

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23248015

研究課題名(和文) 含窒素化合物変換酵素群の分子制御による有用物質合成

研究課題名(英文) Enzymatic synthesis of useful chemicals from nitrogen-containing substrates

研究代表者

浅野 泰久 (Asano, Yasuhisa)

富山県立大学・工学部・教授

研究者番号：00222589

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 37,800,000円、(間接経費) 11,340,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、植物および微生物の「アルドキシム-ニトリル経路」の酵素群を開発し、有機合成化学では不可能な種々の反応に有効に利用した。すなわち、ニトリルヒドラーゼ、D-およびL-立体選択的アミノ酸アミド加水分解酵素、 $\alpha$ -アミノ- $\epsilon$ -アミノカプロラクタムラセマーゼ、植物由来ヒドロキシニトリルリアーゼ等、多数の含窒素化合物変換酵素分子を用いて、有用物質合成反応を達成するための基盤整備と応用展開を行った。

研究成果の概要(英文)：In this research, we characterized many plant and microbial enzymes acting on nitrogen containing compounds, found in their "Aldoxime-Nitrile Pathways", and utilized them in the synthesis of various useful chemicals. Most of the reactions they catalyze cannot be done in the synthetic chemical reactions. We utilized the following enzymes, such as nitrile hydratases, D- and L-stereospecific amino acid amidases,  $\alpha$ -amino- $\epsilon$ -aminocapro lactam racemase, plant hydroxynitrile lyases, etc., in the production of useful nitrogen containing compounds.

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：光学分割 微生物酵素 植物酵素 ラセマーゼ 含窒素化合物

### 1. 研究開始当初の背景

我々は、植物および微生物の「アルドキシム - ニトリル経路」を解明し、その代謝酵素を有用物質生産のために開発して来た。植物由来のヒドロキシニトリルリアーゼ (HNL) について応用微生物学的な発想で広範なスクリーニングを行い、7種類の新しい HNL を発見した (世界の既知種の約 30%)。それらの遺伝子ライブラリーを構築し、シアノヒドリンの不斉合成に利用した。我が国では我々以外の研究はほとんど無く、世界一多種類の HNL ライブラリーを構築している。*Achromobacter obae* 由来の $\alpha$ -アミノ- $\epsilon$ -カプロラクタム (ACL) ラセマーゼに新規なアミノ酸アミドラセマーゼ活性を発見し、アミノ酸アミド不斉加水分解酵素類と組合せて用いることにより、アミノ酸アミドのダイナミック (動的) な光学分割を実現した。本反応では、系内ラセミ化によって理論収率が 100%となる。また、 $\omega$ -ラウロラクタム加水分解酵素による「酵素的結晶変換」反応を発見した。

### 2. 研究の目的

我々は、従来、微生物や植物のニトリルやアミドの新奇な代謝酵素系について研究し、「アルドキシム - ニトリル経路」と命名すると共に、各種の新しい酵素を開発した。また、それらが基礎化学品 (ニトリル、各種アミド) や光学活性アミノ酸などの有用物質合成に利用できることを示した。本研究では、上記経路の酵素を単体で、あるいは複数の酵素と組合せて用い、さらに変異による制御を行い、有用な含窒素化合物の合成を可能にする。それらは、ダイナミック (動的) な光学分割反応や「酵素的結晶変換法」など、いずれも有機合成化学では不可能な斬新な反応を含んでいる。本研究は化学産業等に大きなインパクトを与えつつあり、将来のグリーンケミストリーを先導するものである。また、タンパク質の正しいフォールディングによる活性発現に関する基礎的研究を行う (「応用から基礎が生まれる」)。

