

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11187

研究課題名（和文）小規模臨床試験のための統計手法の開発と実践に関する研究

研究課題名（英文）Development and application of statistical methods for small clinical trials

研究代表者

五所 正彦（Gosho, Masahiko）

筑波大学・医学医療系・教授

研究者番号：70701019

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、必要十分なデータ集積が困難な小規模臨床試験やイベント数が少ないデータベースに適用するための統計手法の開発および実用化を目的として、4年間研究に取り組んだ。具体的には、小標本やレアイベントによって生じる推定のバイアスや検定の楽観性を補正するための統計手法に関する研究、医薬品副作用データベースに対してイベント数が少ないシグナル検出に関する研究を行った。研究成果として、査読付き国際雑誌に19報の学術論文を発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

治療法が確立されていない希少疾患や小児分野の臨床試験では、必要十分な数の被験者の集積が極めて難しいため、試験規模は必然的に小さくなる。本研究では、データが十分に集積できない状況の中で、より正確で効率的な統計手法を開発し、実データに応用することでその実用性を確認した。本研究で挙げた成果は、データ集積が困難な臨床試験や臨床研究並びに医学系データベース研究全般に適用可能であるため、統計科学にとどまらず、医学の発展に大きく寄与するものである。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop and apply statistical methods to small clinical trials and databases with a small number of events, for which it is difficult to accumulate sufficient data. During the four-year study period, we proposed statistical methods to correct for bias and test size caused by small samples and rare events. We also studied on statistical analysis for detecting signals with small number of events in adverse drug report databases. We published 19 papers in peer-reviewed international journals based on our study results.

研究分野：生物統計学

キーワード：小標本バイアス スパースデータバイアス ロバスト分散 データ欠測 シグナル検出

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

疾病の治療法や予防法を確立するためには臨床試験が不可欠である。たとえば、高血圧症、高コレステロール血症、2型糖尿病といった罹患患者が多い疾患を対象とした臨床試験では、相対的に多くの被験者集積が可能である。しかし、いまだ治療法が確立されていない希少疾患や小児分野の臨床試験では、必要十分な数の被験者の集積が極めて難しいため、試験規模(サンプルサイズ)は必然的に小さくなる。一方で、このように十分な精度が得られにくい状況であっても、研究仮説に対して何かしらの回答を与える必要がある。欧州医薬品庁 European Medicines Agency (2006) は、小規模臨床試験に関するガイドラインを公布し、試験デザインやデータ解析に関する統計的提言を与えた。また、Kianifard and Islam (2011) は、小規模臨床試験のデザインと解析に対するガイドを与えたが、具体的な統計手法に関してほとんど触れておらず、欧州医薬品庁ガイドラインの内容を超えるものではなかった。

同ガイドラインでは、小規模ながらも精度を向上させるために、データの繰り返し測定の実用性に言及したこともあり、小規模臨床試験は通常、経時測定型の臨床試験となる。具体的には、試験実施計画書で定めた時点で対象者からデータを収集するが、対象者の途中脱落等により、データの一部が欠測となる。データの欠測により、データ数が減るために統計的推測や結果の解釈が難しくなる。具体的には、データ欠測は、治療効果に対するバイアスや推定効率の低下、さらに検定サイズの増大や検出力の低下につながる。つまり、小規模臨床試験のデータ解析では、小標本問題に加え、データ欠測の問題を意識する必要があるが、この問題を同時に取り扱い、バイアスや効率等の観点から、より優れた統計手法の開発が求められる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、小規模臨床試験やイベント数が少ないデータ解析のための統計手法を開発し、その手法を実用化することである。具体的には以下の3つの課題に取り組んだ。

- (1) 欠測値を伴う経時測定データ解析のための統計手法の開発
- (2) 生存時間や二値アウトカムで生じるレアイベントデータに対する統計手法の開発
- (3) イベントが少ないシグナル検出のための統計手法の開発

また、開発した統計手法を実データに適用し、その有用性を確認すること、開発した統計手法を実装するためのパッケージを提供することも目的である。

### 3. 研究の方法

3つの課題に対する研究方法の概要を以下に示す。詳細は4で述べる。

- (1) 欠測値を伴う経時測定データ解析のための統計手法の開発
  - Bartlett 補正法およびブートストラップ法の利用
  - 不等分散問題への対処法の提案
  - 小標本バイアス補正ロバスト分散の適正使用法の提言
  - 欠測パターンの違いを考慮したパターン混合モデルの提案
- (2) 生存時間や二値アウトカムで生じるレアイベントに対する統計手法の開発
  - 小標本問題に対処した加速モデルに基づく仮説検定の提案
  - オッズ比推定量のバイアス補正法の使い分けに関する提言
- (3) イベントが少ないシグナル検出のための統計手法の開発

