

[CCPS 翻訳許可取得済み]

CCPS

プロセス安全

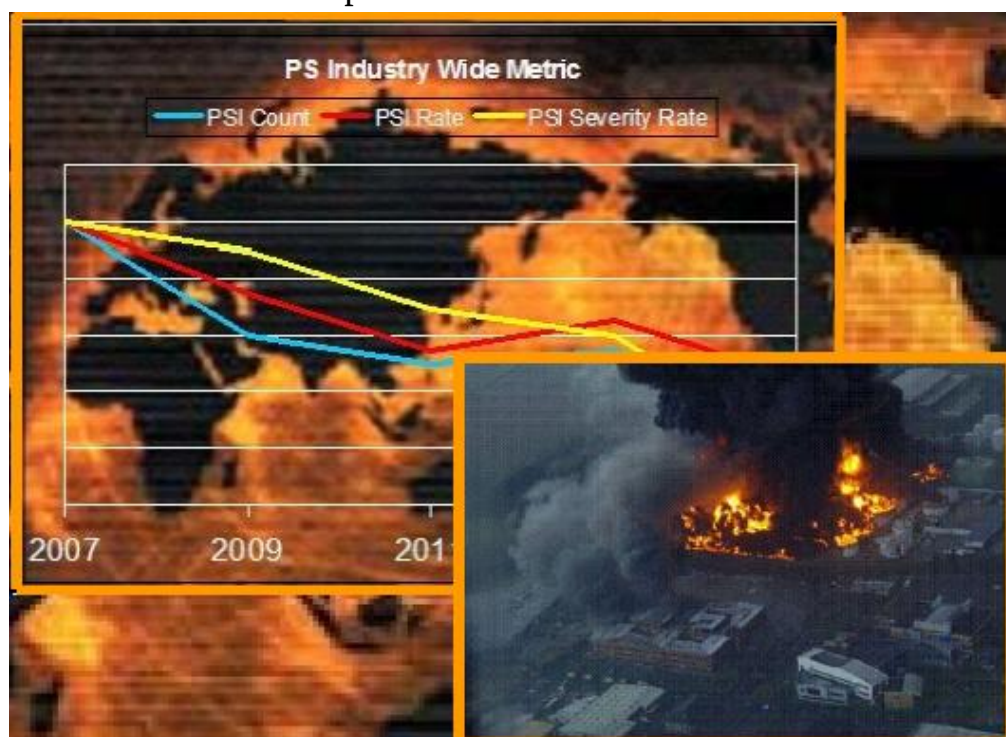
先行および遅行 測定基準

— 測定なきところに改善なし —

2011 年 1 月改訂版

原題: Process Safety Leading and Lagging Metrics

You Don't Improve What You Don't Measure



2012 年1月

SCE-Net 安全研究会 訳

CCPS プロセス安全測定基準

“測定なきところに改善なし”

[2011 年 1 月改訂版]

CCPS 前書き.....	2
訳者前書き・訳者紹介.....	3
序 文.....	6
I. 遅行測定基準.....	8
1.0 プロセス安全事故(PSI) — (API RP-754 ではTier1 PSE)	8
プロセスの関わり	8
報告のしきい値.....	9
場 所.....	11
急激な放出	11
フローチャート.....	11
プロセス安全事故の強度.....	12
2.0 Tier 2 プロセス安全小事故 (API RP-754 ではTier 2 PSE)	14
Tier 2 指標の目的	14
プロセスの関わり	14
Tier 2 指標定義と結果.....	14
3.0 定 義.....	16
4.0 比率調整測定基準.....	18
5.0 業界プロセス安全測定基準.....	19
6.0 適用範囲	19
7.0 解釈および事例.....	20
II. 先行測定基準.....	30
1.0 機械的健全性	31
2.0 要処理事項の追跡管理.....	32
3.0 変更管理	32
4.0 プロセス安全訓練および能力.....	35
5.0 安全文化	36
6.0 運転およびメンテナンス手順	36
7.0 疲労リスク管理	37
III. ニアミス報告およびその他の遅行測定基準	38
プロセス安全ニアミスの定義.....	38
プロセス安全ニアミスの事例.....	39
ニアミス報告の価値を最高にすること	41
補遺 A： 国連危険物分類および化学品リスト.....	42
補遺 B： 国連危険物リストおよび例外に関する追加説明.....	44

CCPS プロセス安全測定基準 表紙裏

前書き

化学プロセス安全センター(The Center for Chemical Process Safety, CCPS[®])は、アメリカ化学工学技術者協会(American Institute of Chemical Engineers, AIChE)により化学薬品による大災害の回避、軽減のための業界援助という明確な目的を持って1985年に設立された。世界中で130を超える会員企業がCCPSの活動を推進している。

2006年、CCPSの技術運営委員会は、先行および運行プロセス安全測定基準の作成と利用に関するガイドラインブック作成のためにプロジェクト委員会の創設を承認した。その委員会は、業界にとり重要な突破口は、プロセス安全成績を測るため化学および石油工業界全体のベンチマークとなる運行測定基準を作成することであると確認した。この7達成のために、大手の化学および石油業界団体のみならず、主要な関係団体からも代表者およびメンバーが積極的に関与した。

この努力の成果は2007年12月に公表され、2008年以来多くの企業や団体がメトリックスの定義を使用してきている。2007年に定められたこれらの定義は、2010年4月に完成発表された新しいANSI/API標準(ANSI/API RP754)^{*1}の作成に導入された重要な情報(key input)となった。CCPSおよび最初のCCPSメトリックス委員会のメンバー数名がAPI標準委員会に参加した。

CCPSは、CCPSとAPIの文書を整合するために、CCPSメトリックスの勧告を記載した当初(2007年12月)の版を若干改訂することとした。この目的は、企業または団体がCCPSあるいはAPIのいずれをプロセス安全事故の最上層定義(top tier PSI)に使用しても、事故の計算(結果)が同じになるようにすることにある。しかしながら、CCPSメトリックス文書に記載されている原則の中にはAPI文書に記載されていないものがある(例：強度加重したメトリックスの記載や利用)。API文書はCCPSの定義を参照しているため、両方の文書を保持し、しかも両者の整合性を確保することが重要である。

また、ANSI/API RP754には、2007年のCCPS文書を既に利用している全ての会社や国際的な事業団体に必要とは思われない少数の追加事項がある(例：“Tier 2(第2層)”のプロセス安全小事故(PSE)の定義) このCCPSメトリックス改訂版ではこれらの違いを指摘し、“オプション”メトリックスあるいは定義として記載している。

2006年のCCPSプロジェクトの究極の目標は、業界全体に共通するメトリックスを開発し、その利用を推進することであった。CCPSは、ANSI/API RP754の定義を使用するか、本文書を使用するかに関わりなく、この目標を継続して支持する。

^{*1} American Petroleum Institute, ANSI/API Recommended Practice 754, *Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries*, First Edition, Washington D.C., 2010

初版訳者 前書き

「CCPS Process Safety Metrics」は、個々の石油および化学工業会社ならびに業界全体がプラント事故防止活動成績を自己評価するための共通のメトリック（測定基準）を提案したもので、従来定性的な表現しか行われなかった安全活動を数値化して評価しようとする試みであり、注目に値する。このメトリックの要約はすでに、当研究会のホームページに掲載しているが、このたびの全訳も直接CCPSの許可を得て作成したものである。

この全訳を利用されるに当たっては、（１）CCPSの版權を尊重すること、および（２）CCPSの提案は、各国のCCPSのメンバー企業の協力により作成されたものであるが、細部についてはそれぞれの企業/業界の事情に応じた裁量に任されている参考基準であることに留意されたい。

訳語および表現について：

できるだけ現場技術者にわかりやすい用語や表現を用いることを優先し、原文に対する忠実さは二の次とした。したがって、不正確、不適切と思われる点もあると思われるが、それらは大方のご叱正を仰ぎながら修正したいと考えている。重要な訳語と特記事項を以下に示す。

（１）Metric(s) ⇒ メトリック、測定基準

我々日本人には聞きなれない言葉だが、「改善するには、実際に改善されているかどうかを測るためのパラメーターが要る。そのパラメーターをメトリックという」と解しておけば分かり易いであろう。Merriam-Webster'sにはa standard of measurementと示されている。本書では、その訳語「測定基準」を使用しているが、実務上は「メトリック」と言うほうが（独・仏・西語などにも“メトリック”と発音する言葉があるので）グローバルにも通用するかもしれない。同様に、Process Safety Metricsは、「プロセス安全測定基準」よりも「PSメトリック」と呼ぶのがよいかもしれない。

（２）Lagging Metrics ⇒ ラギングメトリック、遅行測定基準

実際に起きた事故の結果（規模・深刻さ・重大さ、単に強度と表現することもある）を示すメトリックのこと。

（３）Leading Metrics ⇒ リーディングメトリック、先行測定基準

事故が起こる前の安全対策実施状況、換言すれば、先行き、将来の結果を予測するメトリックのこと。

（４）primary containment, secondary containment ⇒ 一次防護、二次防護

原子力関係では、「containment」は「格納」と訳されているようだが、その目的は放射性物質が大気に放出されないよう、容器や配管など一切の設備を建屋内に閉じ込めることが目的と解される。これに対し、化学や石油プラントでは、屋外に置かれた容器や配管の中で、活発に反応、混合、分離、移動などを行わせている。また、一次設備の容器や配管から流出した液体の流出を食い止める二次設備には、ダイクなど密閉空間でないものもある。このため、本書では「格納施設」は使わずに「防護施設」と表現している。

（５）訳者注

業界慣習、単位換算法などで日本国内の慣習と異なる点など、必要と思われることは、〔訳者注：〕として文中に記載した。

（６）ページの対応

原文と比較しやすいようできるだけ原文１ページ分を、訳文１ページに収めるよう心がけたが、訳者注などの関係でずれている箇所もある。

(2009年5月 小谷卓也、牛山 啓 記)

初版記者 紹介

- 小谷卓也** AICHe 名誉上級会員、化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 安全研究会員
略歴： 1954 年 慶応義塾大学大学院 修士（応用化学）
三井造船(株) 理事（プラント事業本部長補佐、設計本部長、開発部長、輸出営業部長）
(株)アプライド・コマツ・テクノロジー(液晶パネル用 CVD 装置メーカー) 常勤監査役
経験/得意分野：欧米諸国におけるプロジェクトの受注活動・遂行経験豊富、技術用語(英和和英、日英西)辞典（研究社）・通信教育テキスト（日本能率協会）・英文契約書などに関する著作多数
- 牛山 啓** 化学工学会 官産学連携センター SCE・Net 副代表幹事、安全研究会員
略歴： 1966年 東京大学大学院 修士（化学工学）
新日鐵化学(株) 取締役、監査役 新日本熱学(株) 代表取締役社長
経験/得意分野：芳香族および誘導体設備生産管理、プロセス設計・建設プロジェクト管理、海外スチレン系樹脂プラント設計・建設、研究開発、海外駐在、事業企画など
- 澁谷 徹** 化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 代表 安全研究会担当幹事
略歴： 1966年 東京大学大学院 修士（化学工学）
旭硝子(株) 主幹研究員、AFP(株) (旭・ICIの合併) 千葉工場長、NDC(株) 取締役技術部長
経験/得意分野：フッ素樹脂開発、フッ素樹脂プラント建設・運営管理など、フッ素樹脂事業全般
- 山崎 博** デジタル・クリエイティブ代表（専門： システム・エンジニアリング）
化学工学会 産学官連携センター SCE・Net エネルギー研究会員、安全研究会員
略歴： 1964年 東京工業大学大学院 修士（化学工学）
日揮 (株) システム・エンジニアリング部長
経験/得意分野：内外の化学プラント設計、制御システム、安全システム、新規分野のプロジェクト、など経験多数。様々なコンピュータソフトを利用したシステム解析、各種分野のシステム開発と最適化など
- 長安敏夫** コンサルタント（環境マネジメント）
化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 安全研究会員
略歴： 1967年 京都大学大学院 修士（化学工学）
昭和電工(株) 生産技術研究チームリーダー
経験/得意分野：ISO14001 環境マネジメントシステム構築支援の実績多数。蒸留分離、吸着分離など基礎物性測定及びプロセス設計、解析の実務経験豊富

2011 年 1 月改訂版翻訳参加者 紹介

- 小林浩之** 化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 幹事、安全研究会員、教育研究会員
略歴： 1966 年 東京大学工学系研究科 修士（化学工学）
三菱化学（株）理事、A&M スチレン（株）副社長、PS ジャパン（株）監査役
経験／得意分野： ポリオレフィンを中心とした石油化学生産技術開発、設計、建設運転、事業企画管理
- 斎藤興司** 化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 幹事、安全研究会員
略歴： 1965 年 東京大学工学部卒（化学工学科）
旭硝子（株）千葉工場ファインケミカル部長、化学品事業本部品質・環境安全部長
（株）ケクレア 凱美科瑞亜（江蘇）化工有限公司副総経理
経験／得意分野： 有機合成プラント運転管理、品質管理・安全管理等の現場管理全般、中国の工場の現場管理も経験
- 中村喜久男** 化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 幹事、安全研究会員
略歴： 1963 年 東京工業大学（化学工学）
三井造船（株）理事（プラント副事業部長）、三井造船プラントエンジニアリング（株）常務取締役
経験／得意分野： 国内及び海外プラントの機器設計・プロセス設計・エンジニアリング・建設・マネジメント（プロマネ）、技術実用化開発（NGH 等）
- 山岡龍介** 化学工学会 産学官連携センター SCE・NET 安全研究会員
略歴： 1964 年 北海道大学理学部 修士（有機合成化学）
東洋高圧工業（現三井化学）入社 石油化学事業の企画、生産管理、保安管理などを担当
経験・得意分野： エチレン製造工場での保安管理、高圧ガス関係の設備の安全管理、保安教育等
- 渡辺紘一** 化学工学会 産学官連携センター SCE・Net 安全研究会員
略歴： 1966 年 東京工業大学（化学工学）
日本ゼオン（株）生産技術部長、川崎工場長
経験／得意分野： 合成ゴムなどのプラント設計・建設・運転、生産管理、安全管理、原価管理、海外プラント設計・技術支援

— SCE・Net 安全研究会については、<http://www.sce-net.jp/anzen.html> 参照 —

序 文

すべての改良プログラムに必要なことは、今までの実績と将来の成果を測り比較することである。したがって、プロセス安全成績を継続的に改善してゆくには、化学や石油工業における企業が、有効な先行および遅行プロセス安全測定基準を実際に使うことが不可欠である。本書は、化学プロセス安全センター（The Center for Chemical Process Safety (CCPS)）のプロセス安全測定基準委員会（Process Safety Metric Committee）が取りまとめた、企業や業界に共通する先行および遅行測定基準に関する推奨事項について述べたものである。