### 3. 研究の方法

いずれも、基質の化学合成、自然界からの微生物のスクリーニング、酵素遺伝子のクローニング、異種ホストでの発現、酵素カスケード反応、酵素の変異とハイスループットスクリーニング、X線構造解析、バイオインフォマティクス、基質の *in silico* スクリーニング等、世界最高レベルの研究手法を駆使する。当研究室だけではなく、国内企業、名古屋大学、モスクワ大学、タイ王国プリンス・オブ・ソクラ大学との連携により解決に当たる。

### 4. 研究成果

本研究では、植物および微生物の「アルドキシム - ニトリル経路」の酵素群や他起源の含

窒素化合物転換酵素を開発し、有機合成化学では不可能な種々の反応に有効に利用している。すなわち、ニトリルヒドラーターゼ (NHase)、立体選択的アミノ酸アミド加水分解酵素、ACL ラセマーゼ、カルボン酸アミド化酵素、植物由来 HNL 等、多数の含窒素化合物変換酵素分子を用いて、有用物質合成反応を達成するための基盤整備と応用展開を行った。

- (1)  $\alpha$ -アミノニトリルのダイナミックな光学分割: 世界に先駆けて $\alpha$ -アミノニトリルを基質とするダイナミックな光学分割を可能にした。非立体選択的に $\alpha$ -アミノニトリルを水和する NHase、アミノ酸アミド加水分解酵素と ACL ラセマーゼの 3種類の酵素の共存により、ラセミ体 $\alpha$ -アミノニトリルのダイナミック (動的) な光学分割を行い、光学活性アミノ酸を収率 100%、光学純度 100%で合成した。NHase については、中等度好熱菌、超好熱菌の分離を行い、アミド合成への利用について検討した。
- (2) ACL ラセマーゼについては、産生する微生物を多数得、ACL や各種アミノ酸アミドに対するラセマーゼ活性について諸性質を明らかにした。また、新たにデータベース上に存在する ACL ラセマーゼを *in silico* で探索した。
- (3) ACL ラセマーゼの構造解析と合理的な改良: 名古屋大学と共同で、ACL ラセマーゼの立体構造を解明し、ドッキングにより活性部位を探索した。その結果に基づき、活性中心近傍のアミノ酸残基に変異を与え、基質特異性の拡張を行った。フェニルアラニンアミドに対して活性が変化した変異型酵素を多数得、動力学定数を算出すると共に、種々のフェニルアラニンニトリル類縁体からの光学活性アミノ酸を合成した。
- (4) ニトロアルドール (Henry) 反応: 各種の HNL を遺伝子組換え法により大量に調製し、アルデヒドなどのカルボニル化合物とニトロメタンなどのニトロ化合物を基質とする Henry 反応によって、光学活性な $\beta$ -ニトロアルコールを合成した。
- (5) 可溶性 HNL の発現メカニズムの解明: *Manihot esculenta* HNL 遺伝子の大腸菌における発現の研究において、His103Leu の一点の変異や 3 箇所の Lys 残基を Pro に変異させると野生型酵素は封入体を作るが、変異型酵素はほぼ可溶性になる現象を見出した。可溶性発現を左右するアミノ酸残基をランダム変異法や *in silico* で探索し、実際に酵素に変異を導入し、それらの酵素の可溶性、動力学定数、フォールディングへの影響について検討した。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文] (計 15 件)

浅野泰久、安川和志、産業応用を見据えた D-アミノ酸代謝酵素研究、月刊 BIOINDUSTRY、31(3)、49-56 (2014)

K. Fuhshuku, M. Takata, H. Iwatsubo, Y. Asano, Preparation of D- $\alpha$ -aminolactams by L-enantioselective degradation of  $\alpha$ -aminolactam mediated by *Mesorhizobium* sp. L88, *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, in press

K. Fuhshuku, S. Watanabe, T. Nishii, A. Ishii, Y. Asano, Efficient preparation of both enantiomers of 3,3,3-trifluoro-2-hydroxy-2-methylpropanoic acid catalyzed by *Shinella* sp. R-6 and *Arthrobacter* sp. S-2, *J. Molec. Catal. B: Enzymatic*, **102**, 115-119 (2014)

K. Yasukawa and Y. Asano, Enzymatic Synthesis of Chiral Phenylalanine Derivatives by a Dynamic Ketic Resolution of Corresponding Amide and Nitrile Substrates with a Multi-Enzyme System, *Adv. Syn. Catal.*, **354** (17), 3327-3332 (2012).

