

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2023

課題番号：17K09125

研究課題名（和文）原爆被爆者における間接被曝の影響を明らかにするための時空間疫学研究

研究課題名（英文）Spatio-temporal epidemiological study to investigate the effects of indirect radiation exposure among atomic-bomb survivors

研究代表者

富田 哲治（Tonda, Tetsuji）

県立広島大学・地域創生学部・教授

研究者番号：60346533

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：放射線被ばくによる健康被害への影響は被ばく線量に基づき評価されている。原爆被爆者における被ばく線量は、実測ではなく被曝状況から算出した初期線量の外部被曝の推定線量である。本研究では、年齢・性別といった背景要因や被曝量が算出されている初期線量の影響では説明できない健康被害リスクから間接被曝の影響を明らかにする。そのために、原爆被爆者の被曝時所在地を位置情報として活用することで、位置毎に定量的なリスク評価が可能なデータ分析法を開発し、原爆被爆者コホートデータに適用することで、背景要因および初期線量では説明できない健康被害リスクの地域差を地図上に可視化し、間接被曝の地域集積性について分析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原爆被爆によるがん等の疾患による罹患・死亡に関するリスク評価の実態解明への寄与が本研究の社会的意義である。原爆被爆によるリスク評価は、これまで初期線量のみに基づき行われ、線量評価式による推定が難しい2次的な放射線被曝の影響に関する研究はほとんど行われてこなかった。本研究で、被曝線量を用いる代わりに被曝時所在地の情報を用いることで、直接被曝および間接被曝の影響を被曝時所在地毎に定量的に評価した。直接被曝や年齢・性別背景要因の影響では説明できない健康被害リスクの地理分布が、その形状に特定の関数形を仮定することなく推定したことで、これまでリスク評価が難しかった間接被曝の影響が明らかになった。

研究成果の概要（英文）：The effects of radiation exposure on human health are evaluated based on exposure doses. The dose to atomic-bomb survivors is not an actual measurement, but an estimate of the initial dose of external exposure calculated based on the exposure situation. In this study, we investigate the effects of indirect exposure based on health hazard risks that cannot be explained by the effects of initial doses for which exposure doses have been calculated. For this purpose, we developed a method for analyzing data that enables quantitative risk assessment for each location by utilizing the location of atomic-bomb survivors at the time of exposure as location information, and applied it to cohort data of atomic-bomb survivors to visualize on maps regional differences in health hazard risk that cannot be explained by background factors or initial doses. Using this risk map, we also analyzed the regional clustering of indirect exposure.

研究分野：応用統計学

キーワード：原爆被曝 間接被曝 リスク評価 空間統計

1. 研究開始当初の背景

放射線被曝による健康被害への影響は被曝線量に基づき評価されている。被曝線量によって生じる健康被害のリスクは、放射線医学総合研究所が早見図として公開している。例えば、放射線を扱う作業員は、個人毎に被曝線量が計測され、その上限が設けられている。一方、原爆被曝者における被曝線量は実測ではなく、被曝状況(主に被曝距離)から線量評価式(DS02)により算出された推定線量であり、評価項目は原爆炸裂時に放出された初期線量(ガンマ線と中性子線の外部被曝)のみである。原爆被曝者の被曝による影響に関しては、放射線影響研究所のコホート調査(LSS)が世界的に知られており、LSSでは直接被曝者を対象にDS02を用いて算出した初期線量に基づきリスク評価が行われている。そのため、初期線量に含まれない黒い雨(放射性物質を含む雨)・誘導放射線・内部被曝など間接的な放射線被曝に関するリスク評価は未解明な状況にあった。広島大学原爆放射線医科学研究所では、1965年から広島県内に居住しているすべての原爆被曝者に関するコホート追跡調査を行い、データベース(以下、ABS)が整備されている。LSSと違いABSでは、直接被曝者だけでなく入市被曝者などの間接被曝者も対象とされている。申請者らは、ABSを用いて被曝時所在地に関する死亡リスクの地理分布を解析し、位置毎に推定したリスクを地図上の等高線で可視化することで、間接的な放射線被曝に関するリスク評価を行うことが可能となった。しかし、死亡リスクの地理分布は直接被曝と間接被曝の影響を分離できていないのが課題であった。また、地理分布の推定の安定化(過剰適合の制御)のため縮小推定を課す必要があったため、結果的に平滑化された緩やかな地理分布として推定されていた。そのため、放射性降下物のホットスポットの影響による局所的な死亡リスクの集積性などを検出することは難しいのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究では、年齢・性別といった背景要因や被曝量が算出されている初期線量の影響では説明できない健康被害リスクから間接被曝の影響を明らかにする。そのために、原爆被曝者の被曝時所在地を位置情報として活用することで、位置毎に定量的なリスク評価が可能なデータ分析を開発し、原爆被曝者コホートデータに適用することで、背景要因および初期線量では説明できない健康被害リスクの地域差を可視化し、間接被曝の地域集積性を検討する。被曝線量が算出されている直接被曝については、Ozasa 他(2012, Radiat. Res.)のLSSに基づく解析結果や、多段階発がん仮説に基づく放射線被曝の影響の数理モデル(Ohtaki 他, 2015, Mathematical Biosciences)を参考にし、その線量反応関係を定式化する。図1の模式図に示すように、原爆被曝者を被曝線量に分かる直接被曝の影響はパラメトリックな関数形で定式化し、被曝線量不明な間接被曝は、直接被曝の影響では説明できないリスクの地理分布として推定する。ただし、その地理分布に特定の関数形は特定せずノンパラメトリックに推定する。これらを組み合わせることで、課題であった局所的な死亡リスクの集積性も検出可能な方法論の開発を行うことが本研究の目的である。

