



**TOSHIBA**



<http://www.toshiba.co.jp/rdc/>

**CORPORATE  
RESEARCH &  
DEVELOPMENT  
CENTER**

研究開発センター

# 未来を描き、未来を創る。

Imagine the Future, Create the Future.



佐田 豊  
Yutaka Sata  
執行役員  
研究開発センター 所長  
Corporate Officer,  
Director  
Corporate Research & Development Center

## "Open Research & Innovation" で、社会課題を解決する研究所へ。

### ■ 未来を見据えた構想・研究と、社会実証により未来をカタチ創ることが、私たちのミッション。

私たち東芝研究開発センターの重要なミッションは、新しい事業、製品やサービスの核となる技術の獲得と、その社会への実装・実証により、人々の暮らしを豊かにするイノベーションを起こすことです。研究開発センターは"Open Research & Innovation"を掲げ、その実現を目指しています。私たちは、未来の構想を基点として研究に取り組み、その成果の社会実証、すなわち社会やお客様にとっての価値の検証まで、取り組んでいきます。それぞれのステージで、大学、公的研究機関、ベンチャーを含むパートナー企業、お客様と対話を重ねることで、自分たちだけでは思いつかなかったニーズに出会い、今までにない答えを創り、皆さまにその社会やお客様にアイデアや技術を検証いただく、こういったサイクルがイノベーションにつながると確信しています。

### ■ サイバー・フィジカル・システム(CPS)テクノロジー企業に向けて研究開発センターの目指すべき姿。

東芝は世界有数のサイバー・フィジカル・システム(CPS)テクノロジー企業に向けて変革を進めています。SDGsに代表される社会課題は、多様・複雑化し、深刻なものとなっています。「社会価値」、「経済価値」、「人々の生活の豊かさ」を三立させる持続的な解を導きだしていくことが、東芝が目指すCPSだと考えています。研究開発センターが取り組むCPS関連技術は沢山ありますが、複雑な課題を抱える社会は地球規模では一つです。未来の社会を皆で見つめて、社内外含めて相互に構想を共有し、アイデアを繋いで持続的なソリューションを創り上げていくことが大事だと考えています。また、サイバーで価値を生むポイントは社会やお客様のデータにあり、社会やお客様の現場に入り込み課題とその解決手段を考えていく、そこに私たちの技術を創り込むことが大切だと思います。

### ■ 一人ひとりの研究者のアイデアをカタチに。"Open Research & Innovation"で、さらなる飛躍を。

東芝研究開発センターの強みのひとつに、個人のアイデアや能力を尊重する風土があります。非常に広い分野の技術、多様な研究者がひとつの組織に集まり、互いの技術、アイデアを語り合い、練り上げることで、予想もできないような成果が生み出されます。最近では、量子計算機とコンピュータアーキテクチャの研究者が生み出した「シミュレートド分岐マシンの金融裁定取引応用」がその代表例でしょう。こうした風土を大切にしながら、東芝グループ、ひいては日本の産業を支える人材の育成も大切な使命だと考えています。"Open Research & Innovation"を発展させることで、これまでに私たちが取り組んでこなかったような、社内外を巻き込んだ大型プロジェクトも創り出していくつもりです。互いに尊重、刺激しあいながらアイデアや技術を高め、よりよい社会のための新しい価値を生み出していく、私たちはそんな研究所を目指しています。

## Towards an Excellent Research Center that resolves social issues under the banner of "Open Research & Innovation".

### ■ Our mission is to shape the future through cutting edge technology research with sharing concepts of the future society and its social implementation.

The important role of Toshiba Corporate Research & Development Center is to pursue innovation making people's lives enrich through acquiring cutting edge technologies that will form the core of new projects, products and services, and by implementing and validating these in society. The R&D Center is working under the banner of "Open Research & Innovation" to achieve this. We will start by imagining the future, conduct research and validate those achievements in society. In other words, we will go as far as validating based on the values of society and customers. At every stage, we will have ongoing dialogue with universities, public research institutions, partner corporations including start-up companies, and customers. We firmly believe that working this way will lead us innovation through a cycle of experience where we encounter needs that we could not have imagined ourselves, create unprecedented answers, and have all stakeholders validate ideas and technologies in terms of their value to society and customers.

### ■ Envisioning Toshiba Corporate Research & Development Center working towards Toshiba's transition to a Cyber Physical Systems (CPS) Technology Company.

Toshiba is driving reform to become a world-leading Cyber Physical Systems(CPS) technology company. As SDGs show, social issues are becoming more diverse, complex and serious. The CPS that Toshiba seeks will lead to sustainable solutions that enhance "Social Value", "Economic Value" and the "Richness in People's Lives" together. The Corporate Research & Development Center is engaged in numerous CPS-related technologies but we are all one as a society facing complex issues on a global scale. We believe it is vital for everyone to focus on the future of society, and to create sustainable solutions while sharing ideas, both within and outside the company. Furthermore, the key of creating value in the cyber world lies in social and customer data. It is important to become directly involved in social and customer scenes, to consider issues and methods to resolve them, and subsequently incorporate our technologies there.

### ■ Giving shape to the ideas of individual researchers. Further advances under "Open Research & Innovation".

One of the strengths of the Toshiba Corporate Research & Development Center is its climate of respect for the ideas and capabilities of individuals. Having an extremely wide range of technologies and diverse researchers gathered in one organization who share and refine their technologies and ideas gives rise to unpredictable results. A recent case in point is the "Application of the Simulated Bifurcation Machine to Financial Arbitrage" created by researchers in quantum computers and computer architecture. While fostering this type of climate, we believe that also motivated persons who support the Toshiba group, and by extension Japanese industry, is also a valuable mission. By further developing "Open Research & Innovation", we also intend to create large-scale projects in which involvement in the past was not possible, which will involve individuals both within and outside the company. We envision a research center that enhances ideas and technologies through mutual respect and intellectual stimulation, and one that will give rise to new value for a better society.

# サイバー・フィジカル・システムが、 未来をひらく鍵になる。

Cyber Physical Systems will be the key to opening the future.

様々な社会課題の解決においては、社会の多様なシステムを最適に制御することが求められます。その実現の鍵が、「Cyber Physical Systems」です。

「Cyber Physical Systems」は、AI(Artificial Intelligence)とIoT(Internet of Things)を活用し、現実のシステムをデジタル上に再現したデジタルツインを通じた認識、理解、予測、判断、制御のサイクルを回すことで、システムの最適制御を実現します。

私たちは、「Cyber Physical Systems」を構成する5つの分野で革新的技術の開発に取り組み、社会課題の解決につながる新たな価値の創出を目指します。

