

経済産業省 高圧ガス保安室 御中

令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業 （プラントIT化促進に向けた調査） 報告書

2021 年 3 月 26 日

 株式会社三菱総合研究所

セーフティ&インダストリー本部

DX 技術本部

デジタル・イノベーション本部

目次

1. はじめに	4
2. スマート保安の促進に関する会議等の開催	5
2.1 スマート保安官民協議会の開催	5
2.2 高圧ガス保安部会の開催	6
2.3 特定テーマ検討会等の開催	10
2.3.1 アクションプラン推進策検討	10
2.3.2 「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」解説セミナーの開催	10
2.4 スマート保安普及のためのシンポジウムの開催	11
3. スマート保安技術導入に向けた調査・実証	13
3.1 プラント IT 化に向けた調査	13
3.1.1 高圧ガス保安分野のロードマップの策定	13
3.1.2 規制・ルールの整備に関する調査	14
3.1.3 最新技術、制度に関する調査	15
3.2 高圧ガス保安分野の AI 導入の促進	20
3.2.1 AI の信頼性評価に係るガイドラインの作成	20
3.2.2 AI 導入事例集の作成	23
3.2.3 AI 技術・制度調査	25
4. まとめと今後の課題	26

図目次

図 2-1	スマート保安官民協議会の位置付け	5
図 2-2	スマート保安官民協議会の体制	7
図 2-3	高圧ガス保安分野スマート保安アクションプラン	9
図 3-1	スマート保安を実現したプラントの将来像	13
図 3-2	民のアクションプラン	14
図 3-3	官のアクションプラン	15
図 3-4	最新技術の整理	16
図 3-5	プラントにおける先進的 AI 事例集～AI プロジェクトの成果実現と課題突破の 実践例～（表紙）	25

表 目 次

表 2-1 スマート保安官民協議会 開催概要	6
表 2-2 高圧ガス保安部会 第1回準備会合 開催概要.....	7
表 2-3 高圧ガス保安部会 第2回準備会合 開催概要.....	7
表 2-4 第1回高圧ガス保安部会 開催概要	8
表 2-5 第2回高圧ガス保安部会 開催概要	10
表 2-6 「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」解説セミナー 開催概要....	11
表 2-7 「スマート保安シンポジウム」 開催概要	12
表 3-1 ユースケース	18
表 3-2 役割別・手順別の信頼性評価の実施事項	19
表 3-3 プラントにおける AI の信頼性評価に関する検討会 開催概要	20
表 3-4 実証の対象	21

1. はじめに

石油精製や石油化学等のプラントにおいては、安全・安定的な操業の維持に加えて生産性の向上や効率的な働き方が求められる。しかし、その実現にあたってプラント設備の高経年化や若手の経験不足、ベテラン技術者の引退などによる保安力の低下が大きな課題となっている。

こうした課題に対応していくためには、①プラント事業者が IoT・ビッグデータ・AI 等の活用（産業保安のスマート化）を促進することが必要であり、加えて、②行政がスマート保安の実態に即して制度を見直すことが必要である。

①について、プラント事業者は、これまで **Connected Industries** の重点分野として、AI や IoT の導入をはじめプラントの IT 化を進め、実証～実装の初期段階のプロジェクトを実施しているところだが、保安力を維持しながら競争力を高めるためには取り組みを更に加速させる必要がある。そのためプラント事業者がスマート保安に向けたロードマップを作成し、必要に応じて行政に要望する場が必要とされている。

②について、行政は、これまで防爆規制の合理化や、設備の状態に基づいた新たなメンテナンスを制度化する等してきた。しかし、スマート保安技術が本格実装することを見据えて、プラント事業者と密に連携して、実態に即した制度の見直し等を進めていく体制を整え、必要な対策を実施する必要がある。

以上①②のために必要な会議等を開催するとともに、調査・実証を行う。

2. スマート保安の促進に関する会議等の開催

2.1 スマート保安官民協議会の開催

令和2年6月29日（月） 8:00～8:30 に「スマート保安官民協議会」を開催した。スマート保安官民協議会とは、官民のトップが一同に会し、官民が連携してスマート保安を強力に推進することを目的として設置された。



図 2-1 スマート保安官民協議会の位置付け

出所) 第1回 スマート保安官民協議会 参考資料「スマート保安官民協議会」の設置について、
https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/pdf/001_s01_00.pdf、2021年3月22日取得

本事業では、経済産業省によるスマート保安官民協議会の運営支援（参加者 CV 作成、事前の接続確認支援、当日の接続バックアップ体制確保及び議事録作成等）を行った。

スマート保安官民協議会の開催概要は以下の通り。

表 2-1 スマート保安官民協議会 開催概要

開催日時	令和2年6月29日(月) 8:00～8:30	
開催場所	経済産業省 本館 17 階 国際会議室	
開催方法	会議室およびオンライン(メイン:Skype、バックアップ:Teams)	
参加者	梶山 弘志 経済産業大臣 池辺 和弘 電気事業連合会 会長 杉森 務 石油連盟 会長 高田 寿一郎 日本メンテナンス工業会 会長 (代理:吉川 善治 日本メンテナンス工業会 副会長) 永松 治夫 エンジニアリング協会 理事長 西島 剛志 日本電気計測器工業会 会長 橋本 英二 日本鉄鋼連盟 会長 広瀬 道明 日本ガス協会 会長 森川 宏平 石油化学工業協会 会長 日本化学工業協会 会長 近藤 賢二 高圧ガス保安協会 会長 山口 博 電気保安協会全国連絡会 会長	
議事次第	(1)開会 (2)梶山経済産業大臣 挨拶 (3)基本方針(案)の説明、決定 (4)業界団体・保安関連団体の御発言 (5)梶山大臣 締めくくり挨拶 (6)閉会	

配布資料は、以下の URL にて公開されている。

https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/001.html (アクセス確認日: 令和3年3月11日)

