



「先進技術を活用した 石油コンビナート災害対応に関する検討会」について

消防庁特殊災害室 コンビナート保安係長 併任 コンビナート審査係長
喜多村 亮太

1 はじめに

消防庁では、日々発展するIoT、AI、3D解析技術やドローンなどを先進技術として位置付け、それらを活用した石油コンビナート災害対応の未来像を提示することにより、先進技術の導入促進を図るため、標記の検討会を開催しました。その概要について本稿で紹介します。

2 検討会概要

(1) 検討会設置の背景・目的

南海トラフ地震等の大規模自然災害では、石油コンビナートにおいても甚大な被害が予想されています。その際に発生する災害では、実態を迅速かつ正確に把握し、限られたリソースを活用して正確な状況判断に基づいた災害対応が求められますが、その人材の育成やノウハウの継承が順調に進んでいるとは言い難く、関係者において懸念されている状況にあります。

一方、正確な情報を迅速に収集するIoT、3D解析技術や的確に状況判断を行うAI等の先進技術の発展はめざましく、様々な分野において保安対策、ヒューマンエラー対策に活用され始めています。

このため、石油コンビナート災害における都道府県、消防機関及び特定事業所の対応を、より安全で効果的に行うための先進技術の活用が推進されるよう、先進技術活用に関するニーズ調査及び分析を行い、概ね5G技術が普及した程度の近い将来を想定した先進技術の導入及び活用方策を検討しました。

(2) 検討会の構成・経過 (表1、2)

学識経験者、行政機関、消防本部、業界団体等をメンバーとした検討会を設置 (座長：小林恭一東京理科大学教授) し、令和元年8月から令和2年2月までに計4回開催しました。

【表1. 検討会委員】

役職	氏名	所属等
座長	小林 恭一	東京理科大学 総合研究院 教授
座長代理	細川 直史	消防庁消防大学校消防研究センター 技術研究部長 教授
委員	今尾 清	四日市市消防本部 予防保安課長
委員	白田 裕一	国立研究開発法人 防災科学技術研究所 総合防災情報センター長
委員	小川 晶	川崎市消防局 予防部 危険物課長
委員	金井 則之	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員（第2回以降 山本政樹）
委員	川越 耕司	石油化学工業協会 消防防災専門委員長
委員	神取 弘太	TerraDrone 株式会社 日本統括責任者
委員	國方 貴光	防衛装備庁 陸上装備研究所 システム研究部 無人車両・施設器材システム研究室長
委員	小出 均	市原市消防局 警防救急課長
委員	河本 泰輔	岡山県 消防保安課長
委員	古賀 崇司	東京消防庁 警防部 特殊災害課長
委員	小島 公平	神奈川県 暮らし安全防災局 防災部 工業保安課コンビナートグループ 副技幹
委員	小林 正幸	経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室 室長補佐
委員	佐川 平	電気事業連合会 工務部 副部長
委員	篠原 久二	一般社団法人 日本ガス協会 技術ユニット 製造グループ マネージャー
委員	杉山 章	危険物保安技術協会 企画部長
委員	田邊 正透	独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 資源備蓄本部 環境安全・技術部 環境安全課 担当調査役
委員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長
委員	村上 建治	株式会社 Spectee 代表取締役 CEO
委員	森口 昌和	NECソリューションイノベータ株式会社 イノベーション戦略本部先端技術事業創造グループ プロフェッショナル
オブザーバー	警察庁、厚生労働省、国土交通省、海上保安庁、環境省、全国消防長会	

