

(2) スマート保安の推進

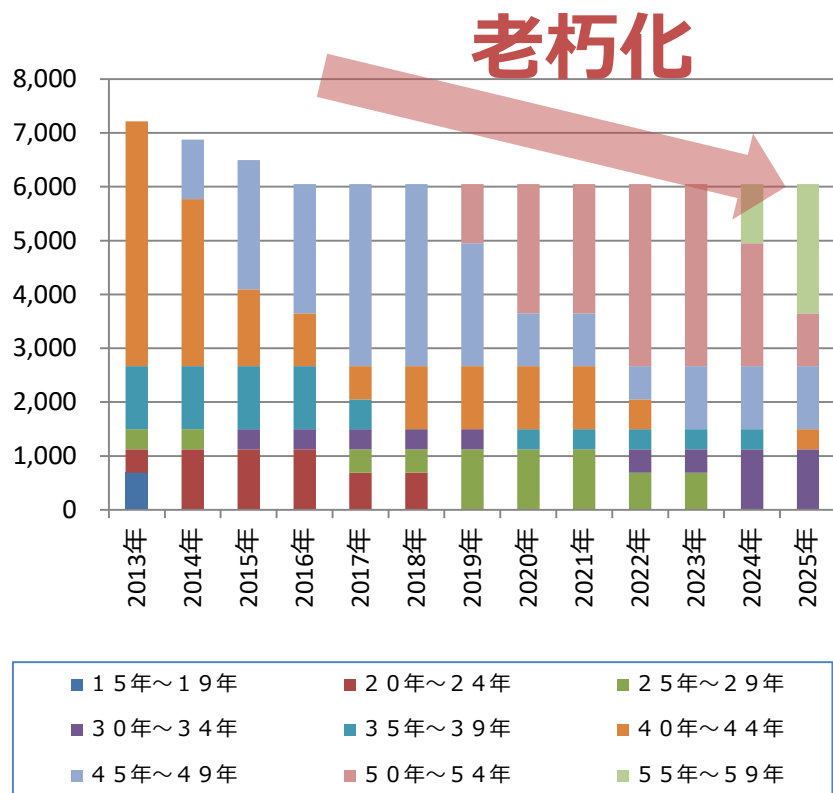
(2) スマート保安の推進

- ① プラントにおけるドローン活用に向けた取組**
- ② 「スマート保安推進のための官民協議会」の創設**
- ③ 海外展開**

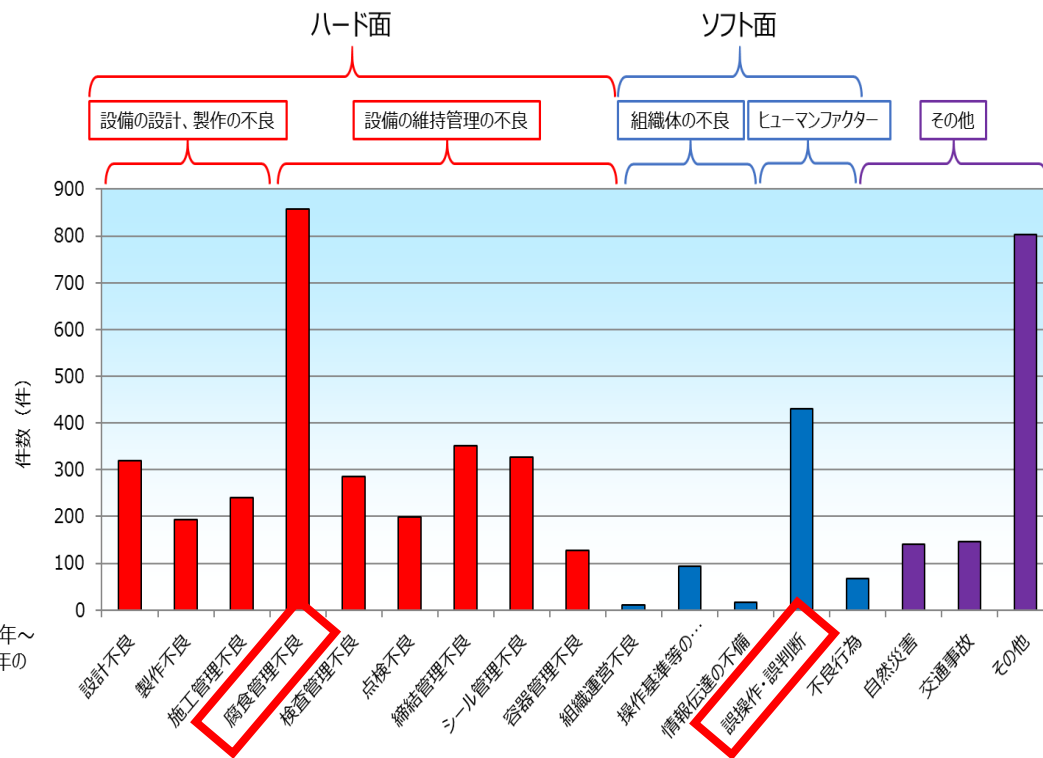
重要インフラ事業者が抱える課題（設備の老朽化と事故の多発化）

- 老朽化により、事故に至らないトラブル（設備故障、設備異常による運転停止、労働災害など）も増加。不安定な運転により、コスト増、製品品質の不安定化に繋がっている。
- 事故の原因としては、設備の老朽化、知識・経験不足による不適切な対応等が多数。

