



共同研究「石油コンビナート向けの電子版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

1. はじめに

日本エヌ・ユー・エス株式会社(以下、「JANUS」という。)は、石油コンビナート向けの電子版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を危険物保安技術協会(以下、「KHK」という)と2020年度より共同で実施している。

本共同研究は、電子化されインタラクティブな消火計画である「電子版消火計画」とVR技術を用いた構内図である「VR型構内図」を組合せ、実災害に即した警防活動の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等の実践での確かな防衛活動を学べ、日常の設備保全等にも活用できるシステムの開発を目標としている。システムの試作版は2022年度に完成し、国内のコンビナート施設での図上演習においてその効果を確認している。

本稿では、共同研究においてこれまで実施してきた内容や今後の展望を解説する。

2. 研究の背景・目的

近年、危険物施設の事故件数は増加傾向にあることから、実災害に即した警防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等の実践により確かな防衛活動を学べることでできる防災教育・訓練ツールが必要となる。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による業務効率化や生産性向上が求められている。

そこで、JANUSが「PRISM」ソフトウェアを活用して構築する「電子版消火計画」とKHKが開発する「VR型構内図」を用いた、石油コンビナートの防災・保安活動のデジタル化・高度化推進に向けた研究を実施することにした。

3. 研究内容

3.1 電子版消火計画の作成(JANUS担当)

電子版消火計画は、米国AMMI社が開発したPRISMソフトウェアを活用して構築したものである。PRISMは、もともと原子力発電所の防災や保守作業を対象に、従来は紙ベースで作成していた各種手順書等を代替する目的で開発された、「インタラクティブ性」を特徴とするシステムである。この「インタラクティブ性」とは、PRISMに登録されているデータをもとに、ユーザーがパソコンやタブレットPCの画面上で条件を入力することで、シナリオの自動表示、推奨される選択肢の提示等、ユーザーとPRISMが対話するような形で操作することができる機能を意味する。PRISMの利点について、以下にまとめる。

- 安全性の改善：より迅速かつ正確な発災時の対応が可能になり、人命及び財産への損害を緩和できる。
- コスト削減：従来の紙ベースでの各種手順書等の作成、維持管理と比較して、PRISMは特に維持管理の面でその特徴(どこか1カ所の変更を、即座に関係する全ての手順書等に反映可能)を発揮し、作業効率やコスト削減に寄与する。
- 規制適合性：一貫性や正確性が確保されることにより、関連法規への適合性の確認が容易になる。

PRISMの開発経緯やユーザー（原子力業界）の意見をまとめた説明用動画を以下のURL及びQRコードよりご覧いただけます。

●説明用動画のURL：

<https://vimeo.com/799192725>

●説明用動画のQRコード⇒



PRISMはもともと原子力発電所を対象としたものであるが、石油コンビナート等、各種プラントにも対応することが可能であるため、PRISMを活用して石油コンビナートを対象とした電子版消火計画の試作版を構築することにした。電子版消火計画は、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、実践に即した訓練の実施が可能である。さらに、PRISMには、プラントの各種システムに関する情報も反映可能となっており、定期検査の計画立案や事故時のシステム側の対応にも適用可能となっている。

今回構築した電子版消火計画の試作版は、国内の実機のコンビナート施設を対象としており、タンクの全面火災までを想定した警防計画が組み込まれている。電子版消火計画の具体的な機能・操作手順を以下にまとめる。

