

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 27 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450134

研究課題名(和文) タケ培養細胞を用いた合理的代謝フロースイッチングによる有用植物二次代謝産物生産

研究課題名(英文) Production of useful compounds using bamboo cultured cells by rational metabolic-flow switching.

研究代表者

加藤 康夫 (KATO, Yasuo)

富山県立大学・工学部・教授

研究者番号：20254237

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：植物培養細胞株の代謝物解析により明らかにされた代謝中間体を基質とするような二次代謝生合成遺伝子を理論立てて導入し、細胞内での本来の代謝フローを合理的に改変することで、有用生理活性物質の高効率的生産系の確立を目指した。例としてオオムギ由来のagmatine coumaroyltransferase (ACT) 遺伝子を高発現する組換えタケ培養細胞株を作製し代謝改変したところ、タケ細胞にもともと蓄積していた化合物は顕著に減少していた一方で、組換え株中には新たに生成した化合物が高蓄積しており、その量は微生物宿主を用いた合成生物学的手法による物質生産において得られる蓄積量の数倍-数十倍に達していた。

研究成果の概要(英文)：We surveyed secondary metabolites occurring mainly in bamboo cells and identified feruloylputrescine and p-coumaroylputrescine, suggesting that phenylpropanoid and polyamine biosynthetic pathways are highly active, and the bamboo cells are suitable for the production of alternative secondary metabolites derived from those pathways. We next generated stable transformant of bamboo cells expressing agmatine coumaroyltransferase gene of barley in the expectation of metabolic-flow switching from hydroxycinnamoylputrescines to hydroxycinnamoylagmatines. As a result, in the recombinant cells, the putrescine amides content decreased and instead high content of agmatine amides was newly produced as expected, where the content of major product p-coumaroylagmatine reached approximately 350 mg per liter of culture. The results provide proof-of-concept to the usefulness of 'rational metabolic-flow switching' in synthetic biology using plant cell hosts.

研究分野：植物生化学

キーワード：植物二次代謝産物 生合成 タケ培養細胞 ヒドロキシ桂皮酸アミド 代謝フロースイッチング

1. 研究開始当初の背景

植物二次代謝産物の大量生産法として、化学合成法、抽出法、および生物的生産法が知られている。化学合成法は多段階の合成ステップが必要でかつ高環境負荷であること、抽出法は原料である植物体の部位、生育ステージ、採取時期などによって含有量が異なりかつ供給が安定していないこと、等の問題点を有している。それに対して生物的生産法は低環境負荷であり、安定した生産性の確保やスケールアップ等が比較的容易であることなど化学合成法や抽出法にはない多くの利点がある。近年、植物二次代謝生合成遺伝子群を大腸菌や酵母等に組み込み発現させ大量生産を目指す、いわゆる合成生物学が潮流となっている。しかしながら、導入した生合成遺伝子の異種発現が困難な場合が多いことや、植物と異なる基本代謝系に起因する培地への基質添加の必要性、ならびに基質の細胞内への低い取り込み効率や宿主への毒性など、多くの障壁を伴っている。これに対し、生物的生産法での植物培養細胞の利用は植物自身の細胞を用いているため、微生物宿主を用いた合成生物学的手法における多くの問題点を克服する可能性を秘めており、植物培養細胞による有用植物二次代謝産物の高度生産プロセスの樹立は極めて意義がある。しかしながら、一般的に植物細胞は増殖に時間を要することや、増殖の制御、遺伝子組換えが難しいといった理由から、これまで宿主としてほとんど用いられることはなかったが、これらの問題点を解決することができれば、植物培養細胞を宿主として用いる植物二次代謝産物の生産の実用化に向けた大きなブレイクスルーとなることは間違いない。

2. 研究の目的

本研究では、タケ培養細胞内で活発に生産される代謝中間体を基質とするような二次代謝生合成遺伝子を理論立てて導入し、細胞内での本来の代謝フローを合理的に改変することで、有用生理活性物質の高効率的生産系の確立を行う。

植物培養細胞による有用物質生産は以前から研究されているが、ほとんどは対象とする化合物をもとから含有している基原植物の培養細胞化によるものである。その場合、培養細胞化によって基原植物でみられていた二次代謝産物が全く、あるいはほとんど作られなくなることが多く、それを培養細胞で回復させることに研究の主眼が置かれていた。しかしながら、その成功率は一樣に低く、培養細胞における物質生産が産業化に至った例は数例しかない。一方で、物質生産の場として、遺伝子組換え植物細胞を用いる試みはこれまでもなされているが、汎用されている植物培養細胞

