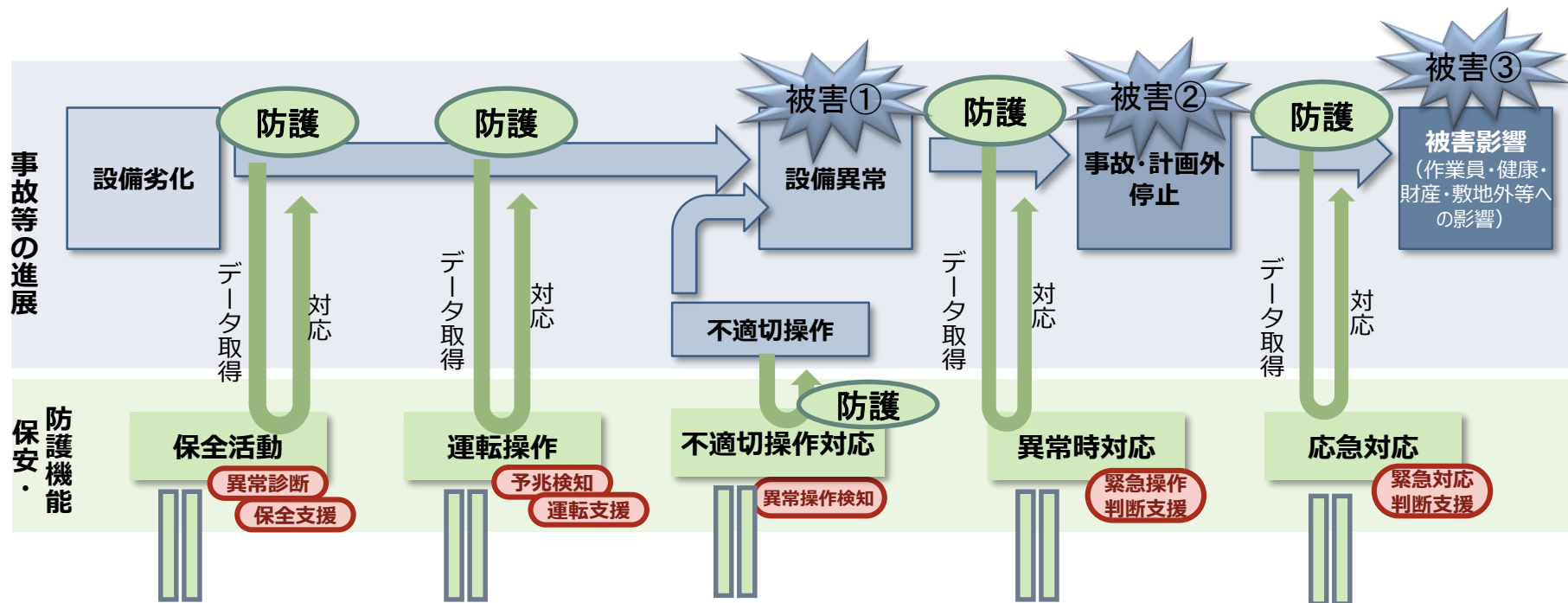


プラント保安分野 A I 信頼性評価ガイド ライン及び活用事例集について

石油コンビナート等災害防止3省連絡会議
(総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省)

プラント保安分野におけるAIの役割・メリット

- 保安とは、設備の劣化等によって発生する、事故や計画外の停止の予防に向けた、防護機能のこと。
- **AIを適切に活用することでそれぞれの防護機能を高度化**し、保安力および生産性を向上できる。



これまで	: 人が直接確認 (目視等)	→	人が判断・対応
↓			
現在	: ドローン、センサーがデータ取得	→	人が判断・対応
↓			
これから	: ドローン、センサーがデータ取得	→	AI が判断・対応