【表2. 検討会経過】

	日時・場所	議事
第1回	令和元年8月7日（水） 14：00～16：00 於 三田共用会議所	<ul style="list-style-type: none"> ● 検討会の概要及び進め方 ● 石油コンビナートにおける災害対応 ● 先進技術の紹介 ● 先進技術を活用した災害対応支援のニーズ調査及び事例・文献調査
第2回	令和元年12月2日（月） 13：30～15：30 於 日本消防会館	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケート集計結果 ● 国内外の先進技術活用事例
第3回	令和2年1月29日（水） 14：00～16：00 於 三田共用会議所	<ul style="list-style-type: none"> ● 先進技術の導入事例 ● 先進技術を活用した石油コンビナート災害対応イメージ ● 先進技術を活用した石油コンビナート災害対応における課題 ● 報告書の骨子（案）
第4回	令和2年2月20日（木） 14：00～16：00 於 三番町共用会議所	<ul style="list-style-type: none"> ● 先進技術を活用した石油コンビナート災害対応イメージ及び課題・留意点 ● 報告書（案）

3 石油コンビナート災害対応時の課題・ニーズ

(1) 石油コンビナート災害対応時の先進技術活用に関するアンケート (表3)

先進技術の導入によって解決したい課題や先進技術の導入ニーズを把握するため、石油コンビナート等特別防災区域の存する都道府県、消防本部及び特定事業所が災害対応に当たって、現に課題と認識していること、先進技術の活用案や既に行っている取り組み等について調査を行いました。

【表3. アンケート調査概要】

	調査数	回答数 (回収率)
調査対象		
消防本部	91	88 (97%)
都道府県	33	32 (97%)
特定事業所	667	458 (69%)
実施期間	令和元年9月11日～10月7日	
調査方法	Eメールによる照会・回答	
調査項目	〈問1〉 災害発生時の課題について (チェックボックス (複数可) 及び自由記載) 〈問2〉 先進技術を活用した課題解決策の案について (自由記載) 〈問3〉 現に先進技術を災害対応に活用している事例について (自由記載)	

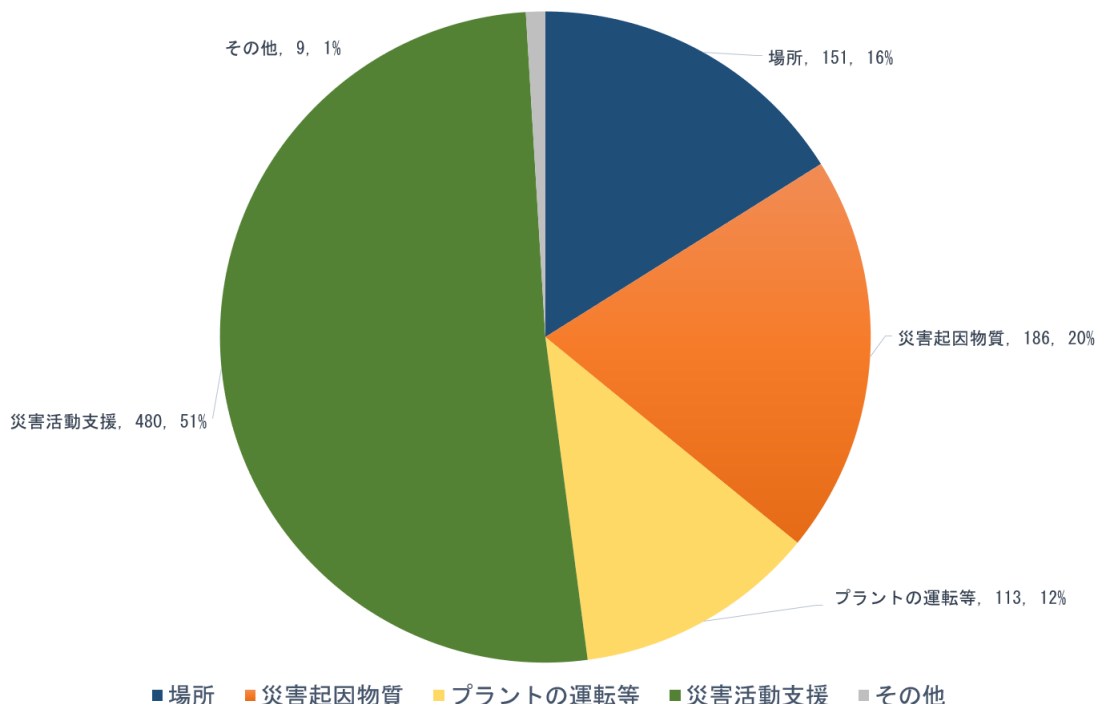
(2) アンケート調査結果について

ア 災害発生時の課題〈問1〉 (図1～4)