- システム画面は 2D マップまたは航空写真から選択できる (Google マップと同じ)。火災対応における操作手順として、始めに火災が発生するタンクを選択し、リム火災、リング火災、全面火災の種別を選択する。また、火災の種別を選択することで、当該タンクに関する仕様等の情報、消防車両のリスト (後述)、風向及び風速の選択画面 (後述) が表示される。
- 消防車両のリストから部署させる消防車両を選択し、ドラッグ&ドロップで地図上に配置することができる。地図上に配置された消防車両は、自動的に直近の消火栓に部署するが、消火栓が使用不能の場合などは、当該消火栓をクリックすることで、次に近い消火栓が自動選択される仕組みとなっており、簡単な操作で状況に応じた消防戦略へと遷移していく。部署した消防車両からは放水方向を矢印で表示させることができ、矢印をクリックすることで、隣接タンク等へ放水方向を変更できる。なお、事業所に配置されている車両以外にも、共同防災組織や公設消防の車両などを登録することが可能である。
- 大容量泡放水砲についても、消防車両同様にドラッグ&ドロップで直感的な操作で画面上に部署することが可能であり、直近の取水口からのホース経路及び必要な長さを確保するためのホースの本数を自動で計算し、表示することができる。また、別の取水口を使用する場合も、即座に別経路とその経路に合わせたホースの本数を表示できるため、様々なパターンについてシミュレーションが可能であり、大容量泡放水砲の部署位置の検討に有効である。
- その他の特徴的な機能として、風向及び風速に基づく煙プルームの表示や施設内の道路に基づく消防車両の進入経路の表示機能がある。煙プルームの表示は、選択された風向 (8 方位から選択) の風下側に、選択された風速 (4 段階) に基づき大きさを変える形で煙プルームを表示させることができ、消火戦略の検討における活用が期待できる。消防車両の進入経路の表示機能については、消防車両の倉庫から発災タンクまでの最短経路を自動で表示するものであり、さらに、道路上で通行不可となるような場合、その点を事前に設定することで、そこを迂回する新たな経路を自動的に表示する。
- システム画面上への手書き入力機能もあり、システムでは対応できないような状況が発生した場合などには、臨機応変に手書きで情報の記録が可能となる。
- チェックリスト機能及びログ機能も搭載可能である。チェックリスト機能では、関係機関への通報・連絡など災害時の行動リストを事前に登録しておくことができ、システムにチェックを付けることで事前に指定した行動を管理することができる。また、ロジックを組み込むことで、状況に応じた適切な行動リストを表示することも可能である。ログ機能については、システム上の操作をログとして記録を残すことができ、訓練後や災害対応終了後の検証などにも活用することができる。

3.2 VR型構内図の作成 (KHK担当)

VR型構内図は、危険物施設等を360°パノラマビューでVR上に再現し、その中に当該施設に関連する情報を格納し、一括管理することができるデジタル版の構内図である。

地上及び上空から敷地全体をドローン及び360°カメラで撮影することで、構内の危険物施設をはじめとする各管理対象物を俯瞰的に閲覧できるだけでなく、GoogleマップのようにパソコンやタブレットPCの画面上で実際に構内を歩いて見ているかのように操作できる。

今回の研究では、電子版消火計画を構築したのと同じコンビナート施設等を対象として、VR型構内図の試作版を作成した。図1に試作版のイメージを示す。前述の通り、VR型構内図ではGoogleマップのように実際に構内を歩いて見ているかのように操作でき、ワンクリックでの地点移動や管理対象物へのズームなど、直感的に操作することができる。施設設備の詳細表示画面では、各種設備機器や配管類を仔細に表示することができ、アイコンをクリックすることで、取扱手順書などの関連情報を閲覧することができる(図1上側参照)。さらに、登録情報はオンラインデータとすることで、点検結果など常に最新の情報を取得することができる(図1下側参照)。

