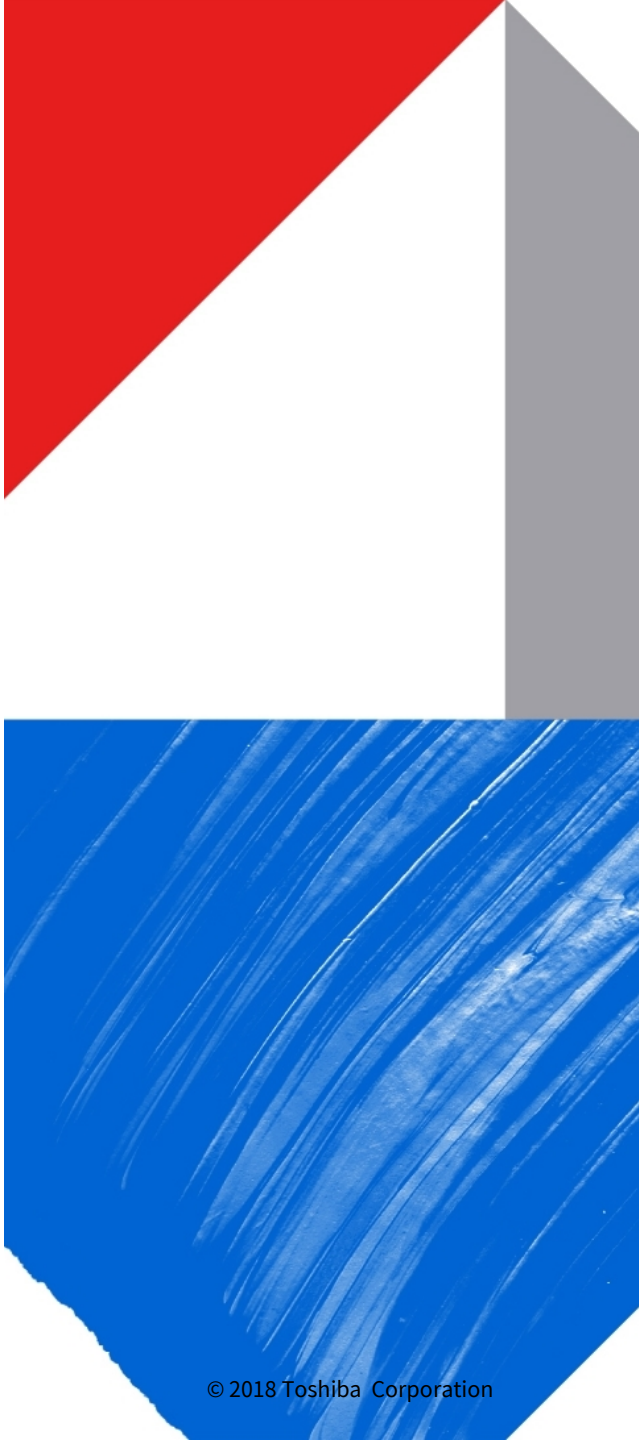




TOSHIBA

東芝の技術戦略

2018年11月22日

株式会社 東芝

執行役専務 齊藤 史郎

サイバー

産業分野でのデジタルトランス
フォーメーションの強み

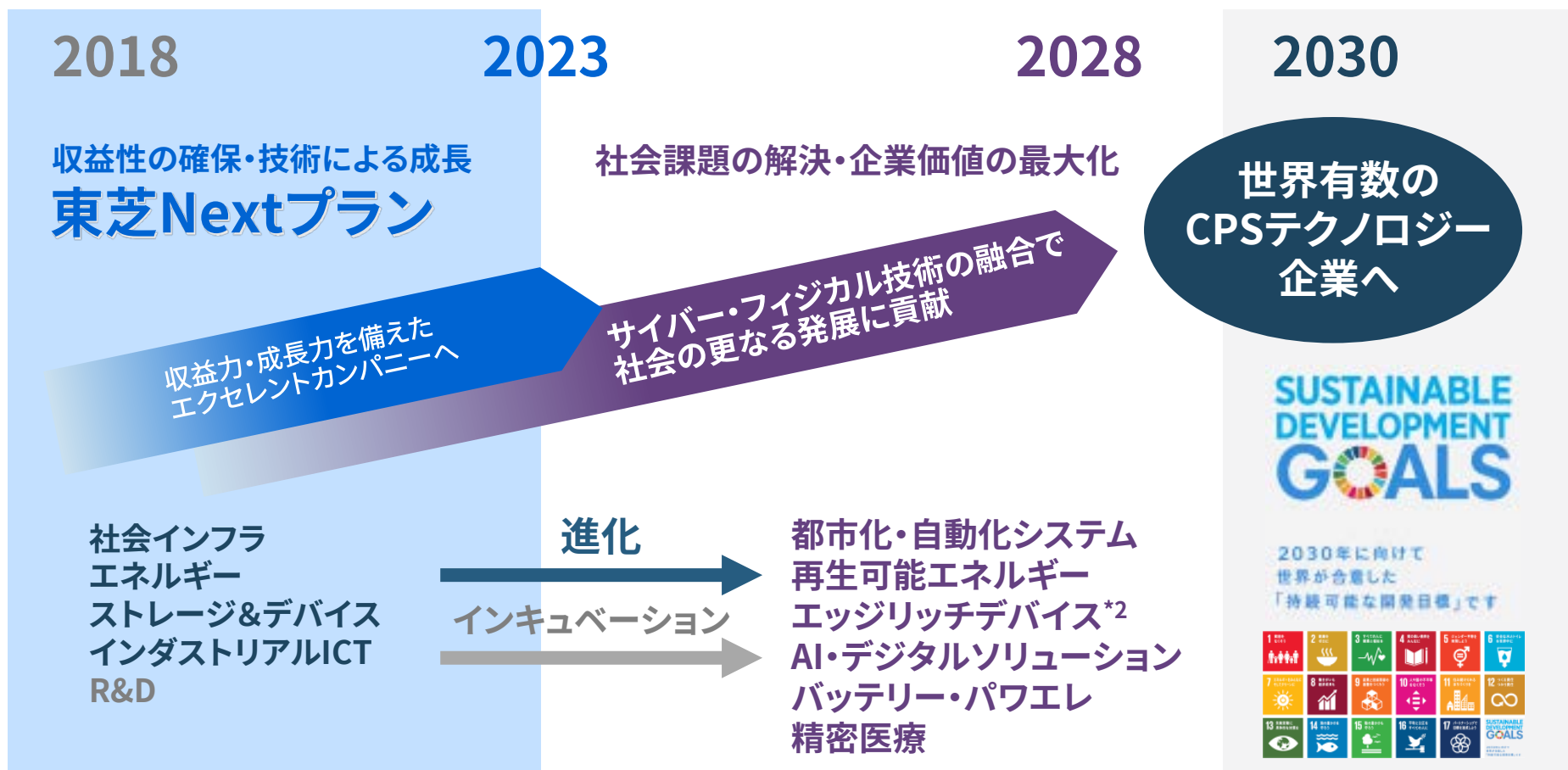


フィジカル

製造業で培った強み

新しい未来を始動させる。

世界有数のCPS*¹テクノロジー企業を目指し 東芝Nextプランで収益力を確かなものに



*1 CPS (サイバー・フィジカル・システム) : 実世界 (フィジカル) におけるデータを収集し、デジタル技術などを用いて分析したり、活用しやすい情報や知識とし、それをフィジカルにフィードバックすることで、付加価値を創造する仕組み

