

We Provide the Infrastructure for UTokyo and Beyond



# INFORMATION TECHNOLOGY CENTER, THE UNIVERSITY OF TOKYO

東京大学情報基盤センター

〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6-2-3  
6-2-3 Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba 277-0882, Japan  
Phone: 04-7133-4658 / Fax: 04-7135-5532 (G3)  
<https://www.itc.u-tokyo.ac.jp/> (日本語)  
<https://www.itc.u-tokyo.ac.jp/en/> (English)



2024年7月発行





# 情報「基盤」センター

## The IT “Infrastructure” Center

情報基盤センターのことを私はつい、「基盤センター」と呼んでしまいます。もちろん語呂が良いからなのですが、「情報」センターでも「情基」センターでもなく、「基盤」センターなのです。私の周囲にも、そんな呼び方をする人は少なくないようです。

ふた昔前であれば、情報基盤センターは大学の「基盤」センターだ、と発言したら、いささか大げさな、と言われたでしょう。しかし今ならどうでしょうか。今や情報システムは東京大学の教育と研究を支える、なくてはならないものです。情報システムが一日停止したら、東京大学の機能も一日停止する、と言っても過言ではないでしょう。

情報基盤センターは、文字どおり、大学の情報にかかわる「基盤」が常に最新、最先端であるように研究開発をおこなう組織です。また、そうして開発した基盤を日々安定的に運用し、提供することも重要な使命です。安定運用の方法論もセンターの研究対象です。

センターは5つの研究部門「情報メディア教育研究部門」「データ科学研究部門」「ネットワーク研究部門」「スーパーコンピューティング研究部門」「学際情報科学研究部門」、そして1つの研究体「情報セキュリティ研究体」からなります。それらが互いに連携し、そして学内外の関連組織とも協力して、それぞれの部門が担当する情報「基盤」を研究、運用しています。また、全国8大学の情報基盤関連のセンターを連携させた拠点ネットワーク「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）」の中核としても機能しています。

誰もが情報システムを利用する今日、情報にかかわる基盤を単にモノとして運用、提供するだけでは不十分です。それを使うさまざまな学術的・社会的背景をもった人に寄り添った利用支援、また新たな情報システムの創出や、それを使いこなす人材の育成支援も、情報基盤センターが担っていかなければならない役目です。それによって東京大学における教育研究DXの実現に貢献することを、情報基盤センターは目指しています。

I often refer to the Information Technology Center as the “Infrastructure Center” in Japanese because the direct translation of its Japanese name is the Information Infrastructure Center. Not a few people around me do the same. Note that I do not shorten it to the Information Center or the IT Center. I call it the Infrastructure Center because that name sounds well in Japanese. But I also like the meaning.

Decades ago, if I said that the Information Technology Center is a center providing the “Infrastructure” for the university, you would say that I was exaggerating. But what do you say today? Our information systems are now indispensable for our educational and research activities at The University of Tokyo. If the information systems stop for one day, the activities in UTokyo will also be suspended on that day.

The Information Technology Center is, as its name tells us, an organization that aims at actively conducting research and development to ensure that our information systems are always state-of-the-art. The Center is also actively engaged in providing a stable foundation for information in the university. The methodology for achieving this stability is also a research topic in the Center.

The Center consists of five divisions and one initiative: the Campus-wide Computing Research Division, Data Science Research Division, Network Research Division, Supercomputing Research Division, Inter-disciplinary Information Science Research Division, and the Security Informatics Initiative. To offer a state-of-the-art “infrastructure” for our digital activities, these divisions and initiative collaborate with each other and also other institutions inside and outside the university. Furthermore, the Center acts as the core institute of the Joint Usage/Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructure (JHPCN), a network of eight leading university IT centers in Japan.

Today everyone must have access to information systems. Just offering the infrastructure related to information is not adequate for the Center’s mission. The Center must provide a user experience that will be compatible for users who have different academic and/or social backgrounds. Creating new information systems and developing human resources for those digital technologies is also the Center’s responsibility. In these ways, the Center contributes to the university’s digital transformation.

東京大学 情報基盤センター長 千葉 滋

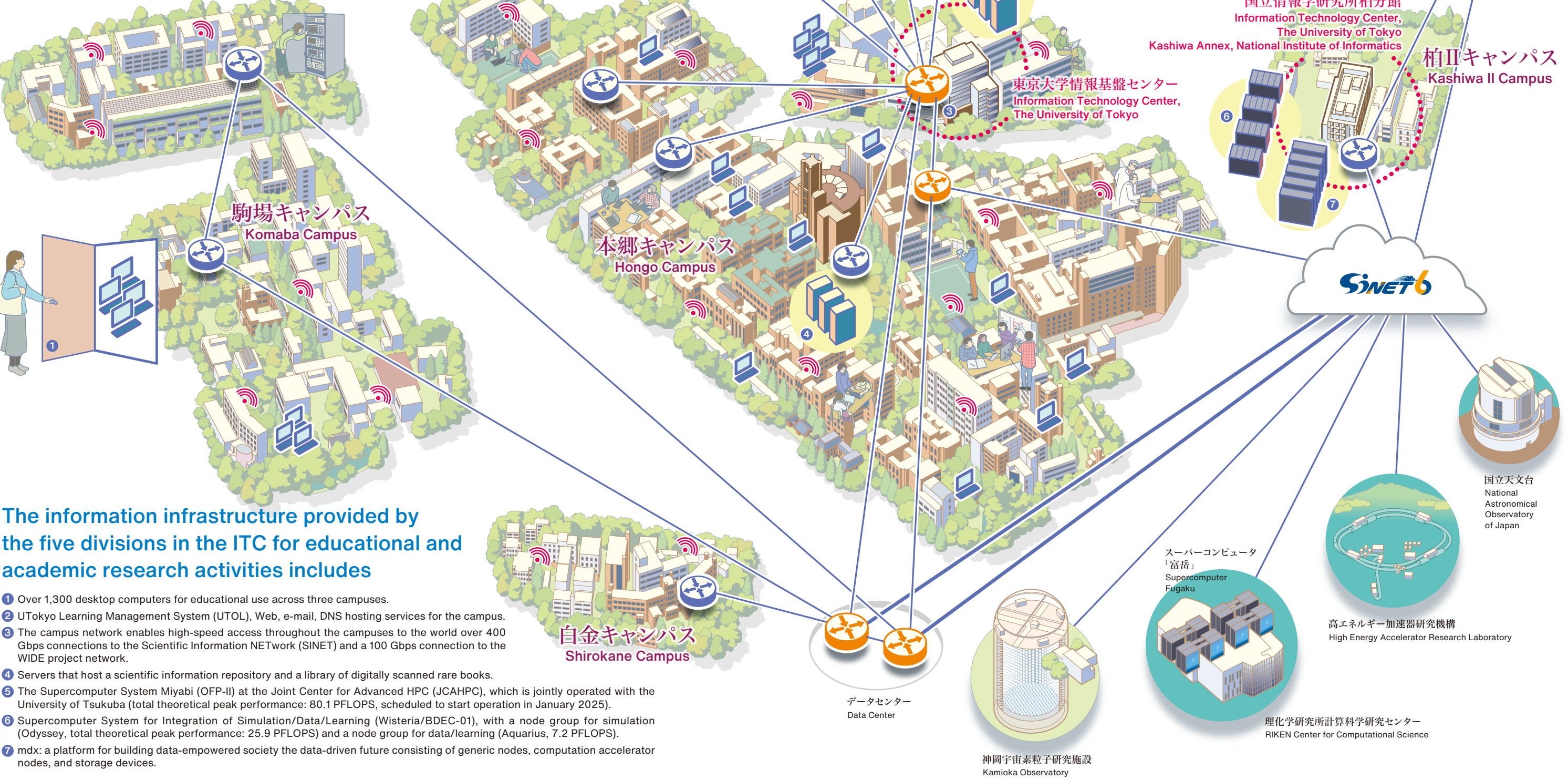
Professor Shigeru Chiba  
Director of Information Technology Center  
The University of Tokyo