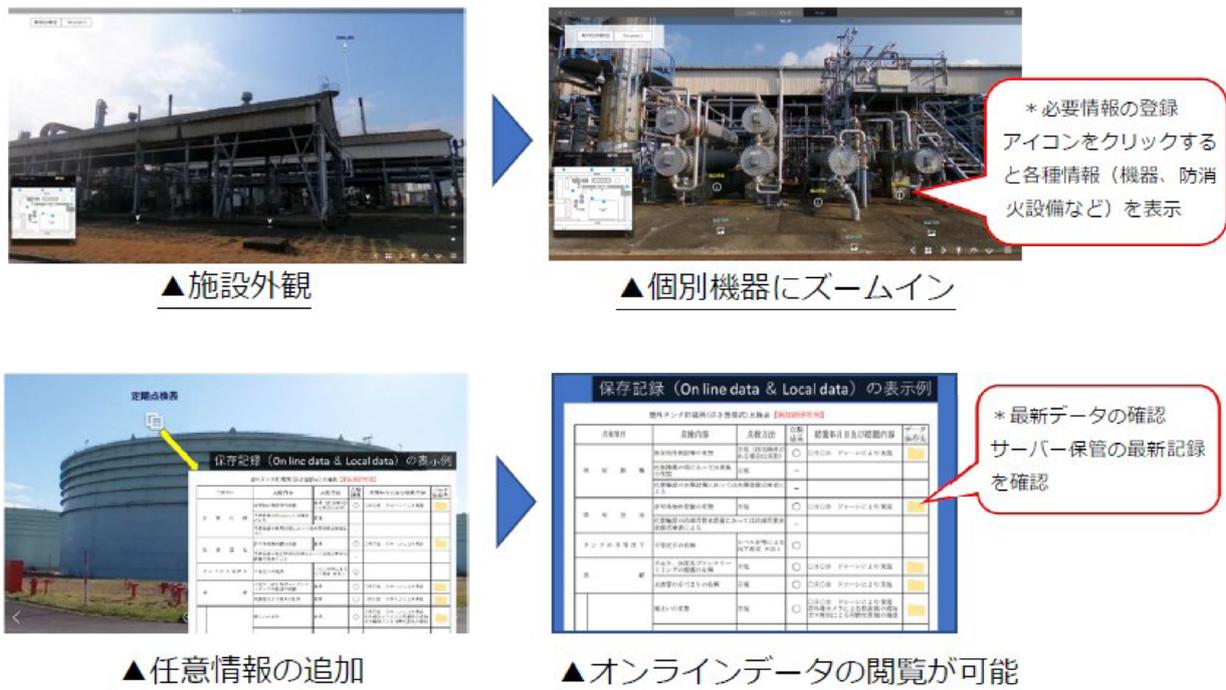


図1 VR型構内図のイメージ

これらの機能により、現場におらずとも施設を仔細に確認することができ、また、必要となる施設情報等を登録、閲覧することができるため、関係者間の情報共有や、現場確認の代替手段、入構者教育などに効果的である。

3.3 電子版消火計画とVR型構内図を活用した図上演習の実施

本共同研究では、試作版の作成対象となった国内のコンビナート施設において、電子版消火計画とVR型構内図を活用した図上演習を実施した。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。運用する消防車両等は、自衛防災組織、共同防災組織、公設消防の消防車両及び広域共同防災組織の大容量泡放射システムとした。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、警防計画などを即座に確認し、災害対策本部での情報共有に活用した。また、電子版消火計画を活用し、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、警防戦略の検討に効果を発揮した。

演習結果から、VR型構内図は現場情報の取得、電子版消火計画は災害対応のシミュレーションに効果を発揮し、それ

それぞれのシステムを組み合わせることによって、災害対策本部の機能強化に繋がったことを確認した。さらに、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な情報共有にも効果が認められ、現場指揮所を始め、基地管理組織、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。図2に電子版消火計画とVR型構内図を活用した状況確認、警防戦略立案、現場指揮所等との情報共有のイメージを示す。

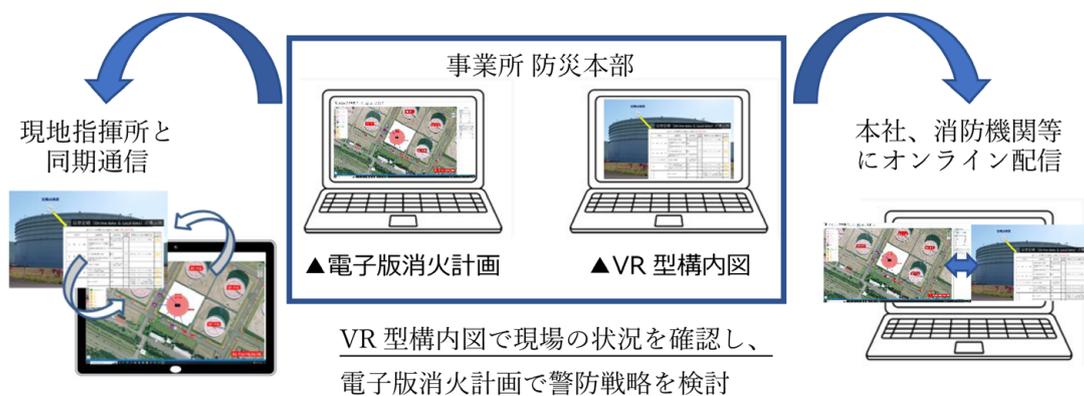


図2 電子版消火計画とVR型構内図の災害現場での活用と情報共有のイメージ

4. 研究成果と今後の展望

4. 1 研究成果

これまで説明してきた通り、本共同研究においては、国内のコンビナート施設を対象に、電子版消火計画とVR型構内図の試作版を作成するとともに、試作版を用いて当該施設において図上演習を実施した。試作版の作成と図上演習の実施から得られた成果を以下にまとめる。