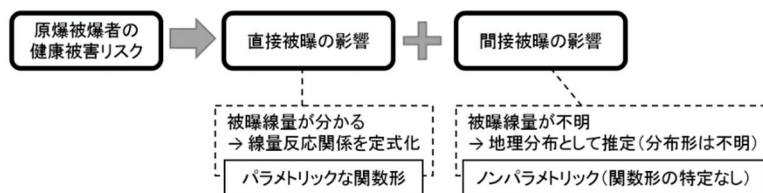


図1 原爆被曝者における被曝による健康被害への影響を明らかにするために必要な課題の模式図

3. 研究の方法

本研究を遂行するための統計理論の整備構築のフェーズでは、数学的に扱いやすい正規分布のもとで図1に示すモデル構築および推定法の開発を行い、これをベースに、原爆被曝者の健康被害リスク評価のモデルに直接利用するポアソン回帰モデルなどの離散モデルへの拡張を行う。離散分布の一つであるポアソン分布と区分的指数分布(生存時間データに用いられる分布)との関係を用いて、コックス回帰モデルなどの生存時間データの統計モデルへの拡張を行う。図1に示すパラメトリックな関数形のモデル化には、LSSに基づく解析結果(Ozasa 他, 2012, Radiat. Res.)などを参考に線量反応関係の定式化を行い、本研究で開発する分析法に組み込む。

開発した分析法を用いて原爆被曝者コホートデータの実データ分析を行うために、広島大学のABSデータから広島原爆被曝者の基本情報に加えて、被曝時の位置情報や町域情報といったGISデータを抽出する。ABSに登録されている広島原爆被曝者における解析対象のコホート集団として、1970年1月1日の時点で生存していた広島県内居住者を設定し、2011年12月31日まで経時的に追跡する。ABSで追跡可能な集団は広島県内居住者に限られるため、広島県外へ転出した被曝者については、最初の転出時点を追跡終了時点とする。これにより、解析対象の人数がある程度減少するが、健康状態の連動した異動による解析結果の偏りを抑制することができる。解析対象の基本情報として、性別、被曝時年齢、被曝時所在地(住所または座標)、遮蔽状況、

初期線量，死亡の有無(死亡の場合は死亡日と死因病名)を収集する．ABSに登録されている原爆被爆者において，近距離被爆者を除く多くの被爆者の被爆時所在地は町名やランダム名等の文字列情報である．そのため，数値座標の算出には，当時の地図資料や航空写真などを用いて復元した被爆当時の広島市の地図に基づき GIS ソフトウェアを利用して計算する．また，被爆当時の広島市の町域データが解析に必要となるため，GIS ソフトウェアを用いて町域に対応するポリゴンをまとめ，地図データの保存形式で一般的な shape ファイルを作成する．これら GIS データの管理・整備は，高精度化および範囲拡大も合わせて進めていく．

原爆被爆者コホートデータ分析においては，悪性腫瘍とそれ以外(心疾患や脳血管疾患など)で被曝影響の時間依存性が異なるため，悪性腫瘍とそれ以外に分けてデータ解析を実施する．図 1 に示す，間接被曝の影響は地理分布に具体的な関数系を仮定せずにノンパラメトリックに推定し，その推定結果を地図上に可視化することで，地域集積性等について検討する．データ分析の結果に対して，残留放射線に関する資料等を参考に，線量評価や地理学および疫学などの専門家とともにディスカッションを行い，黒い雨や誘導放射線などの 2 次的な放射線被曝による影響について検討を行う．

