

令和 2 年 4 月 24 日現在

機関番号：34419  
 研究種目：基盤研究(C) (一般)  
 研究期間：2017～2019  
 課題番号：17K07184  
 研究課題名(和文) 新規長鎖非コードRNAによるINK4遺伝子座制御とその破綻による発ガン機構の解明

研究課題名(英文) Elucidation of the regulation of INK4 locus by long noncoding RNA and the oncogenic mechanism by the bankruptcy.

研究代表者  
 神武 洋二郎 (KOTAKE, YOJIRO)

近畿大学・産業理工学部・教授

研究者番号：90531963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、長鎖ノンコーディングRNA (lncRNA) によるINK4遺伝子座制御とその破綻による発癌機構の解明を目的とする。本研究の結果、我々が同定したINK4遺伝子座に存在する新規lncRNA (lncRNA on the INK4 locus; LOILと命名) が肺癌細胞、大腸癌細胞の増殖を促進する機能を持つことが分かった。その作用機序として、LOILはINK4遺伝子座にコードされているCDKインヒビターp15及びp16の転写を抑制することが明らかとなった。さらに我々は、lncRNA SLOPがp15の転写抑制を介して、細胞周期のG1期進行を促進する機能を持つことが明らかとなった。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果、我々が同定したlncRNA LOILとSLOPが、INK4遺伝子座の転写抑制を介して各種癌細胞の増殖を促進することが明らかとなった。INK4遺伝子座は、多くのヒト癌で変異や転写抑制されていることが報告されていることから、この遺伝子座の転写抑制因子は癌化に関与している可能性が高いと考えられる。従って、LOILとSLOPは将来的に癌治療薬の分子標的や癌診断マーカーになる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to reveal the regulation of INK4 locus by long noncoding RNA (lncRNA) and the oncogenic mechanism by the bankruptcy. In this study, we showed that a novel lncRNA, LOIL (lncRNA on the INK4 locus) functions to promote the proliferation of human lung cancer and colorectal cancer cells. Furthermore, we revealed that LOIL represses the transcription of CDK inhibitors p15 and p16 on INK4 locus. We also showed that another lncRNA, SLOP functions to promote G1 phase progression of cell cycle via repressing p15 transcription.

研究分野：腫瘍生物学

キーワード：long noncoding RNA INK4 locus CDK inhibitor p15 CDK inhibitor p16 cell cycle cancer cell  
s

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 長鎖ノンコーディング RNA (long noncoding RNA; lncRNA) は、ヒトで 2 万個以上存在するが、その機能はほとんど分かっていない。近年、いくつかの lncRNA が、骨格形成や心臓形成など、生理的に重要な機能を持つことが明らかとなった。しかし、癌と lncRNA との関連は未だ不明である。これまで我々は、*INK4* 遺伝子座に存在する *ANRIL* という lncRNA の機能を明らかとしてきた。*ANRIL* は転写抑制因子であるポリコム複合体と結合し、*INK4* 遺伝子座へのリクルートメントを促進することによって、この領域の転写を抑制している<sup>(1)</sup>。*ANRIL* の細胞機能として、我々は細胞老化を抑制し、大腸癌細胞の三次元増殖を促進する機能を持つことを明らかとした<sup>(2)</sup>。現在、臨床癌検体を用いた多くの研究によって、*ANRIL* は肺癌、胃癌などを含むいくつかの癌組織で高発現していること、*ANRIL* の発現量と予後不良との間に相関があることが分かってきている<sup>(3)</sup>。これらのことから、*ANRIL* は癌遺伝子として機能しているのではないかと考えられている。

(2) 最近我々は、*INK4* 遺伝子座に存在する新規 lncRNA (*lncRNA on the INK4 locus; LOIL* と命名) を同定した。*LOIL* は、*INK4* 遺伝子座上の癌抑制遺伝子 *p16* 及び *ARF* の転写を抑制し、肺癌及び大腸癌細胞の増殖を促進することを見出した。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究では、*LOIL* による *INK4* 遺伝子座転写制御の作用機構を解明し、この制御機構の破綻が癌化に関与するか、その生理的意義を追求する。