# 教育と学内外の研究活動を支える情報基盤を5つの部門が提供しています。

- ① キャンパスに分散配置された1,300台を超える教育用コンピュータ。
- ② 学内向けの学習管理システム「UTOL」、ウェブ、メール、DNSのホスティングサービスを提供。
- ③ キャンパスネットワークは、学術情報ネットワーク「SINET」と400Gbpsの回線で、産学連携の研究コンソーシアム「WIDEプロジェクト」と100Gbpsの回線で接続し、キャンパス全体に高速なネットワークアクセスを提供している。
- ④ 学術情報リポジトリや電子化された貴重書を公開するサーバー群。
- ⑤ スーパーコンピュータシステムMiyabi (OFP-II) (総理論演算性能80.1ペタフロップス)。筑波大学と共同で運営する最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)により2025年1月に稼働予定。
- ⑥ 「計算・データ・学習」融合スーパーコンピュータシステム(Wisteria/BDEC-01)。シミュレーションノード群 Odyssey (総理論演算性能25.9ペタフロップス)とデータ・学習ノード群Aquarius(同7.2ペタフロップス)からなる。
- ⑦ 汎用ノード、演算加速ノード、ストレージ群で構成された「データ活用社会創成プラットフォーム mdx」。



## The information infrastructure provided by the five divisions in the ITC for educational and academic research activities includes

- ① Over 1,300 desktop computers for educational use across three campuses.
- ② UTokyo Learning Management System (UTOL), Web, e-mail, DNS hosting services for the campus.
- ③ The campus network enables high-speed access throughout the campuses to the world over 400 Gbps connections to the Scientific Information Network (SINET) and a 100 Gbps connection to the WIDE project network.
- ④ Servers that host a scientific information repository and a library of digitally scanned rare books.
- ⑤ The Supercomputer System Miyabi (OFP-II) at the Joint Center for Advanced HPC (JCAHPC), which is jointly operated with the University of Tsukuba (total theoretical peak performance: 80.1 PFLOPS, scheduled to start operation in January 2025).
- ⑥ Supercomputer System for Integration of Simulation/Data/Learning (Wisteria/BDEC-01), with a node group for simulation (Odyssey, total theoretical peak performance: 25.9 PFLOPS) and a node group for data/learning (Aquarius, 7.2 PFLOPS).
- ⑦ mdx: a platform for building data-empowered society the data-driven future consisting of generic nodes, computation accelerator nodes, and storage devices.



人の活動にどのように情報基盤を活かすか？

# 情報メディア教育研究部門

3万人が利用する大規模な教育用システムを企画・構築するとともに、  
情報基盤をとりまく多彩なテーマを研究しています。

Providing Information Infrastructure for the Students and Faculty

## Campus-wide Computing Research Division

The Campus-wide Computing Research Division designs and builds the educational computing infrastructure throughout the university campus. The division also conducts research on important information infrastructure topics.



【写真：駒場キャンパスの演習室】

本郷・駒場・柏キャンパスには、教育用計算機システムとして約1,300台のPCを配置。プログラミングなどの講義に使われているほか、日常的な道具としてワードプロセッサや表計算などにも使われている。また講義に合わせて、数式処理や統計処理、設計用のCADなどの専門的なソフトウェアパッケージが用意されている。

Photo: Educational Campus-wide Computing System at Komaba campus

Over 1,300 personal computers are deployed across the Hongo, Komaba, and Kashiwa campuses. These computers are used for programming classes and for word processing and spreadsheet applications. In addition, mathematical and statistical analysis, computer-aided design, and other specialized software packages are also available.