2.2 高圧ガス保安部会の開催

令和2年7月10日(金) 10:00～12:00 に第1回、令和3年3月17日(水) 10:00～12:00 に第2回高圧ガス保安部会を開催した。

高圧ガス保安部会とは、先進的な民間事業者が参画し、プラントのあるべき姿を議論する場である。経済産業省と、プラントのスマート化を目指す事業者が取り組むべき事項を整理し、高圧ガス保安分野のスマート保安アクションプランを策定した。

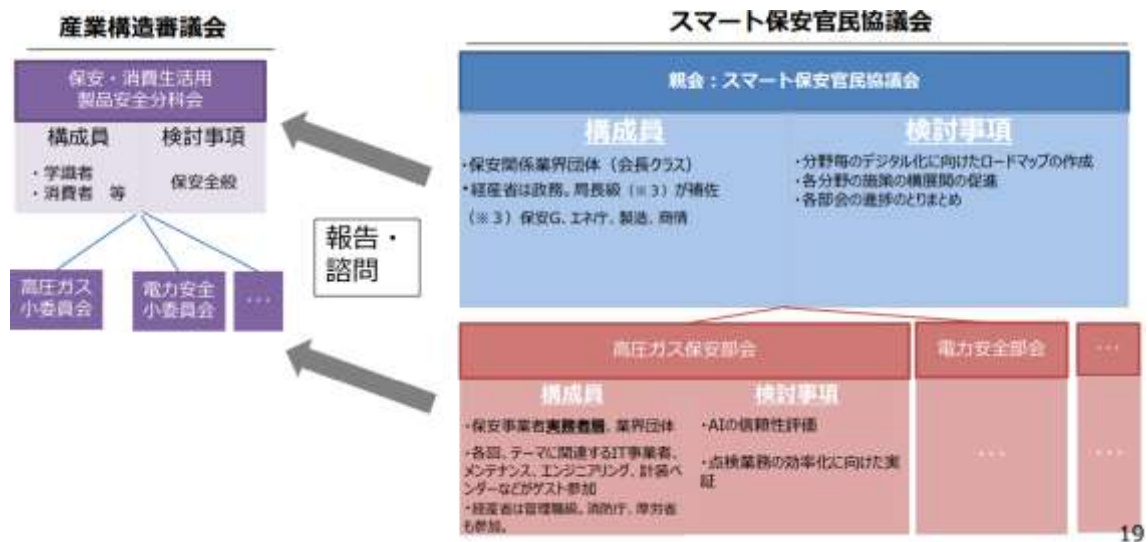


図 2-2 スマート保安官民協議会の体制

出所) 経済産業省「第 16 回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 高圧ガス小委員会」,
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/koatsu_gas/pdf/016_03_00.pdf、2021 年 3 月 22 日
 取得

本事業では、高圧ガス保安部会の事務局の支援として、高圧ガス保安部会の開催日程調整、部会資料の収集・送付、委員・オブザーバーの出欠管理、進行案の作成、オンライン会議の開催及びそれに係る委員への事前対応、議事概要作成を実施した。また、第 1 回高圧ガス保安部会に先立って、2 回の準備会合を開催、事務局の支援として開催日程調整、資料の収集・送付、委員・オブザーバーの出欠管理、進行案の作成、オンライン会議の開催及びそれに係る委員への事前対応、議事概要作成を実施した。

準備会合の開催概要は以下の通り。

表 2-2 高圧ガス保安部会 第 1 回準備会合 開催概要

開催日時	令和 2 年 4 月 15 日(水) 9:30～11:30
開催方法	オンライン(Skype for Business)
開催場所	オンラインのみ

表 2-3 高圧ガス保安部会 第 2 回準備会合 開催概要

開催日時	令和 2 年 5 月 18 日(月) 15:30～17:00
開催場所	オンライン(Skype for Business)
開催方法	オンラインのみ

第 1 回高圧ガス保安部会の開催概要は以下の通り。なお、参加者の役職については、部会開催当日のものである。

表 2-4 第 1 回高圧ガス保安部会 開催概要

開催日時	令和 2 年 7 月 10 日(金) 10:00～12:00	
開催場所	オンライン (Skype for Business)	
開催方法	オンラインのみ	
構成員	笠原 清司 佐藤 晴基 原田 典明 前澤 浩士 榎谷 昌隆	ENEOS 株式会社 技術計画部副部長 三菱ケミカル株式会社 執行役員 生産技術部長 旭化成株式会社 理事 デジタルイノベーションセンター長 出光興産株式会社 常務執行役員 製造技術統括 JSR 株式会社 生産技術部長
オブザーバー	石油連盟 石油化学工業協会 日本化学工業協会 日本メンテナンス工業会 エンジニアリング協会 日本電気計測器工業会 高圧ガス保安協会 総務省消防庁 特殊災害室 総務省消防庁 危険物保安室 厚生労働省 労働基準局 安全課 厚生労働省 労働基準局 化学物質対策課 経済産業省 製造産業局 素材産業課 経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課	
議事次第	(1)開会 (2)高圧ガス保安分野アクションプランに関して (3)高圧ガス保安分野アクションプラン実現のための民の取組 (4)高圧ガス保安分野アクションプラン実現のための官の取組 (5)その他	

配布資料は、以下の URL にて公開されている。

https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/koatsu_gas/001.html (アクセス確

認日：令和 3 年 3 月 11 日)

