



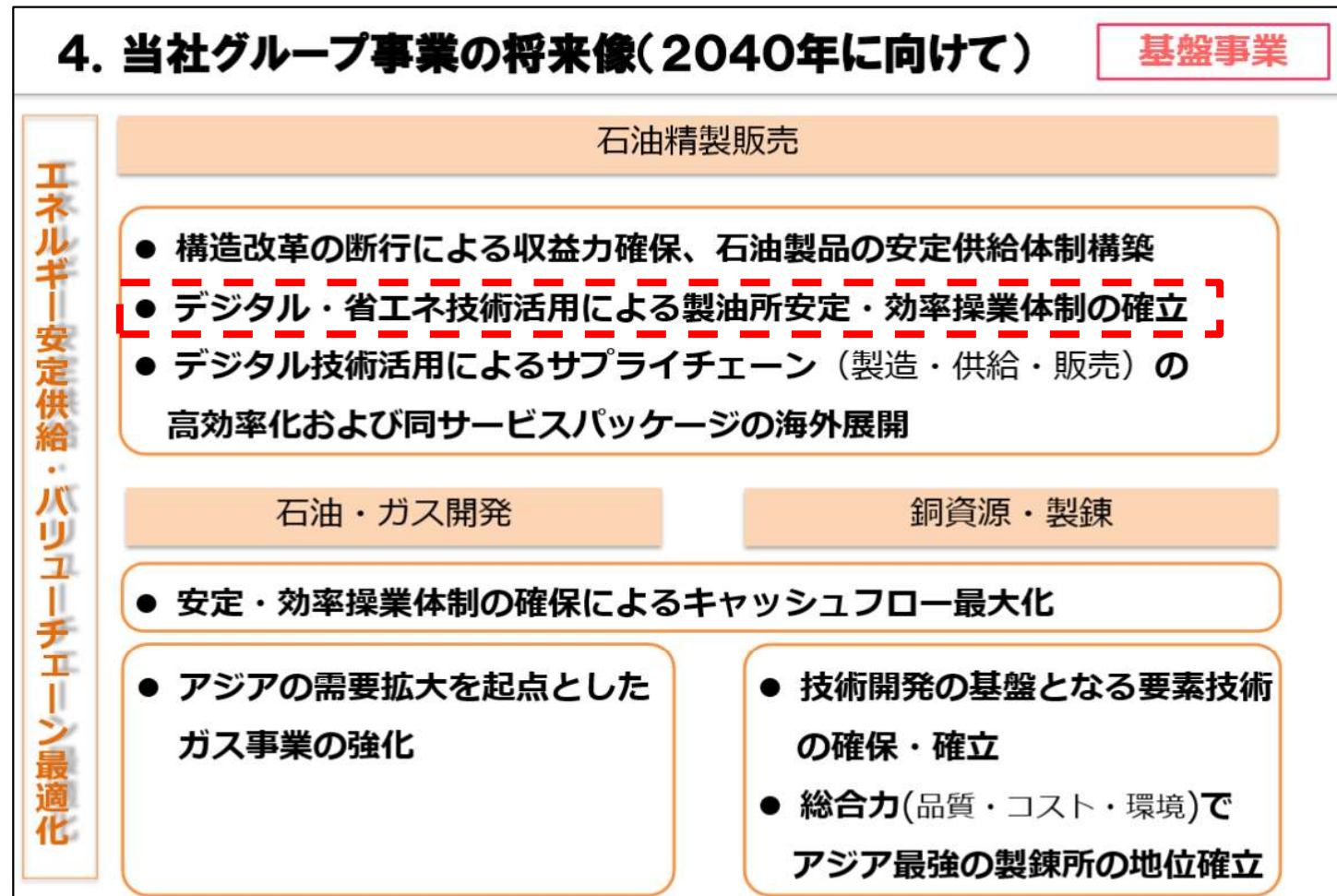
ENEOS

ENEOS(株)における プラントスマート化に向けた取り組み (2022年3月進捗)