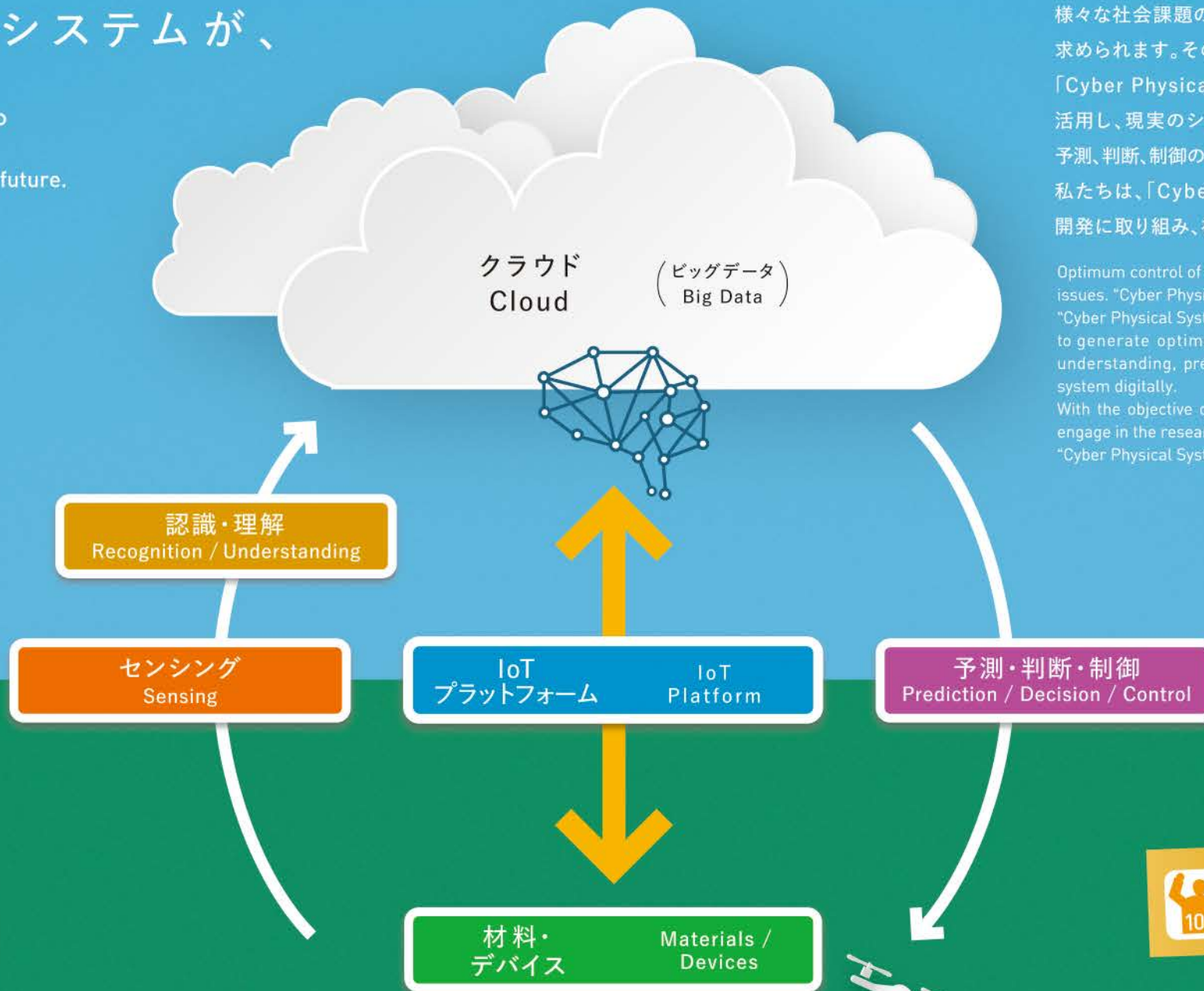
Optimum control of various social systems is needed in order to address a wide range of social issues. "Cyber Physical Systems" are key to achieving this.

"Cyber Physical Systems" utilize AI(Artificial Intelligence) and IoT(Internet of Things) in order to generate optimum system control by means of a cycle of performing recognition, understanding, prediction, decision and control on a digital twin reproduced from the actual system digitally.

With the objective of creating new value that will lead to the resolution of social issues, we engage in the research and development of innovative technology in the five fields that make up "Cyber Physical Systems".

サイバーワールド (デジタルツイン)  
Cyber World (Digital Twin)

フィジカルワールド (モノ)  
Physical World (Things)



海や空、宇宙など未踏領域での活動に向けたインフラ構築  
Building infrastructure for activities in uncharted areas such as in the oceans, the sky, and outer space.

自動運転で安全で自由なモビリティ社会へ  
Using autonomous driving for a safe, high-mobility society

作業負担の低減  
Workload reduction

生産性の向上  
Productivity improvement

リスク検知やセキュリティ技術で安全・安心な社会へ  
A safe and secure society with risk detection and security technology

自律化したインフラ防災IoTで災害に強い街づくり  
Creating disaster-resilient cities using autonomous infrastructure and disaster-prevention IoT

100 豊かな人生100年へ  
A fruitful 100 year life

脱炭素社会の実現  
Achievement of a carbon-free society

CO<sub>2</sub>をエネルギーや資源として活用する  
Utilizing CO<sub>2</sub> as energy and a resource

再生可能エネルギーの安定供給  
Stable supply of renewable energy

顧客ニーズに合わせたフレキシブルな対応  
Flexible responses to customer needs

多様な人材の活躍  
Utilization of diverse human resources

# Sensing

## センシング

### フィジカルワールドの状態の見える化・デジタル化

Visualization and digitization of physical world conditions

Cyber Physical Systemsの実現には、フィジカルワールドの状態をデジタルデータで見える化することが必須になります。フィジカルワールドからデータを収集し、周囲の環境や内部状態、位置や動きを捉えるセンシング技術の開発に取り組んでいます。

The visualization of physical world conditions using digital data is essential for achieving Cyber Physical Systems. Toshiba collects data from the physical world and is developing sensing technology that captures the surrounding environment, internal conditions, location and movement.

自動運転で安全で自由な  
モビリティ社会へ  
Using autonomous driving for a safe, high-mobility society

周囲の環境・位置や動きを捉える

Captures surrounding environment,  
location and movement



リスク検知やセキュリティ技術で  
安全・安心な社会へ  
A safe and secure society with risk detection  
and security technology

内部状況を捉える

Captures internal conditions

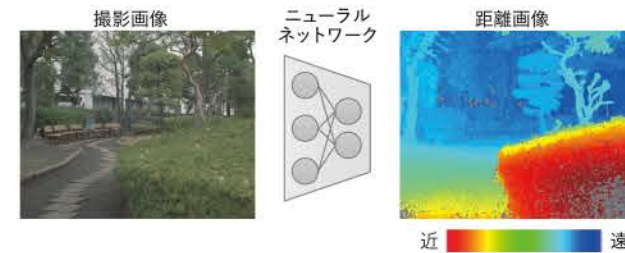


#### 単眼3D計測

Monocular 3-D Measurement

ロボットによる物品のピックアップ、ドローンによるインフラ点検には、周囲の立体情報を取得する小型の視覚センサが必要です。レンズによって生じる画像のぼけをディープラーニングで解析し、市販のカメラで撮影した1枚の画像から高精度な距離計測ができる立体認識AIを開発しました。

For robots to pick up items, and for drones to inspect infrastructure requires a small visual sensor that acquires 3-D data of the surrounding environment. Toshiba has developed AI for measuring depth using a novel deep neural network that analyzes relations between blur and depth occurred in images from a commercially available monocular camera.



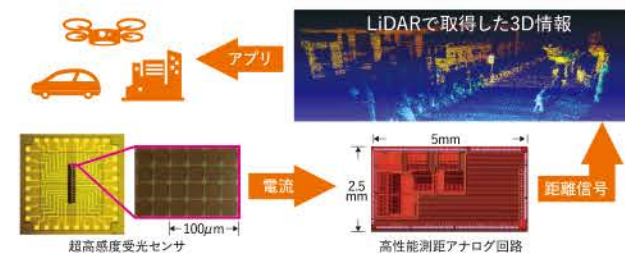
[立体認識AIによる距離計測の概要]

#### LiDAR

LIDAR

高解像な3D情報を取得可能なLiDAR技術の開発をしています。超高感度な受光センサと小型・高精度な、測距用アナログ回路を用いた東芝独自のLiDAR技術により、自動運転だけでなく様々なアプリケーションにソリッドステートLiDARを展開していきます。

Toshiba is developing LiDAR technology capable of acquiring high-resolution 3-D data. Proprietary LiDAR technology uses ultra high-sensitivity light-receiving sensors and compact highly-accurate analog circuits to measure distance. This technology is being utilized to develop solid-state LiDAR, not just for autonomous driving but for a variety of applications.



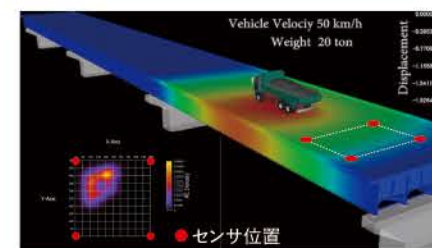
[LiDAR技術の概要]

#### インフラヘルスマonitoring

Structural Health Monitoring

道路橋をはじめとしたコンクリート構造物の内部劣化を、常時監視するシステムを開発しています。損傷部から発生する弾性波をセンサで検出し、分析することで内部の損傷の検知が可能。自立電源や無線を活用したスマート計測システムを目指します。

Systems that continually monitor internal deterioration of road bridges and other concrete structures are being developed. Elastic waves generated from damaged areas are detected and analyzed in order to ascertain internal damage. The aim is to create a smart measuring system utilizing an independent power supply and wireless means.



