

# 研究領域「数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用」 事後評価（課題評価）結果

## 1. 研究領域の概要

次世代の社会では抽象的な概念や論理構造、曖昧な知覚や経験などが、広義の情報として科学的・社会的・経済的な価値を有するようになっていわれています。こうした社会の実現に向けて、数学・数理科学と情報科学が連携・融合し、様々な科学技術分野や産業界における諸課題および膨大なデータなどから、新しい数学的概念や数理構造を抽出し、それを情報化して利活用するアプローチが不可欠となっています。また、プロセスの記述による演繹的アプローチと大量データの利用による帰納的アプローチの双方の数理モデリング手法を高度に発展させ、また相補的に活用する数理的手法の創出を通じて、実社会における情報利活用の高度化・加速も期待されています。

本研究領域では、様々な対象に潜む数理構造や数学的概念を新たな「情報」として抽出し、それを次世代の社会の価値として利活用することで、私たちの認知能力を拡大し、次世代の社会や科学技術・産業の形成につながるような情報活用基盤の創出を目指します。特に、数学・数理科学、情報科学の各分野の強みを活かしながら、領域として両分野の独立した研究者が連携・相補的に融合することにより、この目標達成を見据えた革新的な数理構造や数学的概念の提唱、その理論の構築、および、その情報化手法の研究・開発を推進します。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIPプロジェクト）の一環として運営します。

## 2. 事後評価の概要

### 2-1. 評価の目的、方法、評価項目及び基準

「戦略的創造研究推進事業(先端的低炭素化開発を除く。)の実施に関する規則」における「第4章 事業の評価」の規定内容に沿って実施した。

### 2-2. 評価対象個人研究者及び研究課題

#### 2019年度採択研究課題

- (1) 石本 健太（京都大学数理解析研究所 准教授）  
生命ダイナミクスのための流体数理活用基盤
- (2) 稲永 俊介（九州大学大学院システム情報科学研究院 准教授）  
文字列学的手法によるシーケンシャルデータ解析
- (3) 大林 一平（岡山大学サイバーフィジカル情報応用研究コア 教授）  
パーシステントホモロジーによる位相高次構造抽出手法開発
- (4) 小槻 峻司（千葉大学国際高等研究基幹 教授）  
「観測の価値」を最大化するデータ同化・予測手法の開発
- (5) 小林 亮太（東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授）  
イベント情報を活用する高精度時系列モデリング技術の構築
- (6) 薄 良彦（京都大学大学院工学研究科 准教授）  
データ駆動型クープマン作用素による非線形力学系の解析と設計
- (7) 館 知宏（東京大学大学院総合文化研究科 教授）  
自己組織化による構造折紙パターンの創生
- (8) 二反田 篤史（九州工業大学大学院情報工学研究院 准教授）  
深層学習の潜在的な正則構造の理解に基づく学習法の安定化と高速化

(9) 早水 桃子 (早稲田大学理工学術院 准教授)

離散幾何学が拓く計算系統学の新展開

(10) 平井 広志 (東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授)

新しい凸性に基づくアルゴリズムと最適化理論

(11) 吉田 悠一 (情報・システム研究機構国立情報学研究所 教授)

最適化アルゴリズムの平均感度解析

### 2-3. 事後評価の実施時期

2023年2月 各研究者からの研究報告書に基づき研究総括・領域アドバイザーによる事後評価

### 2-4. 評価者

#### 研究総括

坂上 貴之 京都大学大学院理学研究科 教授

#### 領域アドバイザー

荒井 迅 中部大学創発学術院 教授

岩田 覚 東京大学大学院情報理工学系研究科 教授

落合 啓之 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授

楠岡 成雄 東京大学 名誉教授

小磯 深幸 九州大学 名誉教授

佐古 和恵 早稲田大学理工学術院 教授

徳山 豪 関西学院大学工学部 教授

平田 典子 日本大学理工学部 教授

福水 健次 情報・システム研究機構統計数理研究所 教授

三好 建正 理化学研究所計算科学研究センター チームリーダー

#### 外部評価者

該当無し

### 3. 総括総評

本領域は、様々な対象の中から抽象的な数理構造や数学的概念を取り出し、それらを新たな「情報」として活用することを目指している。今回終了する 11 名の研究者は、それぞれが提案した研究において、個別の評価結果に示すように、非常に優れた成果を創出した。数理科学と情報科学の分野にまたがる高度な数学概念の提唱とその数学的な構造の研究という理論的研究成果から、具体的な応用分野を意識しながら、そこに潜む数理概念を明確に抽出し、それを利活用するソフトウェアの開発と提供、その成果のアートや著作としての社会発信まで、その取り組みスペクトルは非常に広いものであり、領域としての研究成果の拡大に大きく寄与し、本戦略目標の達成に貢献をしたと考えている。

