

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 10 日現在

機関番号：25406

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23790694

研究課題名(和文)原爆被爆者の被爆時所在地に基づくリスク評価に関する研究

研究課題名(英文) Estimation of mortality risk among atomic bomb survivors using location informations

研究代表者

富田 哲治 (Tonda, Tetsuji)

県立広島大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：60346533

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円、(間接経費) 570,000円

研究成果の概要(和文)：放射線被曝はがんリスクを高める要因であり、影響の定量的な評価は重要な課題である。広島原爆被爆者のがん死亡のリスク評価は、主に原子爆弾が炸裂時に放出された放射線による直接的な外部被曝の影響評価がほとんどであり、残留放射線や内部被曝など直接被曝以外の付加的な放射線曝露の影響は十分に評価されていない。間接被曝線量の推定は難しく、これまで被曝線量に基づく方法では評価できなかった。本研究では、位置情報を活用し被爆時所在地毎にリスク評価する方法を開発した。データ解析の結果から、爆心から北西地域にリスクの偏りのある円形非対称な地理分布が確認され、黒い雨などの放射性降下物による内部被曝の可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：It is well known that radiation exposure is a cancer risk factor in terms of mortality, and assessing the risk is an important problem. The effect of radiation exposure on health status has been evaluated according to direct dose of radiation exposure. However, amount of radiation exposure among atomic bomb survivors was not actual measurement, but estimated based on physical calculations in dosimetry reconstruction. Other exposures, such as residual radioactivity, have not been evaluated in the current dosimetry systems. This implies that risk for all exposures combined has not been fully evaluated. In our study, developed a statistical method to visualize risk of cancer mortality and reported on circular asymmetry of the geographical distribution of solid cancer mortality risk. The high risk region was covered by Uda's area of Black Rain. This similarity suggests that Black Rain is a possible risk factor contributing to the geographical distribution of solid cancer mortality.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学(公衆衛生学・健康科学)

キーワード：原爆被爆 空間疫学 生存時間解析 リスク地図 直接被曝 付加的曝露

### 1. 研究開始当初の背景

原爆被爆者の被爆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いる。LSSで解析対象となっている被爆者は、直接被爆者のみに限定されている。また、被爆による影響の評価は、“放射線の影響が爆心からの距離とともに同心円状に減少する”という仮定のもとで、爆心からの距離と遮蔽状況から推定された直接被爆線量を用いて行われてきた。残留放射線や黒い雨などの間接被爆の影響については、調査や研究の対象になっていない。一方、間接的な被爆の影響を評価した研究として、申請者らは入市被爆者を解析対象に白血病罹患リスクと入市日の関連性を分析し、早期入市被爆者の白血病罹患リスクが高いことを示した。また、白血球数や染色体異常率に基づく生物学的な線量推定から、残留放射線に被爆したと推定される事例も報告され、早期入市被爆者の白血病罹患リスクが高い要因として残留放射線の影響が疑われている。また、近年広島市の行ったアンケート調査結果から、広島では爆心から北西方向の地域での黒い雨(放射性物質を含む雨)の目撃証言が多く報告され、黒い雨の降雨範囲や降雨時間などに関する詳細な研究も進められている。残留放射線や黒い雨といった間接的な被爆が疑われる事例は報告されているにもかかわらず、間接被爆の健康被害への影響は考慮した大規模なコホート研究が行われてこなかった背景として、間接被爆に関する被爆線量の推定が困難なため、被爆線量に基づく従来法では間接被爆の影響を評価することができなかった事が挙げられる。また、“放射線の影響が爆心からの距離とともに同心円状に減少する”という仮定のもとで推定された被爆線量で評価したリスクの地理分布の形状は、仮定と同じ同心円状に制限されており、実態に即していない可能性がある。