[橋梁モニタリングシステム概略図]

※本技術は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託研究業務「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」による成果を含みます。

#### フィルム型光・放射線センサ

Film-Type Optical and Radiation Sensor

医療などの分野での放射線計測の用途への活用を目指して有機半導体を用いた、フィルム型光・放射線センサを開発しています。薄型・軽量・大面積・生体親和性などを特長としています。有機半導体によるフィルム型センサとしては、世界初となる放射線のパルス検出にも成功しました。

Toshiba has developed a film-type radiation measuring sensor utilizing organic semiconductors, for applications such as in the medical field. It is thin, lightweight, has a large surface area and is biocompatible. This film-type sensor is the first ever to successfully detect pulsed radiation using organic semiconductors.



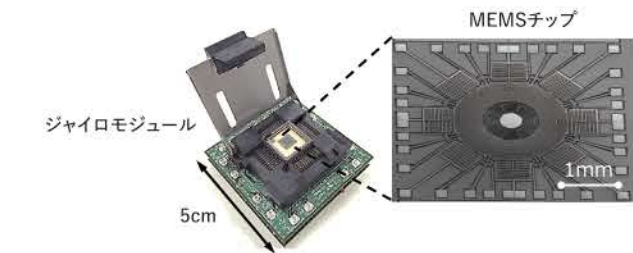
[開発したフィルム型光センサ(厚さ100µm)]

#### ジャイロセンサ

Gyro Sensor

無人搬送機やドローンなどの位置・姿勢計測の高精度化に向け、ジャイロセンサの技術を開発しています。角度を直接計測できるRIG(Rate Integrating Gyro)をMEMS技術によりチップ化し、小型・高精度なモジュールを実現します。

Gyro sensor technology is being developed with a view to increasing the accuracy of location and position measurements for applications such as Automatic Guided Vehicles (AGV) and drones. MEMS technology is utilized to fabricate a RIG (Rate Integrating Gyro), capable of directly measuring angle, on a chip and realize a compact and highly accurate module.



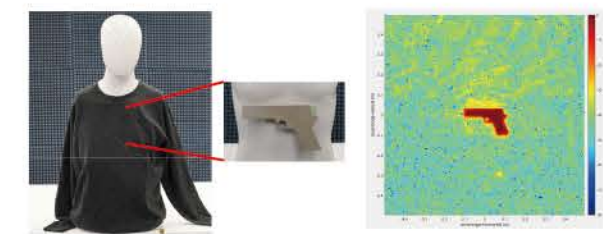
[開発したジャイロセンサ小型モジュール]

#### 電波イメージング

Radio Wave Imaging

公共スペースにおける新たな警備システム向けに、通行者の流れを止めずに、衣服に隠れた危険物を可視化できるミリ波レーダを用いた電波イメージング技術を開発。少ないアンテナ数でも、衣服の下のモデルガンを高精度に可視化できることを実証しています。

Toshiba has developed a new security system for public spaces. This radio wave imaging technology utilizes millimeter wave radar capable of visualizing objects concealed within clothing, without impeding pedestrian traffic. It has been demonstrated that, even with few antennas, it is capable of high definition visualization of a model gun concealed in clothing.



[衣服の下に隠したモデルガンを用いた実証結果]

# Recognition / Understanding

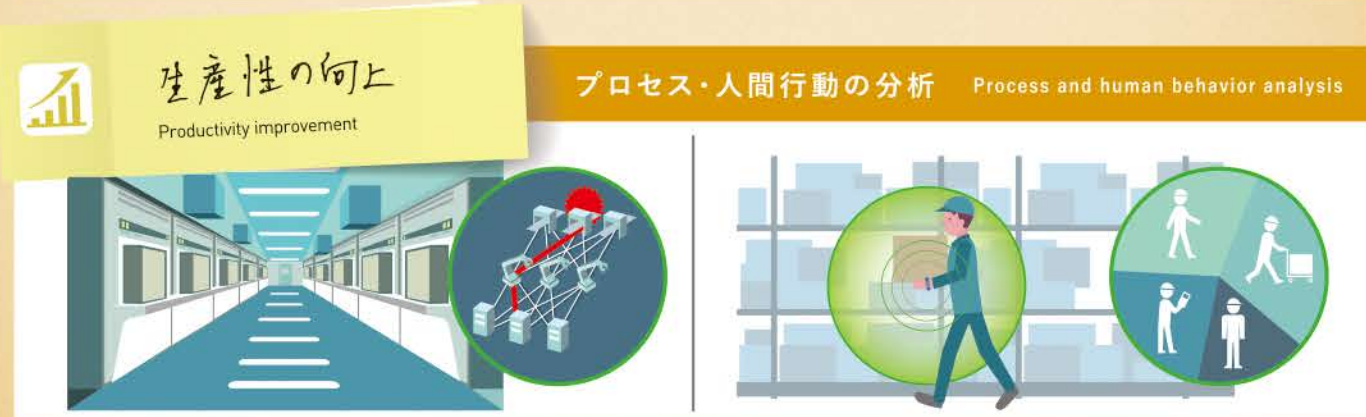
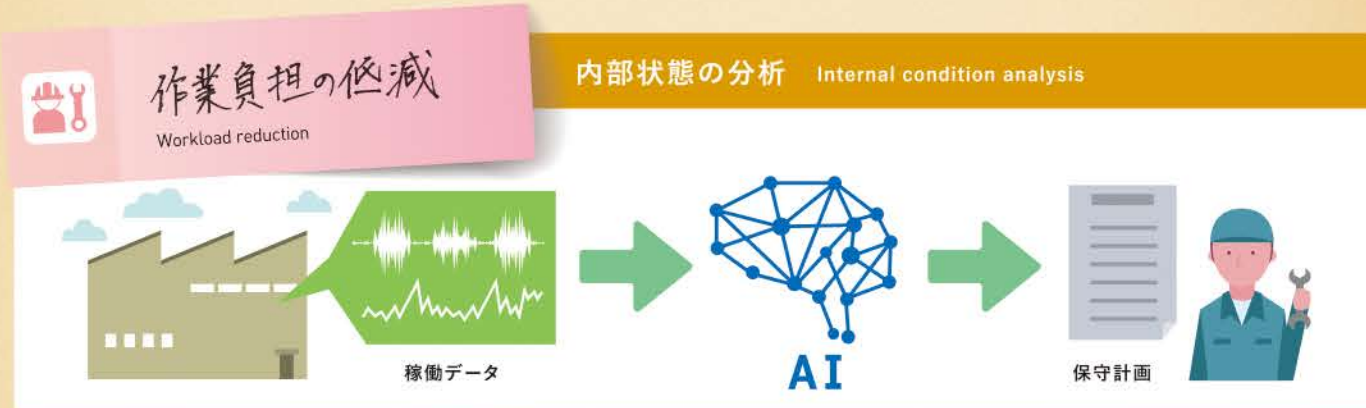
## 認識・理解

### 問題の要因解明、隠れた情報の知識化

Clarifying Causes of Problems, Transforming Hidden Information into Knowledge

大規模かつ複雑な社会システムの自動化には、システムの状態や周囲の環境を的確に認識、理解することが重要です。AIを活用した分析技術により、内部に隠れた問題の要因や膨大な情報に埋もれた有益な知見なども獲得していく技術の開発を行っています。

Accurate recognition and understanding of system conditions and the surrounding environment is important to facilitate automation of large-scale complicated social systems. Technology is being developed that applies analytical techniques utilizing AI in order to determine the hidden internal causes of problems and acquire beneficial knowledge buried in huge volumes of information.



