

先進技術を活用した石油コンビナート災害対応に
関する検討会報告書

令和２年３月
消防庁特殊災害室

目次

1	検討会の概要	1
1.1	検討会設置の背景・目的	1
1.2	検討会委員名簿（座長・座長代理以外は五十音順）	2
1.3	検討経過	3
2	石油コンビナート災害対応時の課題・ニーズ	4
2.1	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	4
2.1.1	アンケート調査の概要	4
2.1.2	アンケート調査結果	5
2.2	まとめ	18
3	先進技術の活用事例	20
3.1	行政機関における先進技術の活用事例	20
3.2	事業所における先進技術の活用事例	33
3.3	まとめ	53
4	災害対応の未来像と課題	54
4.1	災害対応の未来像	54

4.2 課題・留意点	58
5 おわりに	60
6 参考資料	61
第1回検討会資料	61
第2回検討会資料	82
第3回検討会資料	116
第4回検討会資料	123

1 検討会の概要

1.1 検討会設置の背景・目的

東日本大震災の教訓を踏まえ、我が国においてはあらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波を想定した防災対策の推進が行われており、とりわけ我が国で発生する最大級の地震である南海トラフ地震や首都直下地震などは極めて大きな被害が懸念されているところである。また、この他にも近年激甚化・頻発化する風水害など多様な災害に備えていく必要がある。

このような大規模災害の発生時には多量の危険物・高圧ガスを取り扱う石油コンビナートにおいても、ひとたび火災等が発生した場合には甚大な被害となることも予想され、その際には、災害の実態を迅速かつ的確に把握し、限られた人員、資機材を活用し、正しい状況判断に基づいた対応が求められるが、対応する者の能力には限界がある一方で、その人材の育成・ノウハウの継承には困難も多く、関係者において懸念されている状況にある。

一方、正確な情報を迅速に収集する IoT、3D 解析技術や、的確な状況判断を行う AI 等の先進技術の発展はめざましく、さまざまな分野で保安対策、ヒューマンエラー対策に活用されつつあり、災害対応においてもこれらの先進技術の活用により大きな効果を上げることが期待できる。

このため、石油コンビナート災害における事業所、都道府県、消防機関の対応を、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、これに基づいた先進技術の導入及び活用方策を検討し、概ね 5G 技術が普及した程度の近い将来を想定して、石油コンビナート災害対応の未来像を提示することを目的として「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」を開催した。

1.2 検討会委員名簿（座長・座長代理以外は五十音順）

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	臼田 裕一郎	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
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 くらし安全防災局 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 建治郎	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
委員	山本 政樹	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員

オブザーバー

組織名	部署
警察庁	警備局 警備運用部 警備第二課
厚生労働省	医薬・生活衛生局 医薬品審査管理課 化学物質安全対策室
国土交通省	港湾局 海岸・防災課 危機管理室
海上保安庁	警備救難部 環境防災課
環境省	水・大気環境局 総務課
全国消防長会	事業部 事業管理課

1.3 検討経過

	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)

2 石油コンビナート災害対応時の課題・ニーズ

2.1 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

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、特定事業所、石油コンビナート等特別防災区域の存する消防本部、都道府県が、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った。

2.1.1 アンケート調査の概要

調査対象	消防本部	9 1
	都道府県	3 3
	特定事業所	6 6 7
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	・災害発生時の課題について	
	・先進技術を活用した課題解決策の案について	
	・現に先進技術を災害対応に活用している事例について	

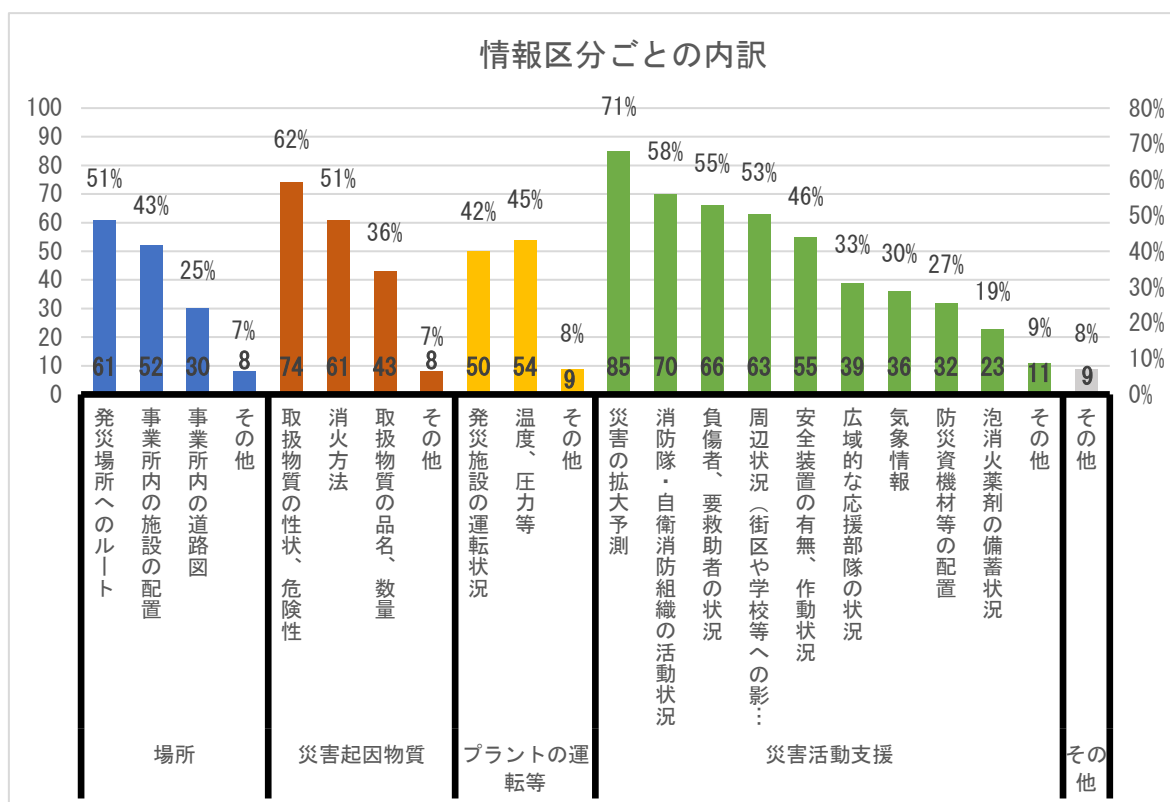
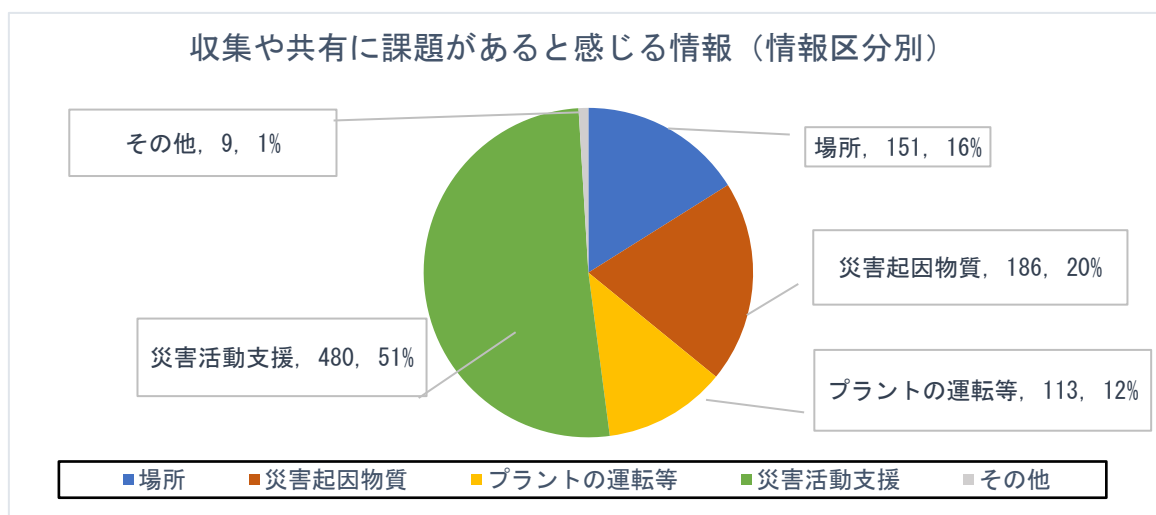
※アンケート調査票は第 2 回検討会資料 3 別添 1（P87）を参照

2.1.2 アンケート調査結果

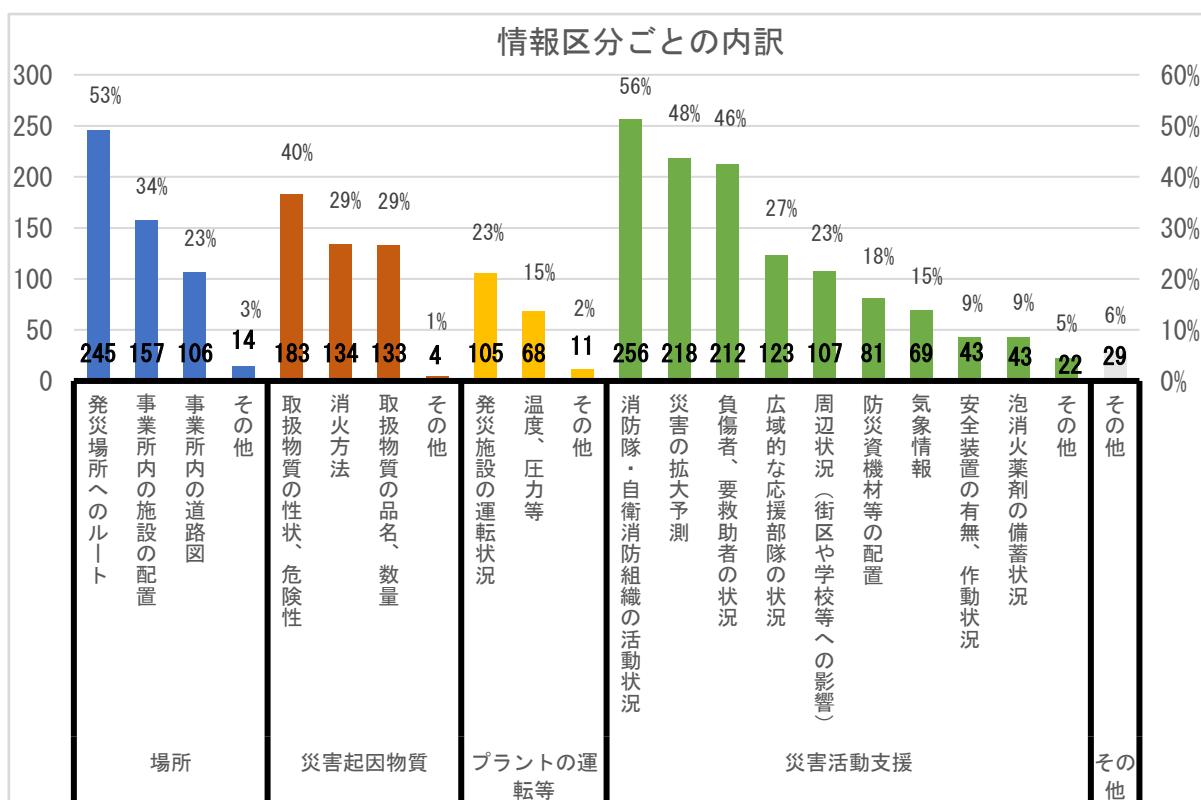
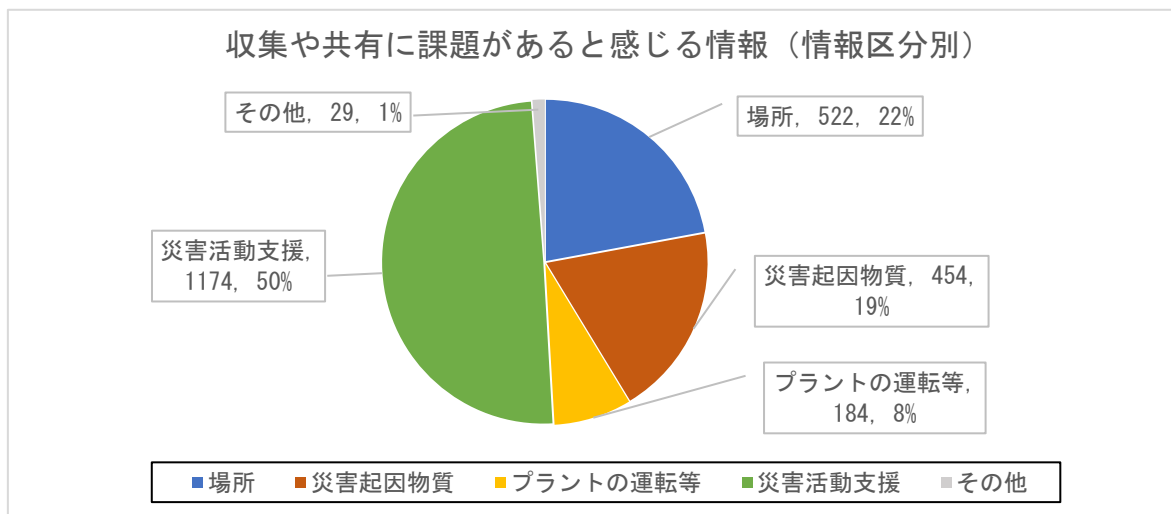
回答数	消防本部	88	(回収率97%)
	都道府県	32	(回収率97%)
	特定事業所	458	(回収率69%)

【問1 集計結果】

(1) 都道府県・消防機関



(2) 特定事業所



2【問2集計結果】

(1) 「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・消防機関からの主な回答

	内容	件数
課題	発災場所や施設の状況把握が困難である。	3 2
	案内がなければ発災場所に到着することが困難である。	1 4
	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

	内容	件数
対策	タブレット等により情報を共有する。	3 4
	ドローン等による俯瞰的な映像を共有する。	1 6
	無人機等により自動で案内する。	2

○特定事業所からの主な回答

	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。	9 1
	夜間、休日など案内に充てるだけの人手が不足している。	3 7
	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 8

	内容	件数
対策	タブレット等により情報を共有する。	1 3 8
	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
	災害時の情報により安全なルートを算出するシステムを構築する。	2

(2)「取扱物質の性状・危険性」について

○都道府県・消防機関からの主な回答

	内容	件数
課題	物質の性状や危険性が不明である。	24
	物質の性状や危険性を早期に共有できない。	4

	内容	件数
対策	物質の性状、危険性、対応方法等について情報を共有する。	25
	物質についてデータベースを構築する。	4
	専門家にリアルタイムでアドバイスを求められるシステムの構築。	2

○特定事業所からの主な回答

	内容	件数
課題	物質の性状や危険性を把握するのに時間を要する。	28
	何度も説明を求められる。	20
	受託品又は、多種多様であるため、事業所においても危険性が不明である。	12

	内容	件数
対策	物質の性状、危険性、対応方法等について情報を共有する。	75
	物質についてデータベースを構築する。	10

(3)「消火方法」について

○都道府県・消防機関からの主な回答

	内容	件数
課題	消火方法の決定に時間を要する。	7
	消火方法等の情報について、各隊に周知し、共有することが困難	5

	内容	件数
対策	最適な消火方法を提示してくれるシステムの構築	5
	消火方法、タンクの状態、現在の消火活動の効果等を可視化して共有する技術	16

○特定事業所からの主な回答

	内容	件数
課題	効率的に消火方法を把握し、伝達することが困難である。	12
	消火設備の設置状況等についての説明に苦慮する。	4

	内容	件数
対策	タブレット端末等により、消火方法についての情報を共有する。	23
	最適な消火方法を提示してくれるシステムの構築。	8
	ドローン、ウェアラブル端末を活用した現場状況の可視化と共有	9

(4)「負傷者・要救助者の状況」について

○都道府県・消防機関からの主な回答

	内容	件数
課題	負傷者等の正確な情報が把握できない。	1 1
	負傷者の正確な位置が把握できない。	2
	除染等の応急措置方法が不明である。	1

	内容	件数
対策	リアルタイムで更新されていく情報を共有する。	6
	画像による情報を共有する。	6

○特定事業所からの主な回答

	内容	件数
課題	負傷者等の正確な情報が把握できない。	2 3
	除染等の応急措置方法が不明である。	1 2
	負傷者の位置が明確に把握できない。	1 0

	内容	件数
対策	画像により情報を共有する。	1 5
	リアルタイムで更新されていく情報を共有する。	1 1

(5)「消防隊・自衛消防組織の活動状況」について

○都道府県・消防機関からの主な回答

	内容	件数
課題	各々の活動状況を把握することが困難である。	2 1
	音声だけでは、誤認等が生じる可能性がある。	2
	事業所の自衛消防組織や、海上保安署との連携について不安が残る。	2

	内容	件数
対策	各隊、各個人の位置情報により把握する。	1 6
	各機関とのリアルタイムな情報の共有が必要である。	1 6
	映像による情報の共有が必要である。	1 6

○特定事業所からの主な回答

	内容	件数
課題	各々の活動状況を把握することが困難である。	1 3

	内容	件数
対策	各機関とのリアルタイムな情報の共有が必要である。	4 8
	映像による情報の共有が必要である。	4 0
	上空から俯瞰的に把握する。	6

(6)「災害の拡大予測」について

○都道府県・消防機関からの主な回答

	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。	1 9
	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

	内容	件数
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。	1 5
	災害現場を映像で共有し、予測につなげる。	1 3
	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

○特定事業所からの主な回答

	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。	2 2
	過去の事例を参考にしても予測には限界がある。	1

	内容	件数
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。	2 9
	映像及びデータを共有し、予測につなげる。	2 0

(7)「周辺状況（街区や学校等への影響）」について

○都道府県・消防機関からの主な回答

	内容	件数
課題	周辺への影響について把握することが難しい。	10
	付近住民への広報等へ展開できない。	4

	内容	件数
対策	リアルタイムで災害現場の情報が必要である。	6
	上空からの映像が必要である。	5
	影響範囲の予測情報を提示できるシステムの構築	1

○特定事業所からの主な回答

	内容	件数
課題	周辺に与える影響の大小が分からない。	11
	避難場所や道路状況など周辺事業所の状況をリアルタイムで把握したい。	4
	隣接した街区への効果的な広報	4

