

共同利用実施報告書

2022 年度

大学共同利用機関法人

情報・システム研究機構

統計数理研究所

(<https://www.ism.ac.jp/>)

ま え が き

本報告書は、2022 年度に行われた共同利用研究の成果をまとめたものです。このほか、一部の課題に関しては、詳細な共同研究レポート (No.461－No.468) が発行されています。

これらの報告書が、統計数理研究所の共同利用システムおよび統計科学の最近の活動をご理解いただくための一助となり、また、新しい共同研究のきっかけとなればと願っております。

また、これらの報告書の他にも、研究所のホームページ (<https://www.ism.ac.jp/>) では、過去の共同利用研究の情報が得られるようになっていますので、あわせてご覧いただければ幸いです。

2024 年 3 月

統 計 数 理 研 究 所

目 次

分野分類

各採択課題の「分野分類」の「A 欄」は「統計数理研究所内分野分類」を示し、「B 欄」は「主要研究分野分類」を示している。

それぞれの分野分類は、以下のとおりである。

【統計数理研究所内分野分類】（A 欄）

番号	分野	参考 URL
a	予測制御グループ	https://www.ism.ac.jp/organization/sec_modeling.html
b	複雑構造モデリンググループ	
c	データ同化グループ	
d	調査科学グループ	https://www.ism.ac.jp/organization/sec_data.html
e	計量科学グループ	
f	構造探索グループ	
g	統計基礎数理グループ	https://www.ism.ac.jp/organization/sec_analysis.html
h	学習推論グループ	
i	数理最適化グループ	
j	その他	—

【主要研究分野分類】（B 欄）

番号	分野	主要研究領域
1	統計数学分野	統計学の数学的理論、最適化など
2	情報科学分野	統計学における計算機の利用、アルゴリズムなど
3	生物科学分野	医学、薬学、疫学、遺伝、ゲノムなど
4	物理科学分野	宇宙、惑星、地球、極地、物性など
5	工学分野	機械、電気・電子、制御、化学、建築など
6	人文科学分野	哲学、芸術、心理、教育、歴史、地理、文化、言語など
7	社会科学分野	経済、法律、政治、社会、経営、官庁統計、人口など
8	環境科学分野	環境データを取り扱う諸領域、陸域、水域、大気など
9	その他	上記以外の研究領域

※本報告書は、各研究形態における採択課題の課題番号を昇順に並べてあります。

共同利用登録

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-0001	j	8	航空・気象情報の見える化のための気象データの解析に関する研究 新井 直樹（東海大学）
2022-ISMCRP-0002	g	1	ホテリング T2 距離の新規スパースモデルの提案 小林 靖之（帝京大学）
2022-ISMCRP-0003	b	3	細胞幾何学モデル 本多 久夫（神戸大学）
2022-ISMCRP-0004	b	3	性選択による雑種種分化の理論 香川 幸太郎（東北大学）
2022-ISMCRP-0005	j	9	臨床試験における外部情報を活用した試験デザインと解析手法の構築 大東 智洋（筑波大学）
2022-ISMCRP-0006	e	2	スカイライン演算と回帰分析を用いた戦略的データベース検索 安川 美智子（群馬大学）
2022-ISMCRP-0007	e	7	マルチフラクタル解析による市場効率性の長期変動の研究 高石 哲弥（広島経済大学）
2022-ISMCRP-0008	c	3	データ同化手法を用いた細胞質流動やシグナル伝達の解析 木村 暁（情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所）
2022-ISMCRP-0009	e	7	名目金利の下限を考慮したマクロ経済モデルのパラメータ推定 砂川 武貴（一橋大学）
2022-ISMCRP-0010	d	5	主変数選択法による抗酸化物質の構造的特徴づけ 吉田 悠夏（横浜国立大学）
2022-ISMCRP-0011	b	4	動画像データからの物理モデル推定 本武 陽一（一橋大学）

一般研究 1

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-1001	f	3	生命科学データの構造探索のための柔軟な統計手法開発 植木 優夫（長崎大学）
2022-ISMCRP-1002	b	3	置換候補を並べ替えるレプリカ置換法の開発とタンパク質凝集への応用 奥村 久士（自然科学研究機構 分子科学研究所）
2022-ISMCRP-1003	b	2	統計的手法による睡眠中脳皮質動態の解明 日野 英逸（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1004	b	2	情報幾何学的アプローチによる機械学習アルゴリズムの解析 日野 英逸（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1005	e	1	経時データ解析 船渡川 伊久子（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1006	d	7	社会的距離を考慮した面接調査の開発：ウェブ会議システムに着目して 朴 堯星（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1007	f	3	タンパク質正準分子軌道に基づくタンパク質物性解析 佐藤 文俊（東京大学）
2022-ISMCRP-1008	f	8	東京湾における水質測定データの解析 村上 大輔（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1009	g	1	Bimodality on continuum binary search tree 伊藤 栄明（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1010	e	3	メタアナリシスにおけるブートストラップ法を用いた外れ値検出と影響力解析のための計算パッケージの開発 野間 久史（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1011	e	3	多変量臨床予測モデルにおける反復クロスバリデーション法 野間 久史（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1012	g	1	AGco-curve の統計的性質に関する研究 高井 勉（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1013	g	1	確率過程に対する統計推測理論と高頻度データ解析の研究 内田 雅之（大阪大学）
2022-ISMCRP-1014	e	3	抗がん剤治療患者における G-CSF 製剤の予防投与が感染症等の発現に及ぼす影響の検討 椿 広計（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1015	a	7	大規模ファイナンス・データの統計解析 吉田 靖（東京経済大学）
2022-ISMCRP-	g	7	道路ネットワーク分析のための方向統計学の手法の開発

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
1016			加藤 昇吾（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1017	b	2	スパースモデリングと高次元データ駆動科学の新展開 長尾 大道（東京大学）
2022-ISMCRP-1018	c	5	データ同化による塗膜の物性値推定方法に関する研究 白鳥 英（東京都市大学）
2022-ISMCRP-1019	d	6	言語・学習・統計：統合的アプローチの検討 石川 慎一郎（神戸大学）
2022-ISMCRP-1020	i	7	古代社会の人口動態の推定 土谷 隆（政策研究大学院大学）
2022-ISMCRP-1021	d	6	工学系日英論文テキストの談話機能単位の特定制における統計的分析手法の研究 石川 有香（名古屋工業大学）
2022-ISMCRP-1022	j	8	データ同化技術を活用した近年の気象変化への水域貧酸素化の応答に関する研究 入江 政安（大阪大学）
2022-ISMCRP-1023	d	7	公的マイクロデータを利用したエスニック・マイノリティの社会経済的地位に関する研究 康 明逸（朝鮮大学校）
2022-ISMCRP-1024	h	2	項目反応理論による言語芸術の潜在評価軸の推定 持橋 大地（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-1025	h	2	ノンパラメトリックベイズ法による無限木構造トピックモデルの研究 持橋 大地（統計数理研究所）

一般研究 2

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-2001	d	6	大規模な言語意識調査データの統計的解析 田中 ゆかり（日本大学）
2022-ISMCRP-2002	c	4	撮像観測データを活用した電離圏酸素イオン密度の時空間変動の推定 中野 慎也（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-2003	d	7	様々な大規模データ公開におけるプライバシー保護に関する理論の研究 佐井 至道（岡山商科大学）
2022-ISMCRP-2004	a	8	環境資源としてのミツバチ送粉サービスを持続するための景観管理 光田 靖（宮崎大学）
2022-ISMCRP-2005	a	3	生後発達過程における呼吸ニューロンタイプの変化とネットワーク構造の検証 尾家 慶彦（兵庫医科大学）
2022-ISMCRP-2006	d	7	住宅火災による死者数の将来予測と施策評価手法に関する研究 鈴木 恵子（総務省消防庁消防大学校（消防研究センター））
2022-ISMCRP-2007	a	3	二重過程理論に基づく認知課題の特性に依存しない馴化に頑健な脳機能計測法の開発 菊地 千一郎（群馬大学）
2022-ISMCRP-2008	a	3	制御性 T 細胞の恒常性に関わる免疫システム構造の推定 西山 宣昭（金沢大学）
2022-ISMCRP-2009	g	1	確率・統計・行列ワークショップの開催 栗木 哲（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-2010	e	1	出生に関する長期推移 船渡川 伊久子（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-2011	c	5	気候変動に伴う豪雨の極値生起の重畳と非定常性に関するデータ解析手法 北野 利一（名古屋工業大学）
2022-ISMCRP-2012	c	5	津波および高潮シミュレーションによる沿岸部の浸水リスク評価 北野 利一（名古屋工業大学）
2022-ISMCRP-2013	b	2	複雑な構造をもつデータに対する多変量解析法に関する研究 宿久 洋（同志社大学）
2022-ISMCRP-2014	h	2	数理アルゴリズムにおける不確実性に対する統計的アプローチの展開 照井 章（筑波大学）
2022-ISMCRP-2015	e	7	コロナ禍による中小企業の信用リスクへの影響の推定 宮本 道子（長崎大学）
2022-ISMCRP-	e	3	公的統計資料を用いた健康格差の定量化：地域差と経年変化の要因分

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2016			析 伊藤 ゆり（大阪医科薬科大学）
2022-ISMCRP- 2017	a	4	プラズマ乱流の多点時系列データ解析手法の開発 稲垣 滋（京都大学）
2022-ISMCRP- 2018	h	4	非ガウス性による電波望遠鏡時系列データの異常検知 高橋 慶太郎（熊本大学）
2022-ISMCRP- 2019	a	3	アルツハイマー病における海馬ガンマオシレーションへの影響 木村 良一（山陽小野田市立山口東京理科大学）
2022-ISMCRP- 2020	c	8	雲解像非静力学気象モデルを用いた粒子フィルタの開発 川畑 拓矢（気象庁気象研究所）
2022-ISMCRP- 2021	g	4	極値分布を用いた重力波イベント探索のバックグランド推定 譲原 浩貴（東京大学）
2022-ISMCRP- 2022	a	1	統計数理研究所関連統計プログラムの公開および改良 中野 純司（中央大学）
2022-ISMCRP- 2023	h	4	データ科学と物理学の融合によって拓く新しい宇宙論の展望 竹内 努（名古屋大学）
2022-ISMCRP- 2024	a	7	動的トピックモデルによるテキスト系列からの情報抽出 森本 孝之（関西学院大学）
2022-ISMCRP- 2025	e	2	スケーラビリティを考慮したシンボリックデータ解析環境の開発と実データ解析への展開 南 弘征（北海道大学）
2022-ISMCRP- 2026	c	4	データ同化手法を応用した核融合プラズマの制御手法の開発 村上 定義（京都大学）
2022-ISMCRP- 2027	f	5	高分子材料のマテリアルズインフォマティクスへの挑戦 覚知 亮平（群馬大学）
2022-ISMCRP- 2028	f	3	希少種ナベクラザゼンソウを始めとするサトイモ科植物の繁殖特性と 個体群動態に関する統計・数理・計算モデリング 高野 宏平（長野県環境保全研究所）
2022-ISMCRP- 2029	f	3	実践的ベイズ推定量を開発する基盤 小椋 透（三重大学）
2022-ISMCRP- 2030	a	7	財務ビッグデータの時空間分析と可視化に関する研究 地道 正行（関西学院大学）
2022-ISMCRP- 2031	a	2	脳における無意識情報処理に関する研究 石黒 真木夫（統計数理研究所）
2022-ISMCRP- 2032	a	7	条件付バリューアットリスクのバックテスト手法に関する研究 川崎 能典（統計数理研究所）
2022-ISMCRP- 2033	d	7	公的統計データを用いた機械学習やシミュレーションに基づく計量経済分析の新展開

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-2034	d	7	伊藤 伸介（中央大学） マイクロデータの利活用における秘匿性と有用性の評価方法に関する実証研究
2022-ISMCRP-2035	g	2	伊藤 伸介（中央大学） 高速な正規乱数生成のための離散型確率分布の研究
2022-ISMCRP-2036	b	5	土屋 高宏（城西大学） 回転円すいを用いた高粘度液体の揚水パターンの遷移
2022-ISMCRP-2037	g	1	足立 高弘（秋田大学） 自由確率論とそのランダム行列理論への応用
2022-ISMCRP-2038	d	7	佐久間 紀佳（名古屋市立大学） 体力運動能力・肥満割合・痩身割合の cohorts 分析
2022-ISMCRP-2039	c	8	山本 達三（びわこ成蹊スポーツ大学） 確率台風モデルを用いた気候モデル評価手法の検討
2022-ISMCRP-2040	c	4	鈴木 香寿恵（法政大学） レーダー観測データによる GNSS 電離圏トモグラフィの高精度化
2022-ISMCRP-2041	f	8	上野 玄太（統計数理研究所） 富士山山頂で観測された火山噴火による高濃度水銀イベントの長距離輸送の評価
2022-ISMCRP-2042	f	8	篠塚 賢一（岐阜大学） 蘚苔類・地衣類中等、環境媒体中の水銀濃度と Pb 同位体比から極地への汚染物質の輸送を検討する
2022-ISMCRP-2043	b	2	永淵 修（福岡工業大学） 集約的シンボリックデータの可視化を目的としたグラフィックスの操作と連携に関する研究
2022-ISMCRP-2044	e	3	山本 由和（徳島文理大学） 新型コロナウイルス感染症流行下における死因別超過死亡の評価
2022-ISMCRP-2045	j	7	安齋 達彦（東京医科歯科大学） 逆解析の手法を用いたファイナンス市場における諸問題の研究
2022-ISMCRP-2046	a	2	大田 靖（桃山学院大学） 連続型疑似乱数の効率的生成法の研究
2022-ISMCRP-2047	h	1	中村 永友（札幌学院大学） 一般化エントロピーの数理と統計学
2022-ISMCRP-2048	e	7	逸見 昌之（統計数理研究所） 大規模財務データベースを用いた中小企業の信用力評価について
2022-ISMCRP-2049	b	2	安藤 雅和（千葉工業大学） データ解析コンペを活用したデータ科学教育およびデータ解析環境についての研究
			久保田 貴文（多摩大学）

重点型研究

【重点テーマ 1：SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割】

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-4101	d	7	多様な価値観の測定と多次元的評価 竹村 和久（早稲田大学）
2022-ISMCRP-4102	d	7	理工系女性人材の育成に関する研究 椿 美智子（東京理科大学）
2022-ISMCRP-4103	f	7	アジア諸国世帯統計マイクロデータの利活用 馬場 康維（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-4104	d	7	SDGs の指標間および学術団体研究テーマとの関係に関する調査分析 木野 泰伸（筑波大学）
2022-ISMCRP-4105	j	7	COVID-19 パンデミックが人間心理と行動様式を介して自殺率におよぼす影響の解明および自殺予防因子の探索 岡 檀（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-4106	d	7	多様な価値の背反を前提とした新たな社会倫理の構成 遠藤 薫（学習院大学）
2022-ISMCRP-4107	e	3	SDG s を達成するためのデータサイエンスと研究倫理ーレギュラトリーサイエンスと学術誌の未来ー 椿 広計（統計数理研究所）

重点型研究

【重点テーマ 2 : ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開】

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-4201	j	7	ICT を活用したロバストな工程設計における教育的効果（家庭科授業での事例） 田中 正敏（松本大学）
2022-ISMCRP-4202	j	1	ICT を活用したデータサイエンティストの専門職能認証システムに関する研究 渡辺 美智子（立正大学）
2022-ISMCRP-4203	j	9	統計基礎リテラシー評価におけるコンピュータ適応型テストに関する研究 深澤 弘美（東京医療保健大学）
2022-ISMCRP-4204	j	9	統計・データサイエンス教育におけるオンライン上での協働学修に関する研究 竹内 光悦（実践女子大学）
2022-ISMCRP-4205	j	7	高等学校におけるデータサイエンス教育方法論開発のための実践知集積プラットフォームの研究 笹嶋 宗彦（兵庫県立大学）

重点型研究

【重点テーマ 3：地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用】

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-4301	j	2	世界メッシュ統計の統合分析アルゴリズムの開発 佐藤 彰洋（横浜市立大学）
2022-ISMCRP-4302	f	1	医療における時空間メッシュデータの利活用についての研究 和泉 志津恵（滋賀大学）
2022-ISMCRP-4303	f	8	GIS 空間情報を用いた森林における病虫害拡散予測とその制御 伊高 静（東京理科大学）

重点型研究

【重点テーマ 4：高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合】

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-4401	g	1	High dimensional tests under confounding 片山 翔太（慶應義塾大学）
2022-ISMCRP-4402	g	1	罰則項の重みづけによる複数の正則化パラメータの一元化 大石 峰暉（東北大学）
2022-ISMCRP-4403	g	1	スパース推定に基づく予測統計モデリング手法の開発研究 川野 秀一（九州大学）
2022-ISMCRP-4404	g	1	高次元スパース推定のための情報量規準の漸近的性質 二宮 嘉行（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-4405	g	1	複合型高次元漸近理論におけるモデル選択規準の漸近損失有効性 小田 凌也（広島大学）
2022-ISMCRP-4406	g	6	高次元経時データ解析手法の応用と可視化 門田 麗（広島大学）
2022-ISMCRP-4407	g	1	カーネル法に基づく超高次元データに対するモデル選択 梅津 佑太（長崎大学）

共同研究集会

課題番号	分野分類		研究課題名／研究代表者（所属）
	A 欄	B 欄	
2022-ISMCRP-5001	c	4	宇宙地球環境の理解に向けての統計数理的アプローチ 中野 慎也（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-5002	b	9	諸科学における統計数理 横山 雅之（自然科学研究機構 核融合科学研究所）
2022-ISMCRP-5003	b	2	データ解析環境 R の整備と利用 藤野 友和（福岡女子大学）
2022-ISMCRP-5004	c	4	データ同化ワークショップ 上野 玄太（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-5005	f	4	高次元非線形構造が紡ぎだす数理・情報・物理の融合研究 仲田 資季（自然科学研究機構 核融合科学研究所）
2022-ISMCRP-5006	j	7	COVID-19 感染症の世界的流行後における自殺予防・遺族支援のあり方に関する学際的研究集会 竹島 正（大正大学）
2022-ISMCRP-5007	j	9	統計教育の方法とその基礎的研究に関する研究集会 末永 勝征（鹿児島純心女子短期大学）
2022-ISMCRP-5008	g	5	極値理論の工学への応用 西郷 達彦（山梨大学）
2022-ISMCRP-5009	i	2	最適化：モデリングとアルゴリズム 土谷 隆（政策研究大学院大学）
2022-ISMCRP-5010	e	1	統計学における女性研究者 船渡川 伊久子（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-5011	j	8	情報科学による環境化学分野の問題解決と新展開に関する研究集会 橋本 俊次（国立環境研究所）
2022-ISMCRP-5012	e	7	官民オープンデータ利活用の動向及び人材育成の取組 伊原 一（一橋大学）
2022-ISMCRP-5013	g	1	無限分解可能過程に関連する諸問題 志村 隆彰（統計数理研究所）
2022-ISMCRP-5014	g	1	接合関数（コピュラ）理論の新展開 吉羽 要直（東京都立大学）
2022-ISMCRP-5015	d	2	動的幾何学ソフトウェア GeoGebra の整備と普及 丸山 直昌（統計数理研究所）

共 同 利 用 登 録

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	9 その他／Others
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0001		
研究課題名（和名）	航空・気象情報の見える化のための気象データの解析に関する研究		
研究課題名（英名）	Meteorological Analysis for Visualization of Aviation Weather		
代表者氏名	新井 直樹	フリガナ	アライ ナオキ
		ローマ字	Naoki Arai
所属機関	東海大学		
所属部局	工学部 航空宇宙学科 航空操縦学専攻		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
乱気流や積乱雲等の特徴的な気象現象が航空交通へ与える影響を評価するために、気象情報と航空情報を 3 次元で可視化する環境の構築を進めている。 今年度は、主に小型機の事故における気象解析を行った。これらの事故では気象観測データ得られていない事例が多く、解析結果の検証についての課題が浮き彫りになった。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
気象情報可視化ツール Wvis https://wvis.jimdofree.com/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0002		
研究課題名（和名）	ホテリング T2 距離の新規スパースモデルの提案		
研究課題名（英名）	Proposal of new sparse models for Hotelling's T2 distance		
代表者氏名	小林 靖之	フリガナ	コバヤシ ヤスユキ
		ローマ字	Kobayashi Yasuyuki
所属機関	帝京大学		
所属部局	理工学部情報科学科(通信教育課程)		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究の目的として次を掲げた。 「学習サンプルではなく異常度モデル自体をスパース化したモデルをマハラノビス距離に対して提案し、その数値計算上の安定条件の提案・証明や、スパース化に必要な正則化係数を数値実験無しでの決定法を提案し、その妥当性を明らかにする。研究成果として、異常度計算にも適用できるスパースモデリングを提案し、異常度における過学習の新たな防止手段を提供する。」 本研究の経緯と成果を次に示す。 上記目的の準備として、スパース化しない標本マハラノビス距離を標本共分散行列の主成分の和で分解した要素(主成分要素)をモデル化することを目指した。標本マハラノビス距離の値はホテリングの T2 分布(フィッシャーの F 分布)に従うことが知られているが、標本マハラノビス距離の主成分要素の従う確率分布は知られていない。そこで、ランダムに振舞う標本共分散行列の固有値・固有ベクトル(標本固有値・標本固有ベクトル)がこの主成分要素に与える影響を標本固有値・標本固有ベクトルの従う確率モデル(既知)を用いて、母固有値がすべて異なる場合の主成分要素の従う確率分布の近似モデルを提案した。この成果を、Yasuyuki Kobayashi, "New precise model of studentized principal components", Communications in Statistics - Theory and Methods, (2022), https://doi.org/10.1080/03610926.2022.2084110 にて公表した。この結果、標本マハラノビス距離の主成分要素の従う確率分布の近似モデルが明らかになり、副次成果として、標本マハラノビス距離を母マハラノビス距離へ一層正確に補正する手段も明らかになった。しかし、現時点までにスパース化したマハラノビス距離の元となるマハラノビス距離の主成分要素について母固有値がすべて異なる場合以外の確率モデルが得られておらず、数値計算上の安定条件の提案・証明には至らなかった。 さらに、スパース化に必要な正則化係数を決定するために、主成分に付随する母固有値 0 に対応する標本固有値のモデル化を検討した。左記の標本固有値の分布が分かればコンピュータの数値計算では

0 にならない母固有値 0 に対応する主成分が推定できる。つまり、コンピュータでなく厳密な計算ならば対応する標本固有値は厳密に 0 値しか取らないが、浮動小数点演算を行なうコンピュータでは、対応する標本固有値は主として丸め誤差に由来した確率分布を取ることを利用する。そこで丸め誤差の確率分布モデルを用いて母固有値 0 に対応する標本固有値の確率分布モデルを検討したが、残念ながら論文掲載には至らなかった。さらに、複数の主成分が母固有値 0 をもつ場合をモデル化する準備として、等しい母固有値が複数ある場合の標本固有値の従うウィシャート分布を χ^2 分布の順序統計量で近似するモデルを考案しモンテカルロシミュレーションと良い一致を得たが、論文掲載には至らなかった。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

Yasuyuki Kobayashi, "New precise model of studentized principal components", Communications in Statistics - Theory and Methods, (2022), <https://doi.org/10.1080/03610926.2022.2084110>

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ

日時

場所

参加者数

その他

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0003		
研究課題名（和名）	細胞幾何学モデル		
研究課題名（英名）	Geometrical models for multicellular system		
代表者氏名	本多 久夫	フリガナ	ホンダ ヒサオ
		ローマ字	HONDA H i s a o
所属機関	神戸大学大学院		
所属部局	医学研究科		
職名	客員教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
【研究目的】 多細胞生物の形態形成は生物体を構成している細胞の振舞いによってなされる。細胞の振舞いを数理的に記述する方法があれば、数理的手法が形態形成を理解することに役立つ。組織を構成する細胞を多角形または多面体と考えて、そこでの多角形・多面体の頂点の動きを記述する運動方程式を作成した。これにより細胞の振る舞いが数理的にあらわせる。この運動方程式を数値計算で解くには大きな計算が必要である。これがスーパーコンピュータを使う理由である。これにより生物学ではこれまでにないアプローチで形態形成を研究することができる。 細胞でできたチューブがヘリックスのねじれを形成することがある。昨年度は哺乳類や鳥類の心臓形成初期にみられるこの現象を心筋細胞が細胞の振る舞いにキラルな性質を持っているとすれば説明できることをコンピュータシミュレーションで示した。ここで得た知見に基づき内臓の管状形態とねじれやループの関連を調べる。 【結果】 一般に細胞からなるチューブにおいて、チューブを構成する細胞に異方的な力学的性質（例えば収縮）があったときに、その異方性の与え方によって（1）チューブの全体の形は変わらずに、細胞がチューブ表面を回転するように動いたり、（2）細胞は表面では大した動きはせずに、チューブ自体が大きく変形してねじれなどを起こすことがわかった。そこでチューブの軸まわりの回転運動と軸自体がループするような変形を関連づけるような試みを行っている。例えばチューブ表面を細胞が回転するような条件のもとで、チューブの端を動かすことで、細胞の旋回運動の代わりにチューブ自体はどのようなループを示すかなどである。いまのところ明解な関連づけは行えていない。いま使っている細胞モデルはチューブの弾性的性質とともに塑性的性質が含まれているのだがこの二者の重みの振り分けについて検討しなくてはならないと考えている。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
【雑誌に受理された論文】 Fuji, Kana, Sakurako Tanida, Masaki Sano, Makiko Nonomura, Daniel Riveline, Hisao Honda, Tetsuya Hiraiwa, “Computational approaches for simulating luminogenesis” Seminars in Cell and Developmental Biology 131, 173–185 (2022) 【口頭発表】 Hisao Honda, “Left-handed cardiac looping by chirality of myocardiac cells” The 9th World Congress of Biomechanics 7/10-14, Taipei, 台湾 (2022) WCB2022 7/11 9:50-11:20 Channel 12: Emerging Area, Cell Chirality and Symmetry Breaking 2 (Invited Speaker, O-22051 On Line) Hisao Honda, “Chirality of cardiac myocytes determines left-handed helical looping of the embryonic heart 心筋細胞のキラリティーが初期胚心臓のねじれを左巻きにきめる” The 55th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biology, Kanazawa Bunka Hall, Kanazawa, Oral Presentation OP04-06 5/31–6/3 (2022) 【その他（著書）】 Hisao Honda and Tatsuzo Nagai, Mathematical Models of Cell-based Morphogenesis – Passive and Active Remodeling Springer Nature, viii + 192 pages (2022/6)	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0004		
研究課題名（和名）	性選択による雑種種分化の理論		
研究課題名（英名）	Theory of hybrid speciation by sexual selection		
代表者氏名	香川 幸太郎	フリガナ	カガワ コウタロウ
		ローマ字	Kotaro Kagawa
所属機関	東北大学		
所属部局	生命科学研究科		
職名	日本学術振興会特別研究員 PD		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
婚姻色や求愛の鳴き声、性フェロモンなどの交配形質の多様化は生物集団間の交配隔離を導き、急速な種多様化を促進すると言われてきた。交配形質の進化を促進する主要な要因として性選択が挙げられるが、過去 40 年間に行われてきた理論研究の結果から性選択が種分化を促進する効果は疑問視されており、今も論争が続いている。この問題に対して私は、「雑種形成が生み出す遺伝的多様性に対して性選択が作用することで交配形質の多様化を通じた種分化が促進される」という仮説を考案した。この仮説の理論的妥当性と成立条件を解明するため、コンピューター上に構築した仮想生物の進化をシミュレーションする「個体ベース・モデル」という手法を用いて雑種形成と性選択が生み出す進化動態をシミュレーションした。統計科学スーパーコンピューターシステム上で、様々な条件設定の下で進化シミュレーションを繰り返し行った結果、雑種形成と異性間性淘汰が種分化を促進することを支持する成果が得られた。成果の一部をまとめた論文は最近 Evolution 誌に受理された（Kagawa et al. 2023）。また、本研究を進める過程で性選択が導く進化動態が、交配形質の遺伝的基盤の複雑性に依存して大きく変化するという予期していなかった新知見が得られた。そこで、性選択による進化動態と交配形質の遺伝基盤の関係をより詳細に調べる研究も実施した。その成果をまとめた論文を現在作成している。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
論文（英語・査読あり） Kagawa, K., Gaku T., and Seehausen, O. (2023). "Transgressive segregation in mating traits drives hybrid speciation." Evolution (https://doi.org/10.1093/evolut/qpad072). 学会発表

Kagawa, K. “A theory of hybrid speciation by sexual selection.” Tohoku University – OIST 3rd Joint Workshop on Biodiversity: From Genes and Species to Ecosystem Services and Resilience. 仙台, 10 月・2022 年（英語・ポスター）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	j その他/Others	主要研究分野分類	9 その他/Others
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0005		
研究課題名（和名）	臨床試験における外部情報を活用した試験デザインと解析手法の構築		
研究課題名（英名）	Development of trial design and analysis method using external information in clinical trials		
代表者氏名	大東 智洋	フリガナ	オオヒガシ トモヒロ
		ローマ字	Tomohiro Ohigashi
所属機関	筑波大学大学院		
所属部局	人間総合科学研究科		
職名	大学院博士課程		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
医薬品開発における新治療群と対照群の比較を目的とした新しい臨床試験について、過去の臨床試験で得られたデータ（既存データ）を利用する方法が注目されている。新しい試験の対照群が過去の臨床試験の治療と同じ場合、新しい臨床試験のデータ（新規データ）における群間比較に既存データの情報を加味することで、推定精度の向上や被験者数の減少が期待できる。既存データの利用法として、ベイズ流の方法や傾向スコアを用いた方法などがあるが、標準的方法は確立されていない。本研究では、既存データを利用するための新しい解析手法を構築している。2021 年度では、提案手法の性能評価を目的とした数値実験を行い、その成果を学術雑誌に投稿し、採択された。2022 年度では、提案手法を改良した手法を開発し、数値実験を行った。成果について学会発表を 2 回（国内、国際）実施した。現在、成果を学術論文にまとめている段階であり、2023 年度中に投稿予定である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
1. 大東智洋, 丸尾和司, 寒水孝司, 澤本涼, 五所正彦. 既存試験データを利用するための Bayesian shrinkage prior に基づく方法の提案. 2022 年度日本計量生物学会年会, 東京都葛飾区, 2022 年 5 月 13-14 日. 2. Ohigashi T, Maruo K, Sozu T, Sawamoto R, Goshio M. Dynamic borrowing from multiple historical control data by shrinkage priors. 2022 WNAR/IMS/JR Annual Meeting, Virtual Conference, 10-15 June 2022. (Invited talk)	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	

参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0006		
研究課題名（和名）	スカイライン演算と回帰分析を用いた戦略的データベース検索		
研究課題名（英名）	Strategic Database Search using Skyline Operator and Regression Analysis		
代表者氏名	安川 美智子	フリガナ	ヤスカワ ミチコ
		ローマ字	Michiko Yasukawa
所属機関	群馬大学		
所属部局	情報学部		
職名	助教		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
【研究目的】 本研究は、特徴の混在したデータセットに対して分析的な検索が行える手法を開発することを目的とするものである。特に、インステチュショナル・リサーチにおける教育情報や研究情報の分析のためのデータベース検索を基盤的な技術として、他の分野（ドメイン）にも応用できる汎用的なデータベース検索の手法を開発することを技術的課題とする。 【研究成果の概要】 2022 年度の研究を遂行するにあたり、評価実験には Python の機械学習・深層学習のモジュールを使用し、計算機環境としては、統計数理研究所の統計科学スーパーコンピューターシステムを利用した。 2022 年度の研究では、以下のようなデータベース検索の手法についての検討と成果発表を行った。 ①データセットの分割と回帰分析を用いた特徴分析 一般公開されている採択済み科研費申請書を収録したデータベース(KAKEN)の研究課題名を分析対象とし、テキストデータの特徴分析を行う手法を提案した。提案手法は、科研費の研究開始年度と審査区分（大分類・中分類・小分類など研究課題番号に紐づけられた区分）を用いてデータセットの分割を行い、類似文書検索と文書自動分類により、特徴分析を行うものである。科研費申請書の審査区分は 2018 年度の制度改革で新たに採用された A～K の 11 分類(文学、医学、社会学、理工学、情報学など)を用いた。また、予算年度ごとの特徴量の変遷を回帰分析とデータ視覚化により分析した。提案手法は、k 近傍法と同様にインスタンスの類似度を用いる教師あり学習によりパターン認識を行う手法であるが、次の点において k 近傍法とは異なる。(a)未分類の文書に類似する分類済み文書を探すのではなく、分類済み文書に類似する未分類の文書を探す。(b)k 個の近傍(たとえば k=1 の場合は最近傍)の類似文書を探すのではなく、すべての文書に対して類似度によるランク付けを行い、各分

類（多クラス分類の個々のクラス）ごとに検索結果を集約した上位 k 個の文書を選択する。

提案法は素朴な手法を組み合わせた計算量の多い手法であるため、従来は大規模なデータセットに適用することが困難であったが、最近のハードウェア、ソフトウェア、および、仮想化技術の進化により、10 万件を超える規模でのデータ分析が可能となりつつある。科研費データベースに収録された約 97 万件の申請課題を実験データとして評価実験を行い、提案手法はベースラインを大きく上回る精度 (Accuracy) が得られることを確認した。また、得られた研究成果を、国際会議 International Conference on Data Science and Institutional Research(DSIR2022)で発表し、Honorable Mention Award を受賞した。

②3 つ以上のデータベースの結合とスカイライン演算

インターネット上で公開されている日本の家庭料理のレシピデータを収集し、データ分析用のデータベースを構築して、料理の特徴の類似性の観点から横断的なデータベース検索を行う手法を提案した。提案手法は、インステチュショナル・リサーチの研究においてこれまでに開発した特徴分析の手法と、2021 年度に開発した教育・研究情報の横断検索のためのスカイライン演算を、料理情報処理に応用するものである。データ分析用の料理レシピは、料理の概念についての捉え方が異なる 3 つのテレビ番組の公式サイトから、半自動的な手法により、合計約 2.2 万件を収集した。また、教師あり学習のための分類済みのデータは、料理が得意な主婦等を参加者とするクラウドソーシングにより「料理と食材の連想関係」のデータ 5400 組を収集した。

評価実験の結果、提案手法はベースラインを上回る精度が確認できた。また、実験結果を詳しく調べたところ、ベースラインと提案手法の両方において、テキストデータの中での単語の頻度が高い部分においては精度が十分に高かったが、単語の頻度が比較的低頻度となる部分では精度が限界に達していることが確認できた。得られた成果を、情報処理学会 第 177 回 データベースシステム研究会 (SIG-DBS) で発表した。また、新たに発掘された技術課題を 2023 年度・科研費・基盤(C)の研究課題として申請し、採択された。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

- [1] *M. Yasukawa, "Systematization of Japanese Culinary Information via Similarity and Heterogeneity among Documents," IPSJ SIG Technical Reports, Vol. 2022-DBS-175, No. 43, pp.1-6, 2022. (論文, 査読無し)
- [2] *M. Yasukawa, K. Yamazaki, "Feature Selection by Thematic and Temporal Distinction in Research Grant Applications," IIAI Letters on Institutional Research (Proc. DSIR2022), Vol.1, LIR019, pp.1-13, 2022. (論文, 査読有り, Honorable Mention Award 受賞)

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0007		
研究課題名（和名）	マルチフラクタル解析による市場効率性の長期変動の研究		
研究課題名（英名）	A study of long-term variation in market efficiency by multifractal analysis		
代表者氏名	高石 哲弥	フリガナ	タカイシ テツヤ
		ローマ字	Tetsuya Takaishi
所属機関	広島経済大学		
所属部局	教養教育部		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
本研究では、非線形の時系列相関の特徴を捉えられる一般化ハースト指数を用い、株価時系列の時間相関の性質を調べた。正規乱数からなる時系列の場合、一般化ハースト指数が 0.5 となることが知られている。この 0.5 と比較することによって、株価時系列のランダム性を議論することができる。まず、日本市場における株価時系列として、TOPIX、東証第 2 部株価指数及び TOPIX small を用い、ハースト指数の時間変動を調べた。その結果、2000 年以前は、0.5 以上の値を示し、時系列はランダムではなく、持続的な性質を持つことが分かった。2000 年以降は 0.5 に近づき、その後 0.5 以下の値と取る期間が多いことが分かった。0.5 以下は反持続的な性質を持つことから、日本市場は効率的（ランダム）ではないことが分かった。また、一般化ハースト指数の変動から、2000 年ごろに日本市場で大きな変化があったことが分かった。Bitcoin 市場についても収益率、取引高と実現ボラティリティ時系列を用い、時系列相関を調べた。その結果、収益率のハースト指数は 0.5 付近であるが、取引高と実現ボラティリティ時系列は 0.5 以上の持続性を示した。更に、取引高と実現ボラティリティの増分の時系列は 0.5 以下の反持続性を示すことが分かった。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
発表論文 Tetsuya Takaishi, Hurst exponent and Multifractal Properties in the Time Series of Bitcoin Trading Volume, International Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 12, Issue 11, 2022, pp. 24-29	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	

日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0008		
研究課題名（和名）	データ同化手法を用いた細胞質流動やシグナル伝達の解析		
研究課題名（英名）	Analyses of cytoplasmic streaming and signal transduction using data assimilation		
代表者氏名	木村 暁	フリガナ	キムラ アカツキ
		ローマ字	KIMURA, Akatsuki
所属機関	情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所		
所属部局	遺伝メカニズム研究系		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
統計数理研究所の計算機環境を用いてデータ同化解析を行うための指導を上野玄太教授、中野慎也准教授らにいただいている。共同利用は報告者の所属機関（国立遺伝学研究所）から統計数理研究所の計算機環境に遠隔ログインすることにより遂行するため共同利用自体には統計数理研究所を訪問する必要はない。また、共同研究のためのディスカッションもインターネット会議システムや電子メールを利用している。2022 年度は研究議論や計算機の使い方についての指導を受ける形での共同研究を進めた。貴所の計算機を精力的に使う段階には至っていないが、これまでの解析プログラム・データも残っており、また次年度以降、計算機を使用した研究を行うことを希望するため、継続的に使用させていただきたい。本共同利用の成果として、論文を投稿準備中の他、上野教授、中野准教授らにより統計的手法のアドバイスを受けた論文を一報発表した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	5 工学分野／Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0010		
研究課題名（和名）	主変数選択法による抗酸化物質の構造的特徴づけ		
研究課題名（英名）	Structural Characterization of Antioxidants by Principal Variable		
代表者氏名	吉田 悠夏	フリガナ	ヨシダ ハルカ
		ローマ字	Haruka YOSHIDA
所属機関	横浜国立大学		
所属部局	理工学部		
職名	学生		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
【研究目的】本研究では、少ない記述子で抗酸化物質の構造的特徴をとらえることを目的としたデータ解析研究を行う。解析対象とする化学データベースは ChEBI, KNApSACk, PubChem である。抗酸化物質の記述子の解析においては外的基準がないため、回帰分析のような変数選択基準を適用しても本研究の目的を達成することができない。この問題を解決するために、本研究では、McCabe(1984)の主変数選択法を適用し、重要な変数の洗い出しを行う。なお、抗酸化物質の構造的特徴を捉えるのに重要な役割を果たす記述子は明らかでないため、主変数選択を行うにあたっては、少なくとも 100 近い記述子を解析対象とする必要がある。しかしながら、これらの記述子に対して主変数選択法を適用したところ、パーソナルユースの計算機ではメモリ不足で解析結果が得られないといった問題が生じたため、統計数理研究所のスーパーコンピュータを利用させていただくこととした。本研究では、この変数選択結果を利用して、"抗酸化物質らしさ"のスコアを定式化することもあわせて検討する。 【研究成果】本研究をととして、McCabe(1984)によって提案された変数選択規準とは異なる主変数選択規準として、グラフィカルモデルと McCabe(1984)の主変数選択規準の利点を取り入れた新たな主変数選択規準を開発し、その性質を明らかにした。この研究成果については、日本計算機統計学会第 36 回シンポジウム(当該研究に関する情報源[1])で口頭発表を行うとともに、現在では、学術論文として投稿中である。なお、化学データベースへの応用研究については現在進行中であるため、公開不可となっている。そのため、学術論文および学会発表においては化学データベースとは異なるデータへの応用可能性について議論している。加えて、本研究では、McCabe(1984)の主変数選択規準を離散データ解析の観点から検討し、カルバックライブラー情報量に着目した情報論的主変数選択規準を開発し、その数理的性質について検討を行った(当該研究に関する情報源[2])。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

- [1] 吉田悠夏・黒木学(2022). グラフィカルモデルに基づく新たな主変数選択規準とその性質について. 日本計算機統計学会 第36回シンポジウム, 2022年11月26日～11月27日, 富山国際会議場, 富山県.
- [2] 吉田悠夏・黒木学(2023). 情報論的主変数選択規準とマルコフ・ネットワークによる特徴づけ. 日本品質管理学会第131回研究発表会, 2023年5月27日, 日本科学技術連盟東高円寺ビル, 東京都.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

2022 年度 共同利用登録 実施報告書

研究種別	共同利用登録		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	4 物理学分野／Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-0011		
研究課題名（和名）	動画像データからの物理モデル推定		
研究課題名（英名）	Physical model estimation from video data		
代表者氏名	本武 陽一	フリガナ	モトタケ ヨウイチ
		ローマ字	Yoh-ichi Mototake
所属機関	一橋大学		
所属部局	ソーシャル・データサイエンス研究科		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
本研究では、動画像データから直接的に物理モデルを推定する手法を開発する。これまでの物理モデリングでは、位置と運動量で構成される位相空間のデータが与えられることが多かった。動画像データからの学習を考える場合、これは動画像中のオブジェクトの位置と速度を事前に推定する必要があることを意味する。近年の画像生成技術の興隆に対応して、動画像データの生成技術の開発が活発化しつつある。一方で、それらの機械学習モデルには明示的な物理モデルの学習機構はなく、多くは静止画の生成技術の単なる延長的な手法に留まっている。これに対して、物理モデルを明示的に挿入することで、動画像データの生成などの関連手法の精度を高めるのが本研究の目的である。採択された2023年1月から、各種手続きを行い、後継課題である2023年度の一般研究2「動画像データからの物理モデル推定」へ向けた計算機環境へのアクセス体制の確立や研究所教員との議論の開始などを実施した。これによって、2023年度に採択された一般研究2「動画像データからの物理モデル推定」への着手がスムーズに実施されるという成果が得られた。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
なし	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

一 般 研 究 1

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1001		
研究課題名（和名）	生命科学データの構造探索のための柔軟な統計手法開発		
研究課題名（英名）	Development of flexible statistical methods for structure exploration in life science data		
代表者氏名	植木 優夫	フリガナ	ウエキ マサオ
		ローマ字	Masao Ueki
所属機関	長崎大学		
所属部局	情報データ科学部		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
生命科学分野において大規模かつ詳細なデータが利用できるようになり、機械学習に代表されるデータサイエンス手法が使われるようになってきている。機械学習は高い柔軟性をもつ反面、複雑なモデルを用いるために、結果の解釈が難しくなる傾向にある。一方で、伝統的な統計学的データサイエンス手法は、高い解釈可能性を有する一方で、柔軟性に欠ける。ただし、後者は小さいサンプルサイズのデータにも対応しやすいため、生命科学分野でよく見られる小標本データの解析に適する。本研究においては、国内の COVID-19 患者数の時空間データを解析するにあたり、解釈性が高く、かつある程度の柔軟性を有する手法として、ランダム効果を導入した非線形モデルについて研究を行い、COVID-19 でよく見られる極端に外れた患者数データに対応できるベータ負の二項分布に基づくモデルを開発し、論文として発表した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Ueki M. Beta-negative binomial nonlinear spatio-temporal random effects modeling of COVID-19 case counts in Japan. Journal of Applied Statistics, doi: 10.1080/02664763.2022.2064439 (Published online: 24 Apr 2022)	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
川崎 能典	統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1002		
研究課題名（和名）	置換候補を並べ替えるレプリカ置換法の開発とタンパク質凝集への応用		
研究課題名（英名）	Development of the replica-permutation method with sorting permutation candidates and its application to protein aggregation		
代表者氏名	奥村 久士	フリガナ	オクムラ ヒサシ
		ローマ字	Hisashi OKUMURA
所属機関	自然科学研究機構		
所属部局	分子科学研究所		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的 生体分子は複雑な自由エネルギー地形を持つので、素朴にシミュレーションを行うと自由エネルギー極小状態にトラップされてしまい様々な構造の統計量を得られない。そこで何種類かの拡張アンサンブル分子動力学シミュレーション法がこれまでに開発され、生体分子の構造を効率よくサンプルし、正しい統計アンサンブルを得る方法として用いられてきた。代表的な拡張アンサンブル法の一つがレプリカ交換法であるが、我々はレプリカ交換法より強力な拡張アンサンブル法であるレプリカ置換法を提案した。これらは強力な方法だが、大きな系の構造を効率よくサンプルすることは依然として難しい。昨年度、この問題を解決するため、系全体の温度ではなく、注目する溶質の温度をレプリカ間で入れ替えるレプリカ置換ソリートテンパリング法（RPST 法）を開発した。しかし、多くのレプリカを用いた RPST 法によるシミュレーションにおいて、大きなレプリカ番号を持つレプリカでは遷移確率が低下するという問題が見つかった。そこで、今年度はこの問題が起きる原因を解明し、さらに効率よくサンプルできるようにレプリカ置換法を改良した。 成果の概要 RPST 法ではレプリカと温度の組み合わせに対し状態の番号を与える。つまり、レプリカと温度の組み合わせと状態の番号を対応させたリストを作成する。従来のリストの作り方では、温度とレプリカの組み合わせが状態の番号に対して系統的に並べられていた。このリストでは、状態番号の遷移に伴って、レプリカ番号が小さいレプリカでは頻繁に温度の入れ替えが行われ、レプリカ番号が大きいレプリカでは温度の入れ替えが起きにくいことを見つけた。その問題を解決するため、我々は状態番号に対して温度とレプリカの組み合わせをランダムに並び替えたリストを用い、RPST 法を行うことを

考案した。この改善したリストを用いることで、温度の遷移確率がどのレプリカにおいても向上させることに成功した。この方法を用いることで、多くのレプリカ数を用いた RPST 法により効率的な温度空間のサンプルを行うことが可能になった。さらにこの方法をアルツハイマー病の原因物質であるアミロイド β ペプチドのうち特に凝集性の高い部分に応用し、その凝集する過程を解明した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
D. Fukuhara, M. Yamauchi, S. G. Itoh, and H. Okumura: “Ingenuity in performing replica permutation: how to order the state labels for improving sampling efficiency”, J. Comput. Chem. 44 (2023) 534–545.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
伊藤 暁	自然科学研究機構 分子科学研究所	助教
谷本 勝一	自然科学研究機構 分子科学研究所	学振特別研究員 (PD)
福原 大輝	自然科学研究機構 分子科学研究所	大学院生（5 年一貫制博士課程 5 年）

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1003		
研究課題名（和名）	統計的手法による睡眠中大脳皮質動態の解明		
研究課題名（英名）	Study of cerebral cortex dynamics during sleep by statistical methods		
代表者氏名	日野 英逸	フリガナ	ヒノ ヒデイツ
		ローマ字	Hideitsu Hino
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
脳内では、多数の神経細胞が細胞集合体を形成し、情報処理を行っている。近年の計測技術の発展により、その一つであるカルシウムイメージングによって、細胞集合体を研究することが可能になった。カルシウムイメージングデータから細胞集合体を抽出することを目的とし、非負行列分解(NMF)に基づくクラスタリングアプローチを提案した。まず NMF によってニューロン間の類似性行列を求め、それに対してスペクトルクラスタリングを実行する。NMF の適用には、モデル選択の問題が伴う。NMF の基底数は結果に大きく影響し、適切な選択方法はまだ確立されていない。NMF に基づく新しく定義された推定量を用いたモデル平均化によってこの問題を解決することを試みた。模擬データを用いた実験の結果、提案手法は幅広いサンプリングレートにおいて、従来の相関ベースのクラスタリング手法よりも優れていることが示唆された。また、睡眠/覚醒マウスのカルシウムイメージングデータを解析した結果、細胞集合体の大きさは大脳皮質の徐波発生の程度と空間的広がり依存していることが示唆された。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
https://doi.org/10.1016/j.neunet.2022.01.023 https://confit.atlas.jp/guide/event/neuro2022/subject/2P-296/detail?lang=ja&eventCode=neuro2022	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	

その他	
-----	--

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
上田 壮志	奈良県立医大医学部	助教

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1004		
研究課題名（和名）	情報幾何学的アプローチによる機械学習アルゴリズムの解析		
研究課題名（英名）	Information geometric approach for the analysis of machine		
代表者氏名	日野 英逸	フリガナ	ヒノ ヒデイツ
		ローマ字	Hideitsu Hino
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
ドメイン適応とは、あるドメインで学習した予測モデルを他のドメインでも利用可能にする技術の総称である。特にソースドメインとターゲットドメインの乖離が大きい場合、予測精度が大きく低下する。この問題を解決するため、ソースドメインからターゲットドメインに移行する中間ドメインを利用する方法がある。しかし、中間ドメインのサンプル数が少ないと、自己学習が上手くいかず、精度が低下する。また、中間ドメインがターゲットドメインに近いほど、中間ドメインからのサンプルの取得コストが高くなるのが自然である。そこで、マルチフィデリティと能動的ドメイン適応を組み合わせたフレームワークを開発し、実際のデータセットで評価することで、コストと精度のトレードオフを解決した。また、機械学習における最も重要な研究テーマの一つである共変量シフトについて、幾何学的な手法を用いて解決方法を提案した。さらに、ソースドメインとターゲットドメインでデータの特徴量の次元が異なる状況でも適用可能な転移学習手法を開発した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
https://doi.org/10.1162/neco_a_01549 https://doi.org/10.1162/neco_a_01526 https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.03.035	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
村田 昇	早稲田大学	教授
赤穂 昭太郎	産業技術総合研究所	上級主任研究員
藤木 淳	福岡大学	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野／Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1005		
研究課題名（和名）	経時データ解析		
研究課題名（英名）	Longitudinal Data Analysis		
代表者氏名	船渡川 伊久子	フリガナ	フナトガワ イクコ
		ローマ字	Ikuko Funatogawa
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
連続型反応変数の経時データ解析のために、我々は自己回帰線形混合効果モデルを提案している (Funatogawa et al., 2007; Funatogawa et al., 2008; Funatogawa and Funatogawa, 2019)。近年、経時データ解析（パネルデータ解析）では、自己回帰パラメータを含んだモデルが、諸分野で活発に開発されている。そこで、他分野における文献調査を行った。また、これまでに無作為化比較試験で介入後に群間で不等分散の場合の経時データ解析について報告しているが (Funatogawa and Funatogawa, 2020)、本年度は 1 時点の順序カテゴリカルデータで不等分散の場合についての報告を行った (Funatogawa and Funatogawa, 2023)。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Ikuko Funatogawa & Takashi Funatogawa. Comparison of profile-likelihood-based confidence intervals with other rank-based methods for the two-sample problem in ordered categorical data. Journal of Biopharmaceutical Statistics.2023, 33, 371-385. doi: 10.1080/10543406.2022.2152831.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
船渡川 隆	中外製薬株式会社	課長

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ / Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1006		
研究課題名 (和名)	社会的距離を考慮した面接調査の開発：ウェブ会議システムに着目して		
研究課題名 (英名)	Data Collection in an Era of Social Distancing: focusing on Videoconferencing Applications		
代表者氏名	朴 堯星	フリガナ	パク ヨスン
		ローマ字	Yoosung PARK
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
社会調査の回収率が著しく低下している今日、回収率の向上策に関する様々な実証研究が行われている。特に mixed-mode 調査を提唱した Groves et al. (2004)以来、CAPI/CASI, Push-to-web-survey(Dillman, 2017)等の多様な調査媒体や複数の調査モードが用いられている。さらに、ビッグデータを活用する調査の有意義さが議論されているように (McFarland 2016, 瀧川 2018), 社会科学全般では、回収率の向上と共に、既存の調査手法を超えた新たな調査データの収集手法が求められている。 代表は、日本の 3 大調査会社の担当者へヒアリングを行い、全国地域別の面接調査および mixed-mode survey の実施状況を確認しており、その後、既存のウェブ会議アプリケーションの詳細な機能や特徴等の情報収集を実施した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
特になし	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
尾崎 幸謙	筑波大学大学院	准教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1007		
研究課題名（和名）	タンパク質正準分子軌道に基づくタンパク質物性解析		
研究課題名（英名）	Analysis of protein properties based on canonical molecular orbitals		
代表者氏名	佐藤 文俊	フリガナ	サトウ フミトシ
		ローマ字	Fumitoshi Sato
所属機関	東京大学		
所属部局	生産技術研究所		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
申請者らは、含金属タンパク質を対象とした正準分子軌道計算を達成できる量子化学計算プログラム ProteinDF ならびに QCLO 法に基づく大規模分子自動計算プログラム QCLObot を開発している。タンパク質をまるごと量子化学的に取り扱うことのできる ProteinDF は、Gauss 型基底関数展開を利用することで、原子 1 つ 1 つが系全体の電子状態に与える影響を議論することができる。一方 QCLObot は、複雑なヘテロ分子を含むタンパク質でも、量子化学計算の収束解に近い高精度な初期値を作成するプログラムである。タンパク質の正準分子軌道は、その物性を理解する上で重要な情報源である。しかし、タンパク質の正準分子軌道計算の計算コストは 非常に高く、計算例も少ない。本研究では、より多くのタンパク質および関連する生体分子の正準分子軌道計算を達成する高効率な計算・解析手法を開発し、タンパク質正準分子軌道と物性の詳細な関係を明らかにすることを目的としている。 これまでに達成してきたタンパク質の正準分子軌道計算による結果を観察すると、その分子軌道が広範囲にわたって広がっているものと、広がらずに局在化しているものがあることがわかってきた。これはアミノ酸残基の改変(変異)によってタンパク質の電子構造が容易に変化する(させる)タンパク質と、変異による電子構造論的影響に対してロバストな耐性をもつタンパク質があることを意味している。大規模分子であるタンパク質は電子数も多く、当然ながら分子軌道の数も多くなる。しかも炭素、酸素、窒素など最外殻軌道が 2s, 2p となる元素が主成分であり、分子軌道を構成する原子軌道が似たものが多い。したがって分子軌道のエネルギー準位の間隔は非常に密となり、分子軌道の由来を解析するのは困難である。本年度は、QCLO 法と分子軌道重なり法の組み合わせにより、大規模分子の分子軌道とサブユニットの分子軌道の関連性を解析する手法を開発した。分子軌道重なり法による分子軌道の評価では、2 つの軌道が全く重ならない場合は 0 を、ぴったり同じ軌道になる場合は 1 を与える。QCLO 法におけるサブユニットの分子軌道と大規模分子の分子軌道の分子軌道重なり計算を

網羅的に行い、評価値の大きな分子軌道の組み合わせを抽出することで、対応する分子軌道を簡単に見つけることができるようになった。

今後、本手法をさまざまなタンパク質に適用して分子軌道の解析に役立てていく予定である。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

1. <http://www.satolab.iis.u-tokyo.ac.jp/>
2. <https://proteindf.github.io/>
3. T. Hirano, F. Sato, “Study on Analysis Approach of Canonical Molecular Orbital Calculation in Large-scale Molecular System”, AIP Conference Proceedings, in press.
4. 平野敏行, 佐藤文俊, “ACE2 におけるスパイクタンパク質結合部位の電子状態”, 第 16 回分子科学討論会, 慶應大学(東京), 2022

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
平野 敏行	東京大学	助教

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1008		
研究課題名（和名）	東京湾における水質測定データの解析		
研究課題名（英名）	Data analysis of change of water quality in Tokyo bay		
代表者氏名	村上 大輔	フリガナ	ムラカミ ダイスケ
		ローマ字	Murakami Daisuke
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
東京湾沿岸の各自治体は、湾内の水質状況を把握するため、水質汚濁防止法に基づく公共用水域水質測定計画に沿って、毎月 1 回、測定点を分担し合い、多項目の水質測定を実施している。本研究は、これらのデータを有効利用するため、データの収集、スクリーニング、データベースの整備を行い、これらのデータを解析し情報を抽出するための各種統計的方法を開発することを目的とする。本年度からはこれまでの 2 次元的な水質の空間補間を、深さも含めた三次元的な空間補間に拡張するための検討を行った。具体的には、地形や水深毎の汚染物質濃度、水温といった各種要因を考慮するために Integrated nested Laplace approximation に基づく手法を発展的に応用することで、三次元空間上で、精度の良い補間が行えることを確認した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
該当なし	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
石井 裕一	東京都環境公社	主任研究員
安藤 晴夫	東京都環境公社	研究員
増田 龍彦	東京都環境公社	主任
間野 修平	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
柏木 宣久	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1009		
研究課題名（和名）	Bimodality on continuum binary search tree		
研究課題名（英名）	Bimodality on continuum binary search tree		
代表者氏名	伊藤 栄明	フリガナ	イトウ ヨシアキ
		ローマ字	Yoshiaki Itoh
所属機関	統計数理研究所 Institute of Statistical Mathematics		
所属部局			
職名	名誉教授 Professor Emeritus		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
We apply the results by M.Drmota and H-K Hwang (2005) on bimodality and phase transitions in the profile variance on binary search tree to study continuum binary search tree by M.Sibuya and Y. Itoh (1987). We also study the continuum model (2012) of Y. Itoh and P. L. Krapivsky for the cascade model (1985) of food webs by J. E. Cohen and C.Newman. We think the continuum cascade model has an analogous bimodality and may be shown extending the method for the continuum binary search tree. The traveling wave behavior for the probability distribution of the height of the tree is shown for the continuum cascade model (Itoh and Krapivsky (2012)). By using the martingale theory (the theorem of E. Aidekon (2013)), we obtained the correction term of the velocity of the traveling wave for the probability distribution of the height of continuum cascade model (Itoh (2015)). We introduced another continuum binary search tree to show the traveling wave behavior mathematically. We applied the Aidekon theorem to the continuum binary search tree and obtained the traveling wave behavior analytically.We apply the results by M.Drmota and H-K Hwang on bimodality and phase transitions in the profile variance on binary search tree to study continuum binary search tree by M. Sibuya and Y. Itoh. We also study the continuum model by Y. Itoh and P. L. Krapivsky for the cascade model of food webs by J. E. Cohen and C.Newman. We wish to show the continuum model for the original discrete model

seems to be natural to understand the analysis for the original discrete model. The traveling wave behaviour for the probability distribution of the height of the tree is shown for each of the two models. We study the velocity of the traveling wave analytically. The expectation of random variables $X_{n,k}$, defined to be the number of external nodes at level k (the root being at level 0) in random binary search tree of n nodes, is given by using signless Stirling numbers of the first kind. The continuum binary search tree has the simple corresponding formula by using factorial. There are other natural correspondences between the two models. We make use of them to show the bimodality of the variance. We think the continuum cascade model has an analogous bimodality and may be shown extending the method for the continuum binary search tree.