### 人が力を発揮できる情報基盤をつくる

コンピュータの力を最大限に引き出して自らの活動に活かす——東京大学はこのための教育に力をいれ、教育に使用する情報基盤を1970年代前半から構築してきました。本郷・駒場・柏キャンパスには現在、1,300台を超えるPCからなる教育用計算機システム(ECCS: Educational Campuswide Computing System)が分散して配置され、登録されているユーザーはどこでも利用することができます。教養教育や専門教育で実施されるプログラミングの講義や演習に、数値計算やCADなどの専門的で多彩なアプリケーションを使った実習に、そして学生の自習の場として、ECCSは使われています。加えて、学内の情報発信や情報交換の基盤として、学習管理システム(LMS)、ウェブ、メール、DNSのホスティングサービスを提供しています。

広範にわたる研究分野と多彩な国籍の3万人の学生と教職員、そして地理的に離れている複数のキャンパス。その多様な利用者、変化の激しいIT社会のなかでどのようなシステムをつくり、いかに効率よく安定して運用していくか。それを検討し、蓄えた知恵をオープンにしていくことは、私たちの活動テーマのひとつです。

その一方で、人に寄り添い、コンピュータの性能を引き出せるように、情報基盤をめぐる多彩な研究を進めています。

#### 研究テーマ

##### ○ゲームプログラミング

ルールがはっきりしていて評価しやすいゲームは、情報処理の題材としてよく取り上げられ、アルゴリズム、探索、機械学習など、多方面の技術を発展させてきました。2013年、共同研究してきたGPS将棋がトッププロ棋士に挑戦し、好成績を取めました。

##### ○教育支援システム

学習管理システムをはじめ、授業を支援するシステムを研究・開発しています。変わったところでは、学科のシラバスから機械学習の手法で教育の内容を抽出し、学科の教育の特徴を可視化する研究もしています。

##### ○エッジコンピューティングにおけるネットワーク技術の研究

端末により近い場所でサービスを提供する仕組みとしてエッジコンピューティング技術が注目されています。本部門では、エッジの計算機資源に効率よくトラフィックを誘導する仕組みなどを研究しています。

##### ○バーチャルリアリティ技術

オンライン教育の急速な普及にともない、VRの教育応用が普及しつつあります。アバター心理学やソーシャルVRなどのVRに関連する技術を教育に応用する際に留意すべき点を明らかにし、より効果的な教育応用を実現するための研究を進めています。

### Information Infrastructures that Empower Users

To enable everyone to utilize the power of computers to the most of their abilities, the University of Tokyo has been providing rich computer education and a large-scale information processing infrastructure on campus since the early 1970s. Currently, the Educational Campus-wide Computing System (ECCS) comprises more than 1,300 personal computers distributed across the Hongo, Komaba, and Kashiwa campuses, which are also accessible to registered users from anywhere. In addition to programming and computer science classes, these computers are also used for computer-aided design and numerical processing applications, and by students studying on their own. Our division also provides a learning management system (LMS), web, e-mail, and DNS hosting services for publishing and exchanging academic information via the campus intranet.

With the ECCS providing computing power for a wide range of academic projects and a student body and faculty of over 30,000 individuals covering five campuses, maintaining an efficient, solid platform in a dynamically changing information technology environment presents various unique challenges. Therefore, one of the ongoing missions of the division is to review and assess solutions to these challenges and then share our findings with the general public. We also conduct research on various aspects of information infrastructure, aiming to provide enhanced computing with a more user-friendly interface.

#### Research Subjects

##### ○ Game Programming

Games that have a concrete set of rules, such as chess and shogi (Japanese chess), are ideal study topics for data processing. By trying to solve these games, we have contributed to improvements in algorithm design, search logic, and machine learning. In 2013, through a joint research project on computer shogi software, we produced GPS Shogi, which subsequently beat a human master-level shogi player in a tournament setting.

##### ○ Education Support Systems

The division is currently developing learning management systems and various other education support systems. Our unique developments include systems that use machine learning methodologies to automatically extract the abstracts of what students can expect to learn in a specific division or major from the list of individual course syllabuses provided for that division.

##### ○ Network Technologies for Edge Computing

This division conducts research on networking technologies for edge computing. Edge computing aims to provide multiple services on the edge of mobile networks to improve user experiences.

##### ○ Virtual Reality Technology

This division researches VR-related technologies such as human-computer interaction, avatar psychology, and social VR for education and identifies issues that need to be addressed for more effective educational applications.



## データに潜在している価値を取り出す

今日、天候や地震活動の自然観測データ、人や車の移動データ、商取引、医療などの社会活動データを含む、さまざまなデータが自然および人工の情報源から集められ、膨大な量のデジタルデータとして蓄積されています。

デジタルデータはまた、散逸の危険性がある歴史的な文書および記録をデジタルアーカイブすることによっても生成されます。そこではデジタル化そのものが貴重な財産を生み出し、物理的な距離に関係なくそれらをアクセス可能にすることによって、それらの価値を高めています。さらに、Webページ、ソーシャルネットワーク、学術論文など、初めからデジタルで生まれたデータもあります。

データ分析とモデリング技術、特に機械学習の発展により、データから、より意味があり解釈可能な情報を抽出することが可能になり、さらにネットワーク技術の発展によってさまざまな情報源からの情報を組み合わせることが可能になっています。データ科学は、数字の並びにすぎない生データから価値ある洞察や知識を抽出することについての広大な分野です。データ科学はまた、高性能プロセッサ、ストレージ、ネットワーク、大規模データ分析、深層学習を含む数値計算アルゴリズムなど、高性能計算技術の進歩とも深く関わっています。

データ科学研究部門は、旧学術情報研究部門を改め2018年末に設立されました。データ科学に関する研究に加え、データ科学研究コミュニティのための基盤を設計、構築するために、中心的な役割を果たしていきます。また、附属図書館と密接に協力し、デジタルアーカイブプロジェクトと学術データベースの運用サービスを遂行します。

データを価値に、財産に

# データ科学研究部門

歴史的史料のデジタル化、データから価値ある知見を生み出す方法論を研究しています。

From Data to Values and Human Heritage

## Data Science Research Division

We research digital archives of historical materials and methodologies to identify valuable insights from data.

## Mining for Value Concealed within Data

Nowadays, a huge volume of digital data is gathered from both natural and artificial sources; for example, weather and seismic monitoring data, human and vehicle mobility data, and social activity data such as business transactions and medical care records. Digitally archiving historic documents and records at risk of dissipation also produces digital data. In these cases, digitization secures and enhances the value of knowledge by making it accessible regardless of physical distance. New digital data is also frequently being created, such as web pages, social networks, and academic papers.

Advances in data analysis and modeling techniques, most notably machine learning, enable us to extract more meaningful and interpretable information from data and networking technology. This makes it possible to combine information from various sources. Data science is about turning raw data from a stream of digits into valuable insights and knowledge. Data science is also closely related to advances in high performance computing technologies, including high performance processors, storage and networking, big data analytics, deep learning numerical algorithms, and so on.

