

[CCPS 翻訳許可取得済み]

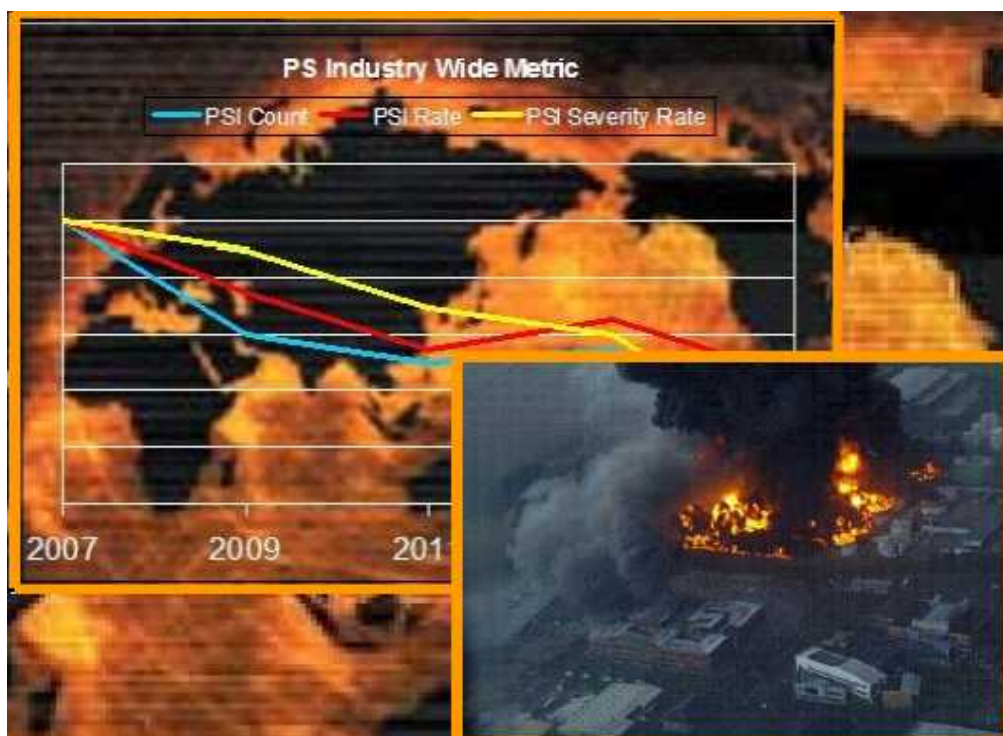
CCPS

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

原題: Process Safety Leading and Lagging Metrics
You Don't Improve What You Don't Measure



2009年5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”

CCPS プロセス安全測定基準 表紙裏.....	2
CCPS プロセス安全測定基準 まえがき	2
CCPS プロセス安全測定基準 謝辞	3
訳者謝辞、訳者まえがき、訳者紹介.....	3 - 5
はじめに	6
I. 遅行測定基準	8
1.0 プロセス安全事故(PSI)	8
化学品または化学プロセスの関わり	8
報告のしきい値.....	9
休業災害と死亡災害の基準	10
場所	11
急激な放出	11
2.0 プロセス安全事故の強度.....	12
3.0 定義.....	14
4.0 比率調整測定基準.....	15
5.0 業界プロセス安全測定基準.....	15
6.0 適用範囲	16
7.0 解釈および事例.....	17
II. 先行測定基準.....	25
1.0 機械的健全性.....	25
2.0 要処理事項の追跡管理	26
3.0 変更管理	27
4.0 プロセス安全訓練および能力	29
5.0 安全文化.....	30
III. ニアミス報告およびその他の遅行測定基準.....	30
プロセス安全ニアミス定義.....	31
プロセス安全ニアミス事例.....	32
ニアミスレポートの価値を最高にすること.....	33
補遺 A： 引火性物質の定義の検討	35
補遺 B： 国連危険物分類および化学品リストに関する追加情報	36
補遺 C： 国連危険物リストおよび例外に関する追加説明	37
2008 Worldwide CCPS Members (16カ国 114 企業/団体).....	38

CCPS プロセス安全測定基準 表紙裏

Copyright © 2008

Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers

3 Park Avenue, New York, New York 10016-5991

無断転載禁止。本書のいかなる部分も、著作権所有者の事前の許可なしに電子的・機械的・写真複写・録音・その他いかなる形態あるいは方法によるかを問わず、複製、情報検索システムに記録、発信をしてはならない。AIChE™ および CCPS® は American Institute of Chemical Engineers (AIChE、アメリカ化学工学技術者協会) 所有の登録商標である。これらの登録商標は AIChE の書面による事前の明示の同意なく使用してはならない。また同様な同意なく本作品の全部または一部を商業的に利用してはならない。このような利用のための適切なライセンスおよび許可の取得に関しては Scott Berger, 212-591-7237, scottb@aichie.org に連絡すること。

本書に記載の情報が全産業にとり素晴らしい安全記録をもたらすことを切望する。しかしながら、AIChE・そのコンサルタント・CCPS の技術運営委員会および小委員会メンバー・その雇用者・雇用者の経営陣のいかなる者も、明示・黙示にかかわらず、本書に記載の情報内容の正しさあるいは精度を保証または表明するものではない。(1) AIChE・そのコンサルタント・CCPS 技術運営委員会および小委員会メンバー・その雇用者・雇用者の経営陣・および(2)本書の利用者間では、利用者が、その利用・誤用の結果について一切の法的義務および責任を負うものとする。

CCPS プロセス安全測定基準 まえがき

The Center for Chemical Process Safety (CCPS, 化学プロセス安全センター) は、American Institute of Chemical Engineers (AIChE, 米国化学工学技術者協会) 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で 1985 年に設立された。世界中で 100 以上の会員企業が 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のためのガイドブック作成プロジェクトとプロジェクト委員会の創立を承認した。委員会は最初の会議で、プロセス安全成績を測定するため化学および石油工業界を横断するベンチマークとなる運行測定基準を作成することが、産業界にとり成功の鍵であると確認した。この目的達成のためには、その他の主要利害関係者同様、大手の化学および石油業界団体それぞれからの代表者およびメンバーの関与が不可欠になるであろう。CCPS は、このプロジェクトへの関与を求めるため多数の組織団体に要請状を送付することに決定した。

この委員会の究極の目的は、本来 CCPS により承認されたガイドラインブックを完成させ、プロセス安全成績の向上のためのより有効な測定基準の利用方法について、個々の企業が追加情報や手引きを入手できるようにすることである。本書は、業界全体に対する運行測定基準と個々の企業の参考までに推奨される先行測定基準およびその他の測定基準案を提案するためのものである。

CCPS は、世界中の企業がこれらの提案を採用、実行することを強く推奨する。

CCPS の詳細については、www.ccpsonline.org 参照

CCPS プロセス安全測定基準 謝辞

Acknowledgments

The Center for Chemical Process Safety (CCPS®), and those involved in its operation, wish to thank the many contributors and participants that made this publication possible through their dedicated efforts, technical contributions, and enthusiasm.