研究計画開始半年後に発生したコロナウィルス感染症の影響による強い社会的行動制限の中にあって、多くの活動がオンライン中心にならざるをえず、バーチャルインスティテュートとして本来実現されるべきさきがけ領域活動への影響が懸念されたが、数理科学と情報科学の理論を中心とした、デジタル社会の実現に向けた基礎研究を行う分野の特性を最大限に活かして、研究計画の大きな変更も発生することなく、さまざまなオンラインツールを用いた領域会議などの研究交流活動、高校生向けアウトリーチ活動のオンラインでの実施、さきがけ研究者主導による領域内勉強会などが実施できたことは、彼らの創意工夫と熱意・協力によるところが大きい。

加えて、各研究者の専門分野は数理科学・情報科学にとどまらず、気象学・工学へと広くまたがっており、3 年半に及ぶさきがけの領域活動は「数理」をコアにしながらも、分野横断的な中で行われたことは本領域の他にはない特徴でもあった。広い分野に深い専門性を持つ優れた研究者が領域に参加してともに活動することで、通常の専門分野での研究活動では得られない幅広い知識の吸収や人脈の形成に寄与し、本領域での活動終了後も創発的研究支援事業やムーンショットプログラムといった大型の研究へのステップアップに繋がった。

これらの成果をこれからも様々な方向に一層発展させ、ここで培った知識や得られた人脈を活かして、我が国のそして世界の数理や情報の研究を牽引するリーダー的な研究者としての成長を期待している。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 生命ダイナミクスのための流体数理活用基盤

2. 個人研究者名

石本 健太（京都大学数理解析研究所 准教授）

3. 事後評価結果

細胞スケールの生物の運動に見られる流れの現象は、流れを記述する微分方程式と生物の運動にともなう「形状」と呼ばれる二つの数理構造が密接かつ複雑にリンクして実現されている。これに対して、これらの二つの数理構造を結びつける新しい数理概念を構築して、それを活用するための計算手法と応用を目指した研究である。新しい数理構造として軸対称性概念の拡張である「らせん対称性」を導入し生物の「かたち」を表現する新しい定数を導入し、同研究者の名前を冠した定数として利用されている。また、エネルギー保存則を満たさない線型弾性体の一般的記述である「奇弾性」を持つ物体の遊泳運動を考察し、自発的内部揺らぎによる遊泳を記述する奇弾性遊泳定理を証明したことなど、アクティブな弾性体を統一的に記述する数学理論の基盤を構築したことは顕著な成果である。他にも高精度の流体計算による流速場からデータ駆動的に物体の近くにおける流れ場を精度よく近似する解析表現をあたえ、それをバクテリアの集団運動の数値計算に適用して壁面の効果と集団運動の関係を特徴付けるなど、ここで明らかになった数理構造の活用の面でもすぐれた成果を得ている。アウトリーチ活動として奇弾性に関する成果はプレスリリースされ、Altmetric スコアで上位 5%に位置しているなど社会的インパクトも大きい。微生物流体力学の書籍を出版にこぎつけたことも本分野の基盤的教科書として重要な貢献となるであろう。本分野を牽引する研究者としてのこれからのさらなる活躍を期待したい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 文字列学的手法によるシーケンシャルデータ解析