	内容	件数
対策	各機関が収集した情報を集約するシステム	6
	事業所内だけでなく、周辺の建物や地図も含めてデータ化する。	5

3【問3集計結果】

・効果的な取組事例

組織	内容
都道府県	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模災害時におけるＩＳＵＴの活動と、防災科学技術研究所のＳＩＰ４Ｄ利活用システムの活用
	<ul style="list-style-type: none"> ・平成30年度～令和4年度を期間として、国立研究開発法人が中心となり、「災害・事故に起因する化学物質リスクの評価・管理手法の体系的構築に関する研究」に取り組んでおり、これに協力して、石油コンビナート防災関係の情報提供を行っている。この研究プロジェクトでは、災害・事故に起因する化学物質リスクについて取り組まれており、環境の視点から災害・事故に伴う環境保全場の支障に対処する方法について、監視、予測、評価及び対応力の諸問題に体系的に取り組むことにより、環境科学としての新たな領域を創出するとともに、科学的成果を広く活用可能とするための情報基盤の提示を目指している。 ・ＡＩによるＳＮＳ情報収集サービスを使用している。 ・ドローンで撮影した映像を県の災害対策本部のモニターで閲覧できるようにシステム改修を進めている。
消防機関	<ul style="list-style-type: none"> ・各指揮隊にタブレット端末を配備し、現場状況をリアルタイムで情報共有している。 ・ドローンを導入しており、空撮による火災現場全体像の把握が可能である。また、現場画像伝送機能により、情報指令課との情報共有が可能となっている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・現在では、隊員のウェアブルカメラの映像及びドローンによる上空からの映像を現場の指揮本部及び警防本部に画像伝送装置により共有している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・危険な状況下での放水活動を行うために、災害協定を締結しているイームスジャパンの協力を得て、無人放水車両での消火活動が可能である。
	<ul style="list-style-type: none"> ・タブレットに特定事業所の配置図、取扱う物質の物性表及びプラントの詳細図等のデータを登録して各中隊に配布している。 ・特別高度救助隊の資器材としてドローンを配備している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・県石油コンビナート等総合防災訓練において、当消防本部が保有する無人航空機を活用した被害情報収集訓練を計画している。この訓練検証を基に、今後の石油コンビナート災害に対応する先進技術を研究していきたい。また、今後は、通常災害時において各小隊長に装備させているウェアブルカメラの画像を、現場指揮隊及び消防本部通信指令室へ画像伝送させるシステムの構築が必要である。

消防機関	<ul style="list-style-type: none"> ・災害の情報収集方法の一つとして、ツイッターの投稿をＡＩで分析し配信する情報サービスを活用している。 ・ドローンを導入し、災害の情報収集に活用している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・危険物の飛散による消防隊員の受傷を防ぐため、産官学連携によりプラント火災用防火服を開発し安全管理を図った。 ・発災場所に接近することなく災害状況を確認するために、ドローンを活用しているが、防爆型仕様のドローンが存在せず、今後の課題である。
	<ul style="list-style-type: none"> ・危険物施設の爆発等の危険要因から消防隊員の位置を把握するため、ＧＰＳ機能を搭載した消防無線機を導入し、パソコンによる「消防隊員位置管理システム」を活用した対策をとっている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・指揮隊に情報共有タブレットを配置し、所轄指揮隊以外の応援指揮隊が主となり、タブレット端末を利用し災害現場の状況を静止画もしくはリアルタイム動画で配信し、消防本部（指令センター）・現場消防本部間の情報共有化を図っている。 ・災害現場上空から各種カメラ（動画・静止画・赤外線カメラ）を用い、情報収集等を実施し、現場指揮活動等の補助的役割を担うことを主任務とする無人航空機（ドローン）の運用を行っている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・火災や大規模地震発生時の設備被害状況把握、危険で近寄れない場所での負傷者確認、液状化・津波状況の確認等を目的に無人航空機（ドローン）を配備している。 ・ドローンにて得た情報についても上記同様、情報共有できればと考える。
特定事業所	<ul style="list-style-type: none"> ・災害活動支援として、ドローンの空撮による災害現場等の全体像把握を実施している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・南海トラフ級大地震発生時の現場被災状況の早期確認のため、市販のドローンを活用している。（ドローン画面表示・制御アプリ動作のスマートフォンより事業所本部や本社に現場災害状況のリアルタイム伝送を実施している） ・従業員個人配布のスマートフォンにより、現場と本部の各種情報の交換・共有が迅速に可能。
	<ul style="list-style-type: none"> ・災害発生時にドローンによる映像収集を行い、リアルタイムで防災本部および現場指揮所にて確認できる資機材を検討。
	<ul style="list-style-type: none"> ・弊社では火力発電所における設備パトロールの自動化にむけて、ドローン等を活用した技術開発に取り組んでいる。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ウェアラブルカメラおよびタブレットを使用し、現地と防災本部間で映像の送受信を行っている。

特定事業所	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス検知用赤外線カメラによりガス漏洩状況が確認できるシステム導入を検討している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・当事業所では現在、災害発生時に本社、他事業所とスマートフォンで撮影したリアルタイムの映像、電子ホワイトボードの情報共有が行えるようにしており毎年訓練も実施している。また、ドローンによる画像伝送についても導入を検討している。 ・日常点検時及び災害発生時に使用可能なタブレット端末の導入を検討している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・東芝インテリジェントビューアを購入し、発災場所の映像を対策本部に送信し、対策本部より指示を出せるよう試行を開始している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・消防機関に「危険物施設等に対する消防活動支援指針に係る情報提供資料」（「施設配置図」「事業所詳細図」「水利状況図」「取扱物質の物性表」）をCD-Rにして届出を行っており、緊急出動後、到着までに事業所内の情報を把握し、迅速な行動が可能
	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローンを使用した情報収集試験を実施し検討中である。また、公設消防との合同訓練時にも実施した実績がある。
	<ul style="list-style-type: none"> ・スマートグラス（ウェアラブルカメラ）を導入して、防災訓練にて使用中。効果的な活用を目指している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・タブレット端末を使用し、非常対策時の本部（部屋）と現場とのやり取りを映像で見ながら連絡を行なっている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・本社と現場との情報共有は、クラウドを用いてリアルタイムに行っている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、保安パトロール員は、映像が配信できる「防爆 iPhone」を導入し携帯している。コントロールセンターとの連絡以外に、災害発生時に自衛消防隊現場本部と事業所緊急対策室本部間で、現場映像を共有し災害の拡大防止・消火活動に活用できる。また、消防機関への情報提供ができる。 ・プラント・配管等設備の維持管理のための定期保守点検において、ドローンの導入を検討している。 ・構内図面の3D化の導入を検討している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・インターネット経由でのテレビコミュニケーションシステムを導入し、前線の情報を本部に送る取り組みを開始した。インターネット経由のためルーターがあればつながるところであれば室内でも現場の情報を送ることができる。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローン活用による設備点検を実施している。 ・ピンポイント気象観測機活用による気象観測を実施している。

特定 事業所	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローンや360度カメラの映像を活用している。 ・製造プラントや屋外タンク保有状況を工場正門で見える化を実施している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・構内入口ゲート付近にデジタルサイネージを設置し、入構する人・車両に情報提供を行えるように設置を計画している。有事の際もデジタルサイネージ画面を見れば必要とする情報提供が可能となる。 ・可搬式カメラをテスト導入し、装置の監視強化が可能か確認テスト作業を行っている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・災害現場へタブレットを持参し、スカイプによる映像を通信指令室へ送っている。
	<ul style="list-style-type: none"> ・発災時は防災本部（中央制御室）、災害現場、正門に人員を配置して活動を行うため、各部署で現状の情報の共有化を図れる「双方向電子黒板」を導入した。
	<ul style="list-style-type: none"> ・災害時の情報共有を円滑に行うため、①発災現場（iPad）、②事業所の防災本部（PC）および、③現地対策本部（PC）、④アクセスポイント（PC）の4拠点について、クラウドを使用した画像伝送システム（バイシンク社製）で接続して情報共有できる仕組みを導入した。 ・災害時に有効に情報を入手するため、可視光および赤外線カメラを搭載したドローンの導入を検討している。 ・有事に工場外に避難する際、自動で顔認証を行うことにより、工場に残っている人員を直ちに正確に把握できるシステムについて、導入を検討している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛防災組織下にある情報通信班を用いて発災現場と現地対策本部（本部隊長）において、映像をビデオ通話を通じて共有している。
	<ul style="list-style-type: none"> ・今後、製造所等における非防爆携帯型電子機器導入を検討している。 ・製造所エリアでタブレットを使用できるようにし、災害発生時にも製油所のデータ等、利用し情報提供、映像発信を行う。 <ul style="list-style-type: none"> * 映像での通信：災害対策本部⇄現地指揮本部。 * 映像での説明：消防本部指揮隊長、その他関係機関。 ・発災時のガス拡散シミュレーションソフト技術導入を検討し、近隣住民の避難等に活用していきたい。また、全ての人に対し「人命第一」の行動指示を目指す。 ・ドローン有効利用のためのガイドラインを作成し、導入を検討している。（ドローン購入 or 撮影依頼）

特定事業所	・ 画像情報共有化システム（BlueJeans：インターネットを利用した画像情報の共有化システム）の導入により、ＰＣ、スマートフォン、タブレットを活用し、本社 ⇄ 事業所で、リアルタイム画像の共有化が可能となった。
	・ iPhone を用いて画像転送を行い、災害現場⇄弊社内の対策本部（本社含む）の情報共有を行っている。
	・ 防災本部及び発災現場にて閲覧できるように、防災資料の電子ファイル化を進めている。
	・ 固定無線アクセス（FWA）を用い、事業所内に無線ネットワークを構築し、広域災害時でもデジタル通信が可能になっている。 ・ 無線ネットワークにてビデオ会議システムが稼働しており、防災本部と発災現場で防災対策会議を行うことが出来る体制となっている。

2.2 まとめ

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、際して主に次のような課題があることが確認された。

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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

以後、先進技術の実際の導入状況や、ドローン、AI、5 G 等の専門家の最先端の知見も踏まえながら、石油コンビナート災害対応の未来像について検討することとした。

3 先進技術の活用事例

実現可能な未来像を描くため、アンケート結果をもとに、すでに行政機関や事業所で導入されている先進技術について調査を行った。

3.1 行政機関における先進技術の活用事例

青森県

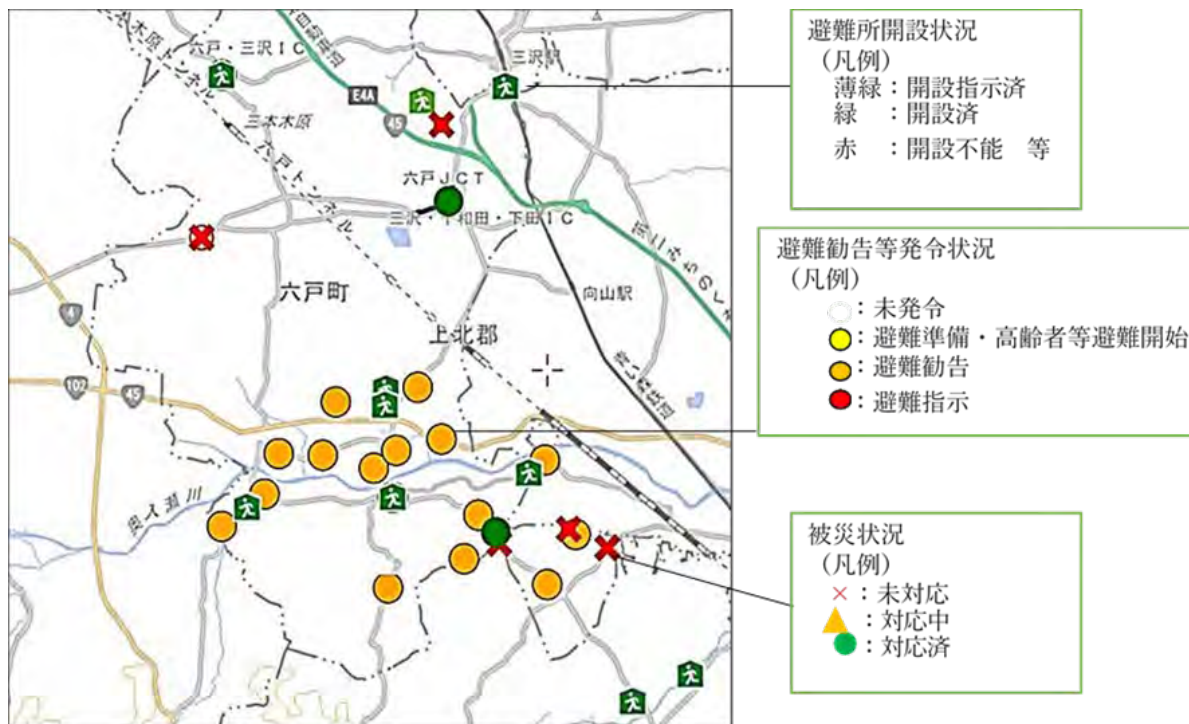
➤ 大規模災害時における SIP4D¹（基盤的防災情報流通ネットワーク）の活用

○取組概要

災害時には、関係機関との連携した災害対策活動を実施することが重要であることから、関係機関と被害情報等の共有を図るため、国立研究開発法人防災科学技術研究所の協力を得て、同研究所が研究開発している「SIP4D 利活用システム」を活用した被害情報共有の実証実験を県下市町村、県内消防本部、近隣道県等と実施しているところである。

下図は、本県が訓練の企画立案・統制を含む実施支援を行った六戸町災害対策本部図上訓練において、プレイヤーが同システムを活用し、被害情報、避難所開設情報、避難勧告等発令地区等を入力し、地図に表示した状況である。

（今年度は同様に深浦町においても図上訓練を実施）



¹ SIP4D: Shared Information Platform for Disaster Management

○取組の効果と今後の課題

同システムにより、電子地図上で、被害情報、措置状況及び避難所開設情報等の可視化とリアルタイムでの情報共有が可能となり、関係機関との迅速かつ的確な情報共有ができることが証明された。

今後も訓練等実証実験を続けながら、県が運営する防災情報システムの改修に向けた要件の整理及び情報集約の運用に係る整理を進めていく予定である。

防災科学技術研究所：SIP4D 情報公開サイト <https://www.sip4d.jp/>（最終閲覧日：2020年2月）

防災科学技術研究所：SIP4D 利活用システム <https://ecom-plat.jp/k-cloud/>（最終閲覧日：2020年2月）

名古屋市消防局

➤ ウェアラブルカメラによる画像伝送

○取組概要

当機関では、警防本部直轄の消防隊ヘルメットにウェアラブルカメラを取付け、出動先の災害状況等を市役所警防本部へリアルタイムに動画を送信する仕組みを導入した。



【画像伝送装置 隊員側一式】

【防火帽にウェアラブルカメラを取付けた状況】

○取組の効果と今後の課題

災害現場の映像は、従前から消防へり、ドローンの画像伝送、指揮隊員保有のタブレットからの静止画伝送を利用して、市役所警防本部へ災害状況把握として使用してきた。

平成30年度に導入したウェアラブルカメラと画像伝送装置（音声送受信可）により、現場指揮本部が保有する情報、及び消防隊の活動内容について市役所警防本部がリアルタイムに状況把握が可能となった。

また、ウェアラブルカメラを隊員の防火帽に取付けたことにより、カメラ機器を手に持つなどの負担無く撮影、及びハンズフリー音声の送受信可能となり状況を動画中継すること

が可能となった。さらに、動画を記録することにより、活動検証に利用するなどの運用も可能である。

以上のことから、市役所警防本部によるリアルタイム情報収集とマスコミ情報提供、現場危険事項に対する助言などの補完的対応を市役所警防本部がおこなうことにより、災害現場と市役所警防本部が一体となった災害の掌握が可能となった。

今後、警防本部以外に各消防署への動画閲覧可能にすることにより、待機小隊への情報共有、災害が減っている現状において災害現場の映像を見ることによる経験値向上など検討している。



堺市消防局

➤ タブレットを用いた特定事業所に関する電子データの活用

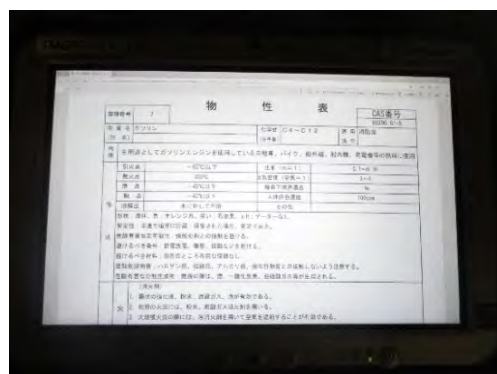
○取組概要

当局では、あらかじめ公設消防隊が情報を所有することで円滑な活動を図るため、特定事業所等に対して施設及び水利の配置状況や取扱物性表の提出を求めており、「危険物施設等に対する消防活動支援指針」として運用している。

また、前述の情報を現場指揮用情報端末（以下タブレット）で参照できるようにしている。



【タブレット】



【タブレットによる物性の表示】

○取組の効果と今後の課題

タブレットは指揮隊等の現場指揮に携わる部署に配備されており、石油コンビナート災害における現場指揮本部で活用されている。



【タブレット操作の様子】

姫路市消防局

➤ ①消防隊員位置管理システム

○取組概要

当局では、平成 24 年 9 月に発生したアクリル酸製造設備の爆発火災事故を教訓に、消防隊員の安全管理を強化するため、「消防隊員位置管理システム」及び「化学プラント火災用防火服」を導入・開発した。

① 消防隊員位置管理システム

石油コンビナート災害等での屋外における災害現場で、危険要因からの安全な距離の確保や退避などの指示を行い、消防隊員の安全管理を図るために、現地指揮所において隊員の位置情報を GPS 機能付きの署活系無線機を活用した「消防隊員位置管理システム」を構築している。



隊員が所持する移動局を開局すると同時に GPS 情報が発信され、受信用移動局にてその GPS 情報を取得し、PC の地図上に表示することができる。PC での表示は、位置だけでなく、隊名も表示される。また、移動局にはエマージェンシー通知機能も備えており、緊急情報も表示可能。



また、受信用の PC では、特定事業所の構内図、各種警防計画等、現場活動に必要な情報が保存されており、GPS の位置表示と各種図面を並列で表示することも可能である。システムの導入により、石油コンビナート災害をはじめとする、隊員の安全管理が特に必要な災害現場において、安全管理の可視化、効率的な現場活動、的確な指示等が可能となり、消防隊員の安全管理が図られた現場活動に繋がった。