類薬情報を利用した早期シグナル検出法の提案  
薬物相互作用に対するシグナル検出法の実用性の検討

4. 研究成果

3つの課題に対する研究成果を以下に示す。

(1) 欠測値を伴う経時測定データ解析のための統計手法の開発

欠測値を伴う経時測定データ解析で汎用される mixed-effects model for repeated measures (MMRM)法の枠組みで、小標本問題に対処するために Bartlett 補正法およびブートストラップ法を適用した新たな推測法を開発した。

欠測値のある経時測定データの分散が治療群間で異なるときに妥当な統計手法を開発し、2つの手法を査読付き国際雑誌に発表した。第1は治療群間で異なる共分散構造を仮定し、小標本バイアス補正ロバスト分散推定量を適用する方法である。第2は、治療群間で異なる多重代入モデルを用いて欠測値を補完したデータセットを作成し、それに対して不等分散を仮定した統計モデルを当てはめるアプローチである。

経時測定データに線形混合効果モデルを適用する場合、標準誤差の推定にロバスト分散推定量を使用することがある。しかし、ロバスト分散推定量は小標本下でバイアスをもつ。本課題では、過去に提案した Gosho の方法 (Gosho et al., 2014) を含め、数値実験を通じて、複数の小標本ロバスト分散推定量の性能を比較し、一般的に Mancl の方法 (Mancl and DeRouen, 2001) が優れていることを示した。

欠測を有する経時測定データでは、治療群間で欠測パターンが異なることがある。このようなデータを解析するための方法として、時点変数をカテゴリとした新しいパターン混合モデルを提案した。数値実験を通じて、小標本下での提案手法の性能の良さを確認した。

以上の課題に対して、査読付き国際学術雑誌に7報の論文を発表した。欠測のある小標本の経時測定データを解析するための手法を多く提案し、この分野での発展に大きく寄与したものと考えられる。サンプルサイズが小さいだけでなく、欠測値がある場合、治療群間で分散が異なる場合、治療群間で欠測のパターンが異なる場合、平均パラメータと分散パラメータが直交しない場合、といった実際のデータ解析で直面する種々の課題に対して、具体的な対処法を学術論文や統計解析パッケージとして提供した。

(2) 生存時間変数と二値変数の統計手法

生存時間解析で汎用される加速モデルに対して、小標本であっても頑健な仮説検定を提案した。具体的には、Bartlett 補正法およびノンパラメトリックブートストラップ法を適用した新たな検定法を開発し、提案法は既存法よりも優れていることを示した。その成果を学術論文として発表した。

二値アウトカムのデータ解析では、ロジスティック回帰モデルを利用することが多いが、アウトカムと特定の因子水準のデータが少ない場合、オッズ比の推定値にバイアスが生じる。本課題では、複数のバイアス補正法 (Firth 法, 正確な推測, ベイズ流の方法) の性能を吟味し、イベントが少ない場合にはベイズ流の方法を利用することが良いことを示した。本成果は学術論文として発表した。現在、より優れた方法の開発を進めており、論文投稿準備中である。

### (3) レアイベントデータに対するシグナル検出法

医薬品の副作用情報はデータベース化され、一般に公開されている。このデータベースの解析を通じて、早期に未知の副作用（シグナル）を検出することが求められるが、報告数の少ない副作用を早期に検出することは容易ではない。本課題では、副作用の検出感度の上昇を図るために、評価対象となる薬剤と似た作用機序を有する類薬の情報を活用した新しいベイズ流の方法を提案した。

副作用データベースの解析では、複数の薬剤を同時に服用することで生じる薬物相互作用を評価することがある。本課題では、報告数の少ない薬物相互作用を早期に検出するための新しいシグナル検出法を開発した。数値実験により、提案法の性能を既存法と比較した。また、過去に開発したシグナル検出法(Gosho et al. 2017)を実際の副作用データベースに適用し、生活習慣病の薬物相互作用の検出を試みることで、実用性を確認した。現在、より優れた方法の開発を進めており、論文投稿準備中である。

課題(3)に対して、査読付き国際学術雑誌に5報の論文を発表した。副作用データベース研究で使用されるシグナル検出法やそのための解析パッケージの提供にとどまらず、実践研究も継続的に行っており、本研究領域で体系的な成果を挙げることができた。

