

# プロセス安全の基本原則: 運転準備



## 謝辞

米国化学工学会（AIChE）と化学プロセス安全センター（CCPS）は、特定技術に対するプロセス安全の鉄則プロジェクト小委員会に参加された全会員の皆様が、このガイドラインの作成と準備にご尽力を頂いたことに感謝申し上げます。CCPS はまた、小委員会のメンバーが様々な段階においてこのプロジェクトに参加する際に、ご支援いただいた各企業にも感謝の意を表したい。

小委員会のコアチームメンバー:

Denise Chastain Knight, Chair	exida
Della Mann, Vice Chair	CCPS Emeritus
Warren Greenfield	CCPS Consultant
Denise Albrecht	3M
Kevin Campbell	Shell
Louisa Nara	CCPS Staff
Mike Hazzan	Acutech
Ng Ern Huay	Petronas
Pete Lodal	D&H Process Safety
Walt Frank	Frank Risk Solutions
Frank Renshaw	Bayberry EHS Consulting, LLC
Linda Bergeron	Occidental Chemical Corporation (retired)
Jeff Fox	CCPS Emeritus
Curtis Clements	Chemours

運転準備小委員会のメンバー:

Mike Hazzan, Lead	Acutech
Della Mann	CCPS Emeritus
Denise Albrecht	3M
Warren Greenfield	CCPS consultant

小委員会メンバーの業界における経験とノウハウが詰まったこのガイドラインは特にプロセス安全プログラムやその管理システムを推進する方達には有用な物ものとなっている。

すべての CCPS ガイドラインは発行前に査読をしている。CCPS は、査読者の思慮深いコメントと提案に感謝する。彼らの取り組みのお陰で、このガイドラインはより一層正確で明確なものとなっている。

事故調査の基本原則をレビューした査読者:

Pete Lodal	D&H Process Safety
Walt Frank	Frank Risk Solutions
Cheryl Grounds	CCPS Emeritus

査読者はコメントや提案を提供したが、このガイドラインを保証することを求められたものではなく、公開前に最終原稿をレビューすることもなかった。

化学プロセス安全センター(CCPS)は、有害な化学物質や炭化水素の放出に関する重大事故の未然防止および被害軽減に資する技術と管理に着目して、1985年に米国化学工学会(AIChE)によって設立された。CCPSは、書籍の出版、年次の技術会議、調査研究、工学部学生向けの教材を通じて世界的に貢献している。CCPSの詳細については、(+1) 646-495-1371に電話するか、[ccps@aiche.org](mailto:ccps@aiche.org)に電子メールを送信するか、次のサイトからアクセスすることができる。  
[www.aiche.org/ccps](http://www.aiche.org/ccps)

この文書は、法的義務や前提なしに使用できるように作成されている(つまり、自己責任で使用)。修正、更新、追加、提案、推奨事項は、CCPSプロジェクトのシニアディレクターであるAnil Gokhale 博士 ([ccps@aiche.org](mailto:ccps@aiche.org)) に送信頂きたい

もしこれをプリントなどのオフラインで読んでいるのであれば、それは最新版ではない可能性がある。最新版をCCPSのWebサイトから参照のこと。

<https://www.aiche.org/ccps/tools/golden-rules-process-safety>

本書に記載されている情報が、業界全体の安全成績の向上につながることを心から願っている。しかし、アメリカ化学協会(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、その組織、組織の役員および取締役、およびその従業員は、本書に記載されている情報の正確性を保証するものではない。(1)AIChEと、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、雇用者の役員および取締役、およびその従業員と請負業者と、(2)本書のユーザーとの間では、ユーザーがその使用または誤用の結果に対して法的責任を負うものとする。

目次

はじめに.....2

重要原則 #1: 運転準備の方針及び運転準備レビューの実施時期を定めた手順書を策定すること...3

重要原則 #2: 運転準備レビューを実施、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること .....7

重要原則 #3: 力量の有る有能な人員を運転準備レビューに含めること .....14

重要原則 #4: 運転開始に際し必要な時間を認めて、運転準備を適正に確実にを行うこと .....18

参考文献.....21

### はじめに

重要原則に関する本稿は、運転準備のプログラムを強化しサポートすることを目的としている。運転準備はリスクに基づくプロセス安全 (RBPS)の重要な一要素である [1, pp. 449-468]。本稿の重要原則には良好な一般的慣行が反映されている。これら重要原則は、運転準備のプログラムが旨くいくように、設計面と実行面で支援することを意図している。

各鉄則または重要原則における“方法”の節の読者向けガイダンスは以下のとおり:

- 「方法 - 全員」の節は、その文書をガイダンスとして、例えば自分の手順や行動の参考として、または運転準備の要素に対する認識を高めるために使用するすべての人が読むべき節である。
- 「方法-管理者」の節は、方針の設定、手順書の承認、訓練プログラムの確立、全ての教育訓練に適切に経営資源を割り当てること等、管理者が行う典型的な諸活動に関連している。
- その他の「方法」の節 (例: 方法 - 運転と保全、方法 - エンジニアリング) は、一般に職務に関連付いた鉄則や重要原則を実践するための推奨される行動や活動に関する記述である。どの企業や事業所でも役割、義務、責任に関して独自の職務規程を決めているが、それを実施するため“方法”の節の内容から有益な視点が得られるかもしれない。その他の「方法」の各節は、「方法-全員」の節と結びつけて読むべきである。

## 運転準備の重要原則

- 重要原則#1: 運転準備の方針及び運転準備レビューの実施時期を定めた手順書を策定すること

### ❖ 理由:

- 1) プロセスのスタートアップ前にプロセスや機器の運転準備 (OR) が検証されていなければ、混乱や事故が起こりかねない。従って、開始または再開するプロセスや機器の設備上および管理上の準備状況は、スタートアップ前に注意して確認しておかなければならない。さらに、機器の保守性、エンジニアリングと建設が信頼性に与える影響、その他諸々の要因を含め、運転を支えるためのプロセスや機器の準備を確実にするには、徹底して運転準備レビューを実施することが重要である。 [1, pp. 449-468] [2, pp. 11-22]
  - a) 異常な状況や重大なトラブル対応を伴うスタートアップの際は、運転関係、エンジニアリング関係、その他の関係先からの特別な注意や支援を受ける必要がある。
  - b) 緊急シャットダウン、重要な安全防護設備や独立保護層の作動 (例、安全弁の開放、安全計装機能/システムの作動) のような異常事態があった後のスタートアップは、異常なシャットダウンの根本原因を確実に修正したかを確認められるように注意深い計画とその実行が必要になる。
  - c) 大型プロジェクトには通常、複数の協力業者が関わるので、プラントオーナー/運転員側が特別な調整、訓練、集中的な監視や管理などをする必要がある。
  - d) 環境、健康、安全 (EHS) 面のリスクが高いプロセスの場合は、確実なスタートアップ準備を行うためにより綿密に調査する必要がある。
- 2) 事故事例:

