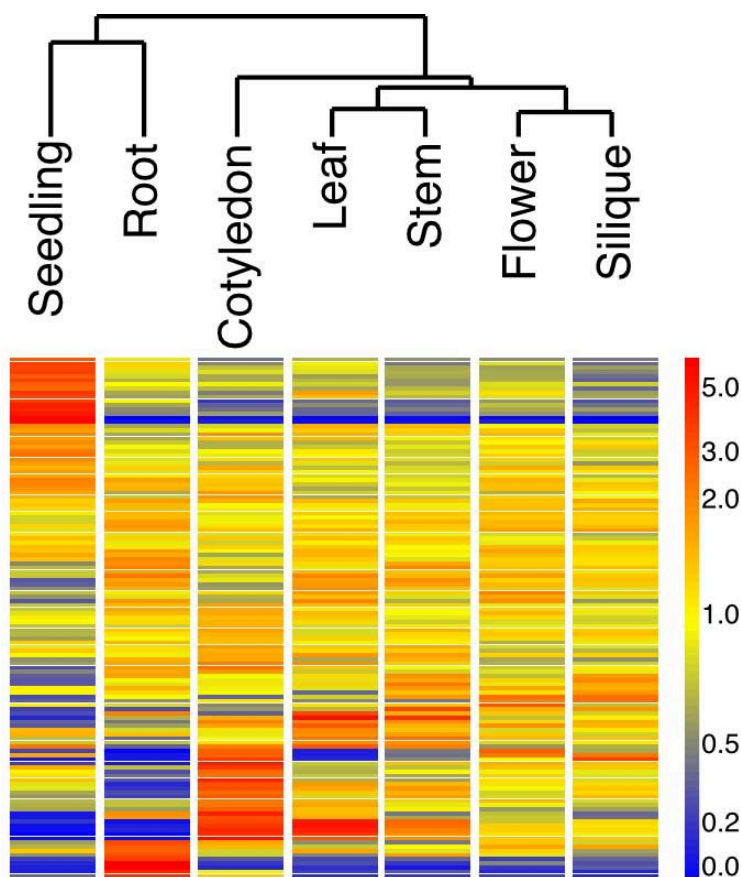


図1 ペルオキシソーム遺伝子のトランスクリプトーム解析
推定した全ペルオキシソーム遺伝子の器官別発現量を階層クラスタリング
することでペルオキシソームの機能分類を行った。

1.2. ペルオキシソーム機能制御機構の解明

データベース解析からペルオキシソームタンパク質の輸送を制御する因子として15種類21個のPEX遺伝子候補を予測し、網羅的な *in vivo* 機能解析を進めた。それらの中で PEX5 および PEX7

遺伝子は、それぞれの翻訳産物が結合してサイトゾル型レセプター複合体を形成していること、この複合体が PTS1 型および PTS2 型ペルオキシソームタンパク質輸送の両方を制御していることを明らかにした。また、全遺伝子について RNA 抑制法によるフェノーム解析を行った。その結果、これらの遺伝子は、1) ペルオキシソームタンパク質の識別に関わるもの、2) タンパク質輸送に関与するもの、3) ペルオキシソームの構造維持に関わるもの、4) ペルオキシソームと無関係なもの、に大別できることが明かとなった(図2)。この結果は、現在論文を準備中である。また、これらの解析のうち、特に種子の形成に影響を及ぼすことが明らかになった *PEX10* および *PEX16* 遺伝子については、遺伝子産物の機能解析を継続中である。

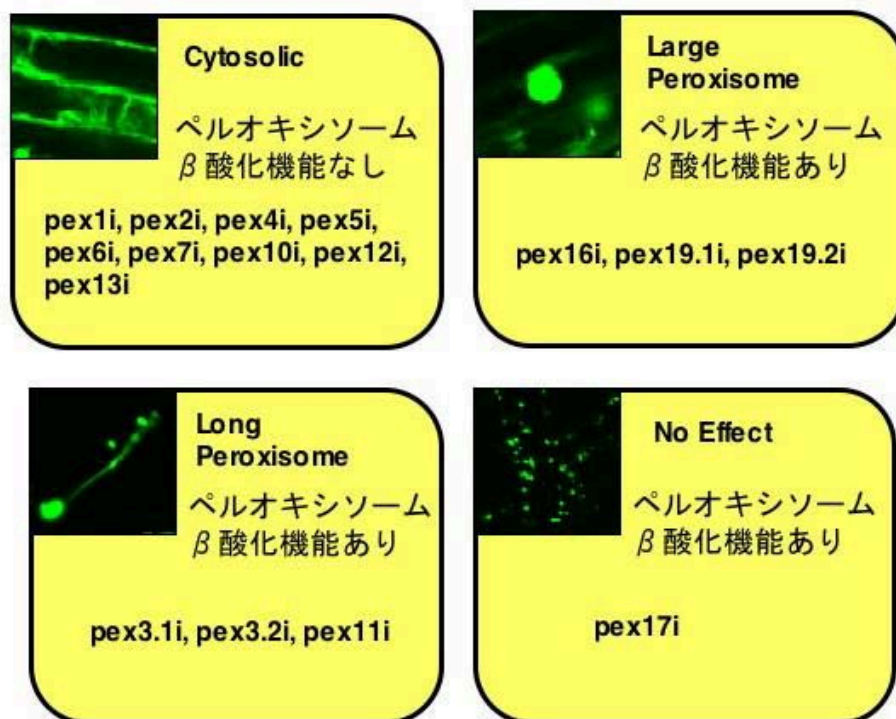


図2 *PEX* 遺伝子のフェノーム解析
データベース解析からペルオキシソームタンパク質の輸送を制御する因子として推定した15種類21個の遺伝子すべてについてRNA抑制法によるノックダウン株を作成し、ペルオキシソームタンパク質の輸送を指標にして、*PEX* 遺伝子の機能を分類した。

1.3. プロテインボディ形成の制御機構

形質転換アラビドプシス *At2SΔLP* は、種子貯蔵タンパク質2SアルブミンのN末端側79アミノ酸残基と除草剤耐性遺伝子、ホスフィノスリシンアセチルトランスフェラーゼ(PAT)を含む融合タンパク質 *2SΔLP* を高発現する。この形質転換植物は、栄養成長細胞に新たに誘導された PAC 輸送小胞に多量の *2SΔLP* を蓄積するにもかかわらず、除草剤、ホスフィノスリシンに対して感受性を示す。本形質転換体をエチルメタンサルホン酸で処理して突然変異を誘発した後に、ホスフィノスリシンに対して耐性を示す個体を多数得ることに成功した。これらのうち6系統の変異体は貯蔵タンパク質前駆体が蓄積しており、種子のオルガネラの形態に変異が認められた(図3)。現在、マップベースクローニングによる遺伝子の同定を行っている。

さらに、上記突然変異体においてペルオキシソームをはじめ液胞などのオルガネラへのタンパク

質輸送活性を調べるため、電子顕微鏡観察を行った。また、各オルガネラへのタンパク質輸送を調べるために、PAC 輸送小胞やペルオキシソーム、オイルボディなど小胞由来のオルガネラを GFP で蛍光ラベルした形質転換体を確立した。現在、これら形質転換体と上記の突然変異体を掛け合わせ中で、後代においてGFPによる蛍光をにより PAC 輸送小胞とペルオキシソーム、オイルボディの形成機構の関係について検討する予定である。

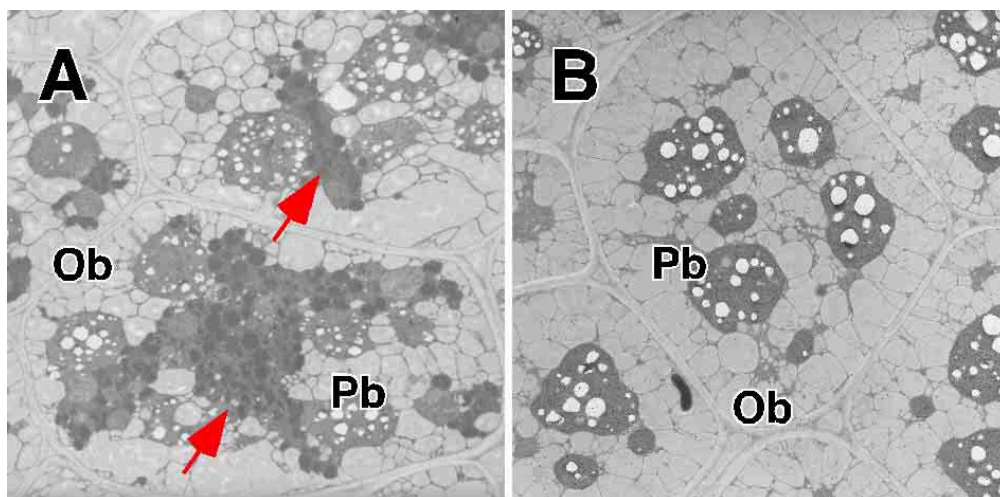


図3 プロテインボディ形成不全突然変異体の同定
A：貯蔵タンパク質前駆体を蓄積する突然変異体の種子細胞の電子顕微鏡像。赤矢印は、この変異体で出現した未知構造体を示す。
B：野生型シロイヌナズナの種子細胞。Pb：プロテインボディ、Ob：オイルボディ。

(2)研究成果の今後期待される効果

本研究成果によってペルオキシソームの機能遺伝子群および制御遺伝子群が明らかになったことで、ペルオキシソームによる種子貯蔵物質の分配決定機構など未知機能解明に手がかりを得た。今後、ペルオキシソームの詳細な機能分化が明らかになり、その調節が可能になることで、種子内のタンパク質、デンプン、脂肪含量の人為的操作が可能になるものと期待される。

貯蔵タンパク質の蓄積機構の解明は、当初変異体の同定がうまくいかなかった。しかしながら、形質転換体の作りなおしとスクリーニング法の再検討を行った結果、種子細胞中に貯蔵タンパク質前駆体が蓄積する変異体が選抜できる方法を確認するに至った。今後は、確立した方法を用いて網羅的に変異体を選抜するとともに、マップベースクローニングによる原因遺伝子の同定、さらに遺伝子の機能解析を進める。現在選抜済みの6系統の変異体については、どれも貯蔵タンパク質前駆体が新規のオルガネラ内に蓄積していることから、貯蔵タンパク質の輸送初期を決定する因子が同定できるものと期待される。こうした因子は、小胞体で貯蔵タンパク質を高密度に集積するために必須と考えられ、植物細胞におけるタンパク質の大量蓄積法の開発などへの利用が期待される。

4 研究参加者

① 齊藤グループ (硫黄代謝、二次代謝、メタボロミクス、プロテオミクスの研究)

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
齊藤和季	千葉大・薬	教授	総括	H12.12-H18.3
山崎真巳	千葉大・薬	助教授	二次代謝	H17.4-H18.3
野路征昭	千葉大・薬	助手	硫黄同化代謝	H12.12-H18.3
平井優美	千葉大・薬	CREST研究員	DNAアレイ、メタボロミクス	H13.4-H17.3
(同上)	理研植物科学研究センター	ユニットリーダー	DNAアレイ、メタボロミクス	H17.4-H18.3
大林武	千葉大・薬	CREST研究員	バイオインフォマティクス	H17.4-H18.3
栗津原元子	千葉大・薬	学振研究員	メタボロミクス	H12.12-H16.3
高橋秀樹	理研植物科学研究センター	チームリーダー	硫黄吸収輸送	H12.12-H18.3
吉本尚子	理研植物科学研究センター	基礎特別研究員	硫黄吸収輸送	H13.4-H18.3
中村道美	千葉大・薬	研究補助員	硫黄同化代謝	H13.4-H18.3
矢野美弦	千葉大・薬	大学院D3	メタボロミクス	H13.4-H18.3
峠 隆之	千葉大・薬	大学院D3	メタボロミクス	H13.4-H17.3
東 泰弘	千葉大・薬	大学院D2	プロテオミクス	H16.4-H18.3
渡辺むつみ	千葉大・薬	大学院D1	硫黄同化代謝	H17.4-H18.3
藤原亜矢	千葉大・薬	チーム事務員	事務全般	H13.1-H13.3
井原薫代	千葉大・薬	チーム事務員	事務全般	H13.5-H14.3
佐藤佳世子	千葉大・薬	チーム事務員	事務全般	H14.4-H18.3

② 山谷グループ (窒素代謝、QTLの研究)

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
山谷知行	東北大・農	教授	窒素代謝、QTL解析	H12.12-H18.3
早川俊彦	東北大・農	助教授	QTL解析	H12.12-H18.3
佐藤雅志	東北大・生命	助教授	QTL解析	H12.12-H18.3
小原実広	東北大・農	学振研究員	窒素代謝	H12.12-H17.3
(同上)		研究員		H17.4-H18.3
小島創一	東北大・農	学振研究員	植物育成など	H12.12-H15.3
小湊希美	東北大・生命	研究補助員		H13.4-H15.3

③三村グループ(リン代謝の研究)

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
三村徹郎 (同上)	奈良女子大・理 神戸大・理	教授 教授	リン代謝 リン代謝、遺伝子探 索ほか	H12.12-H16.3 H16.4-H18.3
三橋尚登 (同上) (同上)	奈良女大・理 (同上) 神戸大・理	研究員 学振研究員 (同上)	遺伝子探索ほか (同上) (同上)	H13.1-H15.3 H15.4-H16.3 H16.4-H17.4
大西美輪 (同上)	奈良女大・理 神戸大・理	技術員 (同上)	植物育成、遺伝子解 析ほか	H15.3-H16.3 H16.4-H18.3
鈴木陽子	奈良女大・理	大学院生	リン代謝関連遺伝子 の探索	H16.4-H18.3
太田経子	奈良女大・理	大学院生	リン代謝と膜輸送機 能の解析	H16.4-H18.3

④山口グループ(炭素・窒素代謝の研究)

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
山口淳二	北大・理	教授	糖窒素代謝全般	H12.12-H18.3
池田 亮 (同上) (同上)	北大・理 (同上) (同上)	学振研究員(DC2) 研究員 助教授	糖窒素代謝全般 (同上) (同上)	H13.4-H14.3 H14.4-H15.9 H15.10-H18.3
園田 裕 (同上) (同上) (同上)	北大・理 (同上) (同上) (同上)	大学院生 学振研究員(DC2) 学振研究員(PD)	窒素輸送 (同上) (同上)	H13.4-H15.3 H15.4-H16.3 H16.4-H17.3
森田 千鶴子 (同上) (同上)	北大・理 (同上) (同上)	21世紀COE研究員 大学院生 学振研究員(DC2)	糖代謝信号 糖代謝信号 (同上)	H17.4-H18.3 H13.4-H14.3 H14.4-H16.3
YAO Shan-Guo (同上)	北大・理 (同上)	研究員 学振外国人特別研究員	糖代謝全般 (同上)	H16.4-H16.9 H16.10-H18.3
山本宏子	北大・理	技術職員	糖代謝信号	H16.10-H18.3
筒井 友和	北大・理	大学院生	糖代謝信号	H15.4-H18.3
砂子 智美	北大・理	学振研究員(DC2)	糖代謝信号	H13.4-H14.3
大槻 茂男	北大・理	大学院生	糖代謝信号	H13.4-H15.3

⑤林グループ(タンパク質輸送の研究)

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
林 誠	基生研	助教授	タンパク輸送蓄積	H12.12-H18.3
八木美奈	基生研	研究補助員	植物育成など	H15.4-H17.10

5 成果発表等

(1)論文発表 (国内 52 件、海外 221 件)

①原著

1. Yves Hatzfeld and Kazuki Saito: Evidence for the existence of rhodanese (thiosulfate:cyanide sulfurtransferase) in plants: preliminary characterization of two rhodanese cDNAs from *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Lett.*, **470**, 147-150 (2000)
2. Yves Hatzfeld, Akiko Maruyama, Ahlert Schmidt, Masaaki Noji, Kimiharu Ishizawa and Kazuki Saito: β -Cyanoalanine synthase is a mitochondrial cysteine synthase-like protein in spinach and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.*, **123**, 1163-1171 (2000)
3. Yves Hatzfeld, Sangman Lee, Minsang Lee, Thomas Leustek and Kazuki Saito: Functional characterization of a gene encoding a fourth ATP sulfurylase isoform from *Arabidopsis thaliana*. *Gene*, **248**, 51-58 (2000)
4. Hideki Takahashi, Akiko Watanabe-Takahashi, Frank W. Smith, Mechteld Blake-Kalff, Malcolm J. Hawkesford and Kazuki Saito: The roles of three functional sulfate transporters involved in uptake and translocation of sulfate in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.*, **23**, 171-182(2000)
5. Masami Yokota Hirai, Hideyuki Suzuki, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Biochemical and partial molecular characterization of bitter and sweet forms of *Lupinus angustifolius*, an experimental model for study of molecular regulation of quonolidine alkaloid biosynthesis. *Chem. Pharm. Bull.*, **48**, 1458-1461 (2000)
6. Zhi-Zhong Gong, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Critical role of alanine-161 in Delila protein involved in regulation of anthocyanin pigmentation for transcriptional activation in yeast. *Plant Biotech.*, **17**, 309-314 (2000)
7. Jun-ichiro Nakajima, Yoshikazu Tanaka, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: cDNA cloning and gene expression of anthocyanidin synthase from *Torenia fournieri*. *Plant Biotech.*, **17**, 331-335 (2000)
8. Yasuomi Urano, Tomofumi Manabe, Masaaki Noji and Kazuki Saito: Molecular cloning and functional characterization of cDNAs encoding cysteine synthase and serine acetyltransferase that may be responsible for high cellular cysteine content in *Allium tuberosum*. *Gene*, **257**, 269-277(2000)
9. Obara, M, Sato, T. and Yamaya, T.: High content of cytosolic glutamine synthetase does not accompany with a high activity of the enzyme in rice (*Oryza sativa* L) leaves of indica cultivars during the life span. *Physiol. Plant*, **108**, 11-18(2000)
10. Kojima, S., Kimura, M., Nozaki, Y. and Yamaya, T.: Analysis of a promoter for NADH-glutamate synthase gene in rice (*Oryza sativa*): Cell-type specific expression in developing organs of transgenic rice plants. *Aust. J. Plant Physiol.*, **27**, 787-793(2000)
11. Kojima, S. Hanzawa, S., Hayakawa, T., Hayashi, M. and Yamaya, T.: Nucleotide sequence of a genomic DNA (Accession No. AB037664) and a cDNA (Accession No. AB037595) encoding cytosolic glutamine synthetase in Sasanishiki, a leading cultivar of rice (*Oryza sativa* L) in northern Japan. (PGR 00-048). *Plant Physiol.*, **122**, 1459(2000)
12. Nakano, K., Suzuki, T., Hayakawa, T. and Yamaya, T.: Organ and cellular localization of asparagine synthetase in rice plants. *Plant Cell Physiol.*, **41**, 874-880(2000)
13. Massonneau A., Martinoia E., Dietz K.-J., Mimura T.: Phosphate uptake across the tonoplast of intact vacuoles isolated from suspension-cultured cells of *Catharanthus roseus*. *Planta*, **211**, 390-395. (2000)
14. Mimura T., Shindo C., Kato M., Yokota E., Sakano K., Ashihara H., Shimmen T.: Regulation of cytoplasmic pH under extreme acid treatment in suspension cultured cells of *Catharanthus roseus* : A possible role of inorganic phosphate. *Plant Cell Physiol.*, **41**, 424-431(2000)
15. Reid R.J., Mimura T., Ohsumi Y., Walker N.A., Smith F.A.: Phosphate transport in *Chara*: membrane transport via Na/Pi cotransport. *Plant Cell Environ.*, **23**, 223 (2000)
16. Kashiyama T., Kimura N., Mimura T., Yamamoto K.: Cloning and characterization of a myosin from characean alga, the fastest motor protein in the world. *J. Biochem.*, **127**, 1065-1070(2000)
17. Huang, J., Toyofuku, K., Yamaguchi, J. and Akita, S.: Expression of α -amylase isoforms and the *RAmy1A* gene in rice (*Oryza sativa* L.) during seed germination in submerged soil, and its