本研究では、小標本ならびにレアイベントに対する統計手法を開発し、その実用性を検討した。本研究で挙げた成果は、データ集積が困難な臨床試験だけに限らず、データ数やイベント数が少ない臨床研究や観察研究、医療系データベース研究といった広い範囲に応用可能である。本研究の成果は、統計科学のみならず、医学、薬学、健康科学の発展に大きく寄与するものである。

本研究成果以外の引用文献：

- [1] European Medicines Agency (2006). Guideline on Clinical Trials in Small Populations.
- [2] Kianifard F, Islam MZ (2011). A guide to the design and analysis of small clinical studies. *Pharmaceutical Statistics* 10, 363–368.
- [3] Gosho M, Sato Y, Takeuchi H (2014). Robust covariance estimator for small-sample adjustment in the generalized estimating equations: A simulation study. *Science Journal of Applied Mathematics and Statistics* 2, 20–25.
- [4] Mancl LA, DeRouen TA (2001). A covariance estimator for GEE with improved small sample properties. *Biometrics* 57, 126–134.
- [5] Gosho M, Maruo K, Tada K, Hirakawa A (2017). Utilization of chi-square statistics for screening adverse drug-drug interactions in spontaneous reporting systems. *European Journal of Clinical Pharmacology* 73, 779–86.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Ishii Ryota, Maruo Kazushi, Noma Hisashi, Gosho Masahiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Statistical Inference Based on Accelerated Failure Time Models Under Model Misspecification and Small Samples	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Statistics in Biopharmaceutical Research	6. 最初と最後の頁 384 ~ 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19466315.2020.1752297	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 Shimura Masashi, Nomura Shogo, Wakabayashi Masashi, Maruo Kazushi, Gosho Masahiko	4. 巻 3
2. 論文標題 Assessment of Hazard Ratios in Oncology Clinical Trials Terminated Early for Superiority	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JAMA Network Open	6. 最初と最後の頁 e208633 ~ e208633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1001/jamanetworkopen.2020.8633	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 Tada Keisuke, Maruo Kazushi, Isogawa Naoki, Yamaguchi Yusuke, Gosho Masahiko	4. 巻 76
2. 論文標題 Borrowing external information to improve Bayesian confidence propagation neural network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Clinical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 1311 ~ 1319
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00228-020-02909-w	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 Noma Hisashi, Gosho Masahiko, Ishii Ryota, Oba Koji, Furukawa Toshi A.	4. 巻 11
2. 論文標題 Outlier detection and influence diagnostics in network meta analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Research Synthesis Methods	6. 最初と最後の頁 891 ~ 902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jrsm.1455	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 Gosho Masahiko, Maruo Kazushi	4. 巻 20
2. 論文標題 An application of the mixed effects model and pattern mixture model to treatment groups with differential missingness suspected not missing at random	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pharmaceutical Statistics	6. 最初と最後の頁 93 ~ 108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pst.2058	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 Gosho Masahiko, Noma Hisashi, Maruo Kazushi	4. 巻 89
2. 論文標題 Practical Review and Comparison of Modified Covariance Estimators for Linear Mixed Models in Small sample Longitudinal Studies with Missing Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Statistical Review	6. 最初と最後の頁 550 ~ 572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/insr.12447	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 Maruo Kazushi, Ishii Ryota, Yamaguchi Yusuke, Doi Masaaki, Gosho Masahiko	4. 巻 39
2. 論文標題 A note on the bias of standard errors when orthogonality of mean and variance parameters is not satisfied in the mixed model for repeated measures analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Statistics in Medicine	6. 最初と最後の頁 1264 ~ 1274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sim.8474	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 Yamaguchi Yusuke, Ueno Mai, Maruo Kazushi, Gosho Masahiko	4. 巻 30
2. 論文標題 Multiple imputation for longitudinal data in the presence of heteroscedasticity between treatment groups	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biopharmaceutical Statistics	6. 最初と最後の頁 178 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10543406.2019.1632878	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 Ukyo Yoshifumi, Noma Hisashi, Maruo Kazushi, Gosho Masahiko	4. 巻 2
2. 論文標題 Improved Small Sample Inference Methods for a Mixed-Effects Model for Repeated Measures Approach in Incomplete Longitudinal Data Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Stats	6. 最初と最後の頁 174 ~ 188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/stats2020013	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 Gosho Masahiko	4. 巻 33
2. 論文標題 Rhabdomyolysis risk from the use of two-drug combination of antidiabetic drugs with antihypertensive and antidiabetic medications: a signal detection analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Fundamental & Clinical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 339 ~ 346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fcp.12435	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 Gosho Masahiko, Ohigashi Tomohiro, Maruo Kazushi	4. 巻 13
2. 論文標題 SignalDetDDI: An SAS macro for detecting adverse drug-drug interactions in spontaneous reporting systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0207487