2. 個人研究者名

稲永 俊介（九州大学大学院システム情報科学研究院 准教授）

3. 事後評価結果

文字列は各種データベースや通信において利用される基本的なデータ型である。本課題では文字列の持つ「反復性」と「規則性」という組合せ論的な数理構造を活用して多様な構造を持つ文字列データを高速に処理するアルゴリズムを開発することで、包括的な文字列データ解析基盤を確立するものである。動的に変化する文字列データの高速処理アルゴリズム、時系列・グラフ・二次元画像といった多様なデータを広義の文字列と見なして、その数理構造を解明することで木型文字列を高速処理するアルゴリズム、および時系列データの高速比較アルゴリズムなど、文字列処理分野における重要な成果を数多く得ている。また、さきがけ領域内連携に触発されてデータ編集に対する圧縮アルゴリズムの頑健性を定量評価する「圧縮感度」と呼ばれる新指標を提案することに成功し、それに基づいて圧縮アルゴリズムの性能を俯瞰的に再評価し、それを活かして高速パターン検索が可能な圧縮データ構造を見いだすなど、その活用でも成果を得ていることは本領域の目標に照らし合わせて特筆すべき成果である。本さきがけでの成果を活かして、今後も文字列処理分野を牽引する研究者として活躍することを期待している。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： パーシステントホモロジーによる位相高次構造抽出手法開発

2. 個人研究者名

大林 一平（岡山大学サイバーフィジカル情報応用研究コア 教授）

3. 事後評価結果

数学のトポロジーの概念を利用したデータ解析手法の一つであるパーシステントホモロジー (PH) によるデータ解析手法の基礎理論を構築を目指した研究である。その計算アルゴリズムの開発と独自ソフトウェア (Homcloud) の実装、加えてそれらの材料科学や地質学への応用を実施しており、本研究領域が目指す数理構造活用を実現する代表的な成果である。パーシステントホモロジーの理論・応用研究は世界的な潮流だが、本研究課題は PH 解析に Stable Volume と呼ばれる新しい概念を導入して、PH によるデータ解析で得られるパーシステントダイアグラムという散布図上の各点から実データの「穴」や「連結成分」の情報を取り出す手法（逆解析）のノイズ耐性問題が解決できることを数学的に示すだけでなく、この概念を Homcloud に実装して材料科学などのデータへ適用を進めた。こうした数理構造の活用の観点から新しい数学概念が生まれたこと、数学者でありながら、この新概念を Homcloud に取り込んで開発競争が著しい PH 解析のソフトウェアとして競争力を高めてきたことは特筆すべき成果と考える。また、材料科学や地質学の課題に Homcloud を用いて取り組み、逆解析の手法を活かして材料の物性や秩序構造と関係のある局所的な構造を抽出できたことは、本手法の有効性を示すものであり、今後のさらなる展開が期待される。PH 解析の伝道師として他分野との連携研究や企業コンサルティング、また PH 解析の教科書を執筆するなどアウトリーチ活動を積極的に行った点も高く評価したい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 「観測の価値」を最大化するデータ同化・予測手法の開発

2. 個人研究者名

小槻 峻司（千葉大学国際高等研究基幹 教授）

3. 事後評価結果

観測や数値計算から得られる膨大なデータを利活用して、よりよい現象の理解や予測を実現することはデータサイエンスの基本的な使命であるが、現在はデータが非常に膨大かつデータの種類も多様になっており、これらのデータを組み合わせて最大限に有効活用することが求められている。これに対して、本研究ではデータ利活用のため、局所変換アンサンブルデータ同化の高度化、非ガウスなデータ同化手法である局所フィルタなどの新しいデータ同化手法を提案、それを SPEEDY などの全球大気モデルで実験を行い、その解析精度が向上できることを示した。また、「観測の価値」という新概念を導入し、データ同化の効果を最大限にする観測地点の最適化手法の提案、SPEEDY での有効性検証を経て、鉄道総研との雨量計測計のセンサー位置最適化という共同研究にまで繋げたことは数理構造の活用の観点からも非常に高く評価できる。さらに深層畳み込みニューラルネットワークを用いた観測ビッグデータの情報圧縮にも取り組むなど、本領域が掲げる情報と数理の融合で生み出される新しいデータ同化の成果へつなげたことは、同研究者の研究の幅を大きく広げたことを如実に示す成果である。本領域内での連携研究にも積極的に取り組み、新型コロナウイルス感染動態や脳科学データの時系列解析手法の開発、他のさきがけ研究者の提案する数理構造（幾何学的変換場の最適化）の展開を試みるなど、その活動範囲が拡大している。その一つの果実として、領域内のさきがけ研究者のつながりを最大限に活かして、ムーンショットプログラム目標 8 の PM として採択され新しい研究をスタートさせるなど、本領域で得た成果を社会的課題解決に迅速に展開できたことは大変素晴らしい。深層学習を始めとする人工知能的な方法と微分方程式による大規模シミュレーションをうまく融合させたデータ解析の方法論は、今後大きく発展する研究分野と思われる。そのトップリーダーとしての活躍を期待している。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： イベント情報を活用する高精度時系列モデリング技術の構築