に生合成遺伝子を無戦略に導入するというものであり、それが成功に至らない原因であると考えられる。本研究はこれらの欠点を凌駕する全く新しい独自のストラテジーをもつ。

申請者らはこれまで、ハチクやマダケ筍由来のタケ懸濁細胞系を樹立するとともに高頻度増殖系を確立してきている(*Floriculture Ornamental and Plant Biotechnology* 240-244 (2008)、*Plant Biotechnology* 28: 43-50 (2011)、特開 2014-054230)。また、その増殖期にパーティクルガンにて形質転換を行うことで、効率のよい遺伝子組換え系も確立している(*Plant Biotechnology* 28: 43-50 (2011)、*American Journal of Plant Sciences* 3: 368-372 (2012))。さらに、タケ培養細胞における高度に発達した一次代謝系の解明および、増殖/木化促進等の培養フェーズ調節にも成功している(*Plant Methods* 8: 40 (1-9) (2012)、*American Journal of Plant Sciences* 3: 1066-1072 (2012)、特開 2014-054230)。これらの性質は、タケ培養細胞の植物二次代謝産物生産宿主としてこれまでにない高いポテンシャルを示しており、申請者らはそのノウハウをほぼ独占的に有している。

3. 研究の方法

様々な培養条件(培地、温度、通気、pH、光照射、装置、培養スケール)下で培養したタケ培養細胞抽出物を HPLC 等にて詳細に代謝産物解析した。それらが未知化合物の場合は、当該物質を単離・精製し、各種分光学的手法により構造解析した。慎重を期すため、標品を化学合成し、各種スペクトルデータや HPLC 上での挙動の一致をみた。

タケ細胞への遺伝子導入は、目的遺伝子を pIG121 バイナリーベクターに組み込んだものを作成し、パーティクルガンにてタケ培養細胞株に導入した。選抜マーカーを含む固体培地上で安定して増殖する組換えセルラインを選抜し、ゲノム PCR および mRNA を調製後 RT-PCR にて目的遺伝子の導入および発現を確認した。

4. 研究成果

申請者らのこれまでの研究によって、タケ培養細胞の増殖性ならびに代謝能は、培地に添加する糖類および植物ホルモンの種類や培地の濃度によって大きく変動することが明らかになっている。そのため、様々な培養条件下で培養したタケ培養細胞抽出物を詳細に解析したところ、ハチク(Pn)細胞を木化条件(10 μM benzyladenine 添加)下で懸濁培養したときに細胞内に多量に蓄積する主要未知代謝産物を見出した。本化合物を単離・精製し、各種分光学的手法による構造解析を行い、さらに化学合成標品との一致から、本未知化合物は feruloylputrescine (FP) および

p-coumaroylputrescine (*p*CP)であることが明らかとなった。FP および *p*CP は、feruloyl-CoA (F-CoA) および *p*-coumaroyl-CoA (*p*C-CoA)が、ポリアミン合成経路において agmatine (Agm)より後に生成する putrescine (Put)と縮合することで生合成されていると考えられる。この結果から、Pn 細胞は木化条件下でフェニルプロパノイド系およびポリアミン系の生合成能に長けていることが分かり、その代謝 flux 改変による有用物質の生産系のモデルとして有効であることが明らかとなった。

次に、FP、*p*CP の生合成中間体を良好な基質とする二次代謝生合成酵素を導入遺伝子候補として合理的に選出し、導入することで組換えタケ細胞を創出することを試みた。導入遺伝子として、F-CoA や *p*C-CoA と Put の生合成中間体である Agm の縮合反応を触媒するオオムギ由来の agmatine coumaroyl transferase (ACT) 遺伝子を選抜した。ACT 遺伝子を Pn 細胞株に導入後、安定して増殖する組換えセルラインを選抜した。組換え Pn 細胞株について詳細に代謝物解析を行ったところ、予想通り細胞内には代謝フローがスイッチングされることによって生成した *p*CA と FA が著量蓄積する一方、*p*CP や FP の蓄積量は顕著に減少していた。