2008年8月8日、残渣処理装置と呼ばれる4,500ガロン(約17m<sup>3</sup>)の圧力容器内で化学品暴走反応が起こり、メソミル装置の容器が爆発した。メソミル装置では、非常に強い毒性をもつ化学物質であるメチルイソシアネート (MIC) を使用し、一連の複雑な化学反応を経て殺虫剤製造用のメソミル(乾燥化学物質)を製造していた。この事故は、制御システムの機能向上および当初の残渣処理容器交換のために長期間停止した後、メソミル装置を再スタートしていた際に発生した。CSB (米国化学安全委員会) の調査で、メソミル制御システムの設計変更プロジェクトでは、標準的な起動前安全性レビュー (PSSR) と定期修理時の慣行を実施していなかったことが判明した。CSB はまた、装置が再スタートされる前に計器類のテストと校正をしていなかったことも見いだした。最終的に CSB は、新しい分散制御システム (DCS) でメソミル装置を操作するための運転員の訓練が不十分であったと断定した。図 1 は、この事故に関係した機器の基本的な概略図を示している [3]。

## 運転準備の重要原則

重要原則 #1: 運転準備の方針および運転準備レビューの実施時期を定めた手順書を策定すること

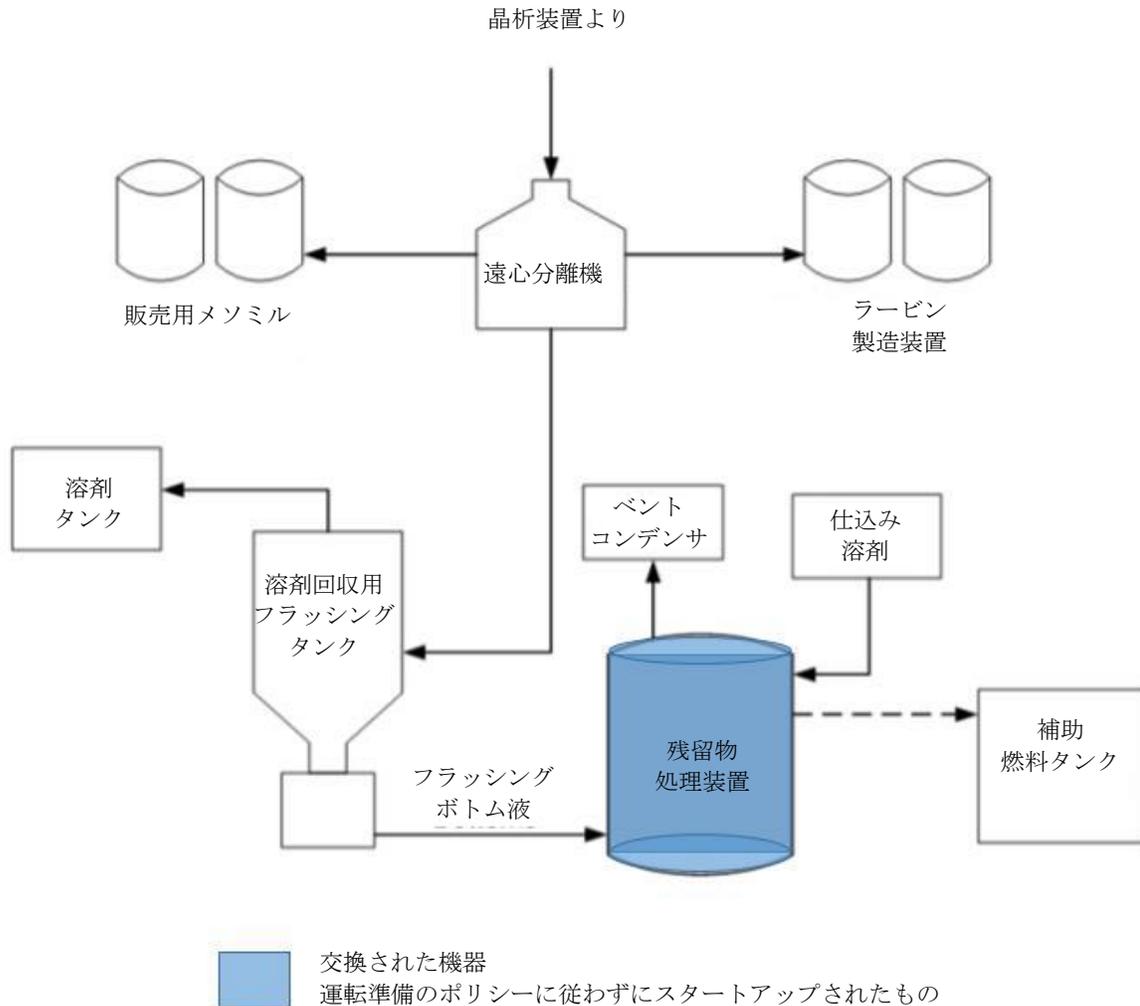


図1 メソミル遠心分離および溶剤回収プロセスフロー

出典：文献[3]より採用

### ❖ 方法 - 全員:

- 1) 運転準備レビューがどのような場合に必要かを記した、運転準備手順書を作成して実施すること。運転準備の範囲は、運転前の安全レビュー (PSSR) よりも広範囲である。機器の新設・更新プロジェクト後のスタートアップに加え、プロセスが再スタートされる際に、運転準備の必要がある他の状況例としては、以下のものがある：
  - a) 差し迫った悪天候により必要となったシャットダウンなど、短時間のシャットダウン後の工場/プロセス/システム/機器等のスタートアップ。
  - b) レンタルあるいは試験用などの一時的な機器 (例: スキッドに載せたボイラーまたは冷凍ユニット等) を含む、新規、交換、修理、または変更されたプロセス機器あるいはプロセス制御ソフトウェアのスタートアップ。

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #1: 運転準備の方針および運転準備レビューの実施時期を定めた手順書を策定すること

- c) 複雑なまたは長時間の検査、試験、またはその他の予防保全業務を行った後のスタートアップ：たとえば、使用停止や、タンクにアクセス用の穴を開けるなど物理的な変更を伴う、大型の圧力容器や貯蔵タンクの内部検査など。別の例として、機器の耐圧箇所近傍での作業後に圧力テストが必要になることがある。
  - d) 通常のシャットダウンをしたが、その後、長時間停止した後の工場/プロセス/システムのスタートアップ。
  - e) プロセスのシャットダウンを引き起こした事故あるいはニアミス後のスタートアップ。
  - f) 制御不能または非定常なシャットダウン後のスタートアップ。
  - g) 暴走反応により設計温度を超えるなど、関連するプロセスパラメータが安全設計の限界値を超えた機器の再スタート。
  - h) 風荷重または地震設計限界など外部要因が設計限界を超えた機器の再スタート。
  - i) 長期間使用停止状態であった機器の再スタート。
  - j) 代替製品の製造を伴う施設の再スタート（通常はバッチプロセスによる）。
- 2) 運転準備手順には以下の事項を規定すること：
- a) 運転準備のレビューが必要な作業の範囲と複雑さに基づき、運転準備レビュー毎に詳細度と内容を記載し、各運転準備 レビューについて事前計画のプロセスを明記すること。たとえば、複雑なプロジェクトの場合、部分毎あるいはユニット毎に実施するかもしれないし、より長期間に詳細な運転準備 レビューが必要になる可能性もある。安全弁の作動後の再開では、高圧になった原因または安全弁の機能に関連する問題にのみ焦点を当てる必要があるのかもしれない(しかし、このような安全弁の作動には複数の原因または要因があり、最初に思ったよりも複雑である可能性もある)。
  - b) 運転準備レビューは長い形式、短い形式など様々なタイプを指定し、さらに各タイプのレビューに必要なフォーム、チェックリスト、その他のツールを含めること。
  - c) チームが必要な場合は、各レビューに必要なメンバーのタイプおよび、メンバーの選定方法について記載すること。
  - d) 運転準備レビューをどのように評価し承認するか、特にプロセスのスタートアップ/再スタートをどのように承認するかを記載しておくこと。スタートアップ/再スタートが承認されるか否か、いつ実行できるか、更に何らかの条件次第かどうかについて、曖昧であってはならない。
  - e) プロジェクトまたはプロセスの変更の一環として更新が必要な、(外部の) 規制報告書、許可、あるいは登録等を含むこと。
  - f) 運転準備手順から逸脱する場合には技術的な説明を求めるプロセスにすること。スタートアップのスケジュール、プロジェクトのスケジュール、その他の技術的ではない配慮に基づいた逸脱要求を認めてはならない。また、重要原則 #4 も参照のこと。
- 3) 運転準備のプロセスが変更管理 (MOC) と組み合わせられる場合は、変更管理手順内で 運転準備 レビューを実施すること。ただし、運転準備 をするプロセスが変更管理プロセスと別になっている事業所では、前記 (1) (a-j) に定めるように運転準備を実施する必要がある。
- 4) 徹底的で慎重なレビューを実施するために必要な基準とツールを含めた、承認済みの運転準備レビュー手順を文書化しておくこと。[1、pp.449-468]