なお、本会合において、「高圧ガス保安分野スマート保安アクションプラン」を公表した。

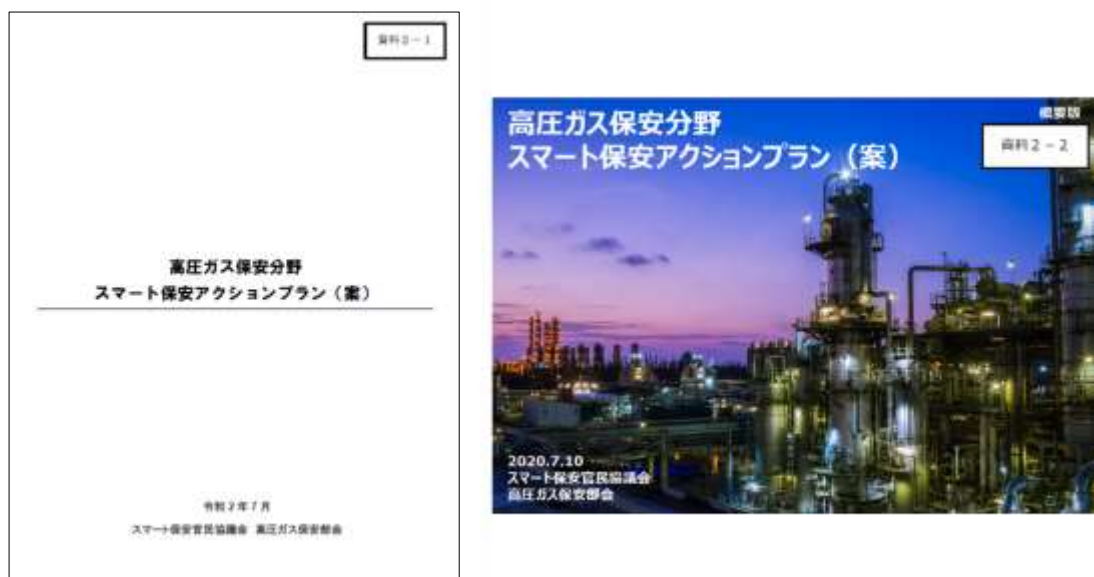


図 2-3 高圧ガス保安分野スマート保安アクションプラン

出所) 経済産業省「第 1 回高圧ガス保安部会」資料 2-1、資料 2-2 より三菱総合研究所作成、
https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/koatsu_gas/001.html、2021 年 3 月 22 日取得

第 2 回高圧ガス保安部会の開催概要は以下の通り。なお、参加者の役職については、部会開催当日のものである。

表 2-5 第 2 回高圧ガス保安部会 開催概要

開催日時	令和 3 年 3 月 17 日(水) 10:00～12:00	
開催場所	オンライン(Skype for Business)	
開催方法	オンラインのみ	
構成員	笠原 清司 佐藤 晴基 原田 典明 前澤 浩士 榎谷 昌隆	ENEOS 株式会社 技術計画部副部長 三菱ケミカル株式会社 経営執行職 生産技術部長 旭化成株式会社 理事 デジタルイノベーションセンター長 出光興産株式会社 常務執行役員 製造技術統括 JSR 株式会社 生産技術部長
オブザーバー	石油連盟 石油化学工業協会 日本化学工業協会 日本メンテナンス工業会 エンジニアリング協会 日本電気計測器工業会 高圧ガス保安協会 総務省消防庁 特殊災害室 総務省消防庁 危険物保安室 厚生労働省 労働基準局 安全課 厚生労働省 労働基準局 化学物質対策課 経済産業省 製造産業局 素材産業課 経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課	
議事次第	(1)開会 (2)高圧ガス保安分野アクションプランのフォローアップ (3)その他	

配布資料は、以下の URL にて公開されている。

https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/koatsu_gas/002.html（アクセス確認日：2021 年 3 月 22 日）

2.3 特定テーマ検討会等の開催

2.3.1 アクションプラン推進策検討

「高圧ガス保安分野スマート保安アクションプラン」の公表の後、高圧ガス保安部会メンバー各企業におけるアクションプランの進捗状況の俯瞰や、プラントの現場の課題に精通した専門家との打合せ等に基づき、今後アクションプランを促進していくための課題・対応の方向性についてとりまとめた（非公開）。

2.3.2 「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」解説セミナーの開催

AI 活用の普及促進をはかる場として、「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」解説セミナーを開催した（一般公開とはせず、周知対象を限定して実施）。本セミナーは、プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン第 1 版の内容や有用性について、ガイドライ

ン適用の実証も踏まえて解説し、ガイドラインに対する理解や活用を促進することを目的として開催した。

本事業では、セミナー事務局として内容の企画、ガイドライン解説資料の作成、パネルディスカッション準備・調整、集客のための関係企業・団体への周知依頼、Teams ライブイベントを用いたオンライン配信体制構築、当日の司会進行・ガイドライン解説・質疑応答、事後のアンケート・質問受付、セミナー動画配信、質問回答の作成・周知、開催結果レポートの作成等を実施した。

「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」解説セミナーの開催概要は以下の通り。

表 2-6 「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」解説セミナー 開催概要

開催日時	令和3年1月21日(木) 13:30～15:30
開催方法	オンライン(Microsoft Teams 会議、Microsoft Teams ライブイベント併用)
開催場所	オンラインのみ
登壇者 (敬称略)	山下 善之 東京農工大学大学院 工学研究院 応用化学部門 教授 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 小渕 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 ビジネスシニアマネージャー 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 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
議事次第	1. プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドラインの解説 2. ガイドラインに関する質疑応答 3. パネルディスカッション テーマ「「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」の実用を踏まえた有用性」
視聴者数	事前視聴申込み者数:1,396 名

2.4 スマート保安普及のためのシンポジウムの開催

令和2年12月3日(木) 13:00～15:55 に「スマート保安シンポジウム」を開催した。

スマート保安の先進事例や取組状況を内外に積極的に発信し、スマート保安による安全性や効率性の効果についての理解を促すことを目的として開催した。

本事業では、シンポジウム事務局として、シンポジウム内容の企画、新型コロナウイルス感染拡大状況を踏まえた開催方法の検討・決定、登壇者との日程・資料の調整、事前収録の実施及び収録映像の編集、経済産業省会議室からのオンライン配信体制構築、当日の司会進行手配、事後のアンケート、シンポジウム動画の編集及び配信、開催結果レポートの作成等を実施した。

