

プロジェクト名：機能と帰納：情報化時代にめざす科学的推論の形

プロジェクトディレクター： 樋口知之

1. 研究目標

情報社会の実現によって様々な分野で複雑なシステムに関する大量データに基づく予測と、そのリスク評価の方法の確立が重要な社会的課題となっている。本プロジェクトでは、地球、生命、社会等の4研究所の融合分野において戦略的研究を推進しながら、複雑なシステムの理解のための、帰納的手法、あるいは帰納的手法と演繹的手法との融合的手法による、システムの機能のモデル化に関する研究開発を行う。ここで機能のモデル化とは、対象そのものを実体的に精緻にモデル化するのでなく、対象に関する情報の入出力関係に代表されるような、機能自体を模倣する数理モデルを構築することを意味する。これにより、統計的モデル構築法と予測アルゴリズム、情報抽出・知識発見のための情報統合の方法など、分野に共通の道具を生み出すことを研究の目的とする。

またこれらのモデリングの方法を基盤として、リスクの（科学的）評価と管理のための方法論の確立をすすめる。そして、情報とシステムという視点から不確実性に関わる研究の新分野を開拓し、現代社会が直面する諸問題の解決を通じて、安心・安全な国家社会の構築、地球環境の改善など持続的な繁栄を目指す。

2. 研究概要

本プロジェクトでは、地球、生命、社会等の4研究所の融合分野において、統計的モデル構築法と予測アルゴリズム、情報抽出・知識発見のための情報統合の方法など、分野に共通のツールを生み出すことを目標としている。また、大量データの活用により新しい研究領域を創成する指針の策定を行っている。この指針を多面的に十分検討することにより、次期中期計画期間中の新領域融合研究センターの新しい研究活動領域として、データ中心科学としての「人間・社会」研究を設置する方向となった。

2. 1 大量データと知識発展スパイラル構造

社会からの要請に目をむけると、無駄を省く（低価格化、低コスト）ために資源の有効利用、つまり資源利用の選択と集中化が焦眉の急である。また、価値観の多様化などを受け、“コ”（個人、個性、固有、個別）に特化したサービスが求められている。例えば、オーダーメイド医療、副作用の研究、テーラーメイド教育、マイクロマーケティング（One-to-One marketing, Situation marketing）、環境に優しい製品などすべて“Personalization”という情報技術で概括できる、“コ”に特化したサービスあるいは製品である。21世紀は、20世紀の大量生産・大量消費をめざした科学から、個人に焦点をあわせる科学へ確実にシフトしつつある。

この新しい科学研究の推進にあたって、通常通り“真理の探究”の精神で臨んで、果たして良いものだろうか？ここで言う“真理の探求”とは、自然科学を対象とする研究場面においてよ

く語られる，“法則の発見”に近いものである。自然科学ではこの姿勢は疑いもなく受け入れられるが，一方，人間がつくりあげたシステムである，人間社会を研究対象とするサービス科学においては，“真理”とは何か，きわめて怪しくなる。一人一人の人間の多様な考え方にもとづく行動の結果が，さらに複層的にからみあって成立する社会システムの理解においては，特にサービス科学では，ユニバーサルな法則を見いだすこと自体の意義があまりないと思える。それよりも，一人一人の生活の質や満足度を高めるにはどうしたらよいかといった，“真理の探求”とは異なる軸で研究を行うことが本質であろう。

もちろん，生活の質のような，その問題にのみ設定される，その場限りの目的関数を研究の中心に据えるだけでは，継続的な健全な科学研究の発展は期待できない。ややもすると自己満足にしか見えない，独善的な論調の横行を許すだけである。そこで大量データの登場である。ICT革命がもたらした人間生活に関連する大量データの出現は，不十分ではあるが一人一人の考え方を間接的に捉えることを可能にした。従って，データを生成する数理モデルを構成すれば，モデルが持つデータの記述（説明）能力の比較により，各研究者のアイデアの客観的な相互比較が実現される。その結果として，建設的な議論の展開がうまれる。

このような研究スタイルの変化は実は新しいものではなく，情報量規準等が提案された 1960～70年代にも見ることができる。当時，複雑な振る舞いを示す人工物（火力発電所のボイラーやセメントキルン）の定量的理解と制御に，対象を部分的に観察した多次元時系列に対して多変量自己回帰モデルで記述する戦略を統計数理研究所の赤池元所長は採用した。多変量自己回帰モデルは，人工物の物理・化学現象に関する知識を出発点としない，統計的時系列モデルである。そのため，そのモデルは所詮疑似モデルであり，その状況限りのモデルである。赤池氏はモデルの持つデータの記述能力を，潜在的な予測能力と関連づける数理的基盤を確立し，統計モデルの永続的な改良によるイノベーション策を実現した。今，この人工物を人間社会に，また多変量時系列を大量データに置き換えてみると，我々が「データ中心的な人間・社会の研究」等の新しい研究の推進原理に据えなければならない姿が見えてくる。

この統計モデルの永続的な改良プロセスを模式的に描くと，図1のようなスパイラル構造となる。この構造の性格上，どこが始まりでどこが終わりでもないが，例えば実験・観測計画から始まるとする。この後，既存のモデルを利用した，獲得したデータの分析がなされる。次に新しい統計モデルの開発が行われ，そのモデルの学習（推定），検証が続く。その後，モデルに基づく予測・シミュレーション・リスク解析・制御が行われ，知識発見に至る。その後，また実験・観測計画のプロセスに繋がっていくのである。さまざまな知識を整理統合していくためには，このスパイラル構造を自然に実現する仕組みが必須である。つまり，諸々の知識の融合物ではなく，融合策の獲得こそが大切で，それを使っているいろいろな場面で多彩なイノベーションが起こるのである。

絶え間ないイノベーションとデータ価値創造

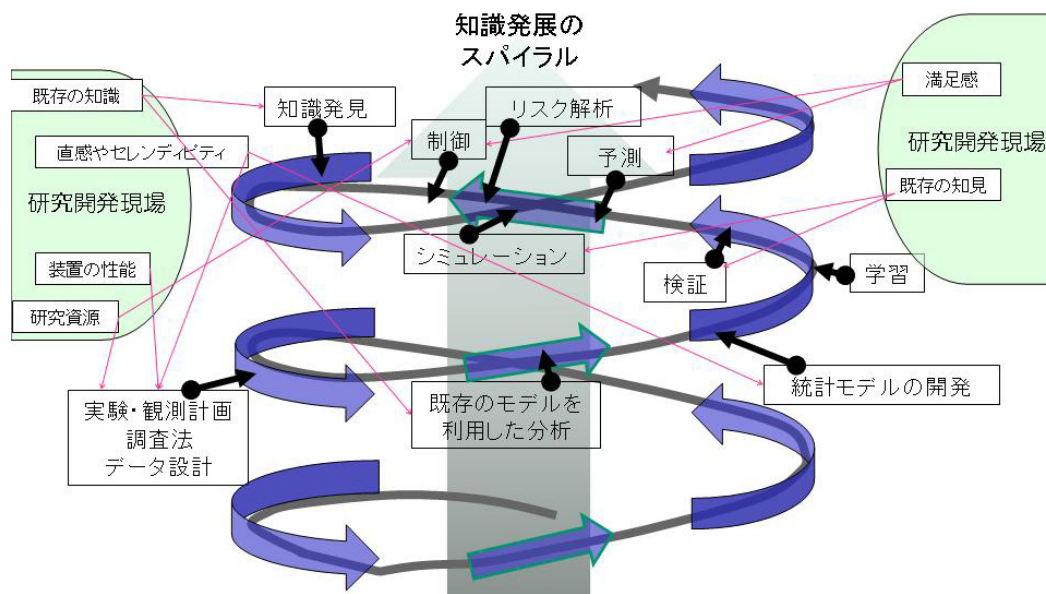


図1. 知識発展スパイラル構造

2. 2 プロジェクト全体の進捗状況

統計数理研, 極地研のスーパーコンピュータ, 情報研の NAREGI グリッド技術, 遺伝研の日本 DNA データバンク (DDBJ) を結んで, R のグリッド化を具体的目標として, 科学研究に有用な計算機環境を作成するための準備を行った。共役性同定や, 一般化オーロラトモグラフィ等の解析アルゴリズムをさらに機能拡張し, 地球科学における逆解析手法の体系化をすすめた。観測データの収集や整備とあわせて, リスク解析研究をすすめる上で有用なデータベースの構築を引き続き行い安全性評価についての研究基盤を整えた。帰納的手法を広く理解してもらうために, 研究会やチュートリアルセミナーを企画した。

2. 3 分野共通のツールの開発

研究代表者 (プロジェクトディレクター) のリーダーシップのもとにプロジェクトを機動的に推進するため, 3 つのサブ研究テーマを策定している。各サブテーマ名と, 各々が関連する手法---分野に共通, あるいは他分野へ転用が平易なツール---を以下に示す。

A. 予測とリスク解析

関連する手法: データマイニング, テキストマイニング, Web マイニング, グラフモデリング, 機械学習, ゲノム配列解析, バイオインフォマティクス, DNA アレイデータ解析手法, 金融・経済システムの研究, ファイナンス数理, 保険数理, 医薬品・食品安全性の研究, 疫学, サンプリング調査法, 環境リスク研究, 災害リスク研究, 極値分布の研究, セキュリティに関する研究, 電子商取引の制度

本年度の成果：予測とリスク解析サブテーマにおいては、個人化医療に向けた治療効果予測のために、乳がんの治療薬の感受性と遺伝子との関連分析を精力的に行った。分子系統樹推定法に関しては、進化速度・進化パターンが遺伝子毎に異なることを仮定した **Separate Model** を適用すべきであることが分かった。外国人教授を招聘し、定量的リスク解析に関する啓発活動のために、連続講義や国際研究集会、国際シンポジウムを実施した。また、医薬品安全性データベースの構築を引き続きすすめ、市販前の臨床試験の降圧剤のデータベースを作成した。

B. 情報・通信“メタウェア”とその応用

関連する手法：グリッド計算技術、乱数に関する総合研究（物理乱数、擬似乱数）、並列計算技術、統計ソフトウェアの共通基盤化、諸ゲノム解析手法の **R** への実装、数値的最適化技法、音声・画像解析、音声・話者認識、自然言語処理、ロボティクス、対話技術、デジタル・アナログ信号処理技術の融合、マルチパス干渉、マルチユーザ干渉、超高速データのコヒーレント伝送技術

本年度の成果：情報・通信メタウェアサブテーマでは、プログラム言語での高レベルな部分である、メタウェアの概念を明らかにするとともに、そのアイデアを実装するさまざまな実験を統計言語 **R** を使って行った。帰納的学習機械に関するソフトウェアの開発として、種々のプログラム整備を行うとともに、分野横断的なノウハウの報告書を作成した。情報・通信システムの信頼性向上と極小消費電力の二つを同時に達成する同期システムの開発最終段階での諸問題解決と調整を行った。

C. ダイナミック逆問題

関連する手法：オーロラ画像解析、映像処理、画像合成、ベイジアンモデリング、オーロラ 3 次元構造復元、地球環境長期予測、巨大次元の数値解法、時系列解析手法、画像解析手法、時空間モデリング、データ同化、レーダー観測信号処理、諸ノイズ除去手法、異常値処理、時空間モデリング、三次元形状のモデル化、高解像度シミュレーション

本年度の成果：ダイナミック逆問題サブテーマでは、オーロラの南北共役性の定量的評価をより確固たるものにする、新たなデータを獲得できた。新しい種類のデータをも取り込んだ、新たな一般化オーロラトモグラフィ解析アルゴリズムを開発した。開発した多チャンネル流星観測手法を、京大 **MU** レーダーの一般的ユーザも利用できるように環境整備を行った。時空間的に広域の地震活動をリアルタイムにモニタリングできる **ETAS** モデルの実用化をすすめ、応用を通じた新しい知見を多数得ることができた。

3. 年度計画

テーマ	16年度 予備研究	17年度 プロジェクト初年度	18年度 研究レビュー	19年度 中間評価	20年度 プロジェクト第2フェーズ	21年度 成果のまとめと公表
研究体制の編成	←	→				
情報収集・整備		←	→			
研究会，ワークショップの開催		←				→
研究体制の見直し			←	→		

平成16年度（予備研究）

平成16年度に新領域融合研究センター研究課題として採択された以下の研究プロジェクトを、17年度スタートした本プロジェクトは引き継いでいる。

- ・オーロラ科学における画像解析と逆問題
研究代表： 佐藤夏雄（国立極地研究所）
- ・帰納機械による動的なマルチモーダル情報の検索と認知の研究
研究代表： 松井知子（統計数理研究所）
- ・南極大型大気レーダーによる高級観測アルゴリズムと高速データ処理システムの開発
研究代表： 江尻全機（国立極地研究所）
- ・磁気圏・電離圏・大気圏複合システムの定量的解析に向けた研究
研究代表： 樋口知之（統計数理研究所）
- ・科学研究における計算機によるモデリング環境
研究代表： 中野純司（統計数理研究所）

平成17年度（プロジェクト開始）

統計的モデル構築法と予測アルゴリズム等分野に共通の道具を生み出すために、まずサブテーマを選定し集約的に効率よく研究をすすめる体制を整える。特に、予測と発見のためのモデリング技術とアルゴリズム開発，計算機による帰納的モデリングのための環境開発，マルチモーダルデータからの不変情報の発見とその方法，高速データシステムのモデル化技術，リスク解析とその評価技術など分野横断的な研究の情報収集，整理を網羅的に行う。

平成18年度

スーパーコンピュータ上での並列化と（物理及び疑似）乱数の利用が比較的簡単な操作で行えるようなシステムの開発や、高速データ通信モデル化用の準備的なハードウェアを試作する。マルチモーダルデータに含まれる不変情報の発見や、大規模アレイデータからの構造抽出に関する、帰納的手法を用いた既存手法の整理をする。個別科学におけるリスク解析の現状とのギャップをはかるため、各分野で比較的小規模のワークショップを複数開催し分野間連携の準備を行う。

平成19年度

データのコーディングモデル、アルゴリズムやモデルなどについて、分野横断的な考察を行う。また、分野間の交流と統計解析手法の水準のボトムアップを引き続いて図る。スーパーコンピュータ上での並列化と（物理及び疑似）乱数の利用が比較的簡単な操作で行えるようなシステムの開発を引き続いて行う。システムをRに限定せずにデータの可視化や解析を行うための研究も行う。マルチモーダルデータに含まれる不変情報の発見や、大規模アレイデータからの構造抽出に関する、帰納的手法を用いた既存手法の発展を図る。また、マルチパス、フェーディング環境下で高速・高性能を実現するための無線システムモデル化の研究を推進する。アレイ観測データの効率的なノイズリダクション法や、地球科学データのダイナミック逆問題解法の研究をすすめる。

平成20年度

複数のスーパーコンピュータやパーソナルコンピュータが有機的に協力してモデリングを行えるような環境の研究を行う。帰納的メタウェア、データのコーディングモデルに関する考察結果の整理や、開発した観測アルゴリズムによる試験観測などを通して、帰納的手法の体系化を行う。リスク解析に関わる外国人客員の招聘等により、チュートリアルセミナーを開催することによって、研究者養成に資する。

平成21年度

機能と帰納での科学研究におけるモデリングを行う際の有用なツールとなるシステムの例示や、帰納的メタウェアやマシンのツール化、資料化を行う。開発した帰納的手法のインターネット等を通じた一般公開や、高速・高品質無線伝送システムモデルのフィールド評価を行う。またあわせてこれらの手法の他分野への適用について研究する。成果は適宜国内外の学会、及び論文にて発表する。高速・高品質無線伝送システムのモデルを確立し、国内外へ発表・提案・啓蒙活動を行う。アレイデータ観測実システムへの適用を国内外に対して提案し、成果発表・チュートリアル等を行っていく。過去4年間の研究成果を踏まえ、必要に応じて既存研究サブテーマの見直しと人員の再配置を行い、新規重点分野の開拓を行う。複雑なシステムの理解を加速する、アルゴリズムとモデリング技術のさらなる研究開発の推進により、安心・安全な国家社会の構築、地球環境の改善など国家及び人類の持続的な繁栄に貢献していきたい。

平成22年度以降の展開

中期計画第二期では融合センターの守備範囲を経済・社会分野にまで拡張し、統数研および機能と帰納プロジェクトのこれまで蓄積した当該研究分野における共同研究のノウハウを生かして融合センターの研究活動に参加する。第一期本プロジェクトの各サブテーマ、サブサブテーマの研究プロジェクト体制は発展的に解消するが、「ダイナミック逆問題」の一部は、データ同化研究に関する研究プロジェクトに吸収・統合し、第二期に研究活動を継続することを検討する。また、「予測とリスク解析」の一部は、融合センターの別プロジェクトである『生物多様性解析』プロジェクトの第二期研究活動に直接的に貢献していきたい。

4. 研究経費の推移

平成17年度実績：	148,080 千円
平成18年度実績：	124,663 千円
平成19年度実績：	147,890 千円
平成20年度実績：	132,200 千円
平成21年度見込：	121,000 千円

5. 平成20年度の研究推進体制

(1) 予測とリスク解析

研究代表者

〔統計数理研究所〕江口真透

共同研究者

〔大阪大学・産業科学研究所/統計数理研究所〕鷺尾 隆

〔統計数理研究所〕江口真透 足立 淳 椿 広計

(2) 情報・通信“メタウェア”とその応用

研究代表者

〔統計数理研究所〕中野純司

共同研究者

〔統計数理研究所〕中野純司 松井知子 瀧澤由美

(3) ダイナミック逆問題

研究代表者

〔国立極地研究所〕佐藤夏雄

共同研究者

〔国立極地研究所〕門倉 昭 和田 誠

〔統計数理研究所〕尾形義彦

6. 平成20年度の研究進捗

7. 平成20年度の研究成果

(1) 成果物（知見・成果物・知的財産権等）

(2) 成果発表等

<論文発表>

[学術論文]

[会議録]

[解説・総説]

[研究ノート]

[その他]

<会議発表等>

[招待講演]

1. 2008/5/12 “Data assimilation: Time-dependent information fusion from numerical simulation and large-scale observation” 北陸先端科学技術大学院大学先端融合領域研究院第12回多次元セミナー
2. 2008/11/10-13 “Data assimilation: Building the cyber-enabled discovery systems in data-centric science” International Symposium: Fifty Years after IGY
3. 2008/12/5-8 “Data assimilation: A key technology for building the cyber-enabled discovery systems in simulation and data-centric sciences” IASC2008
4. 2009/1/29 「サービス科学研究推進に真理の探究の姿勢で臨めるのか？」第1回工学サービスワークショップ
5. 2009/2/24 「逐次データ同化：シミュレーションと観測データのリアルタイム統融合をめざして」第2回EFD/CFD融合ワークショップ
6. 2009/3/9 「データ同化で挑む環境変動の量的理解と観測システムデザイン」ISMシンポジウム 生態系のリスク管理と適応にむけた統計分析とその現状

[一般講演]

<著書等>

樋口知之 他 翻訳&監訳, パターン認識と機械学習 下 - ベイズ理論による統計的予測, シュプリンガー・ジャパン, 2008.

佐藤忠彦, 樋口知之, 動的売上反応モデルによる小売価格戦略の評価 - 状態空間モデルの適用 -, シリーズ ビジネスの数理第7巻 マーケティング・経営戦略の数理, pp52-70, 朝倉書店, 2009.