2022/ 3 /25

①企業情報 経営方針等

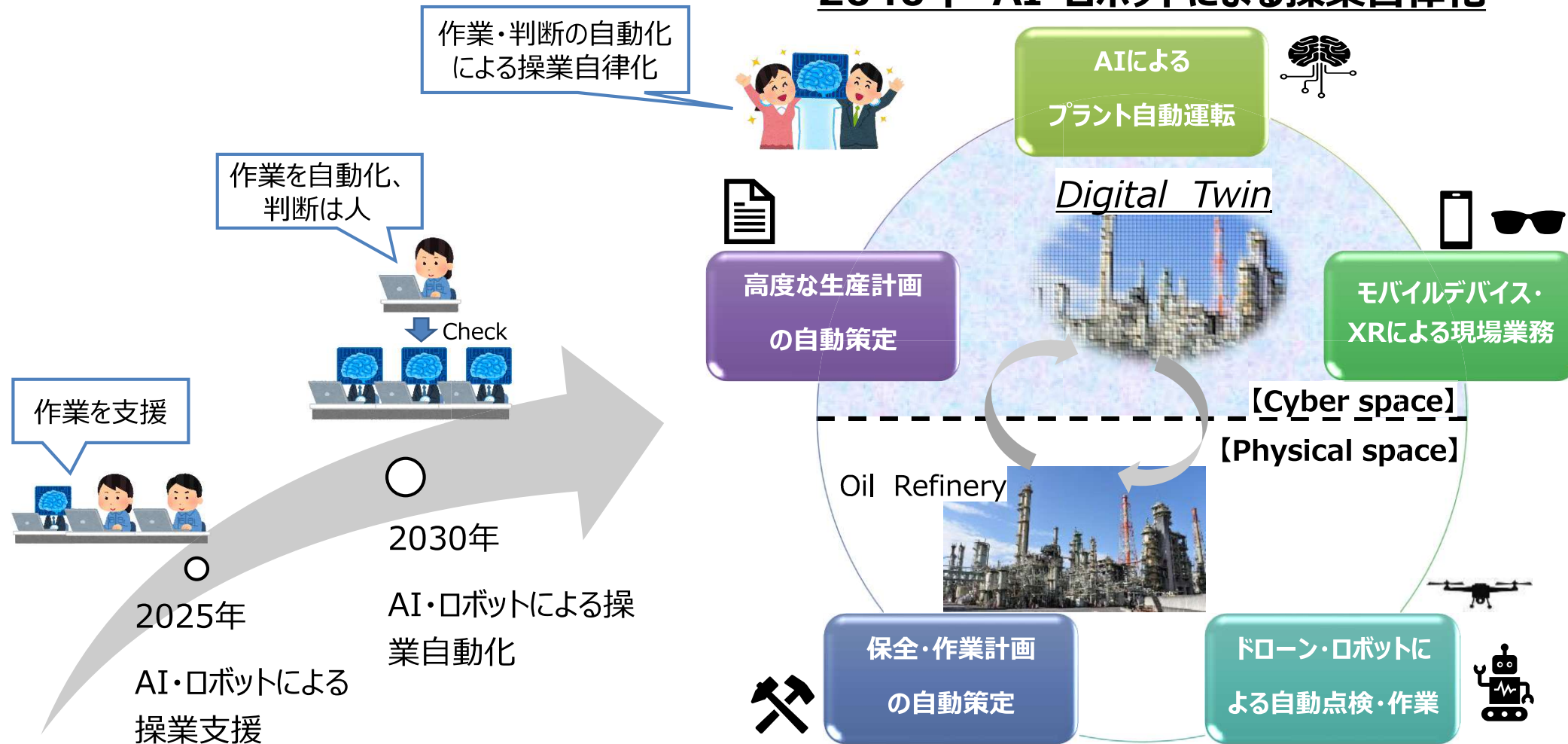
- ENEOSは、総合エネルギー企業として、石油・石油化学製品の製造販売に加え、電気・水素の供給を事業としている。
- 長期経営方針の「2040年グループ長期ビジョン」において、“デジタル技術活用により製油所安定・効率操業体制を確立すること”を掲げており、全社でデジタル技術の活用を推進している。