### 物体領域抽出

Object Segmentation

どのような形状の物体が、どこにあるのかを把握することは、自動運転やロボットの自律化において必要不可欠です。物体の種類ごとに分割された領域と、個別の物体ごとの領域を同時に推定。省メモリ化と高精度化を両立する、物体領域の抽出技術を開発しました。

Understanding the particular shape and location of objects is essential for autonomous driving and robot autonomy. We have developed segmentation technology of multiple object regions within an image that realizes both memory saving and increased accuracy. This technology simultaneously process image segmentation of object types, and image segmentation of object instances.



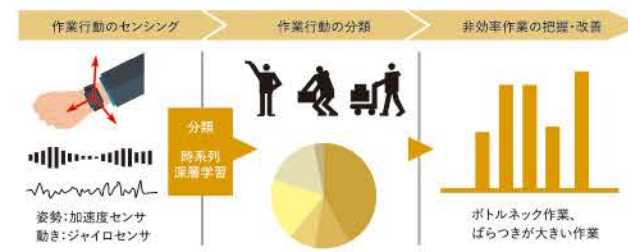
[物体領域抽出の概略図]

### 作業行動分析

Work Behavior Analysis

製造や物流の現場における品質改善や作業効率化のために、作業行動を分類する技術を開発。ウェアラブルデバイスでセンシングした加速度・ジャイロ信号から作業行動を分類する時系列深層学習技術により、作業現場の課題をすぐ把握できるようになります。

Technology is being developed that classifies work behavior in order to improve quality and work efficiency in manufacturing and logistics settings. Workplace issues become quickly identifiable by using time-series deep learning technology that classifies work behavior from acceleration and gyro signals sensed by a wearable device.



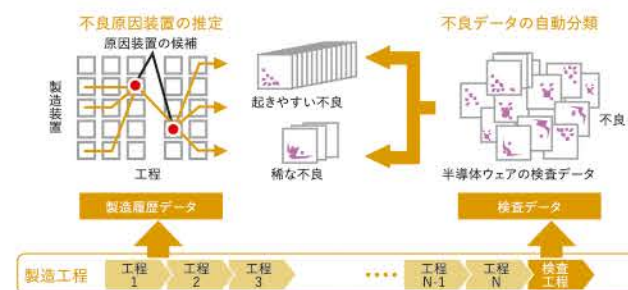
[作業行動分析の概略]

### データマイニング

Data Mining

製造現場の生産性向上のため、製造不良の監視・解析作業の自動化に向けた技術の開発を進めています。大量の検査データから自動で不良を分類し、製造履歴データと組合せて分析することで、不良の種類ごとに原因となった工程を推定できます。

Technology is being developed to monitor manufacturing defects and automate analytics in order to improve the productivity of manufacturing sites. Automatically classifying defects from large volumes of inspection data and analyzing them in conjunction with manufacturing history data enables estimation of the process causing each of the defect.



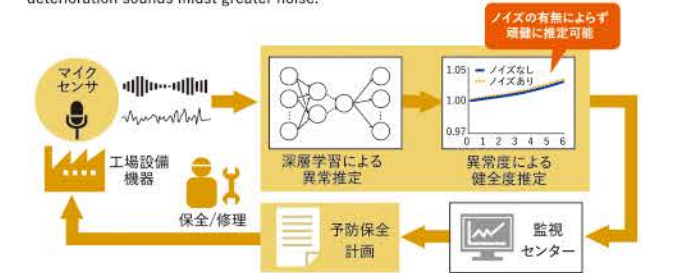
[製造プロセスにおける不良原因推定の概略]

### 音響異常検知

Acoustic Anomaly Detection

工場やビル施設等に設置されている機器を、遠隔で劣化診断する技術を開発しています。稼働音から機器の劣化兆候をとらえて、機器の異常を早期に検知。深層学習による独自の異常推定技術により、騒音の中でも微弱な劣化音を検知できます。

Technology is being developed that remotely diagnoses deterioration of equipment installed in factories and buildings. Capturing signs of equipment deterioration based on operating sounds enables early detection of equipment anomalies. Our proprietary anomaly detection technology based on deep learning enables detection of even weak deterioration sounds midst greater noise.



[機器劣化診断への適用イメージ]

### 人物認識

Person Re-identification

多くの人が集まる公共施設での安全性の確保や利便性を向上させるために、利用者の状況を的確に認識するAIの開発をしています。複数のカメラに映し出された人物を世界トップ\*の精度で識別し、人物ごとの移動経路を同時に取得する技術を開発しました。

To ensure security in public facilities where large numbers of people congregate, and improve convenience, Toshiba has developed AI that accurately recognizes user situations. We have developed technology that tracks movement paths of all people from multiple surveillance cameras at once. This technology achieves the world's highest level of accuracy\*.

\*2020年1月現在(当社調べ)  
\*As of January 2020 (Toshiba research)



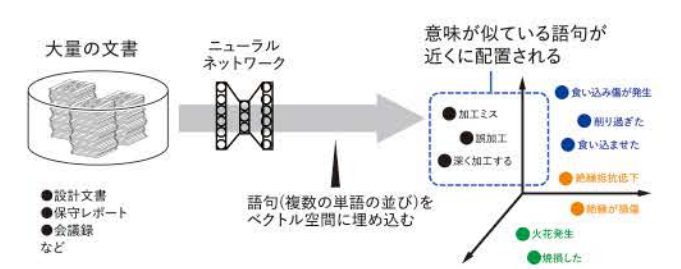
[人物移動経路の取得結果の例]

### テキストマイニング

Text Mining

文章中の語句(複数の単語の並び)をニューラルネットワークで解析し、意味が似ている語句が近くに配置されるようベクトル空間に埋め込む技術を開発しています。語句の意味の近さを利用して、大量の文書から効率的に欲しい文書を見つけ出すことができます。

Technology is being developed that uses neural networks to analyze words and phrases within a document, and embeds them in vector space so that phrases with similar meanings are positioned close to each other. Using the similarity of meaning of phrases makes it efficiently to find out a desired document within a large volume of documents.



[類義表現抽出の仕組み]

# Prediction / Decision / Control

予測・判断・制御

## 大規模・複雑なシステムの自動制御

Autonomous Control of Large-Scale Complicated Systems

複雑化した現在のシステムでは、あらかじめすべてを整備し、準備することは困難です。予期せぬ状況や不安定な環境でも安全で堅牢に対応でき、かつ複数のシステムが協働作業できる自動制御を、AIやロボティクスによって実現することを目指しています。

It is difficult to organize and prepare all aspects in advance in contemporary systems which are becoming more complicated. AI and robotics are being utilized in order to achieve automated control that enables cooperative work by multiple systems and facilitates safe and robust responses to unanticipated conditions and unstable environments.

**作業負担の低減**  
Workload reduction

**移動体ロボットの自律動作** Autonomous movement of mobile robots

**再生可能エネルギーの安定供給**  
Stable supply of renewable energy

**システムの予測・最適化** System forecasting and optimization

予測値

発電量

時間

発電量予測

**自律化したインフラ防災IoTで  
災害に強い街づくり**  
Creating disaster-resilient cities using autonomous infrastructure and disaster-prevention IoT

**複数システムの協調動作** Coordinated action of multiple systems

**運行計画**

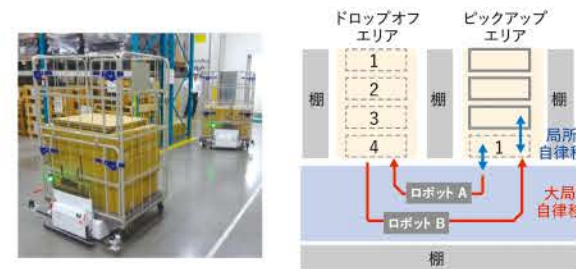
**対話制御**

### 自律移動ロボット

Autonomous Mobile Robot

既存の物流センターや店舗などに導入可能で、床へのマーキングを必要としない自律移動ロボット向けソフトウェアを開発。地図情報を利用した大域的自律移動と、特定の対象物に近づく局所的自律移動の2種類の方式を組合せることで、効率的な搬送を実現します。

We have developed software for autonomous mobile robots that do not require floor marking and which can be introduced to existing logistics centers or stores. Efficient carrying is achieved through the combination of two operations: global autonomous mobility utilizing map data, and local autonomous mobility approaching specific objects.