- relationship with coleoptile length. *Plant Prod. Sci.*, **3**, 32-37 (2000)
18. Guglielminetti, L., Perata, P., Morita, A., Loreti, E., Yamaguchi, J. and Alpi, A.: Isoform characterization of hexose kinase in rice embryo. *Phytochem.*, **53**, 195-200 (2000)
 19. Matsukura, C., Kawai, M., Toyofuku, K., Barrero, R.A., Uchimiya, H. and Yamaguchi, J.: Transverse vein differentiation associated with the gas space formation - fate of middle cell layer in leaf sheath development of rice -. *Ann. Bot.*, **85**, 19-27(2000)
 20. Awazuhara, M., Nakagawa, A., Yamaguchi, J., Fujiwara, T., Hayashi, H., Hatae, K., Chino, M. and Shimada, A.: Distribution and characterization of enzymes responsible causing starch degradation in rice (*Oryza sativa* cv. Koshihikari). *J. Agr. Food Chem.*, **48**, 245-252 (2000)
 21. Toyofuku, K., Loreti, E., Vernieri, P., Alpi, A., Perata, P. and Yamaguchi, J.: Glucose modulates the abscisic acid-inducible *Rab16A* gene in cereal embryos. *Plant Mol. Biol.*, **42**, 451-460 (2000)
 22. Matsukura, C., Saitoh, T., Hirose, T., Ohsugi, R., Perata, P. and Yamaguchi, J.: Sugar uptake and transport in rice embryos. Expression of companion cell-specific sucrose transporter (*OsSUT1*) induced by sugar as well as light-. *Plant Physiol.*, **124**, 85-94 (2000)
 23. Toyofuku, K., Kasahara, M. and Yamaguchi, J.: Characterization and expression of monosaccharide transporters (*OsMSTs*) in rice. *Plant Cell Physiol.*, **41**, 940-947 (2000)
 24. Loreti, E., Matsukura, C., Gubler, F., Alpi, A., Yamaguchi, J. and Perata, P.: Glucose repression of α -amylase in barley embryos is independently of GAMYB transcription. *Plant Mol. Biol.*, **44**, 85-90 (2000)
 25. Otsuki, S., Matsukura, C. and Yamaguchi, J.: The expression of a gene encoding Ca²⁺-binding EF-hand motif is induced by sugars in rice embryos. *Rice Genetics Newsletter*, **17**, 92-94 (2000)
 26. Sonoda, Y., Ikeda, A. and Yamaguchi, J.: Characterization of rice ammonium transporters, *OsAMT1;1* and *OsAMT1;2*. *Rice Genetics Newsletter*, **17**, 89-92 (2000)
 27. Huang, J., Yamaguchi, J. and Akita, S.: Expression of the α -amylase gene *RAmy3D* in rice (*Oryza sativa* L.) under aerobic, hypoxic and anoxic conditions. *Plant Prod. Sci.* **3**, 213-218 (2000)
 28. Hayashi, M., Nito, K., Toriyama-Kato, K., Kondo, M., Yamaya, T. and Nishimura, M.: AtPex14p maintains peroxisomal functions by determining protein targeting to three kinds of plant peroxisomes. *EMBO J.*, **19**, 5701-5710 (2000)
 29. De Bellis, L., Gonzali, S., Alpi, A., Hayashi, H., Hayashi, M. and Nishimura M.: Purification and characterization of a novel pumpkin short-chain acyl-CoA oxidase with structural similarity to acyl-CoA dehydrogenases *Plant Physiol.* **123**, 327-334 (2000)
 30. Takemoto, D., Hayashi, M., Doke, N., Nishimura, M. and Kawakita, K.: Isolation of the gene for EILP, an elicitor-inducible LRR receptor-like protein, from tobacco by differential display. *Plant Cell Physiol.*, **41**, 458-464(2000)
 31. Hayashi, M.: Plant peroxisomes; molecular basis of the regulation of their functions. *J. Plant Res.*, **113**, 103-109(2000)
 32. Hayashi, M., Toriyama, K., Kondo, M., Kato, A., Mano, S., De Bellis, L., Ishimaru, Y., Yamaguchi, K., Hayashi, H. and Nishimura, M.: Functional transformation of plant peroxisomes. *Cell Biochem. Biophys.*, **32**, 295-304 (2000)
 33. Kato, A., Hayashi, M., Kondo, M. and Nishimura, M.: Transport of peroxisomal proteins that are synthesized as large precursors in plants. *Cell Biochem. Biophys.*, **32**, 269-275(2000)
 34. Mano, S., Hayashi, M. and Nishimura, M.: A leaf-peroxisomal protein, hydroxypyruvate reductase, is produced by light-regulated alternative splicing. *Cell Biochem. Biophys.*, **32**, 147-154(2000)
 35. Jun-ichiro Nakajima, Yoshikazu Tanaka, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Reaction mechanism from leucoanthocyanidin to anthocyanidin 3-glucoside, a key reaction for coloring in anthocyanin biosynthesis. *J. Biol. Chem.*, **276**, 25797-25803 (2001)
 36. Akiko Maruyama, Kazuki Saito and Kimiharu Ishizawa: β -Cyanoalanine synthase and cysteine synthase from potato: molecular cloning, biochemical characterization, and spartial and hormonal regulation. *Plant Mol. Biol.*, **46**, 749-760 (2001)
 37. Chika Kitada, Zhizhong Gong, Yoshikazu Tanaka, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Differential expression of two cytochrome P450s involved in the biosynthesis of flavones and anthocyanins in chemo-varietal forms of *Perilla frutescens*. *Plant Cell Physiol.*, **42**,

- 1338-1344 (2001)
38. Kazuki Saito, Hiroshi Sudo, Mami Yamazaki, Mio Koseki-Nakamura, Mariko Kitajima, Hiromitsu Takayama and Norio Aimi: Feasible production of camptothecin by hairy root culture of *Ophiorrhiza pumila*. *Plant Cell Rep.*, **20**, 267-271(2001)
 39. Masaaki Noji, Maiko Saito, Michimi Nakamura, Mitsuyo Aono, Hikaru Saji and Kazuki Saito: Cysteine synthase overexpression in tobacco confers tolerance to sulfur-containing environmental pollutants. *Plant Physiol.*, **126**, 973-980(2001)
 40. Masaaki Noji, Yoshiko Takagi, Nobuhito Kimura, Kenji Inoue, Maiko Saito, Makiko Horikoshi, Fumiko Saito, Hideki Takahashi and Kazuki Saito: Serine acetyltransferase involved in cysteine biosynthesis from spinach. Molecular cloning, characterization and expression analysis of cDNA encoding plastidic isoform. *Plant Cell Physiol.*, **42**, 627-634(2001)
 41. Worapan Sitthithaworn, Naoe Kojima, Ekapop Viroonchatapan, Dae-Yoen Suh, Naoko Iwanami, Toshimitsu Hayashi, Masaaki Noji, Kazuki Saito, Yasuo Niwa and Ushio Sankawa: Geranylgeranyl diphosphate synthase from *Scoparia dulcis* and *Croton sublyratus*. Plastid localization and conversion to a farnesyl diphosphate synthase by mutagenesis. *Chem. Pharm. Bull.*, **49**, 197-202 (2001)
 42. Sakurai N., Katayama Y. and Yamaya T.: Overlapping expression of cytosolic glutamine synthetase and phenylalanine ammonia lyase in immature leaf blades of rice. *Physiol. Plant.*, **113**, 400-408 (2001)
 43. Saijo Y., Kinoshita N., Ishiyama K., Hata S., Kyojuka J., Hayakawa T., Nakamura T., Shimamoto K., Yamaya T. and Izui K.: A Ca²⁺-dependent protein kinase that endows rice plants with cold- and salt-stress tolerance functions in vascular bundles. *Plant Cell Physiol.*, **42**, 1228-1233 (2001)
 44. Obara, M., Kajiwara, M., Fukuta, Y., Yano, M., Hayashi, M., Yamaya, T. and Sato, T.: Mapping of QTLs associated with contents of cytosolic glutamine synthetase and NADH-glutamate synthase in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.*, **52**, 1209-1217 (2001)
 45. A.K. Tobin and T. Yamaya: Cellular compartmentation of nitrogen metabolism in cereals, *J. Exp. Bot.*, **52**, 591-604(2001)
 46. Kura-Hotta M, Mimura M, Tsujimura T, Nemoto-Washitani S, Mimura T: High salt treatment-induced Na⁺ extrusion and low salt treatment-induced Na⁺ accumulation in suspension-cultured cells of the mangrove plant, *Bruguiera sexangula*. *Plant Cell Environ.*, **24**, 1105-1112 (2001).
 47. Tavakoli N, Kluge C, Golldack D, Mimura T, Dietz K-J, : Reversible redox control of the plant vacuolar H⁺-ATPase activity is related to disulfide bridge formation not only in subunit A but also in subunit E. *Plant J.*, **28**, 51-59 (2001).
 48. Dietz K-J, Tavakoli N, Kluge C, Mimura T, Sharma S, Harris GC, Chardonnens AN, Golldack D: Significance of the V-type ATPase for the adaptation to stressful growth conditions and its regulation on the molecular and biochemical level. *J. Exp. Bot.*, **52**, 1969-1980 (2001).
 49. Mimura T.: Physiological control of phosphate uptake and phosphate homeostasis in plant cells. *Aust. J. Plant Physiol.*, **28**, 653-658 (2001)
 50. Takeda, T., Toyofuku, K., Matsukura, C. and Yamaguchi, J.: Sugar transporters in grain development of rice. *J. Plant Physiol.*, **158**, 465-470 (2001)
 51. Ikeda, A., Ueguchi-Tanaka, M., Sonoda, Y., Kitano, H., Koshioka, M., Futsuhara, Y., Matsuoka, M. and Yamaguchi, J.: *Slender rice*, a constitutive gibberellin response mutant, is caused by a null mutation of the *SLR1* gene, an ortholog of the height-regulating gene *GAI/RGA/RHT/D8*. *Plant Cell*, **13**, 999-1010 (2001)
 52. Mitsunaga, S., Kawakami, O., Numata, T., Yamaguchi, J., Fukui, K. and Mitsui, T.: Polymorphism in rice amylases at an early stage of seed germination. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **65**, 662-665 (2001)
 53. Fukao Y., Hayashi Y., Mano M., Hayashi M. and Nishimura M.: Developmental analysis of a putative ATP/ADP carrier protein localized on glyoxysomal membranes during the peroxisome transition in pumpkin cotyledons. *Plant Cell Physiol.*, **42**, 835-841 (2001)
 54. Hayashi Y., Hayashi, M., Hayashi H., Hara-Nishimura I. and Nishimura M. Direct interaction between glyoxysomes and lipid bodies in cotyledons of *Arabidopsis thaliana ped1* mutant. *Protoplasma.*, **218**, 83-94 (2001)

55. Nito, K., Yamaguchi, K., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Pumpkin peroxisomal ascorbate peroxidase is localized on peroxisomal membranes and unknown membranous structures. *Plant Cell Physiol.*, **42**, 20-27 (2001)
56. Mami Yamazaki, Emiko Yamagishi, Zhizhong Gong, Masako Fukuchi-Mizutani, Yuko Fukui, Yoshikazu Tanaka, Takaaki Kusumi, Masaatsu Yamaguchi and Kazuki Saito: Two flavonoid glucosyltransferases from *Petunina hybrida*: molecular cloning, biochemical properties and developmentally regulated expression. *Plant Mol. Biol.*, **48**, 401-411 (2002)
57. Mami Yamazaki, Mitsuyo Sugiyama and Kazuki Saito: Intercellular localization of cysteine synthase and alliinase in bundle sheaths of *Allium* plants. *Plant Biotech.*, **19**, 7-10 (2002)
58. Naoko Yoshimoto, Hideki Takahashi, Frank W. Smith, Tomoyuki Yamaya and Kazuki Saito: Two distinct high-affinity sulfate transporters with different inducibilities mediate uptake of sulfate in Arabidopsis roots. *Plant J.*, **29**, 465-473 (2002)
59. Hiroshi Sudo, Takashi Yamakawa, Mami Yamazaki, Norio Aimi and Kazuki Saito: Bioreactor production of camptothecin by hairy root cultures of *Ophiorrhiza pumila*. *Biotech. Lett.*, **24**, 359-363 (2002)
60. Kanokporn Sompornpailin, Yukiko Makita, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: A WD-repeat-containing putative regulatory protein in anthocyanin biosynthesis in *Perilla frutescens*. *Plant Mol. Biol.*, **50**, 485-495 (2002)
61. Masaaki Noji and Kazuki Saito: Molecular and biochemical analysis of serine acetyltransferase and cysteine synthase towards sulfur metabolic engineering in plants. *Amino Acids*, **22**, 231-243 (2002)
62. Yamaya, T., Obara, M., Nakajima, H., Sasaki, S., Hayakawa, T. and Sato, T.: Genetic manipulation and quantitative-trait loci mapping for nitrogen recycling in rice. *J. Exp. Bot.*, **53**, 917-925 (2002)
63. Srivastava, H.S., Shankar, N. and Yamaya, T.: Role and regulation of glutamate synthases in higher plants. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, **8**, 39-60 (2002)
64. Hayashi M., Nito K., Takei-Hoshi R., Yagi M., Kondo M., Suenaga A., Yamaya T. and Nishimura M.: Ped3p is a novel type of peroxisomal ATP-binding cassette transporter involved in fatty acid β -oxidation. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 1-11 (2002)
65. Belimov A., Safronova V.I., Mimura T.: Response of spring rape (*Brassica napus* var. oleifera L.) to inoculation with plant growth promoting rhizobacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase depends on nutrient status of the plant. *Can. J. Microbiol.*, **48**, 189-199 (2002)
66. Yamada A., Saitoh T., Mimura T., Ozeki Y.: Detection of Differences in mRNA Expression Regulated by Salt-Stress in Mangrove Cultured Cells. *Plant Biotech.*, **19**, 145-148 (2002)
67. Yamada A., Saitoh T., Mimura T., Ozeki Y.: Expression of mangrove allene oxide cyclase enhances salt tolerance in *Escherichia coli*, yeast, and tobacco cells. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 903-910 (2002)
68. Yamada A., Sekiguchi M., Mimura T., Ozeki Y.: Expression of Plant CCTa Enhances Salt-tolerance in *Escherichia coli* and Yeast. *Plant Biotech.*, **19**, 191-196 (2002)
69. Yamada A., Sekiguchi M., Mimura T., Ozeki Y.: The role of plant CCTa in salt- and osmotic-stress tolerance. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 1043-1048 (2002)
70. Mimura T., Reid R.J., Ohsumi Y., Smith F.A.: Induction of the Na⁺/Pi co-transport system in the plasma membrane of *Chara corallina* requires external Na⁺ and low levels of Pi. *Plant Cell Environ.*, **25**, 1475-1481 (2002)
71. Ngampanya, B., Takeda, T., Sonoda, Y., Naragajavana, J., Ikeda, A. and Yamaguchi, J.: Characterization of *OsSUT2* cDNA expressed before flowering stage of rice. *Rice Genetics Newsletter*, **19**, 1-3 (2002)
72. Ikeda, A., Sonoda, Y., Vernieri, P., Perata, P., Hirochika, H. and Yamaguchi, J.: The slender rice mutant, with constitutively activated gibberellin signal transduction, has enhanced capacity for abscisic acid level. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 974-979 (2002)
73. Hayashi, M., Nito, K., Takei-Hoshi, R., Yagi, M., Kondo, M., Suenaga, A., Yamaya, T. and Nishimura, M.: Ped3p is a peroxisomal ATP-binding cassette transporter that might supply substrates for fatty acid β -oxidation. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 1-11 (2002)
74. Mano, S., Nakamori, C., Hayashi, M., Kato, A., Kondo, M. and Nishimura, M.: Distribution

- and characterization of peroxisomes in Arabidopsis by visualization with GFP: dynamic morphology and actin-dependent movement. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 331-341 (2002)
75. Nito, K., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Direct interaction and determination of binding domains among peroxisomal import factors in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 355-366 (2002)
 76. Fukao, Y., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Proteomic analysis of leaf peroxisomal proteins in green cotyledons of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 689-696 (2002)
 77. Hayashi, H., De Bellis, L., Hayashi, Y., Nito, K., Kato, A., Hayashi, M., Hara-Nishimura, I. and Nishimura, M.: Molecular characterization of an Arabidopsis acyl CoA synthetase localized on glyoxysomal membranes. *Plant Physiol.*, **130**, 2019-2026 (2002)
 78. Yasuyo Yamazaki, Akiko Urano, Hiroshi Sudo, Mariko Kitajima, Hiromitsu Takayama, Mami Yamazaki, Norio Aimi and Kazuki Saito: Metabolite profiling of alkaloids and strictosidine synthase activity in camptothecin producing plants. *Phytochemistry*, **62**, 461-470 (2003)
 79. Naoko Yoshimoto, Eri Inoue, Kazuki Saito, Tomoyuki Yamaya and Hideki Takahashi: Phloem-localizing sulfate transporter, Sultr 1;3, mediates re-distribution of sulfur from source to sink organs in Arabidopsis. *Plant Physiol.*, **131**, 1511-1517 (2003)
 80. Masami Yokota Hirai, Toru Fujiwara, Motoko Awazuhara, Tomoko Kimura, Masaaki Noji and Kazuki Saito: Global expression profiling of sulfur-starved *Arabidopsis* by DNA microarray reveals the role of *O*-acetyl-L-serine as a general regulator of gene expression in response to sulfur nutrition. *Plant J.* **33**, 651-663 (2003)
 81. Mami Yamazaki, Jun-ichiro Nakajima, Mutsuki Yamanashi, Mitsuyo Sugiyama, Yukiko Makita, Karin Springob, Motoko Awazuhara and Kazuki Saito: Metabolomics and differential gene expression in anthocyanin chemo-varietal forms of *Perilla frutescens*. *Phytochemistry*, **62**, 987-995 (2003)
 82. Mami Yamazaki, Yukiko Makita, Karin Springob and Kazuki Saito: Regulatory mechanisms for anthocyanin biosynthesis in chemotypes of *Perilla frutescens* var. *crispa*. *Biochem. Eng. J.*, **14**, 191-197 (2003)
 83. Michael G. Kocsis, Philippe Ranocha, Douglas A. Gage, Eric S. Simon, David Rhodes, Gregory J. Peel, Stefan Mellema, Kazuki Saito, Motoko Awazuhara, Changjiang Li, Robert B. Meeley, Mitchell C. Tarczynski, Conrad Wagner and Andrew D. Hanson: Insertional inactivation of the methionine *S*-methyltransferase gene eliminates the *S*-methylmethionine cycle and increases the methylation ration. *Plant Physiol.*, **131**, 1808-1815 (2003)
 84. Patrik Jones, Tomofumi Manabe, Motoko Awazuhara and Kazuki Saito: A new member of plant CS-lyases – A cystine lyase from *Arabidopsis thaliana*. *J. Biol. Chem.*, **278**, 10291-10296 (2003)
 85. Yasuyo Yamazaki, Hiroshi Sudo, Mami Yamazaki, Norio Aimi and Kazuki Saito: Camptothecin biosynthetic genes in hairy roots of *Ophiorrhiza pumila*: Cloning, characterization and differential expression in tissues and by stress compounds. *Plant Cell Physiol.*, **44**, 395-403 (2003)
 86. Kayo Yoshimatsu, Koichiro Shimomura, Mami Yamazaki, Kazuki Saito and Fumiyuki Kiuchi: Transformation of ipecac (*Cephaelis ipecacuanha*) with *Agrobacterium rhizogenes*. *Planta Med.*, **69**, 1018-1023 (2003)
 87. Patrik Jones, Burkhard Messner, Jun-ichiro Nakajima, Anton R. Schäffner and Kazuki Saito: UGT73C6 and UGT78D1, glycosyltransferases involved in flavonols glycoside biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. *J. Biol. Chem.*, **278**, 43910-43918 (2003)
 88. Hayakawa, T., Sakai, T., Ishiyama, K., Hirose, N., Nakajima, H., Takezawa, M., Naito, K., Hino-Nakayama, M., Akagawa, T., Goto, S., Yamaya, T.: Organization and structure of ferredoxin-dependent glutamate synthase gene from rice plants. *Plant Biotechnology* **20**, 43-55 (2003)
 89. Suenaga, A., Moriya, K., Sonoda, Y., Ikeda, A., von Wirén, N., Hayakawa, T., Yamaguchi, J., Yamaya, T.: Constitutive expression of a novel-type ammonium transporter *OsAMT2* in rice plants. *Plant Cell Physiol.* **44**, 206-211 (2003)
 90. Ishiyama, K., Kojima, S., Takahashi, H., Hayakawa, T. and Yamaya, T.: Cell-type distinct accumulation of mRNA and protein for NADH-glutamate synthase in rice roots in response to the supply of NH₄⁺. *Plant Physiol. Biochem.* **41**, 643-647 (2003)

91. Sonoda, Y., Ikeda, A., Saiki, S., von Wirén, N., Yamaya, T. Yamaguchi, J.: Distinct expression and function of three ammonium transporter genes (*OsAMT1;1-1;3*) in rice. *Plant Cell Physiol.* **44**, 726-734 (2003)
92. Sonoda, Y., Ikeda, A., Saiki, S., Yamaya, T. Yamaguchi, J.: Feedback regulation of the ammonium transporter gene family *AMT1* by glutamine in rice. *Plant Cell Physiol.* **44**, 1396-1402 (2003)
93. Mimura T., Kura-Hotta M., Tsujimura T., Ohnishi M., Miura M., Okazaki Y., Mimura M., Maeshima M., Washitani-Nemoto S.: Rapid increase of vacuolar volume in response to salt stress. *Planta*, **216**, 397-402 (2003)
94. Yamashita K., Mimura T., Shimazaki K.: Evidence for nucleotide-dependent passive H⁺-transport protein in the plasma membrane of barley roots. *Plant & Cell Physiology*, **44**, 55-61 (2003)
95. Yamada A., Nozaki A., Sano E., Mimura T., Ozeki Y.: Expression of mangrove eEF1A enhances tolerance to salt and osmotic stress in *Escherichia coli*. *Plant Biotechnology*, **20**, 81-85 (2003)
96. Ngampanya, B., Takeda, T., Naragajavana, J., Ikeda, A and Yamaguchi, J.: Sugar transporters involved in flowering and grain development of rice. *J. Appli. Glycosci.* **50**, 237-240 (2003)
97. Ohtsuki, S., Ikeda, A., Sunako, T., Muto, S., Yazaki, J., Nakamura, K., Fujii, F., Kanako, S., Otsuka, Y., Yamamoto, K., Sakata, K., Sasaki, T., Kishimoto, N., Kikuchi, S. and Yamaguchi, J.: A novel gene encoding a Ca²⁺-binding protein is under hexokinase-dependent sugar regulation. *Biosci. Biotech. Biochem.* **67**, 347-353 (2003)
98. Ngampanya, B., Sobolewska, A., Takeda, T., Toyofuku, K., Naragajavana, J., Ikeda, A. and Yamaguchi, J.: Characterization of new rice functional monosaccharide transporter, OsMST5, involved in Flower development. *Biosci. Biotech. Biochem.* **67**, 556-562 (2003)
99. Suenaga, A., Moriya, K., Sonoda, Y., Ikeda, A., von Wiren, N., Hayakawa, T., Yamaguchi, J. and Yamaya, T.: Constitutive expression of a novel-type ammonium transporter OsAMT2 in rice plants. *Plant Cell Physiol.* **44**, 206-211 (2003)
100. Loret, E., Yamaguchi, J., Alpi, A. and Perata, P.: Sugar modulation of α -amylase genes under anoxia. *Ann. Bot.* **91**, 143-148 (2003)
101. Loreti, E., Yamaguchi, J., Alpi, A. and Perata, P.: Gibberellins are not required for rice germination under anoxia. *Plant and Soil.*, **253**, 137-143 (2003)
102. Sonoda, Y., Ikeda, A., Saiki, S., Von Wiren, N., Yamaya, T. and Yamaguchi, J.: Distinct expression and function of three ammonium transporter genes (*OsAMT1;1- 1;3*) in rice. *Plant Cell Physiol.* **44**, 726-734 (2003)
103. Sonoda, Y., Ikeda, A., Saiki, S., Yamaya, T. and Yamaguchi, J.: Feedback regulation of the ammonium transporter gene family *AMT1* by glutamine in rice. *Plant Cell Physiol.* **44**, 1396-1402 (2003)
104. Kamigaki, A., Mano, S., Terauchi, K., Nishi, Y., Tachibe-Kinoshita, Y., Nito, K., Hayashi, M., Nishimura, M. and Esaka, M.: Identification of peroxisomal targeting signal of pumpkin catalase and the binding analysis with PTS1 receptor. *Plant J.* **33**, 161-175 (2003)
105. Fukao, Y., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Novel glyoxysomal protein kinase, GPK1, identified by proteomic analysis of glyoxysomes in etiolated cotyledons of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, **44**, 1002-1012 (2003)
106. Kamada, T., Nito, K., Hayashi, H., Mano, S., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Functional differentiation of peroxisomes revealed by expression profiles of peroxisomal genes in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, **44**, 1275-1289 (2003)
107. Yasuyo Yamazaki, Mariko Kitajima, Masanori Arita, Hiromitsu Takayama, Hiroshi Sudo, Mami Yamazaki, Norio Aimi and Kazuki Saito: Biosynthesis of camptothecin. *In silico* and *in vivo* tracer study from [1-¹³C]glucose. *Plant Physiol.*, **134**, 161-170 (2004)
108. Jonathan J. Turnbull, Jun-ichiro Nakajima, Richard W.D. Welford, Mami Yamazaki, Kazuki Saito and Christopher J. Schofield: Mechanistic studies on three 2-oxoglutarate dependent oxygenases of flavonoid biosynthesis: Anthocyanidin synthase, flavonol synthase, and flavanone 3 β -hydroxylase. *J. Biol. Chem.*, **279**, 1206-1216 (2004)
109. Cintia Goulart Kawashima, Masaaki Noji, Michimi Nakamura, Yasumitsu Ogra, Kazuo T. Suzuki and Kazuki Saito: Heavy metal tolerance of transgenic tobacco plants over-expressing cysteine synthase. *Biotech. Lett.*, **26**, 153-157 (2004)