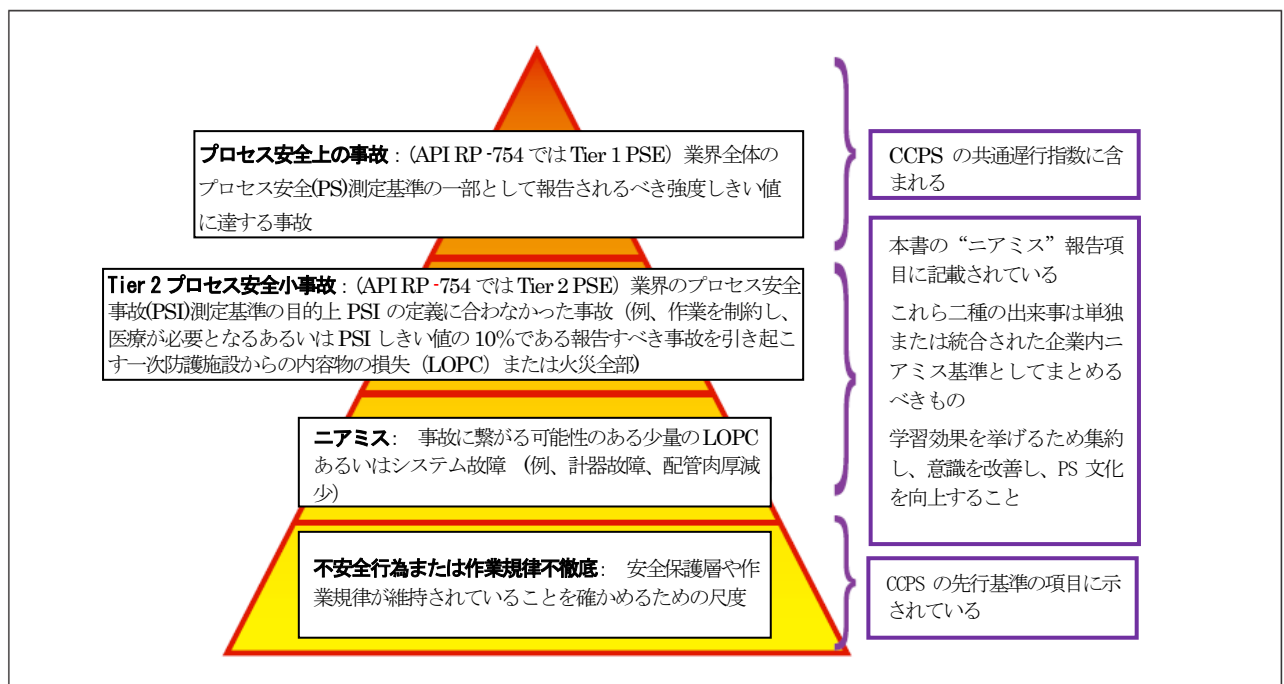
本書では以下に示す三つの測定基準について説明する。

- ・ **Lagging Metrics（遅行測定基準）** — 過去の実績を振り返るための測定基準のセット。業界全体のプロセス安全測定基準の一部として報告されるべき重大さ(severity)のしきい値に達する事故をベースにしたもの。【訳者注： 以下 severity は「強度」と訳す】
- ・ **Leading Metrics（先行測定基準）** — キーとなる作業プロセス、作業規律、事故防止対策層の成績を示す先行きの予測基準のセット。
- ・ **ニアミスその他社内の遅行測定基準** — 軽微な事故（即ち 業界の遅行測定基準に含まれるしきい値以下のもの）、あるいは一つまたは複数の防護層を作動させたような不安全状態を示すもの。これらの出来事は実際に起こるもの（即ち遅行測定基準の一つ）であるが、最終的に重大事故に繋がるような状態を示すよい指標になると広く考えられている。

これら三つの測定基準は、図1に示す「安全ピラミッド」の異なったレベルでの尺度と考えられる。図1は、四つの別個の階層（プロセス安全上の事故、その他の事故、ニアミス、不安全行為/作業規律不徹底）に分かれているが、上記のカテゴリーによって測定基準を示したほうが分かりやすいであろう。図1では、この四つの分野が本書の三つの区分にどう仕分けされるかを示している。

全ての企業が、これら三つの測定基準をそれぞれ、社内のプロセス安全管理システムに取込むことを強く推奨する。それぞれのカテゴリーで推奨される測定基準は本書の三つの主要項目に含まれている。

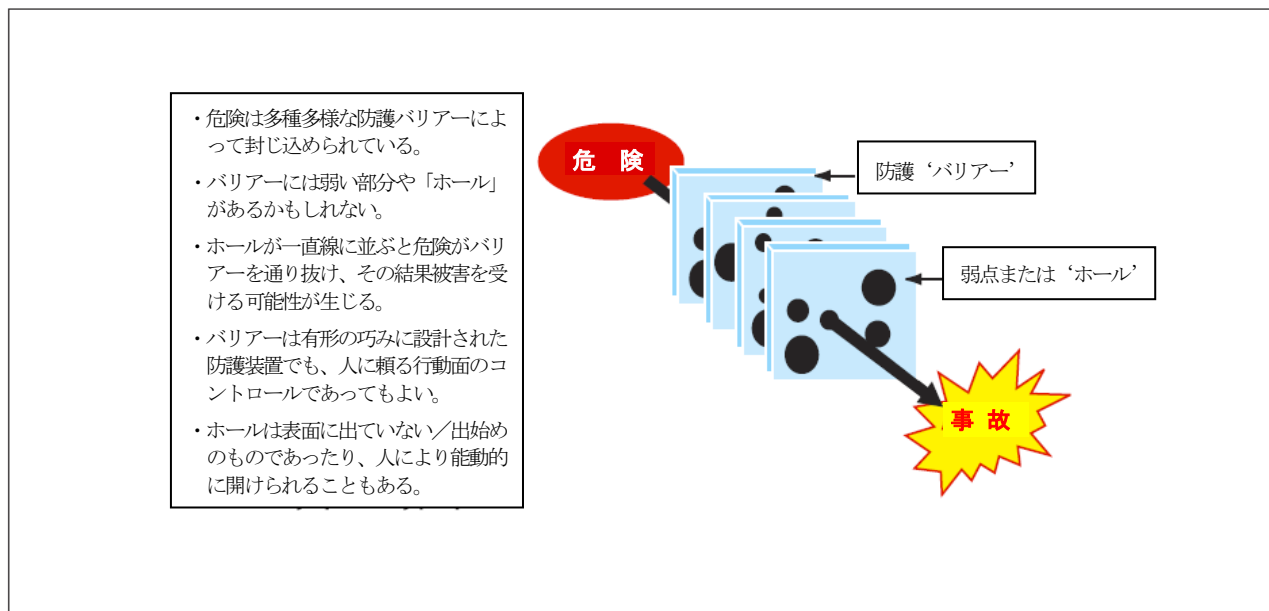
図1： プロセス安全メトリックピラミッド



【訳者注： 以下、「プロセス安全事故」、「一次防護施設からの内容物損失」は、それぞれ「PSI」、「LOPC」と略して表示することがある】

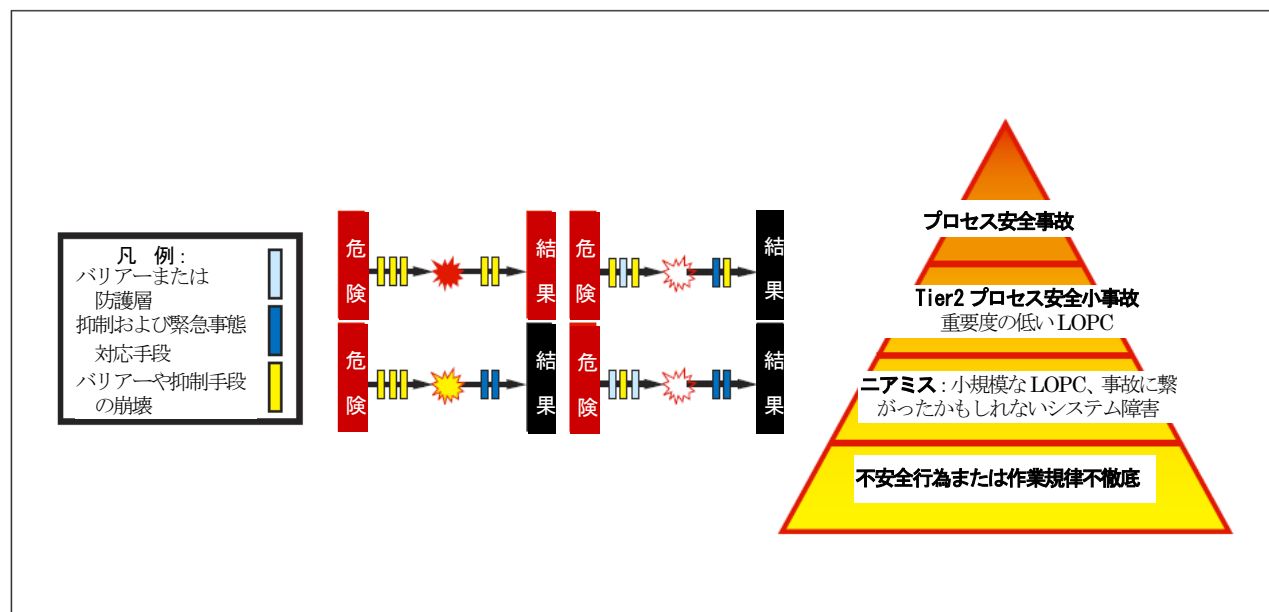
測定基準のピラミッドの底部は、他の防護層は機能し続けているものの、一つあるいは二つの層が機能を停止あるいは損傷していることを表しているのに対し、ピラミッドの頂点にある事故は、事故を防ごうとする多重防護層(物理的な層および作業手順の層両方)が損なわれたという状態を表しているという別の考え方もある。多層防護の概念を図2に示す。

図2： スイス チーズ モデル



防護層の概念を組み入れると、ピラミッドの底部から頂上へ進むにつれ付加的な防護層や抑制層が崩れてゆくことを表わすため、図1を図3のように描き直すことが出来る。

図3： 安全ピラミッド/崩壊した防護層



I. 遅行測定基準 (Lagging Metrics)

BP 社米国製油所独立安全調査委員会(The BP US Refineries Independent Safety Review Panel, 通称ベーカーパネル)^{*2}と米国化学品安全性委員会(US Chemical Safety Board)^{*3}はそれぞれ、BP 社テキサスシティ製油所における 2005 年の爆発事故最終報告書で、改善された業界全体のプロセス安全測定基準を推奨した。CCPS の会員企業も同様に次のような手法を提供し、(それによって) 個々の企業や業界に役立つ共通の定義やしきい値レベルを含む、業界全体の新しいプロセス安全測定基準についての構想を共有している。

- ・ 成績を継続して改善できるよう、企業や業界の成績の変化を表わす
- ・ 企業間もしくは業界のセグメント間の基準を設ける
- ・ 壊滅的な事故を引起す可能性のあるプロセス安全問題の先行指標として役立つ

本章では、業界全体の遅行測定の拠りどころとして推奨される定義と基準をまとめて記述している。

*2 Baker, J.A. et al., “The Report of the BP U.S. Refineries Independent Safety Review Panel,” January 2007

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/SP/STAGING/local_assets/assets/pdfs/Baker_panel_report.pdf

*3 U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Investigation Report No. 2005-04-I-TX, “Refinery Explosion and Fire,” BP, Texas City, March 2005.

1.0 プロセス安全事故 (PSI) — (API RP-754 では Tier 1 PSE)

業界全体に共通なプロセス安全の遅行測定基準では、事故が下記の四つの規準全部を満足すれば、その事故をプロセス安全事故として報告する。

- (1) プロセスの関わり
- (2) 報告すべきしきい値の最小値以上
- (3) 場 所
- (4) 急激な放出

プロセスの関わり

以下のことが実際に起こっていれば、「事故が化学品または化学プロセスに関係する」という基準を満たす。

化学品や化学プロセスが、生じた被害に直接に関与していなければならない。このため、“プロセス”という言葉は、反応器、タンク、配管、ボイラー、冷却塔、冷凍システム等、化学品、石油化学品や石油精製品の製造に必要な装置や技術を含む広い範囲に使われる。化学品やプロセスが直接関与しない事故、例えば事務所建物の火事はそのプラントサイトの建物であっても、報告する必要はない。

プロセス敷地内で起こる従業員の人身事故でも、プロセスが直接的な役割を果たしていない場合は、（それが OSHA やほかの機関へ報告すべき傷害であっても）PSI として報告する必要はない。この基準の意図するところは、プロセスとは無関係な人身事故を区別し、プロセス安全に関する事故を特定することである。例えば、休業災害となる梯子からの落下事故は、単にプロセス装置で発生しているからといって報告する必要はない。ただし、その落下事故が化学品の放出の結果起こったものであれば、この事故は報告すべきである。

報告のしきい(値)

以下に列記した結果の一つ以上を引き起こす、無毒で非引火性の物質（スチーム、高温凝縮水、窒素、圧縮炭酸ガスあるいは圧縮空気）を含むあらゆる物質の予定外または制御されないプロセスからの放出：

注： スチーム、高温凝縮水および圧縮または液化空気は、しきい値量(以上の)の放出に加え、その放出により(下記)結果の一つが起ったときにのみこの定義に含まれる。ただし、UNDG Div 2.2 で定義されたしきい値をもつ他の（窒素、アルゴン、圧縮炭酸ガスのような）無毒で非引火性のガスは放出のしきい値を含め（下記の）あらゆる場合で（この定義に）含まれる。

- （1）従業員や請負業者の休業災害および/または死亡災害、あるいは第三者（従業員や請負業者以外）の入院および/または死亡災害
- （2）公的に宣言されたコミュニティ(地域社会)の(一斉)避難やシェルターインプレイス
訳者注： 有毒ガスなどが放出され避難できないときに、自宅の窓や扉にシールをして安全になるまで閉じこもることをシェルターインプレイスという
- （3）会社の直接コストが 25,000 ドル以上の火災または爆発
- （4）一次防護施設（即ち、容に目張りをして器または配管）からの引火性、可燃性、または有毒化学品の急激な放出で、表 1 に記載するしきい値以上の量の場合。表 1 には室内放出の推奨しきい値レベルの欄が追加されていることに留意。

注： 直接であるか、下流の除害装置経由であるかに関わらず、結果的に液のキャリーオーバー、潜在的な不安全な場所への排出、現場でのシェルターインプレイス、あるいは公的な防護策（例えば道路閉鎖）に繋がる圧抜き装置 (PRD) からの放出を含む。

表1 プロセス安全事故のしきい値

放出 しきい値 がゴラー	物質危険性分類 ^{a) c) d)}	しきい値 (屋外放出)	屋内 ^{b)} 放出 推奨しきい値 (オプションル)
1	TIH ゾーンA 物質 ^[訳者注1]	5 kg (11 lb)	2.5 kg (6.5 lbs)
2	TIH ゾーンB 物質	25 kg (55 lb)	12.5kg (27.5 lb)
3	TIH ゾーンC 物質	100 kg (220 lb)	50 kg (110 lb)
4	TIH ゾーンD 物質	200 kg (440 lb)	100kg (220 lb)
5	引火性ガス または 初溜点が 35° C (95° F) 以下で、引火点 が 23°C (73° F) 未満の液体 または 強酸/強塩基を除くその他の容器等級 I の物質	500 kg (110 lb)	250kg (550 lb)
6	初溜点が 35° C (95° F) を超え、引火点 が 23°C (73° F) 未満の液体 または 中程度の酸/塩基を除くその他の“容器等級 II” の物質	1000 kg (2200 lb) or 7 bbl	500 kg (1100 lb) or 3.5 bbl
7	引火点 が 23°C (73° F) 以上、60°C (140° F) 以下の液体 または 引火点以上の温度で放出される 引火点が 60° C を超える液体 または 強酸/強塩基 または その他の“容器等級 III” 物質 または Division 2.2 非引火性非毒性ガス(水蒸気・高温復水および圧縮または液化空気を除く)	2000kg (4400lb) or 14 bbl	1000 kg (2200 lb) or 7 bbl
kg と lb または lb と bbl で示されたしきい値は厳密には等しくない。企業はその組合わせのひとつを採用し一貫して全ての記録に使用すること。			
a) 多くの物質は複数の危険性を示す。危険ゾーンや容器等級の位置づけは DOT 49 CFR 173.2a^[訳者注2]あるいは国連の危険物輸送に関する勧告・セクション2^[訳者注3]に従うこと。Annex B 参照。 b) ストラクチャー(建屋)は、4つの完全な(床から天井までの)壁と床と屋根から構成される。^[訳者注4] c) UNDG に掲載されていない液体については、無水成分で危険ゾーンや容器等級を決める。溶液のしきい値は乾燥成分の重量のしきい値に基づいて逆算すること。 d) UNDG 分類が不明の混合物については 各成分について放出のしきい値分率が計算できる。仮に、分率の合計が100%かそれ以上であれば、混合物はしきい値を超える。混合物に、明確、且つ独特の毒性や可燃性を生ずる場合は、毒性や可燃性による危険性は別々に計算する。Annex A、事例 29、30、31 参照。			

国連の危険物定義に相互参照されている全物質のリストについては、ウェブサイト www.ccpsonline.org

に掲載されている化学品リストまたはスプレッドシートツールを参照されたい。

[訳者注1: TIH = Toxic Inhalation Hazard (毒物吸入危険)]