【台車搬送ロボット】

【台車搬送動作イメージ】

※この研究の成果の一部は、NEDOの委託事業「ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト」で得られたものです。

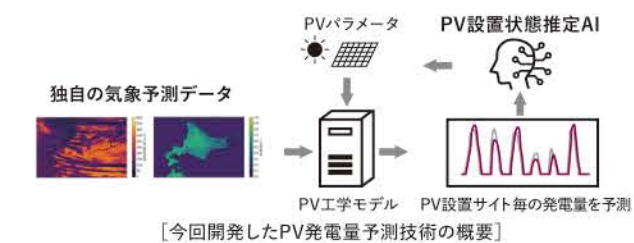
### 発電量予測技術

Power Generation Prediction Technology

安定的で効率的な電力供給に欠かせない、発電量予測技術に取り組んでいます。独自の気象予測データと設備の設置状態を推定するAIで太陽光発電量を高精度に予測する技術を開発し、「PV in HOKKAIDO」\*でグランプリを受賞しました。

Toshiba is engaged in variable renewable energy (VRE) forecasting technology which is indispensable for the stable, efficient operation of electric power grid. Our technology provides accurate forecasts of solar power generation volumes using our proprietary weather forecasting data and AI that estimates installation parameters of VRE equipments. Toshiba won the Grand Prize at the "PV in HOKKAIDO"\* by this technology.

\*2019年6月 東京電力ホールディングス株式会社と北海道電力株式会社が共同開催した「太陽光発電量予測技術コンテスト(PV in HOKKAIDO)」。  
\*June 2019, "PV in HOKKAIDO" is a contest for predicting the power output of solar power plants, jointly sponsored by Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. (TEPCO) and Hokkaido Electric Power Co., Inc.



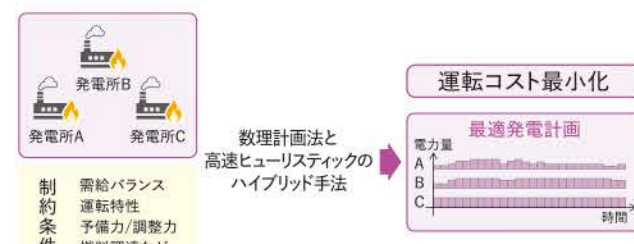
【今回開発したPV発電量予測技術の概要】

### プラント運転最適化技術

Plant Operation Optimization Technology

複数の発電所を連携させ、効率的に運転するための技術を開発しています。多様な制約条件のもとでも、数理計画法と高速ヒューリスティックのハイブリッド手法により、発電所の最適な組合せを算出します。最小の運転コストで、発電計画を自動作成できるようになります。

We developed a method that links multiple power plants in order to facilitate efficient operation. Even under a variety of constraints, using a hybrid method of mathematical programming and efficient heuristics enables us to calculate an optimal combination of power plants. It will be possible to automatically create a power generation plan at minimal cost.



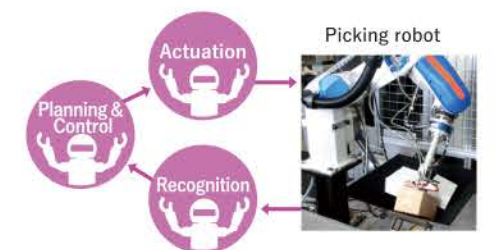
【発電所運転計画の概略】

### ハンドリングロボット

Handling Robot

物流現場の効率化のため、様々な種類や大きさの荷物の積み降ろしや、ピッキング作業の自動化に貢献するロボットを開発。ロボット自らが状況を認識し、適切な動作を計画して、現場に応じて物を操作する、自律的な物体ハンドリングロボットの実現を目指しています。

To make logistics centers more efficient, we have developed robots that contribute to the automation of unloading items of various types and sizes, and picking operations. The aim is to achieve autonomous object handling robots where the robot itself recognizes the situation, plans the appropriate movements, and handles the object according to the setting.



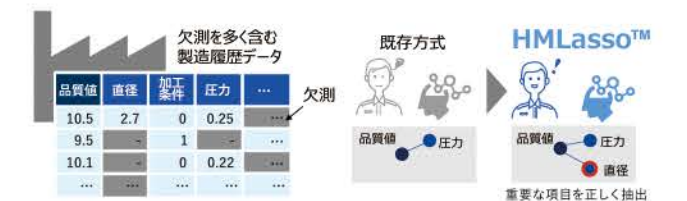
【自律的ハンドリングのためのアーキテクチャ】

### 異常要因推定 (HMLasso™)

Causal Factor Identification (HMLasso™)

工場やプラントなどの製造現場で収集されるデータには、測定ミスや通信エラーによる欠損が含まれています。そのような場合にもスパースモデリングで高精度な回帰モデルを構築し、異常の要因を推定します。抜き取り検査の多いデータにも適用でき、生産性向上に貢献します。

Data collected in manufacturing settings such as factories and plants often contain missing values due to measurement or communication errors. In such cases, it is possible to build a highly accurate sparse regression model and identify the causal factors. This can also be applied to data containing a lot of sampling inspection, and contributes to improve productivity.



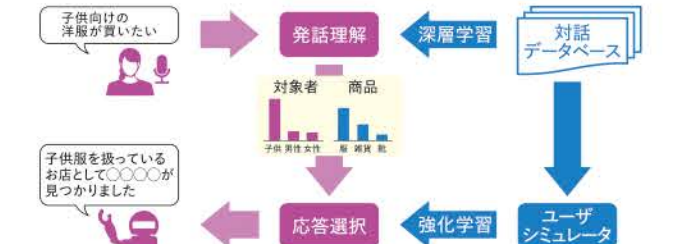
【HMLasso™の活用イメージ】

### 音声対話

Spoken Dialogue System

人からの要望を正確に理解し、適切な応答ができる音声対話技術を開発。深層学習の導入により、人の発話を理解する性能の向上を図っています。さらには、応答内容を決定する対話シナリオを、強化学習を用いて自動で生成する技術の開発も進めています。

Spoken dialogue technology has been developed to understand users' requests and make an appropriate response. Deep learning is being introduced in order to improve understanding of user utterances. Furthermore, we are also developing technology that uses reinforcement learning to automatically generate dialogue scenarios that determine the response.



【音声対話のフロー概略】

# IoT Platform

## IoTプラットフォーム

### 安全かつ高速なデータ処理

Safe and High-Speed Data Processing

広範囲からセンシングによって収集した大量のデータを、安全かつ高速で処理するためには、通信とコンピューティング技術のさらなる進化が必要です。そこで、メンテナンスフリーな通信を実現する無線技術、超高速処理を可能にする次世代AI処理プロセッサと量子コンピュータ、重要インフラや超高機密情報を守るセキュリティの進化に取り組んでいます。

Communications and computing technology need to further evolve in order to safely process the large volumes of data at high speed collected by means of sensing from a broad area. For this purpose, work is proceeding on the development of wireless technology that achieves maintenance-free communication, next-generation AI processors and quantum computers that enable ultrahigh-speed processing and security to protect ultra-top secret information.