得られた組換え Pn 細胞を培養して、代謝フロースイッチングによって生成した *p*CA と FA の蓄積量を精査した。その結果、培地リッター当たり 300mg を越える *p*CA+FA の蓄積を確認した。この値は既存の大腸菌等の微生物宿主を用いた合成生物学的手法による植物二次代謝産物生産において得られる蓄積量の数倍~数十倍高いものであった。また、ジャーファーマンターを用いた大スケールでの培養を行い、実用化をにらんだ諸条件の最適化を行ったところ、攪拌培養においては攪拌プロペラの剪断力による細胞の破断、エアリフト培養においては不十分な混合による生育阻害が起こり、フラスコ培養ほどの生産性を得ることはできなかった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)【全て査読あり】

1. T. Nomura, T. Murase, S. Ogita, and Y. Kato, Molecular identification of tuliposide B-converting enzyme: a lactone-forming carboxylesterase from the pollen of tulip, *The Plant Journal*, **83**, 252-262 (2015)

2. S. Ogita, J.-B. Lee, F. Kurosaki, and Y. Kato, The biosynthetic activities of primary and secondary metabolites in suspension cultures of *Aquilaria microcarpa*, *Natural Product*

Communications, **10**, 779-782 (2015)

3. S. Ogita, M. Shichiken, C. Ito, T. Yamashita, T. Nomura, and Y. Kato, A stepwise protocol for induction and selection of prominent coniferous cell cultures for the production of β -thujaplicin, *Natural Product Communications*, **10**, 783-787 (2015)

4. T. Nomura, E. Hayashi, S. Kawakami, S. Ogita, and Y. Kato, Environmentally benign process for the preparation of antimicrobial α -methylene- β -hydroxy- γ -butyrolactone (tulipalin B) from tulip biomass, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **79**, 25-35 (2015)

5. Y. Minegishi, J. Mano, R. Takabatake, K. Nakamura, K. Kondo, Y. Kato, K. Kitta, and H. Akiyama, Development of pBT63, a positive control plasmid for qualitative detection of genetically modified rice. *Japanese Journal of Food Chemistry and Safety*, **21**, 48-56 (2014).

6. Y. Kato, T. Nomura, S. Ogita, M. Takano, and K. Hoshino, Two new β -glucosidases from ethanol-fermenting fungus *Mucor circinelloides* NBRC 4572: enzyme purification, functional characterization, and molecular cloning of the gene, *Applied Microbiology and Biotechnology*, **97**, 10045-10056 (2013)

7. T. Nomura, M. Shiozawa, S. Ogita, and Y. Kato, Occurrence of hydroxycinnamoyl-putrescines in xylogenic bamboo suspension cells, *Plant Biotechnology*, **30**, 447-453 (2013)

8. Y. Minegishi, J. Mano, Y. Kato, K. Kitta, H. Akiyama, and R. Teshima, Development and evaluation of a novel DNA extraction method suitable for processed foods, *Japanese Journal of Food Chemistry and Safety*, **20**, 96-104 (2013)

9. T. Nomura, A. Tsuchigami, S. Ogita, and Y. Kato, Molecular diversity of tuliposide A -converting enzyme in the tulip, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **77**, 1042-1048 (2013)

〔学会発表〕(計53件)

1. 加藤康夫、木野貴仁、米田有紗、野村泰治、荻田信二郎、アラキドン酸含有脂質を蓄積する緑藻株の探索、日本農芸化学会平成 28 年度大会、2016.3.27-30 (札幌)

2. 野村泰治、山口航平、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップシド変換酵素による 1-チューリップシド A の酵素合成法の確立、日本農芸化学会平成 28 年度大会、2016.3.27-30 (札幌)

