

TOSHIBA

第7回 東芝技術サロン

東芝エネルギーシステムズにおける デジタルトランスフォーメーションの 具体的な取り組みについて

中井 昭祐

デジタル化推進技師長

東芝エネルギーシステムズ株式会社

2020.6.26

Contents

01 はじめに

02 エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

03 ソリューション事例

1. トータルバリューチェーン最適化
2. デジタルモダナイゼーション
(設備稼働率向上、メンテナンス費用の低減)
3. エネルギー最適運用
(一般産業コージェネレーションプラント)
4. 業務拡張に向けたトータルセキュリティ対策

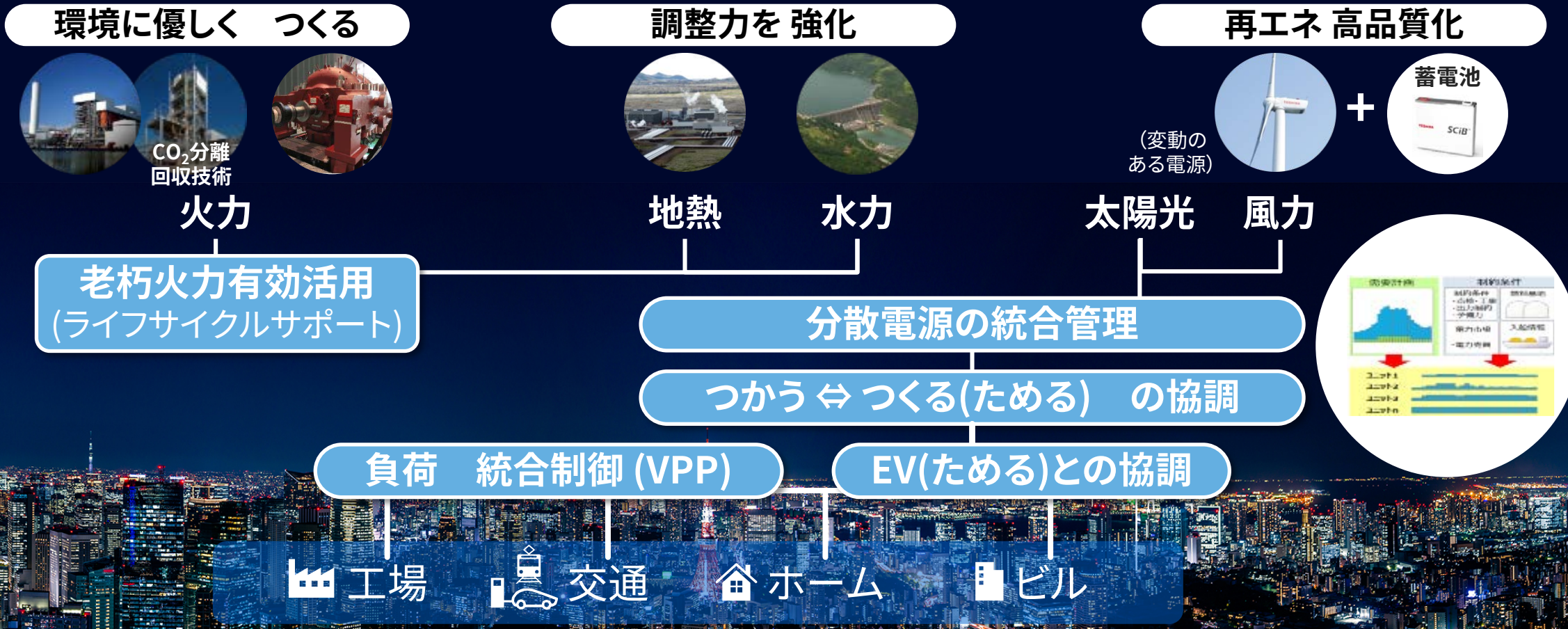
東芝エネルギーシステムズ株式会社 主要事業



エネルギーにかかわるすべての領域を対応

東芝エネルギーシステムズ株式会社 主要事業

既存ビジネスの役割が変わる



将来のエネルギーのあり方そのものをデザインする企業へ

エネルギー事業の課題に対する対応

既存

トータルバリューチェーン最適化

デジタルモダナイゼーション

エネルギー最適運用

業務拡張に向けた
トータルセキュリティ対策

新領域

エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

プラットフォーム

新たな領域への対応およびそれを支えるプラットフォームを紹介

エネルギー事業の課題に対する対応

既存

トータルバリューチェーン最適化

デジタルモダナイゼーション

エネルギー最適運用

業務拡張に向けた
トータルセキュリティ対策

新領域

エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

プラットフォーム

新たな領域への対応およびそれを支えるプラットフォームを紹介

Toshiba IoT Reference Architecture の位置づけ

IoTおよびCPSの
業界リファレンスモデルに準拠

NIST
National Institute of
Standards and Technology
U.S. Department of Commerce



R&D技術コンポーネント



創生期から続く
AI技術DNA

- センサデータ処理技術
- 音声認識技術
- 画像処理技術
- 統計処理技術

論理
アーキテクチャ
に統合



Toshiba IoT
Reference
Architecture



国際標準化

東芝のDXテクノロジーを
グローバル社会・すべての人に解放

As a Service

Toshiba Enterprise IoT Service



Digital Energy



Digital Infrastructure

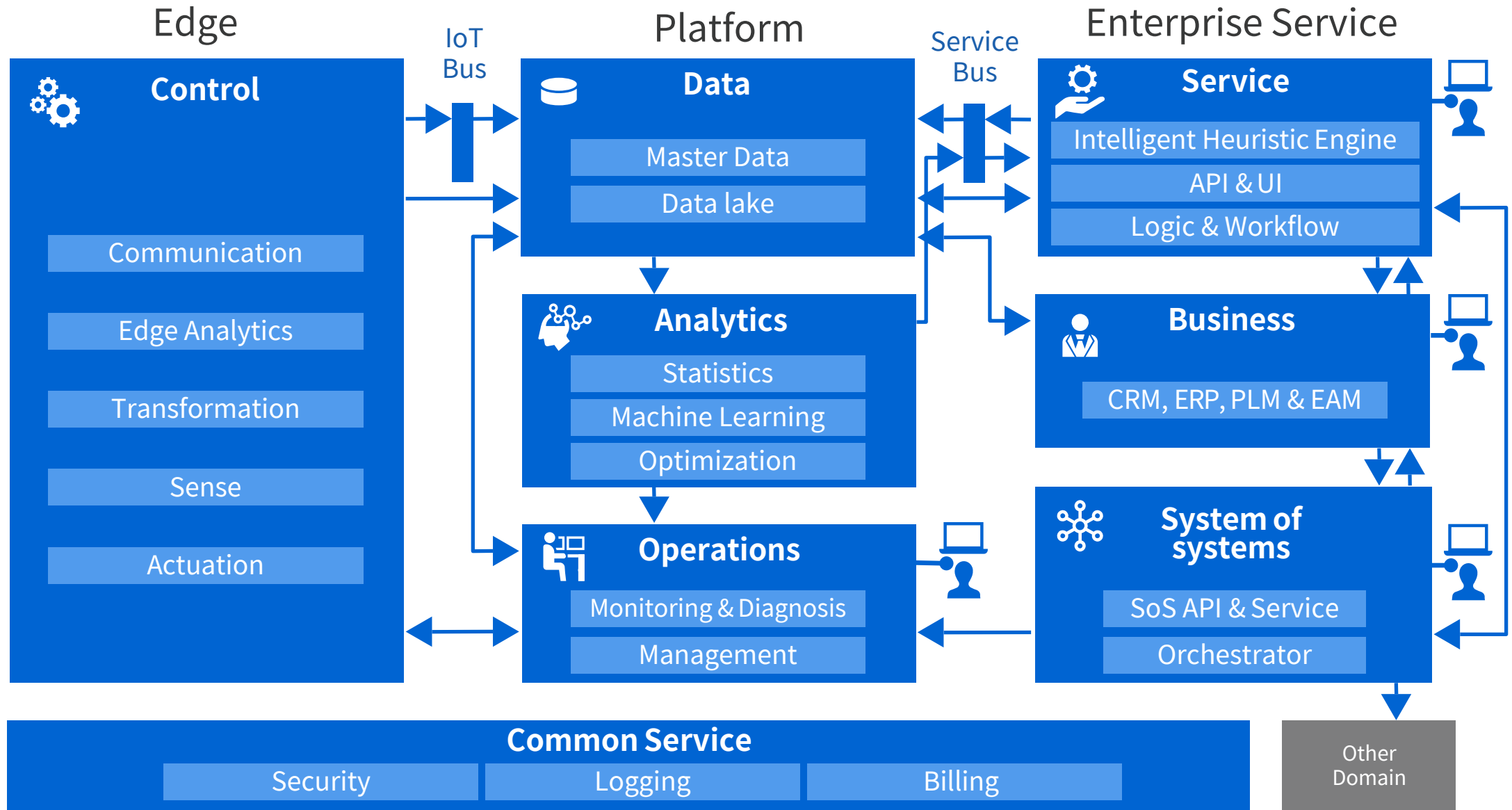


Digital Logistics

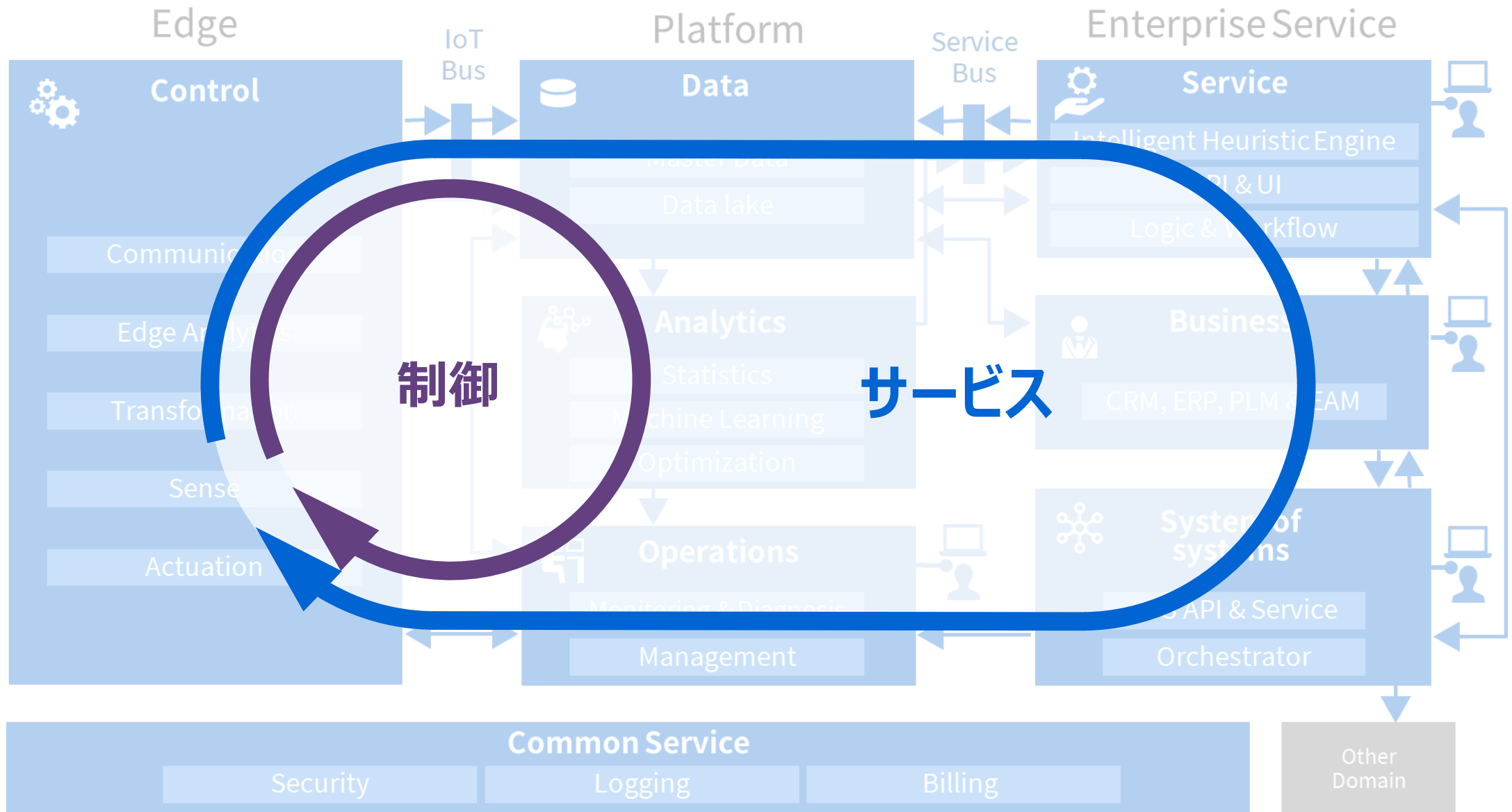


Digital Manufacturing

Toshiba IoT Reference Architecture Ver2.0 (3 Tier Architecture)