②スマート保安にむけたロードマップ

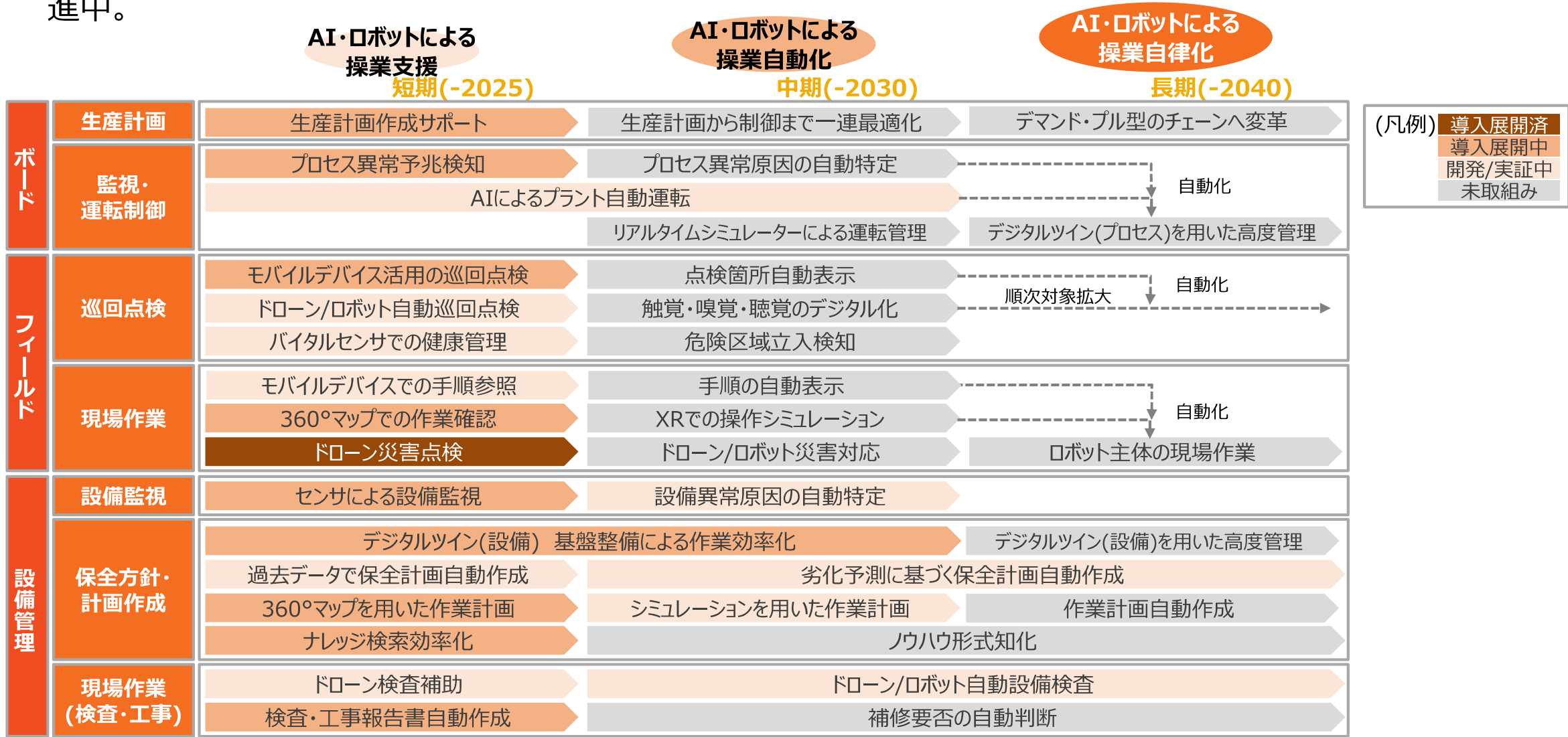
段階的なデジタル技術導入により、安全・安定操業、収益最大化、
業務効率化を実現し、競争力のある製油所を目指す。

2040年 AI・ロボットによる操業自律化



②スマート保安にむけたロードマップ^o

- 製油所将来像の実現に向けたロードマップを全製油所と連携して策定し(2021年度改訂)、デジタル技術の導入を推進中。



③アクションプランの進捗状況

凡例

運用、展開済み

対応済み、運用中

運用に向けた準備中

実証実験、PoC中

課題検討中

今後の検討課題

2,3年以内に実現

5年先に実現

10年先に実現

【喫緊】
技術導入の基盤であり
喫緊の対応が必要

1. スマート化に向けた企業組織の変革

1-1. ビジョンと経営トップのコミットメント

(A)スマート保安に関するビジョンの確立
(B)経営トップのリーダーシップの発揮

1-2. 人材育成等の仕組みの構築

(C)プラントIT人材の育成・確保
(D)スマート保安の推進・サポート体制の構築
(E)スマート保安に向けた挑戦的企業文化

1-3. 業務プロセスの変革

(F)業務プロセス、働き方等の再設計

2. 情報の電子化

2-1. データの取得
(G)センサー・カメラの設置によるデータの取得
(H)5Gを活用した機器データのリアルタイム連携

2-2. データベースの構築・共有
(I)セキュリティが確保されたDB構築
(J)作業記録の完全電子化
(K)データベースのプラント間共有・活用

2-3. 情報の可視化と閲覧
(L)タブレット等での情報閲覧・記録
(M)プラント運転状況の可視化
(N)デジタルツインによるシミュレーションと状態可視化

3. 現場作業効率化

3-1. 知識データベースの活用
(O)知識データベースの活用
(P)インシデント事例を用いた自然言語処理による原因対策の提示

3-2. xRを用いた遠隔指導
(Q)ウェアラブルと5Gを活用した作業支援

3-3. ドローン・ロボットの活用
(R)ドローン等による高所・危険領域点検
(S)ロボット巡回による監視データ自動取得

3-4. 運転・点検の遠隔操作
(T)点検作業ロボットの遠隔操作
(U)プラント運転の遠隔操作
(V)複数事業所を一括して運転監視

4. 意思決定の高度化

4-1. 異常検知による事故の未然防止
(W)プロセスデータによるプラント運転の異常検知
(X)画像認識による亀裂や腐食等の異常検知
(Y)動的な危険エリア判定による作業員の安全確保
(Z)ウェアラブルを活用したリアルタイム異常検知