By using the martingale theory we obtained the correction term of the velocity of the traveling wave for the probability distribution of the height of continuum cascade model. We study the velocity by using analytical method for the continuum cascade model. The correction term of the velocity of the wave front of the profile will help to study the velocity.

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

Itoh, Y. and Krapivsky, P. L. Continuum cascade model of directed random graphs: traveling wave analysis, Journal of Physics A Mathematical and Theoretical, 45, 455002(10pp).

2014

Fuchs, M., Hwang, H.K., Itoh, Y., Mahmoud, H.: A binomial splitting process in connection with corner parking problems, Journal of Applied Probability, 51, 971-989.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
Hwang Hsien-kuei	Institute of Statistical Science Academia Sinica	教授 Professor

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1010		
研究課題名（和名）	メタアナリシスにおけるブートストラップ法を用いた外れ値検出と影響力解析のための計算パッケージの開発		
研究課題名（英名）	Development of computational package for outlier detection and influence analysis of meta-analysis using bootstrap		
代表者氏名	野間 久史	フリガナ	ノマ ヒサシ
		ローマ字	Hisashi Noma
所属機関	情報・システム研究機構統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
メタアナリシスは、過去に行われた調査・実験研究から得られたエビデンスを統合し、総合的な知見を得るための研究手法である。医学・心理学・社会学・教育学など、さまざまな分野において広く用いられており、現代科学研究における重要な方法論であることは、既に広く知られている。その中でも、正確なエビデンスの評価を行うための基盤となる統計解析の方法の果たす役割は大きく、近年に至っても、種々の方法論の高度化・精緻化が進められており、現在進行形で活発な発展を遂げている分野となっている。 この中でも、外れ値の検出やその影響力の評価は、研究の主要な結論に影響を及ぼし得る重要な問題として、この領域において権威のある指針を系統的にまとめたコクランハンドブックでも、慎重な評価が行われなくてはならないものと明示されている。しかしながら、現状では、R や Stata などの統計パッケージでも、外れ値の影響力を定量的に評価するための汎用的な計算モジュールは十分に整備されておらず、国際一流誌に掲載されるような研究論文でも、「グラフから視覚的に読み取る」「信頼区間の重複を評価する」などの ad hoc な評価が行われているものが多い。特に、統計的な誤差を定量的に評価して、閾値を定めるための方法が実装されたものは皆無である。 本研究では、R パッケージ <code>boutliers</code> を開発し、CRAN への登録を行った (https://cran.r-project.org/web/packages/boutliers/)。前述の標準的な外れ値検出方法に対して、各基準統計量の統計的なばらつきをブートストラップ法で評価し、合理的な閾値を与えるための方法となっている。今後、本パッケージの紹介論文をまとめ、国際学術誌へ公表する予定である。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
boutliers: Outlier Detection and Influence Diagnostics for Meta-Analysis. R package available at

https://cran.r-project.org/web/packages/boutliers/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
五所 正彦	筑波大学	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1011		
研究課題名（和名）	多変量臨床予測モデルにおける反復クロスバリデーション法		
研究課題名（英名）	Iterative cross-validation for multivariable clinical prediction models		
代表者氏名	野間 久史	フリガナ	ノマ ヒサシ
		ローマ字	Hisashi Noma
所属機関	情報・システム研究機構統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
臨床医学研究において、診断・予後予測は、治療法の開発と並んで、重要な研究テーマのひとつの柱である。折しも、人工知能・機械学習の技術の振興により、高度なデータ解析の技術が、実臨床に革新をもたらす時代を迎えており、その方法論の科学的妥当性の担保は、極めて重要な問題となっている。2015 年に、その指針をまとめたガイドラインとして、TRIPOD 声明が公表され、当該領域の研究手法の国際スタンダードとなっている。 このガイドラインの中で、多変量臨床予測モデルの性能を評価するための判別・校正指標の推定においては、過大推定のバイアス（“optimism” と一般的にいわれる）を調整することが必須とされており、近年、一流医学誌に公表される論文では、原則として、Harrell のバイアス補正法などを用いた解析が、事実上、必須となっている。しかしながら、現状では、点推定値のバイアス補正は、これらの方法において適切に行われることが一般的となっているが、区間推定においては、このバイアスの問題は考慮されないことが一般的である。 本研究では、この optimism の調整のための方法として、広く用いられているクロスバリデーション法からは、データセットの分割のランダム誤差に基づく、無視できない推定精度の損失があることを示し、これを解決するための方法として、反復クロスバリデーション法を開発した。併せて、この方法に基づく、判別・校正指標の信頼区間の構成方法を開発した。コンピュータによって生成した乱数に基づくモンテカルロ実験、および、大規模な臨床試験データをもとにして、実解析におけるその有用性を示した。原著論文として、その成果をまとめ、国際学術誌における査読を受けている。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	

日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
五所 正彦	筑波大学	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1012		
研究課題名（和名）	AGco-curve の統計的性質に関する研究		
研究課題名（英名）	Research on statistical properties of the AGco-curve		
代表者氏名	高井 勉	フリガナ	タカイ ツトム
		ローマ字	Tsutomu Takai
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	リスク解析戦略研究センター		
職名	外来研究員		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
空間点パターンの分類を行う方法として、凝集型階層的クラスター分析法を利用した AG-curve が提案された。この中で最短距離法を利用した AGsi-curve は既に数理的性質が明らかにされている。一方、AGco-curve は最長距離法を利用しているが、まだ数理的性質は明らかにされていない。本研究の目的は最長距離法を利用した AGco-curve の数理的性質を明らかにすることである。 一般的に、最長距離法は同じ大きさのクラスターをつくる傾向がある。ここから類推すると、一様ランダムな点配置に最長距離法を適用した場合、この傾向が顕著に表れると考えられる。これを素朴な仮説とする。この素朴な仮説をモンテカルロ・シミュレーションで確認し、両者の食い違いの程度・内容を精査することから研究を始めた。 2022 年度の研究結果では、最長距離法の併合距離が素朴な仮説より長くなった。その理由はクラスターの境界線がリアス式海岸状になるためであると考えられる。 この結果を踏まえて 2023 年の研究計画をたてる。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
パワーポイント資料を 3 件作成し、クラウド上で共同研究者（椿 先生、元山 先生）と共有した。	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
椿 広計	情報・システム研究機構 統計数理研究所	所長
元山 齊	青山学院大学	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1013		
研究課題名（和名）	確率過程に対する統計推測理論と高頻度データ解析の研究		
研究課題名（英名）	Statistical inference for stochastic processes and high frequency data analysis		
代表者氏名	内田 雅之	フリガナ	ウチダ マサユキ
		ローマ字	Masayuki Uchida
所属機関	大阪大学		
所属部局	基礎工学研究科		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究課題では、確率過程に対する統計推測や機械学習の理論研究を行い、高頻度データに基づく統計モデリングに役立つ統計手法の提案を目指した。本年度の具体的な成果は以下のようなものである。 （１）エルゴード的拡散過程の拡散パラメータに変化がある場合と、拡散パラメータに変化はないがドリフトパラメータに変化がある場合について、パラメータの変化点を推定する手法の開発およびその数学的正当化を行った。 （２）安定レヴィ過程で駆動される非エルゴード的線形回帰モデルを提案し、漸近有効推定量の構成およびその数理的正当化を行った。また関連する BIC 型モデル評価規準の公式を得た。 （３）ジャンプ型拡散過程について、パラメータ付モデルに対する統計推測問題を扱い、ジャンプ項・拡散項・ドリフト項のそれぞれにパラメータが入ったときの統計モデルの局所漸近正規性を示した。 （４）フラクショナルブラウン運動によって駆動される確率微分方程式、及び、ジャンプや遅れ (delay) を含むような係数をもつ汎関数型の確率微分方程式に対するパラメトリックモデルの離散観測推定に関する漸近推測論の研究を行った。 （５）高頻度データを用いた証券価格変動の先行遅延関係の推定方法に関する実証分析として、東京証券取引所における ETF マーケットメイク制度導入の先行遅延関係への影響分析を行った。 （６）独立確率ベクトルの和に対する高次元中心極限定理の収束レートについて研究した。確率ベクトルが共通の対数凹分布に従う場合、共分散行列が退化する場合であっても Berry-Esseen rate を達成できることを示した。 （７）因果推論への漸近展開法の適用に関して研究した。条件付きミキシング性を持つ確率過程の汎関数の漸近展開によって、バッチドバンディットの報酬に関する検定統計量の分布の高次近似を与えた。

(8) モンテカルロ法で用いられる区分確定的マルコフ過程に対し、対象分布が歪んでいる場合の振る舞いについてスケール極限を用いて研究を行った。

(9) 複数の神経細胞の発火を同時に捉えたカルシウムイメージングデータを対象に、細胞間の依存関係(クラスタ構造)を推測するためのモデルとその推定方法を検討した。マウスを用いた実データで提案したモデルの妥当性の検証を行った。

当該研究に関する情報源 (論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他)

論文発表

- Yozo Tonaki, Yusuke Kaino, Masayuki Uchida, "Estimation for change point of discretely observed ergodic diffusion processes," Scandinavian Journal of Statistics. Volume 50, Issue 1, 142-183 (March 2023)
- Hiroki Masuda, "Optimal stable Ornstein-Uhlenbeck regression," Japanese Journal of Statistics and Data Science, accepted.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s42081-023-00197-z>
- Teppei Ogihara, Yuma Uehara, "Local Asymptotic Normality for Ergodic Jump-Diffusion Processes via Transition Density Approximation", Bernoulli, to appear. (2022)
- Hiroki Nemoto, Yasutaka Shimizu "Statistical inference for discretely sampled stochastic functional differential equations with small noise", submitted, arXiv:2303.10807
- Mitsuki Kobayashi, Yasutaka Shimizu "Threshold estimation for jump-diffusions under small noise asymptotic", available online at Statistical Inference and Stochastic Processes (Feb. 2023),
- Shohei Nakajima, Yasutaka Shimizu "Asymptotic inference for stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion", 2022, to appear in Japanese Journal of Statistics and Data Science.
- Shohei Nakajima, Yasutaka "Parameter estimation of stochastic differential equation driven by small fractional noise", 2022; Statistics, 56, (4), 919-934.
- Mitsuki Kobayashi, Yasutaka Shimizu "Least-squares estimators based on the Adams method for stochastic differential equations with small Lévy noise", Japanese Journal of Statistics and Data Science. 2022, 5, 217-240.
- Victor Chernozhukov, Denis Chetverikov, Kengo Kato, Yuta Koike, "High-dimensional data bootstrap", Annual Review of Statistics and Its Applications. Volume 10, 427-449 (March 2023)
- Victor Chernozhukov, Denis Chetverikov, Yuta Koike, "Nearly optimal central limit theorem and bootstrap approximations in high dimensions", Annals of Applied Probability, to appear.
- Xiao Fang, Yuta Koike, "Sharp high-dimensional central limit theorems for log-concave distributions", Annales de l'Institut Henri Poincaré, Probabilités et Statistiques, to appear.
- Yechan Park, Ruohan Zhan, Nakahiro Yoshida, "Beyond central limit theorem for higher-order inference in batched bandits", NeurIPS 2022 Workshop CML4Impact (2022)
- Mizuo Nagayama, Toshimitsu Aritake, Hideitsu Hino, Takeshi Kanda, Takehiro Miyazaki, Masashi Yanagisawa, Shotaro Akaho, Noboru Murata, "Detecting cell assemblies by NMF-based clustering from calcium imaging data", Neural Networks, Volume 149, 29-39 (May 2022)

学会発表

- Masayuki Uchida: Estimation for linear parabolic SPDEs in two space dimensions based on high-frequency data. 15th International Conference of the ERCIM Working Group on Computational and Methodological Statistics, King's College London, UK (Online), 2022.12.18
- Hiroki Masuda: BIC-type model selection for locally stable regression. The Mathematical Society of Japan, Autumn Meeting 2022, Hokkaido University, Japan, 2022.9.16
- Teppei Ogihara: Local asymptotic normality for discretely observed jump-diffusion processes. 15th International Conference of the ERCIM Working Group on Computational and Methodological Statistics, King's College London, UK (Online), 2022.12.18
- 清水泰隆: レヴィ保険リスクモデルにおける破産確率の区間推定問題 / 待ち行列研究部会@早稲田大学西早稲田西早稲田キャンパス, 令和 5 年 2 月 4 日.
- 清水泰隆: ランダム・フォレストを用いた確率微分方程式の推定 ～金融実務への応用可能性は?～ / 第 9 回金融シンポジウム「金融が直面する新環境への対応と方法論」, 統計数理研究所・リスク解析センター, 令和 4 年 12 月 12 日.
- Yasutaka Shimizu: Threshold estimation for jump-diffusions under small noise asymptotics / 15th International Conference on Computational and Methodological Statistics (CMStats), King's College London, UK, 2022.12.19.
- Yasutaka Shimizu: A quite new approach to cohort-wise mortality prediction under survival energy hypothesis / Waseda International Symposium: Topological Data Science, Causality, Analysis of Variance, & Time Series, Waseda University (Nishiwaseda campus), 2022.3.8.
- 林高樹. 高頻度データを用いた証券価格変動の先行遅延関係分析, 第 17 回日本統計学会春季集会, 東京都立大学南大沢キャンパス, 2023 年 3 月 4 日
- Takaki Hayashi and Yuta Koike. Did the introduction of ETF Market Making Incentive Scheme affect lead-lag relationships in the Tokyo Stock Exchange?, the 33rd (EC)² Conference, Econometrics of High Frequency Data & Factor Models, European Conferences of the Econom[et]rics Community, ESSEC Business School, December 10, 2022.
- 小池祐太. 金融高頻度データにおける先行遅延関係, 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, オンライン, 2022 年 7 月 28 日.
- 小池祐太: 高次元中心極限定理の誤差評価に関する最近の進展. 大阪大学確率論セミナー, 大阪大学理学研究科, 2022.7.19
- Yuta Koike: Central limit theorems in high-dimensions: Recent developments. Risk and Statistics, 3rd Tohoku-ISM-UUlm Joint Workshop, Tohoku University, Miyagi, Japan, 2022.10.13
- 小池祐太: 対数凹な独立同分布確率ベクトルの和に対する高次元中心極限定理. 統計学輪講(東京大学), 東京大学大学院経済学研究科, 2022.10.18.
- 小池祐太: 高次元データに対する正規近似理論. 第 25 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2022), つくば国際会議場, 2022.11.20
- Yuta Koike: High-dimensional CLT with general covariance structure. 15th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2022), King's College London, London, UK (Online), 2022.12.17.

- 小池祐太: 対数凹な独立同分布確率ベクトルの和に対する高次元中心極限定理. 日本数学会 2023 年度年会, 中央大学理工学部, 2023.3.18
- Yuta Koike: High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion: A first attempt, Workshop on Mathematical Statistics in the Information Age, University of Freiburg, Freiburg, Germany, 2023.03.31.
- Nakahiro Yoshida: Partial mixing and asymptotic expansion for batched bandits. CMStatistics 2022 (online). King's College London, UK (Online), 2022.12.19
- Nakahiro Yoshida: Batched bandits and conditional Edgeworth expansion. DYNSTOCH 2023, Imperial College London, 2023.3.28

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
鎌谷 研吾	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
荻原 哲平	東京大学	准教授
増田 弘毅	九州大学大学院	教授
栗木 哲	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
佐藤 整尚	東京大学	准教授
山下 智志	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
小池 祐太	東京大学	准教授
林 高樹	慶應大学	教授
鈴木 大慈	東京大学	准教授
清水 泰隆	早稲田大学	教授
村田 昇	早稲田大学	教授
吉田 朋広	東京大学	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1014		
研究課題名（和名）	抗がん剤治療患者における G-CSF 製剤の予防投与が感染症等の発現に及ぼす影響の検討		
研究課題名（英名）	Examination of the effect of prophylactic administration of G-CSF preparation on the development of infectious diseases in patients treated with anticancer drugs		
代表者氏名	椿 広計	フリガナ	
		ローマ字	
所属機関	統計数理研究所		
所属部局			
職名	名誉教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
（目的） 今日のがん化学療法では、抗がん剤投与による白血球の一つである好中球の減少、それに伴う各種感染症の発症を予防するために、骨髄中の顆粒球系（特に好中球）の分化・増殖を促進する作用や好中球機能亢進作用を有する、顆粒球コロニー形成刺激因子（G-CSF：Granulocyte Colony Stimulating Factor）を投与する場合がある。 一例として、成熟したリンパ球が悪性化した、悪性リンパ腫の一つである、びまん性大細胞型 B 細胞リンパ腫(DLBCL)の治療においても、標準療法の R-CHOP（リツキシマブ＋シクロホスファミド＋ドキソルビシン＋ビンクリスチン＋プレドニゾロン）療法後に、G-CSF を投与する場合がある。G-CSF 製剤を予防的に投与された患者では、投与しない患者と比べて感染症の発現頻度が確実に減少するかについては、確定した知見とまでは至っていない。そこで、昨年度に引き続き G-CSF 製剤を投与した抗がん剤治療患者では、投与しない患者と比べて感染症の発現頻度が減少するかを検討する。 （研究計画） 近年、医薬品の有効性確認、安全性監視のために、医療情報データベースを活用した薬剤疫学的手法による研究が世界的に活発化している。 医薬品の製造販売後調査は、製造販売後の調査及び試験の実施の基準に関する省令（GPSP 省令）に基づいて製薬企業において行われているが、改正 GPSP 省令が 2018 年 4 月より施行された。その中で、大規模な医療情報データベースを利活用する製造販売後データベース調査が明確に位置付けられ、大規模医療情報データベースを用いた薬剤疫学的手法には科学的合理性があることは広く認識

されている。

メディカル・データ・ビジョン株式会社（MDV 社）においては、全国の急性期入院医療を対象とする病院 440 施設から約 3606 万人の実患者数(2021 年 6 月 1 日時点) より、入院、外来の診療データ（会計、DPC、血液検査（一部の病院のみ））を収集して、大規模医療情報データベースを構築している。本研究は、MDV 社より提供を受けた、匿名化されたデータを用いたリトロスペクティブ観察研究を産学共同で実施する。データを統計解析することにより、G-CSF 予防投与により感染症の発現頻度が減少するかを検討する。

研究資金は統計数理研究所に一般社団法人くすりの適正使用協議会から寄付された研究資金を一部活用する。なお、共同研究者のうち本務が製薬企業に属する者は、それぞれ所属する会社から給与を得ているが、本共同研究は特定の会社の利益を意識した研究ではない。このため、本研究では一般社団法人くすりの適正使用協議会のメンバーとして共同研究の参画する。また、一般社団法人くすりの適正使用協議会は製薬会社からの会費により運営されている団体であるが、製薬会社の利益に沿って活動する団体でない。2021 年度統計数理研究所倫理委員会において本産学共同研究は倫理審査に該当せずという判断がなされたので引き続き共同研究を継続するものである。

（成果）

MDV データを購入する際の切り出し要件として、データ期間 2008 年 4 月～2021 年 6 月、当該期間にろ胞性リンパ腫（ICD-10 分類コード[C82]）、非ろ胞性リンパ腫（同[C83]）、非ホジキンリンパ腫のその他及び詳細不明の型（同[C85]）のいずれかの傷病歴を有する患者を定義した。本データ内容は、患者数 70,128 例、G-CSF 製剤を上記傷病歴と同月に投与 42,212 例（データ期間に投与 44,887 例）、R-CHOP 療法を上記傷病歴と同月に投与 20,820 例（データ期間に投与 22,121 例）であった。以降、このデータを研究に供している。このデータより、個々の患者の治療経過を追跡する Patient journey を作成した。その内容を検討中に生じた薬剤投与実態など、実臨床での疑問点については、血液内科専門医にも確認した。現在、実際のデータ解析に進めるため、Patients 定義、Exposure/Comparison 定義、Outcome 定義、共変量を策定している。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
岡本 基	統計数理研究所	主任 URA／特任准教授
赤沢 学	明治薬科大学	教授

大石 昌仁	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
佐藤 あすか	一般社団法人くすりの適正使用協議	一般
岩田 晋平	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
吉岡 大輔	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
長尾 治	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
植竹 弘一	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
五十嵐 繁樹	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
梅林 逸郎	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
牧之瀬 勇一	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
小菅 典子	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
東澤 良美	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
黒須 哲也	一般社団法人くすりの適正使用協議会	一般
俵木 登美子	一般社団法人くすりの適正使用協議会	理事長

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1015		
研究課題名（和名）	大規模ファイナンス・データの統計解析		
研究課題名（英名）	Big data analytics for financial Market		
代表者氏名	吉田 靖	フリガナ	ヨシダ ヤスシ
		ローマ字	Yasushi Yoshida
所属機関	東京経済大学		
所属部局	経営学部		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
技術革新により、大規模データを高速に統計解析が可能になる中で、国内の年金資産の運用対象は伝統的な資産に限定されている。年金の運用対象を拡大するためには長期にわたることから、リスク、リターンとリターンの相関を前提とした資産配分を行っていることから、過去の長期間のデータでこれらを検証する必要がある。一方、米国などの年金を見ると、例えば CalPERS(California Public Employees' Retirement System)などのアセットクラスは、グローバルエクイティ、債券、Treasury Inflation-Protected Securities、REIT、コモディティであり、これらのベンチマークは明確に定義され、資産配分が行われている。したがって、日本の年金資産運用を考慮すると、円ベースで、国内のアセットクラスとオルタナティブ資産も含めた資産配分を検証しなければならない。本研究では、S&P GSCI 商品指数トータルリターンとしては、ドルベース、同豪ドルベース、同ユーロベース、同円ベース、同豪ドルヘッジベース、同ユーロヘッジベース、同円ヘッジベースの 7 系列とし、他のアセットクラスとの比較のため、日本国内の公的年金等でベンチマークとして比較的多く用いられていると考えられる TOPIX 配当込み、MSCI の日本を除く ACWI 配当込み GROSS 円換算、NOMURA-BPI 除く MBS、日本と中国を除く WGBI (FTSE World Government Bond Index) 円建て指数 も用いたが、検証結果の公表のためのデータ利用許諾に時間が必要なことから、成果の公表論文としては 2010 年 3 月 17 日から 2022 年 9 月 16 日までの日次データ及び 2010 年 3 月から 2022 年 8 月までを分析対象とし、S&P GSCI 商品指数トータルリターンの各通貨ベースおよび為替ヘッジベースのリターンと、日本国内の株式指数である S&P グローバル総合指数の日本株式トータルリターン（グロス）、米国の代表的株式指数である SP500 トータルリターン（グロス）、およびその円ベース指数の統計的な特性を比較した。 その結果、コモディティ指数は日次データでは日米の株式指数と大きく異なる特性は見当たらないが、月次データではボラティリティがやや大きい一方で、予測可能性がある可能性が得られた。ま

た、月次データによる相関係数は、日米の株式指数共にプラスであるが、コモディティ指数と株式指数の相関は若干弱い。さらに日次と月次でコモディティ指数は株式指数よりものの特性の差が大きいものが多いという結果が得られている。このことはアセットアロケーションに際してその特性を別途考慮すべきアセットクラスであると言えよう。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
「コモディティ投資インデックスと伝統的アセットクラスのリスク・リターン特性比較」、東京経大 学会誌（経営学）、316号、pp.51-62、2022年12月	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
川崎 能典	統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1016		
研究課題名 (和名)	道路ネットワーク分析のための方向統計学の手法の開発		
研究課題名 (英名)	Methods of directional statistics for road network analysis		
代表者氏名	加藤 昇吾	フリガナ	カトウ ショウゴ
		ローマ字	Shogo Kato
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	数理・推論研究系		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
駅周辺の道路ネットワーク（道路網）は、駅および周辺施設の利便性に大きく影響する。駅周辺の道路ネットワークを整備することは、駅および周辺施設の活性化のために重要である。整備のためには道路ネットワークを評価する必要がある、そのための評価法が交通工学において研究されている。評価法の確立において、駅周辺の道路の方向（偏角）に着目することは自然なように思えるが、方向に着目した道路ネットワークの評価法は未発展な部分が多い。 本研究では、方向データを解析するための統計分野である方向統計学の手法を発展させることにより、道路ネットワークの評価法を確立した。具体的には、Kato and Jones (2015)による方向の分布（Kato—Jones 分布）の混合分布を用いたモデリングおよびクラスタリングの手法を提案し、それを交通量データの解析へと応用した。対象となる交通量データには、(i) 多峰性を持つことと、(ii) それぞれの山ごとに歪度と尖度が異なっていること、という 2 つの特徴があるが、柔軟な形を持つ Kato—Jones 分布を用いることにより (i) と (ii) の双方の特徴を持つデータに対しても満足な当てはめが期待できるモデリング・クラスタリングの手法を確立することを可能とした。混合分布のパラメータ推定については、最尤法および修正モーメント法による推定量を考察した。 2022 年度には、Kato—Jones 分布の混合分布が識別可能となるためのパラメータの条件を得た。また、最尤推定量と修正モーメント法による推定量について一致性が成り立つことを証明した。さらに、最尤推定量と修正モーメント法による推定量の平均二乗誤差をシミュレーションにより比較した。そして、標本数が小さいときには修正モーメント法による推定量の平均二乗誤差の方が小さくなるパラメータの組み合わせが多く見られ、標本数が大きくなるにつれ最尤推定量の方が平均二乗誤差が総じて小さくなっていく傾向が明らかになった。また、交通量データに対して、Kato—Jones 分布の混合分布とフォン・ミーゼス分布の混合分布など既存の混合分布との当てはめ結果をクロスバリデーションにより比較し、Kato—Jones 分布の混合分布がより良い当てはめ結果を与えていることがわ

かった。 これらの研究結果をまとめたプレプリントを出版した。原稿は国際学術誌「Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics)」へ投稿し、現在、改訂中となっている。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
学会発表： (a) 長崎滉大, 加藤昇吾, 中西航, Jones, M.C. 円周上の非対称分布からなる混合分布モデルと交通量データへの応用. 2022 年度 統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月. プレプリント： (b) Nagasaki, K., Kato, S., Nakanishi, W. and Jones, M.C. (2022). Traffic count data analysis using mixtures of Kato—Jones distributions on the circle, arXiv, 2206.01355, 1-26.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
長崎 滉大	東京工業大学	大学院生
中西 航	金沢大学	准教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1017		
研究課題名（和名）	スパースモデリングと高次元データ駆動科学の新展開		
研究課題名（英名）	New Developments in Sparse Modeling and High-Dimensional Data-Driven Science		
代表者氏名	長尾 大道	フリガナ	ナガオ ヒロミチ
		ローマ字	Hiromichi Nagao
所属機関	東京大学		
所属部局	地震研究所		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成」（研究代表者：岡田真人，研究期間：2013～2017 年度，以下「新学術」）や科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST「ベイズ推論とスパースモデリングによる計測と情報の融合」（研究代表者：岡田真人，研究期間：2017～2022 年度，以下「CREST」）において，広範な科学分野を横串的に貫く数理解析技術および科学方法論として培われたスパースモデリングとデータ駆動科学は，現在は各分野での浸透と醸成の段階にあると言える。本研究課題の目的は，主に新学術と CREST に関わった研究者が一堂に会し，各分野におけるスパースモデリングとデータ駆動科学の発展状況を共有することにより，将来の科学分野を支える次世代の横串的方法論を探っていくことであった。これを実現するため，2023 年 3 月 27 日～29 日の 3 日間にわたり，新学術と CREST に関わった研究者が参加する公開シンポジウム「データ駆動科学と情報計測の新展開」（DDIMA）をオンラインにて開催した。本シンポジウムでは各分野において活躍する 36 名の研究者による研究発表が行われ、出席者数は延べ 210 名に及んだ。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
公開シンポジウム「データ駆動科学と情報計測の新展開」（DDIMA）ホームページ： https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/ddima/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	データ駆動科学と情報計測の新展開(DDIMA)
日時	2023 年 3 月 27 日～29 日

場所	オンライン
参加者数	210 名
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
岡田 真人	東京大学	教授
日野 英逸	統計数理研究所	教授
桑谷 立	海洋研究開発機構	グループリーダー代理
永田 賢二	物質・材料研究機構	主任研究員
五十嵐 康彦	筑波大学	准教授
木川 隆則	理化学研究所	上級研究員
本間 希樹	国立天文台	所長
堀 高峰	海洋研究開発機構	センター長
福島 孝治	東京大学	教授
福水 健次	統計数理研究所	教授
藤本 晃司	京都大学	特定准教授
中尾 裕也	東京工業大学	教授
赤井 一郎	熊本大学	教授
成田 憲保	東京大学	教授
庄野 逸	電気通信大学	教授
小松崎 民樹	北海道大学	教授
宮脇 陽一	電気通信大学	教授
樺島 祥介	東京大学	教授
伊藤 伸一	東京大学	助教
安藤 康伸	産業技術総合研究所	主任研究員
吉田 靖雄	金沢大学	准教授
青西 亨	東京工業大学	准教授
北川 源四郎	東京大学	特任教授
片上 舜	東京大学	助教
馬場 俊孝	徳島大学	教授
中田 令子	東京大学	特任研究員
池田 思朗	統計数理研究所	教授
赤穂 昭太郎	産業技術総合研究所	上級主任研究員
西本 伸志	大阪大学	教授
菅生 康子	産業技術総合研究所	研究グループ長

杉田 精司	東京大学	教授
市川 寛子	東京理科大学	教授
河原 吉伸	大阪大学	教授
雨宮 慶幸	公益財団法人高輝度光科学研究センター	理事長
藤代 一成	慶應義塾大学	教授
船水 章大	東京大学	講師
藪田 敦志	東北大学	
大道 勇哉	宇宙航空研究開発機構	主任研究開発員

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	5 工学分野/Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1018		
研究課題名（和名）	データ同化による塗膜の物性値推定方法に関する研究		
研究課題名（英名）	Prediction of physical properties of resist films by means of data assimilation		
代表者氏名	白鳥 英	フリガナ	シラトリ スグル
		ローマ字	Suguru Shiratori
所属機関	東京都市大学		
所属部局	理工学部 機械システム工学科		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
MEMS デバイスやカラーフィルタ、レンズの保護膜等の製造工程では機能性膜を均一に塗布する必要があるが、プロセス中に膜厚ムラが生じることが問題になっている。膜厚ムラを回避・抑制するための製法条件の探索に数値シミュレーションが用いられるが、これに必要な物性値が複数あり、これを取得するために時間・コストが掛かることがシミュレーション活用のボトルネックになっている。これを解決するために、データ同化の方法論で塗膜の物性値を推定する方法を確立することを目的とした。具体的には、支配方程式を教師とした機械学習法(Physics-Informed Neural Netowrk: PINN)を用いた新たなデータ同化手法を考案し、これを塗膜の物性値推定に適用して妥当性を検証する。従来のデータ同化法の代表例としてアジョイント法があるが、アジョイント方程式の導出やその数値計算コードの実装が煩雑になることが課題であった。本研究では PINN の根幹技術である自動微分を用いることで、ネットワークの出力変数に対する入力値の微係数、すなわち解に対する物性値の勾配を高速に計算できることに注目して、従来の時間発展型のシミュレーションを PINN に置き換えた新しいデータ同化法の構築を目指す。 【成果(経緯)の概要】 本研究は 2019 年度からの継続テーマであり、2019 年度はデータ同化の基本的な問題設定と、同化対象の物性値を 1 種類とした定式化・妥当性検証を行った。2020 年度は、同対象の物性値を表面張力と粘性係数の 2 種類に拡張して定式化と検証を行った。ここまでの検証は双子実験によって行っており、測定データについてはシミュレーション結果に誤差を加えたものであった。 2021 年度は、提案手法の実用化に向けて測定データを実測値とするため、測定系の構築を行った。膜厚分布の時間変化を十分な時空間解像度で測定するための光学干渉系を設計し、その基本的な妥当性を検証した。2022 年度は、実測した膜厚分布を用いたデータ同化法としての検証を行った。少なくともシリコンオイルの表面張力と粘性係数について、既存の方法と同程度の精度で同時推定できる

ことが確認できた。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Yo Nakamura, Suguru Shiratori, Ryota Takagi, Michihiro Sutoh, Hideaki Nagano, Kenjiro Shimano, "Physics-informed neural network applied to surface-tension-driven liquid film flows," Int. J. Numer. Methods in Fluids, Vol. 94, No. 9, pp. 1359-1378 (2022) 杉原 伊織, 白鳥 英, 永野 秀明, 島野 健仁郎, "Physics-Informed Neural Network における活性化関数の種別の影響," 流体力学会年会 2022	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	6 人文科学分野／Human Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1019		
研究課題名（和名）	言語・学習・統計：統合的アプローチの検討		
研究課題名（英名）	An integrative Analysis of Language, Learning, and Statistics		
代表者氏名	石川 慎一郎	フリガナ	イシカワシンイチロウ
		ローマ字	Shin'ichiro Ishikawa
所属機関	神戸大学		
所属部局	大学教育推進機構		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
一年間の研究をふまえ、年度末に、統計数理研究所共同利用研究（一般研究 1）「言語・学習・統計：統合的アプローチの検討（An integrative Analysis of Language, Learning, and Statistics）」（課題番号：2022-ISMCRP-1019）（研究代表者：石川慎一郎）の成果として、統計数理研究所共同研究リポート No. 465 を刊行した。概要は以下の通り。リポートは神戸大アーカイブより電子公開済み。 はじめに 石川慎一郎 陳迪（神戸大学院生）「中国語を母語とする日本語学習者の発話における高頻度漢語動名詞の使用実態―「多言語母語の日本語学習者横断コーパス」を用いた調査―」 張晶鑫・陶怡楽（湖北大学）「中日両言語における「兎」使用の比較―使用頻度・比喻・ことわざの観点から―」 飯島真之（神戸大学院生）「日本人学習者の英作文における確信度副詞使用実態―アジアの EFL 圏 6 地域の比較―」 今道晴彦（広島大学）「ゲルマニスティック分野間の学術テキストに関する計量的考察―語彙・品詞・N グラムに注目して―」 井上聡（環太平洋大学）「質問づくりが「主体的・対話的で深い学び」にもたらす影響―探究プロセスを活用したアクティブ・ラーニングの試み―」 石川慎一郎（神戸大学）「L2 英語学習者による説得型ロールプレイ発話の評価―評価指標間の関係性の解明と発話スタイル別サンプルの検討―」 森下裕三（桃山学院大学）「コサイン類似度による英語の経路動詞の意味分析可能性を探る」 中尾桂子（大妻女子大学短期大学部）「音素に基づく性差判別の試み（再認）―BCCWJ の創作会話と CWPC の自然会話を比べて―」 廉沢奇（神戸大学院生）「学習者コーパス調査をふまえた日本語学習者の ABAB 型基本オノマトペの

使用実態の解明」 曹卓琦（湖南農業大学）「コーパスから見た中国語を母語とする日本語学習者における数量表現使用の問題点」	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
神戸大学石川慎一郎研究室研究班「統計数理研究所研究レポート」 https://hdl.handle.net/20.500.14094/001002089	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
井上 聡	環太平洋大学	教授
中尾 桂子	大妻女子大学短期大学部	教授
今道 晴彦	広島大学	准教授
李 楓	西安理工大学	准教授
森下 裕三	桃山学院大学	准教授
張 晶鑫	湖北大学	准教授
中西 淳	大阪工業大学	特任講師
鄧 琪	中国東北大学	講師
肖 錦蓮	華南農業大学	講師
曹 卓琦	湖南農業大学	講師
陳 迪	神戸大学大学院国際文化学研究科 博士後期課程	大学院生
廉 沢奇	神戸大学大学院国際文化学研究科 博士前期課程	大学院生
飯島 真之	神戸大学大学院国際文化学研究科 博士前期課程	大学院生

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	i 数理最適化グループ / Mathematical Optimization Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1020		
研究課題名（和名）	古代社会の人口動態の推定		
研究課題名（英名）	Estimation of the population dynamics of ancient society		
代表者氏名	土谷 隆	フリガナ	ツチヤ タカシ
		ローマ字	Takashi TSUCHIYA
所属機関	政策研究大学院大学		
所属部局	政策研究科		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
古代社会の人口の推定は、考古学や歴史学における重要な研究テーマの 1 つである。ヌジ人名史料から復元された家系図および個人名が記載されるヌジ文書の情報を用いて、古代メソポタミアの時代のヌジ社会の人口動態推定を行い、紀元前 15 世紀における世界の中の 1 小都市ヌジの人口推定としての妥当性について考察している。「ヌジ人名史料」は、個人名を索引の形式でアルファベット順に整理した書物であり、名前が登場する契約文書名と彼らの親族情報がえられる。当初は、この史料のうちの使用可能な全データを用い、家系図およびその他の情報との相互関係を凸 2 次計画問題として定式化することにより、ヌジ社会の人口動態推定を行った。その後、全人口の 97 パーセントを占めるテヒプティラの家系図のネットワークに特化した凸 2 次計画問題を解き、前述の結果と比較・検討することを試みた。後者の場合、個々の生誕年・死亡年は一意には決まらないまでも、寿命の長さをランダムに仮定しても、ある特定の人々に対しては寿命の長さがユニークに定まることを確認した。さらに考古学者 Maidman らの書物や助言による情報（「ヌジ人名史料」から自動的に到底読み取ることのできない情報）をデータに組み込むことにより、推定された契約文書の成立年から、家系内の兄弟らの生誕年の序列が Maidman の推定と矛盾しないことを確認することができた。以上が昨年度までの成果であるが、本年度はこの成果を論文にまとめ、公開を目指して作成したデータベースの精査を行った。さらに、最尤法を用いた新しい定式化を発見したので、これについて考察をすすめる、その立場から現在推定に用いているモデルを見直すことで、階層ベイズと関連づけられる可能性があることを見出した。 ヌジ人名史料から得られた比較的大きな家系図とその他の家系図との関係について、地主と小作人、富豪と庶民というような関係が家系図を比較することによって文書を介した関連から見いだせるかどうか試み、得られた結果から見えてくる社会の構図について議論した。当時の社会が中央集権的な社

会であったのか、あるいは比較的平等な社会であったのかを図る指針を与えるものと思われる。また、先行研究における最大家系図テヒプティラの家系と、コンピュータ・プログラムにより自動的に構成された我々の家系図との相違点について検証した。同一の家系図に属すると見なす条件の相違、確率的に同一家系図と見なすプログラム設定の相違が考えられる。人口の相当部分を占める、一人あるいは親子二人からなる家系図の解釈について探索を始めている。

研究期間を通じ分担者とは Skype、LINE、 mail による連絡および Zoom による会合を通じて議論を進めた。Nuzi Personal Names の元データをデータベースとして作成し、解析段階で明らかになったデータのエラー箇所の追加修正をおこなった。ヌジ名の読み替えが困難であった箇所を情報の重複を回避する手段を見つけたことによりシンプルなプログラミングを再編できることがわかり、それらを踏まえて本研究課題の解析結果の公開を目指して準備を進めている。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

特になし。

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	年間を通じて 20 回程度 ZOOM で研究打ち合わせを行った。
参加者数	
その他	

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
伊藤栄明	統計数理研究所	名誉教授
上田澄江	統計数理研究所	元助手

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ / Survey Science Group	主要研究分野分類	6 人文科学分野 / Human Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1021		
研究課題名（和名）	工学系日英論文テキストの談話機能単位の特定における統計的分析手法の研究		
研究課題名（英名）	Quantitative Analyses of Discourse Markers in Japanese and English Engineering Research Articles		
代表者氏名	石川 有香	フリガナ	イシカワ ユカ
		ローマ字	ISHIKAWA Yuka
所属機関	名古屋工業大学		
所属部局	工学研究科		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的 本研究は、日本人工学系大学院生が英語で研究論文概要を執筆するための補助ツールを作成することを目指して、工学系論文の英語概要および日本語概要に見られる言語特徴を抽出する際の最適な統計手法を探るものである。 研究概要 本年は、主に、2つの方向から研究を行っている。ひとつは、昨年度に引き続き、英語のアブストラクト（概要部分）で使用される談話標識の分析に焦点を当てている。学術論文テキストの機能には、「説得」が見られる。そのため、説得を行う談話の中で、書き手がどのようにテキストに自己を介在させているのか、代名詞を中心に調査を行っている。また、もうひとつは、工学系の学生が要約を作成する場合に、どのようにキーワードを選択しているのか、学生のキーワード認知と本文の理解度との関係に関する調査を行っている。 研究成果 主な研究成果は、統計数理研究所共同研究レポート 464 としてまとめ、2023 年 3 月に発行している。詳細は以下の通りとなる。 レポート日本語タイトル： 『工学系英語論文要旨における談話機能単位の量的分析』 英語タイトル： Quantitative Analyses of Metadiscourse Units in Abstracts of Engineering Research Papers 1) 「工学系 7 分野の学術論文要旨の分類一言語特徴の類似性の調査」 石川有香 2) 「大学生グループによるジェンダー意識の比較—別学・専攻・性によって大学生の意識は異なるのか—」 石川有香

3)「飲食品表記における連濁生起の地域分布事例」浅井淳	
4)「重要語選定による学習者の英文要約作成のパターン」浅井淳	
5)「英文読解促進への理解予測と内省における充足感」浅井淳	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
論文発表	
石川有香・小宮富子	
学術論文テキストにおける日本人著者の自己言及の使用ーアカデミック・ライティングにおける we 代名詞指導の課題ー	
JAAL in JACET Proceedings 5 37 - 44 2023 年 03 月	
石川有香	
日本人の工学系博士論文英語要旨に見る Self-mention ー1 人称代名詞単数形の使用状況の調査ー	
JACET 中部支部紀要 20 47 - 62 2022 年 12 月	
石川有香	
読み手と書き手のインターアクションを促す談話標識 ー工学系博士論文要旨における Interactional Metadiscourse Marker の使用ー	
言語文化学会論集 58 111 - 137 2022 年 11 月	
研究発表	
石川有香	
「学術テキストにおけるメタディスコース」	
言語文化学会第 36 回大会 2023 年 3 月 26 日	
他	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
浅井 淳	大同大学	准教授
川口 恵子	芝浦工業大学	教授

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	j その他/Others	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1022		
研究課題名（和名）	データ同化技術を活用した近年の気象変化への水域貧酸素化の応答に関する研究		
研究課題名（英名）	A study on response of hypoxia in water bodies to recent climatic changes using data assimilation techniques		
代表者氏名	入江 政安	フリガナ	
		ローマ字	Masayasu Irie
所属機関	大阪大学		
所属部局	大学院工学研究科		
職名	教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要
【研究の目的】 本研究は、これまで申請者らが実施してきたデータ同化またその新技術、一方で、別途、新たに実施する予定の観測調査の結果を用いて、沿岸域、湖沼域の酸素生産消費機構を明らかにし、気象その他の環境変化に応答する貧酸素水塊の変化を再現できる精度を持ち、将来予測に資する 3 次元流動水質貧酸素化モデルを構築することを目的とする。その上で、他の環境変化の影響と一緒に混合して内在する貧酸素化機構の要因のうち、気象変動の影響について抽出を試み、その貧酸素水塊形成への影響を評価する。統計学的アプローチとして 4 次元変分法によるデータ同化を用い、この中での誤差分散や評価関数の設定法、水環境観測データの活用法について検討ケースと改良を重ねていくなかで、統計学を活用した研究およびモデリング分野における統計学的アプローチの裾野拡大に貢献する。 【これまでの研究成果】 本年度は二重数を用いた 4 次元変分データ同化シミュレーションによって得られた水質モデルのモデルパラメータ推定値を用いて、つまり、水質モデルのパラメータ設定に起因する再現予測性能の低下を極力排除した上で、将来気候が貧酸素水塊の象徴に及ぼす影響を評価した。具体的には、RCP8.5 に基づく気温上昇が大阪湾の貧酸素水塊の消長および酸素循環構造に与える影響について検討した。その結果、将来の気候変動による水温上昇は、春から夏季にかけて貧酸素水塊の早期拡大を引き起こし、6 月の月間累計体積は現況に比べて 63%増加することが示された。また、現況と比べて鉛直方向への発達ペースが速く、その要因は一次生産の増加、および水温上昇に伴う無機化による DO 消費量の増加であると考えられた。また、将来気候では湾奥中層における貧酸素水塊の急激な拡大や、盛夏の体積の縮小が起き、貧酸素水塊の面積より、体積、つまり水柱全体の空間分布によって

評価する重要性が示唆された。

また、室内実験を通じて植物プランクトンの減少速度とそれの間の酸素消費量を推定することで、水質シミュレーションの再現性向上を図った。室内実験では植物プランクトンの減少速度は 0.239–0.490 (1/day)であることが分かった。3次元流動水質シミュレーションでは、実験値の幅のなかでは、酸素窒素比（結果的に炭素窒素比）が大きい程、また呼吸速度が小さい程、過飽和状態を再現できた。急激な日変動を再現するに当たっては、呼吸速度よりも炭素窒素比を変更した方が容易に再現性を得やすいことを示した。

さらに、湖沼モデルの精度向上を図った。浅水湖沼における底層貧酸素化を招く水温成層構造の数値再現性を向上させるため、底面を非断熱とする湖沼モデルを構築しているが、非断熱モデルは断熱モデルと比べて、底面の孤立した冷水塊をより再現可能とし、結果として、貧酸素水塊の再現性向上に寄与した。また、日成層は一時的な溶存酸素濃度低下を招き、それが継続することによって貧酸素化し、逆に風応力により容易に底層溶存酸素濃度が回復することを示した。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

<査読あり論文>

永野 隆紀, 入江 政安, 東 博紀, 気候変動に伴う水温上昇が大阪湾の貧酸素水塊と酸素循環におよぼす影響評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2022, 78 巻, 2 号, p. I_841-I_846,

https://doi.org/10.2208/kaigan.78.2_I_841,

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_841/_article/-char/ja

大江 里奈, 永野 隆紀, 入江 政安, 霜鳥 孝一, 植物プランクトンの酸素消費に関する実験と表層 DO の日変動の再現計算, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2022, 78 巻, 2 号, p. I_787-I_792,

https://doi.org/10.2208/kaigan.78.2_I_787,

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_787/_article/-char/ja

<査読あり国際会議論文>

Yueyi Wang; Masayasu Irie; Yusuke Nakatani; Ayato Kohzu; Takao Ouchi; Miyuki Yuzawa, Numerical Simulation to Analyze the Effect of Diurnal Stratification on Bottom Hypoxia Development and Recovery in Lake Kasumigaura, Japan, Proceedings of the 39th IAHR World Congress (Granada, 2022), 2022, ID 20889, <https://doi.org/10.3850/IAHR-39WC2521711920221012>

Masayasu Irie; Masaki Okuda; Yuichi Miyabara; Yusuke Nakatani; Masashi Toyota, Influence of Boundary Conditions on Modeling Water Temperature and Quality in a Shallow Stratified Lake (Lake Suwa, Japan), Proceedings of the 39th IAHR World Congress (Granada, 2022), 2022, ID 20903, <https://doi.org/10.3850/IAHR-39WC2521711920221509>

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ

日時

場所

参加者数

その他

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
永野 隆紀	大阪大学	大学院博士後期課程 学生
王 ゲツギ	大阪大学	大学院博士後期課程 学生

2022 年度 一般研究 1 実施報告書

研究種別	一般研究 1		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-1023		
研究課題名（和名）	公的マイクロデータを利用したエスニック・マイノリティの社会経済的地位に関する研究		
研究課題名（英名）	The study on socioeconomic status of ethnic minorities using official statistical microdata in Japan		
代表者氏名	康 明逸	フリガナ	カン ミョンイル
		ローマ字	Kang Myong-Il
所属機関	朝鮮大学校		
所属部局	科学研究部		
職名	准教授		
所内受入教員			

研究目的と成果（経緯）の概要	
本研究の目的は、近年公開されている国勢調査のマイクロデータを用いて、在日外国人（在日エスニックマイノリティ）の社会経済的地位（就業状況、産業・職業構成、従業上の地位など）について、既に公表されているものよりもさらに細分化された情報に基づいた集計クロス表を作成し、その構造や時系列的変遷を明らかにすることにある。 また、国勢調査のマイクロデータと様々なマクロ経済データ・（都道府県・市町村などの）地域データ・その他サーベイデータなどを結合したオリジナルなマイクロデータを作成し計量的解析を行うことで、エスニックマイノリティの社会経済的地位やその変遷の決定因を明らかにしていくことにある。 今年度も引き続きコロナの影響のため思うように施設を利用することができなかったが、「公的統計マイクロデータのためのチュートリアル・講習会」（2023 年 3 月 14 日）に参加し、研究所員から匿名データ利用の貴重な助言を受けることができた。 また、本テーマと関連する研究プロジェクトが科研費・基盤研究(C)に採択されたことで、2023 年度よりオンサイトによる匿名データの利用・分析への資金的目途を立てることができた。 本プロジェクトは 2023 年度も一般研究 1 の課題として申請し、研究を継続させていく予定である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	

場所	
参加者数	
その他	

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名

一 般 研 究 2

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	6 人文科学分野／Human Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2001		
研究課題名（和名）	大規模な言語意識調査データの統計的解析		
研究課題名（英名）	Statistical Analysis of Large-scale Language Awareness Survey		
代表者氏名	田中 ゆかり	フリガナ	タナカ ユカリ
		ローマ字	TANAKA Yukari
所属機関	日本大学		
所属部局	文理学部		
職名	教授		
所内受入教員	前田 忠彦		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究課題では、①過去に実施した大規模な言語意識調査データの統計的解析を進めると同時に、②それらの比較分析と、③①②を踏まえた継続的・発展的な大規模言語意識調査の設計を行うことを計画した。 ①と②の対象となるデータは、次の A～D である。 A)2015 年に実施した全国に居住する男女約 1 万人からデータを得た「2015 年全国方言意識 Web 調査」データ B)2016 年に実施した全国に居住する男女約 2 万人からデータを得た「2016 年全国方言意識 Web 調査」データ C)2020 年に全国 21 政令指定都市の男女約 1,400 人からデータを得た「2020 年全国政令指定都市音声・言語意識調査」データ D)2021 年に実施した全国に居住する男女 1 万人からデータを得た「2021 年全国一万人言語意識 Web 調査」データ ①については、A のデータを用いた話者類型の抽出のための統計的なアプローチを検討し、共同研究メンバーによるオンライン研究会を通じた討議を経て、メンバー全員の共著による論文を執筆した。学会誌に投稿、2023 年 1 月に採択通知がなされた。本共著論文は、2023 年夏頃に刊行予定である。この共著論文における話者類型抽出には、潜在クラス分析を用いた。その結果、従来とは異なる新しい話者類型である「方言育ち共通語話者」を抽出した。この「方言育ち共通語話者」は、年代、地域により帰属確率平均値が大きく異なることが認められた。年代による推移を戦後日本語社会における方言と共通語をめぐる意識のダイナミックな変化が投影されたものと解釈し、戦後日本語社会における方言意識の変遷をたどることが可能となったと考える。これは、ある種、年代差から「見かけ上の言語意識変化」を捉えたことになる。一方、本研究における年代差と呼ぶものが、年齢差や世代差、

時代差などが渾然一体となったものであることが意識された。また、すべての質問について「わからない」という回答をする傾向の強い、「判断逡巡派」が2タイプ抽出され、ある程度その背景の分析・解釈には推測がついているものの、明確な分析・解釈に至らず、今後の課題とした。 ②のための基本的な分析では、政令指定都市+那覇市の20代から70代の生え抜き男女を主たる調査対象としたCを対象とした。これについては、2023年度に刊行される学会誌の招待論文として掲載予定である。 ③の調査計画については、調査計画については、年度内に本共同研究とは別の経費で実施委託予定のオンラインパネルに対するウェブ調査（大学間連携調査）における言語意識調査の質問紙を検討した。これまでの質問文と選択肢をより精緻化する方向で検討を進めた。これは今後構想される大規模な言語意識調査に取り入れるべき視点や、調査方法・調査項目のあり方についての検討の一環と位置づけることができる。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
田中ゆかり（2022.10）「社会と心に向かう言葉学 18 「話者類型の推移から方言意識の変化をたどる」『日本語学』41(4)、pp.122-123 *田中ゆかり・前田忠彦・林直樹・相澤正夫（2023年予定）「戦後日本語社会における方言意識の巨視的な推移—大規模調査データから抽出した話者類型とその地域差・年代差の分析—」『方言の研究』9（2023年1月採択通知有） *田中ゆかり（2023.06 予定）「(仮題目) 2020年全国政令指定都市 Web 調査に基づく方言意識」	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	①2015年全国Web調査データに基づく戦後日本語社会の方言意識の推移、②大学間連携調査質問紙の検討
日時	①7/25,8/20,12/3 ②3/10
場所	すべてオンライン研究会
参加者数	①2人、4人、4人 ②3人
その他	オンライン研究会に加え、データをドライブ共有しながらメール等で意見交換を行った。

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	4,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
前田 忠彦	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授

相澤 正夫	人間文化研究機構 国立国語研究所	名誉教授
林 直樹	日本大学	専任講師

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	4 物理科学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2002		
研究課題名（和名）	撮像観測データを活用した電離圏酸素イオン密度の時空間変動の推定		
研究課題名（英名）	Spatio-temporal estimation of oxygen ion density distribution in the ionosphere based on space-based imaging observation data		
代表者氏名	中野 慎也	フリガナ	ナカノ シンヤ
		ローマ字	Nakano Shin'ya
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	准教授		
所内受入教員	中野 慎也		

研究目的と成果（経緯）の概要
[研究目的] 地球の地上高度 100km 以上の領域は、電荷を持った粒子で構成される気体(プラズマ)と中性気体が混在しており、電離圏と呼ばれる。電離圏のプラズマは、磁気嵐などの磁気圏、電離圏現象に伴って大きく変動し、GPS などによる衛星測位の精度などにも無視できない影響を持つため、その刻々の変動を把握、予測する必要性が高まっている。電離圏プラズマを構成するイオン種は、比較的低い高度では酸素イオンが支配的となる一方、高高度では水素イオン、ヘリウムイオンが重要となる傾向があるが、近年では高高度の物理過程において酸素イオンの振る舞いの重要性が指摘されるなど、イオン種ごとの空間構造に関する情報の必要性も高まっている。プラズマ密度を観測的に把握する手段としては、地上電波観測などの他、測位衛星による全電子数観測のデータも利用できるがイオン種の違いを識別することはできない。 国際宇宙ステーションからの ISS-IMAP による撮像観測は、カメラからの限られた視野からの情報しか得られないという欠点はあるものの、ヘリウムイオンと酸素イオンの両方に関する情報が得られるため、イオン種ごとの振る舞いを解析する上で重要なデータの一つである。但し、酸素イオン観測データについては、これまで実際のイオン分布と観測との関係がうまくモデリングできておらず、十分に活用されていなかった。しかし、これまでの我々の研究により、酸素イオン密度と ISS-IMAP の極端紫外光観測データとを対応づけるモデルの構築に成功し、酸素イオン観測の活用が目処が立った。そこで本年度は、ISS-IMAP の極端紫外光撮像観測データから電離圏における酸素イオン分布の時空間変動を推定する手法を確立することを目標に研究を実施した。 [研究成果] 前年度までに、与えられた酸素イオン分布のもとで観測される 91.1nm の EUV 画像を構成するモデ

ルを構築し、ISS-IMAP の極端紫外光観測データから、電離圏の酸素イオン分布を推定する手法がある程度できあがっていたので、今年度はハイパーパラメータ推定を行って手法を完成させるとともに、成果を論文にまとめる作業を行った。酸素イオン分布の推定には、事前分布に高次元の問題に適した Gaspari and Cohn 型の分散共分散行列を採用し、さらに周辺尤度のラプラス近似に基づいてハイパーパラメータの値を決定した。さらに、2012 年 12 月 26 日、27 日の観測事例について推定を行い、妥当な結果が得られることを確認した。源左、得られた成果をまとめた論文を投稿準備中である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
中野 慎也, 穂積 裕太, 齊藤 昭則, 吉川 一郎, 山崎 敦, 吉岡 和夫, 村上 豪, A pilot study for tomographic reconstruction of ionospheric O⁺ distribution from ISS-IMAP/EUVI data, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 千葉/Online, 1 June 2022. 中野 慎也, Ensemble-based iterative variational data assimilation approach and its extension for count data, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 千葉/Online, 3 June 2022. 中野 慎也, 穂積 裕太, 齊藤 昭則, 吉川 一郎, 山崎 敦, 吉岡 和夫, 村上 豪, ISS-IMAP/EUVI データから再構成した夜側電離圏 O⁺密度分布, 第 152 回 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 5 日. S. Nakano, Y. Hozumi, A. Saito, I. Yoshikawa, A. Yamazaki, K. Yoshioka, and G. Murakami, Temporal evolution of equatorial anomaly in the nightside ionosphere derived from ISS-IMAP/EUVI data, AGU Fall Meeting 2022, Online, 16 December 2022.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	46,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
齊藤 昭則	京都大学	准教授
穂積 裕太	情報通信研究機構	研究員
大橋 拓弥	京都大学	大学院生

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2003		
研究課題名（和名）	様々な大規模データ公開におけるプライバシー保護に関する理論の研究		
研究課題名（英名）	Study of the theory of anonymization methods for releasing various big data		
代表者氏名	佐井 至道	フリガナ	サイ シドウ
		ローマ字	Shido Sai
所属機関	岡山商科大学		
所属部局	経済学部		
職名	教授		
所内受入教員	間野 修平		

研究目的と成果（経緯）の概要
（目的の概要） (A) 種々のデータに対する最適な秘匿方法と有用性の評価方法の研究 官庁の匿名データで用いられているような個々の非攪乱的な秘匿方法については理論がほぼ完成されたものの、それらの効果的な組み合わせの選択についてはまだ研究途中の段階である。全国消費実態調査の擬似マイクロデータでは初めて攪乱的な秘匿が用いられ、数年前から、本研究参加者によって攪乱的手法について様々な角度からの研究が行われており、理論の基礎部分が完成しつつある。データの有用性についても研究が進められているが、1 次元的な指標がほとんどで、より総合的・複合的な指標の開発が必要である。 これら研究途中の部分についてさらに研究を進め、理論を完成することを目的とする。 （成果の概要） キー変数にノイズを挿入した個票データに対するリスク評価方法や、最適なノイズの選択方法として、佐井によって多重寸法指標を用いる方法が複数提案された。データによってはノンパラメトリック最尤推定の精度の問題が残っているが、多くの場合、他の手法と比較して優れていることが、データへの適用から示された。この結果については 佐井（2022）にまとめられている。また、定義域の端の処理の方法についての新たな提案や、多重寸法指標の周辺セル内での分布を推定する方法についても同じ論文にまとめられている。星野によって、差分プライバシーデータの作成方法についての改善も引き続き図られている。 （目的の概要） (B) 種々のデータのリスク評価方法の研究 個票データのリスク評価では、ここ数年間も、指標として主流である寸法指標の推定に用いられる Pitman モデルなどの確率分割モデルに関する本研究参加者の研究で大きな進展があった。これらの

研究を安定的に継続していくことが主目的の一つである。

ノイズの挿入などの攪乱的な秘匿が施された個票データでは真のリンク確率や差分プライバシーがリスク指標として用いられる。ここ数年、本研究参加者によって母集団を想定した推定方法が精力的に研究されており、その継続とともに新たな切り口での推定方法の提案も目的とする。また非攪乱的と攪乱的な秘匿方法が混在するデータのリスク評価を、寸法指標を用いて同じ枠組みにまとめる方法についても研究が行われており、その完成も目的とする。達成されれば、各データに対してすべての秘匿方法からの最適な選択が可能となる。

また、長期時系列データ、階層的構造のデータ、データキューブなどについてのリスク評価の理論の確立も目的とする。

（成果の概要）

渋谷、大和、星野、間野、佃らによって、Pitman モデル、Ewens モデル、ディリクレ過程、ベル多項式、GEM 分布など、確率分割の理論と、その周辺の領域である分布論などについて、今年度も着実に研究が進められた。この点はこれまでと同様、本研究による最も貢献の大きい部分と考えられる。

一方、リスク評価に差分プライバシーを用いる方法についても、理論的な研究とともに海外での適用事例などについての共有が進められた。例えば後者については、主催した研究集会において伊藤らによって「海外における公的統計データに対するプライバシー保護の動向について」の報告が行われるとともに、本研究参加者以外からも複数の報告をいただき、議論を深めた。

（目的の概要）

（C）種々の形式の大規模データに対する秘匿方法とリスク評価方法の提案

今後公開が進められるオープンデータの中には、テキストデータや、データ同士の複雑なリンクも想定され、そのようなデータのリスク評価方法を考案することも目的の一つである。また画像データは医療分野でも CT や MRI などの大量のデータが保管されているが、公開が難しい究極の個人情報とも呼ばれている。そのようなデータの公開については、通常と異なる発想で解決策を模索する必要がある。

（成果の概要）

海外の医療系データの公開方法などが引き続き調査されている。研究集会では伊藤らによって「英国における機械学習での利用を前提とした医療情報の利活用状況」が報告され、本研究参加者以外とも意見交換を行った。また横溝、伊藤からは「合成データの生成手法の有効性に関する評価研究－経済センサスをもとに－」という報告がなされた。

2022 年 9 月の統計関連学会連合大会では、企画セッション「大規模データにおける匿名加工とプライバシー保護の新たな展開」を本研究参加の 3 名（伊藤、佐井、星野）でオーガナイズして、個人情報保護委員会のメンバーの方や、企業でプライバシー保護の研究を続けてきた研究者などにご報告していただくとともに、時間をかけて討論を行った。

（目的の概要）

本研究では参加者が研究を分担して行うが、全員の共通認識の構築と相互の意見交換のために 2 回程度の研究会を開催する。また、幅広い意見や知識の収集のために、官庁や企業の研究者や実務者にも参加を呼びかけて、2022 年 12 月に統計数理研究所で 2 日間の研究集会を開催する。研究成果については、統計関連学会連合大会や PSD などの国内外の学会、シンポジウムなどにおいて公表する。

研究成果については Web 上でも随時公開していく。

(成果の概要)

研究の成果については、2022 年 9 月に成蹊大学でハイブリッド形式で開催された統計関連学会連合大会などの学会や各種シンポジウム、研究集会などにおいて報告を行うとともに、2022 年 12 月に主催したハイブリッド形式の研究集会でも報告し、討論や意見交換を行った。なお、今年度も新型コロナウイルス感染症のため、本共同利用研究単独での研究会の開催は見送り、科学研究費補助金主催の研究会に参加する形をとった。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

2022 年度、この研究に関連して新たに発表された論文などの一部を記載する。

佐井至道, ノイズを挿入した個票データに対する多重寸法指標を用いた種々のリスク評価方法の比較, 岡山商大論叢, 58, 1-36, 2022.