[訳者注2: U.S. Department of Transportation, 49 CFR 173.2a-*Classification of a More Than One Hazard*.
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2006/octqtr/pdf/49cfr173.2a.pdf]

[訳者注3: United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Vol. I and II (“ADR2009”), *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road* (ADR), 2009.
<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2009/09ContentsE.html>]

[訳者注4: 密閉空間の危険性からみて屋内設備用のオプションルの数値には問題有りと思われる]

場 所

以下のような事故のときは場所に関する基準を満足する。

事故が、これらの定義によって報告することになる設備の中の生産、輸送、貯蔵、ユーティリティあるいはパイロットプラント等で起こる場合。これにはタンクファームや付帯設備（例、ボイラー建屋や排水処理プラント）、およびそのサイトの管理下にある輸送配管等が含まれる。

ある場所で発生するすべての報告すべき事故は、その場所の操業責任者である会社から報告されるべきものである。このことは、他の事故と同様、請負業者の作業場所での事故にも適用される。

委託操業や複数の会社から成るサイト[訳者注：例えばコンビナート]では、事故が最初に起こった装置を運転している会社が、PSI 基準に従って事故を記録し、カウントしなければならない。

更に明確にするには、6.0 項（適用範囲）に記載された例外を参照すること。

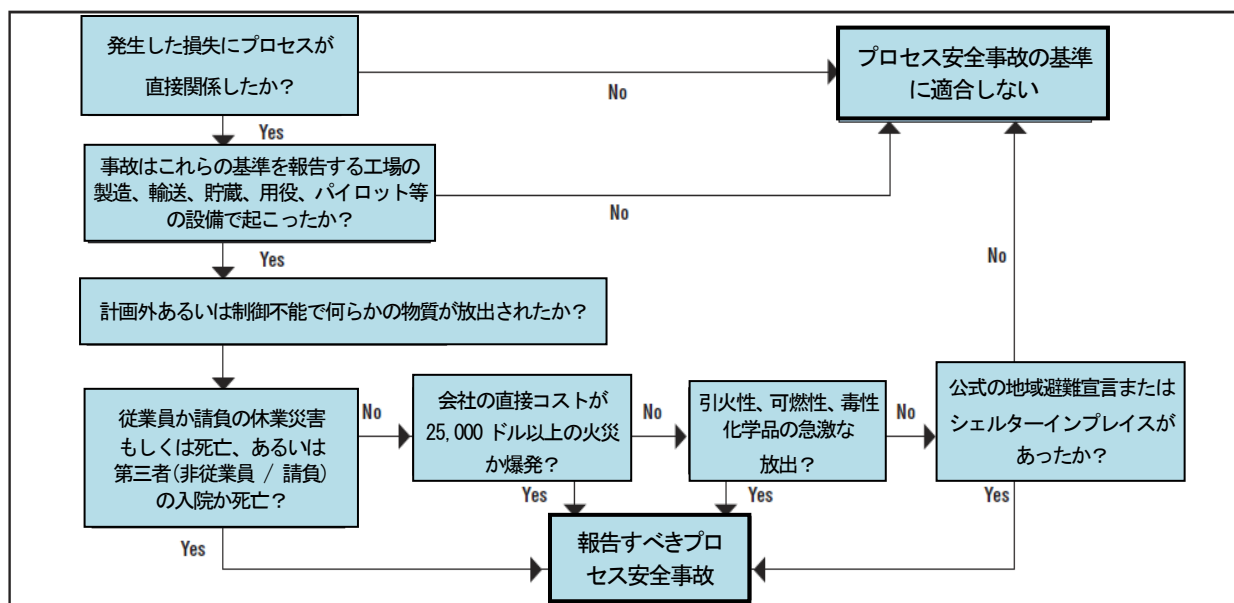
急激な放出

この測定基準に従って報告するために“1 時間”ルール、即ち、放出物質の量が1時間以内に報告が必要なしきい値に到達するかあるいは超過するかが適用される。もし放出量がどの時点の1時間でもしきい値(TQ)レベルを超えない場合はPSI としては扱わない。一般的に急激な放出は1時間以内であるが、しきい量の放出が1時間以内に起こったことを証明するのが難しいケースもあり得る。(例:大量の引火性液体のタンクからの溢出、または、移送操作前に開け放したドレン弁のための夜間の防油堤内への流出は、何時間も発見されず何時しきい値を越えたか正確な時間は分からないであろう。) 放出時間が分からないとき、その時間は1時間とみなすべきである。

フローチャート

上述の PSI として報告するための基準をフローチャートに示す（図4）。

図4：CCPS 業界用運行測定基準の定義に基づき、事故が報告すべきプロセス安全事故（PSI）の定義に合うかどうか判断するためのフロー



プロセス安全事故の強度

個々のプロセス安全事故についてカテゴリーごとの結果に応じて、表2に示す基準を使い強度レベルを決定する。

表2 プロセス安全事故と強度カテゴリー

強度レベル [注4]	安全/人の健康 [注5]	火災 または 爆発 (過圧を含む)	潜在的な化学品の 影響 [注3]	地域/環境への影響 [注5]
加算なし	レベル4の しきい値未満	レベル4の しきい値未満	レベル4の しきい値未満	レベル4の しきい値未満
4 (事故強度率計算 のための特性 それぞれに 1ポイントずつ 加える)	プロセス安全事故に 関係した従業員 また は請負 (または同等の 者、注1) に対し、応 急手当て以上の治療が 必要な事故 (米国OSHAの記録に 残すべき人身事故の定 義に合うもの)	直接コストが 2万5,000ドル から10万ドル までの事故	化学品の放出が二次防 護施設内、または装置内 に留められた場合 [注2 A参照]	急激な環境影響に対する短期 的な改善対応 長期的なコストや会社の監視 は不要 例としては、流出物の除去清 掃、土壌や植生の除去等
3 (事故強度率計算 のための特性 それぞれに 3ポイントずつ 加える)	プロセス安全事故に関 係した従業員 または 請負の負傷休業災害	直接コストが 10万ドルから 100万ドル までの事故	化学品が施設外に放出 されたが、会社敷地内に 留まった場合 または、 蒸気雲爆発が起こる可 能性のない引火性物質 の放出 [注2 B 参照]	予防的なシェルターインプレ イス程度の小規模なオフサイ トへの影響、 または 100万ドル未満の環境改善が 必要。他の規制監視は不要 または 地域メディアによる報道
2 (事故強度率計算 のための特性 それぞれに 9ポイントずつ 加える)	プロセス安全事故に関 係した従業員 または 請負のオンサイト死亡 事故； プロセス安全事故に関 係した多数の休業災害 あるいは 一人以上のオフサイト 重傷事故	直接コストが 100万ドルから 1000万ドル までの事故	オフサイトで負傷の可 能性がある化学品放出、 または、着火すれば大損 害が出る可能性のある 建物や潜在的な爆発サ イト(密集/狭隘区域)に 侵入するような蒸気雲 を形成する引火性物質 の放出 [注2 C参照]	シェルターインプレイス あるいは 地域避難、 または、 100万-250万ドルの環境改 善。州政府によるプロセスの 調査や監視 または、 地域メディアの報道か全国メ ディアの簡単な報道
1 (事故強度率計算 のための特性 それぞれに 27ポイントずつ 加える)	プロセス安全事故に関 係したオフサイト死亡 事故 または 複数名のオンサイト 死亡事故	直接コストが 1000万ドルを 超える事故	オンサイトまたはオフ サイトでかなりの負傷 者や死者の出る可能性 のある化学品の放出 [注2 D参照]	数日間の全国メディア 報道、 または、 250万ドルを超えるコストが かかる環境改善。連邦政府に よるプロセスの調査と監視、 または、 その他地域への重大な影響

注1： プロセス区域内にいるか、またはプロセス設備内で作業中の者

注2： 表2の“潜在的な化学品の影響”の定義は、プラントオーナーやこの測定基準のユーザーが、分散のモデル化や計算をすることなく、妥当な事故強度の定性的ディスクリプターから十分な定義を選定できるようにという意図で提供されたものである。ユーザーは、化学品の放出が起きたとき採るべき適切な緊急対応措置を決めるのと同じ様な観察や判断をすべきである。

しかしながら、CCPSとしては、もし会社がそう選択するのであれば、(分散モデル化のような)より優れた手法を使うことを排除するつもりはない。以下の注記は、四つの定性的なカテゴリーに分けられた危険の代表例を明らかにするため例示したものである。

A： AEGL-2/ERPG-2 濃度 (データがある場合) または燃焼下限 (LFL) の 50%濃度の蒸気が、地表や作業台面でプロセス (運転装置の) 境界を越えて拡がらない場合、あるいは、放出量が少ないかまたは放出場所 (例えば、パイロットで点火できなかったフレアスタック排出物) などで、潜在的な爆発サイト (密集/狹隘地域) には入らない少量の引火性物質の放出。

〔訳者注： AEGL：Acute Exposure Guideline Levels 急性被曝指針レベル

ERPG: Emergency Response Planning Guideline 緊急事態対応計画指針

AEGL-2 は、一般人に著しい不快、刺激、あるいはある種の無症候性非感覚的作用が予想される物質の気中濃度のこと。また、ERPG-2 は、60 分間暴露しても、恒久的な健康影響や保護具着用などの行動能力の低下が生じない空気中の最大濃度のことであるが、評価されている物質の数が限定されている]

B： AEGL-2/ERPG-2 濃度 (データがある場合) が装置の境界を越えて拡がるものの、会社境界を越えない場合。地表面の引火性蒸気は燃焼下限の 50 %より高く、装置境界を越えるが潜在的な爆発サイト (密集/狹隘地域) には入らない。それ故、蒸気雲爆発 (Vapor Cloud Explosion, VCE) が起こるチャンスは非常に低い。

C： AEGL-2/ERPG-2 の濃度 (データがある場合) がオフサイトを越える場合、または、引火性物質の放出の結果蒸気雲となり、建物や潜在的な爆発サイト (密集/狹隘地域) に入り、着火すれば 5 名未満の死傷者 (即ち、人または隣接する人のいる建物) が被害を蒙る蒸気雲爆発が起る可能性のある場合。

D： AEGL-3/ERPG-3 の濃度 (データがある場合) が定義されている 10/30/60 分以上オフサイトを越える場合、または、引火性物質の放出で蒸気雲が建物や潜在的な爆発サイト (密集/狹隘地域) に入り、着火すれば 5 名以上の死傷者 (即ち、人または隣接する人のいる建物) が被害を蒙る蒸気雲爆発が起る可能性のある場合。

注3： 潜在的な化学品の影響の表は推奨する基準を示している。しかし、会社によっては記載した用語を使って潜在的な影響に相対的なランク付けをすることに抵抗があるかもしれない。このような場合、その会社は会社全体で、以下の基準で代替しても差し支えない。

強度レベル 4： 化学品に対するしきい値の 1~3 倍

レベル3： しきい値の 3~9 倍

レベル2： しきい値の 9~20 倍

レベル1： しきい値の 20 倍以上

ただし、会社がこの別のアプローチをとることを選択するのであれば、それを全ての放出に対し一貫して使用する必要がある。強度スコアが低くなるように、ケースバイケースで二つの方法を使い分けなくてはならない。

注4： カテゴリーラベルは個々の企業や業界団体により、強度の順序が他の基準と一致するように修正することができる。同じ強度ポイントの基準を使うことが重要である。

注5： 強度指数の計算には、“地域/環境”への影響や、PSI のしきい基準には含まれない救急レベル (即ち OSHA の“報告すべき事故”) の安全/健康への影響を含んでいる。しかし、これら両方の値を含む目的は、どんな形であれ人身事故や、地域・環境へ影響を与える事故に対し、強度ポイントに大きな差をつけることである。

2.0 Tier 2 プロセス安全小事故 -- (API RP-754 では Tier 2 PSE)

Tier 2 指標の目的

Tier 2 プロセス安全小事故の主眼は、プロセス安全事故(PSI)ほどは重大でない結果をもたらす LOPC 事故(の特徴)を示すことにある。プロセス安全小事故は、たとえ二次防護システムで食い止められてきた事象でも、将来、起こり得る重大事故の前兆であるかもしれない防護システムの弱点を示す。その意味で Tier 2 PSE は企業に対してプロセス安全の実態を知り改善する機会を提供できる。

プロセスの関わり

Tier 2 PSE に対しても、PSI (Tier 1 - PSE) に適用されたのと同じプロセス関与判定基準が適用される。

Tier 2 指標の定義と結果

Tier 2 PSE とは、結果が PSI ほど重大でない出来事のこと。Tier 2 LOPC とは、無毒・非可燃性物質（例：水蒸気、高温凝縮水、窒素、圧縮炭酸ガス、圧縮空気）を含むあらゆる物質の、計画されていない、あるいは制御されない放出のことで、以下に列挙する結果の一つ以上をもたらす、且つ、Tier 1 としては報告されないプロセスからの放出のことである。

注意：水蒸気、高温凝縮水および圧縮または液化空気は、それらの放出がしきい値量放出以外に下記のいずれか一つの結果をもたらす場合に限りこの定義に含まれる。しかし、UNDG Division 2.2 でしきい値が規定されたその他の無毒性あるいは非引火性ガス（窒素・アルゴン・圧縮炭酸ガス）は、下記の全ての結果を及ぼす場合に該当する。

1. 従業員、請負作業員および下請け作業員の要記録災害
2. 会社に 2,500 ドル以上の直接的損害を与えた火災あるいは爆発
3. 表 3 に示される放出数量しきい値を超える、引火性、可燃性あるいは毒性のある化学物質の一次防護施設（例：容器または配管）からの急激な放出。表 3 には、室内放出に対して推奨されるしきい値数量レベルの欄もあることに注意。

注：圧力除去装置(PRD)からの直接の放出、または液体のキャリーオーバーを引き起こす下流の除害設備を経由しての放出、潜在的に不安全な場所、現場のシェルターインプレイス、あるいは公衆保護措置（例：道路封鎖）を含む。

表3 Tier 2 用プロセス安全小事故のしきい値

1	TIH ゾーンA 物質	0.5 k g (1.1 b)	0.25 kg (0.55 lb)
2	TIH ゾーンB 物質	2.5 kg (5.5 lb)	1.2 kg (2.8 lb)
3	TIH ゾーンC 物質	10 kg (22 lb)	5 kg (11 lb)
4	TIH ゾーンD 物質	20 kg (44 lb)	10 kg (22 lb)
5	引火性ガス または 初留点 35 °C (95° F) 以下で引火点 23°C (73 ° F) 未満の引火性液体 または その他の容器等級 I 物質 (強酸 / 強塩基を除く)	50 kg (110 lb)	25 kg (55 lb)
6	初留点が 35°C (95° F) を超え 且つ 引火点が 60°C (140° F) 未満の引火性液体 もしくは、 引火点が 60°C (140° F) を超える引火性液体が引火点以上の温度で放出された場合 または その他の容器等級 II および III 物質 (中程度の酸/塩基、強酸 / 強塩基を除く)	100 kg (220 lb) または 1 bbl	50 kg (110 lb) または 0.5 bbl
7	引火点が 60°C (140° F) を超える引火性液体が引火点未満の温度で放出された場合。 または 中程度の酸/塩基 または Division 2.2 非(引火性、無毒性ガス (水蒸気、高温凝縮水、圧縮または液化空気を除く))	1000 kg (2200 lb) または 10 bbl	500 kg (1100 lb) または 5 bbl
Tier 2 事象報告のしきい値決定を簡略化するため、Tier 1 事象のカテゴリー6 と 7 は Tier 2 事象のカテゴリー6 に統合し、新たにカテゴリー7 を追加。			
a) 多くの物質は複数の危険性を示す。危険ゾーンや容器等級の位置づけは DOT 49 CFR 173.2 a ^[訳者注2] あるいは国連の危険物輸送に関する勧告・セクション 2 ^[訳者注3] に従うこと。Annex B 参照。 b) ストラクチャー (建屋) は、4 つの完全な (床から天井までの) 壁と床と屋根から構成される。 ^[訳者注4] c) UNDG に掲載されていない液体については、無水成分で TIH ゾーンや容器等級を決める。 溶液のしきい値は乾燥成分の重量のしきい値に基づいて逆算すること。 d) UNDG 分類が不明の混合物については 各成分について放出のしきい値分率が計算できる。仮に、分率の合計が 100% かそれ以上であれば、混合物はしきい値を超える。混合物に、明確、且つ独特の毒性や可燃性を生ずる場合は、毒性や可燃性による危険性は別々に計算する。Annex A、事例 29 , 30 , 31 参照。 [訳者注: 訳者注 2 ~ 4 は表-1 の訳者注 2~4 参照]			