<高圧ガス設備の老朽化>

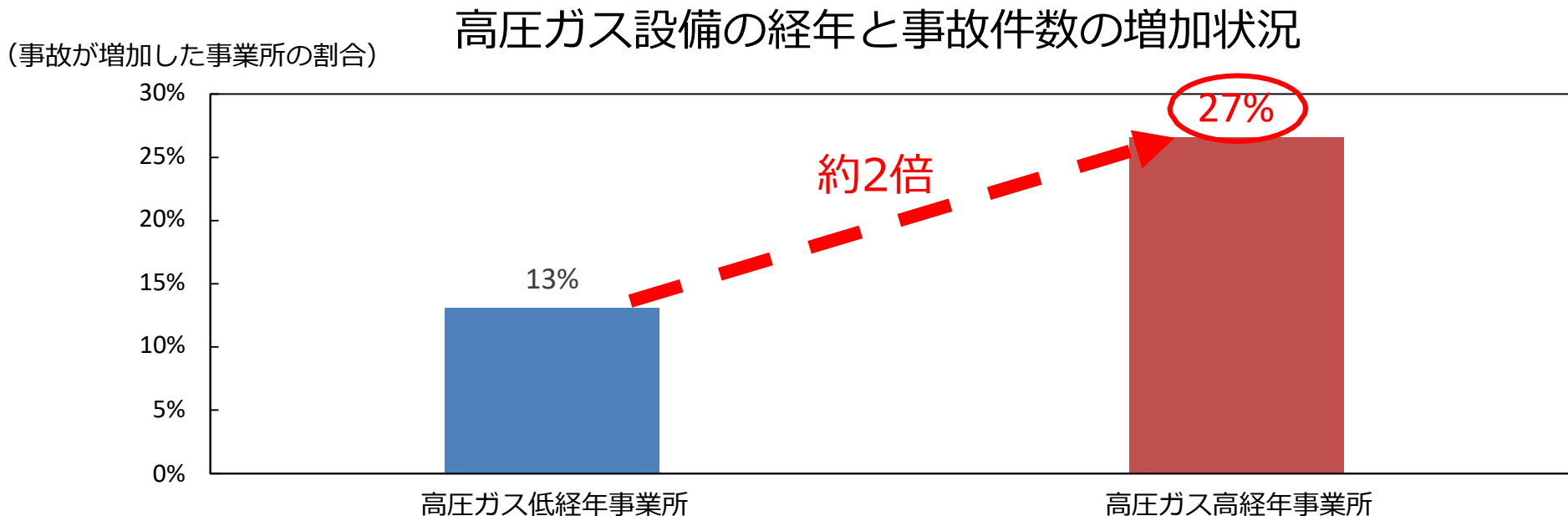


<高圧ガス保安分野の事故の原因>



【参考】高経年化と事故件数の増加

- 高経年設備を有する事業所は、低経年設備を有する事業所と比べて約2倍事故が起こりやすい。



- 設置から40年を超えた高圧ガス設備が半数以上となる事業所を「高圧ガス高経年事業所」、前記以外を「高圧ガス低経年事業所」と区分。
- それぞれについて、平成26年と平成30年との事故件数を対比し、事故が増加した事業所の割合を比較。
- 高圧ガス高経年事業所では事故が増加した事業所の割合が高圧ガス低経年事業所の約2倍であった。

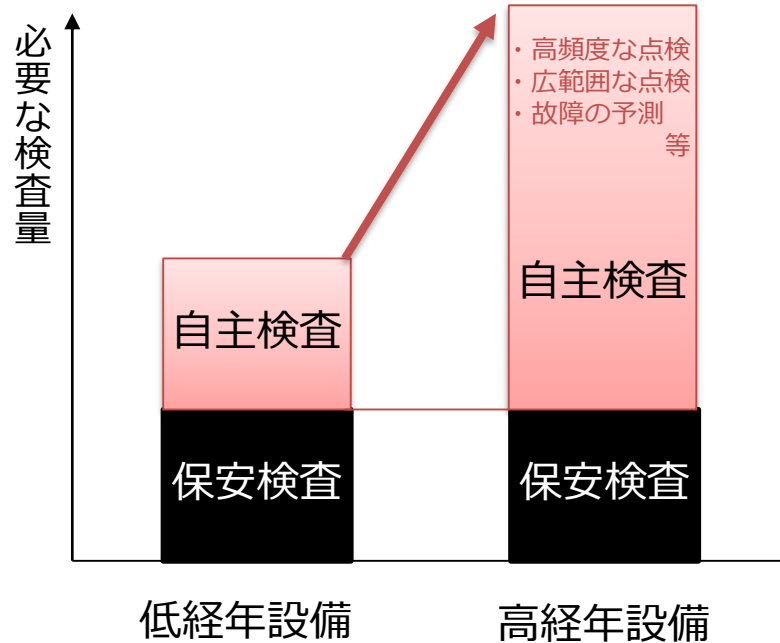
（参考）調査対象事業所数
（141事業所）

	高圧ガス低経年事業所	高圧ガス高経年事業所	無回答
事業所数	64	69	8
うち、事故が増加した事業所数	8	19	-
事故が増加した事業所の割合	13%	27%	-

重要インフラ事業者が抱える課題（検査負担の増大と労働力不足）

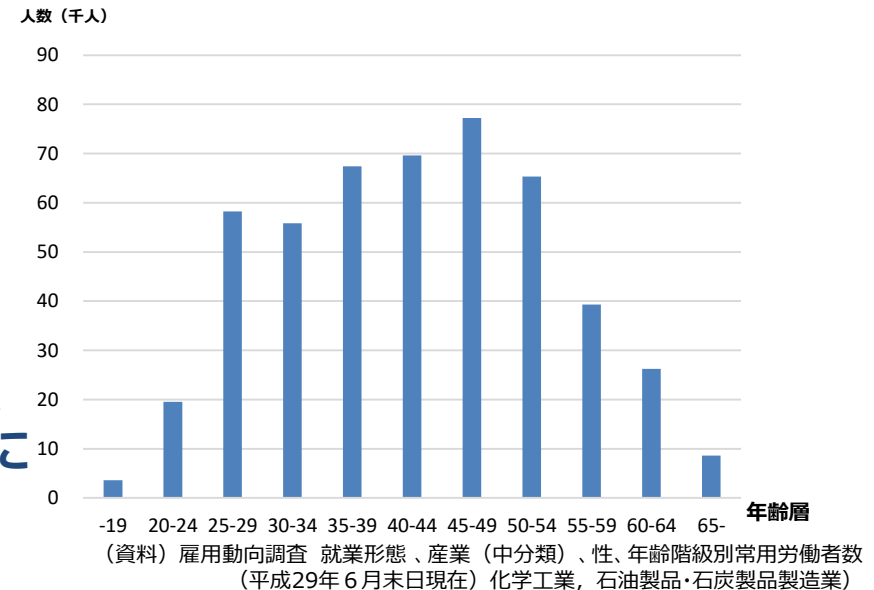
- 高経年化設備においては、事故を防止するため、自主的な検査・メンテナンスをこれまで以上に高頻度・広範囲で実施する必要がある。
- しかし、ベテランの人材の引退、採用難等によって、増える検査負担に対応する人員を確保できてない。人材不足はさらに悪化し、2030年にピークを迎える。