4-2. 予兆検知によるO&M改善
(AA) AIにより問題発生前に予兆検知しO&M業務に反映

4-3. 運転・点検の自動化
(BB)運転パラメータ自動最適化
(CC)異常発生時の自動制御
(DD)プラント運転の全自動化
(EE)点検作業の自動化

【短期】
既に導入を進めている

【中期】
実証・研究開発等を実施している

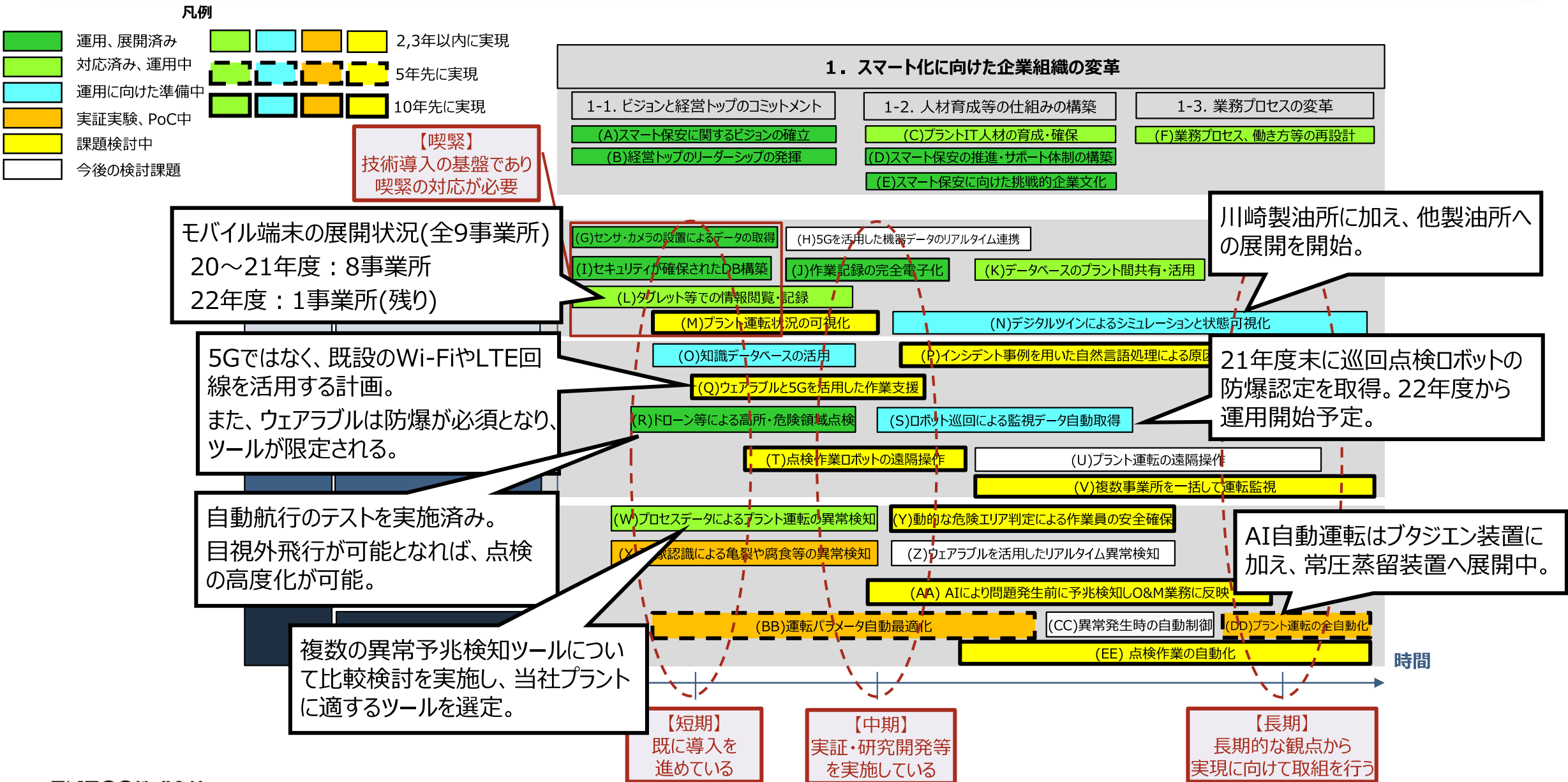
【長期】
長期的な観点から実現に向けて取組を行う

ENEOS株式会社

Copyright © ENEOS Corporation All Rights Reserved.

