

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：62603

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00067

研究課題名(和文) 環境・生態リスク低減のための統計モデルの構築とその応用

研究課題名(英文) Developmental study for environmental and ecological risk control and its applications

研究代表者

柏木 宣久 (Kashiwagi, Nobuhisa)

統計数理研究所・モデリング研究系・名誉教授

研究者番号：50150032

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：環境・生態リスク低減のための環境データ解析において、データの取得法および統計モデルの構築について研究を行った。併せて、共同研究者等から寄せられたリスクに関わる問題についても検討した。環境リスクの解析では、農村部で秋期に測定したダイオキシン類を対象に、農薬を想定して統計モデルによる解析を行い、解析結果からは農薬以外の寄与が明らかとなった。更に、環境汚染発生源解析のためのリモートセンシングとして、従来、気象観測等に用いられてきたマイクロ波技術に着目し、円偏波マイクロ波を用いた方法により平均水位、水温の変化を精度良く推定するための方法を研究した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

汚染発生源解析において未知発生源の寄与率も推定できるベイズ型半因子モデルの有用性を示すと同時に、秋期農村部では野焼きにより高濃度のダイオキシン類が発生しているのを定量的に示し、環境政策に重要な視点を与えた。また、円偏波マイクロ波によるリモートセンシング機器を航空機等に取り付け海洋環境を計測すれば、極めて効率的に海洋環境データを取得できる新たな可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：In environmental data analysis for reduction of environmental and ecological risks, we conducted researches on analysis methods based on statistical models and data acquisition method. At the same time, we also examined the risk-related issues that were received from collaborators. In the environmental risk analysis, we analyzed dioxins measured in rural areas in autumn by statistical analysis based on the assumption that the source of dioxins were pesticides. But the analysis results revealed contributions other than pesticides. Furthermore, in environmental pollution source analysis, we focused on the microwave technology that has been used conventionally for meteorological observation, etc. And we studied sensing methods for average water level and temperature using circularly polarized microwave.

研究分野：統計科学

キーワード：ベイズ統計 環境・生態リスク評価 汚染発生源解析 環境データ取得法 リモートセンシング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

環境・生態リスクの要因分析に関わる研究は、環境保全、健康、安全のための政策を行う上で科学的指標を与える重要な研究である。

近年のベイズ推定方法の進展は著しく、進展依然の観念論に過ぎないとの批判を覆し、実用的方法として定着するに至った。解決困難とされてきた非線形問題、識別問題、大規模問題等にも威力を発揮している。計算機の発達に伴い、状態空間やマルコフ連鎖、モンテカルロの適用範囲が拡がり、現象に即したベイズモデリングが可能となっている。これに基づく環境・生態リスクの解析の要請が大きくなっていた。

また、本研究のテーマである環境・生態リスクの統計的モデルによる解析研究を主軸に、環境分野からの研究者からよせられたリスク解析および環境測定法に関わる問題を取扱った。これらを発展させた結果、(1) ベイズ推定法によるリスク要因の発生源解析、(2) 電気物理学的方法による海洋環境データ取得方法の2つについて研究を行い、後に示す多くの研究成果を得ることができた。

2. 研究の目的

本研究は、環境保全、健康、安全のための政策を行う上で有用な、環境・生態リスクの要因分析の方法を提示することを目的とする。

環境・生態リスクの要因分析において、統計的問題の解決に便宜的な方法が用いられる場合、または識別が困難な推論を強いられる場合が頻繁に見うけられる。そこで申請者が関わってきたベイズ的方法を用いて、上記問題に対してより合理的な方法を創出することを目的とする。環境問題の主要因を統計的モデルに基づいて寄与率から推定することにより、効果の高い政策を示唆するデータを提示することを目標とする。

一方、本研究のテーマである環境・生態リスクの統計的モデルによる解析研究を主軸に、関連する環境分野からの研究者からよせられた環境測定法に関わる問題を取扱った。

これらをまとめ、本研究では(1) ベイズ推定法によるリスク要因の発生源解析、(2) 電気物理学的方法による海洋環境データ取得方法の2つについて研究を行った。

3. 研究の方法

(1) ベイズ推定法によるリスク要因の発生源解析

生態リスク評価については、これまでに研究実績のある EPAF (Expected Potentially Affected Fraction) 推定法を用いた。従来、検出下限未満のデータの存在、時刻、地点依存性の問題により、環境データについて EPAF の適用が困難であったが、研究代表者はこのようにデータに問題が内在している場合でもベイズ的方法を適用することにより分析を可能とした。本研究においても、ベイズ的アプローチを導入することにより、不備のある環境データについて合理性をもって解析する方法を用いる。

(2) 電気物理学的方法による海洋環境データ取得方法の研究

海洋環境のリモートセンシングにおいては、測定器を搭載したブイや航行船舶からのデータを衛星・航空機へ通信し、環境計測を行ってきた。しかし、検出下限未満のデータおよび測定器との通信不良によって欠損したデータは、上記(1)で述べた方法によっても完全には補償できない。そこで、従来問題であった直線偏波アンテナによる通信方法を円偏波アンテナによる通信システムに置き換えることにより、データの確実な送受を可能とするシステムを構築することを目指す。