<高経年化による必要な検査負担の増大>



<人材不足>

○プラント事業者の従業員のうち、45歳以上が全体の44%を占め、2030年以降に定年退職を迎える

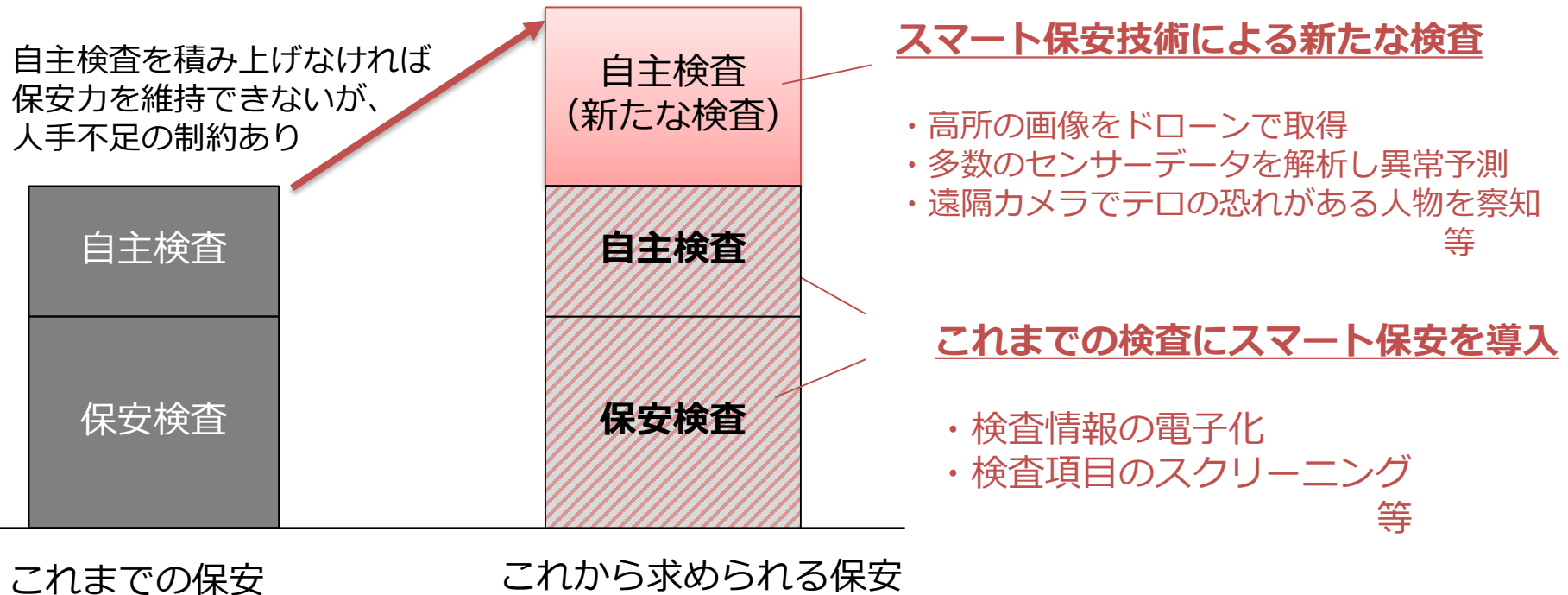


労働力が足りず、
増える検査負担に
対応できない

※実際、例えば石油化学分野では特に定期修理の人員不足が深刻化。「定期修理研究会」を立ち上げ、2023年度から業界内で時期の分散化を実施予定。

重要インフラ事業者がスマート保安を導入する必要性

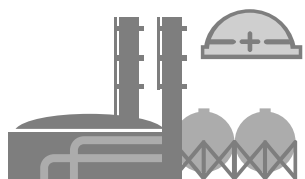
- 人手不足の制約の中、新たな技術等を活用した保安力の維持・向上が不可欠。
- 新たに求められる広範囲・高頻度な点検、微細な異常の検知は、ドローンやAI、IoT等の新技術との親和性が高い。既存の検査で人を補助することもできる。
- これら新技術の導入によって、事故防止・事故予兆だけでなく、品質安定・生産性の向上にもなる。



事故防止、労災防止、故障予知、品質安定、コスト削減、生産性向上

これまでの取組

- これまで、プラントのデジタル化を促進するため、規制上のインセンティブを措置するスーパー認定事業者制度の創設や、ドローン・防爆に関するガイドラインを策定などのルール整備を実施してきた。
- また、Connected Industriesの重点分野として、平成30年度からスマート保安に向けた民間プロジェクトを支援してきた一方、実証にとどまり本格導入に至っていない。



規制上のデジタル化インセンティブ措置（スーパー認定事業所）

= IoT、ビッグデータの活用等の高度な保安の取組を行っている事業所認定し、能力に応じて規制を合理化。ex) 事業所の体制に応じて、開放検査周期を延長（2017.4 創設）



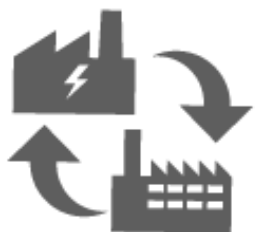
ドローン活用の促進

= プラント内の点検や災害対応で、ドローンの活用を促進するためのガイドライン・活用事例集を策定。（2019.3 策定）



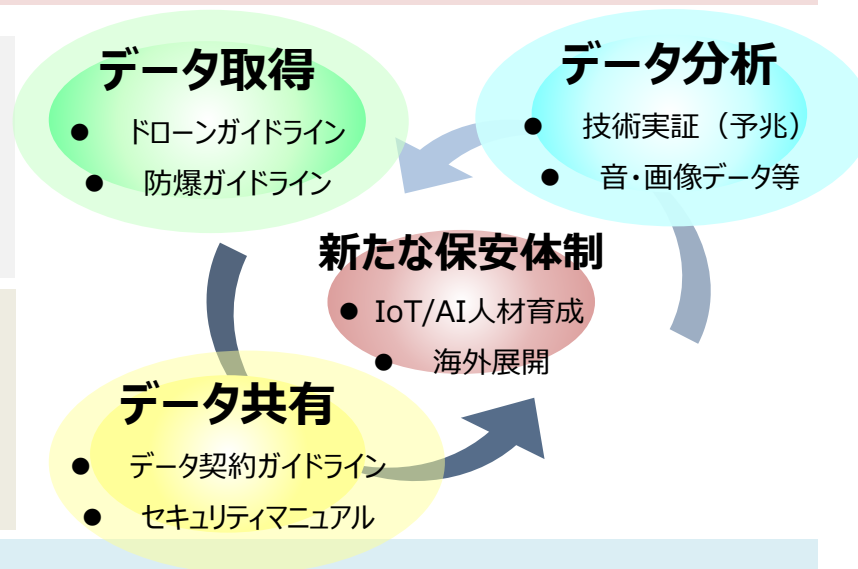
防爆規制の合理化

= データ活用に向け、センサーやタブレット等の電子機器が使用できる範囲を拡大するためのガイドラインを策定。（2019.4 策定）



CBMへの転換

= 従来の“時間（=time）”に区切った画一的なメンテナンスから、設備の“状態（=condition）”に基づいた新しいメンテナンスを制度化。（2019.11 創設）



(2) スマート保安の推進

①プラントにおけるドローン活用に向けた取組

②「スマート保安推進のための官民協議会」の創設

③海外展開

これまでの取組

- ドローンの活用は、プラント設備の点検頻度の向上や災害時の迅速な現場確認等を実現し、**安全性や効率性の向上さらには保安業務の合理化を図る上で重要。**
- 2019年3月に石油コンビナート等災害防止3省連絡会議（総務省消防、厚生労働省、経済産業省）において、石油化学プラントの設備屋外でドローンを安全に活用・運用するために留意すべき事項等を整理した**ガイドライン**と国内外の事例を盛り込んだ**活用事例集**を策定し、**事業者による屋外での試行的なドローンの活用が急速に進展。**

ガイドライン

背景・目的

現在、一部のプラントにおいて、ドローンは試験的に利用され始めているものの、安全に活用するための指標や方法が提示されていないこともあり、本格的な活用には至っていない状況にある。

本ガイドラインは、プラント内等でプラント事業者がドローンを安全に活用・運用するための留意事項を整理したものである。

適用範囲

コンビナート等の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント内において、カメラ等を装備したドローンの飛行を行い、カメラによる撮影等を行う行為を対象とする。なお、ドローンを飛行させるエリアは、そのプラント事業者の管理下にある私有地の**屋外を対象**とし、プラント事業者の管理下にはないエリアは含まないものとする。

プラントにおけるドローンの安全な運用方法
に関するガイドライン

2019年3月
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）

活用事例集

1. 国内企業の活用状況

国内の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント事業所に対しアンケートを実施し、国内プラントにおけるドローンの活用状況について示す。