## 運転準備の重要原則

**重要原則 #1:** 運転準備の方針および運転準備レビューの実施時期を定めた手順書を策定すること

### ❖ 方法 - 運転と保全:

方法-全員を参照のこと。

### ❖ 方法 - 管理者:

- 1) 承認済みの運転準備手順書が所定の場所にあることを確認すること。
- 2) 監査やスタートアップ後のレビューを実施することにより、更に適切な運転準備に関連する主要業績評価指標（KPI）をプロセス安全管理（PSM）プログラムのメトリックス（例：運転準備レビューが実施されないままスタートアップした数）に含めることによって、必要な際に運転準備レビューが実施されていることを確認すること [1, pp. 449-468]。
- 3) 運転準備プログラムの開発および実施に必要なリソースを提供すること。
- 4) 運転準備レビューが必要な時期および 運転準備プロセスにおける自分の役割を特定できるように、担当者のトレーニングが完了していること。

### ❖ 方法 - エンジニアリング:

- 1) プロジェクトの規模に関わらず、プロジェクトの計画または手順には、運転準備 レビューが含まれていること。各プロジェクトの 運転準備 レビューは、プロジェクトの規模、範囲、および複雑さに応じて異なる可能性がある。運転準備手順には、どのレベルの 運転準備レビューを実施すべきか、およびプロジェクトの性質によって実施する運転準備レビューをどのようなレベルにするかということを決めておかなければならない。たとえば、運転準備 手順では、運転準備 レビューを長い詳細な形式と短い簡易的形式、あるいは同種のタイプ毎に 運転準備 の区別を定めるのが一般的である。
- 2) 検討事項の専門家あるいは機器のスペシャリストが必要である場合は、運転準備手順書にそのことが記載されていること。

### ❖ 補足資料:

- 1) Guidelines for Risk Based Process Safety, Chapter 16 Operational Readiness [1, pp. 449-468]
- 2) Guidelines for Performing Effective Prestart-up Safety Reviews [2]

## 運転準備の重要原則

重要原則 #2: 運転準備レビューを実施、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること

### ❖ 理由:

- 1) 運転準備のプロセスを完璧に行うことは、スタートアップまたは再スタートする予定のプロセス／機器の物理的および管理的準備状態 (例, 手順書が準備済、訓練が完了している) を運転開始前に入念に検証済であることを保証する助けとなる。この運転準備のプロセスの基本的な目的は、以下の事項の達成確認を検証することにある:
  - a) 新規または改造機器がプロジェクトまたは変更管理(MOC)で承認済みの設計仕様に適合していること。
  - b) 原因不明のシャットダウンまたは防護機能作動の後に運転準備のレビューを行う場合は、原因の調査が完了し、事象の根本原因が完全に解明され、さらに調査から得られた全ての改善勧告が完了していること。
  - c) 新規または改訂された運転手順書、保全手順書、緊急対応手順書が全て整っていること。
  - d) シャットダウン期間中に生じたあらゆる変化 (例, 新しい機器)と関わりのある人達に必要な全ての教育訓練, または原因不明のシャットダウンや他の防護機能の作動などに関連して生じた教育訓練も完了していること。
  - e) プロジェクト、変更管理(MOC)、または原因不明のシャットダウンや防護機能の作動に対する事故調査が、プロセス知識データに影響を及ぼした場合、それらすべてのデータがアップデートされていること。
  - f) 設備／機器がスタートアップに際して物理的に安全 (例、ベントおよびドレン配管のキャップが設置され、CAR シールが取り付け済、他) であること。

### 2) 事故事例

- a) 2008年8月28日、メソミルユニットの17,000リットル圧力容器内で暴走反応が発生して、容器が爆発した。引火性の高い溶剤が容器から噴出し、直ちに着火して、4時間以上に及ぶ猛烈な火災になった。この事故は、制御システムをアップグレードし、残渣処理容器を交換するために長期停止した後、メソミルユニットを再スタートしている最中に発生した。残渣処理容器が破裂した結果、社員2名が死亡し、8名が負傷した。このメソミルユニットは、メチルイソシアネート(MIC)という毒性の高い化学物質を使って、殺虫剤の製造に用いるメソミルという乾燥化学物質を一連の複雑な化学反応により製造していた。幸運なことに、メソミルユニットに隣接したMIC貯蔵タンクおよび製造ユニットと他の生産ユニット群の間のMIC輸送配管には損傷が無く、MIC貯蔵タンクにも火災による過熱や圧力上昇はなかった。CSBの事故調査により5つの根本原因が特定された。以下に示す3つの根本原因は、当該の事業所の運転準備プログラムの内容および実施における欠陥に関連している:
  - i) 標準的な運転前の安全レビュー(PSSR) および人や設備の更新時に行うべき慣行をメソミル制御システムの再設計プロジェクトでは実施していなかった。ユニットを再スタートする前に機器のテストも校正もしていなかった。
  - ii) 運転員達は、メソミルユニットの新しい分散制御システム(DCS)を運転するために適切に訓練されていなかった。
  - iii) 機器の誤動作と DCS の事前点検が不適切であったことが障害となって、運転員達は結晶化装置および溶剤回収機器の運転条件を正常にすることができなかった [3].

この重要原則に関する教訓は、プロセス (及び補助機器) がスタートアップ／再スタートの準備が出来ていることを保証するには、この運転準備プログラムは不適切だった、ということである。この運転準備レビューには、運転員やその他の専門家を参加させていなかったことが不適切であった。

## 運転準備の重要原則

**重要原則 #2: 運転準備レビューを運営、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること**

- b) 2013年6月13日、オレフィンプラントにて壊滅的な機器の破裂、爆発および火災が生じ、2名が死亡した。この事故は非定常の運転作業中にオフラインのリボイラーが加熱されて、圧力逃し弁から縁切されていたリボイラーが過圧されたものである。リボイラーシェル側に密封された液化プロパン混合物の温度が加熱により上昇し、液体の熱膨張によって容器内の急激な圧力上昇を招いた。リボイラーのシェルが壊滅的に破裂し、沸騰液膨張蒸気爆発 (BLEVE) と火災を引き起こした。リボイラーの弁の配置変更を受けて、プラントスタッフは21項目の質問表を埋める方法で運転前の安全レビュー(PSSR)を実施した。CSBによれば、レビュー担当者は重要な PSSR の質問、特に新たに設置された縁切り弁群により過圧をどのように管理するか、に答えていないか、**または誤った答えをしていた。** [4].