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0207487	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 Gosho Masahiko	4. 巻 58
2. 論文標題 Risk of Hypoglycemia After Concomitant Use of Antidiabetic, Antihypertensive, and Antihyperlipidemic Medications: A Database Study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Clinical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 1324 ~ 1331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jcph.1147	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 Gosho Masahiko, Maruo Kazushi	4. 巻 17
2. 論文標題 Effect of heteroscedasticity between treatment groups on mixed-effects models for repeated measures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Pharmaceutical Statistics	6. 最初と最後の頁 578 ~ 592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pst.1872	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 Gosho Masahiko, Ohigashi Tomohiro, Nagashima Kengo, Ito Yuri, Maruo Kazushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Bias in Odds Ratios From Logistic Regression Methods With Sparse Data Sets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Epidemiology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2188/jea.JE20210089	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 Aoki Makoto, Noma Hisashi, Gosho Masahiko	4. 巻 5
2. 論文標題 Methods for detecting outlying regions and influence diagnosis in multi-regional clinical trials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biostatistics & Epidemiology	6. 最初と最後の頁 30 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/24709360.2021.1921944	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 Ohigashi Tomohiro, Maruo Kazushi, Sozu Takashi, Gosho Masahiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Using horseshoe prior for incorporating multiple historical control data in randomized controlled trials	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Statistical Methods in Medical Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/09622802221090752	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 Tada Keisuke, Goshō Masahiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Increased risk of urinary tract infection and pyelonephritis under concomitant use of sodium dependent glucose cotransporter 2 inhibitors with antidiabetic, antidiyslipidemic, and antihypertensive drugs: An observational study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Fundamental & Clinical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fcp.12792	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 Maruo Kazushi, Ishii Ryota, Yamaguchi Yusuke, Goshō Masahiko	4. 巻 13
2. 論文標題 bcmixed: An R package for median inference on longitudinal data with the Box-Cox transformation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The R Journal	6. 最初と最後の頁 253 ~ 265
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 Ishii Ryota, Maruo Kazushi, Goshō Masahiko	4. 巻 90
2. 論文標題 Effect of Covariate Omission in Randomised Controlled Trials: A Review and Simulation Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Statistical Review	6. 最初と最後の頁 100 ~ 117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/insr.12468	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12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 高橋健一, 石井亮太, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 評価変数が2値変数の場合のアダプティブシームレスデザインに対する解析方法の提案
3. 学会等名 日本統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石井亮太, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 ランダム化比較試験における非調整解析の影響
3. 学会等名 日本統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多田圭佑, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 医薬品副作用データ解析における外部情報を利用した薬物間相互作用の検出法
3. 学会等名 日本統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五所正彦
2. 発表標題 欠測データの解析のための混合効果モデル - 理論, 実践, 課題
3. 学会等名 2019年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ishii, R, Maruo, K., Goshu, M.
2. 発表標題 Nonparametric approach with small-sample adjustment in accelerated failure time model
3. 学会等名 40th Annual Conference of the International Society for Clinical Biostatistics, Leuven, Belgium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tada, K., Maruo, K., Isogawa, N., Yanaguchi, Y., Gosho, M.
2. 発表標題 Modified Bayesian Confidence Propagation Neural Network for Signal Detection Analysis
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Biopharmaceutical Statistics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 多田圭介, 丸尾和司, 五十川直樹, 五所正彦
2. 発表標題 類薬の情報を利用した Bayesian Confidence Propagation Neural Network の改良法の提案
3. 学会等名 日本計算機統計学会 第32回シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 多田圭佑, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 薬物相互作用評価のための類薬の情報を利用したシグナル検出法の提案
3. 学会等名 2021年度日本計量生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋健一, 石井亮太, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 第1段階と第2段階の評価変数が異なるアダプティブシームレスデザインのためのmid-p値に基づく解析
3. 学会等名 2021年度日本統計関連学会連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田哲, 山口祐介, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 主要評価項目が2つの試験にglobal testを用いる際の試験データに基づく重みの最適化
3. 学会等名 2021年度日本統計関連学会連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大東智洋, 丸尾和司, 五所正彦
2. 発表標題 背景因子と応答変数に対する新規・既存データの類似度を考慮した併合解析法の提案
3. 学会等名 2019年度日本統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大東智洋, 丸尾和司, 寒水孝司, 五所正彦
2. 発表標題 既存試験データを用いたhorseshoe prior に基づく二値応答の群間比較法
3. 学会等名 2021年度日本計量生物学会年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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