2. 実証実験の事例

経済産業省委託事業「平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業」の中で、JXTGエネルギー株式会社根岸製油所においてドローン活用実証実験を実施した。本実験に関する内容や実験に際してのリスクアセスメント・リスク対策、実験結果について示す。

3. 国内企業の事例

国内の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント事業所を対象に、ドローン活用事例について調査を実施した。ここでは、ドローンの活用時における点検対象、想定したリスクアセスメント・リスク対策、メリット及び課題等を示した活用事例を示す。

4. 海外企業の事例

海外企業のプラントにおけるドローン活用事例について、文献調査及び現地でのインタビュー調査を踏まえた活用事例を示す。

課題

- 橋梁や道路といった社会インフラの分野では、既にドローンにより目視検査の代替が実現している一方、プラント分野においては、高圧ガス保安法の設備の目視検査の基準上は、プラントの一部の設備でしか工業用カメラによる検査を許容していない。
- 加えて、塔槽類や配管・タンクや建屋等の屋内においてもドローンにより内面の腐食状況を確認する等のニーズが存在するものの、GPS等の通信電波への影響など、設備内部でドローンを安全に活用するための特有のリスクや課題が存在。

高圧ガス設備の目視検査の基準（一部抜粋）

KHKS

保安検査基準

（コンビナート等保安規則関係（スタンド及び
コールド・エバポレータ関係を除く。））

KHKS 0850-3(2017)

定期自主検査指針

（コンビナート等保安規則関係（スタンド及び
コールド・エバポレータ関係を除く。））

KHKS 1850-3(2017)

平成29年10月20日 改正

高圧ガス保安協会



2017

4 ガス設備（導管を除く）

4.3.1 一般

高圧ガス設備の耐圧性能及び強度に係る検査は4.3.3の目視検査及び4.3.4の非破壊検査肉厚測定を含む）によるか4.3.5の耐圧試験によるものとし、耐圧性能及び強度に支障を及ぼす減肉、劣化損傷、その他の異常がないことを確認する。

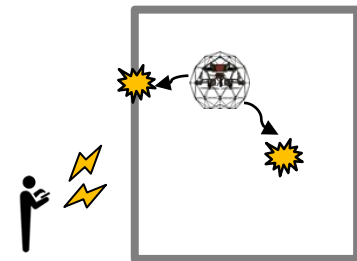
4.3.3 目視検査

「直接目視又はファイバースコープ、工業用カメラ、拡大鏡等の検査器具類を使用し、若しくはこれらを組み合わせて次の通り実施する」

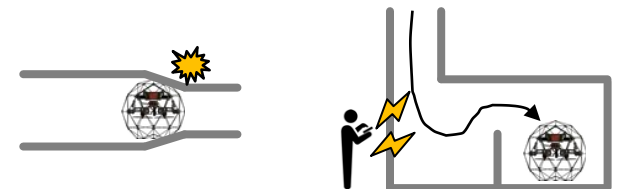
- **他の設備（例：フレアスタック等）については、工業用カメラでの代替が認められていない。**

屋内飛行時のリスク

- ✓ 設備の壁面等により通信が遮断するリスク
- ✓ 壁面等に衝突するリスク



- ✓ 狭小部へのスタックや、回収不可になるリスク



令和元年度の取組

- このため、出光興産株式会社およびブルーイノベーション株式会社と連携し、プラントのタンク内部でドローンを飛行させる実証実験を実施し、①法定検査（目視）代替の可能性の検証及び②屋内飛行時の安全要件の課題整理を行った。

課題 1

目視検査に向けた
制度上の位置付け
がなされていない

目的 1

法定検査（目視）
代替の検証

- ✓ 法定検査（目視）をカメラを搭載したドローンが代替する可能性の検証を行い、今後、制度上の位置付けについて検討。

課題 2

屋内での飛行
における課題が存在

目的 2

ガイドラインの改訂
（屋内を飛行対象に）

- ✓ 設備内部での飛行の安全要件を整理し、ガイドラインの改訂（屋内を飛行対象に）や、活用事例集に反映。

実証実験の結果

- **実証実験の結果**、ドローンが設備の近傍を飛行し適切な照度を確保しながら撮影することで、**鮮明な画像データを取得することができ、目視検査のうち、スクリーニングには十分に代替しうることが分かった。**
- さらに、設備内部を飛行する際の通信遮断といった特有のリスクに対しても、**必要な機能確保・対策を講じることで、屋内でも安全に飛行できることが分かった。**

実証対象となるタンク



提供：出光興産株式会社

危険物タンクの点検孔に入る様子



設備内点検の様子



使用機体：ブルーイノベーション（Flyability社「ELIOS2」）

実証結果の考察

検査の観点では、腐食、摩耗、傷、スケール付着・堆積、破損、割れ、変形・ゆるみ・剥離といった不具合の**一次検査には、ドローンの画像による代替が可能**と考えられる。

他方で、二次検査となる損傷・腐食・変形の定量評価については、ドローンに計測手段がないため、これらについては、別途目的に沿った検査ツールを民間事業者によるドローンの技術開発や実証等により検討していく必要がある。

ガイドラインの改訂・事例集の追加

- 実証実験の結果や、有識者を交えた研究会での議論を踏まえ、

- ①「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）」において、プラントにおけるドローンガイドラインを改訂（屋内での安全な飛行に関する留意事項を追加）するとともに、活用事例集を改訂（屋内の飛行事例を追加）。
- ②総務省消防庁とともに、「プラント保安分野における目視検査の代替可能性に関する考察」をとりまとめ。今後、ドローンによる目視検査の代替に関する議論を進めていく。

プラントにおけるドローン活用に関する安全性調査研究会

■委員（敬称略）

木村 雄二 工学院大学 名誉教授 <座長>
入江 裕史 株式会社スカイウィングス 最高執行責任者（COO）
小山田 賢治 高圧ガス保安協会高圧ガス部長代理
川越 耕司 日本化学工業協会
和田 昭久 一般社団法人日本産業用無人航空機工業会 会長
渡辺 聖加 石油連盟
田所 諭 東北大学大学院情報科学研究科応用情報科学専攻 教授
土屋 武司 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授
榎谷 昌隆 石油化学工業協会

■オブザーバー

総務省消防庁 プラント事業者
厚生労働省 プラントメンテナンス事業者
経済産業省 ドローンメーカー
関係自治体 警備事業者
エンジニアリング事業者 等

■事務局

みずほ情報総研株式会社

屋内を対象とした実証実験



提供：出光興産

提供：ブルーイノベーション
(Flyability社製「ELIOS」)

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)

ガイドラインの
改訂

活用事例集への屋内
飛行事例の追加

経済産業省・総務省消防庁

目視検査の代替可能性に関する考察

KHKS上の目視検査の対象範囲の拡大

- 高圧ガス設備の保安検査基準(KHKS)上、すでに工業用カメラによる目視検査が許容されている設備が存在するが、カメラの利用を想定していなかったこともあり限定的。
- 今回の実験により、目視の一次検査であればドローンが撮影した画像による検査の代替が可能であるとの結果が得られたことから、フレアスタック等の他の設備についても、工業用カメラによる目視検査を許容すべく、対象範囲の拡大を検討する。