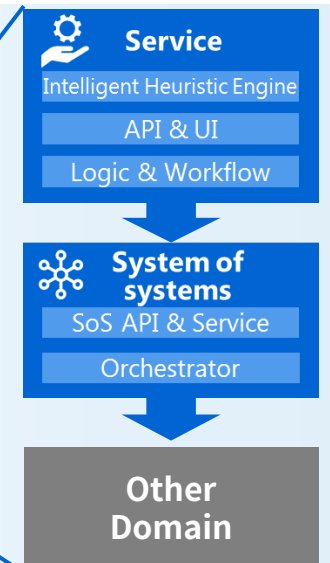
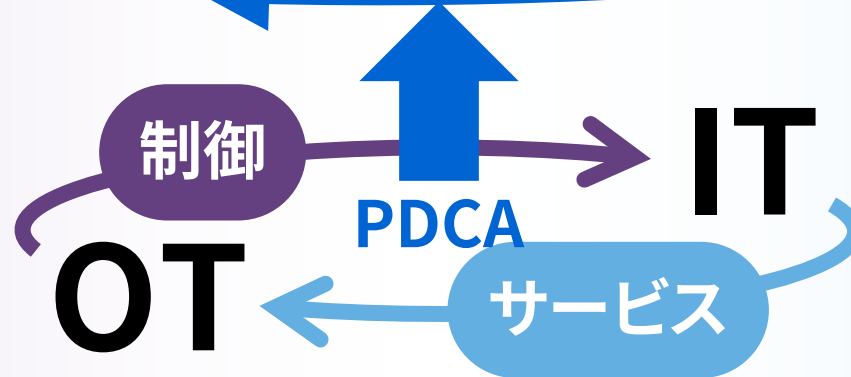
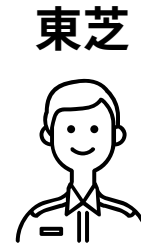
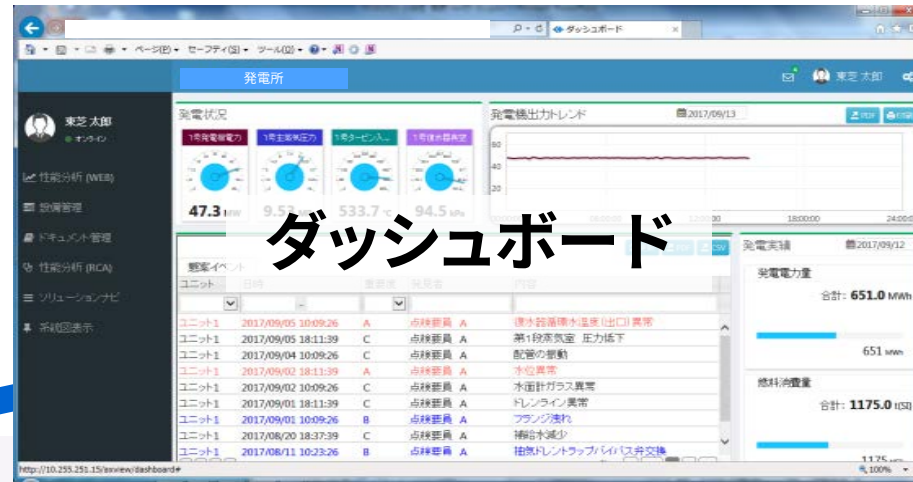


Toshiba IoT Reference Architecture Ver2.0 (3 Tier Architecture)

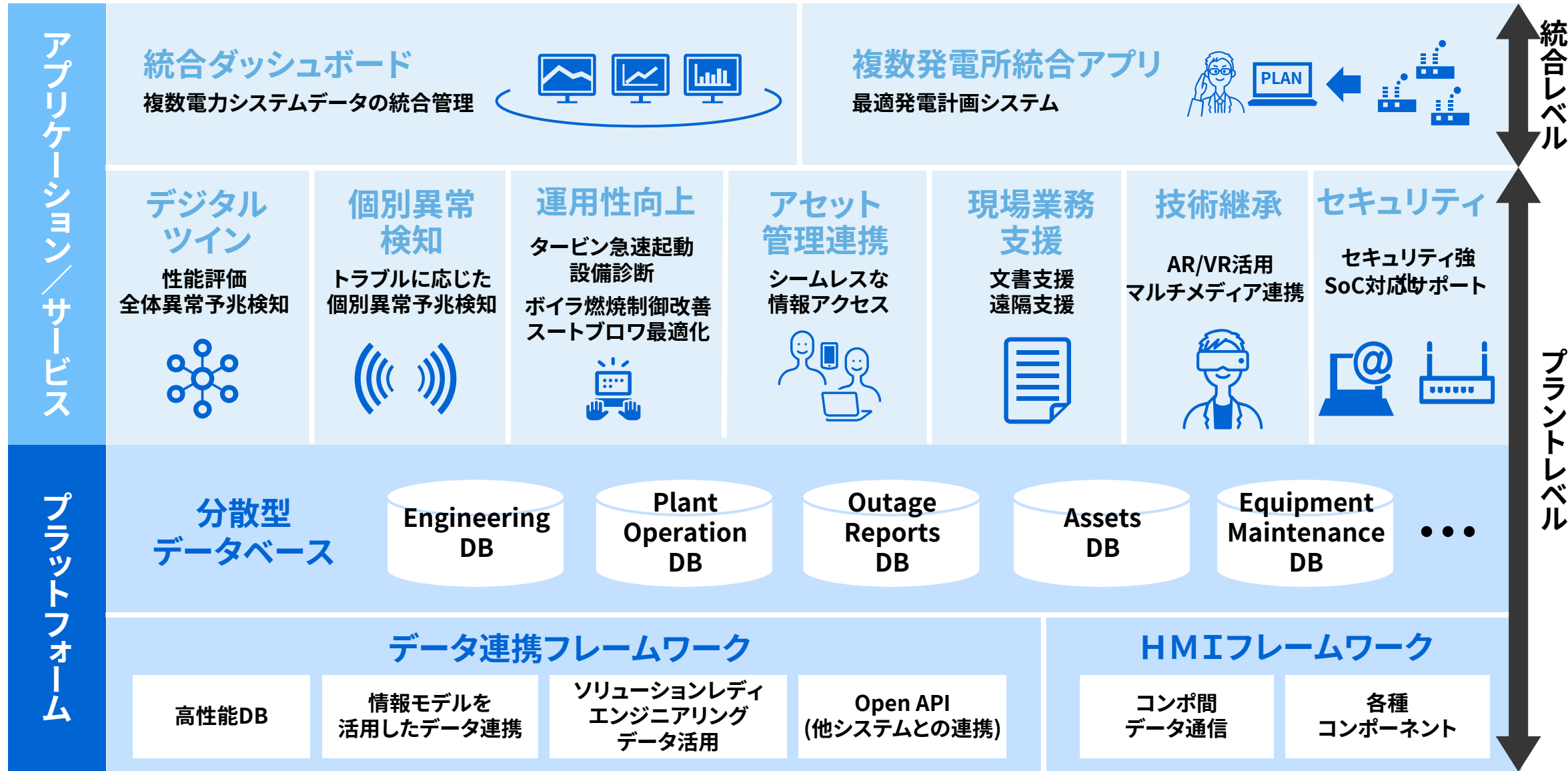


エネルギーシステム向けIoTソリューション

OTとITを連携させ、ダッシュボードで課題を共有・解決

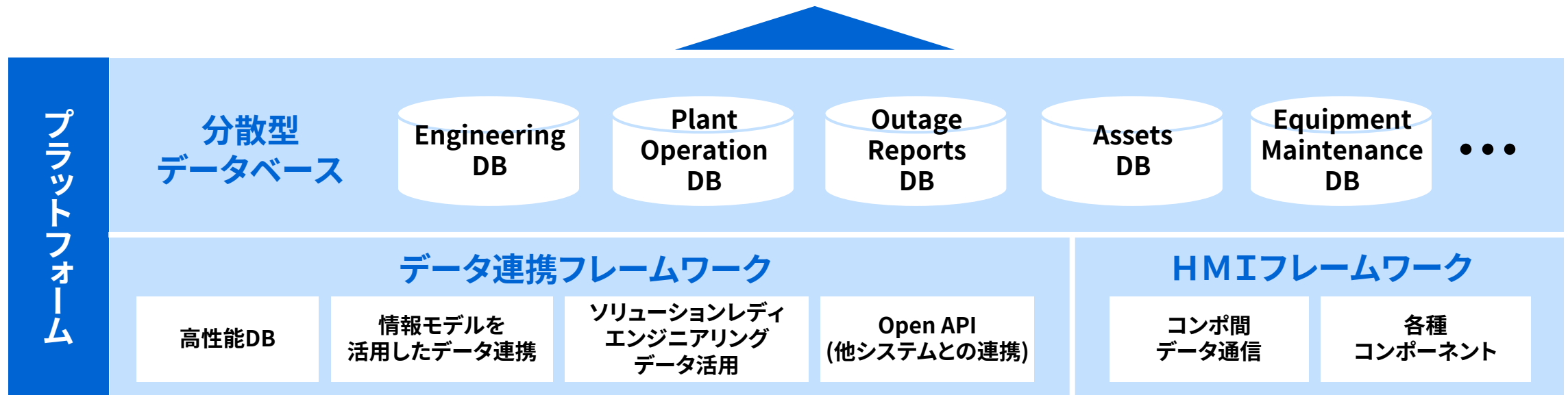


エネルギーシステム向けIoTソリューション



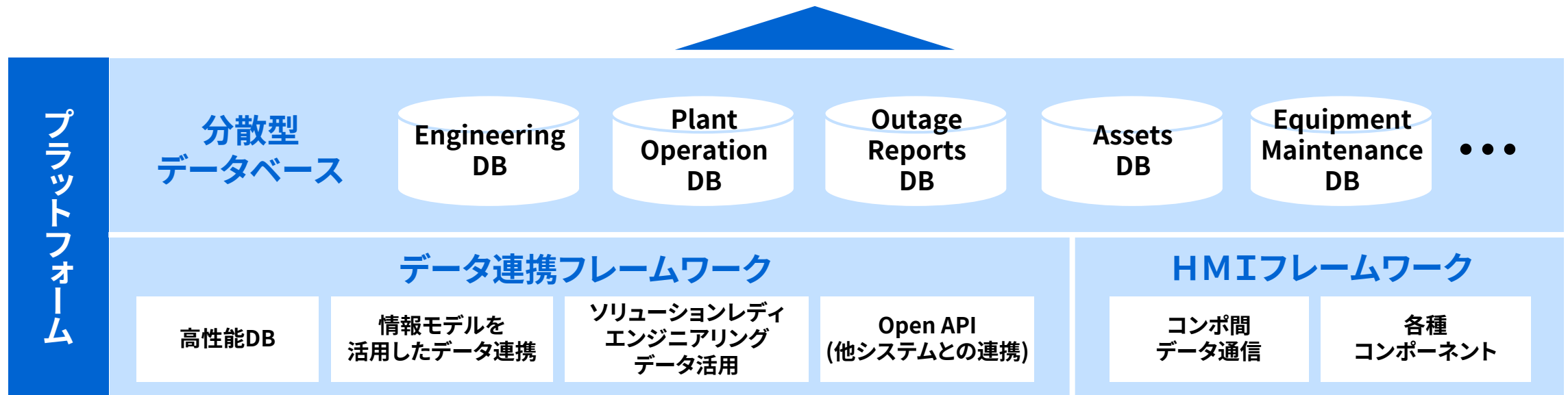
プラットフォームの特徴

1. マイクロサービス (Service Oriented Architecture)
2. ハイブリッド構成
3. 分散データベース
4. 情報モデルによるデータアクセス (オントロジー)
5. オープンAPIによる外部連携 (System of Systems)



