

機関番号：23201
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20580082
 研究課題名（和文） 環境浄化および物質生産を目的とした微生物酵素の水生植物における発現と応用
 研究課題名（英文） Expression of microbial enzymes in aquatic plants and their applications for phytoremediation and production of useful chemicals.
 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

研究成果の概要（和文）：

環境水の浄化に用いる水生植物体として、多様な環境下で生育が可能であり水中の各種有機、無機成分を効率的に吸収する能力を有するクレソンを選抜した。詳細な条件検討の結果、無菌クレソンの継代培養系を確立し、多芽体、不定根、カルスを形成し増殖させる条件および倍数体の作出条件を見出した。クレソン外植体に対し、アグロバクテリウム法やパーティクルガン法にて遺伝子導入を行い、組換え植物体を作成し、安定的に増殖することを確認した。組織培養により得られたクレソン多芽体を用いて、環境水の浄化実験をフィールドにて行った。

研究成果の概要（英文）：

Conditions for the proliferation of multiple shoots, adventitious roots, and callus as well as polyploid induction of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) were established for their use in phytoremediation. Frequent generation of transgenic watercress was achieved by adapting particle bombardment and *Agrobacterium*-mediated transformation techniques with a construct expressing several fluorescent protein genes. In addition, the nutrient removal by hormone-treated (multiple shoots) watercress was conducted in a eutrophicated pond in an old castle park, as a preliminary field experiment of the remediation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農芸化学・応用微生物学

キーワード：微生物酵素、植物培養細胞、水生植物、環境浄化

1. 研究開始当初の背景

環境水中の富栄養物質および環境ホルモン等の難分解物質の除去については、現状では化学的に中和、分解、消毒が行われ、自然界に循環されている。この化学処理工程において蓄積される化学物質や活性汚泥は、さらなる環境悪化を引き起こす原因となっている。これらの微生物または植物を用いた生

物的除去はバイオレメディエーション（ファイトレメディエーション）と呼ばれており、その温和な処理条件と回収した有機物などの工業原料やエネルギー源としての利用価値から注目されている。しかしながらこれらの手法は、扱う生物種の生育環境による制限のため、土壌中の汚染物質の除去に用いることが多く、しかもその除去効率が必ずしも高

くない等の問題点を有している。

申請者らは水生植物の特性を利用した環境水および工場廃水の浄化に着目した。これまで知られている水生植物による水浄化研究では、野生種を用いた検討のみであり、その代謝分解能には限度があった。申請者らは、分子育種により物質代謝能を人為的に強化した水生植物種を用いて難分解物質の代謝分解を行うことができれば、格段に効率良い浄化が期待できると考えた。また、水生植物の根圏に特別な機能を有する微生物を共存させることで、両者の長を生かした水浄化が行える可能性についても考えた。なお、組換え水生植物栽培は水耕条件下で行えるため閉鎖系の設定が非常に容易であり、かつ水生植物は栄養増殖が可能なものが多いため、不稔植物体を宿主として用いることで、花粉等による組換え植物体の飛散の問題も解決することができる。

2. 研究の目的

本研究は分子育種した水生植物を用いて、水中の様々な環境汚染物質（富栄養化物質）を効率的に分解処理する研究を行うものである。富栄養化物質の例として無機窒素やリン化合物をターゲットとする。富栄養化物質を効率的に代謝分解できる微生物由来酵素を発現する組換え水生植物を作成するとともに、硝化細菌群をそれらの根圏に共存し、植物にとって毒性の高いアンモニアを吸収されやすい硝酸体へと変換することで、効率的な窒素化合物の代謝分解を試みる。

当概目的を達成するために以下の検討を行う。

- ①水生植物の組織培養系と分子育種技術の確立
- ②水生植物における無機窒素、リン化合物の代謝解析
- ③水生植物内における異種酵素・蛋白質の発現実験
- ④組織培養により高機能化した水生植物によるフィールドでの環境水の浄化実験
- ⑤硝化細菌の共存による窒素代謝強化