伊藤伸介, 寺田雅之, 赤塚裕人, 北井宏昌, 海外における公的統計に対する攪乱的手法の新たな取り組み—アメリカセンサス局による差分プライバシーの適用を中心に—, 統計研究彙報, 79, 131-150, 2022.

横溝秀始, 伊藤伸介, 事業所・企業系のマイクロデータにおける匿名化措置の有効性の評価—経済センサス- 活動調査を例として—, 統計研究彙報, 79, 151-170, 2022.

また、2022 年度の本研究参加者の学会等での報告のうち、統計関連学会連合大会と本研究が主催した研究集会のものを挙げる。

○ 2022 年度統計関連学会連合大会

佐井至道, 個票データへのノイズの挿入方法とリスク評価方法についての検討.

星野伸明, Discretizing the normalized infinitely divisible distribution.

廣瀬雅代, 間野修平, Ewens モデルに基づく寸法指標の高次漸近不偏推定量.

横溝秀始, 伊藤伸介, 合成データの作成方法の有効性に関する定量的な評価の試み—事業所・企業系のマイクロデータを用いて—.

藤原一毅, 伊藤伸介 他 8 名, JDCat と連携するデータ分析ツールの開発.

伊藤伸介, 国勢調査マイクロデータを用いたわが国の外国人居住者の就業状況に関する実証分析.

伊藤伸介, 寺田雅之, 海外における公的統計データに対するプライバシー保護の動向について.

伊藤伸介, 出島敬久, 村田 磨理子賃金所得の統計的分布を考慮した消費構造の計量分析—公的統計のマイクロデータを用いて—.

佃康司, 突然変異パラメータと標本サイズが同時に大きくなる場合の Ewens 抽出公式に対するポアソン近似について.

丸山祐造, 多変量正規分布の平均ベクトルの推定問題における分散未知の場合のミニマクスで許容的な推定量.

○ 研究集会「大規模データの利用におけるプライバシー保護の理論と応用」

佐井至道, ノイズが挿入された個票データのリスク評価 —実用化に向けた推定精度の改善—.

木村映善, 佐々木香織, 伊藤伸介, 英国における機械学習での利用を前提とした医療情報の利活用状況.

横溝秀始, 伊藤伸介, 合成データの生成手法の有効性に関する評価研究—経済センサスをもとに—.

星野伸明, 差分プライバシーな疑似多項サンプリング.

伊藤伸介, 寺田雅之, 欧米における公的統計に関するプライバシー保護の現状. 間野修平, 廣瀬雅代, 罰則付最尤法による漸近不偏推定量の微分幾何的構成.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	大規模データの利用におけるプライバシー保護の理論と応用
日時	2022 年 12 月 8 日(木) 12:35-16:15, 9 日(金) 10:00-16:00
場所	統計数理研究所・セミナー室 1 における対面と Zoom によるオンラインのハイブリッド形式
参加者数	31 名
その他	報告者 13 名

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	303,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
星野 伸明	金沢大学	教授
間野 修平	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
渋谷 政昭	慶應義塾大学	名誉教授
伊藤 伸介	中央大学	教授
稲葉 由之	青山学院大学	教授
瀧 敦弘	広島大学	教授
佃 康司	九州大学	准教授
大和 元	鹿児島大学	名誉教授
丸山 祐造	神戸大学	教授
竹村 彰通	滋賀大学	学長
田村 義保	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2004		
研究課題名（和名）	環境資源としてのミツバチ送粉サービスを持続するための景観管理		
研究課題名（英名）	Landscape management for sustainable polination service by honey bee		
代表者氏名	光田 靖	フリガナ	ミツダ ヤスシ
		ローマ字	Mitsuda Yasushi
所属機関	宮崎大学		
所属部局	農学部		
職名	教授		
所内受入教員	吉本 敦		

研究目的と成果（経緯）の概要	
ミツバチによる送粉サービスは農業生産にとって重要な生態系サービスであり、天然のミツバチは重要な天然資源といえる。天然のミツバチによる送粉サービスを持続可能なものにするためには、地域のミツバチ個体群を維持する必要がある。ミツバチ個体群の動態に影響を与える要因として農薬等の様々なものがあるが、景観レベルでの生育環境が重要であることが指摘されている。現在、日本の農村においては放棄農地や森林資源の変化によって、景観構造が変化しつつある。よって、本研究においては、天然のミツバチにとってどのような景観レベルの生育環境が好ましいのかを明らかにすることを目的とする。また、それにもとづいて農村景観の変化が地域のミツバチ個体群にとってどのような影響を及ぼすのか推定し、安定的な農業生産に向けた持続的ミツバチ送粉サービスのための景観管理手法を提案する。 ミツバチのモニタリング調査の結果、日向夏農園で観測されたミツバチ数は例年と同程度であったが低水準であった。モニタリングを開始した 2016 年と比較すると近年は低い水準で推移しており、回復していないことが明らかとなった。 日向夏に訪花するミツバチ数と周囲の景観構造を統計モデルによって解析したところ、周囲の天然林面積が大きく、天然林からの距離が近い場所でミツバチが多く訪れることが明らかとなった。また、近傍に農地がある場所でミツバチが多く訪れることが明らかとなった。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Mitsuda, Y. 2022. Relationship between the Abundance of Native Honey Bee Species (<i>Apis cerana</i>) and Distance to Natural Forests in Hyuganatsu (<i>Citrus tamurana</i>) Orchards in Aya Town, Japan. FORMATH 21: 1-6. https://doi.org/10.15684/formath.21.002	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	

日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	154,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
吉本 敦	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
Ju Sujeong	Seoul National University	大学院生
加茂 憲一	札幌医科大学	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2005		
研究課題名（和名）	生後発達過程における呼吸ニューロンタイプの変化とネットワーク構造の検証		
研究課題名（英名）	Development of inspiratory neuron types and neuronal network structure generating spontaneous rhythm in neonatal mice		
代表者氏名	尾家 慶彦	フリガナ	オケ ヨシヒコ
		ローマ字	Yoshihiko Oke
所属機関	兵庫医科大学		
所属部局	医学部		
職名	助教		
所内受入教員	三分一 史和		

研究目的と成果（経緯）の概要
哺乳類の生命維持に必須である周期的な吸息活動は、延髄腹外側の preBötzinger Complex (preBötC) 領域内に存在する呼吸ニューロンのリズムカルな自励同期活動で作りだされている。しかしながら、preBötC 内で呼吸ニューロンがどのようなネットワークを作っているのかについては未解明のままである。我々は、呼吸ニューロン間の結合性などニューロンネットワークの機能的な構造の解明を目指して共同研究を行ってきた。そして、その過程において、呼吸ニューロン群を構成しているニューロンタイプの比率が誕生後に変化していることを示唆する結果を得ていた。この結果は、preBötC 内の呼吸ニューロンネットワークは生後発達過程においても発達していることを意味し、新生児期の呼吸管理を考えるうえで重要な知見となる可能性を秘めている。本研究では、生後早期発達過程における呼吸ニューロンネットワーク構造の発達パターンを推定することを目標として、呼吸ニューロンタイプの比率の生後変化の定量評価と各発達段階での呼吸ニューロンネットワーク構造の推定を行うことにした。 ニューロンタイプを同定するために、ニューロンタイプごとに特異的な蛍光マーカータンパク質を発現する遺伝子組換えマウス (GlyT2-EGFP/GAD65-tdTomato ダブルトランスジェニックマウス) を使用した。この遺伝子組換えマウスでは、Glycine Transporter2 陽性グリシン抑制性ニューロンで EGFP、GAD65 陽性 GABA 抑制性ニューロンで tdTomato という蛍光タンパク質が発現している。そのため、グリシン抑制性ニューロン (EGFP のみ発現)・GABA 抑制性ニューロン (tdTomato のみ発現)・GABA-Glycine cotransmitting ニューロン (両方の蛍光タンパク質を発現)・興奮性ニューロン (どちらの蛍光タンパク質も発現無し) の 4 種類のニューロンの分類が可能である。多数の呼吸ニューロンの活動を同時に記録するために、この遺伝子組換えマウスから preBötC を含む延髄スライス標本 (呼吸スライス) を採取し、preBötC 領域のニューロン活動の記録をカルシウムイメージングに

より行った。また、自励的同期活動のタイミングを決定するために、preBötC の局所フィールド電位 (Local field potential: LFP) も同時に記録した。その後、それらの記録の時系列解析や統計数理的な解析を行った。 前年度には preBötC 内の呼吸ニューロン群を構成するニューロンタイプの比率が生後 1 日齢から 10 日齢までの間で変化することを定量的に示していたが、令和 4 年度は同じ日齢内での呼吸ニューロンの活性化パターンの解析を行い、その変化について評価を行った。我々はこれまでに、呼吸ニューロンの細胞内カルシウム濃度変動の波形パターンすなわち活性化パターンが、preBötC で呼吸リズムが生成される際に呼吸ニューロンが活性化する順序と関連していることを報告していた (Oke et al. Front. Physiol. 2018)。この時、呼吸ニューロンの活性化パターンの分類は、preBötC 全体が作り出す呼吸リズム活動のパターン (LFP パターン) との間の相関係数に基づいて行っていた。生後 3 日齢以降での呼吸ニューロンの活性化パターンと LFP パターンの間の相関係数は、生後 2 日齢以前と比べて優位に大きくなり、その確率密度分布も明らかに変化した。この結果から、preBötC 内の呼吸ニューロンは、preBötC 全体が作り出す呼吸リズム活動パターンとよりよく同期して活動するように生後 1 週間以内に変化することが明らかになった。これらの結果まとめた論文を国際雑誌へ投稿し、採択された (Oke et al. Sci. Rep. 2023)。 今後は、生後早期発達過程における呼吸ニューロン間の結合性の変化、そして抑制性ニューロンが呼吸リズム発生の際に呼吸ニューロンネットワーク内外でどのような役割を担っているのかを解明していく予定である。必要に応じて、阻害剤や人工受容体・光遺伝学などの手法を用いた特定タイプのニューロン活動の人為的コントロール実験を実施し、その結果の時系列解析や因果性解析にも取り組み、有意な非線形結合の有無を評価しつつ、ニューロンネットワーク構造の推定を行う。	
当該研究に関する情報源 (論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他)	
【論文・総説・解説等発表】 (1) Y. Oke, F. Miwakeichi, Y. Oku, J. Hirrlinger and S. Hülsmann. Cell types and synchronous-activity patterns of inspiratory neurons in the preBötzinger complex of mouse medullary slices during early postnatal development. Sci. Rep. 13, 586 (2023). DOI: 10.1038/s41598-023-27893-w. 【学会発表】 (1) Y. Oke, F. Miwakeichi, Y. Oku, J. Hirrlinger and S. Hülsmann. Early postnatal development in cell types and activity patterns of inspiratory neurons in the preBötzinger complex of mice (マウス preBötzinger complex における吸索性ニューロンの細胞種ならびに活性化パターンの生後早期発達). The 100th Anniversary Annual Meeting of The Physiological Society of Japan (日本生理学会 第 100 回記念大会), 京都 (2023). (2) Y. Oke, F. Miwakeichi, Y. Oku, J. Hirrlinger and S. Hülsmann. Early postnatal development in the properties of inspiratory neurons in the pre-Bötzinger complex of mice. The 15th Oxford Conference on Modelling and Control of Breathing, Odawara, Japan (2022). 【シンポジウム・研究報告会等】 (1) 尾家慶彦. 呼吸リズム生成ネットワークの生後発達. 第 2 回 食と生体機能モデル学講座公開シンポジウム, 老いの科学 II ～心臓・呼吸・循環のエイジング研究～, Online-conference, 日本 (2022).	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	

日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	282,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
越久 仁敬	兵庫医科大学	主任教授
染谷 博司	東海大学	准教授
三分一史和	統計数理研究所	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2006		
研究課題名（和名）	住宅火災による死者数の将来予測と施策評価手法に関する研究		
研究課題名（英名）	A study on future prediction of home fire fatalities and methods for evaluating measures		
代表者氏名	鈴木 恵子	フリガナ	スズキ ケイコ
		ローマ字	Suzuki Keiko
所属機関	総務省消防庁消防大学校（消防研究センター）		
所属部局	技術研究部		
職名	主幹研究官		
所内受入教員	前田 忠彦		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究の目的：本研究は、消防庁及び消防研究センターに蓄積された 1981 年以降の住宅火災による死亡事例データを用いてコウホート分析を行い、住宅火災による死亡率変動の要因を明らかにするとともに、住宅火災による死者数の将来予測を行い施策目標の設定と施策評価手法を提案することを目的としている。 成果（経緯）の概要：2016 年 9 月に共同研究スタートアップを実施し、全死亡事例を対象としたコウホート分析を実施した。その後、2018 年度から共同利用による共同研究を開始し、性別及び主な出火原因別の死亡率のコウホート分析を行った。その結果、次のことが明らかになった。 男女の全体平均としての総平均効果死亡率（総平均効果を指数変換した値）は男性 0.80 人/10 万人年、女性 0.44 人/10 万人年と倍近い開きがみられた。時代効果は 2006 年以降男女ともに低下するが、男性の方が顕著な低下を示した。また、たばこ、ストーブ、コンロ、火遊び、線香・灯明、放火、放火自損の各出火原因別に分析を行った結果、放火以外の時代効果は分析期間を通じて減少傾向を示したが、放火の時代効果はほぼ一定であった。また、コウホート効果の得られた出火原因のほとんどで 2000 年以降に出生した世代のコウホート効果が低かったが、火遊びのみこの世代が高いコウホート効果を示した。このほか、出火原因を石油、ガス、電気の 3 種類の熱源別に分類して分析を行った結果、石油の時代効果死亡率が顕著に低下して電気を下回り、2015 年には電気が最も高い時代効果死亡率を示していた。 また、住宅火災に対する COVID-19 の影響を把握しようとする観点からコウホート分析を行った。その結果、2020 年(2019/10/1-2020/9/30)の時代効果死亡率（時代効果に総平均効果を足して指数変換した値）は 0.32 人/10 万人年となり、直前の 4 年間は 0.37-0.36 人/10 万人年を推移していたのに対して 1 割以上低下していたことが明らかになった。

2022 年度は、引きつづき将来推計を行うためのプログラム開発を行うとともに、更新データを用いて複数のシナリオで将来推計を行った。施策評価に用いる指標として、人口調整死亡率等との比較検討の結果、時代効果又は時代効果死亡率を提案することとした。今後、これらの成果についてとりまとめ、発表する予定である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
1) Keiko Suzuki and Takashi Nakamura, Comparison of fires and mortality in Japan between 2020 and previous years, 13th International Symposium on Fire Safety Science (Special Session for COVID-19 Applications), University of Waterloo, Canada (on-line event), 2021.4.30(JST)（口頭発表）	
2) Keiko Suzuki and Takashi Nakamura, Detailed analysis of home fire fatality rates using a Bayesian age-period-cohort model, 13th International Symposium on Fire Safety Science, University of Waterloo, Canada (on-line event), 2021.4.28(JST)（ポスター発表）	
3) 鈴木恵子, 中村隆：住宅火災による死亡率の推移とその変動要因, 消防研究所報告, No126, pp.23-32, 2019.3	
4) 鈴木恵子, 中村隆：住宅火災死亡率に関するベイズ型コウホート分析, 日本火災学会平成 30 年度研究発表会概要集, pp.194-195, 2018.5	
5) Keiko Suzuki and Takashi Nakamura, Age-Period-Cohort Analysis of Transition of Home Fire Fatality Using a Bayesian Model, 12th International Symposium on Fire Safety Science, Lund University, Sweden, 2017.6.15（ポスター発表）	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	4,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
中村 隆	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2007		
研究課題名（和名）	二重過程理論に基づく認知課題の特性に依存しない馴化に頑健な脳機能計測法の開発		
研究課題名（英名）	Functional brain imaging method which is tolerant against habituation by using dual process theory		
代表者氏名	菊地 千一郎	フリガナ	キクチ センイチロウ
		ローマ字	Kikuchi Senichiro
所属機関	群馬大学		
所属部局	保健学研究科		
職名	教授		
所内受入教員	三分一文和		

研究目的と成果（経緯）の概要
精神科リハビリテーション経過中の脳活動変化を反復計測することは、治療の有効性などを客観的に検証できるため有用であるが、反復計測による脳の馴化による活動低下は、脳機能検査にとって無視できないアーチファクトとなる。近赤外線スペクトロスコピーを用いた先行研究で、申請者らは、強力な言語的葛藤が持続するストループ課題が、反復計測による馴化に強い課題であることを見出した。しかし、ストループ課題内で起こる脳内の特有な処理に依存するのみでは、検査は画一化され多様性は高まらない。「反復刺激における反応は、抑制性の馴化と興奮性の鋭敏化が併存する」という二重過程理論(Dual-process theory)に基づき、本研究では、鋭敏化を強化する（刺激を強める）課題提示手法を探索する。同時にタスクの馴化と脳の部位間の機能的結合性を調べるために、従来の相互相関解析に加え、Granger causality による因果性の検定を行い、馴化とともにどのように脳部位間のネットワークが変化するかを定量的に解析する。脳機能検査法におけるこの試みは、申請者らの知る限りでは前例がなく独創的である。認知課題の特性にかかわらず、馴化しにくい脳機能検査法の開発を開発する目的は、検査の多様性を高めることにより、臨床応用の可能性をさらに広げることである。 2022 年度について、2022 年 4 月まで 15 例の検査を行うことができた。とりあえずの 15 例で解析を行い、時間的な脳活動変化を求めたところ、鋭敏化を行った群で有意な減少を示したチャンネルの数は、中立的な刺激の群のそれよりも少なかった。したがって、現時点では、この鋭敏化が馴化の抑制に貢献していると考えられた。学内の人を対象とする医学系研究倫理審査委員会に研究計画を提出し、実施を申請、承認を得ることができた。この結果は予備的研究として臨床神経生理学会にて発表を行った。2023 年 3 月までは追加として 6 名の計測を終えている。来年度は数を増やして検討を行

う予定である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
菊地千一郎、西沢祐亮、土屋謙仕、下田佳央莉、平尾一樹、櫻井敬子、武井雄一、福田正人、三分一史和、二重過程理論を用いた馴化に強い脳機能計測法についての予備的研究、日本臨床神経生理学会 11 月 26 日、京都	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	21,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
土屋 謙仕	長野医療保健大学	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2008		
研究課題名（和名）	制御性 T 細胞の恒常性に関わる免疫システム構造の推定		
研究課題名（英名）	Identification of feedback regulatory loop of regulatory T cell		
代表者氏名	西山 宣昭	フリガナ	ニシヤマ ノブアキ
		ローマ字	Nobuaki Nishiyama
所属機関	金沢大学		
所属部局	学術メディア創成センター		
職名	教授		
所内受入教員	三分一史和		

研究目的と成果（経緯）の概要
Foxp3+制御性 T 細胞(Treg)は、非自己に対する免疫応答の強度・時間の制御、自己抗原に対する免疫寛容など免疫応答制御に関わる免疫抑制機能を持つ T 細胞である。このような免疫応答の制御に中心的な役割を担う Treg の細胞数と抑制機能の強弱は、非制御性エフェクター T 細胞(Teff)との相互作用によって自己制御されているが、その制御メカニズムについては明らかになっていない。本研究では、co-stimulatory 及び co-inhibitory receptor を介したネガティブフィードバックループを両細胞の相互作用機構として仮定し、微分方程式モデルを構築した。グローバル最適化問題に適用できる新規のアルゴリズムを用いた Innovation Method を用いて、白血病等の血液がん患者から得られている Treg と Teff の造血幹細胞移植後の細胞数の時系列データへのモデルのフィッティングを行い、寛解および再発の場合のモデルパラメーターの値の推定を行った。推定値近傍のパラメーター空間での網羅的なシミュレーションを行った結果、本モデルは、co-stimulatory 及び co-inhibitory receptor の阻害剤である anti-CTLA-4、anti-CD25 および anti-TNFR2 抗体の投与において観察されている perfect または near perfect adaptation を再現できることを明らかにした。このように臨床的知見を説明可能な本モデルを用いて、造血幹細胞移植後の co-stimulatory 及び co-inhibitory receptor の阻害剤の同時投与が、graft-versus-leukemia (GVL) effect を高めると同時に、graft-versus-host-disease (GVHD)を抑制する可能性があることを示唆した。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
Modeling the interaction between donor-derived regulatory T cells and effector T cells early after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. Nobuaki Nishiyama, Peter Ruoff, Juan Carlos Jimenez, Fumikazu Miwakeichi, Yoshiaki Nishiyama, Tsuyoshi Yata BioSystems in press. https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2023.104889
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	26,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
三分一 史和	統計数理研究所	准教授
Juan Carlos Jimenez	Institute of Cybernetics Mathematics and Physics	教授
Peter Ruoff	University of Stavanger	教授
西山 義晃	九州臨床研究支援センター	一般職員
矢田 剛	金沢大学	技術職員

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2009		
研究課題名（和名）	確率・統計・行列ワークショップの開催		
研究課題名（英名）	Workshop on Probability, Statistics, and Matrices		
代表者氏名	栗木 哲	フリガナ	クリキ サトシ
		ローマ字	Satoshi Kuriki
所属機関	情報・システム研究機構		
所属部局	統計数理研究所		
職名	教授		
所内受入教員	栗木 哲		

研究目的と成果（経緯）の概要
2017 年より、信州大学、滋賀大学、統計数理研究所において持ち回りで開催している研究集会「確率・統計・行列ワークショップ」を開催するための準備を行い、本年度は松本市において開催した。本ワークショップは、統計学、確率論、最適化、応用代数、表現論、組合せ論、ランダム行列などを広い範囲の応用数理の分野横断的な交流・情報交換を目指すものである。過去の経緯は以下のホームページを参照のこと。 http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20211115-hikone/ http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20201214-shinshu/ http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20191111-tachikawa/ http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20181024-hikone/ http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20171109-shinshu/
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
以下は、本年度ワークショップホームページ http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20221031-matsumoto より抜粋である。 「確率・統計・行列ワークショップ 松本 2022」 日時：2022 年 10 月 31 日（月） 場所：JA 松本ハイランド 松本市会館 9:30--10:30 矢澤明喜子（九大 IMI）辺着色された多重グラフの rainbow spanning trees の数え上げとその応用について 11:00--12:00 清智也（東大）2 次元 Wishart モデルのベイズ予測のための相関係数縮小事前分布 14:00--15:00 前野俊昭（名城大）有限体上の関数の多項式表示と投票ゲームへの応用

15:30--16:30 松田孟留（東大/理研）行列の縮小推定	
17:00--18:00 青木敏（神戸大）[オンラインでの講演] 直積構造をもたない内側・外側配置	
18:30-- Free discussion	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	確率・統計・行列ワークショップ 松本 2022
日時	2022 年 10 月 31 日（月）
場所	JA 松本ハイランド 松本市会館
参加者数	24 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	36,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
沼田 泰英	北海道大学	教授
竹村 彰通	滋賀大学	学長

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野／Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2010		
研究課題名（和名）	出生に関する長期推移		
研究課題名（英名）	Long-term changes in birth		
代表者氏名	船渡川 伊久子	フリガナ	フナトガワ イクコ
		ローマ字	Ikuko Funatogawa
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	准教授		
所内受入教員	船渡川伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要	
健康関連指標の長期的な推移の一つとして、日本人女性の出生に関する指標の長期的な推移を明らかにすることを目的とする。出生に関する指標の検討を行っている。関連して、身長や Body Mass Index (BMI) など他の指標の検討も行っている。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
船渡川伊久子. ライフコースの健康指標（特集 ライフコースの統計学）統計 73(9) 21-29. 2022 年 9 月 Ikuko Funatogawa. Long-term trends in height and body mass index in Japan. Aug 2022 ISCB43.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	1,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
金子 隆一	明治大学	特任教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	5 工学分野/Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2011		
研究課題名（和名）	気候変動に伴う豪雨の極値生起の重畳と非定常性に関するデータ解析手法		
研究課題名（英名）	Dependence and nonstationarity of extremes and its data analysis for heavy rainfall due to climate change		
代表者氏名	北野 利一	フリガナ	キタノ トシカズ
		ローマ字	Toshikazu Kitano
所属機関	名古屋工業大学/Nagoya Institute of Technology		
所属部局	工学部 社会工学科/Dept. of Civil Engineering		
職名	教授/professor		
所内受入教員	上野 玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要
目的：洪水と高潮による氾濫，洪水と内水氾濫，高潮と高波による越波や越流など，風水害外力の重畳は，想定以上の被害の拡大を起こす危険性がある.また，隣接地域の被災に対する被害の集積も注目すべきリスクである.また，同一の気象擾乱とまではいなくても，ある特定の地域に，同じ年に2度の極端事象が重畳すると，復旧しないままの被災となるリスクもある.複数の事象の重畳は，それらの事象の従属性に密接に関わる.ペアワイズの相関係数だけで従属構造を表現できるという良い特性のある多変量正規分布とは異なり，多変量極値の従属構造は多様であり，必ずしも数少ない統計量で，その特徴を表現できるものではない.近年，多変量の極値の生起の組合せに対して，接合関数(コピュラ)を用いて，極値の従属性に関する指標は幾つかの定義が提案されている(Serinaldi, 2015).しかし，それらの定義は非常に複雑となるものであり，浸水氾濫の防災・減災の計画に役立てることは難しい.そこで，本研究では，2変量ならびに3変量以上の多変量極値の重畳ならびに従属性を表す統計量や指標を，数学的視点ならびに応用上の視点から整理する.本研究では，気候シミュレータより得られた多数アンサンブル予測値を用いた将来予測に対し，極端事象の重畳の特徴を抽出できるデータ解析手法を検討することを目的とする.なお，気候変動に伴う極値を扱うため，非定常性の検討は避けられない.非定常モデルも併せて検討を行うこととする. 成果：1) 極大波高の空間的従属性は，気候変動による台風の強大化のためリスクが集積する観点から，防災・減災計画に考慮されるべきである.その際に，同一の気象擾乱による高波の極値が同じ年の年最大値になる割合として定義される合致率という指標が役に立つだろう.2変量極値の依存特性を整理した上で，導入する階層モデルが，2変量から3変量へと交差生起率を拡張する場合に，新たにパラメータを追加する必要が無い最も単純なモデルとなることを示した.3港の高波記録への階層モデルの適用例を提示するとともに，Husler-Reissモデルと比較した.2) 関東地方（利根川，荒

川) および九州地方(球磨川, 緑川)の2組の流域群に対して2変量極値分布を適用し, 各流域でd4PDFから計算した年最大流量データ(以下, d4PDF極値流量データ)を用いて極値流量の従属性を分析した。成分最大値分布として従属関数の異なる9種類のモデルを適用した。累積確率分布や従属関数によるモデル選択は容易でないため, 成分最大値の元時系列における閾値超過分布(横断分布)に対する適合度を2標本Kolmogorov-Smirnov検定で評価する方策を試みた。d4PDF極値流量データは元時系列を含まないが, 30年や60年最大値(それぞれサンプルサイズ100, 50)を抽出し, それらに対応する閾値超過標本が3,000個の年最大値で近似できると仮定した。その結果, 横断分布に対する適合度の高いモデル間で従属性を表す生起率の相関係数 χ を安定して推定することができた。各流域群で χ は0.2程度および0.3~0.4程度と推定され, 九州地方の流域群の方がより従属性が高いことが示唆された。利根川・荒川水系の計画規模は200年, 球磨川・緑川水系の計画規模は150年のため, 計画規模の同時に超過する洪水の再現期間はそれぞれ1000年および約375年~500年と推定された。

当該研究に関する情報源(論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他)

・北野利一(2023):「従属性に階層構造を仮定した高波の波高の極値空間相関解析」,『土木学会論文集B2(海岸工学)』,78(2),I_91-I_96.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_91/_article/-char/ja/

・田中智大, 北野利一(2022):「多変量極値分布の大規模アンサンブルデータへの適用 —2流域の極端洪水の同時生起確率推定—」,『応用統計』,50(2-3),75-101.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jappstat/50/2-3/50_75/_article/-char/ja/

・田中智大, 平松優佑, 北野利一, 立川康人(2022):「2変量極値分布とd4PDFによる極端洪水の同時発生確率の将来変化」,『土木学会論文集B1(水工学)』,78(2),I_445-I_450.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejhe/78/2/78_I_445/_article/-char/ja/

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額(円)
旅費	78,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
上野 玄太	統計数理研究所	教授/professor

田中 智大	京都大学	助教
清水 啓太	株式会社大林組技術研究所	研究員
田中 茂信	京都大学	名誉教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	5 工学分野/Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2012		
研究課題名（和名）	津波および高潮シミュレーションによる沿岸部の浸水リスク評価		
研究課題名（英名）	Coastal inundation risk evaluation by tsunami and storm surge ensemble simulations		
代表者氏名	北野 利一	フリガナ	キタノ トシカズ
		ローマ字	Toshikazu Kitano
所属機関	名古屋工業大学/Nagoya Institute of Technology		
所属部局	工学部 社会工学科/Dept. of Civil Engineering		
職名	教授/professor		
所内受入教員	上野 玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究概要・目的：津波や高潮・高波の設計外力の設定に際し、外力の既往最大値を考慮しつつ、想定範囲の最大値を選択する傾向にあり、その発生確率の客観的な評価がなされていない。今後の人口減少社会を考えると、ハード整備に頼りすぎるのは過剰投資となる可能性もある。最適な防護レベルを設定するためには、科学的な正しさを失わずに、社会の理解と信頼が得られるような説明が可能な手法を開発する必要がある。そこで、津波外力に関しては、津波発生の原因となる地震の数値シミュレーションに基づいたアンサンブルデータセットを生成し、また、高潮・高波に関しては、気候情報に基づいた経験台風モデルによる数値シミュレーションによるアンサンブルデータセットを生成し、必要なリスク評価のために整備することが目的である。 研究成果：徳島県沿岸を対象に確率論的津波ハザード評価手法を用いて最大浸水深を評価し、後背地の人口や企業立地の将来変化を考慮した上で海岸堤防の嵩上げについての費用便益分析により経済性照査を行い、海岸堤防高さをアセスメントした。検討の結果、人口資産が集積し産業が発達している、かつ防御水準の低い地域では、堤防整備による純便益が正になることが示された。また、L1 津波高に満たない暫定的な高さでの嵩上げ整備でも、便益が期待できる地域があることが確認された。 南海トラフ地震を対象として、地震発生直後の水位データから三重県 A 町に到達する津波到達時間を機械学習を用いて瞬時に予測した。予測誤差比較を地震の規模ごとのモデルと用いたすべての地震の規模のデータを用いたモデルで行った。地震の規模ごとに差があるものの、教師データ数を増やすごとに誤差の減少傾向がみられたことから、地震の規模ごとに最も誤差が小さかったモデルを用いて津波到達時間予測誤差比較を行った。本検討で用いた初期水位と津波到達時間の場合、多くの地点において 5 分以上予測値が過大評価となっていた Mw9.0 に比べ、教師データが増えられた Mw8.6 における予測は過大評価が改善された。また、教師データを異なる規模の地震シナリオとした時の予測精度

について評価した。 津波による人的被害の低減には、ハード面での対策の他にソフト面による対策が重要である。より安全に避難をするためには、津波浸水範囲や津波到達時間を考慮した避難行動が有効であるが、予測計算で算出した情報と実際に発生した津波浸水被害との間では誤差が含まれていることが考えられる。そこで、予測誤差を含む津波浸水情報が避難行動へ与える影響を検討することを目的として、数値計算で算出した値と機械学習を用いて算出した津波到達時間情報を活用し津波避難シミュレーションによる解析を行った。本検討に用いた経路選択手法では、津波到達時間情報の誤差により避難開始時間が遅くなるにつれて死亡率が増加し、避難行動への影響が確認できた。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
田中 晴規・安田 誠宏・山中 亮一・福谷 陽・谷口 純一・牛木 賢司・北野 利一: 確率論的津波ハザードおよび経済性照査を用いた海岸堤防高さのアセスメント, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 78 巻 2 号 p. I_475-I_480. https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_283/_article/-char/ja/ 郡司 滉大, 有川 太郎, 機械学習を用いた津波到達時間予測における誤差評価に関する検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2022, 78 巻, 2 号, p. I_301-I_306 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_301/_article/-char/ja/ 石山 雅樹, 郡司 滉大, 有川 太郎, 津波到達時間の予測精度が避難経路選択に及ぼす影響, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2022, 78 巻, 2 号, p. I_295-I_300 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_295/_article/-char/ja/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	179,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
山中 亮一	徳島大学	准教授
福谷 陽	関東学院大学	准教授
安田 誠宏	関西大学	准教授

有川 太郎	中央大学	教授
上野 玄太	統計数理研究所	教授
郡司 滉大	中央大学	大学院生
榎本 容太	中央大学	大学院生
白井 知輝	中央大学	大学院生

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2013		
研究課題名（和名）	複雑な構造をもつデータに対する多変量解析法に関する研究		
研究課題名（英名）	Multivariate data analysis methods for complex structured data		
代表者氏名	宿久 洋	フリガナ	ヤドヒサ ヒロシ
		ローマ字	Hiroshi Yadohisa
所属機関	同志社大学		
所属部局	文化情報学部		
職名	教授		
所内受入教員	清水信夫		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、複雑多変量データを分析するための既存手法の特徴づけ、および新たな手法の開発を行っている。複雑多変量データとは、欠測や異常値が存在するデータや量的データと質的データの混在するデータ、多相多元データ、これらが複合したデータなどの複雑な多変量データなどの総称である。これらのデータに対して従来の手法の適用は困難である場合や、情報の損失や誤った解釈を招く恐れがある。本研究では、次のような次のような状況に着目して研究を行った。 (1) データの欠測や異常値を多く含む状況 (2) 量的データと質的データが混在している状況 (3) 多相多元データとして得られている状況 (4) (1)から(3)のうち複数のものを含むような状況 (1)のデータに対して、ノイズ(欠測や異常値)を何も処理せずに従来の手法を適用すると、誤った結果が得られてしまうことがある。しかし、単純にノイズとなりうるデータを除去するだけでは分析結果にバイアスが生ずる恐れがある。さらに、ノイズのメカニズムの特定を行うことができない。(2)のデータに対して、全ての変量を量的とする多変量解析法を適用しては、不適切な分析結果を与えてしまう場合がある。(3)のデータに対して、データの分割や圧縮によって、従来の手法で適用を可能な形に変換することは可能であるが、データが表現している状況や、交互作用などの情報を失ってしまうことがある。 本研究では、(1)から(4)で挙げたデータの特性に応じた分析手法について発生しうる問題点の整理やこれに関連する従来の手法の共通点・相違点を、分析手法における制約という面から整理した。また、整理された共通点を保持しながら、既存手法の問題点を解決する方法を開発した。同時に、得られた複雑多変量データに対して提案手法および、既存手法を適用し、得られた結果の差異について考

察した。

本年度は、情報交換と成果報告を目的とした研究会を実施した。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

<論文発表>

[1] Tsuchida, J. and Yadohisa, H. (2022): Tucker-3 decomposition with sparse core array by using a penalty function based on Gini-index, Japanese Journal of Statistics and Data Science, 5(2), pp. 675-700. DOI: 10.1007/s42081-022-00179-7

<国際会議 発表>

[1] Oi, K. Yuki, S. Tanioka, K. and Yadohisa, H. (2022): Two-mode cluster elastic net, Computational and Methodological Statistics 2022, King's College London, United Kingdom.

[2] Sakamoto, K. and Yadohisa, H. (2022): Supervised dimensionality reduction method for heterogeneous sources data Computational and Methodological Statistics 2022, King's College London, United Kingdom.

[3] Yuki, S., Matsui, Y., Terada, Y. and Yadohisa, H. (2022): Estimation of tissue profiles from blood RNA-seq based on latent Dirichlet allocation, Computational and Methodological Statistics 2022, King's College London, United Kingdom.

[4] Takemura, Y. Ishioka, F., Yadohisa, H. and Kurihara, K. (2022): Detection of alive clusters with high-risk by using echelon hierarchical structure, European Conference on Data Analysis (ECDA) 2022, St. Marcellino and Festo complex, Naples, Italy.

[5] Kawarai, S. and Yadohisa, H. (2022): Online quantile-based classifier using Mahalanobis distance, European Conference on Data Analysis (ECDA) 2022, St. Marcellino and Festo complex, Naples, Italy.

[6] Hiraishi, M., Tanioka, K. and Yadohisa, H. (2022): Rank-based multivariate cluster elastic net based on Majorization-Minimization algorithm, European Conference on Data Analysis (ECDA) 2022, St. Marcellino and Festo complex, Naples, Italy.

[7] Okabe, M. and Yadohisa, H. (2022): Discriminant analysis with corrupted label data using subject similarity, The 24th International Conference on Computational Statistics (COMPSTAT 2022), the University of Bologna, Bologna, Italy.

[8] Tanioka, K. and Yadohisa, H. (2022): Asymmetric MDS with sparse regularization term, CSDA & EcoSta Workshop on Statistical Data Science (SDS 2022), Bologna, Italy.

[9] Sakai, T., Tsuchida, J. and Yadohisa, H. (2022): Group lasso penalty for spatial clustered coefficient regression, 17th Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS 2022), Porto, Portugal.

[10] Shoji, T., Tsuchida, J. and Yadohisa, H. (2022): Covariate selection method in propensity score model for the quantile treatment effect estimation, 17th Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS 2022), Porto, Portugal.

[11] Yuki, S., Tanioka, K. and Yadohisa, H. (2022): Estimation of treatment effects for multiple outcomes by using weighting approach, Data Science, Statistics & Visualisation (DSSV 2022), National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, ROC.

- [12] Hashiguchi, M. and Yadohisa, H. (2022): Wasserstein discriminant analysis for limited labeled data, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN.
- [12] Kawai, S. and Yadohisa, H. (2022): Online quantile linear discriminant analysis, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN.
- [13] Matsuoka, K., Okabe, M. and Tsuchida, J. (2022): Bayesian multinomial model based on quantile regression, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN (Invited).
- [14] Sakai, T., Tsuchida, J. and Yadohisa, H. (2022): A cluster Kriging method considering additional information, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN.
- [15] Sakamoto, K. and Yadohisa, H. (2022): Embedding method for multiple multivariate data by using class label information, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN.
- [16] Shoji, T., Tsuchida, J. and Yadohisa, H. (2022): A covariate selection method for propensity score model based on interquantile estimation of outcome, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN.
- [17] Yuki, S. and Yadohisa, H. (2022): Estimation of treatment effects for multivariate longitudinal data, The 11th Conference of The Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS 2022), Doshisha University, Kyoto, JAPAN.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	複雑な構造をもつデータに対する多変量解析法に関する研究会
日時	2023 年 3 月 10 日
場所	統計数理研究所
参加者数	25
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	534,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
阿部 寛康	京都大学	助教

大田 靖	桃山学院大学	教授
高岸 茉莉子	岡山大学	講師
山本 倫生	大阪大学	准教授
谷岡 健資	同志社大学	助教
土田 潤	同志社大学	助教
寺田 吉壱	大阪大学	准教授
山下 直人	関西大学	助教
分寺 杏介	神戸大学	准教授
張 秉元	大阪大学	大学院生
岡部 格明	同志社大学	大学院生
平石 麻友	同志社大学	大学院生
柚木 慎太郎	同志社大学	大学院生
嶋田 直也	大阪大学	大学院生
瀬戸 ひろえ	大阪大学	大学院生
屋良 淳朝	大阪大学	大学院生

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	h 学 習 推 論 グ ル ー プ / Learning and Inference Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野 / Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2014		
研究課題名（和名）	数理アルゴリズムにおける不確実性に対する統計的アプローチの展開		
研究課題名（英名）	Statistical approach for uncertainty in mathematical algorithms		
代表者氏名	照井 章	フリガナ	テルイ アキラ
		ローマ字	TERUI Akira
所属機関	筑波大学		
所属部局	数理物質系		
職名	准教授		
所内受入教員	逸見 昌之		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、理工学における諸問題に対する計算やアルゴリズムの実行において、アルゴリズムの入力値や、アルゴリズムに与えるべき設計パラメータが不確実性を伴う場合に対し、既知の入力データを有効に活用した統計的手法を検討し、アルゴリズムの入力データやパラメータの不確実性に対応したパラメータの設定の手法やその活用について検討を行うことを目的としている。 本年度は、共同研究参加者による研究会が開催され、研究課題に関するこれまでの各自の研究成果の報告をもとに議論を行った。 照井からは、小惑星探査を行う複数ローバー群からなるシステムにおいて、電波強度（Received Signal Strength Indicator: RSSI）に基づいて相対位置を推定する際、非線形連立方程式を連立 1 次方程式に帰着させる解法と実験結果が報告された。 高橋からは、COVID-19 流行下の社会状況の変化が自殺者数に与える影響について、人流変化と地域・要因別の検討結果が報告された。 逸見からは、推定関数から誘導される情報幾何的構造についての検討結果が報告され、同分野の研究動向や応用などについて議論を行った。 外部参加者の石坂敢也氏からは、One-shot 深層距離学習を用いた商品棚識別の性能向上に関する取り組みの結果が報告された。 外部参加者の小林宗広氏からは、極大順序集合の列挙アルゴリズムに関する検討結果が報告され、その効率などについて議論を行った。 以上の報告に対し、各アルゴリズムの精度や効率などの観点から、参加者による討論が行われた。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
論文発表 • Tatsuhiko Anzai, Keisuke Fukui, Tsubasa Ito, Yuri Ito, Kunihiko Takahashi. Excess mortality from

suicide during the early COVID-19 pandemic period in Japan: a time-series modeling before the pandemic. Journal of Epidemiology, 31(2), 152-156, 2021.

・ Takahiro Otani, Kunihiro Takahashi. Flexible scan statistics for detecting spatial disease clusters: The rflexscan R package. J Stat Softw., 99 (13), 1-29, 2021.

・ Junji Morisawa, Takahiro Otani, Jo Nishino, Ryo Emoto, Kunihiro Takahashi, Shigeyuki Matsui. Semi-parametric empirical Bayes factor for genome-wide association studies. European Journal of Human Genetics, 29(5), 800-807, 2021.

・ 長谷川嵩矩, 安齋達彦, 高橋邦彦. AI・機械学習とデータサイエンス. 体育の科学, 71 (11), 764-768, 2021.

・ B. Chi, A. Terui. The GPGCD Algorithm with the Bezout Matrix. Proceedings of the 22nd International Workshop on Computer Algebra in Scientific Computing: CASC 2020, Lecture Notes in Computer Science 12291, Springer, 170-187, 2020.

・ N. Horigome, A. Terui, M. Mikawa. A Design and an Implementation of an Inverse Kinematics Computation in Robotics Using Groebner Bases. Proceedings of the 7th International Congress on Mathematical Software (ICMS 2020). Lecture Notes in Computer Science 12097, Springer, 3-13, 2020.

・ Masayuki Henmi, Satoshi Hattori, Tim Friede. A confidence interval robust to publication bias for random-effects meta-analysis of few studies. Research Synthesis Methods 12, 674-679, 2021.

口頭発表

・ S. Otaki, A. Terui, M. Mikawa. A design and an implementation of an inverse kinematics computation in robotics using real quantifier elimination based on comprehensive Groebner systems. The 23rd International Workshop on Computer Algebra in Scientific Computing (CASC 2021), Sochi, Russia (Online), September 13, 2021.

・ 三河正彦, 照井章. LEGO 3D CG モデルのジョイントを考慮した URDF 変換ツール. ROSConJP 2021, 2021 年 9 月 16 日.

・ 大瀧脩人, 照井章, 三河正彦. 包括的グレブナー基底系計算に基づく限量子消去を用いたロボットの逆運動学問題の解法と実装. 日本数式処理学会第 30 回大会, 2021 年 6 月 5 日.

・ Kunihiro Takahashi, Hideyasu Shimadzu. A detection test for adjacent hotspot clusters. 14th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2021): Invited Session. December 19, 2021.

・ 高橋邦彦. ビッグデータ時代の医療研究における統計家としての役割. 日本計算機統計学会第 35 回シンポジウム 特別セッション 2021.11.28.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	『数理アルゴリズムにおける不確実性に対する統計的アプローチの展開』研究集会
日時	2023 年 1 月 11 日 (水) 13:00 ~ 20:00
場所	統計数理研究所
参加者数	5 名
その他	対面とオンラインのハイブリッド形式

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	39,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
高橋 邦彦	東京医科歯科大学	教授
逸見 昌之	情報・システム研究機構統計数理研究所	准教授
石坂 敢也	富士フイルムビジネスイノベーション株式会社	
小林 宗広	株式会社シルフ・インスティテュート	

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2015		
研究課題名（和名）	コロナ禍による中小企業の信用リスクへの影響の推定		
研究課題名（英名）	Estimating the Impact of COVID-19 Pandemic on SME Credit Risk		
代表者氏名	宮本 道子	フリガナ	ミヤモト ミチコ
		ローマ字	Michiko Miyamoto
所属機関	長崎大学		
所属部局	情報データ科学部		
職名	教授		
所内受入教員	山下 智志		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的：新型コロナにより引き起こされた景気の停滞による企業業績の悪化に続き、企業の破綻が懸念されている。 今回は外出をする人が減った影響で、運輸、ホテルや旅館、飲食店などの倒産が多くなると予想され、大企業のみならず、中小企業への影響も懸念されている。本研究では、レストランなどのフードサービス、ホテル、旅行、運輸業界の135社を対象に通常の2項ロジスティック回帰分析と2つの確率変数間の相関を表す関数であるコピュラを使ったコピュラ回帰分析を応用した。2019年から2021年までの3年間のそれら企業の財務指標を用いて通常の2項ロジットモデルとコピュラタイプの2項ロジットモデルによる回帰分析をおこなった。 偏回帰係数の推定値は同じ値が得られているが、推定誤差はコピュラタイプのモデルの方が小さくなり、偏回帰係数のt検定の結果において、InSales, ROA, NITA, CTA, OA がより小さい有意水準で棄却される結果となった。また、通常の2項ロジットモデルでは有意でなかったEBITDATAが、コピュラタイプでは1%有意となり、信用リスク評価に寄与する変数として効いていることが把握できた。 年度の違いにおいては、コロナ禍前の2019年と、コロナ禍の影響が徐々に高まる2020年、2021年において、信用リスク評価に効いてる変数が変化し、その有意性も強くなっていることから、有意となった変数を読み解くことで、コロナ禍がどのように会社経営に影響を与え、信用リスクを高めていくことになるのかを把握する手立てになるといえる。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
1. Estimating the impact of COVID19 on the hospitality industry using copula regression 2022 年度統計関連学会連合大会 2022 年 9 月 6 日 口頭発表 2. Estimating the impact of COVID19 on the hospitality industry using copula regression. 7th International Symposium on Business and Social Sciences (ISBASS 2023), 2023 年 6 月 28 日～30 日

発表予定	
3. Measuring the Impact of COVID-19 on the Hospitality Industry in Japan using Logistic Regression Analysis. International Conference on Innovation on Global Business, Marketing, Social Sciences & Economics, 2023 年 7 月 26 日～28 日、発表予定	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	136,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
安藤 雅和	千葉工業大学	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2016		
研究課題名（和名）	公的統計資料を用いた健康格差の定量化：地域差と経年変化の要因分析		
研究課題名（英名）	Quantification of health inequalities using official statistics: mechanism of geographical variation and time trends		
代表者氏名	伊藤 ゆり	フリガナ	イトウ ユリ
		ローマ字	Yuri Ito
所属機関	大阪医科薬科大学		
所属部局	医学研究支援センター 医療統計室		
職名	室長・准教授		
所内受入教員	野間 久史		

研究目的と成果（経緯）の概要
【研究目的】 日本における健康格差の存在は各種コホート研究や公的統計を用いた研究においても明らかにされてきた。健康日本 21（第二次）において、健康寿命の延伸とともに健康格差の縮小が掲げられ、その経時的な定量的評価が求められている。米国では Healthy People 2030 の策定段階にあり、健康格差の視点を計画や目標設定に組み込むことが示唆されている。日本でも健康日本 21（第三次）や各都道府県の健康増進計画の策定にあたり、これまでの健康格差指標の定量的評価や要因分析、また格差縮小に向けてのアクションが求められている。 本研究グループは 2017-2019 年度において、統計数理研究所共同利用研究一般研究 2 において、健康格差対策に必要な公的統計指標について検討を行い、国勢調査および人口動態統計を用いて、全死亡及び各死因の年齢調整死亡率や平均寿命・健康寿命における地理的剥奪指標による格差を報告してきた（Nakaya T, Ito Y. Eds. Springer. 2019）。市区町村という比較的大きな地理的区分を用いた場合においても、日本全体における健康格差が生じていること、また疾患によって、その格差指標が拡大していることが示唆された。また、全体の健康指標がよくない地域において、健康格差が大きい状況もあり、地域内での健康格差と全体的な健康指標の関連や、経時的な健康格差の拡大・縮小に影響を与える要因に関心を抱いた。特に、近年、震災や新興感染症の流行に伴い、国民を取り巻く健康に対する直接的な影響と、経済状況など間接的な影響が国民全体の疾病構造や死因の分布に影響を与え、健康格差への影響も大きいことが想像される。 本研究では、各種疾患の死亡率や平均寿命・健康寿命といった健康の各指標を毎年収集する公的統計資料に基づき、健康格差を測定し、健康施策の計画・実施・評価に寄与する基礎的資料を作成する。また、階層構造を持つ地理情報を用いた分析や経年変化、また各疾患やリスク要因の健康格差へ

の寄与について検討し、健康格差のメカニズムの解明に迫ることを目的とし、研究を実施した。

【2022 年度の成果（経過）】

新型コロナウイルス感染症の状況下であり、統計数理研究所での研究討議はかなわなかったが、研究参加メンバーで Zoom による会議を行い、以下の研究成果について、各自報告した。

1. 健康格差における地域差と全体の指標との関連の検討

人口動態統計を町丁字単位の地理的剥奪指標を用いた分析に使用できるよう二次利用申請により入手し、主要死因別死亡率および平均寿命・健康寿命における格差を検討する下準備を行った。都道府県などの行政区画ごとに格差と全体の健康指標との関連について空間疫学的手法により分析し、健康格差の大きい（または小さい）地域の特徴を近隣環境や医療資源配置などの視点から検討するべく、都道府県における地域指標や市区町村における地域指標に関して検討・開発を行った。

2. 健康格差指標の変化が顕著なサブグループの同定

乳がん、消化器がん、婦人科がんなど疾患別に健康格差の推移に関する分析を行った。健康寿命・平均寿命の健康格差に関する推移を分析し、学会発表した。

3. 健康格差における各死因の寄与度とその経年変化

Age-Period-Cohort Model により、都道府県別のがん死亡率の将来推計を提示するツールを開発し、論文発表をした。肺がんの健康格差を定量化する Microsimulation model の開発を行い、学会にて報告した。

4. 政策評価における健康格差指標の経時的モニタリングの提案

これまでに研究成果に関して、特に第 4 期がん対策推進基本計画や健康日本 21（第三次）策定において、「健康格差の縮小」が全体目標としても着目され、本研究に関連し、第 80 回がん対策推進協議会において、「がん対策における健康格差の視点」として、諸外国での取り組みや我が国での当研究グループからの研究成果について、参考人として報告した。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

論文

1. 福井敬祐, 伊藤ゆり, 片野田耕太: 都道府県別にみるがん年齢調整死亡率の推移予測ツールの開発. 厚生労働省 2022, 69(5):1-6.

学会発表

1. 片岡葵, 太田将仁, 谷口高平, 小村和正, 伊藤ゆり: 2010-2019 年の健康寿命・平均寿命とその格差の推移: 市区町村別社会経済指標による評価. In: 第 33 回日本疫学会学術総会: 2023/2 2023; 浜松: [Poster]; 2023.

2. 岡 愛実子 片岡 葵 中友, 上田 豊, 伊藤 ゆり: 人口動態統計を用いた婦人科がんにおける年齢調整死亡率の市区町村別地域指標との関連とその推移. In: 第 33 回日本疫学会学術総会: 2023/2 2023; 浜松: [Poster]; 2023.

3. 片岡葵, 井上勇太, 西岡大輔, 伊藤ゆり, 近藤尚己: 都道府県の社会経済状況に関する包括指標の開発と健康寿命を用いた予測妥当性の評価. In: 第 81 回日本公衆衛生学会: 2022/10 2022; 甲府: [口演]; 2022.

4. 福井敬祐, 伊藤ゆり, 片野田耕太: 都道府県別にみるがん年齢調整死亡率の推移予測ツールの開発. 第 29 回がん予防学術大会プログラム・抄録集 2022:44.doi:

5. 太田将仁, 坂根純奈, 片岡葵, 西岡大輔, 松本吉史, 谷口高平, 伊藤ゆり: 消化器がん患者の社会経

済指標と生存率の関連 単施設の院内がん登録と DPC のリンケージによる検討. In: 日本がん登録協議会第 31 回学術集会: 2022/6/3 2022; 長野, 信州大学医学部附属病院: [一般口演]; 2022.