The Data Science Research Division was established at the end of 2018, replacing the Academic Information Science Research Division. In addition to research on data science, the division will lead the designing and building of a national infrastructure for the data science research community. It will also continue to collaborate closely with the General Library on the digital archiving project and scholarly database services.

### 研究テーマ

#### ○データ統合と機械学習による人の流れの予測

携帯機器の位置情報から得られる人の位置と、デジタル化された都市交通網データなどを統合、分析し、新世代の人工知能技術(深層学習、強化学習、アンサンブル学習など)と結び付けて、複数の交通手段を使用して刻々と移動していく人の流れを予測する研究をしています。予測情報は、交通システムの制御、緊急事態発生時の管理、災害発生時の支援、伝染病の拡大予防対策、医療資源配置の最適化などに役立てることができます。このような予測を実現するための、モデリングとシミュレーションの手法に力を入れています。

#### ○大規模グラフニューラルネットワーク

デジタル空間と現実世界の「モノ・コト・ヒト」のつながりは、グラフ理論では、ノードとエッジによって構成される大規模な動的グラフ構造として表現できます。この大規模グラフ構造とノード、エッジの役割・性質を、ニューラルネットワークを用いて深層学習し、解析するための手法「グラフニューラルネットワーク(GNN)」を研究しています。GNNの応用研究では、電子商取引、ニュース記事の推薦問題、モビリティにおける交通予測、金融領域における不正検知に取り組んでいます。また、データ科学・機械学習と材料開発・研究の融合分野であるマテリアルズインフォマティクスへの応用にも取り組んでいます。シミュレーションによる計算データや実験機器からの実データの効率的・効果的な収集方法、それらのデータを活用したGNNによる物性値予測の研究を行っています。

### 〈データ活用社会創成プラットフォーム mdx〉

研究環境を用途に合わせてオンデマンドで短時間に構築・拡張・融合できる、データ収集・集積・解析のためのプラットフォームを提供しています。

データ利活用やその社会実装には、複数の分野、複数のセクターでの協働が不可欠です。大学に限らず、企業や研究機関などが保有するデータに対し、課題解決のための個々の分野の専門的知見、プログラミング、アルゴリズム、機械学習などの情報科学・データ科学の知見などが、これまで以上に広範に、密に合わさることが必要になっています。mdxはそのための大きな一歩となるよう作られたプラットフォームです。大学や国立研究機関、産業界、自治体などが組織の垣根を越え、迅速に、密に、効率よく連携できるようにすることをミッションとしています。

mdxは、仮想化技術を用いてプロジェクトごとに分離された、プライベート環境(仮想プラットフォーム)を提供します。プライベート環境はプロジェクトごとに柔軟に環境構築・設定が可能で、プロジェクトそれぞれに必要なソフトウェアスタックを導入できます。そしてSINETを活かしてリアルタイムに収集・集積したデータを、mdxで解析することを可能にします。このようなプラットフォームがさまざまな分野のデータ保有者、解析者、利用者のコミュニティを形成し、新たな価値創造につながっていきます。

2024年現在、mdxは国内の9大学・2研究機関によって共同で運営され、東京大学情報基盤センターが統括・事務局を担当しています。

### Research Subjects

#### ○Machine Learning on Big Human Mobility Data

Our research integrates and analyzes people's locations, obtained from mobile phone location data, with digitized urban transportation network data. We combine these data with next-generation AI technology (deep learning, reinforcement learning, ensemble learning, etc.) to predict the flow of people moment by moment using numerous means of transportation. The predicted information can be useful for various purposes such as transportation system control, emergency management, aid in the event of a disaster, strategies for preventing the spread of infectious diseases, and allocating medical resources. We are particularly focused on modeling and simulation techniques that will enable this sort of prediction.

#### ○Large-Scale Graph Neural Networks

All entities in digital space and the real world—including objects, facts, and human beings—and their relationships can be represented as nodes and edges, leading to large-scale dynamic graphs in graph theory. We work on graph neural networks or GNNs that can learn graph structures and the roles of nodes and edges via deep learning. We target various GNN applications including recommender systems in e-commerce, news platforms, transportation as well as fraud detection in financial systems. We have also been investigating Materials Informatics, the interdisciplinary research field between data science/machine learning and materials science/engineering. We are working on developing an effective method to store big materials data, such as the theoretical results of physical simulations and real data from experimental instruments. Moreover, we are using these data to develop machine learning methods for material property predictions which use GNNs to effectively handle molecular graphs.

### 〈mdx: a platform for building data-empowered society〉

mdx aims to be a platform that provides the functionality to collect, store, and analyze data that can then be rapidly created, extended, and integrated on demand for specific uses.

Collaboration between multiple fields and sectors is required to be able to utilize data and apply it to benefit society at large. There is a need to bring together organizations that possess and provide data, particularly corporations and research institutions in specific fields; experts in various fields needed to resolve issues; and specialists in information and data sciences, including in programming, algorithms and machine learning. As a major step toward that end, mdx aims to facilitate collaboration between universities, national research institutions, industry, and the government.

Using virtualization technology, mdx provides private environments (virtual platforms) that are unique to each project. A private virtual environment can be created and configured individually for each project in a flexible manner, making it possible to install the necessary software stack for the project. mdx utilizes the Japanese academic backbone network called the Science Information NETwork (SINET) and generates output from input in real time by connecting remote sensors and storage devices with the computational resources on the data platform. A community of data owners, analysts, and users in a variety of fields who collaborate across the boundaries of academia and industry is formed to create new values.

As of FY2024, mdx is jointly operated by nine universities and two research institutes, led by the Information Technology Center at the University of Tokyo.





ネットワークとコンピューティングの融合による  
情報基盤の高度化

日本のインターネットは、1986年、東京大学の情報基盤センター（当時大型計算機センター）、慶應義塾大学、東京工業大学の間を実験ネットワークでつなぐことから始まりました。今では、インターネットは日々の生活に欠かせないものとなり、その安定性、信頼性に対する要求もたいへん大きくなっています。また、ネットワークとコンピューティングの融合が進み、情報基盤の高度化にはこの2つを切り離して考えることはできなくなりました。さまざまな脅威が増えるなか、セキュリティも重要な課題です。私たちは、ますます重要度を増すネットワークとコンピューティングについて、基礎から応用まで幅広い研究を進めています。研究は、学内ネットワークシステムUTNETの設計・運用・構築と一体になっており、研究の成果を運用に活かすとともに、運用で得られた知見を研究につなげています。

社会の様相と密にリンクしている情報大動脈

# ネットワーク研究部門

情報ネットワークの基礎技術から応用までを研究するとともに、5つのキャンパスと複数の研究施設を結ぶ学内ネットワークシステムを構築しています。

## The Critical Link of Information Between the University and Society Network Research Division

The Network Research Division conducts research on the fundamental aspects and advanced applications of network technologies. The division also manages the university's network infrastructure which connects several research facilities and five campuses.

