

令和 6 年 5 月 8 日現在

機関番号：82606

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00545

研究課題名（和文）上皮内肺がん等の全ゲノムシーケンス解析による新規ドライバー遺伝子の同定

研究課題名（英文）Identification of novel driver genes by whole genome sequencing of early stage lung tumors

研究代表者

河野 隆志（Kohno, Takashi）

国立研究開発法人国立がん研究センター・研究所・分野長

研究者番号：80280783

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,600,000円

研究成果の概要（和文）：上皮内肺がん、微小浸潤腺がんのゲノム変化に基づき、早期肺発がん機構のメカニズムを明らかにした(Suzuki et al, Nat Comm, 2023)。がん遺伝子変化は初期肺腫瘍の形成に働き、がん抑制遺伝子の変異は、初期腫瘍の悪性化に働くことが明らかにされた。グローバルなDNA低メチル化とそれに伴うコピー数変化、大規模構造変化は悪性化に寄与すると推察された。RET遺伝子変異の中に新規がん原性変異を見出し、その活性化やがん化能はRETキナーゼ阻害薬により抑えられることを証明した。以上より、RET遺伝子の点変異は、肺がんなど複数のがん種の発がんに寄与し、治療標的分子となることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界的にも貴重な上皮内肺がん、微小浸潤腺がんのゲノム変化を明らかにすることで、これまで明らかにされていなかった早期肺腫瘍形成の分子機構が明らかになり、その成果を国際一流紙に報告することができた。この知見は今後の肺がん予防や早期発見・治療のための基盤情報となると期待される。また、がん遺伝子変化陰性例にみられるRET遺伝子変異が、がん原性変異であり、既存RET阻害薬の治療標的となることが明らかにされた。今後、コンパニオン検査への本情報の組み込みなどががんゲノム医療への実装が望まれる。

研究成果の概要（英文）：Based on genomic alterations in adenocarcinoma in situ and minimally invasive adenocarcinoma, the mechanism of early lung carcinogenesis was clarified (Haga et al, Nat Comm, 2023). Oncogene alterations were found to function in the formation of early lung tumors, and mutations in cancer suppressor genes were found to function in the malignant transformation of early tumors. Global DNA hypomethylation and associated copy number changes and large-scale structural changes were inferred to contribute to malignant transformation. Novel oncogenic mutations were found among RET gene mutations, and their activation and oncogenic potential were demonstrated to be suppressed by RET kinase inhibitors. In conclusion, point mutations in the RET gene contribute to carcinogenesis of multiple cancer types, including lung cancer, and are therapeutic target molecules.

