

紹介1

高圧ガス保安法 国内初のスーパー認定取得－ 川崎製油所、堺製油所

日本合成樹脂（株）取締役工場長 のざわ てつや
(元 JXTG エネルギー 川崎製油所 環境安全担当 副所長) 野澤 哲也



1. はじめに

高圧ガス製造事業者の重大事故の防止や国際競争力の強化を推進すべく、新技術等を活用し自主保安の強化に取り組む事業者に対してインセンティブを与えるスーパー認定制度（特定認定 完成・保安検査事業者制度）が2017年4月1日に導入された。JXTG エネルギー（株）では、石油・化学業界としていち早くこの認定を川崎製油所（第1号：2017年12月20日大臣認定）および堺製油所（第2号：2018年2月23日大臣認定）で取得した。

本稿では、高圧ガス保安法の歴史の中でのスーパー認定制度の位置づけと、川崎製油所、堺製油所におけるスーパー認定要件毎の活動内容等を紹介する。

2. 高圧ガス保安法の認定制度について

2.1 高圧ガス保安法と認定制度について

大正時代、わが国の高圧ガス関連産業の発展に伴い多発した人身事故をきっかけに「圧縮瓦斯及液化瓦斯取締法」が1922年（大正11年）に公布された。その後、1951年（昭和26年）に「高圧ガス取締法」に全面改正された。ここまで「取締法」であった法令は、1997年（平成9年）に「高圧ガス保安法」へと改題され、それまで公的機関（県など）が行っていた検査（製油所などの高圧ガス一種製造者に係る保安検査、完成検査）に替わって保安レベルの高い事業者には自主検査が認められるようになった（認定制度）。これに伴い、それまで毎年装置を停止しての実施が義務付けられていた停止中保安検査の周期が認定事業者には1～3年延長され、最長4年の連続運転が許されることになった。より長い連続運転は、装置の停止（定期修理）に要する期間（約1か月）を回避することができるため、装置の稼働率向上および企業の収益改善に寄与することができる。2019年4月現在、全国で86事業所がこの認定（認定完成検査・認定保安検査実施者）を取得している。

2.2 経済産業省のスマート保安施策について

ここで高圧ガス保安法を所管する経済産業省の保安行政の目指す方向について触れる。近年、産業事故および

それに伴う死傷者数は減少している一方で、重大事故は依然として発生しており、その原因も複雑なものとなっている。さらに、経験豊富なベテラン従業員の退職や装置の高経年化が進んできており、重大事故のリスクは今後さらに増大していく可能性が高い。このような状況への対応と企業の国際競争力強化の両面を推進すべく、スマート保安施策を経済産業省は推進している。具体的には、ヒトを補完する技術としてIoTやビッグデータを活用した自主保安力を高めるための「安全投資」を促し、高度な自主保安力を有する事業者にはインセンティブを与え、さらなる自主保安の高度化を促している。高圧ガス保安法の認定制度についてもこのスマート保安施策の趣旨を反映し、新たに「特定認定制度（一般的にはスーパー認定制度）」が2017年に導入された。

2.3 特定認定制度（スーパー認定制度）について

高圧ガス保安法の特定認定制度（以下、スーパー認定制度）は、2017年4月1日に導入された。スーパー認定業者に与えられるインセンティブは以下の通りである。

- ① 連続運転期間は最長8年まで事業者自ら設定可能（通常認定では最長4年）
- ② 保安検査の方法を事業者自ら設定可能（通常認定ではKHKS等に基づき検査）
- ③ 許可が不要となる軽微変更の範囲拡大
- ④ 認定更新の期間が5年から7年に伸びる

スーパー認定取得のために新たに設定された認定要件は、高度な自主保安力を有する事を確認するため、以下の通り設定されている。（要件の詳細は、経済産業省内規（20170309 商局第4号）を確認願う。）

- a. 高度なリスクアセスメントの実施
- b. 先進技術の活用
- c. 高度な教育訓練
- d. 第三者の知見活用
- e. 連続運転期間／保安検査方法の評価体制構築

