

石油連盟 Fuel+

セルフ給油所における 条件付自動制御装置を使用する 監視システムの実装に係る 業界ガイドライン

石油連盟
給油所技術専門委員会 編



2026年7月1日 発行

目次

| | |
|---------------------|-----------|
| 1. はじめに | 01 |
| 1.1 構成 | 02 |
| 1.2. 目的及び効果 | 03 |
| 1.2.1. 背景・目的 | 03 |
| 1.2.2. 活用主体と活用効果 | 05 |
| 1.3. 射程 | 06 |
| 1.4. 他のガイドラインとの関係 | 09 |
| 1.5. 用語 | 11 |
| 1.6. 関連法令等 | 16 |
| 2. AIシステムの要件 | 18 |
| 2.1. 利用にあたっての前提 | 19 |
| 2.2. 機能要件 | 20 |
| 2.3. 設備要件 | 30 |
| 2.4. 運用要件 | 34 |

目次

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 3. AIシステムの試験方法 | 41 |
| 3.1. 品質評価の全体像 | 42 |
| 3.2. 第三者機関の試験確認 | 45 |
| 3.3. 評価観点チェックリスト | 46 |
| 3.4. 顧客行動外乱シナリオ | 47 |
| 3.5. 認識外乱シナリオ | 51 |
| 4. 参考文献 | 60 |
| 参考資料1： 機械学習の信頼性評価の構造 | 63 |
| 参考資料2：AIシステムの 試験方法におけるアプローチ | 76 |
| 参考資料3：原理原則に基づく 評価シナリオの体系化 | 77 |

01. はじめに

1.1. 構成

1.2. 目的及び効果

1.2.1. 背景・目的

1.2.2. 活用主体と効果

1.3. 射程

1.4. 他のガイドラインとの関係

1.5. 用語

1.6. 関連法令等

1.1 構成

本ガイドラインは、次に示す第 1 章から第 4 章までの 4 章で構成されている。第 2 章と第 3 章では、AI システムを活用する際に遵守すべき要件や、第三者認証機関である危険物保安技術協会(KHK)による試験確認を受ける際の試験確認基準の元となった信頼性評価の考え方等を解説しており、読者はこれらに目を通すことで、AI システムの開発・導入にあたって必要な内容の全体像やその趣旨を確認することができる。

第1章 「はじめに」では、本ガイドラインの構成、目的及び効果、射程、他のガイドラインとの関係、用語や関連法令等を示す。

第2章 「AI システムの要件」では、AI システムの導入・運用時に AI システムが具備すべき要件や、実装にあたって必要となる施設や設備の構成、AI システムを実装したセルフSS が営業を行うにあたって必要とする運用上の要件について解説する。

第3章 「AI システムの試験方法」では、第 2 章にて解説した AI システムの要件が充足されているかどうかを検証するための第三者認証機関による試験方法について、その考え方や評価観点を解説する。

第4章 「参考文献」では、本ガイドラインを作成するにあたって参考にした参考文献を掲載している。

1.2 目的及び効果

1.2.1 背景・目的

我が国において、顧客に自ら給油等を行わせる給油取扱所(以下、セルフ SS という)は、1998 年に行われた消防法並びに危険物の規制に関する政令及び同規則の改正により、その導入が実現したものである。セルフ SS においては、引火性に代表されるガソリン・軽油等の危険性の観点から、危険物取扱者による給油行為の許可及び監視が必要とされている。他方、近年、国内の石油製品需要の減少を背景として、過疎化やそれに伴う人手不足等により、給油取扱所(以下、SS という)の数が減少し、過疎地域を中心にいわゆる SS 過疎地問題が課題となっている。2018 年 7 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」等においては、AI・IoT 等の新たな技術を活用し、人手不足の克服、安全かつ効率的な事業運営や新たなサービスの創出を可能とするため、安全確保を前提とした規制のあり方について検討することが求められた。

こうした動きを踏まえ、石油元売各社は、セルフ SS における AI を活用した給油/注油許可監視に関する技術開発を進め、2019～2020 年度に開催された消防庁「過疎地域等における燃料供給インフラの維持に向けた安全対策のあり方に関する検討会」においては AI を活用した給油/注油許可監視は検討課題の一つとなり、給油/注油許可監視業務における AI 活用のイメージが整理された。その流れを受け、2021 年 4 月に消防庁より、石油業界側で AI システムの評価方法等について素案を作成し、2021 年度に開催する消防庁「危険物施設におけるスマート保安等に係る調査検討会」にて提案する方向で検討する旨の要請があり、石油連盟は、石油元売会社・AI システム開発関係会社・消防庁等をメンバーとする WG を立ち上げ、AI システムの機能要件・評価方法・試験方法に関するガイドライン案を作成する方向で検討を行った。

2022 年度には、石油元売各社で技術開発が進められていた STEP 1.0 の AI システムの試作機について、営業中のセルフ SS における実証実験が消防庁主導で行われた。同実証実験では、セルフ SS において想定されるリスクシナリオとして石油連盟が検討・整理した試験シナリオをベースにガイドラインの試験シナリオの妥当性や安全性を確認し、その結果として STEP 1.0 の AI システムによる給油/注油許可監視業務に関して、「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動型 AI システムの導入に向けた実証実験の実施について(令和 5 年 5 月 15 日消防危第 124 号)」(以下「124 号通知」という。)が発出された。その後、「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動型 AI システムの導入に向けた実証実験の実施について(令和 6 年 3 月 29 日消防危第 75 号通知)」(以下「75 号通知」という。)が発出され、STEP 1.5 の AI システムの実証実験に関する要件等が示されたことを踏まえて、石油元売各社で実証実験に向けた準備が進められた。

2024年度には、石油元売会社で技術開発が進められたSTEP 1.5のAIシステムの試作機について、営業中のセルフSSにおける実証実験が消防庁主導で行われた。ここでは、実証実験の結果を踏まえてSTEP 1.5のAIシステムの安全性について評価がなされ、「危険物施設におけるスマート保安等に係る調査検討会」で報告された。これらを踏まえて、2025年3月に「令和6年度危険物施設におけるスマート保安等に係る調査検討会報告書」が公表されており、2026年2月27日、消防庁よりSTEP 1.5のAIシステムの実装について、「危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令(案)等に対する意見公募の結果及び改正省令等の公布」により、「危険物の規制に関する規則」(以下「危規則」という。)及び「危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示」(以下「危告示」という。)の一部を改正する省令等が公布され、その運用通知として、「危険物の規制に関する規則の一部改正に伴う顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動制御装置の使用に係る運用について(令和8年2月27日消防危第37号通知)」(以下「37号通知」という。)が発出された。これにより、STEP 1.5のAIシステムは条件付自動制御装置として定義され、これを導入するための法整備が進んだ。さらに、2026年4月1日には、危険物保安技術協会(以下、KHKという)より、「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動制御装置を使用する監視システムの試験確認業務の開始について(令和8年4月1日施行)」の内容が公表され、同日付で第三者認証機関として、同システムの試験確認業務が開始された。

これらの検討結果を踏まえ、石油連盟は、「セルフSSにおけるAIによる給油/注油許可監視の実装に向けたAIシステム評価方法等に係るガイドラインSTEP 1.5」(以下、本ガイドラインという)を取りまとめた。本ガイドラインは、セルフSSにおける条件付自動制御装置を使用する監視システムの実装を進めていくにあたり、その要件や試験方法等、システムの信頼性評価に関する枠組みを示すことでセルフSSにおける円滑なシステムの導入・運用を支援し、セルフSSにおける事故の発生防止による公共の安全確保と、セルフSS運営の効率化に寄与することを目的としている。また、本ガイドラインはAIシステムを開発する者がKHK試験確認による第三者認証を受けるにあたっての解説資料としても位置付けられる。

なお、本ガイドラインの作成にあたっては、プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン(経済産業省・総務省消防庁・環境省)等を参考として業界関係者間で協議された内容をもとに作成しているが、今後の消防法令の改正、AIシステムの機能改良等に応じて適宜改訂するものとする。ただし、本ガイドラインは、石油連盟がAIシステムを活用して給油/注油許可監視を行う関係者に対してAIシステムの要件・評価方法・試験方法・運用方法等を強制するものではなく、関係するメーカー各社は関連する消防法令に則り、第三者認証機関であるKHKの試験確認を受けて開発・運用する必要があることにご留意いただきたい。

1.2.2 活用主体と活用効果

本ガイドラインの活用主体としては、条件付自動制御システムをセルフ SS に導入する企業と、当該システムを開発し、第三者認証機関である KHK の試験確認を受けるメーカーを想定しており、それぞれの立場において想定される活用効果を以下に示す。

(1) 条件付自動制御システムを導入する SS 運営者の活用効果

- Ⅰ 条件付自動制御システムを導入する SS 運営者は、本ガイドラインの活用により、自社のセルフ SS に導入する条件付自動制御システムについて、どのように信頼性評価が実施されているのかを理解することができる。
- Ⅰ また、条件付自動制御システムを導入する際、本ガイドラインの活用により、関連する消防法令により求められる運用に関する要件の概要を把握でき、安全性等に関する対外的な説明責任を果たすことが容易になり、セルフ SS におけるシステムの導入及び運用を円滑化することが期待される。

(2) 条件付自動制御システムを開発するメーカーの活用効果

- Ⅰ 条件付自動制御システムを開発するメーカーは、本ガイドラインの活用により、第三者認証機関である KHK が同システムに求める信頼性評価の全体像及びその評価基準を客観的に把握した上で、システムの開発・運用に取り組むことができる。
- Ⅰ また、条件付自動制御システムを導入する際、本ガイドラインの活用により、SS 運営者に求められる消防法令上の運用に関する要件の概要を把握することで、同システムを利用する SS 運営者への説明責任を果たすことが容易となり、より円滑なシステム導入を行えるようになることが期待される。

なお、本ガイドラインの利用者(法人および個人を問わない)が、本ガイドラインに従って行動したことまたは行動しなかったことによりもたらされた全ての結果において、いかなる人に対しても、石油連盟は全ての法的責任を負うことはないことに留意して活用いただきたい。

1.3 射程

本ガイドラインは、給油/注油許可監視業務を支援する AI システム(条件付自動制御装置及び条件付自動制御システム)をセルフ SS へ導入する場合において、当該システムの信頼性を担保するための機能・設備・運用の要件や試験基準等をまとめたものである。

本ガイドラインにおける「給油/注油許可監視業務」は、消防庁が 2020 年度に開催した過疎地域等検討会において、AI 活用の対象と整理された業務領域、即ち、「固定給油設備からノズルが離れてから戻るまでの給油許可監視」を主な射程としており、その後の検討を踏まえて「灯油の注油動作」、「携行缶・ポリ缶の有無」、「火気又は火気を扱おうとする動作」及び「火災の有無」の監視も射程に含めることとした(図 1-1)。

また、本ガイドラインにおいては、次頁の図 1-2 の通りロードマップを作成しており、給油/注油許可監視システムの社会実装を 3 つの STEP で段階を踏んで実現していくこととした。まず、「ヒトが給油/注油許可監視業務を行うことは変わらないが、AI が情報提供による支援を行うことができる状態」を STEP 1.0、「AI が自立して給油/注油許可監視業務を実施できる状態」を STEP 2.0 とし、その中間で「AI が自立して給油/注油許可監視業務を実施できる条件を少しずつ増やしていく状態」を STEP 1.5 と定義した。本ガイドラインはこのうち、STEP 1.0 ~ STEP 1.5 を対象としている。

STEP 1.0 では、将来的な STEP 1.5 以降の過程の段階として、AI が判断(計算)した結果をヒトに伝えることで給油/注油許可判断を支援することを目指した。セルフ SS においては、計量機を動かすために制御装置(SSC)を使用するが、本 STEP では従来の固定式制御装置に加えて、2019 年度に認められた可搬式の制御装置についても使用できることとした。AI が判断(計算)した給油/注油許可可否の判定結果をスタッフに通知し、スタッフが監視カメラによるリアルタイム映像を目視確認した上で制御装置の許可ボタンにより手動で給油許可することを想定した。この形態は、後に消防庁の通知により「情報提供型 AI システム」と定義された。

STEP 1.5 は、スタッフの確認作業負荷をさらに低減するため、メーカーが定める「使用条件」下に限り、AI が自立して給油/注油許可監視業務を実施できることを目指した。この形態は、消防庁の通知により、実証段階では「条件付自動型 AI システム」、省令改正時には改めて「条件付自動制御装置」と定義された。

なお、将来的には、STEP 2.0 を段階的に目指していくことも想定されるが、その場合、緊急時の有人対応を前提として給油/注油許可監視業務の大部分を AI システムが代替し、スタッフによる安全確認・手動許可が必要な場合には、給油取扱所の敷地外から遠隔監視・駆け付け対応すること等も射程に含まれることが想定される。

| No. | 内容 | No. | 内容 |
|-----|-------------------|-----|-----------------|
| 1 | 自動車が給油エリアに停止 | 1 | 灯油の注油動作 |
| 2 | エンジンを停止させる | 2 | 携行缶・ポリ缶の有無 |
| 3 | 自動車から降りる | 3 | 火気又は火気を扱おうとする動作 |
| 4 | パネルを操作し、注文・支払いをする | 4 | 火災の有無 |
| 5 | 静電気除去パッドに触る | | |
| 6 | 給油口を開ける | | |
| 7 | 油種に応じたノズルを取る | | |
| 8 | 給油口にノズルを差し込む | | |
| 9 | 給油 | | |
| 10 | 給油口からノズルを抜き取る | | |
| 11 | ノズルを戻す | | |
| 12 | 給油口を閉める | | |
| 13 | 乗車する | | |
| 14 | 枠内から退場する | | |

顧客の給油動作

その他

【凡例】

AIシステムによる監視項目（AI監視は必須）

仕組み全体による対応項目（AI監視は任意）

図 1-1 本ガイドラインが対象とする給油/注油許可監視システムの射程

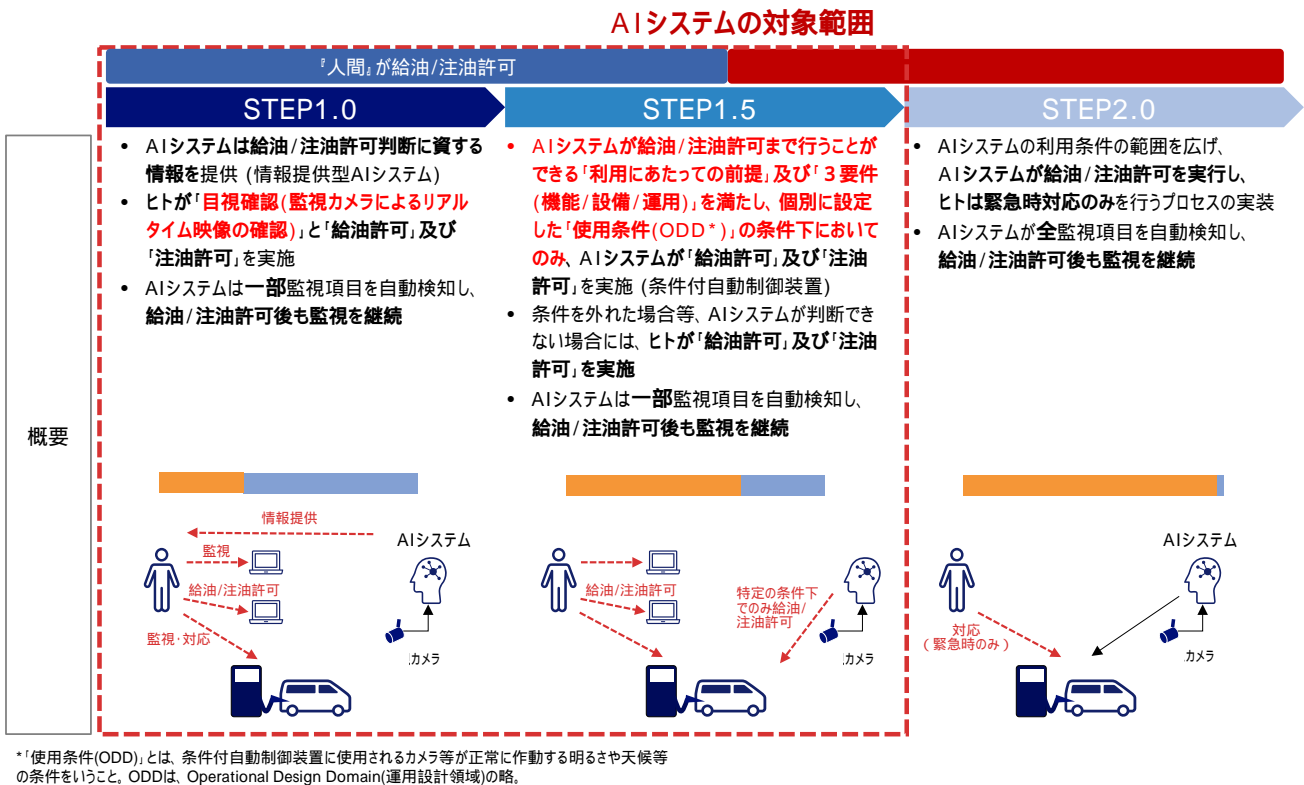


図 1-2 本ガイドラインが対象とする給油/注油許可監視システムの実装に向けたロードマップ

また、本ガイドラインにおいては、AI 応用分野で先行する自動運転車両の事例を参照した。図 1-3 に示す通り、自動運転技術の分野では運転主体を人とシステムのいずれかに設定し、システムが自動運転を行うことができる使用条件として運行設計領域(Operational Design Domain / ODD)を定めている。使用条件(ODD)には当該自動運転システムが自動走行できる道路環境や気象条件等が条件として定められ、それらを逸脱した場合には人に手動介入及び運転操作を委ねる仕組みとして、人への交代要求(Take-Over Request / TOR)を確実に行うことが必須要件となっている。

この事例に則り、給油/注油許可監視システムを利用できる使用条件(ODD)を「使用条件」と定義し、先行して開発していた石油元売会社のシステムごとに異なる個別の「使用条件」を設定することとした。その際、当該条件下でのみ給油/注油許可監視システムの計算結果をそのまま適用して AI システムが給油/注油許可の判断を実施することを目指し、「使用条件」を逸脱してシステムが判断(計算)できない場合は確実に交代要求(TOR)を行い、人に判断を委ねることとした。

| レベル | 名称 | 定義 | 運転主体 | 走行領域 | ODD | TOR |
|-----|----------|---|------|------|-----|-----|
| L0 | 運転自動化なし | ADAS非搭載の旧来車で、ドライバーが全ての動的タスクを担う。 | 人 | — | — | — |
| L1 | 運転支援 | クルーズコントロール(前走車追従)、レーンキープコントロール(車線内走行維持)のいずれかによりアシストする機能を有する車で、縦横の加速減・操舵のいずれかの車両運動制御のサブタスクを限定的に実施する。 | 人 | 限定あり | — | — |
| L2 | 部分運転自動化 | 上記の加速減・操舵の縦横両方をアシストする機能を有する車により、 ハンズオフ運転が可能に 。 | 人 | 限定あり | — | — |
| L3 | 条件付運転自動化 | 自動運転車が走行可能な各種条件を表す「ODD(運行設計領域)」を設定し、その限定条件下のみ、システムがすべての動的運転タスクを実施する。これにより、ドライバーは アイズオフ運転が可能に 。ただし、特定条件を外れ、作動継続が困難な場合は、AIシステムがドライバーに介入要求(TOR)を実施し、ドライバーは迅速に応答しなければならない。 | AI | 限定あり | ○ | ○ |
| L4 | 高度運転自動化 | 上記同様、ODDの設定により限定領域にてAIシステムがすべての動的運転タスクを担う。また、作動継続が困難な場合への応答も実行する(TOR不可)。 | AI | 限定あり | ○ | × |
| L5 | 完全運転自動化 | ODDの設定なしに、AIシステムがすべての動的運転タスクを担う。 場所や条件などの制限がない完全自動運転 。 | AI | 限定なし | × | × |

図 1-3 自動運転におけるレベルの定義(参照事例)

出所) 国土交通省資料、官民 ITS 構想・ロードマップ等を基に作成

1.4 他のガイドラインとの関係

本ガイドラインの策定にあたっては、産業技術総合研究所の「機械学習品質マネジメントガイドライン第2版」及び石油コンビナート等災害防止3省連絡会議¹の「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」(以下、プラント AI ガイドラインという)、また、他領域の事例として「自動運転の安全技術ガイドライン」(以下、自動運転ガイドラインという)を参考としている。

(1) 機械学習品質マネジメントガイドライン 第2版(産業技術総合研究所)

産業技術総合研究所が、民間企業・大学などの有識者と共同で、「AI システムのライフサイクル全体にわたる品質マネジメントを扱い、AI システムのサービス提供で求められる品質要求を充足するための必要な取り組みや検査事項を体系的にまとめたもの」である。AI システムに求められる品質を客観的に判断する基準を策定することで、AI システムのビジネス活用を加速させることが期待されている。

(2) プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン(石油コンビナート等災害防止3省連絡会議)

「プラント保安分野に特化して AI の信頼性(プラントの安全性や生産性向上のために期待される品質を果たすこと)を適切に管理する方法」を示したものである。このガイドラインは、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2版」と同様の方法で機械学習の信頼性評価を行い、必要な信頼性を確保する具体的な方法等を示している。

(3) 自動運転の安全技術ガイドライン(国土交通省自動車局)

国土交通省は、自動運転車の安全技術ガイドラインを策定し、レベル3、4の自動運転車²が満たすべき安全性に関する要件を明確化した。「自動運転システムが引き起こす人身事故がゼロとなる社会の実現を目指す」ことを目標として設定し、具体的には、自動運転車が満たすべき車両安全の定義を、「自動運転車の運行設計領域(ODD)において、自動運転システムが引き起こす人身事故であって合理的に予見される防止可能な事故が生じないこと」と定め、ドライバーモニタリング機能の装備、サイバーセキュリティ対策、ユーザーへの情報提供など、自動運転車が満たすべき安全性に関する要件等を示している。

¹ 3省とは、経済産業省・総務省消防庁・厚生労働省を指す。

² レベル3とは「システムが全ての運転操作を行うが、システムの介入要求等に対してドライバーが適切に対応することが必要」な条件付自動運転であり、レベル4は「特定条件下においてシステムが全ての運転操作を行う」特定条件下における完全自動運転のことを指す。

(4) AI 関連ガイドライン

AI に関しては、これまで「AI 開発ガイドライン」(平成 29 年、総務省)、「AI 利活用ガイドライン」(令和元年、総務省)、「AI 原則実践のためのガバナンスガイドライン Ver1.1」(令和 4 年、経済産業省)などが取りまとめられてきた。経済産業省及び総務省は、生成 AI の普及を始めとする最近の技術の急激な変化等に対応すべく取りまとめられた「AI に関する暫定的な論点整理」(令和 5 年 5 月、AI 戦略会議)を踏まえ、これらの関連する既存のガイドラインを統合・アップデートし、「AI 事業者ガイドライン案」を取りまとめた。同案については、現在、AI 事業者ガイドライン検討会にて、「AI 事業者ガイドライン(第 1.2 版)」として取りまとめられている。

1.5 用語

本ガイドラインにおいて使用する用語について、以下のように定義する。

1. 危険物施設・設備に関する用語

(1) SS (Service Station / サービスステーション / 給油取扱所)

サービスステーション(SS)は、危険物の規制に関する政令第 3 条第 1 号に規定される、給油設備によって自動車等の燃料タンクに直接給油するため危険物を取り扱う取扱所(給油取扱所)のことを指す。頭文字を取って「SS」と記載される。

(2)セルフ SS

セルフ SS は、危険物の規制に関する規則第 28 条の 2 の 4 に規定される、「顧客が自ら自動車等に給油を行うことができる給油取扱所」のことを指す。なお、自動二輪車は自動車に含まれるが、顧客にガソリンを容器に詰め替えさせることは認められない。(平成 10 年 3 月 13 日付消防危 25 号)

(3)給油 / 注油、給油レーン / 注油レーン

車両へのガソリン・軽油の給油のことを給油、携行缶・ポリ缶への灯油の注油のことを注油という。また、給油レーンとは、顧客に自ら自動車等へ給油させるための固定給油設備近傍をいい、また、注油レーンとは、顧客に自ら灯油を容器へ詰替えさせるための顧客用固定注油設備近傍をいう。

(4)固定給油設備

固定給油設備とは、車両に直接給油するための固定設備 (ポンプ機器 + ホース機器)を指す。形式は 固定式(地上設置)と懸垂式(天井つり)の 2 種類があるが、本ガイドラインでは、条件付自動制御システムが導入されるセルフ SS では固定式(地上設置)が使用されるため、固定式(地上設置)の固定設備を指す。

(5)固定注油設備

固定注油設備とは、灯油・軽油を容器に詰め替えたり、車両の固定タンク(おおむね 4,000 L 以下)へ注入したりするための固定設備のことをいうが、本ガイドラインでは、灯油用固定注油設備のことを指す。

(6) 条件付自動制御装置 / 条件付自動制御システム

SS の係員が行う、顧客の給油作業等の許可及び監視を代替して自動的に行う装置を指す。令和 8 年 2 月 27 日に危規則及び危告示の一部を改正する省令等が公布されたことで新たに「条件付自動制御装置」として定義され、37 号通知によりその運用が通知されている。なお、実証実験を行うにあたって発出された 75 号通知において定義されていた、条件付自動型 AI システム(STEP1.5)と情報提供型 AI システム(STEP1.0)を切り替えることができる給油/注油許可監視システムの実装機という位置づけである。

(7) SSC(セルフ・サービス・コンソール / Self Service Console)

監視スタッフが給油/注油許可を出すために操作する端末のことを指す。SS 内に設置された固定式の**卓上 SSC**と、モバイル端末で操作ができる**可搬式 SSC**がある。SS で使用するためには危険物保安技術協会(KHK)の試験確認の認証を受ける必要があるが、卓上 SSC のみを設置する場合は、卓上 SSC(可搬式 SSC システム非対応)として試験確認の認証を受けたものを使用し、可搬式 SSC を使用する場合は、可搬式 SSC システム(卓上 SSC + 可搬式 SSC + Wi-Fi)として試験確認の認証を受けたものを使用する必要がある。なお、条件付自動制御システムの使用においては、いずれの使用も認められる。

2. AI システムに関する用語

(8) 機械学習(Machine Learning)

機械学習は、「人工知能のうち、特に計算機システムが明示的なプログラム指示に依ること無く、データのパターンを自動的に認識した結果を用いて推論・判断を行うようなシステムのこと」を指す。本ガイドラインで対象とする STEP 1.5 相当の AI システムにおいては、生成 AI(Generative AI)によるものではなく、従来の機械学習によるものを想定している。

(9) 使用条件 / 使用条件(ODD:Operational Design Domain)

自動運転分野の用語であるが、本ガイドラインでは、STEP 1.5 においてシステムが自動給油/注油許可監視業務を行う場合の条件を指す。この条件を ODD として定め、定められた使用条件(ODD)を外れた場合には、システムが自動操作できないために人に判断を委ねる仕組み、人への交代要求(Take-Over Request, TOR)を確実に行うことが必須要件となる。条件付自動制御システムにおいては、「**使用条件**」と呼称する。

(10) **交代要求**(TOR:Take-Over Request)

AI システムが係員に対して手動操作への交代を要請することを指す。STEP 1.5 においては、AI システムによる自動給油許可から係員への手動給油許可に移行するケースがあるため、交代要求(TOR)は主に STEP 1.5 で使用される。

(11) **AI システム・給油/注油の自動停止**(MRM:Minimal Risk Maneuver)

自動運転分野の用語であるが、本ガイドラインでは、STEP 1.5 において係員が給油/注油許可監視業務におけるシステムからの交代要求(TOR)に対応できない状態が続いたとき、AI システムの自動給油/注油許可機能や当該レーンの給油/注油を安全に自動停止させるための措置を指す。

(12) **HMI**(ヒューマン・マシン・インターフェース/ Human Machine Interface)

人間と機械が情報をやり取りするための手段や、そのための装置やソフトウェアなどの総称。システムにおける HMI は特にユーザーインターフェース(UI:User Interface)と呼ばれることが多い。

3. **第三者認証機関及び試験確認に関する用語**

(13) **KHK / 危険物保安技術協会**

条件付自動制御装置においては、第三者認証機関の認証を得ることとされている。当該第三者認証機関とは、危険物保安技術協会(KHK)のことをいい、条件付自動制御システムを開発し、SS に導入しようとするメーカー各社は、KHK 試験確認の枠組みで認証を得ることとなっている。

(14) **評価観点チェックリスト**

危規則、危告示、37 号通知に記載の法令上の要件を満たしているかどうかを確認するためのチェックリスト。KHK 試験確認を受けようとするメーカー各社は、評価観点チェックリストに基づく自主検査を行い、KHK に提出する必要がある。

(15) **認識外乱シナリオ**

AI 用カメラの画像認識精度を低下させる「物理的・環境的な要因(外乱)」に対し、システムの認識性能の限界や、認識困難な状況下での安全な挙動を検証するためのテストシナリオ。あらかじめ設定されたシステムの使用条件(ODD)の境界、またはそれを逸脱するような環境下において、AI が誤って給油/注油許可を出してしまうことを防ぐため、対象物が正

しく認識できない場合には、システムが自ら判断を停止し、安全に係員へ交代要求(TOR)を行えるかを評価する。

(16) 顧客行動外乱シナリオ

セルフ SS を利用する顧客の「危険行為(外乱)」に対し、システムが適切に検知し、安全側(フェールセーフ)の対応をとれるかを検証するためのテストシナリオ。顧客の不適切な行動によって発生しうる燃料の漏洩や火災などの事故を未然に防ぐため、AI が危険行為を即座に認識し、給油許可を出さずに係員へ交代要求(TOR)を行う、あるいは給油/注油を自動急停止するといった一連の安全措置が、設計通りに確実に作動するかを評価する。

4. その他、システムの品質に関する用語

(17) 信頼性(ソフトウェア信頼性)

信頼性は、「特定条件下で使用するときのある性能を維持する能力」を指す。本ガイドラインにおいて、単に「信頼性」という場合は「ソフトウェア信頼性」を指すものとする。

(18) 利用時品質

利用時品質は、システム全体で最終的な利用者に提供すべき品質のことを指す³。実際にユーザーが利用した際の満足性やリスク回避性等が該当する。

(19) 外部品質

外部品質は、システムのうち機械学習で構築された構成要素が満たすことが期待される品質のことを指す³。外部品質を達成することで、利用時品質が実現される。

(20) 内部品質

内部品質は、機械学習による構成要素が固有に持つ品質のことを指す³。「外部品質」を満たすために、機械学習要素の設計・開発・運用等で充足することが必要になる品質である。

(21) EUC(Equipment Under Control:被制御装置)

EUC は、「製造、プロセス、運輸、医療、その他の業務に供される機器、機械類、装置、プラントなど」を指し、本ガイドラインでは、主にセルフ SS における給油許可業務に用いられる機器等を指す。

³ 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2版」より

(22) E/E/PE(Electric/Electronic/Programmable Electronic:**電気・電子・プログラマブル電子**の)

E/E/PE は、「電気(E)、電子(E)及び/又はプログラマブル電子(PE)技術に基づく」ことを指す。この用語は、電氣的原理で作動する全ての機器又はシステムを包括する。

(23) **安全関連系**

安全関連系は、以下の 2 つの条件を満たすシステムのことを指す。

EUC を安全な状態に移行させるため、又は EUC の安全な状態を維持するために必要な、要求された安全機能を行う。

それ自体で、又はその他の E/E/PE 安全関連系及び他リスク軽減措置によって、要求される安全機能に対して必要な安全度を達成する。

(24) SIL(Safety Integrity Level:**安全度水準**)