We want to first thank the team members, and the organizations that supported their involvement in this project team:

Mahesh Agrawal (Reliance Industries)	Bill Marshall (Eli Lilly)
Steve Arendt (ABS Consulting)	Mike Marshall (OSHA)
Christie Arseneau (PPG Industries, Inc.)	Darren Martin (Shell)
Randy Barton (Albemarle)	Randy Matsushima (Suncor)
Michael Broadribb (BP)	Jack McCavit (CCPS Emeritus)
Jon Carter (UK Health & Safety Executive)	Mark Miner (Nalco)
Elroy Christie (Honeywell Specialty Materials)	Jim Muoio (Lyondell)
Susie Cowher (INEOS Olefins & Polymers USA)	Americo Neto (Braskem)
Glen Erwin (United Steelworkers, USW)	Tim Overton (Dow Chemical)
Eric Freiburger (NOVA)	Randy Patton (Valero)
Harry Glidden (DuPont)	Jeff Philiph (Monsanto)
Kent Goddard (Solutia)	Cathy Pincus (ExxonMobil)
Richard Griffin (ChevronPhillips Chemical)	Bill Ralph (BP)
Kenneth Harrington (ChevronPhillips Chemical)	Irv Rosenthal (Wharton Risk Management and Decision Processes Center)
Steven Hedrick (Bayer MaterialScience, LLC)	Randall Sawyer (Contra Costa County Health Department)
John Herber (3M)	Angela Summers (SIS-Tech)
Kim Jennings (EPA)	Ian Travers (UK Health & Safety Executive)
Shakeel Kadri (Air Products)	Bill Watson (Shell)
Greg Keeperts (Rohm and Haas)	Brian Wilson (Rohm and Haas)
Dorothy Kellogg (AcuTech)	
Kevin MacDougall (Husky Oil)	
Dr. Sam Mannan (Mary Kay O'Connor Process Safety Center at Texas A&M)	

We would like to give a special acknowledgement to those persons shown in **bold letters**, who were particularly active throughout the development of these metrics.

We also want to thank the many organizations who participated in this endeavor to harmonize the process safety lagging metric used by industry. These organizations include:

Organization*:

American Chemistry Council (ACC)
American Petroleum Institute (API)
National Petrochemical and Refiners Association (NPRA)
European Process Safety Centre (EPSC)
Conservation of Clean Air and Water in Europe (CONCAWE)

Represented by:

Dan Rosnowski, Debra Phillips
Karen Haase, Ron Chittim
Lara Swett
Richard Gowland, Ulrich Hansen
George Stalter

* The listed entities participated, in whole or in part, in the development of this document. However, such participation should not be construed as endorsement of this document in its entirety.

Dan Sliva (CCPS Staff Consultant)

Tim Overton (Committee Chair)

訳者 謝辞

我々の翻訳作業に対する CCPS の Scott Berger 氏の理解と助言に深甚な感謝の意を表す。

(訳者一同： 小谷卓也、牛山 啓、渋谷 徹、山崎 博、長安敏夫)

訳者 まえがき

「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の著作権を尊重すること、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)

訳者 紹介

- 小谷卓也** AICHe 名誉上級会員、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 SCE・Net 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
- 渋谷 徹** 日本大学非常勤講師
化学工学会 SCE・Net 副代表 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の合弁）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 SCE・Net エネルギー研究会員および安全研究会員
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、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

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

はじめに

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して改善するには、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。