110. Masami Yokota Hirai, Mitsuru Yano, Dayan B. Goodenowe, Shigehiko Kanaya, Tomoko Kimura, Motoko Awazuhara, Masanori Arita, Toru Fujiwara and Kazuki Saito: Integration of transcriptomics and metabolomics for understanding of global responses to nutritional stresses in *Arabidopsis thaliana*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **101**, 10205-10210 (2004)
111. Takashi Asano, Ikumi Watase, Hiroshi Sudo, Mariko Kitajima, Hiromitsu Takayama, Norio Aimi, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Camptothecin production by *in vitro* cultures of *Ophiorrhiza liukiensis* and *O. kuroiwai*. *Plant Biotech.*, **21**, 275-281 (2004)
112. Ikumi Watase, Hiroshi Sudo, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Regeneration of transformed *Ophiorrhiza pumila* plants producing camptothecin. *Plant Biotech.*, **21**, 337-342 (2004)
113. Helen Jenkins, Nigel Hardy, Manfred Beckmann, John Draper, Aileen R. Smith, Janet Taylor, Oliver Fiehn, Royston Goodacre, Raoul Bino, Robert Hall, Joachim Kopka, Geoffrey A. Lane, B. Markus Lange, Jang R. Liu, Pedro Mendes, Basil J. Nikolau, Stephen G. Oliver, Norman W. Paton, Ute Roessner-Tunali, Kazuki Saito, Jorn Smedsgaard, Lloyd W. Sumner, Trevor Wang, Sean Walsh, Eve Syrkin Wurtele, and Douglas B. Kell: A proposed framework for the description of plant metabolomics experiments and their results. *Nature Biotech.*, **22**, 1601-1606 (2004)
114. Jun-ichiro Nakajima, Ipeei Tanaka, Shujiro Seo, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. *J. Biomed. Biotech.*, **5**, 241-247 (2004)
115. Takehisa, H., Shimodate, T., Fukuta, Y., Ueda, T., Yano, M., Yamaya, T., Kameya, T. and Sato, T.: Identification of quantitative trait loci for plant growth of rice in paddy field flooded with salt water. *Field Crops Research*, **89**, 85-95 (2004)
116. Ishiyama, K., Inoue, E., Watanabe-Takahashi, A., Obara, M., Yamaya, T. and Takahashi, H.: Kinetic properties and ammonium-dependent regulation of cytosolic isoenzymes of glutamine synthetases in *Arabidopsis*. *J. Biol. Chem.*, **279**, 16598-16605 (2004)
117. Obara, M., Sato, T., Sasaki, S., Kashiba, K., Nakamura, I., Ebitani, T., Yano, M. and Yamaya, T.: Identification and characterization of QTL on chromosome 2 for cytosolic glutamine synthetase content and panicle number in rice (*Oryza sativa* L.). *Theoretical Applied Genetics*, **110**, 1-11 (2004)
118. Ishiyama, K., Inoue, E., Tabuchi, M., Yamaya, T. and Takahashi, H.: Biochemical backgrounds of compartmentalized functions of cytosolic glutamine synthetase for active ammonium assimilation in rice roots. *Plant Cell Physiol.*, **45**, 1640-1647 (2004)
119. Sugiyama, K., Hayakawa, T., Kudo, T. Ito, T. and Yamaya, T.: Interaction of acetylglutamate kinase with a PII-like protein in rice. *Plant Cell Physiol.*, **45**, 1768-1778 (2004)
120. Watanabe, K.N., Fujimura, T., Shimamoto, K., Hashimoto, T., Koizumi, N., Fukuda, H., Naito, S., Nakamura, K., Mimura, T., Ohhashi, Y., Shimazaki, K., Terashima, I., Uchimiya, H. and Yamaya, T.: Negative fallout from public sentiment in Japan. *Nat. Biotechnol.*, **22**: 943 (Letter) (2004).
121. Sekiguchi Y., Mitsuhashi N., Mimura T.: Changes in sugar phosphates in *Arabidopsis* in response to phosphate nutrition measured by improved ion chromatography with pulsed amperometric detection combined with a titanium dioxide column. *Plant Biotechnology*, **21**, 143-150 (2004)
122. Sekiguchi Y., Mitsuhashi N., Inoue Y., Yagisawa H., Mimura T.: Development of a comprehensive analytical method for sugar phosphates in plants by ion chromatography with pulsed amperometric detection combined with a titanium oxide column. *Journal of Chromatography A*, **1039**, 71-76 (2004)
123. Shimaoka T., Ohnishi M., Sazuka T., Mitsuhashi N., Hara-Nishimura I., Shimazaki K., Maeshima M., Yokota A., Tomizawa K., Mimura T.: Isolation of intact vacuoles and proteomic analysis of tonoplast from suspension-cultured cells of *Arabidopsis thaliana*. *Plant & Cell Physiology*, **45**, 672-683 (2004)
124. Ohtomo R., Sekiguchi Y., Mimura T., Saito M., Ezawa T.: Quantification of polyphosphate: different sensitivities to short-chain polyphosphate using enzymatic and colorimetric methods as revealed by ion chromatography. *Analytical Biochemistry*, **328**, 139-146 (2004)
125. Hayes J., Zhu Y., Mimura T., Reid R.: An assessment of the usefulness of solution culture in screening for phosphorus efficiency in wheat. *Plant and Soil*, **261**, 91-97(2004)

126. Kataoka T., Watanabe-Takahashi A., Hayashi N., Ohnishi M., Mimura T., Buchner P., Hawkesford M.J., Yamaya T., Takahashi H.: Vacuolar sulfate transporters are essential determinants controlling internal distribution of sulfate in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, **16**, 2693-2704 (2004)
127. Fukumoto T., Nakamura T., Suzuki M., Ogita S., Mimura T., Sasamoto H.: Different effects of four salts and pHs on protoplast cultures of a mangrove *Bruguiera sexangula* suspension cells, *Populus alva* leaves and tobacco BY-2 cells. *Plant Biotechnology*, **21**, 177-182 (2004)
128. Kobae Y., Uemura T., Sato M.H., Ohnishi M., Mimura T., Nakagawa T., Maeshima M.: Zinc transporter of *Arabidopsis thaliana* AtMTP1 is localized to vacuolar membranes and implicated in zinc homeostasis. *Plant & Cell Physiology*, **45**, 1749-1758 (2004)
129. Morita-Yamamuro, C., Vernieri, P. and Yamaguchi, J.: Low sugar status promotes endogenous ABA levels and ABA sensitivity in *Arabidopsis*. *Plant Biotechnol.*, **21**, 9-14 (2004)
130. Morita-Yamamuro, C., Tsutsui, T., Tanaka, A. and Yamaguchi, J.: Knock-out of the plastid ribosomal protein S21 causes impaired photosynthesis and sugar-response during germination and seedling development in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, **45**, 781-788 (2004)
131. Iwata, A., Ikeda, A., Miyao, A., Hirochika, H. and Yamaguchi, J.: Loss-of-function mutation of rice hexokinase OsHKK1 does not affect sugar regulation of α -amylase RAmy3D. *Rice Genetics Newsletter*, **21**, 90-92 (2004)
132. Mano, S., Nakamori, C., Kondo, M., Hayashi, M. and Nishimura, M.: An *Arabidopsis* dynamin-related protein, DRP3A, controls both peroxisomal and mitochondrial division. *Plant J.*, **38**, 487-498 (2004)
133. Cintia Goulart Kawashima, Oliver Berkowitz, Ruediger Hell, Masaaki Noji and Kazuki Saito: Characterization and expression analysis of a serine acetyltransferase gene family involved in a key step of the sulfur assimilation pathway in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.*, **137**, 220-230 (2005)
134. Taketo Okada, Masami Yokota Hirai, Hideyuki Suzuki, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Molecular characterization of a novel quinolizidine alkaloid O-tigloyltransferase: cDNA cloning, catalytic activity of recombinant protein and expression analysis in *Lupinus* plants. *Plant Cell Physiol.*, **46**, 233-244 (2005)
135. Takayuki Tohge, Yasutaka Nishiyama, Masami Yokota Hirai, Mitsuru Yano, Jun-ichiro Nakajima, Motoko Awazuhara, Eri Inoue, Hideki Takahashi, Dayan B. Goodenowe, Masahiko Kitayama, Masaaki Noji, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Functional genomics by integrated analysis of metabolome and transcriptome of *Arabidopsis* plants over-expressing a MYB transcription factor. *Plant J.*, **42**, 218-235 (2005)
136. Takayuki Tohge, Kyoko Matsui, Masaru Ohme-Takagi, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Enhanced radical scavenging activity of genetically modified *Arabidopsis* seeds. *Biotech. Lett.*, **27**, 297-303 (2005)
137. Masami Yokota Hirai, Marion Klein, Yuuta Fujikawa, Mitsuru Yano, Dayan B. Goodenowe, Yasuyo Yamazaki, Shigehiko Kanaya, Yukiko Nakamura, Masahiko Kitayama, Hideyuki Suzuki, Nozomu Sakurai, Daisuke Shibata, Jim Tokuhisa, Michael Reichelt, Jonathan Gershenzon, Jutta Papenbrock, and Kazuki Saito: Elucidation of gene-to-gene and metabolite-to-gene networks in *Arabidopsis* by integration of metabolomics and transcriptomics. *J. Biol.Chem.*, **280**, 25590-25595 (2005)
138. Motoko Awazuhara, Toru Fujiwara, Hiroaki Hayashi, Akiko Watanabe-Takahashi, Hideki Takahashi and Kazuki Saito: The function of SULTR2;1 sulfate transporter during seed development in *Arabidopsis thaliana*. *Physiol. Plant.*, **125**, 95-105 (2005)
139. Toshiaki Tokimatsu, Nozomu Sakurai, Hideyuki Suzuki, Hiroyuki Ohta, Kazuhiko Nishitani, Tanetoshi Koyama, Toshiaki Umezawa, Norihiko Misawa, Kazuki Saito, and Daisuke Shibata: Kappa-View: A web-based analysis tool for integration of transcription and metabolite data on plant metabolic pathway maps. *Plant Physiol.*, **138**, 1289-1300 (2005)
140. Yuko Sasaki-Sekimoto, Nozomi Taki, Takeshi Obayashi, Mitsuko Aono, Fuminori Matsumoto, Nozomu Sakurai, Hideyuki Suzuki, Masami Hirai, Masaaki Noji, Kazuki Saito, Tatsuru Masuda, Ken-ichiro Takamiya, Daisuke Shibata, and Hiroyuki Ohta: Coordinated activation of metabolic pathways for antioxidants and defense compounds by jasmonates and their roles in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.*, **44**, 653-668 (2005)

141. Masaaki Noji, Cintia Goulart Kawashima, Takeshi Obayashi, and Kazuki Saito: *In Silico* assessment of gene function involved in cysteine biosynthesis in Arabidopsis: Expression analysis of multiple isoforms of serine acetyltransferase. *Amino Acids*, in press (2005)
142. Tabuchi, M., Sugiyama, K., Ishiyama, K., Inoue, E., Sato, T., Takahashi, H. and Yamaya, T.: Severe reduction in growth rate and grain filling of rice mutants lacking OsGS1;1, a cytosolic glutamine synthetase1. *Plant J.* **42**, 641-651 (2005)
143. Abiko, T., Obara, M., Ushioda, A., Hayakawa, T., Hodges, M. and Yamaya, T.: Localization of NAD-isocitrate dehydrogenase and glutamate dehydrogenase in rice: Candidate for providing carbon skeletons to NADH-glutamate synthase. *Plant Cell Physiol.* **46**, 1724-1734 (2005)
144. Suzuki M., Hashioka A., Mimura T., Ashihara H.: Salt stress and glycolytic regulation in suspension-cultured cells of the mangrove tree, *Bruguiera sexangula*. *Physiologia Plantarum*, **123**, 246-253 (2005)
145. Oda Y., Mimura T., Hasezawa S.: Regulation of secondary cell wall development by cortical microtubules during tracheary element differentiation in Arabidopsis cell suspensions. *Plant Physiology*, **137**, 1027-1036 (2005)
146. Mitsuhashi N., Ohnishi M., Sekiguchi Y., Kwon Y.-U., Chang Y.-T., Chung S.-K., Inoue Y., Reid R.J., Yagisawa H., Mimura T.: Phytic acid synthesis and vacuolar accumulation in suspension-cultured cells of *Catharanthus roseus* induced by high concentration of Pi and cations. *Plant Physiology* **138**, 1607-1614 (2005)
147. Sekiguchi Y., Mitsuhashi N., Mimura T.: Development of a comprehensive analytical method for phosphate metabolites in plants by ion chromatography coupled with tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, **1085**, 131-136 (2005)
148. Kubo M., Udagawa M., Nishikubo N., Horiguchi G., Yamaguchi M., Ito J., Mimura T., Fukuda H., Demura T. Transcription switches for protoxylem and metaxylem vessel formation. *Genes and Development*, **19**, 1855-1860 (2005)
149. Saika, H., Nakazono, M., Ikeda, A., Yamaguchi, J., Masaki, S. and Kanekatsu, M., Nemoto, K.: A transposon-induced spontaneous mutation results in low beta-amylase content in rice. *Plant Sci.* **168**, 239-244 (2005)
150. Morita-Yamamuro, C., Tsutsui, T., Sato, M., Yoshioka, H., Tamaoki, M., Ogawa, D., Matsuura, H., Yoshihara, T., Ikeda, A., Uyeda, I. and Yamaguchi, J.: The *Arabidopsis* gene *CAD1* controls programmed cell death in the plant innate immune system and encodes a protein containing a MACPF domain. *Plant Cell Physiol.*, **46**, 902-912 (2005)
151. Hayashi, M., Yagi, M., Nito, K., Kamada, T. and Nishimura, M.: Differential contribution of two peroxisomal protein receptors to the maintenance of peroxisomal functions in Arabidopsis. *J. Biol. Chem.* **280**, 14829-14835 (2005)

②その他の著作物

1. Kazuki Saito: Regulation of sulfate transport and synthesis of sulfur-containing amino acids. *Curr. Opin. Plant Biol.*, **3**, 188-195 (2000)
2. Kazuki Saito, Hideki Takahashi, Masaaki Noji, Kenji Inoue and Yves Hatzfeld: Molecular regulation of sulfur assimilation and cysteine synthesis. in "Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants" C. Brunold, H. Rennenberg, L.J. Kok, I. Stulen and J.-C. Davidian, eds. pp. 59-72, Paul Haupt Publishers, Berne (2000)
3. Hideki Takahashi, Akiko Watanabe, Noriko Sasakura, Wataru Asanuma, Michimi Nakamura and Kazuki Saito: Molecular characterization of the sulfate transporter gene family in *Arabidopsis thaliana*. in "Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants" C. Brunold, H. Rennenberg, L.J. Kok, I. Stulen and J.-C. Davidian, eds. pp. 265-268, Paul Haupt Publishers, Berne (2000)
4. Yves Hatzfeld and Kazuki Saito: Regulation of sulfate transporter genes in *Arabidopsis thaliana*. in "Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants" C. Brunold, H. Rennenberg, L.J. Kok, I. Stulen and J.-C. Davidian, eds. pp. 269-272, Paul Haupt Publishers, Berne (2000)
5. Masaaki Noji, Maiko Saito, Mitsuko Aono, Hikaru Saji and Kazuki Saito: Modulation of cysteine biosynthesis and resistance to SO₂ in transgenic tobacco overexpressing cysteine synthase in cytosol and chloroplasts. in "Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher

- Plants" C. Brunold, H. Rennenberg, L.J. Kok, I. Stulen and J.-C. Davidian, eds. pp. 289-290, Paul Haupt Publishers, Berne(2000)
6. Kenji Inoue, Masaaki Noji, Takeshi Katagiri, Kazuo Shinozaki and Kazuki Saito: Subcellular localization and feedback inhibition of serine acetyltransferase. in "Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants" C. Brunold, H. Rennenberg, L.J. Kok, I. Stulen and J.-C. Davidian, eds. pp. 327-330, Paul Haupt Publishers, Berne (2000)
 7. Tomofumi Manabe, Asako Hasumi, Mitsuyo Sugiyama, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Alliinase (S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxide lyase) from *Allium tuberosum* (Chinese chive). in "Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants" C. Brunold, H. Rennenberg, L.J. Kok, I. Stulen and J.-C. Davidian, eds. pp. 419-420, Paul Haupt Publishers, Berne(2000)
 8. 粟津原元子, 斉藤和季: “植物における硫黄代謝とその制御”植物の化学調節, **35**, 160-168(2000)
 9. 斉藤和季: “遺伝子組み換え植物 その栄光と蹉跎, 第二世代へ向けて”ファルマシア, **36**, 699-703(2000)
 10. Yamaya T, Kojima S, Obara M, Sato T.: Molecular physiology of nitrogen recycling in rice plants. In "Challenge of Plant and Agricultural Sciences to the Crisis of Biosphere on the Earth in the 21st Century", Eds. by Watanabe K, Komamine A, pp. 191-198, Landes Bioscience, Georgetown, Texas, USA (2000)
 11. 山谷知行: 窒素と光合成の分子栄養学— 21世紀型植物の作出を目指して、学術月報 **53**(2): 24-29 (2000)
 12. 早川俊彦、山谷知行: 窒素の転流と利用の分子機構、化学と生物 **38**, 473-480 (2000)
 13. Mimura T., Ashihara H.: Physiology of plant cells in culture. In: The Encyclopedia of Cell Technology, Ed. Spier, R.E., pp. 979-987, John Wiley & Sons, Inc. (2000)
 14. 池田 亮, 園田 裕, 山口淳二: 植物の根に関する諸問題 (79) -根の側根形成と窒素の取り込みに関する遺伝子群-. 農業および園芸, **75**, 301-308 (2000)
 15. 大槻茂男, 山口淳二: 肥育イネの作出 -糖センサー改変による新しい植物代謝工学-. バイオサイエンスとインダストリー, **58**: 38-39 (2000)
 16. 林 誠: 連載講座「見る」生物学-4 G F Pを用いてタンパク質の動きや輸送を見る, 化学と生物, **38**, 386-389 (2000)
 17. 林 誠: 高等植物ペルオキシソームに秘められた未知なる機能, 化学と生物, **38**, 602-603 (2000)
 18. Motoko Awazuhara, Hideki Takahashi, Akiko Watanabe-Takahashi, Hiroaki Hayashi, Tohru Fujiwara and Kazuki Saito: Function of the sulfate transporter Sultr2;1 in seeds of *Arabidopsis thaliana*. in "Plant nutrition - Food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research" W.J. Horst et al., eds. pp. 38-39, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2001)
 19. Chai-Ling Ho and Kazuki Saito: Molecular biology of the plastidic phosphorylated serine biosynthetic pathway in *Arabidopsis thaliana*. *Amino Acids*, **20**: 243-259(2001)
 20. 平井優美、斉藤和季 (分担執筆) ”5.4 アミノ酸代謝” ”朝倉植物生理学講座 2 代謝” (山谷知行編集) pp. 59-67, 朝倉書店 (2001)
 21. 斉藤和季 (分担執筆) ”7. 硫黄代謝” ”朝倉植物生理学講座 2 代謝” (山谷知行編集) pp. 103-118, 朝倉書店 (2001)
 22. 山谷知行: 朝倉植物生理学講座②「代謝」 編集 (2001)、アンモニアの同化と転流。朝倉植物生理学講座②「代謝」、pp.53-58、山谷知行編、朝倉書店 (2001)
 23. 武田泰斗, 山口淳二: デンプンの合成と分解. 朝倉植物生理学講座第2巻代謝 (山谷知行編集), pp. 94-102 朝倉書店, 東京 (2001)
 24. Masaaki Noji and Kazuki Saito: Molecular and biochemical analysis of serine acetyltransferase and cysteine synthase towards sulfur metabolic engineering in plants. *Amino Acids*, **22**, 231-243 (2002)
 25. Kazuki Saito and Mami Yamazaki: Biochemistry and molecular biology of the late-stage of biosynthesis of anthocyanin: lessons from *Perilla frutescens* as a model plant. *New Phytologist*, **155**, 9-23 (2002)
 26. Karin Springob and Kazuki Saito: Metabolic engineering of plant secondary metabolism: A