4. 研究成果

統計理論の整備構築の成果として，Tonda and Satoh(2017, Journal of The Japan Statistical Society)は，位置 (u, v) において時点 $t \in \{t_1, t_2, \dots, t_p\}$ で観測された経時データ $y(t|u, v)$ を次式の回帰モデルで記述し，

$$y(t|u, v) = g(u, v) + f_j(t) + \mathbf{a}'\boldsymbol{\beta}(t) + \varepsilon(t)$$

空間ベースライントレンド $g(u, v)$ と時間ベースライントレンド $f_j(t)$ を局外母数として扱うことで，これらに具体的な関数系を仮定することなく，説明変数 \mathbf{a} の変化係数 $\boldsymbol{\beta}(t)$ の推定法を開発した．また，変化係数 $\boldsymbol{\beta}(t)$ に関する曲面としての同時信頼領域や，その曲面の形状に関する統計的仮説検定法を構築した．同様な方法を森林データに応用した研究として，Kamo, Tonda and Satoh (2017, FORMATH)では，非線形関数を示す林分における単木の成長曲線に対して，林分全体の平均的な成長曲線を局外母数として扱うことで，その関数系を特定することなく，樹高や胸高直径に影響を及ぼす標高の影響を評価した．

次に，Tonda and Satoh(2017)と Kamo, Tonda and Satoh(2017)の方法をポアソン分布などの離散分布での回帰モデルへの拡張を行った．Izumi, Tonda, Kawano and Satoh(2018, International Journal of Networked and Distributed Computing)では，テキスト解析を事例に二値の経時データに対する変化係数の推定法を開発した．また，富田・佐藤・和泉(2018)では，広島と長崎の平和宣言における平和観の経時変化の都市差について，経時的な単語出現頻度に基づき分析し，その結果から広島と長崎の平和観の共通点および相違点の時代変化について考察した．佐藤・富田ら(2018, 広島医学)では，広島原爆被爆者コホートデータにおける固形がん死亡危険度に対する中性子線の生物学的効果比について，ポアソン回帰により検証した．一方，富田・大谷・星・大瀧(2018, 広島医学)では，放射線影響研究所が公開する寿命調査(LSS)データを用いて，広島と長崎の固形がん超過相対危険度の比較を行った．これにより，長崎に比べて広島の方が有意に高リスクであることが明らかになった．その後，富田(2020, 広島医学)において，広島と長崎の固形がん超過相対危険度の都市差の一因が，中性子線の影響の過小評価であることが示唆された．図 2 は，広島と長崎の爆心地からの地上距離による中性子線の分布である．爆心地からの距離が 0.5~1.0km の比較的近距离において，中性子線量は長崎より広島の方が高い傾向である．富田(2020)では，生物学的効果比を従来の固定値 10 ではなく，可変値としてデータから推定することで，広島と長崎の固形がん超過相対危険度の都市差の分析を行った．その結果，生物学的効果比は 35 と推定され，固形がん超過相対危険度の都市差は縮小された．ただし，20 代は有意差が認められ，その理由については今後検討する必要がある．

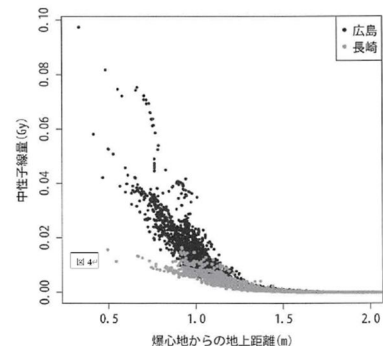


図 2 広島と長崎の爆心地からの地上距離と中性子線量

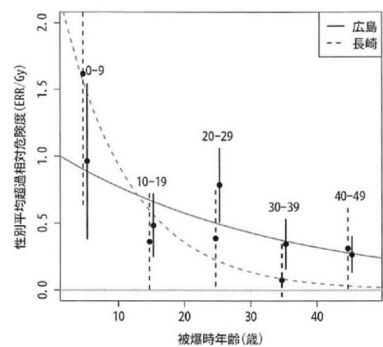


図 3 最適値 RBE_{eff} のノンパラメトリック ERR モデルに基づく被曝時年齢別の性別平均超過相対危険度の推定結果(実線:広島, 破線:長崎), 2本の曲線はパラメトリック ERR モデルによる推定曲線