工業用カメラによる目視検査が 許容されている設備

4 ガス設備（導管を除く）

4.3.1 一般

高圧ガス設備の耐圧性能及び強度に係る検査は4.3.3の目視検査及び4.3.4の非破壊検査肉厚測定を含む) によるか4.3.5の耐圧試験によるものとし、耐圧性能及び強度に支障を及ぼす減肉、劣化損傷、その他の異常がないことを確認する。

4.3.3 目視検査

「直接目視又はファイバースコープ、工業用カメラ、拡大鏡等の検査器具類を使用し、若しくはこれらを組み合わせて次の通り実施する」

今後検討すべき設備の例

1.1 境界線・警戒標

5.1.1 温度計

5.1.2 圧力計

5.1.3 液面計

6.20 ベントスタック・フレアスタック

7.1 コンビナート製造事業所間の導管以外の導管

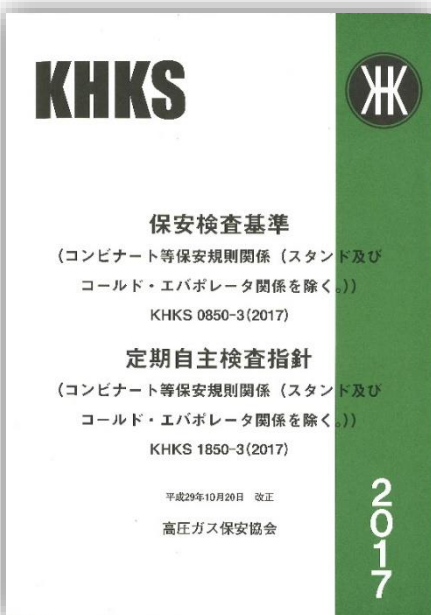
7.2 コンビナート製造事業所間の導管

8.5 容器置き場

※一部の例として抜粋したもの



← フレアスタック
(活用事例集より引用)



（２）スマート保安の推進

①プラントにおけるドローン活用に向けた取組

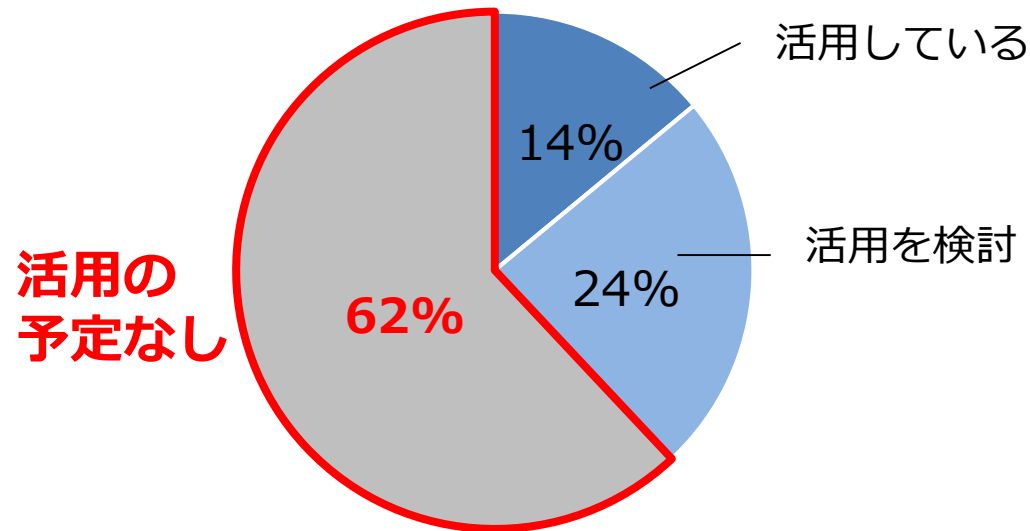
②「スマート保安推進のための官民協議会」の創設

③海外展開

スマート保安技術への投資の現状

- 事故数が急激に増加し、テロ等の新たな変化が起きているにも関わらず、大多数の事業者でスマート保安技術への投資が進んでいない。

化学業界のビッグデータ・IoT・AI等の活用状況

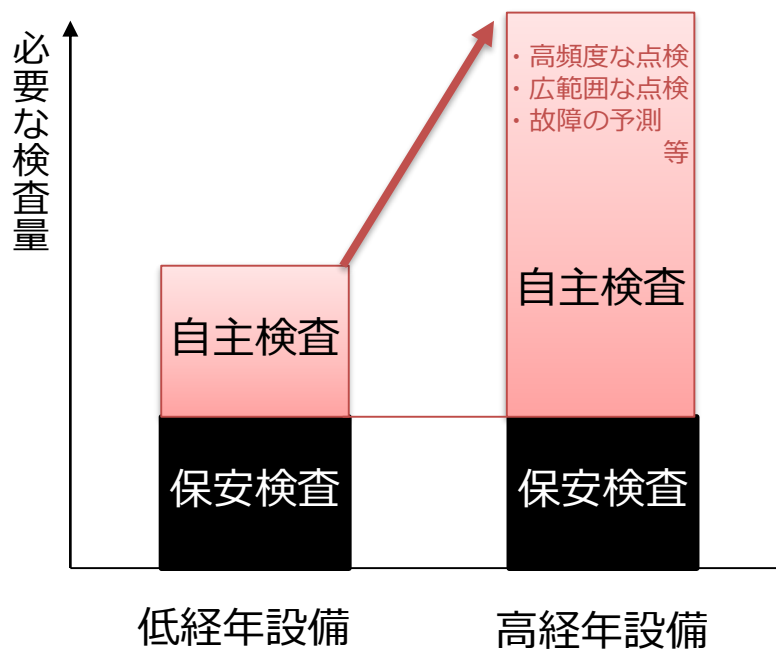


日本政策投資銀行「2017年度設備投資計画調査」をもとに作成

スマート保安への投資が進まない理由

- ①高経年化に伴って増加する検査負担への対応が不十分（安全意識が不十分で老朽化に相応の対応をしていない）。
- 加えて、②投資の初期段階では効果が分かりづらい。また、③規制の見直しに時間がかかり、実装の妨げになっている場合がある。