H. Takeuchi, E. Ito, T. Tomioka, E. Tabuchi, K. Fuhshuku, and Y. Asano, Trans fatty acid intake and serum cholesterol levels in young Japanese women, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **76** (9), 1627-1632 (2012).

K. Fuhshuku, and Y. Asano, Synthesis of optically active medium-sized  $\alpha$ -aminolactams via ring-closing metathesis, *Tetrahedron*, **68** (33), 6651-6655 (2012).

H. Groeger, Y. Asano, U. T. Bornscheuer, and J. Ogawa, Development of Biocatalytic Processes in Japan and Germany - From Research Synergies to Industrial Applications, *Chemistry-An Asian J.*, **7**, 1138-1153 (2012).

冨宿賢一、浅野泰久、植物酵素ヒドロキシニトリルリアーゼが触媒する有機合成、有機合成化学協会誌、**50**, 102-112 (2012).

E. Pinakoulaki, C. Koutsoupakis, H. Sawai, A. Pavlou, Y. Kato, Y. Asano, and S. Aono, Aldoxime dehydratase: probing the heme environment involved in the synthesis of the carbon nitrogen triple bond, *J. Phys. Chem. B*, **115**, 13012-13018 (2011).

K. Yasukawa, R. Hasemi, and Y. Asano, Dynamic kinetic resolution of  $\alpha$ -aminonitrile to form chiral

$\alpha$ -amino acid, *Adv. Syn. Catal.*, **353** (13), 2328-2332 (2011).

Y. Asano, M. Dadashpour, M. Yamazaki, N. Doi, and H. Komeda, Functional expression of a plant hydroxynitrile lyase in *E. coli* by directed evolution, *Protein Eng. Des. Sel.*, **24** (8), 607-616 (2011).

K. Fuhshuku, and Y. Asano, Synthesis of (*R*)- $\alpha$ -nitro alcohols catalyzed by *R*-selective hydroxynitrile lyase from *A. thaliana* in the aqueous-organic biphasic system, *J. Biotechnol.*, **153** (3-4), 153-159 (2011).

M. Dadashpour, M. Yamazaki, K. Momonoi, K. Tamura, K. Fuhshuku, Y. Kanase, E. Uchimura, G. Kaiyun, Y. Asano, *S*-selective hydroxynitrile lyase from a plant *B. montanum*: Molecular characterization of recombinant enzyme, *J. Biotechnol.*, **153** (3-4), 100-110 (2011).

M. Dadashpour and Y. Asano, HNL: insights into biochemistry, discovery and engineering, *ACS Catalysis*, **1** (9), 1121-1149 (2011).

P. Kaul and Y. Asano, Strategies for discovery of novel enzymes: state of the art and opportunities, *Microb. Biotechnol.*, 24 AUG 2011,

[学会発表] (計 60 件)

国際会議発表

Y. Asano, M. Dadashpour, Mechanism of soluble expression of a mutant plant enzyme hydroxynitrile lyase, Gordon Research Conference 2014 Protein Folding Dynamics, 2014.1.5-10 (Galveston, TX, USA)

Y. Asano, Enzymatic synthesis of chiral amino acids, amines and nitriles by newly developed enzymes, Institute of Chemical Engineering Sciences, 2013.11.28-29 (Singapore)

Y. Asano, Development of enzymes for industrial and diagnostic uses, Enzyme Engineering XXII, 2013.9.22-26 (Toyama, Japan)