6. 石原政佳, 田中詩織, 伊藤ゆり, 片野田耕太, 祖父江友孝, 福井敬祐: 肺がん死亡の格差を定量化するマイクロシミュレーション: 自然史モデル. In: 第 3 6 回日本計算機統計学会シンポジウム: 11/26 2022; 富山国際会議場; 2022.

7. 伊藤ゆり: 健康格差を測る ～地域指標と健康アウトカムの関連～. In: 第 7 回日本糖尿病・生活習慣病ヒューマンデータ学会: 2022/12/2 2022; 東京: 特別講演 4 ; 2022.

8. 伊藤 ゆり, 堀 芽久美, 福井 敬祐, 太田 将仁, 中田 佳世, 杉山 裕美, 伊藤 秀美, 大木 いずみ, 西野 善一, 宮代 勲, 澤田 典絵, 片野田 耕太, 柴田 亜希子, 松田 智大: When is cancer survivors' risk of death the same as the general population? timing of 100%+ conditional 5-year survival In: 第 81 回日本癌学会学術総会: 2022/10/1 2022; 神奈川, パシフィコ横浜: [口演]; 2022: English Oral (E24)

9. Ito Y, Fukui K, Katanoda K, Nakaya T, Higashi T, T S: Monitoring of area-based socioeconomic inequalities in cancer survival using nationwide population-based cancer registry data in Japan. In: The International Conference on Health Policy Statistics(ICHPS): 2023. Scottsdale, AZ: Poster 007; 2023. その他

1. 第 80 回がん対策推進協議会. 2022.6.30.

資料: <https://www.mhlw.go.jp/content/10901000/000958558.pdf>

議事録: https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_27200.html

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	815,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
------	-------	-----

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	4 物理学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2017		
研究課題名（和名）	プラズマ乱流の多点時系列データ解析手法の開発		
研究課題名（英名）	Development of multi-point time series data analysis method for plasma turbulence		
代表者氏名	稲垣 滋	フリガナ	イナガキ シゲル
		ローマ字	Shigeru Inagaki
所属機関	京都大学		
所属部局	エネルギー理工学研究所		
職名	教授		
所内受入教員	三分一史和		

研究目的と成果（経緯）の概要
磁場を用いてプラズマを閉じ込めて核融合エネルギーを取り出そうとする研究が世界的に行われている。しかし、核融合炉は未だ実現していない。磁場閉じ込め核融合を困難にしている原因がプラズマの不安定性に起因するプラズマからの粒子とエネルギーの損失である。これまでの研究でプラズマの大きな変形やねじれを生じさせるような不安定性は抑制させることに成功して来た。しかし、プラズマに冷氣される微小な波動を抑制することは困難であり、この微小な波動がプラズマを損失させている。この微小波動はプラズマ中の温度差によって駆動されるが、核融合反応のため 1 億度が必要なプラズマにおいて、プラズマ境界近傍には必ず温度差が生じてしまう。しかし、この波動構造は非線形効果により乱流となり、その乱流のもたらす高次の不安定性が乱流自身を抑制し、振幅を飽和させていることが分かって来た。しかし、その詳細なメカニズムは明らかになっていない。このプラズマ乱流の自己組織化とプラズマ損失との関連を明らかにする必要がある。特に乱流の自己組織化には多スケール結合、長距離相関、長期記憶が関与しており、それらの特性を観測から確立していくことが強く求められている。乱流の観測から多点同時計測した巨大な時系列データが得られる。このデータから乱流プロセスを同定する手法を開発する必要がある。 本研究では、テンプレートと呼ばれる基本時間発展パターンとその出現頻度を求める手法の開発を行った。乱流はマルチスケールであるため、広い周波数領域で情報を欠落させることなくテンプレートを抽出する必要がある。周波数フィルターを用いた波形の抽出では高周波数の構造がマスクされてしまうため相関関数と繰り返し計算を用いることでテンプレートを決定している。更に昨年度から引き続き、このテンプレートの時間伸縮を考慮するように拡張を行った。時間伸縮を考慮するため異なる時間幅を持つデータの相似度を求めるため、相関関数法を動的時間伸縮法へ置き換えた。動的時間伸縮法は定性的には相関関数法と同様の相似度を示すが、相関関数ほど明確には相似度を定量化で

きていない。テンプレートを求める際にはこの定量性の曖昧さに起因し、動的時間伸縮法の出力する相似度であるデータ間距離に対し閾値を試行錯誤して決定する必要があった。今後はこのデータ間距離の物理的な意味づけが必要である。また、求めたテンプレートからテンプレート波形が出現するタイミングを求め、出現タイミングの揺らぎを求める手法を開発した。揺らぎのフーリエスペクトルを求めることに成功し、出現タイミングが準規則的に揺らいでいることが指摘された。

統数研を訪問しての議論において、プラズマ乱流と地震との数理としての共通性について議論した。ハースト数が長期記憶を示している乱流時系列データにおいて、パルス状波形の出現タイミングがテンプレートの強度に対して冪分布を示すことが明らかになった。則ち、地震のグーテンベルグリヒター則と同様な性質があることが分かり、更なる解析法について議論を行なった。また、観測からその系のラグランジアンを求めることが可能かも議論した。関連すると思われるハミルトニアン推定や自動微分などについても議論を行なった。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

Y. Kosuga, S. Inagaki, Y. Kawachi, A fate of nonlinear evolution of drift waves: Excitation of nonlinear breathers, Physics of Plasmas, 29, 122301, 2022

Y. Kawachi, M. Sasaki, Y. Kosuga, K. Terasaka, T. Nishizawa, T. Yamada, N. Kasuya, C. Moon, S. Inagaki, Spatiotemporal dynamics of high-wavenumber turbulence in a basic laboratory plasma, Scientific Reports, 12, 19799, 2022

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	88,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
------	-------	-----

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	h 学 習 推 論 グ ル ー プ / Learning and Inference Group	主要研究分野分類	4 物 理 科 学 分 野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2018		
研究課題名（和名）	非ガウス性による電波望遠鏡時系列データの異常検知		
研究課題名（英名）	Anomaly detection by non-Gaussianity in time-series data		
代表者氏名	高橋 慶太郎	フリガナ	タカハシ ケイタロウ
		ローマ字	Keitaro Takahashi
所属機関	熊本大学		
所属部局	大学院先端科学研究部		
職名	教授		
所内受入教員	池田 思朗		

研究目的と成果（経緯）の概要
電波天文学において、航空レーダーや地上波デジタルテレビなど、地球上の様々な人工的な電波源からの電波は天体観測をする上で大きな障害となっており、精密に検出して除去する必要がある。これまで様々な検出方法が提案されてきたが、それらは天体シグナルやノイズよりも飛び抜けて大きな人工電波を検出するためのものがほとんどであった。しかし近年の電波天文学では従来より弱い天体シグナルを観測するために、ノイズに埋もれた弱い人工電波も検出する必要性が出てきた。そこで単体としては強くはないがある程度の時間持続して存在する人工電波を、時系列データの統計的性質を利用して検知し除去する手法を開発することを目的とする。ノイズはガウス分布に従う一方、人工電波は突発的であるため非ガウス性を持つと考えられ、あるまとまった時系列データの非ガウス性を検出することで人工電波を検出する。 まず時系列データの隣り合うデータの差を取ることで天体信号を除去し、差の値の確率分布を Student の t 分布でモデル化してそのパラメータ(自由度)の推定値からデータが非ガウス性を持つかどうかを判定するアルゴリズムを構築した。まずシミュレーションによってノイズと人工電波の時系列データを作り、この方法がどのようなタイプの人工電波に対して有効なのかを調べた。その結果、このアルゴリズムは方形波の RFI に対して感度が良いことが確認された。そしてデータの大きさや t 分布パラメータに対する閾値などのハイパーパラメータについて、非ガウス性を高精度で検出するために最適な値を決定した。 このアルゴリズムをオーストラリアの電波干渉計 Murchison Widefield Array (MWA) で得られた観測データに適用し、RFI がどの程度存在するかを調べた。その結果、長い基線長を持つ基線については 10～40%程度のデータに対して非ガウス性が検出され、またその割合は基線長に強く相関することが示された。これらの研究成果は研究会で発表した。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

ミニワークショップ：21cm 線によるサイエンス	
2023 年 2 月 2 日@Zoom	
https://sites.google.com/view/21cmminiworkshop/ ホーム	
「RFI 除去について」高橋慶太郎	
SKA-Japan ワorkshop 2022	
2023 年 3 月 9 日@国立天文台	
https://sites.google.com/view/skajapan2022/ ホーム	
「EoR 21cm 線検出のための RFI 除去」高橋慶太郎	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	127,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
池田 思朗	統計数理研究所	教授
間野 修平	統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2019		
研究課題名（和名）	アルツハイマー病における海馬ガンマオシレーションへの影響		
研究課題名（英名）	Investing a hippocampal gamma oscillation in Alzheimer's disease.		
代表者氏名	木村 良一	フリガナ	キムラ リョウイチ
		ローマ字	Ryoichi Kimrui
所属機関	山陽小野田市立山口東京理科大学		
所属部局	共通教育センター		
職名	准教授		
所内受入教員	三分一 史和		

研究目的と成果（経緯）の概要	
2021 年度から 3 年の計画で「アルツハイマー病における海馬ガンマオシレーションへの影響」と題して、アルツハイマー病モデルマウスである 5XFAD マウスのガンマオシレーションを詳細に調べる研究を共同研究 2 の助成を拝受して開始した。2022 年度はその 2 年目であった。研究代表者の専門分野である電気生理学的手法、蛍光イメージング、マウス脳 MRI 像、多光子顕微鏡技術を用いて情報を収集して、2023 年度は貴研究所の三分一先生のご専門である時空間数理モデルの解析手法を活用しながら研究をまとめる予定であった。しかしながら初年度の 2021 年度に、コロナウイルス蔓延で実験計画に遅れが生じた。2022 年度もその影響は免れず、実験開始が大幅に遅れてしまったが、焦ることをせずじくく実験準備を進めてきた。精力的にデータ収集をするのが最終年度の 2023 年度にずれ込んでしまったが、質のよい研究を進めたい。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
学会発表 Kimura, R., Zayas, M., Ueda, T., Saiki, M., Koike, R., Ito, K., Inoue, A. Acute exposure by an intracisternal injection to the Amylin receptor antagonist AC253 improved cognitivedeficits in Alzheimer's disease mouse models. FENS Forum 2022, Federation of European Neuroscience Societies, Paris, July 9-13, 2022	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	

その他	
-----	--

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	329,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
吉見 陽児	山陽小野田市立山口東京理科大学	講師
伊藤 公一	東京大学	特任准教授
三分一 史和	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2020		
研究課題名（和名）	雲解像非静力学気象モデルを用いた粒子フィルタの開発		
研究課題名（英名）	Development of a particle filter for a storm-scale nonhydrostatic meteorological model		
代表者氏名	川畑 拓矢	フリガナ	カワバタ タクヤ
		ローマ字	Takuya KAWABATA
所属機関	気象庁気象研究所		
所属部局	気象観測研究部第 4 研究室		
職名	室長		
所内受入教員	上野 玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要
夏季の午後にしばしば発達する積乱雲の発生や強度を予測することはきわめて困難である。これは積乱雲の発生・発達過程および周辺環境場との関係がきわめて非線形であり、このため、積乱雲が、いつ、どこで、どのように発達するのか、時空間に大きな不確実性を持っているからである。本研究では、非線形・非ガウス分布を陽に表すデータ同化手法である粒子フィルタを用いて、雲解像非静力学数値モデルと組み合わせたデータ同化システムを開発し、局地豪雨へ適用することを試みる。そして本システムによって算出される積乱雲内部の水物質やその環境場（水蒸気、気温場など）に関する非ガウス確率密度分布を用いて、積乱雲の発生・発達に関する不確実性がどこからもたらされるのかを明らかにすることを目的とする。 申請者ら(上野と川畑)は気象庁非静力学数値モデル (JMANHM) を用い、かつ観測誤差を動的に推定する粒子フィルタ (NHM-RPF) の開発を 2017 年より行っている。この NHM-RPF を局地豪雨スケール（水平解像度 1〜2km）に応用すると、積乱雲に関する非ガウス解析が可能になる。また観測誤差の動的な推定はフィルタの安定動作につながるものと期待される。本研究においては、世界で初めて PF を局地豪雨スケールに適用し、積乱雲内部や周辺において大きくなっているものと考えられる非線形性や非ガウス性について調査を行う。 2022 年度は NHM-RPF に組み込まれている非ガウス性判定機能について、理論的考察を深めた論文を「統計数理」より出版し、また国際ワークショップで発表した。さらに台風に対する大アンサンブル計算を行い、強風が非ガウスとなっている領域を発見した。この非ガウス性は地形と台風の相対的な位置によって発生していることが分かった。さらに台風中心付近では摂動が成長しない現象を見だし、そのメカニズムを調査している。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

川畑拓矢, 上野玄太, 2022: 雲解像粒子フィルタを用いた積乱雲の非ガウス性に関する研究, 統計数理 70(2) 133-151	
Kawabata, T., and G. Ueno, 2022: On Non-Gaussianity in Cumulonimbus Prediction using a Storm-Scale Particle Filter, Mathematics of the weather (Bad Orb, Germany)	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	7,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
上野 玄太	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	4 物理学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2021		
研究課題名（和名）	極値分布を用いた重力波イベント探索のバックグラウンド推定		
研究課題名（英名）	Background estimation by using extreme value distribution in gravitational wave search		
代表者氏名	譲原 浩貴	フリガナ	ユズリハラ ヒロタカ
		ローマ字	Hiroataka Yuzurihara
所属機関	東京大学		
所属部局	宇宙線研究所		
職名	特任助教		
所内受入教員	間野 修平		

研究目的と成果（経緯）の概要
・研究目的 重力波とは、時空のゆがみが光速で伝播する現象である。1916 年に、一般相対性理論に基づいてアインシュタインによってその存在が予言され、2015 年 9 月にアメリカの 2 台の LIGO 検出器により初めて直接検出された。その後、2017 年 8 月には連星中性子星の合体からの重力波も検出された。推定された到来方向に対して電磁波望遠鏡による追観測も行われ、世界で初めて重力波源の母銀河の同定に成功した。今後数年間で計画されている世界中の検出器の同時観測運転により、さらに多数の重力波イベントが発見され、中性子星の状態方程式などの未知の物理が明らかにされることが期待される。 重力波検出器の原理は、2 つの自由質点の間の距離の変動をレーザー干渉計を使って位相変化として精密に測定するものである。連星合体から放出される重力波は理論的に予想されているため、重力波波形とデータの相関を取るマッチトフィルター法に基づいて探索を行う。重力波源の質量やスピンなどのパラメーターは事前にわからないため、探索する領域を網羅するように解析を行う前に理論波形群を用意する。信号探索では理論波形群を用いて解析を行い、各理論波形についてまた各時間ウィンドウについて最大化した検出統計量を出力する。解析によって得られた重力波候補イベントの有意度評価は、信号がない場合の統計量の分布（バックグラウンド分布）と比較して行われる。2 台検出器データを用いたバックグラウンド分布の従来手法は、2 台検出器の時間データをずらすことで一致した重力波が入っていないデータを擬似的に生成し、解析することで検出統計量のバックグラウンド分布を求めてきた。この手法では、数日間のデータが定常的に同じ分布に従うことが仮定されていることや、複数台の検出器のデータが必要であることなどいくつかの課題がある。本研究では、信号探索において統計量が理論波形群とそれぞれの時間ウィンドウについて最大化されているため、統計量

が極値分布に従うことに着目し、候補イベントの有意度を推定を行う。従来手法よりも短時間のデータから有意度を推定することが期待される。

・成果の概要

本研究では、テストデータに対して連星合体からの重力波信号探索を行い、極値分布を用いて信号探索から得られた検出統計量の分布を外挿し、候補イベントの統計量に対する有意度を推定を行った。極値分布は、あるデータの中から最大値 X_i を取り出す処理を何度も行って得られた $X_1, X_2, \dots, X_n$ がどのように分布するかを表し、その分布関数は最大値を取り出した元のデータの分布には寄らないことが特徴である。極値分布のパラメーターは統計量の分布に対して最尤推定法を行うことで推定を行う。データから得られた検出統計量は、ノイズ由来のものと真の重力波イベント由来のものが混在している。ここでは極値分布による最尤推定をノイズ由来の検出統計量のみを使って最尤推定を行いたい。そこで、そのような最尤推定を自動的に行うアルゴリズムの提案を行った。

アルゴリズムの妥当性を確認するため、以下のデータに対して解析を行った：(1) 検出機のシミュレーションデータ 検出器の感度曲線から生成したガウスノイズに従うシミュレーションデータ(データの長さは1時間~1日程度)。定常的なシミュレーションデータであるため、解析結果の統計量は極値分布に従うことが期待される。(2) 海外検出器の LIGO, Virgo のこれまでの観測運転データ。先行研究により、観測データから重力波イベントが多数発見されており、時刻情報などが報告されている。

データの解析結果から、得られた最大統計量の分布の形状パラメーターは0とみなして良いことがわかったため、最尤推定に用いる関数形を一般極値分布からガンベル分布に置き換えられることがわかった。ノイズデータから得られた最大統計量のみを最尤推定には用いるためのアルゴリズムの開発も行った。ガウスノイズのみのシミュレーションデータ、ガウスノイズ+重力波信号のシミュレーションデータに対して、アルゴリズムを適用し、正しくノイズデータのみを最尤推定できることを明らかにした。(2)の観測運転データの解析も進行中であり、解析アルゴリズムとともに論文を準備中である。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

これまでに得られた結果については以下の国際会議と国内学会にて口頭発表を行った。

[1] Hirotaka Yuzurihara (ICRR, UTokyo), Hideyuki Tagoshi (ICRR, UTokyo), Shuhei Mano (ISM) "Estimation of background distribution in gravitational wave search", The 5th KAGRA International Workshop, Perugia, Italy, 2019 年 2 月, <https://indico.ego-gw.it/event/12/>

[2] 譲原浩貴(東大宇宙線研), 間野修平(統計数理研), 田越秀行(東大宇宙線研), "重力波イベント探索のバックグラウンド推定方法"

日本物理学会 第 74 回年次大会 @九州大学, 2019 年 03 月 17 日,

[3] 譲原浩貴(東大宇宙線研), 間野修平(統計数理研), 田越秀行(東大宇宙線研), "重力波探索における極値分布を用いたイベントの有意度推定", 日本物理学会 2020 年秋季大会@オンライン開催, 2020 年 09 月 16 日

[4] 譲原浩貴, "ガンベル分布を用いた重力波イベント探索のバックグラウンド推定", 共同研究集会「極値理論の工学への応用」, 統計数理研究所, 2021 年 8 月

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ

日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	99,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
田越 秀行	東京大学	教授
間野 修平	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2022		
研究課題名（和名）	統計数理研究所関連統計プログラムの公開および改良		
研究課題名（英名）	Releasing and improving statistical programs developed in the ISM		
代表者氏名	中野 純司	フリガナ	ナカノ ジュンジ
		ローマ字	Nakano Junji
所属機関	中央大学		
所属部局	国際経営学部		
職名	教授		
所内受入教員	川崎 能典		

研究目的と成果（経緯）の概要	
統計数理研究所では多くの統計プログラムが開発・公開されてきた。それらはプログラムの開発者が研究所から離れたあとも、主として統計科学技術センターに係る教員により、改良・維持されてきた。ただそれらのプログラムの多くは Fortran 言語で書かれており、現在では利用しやすいとは言えない。そのため、申請者らによりそれらを R から利用出来るように R のパッケージとして CRAN 上で一般公開したが、それにより統計コミュニティにおいてかなりの便宜が図られたと考える。本研究の成果として CRAN 上にあげたパッケージの改良・維持を行なった。R のバージョンアップにつれてパッケージの新たなきびしいプログラムチェックが行なわれ、それに合わせるが必要になる。また最近では公開方法として Web の利用が一般的になっており、R においても Shiny を用いることで Web 化が比較的容易に実現可能である。本研究でも、パッケージ TSSS と CATDAP の Shiny 化を行ない、そのプログラムの公開・維持を実現した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
https://jasp.ism.ac.jp/ism/timsac/ https://jasp.ism.ac.jp/ism/TSSS/ https://jasp.ism.ac.jp/ism/catdap/ https://jasp.ism.ac.jp/RS-Decomp/ https://jasp.ism.ac.jp/RS-Catdap/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	

参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	3,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
佐藤 整尚	東京大学	准教授
川崎 能典	統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	h 学 習 推 論 グ ル ー プ / Learning and Inference Group	主要研究分野分類	4 物 理 科 学 分 野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2023		
研究課題名（和名）	データ科学と物理学の融合によって拓く新しい宇宙論の展望		
研究課題名（英名）	New Perspective of the Cosmology Pioneered by the Fusion of Data Science and Physics		
代表者氏名	竹内 努	フリガナ	タケウチ ツトム
		ローマ字	TAKEUCHI Tsutomu
所属機関	名古屋大学		
所属部局	理学研究科		
職名	准教授		
所内受入教員	池田 思朗		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的 宇宙 138 億年の歴史の中で、物質はほぼ完全に一樣なプラズマから現在のきわめて複雑な銀河の階層構造にいたるまで劇的な進化を遂げてきた。物理学の第一原理的なアプローチにより宇宙の構造形成の大局的描像が完成している一方、銀河が巨大な複雑系であることに起因する支配方程式の複雑さが小スケールの理解を阻んできた。本研究では、130 数億年にわたる銀河の形成・進化という複雑な物理現象を、これまでの宇宙物理学の方法とはまったく異なる、データ科学の最新手法である位相的データ解析(topological data analysis: TDA)に基づくアプローチによって新たな角度から定量化することを目的とする。銀河進化は多様体学習によって変数を絞り込んだ記述方程式を構築し、構造形成から銀河進化への遷移過程はパーシステントホモロジーを用いた柔軟で拡張性に富んだ定量化を試みる。この方法により、物理学の第一原理から支配方程式の構成を目指してきた銀河物理学を補うアプローチを構築でき、銀河進化を記述する方程式の構築という究極目標への道筋が得られる。構造形成、銀河形成進化を統一する記述方法を構築し、これを第一原理から再構成することを最終目標とする。 研究の経緯・成果 私はこれまで銀河の特徴量空間に多様体学習の方法を適用し、銀河多様体の定量化を進めてきている。最も簡単な例として、紫外線から近赤外線 の 11 波長での光度空間の中で銀河が織り成す多様体を Isomap および UMAP によって推定し、銀河多様体が 11 次元空間に埋め込まれた 2 次元の部分多様体であることを示した。これは、可視光付近の銀河の放射の多様性を記述する物理量が 2 つで十分であることを意味する。この多様体上でさまざまな物理量を関数として表現することによって、新しい銀河進化の定量化が可能である。現在、多様体上で星形成率や星質量の進化を示す軌跡をベクトル場

として表現することに成功し、論文投稿中である。 また、私は PH の有効性を検証するため、銀河形成以前の通常物質と光との相互作用で生じる粗密波「バリオン音響振動」(baryon acoustic oscillation: BAO)の銀河分布への痕跡を解析した。BAO のスケールは共動距離でおよそ 148 Mpc ($1 \text{ Mpc} = 3.08 \times 10^{24} \text{ cm}$)の一定値をとる。私はバリオン効果有・無のシミュレーション、および SDSS クェーサーデータに対して PH を適用し、実際にバリオンのある場合のみ 2 次ホモロジー(H_2)、すなわち中空のシェル構造を検出した。SDSS データから得られた H_2 のスケール $146.6 \pm 2.0 \text{ Mpc}$ は BAO の宇宙論の予言とも整合的である。また PH の逆解析も行い、得られた H_2 に対応する実際の宇宙の構造を可視化することに成功した。この可視化は銀河分布に対しては世界初である。PH の著しい有効性は、相関関数を始めとする他の方法が構造に高い対称性を仮定する必要があるのに対し、PH は純粋にトポロジー情報のみを用いていることに起因する。この研究は論文として受理済みである。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Cooray, S., et al. 2023 https://arxiv.org/abs/2210.05862	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	99,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
池田 思朗	統計数理研究所	教授
栗木 哲	統計数理研究所	教授
福水 健次	統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2024		
研究課題名（和名）	動的トピックモデルによるテキスト系列からの情報抽出		
研究課題名（英名）	Information extraction from series of texts using a dynamic topic model		
代表者氏名	森本 孝之	フリガナ	モリモト タカユキ
		ローマ字	Takayuki Morimoto
所属機関	関西学院大学		
所属部局	理学部		
職名	教授		
所内受入教員	川崎 能典		

研究目的と成果（経緯）の概要
本申請課題は、日々の新聞記事に代表されるテキスト系列から「トピックスコア時系列」を抽出し、ボラティリティ予測を改善するかどうかを実証的に検証することを目的としている。 具体的には、Morimoto and Kawasaki (2017) Asia Pacific Financial Markets の結果を踏まえ、トピック時系列を推定する際の定式化に変更を加え、かつボラティリティ予測モデルにトピックスコア時系列を投入する際に複数のスコア時系列を投入し、かつ変数選択を行うことで金融資産ごとに選ばれるトピックを観察し、経済学的な解釈を施す。 また、Morimoto and Kawasaki (2017) で行った外挿予測の実験は、トピックスコア時系列をオンライン推定していない点で真の意味の外挿予測になっていないので、動的トピックモデルの推定パートも逐次更新して、実証分析を再計算する。 研究成果としては、まず Corsi (2009) の heterogeneous autoregressive model からの類推で、ボラティリティ予測に適したタイムスケールの重ね合わせを探索的に求めたことである。 Morimoto and Kawasaki (2017) が行った予測分析において踏み込めていない点としては、トピック時系列の推定には全期間のデータを使用しているために、ボラティリティモデルの意味では外挿予測を評価していても、それに組み込む外生時系列には将来データの情報が入っていることが挙げられた。 また、トピック時系列を入れるにあたって、単一のトピックとして一番良かったものを事後的に報告しているに過ぎなかったことは、紙幅の関係があったにせよ気になる点の一つであった。 そこで、こうした点を克服した形で、再度予測検証を行い、Morimoto and Kawasaki (2017) およびその拡張モデルの現実妥当性の再確認を行ったことが、本申請課題の主要な研究成果でなる。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
公刊された論文としては以下が挙げられる。

Morimoto, T. and Kawasaki, Y. (2017), "Forecasting Financial Market Volatility Using a Dynamic Topic Model," Asia-Pacific Financial Markets, 24:149-167, DOI 10.1007/s10690-017-9228-z

これに基づき、学会発表やセミナー報告等を行い、コメントをもらい改善点を洗い出した。

登壇者に*を付した。

[1] Morimoto, T. and Kawasaki, Y.*, "Forecasting Financial Market Volatility Using a Dynamic Topic Model," CEQURA Conference 2018 on Advances in Financial and Insurance, Munich, Germany.

(2018/10/5)

[2] Morimoto, T. and Kawasaki, Y.*, "Forecasting Financial Market Volatility Using a Dynamic Topic Model," 2019 ISI-ISM-ISSAS Joint Conference, Taipei, Taiwan. (2019/01/19)

[3] 森本孝之、川崎能典*、テキストデータからの情報抽出を利用した時系列予測、科研費研究集会「経済統計・政府統計の理論と応用」、東京. (2019/01/30)

[4] 森本孝之、川崎能典*、テキスト系列からの動的トピックの抽出によるボラティリティ予測、第7回統計数理研究所リスク解析戦略研究センター金融シンポジウム、東京. (2019/12/5)

[5] Morimoto, T. and Kawasaki, Y.*, Forecasting Financial Market Volatility Using a Dynamic Topic Model, 62nd ISI World Statistics Congress, Kuala Lumpur, Malaysia. (2019/8/22)

[6] Kawasaki, Y.* and Morimoto, T., On a HAR-type Specification in Dynamic Topic Model and its Application in Volatility Forecasting, 11th CEQURA Conference 2020 on Advances in Financial and Insurance Risk Management, Virtual. (2020/9/25)

[7] Kawasaki, Y.* and Morimoto, T., Volatility Forecasting with the Heterogeneous AR-type Multiscale Dynamic Topic Model, 第55回2021年度夏季JAFEE大会, Virtual. (2021/8/22)

なお、APFM 掲載論文は、日本金融・証券計量・工学学会より 2021 年度ジャフィー論文賞（応用部門・実証部門）を受賞した（2022/6/26）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	42,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
川崎 能典	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2025		
研究課題名（和名）	スケーラビリティを考慮したシンボリックデータ解析環境の開発と実データ解析への展開		
研究課題名（英名）	Development on Scalable Environment for Symbolic Data Analysis and its application		
代表者氏名	南 弘征	フリガナ	ミナミ ヒロユキ
		ローマ字	
所属機関	北海道大学		
所属部局	情報基盤センター		
職名	教授		
所内受入教員	清水 信夫		

研究目的と成果（経緯）の概要
領域知識などに基づく適切な条件のもとで原データを集約化し、それを解析対象とするシンボリックデータ解析は、計算量の漸減、解釈付与の可能性拡大などが見込まれるなど、今日のデータサイエンスにおける有用なパラダイムと考えられる。しかしながら、いわゆるメタレベルでのデータハンドリングを要することなど、統計科学一般とはやや趣の異なる計算機処理が必要となる場合がままある。提唱者などにより開発、配布されているソフトウェアは古く、現在の一般的な計算処理環境には適していない。R 言語の公開ライブラリである CRAN では、シンボリックデータ解析に属する手法の一部が上程されているものの、同解析手法にある程度造詣の深い者が扱うことを前提としているように思われ、ある意味でやむを得ないが、オンラインヘルプにおいて、シンボリックデータ解析そのものの説明はほぼなされておらず、利用を促進するようには思えない。 研究代表者はこれまでに、いわゆるクラウドコンピューティングの概念とシンボリックデータ解析のそれとの共通性に着目して開発を進めるとともに、2019 年度まで、俗に言う軽量な計算機環境であっても解析が可能となるような研究開発に取り組んできたところである。そこで、その対象の融合を最終的な目標とし、パーソナルコンピュータ上およびクラウド環境でそれぞれ稼働するシンボリックデータ解析ソフトウェアの構築を目的とした。 実際の研究進捗に関しては、コロナ禍が収束しない中、貴所関係教員との対面の討論の機会を複数得ることができ、また、開発に相応の進捗をみたものの、公開に耐えうるレベルの内容にまでは昇華できなかった。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	291,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
石本 翔真	北海道大学	修士 2 年

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	4 物理科学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2026		
研究課題名（和名）	データ同化手法を応用した核融合プラズマの制御手法の開発		
研究課題名（英名）	Development of fusion plasma control method applying data		
代表者氏名	村上 定義	フリガナ	ムラカミ サダヨシ
		ローマ字	Sadayoshi Murakami
所属機関	京都大学		
所属部局	工学研究科		
職名	教授		
所内受入教員	上野 玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要
将来の核融合炉において、プラズマの温度や密度を高精度で制御することが重要である。そこで本研究では、核融合プラズマの統合輸送シミュレーションコードとデータ同化手法(逐次ベイズフィルタ)を組み合わせたデータ同化システム ASTI の開発を行なっている。本研究の目的は、数値空間上のプラズマと実空間でのプラズマをデータ同化により結びつけることで、核融合プラズマに対する高精度な解析システムおよび制御システムを開発することである。本研究では、システムモデルとして核融合プラズマに対する統合輸送コード TASK3D を用いる。TASK3D は、核融合プラズマ(トーラス形状)の小半径方向 1 次元の輸送方程式を解くコードであり、主に大型ヘリカル装置 (LHD) のプラズマに対する輸送シミュレーションに用いられてきた。本研究は 2018 年度の一般研究 1 からスタートし、これまでに LHD おける熱輸送のデータ同化による解析、データ同化+簡約化モデルによるビーム加熱計算の高速化、アンサンブルカルマン smoother による推定輸送係数のモデル化などについて研究を進めてきた。 本年度は、データ同化を応用した制御システムを開発することに重点を置き、制御を含んだデータ同化のフレームワークの開発を進めるとともに、開発したフレームワークに基づいて ASTI の拡張を行なった。このフレームワークにより、観測データを用いたシステムモデルの最適化(適応)と制御推定とが組み合わさった適応型のモデル予測制御が実現できる。LHD を模擬した仮想プラズマ (TASK3D) を制御する数値実験を通して、本手法の有効性を示すとともに、制御精度のハイパーパラメータ依存性や実システムとシステムモデルの差異による制御精度の変化を調べた。その結果、実システムへの適応および制御推定が、広いパラメータ範囲で安定的に行えることが分かった。この研究成果をまとめた論文を Journal of Computational Science 誌に投稿し、現在査読中である。また、このフレームワークについての解説を雑誌「統計数理」に投稿し、掲載が決定している。ASTI の制御システムとしての拡張に加えて、行列計算の高速化や物理モデル(中性粒子分布モデルや加熱

モデル)の簡約化およびニューラルネットワークによる代理モデル化を進めることで、ASTI の大幅な高速化に成功した。ASTI が実時間で実行可能となったため、実際に LHD の加熱装置および計測装置と接続し、プラズマ中心の電子温度を制御する実験を行なった。その結果、電子温度分布および密度分布の観測データのリアルタイムでのデータ同化に成功するとともに、目標電子温度を作り出すことに成功した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
* 解説 1) 森下侑哉, 村上定義, 横山雅之, 上野玄太, 核融合プラズマ制御に向けたデータ同化システムの開発, 統計数理, 71-1, 2023 (査読あり). * 学会発表 1) Y. Morishita, S. Murakami, M. Yokoyama, G. Ueno, Simulation Study of LHD Plasma Control Applying Data Assimilation System ASTI, The International Conference on Numerical Simulation of Plasmas 2022, online, Aug. 30 - Sep. 2, 2022. 2) 森下侑哉, 村上定義, 横山雅之, 上野玄太, 核融合プラズマ制御を目指したデータ同化システムの開発, プラズマシミュレータシンポジウム 2022, オンライン, 2022 年 9 月 16,17 日 (招待講演). 3) 森下侑哉, 村上定義, 横山雅之, 上野玄太, 核融合プラズマに対するデータ同化システム開発の進展, 第 39 回プラズマ・核融合学会年会, 富山, 2022 年 11 月 22-25 日. * 受賞 1) 令和 4 年度 京都大学工学研究科吉田研究奨励賞, 受賞者:森下侑哉, 2022 年 7 月. 2) 第 14 回核融合エネルギー連合講演会, 若手優秀発表賞, 「核融合プラズマ制御を目指したデータ同化システム ASTI の開発」, 受賞者:森下侑哉, 2022 年 7 月.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	216,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
森下 侑哉	京都大学	大学院生

横山 雅之	自然科学研究機構 核融合科学研究所	教授
上野 玄太	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	5 工学分野／Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2027		
研究課題名（和名）	高分子材料のマテリアルズインフォマティクスへの挑戦		
研究課題名（英名）	Toward Materials Informatics for Polymeric Materials		
代表者氏名	覚知 亮平	フリガナ	カクチ リョウヘイ
		ローマ字	Ryohei Kakuchi
所属機関	群馬大学		
所属部局	理工学府		
職名	助教		
所内受入教員	吉田 亮		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的： マテリアルズインフォマティクス（以下、MI）は、低分子量有機化合物や無機化合物の材料特性最適化にすでに実用化されており、例えばリチウムイオン電池の最適物質探索において驚愕すべき実績を挙げている。しかし、既存の MI 研究で対象となるのはあくまでそれぞれの化合物の構造が単一であり、その物性などが一義的に定義可能である化合物が対象である。一方、高分子材料は単一分子ではなく、常に分子量に揺らぎのある化合物である。このため、その重要性とは対照的に、高分子科学における MI の進展は立ち遅れているのが現状である。従って本研究では、MI 適用を指向し、高分子の合成・物性データの迅速取得・解析方法の構築ならびに高度な高分子情報埋め込み技術の探索を目指す。さらに高分子材料に対する MI の研究事例がいまだに限定的であることから、高分子の合成・物性の最適化に最適な多腕バンディット・アルゴリズムの開発を行うことで、より迅速で正確な高分子合成・物性の予測・最適化を目指す。具体的な対象には、高分子の合成（重合）反応の最適化や高分子材料の諸物性の自在制御を目的とする。 成果の概要： 我々は本研究に必要な要素が二つあると考えている。はじめに、機械学習（ランダムフォレスト回帰解析）に利用可能な化学パラメーターの再考があげられる。通常、化学分野での機械学習では、DFT 法などの第一原理計算により対象分子の特性を計算し、説明変数として用いる。しかしながら、これには限界がある。初めに解釈可能性が問題となる。つまり、DFT 計算度により分子の特性、例えば赤外分光（IR）や核磁気共鳴（NMR）におけるピークを算出可能であり、これらの値を用いることで機械学習モデルを組み立てること自体は可能であるが、一般的にその化学的な解釈は不可能である。このことは、化学分野における機械学習法の弱みとなっている。次に説明変数の独立性が問題になりえる。DFT 計算で得られる物性値は、基本的には Kohn-Sham 方程式の解から誘導して

おり、物性値間には相互依存性がある。このため、本年ははじめにこの問題に取り組んだ。具体的には、meta-MD 法により、一部分子動力学を組み込んだ計算を行うことで、分子の運動性を加味した物性値を算出した。実際に、研究代表者の研究室所属の学生が、共同研究者の高橋啓准教授の研究室に短期滞在し、分かりやすい物性値を説明変数とした機械学習モデルを構築し、非常に精度が高い機械学習モデルの構築に成功した。本結果は、関連テーマに関して、すでに共著論文を執筆しており、プレプリントに公開している。また、本研究はすでに高く評価されており、第 6 回北関東地区講演会にて優秀ポスター賞を受賞している。さらに、本研究の遂行に必要な高分子材料の実測データの統計的処理法の確立を共同研究により行っている。このために、研究代表者の研究室所属の学生が、共同研究者の松田健教授の研究室に短期滞在し、マルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC 法）を習得するなど、高分子実測データの MI 研究適用に大きな進捗がみられた。具体的には、MCMC 法により、下限臨界熔融温度データのフィッティングが高精度に達成可能であることを見出した。このため、すでに学会にて共同研究成果を共著にて数件発表した。

このように、本年度には MI に関する研究に大きな進捗がみられており、今後の研究の基礎を十分に築いたと判断している。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

学会発表

1. 松原希宝, 植木悠二, 瀬古典明, 松田健, 高橋啓, 覚知亮平, “直感的解釈可能なパラメータによる機械学習と放射線グラフト重合率の予測”, 高分子学会関東支部第 6 回北関東地区講演会, 群馬（桐生, 群馬大学桐生キャンパス）, 2023 年 3 月 13 日（ポスター発表）（優秀ポスター賞）
2. 小口拓真, 松田健, 高橋啓, 覚知亮平, “マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた実測 LCST 曲線のデータフィッティング”, 高分子学会関東支部第 6 回北関東地区講演会, 群馬（桐生, 群馬大学桐生キャンパス）, 2023 年 3 月 13 日（ポスター発表）
3. 覚知亮平, 小口拓真, 松原希宝, 本田周大, 松田健, 高橋啓, “鎖末端が修飾された感温性ポリマーの精密合成と LCST 解析”, 第 71 回高分子討論会, 北海道（札幌, 北海道大学, 札幌キャンパス）, 2022 年 9 月 5 日～7 日（2022/9/7）（ポスター発表）

プレプリント

4. Matsubara, K.; Takahashi, K.; Matsuda, T.; Ueki, Y.; Seko, N.; Kakuchi, R., ChemRxiv, 2023, doi:10.26434/chemrxiv-2023-9g0fr（すでに査読論文に投稿済み）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	772,000

基礎研究費	40,000
-------	--------

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
高橋 啓	福岡工業大学	准教授
松田 健	阪南大学	教授
瀬古 典明	量子科学技術研究開発機構	プロジェクトリーダー
植木 悠二	量子科学技術研究開発機構	主幹研究員
大道 正明	量子科学技術研究開発機構	主幹研究員
松原 希宝	群馬大学	大学院生

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2028		
研究課題名（和名）	希少種ナベクラザゼンソウを始めとするサトイモ科植物の繁殖特性と個体群動態に関する統計・数理・計算モデリング		
研究課題名（英名）	Statistical, mathematical and computational modelling of Symplocarpus nabekuraensis and other Araceae plants' reproduction traits and population dynamics		
代表者氏名	高野 宏平	フリガナ	タカノ コウヘイ
		ローマ字	TAKANO Kohei
所属機関	長野県環境保全研究所		
所属部局	自然環境部		
職名	研究員		
所内受入教員	島谷 健一郎		

研究目的と成果（経緯）の概要
【目的】サトイモ科のナベクラザゼンソウ（<i>Symplocarpus nabekuraensis</i>）は長野県北部の飯山市鍋倉山で発見され、2002 年に新種記載された。本種は岩手県から福井県の日本海側のやや標高の高い多雪な地域に分布し、環境省と長野県のレッドデータリストで共に絶滅危惧 II 類に分類されている。またナベクラザゼンソウは冷温帯で発熱する植物としてはザゼンソウに次ぐ 2 例目として報告されており、祖先的な種から派生的な種まで幅広く発熱形質が見られるサトイモ科の中でも特徴的である。 この希少種の保全のために我々は 2018 年度から調査を開始したが、2018 年の開花個体の割合は 6.3%で、全ての果序が被食した。先行研究で野ネズミによる捕食が確認されており、推定 50 年を超える寿命とトランセクト調査によるサイズ構造の多峰性から、種子繁殖成功の年変動が大きい可能性が示唆された。また、生育域の異なるザゼンソウや近縁で発熱しないヒメザゼンソウ、熱帯・亜熱帯で発熱し送粉系も大きく異なるクワズイモ属と比較することで、多様な繁殖生態やコストのかかる発熱形質がサトイモ科植物でどのように個体群動態に影響するかを明らかにする。さらに、サトイモ科植物の特徴である仏炎苞の役割を検証するため、花の立体モデル作成と花香の対流シミュレーションを行い、データ同化と風洞実験による検証も検討する。毎年調査を継続し個体群モデルを構築することで、開花結実の少ない希少植物であるナベクラザゼンソウの保全に資する基礎情報を蓄積することができる。 【成果】個体群動態に関する継続調査では、2022 年の開花率は 0.58%（1/173 個体）まで低下した。今後、葉の被食が翌年の個体サイズ減少や生存に与える影響を解析する。 花の立体モデル作成に関しては、2021 年のナベクラザゼンソウ（<i>Symplocarpus nabekuraensis</i>）に引

き続き、今年度はザゼンソウ (*Symplocarpus renifolius*) を X 線 CT 装置で撮影し、3D モデルを作成した。

花香の対流シミュレーションに関しては、ナベクラザゼンソウの「発熱の有無」「仏炎苞の有無」「風の有無」の組み合わせを替えてシミュレーションを行った。その結果、仏炎苞の上部と下部に花香が流れ出しやすい箇所があることが予測された。この箇所は、訪花昆虫が多く出入りする場所に対応することも、タイムラプスカメラ撮影で確認された。今後は、花香を構成する揮発性有機化合物の分子量（空気との比重）も考慮した上で、訪花昆虫の行動との対応について解析を進める。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

【論文】 Sato MP*, Matsuo A, Otsuka K, Takano KT*, Maki M, Okano K, Suyama Y, Ito-Inaba Y* (* は本課題の共同研究者) Potential contribution of floral thermogenesis to cold adaptation, distribution pattern, and population structure of thermogenic and non/slightly thermogenic *Symplocarpus* species. Ecology and Evolution (Under review).

【学会発表】 ザゼンソウの発熱形質は寒冷適応に寄与するか？ 佐藤 光彦, 松尾 歩, 大塚 孝一, 高野 (竹中) 宏平, 牧 雅之, 岡野 邦宏, 陶山 佳久, 稲葉 靖子. 日本進化学会年大会第 24 回沼津大会 (2022 年 8 月)

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	242,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
佐藤 光彦	公益財団法人かずさ DNA 研究所	研究員
大上 迪士	京都大学	修士学生
稲葉 靖子	宮崎大学	准教授
李 崇綱	神戸大学	客員准教授
坪倉 誠	神戸大学	教授
植木 玲一	北海道有朋高等学校	教諭

高橋 佑磨	千葉大学	准教授
-------	------	-----

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野 / Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2029		
研究課題名（和名）	実践的ベイズ推定量を開発する基盤		
研究課題名（英名）	Foundation for developing practical Bayesian estimator		
代表者氏名	小椋 透	フリガナ	オグラ トオル
		ローマ字	Toru Ogura
所属機関	三重大学医学部附属病院		
所属部局	臨床研究開発センター		
職名	講師		
所内受入教員	野間 久史		

研究目的と成果（経緯）の概要
医学、疫学などの分野におけるデータは様々な制約が付くことがしばしばある。例えば、自由に取り得できないことやサンプルサイズが小さいことである。その場合であっても、データを最大限生かして様々な事象を明らかにすることが研究者に求められている。データが従う分布は既知とされている事象に対して、その分布の未知パラメータを精度高く推定できると、現象の説明や予測などに生かすことができる。サンプルサイズが大きい場合は最尤推定量が様々な分布のパラメータに対して精度の高い推定ができる。一方、サンプルサイズが小さい場合に最尤推定量のパラメータ推定の精度は高くない。研究目的は、ベイズ推定量を用いて制限のあるデータであっても母集団の状況を精度高く推定することであった。 実践的な状況下として、例えば、新型コロナウイルス感染症が日本に入り込んだ初期の段階では、一部の都市で新規陽性者の発症確率が高く、その他の多くの都市では発症確率が低いと考えられた。そのように地域間の差が大きい場合に都道府県ごとの発症確率を推定する研究を行った。地域間の発症確率の差が大きいという情報を利用することでパラメータ推定の精度が向上することを示した。他にもガンマ分布、ロジスティック分布、円周およびシリンドラー上の分布、ラプラス分布、多項確率を対して、様々な実践的な状況下においてベイズ推定量を用いることで精度の高い推定ができることを示した。これらの研究成果は論文や学会等で公表した。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
1) Ogura, T. and Yanagimoto, T. (2022). Estimation of highly heterogeneous multinomial probabilities observed at the beginning of COVID-19, Biostat. Epidemiol. 6(1), 164-181. 2) 小椋透, 柳本武美. (2022). ベイズ法を用いた対数オッズ比推定量の改善, 統計関連学会連合大会, 98. 3) 小椋透, 柳本武美. (2022). 対数オッズ比の推定量と検定を改善するためのベイズ法, 科研費シンポ

ジウム「多様な分野における統計科学の理論とその応用」.

4) 作村建紀, 柳本武美. (2022). ガンマ分布における自然母数の事後平均による推定量, 統計関連学会連合大会, 282.

5) 作村建紀, 柳本武美. (2022). ロジスティック分布における母数推定について, 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の理論とその応用」.

6) 作村建紀, 平塚健祥, 柳本武美. (2022). ガンマ分布における事前分布の探索, 第 13 回横幹連合コンファレンス, PS-22.

7) 田畑耕治, 岸村遼, 柳本武美. (2022). 順位情報に基づく事前分布を用いた多項確率の推定, 京都大学数理解析研究所講究録, 2221 号, 14-19.

8) Miyata, Y. (2022). Applications of Laplace's method in Bayesian analysis and related topics. Sugaku Expositions, 35(2), 197-220.

9) Miyata, Y., Shiohama, T., and Abe, T. (2022). Identifiability of asymmetric circular and cylindrical distributions, Sankhya A. (To appear)

10) 宮田庸一. (2022). ブリッジ推定量を用いた BIC の妥当性とその周辺, 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の理論とその応用」.

11) Yanagimoto, T. and Miyata Y. (2022). A pair of novel priors for improving and extending the conditional MLE. arXiv:2207.03092.

12) 柳本武美, 宮田庸一. (2022). 条件付き MLE を改良し拡張する一対の事前分布, 統計関連学会連合大会, 260.

13) 柳本武美. (2022). 共役解析の再構成と拡張の試み, 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の理論とその応用」.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	実践的ベイズ推定量を開発する基盤
日時	2023 年 2 月 19 日 9:00-17:00
場所	統計数理研究所セミナー室 6
参加者数	4
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	147,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
作村 建紀	法政大学	講師
田畑 耕治	東京理科大学	教授

宮田 庸一	高崎経済大学	准教授
柳本 武美	統計数理研究所	名誉教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2030		
研究課題名（和名）	財務ビッグデータの時空間分析と可視化に関する研究		
研究課題名（英名）	Research on Spatiotemporal Analysis and Visualization of Financial Big Data		
代表者氏名	地道 正行	フリガナ	ジミチ マサユキ
		ローマ字	Masayuki Jimichi
所属機関	関西学院大学		
所属部局	商学部		
職名	教授		
所内受入教員	川崎 能典		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では, Bureau van Dijk 社のデータベース (Osiris, Orbis) から抽出した世界の上場企業(10 万社強)・非上場企業(2600 万社強)の財務ビッグデータを利用して, 時空間の観点からデータ可視化を行い, この結果から得られた情報に基づいて, 時間・空間の両面から探索的データ解析 (Exploratory Data Analysis: EDA) を実行することによって, 企業行動を高精度に予測する統計モデリングとそのモデルを当てはめることによって実証分析を行うことでその有効性を検証することを目的とした. 今年度は, 世界の上場企業の財務データから, 売上高, 従業員数, 資産合計を 20 年分の(欠測のない)完全データ(パネルデータ)を抽出し, 時空間の両面の観点から可視化した結果(時系列プロット, リッジプロット, モーションチャート等)から得られた知見を利用し, 統計モデリングを行った. その結果として, 売上高を従業員数と資産合計を使った両対数モデルにもとづくプーリングモデル, 固定効果モデルをデータに当てはめることによって得られた結果を, さらに回帰診断をおこなうことによって, 正規誤差, 非対称正規誤差, 非対称ティー誤差のいずれの誤差分布が適切かを可視化と赤池情報量規準を用いて検証した. 最終的に, 非対称ティー誤差をもつ両対数固定効果モデルが最も当てはまりがよいという結果を得ることができた. なお, これらの研究のデータ前処理から, 解析結果の公表(論文・プレゼンテーション資料作成等)までの全プロセスは, make コマンドと TeX, R, Sweave 等のツールを利用することによって自動実行し, 再現可能性を確保した. なお, 成果については口頭発表(統計数理研究所共同利用研究集会)を行うとともに, 学術論文(学内紀要)として公表した: [口頭発表] 集会名: R 研究集会 2022 統計数理研究所共同利用研究集会「データ解析環境 R の整備と利用」 開催日: 2022 年 12 月 17 日(土) 10:25~17:00 現地開催場所: 統計数理研究所セミナー室 1 (Zoom によるハイブリッド開催)

発表タイトル: R による探索的財務パネルデータ解析 発表者: 地道正行* (関西学院大学商学部) / 川崎能典 (統計数理研究所) / 阪 智香 (関西学院大学商学部) 宮本大輔 (東京大学大学院情報理工学系研究科) / 永田修一 (関西学院大学商学部) [学術論文] 地道正行『探索的財務パネルデータ解析と再現可能研究: 世界の上場企業データの利用』, 商学論究, 第 70 巻, 第 3 号, pp. 1-121, 21, 関西学院大学商学研究会, 2023 年 3 月.	
当該研究に関する情報源 (論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他)	
関西学院大学 リポジトリ https://kwansei.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_snippet&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese&creator=地道+正行&page_id=30&block_id=114 リサーチマップ https://researchmap.jp/m-jimichi R 研究集会 2022 統計数理研究所共同利用研究集会「データ解析環境 R の整備と利用」 https://rjpusers.connpass.com/event/266841/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	81,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
阪 智香	関西学院大学	教授
宮本 大輔	東京大学	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野 / Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2031		
研究課題名（和名）	脳における無意識情報処理に関する研究		
研究課題名（英名）	study of unconscious information processing in brain		
代表者氏名	石黒 真木夫	フリガナ	イシグロ マキオ
		ローマ字	ISHIGURO, Makio
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	名誉教授		
職名	名誉教授		
所内受入教員	三分一史和		

研究目的と成果（経緯）の概要
生物の脳における物理化学現象とその生物の主観的体験がどう関係しているのかという問題がある。いわゆる心身問題である。 我々の研究は心身問題に関する知見を得ることを最終目的とする。「知見」として求めるのは、現象に関するデータの間の数学的関係である、「自然科学」として最も成功した物理学において採用された方法を心身問題解明に適用するという方針である。脳生理学的現象と意識・記憶の関係を数学的に扱おうとすると、意識・記憶に関するデータの多くが主観報告という離散データの形をとることから、離散値、連続値が混在する多変量データの解析が必要となり統計的方法としては、分散分析、判別分析が必要となる。物理学においてもデータとデータの関係の数学的記述には統計的手法が必須であったが、どちらかという統計学は脇役的存在だった。心身問題解明にあたっては統計学が主役を勤めざるを得ない。 この一般的方針のもとで研究を進めてきたが、「記憶」のメカニズムの解明が問題の中心にあると考えるにいたり、記憶と想起に関するデータの収集が目下の急務であるとの認識に達し、まずは記憶現象のデータ化の方法の開発に注力することとし、記憶がからむ現象の事例を蓄積するシステムのプロトタイプを構築し、データ収集の実験を開始した。開始してみてもあらためて問題の大きさを実感し、今研究を一端終了させ、課題を記憶の想起や喪失という現象に絞った研究に発展させるべきと考えるに至った。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
http://hdl.handle.net/10787/00034179 情報とは何だろうか - - - モノとコトバを統一的な視点から見る試み - - - 石黒真木夫@統計数理研究所名誉教授

2021.1.10

<http://hdl.handle.net/10787/00034291>

記憶連鎖の統計的観察法

石黒真木夫@統計数理研究所名誉教授

2021.9.27

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	17,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
清水 悟	東京女子大学	非常勤講師
小山 慎介	統計数理研究所	準教授
種村 正美	統計数理研究所	名誉教授
三分一 史和	統計数理研究所	準教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2032		
研究課題名（和名）	条件付バリュアットリスクのバックテスト手法に関する研究		
研究課題名（英名）	Research on backtesting conditional value-at-risk		
代表者氏名	川崎 能典	フリガナ	カワサキ ヨシノリ
		ローマ字	Kawasaki, Yoshinori
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	教授		
所内受入教員	川崎 能典		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究の目的は、条件付き Value-at-Risk(Conditional VaR, CVaR)あるいは期待ショートフォール(Expected Shortfall, ES)のバックテストの観点から、金融リスク管理のためのモデリング方として GARCH-EVT 法と GARCH-UGH 法との性能比較、特に経験超過の比較を行うことである。 GARCH-EVT 法とは、収益率データに対して GARCH を疑似最尤法(QML)で推定した残差にパラメトリックな極値分布(GPD)をあてはめてリスク管理を行う手法であり、GARCH-UGH 法はバイアス補正した Hill 推定量を QML の残差に適用するノンパラメトリックなモデリングである。 2022 年度は、McNeil and Frey (2000, J Empiric Financ)の Exceedance Residual 法、Nolde and Ziegel (2017, Ann Statist)の Conditional Calibration 法、Bayer and Dimitridas (2020, J Financ Econometrics)の ES Regression 法に注目し、ダウ・ジョーンズ指数の収益率データ等を用いて、GARCH-EVT と GARCH-UGH とで経験超過の比較を行った。総じて、Value-at-Risk の場合に観察される優劣傾向と平行な結果が得られた。更に、経験超過の観点から検定をパスした手法どうしの比較を行うために、Diebold-Mariano 検定を援用し、リスク管理手法としての優劣の比較を行った。分析結果の一部は以下の[3][4]で報告した。 また以下の[5]では加法モデルの極値理論に関して得られた数学的性質を報告した。加法モデルは GARCH にも応用されており、成果[5]は本研究の発展のひとつの可能性を与えるものである。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
本研究で中心的な役割を果たす GARCH-UGH 法に関する論文が査読付き英文学術誌 Quantitative Finance 誌に掲載された。 [1] Kaibuchi, H., Kawasaki, Y. and Stupfler, G. (2022) GARCH-UGH: a bias-reduced approach for dynamic extreme Value-at-Risk estimation in financial time series, Quantitative Finance, 22:7, 1277-1294, DOI: 10.1080/14697688.2022.2048061

分担者の貝淵響(総研大統計科学専攻)は、上記の QF 誌掲載内容を含む形で博士論文を執筆し、博士(統計科学)を授与された。

[2] 貝淵響, Quantitative Risk Management Using Extreme Value Theory (統計的極値理論に基づくリスク管理)、学位論文: 総合研究大学院大学、学位記番号: 総研大甲第 2353 号。

関連する研究発表として以下があった。

[3] Kawasaki, Y., Comparative VaR backtesting: GARCH-EVT versus GARCH-UGH, ISI-ISM-ISSAS Joint Conference 2023, Taipei, Taiwan, February 17, 2023.

[4] Kawasaki, Y., GARCH-UGH: A Bias-reduced Approach for Dynamic Extreme Value-at-Risk Estimation in Financial Time Series, ISM Symposium on Environmental Statistics 2023, Tachikawa, Japan, March 22, 2023.