これらの認定要件は、前述2.2の経済産業省スマート保安施策の内容を直接反映したものとなっている。これらの要件に対する具体的な取り組み内容を、次の3章で説明する。

3. スーパー認定取得の取組み

3.1 高度なリスクアセスメントの実施

高度なリスクアセスメントを実施するために必要な要件として、①リスクアセスメントに関わる人材の資格制度と、②非定常作業・工程・運転等を含めた網羅的なリスクアセスメントの実施等が求められる。

川崎・堺両製油所とも、以下のようなリスクアセスメントに関わる人材の資格制度を運用し、これらの資格取得のために受講すべき教育プログラムや必要な経験が各々決められている。

リスクアセスメントの所内資格制度（例）：

- (a) リスクスクリーナー：ハザード（危険源）の特定、スクリーニング
- (b) リスクアセスメントリーダー：各種リスクアセスメントのリード
- (c) HAZOP リーダー：HAZOP のリード

これらの人材を活用し、非定常作業・工程・運転等を含めた網羅的なリスクアセスメントとして、以下のようなアセスメントを実施している。全てのアセスメントでは共通のリスクマトリックス（5x5、2019年8月現在）上で各リスクレベルが確定され、許容されるリスクレベルまでの低減対策と対策実施までの運転継続に関わる承認プロセスが整備されている。

網羅的なリスクアセスメントの取組み（例）：

- (ア) HAZOP：既存設備及び新設・改造設備
- (イ) 過渡的運転 HAZOP：スタートアップ、シャットダウン等の過渡的運転手順の妥当性を確認
- (ウ) 重大事故 / 高影響度シナリオのリスクアセスメント：BLEVE、蒸気雲爆発、ベッセル破壊等の重大シナリオ対象
- (エ) 防消火設備のリスクアセスメント
- (オ) 安全弁とフレア設備のリスクアセスメント
- (カ) SHE ハイリスク作業手順*1)：非定常作業（運転・工事）などの各種作業毎にリスクスクリーニング・リスクアセスメントを実施

*1)：SHE とは Safety（安全）、Health（健康）および Environment（環境）の事で、これらの観点のリスクを取扱う手順となっている。

3.2 先進技術の活用

前述 2.2 の経済産業省スマート保安施策の中心的な部分が、この「先進技術の活用」である。ここでいう先進技術とは、IoT やビッグデータ等の技術で、運転や設備保全などに関わる膨大なデータ（ビッグデータ）を収集、分析し、ヒューマンエラー防止による安全な操業や、設備内の異常早期検知および未来予測を促進し、保安の向上に寄与する先進的な技術のことをさす。当社で全社的に活用している各種先進技術活用の概要を図1に示す。

