

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2014～2018

課題番号：26221204

研究課題名(和文)天然化合物の革新的標的分子同定法の確立とケミカルエピジェネティクス

研究課題名(英文)Development of novel methods for target identification of natural products and chemical epigenetics

研究代表者

吉田 稔(Yoshida, Minoru)

国立研究開発法人理化学研究所・環境資源科学研究センター・グループディレクター

研究者番号：80191617

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 153,000,000円

研究成果の概要(和文)：次世代シーケンサーによる分子バーコードシーケンス、二分子発光補完法などの新しい技術を駆使して生理活性物質の標的分子を効率よく決定できる総合システムを開発した。具体的には、分子バーコードが挿入された分裂酵母および出芽酵母遺伝子破壊株、プール型shRNAウイルスライブラリーを用いた動物細胞における薬剤感受性遺伝子の同定とネットワーク解析、二分子発光補完法を使ったthree-hybridによる化合物-標的間相互作用のスクリーニング系を構築した。このシステムと化合物ビーズを用いた相互作用解析を総合して、これまで作用機序が不明であったいくつかの微生物代謝物、海洋天然物の標的分子・作用経路を同定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ペニシリンを例に挙げるまでもなく、新しい天然生理活性物質(天然物)とその作用機構の解明は、時として世界を変えるほどのインパクトを社会に与えてきた。しかし、一般に生理活性物質の作用機序解明は、研究者の試行錯誤に委ねられ、その成功率はきわめて低かった。有効な方法と考えられる化合物固定化担体による結合タンパク質の探索も、その結合安定性、強度、標的タンパク質存在量などによって成功率は変動する。すなわち、様々な相互作用検出系を組合せ、総合的に標的分子と作用機序を解明する方法論の確立が望まれている。

研究成果の概要(英文)：We have developed a unique platform to systematically identify target molecules of bioactive compounds by utilizing novel technologies such as molecular barcode sequencing and bimolecular luminescence complementation. Specifically, an integrated method to detect chemical genomic interaction using barcoded gene disruptant libraries of both budding and fission yeasts, a barcoded, pooled shRNA viral library, and a split luciferase-based mammalian three-hybrid system was established. By using this method as well as a conventional physical interaction screening using compound-conjugated beads, we could identify target molecules and the mechanisms of action of several target-unknown metabolites from microbes and marine organisms.

研究分野：農学(境界農学)

キーワード：天然生理活性物質 標的分子 エピジェネティクス 合成致死遺伝子 分子間相互作用 X線結晶構造解析 細胞分化調節 異種発現生産

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

自然界の多様な微生物、植物群は、独自の二次代謝系を進化させ、驚くべき生理活性を生み出す化合物を合成する。それらは人智を超えた化学構造と生理活性を人類にもたらしてきた。その作用機構の解明から画期的な創薬標的が同定されてきた。現在の承認薬、治験薬となっている医薬品の標的分子の多くが天然物の標的分子として同定されたものである。こうした生理活性化合物の標的分子同定のプロセスは、古典遺伝学との類似性から一般に「化学遺伝学」と呼ばれるが、技術的には合成化学と遺伝学の双方が必要で難易度は高い。さらに一般的な固定化アフィニティービーズによる標的分子の同定法は、標的分子との結合の可逆性や不安定性のために失敗することも多い。従ってバイアスのないゲノムワイドなケミカルゲノミクス技術の確立が望まれていた。

### 2. 研究の目的

本研究では、新しい化合物-標的相互作用検出技術を開発し、あらゆる化合物の標的分子を迅速、組織的に同定する系を構築することを第一の目的とする。それを基盤に未解明の天然物の作用機構を解明すると同時に、エピジェネティクスなど標的分子の機能に迫る。また、合成致死の概念のもとに、疾患原因遺伝子から治療標的遺伝子を同定し、新しい治療戦略を確立することを第二の目的とする。