*2 AI搭載半導体、LiDAR、AFEデバイス、各種センサー等

Contents

01 研究開発方針

02 CPSを差異化する技術

03 東芝CPSの事例

04 研究開発投資・体制

05 最後に

01

研究開発方針

- ① サイバー・フィジカル・システム (CPS)
- ② CPSテクノロジー企業に向けて
- ③ 研究開発方針

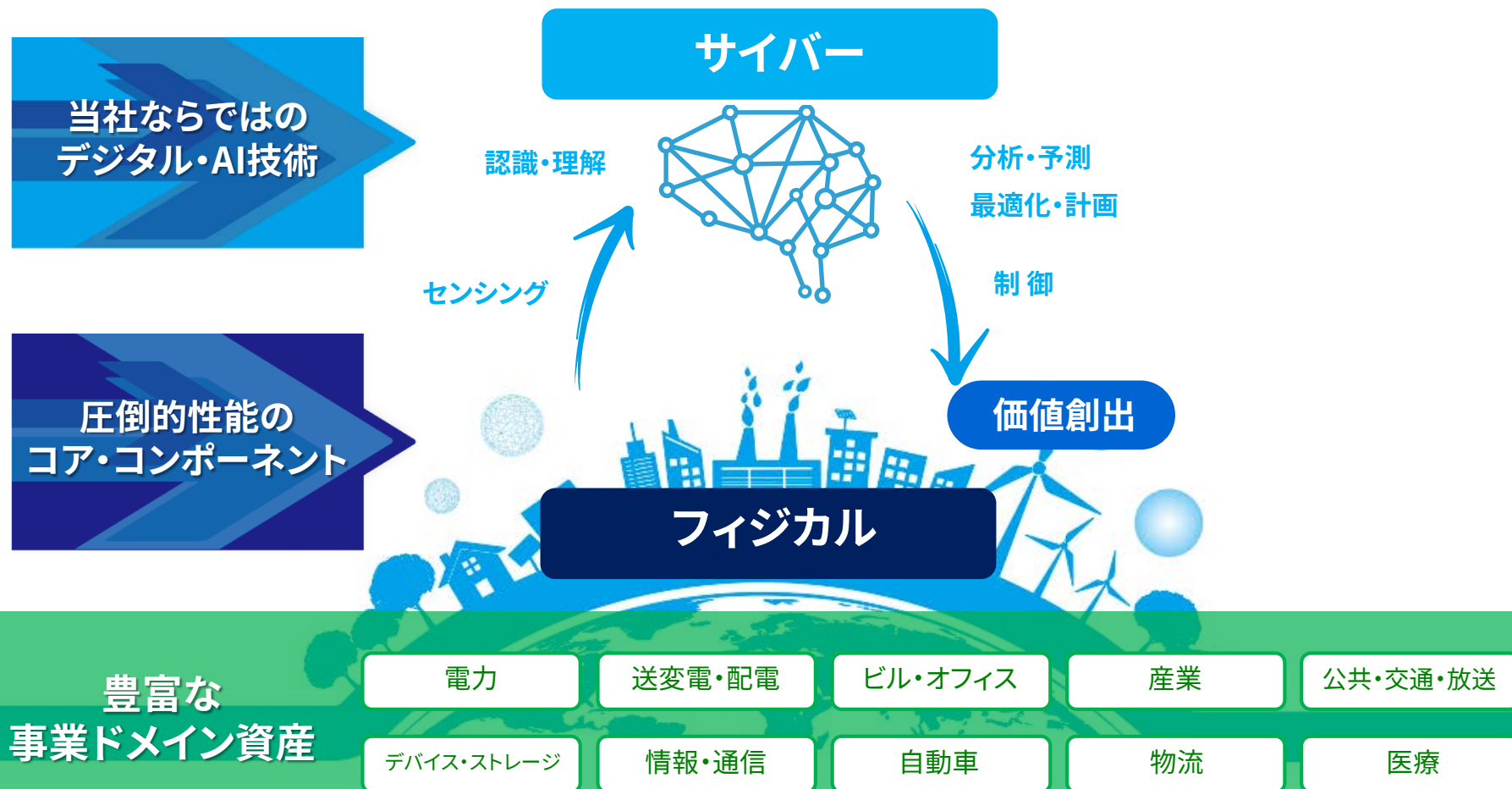
サイバー・フィジカル・システム (CPS)

実世界(フィジカル)におけるデータを収集し、デジタル(サイバー)により理解・分析し、それをフィジカルにフィードバックすることで、付加価値を創出



CPSテクノロジー企業に向けて

製品を通じた様々な業種のお客様との接点は
貴重な事業ドメイン資産



CPSテクノロジー企業に向けて

製品を通じた様々な業種のお客様との接点は
貴重な事業ドメイン資産

市場の成長性

↑
自社の競争力

	安定市場	成長市場
業界リーダー or セカンドティア	- モバイルHDD - 水処理システム - 社会システム^{*1} - 自動化システム - 電波システム - 産業用ディスク - 原子力 - 系統変電 - 空調(国内) - 鉄道(国内) - 照明	- 昇降機(国内) - パワー半導体 - 部品・材料 - 車載モータ - バッテリー - ニアラインHDD^{*2}
シェア 4位以下	- 火力(新設) - 産業モータ - 火力(サービス) - 太陽光・風力 - 鉄道(海外)	- システムLSI - 昇降機(海外) - ICTソリューション - 再エネ発電 - 空調(海外) - 水力

^{*1} 社会システム 受配電・放送・通信・道路システム

^{*2} ニアラインHDD データセンター向け大容量HDD

※リテール&プリンティング事業は対象外

研究開発方針

当社ならではのCPSを強いコンポーネントとAI・IoT技術で創出
社会課題の解決と企業価値の最大化を技術で主導

CPSテクノロジー企業を目指すために



豊富な事業ドメインに基づく コンポーネント技術のさらなる強化

- 二次電池SCiB™
- パワーエレクトロニクス
- 大容量ニアラインHDD
- 超臨界CO₂サイクル発電
- 鉄道システム
- 自動化・ロボティクス
- 車載向け半導体
- 水素エネルギー



AI・IoTをベースとしたデジタル化により 顧客価値を向上する技術の開発

- 東芝アナリティクスAI SATLYS™
- 電力プラント向けIoT
- VPP
- デジタル変電所
- 需要予測
- 画像セグメンテーション
- 構造物ヘルスマニタリング
- 無線マルチホップ映像伝送



将来顕在化する社会課題を解決するための 先端技術の創出

- 重粒子線がん治療ソリューション
- 生分解性リポソーム
- AIハードウェア
- 量子分岐マシン
- 量子暗号通信

02

CPSを差異化する技術

- ① コンポーネント技術(方針1)
- ② デジタル・AI技術(方針2)
- ③ 先端技術(方針3)



豊富な事業ドメインに基づく コンポーネント技術のさらなる強化

- 二次電池SciB™
- パワーエレクトロニクス
- 車載向け半導体
- 大容量ニアラインHDD
- 超臨界CO₂サイクル発電



AI・IoTをベースとしたデジタル化により 顧客価値を向上する技術の開発

- 東芝アナリティクスAI SATLYS™



将来顕在化する社会課題を解決するための 先端技術の創出

- 重粒子線がん治療ソリューション
- 生分解性リポソーム
- AIハードウェア
- 量子暗号通信



豊富な事業ドメインに基づく コンポーネント技術のさらなる強化

- 二次電池SCiB™
- パワーエレクトロニクス
- 車載向け半導体
- 大容量ニアラインHDD
- 超臨界CO₂サイクル発電



AI・IoTをベースとしたデジタル化により 顧客価値を向上する技術の開発

- 東芝アナリティクスAI SATLYS™



将来顕在化する社会課題を解決するための 先端技術の創出

- 重粒子線がん治療ソリューション
- 生分解性リポソーム
- AIハードウェア
- 量子暗号通信

二次電池SCiB™

更なる高容量化・高出力化により
潜在成長市場・ニーズへ対応

SCiB™の特長(急速充電・安全・長寿命)を活かせる成長市場に注力

高出力化
(ISS/HEV向け)