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計39件（うち査読付論文 31件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 金谷信子, 富田哲治, 江本純子	4. 巻 29
2. 論文標題 障害者福祉政策の準市場化の実態と課題：障害者就労継続支援A型事業所の経営主体別の特性分析から	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 広島国際研究	6. 最初と最後の頁 1-20
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 Tetsuji Tonda, Ken-ichi Kamo, Masayoshi Takahashi	4. 巻 22
2. 論文標題 Statistical Inference for Diameter-Height Curves using Varying Coefficient Mode	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FORMATH	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) 10.15684/formath.22.001	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 Ken-ichi Kamo, Tetsuji Tonda, Masayoshi Takahashi, Naoto Matsumura	4. 巻 22
2. 論文標題 Statistical Inference for Diameter-Height Curves using Varying Coefficient Model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FORMATH	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) 10.15684/formath.22.002	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 Tetsuji Tonda, Ken-ichi Kamo, Masayoshi Takahashi	4. 巻 20
2. 論文標題 Gamma Regression Model with Nuisance Baseline for Tree Growth Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FORMATH	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) 10.15684/formath.20.001	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 Masashi Konoshima, Tetsuji Tonda, Ken-ichi Kamo, Bam H.N. Razafindrabe	4. 巻 20
2. 論文標題 Assessing the Immediate Impact of Surrounding Land Uses on the Extents of Freshwater Body over Time in Madagascar - A Demonstrative Case Study of Itasy Lake -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FORMATH	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15684/formath.20.003	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 富田哲治, 佐藤裕哉	4. 巻 79
2. 論文標題 公的統計の利活用における、オープンGISデータおよびフリーツールの有用性と課題 病児保育施設へのアクセシビリティ解析を例に	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 統計研究彙報	6. 最初と最後の頁 61-74
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 富田哲治	4. 巻 73
2. 論文標題 中性子線の生物学的効果比に基づく固形がん死亡危険度の都市比較	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 247 - 250
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 A. Goto, A. L. Williams, Y. Kuroda, K. Satoh	4. 巻 3(1)
2. 論文標題 Thinking and acting with school children in Fukushima: Implementation of a participatory theater approach and analysis of teachers' experience	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JMA Journal	6. 最初と最後の頁 67-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31662/jmaj.2019-0031	査読の有無 無
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 T. Yoshiya, T. Mima, M. Ito, S. Sasada, Y. Tsutani, K. Satoh, T. Masuda, Y. Miyata, N. Hattori, M. Okada	4. 巻 38
2. 論文標題 Prospective, randomized, cross-over pilot study of the effects of Rikkunshito, a Japanese traditional herbal medicine, on anorexia and plasma-acylated ghrelin levels in lung cancer patients undergoing cisplatin-based chemotherapy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Investigational New Drugs	6. 最初と最後の頁 485-492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10637-019-00836-x	査読の有無 無
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 H. Sekiguchi, T. Fukuda, Y. Tamaki, K. Hanashiro, K. Satoh, E. Ueno, I. Kukita	4. 巻 38(7)
2. 論文標題 Computerized Data Mining Analysis of Keywords as Indicators of the Concepts in AHA-BLS Guideline Updates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The American Journal of Emergency Medicine	6. 最初と最後の頁 1436-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ajem.2019.11.045	査読の有無 無
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 H. Toki, T. Wada, Y. Manabe, S. Hirota, T. Higuchi, I. Tanihata, K. Satoh, M. Bando	4. 巻 10
2. 論文標題 Relationship between environmental radiation and radioactivity and childhood thyroid cancer found in Fukushima health management survey	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 4074
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 無
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 佐藤健一	4. 巻 49(2)
2. 論文標題 時空間データに対するバランス型成長曲線モデルの適用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 応用統計学	6. 最初と最後の頁 71-84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5023/jappstat.49.71	査読の有無 無