### 3. 研究の方法

以下の手法を用いて研究を遂行する。(1) 多数の検体を同時に扱い、化合物の活性と標的分子の関係を網羅的に解析可能な酵母ケミカルゲノミクス手法を確立する。(2) 高等生物細胞を用いたケミカルゲノミクス手法を確立するため、分子バーコード付き pooled shRNA ウイルスライブラリーを用いた化合物標的分子、合成致死遺伝子の高速スクリーニング系を構築する。(3) 二分子発光補完法を用いた相互作用検出系を開発し、タンパク質間相互作用あるいはタンパク質-低分子間相互作用を細胞内で検出する方法を確立する。

### 4. 研究成果

(1) 出芽酵母において多剤超感受性宿主細胞株を創出し、各種遺伝子破壊株ライブラリーの多検体同時解析により作用機構を推定する系を確立した。これを用いて理研天然化合物ライブラリーNPDepo の約 10,000 種化合物を含む約 13,000 種化合物の作用経路を解析し、多くの化合物の作用経路の同定に成功した (図1)。

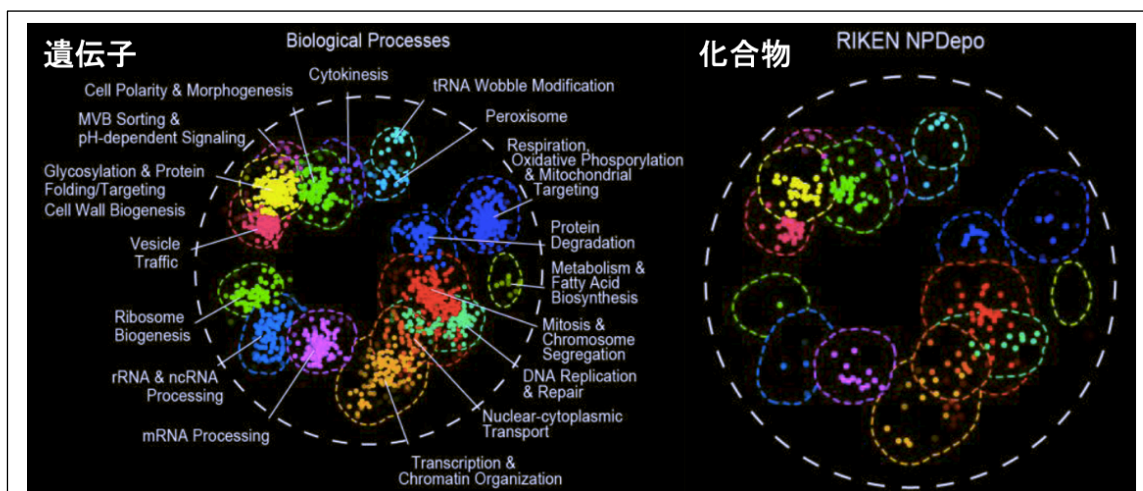
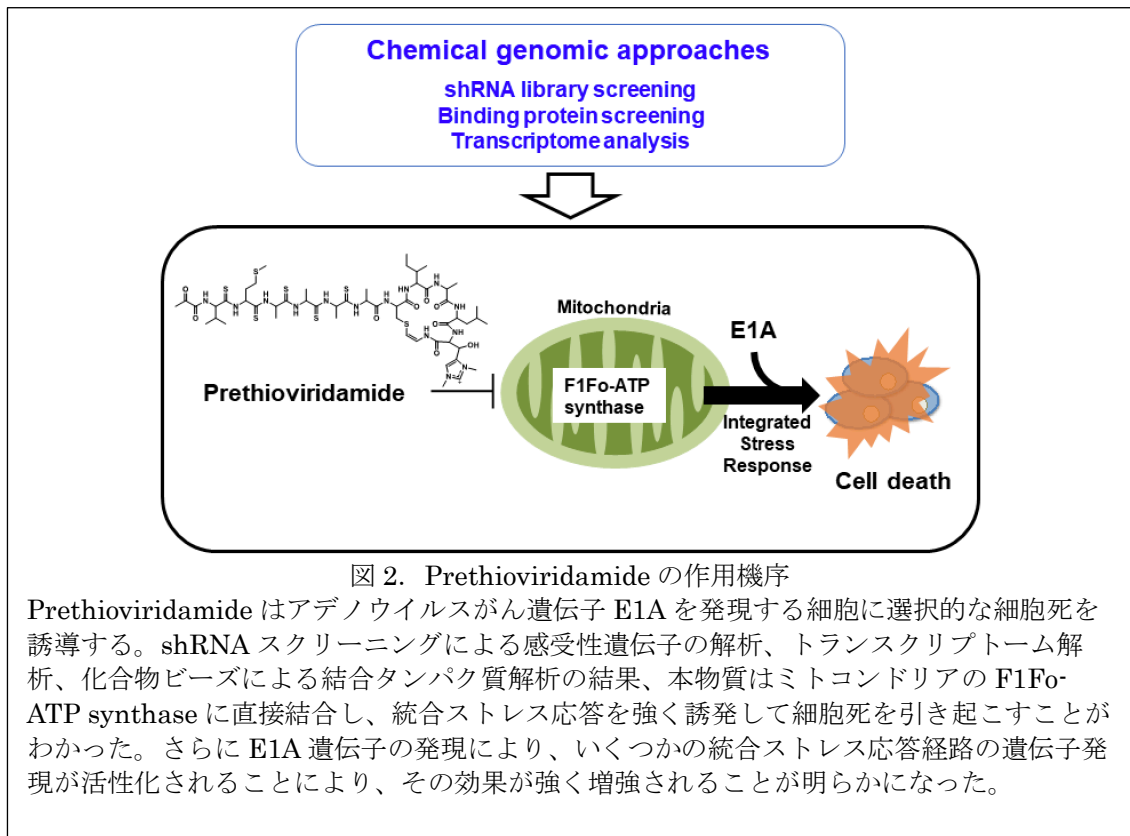