※当面は、人の判断・対応を支援することが中心

【参考】AIによる保安力向上事業例①（令和2年度補正予算産業保安高度化推進事業）

運転データを活用した配管内面腐食AI予兆診断システム構築事業（日揮 株式会社）

事業者名	日揮 株式会社(幹事事業者)、株式会社インフォキューブLAFLA（コンソーシアム事業者）
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> 石油精製・石油化学業界では、AIによる腐食疲労等劣化を原因とした事故の未然防止や、ベテラン保全員の減少に対する業務サポートが求められている課題となっている。 データ収集から解析、予兆診断、検査・工事計画のサポートまでをワンストップで提供、設備保全現場の効率化・省力化に貢献し、併せて事業継続計画（BCP）への対応を目的とした、配管内面腐食AI予兆診断システムを開発する。 本実証後は、「データ収集システム」を機能強化し、他事業者・他業界のプラントデータと種々の解析モデルを繋ぐ「業界標準プラットフォーム」としての展開を目指す。

配管保全工程におけるAI適用範囲

配管保全フロー

実証するAIの適用範囲と役割

データ収集・
クレンジング

- ✓ AI予兆診断・保全計画に必要なデータを人手に頼らず、**リモート環境**でも実施可能な、効率的な**データ収集システム**を開発する。
- ✓ データクレンジングに関する判断基準を**AI予兆診断モデル**に取り込むことで、**保全員の経験に寄らない、バラツキの無い判断**を提供する。

データ解析・
データ評価

- ✓ **運転環境の変動と配管肉厚(腐食率)データ**をインプット・学習させることにより、**配管内面腐食を予測・予兆診断**が出来る**AIモデル**を開発する。

検査・
工事計画

- ✓ 運転環境の変動を監視する事で、急激な腐食が予測される場合にはアラートを出すなど、**トラブルを未然に防ぐことが出来るAI予兆診断システム**を構築する。

検査・工事

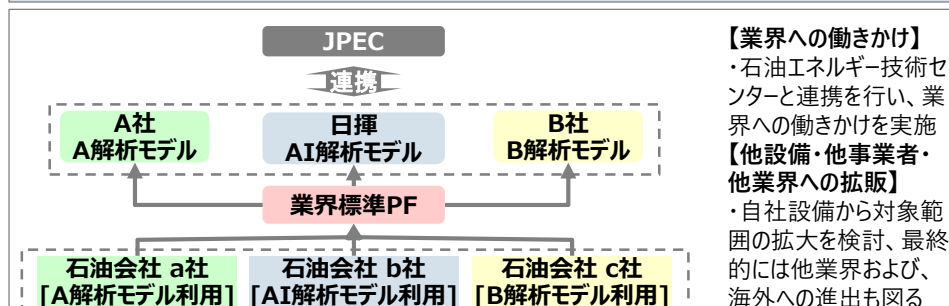
- ✓ **AIリコメンド機能**による信頼性の高い**配管検査・工事計画のサポート**を提供。若手保全員であっても、高精度の判断ができるようになる。
- ✓ AIを用いてサポートをすることにより、若手保全員であっても、高精度の判断ができるようになり、**ベテラン保全員の判断ロジック**を取入れることで**技術伝承**にも繋がる。

期待される効果

【保安力向上効果】

- ✓ 運転変動を取入れたAI予兆診断を行う事により、**漏洩トラブルを未然に防ぐことが可能**。
 - ✓ 腐食速度に影響を及ぼす**運転パラメータを明確化**することで、**運転の効率化を図りつつ、運転精度の向上が可能**
- 【現場作業の省力化・無人化】
- ✓ AI予兆診断システムがリモートでデータ収集・解析することにより、有事の際にも遠隔で腐食状況の予測が可能

実証事業完了後の事業イメージ



【参考】AIによる保安力向上事業例②（令和2年度補正予算 産業保安高度化推進事業）

AIによるプラント自動運転の実証（ENEOS 株式会社）

事業者名	ENEOS 株式会社
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> 国内の危険物施設における火災・流出事故発生数は減少傾向でないことから、装置トラブルの削減は早急に対応すべき課題である。また、将来の国内労働人口の減少により資質のある運転員の確保が困難になる懸念が顕在化しつつある。 外乱による装置変動の安定化、およびベテラン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システムの開発により、プラントオペレーションの常時自動化を目指す。 本実証後は、短期的に一般的な石油精製装置・石油化学品製造装置に適用可能な汎用性のあるAI制御モデルの開発手法を確立させることを目指す。中長期的には、「AIによるプラント自動運転」を事業化し、他業者への展開を視野にいたした検討を進める。

