

CREST

「数学・数理科学と情報科学の 連携・融合による情報活用基盤の創出と 社会課題解決に向けた展開」

～研究領域の方針について～

研究総括 上田 修功

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 フェロー /
理化学研究所革新知能統合研究センター 副センター長



科学技術振興機構

1. 背景

- ・ビッグデータ活用の有用性が多方面で実証され、そのドライバーとして、近年深層学習に代表される人工知能技術(機械学習技術)が注目されているが、難病、異常現象、大災害などのデータ収集が困難なレアイベントや、情報のデータ化・デジタル化自体が困難な場合、データ駆動型アプローチだけでは十分とは言えない。
- ・現状の人工知能技術はブラックボックスモデルと呼ばれ、解析結果に対する説明性や信頼性向上が課題となっている。
- ・サイエンス分野では数学・数理科学による原理の解明というプロセスモデルに基づく研究が古くから実践され、数学・数理科学の力が実証されている。
- ・情報科学の分野においても、欧米で生み出された、RSA暗号、ページランク、圧縮センシング、差分プライバシーなどの革新技术は全て数学を活用した成果と言える。

2. 概要

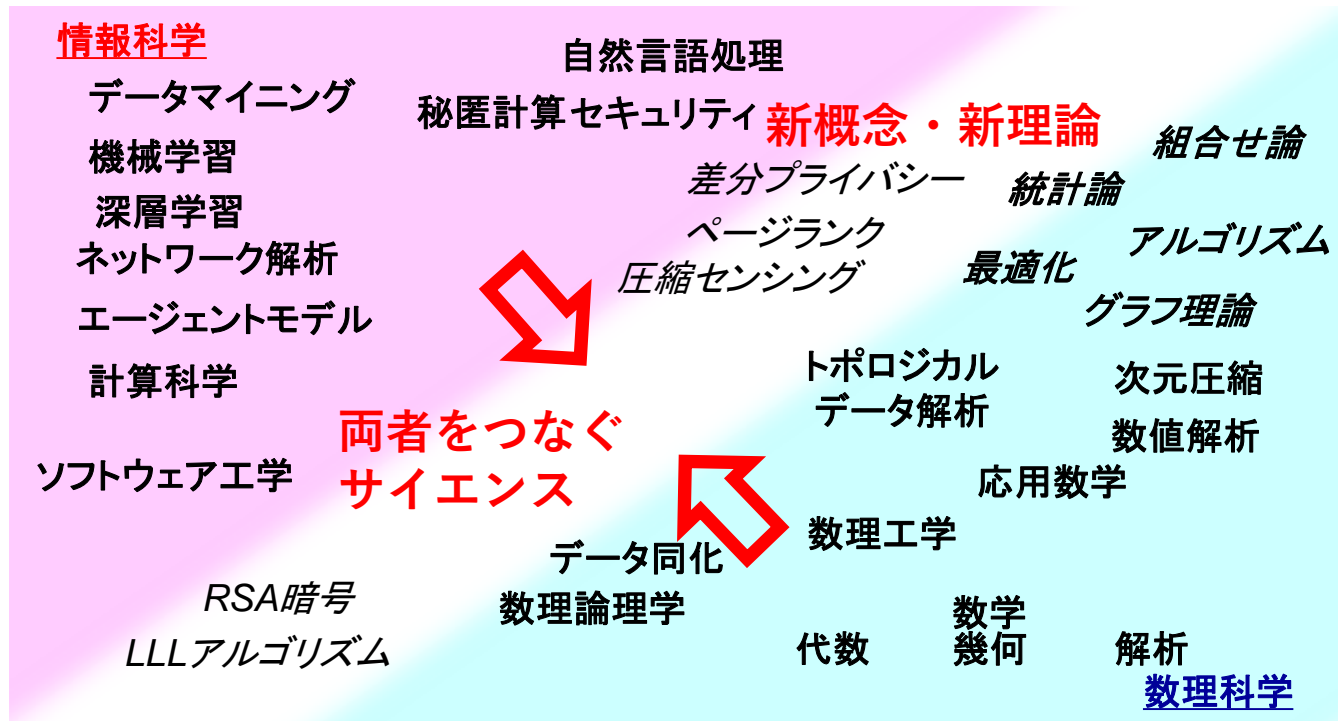
AIやビッグデータ解析などのデータ駆動型のアプローチだけでは困難な実社会の問題解決や付加価値創造に対して、**数理学と情報科学の連携・融合による新たな基盤技術の創出**を目指す。
具体的には、以下の研究開発に取り組む。