図1. 出芽酵母のケミカルゲノミクスランドスケープ

化学遺伝学ネットワーク解析によって遺伝学的相互作用 (左) と理研天然物ライブラリー化合物の作用経路を大規模に解析した。

(2) マルチプレックスバーコードシーケンス法を適用し、分子バーコード付き pooled shRNA ウイルスライブラリーを用いた化合物標的分子、合成致死遺伝子の高速スクリーニング系を構築した。これを用いて海洋天然物 Aurilide B や微生物が生産する複数のチオアミド構造を持つ Prethioviridamide (図2) の標的分子と作用機序を明らかにした。

(3) タンパク質間相互作用の定量解析系として高輝度ルシフェラーゼのスプリットシステム (NanoBiT) による二分子発光補完法を確立した。ヒト遺伝子から標的タンパク質を同定するため、約 12,000 のスクリーニング用 cDNA ライブラリーを構築し、細胞内での標的分子結合活性の検出に成功した。



(4) エピジェネティクス制御に関わるタンパク質翻訳後修飾の阻害剤を多数発見し、それらのユニークな作用機序を明らかにした。

以上、本研究を総括すると、いくつかの遺伝学および物理的な化合物-標的相互作用検出技術を開発することにより、化合物の標的分子を迅速、組織的に同定する系の構築に成功した。さらに、これらの方法を用いて、興味深い活性が知られていたにもかかわらず、長くその標的分子が不明であったいくつかの化合物の作用機序を解明した。今後はさらにこの技術を高度化し、物質生産や医療に役立つ化合物の作用機序研究に応用していく計画である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計114件（うち査読付論文 113件 / うち国際共著 34件 / うちオープンアクセス 44件）