M. Dadashpour, Y. Asano, Mechanism of drastic protein solubility enhancement by protein engineering strategies- Biophysical and biochemical studies of wild-type and mutant *S*-HNL from *M. esculenta* expressed in *E. coli*, Enzyme Engineering XXII, 2013.9.22-26 (Toyama, Japan)

Y. Asano, Make uninteresting things interesting!, 2013 Enzyme Engineering Award Lecture, Enzyme Engineering

- XXII, 2013.9.22-26 (Toyama, Japan)  
K. Fuhshuku, M. Takata, H. Iwatsubo,  
Y. Asano, Screening for  
microorganisms and their enzymes  
acting on  $\alpha$ -aminolactams,  
Biotrans2013, 2013.7.21-25  
(Manchester, UK)  
S. Watanabe, K. Fuhshuku, T. Nishii,  
A. Ishii, Y. Asano, Microbial  
hydrolysis of  
-(trifluoromethyl)lactamide toward  
-(trifluoromethyl)lactic acid,  
Biotrans2013, 2013.7.21-25  
(Manchester, UK)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial uses, achieving green  
chemistry in amides and inosinic acid  
syntheses, 10th World Congress on  
Industrial Biotechnology,  
2013.6.16-19 (Montreal, Canada)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial and diagnostic uses  
Center of Excellence in Protein  
Structure and Function, Fac. Sci.  
Mahidol Univ., 2013.1.9 (タイ王国バン  
コク市)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial uses, 7<sup>th</sup> CeBiTec-Symposium  
2012 Bio-integrated Organic Synthesis  
in Industry, 2012.12.17-19 (Bielefeld,  
Germany)  
Y. Asano, Use of enzymes from  
microbial and plant "Aldoxime-Nitrile  
Pathway" for organic synthesis  
Gordon Research Conference 2012  
Biocatalysis, 2012.7.11 (アメリカ ロ  
ードアイランド州)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial and diagnostic uses  
Korean Society for Microbiology and  
Biotechnology, 2012 International  
Symposium & Annual Meeting,  
2012.6.27-29 (Busan, Korea)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial and diagnostic uses  
The 12<sup>th</sup> Japan-China-Korea Joint  
Symposium on Enzyme Engineering,  
2012.5.28-31 (石川県金沢市)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial and diagnostic uses, 99  
回インド科学会議, 2012.1.4 (インド)  
Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial and diagnostic uses,  
International Symposium on  
Fermentation Fusion Science &  
Technology for New Green Generation,  
2011.10.27 (韓国)  
I. Khaliulin, K. Tokunan, M. Himi, D.  
Suplatov, D. Shalaeva, Y. Asano, V.  
Svedas, Bioinformatic analysis and  
molecular modeling to predict  
mutations widening substrate  
specificity of D-aminopeptidase from  
*O. anthropi*, Biotrans2011, 2011.10.3  
~ 10.5 (イタリア)  
M. Dadashpour, Y. Fukuta, M. Yamazaki  
and Y. Asano, Protein solubility  
enhancement by directed evolution:  
Characterization of wild-type and  
mutant S-HNL from *M. esculenta*  
expressed in *Es. coli* and comparative  
expression in several hosts,  
Biotrans2011, 2011. 10.3 ~ 10.5 (イタ  
リア)  
Y. Asano, Use of enzymes in  
"Aldoxime-nitrile pathway" in  
organic syntheses, Enzyme Engineering  
XXI, 2011.9.19 (アメリカ)  
K. Yasukawa, K. Tokunan, Y. Asano,  
Synthesis of phenylalanine analogs by  
dynamic kinetic resolution using  
engineered mutant L19V and L78T of ACL  
racemase, Enzyme Engineering XXI,  
2011.9.19 (アメリカ)  
H. Komeda and Y. Asano, Discovery and  
application of new stereoselective  
amidases, 第16回日本ドイツ酵素工学  
ワークショップ, 2011.9.14 (富山)  
21 K. Fuhshuku and Y. Asano, Synthesis of  
(*R*)- $\beta$ -nitro alcohols catalyzed by  
*R*-selective HNL from *A. thaliana* in  
the aqueous-organic biphasic system,  
第16回日本ドイツ酵素工学ワークショ  
ップ, 2011.9.14 (富山)  
22 M. Dadashpour, Y. Fukuta, M. Yamazaki,  
and Y. Asano, Drastic protein  
solubility enhancing by protein  
engineering strategies, 第16回日本  
ドイツ酵素工学ワークショップ,  
2011.9.14 (富山)  
23 Y. Asano, Structure and use of ACL  
racemase in dynamic kinetic  
resolution of amino acid amides, 3<sup>rd</sup>  
International Conference on  
Cofactors03, 2011.7.11 (フィンランド)  
24 Y. Asano, Enzymes involved in  
bacterial and  
plant "Aldoxime-nitrile pathway",  
2011 International Social Insect  
Genomics Research Conference,  
2011.6.30 (中国)  
25 Y. Asano, Enzymatic Processes Which  
Replaced Some of Already Established  
Chemical, 1<sup>st</sup> Asian Congress of  
Biotechnology 2011, 2011.5.14 (中国)  
26 Y. Asano, Development of enzymes for  
industrial and diagnostic uses,  
Institute of Tianjin industrial  
biotechnology, 2011.5.10 (中国)  
27 Y. Asano, Development of enzymes for