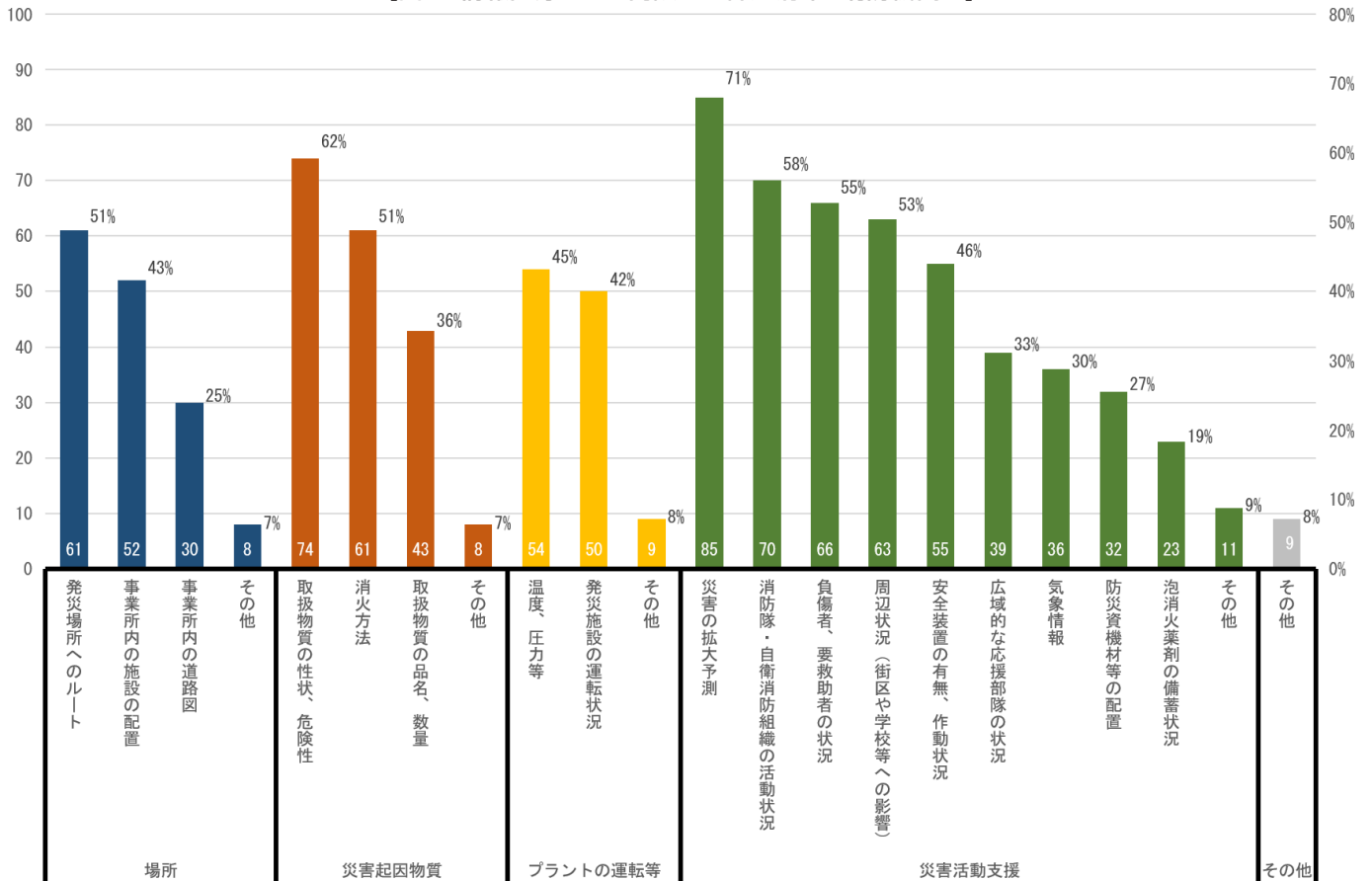
都道府県、消防本部及び特定事業所を問わず、災害活動支援に関する課題を重要と捉えており、その主なものは「災害拡大予測」、「消防隊等の活動状況」及び「負傷者の状況」となっていました。