1. 著者名 Takase, S., Kurokawa, R., Kondoh, Y., Honda, K., Suzuki, T., Kawahara, T., Ikeda, .H, Dohmae, N., Osada, H., Shin-Ya, K., Kushiro, T., Yoshida, M., Matsumoto, K.	4. 巻 14(8)
2. 論文標題 Mechanism of action of prethioviridamide, an anticancer ribosomally synthesized and post-translationally modified peptide with a polythioamide structure.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Chem. Biol.	6. 最初と最後の頁 1819-1828
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acscchembio.9b00410.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Simpkins, S.W., Deshpande, R., Nelson, J., Li, S.C., Piotrowski, J.S., Ward, H.N., Yashiroda, Y., Osada, H., Yoshida, M., Boone, C., Myers, C.L. 14(2), (2019) doi:	4. 巻 14(2)
2. 論文標題 Using BEAN-counter to quantify genetic interactions from multiplexed barcode sequencing experiments.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat. Protoc.	6. 最初と最後の頁 415-440
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41596-018-0099-1.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yoshida, M.	4. 巻 83(1)
2. 論文標題 Recent advances in target identification of bioactive natural products.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biosci. Biotechnol. Biochem.	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/09168451.2018.1533804.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Simpkins, S.W., Nelson, J., Deshpande, R., Li, S.C., Piotrowski, J.S., Wilson, E.H., Gebre, A.A., Safizadeh, H., Okamoto, R., Yoshimura, M., Costanzo, M., Yashiroda, Y., Ohya, Y., Osada, H., Yoshida, M., Boone, C., Myers, C.L.	4. 巻 14(10)
2. 論文標題 Predicting bioprocess targets of chemical compounds through integration of chemical-genetic and genetic interactions.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS Comput. Biol.	6. 最初と最後の頁 e1006532
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pcbi.1006532.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Kudo, N., Ito, A., Arata, M., Nakata, A., Yoshida, M.	4. 巻 373(1748)
2. 論文標題 Identification of a novel small molecule that inhibits deacetylase but not defatty-acylase reaction catalysed by SIRT2.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Philos. Trans. R Soc. Lond. B Biol. Sci.	6. 最初と最後の頁 pii: 20170070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2017.0070.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nelson, J., Simpkins, S.W., Safizadeh, H., Li, S.C., Piotrowski, J.S., Hirano, H., Yashiroda, Y., Osada, H., Yoshida, M., Boone, C., Myers, C.L.	4. 巻 34(7)
2. 論文標題 MOSAIC: a chemical-genetic interaction data repository and web resource for exploring chemical modes of action.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioinformatics	6. 最初と最後の頁 1251-1252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bioinformatics/btx732.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Piotrowski JS, Li SC, Deshpande R, Simpkins SW, Nelson J, Yashiroda Y, Barber JM, Safizadeh H, Wilson E, Okada H, Gebre AA, Kubo K, Torres N, Leblanc MB, Andrusiak K, Okamoto R, Yoshimura M, et al.	4. 巻 13
2. 論文標題 Functional annotation of chemical libraries across diverse biological processes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Chem. Biol.	6. 最初と最後の頁 982-993
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nchembio.2436	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takase S, Kurokawa R, Arai D, Kanemoto Kanto K, Okino T, Nakao Y, Kushiro T, Yoshida M, Matsumoto K	4. 巻 7
2. 論文標題 A quantitative shRNA screen identifies ATP1A1 as a gene that regulates cytotoxicity by aurilide B	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 2002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-02016-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshimoto R, Kaida D, Furuno M, Burroughs AM, Noma S, Suzuki H, Kawamura Y, Hayashizaki Y, Mayeda A, Yoshida M	4. 巻 23
2. 論文標題 Global analysis of pre-mRNA subcellular localization following splicing inhibition by spliceostatin A	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RNA	6. 最初と最後の頁 47-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1261/rna.058065.116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takemoto Y, Ito A, Niwa H, Okamura M, Fujiwara T, Hirano T, Handa N, Umehara T, Sonoda T, Ogawa K, Tariq M, Nishino N, Dan S, Kagechika H, Yamori T, Yokoyama S, Yoshida M.	4. 巻 59