<受賞>

(3) その他の成果発表

1. 2009/1/19 横幹連合・統数研・産総研合同ワークショップを企画

プロジェクト名： 機能と帰納

サブテーマ名： 予測とリスク解析

研究代表者： 江口真透 [統計数理研究所]

鷲尾 隆 [大阪大学産業技術研究所・統計数理研究所]

足立 淳 [統計数理研究所]

椿 広計 [統計数理研究所]

1. 研究目標

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

グラフマイニングを用いて、マイクロアレー遺伝子発現プロフィールデータから様々な因果ネットワーク構造の推定、発見を行う手法の確立を目的としている。各データは数千～数万遺伝子の発現状態を表す高次元ベクトルデータであり、変数が膨大で構造探索空間が広大であるため、可能性の高いネットワークモデル候補を多数得ることはできても絞り込みができない。そこで、平成 17 年度から、このような多数の候補にグラフ構造、木構造データマイニング手法を適用して、確実性が高いと考えられる部分因果ネットワークの同定を試みてきた。今年度は、外部から細胞に化学的ないし物理的な刺激を与えた場合に、それに反応する遺伝子発現の因果関係ネットワーク中で、最初に直接外部刺激の影響を受ける最上流の外生的発現遺伝子の同定に的を絞って研究を行った。

2. 遺伝子多様性の統計解析

急速に進展しつつあるゲノム科学技術から生産されるゲノム・オミクスデータから得られる膨大な情報の中から知識発見を導く統計的方法の提案・実用化に貢献している。特に SNP タイピング、ブロックの同定、ゲノムワイド関連解析、プロテオーム・ピークパターン認識法、遺伝子関連解析に関して統計的方法を提案している。また高次元・小標本問題の中で「発見の見逃し」と「多数の見せかけの発見」を防ぐための均衡をどのように取るかによって解析方法の相違性が生じて問題である。現在、この問題に、前処理から最終解析までの一貫した統計的方法の開発に挑戦している。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

生物学上の問題解決をはかりながら、分子進化のモデリングと分子系統樹推定法の開発を進めている。具体的な生物学上の問題としては、長い間大陸から隔離され、独自の生物相を進化させたマダガスカルにおける両生類、テンレック類、原猿類の多様化を系統進化の観点からとらえる研究を進めた。ゲノムの大量データから系統樹推定を行う際には、サンプリング誤差は限りなく小さくなるが、逆に推定の偏りに伴う誤差が顕著になる。近年のゲノムプロジェクトの急速な進行とともに、様々な生物種に関して全ゲノム規模のデータを用いた系

統樹推定がおこなわれるようになってきた。配列データ量の増加が系統解析に有用であることは言うまでもないが、もし系統樹推定の際に仮定する進化モデルに偏りがあった場合、誤った結論を導いてしまうことがある。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

H17年度に設立したリスク研究ネットワークを利用し、リスク推論様式の情報共有に基づく学際的帰納推論の定式化を推進している。リスク解析の分野横断的な側面を強調し、俯瞰的にプロジェクト型研究を担える特に統計科学での人材養成を目指し、融合プロジェクト研究員や若手研究者を中心に、プロジェクト研究を継続的に推進している。

2. 年度研究計画

平成16年度（予備研究）

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

平成16年度までに、グラフマイニング基礎手法の研究開発を行ってきた。また、gene ネットワークデータから因果ネットワークを導出する基礎理論に関する研究も行ってきた。

2. 生命の遺伝情報である遺伝子の塩基配列やアミノ酸配列から分子系統樹を推定する方法を開発してきた。しかし、より現実的なモデルの導入や、ゲノム時代に即した大量データの解析に対応する必要がある。

平成17年度

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

gene ネットワークに代表される因果ネットワークにおいて、如何なる構造や基準に着目して不変な安定ネットワーク部分を抽出すべきかの検討を行う。そのために定量的強度付きネットワーク構造解析手法の検討、構造情報を直接扱うことが可能なグラフマイニングや木構造マイニングによる解析手法の検討を行う。

2. 遺伝子多様性の統計解析

マイクロアレイデータから表現形への相関解析のためにアダブーストを改良してグループ・ブーストを提案し、その予測性能について理論的考察と公開された幾つかの実データで検証した。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

生物学上の問題解決をはかりながら、分子進化のモデリングと分子系統樹推定法の開発を進める。蛋白質コード領域の配列データから系統樹推定する際に、コドン単位の置換をモデル化したコドン置換モデルが有効であることを確かめる。具体的な生物学上の問題としては、長い間大陸から隔離され、独自の生物相を進化させたマダガスカルにおけるテンレック類、原猿類、バオバブ類の多様化を系統進化の観点からとらえる研究を進める。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

リスク研究ネットワークを設立し、各分野で問題提起的なシンポジウムを開催。具体的には日本製薬工業協会との共催シンポジウム「医薬品の安全性情報を考える」の開催、ISM シンポジウム「統計科学と環境科学の新たな融合」開催、金融・保険における最新動向に関する国際ワークショップ「リスク管理における統計的技術」の開催。一般向け講演として「統計科学と保険の接点」と題したセミナーを開催。更に環境問題への直接的貢献窓口として NPO「環境統計統合機構」設立。PD 研究員を採用し、各分野でのプロジェクト研究の推進。

平成18年度

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

前年度検討結果を受けて、遺伝子発現データにベイジアンネットワークを適用して得た gene ネットワークデータに、グラフマイニング及び木構造マイニング手法を適用し、導出される gene ネットワーク構造パターンの性質及び生物情報学的見地について詳細分析を行う。また、埋め込み木構造マイニング手法を DAG (Directed Acyclic Graph) で表される因果構造ネットワークデータに適用可能なように拡張し、同じく gene ネットワークデータに適用して詳細分析を行う。

2. 遺伝子多様性の統計解析

SNP のハプロタイプブロックの特定のためのアルゴリズムを提案し、既存の方法と比較した。特に癌研究所で採られた SNP タイピングデータと臨床の情報を結合させ有用性を確認した。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

真獣類はボレオ真獣類（北半球のローラシア大陸起源）、アフリカ獣類（アフリカ起源）、貧歯類（南アメリカ起源）の 3 つの主要なグループに分類でき、それらが大陸の分裂、移動と密接に関わっていることを解明する。また、コウモリは哺乳類のなかで特異な形態をもち、その起源については長い間なぞであったが、霊長目に近いという説が有力であった。ところが、霊長目とは類縁関係はなく、翼手目（コウモリ）、奇蹄目（ウマ、サイ）、食肉目（クマ、イヌ、ネコ）が進化的に 1 つのグループを構成していることが明らかにする。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

日本製薬工業会医薬品評価委員会と共同で種々の安全性データベース構築および活用に向けての検討を行なうとともに、降圧薬や経口抗菌薬などの使用成績調査データベース構築とその活用を進め、市販前の臨床試験のデータベースの設計に着手。研究会「保険と金融の統計学」を定期的に開催し、保険数学、マルチンゲール理論、極値理論に関する研究を実施。温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT から二酸化炭素およびメタンのカラム濃度導出精度を評価する方法を研究。「地球温暖化現象とそのリスク予測」に関するシンポジウムを開催。

平成19年度

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

埋め込み木構造マイニング手法を DAG (Directed Acyclic Graph) で表される因果構造ネットワークデータに適用可能にしたアルゴリズムを更に高速化, 広適用範囲化する。またその結果を受けて, gene ネットワークなどの因果ネットワークにおいて, 如何なる構造や基準に着目して特徴的ネットワーク部分を抽出すべきかの検討を行う。

2. 遺伝子多様性の統計解析

質量スペクトルを測るプロテオームデータから疾病との相関を発見するために開発した「共通ピークアプローチ」を松浦氏の癌研究所・ゲノム解析センターの研究チームが行った実際の乳がん患者からのプロテオームデータに対して適用し, その有用性が拡大された。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

ゲノムの大量データから系統樹推定を行う際には, サンプリング誤差は限りなく小さくなるが, 逆に推定の偏りに伴う誤差が顕著になる。ゲノムデータの解析を通じて真獣類の初期進化における系統関係を明らかにするために, 系統樹推定の偏りを少なくするためのさまざまなモデル化を試みる。また, ゲノム時代に即した大量データから哺乳類の系統進化を解析する。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

海外から専門家を招聘し, リスク解析に関する連続講義と共同研究を実施。クレジット・デフォルト・スワップ (CDS) 取引データを用いた統計的モデリングによる, 信用リスクインデックスを作成。温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT から二酸化炭素およびメタンのカラム濃度導出精度を評価するとともに, シンポジウムを開催。日本製薬工業会医薬品評価委員会と共同で種々の安全性データベース構築および活用に向けての検討を行い, 市販前の臨床試験のデータベースの設計に着手。

平成20年度

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

前年度検討及び開発結果を受けて, gene ネットワークデータに開発したグラフマイニング及び木構造マイニング手法を適用し, 導出される gene ネットワーク構造パターンの性質について詳細分析を行う。

2. 遺伝子多様性の統計解析

国立がんセンター研究所の乳腺・腫瘍内科グループとの共同研究によって乳がん患者グループの治療前, 治療初期, 治療後期の 3 時点のマイクロアレイを解析して, 時間変化によって予測因子と予後因子となる発現遺伝子を同定する。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

近年の分子系統学においては, 全ゲノムデータを基盤とした解析が主流となりつつあるが, それでも哺乳類の中で解明されていない系統関係が複数残されている。本研究課題では, これらの系統関係の解明を目的として, 全ゲノムデータベースから大量の遺伝子配列を収集して統計的解析をおこなうことにより, 全哺乳類の進化の道筋を明らかにする。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

クレジット・デフォルト・スワップ・インデックスの研究とウェブを通じた成果公開。中小企業信用リスク情報データベースが利用可能になり次第信用リスク推定に関するプロジェクトを開始。極値理論の金融リスク管理への応用に関するプロジェクトを開始。化学物質のリスクトレードオフに関する研究に着手。化学物質のリスク評価に関する ISM シンポジウムを開催。使用成績調査および臨床試験の大規模データのデータベースの構築を継続、統計的シグナル検出手法および定量的評価のための統計的手法の実務的な検討。

平成21年度

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

これまでの開発及び検討結果を受けて、gene ネットワークなどの因果ネットワークデータから不変的及び特徴的な部分構造を発見する構造マイニング解析手法を体系化し、統一的な手法及びツールにまとめる。また、それをデータに適用して gene ネットワーク構造パターンの性質及び生物情報学的見地について詳細分析を行う。

2. 遺伝子多様性の統計解析

国立循環器センター研究所の高血圧内科グループとの共同研究によって降圧剤の奏功性予測のための重要な関連を持つ SNP、及び SNP×SNP の発見をして予測キットを提案する。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

分子系統樹を推定する上で、これまでに開発してきた様々な方法を、分子系統樹推定ソフトウェア MolPhy に実装し新たなバージョンをリリースする。また、最新のゲノムデータを使い、哺乳類以前の祖先生物の系統進化を解析し生物多様性の理解を深めたい。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

「保険と金融の統計学」に関する研究報告会を開催し、あわせて学術雑誌での特集号の編纂による研究成果公開を目指す。化学物質のリスクトレードオフに関する推論構築とそれを解くためのアルゴリズム開発の研究を推進する。また、これらに関係した ISM シンポジウムの開催を計画。使用成績調査および臨床試験の大規模データのデータベースの構築を継続するとともに、それらの大規模データベースに基づく統計的シグナル検出手法および定量的評価のための統計的手法についての研究成果を公開する。

平成22年度以降の展開

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

本プロジェクトの成果として、gene ネットワークデータをはじめとして、DAG (Directed Acyclic Graph) で表される因果構造ネットワークデータから、事象間の広範な相互依存関係、因果関係に関する知識を発見する手法の確立の見通しが得られつつある。これを更に拡張し、科学、学術、工学、社会全般に広く見られる DAG (Directed Acyclic Graph) で表される構造ネットワークデータから、機能をはじめとする知識を帰納的に導出する枠組みと手法、ツ

ル開発を行っていく。

2. 遺伝子多様性の統計解析

ゲノム・オミクスデータをバイオマーカーとして表現形との関連の高いものを同定し、オーダーメイド医療の実現に貢献したい。これまでの成果を踏まえて機械学習，生物統計，バイオインフォマティクをまたがる分野を横断する新たなアプローチを開拓したい。

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

分子系統学からゲノム系統学への新展開を目指す。相同な遺伝子群の系統関係と，ゲノム上での互いの遺伝子の位置関係から，種間におけるゲノム構造の変異の歴史的順番を数値的最適化の手法を適用して再構築することを試みる。分子系統学とゲノム比較を高度に組み合わせることによって，ある遺伝子の進化の引き金となった突然変異が，ゲノム上で何時どのように起こったかを推定することができるようになる。こうして個々の突然変異が定着してきた歴史を解明することは，進化のメカニズムを知るための第一歩となるであろう。

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

人間・社会に関わるリスク解析のためのデータ中心科学＝帰納推論を推進する研究を行う。具体的には，心理・精神・健康，文化・価値観，経営・経済といった分野で，リスク仮説構築，データ収集，モデリング，リスク評価を行うサイクル＝情報循環論の構築を目指す。

3. 研究経費の推移

平成17年度実績：	18,445 千円
平成18年度実績：	36,990 千円
平成19年度実績：	34,860 千円
平成20年度実績：	35,200 千円
平成21年度見込：	31,100 千円

4. 平成20年度の研究実施体制

1. グラフマイニングを用いた因果ネットワーク発見

[統計数理研究所] 樋口知之 Alexandre Termier

[情報学研究所] 佐藤 健 宇野毅明

[東京大学] 井元清哉

[大阪大学] 大原剛三

2. 遺伝子多様性の統計解析

[統計数理研究所] 江口真透 藤澤洋徳 伏木忠義 池田思朗 栗木 哲 南美穂子

[九州大学情報工学] 川喜田雅則・

[(財) 癌研究会癌研究所 癌研究所・ゲノム解析センター] ★松浦正明・

[奈良先端大学情報科学研究科] ★竹之内高志

3. 生物多様性の総合的理解を目指して

[統計数理研究所 予測発見戦略研究センター] 曹 纓 佐々木剛

[情報・システム研究機構 新領域融合センター] 美和秀胤

[筑波大学 生物科学系] 橋本哲男

[東京工業大学 生命理工学研究科] 岡田典弘 西原秀典

[東京工業大学 情報理工学研究科] 下平英寿

[Fudan University, China] 長谷川政美 米澤隆弘

[京都大学霊長類研究所 分子生理研究部門] 松井 淳

4. リスク評価のための帰納推論と機能的統計解析のデザイン

[統計数理研究所] 椿広計 藤田利治 金藤浩司 川崎能典 河村敏彦 柏木宣久 佐藤整尚

山下智志 志村隆彰 田野倉葉子 安藤雅和

[新領域融合研究センター] 河合研一 友定充弘

[東京大学] 国友直人 山本和夫

[京都大学] 佐藤俊哉

[岡山大学] 小野芳朗

[鹿児島大学] 高梨啓和 青木 敏

[(社) 国際環境研究協会] 松本幸雄

[東京医療保健大学] 比江島欣慎

5. 平成20年度研究成果

(1) 成果物 (知見・成果物・知的財産権等)

(2) 成果発表等

<論文発表>

[学術論文]

1. V. P. Nguyen and T. Washio, Modeling Dynamic Substate Chains among Massive States, Intelligent Data Analysis, Vol.12, No.3, pp.271-291 (April, 2008).
2. Eguchi, Shinto, Yanagimoto, Takemi Asymptotical improvement of maximum likelihood estimators on Kullback-Leibler loss. Journal of Statistical Planning and Inference 138, 3502-3511, (Nov.,2008).
3. Kawakita, Masanori, Eguchi, Shinto, Boosting method for local learning in statistical pattern recognition. Neural Computation 20, 2792-2838, (Nov., 2008)
4. Fujisawa, Hironori, Eguchi, Shinto, Robust parameter estimation with a small bias against heavy contamination. Journal of Multivariate Analysis 99, 2053-2081, (Oct., 2008)
5. Takenouchi, Takashi, Eguchi, Shinto, Murata, Noboru, Kanamori, Takafumi Robust Boosting Algorithm Against Mislabeling in Multiclass Problems. Neural Computation 20, 1596-1630, (June, 2008)
6. A. Kurabayashi, M. Sumida, H. Yonekawa, F. Glaw, M. Vences, and M. Hasegawa (2008) Phylogeny,

- recombination, and mechanisms of stepwise mitochondrial genome reorganization in mantellid frogs from Madagascar. *Mol. Biol. Evol.* 25: 874-891.
7. Y. Kitazoe, H. Kishino, M. Hasegawa, N. Nakajima, J.L. Thorne, and M. Tanaka (2008) Adaptive threonine increase in transmembrane regions of mitochondrial proteins in higher primates. *PLoS One* 3: e3343.
 8. Akihito, A. Fumihito, Y. Ikeda, M. Aizawa, T. Makino, Y. Umehara, Y. Kai, Y. Nishimoto, M. Hasegawa, T. Nakabo, and T. Gojobori (2008)
 9. Evolution of Pacific Ocean and the Sea of Japan populations of the gobiid species, *Pterogobius elapoides* and *Pterogobius zonoleucus*, based on molecular and morphological analyses. *Gene* 427: 7-18
 10. Sasaki T, Nishihara H, Hirakawa M, Fujimura K, Tanaka M, Kokubo N, Kimura-Yoshida C, Matsuo I, Sumiyama K, Saitou N, Shimogori T, Okada N. Possible involvement of SINEs in mammalian-specific brain formation. *Proc Natl Acad Sci USA*. v105(11), 4220-5 (2008)
 11. Piskurek O, Nishihara H, Okada N. The evolution of two partner LINE/SINE families and a full-length chromodomain-containing Ty3/Gypsy LTR element in the first reptilian genome of *Anolis carolinensis*. *Gene* (in press)
 12. Ishiguro, C., Fujita, T., Omori, T., Fujii, Y., Mayoma, T. and Sato, T., Assessing the Effects of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs on Antihypertensive Drug Therapy Using Post-Marketing Surveillance Database, *Journal of Epidemiology*, 18(3), 119-124, 2008.
 13. Inoue, T., Fujita, T., Kishimoto, H., Makino, T., Nakamura, T., Nakamura, T., Sato, T. and Yamazaki, K., Randomized Controlled Study on the Prevention of Osteoporotic Fractures (OF Study): A Phase IV Clinical Study of 15-mg Menatetrenone Capsules, *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 27, 66-75, 2009.
 14. Hodoshima, J. and Ando, M. A simulation study of White's test for heteroskedasticity in fixed and stochastic regression models, *Communications in Statistics: Simulation and Computation*, 37, 897-906, 2008.
 15. 安藤雅和, 津田博史, 田野倉葉子, 佐藤整尚, 北川源四郎, ダイナミック・インプライド・コピュラ・モデルによる債務担保証券 (CDO) の価格予測, *ジャフイー・ジャーナル*, 8, 2009. (3月刊行予定)
 16. Kim, S. Y. and Hamasaki, T., Evaluation of clustering base on preprocessing in gene expression data, *International Journal of Biological, Biomedical and Medical Sciences*, Vol. 3, No. 1, 2008.
 17. Aoki, S. and Takemura, A. Minimal invariant Markov bases for sampling contingency tables with fixed marginals, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, Vol. 60, 229-256, 2008.
 18. 松本幸雄, 松本理, 環境リスクの諸側面—化学物質環境リスクを中心に—, *計量生物学*, 29巻, 特別号 2, 177-189, 2008.
 19. Modin, O., Fukushi, K. and Yamamoto, K., Simultaneous removal of nitrate and pesticides from

- groundwater using a methane-fed membrane biofilm reactor (M-MBFR), *Water Science & Technology*, 58(6), 1273-1279, 2008.
20. Geng, W., Nakajima, T., Takanashi, H. and Ohki, A., Determination of mercury in ash and soil samples by oxygen flask combustion method - Cold vapor atomic fluorescence spectrometry (CVAFS), *Journal of Hazardous Materials*, 154(1-3), 325-330, 2008.