次いで、災害発生場所に関すること、災害に起因する危険物質等の特性や対処方法に関するものが課題として挙げられていました。

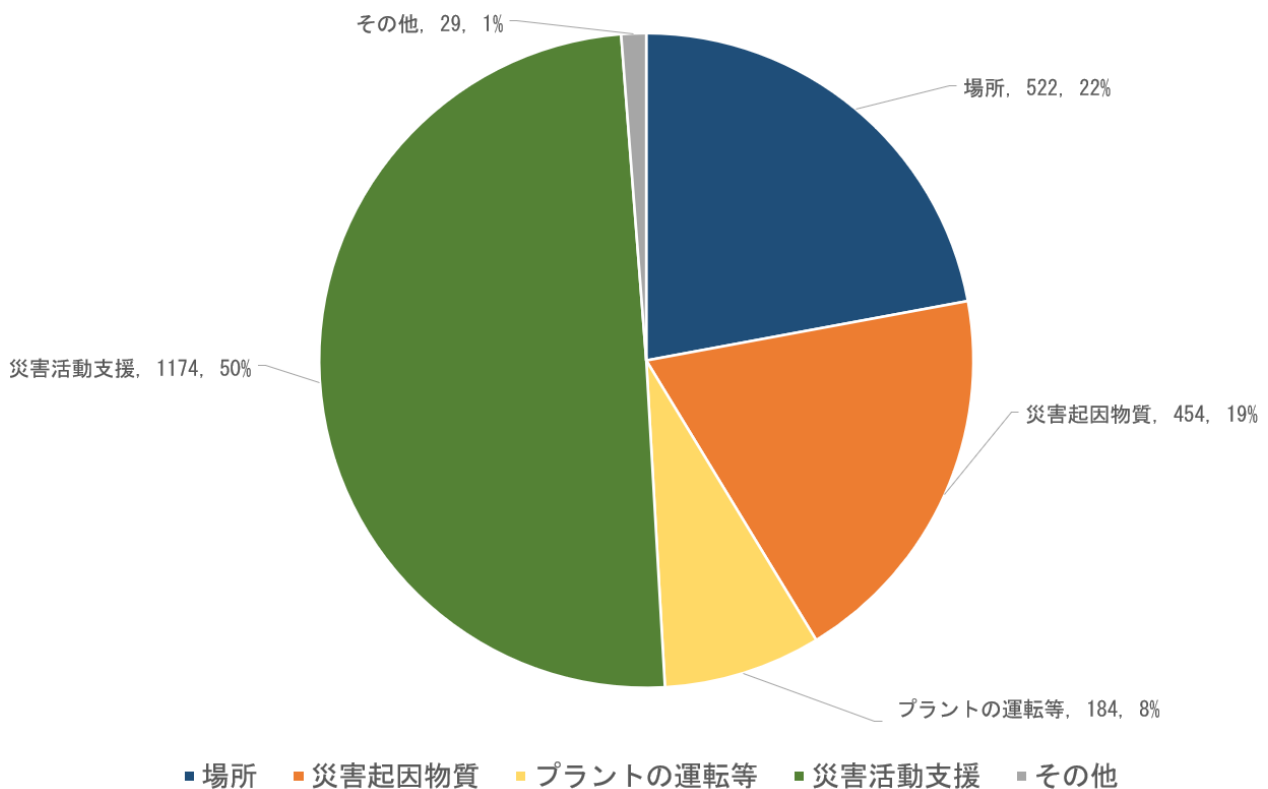
【図1. 収集や共有に課題があると感じる情報 (情報区分別) ～都道府県・消防機関～】