2. 論文標題 Identification of cyproheptadine as an inhibitor of SET domain containing lysine methyltransferase 7/9 (Set7/9) that regulates estrogen-dependent transcription.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Med. Chem.	6. 最初と最後の頁 3650-3660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jmedchem.5b01732.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Espiritu RA, Cornelio K, Kinoshita M, Matsumori N, Murata M, Nishimura S, Kakeya H, Yoshida M, Matsunaga S.	4. 巻 1858
2. 論文標題 Marine sponge cyclic peptide theonellamide A disrupts lipid bilayer integrity without forming distinct membrane pores.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Biochem. Biophys. Acta	6. 最初と最後の頁 1373-1379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbamem.2016.03.019.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukuda I, Hirohama M, Ito A, Tariq M, Igarashi Y, Saitoh H, Yoshida M.	4. 巻 69
2. 論文標題 Inhibition of protein SUMOylation by natural quinones.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Antibiot.	6. 最初と最後の頁 776-779
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ja.2016.23.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ito, A., Shimazu, T., Maeda, S., Shah, A. A., Tsunoda, T., Iemura, S.-I., Natsume, T., Suzuki, T., Motohashi, H., Yamamoto, M., and Yoshida, M.	4. 巻 8
2. 論文標題 The subcellular localization and activity of cortactin is regulated by acetylation and interaction with Keap1	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Sci. Signal.	6. 最初と最後の頁 ra120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/scisignal.aad0667	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi, H., Nishimura, H., Matsumoto, K., and Yoshida, M.	4. 巻 467
2. 論文標題 Identification of the determinants of 2-deoxyglucose sensitivity in cancer cells by shRNA library screening	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Biochem. Biophys. Res. Commun.	6. 最初と最後の頁 121-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2015.09.106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Seto, E. and Yoshida, M.	4. 巻 6
2. 論文標題 Erasers of histone acetylation: the histone deacetylase enzymes	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Cold Spring Harb. Perspect. Biol.	6. 最初と最後の頁 a018713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/cshperspect.a018713	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Feldman, J. L., Dittenhafer-Reed, K. E., Kudo, N., Thelen, J. N., Ito, A., Yoshida, M., and Denu, J. M.	4. 巻 54
2. 論文標題 Kinetic and structural basis for acyl-group selectivity and NAD(+) dependence in sirtuin-catalyzed deacylation	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 3037-3050
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.5b00150	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Arita, Y., Nishimura, S., Ishitsuka, R., Kishimoto, T., Ikenouchi, J., Ishii, K., Umeda, M., Matsunaga, S., Kobayashi, T., and Yoshida, M	4. 巻 22
2. 論文標題 Targeting cholesterol in a liquid-disordered environment by theonellamides modulates cell membrane order and cell shape	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Chem. Biol.	6. 最初と最後の頁 604-610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chembiol.2015.04.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Vo, T.V., Das, J., Meyer, M.J., Cordero, N.A., Akturk, N., Wei, X., Fair, B.J., Degatano, A.G., Fragoza, R., Liu, L.G., Matsuyama, A., Trickey, M., Horibata, S., Grimson, A., Yamano, H., Yoshida, M., Roth, F.P., Pleiss, J.A., Xia, Y., and Yu, H.	4. 巻 164
2. 論文標題 A proteome-wide fission yeast interactome reveals network evolution principles from yeasts to human	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Cell	6. 最初と最後の頁 310-323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cell.2015.11.037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nakaoka, S., Sasaki, K., Ito, A., Nakao, Y., and Yoshida, M.	4. 巻 11
2. 論文標題 A genetically encoded FRET probe to detect intranucleosomal histone H3K9 or H3K14 acetylation using BRD4, a BET family member	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 ACS Chem. Biol.	6. 最初と最後の頁 729-733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/cb501046t	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura, S. et al.	4. 巻 21
2. 論文標題 Balance between exocytosis and endocytosis determines the efficacy of sterol-targeting antibiotics	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 Chemistry & Biology	6. 最初と最後の頁 1690-1699
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chembiol.2014.10.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