(2) 他の癌関連 lncRNA を探索し、その機能を明らかとする。

## 3. 研究の方法

lncRNA を含む各種遺伝子の発現解析は、リアルタイム RT-PCR により行った。lncRNA の機能解析のため、siRNA 及びアンチセンス DNA を用いてノックダウンを行った。*INK4* 遺伝子座上のポリコム複合体結合量の解析は ChIP アッセイにより行った。細胞周期解析はフローサイトメーターを用いて行った。

## 4. 研究成果

(1) 本研究成果により、*LOIL* をノックダウンすると、ヒト子宮頸癌細胞 HeLa の細胞増殖が顕著に抑制されることが明らかとなった。リアルタイム RT-PCR の結果、*INK4* 遺伝子座の *p16* 遺伝子だけでなく、*p15* 遺伝子の mRNA 量が増加することが明らかとなった。

(2) これまでに我々は、*ANRIL* という lncRNA が、ポリコムタンパク質複合体(ヒストン H3K27 のメチル化酵素複合体) を *INK4* 遺伝子座にリクルートすることにより、*p15* 及び *p16* の転写を抑制することを報告した。しかし、本研究の ChIP アッセイの結果、*LOIL* をノックダウンしても、*INK4* 遺伝子座上のヒストン H3K27 のメチル化レベルに変化はないことが分かった。これらの結果から、*LOIL* はポリコム複合体非依存的に *p15* 及び *p16* 遺伝子の転写を抑制する機能を持つことが示唆された。

(3) 肺癌細胞 H1299 及び大腸癌細胞 HCT116 において、*LOIL* をノックダウンすると、細胞増殖が顕著に抑制された。リアルタイム RT-PCR の結果、*LOIL* ノックダウンにより *p15* 遺伝子の mRNA 量が増加することが明らかとなった。これらの結果から、*LOIL* は *INK4* 遺伝子座の *p15* 遺伝子の転写抑制を介して各種癌細胞の増殖を促進する機能を持つことが考えられた。

(4) 活性型 H-RAS 変異体の過剰発現による癌化シグナル導入により発現量が減少する lncRNA を同定した (*Suppressor lncRNA of p15; SLOP* と命名)。本研究の解析に

より、肺癌細胞 H1299 及び A549、子宮頸癌細胞 HeLa、頭頸部癌細胞 FaDu 及び CAL27 において、siRNA を用いて *SLOP* をノックダウンすると細胞増殖が顕著に抑制された。アンチセンス DNA を用いた *SLOP* ノックダウンでも同様の結果が得られた。これらの結果から、*SLOP* はこれら癌細胞の増殖を促進する機能を持つことが考えられた。

(5) 肺癌細胞 H1299 及び A549 を用いた細胞周期解析の結果、*SLOP* ノックダウンにより細胞周期の G1 期にいる細胞数が増加することが明らかとなった。頭頸部癌細胞 FaDu 及び CAL27 を用いた解析でも、同様の結果が得られた。さらにリアルタイム RT-PCR の結果、肺癌細胞 H1299 及び A549 において、*SLOP* をノックダウンすると、G1 期のブレーキである *p15* 遺伝子の mRNA 量が増加することが明らかとなった。一方、頭頸部癌細胞 FaDu を用いたリアルタイム RT-PCR の結果、*SLOP* ノックダウンにより、*p15* 遺伝子の近傍に存在する p53 安定化因子 *ARF* 遺伝子の mRNA 量が増加することが明らかとなった。これらの結果から、*SLOP* は *INK4* 遺伝子座の転写抑制を介して、細胞周期の G1-S 期進行を促進し、各種癌細胞の増殖を正に制御する機能を持つことが考えられた。

以上本研究により、2 つの lncRNA、*LOIL* と *SLOP* は、*INK4* 遺伝子座の転写を抑制し、細胞増殖を促進する機能を持つことが考えられた (図 1)。*INK4* 遺伝子座は、多くのヒト癌において変異、欠損、転写抑制がみとめられている。従って *INK4* 遺伝子座の転写抑制因子は、癌化に關与する可能性が高い。今後は癌臨床検体を用いた解析により、*LOIL*、*SLOP* と癌化や予後不良との關連を解析することが重要な課題である。また本研究の結果、*LOIL*、*SLOP* の発現を抑制することにより、各種癌細胞の増殖が顕著に抑制されることが明らかとなったことから、将来的に、これらの lncRNA は癌治療薬の分子標的になり得ることが期待された。