[会議録]

1. Kentarou Kido, Hiroshi Kuwajima and Takashi Washio: A Range Query Approach for High Dimensional Euclidean Space Based on EDM Estimation, Proc. of SDM2008: the 18th SIAM International Conference on Data Mining, pp.387-398 (April, 2008).
2. Katsutoshi Yada, Takashi Washio, Yasuharu Ukai, and Hisao Nagaoka, A Bank Run Model in Financial Crises, Proc. of KES 2008(12th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems), Part II, LNAI 5178, pp. 703-710 (September, 2008).
3. Akihiro Inokuchi and Takashi Washio, Feasibility of Graph Sequence Mining based on Admissibility Constraints, Proc. Of th International Workshop on Data Mining and Statistical Science (DMSS2008), pp.1-4 (September, 2008).
4. Kouzou Ohara, Takashi Washio and Duy Vinh Nguyen, On Feasibility of Graph Spectrum-based Frequent Sub-graph Mining, Proc. of th International Workshop on Data Mining and Statistical Science (DMSS2008), pp.9-11 (September, 2008).
5. Akihiro Inokuchi and Takashi Washio, A Fast Method to Mine Frequent Subsequences from Graph Sequence Data, Proc. of 2008 Eighth IEEE International Conference on Data Mining, pp.303-312 (December, 2008).
6. Mollah, Md. Nurul Haque, Eguchi, Shinto Robust Composite Interval Mapping for QTL Analysis by Minimum β -Divergence Method. IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine 2008, 115-120 978-0-7695-3452-7 2008.11 2008
7. Kadono, Y., Tsubaki, H and Tsuruho, S., A Survey on Management of Software Engineering in Japan, Current Themes in Engineering Technologies Selected Papers of the World Congress on Engineering and Computer Science (Sio-long Ao, M.A. Amouzeger and Su-Shing Chen, eds.), American Insitutue of Physics, 1007, 267-277, 2008.
8. Chen, C. and Sato, S., Inhomogeneous Jump-GARCH Models with Applications in Financial Time Series Analysis, COMPSTAT: Proceedings in Computational Statistics 18th Symposium Held in Porto, 2008.
9. Kawasaki, Y., Computationally Intensive Variable Search for Higher Order Discrimination with Applications in Finance, Proceedings of IASC 2008 (M. Mizuta, J. Nakano eds.), Japanese Society of Computational Statistics, Tokyo, 820-828, 2008.
10. Tomosada, M., Kanefuji, K., Matsumoto, Y. and Tsubaki, H., Application of the spatial statistics to the retrieved CO2 column abundance derived from GOSAT data, Proceedings of the 4th WSEAS

International Conference on REMOTE SENSING (REMOTE'08), The World Scientific and Engineering Academy and Society, Italy, 67-73, 2008.

[解説・総説]

1. 西原秀典, 岡田典弘, 長谷川政美 (2008) ゲノム系統学的手法の応用と課題 - 真獣類の起源に関する解析を例として. 統計数理 56(1): 19-35
2. 米澤隆弘, 甲野直樹, 長谷川政美 (2008) 鰭脚類の起源と進化. 統計数理 56(1): 81-99
3. 松井淳, F. Rakotondraparany, 宝来聰, 長谷川政美 (2008) 霊長類のミトコンドリア DNA における進化速度. 統計数理 56(1): 101-116
4. 渡辺麻衣子, 岡田典弘, 長谷川政美 (2008) ミトコンドリア DNA 全長配列に基づいたペンギン目に関する系統解析. 統計数理 56(1): 133-144
5. 橋本哲男, 有末伸子, 坂口美亜子, 稲垣祐司 (2008) 複数遺伝子の結合データに基づく分子系統樹の推測 —真核生物の大系統の解析を例として—. 統計数理 56(1):145-164
6. 椿広計, 藤田利治, 河村敏彦, 金藤浩司, 川崎能典, 定量的リスク科学創生をめざして, クオリティマネジメント, 59(7), 72-80, 2008.
7. 椿広計, 経営プロフェッショナル教育の質保証—わが国ビジネススクールの試み—, 品質, Vol.39, No.1, 18-24, 2009.
8. 椿広計, 大野忠士, 定量的リスク評価と定性的リスク評価との架橋—定量的リスク評価モデル当てはめにおける質的選択モデルの役割—, 計量生物学, Vol.29, Special Issue No.2, 133-141, 2008.
9. 椿広計, 「統計」の質マネジメント雑感, ESTRELA, 169, 2-9, 2008.
10. 山下智志, 信用リスクモデルの評価と選択 I -モデル評価の考え方, 四季, 7, 1-4, 2008.
11. 山下智志, 信用リスクモデルの評価と選択 II -AR 値による信用リスクモデルの評価, 四季, 8, 22-25, 2008.
12. 山下智志, 信用リスクモデルの評価と選択 III -バックテストによる方法と評価基準, 四季, 9, 23-26, 2008.
13. 山下智志, 信用リスクモデルの評価と選択 IV -モデルの事前評価と変数選択, 四季, 10, 23-26, 2009.

[研究ノート]

[その他]

1. 東野和雄, 阿部圭恵, 山本央, 柏木宣久, 佐々木裕子, 土壌中における PCB の挙動について, 東京都環境科学研究所年報, 24-29, 2008.
2. 山本央, 東野和雄, 橋本俊次, 柏木宣久, 嶽盛公昭, 高菅卓三, 佐々木裕子, 食塩電解過程から生成するダイオキシン類について, 東京都環境科学研究所年報, 30-37, 2008.
3. 志村隆彰, 最大値吸引領域の離散化, 統計数理研究所共同研究レポート 225 無限分解可能過程に関連する諸問題(13), 107-112, 2009.
4. 志村隆彰, 続・吸引領域と離散分布, 統計数理研究所共同研究レポート 224, 極値理論の工学

への応用(6), 48-76, 2009.

5. 志村隆彰, 最大値吸引領域の吸引係数について, 統計数理研究所共同研究レポート 224, 極値理論の工学への応用(6), 67-82, 2009.

<会議発表等>

[招待講演]

1. Takashi Washio, Katsutoshi Yada, Yasuharu Ukai and Hisao Nagaoka, Modeling Bank Runs by Data Mining to Manage Financial Crises, Proceedings of International Conference of Socionetwork Strategies and Policy Grid Computing, Social Agent Modeling and Computation for Policy Making 2008, pp.11-13 (March, 18, 2008).
2. Kouzou Ohara and Takashi Washio, Isomorphism Identification by Using Graph Spectra and Its Application to Graph Mining, Proc. of IASC2008: the Joint Meeting of 4th World Conference of the IASC and 6th Conference of the Asian Regional Section of the IASC on Computational Statistics & Data Analysis, pp.229 (December, 6, 2008).
3. Eguchi, Shinto. On the bound of statistical inference for observational data Yokohama, Japan, 2008.12.6. International Association for Statistical Computing 2008.
4. 江口真透. タンパク質構造と進化と情報幾何. 数理研短期共同研究集会「離散力学系の分子細胞生物学への応用数理」. 京都, 日本. 2009.1.8
5. 江口真透, John Copas. 局所モデル不確定性と不完全観測バイアス, 受賞記念講演, 統計関連学会連合大会, 横浜, 日本. 2008.9.9
6. 9. Eguchi, Shinto. Information divergence geometry and its application to machine learning. The 1st MSJ-SI, Probabilistic Approach to Geometry, Kyoto, Japan.2008.8.4
7. 藤田利治, 副作用評価におけるシグナル検出, 日本薬剤疫学会 特別講演, 東京都港区, 2008.11.8.
8. 藤田利治, インフルエンザ罹患後の重篤な精神神経症状と薬剤の関連性についての統計解析: 科学的根拠の提供を願って, 日本臨床薬理学会, 東京都新宿区, 2008.12.4.
9. 椿広計, 定量的リスク科学創生を目指して, 第7回久留米バイオ統計フォーラム, 福岡市, 2009.1.29.
10. 逸見昌之, メタアナリシスにおける公表バイアスの問題について (日本計量生物学会奨励賞 受賞記念講演), 統計関連学会連合大会, 横浜市, 2008.9.8.
11. Henmi, M., A variance reduction technique for importance sampling motivated by the propensity score method, IASC 2008, Yokohama, Japan, 2008.12.6.
12. Kawasaki, Y. Computationally Intensive Variable Search for Higher Order Discrimination with Applications in Finance, IASC 2008, Yokohama, Japan, 2008.12.7.

[一般講演]

1. 猪口明博, 高林健登, 鷲尾隆, 紀ノ定保臣, 健康情報分析のための OLAP システムの考察, 第

- 11 回日本医療情報学会春季学術大会 (シンポジウム 2007), 演題抄録集 pp.21, 2008/5/31.
2. グエン ベトフォン, 鷺尾隆, 大規模次元システムのモデリング手法の提案とその性能評価, 2008 年度 人工知能学会全国大会 (第 22 回), pp.1A1-02, 2008/6/11.
 3. 大西智之, 鷺尾隆, ポートフォリオ最適投資配分比率の発見手法, 2008 年度 人工知能学会全国大会 (第 22 回), pp.1E2-03, 2008/6/11.
 4. グエン ハ ホン, 鷺尾隆, 宇野毅明, 桑島洋, PSD 推定の適用範囲拡大と精度向上に関する研究, 2008 年度 人工知能学会全国大会 (第 22 回), pp. 2B2-02, 2008/6/12.
 5. Nguyen Vinh duy, 大原剛三, 鷺尾隆, グラフスペクトルを用いた大規模頻出部分グラフマイニング, 2008 年度 人工知能学会全国大会 (第 22 回), pp.3D2-04, 2008/6/13.
 6. 猪口明博, 鷺尾隆, グラフ系列マイニングのための表現制約とアルゴリズム, 第 7 回データマイニングと統計数理研究会 (DMSM), 予稿集, pp.54-62, 2008/7/24.
 7. Eguchi, Shinto. Kernel method and Information Divergence Geometry. Mini-Symposium on Information Geometry 2008, Wako, Japan.
 8. 江口真透. 累積分布関数のエントロピーと順序ラベルの判別への応用. 統計関連学会連合大会, 横浜. 2008.9.9
 9. 江口真透. べき関数が連想する統計学. Recent Advances in Statistical Inference - in Honor of Professor Masafumi Akahira, つくば. 2008.12.15
 10. 江口真透. バイオインフォマティクスにおける統計的課題について. 科研費研究集会「高次元データの統計解析」博多. 2008.11.21
 11. Md. Nurul Haque Mollah, Eguchi, Shinto. Robust QTL Analysis by the Minimum β -Divergence Method. International Association for Statistical Computing 2008, Yokohama, 2008.12.6
 12. Pritchard, Mari, Eguchi, Shinto. Finding Optimal Gene Set for Classification from Multiple Predictive Gene Sets. International Association for Statistical Computing, Yokohama, 2008.12.6
 13. Komori, Osamu, Eguchi, Shinto. A Boosting Method for Maximizing the Partial Area under the ROC Curve. International Association for Statistical Computing, Ypkohama2008.12.7
 14. 三浦翔, 山下智志, 江口真透. 信用リスクスコアリングにおける AUC 最大化. 統計関連学会連合大会, 横浜. 2008.9.8
 15. 小森理, 江口真透. 1 クラスラベルに注目したブースティング. 統計関連学会連合大会, 横浜. 2008.9.8
 16. プリチャード真理, 江口真透. マイクロアレイにおける遺伝子選択と判別能力の関係. 統計関連学会連合大会, 横浜. 2008.9.9
 17. 影山正幸, 藤井孝之, 金藤浩司, 椿広計, Credibilistic process の構成と応用, 日本リスク研究学会第 21 回年次大会, 大阪, 日本, 2008.11.30.
 18. 藤井孝之, 影山正幸, 蒲生昌志, 松本幸雄, 金藤浩司, 椿広計, 化学物質リスクトレードオフに関する統計的側面, 日本リスク研究学会第 21 回年次大会, 大阪, 日本, 2008.11.30.
 19. Yano, K., Wago, H. and Sato, S., Multivariate Stochastic Volatility Models with Dual Dynamic

- Correlations: A Monte Carlo Particle Filtering Approach, IASC2008, 横浜, 日本, 2008.12.7.
20. Nishiyama, Y., Hitomi, K., Kawasaki, Y. and Jeong, K., Consistent nonparametric tests for Granger causality, Joint Statistical Meeting 2008, Denver, U.S.A., 2008.8.6.
 21. Kawasaki, Y., Variable Selection in Qualitative Response Models and Its Application in Risk Analysis, Symposium on Quantitative Risk management, Tokyo, Japan, 2008.9.13.
 22. 川崎能典, ファイナンスを横断するリスク科学の発展, 第2回横幹連合総合シンポジウム, 東京, 日本, 2008.12.5.
 23. Yamashita, S. and Yoshiba, T., Analytical solutions for for expected and unexpected losses with additional loan, BACHELIER FINANCE SOCIETY Fifth World Congress, London, United Kingdom, 2008.7.18.

[ポスター発表]

1. Henmi M., A robust confidence interval against publication bias in random effects meta-analysis, The International Conference of the Royal Statistical Society RSS 2008, Nottingham, United Kingdom, 2008.9.3.
2. Gamo, M., Kishimoto, A., Kanefuji, K. and Tsubaki, H., Development of Hazard Assessment Framework for Quantitative Risk Trade-off Analysis of Chemical Substances, Society for Risk Analysis Annual Meeting 2008, Boston, U.S.A., 2008.12.7.
3. Kawasaki, Y., Kawai, K., Okubo, T. and Kanefuji, K., Long-Term Trend Analysis of Water Quality in Lake Biwa, 44th Central Canadian Symposium on Water Quality Research, Burlington, Ontario, Canada, 2009.2.23.

<著書等>

1. 鷺尾隆, 21世紀の統計科学 —自然・生物・健康の統計科学— 第10章 グラフマイニングとその統計的モデリングへの応用, 国友直人, 山本拓監修, 小西貞則, 国友直人編, 東京大学出版会, pp.291-314, 2008年, 5月. [分担執筆]
2. Takashi Washio, Einoshin Suzuki, Kai Ming Ting and Akihiro Inokuchi (Eds.), Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, Proceedings of 12th Pacific-Asia Conference of Knowledge Discovery and Data Mining, PAKDD 2008, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Vol.5012, Springer (May, 2008).
3. Carlos Soares, Younghong Peng, Jun Meng, Takashi Washio and Zhi-Hua Zhou, Applications of Data Mining in E-Business and Finance: Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, No.177, IOS Press (September, 2008).
4. Tomoyuki Higuchi and Takashi Washio (Eds.), Featured section on data mining and statistical science, Anals of the Institute of Statistical Mathematics, Vol.60, No.4, 2008 (December, 2008).
5. 樋口知之, 鷺尾隆, 「特集 データマイニングと統計数理」について, 統計数理, Vol.56, No.2, pp.167-168, 2008年, 12月.

6. Eguchi, Shinto. Information Divergence Geometry and the Application to Statistical Machine Learning. Eds. Frank Emmert-Streib and Matthias Dehmer 'Information Theory and Statistical Learning' Springer, New York, 10.1007/978-0-387-84816-7_13
7. Nishihara H, Okada N. Retroposons: Genetic Footprints on the Evolutionary Paths of Life. Phylogenomics (Methods in Molecular Biology, vol. 422) Chapter 13, Pages 201-25, Ed. Murphy, W. J., Humana Press (2008)
8. 藤田利治, 「薬剤疫学の第一歩」, レーダー出版センター, 東京, 2008. [単著執筆]
9. 藤田利治, 「PMS の概要とノウハウ」, じほう, 東京, 2008. [単著執筆]
10. 椿広計, 河村敏彦, 「設計科学におけるタグチメソッド パラメータ設計の体系化と新たな SN 比解析」, 日科技連出版社, 東京, 2008. [分担執筆]
11. 塚原英敦, 小林俊, 三浦良三, 川崎能典, 山内浩嗣, 中川秀敏, 「定量的リスク管理－基礎概念と数理技法－」(クニール, フライ, エンブレヒツ原著), 共立出版, 東京, 2008.

<受賞>

1. 日本統計学会研究業績賞, 江口真透, John Copas. 論文業績: Local model uncertainty and incomplete data bias. J. Royal Statistical Society B, 67, 4 (2005) 日本統計学会, 共同受賞, 2008.9.20
2. 椿広計, 平成 20 年度工業標準化事業表彰経済産業大臣表彰
3. 逸見昌之, 2008 年度日本計量生物学会奨励賞

(3) その他の成果発表

プロジェクト名： 機能と帰納

サブテーマ名： 情報・通信“メタウェア”とその応用

研究代表者： 中野純司 [統計数理研究所]

1. 研究目標

”メタウェア”は、現象をモデルとして表現するために必要な概念と構造を意味し、そのモデルをハードウェアやソフトウェアとして具現化できるようにするためのものとする。本研究では、情報・通信における3つの具体的テーマ

- A) 計算機による帰納的モデリングのための環境
- B) マルチモーダルデータからの不変情報の発見とその方法論の研究
- C) モデル化と高効率データ処理に基づく無線データシステムの研究

に関して、ハードウェア、ソフトウェア、メタウェアを総合的に考察し、情報・通信における有用なメタウェアを明らかにする。各具体的テーマの目標は次の通りである。

- A) 現代科学の帰納的推論の根幹をなす計算機の機能を、立場の異なる研究者が緊密に連絡を取り合うことによって、有用な方向に発展させることを目指す。具体的に、研究のコアとして統計解析環境 **R** を用いながら、「物理乱数および疑似乱数の発生とそのシミュレーションでの利用」、「大規模数値計算と統計解析環境における並列化とネットワークおよびグリッドの利用」、「データビジュアライゼーション」などについて研究を行い、科学研究に有用なメタウェアを明らかにする。
- B) マルチモーダルデータを統合的に捕らえ、帰納的アプローチにより不変情報を発見するしくみを見出すことを目指す。具体的に「画像・音声のマルチモーダルデータからの不変事象の学習検索」、「対話における言語・身体動作データからの不変情報の抽出と活用」、「身体性制約下における外界データの不変情報抽出機械としての知覚神経回路の特定」などの課題への取り組むことにより、その方法論の有効性・可能性を検証する。それらの検討を通じて、分野横断的な帰納的アプローチにおけるメタウェアを明らかにする。
- C) 情報化時代の発展を支える高度化公衆情報通信システムの実現を目指す。具体的に「データ伝送の高速化」と「これに伴うチャネルの信頼度低下および消費電力の急激な増大」の課題に取り組み、情報通信におけるメタウェアを明らかにする。

2. 年度研究計画

以下、A)~C)の具体的テーマごとに年度研究計画を示す。

平成16年度（予備研究）

- A) 統計解析環境 **R** を統計数理研究所のスーパーコンピュータ上で稼働させるとともに並列計算の機能を付加する。

- B) 帰納的アプローチに関する調査を行うとともに、マルチモーダルデータを扱う具体的な課題を設定する。
- C) 移動無線通信におけるチャンネルおよびデータ処理に関する問題点の抽出、解析を行う。