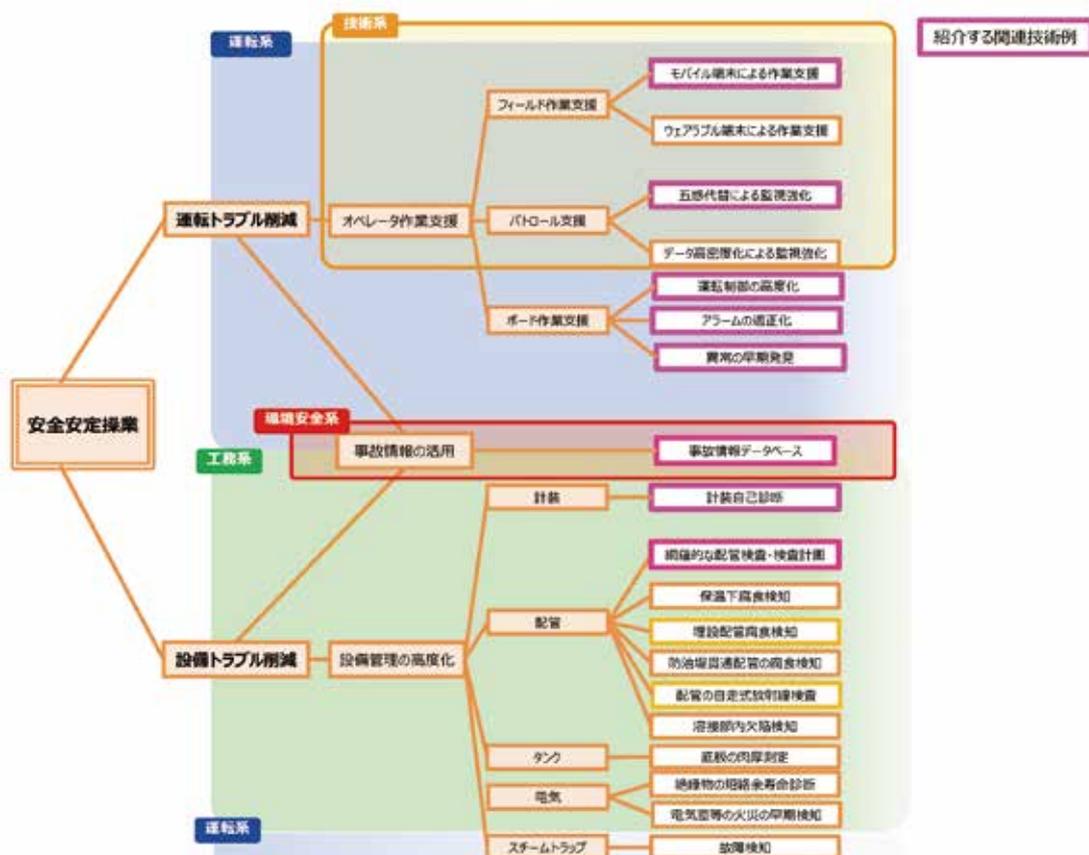


図1 先進的な技術活用の概念図

川崎、堺製油所で活用している以下の先進技術活用事例の概要を図2、3、4に示す。

スーパー認定申請に際しては、実際に活用している先進技術のうち、6か月以上活用し、検証・評価を行ったものが対象となるため注意が必要である。申請時に報告された先進技術については、その活用状況や評価結果等を経済産業省に毎年報告する必要がある。

- (a) アラームマネジメント
- (b) 異常検知及びボードオペレーターへのガイド通知
- (c) 多変数解析によるトラブル解析と対策の実施
- (d) モバイル端末による現場運転データ収集と解析
- (e) 炭化水素可視モニター
- (f) 事故情報データベース
- (g) インテリジェントピグ：FT-IS
- (h) 3Dレーザースキャン
- (i) スマートバルブ・HART通信（計装自己診断）

アラームマネジメント

- ✓ アラームの見落としによるアクション遅れ等による変動などに起因するトラブルを回避するために導入
- ✓ アラームシステム管理要領：3つに分類した優先度ごとに、設定値変更、無効化の手続き、点検アラームの引き継ぎ方法を定めている
- ✓ アラーム集計プログラム：アラームログを集計し、健全度を確認し必要時に改善

異常検知及びボードオペレーターへのガイド通知

- ✓ 運転データや制御データ（ビッグデータ）を基に、異常検知モデルを作成。異常検知モデルは、統計解析手法で求めたものと、過去の経験や知識を数式で表現したものがある。
- ✓ 「異常」と判断した場合はアラートをボードオペレーターに知らせ、疑われる「異常」と取るべき「アクション」などのアドバイスを表示する。
- ✓ オペレーターは、必要なアクションを行った後、アラートの有効性に関するフィードバックを入力し、必要時アラートを改善する。
- ✓ ボードオペレーターに気づきを与え、ミスを防ぎ、知識・技能を伝承するという点で貢献している。

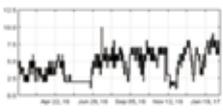
多変数解析によるトラブル解析と対策の実施

- ✓ 硫黄回収に関わる上下流の複数装置間に関わる運転変動/トラブルの解析と予兆検知の対策立案のために多変数解析を活用
- ✓ 当該装置の運転データ間の関連性を約3か月学習させ、いつもと違う動き「異常」を検出させる
- ✓ 運転データは「温度」、「圧力」、「流量」、「制御弁開度」、「流体性状」等、約700運転パラメーター・8千万ポイントに及んだ
- ✓ 蓄積したデータの多変数解析により、関連性の高い12の運転パラメーターを特定し、適切なアラーム設定、新たな運転設定値適正化、分析計のタイプ変更等の対策を実行することができた