SIL は、機能安全規格 IEC 61508(JIS C 0508)⁴及び IEC 61511(JIS C 0511)⁵で定められている「安全度の値の範囲に対応する離散的水準」を指す。安全度水準の最高値は 4 であり、最低値は 1 である。なお、安全度とは、「ある E/E/PE 安全関連系が、指定した期間内に、全ての指定した条件下で、規定する安全機能を果たす確率」を指す。

(25) PoC(Proof of Concept)

PoC は概念実証のことを指し、「新しいアイデアの実施可能性を確認するために、本格的な実装・システム化の前に行う検証活動」を指す⁶。

⁴ IEC(国際電気標準会議)が制定した E/E/PE の機能安全に関する国際規格

⁵ IEC が制定したプロセスエンジニアリングのアプリケーション規格

⁶ 石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」

1.6 関連法令等

本ガイドラインに関連する法令・規格・基準等は、以下に示す通りである。

(1) 消防法

「火災を予防し、警戒しおよび鎮圧し、国民の生命、身体および財産を火災から保護するとともに、火災または地震等の災害に因る被害を軽減し、もつて安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資すること」(第 1 条)を目的として定められた法律である。

(2) 消防法施行令

防火対象物、消防用設備に関する技術基準、救急業務、消防設備に関する検査等を定めた、消防法の施行のための政令。

(3) 消防法施行規則

消防法施行に必要な防火・消防管理者、消防計画等の届出、消防用設備等の設置、維持の技術上の基準、検査、点検等を詳細に定めた省令。

(4) 危険物の規制に関する政令(危政令)

消防法第三章の規定に基づき、これらの実施のために定められる政令。危険物の指定数量や、危険物施設(製造所、貯蔵所、取扱所)の区分、およびその位置・構造・設備の基本的な「技術上の基準」を定めている。

(5) 危険物の規制に関する規則(危規則)

消防法第三章及び危険物の規制に関する政令の規定に基づき、これらの実施のために定められる規則。政令で定められた大枠の基準をさらに具体化し、施設の詳細な構造・設備要件、各種申請・届出の手続き、取扱いの基準などを厳密に定めている。「危険物の規制に関する政令別表第一及び同令別表第二の総務省令で定める物質及び数量を指定する省令の一部を改正する省令(令和 8 年総務省令第 15 号)」により、「顧客に自ら給油等をさせる屋外給油取扱所の特例」、「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における取扱いの基準」及び「予防規程に定めなければならない事項」に条件付自動制御装置に関する規定が新設された。

(6) 危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示(危告示)

危険物の規制に関する規則第二十八条の二の五第八号及び第九号の規定に基づき、危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示。「危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示の一部を改正する件(令和 8 年総務省告示第 46 号)」により、「条

件付自動制御装置の機能」及び「危険物の供給を一斉に停止することができる条件付自動制御装置の機能」に関する規定が新設された。

(7)通知・通達(消防危)

消防危とは、消防庁危険物保安室が通知・通達したものを指す。本ガイドラインに関連する主な通知・通達については、以下の通りである。

- Ⅰ 「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における可搬式の制御機器の使用に係る運用について」(令和 2 年 3 月 27 日付け消防危第 87 号)
- Ⅰ 「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所において給油の許可の判断に資する情報を従業員へ提供する AI システムの導入に係る留意事項について」
(令和 5 年 5 月 15 日付け消防危第 124 号)
- Ⅰ 「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動型 AI システムの導入に向けた実証実験の実施について」(令和 6 年 3 月 29 日付け消防危第 75 号)
- Ⅰ 「危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令等の公布について」
(令和 8 年 2 月 27 日付け消防危第 31 号)
- Ⅰ 「危険物の規制に関する規則の一部改正に伴う顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動制御装置の使用に係る運用について」
(令和 8 年 2 月 27 日付け消防危第 37 号)

02. AIシステムの 要件

2.1. 利用にあたっての前提

2.2. 機能要件

2.3. 設備要件

2.4. 運用要件

セルフ SS における AI を用いた給油/注油許可監視システム(以下、「条件付自動制御システム」という)は、「利用にあたっての前提」となる条件を満たした上で、設備要件、機能要件、運用要件を満たす措置を講じることにより、その安全性を確保しなければならない。

2.1 利用にあたっての前提

条件付自動制御システムを営業中のセルフ SS で利用するためには、システムを利用する主体となるセルフ SS を運営する事業者が利用の前提となる基本条件を遵守する必要がある。

(1) 条件付自動制御システムの導入対象施設

条件付自動制御システムの導入対象となる給油取扱所は、危険物の規制に関する規則第 28 条の 2 の 4 に定める「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所(セルフ SS)」であることが前提となる。フルサービスの SS においては導入できない。

(2) 法令遵守・許認可等の取得

条件付自動制御システムを利用する主体は、利用前に消防法を中心とした関連法令を遵守するとともに、同システムを導入するセルフ SS を管轄する消防本部により、設備等の設置(変更)許可及び完成検査、予防規程の制定及び変更認可等を受けなければならない。

(3) 第三者機関の試験確認等を受けた条件付自動制御システムの導入・利用

条件付自動制御システムは、具備すべき機能を定める「機能要件」、実装するために必要となる設備構成やその仕様を定める「設備要件」、SS が導入・利用するにあたって必要な運用方法を定める「運用要件」のすべてを満たしているものでなければならない。なお、**消防危 37 号通知第 5 項**に「条件付自動制御装置が告示第 4 条の 53 及び告示第 4 条の 54 に定める基準に適合するかどうかの判定については、第三者機関の試験確認等を活用されたいこと。」と記載がある。第三者機関においては、危険物保安技術協会(KHK)が令和 8 年 4 月 1 日付けで「セルフ SS における条件付自動制御システムの試験確認業務」を開始している。

- Ⅰ AI システムを開発する主体(メーカー): 自社の条件付自動制御システムについて、KHK 等第三者機関の試験確認等による認証を受ける必要がある。
- Ⅰ AI システムを導入する主体(SS 運営者): 自社が導入しようとする条件付自動制御システムについて、KHK 等第三者機関の試験確認等による認証を受けたものであるかを確認する必要がある。

また、当該 AI システムがカメラ映像から得られる「個人情報識別符号」等のデータの取得や

その管理、利用について、関連法令の遵守を確認するとともに、個人情報保護、サイバーセキュリティ、AI 開発・運用に関するガイドライン等を適宜参照することが推奨される。

2.2 機能要件

機能要件とは、条件付自動制御システムが具備すべき機能に関する要件を指す。条件付自動制御システムを開発・運用する主体は、自社が開発するシステムが以下の機能要件を満たすことを確認する必要がある。なお、システムの特徴を踏まえ、機能要件として定められた事項に加えて設定すべき要件があれば、メーカー各社が個社要件として追加で設定することが望ましい。

(1) 条件付自動制御装置の監視対象

消防危 37 号通知第 1 項(1)において、危規則第 28 条の 2 の 5 に規定する条件付自動制御装置に関する事項は、次のとおりであることとされている。

- Ⅰ 条件付自動制御装置は、次に掲げる位置、顧客の給油動作、注油動作、及び対象物の有無等の事項を監視することができること。

○ 継続的に監視すべき事項

ア【**正常な給油位置**】顧客が給油を行う自動車又は原動機付自転車(以下「自動車等」という。)の停車位置

イ【**正常な注油位置**】顧客が注油を行う携行缶等の容器の位置

ウ【**ノズル外し**】給油ノズル又は注油ノズル(以下「給油ノズル等」という。)を顧客用固定給油設備又は顧客用固定注油設備(以下「顧客用固定給油設備等」という。)から外す動作

エ【**ノズル差し込み**】自動車等の給油口又は携行缶等の容器の注油口(以下「給油口等」という。)に給油ノズル等を差し込む動作

オ【**給油/注油動作**】顧客が給油又は注油を行う動作

カ【**ノズル戻し**】給油ノズル等を顧客用固定給油設備等に戻す動作

キ【**火気**】火気又は火気を扱おうとする動作

ク【**火災**】火災の有無

○ 監視すべき事項

ケ【複数名給油】給油作業が行われるレーン付近における複数の顧客の立入り

コ【携行缶給油】顧客用固定給油設備付近への携行缶等の容器の持ち込み

(2) 給油/注油許可監視業務の実施・支援

条件付自動制御システムは、STEP 1.0 とSTEP 1.5 でそれぞれ提供できる機能が異なる。

STEP 1.0 (情報提供型/手動許可モード)

STEP 1.0 においては、給油/注油許可監視業務を実施する係員に対し、給油/注油許可、または、給油/注油停止の判断に必要な情報提供のみができること。

なお、STEP 1.0 の運用で顧客の給油作業等の監視・給油等の許可を行う際は、以下の要件 1～2 の全てに該当していることを確認できた場合にのみ行うこと。

1. 条件付自動制御システムが正常に作動していること。
2. 条件付自動制御システムに係る使用条件を満たしていること。
3. 係員の体制が、従来通りの体制となっていること。

STEP 1.5 (条件付自動制御型/自動許可モード)

STEP 1.5 の AI システムにおいては、予め設定した使用条件(ODD)下でのみ、システムが自動で給油/注油許可監視業務を行うこと。なお、STEP 1.5 の運用で顧客の給油作業等の監視・給油等の許可を行う際は、以下の要件 1～4 の全てに該当していることを確認できた場合にのみ行うこと。

1. 条件付自動制御システムが正常に作動していること。
2. 条件付自動制御システムに係る使用条件を満たしていること。
3. 条件付自動制御システムが火気その他の安全上の支障を検知していないこと。
4. 係員の体制が、次のア及びイを満たす状態であること。

ア 1～3 のいずれかに該当しなくなった場合において、直ちに、そのことを認知するとともに、顧客の給油作業等の状況を監視し、顧客の給油作業等のための制御装置等の操作及び顧客への必要な指示が行えること。

イ 危険物の流出その他の事故が発生したときは、直ちに、災害の発生の防止のための応急の措置を自ら講じることができること。

(3) 使用条件(ODD/Operational Design Domain)の設定と認識

条件付自動制御システムは、予め設定した使用条件(ODD)下でのみ、条件付自動制御システムが自動で給油/注油許可監視業務を行うこと(自動給油/注油許可監視機能)となっている。

- Ⅰ 給油/注油許可を実施する場合、条件付自動制御システムへの期待品質を担保できると事業者が定義する使用条件(ODD)を設定すること。
- Ⅰ AI システムは、設定された使用条件(ODD)の範囲内にあるかどうかを常時確実に認識し、当該範囲内においてのみ作動するものであること。
- Ⅰ 条件付自動制御システムが使用条件(ODD)を自動認識できない場合は、適切な認識方法を仕様書に規定すること。

なお、**消防危 37 号通知第 1 項(2)**において、「使用条件」について次の通り規定されている。

- Ⅰ 危規則第 28 条の 2 の 5 第 8 号、第 40 条の 3 の 10 第 2 項第 2 号及び第 60 条の 2 第 1 項第 8 号の 7 並びに告示第 4 条の 53 第 2 号イ(2)に規定する「使用条件」とは、条件付自動制御装置に使用されるカメラ等が正常に作動する明るさや天候等の条件をいうこと。

このように、使用条件(ODD)は条件付自動制御システムが正常に機能する特定の条件をメーカーが規定することとなっているが、その条件には例えば次の事項の設定等が求められる。

Ⅰ 例 1: 気象条件(天候/時間帯)

カメラ視野範囲において、強い雨や降雪等による悪天候、カメラ視野が著しく悪くなる吹雪や濃霧、または日差しの強いことによる逆光等により、カメラ映像から車両や給油者等が認識できない状況でないこと。また、カメラのレンズ面には、映像に影響がある範囲の雨滴、雪、氷、汚れ等の付着物がなく、またフォーカスが十分に合っており鮮明な映像が得られること。

Ⅰ 例 2: 構造物(反射・遮蔽)

カメラ視野範囲において、ノズル検知の死角となり得る構造物や画像が白飛びする程の過度な反射が発生しうる構造物、著しい遮蔽が発生しうる構造物がないこと。

(4) 条件付自動制御システムの作動

条件付自動制御システムを構成する機器の故障やシステム障害、通信障害等の発生、及び、前項の使用条件(ODD)を満たさない場合など、システムが正常に作動しない場合には、条件付自動制御システムの使用を停止しなければならない。そのため、条件付自動制御システムの

作動を係員の手動により開始・停止させる機能を具備する必要がある。

- Ⅰ 条件付自動制御システムの作動及び STEP 1.0 (情報提供型の手動許可モード) /STEP 1.5 (条件付自動制御型の AI による自動許可モード) の運用切替は、係員の意思により手動で行うことができる機能を備えること (なお、作動や運用切替を自動で行うものであっても差し支えないが、手動で実施できる機能も具備すること)

なお、**消防危 37 号通知第 1 項(7)**の記載により、以下の(1)又は(2)に該当することを検知することができる機能を当該装置が有していない場合には、装置等に故障等が発生していないこと及び当該装置が使用条件を逸脱していないことを係員が常に把握することができる状態であることとされており、係員が把握することができる運用体制を有していることを条件に、システムの故障や障害の有無、使用条件 (ODD) 等を自動的に検知及び制御できずとも差し支えない。いずれの場合においても、係員が手動でシステムの作動を開始・停止できる機能を具備することは必須となる。

- Ⅰ (1) 当該条件付自動制御装置、規則第二十八条の二の五第八号イの機器又は同号口の装置が正常に作動していないとき。
- Ⅰ (2) 当該条件付自動制御装置の使用条件を満たしていないとき。

なお、**消防危 37 号通知第 1 項(7)及び(8)**において、次の通り規定されている。

- Ⅰ (7) 条件付自動制御装置の運用に当たっては、当該装置、規則第 28 条の 2 の 5 第 8 号イの機器及び同号口の装置 (以下「装置等」という。) が正常に作動していること及び当該装置の使用条件を満たしていることを前提としていることから、告示第 4 条の 53 第 2 号イただし書の規定により、同号イ(1)又は(2)に該当することを検知することができる機能を当該装置が有していない場合には、装置等に故障等が発生していないこと及び当該装置が使用条件を逸脱していないことを係員が常に把握することができる状態であること。
- Ⅰ (8) 条件付自動制御装置が正常に作動していない場合等において当該装置が引き続き使用されることのないよう、当該装置の作動を手動で停止することができる機能を設けること。

(5) 交代要求 (TOR/ Take-over Request)

条件付自動制御システムにおいては、**危告示第 4 条の 53 第 1 号口及び第 2 号イ**の規定により、次のいずれかに該当するときは、係員が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、音声又は警報音及び制御機器の映像面への表示により、その旨を係員に報知することとなっている。

- Ⅰ (危告示第 1 号ロ) 顧客の給油作業等の状況を監視するとともに、安全上の支障を及ぼすおそれがあるとき又は火災その他の危険があるときは、音声又は警報音及び制御機器の映像面への表示により、その旨を係員に報知すること。
給油/注油客が給油/注油操作を行ったが正常な給油/注油動作が検知できない、またはリスク行為を覚知したとき。
- Ⅰ (危告示第 2 号イ(1)) 当該条件付自動制御装置、規則第二十八条の二の五第八号イの機器又は同号ロの装置が正常に作動していないとき。
当該条件付自動制御システム(記録保存装置を含む)が正常に作動していないとき(故障、システム障害又は通信障害が発生した場合等)。
- Ⅰ (危告示第 2 号イ(2)) 当該条件付自動制御装置の使用条件を満たしていないとき。
顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所又レーンの状況が、予め設定した当該条件付自動制御装置の使用条件(ODD)を満たしていないとき。

また、可搬式 SSC 等の制御機器においては、交代要求(TOR)発報後、システムから係員への給油/注油許可監視業務の引き継ぎを判別することができる機能を備えることが求められる。(可搬式 SSC システム又は卓上 SSC に求められる機能については次の項にて後述)

なお、交代要求(TOR)を実施しなければならない状況の詳細は、以降の「交代要求(TOR)発報のみを行うリスク検知要件」及び「交代要求(TOR)発報と給油/注油の自動停止を同時に行うリスク検知要件」に示す。

(6) 可搬式の制御機器(又は制御卓)が具備すべき機能

消防危 37 号通知第 2 項において、可搬式の制御機器(可搬式の制御機器を設けない場合には制御卓の制御装置)は、次の機能を有するものと定められている。これにより、可搬式 SSC は、レーンごとに設置された AI カメラの映像を切り替えて表示する機能、顧客が給油/注油動作を開始してから給油/注油が終了するまで画面表示で報知をする機能、リスクのある顧客行動や事象が検知された場合には画面表示と警報音で報知をする機能を具備することが義務付けられている。

- Ⅰ (1) 顧客用固定給油設備等の周辺を監視するためのカメラ映像を表示する機能
(顧客用固定給油設備等が複数ある場合には、各顧客用固定給油設備等の周辺を監視するためのカメラ映像を切り替えて表示する機能)
 - 顧客用固定給油設備等周辺のカメラ映像を表示できる機能(複数の顧客用固定給油設備等がある場合は、各顧客用固定給油設備等のカメラ映像を切り替えて表示できる機能)を具備すること

- Ⅰ (2) 次のいずれかに該当する場合に、その旨を画面表示で報知する機能
 - 可搬式 SSC システム又は卓上 SSC(可搬式 SSC システム非対応)は、次のいずれかに該当する場合、画面表示で報知する機能を具備すること
 - ア 顧客用固定給油設備等から給油ノズル等が外された状態を検知した場合
 - イ 給油又は注油の許可待ちの状態である場合
 - ウ 給油中又は注油中の場合

- Ⅰ (3) 次のいずれかに該当する場合に、その旨を画面表示及び警報音で報知する機能
 - 可搬式 SSC システム又は卓上 SSC(可搬式 SSC システム非対応)は、次のいずれかに該当する場合に、画面表示及び警報音で報知する機能を具備すること
 - ア 「安全上の支障を及ぼすおそれがあるとき」及び「安全上の支障を及ぼすおそれがある場合」
 - イ 「火災その他の危険があるとき」

(7) **給油/注油を自動停止する機能(顧客の給油作業等を行えない状態にする機能)**

条件付自動制御システムを使用する際、通常の給油/注油終了時、火災その他の危険があるとき(火災検知時、ノズル外れ+レバー操作検知時、及び携行缶検知時)、システムからの交代要求(TOR)を係員が引き継げないときのいずれかに該当する場合は、顧客の給油作業等を行えない状態にする必要があるため、給油/注油を自動で停止する機能を具備することが求められる。

危告示第4条の53第1号八において、次のいずれかに該当するときは、規則第二十八条の二の五第六号八に規定する制御装置を自動的に制御してホース機器への危険物の供給を停止し、顧客の給油作業等が行えない状態にすることと規定されている。

- Ⅰ (1) 顧客の給油作業等が終了したとき。
- Ⅰ (2) 火災その他の危険があるとき。
 - ア **【火災検知】** 火災を検知した場合
 - イ **【ノズル外れ+レバー操作検知】** 給油又は注油の許可後に給油ノズル等が給油口等に挿入されない状態でレバー操作が行われた場合
 - ウ **【携行缶検知】** 顧客用固定給油設備付近において携行缶等の容器を検知

した場合(明らかに当該携行缶等の容器への注油行為が認められない場合は除く。)

- Ⅰ (3) 安全上の支障を及ぼすおそれがある場合において、口の報知が行われたにもかかわらず、顧客の給油作業等の監視等が速やかに係員に引き継がれたことを確認できないとき。
 - 口 顧客の給油作業等の状況を監視するとともに、安全上の支障を及ぼすおそれがあるとき又は火災その他の危険があるときは、音声又は警報音及び制御機器の映像面への表示により、その旨を係員に報知すること。

また、**危告示第 4 条の 53 第 2 号イ**において、次のいずれかに該当するときは、音声又は警報音及び制御機器の映像面への表示により、その旨を係員に報知することとされている(ただし、次のいずれかに該当することを係員が覚知することができる場合は、この限りでない)。また、**同号ロ**において、イの報知が行われたにもかかわらず、顧客の給油作業等の監視等が速やかに係員に引き継がれたことを確認できないときは、規則第二十八条の二の五第六号八に規定する制御装置を自動的に制御してホース機器への危険物の供給を停止し、顧客の給油作業等が行えない状態にすることと記載されている。なお、**消防危 37 号通知第 1 項(7)**の記載により、以下の(1)又は(2)に該当することを検知することができる機能を当該装置が有していない場合には、装置等に故障等が発生していないこと及び当該装置が使用条件を逸脱していないことを係員が常に把握することができる状態であることとされており、係員が把握することができる運用体制を有していることを条件に、自動的に検知及び制御できずとも差し支えない。

- Ⅰ (1) 当該条件付自動制御装置、規則第二十八条の二の五第八号イの機器又は同号ロの装置が正常に作動していないとき。
- Ⅰ (2) 当該条件付自動制御装置の使用条件を満たしていないとき。

なお、**消防危 37 号通知第 1 項(6)及び(7)**において、次の通り規定されている。

- Ⅰ (6) 危告示第 4 条の 53 第 1 号ハ及び第 2 号ロに規定する機能により顧客の給油作業等が行えない状態にするレーンは、同条第 1 号ハ(1)から(3)まで及び第 2 号ロに規定する場合のいずれかに該当したレーンであること。
- Ⅰ (7) 条件付自動制御装置の運用に当たっては、当該装置、規則第 28 条の 2 の 5 第 8 号イの機器及び同号ロの装置(以下「装置等」という。)が正常に作動していること及び当該装置の使用条件を満たしていることを前提としていることから、告示第 4 条の 53 第 2 号イただし書の規定により、同号イ(1)又は(2)に該当することを検知することができる機能を当該装置が有していない場合には、装置等に故障等が発生していないこ

と及び当該装置が使用条件を逸脱していないことを係員が常に把握することができる状態であること。

(8) **条件付自動制御システム・給油/注油の自動停止**
(MRM/Minimal Risk Maneuver)

前項の通り、**危告示第4条の53第1号ハ(3)及び第2号ロ**に従い、条件付自動制御システムは、リスク行為等が検知されてシステムからの交代要求(TOR)が発報された際、係員が対応を引き継ぐ必要があるが、係員が対応できない状態が続いた場合、交代要求(TOR)の発報時点から**30秒以内**に条件付自動制御システム・給油/注油を自動停止させる必要がある。これをミニマル・リスク・マヌーバー(MRM/Minimal Risk Maneuver)という。自動停止(MRM)発動までの所要時間は、交代要求(TOR)から従業員の引き継ぎ対応までに必要な所要時間を考慮して**30秒以内**と設定されているが、リスクの低い**ノズル遮蔽の検知時においてはMRM発動までの所要時間を60秒以内**として差し支えない。なお、**ノズル遮蔽**とは、監視設備の画角内において、顧客、自動車等その他障害物により給油ノズル等が遮蔽されることを指す。

- 1 係員が給油/注油許可監視業務の交代要求(TOR)に対応できない状態が続いたとき、当該レーンの給油/注油を安全に自動停止させる機能を具備すること。
- 1 また、当該レーン以外のレーンについては、給油/注油許可前のレーンは条件付自動制御システムの自動給油/注油許可機能を自動停止し、給油中/注油中レーンは条件付自動制御システムによる監視を継続して給油/注油終了後に条件付自動制御システムの自動給油/注油許可機能を自動停止する機能を具備すること。

(9) **条件付自動制御装置の自動給油/注油許可機能**

条件付自動制御システムは、「火気その他安全上の支障がないと判断したとき」(「安全上の支障を及ぼすおそれがあるとき」、「安全上の支障を及ぼすおそれがある場合」、及び、「火災その他の危険があるとき」のいずれにもあてはまらないとき)にのみ、条件付自動制御システムが自動で給油/注油の許可を実施することができる。

なお、**消防危37号通知第1項(3)**において、次の通り規定されている。

- 1 告示第4条の53第1号イに規定する「**火気その他安全上の支障がないと判断したとき**」とは、**消防危37号通知第1項(4)及び(5)**に掲げる場合のいずれにも該当しない場合をいうこと。

(10) **交代要求(TOR)発報のみを行うリスク検知要件**

条件付自動制御システムは、「**安全上の支障を及ぼすおそれがあるとき**」、及び、「**安全上の**

支障を及ぼすおそれがある場合」のいずれかにあてはまるときは、告示第 4 条の 53 第 1 号口の規定に則り、交代要求 (TOR) による音声又は警報音及び制御機器への映像面への表示により、その旨を係員に報知することとなっている。

なお、消防危 37 号通知第 1 項(4)において、次の通り規定されている。

- Ⅰ 危告示第 4 条の 53 第 1 号口に規定する「安全上の支障を及ぼすおそれがあるとき」及び同号八(3)に規定する「安全上の支障を及ぼすおそれがある場合」とは、次のア又はイに該当する場合をいうこと。

- ア 次のいずれかの事項が検知された場合

- (ア)【給油中人離れ】給油ノズルが自動車等の給油口に挿入された状態で顧客が当該給油口から離れること。

- (イ)【複数名給油】給油作業が行われるレーン付近に複数の顧客が立ち入ること。

- (ウ)【ノズル遮蔽】監視設備の画角内において、顧客、自動車等その他障害物により給油ノズル等が遮蔽されること。

- (エ)【火気】火気又は火気を扱おうとする動作。

- イ 次のいずれかの事項が一定の時間検知できない場合

- (ア)【正常なノズル挿入】給油ノズル等が顧客用固定給油設備等から外されてから当該顧客用固定給油設備等に戻されるまでの間において、当該給油ノズル等が給油口等に挿入されていること。

- (イ)【正常な給油位置】顧客が給油を行う場合において、自動車等が顧客用固定給油設備の周辺の適切な停車位置に停車していること。

- (ウ)【正常な注油位置】顧客が注油を行う場合において、携行缶等の容器が顧客用固定注油設備の周辺の適正な位置にあること。

(11) 交代要求(TOR)発報と給油/注油の自動停止を同時に行うリスク検知要件

条件付自動制御システムは、「火災その他の危険があるとき」は、告示第 4 条の 53 第 1 号口の規定に則り、交代要求 (TOR) による音声又は警報音及び制御機器への映像面への表示により、その旨を係員に報知するとともに、同号八の規定に則り、規則第二十八条の二の五第六号八に規定する制御装置を自動的に制御してホース機器への危険物の供給を停止し、顧客の給油作業等が行えない状態にすることとなっている。

なお、消防危 37 号通知第 1 項(5)において、次の通り規定されている。

- 1 危告示第4条の53第1号ロ及びハ(2)に規定する「火災その他の危険があるとき」とは、次のいずれかに該当する場合をいうこと。
- ア【火災検知】火災を検知した場合
 - イ【ノズル外れ+レバー操作検知】給油又は注油の許可後に給油ノズル等が給油口等に挿入されない状態でレバー操作が行われた場合
 - ウ【携行缶検知】顧客用固定給油設備付近において携行缶等の容器を検知した場合(明らかに当該携行缶等の容器への注油行為が認められない場合は除く。)
- 2 なお、カッコ書きの文言により、一度携行缶等を検知した給油セッションにおける2回目以降の携行缶検知時には、給油の緊急自動停止並びに交代要求(TOR)の発報を行わなくてよいものと解釈できることを消防庁及びKHKと確認した。
- 2 通常、1回目の交代要求(TOR)の発報により係員が確認した後、給油する場合は係員による携行缶給油が行われることが想定されるため、明らかに当該携行缶等の容器への注油行為が認められない場合と解釈できるためである。

2.3 設備要件

設備要件とは、AI システムの稼働に際し必要となる、セルフ SS の設備に関する要件を指す。AI システムを開発・運用する主体は、以下の設備要件を満たした「条件付自動制御システムを構成する機器」をメーカーの仕様によって定義し、システムを構成する機器等について、正常に動作することをメーカーが保証する最低限の仕様の条件を設定する必要がある。また、SS で利用する際には、当該仕様に沿って設置されていることが求められる。なお、AI システムの特徴を踏まえ、設備要件として定められた事項に加えて設定すべき要件があれば、メーカー各社が個社要件として追加で設定することが望ましい。

(1) カメラの設置(給油/注油レーンの監視)

カメラの設置にあたっては、消防危 37 号通知において、以下の通りその要件が示されている。なお、これらの要件を満たすためのレンズ、解像度、フレームレート、カメラの設置位置・画角等については示されていないため、カメラの仕様はメーカーごとに定義し、セルフ SS への設置時に適切な設置位置・画角で設置することが望ましい。

- Ⅰ 条件付自動制御システムによる監視対象とする給油取扱所の給油レーン又は注油レーンを適切に捉えることのできるカメラが設置されていること。
- Ⅰ **給油レーン:**
 - 消防危 37 号通知 1(1)(ア)顧客が給油を行う自動車又は原動機付自転車の停車位置
 - 監視対象となる給油レーンにおいては、停車枠周辺を捉えることができるカメラを設置し、給油を行う顧客及び給油の対象となる車両を継続的に監視できること。
 - また、監視対象となる給油レーン 2 レーンに対し、1 台以上のカメラが取り付けられていること。
- Ⅰ **注油レーン:**消防危 37 号通知 1(1)(イ)顧客が注油を行う容器の位置
 - 監視対象となる注油レーンにおいては、容器を捉えることができるカメラを設置し、注油を行う顧客及び注油の対象となる容器を継続的に監視できること

(2) 条件付自動制御システムの機器構成

危規則の改正に伴い、危規則第二十八条の二の五の八(顧客に自ら給油等をさせる屋外給油取扱所の特例)に条件付自動制御装置が追加された。この条件付自動制御装置を使用するにあたり、消防危 37 号通知第 5 項において「第三者機関の試験確認等を活用されたいこと」と示されており、当該第三者機関である KHK 試験確認資料によると、条件付自動制御システムの機器構成と試験確認の対象範囲は以下の図の通りである。

- Ⅰ 条件付自動制御システムを正常に運用するための機器構成とその仕様を定義し、実装すること。
 - うち、試験確認対象： 条件付自動制御装置 (OS 含むソフトウェア、ハードウェア)、可搬式 SSC システム (卓上 SSC、 Wi-Fi、 可搬式 SSC)⁷又は 卓上 SSC (可搬式 SSC システム非対応の場合は Wi-Fi と 可搬式 SSC は不要)、 火気センサー、 カメラ、 記録保存装置、 仲介機)
 - うち、試験確認対象外： POS、 計量機、 HUB

1 条件付自動制御システムの構成機器と試験確認の対象範囲

条件付自動制御システムの構成機器は図 1 のとおりで、試験確認の対象範囲は④～⑩の機器です。

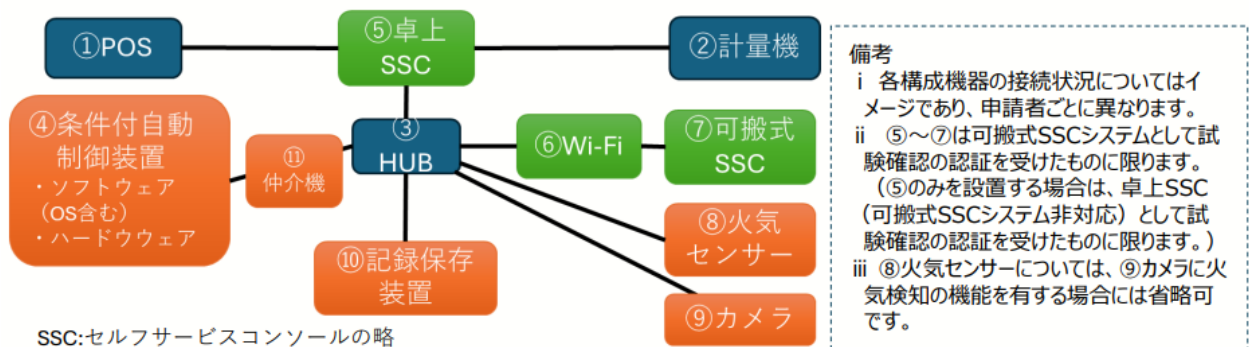


図 1 条件付自動制御システムの構成機器

図 2-3-1 条件付制御システムの構成機器 (出所：危険物保安技術協会 (KHK) より)