立地および急激な放出の判定基準

Tier 2 PSE に対しても PSI (Tier 1 PSE) と同一の場所および急激な放出の判定基準を適用する。

3.0 定義

中程度の酸／塩基 (Acids/Bases, Moderate) : pH が 1 以上 2 未満、または pH が 11.5 超 12.5 以下の物質。
より正確に言えば、60 分以下で 3 分より長い接触後 14 日以内の観察期間中に、無傷な皮膚組織の全層破壊を引き起こす物質、GHS (Globally Harmonized System of Classification of Chemicals) の皮膚腐食性分類 (Skin Corrosion Category) 1B に相当する物質。

強酸／強塩基 (Acids/Bases, Strong) : pH が 1 未満か、12.5 超の物質、またはより正確に言えば、3 分以下の接触で 60 分の観察期間中に、無傷の皮膚組織の全層破壊を引き起こす物質、GHS の皮膚腐食性分類 1A に相当する物質。

急激な放出 (Acute Release) : 1 時間で報告すべきしきい値に到達、あるいはそれを超える突然の物質放出
BBL : バレル、42 米ガロン (= 35 英ガロン)

会社 (Company) : (大文字 C で表示した時) または “the Company” は、石油精製と石油化学工業で運転している会社もしくはその部門、あるいは連結関連会社を表す。

[訳者注: 小文字のみの場合の訳語は、会社と企業を併用した]

請負(業者) (Contractor) : 下請けを含め、発注会社から給与を受けていない個人で、運転時間、負傷や病気をその会社から定期的にチェックされる者。

休業災害 (Days Away From Work Injury) : 災害後、従業員が医者もしくは有資格医療従事者 (licensed health professional) により診断された、事故当日後少なくとも 1 日以上の上の休業を要した作業災害。
これは、OSHA に休業災害として報告するのに使用される定義の要約である。

爆燃口 (Deflagration Vent) : 過圧による容器・ダクトの破損を防ぐための放出口。放出口は放圧カバー (例えば、破裂板、爆発板、蓋) で覆われる。

除害設備 (Destructive Device) : フレアー、スクラバー、焼却炉、急冷槽、およびこれらと同様な設備で、圧力除去装置 (PRD) からの放出の潜在的結果を緩和するために用いられるもの。

直接コスト (Direct Cost) : 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。LOPC を引起した破損部材のコストは、それが火災や爆発でさらに損傷していない限り直接コストには含まない。

従業員 (Employee) : 会社に雇われている個人で、その(プロセス区域内における)作業時間、傷害、病気等を定期的に会社にチェックされている者。その会社に雇われていない個人でも、会社の直接監督下で業務に携わる者は含む (例えば、政府がスポンサーであるインターンや補助者)。

爆発 (Explosion) : 圧力の急変や衝撃波を引き起こすようなエネルギーの放出 (例えば、爆轟、爆燃、容器や配管の破裂による高圧の急激な放出)。

設備 (Facility) : プロセスを包含する建屋・容器あるいは装置

火災 (Fire) : 火災の有無に関わらず、LOPC に起因するあらゆる燃焼。これには、くすぶり・焦がし・焙り・(軽い)焦がし・焼き焦がし・炭化、あるいはこれらの事が起こった証拠を含む。

引火性ガス (Flammable Gas) : 35°C (95° F) 以下、且つ圧力 101.3 kPa (14.7 psi) において気体であり、空気と 13Vol% 以下の混合状態で着火する物質、
または、101.3 kPa (14.7 psi) で最小 12 % の燃焼範囲を有する物質。

入院 (Hospital Admission) : 病人を少なくとも一晩泊められる病院または施設の敷地内で部屋・食事・医療を必要とする病人の、病院または入院患者を世話する施設による公式の受入れ。救急室での治療または救急室で一晩過ごすだけでは“入院”とはならない。

一次防護施設(からの)内容物の損失 (Loss of Primary Containment, LOPC) : 一次防護施設からの計画外または制御されていない物質放出、無毒で非可燃性物質（例えば、水蒸気・高温凝縮水・窒素・圧縮炭酸ガス・圧縮空気）を含む。 [訳者注： 邦訳は長くなるので以下“LOPC”を使用する]

大規模建設 (Major Construction) : 新規または既存のプロセス設備への大規模な拡張への、デザイン・エンジニアリングおよび建設のために新しく作られた特別な一度限りのプロジェクト組織による大規模投資。

物質 (Material) : 化学的性質（例：引火性・毒性・腐食性・反応性・窒息性）または物理的性質（例：熱・圧力）により危害を及ぼす可能性のある物質。

事務所建屋 (Office Building) : 事務所業務のための建屋（例：管理やエンジニアリング用の建屋、関連複合事務所等）。

公式声明 (Officially Declared) : 地域社会行動（シェルターインプレイス・避難）命令を出す権限を持つた共同体職員（例：消防・警察・自警・緊急事態管理）または代表者（例：会社幹部）による宣言。

圧力除去装置 (Pressure Relief Device : PRD) : 開放し過剰な圧力を下げるよう設計された装置（例：安全弁・熱膨張弁・破裂板・破裂ピン・爆燃口・圧力／真空(解放)ベント等）

一次防護施設 (Primary Containment) : タンク、容器、配管、鉄道車両、あるいは一次コンテナーとして使用、または物質の移送に使用されるもの。一次コンテナーは放出物の保持や放出抑制のための二次防護システムとともに設計される。

[訳者注：原文には二次防護施設に関する説明が追記されているが下記と重複するので此处からは削除した]

プロセス (Process) : 化学品、石油化学品および石油精製品の製造に使用される生産、輸送、貯蔵、ユーティリティまたはパイロットプラント設備。これには、プロセス機器（例：反応器・容器・配管・炉・ボイラー・ポンプ・圧縮機・熱交換器・冷却塔・冷凍設備等）、貯槽、付帯設備地域（例：ボイラー建屋・廃水处理プラント）、敷地内の補修設備および会社管理下の配送配管を含む。

プロセス安全 (Process Safety) : 優れたデザイン原則、エンジニアリングおよび運転保全慣行による、危険な運転システムとプロセスの健全性を管理するための統制のとれた枠組み

PSE (Process Safety Event) : プロセスからの無毒で非引火性物質を含む何らかの物質（例：水蒸気・高温復水・窒素・圧縮炭酸ガス・圧縮空気）の計画外または制御されないLOPC、または少し状況が違えばLOPCを引き起こした可能性のある望ましくない出来事あるいは条件。

PSI (Process Safety Incident) : プロセス安全(に関わる)事故

二次防護施設 (Secondary Containment) : 一次防護施設からの放出物を封じ込めたり、制御したりするためのシステム。二次防護施設には、貯槽のダイク、プロセス機器の周りの縁石、排液集合システム、二重壁タンクの外壁等があるが、これらに限定されるものではない。

公共施設 (Public Receptors) : LOPC に因り、一般の人々が毒性濃縮物・輻射熱・高圧に曝される危険のある工場敷地外の住宅、公共施設 (例: 学校・病院)、工業用・商業用・事務所用建物、公園、レクリエーション区域。

記録すべき傷害 (Recordable Injury) : 次のいずれかの結果をもたらす業務関連傷害: 死亡、休業災害、作業の制限または他の仕事への異動、応急処置を超えた医療処置、意識喪失、医師または他の有資格医療専門家が診断した重傷。これは従来 OSHA に休業災害として報告されることになっていた定義の簡略版である。

第三者 (Third Party) : 会社の従業員、元請け、下請け以外の個人 (例えば、訪問者、契約外の配達人 (例: UPS、郵便、Federal Express)、住人等)

委託加工請負会社 (Tolling Operation) : 原料または他社への半製品を他社用に加工する特殊な装置を所有する会社

従業員、請負および下請の全作業時間 (Total Employee, Contractor and Subcontractor Work Hours) :
石油精製、石油化学または化学品製造工場における全作業時間。OSHA の傷病の計算式に適用されるものと同じ定義を使用。大規模建設プロジェクトや経営に関わるマンアワーは含まない。

国連危険物危険性区分 (United Nations Dangerous Goods (UNDG) Hazard Categories) : 種々の化学品の潜在的な危険性を評価するための分類システムで、放出がある場合は、殆どの国で製品のラベリングあるいは船積情報の一部として使用される。米国では、これらの危険性カテゴリーは米国運輸省規則 (49 CFR 172.101) と 49 CFR 172, Subpart B で定義されている。このレイティングに関する更なる情報は国連のウェブサイトを参照のこと。

<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>

4.0 比率調整測定基準

前項記載の定義を利用し、以下のものを含む各種の比率ベースの測定基準を設けることができる。

プロセス安全合計事故率 (PSTIR) :

$$\text{PSTIR} = [\text{合計 PSI 数} \times 200,000] \div [\text{従業員および請負の合計作業時間}]$$

プロセス安全事故強度率 (PSISR) (即ち、強度加重プロセス安全事故率の式) :

$$\text{PSISR} = [\text{全 PSI に対する合計強度} \times 200,000] \div [\text{従業員および請負の合計作業時間}]$$

この比率を決める際、レベル 4 の事故それぞれに 1 点、レベル 3 の事故それぞれに 3 点、レベル 2 の事故それぞれに 9 点、レベル 1 の事故それぞれに 27 点を与える。理論的には、PSI は最低 1 点 (即ち、事故があるひとつのカテゴリーの中のレベル 4 の事故 1 件のみのとき) または最高 108 点 (4 カテゴリー全部にレベル 1 の事故が起るとき) が与えられる。

レベル“X*”のPS事故率：

$$\text{PS Level “X*” IR} = \frac{\text{[強度レベル”X*”の合計PSI数} \times 200,000]}{\text{[従業員および請負の合計作業時間]}}$$

ここで、X*は強度レベル4，3，2，1の事故の合計数。一つの事故の強度レベルは四つのカテゴリーの最大強度レベルである。

Tier 2のPSE事故率：

$$\text{Tier 2 PSE Rate (Tier 2 IR)} = \frac{\text{[Tier 2 PSE 合計件数} \times 200,000]}{\text{[従業員及び請負業者の合計作業時間]}}$$

5.0 業界プロセス安全測定基準

企業が以下の3つのプロセス安全測定基準を実用に応じ、公表することが望まれる。

- プロセス安全事故の全数 (PSIC)： 本文書に記載されているPSIの定義に合う全事故数
プロセス安全の全事故率 (PSTIR)： 4.0項に示す式に拠るマンアワーで表す（年間）累積事故数
プロセス安全事故強度率 (PSISR)： 4.0項に示す式に拠る（年間）累積強度加重プロセス安全事故率

ベンチマーク作成支援のため、業界団体やコンソーシアムが、メンバー企業のためにこの情報を集め、公開するのが有益であろう。

任意ではあるが、会社はTier 2 PSEの件数と事故率を算出し公表することも考慮すべきである。

6.0 適用範囲

企業は、以下の項目を除き、自社所有の設備や運転設備で起こったPSIを記録、報告することが望ましい。

1. 自社の敷地以外で始まったPSI。
2. 海上輸送船舶の事故。ただし、その船が原料や製品の移送のための設備に接続されている場合は適用。
[訳者注： 港などで荷揚げ設備に接続されている場合の事故はPSIに含めるということ]
3. トラックおよび/または鉄道の事故。トラックや鉄道車両が、原料や製品の移送のための設備に接続されている場合を除く。
4. 敷地内のトラックの荷積みや荷降ろし操作以外のバキュームトラックでの操作またはバキュームトラック移送ポンプの使用。
5. 許可や規制で許容される定常的な放出。
6. 事務所・作業場および倉庫建物の事故（例、事務所暖房装置の爆発、火災、溢出、放出、人身事故、病気）

7. 人の“つまずき/すべり/転倒”事故で、内容物の流出事故からの避難あるいはその対応には直接関係のないもの。
8. プロセスと接続していない補助的な装置 (例えば、小さなサンプル容器) からの内容物の流出事故 (LOPC)。
9. 集排液システムへの計画的な、制御された物質の排出
(注： 集排液システムへの一次防護施設からの物質放出が、計画的でもなく制御されたものでもないときは、本例外は適用されない)
10. プロセス装置外、またはメンテナンスショップに於ける機械的な作業。
11. 品質保証 (QA)、品質管理 (QC) および研究開発 (R&D) の実験室。(パイロットプラントは除外されない)
[訳者注： パイロットプラントでの事故は報告すべきものということ]
12. オンサイトでの、可動式および固定式機器 (例：ピックアップトラック、ディーゼル発電機、重機) への燃料補給。

7.0 解釈および事例

以下の解説と事例は、報告すべきプロセス安全事故 (PSI) の判定について不明確な点を明確にするために下記の分野について例示したものである。

- 会社構内 (Company Premises)
- 多様な結末をもたらす PSI (PSIs with Multiple Outcomes)
- 内容物の損失 (Loss of Containment)
[訳者注： 本 7.0 以降では loss of primary containment と loss of containment が使い分けられていることに注意]
- 急激な放出 (Acute Releases)
- 下流の除害設備 (Down Stream Destructive Devices)
[訳者注： 原文は Flares & Emission Control Devices となっているが、23 ページの事例の標題に合わせ変更した]
- 安全放出装置 (Safety Relief Device/System)
- 有毒ガス、蒸気またはエアロゾル (Toxic Gas, Vapor or Aerosol)
- 休業災害 (Lost Time Incidents)
- 配管 (Pipelines)
- 化学品放出には関係のない火災 (Fires Not Associated with Chemical Release)
- 船舶 (Marine Vessels)
- トラックおよび鉄道 (Truck and Rail)
- 事務所建物 (Office Building)
- マンマシンインターフェイス事故 (Man-Machine Interface Incidents)
- 強度評価スコア適用例 (Examples of Use of Assignment of Severity Scores)
- 混合物 (Mixtures)
- バキューム トラックの操作 (Vacuum Truck Operations)
- 直接コスト (Direct Cost)
- 公表された避難またはシェルタ ーインプレイス (Officially Declared Evacuation or Shelter-in-Place)
[訳者注： 1) 以下の 68 項目中の数値および単位は原本に示されたものをそのまま記載した。
2) lb ⇒ kg の換算係数は、0.4545 (米国内で概算用に使用されている)]

会社構内

1. 会社の構内で引火性製品を積んでいる第三者のトラックから、積み荷が漏洩し火災となり、75,000 ドルの資産損害(直接コスト)を出した場合。そのトラックが“他人が運用”するものであっても、プロセスと繋がっている場合には直接コストの損害が 25,000 ドル以上の場合、または、ほかの PS 事故において、しきい値以上の場合（例えば死亡事故）では報告すべき PSI となる。
2. 上記#1 に似た例であるが、引火性物質を積んだトラックがプラント外で転覆、火災を起こし、トラックを焼失した場合。この場合には、もはやプラントに接続されていないので、PSI として報告することではない。
3. パイプラインが洩れ、1 時間以内に地上に 2,000 lbs の引火性蒸気を放出した場合。公道が主設備とマリンドックを二分しており、このパイプラインは、その設備から始まり、ドックに繋がっていた。その漏れた場所は、たまたま公道の上を通る短い配管部分で、工場敷地ではなかった。その漏れは、厳密にはオフサイトで起こったものであるが、これは報告すべき PSI である。何故ならば、その工場がパイプライン全体を所有し、運転しているからである。

多様な結末をもたらす PSI

4. 引火性液体 200bbls が流出した結果、大量の引火性蒸気が放出され着火、火災となった。その火災は、死亡を含む多くの休業傷害に加えて、他の設備に損害を与え、報告すべきしきい値を超えた毒性ガスの放出を引き起こした。この出来事は多くの結果をもたらした一つの PSI として報告されるべきものである。強度測定基準を適用するときは、火災による損害、化学物質放出による潜在的影響、人の健康に対する影響、地域社会/環境への影響について、適切な強度点（それぞれ 1, 3, 9, 27 点）を表 2 から選ぶことになる。個々の(カテゴリー毎の)強度評価点の合計を全体の強度比率測定基準の計算に用いる。