### 2. 研究の目的

原爆被爆者の被爆によるがん等の罹患・死亡リスクへの影響の評価は、放射線の影響が爆心からの距離とともに同心円状に減少するという前提のもと、爆心からの距離と遮蔽状況から推定された直接被爆線量に基づき行われてきたため、これまで残留放射線や黒い雨(放射性物質を含む雨)による間接被爆の影響は無視されてきた。本報告では、被爆線量の代わりに被爆時所在地の情報を用いて、被爆時所在地毎のリスクを定量的に評価し、被爆時所在地に基づくリスク地図を作成することで、間接被爆の罹患や死亡リスクへの影響の有無を統計学的に検証することを目指す。

### 3. 研究の方法

当研究所の保有する広島原爆被爆者コホート研究のためのデータベース(ABS)から、電子化済み被爆時所在地情報のある被爆者

を抽出し、解析対象のホート集団を設定する。こうして得られたコホートデータに対して、性別や被爆時年齢などの背景要因を考慮しつつ被爆時所在地毎のリスクを推定するための生存時間解析法を適用し、被爆時所在地毎のリスク評価を定量的に行い、リスク地図を作成する。リスク地図の作成は、白血病や固形がんといった疾病別に罹患と死亡に関して行う。得られたリスク地図を分析し、間接被爆の影響の有無や程度について統計的な観点から検証を行う。直接被爆者についても今回再評価を行い、従来法と比較することで、これまで無視されていた間接被爆の影響について分析を行う。また、遠距離被爆者らの被爆時所在地情報の電子化も実施し、解析対象範囲の拡大も図る。

#### (1) 死亡に関するコホート解析

ABSにおいて被爆時所在地が既に電子化(座標コード化)して登録されている被爆者(主に、直接被爆者)を解析対象に、申請者らの構築した新しいリスク評価法を適用し、被爆時所在地毎に直接被爆だけでなく間接被爆の影響も考慮したリスク評価を行う。解析結果をリスク地図として視覚的に要約し、リスクの地理分布について検討し、必要に応じて線量推定・評価の専門家と共に詳細な分析を行う。

#### (2) 直接被爆と間接被爆の影響の分離

次に、解析対象を直接被爆線量の評価がなされている被爆者に限定したコホートデータを作成し、直接被爆線量の影響を数理モデルによって考慮しつつ被爆時所在地毎のリスク評価を行う。これにより、直接被爆と間接被爆の影響の分離が可能となり、従来の直接被爆線量のみに基づくリスク評価法では無視されてきた間接被爆の影響を定量的に評価し、リスク地図を用いて視覚的に要約することで、間接被爆の影響が大きい地域の特定や、これまで報告されてきた間接被爆の影響が疑われる事例との関係性について検討する。

#### (3) 被爆時所在地情報の電子化による解析対象地域の拡大

解析対象範囲の拡大のための被爆時所在地情報の電子化作業を行う。地理学の専門家の協力のもと、被爆当時の広島市の地図の写真(1925～1928年頃に作成された縮尺2,500分の1の広島市都市計画図)を手がかりに、GISソフトウェアを有効活用することで、町名や建物名で登録されている被爆時所在地情報の電子化(座標コード化)を行う。

### 4. 研究成果

申請者らが提案した被爆時所在地の位置情報を利用した地点毎にがん等による罹患・死亡のリスクを評価する方法は、リスクの地理分布の関数系に多項式基底を用いていた。本研究では、リスクの地理分布を記述

