

エネルギーと環境を考える

JANUS

危険物保安技術協会
新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会（第10回）

「PRISM火災戦略AI」の シナリオ非提示型防災訓練への活用について

日本エヌ・ユー・エス株式会社

エネルギー技術ユニット

長岐雅博

2024年10月8日

本日のご説明内容

1. イントロ
2. PRISM火災戦略AI及びVR型構内図
3. 図上演習の実績
4. まとめ

PRISM火災戦略AI及びVR型構内図の
シナリオ非提示型防災訓練への活用

1. イントロ

背景

- 日本エヌ・ユー・エス（通称JANUS）は、「原子力を中心としたエネルギー分野」、「環境分野」、「安全・防災分野」に特化したコンサルティングサービスを提供。
- 原子力分野の技術を他産業にも展開すべく、危険物保安技術協会（KHK）と2020年度より石油コンビナート向けの防災高度化に関する研究を開始。

日本エヌ・ユー・エス株式会社
JANUS



危険物保安技術協会
Hazardous Materials Safety Techniques Association

原子力分野の訓練について

- 訓練形式による分類

訓練種類	説明
研修・講習会	基本知識や専門知識の習熟を図り、質疑応答などを通して関係者が共通理解を醸成することを目的として実施。
演習・机上シミュレーション	研修などで得られた知識について、各自が改めて整理することを目的として実施。
シナリオ提示型訓練	事前に訓練シナリオを提示する形式の訓練であり、訓練時は対応手順の確認に主眼が置かれる。
<u>シナリオ非提示型訓練</u>	<u>訓練中に付与される情報に基づいて訓練参加者が判断して行動。</u>
抜き打ち訓練	訓練シナリオに加えて、訓練実施のタイミングを事前に提示しない形式の訓練（より現実に近い）。

出典：石井和, 国内の原子力防災訓練の実施状況と今後の展開, 災害情報 No.1, 2003
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasdis/1/0/1_97/pdf/-char/ja