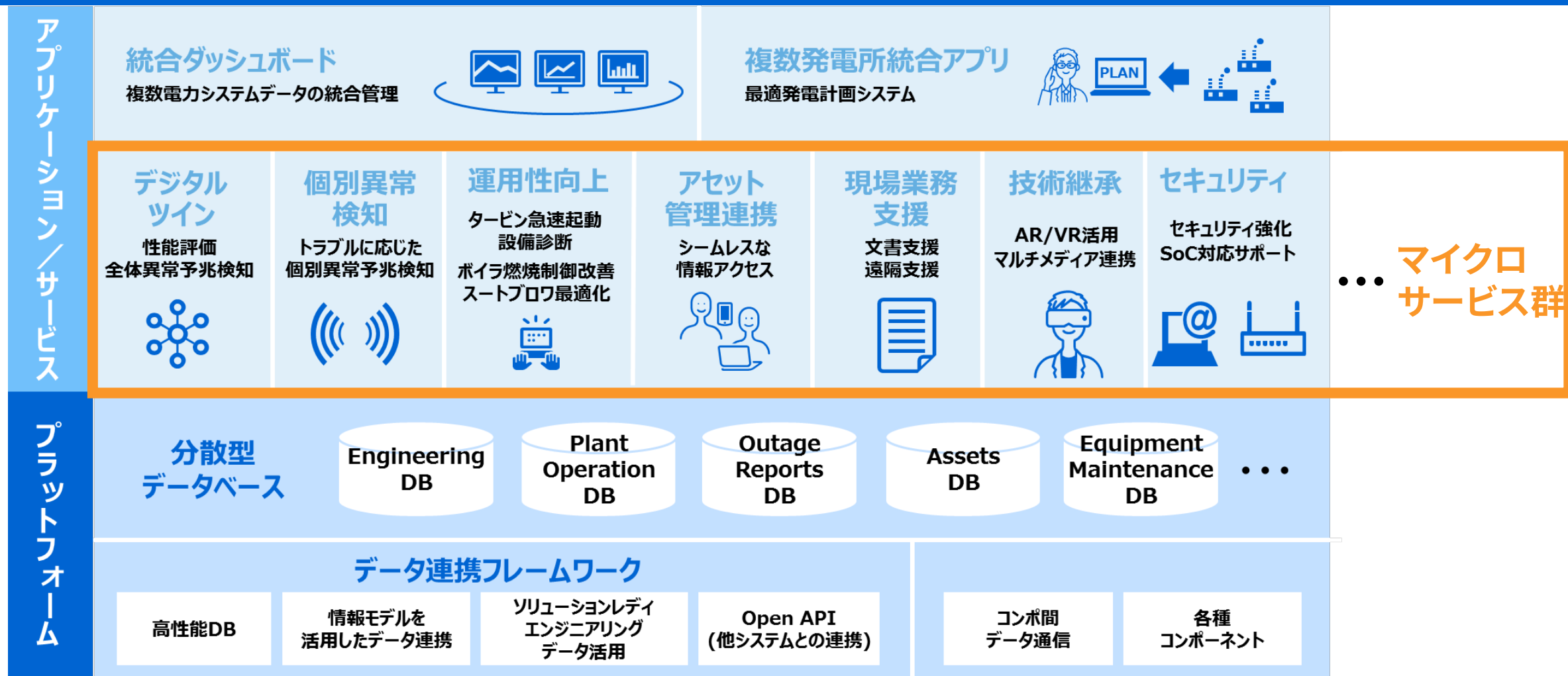
プラットフォームの特徴

1. マイクロサービス (Service Oriented Architecture)
2. ハイブリッド構成
3. 分散データベース
4. 情報モデルによるデータアクセス (オントロジー)
5. オープンAPIによる外部連携 (System of Systems)



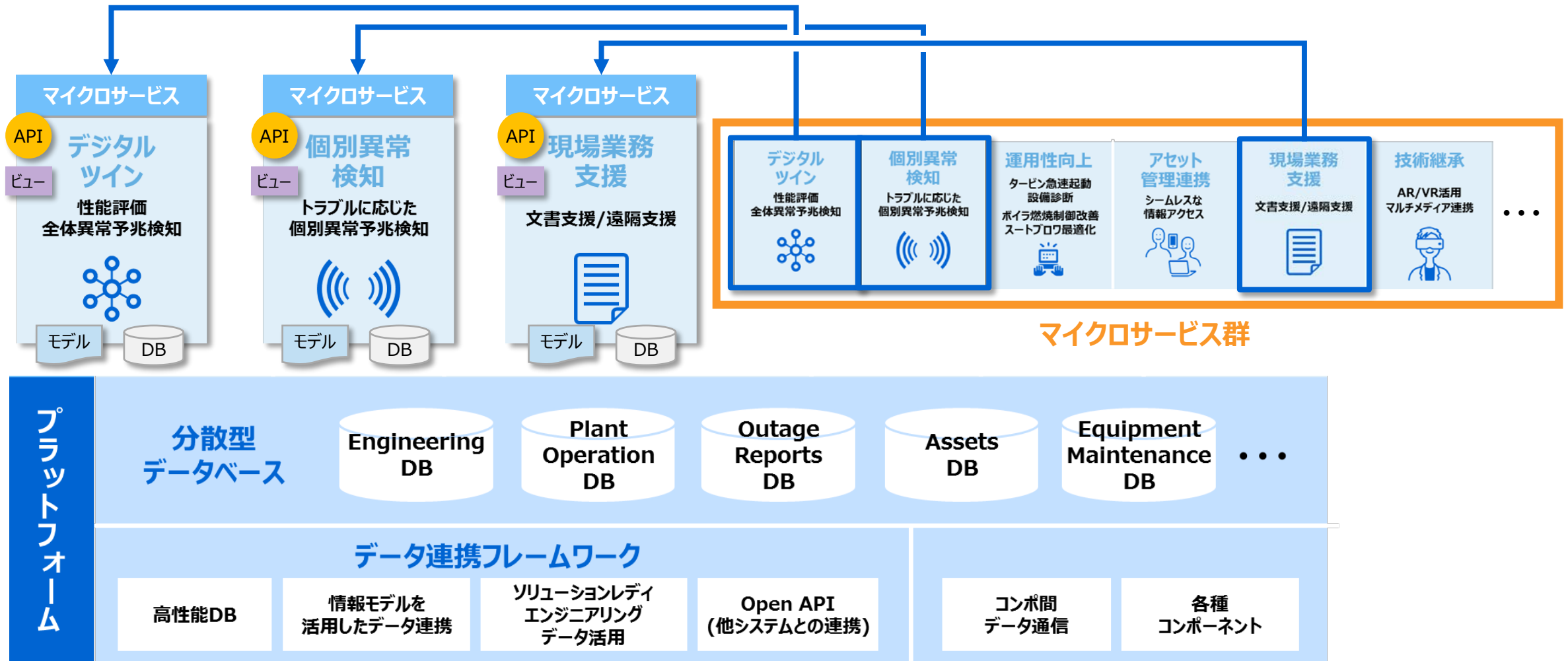
プラットフォームの特徴 1: マイクロサービス (Service Oriented Architecture)

顧客のニーズに合わせてマイクロサービスの選択可能



プラットフォームの特徴 1 : マイクロサービス (Service Oriented Architecture)

顧客のニーズに合わせてマイクロサービスの選択可能



プラットフォームの特徴 4: 情報モデルによるデータアクセス(オントロジー)

情報モデルでデータに意味付し、アクセス性を向上

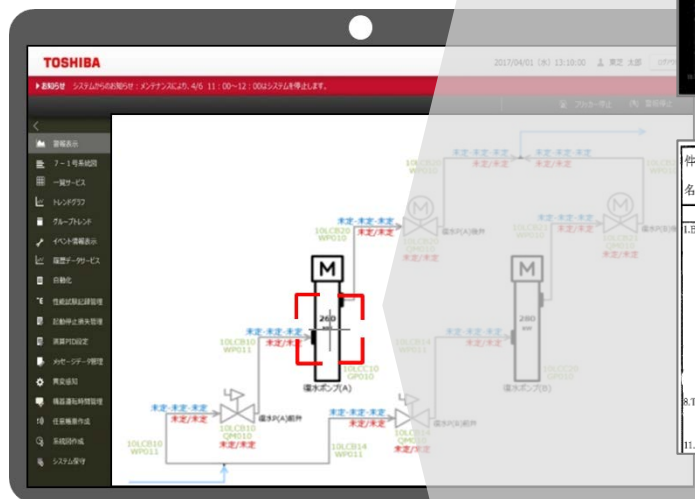
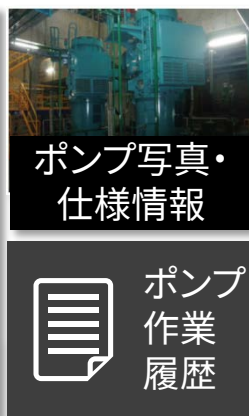
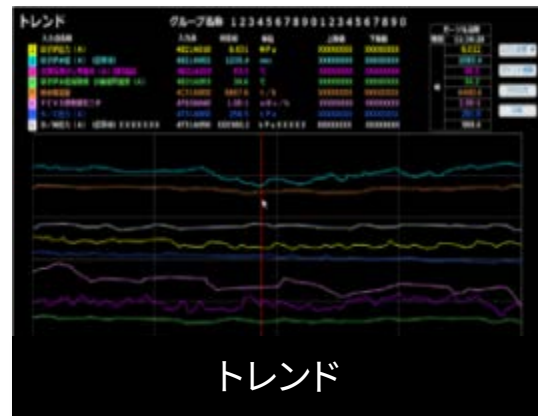
データの再利用性向上

データに意味情報を付加

ポンプの
情報が欲しい

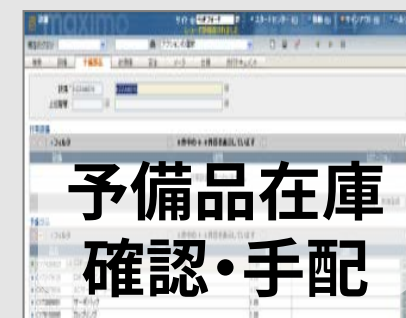


容易に情報提供



件名	操作	実施者	確認
LEO 下部長 (開始)			
TH	2.B(A)軸受冷却水ポンプ起動準備 (以降軸受冷却水ポンプと表示)	EO・TH	3.点検 (異常)
			B(A)軸受冷却水ポンプ入口弁
			CW-111B/AV
			B(A) 出口弁
			CW-113B/AV
			4.B機現場CS(緑)ランプ点灯 (TH)
			4.B機現場CS(緑)ランプ点灯 (TH)
8.TH-EO (点検終了異常発生)			
→異常発生(B(A)軸受冷却水ポンプ異常発生)			
	現場CS「自動」→「起動」→「停止」(TH)		10.B(A)機異常の有無 (TH)
11.BO 11.保排 (連続運転)			

手順書確認



シングルクリックで様々な情報に
アクセス



プラットフォームの特徴 4: 情報モデルによるデータアクセス(オントロジー)