4

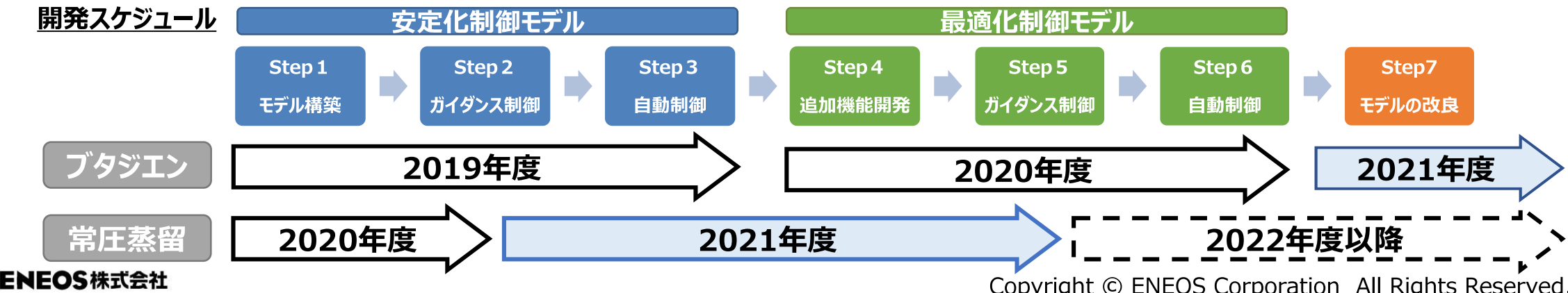
③アクションプランの進捗状況



④注力しているアクションプランの詳細_ AIによるプラント自動運転（１）

- プラント運転において人による24時間体制の監視と操作をAIによる監視と操作に置き換えることで常時自動化を目指す。
- 外乱による変動の常時安定化、および熟練運転員と同等以上の生産効率化・省エネ運転を実行するAIの開発が目標。

項目	内容
進捗状況、展望	川崎製油所ブタジエン抽出装置、常圧蒸留装置を対象に自動運転AIを開発・実証中 ・ブタジエン抽出装置：実機上にて2日間に渡る自動安定化運転に成功。 ・常圧蒸留装置：AIを構築し、実機上で実証中。 今後は、上記の実運用化を進めるとともに、反応系を有する装置への展開を目指す。
導入時期	・～2024年度 プラント自動運転AIの開発、川崎製油所の主要装置へ本格導入 ・2025年度～ 全所展開
課題	開発の難易度が極めて高く、開発費用も高額。
効果	ブタジエン抽出装置における2日間の自動運転実証時、人によるバルブの操作はなく、目つアラームの吹鳴ない安定した運転を達成。



④注力しているアクションプランの詳細_ AIによるプラント自動運転（2）

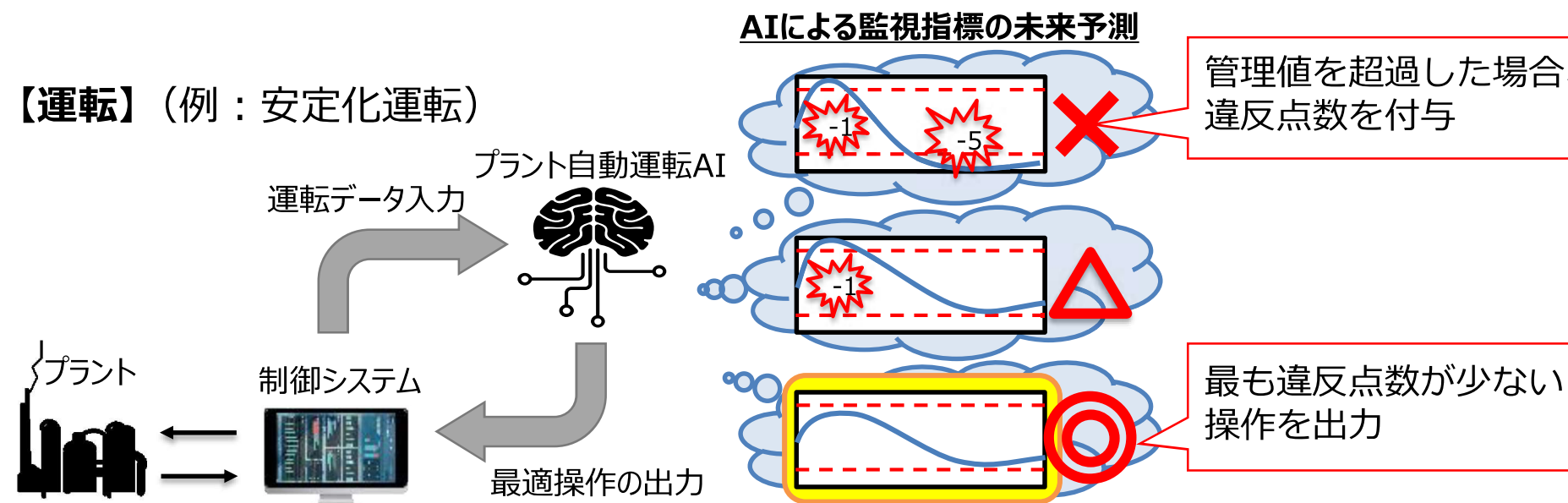
【プラント自動運転AIの“学習”と“運転”】

- プラント自動運転AIは、過去のプラントデータや多量のシミュレーターデータとともに運転員のノウハウを学習。
- 運転時は監視指標の将来推移を高速で予測し、管理値上下限を超過しない最適な操作を探索・決定。