平成17年度

- A) スーパーコンピュータ上のRを稼働を完成させ、並列計算の実現の完成度を高める。そして、Webページからその機能が利用できるようなユーザインタフェースおよびサーバープログラムに着手する。
- B) 四つの課題、「映像データからの不変事象の学習検索」、「ダイナミカルシステムを用いた身体協調の不変原理の探求」、「身体性制約下における外界データの不変情報抽出機械としての知覚神経回路の特定」、「対話データからの不変情報（コミュニケーション・パターン）を規定する要因の特定」に具体的に取り組む。
- C) 移動無線データ通信における方式的な研究課題を明確化するため、無線システムのモデル化を行う。これに基づきスペクトル拡散変復調部（ベースバンド部）の方式設計を行う。

平成18年度

- A) スーパーコンピュータ上で稼働する並列化されたRを使いやすくするためのWebインタフェースを完成する。さらにRを利用するバイオインフォマティックスのための計算機環境であるBioconductorをスーパーコンピュータ上で稼働させる。そしてそれと遺伝研データベースDDBJのWebを介する結合を行う。また極地科学のための乱数利用のパイロットシステムを極地研で作成し、その上で並列化Rを稼働させ、より小規模の環境への技術移転に備える。またわれわれが開発している統計解析システムJaspで利用でき、Rを補完することもできるJavaによるデータ可視化のための新たなライブラリも開発する。
- B) 四つの課題、「映像データからの不変事象の学習検索」、「ダイナミカルシステムを用いた身体協調の不変原理の探求」、「身体性制約下における外界データの不変情報抽出機械としての知覚神経回路の特定」、「対話データからの不変情報（コミュニケーション・パターン）を規定する要因の特定」への取り組みをさらに進める。特に最初の課題については、映像検索の国際競争型評価プロジェクトTRECVIDに参加して、本提案法についての客観的な評価を得る。
- C) 移動無線データ通信のチャンネルモデルを研究しこれに基づき方式的な研究課題への対応を行う。ベースバンド部のプロトタイプハードウェアの開発を行う。このプロトタイプモデルにおいてインターネットコンテンツの送受実験を試みる。

平成19年度

- A) 講習会などを通してバイオインフォマティックスの研究者にスーパーコンピュータ上の並列化RとBioconductorの普及をはかる。また、並列化Rのグリッドコンピュータ上での利

用を検討する。さらに **Jasp** においてより使いやすい並列計算の仕組みとして視覚的な並列計算プログラム入力法などを検討する。

- B) 二つの課題、「ダイナミカルシステムを用いた身体協調の不変原理の探求」と「対話データからの不変情報を規定する要因の特定」を統合し、新たに「対話における言語・身体動作データからの不変情報の抽出と活用」の課題とする。「映像データからの不変事象の学習検索」の課題については昨年度に引き続き、映像検索の国際競争型評価プロジェクト **TRECVID** に参加して、本提案法についての客観的な評価を得る。各課題について研究を推進するとともに、帰納的アプローチのメタウェアに関する分野横断的な検討を開始する。
- C) 高品質画像の高速処理を可能とする組み込みシステムの構成論を研究する。プロトタイプハードウェアを通して動きの速い高速画像を伝送し、技術の実用化可能性の確認によってプロジェクト前半3年間のくくりとする。

平成20年度

- A) 並列化 **R** のグリッドコンピュータ上での利用を実現する。また、**Jasp** に関連してデータ視覚化、視覚的プログラミング、並列計算、**R** との協力的な利用などの機能を設計・実装する。
- B) 二つの課題、「画像・音声のマルチモーダルデータからの不変事象の学習検索」、「対話における言語・身体動作データからの不変情報の抽出と活用」に関して、前者については **TRECVID** に参加したり、後者についてはモダリティー（発話内容、音韻、身振り等）に着目して対話内での行為の出現パターンとカウンセリングの進行との関係を調査するなどして、さらなる検討を展開する。各課題の検討結果をまとめていき、分野横断的なメタウェア、帰納的手法に関する資料化を行う。
- C) 同期技術の前年度までの成果の上に立ち、新しい時間・空間ランダム信号の解析法の創出を行う。具体的には、神経回路システムの新しい構成により、従来型ソフトウェアおよびコンピュータでは解決困難であった多数波源の時刻・位置座標を決定する理論を創出する。

平成21年度

- A) **NAREGI** のグリッド技術による **R** のグリッド化を完成する。さらにそれを進化させ、クラウドコンピューティングの枠組みに乗せることを検討する。大規模計算の必要性がますます高まっているので、**R** の大量計算用パッケージの利用もあわせて検討する。**Java** を利用するシステムに関しては手法の拡充や安定化をはかり、新たなメタウェアの確固たる基礎となるようにする。これらを乱数などの成果も含めて遺伝学および極地科学の研究で利用して、科学研究に有用なメタウェアを明らかにする。
- B) 昨年度に引き続き、各課題の検討結果を踏まえ、分野横断的なメタウェア、帰納的手法に関する資料化を行う。これらにより、映像検索の高度化、人間のコミュニケーションにおける間の問題の解明、知覚神経回路の特定、臨床心理士の支援ツールの開発などをを目指す。
- C) 開発した時空間解析理論についてアルゴリズムを開発し、具体的事例に適用し性能を確認す

る。この成果を時空間解析の新しい数学的方法として、またニューラルネットワークの新しい構成法として内外に発表する。この手法は従来の計算機とソフトウェアの可能性を新たに開くものであり、メタウェア研究の成果となる。

平成22年度以降の展開

本研究で明らかにする情報・通信における有用なメタウェアに基づいて、いろいろなハードウェア、ソフトウェアに関する応用研究が展開できると予想する。

- A) Rのクラウドコンピューティングを実用化する。大規模計算の必要性がますます高まっているので、Rの大量計算用パッケージとの連携も実現したい。Javaを利用するシステムに関してはよりいっそうの手法の拡充や安定化をはかり、遺伝学や極地科学の研究でもRのように実用的に利用できるようにしたい。そして、科学研究に有用なメタウェアをそれらを用いて記述することが期待される。
- B) 帰納的アプローチによる大規模なマルチモーダルデータを扱う応用研究が展開されると考える。
- C) 同期技術を越えて、従来不可能であった時空間問題の解析をニューロンで実現したことはこのプロジェクトの具体的成果である。これをさらに発展するため新しいプロジェクトの立ち上げに向けて努力する。

3. 研究経費の推移

平成17年度実績： 68,818 千円

平成18年度実績： 55,398 千円

平成19年度実績： 69,300 千円

平成20年度実績： 60,000 千円

平成21年度見込： 53,000 千円

4. 平成20年度の研究実施体制

[統計数理研究所] 中野純司 田村義保 佐藤整尚 染谷博司 松井知子 福水健次

瀧澤由美 石黒真木夫 佐藤整尚

[国立情報学研究所] 三浦謙一 速水 謙 佐藤真一 古山宣洋 井上雅史 阿部俊二

[国立極地研究所] 岡田雅樹

[国立遺伝学研究所] 五條堀孝 菅原秀明 池尾一穂

[新領域融合研究センター] 深澤敦司

[早稲田大学] 田邊國士

[京都教育大学] 花田里欧子

[和歌山大学] 入野俊夫

[北海道大学] 宮永喜一

5. 平成20年度研究成果

(1) 成果物（知見・成果物・知的財産権等）

[A] 計算機による帰納的モデリングのための環境

R に関しては、

[A-1] フリーソフトウェアを用いた Web インタフェースの改良とより高度なセキュリティ機能の実現

[A-2] 大規模データのための Huge TLB の実装の拡充

[A-3] R のグリッド化のための基礎的なシステム (NAREGI ミドルウェア) を利用できる計算機の構築

Jasp および Jaspplot に関しては、

[A-4] フリーソフトウェアとなった統計解析システム XploRe プログラムの Jasp からの利用

[A-5] Jaspplot のさらなる改良(ネットワーク機能, 複数セレクトなど)

[A-6] データベース・データマイニングにおける OLAP(Online Analytical Processing)手法の新しいグラフィックスへの応用の考察

[B] マルチモーダルデータからの不変情報の発見とその方法論の研究

[B-1] 映像データからの不変情報の学習検索の課題において、映像索引付け・検索に関する国際的な競争型評価プロジェクト TRECVID に参加し、大域的特徴量やセグメント特徴量を利用した学習機械による帰納的アプローチを用いれば、世界各国の TRECVID 参加チームの中でも遜色のない性能が達成できることを客観的に示した。

[B-2] 大域的特徴量を利用したアプローチでは、学習対象の映像の種類 (ニュース/ドキュメンタリーの放送内容の種別, 米国/オランダの放送元の種別など) にあまり依存しない一般性の高い学習が可能であることがわかり、特徴量の不変性に対する重要な知見が得られた。

[B-3] 対話における言語・身体動作データからの不変情報の抽出と活用の課題では、データから帰納的に、カウンセリングにおけるセラピストの発話の規則性を見出した。具体的には、セラピストの発話内に見られる規則性を、発話種別の連鎖という観点から分析し、その傾向をセラピストの対話戦略として理解するための枠組みを得た。特に、発話を身振りと共に起るか否かによって分類し、それぞれの群について発話種別の遷移を視覚化すると、身振りを考慮しない場合と比較して、発話連鎖規則がより明瞭になることが分かり、マルチモーダルな分析の有意性が示唆された。

[B-4] 帰納的学習機械に関するソフトウェアとして、walk-based walk kernel, graph matching のプログラム整備を行った。これらのソフトウェアは一般公開する予定である。

[B-5] 帰納的学習機械の利用に関する分野横断的なノウハウの報告書「Invariance in Multimodal Data: A Kernel Method Approach」の修正版を作成した。

[C] モデル化と高効率データ処理に基づく無線データシステムの研究

ニューラルネットワークの新構成法の研究

[C-1] オペアンプによるアナログ演算ニューラルネットワーク回路図および部分試作基板。

[C-2] 多数パルスのランダム発生源からの受信データ解析ソフトウェア。

[C-3] 双曲線法による限定パルス発生源数の時刻・位置計算ソフトウェア。

移動無線画像通信のための同期方式の改良研究

[C-4] FPGA による組み込みシステムの改良ハードウェア。

[C-5] SH-4 7770 プロセッサと FPGA vertex IV による高画質通信処理用改良ハードウェア。

(2) 成果発表等

<論文発表>

[学術論文]

1. 中野純司, 山本由和, 小林郁典, 藤原丈史, 計算機技術と統計ソフトウェア -統計解析システム Jasp 開発の視点から-, 日本統計学会誌 シリーズ J, 第 38 巻 1 号, 59-69, 2008
2. Ito, T. and Hayami, K., Preconditioned GMRES methods for least squares problems, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, Vol. 25, No. 2, pp. 185-207, 2008.
3. Yin, J.-F. and Hayami, K., Preconditioned GMRES methods with incomplete Givens orthogonalization method for large sparse least-squares problems, Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol. 226, 177-186, 2009.
4. 白石友一, 福水健次, 多値判別における 2 値判別機のゲーム理論的組合せ法, 電子情報通信学会論文誌 , Vol.J91-D, No.6, pp.1528-1537, 2008.

[会議録]

1. Takeshi Fujiwara, Uwe Ziegenhagen, Yoshikazu Yamamoto, Junji Nakano, Wolfgang Haerdle, Using Statistical Libraries in Different Statistical Systems, Proceedings of IASC2008, Masahiro Mizuta and Junji Nakano eds., Japanese Society of Computational Statistics, Tokyo, 471-476, 2008.
2. Yoshikazu Yamamoto, Junji Nakano, Yamamoto Yoshikazu, Web Functions in a Statistical Graphics Library, Proceedings of IASC2008, Masahiro Mizuta and Junji Nakano eds., Japanese Society of Computational Statistics, Tokyo, 1735-1741, 2008.
3. N. Putpuek, N. Cooharajanone, D.-D. Le, C. Lursinsap, and S. Satoh, "Rushes Summarization Using Different Redundancy Elimination Approaches,"TRECVID BBC Rushes Summarization Workshop,in conjunction with ACM Multimedia 2008, 2008.
4. D. Le, X. Wu, S. Rajgure, J. Gemert, and S. Satoh, "National Institute of Informatics, Japan at TRECVID 2008,"The TRECVID 2008 Workshop, 2008.
5. T. Matsui, J.-P. Vert, S. Satoh, and Y. Uchiyama, "ISM TRECVID2008 High-level Feature Extraction," The TRECVID 2008 Workshop, 2008.
6. J.-P. Vert, T. Matsui, S. Satoh, and Y. Uchiyama, "High-Level Feature Extraction Using SVM with Walk Based Graph Kernel,"International Conference on Acoustics, Speech, and Signal

Processing(ICASSP), 2009.

7. 井上雅史, 花田里欧子, 古山宣洋, “対面対話における発話種別の規則性と身振り,”HAI シンポジウム 2008, 2008.
8. 岩本脩平 他7名, “心理臨床家教育を考える—上手いセラピストになるためにコミュニケーションで学ぶということ—,”日本家族心理学会第 25 回大会, pp.118-119, 2008.
9. Takizawa, Y., Yatano, S., Fukasawa, A., “Analysis Method for Time-Space Sequences by a Novel Neural Network,” Proc. of the WSEAS International Conference on Mathematical Methods, Computational Techniques and Intelligent Systems, pp.326-331, 2008.
10. Yatano, S., Takizawa, Y., Fukasawa, A., “A Novel Neural Network Model upon Biological and Electrical Perceptions,” Proc. of the WSEAS International Conference on Mathematical Methods, Computational Techniques and Intelligent Systems, pp.321-325, 2008.

[解説・総説]

1. 中野純司, 統計データの可視化(1) 対話的操作の基礎, ESTRELA, 2008 年 1 月号, 42-45.
2. 中野純司, 統計データの可視化(2) 平行座標プロット, ESTRELA, 2008 年 2 月号, 42-45.
3. 中野純司, 統計データの可視化(3) モザイクプロット, ESTRELA, 2008 年 3 月号, 44-47.
4. 中野純司, 統計データの可視化(4) 動的な射影プロット, ESTRELA, 2008 年 4 月号, 38-41.
5. 中野純司, 統計データの可視化(5) 一般連関プロット, ESTRELA, 2008 年 5 月号, 40-43.

[研究ノート]

1. M. Inoue, R. Hanada, and N. Furuyama, “Prediction of Misunderstanding from Gesture Patterns in Psychotherapy,” NII Technical Report, NII-2009-001E, 2009.

[その他]

<会議発表等>

[招待講演]

1. Ikunori Kobayashi, Yoshikazu Yamamoto, Junji Nakano, Statistical Data Visualization Using OLAP Techniques, IASC2008, 横浜, 2008.
2. Hayami, K. and Yin, J.-F., Convergence of Krylov subspace methods for least squares problems, The Second China-Japan-Korea Conference on Numerical Mathematics, Weihai, China, August 25-29, 2008.
3. Hayami, K. and Yin, J.-F., Convergence of Krylov Subspace Methods for Least Squares Problems, The Second International Conference on Numerical Algebra and Scientific Computing (NASCO8), Nanjing, China, 2008.
4. Hayami, K. and Yin, J.-F., On the Convergence of Krylov Subspace Methods for Rank-Deficient Least Squares Problems, The Third International Conference on Scientific Computing and Partial Differential Equations (SCPDE08), Hong Kong Baptist University, December 8-12, 2008.

[一般講演]

1. Ei-ji Nakama, Junji Nakano, Speeding up R by using ISM-like calls, The R User Conference 2008, Dortmund, Germany, 2008.
2. 藤原丈史, 山本由和, 中野純司, 統計解析システム Jasp における既存ライブラリの利用, 日本計算機統計学会第 22 回シンポジウム, 神戸, 2008.
3. 山本由和, 中野純司, 統計グラフィックスライブラリの Web 機能, 統計関連学会連合大会, 横浜, 2008.
4. 中間英治, 中野純司, Web を利用した R の並列計算環境, 統計関連学会連合大会, 横浜, 2008.
5. Takeshi Fujiwara, Uwe Ziegenhagen, Yoshikazu Yamamoto, Junji Nakano, Wolfgang Haerdle, Using Statistical Libraries in Different Statistical Systems, IASC2008, 横浜, 2008.
6. Yoshikazu Yamamoto, Junji Nakano, Web Functions in a Statistical Graphics Library, IASC2008, 横浜, 2008.
7. Hiroshi Someya, Parameter Tuning of Real-valued Crossover Operators for Statistics Preservation, The 7th International Conference on Simulated Evolution And Learning (SEAL'08), Melbourne, Australia, Dec. 2008.
8. 井上雅史, 花田里欧子, 古山宣洋, “専門志向対話のステージ分割,”人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会 (第 54 回), 2008.
9. Takizawa, Y., Yatano, S., Fukasawa, A., “Analysis Method for Time-Space Sequences by a Novel Neural Network,” the 10th WSEAS International Conference on Mathematical Methods, Computational Techniques and Intelligent Systems, Corfu, Greece, Oct. 26, 2008.
10. Yatano, S., Takizawa, Y., Fukasawa, A., “A Novel Neural Network Model upon Biological and Electrical Perceptions,” the 10th WSEAS International Conference on Mathematical Methods, Computational Techniques and Intelligent Systems, Corfu, Greece, Oct. 26, 2008.

<著書等>

<受賞>

1. 電気学会 産業応用部門 産業計測制御技術委員会優秀論文発表賞, 染谷博司, 実数値 GA における世代交代モデルと交叉オペレータの依存関係の一考察, 電気学会 産業計測制御研究会 講演論文集, pp.IIC-08-7, 横浜, 2008 年 3 月.