本事業でのAIモデルの概要

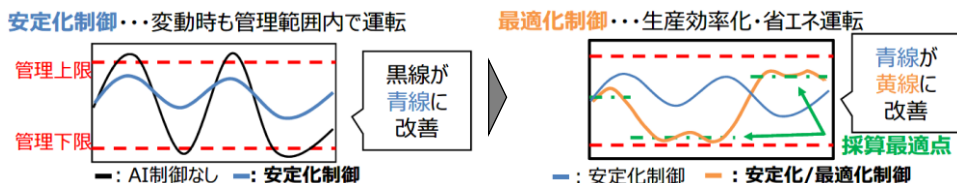
プラント自動運転の将来像

現在プラントオペレーションにて人が行っている24時間体制の監視と操作判断をAIに置き換えることで常時自動化を目指す。



AI制御モデルが目指す運転

開発するAIは外乱による装置変動の常時安定化、およびベテラン運転員と同等以上の生産効率化・省エネ運転を実行するモデルとする。



期待される効果

【保安力の向上】

✓ AIを用いた安定化/最適化自動運転によりヒューマンエラーによる人的要因の装置トラブルを削減し、更に自動化で生まれた人的リソースを設備の異常検知に配分することで、物的要因の装置トラブルを削減することが期待できる。

【運転監視業務の省力化】

✓ 将来的にはAIによるプラント自動運転が実現することで、感染症蔓延時などの有事の際にも少人数でプラント運転を維持可能となり、エネルギーの安定供給に繋がる。

実証事業完了後の事業イメージ

AIによるプラント自動運転の実証				全所展開
	Phase1-1	Phase1-2	Phase1-3	Phase2
	2019FY	2020-21FY	2022-24FY	2025FY~
計画	川崎製油所 ブタジエン抽出装置 の安定化制御モデル の構築・実装	川崎製油所 ブタジエン抽出装置 最適化制御モデルの 構築・実装 常圧蒸留装置の 安定化制御モデルの 構築・実装	川崎製油所 常圧蒸留装置の 最適化制御モデル の構築・実装	川崎製油所 主要装置へ 本格導入 社内全製油所 への展開 (約60~70装置) 他業者への展開 を検討
		本実証事業範囲		