研究分野：ゲノム生物学

キーワード：肺がん ゲノム 遺伝子 治療標的

1. 研究開始当初の背景

申請者はこれまでに肺がんのゲノム解析をリードし、RET 融合遺伝子、NRG1 (neuregulin-1) 融合遺伝子などのドライバー遺伝子を同定してきた(Kohno et al, *Nat Med*, 2012; Nakaoku et al, *Clin Cancer Res*, 2014)。そして、臨床研究者とともに全国肺がんゲノムスクリーニング機構である SCRUM-Japan を立ち上げ、基礎部門の責任者としてキナーゼ阻害薬の臨床試験を支えてきた。特に、申請者が開発アドバイザーをつとめる特異的 RET 阻害剤 LOX0-292/セルベルカチニブは、RET 融合遺伝子陽性肺がん初回治療例に対して奏効率 85%、無増悪生存期間 1.5 年以上 (= 奏効中で確定できず) という極めて期待の持てる成績を示しており、承認申請間近の状況にある。一方、NRG1 融合遺伝子についても、融合リガンド分子として恒常活性化する HER キナーゼに対する阻害剤の治療効果が顕著であることから、新たな治療標的として臨床試験が開始されている(*Journal of Thoracic Oncology*, “GENE OF THE MONTH” of Aug 2019)。また、注目すべきこととして、これら二つの遺伝子変化は、肺がんだけでなく、各種固形がんにも認められ、Tissue-agnostic な薬剤承認が見込まれている。これらの結果が示すのは、肺がんで見出されるドライバー遺伝子変化は、がん種を超えた確かな治療標的となるということである。しかし一方で、既知のドライバーがん遺伝子変化のいずれもが陰性の肺腺がんも 3 割程度(米国では 5-6 割程度存在する。そこで、大きな疑問となるのが、「既知ドライバー変異陰性の肺腺がんは、未知のドライバー変化を有しているのか、それとも、ドライバー遺伝子変化を介さずに、つまり、別の機構で発がんを成し遂げたのか?」である。陰性例における新規ドライバー遺伝子変化の同定を求め、欧米で大規模な肺がんゲノム解析が行われているが、喫煙者肺がんが主体となることで、極めて多数のゲノム変化を持つがんゲノムからのドライバー遺伝子変化の特定が極めて難しく同定は滞っている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「(遺伝子変化の少ない)ドライバー遺伝子陰性の肺腺がんのゲノムを解析することで、新しいドライバー遺伝子変化を同定するとともに、ドライバー遺伝子変化を介さない肺発がん機構の特徴を明らかにすること」である。本研究が持つ最大の独自性として、肺腺発がん初期の上皮内がんや、微小浸潤性腺がん(minimally invasive adenocarcinoma)、非喫煙者腺がんを解析の対象とすることにある。アジア人の肺がんの大きな特徴として、欧米と異なり肺腺がんが非喫煙者に多く発生することが挙げられる。また、日本の誇る医療環境として、外科医、病理医・放射線診断医の丁寧かつ高精度な診療により、非喫煙者を主体に上皮内がんや微小浸潤性腺がんなどの極めて初期の腫瘍が臨床現場で同定される。実際、これら初期病変の基盤となる野口分類は、本邦症例で確立されたものである。

3. 研究の方法

申請者らはこれまで 25 年以上に亘る肺がんゲノム研究を行う中で、上皮内がん、微小浸潤性腺がん、非喫煙者腺がんの凍結保存の手術摘出標本を収集してきた。特に、上皮内がんについては、手術適応になる機会が少ないことから、極めて貴重な初期病変であり、全体としても世界随一のコホートである。そこで、これらの試料について、全ゲノムシーケンス等のオミクス解析を行い、特徴的なゲノムプロファイルを明らかにすることで、肺発がん機構を把握する。また、既に同定している RET 点変異について、ドライバー変化や治療標的としての可能性を追求する。

ゲノム変化については、点変異のみならず、Promoter 変異や Promoter/enhancer swapping を生じる大規模構造変化、エピゲノム変化にわたり多面的に追求する。一方、他のがん種でしばしば示唆されるようにドライバー遺伝子変化を介さない発がん機構が存在する可能性がある。そこで後者として、全ゲノムシーケンスデータに基づき、ドライバー遺伝子変化陽性例、陰性例の上皮内がんのゲノム変化の比較、及び、既に有している喫煙者肺がんとのゲノムプロファイルとの統合解析、SCRUM-Japan 進行がんデータへの参照を行うことで、ドライバー遺伝子変化を介さない発がん症例に特徴的なゲノムプロファイルを明らかにすることで、発がん機構を把握する。

一方、既に同定している RET 点変異について、NIH3T3 細胞や Ba/F3 細胞を用いた Transforming assay、精製タンパク質を用いたキナーゼアッセイ等を行うことで、がん原性変異を同定する。また、治療標的としての可能性について、既存の RET 阻害薬の効果を検証する。

4. 研究成果

上皮内肺がん 26 例、微小浸潤性腺がん 18 例について、全ゲノム/RNA シーケンスデータを、そのうち 37 例については長鎖シーケンスデータを取得し、進行がん 39 例と比較することで、早期肺発がん機構のメカニズムを明らかにした(Suzuki et al, *Nat Comm*, 2023)。既知のがん遺