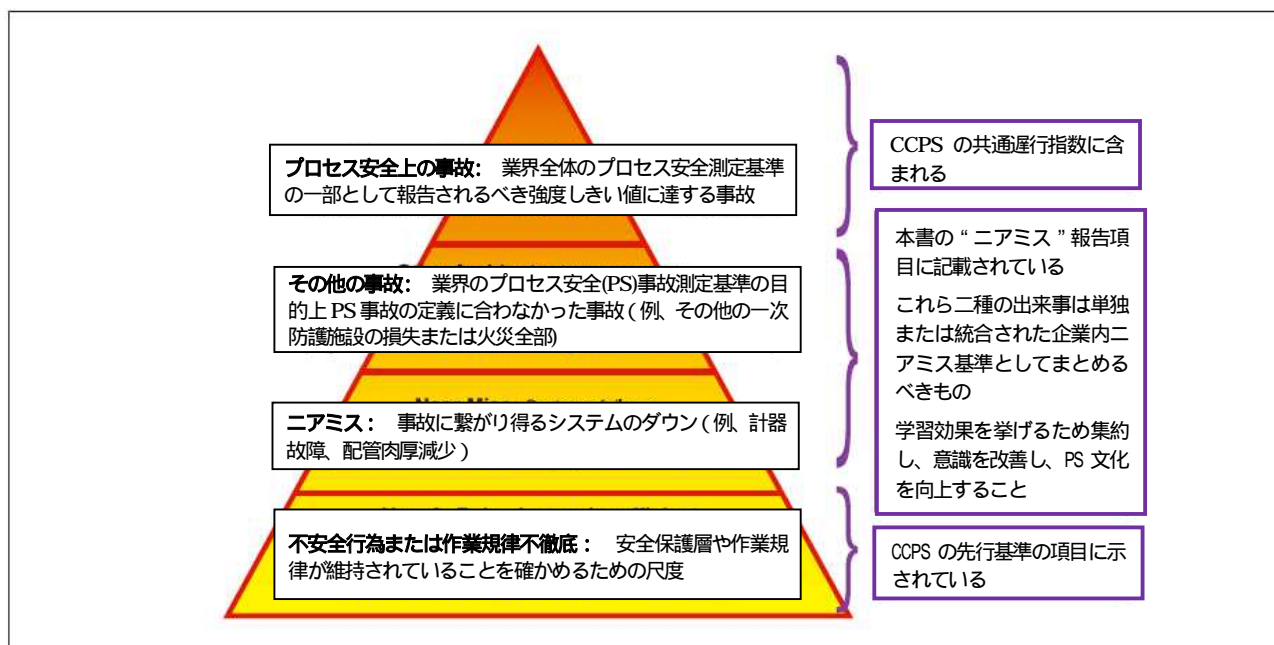
本書では以下に示す三つの測定基準について説明する。

- **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事例になると一般的に考えられている。

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： 安全と安全測定基準のピラミッド



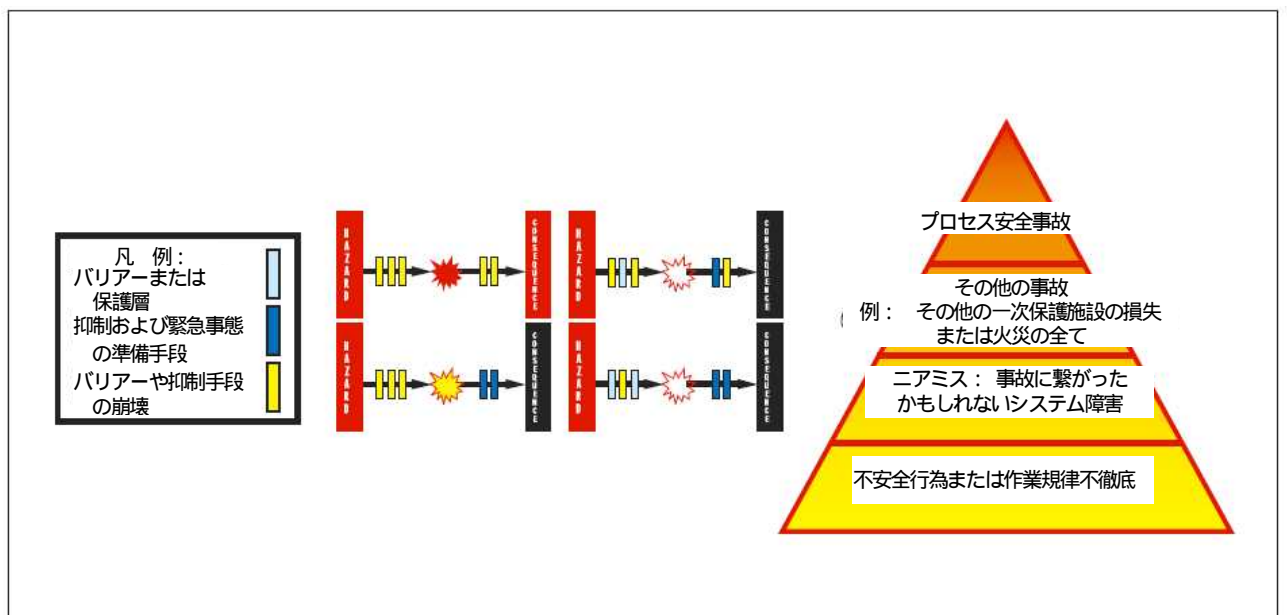
測定基準のピラミッドの底部は、他の保護層は機能し続けているものの、一つあるいは二つの層が機能を停止あるいは損傷していることを表しているのに対し、ピラミッドの頂点にある事故は、事故を防ごうとする多重保護層（物理的な層および作業手順の層両方）が損なわれたという状態を表しているという別の考え方もある。多層保護の概念を図2に示す。

図2： スイス チーズ モデル



保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保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/崩壊した保護層



．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, 通称ペーカークーパネル)と米国化学品安全性委員会(US Chemical Safety Board)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。

1.0 プロセス安全事故 (PSI) :

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) 化学品または化学プロセスが関わっていること
- (2) 報告すべきしきい値の最低値以上であること
- (3) 場 所
- (4) 急激な放出

化学品または化学プロセスの関わり

以下のことが実際に起こっていれば、「事故が化学品や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、冷凍システム等々、石油化学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。

[訳者注：石油化学製品のみならず石油精製製品や一般化学薬品にも適用できる]

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、プロセス安全に関係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

化学プロセスからの物質やエネルギーの放出が、下記の三つの状態のいずれかを惹き起こすとき

- (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) 会社の直接コストが25,000ドル以上の火災または爆発
- (3) 一次防護施設(即ち、容器または配管)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。適切に設計、運転されている放出用に特別に設計された制御装置(例、フレア、スクラバー、あるいはAPI基準521または同等基準に従った放出装置)への放出を除く。

表1 プロセス安全事故のしきい値

国連により危険物と定義された物質の危険度区分	プロセス安全事故
<u>危険物定義</u>	<u>しきい値</u>
TIH危険ゾーンA物質 ^{注1)}	5 kg (11 lbs)
TIH危険ゾーンB物質 ^{注1)}	25 kg (55 lbs)
TIH危険ゾーンC物質 ^{注1)}	100 kg (220 lbs)
TIH危険ゾーンD物質 ^{注1)}	200 kg (440 lbs)
その他“容器等級”物質 ^{注2)} および“引火性ガス/蒸気”	500 kg (1,100 lbs)
その他“容器等級”物質 ^{注2)} および“引火性液体”	1,000 kg (2,200 lbs)
その他“容器等級”物質 ^{注2)} および“可燃性液体” およびDivision 2.2 不燃物、無毒性ガス	2,000 kg (4,400 lbs)

国連の危険物定義に参照されている全物質のリストについては、<http://www.aiche.org/ccps/resources/metrics>のウェブサイト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：現時点では<http://www.aiche.org/ccps/knowledgebase/measurement.aspx>にアクセスするほうがわかりやすい]



“引火性ガス/蒸気”、“引火性液体”および“可燃性液体”のしきい値を適用するために、石油精製工業界で共通に使用されている定義(米国火災予防協会(National Fire Protection Association, NFPA-30の定義)国連危険物(Class 2, Div.2.1およびClass 3)の定義、あるいは化学品の分類および表示に関する世界調和システム(GHS)のChapter 2.2および2.6の定義、のいずれかを使用することができる。これらの異なる方法は、類似の方法で物質をクラス分けしている故、最も引火性の高い物質は使用する定義に関係なく同じ範疇に入る。

注1) TIH (Toxic Inhalation Hazard、毒物吸入危険)危険ゾーンA,B,CおよびDは米国運輸省の規則(49 CFR 172.101)に特定されており、国連の危険物定義(Dangerous Goods definitions)にはない。しかし、これらの定義は、化学品の分類および表示に関する世界調和システム(the Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, 略称GHS)に記載された毒性蒸気の範囲と一致している。

注2) 容器等級(Packing Group)の定義は国連の危険物定義に基づいている。米国ではこれらの定義は米国運輸省規則(49 CFR 172.101)にも記載されている。これらの記載には数種の包括的な記述(例、“毒性流体”)あるいは化学や石油工業に密接には関係していない物質(例;綿、爆発性の弾薬)も含まれている。国連の危険物リストに載っている特定の化学品はプロセス安全事故のしきい値を設定する基準に使われているが、これらの一般的あるいは該当しない物質は除外されている。

簡単に実行するために、多くのユーザーは以下の定義を使用したいと思うであろう。

石油工業で使用される可燃性および引火性物質の定義 (NFPA-30 の定義に類似)

	<p>引火性液体: 低温引火性液体 [引火点が 100 ° F (38) 未満] および高温引火性液体 [引火点が 100 ° F (38) 以上] で、密閉式引火点試験機 (ペンスキーマルテンス法) による引火点より 15 ° F (8) 低い温度、またはそれより高い温度にあるもの [補遺 A 訳者注参照]</p>
	<p>可燃性液体: 高温引火性液体 [引火点が 100 ° F (38) 以上] で、密閉式引火点試験機 (ペンスキーマルテンス法) による引火点より 15 ° F (8) 以上低い温度にあるもの</p>

上の定義の良い点はクラス分けが放出温度に影響されていることである。高引火点をもつ可燃性液体が引火点より 15 ° F (8) 低い温度、またはそれより高い温度で放出されるとき、引火性液体としての特性を持つ。時間が経てば、業界が GHS の定義により習熟し、使用するようになるものと期待される。これらの方法の比較の更なる情報については、補遺 A を参照のこと。