(3) その他の成果発表

1. Super Computing 08

2008 年 11 月 15 日～21 日にアメリカ合衆国オースチンで開催された Super Computing 08 にブースを出し, テーマ「計算機による帰納的モデリングのための環境」から, スーパーコンピュータに関する展示を行った。その場で多くの研究交流を行った。

プロジェクト名： 機能と帰納

サブテーマ名： ダイナミック逆問題

サブプロジェクト名：

- 1) 統計的モデルに基づく地球科学における逆問題解析手法
- 2) 複雑システム理解と予測のためのアレーデータの帰納的解析手法開発
- 3) 統計モデルによる地震活動の研究

研究代表者： 佐藤夏雄 [国立極地研究所]

- 1) 門倉 昭 [国立極地研究所]
- 2) 和田 誠 [国立極地研究所]
- 3) 尾形良彦 [統計数理研究所]

1. 研究目標

<サブプロジェクト-1>

極地研が所有する地球科学関連観測データ（オーロラ観測データ、EISCAT レーダーによる電離圏観測データ、地震波観測データ、磁気圏観測データなど）やシミュレーションデータ（磁気圏粒子シミュレーション）に、統数研や情報研が持つ先端の逆問題解析手法や画像解析手法を適用することにより、そのような地球科学現象を生み出している生成源（電離圏、磁気圏、地球内部など）の構造や特徴、そこに働く物理過程の詳細を定量的に明らかにすることを目的とする。現在、以下の4つの研究課題について研究を進めている：①データ同化と数値シミュレーションによる磁気圏高エネルギー粒子分布3次元構造の研究、②昭和基地-アイスランド共役点オーロラ画像データ解析によるオーロラの南北共役性の定量的な評価の研究、③ALIS 地上オーロラ多点観測網データと、衛星オーロラ画像データ、EISCAT レーダー電子密度データ、イメージングリオメータ宇宙雑音吸収データなど多種類のデータを用いたオーロラの3次元立体構造及びオーロラ降下粒子エネルギースペクトルの復元に関する研究（一般化オーロラトモグラフィー）、④非干渉散乱レーダーおよび光学観測インバージョンによる磁気圏電離圏複合系の研究、⑤地震活動データを用いた、地球内部構造の研究、及び、地震発生メカニズムとその予測に関する研究

（注）課題⑤は平成19年度より別のサブプロジェクト「統計モデルによる地震活動の研究」に分かれた。

<サブプロジェクト-2>

このグループでは、巨大次元のデータ（MU レーダーデータ、客観解析気象データ、大循環モデルを用いて作成される気象データなど）から、帰納的な手法により複雑システムの機能を予測するための、さまざまな発見的解析手法の開発を目指す。具体的には、学習的観測ノイズ除去技術開発、確率論的統計モデルを導入したデータマイニング技術開発、また、これらの巨大次元データ解析に適用できる、新しい計測アルゴリズム開発およびシミュレーション技術開発などを行う。

これらの研究によって構築される帰納的解析手法は、自然科学に留まらず、様々な研究分野への応用が可能となる。

<サブプロジェクト-3>

地震活動予測のためのメカニズムを定量的に明らかにするために必要な様々な統計モデルを開発することを目標とする。

- (1) 伊豆半島・諸島などのように火山活動とテクトニックな地震活動が混在するような局所的な地域での異なったストレス変化を分離できる時変 ETAS モデルを完成させ、ゆっくりすべりの検出にも役立たせることを目指す。
- (2) 時空間的に広域の地震活動をリアルタイムでモニターするために広域の地震活動を一挙に計測できる時・空間 ETAS モデルの大規模ベイズモデルによる実用化を進め、大方のプログラムを公開する。
- (3) 地震の検出率を考慮に入れた時・空間 ETAS 大規模ベイズモデルの開発を進める。
- (4) 南極プレート周辺域での地震活動の地域差について主に考察するため、モデルパラメータを位置に依存する関数とみなす「階層的時空間 ETAS モデル」を広域に適用する。南極周辺域では、日本列島と比較して地震発生数が相対的に少ない。そこで、データ欠測率もモデルに含める、等モデルの一部改良を検討している。様々なモデル比較により、南極周辺の広範囲の分析に最適な方法を見出すことが必要である。

2. 年度研究計画

平成16年度（予備研究）

<サブプロジェクト-1>

極地研と情報研において、統数研の研究者を交え、融合研究テーマ設定についての打合せを行った。

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

階層ベイズ型時空間モデル (Hierarchical Space-Time ETAS model) によって時空間的に地震活動の予測と実際の地震発生をベイズ法により推定する方法が確立しつつある。地震活動の変化（静穏化、活発化）との相関・因果関係を示す知見を得る事によって、地震活動が地殻歪変化の鋭敏なセンサーとして非常に有用である事を実証した。同時に、数多くのデータ解析する事によって、多くの地震活動研究者の使用に耐える頑健なソフトウェアの出版を目指した。

平成17年度

<サブプロジェクト-1>

研究課題①：磁気圏高エネルギーイオンの時間変動をシミュレートするプログラムをデータ同化に適した形に書き換え、テストデータをもとにした検証を行い、良好な結果が得られた。

研究課題②：共役点イベントの抽出・初期解析を進め、論文を GRL に発表した。2005 年 8 月～9 月に共役点観測を実施し新たなデータを取得した。

研究課題③：2005 年 10～11 月、2006 年 1～2 月に ALIS-れいめい衛星-EISCAT キャンペーン観測を行い地上多点観測については新たなデータを取得したが、衛星オーロラ観測との同時観測は実現出来なかった。オーロラ画像データに、EISCAT レーダー電子密度データやイメージングリオメータ宇宙雑音吸収データも加えた一般化オーロラトモグラフィについての検討を行った。

研究課題④：2005 年 10-11 月、2006 年 1-2 月に地上光学-れいめい衛星-EISCAT 特別観測を行い新たなデータを取得した。EISCAT レーダー散乱エコースペクトルから高速に電子密度を求める解析手法を開発した。

研究課題⑤：南極域の地殻及び最上部マントルの速度構造を、遺伝統計学的手法による広帯域地震波形インバージョンにより求めた。地震活動の静穏化現象を感度良く検出する解析手法を開発し、最近の地震活動の前駆的非地震性すべりや、クーロンストレス変化との対応についての解析研究を行った。

<サブプロジェクト-2>

このサブテーマのグループ会合を月 1 回程度、また招待者による発表会などを開催し研究の進め方を議論した。議論に基づき研究を進め、平成 17 年度は下記の研究成果等を得た。

1. MST レーダーを用いた多チャンネル流星風観測実現のため、京都大学信楽 MU レーダーを使った受信系統 25 チャンネルの生データを取得した。初期解析の結果、従来と比較して 10 倍近くエコー数を増加させた観測実現の見込が得られた。
2. 新しい観測技術である多チャンネル観測と得られるアレーデータの帰納的解析手法の具体的研究計画を立案し、必要な計算機設備等を整備した。
3. 非静水圧メソスケール気象モデル (MM5) を用いて南極大陸の接地境界層内の気温逆転層の再現実験を行った。この際、鉛直解像度の違い、積分時間に対する予報の安定性を調べた。また、初年度ということで、計算結果の図化ルーティンの開発を行った。

<サブプロジェクト-3>

地震活動の静穏化現象を感度良く検出する解析手法を開発し、前駆的非地震性すべりのシナリオの検討を行った。また、遺伝統計学的手法による広帯域地震波形インバージョンにより、南極域の地殻及び最上部マントルの速度構造を求める。地震活動の静穏化現象を感度良く検出する解析手法を開発し、前駆的非地震性すべりのシナリオの検討も行った。

平成 18 年度

<サブプロジェクト-1>

研究課題①：磁気圏高エネルギーイオンの時間変動をシミュレートするプログラムをデータ同化に適した形に書き換え、実際の IMAGE 衛星観測データに適用し、その結果を国内外の学会等で発表した。

研究課題②：(1) 8月より融合プロジェクト研究員1名を採用し、ある特定イベントについて脈動オーロラの共役性に着目した解析を行い、投稿論文にまとめた。(2) 2006年9月13日～30日と2007年3月10日～25日に共役点観測を実施し新たなデータを取得した。

研究課題③：(1) 4月より融合プロジェクト研究員1名を採用し、新たな観測データを用いたオーロラ3次元形状の再構成解析、及びその時間発展解析を進めた。(2) 2006年11月にれいめい衛星とALIS, EISCATのトモグラフィ同時観測を再度試みた。(3) 逆問題解析を行うについて、従来のSIRT法等から、オーロラ画像と関連データを併せて取り込んだ一般化オーロラトモグラフィにより、大気層上端における降り込み粒子のエネルギースペクトル推定を行う手法の定式化を行った。

研究課題④：高時間分解能データ解析ソフトの開発を進めるため、データ解析・ソフト開発環境の整備を進めた。

研究課題⑤：(1) 4月より融合プロジェクト研究員1名を採用し、昭和基地周辺の上層マントル異方性を求め、その成因が、5～6億年前の造山運動による可能性を示した。(2) 遺伝統計学手法による地震波形インバージョンにより、南極域の地殻及び最上層マントルの速度構造を求めた。(3) 1964年以降の南極周辺の地震活動の時空間分布を求めた。(4) 新潟県中越地震前の地震活動を解析し、クーロンストレスと地震活動変化の対応が、断層の事前すべりによるものであることを示した。(5) 兵庫県南部地震に於ける地球潮汐と地震活動の相関を詳細に解析した。(6) ETASモデルのパラメタK（余震の生産性）が常時活動と余震では異なることを示した。(7) 点過程の2次残差の概念を提案し解析例を示した。(8) 余震の経験法則の新しい物理学的解釈とそれを裏付ける統計的・点過程解析を展開した。

<サブプロジェクト-2>

- 1 平成17年度に開発したアルゴリズムをオンラインソフトに組み込み、流星エコー検出の実用化
- 2 流星エコーデータから中間圏の風速場、温度場の水平方向の構造を探查
- 3 MUレーダーから得られる巨大次元データの解析のための新しい手法の準備
- 4 粒跡線モデルのオンライン化を実現しweb上で公開する
- 5 MM5モデル再現実験から得られる接地境界層の気温分布と実観測データとの比較により問題点、特に乱流過程スキームやパラメータの検討
- 6 雲解像度モデルアウトプットによる水平波数構造等の緯度、経度依存性の解明
- 7 水惑星高分解能GCMによるシミュレーションとデータ整備

<サブプロジェクト-3>

地震活動研究者の使用に耐える頑健な地震活動解析ソフトウェアの出版をした。

地震データの不均質性をモデル化して、広域の地震活動を一挙に計測できる時・空間ETASモデルの一層の実用化を進めた。検出率が急速に落ちる沖合海域に及ぶ各地の地震の検出率分布を

推定し、広域の微小地震活動解析を可能にするレベルまで実用化し、地殻内の応力分布や強度分布などの変化のリアルタイム監視（モニタリング）に貢献した。

南極プレート周辺の地震の統計学的な時空間分布を導出し、広域応力場との関連を検討する。遺伝統計学的手法による遠地地震波形インバージョンや波形の自己相関手法により、地殻及びマントルの速度構造や異方性の解析を行った。

地震データの不均質性をモデル化して、広域の地震活動を一挙に計測できる時・空間 ETAS モデルの一層の実用化を進めた。

平成19年度

<サブプロジェクト-1>

研究課題①：磁気圏内の電場ポテンシャル、イオン密度及び温度を未知変数としたデータ同化を行い、それらの未知変数の時間空間変化を推定した。その成果について国内外の学会・研究会で発表した。

研究課題②：非常に良い共役性がみられた 2003 年 9 月 26 日のイベントについて、脈動オーロラの共役性に着目した研究を進め、GRL に論文を投稿し掲載された。解析対象となるデータを取得するため、9 月にアイスランドにて共役点観測を実施し新たなデータを取得した。

研究課題③：一般化オーロラトモグラフィ解析アルゴリズムの開発を進め、EISCAT データとイメージングリオメータ (IRIO) データを取り入れた解析アルゴリズムの構築にまで至った。また、解析対象となるデータを取得するため、ALIS-れいめい衛星-EISCAT 同時観測キャンペーンを計画・実施した。

研究課題④：EISCAT レーダーにより得られる電離圏電子密度を、高時間（1 秒以内）及び高空間（数 100 m）分解能で導出するための解析ソフトウェアの開発を行った。

<サブプロジェクト-2>

- 1 複数の周波数およびサブアレイを利用可能な大型レーダーのための高分解能画像化手法の開発を行っている。大気の流れを考慮した適応的干渉計アルゴリズムの提案により、従来観測不可能であった単一の送信パルス体積内部における 3 次元散乱強度分布画像の取得に成功した。
- 2 MM5 モデルにより、南極氷床上の大気境界層の気温逆転層の精度の高い再現を実現し、その中で雲物理過程を通して生成される降雪等の 3 次元的な分布を調べた。
- 3 2007 年 5 月より、国立極地研究所オンライン粒跡線モデル、及び気象データ表示システムの Web 上での一般公開を開始した(<http://www.firp-nitram.nipr.ac.jp/>)。その後は、利用可能な客観解析データの拡充を定期的に行った。
- 4 流星エコー観測の精度を上げるためには干渉計の絶対校正が必要である。民間飛行機を光学イメージャーとレーダーの両方で観測し校正する手法を開発した。

<サブプロジェクト-3>

地震活動の静穏化、活発化、前震などの異常現象と地殻内の応力分布の変化をより具体的に結びつけるため、地震発震機構（メカニズム）データのカatalogに基づく統計的モデルを目指す研究を進めた。

南極プレート内部及び周辺のプレート境界域の地震活動について、フラクタル次元解析を行った。

昭和基地周辺の野外臨時観測点について、遺伝統計学的手法による地震波形のインバージョンにより、周辺域の地殻及び最上部マントル構造を求めると。地震活動の静穏化、活発化、前震などの異常現象と地殻内の応力分布の変化を結びつける統計的モデルの研究を進めた。

平成20年度

<サブプロジェクト-1>

研究課題①：IMAGE衛星が運用を停止した2005年以降の磁気嵐イベントも解析できるようにするため、直接観測で得られるプラズマ粒子データなど他の観測データを同化する手法の開発を進めた。

研究課題②：新たにプロジェクト研究員1名を雇用し、惑星間空間磁場（IMF）の変動が共役点位置の変動に及ぼす影響を定量的に理解するため、グローバルMHDシミュレーションと育成融合プロジェクトで開発された「バーチャルオーロラ」装置を用いた解析を進めた。

研究課題③：オーロラ画像の他にEISCATデータを加えたアルゴリズム構築は終了し、再構成の信頼性などのテストを行い、その成果を学術論文に投稿した。さらに、IRIOデータや、異なるオーロラ発光輝線データを用いたときのアルゴリズムの構築を進めた。

研究課題④：EISCATレーダーの散乱エコスペクトルから、電離圏電子密度及び電場を高時間・高空間分解能で求める解析手法を開発した。また、データ解析・ソフト開発環境の整備を進めた。

<サブプロジェクト-2>

このグループでは、MSTレーダ、大循環モデルなどから得られる大量のデータセットから科学現象を見つける方法、具体的にはアルゴリズムの開発や機器の調整を進めている。またモデルなどから得られる結果と実際の現象を比較してモデルの調整を行うこと、得られた科学現象についての考察、を行っている。平成20年度に得られた結果を以下にまとめる。

- 1 これまでに開発した多チャンネル大気レーダーイメージング法において問題となっていた分解能を、大気エコーを用いた位相オフセット推定法により解決し、推定像の高分解能化に成功した。これにより大規模な乱流の描像が視覚的に把握できるようになった。またアルゴリズムの高速化を行い、PCでは1レンジゲート内鉛直断面をリアルタイム程度の計算時間とし、大規模データ処理への道筋をつけた。
- 2 開発した多チャンネル流星観測手法を、京大MUレーダーの一般ユーザーも利用できるよ

うに公開した。光学観測との複合観測などに使用された。また、現在の京大 MU レーダーのような大型レーダーでは等間隔となっているアンテナ配置の都合により、低仰角から到来するエコーの一部に到来方向を一意決定できない問題がある。その問題解決のために複数の送信周波数を使った観測法について検討を行った。他のレーダー (SuperDARN HF レーダー) ではあるが、2 周波を使用した流星観測について論文にまとめ掲載が決定した。

- 3 2007年5月より web 上での一般公開を開始した国立極地研究所オンライン粒跡線モデル、および気象データ表示システム(<http://www.firp-nitram.nipr.ac.jp/>)の運用を継続すると共に、利用可能な客観解析データの拡充を定期的に行った。
- 4 前年度前半では、静力学数値モデルで再現された氷床頂上部における降雪の鉛直分布の特徴が、実際の観測データとよく一致することを確認した。後半は、1 年間の長期間計算を実行した。その際、長時間計算を行うための境界条件の準備や、計算結果の効率的な格納、解析・作図のためのプログラム開発を行った。これらにより、長時間の計算を安定して行うための技術的な事柄はほぼ解決された。
- 5 130 地点の地上気象の約 40 年間の観測データを用いて周波数スペクトル解析を行ったところ、約数日周期を境に高周波数側、低周波数側で周波数のべき乗に乗る特徴的なスペクトル特性が普遍的に存在することがわかった。そして、特に気圧スペクトルの特徴は、きれいな緯度依存性があることが見出された。

<サブプロジェクト-3>

各領域の地震活動に ETAS (epidemic-type aftershock sequence) モデルをあてはめ、マクロ的に精度の良い予測と実際の地震活動を比べ、その異常性を測ることによって、微弱な応力の変化を見ることが可能になった。

これまでの研究によって、地殻内における破壊応力の急変と地震活動の活発化や静穏化との相関、それによる大地震発生確率の評価、地殻変動や GPS などの測地学的データとの関わりなどが解明された。

さらに地震活動の地域性を時空間 ETAS モデルのベイズモデルで定め、これを物差しにして診断解析することで各地の異常時を検出することを目指している。この様にして非地震性のすべりの所在をつきとめ、大地震の発生の確率予測の実効率を上げるための研究を行った。

国際地震センター (ISC) にコンパイルされた震源カタログデータを用いて、1980 年以降の南極プレート及び周辺域の地震活動の時空間分布を、統計学的 ETAS モデルを用いて解析した。特に、1998 年バレーニ諸島の大地震周辺について詳細な時空間分布を推定し、南大洋-インド用区の広域応力場・プレート運動、並びに氷床後退による地殻のリバウンド現象について考察した。余震の影響を取り除いた常時地震活動の発生確率は、バレーニ地震発生後に格段に上昇したことが説明できた。バレーニ地震の発生が、周辺域の地下断層系の応力場に影響を与えた可能性が十分に考えられる。

平成21年度

<サブプロジェクト-1>

研究課題①：IMAGE 衛星が運用を停止した 2005 年以降の磁気嵐イベントも解析できるようにするため、直接観測で得られるプラズマ粒子データなどの他の観測データを同化する手法の開発を進めると共に、これまでの成果を国内外の研究会・シンポジウム、国際学術誌等で発表する。

研究課題②：惑星間空間磁場 (IMF) や太陽風速度などの変動が共役点位置の変動に及ぼす影響を定量的に理解するため、グローバル MHD シミュレーションと育成融合プロジェクトで開発された「バーチャルオーロラ」装置を用いた解析を進め、その成果を国内外の研究会・シンポジウム、国際学術誌等で発表する。また、解析対象となるデータを取得するため、アイスランドにて共役点観測を実施する。

研究課題③：EISCAT データに IRIO データも加え、さらには、異なるオーロラ発光輝線データも用いた一般化オーロラトモグラフィ解析アルゴリズムの開発を行ない、これまでの成果を国内外の研究会・シンポジウム、国際学術誌等で発表する。また、解析対象となるデータを取得するため、ALIS-れいめい衛星-EISCAT 同時観測キャンペーンを計画・実施する。

研究課題④：前年度までに開発・整備された、EISCAT レーダーの散乱エコスペクトルから電離圏電子密度及び電場を高時間・高空間分解能で求める解析手法を、実際のデータ解析に適用し、その有効性を実証する。

<サブプロジェクト-2>

最終年度であるので、現象抽出のための新しいアルゴリズムおよびモデルのチューニングを通して得られた手法などをまとめる。数値モデルを利用した研究を今後継続するための、技術的、学術的なドキュメントの整備を行う。更にこれまで抽出された現象の考察から得られた科学的成果をまとめる。これらの成果をもとに論文作成、学会等の発表を行う。また近年、客観解析や衛星観測で得られる各種物理量のグローバルデータの無償提供が一般的になりつつある。これらのデータの高度な処理・解析機能をオンライン上で提供することが求められている現状を考慮し、国立極地研究所粒跡線モデルおよび気象データ表示システムは今後も機能やデータの拡充を進めていく。具体的には、これまで各研究者が行ってきた以下の研究課題を更に発展させ、まとめていく。

- 1 大規模乱流のイメージの取得のために、更にソフトウェアの改良を行い、多量のデータ処理のためのさらなる高速化および自動化を実施する。これを用いて、これまでに観測された数百時間におよぶ多チャンネル観測データの自動処理を行い、3次元イメージのデータベースを作成する。またこの長時間データの解析を行い、乱流の統計的性質について議論を行う。
- 2 多チャンネル流星観測手法の開発では、送信周波数を2周波使用する観測手法を京大 MU レーダーに応用することで、低仰角からのエコーの到来方向も一意決定できる手法を確立する。これまで以上に広い水平領域（天頂角にして、0-70度以上）における風速の3次元的な振舞をとらえ、多チャンネル流星観測法の完成を目指す。また中間圏の重力波研究進展のた