原子力分野の訓練について

● 訓練マニュアル

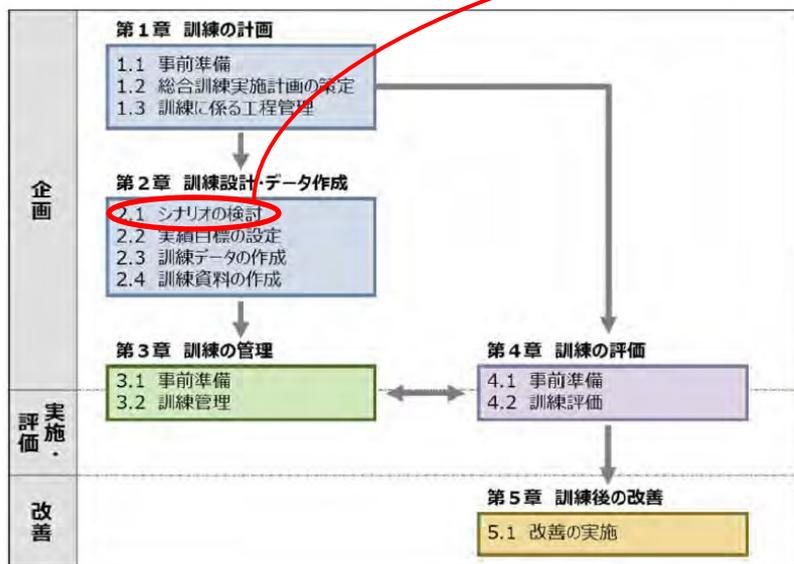
－ 原子力防災担当者のための訓練実務マニュアル（内閣府作成）

2.1.5 シナリオ提示レベルを設定する

訓練準備組織（総合調整）は、訓練2ヶ月前までを目安に、設定したオンサイト及びオフサイトシナリオについて、訓練対象者に対する事前のシナリオ提示の程度を決定する。

手順・留意点

- 訓練項目や訓練対象者の能力に応じてシナリオ提示の程度を検討する。
 - ✓ 総合訓練ではオンサイトシナリオ及びオフサイトシナリオの基本的な内容、時間進行等について、訓練対象者に事前に提示して実施することが多い。
 - ✓ 訓練対象者への事前のシナリオ提示の程度により訓練の実践度の度合いは異なる。
 - ✓ 実践的状況下での能力評価・能力向上を目的として実施する訓練では、訓練対象者にシナリオを事前に提示せず、訓練時に状況付与を行い、実践度を高めるような工夫を行う場合がある。なお、事前にシナリオを提示しない訓練をシナリオ非提示訓練（または「ブラインド訓練」と呼ぶ。
 - ✓ 全ての訓練項目でシナリオ非提示とする必要はなく、訓練項目や訓練対象者のレベルに応じてシナリオ非提示・提示の程度が異なってもよい。
 - ✓ 本部運営訓練における防護措置の判断やオペレーション調整等は、実動とは切り離れたシナリオ非提示訓練により実践的な対応力向上を図るべきである⁴。



出典：内閣府ホームページ

https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/pdf/03_kunren_manual1.pdf

原子力分野の訓練について

● 訓練実績

2023年度 原子力防災訓練（総合訓練）の実施について

当社は、昨日、原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力防災訓練（総合訓練）を実施しましたのでお知らせいたします。

原子力防災訓練は、毎年度、原子力事業者防災業務計画に基づき、再処理工場、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター、ウラン濃縮工場、低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて、原子力災害が発生したとの想定を基に、事業部対策本部の組織が有効に機能すること等を確認し、原子力災害に対する緊急時対応能力を計画的かつ効果的に維持・向上させることを目的として実施しています。

今年度は、2020年12月以来となる、4施設同時発災を想定した訓練を行いました。

今回の訓練は、3日前に発生した大規模地震および当日の余震に伴い、各施設において以下の事象が発生することを想定しました。

再処理工場	全交流電源喪失により、重大事故（冷却機能喪失に伴う蒸発乾固等）が発生
高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター	予備電源用D/Gの冷却水系統から冷却水の漏えいが発生
ウラン濃縮工場	液化中の均質槽から室内に六フッ化ウランの漏えいが発生
低レベル放射性廃棄物埋設センター	低レベル廃棄物管理建屋の検査室内で廃棄体2本の落下が発生

本訓練では、発生時の初動体制の確認や迅速・確実な通報、現場における復旧・収束に向けた対応などを行いました。
なお、訓練参加者には事前に訓練シナリオを通知しない、「シナリオ非提示型」で実施しました。

出典：日本原燃ホームページ(2023/10/4付プレスリリース)
<https://www.jnfl.co.jp/ja/release/topics/2023/detail/20231004-1.html>

危険物施設の事故件数推移



図2 危険物施設数と危険物事故率（1989-2021）（消防白書より作成）
危険物事故：火災と流出事故の合計（大地震起因のものを除く）

出典：危険物事故の増加が止まらない～経済・社会構造の変化と危険物事故～，東京理科大学 総合研究院 火災科学研究所 教授 小林 恭一（危険物と保安 No.83 2023秋）
<https://www.zenkikyo.or.jp/znk-w/wp-content/uploads/2023/09/prm-n83.pdf>

危険物施設の事故件数推移

- 危険物事故急増と日本型安全システムの崩壊
 - バブル崩壊を契機とした日本の社会・経済の大規模な構造変化と密接に関係している、という仮説
 - 「危険物施設の安全対策の推進」という枠内では効果に限りがあるが、それでも対策の方向性を考えることはできる。



「現場力」に頼った安全システムから
「現場力」に頼らない安全システムへの転換

出典：危険物事故の増加が止まらない～経済・社会構造の変化と危険物事故～, 東京理科大学 総合研究院 火災科学研究所 教授 小林 恭一 (危険物と保安 No.83 2023秋)
<https://www.zenkikyo.or.jp/znk-w/wp-content/uploads/2023/09/prm-n83.pdf>

PRISM火災戦略AI及びVR型構内図の
シナリオ非提示型防災訓練への活用

2. PRISM火災戦略AI及びVR型構内図

研究開発の背景

- 近年、危険物施設の事故件数は増加傾向にあることから、**実災害に即した防災活動支援ツール**として使用でき、**シナリオ非提示型の図上演習**により適切な防災活動を学ぶことができるツールが必要。
- さらに、現在の社会情勢や技術動向も鑑み、危険物施設においても**防災対策や日常保安でのデジタル化の推進**も必須。