内容物の損失

5. 10 バレルのガソリン (1,400 kg, 3100 lbs) が配管からコンクリートに漏れたが、土や水には達していない。現場の者は洩れが“激しかった”（例えば、1 時間の枠内に起こった）と推定した。これは報告を要する PSI である。なぜならば、一次防護施設内容物、“引火性液体”の 1,000 kg (2,200 lbs) 以上の“急激な”（例えば“1 時間”以内）LOPC があったからである。
6. 欠陥のあるタンクのレベルゲージが、“引火性液体”の入った製品タンクのオーバフローをひき起こし、約 7,000 kg (15,500 lbs) の液がタンクのダイク内に溢れた。この事故は、二次防護施設ではあるものの 1,000 kg (2,200 lbs) 以上の“急激な”漏洩であるから、報告すべき PSI である。
7. 一人のメンテナンス請負業者がプロセスバルブを開き、硫酸のしぶきを浴び大火傷して休業災害となった。これは、報告すべき PSI である。内容物による思いがけぬ事故であり、内容物の損失(LOC)でもある。死亡事故および二日以上のがや病気による休業には、放出量のしきい値はない。
8. 一人の運転員が、日常的な製品サンプル採取のため品質管理用サンプル採取場所を開いたとき壊れたガラス瓶で手に縫合が必要な裂傷を負い、翌日は休業した。これは内容物の損失とは関係がないため、報告すべき PSI ではない。

9. プラント定修の後、ブリーダーバルブが開いたままになっていた。スタートアップの際、そのブリーダーバルブを見つけ閉止するまでに、推定 10 bbls (1,700 kg, 3,750 lbs) の 100° F の燃料油が地上に漏れ、プラントの排水溝に入った。これは、“可燃性液体” の 2,000 kg 即ち 4,400 lbs の放出基準より少ないので、PSI ではない。
10. 原油タンク (運転温度 120° F) から排水用にデザインされた排水系に水抜きしているとき、運転員が現場を離れバルブを閉じるのを忘れた。20 bbl の原油が排水系に流出した。これは PSI である。なぜならば、“可燃性液体” である原油の放出は計画されたものではなく、2,000 kg 即ち 4,400 lbs の放出基準を超えているからである。
11. 配管が腐食し、運転温度 550° F のヘビーサイクルオイル(HCO) 10 bbls (1,700 kg (3,750 lbs)) が地上に漏れた。HCO の引火点は 300° F である。これは PSI でない。その HCO は、引火点以上で放出された高引火性物質ではあるが、放出量は、しきい値 2,000kg (4,400 lbs) あるいは 14 bbls を超えていなかった。
12. 容器の洗浄作業の一部として、運転員は 20 bbls の可燃物質を油水集合システムに 1 時間以内に計画的に排出した。この排出は計画管理されており、集合システムはその用途向けに設計されたものである。これは、特別な除外例に該当しており、報告すべき PSI ではない。仮に、物質が計画的ではなく放出、あるいは制御不能になり、排水路、下水溝、その他の集合システムに流れ込んだとすれば、報告すべき PSI となる。
13. 炭化水素の煙霧が工場内の QA/QC 実験室に入り込み、損害 5000 ドルの火事になった。炭化水素煙霧の発生源は含油排水システムで、火災は計画にない制御不能の LOPC によるものであるが、損害のしきい値 25,000 ドルを超えていないためこの事故は PSI でない。
14. プロセスユニット内で資材を運ぶフォークリフトが、ブリーダーバルブを払い落とし、イソペンタンの放出を引起した結果、25,000 ドル 以上の損害となった。これは PSI である。何故ならば、計画されたものでなく、制御されなかった LOPC が、25,000 \$ 以上の試算損失を伴う蒸気雲爆発が起こった。火災または爆発を引き起こし 25,000 \$ 以上の損害をもたらしたからである。
15. 直火式加熱炉の中のバーナーの炎切れの結果火室内は燃料リッチ状態となり、続いて爆発を起こし、加熱炉の内部に 25,000 ドル以上の損害を生じたが火室外への放出はなかった。これは報告すべき PSI である。何故ならば、炎切れ後の燃料ガスの継続した流入はもはや制御できない放出だからである。(加熱炉設置の) 目的はバーナーで燃料ガスを燃焼させることで、炉の中に燃料ガスを収納することではない。
16. 直火式加熱炉内で伝熱管が破裂し (炉内) 火災を引起し、加熱炉の内部品に (壊れた伝熱管の交換の損害を超える) 25,000\$ ドル以上の損害を与える結果となった。伝熱管の破損はプロセスの LOPC であり、25,000 ドル を超える付加的損害と合わせて、これは報告すべき PSI である。

急激な放出

17. 10 bbl (1,400 kg, 3,100 lbs) のガソリンが配管から定常的に 2 週間を超えて土の上に漏れた。単純計算では、漏洩速度はほぼ 0.03 bbl/hr (9 lbs/hr) である。この漏洩事故は (どの 1 時間においても 1,000 kg/hr (2,200 lbs/hr) のしきい値を超える) “急激な” 漏洩ではないので、これは報告すべき PSI ではない。

18. 上と同じ例で、1,400 kg (3,100 lbs)が同じ速度で 1 時間半の間に漏れたと推定された場合。単純計算では、漏洩速度は1時間当たり 6.7 bbls (933 kg/hr 即ち 2,060 lbs)となる。この漏洩速度は“どの1時間”においても1,000 kg (2,200 lbs) という報告すべきしきい値より若干低いので、報告すべき PSI ではない。
19. 予想よりも多い天然ガス流量の問題解決に当たっているとき、運転員が、正しくリセットされずノックアウトドラムを通してベントスタックへ放出している天然ガス配管上の安全弁を見つけた。さらに調べた結果、総量で100万 lbs の天然ガスが6カ月にわたり一定の速度で漏れていた。漏洩速度(約100 kg/hr)は“急激”ではないので、これは報告すべき PSI ではない。(すなわち、どの1時間においても引火性蒸気のしきい値500 kgを超えていない。)

注： 環境規制下では、この規模の放出は報告すべきものであろう

20. ある運転員がプロセスの熱交換器付近で、約2時間前の彼の巡回検査のときにはなかった約10 bbl の芳香族溶剤(例：ベンゼン、トルエン)の流出を発見した。その実際の放出期間は不明のため、しきい値レートを超えていたかどうかを決めるためには最善の推定法を用いるべきである(急激な放出の基準から除外するより含める方が好ましい)。この事故は、PSI である。何故ならば、仮にその洩れ時間が1時間よりも短いと推定されれば、関係する溶剤は容器等級Ⅱの物質であり、しきい値7 bbl を超えることになる。

下流の除害設備(例：フレアー、スクラバー、燃焼炉、急冷ドラム)

21. フレアーシステムが、フレアー先端の作動しないパイロットのため、適切に機能せず、この間プロセス装置内の過圧により蒸気がフレアーに送られていた。圧力除去装置からの蒸気量はしきい値よりも大きく、そのため、地上で引火性混合物を生成した。これは、PSI に分類される。何故ならば、安全弁からの放出量はしきい値よりも大きく、安全でない放出であったからである。
22. 100 bbl のナフサ液が、圧力除去装置を通してフレアーシステムに不用意に流された。フレアーノックアウトドラムは、放出物のほとんどを受止めた。しかしながらフレアーから、極少量のナフサ液と一緒に放出された。これは、PSI である。何故ならば、下流の除害設備へ圧力除去装置から放出された量がしきい値を超え、4つのリストされた結果の1つ(即ち、液体のキャリーオーバー)を引起したからである。
23. しきい値より少ない圧力除去装置からの放出物が、設計以上の流量で処理不能になっていたスクラバーに送られ、要員が有毒蒸気に曝され1日の休業災害を起した。これはPSI である。何故ならば、LOPCが一日の休業災害の原因になったからである。圧力除去装置の放出量に対するルールよりも、実際に起こった損害(に関するルール)が優先する。
24. プロパンタンクから圧力除去装置を通してフレアーシステムに過圧分を放出した。フレアーシステムのパイロット(バーナー)が適切に作動しなかったため、フレアーはその蒸気を燃焼させることなく、その状態が45分以上続いた。プロパン放出量は1,300 ポンドと推定され、放出物は、地表や全ての作業台上の大気中に消散した。その放出量はしきい値を超えていたがこれはPSI でない。何故ならば、その放出は、下流の除害設備に送られるようになっており、表に記載された四つの結果のいずれも起こらなかったからである。

[訳者注： 最終的に被害がないためPSI ではないという考え方と思われる]

25. 不調のため圧力除去装置が開になり、燃料ガスを設備のフレアーシステムに放出した。そのフレアーシステムは適切に作動し、圧力除去装置からの放出蒸気を燃焼させた。これはPSI でない。何故ならば、放出物は、計画通りに機能した下流の除害設備に送られたからである。(即ち、4つの列挙された結果の1つも起こらなかった)

安全放出装置/システム

26. ある装置が不調となり API Std(スタンダード) 521 で設計されていた安全弁が開き、不都合を起こすことなくガスが大気に放出された。これは報告すべき PSI ではない。なぜならば、放出の結果が、液体の同伴・潜在的に安全でない場所への放出・敷地内シェルターインプレイスまたは公共保護措置(例: 道路閉鎖)、およびしきい値を超える圧力除去装置からの放出を引き起こさない限り、蒸気やガスが API Std 521 または同等以上の基準に従い正しく設計されている安全弁・高圧破裂板・類似の安全器具を通して大気に放出された場合は除外されているからである。
27. 塩素容器に最近のプロセス危険分析(PHA)で小さすぎると認められた圧力除去装置(PRD)が取付けられていた。移送中にその容器は過圧状態になり、60 ポンドの塩素ガス (TIH ゾーン B の物質) が、25 分間に亘り安全な場所へこの PRD を通して放出された。これは、HAZOP の所見にかかわらず、液体の同伴・敷地内シェルターインプレイス・公共保護措置あるいは不安全な場所への放出がない限り、Tier 1 PSE (PSI) でも Tier 2 PSE でもない。
28. 装置が不調でしかも安全弁が開かず、機器が過圧となりフランジから引火性ガスが“急激に”放出された。放出量は 500 kg (1 時間以内) のしきい値を超えた。これは報告すべき PSI である。フランジからの放出は PSI 報告事項から除外されていない。

有毒ガス、蒸気またはエアロゾル

29. 高圧の塩酸配管からの漏れで、1,900 lbs の塩酸液が流出した。気化の計算では、220 lbs を超える塩化水素が気化、放出されたことを示唆している。1,900 lbs の塩酸の放出は報告すべき PSI ではない。なぜならば、この液体はしきい値 2,200 lbs の“容器等級Ⅱ”の腐食性液体に分類されているからである。しかしながら、液体が気化したり、エアロゾルとして噴霧され、220 lbs 以上の塩化水素蒸気を発生した場合は、TIH ゾーン C 物質のしきい値 100 kg (220 lbs) を超えているので報告すべきである。
30. 炭酸ガスと 10,000 vppm (1 % vol) の H_2S を含む配管から 7,000 kg (15,400 lbs) のガスが短時間の内(例えば、1 時間以内)に漏れた。計算上、漏洩ガスは 55 kg (120 lbs) の H_2S を伴っている。TIH ゾーン B の化学品(例: H_2S)のしきい値は、25 kg (55 lbs) なのでこの漏洩は報告すべき PSI である。
31. 上に同じ、ただし、パイプ中の H_2S 濃度が 10,000 vppm ではなく 50 vppm であった場合を除く。 CO_2 放出量がしきい値 2000 kg (4400 lb) より大であるからこの事故は、(やはり) PSI として報告すべきである。

休業災害

あるひとつの“休業”災害(または死亡事故)が報告すべき PSI に含まれるかどうかは、内容物の損失によって引き起こされたかどうか、あるいは内容物の損失に起因する避難またはその対応に直接関係しているかどうかによる。

32. 運転員が歩行中、滑って床に転び休業事故となった。滑り/転倒は、気象条件、長期間油汚れしたままの床や滑りやすい靴のため起こるもので、これは報告すべき PSI ではない。内容物の漏洩に起因する避難またはその対応に直接かわる場合でなければ、“滑り/つまずき/転倒”のような個人的な安全上の事故は明確に報告すべき PSI から除外されている。

【訳者注： 原文の chronic oily floor とは、人が減多に入らない、汚れた滑りやすい場所を意味するようだが、清潔な日本の化学プラントにそのような場所が実在するとは考えにくい】

33. 上例に同じ。ただし、少量の引火性液体の漏洩（例えば、1 時間に 1,000 kg 未満）に対処しているときに滑って転んだことが（上例と）異なる。これは、運転員が内容物の漏洩に対応していたから報告すべき PSI である。内容物の漏洩が構内で発生し、休業災害や死亡事故となった場合は報告すべき PSI である。死亡事故や休業災害に対しては、放出のしきい値の量的条件はない。
34. 上例に同じ。ただし、運転員が事故が治まってから数時間後に滑って転んだ場合、これは報告すべき PSI ではない。報告除外事項中の、「～からの避難」「～に対する対応」ということは、内容物の漏洩および関連する緊急対応処置が行われていることを意味する。（“事後”の清掃や改善のような）事件の決着がついた後の滑り/つまずき/転倒は PSI 報告からは除外される。
35. 近くの機器からの漏洩事故による避難中に、足場業者の作業員が足場から落ちて休業災害となった。これは、報告すべき PSI である。
36. 運転員が不適切な設計のスチームトラップの横を歩いているとき、スチームトラップが吹き足首に火傷を負い休業災害となった。これは、報告すべき PSI である。なぜならば、漏出内容物は（炭化水素や化学薬品ではなく）スチームであったが、物質の物理状態は休業災害を引き起こすものであったからである。非毒性物資や非引火性物質はしきい値の量的基準から除外されるが、他の結果基準が適用される。
37. 容器の内部が計画的に窒素パージされていたとき、請負業者が安全管理規則を無視し、容器の中に入り死亡した。これは、報告すべき死亡事故ではあるが、一次防護施設内容物が計画外または制御されていない状態で漏れていたわけではないので、報告すべき PSI ではない。
- 注： この死亡事故は、安全規則によれば報告すべきであろうし、また、会社の傷病記録に残しておくべきものであろう。
38. 上と同じ例で、不注意のために窒素が容器内に漏れていた場合。これは、計画外の LOPC により引き起こされた死亡事故であるから報告すべき PSI (および死亡事故) である。
39. 運転員が硫化水素警報器の故障に対応中負傷し休業した。もし、警報が実際に計画外、または制御されていない硫化水素の LOPC により発令されたのであれば、報告すべき PSI である。仮に、警報が誤報であれば、実際には漏洩はなかったのであるから報告すべき PSI ではない。

配 管

40. 地下のパイプラインの漏えいで 1,000 bbls のディーゼル油（可燃物）が 3 日間漏出 (13,9bbl/hr)。この漏えいで土壌が汚染し改善を行った。これは報告すべき PSI ではない。なぜならば、(プロセス)安全に関わる結果をもたらしておらず、漏えいが“急激”とされるしきい値の 14 bbls 以上を超えていないからである。

41. パイプラインから 2,000 lbs の引火性蒸気が 1 時間以内に地表へ漏れたが、それは敷地内の離れた場所で発生した。この放出は報告すべき PSI である。何故ならば、“遠く離れていること”は考慮の対象ではなく、放出量がしきい値を超えているからである。
42. A社が所有、運転、保守管理している DOT カバードパイプラインがB社の敷地を通っている。その DOT カバードラインは、一次防護施設から 1 時間内に 1500lb の引火性ガスが漏れいし火災を起した結果、A社の施設に 25,000 ドル以上の損害をもたらした。これはB社が報告すべき PSI ではない。なぜならば、B社はパイプラインの所有も運転も保守管理もしていないからである。これはA社の輸送上の事故である。