- (1) **数学の発想を取り入れた**新たな情報活用手法の創出に資する理論および技術の構築
- (2) 数学・数理学と情報科学を繋ぐ**新たなサイエンスの創出**
- (3) 様々な分野や産業界における情報の活用を加速・高度化するデータ解析アルゴリズムやソフトウェア等の**次世代アプリケーション基盤技術の創出**

上記により**インパクトある社会課題の解決につなげる**ことを目指す。

3. 目標と領域イメージ

- ・数学・数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出
- ・社会課題解決に向けた展開



数理的情報活用基盤

社会課題解決に向けた展開

応用先分野



文部科学省資料を改変

3. 目標と領域イメージ(続き)

・ Society 5.0(人間中心社会)における新パラダイムの創出

1. 実験科学

アリストテレスの天動説(自然哲学)

2. 理論科学

ニュートン(プリンキピア)

3. 計算科学

数値計算, シミュレーション

4. データ集約型科学(第4の科学)

データからの仮説発見

➡ 次は？

4. 具体的な研究課題例

具体的な研究課題として以下に例を示す。ただし、募集課題はこれに限らない

- (1) **解くべき問題の数理モデル化** (原理的なメカニズムの抽出)による、少数データからでも有用な情報の抽出を可能にするための理論および技術の構築。
レアイベントの予測・予兆検出などの応用も含む。
- (2) **モデル駆動型とデータ駆動型との連携**による、数理モデルの精緻化やシミュレーションの効率化のための理論および技術。
- (3) 既存のページランク、差分プライバシー、圧縮センシング、RSA暗号などに代表される**数学・数理科学と情報科学を繋ぐ新たなサイエンスの創出**。
- (4) 数学の発想を活かした、自然言語情報・感覚情報などを**計算可能なデータに変換(情報のデジタル化、記号化)するための原理および技術**、あるいは、データの匿名化、品質・信頼性保証やサンプリング理論。
- (5) セキュリティ、個人情報保護、匿名性、公平性などに関する**数学・数理科学研究**

5. 想定する研究の進め方

1. 対象とする応用分野を想定し、**社会的課題の解決や新たなサイエンス、価値の創造を目指したテーマ**とする。
2. 数学・数理科学の研究者、情報科学の研究者および応用領域の研究者から成るメンバー構成を理想とする。
 - (1) 数学・数理科学者と情報科学者がチームとなって、数学・数理科学の発想を取り入れた革新的な情報活用手法の創出に資する理論及び技術の構築を目指す。
 - (2) この技術がどのような社会的課題の解決や新たな価値創造につながるかを具体的に示す。
 - (3) 社会課題や新たな価値の創造を検討するにあたっては、例えば医療、バイオ、マテリアル、環境・エネルギー等の応用分野の専門家にメンバーに入ってもらい、ことも有用と考える

6. 採択研究課題一覧

令和元年度

五十音順

氏名	所属機関	役職	研究課題名
梶原 健司	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	教授	設計の新パラダイムを拓く新しい離散的な曲面の幾何学
樺島 祥介	東京大学 大学院理学系研究科	教授	情報量で読み解く細胞の生命現象
河原 吉伸	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	教授	作用素論的データ解析に基づく複雑ダイナミクス計算基盤の創出
谷口 隆晴	神戸大学 大学院システム情報学研究科	准教授	幾何学的離散力学を核とする構造保存的システムモデリング・シミュレーション基盤