(3) 条件付自動制御装置の作動状況等を記録・保存する仕組み

危規則の改正に伴い、危告示第二十八条の二の五の八 (顧客に自ら給油等をさせる屋外給油取扱所の特例) に条件付自動制御装置が追加されたほか、条件付自動制御システムを使用する際には、条件付自動制御装置の作動状況等を記録するための装置 (記録保存装置) を設けることが義務付けられた。その要件は KHK 試験確認において次の通り示されている。

- Ⅰ (記録保存装置は) 次に掲げる情報を保存できるものであること。なお、複数の項目に係る時刻が同じものとなる場合、単一の時刻の記録としてもよい。

○ 記録対象となるシステムの動作：

- AI システムの作動状況の移行
- (使用条件 (ODD) の認識による AI システムの作動開始・停止、 STEP の切替等)
- 給油許可 / 注油許可
- 交代要求 (TOR)
- 交代要求 (TOR) を受けた係員による引き継ぎ操作

⁷ 卓上 SSC、可搬式 SSC、Wi-Fi の機器構成一式をいう

給油/注油の自動停止

(火災検知時、ノズル外れ+レバー操作検知時、携行缶検知時)

AIシステム・給油/注油の自動停止(MRM)

AIシステムの故障(異常が確認できた給油セッション)

○ 記録内容:

(記録保存装置は)システムの動作内容(~)、 ~ の動作発生時の時刻及び当該時刻に紐づく映像データ、または、静止画データを記録すること。ただし、記録方法は問わないものとする。

○ 保存期間:

また、その保存期間は「1 か月間程度」とすること。

(4) (条件付自動制御装置の)可搬式 SSC システム又は卓上 SSC との連携機能

AIシステムの実証フェーズにおいて、STEP 1.0 の段階では「情報提供型 AI システム」として給油/注油許可の可否判断に関する情報提供にとどまり、係員が必ず給油/注油許可を行う体制を取っていたため AI システムと SSC の連携は任意とされていた。一方、STEP 1.5 の条件付自動制御装置は、使用条件(ODD)下においては AI システムが給油/注油許可まで自動で行うため、SSC との連携機能を具備していることが必須とされた。

- 1 (条件付自動制御装置は)使用条件(ODD)を充足する限りにおいて可搬式 SSC システム又は卓上 SSC(可搬式 SSC システム非対応の場合)と連携し、条件付自動制御システムの給油許可や給油停止の判断に基づき、自動で給油を開始・停止できる機能を備えること。

(5) 計量機/注油機との連携機能

条件付自動制御システムは、AI カメラにより正常な給油/注油動作及び危険な行動を自動で検知し、システムが安全確認プロセスを代替し、給油・注油許可又は停止の判断～操作までを自動で行う仕組みであるため、計量機/注油機と連携機能を具備することは必須である。

- 1 使用条件(ODD)を充足する限りにおいて計量機/注油機と連携し、条件付自動制御システムの給油/注油の許可・停止の判断に基づき、自動で給油/注油を開始・停止できる機能を備えること。

(6) 条件付自動制御システムの通信環境

条件付自動制御システムは、特に可搬式 SSC システムを用いる場合は通信環境の確保が必

須であるため、通信環境が常に確保される状態であることを確認する必要がある。

- Ⅰ 可搬式 SSC を用いる場合は、(遠隔操作・監視のために)必要な通信環境が常に確保されていること。

(7) 顧客からの呼出報知機能

STEP 1.0 の段階では、「情報提供型 AI システム」として AI システムは給油/注油許可の可否判断に関する情報提供にとどまり、係員が必ず給油/注油許可を行う体制を取っていたため顧客からの呼出報知機能は任意とされていたが、STEP 1.5 の条件付自動制御システムでは、使用条件(ODD)下においては AI システムが給油/注油許可まで自動で行うため、顧客からの報知機能を具備していることが必須とされた。

- Ⅰ 顧客がインターフォンで従業員を呼び出した場合にその旨が係員に報知されること。ただし、係員に報知する手法は問わない。

(8) 条件付自動制御システムを提供する主体の遵守事項:

HMI(Human Machine Interface:ヒトと AI の連携機能)の提供(係員向け)

- Ⅰ 条件付自動制御システムの作動は係員の意思により行うことが出来るものとし、作動状況を係員が容易に認知することが出来る機能(HMI)を提供すること。
- Ⅰ 具体的には、条件付自動制御システムは、次の機能を有するヒトと AI システムの連携機能(HMI)を備えること。
 - 機能 :条件付自動制御システムの作動状況及び故障その他の異常を給油取扱所の係員が容易かつ確実に認知できる機能
 - 機能 :条件付自動制御システムからの交代要求(TOR)を給油取扱所の係員が容易かつ確実に認知できる機能
 - 機能 :条件付自動制御システムから給油取扱所の係員へ給油/注油許可監視の引継状況を判別することができる機能

(9) AI システム・給油/注油の自動停止(MRM)/再開(MRM の解除)の仕組み

- Ⅰ 係員が給油/注油許可監視業務の交代要求(TOR)に対応できない状態が続いたとき、AI システムの自動給油/注油許可機能や給油中/注油中レーンの給油/注油を安全に自動停止させるため措置を取るための仕組みを具備すること
- Ⅰ また、交代要求(TOR)に対応できる状態に戻った際、AI システムの自動給油/注油許可機能を再開するための仕組み(MRM の解除の仕組み)についても具備すること

2.4 運用要件

運用要件とは、AI システムの稼働に際し必要となる、セルフ SS の運用に関する要件を指す。AI システムを利用する際は、以下の運用要件を満たす必要がある。

条件付自動制御システムを利用する主体の遵守事項(セルフ SS)

(1) 予防規程の制定・変更認可の取得

令和 8 年 2 月 27 日付の省令改正により、**危規則第 60 条の 2** に(予防規程に定めなければならない事項)が定められており、うち、**第 1 項第 8 号の 7** に「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所(条件付自動制御装置を設けるものに限る。)にあつては、当該条件付自動制御装置の使用条件その他当該条件付自動制御装置を使用して顧客の給油作業等の監視等を行うときの保安のための措置に関すること。」と明記された。

これに関連して、**消防危 37 号第 3 項**に「規則第 60 条の 2 第 1 項第 8 号の 7 に規定する条件付自動制御装置の使用条件その他当該条件付自動制御装置を使用して顧客の給油作業等の監視等を行うときの保安のための措置に関することは、次に掲げる事項とすること。」と記載があり、次の(1)~(5)について明記された。

- I (1) 条件付自動制御装置の使用条件に関すること。
 - 条件付自動制御システムを利用するために満たさなければならないメーカーごとの使用条件(ODD)及び逸脱した場合の対応方法に関すること。
- I (2) 条件付自動制御装置の仕様及び運用方法(機器等に異常や故障が発生した場合及び顧客から呼び出しがあった場合の対応を含む。)についての教育に関すること。
 - 法令: AI による給油/注油許可監視業務の適正な実施に必要な法令に関すること
 - AI システムの仕様: 給油/注油許可監視業務に利用する AI システムの機器構成、3 要件(機能要件・設備要件・運用要件)、使用条件(ODD)、交代要求(TOR)、AI システム・給油/注油の自動停止(MRM)、故障時等、対応すべき事項に関すること
 - 適切な維持管理・利用の手順、設備の使用方法: 予防規程に基づき実施しなければならない措置・手順及び設備の使用方法に関すること
 - 予防規程の内容: 予防規程で規定した AI による給油/注油許可監視業務を行う際の留意事項

- 1 (3) 条件付自動制御装置に係る機器及びソフトウェアの適切な保守管理(電源及び通信環境の確保を含む。)に関すること。
 - **設備・ソフトウェアの保守管理**: 条件付自動制御システムを利用するための設備やソフトウェアの保守管理(点検整備)を適切に行うこと。
 - **電源の確保**: 条件付自動制御システムを利用する際、システムを構成する機器の全てに適切に電源供給されるよう管理すること。また、可搬式制御機器を利用する場合は、端末の電源が切れないようにバッテリーの残量を管理すること。
 - **通信環境の確保**: 条件付自動制御システムを利用する際、障害物による通信への影響や他の通信との干渉なども検証し、途絶せず安定した通信速度・容量を満たすことができるよう管理すること。
- 1 (4) 条件付自動制御装置の作動状況等に係る記録に関すること。
 - 条件付自動制御システムを利用する際、システムの作動状況等を記録する記録保存装置を適切に管理・運用すること。
- 1 (5) 事故が発生した場合の対応事項及び係員の体制に関すること。
 - STEP 1.0 の運用時には、必ず係員が給油/注油許可監視業務に対応する体制が確保されていること。
 - STEP 1.5 の運用時には、予め定められた条件付自動制御システムが正常動作する使用条件(ODD)を逸脱する場合、給油/注油不許可の判断となった場合、及びシステムに障害・故障等が発生した場合のいずれかにおいて、システムから交代要求(TOR)が要請された際は、係員が給油/注油許可監視業務に対応できる体制が確保されていること。(なお、係員が交代要求(TOR)を引き継がない場合においては、機能要件に基づき AI システム・給油/注油の自動停止(MRM)を行えること)
 - STEP 1.5 で AI システムを運用する際、係員が固定式制御卓周辺、またはフィールドを離れる場合には、係員が可搬式 SSC を常時携帯し、可搬式 SSC の画面連携機能を用いて定期的にフィールドを監視すること。
 - また、STEP 1.5 の運用時には、危険物保安監督者と AI による給油/注油許可監視業務従事者(一般スタッフ)がそれぞれ以下に記載する内容を遵守すること。
 - 2 危険物保安監督者の義務 AI システムの動作確認・異常発生時の対応

- 1 AIシステムの作動状態(HMIの表示)を確認し、AIシステムまたはカメラ等に異常が生じる等し、AIシステムが正常な情報を係員に提供できない状態にあるときは、係員がその状態を認識し、直ちにAIシステムの使用を停止すること。
- 2 危険物保安監督者の義務 事故対応
 - 1 消防・警察機関への通報・報告を迅速に行うこと
 - 1 現場での事故対応措置及び負傷者救護を行うこと
 - 1 事故現場となった給油所における、危険防止のための必要な措置を行うこと
- 2 AIによる給油/注油許可監視業務従事者(一般スタッフ)の義務
 - 1 危険物保安監督者の監督・指導に基づき、AI給油/注油許可監視業務を実施すること。

なお、予防規程作成例は以下の通り。本規程は、本編とは別の細則として位置付ける。

「AIシステムによる給油/注油許可監視業務」に関する予防規程の作成例

| | |
|------------|---------------------------------|
| 定める必要がある施設 | 条件付自動制御装置を導入する顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所 |
|------------|---------------------------------|

第1 総則

- 1 当所の条件付自動制御装置の導入に伴う保安管理等は、本編及び関係する細則によるほか、第2で定める「条件付自動制御装置の導入に伴う保安管理等の基準」に基づき行うものとする。

第2 条件付自動制御装置の導入に伴う保安管理等の基準

1. **第三者機関の試験確認等**：所長は、危険物保安技術協会による「試験確認証明書」の交付を受け、「試験確認結果通知書」により評価を受けた条件付自動制御装置を使用する監視システム（以下「評価を受けた条件付自動制御システム」という。）の仕様及び機能等並びに管理及び運用体制（以下「仕様等」という。）に基づき、条件付自動制御システムによる給油/注油許可監視業務を実施するものとする。（37号通知5）
2. **危険物取扱者による立ち会い**：条件付自動制御システムを使用して顧客の給油作業又は注油作業（以下「顧客の給油作業等」という。）の監視等を代替する場合においても、必ず甲種又は乙種の危険物取扱者が給油の許可及び監視に立ち会う体制を確保するものとする。（37号通知6）
3. **従業員の教育及び運用体制の確保**：所長は、評価を受けた条件付自動制御システムの仕様等に基づき当所が実施すべき事項を把握し、危険物保安監督者及びその他の係員（以下、係員等という。）に対し、運用マニュアルの整備等により周知するものとする。係員等は当該条件付自動制御システムの仕様等を十分に理解した上で、次に掲げる事項が確実に実行される運用体制を確保するものとする。（37号通知3、4、6）

- TOR時** U (1)条件付自動制御システムからの交代要求があったときは、直ちに係員等が給油/注油許可監視を引き継ぎ、給油又は注油の許可に係る判断を行い、危険物の供給又はその停止を行うこと。（37号通知3.(2)）
- MRM時** U (2)係員等が適切に対応を引き継げず条件付自動制御システムが自動停止し、条件付自動制御システムを再開しようとするときは、係員等が安全を確認の上、再開に係る判断を行うこと。（37号通知3.(2)）
- 緊急自動停止時** U (3)条件付自動制御システムが危険物の供給を緊急自動停止したときは、係員等が安全を確認の上、一斉停止の必要性を判断するとともに、適切な顧客への指示を行うこと。また、給油/注油を再開する場合には、係員等が安全を確認の上、再開に係る判断を行うこと。（37号通知3.(2)）
- 使用条件逸脱時** U (4)条件付自動制御システムが使用条件を逸脱して正常に作動しないとき（機器等に異常や故障が発生した場合を含む。）は、係員等がその状況を認識し、直ちに条件付自動制御システムの使用を停止するとともに、係員等が給油又は注油の許可に係る判断を行い、危険物の供給又はその停止を行うこと。（37号通知3.(1)(2)）
- 事故発生時** U (5)条件付自動制御システムを使用するレーンにおいて事故等が発生したときは、係員等がその状況を認識し、直ちに危険物の供給の一斉停止その他の応急対応を行うこと。（37号通知3.(5)）
- U (6)可搬式の制御機器を用いて給油又は注油の許可を行う場合の顧客の給油作業等において、顧客からの呼び出し等があった場合は直ちに係員等が対応し、顧客の給油作業等について必要な指示等を行うこと。（37号通知3.(2)、4）
- U (7)可搬式の制御機器を用いて給油又は注油の許可を行う場合の顧客の給油作業等の監視は、顧客用固定給油設備等の近傍以外の場所から行う場合においても、給油取扱所の敷地内に限ること。（37号通知4）
- U (8)条件付自動制御システムに関する設備及びソフトウェアの適切な保守管理（電源及び通信環境の確保を含む。）を徹底すること。（37号通知3.(3)）
- U (9)条件付自動制御システムの作動状況等に係る記録の保存データについて、当該条件付自動制御システムを提供する事業者によって適切に管理されていることを確認すること。（37号通知3.(4)）
- U [(10)その他 条件付自動制御システムのメーカー特有の仕様がある場合には、その内容についても係員等に教育・周知する旨記載すること。]
- 4. **顧客への周知**：顧客への条件付自動制御装置による監視の対象となる給油レーン及び注油レーンを利用する顧客に対し、給油レーン及び注油レーンへの標示、ポスターの掲示、固定給油設備の画面表示又は音声案内等の方法により、AIによる監視の事実の周知や注意喚起等を行うものとする。（37号通知6）
- 5. 当該細則に、下記書類を添付するものとする。
 - U (1) 危険物保安技術協会が交付した「試験確認証明書」及び「試験確認結果通知書」の写し
 - U (2) 評価を受けた条件付自動制御システムの仕様書の写し（評価を受けた条件付自動制御システムを提供する事業者名を記載した書類）

図 2-4-1 条件付制御システムを導入する際の予防規程細則作成例

また、**消防危 37 号第 4 項**に「条件付自動制御装置を設けた顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所において、可搬式の制御機器（2 の機能を有するものに限る。）を用いて給油又は注油の許可を行う場合の顧客の給油作業又は注油作業（以下「顧客の給油作業等」という。）の監視は、顧客用固定給油設備等の近傍以外の場所（給油取扱所の敷地内に限る。）から行って差し支えないものとし、当該監視方法を前提として 3(2)及び(5)に関する事項について予防規程を定めるとともに、機器等に異常や故障が発生した場合に適切に対応することができる体制を整備すること。」と記載がある。

条件付自動制御システムを導入する主体（SS 運営者）は、導入にあたり、上記の事項を予防規程に新たに制定し、AI システムを導入するセルフ SS を管轄する所轄の消防本部より、予防規程の制定及び変更における認可を受け、またその運用体制を整備・維持する必要がある。

(2) 条件付自動制御装置の理解・顧客への注意喚起

消防危 37 号第 6 項に「条件付自動制御装置を使用して顧客の給油作業等の監視等を行う場合においては、当該条件付自動制御装置の仕様を十分に理解した上で適切な運用を行うとともに、顧客に対して適切な注意喚起等を実施する必要があること。なお、当該条件付自動制御装置が顧客の給油作業等の監視等を代替する場合であっても、係員は引き続き危険物の取扱いに係る責務を有するものであること。」と記載がある。

条件付自動制御システムは、使用条件を満たさず当該システムを使用できない場合や、AIにより危険行為が検知された場合等においては係員が対応を引継ぐことを前提としたシステムであることから、係員にその使用条件やシステムの使用を十分周知し、理解した上で使用しなければならない。

なお、条件付自動制御システムの監視対象となっている給油/注油レーンを利用する顧客に対し、給油/注油レーンへの標示、ポスターの掲示、計量機/注油機の画面表示または音声案内等の方法により、AIによる監視事実が周知されていることが求められる。

- Ⅰ 「静電気除去」や「給油前エンジン停止」に関して、音声案内やモニター表示等の機能で顧客に注意喚起を実施し、あわせてポスターや看板の掲示等を実施すること。
- Ⅰ 「燃料流出時対応」に関して、ポスター等の掲示により、ウエスの使用によるガソリンふき取り等の流出対応を周知するとともに、計量機横のアイランド等にウエスを設置すること。

条件付自動制御システムを提供する主体（メーカー等）

(1) AIシステムを利用する主体に対する基本事項の周知・共有

AIシステムを利用する主体に対して、平易な資料等を用いて次の点を周知し、係員が理解することができる措置を講じること。

- ① 法令: AIによる給油/注油許可監視業務の適正な実施に必要な法令に関すること
- ① AIシステムの仕様: 給油/注油許可監視業務に利用するAIシステムの機器構成、3要件(機能要件・設備要件・運用要件)、使用条件(ODD)、交代要求(TOR)、AIシステム・給油/注油の自動停止(MRM)、故障時等、対応すべき事項に関すること
- システムの作動条件、使用条件(ODD)の範囲、機能限界
- 以下の場合にAIシステムを使用してはならないこと
 - ① セルフSS又は対象レーンの状況が予め設定した**使用条件の範囲外となった**

場合

- Y 条件付自動制御システムを構成する設備若しくは機器の**故障、システム障害又は通信障害が発生した場合**
- Y 交代要求(TOR)に対応できる**人員体制が確保できない場合**
- システムに異常が発生した場合の計量機/注油機の挙動・対応
- HMI の表示(AI システムが作動中であるか否か等)に係る情報
- z 適切な維持管理・利用の手順、設備の使用方法: ガイドライン・予防規程に基づき実施しなければならない維持管理・利用の手順及び設備の使用方法に関すること
 - 機器構成、3 要件(機能要件、設備要件、運用要件)、使用条件(ODD)逸脱時の AI システムの使用停止等、システムの作動状況に応じて対応すべき事項を理解すること
 - AI システムを利用するための設備やソフトウェアの保守管理(点検整備)を適切に行うこと
 - STEP 1.5 で AI システムを運用する際には、予め定められた AI システムが正常動作する使用条件(ODD)を逸脱する場合、給油/注油不許可の判断となった場合、及び AI システムに障害・故障が発生した場合に AI システムから要請される交代要求(TOR)について、係員への引き継ぎを徹底すること
 - AI システムの運用方法
 - Y 日常点検の内容: カメラ映像/通信/電源/機器連携/故障有無の日次確認
 - Y リスク行為検知時の対応: 交代要求(TOR)発報時のリスク行為、自動停止(MRM)発生時の安全確認、火気検知時の対応方法
 - Y トラブル発生時の対応: AI システム/関連機器故障時、事故発生時の対応方法
 - Y 顧客対応: 顧客への周知内容・方法、顧客からの呼出対応方法
- z 予防規程の内容: 予防規程で規定すべき AI による給油/注油許可監視業務を行う際の留意事項

(2) **使用条件(ODD)の設定**

- I AIシステムが正常に動作する使用条件(ODD)を定めること。

(3) **HMI(係員向け)の提供**

- I AIシステムの作動は利用者の意思により行うことが出来るものとし、作動状況を利用者が容易に認知することが出来る機能(HMI)を提供すること。

(4) **【任意】条件付自動制御システムを提供する主体の遵守事項:**

HMI(Human Machine Interface:ヒトとAIの連携機能)の提供(給油客向け)

- I 条件付自動制御システムにおいては、次の機能を有するヒトとAIシステムの連携機能(HMI)の具備を検討すること。
 - システムの作動状況を給油/注油客が容易かつ確実に認知することができる機能
 - システムの給油/注油許可判定の妨げになる給油/注油客の行動に対して是正を促す機能を備えること
(例:給油中に給油口を遮蔽する位置からの移動を促すアナウンス、等)

(5) **【任意】内部品質の規定と遵守**

- I 条件付自動制御システムの開発・運用にあたっては、内部品質について検討すること。

03. AIシステムの 試験方法

3.1. 品質評価の全体像

3.2. 第三者機関の試験確認

3.3. 評価観点チェックリスト

3.4. 顧客行動外乱シナリオ

3.5. 認識外乱シナリオ

3.1 品質評価の全体像

本章では、「参考資料 1:機械学習の信頼性評価の構造」で定義した 3 つの品質やその要求レベルを踏まえた、AI による給油/注油許可監視システムの導入時に実施すべき具体的な試験方法の方針を示す。本ガイドラインの策定にあたっては、第 1 章で記載の通り、AI 領域や他領域のガイドラインを参照し、本領域における試験方法等の考え方を整理した。まず、プラント AI ガイドラインに基づき、AI システムの開発・運用の観点で留意すべき機械学習の信頼性評価の構造を整理した。具体的には、「利用時品質」、「外部品質」、「内部品質」の 3 つの品質のレベルと内容を設定し、セルフ SS での給油/注油許可監視システムに適用できる形に落とし込んだ。考え方等の詳細は、「参考資料 1:機械学習の信頼性評価の構造」に示している。

次に、自動運転ガイドラインや実証実験等を通じた検討を踏まえ、AI システムの導入時・運用時に確認すべき事項として、利用の観点で必要な「利用条件」、「付帯条件」、及び「機能要件」、「設備要件」、「運用要件」の 3 つの要件を整理した。これにより、AI システムを開発・提供する主体、及び、利用する主体(セルフ SS)が確認すべき要件を明らかにした。

最後に、AI システムが出力するアウトプットの品質を評価する手法として、自動運転分野における網羅性を担保可能な実用性のある「**原理原則に基づくシナリオベースアプローチ**」を参照し、給油所における給油/注油許可監視業務におけるリスク因子を「認知」、「判断」、「操作」の観点で洗い出し、それぞれのリスク因子を踏まえて「認識外乱シナリオ」、「顧客行動外乱シナリオ」、「監視スタッフ環境外乱シナリオ」の 3 つの試験シナリオを試験シナリオ として整理した。さらに、AI システムのアウトプットを活用した、給油所全体の仕組みの適切な運用や設備管理のあり方を検証するため、以下の 4 つの観点に基づいて検証するための業務シナリオを洗い出し、試験シナリオ として整理した。

使用条件(ODD)下にあるかを確実に認識して運用できるか

AI システムの通常運用時に AI システムが適切に係員に対する交代要求(TOR)を行い、AI システム・給油/注油の自動停止(MRM)を確実に実施することができるか

故障時にシステムまたは係員が AI システムの状態を認識し、適切に AI システムの利用停止がなされるか、また AI システムが認識できる故障については適切に係員に対する交代要求(TOR)が行えるか

AI がリスクを見逃した際に、安全確保に向けて給油所全体の仕組みが適切に運用にできるか

これらの「AIシステムの3品質」「具備すべき3要件」「試験シナリオ」の3つの関係性を以下の通り示す(図3-1-1)。

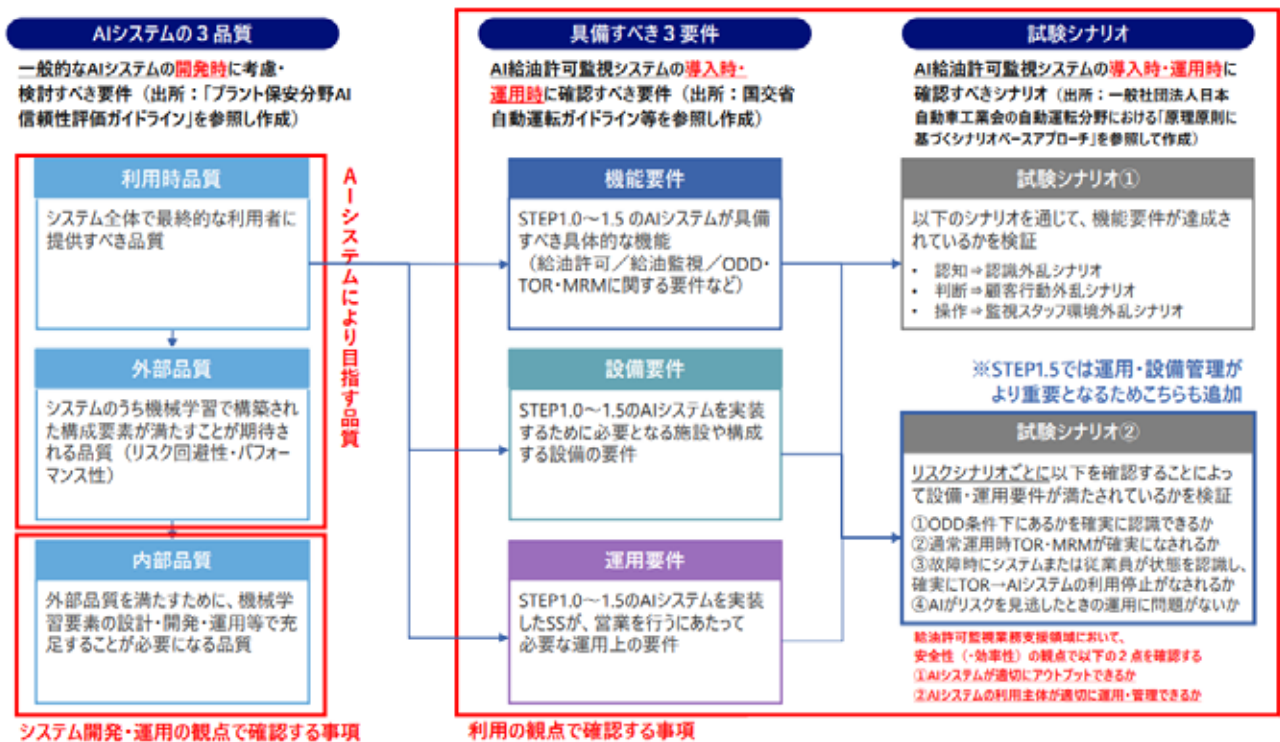


図3-1-1 本ガイドラインにおける3品質、3要件、試験シナリオの関係性

出所)各ガイドラインを参照し作成

なお、試験シナリオ と試験シナリオ の項目について、STEP 1.0 とSTEP 1.5 ごとの要否は以下に示した通りである(図 3-1-2)。試験シナリオ は AI システムのアウトプットの品質確認が中心であるため STEP 1.0 とSTEP 1.5 のいずれであっても必要であるが、試験シナリオ は AI システムの運用を中心に確認するものであるため、STEP 1.5 で AI システムを運用する場合にのみ検証が必要となる。

| 試験項目 | | 実装時 | |
|----------------|---|---------|---------|
| | | STEP1.0 | STEP1.5 |
| 仕組みの評価 【1】 | 1. 認識外乱シナリオ | 要 | 要 |
| | 2. 顧客行動外乱シナリオ | 要 | 要 |
| | 3. 運用に関する試験確認 | 要 | 要 |
| 構成要素の評価 【2】 | 1. ODD条件下にあるかを確実に認識できるか | 不要 | 要 |
| | 2. 通常運用時TOR・MRMが確実になされるか | 不要 | 要 |
| | 3. 故障時にシステムまたは従業員が状態を認識し、確実にTOR→AIシステムの利用停止がなされるか | 不要 | 要 |
| | 4. AIがリスクを見逃したときの運用に問題がないか：フィールドの定期監視 | 不要 | 要 |

図 3-1-2 試験シナリオ および試験シナリオ の各 STEP における検証の要否

これらの検証を踏まえ、条件付自動制御システムの実装時においては、試験シナリオ の認識外乱シナリオ、顧客行動外乱シナリオのみをシナリオによる試験として採用し、監視スタッフ環境外乱シナリオ及び運用に関する試験確認(試験シナリオ)は、機能要件・設備要件・運用要件を満たす仕様及び機能が備わっているか等を確認する「評価観点チェックリスト」としてその要素を整理・統合することとした。

3.2 第三者機関の試験確認

条件付自動制御システムを開発し、セルフ SS に導入しようとするメーカーは、**消防危 37 号通知第 5 項**に示される通り、条件付自動制御装置が告示第 4 条の 53 及び告示第 4 条の 54 に定める基準に適合するかどうかの判定については、第三者機関の試験確認等を活用することとなっている。

この第三者機関として、危険物保安技術協会(KHK)では、危規則、危告示、及び消防危 37 号通知に示された条件付自動制御装置を使用した監視システム(条件付自動制御システム)に求められる仕様及び機能が備わっているかを確認するとともに、条件付自動制御システムの運用及び管理体制が適切に構築されていることを確認するための試験確認業務を令和 8 年 4 月 1 日より開始しており、メーカーは同協会の試験確認を活用することができる。

なお、試験確認の流れは以下の図のとおりとなっている。申請者であるメーカーは、「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動制御装置を使用する監視システムの試験確認」に係る業務規程及び試験確認基準を確認した上で、申請書様式及び別紙 2～4「条件付自動制御システムの評価観点チェックリスト」等を整理した上で書類審査を受け、一部の項目については立会試験により確認を受けなければならない。書類審査と立会試験を踏まえて総合審査がされ、求められる仕様及び機能が備わっていることが認められた場合には、結果通知書が交付され、当該条件付自動制御システムを導入するセルフ SS には、「試験確認証明書」が交付される。

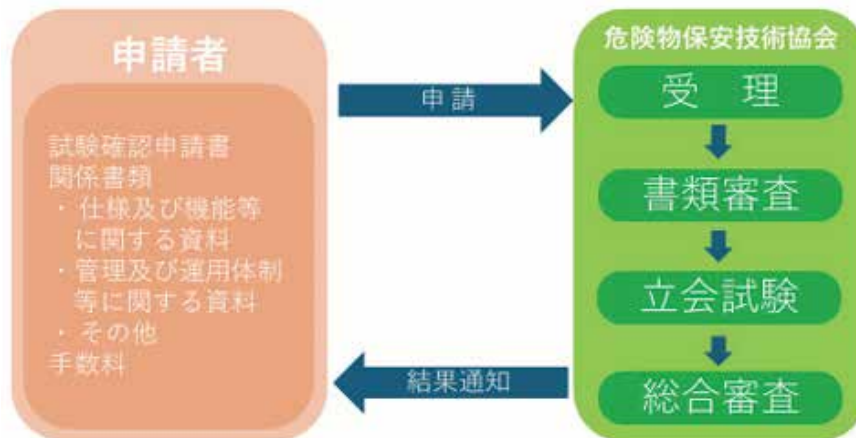


図 3-2-1 試験確認の流れ（出所：危険物保安技術協会（KHK）より）

なお、条件付自動制御システム認証後に仕様及び機能を変更する場合には、変更内容に応じて重変更、軽変更、又は軽微な変更の手続きが必要となり、必要に応じて立会いで確認を受ける。また、KHK は、認証した型式ごとに 1 年に 1 回の定期調査を実施し、条件付自動制御システムの仕様及び機能が維持されているかどうかを立会いで確認するとともに、管理及び運用体制等に問題がないことを各種記録により確認することとなっている。