〔訳者注： DOT covered pipeline = pipeline covered by US DOT(運輸省) regulation〕

LOPC(一次防護施設内容物の損失)と関係のない火災またはエネルギー放出

原則として、LOPCにより引き起こされるか、または、(その放出が)結果として報告すべきしきい量を超えた化学物質の放出となった場合にのみ、火災やエネルギーの放出を PSI として報告する。以下はその例である。

43. 電気火災がプロセスの運転に影響し、4,000 lbs のトルエンが放出された。これは、第 1 次防護施設からの放出がトルエンのしきい値の 2,200 lbs を超えているので、PSI として報告されるべきである。
44. プラントの停止および場合によっては二次的な 25,000 ドル以上の機器損傷（例えば、不適切なシャットダウンによる反応器や機器の損傷）の原因とはなるものの、定められている結果の一つをもたらす LOPC を引き起こさない電気火災・停電・その他のユーティリティーの損失は、PSI としては報告されない。報告すべき PSI であるためには LOPC が必要である。
45. ベアリング火災、潤滑油系火災、電気モーター故障、あるいは類似の火災が起き、機器が損傷（25,000 ドル超）したが、定められている結果をもたらす LOPC を引き起こさないものは、しきい値より多い化学物質の漏洩がなく、負傷もないので PSI として報告されることはない。
46. 上記 #44 または #45 の例で、負傷、あるいは、しきい値量を超えた化学物質の漏洩の何れかがあれば、これは報告すべき PSI である。
〔訳者注：Fig 4 ではこの例をカバーしていない様に思われる。(負傷があればこの例では化学物質の放出がなくても PSI となるように受け取れる)〕
47. 容器内の爆然により 25,000 ドルを超える機器の損害を生じたが内容物の損失はなかった。これは重大なプロセス事故であり調査すべき事故であるが、内容物の損失がないので報告すべき PSI の定義に合致しない。
48. 化学物質を入れた貯蔵タンクのベントが詰り、通常のポンプ払出しにより真空となり、タンク(本体)が壊れ、25,000 ドルを超える機器の損害を生じた。この出来事は、内容物の損失がないので PSI としては報告されない。
49. 上記 #48 の例で、タンクの継ぎ目が壊れ、内容物がしきい値量を超えて流出した場合は、(たとえ、内容物が二次防護ダイクの中に捕集されたとしても) PSI として報告されていたであろう。

50. 高圧スチーム配管の近くに足場板が置かれ、その後火がついたが、素早く消し止められそれ以上の損害はなかった。調査の結果、その板が油で汚れていたことは認められたが、周辺に油が漏れた形跡はなかった、この事故は報告すべき PSI ではない。なぜならば、計画外、または制御されていない LOPC がなかったからである。

海上輸送船舶

51. 船舶を運航している会社の船上で 14 bbls 以上の可燃物の“急激な”流出があった。原料や製品を移送するために船がプロセスに接続されている時を除き、海上輸送船舶の事故は明確に除外されているため、これは報告すべき PSI ではない。
52. タグボートに押されていた第三者のバージが会社のドックに衝突した。バージの隔室が壊れ 50 bbls のディーゼル油が水中に放出された。この船は、原料や製品を移送するために船がプロセスに接続されていなかったのもので、これは報告すべき PSI ではない。

トラックおよび鉄道

53. 施設外を移動中のある会社の貨車が脱線し、7 bbls 以上のガソリンが流出した。この事故は原料や製品を移送するためにプロセスに接続されておらず、敷地内で貯蔵用に使用されていないので、報告すべき PSI ではない。

【訳者注： 原文の was connected は was not connected が正】

54. 第三者のトラック/トレーラーが会社の構内で横転し、7 bbls 以上のガソリンが“急激に”流出した。トラックが積み込み・払い出し設備に繋がっていなければ、この事故は PSI として報告されない。しかし、会社はこのような事故を記録するための輸送事故測定基準を持つという選択ができる。
55. 請負業者のトラックが苛性薬品の積み下ろしをしているときホースが外れ、2,500 kg のエアロゾルおよび/または苛性液を空气中に飛散させた。これは PSI 報告事故である。何故ならば、苛性品のしきい値量は 1,000 kg であり、事故の直前にはトラックが積み込み・払い出し設備に繋がっていたからである。
56. 2台の塩素の貨車が施設側に配送されていた。1台はプロセスと連結され、他の1台は荷降ろしラックの位置に止められプロセスとは連結されていなかった。荷積ラックとは連結されていない荷降ろしのラックで、2台目の貨車が漏れを起こし、1時間弱の間に 6 lb が放出された。この事故は報告すべき PSI ではない。なぜならば、プロセスと連結せず、オンサイトで貯蔵用として使用されていないトラックや貨車は明確に PSI から除外されているからである。荷降ろしのための待機は貯蔵と見なさない。

事務所建物

57. 本館事務所のボイラー火災があり、直接コスト 75,000 ドル以上の損害となった。これは報告すべき PSI ではない。なぜならば、事務所棟の事故は明確に除外されているからである。

マンマシンインターフェイス事故

58. 運転員がポリマープラントの加工設備周りで働いているときけがをした。そのけがは、設備の機械的なマンマシンインターフェイス(人と機械の接点)で発生した。計画外、または制御されていない内容物の損失ではなかったのでこれは報告すべき PSI ではない。

強度評価スコア適用

59. 高圧塩酸配管の漏れで 4,000 lbs の塩酸が漏洩した。蒸発計算で 500 lbs 以上の塩化水素が蒸気として放出されたことが示された。三人のプラント従業員が呼吸器傷害を受け数日間入院した。緊急対応要員により、有毒ガスが構内の隣接するプラントに広がっていることが確認されたものの、害を与える濃度の有毒ガスがプラントの境界を越えて広がった証拠はなかった。しかし、(放出に備えた)予防のためのシェルターへの避難と隣接するインターステートハイウェイの 2 時間閉鎖が行われ、その結果、地域メディアでは詳しく、全国メディアでは簡単に報道された。放出された塩酸・塩化水素蒸気はそれぞれ放出のしきい値を超えているので、これは明らかに報告すべき PSI である。さらに、従業員への傷害は健康被害のしきい値を超えている。多数の休業災害であるから、安全・健康障害強度レベルは“2”(強度点 9)。25,000 ドル以上の機器損傷や清掃コストもないので、火災/爆発強度レベルは“適用なし”(強度点 0)。化学物質は防護施設の外に放出されたが会社構内に留まったため潜在的化学品障害強度レベルは“3”(強度点 3)。構内避難とメディア注目、地域社会/環境への影響強度レベルは“2”(強度点 9)である。4つの分類項目での最大の強度レベルは“2”なので、事故全体としては強度“2”の PSI に分類される。**プロセス安全事故強度率(PSISR)**計算に使われる強度点は 21 点(9+0+3+9=21)である。
60. コンプレッサーのフランジが壊れ 10,000 lbs のエチレン(引火性蒸気)が漏出。引火性蒸気雲は、コンプレッサー建屋内、隣接したパイプラック(即ち、潜在的爆発危険区域)に集まったが、幸いなことに着火しなかった。用心のため、そのプラントと周辺のプラントに居合わせた者は避難した。しかし、怪我人も、大きな被害も発生せず、構外には何の影響もなかった。(とほいうものの)エチレンガスを 1,100 lbs(引火性蒸気の放出しきい値)を超えて放出しているので、これは報告すべき PSI である。(それ以外の)安全/健康、火災/爆発、および地域社会/環境、それぞれに関する強度レベルは“加算されない”(強度点 0)。なぜならば、この事故の影響はそれぞれのカテゴリーの強度“4”に該当するしきい値を超えていないからである。潜在的化学品被害強度レベルは“2”(強度点 9)である。それは、引火性蒸気の放出で蒸気雲が、建物や潜在的爆発区域(密集/狭隘区域)に入り、着火していれば損害あるいは被害が発生する可能性があったからである。四つのカテゴリーの最大強度レベルは“2”である。それ故、総合的には PSI 強度レベル“2”に分類される。**プロセス安全事故強度率(PSISR)**計算に用いられる強度点は 9 点(0+0+9+0=9)である。
61. コンプレッサーのフランジが壊れ 10,000 lbs のエチレン(引火性蒸気)が漏出。引火性蒸気雲はコンプレッサー建屋と隣接するパイプラックに溜まり着火した。その蒸気雲爆発は 3000 万ドルの損害またはその他の直接コストを生じ、3 人の従業員が重傷を負い(各々が“休業災害”の定義を満たす)、数日間地域メディアの注目を集めた。この事故の安全/健康被害強度レベルは、複数の休業災害被害者のため強度レベル“2”(強度点 9)の分類となる。火災/爆発強度レベルは“1”(強度点 27)。潜在的な化学品影響強度レベルは、結果が示すように、引火性蒸気の放出で蒸気雲が爆発の危険性のある場所(密集/狭隘地域)に入ったので“2”(強度点 9)となる。地域社会/環境への影響強度は、メディアに報道されたのでレベル“2”(強度点 9)の分類に該当する。4つのカテゴリーの中で最大の強度レベルは“1”である。従って、事故全体としては PSI の強度レベル“1”に該当する。**プロセス安全事故強度率(PSISR)**計算に使われる強度点は

54 点 (9+27+9+9=54) である。会社は、ほとんどのガスは爆発で消滅したから、潜在的な化学品影響強度レベルは“適用されない” (強度点 0) と主張するかもしれない。しかし、周りの状況が少し違えば、ガスは消滅せず事態はもっと厳しいことになった可能性があるので、潜在的な化学品影響強度レベル “2” (強度点 9) は妥当である。

混合物

62. ある化学品メーカーが多数の化学薬品を混合した後の調合製品を 10,000 lbs 流出させた。この物質は特殊な製品 (例えば、加熱油、ブレーキ油等) として市販されている。この製品は、決められた組成で出荷されるので、会社は前もってこの製品の UN DG 定義 (または、米国の DOT 規則) に従い評価しており、容器等級 III の物質であると分類されていた。漏洩は容器等級 III のしきい値量 2,000 kg (4,400 lbs) を超えているので、PSI として報告されるべきものである。
63. 特殊化学品のプラントで配管の継ぎ手が壊れ、フォルムアルデヒド 30%、メタノール 45%、水 25% の混合液 4,000 lbs が 1 時間足らずの間に漏出した。この混合物は UN DG/US DOT プロトコールにより分類されていないため、しきい値の混合物計算法が適用される。純粋のフォルムアルデヒドのしきい値は 4,400 lbs であり、メタノールは 2,200 lbs である。

成 分	wt %	漏えい量	PSI TQ	% of TQ
	(lb)	(lb)		
フォルムアルデヒド	30%	1,200	4,400	27.3%
メタノール	45%	1,800	2,200	81.8%
水	25%	1,000	n/a	0%
				109.1%

それぞれの成分はそのしきい値を超えていなくても、混合物中の累積百分率が 100% を超えているので、この放出は PSI である。

〔訳者注：本例では原文は PSE あるいは Tier1PSE となっているが、他の表記と合わせ PSI とした。〕

注：これは一つの簡便法で幾分控えめな結果が出る。より正確な算定法は DOT 49 CFR173.2a 〔訳者注：P10 の訳者注 2 参照〕、または UN Recommendations on the Transportation of Dangerous Goods, Section 2. 〔訳者注：Appendix 2 参照〕の基準を使用することである。

バキュームトラックの運転

64. バキュームトラックが、近隣の施設から積荷を集めたあと、廃水処理設備のところに駐車し、荷降ろしするためオペレーターの許可を待っていた。待機している間、そのトラックが故障しプロセスの物質が大気に放散した。これは PSI ではない。なぜなら、バキュームトラックの操作には、荷積み、荷降ろしがなく、トラックの移送ポンプの使用がない限り PSI から除外されている。
65. 排気孔に活性炭吸着装置を装着したバキュームトラックが流出した炭化水素物質を積込んでいた。その活性炭吸着装置に火がつき、バキュームトラックに 45,000 ドル以上の損害を与えるところまで拡大した。これは PSI である。なぜならば、炭化水素物質の当初の流出が LOPC であり、この LOPC により 25,000 ドル以上の火災損失を生じたからである。

直接コスト

66. ポンプのシールが破損し、それに伴う流出内容物が燃え出した。この火は素早く消し止められ怪我人は出なかった。しかし、この火災で損傷した計装品の修理や断熱材の交換が必要となった。この修理・交換・清掃および緊急対応のコストは総額で 20,000 ドルであった。これは PSI ではない。シールの交換コストは直接コストの計算には含まれないことに留意すべきである。火災によって損傷した機器の修理や交換のコストのみで、火災に至らしめた機器の損傷を修理するためのコストではない。

公的に宣言された避難またはシェルターインプレイス

67. 少量の非常に臭いの強い物質が配管漏れにより冷水システムに混入し、冷水塔で大気中に放散された。ある小学校の教師は、当局者がシェルターインプレイスは必要ないと考えても、顕著な臭いのため外で休ませないことを決めた。それゆえ、これは PSI ではない。
68. 製油所でトラックの荷降ろし作業中に、1 ポンド足らずのフッ化水素が漏えいした。この漏えいは、現場の分析計で感知され、それに対応して警報が出された。近くの家に住む警察官が隣人達に、このような警報は製油所に問題があることを知らせるものなので避難するよう勧めた。この状況では、その警察官は私人として行動し予防策を勧めたもの故、公式の避難やシェルターインプレイスの指示ではない。従ってこれは PSI ではない。

II. 先行測定基準

本章では、現実には先行測定基準となり得るものを多数示している。これらのものは、安全管理システムの重要な要素の健全性を示すものである。測定と監視が実施されれば、先行測定基準のために収集されたデータは、これらのキーとなる安全システムの実効性が落ちる徴候を早目に示すことができ、内容物の損失事故が起こる前に、これらのキーとなるバリアーの有効性を取戻すために必要な是正措置を実施することが可能となる。

先行測定基準が開発された安全システムは以下の通り：

- ・ 機械的健全性の維持
- ・ 要処理事項の追跡管理
- ・ 変更管理 および
- ・ プロセス安全訓練と能力（および訓練能力評価）

すべての企業が、プロセス安全文化の測定を含め先行プロセス安全測定基準を採用し実施することを勧める。しかし、後述するような多くの基準が与えられると、これらのカテゴリーの各々についてのデータを収集し報告することは実行不可能かもしれない。企業は、自社の設備の安全を確保するのに、これらの要素のどれが最も重要かを特定し、その特定された要素に対して大幅な成績向上の可能性のある最も重要な先行測定基準を、下記の例から選ぶべきである。また、適用できるものがあれば他の先行測定基準を同じように規定しても良い。

これらの先行プロセス安全測定基準は、作業グループに代表を送った企業の経験に基づいて選ばれたもので、その中には次のようなものが含まれている。

- ・ 運転に固有の危険に関連したバリアー
- ・ 重大事故の原因となる要素もしくは直接の原因、ならびに運転中に経験した事故となる可能性の高いニアミスに関連したバリアー、および
- ・ CCPS の Risk Based Process Safety book に詳述された測定基準の再検討

先行測定基準に関する追加情報は、CCPS が 2009 年夏に出版を予定している” Guidelines for Implementing Process Safety Metrics” に記載されるであろう。これらの基準の機能拡張や提案を歓迎する。

[訳者注： 2008 年に中に予定されていたガイドラインの発行が遅れているため、CCPS よりの情報に基づき原文を修正した]

1.0 機械的健全性

A.

$$\frac{\text{(期間内に検査されるべき安全上重要な項目の中で、期間中に完了したプラント機器の検査項目数)}}{\text{(期間中に測定すべきプラント機器の安全上重要な検査項目の総数)}} \times 100 \%$$

[訳者注： 原文では plant and equipment (プラントおよび機器) となっているが、本章では plant equipment と解すべきであろう]

- ・ この測定基準は、安全に重要なプラント機器が機能していることを確認するためのプロセス安全管理システムの有効性を測る一つの尺度となる。
- ・ これには、安全上重要なプラント機器について計画された検査を実施する際のデータ収集を含む。
- ・ 測定基準の計算には以下のことが必要
 - 検査活動の測定期間を明確にし
 - 測定期間中に計画された安全上重要なプラント機器の検査数を決定し
 - 測定期間中に完了した安全上重要なプラント機器の検査数を確定する
- ・ 前の測定期間中に行われなかった検査の実施は、次の測定期間中に持ち越されると想定する。