industrial and diagnostic uses, 南開大学, 2011.5.9 (中国)

### 国内講演発表

川原寛弘、浅野泰久、大腸菌発現系における植物酵素 HNL の可溶性変異体の探索と解析, 日本農芸化学会 2014 年度大会, 2014.3.27-30 (川崎市)

渡部俊介、富宿賢二、西井哲郎、石井章央、浅野泰久、立体選択的に -トリフルオロメチル乳酸アミドを加水分解する微生物酵素の精製と遺伝子クローニング、大腸菌による大量発現, 日本農芸化学会 2014 年度大会, 2014.3.27-30 (川崎市)

朴木佳那、安川和志、浅野泰久、耐熱性 NHase のスクリーニング, 日本農芸化学会 2014 年度大会, 2014.3-27-30 (川崎市)

田部井陽介、山口拓也、浅野泰久、*Rhodococcus* sp. strain YH3-3 における“アルドキシム-ニトリル経路”の遺伝子発現解析, 日本農芸化学会 2014 年度大会, 2014.3.27-30 (川崎市)

浅野泰久、酵素・活性・分子 - 未知の酵素を表舞台に引っ張り出す -, 第 6 回北陸合同バイオシンポジウム, 2013.11.8-9 (七尾市)

S. Nagamori, M. Takata, K. Fuhshuku, Y. Asano, Screening and purification of racemases acting on ACL and amino acid amides, 第 6 回北陸合同バイオシンポジウム, 2013.11.8-9 (七尾市)

浅野泰久、酵素・活性・分子 - 未知の酵素を表舞台に引っ張り出す -, 日本農芸化学会東北支部第 148 回大会, 2013.10.26 (盛岡市)

W. Payoungkiattikun, S. Nakano, S. Okazaki, A. Ina, A. H-Kittikun, Y. Asano, Key amino acid residue assignment of ACL racemase for function guides *in silico* enzyme identification, 酵素工学研究会第 70 回講演会, 2013.10.25 (東京都文京区)

浅野泰久、アミノ酸アミドラセマーゼの探索と機能変化に関する研究、第 433 回ビタミン B 研究協議会 2013.8.30 (姫路市)

浅野泰久、未知の酵素を表舞台に引っ張り出す ~ 酵素反応の探索から有用物質生産まで ~、日本農芸化学会 2013 仙台大会第 39 回化学と生物シンポジウム, 2013.3.24 (宮城県仙台市)

