

令和 3 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2020

課題番号：19K22246

研究課題名（和文）ナノポアシーケンスを用いたRNA修飾の1分子解析技術の開発

研究課題名（英文）Nanopore sequencing of RNA modifications

研究代表者

鈴木 勉（SUZUKI, Tsutomu）

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授

研究者番号：20292782

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：RNA修飾を迅速かつ簡便にマッピングする技術の確立は今後のエピトランスクリプトミクス研究に欠かせない基盤技術である。本研究では、ナノポアシーケンサーを用い、RNAに含まれる様々な修飾を検出する技術の確立を目指している。大腸菌から精製した全44種類のtRNAのナノポアシーケンスを行い、個々の電流値のデータを畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に深層学習させた。テストデータを用い、精度の検証を行ったところ、全44種類のtRNAを平均で98%を超える高い精度で分類することに成功した。また、たった一か所のtRNA修飾の有無を判定することにも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、エピトランスクリプトミクス研究の基盤技術を提供し、RNA修飾が担う機能と、普遍的な生命現象との関わりを明らかにすることで、学術的に貢献するだけでなく、将来的なエピトランスクリプトミクス創薬や食料問題など、様々な経済的価値の創出に大きく貢献することが期待される。特に本技術は、がんや生活習慣病などの疾患で変動するRNA修飾を、微量な試料を用いて、迅速にかつ正確に解析することが可能になるため、有用なバイオマーカーが存在しない疾患領域においても、新しい診断法を提供できる可能性があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：For expanding world of epitranscriptomics, it is necessary to establish an innovative technology to profile and analyze cellular tRNAs with their modification status. Nanopore-based sequencing is a unique method capable of directly analyzing RNA molecules without cDNA conversion. We aim to establish a practical method for classifying cellular tRNAs with their modification status using the ONT's nanopore sequencer. We isolated all 44 species of E. coli tRNAs and nanopore-sequenced each of them individually. All tRNA datasets were used for deep learning using a convolutional neural network (CNN). After examining various learning models and increasing the number of epochs, we succeeded in raising the classification accuracy to a practical level (>98% on average). In addition, we successfully discriminated tRNAs with or without single modification with high accuracy, demonstrating that the nanopore clearly recognizes the change in ion current signal caused by a single RNA modification.

研究分野：分子生物学

キーワード：RNA修飾 tRNA エピトランスクリプトミクス ナノポアシーケンス

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

RNA 修飾は RNA の構造と機能に付加価値を与えることで、転写後における遺伝子発現調節に大きな影響を持つことが明らかになりつつある。これまでに約 150 種類の RNA 修飾が、様々な生物種から見つかった。真核生物の mRNA や non-coding RNA には、5' 末端のキャップ構造が知られてきたが、近年の次世代シーケンサー解析(NGS)を用いたトランスクリプトームの網羅的な解析によって、イノシン(I)や<sup>N6</sup>メチルアデノシン(m<sup>6</sup>A)をはじめとする様々な修飾が見つかり、最近では RNA 修飾の研究をエピトランスクリプトミクスと呼び、転写後段階における新しい遺伝子発現制御機構として、生命科学に大きな潮流を生み出している。

特に tRNA は最も複雑に修飾された RNA 分子であり、これまでに見つかった約 150 種類の RNA 修飾のうち、約 8 割が tRNA から発見されたものである。近年、様々なヒト tRNA 修飾遺伝子の変異やそれに伴う修飾率の低下が疾患の原因となることが明らかとなりつつある。あらゆる組織にコピキタスに存在する tRNA の修飾が欠損すると、なぜ特徴的な症状が生じるかについては多くの議論があるものよく理解されていないのが現状である。tRNA 修飾病の発症機構を解明するには、個々の tRNA において修飾の種類と位置をマッピングする必要がある。