3.3 評価観点チェックリスト

「評価観点チェックリスト」(別紙 2)は、条件付自動制御システム(以下「本システム」という。)が「顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所における条件付自動制御装置を使用する監視システムの試験確認」により、条件付自動制御システムが必要な各要件(機能要件・設備要件・運用要件等)を満たしているかを、本システムを提供するメーカー等(以下「申請者」という。)が自主的に確認するためのチェックリストである。

本チェックリストの各評価観点は、原則として申請者が条件付自動制御システムの仕様書・設計書・取扱説明書等の関連文書に基づき机上で確認することを想定しているが、各仕様や機能の実装は申請者が自主的に行った実機確認の結果に基づき確認する。具体的には、評価観点は以下の2つの確認の組み合わせで構成されている。

仕様規定の確認(机上確認)

当該要件が仕様書等の文書に規定・記載されているかを確認するもの。

(例:「カメラは停車枠周辺を捉えるように設置し、給油動作を適切に捉えるようにすることが仕様書等で指示されているか?」(省-1))

実装の確認(机上確認 + 必要に応じた実機確認)

仕様書等に規定された内容が、実際にシステムに実装され、機能しているかを確認するもの。
(例:「カメラは停車枠周辺を捉えるように設置されているか?」(省-2)、「条件付自動制御システムが記録したログの一部を確認し、記録内容に.....記録されることを確認する」(省-20))

なお、のうち、システムが要件通りに動作することを実機で確認する必要がある評価観点については、別紙 3「シナリオ試験方式の評価観点一覧(顧客行動外乱)」及び別紙 4「シナリオ試験方式の評価観点一覧(認識外乱)」に定めるシナリオ試験により、別途実機検証を行うこととなっている。

3.4 顧客行動外乱シナリオ

「顧客行動外乱シナリオ」(別紙 3)は、給油客が行う給油/注油動作に対して、条件付自動制御システムが安全性を正しく判断することができるかを検討するものであり、評価観点チェックリストの各項目のうち、実機での動作確認が必要な項目について、具体的な事象(顧客行動・故障・ODD 逸脱等)を想定したシナリオを用いて実機試験を行う。本試験シナリオに係る外乱要因の要素抽出およびシナリオの選定、検証の観点等については本項では説明を省略する。詳細は参考資料 3 及び KHK 申請書様式別紙 3 を参照されたい。

| 機能要件 | | 試験シナリオ | | | 関連するシステムの動作 | | |
|-----------------|--------------|------------|--|----|-------------|------|---------|
| 常時監視・前提となる機能/対応 | 環境条件(ODD)の認識 | 試験シナリオ 1 | 予め設定した使用条件(ODD)下でのみ、条件付自動制御装置が自動で給油/注油許可監視業務を行うこと(自動給油/注油許可監視機能) | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 交代要求(TOR) | 試験シナリオ 2 | 条件付自動制御装置の使用条件(ODD)を逸脱した場合において、係員が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、交代要求(TOR)する機能(音声又は警報音及び制御機器の映像面への表示により、その旨を係員に報知する機能)を備えること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | | 試験シナリオ 3 | 条件付自動制御システムに障害・故障が発生した場合において、係員が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、交代要求(TOR)する機能(音声又は警報音及び制御機器の映像面への表示により、その旨を係員に報知する機能)を備えること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 故障・障害時対応 | 試験シナリオ 4 | 故障・障害時の条件付自動制御システムの利用停止 条件付自動制御システムに障害・故障が発生した場合において、障害・故障が発生したことを検知することができ、条件付自動制御装置が利用できない状態となる機能を備えること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | AIシステムの作動 | 試験シナリオ 5 | 条件付自動制御システムの作動及び情報提供型AIシステム/条件付自動制御の運用切替 条件付自動制御装置の作動及び情報提供型AIシステム(1BSTEP1.0)/条件付自動制御(1BSTEP1.5)機能の運用切替は、係員の意思により手動で行うことができる機能を備えること(なお、作動や運用切替を自動で行うものであっても差し支えないが、手動で実施できる機能も具備すること) | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | | 試験シナリオ 6 | 給油/注油の自動停止、自動給油/注油許可機能の停止、及び、再開の仕組み(MRM時) 係員が給油/注油許可監視業務の交代要求(TOR)に対応できない状態が続いたとき、当該レーンの給油/注油を安全に自動停止させる機能を具備すること。また、当該レーン以外のレーンについては、給油/注油許可前のレーンは条件付自動制御装置の自動給油/注油許可機能を自動停止し、給油中/注油中レーンは条件付自動制御装置による監視を継続して給油/注油終了後に条件付自動制御装置の自動給油/注油許可機能を自動停止する機能を具備すること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| 給油/注油動作 | ノズル挿入の検知 | 試験シナリオ 7-1 | ノズル挿入前のレバー誤操作、ノズル挿入誤操作 ノズルを固定給油設備から外した後、給油口に挿入する前にレバーを握り、燃料が出ないことを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | | 試験シナリオ 7-2 | ノズル脱落 給油開始後、燃料注入中にノズルが脱落した場合、直ちに係員に対し交代要求(TOR)が行われ、係員が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 人離れの検知 | 試験シナリオ 8 | ノズル抜き忘れ、ノズル脱落 ノズルが車輦に挿入された状態で、給油者が車輦周辺から離れた場合、直ちに係員に対し交代要求(TOR)が行われ、係員が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 複数人給油 | 試験シナリオ 9 | 複数人での給油/ノズル引き抜き 複数人が確認される場合に給油許可がされないこと、また、給油許可後に車輦周辺に複数人検知された場合、警告発報が行われ、係員が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| 常時監視 | 火気の検知 | 試験シナリオ 10 | 火気又は火気を扱おうとする動作の検知 火気又は火気を扱おうとする動作を検知した場合には、係員に対し交代要求(TOR)を行うこと(給油/注油の一時停止は火気の状態等に応じて係員が行う) | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 火災の検知 | 試験シナリオ 11 | 火災の検知 給油レーン及び注油レーン周辺における火災の発生を常時検知できること。また、火災を検知した場合には、係員に対し交代要求(TOR)を行い、自動で当該レーンの給油/注油停止を行うこと(給油/注油の一時停止は火気の状態等に応じて係員が手動で行う) | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| 給油/注油動作 | ノズル挿入の検知 | 試験シナリオ 12 | ノズルを戻す際のレバー誤操作、継ぎ足し給油 給油許可後にノズルを給油口から引き抜いた場合、給油終了を判断しレバーを握っても燃料が供給されないことを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 携行缶・ポリ缶の検知 | 試験シナリオ 13 | 顧客自身による携行缶給油 給油レーン周辺に携行缶・ポリ缶を検知した場合、給油許可が行われずに交代要求(TOR)されること、また給油許可後であれば係員に対し交代要求(TOR)と緊急自動停止が行われることを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |

図 3-4-1 顧客行動外乱シナリオ一覧

試験シナリオ 1(使用条件(ODD)の認識)

AI システムは、あらかじめ設定された使用条件(ODD)の範囲内にあるかどうかを常時認識し、当該条件の範囲内にある場合に限って、自動で給油/注油許可監視業務を実施するものであることを確認する。(ただし、使用条件(ODD)をシステムが自動認識できない場合においては、係員が認識できる体制を確立することを仕様書に定めていることを確認する。)

試験シナリオ 2(交代要求(TOR) / ODD 逸脱時)

設定された使用条件(ODD)の範囲を逸脱した場合において、係員が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、音声、警報音、表示等により交代要求(TOR)を行う機能を備えることを確認する。(ただし、使用条件(ODD)をシステムが自動認識できない場合においては、係員が認識できる体制を確立することを仕様書に定めていることを確認する。)

試験シナリオ 3(交代要求(TOR) / 障害・故障時)

AI システムを構成する機器の故障やシステム障害、通信障害等が発生するなどして、システムが正常に機能しない場合において、係員が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、音声、警報音、表示等により交代要求(TOR)を行う機能を備えることを確認する。(ただし、障害又は故障をシステムが自動認識できない場合においては、係員が認識できる体制を確立することを仕様書に定めていることを確認する。)

試験シナリオ 4(故障・障害時対応)

AI システムを構成する機器の故障やシステム障害、通信障害等が発生するなどして、システムが正常に機能しない場合において、その異常を検知し、AI システムの利用停止を適切に行うことができることを確認する。なお、障害・故障の認識方法は個別の方式を問わないが、異常時に継続使用されないことを前提とする。

試験シナリオ 5(AIシステムの作動及び運用切替)

条件付自動制御装置の作動、並びに情報提供型 AI システム(STEP1.0)と条件付自動制御(STEP1.5)との運用切替について、係員の意思により手動で行うことができる機能を備えることを確認する。なお、自動で作動又は切替を行う設計であっても、手動で実施できる機能を備えていることを確認する。

試験シナリオ 6(給油/注油の自動停止、自動給油/注油許可機能の停止、再開の仕組み)

給油/注油の自動停止、自動給油/注油許可機能の停止、及び安全確認後の再開を適切に

行うための仕組みを備えることを確認する。特に、最小リスク状態(MRM)への移行時においても、係員が必要な停止又は再開操作を手動で実施できることを確認する。最小リスク状態(MRM)においては、当該レーンの給油/注油を安全に自動停止するか、また、当該レーン以外のレーンについては、給油/注油許可前のレーンは AI システムの自動給油/注油許可機能を自動停止し、給油中/注油中レーンは AI システムによる監視を継続して給油/注油終了後に AI システムの自動給油/注油許可機能を自動停止するかを確認する。

試験シナリオ7 - 1(ノズル挿入前のレバー誤操作等)

本試験シナリオでは、給油/注油許可前において、ノズルを固定給油設備から外した後、給油口/注油口に挿入する前にレバーを握った場合であっても、燃料が吐出されないことを確認する。あわせて、再挿入時等の誤操作に対しても不要な燃料吐出が防止されることを確認する。なお、ポンプの停止や燃料供給弁の閉鎖等、燃料の吐出防止を実現するための方法の如何は問わない。

試験シナリオ7 - 2(ノズル脱落)

本試験シナリオでは、給油/注油開始後、燃料注入中にノズルが脱落した場合、直ちに係員に対して交代要求(TOR)が行われることを確認する。さらに、係員が対応できない場合には、当該レーンの給油/注油が自動停止されることを確認する。

試験シナリオ8(人離れの検知)

本試験シナリオでは、ノズルを車両に挿入した状態で、給油者が車両周辺から離れた場合、直ちに係員に対して交代要求(TOR)が行われることを確認する。さらに、係員が対応できない場合には、当該レーンの給油/注油が自動停止されることを確認する。

試験シナリオ9(複数人給油)

本試験シナリオでは、複数人が確認される場合には給油/注油許可が行われないことを確認する。また、給油/注油許可後に車両周辺で複数人が確認された場合には、警告発報又は係員への通知が行われ、係員が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止されることを確認する。(なお、本シナリオにおいて、複数人で給油することが直ちに事故等の直接要因とはならないが、子どもとの給油によるリスクを対象としたものであることに留意されたい。)

試験シナリオ10(火気の検知)

本試験シナリオでは、火気又は火気を扱おうとする動作を検知した場合、係員に対して直ちに交代要求(TOR)が行われることを確認する。

試験シナリオ 11(火災の検知)

本試験シナリオでは、給油レーン又は注油レーン周辺における火災の発生を検知できることを確認する。また、火災を検知した場合には、係員に対して交代要求(TOR)を行うとともに、当該レーンの給油/注油が自動停止されることを確認する。

試験シナリオ 12(ノズルを戻す際のレバー誤操作への対応)

本試験シナリオでは、給油/注油許可後にノズルを給油口/注油口から引き抜いた場合、システムが給油/注油終了を適切に判断し、その後にレバーが操作されても燃料が供給されないことを確認する。これにより、ノズルを戻す際の誤操作による不要な吐出が防止されることを確認する。

また、以下の2つの状態が検知された時点で当該レーンの給油を緊急自動停止し、係員にTOR発報することを確認する。

- AIシステムにより「車両へのノズル挿入の検知時、ノズルが給油口から外れていることが検知された状態(ノズル外れ)」
- SSC・計量機側のシステムにより、「ノズルレバーが操作されていることが検知された状態(計量機からの吐出量の変化による判断でも可)」

試験シナリオ13(携行缶・ポリ缶の検知)

本試験シナリオでは、給油レーン周辺で携行缶又はポリ缶を検知した場合、給油/注油許可が行われず、係員に対して交代要求(TOR)又は警告発報が行われることを確認する。また、給油/注油許可後に検知した場合には、係員への通知に加え、当該レーンの給油/注油が自動停止されることを確認する。

3.5 認識外乱シナリオ

「認識外乱シナリオ」(別紙 4)は、主に監視カメラが対象物を認識する状況において、認識性能に影響を与える(以下、認識外乱という)要素を検討するものであり、評価観点チェックリストの各項目のうち、監視カメラが対象物を正しく認識できているか、実機による動作確認を実施する。詳細は参考資料 3 及び KHK 申請書様式別紙 4 を参照されたい。

参考資料 3.1.(1)～(3)で定めたシナリオにおいて、一部の給油シナリオや要素については実業務で発生するケースは稀である(AIの精度100%の実現が困難である中、実ビジネスにおいて稀なケースに対応するためにどこまで投資するかという課題が発生する)。そのため、本ガイドラインでは、試験の発生頻度を基に、利用条件や導入環境に依らず必須で検証すべき試験シナリオと、利用条件や導入環境に応じて検証すべき試験シナリオを定義した。

さらに、試験シナリオ案を要素毎に分解し、試験ケースとして設定することで、検証・評価可能な状態とした。このとき、要素が組み合わさることにより発生する新たな影響を加味し、「要素単一試験シナリオ」と「要素複合試験シナリオ」に分解し、検証を行う方針とした。

| | 単独ケース | + | 複合ケース |
|----------|--|---|---|
| 目的 | カメラ・センサにおける認識精度を低下させる要素毎のAI検知精度への影響を確認する。 | | カメラ・センサにおける認識精度を低下させる要素単一ではAIの精度劣化に繋がらないが、要素を組み合わせることによりAIの精度を劣化させる外乱要因に対するAI検知精度への影響を確認する。 |
| シナリオ選定方針 | カメラ・センサにおける認識精度を低下させる原理と、それを引き起こす認識外乱要因に基づいてシナリオを生成する。 要素についてはSSの現場担当者及び有識者の意見をもとに決定する。 | | カメラ・センサにおける認識精度を低下させる要素を組合せた場合のAIの検知精度を確認する。 組合せについてはAI有識者の意見をもとに決定する。 |
| シナリオ例 | <ul style="list-style-type: none"> 給油対象車両の形状、カラーのバリエーション 天候・時間帯のバリエーション など | | <ul style="list-style-type: none"> 夜間かつ黒系の車両カラー 積雪かつ白系の車両カラー など |

図 3-5-1 試験シナリオの体系

(1) 試験シナリオ一覧

試験シナリオを以下の通り定義する。

a. 単独シナリオ

| 検知対象物 | 試験シナリオ | 関連するシステムの動作 |
|-------|--|--------------------------------------|
| 車両 | 試験シナリオ 1 AIが給油エリア（給油レーン）内の車両（ 乗用車 ）を認識し、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 2 AIが給油エリア（給油レーン）内の車両（ 大型車 ）を認識し、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 3 AIが給油エリア（給油レーン）内の車両（ 自動二輪車 ）を認識し、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 4 AIが給油エリア（給油レーン）内の車両（ 自動三輪車 ）を認識し、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| 容器 | 試験シナリオ 5 AIが給油エリア（給油レーン）内の 携行缶 を認識し、TORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 6 AIが給油エリア（給油レーン）内の ポリ容器 を認識し、TORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| 人数 | 試験シナリオ 7 AIが給油エリア（給油レーン）内の 人数 を認識し、2名以上である場合にTORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| 天候 | 試験シナリオ 8 路面や車両のガラス等に太陽光が反射している条件下 において、AIがTOR又は給油許可を行うことを確認する。 | 推奨 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 9 特定の天候条件下（ 晴天 ）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 10 特定の天候条件下（ 曇り ）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 11 特定の天候条件下（ 雨/雪 ）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 12 特定の天候条件下（ 雪/霧等の特殊気象条件 ）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において給油許可を自動で行うことを確認する。 | 推奨 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| 火気 | 試験シナリオ 13-1 AIが給油エリア（給油レーン）内の 火気（事業者が定義した微小火源） を認識し、TORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 13-2 AIが給油エリア（給油レーン）内の 火気を扱おうとする動作（事業者が定義した火気を扱おうとする動作） を認識した際、TORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| 火災 | 試験シナリオ 14 AIが給油エリア（給油レーン）内の 火災（炎、ペーパー引火等） を認識し、自動で給油停止することを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| ノズル挿入 | 試験シナリオ 15-1 AIが給油エリア（給油レーン）内の 給油ノズル を認識し、 給油ノズルが車両の給油口に挿入されている場合 において、自動で給油許可することを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 15-2 AIが給油エリア（給油レーン）内の 給油ノズル を認識し、 給油許可後（給油中）に給油ノズルが車両の給油口に挿入されていない場合 において、TORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| 遮蔽 | 試験シナリオ 16 検知対象物が遮蔽される場合 において、TORすることを確認する。 | 必須 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 17 車両が停車枠外に停止する等により、 監視カメラの撮影エリアから検知対象物がはみ出る場合 において、TORすることを確認する。 | 推奨 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |
| | 試験シナリオ 18 車両のガラス等にノズルや携行缶、ヒト等が映り込んでいる状況下 において、AIが検知対象物を認識できない場合はTORすることを確認する。 | 推奨 許可/不許可 警告 発報 給油 停止 |

図 3-5-2-1 認識外乱シナリオにおける試験シナリオ一覧（給油）

| 検知対象物 | 試験シナリオ | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 | |
|-------|---------------|---|------------|------------|----------|----------|
| 天候 | 試験シナリオ 1 | 特定の天候条件下（晴天）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において注油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| | 試験シナリオ 2 | 特定の天候条件下（曇り）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において注油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| | 試験シナリオ 3 | 特定の天候条件下（雨/雪）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において注油許可を自動で行うことを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| | 試験シナリオ 4 | 特定の天候条件下（雪/霧等の特殊気象条件）において、予め設定した環境条件等を満たす場合において注油許可を自動で行うことを確認する。 | 推奨 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| 火気 | 試験シナリオ 5-1 | AIが注油エリア（注油レーン）内の火気（事業者が定義した微小火源）を認識し、TORすることを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| | 試験シナリオ 5-2 | AIが注油エリア（注油レーン）内の火気を扱おうとする動作（事業者が定義した火気を扱おうとする動作）を認識した際、TORすることを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| 火災 | 試験シナリオ 6 | AIが注油エリア（注油レーン）内の火災（炎、ペーパー引火等）を認識し、自動で注油停止することを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| ノズル挿入 | 試験シナリオ 7-1 | AIが注油エリア（注油レーン）内の注油ノズルを認識し、注油ノズルがポリ容器の注油口に挿入されている場合において、自動で注油許可することを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| | 試験シナリオ 7-2 | AIが注油エリア（注油レーン）内の注油ノズルを認識し、注油許可後（注油中）に注油ノズルがポリ容器の注油口に挿入されていない場合において、TORすることを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |
| 遮蔽 | 試験シナリオ 8 | 検知対象物が遮蔽される場合において、TORすることを確認する。 | 必須 | 許可 /不許可 | 警告 発報 | 注油 停止 |

図 3-5-2-2 認識外乱シナリオにおける試験シナリオ一覧（注油）

b. 複合シナリオ

(ア) 複合シナリオの設定方針

複合シナリオの設定方針は以下の通りである。

- 複合シナリオは 2 要素間の組合せケースとする。3 要素以上の組み合わせは、発生頻度が稀であることから検討対象外とし、運用フェーズの中で必要性を検証のうえ試験是非の見直しを実施する。
- 2 要素間の組合せケースにおいて、発生頻度が稀な状況、又は認識精度への影響が限定的であるケースは試験対象外とする。

| | SS構造 | 空間 | 路面状態 | 車両 | 停車位置 | ヒト | 携行缶 /ポリ容器 | 火気 |
|--------------|------|-------------|-------------|---------------|-------------|----|--------------|----|
| SS構造 | | - | - | - | - | - | - | - |
| 空間 | | | - | - | - | - | - | - |
| 路面状態 | | | | - | - | - | - | - |
| 車両 | | 複合 シナリオ1 | 複合 シナリオ2 | | - | - | - | - |
| 停車位置 | | | | | | - | - | - |
| ヒト | | 複合 シナリオ1 | 複合 シナリオ2 | | 複合 シナリオ6 | | - | - |
| 携行缶 /ポリ容器 | | 複合 シナリオ1 | | 複合 シナリオ4,5 | | | | - |
| 火気 | | | 複合 シナリオ3 | | | | | |

図 3-5-3 複合シナリオ一覧

(イ) 複合シナリオの組合せ方針

元売各社の実証実験結果をもとに実際のSSで発生するであろう条件を試験対象とし、発生頻度が稀な状況、又は認識精度への影響が限定的であるシナリオは試験対象外とする。各要素の組合せと複合シナリオへの取り込み要否を以下に纏める。

| 「SS構造」 | | |
|-----------------|--|-----------------------|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| SS構造 × 空間 | 天候が「晴れ」で太陽光等が反射しており、カメラの認識精度に影響を及ぼしている状態での検証 | 不要 「SS構造」単独シナリオに包含される |
| SS構造 × 路面状態 | 計量機等に太陽光等が反射しており、カメラの認識精度に影響を及ぼしている状態での検証 | 不要 当該事象は稀であるため対象外とする。 |
| SS構造 × 車両 | 車両に太陽光等が反射してしており、カメラの認識精度に影響を及ぼしている状態での検証 | 不要 「SS構造」単独シナリオに包含される |
| SS構造 × 停車位置 | 停車枠内に停止した結果、車両のボディに停車枠が反射しており、誤検知の可能性のある状態での検証 | 不要 「SS構造」単独シナリオに包含される |
| SS構造 × ヒト | 車両のボディ等にヒトの姿が反射し、誤検知の可能性のある状態での検証 | 不要 「SS構造」単独シナリオに包含される |
| SS構造 × 携行缶/ポリ容器 | 携行缶/ポリ容器が車両のボディ等に反射しており、誤検知の可能性のある状態での検証 | 不要 当該事象は稀であるため対象外とする。 |
| SS構造 × 火気 | 太陽光等が車両のボディ等に反射し、火気と誤検知するような状態での検証 | 不要 当該事象は稀であるため対象外とする。 |

| 「空間」 | | |
|---------------|--|--|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| 空間 × 路面状態 | 給油レーン内の水溜りに太陽光が反射しており、カメラの認識精度に影響を及ぼしている状態での検証 | 不要 「空間」単独シナリオに包含される |
| 空間 × 車両 | 「夜間」において、ボディカラーが「黒系」の車両が来店し、給油者は「黒系」の服装である状態での検証 | 要 複合シナリオ1 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う |
| 空間 × 停車位置 | 「夜間」に停車枠外に停車した状態での検証 | 不要 「天候」「時間帯」と車両の「停車位置」の依存関係はないため対象外とする。 |
| 空間 × ヒト | 「夜間」において、ボディカラーが「黒系」の車両が来店し、給油者は「黒系」の服装である状態での検証 | 要 複合シナリオ1 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 空間 × 携行缶/ポリ容器 | 「夜間」かつ「雨」の状態において、携行缶/ポリ容器に給油するケースの検証 | 要 複合シナリオ1 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 空間 × 火気 | 「日中」かつ「晴れ」の輝度が高い状態において、火気が発生するケースの検証 | 不要 「火気」単独シナリオで検証予定 |

| 「路面状態」 | | |
|-----------------|--|--|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| 路面状態 × 車両 | 積雪により路面が「白」となっている状態において、ボディカラーが「白系」の車両が給油を行う状態での検証 | 要 複合シナリオ2 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 路面状態 × 停車位置 | 積雪しており、停車枠外に停車した状態での検証 | 不要 認識精度への影響は限定的であるため対象外とする。 |
| 路面状態 × ヒト | 積雪により路面が「白」となっている状態において、給油者が「白系」の服装である状態での検証 | 要 複合シナリオ2 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 路面状態 × 携行缶/ポリ容器 | 給油レーン内の水溜りに携行缶が反射している状態での検証 | 不要 認識精度への影響は限定的であるため対象外とする。 |
| 路面状態 × 火気 | 夏場等の路面温度が高湿となっている状態での検証 | 要 複合シナリオ3 センサーを用いて火気検知を行う場合に当該ケースは影響が発生するため検証を行う。 |

| 「車両」 | | |
|---------------|--------------------------------------|--|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| 車両 × 停車位置 | バスなどの大型車両が停車枠をはみ出した結果、カメラに映らない状態での検証 | 不要 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 車両 × ヒト | 乗用車などから複数名降車した状態での検証 | 不要 「ヒト」単独シナリオで検証予定 |
| 車両 × 携行缶/ポリ容器 | ピックアップトラックの荷台に携行缶（又はポリ容器）を積載した状態での検証 | 要 複合シナリオ4.5 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 車両 × 火気 | オープンカーの助手席等で喫煙している状態での検証 | 不要 当該事象は稀であるため対象外とする。 |

| 「停車位置」 | | |
|-----------------|--|--|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| 停車位置 × ヒト | 停車枠外に停止したため、給油者や同乗者、車両の給油口およびノズル等がカメラに映らない状態での検証 | 要 複合シナリオ6 要素の組合せによりカメラの認識精度に影響を及ぼすため複合シナリオとして検証を行う。 |
| 停車位置 × 携行缶/ポリ容器 | 車両の荷台に携行缶を積載した状態での検証 | 不要 「車両」と「ヒト」の複合シナリオで検証予定 |
| 停車位置 × 火気 | 停車枠外に停止したため、車両の延焼部がカメラに映らない状態での検証 | 不要 「停車位置」と「火気」の依存関係はないため対象外とする。 |

| 「ヒト」 | | |
|---------------|----------------------|--------------------------|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| ヒト × 携行缶/ポリ容器 | 同乗者が携行缶を持っている状態での検証 | 不要 「携行缶/ポリ容器」単独シナリオで検証予定 |
| ヒト × 火気 | 同乗者が降車し、喫煙している状態での検証 | 不要 「火気」単独シナリオで検証予定 |

| 「携行缶/ポリ容器」 | | |
|---------------|------------------------|--------------------|
| 要素の組み合わせ | 試験シナリオ例 | 複合シナリオへの取り込み要否 |
| 携行缶/ポリ容器 × 火気 | 喫煙しながら携行缶に給油している状態での検証 | 不要 「火気」単独シナリオで検証予定 |

図 3-5-4 認識外乱シナリオ・複合シナリオ：2 要素間の組合せ一覧

(ウ) 複合シナリオ一覧

複合シナリオを以下の通り定義する。

| | | |
|------------------------|---|--|
| <p>複合シナリオ 1</p> | <p>視認性が悪い環境下でのAI認識精度を確認する。</p> | |
| <p>試験目的</p> | <p>視認性が悪い環境下において、AIが検知対象物を認識できない場合はTOR（交代要求）することを確認する。</p> | |
| <p>シナリオ条件 (必須)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> 給油顧客の属性（服装） 車両の色 | <p>シナリオ条件 (任意)</p> <ul style="list-style-type: none"> 給油顧客の属性（性別、身長等） 給油する油種 監視カメラの設置位置 |
| <p>検証観点</p> | <p>映像が不鮮明となる場合において、従業員に対しTOR（交代要求）を行うか？</p> | |
| <p>試験シナリオ</p> | <ul style="list-style-type: none"> 必須 「夜間」において、ボディカラーが「黒系」の車両が来店し、給油者は「黒系」の服装である状態での給油を行う。 必須 「夜間」かつ「雨」の状態において、携行缶/ポリ容器に給油する。 | |
| <p>複合シナリオ 2</p> | <p>AIの認識精度が劣化するであろう環境下でのAI認識精度を確認する。</p> | |
| <p>試験目的</p> | <p>検知対象物が同色である場合において、AIが検知対象物を認識できない場合はTOR（交代要求）することを確認する。</p> | |
| <p>シナリオ条件 (必須)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> 給油顧客の属性（服装） 車両の色 路面状態 | <p>シナリオ条件 (任意)</p> <ul style="list-style-type: none"> 給油顧客の属性（性別、身長等） 給油する油種 監視カメラの設置位置 |
| <p>検証観点</p> | <p>映像が不鮮明となる場合において、従業員に対しTOR（交代要求）を行うか？</p> | |
| <p>試験シナリオ</p> | <ul style="list-style-type: none"> 必須 降雨により路面が「濃灰」となっている状態において、ボディカラーが「灰系」の車両が来店し、「灰系」の服装である給油者が給油を行う。 推奨 積雪により路面が「白」となっている状態において、ボディカラーが「白系」の車両が来店し、「白系」の服装である給油者が給油を行う。 | |

| | | |
|------------------------|--|--------------------|
| 複合 シナリオ 3 | 季節性により、AIが誤認識するであろう給油/注油ケースでのAI認識精度を確認する。 | |
| 試験目的 | 季節性によりAIシステムが誤認識する可能性がある環境条件下において、AIが検知対象物を認識できずTORすることを確認する。 | |
| シナリオ 条件 (必須) | <ul style="list-style-type: none"> 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 路面状態 ・ 天候 | シナリオ 条件 (任意) |
| 検証観点 | 映像が不鮮明となる場合において、従業員に対しTOR（交代要求）を行うか？ | |
| 試験 シナリオ | <ul style="list-style-type: none"> 必須 夏場等で路面温度、または車両ボディが高温となっている状態で給油を行う。 必須 夏場等で路面温度、または車両ボディが高温となっている状態で注油を行う。 | |

| | | |
|------------------------|---|--------------------|
| 複合 シナリオ 4 | 給油対象車両により、AIが誤認識するであろう給油ケースでのAI認識精度を確認する。 | |
| 試験目的 | 給油対象車両によりAIが誤認識する可能性がある車両において、AIが検知対象物を認識できない場合はTOR（交代要求）することを確認する。 | |
| シナリオ 条件 (必須) | <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 車両のボディタイプ、ボディカラー | シナリオ 条件 (任意) |
| 検証観点 | 映像が不鮮明となる場合において、従業員に対し交代要求(TOR)を行うか？ | |
| 試験 シナリオ | <ul style="list-style-type: none"> 推奨 郵便車両（自動二輪）や荷入れが赤色の車両（自動二輪）が給油を行う。 （郵便車両の荷入れを携行缶/ポリ容器と誤検知する可能性を検証） | |

| | | | | |
|--|---|--|-----------------------------|---|
| <p>複合 シナリオ 5</p> | <p>カメラの死角（カメラから捉えることができない領域）等が発生し、認識精度が劣化するであろう環境下でのAI認識精度を確認する。</p> | | | |
| <p>試験目的</p> | <p>AIが給油エリア（給油レーン）内の車両の荷台に積載する携行缶を認識し、TORすることを確認する。</p> | | | |
| <p>シナリオ 条件 (必須)</p> | <table border="0"> <tr> <td data-bbox="319 459 790 560"> <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 携行缶/ポリ容器 </td> <td data-bbox="805 459 933 560"> <p>シナリオ 条件 (任意)</p> </td> <td data-bbox="949 459 1412 560"> <ul style="list-style-type: none"> ● 給油顧客の属性（性別、身長等） ● 給油する油種 ● 監視カメラの設置位置 </td> </tr> </table> | <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 携行缶/ポリ容器 | <p>シナリオ 条件 (任意)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 給油顧客の属性（性別、身長等） ● 給油する油種 ● 監視カメラの設置位置 |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 携行缶/ポリ容器 | <p>シナリオ 条件 (任意)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 給油顧客の属性（性別、身長等） ● 給油する油種 ● 監視カメラの設置位置 | | |
| <p>検証観点</p> | <p>検知対象物が検知できない条件下において、従業者に対し交代要求(TOR)を行うか？</p> | | | |
| <p>試験 シナリオ</p> | <p>必須 車両に容器を積載した状態で停車し、認識対象物の一部（携行缶・ポリ容器等）がカメラに映らない状態（映像が見切れてしまう状態）で給油を行う。</p> | | | |
| <p>複合 シナリオ 6</p> | <p>カメラの死角（カメラから捉えることができない領域）等が発生し、認識精度が劣化するであろう環境下でのAI認識精度を確認する。</p> | | | |
| <p>試験目的</p> | <p>車両が停車枠外に停止する等により、監視カメラの撮影エリアから検知対象物がはみ出る場合において、TORすることを確認する。</p> | | | |
| <p>シナリオ 条件 (必須)</p> | <table border="0"> <tr> <td data-bbox="319 1220 790 1321"> <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 停車位置 </td> <td data-bbox="805 1220 933 1321"> <p>シナリオ 条件 (任意)</p> </td> <td data-bbox="949 1220 1412 1321"> <ul style="list-style-type: none"> ● 給油顧客の属性（性別、身長等） ● 給油する油種 ● 監視カメラの設置位置 </td> </tr> </table> | <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 停車位置 | <p>シナリオ 条件 (任意)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 給油顧客の属性（性別、身長等） ● 給油する油種 ● 監視カメラの設置位置 |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 以下要素について試験を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 停車位置 | <p>シナリオ 条件 (任意)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 給油顧客の属性（性別、身長等） ● 給油する油種 ● 監視カメラの設置位置 | | |
| <p>検証観点</p> | <p>検知対象物が検知できない条件下において、従業者に対し交代要求(TOR)を行うか？</p> | | | |
| <p>試験 シナリオ</p> | <p>推奨 ノズルや給油口/注油口等をAI用のカメラが捉えることができない位置に車両が停車し、認識対象物の一部（給油口/注油口やノズル等）がカメラに映らない状態（映像が見切れてしまう状態）で給油/注油を行う。</p> | | | |

図 3-5-5 認識外乱シナリオ・複合シナリオ一覧（複合シナリオ 1～6）

4 参考文献

「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン 第 2 版」.石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議.2021 年 3 月.