Integrating Networking and Computing for  
Advanced IT Infrastructure

The Internet was introduced to Japan in 1986 as an experimental network connecting three universities—the University of Tokyo Information Technology Center (previously known as the University of Tokyo Computer Centre), Keio University, and Tokyo Institute of Technology. Since then, the Internet has been an essential part of our daily lives, and demand for its availability and reliability has continued to grow. Moreover, advancement in information infrastructures requires further integration of networking and computing. Security has also become a growing concern as cyber threats become more varied.

The Network Research Division conducts research on networking and computing by examining both fundamental and advanced research topics. Our mission involves designing, constructing, and operating the university's campus network system, UUNET. We apply our knowledge of network operation to our research while also applying the results of our research to further enhance network operation.

研究テーマ

○ネットワークの高速化・高度化

情報通信ネットワークを構成する経路制御技術やプロトコル、そしてネットワークを利用するためのシステムソフトウェアなどを対象に、バックボーンネットワークの柔軟な設計・運用手法や、高速なネットワーク処理技術に関する研究を行っています。また、リアルタイムIoTを支える情報基盤のアーキテクチャに関する検討も行っています。

○日常生活の体験を拡張するユーザーインタフェース

新しい体験の創造を目指し、AR/VR環境におけるインタフェースや感覚間の相互作用を用いたインタフェースを研究しています。視覚や聴覚に加えて、触覚や味覚などの五感に着目し、エンターテインメントや健康といった人々のウェルビーイングに繋がる技術の開発を目指しています。また、スマートフォンなどの携帯デバイスを用いたインタラクション技術や行動認識、認証技術に関する研究も行っています。

○キャンパス向けSD-WANシステム

オーバーレイネットワーク技術を活用し、地理的に分散したあらゆる場所で、必要とされるリソースとセキュリティ機能を備えたネットワークを即座に提供できるSoftware Defined WAN技術として、ASANOシステムを開発し、東京大学のキャンパスネットワークで運用しています。

Research Subjects

○ Advanced Networking

We are researching routing technologies, network protocols, and system software, which compose data communication networks, for flexible design and practical operation of backbone networks and high-speed networking. We are also investigating architectures for information systems specialized for real-time IoT systems.

○ User Interface for Enhancing Daily Life

We are researching interfaces in AR/VR environments and cross-modal interfaces focused on interactions between sensory modalities, with the aim of creating new experiences. We aim to develop technologies that enhance people's well-being by focusing on the five senses, in areas such as entertainment and health. We are also investigating 3D interaction techniques, context recognition, and user authentication using mobile devices.

○ Campus-wide SD-WAN System

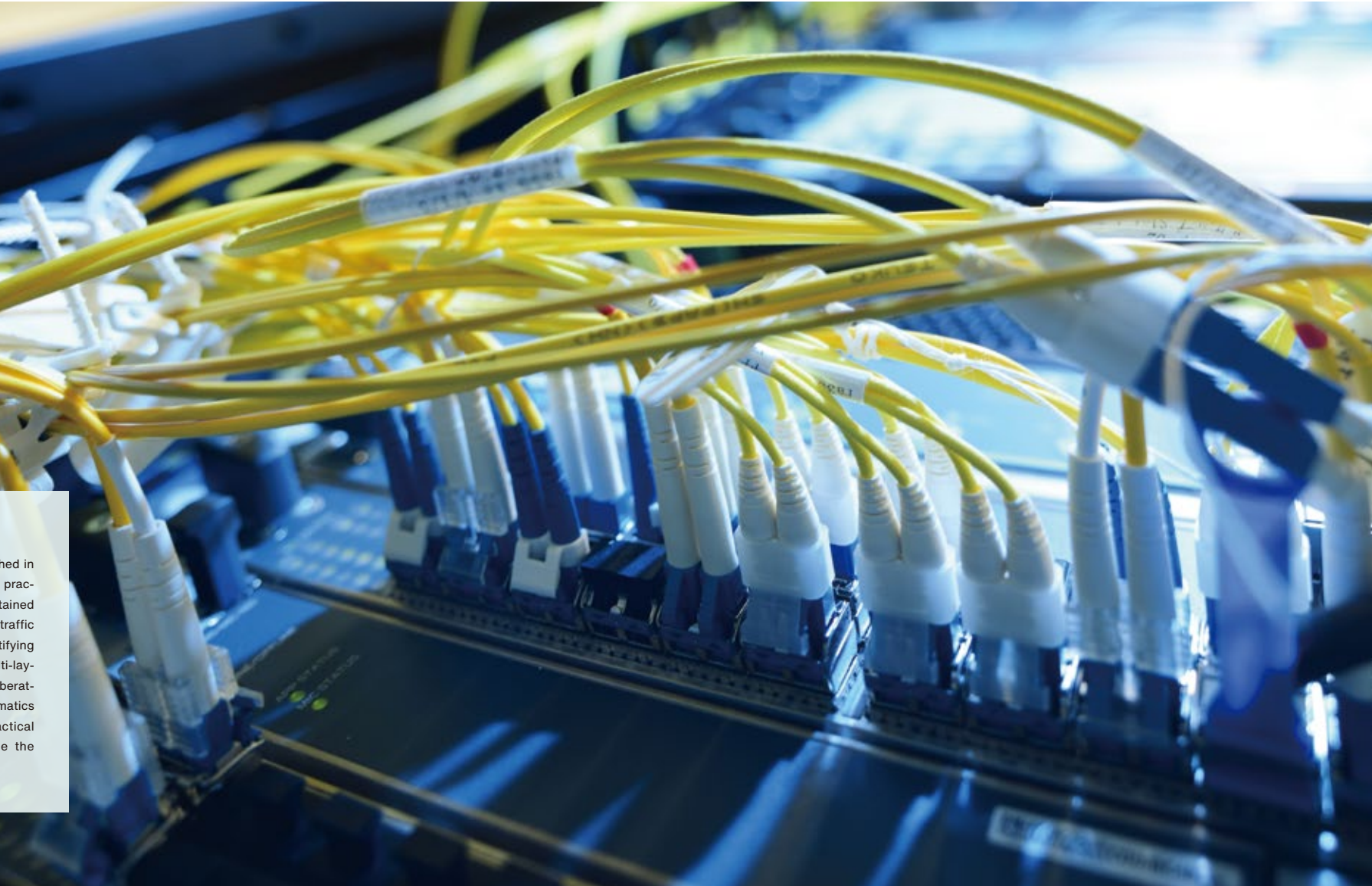
We are researching and developing a software-defined WAN system called the ASANO System, which can immediately provide network access and security functions at geographically distributed places using overlay network technology. We are also operating the ASANO System in our university's campus network.