【学習】



【運転】（例：安定化運転）

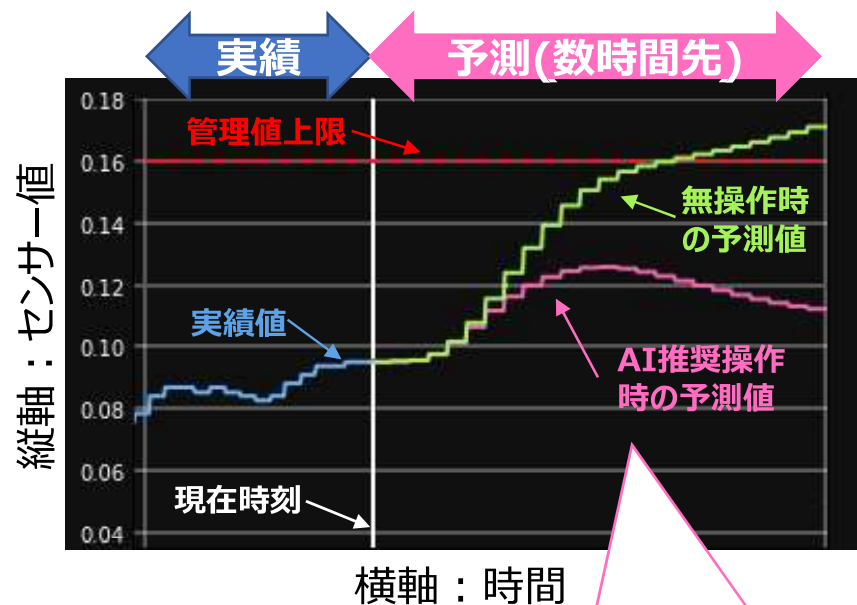


④注力しているアクションプランの詳細_ AIによるプラント自動運転（3）

【成果詳細】

- 実プラントである“ブタジエン抽出装置”にAIを接続し、自動運転を実施。
- 原料処理量変更に伴うプラント状態の変動を安定化し、且つ2日間連続でアラーム吹鳴のない自動運転を達成。