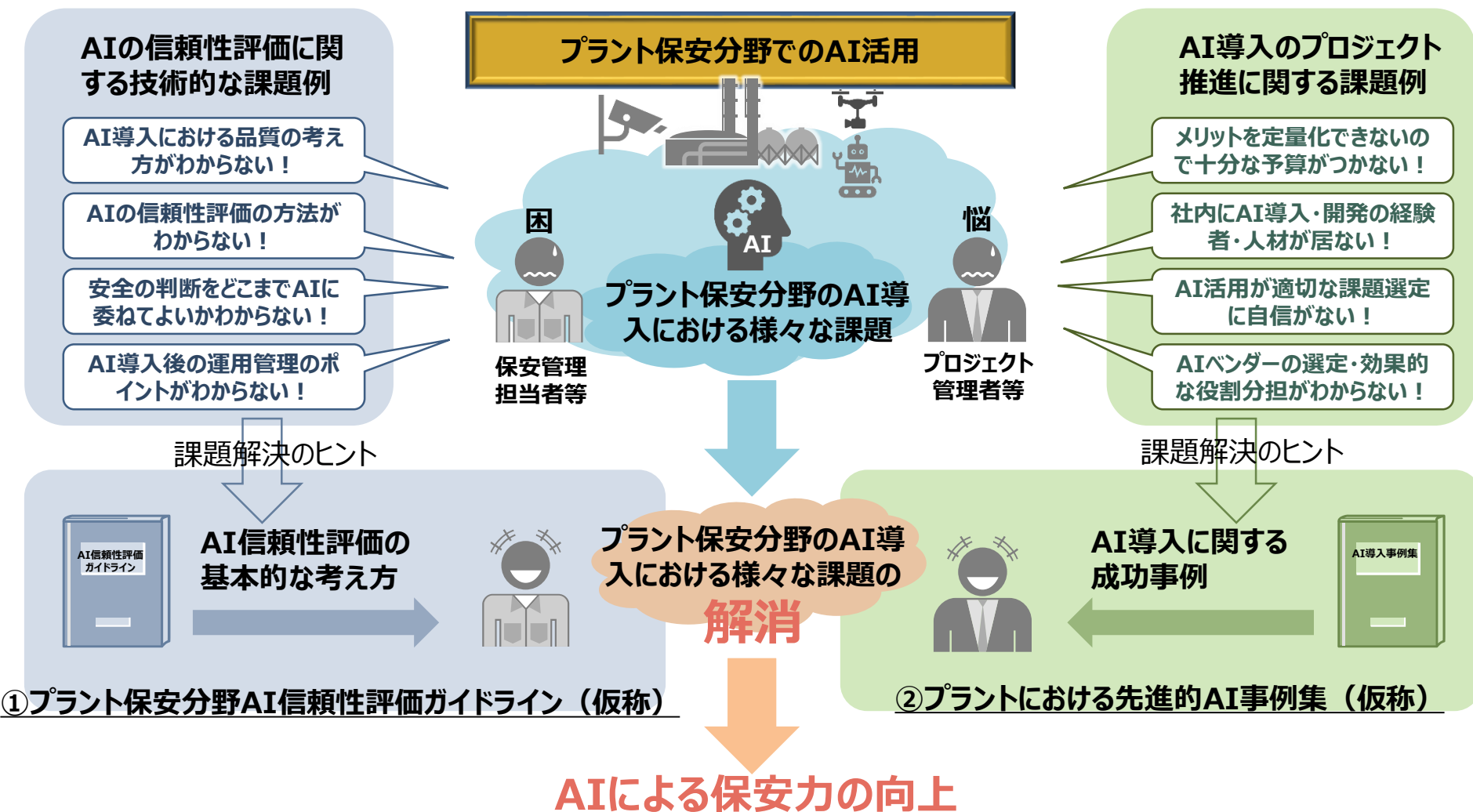
本案件は2つのPhaseに分け、段階的に推進する計画である。
 ・Phase1：AI制御モデルを開発、川崎製油所の主要装置へ本格導入
 ・Phase2：実証済みのAI制御モデルを社内全製油所展開

AIによる保安力向上を実現するための環境整備

■ プラント保安分野のAI導入における様々な課題解決を支援するため、3省連絡会議（総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省）として以下の文書を作成中（2020年11月公表予定）。

① プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン（仮称）

② プラントにおける先進的AI事例集（仮称）



① プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン（仮称）

② プラントにおける先進的AI事例集（仮称）


AIによる保安力の向上

プラント保安分野における信頼性評価の課題

- プラント分野に限らず、「AIを利用した製品・サービスの品質を測定し説明する技術の不足に起因し、万が一の事故の際に原因が特定できず、また投資に見合うAI製品優位性を説明できず、結果として、社会的な受容性を得るための制度設計の遅れや、AI開発ビジネス拡大への大きな障害となっている。」（「機械学習品質マネジメントガイドライン」より）
- プラント保安分野においても、AIの実証から実装に進むためには、「信頼性の評価」が大きな課題である。

※事業者ヒアリングより

- プラントを止めると大損失が生じるので、AIのことを理解して、上を説得するために十分な説明が必要になる。
- スーパー認定では、保安の手段の妥当性を自分で説明する必要がある。そのため、KHKSから外れた保安検査をする場合、社内で「AIを使ってよい」と決裁が取れるまでに非常に長い時間がかかる
- 信頼性の評価が十分できていないので、重要な設備の管理をAIに任せることはできず、重要でない設備のみAIに任せようかと思う。一方で、重要でない設備はそもそも保全する必要性が低く、検査自体が不要である可能性がある。
- 信頼性の評価についてガイドラインができれば、顧客側（プラントオーナー）がそれを参照して納得頂けることになると考えられる。
- 運転データとか、画像処理とか、見たい項目によって信頼性の評価の難しさが変わる。例えば、画像処理は求める項目によっては簡単だが、運転データは難しい。こうした難易度に応じた信頼性評価をしてほしい。