2. 個人研究者名

小林 亮太（東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

多様な複雑システムから得られる時系列データから数理モデルを構築し予測を得ることは重要だが、従来の機械学習などのデータ駆動型の解析手法では時系列はあまり考慮されていないのが現状である。本研究では、神経スパイク時系列データ、ソーシャルメディア（Twitter, Facebook など）から得られる時系列データを取りあげて、点過程モデルを用いて数理モデル化し、それに基づく新しいデータ解析手法を開発して、実際のデータに応用して成果を得た。まず、神経スパイク時系列データに対して、多次元イベント時系列データから相互作用を推定する点過程に基づく統計的モデリング手法（GLMCC）を開発し、神経スパイクデータから神経細胞間の相互作用の強さを高精度に推定することに成功した。さらに、機械学習の問題として定式化することで、スパイクデータから神経細胞間の相互作用の強さを自動推定する技術（CONNECT）を開発した。また、この技術を Web アプリとして公開し、自動化に道筋をつけたことも数理構造活用を目指す本領域の活動として評価できる。ソーシャルメディアデータへの応用についても、新しい点過程モデルを導入することで Twitter のフェイクニュースの拡散パターンを高精度に予測することに成功した。さらに、時系列に付随するイベント情報を解析に取り込んだ時系列モデルへの拡張を図り、予測精度の向上を図るとともに、イベント内容（映画の公開、サッカーの試合など）ごとの人々の興味の変化に見える時間スケールの違いを明らかにした。この手法を発展させて、新型コロナウイルスワクチン接種期間中の Twitter における「ワクチン」に関する日本語ツイートの解析を行い、その成果をプレス発表し注目を浴びた。新型コロナウイルスのような社会的にも関心が高いテーマにおけるデータの解析を、自身の開発した手法で果敢に取り組み、興味深い成果を得たことは高く評価できる。領域内連携にも積極的に参加し、その連携成果を活かして多くの巨大プロジェクトに参加することになったことは、本研究でもたらされた解析技術の高い波及効果を端的に示すものである。これらのプロジェクトにおける今後の本研究の飛躍を期待したい。



## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： データ駆動型クーブマン作用素による非線形力学系の解析と設計

2. 個人研究者名

薄 良彦（京都大学大学院工学研究科電気工学専攻 准教授）

3. 事後評価結果

様々な社会的課題の背後にある複雑現象の観測から得られるデータを利活用する数学的基盤の構築を目指して、現象を記述する微分方程式や差分方程式などの非線形力学系から誘導されるクーブマン作用素のスペクトルを数理構造に設定して理論を体系的に整備し、それを活用する課題である。理論面では電力網などのネットワーク化システムの数理モデルである非線形微分代数方程式のクーブマン作用素のスペクトルの性質を明らかにし、制御分野に現れる非線形自励系のラプラス領域理論をクーブマン生成子のレゾルベント作用素で特徴づけるなど、世界的な潮流であるクーブマン作用素によるデータ解析研究の発展に大きく貢献した。加えてクーブマン作用素解析で用いられる Dynamic Mode Decomposition (DMD) に対するノイズに強いロバストなアルゴリズムや固有値の推定精度を高めるアルゴリズムを開発するなど実用性の高いアルゴリズムの整備を行い、これらを空調システムや電力ネットワークの制御に対して実応用するなど、理論・アルゴリズム・応用への数理構造活用を具現化した点も高く評価できる。領域内の多くの研究者との交流にも積極的に取り組み、クーブマン作用素に関する書籍を執筆するなど幅広いアウトリーチに取り組んだことも評価したい。当初の目的の一つであった非自励系のクーブマン作用素の理論は、その数学的な難しさからさきがけ研究期間では解決に至らなかったが、問題の困難さの原因が明確になるなど今後の解決に向けた手がかりとなると期待される。今後も理論と応用バランスのとれた高いレベルの研究を継続していただきたい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 自己組織化による構造折紙パターンの創生
2. 個人研究者名  
館 知宏（東京大学大学院総合文化研究科 教授）
3. 事後評価結果