[5] 吉田拓真. Asymptotic properties of generalized additive extreme value models. 2022 年度共同研究集会「極値理論の工学への応用」. 2022 年 8 月 16 日. オンライン.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	68,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
貝淵 響	総合研究大学院大学	大学院博士課程
吉田 拓真	鹿児島大学	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2033		
研究課題名（和名）	公的統計データを用いた機械学習やシミュレーションに基づく計量経済分析の新展開		
研究課題名（英名）	Econometric Analysis of Official Statistical Data Using Machine Learning and Simulation		
代表者氏名	伊藤 伸介	フリガナ	イトウ シンスケ
		ローマ字	Shinsuke Ito
所属機関	中央大学		
所属部局	経済学部		
職名	教授		
所内受入教員	南 和宏		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究の目的は、公的統計マイクロデータを用いて、伝統的な手法に基づく仮説検証的な計量分析と機械学習に基づく計量分析の比較を行うだけでなく、計量分析と機械学習の融合の可能性を追究した上で、計量経済分析の新たな展開を模索することである。具体的には、高齢化に伴って、家計の就業行動、消費・貯蓄・資産選択がどのように変化するか、地域経済、さらには地方財政がどの程度悪化するかにについて、政策的効果の評価を行うための Differences in Differences 等の各種バイアスを考慮した現代的な推定手法の適用可能性、機械学習の方法論を援用した上でのリンクされたマイクロデータに基づいたモデル選択や変数選択に関する探索的な実証研究の可能性を探る。さらに、本研究では、社会保障政策や保健衛生政策が個人の就業状態、可処分所得さらには健康状態に及ぼす影響を動態的に把握するためのミクロシミュレーションによるアプローチの可能性も研究の対象とする。 2022 年度には、引き続きミクロシミュレーションを指向したサブモデルの構築も念頭に置きつつ、全国消費実態調査および全国家計構造調査の個票データを用いて、世帯類型、世帯主と配偶者の働き方の差を考慮した場合に、所得の構成が家計の消費支出に及ぼす影響に関する実証分析を行った。また、世帯主と配偶者の所得の構成が双方の選好に関わる詳細費目の支出に及ぼす影響に関する実証分析を行った。本分析の結果から、被服や仕送り額といった費目では、勤め先から年間収入に占める配偶者の収入の比率が上がるにつれて、それらの消費の割合が増大していることが明らかになった。このことから、配偶者の所得比率の増大は、家計内の配偶者の交渉力を相対的に拡大させる傾向にあることを示唆している。さらに、働き方の差が食料費や教育費等の支出に影響を与えることが観察された。その一部は、時間節約型の消費傾向によって説明することができる。 本研究では、賃金構造基本統計調査の個票データをもとに賃金関数を推定し、賃金の実現値と期待

値の差分を消費関数に導入した上で、消費支出に及ぼす影響も計測した。それによれば、食料費や教養娯楽費等で、配偶者が正規か非正規かによって異なる影響が確認されたものの、賃金の実現値が期待値を上回った場合には、家計の消費支出が増大する傾向にあることが実証的に明らかになった。なお、賃金所得の期待値については、用いるデータセットに勤続年数があると、より正確な推定結果が得られることが期待できる。これについては、今後の検討課題として、公的統計マイクロデータを用いた精密なモデル分析による検証をさらに展開していきたい。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

伊藤伸介・出島敬久「世帯類型の違いが消費構造に与える影響の計量分析～公的統計マイクロデータを用いて～」『経済分析』第205号、2022年11月30日、査読あり、29～52頁

伊藤伸介・出島敬久・村田磨理子「世帯主と配偶者の所得の構成が双方の選好に関わる費目の消費支出に与える影響」『経済学論纂(中央大学)』第63巻5・6合併号、2023年3月10日、査読なし、245～273頁

伊藤伸介・出島敬久・村田磨理子「世帯主と配偶者の所得が家計消費の十大費目に与える効果に関するマイクロデータ分析」、2022年度日本応用経済学会春季大会、熊本大学、2022年6月25日

伊藤伸介・出島敬久・村田磨理子「賃金所得の統計的分布を考慮した消費構造の計量分析—公的統計のマイクロデータを用いて—」、2022年度統計関連学会連合大会、成蹊大学、2022年9月8日

伊藤伸介・出島敬久・村田磨理子「夫婦の所得の構成が家計消費の詳細費目に与える影響」、令和4年度研究集会「マイクロデータから見た我が国の社会・経済の実像」、オンライン開催、2023年3月23日

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	293,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
南 和宏	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

林田 実	熊本学園大学	教授
出島 敬久	上智大学	教授
村田 磨理子	統計情報研究開発センター	主任研究員
佐藤 慶一	専修大学	教授
松浦 広明	松蔭大学	教授
高橋 将宜	長崎大学	教授
児玉 直美	明治学院大学	教授
宮崎 毅	九州大学	教授
盆子原 修平	独立行政法人統計センター	
合田 智一	独立行政法人統計センター	
田中 雅行	独立行政法人統計センター	

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2034		
研究課題名（和名）	マイクロデータの利活用における秘匿性と有用性の評価方法に関する実証研究		
研究課題名（英名）	Empirical Study about Methods to Assess Data Confidentiality and Data Utility for Using Microdata		
代表者氏名	伊藤 伸介	フリガナ	イトウ シンスケ
		ローマ字	Shinsuke Ito
所属機関	中央大学		
所属部局	経済学部		
職名	教授		
所内受入教員	南 和宏		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究の目的は、わが国における世帯・人口系だけでなく事業所・企業系のマイクロデータを対象に、諸外国で適用されている各種匿名化技法が適用された匿名化マイクロデータの秘匿性と有用性の評価方法を検討するだけでなく、個票データから算出された記述統計量や集計結果表等の分析結果を対象に、有用でかつ安全な分析結果に関する定量的な評価方法を探究することである。具体的には、本研究では、マイクロデータの利活用における安全性の定量的な評価方法を追究するために、①匿名化マイクロデータの秘匿性と有用性の評価に関する研究、および②個票データに基づく分析結果に対する安全性の評価方法に関する実証研究の2つの研究テーマを対象に研究を行うことを指向している。 2022 年度の研究においては、研究代表者の伊藤が、研究集会「大規模データの公開におけるプライバシー保護の理論と応用」（2022 年 12 月 9 日、オンライン開催）に参加し、共同報告という形で、「欧米における公的統計に関するプライバシー保護の現状」というタイトルで研究発表を行った。本報告では、ヨーロッパ諸国やアメリカを対象に、公的統計のプライバシーの最近の動向を洞察した。ヨーロッパ諸国の統計作成部局とアメリカのセンサス局では、公的統計、とくに人口センサスの統計表の作成・公表におけるプライバシー保護に対する方向性についての違いが確認される。イギリスにおいて注目すべき点として、オンデマンド集計における cell key method の実用化が進められてきたことが指摘できる。一方で、アメリカにおいては、2020 年人口センサスに対して差分プライバシー(differential privacy)の方法論が全面的に導入された。こうした動きは、公的統計におけるプライバシー保護の考え方に関する大きな転換点と捉えられる。 また伊藤は、共著論文「海外における公的統計に関するプライバシー保護の現状—アメリカとイギリスの事例をもとに一」を刊行した。本稿では、本稿では、アメリカとイギリスを例に、公的統計に

対するプライバシー保護の現状について議論するとともに、その動向を比較・検討することによって、公的統計における将来的な方向性を洞察する。アメリカセンサス局は、公表された人口センサスから「データベース再構築攻撃」によって個人情報が特定されるリスクへの対応策として、2020年人口センサスにおいて、Top down アルゴリズムによる差分プライバシーの方法論を適用した。それは、人口センサスの公表統計表における利害関係者や一部の利用者の反応を勘案しつつも、アメリカセンサス局がその秘匿性を担保する観点から採用した方法論であった。一方、イギリス国家統計局は、集計表の各セルにランダムなノイズを付与する cell key method を適用することによって、人口センサスの多次元統計表をオンデマンドで提供することを進めてきた。さらに、イギリス国家統計局は、2021年人口センサスで利用者のニーズと攻撃者のシナリオを考慮した上で、複数のマイクロデータファイルの作成を計画している。こうしたアメリカとイギリスにおけるプライバシー保護の最近の動向は、わが国における公的統計を対象にした統計表の公表やマイクロデータの作成・提供を議論する上での有益な参考事例になると考えられる。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

伊藤伸介・寺田雅之「海外における公的統計に関するプライバシー保護の現状—アメリカとイギリスの事例をもとに—」『統計研究彙報』第80号，2023年3月31日，査読あり，117～136頁

伊藤伸介・寺田雅之「欧米における公的統計に関するプライバシー保護の現状」，研究集会「大規模データの公開におけるプライバシー保護の理論と応用」，オンライン開催，2022年12月9日

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	18,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
南 和宏	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
村田 磨理子	統計情報研究開発センター	主任研究員

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野 / Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2035		
研究課題名 (和名)	高速な正規乱数生成のための離散型確率分布の研究		
研究課題名 (英名)	Research on discrete probability distribution for fast normal random number generation		
代表者氏名	土屋 高宏	フリガナ	ツチヤ タカヒロ
		ローマ字	Takahiro Tsuchiya
所属機関	城西大学		
所属部局	理学部		
職名	教授		
所内受入教員	川崎 能典		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究の基礎は、我々が提唱したデータのソーティング技法の一つである変形バケットソートと、派生した漸化式、さらにその確率分布である。バケットソートは並べ替えるデータに対して、対応する数字の入れ物を用意するか動的に増やしながらデータを入れていくアルゴリズムで、一定条件の下で非常に高速なソーティング技法である。これはバケットソートをデータの初期状態に依存するアルゴリズムに改良することでより効率的なものになるというものである。その入れ物数を表す離散型確率分布を Eulerian 分布と名付けた。Eulerian 分布は連続型確率分布との親和性が高く、連続型一様分布との深い関係、正規分布への収束も早いという性質を持ちあわせていることから、これを発展させて高速な乱数生成するための理論とアルゴリズムの開発へつなげることが研究目的である。Eulerian 分布は正規分布の近似が通常の漸近展開で非常に良い精度で得られることを理論的背景として、高速な正規乱数生成するアルゴリズムを提案し、その有効性と乱数生成時間の優位性について、様々な見地からシミュレーションによる検証を重ねてきた。今年度は疑似一様乱数生成のための Seeds を理論的に求める方法として、ギャップ点列、ベータ点列、準ベータ点列の3つの点列を扱い、その生成方法と理論的背景について研究した。今後さらに研究を継続発展させ、Seeds に基づく準疑似乱数の生成アルゴリズムを洗練させることを目指す。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
[1] 二項分布からの正規乱数生成 (2018), 中村永友, 土屋高宏, 札幌学院大学総合研究所紀要, 5, 1-6. [2] 欠番のあるデータの並べ替えアルゴリズムに現れる離散型確率分布 (2018), 中村永友, 土屋高宏, 日本計算機統計学会 第 32 回大会, 山口大学. [3] データの並べ替えから導かれる離散確率分布～オイラリアン分布の導出と一般化～(2019), 土屋

高宏, 中村永友, パーティクルフィルタ研究会, 帯広畜産大学.

[4] オイラリアン分布と高速正規乱数の生成 (2019), 中村永友, 土屋高宏, パーティクルフィルタ研究会, 帯広畜産大学.

[5] 疑似的な一様乱数とベータ分布 (2021), 中村永友, 土屋高宏, 札幌学院大学総合研究所紀要, 8, 57-65.

[6] 2項分布の成功確率と連動する正規近似補正について (2022), 中村永友, 土屋高宏, 札幌学院大学総合研究所紀要, 9, 65-70.

[7] 一様乱数列生成のためのベータ分布を基礎とする点列 (2023), 中村永友, 土屋高宏, 札幌学院大学総合研究所紀要, 10, 1-8.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	83,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
中村 永友	札幌学院大学	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	5 工学分野／Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2036		
研究課題名（和名）	回転円すいを用いた高粘度液体の揚水パターンの遷移		
研究課題名（英名）	Lifting-up flow pattern of highly viscous fluid by rotating cones		
代表者氏名	足立 高弘	フリガナ	アダチ タカヒロ
		ローマ字	Adachi Takahiro
所属機関	秋田大学		
所属部局	理工学研究科		
職名	教授		
所内受入教員	伊藤 聡		

研究目的と成果（経緯）の概要
頂角を下にした円すいを水に浸し回転させると、円すい外表面を膜状流れが揚水される。水より粘性の大きなニュートン流体では曳糸性の影響により、円すい外表面には糸状の揚水が現れる。このとき、円すい外表面の揚水流には遠心力が作用するにも拘らず液が飛散することはない。膜状揚水から糸状揚水への遷移現象を利用して液体から液糸をうまく生成する機構について調べる。一方で、高粘度であるが非ニュートン性を有する高分子流体の場合には、分子の配向により液が揚水されない現象が見られる。そこで本研究では、ニュートン流体と非ニュートン流体の両方について、回転数と粘度の変化に対して膜状揚水と糸状揚水の発生条件を明らかにする。また、揚水に必要な動力および周囲へ放出される液滴や液糸の分布特性を統計解析を用いて明らかにする。微粒化あるいは細線条化して液滴や線条塊となり周囲へ放出される流体塊の粒径や直径分布等について数値解析と実験計測を行うが、その際に得られたデータの統計解析を行うことが必要となる。円すいの回転数と放出される流れの流量や線条塊の空隙密度等との相関関係を統計解析を行うことでを明らかにすることが目的である。 令和 4 年度は新たな取り組みとして、可視化実験で求めた可視化画像に動的モード分解を適用する試みを実施した。動的モード分解は比較的最近の流体解析手法であり、データ駆動型の解析方法で、かつ方程式に寄らない解析手法である。本研究における揚水現象では、膜状揚水を誘起するモードと糸状揚水を誘起するモードが混在して現象を構成していると考えられる。そこで、可視化実験の画像データに動的モード分解を適用することでうまくモードの抽出が可能かどうかの試みを実施した。動的モード分解では、現象を支配するモードの固有値と固有関数が得られる。ただし、動的モード解析では、多数のモードが出力され、対象とする現象を説明する支配的なモードがどのモードであるかを動的モード解析の結果のみから特定することは一般に難しいとされている。今回も、多数のモードが

抽出されたが、支配的なモードを特定するには、現段階では別の視点たとえば統計的な視点からの判別の支援が必要な段階と考えられ満足の行く結果を得ることはできなかった。 今後は、統計数理的な方法を採り入れ、適切な抽出モードの同定方法について確立してきたいと考えている。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
1) 足立高弘, 佐藤直也, 小針直人, 堀紀弘: 回転円すい体の外表面を上昇する液膜流れ, 日本機械学会論文集(B編), 第 76 巻 761 号, pp. 161-163(2010) 2) Takahiro Adachi, Naoya Sato, Naoto Kobari and Toshihiro Hori : Liquid Film Flow Rising along the Outer Surface of the Rotating Cone ,Heat Transfer-Asian Research, vol. 39 pp.492-496(2010) 3) 足立高弘, 新井晶大: 回転円すいの外表面を上昇する液膜流れ, [特集]注目研究 in 年会 2010、ながれ 29 pp. 451 - 453(2010) 4) 足立高弘, 回転円すいを用いて生成されるミストによる酸素濃度の溶解促進, 日本機械学会論文集(B編), 第 79 巻 800 号, pp. 632-635(2013—4) 5) 足立高弘, 回転円すいにより生成される循環ミスト流による溶存酸素の移動促進, 化学工学論文集, 第 41 巻, 第 2 号, pp. 78-82(2015) 6) Takahiro Adachi : Oxygen Transfer and Power Consumption in an Aeration System Using Mist and Circulation Flow Generated by a Rotating Cone, Chemical Engineering Science, vol. 126, pp. 625-632(2015) 7) Takahiro Adachi, Yutaro Takahashi and Junnosuke Okajima: Film Flow Thickness along the Outer Surface of Rotating Cones, European Journal of Mechanics / B Fluids, vol. 68, pp. 39-44(2018) 8) Takahiro Adachi, Yutaro Takahashi, Takeshi Akinaga, Junnosuke Okajima, Effect of Viscosity on Pumping-Up of Newtonian Fluid Driven by a Rotating Cone, Journal of Flow Control, Measurement & Visualization, vol. 6, pp. 57-65 (2018) 9) Adachi, T., Kubo, T., Higashiono, K., Terashima, M., Takahashi, Y., Correlation of oxygen mass transfer and power consumption in an aeration system by a rotating cone, Chemical Engineering & Processing: Process Intensification, vol. 125, pp. 105–111(2018) 10) Jun Kanamori, Takahiro Adachi ,Junnosuke Okajima, Correlation of Rotation Rate, Viscosity and Immersed Diameter on the Threshold of Pumping-up Phenomena using Rotating Cones, International Journal of Mechanical and Production Engineering (IJMPE), pp. 51-55, Volume-6,Issue-10 (2018) 11) 足立高弘, 回転円すいを用いた繊維製造と不織布への応用, 日本プラスチック工業連盟誌プラスチック(Japan Plastics), 特設記事:不織布の可能性, No. 8, 47-50, 2018 12) 足立高弘, 回転円すいによる糸状揚水を用いた繊維製造技術への応用, ケミカルエンジニアリング(Cheical Engineering), 特集=実装製造技術のトレンド, Vol. 63, No. 12, pp. 15-18, 2018 13) K. Takahashi, T. Adachi, T. Akinaga, K. Akinaga, J. Okajima, A. Komiya: Development of Spinning Device Using Filmwise Pumping-up Mechanismwith Induction Heating and Rotating Cone, Proceedings of the Seventieth International Conference on Fluid dynamics, Sendai, (2020), CFR-74	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	

日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	123,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
秋永 加奈	秋田大学	技術職員
秋永 剛	秋田大学	准教授
谷田 開	秋田大学	大学院生 M1

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2037		
研究課題名（和名）	自由確率論とそのランダム行列理論への応用		
研究課題名（英名）	free probability and its application to random matrices		
代表者氏名	佐久間 紀佳	フリガナ	サクマ ノリヨシ
		ローマ字	Noriyoshi Sakuma
所属機関	名古屋市立大学		
所属部局	理学研究科		
職名	准教授		
所内受入教員	野場 啓		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では次の研究を行なった。 長谷部高広、野場啓、植田優基と代表者の 4 名でブール独立性と呼ばれる独立性の元での自己分解可能分布についての研究を行なった。 ブール独立性のもとで自己分解可能性であるブール自己分解可能分布を畳み込みの式から導入した。この定義から Bercovici-Pata 全単射を考えれば確率論、自由確率論の場合と同様のレヴィ測度による特徴付をブール自己分解可能分布は持つことになる。 本研究では特に正規分布に着目し、正規分布がブール自己分解可能分布であるか否かを考えた。その結論はパラメータによるということである。これは確率論、自由確率論と大きく異なる結果である。特に、分散/平均比によりブール自己分解可能分布であるか否かが決まることがわかった。平均の値が大きいとレヴィ測度のモードが正側に飛び出してしまふことがわかった。 この証明に際しては、Kerov による研究の結果を用いることで正規分布に対するブール独立性の意味でのレヴィヒンチン表現におけるレヴィ測度がある程度わかるということがキーになっている。このようなことは自由確率論ではやはりなかった。このレヴィ測度が正規分布のブール畳み込みから作る半群の様子を理解するのに大きな助けになることは間違い無いと現時点では考えている。今後はブール独立性の意味でのレヴィヒンチン表現から具体的な分布の情報をどう取るかをもう少し深く調べていくことが大切になるとおもう。 二つ目の成果として Benoît Collins, Felix Leid, Noriyoshi Sakuma, Matrix models for cyclic monotone and monotone independences の改訂を行なった。これはアウトライヤーと呼ばれるランダム行列の固有値の外れ値を研究する際に有用な（決定的な）行列モデルを提案したものである。この論文についてレフリー指摘をもとにその改善を行なった。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

Takahiro Hasebe, Kei Noba, Noriyoshi Sakuma, Yuki Ueda, On Boolean selfdecomposable distributions, arXiv:2206.04932(投稿中) Benoît Collins, Felix Leid, Noriyoshi Sakuma, Matrix models for cyclic monotone and monotone independences, (改訂中)	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	204,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
植田 優基	北海道教育大学	講師
鈴木 良一	立命館大学	助教
野場 啓	統計数理研究所	助教

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ / Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2038		
研究課題名 (和名)	体力運動能力・肥満割合・痩身割合のコウホート分析		
研究課題名 (英名)	Age-period-cohort analysis of physical strength and obesity and slimming rates in Japanese		
代表者氏名	山本 達三	フリガナ	ヤマモト タツゾウ
		ローマ字	TATSUZO YAMAMOTO
所属機関	びわこ成蹊スポーツ大学		
所属部局	スポーツ学部スポーツ学科 / スポーツ学研究科		
職名	教授		
所内受入教員	前田 忠彦		

研究目的と成果（経緯）の概要
食生活の欧米化・生活環境・ライフスタイルの変化，運動不足などを誘因とした生活習慣病への罹患は，中高齢者だけの問題ではなく，就学期の子どもにとっても無視できない問題として認識されるに至って久しい．これら従来から指摘されてきた傾向に加えて，コロナ禍によってさらに子どもたちの体力低下に拍車がかかったことが指摘されている．特に，シャトルランや持久走に顕著に低下傾向がみられ，体力・運動能力テストの調査始まって以降，男女ともに過去最低だったことが報告されている（スポーツ庁，2021 年度全国体力・運動能力，運動習慣等調査）．1985 年以降，運動離れからくる体力低下が続いてきたが，コロナ禍で体育の授業や部活動，大会などが制限されたことだけでなく，都市部の自治体では外出自粛も呼びかけられたことなどが複合的影響していることが考えられる．通常，体力低下は筋量の低下もしくは体重増加に比例し，体脂肪率と体力運動能力には負の相関が認められる．特に日本人男性の肥満比率は上昇傾向にあり，1980 年以降の 40 年間に肥満者の割合（BMI25.0 以上の 20 歳以上の成人）は，約 17% から約 33% へ上昇している．肥満比率が高くなると内臓脂肪が増え，動脈硬化が進行して脳卒中や心臓病などの循環器疾患が発症するリスクが高くなることが報告されている．本研究では，1964 年からはじまった「体力・運動能力調査（1964～1997）」・「新体力テスト（1998～2021）」の変化の構造を解明するとともに，体力運動能力に影響を与えている可能性のある肥満割合・痩身割合の変化の構造を，「学校保健統計調査（1948～2020）」，「国民健康・栄養調査（1980～2021）」などの各測定データについて，中村のベイズ型コウホートモデルによって縦断的变化の構造（加齢・時勢・世代差要因の影響）を分離することを目的とした．具体的には，（1）スポーツ庁（文部科学省）の「体力運動能力調査報告書（1964 年～1997 年）」「新体力テストデータ（1998～2021 年）」の各種測定項目ごとに体力・運動能力の変化の構造，（2）「学校保健統計調査（1948～2020）」のカウプ指数，および「国民健康・栄養調査（1980 年～2021 年）」で報告された 20

歳以上の BMI の肥満割合(BMI 25 以上), 痩身割合(BMI18.5 以下)の変化の構造, の不足分データを追加した最新データまでの分析である。現在, 論文化に向け, 執筆活動を行なっている。

当該研究に関する情報源 (論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他)

- 山本 達三, 中村 隆. (2015). スポーツライフに関する調査平成 4 年～26 年(笹川スポーツ財団):成人の 運動・スポーツ実施レベルへの年齢・時代・世代の影響. 体育の科学, Vol.65, No.8, pp.577-585.
- 山本 達三, 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 中村 隆 (2010). 日本人の肥満・やせ割合のコウホート分析---BMI25 以上と 18.5 未満割合にみる加齢・時勢・世代差要因の影響---. 日本体育学会第 61 回大会予稿集, pp.183. (中京 大学 2010/9/8-10)
- 山本 達三, 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 中村 隆 (2010). 日本人の体力低下のコウホート分析. 日本疫学会, pp257. (埼玉県立大学 2010/ 1/9・10)
- 山本 達三, 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 中村 隆 (2009).日本人の体力低下-「体力・運動能力調査」にみる年齢・時代・世代の影響-, 東海体育学会課題研究発表. (愛工大本山キャンパス 2009/8/1)
- 山本 達三, 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 中村 隆 (2008). 日本人の体力・運動能力の変化に対するコウホート分析, 日本体育学会第 59 回大会 体育社会学専門分科会発表論文集, pp.36-41.(早稲田大学 2008/9/9-12)
- 山本 達三, 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 中村 隆 (2008). 体力・運動能力の変化に対する年齢・時代・コウホート 効果の分離~反復横とびに着目して~. 子どもと発育発達, Vol.5. No.4, pp.232-233.
- 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 中村 隆, 山本 達三 (2008). 日本人の体格の推移に対するコウホート分析~BMI に着 目して~, 子どもと発育発達, Vol.5. No.4, pp.234-235.
- 山本達三, 菊池 秀夫, 坂口俊哉, 中村 隆 (2007). 日本人の体力・運動能力のコウホート分析—持久走・急歩・50m 走を中心に—, 第 5 回日本発育発達学会東 海地方月例会.(愛知工業大学本山キャンパス, 2007/12/8)
- 坂口俊哉, 山本達三, 菊池 秀夫, 中村 隆 (2007). 日本人の体格の推移に対するコウホート分析—BMI・身長・体重に着目して—, 第 5 回日本発育発達学会東 海地方月例会.(愛知工業大学本山キャンパス, 2007/12/8)
- 山本 達三, 坂口俊哉, 菊池 秀夫, 垂井彩未, 中村 隆 (2007). 日本人の体力・運動能力の変化に対する年齢・時代・コウホート効果の分離, 「日本体育学会第 58 回大会号」, pp.250. (日本体育学会, 神戸市:神戸大学六 甲台キャンパス, 2007/9/7)

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	169,000

基礎研究費	40,000
-------	--------

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
中村 隆	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授
菊池 秀夫	中京大学	教授
坂口 俊哉	鹿屋体育大学	講師
山本 彩未	中部大学	講師

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2039		
研究課題名（和名）	確率台風モデルを用いた気候モデル評価手法の検討		
研究課題名（英名）	Examination of climate model evaluation method using stochastic typhoon model		
代表者氏名	鈴木 香寿恵	フリガナ	スズキ カズエ
		ローマ字	Suzuki Kazue
所属機関	法政大学		
所属部局	理工学部		
職名	教務助手		
所内受入教員	中野 慎也		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究概要と目的：本研究は、全球気象モデルや領域気象モデルによって予測された将来気候における台風情報から、モデル出力結果の評価を行うことを最終的な目標としている。これまで、将来気候変動下における台風の挙動について、確率情報を創出するために確率台風モデルを独自に開発してきた。開発した確率台風モデルを用いた擬似温暖化実験を実施し、他の確率台風モデルと比較してもモデル出力による台風経路の特徴をもった疑似経路の生成に成功している。台風経路を生成するモデルにおいて、観測データを用いたパラメータフィッティングを行っているが、最適化されたパラメータを気候モデル自体の評価に用いることで、モデルの解像度や対象期間によらず、比較や分類がしやすい客観的指標としての活用方法について検討をする。将来気候下における台風の挙動を捉えることで、気候モデルの出力結果に対する評価指標となりうることを検証した上で、これまで開発を行ってきた確率台風モデルをエンドユーザーが評価指標として活用することを目的とする。 研究成果・経過：プロトタイプの確率台風モデルを用いた疑似台風経路の生成および、確率情報を計算する際に十分なサンプル数についての議論も一通り済んでいる。地球規模気候変動として知られるエルニーニョ/ラニーニャ現象と台風経路の関係性について実験を行った。エルニーニョ/ラニーニャ現象が発生している期間について、台風種の初期位置は観測データからサンプリングしているため生データとなっているが、予測される台風経路もそれぞれの現象が発生している期間の経路の特徴を持つことが確認された。経路だけではなく、自己回帰モデルとしてのパラメータ自体も大きく異なることが確認され、気候モデルの出力結果からトラッキングされる台風経路を用いて出力結果自体の特性を数値化することのできるツールとしての利用ができると判断できた。2022 年度においては先に述べた研究発表内容の論文化に取り組み、投稿準備中である。使用している将来気候下における台風トラッキングデータに利用制限があるため投稿先雑誌の選定に時間が掛かっており、投稿が遅れている。 当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	5,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
高橋 洋	東京都立大学	助教
中野 慎也	統計数理研究所	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	4 物理科学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2040		
研究課題名（和名）	レーダー観測データによる GNSS 電離圏トモグラフィーの高精度化		
研究課題名（英名）	Improvement of GNSS ionospheric tomography based on radar observations		
代表者氏名	上野 玄太	フリガナ	ウエノ ゲンタ
		ローマ字	Genta Ueno
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	教授		
所内受入教員	上野 玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要
レーダーによる電離圏観測データを Global Navigation Satellite System(GNSS)による電離圏観測データに加えて用いることで電離圏プラズマ密度の 3 次元分布を求める電離圏トモグラフィーの精度向上を進めることを目的目的として研究を実施した。 高度 100km から 1,000km にかけて広がる電離圏は、主に太陽からの紫外線と X 線により大気電離され、プラズマが存在している領域である。大気とプラズマという異なる運動方程式に支配される流体が相互に作用しながら混在している領域であるため、その運動は複雑であり多くの未解明の現象が生じている。また電離圏プラズマは電波の反射、屈折、伝播遅延を起こすため、地上一衛星間及び地上一地上間の通信・放送・測位などの電波に影響を与えており、電離圏の理解と状況の把握は電波を用いた社会システムの運用においても重要となっている。その電離圏の観測手段としては、地上から電波を送信し電離圏による反射波から電離圏情報を得るレーダーがあるが、装置の規模が大きいため、観測点は限られており、その観測時間も限定されている。そこで、近年大きく発展を遂げたのが GNSS 受信機による電離圏の観測である。GPS などの GNSS 衛星は高度 20,000km 程度を飛翔し、その電波は電離圏プラズマによる遅延を受けて地上受信機で受信されるため、電波経路上のプラズマ密度の積分量の情報が測定可能である。この積分量の情報をもとに電離圏プラズマ密度の 3 次元分布を求める電離圏トモグラフィーが開発されており、研究代表者らによる電離圏トモグラフィーでは日本上空におけるプラズマ密度の分布の推定を準リアルタイムにされるようになっている。しかしながら、GNSS 受信機分布の制限から、空間分解能が低いことや、領域の境界付近での精度の低下が課題となっているため、本研究では、観測点や観測時間が限定的ではあるが精度の高い観測データである電離圏レーダー観測データを GNSS 電離圏トモグラフィに導入することによって、3 次元プラズマ密度分布の推定精度と信頼性を高めることを目指して、研究を実施した。 これまで研究代表者及び研究分担者が開発してきた日本国内の国土地理院 GPS 受信機網 GEONET

のデータを用いた電子密度トモグラフィーは、拘束条件付き最小自乗法によって電波経路上の電子密度を推定する手法であり、悪条件な時でも有意な推定が行えるアルゴリズムを採用しているためほぼ全ての時間帯において日本上空の電子密度 3 次元分布の推定が可能である。本研究によって、トモグラフィーに北海道（稚内）、東京、鹿児島、沖縄の 4 地点でのアイオノゾンデによる電離圏観測データを追加する手法を確立し、その追加によって、高度方向の最高電子密度とその高度の推定精度が 60%程度改善することを示すことができた（Ssessanga et al., 2021）。2022 年度には、より広範囲のデータとして北米の GNSS 受信機網データを用いた電子密度トモグラフィを実施した。北米の GNSS 受信機網は、日本国内の GNSS 受信機網に比べて、観測範囲が広範囲であることに加えて、受信機網の密度が高い海岸部と密度の低い内陸部という大きな受信機密度差があることが特徴である。この北米域の GNSS 受信機網を用いて、2017 年 8 月 21 日の皆既日食時の観測データに、開発している電子密度トモグラフィー手法を適用し、北米上空電離圏における 3 次元電子密度構造の時間変化を得た。日食は通常の電離圏変動に比べて、日照領域から日陰領域に入り、再び日照領域へと出る時間変化が早いため、高い時間分解能が求められる。また、北米上空においても地点による食分の違いは大きく、日食による影響を正確に捉えるには高い水平空間分解能も求められる。このトモグラフィーの結果、日食による電離圏電子密度の減少が局所的には 40%に及ぶこと、日食終了後には 30 分程度でほぼ回復すること、これらの大規模な電子密度変動に加えて、大気重力波モードで上下方向に伝搬する電子密度構造が発生すること、などの日食が引き起こす電離圏変動の 3 次元構造とその時間発展を示すことができた（Chen et al., 2022）。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

Chen, C.H., C.C.H. Lin, C.J. Lee, J.Y. Liu and A. Saito (2022). Ionospheric responses on the 21 August 2017 solar eclipse by using three-dimensional GNSS tomography. *Earth, Planets and Space*, 74, 173, doi: 10.1186/s40623-022-01734-y.

Ssessanga, N., M. Yamamoto, S. Saito, A. Saito, and M. Nishioka (2021), Complementing regional ground GNSS-STECH computerized ionospheric tomography (CIT) with ionosonde data assimilation, *GPS Solutions*, 25 : 93, doi: 10.1007/s10291-021-01133-y.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	89,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
齊藤 昭則	京都大学	准教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2041		
研究課題名（和名）	富士山山頂で観測された火山噴火による高濃度水銀イベントの長距離輸送の評価		
研究課題名（英名）	Evaluation high-concentration mercury events long-range transport from volcanic eruptions observed at the summit of Mt. Fuji		
代表者氏名	篠塚 賢一	フリガナ	シノヅカ ケンイチ
		ローマ字	Ken'ichi Shinozuka
所属機関	岐阜大学		
所属部局	流域圏科学研究センター		
職名	助教		
所内受入教員	金藤 浩司		

研究目的と成果（経緯）の概要
環境中に排出される水銀は年間 5,500~8,900t であり、人為的排出は約 30%, 自然発生は約 10%, 再排出・再移動は約 60%を占めており多くが大気へ放出される。大気中へ放出される水銀は、53%がガス状元素態水銀(GEM), 37%が反応性ガス状水銀(RGM), 残りが粒子状水銀(pHg)と報告されている。GEM は、水に溶解しにくい性質を持つため、寿命が 0.5-2 年と長く大気中に存在し続ける。大気へ放出された長寿命の汚染物質は、大気循環により高度 1,000-2,000m 以下の大気境界層や、それ以上の高度である自由対流圏を移動し地球上を循環する。特に自由対流圏では、地表との摩擦がほとんどなく地球規模での長距離輸送がされやすい。そのため、自由対流圏に存在する GEM は、長距離の輸送がされやすく、大気と共に地球全体を循環している (Schroeder and Munthie, 1998; Lin and Pehkonen, 1999)。排出量が多い人為的な排出源に焦点を当てた大気中水銀濃度の観測は行われているが、短時間に排出される火山等の自然発生を起源に持つ水銀の解析はほとんど行われていない。 2013 年の夏に富士山頂で観測された大気中の高濃度 SO₂ は、桜島の噴火により長距離輸送された報告がある (Kato et al., 2016)。SO₂ のみならず、2013 年、2015 年に富士山頂で GEM の高濃度イベントが観測された。同年には、桜島 (2013/8/13) と阿蘇 (2015/8/8) で噴火がみられているため、富士山頂の GEM 高濃度イベント観測結果を桜島と阿蘇の噴火の影響として評価を試みた。桜島と阿蘇の噴火時上空にあった大気塊が、どのような経路で富士山頂に到達したのかを詳細に解析を行った。噴火による大気への水銀の放出は、時空間的な不確かさが生じやすいため、流跡線解析から得られた結果を排除した経時的、面的な空間解析手法を行うことで現場観測された結果を評価することが可能となる。加えて、他の火山性以外の人為的な水銀寄与評価も併せて行った。人為的な水銀の排出による影響は、既に公開されている水銀の排出 GIS データ (AMAP) から、後方流跡線解析を行う

ことで、水銀の長距離輸送と起源推定を行った。現場観測された高濃度水銀イベントを人為的起源と火山性起源の両視点から明らかにすることを目的とした。

後方、前方流跡線解析は NOAA から公開されている気象データと HYSPLIT モデルを用い、R のオープンソースパッケージである openair を用いて解析を行った。流跡線解析の結果から、観測地点に到達する大気と火山上空を通過した大気の 1 時間ごとの緯度、経度、高度の情報を得た。さらに、現場観測を行った結果と得られたモデル結果の平面的な空間の不確実性を減少させるため、観測地点を中心とした緯度経度 0.5 度の正方形を作成し、正方形内にある 0.125 度ごとの地点の計 25 地点で後方流跡線解析を行った。さらに、標高 100m ごとも後方流跡線解析を行い、立体的に後方流跡線の解析を行うことで空間の不確実性を減少させた。特に、火山の噴煙は、ある 1 地点をもとに上がるものではなく面的な評価が必要になるため、空間的誤差が生じやすいと考えられる。火山性の SO₂ といったガスよりも水銀の沸点温度は低いため、噴煙が巻き上がる前から火山周囲から排出されている可能性が高いため、噴火時のみではなく時系列、空間的に広く解析することが可能な本手法が適した解析である。後方流跡線解析では、他の水銀発生源（人為的発生源、再排出・再移動）の寄与影響を評価した。地理情報は AMAP で公開されている 0.5 度ごとのグリッドで計算された全世界水銀排出量データの情報から解析を行った。これらの排出量のテキストデータから GIS を用いてラスターデータに加工し、観測地点に到達した大気の水銀フラックス量の推定を行った。以上の解析手法から、人為的な汚染(越境大気汚染の影響)と自然由来の影響(火山の噴火の影響)を考慮した結果を示す。

現場測定の結果では、2013 年と 2015 年には、それぞれ 2.0ng/m³(2013/7/24~26, 8/18~20)と 5.0ng/m³(2015/8/8~15)となり、北半球の GEM のバックグラウンド値 (1.5~1.7ng/m³) を超える GEM 高濃度イベントがみられた。調査期間全体では、富士山頂での平均値と標準偏差はそれぞれの期間で、 1.3 ± 0.38 , 2.0 ± 0.57 ng/m³ となった。GEM 高濃度イベント時における後方、前方流跡線解析から、富士山頂へ到達した大気塊が、人為的な排出源上空を通過したものと火山噴火時の上空を通過したものを区別した。

2013 年に現場観測された GEM 高濃度イベントは、大きく 2013/7/24~26, 8/18~20 の 2 つの期間に分かれた。後方流跡線解析の結果より、7/24~26 の高濃度イベントでは、人為的な排出源上空を通過してきた大気塊が富士山頂へ到達したと考えられる。さらに、GIS を用いて水銀フラックスの寄与率を国別で算出したところ、中国 92%, フィリピン 2.3%, 日本 1.9% の寄与が推測された。さらに、フラックス濃度が最も高い値を示した標高は、富士山の高度 4,500m の高さの空気塊であることが明らかになった。そのため、中国上空を通過した大気塊が富士山頂へ到達し、高濃度 GEM イベントが観測されたと推測される。さらに、山岳では山風や谷風といった、流跡線による大気塊で解析できない微気象が及ぼすことが考えられる。この解析手法では、観測地点を立体的にとらえることにより、空間的な不確実性を考慮した解析を行うことが可能となった。しかし、8/18~20 の高濃度イベントでは、排出源上空を通過した大気塊が富士山頂へ到達していないことが明らかとなった。

桜島の噴火は 2013/8/13 に起き、5,000m 上空までの噴煙が上がり稀に見る大噴火であった。同時に、1km 程度の火砕流も流れている。そのため、このイベント時には富士山頂に到達した大気塊は、桜島の噴火時に上空を通過していた可能性が高い。桜島上空の自由対流圏まで到達した火山を起源に持つ化学物質は、長距離輸送され、およそ 800km 離れた富士山頂にも到達する。Kato et al 2016 によると、富士山頂で観測された桜島の噴火による SO₂ は 8/20 に到達していると報告されている。しかし、GEM の高濃度イベントは、この報告と比較して早い 18 日から観測された。GEM は SO₂ とは異

なり沸点温度が著しく低いため、噴煙が上がるよりも以前から噴火口以外から噴出している可能性が考えられる。前方流跡線解析による結果から、噴火前に桜島上空を通過した大気は、噴火よりも前から富士山頂 10,000m の標高に到達していることが明らかになった。

阿蘇山の噴火は、2015/8/8 にみられたが、2014 年 11 月から小規模な噴火が続いている。桜島で行った同様の解析手法から、阿蘇山上空を通過した大気塊が富士山頂へ到達しており、噴火後による水銀が観測されたと考えられる。また、富士山頂で最も濃度が高かった 5.2ng/m³ を観測した 8/12 では、阿蘇の噴火時上空を通過した大気塊が富士山頂へ到達したことが明らかとなった。また、後方流跡線解析による、人為的負荷源からの水銀フラックスの推定は、現在解析中である。以上の様な後方、前方流跡線解析を行うことにより、山岳域の大気観測の課題であった空間的な不確かさを考慮した解析が可能となった。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

- 1) 永淵修, 横田久里子, 中澤暦, 森本光彦, 手塚賢至 2009 年 5 月 8 日から 10 日に屋久島で観測された高濃度オキシダントと粒子状物質の起源解析、地球環境研究論文集、地球環境シンポジウム 23, 217-225, 2015.
- 2) 中澤暦, 堀江清悟, 永淵修, 尾坂兼一, 西村拓朗 滋賀県北部における大気降下物中硫酸イオンの起源、陸水学雑誌, 76, 11-23, 2015.
- 3) 木下弾, 永淵修, 中澤暦, 横田久里子, 自由対流圏における大気中水銀の起源と輸送経路の関係-富士山体における観測-, 環境科学会誌, 29 (6) 285-292, 2016. (査読有)
- 4) 篠塚賢一, 永淵修, 中澤暦, 木下弾, 金藤浩司「伊吹山における大気中水銀の季節変動とその起源」統計数理研究所共同研究集会「環境・生態データと統計解析」
- 5) 中澤暦, 永淵修, 篠塚賢一、木下弾, 西田友規, 菱田尚子, 三宅隆之 2012 年と 2017 年秋季の自由対流圏に属する乗鞍観測所で観測した大気中水銀の動態, 環境科学会誌, 32 182-192 (2019).
- 6) 篠塚賢一, 永淵修, 中澤暦, 木下弾, 菱田尚子, 西田友規, 加藤峻吾: 夏季富士山頂で観測された大気中高濃度水銀の起源解析(ポスター), 富士山測候所を活用する会第 12 回成果報告会, 東京, 2019 年 3 月.
- 7) Nagafuchi Osam, Shinozuka Ken'ichi, Nakazawa Koyomi, Kinoshita Hazumu, Hishida Naoko, Nishida Yuki, Kato Shungo: Observation of TGM in the free troposphere at the summit of mount Fuji during summer from 2013 (Poster), 14th International conference on Mercury as a Global pollutant, Krakow Poland, September 2019.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	331,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
金藤 浩司	情報・システム研究機構統計数理研究所	教授
永淵 修	福岡工業大学	研究員
中澤 暦	富山県立大学	講師
岩永 史子	鳥取大学	講師

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2042		
研究課題名（和名）	蘚苔類・地衣類等、環境媒体中の水銀濃度と Pb 同位体比から極地への汚染物質の輸送を検討する		
研究課題名（英名）	Evaluation of long-range transport of atmospheric mercury to remote areas using Pb isotope ratio of moss,lichen and other environmental mediums		
代表者氏名	永淵 修	フリガナ	ナガフチ オサム
		ローマ字	Osamu Nagafuchi
所属機関	福岡工業大学		
所属部局	総合研究機構 環境科学研究所		
職名	研究員		
所内受入教員	金藤 浩司		

研究目的と成果（経緯）の概要	
南極、北極および高所山岳部のバイオモニタリングとして蘚苔類、地衣類および樹木の年輪を使用し、水銀や重金属等による汚染状況を把握する。また、大気輸送により南極、北極や高所山岳部に沈着する水銀量に加えて、その起源についても検討する。さらに、南極については氷床からの水銀の re-emission、北極では永久凍土からの re-emission について検討する。現在、北極の年輪、地衣類、蘚苔類の水銀分析の途中であり、まだ解析には至ってないが、年輪の標高別水銀濃度をみると標高の低い方が濃度が高い傾向であった。アラスカのパルサ地形の凍土地帯で水銀の re-emission についてチャンバー試験を行ったところ、明らかに周辺環境より濃度の高い水銀が検出された。気温の上昇とよい相関を示しており、今年度さらに長時間のチャンバー試験を行う予定である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	420,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
伊村 智	国立極地研究所	教授
辻本 恵	慶応義塾大学	専任講師
金藤 浩司	統計数理研究所	教授
中澤 暦	富山県立大学	講師

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2043		
研究課題名（和名）	集約的シンボリックデータの可視化を目的としたグラフィックスの操作と連携に関する研究		
研究課題名（英名）	A Study on Graphics Manipulation and Collaboration for Visualization of Aggregative Symbolic Data		
代表者氏名	山本 由和	フリガナ	ヤマモト ヨシカズ
		ローマ字	YAMAMOTO Yoshikazu
所属機関	徳島文理大学		
所属部局	理工学部		
職名	教授		
所内受入教員	清水 信夫		

研究目的と成果（経緯）の概要	
本研究の目的は、R を利用した集約的シンボリックデータの可視化ソフトウェアの開発である。集約的シンボリックデータは、多変量データのグループを表すためのいくつかの記述統計量の集合をデータと考えたものである。つまり、個々のデータの代わりにグループの記述統計量に注目する。特に、このグループ間の関係を分かりやすく可視化することを考えている。分かりやすく可視化するためには、マウスによって指定したグループをハイライトして表示するなどの対話的な操作が必要である。そこで、本研究では、このためのソフトウェアを R と JavaScript による実装を行った。 R のデータフレームとして保存された集約的シンボリックデータを JSON(JavaScript Object Notation)形式に変換して、JavaScript で実装したプログラムに渡し、可視化を行える。この表示では、マウスによる対話的な操作によって、ハイライトなどを行うことができる。これは、Web ブラウザで動的コンテンツを描画する JavaScript ライブラリである D3.js を利用したプログラムによる実行結果である。そのため、表示結果を Web ブラウザで表示することもできるので、Web を使った可視化の結果の公開も可能である。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
清水 信夫, 中野 純司, 山本 由和, 名義変数を含むカテゴリー変数間の相関, 成蹊大学, 2022 年度統計関連学会連合大会講演報告集, 11 (2022) 2022/9/4-8 実施	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	

日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	244,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
松井 峻希	徳島文理大学	大学院生
飯塚 誠也	岡山大学	教授
藤野 友和	福岡女子大学	准教授
中野 純司	中央大学	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2044		
研究課題名（和名）	新型コロナウイルス感染症流行下における死因別超過死亡の評価		
研究課題名（英名）	Excess Mortality by Leading Causes of Death During the COVID-19 Pandemic Period in Japan		
代表者氏名	安齋 達彦	フリガナ	アンザイ タツヒコ
		ローマ字	Tatsuhiko Anzai
所属機関	東京医科歯科大学		
所属部局	M&D データ科学センター 生物統計学分野		
職名	講師		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
2019 年 12 月に発生した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的流行は我々の健康に深刻な影響を及ぼしている。感染症の健康影響を測るために、感染症が流行していない仮定の下で予測される死亡数に比較して、実際に観測された死亡数の超過を示す「超過死亡」という指標が提案されている。通常、全死亡に基づく超過死亡で間接的な影響として考えられる他の死因に注目すると死因によっては COVID-19 の影響が異なることも考えられる。COVID-19 の健康影響を詳細に理解し、対策などを検討するためには、全死亡の超過死亡だけでなく死因別に特有の影響を評価・解釈することも有用だと考えられた。そこで、本研究は COVID-19 流行期の死因別の超過死亡を算出するために、人口動態統計資料を用いて死因ごとに適切な時系列モデルを構築することを目的とした。また、そのモデルに基づいて死因別の超過死亡を評価することによって COVID-19 の健康影響を適切に評価した。 各死因に特有の要因などを考慮した分析については、先行して“自殺”と“がん死亡”をテーマに研究を行い、さらに、別の死因についてもモデルを構築し、超過死亡の程度を測定し、さらにその超過死亡の増加要因を探索するためのいくつかの検討を行った。 自殺に関しては COVID-19 流行下では自殺数の増加が大きいことがすでに示されており、自殺増加予防策を講じるため、特に自殺者数の増加が顕著な女性における要因別の動向を調査、さらに人流の変化と自殺者数の増減に関する関係性を評価した。これらの成果を査読付き英文原著論文 2 報、学会発表 1 件、シンポジウム講演 1 件を行い、発表した。また次年度の公衆衛生学会総会での発表についても演題登録を行っている。特に統計数理研究所公募型共同利用採択課題 2022-ISMCRP-5006（代表：大正大学 竹島正先生）のシンポジウムにおける発表においては数多くの自殺に関する専門家と議論を交わし、政府統計、データを活用した分析から得られる知見と専門家らによる自殺対策に

向けた要因検討を双方向から行うことができた。 がん死亡に関する超過死亡は COVID-19 流行が本格化してから 2 年間ほどでは変化は出ないことが想定されたため、その準備として超過死亡の議論にも転用可能なマイクロシミュレーションによる方法論を検討し、成果としてまとめている。 上記の通り、2021 年度、2022 年度と継続して本研究課題に取り組み、助成を受ける中で複数の研究成果をまとめることができた。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Tatsuhiko Anzai , Kohtaro Kikuchi , Keisuke Fukui , Yuri Ito , Kunihiro Takahashi. Have restrictions on human mobility impacted suicide rates during the COVID-19 pandemic in Japan? Psychiatry Research. 2022.10; 114898. Kohtaro Kikuchi, Tatsuhiko Anzai, Kunihiro Takahashi. The Unusual Increase in Suicides Among Women in Japan During the COVID-19 Pandemic: A Time-series Analysis Until October 2021. J Epidemiol. 2023.01; 33 (1): 45-51. 菊地晃太郎, 安齋達彦, 高橋邦彦. COVID-19 流行下における女性の自殺増加要因：時系列モデルによる解析. 第 33 回日本疫学会総会（2023 年） 安齋達彦, 高橋邦彦. COVID-19 流行下の社会状況の変化が自殺者数に与える影響：人流変化と地域・要因別の検討. 新型コロナウイルス（COVID-19）感染症の世界的流行後における自殺予防・遺族支援のあり方に関する学際的研究集会(2022 年) Anzai T, Fukui K, Ito T, Ito Y, Takahashi K. Excess mortality from suicide during the early COVID-19 pandemic period in Japan: a time-series modeling before the pandemic. J Epidemiol. 2021. 31(2) 152-156. 安齋達彦, 菊地晃太郎, 福井敬祐, 伊藤ゆり, 高橋邦彦. COVID-19 流行下における人流の変化と自殺発生動向の関連. 第 32 回 日本疫学会学術総会 講演集.日本（2022 年） 加茂憲一, 福井敬祐, 坂本亘, 伊藤ゆり. がん対策立案・評価における意思決定に寄与するマイクロシミュレーションの構築：大腸がんを事例に, 計量生物学, 41 巻, 2 号, pp. 93-115, 2021	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	2022 年度『新型コロナウイルス感染症流行下における死因別超過死亡の評価』研究集会
日時	2023 年 1 月 18 日（火） 15:00 ～ 18:30
場所	統計数理研究所 2 階 打合せ室 （D220・D221）
参加者数	6 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	300,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
高橋 邦彦	東京医科歯科大学	教授
伊藤 ゆり	大阪医科薬科大学	准教授
福井 敬祐	広島大学	准教授
伊藤 翼	北海道大学	准教授
椿 広計	情報・システム研究機構	名誉教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2045		
研究課題名（和名）	逆解析の手法を用いたファイナンス市場における諸問題の研究		
研究課題名（英名）	Study of problems in the financial market using methods of the inverse problem		
代表者氏名	大田 靖	フリガナ	オオタ ヤスシ
		ローマ字	OTA YASUSHI
所属機関	桃山学院大学		
所属部局	経営学部		
職名	教授		
所内受入教員	山下智志		

研究目的と成果（経緯）の概要
2022 年度は、トレンド係数の逆推定の問題、及びボラティリティ係数の逆推定の問題に取り組んだ。 トレンド係数の逆推定の問題に関しては、バイナリーオプションとよばれる、初期値がいわゆるヘビサイド関数となる場合において、トレンド係数の再構成を行い、さらに得られた結果を実データを用いて検証した。研究を通して得られた結果は、応用数学系の国際ジャーナルに投稿し、採択されている。また、ボラティリティ係数の逆推定の問題に関しては、トレンド係数と同様にバイナリーオプションの場合を取り上げ、ボラティリティ係数の逆推定に関する理論的な枠組みを構築し、さらにベイズ推定の手法を用いて数値計算による再構成を行った。得られた結果は、応用数学系の国際ジャーナルに投稿し、採択されている。 2022 年度の後半では、金利モデルの逆問題の定式化に取り組んだが、顕著な結果を得ることはできなかった。金利モデルの逆問題の定式化においては、本研究課題である、トレンド係数の逆推定の問題で得られたさまざまな手法を応用することが期待され、現時点では、その理論的な枠組みの検討を行っている。2023 年度は、引き続きこの問題を研究対象とし、前半で理論的な逆解析の構築を目指し、さらに後半では実データを用いて、市場リスク等の再構成を行う予定である。 一方で、2022 年度も 2021 年度同様に、新型コロナウイルス感染症が影響し分担者との共同研究や応用家・実務家との相互交流を深めることが難しく、本研究課題である実務への還元を進めることが難しかった。2023 年度は年度は、本研究課題の最終目的である理論構築された逆解析の手法を実務に還元するために、応用家・実務家との相互交流を深め、実務の現場での実証分析を通して技術の限界を見極め、それに応じた理論モデルの修正を繰り返すことを計画している。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
1. Ota Yasushi, Jiang Yu and Maki Daiki, "Parameters identification for an inverse problem arising from a binary option using a Bayesian inference approach", Results in Applied Mathematics, Vol. 17,

2023.