URL:

<https://www.meti.go.jp/press/2020/03/20210330002/20210330002.html>

「機械学習品質マネジメントガイドライン 第 2 版」.産業技術総合研究所.2021 年 7 月.

URL:<https://www.digiarc.aist.go.jp/publication/aigq/AIQM-Guideline-2.1.0.pdf>

「オーナーカー自動運転の安全性評価の取り組み」.(未来を変える自動運転ショーケース / 社会受容性シンポジウム).一般社団法人日本自動車工業会自動車部会 横山利夫.2021 年 3 月.

URL:

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/Automated-driving/jikoukai.pdf

自動運転の安全性評価フレームワーク v1.0.一般社団法人日本自動車工業会 AD 安全性評価分科会.2020 年 10 月.

URL:

https://www.jama.or.jp/safe/automated_driving/pdf/framework.pdf

「自動走行の実現及び普及に向けた取組報告と方針」Version 5.0.

一般社団法人日本自動車工業会 自動走行ビジネス検討会.2021 年 4 月.

URL:

https://www.meti.go.jp/shingikAI/mono_info_service/jido_soko/pdf/20210430_02.pdf

「参考資料 3 - 2 セルフ SS における AI 等による給油/注油許可監視支援についての実証実験結果報告書」

消防庁 危険物施設におけるスマート保安等に係る調査検討会.2023 年 3 月.

Human Error. J. Reason. Cambridge University Press. Cambridge. 1990.

Torino Impact Hazard Scale. Center for Near Earth Object Studies.
NASA.

URL: https://cneos.jpl.nasa.gov/sentry/torino_scale.html

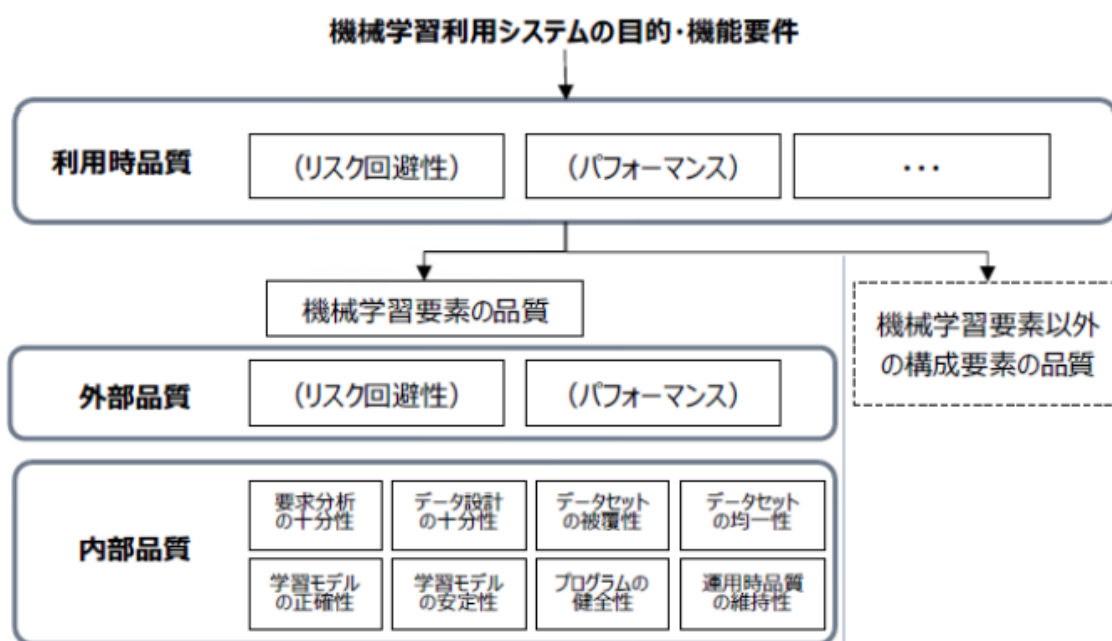
參考資料



参考資料 1：機械学習の信頼性評価の構造

本ガイドラインでは、石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン 第 2 版」及び同ガイドラインが参照している、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 2 版」における品質確保の構造を用いて、AI システムの信頼性評価を行う。

品質確保の階層構造について、その概略を(参考)図 1-1 に示す。まず、AI システム全体を通して実現したい内容(= 利用時品質)を定義し、それを満たすために必要な機械学習要素の性能と達成レベル(= 外部品質)を設定した。そして、その達成レベルに応じた要求事項に基づいて、機械学習要素(= 内部品質)を作り込むことを想定している。本ガイドラインは、給油/注油許可監視システムの品質確保に向けた各品質について、上記の流れでその定義付けを実施した。



(参考) 図 1-1 機械学習利用システムの信頼性評価における 3 段階の品質の関係

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」(2021 年 3 月)

1. 利用時品質及び外部品質における評価軸

本ガイドラインでは、利用時品質・外部品質における各品質分類を「軸」と称し、「リスク回避性」と「パフォーマンス」の 2 軸を設定している。また、外部品質については、「リスク回避性」と「パフォーマンス」のそれぞれについて、要求事項の強弱に応じた「レベル」を定義しており、外部品質のレベルに応じて、第 5 節の「内部品質」における要求事項のレベルが決定する構造となっている。

なお、「リスク回避性」と「パフォーマンス」の双方が同一のシステム上で要求されることもあり

得る。このような場合は、「リスク回避性」と「パフォーマンス」の最適なバランスを定めることが必要である。

(1) リスク回避性

「リスク回避性」とは、「機械学習要素が望ましくない判断動作を行うことを抑制し、システムを用いたサービス提供者・システムにより提供されるサービスの利用者または第三者などに人的被害や経済損失・機会損失などの悪影響を及ぼすリスクを低減する品質特性」を指す。

(2) パフォーマンス

「パフォーマンス」とは、システムの有用性を意味し、業務等の生産性・効率性の向上に資する品質特性を指す。具体的には、システムの利用者が期待する成果を高い精度・確率で出力する品質を指し、「個別の誤判断による悪影響が大きな問題にならない出力では、個々の出力の是非よりも、平均的な性能の高さが要求されることに着目している⁸」。

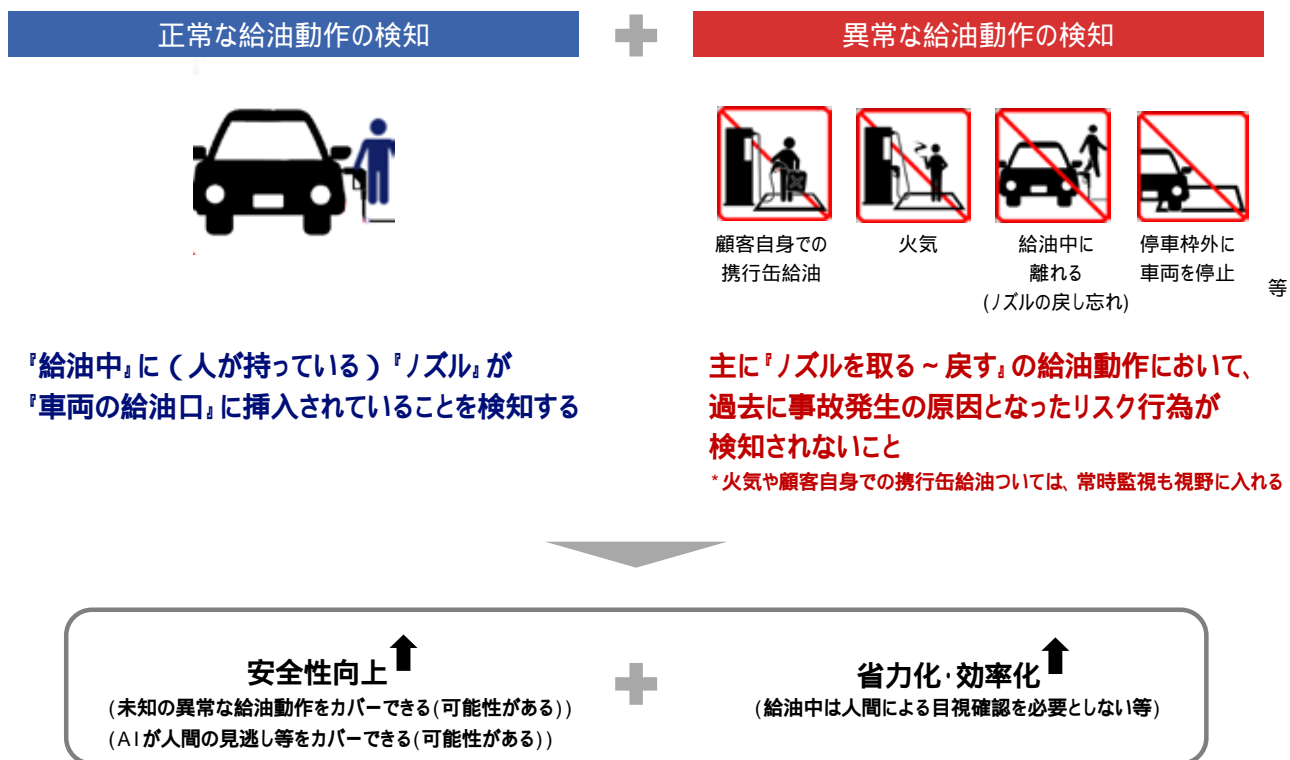
2. 利用時品質

利用時品質とは、「システム全体で最終的な利用者に提供すべき品質」を指す。利用時品質には、システムの利用者がシステムに期待している目的や、前提として確保されているべき安全性等が含まれており、換言すると、「『システムで実現したいこと』が利用時品質である」と言える。本ガイドラインにおいては、正常な給油動作の検知と異常な給油動作の検知の組み合わせにより、安全性の向上と省力化・効率化の向上を狙ったものとした。

具体的には、リスク回避性の軸として、「『正常な』給油動作が正しく検知されること」、「(SS スタッフの対応が必要な)『異常な』給油動作が正しく検知されること」の2つを利用時品質と定義した。この2点を満たすことにより、安全性の向上を目指したシステムとする。また、省力化・効率化を目指したパフォーマンスの軸として、「SS スタッフの(不要な)対応実施数を少なく抑えること」を3つめの利用時品質として定義した。本ガイドラインでは、AIシステムがこれらの3つの利用時品質を満たすことを推奨する。

⁸ 石油コンビナート等災害防止3省連絡会議「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」

3. 外部品質



(参考) 図 1-2 給油/注油許可監視システムの利用時品質：リスク回避性のアプローチ

前節で設定した利用時品質に対し、対応した機械学習要素の外部品質を設定する。外部品質とは、「システムのうち機械学習で構築された構成要素が満たすことが期待される品質」を指す。システムの構成要素が「部品として要求される、客観的な視点の品質」のことであり、セキュリティ、信頼性、一貫性などが挙げられる。

給油/注油許可監視業務を支援するシステムの機械学習要素に求められる性能(ノズル検知能力等)が、外部品質に該当する。本ガイドラインにおいては、リスク回避性軸の外部品質として、「**誤判定率の低減**」を定義した。具体的には、正しい給油許可判断が「異常」であるべき給油動作の場合に AI システムが「正常」であると判定する誤判定率、つまり、異常な行為を見逃してしまう間違いを限りなく小さくすることを指す。また、パフォーマンス軸の外部品質は、「**誤検知率の低減**」と定義した。具体的には、正しい給油許可判断が「正常」であるべき給油動作の場合に、AI システムが「異常」と判定する誤検知率、つまり、SS スタッフの対応が不要な場合に、異常と判定する誤検知率を限りなく小さくすることを指す。リスク回避性軸の基準となる誤判定率と、パフォーマンス軸の基準となる誤検知率の意味合いは(参考)図 1-3 に示した通りである。

| | 正しい 給油許可判断 | AIシステムの 給油許可判断 | 正解・ 不正解 | |
|---------------|---------------|-------------------|------------|-------------------------------------|
| OK-OK パターン | OK | OK | 正解 | |
| OK-NG パターン | OK | NG | 誤り | → 誤検知率（パフォーマンス軸・効率性） =OK-NG件数/全件 |
| NG-NG パターン | NG | NG | 正解 | |
| NG-OK パターン | NG | OK | 重大な 誤り | → 誤判定率（リスク回避性軸・安全性） =NG-OK件数/全件 |

（参考）図 1-3 誤判定率・誤検知率の意味合い

4 外部品質の要求レベル

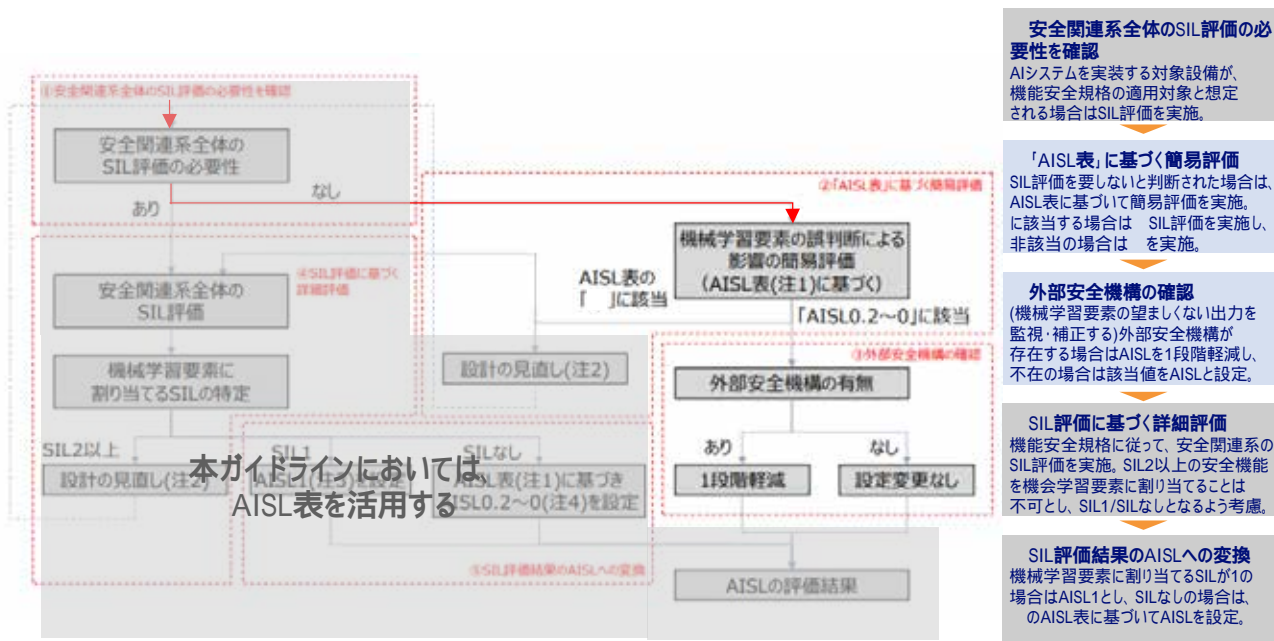
前節で設定した外部品質について、機械学習要素への要求に応じたレベルを設定する。外部品質の要求レベルを評価するには、リスク回避性の軸である AI 安全レベル(AI Safety Level、以下、AISL という)と AI パフォーマンスレベル(AI Performance Level、以下、AIPL という)の 2 つの観点で評価することが求められる。本ガイドラインではプラント AI ガイドラインの評価方法に則り、レベル設定を行った。

4.1 リスク回避性:AISL の設定

「リスク回避性」軸の外部品質に対し、機械学習要素の誤判断による悪影響を回避することへの要求の強さに応じてレベルを設定する。リスク回避性のレベルである AISL の設定フローは次に示す(参考)図 1-4 の通りである。

給油/注油許可監視システムの AISL 設定においては、プラント AI ガイドラインの記載内容のうち、「機械学習要素の誤判断による影響の簡易評価(AISL 表)」、「外部安全機構の有無」の 2 段階で評価を行った。

まず、機械学習要素の誤判断による影響の簡易評価においては、次の AISL 表を用いて評価を実施した((参考)図 1-5)。AISL 表は、縦軸に I~IV までの強度基準の評価、横軸に ~ までのヒトによる回避可能性の分類を行い、その掛け合わせでレベルを判断する。詳細は次項にて後述する。



(参考) 図 1-4 リスク回避性のレベル (AISL) の設定フロー

出所) プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン第 2 版より作成

強度基準は、1) ~ 3) のうち、最も大きいものを選択する。

「微小な怪我」とは、いわゆる「赤チン災害」以下の強度にあたり、医師の診察を要する不休災害などは強度基準 に該当する。
「直接被害額」とは、以下を意味する。「修理・交換・清掃・廃棄処分・環境修復および緊急対応の費用。直接コストには、ビジネス上の機会損失・事業の中断および 原料や製品の損失・装置の停止による逸失利益、一時的な設備の調達や運転費、顧客の要請に対応した代替製品の調達費のような間接コストは含まない。」

| 強度基準 | 1) 人的被害 | 2) 経済的被害 (直接被害額) | 3) 経済的被害 (間接被害額を含む) 適用は任意 | 人間による回避可能性の分類 | | |
|------|--|------------------|---------------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| | | | | 人間による代替システムが用意されておらず、機械学習要素の判断結果がそのまま運転・保身に反映される | 機械学習要素の判断結果が運転・保身にそのまま反映されることなく、人間による確認・代替システムの適用を介した結果が反映される | 機械学習要素は補助的情報のみを提示し、人間が判断して運転・保身に反映する |
| I | 死亡 ・ 障碍の残る障害 ・ 多数の重傷 ・ 極めて多数の重傷 | 1億円以上 | 企業体としての存続等に著しい影響 ・ 業務の運営を揺るがす重大な損害 | AISL 1 | AISL 0.2 | AISL 0.2 |
| II | 重軽症 ・ 多数の負傷 | 1千万円以上 | 無視できない、具体的な損害 | AISL 1 | AISL 0.2 | AISL 0.2 |
| III | 微小な怪我 | 1千万円未満 | 軽微な利益の逸失にとどまる | AISL 1 | AISL 0.2 | AISL 0.1 |
| III' | (想定される被害者により容易に回避できる場合) | | | AISL 0.2 | AISL 0.2 | AISL 0.1 |
| IV | 傷害の想定無し | 直接被害額の想定は軽微 | 間接被害額を含む経済的被害の想定は軽微 | AISL 0 | AISL 0 ロードマップ STEP 1.5 | AISL 0 ロードマップ STEP 1 |

ロードマップSTEP 2

(参考) 図 1-5 「リスク回避性」の簡易評価の基準 (AISL 表)

出所) プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン第 2 版より作成

(1) AISL 表の縦軸評価(強度基準)

「AISL 表」の縦軸は、機械学習要素が誤判断した場合に発生する人的又は経済的な影響の強度に応じて AISL が変動することを示している。したがって、強度が大きい表の上の方が求められる AISL が高く、下の方が低く設定されている。強度基準は、「人的被害」「経済的被害(直接被害額のみ)」「経済的被害(間接被害額を含む)」のうち最も大きいものを選択することで設定するが、「経済的被害(間接被害額を含む)」の適用は任意となっている。

上記の判断基準を踏まえ、本ガイドラインの対象となる給油/注油許可監視システムにおける強度基準は、過去 5 年間の消防庁提供事故データを分析した結果、「強度基準 II」とした。主に給油許可の業務フローに起因する事故の人的被害の程度が II 以下の内容しか見られず、かつ II に該当する事故の発生頻度も非常に稀であったためである。具体的には、給油動作起因の死亡・重傷発生事故は 0 件であったが、中等傷者発生事故が 2 件あった((参考)図 1-6)。この結果を既存の基準・分類と照らし合わせると次の(参考)図 1-7 の通りとなる。

| 本ガイドラインの基準 | 「想定される影響」の既存評価基準 | | | 「発生した事故」の既存評価基準 | | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|---|---|
| | 機械学習品質マネジメントガイドライン 第 1 版 人的リスク | 経済的リスク | 【高圧ガス】 リスクアセスメント ガイドライン(Ver. 2) リスクアセスメント実施事例 | 【労働安全】 危険性又は有害性等の調査等に関する指針 別添 4 負傷または疾病の重篤度 | 【高圧ガス】 高圧ガス・石油コンビナート事故対応要領 事故の分類 | 【消防】 危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標 人的被害指標 | 【石化協】 事故評価基準 (CCPS評価法) |
| I 人的被害:死亡/障病の残る傷害/多数の重傷/極めて多数の負傷(重傷・軽傷) 経済的被害(直接被害額のみ):直接被害額 1 億円以上 経済的被害(間接被害額を含む):企業体としての存続等に著しい影響/業務の運営を阻むがす重大な被害 | 複数人の同時死亡 単一の人の死傷 障病の残る傷害 | 企業体としての存続等に著しい影響 業務の運営を阻むがす重大な被害 | I:死亡 | ①致命的:死亡災害や身体の一部に永久損傷を伴うもの | A 級事故 ・死者 5 名以上 ・死者・重傷者合計 10 名以上 ・死者・負傷者合計 30 名以上 ・直接被害額 5 億円以上 B1 級事故① ・死者 1 名以上 4 名以下 | レベル 1:死者が発生 | レベル 1 ・複数死亡 ・直接被害額 10 億円超 レベル 2 1 名死亡 ・直接被害額 1 億~10 億円 |
| II 人的被害:重軽傷/多数の負傷(重傷・軽傷) 経済的被害(直接被害額のみ):直接被害額 1 千万円以上 経済的被害(間接被害額を含む):無視できない、具体的な被害 | 重症 | 無視できない、具体的な被害 | II:休業災害 III:不体災害 | ②重大:休業災害(1 か月以上のもの、一度に多数の被災者を伴うもの) ③中程度:(1 か月未満のもの、一度に複数の被災者を伴うもの) | B1 級事故(①を除く) ・重傷者 2 名以上 9 名以下 ・負傷者 6 名以上 29 名以下 ・直接被害額 1 億円以上 5 億円未満 C1 級事故① ・負傷者 1 名以上 5 名以下かつ重傷者 1 名以下 | レベル 2:重傷者または中等症者が発生 レベル 3:軽症者が発生 | レベル 3:休業災害 ・直接被害額 1 千万~1 億円 |
| III 人的被害:微小な怪我 経済的被害(直接被害額のみ):直接被害額 1 千万円未満 経済的被害(間接被害額を含む):軽微な利益の逸失にとどまる | 軽傷 | 軽微な利益の逸失にとどまる | IV:微小災害 | ④軽度:不体災害やかすり傷程度のもの | C1 級事故(①を除く) | レベル 4:軽症者なし | レベル 4 ・応急手当 ・直接被害額 250 万~1 千万円 |
| IV 人的被害:被害の想定なし 経済的被害(直接被害額のみ):直接被害額の想定は軽微 経済的被害(間接被害額を含む):間接被害額を含む経済的被害の想定は軽微 | 被害の想定なし | 被害の想定なし | V:怪我なし | | C2 級事故 | | レベル 5 ・レベル 4 未満 |

(参考) 図 1-6 消防庁の過去 5 年間の事故データ分析結果 (1)

出所) 消防庁事故データより作成

人的被害発生事故件数（平成28年度～令和2年度）

| | 人的被害発生事故件数（単位：件） | | | |
|--------|------------------|---------|----------|---------|
| | 死亡者発生事故 | 重傷者発生事故 | 中等傷者発生事故 | 軽傷者発生事故 |
| 令和2年度 | 0 | 2 | 2 | 7 |
| 令和元年度 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 平成30年度 | 0 | 1 | 5 | 5 |
| 平成29年度 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 平成28年度 | 0 | 1 | 0 | 6 |
| 5か年計： | 0 | 4 | 8 | 26 |

損害額別事故件数（平成28年度～令和2年度）

| | 損害額別事故件数（単位：件） | | | |
|--------|----------------|-------|-----|----------|
| | 1万円以上 | 1万円未満 | 調査中 | 年度内事故件数計 |
| 令和2年度 | 77 | 34 | 3 | 114 |
| 令和元年度 | 80 | 33 | 2 | 115 |
| 平成30年度 | 79 | 32 | 0 | 111 |
| 平成29年度 | 53 | 18 | 0 | 71 |
| 平成28年度 | 52 | 25 | 3 | 80 |
| 5か年計： | 341 | 142 | 8 | 491 |

発生事故の詳細

| 事故種別 | 年度 | 事故概要 |
|----------|--------|---|
| 重傷者発生事故 | 令和2年度 | 屋外セルフ給油取扱所内で顧客が自身にガソリンをかけ火をつけて発生した火災事故 |
| 重傷者発生事故 | 令和2年度 | 給油取扱所敷地内で軽乗用車と人の関係する交通事故が発生し、固定注油設備が一部破損したもの。 |
| 重傷者発生事故 | 平成30年度 | ローリーからの荷卸し中における可燃性蒸気滞留による爆発火災 |
| 重傷者発生事故 | 平成28年度 | 給油取扱所において、固定給油設備の点検中にインバクトドライバーの電気火花がガソリンペーパーに引火したことによる火災 |
| 中等傷者発生事故 | 令和2年度 | 給油取扱所において利用客が運転操作を誤り軽自動車を敷地内の事務所開口部に衝突させ、破損させたもの |
| 中等傷者発生事故 | 令和2年度 | 給油取扱所における検定作業中の着衣着火事故 |
| 中等傷者発生事故 | 令和元年度 | 車両の接触による給油取扱所（セルフ）の固定注油設備等の破損 |
| 中等傷者発生事故 | 平成30年度 | 給油取扱所において地下貯蔵タンク解体作業中における火災 |
| 中等傷者発生事故 | 平成30年度 | 給油取扱所において顧客が給油レバーを誤って操作したことによるガソリンの流出。当該給油取扱所内において、顧客が普通自動車にガソリンを給油後、ノズルを戻す際に誤ってレバーを握ったことから、ガソリンが吐出し、顔や体にガソリンを被ったもの。 (中等傷者数：1名、怪我の種別：刺激、施設への被害：なし) |
| 中等傷者発生事故 | 平成30年度 | ガソリンスタンドにおいて給油中誤ってガソリンがかかり負傷した。セルフスタンドで親子で給油行為したものの。 (中等傷者数：1名、怪我の種別：化学熱傷、施設への被害：なし) |
| 中等傷者発生事故 | 平成30年度 | 給油取扱所（屋外セルフ）における油配管点検時の流出事故 |
| 中等傷者発生事故 | 平成30年度 | 給油取扱所の廃止に伴う地下タンク（ガソリン）洗浄作業中の酸欠事故。 |

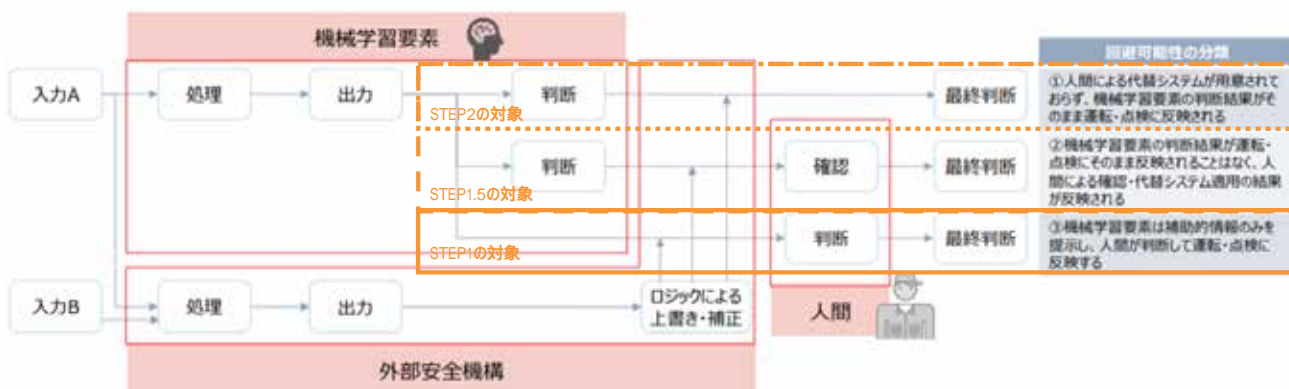
（参考）図 1-7 消防庁の過去5年間の事故データ分析結果（2）

出所）プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン第二版より一部抜粋

（2） AISL 表の横軸評価（ヒトによる回避可能性の分類）

「AISL表」の横軸は、機械学習要素の誤判断をヒトが回避する可能性の程度に応じて AISL が変動することを示している。は、機械学習要素の判断がそのまま機械学習利用システム全体の最終判断となる場合が該当する。は、機械学習要素は何らかの判断を行うが、その判断は必ずヒトが確認し、最終判断となる場合が該当する。は、機械学習要素自体は判断を行わず（判断の材料となる情報のみを出力し）、機械学習要素の出力を必ずヒトが見て判断を行う場合に該当する。したがって、AISL 表の左の方が求められる AISL が高く、右の方が低く設定されている。横軸の検討にあたっては、（参考）図 1-8 に基づき、機械学習要素の出力及び判断に対するヒトの関与の度合いを確認した。

これらの判断基準を踏まえ、本ガイドラインの対象となる給油/注油許可監視システムにおける回避可能性の程度は、ロードマップの段階により異なる水準を設定している。具体的には、ロードマップ STEP 1.0 においては、STEP 1.5 は、STEP 2.0 は に該当すると判断した。



| STEP | AIがOK判断 | AIがNG判断 |
|----------|---|--|
| STEP 1 | ヒトが目視確認の上、給油許可を実施 | ヒトが目視確認の上、対応実施 |
| STEP 1.5 | < 特定の条件下のみ > AIが給油許可を実施 < 上記以外の通常時 > ヒトが目視確認の上、給油許可を実施 | ヒトが目視確認の上、対応実施 (給油中以降の場合はAIがポンプを自動停止) |
| STEP 2 | AIが給油許可を実施 (ヒトの目視確認不要) | ヒトが目視確認の上、対応実施 (給油中以降の場合はAIがポンプを自動停止) |