JANUSとKHKは、2020年度より石油コンビナート向けの防災高度化に関する研究を開始。

研究開発の内容

- 実災害に即した防災活動支援ツールである「電子版消火計画（PRISM火災戦略AI）」とプラントのデジタルマップである「VR型構内図」を開発。

電子版消火計画 (PRISM火災戦略AI)



- 災害発生時の意思決定を支援。
- シナリオ非提示型の図上演習でも活用可能。

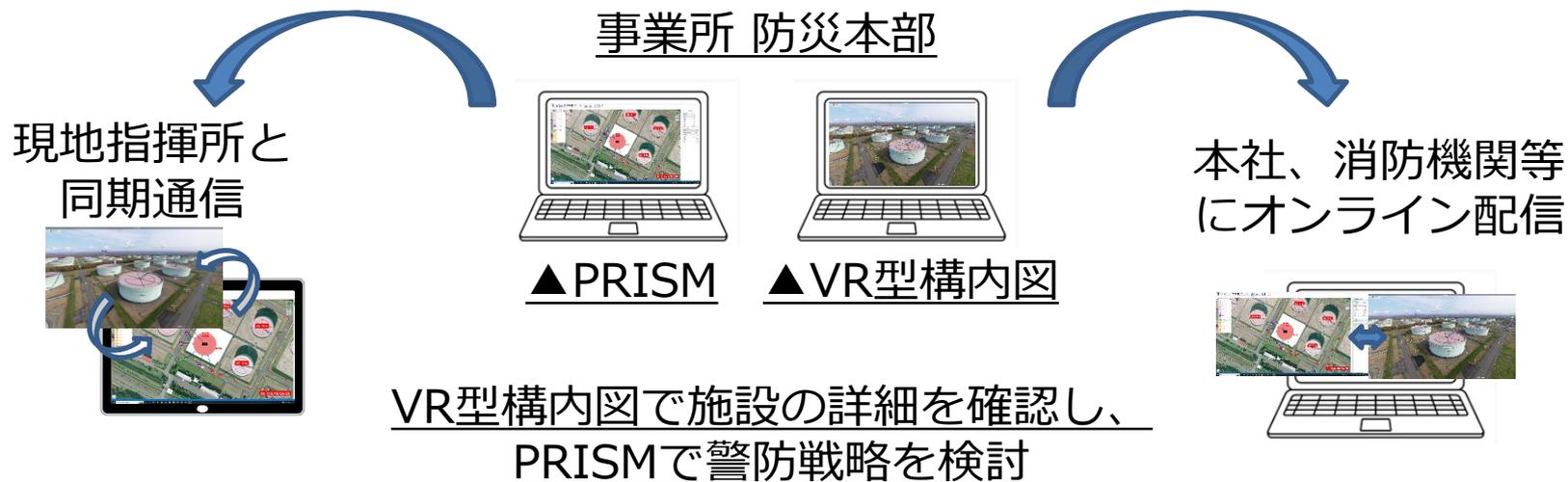
VR型構内図



- プラント情報の一括管理。
- 情報共有の手段であり、災害時（訓練時）には、PRISM AIと連携して活用。

研究開発の内容

- 「PRISM火災戦略AI」と「VR型構内図」を組み合わせることで、従来のシナリオ型よりも実践的な訓練が可能。また、実災害時も訓練時と同様の体制で災害対応が可能。