### 2. 研究の目的

RNA 修飾の機能を正しく理解するためには、個々の RNA の分子のどの位置にどのような RNA 修飾が存在するか、を精確かつ迅速にマッピングすることが不可欠である。高感度質量分析法(RNA-MS)によるマッピングは高精度の計測が可能ではあるものの、対応の RNA 分子を単離精製する必要があり、多検体を同時にマッピングしたり、ルーティンでの計測は困難を極める。また、現状で用いられている NGS をベースとした手法は、いずれも RNA を cDNA に変換してシーケンスするため、煩雑な作業を必要とし、偽陽性があり再現性が低いなど、種々の問題が内在している。また、ほとんどの RNA 修飾の情報は cDNA 化の過程で消去されるという根本的な問題がある。

NGS の中で、唯一ナノポアシーケンサーのみが、RNA を直接解析することが可能な 1 分子シーケンサーである。ナノポアシーケンサーは、膜タンパク質で作られたナノポアを通過する一本鎖 DNA や RNA の電流値 (ion current signal) を測定することで直接配列解析が可能な 1 分子シーケンサーである。RNA 鎖の修飾塩基がナノポアを通過する際に、未修飾塩基とは異なる特徴的な電流値を示すことが知られている。

本研究において、私たちはオックスフォードナノポアテクノロジー(ONT)社が提供するナノポアシーケンサーを用い、細胞から抽出した超微量な RNA に含まれる RNA 修飾の種類と位置を特定する技術の開発に挑む。本取り組みは、従来の研究手法を根本的に変革しうる画期的かつ実用的な技術開発である。

### 3. 研究の方法

tRNA は最も高度に修飾された RNA 分子であり、ナノポアシーケンサー専用の base caller が個々の RNA 修飾に対応できないために、tRNA の同定精度が低いという問題がある。そこで本研究では、細胞から抽出した全 tRNA を未分画のままナノポアシーケンスし、個々の tRNA が通過した際に生じる特徴的な電流波形のパターンから、その配列を読むことなく 1 分子ごとに tRNA 種を特定するアルゴリズムの開発を目指している。はじめに、ナノポアシーケンサーで tRNA を解析するためのアダプターをデザインした。複数のアダプターを設計し、連結効率やアダプター部分の帰属のしやすさなどから最適なものを選択した。大腸菌から単離精製した全 44 種類の tRNA を用いて、ナノポアシーケンスにより個別の tRNA の電流値を大量に取得した。このデータセットを畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に深層学習させることで、全 tRNA 種を分類するためのアルゴリズム(分類器)を構築した。テストデータを用いた精度検証を繰り返すことで分類器の精度を極限まで高めた。また、個々の tRNA 修飾を検出するためのアルゴリズム(検出器)に関しては、野生株と tRNA 修飾酵素欠損株から同じ tRNA 分子を単離精製し、ナノポアシーケンスしたデータを CNN で深層学習することで tRNA 修飾の検出器を開発した。

### 4. 研究成果

当研究室で開発された往復循環クロマトグラフィーを用いて、大腸菌から全 44 種類の tRNA を高度に精製し、RNA-MS を用いて精製度を確認した。次に tRNA 用に特別にデザインしたアダプターを連結し、ナノポアシーケンスを行い、個々の tRNA 分子の電流値を大量に取得した。この全 44 種類のデータを用い、CNN に深層学習させた。様々な学習モデルを検討し、エポック数を上げたところ、分類の精度を実用的なレベルまで引き上げることに成功した。テストデータを用い、精度の検証を行ったところ、全 44 種類の tRNA を平均で 98%を超える高い精度で分類することに成功した。次に、様々な条件で培養した大腸菌から未分画 tRNA を調製し、ナノポアシーケンスした電流値データを、tRNA 分類器で解析した。実際に、各 tRNA の存在比を計測することに成功し、培養条件によって tRNA の発現量が大きく変動する様子も観測された。イルミナの NGS シーケンスによって得られたリード数との比較から、tRNA 分類器の精度を検証し、ナノポア特有なバイアスなどについても補正することに成功した。さらに、tRNA 修飾の有無を判定する tRNA 修飾検出器を作成するために、tRNA 修飾遺伝子の破壊株から精製した tRNA と野生株から単離した tRNA をそれぞれナノポアシーケンスし、CNN に深層学習させたところ、たった一か所の修飾の有無を判定することに成功した。以上の研究成果は、ナノポアが tRNA の修飾状態も含めた解析に適していることを示しており、今後はヒトの細胞から抽出した tRNA の分類と tRNA 修