従来の無線通信では、電波の偏波面が変化しない直線偏波(水平または垂直偏波)の通信方式が用いられてきた。この方法では、固定基地局や車両などの測定器の姿勢が変化しない装置では有効だが、衛星、船舶、航空機、測定ブイ等、姿勢制御が一定でないシステムでは、偏波面が送受信間で合致せず、データ誤差、データ欠損につながる。

これらを解決するために、本研究では円偏波アンテナを開発し、有効なリモートセンシングシステムの基盤を与えることを目指す。

4. 研究成果

(1) ベイズ推定法によるリスク要因の発生源解析

環境リスクの解析では、農村部で秋期に測定したダイオキシン類を対象に、農薬を想定して統計モデルによる解析をおこなったが、解析結果からは農薬以外の寄与が明らかとなった。このため、種々の燃焼データを収集整備して再解析したところ、未知発生源寄与率が劇

的に減少し、現象としても合理的に説明できるようになり、構築した方法の実用性を確認できた。

これは、秋期農村部では野焼きにより高濃度のダイオキシン類が発生しているのを定量的に示す結果であり、環境政策に重要な視点を与えるものである。

(2) 電気物理学的方法による海洋環境データ取得方法の研究

環境汚染発生源解析のためのリモートセンシングとして、従来、気象観測等に用いられてきたマイクロ波技術に着目し、円偏波マイクロ波を用いたアンテナにより、海洋面に設置した測定装置(ブイ・測定船舶等)からの海洋環境データ(海洋水位、海洋波の態様)を欠損なく取得する方法を研究した。

海洋環境汚染に対する対策は、発生源とその点を含む海流、海面水温、海面水位の変動等に対応して対処することが求められる。特に、海面水位、海洋波の態様を把握することは重要であるが、従来の直線偏波アンテナを用いた方法では、観測装置を搭載したブイのマイクロ波送受信器の姿勢制御の困難さから、データ欠損の確率(歩留まり)が多く発生していた。これらデータ欠損は、統計的方法によって補完してきたが、本研究では送受信器の姿勢制御を必要としない円偏波アンテナを開発することにより、データ欠損そのものを減らすこと目指した。

具体的には、(a)高利得の円偏波アンテナの基礎的研究、(b)直交配置・並列給電による円偏波アンテナアレイの開発を行い、測定器の姿勢制御に依存しない効率的な通信方法を提示することができた。

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 7件 / うちオープンアクセス 21件）

1. 著者名 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa, Cahya Edi Santosa, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	4. 巻 4
2. 論文標題 Circular Polarization Antenna with Elliptic Feed- and Reactance-Elements using Glass Epoxy Substrates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Electromagnetics	6. 最初と最後の頁 14-18
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 該当する

1. 著者名 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa, Cahya Edi Santosa, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	4. 巻 4
2. 論文標題 Circular Polarization Antenna with Truncated Feed-and Reactance-Elements using Glass-epoxy Substrates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Communications	6. 最初と最後の頁 23-27
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 該当する

1. 著者名 Satoru Tanioka, Fujimaro Ishida, Atsushi Yamamoto, Shigetoshi Shimizu, Hiroshi Sakaida, Mitsuru Toyoda, Nobuhisa Kashiwagi, Hidenori Suzuki	4. 巻 2
2. 論文標題 Machine Learning Classification of Cerebral Aneurysm Rupture Status with Morphologic Variables and Hemodynamic Parameters	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiology: Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 e190077 ~ e190077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1148/ryai.2019190077	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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 18
2. 論文標題 64-Antenna Array for Circular Polarization with Smoothed Routing Wires and Grounded Square Collar	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 WSEAS Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 49-56
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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 18
2. 論文標題 Simplified Routing Wire for Anti-Parallel Configuration Applied to Circular Polarization 16-Antenna Array	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 WSEAS Trans. on Circuits and Systems	6. 最初と最後の頁 7-13
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 Atsushi Fukasawa, Yumi Takizawa	4. 巻 18
2. 論文標題 Circular Polarization 16-Antenna Array with Smoothed Routing Wires and Grounded Square Collar	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 WSEAS Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 1-7
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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 3
2. 論文標題 Circular Polarization Array Antenna with Orthogonal Arrangement and Parallel Feeding by Smoothed Routing Wires	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electromagnetics	6. 最初と最後の頁 14-19
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 該当する

1. 著者名 Atsushi Fukasawa, Yumi Takizawa	4. 巻 3
2. 論文標題 Circular Polarization Array Antenna with Orthogonal Arrangement and Parallel Feeding by Simplified Routing Wires	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electromagnetics	6. 最初と最後の頁 3-8
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 該当する

1. 著者名 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 3
2. 論文標題 Circular Polarization Array Antenna with a Grounded Cylindrical Collar for Elimination of Cross-Sectional Radiation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Communications	6. 最初と最後の頁 79-84
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 該当する