セパレータレス化

エレクトロスピンニング技術により
電極上にナノファイバー膜を直接形成。
薄膜・高空孔率化により、高出力化・高容量化。



次世代負極材料

ニオブチタン酸化物負極により
高容量化。超急速充電時の走行距離を
従来SCiB™の1.5倍に。



LTO^{*1}
負極
(従来SCiB™)

200km

NTO^{*2}
負極

320km

複合固体
電解質

バイポーラ
構造

～400km

高容量化
(EV/PHEV向け)

適用先 車載(HEV、商用車他)、産業用(鉄道、AGV他)

*1: チタン酸リチウム
*2: ニオブチタン酸化物
*3: コンパクトEVで同サイズの電池スペースへの電池搭載容量(LTO:20kWh、NTO:32kWh)を想定したJC08モードでの走行距離換算

パワーエレクトロニクス

デバイスから機器までの一体開発
低損失半導体により機器・システムを高効率化・省エネ化

デバイス

機器

システム

パワーデバイス

パワエレ制御

産業機器

モビリティ

発電・変電・送電

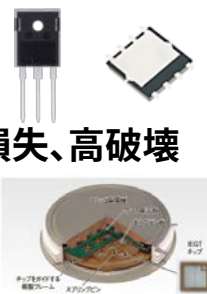


パワーデバイス

- ◎材料を精密に加工するプロセス技術
- ◎低損失化を実現する素子構造の開発
- ◎素子特性を最大限に引き出す回路・制御技術

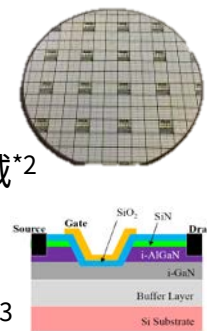
Siパワーデバイス

- 業界トップクラス^{*1}の低オン抵抗特性のMOSFET
- 送配電網向けに低損失、高破壊耐量を実現したIEGT



次世代パワーデバイス (SiC, GaN)

- SiC-MOSFET: 独自プロセスでチャネル抵抗を40%低減^{*2}
- GaN-MOSFET: MOS型でトップクラスの閾値電圧安定性を実現^{*3}



材料物性から回路応用に至るまで差異化技術を創出、電力変換器の高効率化・小型化を牽引

MOSFET: Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor
IEGT: Injection Enhanced Gate Transistor (注入促進型IGBT)

^{*1}: 100VクラスMOSFETにおいて、2018年10月現在、当社調べ

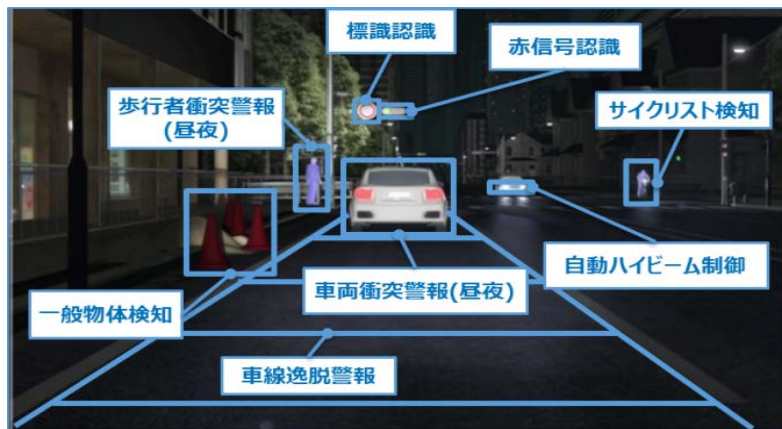
^{*2}: S. Asaba et al., Int. Conf. on Silicon Carbide and Related Materials 2017, 33.3

^{*3}: T. Yonehara et al., Int. Electron Devices Meeting 2017, MO.C2.1

車載向け半導体

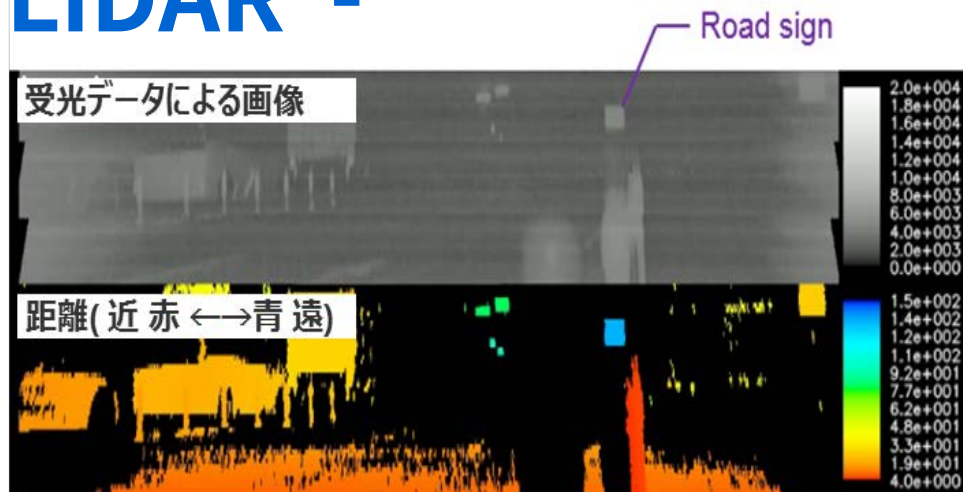
高精度な画像認識プロセッサと高感度な測距センサにより
自動運転社会を牽引

画像認識プロセッサ Visconti™



- 画像特徴量、認識アルゴリズムの差異化で夜間の認識性能を向上
- 深層学習による高度な認識技術を(株)デンソー様と共同開発

測距センサ LiDAR *1



- SiPM*2受光素子と計測ロジック回路により高感度化
- 高い測距精度(0.125%)で、測距距離の長距離化(200m)を達成

*1: Light Detection and Ranging *2: Silicon Photo-Multiplier

データセンター向け大容量ニアラインHDD

データセンターの大容量化に向け、高密度化技術開発に注力



14TBニアラインHDD

世界最大容量*1と低消費電力を実現

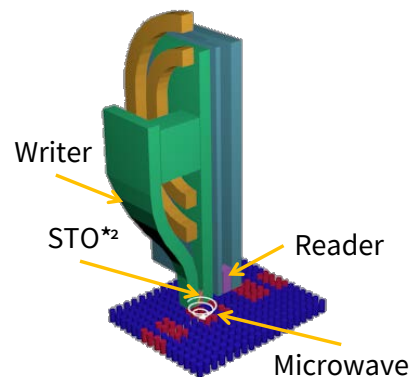
- ヘッド浮上やディスク回転を安定させるヘリウム充填技術
- ディスク9枚搭載を可能にした薄型化技術

*1: 3.5型・高さ26.1mmのフォームファクタとして、2017年12月時点、当社調べ。

*2: Spin Torque Oscillator

次世代高密度化技術

MAMR (マイクロ波アシスト磁気記録)