伝子変異としては、EGFR、KRAS、MET、BRAF、HER2、MAP2K1 遺伝子の変異、RET 及び ALK 遺伝子融合は、早期肺癌形成に働くドライバー変化であることが明らかにされた。一方、TP53 や SMARCA2/4 がん抑制遺伝子の変異は、進行がんによく存在したことから、発がん後の悪性化に働くことが明らかにされた。また、がんが進行するにつれ、グローバルな DNA 低メチル化とそれに伴うコピー数変化、また、BRCA2 遺伝子変異などによる変異増加がみられることが明らかになった。空間トランスクリプトーム解析により、上皮内肺癌後期から、腫瘍細胞は微小環境にさらされ、そのタイミングで、上述のオミクス変化が始まることが明らかにされた。進行肺癌の一部では、Hyper-mutator 症例が見られるが、早期肺癌では見られず、大規模構造変化については、上皮内がん比べて進行肺癌で増加することが明らかとなった。また、本研究では、ドライバー変異を生じることなく、グローバルなエピゲノム変化や大規模構造変化により肺癌を生じる機構が存在することが明らかになった。

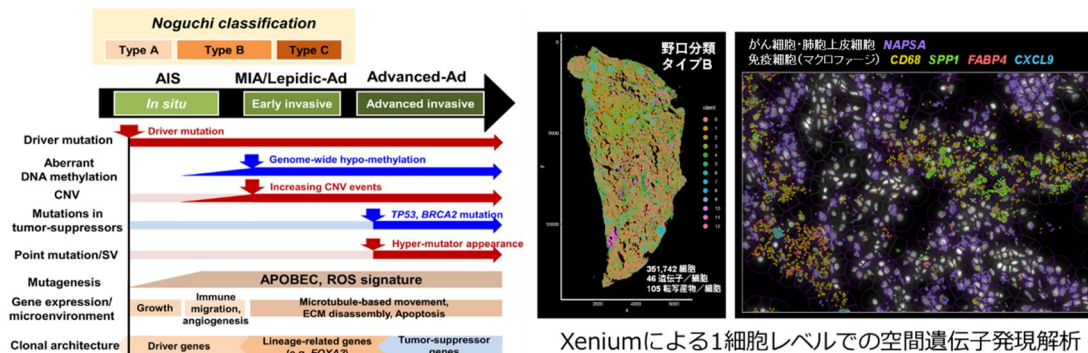


図 1 : 初期肺癌の発生進展のメカニズムと空間トランスクリプトーム解析の実例

肺癌や他のがん種で見られる RET 遺伝子の細胞外ドメインに生じている意義不明変異について、NIH3T3 細胞や Ba/F3 細胞を用いた Transforming assay、分子動力学シミュレーション等を行い、がん化変異であることを見出した。この細胞外ドメイン変異は、Ca イオン結合部位の不安定化を介して、分子間 SS 結合による RET タンパク質の恒常的な二量体化、ERK 分子の活性化をもたらしていた。また、その活性化やがん化能は RET キナーゼ阻害薬セルパカチニブ、プラルセチニブの投与により抑えられた (Tabata et al, *Cancer Res*, 2022)。一方、RET 遺伝子の細胞内ドメインに存在する変異についても、同様の細胞のアッセイ、精製タンパク質を用いたキナーゼアッセイ、分子動力学シミュレーション等を行い、新規がん原性変異を見出した。当該細胞内ドメインに存在する変異は、RET タンパク質の基質機能の向上をもたらすことで活性化し、その活性化やがん可能は RET キナーゼ阻害薬セルパカチニブ、プラルセチニブの投与により抑えられた。RET 遺伝子の点変異は、SCRUM-Japan 進行がんデータにも複数がん種で存在していた。よって、肺癌を含めた複数のがん種の発がんに寄与し、治療標的分子となることが示された。