- 電子版消火計画は、そのインタラクティブな特徴を生かし、パソコン画面上に容易に災害時の状況を再現することができ、ユーザーからの条件入力に合わせて、シナリオの自動表示や推奨される選択肢の提示が行われる。これらの特徴により、シナリオ提示型の訓練と比べてより実践的な防災訓練の実施が可能となり、実災害時も効率的かつ効果的な対応が可能になると考えられる。
- VR型構内図は、実際に構内を歩いて見ているかのように操作しながら、危険物施設や消火設備等の情報を閲覧できるため、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と考えられる。さらに、実災害時や防災訓練時に活用することで、各種設備機器や警防計画を即座に確認することができ、現場での情報収集や関係者間での情報共有が効率的に実施できると考えられる。
- 電子版消火計画とVR型構内図を組み合わせることで、災害の進展、消火戦略、構内の状況をパソコン画面上に再現することができ、現場の機能強化や関係者間での情報共有能力の強化に寄与すると考えられる。

4. 2 今後の展望

本共同研究において得られた知見をもとに、電子版消火計画とVR型構内図を用いた石油コンビナートの防災・保安活動のデジタル化・高度化を推進すべく、国内の石油コンビナート施設への両システムの導入を進めるために、今回の成果を積極的に発信していきたいと考えている。

さらにシステムの更なる高度化に向けて、日常保安活動、プラントの管理・診断システム、自動防災ロボット等との連携も検討していきたい（図3参照）。

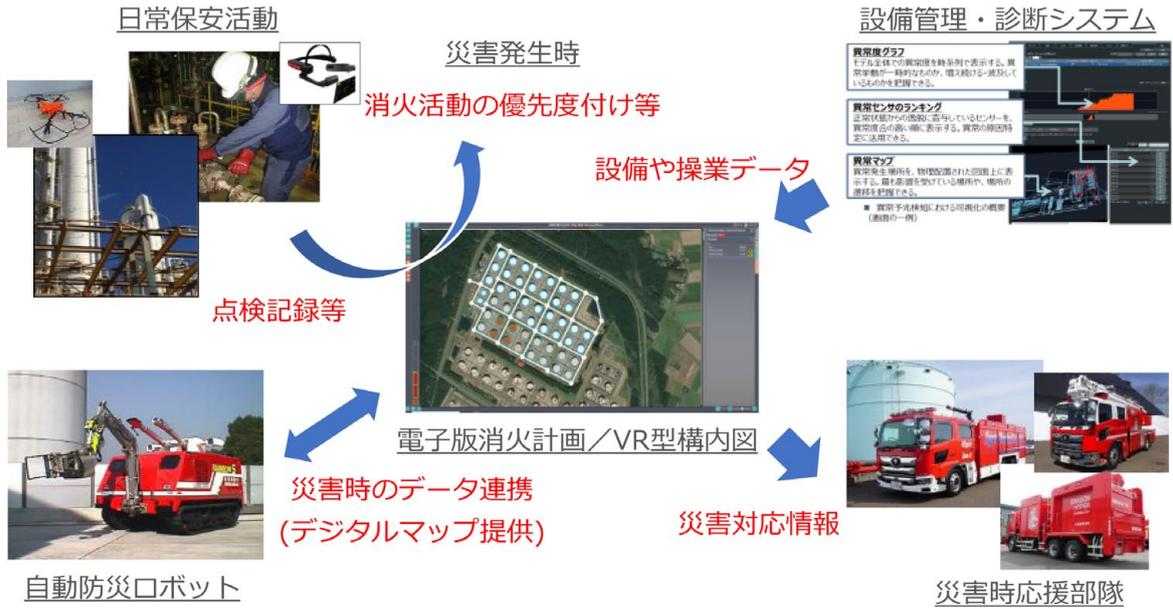


図3 システムの更なる高度化のイメージ

5. おわりに

本共同研究におきましては、KHKの皆様から多大なるご支援、ご協力を頂きました。この場をお借りして御礼申し上げます。