この重要原則に関する教訓は、運転準備レビュー (手順書) は、プロセス(および補助機器)の変更条件をカバーし、プロセスがスタート/再スタートの準備完了状態であることを保証できるように作成すべきであった、ということである。事業所は改造により生じた全ての危険性をより良く評価し管理できたはずである。運転準備 (手順書) が上手く作成され実行されていれば、設計意図の有効性、正しい据え付けおよび安全な運転準備のための現場機器の配置を検証する機会となるはずだった。

### ❖ 方法-全員:

- 1) 運転準備レビュー手順書に書いてあるとおりに従うこと [1, pp. 449-468].
  - a) 包括的に質の高いレビューを行うには、手順書に規定されたチェックリストや他の手段に従うこと。
  - b) 承認者は、通常は製造のマネージャーまたは同等の役職者であるが、必ずしもそうとは限らない(プロジェクトマネージャー/エンジニアが運転準備レビューの承認者となる場合もある)。ただ、承認者にはいかなる利益相反もあってはならない。そのような利益相反は、製造目標とかプロジェクトの完了スケジュール、または定修スケジュールとの相違から生じることがある。承認者は、変更を提案したり、変更内容を設計したり、または運転準備のレビューの対象となる機器の据え付け/改造を行う実施側の人であってはならない。運転準備のレビューを承認する、またはそれに伴うスタートアップを承認する人は、プロセス安全に無関係な要因に影響されてはならない。
  - c) 運転準備手順から外れる場合は全て記録し、運転準備手順に則って承認を受けること。例外処置の申請は、スタートアップスケジュール、プロジェクトスケジュール、または他の技術と関係のない配慮に基づいてはならない。重要原則 #4 参照。
- 2) 新規または修理・改造された機器は、承認済みの設計および適切な一般的技術標準 (RAGAGEP) に適合していることをスタートアップ前に確認すること。一般的技術標準とは規格や標準であって、施設の設計や建設に使用されるものである [1, pp. 449-468]。
- 3) スタートアップ前に適切な危険性/リスク/安全分析を完了し、さらに承認された改善勧告を以下のように解決しておくこと:
  - a) 改善勧告の解決は再スタートの前に行うのが一般的であるが、改造機器については、通常はプロジェクトにおける変更管理(MOC)プロセスまたは運転準備レビューの対象の一部として実施される。詳細は変更管理の重要原則を参照のこと。一部のケースでは、改善勧告は再スタート前に実施することが必要だが、別のケースでは再スタート後まで安全に延期することも有り得る。もし変更管理レビューおよび承認プロセスの間に改善勧告を実施していないなら、運転準備チームはこの決定を行わなければならない。
  - b) 新規のプロセス/機器については、プロセスに関するプロセスハザード分析(PHA)を実施するのが慣わしとなっている。機器の改造の場合と同様、運転準備チームは、PHA チームが策定しスタートアップ前に必要とした改善勧告が実施済みであることを確認すべきである。

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #2: 運転準備レビューを運営、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること

- c) 原因不明の緊急停止のような特殊な状況で実施される運転準備レビューは、その停止の原因の徹底的な分析を行う事故調査の後に行われる。この分析が事故調査の一部である場合、運転準備レビューは、安全に再スタートするために必要な改善勧告が実施済であるかどうか評価すべきである。事故調査チームは、運転準備承認者がスタートアップ/再スタートの決定を行えるように、適切な改善勧告を策定すべきでもある。
- 4) 運転準備レビューでは、新規または改造機器の設計、据え付け、または運転に関連するヒューマンファクターを必ず検討すること。プロジェクト設計段階で人の業務遂行能力に直接影響する想定を含んでいるかもしれない。運転準備のレビューチームが、是正が必要なヒューマンファクターの課題を確認した場合、それらを特定して解決のための勧告を出すこと。その他の勧告と同様に、運転準備のレビューチームは、それらの改善勧告がプロセスの安全なスタートアップ/再スタートに必要なかを判断する必要がある、そうであればスタートアップ前に勧告を履行する必要がある。そうでなければ、勧告の履行をスタートアップ後に延期することができる。下記のように、ヒューマンファクターの課題はプロセスの運転に影響するかもしれない：
- a) 疲労の可能性
  - b) 必要または想定の内時間で緊急運転を実施できるというような、運転実施に関連する時間的制約。
  - c) 現場および制御室の両方において、機器運転の表示や計器類の明瞭度
  - d) 運転員がバルブに近づき易いなど、運転機器へのアクセスの容易性
  - e) 特に制御室におけるアラーム管理の合理化の検討
- 5) スタートアップ予定の機器に対して、シャットダウン中に実施すべき防護用の機能、機器およびシステムの検査や試験が完了していること。例として警報、制御、インターロックおよび他の安全システムなどがある。これら試験や検査の作業がシャットダウン中に実施できなかった場合は、スタートアップを公式に延期すること。[1, pp. 449-468].
- 6) 新規または改造した機器について手順書を更新すること。例は以下のとおり:[1, pp. 449-468]
- a) 運転手順(スタートアップ、シャットダウン、定常運転、運転員の交代)
  - b) 緊急対応手順
  - c) 保全手順
- 7) 人員のトレーニングおよび再認定(必要な場合)はスタートアップ前に必ず完了すること。例は以下のとおり [1, pp. 449-468]:
- a) 運転員
  - b) 緊急対応チーム
  - c) 保全員
  - d) 必要な場合は、施設の他の従業員全員。例えば、有毒化学物質を新たに保管する場合、更新された緊急対応計画に基づいて施設の他の従業員も訓練する必要がある。
  - e) その他、必要に応じて
- 8) 新規または置換えの機器/要素について、調達の一部として適用できる品質保証(QA)の検査および文書作成を必ず実施すること。例えば、仕様指定されている場合、PMI 検査(蛍光 X 線分析試験)を完了する。

## 運転準備の重要原則

**重要原則 #2: 運転準備レビューを運営、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること**

- 9) スタートアップに向けて機器が正しく設定されていること。例として:
  - a) リークチェックや圧力テスト
  - b) バルブの開閉設定
  - c) 他の停止中の機器からの縁切り
  - d) 安全に再スタートをするための縁切りの解除
  - e) 清掃または洗浄
  - f) 必要なユーティリティシステムが正常に運転している
  - g) バイパスされた、または機能が損なわれた安全装置、システムまたは機器の復旧
- 10) スタートアップをサポートするために必要な緊急対応機器が揃っていること。
- 11) 新規、改造、または修理された機器が施設の保安全管理システムに組み込まれ、最初の検査および試験の間隔/周期が割り当ててあること。
- 12) プロセス安全情報(PSI)が完全に更新されていること。
- 13) 重要機器リストなど、その他の関連する設備記録も必要に応じて更新されていること。
- 14) 運転準備レビューを完全に記録していること、すなわちレビューに用いられたフォームやチェックリストが漏れなく記入されていること。 公式の承認が必要な場合、特にスタートアップの承認に同意する場合は、フォームに署名と日付があること。建設残工事チェックリスト、試験結果、アクションアイテム追跡記録等のような、運転準備レビューで参照した補助文書も運転準備レビュー文書と共に保存されていること。