めに、昼夜を通した中間圏観測が可能な流星エコーによる大気観測を、発展の著しい多チャンネル観測手法を用いて、さらなる高精度化を検討し、さらに、多チャンネルに加え、従来のアナログ方式よりも極めて大きな自由度をもたらすデジタル受信方式による観測が大きな可能性を秘めており、このための各種干渉計およびイメージング観測プログラムの開発を進める。

- 3 国立極地研究所オンライン粒跡線モデル、および気象データ表示システムの機能追加、および利便性の向上を図ると共に、昨年から公開されている ERA-Interim 再解析気象データを利用可能データに追加し、より多くのユーザーの利用に供する。
- 4 静力学数値モデルにより、気温逆転層、カタバ風、降雪、水蒸気分布などの時間変化の特徴と観測結果との比較をまず行う。次に、格子配置や積分期間などによる影響を検討する。今後、南極氷床面上における少ない観測データを検証材料として、静力学数値モデル内の大気境界層の温度および風の場合を一般の全球モデルより高精度で再現する事を目指す。
- 5 非線形方程式に支配され、相変化や化学変化を含む複雑な大気システムの構造を帰納的に抽出し、その記述を行うとともに、その構造や、スケール間相互作用を記述するモデルを作り、複雑システムに潜むマクロな支配法則を明らかにする事を目標として、前年度のスペクトル解析をさらに進め、雲解像全球モデルを用いて、スペクトル解析を行い、地上気象観測データに見られたスペクトルの形の全球分布を調べる。

<サブプロジェクト-3>

地震活動予測のためのメカニズムを定量的に明らかにするために必要な様々な統計モデルを開発することを目標とする。

- (1) 伊豆半島・諸島などのように火山活動とテクトニックな地震活動が混在するような局所的な地域での異なったストレス変化を分離できる時変 ETAS モデルを完成させ、ゆっくりすべりの検出にも役立たせることを目指す。
- (2) 時空間的に広域の地震活動をリアルタイムでモニターするために広域の地震活動を一挙に計測できる時・空間 ETAS モデルの大規模ベイズモデルによる実用化を進め、大方のプログラムを公開する。
- (3) 地震の検出率を考慮に入れた時・空間 ETAS 大規模ベイズモデルの開発を進める。
- (4) 南極プレート周辺域での地震活動の地域差について主に考察するため、モデルパラメータを位置に依存する関数とみなす「階層的時空間 ETAS モデル」を広域に適用する。
- (5) 南極周辺域では、日本列島と比較して地震発生数が相対的に少ない。そこで、データ欠測率もモデルに含める、等モデルの一部改良を検討している。様々なモデル比較により、南極周辺の広範囲の分析に最適な方法を見出すことが必要である。

平成22年度以降の展開

<サブプロジェクト-1>

- ①この融合プロジェクトで開発されたデータ解析・モデリング手法の標準化を図り、機構内外

の研究者に広く使ってもらえるような標準ツールを作成する。

②作成された標準ツールを用いて、データ解析を進める。

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

- 1 GEONET データに含まれる、不規則な跳び、バイアス、季節性ばらつきの変動など各種ノイズの原因を追究し、それらを除去する空間時系列モデルを構成する。これを通して信頼性のある地殻変動時系列データを作成し、地殻歪の傾向からの異常変化を検出する。
- 2 余震の時空間データに対して、階層ベイズ的時空間 ETAS モデルで予測される各地の地震活動度と実際の地震発生率を比較した比率である相対的地震発生率の時空間パターンを推定して、地震発生機構(断層メカニズム)の時空間的变化を比較し、地球物理学的解釈を進める。
- 3 深さを含めた4次元時空間点過程モデルと、それを使った相対的発生率の4次元時空間変化についてのベイズ的統計モデルを構築し、実用化する。
- 4 前震の事前認識を含めた、以上の研究から確率予測のためのデータを蓄積し予測を試行する。
- 5 南極周辺の広範な領域圏を考える場合、場所により大きなマグニチュードの地震しか観測されない可能性もある。解析においては、地域ごとの特性の違いを限られたデータの中からうまく抽出する必要がある。階層的時空間 ETAS モデルを、地震の検知率が低い地点で使った場合、検知率の高い地点へも悪い影響を及ぼしかねないため、検知率をパラメータとして組み込むモデルを検討する。またモデルの選択規準として、AIC や ABIC, BIC, GBIC, DIC などさまざまな統計手法について比較検討する。選択規準の理論的比較は、統計学的にも有益である。
- 6 南極プレート周辺域の地震・氷震活動についてその時空間分布を詳細に推定することは、南極氷床とその下の地殻・マンツルの構造・ダイナミクス研究に有用である。固体地球の表層変動に伴う南大洋の静的・動的状態、衛星高度計・ジオイドモデル・氷床の進化過程・質量収支・プレート運動・地域テクトニクス・海水準変動、さらに GRACE 等の精密重力衛星の研究成果との対応も期待される。

3. 研究経費の推移

<サブプロジェクト-1>

平成17年度実績： 19,600 千円
平成18年度実績： 14,475 千円
平成19年度実績： 12,000 千円
平成20年度実績： 11,500 千円
平成21年度見込： 11,000 千円

<サブプロジェクト-2>

平成17年度実績： 20,000 千円

平成18年度実績： 16,000 千円
平成19年度実績： 16,600 千円
平成20年度実績： 12,500 千円
平成21年度見込： 12,400 千円

<サブプロジェクト-3>

平成17年度実績： 4,500 千円
平成18年度実績： 2,700 千円
平成19年度実績： 12,280 千円
平成20年度実績： 12,000 千円
平成21年度見込： 11,700 千円

4. 平成20年度の研究実施体制

<サブプロジェクト-1>

[国立極地研究所] 門倉 昭 麻生武彦 佐藤夏雄 山岸久雄 宮岡 宏 岡田雅樹
小川泰信
[統計数理研究所] 樋口知之 上野玄太 中野慎也
[国立情報学研究所] 北本朝展 児玉和也 佐藤真一 孟 洋
[早稲田大学] 田邊國士
[新領域融合研究センター] 田中良昌 才田聡子
[名古屋大学] 野澤悟徳 藤井良一 海老原祐輔
[立教大学] 田口 真
[トロムソ大（ノルウェー）] Bjorn Gustavsson A. Brekke C. La Hoz
[スウェーデン宇宙物理研究所] Urban Braendstroem Ingrid Sandahl Tima Sergienko

<サブプロジェクト-2>

[国立極地研究所] 山内 恭 平沢尚彦 堤 雅基 富川喜弘 西村耕司 江尻全機
[統計数理研究所] 樋口知之 石黒真木夫
[国立情報学研究所] 北本朝展
[東京大学] 佐藤 薫 高橋正明
[京都大学] 佐藤 亨 斉藤昭則 山本 衛
[琉球大学] 遊馬芳雄
[海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター] 渡辺真吾
[長岡技術科学大学] 熊倉俊郎

<サブプロジェクト-3>

[統計数理研究所客員教授，産業技術総合研究所] 遠田晋次
[統計数理研究所客員教授，Statistics Research Associates, New Zealand] VERE-JONES
David

[統計数理研究所] 尾形良彦 庄建倉(Zhuang Jiancang) 田中 潮 桂 康一
[国立極地研究所] 金尾政紀
[新領域融合研究センター] 姫野哲人
[海洋開発研究機構] 坪井誠司 田中 聡
[金沢大学] 平松良浩
[University of Southern California] ZETCHER Jeremy
[早稲田大学] 岩田貴樹
[東京大学地震研究所] 石辺岳男 楠城一嘉
[Woods Hole Oceanographic Institute] McGUIRE Jeffrey J.
[Massachusetts Institute of Technology] LLENOS Andrea
[GFZ German Research Centre for Geosciences] HAINZL Sebastian
[National Research Council - Institute of Applied Mathematics and Information
Technology (CNR-IMATI)] VARINI Elisa
[産業技術総合研究所 地質調査情報センター] 村田泰章
[Statistics Research Associates, New Zealand] HARTE David
[UCLA] SCHOENBERG Frederic Paik
[University of Palermo] ADELFO Giada

5. 平成20年度研究成果

<サブプロジェクト-1>

(1) 成果物（知見・成果物・知的財産権等）

- ①EISCAT レーダー観測データ：計 15TB（生データ 13TB，解析データ 2TB）
- ②トロムソ光学観測データ：計 3TB（生データ 2TB，処理後のデータ 1TB）
- ③アイスランドー昭和基地共役点オーロラ観測データ：DV180 分テープ 47 巻
- ④ALIS 多点オーロラ観測データ：約 80GB

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

- ①時空間 ETAS モデルの大規模ベイズモデルによる実用化を進め、一部のプログラムを公開にむけた実質的な前進があった。地震の検出率が高い内陸部，低い沖合海域および過去現在の検出の時間変化を捉える検出率の時空間分布をベイズモデルで推定した。これによって，データを有効に使った長期かつ広域の地震活動を解析する土台が出来た。
- ②検定統計量の検出において，次元がサンプルサイズに対して十分大きいときの正準判別分析に関する漸近結果について考察した。震源データが相対的に少ない南極域における解析にも今後適用される。
- ③昭和基地広帯域・短周期地震観測データ：2008 年 4 月 1 日～2009 年 3 月 31 日，12GB DAT テープ 4 巻

④リュツォ・ホルム湾沿岸広帯域地震観測データ：沿岸露岩計7観測点，2008年4月1日～
2009年3月31日，650MB MO ディスク 50 枚分

(2) 成果発表等

<論文発表>

<サブプロジェクト-1>

[学術論文]

1. Nakano, S., G. Ueno, Y. Ebihara, M.-C. Fok, S. Ohtani, P. C. Brandt, D. G. Mitchell, K. Keika, and T. Higuchi, A method for estimating the ring current structure and the electric potential distribution using ENA data assimilation, *J. Geophys. Res.*, v. 113, A05208, doi:10.1029/2006JA011853, 2008.
2. 中野慎也, 上野玄太, 中村和幸, 樋口知之, Merging particle filter とその特性, *統計数理*, 第 56 巻, pp. 225-234, 2008.
3. Aso, T., B. Gustavsson, K. Tanabe, U. Brändström, T. Sergienko, and I. Sandahl, A proposed Bayesian model on the generalized tomographic inversion of aurora using multi-instrument data, *Proc 33AM, IRF Sci. Rep.*, 292, 105–109, 2008.
4. Takasaki, S., N. Sato, A. Kadokura, H. Yamagishi, H. Kawano, Y. Ebihara and Y.-M. Tanaka, Interhemispheric observations of field line resonance frequencies as a continuous function of ground latitude in the auroral zones, *Polar Science*, Volume 2, Issue 2, P.73-86, doi:10.1016/j.polar.2008.05.003, 2008.
5. Kadokura, A., H. Yamagishi, N. Sato, K. Nakano, Mike C. Rose, Unmanned Magnetometer Network Observation in the 44th Japanese Antarctic Research Expedition: Initial Results and an Event Study on Auroral Substorm Evolution, *Polar Science*, doi:10.1016/j.polar.2008.04.002, 2008.
6. Ogawa, Y., K. Seki, M. Hirahara, K. Asamura, T. Sakanoi, S. C. Buchert, Y. Ebihara, Y. Obuchi, A. Yamazaki, I. Sandahl, S. Nozawa, and R. Fujii, Coordinated EISCAT Svalbard radar and Reimei satellite observations of ion upflows and suprathermal ions, *J. Geophys. Res.*, vol. 113, A05306, doi:10.1029/2007JA012791, 2008.

<サブプロジェクト-2>

1. Y. Tomikawa, K. Sato, S. Watanabe, Y. Kawatani, K. Miyazaki, and M. Takahashi: Wintertime temperature maximum at the subtropical stratopause in a T213L256 GCM. *J. Geophys. Res.*, 113, D17117, doi:10.1029/2008JD009786, 2008.
2. S. Tateno and K. Sato: A study of inertia-gravity waves in the middle stratosphere based on intensive radiosonde observations. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 86, 5, 719-732, 2008.
3. M. Tsutsumi, A.S. Yukimatu, D. A. Holdsworth, and M. Lester: Advanced SuperDARN meteor wind observations based on raw time series analysis technique. *Radio Sci.*, doi:10.1029/2008RS003994, in press.
4. Y. Fujiwara, Y. Hamaguchi, T. Nakamura, M. Tsutsumi, and M. Abo: Meteor orbit determinations

- with multistatic receivers using the MU Radar. *Earth Moon Planets*, 102, 309-314, 2008.
5. S. Watanabe, Y. Kawatani, Y. Tomikawa, K. Miyazaki, M. Takahashi, and K. Sato: General Aspects of a T213L256 Middle Atmosphere General Circulation Model. *J. Geophys. Res.*, 113, D12110, doi:10.1029/2008JD010026, 2008.
 6. K. Sato, Y. Tomikawa, G. Hashida, T. Yamanouchi, H. Nakajima, and T. Sugita: Longitudinal dependence of ozone recovery in the Antarctic polar vortex revealed by balloon and satellite observations. *J. Atmos. Sci.*, doi:10.1175/2008JAS2904.1, in press.
 7. J. Kurihara, T. Abe, I. Murata, K. Sato, and Y. Tomikawa: Development of Quartz Friction Gauge on board Balloon and Sounding Rocket. *ISTS Special Issue: Selected papers from the 26th International Symposium on Space Technology and Science, Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences (JSASS), Space Technology Japan*, revised.
 8. I. Murata, K. Sato, S. Okano, and Y. Tomikawa: Measurements of stratospheric ozone with a balloon-borne optical ozone sensor. *Int. J. Remote Sens.*, in press.
 9. S. Watanabe, Y. Tomikawa, K. Sato, Y. Kawatani, K. Miyazaki, and M. Takahashi: Simulation of the Eastward 4-day Wave in the Antarctic Winter Mesosphere Using a Gravity Wave Resolving General Circulation Model. *J. Geophys. Res.*, in revision.
 10. 栗原純一, 村田功, 佐藤薫, 富川喜弘, 阿部琢美: 気球搭載用水晶摩擦気圧計の開発と BU30-5号機による性能実証試験. *JAXA-RR (宇宙航空研究開発機構研究開発報告)「大気球研究報告」*, 投稿中.
 11. 村田功, 佐藤薫, 山上隆正, 岡野章一, 富川喜弘: GPS 搭載型光学オゾンゾンデの開発. *JAXA-RR (宇宙航空研究開発機構研究開発報告)「大気球研究報告」*, 投稿中.
 12. K. Nishimura, T. Harada, and T. Sato: Multistatic Radar Observation of a Fine-Scale 3D Wind Field with Coupling-Compensated Adaptive Array Technique. *J. Meteorol. Soc. Japan*, conditionally accepted.
 13. K. Nishimura and T. Sato: Two-Dimensional Arrays Optimized for Wide-Scanning Phased Array based on Potential Function Method. *IEICE Trans. Commun*, conditionally accepted.
 14. T. Kinoshita, Y. Tomikawa, and K. Sato, On the three-dimensional residual mean circulation and wave activity flux of the primitive equations, *J. Meteorol. Soc. Japan*, submitted.

<サブプロジェクト-3>

1. Llenos, A.L., McGuire, J.J. and Ogata, Y., Modeling seismic swarms triggered by aseismic transients, *Earth and Planetary Science Letters*, accepted for publication, 2009.
2. Adelfio, G. and Ogata, Y., Hybrid kernel estimates of space-time earthquake occurrence rates using the epidemic-type aftershock sequence model, accepted for publication, *Ann. Inst. Statist. Math.*, 2009.
3. Zhuang, J., Christophersen, A., Savage, M. K., Vere-Jones, D., Ogata, Y. and Jackson, D., Differences between spontaneous and triggered earthquakes: their influences on foreshock probabilities, *Journal*

- of Geophysical Research*, 113, B11302, doi:10.1029/2008JB005579, 2008.
4. 遠田晋次, 庄内平野東縁断層帯の古地震調査, *活断層・古地震報告*, 第8巻, 91-118, 2009.
 5. Toda S., Coulomb stresses imparted by the 25 March 2007 Mw=6.6 Noto-Hanto, Japan, earthquake explain its ‘butterfly’ distribution of aftershocks and suggest a heightened seismic hazard, *Earth Planets Space*, 60, 1041-1046, 2008.
 6. Toda S. and Awata, Y., Does the 2007 Noto Hanto earthquake reveal a weakness in the Japanese national seismic hazard map that could be remedied with geological data?, *Earth Planets Space*, 60, 1047-1052, 2008.
 7. 遠田晋次, 吉岡敏和, 小俣雅志, 郡谷順英, 岩崎孝明, 山形盆地断層帯における完新世地震イベントとセグメンテーション, *活断層研究*, 29, 35-57, 2008.
 8. Toda, S., Stein, R. S., Kirby, S. and Bozkurt, S. B., A slab fragment wedged under Tokyo and its tectonic and seismic implications, *Nature Geoscience*, 1, doi:10.1038/ngeo318, 2008.
 9. Toda S., Lin, J., Meghraoui, M. and Stein, R. S., 12 May 2008 M = 7.9 Wenchuan, China, earthquake calculated to increase failure stress and seismicity rate on three major fault systems, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L17305, doi:10.1029/2008GL034903, 2008.
 10. Chen, K. H., Toda, S. and Rau, R., A leaping, triggered sequence along a segmented fault: the 1951 ML 7.3 Hualien-Taitung earthquake sequence in eastern Taiwan, *Journal of Geophysical Research*, 113, B02304, doi:10.1029/2007JB005048, 2008.
 11. 岩田貴樹, 地震活動の時空間分布を表すための定量的モデルの展開, *地震*, 印刷中, 2009.
 12. Iwata, T., Low detection capability of global earthquakes after the occurrence of large earthquakes: Investigation of the Harvard CMT catalogue, *Geophysical Journal International*, Vol. 174, Issue 3, pp.849-856, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03864.x, 2008.
 13. Fujikoshi, Y., Himeno, T. and Wakaki, H., Asymptotic results in canonical discriminant analysis when the dimension is large compared to the sample size, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 138, 3457-3466, 2008.
 14. Usui, Y., Hiramatsu, Y., Furumoto, M., Kanao, M., Evidence of seismic anisotropy and a lower temperature condition in the D''layer beneath Pacific Antarctic Ridge in the Antarctic Ocean, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, doi:10.1016/j.pepi.2008.04.006, 2008.

[会議録]

<サブプロジェクト-1>

<サブプロジェクト-2>

1. Koji Nishimura and Toru Sato: High-resolution volume imaging of the atmosphere with multiple-frequency multiple-subarray MST radar. in Proc. 29th Union Radio Scientifique Internationale (URSI) General Assembly, August, 2008.

<サブプロジェクト-3>

1. 尾形良彦, 遠田晋次, 2006年千島列島沖地震の余震活動の時空間変化とストレス変化ーア

ウターライズ地震の前駆すべりの可能性, 地震予知連絡会会報, 第 80 巻, 562-567, 2008.

2. Kanao, M., S. Tsuboi, R. Butler, T. Larsen and K. Anderson, Planning of the Greenland Ice Sheet Monitoring Network (GLISN) for observing global warming, Drastic Change under the Global Warming, The First International Symposium on the Arctic Research (ISAR-1), Extended Abstract, pp176-179, Miraikan, Tokyo, 2008.