する基底としてスプライン関数を導入することでより柔軟な関数系での推定を実現した。これにより、リスクの地理分布の局所的な傾向を把握することが可能となった。提案方を広島原爆被爆者コホートデータの解析に適用し、リスクの地理分布の推定を行ったデータは、広島大学原爆放射線医科学研究所の広島原爆被爆者データベース(ABS)に1970年1月1日の時点で生存・登録されている被爆者(157,327人)で、被爆時所在地の座標が分かっている37,382人を解析対象のコホート集団に設定し、2009年12月31日まで履歴を追跡した。生存時間解析を行うにあたって、白血病・甲状腺がん・乳がんを除く固形がんによる死亡(4,371人)をエンドポイントとし、2009年12月31日の時点での生存者および転出・中途脱落など(33,011人)をセンサリングとして扱った。その結果、推定されたリスクの地理分布から、爆心周辺の同心円状に分布するリスクと、北西の郊外地域のリスクが認められた。また、線量による調整後もなお爆心周辺の距離依存性のあるリスクは認められた。この結果は、爆心周辺において線量では説明できないリスクがあることを示唆するものと考えられる。線量が距離の-7乗程度で減衰するのに対し、リスクは距離の-3乗程度で減衰しており、リスクの減衰は線量に比べて緩やかであった。爆心周辺の距離依存性のあるリスクの地理分布は、距離の-3乗を用いてほぼ説明され、距離で説明できないリスクの地理分布として、西から北西の郊外地域に高いリスクが示された。直接被爆線量(ABS93D,DS86準拠)より距離のべき乗を用いたモデルの適合度がより高かったことから、直接被爆線量では評価されていない付加的被曝の影響が爆心周辺でも無視できない程度ある可能性が示唆された。爆心周辺では放射性物質を含んだ塵などが爆風により同心円状に拡散したことが予想される。また、相対的に高いリスクが推定された爆心地の西から北西の郊外領域は黒い雨の降雨領域(宇田ら1953)であることが知られており、放射性降下物の影響である可能性が示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 15件)

1. GD. Kerr, SD. Egbert, I. Al-Nabulsi, HL. Beck, HM. Cullings, S. Endo, M. Hoshi, T. Imanaka, DC. Kaul, S. Maruyama, GI. Reeves, W. Ruehm, A. Sakaguchi, SL. Simon, GD. Spriggs, DO. Stram, T. Tonda, JF. Weiss, RL. Weitz, RW. Young: Workshop report on atomic bomb dosimetry - residual radiation exposure: recent research and suggestions for future studies, Health Phys, 105(2), 140-149, 2013.