「スマート保安シンポジウム」の開催概要は以下の通り。

表 2-7「スマート保安シンポジウム」 開催概要

開催日時	令和2年12月3日(木) 13:00~15:55
開催場所	経済産業省本館 17 階 共用会議室からの中継
開催方法	オンライン(Youtube による配信)
登壇者 (敬称略)	● オープニングリマーク 江島 潔 経済産業副大臣 ● 基調講演 太田 雄彦 経済産業省 大臣官房技術総括・保安審議官 杉森 務 石油連盟 会長 (ENEOS ホールディングス株式会社 代表取締役会長グループ CEO) 和賀 昌之 石油化学工業協会 会長 (三菱ケミカル株式会社 代表取締役社長) 早田 敦 電気事業連合会 専務理事 (九州電力株式会社 上席執行役員) ● パネルディスカッション 横山 明彦 東京大学 工学系研究科 電気系工学専攻 教授 中田 昌宏 日本製鉄株式会社執行役員 デジタル改革推進部長・情報システム部長 二坂 広美 東北電力ネットワーク株式会社 執行役員 電力システム部長 細谷 功 東京ガス株式会社常務執行役員導管ネットワークカンパニー長 前澤 浩士 出光興産株式会社製造技術統括 常務執行役員 鷲谷 聡之 株式会社自律制御システム研究所代表取締役社長 後藤 雄三 経済産業省大臣官房審議官(産業保安担当)
プログラム	1. 開会・趣旨説明 2. オープニングリマーク 3. 基調講演 4. パネルディスカッション テーマ「技術と経営の両面から見るスマート保安がもたらす変化」 5. 全体統括・閉会挨拶 6. 閉会
視聴者数	事前視聴申込み者数:1,776 名

当日の様子を示したレポートは、以下の URL にて公開されている。なお、当日の講演資料および動画は 2021 年 2 月までの期間限定で公開した。

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/smart_industrial_safety_symposium/index.html (アクセス確認日：令和3年3月11日)

3. スマート保安技術導入に向けた調査・実証

3.1 プラント I T 化に向けた調査

3.1.1 高圧ガス保安分野のロードマップの策定

スマート保安が実現するプラントの将来像を策定した。具体的には、スマート保安技術の導入の前提となる企業組織の変革のあり方（1.スマート化に向けた企業組織の変革）と、プラントのスマート化（2.情報の電子化、3.現場作業効率化、4.意思決定の高度化）についてあるべき姿を示した。

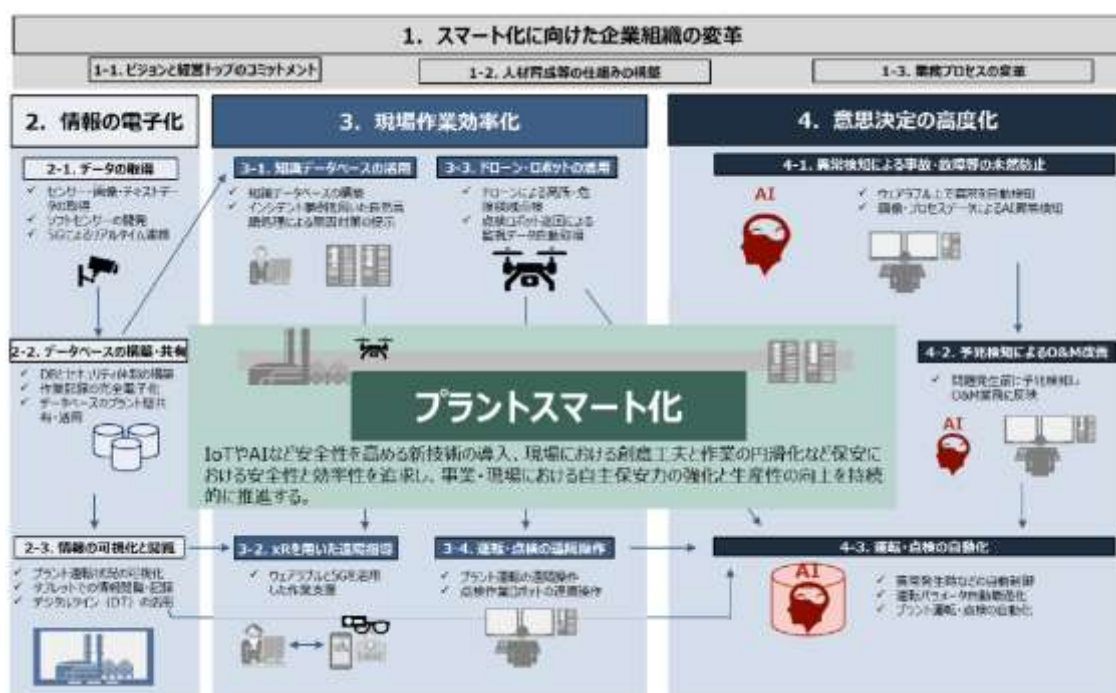


図 3-1 スマート保安を実現したプラントの将来像

出所) 経済産業省ウェブサイト, <https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200710009/20200710009.html>、2021年3月22日取得

「将来像」の各項目を実現するためにプラントのスマート化を目指す事業者が実施を目指すことを指針として包括的にまとめた（ロードマップ、民のアクションプラン）。各アクションを実行する時間軸の目安として、「2.情報の電子化」「3.現場作業効率化」「4.意思決定の高度化」を実現するために導入するスマート保安技術は、【喫緊】【短期】【中期】【長期】を付した。「1.スマート化に向けた企業組織の変革」に関してはスマート保安の推進の過程において常に必要な事項であり、時間軸の目安は示していない。