「オリガミ」工学は折紙という日本伝統の遊びに端を発して、機能性を持つ三次元的構造物を動的に形成する基本的な分野として昇華したものである。オリガミの結果、得られた構造物の機能を研究するのではなく、所望の機能を実現するオリガミという逆問題の解決にむけて、折りの形と構造性の背後にある原理を「巨視的視点」と「自己組織化」がキーとなる数理構造として採用し、それを軸にした数学理論の構築とそのソフトウェア実現を通して新しい折りの原理の活用を図った。オリガミは一枚の紙から三次元構造物を構成するという意味で曲面の微分可能でない等長変換の研究に帰着されるが、物理シミュレーションベースの曲面のシワを自己組織的に構成する変換アルゴリズムを提案し、それを通じて折りで実現可能な曲面の特徴付けに成功している。そうした変換の静的な性質にとどまらず、オリガミによって構成された構造物が機能として発現する自由な運動を離散保存力学系モデルによって記述、それを用いて運動を不動点周りの準周期解、安定性・不安定性の分岐といった力学系の言葉としての記述にも成功しており、動的オリガミ理論構築のマイルストーンとして学術的な価値も高い。アウトリーチ活動にも積極的に取り組み、美術家や大学の学生、共同研究者など多様な分野の人を巻き込んでアートと数理を横断する国際的な活動を行っており、他のさきがけ研究者には見られない優れた活動として高く評価したい。理論から応用、その社会発信まで非常に高い視点で研究の国際的なコアとなる研究者として活躍を大いに期待したい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 深層学習の潜在的な正則構造の理解に基づく学習法の安定化と正則化

2. 個人研究者名

二反田 篤史（九州工業大学大学院情報工学研究院 准教授）

3. 事後評価結果

深層学習などの機械学習は現代の基幹技術として重要であることは言うまでもないが、しばしば指摘されるように機械学習の多くはその作用機序（なぜうまくいくか等）が理論的に明確でなくブラックボックス化されているため、その機序の理論的な理解を進め、それに基づいてより効果的な学習手法を確立することは挑戦的な課題である。本研究では深層学習モデルの背景にある最適化手法の最適解への収束性や潜在的な正則化にある数理構造に深く切り込み、これらの理論的性質を活用して新しい最適化手法の開発・その効率的な実装までを行って成果を得ている。具体的にはニューラルタンジェントカーネル(NTK)やニューラルネットワークの平均場理論の研究を行い、二層ニューラルネットワークの機械学習モデルに対して最適効率の学習可能条件を与えることに成功した。また、平均場ニューラルネットワークモデルの最適化を実現する凸解析理論の創出を通じて、確率的最適化手法を新たに提案、その理論解析をさらに進めた点は数理構造活用という観点でも大いに評価できる。その成果は機械学習分野のトップカンファレンスにおける Outstanding paper に選ばれるなど学術的にもインパクトが高いものである。その他、本領域における機械学習の専門家として、多くのさきがけ研究者をつなぐ役割を果たしてきたことも、領域全体への波及効果が高いものであった。今後も実装までも視野に入れたレベルの高い深層学習分野の理論解析を推進する研究者としての活躍を期待したい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 離散幾何学が拓く計算系統学の新展開