2. 冨田哲治, 佐藤健一: 線形な変化係数における信頼区間の精密化, 応用統計学, 42(1), 11-21, 2013.
3. 佐藤健一, 冨田哲治: 混合効果モデルを用いたセミパラメトリックな変化係数の推測について, 応用統計学, 42(1), 1-10, 2013.
4. 冨田哲治, 佐藤健一, 大谷敬子, 佐藤裕哉, 原憲行, 丸山博文, 川上秀史, 田代聡, 星正治, 大瀧慈: 広島原爆被爆者における直接被爆線量では説明できないリスクの地理分布について, 長崎医学会雑誌, 87, 176-180, 2012.
5. 佐藤健一, 冨田哲治, 大谷敬子, 佐藤裕哉, 原憲行, 丸山博文, 川上秀史, 田代聡, 星正治, 大瀧慈: 広島原爆被爆者における黒い雨降雨地域の死亡危険度について, 長崎医学会雑誌, 87, 186-190, 2012.
6. 大谷敬子, 冨田哲治, 佐藤健一, 佐藤裕哉, 原憲行, 丸山博文, 川上秀史, 田代聡, 星正治, 大瀧慈: 広島入市被爆者の死亡リスクに関する統計解析, 長崎医学会雑誌, 87, 261-264, 2012.
7. 大瀧慈, 冨田哲治, 大谷敬子, 原憲行, 松葉潤治, 佐藤祐哉, 合原一幸, 佐藤健一: 多段階発がん仮説に基づく放射線発がん危険度の曝露・時間依存性に関する数理的考察, 長崎医学会雑誌, 87, 170-175, 2012.
8. 大瀧慈, 大谷敬子, 冨田哲治, 佐藤健一: 福島第一原子力発電所事故後の東日本での空間放射線量率の時空間分布, 日本統計学会誌, 42(1), 91-101, 2012.
9. T. Tonda, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi and M. Ohtaki: Investigation on circular asymmetry of geographical distribution in cancer mortality of Hiroshima atomic bomb survivors based on risk maps: analysis of spatial survival data, Radiation and Environmental Biophysics, 51(2), 133-141, 2012.
10. 冨田哲治, 佐藤健一, 大谷敬子, 佐藤裕哉, 丸山博文, 川上秀史, 田代聡, 星正治, 大瀧慈: 広島原爆被爆者コホート1970~2010年におけるリスク地図の推定, 広島医学, 65(4), 255-258, 2012.
11. 大谷敬子, 大瀧慈, 佐藤健一, 冨田哲治: 被爆者健康手帳の取得期間と死亡リスクの関係, 広島医学, 65(4), 259-261, 2012.
12. 加茂憲一, 冨田哲治, 佐藤健一: 年齢-時代平面上における癌死亡リスクの視覚化, 統計数理, 59(2), 217-237, 2011.
13. 冨田哲治, 佐藤健一, 中山晃志, 片野田耕太, 祖父江友孝, 大瀧慈: 変化係