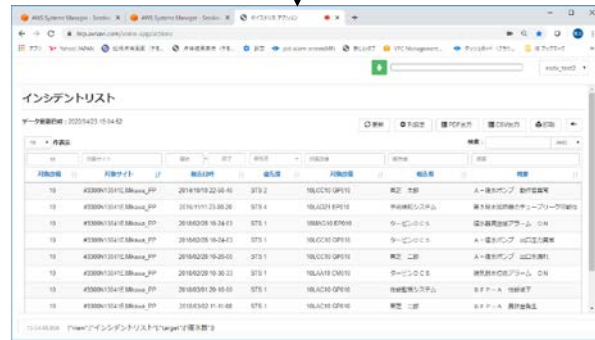
対象機器と
知りたい情報で
ダイレクトにアクセス



ボイラ給水ポンプBの
運転状態を表示



復水ポンプAの
故障状態を表示



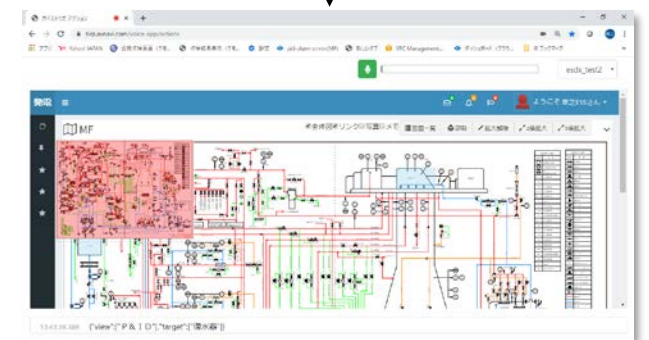
インシデント一覧

ボイラ給水ポンプBの
設備情報を表示



設備詳細

ボイラ給水ポンプの
系統情報を表示



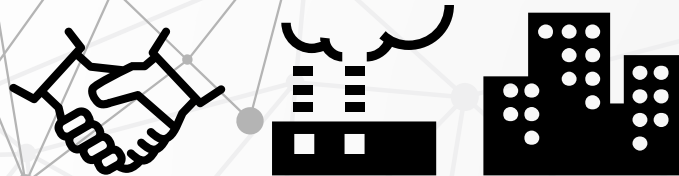
主配管系統図

プラットフォームの特徴 5: オープンAPIによる外部連携 (System of Systems)

インターフェースを公開することで、共創の輪を広げていく

公開インターフェース (オープンAPI)

[電力事業者]



共創

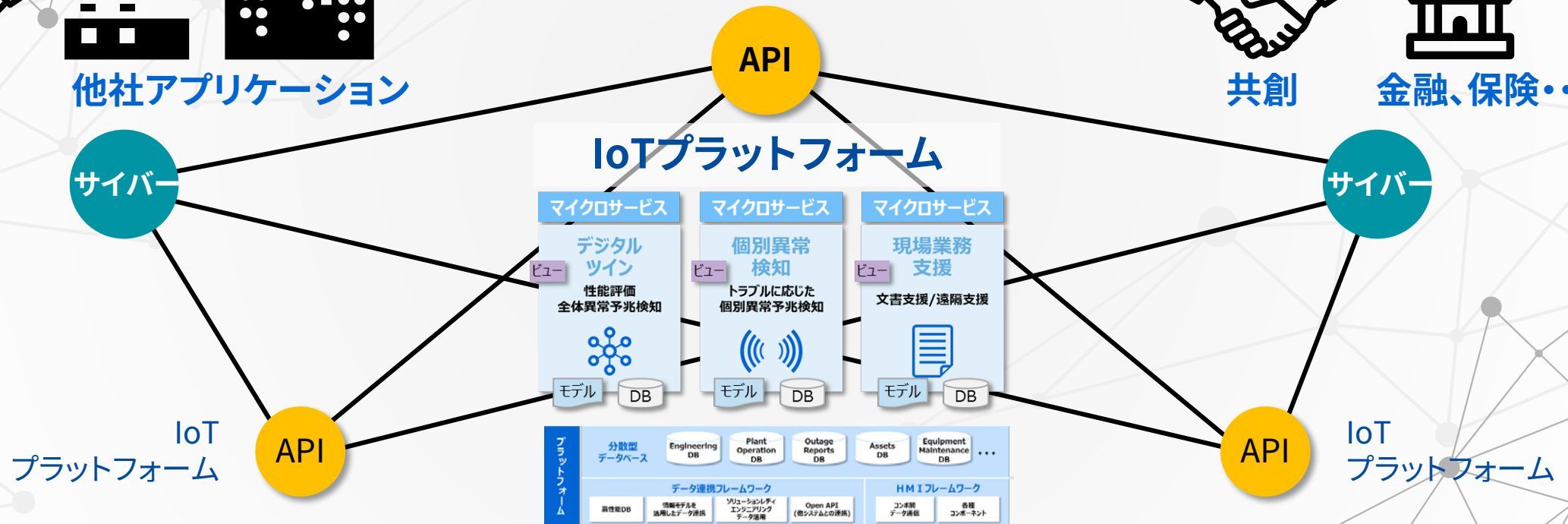
他社アプリケーション

[異業種データ連携]

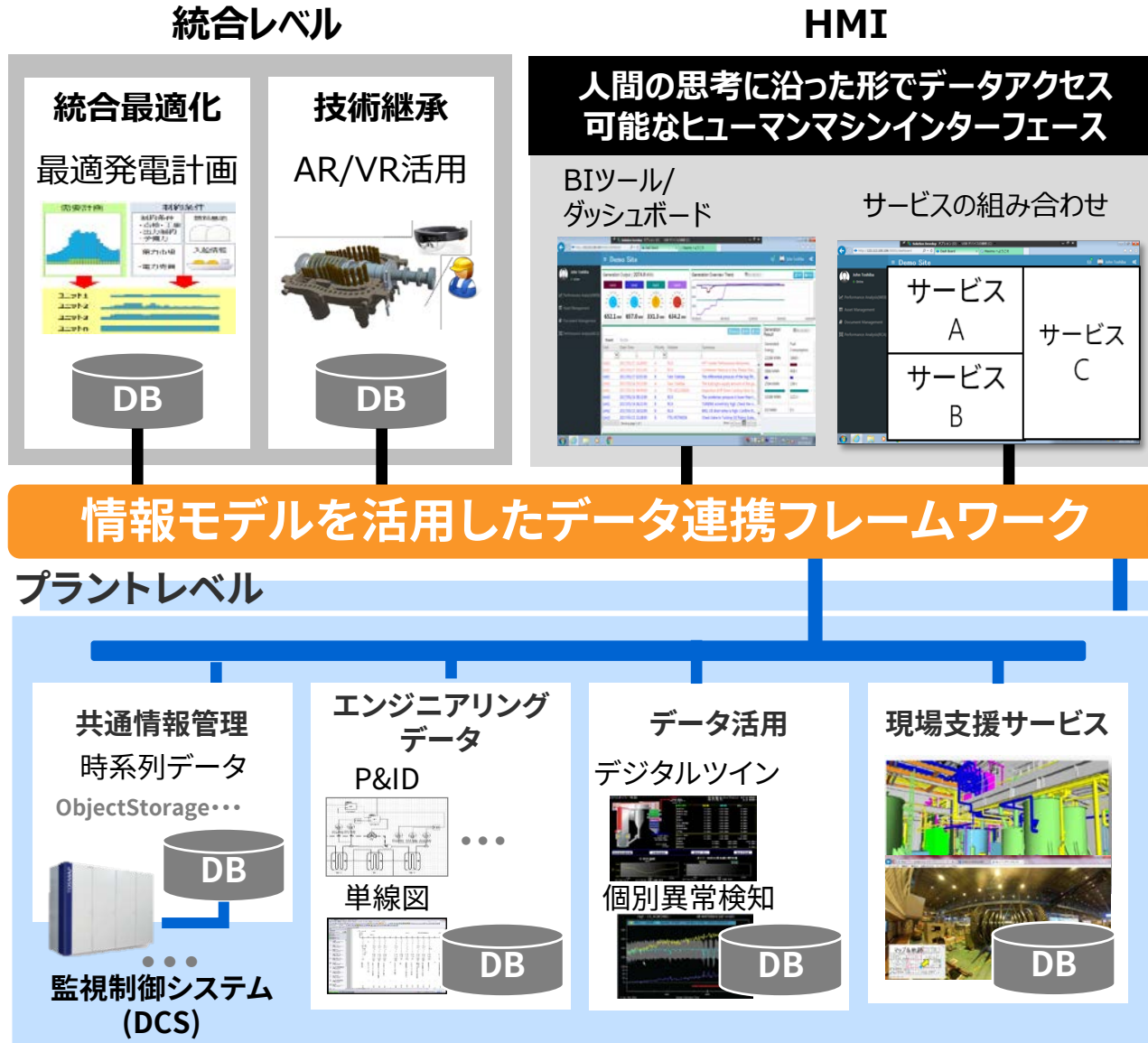


共創

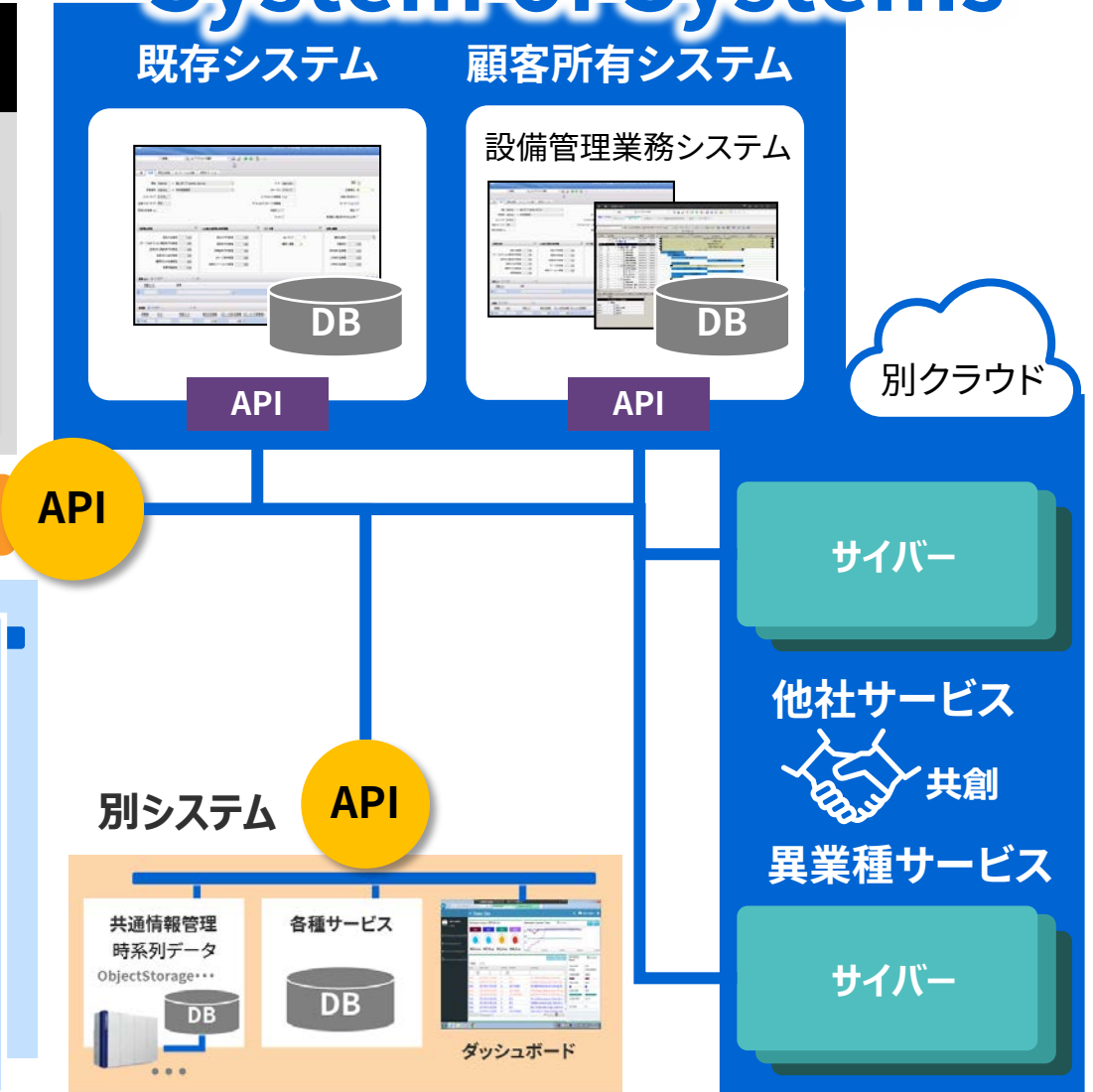
金融、保険...