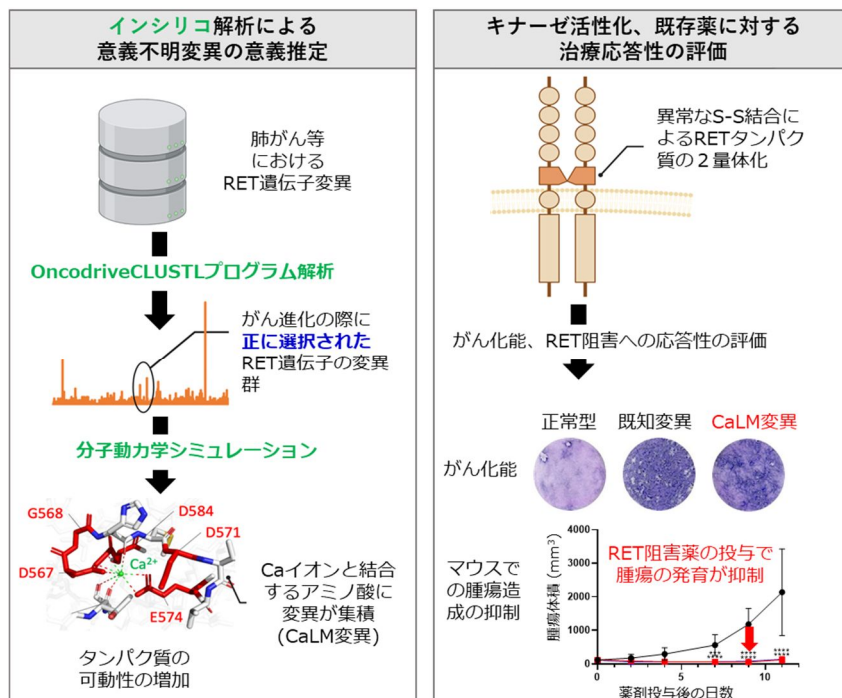


図 2 : RET 遺伝子に存在する意義不明変異の意義付けによる発がん寄与変異の同定

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Tabata Junya, Nakaoku Takashi, Araki Mitsugu, Yoshino Ryunosuke, Kohsaka Shinji, Otsuka Ayaka, Ikegami Masachika, Ui Ayako, Kanno Shin-ichiro, Miyoshi Keiko, Matsumoto Shigeyuki, Sagae Yukari, Yasui Akira, Sekijima Masakazu, Mano Hiroyuki, Okuno Yasushi, Okamoto Aikou, Kohno Takashi	4. 巻 82
2. 論文標題 Novel Calcium-Binding Ablating Mutations Induce Constitutive RET Activity and Drive Tumorigenesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cancer Research	6. 最初と最後の頁 3751 ~ 3762
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1158/0008-5472.CAN-22-0834	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 Yotsukura Masaya, Muraoka Yuji, Yoshida Yukihiro, Nakagawa Kazuo, Shiraishi Kouya, Kohno Takashi, Yatabe Yasushi, Watanabe Shun-ichi	4. 巻 30
2. 論文標題 Long-Term Prognosis and Prognostic Indicators of Stage IA Lung Adenocarcinoma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Surgical Oncology	6. 最初と最後の頁 851 ~ 858
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1245/s10434-022-12621-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 Sakamoto Yoshitaka, Miyake Shuhei, Oka Miho, Kanai Akinori, Kawai Yosuke, Nagasawa Satoi, Shiraishi Yuichi, Tokunaga Katsushi, Kohno Takashi, Seki Masahide, Suzuki Yutaka, Suzuki Ayako	4. 巻 13
2. 論文標題 Phasing analysis of lung cancer genomes using a long read sequencer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-31133-6	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 Jiang M, Fares AF, Shepshelovich D, Yang P, Christiani D, Zhang J, Shiraishi K, ..Kohno T, et al.	4. 巻 152
2. 論文標題 The relationship between body-mass index and overall survival in non-small cell lung cancer by sex, smoking status, and race: A pooled analysis of 20,937 International lung Cancer consortium (ILCCO) patients.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lung Cancer	6. 最初と最後の頁 58-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.lungcan.2020.11.029.	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 Shirasawa M, Yoshida T, Takayanagi D, Shiraishi K, Yagishita S, Sekine K, Kanda S, Matsumoto Y, Masuda K, Shinno Y, Okuma Y, Goto Y, Horinouchi H, Hamada A, Kohno T, Yamamoto N, Watanabe SI, Ohe Y, Motoi N*	4. 巻 22
2. 論文標題 Activity and Immune Correlates of Programmed Death-1 Blockade Therapy in Patients With Advanced Large Cell Neuroendocrine Carcinoma.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clin Lung Cancer	6. 最初と最後の頁 282-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clcc.2021.02.003	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 Yotsukura M, Asamura H, Motoi N, Kashima J, Yoshida Y, Nakagawa K, Shiraishi K, Kohno T, Yatabe Y, Watanabe SI.	4. 巻 16
2. 論文標題 Long-term prognosis of patients with resected adenocarcinoma in situ and minimally invasive adenocarcinoma of the lung.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Thorac Oncol	6. 最初と最後の頁 1312-1320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtho.2021.04.007	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 Shirasawa M, Yoshida T, Shimoda Y, Takayanagi D, Shiraishi K, Kubo T, Mitani S, Matsumoto Y, Masuda K, Shinno Y, Okuma Y, Goto Y, Horinouchi H, Ichikawa H, Kohno T, Yamamoto N, Matsumoto S, Goto K, Watanabe SI, Ohe Y, Motoi N.	4. 巻 16