〈情報セキュリティ研究体〉

東京大学のネットワークの運用によって得られた知見を基に実践的なサイバーセキュリティを研究するため、情報基盤センターに情報セキュリティ研究体が設置されました。情報基盤センターでこれまで開発してきた、トラフィックの異常検知技術や、サイバー攻撃からの回復性のある多層的な防御技術を基に、サイバー攻撃の予兆を検知し、システム運用での早期警戒に役立てる研究に取り組んでいます。また、情報セキュリティ研究体は連携研究機構として情報セキュリティ教育研究センターに参加し、東京大学の各部局でのセキュリティ担当者の人材育成に必要な実務教育を提供しています。

〈Security Informatics Initiatives〉

The Security Informatics Initiatives (SII) were established in the Information Technology Center (ITC) to conduct practical cybersecurity research based on knowledge obtained through the UUNET. Current research areas include traffic anomaly detection technology for preemptively identifying signs of cyberattacks during system operation and multi-layered defense technology which is resilient against cyberattacks. The ITC also participates in the Security Informatics Education and Research Center and provides practical training programs for operators within and outside the University of Tokyo.





情報科学の未来を学際力でデザインする

# スーパーコンピューティング研究部門

次世代のスーパーコンピュータシステム、科学技術計算手法を研究し、日本における中心的なスパコンセンターとして、計算機資源および関連サービスを提供しています。

Supercomputing—Making the Impossible Possible

## Supercomputing Research Division

The Supercomputing Research Division is conducting research on hardware, software, algorithms and applications of next-generation supercomputers.

The division also provides computational resources and related services as the core supercomputer center in Japan.

### 「計算・データ・学習」の融合による 革新的スーパーコンピューティング

Society 5.0とは、デジタル技術によってサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させ、経済発展と社会的課題解決を実現する、安全・安心な人間中心の社会です\*1。スーパーコンピュータは、主として計算科学・工学シミュレーションに使用されてきましたが、データ科学、機械学習との融合により、Society 5.0の実現に貢献することができます。

我々は、「計算・データ・学習(S+D+L)」融合を実現するスーパーコンピュータシステム(Big Data & Extreme Computing: BDEC)の構築を目指して、2015年頃からさまざまな研究開発を進めてきました。2021年5月に運用を開始した国内最大の規模のスーパーコンピュータ「Wisteria/BDEC-01」は、BDEC構想に基づく最初のシステムです。「富岳」と同じ汎用CPU(A64FX)を搭載したシミュレーションノード群(Odyssey)と、NVIDIA A100 Tensor Core GPUを搭載したGPUクラスタによるデータ・学習ノード群(Aquarius)で構成され、総ピーク性能は33.1ペタフロップスです。シミュレーション向け、データ解析・機械学習向けの、異なるアーキテクチャを組み合わせたスーパーコンピュータシステムは、世界でも初めてです。またAquariusは、大容量通信回線で外部ネットワークに直接接続され、SINETなどを介してリアルタイムに観測データなどを取得できます。Wisteria/BDEC-01は、膨大な量のシミュレーション結果や観測データを格納できる、大容量の共有ファイルシステムとSSD搭載高速ファイルシステムを備えています。

Wisteria/BDEC-01のような異なるアーキテクチャを組み合わせたシステムから最大限の能力を引き出しつつ、計算量・消費エネルギーを最小限

に抑え、「計算・データ・学習」融合を実現するのが、先駆的なソフトウェア基盤「h3-Open-BDEC」です。センター内外の計算科学、計算機科学、数値アルゴリズム、データ科学、機械学習の専門家が協力して開発しています。Wisteria/BDEC-01とh3-Open-BDECによって、観測データとシミュレーションを組み合わせたデータ同化、機械学習などによるシミュレーションモデルやパラメータの最適化などが、容易になります。実現象の解明に使用される非線形シミュレーションでは、パラメータを変えて何度も実行する必要がありますが、機械学習によるモデルとパラメータの最適化によって、実行回数を大幅に削減できます。さらに、変動精度演算、精度保証を使用した高効率、高精度、高信頼な計算手法を組み合わせることによって、大幅な消費エネルギー削減が可能です。「計算・データ・学習」融合は、地震学、大気科学、材料科学、医療などの広い分野のアプリケーションに適用され、さまざまな新しい科学的発見を実現しています。

2025年1月には、筑波大学と共同で運営する最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)で、Miyabi (OFP-II) システムの運用が始まります。脱炭素化へ向けた世界的な潮流とエネルギー価格の高騰を見据え、本センターとしては初めて、エネルギー効率の高いGPUを中心としたシステムを導入します。最新のNVIDIA Grace-Hopper Superchipを1,120台搭載し、総ピーク性能は80.1ペタフロップスです。Wisteria/BDEC-01で培った、h3-Open-BDECによる「計算・データ・学習」融合に関する知見をMiyabiの運用にも活用し、Society 5.0の実現を目指します。

\*1 Society 5.0: [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/)  
[https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html)

### Innovative Supercomputing by Integrating Simulation/Data/Learning (S+D+L)

Society 5.0 is a human-centered, safe, and secure society that closely integrates cyberspace and physical space to facilitate economic development and resolve social issues. While supercomputers have been mainly used for simulations in computational science, the integration of simulation with data analytics and machine learning will bring us closer to realizing Society 5.0.