数を用いたがん死亡危険度の年次変動要因の推測, 統計数理, 59(2), 205-215, 2011.

14. **T. Tonda**, K. Satoh, T. Nakayama, K. Katanoda, T. Sobue, M. Ohtaki: A nonparametric mixed-effects model for cancer mortality, *Aust. N. Z. J. Stat.*, 53(2), 247-256, 2011.
15. M. Doi, N. Hattori, A. Yokoyama, Y. Onari, M. Kanehara, K. Masuda, **T. Tonda**, M. Ohtaki and N. Kohno: Effect of mustard gas exposure on incidence of lung cancer: a longitudinal study, *Am J Epidemiol*, 173(6), 659-666, 2011.

[学会発表](計 46件)

1. K. Kamo, S. Imori, K. Satoh, **T. Tonda**, M. Ohtaki: Short-term prediction of cancer incidence in Japan by using predictive AIC, The 4th International Symposium -Hiroshima-Nagasaki Collaborative Research on Radiation Disaster Medicine-, Hiroshima, 2014/2/13-14.
2. **冨田哲治**, 佐藤健一: 有限区間における変化係数の同時信頼区間の構築について, 金沢シンポジウム「統計科学の新展開」, 金沢, 2013/11/27-29.
3. 佐藤健一, **冨田哲治**: 時間や変数空間上で変化する回帰係数について, 金沢シンポジウム「統計科学の新展開」, 金沢, 2013/11/27-29.
4. **冨田哲治**・佐藤健一: 線形な変化係数における信頼区間の精密化, 2013 年度統計関連学会連合大会, 大阪, 2013/9/8-11.
5. 加茂憲一・佐藤健一・**冨田哲治**・伊森晋平: がん罹患数の予測を目的とした変量選択の試み, 2013 年度統計関連学会連合大会, 大阪, 2013/9/8-11.
6. 大瀧慈・**冨田哲治**・大谷敬子・佐藤裕哉・原憲行・川上秀史・田代聡・星正治・合原一幸・佐藤健一: 広島原爆被爆者における固形がん超過相対死亡危険度の初期放射線量依存性および非初期依存性の解析, 2013 年度統計関連学会連合大会, 大阪, 2013/9/8-11.
7. 大瀧慈・**冨田哲治**・合原一幸: 原爆被爆者の固形がん死亡危険度の線量反応関係に対する線形近似と年齢依存性 - 多段階発がん仮説に基づく数理的考察 -, 第 38 回中国地区放射線影響研究会, 広島, 2013/7/26.
8. 大谷敬子・大瀧慈・**冨田哲治**・佐藤裕哉・原憲行・川上秀史・田代聡・星正治・佐藤健一: 広島原爆入市被爆者の固形がん死亡危険度解析 主要因としての残留放射能核種の探索, 第 38 回中国地区放射線影響研究会, 広島, 2013/7/26.
9. **冨田哲治**・佐藤健一・大谷敬子・大瀧慈: 多段階発がん数理モデルを用いた LSS データの解析, 第 38 回中国地区放射線影響研究会, 広島, 2013/7/26.
10. **冨田哲治**・佐藤健一・大谷敬子・大瀧慈: LSS データにおける初期線量で説明できない固形がん死亡危険度の特異的な被爆時年齢・被爆距離依存性について, 第 54 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 2013/6/2.
11. 大瀧慈・**冨田哲治**・大谷敬子・佐藤裕哉・原憲行・川上秀史・田代聡・星正治・合原一幸・佐藤健一: 広島大学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の初期放射線量依存性および特異的な被爆時年齢・被爆距離依存性について - 放射性 PM2.5 の影響か? -, 第 54 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 2013/6/2.
12. **Tonda**, Satoh, Otani, Sato, Hara, Maruyama, Kawakami, Tashiro, Hoshi, Ohtaki: Spatial trend of risk unexplained by initial dose in solid cancer mortality among atomic bomb survivors in Hiroshima, The 18th Hiroshima International Symposium "Additional factors in Hiroshima radiation effects due to atomic bomb -Biophysical and biometrical challenges to assessing health hazard-", Hiroshima, 2013/1/31-2/1.
13. M. Ohtaki, **T. Tonda**, K. Otani, N. Hara, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, M. Hoshi, K. Satoh: Spatial-time trend of cancer mortality among direct exposed A-bomb survivors in Hiroshima, The 18th Hiroshima International Symposium "Additional factors in Hiroshima radiation effects due to atomic bomb -Biophysical and biometrical challenges to assessing health hazard-", Hiroshima, 2013/1/31-2/1.
14. K. Otani, **T. Tonda**, K. Satoh, Y. Sato, N. Hara, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: Analysis of cancer mortality among early entrants A-bomb survivors in Hiroshima, The 18th Hiroshima International Symposium "Additional factors in Hiroshima radiation effects due to atomic bomb -Biophysical and biometrical challenges to assessing health hazard-", Hiroshima, 2013/1/31-2/1.
15. 大瀧慈・**冨田哲治**・大谷敬子・原憲行・佐藤裕哉・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・佐藤健一: 広島原爆被爆者における癌死亡危険度の時空間分布の推定, 第 23 回日本疫学会総会, 大阪, 2013/1/24-26.