今後は、隊員の GPS 情報をより短時間で正確に把握できるよう、システムの改修を検討している。

➤ ②化学プラント火災用防火服

○取組概要

通常の建物火災における防火服としての性能を維持しつつ、さらに耐化学薬品性能及び耐燃焼付着物性能を向上させ、化学薬品飛散物の瞬時浸透を防ぎ、浸透時間を遅延させ、防火服の脱衣時間を稼ぎ、安全域へ退避後、迅速かつ容易に着脱可能な防火服を開発した。



この防火服は、耐化学薬品性能及び耐燃焼付着物性能の高いアルミ蒸着生地を採用した。一方で、アルミ蒸着生地を採用することで、外的要因である熱や化学薬品等の影響は少なくなるものの、防火服内部では熱が放出しにくくなり、蓄熱によるヒートストレスが増して、快適性・運動性が損なわれることになる。よって、防火服上衣の上に着用するアルミ蒸着生地製のベストを制作し、重ね着するデザインとした。このベストは、火災種別によって着用するようにし、化学プラント工場火災や危険物施設火災では着用、建物火災や林野火災では着用しない等の使い分けができるようにしている。また、防火服の上衣には、ベストでは保護することができない肩から上腕部にかけての必要最小限の部分にアルミ蒸着生地を採用することとした。

なお、防火服に燃焼した化学薬品飛散物等が付着した場合に備え、ベストは正面で閉じるためのチャックは設けず、防火服上衣の表地とボタンで留める構造にすることで、防火服上衣と同時にベストも脱ぐことができるため、脱衣の時間短縮が図られ、化学薬品等の浸透から隊員の身体を保護できるよう考慮されている。



防火帽についても、内装材を従前の発泡スチロール製から難燃ウレタン製に変え、耐火性能を向上させている。合わせて、防火帽に取り付けるシールドに曇り止め加工を施し、より安全な活動を確保できるものとしている。

姫路市消防局

➤ ③化学プラント火災用防火服

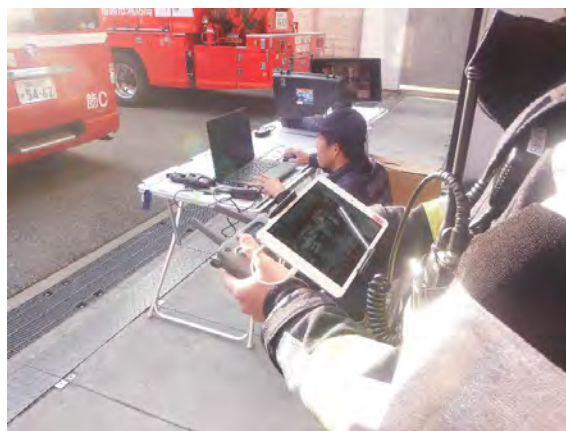
○取組概要

指令システムの更新に合わせ、ドローンを導入。3隊の指揮隊に1基ずつの計3基を配置し、災害現場での情報収集に活用している。

運用については、「無人航空機運用マニュアル」を作成し、外部研修等を通じ、10時間以上の飛行訓練を積んだものを操縦士として養成している。



【ドローン機体 (DJI MAVIC 2)】



【iPad を使用したプロポ】



【AppleTV 及び受信用モニター】



【太陽光発電機】

ドローンで撮影した動画や画像は、AppleTV を通じて、受信用モニターにてリアルタイムに表示させることができる。

また、受信用のモニターは屋外での使用も考慮し、太陽光発電による給電も可能となっている。

今後は、防爆エリアや気象条件による運用の課題、赤外線カメラの搭載等さらなる検討が必要と考えている。

福岡市消防局

➤ タブレット端末及びドローンの活用による情報収集体制の確立

○取組概要

- ・ 特別防災区域等による出動体制（第 1 出動で指揮隊 3 隊含む計 31 台， 1 機， 1 艇）
- ・ 消防ヘリでヘリテレによる映像共有及び市・県への情報配信
- ・ 指揮支援システムを活用した現場映像送信及び映像の共有化等

①映像送信装置(小型タブレット端末)で本部(指令センター等)へ映像送信，共有を図る

②各指揮隊に配置しているタブレット端末で映像受信，各種警防計画等の資料閲覧

- ・ ドローンの活用

(大規模火災等又は現場最高指揮者の求めにより局長が必要と認める場合に出動)

①各種カメラ(動画・静止画・赤外線カメラ)を用いた情報収集等を実施し，現場指揮活動等の補助的役割を担う。

②従来の動画配信システム(上記のタブレット端末を活用した動画配信)を活用したドローンの映像共有（指令センター、市役所等の関係部署）



○取組の効果と今後の課題

（消防活動への効果）

- ・災害現場の映像による可視化及び映像共有により，災害全容の把握や今後の危険予測につなげる。
- ・ドローンやヘリテレの赤外線カメラにより，消防活動の効果の確認やその後の活動における情報収集を行う。

（今後の課題）

- ・ドローンやヘリが飛行できない場合の代替方法の確立の必要あり。



➤ タブレット端末及びドローンの活用によるリアルタイム情報共有

○取組概要

当機関では各指揮隊にタブレット端末を配備し、現場映像を用いた情報収集を行っている。撮影した映像は、情報指令課との情報共有が可能となっている。【写真1】

また、消防隊員が近づくことが困難な危険区域での情報収集活動や、詳細な現場映像による効果的な消防活動を行うため、消防活動用ドローンを導入している。【写真2】

撮影した映像は、現場画像伝送機能により、情報指令課との情報共有が可能となっている。【写真3】



【写真1】



【写真2】



【写真3】

○取組の効果と今後の課題

平成31年度のタブレット端末導入から、迅速かつ効果的な情報収集を行うことができ、現場指揮所及び情報指令課の情報共有がスムーズになっている。【写真4】

林野火災においてドローンを活用し、現場空撮により広範囲に延焼した範囲を把握することができた。【写真5】



【写真4】



【写真5】

➤ 無人走行放水車両による消火活動の実施

○取組概要

平成31年2月14日に、イームズジャパン株式会社と災害時等における無人機による情報提供及び活動に関しての協定を締結する。その中の1つが無人走行放水車である。

災害現場において必要と判断した場合に消防からの要請により、現場までの搬送及び操作をイームズジャパン株式会社が行う。

年に一度、合同訓練を行っており、災害現場での有効性を確認している。

放水圧力は1MPaまで対応、タイヤの種類は現場に応じてキャタピラ、オフロード、舗装専用の3種類に履き替えることができる。



【無人走行放水車】



【輸送トレーラー】

○取組の効果と今後の課題

危険物施設等で受傷危険が想定されるような活動において、有効な消火活動を行うことができる。

今後も訓練及び検証を繰り返し、イームズジャパン株式会社の協力を得て、より良いものへと発展させていきたい。



➤ ドローンを活用した災害状況・被害情報の収集及び現場指揮運用

○取組概要

当本部では、管内にある国家石油備蓄基地で行われた、令和元年度県石油コンビナート等総合防災訓練（地震想定）において、初の試みとして、本部が所有する無人航空機（以下ドローン）を活用し、災害状況の確認及び情報収集並びに、これらの情報統制を基にした現場指揮運用訓練を実施した。

この取組みは、ドローンを活用し災害現場を空域から俯瞰的に捉え映像化することで、指揮本部における関係機関との連携強化及び、情報の一元化を図ることを目的としたものである。

現場指揮本部に設置した、大型モニターのドローン画像により災害状況を把握し、関係機関（県、市、基地関係者、警察、海上保安部等）と協議をして、連携した指揮運用訓練を実施した。

ドローンによる訓練内容にあつては、基地内及び基地外海域での油漏れ状況確認、地震発生時における負傷者・逃げ遅れ者の搜索、火災発生時の火災性状監視等である。



【ドローン部隊の投入】



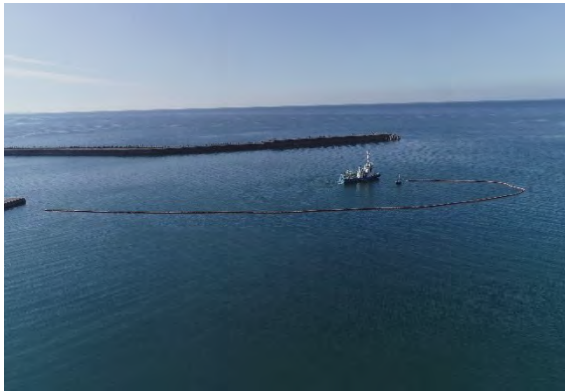
【現場指揮本部】



【ドローン離陸】



【海域における被害状況確認】



【油流出確認】



【関係機関との連携】



【逃げ遅れ者の搜索・場所の特定】



【火災性状監視】

○取組の効果と今後の課題

・取組の効果

(1) 大型モニターで映し出されたドローン画像により、指揮本部に詰める関係機関が、同時進行で現状把握することで、組織枠を超え連携のとれた指揮運用を図ることができた。

※海域での油漏れ想定に対し、瞬時に海域上空に達することで、現場指揮本部において、迅速な災害状況把握が可能であり、海上保安部巡視船及び備蓄基地が保有する油回収船への情報提供が的確になされた。

(2) 地震による津波想定で逃げ遅れた要救助者を搜索し、的確な位置を確認することができた。

※現場環境の状況では、即時進入困難な場所においても、ドローンを使用して画像伝送をすることにより、正確な状況判断が可能になることを再確認した。

(3) 石油コンビナート施設等の火災は、火勢拡大及び爆発現象により容易に近づくことが出来ないため、初期段階での状況把握が困難となることが予想される。このような場合、ドローンによる災害状況確認が有効であると検証した。

・今後の消防活動への効果及び課題

現在、当本部においては、運用マニュアルに基づき災害現場での本格運用を開始しているところである。しかしながら、小規模消防本部であるが故の課題がみえていることも事実である。ドローン操縦士の育成・訓練及び現場活動時の警防人員不足からくる運用条件等である。ただ、災害活動時においての有効性は実証済みである。

実績としては、火災現場での指揮隊運用補助や火災原因調査及び、海岸線における水難捜索等である。なかでも、今年7月に本市で発生した集中豪雨による大規模水害の被害調査にあっては、絶対的な効果を発揮した。今後は、あらゆる現場で活用されることで、消防活動の有効なツールとなることが期待される。

3.2 事業所における先進技術の活用事例

鹿島石油（株）鹿島製油所

➤ 携帯端末による情報共有

当製油所では、事故・災害時や防災訓練実施時に現地の情報を防災本部へ映像伝送できるよう端末を活用し、現地指揮所と防災本部との情報共有や防災本部からの指示伝令を通信機器で行うことを目的に導入した。



現地指揮所からの映像を防災本部へ伝送

防災訓練実施風景



現地からの映像を防災本部の受信用パソコンを介し、モニター（写真背後）へ映す

○取組の効果と今後の課題

現地指揮所からの情報が防災本部（建屋内）へ映像伝送が可能となり、伝達・報告等確実な情報共有ができるようになった。また、現在は現地指揮所用の映像伝送を iPhone を使用し、防災本部の受信専用パソコンを介し映像を大型 TV モニターに伝送するシステムに変更したので準備と操作は簡単にはなったが、iPhone カメラの映像拡大等に限界が生じている。今後は、高性能カメラを搭載したドローンを導入し、上空からの映像伝送を検討している。

JFE スチール（株）東日本製鉄所（千葉地区）

➤ ピンポイント気象観測機による気象観測データの活用

○取組概要

弊社千葉地区では、集中豪雨や突風による冠水や設備破損の被害を最小限に抑えるため、アメダスの情報より現場に近い瞬時の気象情報や予測情報を得ることができるよう、工場敷地内、および工場隣地にピンポイント気象観測機（販売元：JFE コムサービス）を設置した。



○取組の効果と今後の課題

工場の瞬時の気象情報を得ることで、工場内道路の通行規制や設備を停止する目安として役立てている。今後は、台風や集中豪雨の降水量、風速等の予測、実績を活用し、今後の災害対策を検討する。

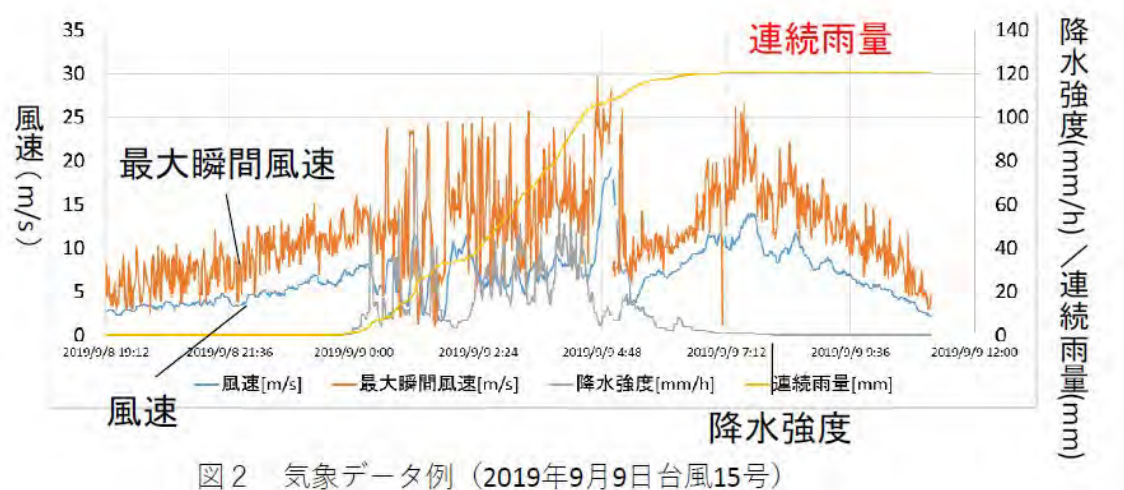


図2 気象データ例（2019年9月9日台風15号）

JNC 石油化学（株）市原製造所

➤ テレビコミュニケーションシステムによる情報共有

○取組概要

当事業所防災本部では、従来固定式の防災カメラで現場状況を確認していたが、固定カメラでは建物の影など死角ができるため、現地指揮所等現場の状況が伝わりにくく、活動状況が音声に頼るしかないという課題があったため、インターネットを経由した、テレビコミュニケーションシステムを導入し、前線の情報を防災本部に送信する取組を開始した。



【防災本部における PC での画面表示】



【現地指揮所における iPad での画面表示】

他の事業所においては、SNS 等を活用した画像の共有を行っているとの情報があったが、安定的な回線状況やセキュリティ対策を考慮し、専用のインターネット回線を利用している。また、防災本部における PC と現地指揮本部における iPad では、その機能に違いがあり、PC では 保存しているデータを表示させたり、iPad 側へ送信することができるのに対し、iPad では、画像の撮影と送信、PC 側から提供された資料の閲覧に限られており、本部と前線での機器の使い分けをしている。なお、PC と iPad 間では、リアルタイムにお互いに画像を共有しながら音声での通話もできる。

この他、初動情報の迅速な提供にも工夫をし、消防機関が初動時に必要とする情報を、あらかじめ電子データ化し、119 番通報と同時に、災害発生場所までのルート図等施設の情報や取扱い物質の情報等を一括で出力できるよう準備している。

○取組の効果と今後の課題

本システムについては、災害対応時の情報共有をメインに導入したが、その他テレビ会議や、保守点検時の指示伝達等、通常の業務においても有効なシステムであることが分かった。今後は、iPad では、災害等活動時や写真撮影時等、機器の取扱いに両手を塞がれてしまい、機動性の問題があることから、ウェアラブルカメラの導入を検討し、災害活動時や保守点検時により動きやすく機動性の高い機器の導入を検討していきたいと考えている。

また、国内にある各拠点とも同一のシステムを導入することで、リアルタイムに情報交換ができるよう環境を整えていく予定である。

JSR（株）千葉工場

➤ ドローンの効果的な活用と施設情報の電子化による災害情報支援ソフトの開発

○取組概要

当工場では、夜間・休日等の災害対応について課題を認識していたため、効率的な情報収集を実現するべく、ドローンの効果的な活用について検証するとともに、施設情報を電子化し、大型モニターにて、関係機関との円滑な情報共有を可能とする災害情報支援ソフトを開発した。

1 ドローンの活用

ドローンについては、昨年7月のプラント中間整備の際に実際に施設内を飛行させ、実証実験を行った。これにより、設備点検（腐食判定）、地震等災害時の緊急点検、定期パトロールにおける有用性を確認することができた。設備点検については、施設から一定距離からの撮影において、ある程度の腐食状況を把握することができた。



ドローンの運用体制としては、自社でパイロットを育成し、定期的に飛行訓練を積み重ねているが、ドローン機体の落下危険、気象条件に応じた対応、従業員等への周知等については、課題も残っている。また、ドローンによる画像の収集には、機体を安定させる高い操縦技能が求められることから、操縦者の技術向上には継続的に取り組んでいく必要がある。今後は、ドローンによる定期パトロール、災害発生時の初動情報の収集等に活用できるよう検証を進めていきたい。

2 施設情報の電子化による災害情報支援ソフトの開発

当工場では、構内図、施設詳細図、特定防災施設配置図、排水経路図、取扱い物質の性状、構内360度カメラ映像等、災害発生時に必要となる情報を電子化し、正門前の警防室にある大型モニターにて、関係機関と情報共有ができる仕組みを取り入れている。

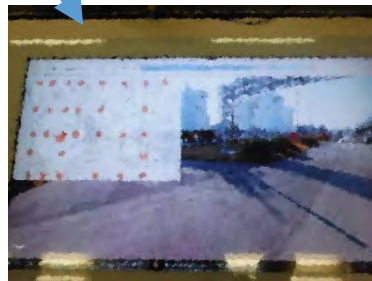
なお、電子化した施設情報の表示については、社員が独学で習得した Excel のマクロを組み込むことで実現可能となった。



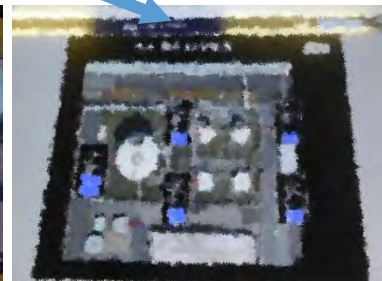
正門脇の警防室に設置されているテーブル型の大型モニター。タッチパネル操作が可能で、必要な情報をモニター上から選択して表示することができる。



構内図の表示、初動に必要な情報を一括して印刷できる仕組みや、図面上から該当の施設をタッチすることで、詳細情報を表示させることができる。



360度カメラ映像の表示。左上に表示されている構内図の赤いポイントごとに、その場所の周囲360度を撮影した画像を確認することができ、災害発生場所付近の映像を、現地に向かう前に確認することができる。