休業災害と死亡災害の基準 ^{注3)}

プロセスに関係する一次防護施設の損害、火事あるいは爆発の結果生じる休業災害や死亡事故は、以下のいずれかの範疇に入るものである。

- ・ 従業員 (休業および/または死亡)
- ・ 元請業者および下請業者 (休業および/または死亡)
- ・ 第三者 (入院あるいは死亡に至る傷害/傷病)

報告を要する人身事故や重大事故の例には、洗浄中の放出スチームによる熱傷、耐圧試験時に吹飛ばされたキャップによる負傷、あるいはサンプリング中にこぼれた化学品による薬傷等が含まれる。

報告しなくてもよい人身事故や重大事故の例には、高所に於ける保全作業中の作業台からの転落、実験室や事務所建物の火災による火傷、あるいは掘削中の穴の陥没によるけが等がある。これらの場合いずれも、プロセスからのエネルギーや物質の放出が直接原因ではない。

注3) あるひとつの傷害がこれらのプロセス安全測定基準に基づき報告すべきものかどうかは、OSHA やその他の規則に従い傷害を報告すべき施設の責任と同じことである。

場所

以下のような事故のときは場所的な基準を満たす。

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製造、輸送、貯蔵、用役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。上述の PSI として報告すべき事故の基準を、以下のフローチャートに示す。(図 4)

フローチャート

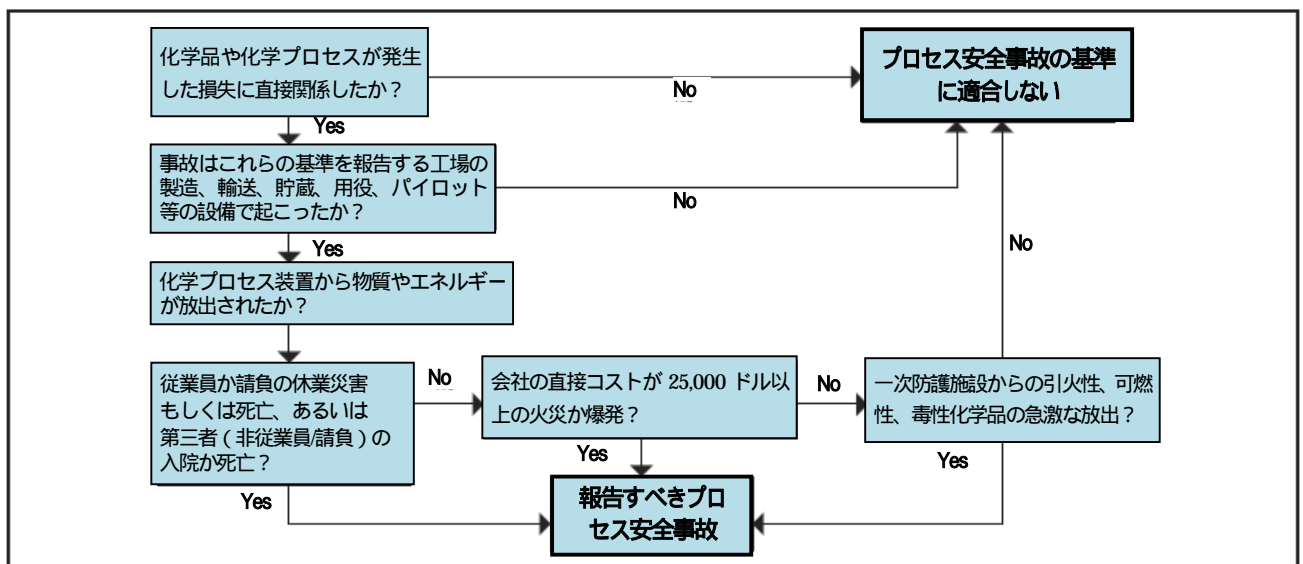


図 4：CCPS 業界用運行測定基準の定義に基づき、事故が報告すべきプロセス安全事故 (PSI) の定義に合うかどうか判断するためのフロー

2.0 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 づつ加える)	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(米国で、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2A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 づつ加える)	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2B参照]	予防的にシェルターを 使用する程度の小規模 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 づつ加える)	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2C参照]	シェルター使用または 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 の報道が全国メディア 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 づつ加える)	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2D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/狭隘地域）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/狭隘地域）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/狭隘地域）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/狭隘地域）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ではない。

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。

3.0 定義

急激な放出 (Acute Release): ほぼ1時間以内に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、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。

直接コスト (Direct Cost): 火災や爆発に直接起因する費用で、損傷装置の代替品代、修理・清掃・緊急対応や罰金等の費用。直接コストには、ビジネス上の機会損失、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。

従業員 (Employee): 会社から給料支払いを受けている個人で、その(プロセス区域内における)作業時間、傷害、病気等は定期的に会社にチェックされている者。支払を受けない個人でも、会社の直接指導下で業務に携わる、政府がスポンサーであるインターンや補助者のような者は含まれる。

爆発 (Explosion): “爆発”という言葉には、爆轟(装置や配管の破裂を起こすか否かとは無関係)も、装置や配管の破裂を起こす過圧事故(化学品放出または人身事故を起こすか否かとは関係ない)も含まれる。

事故 (Incident): 異常な予期しない出来事で、深刻な人身事故、資産への重大な被害、環境への悪影響、プロセス運転に重大な障害等を起こしたり、起こす可能性のあるもの。

内容物の損失 (Loss of Primary Containment, LOPC): 計画外または非調節の一次防護施設からの物質放出。

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。二次防護システムには、タンク用ダイク、プロセス機器周りの縁石、隔離された含油排水装置への排水集水システム、二重壁タンクの外壁等を含むが、それに限定はされない。

PSI: プロセス安全(に關わる)事故

第三者 (Third Party): 会社の従業員、元請け、下請け以外の個人

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。

[訳者注: 現状、石油精製および石油化学業界を対象としているが、その他化学工業、精糖、食品、精錬、製薬、マイクロチップ精製関係にもこのような測定基準の考え方を応用できる]

国連危険物危険性カテゴリー (UN Dangerous Goods 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) 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。 [訳者注: 下記サイトは現存しない。補遺B 訳者注参照]
(<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>)

4.0 比率調整測定基準

3.0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の事故が起こるとき)が与えられる。

レベル“X*”のPS事故率:

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

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。

5.0 業界の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): 本文書で記載されている 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。

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、その船が原油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、原油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) 許可や規制で許容される定常的な放出。
- (5) フレア、スクラバー、API 標準 521 または同等の標準に従って設計された安全装置のような、適切に設計され作動している放出制御装置への放出。ただし、この放出が以下の問題を起ささないものに限る。
液体に関する報告すべき PSI を引き起こした液体の流出（例えば、休業災害、死亡事故、25,000 ドル以上の直接コストのかかる火災または爆発、しきい値量以上の液体放出または毒性エアロゾルの放出等）
[訳者注： 本項、例外の例外、つまり、二重例外で分かりにくい「ここに示されている に該当すれば PSI として記録 報告する」ということ]
- オンサイトの避難所使用開始
 [訳者注： シェルター付きのオンサイトデザインがなされている場合]
- 一般大衆の保護対策措置発動
 [訳者注： 米国 National Institute for Chemical Studies(NICS)のホームページ等参照]
- (6) プロセス安全と(因果)関係のない地下汚染（注： その放出が、毒性蒸気放出や可燃性液体の滞留（例えば、1時間以内に 7 bbls 以上）など、地上で報告すべき PSI を引き起こしたのであれば、本例外は適用せずに報告すべきである）
- (7) 事務所建物の事故（例、事務所暖房装置の爆発、火災、溢出、放出、人身事故、病気等）
- (8) 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。
- (9) 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)。
- (10) 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）
- (11) 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。
- (12) 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だということ]