〔解説・総説〕

<サブプロジェクト-1>

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

1. 庄建倉, 地震活動のクラスタリングおよび除群化の統計モデル, 統計数理, 印刷中, 2009.
2. Kanao, M., A. Kadokura, T. Yamanouchi and K. Shiraishi, The Japanese National Antarctic Data Centre, and the Japanese Science Database, JCADM newsletter, Issue 1, p10, 2008.

〔研究ノート〕

<サブプロジェクト-1>

1. 田中良昌, 巻田和男, 西野正徳, 大川隆志, イメージングリオメータのデータ解析プログラムの開発 (続編), 拓殖大学理工学研究報告, Vol.10, No.2, P.61-69, 2008.

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

1. Ogata, Y., Seismicity shadows in space-time aftershock activity, ISM Research Memorandum, N0. 1073, September 2008.
2. Kaminuma, K., Kanao, M., Seismicity In the Antarctic and surrounding ocean, Indian Geoscience Journal, (in press).

〔その他〕

<サブプロジェクト-1>

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

<会議発表等>

〔招待講演〕

<サブプロジェクト-1>

1. Kadokura, A., N. Sato, H. Yamagishi, T. Aso, M. Tutumi, A. S. Yukimatu, Y. Ogawa, M. Taguchi, K. Sato and Y. Ebihara, ICESTAR Program in Japan during IPY2007-2008 (invited), International Symposium: Fifty Years after IGY, AIST, Tsukuba, 10-13, Nov., 2008.
2. Kadokura, A., N. Sato, H. Yamagishi, M. Taguchi, T. Ono, K. Hosokawa, G. Bjornsson, and T. Saemundsson, Syowa - Iceland Conjugate Observation (invited), Japan-China Scientific Cooperation Program sponsored by JSPS and NSFC, Joint Seminar, Study on polar ionosphere-magnetosphere

coupling, NIPR, Tokyo, 5-7 Aug., 2008.

3. 小川泰信, 宮岡宏, 藤井良一, 野澤悟徳, 大山伸一郎, 平原聖文, 坂野井健, 阿部琢美, 小野高幸, 細川敬祐, 門倉昭, 行松彰, EISCAT レーダーを用いた日本の極域超高層大気観測の現状, 第122回地球電磁気・地球惑星圏学会, 仙台, 2008年10月09日(招待講演)。

<サブプロジェクト-2>

1. K. Sato, S. Watanabe, Y. Kawatani, Y. Tomikawa, K. Miyazaki, and M. Takahashi (Invited): A study of the middle atmosphere dynamics using a gravity-wave resolving GCM simulations. AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 2008, Busan, Korea, June 16-20, 2008.
2. K. Sato, S. Watanabe, Y. Kawatani, Y. Tomikawa, K. Miyazaki, S. Tatenno, M. Takahashi (Invited): A study of the middle atmosphere dynamics using a gravity-wave resolving GCM. SPARC 4th General Assembly, Bologna, Italy, August 31-September 5, 2008.
3. 堤雅基: 昭和基地における電波・光学同時観測計画について. ナトリウム温度ライダーとレーザーを用いた中間圏・下部熱圏同時観測に関する研究集会, 情報通信研究機構, 2008年11月27日.
4. 富川喜弘, 堤雅基: 南極昭和基地における一日・半日潮汐. ナトリウム温度ライダーとレーザーを用いた中間圏・下部熱圏同時観測に関する研究集会, 情報通信研究機構, 2008年11月27日.
5. K. Sato, M. Tsutsumi, T. Sato, A. Saito, Y. Tomikawa, K. Nishimura, H. Yamagishi, T. Yamanouchi, T. Aso, and M. Ejiri, (Invited) Program of the Antarctic Syowa MST/IS Radar, 第32回極域宙空圏シンポジウム, 国立極地研究所, 2008年8月.

<サブプロジェクト-3>

1. Ogata, Y., Space-time ETAS Model, CSEP Global Collaboration & Testing Meeting, April 21, Southern California Earthquake Center, Los Angeles, U.S.A., 2008.
2. 尾形良彦, 遠田晋次, 2006年千島列島沖地震の余震活動の時空間変化とストレス変化—アウターライズ地震の前駆すべりの可能性—, 第177回地震予知連絡会議, 2008年5月19日, 地震予知連絡会・九段第二合同庁舎, 東京, 2008.
3. 尾形良彦, 地震活動にみる先行現象, 京都大学防災研究所共同利用研究集会「地震発生'前'の物理～先行現象に迫る～」, 10月15日, 京都大学防災研究所, 京都府宇治市, 2008.
4. Ogata, Y., Anomalies in seismic activity and transient crustal deformation, New Challenges In Earthquake Dynamics: Observing And Modelling A Multi-Scale System, October 20, Obergurgl, Austria, 2008.
5. 尾形良彦, 大地震直後の余震確率予報, 2008年統計数理研究所・公開講演会, 11月4日, 統計数理研究所, 東京, 2008.
6. Toda, S., Recent destructive inland earthquakes off major active faults: Implications for future updates of the seismic hazard map in Japan, 7th UJNR Earthquake Research Panel Meeting, October 28, Seattle, U.S.A., 2008.

7. 遠田晋次, 連鎖する地震, 2008 年統計数理研究所・公開講演会, 11 月 4 日, 統計数理研究所, 東京, 2008.
8. 遠田晋次, 吉見雅行, 丸山正, 金田平太郎, 栗田泰夫, 安藤亮輔, 吉岡俊和, 2008 年岩手・宮城内陸地震に伴う地表地震断層, 日本活断層学会 2008 年秋季学術大会, 11 月 7 日, 東京大学, 東京, 2008.
9. 遠田晋次, 2008 年岩手・宮城内陸地震で出現した地震断層, 北淡 2009 シンポジウム, 1 月 11 日, 淡路市, 2009.
10. Zhuang, J., Foreshocks, mainshocks and aftershocks: Stochastic models for seismicity patterns, 中国地震局地球物理研究所セミナー, December 4, 中国地震局地球物理研究所, 北京, 中華人民共和国, 2008.

〔一般講演〕

＜サブプロジェクト-1＞

1. Nakano, S., G. Ueno, Y. Ebihara, M.-C. Fok, S. Ohtani, P. C. Brandt, D. G. Mitchell, K. Keika, and T. Higuchi, *Data assimilation of energetic neutral atom data for two-dimensional modeling of the magnetospheric ring current*, EGU General Assembly 2008, Vienna, Austria, 13-18 Apr. 2008.
2. 中野慎也, 上野玄太, 海老原祐輔, M.-C. Fok, 大谷晋一, P. C. Brandt, D. G. Mitchell, 桂華邦裕, 樋口知之, データ同化による磁気圏リングカレント発達過程のモデリング, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 幕張メッセ, 千葉, 2008 年 5 月 25-30 日.
3. 中野慎也, 上野玄太, 海老原祐輔, M.-C. Fok, 樋口知之, Feasibility of data assimilation of multi-satellite measurements for ring current modeling, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 幕張メッセ, 千葉, 2008 年 5 月 25-30 日.
4. Nakano, S., G. Ueno, Y. Ebihara, M.-C. Fok, and T. Higuchi, A feasibility study of ring current modeling using data assimilation of multi-satellite observations, AOGS 5th Annual General Meeting, Busan, the Republic of Korea, 16-20 Jun. 2008.
5. Nakano, S. Data assimilation approach and its applications to the modeling of the dynamics in the magnetosphere, International Symposium: Fifty Years after IGY - Modern Information Technologies and Earth and Solar Sciences -, Tsukuba, Japan, 10-13 Nov. 2008.
6. 門倉昭, 平原聖文, 山本博聖, パルセーティングオーロラの地上一衛星同時観測, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会 (幕張メッセ), 2008 年 5 月 25 日-30 日
7. 門倉昭, 原口祐樹, 穂嶋宏昭, 山本博聖, 平原聖文, パルセーティングオーロラの地上一衛星同時観測, 第 32 回極域宙空圏シンポジウム (極地研), 2008 年 8 月 4 日 (月) ~ 8 月 5 日 (火)
8. 高崎聡子, 佐藤夏雄, 山岸久雄, 門倉昭, 田中良昌, 電離層電気伝導度の南北両半球における非対称性が高緯度 Pc 4-5 地磁気脈動にもたらす影響, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会 (幕張メッセ), 2008 年 5 月 25 日-30 日
9. Takasaki, S., N. Sato, H. Yamagishi, A. Kadokura, Y. Tanaka, THE STRUCTURE OF

HIGH-LATITUDE FIELD LINE RESONANCES WITH INTERHEMISPHERICAL ASYMMETRIES IN THE IONOSPHERIC CONDUCTIVITY, SCAR/IASC IPY Open Science Conference St. Petersburg, Russia, 8-11th July 2008.

10. 高崎聡子, 門倉昭, 佐藤夏雄, 藤田茂, 田中高史, 海老原祐輔, 村田健史, 松岡大祐, Global MHD シミュレーションによる地磁気共役点位置の時間的トレース, 第 32 回極域宙空圏シンポジウム, 2008 年 8 月 4 日-8 月 5 日
11. Takasaki, S., N. Sato, H. Yamagishi, A. Kadokura, Y. Tanaka, The structure of high-latitude Pc 4~5 geomagnetic pulsations with interhemispherical asymmetries in the ionospheric conductivity, Japan-China Scientific Cooperation Program sponsored by JSPS and NSFC~ Joint Seminar ~Study on polar ionosphere-magnetosphere coupling, Aug. 07, 2008, Tokyo, Japan.
12. 高崎聡子 (ROIS), 門倉昭 (極地研), 佐藤夏雄 (極地研) 藤田茂 (気象大学), 田中高史 (九州大学), 海老原祐輔 (名古屋), 村田健史 (愛媛大学), 松岡大祐 (愛媛大学), 上野玄太 (統数研), 北本朝展 (国立情報学研究所) Global MHD シミュレーション可視化システム上の地磁気共役点時間的トレース, 第 124 回 SGEPS 総会および講演会, 2008 年 10 月 9 日 (木) ~12 日 (日), 仙台市戦災復興記念館
13. 上野玄太, 門倉昭, 高崎聡子, 佐藤夏雄, 岡田雅樹, 北本朝展, 海老原祐輔, 村田健史, 藤田茂, 田中高史, 田口真, バーチャル・オーロラ発生装置の開発とオーロラ科学における複雑系パラダイムの創生, 情報とシステム 2008, 2008 年 11 月 5 日, 一ツ橋記念講堂
14. Takasaki, S., N. Sato, H. Yamagishi, A. Kadokura, Y. Tanaka, Influence of interhemispherical asymmetries in the ionospheric conductivity on the high-latitude field line resonances, International Symposium: Fifty Years after IGY, AIST, Tsukuba, 10-13, Nov., 2008.
15. Takasaki, S., A. Kadokura, N. Sato, S. Fujita, T. Tanaka, Y. Ebihara, T. Murata, D. Matsuoka, G. Ueno, A. Kitamoto, Studying influences of IMF on the magnetic field configuration using a 3-D visualization system for Global MHD simulation, International Symposium: Fifty Years after IGY, AIST, Tsukuba, 10-13, Nov., 2008.
16. 田中良昌, 麻生武彦, 田邊国土, B. Gustavsson, 門倉昭, 小川泰信, 一般化オーロラトモグラフィ逆問題解析手法の可能性, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会 (幕張メッセ), 2008 年 5 月 25 日-30 日.
17. Tanaka, Y.-M., T. Aso, K. Tanabe, B. Gustavsson, A. Kadokura, and Y. Ogawa, Feasibility study on the Generalized Aurora Computed Tomography, Asia Oceania Geosciences Society 2008, Busan, Korea, 16-20 Jun, 2008.
18. 田中良昌, 麻生武彦, B. Gustavsson, 田邊国土, 門倉昭, 小川泰信, 一般化オーロラトモグラフィ法の再構成アルゴリズムの比較, 第 32 回極域宙空圏シンポジウム (極地研), 2008 年 8 月 4 日-5 日.
19. Tanaka, Y.-M., T. Aso, B. Gustavsson, K. Tanabe, A. Kadokura, and Y. Ogawa, Inverse analysis of auroral precipitating electrons, Japan-China Scientific Cooperation Program sponsored by JSPS and

- NSFC, Joint seminar, Study on polar ionosphere-magnetosphere coupling, NIPR, Tokyo, 5-6 Aug, 2008.
20. 田中良昌, 麻生武彦, B. Gustavsson, 田邊国土, 門倉昭, 小川泰信, 一般化オーロラトモグラフィに影響を及ぼす要因, 第 124 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会(仙台市戦災復興記念館), 2008 年 10 月 9 日-12 日.
 21. Tanaka, Y.-M., T. Aso, B. Gustavsson, K. Tanabe, A. Kadokura, and Y. Ogawa, An examination of feasibility of the Generalized Aurora Computed Tomography, International Symposium: Fifty Years after IGY, Tsukuba, 10-13 Nov, 2008.
 22. 田中良昌, 卷田和男, 星野光男, 西野正徳, 加藤泰男, 大川隆志, N. J. Schuch, A. Foppiano, R. Monreal, J. Gianibelli, 南米リオメータ観測網で得られた CNA データの解析, 中間圏・熱圏・電離圏研究会(情報通信研究機構), 2008 年 11 月 27 日-28 日
 23. 小川泰信, 平原聖文, 関華奈子, 麻生武彦, 浅村和史, 坂野井健, 山崎敦, I. Sandahl, S. C. Buchert, 藤井良一, 野澤悟徳, 大山伸一郎, 栗原宜子, 津田卓雄, 岩田陽介, 門倉昭, 細川敬祐, 宮岡宏, 人工衛星-地上光学機器-レーダー総合観測による夜側オーロラ帯で発生するイオン上昇流とオーロラとの関係, 地球惑星科学関連学会 2006 年合同大会, 幕張メッセ国際会議場, 2008 年 5 月 25-30 日.
 24. Ogawa, Y., K. Seki, M. Hirahara, K. Asamura, T. Sakanoi, Y. Ebihara, Y. Obuchi, S. C. Buchert, I. Sandahl, S. Nozawa, and R. Fujii, Relationship between ion upflows and suprathermal ions observed with the EISCAT Svalbard radar and Reimei satellite, SCAR/IASC IPY Open Science Conference, St. Petersburg, Russia, July 07-10, 2008.
 25. Ogawa, Y., H. Miyaoka, R. Fujii, S. Nozawa, S. Oyama, A. Yukimatsu, A. Kadokura, M. Hirahara and N. Sato, Study on plasma heating and ion outflows based on EISCAT observations, Joint Seminar "Study on polar ionosphere-magnetosphere coupling", Japan-China Scientific Cooperation Program sponsored by JSPS and NSFC, NIPR, 5-7 August 2008.

<サブプロジェクト-2>

1. 堤雅基, 山岸久雄, 宮岡宏, 門倉昭, 小川泰信, 行松彰, 岡田雅樹, 富川喜弘, 佐藤薫, 佐藤亨, 齊藤昭則, 西村耕司, 山内恭, 麻生武彦, 江尻全機, 阿保真, 中村卓司, 川原琢也, 水野亮: 昭和基地における極域超高層大気観測体制の現状. 地球惑星科学関連学会秋学会, 仙台, 2008 年 10 月.
2. 堤雅基, 佐藤薫, 佐藤亨, 齊藤昭則, 富川喜弘, 西村耕司, 山内恭, 山岸久雄, 麻生武彦, 江尻全機, 佐藤夏雄: 昭和基地における下部熱圏探査レーダー観測計画. 第 32 回極域宙空圏シンポジウム, 極地研, 2008 年 8 月.
3. 富川喜弘, 佐藤薫: オゾン層状構造と南極オゾンホール内への質量輸送 II. 日本気象学会 2008 年度春季大会, 横浜, 2008.
4. 富川喜弘, 堤雅基: 南極昭和基地 MF レーダーデータを用いた大気潮汐波の解析. 第 32 回極域宙空圏シンポジウム, 極地研, 2008.

5. 富川喜弘, 堤雅基: 南極昭和基地 MF レーダーデータを用いた大気潮汐波の解析. 地球電磁気・地球惑星圏学会第 124 回総会・講演会, 仙台, 2008.
6. 富川喜弘: 粒跡線解析を利用した南極オゾンホール内オゾン層状構造の研究. 日本気象学会 2008 年度秋季大会 オゾン研究連絡会・極域寒冷域研究会合同連絡会, 仙台, 2008.
7. 富川喜弘: 中層大気の寒冷化～レビューと観測計画の紹介～. 中間圏・熱圏・電離圏 (MTI) 研究会, 情報通信研究機構, 2008.
8. 平沢尚彦: 冬季のドームふじ基地の地上気象の変動と南極域の総観規模擾乱の関わり. 極域気水圏シンポジウム, 東京・極地研, 12 月, 2008.
9. 平沢尚彦・本山秀明・林政彦: ブロッキング後に南極氷床上に維持された高気圧の時間変化. 極域気水圏シンポジウム, 東京・極地研, 12 月, 2008.
10. 平沢尚彦, 原圭一郎, 和田誠: 南極対流圏における氷床, 海氷, 海面域のエアロゾル粒子数濃度. 極域気水圏シンポジウム, 東京・極地研, 12 月, 2008.
11. 平沢尚彦, 小西啓之, 遊馬芳雄, 林政彦, 原圭一郎, 藤吉康志, 和田誠: 昭和基地及び南極氷床上の降水と水蒸気分布の観測. 南極エアロゾル研究会, 東京・極地研, 2008 年 7 月 31 日.
12. 平沢尚彦, 小西啓之, 遊馬芳雄, 林政彦, 原圭一郎, 藤吉康志, 和田誠: 昭和基地及び南極氷床上の降水と水蒸気分布の観測. 南極研究観測シンポジウム, 東京・極地研, 2008 年 6 月 26 日.
13. 平沢尚彦・劉発華・藤田耕史: 南極ドームふじ基地の冬季の降雪の鉛直分布. 日本気象学会春季大会, 横浜, 2008 年 5 月 18-21 日. 大会予稿集 Poster412 (P.472) .
14. Hirasawa, N., M. Wada and K. Hara: Distribution of aerosol number concentration over the wide area around Syowa Station, Antarctica in 2006/2007 summer season. International symposium on aerosol science and technology, Kanazawa, Japan, 22 August 2008.
15. K. Sato, M. Tsutsumi, T. Sato, A. Saito, Y. Tomikawa, K. Nishimura, T. Yamanouchi, H. Yamagishi, T. Aso and M. Ejiri: Program of the Antarctic Syowa MST/IS radar. International Symposium: Fifty Years after IGY - Modern Information Technologies and Earth and Solar Sciences -, Tsukuba, Japan, November 10-13, 2008.
16. 土屋主税, 佐藤薫: 長期地上気象観測データに基づく広帯域スペクトルの普遍性, 日本気象学会, 横浜, 2008 年 5 月 18～21 日.
17. A. S. Yukimatsu, K. Nishimura, Y. Ogawa, M. Tsutsumi, N. Sato, M. T. Rietveld, D. M. Wright, T. K. Yeoman, T. R. Robinson and M. Lester: Range imaging by single pulse FDI - heater induced FAIs observed by SuperDARN and EISCAT", SuperDARN Workshop, Newcastle, NewSouthWales, Australia, June, 2008.
18. Koji Nishimura and Toru Sato: High-resolution volume imaging of the atmosphere with multiple-frequency multiple-subarray MST radar. in 29th Union Radio Scientifique Internationale (URSI) General Assembly, Chicago, IL, USA, August, 2008.