2. Kaji Shunsuke and Ota Yasushi, "Inverse parabolic problem with the Heaviside function arising in finance", Applicable Analysis, pp.1-21, 2022.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	527,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
鍛冶俊輔	名城大学	准教授
岡部勝成	九州共立大学	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	a 予測制御グループ / Prediction and Control Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野 / Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2046		
研究課題名（和名）	連続型疑似乱数の効率的生成法の研究		
研究課題名（英名）	Research of an efficient generation method of pseudo random number of continuous distribution		
代表者氏名	中村 永友	フリガナ	ナカムラナガトモ
		ローマ字	NAKAMURA, Nagatomo
所属機関	札幌学院大学		
所属部局	経済経営学部		
職名	教授		
所内受入教員	上野 玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要	
本研究は離散型と連続型の確率分布の接点を考慮し、連続型の疑似乱数の効率的な生成方法を探ることが目的である。特に「マクロ的には正規分布であり、ミクロ的には一様分布している」という命題を、工学的に統計的に証明・実証することが目的である。今年度は、「ミクロでは一様分布」に注目して、一様乱数の順序統計量のもつ性質をもとに、ベータ分布を通した一様乱数生成に関する研究を行った。その結果を研究ノートとして、大学研究紀要としてまとめ報告した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
[1] 中村永友・土屋高宏（2023）. 一様乱数列生成のためのベータ分布を基礎とする点列, 札幌学院大学 総合研究所紀要（情報科学）, Vol.10, 1-8, 2023.3.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	72,000

基礎研究費	40,000
-------	--------

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
土屋 高宏	城西大学	教授
上野 玄太	統計数理研究所	教授

2022 年度 一般研究 2 実施報告書

研究種別	一般研究 2		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-2049		
研究課題名（和名）	データ解析コンペを活用したデータ科学教育およびデータ解析環境についての研究		
研究課題名（英名）	Research on data science education and data analysis environment using data analysis competitions		
代表者氏名	久保田 貴文	フリガナ	クボタ タカフミ
		ローマ字	KUBOTA, Takafumi
所属機関	多摩大学		
所属部局	経営情報学部		
職名	准教授		
所内受入教員	清水信夫		

研究目的と成果（経緯）の概要	
ビッグデータを解析できるデータサイエンティストの養成について必要最低限の講義・トレーニングを検討するため の研究会を 2 回実施した。ただし、統計数理研究所では、感染症対策に十分に配慮した上で、オンラインと対面のハイブリッドで 1 回開催した。また、もう 1 回は感染症対策に万全を期すために別会場を準備し、共同研究者については、対面もしくはオンラインで参加可能とした上で開催した。 以下の大会・シンポジウムに関連するセッションを開催した。 日本計算機統計学会 第 36 回大会 （会場：愛媛県民文化会館（ハイブリッド開催）） 2 日目: 2022 年 5 月 22 日（日） スタディグループセッション「データカフェ」 日本計算機統計学会 第 36 回シンポジウム （会場：富山国際会議場（ハイブリッド開催）） 2 日目: 2022 年 11 月 27 日（日） スタディグループセッション「データカフェ」	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
http://jscs.jp/dac/index.php/meeting/R04meeting	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	令和 4 年度 日本計算機統計学会スタディグループ 中間報告会
日時	2022 年 12 月 18 日(土) 10 時 00 分～16 時 40 分
場所	講堂
参加者数	30

その他	
-----	--

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	517,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
今泉 忠	多摩大学	教授
柳 貴久男	岡山理科大学	准教授
南 弘征	北海道大学	教授
竹内 光悦	実践女子大学	教授
藤野 友和	福岡女子大学	准教授
山本 由和	徳島文理大学	教授
大草 孝介	中央大学	准教授
飯塚 誠也	岡山大学	教授
山本 義郎	東海大学	教授
森 裕一	岡山理科大学	教授
清水 信夫	統計数理研究所	助教

重点型研究

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4101		
研究課題名 (和名)	多様な価値観の測定と多次元的評価		
研究課題名 (英名)	Measuring Diverse Values and Multi-Dimensional Evaluation		
代表者氏名	竹村 和久	フリガナ	タケムラ カズヒサ
		ローマ字	Kazuhisa Takemura
所属機関	早稲田大学		
所属部局	文学学術院		
職名	教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
コロナ・パンデミックで顕在化した、多様な利害関係者が有する多様な価値観に係る構成概念測定して、多次元的観点から価値観を探究する。新規感染者最小化、感染症並びに一般患者治療の最適化、社会経済損失の最適化、個の移動・表現の最大化などの価値観は conflicts を起こし、一定の意思決定や政策・事業設計が特定の利害関係者に不可逆的な損失や権利侵害を生じさせている。この種の状況の中で、個人・企業体・共同体・政府の行動は、どのような社会倫理を基に設計されなければならないのか、意思決定に当たってはどのようなコミュニケーションが必要なのかを明らかにするための、準備資料としての価値観の指標の構築と、測定を行う。今回の申請は、多様な学術コミュニティにおいて現在までに行われてきた実践的研究活動を連携させることを意図しており、提案企画調査に関連する研究者を多様な学術コミュニティから束ねた形で構成している。 1) 研究代表者の竹村は、コロナ・パンデミック以降の社会心理的な要因を分析するために国内での調査を実施している。 2) 研究代表者の竹村は、今回の共同研究者とともに、遠藤薫学習院大学教授、椿広計統計数理研究所教授、本多敏慶應義塾大学教授の指導のもとに、研究打ち合わせや意見交換をメールやオンライン会議で行っている。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
・ 論文 Takemura, K., Tamari, Y., and Ideno, T. (2023). Avoiding the Worst Decisions: A Simulation and Experiment. Mathematics 2023, 11(5), 1165. https://doi.org/10.3390/math11051165. 査読有 村上 始・須永 直人・星野 貴仁・舘岡 大貴・平塚 将・原口 僚平・山下部 駿・竹村 和久 (2022) .コロナ禍における規範的意思決定についての研究－状況依存的焦点モデルとその推定法に関する検討及びその適用－, 日本感性工学会論文誌, 22 (1), pp. 39-49.査読有

竹村和久・劉放（2022）. 商品の感性的価格判断 — 心的モノサシ理論による説明 — 感性工学, 20 (3), 136-142.査読無

劉放・竹村和久（印刷中）.新型コロナウイルス感染症における報道フレーミング, 実践政策学, 9 (1).査読有

・口頭発表

Fujii, Y., Murakami, H., Nakamura, Y., & Takemura, K. (2022). Multiattribute Regret: Theory and Experimental Study. Foundations of Utility and Risk conference 2022, Ghent University, 2022 年 7 月 11 日（月）

村上 始・須永 直人・星野 貴仁・館岡 大貴・平塚 将・原口 僚平・山下部 駿・竹村 和久（2022）. コロナ禍における規範的意思決定に関する研究—規範的意思決定に関するモデルのパラメータ推定法の検討とその応用例—, 日本行動計量学会 第 50 回大会, 沖縄県市町村自治会館, 2022 年 8 月 31 日（水）

村上 始・須永 直人・星野 貴仁・館岡 大貴・平塚 将・原口 僚平・山下部 駿・竹村 和久（2022）. コロナ禍における規範的意思決定についての研究—状況依存的焦点モデルとその推定法に関する検討及びその適用—, 第 50 回日本感性工学学会大会, 共立女子大学（オンライン開催）, 2022 年 9 月 1 日（木）

劉放・竹村和久. 新型コロナウイルス感染症における報道フレーミング 第 63 回日本社会心理学大会, 京都橘大学（京都）, 2022 年 9 月 15 日

村上始・高正月・川杉桂太・竹村和久（2022）. カルバック・ライブラー情報量を用いた流行過程の説明, 日本消費者行動研究学会 第 65 回消費者行動研究コンファレンス, 第 65 回消費者行動研究コンファレンス報告要旨集, pp. 22-25, 西南学院大学（ハイブリッド開催）2022 年 10 月 30 日（日）

玉利祐樹・井出野尚・森井真広・村上始・川杉桂太・竹村和久・岡田光弘（2022）. 深層学習を用いた決定方略の同定, 日本消費者行動研究学会 第 65 回消費者行動研究コンファレンス, 第 65 回消費者行動研究コンファレンス報告要旨集, pp. 10-13, 西南学院大学（ハイブリッド開催）2022 年 10 月 30 日（日）

新保 慧太・高 正月・村上 始・川杉 桂太・李 之林・竹村 和久（2023）. サプライズを用いた参照価格の推定, 第 18 回日本感性工学会春季大会, JSKE 第 18 回日本感性工学会春季大会予稿集, 1D01-03, オンライン開催（信州大学）, 2023 年 3 月 6 日

高 正月・新保 慧太・村上 始・川杉 桂太・竹村 和久（2023）. サプライズを用いた流行過程の説明, 第 18 回日本感性工学会春季大会, JSKE 第 18 回日本感性工学会春季大会予稿集, 1D01-04, オンライン開催（信州大学）, 2023 年 3 月 6 日

・ポスター発表

川杉桂太・岩満優美・小山聡大・村松円香・轟慶子・小平明子・延藤麻子・塚本康之・西澤さくら・轟純一・竹村和久（2022）. 図形分割課題における統合失調症患者の眼球運動の分析——性別と年齢をマッチングさせた健常対照群との比較—— 日本心理学会第 86 回大会, 日本大学（東京）, 2022 年 9 月 8-11 日

川杉桂太・村上始・李之林・倉島健・戸田浩之・竹村和久(2022). 特異値分解を用いた人口データの

分析ー新型コロナウイルス感染症陽性者数との関連の検討ー，日本社会心理学会，京都橘大学，2022 年 9 月 14 日（水）

劉放・竹村和久，心的モノサシ理論による端数価格づけ現象の分析（2022） 日本行動計量学会第 50 回大会，沖縄県市町村自治会館，2022 年 8 月 30 日

・著書（分担執筆）

竹村 和久・劉 放（印刷中）．商品の感性的価格判断ー心的モノサシ理論による説明ー 長沢伸也（編）『感性商品が日本を救う！ー感性価値を高めるこれからの商品開発と戦略ー』晃洋書房， 37-53.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	統計数理研究所公募型共同利用 2022 年重点型研究（重点テーマ 1）研究集会
日時	2023 年 3 月 24 日 13 時より 18 時
場所	統計数理研究所 および ZOOM
参加者数	20 名
その他	ZOOM 集会

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	8,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
椿 広計	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授
椿 美智子	東京理科大学	教授
松井 知子	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
木野 泰伸	筑波大学	准教授
村上 大輔	情報・システム研究機構 統計数理研究所	助教

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4102		
研究課題名 (和名)	理工系女性人材の育成に関する研究		
研究課題名 (英名)	Study on upbringing of woman human resources of science and technology		
代表者氏名	椿 美智子	フリガナ	ツバキ ミチコ
		ローマ字	MichikoTsubaki
所属機関	東京理科大学		
所属部局	経営学部		
職名	教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、椿・増井・鈴木(2021)において、アンケート調査から導かれた理工系女性の Well-being タイプの視点も考慮しながら、アンケート項目と同一の質問項目によるインタビューデータをレビンソンの成長モデルを用いて考察し、どのようなプロセスで成長し、その Well-being に到達しているのかを詳細に検討した、理工系女性のキャリア形成に関する事例調査の成果を椿・木野(2022)において示した。レビンソンの成長モデルに従い、1)小・中学校期、2)高等学校期、3)成人への過渡期(大学期)、4)大人の世界に入る時期、5)30 歳の過渡期、6) 成人前期の最盛期に分けて、各時期における出来事、出会いや選択を、理工系女性への成長における要素として捉え、考察することで、これらの要素が積み重なって、Well-being を形成しているということを示すことが出来た。 このような調査を積み重ねる（本年度2名のインタビュー調査を実施）ことによって、理工系女性活躍者の成長プロセスの傾向の類似性と多様性を検討していきたいと考えている。 また、中島氏のインタビューの最後に示された「人生をやり直せるとしたら、やはり理系を選択すると思いますか？ 理系は絶対に入っている融合型」という回答の示唆する理工系だけにこだわらない理系が入っている融合型が女性活躍にマッチしている可能性も追求していきたいと考えている。 そして、なぜ理系に女性が少ないのか（幻冬舎新書 674)横山広美著における問題点の議論を行った。「男女平等意識」の低さや「女性は知的でないほうがいい」という社会風土が「見えない壁」となって、女性の理系選択を阻んでいるという現実が未だにある。 1) 社会風土の変容のためには、以下の2点が重要である。 ① 特別扱い(過保護)をしないことによって、パラドックスを生まないようにする。 Ambivalent Sexism (両面価値的性差別)に関連して、ジェンダー・ステレオタイプとバイアス 3つ特徴がある(幼少期まで遡る、意識的(コンシャス) vs. 無意識的(アンコンシャス),敵意に基づく & 好意に基づく)。

少女たちの場合、周囲に数学・科学に興味を持つ仲間が少なく、ステレオタイプ通り STEM への興味が薄れてしまう可能性がある。同じような成績の青少年少女に対し、両親や教師の少女の数学の能力を低く見積もる傾向がある。女子学生だけをターゲットとした施策を止め、特別扱いをしない。成績上苦しんでいるすべての学生に、手を差し伸べる姿勢を明確にする。

② 平等に 1 人 1 人必ず行う、行えるチャンスを削がないこと、先入観を除いて平等に振る舞うことが重要である。

2) ワーク・アンド・ライフバランスがキーとなっているため、仕事と結婚・子育てが両立できる方法を若い世代に伝えていくことも重要である。

本年度は、第 13 回横幹連合コンファレンスにおいて、オーガナイズセッション：女性 STEAM 人材の育成（オーガナイザ：木野 泰伸(筑波大学)）を企画し、上記の研究の他、B-1-1 実践 IT 教育事例からみる女性 STEM 人材の育成課題(森本千佳子(東京理科大学)),B-1-2 テキスト分析から見える女性 STEM 人材育成の特徴(大賀裕子(筑波大学), 黒木 弘司(ソーシャルサイエンスラボラトリー), 木野 泰伸(筑波大学)),B-1-4 DS3.0 プラットフォームとしての Women in Data Science(小野陽子(横浜市立大学))についての発表がなされ、有益な議論を行うことが出来た。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

椿美智子・木野泰伸(2022)：レビンソン成長モデルを用いた理工系女性のキャリア形成に関する調査事例研究，第 13 回横幹連合コンファレンス，B-1-3.

大賀裕子・黒木 弘司・木野 泰伸：テキスト分析から見える女性 STEM 人材育成の特徴，第 13 回横幹連合コンファレンス，B-1-2.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	社会風土が「見えない壁」となって、女性の理系選択を阻んでいるという現実を打破するための社会風土変容について
日時	2023 年 2 月 20 日(月)14：00～17：00
場所	統計数理研究所
参加者数	3 名
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	12,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
木野 泰伸	筑波大学	准教授
田岡 恵	グロービス経営大学院	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野 / Social Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4103		
研究課題名 (和名)	アジア諸国世帯統計マイクロデータの利活用		
研究課題名 (英名)	Utilization of Asian household statistics micro data		
代表者氏名	馬場 康維	フリガナ	ババ ヤスマサ
		ローマ字	Yasumasa Baba
所属機関	統計数理研究所		
所属部局			
職名	名誉教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
近年のアジア諸国の経済発展は目覚ましいものがある。今後、我が国との社会・経済・文化的な関係がより密接になることが予想される。このような情勢下、アジアの国々の社会・経済・文化について研究することは時宜を得た研究と言える。しかしながら、アジア諸国は社会体制も文化も多種多様でありひとくくりにできるものではないことから、各国の比較研究が必要である。 社会生活の基本である人口構造についていえば、「少子高齢化」は近年我が国だけの問題ではなく、アジア各国共通の問題であるといえる。また、我が国では三世代同居が減り核家族化が進んだが、これは経済の発展とともにアジア各国でも起きている現象である。これらの変容が起こす社会の変化については各国共通の問題といえる。 2015 年 9 月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」に記載されている持続可能な開発目標 SDGs (Sustainable Development Goals) では 17 の目標を掲げているが、その中に、 ・ 貧困をなくそう ・ すべての人に健康と福祉を ・ 質の高い教育をみんなに という 3 つの目標がある。この目標の達成には実態把握が必要であり、そのためにはマイクロデータの活用が有効である。 2007 年 4 月に新統計法が全面施行されてから 15 年になろうとしている。さらに 2019 年 5 月に「行政のための統計」から「社会の情報基盤としての統計」を目指し、統計データの二次利用を促進すること等を含む統計法の全面改正があり、我が国の公的統計二次的利用の振興が図られた。一方、公益財団法人統計情報研究開発センターを中心にして、アジア諸国の世帯統計マイクロデータの収集、データベース化が進められてきた。このデータは、情報・システム研究機構データサイエンス共同利

用基盤施設内に、公的統計の二次的利用を促進するために設置されているオンサイト施設を通じて、「国際マイクロ統計データベース」としてデータベース提供が図られており、現在、バングラディッシュ、カンボジア、インドネシア、ラオス、モンゴル、ネパール、スリランカ、タイ、ベトナムの9ヶ国の匿名化データが利用可能になっている。

この共同研究は、我が国および上記の9か国の公的統計のマイクロデータの二次利用により、下記のテ

マについて研究し、SDGs が掲げる目標の達成に資することを目的とするものである。

- 1) 一般論として国際比較に耐えうるデータの整備の枠組みの開発と利用の方法の確立
- 2) 各国データによる家計調査を中心にした実証研究
- 3) 各国データによる農業・農村経済に関する実証研究メンバーが個々の関心に応じた研究を行った。

研究成果については、2022年9月に開催された2022年度統計関連学会連合大会において、研究代表者が企画セッション「アジアの公的マイクロ統計の活用」を提案し、このセッションで、メンバーが6件の研究発表を行った。また、重点テーマ「SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割」の研究成果報告会で、研究代表者が研究成果についての報告を行った。

これらの分析実験や、実証実験を通して、マイクロデータが、各国の社会・経済・文化の実態把握に有用であることが実証できた。一方、国際比較には、世帯類型の整備、度量衡の換算の工夫、収支項目の標準化などデータの整合性をとるための様々な検討が今後必要であることが判明した。

なお、現在までの研究成果については、プロシーディングスを刊行予定である。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

学会発表

2022年度統計関連学会連合大会における企画セッション「アジア諸国世帯統計マイクロデータの利活用」

2022年9月7日、成蹊大学（三鷹市）

1. タイの高齢者世帯の消費状況―世帯主を中心とした世帯類型を基にして―
米澤 香（（公財）統計情報研究開発センター）
馬場 康維（統計数理研究所）
2. 消費プロファイルと人口の高齢化―タイのヴァーチャル二世代世帯、三世代世帯からの考察―
菅 幹雄（法政大学）
3. カンボジアにおける経済活動の経時比較
久保田 貴文（多摩大学）
4. 圃場分散の要因と農家所得に与える影響―ベトナム農村部を対象に―
高橋 塁（東海大学）
5. 国勢調査マイクロデータを用いたわが国の外国人居住者の就業状況について
伊藤 伸介（中央大学）
6. 国際マイクロ統計データベースと情報・システム研究機構オンサイト施設の整備状況について
岡本 基（情報・システム研究機構 統計数理研究所）

研究会での発表

アジア諸国世帯統計マイクロデータの利活用

馬場 康維

共同研究集会「統計数理研究所公募型共同利用 2022 年重点型研究（重点テーマ 1）研究集会」，オンライン，日本，2023 年 3 月 24 日

雑誌における特集

2022 年 7 月刊行の「ESTRELA No.340」では「特集 ■ アジアの公的統計マイクロデータの利用」が組まれ、下記の論文が掲載されている。

- 1) 岡本 基「“国際マイクロ統計データベース”の概要と利用について」『ESTRELA』No.340, pp.6-8.
- 2) 菅 幹雄「結婚（男女の同居）による消費支出額への影響 — タイの「社会経済調査」を用いた計測 —」『ESTRELA』No.340, pp.9-13.
- 3) 高橋 塁「ベトナム農村研究におけるマイクロデータ適用の意義」ESTRELA No.340, pp.14-18, 2022 年
- 4) 久保田 貴文「カンボジアにおける教育の地域格差の空間統計分析」『ESTRELA』No.340, pp.19-23, 2022 年

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	アジアの公的マイクロ統計の活用
日時	2022 年 9 月 7 日 10:00-12:00
場所	2022 年度統計関連学会連合大会企画セッション（成蹊大学、東京都三鷹市）
参加者数	60
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	843,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
椿 広計	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授
岡本 基	情報・システム研究機構 統計数理研究所	主任 URA/特任准教授
山下 智志	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
會田 雅人	（公財）統計情報研究開発センター	専務理事
仙田 徹志	京都大学	准教授
土屋 隆裕	横浜市立大学	教授
菅 幹雄	法政大学	教授

高橋 塁	東海大学	教授
米澤 香	(公財) 統計情報研究開発センター	主任研究員
坂田 大輔	神奈川大学	准教授
吉田 建夫	岡山大学	名誉教授
伊藤 伸介	中央大学	教授
廣瀬 雅代	九州大学	助教
久保田 貴文	多摩大学	准教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4104		
研究課題名（和名）	SDGs の指標間および学術団体研究テーマとの関係に関する調査分析		
研究課題名（英名）	A Study on Relationship between SDGs Indicators and Academic		
代表者氏名	木野 泰伸	フリガナ	キノ ヤスノブ
		ローマ字	Yasunobu Kino
所属機関	筑波大学		
所属部局	ビジネスサイエンス系		
職名	准教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究は、SDGs の 17 目標や付随する測定指標に関する言語情報と、日本学術会議に登録された学術団体の研究活動の言語情報から、SDGs 目標・指標間の関係性及び、学会活動と SDGs 指標との関係性をテキストマイニングと多変量データ解析を用いて可視化することを通じて、SDGs 指標の集約的目標を達成するための学会横断的な共同研究企画の可能性を探ることを目的とした。 日本学術会議に登録された学術団体のホームページから会長挨拶及び設立趣旨を可能な範囲で多く抽出した。初期分析を実施した結果、分野による違いが大きいことから、横断型基幹科学技術研究団体連合に登録されている 36 学術団体のデータをもとに詳しく分析した。 分析では、テキストマイニングの手法を用いて、SDGs 17 の目標文章と、各学会の会長挨拶の関係を確認した。その結果、36 学術団体の会長挨拶と、SDGs の目標 4「質の高い教育をみんなに」および目標 9「産業と技術革新の基盤をつくろう」との間に関連性が強いことを確認した。さらに、3 軸のコーレスポネンシス分析を行うことにより、各学会の特徴と SDGs 各目標の指向性を分析し、グループ化できる可能性を確認した。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
研究成果は、以下において発表した。 黒木 弘司, 椿 広計, 木野 泰伸, 学術団体の研究テーマと SDGs 指標間に関する調査, 第 13 回横幹連合コンファレンス予稿集 DOI 10.11487/oukan.2022.0_A-3-1 統計数理研究所公募型共同利用 2022 年重点型研究（重点テーマ 1）研究集会 重点テーマ 1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割 木野 泰伸, SDGs の指標間および学術団体研究テーマとの関係に関する調査分析
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	統計数理研究所公募型共同利用 2022 年重点型研究（重点テーマ 1）研究集会
日時	2023 年 3 月 24 日（金）13：30～17:45
場所	ネット（Zoom）
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	16,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
田名部 元成	横浜国立大学	教授
椿 美智子	東京理科大学	教授
船橋 誠壽	横断型基幹科学技術研究団体連合	調査研究会研究員
黒木 弘司	ソーシャルサイエンスラボラトリー	個人事業主代表

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4105		
研究課題名（和名）	COVID-19 パンデミックが人間心理と行動様式を介して自殺率におよぼす影響の解明および自殺予防因子の探索		
研究課題名（英名）	A study to elucidate the effects of the COVID-19 pandemic on suicide rates through human psychology and behavioral patterns and to search for suicide prevention factors		
代表者氏名	岡 檀	フリガナ	オカ マユミ
		ローマ字	Mayumi OKA
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	医療健康データ科学研究センター		
職名	特任准教授		
所内受入教員	椿広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
10 年以上にわたり減り続けてきた日本の自殺が 2020 年に入ってから急増し、COVID-19 パンデミックとの関係が指摘されている。経済危機のたびに自殺率が急上昇し収束すれば自殺率も低下するという現象を繰り返してきた日本であるが、この反復から抜け出すためにも従来の対策とは異なる新機軸の取組みが求められる。疫学、公衆衛生学、経済学、心理学、人間行動科学、都市工学など多様な領域の知見と着想を取り入れて COVID-19 が人間心理と行動様式にあたえる影響を明らかにし、自殺の危険を緩和する自殺予防因子を探索する研究は、国の内外を問わずほぼ手つかずの状態である。研究結果をふまえ、新たな対策に資する提言を行うことを目指す。 COVID-19 パンデミックの 2020 年前後の自殺統計暫定値を参照して、自殺率増減の指標を市区町村ごとに作り、年齢分布や性差、人口規模、産業構造、経済基盤、医療環境、地形や気候などの変数を用いて分析を行った。さらに地域特性を類型化し、同一類型における市区町村間に生じた自殺率の格差を確認することにより、コロナ禍の社会において自殺の危険を強める自殺危険因子と、危険を緩和する自殺予防因子を探索した。本分析結果に加え、研究代表者が 2017 年から毎年実施している 2 自治体での子どもコホースタディの結果も参考に、どのような人間心理と行動様式が自殺率の増減に影響しているかを考察した。 失業率と女性の自殺率上昇度との間には有意な正の相関が示されたが、男性の自殺率上昇には示されなかった。年齢層別に検討したところ 20～39 歳層には相関が示されなかった。女性 20～39 歳層においては、宿泊・飲食業就業率と自殺率上昇度との間には有意な相関は示されなかったが、女性 40 歳以上のすべての層で有意な正の相関が示された。コロナ禍による経済悪化と自殺率上昇の関係は、性別や年齢層によって影響の度合いが異なることが明らかとなった。

女性の自殺率上昇との強い関係が明らかとなった宿泊・飲食業就業率であるが、就業率高値の市区町村であっても農業就業率も高い自治体では、自殺率上昇への影響が緩和されている可能性が示された。また、農業就業率が高い市区町村であっても失業率が高い自治体では、自殺率上昇の自治体が増加する傾向が示された。自殺率上昇の地域差は産業構造の差異によってある程度説明できたものの、異なる産業が混在している地域では影響が相殺されることが明らかとなった。自殺率上昇の地域差とその要因を把握する上での課題である。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

論文発表：

- ・ COVID-19 感染拡大による自殺率上昇の把握と対策に資する質的／量的混合アプローチ 岡 檀, 椿 広計, 山内 慶太 横幹 16(2) 54-59 2022 年 10 月 15 日
- ・ 日本における COVID-19 パンデミック後の自殺率上昇の地域差及び性差に関する分析—全国市区町村の産業構造に着目して— 岡檀, 久保田貴文, 椿広計, 山内慶太 統計数理 70(1) 115-126 2022 年 5 月
- ・「悩みがあったら相談に来てください」 — この呼びかけの弱点は何か 自殺対策に資するさまざまな研究アプローチの試み 岡檀 精神療法 増刊(9) 70-76 2022 年

学会発表：

- ・ 日本で最も自殺が少ない地域における質的/量的研究混合アプローチとソフト/ハード両面からのコミュニティデザイン 岡檀 九州大学 共創学部 レクチャーシリーズ 2022 年 7 月 8 日
- ・ 社会生活基本調査マイクロデータを利用した介護高負担要因の探索的解析 岡檀 総務省統計局統計データ利活用センター オンサイト連絡会議 2022 年 6 月 23 日
- ・ コロナ禍の自殺率上昇の把握と要因に関する質的/量的研究混合アプローチ 令和 4 年度革新的自殺研究推進プログラム委託研究 「ポストコロナの自殺対策に資する統計等のマイクロデータ利活用推進に関する研究」 2023 年 3 月 27 日
- ・ 社会問題解決に向けた「自然実験」の試みと分析に必要な指標の開発 統計数理研究所公募型共同利用 2022 年 重点型研究（重点テーマ 1）研究集会 2023 年 3 月 24 日

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	51,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
山内慶太	慶應義塾大学大学院	教授
岡本基	統計数理研究所	特任准教授
久保田貴文	多摩大学	准教授
椿広計	統計数理研究所	名誉教授
田村菜穂美	北海道大学	特任助教

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4106		
研究課題名（和名）	多様な価値の背反を前提とした新たな社会倫理の構成		
研究課題名（英名）	Constructing a New Social Ethic Based on the Antinomy of Diverse Values		
代表者氏名	遠藤 薫	フリガナ	エンドウ カオル
		ローマ字	Kaoru Endo
所属機関	学習院大学		
所属部局	法学部		
職名	前教授		
所内受入教員	椿広計		

研究目的と成果（経緯）の概要	
デジタル化や AI 化の進むなかで、コロナパンデミックもあって著しく顕在化した、多様な利害関係者が有する多様な価値観に係る構成概念を探究する。実際、新規感染者最小化、感染症並びに一般患者治療の最適化、社会経済損失の最適化、個の移動・表現の最大化などの価値観は conflicts を起こし、一定の意思決定や政策・事業設計が特定の利害関係者に不可逆的な損失や権利侵害を生じさせている。この種の状況の中で、個人・企業体・共同体・政府の行動は、どのような社会倫理を基に設計されなければならないのか、意思決定に当たってはどのようなコミュニケーションが必要なのかを明らかにすることが、本研究の目的である。 本研究の成果として、第 13 回横幹コンファレンスにおいて、「横幹知と ELSI」というテーマで企画セッションを行った。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
https://doi.org/10.11487/oukan.2022.0_D-4-1 https://doi.org/10.11487/oukan.2022.0_D-4-2 https://doi.org/10.11487/oukan.2022.0_D-4-4 https://doi.org/10.11487/oukan.2022.0_D-4-5	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	横幹知と ELSI
日時	2022 年 12 月 18 日
場所	早稲田大学国際会議場（東京都新宿区）
参加者数	20 名程度
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	52,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
椿 広計	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授
本多 敏	横断型基幹科学技術研究団体連合	調査研究会研究員
舩橋 誠壽	横断型基幹科学技術研究団体連合	調査研究会研究員
竹村 和久	早稲田大学	教授
板倉 宏昭	東京都立産業技術大学院大学	教授
倉橋 節也	筑波大学	教授
永原 正章	北九州市立大学	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	3 生物科学分野／Biological Science
研究テーマ	1 SDGs(持続可能な開発目標)実現に向けた統計科学の役割		
課題番号	2022-ISMCRP-4107		
研究課題名（和名）	SDG s を達成するためのデータサイエンスと研究倫理ーレギュラトリーサイエンスと学術誌の未来ー		
研究課題名（英名）	Data Science and Research Ethics to Achieve the SDGs: The Future of Regulatory Science and Academic Journals		
代表者氏名	椿 広計	フリガナ	ツバキヒロエ
		ローマ字	Hiroe Tsubaki
所属機関	情報・システム研究機構		
所属部局	統計数理研究所		
職名	名誉教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要
21 世紀において、医薬品開発はグローバル同時開発が基本となり、開発された医薬品のライフサイクルマネジメントを国際規模で継続的に行っていかなければならない。そのためには、低・中所得国も視野に入れた、グローバル・ヘルスの実現のための、新たな理論枠組みと研究基盤が必要である。本研究では、下記の課題についての分担研究に基づき、SDGs（持続可能な開発目標）を達成するためのデータサイエンスと研究倫理の枠組みを、レギュラトリーサイエンスと学術誌の動向に焦点を当てて明らかにし、必要な提言を行うことを目的とする。 ・ 医薬品安全性評価の統計学とデータサイエンスの基盤（椿担当） ・ グローバル・ヘルスのための研究倫理と出版倫理（栗原担当） ・ 医薬品開発への患者・市民参画と教育の国際標準化への展望（今村担当） ・ レギュラトリーサイエンスとデータ駆動型研究の課題と展望（全員） 2022 年 11 月 23 日に研究集会を開催し、上記のテーマと共に、臨床試験データの共有及び利活用についての現状と課題（加藤智子,日本製薬工業協会データサイエンス部会）、大学教育でのデータサイエンスとレギュラトリーサイエンス（林邦彦、群馬大学）、緊急承認制度と医療 DX への展開（笠貫宏、早稲田大学）などの集中的議論を行った。結果として、以下のような報告と提言がなされた。 ・ オープン・サイエンス時代の学術誌の役割は大きく変容 ・ SDGs（持続可能な開発目標）達成には、欧米中心の研究倫理の理論枠組みは、グローバル・サウスがリードする人権思想を基盤とした研究倫理の枠組みへと転換を迫られていることを認識すべき ・ 高額な購読料・掲載料を要するトップ・ジャーナルを基盤とする学術の展開は、オープン・アクセス（論文フルテキストの無料公開）、オープンデータ（研究の生データへのフリーアクセス）を基盤

とするオープン・サイエンスを主軸とする学術へと転換を迫られている。このような研究倫理と研究データ共有の基盤によって、SDGs を達成しうる国際的ネットワークによる製品開発パートナーシップの充実がはかれる。その究極的な目標は、世界中で、最も医薬品を必要とする人々の手に届く製品を開発し、供給することによる、グローバル・ヘルスの実現

- ・医薬品開発における SDGs（持続可能な開発目標）を達成するためのデータサイエンス基盤として、新たな研究へ既存の医療データを活用できる仕組みは不可欠で臨床試験データも当然ながら含まれる

- ・製薬協データサイエンス部会では、2015 年から臨床試験の個別被験者データの共有（Clinical Trial Data Sharing：CTDS）に関するテーマを扱うタスクフォースを立ち上げ

継続的にデータ共有の課題に取り組み、2022 年 11 月「臨床試験データの共有を促進するために解決すべき課題について」を公表

- ・欧米に続いて我が国でも医薬品開発への患者参画が期待、各方面での具体的な取り組みへの着手

- ・開発を担当する企業やアカデミア、薬事規制を担当する当局とのコミュニケーションはもとより、高額化する一方の薬剤価格の時代にあっては一般市民を巻き込んだでの医薬品の価値を評価する HTA（Health Technology Assessment）に関するコミュニケーションの実現が不可欠

- ・関係者間での知識や経験には大きな格差があり、その解決には体系的な教育とタイムリーな意見交換が必要

- ・我が国におけるレギュラトリーサイエンス教育は、医薬品や医療機器などの開発や許認可での課題を中心に、主に医学薬学分野の講座や教育コースで行われている。

- ・レギュラトリーサイエンスは「科学技術の成果を人と社会に役立てることを目的に、根拠に基づく確かな予測、評価、判断を行い、科学技術の成果を人と社会との調和の上で最も望ましい姿に調整するための科学（2011 年、総合科学技術会議）」とされ、必ずしも医学薬学分野のみを対象とするものではない。

- ・これまで、統計学は「科学の文法（Karl Pearson, 1892）」として機能してきた。これと同じように、レギュラトリーサイエンスは科学技術の「社会応用の文法」として機能しなくてはならない。

- ・群馬大学では、全学の共同教育研究施設として、数理データ科学教育研究センターを 2017 年に設置した。当センターでは、情報数理ユニット、データ科学ユニット、レギュラトリーサイエンスユニットの 3 ユニットで教育研究を行うとともに、学内外からの申請課題を審査する「データ利用倫理委員会」を運営している。大学院教育においても、データサイエンスとともにレギュラトリーサイエンスが、全学大学院共通科目として提供

- ・医薬品安全性評価の統計学においては、有効性評価とは異なり、安全性に関わる消費者危険を一定確率以下に抑える検証的推論が必要

- ・そのためには、探索的な推論結果としての仮説を再検証するための研究をさらに立案・実施してゆくためのデータサイエンスの基盤も必要

- ・医薬品承認申請に求められる臨床試験に関する国際基準の合意をはかるため日米欧州で発足した ICH（医薬品規制調和国際会議）は、メンバー国・

オブザーバー国は地球規模に広がり、低・中所得国における医薬品アクセスを確保することも視野に入れ、有効性のみならず安全性評価のリアルワールド・エビデンスの活用等を可能にするデータサイエンスの基盤と統計理論の充実が求められる。

これらの提言にたいして、一般市民が専門知識を理解して科学技術などの意思決定に参画する知的活動については、市民社会との共同だけではなく、専門家が暴走しないというコントロールの視点が必要という議論がなされた、 その研究集会報告を「臨床評価」誌に掲載した。研究代表者が、上記研究集会の概要を 2023 年 3 月 24 日開催された統計数理研究所公募型共同利用 2022 年重点型研究（重点テーマ 1）研究集会で紹介した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
椿 広計, 栗原千絵子, 林 邦彦, 加藤智子, 今村恭子, 齊尾武郎, 笠貫 宏(2023)講演録 統計数理研究所公募型共同利用重点研究研究集会「SDGs（持続可能な開発目標）を達成するためのデータサイエンスと研究倫理～レギュラトリーサイエンスと学術誌の未来～,臨床評価,Vol.50, No.4 PP.413-483 要旨：http://cont.o.oo7.jp/50_4/ab-p413.pdf	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	SDGs（持続可能な開発目標）を達成するためのデータサイエンスと研究倫理～レギュラトリーサイエンスと学術誌の未来～
日時	2022/11/23 13:00～17:30
場所	統計数理研究所を発信拠点とする WEB 集会
参加者数	50 名
その他	日本製薬工業協会後援、日本製薬医学会、臨床研究リスク管理研究会、臨床評価刊行会協力

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	15,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
栗原 千絵子	量子科学技術研究開発機構	主任研究員
今村 恭子	一般社団法人医療開発基盤研究所	代表理事
齊尾 武郎	フジ虎ノ門整形外科病院	医師

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	2 ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開		
課題番号	2022-ISMCRP-4201		
研究課題名（和名）	ICT を活用したロバストな工程設計における教育的効果（家庭科授業での事例）		
研究課題名（英名）	Educational Effectiveness in Robust Process Control using ICT(Study Case in Home Economics)		
代表者氏名	田中 正敏	フリガナ	タナカ マサトシ
		ローマ字	Masastoshi Nanaka
所属機関	松本大学		
所属部局	総合経営学部・総合経営学科		
職名	教授		
所内受入教員	船渡川伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要
長期的な変異ウイルス株に伴い、対面授業の割合も増えてきた1年であったが、今年度もオンライン授業をと対面授業の両面を考慮した授業形態が余儀なくされつつあった。このような状況においても、講義内容や進行についても、従来では考えられないような環境で対処し、工夫をせざるを得ないのが実情である。例えば、統計学教育においても、オンラインおよび対面授業の両面における教育で、効果的な統計学やデータサイエンスの授業をどう実現するか、また、その評価もどのようにするかが大きな課題であると考えられている。 ところで、統計用語として、日常的に使われる言葉としては「平均」である。例えば、グループで飲みに行き、勘定は割り勘で支払う、また、スーパーマーケットで、果物や野菜などをバスケットに入れる場合、できるだけ粒を揃える（大小・多少などの差が少なく、揃っていること）ようにする、と言う、ここでの「割り勘」や「粒を揃える」という言葉も統計で言う「平均」である。一般的に、「平均」という意味はよく知られているが、「拡がり」や「ばらつき」という言葉、統計用語では「分散・標準偏差」はあまり日常的で利用されていないのが現状である。しかしながら、「拡がり」や「ばらつき」という言葉もよく考案してみると出現している。前述したように、「粒を揃える」という言葉は見方を変えれば「ばらつきを小さくする」という解釈になる。このように、統計に関わっている学校の先生や大学の研究者たちが小・中・高学生にこの「拡がり」や「ばらつき」のイメージや意味を理解してもらうことを考えている。 さて、ある工業製品の部品の外形寸法や待ち行列のにおけるサービス活動時間などには「ばらつき」があり、そのパラメータである「ばらつき」が、本来、あらゆる品質問題の源として考えられてきている。このとき、「ばらつき」の源を同定したり、それらを削除したりすることは、品質改善の目的において最優先課題である。しかしながら、いつも、ばらつきを削除できるとは限らない。例えば、人（サービスを享受するもの（患者、顧客））や人の流れ（組立ラインの労働者など）を扱うと

きに、我々の管理を超えるばらつきを受け入れなければならない場合が存在する。
さらにその上、「ばらつき」の源が管理できても、それを削除することが返って費用を被る結果となるかもしれない。したがって、そのようなことの対策の1つにロバストな工程設計がある。これは工程に「ばらつき」がさらされても、欠陥品をカバーできる工程を設計することを意味する。以上のような問題を扱うのが品質管理である。

本研究は、「ばらつき」という統計用語を用いて、どのようにすればシステムの機能が耐性のある状態（ロバストな工程設計）にあるのかという問題に対処することである。具体的には、小・中学生における家庭科の時間での調理実習において、パン作りを考えている。このとき、生徒にはパンに対するし好の程度がその製品属性（味、見た目、匂いなど）を持っている。しかし、ここでは、1つだけの製品属性として、パンの噛み応えに絞って評価を行うことを考えている。パンに焼き方は、温度と時間で決める。一般的に、焼く温度が低ければ、焦げ付きへの変化がゆっくりであるが、焼く温度が高ければ焦げ付きへの変化が早くなる。ここで、我々は、うまく焼く（噛み応えがあり、味もそれなりに確保できている）ためのパラメータには焼き時間と温度のパラメータを設定することである。また、温度と時間を設定するための機材としてフライパンを用い、さらに、調理実習結果からアンケート調査を行い、ばらつきにおけるロバストな工程設計の意味を理解させる。

最後に、オンライン授業による遠隔操作に対しても、この調理実習を録画機材で録画を行い、ファイルに保存しておけば、学生はZOOMあるいはTEAMSなど利用して、必要なときに繰り返しそのファイルを再生することができ、教育的効果にも貢献できるはずである。

以上のことにより、ICTを活用した統計学教育の一例である「ばらつき」の考え方を「ロバストな工程設計」という品質設計の概念などで理解できるものと考えている。

本年度は研究の2年目なので、「ばらつき」の考え方を小学生、中高校生に視覚的に理解できるような実習を4行う予定であった。しかし、下火になりつつあった「コロナ禍」ではあったが、授業の一環で集まって実習を行うことには抵抗があり、結局、生徒、学生に実習を行うことができなかった。よって、今回も、少人数ではあるが、家族や知人に頼んで実習を行った。その結果に基づいて、第20回統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップにて発表を行った。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

第20回統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップのURLを明記する。

<https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/edu2023.html>

2022年度統計数理研究所重点型研究重点テーマ2「ICTを活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開」の研究成果を以下のURLに示す。https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/ism_zyuten_2022/

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	第20回統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ 公募型共同利用【重点型研究】重点テーマ2『ICTを活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開』
日時	2023年3月12日（日）・13日（月）
場所	統計数理研究所（セミナー室1・2）およびzoomによるハイブリッド開催
参加者数	200人超の参加登録、両日ともおおよそ会場には30名程度、オンラインでは70名程度の参加

その他	
-----	--

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	21,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	1 統計数学分野／Statistical Mathematics
研究テーマ	2 ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開		
課題番号	2022-ISMCRP-4202		
研究課題名（和名）	ICT を活用したデータサイエンティストの専門職能認証システムに関する研究		
研究課題名（英名）	Study on a System of Professional Development Certificate in Data Science		
代表者氏名	渡辺 美智子	フリガナ	ワタナベ ミチコ
		ローマ字	Michiko WATANABE
所属機関	立正大学		
所属部局	データサイエンス学部		
職名	教授		
所内受入教員	船渡川伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、オープンデータ・ビッグデータ利活用に資するデータサイエンティストの専門職能認証システムを ICT を活用した CBT 形式で実装するための基礎要件を明らかにすることを目的に、とくに、データサイエンススキルの中でも評価が難しい統計アナリティクス、問題解決、データドリブンな思考力と活用力を評価するための CBT が持つべき固有機能を検討した。具体的には、統計学分野で既に社会実装されている統計検定の認証システムを参考モデルとして研究を進めた。 統計検定では、統計学の参照基準の策定（統計関連学会連合）・検定のレベル表の策定・検定問題の開発・CBT 化を行っている。これを参考として、 0. 統計検定 CBT 試験の実績（スケール、波及効果、能力評価の実際等）検討、 1. データサイエンス版の参照基準のあり方 2. データサイエンスレベル表のあり方と内容 3. データサイエンス試験の想定問題の検討 4. CBT を活かした問題提示の検討 等を行った。 本研究の成果として、アナリティクス機能を有するデータサイエンス基礎の CBT サンプル問題とレベル表の開発、評価問題バンクの構築成果に基づいて、日本統計学会公式認定である統計検定の枠内に、CBT を活用した「データサイエンス基礎」試験の実装を行った。ここでの評価方法として、実際に、実課題を設定した上で実データセットを与え、具体的なデータハンドリング・アナリティクスの双方を実行させ、設問に答える形式を開発した。その成果は、テキスト&問題集「データアナリティクス基礎」として刊行され、サンプルデータおよび操作解説 Youtube 動画も併せて公開した。また、10 月（兵庫）および 2 月（宮崎）において共同主催した「理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会～AI/デジタル社会を担う人材育成と教育体系」にて、「新課程でのデータサイエ

ンス ICT 活用授業実践」、「ICT を活用した統計学教育とその評価」、「ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開」、「ICT を活用した統計的探究授業とその評価」の 4 セッションの企画を行った。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
Web サイト ①理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会（兵庫） https://ds-education.com/data-science-event/656/ ＊ セッション 「新課程でのデータサイエンス ICT 活用授業実践」 ②理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会（宮崎） https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/mtg20230318.html ＊ セッション 「ICT を活用した統計学教育とその評価」、「ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開」、「ICT を活用した統計的探究授業とその評価」 ③統計数理研究所 2022 年度公募型共同利用重点型研究 「 ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開」 https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/ism_zyuten_2022/ 出版 ①「データアナリティクス基礎」 大橋・塩澤・渡辺著、日本能率協会マネジメントセンター、2023 年	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	①セッション「新課程でのデータサイエンス ICT 活用授業実践」@理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会（兵庫） ②セッション「ICT を活用した統計学教育とその評価」、「ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開」、「ICT を活用した統計的探究授業とその評価」@理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会（宮崎）
日時	①2022/10/23 ②2023 年 3 月 18 日、3 月 19 日
場所	①オンライン ②宮崎大学まちなかキャンパス,記念交流会館
参加者数	①70 名 ② 60 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）

旅費	579,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
廣瀬 英雄	久留米大学	客員教授
村田 恵介	佐賀大学	特任講師
中西 美香	佐賀大学	客員准教授
南雲 裕介	新潟県教育庁	指導主事
塩澤 友樹	椙山女学園大学	講師
廣澤 聖士	慶應義塾大学	後期博士課程
藤井 良宜	宮崎大学	教授
竹内 光悦	実践女子大学	教授
松元 新一郎	静岡大学	教授
上野 将司	総務省	主査
上田 聖矢	宮崎県立五ヶ瀬中等教育学校	教育 DX 推進チームリーダー

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	9 その他／Others
研究テーマ	2 ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開		
課題番号	2022-ISMCRP-4203		
研究課題名（和名）	統計基礎リテラシー評価におけるコンピュータ適応型テストに関する研究		
研究課題名（英名）	Study on computerized adaptive testing in statistical basic literacy assessment		
代表者氏名	深澤 弘美	フリガナ	フカサワ ヒロミ
		ローマ字	Fukasawa Hiromi
所属機関	東京医療保健大学		
所属部局	医療保健学部医療情報学科		
職名	教授		
所内受入教員	船渡川伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要

■研究目的

本研究は、統計基礎リテラシー評価のための CBT 試験にコンピュータ適応型テストを実装するための基礎研究を目的とする。これまでの一般的な紙ベースのテストは、公平性を担保するために同時に同一問題を出題することを前提に設計されていた。そのため受験者の能力によっては、解けるはずのない難しい問題や易しすぎる問題もすべて回答する必要があった。しかし、情報技術の発展によりテストの形態は多様化し、好きなときに好きな場所でコンピュータを用いて受験することも可能となった。さらには、コンピュータ適応型テストを導入することにより、受験者の能力に合わせた出題も可能となる。そこで、本研究では統計基礎リテラシーをコンピュータ適応型テストを用いて評価するための手法および問題の内容、基準、レベルについて既存の資格試験の問題や他分野の試験等の先行事例を基に調査研究し、適切な評価の仕組みを模索する。

■研究成果（経緯）

1. 統計基礎リテラシー評価問題に関する研究

2021 年度統計検定 4 級の過去出題された問題について分析を行った結果をもとに、2022 年度評価ルーブリックについて検討を行い、出題分野ごとに 5 段階の評価基準を選定した。

2. コンピュータ適合型テストおよび項目反応理論に関する研究

基礎理論を整理すると同時に、英語、数学、情報などの資格試験での先行事例を調査し、統計基礎領域における応用の可能性を検討した。

3. 記述式問題の評価に関する研究

ニュージーランドの達成度評価試験 NCEA の学内試験で実施される探索的課題の評価基準を参考に、記述式問題に関する評価の枠組みを検討した。

4. 統計基礎リテラシー評価システムに関する研究

上記 1 から 3 までの調査及び研究成果を活用して、統計基礎領域におけるコンピュータ適応型テスト

の実装のための研究を行った。その結果、知識・技能を問う問題と、思考力を問う問がに分けて、難易度別問題データベースの開発をすすめ、今後も研究を継続することとした。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
発表 ・第20回統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ,「統計リテラシー教育の世界的潮流と評価」, 2023.03.12, 統計数理研究所 ・理数系教員統計・データサイエンス 授業力向上研修集会,「ICTを活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開 -世界の算数・数学の教科書にみるデータサイエンス教育の在り方-」, 2023.03.18, 宮崎大学	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	144,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
及川 久遠	大和大学	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	9 その他／Others
研究テーマ	2 ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開		
課題番号	2022-ISMCRP-4204		
研究課題名（和名）	統計・データサイエンス教育におけるオンライン上での協働学修に関する研究		
研究課題名（英名）	Research on online collaborative learning in statistics and data science education		
代表者氏名	竹内 光悦	フリガナ	タケウチ アキノブ
		ローマ字	TAKEUCHI Akinobu
所属機関	実践女子大学		
所属部局	人間社会学部		
職名	教授		
所内受入教員	船渡川 伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、オンライン上での統計・データサイエンス教育におけるコンテンツおよび協働学修に関する研究を行った。これまでもオンライン上に統計・データサイエンス教育に関するコンテンツは公開されてきたが、COVID-19 感染拡散防止のため 2020 年からオンライン学習が急務となり、それらの利活用の授業実践事例は十分とは言えなかった。また対面活動が基本だったグループワークを中心とした協働学修などはさらに前例のない中で「学びを止めない」ように早急に授業構築、導入していく必要があった。このような状況下で、1) 統計・データサイエンス教育に関するオンラインコンテンツの利活用事例の充実、2) オンライン上における産学連携 PBL・データドリブンな活動の導入開発、を中心として、本研究を実施した。1 に関しては、日本統計学会統計教育委員会や同教育分科会が提供しているコンテンツの利活用を目指し、各学会・研究会等で発表・紹介した。特に 2 年目はオンライン生徒参加型プラットフォーム『センサス@スクール』のリニューアルに際して、利用率を意識した現状把握、活用法の検証を行った。2 に関しては、1・2 年ともに「統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ」事務局と共同し、事例報告の場を作った。また大学においても社会調査実習におけるオンライン／オフラインでの協働学修の比較を行い、オンライン上でのグループワークの最適化を目指した。これらの研究成果は適宜、学会・研究会で発表し、今後も継続する予定である。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
[1] 統計数理研究所 2022 年度公募型共同利用重点型研究 重点テーマ 2 「ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開」(https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/ism_zyuten_2022/)。 [2] 竹内光悦・末永勝征・渡辺美智子（2022）国際的なオンライン生徒参加型データセット収集・活用プラットフォーム『センサス@スクール』を用いた協働学習授業への活用、理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会（兵庫）AI/デジタル社会を担う人材育成と教育体系～新課程にお

ける統計・データサイエンス教育の円滑実施と高大社接続・産学連携授業～、 https://sites.google.com/jissen.ac.jp/scse202210/。 [3] 竹内光悦・末永勝征・渡辺美智子（2023）オンライン生徒参加型プラットフォーム『センサス@スクール』の紹介と授業での導入事例、第 20 回 統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ ニューノーマル時代における統計教育の展望―統計教育での教育の DX 化、オンライン／オフラインでの探究学習の展開、https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/edu2023.html。 [4] 竹内光悦・末永勝征・渡辺美智子（2023）オンライン生徒参加型データセット収集・活用プラットフォーム『センサス@スクール』を活用した統計的探究授業への展開、理数系教員統計・データサイエンス 授業力向上研修集会（宮崎）AI/デジタル社会を担う人材育成と教育体系～新課程における統計・データサイエンス教育の円滑実施と高大社接続・産学連携授業～、https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/mtg20230318.html。	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	1：第 20 回 統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ「ニューノーマル時代における統計教育の展望―統計教育での教育の DX 化、オンライン／オフラインでの探究学習の展開― 2：理数系教員統計・データサイエンス 授業力向上研修集会（宮崎）AI/デジタル社会を担う人材育成と教育体系～新課程における統計・データサイエンス教育の円滑実施と高大社接続・産学連携授業～
日時	1：2023 年 3 月 12 日・13 日 2：2023 年 3 月 18 日・19 日
場所	1：統計数理研究所セミナー室 1・2 2：宮崎大学
参加者数	1：約 200 人（参加登録数） 2：約 70 人（参加者数）
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	64,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
末永 勝征	鹿児島純心女子短期大学	准教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ	2 ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開		
課題番号	2022-ISMCRP-4205		
研究課題名（和名）	高等学校におけるデータサイエンス教育方法論開発のための実践知集積プラットフォームの研究		
研究課題名（英名）	Research on a platform for accumulating practical knowledge for the development of data science education methodologies in upper secondary schools		
代表者氏名	笹嶋 宗彦	フリガナ	ササジマ ムネヒコ
		ローマ字	Munehiko Sasajima
所属機関	兵庫県立大学		
所属部局	社会情報科学部		
職名	教授		
所内受入教員	船渡川伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究の目的は、高校生を主とした初学者向けのデータサイエンス教育方法論を研究開発することである。近年、政府主導の先端 IT 人材育成政策により、大学におけるデータサイエンス教育の場が急速に増えつつある。しかしながら、データサイエンス教育が備えるべき内容や、については、高校でデータサイエンティストが備えるべき考え方や基本的な分析技術を習得することによって、大学でさらに高度な知識を学ぶことが可能となるため、高校生向けのデータサイエンス教育方法論を確立することは、我国のデータサイエンティスト育成の観点からも、喫緊の課題であると言える。そこで本研究では、高校と大学の現場でデータサイエンス教育にあたる教員のノウハウを集積し、共有・活用することを可能とするデータサイエンス教育ノウハウプラットフォームを構築する。令和 4 年度は、令和 3 年度に引き続き、実践的データサイエンス教育のカリキュラムと、プラットフォーム上で共有すべきノウハウの分類、活用の仕方を検討し、前年度に構築したデータサイエンス教育ノウハウプラットフォームを利用して、教育ノウハウの蓄積と、同プラットフォームの改善を引き続き行った。本研究に参加する教員は、各人が高校と大学の現場でデータサイエンス教育を実施し、2, 3 か月に 1 回研究会を行って、情報交換した。研究会は新型コロナウイルスの感染地域の状況に応じて、期間中に 1 回、対面形式で実施した。また、中学、高校、大学での人材育成方針について、人工知能学会が主催するシンポジウム BigDadaDX2022 にて、本プログラムの研究者 4 名を含む 5 名で、データサイエンス教育の現場の抱える課題と、今後の展望についてのパネルディスカッションを行った。結果については、人工知能学会誌に掲載予定である。 データサイエンス教育に関しては、教えるべき内容や教育方法について多くの部分がはっきりしておらず、はじめの一步としては、それらを数え上げて分類・体系化し、教育者の間で合意を形成するこ

とが必要である，例えば，学すべき科目名やプログラミング言語の種類などは国などからおおよその指針が示されているが，どの程度の深さまで教育すべきか，前提知識や理解力の異なる生徒に対して，どのようにそれらを調整すべきか，ゴールをどこに設定すべきか，など，各教育現場で教員が考えなければならないことは多岐にわたる．令和４年度は，令和３年度に引き続き，データサイエンス教育ノウハウの情報交換と，その知識の分類・体系化を継続しつつ，その情報を交換するためのプラットフォームである「データサイエンス教育ノウハウプラットフォーム」の設計を行った．	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
今年度の成果については，研究会ホームページに主要な成果を掲載している https://ds-education.com/ 同 HP に掲載の通り，教育研究会(DS 教育方法論研究会)については，３回実施した．また，人工知能学会が主催するシンポジウム BigDadaDX2022 にて，本プログラムの研究者４名を含む５名で，データサイエンス教育の現場の抱える課題についての口頭発表と，今後の展望についてのパネルディスカッションを行った．詳細はこちらの HP の「データサイエンス人材セッション」を参照ください．https://www.ai-gakkai.or.jp/bddx22/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	理数系教員統計・DS 授業力向上研修集会【宮崎】AI/デジタル社会を担う人材育成と教育体系～新課程における統計・データサイエンス教育の円滑実施と高大社接続・産学連携授業～
日時	2023 年 3 月 18, 19 日
場所	宮崎大学
参加者数	約 100 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	875,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
加藤 直樹	兵庫県立大学	教授
Kano Yutaka	大阪大学	教授
石井 裕基	香川県立観音寺第一高等学校	教諭
Shin Yuichiro	兵庫県立加古川東高等学校	SSH 主任
FUKUSAKO NORIHITO	Kakogawa Higashi High School	Chief
Takase Toshiki	Other	Teacher

橋本 三嗣	広島大学	教諭
Watanabe Yasushi	愛媛県立松山南高等学校	教諭
樋口 勇夫	大分工業高等専門学校	教授
林 宏樹	雲雀丘学園中学校・高等学校	教諭
井上 稔雄	兵庫県立姫路西高等学校	教諭
渡辺 美智子	立正大学	教授
Hayashi Hyoma	神戸大学 Secondary School	Teacher
熊谷 洋介	兵庫県立姫路西高等学校	教諭
山本 由和	徳島文理大学	教授
石橋 健	兵庫県立大学	助教
大里 隆也	滋賀大学	特任講師
床田 太郎	香川県立観音寺第一高等学校	教諭
荒川 智浩	国際基督教大学高等学校	専任教員
藏岡 慶一郎	兵庫県立姫路西高等学校	教諭・SSH 主任

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ	3 地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用		
課題番号	2022-ISMCRP-4301		
研究課題名（和名）	世界メッシュ統計の統合分析アルゴリズムの開発		
研究課題名（英名）	Development of Integrated Analytics Algorithms for World Grid Square Statistics		
代表者氏名	佐藤 彰洋	フリガナ	サトウ アキヒロ
		ローマ字	Aki-Hiro Sato
所属機関	横浜市立大学		
所属部局	データサイエンス学部		
職名	教授		
所内受入教員	村上大輔		

研究目的と成果（経緯）の概要	
メッシュ統計を元データから作成し、作成したメッシュ統計を可視化、集計を行うための統合型データ分析プラットフォームである MESHSTATS の機能を明らかにするとともに、MESHSTATS 上に必要となるアプリケーション群を構築し、住所データをもとにメッシュ統計を作成し、計量を行うことができる事例研究を行った。住所データとして、横浜市役所から公開されている横浜市内の公園住所録を使い、住所からメッシュコードを算出するとともに、公園面積に対するメッシュ統計を作成した。このメッシュ統計をメッシュマップとして可視化できるアプリケーションを JavaScript と HTML により MESHSTATS 上に構築した。さらに、公園住所録の登録年から横浜市内における公園開設数の年次データをメッシュ統計から作成することにより、公園がどの時期を多く横浜市内で開設されてきたかの時系列データを作成するとともに、公園面積メッシュ統計の年次発展について開設年ごとのメッシュ統計を作成して可視化を行った。住所を含む様々なデータをメッシュ統計化し、その他のデータと紐づけて分析・可視化を行うことができる機能の特定を行うことができた。企業内事業データを用いたメッシュ統計の作成とその分析についても共同研究者と一部試行的に実行した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
2023 年 2 月 20 日 2022 年度統計数理研究所重点型研究テーマ 3 「地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用」公開研究集会 世界メッシュ統計の統合分析アルゴリズムの開発（2022-ISMCRP-4301） 医療における時空間メッシュデータの利活用についての研究（2022-ISMCRP-4302） GIS 空間情報を用いた森林における病虫害拡散予測とその制御（2022-ISMCRP-4303） URL https://www.fttsus.org/webconf/20230220-1/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用」公開

	研究集会
日時	2023 年 2 月 20 日
場所	統計数理研究所大会議室
参加者数	37
その他	対面とオンラインでのハイブリッドでの開催

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	180,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
加藤 茂博	株式会社リクルート	ビジネスプロデューサー
眞木 和俊	一般法人	OTHERS
鋤持 祐介	一般社団法人世界メッシュ研究所	客員研究員
西脇 毅	株式会社おおいた CELEENA	代表取締役
熊田 順一	株式会社 JTB 総合研究所	部長
小田島 洋斗	横浜市立大学	修士課程学生
菅波 紀宏	株式会社丹青社	部長

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ	3 地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用		
課題番号	2022-ISMCRP-4302		
研究課題名（和名）	医療における時空間メッシュデータの利活用についての研究		
研究課題名（英名）	Research on utilization of spatio-temporal mesh data in medical care		
代表者氏名	和泉 志津恵	フリガナ	イズミ シズエ
		ローマ字	Shizue Izumi
所属機関	滋賀大学		
所属部局	データサイエンス学部		
職名	教授		
所内受入教員	村上大輔		

研究目的と成果（経緯）の概要
（概要） （研究の全体構想）本研究では、医療における時空間メッシュデータを利活用する場を検討し、データサイエンス教材を開発することを目的とする。 （研究の具体的な目的） （１）医療において時空間メッシュデータが活用可能な事例や場面を検討する （２）医療における時空間メッシュのサンプルデータを作成する （３）（２）のデータを用いてデータサイエンス教材を開発する （成果） （１）2022 年 5 月 21 日に開催された MESHSTATS アプリケーションアイデアソン 2022 では、SDGs の目標の中の目標 11：「住み続けられるまちづくりを」をテーマにして、時空間メッシュデータを用いて都市の社会課題解決を目指すアプリのアイデアをゼミの学生らが提案した。 （２）2022 年 8 月 19～24 日に開催された横浜市立大学サマーデザインワークショップ 2022 では、「WITH コロナ時代の医療機関の建設要件デザイン」の企画についてゼミの学生らが提案し企画が採択された。オンラインで実施した One-Day ワークショップでは、MESHSTATS を用いて、医療において時空間メッシュデータが活用可能な事例や場面を検討し、地理情報・32 診療科別医療機関数・人口・年齢を含むサンプルデータを作成し、簡便なデータ解析の結果を 8 月 24 日の全体発表会にて報告した。 （３）（２）のデータを用いて、データサイエンス教材を作成した。 （４）2023 年 1 月から 3 月において、研究成果を発表した。また、論文化も行った。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

(学会発表, 講演)

・和泉志津恵, 佐藤彰洋. 医療メッシュ統計を活用したデザイン力の育成. 第 20 回 統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ ニューノーマル時代における統計教育の展望 ―統計教育での教育の DX 化、オンライン／オフラインでの探究学習の展開― The 20th Japan Conference on Teaching Statistics (JCOTS2023), 2023 年 3 月 12-13 日, 統計数理研究所およびオンライン.