図2 先進技術の活用事例（1/3）

モバイル端末による現場運転データ収集と解析

- ✓ 巡回点検で現場運転データを携帯端末に入力。機番は現場に取り付けたバーコードを読み取ることで自動入力可能。
- ✓ データはPCデータベースに集積保存し、長期のトレンド解析などを実施。運転変化の検知・信頼性の向上につながっている。
- ✓ 運転管理値を外れた場合の警告・アクションなど明確な指示、点検のアドバイス等を端末に出力可能。



プラントの差圧管理例

炭化水素可視モニター（五感代替による監視強化）

- ✓ 炭化水素ガスリークを可視化できる赤外線カメラ。（モニター上では雲のように見える）
- ✓ 高所等の各部位の気密状況をクイックに観察する事が出来る。
- ✓ 装置シャットダウン前とスタートアップ後の確認等に活用。



事故情報データベース

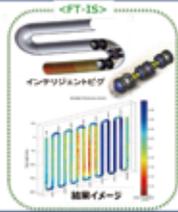
- ✓ 事業所内の事故調査、原因分析、フォローアップを事故情報データベースに入力。
- ✓ 対策期限、効果の確認、報告書レビュー等も電子的に対応可能。
- ✓ 事故情報の検索や共有化等を通じて、類似事故の再発防止に活用。



図3 先進技術の活用事例（2/3）

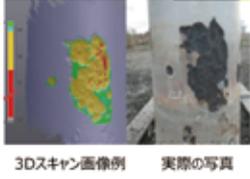
インテリジェントピグ : FT-IS (Furnace Tube Inspection System)

- ✓ FT-ISはチューブ内に超音波探傷検査設備を搭載したインテリジェントピグを走行させ、チューブ内面より肉厚を連続的に測定する技術
- ✓ 加熱炉チューブ、特にコンベクションチューブはアクセス性から肉厚測定可能な箇所が限定されるが、FT-ISでは内面から全長目づつ全面的肉厚データ採取が可能



3Dレーザースキャン

- ✓ 外面腐食の新検査手法として採用。レーザーを測定対象物に照射し、その反射光をセンサー(カメラ)で取得し解析
- ✓ デプスゲージを用いた目視検査より、検査精度が高く、検査員の技量に左右されることが無い
- ✓ 腐食エリアのマッピング作成にかかる時間も短縮され、検査時間の短縮化が可能



3Dスキャン画像例 実際の写真

スマートバルブ・HART通信 (計装自己診断)

- ✓ 従来のアナログ信号線(4-20mA DC)を使用したデジタル通信技術(HART)を採用し、計器内部データ(静圧、温度、作動トルク、供給空気圧等)を取得
- ✓ 運転状態での設備診断・解析により、計器の健全性確認や故障に至る予兆、運転変動を早期に検知可能
- ✓ スマートポジショナーによる故障診断技術を併用し、調節弁本体の不具合や導管の閉塞などの制御に関連する異常を検知可能。調節弁の故障による事故の未然防止に寄与



図4 先進技術の活用事例 (3/3)

3.3 高度な教育訓練

高度な教育訓練として求められる要件は以下のとおりである。

- (a) 高度な体感教育：実習プラントや危険体感設備などを利用した教育
- (b) 高度な緊急時対応訓練：実践的な消防技能訓練や防火技術指針や想定リスクシナリオに応じた対応訓練
- (c) 高度なリスクアセスメント教育 (3.1 項で既述)
- (d) 高度なエンジニアリング教育：技術伝承、問題解決等の教育や若手エンジニアの教育プログラム

川崎 / 堺製油所での高度な体感教育の実例としては、定期修理期間の長期化（現状4年毎）に伴い現場運転員が定期修理を経験する機会が減少してきている状況を改善するため、所内の遊休プラントを活用し、定期修理時の作業を模擬的に体感できる教育を行っている。（図5参照）

その他、各種体感設備を活用した危険体感教育（図6参照）や、弊社横浜技術研修センターでの研修プラントとシミュレーターを用いたボードとフィールド運転員の連携能力向上教育なども行っている。