(参考) 図 1-8 「リスク回避性」の横軸の判定フロー

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、石油元売会社ヒアリングを踏まえて作成

(3) AISL 評価のまとめ

以上の評価を踏まえると、リスク回避性軸のレベルはロードマップの段階によって異なり、STEP 1.0 ~ 1.5 は AISL 0.2、STEP 2.0 においては AISL 1 となる。AISL 評価の結果をまとめると、以下の通りとなる。

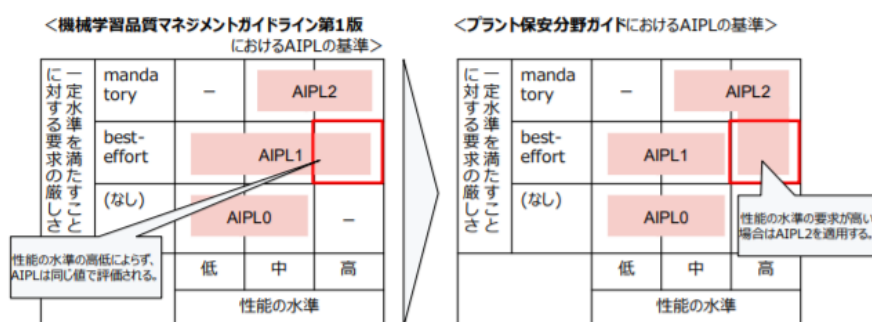
| | | | | | |
|-----------------|------------------------------|---|----|---|---|
| AIによる給油許可監視システム | SIL評価の必要性の有無 (SIL評価を行う場合) | なし | なし | 縦軸、横軸 ~ (STEP1.5)または、(STEP1)と判断。ただし、外部安全機構の設置により、AISLの1段階軽減措置ありと判断。 | |
| | (SIL評価を行わない場合、もしくはSILなしの場合) | 考慮する影響の種類(人的被害・直接的経済被害のみ/間接的経済被害を含む) 影響の強度(~) 人間による回避可能性(~) | | | 人的被害・直接的経済被害のみ |
| | AISL | ~ または | | | 縦軸 の理由: AIが誤判断(異常な給油動作を見逃す)をしても、敷地内にスタッフが常駐していることにより迅速な駆けつけ対応が可能であるため、過去のSS事故事例を鑑みても 程度の直接的な被害は発生しにくいと想定。ただし、現状でも防げない損失ではあるが、経済的被害として火災事故による無視できない具体的な損害やレベル2~3の人的被害リスクを想定し、縦軸 として品質管理を行う。 0.2 (STEP1.5)横軸①~②の理由: 特定の条件下においてはAIが判断するが、それ以外の条件下では人間が確認するプロセスを経るため、(STEP1)横軸③の理由: 人の判断材料としてAIを使うため。 |

(参考) 図 1-9 リスク回避性軸のレベル設定 (AISL)

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、石油元売会社ヒアリングを踏まえて作成

4.2 パフォーマンス:AIPL の設定

「パフォーマンス」に関する外部品質レベルの設定および評価基準表を次の通り示す。最も高いレベルである AIPL2 は、機械学習要素が一定の性能指標を満たすことが、機械学習利用システムの運用上必須、又は強い前提である場合に相当する。また、AIPL1 は、一定の性能要件が機械学習利用システムの目的として特定されているが、AIPL2 に該当しない場合(性能要件の達成がベストエフォートでよく、必達でない場合)に相当する。また、AIPL0 は、性能指標が特定されず、性能指標そのものを発見することが開発の目的となる場合などに相当する。この AIPL2・1・0 の評価基準は、プラント AI ガイドラインにおいて示されている定義・基準と同一



| パフォーマンスレベル | 説明 |
|---|--|
| AIPL 2 (mandatory requirements) ロードマップSTEP 2 | <ul style="list-style-type: none"> 機械学習要素が一定の性能指標（正答率・適合率・再現率など）を満たすことが、機械学習利用システムの運用上の必須または強い前提である場合。 受発注等の契約において、前記の一定の性能指標の充足が受入要件として明確に記載される場合。 |
| AIPL 1 (best-effort requirements) ロードマップSTEP 1 ~1.5 | <ul style="list-style-type: none"> 一定の性能要件が機械学習利用システムの目的として特定されているが、AIPL 2に該当しない場合。 特に、リリースまでの日程スケジュールが重視される場合、または品質をモニタリングしながら試験運用を行い、漸次性能向上を行う運用が許される場合。 |
| AIPL 0 | <ul style="list-style-type: none"> 性能指標が開発時点で特定されず、性能指標そのものを発見することが開発の目的となる場合など。 所謂PoCの段階で終了する開発を行う場合。 |

(参考) 図 1-10 パフォーマンスのレベル設定・評価基準の定義 (AIPL)

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、石油元売会社ヒアリングを踏まえて作成である。

このように、AIPL は、基本的には、「パフォーマンス」に関する外部品質がシステムにおいてどの程度強い要件となっているかで決定し、業界で合意した性能の水準と要求水準の厳しさでユースケースごとに判断される。本ガイドラインにおいては、ロードマップの STEP 1.0 ~ 2.0 までの段階に応じて異なる AIPL を設定しており、ロードマップ STEP 1.0 ~ 1.5 の段階においては AIPL1、STEP 2.0 の段階においては AIPL2 と設定した。

| | | | |
|-----------------|--|-------------|--|
| AIによる給油許可監視システム | 性能の水準（高/中/低） | 中 | 【性能の水準】 STEP 1 ~ 1.5においては、AISLに優先順位を劣後させる一方、商用化に至るために一定の性能水準を検証しながら定めていくこととするため、性能の水準は中程度と置く。 |
| | 水準に対する要求の厳しさ (mandatory/best-effort/なし) | best-effort | |
| | AIPL | AIPL 1 | 【水準に対する要求の厳しさ】 また、正常な場合に異常と判定する誤判定があると、異常のない（人間による確認が不要な）給油動作を人間が確認する手間が余計にかかるが、重大なコストではない。そのため、運用上許容される範囲において、best-effortで品質を高めることを目指す。 【その他、確認すべき事項】 なお、アラートを出すタイミング・閾値は運用しながら検証していくこととする。本システムの運用の前提や、評価のプロセスについて、共通認識を形成する。 |

(参考) 図 1-11 パフォーマンス軸のレベル設定 (AIPL)

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、石油元売会社ヒアリングを踏まえて作成

5 内部品質

「内部品質」とは、AI システムの構成要素を作成する際に「具体的に測定したり、設計などの開発行為を通じて評価したりする、その要素が固有で持つ特性としての品質」を指す。

AI システムの誤判断は、学習データセットの不十分や過学習など、様々な要因によって起こり得るため、適切な信頼性評価を実施するためには、AI システムの導入における全工程の妥当性を網羅的に確認する必要がある。そのため、本ガイドラインでは、「機械学習品質マネジメントガイドライン 第 2 版」の要求事項に鑑みて、データの設計から実装・運用の品質に至るまで、システム導入の工程を 4 つの区分に分類し、それぞれの区分に 2 ~ 3 項目ずつの内部品質を設定した(すなわち、合計で 9 項目の評価軸)。

6 内部品質における評価軸

以下では、内部品質における 9 つの評価軸について言及する。なお、各評価軸の定義は、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 2 版」における定義を引用している。

(1) 要求分析の十分性

要求分析の十分性とは、「機械学習利用システムの実世界での利用状況に対応して機械学習要素に入力されると想定される運用時の実データの性質について分析が行われ、その分析結果が想定される全ての利用状況を被覆していること」を指す。具体的には、機械学

習要素が対応すべき動作の対象・範囲を明らかにすることや、入力データの範囲を特定することなどが要求事項として挙げられる。

(2) データ設計の十分性

データ設計の十分性とは、「要求分析の十分性を前提として、システムが対応すべき様々な状況に対して十分な訓練用データやテスト用データを収集し整理するためのデータ設計の十分な検討を実施すること」を指す。具体的には、AIシステムの品質が低下するリスクを有するケースを網羅することや、取り扱える範囲のデータの属性及びデータ量とすることなどが要求事項として挙げられる。

(3) データセットの被覆性

データセットの被覆性とは、「対応すべき状況の組み合わせの各々に対して、状況の抜け漏れがなく、十分な量の学習データが与えられていること」を指す。具体的には、データセットの取り方などを工夫し、必要なデータを網羅的に確保することなどが要求事項として挙げられる。

(4) データセットの均一性

データセットの均一性とは、「データセット内の各状況や各ケースが、入力されるデータ全体におけるそれらの発生頻度に応じて抽出されていること」を指す。具体的には、データセット全体を取得するプロセスに偏りが生じないように配慮しつつ、個々の属性値の発生頻度などを適宜監視することなどが要求事項として挙げられる。

(5) データの妥当性

(3)(4)のデータセットの分布に関する性質とは対照的に、データセット中のデータ 1 つ 1 つが訓練の目的に照らして妥当であることを、「データの妥当性」(Adequacy of data) とする。妥当性には、値に誤りが無いことだけでなく、訓練に使われるべきでないデータが(たとえ値そのものが正確であっても)含まれないこと(一貫性)、データに不適切な改変などがされていないこと(信憑性)、データが十分適切に新しいものであること(最新性)などが要求事項として挙げられる。

また、教師あり機械学習の文脈では、訓練対象としての測定値等(機械学習要素を関数と見たときの入力側にあたる値)の妥当性である「データ選択妥当性」と、訓練用に付加された正解値(出力側にあたる値)の妥当性である「ラベリングの適切性」の 2 つの観点が含まれる。

(6) 機械学習モデルの正確性

機械学習モデルの正確性とは、「学習データセット(訓練用データ、テスト用データ、バリデーション用データからなる)に含まれる具体的な入力データに対して、機械学習要素が期待通りの反応を示すこと」を指す。具体的には、データセットの入力データに対して、機械学習要素が外部品質の期待に沿った出力であることなどが要求事項として挙げられる。

(7) 機械学習モデルの安定性

機械学習モデルの安定性とは、「学習データセットに含まれない入力データに対して、機械学習要素が学習データセット内のそれに近いデータに対する反応と十分に類似した反応を示すこと」を指す。具体的には、データセットに含まれない入力データに対して、その入力データ近傍のデータセットを入力したときの出力と類似していることなどが要求事項として挙げられる。

(8) プログラムの健全性

プログラムの健全性とは、「機械学習の訓練段階に用いる訓練用プログラムや、実行時に使われる予測・推論プログラムが、与えられたデータや訓練済み機械学習モデルなどに対してソフトウェアプログラムとして正しく動作すること」を指す。具体的には、利用するソフトウェアは信頼できるソフトウェアを用いることや、機械学習要素の開発環境と運用環境の相違とそれによる影響を予め検討することなどが要求事項として挙げられる。

(9) 運用時品質の維持性

運用時品質の維持性とは、「運用開始時点で充足されていた内部品質が、運用期間中を通じて維持されること」を指す。具体的には、機械学習要素の更新頻度の見積もりまたは更新の必要性の判断基準を事前に検討することなどが要求事項として挙げられる。

7 内部品質における各評価軸の要求レベル

4 でレベルを設定した外部品質は、内部品質を作り込むことにより達成する。本ガイドラインで設定した AISL/AIPL に応じて、内部品質の要求水準(要求レベル)を設定する。外部品質の AISL/AIPL と内部品質の要求レベルとの対応関係を以下の通り示す。例えば、AISL0.2 もしくは AIPL2 の場合、内部品質の要求は「レベル 2」となり、内部品質の 9 つの軸それぞれに設定された「レベル 2」の要求事項を適用することとなる。複数の AISL/AIPL について、それぞれ内部品質のレベルを設定し、最も高い内部品質のレベルを用いて要求事項を適用する。

本ガイドラインで設定した AI システムが満たすべき内部品質の要求レベルは、ロードマップの段階によって異なる。STEP 1.0 の段階においてはレベル 1、STEP 1.5 においてはレベル 2 の要求事項を満たすべきこととする。

| リスク回避水準 AISL | パフォーマンス水準 AIPL | 内部品質の要求レベル | | |
|-----------------|-------------------|-------------------------|-------|-------|
| | | レベル 1 | レベル 2 | レベル 3 |
| AISL 0.1 | AIPL 1 | STEP1 | | |
| AISL 0.2 | AIPL 2 | STEP1.5 | | |
| AISL 1 | | STEP 1 ~ 1.5で目指すべき要求レベル | | |

(参考) 図 1-12 外部品質の AISL/AIPL と内部品質の要求レベルの対応

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、石油元売会社ヒアリングを踏まえて作成

STEP 1.0 ~ 1.5 においては、内部品質の優先度を設定し、AI の非機能面(性能やセキュリティ等)に作用する内部品質は優先度を下げ対応を行うこととした。具体的には、STEP に応じて徐々に要求レベルを上げることとし、STEP 1.0 においては、すべての評価軸において要求レベル 1 の実現を目指し、STEP 1.5 においては、データセットの均一性、機械学習モデルの安定性の評価軸は要求レベル 1、その他要求事項については要求レベル 2 を目指すこととする。

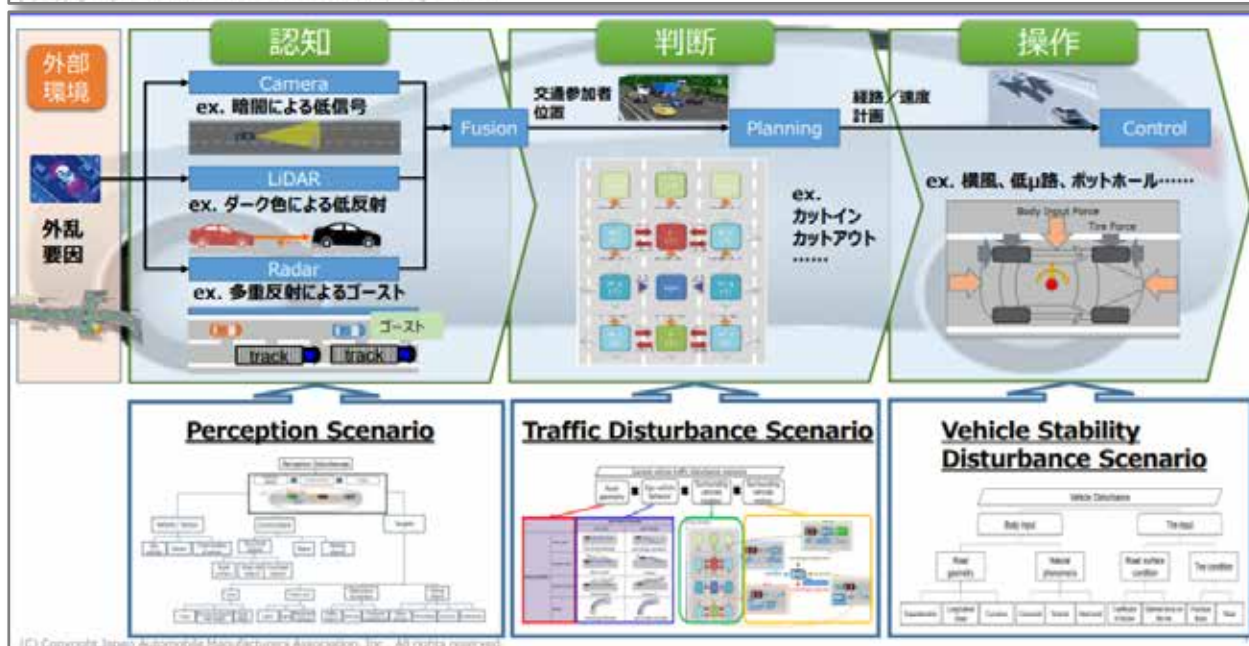
| | | 『人間』が給油許可 | | 『AI』が給油許可 |
|---------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| | | STEP1 | STEP1.5 | STEP2 |
| 1. データ設計 | 要求分析の十分性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 3 |
| | データ設計の十分性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 3 |
| 2. データ品質 | データセットの被覆性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 3 |
| | データセットの均一性 | 要求レベル 1 | | 要求レベル 2 ~ 3 |
| | データセットの妥当性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 2 ~ 3 |
| 3. モデルの学習済み品質 | 機械学習モデルの正確性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 3 |
| | 機械学習モデルの安定性 | 要求レベル 1 | | 要求レベル 2 ~ 3 |
| 4. 運用の実装・品質 | プログラムの健全性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 3 |
| | ⑨運用時品質の維持性 | 要求レベル 1 | 要求レベル 2 | 要求レベル 3 |

(参考) 図 1-13 内部品質の要求レベル

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、石油元売会社ヒアリングを踏まえて作成

参考資料 2 : AI システムの試験方法におけるアプローチ

本ガイドラインにおいては、自動運転分野における安全性保証に関するアプローチを参照し、網羅性を担保可能な実用性のある「原理原則に基づくシナリオベースアプローチ」を適用する。自動運転分野における安全性保証に関するアプローチを示したものは、以下の通りである。

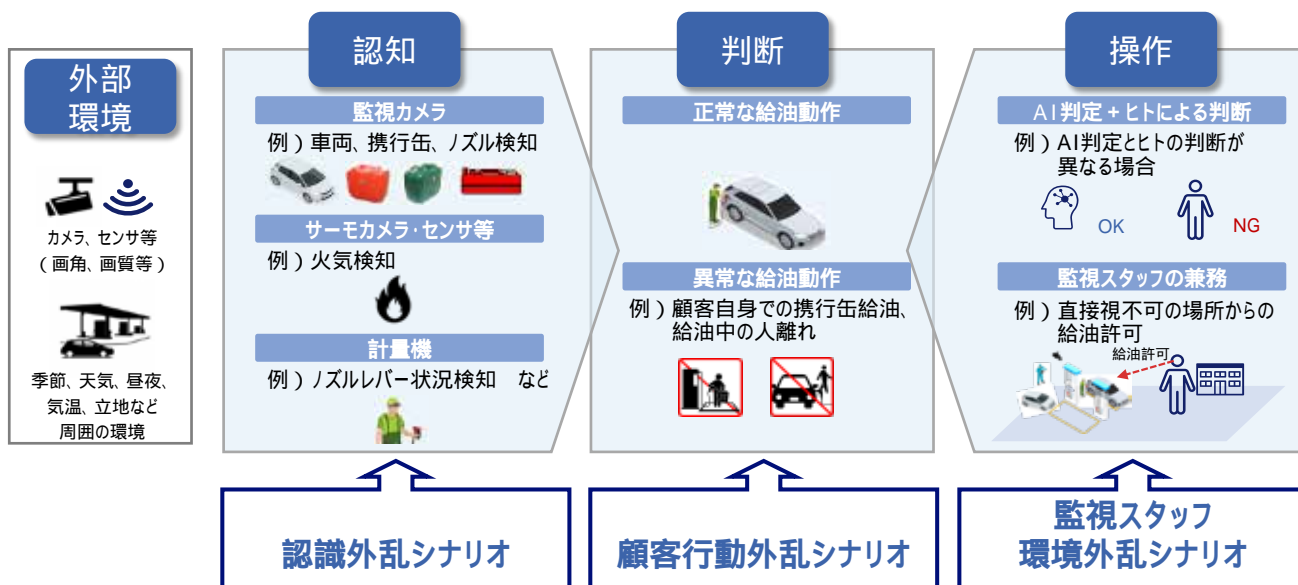


(参考) 図 2-1 自動運転分野における安全性保証に関するアプローチ

出所) 一般社団法人日本自動車工業会「オーナーカー自動運転の安全性評価の取り組み」

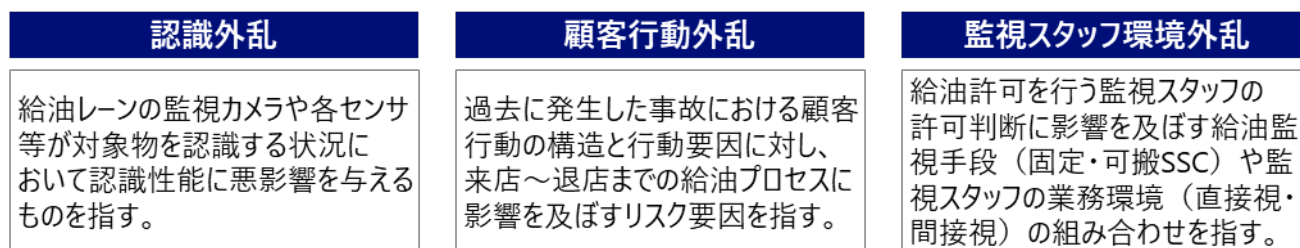
参考資料 3 : 原理原則に基づく評価シナリオの体系化

前述のアプローチを参照し、本ガイドラインにおいては、画像 AI を活用したセルフ給油/注油許可監視に必要となる要素毎にシナリオを設定し、これらの評価シナリオの充足度を確認することにより、システムの有用性を検証する。(参考)図 3-1 に試験方法の大まかな流れを示す。



(参考) 図 3-1 原理原則に基づくシナリオの体系化

AI に対する試験範囲の十分性について、給油客の行動や SS 環境の組み合わせは無限に存在し、単純に給油環境を整理、分類して組み合わせるだけでは現実的に検証を実施しきれず、十分な検証範囲を確保できないという課題がある。そこで、給油客の行動と SS 環境の組み合わせによる給油環境を俯瞰的に見て分類するアプローチではなく、給油/注油許可監視タスクを実行するために必要なプロセスを物理原則の異なる認知、判断、操作の 3 要素「認知: 認識外乱」、「判断: 顧客行動外乱」、「操作: 監視スタッフ環境外乱」に分解し、プロセス毎に処理結果に影響を及ぼす要因 (Root Cause、根本要因) をシナリオ体系として構造化することで、有限かつ安全の観点で網羅的な範囲の特定を可能にする。



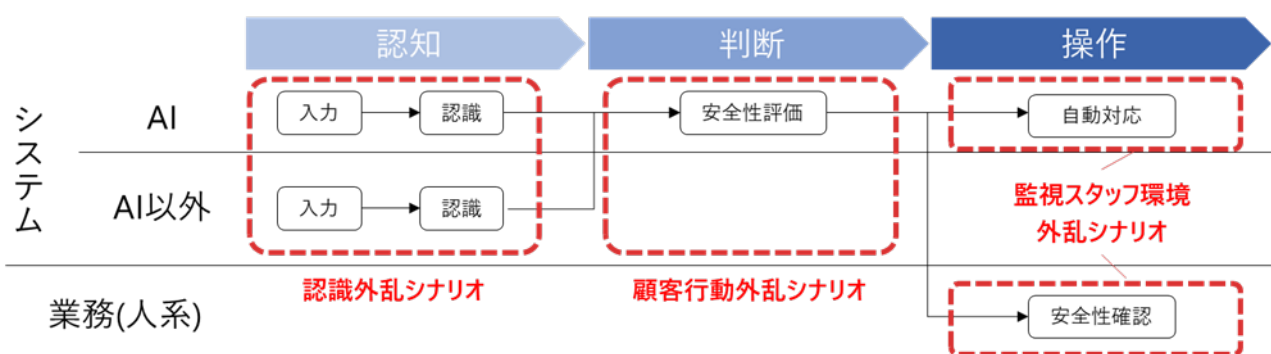
(参考) 図 3-2 認知・判断・操作の 3 要素

| プロセス | 処理結果 | 外乱 | 物理原則 |
|------|-------------------------------|------------|---|
| 認知 | 危険物の有無、車両／給油顧客／スタッフ／ノズル等の位置情報 | 認識外乱 | センサメカニズムに応じた原理的な外乱 例) カメラ：可視光、サーモカメラ：赤外光 |
| 判断 | 給油許可判断（正常な給油動作、危険な給油動作の判断） | 顧客行動外乱 | 正常な給油顧客の動作＋危険な給油動作とリスク因子 |
| 操作 | 給油許可判断を達成するための給油監視スタッフの動作 | 監視スタッフ環境外乱 | 給油許可判断に影響を及ぼす給油顧客と監視スタッフの位置関係と監視スタッフの兼務状況 |

(参考) 図 3-3 体系化するシナリオの3要素と外乱要因の対応

| | 認識外乱シナリオ | 顧客行動外乱シナリオ | 監視スタッフ環境外乱シナリオ |
|------------|--|---|---|
| 目的 | システムの主要センサであるカメラの認識機能の妥当性を評価 | 来店～退店までの給油動作に対してシステムが安全性を正しく判断していることを評価する | システムを活用した給油許可監視業務において、従来通りの安全性が担保されていることを評価する |
| 評価対象 | システム | システム | 業務 |
| 試験シナリオ策定方法 | カメラがとらえるモノ・ヒト等のバリエーションに着目し、それらを想定通りにAIが認識するかについて検証を行う | 給油顧客の動作に着目し、正常な給油動作と過去に発生した事故事例を基に検証を行う | STEP1.5AIシステム特有の業務を中心に、検証項目を設定し、検証を行う |
| 評価基準 | <ul style="list-style-type: none"> 誤判定率 誤検知率 | 原則としてすべての試験シナリオに対し、想定された動作が行われること | 検証項目としている業務に従業者が問題なく対応することができること |

(参考) 図 3-4 各シナリオの位置づけ



(参考) 図 3-5 シナリオ毎の評価範囲イメージ

1. 認識外乱シナリオ

認知に関わる認識外乱シナリオは、主に監視カメラが対象物を認識する状況において、認識性能に影響を与える(以下、認識外乱という)要素を検討するものである。カメラの画質によっては異なるものに間違えたり、天候・立地等によって反射したり陰になったりして違う色に見えたり、また車両や給油を行う人の位置関係によって隠れて見えなくなるといった、誤認識や検出漏れに繋がりを要因を抽出し、その中から影響度や発生頻度を元に代表シナリオを選定する。

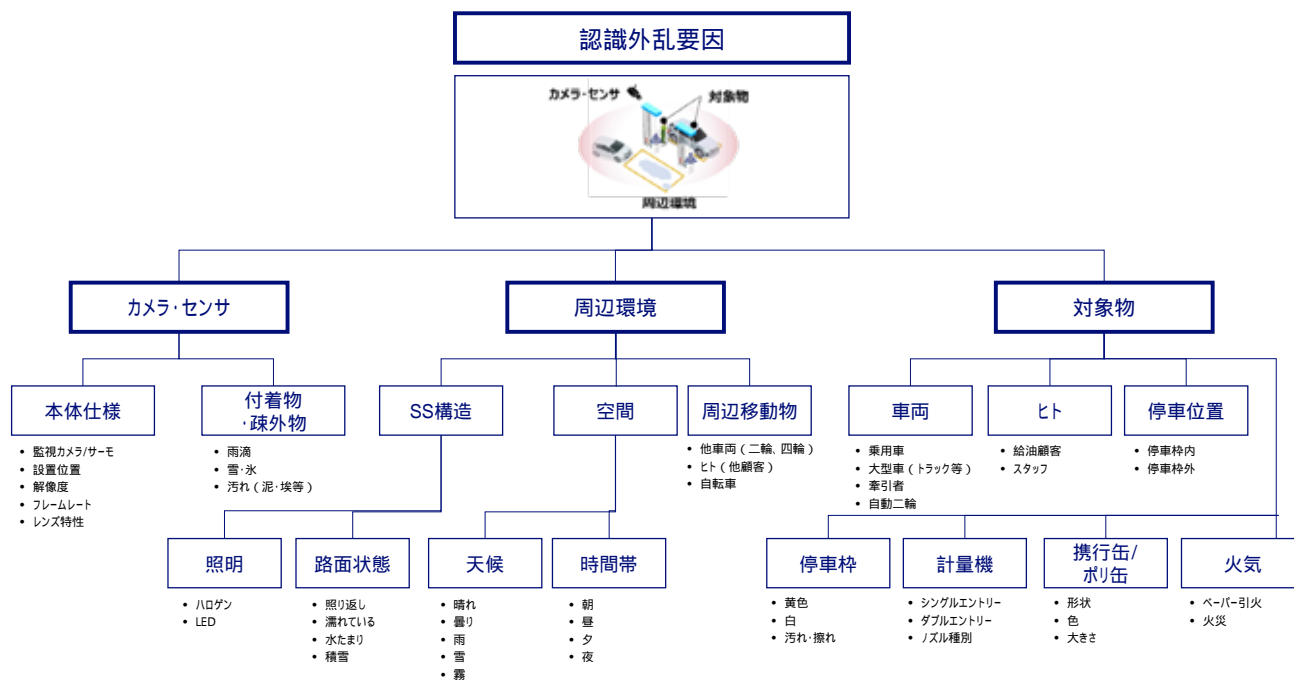
当該シナリオを検証することにより、誤認識(例:ノズルでないもの(傘の取っ手、衣類など)を「ノズルである」と認識する)や検出漏れ(例:ノズルを「ノズルではない」と認識する)が発生しないことを確認することにより、AI が正しく安全性を判断するために必要となる入力情報の正確性を担保する。



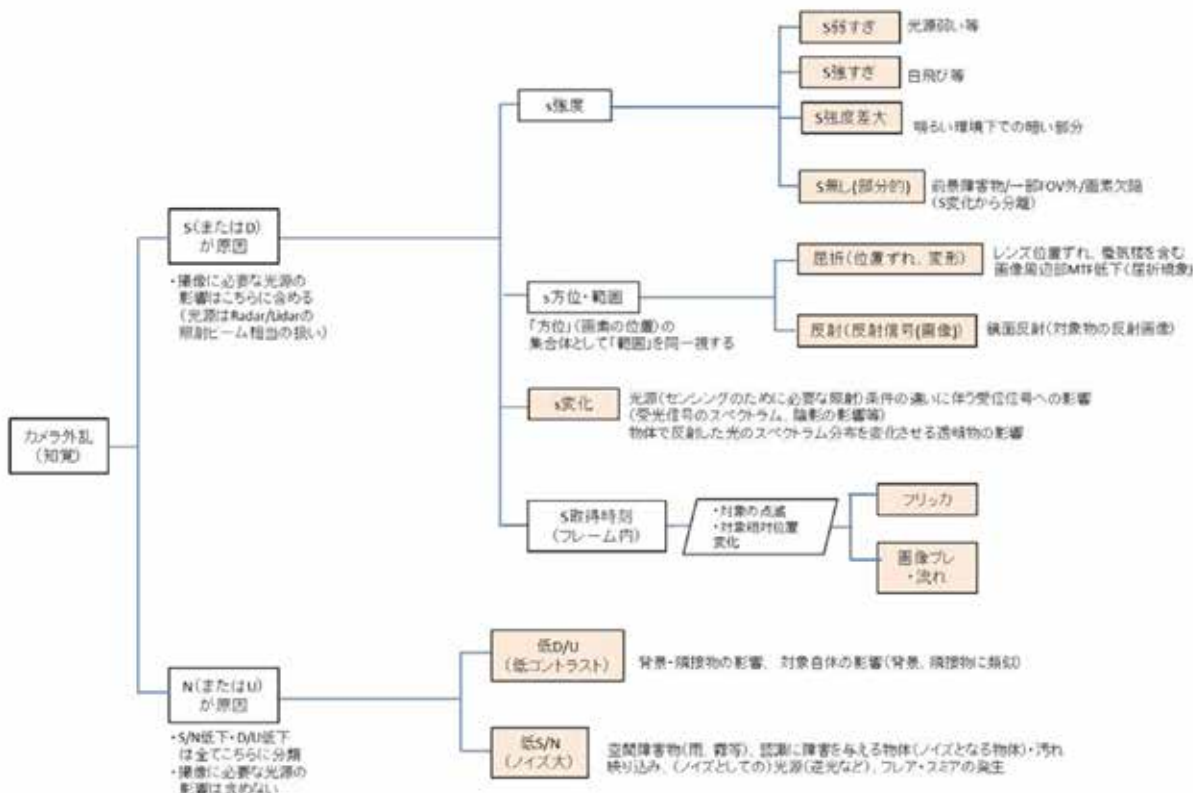
(参考) 図 3-6 誤認識と検出漏れのイメージ

これら認識外乱の要因は、「カメラ・センサ」、「周辺環境」及び「認識対象物」の 3 つに大別でき、それぞれを詳細かつ、各階層において網羅的に分解・分類することで認識外乱要因体系を構成する。例えば、構造、相対位置、種別などの視点で要因分解し、色、形状、材質、挙動などの階層まで分類を続けていく((参考)図 3-7)。