プラットフォームを活用した全体像



System of Systems



様々な分野にプラットフォームを適用中



エネルギーシステム向け IoTプラットフォーム

エネルギー事業の課題に対する対応

既存

トータルバリューチェーン最適化

デジタルモダナイゼーション

エネルギー最適運用

業務拡張に向けた
トータルセキュリティ対策

新領域

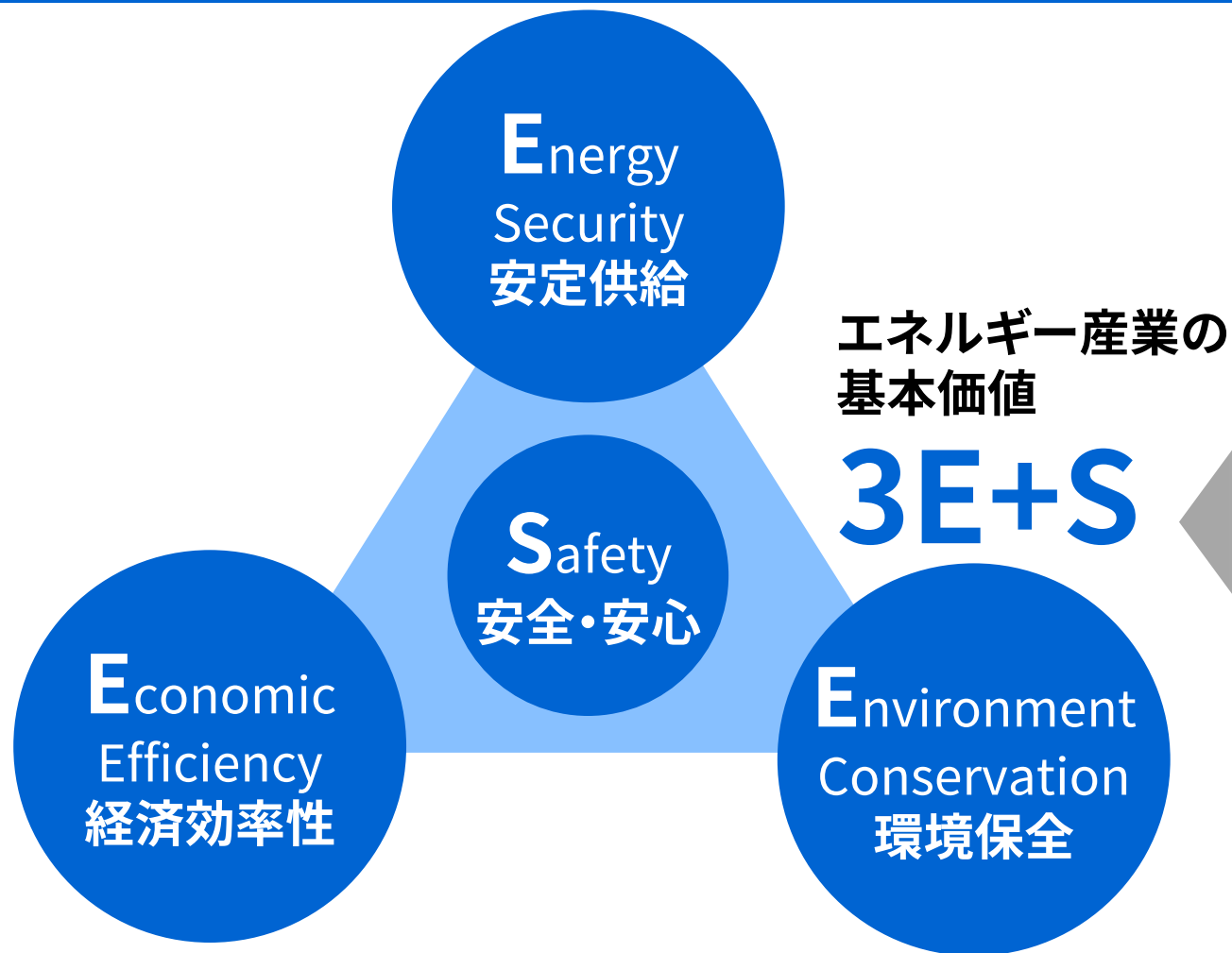
エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

プラットフォーム

新たな領域への対応およびそれを支えるプラットフォームを紹介

エネルギーミックスの最適化に向けて:3E+S

最良の3E+Sを実現するに、電源を最適なバランスで組み合わせる



エネルギーミックスの最適化

最良の3E+Sを実現するには特徴が異なる電源を最適バランスで組み合わせることが必要

従来型
大規模
電源
(BER)

火力発電

水力発電

原子力発電

分散化型
電源
(DER)

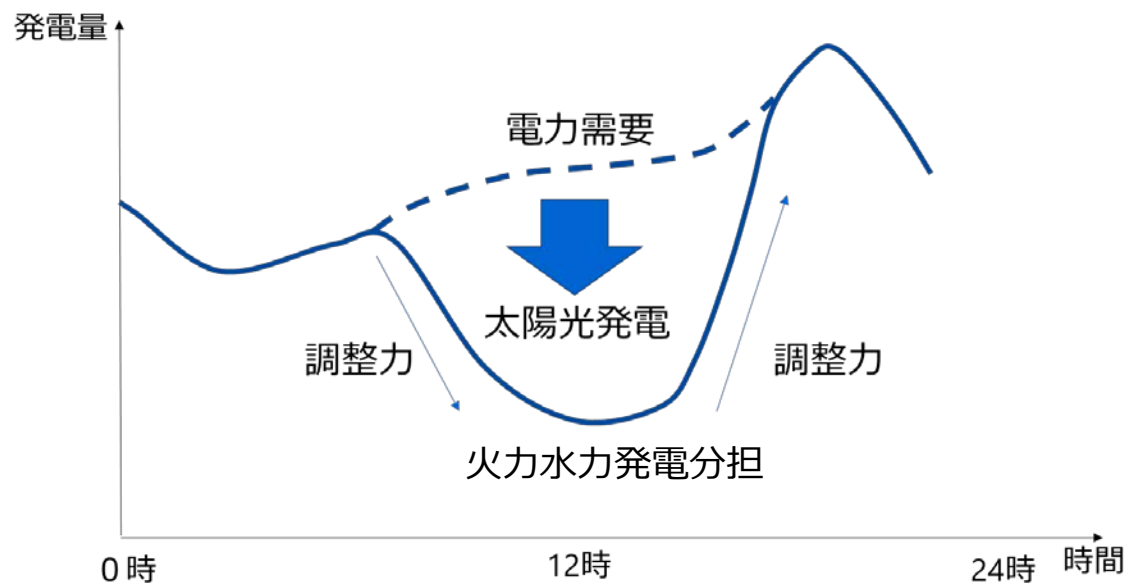
太陽光発電

風力発電

⋮

エネルギーミックスの最適化に向けて

再エネ増加に伴い 火力の調整力がますます重要になってきている



再エネ(太陽光)発電増加

昼間必要となる火力水力発電
需要は急激に減少

朝夕方の急激な需要変化に対応要

再エネ増加に伴う電力系統への影響

- ✓ 再エネによる電力余剰
- ✓ 再エネ出力減による供給力不足
- ✓ 不安定な出力変動に対応する
系統周波数の調整力不足

1. 需要予測
2. 再エネの発電量予測
3. 火力水力発電の運用計画

1. 需要予測

多地点の数値気象予測と複数AI手法の組合せ技術により、予測精度を向上

『第1回 電力需要予測コンテスト』

(東京電力ホールディングス株式会社様)



課題: 翌日需要
予測 (1時間単位)
- 年間予測: 2015/1/1
~12/31
- 本番予測: 2017/9/2
~9/10 (リアルタイム
データ)

【審査委員コメント】

コンテスト期間は季節の変わり目であるということもあり、気象予報を用いた需要予測手法は影響を受けやすい。本応募者は、その弱点を、**多地点の気象予測**を用いることで成果につなげた。また、**アンサンブル学習**を行うことで更なる精度の向上に努め、工夫と潜在力を感じた。今後の発展が楽しみ。

最優秀賞を受賞



株式会社東芝
研究開発センター
システム技術ラボラトリー

ポイント
1

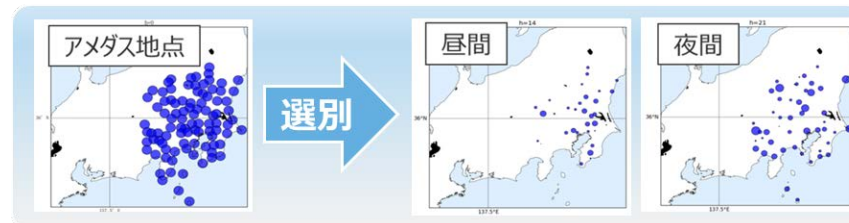
高精度な気象予測技術

需給エリア全域の気象条件を数値気象予測モデルにより高精度に予測

ポイント
2

スパースモデリング技術

多地点の気象予測データから、需要量に影響する重要地点や気象要素を自動選別



ポイント
3

アンサンブル学習技術

ディープラーニング(深層学習)を含む多様な需要予測モデルをブレンドすることで予測精度を向上

2. 太陽光の発電量予測

独自の数値気象予測とPV設置状態の機械学習により、高精度と実用性を実現

太陽光発電量予測技術コンテスト『PV in HOKKAIDO』
(東京電力ホールディングス株式会社様と北海道電力株式会社様の共催)

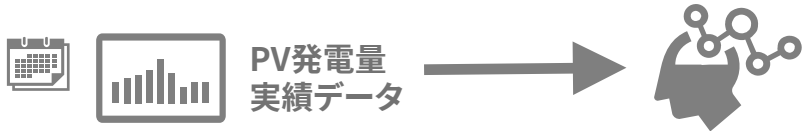
グランプリを受賞  株式会社東芝
研究開発センター



ポイント 1 独自の気象予測データ
東芝独自の気象予測システムから得られる様々な物理データを活用



ポイント 2 PV設置状態推定AI
PV設備の特徴や設置条件をAIが自動学習する高精度な予測技術を開発



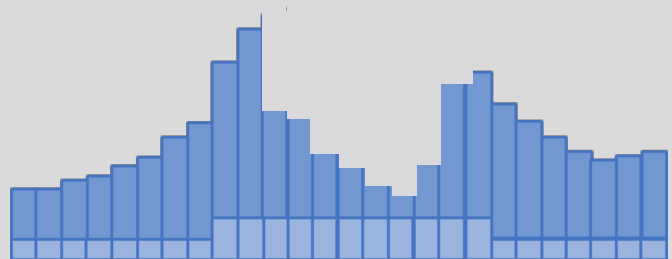
課題: 北海道エリア内の指定する太陽光発電所の発電量合計値の予測 (15カ所の合計、30分単位)
対象期間:
2018/1/1~2019/1/31

【審査委員コメント】
独自の数値予報モデルと機械学習の組み合わせなどで高精度を実現。予測に必要な要素を自前の技術でカバーするなど**精度と実用性の面で総合力の高さ**が評価された。精度向上に関する考察を定量的に説明したビデオ、レポートも高評価を得た。

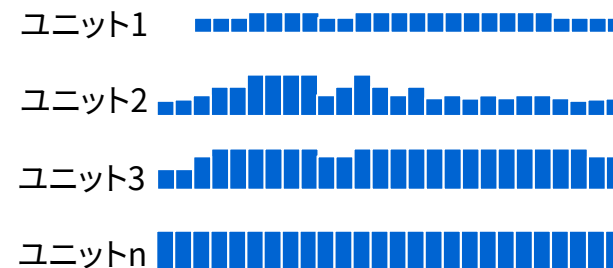
3. 火力発電の運用最適化

最適化アルゴリズムをソリューションに適用 例: プラント運用条件や燃料制約を考慮した最適発電計画

需要計画

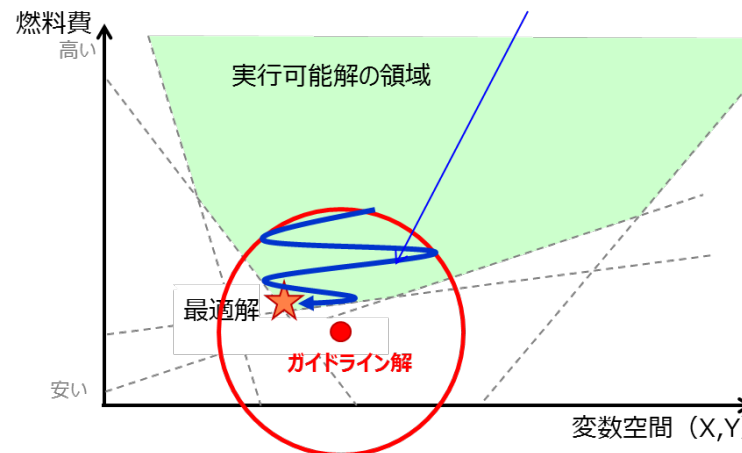


発電計画



制約条件

燃料基地		静的特性 動的特性
発電ユニット		定検・工事 出力制約 予備力
入船情報		電力売買



スーパーコンピュータでも膨大な時間が掛かる大規模な最適化計算を実用的な時間で解けるアルゴリズムを開発

高速に燃料費が最小となる解を算出 (経済性**0.48%**向上)