- promising approach to the production of pharmaceuticals. *Science and Culture*, **68**, 76-85 (2002)
27. Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Differential display analysis of gene expression in plants. *Cell. Mol. Life Sci.*, **59**, 1246-1255 (2002)
 28. 中嶋淳一郎, 山崎真巳, 斉藤和季: "アントシアニン合成の生化学 酵素反応機構解明における最近の進歩" 蛋白質・核酸・酵素, **47**, 217-224 (2002)
 29. Kazuki Saito and Hajime Mizukami: Plant cell cultures as producers of secondary compounds in "Plant Biotechnology and Transgenic Plants" K.-M. Oksman-Caldentey and W. Barz, eds., Marcel Dekker, Inc., New York 77-110 (2002)
 30. 山谷知行: 植物の老化: 新しい生命への準備、第16回「大学と科学」公開シンポジウム講演収録集 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、pp. 163-172. クバプロ (2002)
 31. 山谷知行: アンモニア態窒素と硝酸態窒素の根、葉における同化と同化におよぼす内的、外的因子の影響. 植物栄養・肥料の事典. pp.165-170, 植物栄養・肥料の事典編集委員会編. 朝倉書店. (2002)
 32. 山谷知行: アミノ酸代謝, 遊離アミノ酸の蓄積と各種要因. 植物栄養・肥料の事典. pp. 170-175, 植物栄養・肥料の事典編集委員会編. 朝倉書店. (2002)
 33. 山谷知行, 高橋秀樹, 榊原均: 植物代謝機能研究の新展開. 日本農芸化学会誌. **76**, 35-36 (2002)
 34. 山谷知行, 鈴木石根, 林誠, 小原実広: ゲノム科学と21世紀の植物栄養学—具体例の紹介—. 日土肥誌 **73**, 69-72 (2002)
 35. 榊原均, 山谷知行: 窒素代謝、植物代謝工学ハンドブック. pp. 366-378, エヌ・ティー・エス. (2002)
 36. Yoshimoto, N., Takahashi, H., Smith, F.W., Yamaya, T. and Saito, K.: Two distinct high-affinity sulfate transporters with different inducibilities mediate uptake of sulfate in *Arabidopsis* roots. *Plant J.* **29**, 465-473 (2002)
 37. Sugiharto B., Ermawaati N., Mori H., Aoki K., Yonekura-Sakakibara K., Yamaya T., Sugiyama T. and Sakakibara H.: Identification and characterization of a gene encoding drought-inducible protein localizing in the bundle sheath cell of sugarcane. *Plant Cell Physiol.*, **43**, 350-354 (2002)
 38. Takei K. Takahashi T. Sugiyama T. Yamaya T. and Sakakibara H.: Multiple routes communicating nitrogen availability from roots to shoots: a signal transduction pathway mediated by cytokinin. *J. Exp. Bot.* **53**, 971-977 (2002)
 39. Deji, A., Sakakibara, H., Okumura, S., Matsuda, T., Ishida, Y., Yamada, S., Komari, T., Kubo, T. Yamaya, T. and Sugiyama, T.: Accumulation of maize response regulator proteins in mesophyll cells after cytokinin treatment. *Biosci. Biotech. Biochim.* **66**, 1853-1858 (2002).
 40. 三村徹郎: 「細胞膜」 朝倉植物生理学講座① 植物細胞 (駒嶺穆 総編集 西村幹夫編集) pp.9-43 朝倉書店. (2002)
 41. 三村徹郎: 「植物栄養・肥料の事典」(但野利秋, 茅野充男他編) 朝倉書店. (2002)
 42. 齋木里文, 園田裕, 池田亮, 山口淳二: 根のアンモニウムイオン取り込みに関与する遺伝子群, 農業および園芸, **77**: 39-47 (2002)
 43. Otsuki S, Sonoda Y, Saiki S, Ikeda A, Matsuhashi S, Watanabe S, Ishioka N.S., Sekine T, Yamaguchi J: Positron imaging analysis of assimilation and translocation of carbon and nitrogen sources in rice plant. *JAERI-Review*, **2002-035**, 100-102 (2002)
 44. Hayashi, M. and Nishimura, M.: Genetic approaches to understand plant peroxisomes. *In Plant peroxisome.* (Eds. Baker, A., Graham, I.) Kluwer Academic Publishers, Netherlands. pp. 279-303 (2002)
 45. 林誠, 西村幹夫: 1-4-1 e. ミクロボディ, 生物学データ大百科事典. pp.120-126 朝倉書店. (2002)
 46. 林誠: 4-4 ペルオキシソーム 朝倉植物生理学講座第1巻植物細胞 西村幹夫編 pp.96-110 朝倉書店. (2002)
 47. 二藤和昌, 林誠, 西村幹夫: ペルオキシソームの分化. 細胞工学別冊植物細胞工学シ

- リーズ 17 植物オルガネラの分化と多様性. pp139-149 秀潤社. (2002)
48. 林誠, 西村幹夫: 脂肪性種子植物における脂肪酸分解の欠損とその影響. バイオサイエンスとインダストリー. **60**, 9-10 (2002)
 49. Karin Springob, Jun-ichiro Nakajima, Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Recent advances in the biosynthesis and accumulation of anthocyanins. *Natural Products Reports*, **20**, 288-303 (2003)
 50. Masaaki Noji and Kazuki Saito: Sulphur amino acids: biosynthesis of cysteine and methionine. *in* "Sulphur in Plant" Y.P. Abrol and A. Ahmad, eds. pp. 135-144, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2003)
 51. Kazuki Saito: Molecular and metabolic regulation of sulfur assimilation: Initial approach by the post-genomics strategy. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 11-20, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 52. Motoko Awazuhara, Akiko Hayase, Masatomo Kobayashi, Masaaki Noji, Mami Yamazaki, Motoaki Seki, Kazuo Shinozaki and Kazuki Saito: Screening of mutants accumulating high levels of amino acids and thiols from activation-tagged lines of *Arabidopsis thaliana*. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 149-151, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 53. Masami Yokota Hirai, Toru Fujiwara, Motoko Awazuhara, Tomoko Kimura, Masaaki Noji and Kazuki Saito: Transcriptome analysis of sulfur-starved *Arabidopsis* by DNA array: OAS is a positive regulator of gene expression under sulfur deficiency. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 225-227, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 54. Patrik Jones and Kazuki Saito: Cor-an *Arabidopsis thaliana* protein with cystine lyase activity. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 243-245, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 55. Cintia G. Kawashima, Masaaki Noji and Kazuki Saito: Temporal and spatial expression analysis of serine acetyltransferase isoforms in *Arabidopsis thaliana*. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 251-253, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 56. Masaaki Noji, Fumiko Saito, Tomoko Ochiai, Yumiko Shirano, Hiroaki Hayashi, Daisuke Shibata, Tomohiko Kato, Satoshi Tabata and Kazuki Saito: Altered expression of serine acetyltransferase gene in transgenic *Arabidopsis* resulted in modulated production of cysteine and glutathione. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 301-303, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 57. Naoko Yoshimoto, Hideki Takahashi, Frank W. Smith, Tomoyuki Yamaya and Kazuki Saito: Characterization of two functional high-affinity sulfate transporters for uptake of sulfate in *Arabidopsis* roots. *in* "Sulfur Transport and Assimilation in Plants" J.-C. Davidian, D. Grill, L. J. De Kok, I Stulen, M. J. Hawkesford, E. Schnug and H. Rennenberg, eds. pp. 367-368, Backhuys Publishers, Leiden (2003)
 58. Masaaki Noji and Kazuki Saito: Sulphur amino acids: biosynthesis of cysteine and methionine. *in* "Sulphur in Plants" Y.P. Abrol and A. Ahmad, eds. pp. 135-144, Kluwer Academic Publishes, Dordrecht (2003)
 59. 杉山達夫, 水野猛, 長谷俊治, 斉藤和季 (編集) "植物の代謝コミュニケーション 植物分子生理学の新展開"蛋白質核酸酵素 2003年11月増刊号(2003)
 60. 斉藤和季 (分担執筆) "シロイヌナズナのメタボローム解析" "メタボローム研究の最前線"富田勝, 西岡孝明 編, pp. 131-142, シュプリンガー・フェアラーク東京 (2003)
 61. 斉藤和季 (分担執筆) "医薬バイオテクノロジー事典"医薬バイオテクノロジー事典編集委員会 編、廣川書店 (2003)
 62. 平井優美, 斉藤和季: "植物の栄養欠乏適応機構 ポストゲノムアプローチによるの解明"バイオサイエンスとインダストリー. **61**, 393-396 (2003)

63. 齊藤和季:“ゲノム・ポストゲノムアプローチによる第二世代の遺伝子組み換え植物” 日本東洋医学雑誌. **54**, 476-484 (2003)
64. 高橋秀樹, 野路征昭, 平井優美, 齊藤和季:“硫黄同化代謝の分子制御” 蛋白質・核酸・酵素. **48**, 2121-2129 (2003)
65. 齊藤和季:“植物メタボロミクス” 蛋白質・核酸・酵素. **48**, 2199-2204 (2003)
66. 齊藤和季: 光合成事典 硫黄代謝関連各項目 光合成研究会編. 学会出版センター (2003)
67. Yamaya T: Biotechnological approaches for modification of nitrogen assimilation in rice. In "Plant Genetic Engineering vol 2: Improvement of Food Crops", Eds. by Jaiwal PK, Singh RP, pp. 79-88, Sci-Tech. Publishing LLC, Houston, Texas, USA (2003)
68. Fukuta, Y., Kobayashi, S., Tsunematsu, H., Ebron, L.A., Kato, H., Umemoto, T., Morita, S., Sato, T., Yamaya, T., Nagamine, T., Fukuyama, T., Sasahara, H., Ashikawa, I., Tamura, K., Nemoto, H., Maeda, H., Hamamura, K., Ogata, T., Matsue, Y., Ichitani, K. and Takagi, A.: Response of QTLs for heading date in rice at different sites from tropical to temperate regions. In "Advance in Rice Genetics: Molecular markers, QTL mapping, and marker-assisted selection", Eds. by Khush, G.S., Brar, D.S., and Hardy, B., pp. 233-237, IRRI, Philippines (2003).
69. Obara, M., Fukuta, Y., Yano, M., Yamaya, T. and Sato, T.: QTL analysis for decoloration of flag leaves during the ripening period in rice. In "Advance in Rice Genetics: Molecular markers, QTL mapping, and marker-assisted selection", Eds. by Khush, G.S., Brar, D.S., and Hardy, B., pp. 338-339, IRRI, Philippines (2003).
70. 山谷知行: イネにおける窒素転流のダイナミクスとQTL解析. 蛋白質・核酸・酵素増刊号 48(15), 「植物の代謝コミュニケーション: 植物分子生理学の新展開」 杉山達夫・水野猛・長谷俊治・齊藤和季編, pp.2068-2074, 共立出版 (2003)
71. 山谷知行: 光合成事典 窒素代謝関連各項目 光合成研究会編. 学会出版センター (2003)
72. Maruyama-Nakashita, A., Inoue, E., Watanabe-Takahashi, A., Yamaya, T. Takahashi, H.: Transcriptome profiling of sulfur responsible genes in Arabidopsis reveals global effects of sulfur nutrition on multiple metabolic pathways. *Plant Physiol.* **132**, 597-605 (2003)
73. Yoshimoto, N., Inoue, E., Saito, K., Yamaya, T. and Takahashi, H.: Phloem-localizing sulfate transporter, Sultr1;3, mediates re-distribution of sulfur from source to sink organs in Arabidopsis. *Plant Physiol.* **131**, 1511-1517 (2003).
74. Asakura, Y., Hagino, T., Ohta, Y., Aoki, K., Yonekura-Sakakibara, K., Deji, A., Yamaya, T., Sugiyama, T., Sakakibara, H. Molecular characterization of His-Asp phosphorelay signalling factors in maize leaves: Implications of the signal divergence by cytokinin-inducible response regulators in the cytosol and the nuclei. *Plant Mol. Biol.* **52**, 331-341 (2003)
75. Takei K, Dekishima Y, Eguchi T, Yamaya T, and Sakakibara H.: A new method for enzymatic preparation of isopentenyladenine-type and trans-zeatin-type cytokinins with radioisotope-labeling. *J. Plant Res.*, **116**(3), 259-263 (2003)
76. Takei, K., Yamaya, T. and Sakakibara, H.: A method for separation and determination of cytokinin nucleotides from plant tissues. *J. Plant Res.*, **116**(3), 265-269 (2003)
77. 三村徹郎, 三橋尚登, 関口陽子, 大西美輪: リン酸の輸送と細胞内分配 植物の代謝コミュニケーション. 蛋白質核酸酵素別冊. **48**, 2044-2051, 共立出版 (2003)
78. 三村徹郎; 「植物の膜輸送システム ポンプ・トランスポーター・チャネル研究の新展開」 (加藤潔, 島崎研一郎, 前島正義, 三村徹郎 監修) 秀潤社, (2003 「1-5-1 リン輸送 57-61 ページ」, 「1-5-2 塩素イオン輸送 62-64 ページ」, 「4-2 イオン濃度の決定、電気的測定法 193-198 ページ」)
79. Yamaguchi J, Ohtsuki S, Sonoda Y, Yamamuro C, Ikeda A, Fujimaki S, Ishioka N, Matsushashi S, Sekine T, Kume T: Negative-feedback regulation of ammonium uptake and translocation in rice under ambient and elevated CO₂ conditions. *JAERI-Review*, **2003-033**, 126-128 (2003)
80. 池田亮, 山室千鶴子, 山口淳二: ジベレリンシグナル伝達因子; DELLA ファミリーを中心として. 植物の化学調節, **38**, 36-47 (2003)

81. 池田亮, 園田裕, 山口淳二: 炭素源分配の制御機構—C/N バランスによる制御を中心として—. 蛋白質核酸酵素, **48**, 2103-2112 (2003)
82. 山口淳二: 光合成同化産物の細胞間輸送と器官間輸送—糖トランスポーターと維管束機能を中心として—. *J. Appl. Glycosci.*, **50**, 91-92 (2003)
83. 二藤和昌, 林 誠, 西村幹夫: 植物ペルオキシソームの機能分化と生合成機構 実験医学増刊 細胞内輸送研究の最前線: pp. 1917-1923, 秀潤社 (2003)
84. Hayashi, M. and Nisimura, M.: Entering a new era of research on plant peroxisomes. *Cur. Opin. Plant Sci.*, **6**, 577-582 (2003)
85. 林 誠: 光合成事典 ペルオキシソーム関連各項目 光合成研究会編. 学会出版センター (2003)
86. Masami Yokota Hirai and Kazuki Saito: Post-genomics approaches for the elucidation of plant adaptive mechanisms to sulfur deficiency. *J. Exp. Bot.*, **55**, 1871-1879 (2004)
87. Kazuki Saito: Sulfur assimilatory metabolism. The long and smelling road. *Plant Physiol.* **136**, 2443-2450 (2004)
88. Raoul J. Bino, Robert D. Hall, Oliver Fiehn, Joachim Kopka, Kazuki Saito, John Draper, Basil J. Nikolau, Pedro Mendes, Ute Roessner-Tunali, Michael H. Beale, Richard N. Trethewey, B. Markus Lange, Eve Syrkin Wurtele and Lloyd W. Sumner: Potential of metabolomics as a functional genomics tool. *Trends Plant Sci.*, **9**, 418-425 (2004)
89. Kirsi-Marja Oksman-Caldentey and Kazuki Saito: Integrating genomics and metabolomics for engineering plant metabolic pathways. *Curr. Opin. Biotech.*, **16**, 174-179 (2005)
90. 斉藤和季: “植物二次代謝のポストゲノム科学 シソのアントシアニン成分変種” *ファルマシア*. **40**, 107-109 (2004)
91. 斉藤和季, 曾我朋義, 富田勝, 福崎英一郎: “<座談会>メタボロミクスの現状と展望” *BIO INDUSTRY*, **21**, 6-18 (2004)
92. 鈴木秀幸, 斉藤和季: “ポストゲノム科学における植物メタボロミクスの実例と課題” *BIO INDUSTRY*, **21**, 19-27 (2004)
93. 鈴木秀幸, 栗津原元子, 曾我朋義, 山崎泰代, 斉藤和季: “メタボロミクス解析システム” *蛋白質・核酸・酵素*, **49**, 1893-1899 (2004)
94. Yamaya, T. and Oaks, A.: Metabolic Regulation of Ammonium Uptake and Assimilation. In "Nitrogen Acquisition and Assimilation in Higher Plants", Plant Ecophysiology Series, Eds. by Stulen, I. and Amancio, S., pp. 35-64, Kluwer Academic Publisher, The Netherlands. (2004)
95. Maruyama-Nakashita, A., Nakamura, Y., Yamaya, T. and Takahashi, H.: A novel regulatory pathway of sulfate uptake in Arabidopsis roots: Implication of CRE1/WOL/AHK4-mediated cytokinin-dependent regulation. *Plant J.*, **38**, 779-789 (2004).
96. Maruyama-Nakashita, A., Nakamura, Y., Yamaya, T. and Takahashi, H.: Regulation of high-affinity sulphate transporters in plants: towards systematic analysis of sulphur signaling and regulation. *J. Exp. Bot.*, **55**, 1843-1849 (2004)
97. Kataoka, T., Hayashi, N., Yamaya, T. and Takahashi, H.: Root-to-shoot transport of sulfate in Arabidopsis: Evidence for the role of SULTR3;5 as a component of low-affinity sulfate transport system in the root vasculature. *Plant Physiol.*, **136**, 4198-4204 (2004)
98. Kataoka, T., Watanabe-Takahashi, A., Hayashi, N., Ohnishi, M., Mimura, T., Buchner, P., Hawkesford, M.J., Yamaya, T. and Takahashi, H.: Vacuolar sulfate transporters are essential determinants controlling internal distribution of sulfate in Arabidopsis. *Plant Cell*, **16**, 2693-2704 (2004)
99. Kasahara, H., Takei, K., Ueda, N., Hishiyama, S., Yamaya, T., Kamiya, Y., Yamaguchi, S. and Sakakibara, H.: Distinct isoprenoid origins of *cis*- and *trans*-zeatin biosyntheses in Arabidopsis. *J. Biol. Chem.*, **279**, 14049-14054 (2004)
100. Yonekura-Sakakibara, K., Kojima, M., Yamaya, T. and Sakakibara, H.: Molecular characterization of cytokinin-responsive histidine kinases in maize: Differential ligand preferences and response to *cis*-zeatin. *Plant Physiol.*, **134**, 1654-1661 (2004)
101. Takei, K., Yamaya, T. and Sakakibara, H.: *Arabidopsis CYP735A1* and *CYP735A2* encode cytokinin hydroxylase that catalyze the biosynthesis of *trans*-zeatin. *J. Biol. Chem.*, **279**, 41866-41872 (2004)

102. Takei, K., Ueda, N., Aoki, K., Kuromori, T., Hirayama, T., Shinozaki, K., Yamaya, T. and Sakakibara, H.: AtIPT3 is a key determinant of nitrate-dependent cytokinin biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol.*, **45**, 1053-1062 (2004)
103. Maruyama-Nakashita, A., Nakamura, Y., Watanabe-Takahashi, A., Yamaya, T., Takahashi, H.: Induction of *SULTR1;1* sulfate transporter in *Arabidopsis* roots involves protein phosphorylation/dephosphorylation circuit for transcriptional regulation. *Plant Cell Physiol.* **45**, 340-345 (2004)
104. Maruyama-Nakashita, A., Nakamura, Y., Yamaya, T., Takahashi, H.: A novel regulatory pathway of sulfate uptake in *Arabidopsis* roots: Implication of CRE1/WOL/AHK4-mediated cytokinin-dependent regulation. *Plant J.* **38**, 779-789 (2004)
105. Kataoka, T., Hayashi, N., Yamaya, T., Takahashi, H.: Root-to-shoot transport of sulfate in *Arabidopsis*: Evidence for the role of *SULTR3;5* as a component of low-affinity sulfate transport system in the root vasculature. *Plant Physiol.* **136**: 4196-4204 (2004)
106. 三村徹郎: 光合成事典 リン代謝関連各項目 光合成研究会編. 学会出版センター (2004)
107. 三村徹郎, L. Taiz & E. Zeigler: 植物生理学 (島崎研一郎, 西谷和彦 監訳) 第6章訳 培風館 (2004)
108. Yamaguchi, J., Sonoda, Y., Iwata, A., Ikeda A., Tsutsuim T., Morita-Yamamurom C., S.-G., Yao, Matsushashi, S., Fujimaki, S., Sakamoto, K., Arakawa, K., Kume, T.: Ammonium uptake and assimilation in rice. *JAERI-Review*, **2004-025**: 122-124 (2004)
109. 林 誠, 西村幹夫: タンパク質輸送からみた植物ペルオキシソーム研究の新展開. 蛋白質核酸酵素 2004年5月増刊『細胞における蛋白質の一生: 生成・成熟・輸送・管理・分解・病態』 vol. **49**, No. 7 pp. 930-932. 共立出版, 東京 (2004)
110. 草野都, 斉藤和季: “メタボロミクスの考え方と解析の概要” 化学と生物, **43**, 101-108 (2005)
111. 草野都, 斉藤和季: “メタボロミクスにおけるデータベースと研究例” 化学と生物, **43**, 184-192 (2005)
112. Kazuki Saito: Metabolome analysis of *Arabidopsis thaliana*. in “Frontier of Metabolome Sciences” M. Tomita and T. Nishioka, eds. 141-154, Springer Verlag, Tokyo (2005)
113. Kirsi-Marja Oksman-Caldentey and Kazuki Saito: Integrating genomics and metabolomics for engineering plant metabolic pathways. *Current Opinion in Biotechnology*, **16**, 174-179 (2005)
114. Mami Yamazaki and Kazuki Saito: Isolation and Characterization of Anthocyanin 5-O-glucosyltransferase in *Perilla frutescens* var. *crispa* by Differential Display. *Methods in Molecular Biology*, in press (2005)
115. Sugawara, H., Kawano, Y., Hatakeyama, T., Yamaya, T., Kamiya, N. and Sakakibara, H.: Crystal structure of a histidine-containing phosphotransfer protein ZmHP2 from maize. *Protein Sci.* **14**: 202-208 (2005)
116. Hirose, N., Makita, N., Yamaya, T. and Sakakibara, H.: Functional characterization and expression analysis of genes encoding a family of equilibrative nucleoside transporters in *Oryza sativa* suggest a function in cytokinin transport. *Plant Physiol.*, **138**, 196-206 (2005)
117. Aoki, K., Suzui, N., Fujimaki, S., Dohmae, N., Yonekura-Sakakibara, K., Fujiwara, T., Hayashi, H., Yamaya, T. and Sakakibara, H.: Destination-selective long-distance movement of phloem proteins. *Plant Cell*, **17**, 1801-1814 (2005)
118. Sakakibara, H., Kasahara, H., Ueda, N., Kojima, M., Takei, K., Hishiyama, S., Asami, T., Kamiya, Y., Yamaya, T. and Yamaguchi, S.: A strategy of *Agrobacterium* to modify cytokinin biosynthesis in plastids of the host plant. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **102**, 9972-9977 (2005).
119. Fukuta, A., Fujimaki, S., Mori, T., Suzi, N., Ishiyama, K., Hayakawa, T., Yamaya, T., Fujiwara, T., Yoneyama, T. and Hayashi, H. (2005) Differential distribution of proteins expressed in companion cells in the sieve element-companion cell complex of rice plants. *Plant Cell Physiol.* in press
120. ‘Sulfur Transport and Assimilation in Plants in the Post Genomics Eras’. Editors: K. Saito, L.J. De Kok, I. Stulen, M.J. Hawkesford, E. Schnug, A. Sirko, H. Rennenberg, Backhuys Publishers, Leiden, 2005
121. ‘Plant Metabolomics’, eds Kazuki Saito, Richard A. Dixon, Lothar. Willmitzer, Springer, in

press (2006)