7.0 解説と事例

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)
- * 急激な放出 (Acute Releases)
- * フレアおよび放出抑制装置 (Flares and Emission Control Devices (e.g. scrubbers))
- * 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)

[訳者注：1) 以下の51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)。(5)の15,500 lbsは15,400lbsの誤植]

* 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)では報告すべき事故となる。
- (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。

* 多様な結末をもたらす PSI

- (3) 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

- (4) 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 時間以内に起こった) 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) 損失があったからである。
- (5) 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 (15,400 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。
- (6) 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、内容物の損失でもある。死亡事故および二日以上のけがや病気による休業には、放出量のしきい値はない。
- (7) 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。
- (8) 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, 3750 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。NFPA 30 または国連危険物(UN Dangerous Goods)の引火物の定義を使う使わないに関わらず放出条件を考えると、この物質は“ 可燃性液体 ”(または、UN DG 定義の容器等級 引火性液体)として扱われるべきである。
- (9) 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。
- (10) 配管が腐食し、運転温度 550 ° F のヘビーサイクルオイル(HCO)1,700 kg (3,750 lbs)が地上に漏れた。HCO の引火点は 300 ° F である。もし、会社が 1.0 項に示す NFPA-30 の引火性物質の定義を報告基準にしているならば、これは PSI である。なぜならば、HCO は引火点を超えた温度で放出され、放出基準の 1,000 kg (2,200 lbs)より多量であった。もし、会社が報告基準を UN DG の定義に置いているならば、これは PSI ではない。なぜならば、HCO はしきい値が 2,000 kg (4,400 lbs)の容器等級 の物質と考えられるからである。NFPA の定義が低いしきい値の場合は僅かで、ほとんどの場合は UN DG の定義が低いしきい値を持っている。もし、会社が常に一貫して全ての報告基準に同じ定義を用いているのであれば、年間の統計としては同じようになるはずである。単に全体の統計値を最小にするために、報告事故の基準をケースバイケースで選んではならない。
- (11) 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 時間以内にきちんと排出した。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漏洩し、

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。

*** 急激な放出**

- (12) 10 bbl (1,400 kg, 3,100 lbs)のガソリンが配管から定常的に2週間にわたって土の上に漏れた。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“急激な”漏洩(1時間内に1,000 kg/hr (2,200 lbs/hr)のしきい値を超える)ではないので、これは報告すべき PSI ではない。
- (13) 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“1時間”以内に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。
- (14) 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ロ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1 Million 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。(引火性蒸気のしきい値1時間当たり500 kgを超えていない。)

*** フレア及び放出抑制装置(例:スクラバー)**

- (15) 化学物質がフレアスタックや放出抑制装置(例えば、スクラバー)を通して排出された場合、それらの機器が設計範囲で運転されている限り、PSI としては分類されない。
- (16) もしスクラバーがシステムの設計基準を超えた流量を処理できず、しきい値を超えた量の化学品を排出した場合には、PSI として報告されるべきである。

*** 安全放出装置/システム**

- (17) ある装置が不調となり API 基準 521 で設計されている安全弁が開き、不都合を起こすことなくガスが大気に放出されたが、これは報告すべき PSI ではない。なぜならば、放出の結果が下記の結果を生じない限り、蒸気やガスが API 基準 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。
液体が関係する報告すべき PSI (例えば、休業災害、死亡事故、直接費用で25,000 ドル以上の火災または爆発、しきい値以上の液体や有毒エアロゾルの放出等)を引き起こした液体の同伴、または、敷地内のシェルター使用開始、または、公共の保護措置の発動。
- (18) 上記(17)の類似例。もし、安全弁が API 基準 521 に沿って設計されていない(例えば、入口圧力が50 psig 以下) または、そのような基準に沿って設計されたことを確認できる文書がない場合。これは報告すべき PSI である。なぜならば、(報告義務の)免除は、API 基準 521 または同等の基準を満たす安全弁または高圧破裂板からの蒸気またはガスの放出に限られているからである。
- (19) 装置が不調で安全弁が開かず、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のでこれは報告すべき 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

- (20) 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。気化の計算は、220 lbs を超える塩化水素が気化、放出されたであろうことを示している。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”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。
- (21) 炭酸ガスと 10,000 vppm (1% vol) の H₂S 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 H₂S を伴っている。TIH ゾーン B の化学品 (例: H₂S) 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。さらに、CO₂ は、しきい値 2,000 kg の Division 2.2 - Nonflammable, nontoxic gas [非引火性、非毒性ガス] に該当し、その放出量が CO₂ のしきい値をも超えているので、報告すべき PSI である。
(注: この事故は下記の場合にはガスが適正に設計、操作されている安全器具から放出され、放出により次の三つのことが起こらなければ、特別な除外事項があるので報告する必要はない。(1) 同伴液が報告すべき LOPC を発生しない (2) 敷地内のシェルター使用 (3) 一般大衆の保護措置の発動)
- (22) 上例で、H₂S 濃度が 10,000 vppm ではなく 50 vppm であった場合、H₂S のしきい値は 25 kg であり炭酸ガスのしきい値は 2,000 kg と変化はなく、事故はやはり PSI として報告すべきである。ただし、これは H₂S のためではなく炭酸ガスのしきい値 2,000 kg (4,400 lbs) が報告の拠りどころである。

* 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、内容物質の漏洩によって引き起こされたかどうかによる。

- (23) 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、人が滅多に入らない、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]
- (24) 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、放出のしきい値はない。
- (25) 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。

- (26) 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。
- (27) 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。
- (28) 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的でない状態、また管理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。
- (29) 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、計画されていない内容物の漏洩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。
- (30) 運転員が硫化水素警報器の故障に対処中負傷し休業した。もし、警報が実際に計画的でない、あるいは制御されていない硫化水素の漏洩（LOPC）によって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

- (31) 地下の配管から 1,000 bbls のジーゼル油（可燃性物質）が漏れた結果、改善を要する土壌汚染を起こした。これは報告すべき PSI ではない。なぜならば、安全に関わる結果をもたらしていないからである。もし、その物質が“急激”な漏洩（“1 時間”以内に 14 bbls 以上）で地上に油だまりを作った場合は、報告を要する PSI であり、全漏洩量（例えば 1,000 bbls）を報告することになる。
- (32) 配管から 2,000 lbs の引火性蒸気が 1 時間以内に地表へ漏れたが、それが構内の離れた場所で発生した場合。それは報告すべき PSI である。なぜなら、“遠く離れていること”は考慮の対象ではない。