なお、前記項目 (b)、(c)、(d) については、既述または通常認定の中でも求められる要件であり、本文での説明は割愛する。

安全体験研修センター：実際に体感し、知識・技能の向上を目指す

1. 既存設備を使った定修作業実機教育

- 遊休設備(脱硫装置)を活用
- 窒素と水でプロセス流体を疑似
- 教育内容：水洗、リークテスト、酸素パーージ、スチーミング、仕切板入替え作業、プリーダー貫通作業等を体験し、潜んでいる危険性に対する感受性を高める。
- 受講者は、作業手順書を確認し作業する。講師は、手取り・足取り教えるのではなく、手順の修正箇所は無いか、操作の順番は良いか、過去の発生頻度の高い災害やトラブル等の助言を行う。

使用している脱硫装置



作業前の打ち合わせ



ワンタッチホースの取付け



図5 高度な危険体感教育 (1/2)



図6 高度な危険体感教育(2/2)

3.4 第三者の知見活用

第三者の知見活用では、具体的には「特定非営利活動法人 保安力向上センター（2018年に安全工学会から独立）」等による第三者評価を受け、継続的な改善を行うことが求められる。この評価では、リスクアセスメントの実施状況についての評価も求められる。同センターは安全工学会の中に創設され、大手化学企業（18社）と協力して「安全基盤」および「安全文化」の両面から企業の保安力を評価する手法である「保安力評価システム」を開発し、企業の自主的な安全活動を支援している。この評価システムは、高圧ガス保安法の認定事業所に求められる「保安管理システム」が適切に導入・運用されているかという観点からも活用することができ、リスクアセスメントの実施についてもその評価対象となっている。

川崎、堺製油所においても、スーパー認定申請に先立ち、この保安力評価を受けた。両製油所とも以前より操業管理システム^{*2)}を導入しており、その中で長期にわたり取り組んでいるリスクアセスメントについては、国内的にも非常に高い評価を受けた。また、堺製油所においては、過去の大きな事故の反省を受けての安全文化醸成活動も高い評価を受けている。その一方で、両製油所では、世代交代による若年化やライン管理職が多忙であること等を背景とする技能教育やコミュニケーションの改善などの課題が見いだされ、その改善に取り組んでいる。

*2) 操業管理システム：安全、健康、環境、セキュリティに関する高水準の操業を達成するためのマネジメントシステム。略称はSOMS (Safe Operations Management System)

3.5 連続運転期間／保安検査方法の評価体制

2.3項で述べたスーパー認定事業者に与えられるインセンティブである「①連続運転期間の設定」および「②独自

の保安検査方法の設定」を技術的な根拠に基づき適切に検討・評価できるよう、スーパー認定事業者には「供用適性評価組織」の設置が求められる。その組織は4つの対象機器毎の体制構築が必要であり、その対象は具体的に「容器、配管等の静機器」、「圧縮機、ポンプ等の動機器」、「電気計装」、「安全装置、インターロック」の4分野となる。個々の組織体制では「責任者」、「承認者」、「設定者」の任命が求められ、各々の資格要件も詳細に規定されている。表1に川崎製油所の静機器評価組織の資格要件設定事例を紹介する。

川崎製油所では、スーパー認定取得後この評価組織により、以下のような評価例が報告されている。

- 機器の溶接補修や更新・新設後に4年以上の開放周期を設定する場合の要件を設定した。（通常認定の検査方法が規定されているKHKSでは、より短い開放時期が求められている）
- 高温(250℃以上)、低温(0℃以下) および加熱炉チューブの肉厚測定は装置停止時に実施する。（KHKSでは1回/年の肉厚測定が求められるが、高温・低温設備の肉厚測定は運転中では困難であり、過去の腐食減肉傾向を確認した上で停止中(4年周期など)に測定することとした）
- 配管の内部目視検査方法に放射線透過検査手法を追加（KHKSではファイバースコープなどを用いて直接目視する事を求めているため、装置停止時に配管のフランジ部を開放することが必要となっていたが、開放せずに合理的に検査できる手法を追加した）