監視指標（製品性状のセンサー）の予測と実績



AIは変動によるセンサー値の上昇を予測。
無操作では管理値上限を超過するため、
管理値範囲内に留める操作を推奨。

実績



予測通りにセンサー値が上昇。
AI制御により抑え込みに成功。

AI予測の更新頻度は
数分毎。
都度予測を修正しながら
安定制御を継続。

AIの監視指標数：25
AIの操作バルブ数：12

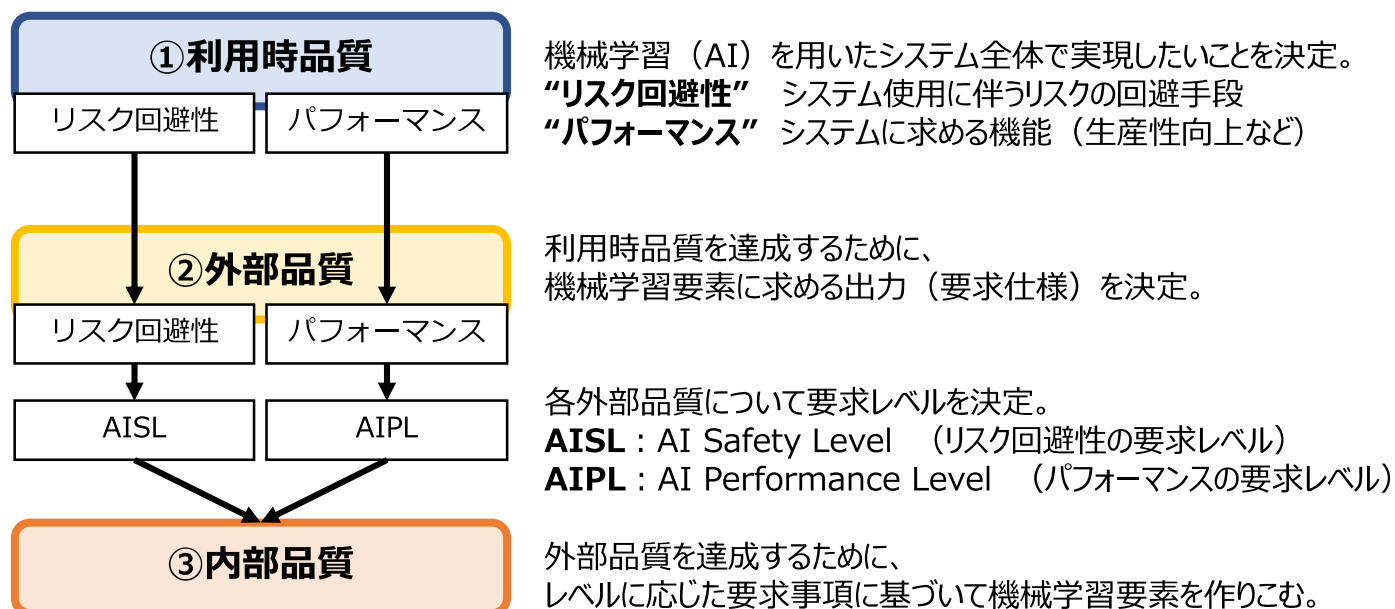
④注力しているアクションプランの詳細_ AIによるプラント自動運転（４）

【AIの信頼性評価】

- プラント運転に関するリスク評価はHAZOP Studyや変更管理にて実施していたため、トラブルに対応可能な体制や管理方法は整えていた。一方、AIでプラントを制御した事例がなく、既存の手法ではAIの信頼性評価が困難であったため、**経済産業省、総務省消防庁、厚生労働省が合同で取りまとめた「プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン」**を用いた。
- 信頼性を体系的に評価することで、新たに対応すべき項目を明確にでき、開発プロジェクトのTo Do Listに反映した。

AI信頼性評価ガイドライン概念図

AIの品質を「利用時品質」、「外部品質」、「内部品質」の3階層に分けており、“システム全体で実現したいこと”から“AIの品質に関する詳細な要求事項”まで一気通貫で体系的に評価可能。



評価結果と対応

要求事項	対応
1) 主要な品質低下リスクが発生する原因について検討する。それぞれのリスクについて対策の要否を分析する。	品質低下リスクは非定常時（SU/SDなど）の使用。非定常時を原料処理量〇〇ton/h以下と定義する。実装時は、非定常時ではAIを使わない運用とし、非定常時の状態であることを明示するシステムとする。
2) 特定の範囲のデータ量が十分でない場合、その範囲の分類・予測精度が低くなる可能性を検討しましたか？	訓練データ量が少ない領域でAIが制御・予測をする場合、データ量が少ない（AIが知らない）という情報を明示できるようにする。（現在開発中）

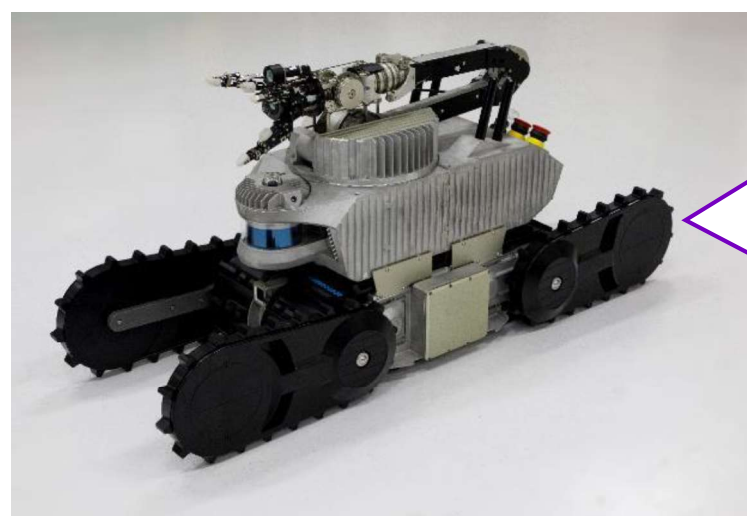
④注力しているアクションプランの詳細_防爆型ロボットによる巡回点検の自動化（1）

- 防爆型現場監視ロボット（EX ROVR:エクスローバー）を三菱重工業(株)と共同開発中。
- 運転員による巡回点検をサポートすることで設備の信頼性向上を目指す。

項目	内容
進捗状況、展望	・2019年度まででプロトタイプによる現場実証試験を実施。 ・2021年度までに商用タイプを製作し、国内防爆認定取得を予定。
導入時期	・2022年度より製油所にてテスト運用を開始する予定。
課題	・現時点では画像・音声に関してはデータ収集機能のみであり、異常検知機能は無し。 →異常検知機能（知能化）を平行して開発中。
効果	今後具体的な検証を行う。（運転員が点検していない時間帯をカバーする等）