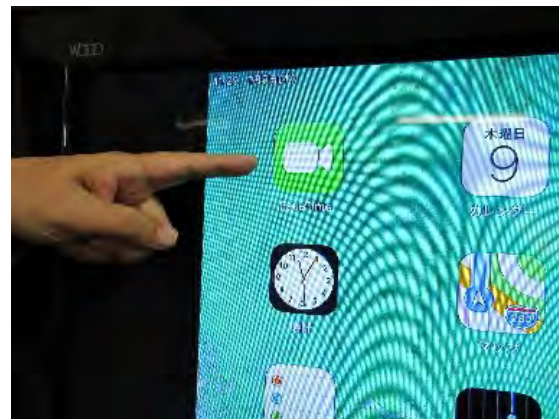
タンクの圧力、温度、液面等のリアルタイムデータを表示。さらに散水設備の稼働状況を表示する機能も付加されている。これにより、現在のタンク内部の状況や冷却状況を確認することができる。

○取組の効果と今後の課題

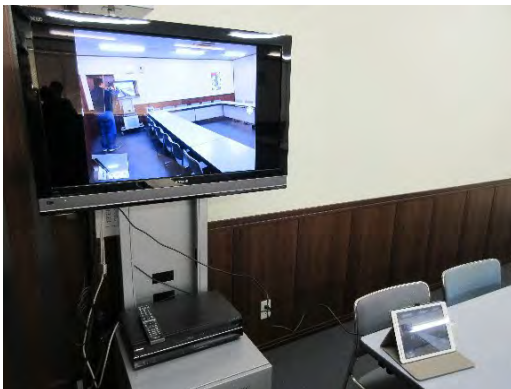
これにより、災害発生時の情報提供が、警防室のモニター上で確認・印刷ができることで、夜間や休日等、社員の少ない時間帯においても、初動時に数人の社員で対応できるようになった。また、得られた知見は近隣企業とも積極的に共有し、石油コンビナート等特別防災区域全体での災害対応能力の向上に資するべく検討を重ねていきたい。

➤ タブレット端末による情報共有

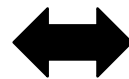
○取組概要



iPad 初期アプリ FaceTime を使用し、2 台の iPad の通信を繋ぐ



会議室側
画像を確認し、現場側に撮影場所の指示を行う。



現場側
指示を受け、現場の撮影を行う。
現場騒音対応のため、イヤホン、マイク装着

○取組の効果と今後の課題

会議室にて現場の状況確認がしやすくなり、把握しやすくなった。

また機器と映像機（テレビなど）に繋ぐことにより、多人数での確認を行なえる点が良い。

また既存のシステムで簡易に行えるところが使用しやすいと考える。

今後の課題としては、各隊毎に配布を行ない、あわせて訓練を行っていき習熟度を向上させていく必要があると考える。

日本ゼオン株式会社川崎工場

➤ ウェアラブル端末を活用した効果的な防災訓練の推進

○取組概要

当工場では「若手オペレーターの現場作業負荷低減」および「ベテランから若手への技術伝承」をテーマに、「コントロール室で現場の状況を正確に把握し、オペレーターに適切に指示を出すこと」や「コントロール室からの指示が正確にオペレーターに伝わる」というメリットに着目し、ウェアラブル端末の活用を検討してきた。検討の中で上記メリットは「防災訓練で現場本部と災害対策本部の情報共有に活かせるのではないか」というアイデアが生まれ、試験的に活用した。



○取組の効果と今後の課題

- ・災害対策本部(コントロール室)に居ながらにして視覚的に現場の状況を把握できるので、現場のリアルタイムの状況が把握できた。
- ・情報共有は災害対策本部の全員で行えた。

↓現場本部での活動の様子（現場本部員の目線）



↓発災現場付近での活動の様子（現場本部員の目線）



今後の課題としては以下が挙げられる。

- ・ウェアラブル端末は WiFi 端末と合わせて非防爆であるため、可燃性ガス検知器を携帯しながら運用している。可燃性ガスの漏洩現場での使用は現実的ではないと思われる。
- ・通信速度が遅く、映像が滑らかでなかったり、音声が届くのにタイムラグがある。若干のストレスになるため、通信速度の改善が必要と思われる。
- ・工場内の様子が外部のサーバーに保存されるため、セキュリティ対策を万全にして情報漏洩を防止する必要がある。

➤ 画像情報共有システム(Blue Jeans)の活用による情報共有化の推進

○取組概要

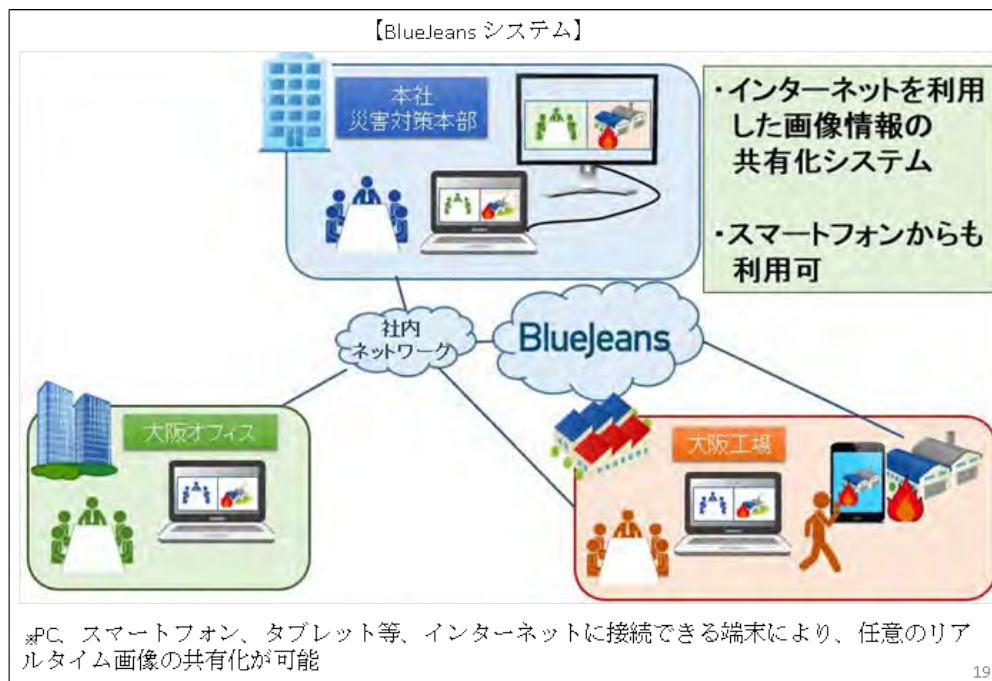
近年、地震、台風、豪雨等の自然災害による被害が多く発生しており、ライオン（株）でも大きな被害を受けた経緯があり、災害時の情報共有化がライオン（株）全社として課題と捉え、全社情報共有化システムとして、イントラ上で情報共有するクラウド型 WEB 会議システムである Blue Jeans を全社的に活用できるよう今年から運用を開始した。

■ Blue Jeans について

https://vtvjmn.xsrv.jp/info/201602_i.html

システムのポイントは以下 3 点

- ①通常は会議で使う WEB 会議システムを災害時の現場映像情報提供に活用
 - ②クラウドサービスなので、災害時に社内ネットワークが不通でもインターネットが通じていれば利用可能
 - ③スマートフォン等のモバイルデバイスで利用できる所以機動的な活用が可能
- なお、クラウド型 WEB 会議システムは Blue Jeans 以外にもいろいろあり、どれを使っても同様の効果は得ることができる。必ずしも Blue Jeans でなければいけないわけではない。



➤ クラウドを活用した画像伝送システムによる情報共有

○取組概要

当工場では、災害発生時の初動対応において、トランシーバー、ページングや監視カメラの映像をもとに対応していたが、円滑な情報共有ができないという課題を抱えていた。

そこで、災害時の情報共有を円滑に行うため、①発災場所【iPad】、②事業所の防災本部【PC】、③現地対策本部【PC】、④公設消防との集結場所（当工場ではアクセスポイントと呼んでいる。）【PC】の4拠点について、クラウドを活用した画像伝送システム（ブイキューブ社製）で接続して、情報共有できる仕組みを導入した。

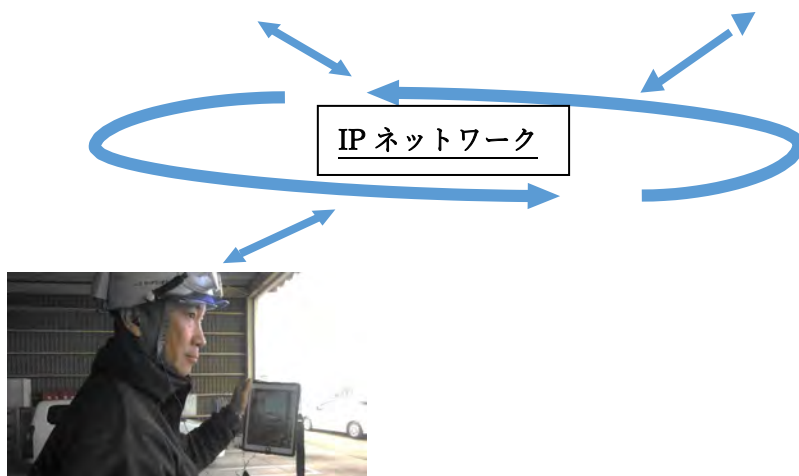
本システムの運用に伴い、専任の職員 10 名を指定している。PC には、工場の構内図、各種施設の拡大図、特定防災施設の設置位置等、災害発生時に消防機関が必要とする情報をあらかじめ保存し、保存した情報は、他の PC や iPad と共有できる。



【②事業所防災本部（事業所防災本部での映像）】



【④アクセスポイント（モニターの映像）】



【ネットワーク通信用携帯電話】

【①発災場所（iPad）による映像配信】

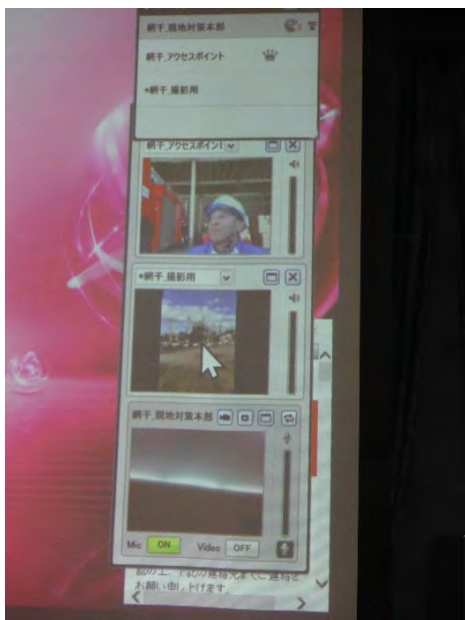
本機器は、基本的に防爆エリア外での使用を想定し消防庁から発出された通知文による「携帯型電子機器による給油取扱所での引火可能性に関する実験 報告書」、「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」等を参考に、本システムの機器も安全に使用できると考えて運用している。

また、機器の電波による工場内の制御機器への影響も考慮し、実証実験により、2 mの離隔距離を取ることで、施設への影響が無いことを確認している。

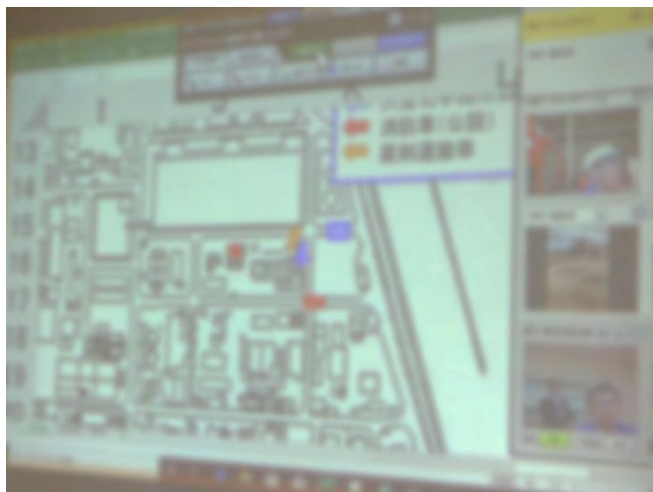
○取組の効果と今後の課題

本システムの導入により、事業所防災本部、アクセスポイント、発災場所等複数の場所で、リアルタイムな情報共有及び意思疎通が可能となり、災害発生時の対応力が向上した。

さらに、施設情報等の必要な情報を大型モニター等により共有することができるため、消防機関との連携についても強化することができた。



3 カ所で相互に映像を共有している状況



PC に保存されている事業所構内図に、タッチペン等で進入ルートや現地指揮本部の位置を表示することができる。



アクセスポイント前のモニターで、事業所と消防機関が情報を共有している状況

現時点で、夜間休日等は、システムの運用に習熟した職員が不足する懸念がある。昨年の11月に、消防機関との合同訓練で活用するなど、今後も訓練を重ね、機器の取扱いについて習熟度を上げていく必要がある。また、事業所の防災規程にも明記し、副防災管理者の災害発生時のチェックリストに盛り込むなど、効果的な活用について検証していきたい。

また、姫路臨海地区内の近隣事業所とも情報交換を行い、本システムの普及促進による事業所相互の連携についても検討していく予定である。

➤ 固定無線アクセスによる防災ネットワークシステムの運用

○取組概要

当事業所では、固定無線アクセス（FWA）を用いた事業所内無線ネットワークを構築し、災害時に有線ネットワークが寸断された場合でも、以下の機能を維持できる防災ネットワークシステムを構築している。

- ①緊急構内放送設備・・・構内の約 100 箇所の放送受信設備への伝送
- ②広域監視カメラ設備・・・構内約 15 箇所の Web カメラの映像受信と制御
- ③防災指揮車との通信設備・・・以下の機能維持のための双方向通信

- ・ 緊急構内放送の送受信
- ・ 構内 119 番通報の受信
- ・ 広域監視カメラ映像の受信と制御
- ・ 防災本部との以下の情報共有
- ・ ビデオチャット
- ・ ファイル共有

これらの機能を使うことにより、発災時に防災本部と現地防災対策部との通信インフラを確立し、双方向の情報伝達及び共有が可能となっている。



○取組の効果と今後の課題

2011 年に事業所内無線ネットワークを構築し、このネットワークを利用した機能を付加してきた。2019 年にはビデオチャットシステムを導入し、防災本部と現地防災対策部で音声及び映像によるビデオチャットが可能となった。現在は、このチャットシステムを中心とした、発災現地との情報伝達量及び質の向上のために試験運用と訓練を行っている。

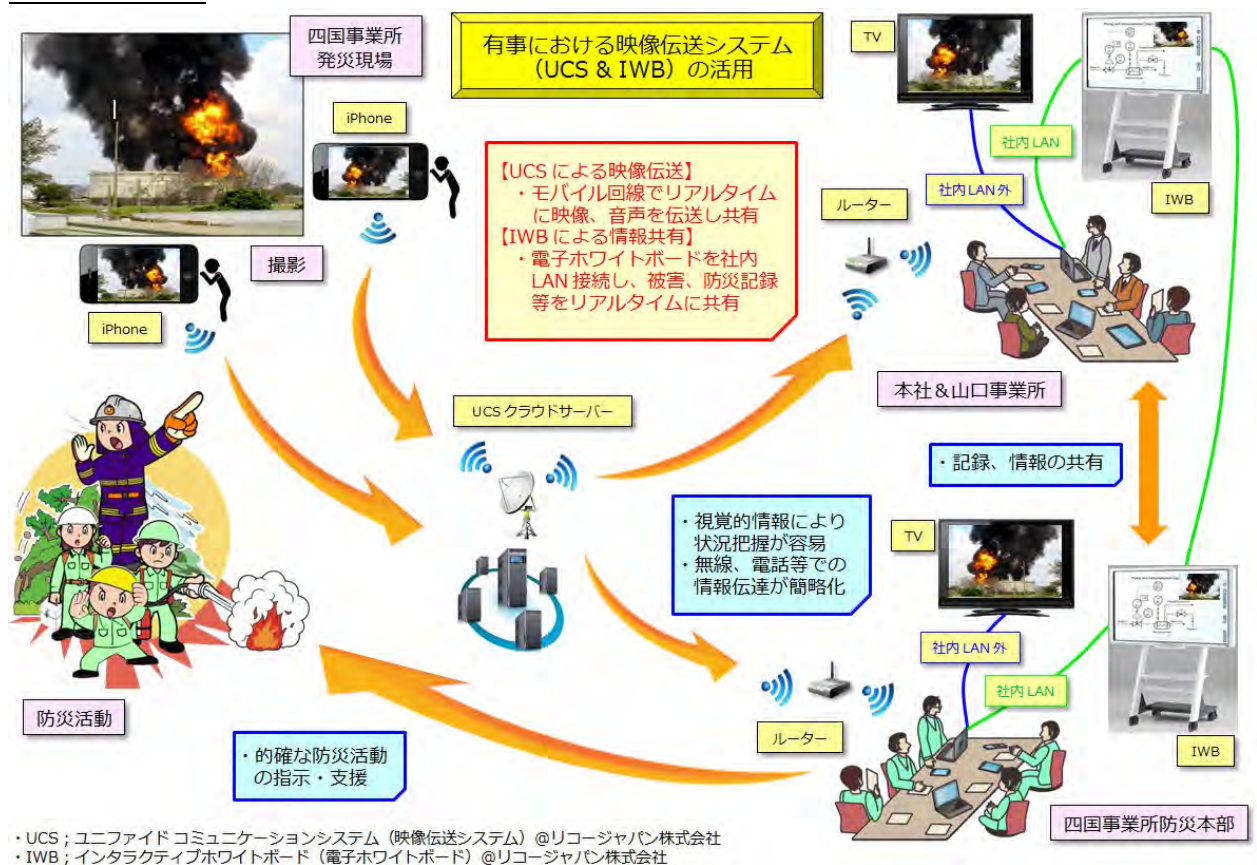
また、防災本部と隣接した現地連絡室（行政への情報提供室）にて、現地のライブ映像を表示し、発災現場より収集した情報をいち早く開示できるようにインフラを整備し、訓練を行っている。