2. 論文標題 Differential Immune-Related Microenvironment Determines Programmed Cell Death Protein-1/Programmed Death-Ligand 1 Blockade Efficacy in Patients With Advanced NSCLC	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Thorac Oncol	6. 最初と最後の頁 2078-2090
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-98527-2	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 Ishioka K, Yasuda H, ..., Kohno T, et al.	4. 巻 81
2. 論文標題 Upregulation of FGF9 in Lung Adenocarcinoma Transdifferentiation to Small Cell Lung Cancer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cancer Res	6. 最初と最後の頁 3916-3929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1158/0008-5472.CAN-20-4048	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 Schmid S, Jiang M, Brown MC, Fares A, Garcia M, Soriano J, Dong M, Thomas S, Kohno T, et al.	4. 巻 31
2. 論文標題 Accounting for EGFR mutations in epidemiological analyses of non-small cell lung cancers: Examples based on the International Lung Cancer Consortium data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cancer Epidemiol Biomarkers Prev	6. 最初と最後の頁 679-687
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1158/1055-9965.EPI-21-0747	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 Arakawa A, Ichikawa H, Kubo T, ..., Kohno T*, Ogawa C*.	4. 巻 384
2. 論文標題 Vaginal Transmission of Cancer from Mothers with Cervical Cancer to Infants.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 N Engl J Med	6. 最初と最後の頁 42-50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1056/NEJMoa2030391	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 Hamada K, Tian Y, Fujimoto M, Takahashi Y, Kohno T, Tsuta K, Watanabe SI, Yoshida T, Asamura H, Kanai Y, Arai E.	4. 巻 42
2. 論文標題 DNA hypermethylation of the ZNF132 gene participates in the clinicopathological aggressiveness of 'pan-negative'-type lung adenocarcinomas.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Carcinogenesis	6. 最初と最後の頁 169-179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/carcin/bgaa115	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 Sakamoto Y, Xu L, Seki M, Yokoyama TT, Kasahara M, Kashima Y, Ohashi A, Shimada Y, Motoi N, Tsuchihara K, Kobayashi SS, Kohno T, Shiraishi Y, Suzuki A, Suzuki Y*	4. 巻 30
2. 論文標題 Long-read sequencing for non-small-cell lung cancer genomes.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Genome Res	6. 最初と最後の頁 1243-1257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/gr.261941.120	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 Mochizuki Akifumi, Shiraishi Kouya, Honda Takayuki, Higashiyama Ryoko Inaba, Sunami Kuniko, Matsuda Maiko, Shimada Yoko, Miyazaki Yasunari, Yoshida Yukihiro, Watanabe Shun-Ichi, Yatabe Yasushi, Hamamoto Ryuji, Kohno Takashi	4. 巻 in press
2. 論文標題 Passive Smoking?Induced Mutagenesis as a Promoter of Lung Carcinogenesis	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Thoracic Oncology	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtho.2024.02.006	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 Haga Y, Sakamoto Y, Kajiya K, ... Suzuki Y, Noguchi M, Kohno T, Suzuki A	4. 巻 14