記録ヘッドにマイクロ波発振子を設けて、媒体への記録能力を高める技術

今後の方向性

2017

2018

Air
10TB

He
14TB

He
16TB

He
MAMR 18TB

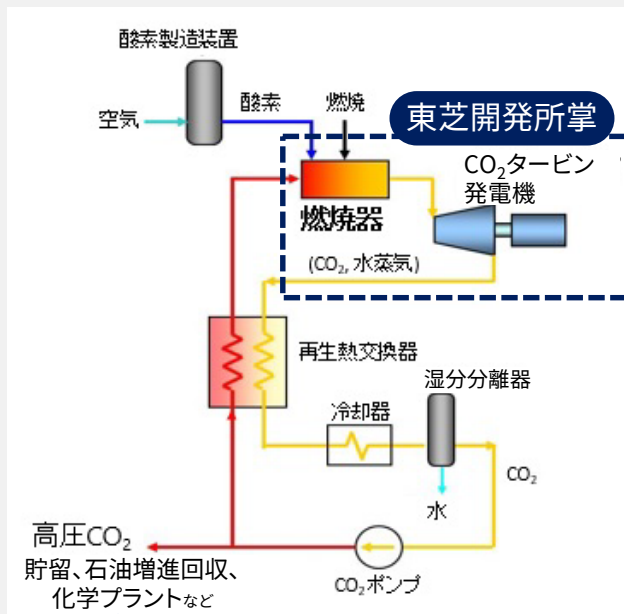
超臨界CO₂サイクル火力発電用 ガスタービン&燃焼器

脱CO₂・ニアゼロエミッション火力発電のキーコンポーネントを開発

超臨界CO₂サイクル火力発電システム[※]

特長

- ・分離回収装置なしでCO₂排出ニアゼロ実現
- ・CO₂でタービンを回して発電



通常火力と比較して、

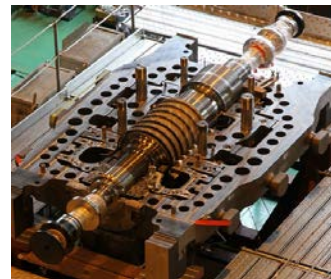
- ・窒素酸化物を大気に放出しない
- ・CO₂を高圧、高純度で回収して石油増進回収や化学プラント等で利用可能

世界初の 超臨界CO₂燃焼器



写真中央が燃焼器
内部の火炎の状況

コンパクト・高効率な 超臨界CO₂タービン



今後の方向性 実証プラントによる検証

～ NET POWER社、Exelon Generation社、McDermott社と共同開発 ～



25MWe実証プラント 米国・テキサス州

(写真提供:NET POWER社、McDermott社)



豊富な事業ドメインに基づく コンポーネント技術のさらなる強化

- 二次電池SCiB™
- パワーエレクトロニクス
- 車載向け半導体
- 大容量ニアラインHDD
- 超臨界CO₂サイクル発電



AI・IoTをベースとしたデジタル化により 顧客価値を向上する技術の開発

- 東芝アナリティクスAI SATLYS™



将来顕在化する社会課題を解決するための 先端技術の創出

- 重粒子線がん治療ソリューション
- 生分解性リポソーム
- AIハードウェア
- 量子暗号通信

現場の本質的課題を解決するAI

フィジカルからのデータ収集から、
フィジカルへのフィードバックに至るまでの必要機能を実現



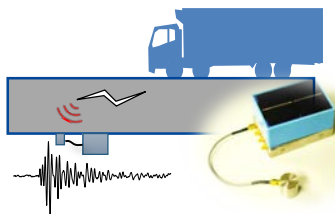
1967年
郵便番号自動読み取り区分機
デモ実施

長年にわたるAI技術の蓄積

データが
あふれる
現場

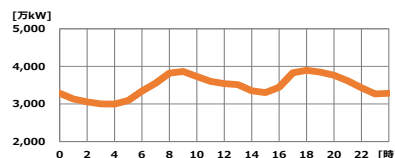
分析

- 製品の不良品分類
- インフラ劣化分析^{*1}



予測

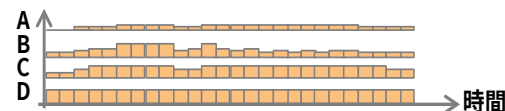
- 機器故障予測
- 電力需要予測



電力需要予測コンテスト 約100団体中1位^{*2}

最適計画

- プラント運用計画
- 鉄道運行計画
- インフラ保守計画



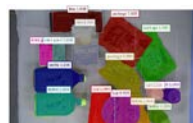
人が
介在する
現場

認識

- 車載画像認識
- 物流向け物体認識
- 防犯向け人物追跡
- 作業支援向け画像・音声認識
- 重粒子線がん治療向け腫瘍追跡

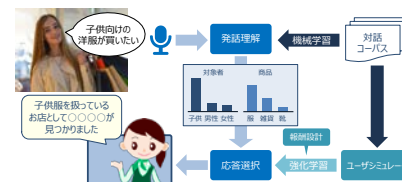
判断・制御

- ロボット行動判断
- 自動運転向け経路生成



インタラクション

- 音声自動対話



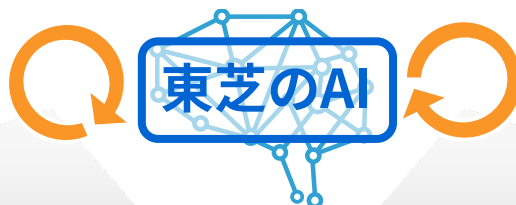
^{*1}: インフラ劣化分析に関する研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものです。

^{*2}: https://www.toshiba.co.jp/about/press/2017_11/pr_j0801.htm (2017年度／東京電力ホールディングス株式会社主催)

AI技術開発の方向性

現場適用／オープンイノベーション活用による技術力強化
「人手をかけたAI」から「自ら学ぶAI」へ進化

現場
のドメイン知識



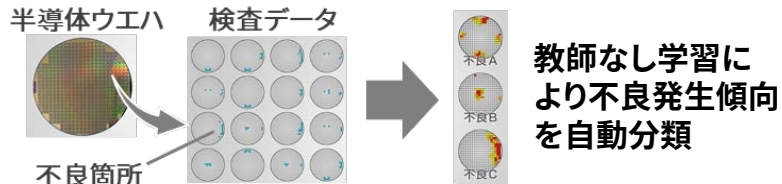
**共同
研究先**

データを持つ事業現場で鍛える

最先端の研究現場で鍛える

現場の課題に寄り添った研究開発

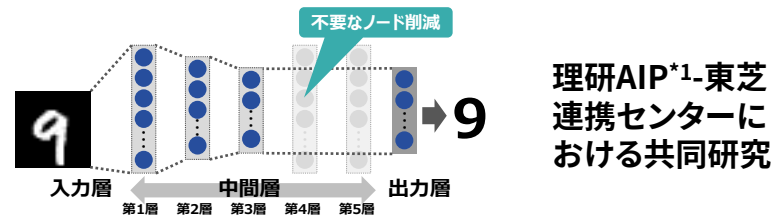
データマイニングによる製品の不良品分類



人工知能学会 現場イノベーション賞 金賞 (2016年度)