太陽石油株式会社四国事業所

➤ 携帯端末及び電子ホワイトボードによる事業所間の情報共有

○システム概要



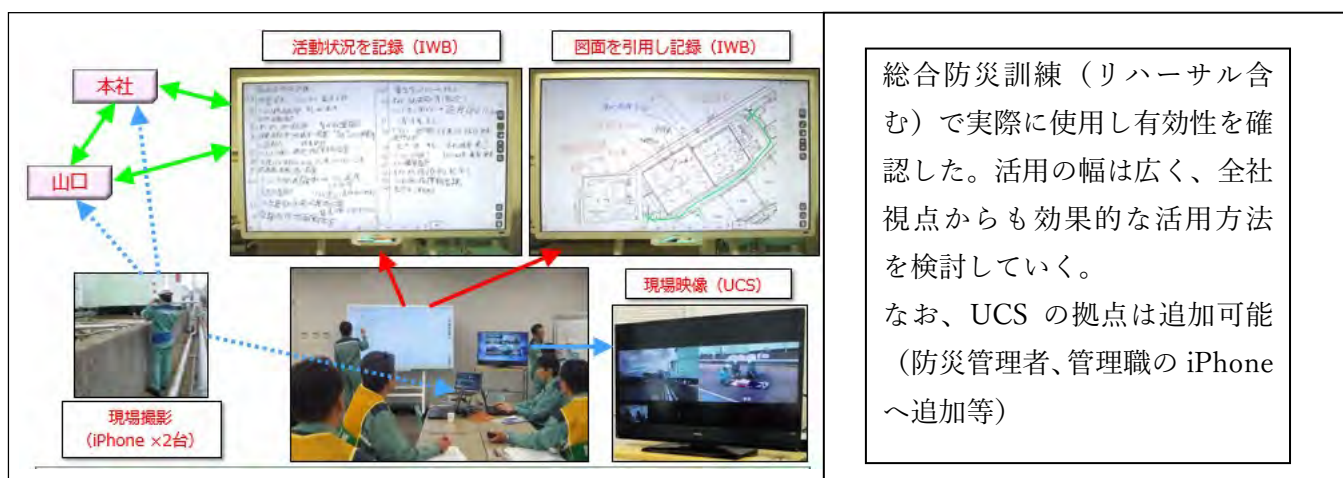
○取組の効果と今後の課題

【取組の効果】

①総合防災訓練で実際に使用（下図参照）し有効性を確認した。具体的には、本社（東京）と事業所（菊間、山口）3か所で現場映像並びに電子ホワイトボードに記載の災害情報がリアルタイムで共有できることを確認。

【今後の課題】

- ①ドローン映像と映像伝送システムを組み合わせた活用の検討。
- ②現場カメラの増設と映像伝送システムとの組み合わせた活用の検討。



➤ ドローンを活用した高所の目視検査・状況確認

○取組概要

平成30年北海道胆振東部地震後の再稼働へ向け、フレースタック（高さ70m）の健全性を確認する必要があった。しかし余震が頻発する中、仮設足場の設置や高所作業は危険性が高く現実的ではなかった。そこでカメラを搭載したドローンを活用し、ドローンから送信されてくる画像により目視検査を実施した。また、タンク浮き屋根の状況確認にもドローンを活用した。

〈ドローンを飛ばすまでの経過〉

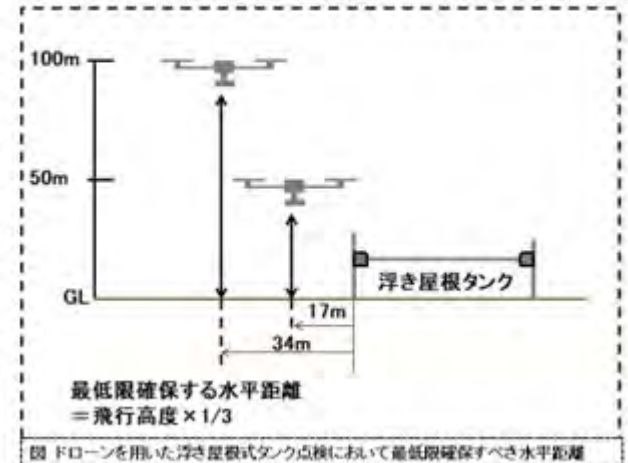
- ①地震後の対策会議において、設備の健全性を確認するための手段について検討
- ②ドローンの活用について協議し、可能であれば活用することとした。
- ③ドローン活用にあたり安全対策の検討、法的調査および専門業者の手配準備を実施した。
- ④必要な安全対策を策定したうえで航空法の飛行ガイドライン及び自社の安全衛生管理基準に従いドローンを飛行させることとした。



【対策会議】

◇落下時に想定される水平移動距離について

万が一、点検中にドローンが落下した場合、重力と水平移動の慣性力およびドローンの形状から斜め方向に落下する。落下したとしても被害を与えない最低限確保すべき水平距離を図に示す。



PEISO7EDH、2018年第10号 記事 2 空の産業革命 53頁

安全対策

想定するリスクについて対応し、危険物施設へ影響を与えない安全対策の範囲内でドローンによる検査業務を行なう。

場 面	懸案(リスク)	対策
飛行、離・着陸時	操縦スキル不足による転落・危険物施設への衝突	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 十分な技量と経験を持つ専門業者による操縦を行なう ◆ 障害物検知機能保有の機器使用
飛行時	気象条件悪化による操縦性の悪化⇒転落、衝突	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 国土交通省による飛行マニュアルに従った条件で飛行させる 例 風速5m/sくは飛行させない 雨天時は飛行させない等
飛行時	ドローンの墜落による危険物施設の損傷	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 飛行前点検の徹底 ◆ 危険物エリア内およびその上空の飛行禁止 ◆ 落下時に想定される水平移動距離を確保した飛行を実施する

○取組の効果と今後の課題

画像は鮮明であり、目視検査、状況確認に充分適用可能なレベルであった。また短時間で検査・点検することができ、期待した効果を得ることができた。





<今後の課題>

保安の確保を更に充実させるよう、引き続き先進技術の導入を進めていく。

➤ 携帯端末×ビデオ会議システムによる情報共有

○取組概要

平成30年より、防爆 iPhone とビデオ会議システムを導入し、パトロールに活用している。導入の際は、iPhone 端末の購入とビデオ会議システムを社内のネットワークに導入するのみで、大がかりなシステムの整備は不要であった。

これにより、iPhone を携帯したパトロールを行う職員と、コントロールセンターの職員が映像を共有しながら通話することができるようになった。また、コントロールセンターのモニターでは、最大で同時に3台の iPhone と映像の共有が可能となっている。

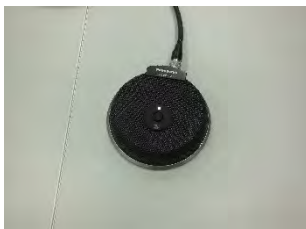
なお、iPhone 本来の機能を活用し、電話としての音声通話はもちろんのこと、カメラで撮影した画像を電子メールに添付して、複数の関係者に送信することも可能である。



【防爆 iPhone】



【ルーター】



【集音マイク】



【アプリケーション起動時】

○取組の効果と今後の課題

通常のパトロールにて映像を共有することで、意思疎通の質、報告・指示の具体性が格段に向上した。また、点検結果をその場で iPhone に入力できるため、データ入力やグラフ化等の業務効率化、ペーパーレス化も実現することができた。2020年2月からは、マニュアル等を iPhone の画面上で確認することができる機能を追加し、さらなる業務の効率化を見込んでいる。

実際にパトロール時に漏洩を発見した際も、映像を共有することより、早期の状況把握、事案対処が可能となり、災害対応においても大いに活用できるものと考えている。月に1度の訓練を重ね、今後も効果的な運用を進めていきたい。



【コントロールセンターのモニターに映し出される映像】

3.3 まとめ

行政機関、事業所に対し、調査を行った結果、先進技術の活用実態については概ね次のような状況であることが確認された。

- ドローン、スマートフォン、タブレット端末等はすでに幅広く活用されている
- 一部ではスマートグラスなどのウェアラブル端末の導入も始まっている
- 情報共有にはWEB会議システムが活用されることが多い
- 映像がリアルタイムで共有されることで、得られる情報量が従来よりも格段に増している
- AIの活用はまだみられない

未来像を提示するに当たっては、すでに始まっている先進技術の導入の流れを分断することなく、こうした現状と今後の先進技術の進展を見据えた検討が必要である。

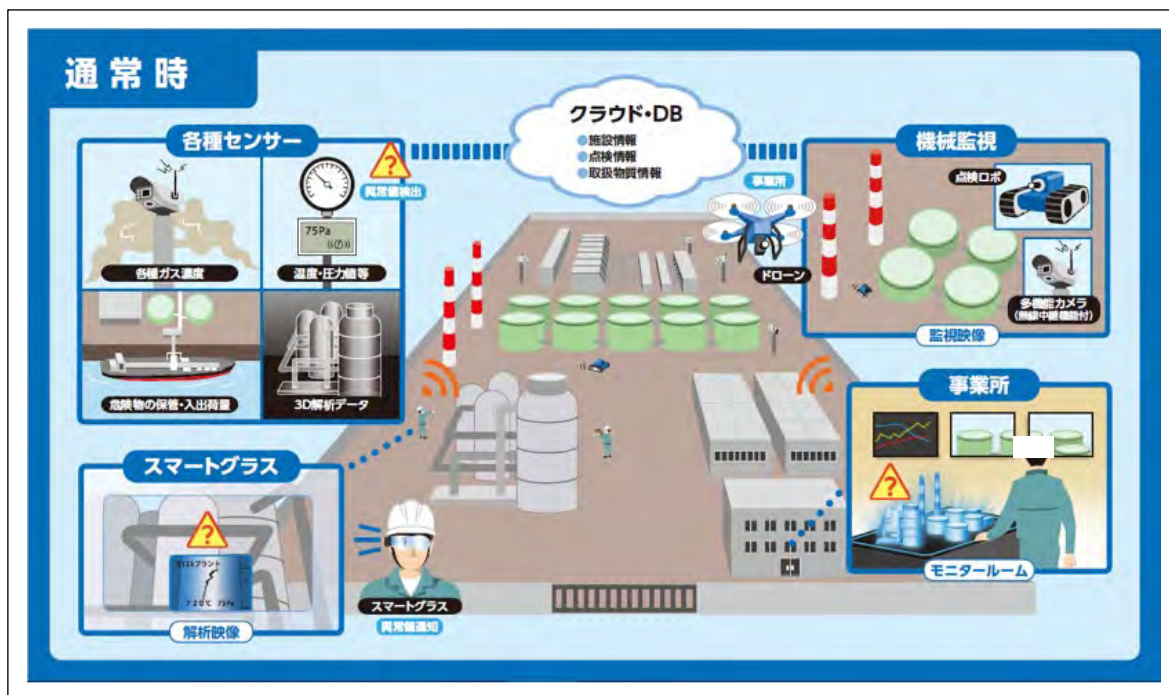
4 災害対応の未来像と課題

4.1 災害対応の未来像

行政機関、事業所における課題、ニーズ、先進技術の導入・活用状況、検討会における委員の意見を踏まえ、以下のとおり、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の大枠を提示する。

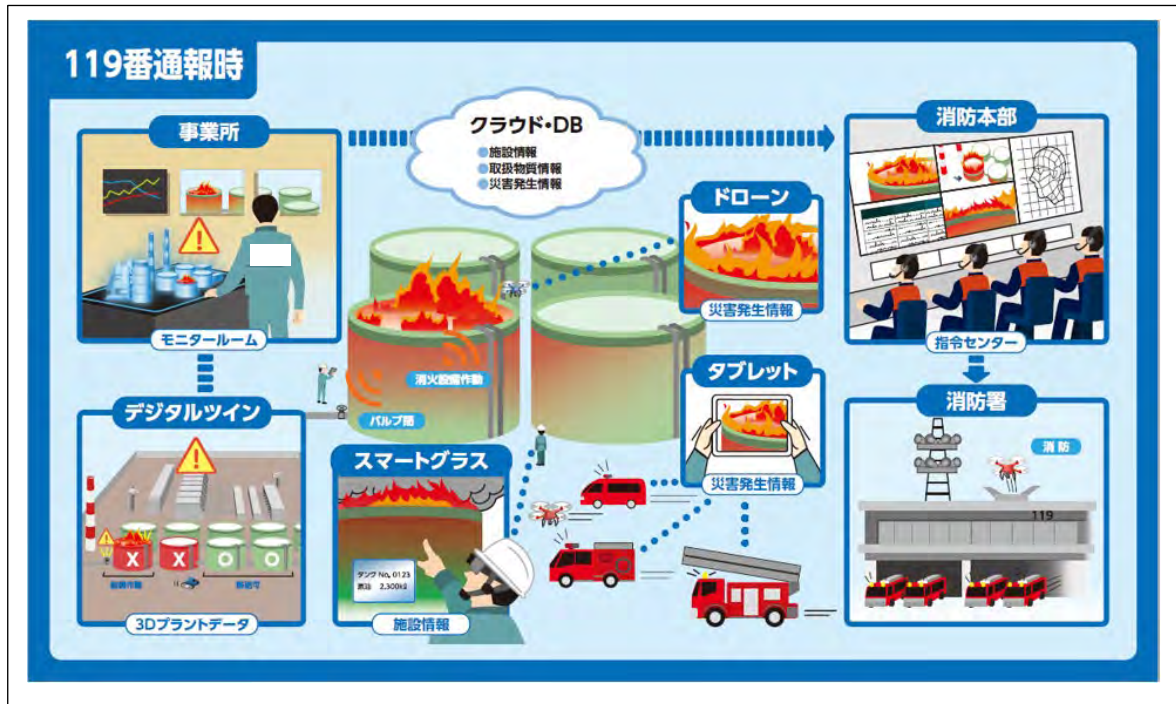
なお、情報の流れ、活用されるデバイス等がわかりやすいよう、通常時（災害発生前）～災害対応時（災害最盛期）までを4つのフェーズに分けている。

(1) 通常時



- ・通常時は、各種センサーからの膨大なデータから必要な情報が効率よく事業所内DBに集積され、AIによるビッグデータ分析で運転の状態管理や損傷予測がなされる。
- ・ドローン、点検ロボット等が自動制御により、常時プラント内の監視を行う。撮影した画像等は、リアルタイムで事業所DBを経由し事業所モニタールームで把握が可能。
- ・保安業務に従事する作業員は、スマートグラス等のウェアラブル端末から情報支援を受け、リアルタイムで事業所モニタールームと意思疎通ができる。
- ・事業所モニタールームには、少人数でも監視が可能となるよう、卓上モニターに3Dプラントのデジタルツイン表示がなされ、敷地内全体を俯瞰的に把握することができる。また、各種センサーや、ドローン・ロボットといった機器による、異常値検出時の通知機能を有し、プラント内の異常を瞬時に把握できる。

(2) 119 番通報時



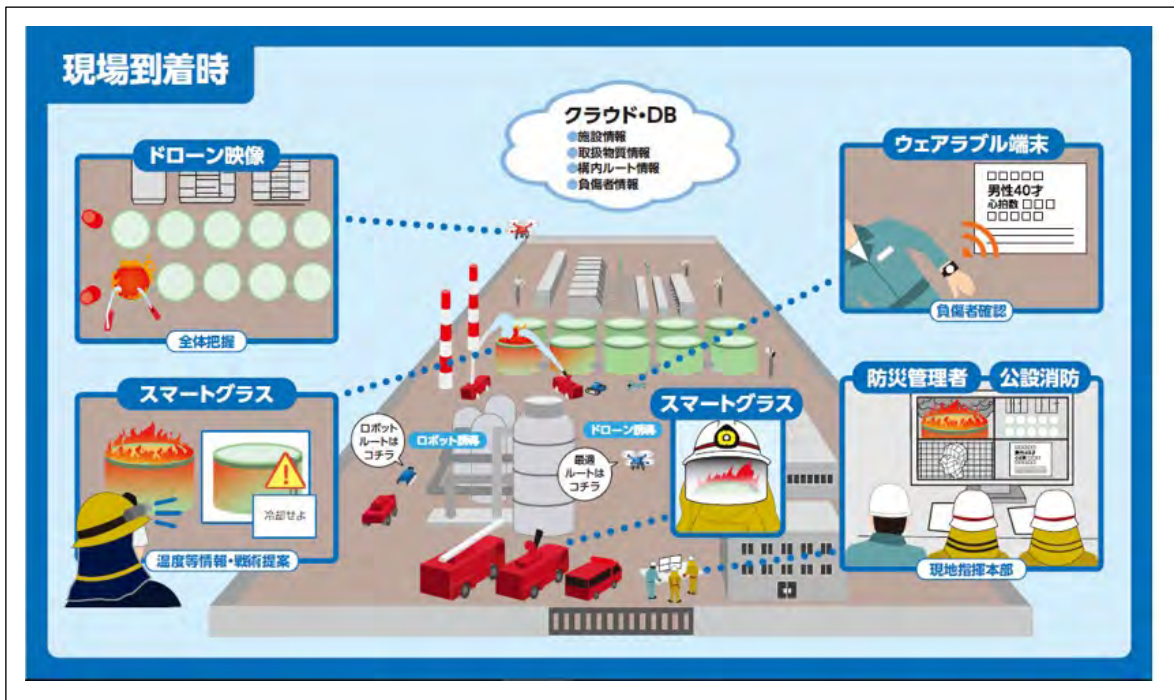
【特定事業所】

- ・災害が発生した際、事業所のモニタールームでは、卓上モニターのデジタルツイン表示より、的確に災害の発生箇所、電磁弁や消火設備等の起動状況、健全なタンクへの移送ルート等を把握することができる。
- ・ドローンや作業員のウェアラブル端末等から得られた映像等の情報は、事業所モニタールームで共有するとともに、DBに蓄積され、事業所から消防本部へ、119番通報と同時に、リアルタイムの映像等が共有される。

【消防機関】

- ・リアルタイムの災害発生状況を確認した消防本部指令センターより、得られた情報を、出場部隊が保有するタブレット端末等に配信することで、消防隊員は、出場途上の緊急車両内にて、リアルタイムの災害状況や原因物質の性状等を把握することができ、現場に到着するまでに対応方針を検討することが可能になる。
- ・消防部隊の出場と同時に、消防本部庁舎屋上より、自動制御のドローンが飛行。いち早く現場へ向かい、リアルタイムの空撮映像等を指令センター及び出場部隊へと配信する。