* 化学品放出と関係のない火災またはエネルギー放出

一般的な規則としては、化学物質の放出により引き起こされるか、または、その結果として報告すべきしきい値を超えた化学物質の放出を引き起こした場合にのみ、火災やエネルギーの放出が報告すべき PSI となる。

- (33) 電気火災がプロセスの運転に衝撃を与え、4,000 lbs のトルエンが放出された。放出されたトルエンは、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。
- (34) プラントの停止、および 25,000 ドル以上の機器損傷（例えば、不適切な停止による反応器や機器の損傷）となるかもしれないが、しきい値を超えた量の化学物質の放出はなく、死亡や重傷災害を起こさない電気火災・停電・その他のユーティリティの損失。この出来事は、機器の損傷は化学プロセスの火災/爆発によるものではなく、しきい値量を超えた化学物質の放出もないので PSI としては報告されない。
- (35) ベアリング火災、潤滑油系火災、電気モーター故障、類似の火災により、機器が損傷したが、しきい値量を超えた化学物質の漏洩はなく、死亡や重傷災害もなかった場合。これは、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。

- (36) 上記(34)(35)の例で、負傷者が出たり、しきい値量を超えた化学物質の漏洩があったならば、これは報告すべき PSI である。
- (37) 容器内での爆燃により機器の損害は 25,000 ドルを超えた。これは PSI として報告される。なぜならば“爆発”の定義には、機器や配管の破裂をひき起こすかどうかに関わらず、爆轟も含まれるので、損害が 25,000 ドルを超えれば(報告すべき)事故に含まれる。
- (38) 化学物質を入れた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、タンクが壊れ、25,000 ドル以上の機器損害が発生。この出来事は、化学物質は放出されておらず、“爆発”の定義には負圧での事故を含んでいないので、PSI として報告されない。
- (39) 上記(38)の例で、タンクの継ぎ手が壊れ、その化学品がしきい値量を超えて漏洩した場合は、PSI として報告されるべきものである(たとえ、内容物が二次防護施設ダイクの中に捕集されたとしても)。

* 船舶

- (40) 水上輸送用船舶を運航している会社の船上で 14 bbls 以上の可燃物が“急激に”漏洩した。原料や製品を移送するために船が製油所、石油化学品または化学品製造設備に接続されている場合を除き、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。
- (41) 第三者のバージがタグボートに押されていて会社のドックに衝突した。バージの隔室が破れ 50 bbls のジゼル油が水中に放出された。この船はドックに停泊しておらず、原料や製品の輸送作業にかかわっていなかったため、これは報告すべき PSI ではない。

* トラックおよび鉄道

- (42) ある会社の貨車が脱線して、輸送中の 7 bbls 以上のガソリンが流出した。会社の敷地を離れたところでの鉄道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。
- (43) 第三者のトラック/トレーラーがある会社の構内で横転し、7 bbls 以上のガソリンが“急激に”漏れた。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、会社がこのような事故を把握するための輸送事故測定基準を持つことを薦める。
- (44) 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。なぜならば、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。

* 事務所建物

- (45) 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。

* マンマシンインターフェイス事故

- (46) 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。危険な物質の漏洩が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

- (47) 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。
- (48) 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。(とはいえものの)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。
- (49) 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ため、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**

- (50) 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、プレーキ油等)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、容器等級の物質であると分類されていた。漏洩は容器等級のしきい値量 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。
- (51) 特殊化学品のプラントで配管継ぎ手が壊れホルムアルデヒド 30%、メタノール 45%、水 25%の混合液 4,000 lbs が漏出した。この混合物は広く一般的に輸送されているものではないため、混合物の UN DG/US DOT プロトコールによるクラス分けはなされていなかった。この PSI 測定基準用に、各成分ごとにしきい値と比べて評価する簡便法が用いられ、合計のパーセントが 100%を超えているかどうか確認する。純粋のホルムアルデヒド量のしきい値は 4,400 lbs であり、メタノールは 2,200 lbs である。以下に示すように、それぞれの化学品のしきい値は異なるが、混合物中のそれぞれの組成の累積百分率が 100%を超えているので、これは PSI として報告される。

成分	% wt	漏えい量 lbs	PSI しきい値 lbs	しきい値量合計 %
ホルムアルデヒド	30%	1,200	4,400	27.2
メタノール	45%	1,800	2,200	81.8
水	50%	<u>1,000</u>	n/a	<u>0</u>
合計		4,000		109 %

．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)

(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)
(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) × 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 と解すべきである]

- ・ 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
- ・ 配管システム
- ・ リリーフおよびベント装置
- ・ 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
- ・ 軽減システム
- ・ 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

$$\frac{\text{(プロセス安全上の要処理項目の中で、期限超過および/または延期を承認された項目数)}}{\text{(実施中または未処理の要処理事項の総数)}} \times 100 \%$$

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。

- ・ $\frac{\text{(監査処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数および/または延長を承認された項目数)}}{\text{(監査実施中または未処理の要処理項目の総数)}} \times 100 \%$
- ・ $\frac{\text{(プロセスハザード解析(PHA)処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数および/または延期を承認された項目数)}}{\text{(プロセスハザード解析の実施中または未処理の要処理項目の総数)}} \times 100 \%$
- ・ $\frac{\text{(事故調査処理を要する項目のうち、期限を過ぎた項目数および/または延長を承認された項目数)}}{\text{(事故調査の実施中または未処理の要処理項目の総数)}} \times 100 \%$

- ・ (未処理の要処理事故調査項目の数) ÷ (その期間中に提起された要処理事故調査項目の総数) × 100 %
- ・ (取締規則上の問題のうち、期限を過ぎた項目の数および/または延期を承認された数) ÷ (プロセスハザード解析(PHA)の実施中または未処理の要処理項目の総数) × 100 %

3.0 変更管理

(A) サイトの変更管理手順全てを満足する監査済み変更管理の割合

- ・ 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監査済み変更の割合

- ・ 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

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

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。

(C) 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いえ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)に重要な業務

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

定 義：

プロセス安全管理(PSM)に重要な業務： 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/または責任を含むすべてに関する業務

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) 訓練能力査定

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

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/安全な作業慣行を守らない失敗

(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)
× 100 %
(監査された安全上重要なタスクの合計数)

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。

・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、全ての内容物のロス(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奨める。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用に、基準の一部として報告されるべき出来事のため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、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。

- ・ ある出来事が起きたか、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、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あてるために、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。再びこの検討のために、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： このチャレンジは次のカテゴリーに分けられる
圧抜き装置(PRD)の作動
安全計装システム(SIS)作動 [訳者注：例えばインターロック作動]、または
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

PRD 及び SIS に関するニアミスは、PRD/SIS の操作がうまくゆく場合とゆかない場合のいずれかのカテゴリーに属するもので、次の例を含む

- ・ 予め設定されていた作動点に達した時点で、破裂板、フレアまたは大気向けの圧力調節弁、または安全弁を開放、
- ・ システム条件が予め決めた作動点に到達または超過した時点で、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 SIS の作動開始、例えば、
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
サクシオ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、SIS が設計通り作動しなかった全ての場合（例えば、監視が利用不可）