1. 著者名 Atsushi Fukasawa, Yumi Takizawa	4. 巻 3
2. 論文標題 Characteristics of a Circular Polarization Plane Antenna with Grounded Cylindrical Collar	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Communications	6. 最初と最後の頁 73-78
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 該当する

1. 著者名 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 3
2. 論文標題 16-Antenna Array for Circular Polarization with Wideband Axial Ratio and Enhanced directivity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electromagnetics	6. 最初と最後の頁 22-26
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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 3
2. 論文標題 Circular Polarization Plane Antenna Array by Anti-Parallel Arrangement with Simplified Routing Wires	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electromagnetics	6. 最初と最後の頁 27-32
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 Satoru Tanioka, Fujimaro Ishida, Tomoyuki Kishimoto, Masanori Tsuji, Katsuhiko Tanaka, Shinichi Shimosaka, Mitsuru Toyoda, Nobuhisa Kashiwagi, Takanori Sano, Hidenori Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Quantification of hemodynamic irregularity using oscillatory velocity index in the associations with the rupture status of cerebral aneurysms	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of NeuroInterventional Surgery	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) 10.1136/neurintsurg-2018-014489	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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 2
2. 論文標題 Microwave Patch Antenna with Circular Polarization for Environmental Measurement	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Electromagnetics	6. 最初と最後の頁 1-6
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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 16
2. 論文標題 Novel Structure and the Characteristics of A Microwave Circular Polarization Antenna	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 WSEAS Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 184-191
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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 2
2. 論文標題 Electrophysical Modelling and Analysis of Electrical Transmission in Axons	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Medical Physiology	6. 最初と最後の頁 14-20
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Atsushi Fukasawa, Yumi Takizawa	4. 巻 2
2. 論文標題 Advanced Model and Analysis of Activity in Neurons based on Liquid Junctions Induced in Cytoplasm	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Psychiatry and Psychotherapy	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) 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 Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa	4. 巻 11
2. 論文標題 Wideband microwave circular polarization array antenna with orthogonal arrangement of three-element plane antennas	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Systems Applications, Engineering & Development	6. 最初と最後の頁 252-259
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 Atsushi Fukasawa, Yumi Takizawa	4. 巻 11
2. 論文標題 X-band circular polarization array antenna with parallel arrangement of three-element plane antennas	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Systems Applications, Engineering & Development	6. 最初と最後の頁 220-226
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 Yumi Takizawa	4. 巻 14
2. 論文標題 Advanced Model and Analysis of Electrophysical Activities in Neurons for Pulse and Plateau Potentials	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Transactions on Biology and Biomedicine	6. 最初と最後の頁 145-153
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 Yumi Takizawa	4. 巻 15
2. 論文標題 Electrophysical Model and Analysis of Myelinated and Unmyelinated Axons in Neurons	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions on Biology and Biomedicine	6. 最初と最後の頁 1-7
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8件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Yumi Takizawa, Fukasawa, A., Santosa, C.E., Sumantyo, J.T.S.
2. 発表標題 Circular Polarization Plane Antenna with Elliptic Resonators using High Dielectric Constant Substrates
3. 学会等名 第22回環境リモートセンシングシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuhei Mano, Kashiwagi, N. and Ando, H.
2. 発表標題 Spatio-temporal data analysis of long-term change of water quality in Tokyo bay
3. 学会等名 International Conference on Environmental Statistics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yumi Takizawa
2. 発表標題 The Latest Studies in Microwave Polarization Antennas and Its Application to Detection of Surface on Liquid Natural Gas
3. 学会等名 International Conference on Applied Electromagnetics, Wireless and Optical Communications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yumi Takizawa
2. 発表標題 The Latest Studies in Microwave Polarization Antennas and Its Application
3. 学会等名 WSEAS International Conference on Circuits, Systems and Signals (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 姉崎克典, 柏木宣久
2. 発表標題 秋期田園地帯におけるダイオキシン類の日間変動 - ベイズ型半因子組成モデルを用いた汚染由来解析 -
3. 学会等名 日本分析化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 間野修平, 柏木宣久, 安藤晴夫
2. 発表標題 東京湾水質の時空間データ解析
3. 学会等名 統計数理研究所共同研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yumi Takizawa
2. 発表標題 Advanced Modelling of Activity in Neurons for Generation of Positive and Negative Potentials and its Commonalities with Electric Devices
3. 学会等名 WSEAS International Conference on Circuits, Systems, Control, Signals (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yumi Takizawa
2. 発表標題 Electrophysical activity in neurons and unicellular organisms for bipolar potential generation and utilization
3. 学会等名 International Conference on NEUROLOGY (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究分担者	瀧澤 由美 (Takizawa Yumi) (90280528)	統計数理研究所・モデリング研究系・准教授 (62603)	
研究協力者	深澤 敦司 (FUKASAWA Atsushi)		
研究協力者	姉崎 克典 (ANEZAKI Katsunori)		
研究協力者	間野 修平 (MANO Shuhei)		
研究協力者	谷岡 悟 (TANIOKA Satoru)		