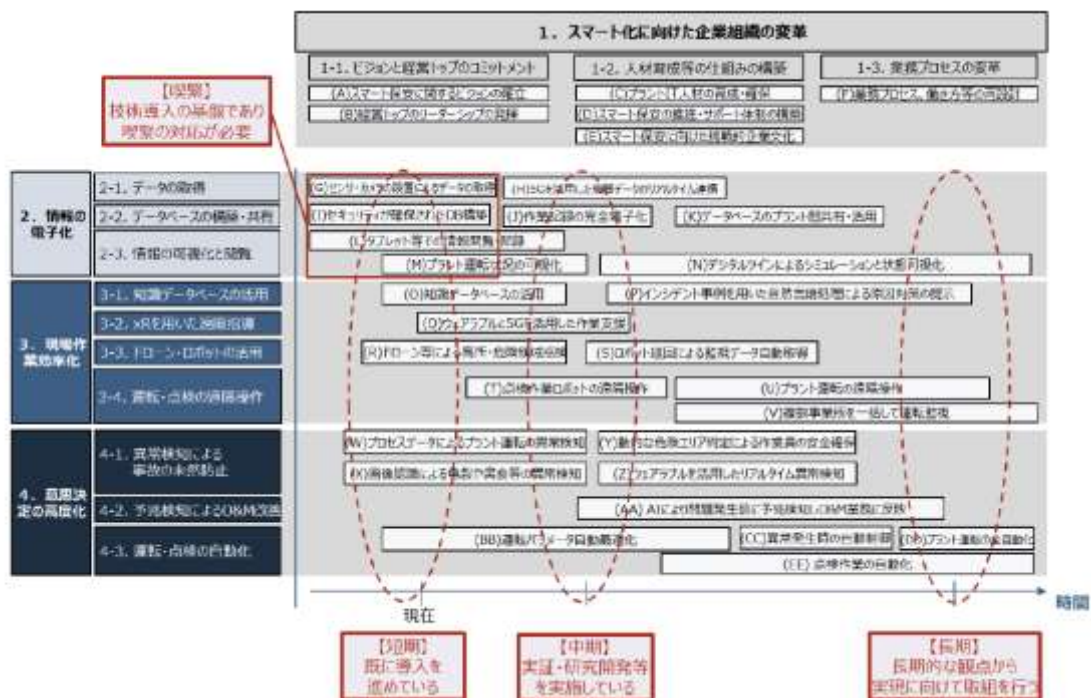


図 3-2 民のアクションプラン

出所) 経済産業省ウェブサイト, <https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200710009/20200710009.html>, 2021年3月22日取得

3.1.2 規制・ルールの整備に関する調査

「将来像」を実現するために経済産業省が当面実施する施策について、「官のアクションプラン（制度見直し、研究開発・実証支援等）」として整理した。



図 3-3 官のアクションプラン

出所) 経済産業省ウェブサイト, <https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200710009/20200710009.html>、2021年3月22日取得

3.1.3 最新技術、制度に関する調査

(1) 高圧ガス保安分野スマート保安アクションプラン策定に向けた調査

アクションプラン策定に向けた調査として、令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（プラント IT 化促進に向けた調査）において実施した文献・公開情報の調査、プラント事業者（6 社）・AI システムベンダー（12 社）へのヒアリング結果を活用した。調査結果から技術を抽出・類型化し、プラントにおけるスマート化技術の目的によって整理を行った。時間軸で整理したロードマップの策定を行うため、プラント事業者における開発・導入状況の整理を合わせて実施した。

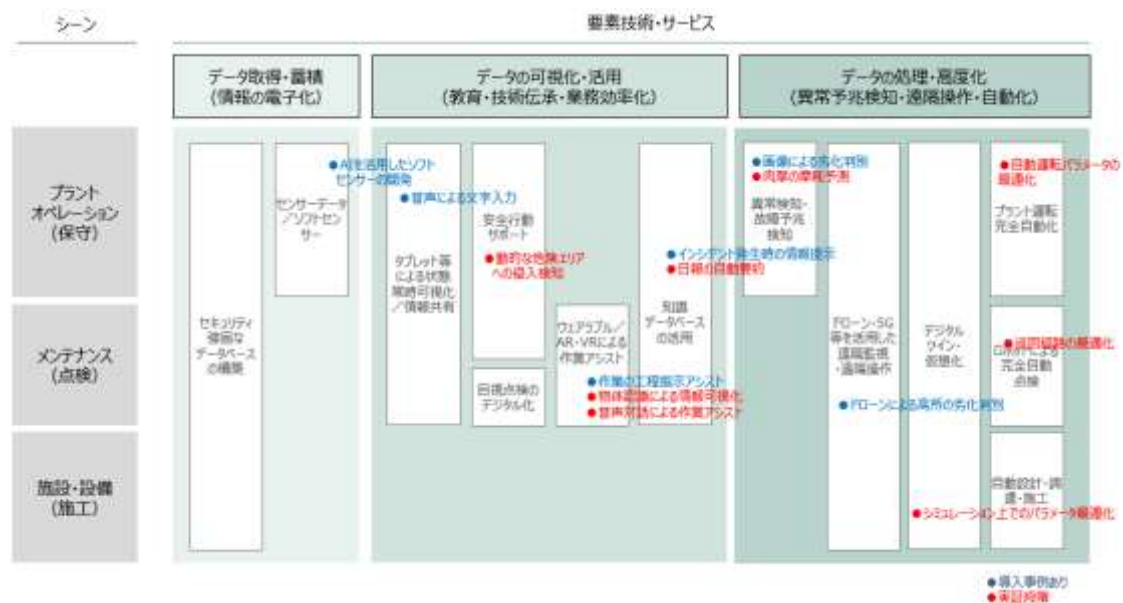


図 3-4 最新技術の整理

出所) 令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（プラント IT 化促進に向けた調査）報告書

(2) アクションプランのフォローアップ調査

令和 3 年 3 月 17 日に開催した第 2 回高压ガス保安部会にあたり、部会構成員のアクションプラン関連取組のフォローアップを実施した。官のアクションは経済産業省、民のアクションは部会メンバー各企業より、アクションプランに対する進捗の全体像や個別の取組、今後の取組の方向性や課題について資料提供を受けた。資料は第 2 回高压ガス保安部会の場で説明・共有されるとともに、部会 HP で公開されている。

(3) AI 技術・制度調査

1) AI 導入事例集の作成に向けた調査

AI 導入事例集の作成に向けた調査として、プラント事業者、AI システムベンダーに対するアンケート調査を実施した。アンケート調査では、AI の導入事例とその概要、プラント保安管理及び運転における適用箇所、導入効果、導入において直面した課題とその解決方法などについて質問した。その結果、プラント事業者 4 社、AI システムベンダー 7 社より回答があった。回答があった 11 社に対して、回答内容を確認し AI 技術や課題解決方法などをより詳細に伺うためのヒアリング調査を行った。また、文献・公開情報から抽出した AI 開発事例、IT 化事例に取り組んでいる研究機関と事業者にもそれぞれ 1 件ずつ、ヒアリング調査を行った。