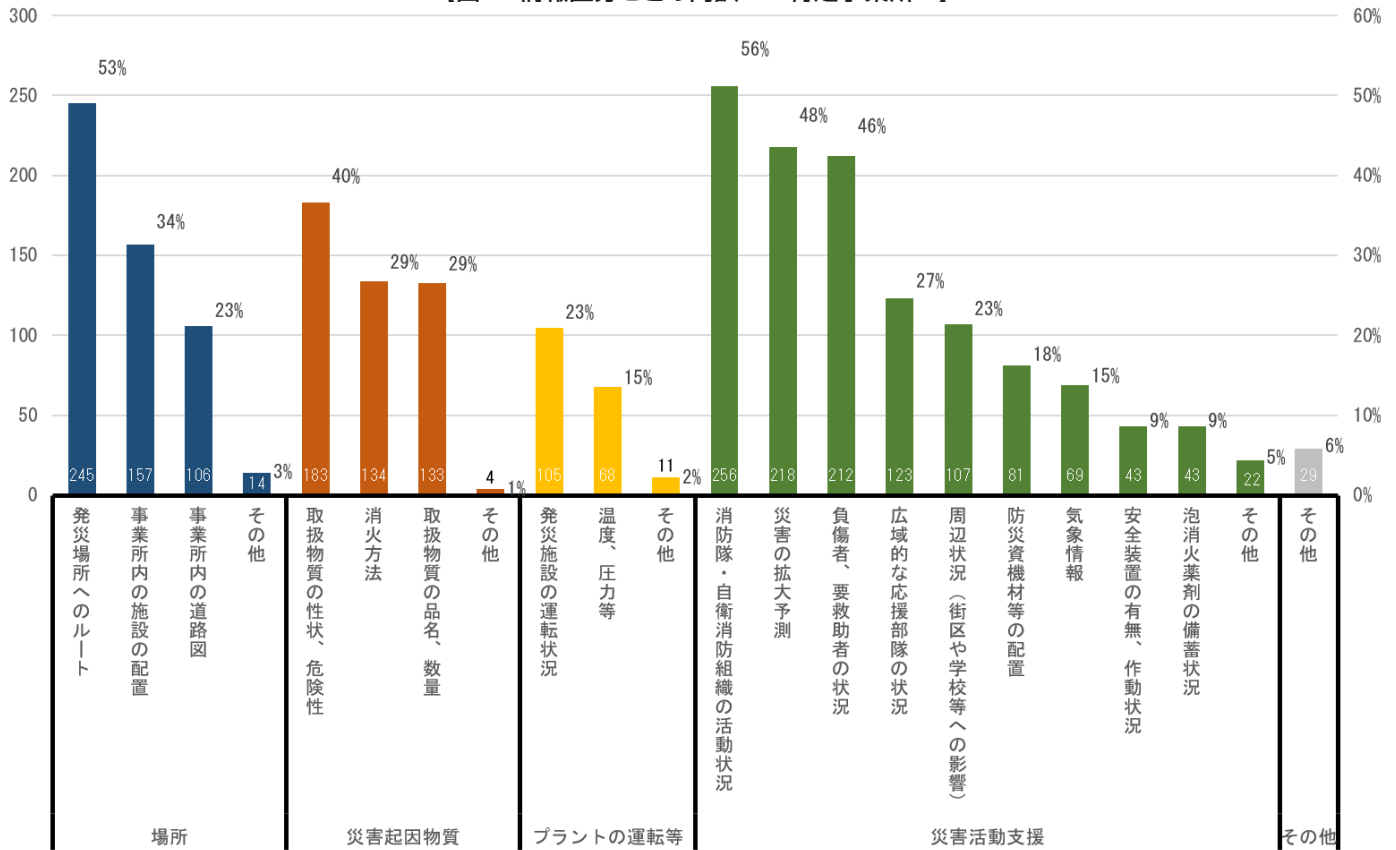
【図2. 情報区分ごとの内訳 ～都道府県・消防機関～】



【図3. 収集や共有に課題があると感じる情報（情報区分別） ～特定事業所～】



【図4. 情報区分ごとの内訳 ～特定事業所～】



イ 先進技術を活用した課題解決策の案（問2）

先進技術を活用した課題解決策の案について、都道府県、消防本部及び特定事業所問わず課題として認識していた「災害の拡大予測」についてみると、災害の拡大を予測する前提として、各機関が映像やデータを共有することが重要視され、その上で、気象条件などを加味した予測システムを望む意見が多く認められました。（表4、5）

また、「事業所内の施設配置や発災場所へのルート」における課題に対しては、タブレットを活用した施設情報・ルートの共有や、ドローンからの俯瞰映像を共有することにより解決できるのではないかと意見が多く挙げられました。（表6、7）

【表4. 災害予測に関する課題と対策案 ～都道府県・消防～】

	内容	件数
課題	どのように拡大するのか把握することが困難である。	19
	過去の結果を参考としたもので、実災害の被害予測とは言えない。	1
対策	現在の気象条件や測定データ等を基に、拡大予測を行うシステムを望む。	15
	災害現場を映像で共有し、予測につなげる。	13
	映像や情報の共有により、専門家等から拡大予測について助言を得たい。	1

【表5. 災害予測に関する課題と対策案 ～特定事業所～】