プロセスの逸脱や暴走を伴うニアミスには下記を含む

- ・ 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逸脱
- ・ 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水分による鉄錆で完全に塞がれていることの見
- ・ 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
- ・ 無効化手順通りではない重要な計器/装置の故障
- ・ 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”

- ・ 重要な配管のめくら板の外し忘れ、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分散制御システム(DCS)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

ニアミスレポート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。

- ・ (種々のレベルで改善を推進し)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。

本章での調整のためにプロセス安全ニアミス情報/定義を提供された企業は下記のとおり。

Air Products (Shakeel Kadri)
Celanese (Don Abrahamson)
Chevron Phillips Chemical (Ken Harrington)
DuPont (Harry Glidden)
ExxonMobil Chemical (Cathy Pincus)
Husky Oil (Kevin MacDougall)
Ineos (Susie Cowher)
Monsanto (Jeffrey Philip)
Reliance Industries (Mahesh Agrawal)
Rohm & Haas (Gregory Keeports)
Shell Oil (Darren Martin)
SIS-Tech (Angela Summers)
Solutia (Kent Goddard)

補遺 A： 引火性物質の定義に関する討議

1.1 項に記載したように、“引火性ガス/蒸気”、“引火性液体”や“可燃性液体”のしきい値を適用するため、石油精製業界内で通常使用されている定義(米国火災予防協会のNFPA-30に基づく定義)、国連危険物(Class 2, Div.2.1 および Class 3)の定義、あるいは国連化学品の分類および表示に関する世界調和システム(GHS)のChapter 2.2 および 2.6 の定義のいずれでも使用することができる。これらの異なる方法は類似の方法で物質をクラス分けしているが、カットポイントの温度が若干異なる。とはいうものの、NFPA 基準の“引火性ガス/蒸気”は、業界の遅行測定基準の放出量しきい値を決めるために、国連の“パッキンググループ(容器等級)”の引火物と同じ取り扱いをしても良く、“引火性液体”は“容器等級”、“可燃性液体”は“容器等級”と同じ取り扱いをしてよい。これらの定義の違いを以下に示す。

国連危険物 (UN DG) 規準

容器等級	引火点 (密閉式)	初留点
		35
	< 23	> 35
	23 60 <small>訳者注</small>	> 35

[訳者注： わかりにくい表示だが、23 引火点 60 のこと。補遺Bの有毒液体の表も同様]

NFPA-30 基準

可燃性液体： 密閉式引火点が 38 (100 °F) 以上の液体

可燃性液体は次のように細分される。

- ・ クラス 密閉式引火点が 38 (100 °F) 以上 60 (140 °F) 未満の液体 (NFPA 引火性等級 2)
- ・ クラス A 密閉式引火点が 60 (140 °F) 以上 93 (200 °F) 未満の液体 (NFPA 引火性等級 2)
- ・ クラス B 密閉式引火点が 93 (200 °F) 以上の液体 (NFPA 引火性等級 1)

引火性液体： 密閉式引火点が 38 (100 °F) 未満の液体で、Reid 蒸気圧 (RVP) が 38 で 276kPa (40psia) を超えないもの。引火性液体には圧縮ガスや冷凍流体¹⁾を含まない。引火性液体は次のように細分される。

[訳者注： 引火性液体とは、1気圧で -89.9 (-130 °F)以下の沸点をもつ流体]

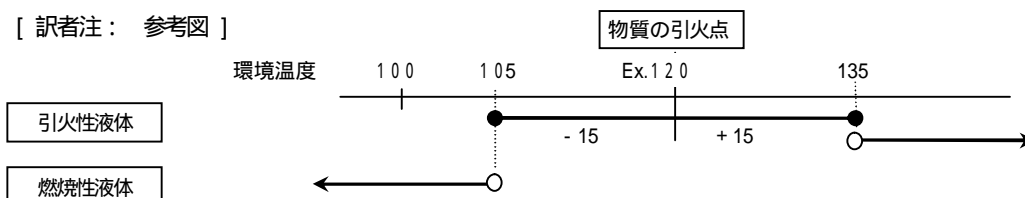
- ・ クラス A 引火点が 23 (73 °F) 未満で沸点が 38 (100 °F) 未満の液体 (NFPA 引火性等級 4)
- ・ クラス B 引火点が 23 (73 °F) 未満で沸点が 38 (100 °F) 以上の液体 (NFPA 引火性等級 3)
- ・ クラス C 引火点が 23 (73 °F) 以上 38 (100 °F) 未満の液体 (NFPA 引火性等級 3)

石油業界で一般に使う引火性/可燃性液体の定義

引火性液体： 低温引火性液体[引火点が 100 °F (38)未満] および高温引火性液体[引火点が 100 °F (38)以上]で、密閉式試験機(ペンスキーマルテンス)による引火点より 15 °F (8)低い(温度)、または、それより高い温度にあるもの。

可燃性液体： 高温引火性液体 [引火点が 100 °F (38)以上] で、密閉式試験機 (ペンスキーマルテンス) による引火点より 15 °F (8) 以上低い温度にあるもの

場合によっては、石油業界の定義を使うと、運転温度(即ち、密閉式(ペンスキーマルテンス)引火点より 15°F (8 °C)低い(温度)、またはそれより高い温度で放出される可燃性液体の温度)をあらかじめ考慮しているため、国連危険物定義を使うより放出のしきい値が低くなる。しかし他の場合には、容器等級間の沸点カットポイントがわずかに低いため、国連危険物定義の方が低いしきい値となる。企業が年間を通してどちらかの方法を一貫して使う限り、報告された事故全体では殆ど矛盾がないだろう(即ち、業界の通行測定基準はベンチマークや業界動向を追跡するためにはなお有効である)。単に報告事故数を減らすために、定義をケースバイケースで使い分けてはならない。もし、一つの定義から別の定義に変更したい場合は、新しい暦年報告期間の最初から変更すべきである。



補遺 B： 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_alphabl list.pdf

[訳者注： 上記サイトは現存しない。UN dangerous goods hazard categories, <http://www.unece.org/contact/UNECE404htm>, http://www.unece.org/info_resources/info_resources.htm, などから入るのがわかりやすいであろう]

国連 (UN) または米国運輸省 (DOT) の定義

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	LC ₅₀ 200 ppm
B	200 ppm < LC ₅₀ 1,000 ppm
C	1,000 ppm < LC ₅₀ 3,000 ppm
D	3,000 ppm < LC ₅₀ 5,000 ppm