〔学会発表〕 計131件（うち招待講演 59件 / うち国際学会 50件）

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 Opening new drug discovery frontiers through natural products chemical genetics
3. 学会等名 8th annual conference of International Chemical Biology Society (ICBS-2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 Mechanism of action of anticancer splicing modulators? Translational buffering linking splicing and cancer
3. 学会等名 2019 Cold Spring Harbor Asia Conference on Chemical Biology and Drug Discovery (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 Fatty acyl metabolites as intrinsic inhibitors of SIRT2 deacetylase
3. 学会等名 FASEB Conference on The Reversible Protein Acetylation in Health and Disease (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 Power of chemical genetics to uncover eukaryotic gene expression and metabolism
3. 学会等名 A3 Lecture (JSPS日中韓フォーサイト事業 (A3事業)) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田 稔
2. 発表標題 エネルギー代謝のケミカルバイオロジー
3. 学会等名 産学協力研究委員会 第170委員会・第189委員会合同シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田稔
2. 発表標題 ヒストン脱アセチル化酵素研究の新展開とエピゲノム創薬への展望
3. 学会等名 千里ライフサイエンスセミナーL1「がんシリーズ第6回エピゲノム情報に基づくがんの制御」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 Power of natural products to uncover molecular mechanism of biological systems
3. 学会等名 109th WPI-IIIIS Seminar (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 A role of SIRT2 in cellular response to environmental signals
3. 学会等名 RICT2016 (52nd International conference on medicinal chemistry, Interfacing Chemical Biology and Drug Discovery) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 吉田 稔
2. 発表標題 天然物ケミカルバイオロジーによる創薬分子標的研究
3. 学会等名 第89回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Minoru Yoshida
2. 発表標題 Chemical genomics for target identification of antifungal theonellamides
3. 学会等名 International Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 吉田 稔
2. 発表標題 微生物由来生理活性物質の作用機構研究とその応用
3. 学会等名 石川県立大学創立10周年記念公開シンポジウム「農学系大学と社会との関わり」(招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 吉田 稔
2. 発表標題 クロマチン・核内構造の動的制御とケミカルバイオロジー
3. 学会等名 第87回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2014年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計7件

産業財産権の名称 抗がん剤	発明者 清宮啓之、吉田稔、 八代田陽子、村松由 起子、白井文幸、鷺	権利者 がん研究会、理 化学研究所、株 式会社ヤクルト
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2018/047937	出願年 2018年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 高血糖によるエピゲノム異常の抑制のための方法及び組成物	発明者 中尾洋一、新井大 祐、塩田邦郎、早川 晃司	権利者 中尾洋一
産業財産権の種類、番号 特許、特願2015-177459	出願年 2015年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 イミダゾピリジンアミン化合物、その製造方法及び用途	発明者 中尾洋一、大塚悟 史、田中克典	権利者 中尾洋一
産業財産権の種類、番号 特許、特願2015-203032	出願年 2015年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 白血病幹細胞のニッチ形成抑制活性を有する海洋生物由来の化合物及び組成物	発明者 中尾洋一、浅野茂 隆、新井大祐、加勢 友香梨、下本哲平	権利者 学校法人早稲田 大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2016-004523	出願年 2016年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 新規化合物又はその薬理的に許容される塩	発明者 吉田稔、清宮啓之、 奥江雅之、八代田陽 子、白井文幸、他2名	権利者 理化学研究所、 がん研究会
産業財産権の種類、番号 特許、WO 2018/003962 A1	出願年 2017年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 藻類油脂の製造方法及び藻類油脂の産生促進剤	発明者 田中寛、今村壮輔、 曾根俊之、吉田稔、 松山晃久	権利者 東京工業大学、 理化学研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2014-144756	出願年 2014年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 植物の耐塩性向上剤	発明者 関原明、上田実、佐 古香織、他2名	権利者 理化学研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2016-007190	出願年 2016年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

理化学研究所 ケミカルゲノミクス研究グループ  
<http://www2.riken.jp/SPD/CG/index.html>  
早稲田大学 先進理工学部 化学・生命化学科 中尾研究室(ケミカルバイオロジー研究室)  
<http://www.chem.waseda.ac.jp/nakao/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	新家 一男  (Shinya Kazuo)  (20251481)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・研究グループ長    (82626)	
研究分担者	中尾 洋一  (Nakao Yoichi)  (60282696)	早稲田大学・理工学術院・教授    (32689)	