	内容	件数
課題	どのように拡大するのか把握することが困難である。	22
	過去の事例を参考にしても予測には限界がある。	1
対策	現在の気象条件や測定データ等を基に、拡大予測を行うシステムを望む。	29
	映像及びデータを共有し、予測につなげる。	20

【表6. 事業所内の施設の配置や発災場所へのルートについて ~都道府県・消防~】

	内容	件数
課題	発災場所や施設の状況把握が困難である。	32
	案内がなければ発災場所に到着することが困難である。	14
	災害時の情報を考慮した安全なルートを把握することが困難である。	5
対策	タブレット等により情報を共有する。	34
	ドローン等による俯瞰的な映像を共有する。	16
	無人機等により自動で案内する。	2

【表7. 事業所内の施設の配置や発災場所へのルートについて ~特定事業所~】

	内容	件数
課題	到着する車両ごとに何度も同じ説明を求められる。	91
	夜間、休日など案内に充てるだけの人手が不足している。	37
	災害時の情報を考慮した安全なルートを把握することが困難である。	58
対策	タブレット等により情報を共有する。	138
	ドローン等による俯瞰的な映像を共有する。	7
	無人機等により自動で案内する。	4
	災害時の情報から安全なルートを算出するシステムを構築する。	2

さらに、石油コンビナート災害対応の現状とアンケートの結果から、主に次のような課題があることが確認できました。(表8)