有毒液体

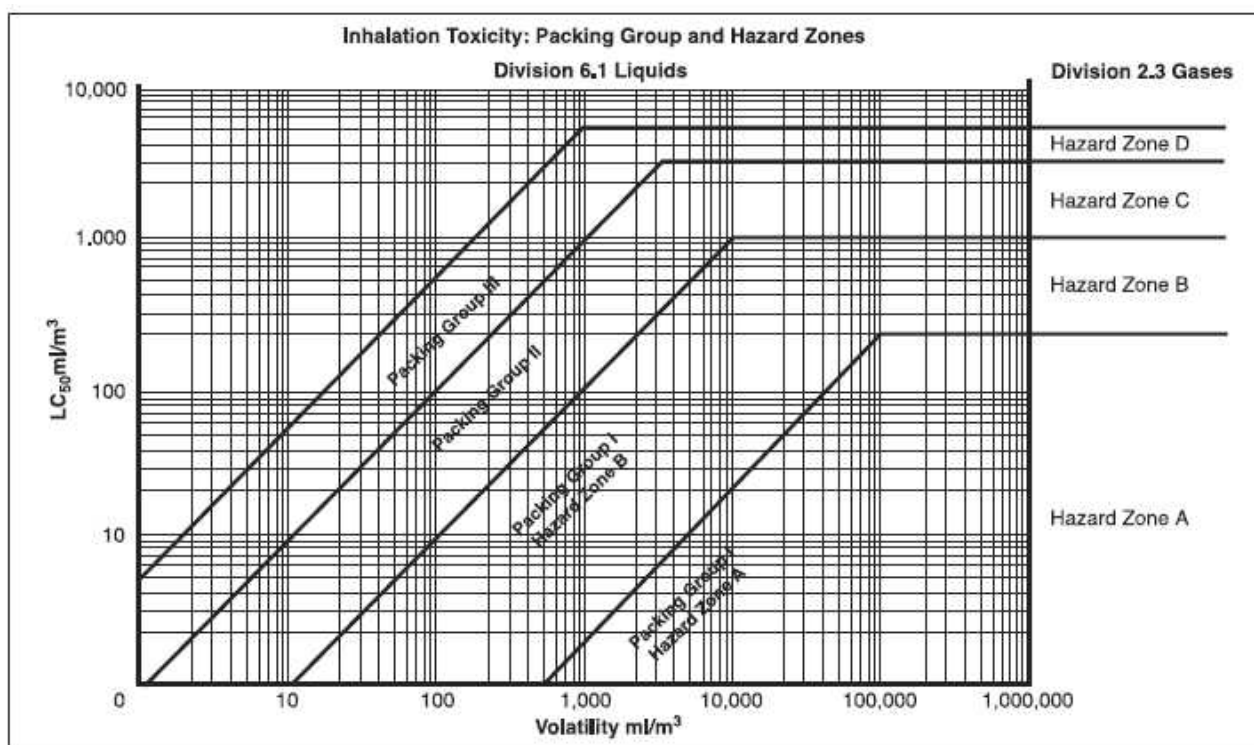
容器等級 (パッキング グループ)	経口毒性 LD ₅₀ (mg/kg)	経皮毒性 LD ₅₀ (mg/kg)	ほこりおよびミストによる 吸入毒性 LC ₅₀ (mg/kg)
	5.0	50	0.2
	5.0 < LD ₅₀ 50	50 < LD ₅₀ 200	0.2 < LC ₅₀ 2.0
	50 < LD ₅₀ 300	200 < LD ₅₀ 1,000	2.0 < LC ₅₀ 4.0

[訳者注： 原本では > 5.0 and 50 という表示をしているが、上表のように 5.0 < LD₅₀ 50 と書き直した]

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
(危険物ゾーンA)	V 500 LC ₅₀ および LC ₅₀ 200 ml/m ³
(危険物ゾーンB)	V 10 LC ₅₀ および LC ₅₀ 1,000 ml/m ³ および容器等級 で危険物ゾーンA の範囲を含まない
	V LC ₅₀ および LC ₅₀ 3,000 ml/m ³ および容器等級 の範囲を含まない
	V 0.2LC ₅₀ および LC ₅₀ 5,000 ml/m ³ および容器等級 、 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 C： 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
- ・ 無数の化学品を見事に、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
- ・ 特別の物理的状態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 “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、これらの化学品がわざと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。

聡体的に見て、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に、訓練や定義の解釈にありがちな初期のややこしさ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い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、測定基準文書入手できるウェブサイトに掲載する。

CCPS は、プロセス安全プログラム、管理システム、および技術の

実施・改善に役立つ広範囲の図書を刊行している

全刊行物の書名については www.wiley.com/go/CCPS 参照

2008 Worldwide CCPS Members (16 力国 114 企業/団体)

3M Company
Abbott Laboratories
ABS Group Inc.
AcuTech Consulting
Advantica
AIG Global Marine and Energy
Air Products & Chemicals, Inc.
AKZO Nobel Chemicals, Inc.
Albemarle
Baker Risk
Basell North America
Bayer Material Science
BG Energy Holdings, Ltd.
Boehringer-Ingelheim
BP
Braskem
Bristol-Meyers Squibb Company
Buckman North America
Celanese Chemicals
Chevron Chemicals
ChevronPhillips Chemical Company
Ciba Specialty Chemicals Company
Cognis
ConocoPhillips
Contra Costa County Health Service
Croda
CYTEC Industries
Degussa Corporation
Diversified CPC
DNV
The Dow Chemical Company
Dow Corning
DuPont Company
Eastman Chemical Company
Eli Lilly and Company
Emerson Process Management
ExxonMobil
Fluor Enterprises
FM Global
Formosa Plastics Corporation (USA)
Frontier Oil Corporation
Gulf Petrochemical Industries Corp.
Hikal
Honeywell, Inc.
Hovensa
Huntsman
Husky Energy
INEOS Olefins and Polymers USA
Intel
International Specialty Products, Inc.
Invensis Process Systems
IoMosaic
Johnson-Diversey
KBR
Koch Industries, Inc.
Korea Gas Safety Corp.
Kraton Polymers
LANXESS Corporation
Larsen and Toubro Ltd.
Lloyd's Register
The Lubrizol Corporation
Lummus Technology, a CB&I company
Lupin Limited
Lyondell Chemical Company
Maersk Oil
Marsulex Inc.
Merck & Company, Inc.
Microview Systems
Monsanto Company
Nalco
Nexen Inc.
NOVA Chemicals Ltd.
Occidental Chemical Corporation
Olin Corporation
Petronas
Pfizer, Inc.
Pidilite Industries
Potash Corp.
PPG Industries, Inc.
Pricewaterhouse Coopers
Primatech, Inc.
Process Improvement Institute
Proctor and Gamble Corporation
REC Silicon
Regis Technologies
Reliance Industries, Ltd.
Reliant Energy
Rhodes Technologies
Rhodia, Inc.
Risk Reliability and Safety Eng.
Rohm and Haas Company
SABIC Innovative Plastics
Santos, Ltd.
Sartomer
Schering Plough
Scientific Protein Laboratories
Shell Downstream Manufacturing
SINOPEC
SIS-Tech Solutions
Solutia Inc.
Star Technical Risks Agency, Inc.
Suncor
Sunoco
Syncrude Canada Ltd.
Syngenta Crop Protection
Texas Petrochemicals
TNO Initiative for Industrial Safety
Total
US Chemical Safety Board
US EPA/OEM
Vertellus Specialties, Inc.
Washington Savannah River Co.
Woodside
Wyeth