定 義：

安全上重要なプラント機器： 有害化学品や保有エネルギーを安全に封じ込め、且つ、継続した安全運転を確実にするために頼りになるプラント機器。これには、通常、以下のようなプラントの予防保全プログラムに含まれるものを含む。

- ・ 圧力容器
- ・ 貯蔵タンク
- ・ 配管システム
- ・ リリーフおよびベント装置
- ・ ポンプ
- ・ 計器
- ・ 制御システム
- ・ インターロックと緊急時のシャットダウンシステム
- ・ 緊急事態対応機器

B.

$$\frac{(\text{検査または故障の結果判明した安全上重要なプラント機器が欠陥状態で生産していた時間})}{(\text{プラントが生産していた時間})} \times 100 \%$$

これは、特定されたプロセス安全装置の欠陥を素早く直すことに安全管理システムが如何に効果的に貢献しているかを測る尺度である。

2.0 要処理事項の追跡管理

$$\frac{(\text{プロセス安全上の要処理項目の中で、期限を過ぎた項目数})}{(\text{現時点までに終わるべき要処理項目の総数})} \times 100 \%$$

この測定基準は、一つの集合基準、または特定の期限を過ぎた項目に関する以下のような複数の個別基準より成る。

- $$\frac{(\text{監査処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数})}{(\text{現時点までに終わるべき要監査処理項目の総数})} \times 100 \%$$
- $$\frac{(\text{プロセス危険解析 (PHA) 処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数})}{(\text{現時点までに終わるべきプロセス危険解析の要処理項目の総数})} \times 100 \%$$
- $$\frac{(\text{事故調査処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数})}{(\text{現時点までに終わるべき事故調査の要処理項目の総数})} \times 100 \%$$
- $$\frac{(\text{未処理の要処理事故調査項目の数})}{(\text{その期間中に提起された要処理事故調査項目の総数})} \times 100 \%$$
- $$\frac{(\text{PHA 処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数})}{(\text{PHA の実施中または未処理の要処理項目の総数})} \times 100 \%$$

定義:

Currently Due : 現在の日付までに終わるべき処理

Past Due : 処理中または保留中で所定の完了日に終わらなかった処理

3.0 変更管理

A サイトの変更管理手順全てを満足する変更管理の割合

- この測定基準は、サイトの変更管理手順がいかに綿密に守られているかを測る

- ・ 完成された変更管理文書の定期的監査を必要とする。

監査を行なう順序は：

- 監査の範囲を定義する： 時間枠、頻度、および操業部門
- 望ましく且つ統計的にも有意なサンプルサイズを決定する。これは、母集団中の変更管理文書の総数に基づき、広く利用可能な表を使い実施できる。
- 完成した変更管理文書を再審査する。それには、危険性審査および運転指針や P&I ダイアグラムのような最新のプロセス安全情報などの裏づけ資料を含む。
- 基準に拠り測定値を計算する

$$\text{適切に実行された変更管理の割合} = \frac{(\text{適切に実行された変更管理の数})}{(\text{変更管理の総数})} \times 100 \%$$

B. 変更前にサイトの変更管理手順を利用したと確認された変更の割合

- ・ この測定基準は、ある部門/サイトが、如何によく (i) サイトの変更管理手順の利用を必要とする変更であるかを認識し、(ii) 変更を実施する前に実際に管理手順を利用するかを測定する。
- ・ 部門/サイトでの変更の定期的な監査と、どの変更が変更管理を要するか決定する必要がある。

監査を行なう順序は：

- 監査の範囲を明確にする： 期間と運営操業部門。
- サイトの変更管理手順がどの様に変更を定義しているかをベースに（下記の定義参照）、サイトの変更管理手順を省略した可能性のある変更様式を特定する。
- 変更管理手順を省略した変更を次のようにして特定する。
 - 保守作業指示の検討、
 - 建設プロジェクトと保守プロジェクトからのドキュメントの見直し、
 - 分散制御システムプログラム変更の検討、および/または、
 - 部門従業員との面接。
- 次式により計算する

$$\text{変更管理手順を利用した変更の割合} = \frac{(\text{変更管理の数})}{(\text{変更管理の数} + \text{変更管理を省略した変更の数})} \times 100 \%$$

別のアイデア： 上記の二つの変更管理基準は、変更管理(手順)により評価されるべき変更を十分に特定しているか、また、その特定した変更管理をうまく実施しているかを、企業が簡単に評価する手段を提供している。もし、企業がより洗練された独自の変更管理基準を開発したいと望むならば、以下のことを考慮するとよい。

- ・ 企業が変更管理手順をうまく実施するために測定基準を洗練されたものにするには、上述の yes/no によるランキングよりも、変更管理(作業)が如何によく手順に従っているかを格付けするシステムを含めることである。例えば、仮にその企業が、完了した変更管理に対して 25 のキーとなる要素を特定し、行なわれた変更管理がこれらのうち 20 を満足するならば、その変更管理の格付けは 0.8 となる。多数の変更管理を監査すれば、監査したサンプル(全体)に対する総括的な平均格付けを示すことになる。さらに優れたアプローチは、適切に完了した変更管理に対してこの 25 のものの重要性に相対的な重みづけをすることであろう。
- ・ 企業によっては、予め決められた期間に拘束されない沢山の臨時の変更管理に対する測定基準を持ちたいと思うであろう。臨時の変更管理は概して、緊急時、スタートアップ時、または試行運転時に行

なわれる。所定の期間は、特別の変更管理のとき指定されるか、あるいは、そのサイトの臨時変更管理手順により最大許容期間として指定することができる。臨時の変更管理は、システムを最初の設計条件に復帰させるか、またはそのサイトの正規の変更管理手順を経た恒久的変更に盛り込みを行なうことで終了しなければならない。時宜を得た方法で停止しないとリスクを生じる。

- ・ 企業は、変更に関連した危険を特定、解決する上で、サイトの変更管理手順が如何に有効かを測る測定基準を持ちたいと望むかもしれない。その場合は、以下のことが考えられる。

G. リコミッショニングまたはスタートアップの間、プラントの変更に関わる安全上の問題が生じなかった変更後のスタートアップの割合

- ・ リコミッショニングとスタートアップの間に遭遇する安全上の問題を含め、スタートアップの実時間記録と、その後の、どの問題が実施された変更に関わる根本原因であるかを判断することが必要である。
- ・ 装置や装置の一部のシャットダウンや再スタートを含む完了した変更管理の定期的な監査が必要。監査を行なう順序は：
 - 監査の範囲を明確にする： 期間と実施部門
 - 変更を実施後の装置や装置の一部について、スタートアップ回数を決定する
 - リコミッショニングやスタートアップの段階で検査の後に起こった変更に関わる安全上の問題が発生したスタートアップの回数を確認する。
 - 次式により計算する

変更後の安全なスタートアップの割合 % = (リコミッショニングやスタートアップ中に変更に関わる安全上の問題のなかったスタートアップの数) ÷ (変更後のスタートアップの総数) × 100 %

変更による問題は、スタートアップ後長時間経ってからでないと現れないということが問題を複雑にしていることを考慮しなければならない。

定 義：

変更管理審査を必要とする変更： サイトの変更管理手順を利用する必要がある変更のタイプは、手順書により明確にしなければならない。通常、これには以下のことを含む：

- 機器、設備、および装置のプロセス安全情報で定められた限界を外れた運転パラメーターの変更
- プロセス制御の変更
- 新たな化学物質の導入
- 化学品仕様や納入業者の変更
- 建物の場所と占有パターン
- 人材レベルと業務割当てのような組織上の問題。

点 検： 変更後、化学品その他の危険物質を導入する前に、システムの健全性を確認する段階。点検中に潜在的に危険な条件が特定され、事故を起こすことなく修正できる。

リコミッショニング： 点検後スタートアップの前に化学品をシステムに導入し、圧力/温度を上昇させることができる段階。リコミッショニング中に確認された潜在的な危険状態は、安全上および/または環境上の事故になり得る。

スタートアップ： リコミッショニング後の、生産運転が始まる段階。スタートアップの間に確認された潜在的な危険状態は、結果として安全上および/または環境上の事故になり得る。

4.0 プロセス安全の訓練および能力

A. プロセス安全管理 (PSM) の重要な地位に在る者の教育

$$\frac{(\text{予定どおりにプロセス安全管理の訓練課程を修了した人数})}{(\text{計画されたプロセス安全管理の訓練課程の参加者合計人数})} \times 100 \%$$

定義：

プロセス安全管理 (PSM) の重要な地位： 重大事故の防止と事故からの復旧に重要な構成手順に対しキーとなる活動、仕事、監督、および/または責任を含む工場内のすべての地位

計画されたプロセス安全管理 (PSM) の訓練課程： 重大事故の防止と事故後の復旧に直接影響を及ぼす分野に対するプロセス安全管理の重要な業務に於ける個人の知識、技能および/または能力を高めるように立案された特別な実習。

各個人が、報告期間中に複数の訓練課程を受講でき、一つの実習に複数の訓練課程を含めることが出来る。(例： 複数人の訓練クラス)

B. 訓練能力評価

$$\frac{(\text{計画されたプロセス安全管理の訓練課程を一回で首尾よく完了した受講者の数})}{(\text{その期間に計画された完了時評価付きプロセス安全管理の訓練課程受講者の総数})} \times 100 \%$$

定義：

合格： 試験、または能力評価で訓練、試験、能力査定の全部または一部の繰り返しや、やり直しを求められない程度であること。

完了時評価付き訓練課程： 試験または能力査定により知識または技能を立証することが計画されたプロセス安全管理 (PSM) の訓練課程。

C. 手順/安全な作業慣行の不履行

$$\frac{(\text{関連する安全作業手順全部を守っていないことが指摘された安全上重要なタスクの数})}{(\text{監査された安全上重要なタスクの合計数})} \times 100 \%$$

関連する安全作業手順が存在し、安全上重要とされるタスクを、関係する手順全部が守られているかどうかを作業現場で観察することにより判断する。

5.0 安全文化

化学プロセスに関わる組織内における安全文化の有効性を測定する仕組みは、補遺 G [訳者注： ベーカー委員会報告書の補遺 G] に示した様な安全文化調査を行うことである。その調査は、BP の米国内製油所における安全文化の妥当性を測るのに使われ、ベーカー委員会の報告書を通して議論されている。

化学および石油処理の下流分野では、この方法または類似の調査方法を考えるべきである。仮にこの方法を使うのであれば、安全文化の調査結果は匿名で作成すべきである。そうすることで回答者は特定されず、自発的な参加あるいは率直さに影響するような回答者に不利な非難をされることもないであろう。

この種の文化調査を行なうことは、結果に影響するその他の因子が数多くあるので、組織間での結果の比較はできないが、一つの組織の時間的な変化を測る上では有益である。

6.0 運転およびメンテナンス手順

A. 最新かつ正確な手順

$$\frac{\text{(年間に見直し/更新された運転およびメンテナンス手順の数)}}{\text{(測定期間内で見直し/更新されるべき運転操作およびメンテナンス手順の総数)}} \times 100\%$$

このメトリックは、見直し更新するサイクルの進行状況を測定する。減少傾向は、手順を維持するのにより多くの注意や資源（人的・物的）が必要であることを示している可能性がある。

B. 明確、簡潔且つ必要な内容を示す手順

$$\frac{\text{(内容が見直された運転およびメンテナンス手順の数)}}{\text{(運転およびメンテナンス手順の総数)}} \times 100\%$$

このメトリックは、明確、簡潔、且つ効果的な運転およびメンテナンス手順書作成の進捗状況を測定する。下記事項を扱った手続き基準のチェックリストを作成する必要がある。

- 文書管理
- 明確かつ適切に並べられた行動順序
- 注意、警告、および留意事項
- 安全運転限界、限界からの逸脱したときの結末、および安全運転範囲内にプロセスを維持するために採るべき措置
- 運転の制約条件
- チェックリスト（必要に応じて）

C. 手順の信頼性

$$\frac{\text{手順が最新、正確、且つ効果的であると信じているオペレーターやメンテナンス技術者の数}}{\text{(手順が影響を及ぼすオペレーターやメンテナンス技術者の総数)}} \times 100\%$$

オペレーターやメンテナンス技術者の意見調査の結果が、手順の正確さや有効性に関する変化を早めに示すであろう。その調査で、手順を更新するために必要な時間、正確さ、および使いやすさについての懸念を確認しなければならない。

7.0 疲労リスク管理

A. 疲労リスク教育

$$\frac{\text{(疲労の原因、リスクおよび潜在的重大性について教育を受けた疲労の影響を受ける従業員の数)}}{\text{(疲労の影響を受ける従業員の総数)}} \times 100\%$$

疲労の影響を受ける全ての従業員に、疲労からくるリスクを減らす助けになるであろう情報に基づいて、彼ら自身、同僚、彼らが監督、管理する人達のために、十分な情報を得て意思決定できるよう、睡眠・睡眠障害・注意力・生理学的サイクルおよび疲労生理学の科学的原理を、教育により熟知させる必要がある。またこの教育によって、どのようにすれば、疲労の影響を受ける従業員が注意を怠らず、安全かつ健康な状態を保つのに役立つについて、家族の意識を高めることを意図した情報を提供する必要がある。

B. 残業割合（中央値、平均、トップ10%）

$$(\text{残業時間数} / \text{測定期間中の標準作業時間の合計数}) \times 100\% \quad (\text{一人当たり})$$

C. 延長シフト回数

測定期間中の一人当たりの延長シフト回数

延長シフトとは、従業員が定期的な勤務時間外に他のシフトに延長した作業を割り当てられている時間のこと。延長シフトには、トレーニング、安全会議、および同様なものに参加するための延長を含む。それは、通常のシフト移管に必要な時間は含まない。

Ⅲ. ニアミス報告およびその他の遅行測定基準

CCPS 委員会は全ての企業がニアミス報告基準を実施することを推奨する。ニアミスは現実の出来事または潜在的な不安全状態の発見であるので、この測定基準は“遅行”測定基準と定義することもできる。多くのニアミスあるいは増加傾向にあるニアミスは、より重大な事故となる可能性が高いことを示していると考えることができる。それゆえ、多くの企業がニアミス測定基準を“先行”測定基準の代りとして使っている。多くの企業が、実施してから少なくとも最初の数ヶ月間のニアミス報告の増加は、組織の文化とプロセス安全意識が改善されているというプラスの兆候であるということに気付いてきている。従って、ニアミス報告数の増加に伴い重大事故数が減少することも十分にあり得る。

全ての企業がある種のニアミス報告システムを持っているということは重要なことである。新たなシステムを実施するのであれば、下記に示す測定基準と定義（多くの貢献企業で用いられている定義を調整作成したもの）を考慮に入れるべきである。企業が、下記の定義を含む或いは合致する有効なニアミス報告システムを持っているのであれば、既存のシステムを置き換える必要はない。

全ての企業が、全ての一次防護施設からの内容物損失（LOPC）および予想外の火災/火炎を報告する内部基準を持つことを推奨する。これには、業界の遅行測定基準から除外された全ての圧力放出装置からの放出を含む。業界全体のプロセス安全事故の遅行測定基準に、報告されるべき出来事のしきい値が決められている。企業は、追加の測定基準を設けるか、あるいは包括的な“ニアミス”測定基準に、PSI（プロセス安全事故）あるいはTier 2 PSE のしきい値に達せず業界全体の遅行測定基準に記録されなかったLOPC や予期せぬ火災/火炎を含めるべきである。これらの出来事を記録し、調査することに重要な学習価値がある。

“ニアミス”には三つの基本的要素がある。業界内ではニアミスの定義に様々な表現が用いられているが、大多数のものは下記の要素を持っている。

- ・ ある出来事の発生、または潜在的な不安全状態の発見
- ・ その出来事または不安全状態が拡大する十分な可能性、そして
- ・ その（不安全状態の）拡大が好ましくないインパクトをもたらす