トータルバリューチェーン最適化ソリューション

予測技術や最適化技術を活用し、トータルバリューチェーンを最適化

電力市場 調達・販売

市場価格予測

入札戦略

調達戦略

需要予測

再エネ発電予測

発電

事業計画

石炭運用

発電計画

LNG運用

気象予測

PV予測

配船計画

需要家

VPP

エネマネ

PV

経済DR

送配電

系統復旧

潮流遮断

系統遮断

トータルバリューチェーン最適化ソリューション

予測技術や最適化技術を活用し、トータルバリューチェーンを最適化

電力市場 調達・販売

市場価格予測

入札戦略

調達戦略

需要予測

再エネ発電予測

需要家

VPP

エネマネ

PV

経済DR

発電

事業計画

石炭運用

発電計画

LNG運用

気象予測

PV予測

配船計画

送配電

系統復旧

潮流遮断

系統遮断



エネルギー事業の課題に対する対応

既存

トータルバリューチェーン最適化

デジタルモダナイゼーション

エネルギー最適運用

業務拡張に向けた
トータルセキュリティ対策

新領域

エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

プラットフォーム

新たな領域への対応およびそれを支えるプラットフォームを紹介

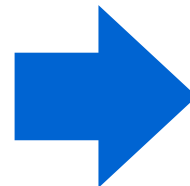
設備稼働率向上、メンテナンス費用の低減が必要

運用の変化に伴う 火力発電への影響

負荷変化幅拡大・急速負荷変化など
過酷な運転により設備ストレスが増加

既設設備のバックアップ化
(待機時間が増え、発電しないが巡回は必要)

メンテナンス費増大の懸念



設備稼働率向上

- 熱効率の監視
- 高度な故障検出

メンテナンス費用の低減

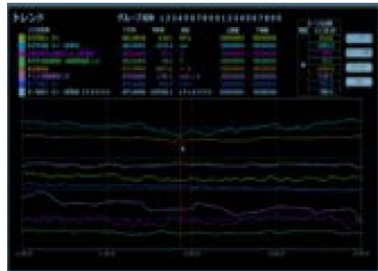
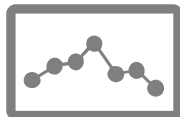
- 現場巡回の省力化

稼働率向上ソリューション

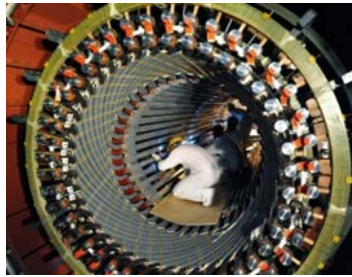
異常検知から改修までサポートし、稼働率向上

統合ダッシュボード

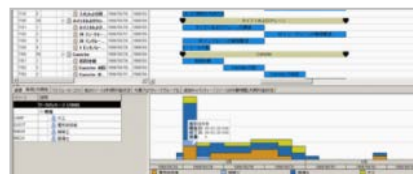
運転データやモデルを活用し故障の予兆を発見



改修工事



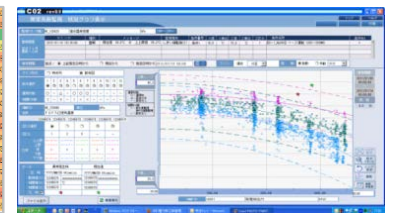
複数発電所統合アプリ



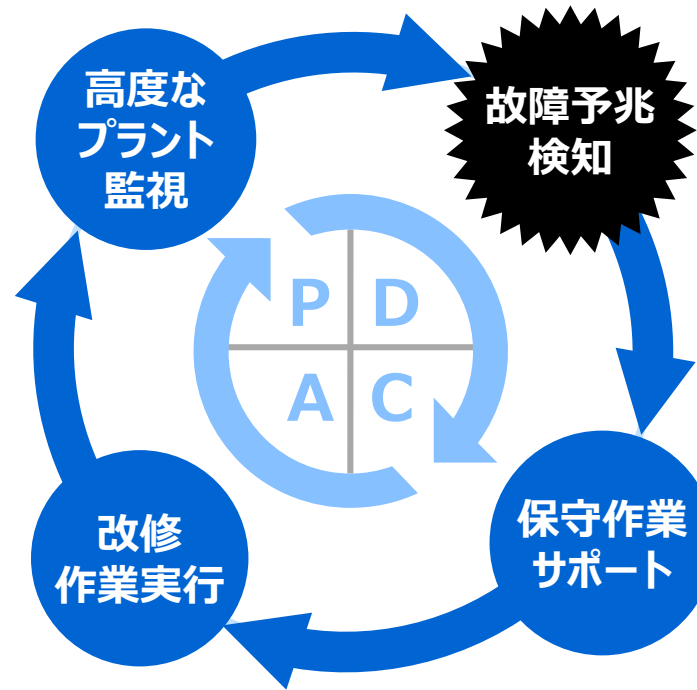
アセット管理連携

個別異常検知

不適合管理や計画等異常発見後のフローもサポート



デジタルツイン

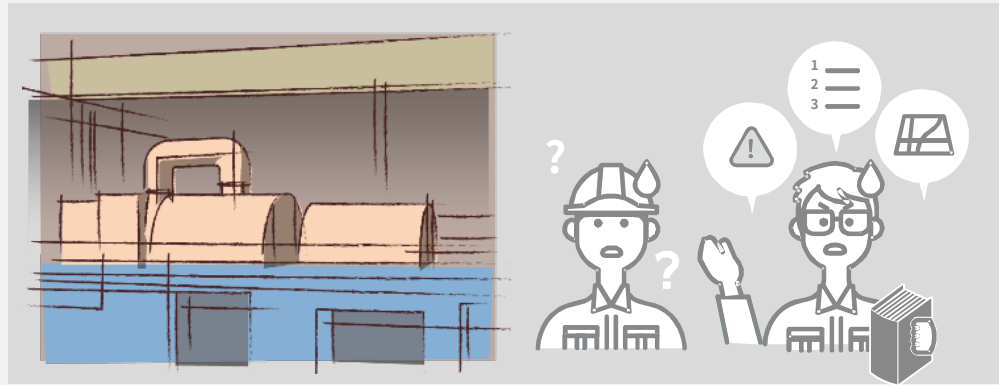


保全計画検討

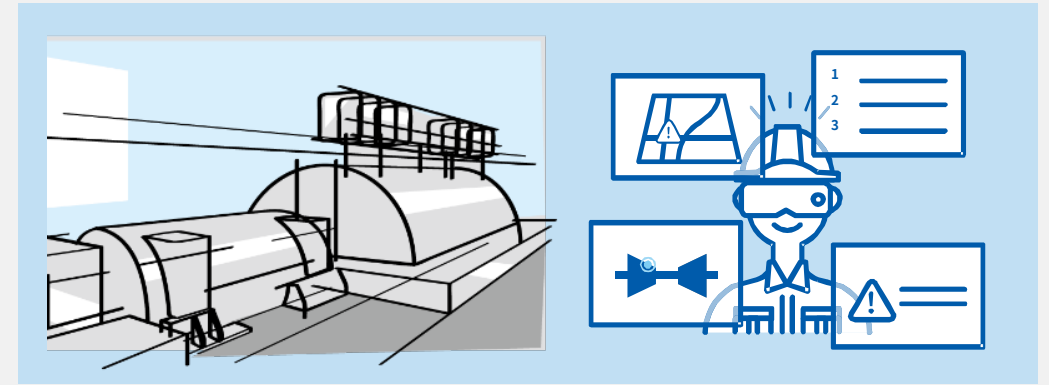
メンテナンス費用の低減

デジタル技術適用によるメンテナンス作業の効率化

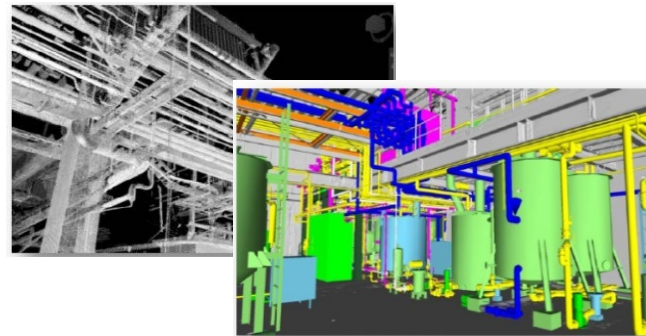
老朽プラント



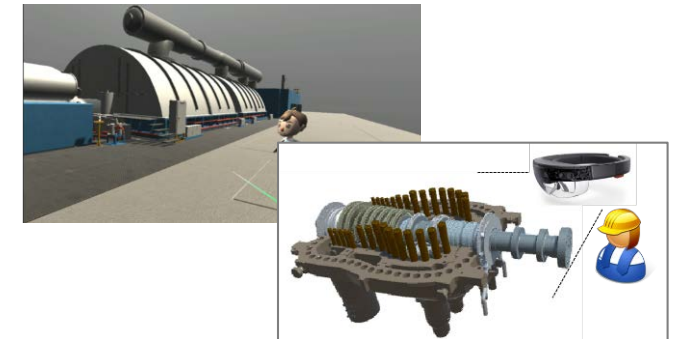
デジタル化プラント



① 巡視点検高度化



② 3Dデータ化

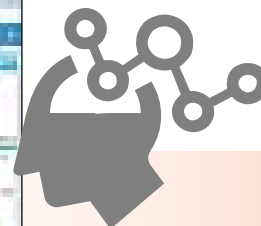
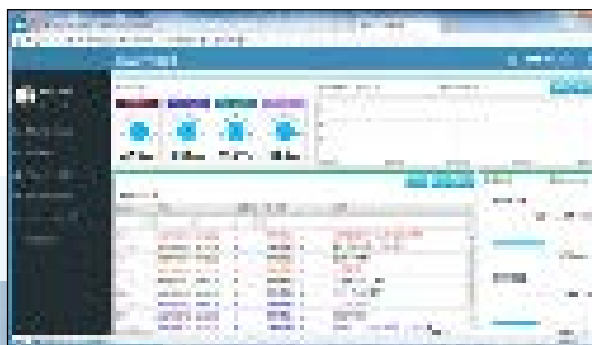


③ データ活用

メンテナンス費用の低減①:現場巡回の省力化

現場巡回を省力化し、デジタルデータとして統合管理

ダッシュボードによる可視化



AI(東芝)

安全作業支援(画像監視)

AIによる巡視
計画策定・
画像診断

保守担当(顧客)

エネルギー
IoTプラットフォーム(ESS)

チェック

ロボット・ドローンによる巡視・点検

対象設備

メンテナンス費用の低減②：ドローン活用

簡易デジタル化および飛行ルート生成から詳細デジタル化の一連のパッケージ

基本フロー

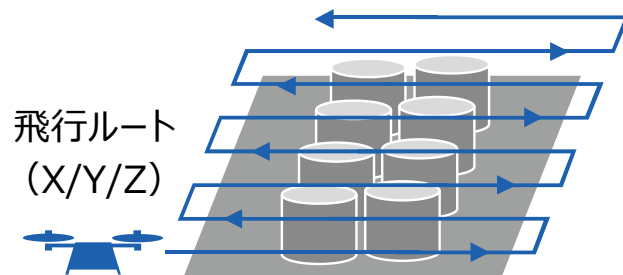


飛行ルート生成し、実飛行を行い、3Dモデルによる見える化を実現

差異化 ポイント

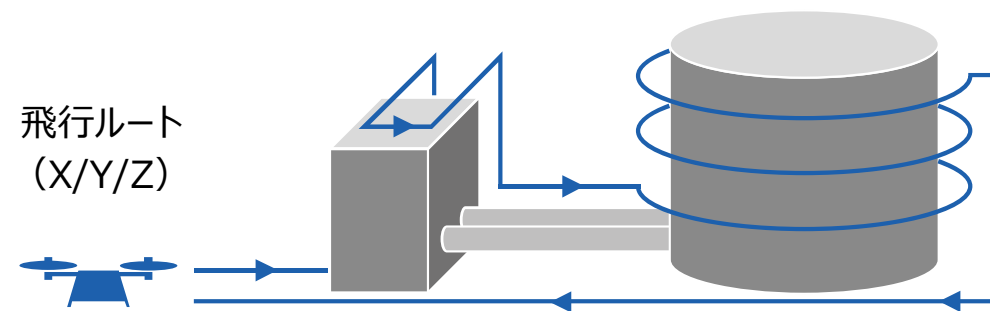
【一般的なドローン飛行】

単純なパターン飛行(風景として撮影)