オープンイノベーションによる研究開発

エッジでの高速処理に向けたDNNコンパクト化



国際会議ICMLA2018 (12月開催)で発表予定

人手を
かけたAI

教師あり学習

半教師学習

教師なし学習

強化学習

DNN構造の手動設計

DNN構造の自動最適化

自ら
学ぶAI

東芝アナリティクスAI SATLYS™

東芝の幅広い事業領域の知見をAI推論サービスに活用
実践知を集結して標準化、マネージドサービス化へ

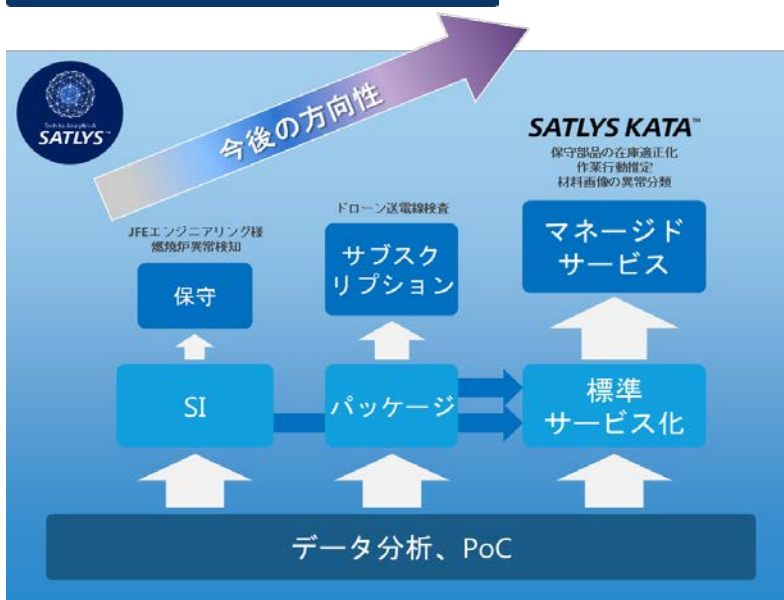


■特長

- 数万次元超のビッグデータ解析が可能
- 少数の学習データでも高精度な推論を実現(学習データをAIで自動生成)
- 異常要因を直感的に説明(見える化、説明性の高いAI)

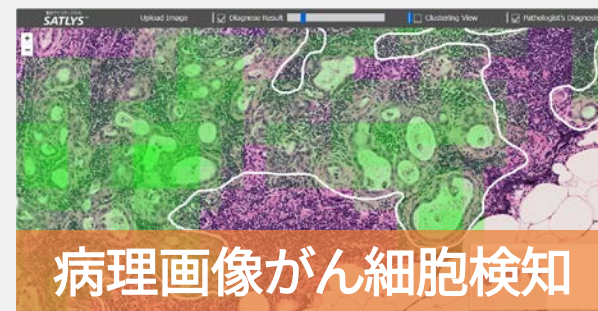


JFEエンジニアリング様向け
廃棄物処理施設の燃焼画像から
燃焼異常状態をAIで検知



SATLYS KATA™

- 現場で実証されたAI分析の実践知を標準化
- SaaS／マイクロサービスなど、種々の形態で提供



千葉大学附属病院と共同研究
熟練病理医の知見をAIが学習、
人材不足が深刻な病理医を支援



豊富な事業ドメインに基づく コンポーネント技術のさらなる強化

- 二次電池SCiB™
- パワーエレクトロニクス
- 車載向け半導体
- 大容量ニアラインHDD
- 超臨界CO₂サイクル発電



AI・IoTをベースとしたデジタル化により 顧客価値を向上する技術の開発

- 東芝アナリティクスAI SATLYS™



将来顕在化する社会課題を解決するための 先端技術の創出

- 重粒子線がん治療ソリューション
- 生分解性リポソーム
- AIハードウェア
- 量子暗号通信

精密医療の実現に向けた先端技術

がん治療率向上に貢献する 超早期発見と個別化治療の技術を深化

精密医療の実現

予防



ゲノム解析



ジャポニカアレイ^{*1}

検診



リキッドバイオプシー



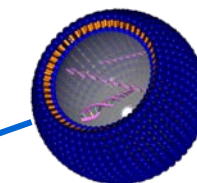
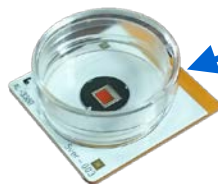
次世代
シーケンス

診断



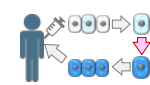
細胞診断

生細胞可視化

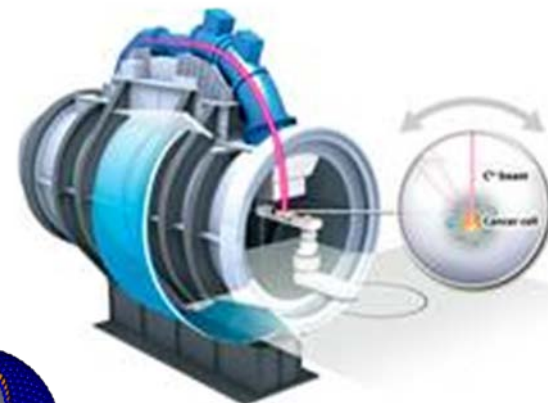


リポソーム

治療



低侵襲治療



重粒子線治療



マイクロRNA

予防から治療までの各フェーズにおける要素技術を保有

重粒子線がん治療ソリューション

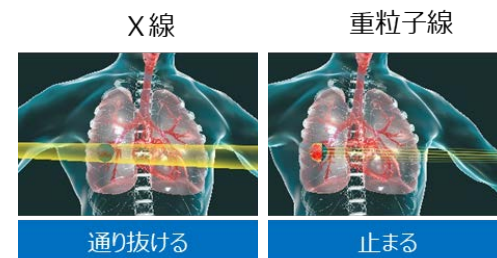
患者の負荷軽減と、患者への治療機会増加に向けて
超伝導技術と画像認識技術により装置小型化、精密化

重粒子線のエネルギーのピークをがん細胞に
合わせることで、正常組織への影響を低減

世界初 超伝導磁石を採用

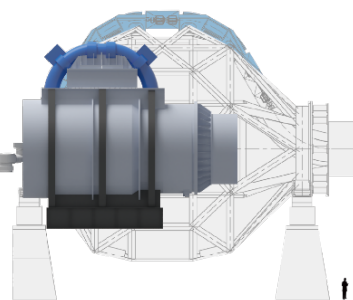
(放医研※¹納入、山形大学病院、韓国延世大学から受注)

X線と重粒子線の比較



軽量・小型・回転ガントリー

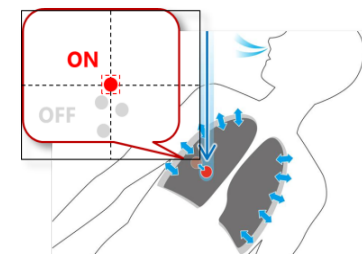
超伝導磁石とスキャニング
電磁石の改良により回転
ガントリーを小型化



回転ガントリー (サイズ従来比40%に)

呼吸の動きに合わせて腫瘍位置同定 体内マーカーレス腫瘍追跡

画像認識技術で呼吸に
伴って動く腫瘍を捉えて、
マーカーを埋め込むこと
なく精密に照射



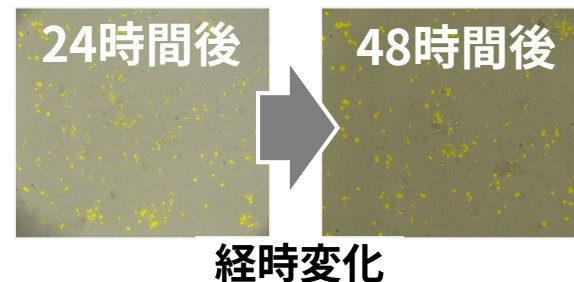
平成29年度文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞

生分解性リポソーム

がん治癒率の向上につながる精密医療に向け、
細胞への所望の遺伝子導入を安全かつ高効率に

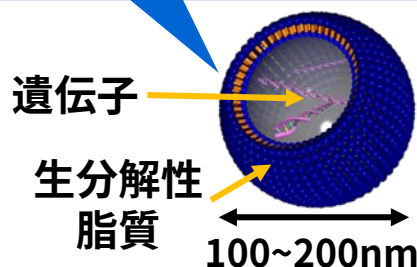
遺伝子が導入される細胞の割合 **98%**

遺伝子活性を発光に変換し、
生きたままの細胞を観察することに成功

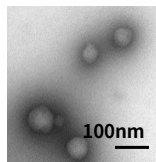


リポソーム

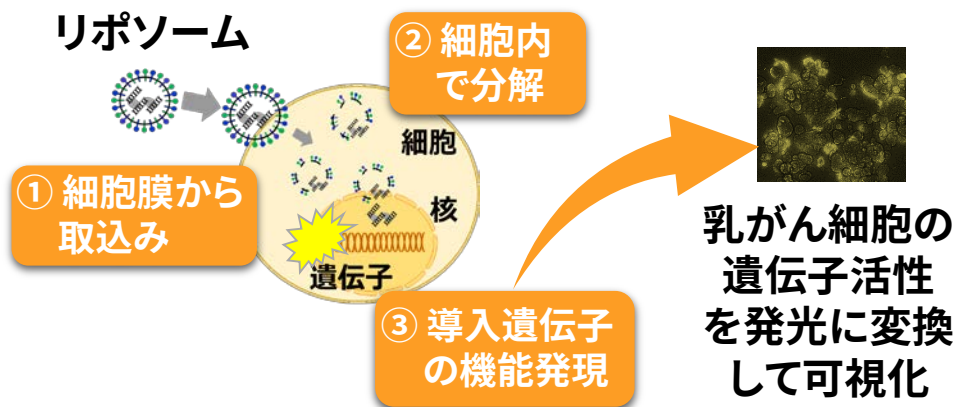
安全かつ高効率に遺伝子を
細胞に導入する**東芝独自の**
ナノサイズの脂質キャリア



リポソームの
顕微鏡写真



■ 遺伝子導入の流れ

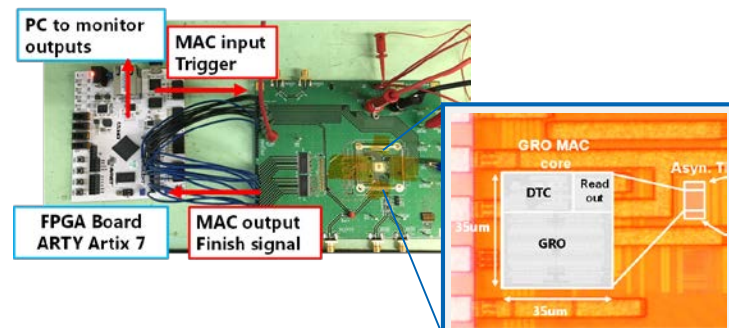


第57回日本臨床細胞学会秋期大会(11月開催)で発表

AIハードウェア

センサデータの増大等によってニーズが高まる
エッジでのAI処理に向け、AIチップを低消費電力化

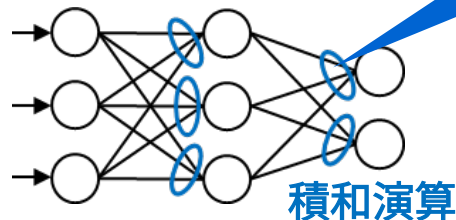
従来と比べ消費電力を**88%**削減
電池駆動でもリアルタイムにAI処理



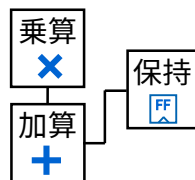
評価ボード・試作チップ(28nmCMOS技術)

推論処理の大半を占める積和演算
を低電力化

ニューラルネットモデル

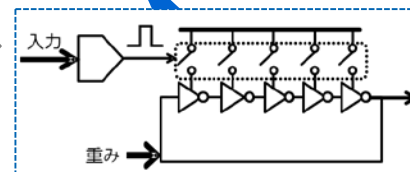


従来構成



提案アナログ構成

発振回路 カウンタ



新計算原理で積和演算を実施

スタンフォード大学と連携

量子暗号通信

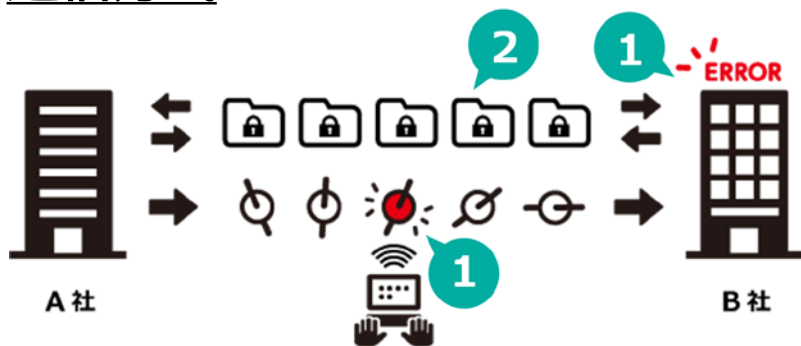
盗聴が原理的に不可能な通信技術により
個人情報・取引情報などを堅牢に守る

鍵配信速度**10.2Mbps**を達成し当社の持つ
世界記録更新(実環境7kmで実証)

世界記録へ向け通信距離**500km**の原理検証



通信方式



- 1 光子を送信し暗号鍵を共有
(量子力学の原理を利用して盗聴を
即検知し、安全な鍵だけを利用)
- 2 暗号鍵を使い、ワンタイムパッド
暗号で機密情報を暗号化し通信

ケンブリッジ大学と連携

03

東芝CPSの事例

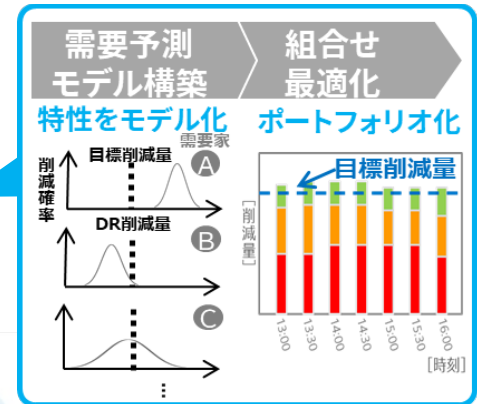
- ① 電力需給の安定化
- ② 鉄道の保守高度化
- ③ ロボットを核とした物流自動化

電力需給の安定化

製品供給により蓄積されたノウハウと独自の最適化技術で
各種分散電源の特長を活かした最適な電力需給を実現

サイバー

IoT活用による
電力需要予測・分析・最適化
バーチャル・パワープラント
(仮想発電所)



フィジカル

IoT連携

最適制御

製品供給から得られる豊富なノウハウ

節電
ネガワット



蓄電池
(産業・住宅)



太陽光
風力発電



電気
自動車



水素



鉄道の保守高度化

二次電池、モータ等の特性を熟知した制御技術と
運用データ分析技術により、機関車の保守高度化に貢献

サイバー

分析

保守計画

ハイブリッド機関車

フィジカル



二次電池

(世界初の鉄道車両向け欧州認証)