19. 佐藤薫, 堤雅基, 佐藤亨, 齊藤昭則, 富川喜弘, 西村耕司, 山内恭, 麻生武彦, 江尻全機 : 南極昭和基地大型大気レーダー計画の現状, 地球惑星科学関連学会合同大会, 幕張メッセ, 2008年5月.
20. 行松彰, 西村耕司, 小川泰信, 堤雅基, 佐藤夏雄, M.T.Rietveld, D.M.Wright, T.K.Yeoman, T.R.Robinson, M.Lester: SuperDARN 及び EISCAT による人工励起電離層沿磁力線不規則構造の観測(2), 第32回極域宙空圏シンポジウム, 国立極地研究所, 2008年8月.
21. 西村耕司, 佐藤亨: マルチスタティックシステムで観測された局所風速場の変動. 赤道大気レーダーシンポジウム, 京都大学生存圏研究所木質ホール, 2008年9月.
22. 堤雅基, 山岸久雄, 宮岡宏, 門倉昭, 小川泰信, 行松彰, 岡田雅樹, 富川喜弘, 佐藤薫, 佐藤亨, 齊藤昭則, 西村耕司, 山内恭, 麻生武彦, 江尻全機, 阿保真, 中村卓司, 川原琢也, 水野亮: 昭和基地における極域超高層大気観測体制の現状. 地球惑星科学関連学会秋学会, 仙台市戦災復興記念館, 2008年10月.
23. 佐藤薫, 堤雅基, 佐藤亨, 齊藤昭則, 富川喜弘, 西村耕司, 山内恭, 山岸久雄, 麻生武彦, 江尻全機: 南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY). 地球惑星科学関連学会秋学会, 仙台市戦災復興記念館, 2008年10月.
24. 行松彰, 西村耕司, 小川泰信, 堤雅基, 佐藤夏雄, M.T.Rietveld, D.M.Wright, T.K.Yeoman, T.R.Robinson, M.Lester: SuperDARN 及び EISCAT による電離圏人工励起沿磁力線不規則構造の観測(3). 地球惑星科学関連学会秋学会, 仙台市戦災復興記念館, 2008年10月.

<サブプロジェクト-3>

(口 頭)

1. 尾形良彦, 余震活動の時空間パターンとストレス変化, 日本地球惑星科学連合 2008年大会, 5月25日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2008.
2. 尾形良彦, 地震活動異常と地殻変動異常と前駆的非地震性すべり, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震活動の物理・統計モデルと発生予測」, 7月17日, 東京大学地震研究所, 2008.
3. 尾形良彦, Neyman-Scott型モデルの親に関する推測, 2008年度統計関連学会連合大会, 9月10日, 慶應義塾大学理工学部・矢上キャンパス, 横浜市, 2008.
4. Ogata, Y. and Noguchi, S., Global Earthquake Catalogs and Long-Range Correlation of Seismic Activity (2), 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and Seismological Society of Japan, 2008 Fall meeting, November 27, Tsukuba International Congress Center (EPOCHAL TSUKUBA), Tsukuba, 2008.
5. Noguchi, S. and Ogata, Y., Global Earthquake Catalogs and Long-Range Correlation of Seismic Activity (1), 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and Seismological Society of Japan, 2008 Fall meeting, November 27, Tsukuba International Congress Center (EPOCHAL TSUKUBA), Tsukuba, 2008.
6. 尾形良彦, Space-time model for wide regional and global seismicity, 科研基盤研究(A)「時空間現

- 象データに対する統計科学モデルの構築及び解析に関する組織的研究」研究集会, 11月27日, 沖縄県青年会館, 那覇市, 2008.
7. 中野優, 熊谷博之, 井上公, 山品匡史, 遠田晋次, 2007年9月スマトラ島沖地震系列と予測されるパダン沖地震への影響, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 5月29日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2008.
 8. 遠田晋次, 尾形良彦, 2006年千島列島沖地震の余震活動の時空間変化とストレス変化---アウトライズ地震の前駆すべりの可能性---, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震活動の物理・統計モデルと発生予測」, 7月17日, 東京大学地震研究所, 2008.
 9. Ogata, Y. and Toda, S., On- and Off-fault Aftershocks of the 2006 Kuril Island Subduction Earthquake Toggled by a Slow Slip Preceding the 2007 Great Outer-rise Normal Faulting Earthquake, 2008 Western Pacific Geophysics Meeting, August 1, Cairns Convention Centre, Cairns, Australia, 2008.
 10. Toda, S., Awata, Y., Kaneda, H., Azuma, T., Horikawa, H., Shishikura, M. and Echigo, T., Coastal Uplifts Associated with the 2007 Noto Hanto, Japan, earthquake and its repeatability evaluated from late Quaternary deformation, European Seismological Commission 2008, 31st General Assembly, September 8, Hersonissos, Crete, Greece, 2008.
 11. Toda, S., Maruyama, T., Yoshimi, M., Awata, Y., Kaneda, H., Yoshioka, T. and Ando, R., Surface Rupture Associated with the Mw 6.9 14 June 2008 Iwate-Miyagi Nairiku, Japan, earthquake, 7th General Assembly of Asian Seismological Commission, November 25, Tsukuba International Congress Center (EPOCHAL TSUKUBA), Tsukuba, 2008.
 12. Toda, S., Maruyama, T., Yoshimi, M., Awata, Y., Kaneda, H., Yoshioka, T. and Ando, R., The Enigmatic 2008 Mw 6.9 Iwate-Miyagi Nairiku, Japan, Earthquake: A Large Shallow Thrust Event with Little Surface Displacement and Scant Evidence for Paleoseismic Slip, American Geophysical Union fall meeting 2008, December 19, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
 13. Zhuang, J. and Vere-Jones, D., Asymptotic properties of a marked branching process and interpretation to an empirical law in seismology, The 7th World Congress in Probability and Statistics, July 14-19, National University of Singapore, Republic of Singapore, 2008.
 14. 庄建倉, Weighted likelihoods and maximum local likelihood estimates for point processes, 2008年度統計関連学会連合大会, 9月10日, 慶應義塾大学理工学部・矢上キャンパス, 横浜市, 2008.
 15. Zhuang, J. and Ogata, Y., Local likelihood ETAS models for the seismicity in the Italian Region, INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Workshop 「The Italian testing region for earthquake forecasting experiments within CSEP」, October 28, Rome, Italy, 2008.
 16. Zhuang, J., Christophersen, A., Savage, M. K., Vere-Jones, D., Ogata, Y. and Jackson, D. D., Model dependent differences between background and triggered earthquakes and their influences on foreshock probabilities, 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and Seismological Society of Japan, 2008 Fall meeting, November 27, Tsukuba International Congress

- Center (EPOCHAL TSUKUBA), Tsukuba, 2008.
17. Zhuang, J. and Ogata, Y., Local likelihood estimates for point processes with applications in detecting spatial changes of seismicity in Japan, 科研基盤研究(A)「時空間現象データに対する統計科学モデルの構築及び解析に関する組織的研究」研究集会, 11月28日, 沖縄県青年会館, 那覇市, 2008.
 18. Zhuang, J., Statistical Modeling of Earthquake Clusters and Declustering, 中国地震学会第十二次学術大会, December 3, 北京, 中華人民共和国, 2008.
 19. 岩田貴樹, 遠田晋次, 尾形良彦, 余震の空間分布から求めた2005年宮城沖地震のすべり分布, 日本地球惑星科学連合 2008年大会, 5月30日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2008.
 20. 岩田貴樹, 遠田晋次, 尾形良彦, 余震の空間分布から求めた大地震の滑り分布, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震活動の物理・統計モデルと発生予測」, 7月17日, 東京大学地震研究所, 2008.
 21. 岩田貴樹, ベイズモデルによる大地震の滑り分布推定:余震の空間分布をデータとした解析, 科研基盤研究(A)「時空間現象データに対する統計科学モデルの構築及び解析に関する組織的研究」研究集会, 11月28日, 沖縄県青年会館, 那覇市, 2008.
 22. 田中潮, 点配置クラスターモデルの推定の進展, 2008年度統計関連学会連合大会, 9月10日, 慶應義塾大学理工学部・矢上キャンパス, 横浜市, 2008.
 23. 田中潮, 尾形良彦, Identification and estimation of the generalized Neyman-Scott spatial cluster fields, 科研基盤研究(A)「時空間現象データに対する統計科学モデルの構築及び解析に関する組織的研究」研究集会, 11月27日, 沖縄県青年会館, 那覇市, 2008.
 24. 金尾政紀, 広帯域地震観測によるバイカルリフト帯の深部構造とテクトニクス, 日本地球惑星科学連合 2008年大会, プログラム G119-003, 5月25-30日, 幕張メッセ国際会議場, 2008.
 25. Kanao, M., Fujiwara, A., Ikawa, T., Miyamachi, H., Usui, Y., Inoue, T., Yamada, A., UPPER MANTLE STRUCTURE OF THE PAN-AFRICAN MOVIL BELT, EAST ANTARCTICA, FROM ACTIVE AND PASSIVE STUDIES, The 13th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and Their Margins, Program and Abstracts, p56, June 8-13, Saariselka, Finland, 2008.
 26. 姫野哲人, 統計モデルによる南極プレートの地震活動解析, 国際極年～新船導入後の南極域における固体地球の振動特性研究に関する検討会, 9月8日, 国立極地研究所, 2008.
 27. 姫野哲人, 金尾政紀, 尾形良彦, 統計学的手法 (ETAS モデル) による南極プレートの地震活動の解析, 第28回極域地学シンポジウム, プログラム・講演要旨 12, 10月16-17日, 国立極地研究所, 2008.
 28. 趙大鵬, 山本芳裕, 金尾政紀, 山田朗, 南極と北極地域の地震波トモグラフィとマントル構造, 第28回極域地学シンポジウム, プログラム・講演要旨 29, 10月16-17日, 国立極地研究所, 2008.
 29. 金尾政紀, 地震学的研究によるリュツォ・ホルム湾地域を中心とした東南極大陸のマントル

構造と進化テクトニクス, 第 28 回極域地学シンポジウム, プログラム・講演要旨 30, 10 月 16-17 日, 国立極地研究所, 2008.

30. 白井佑介, 金尾政紀, 久保篤規, リュツォ・ホルム湾地域及びスリランカ下の上部マントル異方性について, 第 28 回極域地学シンポジウム, プログラム・講演要旨 31, 10 月 16-17 日, 国立極地研究所, 2008.

(ポスター)

1. Ogata, Y., Space-time model for diagnosis of wide regional and global seismicity, American Geophysical Union fall meeting 2008, December 17, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
2. Enescu B., Hainzl, S., Wang, R., Roth, F., Toda, S., Wang, L., Woessner, J. and Wiemer, S., Aftershock forecasting based on Coulomb stress modeling, Aftershock forecasting based on Coulomb stress modeling, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 5 月 25 日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2008.
3. Toda, S., Lin, J., Meghraoui, M. and Stein, R. S., 12 May 2008 M=7.9 Wenchuan, China, Earthquake Calculated to Increase Failure Stress and Seismicity Rate on Three Major Fault Systems, 7th General Assembly of Asian Seismological Commission, November 25, Tsukuba International Congress Center (EPOCHAL TSUKUBA), Tsukuba, 2008.
4. Maruyama, T, Toda, S., Yoshimi, M., Omata, M., Koriya, Y. and Nihei, T.,
5. Yoshimi, M., Toda, S. and Maruyama, T., Surface Rupture Connecting Deep-Seated Landslides of the Mw6.9 14 June 2008 Iwate- Miyagi Nairiku, NE Japan, Earthquake, American Geophysical Union fall meeting 2008, December 19, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
6. Maruyama, T., Toda, S., Yoshimi, M., Omata, M., Koriya, Y., and Nihei, T., Ground-based LiDAR Mapping of Surface Rupture Associated with the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku, Japan, Earthquake (Mw 6.9), American Geophysical Union fall meeting 2008, December 19, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
7. Lin, J., Toda, S., Meghraoui, M., and Stein, R. S., 12 May 2008 M=7.9 Wenchuan, China, Earthquake Calculated to Increase Failure Stress and Seismicity Rate on Three Major Fault Systems, American Geophysical Union fall meeting 2008, December 17, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
8. Zhuang, J. and Ogata, Y., Using weighted likelihood estimates to detect spatial seismicity changes, Challenges In Earthquake Dynamics: Observing And Modelling A Multi-Scale System, November 18-23, Obergurgl University Centre, Obergurgl, Austria, 2008.
9. Zhuang, J., Vere-Jones, D., Ogata, Y., Christophersen, A., Savage, M. K. and Jackson, D. D., Simulation studies on the differences between spontaneous and triggered seismicity and on foreshock probabilities, American Geophysical Union fall meeting 2008, December 17, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
10. Iwata, T., Toda, S. and Ogata, Y., A spatial slip distribution of the 2005 Miyagi-oki earthquake

- derived from its aftershock activity and the rate- and state friction law, Challenges In Earthquake Dynamics: Observing And Modelling A Multi-Scale System」, November 18-23, Obergurgl University Centre, Obergurgl, Austria, 2008.
11. Iwata, T., Toda, S. and Ogata, Y., The method to estimate a slip distribution of a large earthquake based on the spatial distribution of its aftershocks and rate- and state friction law: Further development, American Geophysical Union fall meeting 2008, December 16, Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 2008.
 12. 金尾政紀, 臼井佑介, 井上智史, 山田朗, 東南極リュツォ・ホルム湾域での広帯域地震計アレイ観測による地球内部と環境変動の研究, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, プログラム J241-P013, 5 月 25-30 日, 幕張メッセ国際会議場, 2008.
 13. 臼井佑介, 金尾政紀, 平松良浩, Seismic anisotropy in the lowermost mantle beneath Antarctic Plate; contribution to Antarctic Arrays/POLENET at IPY 2007-2008, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, プログラム J243-P002, 5 月 25-30 日, 幕張メッセ国際会議場, 2008.
 14. 金尾政紀, 坪井誠司, 田中聡, 国際極年における東南極大陸での広帯域地震計アレイ観測による地球深部研究, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, プログラム J243-P001, 5 月 25-30 日, 幕張メッセ国際会議場, 2008.
 15. Kanao, M., Y. Usui, T. Inoue, A. Yamada, BROADBAND ARRAY DEPLOYMENTS AND CRUST – MANTLE STRUCTURE AROUND THE LUTZOW-HOLM BAY, EAST ANTARCTICA, 2008 IRIS Workshop Abstracts, p82, June 4-6, Skamania Lodge, Stevenson, WA, USA, 2008.
 16. Kanao, M., S. Tanaka, S. Tsuboi, D. Wiens, BROADBAND SEISMIC DEPLOYMENTS IN EAST ANTARCTICA: IPY CONTRIBUTION TO UNDERSTANDING THE EARTH'S DEEP INTERIOR, 2008 IRIS Workshop Abstracts, p83, June 4-6, Skamania Lodge, Stevenson, WA, USA, 2008.
 17. Usui, Y., M. Kanao, A. Kubo, Y. Hiramatsu, SHEAR WAVE SPLITTING BENEATH LUTZOW-HOLM BAY REGION, EAST ANTARCTICA AND SRI LANKA, 2008 IRIS Workshop Abstracts, p89, June 4-6, Skamania Lodge, Stevenson, WA, USA, 2008
 18. Kanao, M., S. Tanaka, S. Tsuboi, D. Wiens, BROADBAND SEISMIC DEPLOYMENTS IN EAST ANTARCTICA: IPY 2007-2008 CONTRIBUTION TO UNDERSTANDING THE EARTH'S DEEP INTERIOR, The 13th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and Their Margins, Program and Abstracts, p56, June 8-13, Saariselka, Finland, 2008.
 19. Kanao, M., Y. Usui, T. Inoue, A. Yamada, BROADBAND ARRAY DEPLOYMENTS AND CRUST – MANTLE STRUCTURE AROUND THE LUTZOW-HOLM BAY, EAST ANTARCTICA, SCAR/IASC IPY Open Science Conference, Abstract Volume, p73, St. Petersburg, Russia, July 8-11, 2008.
 20. Kanao, M., S. Tanaka, S. Tsuboi, D. Wiens, BROADBAND SEISMIC DEPLOYMENTS IN EAST ANTARCTICA: IPY CONTRIBUTION TO UNDERSTANDING THE EARTH'S DEEP

INTERIOR, SCAR/IASC IPY Open Science Conference, Abstract Volume, p393, St. Petersburg, Russia, July 8-11, 2008.

21. Kanao, M., Usui, Y., Inoue, T., Yamada, A., BROADBAND ARRAY DEPLOYMENTS AND CRUST – MANTLE STRUCTURE AROUND THE LUTZOW-HOLM BAY, EAST ANTARCTICA, International Symposium: Fifty Years after IGY – Modern Information Technologies and Earth and Solar Sciences -, PROGRAM and ABSTRACTS, p101, Tsukuba, Ibaraki, Japan, Nov. 10-13, 2008.

22. Kanao, M., S. Tanaka, S. Tsuboi, D. Wiens, BROADBAND SEISMIC DEPLOYMENTS IN EAST ANTARCTICA: IPY CONTRIBUTION TO UNDERSTANDING THE EARTH'S DEEP INTERIOR, International Symposium: Fifty Years after IGY – Modern Information Technologies and Earth and Solar Sciences -, PROGRAM and ABSTRACTS, p102, Tsukuba, Ibaraki, Japan, Nov. 10-13, 2008.

<著書等>

<サブプロジェクト-1>

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

1. 尾形良彦 地震活動の統計科学 (第1章) pp.3-41, 21世紀の統計科学 II 自然・生物・健康の統計科学 (国友直人, 山本拓 監修, 小西貞則, 国友直人 編) 東京大学出版会, 東京, 2008.

<受賞>

<サブプロジェクト-1>

<サブプロジェクト-2>

<サブプロジェクト-3>

(3) その他の成果発表

<サブプロジェクト-1>

<サブプロジェクト-2>

1. 日本気象学会春季大会にて, 専門分科会「南極大型大気レーダーを軸とした極域大気研究の可能性」を主宰し, 100人近い参加を得た。本プロジェクトの関連する発表も多数行われた。
2. 地球電磁気・地球惑星圏学会 第124回総会及び講演会にて特別セッション「南極昭和基地大型大気レーダーによる超高層大気研究の新展開」を主宰し, 70人近い参加を得た。本プロジェクトの関連する発表も多数行われた。

<サブプロジェクト-3>

1. Ogata, Y., Introduction to Statistical Seismology (1) Epidemic Type Aftershock Sequence (ETAS) model for prediction and diagnosis of seismic activity, National Geophysical Research Institute,

- August 5, Hyderabad, Republic of India, 2008.
2. Ogata, Y., Introduction to Statistical Seismology (2) Space-time seismicity modelling, National Geophysical Research Institute, August 6, Hyderabad, Republic of India, 2008.
 3. Ogata, Y., Introduction to Statistical Seismology (3) Bayesian modeling for nonhomogeneous datasets, National Geophysical Research Institute, August 8, Hyderabad, Republic of India, 2008.
 4. Ogata, Y., Introduction to Statistical Seismology (4) Earthquake catalog and long-range correlation of seismic activity, National Geophysical Research Institute, August 14, Hyderabad, Republic of India, 2008.
 5. Ogata, Y., Statistical Seismology Software Tutorials, National Geophysical Research Institute, August 12-13, Hyderabad, Republic of India, 2008.
 6. Zhuang, J. and Ogata, Y., Space-time ETAS model and stochastic declustering, National Geophysical Research Institute, August 13, Hyderabad, Republic of India, 2008.