

令和 5 年 6 月 18 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01031

研究課題名（和文）エピゲノム可塑性に基づく腫瘍悪性化の解明

研究課題名（英文）Elucidation of malignant transformation based on epigenetic plasticity

研究代表者

油谷 浩幸（ABURATANI, Hiroyuki）

東京大学・先端科学技術研究センター・特任研究員

研究者番号：10202657

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,700,000円

研究成果の概要（和文）：幹細胞複製に重要なWntシグナルの制御に関わる長鎖ノンコーディング（lnc）RNAを同定された。それ自身が、カテニンの直接標的であり、LGR5やASCL2の転写制御領域のアクセシビリティに関与し、新たな転写因子との協調作用も示唆される。一方で抗がん剤処理後に再増殖細胞集団の1細胞トランスクリプトームおよびクロマチン解析によって増殖に先立ち活性化する制御領域に結合するパイオニア因子候補が特定された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

抗がん剤治療により増殖を停止した状態でパーシスターとして残存する腫瘍細胞のコントロールはがん治療の大きな課題である。本課題において同定された幹細胞増殖に関与する新規lncRNAおよびCTNNB1と協調する転写因子、再増殖に先だって活性化されるパイオニア因子により形成される細胞増殖に関わる制御ネットワークの解明が腫瘍細胞の制御につながることを期待される。

研究成果の概要（英文）：We identified a long noncoding (lnc) RNA involved in the regulation of Wnt signaling that is important for stem cell replication. This lncRNA is a direct target of  $\beta$ -catenin, is involved in the accessibility of the transcriptional regulatory regions of a subset of CTNNB1 targets, such as LGR5 and ASCL2, where additional transcription factor seems to bind and co-operate with CTNNB1. On the other hand, single-cell transcriptome and chromatin analyzes of re-proliferating cell populations after anticancer drug treatment identified pioneer factor candidates that bind to regulatory regions that are activated prior to proliferation.

研究分野：ゲノム科学

キーワード：エピゲノム 一細胞解析 クロマチン

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

腫瘍細胞の分化の度合いは腫瘍の悪性度とも相関し、同一腫瘍内でも組織像は多様なことからエピゲノム不均一性が存在することが示唆される。近年の1細胞トランスクリプトーム解析により分化度の異なる多様な腫瘍細胞によって構成されることが明らかになってきた。抗がん剤治療に際して腫瘍組織内に残存するパーシスター細胞の存在は治療効果に関わることから、腫瘍組織内の幹細胞のサバイバル及び増殖を理解するにはクロマチンレベルでの制御の解明が求められる。増殖開始は単独の転写因子のみで制御されるものではなく、増殖シグナルの制御に関わる新たなメカニズムとしての長鎖ノンコーディング(lnc)RNAの関与および、増殖開始に際してのクロマチン活性化など新たな制御レイヤーの理解が期待された。

### 2. 研究の目的

(1) 腫瘍細胞が複製を開始するにあたっての増殖刺激としてWNTシグナルが重要である。近年長鎖ノンコーディング(lnc)RNAがクロマチン制御に関わることが知られており、WNTシグナルをつかさどる転写因子であるカテニンの制御にかかわるlncRNAを同定することにより、腫瘍細胞増殖の制御が期待される。

(2) 抗がん剤治療に対して増殖を停止した状態で腫瘍細胞が残存することが知られている。ヒト大腸がん由来オルガノイド細胞株を抗がん剤処理することで細胞周期を停止した後、抗がん剤をOFFすることで再増殖させた直後にはLGR5陽性細胞が多数出現する。腫瘍細胞が増殖停止状態から細胞周期にエントリーするにあたって活性化される遺伝子ネットワークの解明には一細胞レベルの解析が求められる。

### 3. 研究の方法

(1) ヒト大腸がん細胞株をsiRNA処理したスクリーニングによりカテニンの標的遺伝子の発現制御に関わるlncRNA候補を同定した。同細胞株においてCTNNB1やASCL2などの転写因子、ヒストン修飾(H3K4me3, K27Ac, K27me3)のクロマチン免疫沈降(ChIP-seq)によってクロマチン状態を評価した。lncRNAをノックダウンすることによって活性が変化するエンハンサー領域の配列に含まれる転写因子結合モチーフの解析を行うことでCTNNB1と共役して働く因子の同定を試みた。加えてノックダウンによって培養がん細胞の増殖、ゼノグラフト腫瘍の増殖への影響を調べた。全長配列を決定するために長鎖シーケンサー(PacBioおよびナノポア)を用いたISO-seqを行った。