**IoT** 自律化したインフラ防災IoTで災害に強い街づくり

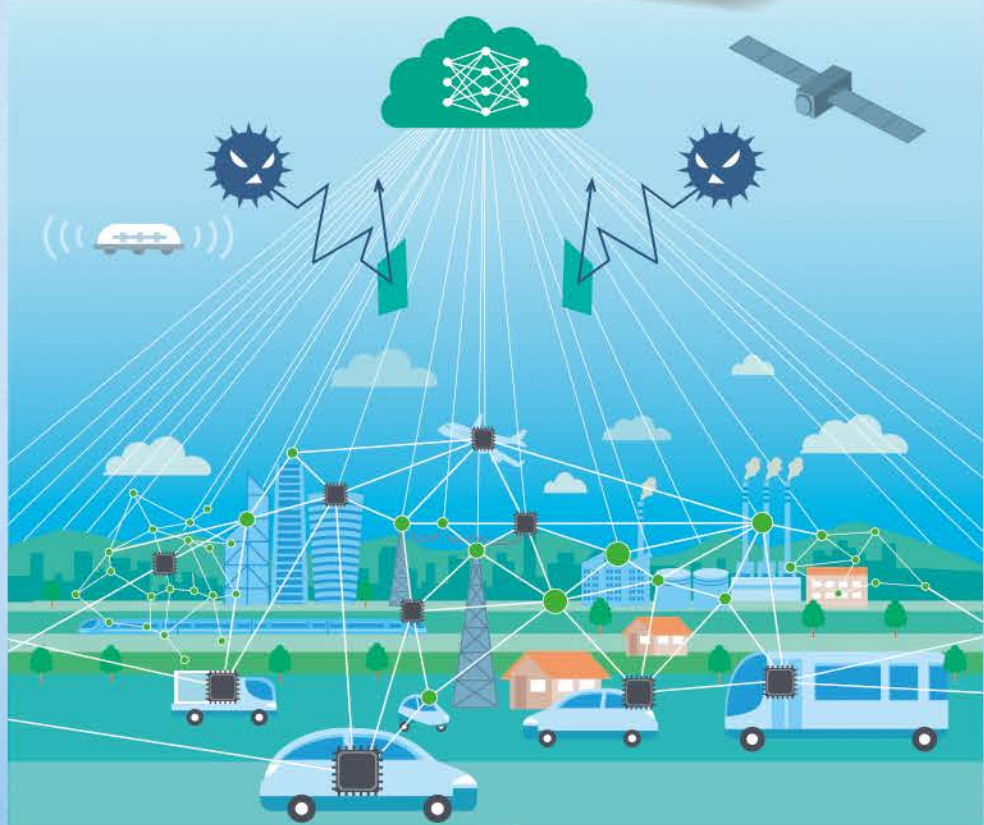
Creating disaster-resilient cities using autonomous infrastructure and disaster-prevention IoT

リスク検知やセキュリティ技術で安全・安心な社会へ

A safe and secure society with risk detection and security technology

海や空、宇宙など未踏領域での活動に向けたインフラ構築

Building infrastructure for activities in uncharted areas such as in the oceans, the sky, and outer space



次世代コンピューティング  
Next Generation Computing

セキュリティ技術  
Security Technology

AIハードウェア  
AI Hardware

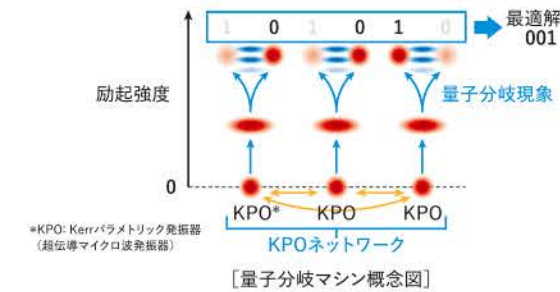
無線技術  
Wireless Technology

### 量子分岐マシン

Quantum Bifurcation Machine

量子力学的な分岐現象によって生じる量子重ね合わせ状態を利用し、量子断熱定理に基づく新型の量子コンピュータ「量子分岐マシン」を提案しました。さらには、超伝導回路による実装を目指した研究開発を進めています。

Toshiba has proposed a new quantum computer named "Quantum Bifurcation Machine," which utilizes quantum superposition states arising through quantum-mechanical bifurcation phenomena, and also is based on the quantum adiabatic theorem. Research and development is being conducted to implement this technology with superconducting circuits.

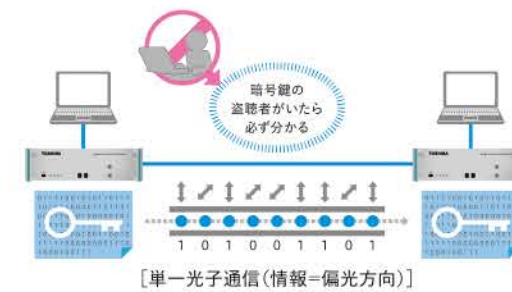


### 量子暗号通信

Quantum Cryptography

観測すると状態が変化するという光子の量子力学的な性質を利用し、盗聴を確実に検出できる量子暗号通信システムを開発しています。量子コンピュータを使っても解読できない、究極の通信セキュリティの実現を目指しています。

Quantum cryptography is a promising communication technology where security is guaranteed by the quantum characteristic of particle photons that change state when measured. The aim is to achieve the ultimate communications security that is resilient to attack even by quantum computers.



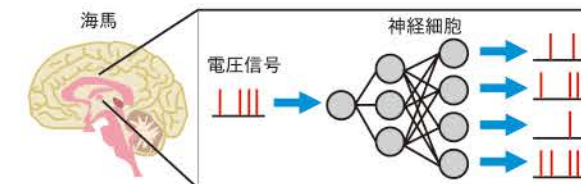
### 脳型AIハード

Neuromorphic AI Hardware

モビリティやロボットの自律化、高度な知的処理の実現に向け、脳の動作原理を応用したハードウェアを研究。生体反射を模した新型ニューロンチップの開発\*1のほか、世界で初めて脳内で空間認知をする海馬の機能の一部を、小型の脳型AIハードウェアで模倣・再現しました\*2。

Research is being conducted into hardware that applies the principles of brain function to realize autonomous mobility devices and robots, as well as high level intelligent processing. We have succeeded in mimicking a biological reflex on a newly developed neuron chip\*1 and in implementing fundamental functions of spatial perception of a hippocampus on small-sized neuron hardware for the first time in the world\*2.

\*1 東芝情報システム株式会社と共同で開発。\*2 ジョンズホプキンス大学と共同で開発。  
\*1 Developed in collaboration with Toshiba Information Systems (Japan) Corporation.  
\*2 Developed in collaboration with Johns Hopkins University.

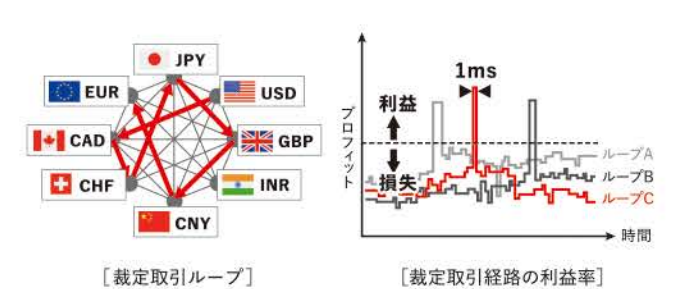


### シミュレーテッド分岐マシン™

Simulated Bifurcation Machine™

社会の様々な課題の解決に向けて、膨大な選択枝から最適解を選び出す組合せ最適化技術を開発。独自のアルゴリズムと専用回路により、外国為替市場において利益率が最大となる裁定取引機会を、90%以上の確率で検出する世界最速のコンセプト実証機を実現しています。

With a view to solving various social problems, we have developed combinatorial optimization technology that quickly finds the best solutions from among an enormous number of candidates. These proprietary algorithms and dedicated circuits have achieved the world's fastest proof-of-concept device that detects the most profitable arbitrage opportunities in the foreign exchange market at probabilities exceeding 90%.



### 耐量子公開鍵暗号 Giophantus™

Post-Quantum Public-Key Encryption Scheme Giophantus™

量子計算機でも解読が困難な新しい原理に基づく公開鍵暗号「Giophantus™」の開発を進めています。非線形不定方程式の求解問題に基づく、高い安全性の下で軽量高速処理を実現し、IoT機器をはじめ、社会システム全体への適用を目指しています。

Toshiba is developing Giophantus™, a public key cryptosystem based on new principles that are hard to solve even with quantum computers. Based on the problem of finding a solution to nonlinear indeterminate equations, it offers lightweight high-speed processing with high-level security, the target being applications in overall social systems including IoT devices.