 安全で効率性の高いAIの活用がなされる環境整備として、**プラント分野の特徴を踏まえた信頼性評価の方法論（ガイドライン）**を示す必要がある。

「プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン（仮称）」のポイント

プラント分野のAI信頼性評価の構造（案）

産業技術総合研究所「機械学習品質マネジメントガイドライン」より主要概念を継承

ポイント① AI信頼性の2つの視点

I. リスク回避性
(AIの誤判断による被害の回避性)

II. パフォーマンス
(AI活用の有用性)

ポイント② 品質を評価する3段階

利用時品質 外部品質 内部品質

- ユースケース別の考慮すべき品質
- 信頼性評価のプロセス・基準
- 評価ポイントのチェックリスト 等



品質項目	評価基準	評価方法	評価結果
利用時品質	ユーザからのフィードバック	アンケート調査	満足度
外部品質	外部からの評価	第三者評価	信頼性
内部品質	システム内部の性能	ベンチマーク	処理速度

ポイント③ 内部品質を評価する8つの視点

データの設計

データの品質

学習済みモデルの品質

実装・運用の品質

品質7: プログラムの健全性

品質8: 運用時品質の継続性

品質1: 要求分析の十分性

品質2: データ設計の十分性

品質3: データセットの代表性

品質4: データセットの均一性

品質5: 機械学習モデルの正確性

品質6: 機械学習モデルの安定性

品質9: 運用時品質の確保

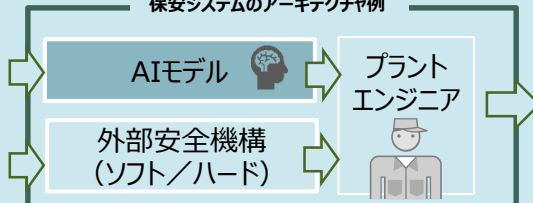
ポイント④ プラント保安分野のユースケース

配管の肉厚予測 / 配管の画像診断 / 設備故障診断 / 異常予兆検知・診断 / 運転最適化 など

ポイント⑤ システム中のAIの役割

プラント保安分野におけるAIの判断の取り扱い
(人による確認 / 外部安全機構)

保安システムのアーキテクチャ例



プラント保安分野特有の観点を反映

出所) 産業技術総合研究所 機械学習品質マネジメントガイドライン

【参考】プラントにおけるAIの信頼性評価に関する検討会委員等名簿

- 委員として、プラントオーナー、AIベンダー事業者、AIの専門家、安全工学や労働安全や消防等の安全の専門家が参画。
- オブザーバーとして、業界団体や地方自治体も議論に参加。

座長

山下善之 国立大学法人東京農工大学大学院工学研究院応用化学部門教授

委員

青山敦 立命館大学テクノロジー・マネジメント研究科教授
石川冬樹 国立情報学研究所アーキテクチャ科学研究系准教授
江崎宣雄 三井化学株式会社生産・技術本部生産技術高度化推進室長
大岩寛 国立研究開発法人産業技術総合研究所サイバーフィジカルセキュリティ研究センターソフトウェア品質保証研究チーム長
大野拓也 日揮グローバル株式会社技術イノベーションセンター特別理事
岡田義昭 日本電気株式会社コーポレート事業開発本部上席プロフェッショナル
小山田賢治 高圧ガス保安協会高圧ガス部長代理
国頭庸一 三菱ケミカル株式会社生産技術部安全工学センター長
小淵恵一郎 横河電機株式会社IAプロダクト&サービス事業本部インフォメーションテクノロジーセンターAIビジネス開拓部部長
近藤晃弘 株式会社日立製作所産業・流通ビジネスユニットソリューション&サービス事業部産業PAソリューション部
齋藤剛 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所機械システム安全研究グループ上席研究員
喰田秀樹 出光興産株式会社生産技術センターシステム高度化技術室長
西晴樹 消防研究センター火災災害調査部長
濱田聡之 昭和電工株式会社レスポンシブルケア部環境安全室
原田典明 旭化成株式会社理事生産技術本部デジタルイノベーションセンター長
藤井達也 ENEOS株式会社工務部設備管理グループマネージャー
栴谷昌隆 JSR株式会社生産技術部長
丸山宏 株式会社Preferred NetworksPFNフェロー
安井威公 千代田化工建設株式会社デジタルトランスフォーメーション本部デジタル企画マーケティング部専門長