3. 研究の方法

①水生植物の組織培養系と分子育種技術の確立

多様な環境下で生育が可能であり、水中の各種有機、無機成分を効率的に吸収する水生植物を選抜し、最適な組織培養条件を検索するとともに分子育種技術を確立する。植物組織の各部分を外植体とし、無菌的に各種植物ホルモンが添加された様々な植物組織培養培地にて、組織培養を試みる。これらの結果をもとに、形質転換効率の向上や遺伝子組換え体の選出などを効率的に行う。植物体への遺伝子の導入は、アグロバクテリウム法や遺伝子銃などを用いる。すなわち、カルスや茎

などの外植体に対し、GFP や GUS などのレポーター蛋白のみならず、微生物由来の物質代謝系の酵素を発現するように構築したプラスミドを用い、遺伝子導入を行う。得られた組換え植物細胞を各種分化培地にて培養することで、組換え植物体を作成する。

②水生植物における窒素、リン化合物の代謝解析

水生植物体内における各種代謝物（糖、アミノ酸）の解析を行い、目的とする富栄養化物質の代謝経路において強化されるべき酵素群を選抜する。代謝解析には通常の HPLC による分析や、共同研究者の有するイオンクロマトグラフィー等の各種環境分析機器も用いる。

③水生植物内における異種酵素・蛋白質の発現実験

①で作出した異種酵素・蛋白質遺伝子を発現する組換え水生植物を培地又は土壌にて培養、栽培を行う。経時的にサンプリングし、各組織の観察や細胞内の酵素活性を測定することで、目的蛋白質や酵素の発現量を解析する。

④組織培養により高機能化した水生植物によるフィールドでの環境水の浄化実験

予備実験として、組織培養により高機能化した水生植物（遺伝子非組換え体）を用いて実際のフィールドで、環境水の浄化を試みる。

⑤硝化細菌の共存による窒素代謝強化

水生植物の根圏に共存させるべき硝化細菌のスクリーニングおよび実際の植物種にこれらの菌を共存させて栽培を行い、その効果を検討する。

4. 研究成果

①水生植物の組織培養系と分子育種技術の確立

多様な環境下で生育が可能であり、水中の各種有機、無機成分を効率的に吸収する水生植物としてクレソンを選抜した。無菌クレソンの継代培養系を確立し、無菌的に各種植物ホルモンが添加された様々な植物組織培養培地にて、組織培養を試みた。クレソンは 2, 4-D や NAA などのオーキシンを微量に加えた培地で m1/2MS 培地で前培養し、その後オーキシン添加の培地に移植すると不定根を形成した。一方、TDZ や BA などのサイトカインを加えた培地に移植すると不定芽へと分化した。また、オーキシン、サイトカイン両方を加えた培地で培養することで、安定的にカルスを形成し細胞を増殖させることが出来、懸濁培養細胞系を確立できた。これらの結果をもとに、アグロバクテリウム法およびパーティクルガン法を用いて、クレソンに外来遺伝子の導入を試みた。さらに、形質転換効率の向上や遺伝子組換え体の選出などを検討した。

一方、分子育種法によらずに高機能化した水生植物の作出の例としてクレソン倍数体に着目し、その作出、生長能及び浄化能力の解析を試みた。クレソン種子のコルヒチン処理により、野生種の4倍体に対して染色体の倍加した8倍体を得ることが出来、さらに未処理の種子の中から突然変異を起こした6倍体を見いだした。フローサイトメトリーを用いた各変異体の倍数性解析法を確立するとともに、倍数変異体の安定維持にも成功した。

②水生植物における窒素、リン化合物の代謝解析

①で得られた、各組織培養体、倍数変異体のクレソンを用いて、窒素及びリン酸の代謝能について、HPLCおよびイオンクロマトグラフィ装置にて検討を行い、生長能と照らし合わせた。特に倍数変異体について詳細に解析を行ったところ、4倍体は初期生長が良好であるのに対し、8倍体は無機塩類の不足している環境からやや過剰な環境まで持続的な生長が見られた。このことから、4倍体は短期的な、8倍体は長期的な水質浄化への利用が期待されることが分かった。

③水生植物内における異種酵素の発現実験

確立されたクレソンの組織培養系を用い、各種外来遺伝子の導入を行った。カルスや茎などのクレソン外植体に対し、GFPやGUSなどのレポーター蛋白を発現するように構築したプラスミドを用い、アグロバクテリウム法やパーティクルガン法にて遺伝子導入を行い、組換え植物体を作成した。得られた組換え植物を蛍光顕微鏡等により観察し、安定的に導入遺伝子が機能していることを確認した。