富宿賢二、高田桃子、岩坪宏香、浅野泰久、-アミノラクタムを立体選択的に加水分解する微生物酵素の探索、日本農芸化学会 2013 仙台大会, 2013.3.24 ~ 28 (宮城県仙台市)

松村汐莉、丸山沙都子、大塚稔、徳南宏祐、鈴木淳巨、岡崎誠司、渡邊信久、山

根隆、米田英伸、浅野泰久、*A. obae* 由来 ACL ラセマーゼの基質特異性に関する研究、日本農芸化学会 2013 仙台大会, 2013.3.24 ~ 28 (宮城県仙台市)

渡部俊介、富宿賢二、西井哲郎、石井章央、浅野泰久、立体選択的に -トリフルオロメチル乳酸アミドを加水分解する微生物酵素の探索、日本農芸化学会 2013 仙台大会, 2013.3.24 ~ 28 (宮城県仙台市)

永森慎吾、高田桃子、富宿賢二、浅野泰久、-アミノラクタムやアミノ酸アミドに作用する新しいラセミ化酵素の探索、日本農芸化学会 2013 仙台大会, 2013.3.24 ~ 28 (宮城県仙台市)

浅野泰久、新しい酵素反応の開発と有効利用 (招待講演) 日本プロセス化学会 2012 ウィンターシンポジウム, 2012.12.7 (静岡県静岡市)

浅野泰久、Development of Enzymes Responsible for Nitrile and Aldoxime Metabolism, 錯体化学会第 62 回討論会, 2012.9.21 (富山県富山市)

浅野泰久、酵素的触媒機能の開拓と利用、第 15 回生体触媒化学シンポジウム 東京, 2011.12.21 (東京)

浅野泰久、新しい酵素機能の開拓と利用、有機合成化学特別講演会, 2011.11.24 (東京)

安川和志、浅野泰久、ダイナミックな光学分割による光学活性フェニルアラニンアナログの合成、第 4 回北陸合同バイオシンポ in 宇奈月, 2011.11.11 (富山、宇奈月)

M. Dadashipour and Y. Asano, New S-HNL from a plant *B. montanum*: characterization including detailed substrate specificity and kinetic studies, 第 4 回北陸合同バイオシンポ in 宇奈月, 2011.11.11 (富山、宇奈月)

21. 浅野泰久、環境にやさしいグリーンプロセスによる物質生産、富山県立大学生物工学研究センター講演会, 2011.11.10 (富山、小杉)

22. S. Matsumura, S. Maruyama, M. Otsuka, K. Tokunan, K. Hölsch, K. Suzuki, A. Suzuki, S. Okazaki, N. Watanabe, T. Yamane, H. Komeda and Y. Asano, Alteration of substrate specificity of ACL racemase from *A. obae*, 酵素工学研究会第 66 回講演会 (2011), 2011.9.29 (東京)

23. 浅野泰久、ACL ラセマーゼの基質特異性の改変と -アミノニトリルのダイナミックな光学分割への利用、第 7 回 D-アミノ酸研究会学術講演会, 2011.9.9 (東京)

[図書] (計 7 件)