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 林卓哉, 真船浩介, 松田尚樹, 長谷川有史, 加藤尊秋, 神田玲子, 島田義也, 佐藤健一, 森晃爾, 立石清一郎, 香崎正宙, 岡崎 龍史	4. 巻 42(4)
2. 論文標題 福島第一原発作業員に対する放射線知識と不安に関する質問調査	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 産業医科大学雑誌	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) 10.7888/juoeh.42.339	査読の有無 無
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 N. Hara, H. Morino, Y. Matsuda, K. Satoh, K. Hashimoto, H. Maruyama, H. Kawakami	4. 巻 13
2. 論文標題 Zonisamide can ameliorate the voltage-dependence alteration of the T-type calcium channel Cav3.1 caused by a mutation responsible for spinocerebellar ataxia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Brain	6. 最初と最後の頁 163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13041-020-00700-7	査読の有無 無
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 Kawai, A, Taniguchi, S, Li, HL, Izumi, S	4. 巻 -
2. 論文標題 A physical strength measurement and analysis system for elderly people using motion sensors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON2019)	6. 最初と最後の頁 749 - 755
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 H. Sekiguchi, T. Fukuda, Y. Tamaki, K. Hanashiro, K. Satoh, E. Ueno, I. Kukita	4. 巻 -
2. 論文標題 Computerized Data Mining Analysis of Keywords as Indicators of the Concepts in AHA-BLS Guideline Updates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The American Journal of Emergency Medicine	6. 最初と最後の頁 1525-1531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ajem.2019.11.045	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 杉原 清香, 佐藤 健一, 占部 智, 一戸 辰夫	4. 巻 60
2. 論文標題 血小板減少合併妊娠91例の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床血液	6. 最初と最後の頁 1525-1531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11406/rinketsu.60.1525	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 H. Obinata, A. Kuo, Y. Wada, S. Swendeman, C. H. Liu, V. A. Blaho, R. Nagumo, K. Satoh, T. Izumi, T. Hla	4. 巻 60(1)
2. 論文標題 Identification of ApoA4 as a sphingosine 1-phosphate chaperone in ApoM- and albumin-deficient mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Lipid Research	6. 最初と最後の頁 1912-1921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1194/jlr.RA119000277	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 山崎初枝, 江波友那, 佐藤健一, 加島浩子, 前大道教子	4. 巻 -
2. 論文標題 大学生の運動習慣が生活習慣・疲労自覚症状・食行動に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本健康体力栄養学雑誌	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) 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 佐藤健一, 富田哲治, 保田浩志, 川上秀史, 田代聡	4. 巻 71
2. 論文標題 広島原爆被爆者コホートデータにおける固形がん死亡危険度に対する中性子線の生物学的効果比について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 327-330
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 富田哲治, 大谷敬子, 星正治, 大瀧慈	4. 巻 71
2. 論文標題 LSSコホートにおける広島と長崎の固形がん超過相対危険度の比較について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 306-309
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 富田哲治, 佐藤健一, 和泉志津恵	4. 巻 71
2. 論文標題 広島・長崎平和宣言における平和観の経時変化の違いについて - 単語出現頻度に基づく考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 302-305
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 三根真理子, 横田賢一, 近藤久義, 佐藤健一	4. 巻 93
2. 論文標題 被爆体験の語りを類型化する試み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 長崎医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 272-277
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 L. Shi, K. Fujioka, N. Sakurai-Ozato, W. Fukumoto, K. Satoh, et al.	4. 巻 190
2. 論文標題 Chromosomal Abnormalities in Human Lymphocytes after Computed Tomography Scan Procedure	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Radiation Research	6. 最初と最後の頁 424-432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1667/RR14976.1	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 今井多樹子, 高瀬美由紀, 佐藤健一	4. 巻 41
2. 論文標題 質的データにおけるテキストマイニングを併用した混合分析法の有用性; 新人看護師が「現在の職場を去りたいと思った理由」に関する自由回答文の解析例から	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本看護研究学会雑誌	6. 最初と最後の頁 685-700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15065/jjsnr.20180114002	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 K. Satoh, H. Yasuda, H. Kawakami and S. Tashiro	4. 巻 180
2. 論文標題 Relative biological effectiveness of neutrons derived from the excess relative risk model with the atomic bomb survivors data managed by Hiroshima University	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 346-350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/rpd/ncx173	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 H. Ohno, A. Jimura, Y. Nakao, N. Kawano, K. Satoh	4. 巻 62