16. 大谷敬子・**冨田哲治**・佐藤健一・佐藤裕哉・原憲行・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・大瀧慈: 広島入市被爆者を対象とした悪性新生物による死亡リスクの解析, 第 23 回日本疫学会総会, 大阪, 2013/1/24-26.
17. **冨田哲治**: 生存時間解析データに対する変化係数曲面の推測について, 2012 年度統計関連学会連合大会, 北海道, 2012/9/9-12.
18. 大谷敬子・大瀧慈・**冨田哲治**・佐藤健一: 広島入市被爆者の死亡リスクに関する生存解析, 2011 年度統計関連学会連合大会, 北海道, 2012/9/9-12.
19. 加茂憲一・佐藤健一・**冨田哲治**: 癌リスクの視覚化と将来予測について, 2012 年度統計関連学会連合大会, 北海道, 2012/9/9-12.
20. 大瀧慈・**冨田哲治**・大谷敬子・原憲行・佐藤健一: 多段階発がん仮説に基づく発がん数理モデルによる原爆被爆者のがん死亡危険度解析への応用, 2012 年度統計関連学会連合大会, 北海道, 2012/9/9-12.
21. J. Matsuba, K. Satoh, **T. Tonda**, K. Otani, Y. Sato, N. Hara, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: An age-shift failure time model for analyzing dose-response relationship and its application to analyses of Atomic bomb survivors' cohort data, XXVIth International Biometric Conference, Kobe, 2012/8/26-31.
22. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, N. Hara, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: Estimation of spatial-time distribution of cancer morality among atomic bomb survivors in Hiroshima, XXVIth International Biometric Conference, Kobe, 2012/8/26-31.
23. K. Satoh, **T. Tonda**: Statistical Inference for Linear Varying Coefficients and Its Applications, XXVIth International Biometric Conference, Kobe, 2012/8/26-31.
24. M. Otani, K. Ohtaki, K. Satoh, **T. Tonda**, M. Hoshi, N. Kawano: Health Anxieties in Atomic-Bomb Survivors in Hiroshima and Nagasaki Six Decades after the Explosions, XXVIth International Biometric Conference, Kobe, 2012/8/26-31.
25. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, K. Satoh, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: Investigation on circular asymmetry of geographical distribution of mortality risk in Hiroshima atomic bomb survivors, The 57th Annual Meeting of the Health Physics Society, Sacramento, CA (USA), 2012/7/22-26.
26. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, M. Ohtaki: Statistical inference on varying coefficient surface and its application to spatial survival data, ims-APRM 2012, Tsukuba, 2012/7/1-4.
27. **冨田哲治**・佐藤健一・大谷敬子・佐藤裕哉・原憲行・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・大瀧慈: 広島原爆被爆者における直接被爆線量では説明できないリスクの地理分布について, 第 53 回原子爆弾後障害研究会, 長崎, 2012/6/3.
28. 佐藤健一・**冨田哲治**・大谷敬子・佐藤裕哉・原憲行・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・大瀧慈: 広島原爆被爆者における黒い雨降雨地域の死亡危険度評価について, 第 53 回原子爆弾後障害研究会, 長崎, 2012/6/3.
29. 大瀧慈・**冨田哲治**・大谷敬子・原憲行・松葉潤治・佐藤裕哉・合原一幸・佐藤健一: 多段階発がん仮説に基づく発がん危険度の曝露・時間依存性に関する数理的考察, 第 53 回原子爆弾後障害研究会, 長崎, 2012/6/3.
30. 大谷敬子・**冨田哲治**・佐藤健一・佐藤裕哉・原憲行・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・大瀧慈: 広島入市被爆者の死亡リスクに関する統計解析, 第 53 回原子爆弾後障害研究会, 長崎, 2012/6/3.
31. 大谷敬子・大瀧慈・**冨田哲治**・佐藤健一: 福島第一原子力発電所事故後の東日本における空間放射線量率の時空間分布, 2012 年度日本計量生物学会年会, 東京, 2012/5/25-26.
32. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: Statistical analysis for spatial survival data and its application to cohort study of Hiroshima atomic bomb survivors, International Symposium 50th Anniversary of RIRBM, Hiroshima University, Hiroshima, 2012/2/20-21.
33. Y. Sato, N. Hara, Hiraoka, **T. Tonda**, H. Maruyama, H. Kawakami, M. Hoshi, S. Tashiro, M. Ohtaki: Outline of database of atomic bomb survivors in Hiroshima prefecture (ABS) and toward practice, International Symposium 50th Anniversary of RIRBM, Hiroshima University, Hiroshima, 2012/2/20-21.
34. K. Otani, M. Ohtaki, K. Satoh, **T. Tonda**: Time trend of air dose rate of radiation in eastern Japan from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants accident, 17th Hiroshima International Symposium -Lessons from