④組織培養により高機能化した水生植物によるフィールドでの環境水の浄化実験

高岡市役所の協力を得て、高岡古城公園（富山県）に簡易浄化装置を作成・設置し、組織培養したクレソン多芽体に濠水をゆっくり流下させることで濠水の浄化を試みた。予備的試験では水温の低下により植物体の浄化能が著しく低下していたため期待していたほどの浄化は認められなかったが、得られた問題点等をもとにして改善を加え、本試験を行った。培養期間中毎日、硝酸イオン、リン酸イオン、総窒素及びリンの濃度を経時的に測定したところ、一週間でそれら富栄養物質濃度がほぼゼロとなり、クレソン組織培養体による良好な浄化データを得ることが出来た。

⑤硝化細菌の共存による窒素代謝強化

水生植物の根圏に共存させるべき硝化細菌のスクリーニングを行った。スクリーニングは、特に植物の水耕栽培に適した弱酸性の条件下にて、土壌、湖沼水、腐葉土などを用い、アンモニウムイオンを含む弱酸性培地を用いて、硝化細菌を集積培養にて濃縮・単離

した。

また、クレソンに加えて、モデル植物として知見の多いイネ及びムギを用い、根圏微生物の共存下による水耕栽培実験を行い、根圏微生物非共存下と比較した植物体の生長能力および物質代謝能を解析した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計12件）【全て査読あり】

1. Y. Fukuta, S. Nanda, Y. Kato, H. Yurimoto, Y. Sakai, H. Komeda, and Y. Asano, Characterization of a new (R)-hydroxynitrile lyase from Japanese apricot *Prunus mume* and cDNA cloning and secretory expression of one of the isozymes in *Pichia pastoris*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, **75**, 214-220 (2011).
2. S. Ogita, N. Kikuchi, T. Nomura and Y. Kato, A practical protocol for particle bombardment-mediated transformation of *Phyllostachys bamboo* suspension cells. *Plant Biotechnology*, **28**, 43-50 (2011)
3. Y. Kenmotsu, S. Ogita, Y. Kato, Y. Yamamura, Y. Takao, Y. Tatsuo, H. Fujino, S. Kadota, F. Kurosaki, Methyl jasmonate-induced enhancement of expression activity of Am-FaPS-1, a putative farnesyl diphosphate synthase gene from *Aquilaria microcarpa* *Journal of Natural Medicines*, **65**, 194-197 (2011)
4. Y. Kenmotsu, Y. Yamamura, S. Ogita, Y. Kato, and F. Kurosaki, Transcriptional activation of putative calmodulin genes *Am-am-1* and *Am-cam-2* from *Aquilaria microcarpa*, in response to external stimuli. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, **33**, 1911-1914 (2010)
5. H. Sawai, H. Sugimoto, Y. Kato, Y. Asano, Y. Shiro, and S. Aono, X-ray crystal structure of the Michaelis complex of aldoxime dehydratase. *Journal of the Biological Chemistry*, **284**, 32089-32096 (2009)
6. Y. Kato, H. Yoshida, K. Shoji, Y. Sato, N. Nakajima, and S. Ogita, A facile method for the preparation of α -methylene- γ -butyrolactones from tulip tissues by enzyme-mediated conversion. *Tetrahedron Letters*, **50**, 4751-4753 (2009)
7. Y. Kato, K. Shoji, M. Ubukata, K. Shigetomi, Y. Sato, N. Nakajima, and S. Ogita, Purification and characterization of tuliposide-converting enzyme from the bulbs of *Tulipa gesneriana*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **73**,

1895-1897 (2009)

8. T. Godo, J. Miyazaki, S. Kuwayama, S. Ogita, Y. Kato, M. Nakano, and M. Nakata, Interspecific hybridization between triploid Senno (*Lychnis senno* Siebold et Zucc., Caryophyllaceae) and allied taxa of the genus *Lychnis*. *Plant Biotechnology* **26**, 301-305 (2009)