オブザーバー

石油連盟	石油化学工業協会	一般社団法人日本化学工業協会	一般財団法人エンジニアリング協会
一般社団法人日本電気計測器工業会		一般社団法人日本ディーブラーニング協会	日本メンテナンス工業会
独立行政法人経済産業研究所		神奈川県くらし安全防災局防災部消防保安課	三重県雇用経済部ものづくり産業振興課
四日市市商工農水部商工課			

「プラントにおける先進的AI事例集（仮称）」のポイント

- プラント事業者、AIベンダー事業者から**先進的なAI導入成功事例を収集**し、AIが活用される場面や①**AI導入のメリット**、②**AI導入における典型的な課題とその克服方法**などを**業界全体で共有**する。これによりAI導入の決断を後押しする。

①メリットの類型化 (事例集ではより具体化する)

保安水準の維持・向上

生産性の向上

点検・検査における活用

ノウハウの継承

若手作業員への検査ポイントの提示

計画高度化

設備劣化予測に基づくRBMの高度化

判断基準の平滑化

ベテラン作業員の判断基準の形式化

負荷低減

画像判別による点検箇所抽出

運転における活用

高頻度化

ソフトセンサによる配管肉厚予測/濃度等取得

人的ミスの検知

プロセスデータの予測値との比較

早期発見

異常予兆検知による重大事故/計画外停止防止

生産性向上

時短/計画・停止最適化/品質向上

事象対応における活用

手法の提示

過去事例に基づいて対応方法を提示

早期把握

ガス漏洩等のAIによる常時監視

課題の類型化と対応例のイメージ

(事例集ではより具体化する)

課題	具体例	課題への対応例	
経営的課題 (組織判断、人材)	社内の現状維持バイアス	<ul style="list-style-type: none"> 保守的な意見にとまなう検討の停止 旧来型業務プロセスの変革のハードル 現場作業員がAIを活用することが困難 	<ul style="list-style-type: none"> 経営層のAI技術導入に向けた業務変革の意思決定 現場業務に関わる事業者への導入メリットの設計 システム導入時の担当者別研修プログラム作成
	プラント×AIの人材育成・体制	<ul style="list-style-type: none"> AI人材不足 AI導入に向けた組織的体制が脆弱 	<ul style="list-style-type: none"> プラント技術者向けAI教育プログラムの実施 専門部署の立ち上げと権限移譲、AI分野の専門家の事業リーダーとしての招聘
個別のプロジェクト遂行における課題 (信頼性、経済性)	AI事業の目的設定の困難さ	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発の目的設定が不明瞭になりがち 実証の達成基準が不明確 	<ul style="list-style-type: none"> 検討初期でのサービス利用イメージの具体化 事例毎に実証前に費用対効果を算出して判断
	AIの信頼性不足	<ul style="list-style-type: none"> 明確な原因の提示がなく、判断できない 構築したAIを、運転環境で試せない 	<ul style="list-style-type: none"> 異常検知の原因を提示（ホワイトボックス化） 精緻なプラントシミュレーションを用いた検証
	経済的利点が不明瞭	<ul style="list-style-type: none"> コスト見積り・費用対効果算出が困難 	<ul style="list-style-type: none"> AI導入事例ごとに実証前に費用対効果を算出してから、実証事業開始の判断を実施
技術的課題 (開発、保守運用)	高い技術水準を担保する必要	<ul style="list-style-type: none"> データ量を十分に揃えることが困難 プラント企業が自社でAI開発することが困難 	<ul style="list-style-type: none"> シミュレータによる生成データで補完 AI先進企業への出資や協業体制の構築
	開発における制約	<ul style="list-style-type: none"> 設備が一品物で汎用的なAIの開発が困難 総合的なデジタル化が不十分 	<ul style="list-style-type: none"> 段階別パラメータチューニング等のモデル汎化の工夫 AI開発に向けたデータベース基盤の整備