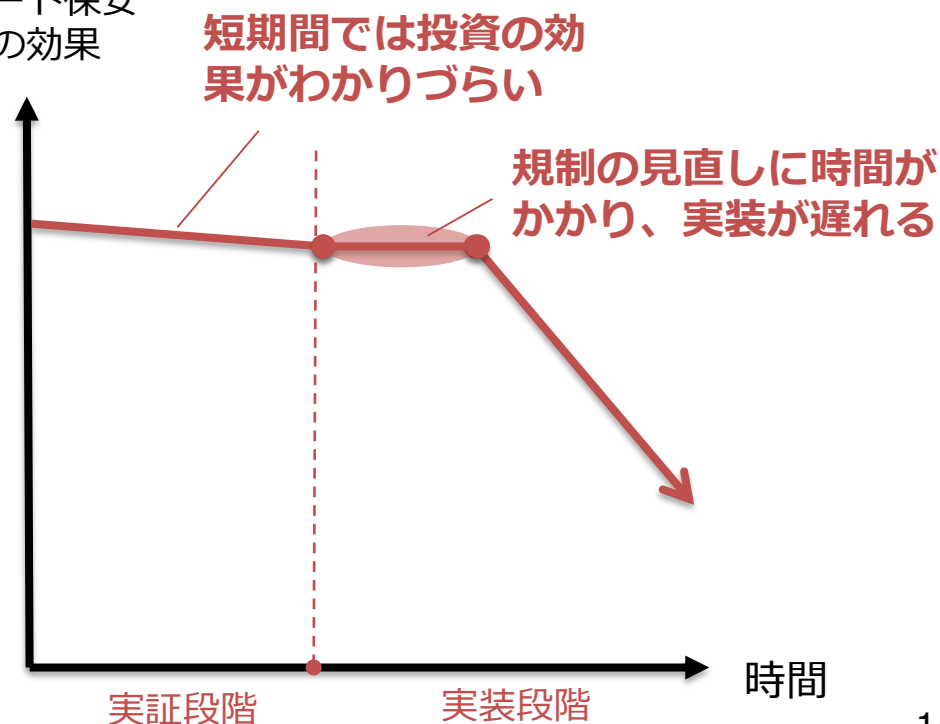
理由①：増える検査負担への対応不足



理由②：効果がわかりづらい

理由③：規制の見直しが遅い

スマート保安
技術の効果



「スマート保安官民協議会」の設置

- 5Gの本格導入などデジタル社会の進展、保安人材の高齢化・不足感などの環境変化の中、官民が連携し、IoTやAI等の新技術を活用して、産業保安における安全性と効率性を高める取組、いわゆるスマート保安を強力に推進するため、官民のトップによる「スマート保安官民協議会」を設置する。
- 協議会では、スマート保安の取組を明確化し、その重要性と取組の方向性を官民で共有する。この共通認識の下、①企業による先進的な取組を促進するとともに、②国による保安規制・制度の見直しを機動的かつ効果的に行う。これにより、スマート保安による一層の安全性向上や企業の自主保安力の強化を実現するとともに、ひいては関連産業の生産性向上・競争力強化を図る。

官 (経済産業大臣、関係局長)

◆ 技術革新に対応した保安規制・制度の見直し

テーマ例

- ・ドローンを検査規格に位置づけ
- ・遠隔監視による高度化・効率化
- ・AIの信頼性評価のガイドライン

◆ スマート保安促進のための仕組み作り・支援（事例の普及、表彰制度、技術開発支援等）

スマート保安官民協議会

基本方針

- ①基本的な考え方
- ②具体的な取組
- ③取組のフォローアップ



分野別部会

アクションプラン

産業保安に関する分野別の取組の具体化・促進

民 (業界団体トップ)

石油、化学、電力、ガス、鉄鋼、計装、エンジニアリング、メンテナンス等

◆ IoT/AI等の新技術の実証・導入

テーマ例

- ・巡視ドローン・ロボット導入
- ・IoT/AIによる常時監視、異常の検知・予知
- ・現場の効率化、人員の代替

◆ スマート保安技術を支える人材の育成

予防保全から予知保全へのパラダイムシフト

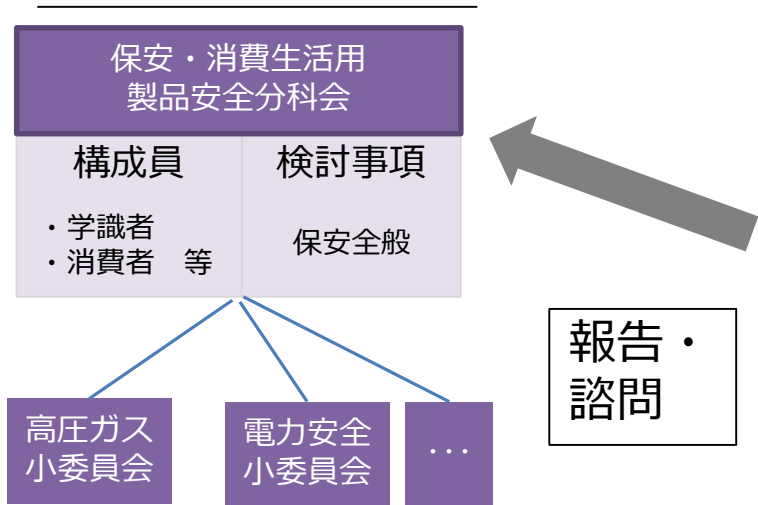
- これまでの保安は、「予防保全」。 予め定めた計画に則って修理を行うため、設備の状態に応じた柔軟な対処がなされず、過度・不十分な保全となることが多い。
- これから目指すべきは、「予知保全」。 設備の状態をデジタル化して管理し、事故・故障の兆候が出たときに修理する。これにより、保安力と生産性を飛躍的に向上させる。

	予防保全	→	予知保全
修理のトリガー	時間 (予め定めた計画が規定)	→	兆候 (データが検出)
故障・事故リスク	あり (想定以上早く腐食する場合あり)	→	低い (リアルタイムで状態管理可能)
必要な技術	ベテランの熟練の知恵 (ベテランが保全計画策定)	→	データ取得・データ分析
対応する規制	時間 (time) ベース (○年に一度の検査義務、等)	→	状態 (condition) ベース (状態把握義務、状態に応じた対処義務)