浅野泰久、8.4 バイオ触媒工学 8.4.1 基礎知識, 化学便覧 応用化学 編 第 7 版

pp 489-492 (2014)  
Y. Asano, D-stereospecific aminopeptidase, *In* N. D. Rawlings and G. S. Salvesen (ed.), *Handbook of Proteolytic Enzymes 3rd Ed.* (Academic Press, London), Vol. 3, Chapter 767, pp 3463-3467 (2013).  
Y. Asano, Alkaline D-peptidase, *In* N. D. Rawlings and G. S. Salvesen (ed.), *Handbook of Proteolytic Enzymes 3rd Ed.* (Academic Press, London), Vol. 3, Chapter 768, pp 3467-3469 (2013).  
H. Groeger and Y. Asano, Introduction - Principle and historical landmarks of enzyme catalysis in organic synthesis. *In* "Enzyme Catalysis in Organic Synthesis", Ed. K. Drauz, H. Groeger and O. May (Springer Verlag), Volume 1, pp 3-42 (2012).  
Y. Asano and K. Hoelsch, 39. Isomerizations. *In* "Enzyme Catalysis in Organic Synthesis", Ed. K. Drauz, H. Groeger and O. May (Springer Verlag), Volume 3, pp 1607-1684 (2012).  
Y. Asano and P. Kaul, Hydrolysis and reverse hydrolysis: Selective nitrile hydrolysis using NHase and nitrilase, *In* *Comprehensive Chirality*, Ed. E. M. Carreira and H. Yamamoto (Elsevier), Volume 7, pp 122-142 (2012).  
Y. Asano, Enzymes acting on D-amino acid containing peptides. *In* L. Pollegioni and S. Servi (ed.) "Unnatural amino acids", "Methods in Molecular Biology" series 794 (Humana Press), pp 397-406 (2012).

#### [産業財産権]

取得状況 (計 6 件)

1. 名称: 生体触媒を用いたラクタム加水分解による  $\alpha$ -アミノカルボン酸の製造方法  
発明者: 浅野泰久、吉田洋一  
権利者: 宇部興産株式会社、富山県  
種類: 特許  
番号: 特許 5370983  
取得年月日: 平成 25 年 9 月 27 日  
国内外の別: 国内
2. 名称: 改良型ヒドロキシニトリルリアーゼ  
発明者: 浅野泰久、秋山卓理、湯不二夫、佐藤栄治  
権利者: 三菱レイヨン株式会社、富山県  
種類: 特許  
番号: 特許 4956193  
取得年月日: 平成 24 年 3 月 23 日  
国内外の別: 国内
3. 名称: 1,2-アミノドデカン酸の製造方法及びその製造方法に使用する生体触媒  
発明者: 浅野泰久、吉田洋一

- 権利者: 宇部興産株式会社、富山県  
種類: 特許  
番号: 特許 4923631  
取得年月日: 平成 24 年 2 月 17 日  
国内外の別: 国内
4. 名称: (R)-ヒドロキシニトリルリアーゼ及びその利用方法  
発明者: 浅野泰久  
権利者: 三菱レイヨン株式会社、富山県  
種類: 特許  
番号: 特許 4746084  
取得年月日: 平成 23 年 5 月 20 日  
国内外の別: 国内
  5. 名称: 改変型アミノ酸アミダーゼとそれを用いた D-アミノ酸の製造方法  
発明者: 浅野泰久  
権利者: 三菱レイヨン株式会社、富山県  
種類: 特許  
番号: 特許 4676627  
取得年月日: 平成 23 年 2 月 4 日  
国内外の別: 国内
  6. 名称: ウメ果実由来の光学活性シアロヒドリン合成酵素およびそれを用いた光学活性体の製造方法  
発明者: 浅野泰久  
権利者: 三菱レイヨン株式会社、富山県  
種類: 特許  
番号: 特許 4669304  
取得年月日: 平成 23 年 1 月 21 日  
国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.pu-toyama.ac.jp/BR/asano/homepage.html>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅野泰久 (ASANO, Yasuhisa)  
富山県立大学・工学部・教授  
研究者番号: 00222589

(2) 研究分担者

米田英伸 (KOMEDA, Hidenobu)  
富山県立大学・工学部・准教授  
研究者番号: 50285160

(3) 研究分担者

富宿賢一 (FUHSHUKU, Ken-ichi)  
富山県立大学・工学部・助教  
研究者番号: 70392090

(4) 研究分担者

鈴木淳巨 (SUZUKI, Atsuo)  
名古屋大学・工学部・准教授  
研究者番号: 40196788  
(H26: 連携研究者)