(3)現場到着時



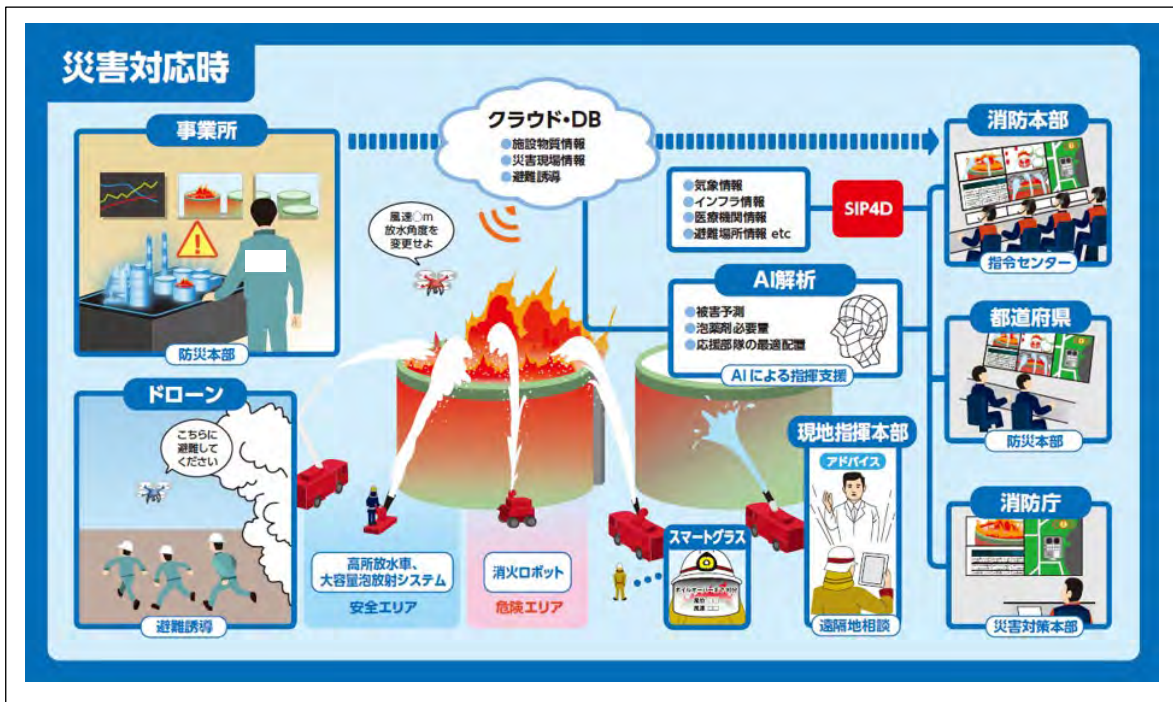
【特定事業所】

- ・施設入口等に現地指揮所を設置。モニターにて、到着した消防部隊との情報共有を行う。ここでは、各種機器から配信された映像等の情報に加え、作業員が身につけたウェアラブル端末からの生体反応による負傷者状況の把握、事業所 DB に蓄積されたビッグデータを基に、最適な自衛防災組織の初動対応を AI が提案する。
- ・AI が消防部隊の最適な進入ルート进行を提案。事業所の誘導用ドローンが、進入ルートの自動案内を行う。
- ・自衛防災組織の防災要員は、自らが装備するスマートグラス等により、火災の発生状況や、輻射熱等隣接施設への影響等を把握し、効果的な初動対応が可能となる。

【消防機関】

- ・到着時、現地指揮所にて、災害の状況や負傷者情報等を共有し、消防活動方針を検討。
- ・現地指揮本部で共有した情報は、活動隊員のスマートゴーグルに表示させ、消防部隊の意思統一が図られる。
- ・同時に出場した消防ドローンにて、災害発生場所、自衛防災組織の活動状況等、プラント内の全体像を把握。消防部隊の部署位置や、活動方針決定を支援する。

(4) 災害対応時



- ・ 特定事業所及び消防機関が得た災害現場における情報は、クラウド上で共有され、特定事業所、消防機関、都道府県、国等それぞれの関係機関で共有が可能。
- ・ 各関係機関が有する情報を、必要に応じて SIP4D による統合を行い、GIS 表示等による情報共有を支援。
- ・ AI が、事業所 DB 及びクラウド上に保存されるリアルタイムの情報を解析し、今後の被害の進展や周辺影響・被害拡大の可能性等を予測。
- ・ AI が安全エリア、危険エリアの判定を行い、消火能力を考慮した消火資機材配置や応援部隊配置等、最適な消火活動態勢を提案。
- ・ 現地指揮本部では、ホログラム表示された遠隔地にいる専門家に対し、現場のリアルタイムな状況を共有しながら相談が可能。
- ・ 活動する防災要員及び消防隊等のスマートグラス上には、現在のタンクの状況や、爆発等の発生予測等、安全管理に資する情報が提供され、二次的災害の防止を可能となる。
- ・ 消防ドローンによって上空から消火薬剤の投入状況等を把握し、必要に応じて、AI が消防活動の修正等を促す。また、AI の解析による被害予測結果を踏まえ、施設内従業員及び近隣住民等に対し、音声発信機能により避難誘導や広報を行う。

4.2 課題・留意点

未来像は、あくまでも情報セキュリティやコスト、システムの継続的な維持管理等の課題がないと仮定して、今後先進的な技術を導入していく際の行政機関、事業所に対する道標的な提案という位置づけである。

課題や留意点については現段階においてはフォーカスしないとしていたものの、アンケートや委員の意見の中では言及されており、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た。

○ 情報共有に関するもの

- ・ 事業所の保有データ（取扱い物質・作業工程・図面・点検データ等）を共有する際、企業の秘密を害しないためのルール作り、セキュリティの確保が必要
- ・ 災害時だけ使うようなデバイスやシステムでなく、普段から使うものでなければ普及しない
- ・ 情報共有プラットフォームの持続性のある運営が求められる

○ AI の活用に関するもの

- ・ データが少ないものは機械学習ができない
- ・ 言葉の意図など、あいまいな要素が含まれるものの理解が困難
- ・ 災害の全体像を踏まえた戦術の提案など、定量化しにくい判断が困難
- ・ AI の判断の活用の際し、運用主体や判断責任の所在に関する議論が必要

○ 費用対効果に関するもの

- ・ 先進技術の導入という手段が目的になっではなく、技術の導入により、大幅にコストダウンした、省力化された、これまでできなかったことができたという成果を得ることが必要
- ・ 事業者には何かの導入を促したい場合、例えば規制上のインセンティブを付与することも考えられる

○ 将来的に開発の必要があるもの

- 高温、有毒ガス存在下等の過酷な環境において自律的に消火、救助、応急措置を行うロボット
- 地震を検知すると、自動的に離陸、事業所全体の点検を行い、施設の異常を発見するなど自律的な運行ができるドローン
- 俯瞰映像が高分解能、リアルタイムで撮影可能なセンサ、信号処理、衛星及びプラットフォーム
- 防爆型で低コストかつ操作性のよい機器
- 災害に強い電力供給、ネットワーク環境

○ 人材に関するもの

- 事業所、行政機関問わず、先進技術を使える人材の育成が必要
- 熟練者の減少や、経験不足を補うため、災害対応の教育訓練に VR 等の先進技術を使うことが効果的

○ 企業の参入に関するもの

- 行政機関が先進技術を導入するに当たってベンチャー企業、スタートアップをうまく活用できれば、コストパフォーマンスの高い新たなアイデアの提案がなされるのではないか
- 先進技術を導入するに当たって国としてガイドライン等を示してもらえると事業として進めやすい

5 おわりに

石油コンビナートにおいて事故等が発生した場合、多数の死傷者を伴う深刻な事故となることもあり、また周辺住民の安全を脅かすような大事故となる可能性や、周辺環境や経済活動へも大きな影響を与える可能性もある。国民の安心・安全を守るため、先進技術の導入を含め、石油コンビナート災害対応の高度化・充実強化を図ることが常に求められている。

本検討会では、都道府県、消防本部、消防機関の先進技術に関するニーズや課題をアンケートによりとりまとめるとともに、参考となる先進事例の活用事例も併せてとりまとめた。

そしてそれらをもとに、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について整理した。

これらの検討により、石油コンビナート災害対応への先進技術の活用の方向性は以下のとおりと考えられる。

- ✚ 先進技術を活用することにより、災害対応にあたって、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、こうした他事例の技術や機能を災害対応に延長することで、保全と災害対応が相乗効果を生み出していくことも重要である。
- ✚ 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、先進技術を提供する側と必要とする側を結びつけることが求められている。特に、この分野で盛んである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。

消防庁としては、目指すべき目標イメージを提示し、関係者間で共有することにより、今後の具体的な技術開発・導入を促進することに寄与したいと考えており、今後は、この目標イメージを踏まえつつ、ニーズが高く、かつ、実現可能性が高いと考えられる分野を中心に、具体的なシステムやアプリケーションのあり方や、平時の生産管理・保安体制との接続性も考慮しつつ、消防庁が中心となってさらに深掘りしていくことが効果的な課題を選定し、解決策についてさらに検討を進めることとする。

本報告書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する。

6 参考資料

第 1 回検討会資料

(※資料 1 は本文に収載しているため省略)

第1回 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

議 事 次 第

日時：令和元年8月7日（水）

14:00～16:00

場所：三田共用会議所

1 開 会

2 委員紹介

3 消防庁 特殊災害室長 挨拶

4 開催要綱（案）について

5 座長互選及び座長代理の指名

6 議 事

（1）検討会の概要及び進め方について

（2）石油コンビナート等における災害対応について

（3）先進技術の紹介について

（4）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・文献調査について

（5）その他

7 閉 会

【資料等一覧】

- | | |
|-----|-----------------------------------------------|
| 資料1 | 令和元年度 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委員名簿 |
| 資料2 | 令和元年度 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開催要綱（案） |
| 資料3 | 令和元年度 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の概要及び進め方（案） |
| 資料4 | 石油コンビナート等における災害対応について |
| 資料5 | 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・文献調査について（案） |
| 資料6 | 「石油コンビナート等災害防止3省連絡会議」報道資料 |

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 開催要綱

第1条（目的）

石油コンビナートの総合的な防災体制に関する検討を行うため、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（以下「検討会」という。）を開催する。

第2条（検討事項）

検討会は、IoT技術、AI技術等（以下「先進技術」という。）を活用した石油コンビナート災害対応支援について、概ね次の事項について調査・検討を行う。

- (1) 石油コンビナートにおける災害対応での、先進技術を活用するためのニーズ調査及び分析
- (2) (1)のニーズ調査及び分析に基づいた、先進技術の導入及び活用方策

第3条（検討会）

検討会の委員は、学識経験者、消防機関の職員、関係団体を代表する者等のうちから、前条各号に掲げる検討事項の内容に応じて、消防庁特殊災害室長が委嘱する。

- 2 検討会に座長を置く。座長は検討会の委員の互選によってこれを選出する。
- 3 座長は、検討会を主宰する。また、座長に事故がある時は、座長の指名する者がその職務を代理する。
- 4 検討会は、委員の3分の2以上が出席しなければ開催することができない。
- 5 検討会は、原則公開・公表とする。なお、特段の理由がある場合には、委員の過半数の賛成で非公開とすることができる。
- 6 検討会は、審議の必要に応じて、座長の指示に基づき、外部の有識者等を招聘することができる。

第4条（任期）

委員の任期は、委嘱の日から令和2年3月31日までとする。

第5条（庶務）

検討会の庶務は、消防庁特殊災害室が処理する。

第6条（補則）

この要綱に定めるもののほか、検討会の運営に関し必要な事項は座長が、これを定める。

- 2 検討会には、その委員の代理者の出席を認める。

附則 この要綱は、令和元年8月7日から施行する。

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の概要と進め方（案）

1 背景

- 南海トラフ地震等の大規模災害の発生が懸念されており、コンビナートにおいても甚大な被害が予想されている。
- その際発生するコンビナート災害においては、災害の実態を迅速かつ正確に把握し、限られた人員、資機材を活用して、正しい状況判断に基づいた災害対応が特に求められる。
- しかし、ベテラン職員の退職により、災害対応のノウハウの継承が困難になっている。
- 一方、正確な情報を迅速に収集する IoT、3D解析技術や、的確な状況判断を行う AI 技術等の先進技術の発展はめざましく、さまざまな分野で保安対策、ヒューマンエラー対策に活用されつつある。

2 目的

石油コンビナート災害における事業所、消防機関の災害対応を、より安全で効果的に行うため、特に情報の収集、分析、状況判断に先進技術を活用することについて、以下の2点を目的に検討する。

- 先進技術を活用したコンビナート災害対応の未来像の提示
- 実現可能なアプリケーション、防災資機材等の提案

3 検討会の進め方

(1) 主な検討項目

第1回	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者委員によるプレゼンテーション（知見の共有） ・コンビナート災害対応の現状について（知見の共有） ・消防本部等へのアンケート実施方法について ・海外や他業種における先進技術活用事例の調査について
第2回	<ul style="list-style-type: none"> ・消防本部等へのアンケート結果について ・海外や他業種における先進技術活用事例の調査結果について ・先進技術を活用した災害対応支援ツールのニーズについて ・次世代型のコンビナート災害対応について
第3回	<ul style="list-style-type: none"> ・先進技術と既存のシステム等の連携について ・実現可能な災害対応支援ツールの検討 ・報告書の方向性について
第4回	<ul style="list-style-type: none"> ・報告書について ・次年度以降の検討の方向性について

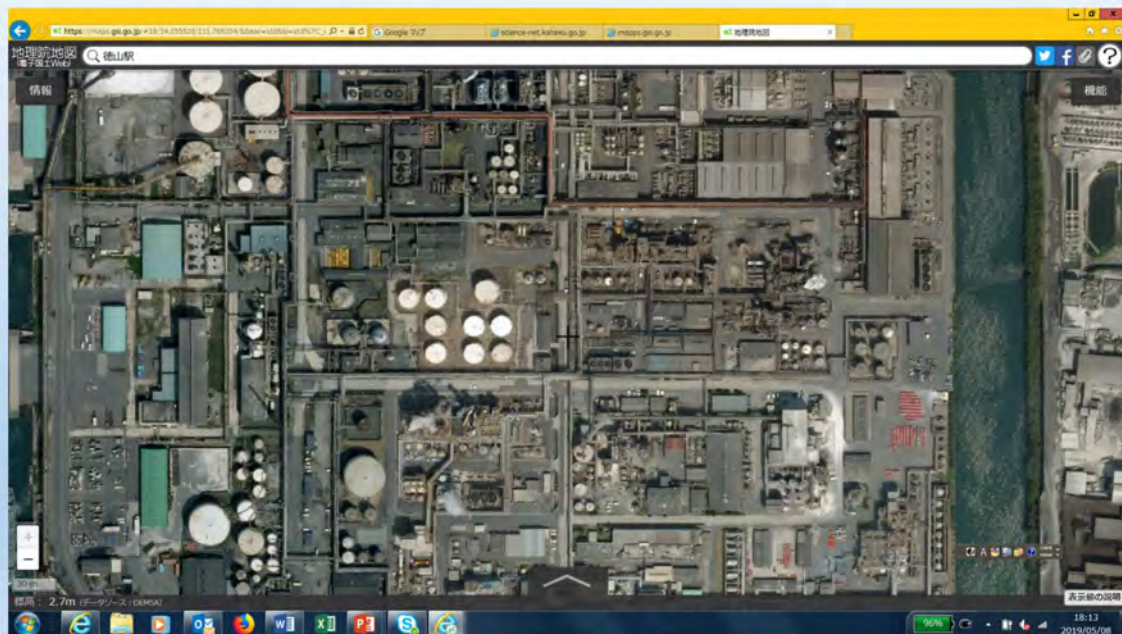
(2) スケジュール

- 第1回 令和元年8月7日（水）
- 第2回 令和元年11月上旬（予定）
- 第3回 令和元年12月中旬（予定）
- 第4回 令和2年2月上旬（予定）

コンビナート災害対応の現状

令和元年8月7日
消防庁特殊災害室

石油コンビナート



1 事業所の車両・資機材等

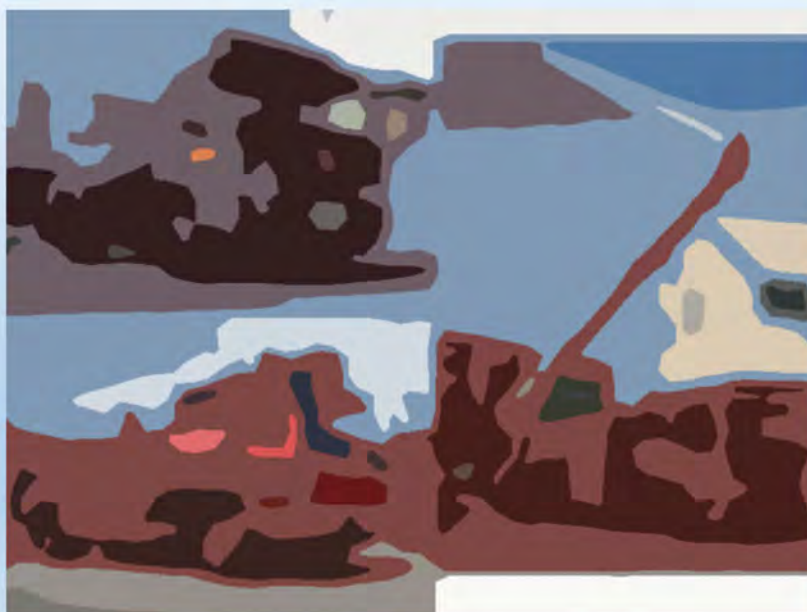
○3点セット

泡原液搬送車

大型化学消防車に
泡消火薬剤を供給
する。

大型化学車

消火栓から取水し、
泡消火薬剤と混合
して大型高所放水
車に供給する。



大型高所放水車

放水塔を起塔し、
高所から泡放射を
行う。

○大容量泡放射システム



大容量泡放射システムは、毎分1万リットル以上の放水能力を有する大容量泡放水砲、送水ポンプ、泡混合装置及びホース等で構成される防災資機材

○消火用屋外給水施設



$(A+B) \times 120$ 分継続放水できる量の水の供給能力を有する。

A: 自衛防災組織の大型化学消防車等の放水能力の合計
B: 当該大型化学消防車等のうち最大のものの放水能力

○流出油防止堤



1万KL以上の石油タンクに設置される防油堤のすべてを囲むように設置し、油の流出を防ぐ。

○オイルフェンス



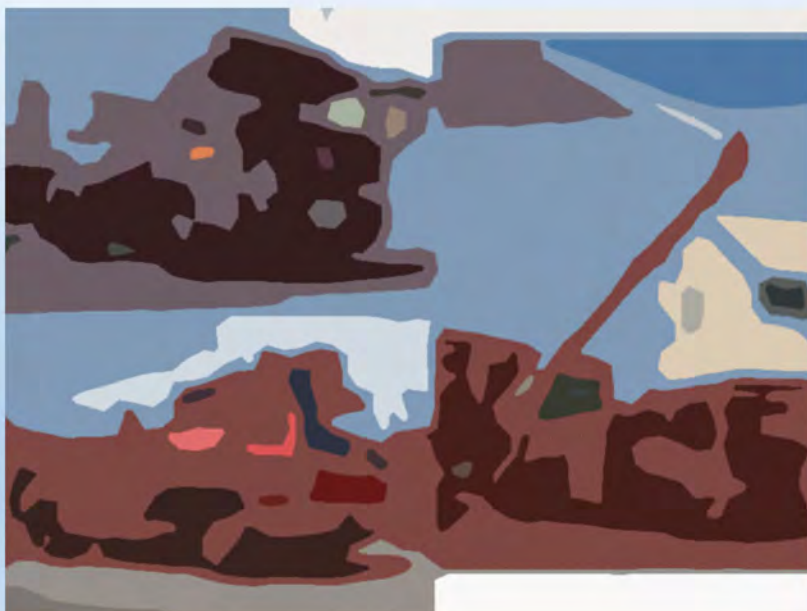
海上へ流出した油の拡散を防止するもので、石油の貯蔵・取扱量により、備え付けるオイルフェンスの長さが決められている。