9. S. Ogita, M. Usui, N. Shibutani, and Y. Kato A simple shoot multiplication procedure using internode explants and its application for particle bombardment and *Agrobacterium*-mediated transformation in watercress. *Journal of Plant Research*, **122**, 455-463 (2009)

10. S. Ogita, J. Miyazaki, T. Godo, and Y. Kato, Possibility for selective accumulation of polyphenolics in tissue cultures of Senno (*Lychnis senno* Siebold et Zucc.). *Natural Product Communications*, **4**, 377-380 (2009)

11. S. Ogita, S. Ohki, and Y. Kato, Uptake of carbohydrates by suspension cultured cells of Bamboo plants. *Floriculture Ornamental and Plant Biotechnology*, 240-244 (2008)

12. S. Ogita, H. Kashiwagi and Y. Kato, In vitro node culture of seedlings in bamboo plant, *Phyllostachys meyeri* McClure. *Plant Biotechnology*, **25**, 381-385 (2008)

[学会発表] (計 47 件)

1. 藤原和樹、青山ちひろ、小川順、加藤康夫、宮本憲二、高野雅夫、寺見文宏、篠原信、有機質肥料活用型栽培 (有機養液栽培) における根部病害の抑止効果、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 27 (京都)

2. 小川順、安藤晃規、池本成美、宮本憲二、加藤康夫、島純、篠原信、有機養液栽培に有用な硝化特性を示す微生物群の選抜、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 27 (京都)

3. 篠原信、藤原和樹、小川順、加藤康夫、宮本憲二、高野雅夫、寺見文宏、微生物担体による並行複式無機化法と有機質肥料活用型養液栽培、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 27 (京都)

4. 重富顕吾、三橋進也、加藤康夫、生方信、Tuliposide 類・tulipalin 類の抗菌活性並びに抗真菌活性、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 27 (京都)

5. 丸山千登勢、豊田順也、矢野愛佳、田口真美、片野肇、加藤康夫、高木基樹、新家一男、宇多川隆、濱野吉十、Streptothricin (ST) 生合成遺伝子群の機能解析、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 27 (京都)

6. 豊田順也、丸山千登勢、片野肇、加藤康夫、宇多川隆、濱野吉十、 β -リジンホモオ

リゴマー (β -LO) 生産放線菌の構築、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 27 (京都)

7. 星野一宏、高野真希、猪熊健太郎、加藤康夫、野村泰治、荻田信二郎、エタノール発酵系状菌のセルラーゼ分泌能の向上、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 26 (京都)

8. 津幡はる奈、野村泰治、荻田信二郎、星野一宏、高野真希、加藤康夫、エタノール発酵系状菌における β -glucosidase 高分泌、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 26 (京都)

9. 野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップにおけるチューリップポシド A 変換酵素遺伝子の同定、日本農芸化学会平成 23 年度大会、2011. 3. 26 (京都)

10. 荻田信二郎、岩城龍央、野村泰治、加藤康夫、タケ懸濁培養細胞系における管状要素分化制御、日本木材学会 2011 年度大会、2011. 3. 19 (京都)

11. D. Tesaki, Y. Kato, S. Ogita, Y. Serikawa, and T. Kawakami, Removal of nitrogen and phosphorus from semi-closed water areas by hormone-treated multiple shoot of watercress, International Symposium on "Sustainable Use of Water: Challenges Ahead", 2011. 3. 11 (Kandy, Sri Lanka)

12. Y. Kato, T. Nomura, and S. Ogita, Enzymatic preparation of α -methylene- γ -butyrolactones from tulip tissues with a novel tuliposide-converting enzyme, Pacificchem 2010, 2010. 12. 18 (Honolulu, USA)

13. T. Nomura, S. Ogita, and Y. Kato, Purification and molecular characterization of tuliposide-converting enzymes in tulip, Pacificchem2010, 2010. 12. 16 (Honolulu, USA)

14. 加藤康夫、荻田信二郎、野村泰治、チューリップ褐色斑点病菌のもつチューリップ内在性抗菌物質分解酵素系、北陸合同バイオシンポジウム 2010、2010. 11. 12 (福井)

15. 豊田順也、丸山千登勢、片野肇、加藤康夫、濱野吉十、 β -リジンホモオリゴマー生産放線菌の分子育種、北陸合同バイオシンポジウム 2010、2010. 11. 12 (福井)