また、認識外乱において最も重要な要素の一つであるカメラの知覚処理においては、認識対象物からの信号 S を特徴づける物理量として、強度、方位・範囲、信号の変化および取得時刻がある。(参考)図 3-8 にカメラの近くにおける外乱発生原理を体系化したものを示す。



(参考) 図 3-7 認識外乱要因の体系

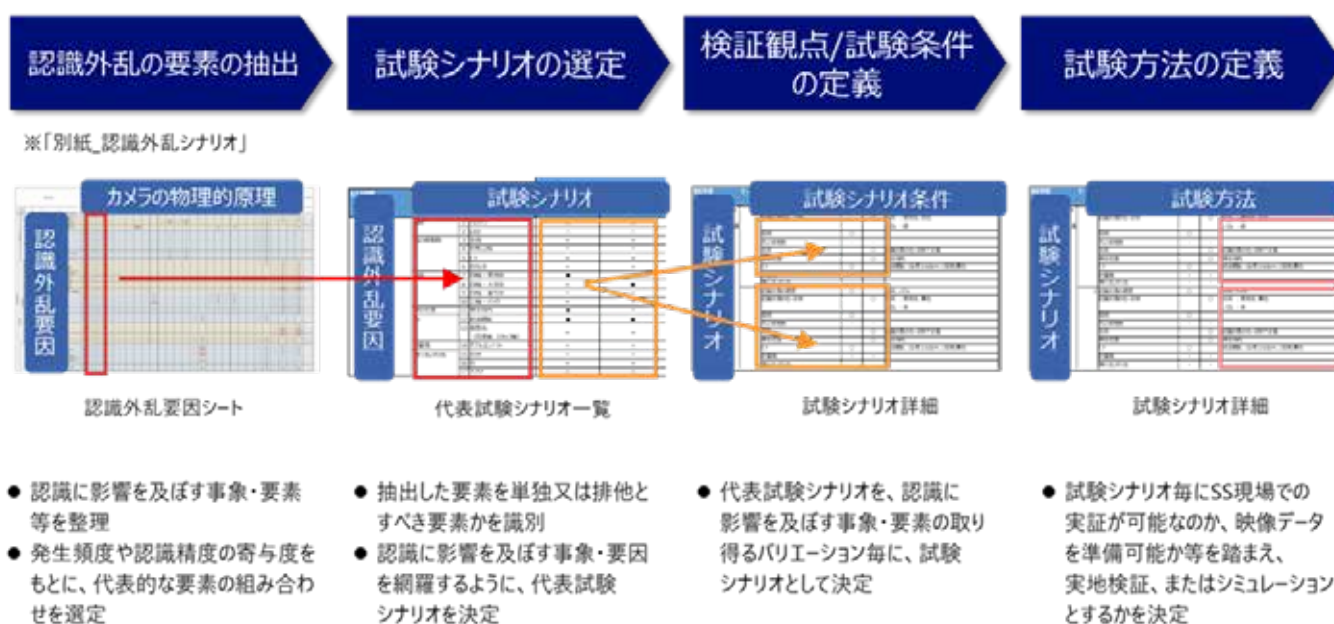


(参考) 図 3-8 カメラの知覚における外乱発生原理

出所)「自動運転の安全性評価フレームワーク v1.0」より一部抜粋

このような認識性能に影響を及ぼす外乱要因は、周辺環境の条件や認識対象物の種類などのバリエーションや、それらの組み合わせを考慮すると非常に多岐に渡る。そのため、本ガイドラインではカメラ・センサ原理に基づいて認識外乱要因を分類し、同一の分類となるものの中からその代表要因を選択することで、シナリオ数を有限化するとともに、認識外乱要因を網羅するアプローチを採用する。

本ガイドラインでは、具体的な代表シナリオの検証観点、試験条件および試験方法については、「認識外乱の要素の抽出」「試験シナリオの選定」「検証観点および試験条件(試験環境)の定義」「試験方法の定義」の4つのプロセスで決定した。代表シナリオの具体的な決定方法は次のとおりである。



(参考) 図 3-9 認識外乱要因の体系

(1) 認識外乱要因の要素抽出

認識外乱の要因と発生原理との関係はマトリクスで表すことができる。このマトリクスでは、縦方向に認識外乱要因を、横方向に発生原理を並べており、各原理(=列)についてそれを生じ得る要因(=行)として該当するものが分かる形としている。同じ列内で該当する複数の外乱要因はどれも同じ原理によって生じるが、システムの安全性を評価するという観点から、認識性能への影響度および現場での遭遇確率が高い要因を選出し、評価シナリオとして優先順位付けを行った(後述(2)で実施)。

(2) 認識外乱シナリオの選定

認識性能への影響度と遭遇確率は、次のような考え方で点数化して同じ列内で比較した。

< 認識性能への影響の大きさ (X) >

各原理について、それぞれの要因が起こし得る認識外乱の厳しさを 1～3 点で表現
(影響小:1 点、中:2 点、大:3 点)

< 遭遇確率 (P) >

以下で説明する(頻度総合点)×(発生時の継続時間)の数値を遭遇確率と見なし、
その大きさによって 1～3 点に振り分け(確率小:1 点、中:2 点、大:3 点)

- 遭遇頻度

各外乱要因の地域性、気候・気象の影響度、使用方法による発生頻度をそれぞれ 1～3
点で表現し、4 つの点数を掛け合わせて「頻度総合点」を算出

- 発生時の継続時間

その要因が発生したときの 1 回の継続時間を 1～3 点で表現
(時間短:1 点、中:2 点、長:3 点)

< 総合点 >

認識性能への影響の大きさ (X) と遭遇確率 (P) とは、それぞれウェイト (W) を 10 および 8 に設定して合計点数(WXX+WPP)を算出し、総合点とする

なお、本ガイドラインでは「認識性能への影響の大きさ (X)」、「遭遇確率 (P)」、「発生時の継続時間」は、本ガイドライン作成時点では実験データ量は十分ではないため、WG 参加者間の定性評価により決定した。今後、実験データ量が十分に蓄積された場合においては、必要に応じて定量的な根拠をもとに見直しを実施するものとする。

(3) 検証観点 / 試験条件の定義

a. 検証観点

認識外乱による影響を受けず、正しく AI が認識対象物を認識し、従来給油可能な車両等に対して給油可能であること、又は給油を禁止されている車両等については給油不可であるということを軸として設定する。試験条件については次に示す要素を整理のうえ、代表的な試験条件を決定する。

b. 要素

石油元売各社の共通条件(カメラ仕様等の独自要件を除く)と給油時の安全性に影響を及ぼす可能性があるシナリオ・要因を本ガイドラインで定義し、石油元売各社毎に定義が異なる要素(カメラ・センサ仕様、カメラ設置位置など)については石油元売各社が定める方針とする。

c. 要素の網羅性に関する方針

AI システム利用条件として、何らかの理由で AI システムが給油行動を検知できない場合や石油元売各社が AI システムの検知対象外と定義する給油動作については、交代要求(TOR)する方針である。そのため、本ガイドラインでは給油時の安全性に影響を及ぼす必要最低限の要因とする。(現状の給油取扱所で発生するすべての給油バリエーションを網羅することをゴールとしない。)

(ア) 給油時の安全性に影響を及ぼす必要最低限の要素とは、利用条件(石油元売各社が開発した AI システムが従来の監視スタッフと同等以上の精度を担保できない給油動作や給油取扱所の環境に対しては AI 給油システムを導入しない等)を課す等の対応により回避できない要素を指す。

(イ) 石油元売各社が定義する給油動作や AI システムの検知対象物については、AI システムの検知対象物の網羅性を高めることにより、業務効率性の向上に繋がる(AI システムが半自動で判断するケース数が増え、結果的に交代要求(TOR)の回数が少なくなる)という考え方にに基づき、必要最低限の要素を除き石油元売各社にて定義する。

d. 本ガイドラインで定義する要素

石油元売各社が共通の要素(図表:共通要素と表記)と石油元売各社が個別に定義する要素(図表:個社要素と表記)に加え、従来レベルの安全性を満たすことができない業務・使用条件等を利用条件により回避可能な要素(図表:回避可と表記)と回避できない要素(図表:回避不可と表記)の観点で識別を行う。このうち「共通要素」かつ「回避不可」について本ガイドラインで定義する。要素毎の識別結果を(参考)図 3-10 に定義する。

カメラ・センサ

| 要素 | | 分類 | 判断理由 |
|------|--------------|----|------|
| 本体仕様 | 設置位置、解像度 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 付着物 | 雨滴、雪・氷、汚れ など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |

周辺環境

| 要素 | | 分類 | 判断理由 |
|-------|---------------|----|------|
| SS構造 | 反射、遮蔽、背景 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 照明 | ハロゲン、LED | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 空間 | 天候、日照条件 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 路面状態 | 照り返し、水たまり、積雪等 | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 周辺移動物 | 歩行者、自転車 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |

認識対象物

| 要素 | | 分類 | 判断理由 |
|----------|------------------|----|------|
| 車両 | 乗用車、大型車、バイク など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 停車位置 | 停車枠内、停車枠外 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| ヒト | 給油顧客、スタッフ、複数名 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 停車枠 | 色、汚れ など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 計量機 | ダブルエントリー など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 携行缶/ポリ容器 | 形状、色、大きさ など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |
| 火気 | ペーパー引火 など | 共通 | 回避可 |
| | | 個社 | 回避不可 |

(参考) 図 3-10 認識外乱シナリオの要素ごとの識別結果

(参考)図 3-10 で整理した識別結果より、本ガイドラインで定義すべき要素は周辺環境「SS構造」「空間」「路面状態」の 3 要素と認識対象物「車両」「停車位置」「ヒト」「携行缶/ポリ容器」「火気」の 5 要素と定義する((参考)図 3-11)。

| カメラ・センサ | | | | |
|----------|------------------|----|------|--|
| 対象なし | | | | |
| 周辺環境 | | | | |
| 要素 | | 分類 | 論点 | |
| SS構造 | 反射、遮蔽、背景 など | 共通 | 回避可 | ・ 反射、遮蔽など、どこまでのバリエーションを定義するか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| 空間 | 天候、日照条件 など | 共通 | 回避可 | ・ 天候（雨量・風速など）や時間帯（明るさなど）をどこまで詳細に定義するか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| 路面状態 | 照り返し、水たまり、積雪等 | 共通 | 回避可 | ・ 積雪量、積雪範囲、照り返し内容（水たまりによる反射、雪による反射など）をどこまで詳細に定義するか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| 認識対象物 | | | | |
| 要素 | | 分類 | 論点 | |
| 車両 | 乗用車、大型車、バイク など | 共通 | 回避可 | ・ ボディタイプ、色、大きさなど、どこまでのバリエーションを持たせて確認するのか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| 停車位置 | 停車枠内、停車枠外 など | 共通 | 回避可 | ・ 停車枠内と停車枠外の定義（何輪が停車枠に入っていればよいのか等）をどうするのか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| ヒト | 給油顧客、スタッフ、複数名 など | 共通 | 回避可 | ・ 給油客/スタッフ、大人/子供、などどこまでのバリエーションを持たせて確認するのか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| 携行缶/ポリ容器 | 形状、色、大きさ など | 共通 | 回避可 | ・ 形状、色、大きさなどどこまでのバリエーションを持たせて確認するのか |
| | | 個社 | 回避不可 | |
| 火気 | ペーパー引火 など | 共通 | 回避可 | ※「顧客行動外乱シナリオ」で検証予定であるため、「認識外乱シナリオ」では対象外とする。 |
| | | 個社 | 回避不可 | |

(参考)図 3-11 認識外乱シナリオの試験要素一覧

e. 要素の定義

SS 現場で試験および評価が可能な粒度とするために、本ガイドラインで定義すべき要素を更に分解し、石油元売共通基準を以下のとおり定義する。

(ア) SS 構造(反射、遮蔽)

<考え方>

- 認識対象物(給油ノズル等)に対する認識阻害要因として『反射』『遮蔽』を試験対象とする。
- 「反射」については SS 環境や AI システムの実装方法等の元売各社毎に異なる要素と天候や給油対象車両等のランダム要素の影響が大きく、一意に試験条件を設定できない。そのため、本検証はサンプルケースの検証に留め、AI システムが誤認識・誤検知するケースの発生をモニタリングし是正するという運用でカバーする方針とする。

<定義>



(参考) 図 3-12 「反射」と「遮蔽」の定義

(イ) 空間(天候、時間)

< 定義の考え方 >

○ 全国で発生し得る「晴れ」「曇り」「雨」を必須要素とし、地域特性によりその発生頻度や気象状態が異なる「雷」「雪」「霧」は推奨とする。

○ 時間帯については日照条件が異なる「朝」「昼」「夕方」「夜」を必須とする。

< 定義 >

| 種類 | 定義 *気象庁の定義 | 根拠情報 | | 試験シナリオ上の取扱い | | |
|----|------------|--|----------|-------------|--------|----|
| | | 2021年の日数*1 | 地域特性 | 分類 | 必須/推奨 | |
| 天候 | 快晴 | 全雲量が1以下の状態 | 40.3日 | なし | 晴れ | 必須 |
| | 晴れ | 全雲量が2以上8以下の状態 | 220.3日 | なし | 晴れ | 必須 |
| | 薄曇り | 全雲量が9以上であって、見かけ上、上層の雲が中・下層の雲より多く、降水現象がない状態 | *晴れに含まれる | なし | 曇り | 必須 |
| | 曇り | 全雲量が9以上であって、見かけ上、中・下層の雲が上層の雲より多く、降水現象がない状態 | *晴れに含まれる | なし | 曇り | 必須 |
| | 煙霧 | 程が10km未満になっている状態 | 0日 | あり | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | 砂じん嵐 | 大きさが10ミクロン以下の塵や砂が舞い上がる状態 | 0日 | あり | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | 地ふぶき | 積もった雪が風のために空中に吹き上げられる状態 | 0日 | あり | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | 霧 | 微小な浮遊水滴により視程が1km未満の状態 | 1.3日 | あり | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | 霖雨 | 微小な雨滴(直径0.5mm未満)による弱い雨 | *雨に含まれる | なし | 雨 | 必須 |
| | 雨 | 雨が降っている状態 | 103日 | なし | 雨 | 必須 |
| | 雪 | 降雪量がおよそ1cm/h以上の雪 | 8.5日 | なし | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | みぞれ雪 | 雨と雪が混在して降る降水 | *雪に含まれる | なし | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | あられ | 直径が5mm未満の水が雲から落下する状態 | *雪に含まれる | なし | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | 雹 | 積乱雲から降る直径5mm以上の氷塊が降水している状態 | *雪に含まれる | なし | 特殊気象条件 | 推奨 |
| | 雷 | 雷電(雷鳴および電光)がある状態 | 14.5日 | なし | 特殊気象条件 | 推奨 |

(参考) 図 3-13 「天候」の定義

| 種類 | 定義 | 試験シナリオ上の取扱い | | |
|-----|----|--------------|-----|---------------------|
| | | 必須/推奨 | 補足 | |
| 時間帯 | 朝 | 6時～9時と定義する | 必須* | *朝、昼のいずれかの時間帯で試験を実施 |
| | 昼 | 9時～15時と定義する | 必須* | *朝、昼のいずれかの時間帯で試験を実施 |
| | 夕方 | 15時～18時と定義する | 必須 | 左記時間帯のいずれかで試験を実施 |
| | 夜 | 18時～21時と定義する | 必須 | 左記時間帯のいずれかで試験を実施 |

(参考) 図 3-14 「時間」の定義

(ウ) 路面状態

<考え方>

- 路面状態は AI の認識精度に直接影響しないと想定されるが、路面の色と検知対象物が類似した色となる場合は、誤認識する可能性があるため試験を実施する。
- 試験対象は路面の色のバリエーションを網羅する方針とする。
- 精度と路面状態の関係性が元売各社により異なるため、定量的な基準は仮決めとし、運用の中で適宜見直しを実施する。

<定義>

降水により濡れている状態



降水等により路面がグレー又は濃グレーとなっている状態*



ボディカラーまたは給油客の服装がグレー

*給油レーンの路面の8割以上が濡れている状態を指す

積雪している状態



積雪により路面が白色となっている状態*



ボディカラーまたは給油客の服装が白

*給油レーンの路面の8割以上に積雪している状態を指す

(参考) 図 3-15 「路面状態」の定義

(エ) 車両

<考え方>

- 日本国内の保有台数が多い上位 3 位の車型と塗色を必須とし、上位 4 位以下は推奨とする。車型についてはさらに詳細化し、セルフ SS に来店する頻度が高いボディタイプを必須とする。
- ボディタイプとボディカラーの組合せは任意とする。

< 定義 >

主なボディタイプ *日本自動車工業会及び全国軽自動車協会連合会が定める車種区分

■ 乗用車

- 普通車
 - 対象パターンをすべて網羅
 - セダン、ミニバン、SUV、オープンカーなど
- 小型四輪車
 - 対象パターンをいずれか1種
- 軽四輪車
 - 対象パターンをいずれか1種

■ トラック

- 普通車
 - 対象パターンをいずれか1種
 - など
- 小型四輪車
 - 対象パターンをいずれか1種
- 軽四輪車
 - 対象パターンをいずれか1種

■ バス

- 対象パターンをいずれか1種
- マイクロバス、小・中・大型

■ 自動二輪車

- 対象パターンをいずれか1種
- 原付バイク、中型・大型バイク など


■ 特殊用途自動車


- 消防車、ごみ収集車 など


図例) 国土交通省資料


主なボディカラー *色の厳密な定義は行わない


対象パターンをすべて網羅


白系


黒系


灰系


青系


赤系 など

(凡例) 試験対象

(参考) 図 3-16 「車両」の定義

出所) 国土交通省公開情報をもとに作成

(参考) 車型一覧 *道路運送車両法の定義をもとに整理

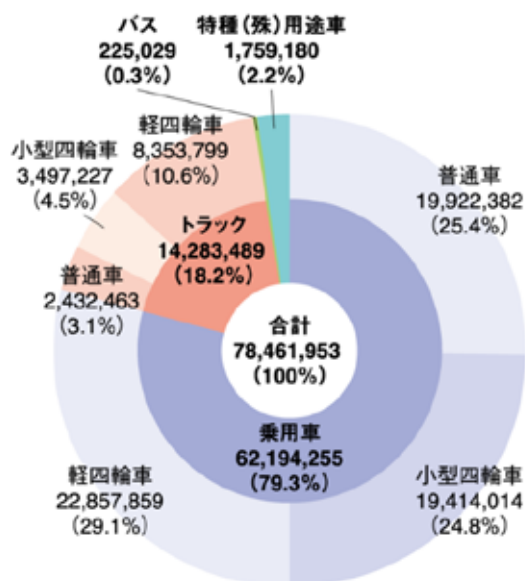
| 種類 | 代表例 | 構造 | 試験シナリオ上の取扱い | | | | |
|---------|-----------------|---------|--------------|------------------|--------------------|----|----------------------|
| | | | 必須/推奨 | 必須ハリエーション | | | |
| 自動車 | 普通自動車 | 乗用車 | セダン、SUV、バンなど | 4輪以上 | 4輪以上の小型自動車より大きいもの | 必須 | セダン、ハッチバック、SUV、ミニバン |
| | | トラック | — | 4輪以上 | 同上 | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| | | バス | マイクロバス | 4輪以上 | 乗客席数15~20名程度 | 推奨 | 左記定義を満たす1種 |
| | 小型自動車 (小型四輪車) | 乗用車 | セダン、SUV、バンなど | 4輪以上 | 4.7以下/1.7以下/2.0以上 | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| | | | — | 4輪以上 | 同上 | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| | | 3輪トラック | — | 3輪 | 3輪の軽自動車より大きいもの | 推奨 | 左記定義を満たす1種 |
| | | 大型オートバイ | サイドカー有/無 | 2輪 | 2輪の軽自動車より大きいもの | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| | 軽自動車 (軽四輪車) | 軽乗用車 | — | 3輪以上 | 3.4以下/1.48以下/2.0以下 | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| | | 軽トラック | — | 3輪以上 | 同上 | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| | | オートバイ | 中型バイク | 2輪 | 2.5以下/1.3以下/2.0以下 | 必須 | 左記定義を満たす1種 |
| 特殊用途自動車 | 消防車、救急車、警察車など | 制限なし | 制限なし | 推奨 | 左記定義を満たす1種 | | |
| 大型特殊自動車 | ブルドーザー、ロードローラー等 | 制限なし | 制限なし | *単独でセルフSSには来店しない | | | |
| 小型特殊自動車 | 農耕トラクター等 | 制限なし | 制限なし | *単独でセルフSSには来店しない | | | |
| 原動機付自転車 | 第1種 | ミニバイク | 原付 | 制限なし | 2.5以下/1.3以下/2.0以下 | 必須 | 第1種と第2種のいずれが定義を満たす1種 |
| | 第2種 | バイク | 中型バイク | 2輪 | 2.5以下/1.3以下/2.0以下 | | |

(参考) 図 3-17 「車型」の定義

89

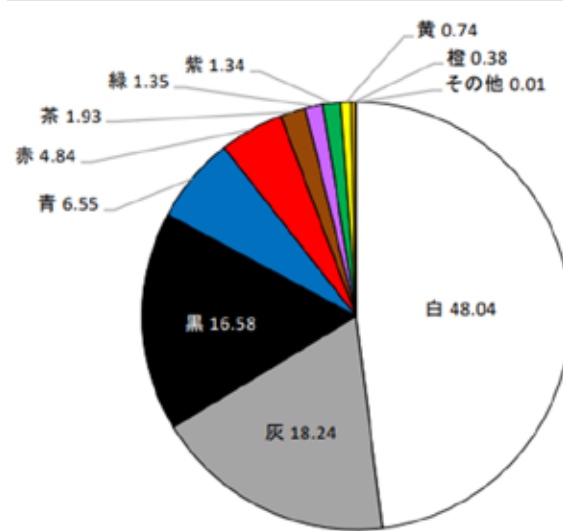
< 参考資料 >

車種別保有台数と構成比



出所) 日本自動車工業会 (2020年調査資料)

乗用車計の塗色別保有構成



出所) 自動車検査登録情報協会 (2022年3月)

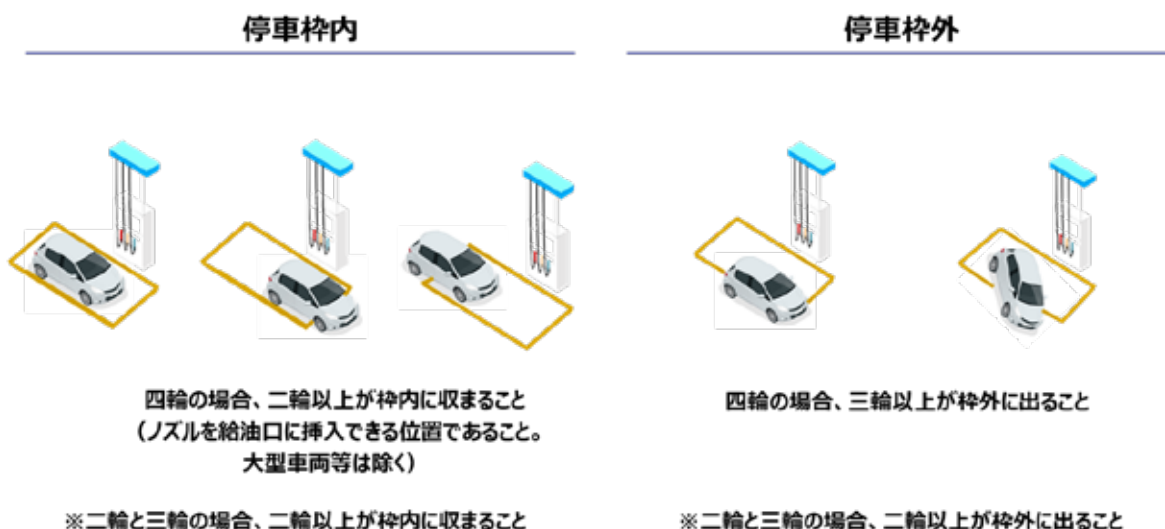
(参考) 図 3-18 試験対象とすべきバリエーションの根拠となる情報

(オ) 停車位置

< 考え方 >

- 試験シナリオの定義上、各セルフ SS の停車枠内に収まるタイヤの数をもとに停車位置を定める。それぞれの停車位置のバリエーションを試験対象とする。
- 実装方法は「停車枠内のタイヤ数」「停車枠に対する車両の重なり度合」等が考えられる。試験ケースとしては停車枠内と停車枠外の定義をタイヤ数で切り分け検証を行うものとし、実装方法は元売各社に判断を委ねる方針とする。

< 定義 >



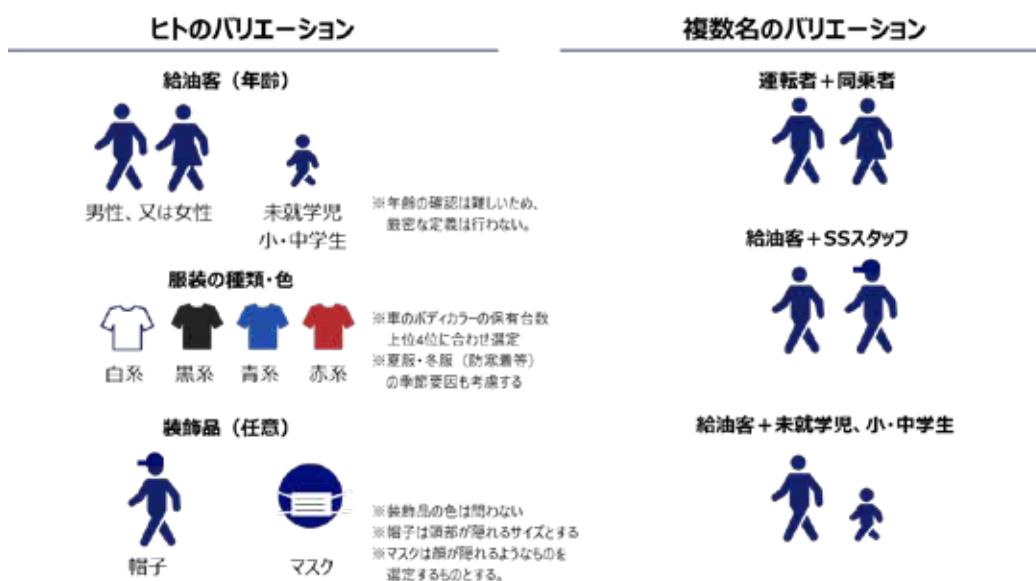
(参考) 図 3-19 「停車位置」の定義

(カ) ヒト

< 考え方 >

- 年齢・性別問わず人であることを検知することを確認するため、以下バリエーションを試験対象とする。
- 年齢や給油客/SS スタッフ等を見分けることが目的ではなく、ヒトのバリエーションに関係なく AI が検知できることを検証する。

< 定義 >



(参考) 図 3-20 「ヒト」の定義

(キ) 携行缶・ポリ容器

<考え方>

- 本来は安全性の観点から燃料油保管の用途として利用される携行缶・ポリ容器だけではなく、給油禁止容器についても試験対象とすべきである。但し、携行缶・ポリ容器、ペットボトル等の給油禁止容器は無数に存在し、網羅的な試験が困難。
- 本ガイドラインでは正常な給油行動として「給油ノズルが車両の給油口に差し込まれていること」を定義しており、本ケースで携行缶・ポリ容器などへの給油は防止可能である。(ポリ容器・携行缶の検知が目的ではなく、正常な給油を検知できること)
- そのため、本要素は車両の給油口以外に給油するケースの一例としてテストを行い、試験時のバリエーション網羅はベストエフォートとし、商用化時の動向を踏まえ見直しを実施する。

<定義>



(参考) 図 3-21 「携行缶」と「ポリ容器」の定義

(ク) 火気

<考え方>

- 本来は事故を未然に防ぐという観点から点火源と可燃物を検知すべきであるが、現状の画像 AI および SS 設備では検知が困難である。そのため、「火」を AI の検知対象(試験対象)とし、点火源はベストエフォートとする。

- 「火」の大きさ・燃焼温度等の定義については本ガイドラインでは定義せず、より小さな火についても検知できるようベストエフォートで対応を行うものとする。(但し、出火した際は確実に交代要求(TOR)されること)



(参考) 図 3-22 「火気」の定義

2. 顧客行動外乱シナリオ

顧客行動外乱シナリオは、給油客が行う行為に対して、給油/注油許可監視システムが安全性を正しく判断することができるかを検討するものである。

本ガイドラインが射程としている「ノズル挿入」から「給油」、固定給油装置(計量機)に「ノズルを戻す」までの「給油動作」と、危険要因となり得る顧客の「行動・行為」を構造化して紐づけることにより、火災やガソリンの流出等、危険に繋がる可能性が認められるシナリオを抽出する。また、セルフ SS における過去の事故事例から、一定程度の発生頻度と影響度を有する、動作ステップと行動・行為の組み合わせを抽出し、代表シナリオを選定する。

(1) 顧客行動外乱要因の要素抽出

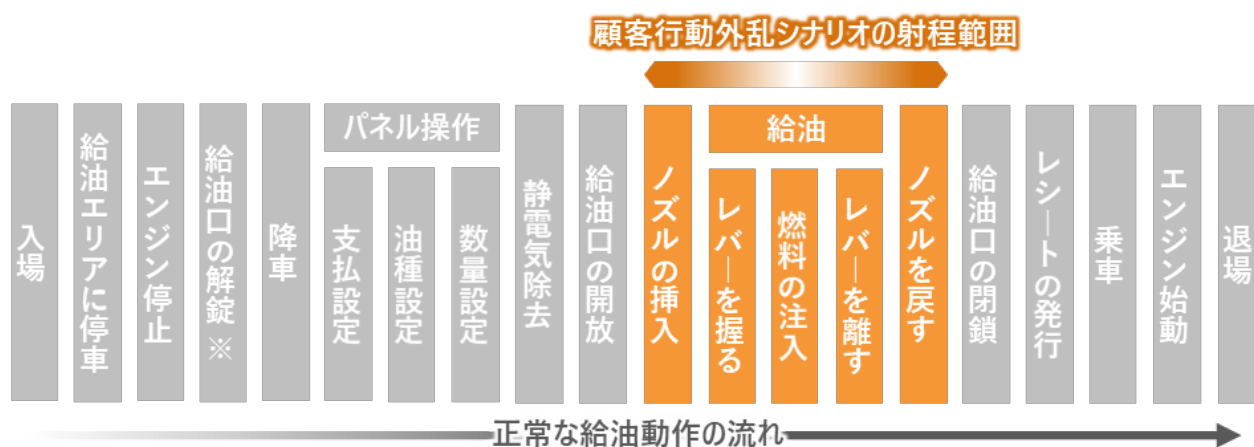
a. 給油動作のステップ

顧客行動外乱シナリオにおける「給油動作」の射程((参考)図 3-23)は、当然ながら本ガイドラインの射程と同一であり、大きく「ノズルの挿入」、「給油」、「ノズルを戻す」の3つに分けられる。故に、例えば静電気除去パッドに触れてから給油口を開放する行為や、計量機にノズルを戻した後の行為については、顧客行動が安全性に影響を与えるかどうかに関わらず、顧客行動外乱シナリオとしての検討の対象には含まれない。顧客による動作ステップの詳細について、次に再整理した。

「ノズルの挿入」は、給油を行う顧客が計量機からノズルを取り外し、給油口にノズルを挿入するまでの動作を指す。

「給油」は、燃料を注入する行為のそれ自体であり、これらは更にレバーを握る、レバーを握り続けて燃料の注入を継続する、レバーを離すという3つの段階に分けることができる。本項において単に「給油」といった場合には、これらの各行為を包括した給油動作を指す。