飾の検出に向けた技術開発を目指していきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 8件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Ishiguro Kensuke, Arai Taiga, Suzuki Tsutomu	4. 巻 47
2. 論文標題 Depletion of S-adenosylmethionine impacts on ribosome biogenesis through hypomodification of a single rRNA methylation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 4226 ~ 4239
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/nar/gkz111	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 Hayashi Sachiko, Mori Shunsuke, Suzuki Takeo, Suzuki Tsutomu, Yoshihisa Tohru	4. 巻 47
2. 論文標題 Impact of intron removal from tRNA genes on <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 5936 ~ 5949
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/nar/gkz270	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 Sakai Yusuke, Kimura Satoshi, Suzuki Tsutomu	4. 巻 10
2. 論文標題 Dual pathways of tRNA hydroxylation ensure efficient translation by expanding decoding capability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2858
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-019-10750-8	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 Shinoda Saori, Kitagawa Sho, Nakagawa Shinichi, Wei Fan-Yan, Tomizawa Kazuhito, Araki Kimi, Araki Masatake, Suzuki Takeo, Suzuki Tsutomu	4. 巻 47
2. 論文標題 Mammalian NSUN2 introduces 5-methylcytidines into mitochondrial tRNAs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 8734 ~ 8745
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/nar/gkz575	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 Hirata Akira, Suzuki Takeo, Nagano Tomoko, Fujii Daishiro, Okamoto Mizuki, Sora Manaka, Lowe Todd M., Kanai Tamotsu, Atomi Haruyuki, Suzuki Tsutomu, Horii Hiroyuki	4. 巻 201
2. 論文標題 Distinct Modified Nucleosides in tRNATrp from the Hyperthermophilic Archaeon Thermococcus kodakarensis and Requirement of tRNA m2G10/m22G10 Methyltransferase (Archaeal Trm11) for Survival at High Temperatures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 e00448-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00448-19	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 Takakura Mayuko, Ishiguro Kensuke, Akichika Shinichiro, Miyauchi Kenjyo, Suzuki Tsutomu	4. 巻 10
2. 論文標題 Biogenesis and functions of aminocarboxypropyluridine in tRNA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-13525-3	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 Nagao Takemasa, Shintani Yasunori, Hayashi Takaharu, Kioka Hidetaka, Kato Hisakazu, Nishida Yuya, Yamazaki Satoru, Tsukamoto Osamu, Yashirogi Shohei, Yazawa Issei, Asano Yoshihiro, Shinzawa Itoh Kyoko, Imamura Hiromi, Suzuki Takeo, Suzuki Tsutomu, Goto Yu ichi, Takashima Seiji	4. 巻 34
2. 論文標題 Higd1a improves respiratory function in the models of mitochondrial disorder	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The FASEB Journal	6. 最初と最後の頁 1859 ~ 1871
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.201800389R	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 Hojo Hiroaki, Yashiro Yuka, Noda Yuta, Ogami Koichi, Yamagishi Ryota, Okada Shunpei, Hoshino Shin-ichi, Suzuki Tsutomu	4. 巻 295
2. 論文標題 The RNA-binding protein QKI-7 recruits the poly(A) polymerase GLD-2 for 3' adenylation and selective stabilization of microRNA-122	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 390 ~ 402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.011617	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 Shigi Naoki, Horitani Masaki, Miyauchi Kenjyo, Suzuki Tsutomu, Kuroki Misao	4. 巻 26
2. 論文標題 An ancient type of MnmA protein is an iron/sulfur cluster-dependent sulfurtransferase for tRNA anticodons	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RNA	6. 最初と最後の頁 240 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1261/rna.072066.119	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 Abe Taisho, Nagai Riku, Shimazaki Shunta, Kondo Shunta, Nishimura Satoshi, Sakaguchi Yuriko, Suzuki Tsutomu, Imataka Hiroaki, Tomita Kozo, Takeuchi-Tomita Nono	4. 巻 167
2. 論文標題 In vitro yeast reconstituted translation system reveals function of eIF5A for synthesis of long polypeptide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 451 ~ 462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvaa022	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 Zhang Chuqiao, Yashiro Yuka, Sakaguchi Yuriko, Suzuki Tsutomu, Tomita Kozo	4. 巻 48
2. 論文標題 Substrate specificities of Escherichia coli Itat that acetylates aminoacyl-tRNAs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 7532-7544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gkaa487	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 Rossello-Tortella Margalida, Llinas-Arias Pere, Sakaguchi Yuriko, Miyauchi Kenjyo, Davalos Veronica, Setien Fernando, Calleja-Cervantes Maria E., Pineyro David, Martinez-Gomez Jesus, Guil Sonia, Joshi Ricky, Villanueva Alberto, Suzuki Tsutomu, Esteller Manel	4. 巻 117
2. 論文標題 Epigenetic loss of the transfer RNA-modifying enzyme TYW2 induces ribosome frameshifts in colon cancer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 20785 ~ 20793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2003358117	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 Takeo, Yashiro Yuka, Kikuchi Ittoku, Ishigami Yuma, Saito Hironori, Matsuzawa Ikuya, Okada Shunpei, Mito Mari, Iwasaki Shintaro, Ma Ding, Zhao Xuwei, Asano Kana, Lin Huan, Kirino Yohei, Sakaguchi Yuriko, Suzuki Tsutomu	4. 巻 11
2. 論文標題 Complete chemical structures of human mitochondrial tRNAs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-18068-6	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 該当する