6. 採択研究課題一覧

令和2年度

五十音順

氏名	所属機関	役職	研究課題名
小林徹也	東京大学 生産技術研究所	准教授	構造的・動力学的制約を活用した多元混合化学情報の解読とその応用
末永幸平	京都大学 大学院情報学研究科	准教授	AI集約的サイバーフィジカルシステムの形式的解析設計手法
杉山由恵	大阪大学 大学院情報科学研究科	教授	4D-CTA・4D-MRA医療画像に基づく壁微小運動の数理解析とAI技術の融合 ～先制医療のための数理データ科学統合シミュレーション～
野津裕史	金沢大学 理工研究域	教授	力学系理論に基づく物理リザーバ計算能力の強化
福水健次	情報・システム研究機構 統計数理研究所	教授	数理知能表現による深層構造学習モデルの革新

7. 領域アドバイザー

五十音順

アドバイザー名	所属
穴井 宏和	富士通(株) 富士通研究所 人工知能研究所 所長
岩田 覚	東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
國府 寛司	京都大学 大学院 理学研究科 教授
小谷 元子	東北大学 材料科学高等研究所 主任研究者・教授／ 東北大学 理事・副学長
齋藤 政彦	神戸大学 数理・データサイエンスセンター センター長
佐伯 修	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 所長・教授
田中 利幸	京都大学 大学院 情報学研究科 教授
田辺 隆人	(株)NTTデータ数理システム 数理計画部 部長
平田 典子	日本大学 理工学部 教授

8. 海外・他領域との連携・協働

- ・ **海外の研究者やプロジェクトとの連携**を積極的に推進
- ・ 同じ戦略目標下で設定された領域と**密に情報共有**

- 本年はCRESTの枠組みの中で**日仏共同提案を募集**します。(詳細は後述)
- 国内外の様々な関連分野の研究者と情報科学や数理学の研究者のワークショップ等を開催し、**数学・数理学と情報科学との連携・融合**を促進する。
- 本研究領域と同じ戦略目標下で設定されたさきがけ、ACT-Xの研究領域との相乗効果を狙い、ワークショップ等を共同して行い、多様な分野の研究者で密に情報共有する。

9. 応募にあたっての留意点

1. 研究期間全体における研究費は**2.5億円(間接経費を除く)を上限**とする
2. 提案書には、**5.5年間での達成目標および、3年後のマイルストーンを具体的に記載**すること

- 応用分野を想定し、社会的課題の解決や新たなサイエンス、価値の創造を目指したテーマとすること。
- 数学・数理科学の研究者、情報科学の研究者および応用領域の研究者から成るメンバー構成を理想とする
- 数学・数理科学がどのような新たな情報活用基盤を構築するのか、あるいは、数学・数理科学と情報科学がどのように融合して革新的なサイエンス、新価値の創造を生み出すのかをできるだけ具体的に記載すること
- 2021年度第1期(既存研究領域)スケジュール
 - **応募締切: 5月18日(火) 正午※厳守**
 - 選考期間: 5月下旬～9月中旬
 - 研究開始: 10月1日(予定)


10. フランスANR(国立研究機構)との日仏共同提案について

1. 日仏の科学研究における協力促進を目的に、2021年度のCRESTの提案募集では、当研究領域において**通常の研究提案に加えて、日仏共同研究グループによる共同研究提案を募集します**
 2. 日仏の研究代表者で**1つの共同研究提案書(英語、CREST-ANR共通書式)**を作成し、**JST(日本)とANR(フランス)にそれぞれ申請していただきます**
- JST、ANR両機関に申請されることが審査の要件となります。必ず両機関に申請をしてください。(ANR申請受付期間:2021年2月12日(金)~5月6日(木)10:00 CEST
※ 最新の情報はANRのWebページを必ずご確認ください。
 - ANRとJSTが各々提案の審査を行った後、両機関で協議の上採択を決定します。
 - **CRESTにおける選考では、日仏共同研究提案と通常の研究提案とを分けずに審査します。**どちらか一方が有利になることはありません。採択後も通常のCREST課題と同様に研究を推進します。
 - 研究代表者は日仏共同提案と通常のCRESTの提案の両方を申請することはできません。
 - CRESTへの応募の際に、ANRに提出した日仏共同研究提案の内容を変更することはできません。
 - 詳細は、WEBをご確認ください。

戦略目標「数理学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会への展開」CREST・さきがけ・ACT-X領域間連携について

2019年度新たに設定された戦略目標「数理学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会への展開」のもとに、CREST、さきがけ、ACT-Xの3研究領域が発足しました。