16. Y. Kato, T. Nomura, and S. Ogita, Discovery of a novel tuliposide-converting enzyme in tulip tissues and its use for the enzymatic preparation of α -methylene- γ -butyrolactones, 12th Japanese-Swiss Meeting on Biotechnology and Bioprocess Development, 2010. 10. 11 (Toyama, Japan)

17. M. Takano, Y. Kato, S. Ogita, and K.

Hoshino, Development of bioethanol production by consolidated bioprocess using *M. javanicus*, 14th International Biotechnology Symposium and Exhibition, 2010.9.14-18 (Rimini, Italy)

18. 荻田信二郎、重見竜作、野村泰治、加藤康夫、マダケ属の節培養における発根制御要因の検討、日本植物学会 2010 年度大会、2010.9.10 (名古屋)

19. 荻田信二郎、重見竜作、野村泰治、加藤康夫、ハチク肥大生長過程の組織化学的解析、第 28 回日本植物細胞分子生物学会、2010.9.2 (仙台)

20. 加藤康夫、生方信、野村泰治、荻田信二郎、チューリップ褐色斑点病菌におけるチューリップシド変換酵素、日本農芸化学会平成 22 年度大会、2010.3.30 (東京)

21. 黒田穂、庄司和明、生方信、重富顕吾、野村泰治、荻田信二郎、加藤康夫、チューリップ組織由来のチューリップシド B 変換酵素、日本農芸化学会平成 22 年度大会、2010.3.30 (東京)

22. 三浦達也、荻田信二郎、野村泰治、加藤康夫、タケリグニンの蓄積モデルを用いたモノリグノール生合成経路の検討、日本農芸化学会平成 22 年度大会、2010.3.30 (東京)

23. 倉田歩実、野村泰治、加藤康夫、荻田信二郎、クレソン花芽形成と in planta 形質転換、日本農芸化学会平成 22 年度大会、2010.3.28 (東京)

24. 荻田信二郎、山村理恵、野村泰治、加藤康夫、松村航、コンブおよびワカメのレーザー分光法を用いた細胞周期の解析、日本藻類学会 2010 年度大会 (筑波)、2010.3.20 (筑波)

25. 菊池菜々香、野村泰治、加藤康夫、荻田信二郎、ハチク培養細胞の高頻度増殖とパーティクルガン法による形質転換系の確立、第 60 回日本木材学会大会、2010.3.17 (宮崎)

26. 荻田信二郎、野村泰治、加藤康夫、モウソウチク (*Phyllostachys pubescens*) 種子の無菌発芽と組織培養、第 60 回日本木材学会大会、2010.3.17 (宮崎)

27. 加藤康夫、荻田信二郎、野村泰治、酵素法を用いた植物二次代謝産物からの工業原料の調製、富山・石川・福井県立大学合同シンポジウム、2009.12.18 (福井)

28. 荻田信二郎、野村泰治、加藤康夫、植物の機能改変を目指した細胞・組織培養-タケを中心の一、富山・石川・福井県立大学合同シンポジウム、2009.12.18 (福井)

29. 加藤康夫、吉田啓之、庄司和明、中島範行、荻田信二郎、バイオマスマテリアル原料としての Tulipalin 類の植物資源からの探索と調製、日本生物工学会平成 21 年度大会、2009.9.23-25 (名古屋)

30. 高野真希、加藤康夫、荻田信二郎、星

野一宏、エタノール生産糸状菌におけるバイオマス分解関連酵素の特性、日本生物工学会平成 21 年度大会、2009.9.23-25 (名古屋)

31. 荻田信二郎、三浦達也、加藤康夫、ハチク培養細胞におけるモノリグノール生合成経路の検証、第 27 回日本植物細胞分子生物学会、2009.7.30 (神奈川)

32. 澤井仁美、杉本宏、加藤康夫、浅野泰久、城宣嗣、青野重利、新規なヘム酵素 (アルドキシム脱水酵素) の X 線結晶構造解析、第 36 回生体高分子科学討論会、2009.6.20 (札幌)

33. 荻田信二郎、山村理恵、加藤康夫、松村航、加藤肇一、小善圭一、大塚耕太郎、高野隆司、中井裕、尾山裕幸、富山湾深層水を活用したコンブの細胞培養育種に関する検討、日本藻類学会平成 21 年度大会、2009.3.29 (沖縄)