122. Systems-based Analysis of Plant Metabolism by Integration of Metabolomics with Transcriptomics M.Y. Hirai, T. Tohge, and K. Saito, in 'Plant Metabolomics' eds. K.Saito, R. Dixon, L. Willmitzer, Springer, in press (2006)

(2)口頭発表(国際学会発表及び主要な国内学会発表)

①招待、口頭講演 (国内外 102 件より抜粋)

1. K. Saito, N. Yoshimoto, M. Awazuhara, H. Takahashi, T. Ochiai, M. Noji: Regulation and functional participation of sulfate transporter isoforms and serine acetyltransferase in *Arabidopsis thaliana*. Cost Action 829 Plant Sulfur Metabolism at the Beginning of the 21st Century, Seville, Spain, Program & Abstracts, 39 February (2001)
2. K. Saito: Overview of sulfur metabolism – Regulation and engineering. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 21 (2001)
3. K. Saito: Post-genomics approaches for understanding plant sulfur metabolism: transcriptomics, proteomics and metabolomics. Cost Action 829 Sulfur-Nitrogen Interactions in Plants, Oulu, Finland, Programme & Abstracts, 11 (2001)
4. K. Saito, T. Ochiai, M. Noji: Overexpression of mutated serine acetyltransferase gene in *Arabidopsis* resulted production of cysteine and glutathione. 7th International Congress on Amino Acids and Proteins, Vienna, Austria, Amino Acids, 31 (2001)
5. 山崎真巳, 斉藤和季: 成分変種を用いた生合成機構のメタボロミクスからのアプローチ. 第 13 回天然薬物の開発と応用シンポジウム・講演要旨集, 206 (2001)
6. 斉藤和季: ポストゲノム世代における植物代謝研究: その初期アプローチ. 第 38 回植物化学シンポジウム, 41 (2001)
7. K. Saito: Overview of the CREST project on Dynamic Aspects of Plant Assimilation Metabolism. Metabolomics Approach in Plant Functional Genomics in the Post-genome Eras, Chiba, Japan, Program Abstracts, 3 (2001)
8. 山谷知行: イネにおける窒素代謝のコンパートメンテーションとQTL解析. 第 19 回バイオテクノロジーシンポジウム。虎ノ門パストラル(2001 年 10 月 31 日)
9. 山谷知行: 植物の老化: 新しい生命への準備. 第16回「大学と科学」公開シンポジウム「明日を拓く植物科学」(神戸国際会議場、2001 年 11 月 17-18 日)
10. Yamaya T, Obara M, Nakajima H, Sato T: Genetic manipulation and QTL analysis for nitrogen utilization in rice. 6th International Symposium on Inorganic Nitrogen Assimilation, European Nitrate Ammonium Assimilation Group, Reims Champagne Congres, France (July 8-12, 2001)
11. Yamaya, T., Obara, M., Hayakawa, T., Sato, T.: Compartmentation, genetic manipulation, and QTL-mapping for glutamine synthetase and glutamate synthase in rice. International Workshop on Metabolomics Approach in Plant Functional Genomics in the Post-genom Eras, Kazusa Academia Hall, Kisarazu, Japan (Dec. 7-8, 2001)
12. Mimura T. Phosphate transport in plant cells Center for Plant Membrane Biology Meeting (Port Lincoln, Australia 2000 年 12 月 3 日)
13. Naoto Mitsuhashi, Tetsuro Mimura: Separation of inositol polyphosphates by ion chromatography. 1st Korea-Japan Conference on Signal Transduction (Pohang University of Science & Technology, Pohang, Korea, 2001 年 7 月 11-12 日)
14. Naoto Mitsuhashi, Tetsuro Mimura: Phosphorus metabolomics:metabolism and com-partmentation of inositol phosphates in Arabidopsis. International Workshop on Metabolomics Approach in Plant Functional Genomics in the Post-genome Eras (千葉 2001 年 12 月 7 日)
15. Yamaguchi J: Transport and signal network for carbohydrates and nitrogen compounds in rice. International Workshop on Metabolomics Approach in Plant Functional Genomics in the Post-genome Eras, 2001.12.7-8, Kisarazu, Chiba, Japan
16. 林 誠: 分子遺伝学的アプローチによる脂肪酸 β 酸化の再考、日本土壌肥料学会2001年度

- 大会、高知、2001年4月
17. 斉藤和季, 野路征昭, 平井優美, 粟津原元子, 高橋秀樹: 硫黄同化・代謝のダイナミクスに関する最近の進歩. 日本農芸化学会大会講演要旨集, 337 (2002)
 18. 斉藤和季: ポストゲノムアプローチによる薬用植物資源研究. 日本薬学会第122年会要旨集1, 109 (2002)
 19. K. Saito: Molecular and metabolic regulation of sulfur assimilation: approach by the post-genomics strategy. 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 20.
 20. K. Saito, J. Nakajima, M. Yamazaki: Reaction mechanism from leucoanthocyanidin to anthocyanidin 3-glucoside, a key reaction for coloring in anthocyanin biosynthesis. International Workshop on Anthocyanins. Australia, 17-19 April 2002, 8.
 21. 斉藤和季: 植物における硫黄代謝の制御. 硫黄代謝シンポジウム (滋賀. 平成14年5月13日)
 22. K. Saito: Mechanism and Regulation of Sulfur Assimilation in Plants. 20th International Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur. U.S.A. 14-19 July 2002.
 23. 斉藤和季: 植物メタボロミクスとメタボリックエンジニアリングー医薬品、食品、工業原料の開発と生産にむけてー. 日本薬学会関東支部第27回学術講演会 植物メタボロミクスとメタボリックエンジニアリングー医薬品、食品、工業原料の開発と生産にむけてー (千葉. 平成14年9月19~20日)
 24. K. Saito: Coordinate regulation of sulfur assimilation. The German Plant Sulfur Group invites for an interactive workshop Sulfur in plants: Interaction of basic metabolism and stress resistance. German, 25-28 September 2002, 8.
 25. 斉藤和季: ミニシンポジウム「植物メタボロミクス研究の現状」. シロイヌナズナワークショップ2002 (木更津. 平成14年10月10~11日)
 26. K. Saito: Post-genome approach for regulation of sulfur metabolism. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002 “Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants.” Nara. 29-31 October 2002.
 27. K. Saito: Molecular Regulation of Anthocyanin Biosynthesis and Accumulation in *Perilla Frutescens* as a Model Plant. NIAS-COE International Symposium “Plant Metabolism: Molecular Mechanisms and Engineering”. Tsukuba. 19-20 November 2002.
 28. K. Saito: Metabolomics and Biochemical Panning in Arabidopsis Thaliana and Medicinal Plants. Metabolome Analysis and Systems Biology ICSB2002 Satellite Meeting, Sweden, 16 December 2002, 8.
 29. 山谷知行: イネの葉の老化はおコメのため. 日本農芸化学会主催第28回化学と生物シンポジウム「現代生命科学の面白さ(農芸化学の世界を探る)」。(勝山館(仙台市)、2002年3月23日)
 30. Yamaya, T.: Introduction of metabolic function group and nitrogen recycling in rice. Annual Meeting of Max-Planck-Institute for Molecular Plant Physiology, Golm, Germany . 27-28 May 2002.
 31. Yamaya, T.: Nitrogen recycling in rice: Analyses of mutants inserted retro- transposon Tos-17 and QTL mapping. 5th International Symposium on Nitrate Assimilation: Molecular and Genetic Aspects. Cordoba, Spain, 21-26 July 2002.
 32. 山谷知行: 高窒素利用能イネ作出のためのQTL. 日本薬学会関東支部第27回学術講演会「植物メタボロミクスとメタボリックエンジニアリングー医薬品、食品、工業原料の開発と生産にむけて」。(千葉. 平成14年9月19-20日)
 33. 山谷知行: イネの窒素代謝と生産性向上-葉の老化は稔りのため. 日本学術会議公開シンポジウム「21世紀の食糧・環境問題解決に向けてー植物栄養学からのアプローチ」。(東京大学弥生講堂, 平成14年11月2日)
 34. T Yamaya: Nitrogen utilization in rice: Genetic manipulation, knock-out mutants, and QTL analysis. NIAS-COE International Symposium “Plant Metabolism: Molecular Mechanisms and Engineering”. Tsukuba, 19-20 November 2002.
 35. 三村徹郎: マングローブ植物から作出した培養細胞による植物耐塩性機構の解明とマングロ

- ープ再生系確立の試み, マリンバイオテクノロジー学会 第6回大会(東京, 平成14年5月26日)
36. 三村徹郎: 植物のイオン代謝において、液胞はどのようにはたらいているかー液胞の機能分化と生理ー. 日本植物学会 第66回大会(京都, 平成14年9月21日)
 37. T Mimura: Uptake, distribution and metabolism of phosphates in plant cells. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002 “Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants.”, Nara, 29-31 October 2002.
 38. Junji Yamaguchi: Sugar transporters involved in flowering and grain development of rice. International Symposium: New Approaches in Starch Science and Carbohydrate-Active Enzyme. Kyoritsu Women's Univ. Tokyo, Japan. 15-16 September 2002.
 39. 山口淳二: イネの炭素同化と分子育種. 日本薬学会関東支部第27回学術講演会「植物メタボロミクスとメタボリックエンジニアリングー医薬品、食品、工業原料の開発と生産にむけて」. (千葉, 平成14年9月19-20日)
 40. Junji Yamaguchi: Ammonium uptake and metabolism in rice roots. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002 “Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants.”, Nara, 29-31 October 2002.
 41. Junji Yamaguchi: Transport and signal network for carbohydrates and nitrogen compounds in rice, NIAS-COE International Symposium “Plant Metabolism: Molecular Mechanisms and Engineering”. Tsukuba, 19-20 November 2002.
 42. Nishimura, M., Hayashi, M., Mano, S., Kondo, M., Nito, K., Fukao, Y. and Kamada, T.: Arabidopsis mutants with aberrant peroxisomal morphology. 1st Spanish congress on physiology, biochemistry and molecular biology of carbohydrates, Pamplona, Spain, 23-25 September 2002.
 43. Hayashi, M.: Regulation of peroxisomal protein import in higher plants. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002: Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants, Nara, Japan, 20-31 October 2002.
 44. Nishimura, M., Hayashi, M., Mano, S., Kondo, M., Nito, K., Fukao, Y. and Kamada, T.: PTS2-pathway depends on PTS1-pathway in higher plants. 2002 symposium on peroxisome biogenesis, San Francisco, USA. 14 December 2002.
 45. 斉藤和季: 植物のメタボロミクス研究動向. 「植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発」プロジェクト発足記念講演会 (虎ノ門, 平成15年2月13日)
 46. Saito, K.: Mining of pathway networks through integration of transcriptomics and metabolomics. Second International Conference on Plant Metabolomics. Germany, 25-28 April 2003.
 47. Patrik Jones, K. Saito: Identification of cystine lyase gene in *Arabidopsis thaliana*. 8th International Congress on Amino Acid and Proteins. Rome Italy, 7 September 2003.
 48. 斉藤和季: ポストゲノムアプローチによる植物二次代謝研究ートランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合ー. 第24回和漢薬研究所特別セミナー21世紀の和漢薬・創薬資源を考える. (富山, 平成15年10月10日)
 49. 斉藤和季: ポストゲノム科学を基盤とする植物同化代謝機能のダイナミクス解明. 研究領域「植物の機能と制御」第1回公開シンポジウム. (品川, 平成15年11月5日)
 50. 斉藤和季: 健康資源植物の創成を目指した植物ポストゲノム科学. バイオマスシンポジウム2003. (千葉, 平成15年12月1日)
 51. 斉藤和季: 植物代謝研究の新潮流: メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合. 第4回ミレニアム植物科学研究プロジェクト研究成果報告会. (東京, 平成15年12月4日)
 52. Tabuchi, M., Sato, T., Yamaya, T.: Nitrogen remobilization in rice plants: Analysis of GS1-knockout mutants. International Meeting on Phloem Transport 2003. Bayreuth, Germany, Aug. 31-Sept. 5, 2003.
 53. Yamaya, T.: Essentiality of nitrogen recycling for rice production. RIKEN Plant Science Center Symposium2003 "Plant Science and the Environment". Yokohama, Japan, Oct 9-10, 2003.
 54. 山谷知行: 窒素の長距離移行とグルタミンのシグナリング. 大阪大学タンパク質研究所セミナー「植物代謝のネットワークとシグナリングの分子基盤とその応用」. (阪大蛋白研・微研, 2003年12月8-9日)

55. Mimura T.: Phosphate transport and proteome analysis of tonoplast. The Dynamic Vacuoles in Plants. (岡崎. 平成 15 年 11 月 27 日)
56. 池田亮, 園田裕, 山口淳二: イネにおける栄養素(糖・アンモニア)トランスポーターの機能解析. シンポジウム「真核生物における有機化合物の輸送機能と生理」第21回日本植物細胞分子生物学会香川大会(香川. 平成 15 年 8 月 7~8 日)
57. 林誠, 二藤和昌, 鎌田知江, 西村幹夫: タンパク質輸送から見たペルオキシソーム研究の新しいアプローチ. 第5回植物オルガネラワークショップ-植物オルガネラ研究の新機軸-(奈良. 平成 15 年 3 月)
58. 林 誠: ペルオキシソームにおける脂肪酸 β 酸化と植物の高次機能発現. 第16回植物脂質シンポジウム.(山口. 平成 15 年 11 月)
59. 林 誠, 鎌田知江, 西村幹夫: タンパク質輸送機構を利用したマイクロアレイの作成とその応用 -ペルオキシソーム関連遺伝子資源の網羅的探索. 研究領域「植物の機能と制御」第1回公開シンポジウム.(品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
60. 斉藤和季: 植物代謝のポストゲノム科学と遺伝子資源応用. かずさBTフォーラム「バイオテクノロジーの新展開」(第 3 回「生物の多様性とポストゲノムの生物遺伝資源活用」). (東京. 平成 16 年 3 月 1 日)
61. Kazuki Saito: What does metabolome tell us? Integration of transcriptomics and metabolomics for better understanding of plant. Symposium5 'Plant metabolomics: Development of technology and application to plant sciences.' 第 45 回日本植物生理学会年会(東京. 平成 16 年 3 月 27~29 日)
62. B. Messner, P. Jones, B. Geist, S. Holzinger, E. Gerstner, O. Thulke, K. Saito, A.R. Schäffner: Glycosylation of xenobiotics and secondary metabolites in *Arabidopsis thaliana*. Society for Experimental Biology Annual Main Meeting. Edinburgh, UK, 29th March - 2nd April, 2004.
63. M. Y. Hirai, M. Yano, D. Goodenowe, S. Kanaya, K. Saito: Transcriptome and metabolome analyses reveal a whole adaptive process of plant to sulfur deficiency. Society for Experimental Biology Annual Main Meeting. Edinburgh, UK, 29th March - 2nd April, 2004.
64. K. Saito: Functional genomics through integration of transcriptomics and metabolomics in *Arabidopsis thaliana*. "Third International Congress on Plant Metabolomics" in The 6th Annual Plant Sciences Institute Symposium. Iowa, U.S.A. Abstracts7, 3-6 June, 2004.
65. 斉藤和季: シロイヌナズナにおけるトランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合による機能ゲノム科学. 公開シンポジウム「植物貯蔵の先に見えるもの」(東京. 平成 16 年 8 月 6 日)
66. 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合による植物二次代謝遺伝子の機能ゲノミクス. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会(秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)
67. 斉藤和季: Camptothecin biosynthesis in hairy root culture of *Ophiorrhiza pumila*. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」(木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
68. Yamaya, T.: Molecular mechanisms for nitrogen recycling in rice. INRA-Seminar, INRA, Versailles, France, Jan. 13, 2004
69. Yamaya, T., Obara, M., Yano, M., Sato, T.: Chromosome-substituted lines confirmed QTL on chromosome 2 for GS1 protein content and tiller number in rice. The 7th International Symposium on Inorganic Nitrogen Assimilation in Plants: from the genome to the agro-ecosystem (Wageningen, The Netherlands, June 23-27, 2004)
70. 山谷知行: イネにおける窒素代謝のメカニズム. 日本育種学会シンポジウム「植物栄養特性の育種への利用-窒素栄養と遺伝・育種学」(三重大学. 平成 16 年 9 月 20~22 日)
71. 山谷知行: イネにおける窒素利用機構と生産性向上. 岩手大学 21 世紀 COE プロジェクト「熱-生命システム相関学拠点創成」第 1 回シンポジウム特別講演.(岩手大学. 平成 16 年 11 月 4 日)
72. 三村徹郎, 飯田聡子, 太田経子, 三田村緒佐武, 佐藤泰哲, 中野伸一, 片野俊哉, 田中祐志, Drucker VV., 渡辺泰徳, 杉山雅人: 湖水のリン環境と水草のリン吸収-植物の生理から考える. 日本陸水学会第 69 回大会(新潟. 平成 16 年 9 月 18~20 日)

73. 山室千鶴子, 筒井友和, 山口淳二: 細胞死を媒介とした植物免疫のシグナル伝達. 第 45 回日本植物生理学会年会シンポジウム「植物免疫の成立機構研究」(東京. 平成 16 年 3 月 27 ~29 日)
74. 林 誠, 八木美奈, 鎌田知江, 二藤和昌, 西村幹夫: ペルオキシソームの脂肪酸 β 酸化とABCタンパク質. 第 45 回日本植物生理学会年会(東京. 平成 16 年 3 月 27~29 日)
75. 林 誠, 八木美奈, 義則有美, 鎌田知江, 二藤和昌, 新井祐子, 西村幹夫: ペルオキシソームにおける種子貯蔵脂肪の分解とその制御. 日本植物学会第68回大会(藤沢.平成16年9月)
76. 斉藤和季: 植物二次代謝遺伝子のハンティングとパニング Gene hunting and gene panning for plant secondary metabolism. 平成 16 年度農業生物資源研究所遺伝資源研究会 遺伝資源を利用した自然変異からの有用形質の発掘〜コアコレクションの作出と活用〜 (筑波. 平成 17 年 2 月 3 日)
77. 斉藤和季: メタボロミクスを基盤とした有用代謝物生産の遺伝子機能解析. 木原生物学研究所セミナー ポストゲノム時代の植物科学 基礎から応用へ. (横浜. 平成 17 年 3 月 9 日)
78. 斉藤和季: 植物メタボロミクスによる新規遺伝子機能の発見と産業化に向けて. 第4回国際バイオEXPO-BIO-9. メタボロミクスが創出する新世界〜産業化への鍵は?〜 (東京. 平成 17 年 5 月 19 日)
79. K. Saito: Integrated analysis of metabolome and transcriptome towards identification of novel gene function and networks in *Arabidopsis thaliana*. Metabolomics2005 The First Annual Meeting of the Metabolomics Society. Tsuruoka, 20-23 June, 2005.
80. 平井優美, 斉藤和季: メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合による植物ゲノム機能科学. 第 44 回ガンマーフィールドシンポジウム講演要旨 作物ゲノム・ポストゲノム研究と突然変異 (水戸. 平成 17 年 7 月 13-14 日)
81. K. Saito: HOW MODELLING CAN BE OF USE TO PLANT BIOLOGY –Integration of metabolomics and transcriptomics towards identification of novel gene function and networks in *Arabidopsis thaliana*. Succeeding in Plant Systems Biology Workshop. Edinburgh, UK, 25-26 July, 2005.
82. K. Saito: Functional genomics of amino acid and related metabolism by integrated analysis of transcriptomics and metabolomics in *Arabidopsis thaliana*. 9th International Congress on Amino Acid and Proteins. Vienna, Austria, 8-12 August, 2005.
83. K. Saito: Functional Genomics by Integration of Metabolomics and Transcriptomics in Plants. Proceedings of The Fifth Symposium on Plant Metabolism. Suwon, Korea, 25 August, 2005.
84. Yamaya, T. 2005 Nitrogen utilization in rice: From the aspect of molecular biology and molecular genetics. Invited Seminar at Crop Performance and Improvement Division, Rothamsted Research, (Harpenden, UK., June 1, 2005)
85. Tabuchi, M. and Yamaya, T. 2005 Characteristics of rice mutants lacking *OsGS1;1*, a cytosolic glutamine synthetase1;1 gene. 6th International Workshop on Plant Sulfur Metabolism: physiological, molecular biochemical, ecological, environmental, agricultural, nutritional, nutra-pharmaceutical aspects. (Kazusa Akademia Center, Kisarazu, Japan May 17-21)
86. 早川俊彦, 山谷知行 2005 イネの窒素の栄養生理と生産性の分子的基盤。(日本土壤肥料学会 2005 年度島根大会シンポジウム、島根大学、2005 年 9 月 8 日)
87. Hayakawa, T., Sugiyama, K. and Yamaya, T. 2005 Glutamine sensor and signaling in rice. Xth France-Japan Workshop on Plant Sciences: Cellular signaling and development. (Toulouse, France, Sept. 25-29, 2005)
88. Yamaya, T. 2005 Mechanisms if nitrogen utilization and genetic approaches for improvement of rice yield. The Symposium on Molecular and Cellular Biology of Plant Storage Function from Gene to Food. (Nagoya Univ., Nov. 28-29, 2005)
89. 三村徹郎, 大西美輪, 嶋岡泰世, 鈴木陽子, 柳楽めぐみ, 三橋尚登, 前島正義: 植物細胞低分子環境の維持に働く液胞ネットワーク系. 第 46 回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成 17 年 3 月 24~26 日)