「ノズルを戻す」は、給油口からノズルを抜き取った後、計量機にノズルを戻すまでの動作を指す。



※車種によっては降車前の操作が必要ない場合もある

※状況により動作の順序が前後したり、動作間に別動作が発生したりする（車内の荷物を取る等）場合がある

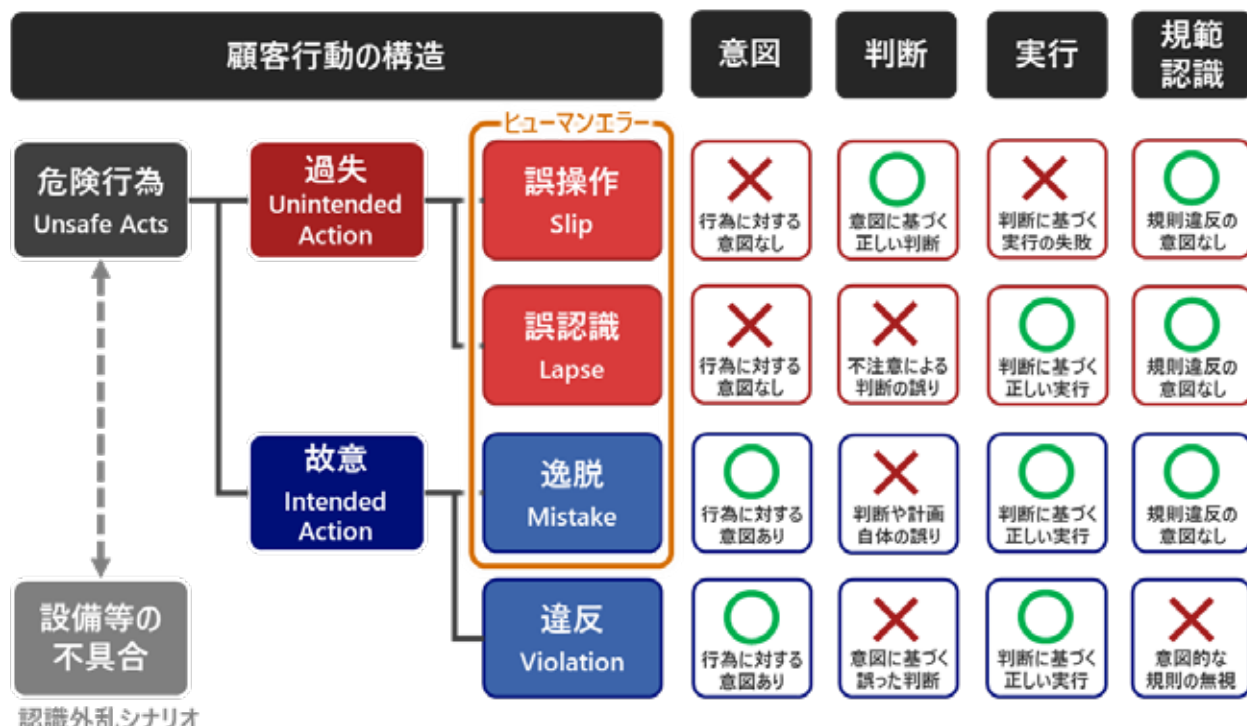
（参考）図 3-23 正常な給油動作の流れにおける顧客行動外乱シナリオの射程

b. 顧客の行動

顧客行動外乱シナリオにおいて、顧客が取り得る行動は、その行動が発生する要因により次の(参考)図 3-24 で示すように構造化することができる。なお、危険行為(Unsafe Acts)に係る顧客行動の構造化に関する確立された分類は存在しないが、行動心理学やヒューマンエラーに関する論文⁹等を参考に構造化を行った。

⁹ Adapted from James Reason, Human Error, Cambridge University Press

顧客の行動は、その故意又は過失の有無(意図)・判断・実行・規範意識といった内心の状態と行為の結果により、大きく「誤操作(Slip)」、「誤認識(Lapse)」、「逸脱(Mistake)」、「違反(Violation)」の4つに分けられる。このうち、特に ~ は「ヒューマンエラー」とも呼ばれる。



(参考) 図 3-24 内心の状態と行為の結果に基づく顧客行動の構造化

出所) 行動心理学やヒューマンエラーに関する論文等から作成

「誤操作(Slip)」は、顧客による危険行為のうち、過失により操作を誤り、結果として危険が生じた行為のことを指す。行為結果に対する本人の意図はなく、判断は正しかったが、注意を怠ったために実行を誤ってしまった場合、当該行為は「誤操作」に分類される

例えば、給油完了後にノズルを計量機に戻そうとしたところ、誤ってレバーを握ってしまい、ガソリンが流出・飛散するような事案が「誤操作」に分類される。

この場合において、顧客本人は不注意により意図せず結果を惹き起こしてしまったため、「意図」の評価は「×」となる。また、「判断」については、ノズルに戻そうとした判断自体は誤っていないため「○」、「実行」については、本人の意図した実行ができていない(ノズルを握ろうと思って握ったのではない)ため「×」となる他、過失であることから規範意識については「○」(意図的に規則を破ろうとした訳ではない)の評価となる。

「誤認識(Lapse)」は、顧客による危険行為のうち、意図した操作を行うことができたが、過失により状況認識の段階で誤りがあったために、結果として危険が生じた行為

のことを指す。行為結果に対する本人の意図はなく、本人の認識・判断の下においては実行も正しかったが、認識自体を誤ったために危険を生じた場合、当該行為は「誤認識」に分類される。

例えば、ノズルが車両に差し込まれたままであることを失念し、車両を発進させたため、ホースが破損しガソリンが噴出するような事案が「誤認識」に分類される。

この場合においても、顧客本人は不注意により意図せず結果を惹き起こしてしまったため、「意図」の評価は「×」となる。また、「判断」については、不注意により車両にノズルが差し込まれたままになっていることを認識・判断できなかったことから「×」の評価となる。「実行」については、車両を発進させようという本人の意識・作為の下で、車両を“正しく”発進させることができることから、評価は「○」となり、過失であることから規範意識については「○」となる。

「逸脱(Mistake)」は、顧客による危険行為のうち、法令違反に該当するとまでは言えないが、推奨されない手順や行為により、危険が生じた場合の行為のことを指す。

なお、英語表記は「Mistake」となっているが、過失による行為を含まない概念であるため、日本語でいう「間違い」とは意味合いが異なることに留意が必要である。

例えば、子どもと一緒に給油を行おうとしたところ、子どもが誤ってノズルを車両から引き抜いた結果、ガソリンが飛散して負傷するような事案が「逸脱」に分類される。

この場合においては、子どもと一緒に給油を行うという行為自体は意図的に行われたものであるため、「意図」の評価は「○」となる。また、「判断」については、子どもと一緒に給油を行おうとする行為は推奨されない行為であるため「×」、「実行」については、子供と一緒に給油するという意図した行為が行えているため「○」、「規範意識」については、法令違反を行う明確な意思はないため「○」の評価となる。

「違反(Violation)」は、顧客による危険行為のうち、法令に違反する行為が行われた結果として、危険が生じた場合の行為のことを指す。

例えば、セルフ SS 内で給油中にタバコを吸おうとライターに着火したところ、可燃性蒸気に引火し炎上するような事案が「違反」に分類される。

この場合、顧客は意図的に行為を行っているため、「意図」の評価は「○」となる。また、「判断」については、意図している行為が法令違反となるため「×」、「実行」については、本人の意図した行為を正しく行えていることから「○」、規範意識については当然に「×」となる。

(2) 顧客行動外乱シナリオの選定

a. 事故の発生頻度と影響度に着目したシナリオ候補の整理

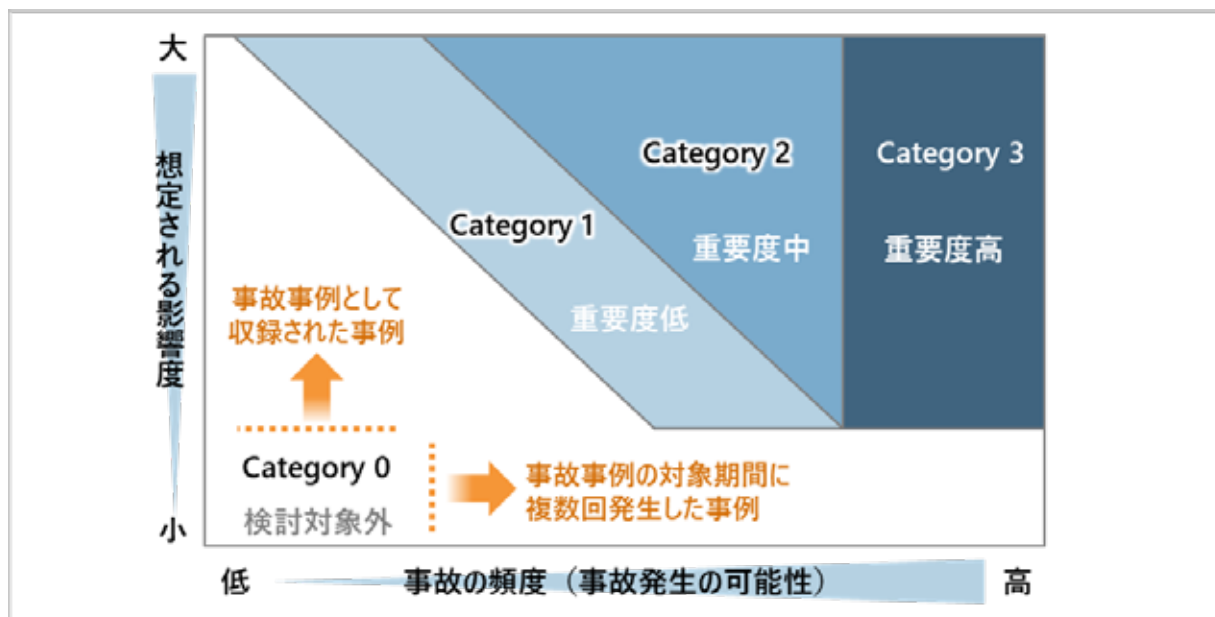
前述した「動作のステップ」と「顧客の行動」によりマトリクスを作成し((参考)図 3-25)、さらにセルフ SS における過去の事故事例から、事故の「発生頻度」と「影響度」の観点に着目した事例整理を行うことで、重要性の高いシナリオを抽出した。

事故の「発生頻度」と「影響度」の 2 つの評価軸により、当該事故リスクの重要度を理解するというアプローチは、国際天文学連合(IAU)におけるトリノスケールの考え方を参考にしている。

トリノスケールは、地球近傍天体が地球へ衝突するリスクの深刻度を 0 ~ 10 の 11 段階で評価するもので、ここでは衝突した場合の「エネルギー」と「衝突確率」の 2 つの軸で、天体のリスクが評価される。セルフ SS における事故類型の重要度の検討にあたっては、「衝突時のエネルギー」を「事故の影響度」、「衝突確率」を「事故の発生確率(発生頻度)」に類する概念と捉えることで、2 つの軸で客観的に事故事例の整理を行うこととした((参考)図 3-26)。



(参考) 図 3-25 顧客行動外乱シナリオのマトリクス



(参考) 図 3-26 トリノスケールに見る事故類型の重要度の概念的整理

過去の事故事例については、消防庁及び損害保険会社から提供されたものを使用した。事故事例の収録対象期間は、消防庁のリストについては過去 5 年間、損害保険会社のリストについては過去 9 年間である¹⁰。

事故の発生頻度を評価するにあたり、発生の過程や結果が類似している事故、例えば、誤操作によりガソリンが 0.5L 流出した事故と 2.0L 流出した事故については、事故事例の抽象化を行い、同一の事故類型として取り扱ったうえで発生件数をカウントし(この場合は誤操作によるガソリン流出 2 件とカウントする)、集計期間のうち 2 回以上発生している事故事例のピックアップを行った。

また、事故の影響度については、単に事故が発生したということに留まらず、実際の物的損害または人的被害が発生したことによって、事故事例に収録されているものを検討の対象とした。

このように「動作のステップ」と「顧客の行動」の組み合わせによる事故事例の整理を行うことによって、顧客行動外乱によって生ずる事故リスクの類型を網羅的に整理し、顧客行動外乱シナリオにおける試験シナリオ候補を抽出した。

b. 検知可能性と回避可能性に着目したシナリオ選定

3.2.2 (2) a. で先述した通り、一定程度の発生頻度及び影響度を有する事故事例を抽出した後、当該事故の「**検知可能性**」と「**回避可能性**」に着目し、双方が認められるものを試験

¹⁰ 消防庁：2016 年 1 月～2020 年 12 月，損害保険会社：2010～2016 年及び 2016 年 9 月～2019 年 2 月

シナリオとして選定することを検討した。

「**検知可能性**」は、安全を阻害する事象・要因が、カメラ・センサで検知できるかどうか、換言すれば、給油/注油許可監視システムが危険の発生を予見し得る状態にあるかという評価観点である。現行の有人対応による給油における監視項目ではないものについては、たとえ技術的には検知可能なものであっても、検知可能性がないものと看做す。

ノズルを計量機から取った際にノズル内に残留していた燃料が飛散する事案を例にとると、ノズル内の残留燃料の有無は現行の監視項目ではないため、技術的に可能であるかといった評価の内容に関わらず、試験シナリオの選定にあたっては検知可能性がないものと看做しシナリオから除外する。

「**回避可能性**」は、給油/注油許可監視システムの検知・判断によって結果回避可能な性質の危険に繋がる事象・要因であるかどうかを検討する評価観点である。

例えば、故意にガソリンを漏出させたうえ、ライターを使用し放火を図るような事案では、たとえ火気をシステムが検知できたとしても、結果回避に繋がることはないため、このような事案は試験シナリオの選定にあたっては回避可能性がないものと看做しシナリオから除外する。

STEP 1.0 では、整理した各種の事故事例をこれらの評価観点で検討し、検知可能性と回避可能性の双方が認められるシナリオを試験シナリオとして選定した((参考)図3-27)。

| 機能要件 | | 試験シナリオ | | | 関連するシステムの動作 | | |
|---------|--------------|-----------|---|----|-------------|------|---------|
| 常時監視 | 環境条件(ODD)の認識 | 試験シナリオ 1 | AIシステムは、設定された環境条件(ODD)の範囲内にあるかどうかを常時確実に認識し、当該範囲内においてのみ作動するものであること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 交代要求(TOR) | 試験シナリオ 2 | 設定された環境条件(ODD)の範囲外となった場合において、従業者が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、警告発報等により交代要求(TOR)する機能を備えること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | | 試験シナリオ 3 | AIシステムに障害・故障が発生した場合において、従業者が直ちに給油/注油許可監視業務を引き継ぐことができるよう、警告発報等により交代要求(TOR)する機能を備えること | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 故障・障害時対応 | 試験シナリオ 4 | AIシステムを構成する機器の故障やシステム障害、通信障害等が発生するなどして、AIシステムが正常に機能しない場合には、AIシステムの利用を停止すること。ただし、ケースにより対応方法が異なることから、故障や障害を認識する方式は問わないものとする | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| 給油/注油動作 | ノズル挿入の検知 | 試験シナリオ 5 | ノズル挿入前のレバー誤操作、ノズル挿入誤操作 ノズルを固定給油/注油設備から外した後、給油口に挿入する前にレバーを握り、燃料が出ないことを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | | 試験シナリオ 6 | ノズル脱落 給油開始後、燃料注入中にノズルが脱落した場合、直ちに従業者への警告発報が行われ、従業者が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 人離れの検知 | 試験シナリオ 7 | ノズル抜き忘れ、ノズル脱落 ノズルが車輦に挿入された状態で給油者が車輦周辺から離れた場合、直ちに従業者への警告発報が行われ、従業者が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 携行缶・ポリ缶の検知 | 試験シナリオ 8 | 顧客自身による携行缶給油 車輦周辺に携行缶を検知した場合、給油許可が行われず警告発報されること、また給油許可後であれば警告発報と緊急自動停止が行われること、なお、従業者が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| 常時監視 | 火気の検知 | 試験シナリオ 9 | 火気使用 火気を検知した場合、警告発報及び給油/注油不許可または給油/注油の自動停止等の措置が取られることを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | | 試験シナリオ 10 | 火気使用 火気を検知した場合、当該レーンにおいて警告発報及び給油/注油不許可または給油/注油の自動停止等の措置が取られることを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| 給油/注油動作 | ノズル挿入の検知 | 試験シナリオ 11 | ノズルを戻す際のレバー誤操作、継ぎ足し給油 油許可後にノズルを給油口から引き抜いた場合、給油終了を判断しレバーを握っても燃料が供給されないことを確認する 給油中のレバー誤操作、継ぎ足し給油 給油許可後にノズルを給油口から引き抜いた場合、レバーを握っても燃料が供給されないことを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |
| | 複数名給油 | 試験シナリオ 12 | 子どもの給油/ノズル引き抜き 数人が確認される場合に給油許可がされないこと、また、給油許可後に車輦周辺に複数名検知された場合、警告発報が行われ、従業者が対応できない場合には当該レーンの給油/注油が自動停止することを確認する | 必須 | 給油/注油不許可 | 警告発報 | 給油/注油停止 |

(参考) 図 3-27 STEP1.0 における顧客行動外乱シナリオの試験シナリオ

(3) 検証観点 / 試験条件の定義

試験シナリオとして選定した顧客行動外乱があっても、給油/注油許可監視システムの適切な判断及び動作により、安全が確保されるかが検証の観点(利用時品質)となる。外部品質として想定するシステムの動作は、大きく **給油不許可**、**警告発報**、**給油停止**に分けられる。

「**給油不許可**」は、給油許可前に試験シナリオにおける顧客行動外乱が検知された場合、システムが異常な給油動作と判断し、給油が許可されないことを指す。この場合、ノズルに燃料は供給されず、レバーを握っても燃料が吐出することはない。給油許可後に給油許可を取り消す場合は、後述する「給油停止」に分類される。

「**警告発報**」は、試験シナリオにおける顧客行動外乱が検知された場合、光や音声等の手段で警告を行うことを指し、監督者に状況確認と有人による給油停止等の判断や、交代要求(TOR)の要求を行うことを想定する。なお、警告の発報対象は監督者を想定するが、給油者を警告発報の対象に含めても差し支えない。これらの場合、警告発報があった段階で直ちに給油が停止することはないため、給油許可があった後であれば、レバーを握ることによって燃料の注入が可能な状態は維持される。

「**給油停止**」は、試験シナリオにおける顧客行動外乱が給油許可後に検知された場合、セルフ SS における当該レーンまたは全レーンの給油を直ちに停止することを指す。この場合、給油停止の対象となったレーンでは、給油許可が為されたかどうかに関わらず、燃料が供給されないため、レバーを握っても燃料が吐出することはない。なお、ノズルおよびホース内に残留した燃料が吐出しないことまでを要求するものではない。

3. 監視スタッフ環境外乱シナリオ

監視スタッフ環境外乱シナリオでは、AI システムと係員の協調により安全確保が可能かを検証する。認知・判断・操作の「操作」の該当部分における検証を行うものであるが、そのうち、ヒトが対応すべき以下の業務が適切に行えるかどうかを検証することを目的とする。

係員による使用条件判断

係員の TOR 引き継ぎ対応

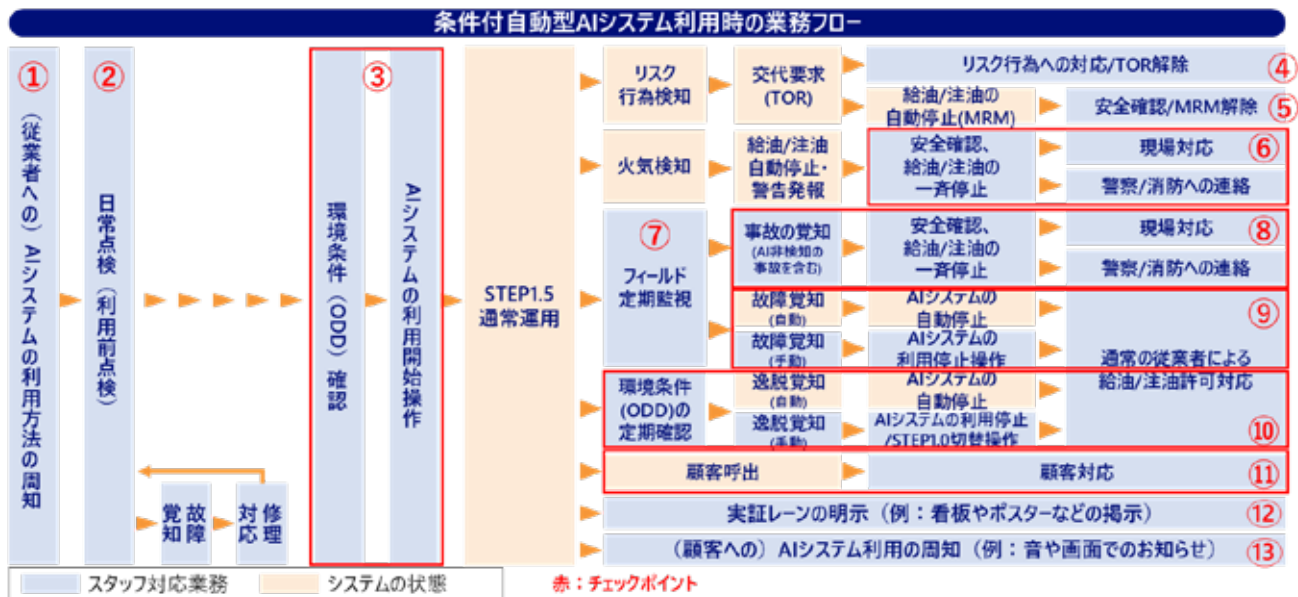
MRM の再開対応

AI システム故障時の係員の対応

事故発生時の係員の対応

顧客への周知/保安上の注意喚起対応

AI 給油/注油許可監視システムの安全設計の仕組みを評価するために導入時・運用時に確認すべき「運用要件」を検証項目とする。聴取項目の記載内容を係員に対してヒアリング・アンケートすることで、検証観点が満たされているかの確認を行うことを想定する。



(参考) 図 3-28 条件付自動型 AI システム利用時の業務フロー

| # | 検証項目（案） | 聴取項目 |
|----|---------------------------|---|
| 1 | AIシステムの利用方法の周知 | <ul style="list-style-type: none"> AIシステム利用時に従業者が対応すべき業務内容について、全従業者に周知できたか。 記録データの確認方法、及び確認すべきタイミングを周知できたか。 |
| 2 | 日常点検（利用前点検） | <ul style="list-style-type: none"> 本日の業務において、日常点検は問題なく実施できたか。（カメラ映像／通信／電源／機器連携／故障有無） |
| 3 | 環境条件（ODD）確認／AIシステムの利用開始操作 | <ul style="list-style-type: none"> AIシステムを使用することができる状態（環境条件(ODD)）からの逸脱を適切に把握・判断できたか。 |
| 4 | TOR時のリスク行為への対応／TOR解除 | <ul style="list-style-type: none"> AIシステムから従業者への監視業務の交代要求（TOR）に対応できなかったケースが発生したか。 交代要求（TOR）発報後、従業者が対応すべき事項を無理なく適切に行うことができたか。 |
| 5 | MRM時の安全確認／MRM解除 | <ul style="list-style-type: none"> 当該レーンの給油/注油の自動停止、及び自動給油/注油許可機能の停止（MRM）に移行後、安全確保したうえで、システム再開に係る判断を行えたか。 |
| 6 | 火気検知時の対応 | <ul style="list-style-type: none"> 給油/注油を一時停止する方法を把握していたか。 避難誘導、初期消火、所轄消防への連絡などの従業者が対応すべき事項を把握していたか。 |
| 7 | フィールドの定期監視 | <ul style="list-style-type: none"> 固定式SSC周辺に従業者がいない状態で従業者がフィールドに出る際、必ず可搬式SSC端末を携帯できたか。 営業中SSにおいて交代要求（TOR）が発生していない時も、直接視またはSSCを通じた間接視により、定期的にフィールドの安全確認できたか。 |
| 8 | 事故発生時の対応 | <ul style="list-style-type: none"> AIシステムが正常作動しなかった際に、従業者が給油/注油許可を行うことができたか。 |
| 9 | 故障対応 | <ul style="list-style-type: none"> AIシステム故障時の対応方法が記載されたマニュアルの所在や、故障に関する問い合わせ先を適切に把握していたか。 |
| 10 | 環境条件（ODD）逸脱時の対応 | <ul style="list-style-type: none"> 環境条件（ODD）逸脱を覚知した際、STEP1.0AIシステムへの切替、もしくはAIシステム停止を適切に実施できたか。 |
| 11 | 顧客からの呼出対応 | <ul style="list-style-type: none"> 顧客からの呼出対応を適切に行うことができたか。 |
| 12 | 実証レーンの明示 | <ul style="list-style-type: none"> 顧客等に対して、実証レーンを明示していたか。 |
| 13 | 顧客への周知 | <ul style="list-style-type: none"> 条件付自動型AIシステムによる実証実験を行っている旨を、顧客に周知できたか。 顧客が従来通りに給油/注油できていなかったと感じる原因は何か。（従業員の呼出対応の遅れ/AIシステムの誤作動・誤判断による給油/注油の停止等） |

（参考）図 3-29 監視スタッフ環境外乱シナリオの検証項目

4. 試験シナリオ

なお、STEP 1.5 の実装にあたっては、AI による給油/注油許可監視業務の安全性(機能・設備・運用の 3 要件の充足性)を立証するために、【1】安全設計の“仕組み”の評価と【2】安全設計の“構成要素”の評価を行った(図 3-30)。

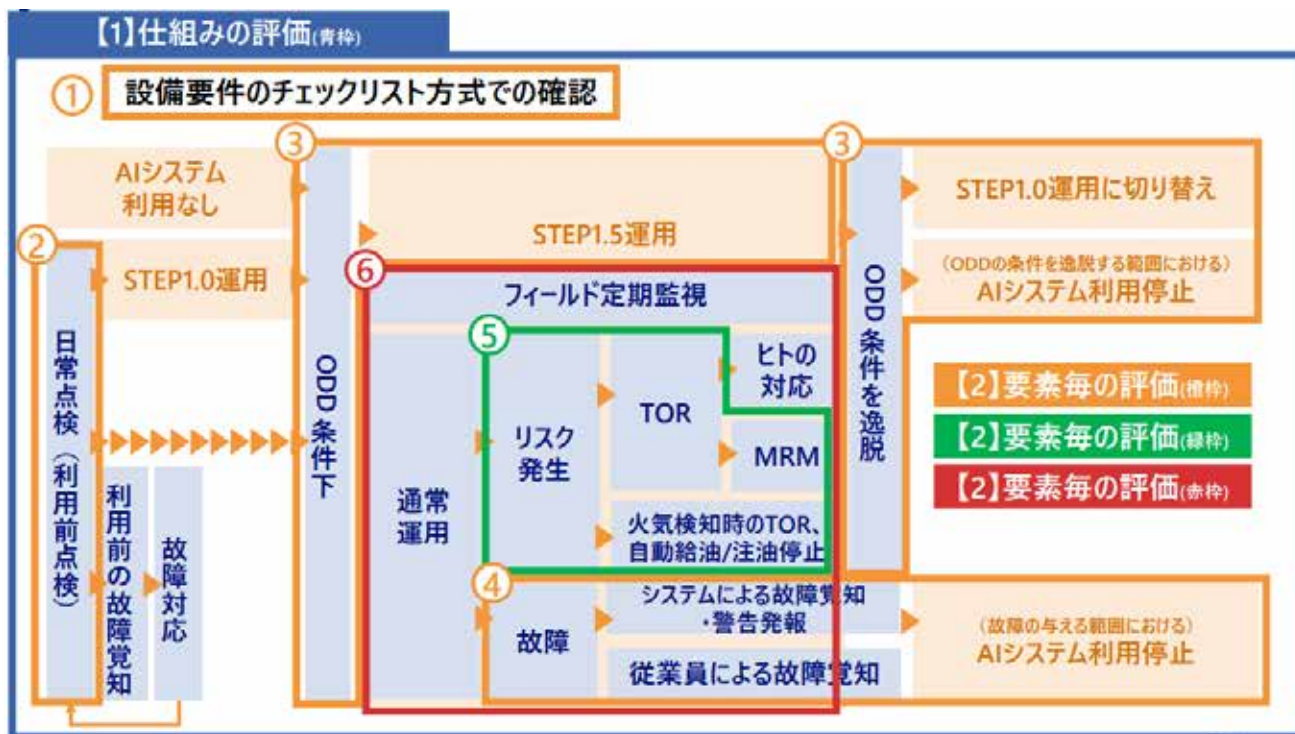


図 3-30 本ガイドラインにおける給油/注油許可監視システムの安全設計の仕組みと構成要素

まず、【1】安全設計の“仕組み”の評価は、これまで記載してきた試験シナリオの「認識外乱シナリオ」「顧客行動外乱シナリオ」「監視スタッフ環境外乱シナリオ」の 3 つのシナリオを通じて、営業中のセルフ SS において業務シナリオベースで評価を行い、主に正常業務シナリオの確認を通じて機能要件が達成されているかを検証した。【2】安全設計の“構成要素”の評価は、図 3-30 に記載されている ~ の構成要素ごとにリスクシナリオベースでの評価を行い、機能要件・設備要件・運用要件が満たされているか、また、以下の ~ を満たすことができるかを検証した。

STEP 1.5 実装にあたって、使用条件(ODD)下にあるかを確実に認識して運用できるか

AI システムの通常運用時に AI システムが適切に係員に対する交代要求(TOR)を行い、AI システム・給油/注油の自動停止(MRM)を確実に実施することができるか

故障時にシステムまたは係員が AI システムの状態を認識し、適切に AI システムの利用停止がなされるか、また AI システムが認識できる故障については適切に係員に対する交代

要求(TOR)が行えるか

AI がリスクを見逃した際、安全確保のための給油所全体の仕組みが適切運用にできるか

試験に際しては AI システムの利用前～設定された使用条件(ODD)下～条件を逸脱した際の運用の流れ(図 3-5-1)に沿った試験シナリオが必要である。また、安全設計の“仕組み”に基づき、安全を担保する以下 6 つの構成要素に分解し、それぞれの要素ごとに検証することが必要である。これらの試験シナリオ および試験シナリオ を通じた検証によって、AI 給油許可業務の安全性(機能・設備・運用の 3 要件の充足性)を立証することで、安全設計の“仕組み”と“構成要素”の品質に対して評価を行った。

事前確認

設備要件をチェックリスト方式で確認。

日常点検

日常点検項目を設定し、適切に利用開始できるかどうかを検証。

使用条件(ODD)対応

使用条件(ODD)の条件を設定し、適切に AI システムの利用切替/利用停止を行えるかどうかを検証。

故障対応

通信途絶やハードの接続途絶、バグによるシステムの停止等の故障のシナリオを設定し、故障時に適切に対応可能かどうかを検証。

リスク対応 1 システムによる対応

顧客行動外乱シナリオに沿って、交代要求(TOR)、MRM、自動給油/注油停止(火気のみ)を中心とした機能要件が満たされ、安全確保できるかを検証する。(ただし、火気については実際に営業中の SS で発火させることは危険であるため、火気が検知された際の信号や、火気映像や画像などを用いて自動給油/注油停止の仕組みが機能するかどうかを仮想的に検証)

リスク対応 2 ヒトによる対応

リスク対応については、顧客行動外乱シナリオからシナリオを選択し、複数レーンの時点(給油前/中/後)、場所(監視室/フィールド/フィールド以外(車両整備用ピット等))を組み合わせた際にヒトが適切に交代要求(TOR)に対応できるかを検証。また、定期的なフィールド監視ができるかを同時に検証。



石油連盟 Fuel+

石油連盟 (Petroleum Association of Japan)
〒100-0004東京都千代田区大手町1-3-2 (経団連会館17F)

Copyright© The Petroleum Association of Japan