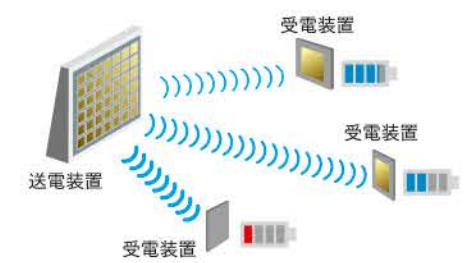


### マイクロ波給電

Microwave Power Supply

工場やプラントに設置されるセンサ等の多数のIoTデバイスへ、無線で給電可能なマイクロ波遠隔給電技術を開発しています。給電ビームを最適に制御することで、複数のセンサに同時かつ高効率での給電に成功しています。

Toshiba is developing microwave remote power supply technology capable of supplying power wirelessly to diverse IoT devices including sensors located in factories and plants. Optimal control of the power supply beam succeeds in simultaneous and highly efficient power supply to multiple sensors.



# Materials / Devices

## 材料・デバイス

### 持続可能性 / 快適・健康

Sustainability / Comfortability

持続可能性や健康・快適を実現するシステムのコンポーネントのさらなる高性能化や新機能の実現が期待されています。脱炭素社会に向けた、高効率デバイスや再生可能エネルギーの活用を可能にする技術の研究を進めています。さらには、予防から治療まで一人ひとりに寄り添った精密医療の実現に向けたバイオテクノロジーにも取り組んでいます。

A key component realizing higher performance or a new function could be required for future systems of sustainability and healthy and comfortable society. To accelerate a carbon-free society, our research fields range from developing energy saving devices to utilizing renewable energy. Furthermore, we are also engaged in biotechnology with a view to achieving precision medicine from prevention the treatment, tailored to individuals.



**CO<sub>2</sub>をエネルギーや資源として活用**  
Utilizing CO<sub>2</sub> as energy and a resource

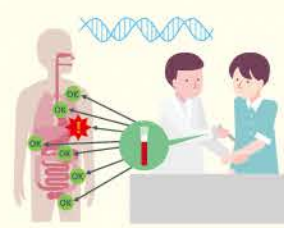
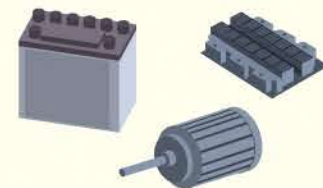
**脱炭素社会の実現**  
Achievement of a carbon-free society

**豊かな人生100年へ**  
A fruitful 100 year life

**再生可能エネルギー活用**  
Utilization of Renewable Energy

**高効率デバイス**  
High-Efficiency Devices

**精密医療**  
Precision Medicine



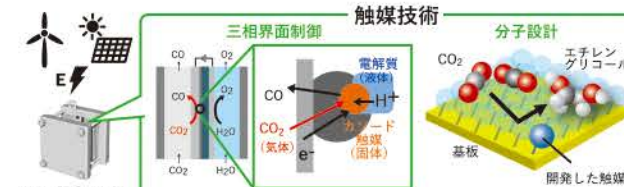
### Power to Chemicals

Power to Chemicals

再生可能エネルギーを用いてCO<sub>2</sub>を有機物にする技術です。独自開発の触媒電極により世界最高の変換速度でCO\*の製造に成功しました。また、エチレングリコールのような価値の高い化学品にCO<sub>2</sub>から直接変換できる高効率な触媒電極の開発も進めています。

This technology converts CO<sub>2</sub> into value-added products using renewable energy. We have succeeded in producing CO\* at the world's fastest conversion rate using our proprietary catalytic electrode. We are also undertaking development of catalytic electrodes capable of directly converting CO<sub>2</sub> into high value chemicals such as ethylene glycol.

\*化学品や燃料の原料  
\*The raw material for chemicals and fuels.



※環境省委託事業「人工光合成技術を活用した二酸化炭素の資源化モデル事業」で本技術のシステム実証および炭素循環社会のモデル構築を進めています。

【Power to Chemicalsの概略図】

### 次世代パワーデバイス

Next Generation Power Devices

シリコンに代わるワイドバンドギャップ材料SiCやGaNを活用し、電力機器の大幅な省エネを実現するパワー半導体デバイスを開発。インバータや電源の小型化・高効率化を加速させ、情報機器電源やハイブリッド車、太陽光発電などのエネルギー効率向上を目指します。

Wide band gap power semiconductor devices such as SiC and GaN devices which have superior material performance compared to silicon are being developed to realize significant energy savings in power electronic converters. We are striving to accelerate the trend to make inverters and power supplies more compact and highly efficient, and enhance energy efficiency of telecommunication power supplies, hybrid vehicles, solar photovoltaic generation and other systems.



【次世代パワーデバイスの適用例】

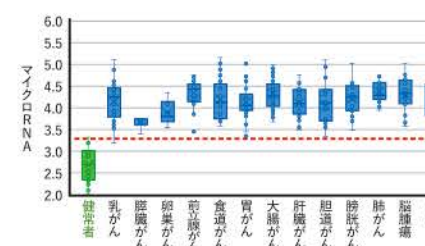
### マイクロRNA検出技術

MicroRNA Detection Technology

早期のがんを発見可能にする期待される、血液中のマイクロRNAを検出する研究を進めています\*。独自の電気化学的な検出方法で、13種類のがんを2時間以内に99%の精度で識別することに成功しました。簡便で高性能ながん診断技術の実現を目指します。

We are engaged in research\* to detect microRNA in blood which is expected to enable early detection of cancer. Toshiba's proprietary electrochemical detection method has succeeded in identifying 13 types of cancer within two hours with 99% accuracy. We are aiming for a simple, high-performance cancer diagnostic technology.

\*東京医科大学および国立研究開発法人国立がん研究センター研究所と共同研究を実施。  
\*Collaborative research was conducted with Tokyo Medical University and the National Cancer Center Japan.



【13種類のがん患者と健康者のマイクロRNAの測定結果】

\*本研究の一部は、AMEDの課題番号JP18ae0101014の支援を受けて実施しました。

### 次世代太陽電池

Next Generation Solar Cells

狭い面積でも高い発電量を得られる、透過型亜酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)とシリコン(Si)の積層によるタンデム型。軽量で多様な設置形態が可能な、フィルム型ペロブスカイト等を開発しています。利用環境に合わせた太陽電池の研究開発により、再生可能エネルギーのさらなる普及に貢献します。

These tandem solar cells, consisting of layered transparent cuprous oxide (Cu<sub>2</sub>O) and silicon (Si), achieve high power generation with a small surface area. The cells we are developing include film-based perovskite solar cells that are light and can be installed in diverse settings. Research and development of solar cells tailored to their applications are contributing to the increased usage of renewable energy.



世界初、Cu<sub>2</sub>O太陽電池の透明化に成功  
Cu<sub>2</sub>O+SiタンデムでSiを越える高効率を実現



世界最大のモジュール面積703cm<sup>2</sup>での  
発電効率10%以上を世界で初めて達成

タンデム型  
太陽電池用の透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池

フィルム型  
ペロブスカイト太陽電池

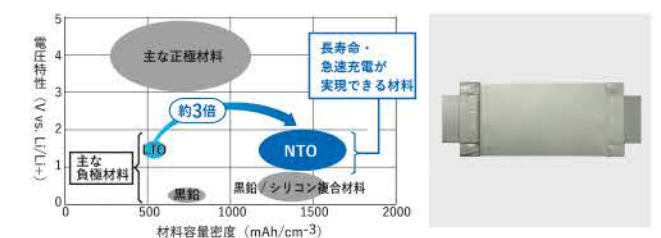
※ペロブスカイト太陽電池の技術は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」による成果を含みます。

### 次世代SCiB™

Next Generation SCiB™

安全、長寿命、高入出力、低温特性に優れた二次電池「SCiB™」の次世代電池として、チタン酸リチウムの約3倍の体積容量を持つニオブチタン系酸化物負極を用いた次世代SCiB™等を開発しています。急速充電性能と寿命性能を兼ね備えた車載・産業用大型二次電池として実用化を目指します。

SCiB™ is a secondary battery with excellent operating characteristics in respect of safety, long life, high power and low temperature performance. As next generation SCiB™, we are developing a battery with niobium titanium oxide electrode, which has 3time higher volumetric anode-capacity than lithium titanium oxide. We prepare for vehicle and heavy duty application with rapid charging capability and long life.