90. Tetsuro Mimura: Inositol hexakisphosphate synthesis in plant suspension-cultured cells and measurement of inositol phosphate isomers with anion chromatography. (Inositol Phosphates in the Soil-Plant-Animal System. the 21st - the 24th August 2005 at Sun Valley, Idaho, USA)
91. Chizuko Morita-Yamamuro, Tomokazu Tsutsui, Masanao Sato, Akira Ikeda, Ichiro Uyeda, Junji Yamaguchi: Suppression of viral RNA movement by HR-like cell death mutation in Arabidopsis. New Dimensions of RNA in Cellular Functions, February 21-22, 2005, Sapporo
92. 山口淳二: 光合成同化産物の細胞間・器官間輸送とその制御. 第 46 回日本植物生理学会年会(新潟. 平成 17 年 3 月 24~26 日)
93. 山口淳二: 植物の環境適応戦略: 栄養素代謝・輸送とシグナル伝達制御. 岡山大学学術講演会, 平成 17 年 7 月 22 日, 岡山大学資源生物科学研究所

②ポスター発表 (国内外 303 件より抜粋)

1. Maruyama, K. Saito, K. Ishizawa: β -cyanoalanine synthase and cysteine synthase from potato: molecular cloning, biochemical characterization, and spatial and hormonal regulation. Cost Action 829 Plant Sulfur Metabolism at the Beginning of the 21st Century, Seville, Spain, Program & Abstracts, 33 (2001)
2. 落合智子, 野路征昭, 斉藤和季: セリンアセチル転移酵素高発現シロイヌナズナにおける硫黄同化系の制御機構の解析. 日本植物生理学会 3 月 (2001)
3. 丸山明子, 石沢公明, 斉藤和季: ジャガイモの β -シアノアラニン合成酵素とシステイン合成酵素遺伝子の単離. 日本植物生理学会 3 月 (2001)
4. 高橋秀樹, 吉本尚子, 山谷知行, 斉藤和季: シロイヌナズナ低親和型硫酸イオントランスポーター *Sultr 2; 2* の機能解析. 日本植物生理学会 3 月 (2001)
5. 高橋晶子, 斉藤和季, 山谷知行, 高橋秀樹: シロイヌナズナ葉緑体局在性硫酸イオントランスポーターの解析. 日本植物生理学会 3 月 (2001)
6. 栗津原元子, 高橋秀樹, 木村明日子, 斉藤和季: シロイヌナズナからのナトリウム依存型硫酸イオントランスポーター相同遺伝子の単離と機能解析. 日本植物生理学会 3 月 (2001)
7. 吉本尚子, 高橋秀樹, F. W. Smith, 斉藤和季: シロイヌナズナ高親和型硫酸イオントランスポーター遺伝子の機能解析. 日本植物生理学会 3 月 (2001)
8. 須藤浩, 山川隆, 山崎真巳, 相見則郎, 斉藤和季: チャボイナモリ (*Ophiorrhiza pumila*) 毛状根培養によるカンプトテシンの生産: ジャー培養へのスケールアップについて. 日本薬学会第 121 年会講演要旨集, 2, 106 3 月 (2001)
9. 中村道美, 野路征昭, 小椋康光, 鈴木和夫, 斉藤和季: システイン合成酵素高発現タバコにおけるカドミウム耐性形質の付与. 日本薬学会第 121 年会講演要旨集, 2, 108 3 月 (2001)
10. 北田千佳, 山崎真巳, 田中良和, 斉藤和季: フラボン及びアントシアニン生合成に関与するチトクロム P450 依存型モノオキシゲナーゼの分子生物学的解析. 日本薬学会第 121 年会講演要旨集, 2, 124 3 月 (2001)
11. 中嶋淳一郎, 山崎真巳, 斉藤和季: 組み換えアントシアニン合成酵素によるアントシアニン生成機構の解析. 日本薬学会第 121 年会講演要旨集, 2, 124 3 月 (2001)
12. 山崎泰代, 須藤浩, 山崎真巳, 相見則郎, 斉藤和季: チャボイナモリ毛状根由来ストクリトシジン合成酵素の cDNA クローニング. 日本薬学会第 121 年会講演要旨集, 2, 124 3 月 (2001)
13. 早川俊彦・山谷知行: イネにおけるグルタミンを介した窒素代謝系制御機構, 日本植物生理学会 (2001, 3.23-26)
14. 小島創一・牧英樹・早川俊彦・山谷知行: アラビドプシスにおける NADH 依存性グルタミン酸合成酵素の生理機能, 日本農芸化学会 (2001, 3.24-27)
15. H. Takahashi, A. Watanabe-Takahashi, N. Yoshimoto, K. Saito T. Yamaya: Uptake and

- Transport of Sulfate in Higher Plants. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 22 (2001)
16. M. Noji, T. Ochiai, K. Saito: Regulatory role of serine acetyltransferase in cysteine biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 25 (2001)
 17. 阿武木良子, 山崎真巳, 斉藤和季: アカジソ特異的膜タンパク質の細胞内局在性とシロイヌナズナにおけるホモログ遺伝子の単離と解析. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 63 (2001)
 18. 山崎泰代, 須藤浩, U. Rumana, 山崎真巳, 相見則郎, 斉藤和季: チャボイナモリ (*Ophiorrhiza pumila*)由来ストリクトシジン合成酵素およびトリプトファン脱炭酸酵素遺伝子の cDNA クローニング及び異種発現. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 94 (2001)
 19. 斉藤富美子, 落合智子, 野路征昭, 斉藤和季: アンチセンス形質転換植物を用いたシステム生合成系の鍵酵素セリンアセチル転移酵素の機能解析. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 95 (2001)
 20. 岡田岳人, 平井優美, 斉藤和季: キノリチジナルカロイド生合成に関わるリジン脱炭酸酵素遺伝子のクローニングに関する生化学的・分子生物学的研究. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 96 (2001)
 21. 須藤浩, 山崎真巳, 相見則郎, 北島満里子, 斉藤和季: チャボイナモリ (*Ophiorrhiza pumila*)植物体および毛状根におけるカンプトテシン生産、放出部位に関する検討. 第 19 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム講演要旨集, 152 (2001)
 22. K. Saito: Differential Display and Activation Tagging Approach for Functional Genomics of Primary and Secondary Metabolism. Phytochemical Society of North America Phytochemistry in the genomics and Post-Genomics Eras, Oklahoma City, America, Program, 18 (2001)
 23. M. Awazuhara, H. Takahashi, A. Watanabe-Takahashi, H. Hayashi, T. Fujiwara, K. Saito: Function of the sulfate transporter *Sultr2;1* in seeds of *Arabidopsis thaliana*. PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, Hannover, Germany, Plant Nutrition, 38 (2001)
 24. 須藤浩, 山崎真巳, 相見則郎, 斉藤和季: 高度環境制御下における抗腫瘍性アルカロイド・カンプトテシンの生産. 日本薬学会第 48 回(2001)年会・講演要旨集, 143 (2001)
 25. 山崎泰代, 須藤浩, 山崎真巳, 相見則郎, 斉藤和季: カンプトテシン生合成・生産の分子細胞工学的制御. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 108 (2002)
 26. 須藤浩, 山崎真巳, 山川隆, 相見則郎, 斉藤和季: チャボイナモリ (*Ophiorrhiza pumila*)の組織培養によるカンプトテシン生産. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 108 (2002)
 27. 中嶋淳一郎, 山崎真巳, 斉藤和季: 組み換えアントシアニジン合成酵素を用いたアントシアニジン生成機構の解析. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 108 (2002)
 28. 峠隆之, 粟津原元子, 野路征昭, 山崎真巳, 開原明, 小林正智, 篠崎一雄, 斉藤和季: シロイヌナズナアクティベーションタグラインを用いたフラボノイド高蓄積変異株のスクリーニング. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 108 (2002)
 29. 岡田岳人, 平井優美, 斉藤和季: キノリチジナルカロイド生合成に関する生化学的・分子生物学的研究. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 153 (2002)
 30. 斎藤富美子, 野路征昭, 白野由美子, 柴田大輔, 林浩昭, 加藤友彦, 田畑大輔, 斉藤和季: アンチセンス形質転換植物を用いたシステム生合成系の鍵酵素セリンアセチル転移酵素の機能解析. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 153 (2002)
 31. 中村道美, 野路征昭, 斉藤和季: セリンアセチル転移酵素高発見シロイヌナズナにおけるカドミウム耐性形質の付与. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 153 (2002)
 32. 蒔田由紀子, 山梨睦毅, 山崎真巳, 斉藤和季: シソにおける MYC 様アントシアニン生合成系制御因子の機能解析. 日本薬学会第 122 年会要旨集 2, 153 (2002)
 33. 阿武木良子, 山崎真巳, 斉藤和季: アントシアニン生成と関係したアカジソ特異的膜タンパク質およびシロイヌナズナにおけるホモログの解析. 日本薬学会第 122 年会要旨集 3, 107 (2002)

34. 平井優美, 木村智子, 粟津原元子, 野路征昭, 藤原徹, 斉藤和季: シロイヌナズナマイククロアレイを用いたイオウ栄養応答のプロファイリング. 日本植物生理学会 2002 年会および第 42 回シンポジウム, (2002)
35. 吉本尚子, 高橋秀樹, Frank W Smith, 山谷知行, 斉藤和季: シロイヌナズナの根における硫酸イオン吸収を仲介する高親和型硫酸イオントランスポーター遺伝子の機能解析. 日本植物生理学会 2002 年会および第 42 回シンポジウム, (2002)
36. 野路征昭, 落合智子, 斉藤和季: 点変異セリンアセチル転移酵素遺伝子高発現シロイヌナズナにおける硫黄同化系の制御機構の解析. 日本植物生理学会 2002 年会および第 42 回シンポジウム, (2002)
37. 粟津原元子, 早瀬亜紀子, 小林正智, 野路征昭, 山崎真巳, 開原明, 篠崎一雄, 斉藤和季: アクティベーションタグラインを用いた, 硫酸イオン, システイン, およびグルタチオン高蓄積変異株の選抜. 日本植物生理学会 2002 年会および第 42 回シンポジウム, (2002)
38. 牧英樹, 石山敬貴, 鈴井信郎, 早川俊彦, 林浩昭, 山谷知行: NADH-GOGAT アンチセンス形質転換イネの T3 世代における窒素利用と成長解析. 日本土壌肥料学会 (高知大学, 2001 年 4 月 2 日)
39. 田渕真由美, 早川俊彦, 佐藤雅志, 山口淳二, 山谷知行: イネサイトゾル型グルタミン合成酵素遺伝子にレトロトランスポゾン *Tos17* が挿入された変異体の解析. 日本植物生理学会 2002 年度年会 (岡山大学, 2002 年 3 月 27-30 日)
40. 三橋尚登, 三村徹郎: 「シロイヌナズナにおけるリン酸代謝: フィチン酸およびイノシトールリン酸化合物の定量的解析」 日本植物学会 第 65 回大会 (東京 2001 年 9 月 27 日)
41. 齋木里文, 園田裕, 池田亮, 山谷知行, 山口淳二: イネアンモニウムトランスポーター *OsAMT1;3* の機能解析. 日本植物生理学会 2002 年度年会および第 42 回シンポジウム, 平成 14 年 3 月 28 日 (木) ~30 日 (土), 岡山大学
42. 二藤和昌, 林 誠, 西村幹夫: アラビドプシスのペルオキシソームタンパク質輸送因子 Pex14p, Pex5p, Pex7p 間の結合とその結合ドメインの決定, 第 24 回日本分子生物学会年会, 横浜, 2001 年 12 月
43. Hayashi M., Namba C., Kondo M., Hara-Nishimura I. and Nishimura M.: Compartmentalization of seed storage proteins into precursor-accumulating (PAC) vesicles. International Workshop on Metabolomics Approach in Plant Functional Genomics in the Post-genome Eras, Chiba, 2001, Dec 7-8.
44. M. Awazuhara, T. Toge, A. Hayase, M. Kobayashi, M. Noji, M. Yamazaki, M. Seki, K. Shinozaki, K. Saito: Screening of activation-tagged lines of *Arabidopsis thaliana* for mutants accumulating high levels of metabolites by a high throughput metabolite profiling system. First International Congress on Plant Metabolomics. The Netherlands, 7-9 April 2002, 23-24.
45. P. Jones, T. Manabe, K. Saito: Cystine-lyases in broccoli and *Arabidopsis* - Extracurricular activity? 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 29.
46. M. Noji, F. Saito, T. Ochiai, Y. Shirano, H. Hayashi, D. Shibata, T. Kato, S. Tabata, K. Saito: Altered expression of serine acetyltransferase gene in transgenic *Arabidopsis* resulted in modulated production of cysteine and glutathione. 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 36.
47. N. Yoshimoto, H. Takahashi, F. W. Smith, T. Yamaya, K. Saito: Two distinct high-affinity sulfate transporters for uptake of sulfate in *Arabidopsis* roots. 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 42.
48. G. Kawashima, M. Noji, K. Saito: Temporal and spatial expression analysis of serine acetyltransferase isoforms in *Arabidopsis Thaliana*. 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 48.
49. M. Y. Hirai, T. Kimura, M. Awazuhara, M. Noji, T. Fujiwara, K. Saito: DNA array analysis of the regulation of the transcriptome under sulfur stress. 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 58.
50. M. Awazuhara, A. Hayase, M. Kobayashi, M. Noji, M. Yamazaki, M. Seki, K. Shinozaki, K.

- Saito: Screening of mutants accumulating high levels of anions and thiols from activation-tagged lines of *Arabidopsis Thaliana*. 5th Workshop on Sulfur Transport and Assimilation. France, 11-14 April 2002, 62.
51. M. Yamazaki, R. Abuki, K. Saito: Regulation of anthocyanin biosynthesis in *Perilla frutescens* var. *crispa* and anthocyanin related tonoplast proteins. International Workshop on Anthocyanins. Australia, 17-19 April 2002, 13.
 52. Y. Makita, M. Yamanashi, M. Yamazaki, K. Saito: Functional analysis of a MYC-like regulatory protein, F3G1 in anthocyanin biosynthesis from *Perilla frutescens*. International Workshop on Anthocyanins. Australia, 17-19 April 2002, 38.
 53. J. Nakajima, M. Yamazaki, K. Saito: Study on reaction mechanism of anthocyanidin synthase using ^{18}O isotope. International Workshop on Anthocyanins. Australia, 17-19 April 2002, 40.
 54. K. Springob, Y. Makita, K. Saito: Differential regulation of anthocyanin biosynthesis in red and green *Perilla frutescens*. International Workshop on Anthocyanins. Australia, 17-19 April 2002, 44.
 55. 齊藤和季, 峠隆之, 栗津原元子, 野路征昭, 山崎真巳, 関原明, 小林正智, 篠崎一雄: モデル植物シロイヌナズナを用いたメタボロミクス (1) - アクティベーションタグラインを用いた植物化学的スクリーニングの概要 -. 第 49 年会 (2002 年) 日本生薬学会 (福岡. 平成 14 年 9 月 5~6 日)
 56. 峠隆之, 中嶋淳一郎, 栗津原元子, 野路征昭, 山崎真巳, 関原明, 小林正智, 篠崎一雄, 齊藤和季: モデル植物シロイヌナズナを用いたメタボロミクス (2) - フラボノイド高蓄積変異体スクリーニングと遺伝子発現および代謝物プロファイリング -. 第 49 年会 (2002 年) 日本生薬学会 (福岡. 平成 14 年 9 月 5~6 日)
 57. 須藤浩, 山崎真巳, 相見則郎, 齊藤和季: 日本産サツマイナモリ属植物の分子系統分類と含有成分に関する研究. 第 49 年会 (2002 年) 日本生薬学会 (福岡. 平成 14 年 9 月 5~6 日)
 58. 野路征昭, 齊藤和季: 硫黄同化系を高効率化したトランスジェニック植物におけるカドミウム耐性形質の付与. 千葉大学オープン・リサーチ 2002 (千葉. 平成 14 年 9 月 25 日)
 59. 平井優美, 矢野美弦, 有田正規, 栗津原元子, 藤原徹, 齊藤和季: シロイヌナズナの硫黄栄養欠乏応答 - トランスクリプトーム解析とメタボローム解析の統合からわかること -. シロイヌナズナワークショップ 2002 (木更津. 平成 14 年 10 月 10~11 日)
 60. 栗津原元子, 峠隆之, 早瀬亜紀子, 塩原真里子, 小林正智, 野路征昭, 山崎真巳, 関原明, 篠崎一雄, 齊藤和季: シロイヌナズナアクティベーションタグラインを用いた代謝物プロファイリングによる代謝物蓄積変異株の選抜. シロイヌナズナワークショップ 2002 (木更津. 平成 14 年 10 月 10~11 日)
 61. Karin Springob, M. Yamazaki, K. Saito: Molecular regulation of anthocyanin biosynthesis in chemo-varietal forms of *Perilla frutescens*. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002 "Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants." Nara. 29-31 October 2002.
 62. G. Kawashima, M. Noji, K. Saito: Temporal and spatial expression analysis of serine acetyltransferase isoforms in *Arabidopsis thaliana*. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002 "Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants." Nara. 29-31 October 2002.
 63. Patrik Jones, K. Saito: Characterization of putative glycosyltransferases thought to be involved in flavonoid metabolism in *Arabidopsis*. Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002 "Communication Mechanisms of Regulatory Signals and Metabolic Compartmentation in Plants." Nara. 29-31 October 2002.
 64. 山崎泰代, 須藤浩, 北島満里子, 山崎真巳, 相見則郎, 齊藤和季: チャボイナモリにおけるカンプトテシン合成: 毛状根培養を用いた $[1-^{13}\text{C}]$ グルコースの取り込みと阻害財による検討. 第 123 年会 日本薬学会 (長崎. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
 65. 中嶋淳一郎, 佐藤慶治, 星野忠次, 山崎真巳, 齊藤和季: アントシアニン合成酵素の触媒する反応機構の解析: ^{18}O の取り込みと分子動力学計算. 第 123 年会 日本薬学会

(長崎. 平成 15 年 3 月 27~29 日)

66. 蒔田由紀子, 山崎真巳, Karin Springob, 斉藤和季: 赤ジソ特異的 bHLH 転写因子によるアントシアニン生合成制御に関する研究. 第 123 年会 日本薬学会 (長崎. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
67. 野路征昭, 齋藤富美子, 渡辺むつみ, 白野由美子, 加藤友彦, 林浩昭, 柴田大輔, 田畑哲之, 斉藤和季: 硫黄同化に関与するシロイヌナズナ細胞質型セリンアセチル転移酵素 (SAT-c) の機構解析. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
68. Cintia Kawashima, 野路征昭, 斉藤和季: TEMPORAL AND SPATIAL EXPRESSION ANALYSIS OF SERINE ACETYLTRANSFERASE ISOFORMS IN ARABIDOPSIS THALIANA. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
69. Karin Springob, 山崎真巳, 斉藤和季: Functional characterization of MYBC05, a putative regulator of anthocyanin biosynthesis in *Perilla frutescens*. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
70. 平井優美, 矢野美弦, 金谷重彦, 有田正規, 栗津原元子, 藤原徹, Dayan Goodnowe, 斉藤和季: 遺伝子発現プロファイルおよび代謝プロファイル解析の統合による栄養欠乏応答機構の解明 I. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
71. 矢野美弦, 平井優美, 金谷重彦, 有田正規, 栗津原元子, 藤原徹, Dayan Goodnowe, 斉藤和季: 遺伝子発現プロファイルおよび代謝プロファイル解析の統合による栄養欠乏応答機構の解明 II. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
72. 吉本尚子, 井上恵理, 山谷知行, 高橋秀樹, 斉藤和季: シロイヌナズナにおける硫酸イオンの器官間輸送を仲介する硫酸イオントランスポーター *Sultr1;3* の機能解析. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
73. 小島創一, 早川俊彦, 山谷知行: アラビドプシス NADH グルタミン酸合成酵素の組織局在に関する解析. 日本土壌肥料学会 (名城大学, 名古屋, 平成 14 年 4 月 2-4 日)
74. K Ishiyama, E Inoue, T Yamaya, H Takahashi.: Differential expression of glutamine synthetase genes in *Arabidopsis*. 5th International Symposium on Nitrate Assimilation: Molecular and Genetic Aspects. Cordoba, Spain, 21-26 July 2002.
75. 関口陽子, 三橋尚登, 三村徹郎: シロイヌナズナにおける糖リン酸の網羅的分析法の開発. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
76. 大西美輪, 三橋尚登, 関口陽子, 佐塚隆志, 島崎研一郎, 西村いくこ, 前島正義, 三村徹郎: *Arabidopsis* 培養細胞からの intact 液胞の単離と諸性質の検討. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
77. 鎌田知江, 林誠, 西村幹夫: トランスクリプトーム解析による植物ペルオキシソーム機能の分類. 第 25 回日本分子生物学会年会. (横浜. 平成 14 年 12 月)
78. 二藤和昌, 林誠, 西村幹夫: シロイヌナズナペルオキシソーム形成因子ペルオキシソームの解析. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
79. 林誠, 西村幹夫: ペルオキシソーム機能欠損が発芽初期の遺伝子発現に及ぼす影響. 日本植物生理学会 2003 年度年会および第 43 回シンポジウム (大阪. 平成 15 年 3 月 27~29 日)
80. Yamazaki, M., Nakajima, J., Tohge, T., Awazuhara, M., Saito, K.: Metabolome analysis of anthocyanin-producing *Perilla frutescens* and an *Arabidopsis* mutant. Second International Conference on Plant Metabolomics. Germany, 25-28 April 2003.
81. M. Awazuhara, A. Hayase, M. Noji, K. Saito: Multivariate analysis of gene expression and