(2) イリノテカン活性代謝物であるSN-38処理により大腸がんオルガノイドは増殖停止し、再増殖させた直後にはLGR5陽性細胞が多数出現することをみいだした。細胞分裂を停止した細胞が再増殖開始する際の一細胞トランスクリプトーム解析により、停止状態から細胞周期にエントリーするにあたって活性化される遺伝子群同定を行った。さらにATAC (Assay for Transposase-Accessible Chromatin Sequencing)を行うことでアクセシビリティが上昇するゲノム領域の特定を行った。

### 4. 研究成果

(1) 同定されたlncRNAは全長が4~5kbにおよび、ISO-seqによっても複数のアイソフォームが存在することが判明した。配列解析ではマウスには配列類似性が高い転写産物は認められなかった。RNA-FISH解析により主に核内に局在することが認められた。当該lncRNA自体がCTNNB1の直接標的遺伝子である一方、そのノックダウンによりCTNNB1の標的として知られるASCL2の発現が低下した。lncRNAノックダウンにより活性化エンハンサーに伴うH3K27ac修飾が減少する領域には、カテニンが結合するTCF結合配列とは異なる新たな転写因子結合モチーフが濃縮されていることを見出した。この転写因子はCTNNB1と共役して標的遺伝子群を制御すると予想された。ノックダウンした大腸がん細胞を用いたゼノグラフト腫瘍の増殖が著しく低下したことから、本lncRNAは幹細胞増殖に関与する可能性が示唆された。

(2) 腫瘍細胞の増殖制御に関わる新たなlncRNAが同定され、アンチセンスオリゴやsiRNAなどの核酸医薬の標的として有望と考えられるものの、多様なアイソフォームの存在、腫瘍細胞へのデリバリーなどが解決すべき課題として挙げられる。

(3) 再増殖後の一細胞トランスクリプトーム解析によって、LGR5の発現上昇に先立ち発現誘

導される遺伝子群が存在することが認められた。また ATAC 解析により複製開始に先立ち ATAC 陽性となる領域が認められ、モチーフ解析からパイオニア因子の存在が示唆された。

(4)再増殖時に作動するパイオニア因子の存在が示唆されたことから、新たな創薬ポイントとしてクロマチン制御因子複合体におけるタンパク相互作用の制御が期待される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Totoki Yasushi, Saito-Adachi Mihoko, Shiraishi Yuichi, Komura Daisuke, Nakamura Hiromi, Suzuki Akihiro, Tatsuno Kenji, Rokutan Hirofumi, Hama Natsuko, ..., Ohshima Takashi, Rino Yasushi, Yeoh Khay Guan, So Jimmy, Sanghvi Kaushal, Soong Richie, ..., Tan Patrick, Ishikawa Shumpei, Aburatani Hiroyuki, Shibata Tatsuhiro	4. 巻 55
2. 論文標題 Multiancestry genomic and transcriptomic analysis of gastric cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Genetics	6. 最初と最後の頁 581 ~ 594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41588-023-01333-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 該当する
1. 著者名 Kondo Atsushi, Shinozaki Ushiku Aya, Rokutan Hirofumi, Kunita Akiko, Ikemura Masako, Yamashita Hiroharu, Seto Yasuyuki, Nagae Genta, Tatsuno Kenji, Aburatani Hiroyuki, Koinuma Daizo, Ushiku Tetsuo	4. 巻 260
2. 論文標題 Loss of viral genome with altered immune microenvironment during tumour progression of <scp>Epstein Barr virus</scp> associated gastric carcinoma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Pathology	6. 最初と最後の頁 124 ~ 136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/path.6067	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 Watanabe Kentaro, Kimura Shunsuke, Seki Masafumi, Isobe Tomoya, Kubota Yasuo, Sekiguchi Masahiro, Sato-Otsubo Aiko, Hiwatari Mitsuteru, Kato Motohiro, ..., Hata Kenichiro, Ueno Hiroo, Nannya Yasuhito, Suzuki Hiromichi, Yoshida Kenichi, Fujii Yoichi, Nagae Genta, Aburatani Hiroyuki, Ogawa Seishi, Takita Junko	4. 巻 41
2. 論文標題 Identification of the ultrahigh-risk subgroup in neuroblastoma cases through DNA methylation analysis and its treatment exploiting cancer metabolism	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Oncogene	6. 最初と最後の頁 4994 ~ 5007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41388-022-02489-2	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 Isobe Tomoya, Takagi Masatoshi, Sato-Otsubo Aiko, Nishimura Akira, Nagae Genta, Yamagishi Chika, Tamura Moe, Tanaka Yosuke, Asada Shuhei, Takeda Reina, ..., Wilson Nicola K., G?ttgens Berthold, Miyano Satoru, Kitamura Toshio, Goyama Susumu, Yokoyama Akihiko, Aburatani Hiroyuki, Ogawa Seishi, Takita Junko	4. 巻 13
2. 論文標題 Multi-omics analysis defines highly refractory RAS burdened immature subgroup of infant acute lymphoblastic leukemia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-32266-4	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 該当する