アンケート調査、ヒアリング調査の結果を踏まえて、AI 導入事例集の作成を行った。具体的な作成内容は 3.2.2 に記載する。特に事例集における個別事例の作成にあたっては、記載内容を具体化させるため、必要に応じて事業者への追加質問を行った。

2) AI の信頼性評価に係るガイドラインの作成に向けた調査

「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」の作成に向けた調査として、既存のガイドラインの調査、既存のガイドラインのプラント保安分野への適用、プラント保安分野におけるユースケースの検討、ガイドラインの活用場面の具体化、ガイドライン作成検討会におけるガイドライン内容の議論、ガイドライン適用実証を踏まえた改訂等を行った。

a. 既存のガイドラインの調査

AI の信頼性評価に関する既存のガイドラインとして、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 第 1 版」および AI プロダクト品質保証コンソーシアム「AI プロダクト品質保証ガイドライン 2020.08 版」を取りあげた。

b. 既存のガイドラインのプラント保安分野への適用

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 第 1 版」では、AI の品質の構造や評価基準が体系的に整理されており、「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」においてもこれらの体系を継承することとした。

検討会における議論や、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 第 1 版」の関係者等との議論を通し、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 第 1 版」の体系をプラント保安分野に適用するための内容調整を実施した（ガイドライン 2 章）。

AI プロダクト品質保証コンソーシアム「AI プロダクト品質保証ガイドライン 2020.08 版」では、「産業用プロセス」をケースとした要求事項の検討例が整理されており、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 第 1 版」における要求事項の体系との対応関係を整理した上で、「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」における要求事項に取り込むこととした。

c. プラント保安分野におけるユースケースの検討

プラント保安分野における AI 活用の典型例を通して信頼性評価の実施事項を表現した「ユースケース」を作成し、ガイドラインを利用する事業者が自社の AI 開発ケースに近いケースを選択して検討できるようにした。「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」では、検討会における議論を踏まえ、以下の 5 つのユースケースを特定した（ガイドライン 3 章）。

表 3-1 ユースケース

ユースケース	導入目的	機能の概要
保全(メンテナンス)に用いる機械学習利用システム		
(1) 配管の肉厚予測	交換サイクルの適正化	配管の流量・内容物から配管の肉厚を予測する
(2) 配管の画像診断	目視点検の負荷軽減	配管の画像から目視点検の要否を判定する(スクリーニング)
(3) 設備劣化診断	交換サイクルの適正化	個別設備の部品の劣化を予測する
運転(オペレーション)に用いる機械学習利用システム		
(4) 異常予兆検知・診断	事故による運転停止の回避	プラントの異常予兆を検知する
(5) 運転最適化	生産効率・品質の維持・向上	目的に応じた最適な操作パラメータを提示する

出所) プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン 第2版

d. ガイドラインの活用場面の具体化

プラント保安分野における AI 開発プロジェクトの一般的なステークホルダー・役割分担やフェーズ・手順を設定し、役割別・手順別に信頼性評価の実施事項を整理した(ガイドライン4章)。

表 3-2 役割別・手順別の信頼性評価の実施事項

担当		PoC	要求・要件定義	設計	実装	テスト・検収	運用
経営企画			システム開発に関する意思決定			システムの導入に関する意思決定	
事業企画担当		(右段の各フェーズの実施事項を参考により、開発の3アメンパーで検討)	システムの目的の設定、システムの機能要件・ <u>利用時品質</u> のレビュー			検収における <u>品質全体</u> のレビュー	
品質保証	システム品質保証担当					テストを踏まえた <u>外部品質</u> の評価、システムの検収	<u>利用時品質・外部品質</u> の確認
	機械学習品質保証担当				機械学習要素の開発における品質保証		<u>内部品質</u> の確認
環境安全担当				外部品質に係る外部安全機構・安全関連系のレビュー		テストを踏まえた <u>外部品質</u> の評価結果のレビュー	
現場担当	現場の管理担当 (保全)設備管理担当 (運転)製造担当		システムの目的・機能要件・ <u>利用時品質</u> のレビュー	外部品質及びそのレベル設定のレビュー、 <u>外部品質</u> に係る外部安全機構・安全関連系のレビュー	機械学習要素の開発に係るレビュー	検収における <u>品質全体</u> のレビュー	利用時品質の確認結果のレビュー、システムの更新に係るレビュー・データ提供
	現場の作業担当 (保全)保全員 (運転)運転員・保全員		システムの目的・機能要件・ <u>利用時品質</u> のレビュー		機械学習要素の開発に係るレビュー	検収における <u>品質全体</u> のレビュー	利用時品質の確認結果のレビュー、システムの更新に係るレビュー・データ提供
プラントシステム担当				システムの機能要件・ <u>利用時品質</u> の設定	<u>外部品質</u> の設定、 <u>外部品質</u> のレベル設定に係る機械学習要素以外の構成要素(外部安全機構等)や安全関連系の整理、 <u>外部品質</u> のレベル設定	機械学習利用システムの機械学習要素以外の構成要素(外部安全機構等)の開発、機械学習要素の開発に係るレビュー・データ提供	テストを踏まえた <u>外部品質</u> の評価結果のレビュー
機械学習設計・開発担当					<u>内部品質</u> のレベル設定、機械学習要素の設計・開発		<u>内部品質</u> に係る機械学習要素の更新

凡例 **太字・下線**：該当する品質に係る品質保証活動の主な実施主体、下線のみ：該当する品質に係る品質保証活動をレビュー等で支援する主体

(注) データの収集等の内部品質の作り込みは「実装」フェーズに含めている。

出所) プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン 第2版

e. ガイドライン作成検討会におけるガイドライン内容の議論

ガイドライン作成検討会(プラントにおける AI の信頼性評価に関する検討会)を開催し、ガイドラインの内容案について議論を行った。また、意見照会や委員との個別の打合せ等により、ガイドラインの内容について調整を行った。ガイドライン作成検討会の開催実績については次節を参照。

f. ガイドライン適用実証を踏まえた改訂

ガイドライン適用実証(次節参照)を通して得られたガイドラインの要改善事項や、ガイドラインに対する事業者からの要望・フィードバックをもとに、ガイドラインの「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン 第2版」への改訂を行った。