表 1 供用適性評価組織 資格要件例：静機器グループ

KKH/PAJ/JPCA S0851(2014)に規定するFFS組織又はこれと同等な組織

体制	工務部門での対象者例と役割	資格要件
責任者	工務部門 担当副所長 <ul style="list-style-type: none"> 組織の体制維持のための人員管理 資格取得、教育体制の維持推進 関連する規程基準類の承認 	①高圧が入：高圧ガス製造保安責任者免状甲種機械 ②実務：5年以上
承認者	検査グループマネージャー <ul style="list-style-type: none"> 機器の寿命評価の承認 運転中/停止中保安検査方法の承認 次回停止中保安検査時期の承認 	①以下の資格の全て <ul style="list-style-type: none"> 高圧ガス製造保安責任者免状甲種機械 一般社団法人日本高圧力技術協会の設備等リスクマネジメント技術者またはこれと同等な資格を有するものとしてリスクアセスメントスクリーナー（社内資格） 工務部門保全担当者認定要領でリスクベースドインスペクションの知識を有していると社内で認定された者 ②以下いずれか <ul style="list-style-type: none"> 一般社団法人日本高圧力技術協会圧力容器レベル1/2 実務：5年以上
設定者 (評価者)	検査グループ チームリーダー <ul style="list-style-type: none"> 機器の寿命評価 運転中/停止中保安検査方法の設定 次回停止中保安検査時期の設定 	①以下の資格の全て <ul style="list-style-type: none"> 高圧ガス製造保安責任者免状乙種機械 一般社団法人日本高圧力技術協会の設備等リスクマネジメント技術者またはこれと同等な資格を有するものとしてリスクアセスメントスクリーナー（社内資格） 工務部門保全担当者認定要領でリスクベースドインスペクションの知識を有していると社内で認定された者 ②以下いずれか <ul style="list-style-type: none"> 一般社団法人日本高圧力技術協会圧力容器レベル1/2 実務：5年以上
実施者	検査グループの内、資格要件を満たす者 <ul style="list-style-type: none"> 機器の寿命算出 運転中/停止中保安検査方法の提案 次回停止中検査時期の算出 	①以下いずれか <ul style="list-style-type: none"> 一般社団法人日本高圧力技術協会圧力容器レベル1/2 公益社団法人石油学会設備維持管理士（配管・設備） 余寿命評価に関わる実務をおよそ3年以上経験している設備検査グループ員の内、工務部門保全担当者認定要領で実施者として必要な力量があると認定された者

4. 今後の課題

最後に、スーパー認定制度の取り組むべき課題の一つについて触れる。

スーパー認定取得の大きなメリットである装置の連続運転期間の延長および定期修理周期の延長（例えば4年周期を6年、8年に延長）を検討するにあたり、改善が望まれる課題として「個別機器の開放周期上限」が挙げられる。高圧ガス保安法の認定制度において、ドラムや熱交換器などの個別機器の開放周期は最大12年と規定されており、これは通常認定とスーパー認定共に同じ年数が適用されている（KHKS 0851 (2014)）。このため、定期修理周期を4年以上に延長しようとした時、個別機器の開放周期上限が足かせとなり、起点となる定期修理時に本来開放の必要のない機器の追加開放・検査対象数が増大する傾向が予測される（結果としてコストが増大）。これらの個別機器の多くは、劣化要因および過去の検査結果を考慮しても数十年の余寿命を持つケースが多数あり、保安上のリスクを伴わずに開放周期を12年以上に延長可能と評価できる機器は多い。今後、スーパー認定取得の適切なインセンティブの実例として、このような個別機器の開放周期上限については、更なる規制緩和が望まれる。

前述の通りスーパー認定制度は2017年に導入され、その実運用が始まったばかりである。本稿で説明した当社川崎製油所および堺製油所によるスーパー認定取得後、三菱ケミカル（株）岡山事業所殿も2018年12月4日に、当社水島製油所A、B工場も2019年8月1日に認定を取得された。今後も石油・化学業界でスーパー認定の取得

が計画されており、認定取得事業所間の情報交換等を通じて新技術や独自の検査手法の活用情報等を共有化し、業界全体の自主保安活動の底上げに寄与していくことを期待する。

－ 参考文献 －

- 1) 経済産業省、20170309 商局第4号「特定認定事業者及び自主高度化事業者の認定について（内規）」
- 2) 高圧ガス保安協会主催、第18回 事故の教訓と保安管理技術セミナー「スーパー認定取得の取組について」（JXTG エネルギー（株）川崎製油所 野澤哲也）