実プラントでのプロトタイプのテスト



搭載センサー

- ・ 可視カメラ
- ・ 熱画像カメラ
- ・ ガス濃度計
- ・ マイク etc

2022年度運用予定モデル

④注力しているアクションプランの詳細_防爆型ロボットによる巡回点検の自動化（2）



6自由度マニピュレータ

可視監視カメラ

3指ハンド

全天球可視カメラ

3 D-LiDAR
(レーザーレンジファインダ)

IMUおよび内圧防爆保護システム
(冗長圧力センサを含む)を内蔵

無線アンテナ (Wi-Fi および LTE)

ガス検知器

非常停止スイッチ

マイク

後方障害物距離センサ

耐圧防爆電池を内蔵 (リチウムイオン電池)

熱画像カメラ (両端に1つずつ)

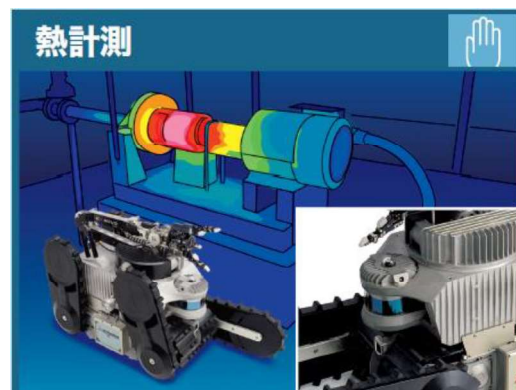
遠隔操作カメラ (前後)

駆動系
2本のメインクローラと
4本のサブクローラ

EX ROVR “ASCENT” 主要目	
全長	700-1200mm
全幅	450mm
全高	600mm
全質量	約70kg
移動速度	約1.2km/h (平地での最高速度)
マニ先端力	約3kg
防爆検定	日本(Ex2018)、IECEEx、ATEX ・ ガスクラス : II B+H ₂ T3 Gb ・ 危険場所 : Zone 1

④注力しているアクションプランの詳細_防爆型ロボットによる巡回点検の自動化（3）

【主要機能】



5つのリモートで
安全・安心なプラント保全！



自動運転

複雑なプラント内を夜間でも安全に自動巡回

- ・LiDARによる3次元自己位置推定
- ・障害物検知
- ・階段昇降アルゴリズム



高い機動性

狭隘かつ複数フロアにまたがる複雑なプラント内を稼働

- ・46°（基準最大）の階段昇降
- ・狭い階段踊り場での旋回
- ・防油堤の障害物乗り越え



⑤スマート保安促進の課題や今後注力していきたいアクションプラン

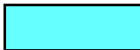
スマート保安促進を進めるにあたり、全体的な課題としては以下の通り。

課題	内容	区分
DX技術の現場活用への制約（防爆規制）	「危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」を用いて、あるプラントで危険区域と非危険区域を再設定したが、同じプラント内に両区域が混在するため、実務上非防爆DX機器の使用が困難。 - 国際競争力を向上させるために、海外防爆認定品の使用を認めて頂きたい。	技術 法規制・業界ルール
ドローンに関する規制	- 目視外飛行による効果は大きいと推定されるため、航空法改正に期待している。 - 現状、ドローン墜落の懸念により、パイプラック上空をドローンが通過することができない（都度着陸させ、人力でパイプラック下を移動した後、再度飛行させている）。パイプラック上空の航行に関する業界ルール等をガイドラインへ織り込んで頂きたい。	法規制・業界ルール
資金調達	DX推進を継続するためには、開発や導入に向けた投資を継続する必要がある。特に難易度の高いAIや高機能ロボット、デジタルツインの開発は、プロジェクトが長期化すると予想されることから、開発費用の長期的な補助について検討頂きたい。	その他

⑤スマート保安促進の課題や今後注力していきたいアクションプラン

今後、特に注力していきたいアクションプランは、以下の内容を考えている。

	運用、展開済み
	対応済み、運用中
	運用に向けた準備中
	実証実験、PoC中
	課題検討中
	今後の検討課題

- | | | |
|---------|---|--|
| ボード作業 | { | • (DD)プラント運転の全自動化  |
| | | プラント自動運転AIの開発・導入を継続。 |
| フィールド作業 | { | • (S)ロボット巡回による監視データ自動取得  |
| | | 22年度より巡回点検ロボットを製油所にテスト導入予定。 |
| | | • (R)ドローン等による高所・危険領域点検  |
| | | ドローンの目視外飛行が可能(法改正)になった後、オフサイトの自動航行点検を開始予定。 |
| | | • (L)タブレット等での情報閲覧・記録  |
| | | 全所に巡回点検用のモバイル端末を導入中(終盤)。今後、トラブル削減に繋げる。 |
| 設備管理 | { | • (N)デジタルツインによるシミュレーションと状態可視化  |
| | | 現在、川崎製油所にて順次導入中。他製油所への展開も開始しており、これらを継続。 |
| | | • (X)画像認識による亀裂や腐食等の異常検知  |
| | | 配管等の外面腐食検出（保温劣化状態の診断）のアプリを開発予定。 |

以 上