【表8. 石油コンビナート災害対応に関する現状と課題】

現状	事業所の敷地が広大で、様々な施設が入り組んでいる。
課題	● 消防機関が到着するたびに、案内等の対応に追われ、事業所の初動が遅れる。
現状	プラントで取り扱う物質、施設の名称、作業工程等の専門性が高い。
課題	● 物質の危険性、消火方法、防護に必要な装備がわからない。 ● 事業所と行政機関で知識に差があるため、危険性の認識の共有が困難 ● 被害の予測、対応方針の立案が困難
現状	事業所と行政機関または行政機関どうしの情報の伝達が、通報、無線、FAX といった音声、文字情報で行われる。
課題	● 伝達のスピードが遅い。(リアルタイムの情報でない) ● 災害のイメージがわからない。 ● 物質名のわずかな言い間違い、書き間違いによって、誤った対応をしてしまうおそれがある。
現状	災害の規模が大きく、多くの部隊が出動する。
課題	● 被害の全体像の把握が困難 ● 死傷者の数、位置、重症度の把握が困難 ● 部隊の活動状況の把握が困難 ● 無線だけでは全部隊への確実な情報共有が困難 ● 大量の情報が指揮本部に流れ込み、重要情報の精査、情報の整理、アップデートが円滑にできない。

ウ 先進技術を災害対応に導入している事例〈問3〉（図5～8）

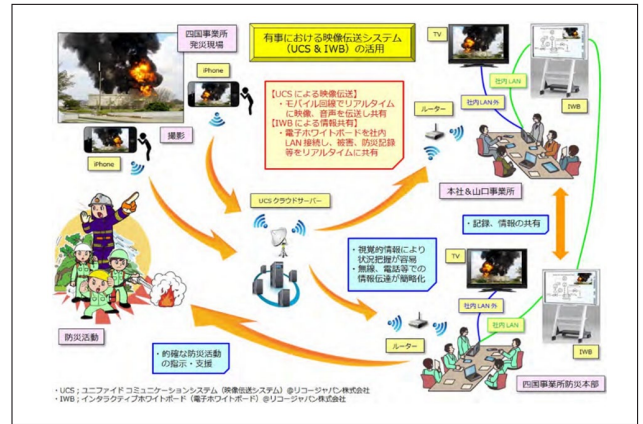
先進技術の導入状況については、ドローンやウェアラブルデバイスを活用している事例、画像情報共有システムを導入し、災害現場と指揮本部、あるいは災害現場と本社対策本部においてリアルタイムの情報共有をしている事例、大規模災害時にSIP4D（府省庁連携防災情報共有システム）を活用している事例などがありました。

なお、報告書本文には、他にも多くの事例を掲載していますので、参考にしてください。

【図5. ウェアラブルデバイス×画像伝送装置の活用事例】



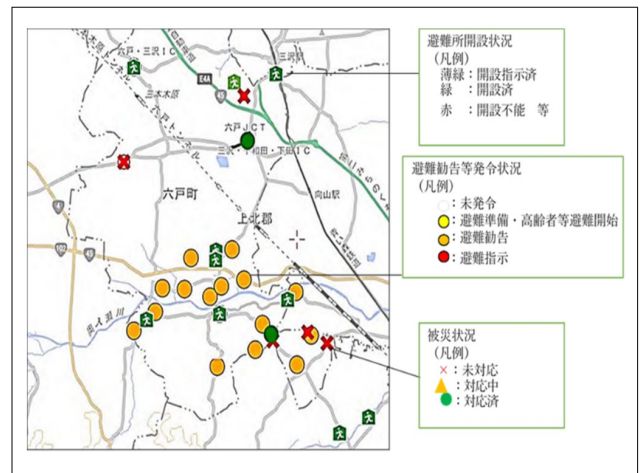
【図6. 映像伝送システム活用事例】



【図7. 状況把握のためのドローン活用事例】



【図8. SIP4Dの活用事例】



4 石油コンビナート災害対応の未来像と課題

(1) 石油コンビナート災害対応の未来像（図9）

都道府県、消防本部及び特定事業所における課題、ニーズを踏まえて検討を重ね、通常時（災害発生前）～災害対応時（災害最盛期）を4つのフェーズに分けて、先進技術を活用した石油コンビナート災害対応の未来像を提示しました。