1. 著者名 Kurimoto Ryota, Chiba Tomoki, Ito Yoshiaki, Matsushima Takahide, Yano Yuki, Miyata Kohei, Yashiro Yuka, Suzuki Tsutomu, Tomita Kozo, Asahara Hiroshi	4. 巻 39
2. 論文標題 The tRNA pseudouridine synthase TruB1 regulates the maturation of let 7 miRNA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The EMBO Journal	6. 最初と最後の頁 e104708
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15252/embj.2020104708	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 Yashiro Yuka, Sakaguchi Yuriko, Suzuki Tsutomu, Tomita Kozo	4. 巻 11
2. 論文標題 Mechanism of aminoacyl-tRNA acetylation by an aminoacyl-tRNA acetyltransferase AtaT from enterohemorrhagic E. coli	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19281-z	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 Ishigami Yuma, Suzuki Tsutomu, Suzuki Takeo	4. 巻 2192
2. 論文標題 Mass Spectrometric Analysis of Mitochondrial RNA Modifications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 89 ~ 101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-0834-0_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 Ogawa Akiko, Nagiri Chisae, Shihoya Wataru, Inoue Asuka, Kawakami Kouki, Hiratsuka Suzune, Aoki Junken, Ito Yasuhiro, Suzuki Takeo, Suzuki Tsutomu, Inoue Toshihiro, Nureki Osamu, Tanihara Hidenobu, Tomizawa Kazuhito, Wei Fan-Yan	4. 巻 81
2. 論文標題 N6-methyladenosine (m6A) is an endogenous A3 adenosine receptor ligand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Cell	6. 最初と最後の頁 659 ~ 674.e7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molcel.2020.12.038	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 Nagayoshi Y., Chujo T., Hirata S., Nakatsuka H., Chen C.-W., Takakura M., Miyuchi K., Ikeuchi Y., Carlyle B. C., Kitchen R. R., Suzuki T., Katsuoka F., Yamamoto M., Goto Y., Tanaka M., Natsume K., Nairn A. C., Suzuki T., Tomizawa K., Wei F.-Y.	4. 巻 7
2. 論文標題 Loss of Ftsj1 perturbs codon-specific translation efficiency in the brain and is associated with X-linked intellectual disability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eabf3072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abf3072	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 Suzuki Tsutomu	4. 巻 22
2. 論文標題 The expanding world of tRNA modifications and their disease relevance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Reviews Molecular Cell Biology	6. 最初と最後の頁 375 ~ 392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41580-021-00342-0	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 Ishigami Yuma, Ohira Takayuki, Isokawa Yui, Suzuki Yutaka, Suzuki Tsutomu	4. 巻 12
2. 論文標題 A single m6A modification in U6 snRNA diversifies exon sequence at the 5' splice site	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-23457-6	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 Suzuki Tsutomu, Nagao Asuteka	4. 巻 2
2. 論文標題 Genetic Code and Its Variations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Encyclopedia of Life Sciences (eLS)	6. 最初と最後の頁 147 ~ 157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/9780470015902.a0029263	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13件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 RNA modification, a chemical diversity for biological function