### ❖ 方法-運転:

- 1) レビューのチェックリストまたはガイダンスを完了するため、必要に応じて、現場または制御室にて、運転操作を注意深く行うこと。特に現場では運転準備レビューで割り当てられた作業を実施すること。運転準備レビューのチェックリスト上で適用外(NA)とされた全ての項目をダブルチェックすること。
- 2) どのような安全上またはプロセス安全上の課題も運転準備レビューのリーダー/管理者の注意を引くように報告し、スタートアップ前に対処されていること。
- 3) 下記に示す観点から、新規または改造した機器をレビューすること。このリストには、他のヒューマンファクターの問題も含まれている:
  - a) 必要な場合に迅速に操作できるよう、バルブに安全にアクセスできるか? バルブは操作できるようになっているか?
  - b) 機器には適切なベント類およびドレン類が付いているか?
  - c) 機器は保全のために適切に縁切りできるか?
  - d) 逆止弁は流れの方向に対して正しい方向に取り付けてあるか?
  - e) 運転を実施する際、全ての重要な表示類は容易に見えるか?
  - f) 周囲の騒音や明るさの中で、現場の全ての警報は見えるまたは聞こえるか?
  - g) 新規または改造した機器には正しくラベルが貼ってあるか?
  - h) 例えば、リリース装置の入側と出側のブロック弁など、決められた場所にカーシールのような安全表示用具が付いているか?
- 4) 簡易的な/短い様式の運転準備レビューについて、または個別の運転準備レビューを主導するよう指定された場合は、最終の現場確認を主導すること。
- 5) 運転準備レビューを主導する場合、前提条件のチェックリストおよび最終チェックリストが完了していることを確認すること。
- 6) 運転準備レビューにより運転に割り当てられた全ての課題を解決すること。変更管理レビュー、事故調査またはプロセスハザード分析から出された対策が解決していることを確認すること。

## 運転準備の重要原則

**重要原則 #2: 運転準備レビューを運営、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること**

- 7) 運転手順書がスタートアップ/再スタートに向けて準備済であることを確認すること。
- 8) スタートアップ/再スタートの作業に必要なトレーニングが完了しており、スタートアップ/再スタートの作業に必要な運転員の資格認定が更新されていることを確認すること。

### ❖ 方法-保全および検査:

- 1) 運転準備チェックリストまたはガイダンス上で保全と検査要員に割り当てられたタスクを実行すること。運転準備レビューにて割り当てられたタスク、特に現場活動について実行すること。運転準備レビューのチェックリストにて適用外 (NA) とマークしてある全ての事項に注目すること。
- 2) 安全またはプロセス安全のどのような事項も運転準備レビューのリーダー/管理者が注意を払えるように報告し、スタートアップ前に必ず解決されていること。
- 3) 適切な工学的慣行および承認済みの設計に従って装置が建設され、かつ将来に渡って保全できることを確認すること。品質保証 (QA) および保全性レビューの事例は以下のとおり:
  - a) 十分に部分スプール図(アイソメ図)はあるか?
  - b) 回転機械および熱交換器は吊り上げと撤去のためにアクセス可能か? 保全上アクセスの問題が見つかった場合は、それが可能であれば、その修正は次のシャットダウンまで延期する必要があるかもしれない。
  - c) 検査と清掃のため、熱交換器のチューブバンドルを抜き出すのに十分なスペースがあるか?
  - d) 断熱材の中に水が浸入しないよう正しくシールしてあるか?
  - e) 断熱材には検査口が開けられていて、その検査口を通して水が断熱材の中に入らないように断熱材の栓を設置し、シールしてあるか?
  - f) 断熱材上の検査口にはラベルが付いているか?
  - g) 接地とボンディングは正しく接続されているか?
  - h) 配管のフランジ接続には正しいガスケットを用い、正しいトルクで絞めているか? フランジ配管アセンブリの品質保証チェックの記録はあるか?
  - i) 溶接機器に必要な品質保証要件はすべて完了しているか? 溶接機器の品質保証チェックの記録はあるか?
  - j) その他の全ての圧力差を保つ境界上の繊細な部品 (例、ポンプのシール類) は正しく組み込まれているか?
- 4) MOC レビュー、運転準備レビューまたは PHA から出てきた、保全に割り当てられた対策活動が全て解決していることを確認すること、
- 5) 新規または改造された全ての機器向けの保全手順書が、スタートアップ/再スタートに使えるように準備されていることを確認すること。
- 6) スタートアップ/再スタートを実施するため必要な全てのトレーニングが完了し、かつスタートアップ/再スタートを実施するために必要な保全要員の最終技量認定が更新されていることを確認すること。
- 7) 新規または改造された全ての機器について、検査、試験および予防保全 (ITPM) 計画が揃っていること。

## 運転準備の重要原則

**重要原則 #2: 運転準備レビューを運営、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること**

### ❖ 方法-管理者:

- 1) スタートアップの承認を出す前に以下を確認すること:
  - a) 運転準備のレビューチェックリストやその他のツールが完了し、さらに未解決事項が特定されていいて解決までの追跡ができていること。
  - b) 適用外 (NA) と記された項目が全て妥当であること。
  - c) 安全なスタートアップに必要な全ての準備が整っていること。
- 2) 運転準備レビューに参加する人員に対して事前に適切なトレーニングを行うこと。
- 3) 事業所の運転準備手順書が最新で遵守されており、それには運転準備チェックリスト、徹底した監査およびマネジメントレビューが含まれていること。
- 4) 運転準備プログラムを履行するため適切な経営資源（資金と人材）を提供すること。
- 5) 運転準備レビューの適切性および有効性を定期的に評価するため、適切なメトリクスを確立すること。例: 不適切な運転準備レビューが要因（事故調査記録に基づく）の事故やニアミスの数; 運転準備レビューを実施すべきだったところ、しなかった状況の数（運転記録からのスターアップの数と、プロセス安全およびプロジェクト記録からの運転準備レビューの数、とを比較すること）。
- 6) スタートアップ中に発生した事故は全て事故調査において、スタートアップ前に行われた運転準備レビューが寄与した可能性を検証すること（事故調査の重要原則を参照）
- 7) プロセス安全監査には運転準備プログラムが含まれ、運転準備手順書が記述どおり実行されているかを確認しなければならない。

### ❖ 方法-エンジニアリングとプロジェクト:

- 1) エンジニアリングやプロジェクトに割り当てられた運転準備レビューを、特に現場での活動について、慎重に実施すること。運転準備レビューを主導する場合は、運転レビューチェックリストに適用外と記された事項を全てダブルチェックすること。
- 2) 直ちに是正できなかったプロセス安全の事項は全て運転準備レビューのリーダー/管理者が注意を払えるよう報告し、スタートアップ前に解決していること。
- 3) プロジェクトの進行中は建設が承認された設計通りであるかを定期的にチェックして、設計やプロセス構築に使用された業界基準や規格など、一般的技術標準(RAGAGEP)に適合するように修正を加えているかを確認すること。
- 4) エンジニアリング部門の責任またはエンジニアリングのサポートが必要なプロジェクト残工事リストに記載された事項が完了したことを確認すること。未完了ならば、それら事項がスタートアップ後まで公式に延期されていることを確認すること。
- 5) MOC レビュー、運転準備レビュー、残工事リストまたは PHA（工事現況どおりの CAD 図面、P&ID を含む）の結果を含む、エンジニアリングまたはプロジェクトに割り当てられる全ての課題がスタートアップ前に解決されていることを確認すること。未解決であれば、それらの課題がスタートアップ後まで公式に延期されていることを確認すること。
- 6) エンジニアリングの責任範囲のプロセス安全情報を必ずアップデートし、プロセス装置の現況どおりの構成を反映させ、かつ関係者が利用可能にすること。