34. 峯岸恭孝、荻田信二郎、加藤康夫、赤カブにおける植物ディフェンシン遺伝子の解析、日本農芸化学会平成 21 年度大会、2009.3.29 (福岡)

35. 吉田啓之、庄司和明、佐藤幸生、中島範行、荻田信二郎、加藤康夫、バイオマスマテリアル原料としての Tulipalin の効率的な調製法、日本農芸化学会平成 21 年度大会、2009.3.28 (福岡)

36. 加藤康夫、生方信、重富顕吾、庄司和明、荻田信二郎、佐藤幸生、中島範行、チューリップ花卉、葯中におけるチューリップシド変換酵素、日本農芸化学会平成 21 年度大会、2009.3.28 (福岡)

37. 大本笑子、重富顕吾、加藤康夫、生方信、6-Tuliposide B の不斉合成と構造抗真菌活性相関、日本農芸化学会平成 21 年度大会、2009.3.28 (福岡)

38. 大木慎也、荻田信二郎、加藤康夫、タケ培養細胞由来セロビオース分解酵素の精製と諸性質、日本農芸化学会平成 21 年度大会、2009.3.28 (福岡)

39. 山崎千夏、荻田信二郎、加藤康夫、庄司和明、低温処理における培地中の糖濃度がチューリップの小球根形成に及ぼす影響、園芸学会平成 21 年度春季大会、2009.3.18 (東京)

40. 荻田信二郎、加藤康夫、佐野浩、宮崎祐子、大隈利明、久保昌城、マダケ属の多面的活用を目指したバイオ育成、日本木材学会平成 21 年度大会、2009.3.15 (松本)

41. 加藤康夫、荻田信二郎、チューリップ由来の抗菌物質に関する研究、石川富山合同シンポジウム 2008in 氷見、2008.11.28 (富山)

42. 大木慎也、荻田信二郎、加藤康夫、マダケ培養細胞が有するセロビオース分解酵素の特性、石川富山合同シンポジウム 2008in 氷見、2008.11.28 (富山)

43. 大塚耕太郎、高野隆司、中井裕、加藤肇一、小善圭一、松村航、加藤康夫、荻田信二郎、尾山裕幸、海洋深層水で栽培したコンブを利用した加工食品の開発、第12回海洋深層水利用学会全国大会、2008.9.29（東京）

44. 荻田信二郎、碓井美樹、渋谷奈々恵、加藤康夫、クレソン茎からの多芽体形成起源の解析と形質転換、日本植物学会第72回大会、2008.9.25（高知）

45. 大木慎也、荻田信二郎、加藤康夫、マダケ培養細胞におけるセロビオース分解酵素の精製と性質、日本植物学会第72回大会、2008.9.25（高知）

46. 荻田信二郎、岸本崇生、加藤康夫、タケ培養細胞における木化誘導、植物分子細胞生物学会（大阪）大会、2008.9.1（大阪）

47. 加藤康夫、荘司和明、佐藤幸生、荻田信二郎、チューリップ組織中のチューリップシド変換酵素の精製と性質、日本生物工学会平成20年度大会、2008.8.27-29（仙台）

〔産業財産権〕

○出願状況（計2件）

名称： α -メチレン- γ -ブチロラクトン類の製造方法

発明者：加藤康夫、中島範行、荻田信二郎、佐藤幸生、荘司和明

権利者：富山県

種類：公開特許

番号：特開 2010-207211

出願年月日：平成21年7月30日

国内外の別：国内

名称：チューリップ花卉由来チューリップシドA変換酵素遺伝子配列および同組換え酵素の調製法

発明者：野村泰治、加藤康夫、荻田信二郎

権利者：富山県

種類：出願特許

番号：特願 2010-277406

出願年月日：平成22年12月13日

国内外の別：国内

〔その他〕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
研究者番号：50363875

- ・川上 智規 (KAWAKAMI TOMONORI)
富山県立大学・工学部・教授
研究者番号：10249146

(3) 連携研究者

- ・尾仲 宏康 (ONAKA HIROYASU)
富山県立大学・工学部・准教授
研究者番号：80315829