【本取組みによるドローン飛行】

対象物に沿って近接飛行・撮影



エネルギー事業の課題に対する対応

既存

トータルバリューチェーン最適化

デジタルモダナイゼーション

エネルギー最適運用

業務拡張に向けた
トータルセキュリティ対策

新領域

エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

プラットフォーム

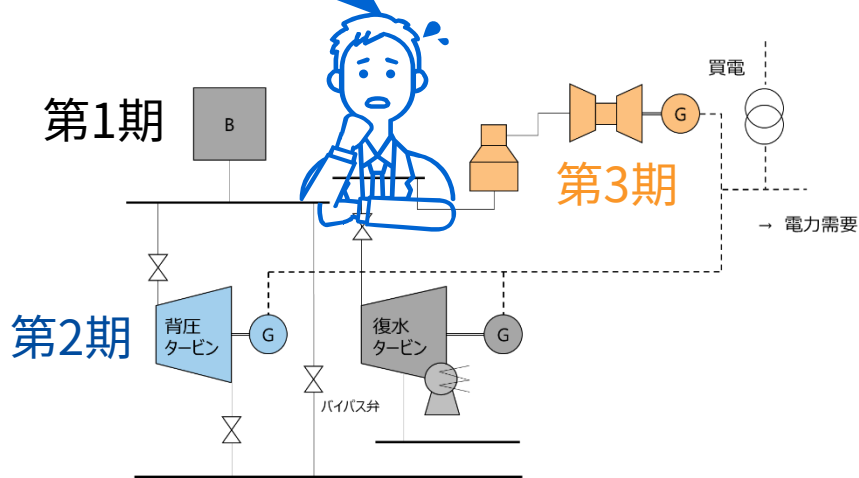
新たな領域への対応およびそれを支えるプラットフォームを紹介

ヒートバランス、設備設計技術をCPSを組み合わせることで 一般産業の課題を解決

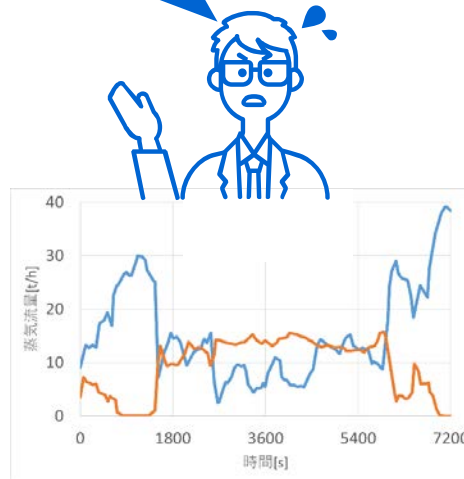
一般産業コージェネプラントの課題

増改築を繰り返しており、全体として適切な運用とは限らない

電気、蒸気、熱エネルギー等の組み合わせが多く、現在が最適運用かよくわからない



増設・更新を重ねたプラント



生産工程により、変化する需要

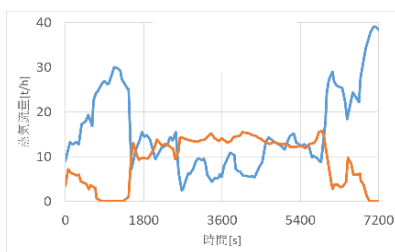
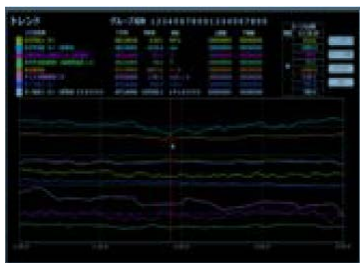
コージェネプラントにおいて運用制限を守りつつ、より良い運転をしたい

ヒートバランス
検討技術
+
設備設計技術

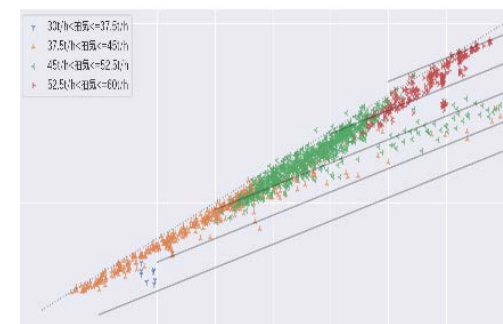
エネルギー最適運用

一般産業向けコージェネレーションプラントの運用性改善

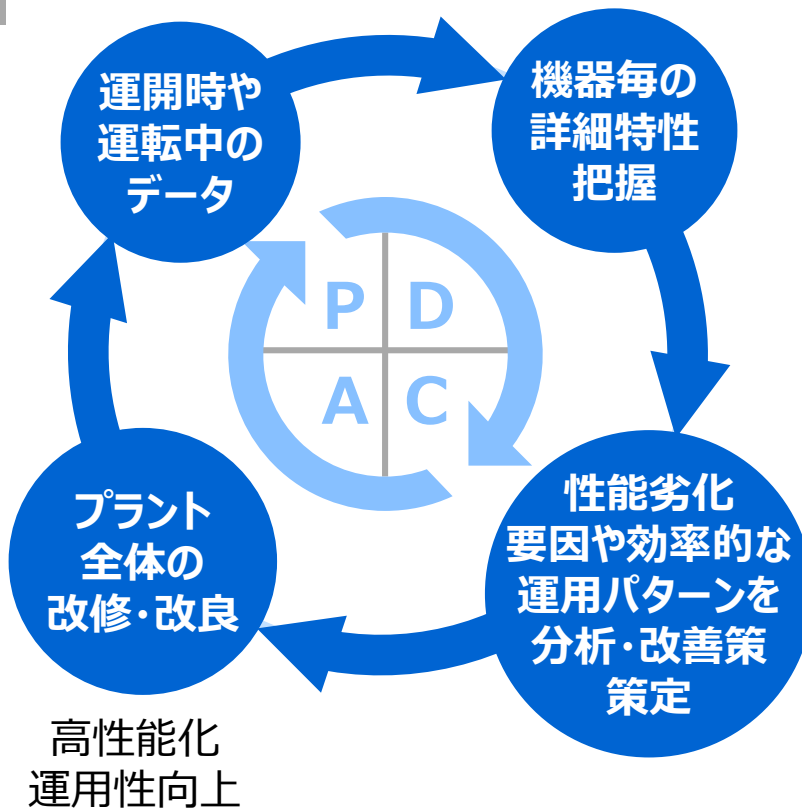
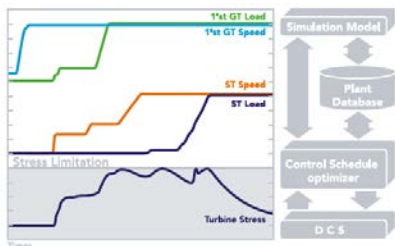
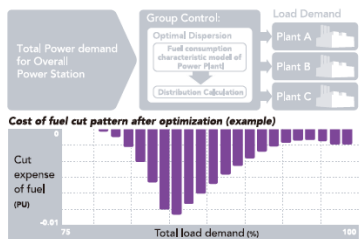
統合ダッシュボード



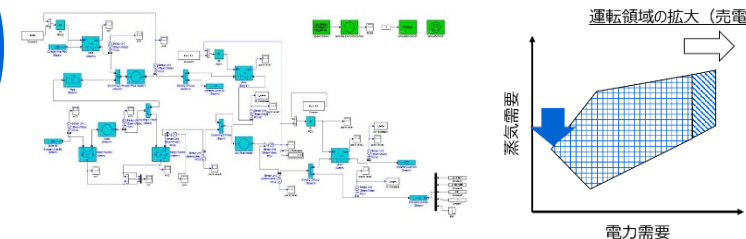
データフィッティング



需要分析 (電気・蒸気)