当該分野の発展や研究者ネットワーク構築に向けて、これらの研究領域については積極的な連携を図って行きます。



「数学・数理学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会課題解決に向けた展開」



研究総括: 上田 修功 (NTTコミュニケーション科学基礎研究所 フェロー／
理化学研究所革新知能統合研究センター 副センター長)



「数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理解造とその活用」



研究総括: 坂上 貴之 (京都大学大学院理学研究科 教授)



「数理・情報のフロンティア」*

※当該戦略目標に加え、戦略目標「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術の創出」も含まれます



研究総括: 河原林 健一 (国立情報学研究所 教授／副所長)

特集：『数理科学と情報科学で社会問題の解決に挑む』

<https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2019/202003/index.html>

是非ご覧ください。




JST AIPネットワークラボについて

- 人工知能の分野において、我が国の強みをいかした技術戦略の策定・実行を指揮する司令塔機能として平成28年4月に設置された「人工知能技術戦略会議」において、産学官で取り組むべき人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップが策定、研究開発から社会実装までを一元的に推進。
- 文部科学省では平成28年度より、理化学研究所革新知能統合研究センターを新設するとともに、JST戦略的創造研究推進事業の一部をAIPネットワークラボとして推進する「AIPプロジェクト」を開始。理研AIPセンターとJSTのAIPネットワークラボが一体となってAIPプロジェクトを推進。



*AIP (Advanced Integrated Intelligence Platform)
革新的な人工知能技術を中核として、
ビッグデータ・IoT・サイバーセキュリティ
を統合した研究開発を推進


理化学研究所
革新知能統合研究センター
（AIPセンター）
杉山センター長



一体的
に推進
人材
成果

(★2021募集領域)

JST AIPネットワークラボ ラボ長：江村克己




CREST

信頼されるAIシステム (相澤 総括)	★		人工知能(栄藤 総括)	
数的情報活用基盤 (上田 総括)	★		知的情報処理(萩田 総括)	
共生インタラクション (間瀬 総括)				



さかけ
PRESTO

信頼されるAI(有村 総括)	★		人とインタラクション (暦本 総括)	
数理構造活用(坂上 総括)	★		社会デザイン(黒橋 総括)	
IoT(徳田 総括)	★			