通常時のプラントでは、IoT、各種センサー、ドローン、ロボットにより膨大なデータが常に集積され生産管理が行われるなどスマート保安体制が構築されており、事故が未然に防げる、早期発見される状況を描いています。また、配置人員の効率化やヒューマンエラー対策として、ウェアラブル端末やAR技術の導入も進んでいる状況となっています。

一方、災害が発生した場合は、その施設のデジタルツイン表示、またドローンによる俯瞰映像により、直感的・視覚的にも状況が把握でき、それをリアルタイムに消防機関とも共有できる状況を描いています。

消防機関が事業所へ到着した際には、発災プラントの各種データ、リアルタイム映像、ウェアラブル端末による負傷者情報等が瞬時に確認でき、発災場所へは、AIが選定した安全なルートを無人機が案内する状況となっています。

消防機関や自衛防災組織の防災活動中には、AIによる戦術提案や、ビデオ会議による専門家からのアドバイスが行われます。また、事業所周辺への影響を現場の状況とSIP4Dによって集約された情報に基づいてAIが予測し、都道府県、市町村が行う避難情報の発信を支援します。

発災直後から集約されたデータ、映像は、都道府県や消防庁とも共有され、各機関が一体となった防災体制が構築されている状況を描いています。

【図9. 石油コンビナート災害対応の未来像】



(2) 先進技術導入時の課題・留意点等 (表9)

先進技術を導入するにあたっての課題・留意点等については、将来的に重要な視点であることから、主なものを以下のとおりとりまとめました。

【表9. 先進技術導入時の課題・留意点等】

情報共有に関するもの

- ・ 情報を共有する際のデータのセキュリティ
- ・ 情報共有プラットフォームの持続的運用

AIに関するもの

- ・ データが少ない場合の機械学習や、戦術提案など定量化しにくい判断
- ・ AI活用における運用主体・判断責任

費用対効果に関するもの

- ・ 先進技術導入のメリットの明確化
- ・ 先進技術導入に係る規制上のインセンティブ

将来的に開発の必要があるもの

- ・ 過酷な環境に耐えうるロボット、電源、ネットワーク
- ・ 自律的な運行ができるドローン
- ・ 超高解像度で映像が撮影できる衛星
- ・ 防爆型で低コストかつ操作性の良い機器

人材に関するもの

- ・ 先進技術を活用できる人材育成
- ・ VRによる教育訓練

企業参入に関するもの

- ・ ベンチャー企業やスタートアップの参入
- ・ 先進技術導入に係るガイドラインの作成

5 おわりに

本検討会を通じて、目指すべき目標イメージとしての石油コンビナート災害対応の未来像及び課題等について整理した結果、石油コンビナート災害対応への先進技術活用の方向性は以下のとおりと考えられます。

- ✦ 先進技術により、災害対応時の情報を容易・迅速・正確に共有することが可能となる。
- ✦ AI、ドローン、ロボット等の活用により、困難な活動を支援することが可能となる。
- ✦ 本調査の活用事例のような、先進事例の共有・普及が重要である。
- ✦ 生産現場においてもIoTやAI等の先進技術を導入し、安全性と効率性を向上させる「スマート保安」が進められており、この技術や機能を災害対応に延長することで、相乗効果が生み出される。
- ✦ 先進技術の開発は加速度的に進んでいるため、それらを円滑に導入する方策を講じることが重要であり、ベンチャー企業やスタートアップ企業の参入等の動きを促進することが効果的である。

消防庁としては今後、本検討会で得られた結果を踏まえ、ニーズが高く、かつ実現可能性が高い分野を中心に、消防庁が中心となって掘り下げていくべき課題と解決策について検討していきたいと考えています。

また検討に際しては、平時の生産管理や保安管理システムとの接続性も考慮すべきと考えています。

本検討会が提示した未来像が関係者の将来ビジョン形成の一助となることを心から期待し、本稿を締めくくりたいと思います。