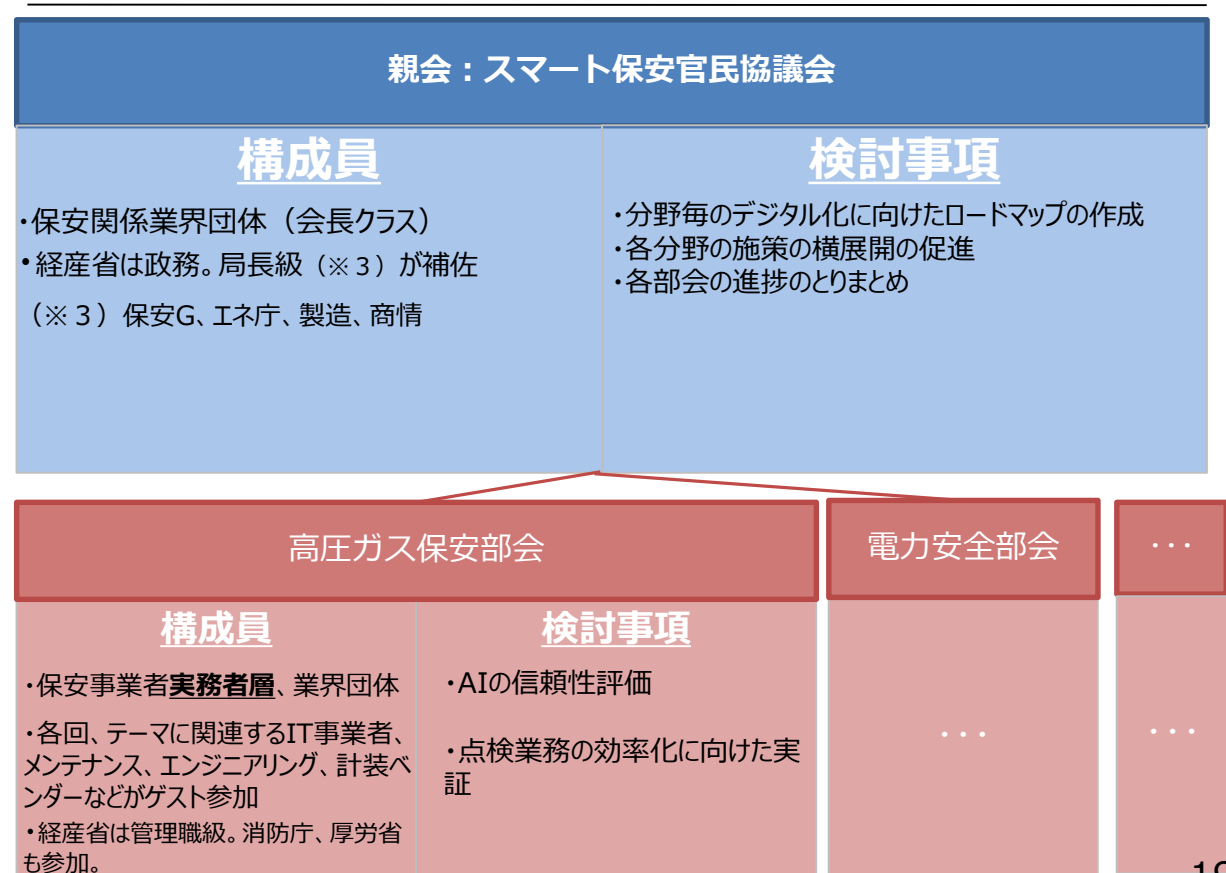
官民協議会の体制（案）

- 学識者からなる産構審（保安分科会、高圧ガス保安小委員会等）に適宜報告・諮問する。

産業構造審議会

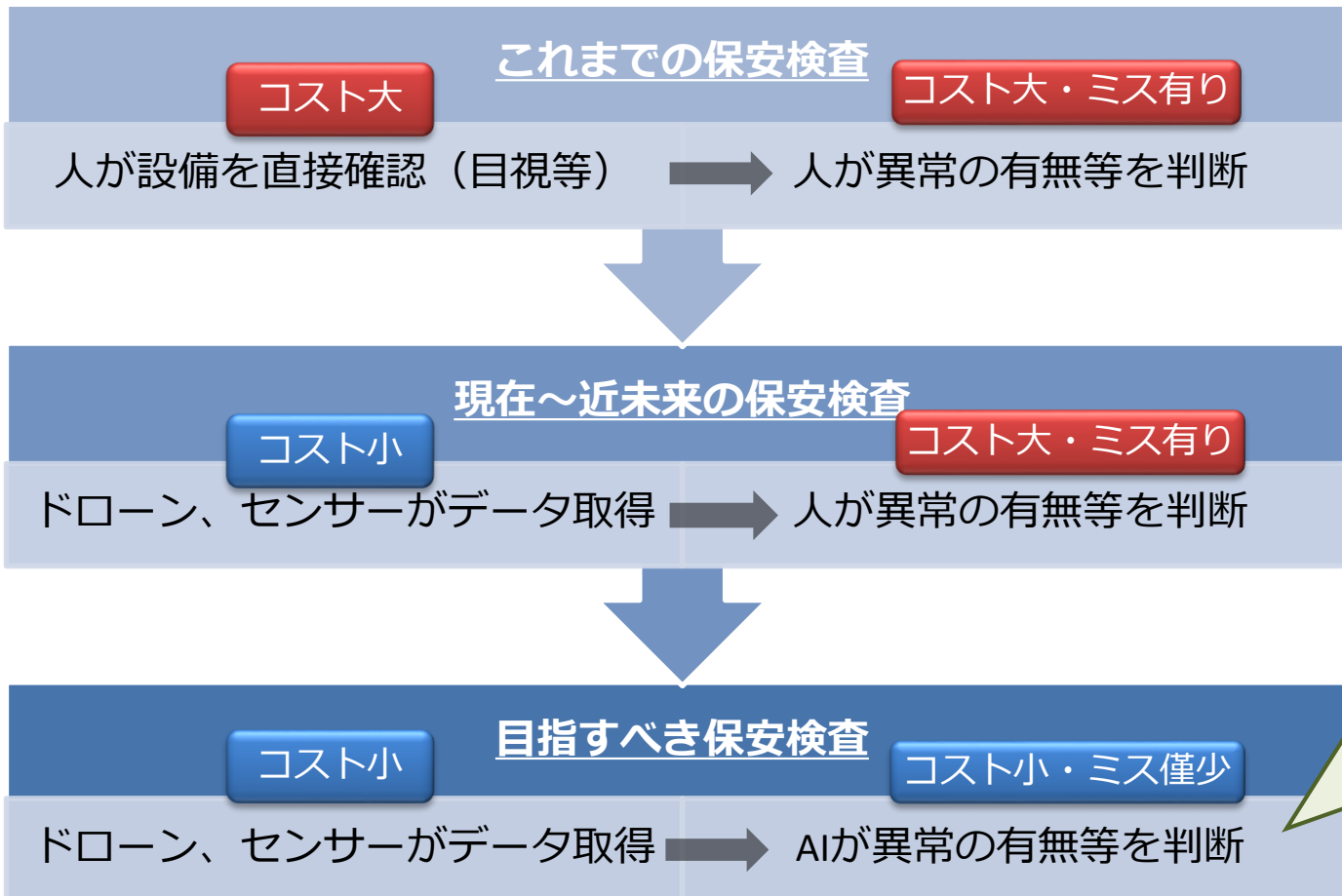


スマート保安官民協議会



部会での取り組み例：AIによる保安検査の信頼性確認

- Connected Industriesの取り組みにより、既にドローンやセンサーによって現場のリアルデータが蓄積され、データを分析・保安検査に活用するAIの精度を高めているところ。
- 今後、**AIを活用**することで保安力を向上させるための**制度的・技術的論点を検討する**。



課題例

制度の見直し（官）
法定検査義務がAIが判断することを前提にしていない

信頼性の検証（官）
AI導入時に満たすべき要件が不明確

技術の発展（民）
実証→実装→汎用化とプロジェクトを進める必要

AIの信頼性の評価が未確立

- AIの信頼性を評価する方法論が未確立で、AIへの受容性が低い。
- そのため、AIの活用に過度に慎重になり導入が進まない場合がある。また、逆に、安全性に十分配慮しない形でAIが導入される恐れもある。

<事業者の声>

- AIの精度に十分な信頼が持てないため、重要な設備管理をAIにまかせることはできず、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検査が不要な可能性がある（プラント事業者）。
- 人間が行う保安検査をAIで代替することは考えておらず、AIは付加的に用いる。理由は**AIの信頼性を人間程度であると説明するのが困難**だから（技術水準もまだ不十分）（プラント事業者）。
- プラント事業者はAIの信頼性として100%の精度を求めてくる。100%は困難（IT事業者）
- AI単体で100%の信頼性を求められるが、AIを含めた検査プロセス全体で信頼性を担保できれば良いと思う。しかし、方法論が未確立なため、この見解はなかなか通じない（IT事業者）
- AIのうちの一つの方法の**深層学習は、効果は高いが、プラント事業者に販売しにくい**。理由は**深層学習は計算過程がブラックボックスで信頼性の説明が困難**だから（IT事業者）。