2. 論文標題 Textual Variations and Readings among the Manuscripts and Editions of The Canterbury Tales: With Special Reference to The Knight 's Tale	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 英語英文学研究	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15027/45938	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 A. Hasegawa, M. Koike, M. Nemoto, T. Ohba, C. Yamada, S. Matsui, M. Fujino and K. Satoh	4. 巻 59
2. 論文標題 Lexical analysis suggests differences between subgroups in anxieties over radiation exposure in Fukushima	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 83-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry027	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 佐藤健一, 久保田明子, 根本真美, 長谷川有史	4. 巻 71
2. 論文標題 経時変化をとまなう被ばく・被災関連資料のテキスト解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 291-294
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 佐藤裕哉	4. 巻 62
2. 論文標題 放射線影響に対する地理的アプローチの有用性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 下関市立大学論集	6. 最初と最後の頁 17-24
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 無
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 A. Hasegawa, M. Koike, M. Nemoto, T. Ohba, C. Yamada, S. Matsui, M. Fujino and K. Satoh	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Lexical analysis suggests differences between subgroups in anxieties over radiation exposure in Fukushima	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry027	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 今井多樹子, 高瀬美由紀, 佐藤健一	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 質的データにおけるテキストマイニングを併用した混合分析法の有用性; 新人看護師が「現在の職場を去りたいと思った理由」に関する自由回答文の解析例から	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本看護研究学会雑誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 K. Satoh, H. Yasuda, H. Kawakami, S. Tashiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Relative biological effectiveness of neutrons derived from the excess relative risk model with the atomic bomb survivors data managed by Hiroshima University	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	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) 10.1093/rpd/ncx173	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 H. Watanabe, M. Sasatani, T. Doi, T. Masaki, K. Satoh and M. Yoshizumi	4. 巻 31
2. 論文標題 Protective effects of Japanese soybean paste (miso) on stroke in stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Hypertension	6. 最初と最後の頁 43-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ajh/hpx129	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 K. Tanaka, K. Satoh and A. Kohda	4. 巻 6
2. 論文標題 Application of Lymphocyte Chromosome Aberrations for Biodosimetry of Low-Dose-Rate Chronic Irradiation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Radiation Environment and Medicine	6. 最初と最後の頁 62-70
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 S. Izumi, T. Tonda, N. Kawano, K. Satoh	4. 巻 5
2. 論文標題 Estimating and Visualizing the Time-varying Effects of a Binary Covariate on Longitudinal Big Text Data	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Networked and Distributed Computing	6. 最初と最後の頁 243-243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2991/ijndc.2017.5.4.6	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 T. Tonda and K. Satoh	4. 巻 47
2. 論文標題 Estimating varying coefficients for longitudinal data without specifying spatial-temporal baseline trend	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of The Japan Statistical Society	6. 最初と最後の頁 1-12
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 K. Kamo, T. Tonda and K. Satoh	4. 巻 16
2. 論文標題 Growth Analysis Using Nuisance Baseline	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 FORMATH	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) 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 T. Tonda, T. Nakagawa, H. Wakaki	4. 巻 47
2. 論文標題 EPMC estimation in discriminant analysis when the dimension and sample sizes are large	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Hiroshima Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 43-62
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 -