2. 個人研究者名

早水 桃子（早稲田大学大学院理工学術院 准教授）

3. 事後評価結果

生物の進化の系譜を表現する「系統樹」という従来の古典的表現では記述が難しいウィルスやバクテリアなどの複雑な進化を記述する数理モデル「系統ネットワーク」を数理構造としてとりあげ、それを解析する離散幾何学的モデリングという包括的な数学的枠組で捉えて理論を整備した。さらに、その解析を実現するアルゴリズムを開発、生命科学の諸問題への応用を達成している。理論面で特筆すべき成果は、根付き二分系統ネットワークが一意的に直既約分解できること、さらに系統ネットワークに含まれる全域系統樹の集合がある条件を満たすアーク集合の直積と同型であることを示す構造定理を与えたことであり、これは代数学における表現論にも通じる基盤的な成果である。この理論をさらに深めると同時に、系統ネットワークにおける数理構造として全域系統樹に現れる諸問題を高速に解決するアルゴリズムを提案し、数理構造の活用に道筋をつけたことは、学術の側面だけでなく本領域目標を実現する成果としても高く評価できる。また、これらの研究成果を英語で解説する Youtube 動画は非常に反響を呼ぶなど SNS による研究者のアウトリーチのあり方について新しい可能性を示す研究者である。加えて、領域内連携を積極的に進めて新しい研究分野を創出、細胞分化の軌跡推定のためのデータ解析の問題にも取り組み、が開発した計算系統学自身に新しい展開を図って多くの成果を得たことも評価される。今後も確固とした離散数学の背景を持ちながら、多彩な研究スタイルで多様な共同研究を推進できる数理科学研究者としての活躍も大いに期待したい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 新しい凸性に基づくアルゴリズムと最適化理論

2. 個人研究者名

平井 広志（東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授）

3. 事後評価結果

本課題は「ユークリッド空間に埋め込まれた空間上の凸最適化」という従来の離散最適化理論の枠組を大きく超えて、 $CAT(0)$ 空間のような非正曲率距離空間の凸性を利用した新しい離散最適化理論とそのアルゴリズムの設計とその応用を目指した野心的な研究である。モジュラ半束など離散最適化の土台となりうる空間が  $CAT(0)$  性を持つことを示すと同時に、変数付き行列のランクを求める非可換 Edmonds 問題に対して  $CAT(0)$  性を用いた全く新しい多項式時間アルゴリズムを開発、それを一般化したアダマール空間上の最適化問題の有界性判定に関する凸解析理論の整備を行った。加えて本理論に立脚した格子点上の離散凸解析アルゴリズムの開発や幾何学的群論や系統樹組み合わせ論、オークション理論への応用などにも成果があり、この理論の応用は純粋数学から具体的な問題にまで幅広い適用範囲を持つことを示した。本課題で構築された離散最適化理論やアルゴリズムは、数学・情報・応用の現代の様々な場面に対して有効であることが示されており、 $CAT(0)$  性とその凸性を数理構造として活用した新しい離散最適化理論を着実に開拓したことは高く評価される。今後もこの理論の発展とその応用の拡大を牽引することを強く期待したい。

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 最適化アルゴリズムの平均感度解析

2. 個人研究者名

吉田 悠一（国立情報学研究所 教授）

3. 事後評価結果

機械学習やデータマイニングなど応用で普遍的に現れる最適化問題を解決するため、その最適解の近似アルゴリズムは広く用いられているが、本課題はこれらのアルゴリズムの性質をより深く理解するために従来の最適化問題の近似性能とは一線を画する「アルゴリズム平均感度」という概念を数理構造として新たに導入し、その数理科学・情報科学的な研究とその応用を進めたものである。平均感度は本研究者が提案した概念であり、従来のアルゴリズムの性能評価に新たな一軸を付け加えるにとどまらず、アルゴリズムにリップシツ連続性という概念も導入することに成功しており、学術的に独創的かつ極めて卓越した成果であると考え。また、平均感度の低いアルゴリズムはデータの欠損や時間変化、ノイズなどに頑健であることを意味しているが、よく知られた最適化問題の解決アルゴリズムである最小全域木問題、最小カット問題、最大マッチング問題などに本概念を持ち込んで平均感度が低いアルゴリズムを構成することに成功しており、数理構造の活用の観点からも優れた成果を得たといえる。平均感度という概念の展開にも積極的に取り組み、他さきがけ研究者をインスパイアし続け、またエピゲノム解析に関する共同研究もスタートするなど、その研究の拡がり理論・応用双方に大きな広がりを見せている点も高く評価したい。今後の平均感度概念の理論的深化と応用の両面でのさらなる研究の発展により、我が国発の世界的な学術的貢献を大いに期待している。