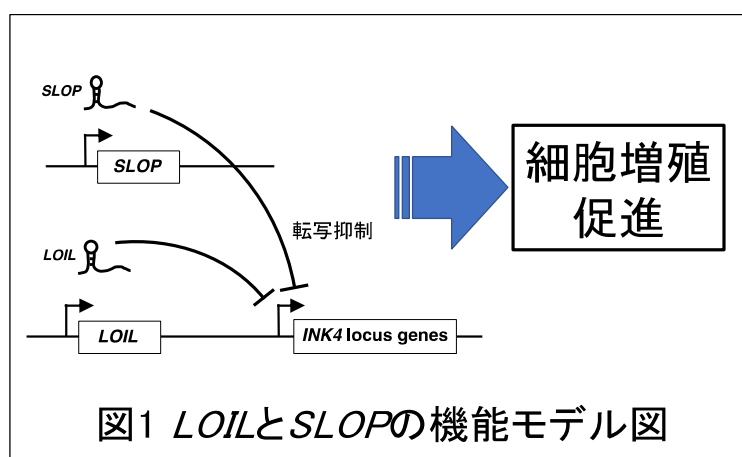


図1 *LOIL*と*SLOP*の機能モデル図

#### <引用文献>

- (1) Kotake Y, Nakagawa T, Kitagawa K, Suzuki S, Liu N, Kitagawa M, and Xiong Y: Long non-coding RNA ANRIL is required for the PRC2 recruitment to and silencing of p15(INK4B) tumor suppressor gene. *Oncogene* 30: 1956-1962, 2011.
- (2) Naemura M, Tsunoda T, Inoue Y, Okamoto H, Shirasawa S, and Kotake Y.: ANRIL regulates the proliferation of human colorectal cancer cells in both two- and three-dimensional culture. *Mol Cell Biochem.* 414(1-2):141-146, 2016.
- (3) Li Z, Yu X, and Shen J: ANRIL: a pivotal tumor suppressor long non-coding RNA in human cancers. *Tumour Biol* 37: 5657-5661, 2016.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Sawata Y, Matsukawa T, Doi S, Tsunoda T, Arikawa N, Matsunaga N, Ohnuki K, Shirasaw S, Kotake Y.	4. 巻 462(1-2)
2. 論文標題 A novel compound, ferulic acid-bound resveratrol, induces the tumor suppressor gene p15 and inhibits the three-dimensional proliferation of colorectal cancer cells.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular and Cellular Biochemistry.	6. 最初と最後の頁 25-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11010-019-03606-8	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 Matsunaga N, Wakasaki T, Yasumatsu R, Kotake Y.	4. 巻 39(8)
2. 論文標題 Long Noncoding RNA, ANRIL, Regulates the Proliferation of Head and Neck Squamous Cell Carcinoma.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anticancer Research.	6. 最初と最後の頁 4073-4077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancerres.13564.	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 Matsumoto K, Miyano T, Kotake Y.	4. 巻 57(24)
2. 論文標題 Synthesis and Properties of Polycarbosilanes Having Lactose Derived Structures.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry.	6. 最初と最後の頁 2420-2425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) org/10.1002/pola.29478	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 塩浜康雄, 藤田崇史, 神武洋二郎, 岡田斉, 藤井政幸.	4. 巻 30
2. 論文標題 siRNAによる変異癌遺伝子KRAS (G12D) の選択的発現制御	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 近畿大学産業理工学部研究報告かやのもり	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Okamoto H, Matsukawa T, Doi S, Tsunoda T, Sawata Y, Naemura M, Ohnuki K, Shirasawa S, Kotake Y	4. 巻 442(1-2)
2. 論文標題 A novel resveratrol derivative selectively inhibits the proliferation of colorectal cancer cells with KRAS mutation.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular and Cellular Biochemistry	6. 最初と最後の頁 39-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11010-017-3191-x.	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 塩浜康雄, 藤田崇史, 神武洋二郎, Constantinos Demonacos, Marija Krstic-Demonacos, Gianpiero Di Leva, 藤井政幸.	4. 巻 29
2. 論文標題 apmerアンチセンス核酸による変異癌遺伝子KRAS (G12D) の選択的発現制御	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 近畿大学産業理工学部研究報告かやのもり	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Shinkai Y, Kashihara S, Minematsu G, Fujii H, Naemura M, Kotake Y, Morita Y, Ohnuki K, Fokina AA, Stetsenko DA, Filichev VV, Fujii M.	4. 巻 27