## 運転準備の重要原則

**重要原則 #2: 運転準備レビューを運営、評価、承認及び管理するための手順書を策定し、実行すること**

### ❖ 方法 - 緊急対応要員:

- 1) スタートアップ/再スタートを保証通りに実施するための緊急対応計画/手順書が準備またはアップデートしてあることを確認すること。
- 2) スタートアップを実施するために必要な緊急対応の機器を必ず揃えておくこと。
- 3) 施設が事故に対応する際に、緊急対応チーム要員が必要となる可能性のある、スタートアップ時の事故や混乱に備えること。必要に応じて、スタートアップ時に起こり得る混乱や事故に関する情報を公設の緊急対応隊員に周知しておくこと。新規または大規模改造した設備について、適切であれば運転準備レビューに事業所外の緊急対応隊員も含めること。

### ❖ 補足資料:

- 1) Guidelines for Risk Based Process Safety, Chapter 16 Operational Readiness [1, pp. 449-468]
- 2) Guidelines for Performing Effective Prestart-up Safety Reviews [2]

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #3: 力量の有る有能な人員を運転準備レビューに含めること

#### ❖ 理由:

- 1) 新規または改造されたプロセス装置のスタートアップと再スタートは、非定常運転(過渡期の運転)の代表である。非定常運転時には、運転条件が時によっては急速に変化し、異常状態やそれに伴う事故やニアミスが定常運転時よりも起こり易くなる。従って、スタートアップに向けて装置の準備状況を確認することは、異常発生の可能性を下げる上で重要なステップである。
- 2) 突然の運転停止、事故、修繕およびその他の事象の後のスタートアップ時には原因調査が一段と難しいため、このようなタイプの停止の微妙な原因についてより豊富な知識を持つ人員をスタート時の運転準備レビューに含めておくことが重要である。新規または改造した装置のスタート向けだけでなく、突然の運転停止、事故、修繕およびその他の事象の後のスタート時にも、適切で有能な運転準備関係者を運転準備活動に含めること。

#### 3) 事故事例

2013年6月13日、あるオレフィンプラントで壊滅的な機器の破裂、爆発及び火災が生じ、2名が死亡した。この事故は、オフラインのリボイラーが圧力逃し弁から縁切されているまま加熱されて、リボイラーシェルが過圧を起こしたという非定常運転中の事故であった。リボイラーシェル側に密封された液化プロパン混合物の温度は加熱により上昇し、液体の熱膨張により容器内の圧力が急激に上昇した。リボイラーシェル側は壊滅的に破裂し、沸騰液膨張蒸気爆発（BLEVE）と火災を引き起こした。リボイラー弁の構成が変更された後、プラントスタッフは21項目の質問票を埋める方法で運転前安全点検レビュー（PSSR）を実施した。CSBによれば、レビュー担当者はキーとなるPSSRの質問、特に新たに設置された縁切り弁群により過圧をどのように管理するか、について無回答か、または誤った答えをしていた[4]。この重要原則に関する教訓は、PSSRチェックリストとPSSR参加者の能力の組合せでは、プロセス安全事故から人を守るプロセス安全重要機器の準備状態を確認できなかったことである。

#### ❖ 方法-全員

- 1) スタートまたは再スタートを行うプロセス/設備について運転性、保全性、設計、建設性と環境・健康・安全（EHS）の状態を運転に先立って適切な検査を確実に実施するため、適切で有能な人材（専門知識、責任、権限を持つ人達）を、運転準備レビューの実施、レビューおよび承認に関与させること。
  - a) 運転準備レビューに関する役割、責任、期待事項を定義し文書化すること。事業所の運転準備手順書は、様々な運転準備レビューを担当する人員に必要な役割および能力を規定していること。
  - b) 運転準備レビューの計画、実行および記録作成に対して責任のあるリーダーまたはファシリテーターが運転準備レビューに割り当てられていること。
  - c) 事業所の運転準備手順書は、必要な技術や専門分野を規定していること。
    - i) 典型的な運転準備レビューには以下の分野の人が含まれる：運転員、保全、エンジニアリング、環境・健康・安全（EHS）。
    - ii) 対象プロセスが異常運転又は計画外停止に続いて再スタートされる場合には、異常運転/異常停止の診断に必要な特別な知識を持った別の人を含めるべきである。例えば：
      - (1) もし停止が安全計装機能のトリップ/ESD（緊急停止）により起きたのであれば、故障の状況を調査し、またトリップの原因となった状態を修正するためのエンジニアリング業務を担った制御システムエンジニアまたはプロセスエンジニアが運転準備レビューに参加するべきである。

- (2) 機器がその安全設計限界、例えば暴走反応による設計温度、を超えた場合、運転準備レビューには、暴走反応後の機器の診断・試験・検査・供用適性評価などを行った冶金工学の技術者を含めるべきである。
  - (3) 代替品製造への運転変更があり、変更管理または運転変更をもたらす変更（例えそれが運転手順で許容されていたとしても）を伴う場合には、生産計画および運転変更の決定に参加した人を運転準備レビューに含めるべきである。
- iii) 必要に応じ、外部の対象分野の専門家
- 2) 運転準備手順には、運転準備レビューを実施する際の人選に関して以下の事項を含めること
- a) チームの大きさに関する要件を定めて文書化すること。運転準備レビューは一人によって実行するレビューから複数人のチームにより実行するレビューまで様々である。s [1, pp. 449-468].
    - i) 小さなプロジェクトに対する簡単な運転準備レビュー（例えば、簡易版のレビュー）は一人又は少人数で実施されるかもしれない。例：修理または改造をしたポンプ 1 台を再スタートするには、1名のエンジニア、運転員または保全工による運転準備レビューで十分かもしれないし、圧力計の交換または設定値変更の後ならエンジニアと計装技術者による運転準備チームで十分かもしれない。各運転準備レビューに参加する人の数はその運転準備で取り組むべき課題の数とそれぞれの課題の技術的複雑さによりケースバイケースで決めるべきである。
    - ii) 複雑な運転準備レビューでは大きなチームになるだろう。例えば、新しい製造工程の運転準備レビューの実施は大きな多機能チームとなるであろう。
  - b) 運転準備レビューまたはその一部は運転準備レビューチームにより現場で実施すべきである。要求があれば、運転準備レビューの現場チェックは二人以上で実行しなければならないこともある。現場での確認は記録に残すべきである。例えば、ロックアウト/タグアウト許可のレビューに加えて、バルブの開閉設定（配管系のラインアップ）も現場で確認すべきである。
  - c) 該当する場合、新規または改造した装置の据付工事や完成確認を担当した協力会社の仕事の結果に対して、運転準備プロセスにより適切なレビューを実施すべきである。この中には、残工事リスト、溶接記録類または他の建設関連の品質保証記録、試験・検査の記録、そして該当する場合は訓練記録等の、協力会社にて作成した記録類が含まれることがある。
  - d) 運転準備レビューおよび設備のスタートアップの承認を行う権限を持つ人を指名すること。承認者になる可能性のある人、一般には製造マネージャーか同等の役職者（プロジェクトマネージャー/エンジニアが運転準備レビューの承認者になる場合もある）は、製造目標、プロジェクト完成工程、定修日程のような、いかなる利益相反も避けるべきである。運転準備承認者は、変更を提案したり、変更内容を設計したり、または運転準備のレビューに含まれる機器の設置/改造の業務分野からも独立しているべきである。運転準備のレビューまたはそれに伴うスタートアップの承認者は、プロセス安全と無関係な要因に影響されてはならない。
  - e) 運転許可が得られる時点よりも前に、スタートアップがあってはならない。