Since around 2015, we have been engaged in the research and development for a supercomputer system that integrates simulations, data analytics, and machine learning (S+D+L). Known as the Big Data & Extreme Computing (BDEC) project, our first BDEC system, Wisteria/BDEC-01, commenced operations in May 2021. It comprises a simulation node group (Odyssey) with the same general-purpose CPU (A64FX) as the Supercomputer “Fugaku” and a data/learning node group (Aquarius) equipped with NVIDIA A100 Tensor Core GPUs. The system’s total peak performance is 33.1 petaflops. Wisteria/BDEC-01 is the world’s first supercomputer which combines different architectures for simulations and data analysis/machine learning. It features a shared file system with ample capacity and a fast SSD-based file system. Additionally, Aquarius is directly connected to an external network via a high-capacity communication line, enabling real-time observation data acquisition through SINET.

h3-Open-BDEC is an innovative software platform that

integrates S+D+L by minimizing computation and energy consumption and maximizing the effectiveness of heterogeneous supercomputers such as Wisteria/BDEC-01. It is a collaborative development between computational science, computer science, numerical algorithms, data science, and machine learning. Wisteria/BDEC-01 and h3-Open-BDEC enable data assimilation by combining observation data analysis/utilization with simulations and optimizing model parameters. Leveraging machine learning can significantly reduce the need for multiple runs in real-world nonlinear simulations. Energy consumption is substantially reduced by merging high-performance, and highly-accurate/reliable computing methods with adaptive precision and accuracy verification. S+D+L integration spans diverse fields, including seismology, atmospheric science, materials science, and medicine, driving new scientific discoveries in these areas.

In January 2025, we plan to start operating the Miyabi (OFP-II) system at JCAHPC (Joint Center for Advanced HPC), which is jointly operated with the University of Tsukuba. Considering the global trend toward decarbonization in recent years and the soaring energy prices, ITC/UTokyo will be the first to introduce a system centered on highly energy-efficient GPUs. It is equipped with 1,120 units of the latest NVIDIA Grace-Hopper Superchip, and its total peak performance is 80.1 petaflops. At Miyabi, we aim to realize Society 5.0 by utilizing the knowledge and experiences from Wisteria/BDEC-01 regarding the integration of S+D+L on Miyabi using h3-Open-BDEC.

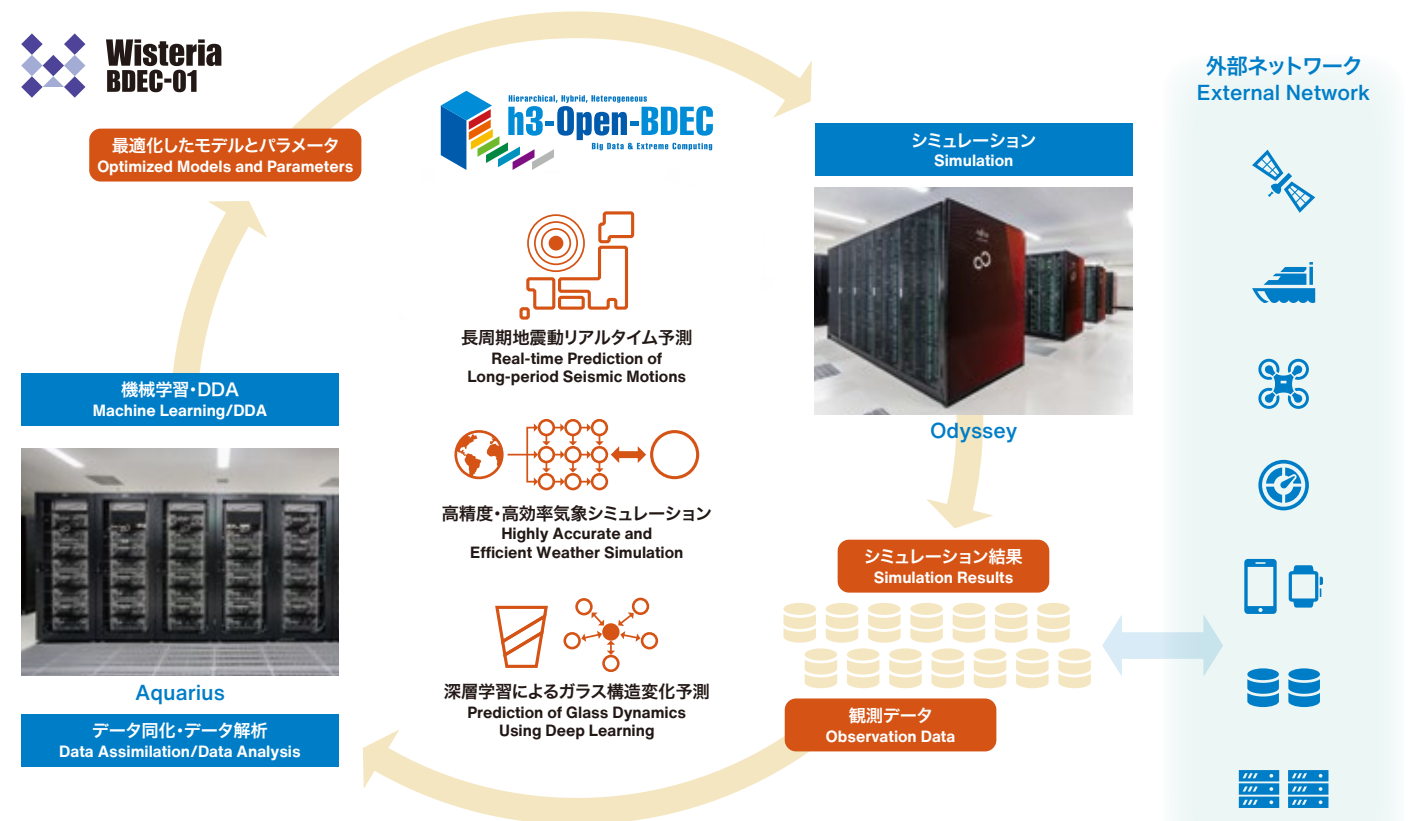


図: Wisteria/BDEC-01はシミュレーションノード群のOdysseyとデータ・学習ノード群のAquariusで構成されている  
Figures: Wisteria/BDEC-01 consists of Simulation Nodes Odyssey and Data/Learning Nodes Aquarius



情報科学の未来を学際力でデザインする

# 学際情報科学研究部門

学際的な情報科学研究を促進する共同研究やシンポジウムを提供するとともに、次世代の情報社会を導く革新的な技術と知識を創出します。

Designing the Future of Information Science Through Interdisciplinary Cooperation

## Interdisciplinary Information Science Research Division

Our division provides collaboration and symposium to drive interdisciplinary information science research, and develops innovative technologies and knowledge for the next-generation information society.