2. 論文標題 Silencing of BCR/ABL Chimeric Gene in Human Chronic Myelogenous Leukemia Cell Line K562 by siRNA-Nuclear Export Signal Peptide Conjugates.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucleic Acid Ther.	6. 最初と最後の頁 168-175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/nat.2016.0647.	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 Kotake Y, Arikawa N, Tahara K, Maru H, Naemura M.	4. 巻 37
2. 論文標題 Y-box Binding Protein 1 Is Involved in Regulating the G2/M Phase of the Cell Cycle.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Anticancer Res.	6. 最初と最後の頁 1603-1608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Harada M, Sakai S, Ohhata T, Kitagawa K, Mikamo M, Nishimoto K, Uchida C, Niida H, Kotake Y, Sugimura H, Suda T, Kitagawa M.	4. 巻 15
2. 論文標題 Homeobox Transcription Factor NKX2-1 Promotes Cyclin D1 Transcription in Lung Adenocarcinomas.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mol Cancer Res.	6. 最初と最後の頁 1388-1397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1158/1541-7786.MCR-17-0114.	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 Naemura M, Kuroki M, Tsunoda T, Arikawa N, Sawata Y, Shirasawa S, Kotake Y.	4. 巻 38
2. 論文標題 The Long Noncoding RNA OIP5-AS1 Is Involved in the Regulation of Cell Proliferation.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Anticancer Res.	6. 最初と最後の頁 77-81.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 新貝恭広, 苗村円佳, 神武洋二郎, 藤井政幸	4. 巻 26
2. 論文標題 メジャーグループ修飾siRNAによる遺伝子サイレンシング効果.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 近畿大学産業理工学部研究報告かやのもり	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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28件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 神武洋二郎.
2. 発表標題 長鎖ノンコーディングRNAによる細胞周期制御機構.
3. 学会等名 福岡大学先端分子医学研究所セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kotake Y, Matsunaga N, Sawata Y, Arikawa N.
2. 発表標題 The functional analysis of long noncoding RNAs affected by oncogenic Ras signaling
3. 学会等名 The FEBS congerss 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kotake Y, Matsunaga N.
2. 発表標題 The regulation of INK4 locus by long non-coding RNAs
3. 学会等名 ESMO 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永夏実, 神武洋二郎
2. 発表標題 長鎖ノンコーディングRNA ANRILは、頭頸部癌細胞の増殖を促進する機能を持つ
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鶴田健志, 松永夏実, 神武洋二郎.
2. 発表標題 INK4遺伝子座に存在する長鎖ノンコーディングRNAの機能解明.
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永易康生, 松永夏実, 神武洋二郎.
2. 発表標題 長鎖ノンコーディングRNA OIP5-AS1はガン細胞増殖を制御する.
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永夏実, 神武洋二郎.
2. 発表標題 頭頸部癌細胞におけるANRILとOIP5-AS1の機能解明.
3. 学会等名 近畿大学大学院サイエンスネットワーク2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永夏実, 神武洋二郎.
2. 発表標題 長鎖ノンコーディングRNAによる頭頸部癌細胞の増殖制御機構の解明.
3. 学会等名 日本農芸化学会西日本支部・中四国支部合同大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永夏実, 神武洋二郎.
2. 発表標題 がん化シグナルによって発現量が減少する長鎖ノンコーディングRNAの機能解明.
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 有川和沙, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 転写因子YB-1によるG2/M期制御機構の解明
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田悠賀, 松川泰治, 土井聡, 角田俊之, 有川和沙, 大貫宏一郎, 白澤専二, 神武洋二郎
2. 発表標題 大腸癌細胞三次元増殖を抑制する新規レスベラトロール誘導体の探索とその作用機構の解明
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kotake Y, Arikawa N, Sawata Y, Matsunaga N.