<https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/edu2023.html>

・和泉志津恵, 佐藤彰洋. 「大学生のための医療統計学」教育プログラムにおけるメッシュ統計の活用. 2022 年度統計数理研究所重点型研究テーマ 3 「地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用」, 2023 年 2 月 20 日, 統計数理研究所およびオンライン.

<https://www.fttsus.org/webconf/20230220-1/>

・和泉志津恵. データ分析の基礎から AI の利活用へ - EBPM のさらなる推進 -. 2022 年度大津市データ分析基礎研修, 2023 年 1 月 12 日, 招待有り.

(論文)

・和泉志津恵, 佐藤彰洋. (2022). 医療メッシュ統計を活用したデザイン力の育成. 統計数理研究所共同研究リポート No.466 「統計教育実践研究」, 15, 94-99.

・Obata, T., Izumi, S. (2022). Analysis and visualization of team performances of football games. Japanese Journal of Statistics and Data Science, 5, 885-898.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	2022 年度統計数理研究所重点型研究テーマ 3 「地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用」
日時	2023 年 2 月 20 日
場所	統計数理研究所およびオンライン
参加者数	発表者 8 名程度
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	394,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
佐藤 彰洋	横浜市立大学	教授
立森 久照	慶應義塾大学	教授
伊藤 陽一	北海道大学病院	教授
富田 哲治	県立広島大学	教授

石川 由羽	滋賀大学	助教
位田 隆一	国立大学協会	専務理事
仲北 昌大	滋賀大学	大学院生
福土 武尊	滋賀大学	大学院生
安田 竜輝	滋賀大学	大学院生
山本 祐二	滋賀大学	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	8 環境科学分野 / Environmental Science
研究テーマ	3 地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用		
課題番号	2022-ISMCRP-4303		
研究課題名（和名）	GIS 空間情報を用いた森林における病虫害拡散予測とその制御		
研究課題名（英名）	Prediction and control of disease spread in forests using GIS spatial information		
代表者氏名	伊高 静	フリガナ	イタカ シズ
		ローマ字	Shizu Itaka
所属機関	東京理科大学		
所属部局	創域理工学部経営システム工学科		
職名	助教		
所内受入教員	村上 大輔		

研究目的と成果（経緯）の概要
【目的】 森林の劣化や集団枯損の原因となる樹木の病害・虫害・獣害は、森林管理者にとっては大きな脅威である。その害の要因や拡散を明らかにする研究はこれまでも多く行われてきたが、森林管理者にその管理の指針を示すまでは至っていない。そこで本研究は、ミズナラ・コナラ林の病害であるナラ枯れを事例に、その病害拡散予測モデルの構築に加え、最適な制御管理プランを探索することを目的とした。 【成果】 ①拡散予測モデルの構築：新潟県・山形県のナラ枯れおよそ 30 年分の被害データを用い、1km メッシュ地図上にそのナラ枯れ被害有無をリンクした。また、対応する気象データ（気温・日照時間・降水量・積雪量）と地形データ（標高・傾斜角・方角）、樹種（ミズナラ・コナラ・その他）、送電線までの距離、前年被害メッシュまでの距離を、被害データと紐付けた。紐付けられたそれぞれのデータと、被害が初めて発生するときの因果関係を分析した。その際、気象データ・地形データ・樹種・送電線・前年被害メッシュまでの距離を説明変数、被害発生を目的変数とし、機械学習の手法であるランダムフォレスト、Lasso 回帰、力学系の手法である CCM（Convergent Cross Mapping）など様々な手法を用いて解析し、その結果から、手法の比較やその説明変数の重要度について考察し、使用する説明変数を決定した。そして、現実を観察される要因を解釈しやすい様、機械学習の決定木を実施し、拡散シミュレーションのルールを決定した。拡散シミュレーションにはセルオートマトン法を用いた。その結果、拡散は、ほぼ前年の被害メッシュまでの距離で説明できることがわかった。距離のみで説明できるわけではないが、その他の説明変数の影響は、地域ごとに少しずつ異なることがわかった。距離以外の説明変数では、特に 6 月の日照時間が関係していることがわかった。しかし今回は被害あり・無しの 2 値による解析であったため、今後は被害度でその広がりシミュレーションしたい。

②最適な制御管理プラン探求：ナラ枯れの防除法は多数存在するが、本研究では、大量集積型おとり丸太という、丸太を積み上げてフェロモンでカシナガを誘引する方法にフォーカスした。おとり丸太は、被害の軽減と拡散を抑える役割を果たす。まずは、山形県と青森県におけるデータ（2021 年度報告書：西川町、津軽署、南会津支所、利根沼田署、盤城森林管理署）をもとに、そのおとり丸太の効果に寄与する要因を、一般化線形回帰により解析した。しかし、データ数が少なく、さらに立地条件が違うために、要因を明らかにするまでには至らなかった。その後、新たにデータを入手したために、今後はそれをもとに解析を進める予定である。次に、山形県ナラ枯れ被害木調査データ（2000 年度）の結果を利用して、もっとも被害木をカバーするようなおとり丸太設置場所の最適配置を求めた。おとり丸太からのフェロモン有効範囲内で、効果が一定のモデル、効果がおとり丸太から離れるほど減衰するモデル、一定の距離までは効果が一定でその後減衰するモデルの 3 つについてモデル化した。現場感覚的には、上述 3 つ目のモデルが最も現実に即した結果であるとのことであった。しかし、被害木群を点データとして扱っているなのでその広がりはいまよく捉えられていない。今後、より具体的におとり丸太設置の条件をモデル化し、精緻に解析する予定である。また、今回の実施期間内では、被害コストと設置コストを考慮したシステム構築までは至らなかったため、今後の課題とする。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
伊高静, 田中未来, 斉藤正一: 森林病虫害防除のための OR 的アプローチ —ナラ枯れ防除用大量集積型おとり丸太の最適配置—, オペレーションズ・リサーチ, 67(11), 594-600, 2022. 伊高静, 田中未来, 斉藤正一: ナラ枯れ防除用大量集 積型おとり丸太の最適配置, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2023 年春季研究発表会.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	2022 年度統計数理研究所重点型研究テーマ 3 「地図・メッシュ・位置情報データのデータベース作成・統合と高度利用」公開研究集会
日時	2023 年 2 月 20 日
場所	統計数理研究所
参加者数	20
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	132,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
佐藤 彰洋	横浜市立大学	教授
鈴木 知道	東京理科大学	教授

中村 淑子	湊運輸倉庫株式会社	データアナリスト
檀 寛成	関西大学	教授
石川 剛	株式会社東京地図研究社	本部長
塚田 知輝	株式会社東京地図研究社	社員

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4401		
研究課題名（和名）	High dimensional tests under confounding		
研究課題名（英名）	High dimensional tests under confounding		
代表者氏名	片山 翔太	フリガナ	カタヤマ ショウタ
		ローマ字	Shota Katayama
所属機関	慶應義塾大学		
所属部局	経済学部		
職名	准教授		
所内受入教員	二宮 嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的の概要：データの高次元性が一般的である遺伝子解析においては、2 グループ間の差異検出が重要となる。各グループへの割り当てがランダムであれば、高次元性に適用し得る検定方式が現在までに多数提案されている。しかしながら遺伝子解析においては、疾患の有無などでグループが構成されていることが多く、ランダムな割り当ては基本的に実行不可能である。この場合、割り当てと高次元結果変数の間に交絡変数が存在する可能性が高く、従来の検定方式では誤った結論を導きかねない。本研究では、各グループへの割り当て変数と高次元結果変数の間に交絡変数が存在すると想定し、その状況下で適切な検定方式を導出する。また、遺伝子解析においては結果変数のとる値が連続・2 値・カウントなど多岐にわたる。様々な高次元結果変数に対して統一的な検定方式を構築する。 研究成果（経緯）の概要：各結果変数に一般化線形モデル、割り当て変数にロジスティック回帰モデルを想定して理論展開を進めた。Vansteelandt and Dukes [1]によって導出された効率的なスコア関数を用いて、高次元パラメータのそれぞれについての推定量を作り、まずはそれをもとに最大値型の同時検定統計量を構成した。しかし、Cai et al. [2]を参考にして高次元漸近分布を導出しようとしたところ、剰余項が高次元性を許容できる収束レートとならなかったため、Chernozhukov et al. [3]によって提案された cross-fitting を導入した。その結果、サンプルサイズの $1/3$ 乗が変数の次元の対数よりも十分に大きなとき、最大値型同時検定統計量の漸近分布を導出することができた。その後、高次元パラメータそれぞれについての推定量を用いて、どの結果変数において差異があるかを検出するための多重検定方式の構築を行なった。具体的には、Liu [4]による方法を参照しながら、false discovery rate を漸近的に正しくコントロールできる方法を与えている。 [1] Vansteelandt, S. and Dukes, O. (2022). Assumption-lean inference for generalised linear model parameters. Journal of the Royal Statistical Society : Series B, 657-685.

[2] Cai, T., Liu, W. and Xia, Y. (2014). Two-sample test of high dimensional means under dependence. Journal of the Royal Statistical Society: Series B, 349-372.

[3] Chernozhukov, V., Chetverikov, D., Demirer, M., Duflo, E., Hansen, C., Newey, W. and Robins, J. (2018). Double/debiased machine learning for treatment and structural parameters, The Econometrics Journal, 21, C1–C68.

[4] Liu, W. (2013). Gaussian graphical model estimation with false discovery rate control. Annals of Statistics, 2948-2978.

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
学会発表	
[1] 片山翔太. 高次元データにおける交絡調整を伴う最大値型検定. 統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月.	
[2] 岡本憲暁, 片山翔太, 星野崇宏. 未測定交絡因子が存在する場合における制御された直接効果の識別, 日本分類学会シンポジウム, 2022 年 10 月.	
[3] 岡本憲暁, 片山翔太, 星野崇宏. 未測定交絡因子が存在する場合における制御された直接効果の推定法とその性質について, 日本計算機統計学会第 36 回シンポジウム, 2022 年 11 月.	
[4] 片山翔太. High dimensional tests under observed confounding. 研究集会「多変量統計学・統計的モデル選択の新展開」, 2023 年 3 月.	
ホームページ等	
https://sites.google.com/view/skatayama/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	16,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4402		
研究課題名（和名）	罰則項の重みづけによる複数の正則化パラメータの一元化		
研究課題名（英名）	Unification of regularization parameters by weighted penalties		
代表者氏名	大石 峰暉	フリガナ	オishi ミネアキ
		ローマ字	Mineaki Ohishi
所属機関	東北大学		
所属部局	データ駆動科学・AI 教育研究センター		
職名	助教		
所内受入教員	二宮 嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、罰則付き推定法におけるチューニングパラメータに着目した。モデルパラメータの推定における目的関数の罰則項は通常、各モデルパラメータに対する何らかの罰則の和で与えられ、共通のチューニングパラメータによって罰則の強さが調整される。しかし、チューニングパラメータが共通であれば、モデルパラメータごとの最適な罰則の調整を行うことができず、過剰な縮小や縮小不足が起こり、良い推定量を得ることができない。複数のチューニングパラメータを用いて、モデルパラメータごとに調整すればこの問題は解決できるが、複数のチューニングパラメータの最適化が必要となり、計算上実現が困難となってしまう。したがって、1つのチューニングパラメータで複数のモデルパラメータの罰則を個別に調整したい。そこで、複数のチューニングパラメータを共通のチューニングパラメータと各モデルパラメータ固有の既知の重みの積で定義する。これにより、モデルパラメータごとの柔軟な罰則の調整ができ、かつ最適化は1つのチューニングパラメータのみで良い。 具体的なモデル・推定法として、地理的加重回帰の局所的かつ大域的な変数選択を行うための sparse group Lasso を扱った。観測地点の数を m、説明変数の数を k とすると、地理的加重回帰では mk 個のモデルパラメータの推定が必要となる。これらのモデルパラメータに対して、局所的な変数選択を行うための mk 個のモデルパラメータに対する Lasso 型の罰則と、大域的な変数選択を行うための k 個の m 次元ベクトルに対する group Lasso 型の罰則を導入する。このような2種類の罰則、多数のモデルパラメータを1つのチューニングパラメータで調整することは困難であり、また、$k(m+1)$ 個のチューニングパラメータを導入することも困難である。そこで、$k(m+1)$ 個のチューニングパラメータを共通のチューニングパラメータと既知の重みの積で定義し、さらに局所的な変数選択のための罰則と大域的な変数選択のための罰則の強さを調整するチューニングパラメータを導入した2つのチューニングパラメータにより推定を実行した。既知の重みには adaptive Lasso に基づいて、チューニングパラメータを0としたときの推定量を用いることで各モデルパラメータに応じた調整を

行うことができる。このように推定することで、モデルパラメータに応じた罰則の柔軟な推定、かつ実行可能で効率的な最適化が可能となった。このような方法は様々な罰則付き推定法に導入することができる。一方で、本研究では、Lasso 型の罰則と group Lasso 型の罰則を調整するためのパラメータを追加し 2 つのチューニングパラメータを用いることとなったが、これらも 1 つのチューニングパラメータで調整することができればより簡単に罰則付き推定法を用いることができる。これについては本研究で成果を得ることはできなかったが、今後の課題としてこれからも取り組んでいきたい。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	276,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
柳原 宏和	広島大学	教授
小田 凌也	広島大学	助教

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4403		
研究課題名（和名）	スパース推定に基づく予測統計モデリング手法の開発研究		
研究課題名（英名）	Development of predictive statistical modeling via sparse estimation		
代表者氏名	川野 秀一	フリガナ	カワノ シュウイチ
		ローマ字	Shuichi Kawano
所属機関	九州大学		
所属部局	大学院数理学研究院		
職名	教授		
所内受入教員	二宮 嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要
研究目的： 高次元小標本データの出現に伴い、スパース推定に関する研究は大きく進展し、現在では標準的な統計手法の一つとなりつつある。スパース推定の研究の中でもモデリングに関する研究はその根幹を成すものであり、比較的早い段階からさまざまな研究が行われてきた。特に、予測を目的としたモデリング研究は、統計科学において非常に重要なテーマであるため、これまでに数多くの研究が行われてきている。一方で、ビッグデータが蓄積されるにつれて、新たな統計モデルの開発は需要を増すばかりであり、モデリング研究は常に推し進める必要がある。そこで本研究では、予測を目的としたスパース推定に基づく統計モデリングの更なる発展を目指す。具体的には、データ統合型統計モデル、マルチタスク学習、ベイズスパースモデリングの研究に取り組む。 成果： データ統合型モデルの研究については、モンテカルロ・シミュレーションおよび実データ解析を実行し、既存手法とも数値的に比較検討した。現在原著論文としてまとめている段階であり、arXiv上にプレプリントとして公開後、学術雑誌に投稿する。次にマルチタスク学習に関する研究については、公開していたプレプリントが国際誌に採択された。また、提案手法を統計解析ソフト R のパッケージ“CSNL”として GitHub 上に登録した。現在は、更なる発展を目指して、凸クラスタリングを組み込んだマルチタスク学習モデルの研究に取り組んでいる。最後にベイズスパースモデリングの研究については、数値実験や既存手法との比較を終え、原著論文にまとめて arXiv 上にプレプリントとして公開した。現在は、査読付き学術雑誌に掲載されるように加筆・修正を進めている。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
論文発表 Okazaki, A. and Kawano, S. (2022) Multi-task learning for compositional data via sparse network

lasso. Entropy, 24, 1839. (doi: 10.3390/e24121839)

<https://www.mdpi.com/1099-4300/24/12/1839>

学会発表

・ Okazaki, A. and Kawano, S. “Multi-task learning for compositional data based on sparse network lasso regularization” The 5th International Conference on Econometrics and Statistics, Ryukoku University. 2022 年 6 月.

・ Kakikawa, Y., Shimamura, K. and Kawano, S. “Bayesian fused lasso and Bayesian HORSES via horseshoe prior” The 5th International Conference on Econometrics and Statistics, Ryukoku University. 2022 年 6 月.

・ 書川侑子, 川野秀一「二値データにおける馬蹄事前分布によるベイズアン連結 lasso 回帰モデリング」2022 年度統計関連学会連合大会. 成蹊大学. 2022 年 9 月

・ 岡崎彰良, 川野秀一「凸クラスタリングに基づくマルチタスク学習」2022 年度統計関連学会連合大会. 成蹊大学. 2022 年 9 月.

プレプリント

・ Kakikawa, Y., Shimamura, K. and Kawano, S. (2022) Bayesian fused lasso modeling via horseshoe prior. Preprint, arXiv:2201.08053.

<https://arxiv.org/abs/2201.08053>

ソフトウェア

・ R パッケージ CSNL: Multi-task Learning for Compositional Data via Sparse Network Lasso
<https://github.com/aokazaki255/CSNL>

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額 (円)
旅費	1,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
岡崎 彰良	電気通信大学	大学院生
書川 侑子	電気通信大学	大学院生

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ／ Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野／Statistical Mathematics
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4404		
研究課題名（和名）	高次元スパース推定のための情報量規準の漸近的性質		
研究課題名（英名）	Asymptotic property of information criteria for high-dimensional sparse estimation		
代表者氏名	二宮 嘉行	フリガナ	ニノミヤ ヨシユキ
		ローマ字	Yoshiyuki Ninomiya
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	数理・推論研究系		
職名	教授		
所内受入教員	二宮 嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要	
大標本高次元データでは、非高次元データではモデル選択の一致性を有さない AIC が、不思議なことに一致性を有するようになる。本課題では、説明変数の次元も高いことを想定し、スパース推定も組み入れたときに、この不思議な現象がどうなるかを解明することが目的である。本年度は、グループ MC+ をスパース推定法として考え、そのチューニングパラメータ選択のために定義される AIC がやはり逆転的に一致性を有することを示した。そして、実際に真のモデルを選択する確率が高くなる傾向があることを、数値実験で確認した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
二宮 嘉行, 高次元スパース回帰のための AIC の漸近的性質, 統計数理研究所公募型共同利用 重点型研究 研究集会 『高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合』, 2023 年 3 月.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合
日時	2023 年 3 月 18 日
場所	広島
参加者数	24
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	103,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
柳原 宏和	広島大学	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4405		
研究課題名（和名）	複合型高次元漸近理論におけるモデル選択規準の漸近損失有効性		
研究課題名（英名）	Asymptotically loss efficiency of model selection criteria under the hybrid high-dimensional asymptotic framework		
代表者氏名	小田 凌也	フリガナ	オダ リョウヤ
		ローマ字	Ryoya Oda
所属機関	広島大学		
所属部局	先進理工系科学研究科		
職名	助教		
所内受入教員	二宮 嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要
本研究では、多変量モデルにおけるモデル選択問題を扱う。モデル選択規準の予測に関する性質の 1 つとして、漸近損失有効性、即ち、最適なモデルにおける損失関数の値と損失関数の最小値の比が 1 に確率収束する性質が挙げられる。近年では、標本数のみでなく変数の個数が多い高次元データを解析する需要が高まっているために、標本数だけでなく変数の個数も無限大とする大標本高次元漸近理論の下で漸近性質を評価することが重要である。本研究では、大標本漸近理論と大標本高次元漸近理論を統一的に扱うためにそのどちらも含む複合型高次元漸近理論の下で、モデル選択規準の漸近損失有効性は評価することを目的とする。 主な研究成果としては以下の 2 点が挙げられる。まず、目的変数が複数個ある多変量線形回帰モデルにおいて説明変数を選択する問題を扱った。カルバック・ライブラー (KL) 情報量に基づく KL-損失関数を用いたときの漸近損失有効性に着目し、一般化情報量規準 (GIC) がその漸近損失有効性を満たすための条件を導出した。この条件の導出には真のモデルが候補モデルに含まれることを仮定し、さらに大標本漸近理論と標本数だけでなく目的変数の個数も無限大とする大標本高次元漸近理論を統一的に扱った複合型高次元漸近理論を用いている。これにより、従来よく知られている AIC や BIC は複合型高次元漸近理論の下では漸近損失有効性を常に満たすとは限らないことがわかった。さらに、導出した条件を用いることで常に漸近損失有効性を満たすモデル選択規準を提案した。また、モデル選択規準によって選ばれるモデルが損失関数を最小とするモデルとなる確率が漸近的に 1 となる性質（一致性）は漸近損失有効性よりも強い性質として知られており、本研究では複合型高次元漸近理論の下で GIC が一致性を満たすための条件も導出を行った。これらの研究成果については学会発表 ([1]) を行っている。 次に、一般化多変量分散分析 (GMANOVA) モデルにおける個体内計画行列の列ベクトルを選択する

問題を扱った．予測 2 乗誤差を損失関数とした場合にスカラー倍の重みを用いた一般化 C_p 規準が一致性を満たすための条件を導出した．その際，説明変数の個数は標本数を超えない範囲で無限大となってもいいが目的変数の個数が標本数を超えて無限大となってもいい高次元漸近理論を用いて条件を導出し，真のモデルが候補モデルに含まれること及び真の分散共分散行列には球面性を仮定している．その結果，予測 2 乗誤差を最小とするモデルが真のモデルとなる確率は漸近的に 1 となることがわかり，条件を用いて常に一致性を満たすモデル選択規準を提案した．これらの研究成果については学会発表 ([2], [3]) を行っている．

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

学会発表

- [1] Ryoya Oda & Hirokazu Ynagihara. Condition of GIC to the model minimizing KL-loss function in high-dimensional multivariate linear regression. 5th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2022) (Invited Session: Theories and methodologies for high-dimensional data), Virtual, 2022 年 6 月.
- [2] 小田凌也, 柳原宏和. 高次元 GMANOVA モデルにおける予測のための一般化 C_p 規準の漸近性質. 統計関連学会連合大会, 東京, 2022 年 9 月.
- [3] 小田凌也. 多変量モデルにおける複合型高次元漸近理論を用いたモデル選択規準の漸近損失有効性. 多変量統計学・統計的モデル選択の新展開, 広島, 2023 年 3 月.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	267,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
大石 峰暉	東北大学	助教
柳原 宏和	広島大学	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	6 人文科学分野 / Human Science
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4406		
研究課題名（和名）	高次元経時データ解析手法の応用と可視化		
研究課題名（英名）	Application and visualization of high-dimensional longitudinal data		
代表者氏名	門田 麗	フリガナ	モンデン レイ
		ローマ字	
所属機関	広島大学		
所属部局	先進理工系科学研究科		
職名	准教授		
所内受入教員	二宮 嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要	
共同利用により、以下 2 点の研究を行った。 ①被験者×変数×測定時点のように 3 つの要素から構成される 3 次元データ (3 相データ) を要約する統計手法の 1 つに 3 相主成分分析が挙げられる。3 相主成分分析は与えられた 3 次元データに対して少数の因子を用いて 3 次元データを集約する統計手法である。しかし、3 相主成分分析が前述した「被験者×変数×測定時点」のような 3 次元データに適用される場合、測定時点以外のデータを表現することができない。また、3 相主成分分析ではパラメーターの推定には反復法が用いられるため、収束までの所要時間が長くなってしまう場合もある。本研究では 3 相主成分分析で得られる 1 つの因子について多項式基底を適用することにより、これらの問題の解消を目指した。多項式基底によって拡張した 3 相主成分分析を臨床データに適用させた所、通常の 3 相主成分分析よりも少ない反復回数で収束し、さらに、多項式基底によって測定時点外についても予測値を得られることが示された。 ②GMANOVA モデルを 3 相データへ拡張させた際のアルゴリズムに関する研究も行った。ここでは Block-wise coordinate descent と Dual-block coordinate descent アルゴリズムを提案し、従来のアルゴリズムと比較した。その結果、提案手法は収束速度も早く、推定精度も従来のものと同程度であることが示された。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
上記の①、②の研究について 15th International KES Conference Intelligent Decision Technologies において発表を行う。http://idt-23.kesinternational.org/cms/userfiles/is06.pdf を参照。	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	重点研究テーマのメンバーで議論

日時	2023.3.18
場所	広島大学東千田キャンパス
参加者数	10 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	190,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
永井 勇	中京大学	准教授
柳原 宏和	広島大学	教授

2022 年度 重点型研究 実施報告書

研究種別	重点型研究		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ	4 高次元データ解析・スパース推定法・モデル選択法の開発と融合		
課題番号	2022-ISMCRP-4407		
研究課題名（和名）	カーネル法に基づく超高次元データに対するモデル選択		
研究課題名（英名）	Model selection for ultra high-dimensional data via kernel		
代表者氏名	梅津 佑太	フリガナ	ウメヅ ユウタ
		ローマ字	Yuta Umezu
所属機関	長崎大学		
所属部局	情報データ科学部		
職名	准教授		
所内受入教員	二宮嘉行		

研究目的と成果（経緯）の概要	
変数の数が標本サイズよりも非常に大きな超高次元データにおける変数選択問題について考える。このようなデータに対しては、計算コストや推定・予測精度の観点から、あらかじめ重要な変数のみをスクリーニングすることがしばしば行われる。通常、スクリーニングの対象は数千から数万の変数であるため、計算コストがそれほど大きくないシンプルな方法で効率的にモデルを選択できることが重要である。本研究では、一般化線形モデルの周辺尤度に対して、係数パラメータをスパースに推定するための罰則項を付加することで、目的変数と説明変数間の共分散を用いて効率的にスクリーニングできることを示した。具体的には、共分散の絶対値が適当なしきい値以上の変数を関連ありと定めることで、1 に収束する確率で真に重要な変数をスクリーニングできることを示した。実際には、アルゴリズムそのものは先行研究で線形回帰モデルに対して提案されていたものとほぼ同じものであるが、本研究では、同じ基準を一般化線形モデルに対しても適用であると示した。また、上記のしきい値を共分散の漸近分布を用いることで、family-wise error をコントロールしつつ効率的に重要な変数を検出できることを示し、数値的な検証も行った。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
[1] 梅津 佑太 (2022). 「周辺回帰モデルにおけるスパース正則化法」, 『日本統計学会誌』. 受理済み [2] 梅津 佑太 (2023). スパース周辺回帰モデルにおけるスクリーニング法. 研究集会「多変量統計学・統計的モデル選択の新展開」, 2023 年 3 月	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	

場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	64,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名

共同研究集会

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	4 物理科学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5001		
研究課題名（和名）	宇宙地球環境の理解に向けての統計数理的アプローチ		
研究課題名（英名）	Statistical approaches for understanding space-earth environment		
代表者氏名	中野 慎也	フリガナ	ナカノ シンヤ
		ローマ字	Nakano Shin'ya
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	准教授		
所内受入教員	中野 慎也		

研究目的と成果（経緯）の概要
我々が生活する地球環境は、大気や海洋といった異なる領域が互いに影響しながら一つのシステムとして成り立っており、複雑かつダイナミックな変動を示す。地球環境変動の予測を行うには、この複雑なプロセスを理解しながら進めることが必要である。また、人工衛星が運用される宇宙環境も、磁気圏、電離圏という異なる領域の相互作用が本質的に重要であり、宇宙環境変動の予測に複雑システムとしての理解は必須となる。 このような複雑な地球環境、宇宙環境の理解を進めるため、近年、衛星観測、地上観測などによるモニタリング体制の整備が進んでいる。それに従い、様々な観測から得られるデータを活用し、現状の把握や予測に活用するために、統計数理に根ざした手法が重要な役割を果たすようになっている。宇宙地球環境の観測では、システムを構成する要素のうちの一部の情報しか得られなかったり、空間的に限られた領域の情報しか得られなかったりといった問題があるため、先端的な統計モデリング技法やデータ同化手法へのニーズも高まっている。本研究集会は、このような現状を踏まえ、統計数理的アプローチに基づく宇宙地球環境の包括的な解析、モデリング研究に関心を持った研究者を一堂に集めて宇宙地球環境の把握、予測のための統合的解析・モデリング研究を促進することを目的に、名古屋大学と統計数理研究所で交互に毎年開催してきたものであるが、ここ数年はオンライン開催となっている。今年度は以下のようなプログラムで行った。 [プログラム] 11:00-11:30 大石俊, 三好建正, 可知美佐子 「LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA) の精度評価」 11:30-12:00 片岡龍峰, 中野慎也, 藤田茂 「機械学習エミュレータによる MHD シミュレーション結果の予測」 (昼休み)

13:30-14:00 酒井悠輔, 能勢正仁○ 「機械学習による Pi2 地磁気脈動の検出とリアルタイムサブシステム警報システムの構築」	
14:00-14:30 西宮祐太, 三好由純, 堀智昭, 小路真史, 中村紗都子, Jun Chae-Woo, 三谷 烈史, 篠原育, 高島健, 浅村和史, 東尾奈々, 齊藤慎司, 塩田大幸 「放射線帯外帯電子予測モデルの開発と XAI によるモデル解釈」	
14:30-15:00 藤田茂, 中野慎也, 片岡龍峰, 田中良昌, 中溝葵, 門倉昭, 細川敬祐, 才田聡子「宇宙天気再解析データ作成のための基盤研究」	
15:00-15:30 藤浩明, 中野慎也「機械学習を用いた地磁気永年変化予測」	
15:30-16:00 中野慎也, 片岡龍峰「Echo state network による地磁気活動モデリング」	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
特になし.	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	宇宙地球環境の理解に向けての統計数理的アプローチ
日時	2023 年 2 月 20 日 11 時から 16 時まで
場所	Zoom によるオンライン開催
参加者数	24 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	94,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
三好 由純	名古屋大学	教授
井手 一郎	名古屋大学	教授
上野 玄太	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	9 その他／Others
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5002		
研究課題名（和名）	諸科学における統計数理		
研究課題名（英名）	Statistics-mathematics in various scientific research fields		
代表者氏名	横山 雅之	フリガナ	ヨコヤマ マサユキ
		ローマ字	YOKOYAMA Masayuki
所属機関	自然科学研究機構 核融合科学研究所		
所属部局	六ヶ所研究センター		
職名	センター長・教授		
所内受入教員	矢野恵佑		

研究目的と成果（経緯）の概要

本共同研究集会は、多様な研究分野の研究者と統計数理研究所および統計数理・数学・情報などの分野の研究者が、各分野固有の考え方に捉われない統計数理的思考に基づく新たな方法論、および、それらから導き出される科学的解釈について議論することを目的として開催している。「出会いの場」として機能することで、それぞれの分野の研究進展や分野融合による新領域開拓、さらに、統計数理思考を機軸とした分野間連携へと発展することを目的としている。また、自然科学研究機構の分野融合事業ワークショップ「諸科学における統計思考～分野横断の取り組みへ～」(統計思考を基軸とした諸科学分野融合への出口戦略を模索)とのジョイント開催として、さらに多様な分野からの講演勧誘を行うとともに、IU-REAL の分野融合事業としての位置づけも発揮できるように務めた。

今年度は、

＊夏のオンライン集会（8月1日～5日、16日～19日 各日お昼の時間帯）

に加えて、本共同研究集会から派生した「統計数理」特集号（第71巻1号「諸科学における統計数理モデリングの拡がり」、2023年6月発刊予定）の

＊著者集会（統計数理研究所、8月29、30日の2日間）、

さらに、

＊春のオンライン集会（3月22、24、28～31日 各日お昼の時間帯）

など、現地・オンラインを取り混ぜて機動的な研究集会開催を行った。

本枠には逐次記載しないが、各発表者から、発表概要に加えて、本共同研究集会の特色である分野を超えた議論での気づきも集約しており、諸科学と統計数理分野の連携をさらに進める上で重要な指針にもなっている。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
統計数理研究所 HP のイベント欄、統計数理研究所や受入教員が有するメーリングリスト、また、代表者の所属機関や所属学会などでの会合案内を行っている。今年度のみならず、これまでの開催履歴が、HP https://sites.google.com/view/shokagaku/%E3%83%9B%E3%83%BC%E3%83%A0 に集約されている。	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	諸科学における統計思考（下記３件とも、本共同研究集会課題名）
日時	（１）2022 年 8 月 1,2,3,4,5,16,17,18,19 日 各日 1 2～1 3 時＋その後フリーディスカッション （２）2022 年 8 月 29,30 日 （３）2023 年 3 月 22,24,28,29,30,21 日 各日 1 2～1 3 時＋その後フリーディスカッション
場所	（１）（３）Zoom 会議、（２）統計数理研究所第一会議室＋Webinar
参加者数	（１）テスト接続日込みで延べ 521 （２）現地参加 20＋Wenbinar 参加 92（計 112） （３）168
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	348,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
矢野 恵佑	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
島谷 健一郎	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
前山 伸也	名古屋大学	講師
竹内努	名古屋大学	准教授
清野 健	大阪大学	教授
松井鉄平	岡山大学	准教授
森下侑哉	京都大学	D3（2022 年度）
酒井憲司	東京農工大学	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	b 複雑構造モデリンググループ／Complex System Modeling Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5003		
研究課題名（和名）	データ解析環境 R の整備と利用		
研究課題名（英名）	Development and Practice of Statistical Software R		
代表者氏名	藤野 友和	フリガナ	フジノ トモカズ
		ローマ字	Tomokazu Fujino
所属機関	福岡女子大学		
所属部局	国際文理学部		
職名	教授		
所内受入教員	清水 信夫		

研究目的と成果（経緯）の概要

データ解析環境 R は統計計算とグラフィックスのための言語・環境である。R は多様な統計手法とグラフィックスを提供するオープンソースなソフトウェアとして、広汎な拡張が可能である。近年では、医学、薬学、疫学、統計学、経済学、言語学、地理学、心理学など多分野にわたって、世界中で利用されるようになってきており、R は何らかのデータを扱う人々の世界的な共通言語であるといえる。日本においても、フリーでオープンソースであること、頻繁なバージョンアップやアドオンパッケージによって最新の統計手法がいち早く実装されること、オペレーティングシステムに依存しないマルチプラットフォームであること、日本語環境で利用できること、などの理由によって急速に普及が進んでいる。近年では、学術研究の場だけでなく、企業におけるデータ解析の標準的なプラットフォームとしても定着しつつある。本研究の参加メンバーは、いずれも日本を代表する R ユーザーであり、R を利用した教育活動、研究活動、業務活動に多くの実績を残している。本研究は、これらの成果や実践活動における工夫を多くの R ユーザーに広く開示し、それに関する分野横断的な議論を行う物理的な場を提供することを目的とする。

研究集会を 2022 年 12 月 17 日（土）に統計数理研究所においてハイブリッド形式により開催した。参加人数はオンライン参加者約 140 名、現地参加者 17 名であった。プログラムは以下のとおりである。

10:25-10:30 開会挨拶 / 中野純司・藤野友和

【セッション 1：現地発表】

*** 1. 10:30-11:00

- クリギング法を使った神戸市における風ベクトル場の推定と GIS による表現

山川 純次（岡山大学大学院自然科学学域）

*** 2. 11:00-11:30

- 食品オントロジーの構築と R での利用

樋口千洋（国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所）

*** 3. 11:30-12:00

- R による探索的財務パネルデータ解析

地道正行（関西学院大学商学部）

川崎能典（統計数理研究所） / 阪 智香（関西学院大学商学部）

宮本大輔（東京大学大学院情報理工学系研究科） / 永田修一（関西学院大学商学部）

*** 12:00-13:00（昼休み）

【セッション 2：オンライン】

*** 4. 13:00-13:30

- R/Stan と WAIC/WBIC の数理

鈴木讓（大阪大学）

*** 5. 13:30-14:00

- R を用いた GIS 公開データの取得

谷村晋（三重大学大学院医学系研究科）

*** 6. 14:00-14:30

- R による大規模データの処理（仮）

瓜生真也（徳島大学デザイン型 AI 教育研究センター）

*** 14:30-14:45（休憩）

【セッション 3：現地発表】

*** 7. 14:45-15:15

- Classification of Kansai and Chugoku dialects

服部恒太（徳島大学）

*** 8. 15:15-15:45

- 統計的データクリーニング

和田かず美（総務省統計研究研修所）

*** 9. 15:45-16:15

- neo4r と visNetwork による科目の関連度指標の計算とカリキュラムの可視化

藤野友和（福岡女子大学）

*** 16:15-17:00（総合討論）

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

研究集会ホームページ：<https://prs.ism.ac.jp/useRjp/>

参加募集用ホームページ：<https://rjpusers.connpass.com/event/266841/>

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	データ解析環境 R の整備と利用
日時	2022 年 12 月 17 日（土）
場所	統計数理研究所、オンライン

参加者数	オンライン参加 140 名、現地参加 17 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	707,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
山川 純次	岡山大学	助教
谷村 晋	三重大学	教授
樋口 千洋	医薬基盤・健康・栄養研究所	技術補助員
中澤 港	神戸大学	教授
服部 恒太	徳島大学	講師
地道 正行	関西学院大学	教授
鈴木 譲	大阪大学	教授
瓜生 真也	徳島大学	助教
中野 純司	中央大学	教授
石田 基広	徳島大学	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	c データ同化グループ/Data Assimilation Group	主要研究分野分類	4 物理科学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5004		
研究課題名（和名）	データ同化ワークショップ		
研究課題名（英名）	Japanese data assimilation workshop		
代表者氏名	上野 玄太	フリガナ	ウエノ ゲンタ
		ローマ字	Genta Ueno
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	モデリング研究系		
職名	教授		
所内受入教員	上野玄太		

研究目的と成果（経緯）の概要																										
本共同研究集会「データ同化ワークショップ」では、気象研究所・統計数理研究所・海洋研究開発機構・理化学研究所の研究者が持ち回りで幹事を務め、毎年度データ同化に関する研究集会を開催している。本年度は、理化学研究所のメンバーが幹事を務め、同研究所（神戸）で開催した。 --- 第 13 回データ同化ワークショップ 日時 2023 年 2 月 16 日(木) 形式 現地開催（*Web 配信などはいりません） 場所 理化学研究所 計算科学研究センター 講堂 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-26 プログラム <table border="1"> <thead> <tr> <th>時間</th><th>講演者</th><th>内容</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>09:30-10:00</td><td>-</td><td>受付</td></tr> <tr> <td>10:00-10:15</td><td>三好 建正（理研）</td><td>開会挨拶・趣旨説明</td></tr> <tr> <td>10:15-11:15</td><td>招待講演：丹羽 洋介（環境研）</td><td>温室効果ガスの逆解析研究</td></tr> <tr> <td>11:15-12:00</td><td>長船 哲史（JAMSTEC）</td><td>拡散スキームの高度化を通じた長期海洋環境再現実験の精緻化に向けた取り組み</td></tr> <tr> <td>12:00-13:00</td><td>-</td><td>昼休憩（ランチマップ）（キッチンカー）</td></tr> <tr> <td>13:00-13:45</td><td>前島 康光（理研）</td><td>領域気象モデルを用いた局地豪雨の制御シミュレーション実験</td></tr> <tr> <td>13:45-14:30</td><td>岡部 いづみ（気象研）</td><td>Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風予測への寄与</td></tr> </tbody> </table>			時間	講演者	内容	09:30-10:00	-	受付	10:00-10:15	三好 建正（理研）	開会挨拶・趣旨説明	10:15-11:15	招待講演：丹羽 洋介（環境研）	温室効果ガスの逆解析研究	11:15-12:00	長船 哲史（JAMSTEC）	拡散スキームの高度化を通じた長期海洋環境再現実験の精緻化に向けた取り組み	12:00-13:00	-	昼休憩（ランチマップ）（キッチンカー）	13:00-13:45	前島 康光（理研）	領域気象モデルを用いた局地豪雨の制御シミュレーション実験	13:45-14:30	岡部 いづみ（気象研）	Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風予測への寄与
時間	講演者	内容																								
09:30-10:00	-	受付																								
10:00-10:15	三好 建正（理研）	開会挨拶・趣旨説明																								
10:15-11:15	招待講演：丹羽 洋介（環境研）	温室効果ガスの逆解析研究																								
11:15-12:00	長船 哲史（JAMSTEC）	拡散スキームの高度化を通じた長期海洋環境再現実験の精緻化に向けた取り組み																								
12:00-13:00	-	昼休憩（ランチマップ）（キッチンカー）																								
13:00-13:45	前島 康光（理研）	領域気象モデルを用いた局地豪雨の制御シミュレーション実験																								
13:45-14:30	岡部 いづみ（気象研）	Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風予測への寄与																								

14:30-14:45	-	休憩	
14:45-15:45	-	ポスター発表	
15:45-16:15	-	富岳見学	
16:15-17:00	大塚 成徳（理研）	深層学習と数値天気予報の融合による降水ナウキャストの試み	
17:00-17:15	三好 建正（理研）	閉会挨拶	
プログラム			
ポスター番号 発表者 タイトル			
P1	鈴木 和良、段 卓志（JAMSTEC）	北極域を対象とした mlef/Polar WRF (PWRF) を用いた結合データ同化実験	
P2	藤井 陽介（気象研）	アルゴフロート品質管理の海洋データ同化システムに対するインパクトの検証	
P3	小野 耕介（気象研）	メソ対流系における予測誤差の非線形性と階層構造	
P4	呉 品穎（気象業務支援センター）	Construction of 1000-member ensembles of typhoon Hagibis (2019) and their high wind probability predictions	
P5	中野 慎也（統数研）	Pilot reanalysis for the magnetosphere-ionosphere system with a global magneto-hydrodynamic model	
P6	赤見 彰一（筑波大）	非ガウスデータ同化の精度向上に向けたベイズ最適化による局所粒子フィルタのパラメータ推定	
P7	佐藤 峰斗（総研大）	等価重み粒子フィルタによる非線形モデルの時変パラメータ推定	
P8	齋藤 匠（千葉大）	大次元力学系における有効な観測位置決定手法の開発	
P9	藤村 健介（千葉大）	アンサンブルカルマンフィルタによる河川水位予報精度の改善	
P10	塩尻 大也（千葉大）	陸面データ同化システム ILS-LETKF による土壌水分量の同化実験	
P11	大石 健（千葉大）	Sinkhorn アルゴリズムを用いた局所粒子フィルタの高速化と力学的な一貫性の調査	
P12	大瀧 貴也（千葉大）	リザーバーコンピューティングを用いたハイブリッドアンサンブルデータ同化手法の改善	
P13	河崎 俊（千葉大）	モデル予測制御による Lorenz モデルの制御実験	
P14	雨宮 新（理研）	領域気象モデル SCALE-RM を使った LETKF の微修正による局所粒子フィルタ	
P15	大石 俊（理研）	LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA) の精度評価	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）			
http://daweb.ism.ac.jp/DAWS/ http://www.data-assimilation.riken.jp/jp/events/riken_da_ws_2022/			
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数			
テーマ	第 13 回データ同化ワークショップ		
日時	2023 年 2 月 16 日(木)		
場所	理化学研究所 計算科学研究センター 講堂		

参加者数	35 名 ((1)+(2)) (1) 統数研 2 名、(2) 所外 33 名 (学生 9 名、外国人 1 名、若手(35 歳以下) 11 名、女性 3 名)
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	105,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
中野 慎也	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
藤井 陽介	気象庁気象研究所	主任研究官
川畑 拓矢	気象庁気象研究所	室長
増田 周平	海洋研究開発機構	センター長
三好 建正	理化学研究所	チームリーダー
丹羽 洋介	国立環境研究所	主任研究員
長船 哲史	海洋研究開発機構	研究員

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	f 構造探索グループ / Structure Exploration Group	主要研究分野分類	4 物理学分野 / Physical Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5005		
研究課題名（和名）	高次元非線形構造が紡ぎだす数理・情報・物理の融合研究		
研究課題名（英名）	Joint studies of physics, informatics, and mathematics induced by high dimensional nonlinear structures		
代表者氏名	仲田 資季	フリガナ	ナカタ モトキ
		ローマ字	Nakata Motoki
所属機関	自然科学研究機構 核融合科学研究所		
所属部局	研究部		
職名	准教授		
所内受入教員	田中未来		

研究目的と成果（経緯）の概要

本共同研究集会は、数理科学・情報科学・物理学などが融合した研究展開の可能性を展望し、細分化された従来の学術領域を超えた新しいサイエンスのかたちの具現化に繋げることを目的とする。中性流体やプラズマの乱流物理や天体物理をはじめ、物性物理・高分子科学・生物学・生態学や脳神経科学など、様々な理学・工学研究において、しばしば大自由度の非線形ダイナミクスが探究される。その複雑な現象の舞台となる配位空間・位相空間やパラメータ空間は高次元に拡がり、運動や状態は連続・離散変数の非線形関数として表現される。このような高次元非線形構造を伴う問題に対して、大規模直接数値計算や粗視化・縮約モデルなど、各々の分野でそれを読み解く様々な方法論の開拓が続けられている。他方、数理科学・情報科学においても、数理最適化をはじめ、多層ニューラルネットワークや機械学習、さらには、計算ホモロジーなどのトポロジカルデータ解析やマルコフ連鎖モンテカルロサンプリング、情報幾何、次元縮約・可視化といった高次元非線形構造を扱う研究の進展が著しい。このように、研究の動機や対象が大きく異なるも、高次元非線形構造という共通項を内在する様々な研究分野の研究者が本共同研究集会で交流することで、多様な高次元非線形構造から見いだされる新たな関連性や視点・問題の発見に繋げる。さらに、それらを解き剖ける方法論の循環や共創、それに基づく新たな研究テーマの創出による学際研究への展開も期待される。2022 年度の共同研究集会は 2023/2/20-21 の日程で統計数理研究所において、オンサイトおよびオンラインのハイブリッド形式にて開催された。統計物理学および進化生物学に関する 2 名の専門家を招待講演者として招き、分野外の研究者にも分かりやすい形で歴史的な経緯や先端的な研究課題を紹介して頂いた。その他、12 名の参加者(プラズマ物理学、数理統計学、機械学習、数理最適化、流体工学などの多岐にわたる専門分野)からは、口頭発表とポスター発表の両方を実施してもらうことによってインタラクティブな議論を活発に交わすことができた。比較的コンパクトな共同研究集会であったが、その反

面、異分野の研究者同士の緊密な議論を展開することができ、個々の研究課題の問題解決に向けた新たな着想、あるいは、新たな異分野融合共同研究への糸口となる着想を得ることに貢献することができた。次年度についても、より発展的、より幅広い課題に拡大して研究集会と共同研究を展開したい。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
研究会プログラムを示した web ページのアドレス https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdM4y9yHFBcBvYYLrdBqiCPsbyZ0zzekpfTvm2zJKqWkR1N3Q/viewform?vc=0&c=0&w=1&flr=0	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	高次元非線形構造が紡ぎだす数理・情報・物理の融合研究
日時	2023/2/20-21
場所	統計数理研究所
参加者数	14 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	468,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
田中 未来	統計数理研究所	准教授
佐藤 慎太郎	東北大学	助教
佐々木 真	日本大学	専任講師
彌富 豪	総合研究大学院大学	大学院生
中山 智成	総合研究大学院大学	大学院生
原 聡	大阪大学	准教授
本武 陽一	一橋大学	准教授
小林 達哉	自然科学研究機構 核融合科学研究所	准教授
福島 孝治	東京大学	教授
左倉 和喜	自然科学研究機構 基礎生物学研究所	研究員
今寺 賢志	京都大学	准教授
横山 雅之	自然科学研究機構 核融合科学研究所	教授
三分一 史和	統計数理研究所	准教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5006		
研究課題名（和名）	新型コロナウイルス（COVID-19）感染症の世界的流行後における自殺予防・遺族支援のあり方に関する学際的研究集会		
研究課題名（英名）	Interdisciplinary study meeting for suicide prevention and survivor support after the COVID-19 pandemic		
代表者氏名	竹島 正	フリガナ	タケシマ タダシ
		ローマ字	Tadashi Takeshima
所属機関	大正大学		
所属部局	地域構想研究所		
職名	客員教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要

2021 年の共同研究集会においては学際的研究者と自殺予防・自死遺族支援の実践者が集い、新型コロナウイルス（COVID-19）の世界的流行下における自殺予防・自死遺族支援のあり方について発表や意見交換を行った。2022 年の研究集会においては、新型コロナウイルス（COVID-19）感染症の世界的流行後と自殺対策基本法施行 20 年に向けての持続可能な自殺予防・自死遺族支援を視野に報告と意見交換を行った。共同研究集会は、基調講演と 4 つのセッションから構成した。

基調講演「自殺総合対策大綱の作成にむけた有識者会議で感じたこと: EBPM と Quality Management の観点から」椿広計（統計数理研究所）

セッション 1 「コロナ下の自殺の状況と背景要因」

趣旨：新型コロナウイルス（COVID-19）の世界的流行後のわが国における自殺の状況・動向を、いくつかのデータおよび疫学的アプローチによって把握し、その背景要因を探索する研究の成果を報告する。

企画：高橋邦彦（東京医科歯科大学 M&D データ科学センター）、岡檀（統計数理研究所医療健康データ科学研究センター）

セッション 2 「未遂者支援、遺族支援、支援者支援」

趣旨：自殺行動が生じた後の支援である未遂者支援、遺族支援、支援者支援の取り組みや学術的知見を報告する。未遂者の家族への支援、遺族支援、支援者側等の話を伺うなかで、全体を通して、自殺を考えるまで追い込まれている本人はもちろんのこと、残された人たちへの対応に関しても個別性を重視し、それぞれの人にいかに安全で安心した環境を整えることができるかについて検討した。

企画：小高真美（武蔵野大学人間科学部）、高井美智子（埼玉医科大学医学部）

セッション 3 「支援現場の実態や取り組み」

趣旨：2021 年度研究集会において COVID-19 感染症拡大下における支援現場の実態や取組みが報告されたが、その後の現場の状況について報告した。

企画：大塚尚（東京大学 相談支援研究開発センター）、勝又陽太郎（東京都立大学人文社会学部）
セッション 4 「自殺対策円卓会議」

趣旨：自殺対策における学び合いと尊重の風土づくりを通して自殺対策の発展と地域づくりに貢献していくことを目的として、参加者全員で、本研究集会で学んだことや、日頃自殺対策において大切に思っていることなどを話し合った。

企画：竹島正（川崎市総合リハビリテーション推進センター／大正大学地域構想研究所）

自殺・自死という言葉の問題、遺族への情報提供の重要性、自死遺族支援前に遺族が追い込まれている現状、自殺を他人事でなく自分ごととして捉える姿勢や援助者側の能動的姿勢の必要性、ゲートキーパー研修のオンライン実施や ICT 活用、データに基づく自殺対策評価の推進、現代の子どものどう理解していくかなど、様々な立場からの意見を聞くことを通じて、対話し考えつづけることの重要性を共有することを目的とした。

自殺・自死など人と人との関わりを媒介する言葉の問題は、次回につながる大事なテーマである。自殺は最も端的に社会のクオリティーを示す問題であり、この社会のクオリティー自体が包括的に上がっていけば、自殺だけではなく様々な現象が良い方向へと向かっていくと思われる。自殺・自死のことを考えることは、逆に言えばウェルビーイングを考えることでもある。

次回の共同研究集会では「自殺対策の持続的発展に向けて-自殺対策基本法 20 周年に向けて」をテーマに、研究と現場実践をつなぎながら自殺対策を進めていくために、今後取り組むべき研究と実践を明らかにするとともに競争的研究資金の確保を目指す。

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）

未発表

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況

費目	配分額（円）
旅費	987,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧

研究員名	所属機関名	役職名
------	-------	-----

椿 広計	統計数理研究所	名誉教授
高橋 邦彦	東京医科歯科大学	教授
岡 檀	統計数理研究所	特任准教授
佐々木 那津	東京大学	講師
西 大輔	東京大学	教授
安齋 達彦	東京医科歯科大学	講師
阪本 俊生	南山大学	教授
山内 慶太	慶應義塾大学大学院	教授
松本 俊彦	国立精神・神経医療研究センター	部長
小高 真美	武蔵野大学	教授
高井 美智子	埼玉医科大学	客員講師
大倉 高志	岡山県立大学	准教授
引土 絵未	日本女子大学	講師
田中 幸子	一般社団法人全国自死遺族連絡会	代表理事
斎藤 智恵子	一般社団法人全国自死遺族連絡会	理事
白川 教人	横浜市役所	所長
大塚 尚	東京大学	助教
勝又 陽太郎	東京都立大学	准教授
橋本 貢河	川崎市役所	
巽 葉子	大阪府教育委員会	スクールカウンセラー スーパーバイザー

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	9 その他／Others
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5007		
研究課題名（和名）	統計教育の方法とその基礎的研究に関する研究集会		
研究課題名（英名）	Workshop on Statistics Education and Data Science in Japan		
代表者氏名	末永 勝征	フリガナ	スエナガ カツユキ
		ローマ字	SUENAGA Katsuyuki
所属機関	鹿児島純心女子短期大学		
所属部局	生活学科		
職名	准教授		
所内受入教員	椿 広計		

研究目的と成果（経緯）の概要	
本研究集会では統計教育に関係する研究者や教員、企業・団体等の情報共有を目的として、関連の研究発表、授業事例報告などを中心に共同集会を行っている。 第 20 回開催となった本年度において、「統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ」と題してハイブリッド開催での共同研究集会を計画した。今年度も ICT を活用した統計学教育とその評価に関する新たな展開を始め、AI・データサイエンス・統計人材育成に向けて世界中で初等中等教育、大学等高等教育、社会人のリカレント教育の各場面での教育改革が進行していることから、国内での統計・データサイエンス教育の動向を講演者と議論していただくために 3/12、3/13 の両日に開催した。 参加者は、会場に 1 日目 28 名、2 日目 15 名、オンラインでは両日とも約 60 名の参加者が常時接続しており、事前のオンライン申込者は 200 名であった。その内訳も研究者のみならず、初等・中等教育の教員、教科書会社の関係者、政府・自治体関係者など、多くの方にご参加いただいた。 今回は、重点課題、講演、統計データ分析コンペティションを用いた統計教育、統計教育の研究および授業実践事例Ⅰ～Ⅳなど、従来から行っているセッションを実施し、活発な発表及び質疑等が行われた。 これらの発表内容を共同利用研究レポートとしてまとめた。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
本研究集会の結果は統計数理研究所の共同利用研究レポート 466 「統計教育実践研究」第 15 巻にまとめてある。 また共同集会の詳細やプログラムについては次のサイトに掲載してある。 URL: https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/edu2023.html	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	ニューノーマル時代における統計教育の展望 ―統計教育での教育の DX 化、

	オンライン／オフラインでの探究学習の展開
日時	2023 年 3 月 12 日 - 13 日
場所	統計数理研究所及び Zoom によるオンライン
参加者数	会場とオンラインで 200 名程度
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	792,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
竹内 光悦	実践女子大学	教授
椿 広計	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授
稲垣 道子	岩手大学教育学部附属中学校	教諭
大橋 真也	順天堂大学	特任教授
林 兵馬	神戸大学附属中等教育学校	教諭
下山 恭平	株式会社ラーンズ	情報発信グループ・リーダー
渡辺 美智子	立正大学	教授
橋本 三嗣	広島大学附属高等学校	教諭
和泉 志津恵	滋賀大学	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	5 工学分野 / Engineering
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5008		
研究課題名（和名）	極値理論の工学への応用		
研究課題名（英名）	Extreme Value Theory and Applications		
代表者氏名	西郷 達彦	フリガナ	サイゴウ タツヒコ
		ローマ字	Tatsuhiko SAIGO
所属機関	国立大学法人山梨大学		
所属部局	大学院総合研究部医学域基礎医学系		
職名	准教授		
所内受入教員	志村隆彰		

研究目的と成果（経緯）の概要
日本国内において極値理論の研究者や応用家は必ずしも多くないが、種々の研究機関や民間企業において、さまざまな研究を行っている。そこで極値理論の応用ならびに理論のさらなる発展に興味がある研究者が統計数理研究所に集い、現在取り組んでいる進行中の研究を紹介する。その中で研究上の問題点の解消し今後の研究の発展にヒントとなる情報交換を行う機会として、研究集会を開催することにより、参加者の研究の進展に寄与したい。またその成果を広く公表することで、さらに分野の応用と発展を進めることを目的とした。 8月16日から26日にMS Teamsを用いてオンデマンド形式のオンラインで集会を行った。これはあらかじめ講演者の予稿と講演ビデオを準備した上で、参加者がビデオを視聴し、設けられた掲示板において質疑を行う形態であった。下記8件の講演と72名という多くの参加者を迎え、活発な質疑が行われ、参加者の交流が図られる研究を進展させる機会となるとともに、新たなアイデアが生まれる場ともなった。この講演内容については下記のレポートとして集成された。 共同研究レポート462 極値理論の工学への応用（20） 1. 田中智大(京都大学) d4PDF と 2 変量極値分布を用いた極端洪水の同時生起確率の将来変化分析 2. 北野利一(名古屋工業大学) いまだからこそ読んでおきたい極値解析の古典(2) 2 変量極値分布タイプ A, B, C 3. 吉田拓真(鹿児島大学) Asymptotic properties of generalized additive extreme value models 4. 森山卓(鳥取大学) 標本最大値の確率分布の推定と応用 5. 林久美子(東北大学) 極値統計解析を用いた神経細胞軸索輸送の研究 6. 小林健一郎(神戸大学) 気候変動を考慮した洪水解析と水文統計 7. 田中茂信 極値解析により外挿する確率水文量の注意点

8. 中島和基(総合研究大学院大学) 確率場に対する極値理論

また 12 月 26~27 日には共同研究者の中の土木系のメンバー 6 人が統計数理研究所に集まり、水文頻度解析について研究連絡と議論を行い、新たな研究課題とすることを確認した。

当該研究に関する情報源 (論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他)

論文:

北野 利一: 従属性に階層構造を仮定した高波の波高の極値空間相関解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学) 78 巻 (2022) 2 号 p. I_91-I_96

北野 利一, 大野 智也, Sylvester Karabau ROKUMAN: 確率降雨量のスケール則を仮定した極値統計解析における推定誤差低減の試み, 水工学論文集第 67 巻 2022 年 78 巻 2 号 p. I_469-I_474

田中智大, 平松優佑, 北野利一, 立川康人: 2 変量極値分布と d4PDF による極端洪水の同時発生確率の将来変化, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.78, No.2, I_445-I_450, 2022.

田中 茂信, 小林 健一郎, 北野 利一: 流量および雨量の極値資料の形状母数から見える治水計画上の留意点, 水工学論文集第 67 巻 2022 年 78 巻 2 号 p. I_475-I_480

学会発表:

Kumiko Hayashi 'Extreme Value Analysis of Intracellular Cargo Transport by Motor Proteins'

67th Biophysical Society Annual Meeting (San Diego), ポスター

Moriyama T. 'Nonparametric distribution estimators of sample maximum in iid settings'

The 24th International Conference on Computational Statistics, University of Bologna, Italy, 23-26 August 2022.