3. 篠原信、太田香菜子、藤原和樹、安藤晃規、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、小川順、高野 雅夫、有機質肥料活用型養液栽培に適した微量元素供給剤の開発 2、日本農芸化学会平成 28 年度大会、2016.3.27-30 (札幌)
4. 野村泰治、村瀬達紀、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップ花粉におけるチューリップシド B 変換酵素の発見と機能解析、日本生物工学会 2015 年大会、2015.10.25-28 (鹿児島)
5. 野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップ抗菌性二次代謝産物の活性化に関わる新規カルボキシシルエステラーゼの発見、日本生物工学会 2015 年大会、2015.10.25-28 (鹿児島)
6. 野村泰治、村瀬達紀、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップの花粉特異的に発現するチューリップシド B 変換酵素、植物化学調節学会第 50 回大会、2015.10.23-25 (東京)
7. 青島和音、野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、タケ懸濁細胞の木化に伴って発現するフェルロイルプロレッシン合成酵素の探索と機能解析、植物化学調節学会第 50 回大会、2015.10.23-25 (東京)
8. 青島和音、野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、タケ懸濁培養細胞におけるヒドロキシ桂皮酸プロレッシンアミド合成酵素の解析、日本農芸化学会中部・関西支部合同大会、2015.9.19-20 (富山)
9. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, Molecular identification of tuliposide B-converting enzyme: a lactone-forming carboxylesterase from the pollen of Tulip, 18th Japanese-German Workshop Enzyme Technology, 2015.9.13-15 (Kyoto)
10. 荻田信二郎、七間柁仁、伊藤千鶴、山下寿之、野村泰治、加藤康夫、有用代謝物質を産する針葉樹培養細胞の樹立と評価、日本植物学会第 79 回大会、2015.9.6-8 (新潟)
11. 荻田信二郎、七間柁仁、伊藤千鶴、山下寿之、野村泰治、加藤康夫、ヒノキ科針葉樹培養細胞によるヒノキチオールを生産、第 59 回 香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会、2015.9.5-7 (大阪)
12. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, Molecular identification of tuliposide B-converting enzyme: a lactone-forming carboxylesterase from the pollen of Tulip, 54th Annual Meeting of the Phytochemical Society of North America, 2015.8.8-12 (Illinois, USA)
13. 野村泰治、村瀬達紀、荻田信二郎、加藤康夫、ラクトン形成を触媒するカルボキシシルエステラーゼ(1): チューリップ花粉からのチューリップシド B 変換酵素の精製および性状解析、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
14. 野村泰治、村瀬達紀、荻田信二郎、加藤康夫、ラクトン形成を触媒するカルボキシシルエステラーゼ(2): チューリップ花粉からのチューリップシド B 変換酵素遺伝子の単離および機能解析、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
15. 篠原信、太田香菜子、藤原和樹、安藤晃規、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、小川順、高野雅夫、有機質肥料活用型養液栽培に適した微量金属元素供給資材の開発、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
16. 宇佐美晶子、藤原和樹、溝淵久恭、安藤晃規、Saijai Sakuntala、志村悠暉、篠原信、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、小川順、有機質肥料活用型養液栽培に有用な微生物群集における病原性細菌の解析、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
17. 篠原亘、吉田昭介、川上了史、安藤晃規、小川順、加藤康夫、浅川晋、篠原信、宮本憲二、有機質肥料活用型養液栽培における硝化菌および硝化関連遺伝子の動態解析、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
18. 藤原和樹、高田惟名、安藤晃規、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、小川順、高野雅夫、篠原信有機質肥料活用型養液栽培の改良を目的とした硝化菌の有機成分耐性の研究、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
19. 宇佐美晶子、安藤晃規、志村悠暉、犬飼龍矢、池本成美、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、藤原和樹、篠原信、小川順、硝化特性が向上した微生物群集からの亜硝酸酸化菌の取得、日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
20. S. Saijai, A. Ando, H. Mizobuchi, S. Usami, Y. Shimura, K. Miyamoto, Y. Kato, S. Asakawa, M. Shinohara, and J. Ogawa, Construction of a model nitrifying bacteria community for organic hydroponics, 日本農芸化学会平成 27 年度大会、2015.3.26-29 (岡山)
21. 荻田信二郎、野村泰治、廣瀬文昭、市川裕章、加藤康夫、*OsGLK1* を導入したタケ Pn 培養細胞のメタボローム解析、第 56 回日本植物生理学会、2015.3.16-18 (東京)
22. S. Ogita, T. Nomura, and Y. Kato, Morphological and histochemical characteristics of thick-walled solid culms in Bambusa bamboo, International Symposium on Wood Science and Technology 2015 (IAWPS 2015), 2015. 3.15-17 (Tokyo, Japan)
23. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, 'Rational metabolic-flow switching' for the production of