検討のためここでは、次のニアミスの定義を使用する

ニアミス： 周辺状況が少し違えば、人々に危害を及ぼすか、資産、装置、環境に損害を与える結果になった可能性のある望ましくない出来事。

このニアミスの定義は、例えば環境や人の安全あるいはプロセス安全上のニアミス報告に使用するなど、EHS（環境・健康・安全）管理プログラムのあらゆる場合に適用することができる。

プロセス安全ニアミスの定義

ニアミス報告プログラムで特にプロセス安全に焦点を合わせるために、多くの企業がプロセス安全ニアミスの定義を作り上げてきた。重ねてこの検討のために、次のプロセス安全ニアミスの定義を使用する。

プロセス安全ニアミス：

- ・ “プロセス安全に関する事故”の遅行測定基準のしきい値に達しない相当量の危険物質の放出、または

- ・ 安全システムへのチャレンジ、ここで
この安全システムへチャレンジは次のカテゴリーに分けられる：
 - ・ 安全システム（圧力放出装置、安全計装システム、機械的運転停止システム）への命令
 - ・ 許容限界外の一次防護施設の検査または試験結果
 - ・ プロセスの(正常範囲からの)逸脱、暴走

プロセス安全ニアミス事例

安全システムに対する命令?)に関するニアミスは、安全システムが首尾よく動く命令の発令、および合理的な要求を与えられながら失敗する命令の発令の二つのカテゴリーに分けられる。例を挙げると

- ・ 所定の作動点に達した時の、或る 1 個の破裂板、フレアまたは大気向けの圧力調節弁、または安全弁の開放、
- ・ システム条件が所定の作動点に到達または超過した時の、或る 1 個の破裂板、フレアまたは大気向けの圧力調節弁、あるいは安全弁を開放することに失敗
- ・ “許容範囲外” のプロセス変数が検出されたときの安全計装システムの作動開始、
 - 反応停止/供給停止のためのポリエチレン反応器の高圧インターロックの作動
 - サクションノックアウトドラムの高液面インターロックによるコンプレッサー停止
- ・ システムに命令が出たとき、安全計装システムが設計通り作動しなかった全ての場合（即ち、命令が役立たない場合）
- ・ 装置が実際に応答したかどうかとは無関係に、有効な信号により機械的停止システムが作動するよう呼び出された回数

内容物損失防止に関係なく装置保護のために設けられた機械的停止システムは、プロセス安全のニアミスのカウントから除外すべきである。

一次防護装置の許容限界外の検査または試験結果に関わるニアミス：

ある検査や試験で一次防護装置が許容限界外で運転されていたことを確認。これは一般的に、ある行動、同種のものへの交換、使用条件に適合させるための修理、他の材料との置換、検査や試験の増加、あるいはプロセス機器の定格引下げのきっかけとなる。例を挙げれば以下のようなものがある：

- ・ 容器・常圧タンク・配管または機械類の従前の運転圧力や液面が肉厚検査測定による許容限界を超えていることを示す検査や試験の所見。

所要肉厚に満たないことを発見した個々の試験測定の回数を無視して、個々の圧力容器や常圧タンクに関する単一の事象を記録している。

同じライン、同じ材質、同じ用途であれば、所要肉厚に満たない(ことを発見した)試験測定の数に関係なく、各配管回路の単一の出来事を記録している。

[訳者注： 本項の記述の意味不明。単に測定するだけで経年変化などを検討しないということであろうか。わが国では全く考えられないことではないだろうか]

プロセスの逸脱や暴走を伴うニアミスには次のようなものがある：

- ・ 圧力、温度、流量などのパラメーターが操作窓の外に出ているが、プロセス安全限界内にとどまっている暴走
- ・ プロセスパラメータが予め定められていた限界制御点を超えるか、または、緊急停止や介入が指示される暴走
- ・ 設計パラメーター範囲外での機器の運転
- ・ 設計パラメーター範囲内か外かに関わらず、異常または予期しない暴走反応

管理システムの不調または問題に関係するニアミス：

この種の情報は、どこに設備のプロセス安全管理システムを改善する機会があるかを理解するために入手すべきである。

テスト時不調の安全システムの発見

- ・ 設定点でのベンチテストに失敗した放出装置
 - ・ インターロックテストの失敗
 - ・ 無停電電源装置の不調
 - ・ 通常の検査/試験の間に欠陥が発見された火災、ガス、および有毒ガスの検出器
 - ・ 緊急用ベントラインのヘッダー検査中に、ヘッダーが緊急洗浄設備から逆流した湿気による鉄錆で完全に塞がれていることの発見
 - ・ 緊急停止システムのテスト中に、テフロンライニングした緊急閉止弁が、テフロン製の低温流動と付着により開放状態で固着していることの発見
 - ・ コンサーベーションベントの検査の際、凝縮、凍結したプロセス物質により塞がれていることの発見
- 【訳者注： コンサーベーションベントは プリーザーバルブの一種】

無効になった安全システムの発見

- ・ バイパス状態にあるインターロックによるプロセスの混乱
- ・ 無効化手順通りにいかないで故障した重要な計器/装置
- ・ バイパス弁を開いたままにしての現場からの離脱

“手抜き/うっかりミス”

- ・ 重要な配管の閉止板の外し忘れ、あるいは、正しいバッチ成分を適切な順序で送入することに失敗
- ・ 破裂板交換の際、板に輸送用のカバーを付けたままであったことを発見
- ・ プロセス制御技術者がプロセスユニットのDCS（分散制御システム）に間違った構成のものをダウンロード

予想外/計画外の装置の状態

- ・ 破損、または、早すぎる/予想外の劣化による“予期せぬ”状態で発見された装置
- ・ スチーム系に使用された間違った継手
- ・ 流体の混合或いは汚染を招く熱交換器のチューブのような機器の不具合

閉じ込め容器の物理的損傷

- ・ プロセス装置（近辺）への搬送物や物体の落下

〔訳者注： dropping loads は触媒や薬品などクレーンやホイストなどで運ぶ物を指すと思われる。また、falling objects は機器部品類の落下に加え、構造物やはしごなどの転倒、氷塊の落下なども対象になり得る。〕

- ・ バックしたトラックの坑口への突入
- ・ 雪かき機によるガス配管の損傷

ニアミス報告の価値を最高にすること

ニアミスを報告すれば、設備のプロセス安全管理システムを改善するための貴重なデータを提供することになる。（さらに）以下の方法でプロセス安全ニアミスプログラムの成果を最高のものにすることができる。

- プロセス安全成績のピラミッドを築くために、プロセス安全運行指数、プロセス安全ニアミス及び管理システムの先行指数を使用すること。
- プロセス安全ニアミスを評価するときには、可能性のある逆の影響を考慮すること。ニアミスに対する対応の度合い（つまり、調査・分析・フォローアップ）は、その出来事の現実の影響に加え可能性を考えて決めるべきである。
- ニアミスからシステムの改善を推進するために、実際の事故からと同じようにニアミスデータを欠陥のあるマネジメントシステムに結びつけ（て考え）ること。
- ニアミス報告を重視すること。決算結果に対する報償と同じように、ニアミスの報告に対する報償/表彰を考えること。

補遺 A： 国連危険物区分および化学品リストに関する追加情報

化学品の包括的リストは、この測定基準によって定義された報告用しきい値とともに、CCCPS のウェブサイト <http://www.aiche.org/ccps/resources/metricsproject> から入手できる。

国連危険物分類システムに関する追加の情報は以下のウェブサイトでも見ることができる。

UNECE ウェブサイト

<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>

国連番号付き危険物リストの PDF

http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/English/03-2%20E_tabA.pdf

アルファベット順参照文献

http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/English/03-3%20E_alphablist.pdf

国連 (UN) または米国運輸省 (DOT) の定義

国連危険物 (UN DG) 規準

引火性液体

容器等級	引火点 (密閉式)	初留点
I	—	$\leq 35^{\circ}\text{C}$ (95°F)
II	$< 23^{\circ}\text{C}$ (73°F)	$> 35^{\circ}\text{C}$ (95°F)
III	$\geq 23^{\circ}\text{C} \leq 60^{\circ}\text{C}$ ($\geq 73^{\circ}\text{F} \leq 140^{\circ}\text{F}$) 訳者注	$> 35^{\circ}\text{C}$ (95°F)

[訳者注： わかりにくい表示だが、 $23^{\circ}\text{C} \leq \text{引火点} \leq 60^{\circ}\text{C}$ のこと。補遺Bの有毒液体の表も同様]

有毒蒸気

米国のDOT規則に基づく TIH 危険物ゾーン A, B, C および D (注: 国連の危険物定義 (Dangerous Goods definitions) にはこれらの定義は含まれていないが、以下は国連 GHS の定義と一致する)。

危険ゾーン	吸入毒性
A	$\text{LC}_{50} \leq 200 \text{ ppm}$
B	$200 \text{ ppm} < \text{LC}_{50} \leq 1,000 \text{ ppm}$
C	$1,000 \text{ ppm} < \text{LC}_{50} \leq 3,000 \text{ ppm}$
D	$3,000 \text{ ppm} < \text{LC}_{50} \leq 5,000 \text{ ppm}$

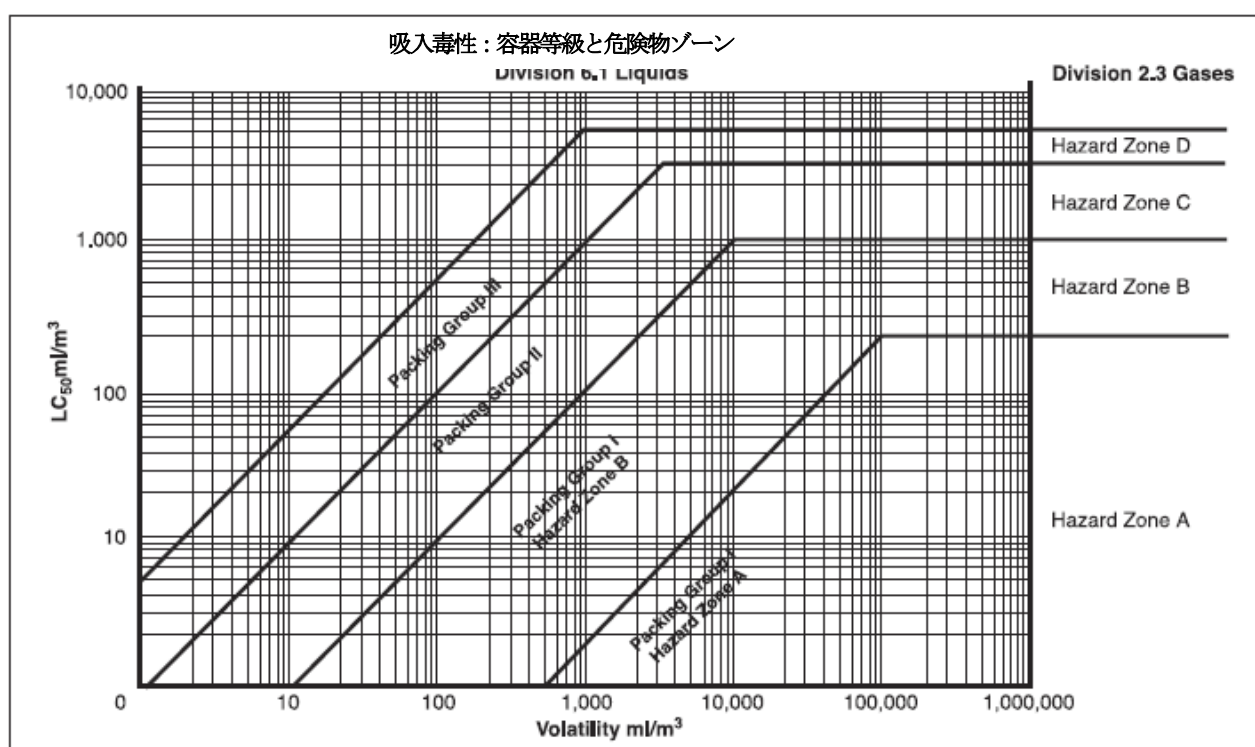
有毒液体

容器等級 (パッキング グループ)	経口毒性 LD_{50} (mg/kg)	経皮毒性 LD_{50} (mg/kg)	ほこりおよびミストによる 吸入毒性 LC_{50} (mg/kg)
I	≤ 5.0	≤ 50	≤ 0.2
II	$> 5.0 \text{ and } \leq 50$	$> 50 \text{ and } \leq 200$	$> 0.2 \text{ and } \leq 2.0$
III	$> 50 \text{ and } \leq 300$	$> 200 \text{ and } \leq 1000$	$> 2.0 \text{ and } \leq 4.0$

蒸気の吸入に基づく液体の容器等級や危険物ゾーンの分類は次表によること。

容器等級	蒸気濃度および毒性
I (危険物ゾーン A)	$V \geq 500 LC_{50}$ および $LC_{50} \leq 200 \text{ ml/m}^3$
I (危険物ゾーン B)	$V \geq 10 LC_{50}$ および $LC_{50} \leq 1,000 \text{ ml/m}^3$ および容器等級 I で危険物ゾーン A の範囲を含まない
II	$V \geq LC_{50}$ および $LC_{50} \leq 3,000 \text{ ml/m}^3$ および容器等級 I の範囲を含まない
III	$V \geq 0.2 LC_{50}$ および $LC_{50} \leq 5,000 \text{ ml/m}^3$ および容器等級 I、II の範囲を含まない

注1：Vは20℃標準大気圧における物質の空气中飽和蒸気濃度（ml/m³）である。



補遺 B： 国連危険物リストおよび例外に関する補足説明

CCPS の委員会は、数社の化学品および石油の業界団体やプロセス安全コンソーシアムの代表者と協力して、化学品を数種のしきい値量カテゴリーに仕分けするため国連危険物 (UN DG) の基準を選定したが、この試みにより、包括的な、新しい化学品の分類および表示に関する世界調和システム (GHS) につながり、無数の化学品を、毒性、引火性、揮発性を考えたとき認識されるリスクと合致する数グループにきれいに区分することができた。しかしながら、国連危険物リスト (UN DGL) には以下の数種の物質が含まれている。

- ・ 石油化学プロセス安全の観点からは通常心配のいないもの (例、綿)
- ・ “特記なき限り” (n. o. s.) というラベルの付いた、特定の化学品とするには更に評価付けが必要な一般的なカテゴリーとして記載されたもの (例えば “アミン、液体、腐食性、n. o. s.” あるいは “炭化水素、液体、n. o. s.”)； または
- ・ 特別の物理的状态にある化学品を含むもの (例えば “窒素、圧縮物”、“窒素、極低温液体”) で国連危険物リスト (UN DGL) には記載されていない危険度が低いものと一緒にされかねないもの。[注： 窒素・空気・アルゴン・ヘリウムの“圧縮ガス”や“液化ガス”を急激に、意図せずに放出することは、もし放出量がしきい値 2,000kg (4,400lb) を超えれば、PSI として扱われる] しかし、これらの化学品 (例、ページ用の窒素や空気) の計画的あるいは低圧での放出は報告する必要はない。

更に、除外されている危険性の低い物質も多数ある。(例えば、固体のポリエチレンペレット)； したがって、この測定基準では報告すべきものではない。しかし、これらの化学品が意図して除外されているのか、上述の一般的なカテゴリーでカバーされているか、ユーザーにははっきりしないかもしれない。

総体的に見て、国連危険物リストに基づいた CCPS の運行測定基準で考えられている化学品の拡大リストの利点のほうか、訓練や定義の解釈にありがちな、はじめは複雑であるという欠点以上に重要である。とはいうものの、初めの段階では国連危険物リストにある特定の化学品についての解釈や例外が必要と思われる。企業や業界グループ間の報告に一貫性をもたせるためには、プロセス安全運行測定基準に関する着実、有効な報告をしやすくするために必要なあらゆる解釈や例外に関する業界グループ間の連絡と協力を継続することが望ましい。もし業界グループが、特定の化学品を測定基準から外したり、他の実施ガイドラインを採用したりすることに、相互に同意した場合は、その決定を CCPS に連絡することを奨励する。CCPS はこのような同意された例外を集め、測定基準文書を入手できるウェブサイトに掲載する。