- metabolite levels in sulfur metabolism under environmental alterations. *Plant Biology* 2003. Hawaii U.S.A., 27-29 July 2003.
82. M. Y. Hirai, M. Yano, S. Kanaya, M. Arita, T. Fujiwara, D. Goodnowe, K. Saito: Integrated studies of transcriptome and metabolome analyses of *Arabidopsis* under nutritional stresses. *Plant Biology* 2003. Hawaii U.S.A., 27-29 July 2003.
 83. 塩原真理子, 栗津原元子, 小林正智, 野路征昭, 山崎真巳, 関原明, 篠崎一雄, 斉藤和季: シロイヌナズナアクティベーションタグラインを用いた、代謝物高蓄積変異株の選抜と解析. 第 21 回日本植物細胞分子生物学会, p83 (香川. 平成 15 年 8 月 7~8 日)
 84. 瀧口裕子, 峠隆之, 矢野美弦, D. Goodenowe, 山崎真巳, 斉藤和季: アカジソ特異的な液胞膜タンパク質の機能解析. 第 21 回日本植物細胞分子生物学会, p118 (香川. 平成 15 年 8 月 7~8 日)
 85. 峠隆之, 平井優美, 矢野美弦, 中嶋淳一郎, 井上恵理, 高橋秀樹, D. Goodenowe, 山崎真巳, 斉藤和季: アントシアニン産生に関与する PAP1 転写因子の解析—トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合—. 第 21 回日本植物細胞分子生物学会, p120 (香川. 平成 15 年 8 月 7~8 日)
 86. 東泰弘, 平井優美, 野路征昭, 内藤哲, 斉藤和季: 硫黄欠乏条件下で育てたシロイヌナズナにおける種子タンパク質のプロテオーム解析. 第 21 回日本植物細胞分子生物学会, p156 (香川. 平成 15 年 8 月 7~8 日)
 87. 吉本尚子, 高橋秀樹, 井上恵理, 山谷知行, 斉藤和季: シロイヌナズナの高親和型硫酸イオントランスポーターの機能解析. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 88. 野路征昭, Cintia G. Kawashima, 渡邊むつみ, 白野由美子, 加藤友彦, 林浩昭, 柴田大輔, 田畑哲之, 斉藤和季: 植物硫黄同化系の分子生物学的解明: シロイヌナズナセリンアセチル転移酵素の機能解析. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 89. 野路征昭, 中村道美, 斉藤和季: 硫黄同化系を高効率化したトランスジェニック植物によるファイトリメディエーションへの応用 (SO_x 耐性能とカドミウム耐性能の付与). 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 90. 平井優美, 矢野美弦, D. Goodenowe, 金谷重彦, 木村智子, 栗津原元子, 有田正規, 藤原徹, 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合による植物代謝制御機構の解明. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 91. 栗津原元子, 早瀬亜紀子, 野路征昭, 斉藤和季: GC-TOF-MS を用いた環境応答に関するメタボローム解析の試み. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 92. 東泰弘, 平井優美, 野路征昭, 内藤哲, 斉藤和季: 硫黄欠乏時におけるシロイヌナズナ種子貯蔵タンパク質のプロテオーム解析. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 93. 塩原真理子, 栗津原元子, 小林正智, 野路征昭, 山崎真巳, 関原明, 篠崎一雄, 斉藤和季: アクティベーションタグラインのスクリーニングによる代謝物高蓄積変異株の単離. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 94. 峠隆之, 平井優美, 矢野美弦, 中嶋淳一郎, 井上恵理, 高橋秀樹, D. Goodenowe, 山崎真巳, 斉藤和季: アントシアニン産生に関与する PAP1 転写因子の解析—トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合—. 研究領域「植物の機能と制御」第 1 回公開シンポジウム. (品川. 平成 15 年 11 月 5 日)
 95. 藤川雄太, 平井優美, 矢野美弦, D. Goodenowe, 栗津原元子, 金谷重彦, 木村智子, 有田正規, 藤原徹, 斉藤和季: シロイヌナズナにおけるトランスクリプトミクスとメタボロ

- ミクスの統合による代謝制御機構の解明. 第26回日本分子生物学会年会. (神戸. 平成15年12月12~14日)
96. M. Yamazaki, J. Nakajima, M. Shibata, K. Saito: Metabolite and Transcript Profiles in Anthocyanin-overproducing Form of *Perilla frutescens* var. *crispa*. Third International Workshop on Anthocyanins-IWA2004. Australia, 27-29 January 2004.
 97. 吉本尚子, 斉藤和季, 山谷知行, 高橋秀樹: シロイヌナズナの根における硫酸イオン獲得を仲介する高親和型硫酸イオントランスポーターの機能解析. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 98. 平井優美, 藤川雄太, 矢野美弦, D. Goodenowe, 金谷重彦, 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロミクスによる硫黄欠乏適応プロセスの解明. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 99. 野路征昭, Kawashima Cintia, 渡邊むつみ, 斉藤和季: 硫黄同化に関与するシロイヌナズナセリンアセチル転移酵素の機能解析. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 100. 峠隆之, 平井優美, 矢野美弦, 中嶋淳一郎, 井上恵理, 高橋秀樹, D. Goodenowe, 野路征昭, 山崎真巳, 斉藤和季: *PAP1* 遺伝子過剰発現体を用いた網羅的解析によるアントシアニン蓄積機構の解明(1)—トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合—. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 101. 西山泰孝, 峠隆之, 北山雅彦, 山崎真巳, 斉藤和季: *PAP1* 遺伝子過剰発現体を用いた網羅的解析によるアントシアニン蓄積機構の解明(2)—候補遺伝子機能の解明—. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 102. 東泰弘, 平井優美, 野路征昭, 内藤哲, 斉藤和季: 硫黄欠乏条件下で育てたシロイヌナズナにおける種子タンパク質のプロテオーム解析. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 103. Sugawara, H. Yamaya, T. and Sakakibara, H.: Crystal structures of histidine phospho-transfer proteins from maize, 7th International of Plant Molecular Biology. Barcelona, Spain, June, 2003.
 104. 杉山健二郎, 早川俊彦, 山谷知行: イネにおける PII 様タンパク質遺伝子の単離とその発現特性. 日本土壤肥料学会 2003 年大会 (明治大学, 生田 2003 年 8 月 20-22 日)
 105. 三橋尚登, 大西美輪, 関口陽子, 三村徹郎: ニチニチソウ培養細胞におけるフィチン酸の蓄積および局在化. 日本植物学会第67回大会 (札幌. 2003年9月26日)
 106. 嶋岡泰世, 大西美輪, 三橋尚登, 横田明穂, 富澤健一, 三村徹郎: シロイヌナズナ培養細胞から純化した液胞膜のプロテオーム解析. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 107. 三橋尚登, 関口陽子, 大西美輪, 三村徹郎: 高等植物の懸濁培養細胞におけるフィチン酸合成と液胞への蓄積機構の解析. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 108. 池田亮, 山口淳二: 根におけるアンモニウムイオン取込の制御. 蛋白研セミナー「植物代謝のネットワークとシグナリングの分子基盤とその応用」(大阪大学蛋白質研究所. 平成15年12月8~9日)
 109. 園田裕, 池田亮, 山谷知行, 山口淳二: イネアンモニウムトランスポーターの発現制御と機能解析. 第45回日本植物生理学会年会 (東京. 平成16年3月27~29日)
 110. Hayashi, M. and Nishimura, M.: Cellular responses under defects in glyoxysomal function during post-germinative growth. Plant Biology 2003, Hawaii, USA., 25-30 July 2003.
 111. Kamada, T., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Investigation of novel plant peroxisomal functions by monitoring gene expression profiles. Plant Biology 2003, Hawaii, USA., 25-30 July 2003.
 112. Fukao, Y., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Proteomic analysis of the peroxisomal proteins in cotyledons of *Arabidopsis thaliana*. Plant Biology 2003, Hawaii, USA., 25-30 July 2003.

113. Kazumasa, N., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Analysis of peroxisomal biogenesis factors in *Arabidopsis thaliana*. Plant Biology 2003, Hawaii, USA., 25-30 July 2003.
114. Kamigaki, A., Esaka, M., Mano, S., Nito, K., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Molecular mechanism for catalase import into peroxisomes in *Arabidopsis thaliana*. Plant Biology 2003, Hawaii, USA., 25-30 July 2003.
115. 二藤和昌, 林 誠, 西村幹夫: RNA i を用いたシロイヌナズナペルオキシソーム形成因子ペルオキシソームの解析. 第 45 回日本植物生理学会年会 (東京. 平成 16 年 3 月 27~29 日)
116. B. Messner, P. Jones, B. Geist, S. Holzinger, E. Gerstner, O. Thulke, K. Saito, A.R. Schäffner: Glycosylation of xenobiotics and secondary metabolites in *Arabidopsis thaliana*. Society for Experimental Biology Annual Main Meeting. Edinburgh, UK, Abstracts, s227, 29th March - 2nd April, 2004.
117. Y. Nishiyama, T. Tohge, M. Kitayama, M. Yamazaki, K. Saito: Elucidation of anthocyanin accumulation mechanism by omics approach using pap1 over-expressing mutants(2)-functional analysis of candidate genes. "Third International Congress on Plant Metabolomics" in The 6th Annual Plant Sciences Institute Symposium. Iowa, U.S.A. Abstracts39, 3-6 June, 2004.
118. T. Tohge, Y. Nishiyama, M. Y. Hirai, M. Yano, J. Nakajima, E. Inoue, H. Takahashi, D. Goodenowe, M. Noji, M. Yamazaki, K. Saito: Elucidation of anthocyanin accumulation mechanism by omics approach using pap1 over-expressing mutants(1)-integration of transcriptomics and metabolomics. "Third International Congress on Plant Metabolomics" in The 6th Annual Plant Sciences Institute Symposium. Iowa, U.S.A. Abstracts 42, 3-6 June, 2004.
119. H. Suzuki, A. Urano, Y. Morishita, N. Sakurai, T. Tohge, D. Shibata, K. Saito: High throughput metabolite profiling of the suspension-cultured *Arabidopsis Thaliana* T87 cells by combination of various mass spectrometric technologies. "Third International Congress on Plant Metabolomics" in The 6th Annual Plant Sciences Institute Symposium. Iowa, U.S.A. Abstracts 50, 3-6 June, 2004.
120. M. Y. Hirai, Y. Fujikawa, M. Yano, D. Goodenowe, S. Kanaya, T. Fujiwara, T. Kimura, M. Awazuhara, Y. Nakamura, N. Sakurai, H. Suzuki, D. Shibata, K. Saito: Elucidation of a whole adaptive process to nutrient deficiency by integration of metabolomics and transcriptomics. "Third International Congress on Plant Metabolomics" in The 6th Annual Plant Sciences Institute Symposium. Iowa, U.S.A. Abstracts96, 3-6 June, 2004.
121. M. Yamazaki, Y. Yamazaki, A. Urano, T. Asano, H. Sudo, K. Saito: Profiling of metabolites and transcripts in camptothecin producing plants. "Third International Congress on Plant Metabolomics" in The 6th Annual Plant Sciences Institute Symposium. Iowa, U.S.A. Abstracts 98, 3-6 June, 2004.
122. 峠隆之, 栗津原元子, 野路征昭, 山崎真巳, 関原明, 小林正智, 篠崎一雄, 斉藤和季: シロイヌナズナアクティベーションタグラインを用いたメタボロミクス-フラボノイド蓄積量の変化した変異株のスクリーニングと網羅的遺伝子発現解析および代謝物プロファイリング. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会 (秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)
123. 西山泰孝, 峠隆之, 北山雅彦, 山崎真巳, 斉藤和季: *PAP1* 遺伝子過剰発現体を用いた網羅的解析によるアントシアニン生合成関連遺伝子の特定と機能解析. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会 (秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)
124. 柴田雅久, 西山泰孝, 峠隆之, 山崎真巳, 斉藤和季: 赤シソ特異的に発現する遺伝子群のプロファイリングと機能解析. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会 (秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)
125. 渡辺むつみ, 野路征昭, 白野由美子, 加藤友彦, 林浩昭, 柴田大輔, 田畑哲之, 斉藤和季: 硫黄同化系に関与するシロイヌナズナセリンアセチル転移酵素遺伝子の機能解析. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会 (秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)

126. 平井優美, Marion Klein, 藤川雄太, 矢野美弦, Dayan Goodenowe, 山崎泰代, 金谷重彦, 中村由紀子, 北山雅彦, 鈴木秀幸, 櫻井望, 柴田大輔, Jim Tokuhisa, Michael Reichelt, Jonathan Gershnzon, Jutta Papenbrock, 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合による硫黄欠乏応答性遺伝子の機能同定. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会 (秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)
127. 東泰弘, 平井優美, 野路征昭, 内藤哲, 斉藤和季: シロイヌナズナ種子タンパク質のプロテオーム解析: 栄養欠乏下におけるタンパク質変動. 第 22 回日本植物細胞分子生物学会秋田大会 (秋田. 平成 16 年 8 月 9-10 日)
128. 浅野孝, 須藤浩, 北島満里子, 高山廣光, 相見則郎, 山崎真巳, 斉藤和季: リュウキュウイナモリ毛状根のエリタシー等によるインドールアルカロイド生産制御. 日本生薬学会第 51 回年会 (神戸. 平成 16 年 9 月 9-10 日)
129. 岡田岳人, 平井優美, 野路征昭, 山崎真巳, 斉藤和季: ルピン系アルカロイド生合成を触媒するアシル転移酵素「13 α -ヒドロキシマルチフロリン/13 α -ヒドロキシシルパニン O-チグロイル転移酵素 (HMT/HLTase)」遺伝子の機能解析. 日本生薬学会第 51 回年会 (神戸. 平成 16 年 9 月 9-10 日)
130. T. Tohge, Y. Nishiyama, M. Y. Hirai, M. Yano, J. Nakajima, E. Inoue, H. Takahashi, D. Goodenowe, M. Kitayama, M. Noji, M. Yamazaki, K. Saito: Elucidation of anthocyanin accumulation mechanism by “omics” approach using *PAP1* over-expressing Arabidopsis mutants (1) – Integration of transcriptomics and metabolomics –. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」 (木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
131. Y. Nishiyama, T. Tohge, M. Kitayama, M. Yamazaki, K. Saito: Elucidation of anthocyanin accumulation mechanism by “omics” approach using *PAP1* overexpressing Arabidopsis mutants (2) – Functional analysis of genes up-regulated by PAP1 –. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」 (木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
132. M. Shibata, Y. Nishiyama, J. Nakajima, M. Yamazaki, K. Saito: Profiling and characterization of the genes expressed specifically in red *Perilla frutescens*. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」 (木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
133. T. Asano, I. Watase, H. Sudo, M. Kitajima, H. Takayama, N. Aimi, M. Yamazaki, K. Saito: Metabolite profiling of alkaloids in tissue cultures of camptothecin producing *Ophiorrhiza* species plant. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」 (木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
134. T. Okada, M. Y. Hirai, H. Suzuki, M. Yamazaki, K. Saito: Molecular Cloning and Characterization of Tigloyl-CoA:13 α -Hydroxymultiflorine/13 α -Hydroxylupanine O-Tigloyltransferase from *Lupinus albus*: The First Gene Identification Involved in Quinolizidine Alkaloid Biosynthesis. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」 (木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
135. M. Y. Hirai, M. Klein, Y. Fujikawa, M. Yano, D. Goodenowe, Y. Yamazaki, S. Kanaya, Y. Nakamura, M. Kitayama, H. Suzuki, N. Sakurai, D. Shibata, J. Tokuhisa, M. Reichelt, J. Gershenzon, J. Papenbrock, K. Saito: Functional genomics on glucosinolate biosynthesis by integration of metabolomics and transcriptomics in sulfur-starved Arabidopsis. 日独セミナー「植物二次代謝の分子制御」 (木更津. 平成 16 年 9 月 20-23 日)
136. 荒川雄一郎, 岡田岳人, 平井優美, 山崎真巳, 斉藤和季: ルピン系アルカロイド生合成に関与すると考えられるジアミン酸化酵素に関する生化学的・分子生物学的研究. 第 48 回日本薬学会関東支部大会・第 18 回日本薬学会関東支部シンポジウム (千葉. 平成 16 年 10 月 9 日)
137. 平井優美, Marion Klein, 藤川雄太, 矢野美弦, Dayan Goodenowe, 山崎泰代, 金谷重彦, 中村由紀子, 北山雅彦, 鈴木秀幸, 櫻井望, 柴田大輔, Jim Tokuhisa, Michael Reichelt, Jonathan Gershenzon, Jutta Papenbrock, 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロ

- ミクスの統合による植物代謝関連遺伝子の機能同定. 研究領域「植物の機能と制御」第2回公開シンポジウム (品川. 平成16年10月26日)
138. 峠隆之, 西山泰孝, 平井優美, 矢野美弦, 中嶋淳一郎, 井上恵理, 高橋秀樹, 北山雅彦, D. Goodnowe, 野路征昭, 山崎真巳, 斉藤和季: *PAP1* 遺伝子過剰発現体を用いた網羅的解析によるアントシアニン蓄積機構の解明—メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合—. 研究領域「植物の機能と制御」第2回公開シンポジウム (品川. 平成16年10月26日)
 139. 須藤浩, 林宏明, 妹尾修次郎, 斉藤和季: マメ科植物由来のイソプレノイドを中心とする二次代謝成分生産制御基盤研究. 第22回バイオテクノロジーシンポジウム予稿集(虎ノ門. 平成16年11月4日)
 140. 矢野美弦, 平井優美, 草野都, 北山雅彦, 金谷重彦, 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合による硫黄欠乏ストレス応答におけるジャスモン酸類の影響の解析. 第46回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成17年3月24~26日).
 141. 岡田岳人, 平井優美, 鈴木秀幸, 山崎真巳, 斉藤和季: ルピン系アルカロイド生合成に関わる 13α -ヒドロキシマルチフロリン/ 13α -ヒドロキシシルパニン *O*-チグロイル移転酵素遺伝子の単離と機能解析. 第46回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成17年3月24~26日)
 142. 草野都, 金谷重彦, 中村由紀子, Par Jonsson, Thomas Moritz, 北山雅彦, 市川尚差斉, 中澤美紀, 開原明, 松井南, 篠崎一雄, 鈴木秀幸, 柴田大輔, 斉藤和季: FOX ハンテイングシステムを用いたサイレントフェノタイプの探索. 第46回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成17年3月24~26日)
 143. 平井優美, Mrion Klein, 藤川雄太, 矢野美弦, Dayan Goodenowe, 山崎泰代, 金谷重彦, 中村由紀子, 北山雅彦, 鈴木秀幸, 櫻井望, 柴田大輔, Jim Tokuhisa, Michael Reichelt, Jonathan Gershenzon, Jutta Papenbrock, 斉藤和季: メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合による未知遺伝子の機能同定. 第46回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成17年3月24~26日)
 144. 吉本尚子, 渡部(高橋)晶子, 斉藤和季, 山谷知行, 高橋秀樹: シロイヌナズナの高親和型硫酸イオントランスポーター分子種間相互作用による輸送活性の制御. 第46回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成17年3月24~26日)
 145. 渡部むつみ, 野路征昭, 加藤友彦, 田畑哲之, 斉藤和季: システイン生合成系に関するシロイヌナズナセリンアセチル転移酵素遺伝子の機能解析. 第46回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成17年3月24~26日)
 146. 須藤浩, 林宏明, 妹尾修次郎, 鈴木秀幸, 柴田大輔, 山崎真巳, 斉藤和季: カンゾウのイソプレノイドを中心とする二次代謝成分生産の網羅的解析. 第125年会日本薬学会 (東京. 平成17年3月29~31日)
 147. 浅野孝, 須藤浩, 相見則郎, 山崎真巳, 斉藤和季: チャボイナモリ毛状根に特異的に発現する遺伝子群のプロファイリング. 第125年会日本薬学会 (東京. 平成17年3月29~31日)
 148. 山崎真巳, 柴田雅久, 西山泰孝, 北山雅彦, 斉藤和季: アカジソ特異的に発現する遺伝子群のプロファイリングと機能解析. 第125年会日本薬学会 (東京. 平成17年3月29~31日)
 149. 平井優美, 斉藤和季: メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合による生合成遺伝子の同定とネットワークの発見についての一般的方法論の提示. 第125年会日本薬学会 (東京. 平成17年3月29~31日)
 150. 峠隆之, 西山泰孝, 平井優美, 矢野美弦, 中嶋淳一郎, 北山雅彦, 井上絵里, 高橋秀樹, Dayan Goodenowe, 野路征昭, 山崎真巳, 斉藤和季: メタボロミクスとトランスクリプトミクスの統合によるアントシアニン生産・蓄積機構の解明. 第125年会日本薬学会 (東京. 平成17年3月29~31日)