〔学会発表〕 計49件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 T. Tonda, K. Kamo, M. Takahashi
2. 発表標題 Selection of time varying Height-Diameter curves
3. 学会等名 FORMATH2024 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 石原政佳, 福井敬祐, 富田哲治
2. 発表標題 がん死亡に対する出生コホート効果の柔軟な検出
3. 学会等名 日本計算機統計学会第37回シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 江本純子, 富田哲治, 金谷信子
2. 発表標題 地方における障害者就労支援の現状
3. 学会等名 社会政策学会 第147回(2023年度 秋季)大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金谷信子, 富田 哲治
2. 発表標題 障害者就労継続支援A型事業所の経営実態の分析
3. 学会等名 社会政策学会 第147回(2023年度 秋季)大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金 曙妍, 佐藤裕哉, 富田 哲治
2. 発表標題 公的統計とオープンデータを利用したネットワーク分析の有用性と課題の検討 - 病児保育施設へのアクセシビリティ解析を事例に -
3. 学会等名 2023年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金谷信子, 富田哲治
2. 発表標題 障害者就労継続支援A型事業所の経営の現状と課題 全国データによる実証分析から
3. 学会等名 社会政策学会非定型労働部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 江本純子, 富田哲治, 金谷信子
2. 発表標題 X県における障害者就労支援の現状
3. 学会等名 社会政策学会非定型労働部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金曙妍, 富田哲治
2. 発表標題 オープンデータを利用したネットワーク分析 ~ 病児保育施設へのアクセシビリティ評価を事例に ~
3. 学会等名 第64回日本社会医学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富田哲治
2. 発表標題 時空間情報を活用した回帰モデルについて
3. 学会等名 統計数理研究所リスク解析戦略研究センターシンポジウム ~ データサイエンスが切り拓く資源管理のフロンティア <チュートリアルセッション ~ 時空間統計分析と資源管理最適化 ~ > (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石原政佳, 富田哲治, 福井敬祐
2. 発表標題 喫煙率に対する変化係数モデルを用いた 出生コホート効果の推定
3. 学会等名 第64回日本社会医学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富田 哲治, 藤本 結衣
2. 発表標題 がん統計データに対する変化係数モデルを用いた出生コホート効果の推定
3. 学会等名 第33回日本疫学会学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金谷信子, 富田哲治
2. 発表標題 障害者就労継続支援 A 型事業所の経営主体別の特性
3. 学会等名 2022年度社会政策学会中国四国部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 江本純子, 富田哲治, 金谷信子
2. 発表標題 障害者就労継続支援 A 型事業所の特性：X 県における特性
3. 学会等名 2022年度社会政策学会中国四国部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤本結衣, 富田哲治
2. 発表標題 がん統計データにおける複数の出生コホート効果の検出と評価について
3. 学会等名 第81回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tetsuji Tonda, Ken-ichi Kamo, Masayoshi Takahashi
2. 発表標題 Estimating Temporal Trend of Height-Diameter Curves in the Even-Aged Plantation Forest
3. 学会等名 FORMATH2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ken-ichi Kamo, Tetsuji Tonda, Masayoshi Takahashi
2. 発表標題 Statistical Approach for Selecting Height-Diameter Curves
3. 学会等名 FORMATH2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池内 希, 富田哲治
2. 発表標題 病児保育施設へのアクセシビリティに関する地域格差の定量的評価
3. 学会等名 第80回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋正義, 加茂憲一, 富田哲治, 西園朋広, 北原文章, 山田祐亮, 鄭峻介, 齋藤英樹, 志水克人, 鷹尾元, 細田和男, 福本桂子
2. 発表標題 関東中部地域の人工林モニタリングデータに基づく成長関数の選択
3. 学会等名 第133回日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富田 哲治
2. 発表標題 中性子線の生物学的効果比に基づく固形がん死亡危険度の都市比較
3. 学会等名 第60回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masayoshi Takahashi, Ken-ichi Kamo, Tetsuji Tonda
2. 発表標題 Appropriate growth function for tree height model of Japanese Larch
3. 学会等名 FORMATH2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuji Tonda
2. 発表標題 Spatial analysis example for cancer mortality data
3. 学会等名 International Seminar on Research Consortium for Asian Agri-Forest Resource Management -A2gFReM Research Consortium- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田哲治
2. 発表標題 時空間情報を活用した回帰モデルによるデータ分析事例の紹介
3. 学会等名 第27回計測自動制御学会中国支部学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤裕哉, 富田哲治
2. 発表標題 地域分析へのオープンデータの活用と課題 - 病児保育施設へのアクセス格差の検証を例に -
3. 学会等名 日本地理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和泉志津恵, 富田哲治, 川野徳幸, 佐藤健一
2. 発表標題 経時的テキストデータにおける2値の共変量の効果の可視化
3. 学会等名 2018年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masayoshi Takahashi, Ken-ichi Kamo, Tetsuji Tonda
2. 発表標題 Growth trend analysis of Japanese Larch (<i>Larix kaempferi</i>) in Japan Using long term monitoring data and growth function selection
3. 学会等名 The Joint Conference of the Symposiums of the Sustainable Forest Ecosystem Management 2018 and the IUFRO 4.02.02 (SFEM2018/IUFRO 4.02.02) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Satoh
2. 発表標題 Workshop on 1) The ideas of weighted linear regression, 2) The ideas of Varying coefficients model, 3) An implementation of temporal-spatial analysis using linear regression
3. 学会等名 Politeknik Statistika STIS
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Satoh
2. 発表標題 Text mining of declaration of Hiroshima 1947 2016 and its visualization
3. 学会等名 IMS-APRM (The fifth meeting of the Institute of Mathematical Statistics (IMS) meeting series, the IMS Asia Pacific Rim Meeting, (IMS-APRM)) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河合秀彦, 佐藤健一, 紙谷浩之
2. 発表標題 TP53制御と細胞運命決定
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川有史, 大葉隆, 佐藤健一