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #3: 力量の有る有能な人員を運転準備レビューに含めること

#### ❖ 方法-運転:

- 1) 運転準備レビューの完璧を期するため必要な事前の計画に参加すること。運転準備レビューの間の運転部門の支援としてバルブの開閉設定（配管系のラインアップ）の実施、あるいは設備を運転可能な状態にしておく必要である。なぜなら運転部門は工場の機器の状態を実際に物理的に変えることが正式に認められた唯一の部門だからである。運転準備レビューには、一度に複数の運転作業が必要となることがあるので、運転部門は、複数の運転作業を実行する時のために、当該シフトに追加の運転員を計画する必要があるかもしれない
- 2) 機器の全ての操作は、レビュー対象のプロセスについて技量認定された運転員によってのみ実行されるべきである。運転準備レビューのチェックリスト上で、該当しない（NA）の印のついた項目は、本当に該当しないかをダブルチェックすること。
- 3) 運転手順書が文書化され／更新されて、必要な訓練がなされていることを確認すること。

#### ❖ 方法-保全と検査:

- 1) 運転準備レビューの完璧を期するため、事前の運転準備計画会議に参加すること。運転準備レビューにおける保全部門／検査部門の役割は、通常 設備の検査、テストと、あるいは 建設中または停止中になされた予防保全をレビューして、それらが完了しかつ結果が承認されていることが含まれる。
- 2) 要請があれば運転準備レビューに参加すること。運転準備レビューの内容に基づいて、保全／検査は運転準備レビューを実施する時間帯に追加の人員を予定する必要があるかもしれない。
- 3) 事業所管理の小プロジェクトとして運転準備レビューを行う場合、当該プロジェクトに関する実務は事業所の保全担当者が担当することになるであろう。その場合、運転準備レビューは保全部門が指導することになるが、運転準備レビューの主導または実施を命じられた人には、運転準備の概念及び目的に関する知識が豊富にあり、さらに以前に運転準備レビューを主導または参加した経験が求められる。

#### ❖ 方法-管理者:

- 1) 運転準備プログラムの実施の為に適切な経営資源（資金と人材）を提供すること。
- 2) 運転準備の概要に関して、事業所の適切な人を教育訓練すること。
- 3) 運転準備レビューに参加させる人材にはさらに細部にわたる訓練を施すこと。
- 4) プロジェクトの勧告、事故調査の勧告、運転準備レビューの対策事項等の内、スタート/再スタートの前に完了すべき項目とスタート後に延期できる項目の区別を有能な人達が十分な情報に基づいて決定すること。これらの決定はプロセス安全に関する重要な決定であり、延期に伴う様々な影響について十分な知識を持つ人達が決めるべきである。
- 5) KPI を設定し、適任で能力のある人が運転準備レビューに加わっているかどうかを監視するマネジメントレビューを実施すること。

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #3: 力量の有る有能な人員を運転準備レビューに含めること

#### ❖ 方法—エンジニアリングとプロジェクト:

- 1) 運転準備レビューの完璧を期するため、事前の運転準備計画会議に参加すること。エンジニアリングとプロジェクト部門は、プロジェクトを支援するために実施された PHA で提案された勧告、あるいはこれからスタートする設備に関する事故調査の結果に基づいた全ての勧告への対応状況をレビューすることも必要である
- 2) 要請があれば運転準備に加わること。運転準備レビューにおけるエンジニアリングおよびプロジェクト部門の役割としては、機器の据付のレビューを通常含んでおり、据付が承認済みの設計に適合していることと同時に、一般的技術標準（RAGAGEP、設計および設備の建設に使用した規格類と基準類）に適合していることを確認することがある。
- 3) 絶対にはないが、殆どの運転準備レビューはエンジニアリングまたはプロジェクトの関係者がリーダーになっている。その場合、運転準備レビューの目的と必要性に関する知識を持った人物で、以前に運転準備レビューに参加したことのある人を運転準備チームのリーダーに任命するべきである。
- 4) 運転準備チームのリーダーを任命する時には、可能な限り利益相反を避けること。利益相反の例としては、プロジェクトの工程や定修日程または生産目標等の事業に関連する配慮などが考えられる。

#### ❖ 方法—緊急時対応要員:

- 1) 運転準備レビューに参加して、緊急時対応計画／手順が規定通りに最新化されていることの確認に手を貸すこと。

#### ❖ 補足資料:

- 1) Guidelines for Risk Based Process Safety, Chapter 16 Operational Readiness [1, pp. 449-468]
- 2) Guidelines for Performing Effective Prestart-up Safety Reviews [2]

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #4: 運転開始に際し必要な時間を認めて、運転準備を適正に確実にを行うこと

#### ❖ 理由:

1) スタートアップが差し迫っているために、運転準備のレビューを急いだり、内容で妥協したりすると、スタートアップ運転中にプロセス安全上の事故が発生する可能性が高くなる可能性がある。

#### 2) 事件事例

1986年1月28日、スペースシャトル・チャレンジャー号が、打ち上げ73秒後に機体が空中で分解して破壊し、乗船していた宇宙飛行士7人全員が死亡した。この災害は、固体燃料補助ロケット（SRB）の組立接続部にあるOリングシールの破損によるものだったが、このシールは打ち上げ前夜の異常な低温に対応するには設計されていなかった。このシールの破損により高圧の燃焼ガスがSRBから放出した。このガスは隣接する外部燃料タンクに突き当たった。タンクが破裂した結果、機体が破壊した。打ち上げ前の夜間の低温状態とこの状態でのSRBのOリングの試験データ不足のため、現場の協力会社のエンジニアは一連の協力会社の内部の会議やNASAとの電話会議を経て、打ち上げを承諾する書類にサインすることを拒んだ。エンジニアが打ち上げ承諾を拒否するまでの一連のできごとは、打ち上げ前日の夕方に始まる限られた時間枠とNASAからの非常に強い圧力のもとで行われた。SRBの協力会社本社の重役は現場の会社の責任者に代って文書にサインした。ロジャース委員会は、協力会社がNASAの急ぎたてや重要顧客への便宜のために自社のエンジニアの意見とは反対に、自社の立場を覆してシャトルの打ち上げを勧めたと結論づけた。[5]