【試作した容量49Ahの次世代SCiB™】

※本技術は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業の成果の一部を活用しています。

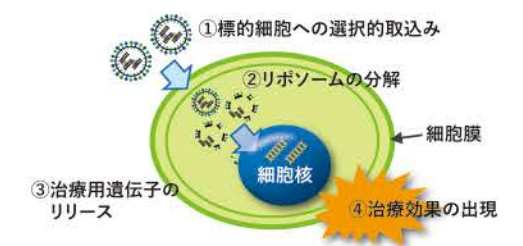
### 生分解性リポソーム(遺伝子治療)

Biodegradable Liposomes (Gene therapy)

がんの遺伝子治療に向けて、東芝独自のナノサイズのカプセル「生分解性リポソーム」による、遺伝子を細胞に運ぶ技術の研究をしています\*。標的となる細胞にカプセル内の遺伝子を効率よく運び、量産にも適した特長を生かし、遺伝子治療の普及への貢献を目指しています。

Toshiba is researching "Biodegradable liposome" that is nano-sized capsules for gene delivery. The biodegradable liposomes efficiently deliver the genes to target cells, are well suited to mass production, and are expected to apply for gene therapy.

\*国立大学法人信州大学と共同研究を実施。  
\*Collaborative research conducted with Shinshu University.

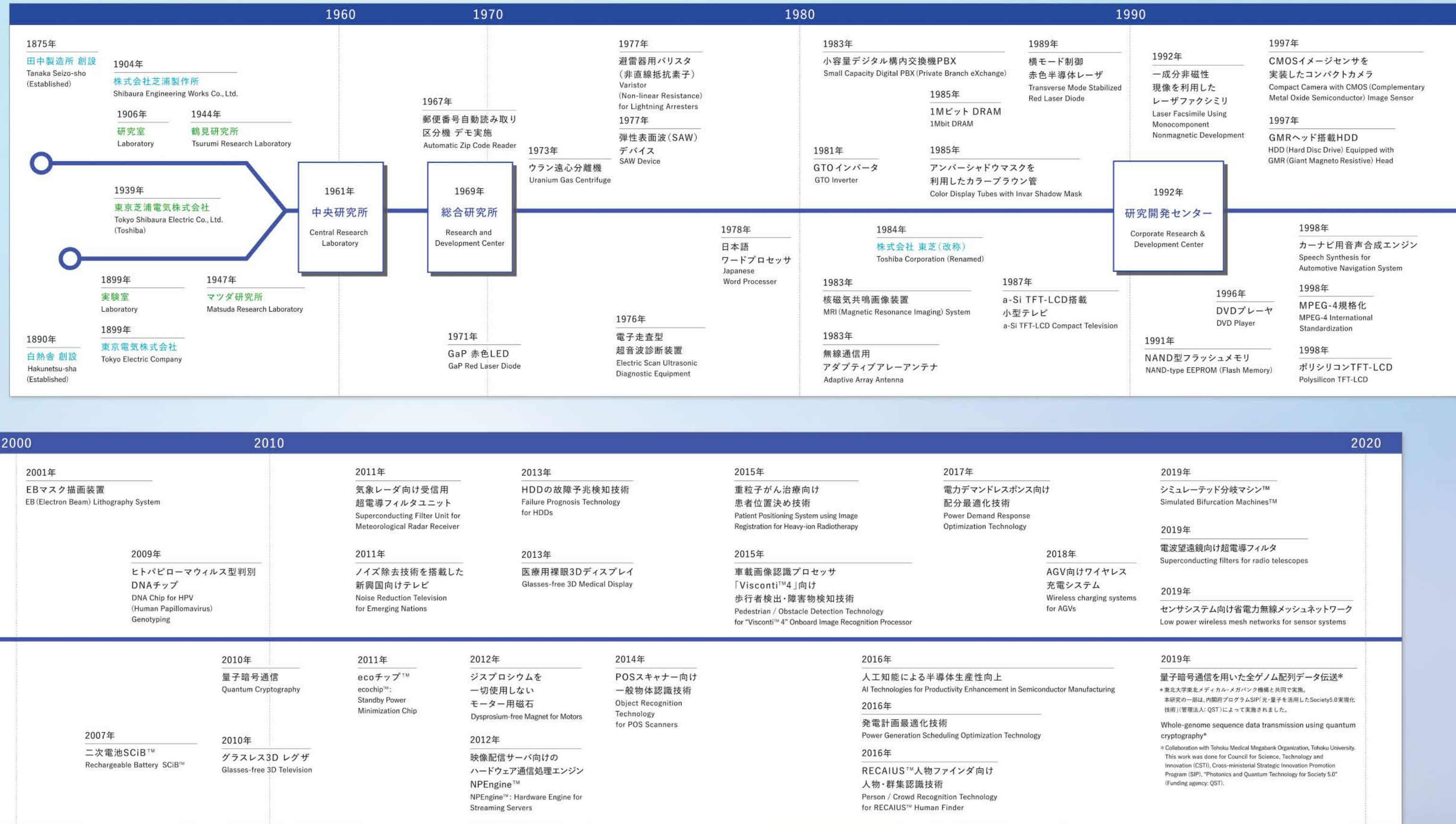


【リポソームによる細胞への治療遺伝子の運搬】



# 研究開発センターの主な研究成果と製品

## Major R&D Results and Products



## 研究開発センター関連組織

東芝は、国内外の研究所を中心に、外部と連携して研究を進めるオープンイノベーションを推進。  
新技術を創出するとともに、開発期間の短縮にも貢献しています。

## Organizations Related to the Corporate Research and Development Center

Toshiba promotes open innovation by conducting cooperative research with external research institutes and other organizations in Japan and abroad.  
This contributes to the creation of new technologies and shortens the period needed for development.



**1** 株式会社 東芝  
研究開発センター  
TOSHIBA CORPORATION  
Corporate Research & Development  
Center



国立研究開発法人  
理化学研究所  
革新知能統合研究センター  
RIKEN Center for  
Advanced Intelligence Project  
AIソフトウェア  
AI Software

大学共同利用機関法人  
情報・システム研究機構  
統計数理研究所  
Research Organization of Information and Systems  
The Institute of Statistical Mathematics  
機械学習  
Machine Learning

AI・機械学習における国内研究機関との連携  
Cooperating with Domestic Research Institutions in AI and Machine Learning

**2** 東芝欧州社  
Toshiba Europe Limited

ケンブリッジ研究所  
Cambridge  
Research Laboratory



ブリストル研究所  
Bristol  
Research &  
Innovation Laboratory



ケンブリッジ大学  
University of Cambridge

量子情報・音声・コンピュータビジョン  
Quantum Information / Speech / Computer Vision

ブリストル大学  
University of Bristol

無線・IoTプラットフォーム・信号処理  
Wireless/IoT platform/Signal processing

スタンフォード大学  
Stanford University

AIハードウェア・データサイエンス  
AI Hardware / Data science

ジョンズホプキンス大学  
Johns Hopkins University

AIハードウェア・精密医療  
AI Hardware / Precision medicine

北京交通大学  
Beijing Jiaotong University

機械翻訳技術  
Machine Translation Technology

中国科学院  
Chinese Academy of Sciences

音声処理技術  
Speech Processing Technology

インド理科大学院  
Indian Institute of Science

画像認識技術  
Image Recognition Technology

インド工科大学ティルパティ校  
Indian Institute of Technology, Tirupati

機械学習技術  
Machine Learning Technology

**3** 東芝アメリカ社 研究開発部門  
Toshiba America, Inc.  
R&D Division



**4** 東芝中国社  
研究開発センター  
Toshiba(China)Co., Ltd.,  
R&D Center



**5** 東芝ソフトウェア・インド社  
R&D部門  
Toshiba Software  
(India) Pvt. Limited,  
R&D Division



海外研究所をハブとした海外大学連携

Cooperating with Overseas Universities through the Global R&D Centers as Hubs for a Research Network

※2020年3月時点における連携先の一部を記載