- exogenous secondary metabolites in plant suspension cultured cells –A proof-of-concept study using bamboo cells–, Active Enzyme Molecule 2014, 2014.12.17-19 (Toyama, JAPAN)
24. 安藤晃規、宇佐美晶子、犬飼龍矢、溝淵久恭、Saijai Sakuntala、池本成美、篠原亘、宮本憲二、加藤康夫、藤原和樹、篠原信、小川順、有機養液栽培における硝化関連微生物群集の解析、環境微生物系学会合同大会 2014、2014.10.21-24 (浜松)
25. 篠原亘、吉田昭介、篠原信、安藤晃規、小川順、加藤康夫、浅川晋、宮本憲二、有機肥料活用型養液栽培における根圏微生物叢の経時変化解析、日本農芸化学会関東支部 2014 年度支部大会、2014.10.18(埼玉)
26. 加藤康夫、野村泰治、荻田信二郎、チューリップがもつ抗菌性二次代謝産物の生化学とその利活用、第一回富山県立大学・東京大学生物工学セミナー、2014.10.3 (富山)
27. 宇佐美晶子、安藤晃規、犬飼龍矢、溝淵久恭、池本成美、Saijai Sakuntala、島純、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、篠原信、小川順、硝化特性が向上した微生物群集からの亜硝酸酸化菌の単離の試み、2014 年度日本農芸化学会関西支部大会、2014.9.19-20. (奈良)
28. 荻田信二郎、緒方友哉、野村泰治、加藤康夫、中実化を伴う竹稈発生様式の組織形態的特徴、日本植物学会第 78 回大会、2014.9.12-14 (東京)
29. 加藤康夫、藤城迪子、伊藤純平、野村泰治、荻田信二郎、篠原信、混合栄養緑藻 *Podohedriella falcata* によるトリグリセリドの蓄積、日本生物工学会平成 26 年度大会、2014.9.9-11 (札幌)
30. S. Saijai, A. Ando, T. Inukai, H. Mizobuchi, N. Ikemoto, S. Usami, J. Shima, K. Miyamoto, Y. Kato, S. Asakawa, M. Shinohara, J. Ogawa, Analysis of pathogenic bacteria from the microbial community of organic hydroponic culture、日本生物工学会平成 26 年度大会、2014.9.9-11 (札幌)
31. 宇佐美晶子、安藤晃規、犬飼龍矢、溝淵久恭、池本成、Saijai Sakuntala、島純、宮本憲二、加藤康夫、浅川晋、篠原信、小川順、有機質肥料活用型養液栽培に有用な微生物群集からの亜硝酸酸化菌の単離、日本生物工学会平成 26 年度大会、2014.9.9-11 (札幌)
32. 荻田信二郎、野村泰治、加藤康夫、笹本浜子、環境適応性の異なるタケ亜科数種の懸濁細胞株樹立と特性評価、第 32 回日本植物細胞分子生物学会 (岩手) 大会、2014.8.21-22 (岩手)
33. Y. Kato, T. Nomura, and S. Ogita, Screening of green algae strains highly accumulating triglycerides grown under mixotrophic culture conditions, The 1st Joint Seminar of New Core to Core Program (CCP) - Advanced research networks on establishment of an international research core for new bio-research fields with microbes from tropical areas -, 2014.8.10-11 (Bangkok, Thailand)
34. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, Molecular diversity of tuliposide A-converting enzyme involved in the conversion of tuliposide A to antimicrobial tulipalin A in tulip, The 1st Joint Seminar of New Core to Core Program (CCP) - Advanced research networks on establishment of an international research core for new bio-research fields with microbes from tropical areas -, 2014.8.10-11 (Bangkok, Thailand)
35. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, 'Rational metabolic-flow switching' for the production of exogenous secondary metabolites in plant suspension cultured cells –A proof-of-concept study using bamboo cells–, GORDON Conference 2014 (Biocatalysis), 2014.7.5-12 (Smithfield, RI, USA)
36. K. Fujiwara, Y. Iida, N. Someya, A. Ando, J. Ogawa, Y. Kato, K. Miyamoto, M. Takano, J. Ohnishi, F. Terami, M. Shinohara, Influence of the Rhizosphere microbial community on *Fusarium* wilt disease suppressiveness in multiple parallel mineralization system, Molecular Plant Microbe Interaction 2014, 2014. 7 (Greek)
37. 藤原和樹、染谷信孝、飯田祐一郎、安藤晃規、大西純、小川順、加藤康夫、宮本憲二、高野雅夫、寺見文宏、篠原信、有機質肥料活用型養液栽培からの分離菌株が *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* に及ぼす影響、日本植物病理学会 2014 年度大会、2014.6.2-4 (札幌)
38. 加藤康夫、藤城迪子、伊藤純平、野村泰治、荻田信二郎、混合または従属培養条件下でトリグリセリド類を高蓄積する緑藻株の探索、日本農芸化学会平成 26 年度大会、2014.3.27-30 (東京)
39. 篠原信、岩井喬、藤原和樹、河邑ちひろ、小川順、安藤晃規、加藤康夫、宮本憲二、高野雅夫、浅川晋、土壌化技術を利用した無機肥料の製造と有機質肥料活用型養液栽培、日本農芸化学会平成 26 年度大会、2014.3.27-30 (東京)
40. 藤原和樹、染谷信孝、飯田祐一郎、安藤晃規、大西純、小川順、加藤康夫、宮本憲二、高野雅夫、寺見文宏、篠原信、有機質肥料活用型養液栽培における根圏微生物群が *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* に及ぼす影響、日本農芸化学会平成 26 年度大会、2014.3.27-30 (東京)