### 学際的な情報科学研究を先導する

学際情報科学研究部門は、情報基盤センターの研究部門を横断する形で活動する組織です。旧学際情報科学研究体を改め、2023年10月に発足しました。私たちのミッションは、大規模情報処理や情報基盤に関する研究を学際的な視点で結びつけることで、革新的な技術と知識を創出し、新たな情報科学の未来を切り開くことです。当センターは、8つの大学(北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学)から構成される学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(JHPCN)の中核拠点であり、そのなかで本部門は国内だけでなく世界に開かれた学際的な情報科学研究を推進しています。

### Leading Interdisciplinary Information Science Research

The Interdisciplinary Information Science Research Division (formally Interdisciplinary Information Science Research Initiative) was launched in October 2023 as an organization that collaborates with all of the research divisions in the information technology center. The aim of the division is to develop innovative technologies and knowledge for the next-generation information society by connecting research on large-scale information technology and information infrastructures from the interdisciplinary viewpoint. Our division plays an important role in driving interdisciplinary information science research in Japan and all over the world through management and support of the Joint Usage/Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructures (JHPCN).

#### JHPCN

##### (学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点)

JHPCNは、8つの大学センターの計算科学・データ科学・計算機科学の専門家の知見と計算資源を活用し、自然科学から人文社会科学までの広範な分野と学際的な共同研究を行う活動です。2022年度には、データ科学に特化した「mdx」も提供資源として加わりました。JHPCNには年1回の公募で選ばれる公募型共同研究課題と、各大学センターが推薦する萌芽型共同研究課題があります。採択されると、計算資源を無償で利用できるほか、旅費などの補助を受けられます。また、採択プロジェクトの研究者は年次シンポジウムで発表し、JHPCNの精神である学際研究へつながるネットワークづくりができます。



#### JHPCN: The Joint Usage/Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructures

Utilizing the knowledge of experts in computational science, data science and computer science, and large-scale computational resources, the JHPCN supports interdisciplinary collaborative research with fields ranging from natural sciences and engineering to humanities and social sciences. The JHPCN is jointly operated by eight university centers with the University of Tokyo serving as its core center. From FY2022, mdx (a platform for building data-empowered society) has been added as the open-use computational resources of the JHPCN.

JHPCN joint research are roughly divided into general, international, or corporate joint research proposals, and exploratory joint research themes recommended by each university center. If a proposal is accepted, the research group will have access to the JHPCN's computational resources free of charge. At the annual symposium, project members can network and share their research methods and results, as encouraging interdisciplinary research is the spirit of the JHPCN.

- 北海道大学 Hokkaido University
- 東北大学 Tohoku University
- 東京大学 The University of Tokyo
- 東京工業大学 Tokyo Institute of Technology
- 名古屋大学 Nagoya University
- 大阪大学 Osaka University
- 京都大学 Kyoto University
- 九州大学 Kyushu University



学際研究 — バックボーンの異なる研究者が交差するところ

Interdisciplinary research — where researchers with different backbones intersect

#### 研究テーマ

##### ○情報科学 × 物質/材料科学

AI技術で加速するシミュレーション — 近年、物質材料科学研究におけるシミュレーションの役割は増大していますが、計算コストが大きく、まだまだ改善の余地があります。そこで、AI技術を使用してシミュレーションを高速化・簡便化し、これまで計算できなかった物質材料科学領域の開拓を目指しています。

##### ○情報科学 × 食/環境

人と地球の健康のためのAI技術 — 画像認識や自然言語処理といったマルチメディア技術を使ったアプリケーションを開発しています。アプリを通じて収集したリアルなデータは、より実用的なAIモデルの構築を可能とします。

##### ○情報科学 × 宇宙/医療

複雑な世の中の変化に適応するAI技術 — 未来における適切な解がわからない問題に適応可能なAI技術(主に進化計算、強化学習、深層学習)を探究し、自律宇宙探査機、交通網最適化、医療(睡眠、認知症など)、ヘルスケアなど幅広く展開しています。

##### ○情報科学 × 気象予測

データ同化と気象予測 — 気象予測をはじめとするシミュレーションの精度改善へ向け、データ同化手法の開発や機械学習の応用を研究しています。

##### ○情報科学 × 惑星大気物理化学

観測データ大規模利活用で拓く次世代惑星探査 — 電波望遠鏡(写真)が生成する高精度・高頻度の惑星観測データから有用な環境パラメータを引き出す技術を開発し、「探査機を使わない惑星探査」の時代を創ります。

#### Research Subjects

##### ○Information Science × Materials/Physics

AI accelerates simulations — Although the role of simulation in material science has been increasing, the computational cost is high and there is still room for improvement. With the use of AI technology, we aim to open up new areas of materials science that were previously computationally infeasible.

##### ○Information Science × Food/Environment

AI Technologies for Human and Planet Health — We develop applications that utilize multimedia technologies such as image recognition and natural language processing. The actual data collected through these applications enables the construction of more practical AI models.

##### ○Information Science × Space/Medicine

AI technology for adapting to complex environments — New AI technology (based on evolutionary computation, reinforcement learning, deep learning) is explored to tackle problems for which the optimal solutions are unknown. Applications include autonomous space probes, transportation network optimization, medical care (e.g., sleep, dementia), and health care.

##### ○Information Science × Weather

Data assimilation and numerical weather prediction — We are investigating data assimilation methods and applications of machine learning to improve simulations, such as numerical weather prediction.

##### ○Information Science × Planetary Atmospheric Science

Next generation planetary exploration driven by huge usage of observational data — By developing information techniques to retrieve various environmental parameters from big-data archive produced by a ground-based radio observatory, we aim to create a new era of planetary exploration that can be performed without spacecraft.