動的・静的シミュレーション

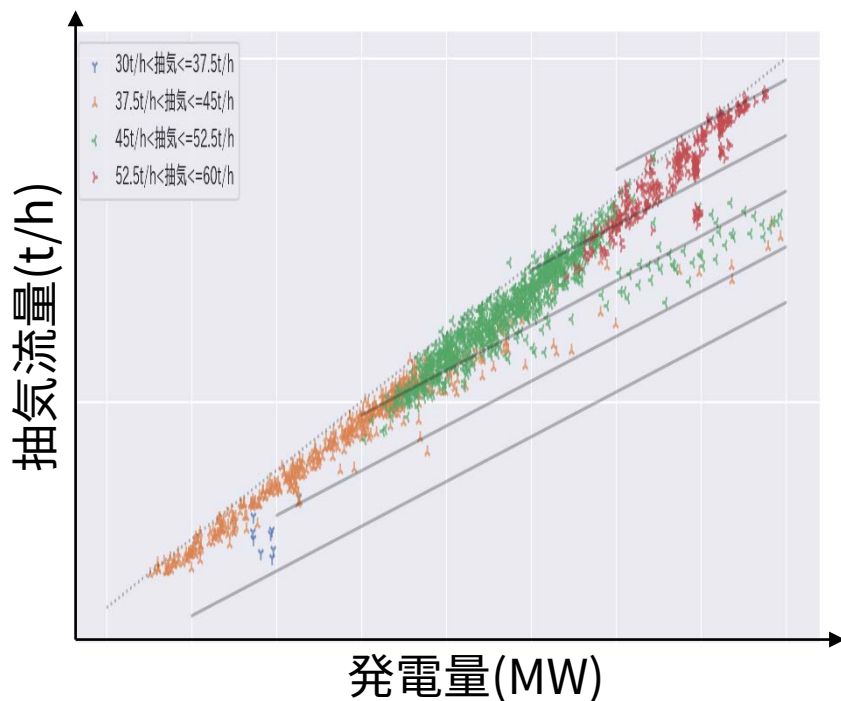


ヒートバランスの再設計

エネルギー最適運用：老朽化プラントのヒートバランス改善

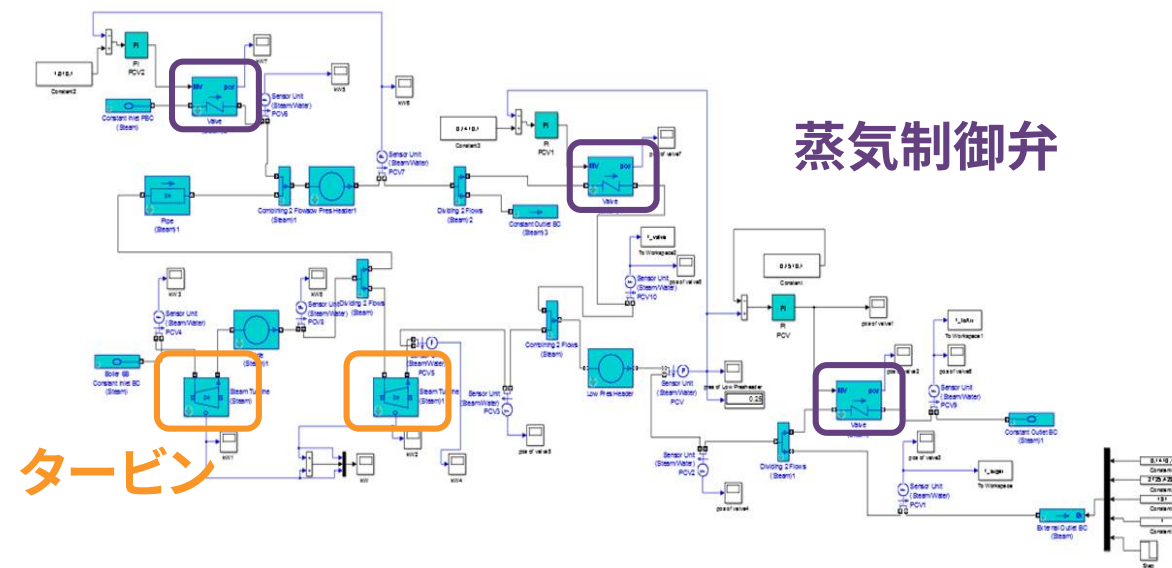
実データを元に、シミュレーション等活用して、運用を評価

Physicalに基づく特性把握



産業用抽気タービンモデル

制御性を定量的に把握



プラント動的シミュレーション

エネルギー最適運用：老朽化プラントのヒートバランス改善

最適なヒートバランスを再設計し、運用範囲拡大を提案

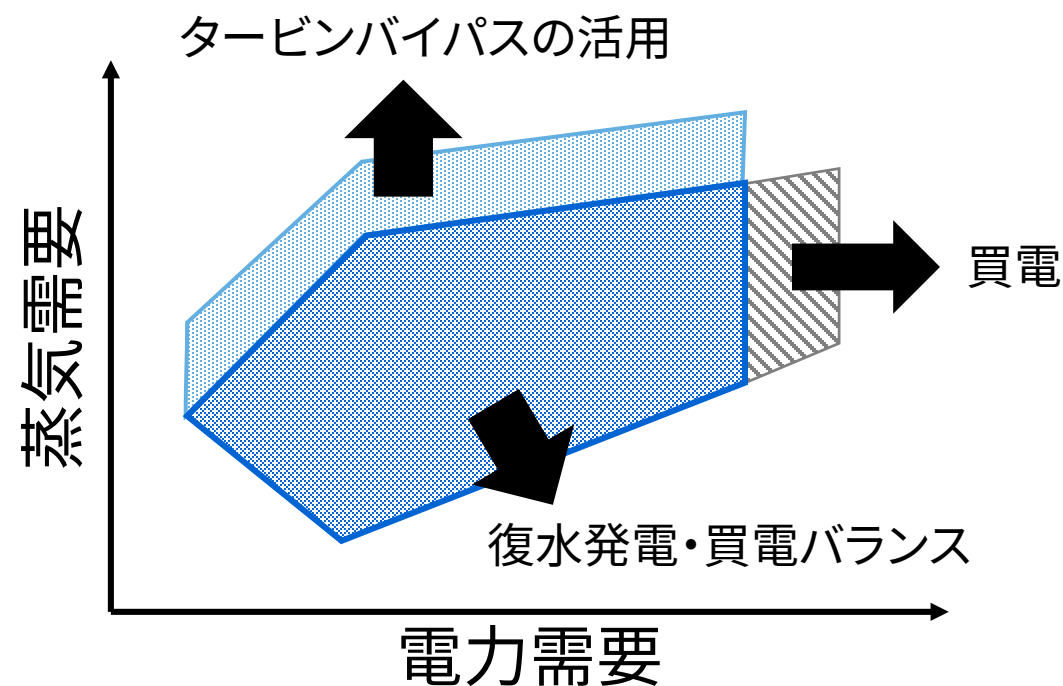
運用性向上ソリューション

最適ヒートバランス計算

運用変更

制御系改良による
運転領域の拡大

運転領域の拡大(見直し)



複数の産業領域でFS実施完了正式導入に向けた協業を継続中

エネルギー事業の課題に対する対応

既存

トータルバリューチェーン最適化

デジタルモダナイゼーション

エネルギー最適運用

業務拡張に向けた
トータルセキュリティ対策

新領域

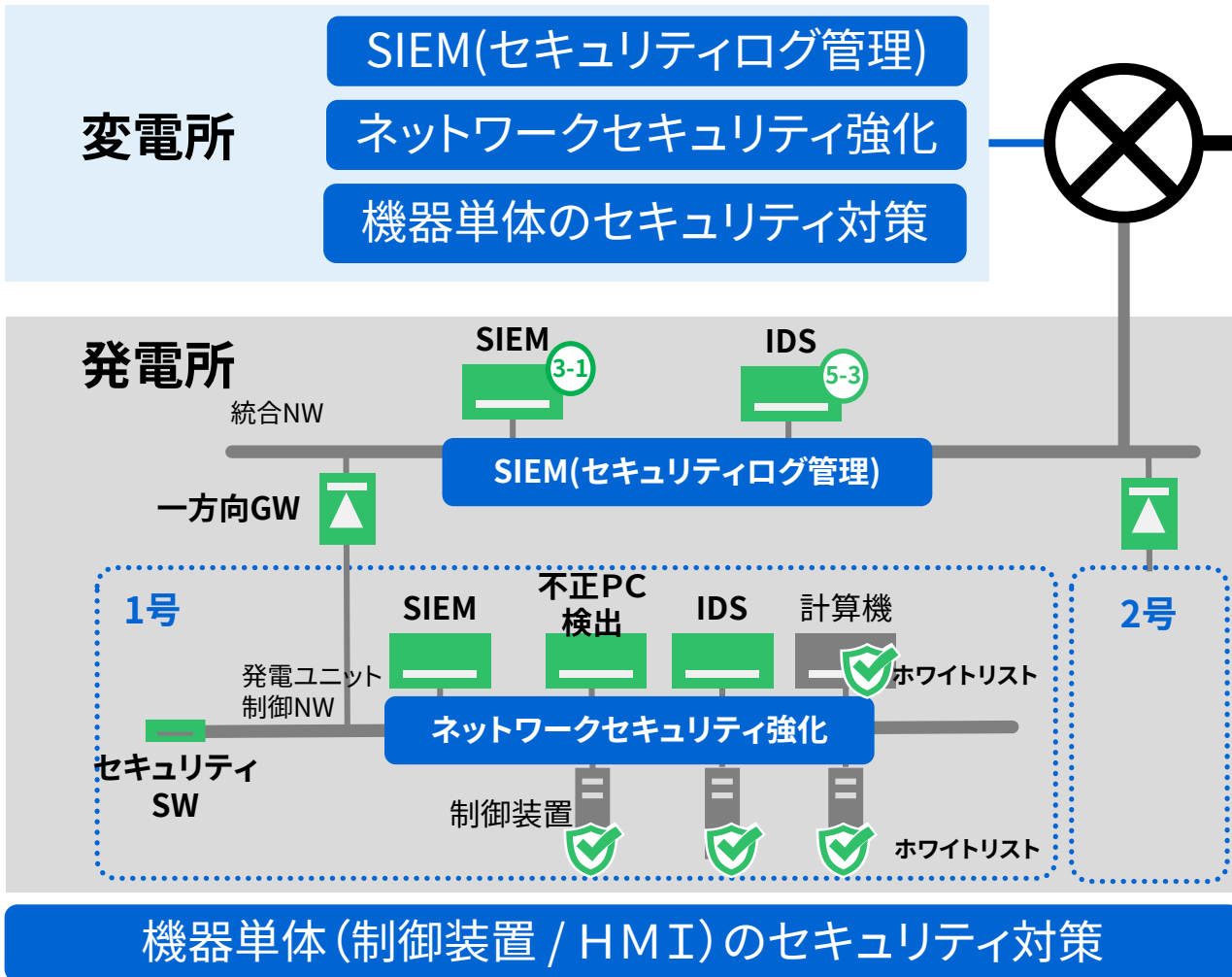
エネルギーシステム向けIoTプラットフォーム

プラットフォーム

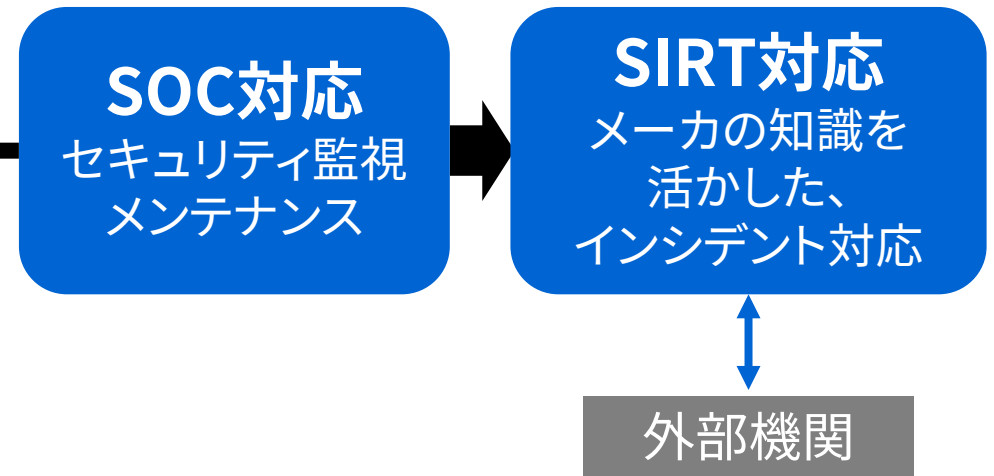
新たな領域への対応およびそれを支えるプラットフォームを紹介

トータルセキュリティ対策ソリューション

個別のセキュリティ対策から運用サポートまで トータルセキュリティ対策を提供



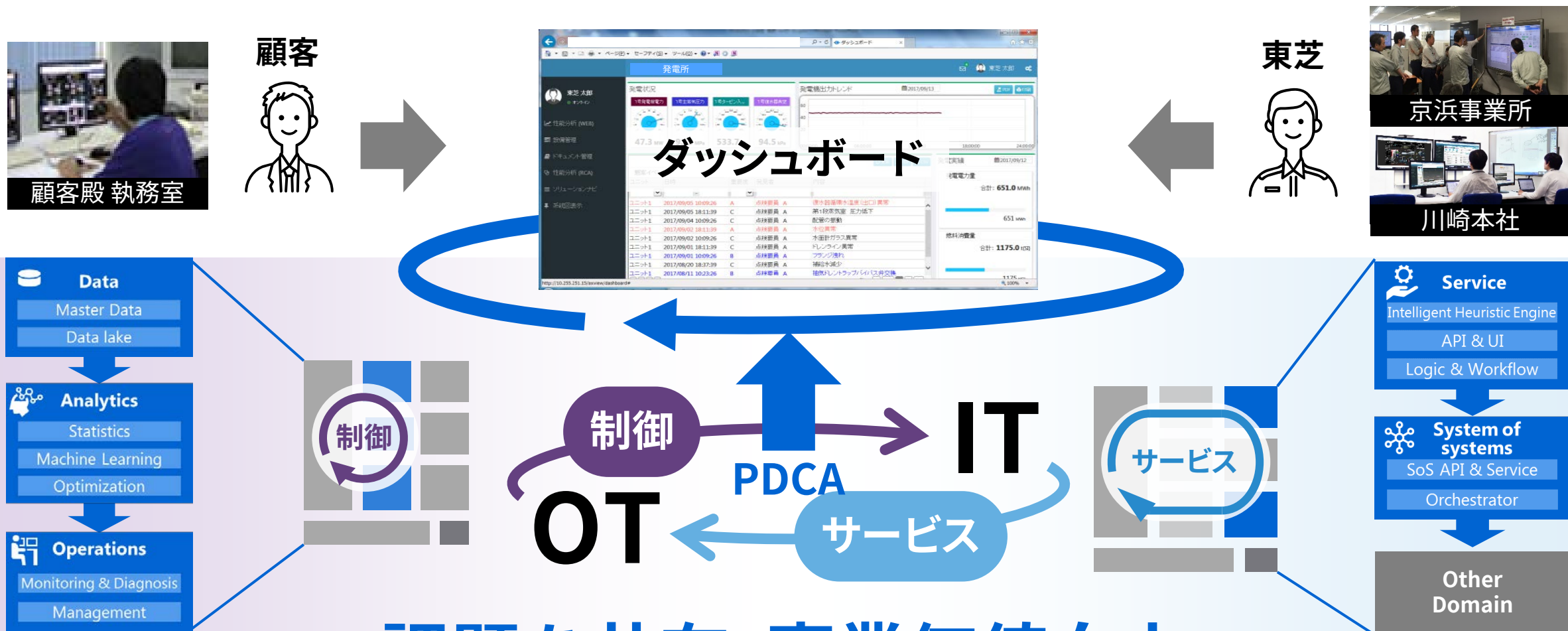
機器のセキュリティ対策だけでなく、セキュリティの運用自体も受託・サポートします



SOC : Security Operation Center
SIRT : Security Incident Response Team
SIEM : Security Information and Event Management

まとめ

OTとITを連携させ、お客さまとの共創で 様々な社会課題に対し 解決を図る



課題を共有、事業価値向上

TOSHIBA