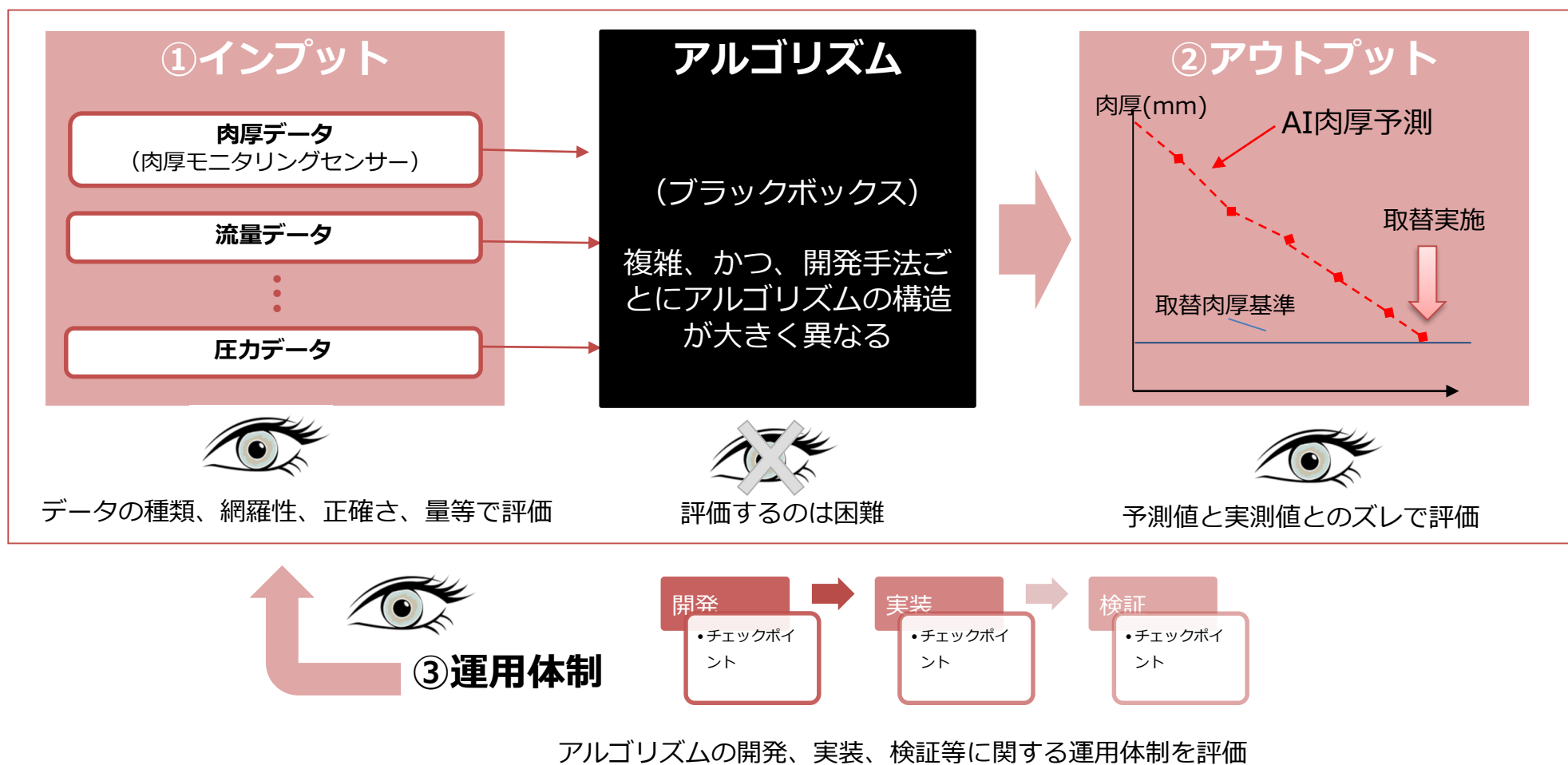


AIは保安力を飛躍的に向上させる可能性があると同時に、軽率に用いれば事故を招くリスクもある。政府が保安分野のAIの信頼性を高めるための指針を示し導入を促すべき。

「AIの信頼性評価ガイドライン（仮称）」の作成

- 令和2年度に、安全にAIを用いるためのガイドラインを作成する。
- ①アルゴリズムへ「インプットするデータ」、②アルゴリズムの「アウトプット（予測）の正確さ」、③アルゴリズムの「運用体制」等について、AIの開発、運用プロセスを評価する。

＜AIの開発の流れと評価のポイント＞



(2) スマート保安の推進

① プラントにおけるドローン活用に向けた取組

② 「スマート保安推進のための官民協議会」の創設

③ 海外展開

タイとのスマート保安に関する協力覚書の締結

- 経済産業省は、プラントの安全性及び効率性に高い関心を有するタイ政府工業省とともに、両省の大臣立会いの下、2018年6月に「スマート保安に関する協力覚書」を締結。
- ビッグデータ・IoT等を活用した、タイのプラント事故の減少や生産性向上の実現を目指す。
- すでにタイの石油会社と日本のプラントエンジニアリング会社の民民ベースでの協業も始まりつつある。

【正式名称】

- ・ タイにおける産業保安のスマート化の強化に関する日本国経済産業省産業保安グループとタイ王国工業省工場局及び産業振興局間の協力に関する覚書

【主な内容】

- ・ 産業保安に関するデータ取得及び分析等に関する技術支援
- ・ 産業保安に関する法律及び規則等の将来的な改善支援
- ・ 産業保安のスマート化分野の技術活用に関する人材育成 等

【締結日】

- ・ 2018年6月11日
- ・ 効力期間は締結日より3年間

【覚書を踏まえたこれまでの取組】

2018年9月 タイへの専門家派遣

2019年2月 日本における受入研修

2019年10月 タイへの専門家派遣

2020年2月 日本における受入研修（日タイにおける学学連携推進のためのMOUを締結）



中国との協力関係構築に向けた取組

- 中国は2015年に天津、2019年に江蘇省で起きた大規模爆発事故を受けて、政府組織を再編するなど安全に対する問題意識が高まっており、昨年度から、日中の中で、産業保安分野での協力に向けた取組を開始。
- 昨年6月の第1回日中産業大臣対話においても、産業保安分野が取り上げられ、昨年12月には、一昨年度に引き続き、北京において、産業安全協力に関するセミナーを開催。

○第1回日中産業大臣対話（2019年6月）

【協議概要（産業保安部分抜粋）】

双方は、情報化とスマート化技術を利用した企業の安全生産管理能力の向上、安全文化の普及、及びIoTを活用した事故の予兆把握など、産業保安の分野での協力の可能性が高いことを認識し、今後、上述の具体的な協力について、事務レベルで議論していく方針につき合意した。

○2018年11月、2019年12月 産業安全に関する日中協力セミナー@北京

- ・両年ともに、日中の産学官合わせて総勢約60人が参加。
- ・産業保安上の課題とそのソリューションについて、両国関係者からプレゼンテーションを実施。
- ・中国側からは日本における「安全文化」の考え方について、多くの関心が寄せられた。