3.2 高圧ガス保安分野の AI 導入の促進

3.2.1 AI の信頼性評価に係るガイドラインの作成

(1) ガイドライン作成検討会の開催

ガイドライン作成のために、有識者によって組成されたガイドライン作成検討会(プラントにおける AI の信頼性評価に関する検討会)を開催した(非公開)。本事業では、検討会の事務局として検討会の組成、委員長・委員の委嘱、各回の議事設計・資料作成、当日の運営・資料説明、議事録作成、意見照会・集約、意見を踏まえたガイドラインの修正・作成等を実施した。

開催概要は以下の通り。

表 3-3 プラントにおける AI の信頼性評価に関する検討会 開催概要

実施回	開催日時	開催場所	開催方法
第1回	令和2年4月27日(月)16:00~18:00	オンラインのみ	オンライン (Skype for Business)
第2回	令和2年5月27日(金)9:30~12:15	同上	同上
第3回	令和2年6月24日(水)9:30~12:00	同上	オンライン (Microsoft Teams)
第4回	令和2年7月31日(金)13:00~15:30	同上	同上
第5回	令和2年8月26日(水)9:30~12:00	同上	同上
第6回	令和2年9月29日(火)~10月12日(月)	※書面開催	審議
第7回	令和2年11月12日(木)13:00~15:00	オンラインのみ	オンライン (Microsoft Teams)
第8回	令和3年3月1日(月)15:30~18:00	同上	同上

なお、第7回会合の後、令和2年11月17日に、石油コンビナート等災害防止3省連絡会議 HP にて「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」および「実施内容記録フォ

ーマット」を公表した。

また、第8回会合の後、令和3年3月に、石油コンビナート等災害防止3省連絡会議 HP にて「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン 第2版」「ガイドライン附録（信頼性評価実施記録フォーマット）」「信頼性評価実用例概要（7例）」「信頼性評価実用例実施記録（7例）」およびこれらの英訳を公表予定。

(2) 実証の実施

1) 概要

プラント保安分野における実際の AI 開発事例に「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」を適用する実証を行った。

本事業における実証の対象を表 3-4 に示す。

表 3-4 実証の対象

事業者	対応するユースケース
横河電機株式会社	配管の肉厚予測 設備劣化診断
三菱ケミカル株式会社・ 日本電気株式会社	配管の画像診断

実証を通して、信頼性評価の手順・実施事項の検証、ユースケース別の留意事項の検証、説明文・図表やフォーマットの改善等について検討しガイドライン第2版の作成に反映した。また、ガイドラインに沿った信頼性評価の記録を「実用例」として作成し、ガイドライン第2版と併せて公表した。

なお、ガイドライン適用の実証は、本事業のほか、一般社団法人 環境共創イニシアチブ「令和2年度補正予算 産業保安高度化推進事業費補助金 プラント保安分野における AI 信頼性評価ガイドライン（仮称）適用試行の支援業務」においても実施し、ガイドラインに記載の5ユースケースを網羅した。

2) 横河電機株式会社

AI システム2件に対し、ガイドラインの AI 開発・運用への適用を実証した。実証に際しては、定期的な打合せ、適宜電子メールでのやり取りを通して、ガイドラインの適用を支援し、ガイドラインによる信頼性評価の実用例を作成するとともに、適用を通じたガイドラインに対する気づきのフィードバックを受けた。作成した実用例は、ガイドライン第2版とともに石油コンビナート等災害防止3省連絡会議 HP にて公開予定。

以下、実証したケースの概要を示す。

a. 配管の肉厚予測

- 概要

定期点検間の急激な腐食の進行等にも対応し安全を守ること、過度な点検や取り替え作業を削減してメンテナンスの効率化や逸失利益を低減させることを目的として、プロセスデータ等から減肉量を推定し、現在の配管の肉厚を予測する機械学習利用システムである。

機能要件として、「減肉量の推定により、配管の肉厚を予測する」を設定する。

機械学習要素が減肉量を推定して現在の配管の肉厚を予測し、肉厚の予測値を保全員に出力する。保全員はこの出力内容と各種センサデータから、肉厚の実測を行うべきかどうか判断する。

- 機械学習要素の構成

学習手法	教師あり回帰
学習モデル	配管の減肉に影響すると考えられる内容物の種類・流量・流速・圧力などと、減肉量との関係を学習する
運用時の入力データ	プロセスデータ(配管の内容物・流量・流速・圧力データ)
開発時の学習データ	プロセスデータ(配管の内容物・流量・流速・圧力データ)、肉厚データ(実測値)
開発時のテストデータ	プロセスデータ(配管の内容物・流量・流速・圧力データ)、肉厚データ(実測値)

b. 設備（触媒）劣化診断

- 概要

プラントの触媒の劣化傾向に基づいてメンテナンス計画を策定し、シャットダウン期間を短縮することを目的として、触媒の劣化傾向の有無を判定する機械学習利用システムである。

機能要件として、「触媒の劣化傾向を予測する」を設定する。

機械学習要素が触媒の劣化傾向の有無を判定し、劣化傾向ありと判定された場合に保全員に対してアラートを提示する。保全員はこの提示内容と設備の稼働データから、触媒の点検や交換の要否を判断する。

- 機械学習要素の構成

学習手法	教師あり分類
学習モデル	劣化時、無劣化時のプロセスデータから触媒の劣化度合いを学習する
運用時の入力データ	プロセスデータ(リアクタの温度・圧力・供給物組成など)
開発時の学習データ	プロセスデータ(リアクタの温度・圧力・供給物組成など)、メンテナンス情報
開発時のテストデータ	プロセスデータ(リアクタの温度・圧力・供給物組成など)、メンテナンス情報