- unhappy events in the history of nuclear power development-, Hiroshima, 2012/1/25-26.
35. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, Y. Satoh, M. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: Investigation on circular asymmetry of geographical distribution of mortality risk in Hiroshima atomic bomb survivors, 17th Hiroshima International Symposium -Lessons from unhappy events in the history of nuclear power development-, Hiroshima, 2012/1/25-26.
  36. **冨田哲治**・佐藤健一・加茂憲一: 背景要因を考慮したリスク地図の作成方法, 第 70 回公衆衛生学会総会, 秋田, 2011/10/19-21.
  37. 加茂憲一・佐藤健一・**冨田哲治**: 年齢と時代を座標とする癌リスクの視覚化, 第 70 回公衆衛生学会総会, 秋田, 2011/10/19-21.
  38. 佐藤健一・**冨田哲治**・加茂憲一: 時間の交互作用を考慮した回帰分析とその解釈, 第 70 回公衆衛生学会総会, 秋田, 2011/10/19-21.
  39. 大谷敬子・大瀧慈・佐藤健一・**冨田哲治**: 福島第一原発周辺の空間放射線量率の時空間分布の推定, 2011 年度統計関連学会連合大会, 福岡, 2011/9/4-7.
  40. 加茂憲一・佐藤健一・**冨田哲治**: 回帰モデルを用いた癌死亡リスクの視覚化, 2011 年度統計関連学会連合大会, 福岡, 2011/9/4-7.
  41. **冨田哲治**・佐藤健一・大谷敬子・佐藤裕哉・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・大瀧慈: 多段階仮説に基づく発がん超過リスクの予測～点曝露・長期連続曝露の影響, 2011 年度統計関連学会連合大会, 福岡, 2011/9/4-7.
  42. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, Y. Satoh, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki: Statistical analysis for spatial survival data and its application to cohort study of Hiroshima atomic bomb survivors, World Congress of Epidemiology 2011, Edinburgh (Scotland), 2011/8/7-11.
  43. K. Otani, M. Ohtaki, K. Satoh, **T. Tonda**: Evaluation of effects of atomic bomb survivors' health handbook on their health promotion, World Congress of Epidemiology 2011, Edinburgh (Scotland), 2011/8/7-11.
  44. K. Satoh, K. Kamo, **T. Tonda**: Cancer mortality risk visualization on the age-period space by regression models, World Congress of Epidemiology 2011, Edinburgh (Scotland), 2011/8/7-11.
  45. 大谷敬子・大瀧慈・佐藤健一・**冨田哲治**: 被爆者健康手帳の取得期間と死亡リスクに関する統計解析, 2011 年度日本計量生物学会年会, 広島, 2011/6/5.
  46. 大谷敬子・大瀧慈・佐藤健一・**冨田哲治**: 被爆者健康手帳の取得期間と死亡リスクの関係, 第 52 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 2011/6/4.
  47. **冨田哲治**・佐藤健一・大谷敬子・佐藤裕哉・丸山博文・川上秀史・田代聡・星正治・大瀧慈: 広島原爆被爆者コホート 1970～2010 年におけるリスク地図の推定, 第 52 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 2011/6/5.
  48. **冨田哲治**・佐藤健一・大谷敬子・大瀧慈: 変化係数曲面を用いた広島原爆被爆者におけるリスク地図の推測, 応用統計学会, 大阪, 2011/6/4.
- 〔図書〕(計 2 件)
1. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi and M. Ohtaki: Investigation on circular asymmetry of geographical distribution in cancer mortality of Hiroshima atomic bomb survivors based on risk maps: analysis of spatial survival data, 25-34, In: Revisit The Hiroshima A-bomb with a Database Volume 2 (edited by M. Aoyama and Y. Oochi), Hiroshima City, 2013.
  2. **T. Tonda**, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi and M. Ohtaki: Investigation on circular asymmetry of geographical distribution of mortality risk in Hiroshima atomic bomb survivors, 57-65, In: Proceedings of the 17th Hiroshima International Symposium -Lessons from unhappy events in the history of nuclear power development- (Edited by M Hoshi and T Imanaka), IPSHU, 2012.
- 〔その他〕  
ホームページ等  
<http://www.pu-hiroshima.ac.jp/~ttetsuji>
6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
冨田 哲治 (トンダ テツジ)  
県立広島大学・経営情報学部・准教授  
研究者番号: 60346533