2. 論文標題 Whole-genome sequencing reveals the molecular implications of the stepwise progression of lung adenocarcinoma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 8375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-43732-y	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 Higashiyama Masahiro, Motoi Noriko, Yotsukura Masaya, Yoshida Yukihiro, Nakagawa Kazuo, Yagishita Shigehiro, Shirasawa Masayuki, Yoshida Tatsuya, Shiraishi Kouya, Kohno Takashi, Ohe Yuichiro, Watanabe Shun ichi	4. 巻 73
2. 論文標題 Clinicopathological characteristics and molecular analysis of lung cancer associated with ciliated muconodular papillary tumor/bronchiolar adenoma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Pathology International	6. 最初と最後の頁 188 ~ 197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pin.13316	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11件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 鈴木絢子、坂本祥駿、鈴木穰
2. 発表標題 ロングリード全ゲノムシーケンシングとフェーズ情報解析による肺がんゲノム変異パターンの解明
3. 学会等名 第81回日本肺癌学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kohno T
2. 発表標題 Whole genome sequencing-based precision cancer medicine in Japan
3. 学会等名 第20回日本臨床腫瘍学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木絢子
2. 発表標題 長鎖シーケンス技術を用いた非小細胞肺癌オミクス解析
3. 学会等名 令和4年度国際がん研究シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河野隆志
2. 発表標題 非喫煙者肺がん・喫煙者肺がんの病因とゲノム解析
3. 学会等名 第116回日本肺癌学会 関西支部学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河野隆志
2. 発表標題 肺がん遺伝子、わかったこと、わからないこと
3. 学会等名 第62回日本肺癌学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木絢子
2. 発表標題 ロングリードシーケンス技術を駆使した早期および進行肺がんの比較全ゲノム解析
3. 学会等名 第62回日本肺癌学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Kohno, Kouya Shiraishi, Takashi Nakaoku
2. 発表標題 Molecular Epidemiology of Asian Lung Cancer
3. 学会等名 IASLC 2020 WCLC World Conference on Lung Cancer（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Takashi Nakaoku, Junya Tabata, Mitsugu Araki, Yasushi Okuno, Takashi Kohno
2. 発表標題 Targeting RET-VUS in precision oncology using molecular dynamics simulation
3. 学会等名 第79回日本癌学会学術総会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Junya Tabata, Takashi Nakaoku, Takashi Kohno
2. 発表標題 The Landscape of oncogenic function of RET tyrosine kinase
3. 学会等名 第79回日本癌学会学術総会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Kohno T
2. 発表標題 Lung cancer medicine and prevention utilizing germline information
3. 学会等名 第82回日本癌学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nakaoku T, Maruyama K, Nukaga S, Kohno T
2. 発表標題 Drug susceptibility model for RET resistance mutations through combined in vitro and in silico analyses
3. 学会等名 第82回日本癌学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 RETキナーゼ阻害剤によるがん治療の有効性を判定する方法	発明者 河野隆志、中奥敬史	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-89905	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

https://www.ncc.go.jp/jp/ri/division/genome_biology/project/010/20170906193233.html https://www.ncc.go.jp/jp/ri/division/genome_biology/project/020/20190125.html
--

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	鈴木 絢子 (Suzuki Ayako) (00770348)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授 (12601)	

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