2. 発表標題 ncogenic Ras signalling affects the expression of multiple lncRNAs including a functional lncRNA, ANRIL
3. 学会等名 EMBO Workshop Cellular signalling and cancer therapy (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田悠賀, 松川泰治, 土井聡, 有川和沙, 大貫宏一郎, 神武洋二郎
2. 発表標題 新規レスベラトロール誘導体による大腸癌細胞三次元増殖抑制機構の解明
3. 学会等名 近畿大学サイエンスネットワーク2018・第8回院生サミット
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有川和沙, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 転写因子YB-1は細胞周期のG1及びG2/M期制御に関与する
3. 学会等名 近畿大学サイエンスネットワーク2018・第8回院生サミット
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kotake Y
2. 発表標題 Long noncoding RNA, ANRIL positively regulates cell proliferation in a p15/p16-dependent and -independent manners
3. 学会等名 25th Biennial Congress of the European Association for Cancer Research (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有川和沙, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 転写因子YB-1による細胞周期制御機構の解明
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田悠賀, 松川泰治, 土井聡, 有川和沙, 大貫宏一郎, 神武洋二郎
2. 発表標題 新規レスベラトロール誘導体によるがん細胞三次元増殖抑制機構の解明
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松永夏実, 有川和沙, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 長鎖ノンコーディングRNA ANRILはガン細胞増殖を促進する機能を持つ
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田悠賀, 松川泰治, 土井聡, 角田俊之, 岡本春奈, 苗村円佳, 田原圭一郎, 有川和沙, 松岡耕平, 原田正樹, 大貫宏一郎, 白澤専二, 神武洋二郎
2. 発表標題 新規レスベラトロール誘導体は大腸癌細胞三次元増殖を抑制する
3. 学会等名 第40回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 有川和沙, 田原圭一郎, 苗村円佳, 澤田悠賀, 北川雅敏, 神武洋二郎
2. 発表標題 転写因子YB-1による細胞老化制御機構
3. 学会等名 第40回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 有川和沙, 田原圭一郎, 向井勝馬, 苗村円佳, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 ガン細胞における転写因子YB-1の機能解明
3. 学会等名 近畿大学サイエンスネットワーク2017・第7回院生サミット
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 澤田悠賀, 松川泰治, 土井聡, 岡本春奈, 苗村円佳, 田原圭一郎, 有川和沙, 松岡耕平, 原田正樹, 大貫宏一郎, 神武洋二郎
2. 発表標題 大腸癌細胞増殖を抑制するレスベラトロールの探索
3. 学会等名 近畿大学サイエンスネットワーク2017・第7回院生サミット
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 苗村円佳, 有川和沙, 澤田悠賀, 田原圭一郎, 神武洋二郎
2. 発表標題 ガン化シグナルによって発現変動する長鎖非コードRNAの探索と機能解析
3. 学会等名 近畿大学サイエンスネットワーク2017・第7回院生サミット
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kotake Y, Naemura M, Tahara K, Arikawa N, Sawata Y
2. 発表標題 Long Noncoding RNA, ANRIL Regulates Cell Proliferation Via Repressing INK4 Locus
3. 学会等名 EMBO conference-Chromatin and Epigenetics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 神武洋二郎
2. 発表標題 細胞老化、アポトーシスを制御する長鎖ノンコーディングRNA
3. 学会等名 第69回日本細胞生物学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田原圭一郎, 有川和沙, 苗村円佳, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 YB-1によるガン抑制遺伝子p16転写抑制機構の解明
3. 学会等名 第54回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 有川和沙, 田原圭一郎, 苗村円佳, 澤田悠賀, 神武洋二郎
2. 発表標題 転写因子YB-1によるガン細胞増殖抑制機構の解明
3. 学会等名 第54回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 澤田悠賀, 松川泰治, 土井聡, 岡本春奈, 苗村円佳, 田原圭一郎, 有川和沙, 松岡耕平, 原田正樹, 大貫宏一郎, 神武洋二郎
2. 発表標題 新規レスベラトロール誘導体による大腸癌細胞増殖抑制機構
3. 学会等名 第54回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

近畿大学産業理工学部生物環境化学科細胞生物学研究室  
<http://www.fuk.kindai.ac.jp/education/faculty/pdf/2017/biochemistry/kotake.pdf>

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
--	---------------------------	-----------------------	----