PRISM火災戦略AI（概要）

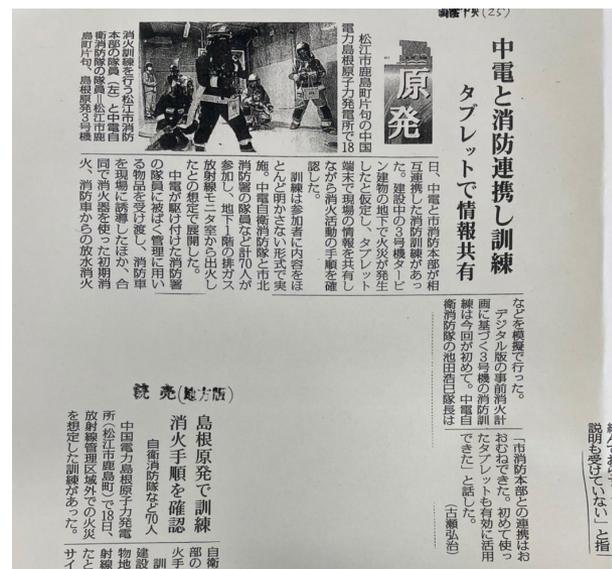
- デジタル版の消火計画であり、事前に入力した情報を基に、**様々なシナリオを想定した消火戦略**の検討が可能。災害状況を踏まえた**リスク情報を自動表示**し、災害時の意思決定を支援。
- 実災害時のみならず、防災訓練においても活用可能であり、従来のシナリオベースの訓練では経験できない、**実践に即した訓練**が可能
- プラントの**各種系統情報も反映可能**であり、定期検査の計画立案や事故時の系統側での対応にも適用可能。

PRISM火災戦略AI（実績）

- もともと原子力発電所の火災対策や事故対策用に開発されたシステムであり、国内外の原子力発電所で導入済み。
- このシステムを石油コンビナート向けに応用。

国内原子力発電所での導入実績 を伝える新聞記事⇒

- ✓ 地元の公設消防との共同訓練で活用。
- ✓ 公設消防や原子力規制機関から好評を得る。



PRISM火災戦略AI（説明動画）

※ファイルサイズの都合により
動画ファイルは削除

PRISM火災戦略AI

Google Mapのようなインターフェイス

- 基本画面 (1/2)



PRISM火災戦略AI

● 基本画面 (2/2)

The screenshot displays the PRISM PetroChem interface. The main view is a 3D aerial map of an industrial site with several large storage tanks labeled ST-099 through ST-113. A central tank, ST-101, is highlighted with a red fire icon and a 'リム火災' (Rim Fire) label. A '消防車両管理パネル' (Fire Truck Management Panel) is open on the left, listing various fire trucks and water cannons. A '火災発生時に操作必要なツールを表示' (Display tools needed for fire occurrence) callout points to a toolbar at the top. Another callout, '風向き、風速の選択' (Wind direction and speed selection), points to a control panel on the right showing wind direction (North, West, East, South) and speed (Normal, Weak, Medium, Strong) options. A 'タンク詳細情報' (Tank Detailed Information) panel on the right shows details for ST-101, including its contents (原油 - Crude Oil), construction method (油接 - Welded), diameter (82.0 m), height (24.5 m), and capacity (114,800 kL).

消防車両管理パネル

火災発生時に操作必要なツールを表示

風向き、風速の選択

タンク詳細情報

タンク詳細情報	
タンク計号	ST-101
内容物	原油
構造	フローティングルーフ
建造方法	油接
直径	82.0 m
高さ	24.5 m
外周	257 m
容量	114,800 kL

タンク充填量: 80% 91,840 kL

PRISM火災戦略AI

● 消防車両の状況表示

消防車両の活動状況をリアルタイムで表示

The screenshot displays the PRISM PetroChem software interface. The main view is a 3D aerial map of an industrial site with various storage tanks labeled ST-099 through ST-113. A fire truck icon is positioned near ST-101. A blue callout box points to the truck icon with the text: "出動中の場合、到着までにかかる推定時間もしくは、推定到着時刻のいずれかを入力可" (When on duty, you can input either the estimated time to arrival or the estimated arrival time). On the left, a "消防車両" (Fire Truck) panel lists several vehicles with their status (e.g., "未出動" - Not dispatched). On the right, a detailed panel for "消防車両" (Fire Truck) shows the status as "出動中" (On duty) and allows input for "到着までの推定時間" (Estimated time to arrival) and "推定到着時刻" (Estimated arrival time). Below this, a "詳細情報" (Detailed Information) section lists vehicle name, type, count, and tank specifications.