3. 学会等名 CSRSセミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 勉
2. 発表標題 Epitranscriptome regulation by RNA modification in health and disease
3. 学会等名 慶應義塾大学先端生命科学研究所セミナー「概念構築」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 Metabolic and chemical regulation of tRNA modification under physiological and pathological conditions
3. 学会等名 RNA2019 (The 24th Annual Meeting of the RNA Society) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 Metabolic and chemical regulation of tRNA modification under physiological and pathological conditions
3. 学会等名 Polish-Japanese RNA Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 CAPAM, a cap-specific m6A writer associated with RNA polymerase II
3. 学会等名 2nd Symposium on Nucleic Acid Modifications RNA modifications: Form, function and mechanism (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 Metabolic and chemical regulation of tRNA modification under physiological and pathological conditions
3. 学会等名 STORM Therapeutics Conference - RNA epigenetics in human disease (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 RNA modification, a chemical diversity for biological function
3. 学会等名 RiboClub2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 RNA modification, a structural component and a functional regulator for protein synthesis
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会ワークショップ「翻訳装置の個別化獲得による生命機能制御」(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 勉
2. 発表標題 RNA修飾によるエピトランスクリプトーム制御と疾患
3. 学会等名 ゲノム創薬フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mayuko Takakura, Kensuke Ishiguro, Shinichiro Akichika, Kenjyo Miyauchi, Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 Biogenesis and functions of aminocarboxypropyluridine in tRNA
3. 学会等名 RNA2020 (The 25th Annual Meeting of the RNA Society)(国際学会)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 Landscape of tRNA modifications in human (ヒトtRNA修飾の全体像の解明)
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会(招待講演)(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 津村 健斗、 穉近 慎一郎、 石神 宥真、 鈴木 勉
2. 発表標題 mRNA医薬品の高機能化を志向した最適なRNA修飾の探索
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 Tsutomu Suzuki
2. 発表標題 RNA Modifications in Health and Disease
3. 学会等名 EXPERIMENTAL BIOLOGY 2021 RNA modifications and disease Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 RNA修飾と生命現象	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本生化学会	5. 総ページ数 16
3. 書名 生化学	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 Simple detection method for RNA modification, and method for detecting type-II diabetes using said detection method	発明者 Tomizawa, Wei, Suzuki, Suzuki	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、10526654	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

Suzuki Lab  
<http://rna.chem.t.u-tokyo.ac.jp/en/index.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
--	---------------------------	-----------------------	----

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