151. Ishiyama, K., Tabuchi, M., Inoue, E., Yamaya, T., Takahashi, H.: Cytosolic glutamine synthetase for ammonium assimilation in *Arabidopsis* and rice roots. The 7th International Symposium on Inorganic Nitrogen Assimilation in Plants: from the genome to the agro-ecosystem (Wageningen, The Netherlands, June 23-27)
152. 小原実広, 佐藤雅志, 矢野昌裕, 山谷知行: イネの窒素利用と穂数を決定している遺伝子座の解析. 日本植物学会第 68 回大会シンポジウム「植物種子における炭素/窒素代謝ネットワークの制御」(日大湘南キャンパス. 平成 16 年 9 月 10~12 日)
153. 三橋尚登, 近藤真紀, 中畦悟, 林誠, 西村幹夫, 西村いくこ, 三村徹郎: シロイヌナズナ登熟種子におけるフィチン酸合成: イノシトールリン酸合成酵素 MIPS の胚乳特異的発現. 第 46 回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成 17 年 3 月 24~26 日)
154. 鈴木陽子, 信定 (鎌田) 知江, 三橋尚登, 西村幹夫, 林誠, 三村徹郎: シロイヌナズナシュートにおけるリン酸分配・転流機構の解析第 46 回日本植物生理学会年会 (新潟. 平成 17 年 3 月 24~26 日)
155. 筒井友和, 山室千鶴子, 田中歩, 山口淳二: シロイヌナズナ糖高感受性変異体 ghs1 (glucose hyper-sensitive 1) における生理学的・遺伝学的解析. 第 50 回日本植物学会北海道支部 (北海道大学 2004 年 9 月 4 日)
156. 園田 裕, 山崎直子, 植田美那子, 岡田清孝, 池田 亮, 山口淳二: 19S プロテアソーム調節複合体を介した糖シグナル伝達機構の解析. 第 46 回日本植物生理学会年会. (新潟. 平成 17 年 3 月 24~26 日)
157. Hayashi, M., Yagi, M., Nito, K., Kamada, T. and Nishimura, M.: Contribution of Pex5p and Pex7p in the maintenance of peroxisomal functions in plants. International meeting on the topogenesis of organellar proteins, Bochum, Germany. October 2004.
158. Mano, S., Nakamori, C., Kondo, M., Hayashi, M. and Nishimura, M.: The dynamin-related protein, DRP3A, is essential for both peroxisomal and mitochondrial division in *Arabidopsis*. International meeting on the topogenesis of organellar proteins, Bochum, Germany 2004. 10
159. Arai, Y., Fukao, Y., Hayashi, M. and Nishimura, M.: Analysis of phosphorylated proteins in plant peroxisomes. International meeting on the topogenesis of organellar proteins, Bochum, Germany October 2004.
160. 平井優美, 藤川雄太, 矢野美弦, Dayan Goodenowe, 山崎泰代, 金谷重彦, 中村由紀子, 北山雅彦, 大林武, 鈴木秀幸, 櫻井望, 柴田大輔, 斉藤和季: トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合 (I) - 自己組織化マッピングによる包括的遺伝子機能予測. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 44 (1Aa12). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)
161. 西山泰孝, 峠隆之, 田中良和, 北山雅彦, 山崎真巳, 斉藤和季: シロイヌナズナにおけるアントシアニンアシル基転移酵素の機能解析. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 53 (1Ba6). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)
162. 小山陽子, 西山泰孝, 峠隆之, 山崎真巳, 斉藤和季: *PAP1* により発現制御を受ける GST ホモログならびに糖トランスポーター様遺伝子の機能解析. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 54 (1Ba7). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)
163. 山崎真巳, 浅野孝, 須藤浩, 岡田岳人, 柴田雅久, 斉藤和季: 成分変種ならびに培養組織を用いた二次代謝関連遺伝子のプロファイリングと機能解析. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 109 (2Ba1). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)
164. 矢野美弦, 平井優美, 草野都, 金谷重彦, 大林武, 斉藤和季: シロイヌナズナの硫黄欠乏応答におけるジャスモン酸シグナルの関与に関する研究. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 132 (2Ca9). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)
165. 東泰弘, 渡邊むつみ, 野路征昭, 斉藤和季: シロイヌナズナ変異株を用いた硫黄同化酵素 ATP スルフリラーゼに関する分子生物学的研究. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 144 (2Da6). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)
166. 峠隆之, 松井恭子, 高木優, 山崎真巳, 斉藤和季: 遺伝子組み換えシロイヌナズナ種子における抗酸化活性の増減. 第 23 回日本植物細胞分子生物学会京都大会, 168 (2Ea14). (京都. 平成 17 年 8 月 5-6 日)

167. 久保稔, 宇田川真樹子, 西窪伸之, 堀口吾朗, 山口雅利, 井藤純, 三村徹郎, 福田裕穂, 出村拓: VND6 と VND7 はそれぞれ後生木部道管と原生木部道管の形成に働く正の制御因子である. 日本植物学会第 69 回大会(富山. 平成 17 年 9 月 21~23 日)
168. 小田祥久, 三村 徹郎, 馳澤盛一郎: 管状要素分化を支える細胞骨格の役割. 日本植物学会第 69 回大会(富山. 平成 17 年 9 月 21~23 日)
169. 永井真紀子, 古川昭雄, 坂口修一, 三村徹郎: オオムギ葉内における無機イオン勾配の解析. 日本植物学会第 69 回大会(富山. 平成 17 年 9 月 21~23 日)
170. 柳楽めぐみ, 大西美輪, 植村知博, 森田美代, 佐藤雅彦, 田坂昌生, 三村徹郎: 塩ストレス下におけるシロイヌナズナ液胞への塩蓄積機構の解析
171. 太田経子, 三橋尚登, 飯田聡子, 小菅桂子, 三村徹郎: オオカナダモのリン酸吸収機構の細胞生物学的解析. 日本植物学会第 69 回大会(富山. 平成 17 年 9 月 21~23 日)
172. 鈴木美帆子, 三村徹郎, 芦原坦: マングローブ植物 *Bruguiera sexangula* 培養細胞のヌクレオチド代謝に及ぼす塩ストレスの影響. 日本植物学会第 69 回大会(富山. 平成 17 年 9 月 21~23 日)
173. Hayashi, M., Yagi, M. and Nishimura, M.: Differential contribution of Pex5p and Pex7p to the maintenance of peroxisomal functions in *Arabidopsis*. Plant Biology 2005, Seattle, WA, USA, 2005, July.

(3)特許出願

①国内出願 (13 件)

1. 発明者: 斉藤和季、野路征昭、中村道美
発明の名称: 重金属耐性および重金属除去能を有する形質転換植物
(特願 2001-60795)
出願人: 科学技術振興事業団
出願日: 平成 13 年 (2001 年) 3 月 5 日
2. 発明者: 山谷知行、中嶋啓之、斉藤和季
発明の名称: 形質転換イネ
(特願 2001-079306)
出願人: 科学技術振興事業団
出願日: 平成 13 年 (2001 年) 3 月 19 日
3. 発明者: 斉藤和季、吉本尚子、高橋秀樹
発明の名称: 硫酸イオントランスポーター遺伝子
(特願 2001-82891)
出願人: 科学技術振興事業団
出願日: 平成 13 年 (2001 年) 3 月 22 日
4. 発明者: 山谷知行、櫻井望、斉藤和季
発明の名称: ベクター
(特願 2001-132433)
出願人: 科学技術振興事業団
出願日: 平成 13 年 (2001 年) 4 月 27 日
5. 発明者: 斉藤和季、須藤浩、山崎真巳、相見則郎
発明の名称: カンプトテシン生産植物の育成方法及びカンプトテシン生産方法
(特願 2002-225617)
出願人: 千葉大学長

出願日：平成 14 年（2002 年）8 月 2 日

6. 発明者：三村徹郎、大西美輪、斉藤和季
発明の名称：シロイヌナズナの液胞をそのまま単離・精製する方法
（特願 2003-59644）
出願人：科学技術振興事業団
出願日：平成 15 年（2003 年）3 月 6 日
7. 発明者：三村徹郎、関口陽子、斉藤和季
発明の名称：高等植物の糖リン酸の網羅的分析法
（特願 2003-60014）
出願人：科学技術振興事業団
出願日：平成 15 年（2003 年）3 月 6 日
8. 発明者：西村幹夫、林 誠、真野昌二、斉藤和季
発明の名称：シロイヌナズナの ADL 2 A 遺伝子の機能欠損株
（特願 2003-69271）
出願人：科学技術振興事業団
出願日：平成 15 年（2003 年）3 月 14 日
9. 発明者：斉藤和季、岡田岳人、平井優美
発明の名称：アルカロイドアシル転移酵素をコードする遺伝子
（特願 2003-204085）
出願人：独立行政法人 科学技術振興機構
出願日：平成 15 年（2003 年）7 月 30 日
10. 発明者：山口淳二、森田千鶴子、筒井友和、斉藤和季
発明の名称：植物の免疫機構の活性化抑制剤
（特願 2004-120396）
出願人：独立行政法人 科学技術振興機構
出願日：平成 16 年（2004 年）4 月 15 日
11. 発明者：林 誠、西村幹夫、八木美奈
発明の名称：植物の発芽を抑制する方法、及び発芽が抑制された形質転換体
（特願 2004-112911）
出願人：独立行政法人 科学技術振興機構
出願日：平成 16 年（2004 年）4 月 7 日
12. 発明者：山口淳二、池田亮、園田裕
発明の名称：アンモニウム吸収能が強化された形質転換イネ
（特願 2004-203823）
出願人：国立大学法人 北海道大学
出願日：平成 16 年（2004 年）7 月 9 日
13. 発明者：山口淳二、池田亮、園田裕、市川裕章、中村英光
発明の名称：イネの根特異的プロモーターおよびその利用
（特願 2005-186436）
出願人：国立大学法人 北海道大学、独立行政法人農業生物資源研究所
出願日：平成 17 年（2005 年）6 月 27 日

②海外出願 (0 件)

(4)受賞等

①受賞

1. 野路征昭 (千葉大・薬)
平成 14 年 7 月 日本植物細胞分子生物学会奨励賞 受賞
研究題目「植物のシステイン・セリン生合成系の制御と応用に関する研究」
2. 池田 亮 (北大・理)
平成 14 年 10 月 根研究会学術奨励賞 受賞
研究題目「根の形態形成と窒素の取込に関する分子生物学的研究」
3. Hayakawa, T., Sakai, T., Ishiyama, K., Hirose, N., Nakajima, H., Takezawa, M., Naito, K., Hino-Nakayama, M., Akagawa, T., Goto, S., Yamaya, T.: Organization and structure of ferredoxin-dependent glutamate synthase gene from rice plants. *Plant Biotechnology* **20(1)**, 43-55 (2003).
平成 16 年 8 月 9 日 日本植物細胞分子生物学会論文賞 (第 1 回)
4. 高橋秀樹 (理研植物科学研究センター)
平成 17 年 3 月 日本植物生理学会奨励賞 受賞
「硫酸イオン輸送系の生理機能と制御に関する研究」
5. 平井優美 (千葉大・薬)
平成 17 年 8 月 日本植物細胞分子生物学会奨励賞 受賞
「ポストゲノムアプローチによる硫黄栄養欠乏適応機構の解明」

②新聞報道

1. 平成 13 年 10 月 10 日 千葉日報
薬学の世界をのぞく、薬物植物のバイオテクノロジー、赤ジソの遺伝子を利用、抗酸化物質を高生産
2. 平成 13 年 12 月 25 日 千葉日報
「植物メタボロミクス国際ワークショップ」、植物による“ものづくり”ポストゲノム研究をさぐる
3. 平成 14 年 4 月 16 日 千葉日報
薬学の世界をのぞく、千葉大学大学院薬学研究院の成果より
ポストゲノムの代謝研究、植物改変で高生産、健康増進する成分利用へ
4. 平成 16 年 3 月 31 日 朝日新聞 朝刊
人知を超えた多様性を活用 地球を救う植物力 4 新薬開発
5. *PNAS*, Selected Article Highlights, June 14, 2004. “Omics” Sciences Showcase Plant Metabolism. Probing Plant Gene-to-metabolite Networks

6. *The Scientist*, Daily News, June 15, 2004. Integrating plant ‘omics’ Combination of approaches allows the study of gene-to-metabolite networks in Arabidopsis

7. 平成 16 年 6 月 21 日 日経バイオテク

「植物の代謝物解析と遺伝子発現解析から未知遺伝子機能推定に成功」

8. くらしとバイオプラザ 21 ニュースレター vol 3, No. 2, 2004

「目で見えるバイオ：毛状根培養による抗がん物質カンプトテシンの生産」

9. 平成 16 年 10 月 5 日 千葉日報

「日独国際セミナー 植物二次代謝の分子制御」

10. 平成 17 年 6 月 13 日 薬事日報

「YAKU 学・最前線 研究現場からあなたへ ゲノムから見る植物でのものづくり」

③その他

(5)その他特記事項

研究代表者の齊藤は筆頭編者として以下の 2 冊の英文成書を編集した。いずれも、植物硫黄代謝と植物メタボロミクスに関する最新の知見を集めたこの分野のランドマークとなる国際的な成書であり、本研究プロジェクトの成果によるものである。

Sulfur Transport and Assimilation in Plants in the Post Genomics Eras

Editors: K. Saito, L.J. De Kok, I. Stulen, M.J. Hawkesford, E. Schnug, A. Sirko, H. Rennenberg

Backhuys Publishers, Leiden, 2005

Biotechnology in Agriculture and Forestry 57 Plant Metabolomics

Editors: K. Saito, R.A. Dixon, L. Willmitzer

Springer Verlag, Heidelberg, 2006

6 研究期間中の主な活動

(1)ワークショップ・シンポジウム等

番号	研究集会名	年月日	場所	内容	参加人数
1	国際シンポジウム 「硫黄代謝の制御とバイオテクノロジー」 “Regulation and Biotechnology of Sulfur Metabolism in Plants”	平成 13 年 7 月 30 日	東京農業大学	植物の硫黄代謝の制御とバイオテクノロジー応用について国内外の専門家 7 人による英語講演と討論を行った。	100 名
2	国際ワークショップ 「植物のファンクショナルゲノミクスにおけるメタボロミクスアプローチ」 Metabolomics Approach in Plant Functional Genomics in the Post-genome Eras	平成 13 年 12 月 6 日～8 日	かずさアカデミアホール	植物の代謝研究におけるメタボロミクス（代謝物プロファイリング、バイオパニング）およびその他のポストゲノムアプローチについて国内外の専門家 18 人による英語講演と討論を行った。	100 名

3	日本薬学会第122年会 生薬・天然物化学部会シンポジウム 「ポストゲノム世代における薬用植物資源 –ファンクショナルゲノミクス、メタボロミクス、多様性–」	平成 14年 3月 26日	幕張メッセ 国際会議場	ポストゲノム世代における薬用植物資源の研究方向について特に薬学的応用の観点から討論を行った。	100名
4	日本薬学会学術講演会 「植物メタボロミクスとメタボリックエンジニアリング」	平成 14年 9月 19日～20日	千葉大学 けやき会館大ホール	植物メタボロミクスとメタボリックエンジニアリングについて14人の専門家による講演と討論を行った。	120名
5	日仏二国間シンポジウム 「植物における制御シグナルのコミュニケーションと代謝コンパートメンテーション」	平成 14年 10月 29日～31日	奈良県新公会堂	植物代謝シグナルと細胞内区画化について、日仏の専門家40人による講演と20題のポスター発表と討論を行った。	85名
6	第45回日本植物生理学会2004年度年会シンポジウム 「 Plant metabolomics: Development of technology and application to plant sciences」	平成 16年 3月 27日	東京都立大学教養部	植物メタボロミクスについて8名の研究者による講演と討論を行った。	200名
7	日独植物二次代謝ワークショップ	平成 16年 9月 20日～23日	かずさアカデミアホール	日独両国の研究者による植物二次代謝研究のセミナー	100名
8	第6回国際植物硫黄代謝ワークショップ ‘6 th International Workshop on Plant Sulfur Metabolism’	平成 17年 5月 17日～21日	かずさアカデミアホール	植物硫黄代謝に関する国際会議であり、10題の招待講演、27題の口頭発表、33題の口頭紹介付きのポスター発表が行われた。	120名

(2) 招聘した研究者等

氏名 所属・役職	招聘の目的	滞在先	滞在期間
Dr. Ho Chai-Ling プトラマレーシア大学・講師	共同研究の実施と研究討議	千葉大・薬	H13.4.2～14
Dr. Holger Hesse ベルリン自由大学・講師	国際シンポジウム講演	千葉大・薬	H13.7.26～8.3
Dr. Richard Dixon サミュエルロバーツノーブル財団・植物研究部長	国際ワークショップ講演	かずさアカデミアホール	H13.12.5～8
Dr. Lothar Willmitzer マックスプランク植物分子生理学研究所・所長	国際ワークショップ講演	かずさアカデミアホール	H13.12.5～9
Dr. K-M Oksman-Caldentey VTT バイオテクノロジー・教授	国際ワークショップ講演	かずさアカデミアホール	H13.12.6～8
Dr. Dayan Goodenowe フェノメノームディスカバリーインク・CEO	国際ワークショップ講演	かずさアカデミアホール	H13.12.6～8

Dr. Malcolm Hawkesford IRCA ローザムスタッド農業環境部門・部長	国際ワークショップ講演	かずさアカデミアホール	H13.12.6～8
Dr. Dirk Inzé VIB 植物遺伝学部門・部長・教授	国際ワークショップ講演	かずさアカデミアホール	H13.12.6～8
Dr. Toni M Kutchan ライブニッツ植物生化学研究所・部長・教授	研究討議とシンポジウム講演	千葉大・薬	H14.3.23～29
Dr. Oliver Fiehn マックスプランク植物分子生理学研究所・チームリーダー	研究討議とシンポジウム講演	千葉大・薬 東京都立大・教養部	H16.3.26～4.1
Dr. Dirk Inze VIB 植物遺伝学部門・教授	シンポジウム講演	東京都立大・教養部	H16.3.26～3.28
Dr. Kirsi-Marja Oksman-Caldentey VTT Biotechnology・教授	シンポジウム講演	東京都立大・教養部	H16.3.26～3.28
Dr. Dayan Goodenowe フェノメノームディスカバリーインク・研究部長	シンポジウム講演	東京都立大・教養部	H16.3.26～3.28
Dr. Alan Richardson Australia, CSIRO Principal Investigator	イノシトールリン酸代謝に関する共同研究	神戸大学	H16.5.1～5.29
Dr. Rob J. Reid Australia, Adelaide 大学 Associate Professor	リン酸輸送に関する共同研究	神戸大学	H16.10.27～11.10
Dr. Celine Masclaux INRA, Versailles, France・ 上級研究員	日仏共同研究	仙台、東京、大阪	H17.3.14～3.18

7 結び

5年間の研究期間において、本研究グループは、植物の同化代謝と関連する生物現象に焦点を絞り、ポストゲノム方法論を駆使するという戦略で研究を推進した。研究提案をした頃はシロイヌナズナのゲノム配列が決定される直前であり、ポストゲノム時代の夜明けまでであった。従って、ポストゲノム方法論と言っても漠然とした概念で、植物科学分野でもほとんど実質的な成果は得られていなかった。そのような状況下で我々の研究グループは、本戦略的創造研究推進事業 CREST によってトランスクリプトミクス、プロテオミクス、メタボロミクスの技術開発とそれらを用いた植物同化代謝に関する研究を積極的に進めることが出来た。特に、世界をリードしてメタボロミクスを中心においた研究展開を進め、トランスクリプトミクスとメタボロミクスの統合によるゲノム機能科学と言う新しいパラダイムを構築できたと自負している。

今後、本研究プロジェクトを土台として、わが国のみならず世界の中で、植物代謝研究がより深化先鋭化し、食料危機や環境問題、健康機能のために貢献できるよう植物科学が発展する事を期待したい。

本研究推進に大きく貢献していただいた本研究チームメンバーはもとより「植物の機能と制御」領域事務所の方々および科学技術振興機構に感謝します。

☆フォトギャラリー☆

(斉藤グループより)

国際メタボロミクスワークショップ
(2001年12月7日～8日)



日本植物生理学会 2004 年度年会
シンポジウム (2004年3月27日)



日独セミナー 植物二次代謝の分子制御 (2004年9月20日～23日)



第6回 国際植物硫黄代謝ワークショップ (2005年5月17日～21日)



(山谷グループより)

日仏二国間シンポジウム (2002年10月29日～31日)

**Japan-France Binational Symposium on Plant Biology 2002, Nara
Communication Mechanisms of Regulatory Signals
and Metabolic Compartmentation in Plants**

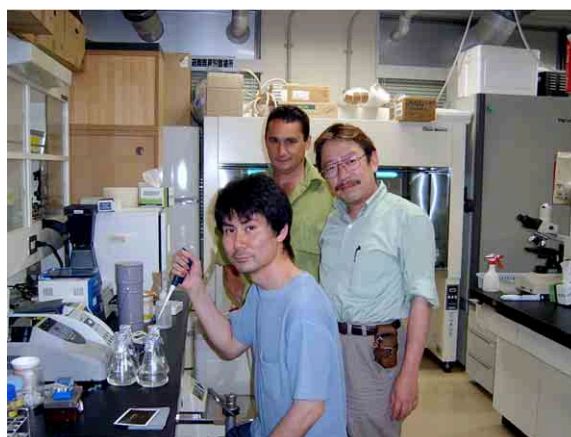


(三村グループより)

大西美輪技術員



三橋尚登博士、Alan Richardson 博士、三村徹郎教授



(山口グループより)

1. 今年のグループ写真



2. CREST 経費で購入したシーケンサー



3. 研究室の風景



4. CREST 経費で整備した室内イネ小屋



(林グループより)

CREST 経費で購入した備品