PMSM^{*1}

永久磁石モータ

*1: Permanent Magnet Synchronous Motor

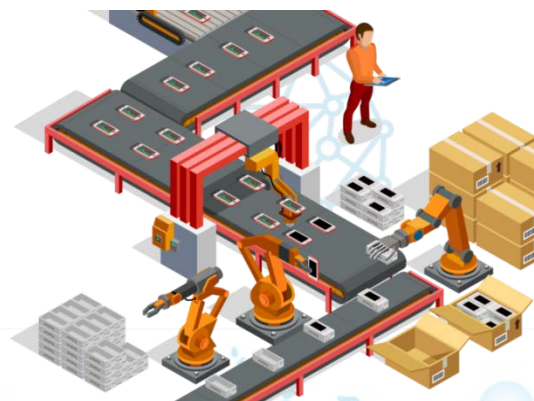
ロボットを核とした物流自動化

エッジでの物体認識・動作計画・制御による高度な処理と
上位系データ連携で、物流自動化ソリューションに貢献

サイバー

認識

指示



非定形物体の
ピッキング

フィジカル

認識

把持・動作計画

センシング

(画像、位置、距離、力等)

ロボット制御



World Robot Summit ロボット競技会にて総合優勝、経済産業大臣賞を受賞 (2018/10)

04

研究開発投資・体制

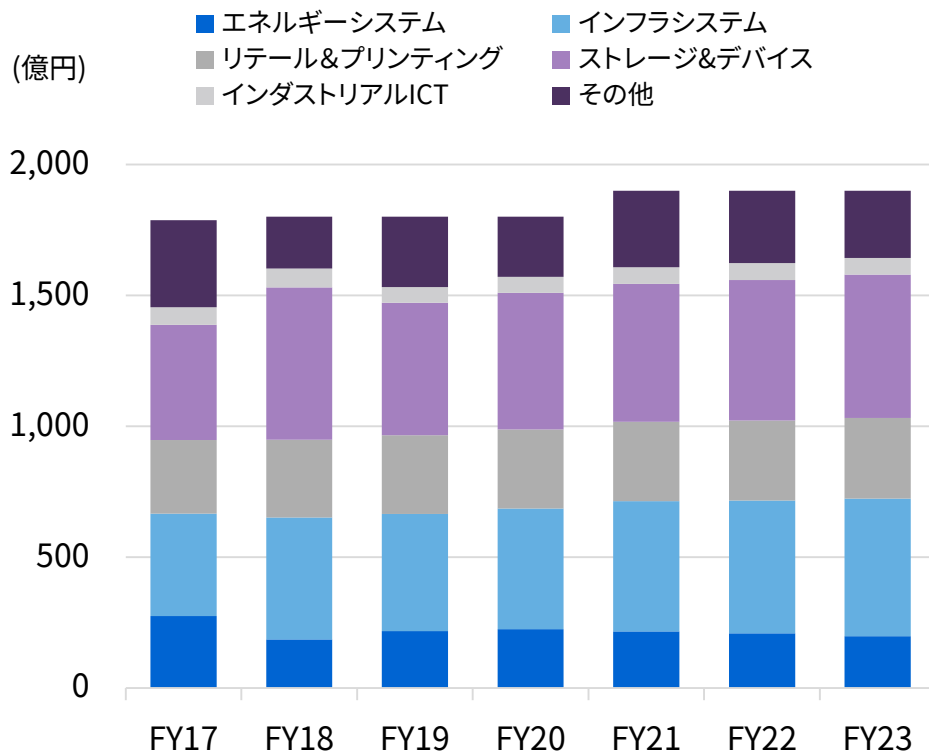
- ① 研究開発投資
- ② 業務プロセス変革
- ③ 研究開発体制
- ④ 各研究開発組織の役割
- ⑤ オープンイノベーション
- ⑥ 新規事業インキュベーション

研究開発投資

収益力向上と中長期成長を見据えたメリハリのある投資

研究開発投資^{*1}

投資計画総額: 9,300億円(19-23年度)