41. 宇佐美晶子、安藤晃規、島純、篠原亘、吉田昭介、宮本憲二、加藤康夫、藤原和樹、浅川晋、篠原信、小川順、有機質肥料活用型養液栽培における硝化関連微生物群集の動態解析、日本農芸化学会平成 26 年度大会、2014.3.27-30 (東京)

42. 篠原亘、吉田昭介、安藤晃規、小川順、加藤康夫、浅川晋、篠原信、宮本憲二、次世代シーケンサーによる有機養液栽培における根圏微生物叢の経時変化解析、日本農芸化学会平成 26 年度大会、2014.3.27-30 (東京)

43. 荻田信二郎、野村泰治、廣瀬文昭、市川裕章、加藤康夫、タケ Pn (rpc00047)細胞への OsGLK1 導入による代謝機能分化の制御、第 55 回日本植物生理学会年会、2014.3.18-20 (富山)

44. 川上祥平、林絵美子、野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップバイオマスからの天然抗菌化合物チューリップリン B の環境調和型調製プロセス、第 55 回日本植物生理学会年会、2014.3.18-20 (富山)

45. 野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップ花弁からの抗菌物質の環境調和型調製プロセス、第 183 回ヘテロシスセミナー、2013.12.18 (富山)

46. 加藤康夫、チューリップ抗菌二次代謝物質の生化学とその利活用、広島大学分子生命機能科学セミナー、2013.11.15 (広島)

47. 荻田信二郎、MD. Ziaul Karim、野村泰治、加藤康夫、タケバイオリソース、マダケ属とアンドロカラムス属カルスの組織化学的特徴、第 2 回森林遺伝育種学会大会、2013.11.8 (東京)

48. 野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップバイオマスからの天然抗菌化合物の「超」環境調和型調製プロセス、H25 年度生物工学研究センター研究成果発表会、2013.10.18 (富山)

49. Y. Kato, T. Nomura, and S. Ogita, Environment-conscious process for the preparation of antimicrobial tulipalin B from tulip biomass, Enzyme Engineering XXII, 2013. 9.22-26 (Toyama, Japan)

50. S. Ogita, T.-F. Yeh, T. Nomura, and Y. Kato, Current applications of cell and tissue culture in bamboo resources production and improvement, 日本植物学会第 77 回大会、2013.9.13-15 (札幌)

51. 荻田信二郎、野村泰治、加藤康夫、メダケ (*Pleioblastus simonii*) 細胞培養系の増殖・分化特性、第 31 回日本植物細胞分子生物学会大会、2013.9.10-12 (札幌)

52. 野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、合理的代謝フロースイッチングによる物質

生産：タケ懸濁細胞におけるヒドロキシ桂皮酸アミド生合成経路の改変、第 31 回日本植物細胞分子生物学会大会、2013.9.10-12 (札幌)

53. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, 'Rational metabolic-flow switching' for the production of exogenous secondary metabolites in plant suspension cultured cells –A proof-of-concept study using bamboo cells–, Phytochemical Society of North America 2013, 2013.8.3-7 (Corvallis, OR, USA)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 1 件)

名称：チューリップシド B をチューリップリン B に変換する酵素活性の高いタンパク質及びそれをコードするポリヌクレオチド
発明者：野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫
権利者：富山県
種類：公開特許
番号：特開 2015-57996
出願年月日：2013 年 9 月 20 日
国内外の別：国内

〔その他〕
研究室ホームページ
<http://www.pu-toyama.ac.jp/BR/kato/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

・加藤 康夫 (KATO YASUO)
富山県立大学・工学部・教授
研究者番号：20254237

(2) 研究分担者

・荻田 信二郎 (OGITA SHINJIRO)
富山県立大学・工学部・准教授
島立広島大学・生命環境学部・教授
研究者番号：50363875
・野村 泰治 (NOMURA TAIJI)
富山県立大学・工学部・講師
研究者番号：40570924