1. 著者名 Pan Melvin, Zorbas Christiane, Sugaya Maki, Ishiguro Kensuke, Kato Miki, Nishida Miyuki, Zhang Hai-Feng, Candeias Marco M., Okamoto Akimitsu, Ishikawa Takamasa, Soga Tomoyoshi, Aburatani Hiroyuki, Sakai Juro, Matsumura Yoshihiro, Suzuki Tsutomu, Proud Christopher G., Lafontaine Denis L. J., Osawa Tsuyoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Glutamine deficiency in solid tumor cells confers resistance to ribosomal RNA synthesis inhibitors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3706
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-31418-w	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 Kage Hidenori, Kohsaka Shinji, Tatsuno Kenji, Ueno Toshihide, Ikegami Masachika, Zokumasu Koichi, Shinozaki-Ushiku Aya, Nagai Sumimasa, Aburatani Hiroyuki, Mano Hiroyuki, Oda Katsutoshi	4. 巻 52
2. 論文標題 Tumor mutational burden measurement using comprehensive genomic profiling assay	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Clinical Oncology	6. 最初と最後の頁 925 ~ 929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jjco/hyac063	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 Kanki Yasuharu, Muramatsu Masashi, Miyamura Yuri, Kikuchi Kenta, Higashijima Yoshiki, Nakaki Ryo, Suehiro Jun-ichi, Sasaki Yuji, Kubota Yoshiaki, Koseki Haruhiko, Morioka Hiroshi, Kodama Tatsuhiko, Nakao Mitsuyoshi, Kurotaki Daisuke, Aburatani Hiroyuki, Minami Takashi	4. 巻 38
2. 論文標題 Bivalent-histone-marked immediate-early gene regulation is vital for VEGF-responsive angiogenesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 110332 ~ 110332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2022.110332	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 Sueyoshi Kuniyo, Komura Daisuke, Katoh Hiroto, Yamamoto Asami, Onoyama Takumi, Chijiwa Tsuyoshi, Isagawa Takayuki, Tanaka Mariko, Suemizu Hiroshi, Nakamura Masato, Miyagi Yohei, Aburatani Hiroyuki, Ishikawa Shumpei	4. 巻 24
2. 論文標題 Multi-tumor analysis of cancer-stroma interactomes of patient-derived xenografts unveils the unique homeostatic process in renal cell carcinomas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 103322 ~ 103322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2021.103322	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 Matsumura Y, Ito R, Yajima A, Yamaguchi R, Tanaka T, Kawamura T, Magoori K, Abe Y, Uchida A, Yoneshiro T, Hirakawa H, Zhang J, Arai M, Yang C, Yang G, Takahashi H, Fujihashi H, Nakaki R, Yamamoto S, Ota S, Tsutsumi S, Inoue S, Kimura H, Wada Y, Kodama T, Inagaki T, Osborne TF., Aburatani H, Node K, Sakai J	4. 巻 12
2. 論文標題 Spatiotemporal dynamics of SETD5-containing NCoR?HDAC3 complex determines enhancer activation for adipogenesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 7045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-27321-5	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 Nagae G, Yamamoto S, Fujita M, Fujita T, Nonaka A, Umeda T, Fukuda S, Tatsuno K, Maejima K, Hayashi A, Kurihara S, Kojima M, Hishiki T, Watanabe K, Ida K, Yano M, Hiyama Y, Tanaka Y, Inoue T, Ueda H, Nakagawa H, Aburatani H, Hiyama E	4. 巻 12
2. 論文標題 Genetic and epigenetic basis of hepatoblastoma diversity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-25430-9	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 Shirai Kiyokazu, Nagae Genta, Seki Motoaki, Kudo Yotaro, Kamio Asuka, Hayashi Akimasa, Okabe Atsushi, Ota Satoshi, Tsutsumi Shuichi, Fujita Takanori, Yamamoto Shogo, Nakaki Ryo, Kanki Yasuharu, Osawa Tsuyoshi, Midorikawa Yutaka, Tateishi Keisuke, Ichinose Masao, Aburatani Hiroyuki	4. 巻 112
2. 論文標題 TET1 upregulation drives cancer cell growth through aberrant enhancer hydroxymethylation of HMG2 in hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cancer Science	6. 最初と最後の頁 2855 ~ 2869
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cas.14897	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 Midorikawa Y, Yamamoto S, Tatsuno K, Renard-Guillet C, Tsuji S, Hayashi A, Ueda H, Fukuda S, Fujita T, Katoh H, Ishikawa S, Covington KR, Creighton CJ, Sugitani M, Wheeler DA, Shibata T, Nagae G, Takayama T, Aburatani H.	4. 巻 80
2. 論文標題 Accumulation of Molecular Aberrations Distinctive to Hepatocellular Carcinoma Progression	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cancer Research	6. 最初と最後の頁 3810~3819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1158/0008-5472.CAN-20-0225	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 Suzuki A, Katoh H, Komura D, Kakiuchi M, Tagashira A, Yamamoto S, Tatsuno K, Ueda H, Nagae G, Fukuda S, Umeda T, Totoki Y, Abe H, Ushiku T, Matsuura T, Sakai E, Ohshima T, Nomura S, Seto Y, Shibata T, Rino Y, Nakajima A, Fukayama M, Ishikawa S, Aburatani H.	4. 巻 6