森山卓、標本最大値の高精度確率分布推定とその応用、第 23 回ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計、2022 年 3 月 20 - 21 日

森山卓、標本最大値の確率分布の異なる推定方法の精度比較、第 27 回情報・統計科学シンポジウム、九州大、2022 年 12 月 2 日

森山卓、標本最大値の確率分布の推定方法について、2022 年度統計関連学会連合大会、成蹊大、2022 年 9 月 7 日

田中 智大, 平松 優佑, 北野 利一, 立川 康人: 多変量極値分布の大規模アンサンブル河川流量極値データへの適用 PP-1-01, 水文・水資源学会/日本水文科学会 2022 年度研究発表会, 京都.

田中 智大, 平松 優佑, 北野 利一, 立川 康人: 2 変量極値分布と d4PDF による極端洪水の同時発生確率の将来変化, 第 67 回水工学講演会, 松山.

プレプリント:

Takuma Naoi, Yuki Kagawa, Kimiko Nagino, Shinsuke Niwa, Kumiko Hayashi

'Extreme Value Analysis of Intracellular Cargo Transport by Motor Proteins'

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.12.29.474400v2>

ホームページ:

本集会の共同研究レポートや極値理論に関する情報は下記サイトで入手可能である。

<https://sites.google.com/view/takaakishimura>

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数

テーマ	極値理論の工学への応用
日時	2022 年 8 月 16 日から 26 日
場所	オンライン
参加者数	72 名
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	525,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
志村 隆彰	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
北野 利一	名古屋工業大学	教授
池森 俊文	情報・システム研究機構 統計数理研究所	特命教授
吉羽 要直	東京都立大学	教授
植田 優基	北海道教育大学	講師
田中 耕司	大阪工業大学	教授
竹内 恵行	大阪大学	准教授
尾関 暁史	Eli Lilly Japan K.K.	Research Scientist
清 智也	東京大学	教授
国友 直人	情報・システム研究機構 統計数理研究所	特任教授
沖本 竜義	オーストラリア国立大学	准教授
佐藤 彰洋	横浜市立大学	教授
小林 健一郎	神戸大学	准教授
譲原 浩貴	東京大学	特任研究員
飯田 孝久	慶應義塾大学	元講師
仲井 圭二	株式会社エコー	技師長
塚原 英敦	成城大学	教授
柳本 武美	情報・システム研究機構 統計数理研究所	名誉教授
牧本 直樹	筑波大学	教授
松王 政浩	北海道大学	教授
山地 秀幸	国土技術政策総合研究所	課長
檜山 文音	日本電気株式会社	担当
川崎 能典	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授

篠田 昌弘	防衛大学校	准教授
渋谷 政昭	慶應義塾大学	名誉教授
田中 茂信	京都大学	名誉教授
廣瀬 英雄	久留米大学	教授
間野 修平	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
南 美穂子	慶應義塾大学	教授
長塚 豪己	中央大学	教授
華山 宣胤	尚美学園大学	教授
竹内 敦司	東京女子大学	教授
田中 智大	京都大学	助教
西嶋 一欽	京都大学	准教授
寶 馨	京都大学	特任教授
吉田 拓真	鹿児島大学	准教授
森山 卓	鳥取大学	助教
小池 孝明	一橋大学	講師
貝淵 響	総合研究大学院大学	特別研究員
中島 和基	総合研究大学院大学	大学院生
林 久美子	東北大学	准教授
葛葉 泰久	三重大学	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	i 数理最適化グループ / Mathematical Optimization Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野 / Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5009		
研究課題名（和名）	最適化：モデリングとアルゴリズム		
研究課題名（英名）	Optimization: Modeling and Algorithms		
代表者氏名	土谷 隆	フリガナ	ツチヤ タカヒロ
		ローマ字	Tsuchiya Takashi
所属機関	政策研究大学院大学		
所属部局	政策研究科		
職名	教授		
所内受入教員	ロウレンソ ブルノ・フィゲラ		

研究目的と成果（経緯）の概要
最適化は機械学習や統計科学における基本的な方法論の一つである。本研究集会は、最適化関連分野の研究者が最新の研究成果を発表し、それに関する議論、情報交換を行い、統計科学に関連する最適化研究の最新の動向を把握し、研究を深化させることを目的として、1986 年以来継続して開催されている。2022 年度は統計数理研究所を会場として ZOOM を併用したハイブリッド形式で 3 月 16 日、3 月 17 日の両日開催した。登録者は 74 名、会場には延べ約 20 名の参加があった。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
研究集会「最適化：モデリングとアルゴリズム」プログラム 開催日時：2023 年 3 月 16 日(木)～17 日(金) 開催場所：統計数理研究所 セミナー室 1 (https://www.ism.ac.jp/) 開催形式：上記会場での対面と ZOOM 併用のハイブリッド開催 プログラム 3 月 16 日(木) 10:00～10:40 連続系と離散系における平滑化勾配流の収束率の違い 豊田 充（東京都立大学システムデザイン学部 機械システム工学科） 西岡 暁（東京大学大学院情報理工学系研究科 数理情報学専攻） 田中 未来（統計数理研究所 数理・推論研究系 数理最適化グループ） （理化学研究所 革新知能統合研究センター 連続最適化チーム） 10:40～11:20 Limited-memory Common-directions Method for Large-scale Optimization （リモート発表） Ching-pei Lee (Academia Sinica)

Po-Wei Wang (Pinterest)

Chih-Jen Lin (National Taiwan University)

11:20~12:00 (発表中止)二目的全域木設計スケジューリング問題のパレート最適解の計算

三浦 開登(東京工業大学工学院 経営工学系)

塩浦 昭義(東京工業大学工学院 経営工学系)

13:10~13:50 An Update-and-Stabilize Framework for the Minimum-Norm-Point Problem (リモート発表)

藤重 悟(京都大学数理解析研究所)

北原 知就(九州大学経済学研究院)

László Végh (London School of Economics and political science, Department of Mathematics)

13:50~14:30 対称錐上の共正值錐に対する近似階層とその比較

西島 光洋(東京工業大学工学院 経営工学系)

中田 和秀(東京工業大学工学院 経営工学系)

14:30~15:10 交互射影法の厳密収束レート

関口 良行(東京海洋大学海洋工学部 流通情報工学科)

脇 隼人(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

落合 啓之(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

15:30~16:10 Hardness of Finding Combinatorial Shortest Paths on Graph Associahedra

伊藤 健洋(東北大学大学院 情報科学研究科)

垣村 尚徳(慶應義塾大学理工学部 数理科学科)

神山 直之(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

小林 佑輔(京都大学数理解析研究所)

前澤 俊一(東京理科大学理学部 第二部数学科)

野崎 雄太(広島大学大学院 先進理工系科学研究科)

岡本 吉央(電気通信大学大学院 情報理工学研究科)

16:10~16:50 射影-再スケーリング法を用いた対称錐計画問題に対する後処理アルゴリズム

加納 伸一(筑波大学 システム情報工学研究群)

吉瀬 章子(筑波大学 システム情報系)

16:50~17:30 双曲錐の自己同型群について

武流野・F・ロウレンソ(統計数理研究所 数理・推論研究系)

伊藤 勝(日本大学理工学部 数学科)

3月17日(金)

10:30~11:10 Domain-Independent Dynamic Programming: Generic State Space Search for Combinatorial Optimization (リモート発表)

黒岩 稜(トロント大学 機械産業工学科)

J. クリストファー・ベック(トロント大学 機械産業工学科)

11:10~11:50 新型コロナウイルス感染症のデータサイエンス:総括と展望

土谷 隆(政策研究大学院大学)

11:50～12:30 Hottopixx 法によるハイパースペクトル画像のミクセル分解 水谷 友彦（静岡大学工学部 数理システム工学科） 13:30～14:10 深層学習に基づく OSS の最適修復方策に関する一考察 田村 慶信（山口大学大学院 創成科学研究科） 山田 茂（鳥取大学大学院 工学研究科） 14:10～14:50 安全関連系に対する DU フォールト保全実施方策 井上 真二（関西大学総合情報学部） 山田 茂（鳥取大学大学院 工学研究科） 15:00～15:40 ニューラルネットワークを用いた人工衛星の観測データの復元 柿原 聡(政策研究大学院大学) 土谷 隆(政策研究大学院大学) 上野 玄太(統計数理研究所 モデリング研究系) 15:40～16:20 多面錐上の複素線形計画問題の弱双対定理(リモート発表) 小崎 敏寛(ステラリンク)	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	
日時	
場所	
参加者数	
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	635,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
ロウレンソ ブル ノ・フィゲラ	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
神山 直之	九州大学	准教授
北原 知就	九州大学	准教授
小原 敦美	福井大学	教授
田地 宏一	名古屋大学	准教授
脇 隼人	九州大学	准教授

塩浦 昭義	東京工業大学	准教授
井上 真二	関西大学	准教授
山下 信雄	京都大学	教授
藤澤 克樹	九州大学	教授
田中 未来	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
山田 茂	鳥取大学	名誉教授／特任教授
後藤 順哉	中央大学	教授
吉瀬 章子	筑波大学	教授
武田 朗子	東京大学	教授
林 俊介	法政大学	教授
岩田 覚	東京大学	教授
田村 慶信	山口大学	教授
荒川 俊也	日本工業大学	教授
村松 正和	電気通信大学	教授
奥野 貴之	成蹊大学	教授
池上 敦子	成蹊大学	名誉教授
田辺 隆人	株式会社 NTT データ数理システム	部長

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野／Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5010		
研究課題名（和名）	統計学における女性研究者		
研究課題名（英名）	Women in Statistics		
代表者氏名	船渡川 伊久子	フリガナ	フナトガワ イクコ
		ローマ字	Ikuko Funatogawa
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	データ科学研究系		
職名	准教授		
所内受入教員	船渡川伊久子		

研究目的と成果（経緯）の概要
統計学における女性研究者の活躍を促進するために研究発表や交流の場として共同研究集会を開催する。主に生物統計学（biostatistics）分野の研究者を中心に参加を呼び掛ける。国際計量生物学会（IBS:International Biometric Society）では、Louise Ryan（2018-19）、Elisabeth Thompson（2016-17）、Clarice Demetrio（2012-13）、Kaye Basford（2010-11）、・・・、Gertrude Cox（1968-69）など、女性の会長は既に一般的となっており、女性の活躍が期待される分野である。同様に、International Society of Clinical Biostatistics（ISCB）でも、Vana Sypsa（GR, 2019-20）、Harbajan Chadha-Boreham（DH, 2011-12）、Maria Grazia Valsecchi（2003-04）ら女性の会長が活躍している。また、2021 年には、しばしば来日している Nan Laird が International Prize in Statistics（国際統計学会賞）を受賞している（前 IBS 会長の Louise Ryan と Nan Laird の対談が Statistical Science（2015, 582-596）に掲載されている）。2020 年ソウル開催の国際計量生物学会で現地 Chair を Taerim Lee が務める等、韓国でも女性が活躍している。また、2021 年には、日本統計学会第 17 回統計教育賞を Women in Data Science（WiDS）の活動が受賞した。日本学術会議（scj.go.jp）でも公開シンポジウム「生命科学分野におけるジェンダー・ダイバーシティー大学・企業・学協会におけるダイバーシティー推進に向けた取り組み」が開催された。この機会に、女性が様々な活動に参加しやすい状況が促進されることを期待して本研究集会を開催する。 下記の内容での研究発表および交流を通じて、統計学における女性研究者の活躍を促進することを目的とした共同研究集会を行った。 「欧米と日本との研究環境の違いー女性研究者の視点から」「計量生物学で活躍する女性研究者」「データサイエンス学部における統計学教育・研究活動の経験」「医科大学における統計学教育・研究活動の経験」「ナショナルセンターで実施される医学研究における生物統計家の取り組み～ がん・感染症・精神神経疾患それぞれの特徴と事例」

当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
特になし	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	統計学における女性研究者
日時	2023 年 3 月 15 日
場所	オンライン（Zoom）
参加者数	9 人
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	84,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
田中 紀子	東京都健康長寿医療センター	健康データ科学研究 室長
田中 佐智子	京都大学	特定教授
三重野 牧子	自治医科大学	准教授
口羽 文	神奈川県立保健福祉大学	准教授
大庭 真梨	国立精神・神経医療研究センター	生物統計解析室長
竹内 文乃	中央大学	准教授
田中 夕香理	国立国際医療研究センター	室長

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	j その他／Others	主要研究分野分類	8 環 境 科 学 分 野 / Environmental Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5011		
研究課題名（和名）	情報科学による環境化学分野の問題解決と新展開に関する研究集会		
研究課題名（英名）	Workshop on innovation and solution for issues of environmental chemistry accelerated by informatics		
代表者氏名	橋本 俊次	フリガナ	ハシモト シュンジ
		ローマ字	Shunji Hashimoto
所属機関	国立環境研究所		
所属部局	環境リスク・健康領域		
職名	室長		
所内受入教員	金藤 浩司		

研究目的と成果（経緯）の概要	
多様化する化学物質による環境及び生体汚染実態の解明とその汚染原の究明および発生源、環境濃度データの収集と共有化、多種多様な化学物質の計測情報、毒性・影響試験情報を統合的に解析する手法の開発、それを支える調査計画、試料採取、試料処理、計測の要素技術の開発・改良などをおして、環境化学分野の新展開に貢献する研究を分担実施し、その報告と情報交換、新たな研究課題の模索を目的とし、リモートで研究集会を開催した。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
特になし	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	「令和4年度 情報科学による環境化学分野の問題解決と新展開に関する研究集会」
日時	令和 5 年 3 月 7 日（火）10：30～17：00
場所	オンライン（Zoom）
参加者数	32
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	686,000

基礎研究費	40,000
-------	--------

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
姉崎 克典	北海道立総合研究機構	
頭士 泰之	産業技術総合研究所	
江口 哲史	千葉大学予防医学センター	
岩切 良次	環境省 環境調査研修所	
茨木 剛	新潟県保健環境科学研究所	
堀井 勇一	埼玉県環境科学国際センター	
竹峰 秀祐	埼玉県環境科学国際センター	
加藤 みか	(財) 東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	
染矢 雅之	(財) 東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	
金藤 浩司	統計数理研究所	
小林 憲弘	国立医薬品食品衛生研究所	
土屋 裕子	国立医薬品食品衛生研究所	
大曲 遼	静岡県立大学	
大谷 隆浩	名古屋市立大学	
村瀬 秀也	HSS エンジニアリング株式会社	
先山 孝則	大阪市立環境科学研究センター	
大方 正倫	大阪市立環境科学研究センター	
浅川 大地	大阪市立環境科学研究センター	
永吉 晴奈	大阪健康安全基盤研究所	
中野 武	大阪大学	
山本 敦史	公立鳥取環境大学	
木村 淳子	広島県立総合技術研究所 保健環境センター	
大原 俊彦	広島県立総合技術研究所 保健環境センター	
柳下 真由子	県立広島大学 生命環境学部環境科学科	
宮脇 崇	北九州市立大学	
中牟田 啓子	福岡市保健環境研究所	
平川 周作	福岡県保健環境研究所	
早川 英介	沖縄科学技術大学院大学	
橋本 俊次	国立環境研究所	
松神 秀徳	国立環境研究所	
家田 曜世	国立環境研究所	
佐々木 裕子		

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	e 計量科学グループ／Metric Science Group	主要研究分野分類	7 社会科学分野／Social Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5012		
研究課題名（和名）	官民オープンデータ利活用の動向及び人材育成の取組		
研究課題名（英名）	Trends and initiative of human resource development for utilization of public-private sector's open data		
代表者氏名	伊原 一	フリガナ	イハラ ハジメ
		ローマ字	Hajime Ihara
所属機関	一橋大学		
所属部局	経済研究所附属社会科学統計情報研究センター		
職名	准教授		
所内受入教員	山下 智志		

研究目的と成果（経緯）の概要	
2022 年度共同研究集会は、2021 年度に引き続き、オープンデータの高度利用、調査票情報のオンライン利用といった、新たな公的統計の制度を含めた官民による政府統計の利活用及び人材育成の取組の紹介等を通じて、関係者との交流、学術研究の更なる発展に寄与することを目的に、「公的統計ミクロデータ研究コンソーシアム」（事務局：大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 社会データ構造化センター）と共同で開催したところである。なお、新型コロナウイルス対策のため、オンライン開催とした。 今回、大学研究者、民間研究者及び官公署職員などさまざまな分野の延べ 11 名からご報告いただき、活発な質疑もあり、全体を通して、大変有意義な研究集会になったと考える。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
独立行政法人統計センターホームページにて掲載 https://www.nstac.go.jp/use/archives/event/setumeikai_20221124/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	官民オープンデータ利活用の動向及び人材育成の取組
日時	令和 4（2022）年 11 月 24 日（木）10:00～17:30
場所	オンライン開催
参加者数	64 人
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	191,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
周防 節雄	統計情報研究開発センター	客員上席研究員
伊藤 伸介	中央大学	教授
高部 勲	立正大学	教授
佐野 夏樹	東京情報大学	教授
勇上 和史	神戸大学	教授
平井 太規	立教大学	助教
横山 友也	京都府立大学	特任助教
白川 清美	一橋大学	非常勤研究員
古隅 弘樹	兵庫県立大学	准教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5013		
研究課題名（和名）	無限分解可能過程に関連する諸問題		
研究課題名（英名）	Infinitely divisible processes and related topics		
代表者氏名	志村 隆彰	フリガナ	シムラ タカアキ
		ローマ字	Takaaki Shimura
所属機関	統計数理研究所		
所属部局	数理・推論研究系		
職名	准教授		
所内受入教員	志村 隆彰		

研究目的と成果（経緯）の概要
無限分解可能過程は、基本的であると同時に極めて重要な確率過程である。この共同研究集会は、自然科学の根底を支える数学理論とその実社会への応用による社会貢献を目的とする。事実、純粋数学である確率論における発展のみならず、応用である統計学においてもその根底を支える基礎として着実に発展している。 前身を含めて31回目となる今年は、2022年12月8日（木）から10日（土）に新型コロナウイルス対策のため、一昨年、昨年に続きズームによるオンライン開催となった。講演数は16とかつてないほど多く、講演は土曜の午後まで続く盛況であった。講演内容は、従来からの確率分布、確率過程に関する研究、近年盛んになりつつある自由確率論に関する研究、さらには統計的研究と多様で、当初の目的に沿ったものである。共同研究集会の講演及び関連研究の成果は、共同研究レポート463「無限分解可能過程に関連する諸問題(27)」にまとめられ、代表者のホームページ(sites.google.com/view/takaakishimura)から入手できる。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
ホームページ：sites.google.com/view/takaakishimura 上記に共同研究レポート463 無限分解可能過程に関連する諸問題(27) 掲載論文、プレプリント等 1. K. Yamato and K. Yano. Reproduction of initial distributions from the first hitting time distribution for birth-and-death processes. To appear in Bernoulli. 2. Y. Ito, T. Sera and K. Yano. Resolution of sigma-fields for multiparticle finite-state action evolutions with infinite past. To appear in J. Theoret. Probab. 3. G. Hata and K. Yano. Arcsine and Darling--Kac laws for piecewise linear random interval maps.

Stochastics and Dynamics, 23, no. 1, 2350006, 24pp, 2023.

4. F. Nakamura, Y. Nakano, H. Toyokawa, K. Yano. Arcsine law for random dynamics with a core. Nonlinearity, 36, 1491--1509, 2023.

5. S. Takeda and K. Yano. Local time penalizations with various clocks for Lévy processes. Electron. J. Probab., 28, 1--35, 2023.

6. K. Yano. On universality in penalisation problems with multiplicative weights. In Dirichlet Forms and Related Topics: In Honor of Masatoshi Fukushima's Beiju, IWDFRT 2022, 535--558, 2022.

7. J. Zhang and K. Yano. Remarks on martingale representation theorem for set-valued martingales. In Building Bridges between Soft and Statistical Methodologies for Data Science, SMPS 2022, 398--405, 2022.

8. Masuda, H., Mercuri, L. and Uehara, Y. Noise inference for ergodic Lévy driven SDE. Electronic Journal of Statistics, 16:(1), 2432--2474, 2022. <https://doi.org/10.1214/22-EJS2006>

9. Masuda, H. Optimal stable Ornstein-Uhlenbeck regression. Japanese Journal of Statistics and Data Science, accepted. arXiv:2006.04630

10. Fujinaga, Y. and Masuda, H. Mixed-effects location-scale model based on generalized hyperbolic distribution. arXiv:2209.14716 (revised and resubmitted)

11. Eguchi, S. and Masuda, H. Gaussian quasi-information criteria for ergodic Lévy driven SDE. arXiv:2203.04039 (revised and resubmitted)

12. Imamura, T., Masuda, H. and Tajima, H. On local likelihood asymptotics for Gaussian mixed-effects model with system noise. arXiv:2303.16639 (submitted)

13. Jon. Aaronson and Toru Sera. Tied-down occupation times of infinite ergodic transformations. Isr. J. Math., 251, 3--47 (2022).

14. Yu Ito, Toru Sera and Kouji Yano. Resolution of sigma-fields for multiparticle finite-state action evolutions with infinite past. J. Theor. Probab., (2022). <https://doi.org/10.1007/s10959-022-01219-4>

15. I. Doku: Existence of weak solution to the random equations with Levy noise and its integral formula. Preprint

16. I. Doku: On estimates of the solution to the random equation driven by Levy processes. Preprint

17. I. Doku, S. Hashimoto and S. Machihara: The-well-posedness of the stochastic nonlinear Schrodinger equations in Sobolev spaces. Preprint

18. K. Noba, K. Yamazaki. On stochastic control under Poisson observations: optimality of a barrier strategy in a general Lévy model. (arXiv:2210.00501)

19. T. Hasebe, K. Noba, N. Sakuma, Y. Ueda. On Boolean selfdecomposable distributions. (arXiv:2206.04932)

20. K. Noba. On the optimality of the refraction--reflection strategies for Lévy processes. Stochastic Process. Appl. 160 (2023), 174--217. (arXiv:2110.09560)

21. D. Mata, H. A. Moreno-Franco, K. Noba, J. L. Pérez. On the bailout dividend problem with periodic dividend payments for spectrally negative Markov additive processes. Nonlinear Anal. Hybrid Syst. 48 (2023), Paper No. 101332. (arXiv:2207.01126)

22. K. Noba, K. Yamazaki. On singular control for Lévy processes. Math. Oper. Res., Published online

(2022). (arXiv:2008.03021)

23. A. Takeuchi: Wasserstein distance on solutions to stochastic differential equations with jumps, submitted.

24. A. Takeuchi: Asymptotic expansion of solutions to stochastic differential equations with jumps, preprint.

25. H Takahashi, Y Tamura Diffusion processes in Brownian environments on disconnected selfsimilar fractal sets in $\mathbb{R}$, Statistics & Probability Letters 193, 109694

26. Masataka Hashimoto, Hiroshi Takahashi On the rate of convergence of Euler–Maruyama approximate solutions of stochastic differential equations with multiple delays and their confidence interval estimations

27. S.Kaji, Inverse parabolic problem with the Heaviside function arising in finance, applicable analysis, 2022(with Y.Ota), accepted;

28. S.Kaji and M. Matsui Asymptotics of densities of first passage times for spectrally negative Levy processes, submitted

29. (論説) 鈴木由紀, ランダム媒質の中の確率過程の長時間後の漸近挙動, 数学 (日本数学会), 第 74 巻第 2 号, 133--157, 2022 年 4 月.

30. Masaaki Tsuchiya: Multivariate central limit theorem via Lindeberg's approach (29 pages)

31. Kenji Handa, The coagulation-fragmentation hierarchy with homogeneous rates and underlying stochastic dynamics. (準備中)

32. Kenji Handa, The two-parameter Poisson-Dirichlet point process II: analysis via dynamic operations. (準備中)

33. Ogawa,S.: Noncausal calculus approach to Wong-Zakai's theorem on the approximation of SDE by physically realizable model, JJIAM (2023) Published online, March 2023
<https://doi.org/10.1007/s13160-023-00575-w>

34. Ogawa,S.: Mean value theorems for the noncausal stochastic integral, JJIAM (2022) 39:801-814
<https://doi.org/10.1007/s13160-022-00508-z>

35. Ogawa,S.: A Lagrangian scheme for numerical evaluation of the noncausal stochastic integral, JJIAM (2019), published online 28 August 2019, <https://doi.org/10.1007/s13160-019-00386-y>

36. Ogawa,S.: Correction to: Mean value theorems for the noncausal stochastic integral, JJIAM (2022) <https://doi.org/10.1007/s13160-022-00528-9> (doi: 10.1007/s13160-022-00528-9), JJIAM = Japan Journal of Industrial and Applied Math., Springer Verlag

37. H. Kai.: Long time behavior of jump-diffusion processes on Riemannian manifolds, Osaka J. Math. accepted on December 19, 2022.

38. Noriyoshi Sakuma, Ryoichi Suzuki, A modified Φ -Sobolev inequality for canonical Lévy processes and its applications, Modern Stochastics: Theory and Applications (2023) 29pp DOI
<https://doi.org/10.15559/23-vmsta220>

39. Maejima, Makoto; Sakuma, Noriyoshi; Rates of convergence in the free central limit theorem. Statist. Probab. Lett. 197 (2023), Paper No.109802, 6 pp.

40. Makoto Maejima, Noriyoshi Sakuma, Selfsimilar Free Additive Processes and Freely

Selfdecomposable Distributions, Journal of Theoretical Probability, online first (2022) 31pp. DOI
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10959-022-01227-4>

41. Taiki Endo, Makoto Katori, Noriyoshi Sakuma, Functional equations solving initial-value problems of complex Burgers-type equations for one-dimensional log-gases. SIGMA Symmetry

42. Mano S. A measure-on-graph valued diffusion: a particle system with collisions and its applications. Mathematics 2022 10(21): 4081, 21pp.

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	無限分解可能過程に関連する諸問題
日時	2022年12月8日(木)～10日(土)
場所	統計数理研究所 (ZOOM によるオンライン)
参加者数	67人
その他	

経費配分状況	
費目	配分額 (円)
旅費	1,016,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
野場 啓	統計数理研究所	助教
間野 修平	統計数理研究所	教授
鍛冶 俊輔	名城大学	准教授
増田 弘毅	九州大学	教授
佐藤 健一	名古屋大学	名誉教授
石川 保志	愛媛大学	准教授
渡部 俊朗	会津大学	名誉教授
矢野 孝次	京都大学	准教授
矢野 裕子	大阪大学	教授
土谷 正明	金沢大学	名誉教授
道工 勇	埼玉大学	名誉教授
小川 重義	立命館大学	客員教授
塚田 大史	鹿児島大学	助教
前島 信	慶応義塾大学	名誉教授
中田 寿夫	福岡教育大学	教授
高橋 弘	慶応義塾大学	准教授

謝 賓	信州大学	教授
平場 誠示	東京理科大学	教授
竹内 敦司	東京女子大学	教授
松井 宗也	南山大学	准教授
佐久間 紀佳	名古屋市立大学	准教授
西郷 達彦	山梨大学	准教授
植田 優基	北海道教育大学	講師
小杉 のぶ子	中央大学	教授
山戸 康祐	京都大学	大学院生 博士課程
栗栖 大輔	東京工業大学	助教
清水 昭信	名古屋市立大学	名誉教授
半田 賢司	佐賀大学	教授
Hernández Ruíz Luis Iván	京都大学	大学院生
山野辺 貴信	北海道大学	助教
鈴木 良一	慶応義塾大学	研究員
中島 和基	総合研究大学院大学	大学院生
安田 公実	慶応義塾大学	教授
甲斐 大貴	大阪市立大学	大学院生
古城 克也	新居浜工業高等専門学校	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	g 統計基礎数理グループ / Mathematical Statistics Group	主要研究分野分類	1 統計数学分野 / Statistical Mathematics
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5014		
研究課題名（和名）	接合関数（コピュラ）理論の新展開		
研究課題名（英名）	Advances in Copula Theory		
代表者氏名	吉羽 要直	フリガナ	ヨシバ トシナオ
		ローマ字	Yoshiba Toshinao
所属機関	東京都立大学		
所属部局	大学院経営学研究科		
職名	教授		
所内受入教員	加藤 昇吾		

研究目的と成果（経緯）の概要
本集会は、本邦を中心に多方面で発展してきている接合関数（コピュラ）の理論と応用に関する最近の様々な成果研究について、各報告での討論時間も確保したうえで2日間かけて議論することにより、当該分野の研究のさらなる深化を目指すことを目的として企画した。 初年度の2022年度は、共同研究集会「接合関数（コピュラ）理論の新展開」（2022-ISMCRP-5014）を2022年9月16日(金)～17日(土)に統計数理研究所で集会を開催した。共同研究者には原則として対面での議論を依頼する一方で、コロナ禍の影響が残っていたこともあり、Zoomを用いたオンラインでの参加も可能なハイブリッド形式で実施した。各講演は質疑込みで40分とし、計16件の講演がなされた。講演内の質疑も活発であったが、現地の会場では休憩時間に個別の意見交換が活発になされた。 2020年からのコロナ禍で久しぶりに対面での研究集会が開催できたこともあり、フロアでの議論も活発であった。また、分野を問わず接合関数（コピュラ）をテーマとしたことから、異分野の研究者との研究交流も行われ、各参加者に有意義な知見が得られたものと考えられる。
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）
論文発表： ・江村剛志（2023）「生存時間の2標本問題 —コピュラに基づく従属打ち切り問題への対処—」, 『日本統計学会誌』 52(2), 295-317. https://doi.org/10.11329/jjssj.52.295 ・Emura, T. and Hsu, J. H. (2020) "Estimation of the Mann-Whitney effect in the two-sample problem under dependent censoring," Computational Statistics & Data Analysis 150, 106990. https://doi.org/10.1016/j.csda.2020.106990 ・夷藤翔, 牧本直樹（2022）「コピュラの違いが最適資産配分に与える影響の研究—非対称tコピュラと正規コピュラ, tコピュラの比較—」, 『現代ファイナンス』 45,1-29.

<https://doi.org/10.24487/gendaifinance.450003>

- ・ Kato, S., Yoshiba, T. and Eguchi, S. (2022) "Copula-based measures of asymmetry between the lower and upper tail probabilities," Statistical Papers 63, 1907-1929. <https://doi.org/10.1007/s00362-022-01297-w>
- ・ 北野利一 (2023) 「従属性に階層構造を仮定した高波の波高の極値空間相関解析」, 『土木学会論文集 B2(海岸工学)』, 78(2), I_91-I_96.
- ・ Ogata, H. (2023) "Copula bounds for circular data," to appear in Research Papers in Statistical Inference for Time Series and Related Models.
- ・ Ota, S. and Kimura, M. (2021) "Effective estimation algorithm for parameters of multivariate Farlie-Gumbel-Morgenstern copula," Japanese Journal of Statistics and Data Science 4(2), 1049-1078. <https://doi.org/10.1007/s42081-021-00118-y>
- ・ 太田修平 (2023) 「信頼性データ解析への多変量 Farlie-Gumbel-Morgenstern コピュラの応用」, 『日本統計学会誌』 52(2), 177-201. <https://doi.org/10.11329/jjssj.52.177>
- ・ Sei, T. (2022) "Conditional inference of Poisson models and information geometry: an ancillary review," Information Geometry, accepted.
- ・ 田中智大, 北野利一 (2021) 「多変量極値分布の大規模アンサンブルデータへの適用 —2 流域の極端洪水の同時生起確率推定—」, 『応用統計』 50(2-3), 75-101.
- ・ 田中智大, 平松優佑, 北野利一, 立川康人 (2022) 「2 変量極値分布と d4PDF による極端洪水の同時発生確率の将来変化」, 『土木学会論文集 B1 (水工学)』 78(2), I_445-I_450.

学会発表:

- ・ Dou, X. "Estimation of a smoothed empirical beta copula," 2022 年度統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月 6 日.
- ・ Emura, T. "Factorial survival analysis for treatment effects under dependent censoring," CMStatistics 2022, London, UK, 2022 年 12 月 18 日.
- ・ 江村剛志 「生存時間の 2 標本問題 —コピュラに基づく従属打ち切り問題への対処—」, 2022 年度統計関連学会連合大会 企画セッション「生存時間解析・イベントヒストリー分析」, 2022 年 9 月 6 日.
- ・ 江村剛志 「2 群間の生存時間の差の推定 —コピュラに基づく従属打ち切り問題への対処—」, 2022 年度日本数学会年会 特別講演, 2022 年 3 月 30 日.
- ・ Fukumoto, K. "Not Correlated, But Dependent: A Family of Normal Mode Copulas," the 11th Asian Political Methodology Meeting, National University of Singapore, 2023 年 1 月 6-7 日.
- ・ Kato, S., Yoshiba, T. and Eguchi, S. "A copula-based measure of asymmetry between the lower and upper tail probabilities of bivariate distributions," The 24th International Conference on Computational Statistics (COMPSTAT 2022), virtual talk at hybrid conference, Bologna, Italy, 2022 年 8 月 25 日.
- ・ 木村光宏, 太田修平 「コピュラによるベアリング連鎖故障の統計的検知方法に関する一考察」, 電子情報通信学会 信頼性研究会, 2023 年 3 月 11 日.
- ・ 小池孝明 "Joint Mixability and Negative Orthant Dependence," 日本金融・証券計量・工学学会 第 57 回 2022 年度 JAFEE 夏季大会, 2022 年 8 月 19 日.

- ・ Koike, T. "Joint mixability and negative orthant dependence," Academic Speech at Department of Statistics, Feng Chia University, 2022 年 11 月 16 日.
 - ・ 太田修平, 木村光宏 「信頼性解析における多変量 FGM コピュラを用いたモデリングについて」, 2021 年度統計関連学会連合大会, 2021 年 9 月 7 日.
 - ・ Ogata, H. "Fréchet-Hoeffding copula bounds for circular data," 3rd International Conference on Econometrics and Statistics, National Chung Hsing University, Taiwan 2019 年 6 月 25 日
 - ・ Ogata, H. "Fréchet-Hoeffding copula bounds for circular data," Waseda International Symposium on "Introduction of General Causality to Various Data & its Applications," Waseda University, Japan, 2019 年 2 月 25 日
 - ・ Ota, S. and Kimura, M. "Dependence evaluation for reliability monitoring data by using the multivariate Farlie-Gumbel-Morgenstern copula," 15th International Conference on Computational and Financial Econometrics, 2021 年 12 月 19 日.
 - ・ 太田修平, 木村光宏 「共単調コピュラの一般化と信頼性評価モデルへの応用」, 2020 年度統計関連学会連合大会, 2020 年 9 月 11 日.
 - ・ Poignard, B. "Sparse M-estimator in semi-parametric copula models," 立命館大学数理科学科, Math-Fi seminar, 2023 年 3 月 2 日.
 - ・ Poignard, B. "Sparse M-estimator in semi-parametric copula models," 関西計量経済学研究会, 2023 年 1 月 7 日.
 - ・ Poignard, B. "Sparse M-estimator in semi-parametric copula models," University of Queensland, Finance seminar, 2022 年 10 月 19 日.
 - ・ Poignard, B. "Sparse M-estimator in semi-parametric copula models," The 16th International Symposium on Econometric Theory and Applications: SETA2022, 2022 年 7 月 21 日.
 - ・ 清智也, 矢野恵佑 「マルチドメインデータのための最小情報従属モデリング」, 2022 年度統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月 5 日.
 - ・ 塚原英敦 "On a generalization of Clayton-Oakes model by R. L. Prentice," シンポジウム「統計科学の開拓」金沢, 2022 年 12 月 18 日.
 - ・ Yoshida, T. "Portfolio Risk Valuation Using Asymmetric Copulas," Risk and Statistics, 3rd Tohoku-ISM-UUlm Joint Workshop, 2022 年 10 月 12 日.
 - ・ 吉羽要直 「非対称 t 接合関数を用いた株式ポートフォリオ・リスクの把握」, 日本金融・証券計量・工学学会 第 58 回 2022 年度 JAFEE 冬季大会, 2023 年 2 月 19 日.
- プレプリント :
- ・ Emura, T., Ditzhaus, M., Dobler, D. and Murotani, K. (2023) "Factorial survival analysis for treatment effects under dependent censoring," arXiv preprint arXiv:2302.01617.
 - ・ Koike, T., Lin, L. and Wang, R. (2022) "Joint mixability and negative orthant dependence," arXiv preprint arXiv:2204.11438.
 - ・ Poignard, B. and Fermanian, J-D. (2022) "Sparse M-estimators in semi-parametric copula models", arxiv (<https://arxiv.org/abs/2112.12351>), revised and resubmitted.
- ホームページ :
- <https://sites.google.com/view/copulaism2022>

研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	接合関数（コピュラ）理論の新展開
日時	2022 年 9 月 16 日(金)～17 日(土)
場所	統計数理研究所 3 階セミナー室 1・2（オンラインとのハイブリッド開催）
参加者数	72 名（現地 24 名、遠隔 48 名）
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	296,000
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
加藤 昇吾	情報・システム研究機構 統計数理研究所	准教授
栗木 哲	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授
塚原 英敦	成城大学	教授
江村 剛志	久留米大学	准教授
小池 孝明	一橋大学	講師
清 智也	東京大学	教授
Dou, Xiaoling	早稲田大学	准教授
Poignard, Benjamin	大阪大学	講師
夷藤 翔	筑波大学	大学院生
室町 幸雄	東京都立大学	教授
太田 修平	神奈川大学	助教
木村 光宏	法政大学	教授
田中 智大	京都大学	助教
北野 利一	名古屋工業大学	教授
福元 健太郎	学習院大学	教授
小方 浩明	東京都立大学	准教授
江口 真透	情報・システム研究機構 統計数理研究所	特任教授
阿部 俊弘	法政大学	教授

2022 年度 共同研究集会 実施報告書

研究種別	共同研究集会		
統計数理研究所内分野分類	d 調査科学グループ／Survey Science Group	主要研究分野分類	2 情報科学分野／Information Science
研究テーマ			
課題番号	2022-ISMCRP-5015		
研究課題名（和名）	動的幾何学ソフトウェア GeoGebra の整備と普及		
研究課題名（英名）	Development and Popularization of Dynamic Geometry Software GeoGebra		
代表者氏名	丸山 直昌	フリガナ	マルヤマ ナオマサ
		ローマ字	Naomasa Maruyama
所属機関	情報・システム研究機構 統計数理研究所		
所属部局	統計思考院		
職名	特命准教授		
所内受入教員	前田 忠彦		

研究目的と成果（経緯）の概要	
GeoGebra の日本における普及と日本からの開発への参加促進のために、この共同研究集会を統計数理研究所において毎年開催している。例年 2 日間の会合を統計数理研究所セミナー室で行っているが、2022 年度は 2021 年度に引き続き、感染症流行状況を考慮して、zoom を使ったオンライン開催とし 2022 年 12 月 10 日に行った。その成果は共同研究レポート No.468 にまとめた。	
当該研究に関する情報源（論文発表、学会発表、プレプリント、ホームページ他）	
http://amogha.jp/GeoGebra/	
研究会を開催した場合はテーマ・日時・場所・参加者数	
テーマ	「動的幾何学ソフトウェア GeoGebra の整備と普及」
日時	2022 年 12 月 10 日(土)
場所	Zoom オンライン開催
参加者数	15
その他	

経費配分状況	
費目	配分額（円）
旅費	0
基礎研究費	40,000

共同研究者一覧		
研究員名	所属機関名	役職名
中島 匠一	学習院大学	教授
吉田 賢史	早稲田大学高等学院	教諭
古宇田 大介	芝浦工業大学柏中学高等学校	教諭
古田 高士	富山大学	教授
酒井 高司	東京都立大学	教授
市原 一裕	日本大学	教授
吉富 賢太郎	大阪府立大学	准教授
脇 克志	山形大学	教授
山田 章	長岡工業高等専門学校	教授
佐藤 篤	東北学院大学	准教授
昆 万佑子	信州大学	准教授
横山 俊一	東京都立大学	准教授
安野 史子	国立教育政策研究所	総括研究官
大嶋 康裕	崇城大学	准教授
高山 晴子	城西大学	教授
濱田 龍義	日本大学	准教授
角皆 宏	上智大学	教授
土屋 高宏	城西大学	教授
中山 雅友美	長岡工業高等専門学校	助教
阿賀岡 芳夫	広島大学	名誉教授
藤木 淳	福岡大学	教授
福田 千枝子	帝京大学	講師
和地 輝仁	北海道教育大学	教授
藤村 雅代	防衛大学校	准教授
讃岐 勝	筑波大学	助教
藤岡 敦	関西大学	教授
前田 陽一	東海大学	教授
大西 俊弘	龍谷大学	教授
中村 泰之	名古屋大学	准教授
谷口 哲也	金沢工業大学	准教授
高橋 正	甲南大学	教授
北臺 如法	広島大学	講師
川添 充	大阪府立大学	教授
谷口 哲至	広島工業大学	准教授
栗原 大武	山口大学	准教授
飯島 康之	愛知教育大学	教授

井上 直紀	川越市立寺尾中学校	教諭
藤本光史	福岡教育大学	教授
木村 巖	富山大学	准教授
佐藤 弘康	日本工業大学	准教授
大仁田 義裕	大阪市立大学	教授
亀田 真澄	山陽小野田市立山口東京理科大学	准教授
橋本 竜太	香川高等専門学校	教授
牧下 英世	芝浦工業大学	教授
阿原 一志	明治大学	教授

附

録

2022年度統計数理研究所公募型共同利用実施状況

1. 採択件数

1.1 統計数理研究所内分野分類

研究種別 分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究				共同研究 集会	合計
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	テーマ 4		
a 予測制御グループ		1 (1)	12 (10)						13 (11)
b 複雑構造モデリンググループ	3 (3)	4 (2)	4 (4)					2 (2)	13 (11)
c データ同化グループ	1 (1)	1 (1)	7 (5)					2 (0)	11 (7)
d 調査科学グループ	1 (1)	4 (3)	6 (6)	4 (4)				1 (0)	16 (14)
e 計量科学グループ	3 (3)	4 (0)	6 (5)	1 (0)				2 (1)	16 (9)
f 構造探索グループ		3 (2)	5 (5)	1 (0)		2 (2)		1 (1)	12 (10)
g 統計基礎数理グループ	1 (1)	4 (1)	4 (3)				7 (6)	3 (2)	19 (13)
h 学習推論グループ		2 (0)	4 (3)						6 (3)
i 数理最適化グループ		1 (1)						1 (1)	2 (2)
j その他	2 (2)	1 (1)	1 (1)	1 (0)	5 (5)	1 (1)		3 (3)	14 (13)
合 計	11 (11)	25 (12)	49 (42)	7 (4)	5 (5)	3 (3)	7 (6)	15 (10)	122 (93)

下段の数は、研究代表者が本研究所外のもので内数。

1.2 主要研究分野分類

研究種別 分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究				共同研究 集会	合計
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	テーマ 4		
1 統計数学分野	1 (1)	3 (1)	4 (2)		1 (1)	2 (2)	6 (5)	2 (1)	19 (13)
2 情報科学分野	1 (1)	5 (1)	8 (7)					3 (2)	17 (11)
3 生物科学分野	3 (3)	7 (3)	9 (8)	1 (0)				1 (0)	21 (14)
4 物理科学分野	1 (1)		7 (5)					3 (1)	11 (7)
5 工学分野	1 (1)	1 (1)	4 (4)					1 (1)	7 (7)
6 人文科学分野		2 (2)	1 (1)	1 (1)			1 (1)		5 (5)
7 社会科学分野	2 (2)	5 (3)	11 (10)	5 (3)	2 (2)			2 (2)	27 (22)
8 環境科学分野	1 (1)	2 (1)	5 (5)			1 (1)		1 (1)	10 (9)
9 その他	1 (1)				2 (2)			2 (2)	5 (5)
合 計	11 (11)	25 (12)	49 (42)	7 (4)	5 (5)	3 (3)	7 (6)	15 (10)	122 (93)

下段の数は、研究代表者が本研究所外のもので内数。

1.3 分野分類総計

主要研究分野分類 統計数理研究所内分野分類	1 統計数 学分野	2 情報科 学分野	3 生物科 学分野	4 物理科 学分野	5 工学 分野	6 人文科 学分野	7 社会科 学分野	8 環境科 学分野	9 その他	合計
a 予測制御グループ	1 (1)	2 (1)	4 (4)	1 (1)			4 (3)	1 (1)		13 (11)
b 複雑構造モデリンググループ		7 (5)	3 (3)	1 (1)	1 (1)				1 (1)	13 (11)
c データ同化グループ			1 (1)	5 (1)	3 (3)			2 (2)		11 (7)
d 調査科学グループ		1 (0)			1 (1)	4 (4)	10 (9)			16 (14)
e 計量科学グループ		2 (2)	9 (2)				5 (5)			16 (9)
f 構造探索グループ	1 (1)		4 (4)	1 (1)	1 (1)		1 (0)	4 (3)		12 (10)
g 統計基礎数理グループ	14 (9)	1 (1)		1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (0)			19 (13)
h 学習推論グループ	1 (0)	3 (1)		2 (2)						6 (3)
i 数理最適化グループ		1 (1)					1 (1)			2 (2)
j その他	2 (2)						5 (4)	3 (3)	4 (4)	14 (13)
合 計	19 (13)	17 (11)	21 (14)	11 (7)	7 (7)	5 (5)	27 (22)	10 (9)	5 (5)	122 (93)

下段の数は、研究代表者が本研究所外のもので内数。

2. 共同研究員数

	延人数		実人数	
	総人員	1件当たり 平均人員	総人員	1件当たり 平均人員
所外研究員	723	5.9	627	5.1

統計数理研究所共同利用 採択件数等経年一覧

2021年度								
研究種別 統計数理研究所内分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究				共同研究 集会
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	テーマ 4	
a 予測制御グループ	0 (0)	1 (1)	14 (9)	5 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
b 複雑構造モデリンググループ	2 (2)	3 (1)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)
c データ同化グループ	2 (2)	1 (1)	8 (6)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	2 (1)
d 調査科学グループ	2 (2)	5 (3)	6 (6)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
e 計量科学グループ	3 (3)	5 (0)	6 (6)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	2 (1)
f 構造探索グループ	0 (0)	2 (2)	5 (5)	3 (3)	1 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (0)
g 統計基礎数理グループ	3 (3)	4 (1)	7 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
h 学習推論グループ	0 (0)	1 (0)	5 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
i 数理最適化グループ	0 (0)	1 (1)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
j その他	2 (2)	1 (1)	4 (4)	1 (1)	1 (0)	6 (6)	0 (0)	4 (4)
研究種別 主要研究分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究				共同研究 集会
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	テーマ 4	
1 統計数学分野	3 (3)	2 (1)	6 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (0)
2 情報科学分野	2 (2)	2 (0)	10 (9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	3 (2)
3 生物科学分野	3 (3)	7 (3)	10 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
4 物理科学分野	0 (0)	0 (0)	8 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)
5 工学分野	1 (1)	2 (1)	6 (3)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
6 人文科学分野	0 (0)	3 (3)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
7 社会科学分野	3 (3)	6 (2)	14 (12)	0 (0)	9 (7)	2 (2)	0 (0)	3 (2)
8 環境科学分野	1 (1)	2 (1)	3 (3)	9 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
9 その他	1 (1)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	4 (4)	0 (0)	5 (5)
合計	14 (14)	24 (11)	60 (47)	10 (9)	9 (7)	7 (7)	2 (2)	17 (12)
総件数	143 (109)							
採択された共同研究の 所外参加人数	延人数		776		人			
	1件あたり平均人員		5.4		人			
	実人数		661		人			
	1件あたり平均人員		4.6		人			

下段の数は、研究代表者が本研究所外のもので内数。

統計数理研究所共同利用 採択件数等経年一覽

2020年度							
研究種別 統計数理研究所内分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究			共同研究 集会
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	
a 予測制御グループ	0 (0)	1 (1)	9 (3)	0 (0)	0 (0)	4 (3)	1 (0)
b 複雑構造モデリンググループ	2 (2)	4 (3)	8 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)
c データ同化グループ	3 (3)	3 (2)	7 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0)
d 調査科学グループ	0 (0)	0 (0)	15 (14)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	1 (0)
e 計量科学グループ	5 (5)	2 (0)	5 (4)	3 (1)	2 (2)	0 (0)	2 (1)
f 構造探索グループ	0 (0)	2 (2)	6 (6)	1 (0)	0 (0)	3 (3)	1 (0)
g 統計基礎数理グループ	4 (4)	4 (1)	5 (3)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	2 (1)
h 学習推論グループ	0 (0)	1 (0)	8 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
i 数理最適化グループ	0 (0)	2 (2)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
j その他	4 (4)	1 (1)	5 (5)	0 (0)	2 (2)	1 (1)	4 (4)
研究種別 主要研究分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究			共同研究 集会
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	
1 統計数学分野	3 (3)	3 (1)	7 (3)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (0)
2 情報科学分野	2 (2)	2 (0)	8 (7)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	4 (3)
3 生物科学分野	4 (4)	5 (4)	12 (12)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (1)
4 物理科学分野	1 (1)	3 (2)	10 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0)
5 工学分野	2 (2)	2 (2)	5 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)
6 人文科学分野	0 (0)	0 (0)	6 (6)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
7 社会科学分野	3 (3)	3 (2)	15 (12)	6 (3)	0 (0)	0 (0)	1 (0)
8 環境科学分野	1 (1)	2 (1)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	8 (7)	1 (1)
9 その他	2 (2)	0 (0)	4 (3)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	4 (4)
合計	18 (18)	20 (12)	70 (54)	7 (4)	4 (4)	9 (8)	17 (10)
総件数	145 (110)						
採択された共同研究の 所外参加人数	延人数		685		人		
	1件あたり平均人員		4.7		人		
	実人数		566		人		
	1件あたり平均人員		3.9		人		

下段の数は、研究代表者が本研究所外のもので内数。

統計数理研究所共同利用 採択件数等経年一覧

2019年度								
研究種別 統計数理研究所内分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究				共同研究 集会
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	テーマ 4	
a 予測制御グループ	1 (1)	2 (1)	9 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
b 複雑構造モデリンググループ	2 (2)	4 (3)	10 (8)	1 (1)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)
c データ同化グループ	1 (1)	8 (5)	9 (7)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
d 調査科学グループ	1 (1)	3 (2)	16 (14)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	1 (0)
e 計量科学グループ	3 (3)	1 (0)	9 (7)	3 (3)	1 (0)	6 (5)	3 (3)	2 (2)
f 構造探索グループ	1 (1)	1 (0)	7 (7)	0 (0)	1 (1)	1 (0)	0 (0)	1 (0)
g 統計基礎数理グループ	5 (5)	4 (1)	4 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
h 学習推論グループ	1 (1)	3 (1)	6 (5)	0 (0)	3 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
i 数理最適化グループ	0 (0)	3 (1)	4 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
j その他	5 (5)	2 (2)	9 (8)	2 (2)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	2 (2)
研究種別 主要研究分野分類	共同利用 登録	一般研究 1	一般研究 2	重点型研究				共同研究 集会
				テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3	テーマ 4	
1 統計数学分野	5 (5)	5 (2)	8 (2)	0 (0)	1 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (1)
2 情報科学分野	3 (3)	2 (1)	11 (10)	2 (2)	3 (1)	1 (1)	1 (1)	4 (3)
3 生物科学分野	5 (5)	2 (2)	16 (14)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
4 物理科学分野	1 (1)	7 (4)	6 (4)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)
5 工学分野	1 (1)	3 (1)	8 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
6 人文科学分野	0 (0)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
7 社会科学分野	2 (2)	9 (5)	15 (13)	4 (4)	0 (0)	10 (8)	0 (0)	1 (1)
8 環境科学分野	2 (2)	2 (0)	8 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
9 その他	1 (1)	1 (1)	4 (3)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	1 (1)
合計	20 (20)	31 (16)	83 (65)	7 (7)	6 (2)	12 (10)	6 (6)	13 (9)
総件数	178 (135)							
採択された共同研究の 所外参加人数	延人数		979 人					
	1件あたり平均人員		5.5 人					
	実人数		837 人					
	1件あたり平均人員		4.7 人					

下段の数は、研究代表者が本研究所外のもので内数。

2022 年度公募型共同利用アンケートまとめ

【課題数】

共同利用登録	11 件
一般研究 1	25 件
一般研究 2	49 件
重点型研究	22 件
共同研究集会	15 件
合 計	122 件

1. 利用した施設等について

①統計科学スーパーコンピュータシステム	18 件
②共同利用研究員室	12 件
③会議室・セミナー室・ラウンジ等	39 件

2. 図書の貸し出しを受けましたか。

はい	7 件
----	-----

3. 研究所の教員から助言を受けましたか。

はい	69 件
----	------

4. 共同利用・共同研究に関するご意見

- ・ 統計数理研究所に所属していないながらスーパーコンピュータを利用することができ、非常にありがたく思っております。
- ・ スパコンをありがたく使わせてもらっています。おかげさまで成果が着々と出ています。これも統数研のおかげと心より感謝いたします。
- ・ 集計のためだとは思いますが、こういう報告書に性別、年齢、国籍などを記入させるのはやや気になります。
- ・ 快適に利用させていただき、ありがとうございました。
- ・ 国際共同研究に重点をおくべきである。
- ・ 大変お世話になっております。システムが複雑になり、ややわかりづらくなったように思いますが。引き続きよろしくお願いいたします。
- ・ 電気代高騰にともない、スーパーコンピュータの維持管理を行うにはなお一層厳しい状況であるにもかかわらず、このような仕組みを維持していただいていることは大変有り難く、心よりお礼申し上げます。
- ・ 人文系なので統計数理研究所における他の共同利用や共同研究との接点は少ないかも知れませんが、共同研究やデータ公開のありかたなどについての意見交換や新しい学びの場が提供されるとよりありがたいと存じます。
- ・ 今年度は研究集会をハイブリッド形式で開催し、少人数ではありますが一部はセミナー室で対面で参加しました。その実施に関しては大変お世話になりました。
- ・ 本年度はコロナ禍であったため出張が困難でした。今後出張が可能になった時に向けて、下記のご検討をお願いします。(1)立川のゲストハウスはとても快適ですが、wifiが無いのが不便です。今後のゲストハウスの維持とともに wifi 導入の検討をよろしくお願いいたします。(2)八重洲サテライトオフィスが廃止になって以来、研究打合せの効率が大きく低下しているので、サテライトオフィスの再開を希望します。
- ・ 本研究の成否は、臨床的に得られている時系列データに基づくモデルパラメーターの推定ができるかどうかにかかっていたため、貴研究所の共同研究者および海外の共同研究者との共同研究を行うことができなければ成果を得ることはできなかった。心より感謝する。
- ・ 山下先生から信用リスク関連のアドバイスをいただいた。またコピュラに関しては、東京都立大学の吉羽先生から研究会に誘っていただいた。
- ・ 研究ネットワークを構築し、研究を推進する非常に貴重な機会（推進エンジン）となっており、心より感謝申し上げます。
- ・ 統計数理研究所の成果として、赤池情報量基準の発見が有名ですが、この成果に至る過程で重要な働きをしたのが「解ける問題を解く」というより、「世の中で必要とされている問題を解く」という研究方針であったと考えられます。「世の中で必要とされている問題」を拾いあげる手段として共同利用や共同研究は研究所にとって致命的に重要なものであると思われます。しかし、このエクセルによる報告書は作るのが大変。改善されることを切望いたします。

- ・ 予算の執行を直接代表者から事務へ依頼できるといいかと思います。
- ・ 柔軟な利用形態で研究進捗に助かっています。
- ・ 研究集会のための規制をもう少し緩和してほしい。
- ・ お世話になりありがとうございます。ご支援をいただき感謝いたしております。
- ・ 椿広計先生にご指導をいただき、大変、有効な分析ができました。ありがとうございます。
- ・ 2022 年度も大変お世話になりました。ありがとうございました。2023 年度も引き続きよろしくお願いいたします。
- ・ 統計数理研究所内で対面とオンラインハイブリッドでの公開研究集会を開催させていただきました。重点テーマとして研究を行うとともに研究会で意見の交換を行うことができ、研究推進に有益でした。
- ・ 本研究にご支援を賜りまして、誠にありがとうございます。
- ・ 諸科学と統計数理分野の研究者が、データ・統計数理手法を基盤として出会い、その議論から新たなつながりや共同研究（スタートアップへの相談も含む）が生まれてきています。2023 年度も採択していただいています。引き続きのご支援をよろしくお願いいたします。
- ・ 継続的な研究集会の実施に役立っています。
- ・ 異分野融合に関する大変貴重な機会をサポート頂き、感謝しております。
- ・ 自殺対策にかかる学際的な研究集会はすくなく、また現場と研究の交流の場も少ない。統計数理研究所の共同研究集会は総合的な自殺対策発展の重要な機会となっている。
- ・ 情報の管理と報告書について、従来より代表者に負担がかかる上に、継続的な情報の管理が難しい状態になっています。現状のような扱いは改善するようお願いします。
- ・ 新システムへの移行がスムーズでないことで多くの人に影響を与えたことは大きな問題です。この実施報告書作成にしても方法が変わったため、従来よりも作業に多くの手間がかかるのはもちろん、旧システムを閉鎖したために必要な情報にアクセスできません（旧システム閉鎖の必要はあったのかも疑問）。システム移行は大仕事で、不具合等が起ることは理解できますが、前回の移行と同様、計画に根本的な問題があったことが疑われます。不便になった点などの改善を希望します。
- ・ 成果報告に際して、研究参加者の情報を全部手入力で作るのに辟易とした。これらの情報は申請時にそれぞれの研究参加者が各自のアカウントを作る際に入力していたものであり、以前のシステムでは成果報告の際に再度手入力する必要はなかったはずである。

大学共同利用機関法人
情報・システム研究機構

統計数理研究所

〒190-8562 東京都立川市緑町 10-3

T E L 050-5533-8513 (直通)

F A X 042-526-4332

E-mail kyodo-ism(at)t.rois.ac.jp

※ (at)を@に置き換えてください。

U R L <https://www.ism.ac.jp/>

(無 断 転 載 禁 ず)