3) 三菱ケミカル株式会社・日本電気株式会社

AI システム 1 件に対し、ガイドラインの AI 開発・運用への適用を実証した。実証に際しては、定期的な打合せ、適宜電子メールでのやり取りを通して、ガイドラインの適用を支援し、ガイドラインによる信頼性評価の実用例を作成するとともに、適用を通じたガイドライ

ンに対する気づきのフィードバックを受けた。作成した実用例は、ガイドライン第2版とともに石油コンビナート等災害防止3省連絡会議HPにて公開予定。
以下、実証したケースの概要を示す。

● 概要

目視点検における腐食の見落とし防止を目的として、配管梁接触部の腐食の度合いを画像データから自動で判定する機械学習利用システムである。

機能要件として、「配管梁接触部の腐食の度合いを自動で判定する」を設定する。

配管梁接触部の画像から、当該箇所の腐食度合いを機械学習要素が判定し、保全員に対して腐食度合い結果を出力する。「腐食あり」と判定された箇所の画像データを保全員が確認し、現場での目視点検実施可否を判断する。巡視による腐食管理と並行して運用することで、腐食の見落としを防止する。

● 機械学習要素の構成

学習手法	分類(教師あり)
学習モデル	配管画像の特徴から腐食度合いを分類する分類モデル
運用時の入力データ	配管梁接触部画像データ
開発時の学習データ	配管梁接触部画像データ+腐食度合いラベル
開発時のテストデータ	配管梁接触部画像データ+腐食度合いラベル

(3) 英訳・海外発信

1) スマート保安基本方針の英訳

スマート保安官民協議会がHPで公開している「スマート保安推進のための基本方針」の英訳を実施した。なお、英訳版は非公開である。

2) AIの信頼性評価に係るガイドラインの英訳

AIの信頼性評価に係るガイドラインの英訳を実施した。ガイドライン第1版の策定後に着手し、改訂及び実用例の作成と並行して第版・実用例の英訳を行った。令和3年3月に、石油コンビナート等災害防止3省連絡会議HPにて公開予定。

3.2.2 AI導入事例集の作成

AIを導入する効果を可視化しプラント保安管理においてAIの導入を促進するため、先進的なAI導入事例をまとめた事例集を作成した。作成は、3.1.3(3)1において実施した調査結果をもとに行った。事例集は、以下に示す目次のように構成した。

1. はじめに
 - 1.1. スマート保安による保安の高度化
 - 1.2. プラント保安分野における AI 導入の意義
 - 1.3. 本事例集の目的
 - 1.4. 本事例集の構成
2. AI 導入の効果
 - 2.1. プラント保安分野における AI の役割と効果
 - 2.2. AI が解決策となるプラント保安分野の課題
 - 2.3. AI の導入効果の分類
 - 2.4. AI の導入効果の具体例
(参考) AI では解決しにくいプラント保安分野の課題
 - 2.5. 保全・運転上の AI の役割
3. AI 導入における典型的な課題の解決策
 - 3.1. AI 導入における課題の分類
 - 3.2. AI 導入における課題と解決策
4. AI 導入個別事例
 - 4.1. 個別事例の構成
 - 4.2. 個別事例と「AI の導入効果」の対応
 - 4.3. 個別事例と「AI 導入における課題と解決策」の対応
 - 4.4. AI 導入個別事例
(参考) 業務フロー全体のデジタル化
5. 参考資料
 - 5.1. 「高圧ガス保安分野アクションプラン」における AI 活用の位置づけ
 - 5.2. プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン
 - 5.3. ドローン等の電子機器を安全に取り扱うためのガイドライン
 - 5.4. 用語集
 - 5.5. 本事例集における調査方法

本事例集は、AI によってどのような効果が得られるか分からないため投資に踏み切れない、AI 導入にあたって直面する課題（AI 人材不足、現場の保全員の AI 理解不足等）の乗り越え方がわからない、というプラント事業者に向けて解決策を示すことを目的とした。そこで、事例集の 2.2、2.3 において、プラント事業者、AI 開発事業者等から提供された 12 の先進的な AI 導入成功事例をもとに整理した「2.3. AI の導入効果の分類」、「2.4. AI の導入効果の具体例」と「2.5. 保全・運転上の AI の役割」を示した。また、「3. AI 導入における典型的な課題の解決策」を示した。提供された 12 の事例は、「4. AI 導入個別事例」において 1 件ずつ紹介した。

作成した事例集は、「プラントにおける先進的 AI 事例集～AI プロジェクトの成果実現と課題突破の実践例～」として、2020 年 11 月 17 日に石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議 HP 上で公開された。



図 3-5 プラントにおける先進的 AI 事例集～AI プロジェクトの成果実現と課題突破の実践例～（表紙）

出所) 石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議 3 省共同運営サイト「自主保安資料 プラント保安分野における AI の活用（2020 年 11 月）（石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議）」、
https://www.fdma.go.jp/relocation/neuter/topics/fieldList4_16/jisyuhoan_shiryo.html、2021 年 3 月 22 日取得

3.2.3 AI 技術・制度調査

※本項は、「3.1.3 最新技術、制度に関する調査」の一環として実施し、同項(3)に結果を記載している。

4. まとめと今後の課題

本事業では、スマート保安の促進に関する会議等の開催、スマート保安技術導入に向けた調査・実証を実施した。

「スマート保安の促進に関する会議等の開催」では、スマート保安官民協議会、高圧ガス保安部会、プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン解説セミナー、スマート保安普及のためのシンポジウム等を開催した。

スマート保安技術導入に向けた調査・実証では、高圧ガス保安分野スマート保安アクションプランの策定に向けた調査やアクションプランのフォローアップ調査、AI の信頼性評価に係るガイドラインの作成・実証・改訂・英訳、AI 導入事例集の作成等を行った。

今後は、本事業で開催した会議体等の場や、本事業で策定したアクションプラン、ガイドライン、事例集をきっかけとして、より一層新技術の実装・普及を促進していくことが必要である。

令和 2 年度新エネルギー等の保安規制高度化事業
(プラント IT 化促進に向けた調査)
報告書

2021 年 3 月

株式会社三菱総合研究所
セーフティ&インダストリー本部
DX 技術本部
デジタル・イノベーション本部