PRISM火災戦略AI

- 風向に基づく消防車両の進入経路選定



PRISM火災戦略AI

- 消防車の部署と消火方法の選定



PRISM火災戦略AI

消火栓容量に応じ現実的な部署位置の
決定を支援

- 消火栓容量の自動確認



PRISM火災戦略AI

- 大容量泡放射砲のホース長の自動計算

泡ホース接続に必要なホースの長さ、本数を自動計算して表示

ホース仕様

ラインA (30,000 L/min) 距離 231m		
ホース長(m)	本数	
150	1	バラスト配管
50	2	

ラインB (20,000 L/min) 距離 231m		
ホース長(m)	本数	
150	1	バラスト配管
50	2	

マージン 0.0m

300 m

30%

PRISM火災戦略AI

• ボイルオーバーの注意喚起 (1/2)



PRISM火災戦略AI

- ボイルオーバーの注意喚起 (2/2)



PRISM火災戦略AI

- 複数タンク火災への対応



PRISM火災戦略AI

● 防油堤内溢水への対応 (1/2)

PRISM PetroChem

「オーバーフロー発生可能性のあるエリア表示」を押すと...

リスクダッシュボード

ST-101

- 全面火災リスク
 - リム火災発生時刻: 1時間
 - リム火災発生からの時間: N/A
- ボイルオーバーリスク
 - タンク充填量: 1時間
 - 全面火災発生時刻: 30分
 - 冷却放水流量: N/A
 - ボイルオーバー発生までの推定時間: N/A
- 防油堤オーバーフローリスク
 - 燃料量: 91,040 kL
 - 堤内既存液体量: 1.4m, 2,296 kL
 - 冷却放水: 0 Lpm
 - 泡放水: 21,000 Lpm
 - オーバーフロー発生までの推定時間: 4時間 15分
 - オーバーフロー発生可能性のエリア表示: 低
- 冷却放水リスク
- 泡不足リスク
 - 風速: 0 kph
 - 表面面積: 15,835 m²
 - 泡濃度: 3%
 - 泡厚液量: 170,000 L
 - 放水流量: 21,000 Lpm
 - 泡放出開始時刻: 16:13
 - 推奨泡放出時間: 2時間 15分
 - 推奨泡放出終了時刻: 18:28
 - 安全係数: 120%
 - 推奨消火戦術: 攻勢防備

リスクダッシュボード タンク詳細情報

PRISM火災戦略AI

● 防油堤内溢水への対応 (2/2)



PRISM火災戦略AI

避難計画の表示

事前に指定した避難場所から
最適場所を自動選定



PRISM火災戦略AI

各事業所の対応手順書をベースとした
事象発生時のチェックリスト

・ チェックリスト



PRISM火災戦略AI

• ログの表示 (1/2)

自動保存された各操作内容を
操作実施時刻とともにログ形式
で表示

操作箇所	操作内容	時刻
平面図	ST-101 リン火災発生	8/8/2023 17:01
チェックリスト	担当者による確認	8/8/2023 17:02
平面図	赤か町消防車1号出動	8/8/2023 17:19
手入力	気象情報を変更	8/8/2023 17:20

PRISM火災戦略AI

- ログの表示 (2/2)

自動記録されたログをExcel形式でエクスポート

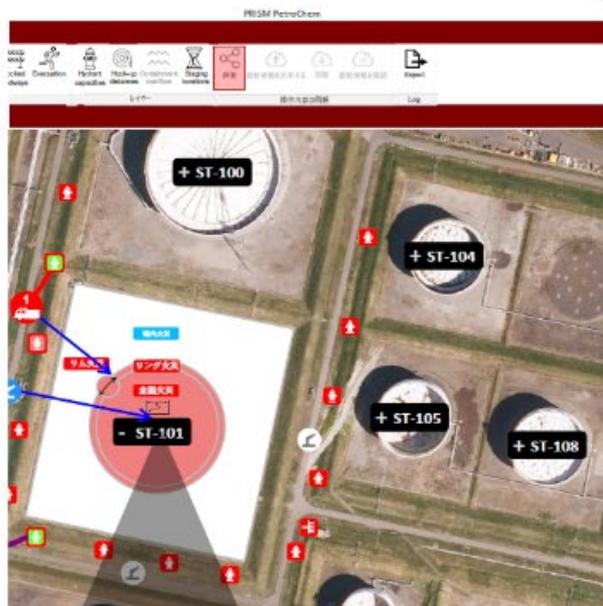
	A	B	C	D
1	操作箇所	操作内容	時刻	
2	平面図	ST-101 リム火災発生	8/8/2023 17:01	
3	チェックリスト	担当者による確認	8/8/2023 17:02	
4	平面図	あか町消防車1号出動	8/8/2023 17:19	
5	手入力	気象情報を要請	8/8/2023 17:20	
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