ACT-i

情報と未来(後藤 総括)	★	
--------------	---	---

ACT-X

AI活用学問革新創成 (國吉 総括)	★	
数理・情報のフロンティア (河原林 総括)	★	

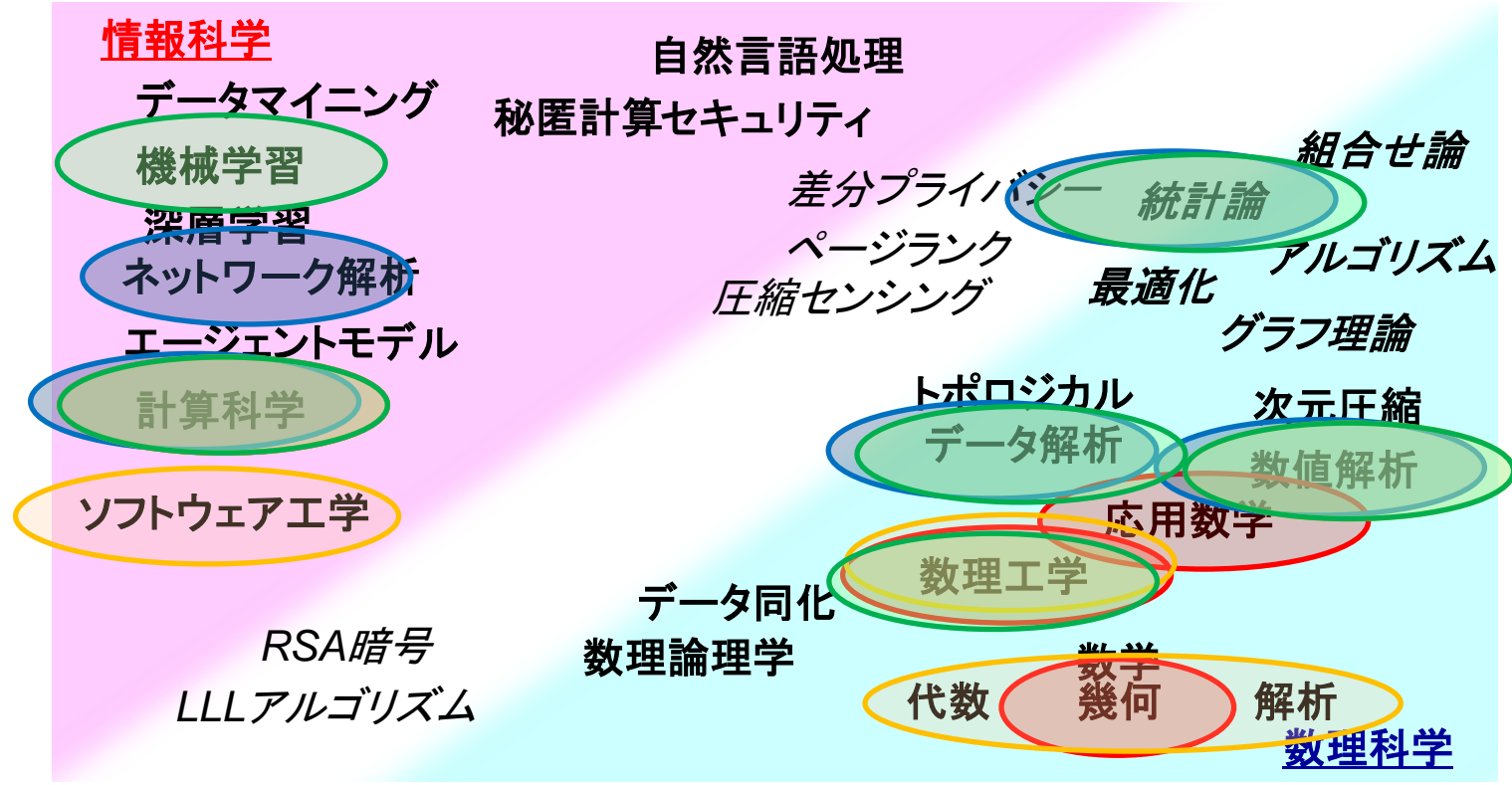
(2021/4/1時点の参画領域)

参考資料

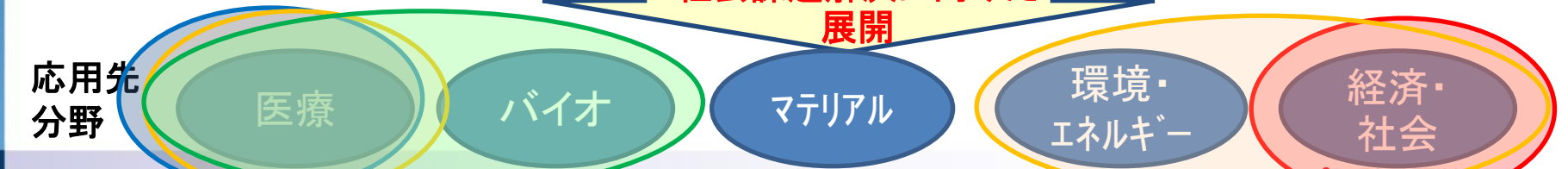
(参考) 研究領域ポートフォリオ (令和元年度採択課題)

4課題の重ね合わせ

- 梶原健司 「設計の新パラダイムを拓く新しい離散的な曲面の幾何学」
- 樺島祥介 「情報量で読み解く細胞の生命現象」
- 河原吉伸 「作用素論的データ解析に基づく複雑ダイナミクス計算基盤の創出」
- 谷口隆晴 「幾何学的離散力学を核とする構造保存的システムモデリング・シミュレーション基盤」