2. 論文標題 Defined lifestyle and germline factors predispose Asian populations to gastric cancer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaav9778
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aav9778	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 Hiraike Yuta, Waki Hironori, Miyake Kana, Wada Takahito, Oguchi Misato, Saito Kaede, Tsutsumi Shuichi, Aburatani Hiroyuki, Yamauchi Toshimasa, Kadowaki Takashi	4. 巻 16
2. 論文標題 NFIA differentially controls adipogenic and myogenic gene program through distinct pathways to ensure brown and beige adipocyte differentiation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS Genetics	6. 最初と最後の頁 e1009044
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pgen.1009044	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 1)Yamamoto S, Midorikawa Y, Nagae G, Tatsuno K, Ueda H, Moriyama M, Takayama T, Aburatani H.	4. 巻 111(2):
2. 論文標題 Spatial and temporal expansion of intrahepatic metastasis by molecularly-defined clonality in multiple liver cancers.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cancer Sci.	6. 最初と最後の頁 601-609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cas.14282	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 Osawa T, Shimamura T, Saito K, ..., Hayashi M, Hamada A, Yoshida M, Yachida S, Nakao M, Sakai J, Aburatani H, Shibuya M, Hanada K, Miyano S, Soga T, Kodama T.	4. 巻 29
2. 論文標題 Phosphoethanolamine Accumulation Protects Cancer Cells under Glutamine Starvation through Downregulation of PCYT2.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cell Rep.	6. 最初と最後の頁 89-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2019.08.087	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 3)Nishizawa T, Nakano K, Fujii E, Komura D, Kuroiwa Y, Ishimaru C, Monnai M, Aburatani H, Ishikawa S, Suzuki M.	4. 巻 42(5)
2. 論文標題 In vivo effects of mutant RHOA on tumor formation in an orthotopic inoculation model.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Onco Rep.	6. 最初と最後の頁 1745-1754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/or.2019.7300	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 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 The convergence:technology, data and epigenetic research
3. 学会等名 第15回日本エピジェネティクス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 一細胞解像度のゲノム毒性評価
3. 学会等名 第49回日本毒性学会学術年会 (招待講演)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity in cancer
3. 学会等名 第 8 1 回日本癌学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity of cancer
3. 学会等名 第80回日本癌学会総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity of cancer
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Genetic and Epigenetic Basis of Pediatric Liver Tumors
3. 学会等名 APASL (Asian Pacific Association for the Study of the Liver) Oncology 2021 in Tokyo（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Genetic and Epigenetic Basis of Pediatric Liver Tumors
3. 学会等名 国際がん研究シンポジウム2022（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity of cancer
3. 学会等名 第79回日本癌学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 肝細胞がん悪性化とゲノムプロファイル
3. 学会等名 第23回日本肝がん分子標的治療研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 がんのゲノム多様性とゲノム医療
3. 学会等名 第105回日本消化器病学会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Liver cancer and Wnt signaling
3. 学会等名 The 38th Sapporo International Cancer Symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity of AFP-producing gastric cancer.
3. 学会等名 78th Annual meeting of the Japanese Cancer Association（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Cancer Genomic Medicine in Japan
3. 学会等名 第64回日本人類遺伝学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 Epigenetic heterogeneity of Hepatic Lineage tumor
3. 学会等名 The 50th Commemorative International Symposium of The Princess Takamatsu Cancer Research Fund (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 油谷浩幸
2. 発表標題 統合ゲノム解析による肝腫瘍進展メカニズムの解明
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京大学先端科学技術研究センター ゲノムサイエンス分野  <a href="https://www.genome.rcast.u-tokyo.ac.jp/">https://www.genome.rcast.u-tokyo.ac.jp/</a>  東京大学先端科学技術研究センターゲノムサイエンス分野  <a href="https://www.genome.rcast.u-tokyo.ac.jp/">https://www.genome.rcast.u-tokyo.ac.jp/</a></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------