PRISM火災戦略AI

- 対策本部と現場指揮所の情報共有 (1/2)



その他のユーザー画面に指揮者画面共有のメッセージを表示



PRISM火災戦略AI

- 対策本部と現場指揮所の情報共有 (2/2)



指揮者がの画面がリアルタイムで共有される



PRISM火災戦略AI（再掲）

- デジタル版の消火計画であり、事前に入力した情報を基に、**様々なシナリオを想定した消火戦略**の検討が可能。災害状況を踏まえた**リスク情報を自動表示**し、災害時の意思決定を支援。
- 実災害時のみならず、防災訓練においても活用可能であり、従来のシナリオベースの訓練では経験できない、**実践に即した訓練**が可能
- プラントの**各種系統情報も反映可能**であり、定期検査の計画立案や事故時の系統側での対応にも適用可能。

PRISM火災戦略AI及びVR型構内図の
シナリオ非提示型防災訓練への活用

3. 図上演習の実績

実践型訓練の実施

- 試作版の作成対象となった国内のコンビナート施設（石油備蓄基地）において、「PRISM火災戦略AI」と「VR型構内図」を活用したシナリオ非提示型の図上演習を実施。
- 演習想定は、地震を起因とし屋外貯蔵タンク1基においてリム火災が発生、リング火災、全面火災へと進展するものとした。
- KHKがコントローラーとして状況付与。

実践型訓練の実施

- 訓練風景



- ✓ 演習では、VR型構内図で発災タンクの配置や屋外給水栓位置、警防計画などを確認し、災害対策本部での情報共有に活用。
- ✓ また、PRISM火災戦略AIを活用し、災害の進展に応じ消防車両や大容量泡放水砲の部署位置について、シミュレーションを重ね、警防戦略の検討に活用。

実践型訓練の結果



災害対応 高度化

- VR型構内図は現場情報の取得
 - PRISM火災戦略AIはさまざまなシナリオを想定した災害対応のシミュレーション
- ⇒両システムの組み合わせにより、**災害対策本部の機能強化**につながることを確認。



情報共有 効率化

- 各システムの操作画面をオンラインで共有することによる正確・効率的な情報共有。
- 現場指揮所を始め、施設管理組織、行政機関（都道府県、消防機関等）との**情報共有・伝達ツールとしての活用**に効果が期待できる。

石油コンビナート向けの電子立体構内図を
プラットフォームとしたスマート保安推進に関する研究

4. まとめ

防災対策・訓練の高度化

個々の施設の特徴を踏まえた、効率的かつ効果的な訓練の実施が可能。

実災害時も訓練時と同様の体制で災害対応が可能。

訓練時、実災害時の情報共有も正確かつ効率的に実施可能。

防災対策以外での活用

防災



実践型訓練：PRISM火災戦略AIとVR型構内図を組み合わせることで、従来のシナリオ型よりも実践的な訓練が可能。また、実災害時も訓練時と同様の体制で災害対応が可能。

日常 操業



業務の効率化：VR型構内図を活用することで、施設情報の共有、工事等に係る現場確認、入構者教育等を効率的に実施することができる。



操業のスマート化：PRISM火災戦略AI・VR型構内図と日常の保安活動とを連携することで、災害時に構内の状況やタンクの貯蔵量をリアルタイムに把握可能。また、管理・診断システムとの連携も想定。



日常使いの出来る防災ツール！

ご清聴ありがとうございました

お問い合わせ先：

[HTTPS://WWW.JANUS.CO.JP/INQUIRY/](https://www.janus.co.jp/inquiry/)



日本エヌ・ユー・エス株式会社

JANUS