#### ❖ 方法-全員:

- 1) 運転準備のレビューは、スタートアップの予定日から十分な期間をとって始めること。運転準備のために確保する時間は、運転停止またはプロジェクトの実施規模と複雑さ、ならびに運転準備のレビューのために指定された全ての作業を行うために必要な合計日数に基づくべきである。大きなプロジェクトでは、複数の専門分野のチームによる数か月の作業になることもある。
- 2) 運転準備のレビューに係わっているどの関係者にも運転準備に影響するような圧力をかけないこと。[6]。このことはプロセス安全の重要な文化的側面である。[7] 例：
  - a) 運転準備レビューチームの参加者の1人を“チームプレーヤー”として得ようとしたり、残りのチームの意見に従わせようとするなど、ミーティングでの他の参加者からの同僚の圧力。
  - b) 議論を制限するか、あるいは参加者の1人をグループの意見に強制的に従わせようとする、ミーティングでの上位者からの圧力。
  - c) 発注側事業所の運転準備レビューチームに属する誰もが望んでいることに同意させるための、ミーティングでの協力会社への圧力。
  - d) 運転準備のレビュー結果に賛成させるため、またはスタートアップに同意する文書にサインさせるために、個人が他の誰かに与える圧力。
- 3) 運転準備レビューを行うときには可能な限り利益相反を避けること。運転準備レビューで決定を下すときは可能な限り他からの影響を避けるべきである。例：
  - a) 定修工事の工事管理者、または変更工事やプロジェクトのプロジェクトマネージャーは、運転準備レビューの最終承認もスタートアップの最終承認もすべきではない。工事管理者もプロジェクトマネージャーも事業に関する責任と動機をもっており、それらは運転準備レビューの目的と相反する可能性がある。
  - b) 改造した設備の製造マネージャーは、もし改造した設備について提案、設計、設置に関与しているなら、その事業所の人員事情が独立した承認者を立てられない場合を除いて、運転準備レビューの最終承認も運転開始の最終承認もすべきでない。

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #4: 運転開始に際し必要な時間を認めて、運転準備を適正に確実にすること

- c) 運転準備レビューに参加している協力会社は、顧客の思惑が将来のビジネスを左右する可能性によって彼らの決定が影響を受けるような立場に立たせてはならない。
- 4) 明らかにスタートアップ前に、修正や解決が必要な運転準備のレビューの項目については、スタートアップが延期になることを覚悟しておくこと。これらをスタートアップ運転開始後の項目として再分類するような圧力をかけないこと。
- 5) 運転準備のレビューが習慣的になったり型どおりの作業になったりしてはならない。例えば、触媒の交換（定期的な業務）のために今回の触媒交換に個別の工程や条件を調査することなしに、前回の運点準備レビュー書類の結果を使って今回の運転停止に対する運転準備レビューを行うと、手順を飛ばしたり、今回の交換で生じた危険を見落とすかもしれない。それは前回の運転準備レビューでも見落としていたかもしれない。このように各スタートアップは、個別に、客観的に、そして以前のスタートアップとは切り離して見直さなければならない。

### ❖ 方法-運転と保全:

- 1) 運転準備レビューの全ての参加者は、ミーティングにおいても現場の点検の際にも、レビューの事項が不完全であったり、潜在的な安全の問題やプロセス安全の問題でレビューすべき項目があると気づいた時には、スタートアップスケジュールへの影響を考えずに書き止め（運転準備レビューのチェックリストまたはその他の記録で）と口頭（運転準備レビューミーティングにおいて）で確実に伝達しておかなければならない。

### ❖ 方法-管理者:

- 1) スタートアップ予定日の前に、種々のレビューや承認のミーティングを含む運転準備レビューを完了させるために十分な時間を確保するプロセスを運転準備の手順に明示すること。
- 2) 運転準備のレビューの手順を設定する際は、特にスタートアップに向けて推進することについて参加者の同意を得ることを目的としたミーティングを開催する場合に、レビューメンバーが困難な立場にならないように図ること。
- 3) 特にスタートアップを最終的に承認するか、その権限を与える場合、管理者は運転準備のレビューに対する自身の寄与についての利益相反を避けること。
- 4) スタートアップ後に延期する運転準備のレビュー実施項目は、サポートする技術的作業（報告、検査、計算など）を含め、延期が完全に正当で、かつ根拠がはっきり示されていること。スタートアップ後に行う項目として示された事項は、現場施設のアクションアイテム追跡システムまたは同等のシステムに基づき、追跡して完了を確認する必要がある。必要に応じて、当座のリスク軽減対策の必要性を考慮すること。
- 5) スタートアップ前に完了する必要があるとされた運転準備の重要なレビュー項目を解決するために、運転準備のレビュー参加者が推奨するスタートアップ遅延の可能性を支持すること。

### ❖ 方法-エンジニアリングとプロジェクト:

- 1) プロジェクトマネージャー及びプロジェクトエンジニアは、現場のチェック、技術解析、スタートアップについての討議や承認を行うミーティングを含み、運転準備のレビューを完了できるようにするため、プロジェクトスケジュールに十分な時間を組み込むこと。

## 運転準備の重要原則

### 重要原則 #4: 運転開始に際し必要な時間を認めて、運転準備を適正に確実に行うこと

- 2) 運転準備レビューの全ての参加者は、ミーティングにおいても現場の点検の際にも、レビューの事項が不完全であったり、潜在的な安全の問題やプロセス安全の問題でレビューすべき項目があると気づいた時には、スタートアップスケジュールへの影響を考えずに書き止め（運転準備レビューのチェックリストまたはその他の記録で）と口頭（運転準備レビューミーティングにおいて）で確実に伝達しておかなければならない。
- 3) プロジェクトやエンジニアリングの担当者は運転準備レビューに人を割り当てる際、特に運転準備レビューの最終承認を行うか、またはスタートアップへの最終権限を持つ人には、可能な限り利益相反を避けること。

### ❖ 補足資料:

- 1) Guidelines for Risk Based Process Safety, Chapter 16 Operational Readiness [1, pp. 449-468]
- 2) Guidelines for Performing Effective Prestart-up Safety Reviews [2]
- 3) Essential Practices for Creating, Strengthening, and Sustaining Process Safety Culture, Chapter 5 [7, pp. 157-202]
- 4) Safety Digest: Chemical Safety Board Investigations of Incidents during Start-ups and Shutdowns [8]

### 参考文献

- [1] CCPS (Center for Chemical Process Safety), Guidelines for Risk Based Process Safety, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2007.
- [2] CCPS (Center for Chemical Process Safety), Guidelines for Performing Effective Prestart-up Safety Reviews, Hoboken, NJ USA: John Wiley & Sons, 2007.
- [3] CSB, "Final Investigation Report, Pesticide Chemical Runaway Reaction Pressure Vessel Explosion, Bayer CropScience," US Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB), [csb.gov](http://csb.gov), 2008.
- [4] CSB, "Williams Olefins Plant Explosion and Fire Final Report," US Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB), Washington, D.C., 2016.
- [5] Presidential Commission, "Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident," United States Government Printing, Washington D.C., 1986.
- [6] D. Grubbe, "Ethics – Examining Your Engineering Responsibilities," *Chemical Engineering Progress*, vol. 111, no. 2, February, 2015.
- [7] CCPS (Center for Chemical Process Safety), Essential Practices for Creating, Strengthening, and Sustaining Process Safety Culture, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018.
- [8] CSB, "Safety Digest: Chemical Safety Board Investigations of Incidents during Start-ups and Shutdowns," US Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB), [csb.gov](http://csb.gov), 2018.

---

プロセス安全の基本原則: 運転準備

KP2 - OR, January 2024

Copyright 2024 American Institute of Chemical Engineers

[www.aiche.org/ccps](http://www.aiche.org/ccps)

---