2 消防機関の車両

○3点セット

泡原液搬送車

大型化学車



大型高所放水車

○ドラゴンハイパー・コマンドユニット(緊急消防援助隊)



エネルギー・産業基盤災害即応部隊(ドラゴンハイパー・コマンドユニット)は、石油コンビナート、化学プラント等エネルギー・産業基盤の立地する地域における特殊災害に対し、高度かつ専門的な消防活動を迅速かつ的確に行うことを任務とする。

3 大規模災害の類型と対応

○化学工場の爆発火災



【一般的な原因】

化学反応が制御不能になることによって発生

○石油タンクの全面火災



【一般的な原因】

液面の可燃性蒸気に静電気等の火花が引火することにより発生

○ガスタンクの火災



【一般的な原因】

破損箇所から漏えいしたガスになんらかの火源が引火することにより発生

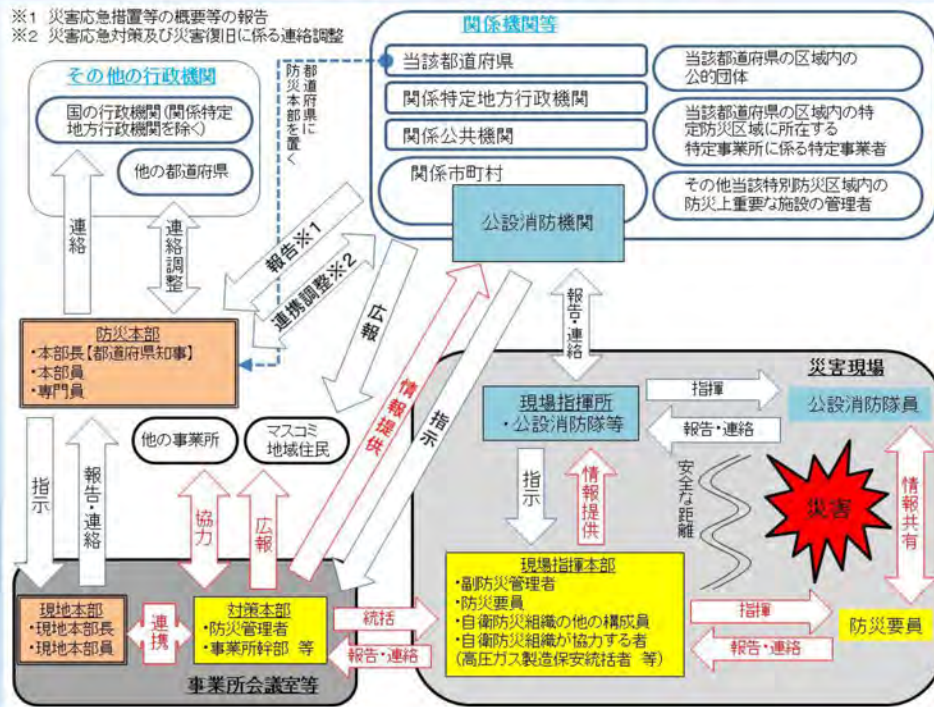
○石油の大量漏洩



【原因】

溶接部からの大量漏えい

関係機関の連携の模式図



留意事項

被害の全体像・要救助者の有無

- 活動方針

原因物質

- 性状、毒性、爆発性、除去・中和・消火方法

温度・濃度・気象条件

- 警戒区域の設定、隊員の装備
- 被害の拡大予測、部隊の配置

部隊の活動状況

- 部隊、資機材の増強

先進技術を活用した石油コンビナート災害対応支援に 関するニーズ調査及び事例・文献調査について（案）

1 ニーズ調査

石油コンビナート災害対応について、各関係機関が抱える課題、特に情報の収集、分析及び状況判断に関するものを調査する。

（1）調査対象

ア 消防本部

90本部（石油コンビナート等特別防災区域を管轄する消防本部）

イ 防災本部

33都道府県

ウ 特定事業所

672事業所

（2）調査内容

別紙1のとおり

2 事例・文献調査

（1）事例調査

先進技術の活用イメージを広げ、議論を活性化するため、先進技術の活用事例について、国内外、分野を問わず調査する（別紙2）。

（2）文献調査

事例調査の過程で必要となった場合、又は検討会からの指示があった場合には、必要な文献について調査を行い、委員への情報提供、検討会における報告などを行う。

アンケート内容（消防本部、防災本部、特定事業所）について

※記載する内容が文例と重複する場合は、省略せず、再掲してください。

項目例		現状の課題等
場所に関する情報	事業所内の施設の配置	例： 事業所が広いため、発災場所に到着するのに（特に後続隊）逐一案内が必要
	発災場所周辺の施設配置状況	例： 情報が電話やFAXでのやりとりとなるため、事業所の全体像がイメージできない
	事業所内の道路図	
	発災場所へのルート	例： 発災場所や経路、施設の概要など、同じことを消防隊に何回も説明しなければならない
	その他	
災害起因物質・プラントの運転に関する情報	取扱物質の品名、数量、性状、危険性、消火方法	例： 異常な温度や圧力の上昇を示す施設が外観からはわからない
	起因物質の状況（温度、圧力等）	例： プラントや原因物質の名称が専門的すぎて、具体的にどのような危険があるかわからず、上司や国への報告に困る
	発災施設の運転状況	例： 物質の性状やプラントの作業工程などは、専門の者でしか答えられない
	その他	
災害活動支援に関する情報	負傷者、要救助者の状況	例： 逃げ遅れの有無が、施設内に進入しなくてもわかる方法はないか
	安全装置等の有無と作動状況	
	特定防災施設や防災資機材等の配置状況	例： 県内の応援可能な部隊がどれくらいあるか聞かれたときに、速やかに答えられなかった
	泡消火薬剤等の備蓄状況	例： 被害状況をわかりやすく説明したかったが、施設の図面をすぐに準備できなかった
	消防隊・自衛防災組織の活動状況	
	効果的な活動方法	
	広域的な応援部隊の状況	
	気象状況等に応じた災害拡大予測	
	発災事業所周辺の状況（街区や学校等周辺への影響等）	
	その他	
その他	上記の項目以外でありましたら、自由に記述してください。	例： 施設の温度や圧力などの客観的な情報がわかったとしても、その情報を総合してどのように活動に活かすかわからない
		例： 現状FAXで消防本部、国と情報共有を図っているが、FAXでは具体的な災害の状況、部隊の活動状況、終息の見込みがわからない
		例： リアリティのある訓練ができていない

上記に記載して頂いた課題に対して、先進技術を活用し、解決できるイメージがありましたら自由に記述してください。

例： 場所に関する情報、災害起因物質・プラントの運転に関する情報、その他に対して、
事業所、防災本部、消防本部及び消防隊が、事業所内の構内図、構内の状況、発災施設の位置等を共有することができれば、解決できると考えられる。

事業所、防災本部、消防本部及び消防隊が、事業所内の構内図、構内の状況、発災施設の位置等を共有することができれば、解決できると考えられる。

構内の状況をリアルタイムに、構内図に反映させることにより、消防隊への情報提供を容易にし、解決できると考えられる。

例： 災害活動支援に関する情報に対して、
車両及び隊員の位置、動態をリアルタイムに把握することができれば、解決できると考えられる。

発災施設だけでなく、事業所及びその周囲まで、俯瞰することができれば、解決できると考えられる。

車両及び隊員の位置、動態をリアルタイムに把握することができれば、解決できると考えられる。

例： その他に対して、
現在提供できる情報について、消防本部と情報を共有することができれば、解決できると考えられる。

※ 項目、課題（例）にとらわれず自由に記載をお願いします。また、別紙を用いて絵や図を載せて頂いて構いません。

事例・文献調査について

1 国内事例について

(1) 情報一元化システム



https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100832.html (国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構のホームページより)

日々の点検情報のみならず、取扱物質、温度、圧力等を含めたプラント内のデータを一元管理する手法として、さらに調査を実施する。

(2) スマートグラス

遠隔指示

活用例 1

遠隔地にいるオペレーターや
熟練者とコミュニケーションを
取りながら作業でき、作業時
間の短縮が図れます。

活用例 2

離れた場所で複数名同時作
業を行う場合でも、映像と音
声を通じて、本部から確実な
指示を出すことができます。



EPSONのカatalogより

装着者視点の映像を遠隔で確認することができることから、現場活動者と現地指揮本部との橋渡しとなるツールとして、さらに調査を実施する。

2 海外事例について

(1) シミュレーター

パンター戦術シミュレーター
フルキャブ

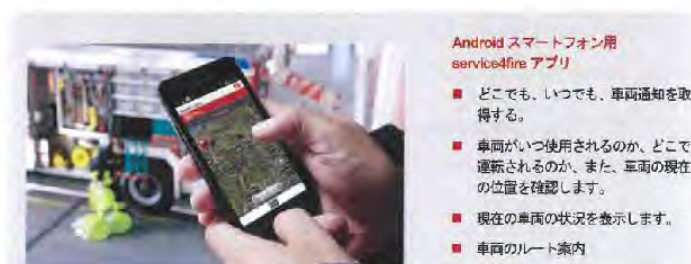
rosenbauer



ローゼンバウアー社のカタログより

消火戦術における技術の伝承は、机上又は想定訓練によるところであり、より現実に即した訓練として、さらに調査を実施する。

(2) 管理システム



ハイドロサブシステムの車両管理・遠隔診断システム「IGANネットワーク」

「近年、事業所・消防機関ともにベテラン職員の引退などにより、現場対応力や危険予測能力をはじめとした石油コンビナート災害に対する災害対応能力の低下が懸念されていることから、消防庁では、産業保安分野でも積極的に研究され、導入され始めているIoT技術、AI技術等の先進技術を石油コンビナートにおける災害対応へ活用することを検討することとした。」(消防庁特設室)

1. オンサイトモード

オンサイトモードはハイドロサブCANとスマホを連動し、メールで当社またはハイトランス社と情報交換する。



2. リモートアシストモード

リモートアシストモードはインターネットで接続し、ハイトランス社で遠隔診断できる。



ローゼンバウアー社のカタログより

災害の変化に応じた部隊運用のため、各部隊の状況等を自動的に収集するシステムとして、さらに調査を実施する。

平成 31 年 3 月 29 日
消 防 庁

**プラント保安分野におけるドローンの安全な活用の促進に向け、
「ガイドライン」と「活用事例集」をとりまとめました**

消防庁では、プラント保安分野におけるドローンの安全な活用の促進に向け、厚生労働省及び経済産業省と連携し、「石油コンビナート等災害防止3省連絡会議」において、プラント内でドローンを安全に運用するための「ガイドライン」と国内外企業の先行事例を盛り込んだ「活用事例集」をとりまとめました。

1 背景

石油コンビナート等のプラントにおけるドローンの活用は、高所点検の容易化、点検頻度の向上による事故の未然防止、災害時の迅速な現場確認等が可能となり、プラントの保安力の向上に繋がると期待されています。

一方で、点検精度と安全性を両立する観点からは、防爆エリアへの進入及び設備への落下等を防ぎ、安全な利活用方法を普及させることが重要です。

このため、事業者がプラント内においてドローンを安全に活用・運用するために留意すべき事項等を整理した「ガイドライン」及び実証実験や国内外企業の先行事例を掲載した「活用事例集」をとりまとめました。

2 ガイドライン・活用事例集のポイント

ガイドラインにおいては、ドローン活用時のプラントの状態を、「①通常運転時」「②設備開放時」「③災害時」の3つに分類し、その状態・飛行エリアに応じたリスクアセスメントやリスク対策の留意事項を整理しています。

また、活用事例集においては、JXTG 株式会社根岸製油所での実証実験を通じて得られた知見や、国内外のプラント、ドローン事業者の先行事例を掲載しています。

3 ガイドライン・活用事例集の公表及び資料の入手方法

- ・ ガイドラインの概要等は、別紙のとおりです。
- ・ ガイドライン等の全文は、消防庁ホームページ内の3省連絡会議3省共同運営サイト (https://www.fdma.go.jp/relocation/neuter/topics/fieldList4_16.html) に掲載します。
- ・ 厚生労働省及び経済産業省においても、本日、ガイドライン等の公表について報道発表しています。



<連絡先>

消防庁危険物保安室 担当：竹本、小島、篠崎
消防庁特殊災害室 担当：吉岡、藤原、根本
TEL：03-5253-7524 / FAX：03-5253-7534
TEL：03-5253-7528 / FAX：03-5253-7538

ガイドラインの概要等

- ドローンの活用により、プラントの保安力や利便性の向上が期待される一方、防爆エリアへの進入及び設備への落下等を防ぎ、安全な活用方法を普及させることが重要。
- このため、コンビナート内等でドローンを安全に活用・運用するための特有の課題や条件などについて整理・検討し、事業者がプラント内においてドローンを安全に活用・運用するために留意すべき事項等を整理したガイドラインを策定するため、「プラントにおけるドローン活用に関する安全性調査研究会」において検討を実施。



実証試験の様子

プラントにおけるドローン活用に関する安全性調査研究会

■委員（敬称略）

木村 雄二 工学院大学 名誉教授 <座長>
 入江 裕史 株式会社スカイウィングス 最高執行責任者（COO）
 小山田 賢治 高圧ガス保安協会高圧ガス部長代理
 川越 耕司 日本化学工業協会
 阪口 晃敏 一般社団法人日本産業用無人航空機工業会 会長
 竹原 昌彦 石油連盟
 田所 諭 東北大学大学院情報科学研究科応用情報科学専攻 教授
 土屋 武司 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授
 柳谷 昌隆 石油化学工業協会

■開催状況

1月17日（第1回）研究会概要、ニーズ・事例調査等
 2月6日（第2回）実証試験結果報告、ガイドラインの論点等
 2月25日（第3回）ガイドライン案について議論等

ガイドライン・活用事例集
素案の作成・提言

「石油コンビナート等災害防止
3省連絡会議」においてとりまとめ
 （総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省）

ガイドライン

活用事例集

- オブザーバー
 総務省消防庁 プラント事業者
 厚生労働省 プラントメンテナンス事業者
 経済産業省関係課 ドローンメーカー
 神奈川県 整備事業者
 エンジニアリング事業者 等
- 事務局
 みずほ情報総研株式会社

背景・目的及び適用範囲

● 背景・目的

現在、一部のプラントにおいて、ドローンは試験的に利用され始めているものの、安全に活用するための指標や方法が提示されていないこともあり、本格的な活用には至っていない状況にある。

本ガイドラインは、プラント内等でプラント事業者がドローンを安全に活用・運用するための留意事項を整理したものである。

● 適用範囲

コンビナート等の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント内において、カメラ等を装備したドローンの飛行を行い、カメラによる撮影等を行う行為を対象とする。なお、ドローンを飛行させるエリアは、そのプラント事業者の管理下にある私有地の屋外を対象とし、プラント事業者の管理下にはないエリアは含まないものとする。

● 関連法令の適用

ドローンの活用にあたっては、航空法や電波法等の規制の下、実施する必要がある旨明記するとともに、国土交通省が定める「無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」や「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行のルール」等も活用する必要がある旨記載。

①通常運転時（リスク対策）

- ガイドラインには、リスクアセスメントの結果を踏まえ、飛行目的、飛行ルート等に応じて適切にリスク対策を実施することが望ましいと記載。

爆発性雰囲気生成の可能性がなく火気の制限がないエリアにおけるリスク対策の例

- (a) 飛行前、飛行当日におけるプラント入構者への、ドローン飛行の実施及び飛行ルートに関する周知の徹底
- (b) 飛行ルート上の作業員、交通量に応じた適切な監視体制下での実施
- (c) 悪天候時、一定の風速を超えた場合の作業中止
- (d) 磁気センサー、GPSの不感地帯及び通信輻輳等による電波利用環境の悪化時及びその他不具合発生時に危機回避機能（フェールセーフ機能）が正常に作動するための対策
 - ・ドローンで使用する電波を良好に受信できない場合には、離陸地点若しくは電波を良好に受信できる地点まで自動的に戻る機能（自動帰還機能）又は電波を良好に受信できるまでの間は空中で位置を維持する機能が作動すること
 - ・GPS等の電波を良好に受信できない場合には、その機能が復帰するまで空中で保持する機能、安全な場所に自動着陸を可能とする機能又はGPS等以外により位置情報を取得できる機能が作動すること
 - ・電池の電圧、容量又は温度等に異常が発生した場合に、発煙及び発火を防止する機能並びに離陸地点まで自動的に戻る機能若しくは安全な自動着陸を可能とする機能

左記に加え、爆発性雰囲気生成する可能性があるエリア近傍や火気の制限があるエリアの近傍における追加のリスク対策の例

※プラント内での飛行環境に応じ、下記一般的な対策に加え、複数の対策を組み合わせることが望ましい

- (a) 一般的な対策
 - ・風速等による明確な飛行中止条件の設定
 - ・飛行中止判断者の配置
 - ・保安道路等、非危険なエリアでの離着陸の実施
- (b) ドローンが落下した場合においても、爆発性雰囲気生成する可能性があるエリアや火気の制限があるエリアに侵入しないための対策
 - ・風況、飛行高度等に応じた危険なエリアとの離隔の想定
 - ・風速の監視・連絡体制の確保
- (c) ドローンが安全な航行が困難になった場合に、暴走させないための対策
 - ・飛行を継続するための高い信頼性のある設計及び飛行の継続が困難となった場合に機体が直ちに落下することのない安全機能を有する設計がなされている機体を用いること
 - ・より高い技術を有する操縦士による操縦の実施
 - ・安全に不時着させる位置を事前に決めておくこと
- (d) ドローンが落下し、爆発性雰囲気生成する可能性があるエリアや火気の制限があるエリアに侵入した場合に備えたリスク対策
 - ・事前のガス検知の実施
 - ・防火・消火体制の確保
 - ・衝撃等に強いバッテリーの選定