2. 発表標題 原子力災害に対応する消防職員の不安や関心時に関する研究-カスタムメイドな災害時コミュニケーションに向けて-
3. 学会等名 第46回日本救急医学会総会・学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤健一
2. 発表標題 被ばく・被災関連資料に対する統計的テキスト解析について
3. 学会等名 2018年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三根真理子, 横田賢一, 近藤久義, 佐藤健一
2. 発表標題 被爆体験の語りを類型化する試み
3. 学会等名 第59回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Satoh, H. Yasuda, H. Kawakami, S. Tashiro
2. 発表標題 Relative Biological Effectiveness of Neutrons derived from the Excess Relative Risk model with the Atomic Bomb Survivors data managed by Hiroshima University
3. 学会等名 The 2nd International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radio Disaster Medical Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Takahashi, M. Nemoto, T. Ohba, C. Yamada, K. Satoh, A. Hasegawa
2. 発表標題 Analysis of Factors Associated with Anxieties over Radiation Exposure in Workers Engaged in Decontamination
3. 学会等名 The 2nd International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radio Disaster Medical Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Nemoto, M. Takahashi, T. Ohba, K. Satoh, A. Hasegawa
2. 発表標題 Analysis of Potential Factors Associated with Anxieties over Radiation Exposure for Establishment of Group-Tailored Risk Communication
3. 学会等名 The 2nd International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radio Disaster Medical Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大瀧 慈, 富田 哲治
2. 発表標題 全国の人口動態統計データを用いた小規模コホートにおける死亡リスクに関する探索的統計解析法
3. 学会等名 2018年度日本計量生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken-ichi Kamo, Masayoshi Takahashi, Tetsuji Tonda
2. 発表標題 Growth classification by growth function selection using long term monitoring data of Japanese Larch (<i>Larix kaempferi</i>) in Japan
3. 学会等名 FORMATH (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田 哲治, 加茂 憲一, 佐藤 健一
2. 発表標題 局外ベースラインのある時点間相関を考慮した回帰モデルによるがん統計データ分析
3. 学会等名 第28回日本疫学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤健一, 富田哲治, 和泉志津恵
2. 発表標題 変化係数を利用したロジスティックモデルによる生存時間解析の試み
3. 学会等名 2017年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富田哲治, 加茂憲一, 佐藤健一
2. 発表標題 経時離散データに対するベースラインを特定しない変化係数の推測について
3. 学会等名 2017年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuji Tonda, Ken-ichi Kamo and Kenichi Satoh
2. 発表標題 Gamma regression model with nuisance baseline for forest growth data
3. 学会等名 The International Symposium on Sustainable Forest Ecosystem Management (SFEM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuji Tonda, Kenichi Satoh, Ken-ichi Kamo
2. 発表標題 Statistical method estimating varying coefficients for longitudinal data without specifying spatial-temporal baseline trend and its application to cancer mortality data
3. 学会等名 The 21st International Epidemiological Association (IEA) World Congress of Epidemiology (WCE2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenichi Satoh, Tetsuji Tonda, Shizue Izumi
2. 発表標題 Logistic Regression Model for Survival Time Analysis Using Time-Varying Coefficients
3. 学会等名 The 21st International Epidemiological Association (IEA) World Congress of Epidemiology (WCE2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤健一, 富田哲治, 田代聡
2. 発表標題 広島大学原爆被者コホートデータにおける要約活用の試み
3. 学会等名 第42回中国地区放射線影響研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Izumi S., Tonda T., Kawano N., Satoh K.
2. 発表標題 Visualize the longitudinal big text data with a binary covariate: An approach based on keyword's frequency
3. 学会等名 2nd International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富田哲治, 佐藤健一, 和泉志津恵
2. 発表標題 広島・長崎平和宣言における平和観の経時変化の違いについて～単語出現頻度に基づく考察
3. 学会等名 第58回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤健一, 久保田明子, 根本真実, 長谷川有史
2. 発表標題 経時変化をともなう被ばく・被災関連資料のテキスト解析
3. 学会等名 第58回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大谷敬子, 大瀧 慈, 佐藤健一, 星正治
2. 発表標題 56MnO ₂ 粉塵曝露および60Co外照射によるラットの活動量への影響
3. 学会等名 第58回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富田哲治, 大谷敬子, 星正治, 大瀧慈
2. 発表標題 LSSコホートにおける広島と長崎の固形がん超過相対危険度の比較について
3. 学会等名 第58回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤健一, 富田哲治, 保田浩志, 川上秀史, 田代 聡
2. 発表標題 広島原爆被爆者コホートデータにおける固形がん死亡危険度に対する中性子線の生物学的効果比について
3. 学会等名 第58回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 富田哲治ほか（日本統計学会 監訳）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 2130
3. 書名 統計科学百科事典	

1. 著者名 佐藤健一ほか（丹後俊郎・松井茂之 編）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 868
3. 書名 新版医学統計学ハンドブック	

〔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
研究分担者	佐藤 健一 (Satoh Kenichi) (30284219)	滋賀大学・データサイエンス教育研究センター・教授 (14201)	
研究分担者	佐藤 裕哉 (Sato Yuya) (30452626)	周南公立大学・経済学部・教授 (25504)	

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