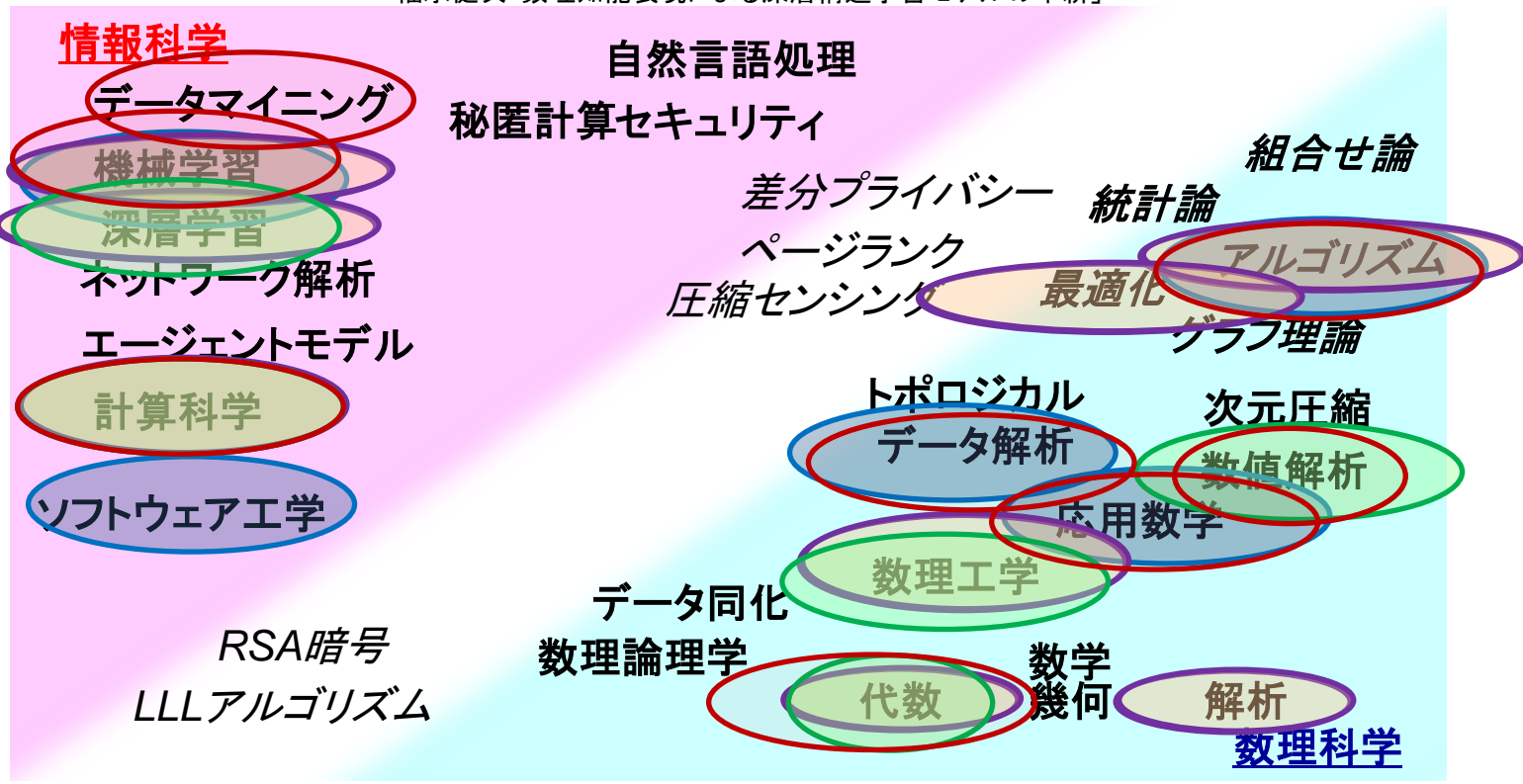
数理的情報活用基盤



(参考) 研究領域ポートフォリオ (令和2年度採択課題)

5課題の重ね合わせ

小林徹也「構造的・動力的制約を活用した多元混合化学情報の解釈とその応用」
 末永幸平「AI集約的サイバーフィジカルシステムの形式的解析設計手法」
 杉山由恵「4D-CTA・4D-MRA医療画像に基づく壁微小運動の数理解析とAI技術の融合」
 野津裕史「力学系理論に基づく物理リザー計算能力の強化」
 福水健次「数理知能表現による深層構造学習モデルの革新」



数理的情報活用基盤