主要研究開発テーマ

エネルギーシステム

再エネ技術(太陽光、風力、VPP^{*2}など)、アセットマネジント、環境適合製品(超臨界CO₂タービンなど)等の成長領域に注力

インフラシステム

SCiBTM、パワエレ、ロボット等成長を支える分野に注力

ストレージ&デバイス

パワーデバイス、大容量データセンター向けHDD開発に集中投資

インダストリアルICT

SPINEXTM RECAIUSTM SATLYSTM等、ビジネスモデル変革のための開発に注力

収益力向上のための業務プロセス変革

研究開発から製品まで一気通貫のバリューチェーン最適化



マーケティング

企画

開発/設計

調達

製造 / 試験

保守

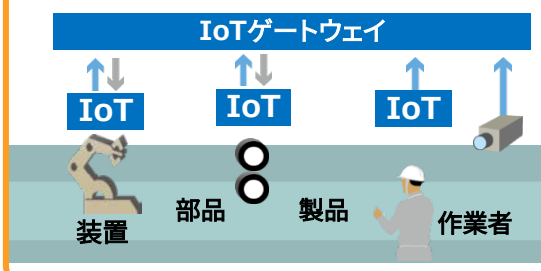
モジュール化／標準・IT化

デジタル・エンジニアリング



設計プロセスでの最適化

製造プロセスIoT



製造プロセスでの最適化

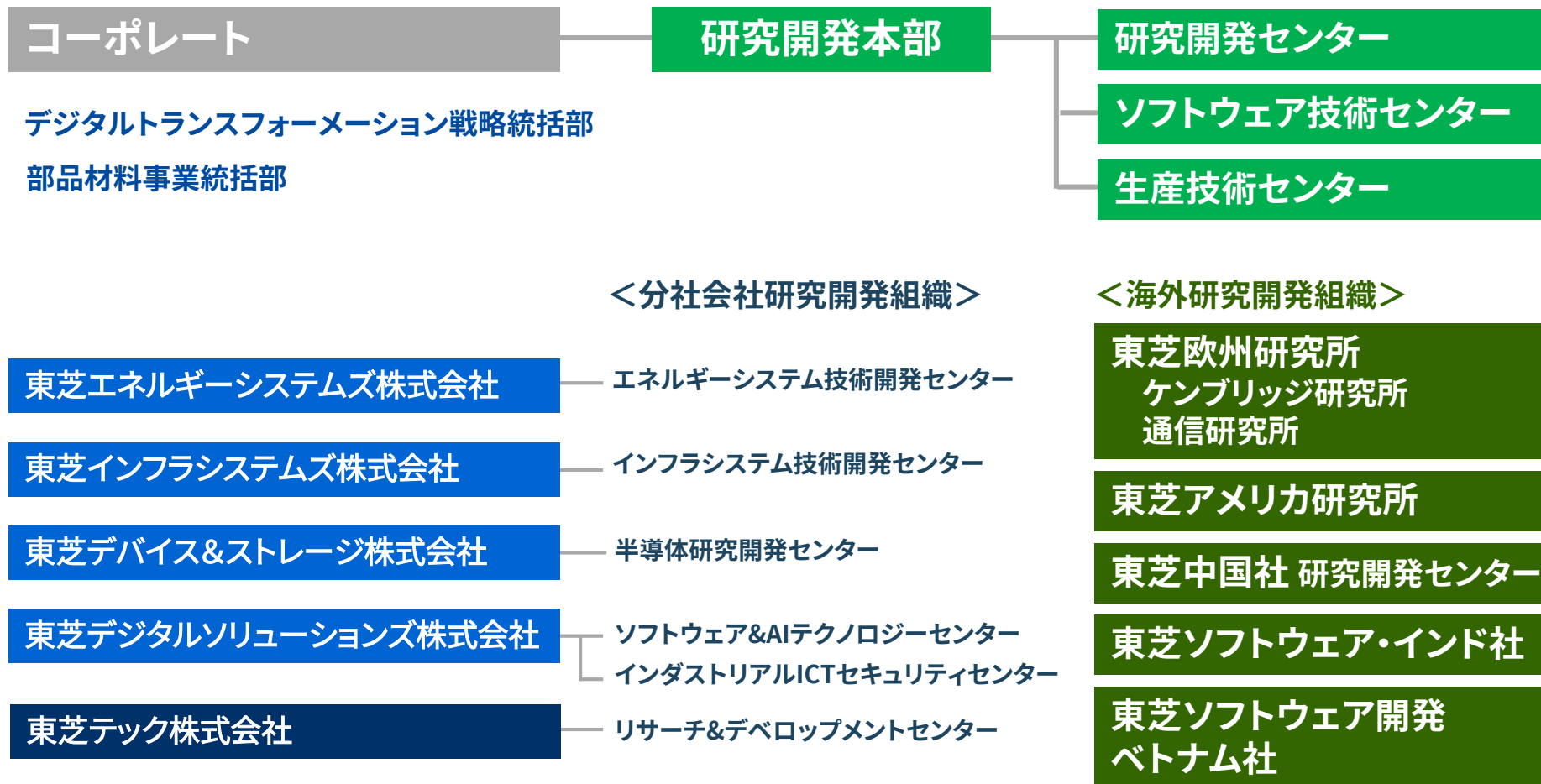
フィールドIoT



保守プロセスでの最適化

研究開発体制

共通基盤技術開発力の強靱化・迅速化、各コーポレート研究所の特性を生かしたシナジー創出を目的に「研究開発本部」を設立



各研究開発組織の役割

コーポレート研究開発部門のカバーするプロセス・技術領域を集結し
基礎研究から生産・保守までスルーして技術提供

研究

開発

設計

生産準備

製造

据付

保守・
サービス

研究開発センター

事業インキュベーション

ソフトウェア技術センター

生産技術センター

東芝欧州研究所 (ケンブリッジ研究所、通信研究所)

東芝アメリカ研究所

東芝中国社 研究開発センター

東芝ソフトウェア・インド社

東芝ソフトウェア開発ベトナム社

オープン
イノベーション

東芝グループ事業

事業部門 研究開発組織 (ワークスラボ)

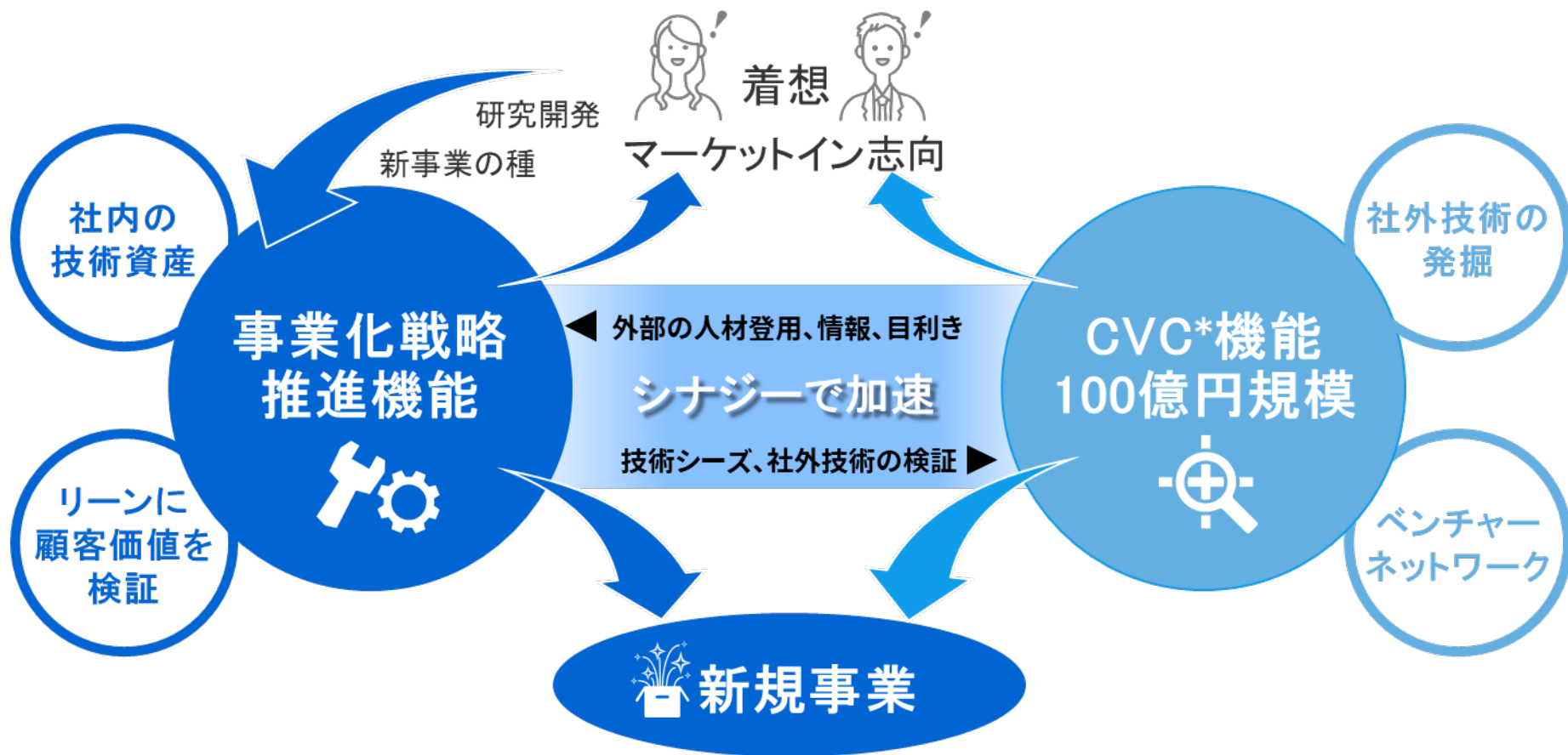
事業部門
設計部・技術部

オープンイノベーション

先端技術に関する海外研究拠点をアメリカ、欧州、中国などに設け、
国内外のトップ大学・研究機関と連携し研究開発を加速



ベンチャースピリットを生かす新規事業創出の仕組みを導入



05

最後に

サイバー

産業分野でのデジタルトランス
フォーメーションの強み



フィジカル

製造業で培った強み

新しい未来を始動させる。

A full-page background image of a sunset over a calm body of water. A person is walking on the left side of the frame, their silhouette reflected in the water. The sun is low on the horizon, creating a bright glow and long, horizontal clouds. In the top right corner, there is a red and white geometric shape. On the right side, there is a blue vertical bar with a white, textured, brush-like pattern.

人と、地球の、明日のために。

TOSHIBA

技術展示のご案内



豊富な事業ドメインに基づく
コンポーネント技術のさらなる強化

- 二次電池SCiB™
- パワーデバイス
- 鉄道システム
- 自動化・ロボティクス
(物流／リテール／プラント)
- 車載向け半導体
- 大容量ニアラインHDD
- 超臨界CO₂サイクル発電システム
- 水素エネルギー



AI・IoTをベースとしたデジタル化により
顧客価値を向上する技術の開発

- 電力プラント向けIoT
- VPP
- デジタル変電所
- 東芝アナリティクスAI SATLYS™
- 需要予測
- 画像セグメンテーション
- 構造物ヘルスマニタリング
- 無線マルチホップ映像伝送



将来顕在化する社会課題を解決するための
先端技術の創出

- 重粒子線がん治療ソリューション
- 生分解性リポソーム
- AIハードウェア
- 量子分岐マシン
- 量子暗号通信