3

②設備開放時

- ガイドラインでは、設備開放時を爆発性雰囲気生成する可能性がなく、火気の使用制限がない状態と定義し、ドローンを飛行させることができると記載。
- 設備開放時におけるプラントでのドローンの活用にあたっては、通常運転時と同様の流れに沿って実施することが望ましいと記載。
- 一方、通常運転時の設備が隣接する場合には、通常運転時の状態に示したリスク対策の事項を考慮することが望ましいと記載。
- また、飛行計画の立案にあたっては、隣接する通常運転時の設備に注意を払いながらリスクアセスメント及びリスク対策を実施することが望ましいと記載。

③災害時

- 災害時の活用にあたっては、事前に災害時の飛行計画を立案し、活用の手順等を精査するとともに、その飛行計画が災害時の諸活動の妨げ等にならないよう、十分に安全を確保しうる内容であることを確認しておくことが重要である。
- 活用時は、地震等の災害による設備の損傷により危険物の漏えいやガス漏れ等の副次的リスクにも十分に注意することが重要であり、また、活用後はドローンの飛行記録を作成することが望ましいと記載。

4

第 2 回検討会資料

(※資料 1、資料 3 別添 2 は本文に収載しているため省略)

第2回 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

議 事 次 第

日時：令和元年12月2日（月）

13:30～15:30

場所：日本消防会館

1 開 会

2 委員紹介

3 議 事

- （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の集計結果について
- （2）国内外の先進技術活用事例について
- （3）その他

4 閉 会

【資料等一覧】

- 資料1 令和元年度 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委員名簿
- 資料2 令和元年度 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第1回議事要旨
- 資料3 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における調査・分析結果について
- 資料4 アンケート結果を踏まえた先進技術の理想的な活用（案）
- 資料5 国内外の先進技術活用事例
- 資料6-1 スクラムフォースの実証配備について
- 資料6-2 SIP4D と CRS の概要について
- 資料6-3 JOGMEC でのドローンを活用した取り組みについて
- 資料6-4 産業保安のスマート化について

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（第 1 回）

【議事要旨】

1 開催日時

令和元年 8 月 7 日（水） 14：00～16：00

2 開催場所

東京都港区三田 2－1－8

三田共用会議所 3 階

3 配布資料

資料 1 令和元年度 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委員名簿

資料 2 令和元年度 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開催要綱（案）

資料 3 令和元年度 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の概要及び進め方（案）

資料 4 石油コンビナート等における災害対応について

資料 5 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・文献調査について（案）

資料 6 「石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議」報道資料

4 議事内容

（1）消防庁特殊災害室長挨拶

・近年、AI、ドローン、画像解析、5G といった先進技術の発展がめざましく、実際に石油コンビナートの保安現場においても活用されつつある。

・石油コンビナート災害では、広大な敷地の中に複雑な設備や多種多様な危険物等がある中で、迅速、確実、効率的な情報収集、状況判断が求められる。

・本検討会においては、災害発生時の事業者、公設消防、石油コンビナート等防災本部における情報収集、状況判断等に際し、こうした先進技術をいかに活用していけるか、現場のニーズや課題も踏まえて、その導入・活用のあり方、課題等について検討していきたい。

（2）開催要綱（案）について

資料 2 により事務局から説明が行われた。

（3）座長互選及び座長代理の指名

委員の互選により、小林恭一委員が座長に選出された。

また、座長により、細川直史委員が座長代理に指名された。

(4) 議事概要

ア 検討会の概要及び進め方について

資料3により事務局から説明が行われた。

イ 石油コンビナート等における災害対応について

資料4により事務局から説明が行われた。

ウ 先進技術の紹介について

村上建治郎委員、神取弘太委員、森口昌和委員から、先進技術の活用事例について説明が行われた。

エ 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・文献調査について

資料5により事務局から説明が行われ、この方針により事例調査及び文献調査を実施することとなった。追加の意見等があれば事務局まで連絡することとされた。

(5) 質疑応答

座長：☆ 委員：○ 事務局：●

○本検討会の検討は、成果を自衛防災組織の防災資機材等として法令上位置づけることや、成果を活用するための人材の育成等まで視野に入れているのか。

●今回検討するテーマは、法令上位置づけるほどになるには相当時間がかかると考えており、この検討会でそこまで検討することは考えていない。一方で、運用に際してルールや課題を整理することで先進技術の導入が促進されるということであれば、それらについては早急に検討すべきではないかと考えている。

☆大災害時には多くの情報が発信される一方で、回線があふれ通信不能となることが考えられる。そのため、関係者は様々なシステムを構築しているところであるが、この実態をどう考えるか。

○東日本大震災の時も電話回線はつながらないもののネット回線はつながったという状況があり、おそらく最後までつながるのはネット回線ではないかと考えている。

☆仮想空間の活用については、見るだけでなく操作も必要な場面がたくさんあると思うが、どのように対応するのか。

○多様なセンサーを使うことにより、仮想空間を視覚により体験するだけでなく、手を認識して物をつかむことや指でボタンを押すといった操作も可能である。さらに、触覚デバイスを組み合わせることによってさわった感じも付加できる。また、嗅覚デバイスを連携することにより、さらに臨場感を高めることも可能である。

以上

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における 調査・分析結果について

1 配布数

都道府県・消防機関	1 2 4 機関
特定事業所	6 6 7 機関
計	7 9 1 機関

2 回答数（回答率）

都道府県・消防機関	1 2 0 機関（約 9 7 %）
特定事業所	4 5 8 機関（約 6 9 %）
計	5 7 8 機関（約 7 3 %）

3 回答形式及び内容（別添 1）

問 1 チェック方式（重複回答可）により、現に困っている情報や先進技術を活用すれば、迅速確実安全に収集共有が可能になると思われる事項について、回答を得た。

問 2 自由記載方式により、問 1 における課題について、具体的な内容及び対策について、回答を得た。

問 3 自由記載方式により、問 2 での問題点や課題に対する実際の取り組みについて、回答を得た。

4 回答結果のまとめ

問 1 に対する回答において、チェック数の多かった具体的情報「事業所内の施設の配置や発災場所へのルート」、「取扱物質の性状・危険性」、「負傷者・要救助者の状況」、「消防隊・自衛消防組織の活動状況」、「災害の拡大予測」及び「周辺状況（街区への影響等）」について、問 2 及び問 3 より当該内容に関する主な意見をまとめた。詳細については、別添 2 のとおり。

5 回答結果の総括

発災場所の案内である災害覚知から、災害の拡大予測や周辺状況への影響といった災害活動中のいずれの場面においても、都道府県、消防機関及び特定事業所ともに、双方向による情報共有を求めている内容の回答が多く寄せられた。

映像、データ等有効な情報の共有化が都道府県・消防機関と特定事業所の間においても進むことが必要であると考えられる。

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					
					<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">所属/事業所名</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">部署/担当者</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">電話</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Eメール</div>
<p>本アンケートは、石油コンビナート地区において災害が発生した際、表中に例示されているような各種情報の収集、共有に際して生じている課題の抽出及び、当該課題に対する先進技術活用のニーズについて調査するものです。（ここでいう先進技術とは、正確な情報を迅速に収集するIoT、3D解析技術や、的確な状況判断を行うAI技術等を指します。）</p>					
<p>問1 「種別」ごとに、収集、共有（現場事業所内はもとより、例えば現場と本社、現場と消防本部、地方自治体と国など、考え得るあらゆる情報共有の形態を含みます。）で現に困っている情報や、先進技術を使えばより迅速、確実または安全に収集、共有が可能になるのではないかとされる「具体的情報」について、チェックしてください。 複数チェック可能です。 その他を選択した場合は、その内容について、「自由記載」欄へ記載してください。 なお、「具体的情報」は、災害の発生から終息までの間、必要となる時期については問いません。</p>					
種別	具体的情報				自由記載（その他）
場所	<input type="checkbox"/> 事業所内の施設の配置	<input type="checkbox"/> 事業所内の道路図	<input type="checkbox"/> 発災場所へのルート	<input type="checkbox"/> その他	
災害起因物質	<input type="checkbox"/> 取扱物質の品名、数量	<input type="checkbox"/> 取扱物質の性状、危険性	<input type="checkbox"/> 消火方法	<input type="checkbox"/> その他	
プラントの運転等	<input type="checkbox"/> 発災施設の運転状況	<input type="checkbox"/> 温度、圧力等		<input type="checkbox"/> その他	
災害活動支援	<input type="checkbox"/> 負傷者、要救助者の状況	<input type="checkbox"/> 安全装置の有無、作動状況	<input type="checkbox"/> 防災資機材等の配置		
	<input type="checkbox"/> 泡消火薬剤の備蓄状況	<input type="checkbox"/> 消防隊・自衛消防組織の活動状況	<input type="checkbox"/> 広域的な応援部隊の状況		
	<input type="checkbox"/> 気象情報	<input type="checkbox"/> 災害の拡大予測	<input type="checkbox"/> 周辺状況（街区や学校等への影響）	<input type="checkbox"/> その他	
その他					<input type="checkbox"/> その他
<p>問2 問1でチェックした課題について、回答例を参考に具体的に記載してください。また、先進技術を活用した具体的な課題の解決イメージをお持ちであれば、合わせて記載してください。 なお、記載内容については、実在する課題や問題点に限らず、予測されうることでも結構です。</p>					
自由記載（現状の課題や先進技術を活用した解決方法等）					
<p>問3 問2で記載した問題点や課題に対する解決策について、現に先進技術を活用して解決に取り組んでいる、又は取組を検討している事例があれば、概要を記載してください。</p>					
自由記載（先進技術を活用した解決方法）					

アンケート結果を踏まえた先進技術の理想的な活用（案）

○ 全体像の把握・共有

- ・ドローン、スマートグラスからの情報収集
- ・AIを活用した災害の規模、部隊配置等の情報分析
- ・クラウド、5G技術によるリアルタイムの情報共有

○ 現場誘導支援

- ・最適部署位置へのルートスマートグラス、タブレットに表示

○ 危険情報・要救助者等の把握・共有

- ・作業工程、原因物質、対応方法をスマートグラス、タブレットに表示
- ・要救助者の有無、位置等についても同様に表示
- ・専門用語をAIが視覚的に説明

○ 被害拡大予測

- ・各種映像、温度・圧力、3D解析画像、点検データ、気象状況等からAIが被害拡大予測

○ 現場指揮の支援

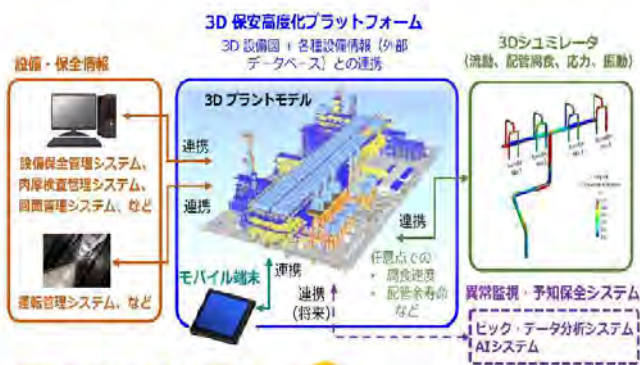
- ・AIが戦術の選択肢を提示
- ・消防力が劣勢の場合は、必要な資機材、部隊の支援についてAIが提案

3D保安高度化プラットフォーム

3Dプラントモデル（コンピューター上でプラントを、実際の配置、敷設状況そのままにコンピューターグラフィックとして表現したもの）において、各種データと3次元上の位置とを関連付けて見ることができるシステムである。



3Dプラントモデルと実機とが同じ配置、敷設状況で表現される。



設備保全管理システム、図面管理システム、運転管理システムなどとデータを連携し、3次元上の位置と関連付けて見ることができる。

実プラントの3Dプラントモデル化



モバイル端末から実プラントの状態や情報を記録できる。

3D保安高度化プラットフォーム(NEDO実証研究事業)

<http://www.nedo.go.jp/content/100368554.pdf>



【災害対応に期待できると考えられる活用方法】

3Dプラントモデルと実機とが同じ配置、敷設状況であることから、情報を把握しやすいと考えられる。

プラント関連情報が集約・共有されていることから、3Dプラントモデルと連携することによって、必要な情報の検索及び情報の共有化に役立つと考えられる。

応急対策等のシミュレーションが可能であり、災害対応に役立つと考えられる。

バーチャルリアリティ（VR）の素材として訓練に活用できると考えられる。

消防車両の情報（e-モニター）

e-モニターは、消防車両に設けられる安全機能付の消火ポンプ操作盤である。ボタン操作での揚水操作に加え、揚水状態のチェックや、エンジン回転数の制御などが行える液晶チェックモニタ機能付きの自動揚水装置である。



各種計器類を液晶モニターにて一体化し、操作性を向上させている。

上限圧力設定機能、上限回転制御機能など様々な安全機能が組み込まれている



通信機能により、消防車両の位置情報及び車両運用情報を本部へ伝えることが出来るため、各隊の配置、活動状況を本部は迅速かつ正確に把握することが出来る。

【災害対応に期待できると考えられる活用方法】

通信規格を同一にすることにより、他の消防本部からの応援部隊、さらには事業所における自衛消防隊の状況まで共有化することが可能であると考えられる。

消防機関が現場に到着するまでの間に事業所の配置図や消火栓配置等と共に自衛消防隊の消防車両の位置情報を把握することが出来れば、より効率的な活動を展開することが可能となると考えられる。

消防機関への情報提供方法（既に実用化されている例）

事業所から消防機関に提供する資料として、事業所内の設備などを立体化し、より具体性のある資料に改善することでの確な情報共有を図るものである。

事業所内における消火栓の状況について、360度カメラで撮影しておき、その画像を有事の際における消防機関への情報提供資料として役立てている。

事業所に入る際の守衛所において、ディスプレイに事業所の敷地内配置図を表示し、そこに表示された消火栓と360度カメラでの画像をリンクさせている。

本事例は、事業所が現有している資機材を用いて、消防隊と特定事業所間のよりよい情報共有について検討されたものです。

【災害対応に期待できると考えられる活用方法】

石油コンビナート等災害防止法に定められる災害の現場における消防機関への情報提供として、防災施設等の位置等が必要な情報として挙げられている。

平面図による位置の表示だけでなく、現地の視界と同様の状況を映像で事前に確認することが出来れば、活動する隊員にとってはより把握しやすいと考えられる。

既に消防機関と特定事業所において役立てている。

バーチャルリアリティ（VR）を活用した教育訓練

VRとはコンピュータによって作り出された世界である人工環境・サイバースペースを現実として知覚させる技術及びその体系のことである。技術進歩により現実とVRと区別できないほど進化してきている。

【空港消防隊の消火訓練の例】



消防隊の指揮官や隊員に、消火剤の適用、指揮と統制、車両の操作および基本的な運転スキルと位置調整スキルの経験を積むため、VR技術を使った訓練装置である。

【バルブ操作訓練の例】



運転操作マニュアルなどから、バルブ操作の手順指導などにVR技術を使った教育に使用するものである。

【加熱炉内の体験例】



例のように、普段は燃焼状態の加熱炉内には人が入れないような環境下において、内部の状態をVRにて体験することができる。

【災害対応に期待できると考えられる活用方法】

プラント施設における大規模な火災という想定の実験などを、VR技術を使って訓練できる。事業所毎に導入されれば、より現実的な訓練が行えると考えられる。

また、訓練とはいえ間違った操作を実プラントで行うことは難しいが、VRでは間違った操作を行ったことでその後引き起こされる様々な事故や災害などを体験することができる。現実での危険を感じ取る能力の向上に役立てられると考えられる。

事業所の操業に影響させることなく、施設状況に応じた精度の高い訓練ができると考えられる。

スマートグラス

カメラ、モニター、通話、GPS及び通信機能など多様な機能を有したグラスである。一般タイプのほかに防爆（本質安全防爆構造）タイプもある。



タブレット内の画面(イメージ)



スマートグラス内の画面(イメージ)



発信者が見ている映像や、位置情報を素早く受信者に伝えることができる。また、モニターや通話機能がついていることで、遠隔からの作業支援を行うことができる。

遠隔からの支援者も、作業の状況をリアルタイムに確認できるため、音声だけではなく、モニターに必要なテキストや画像を転送し、作業指示が的確に行える。

両手が使えないような状況においても受信したデータやテキストを確認できるように3軸加速度センサーが搭載されており、首を振ることでハンズフリー操作が可能である。

したがって、事業所のみならず、災害現場での活動が主となる消防機関においても活用できる。

【災害対応に期待できると考えられる活用方法】

発信者（作業員）が見ている事故や火災の状況を音声のみではなく映像を介して第一次受信者（防災管理者等）へ伝えることが可能となり、さらに第一次受信者は第二次受信者（自衛消防隊や公設消防隊などの多方面）へ一度にデータを転送して情報共有することができる。また、本部などから作業員等へモニターや音声を介して多様な情報（地図、図面、仕様、物質の性状等）を伝達することができると考えられる。

他の隊の活動状況等も、別の隊員が把握することができるようになると考えられる。防爆タイプもあるため、爆発などの危険性が高い現場で使うことが可能である。

防爆型タブレット

国内防爆検定（本質安全防爆）に合格した防水、防塵性能をもったタブレットである。



本質安全防爆としての国内防爆検定に合格しており、第1類危険箇所（Zone 1）での使用が可能である。



専用のオペレーションシステム（OS）を使用している訳ではなく、アプリケーションにより、様々な機能を持たせることが可能であり、今後、他の情報ツールと共生していくことが可能である。



グローブをはめた手でも操作が可能あり、消火隊員等が現場でも容易に使用することが可能である。

【災害対応に期待できると考えられる活用方法】

消防機関では既に防水及び防塵の性能を持ったものが導入されているが、本件のタブレットは第1類危険箇所（Zone 1）での使用が可能であることから爆発などの危険性が高いコンビナート等の災害現場においても使用することができる。

また、データベースに接続することで、現地において相手方に多様な情報（地図、図面、仕様、物質の性状等）を視覚的に提示することができると考えられる。

指令システム及び搬送車両

指令システム

【機能】

- ・ 消防ロボットシステムの**自律**及び**協調連携**という高度な**ロボット制御**を行う中心的システム。
- ・ 各ロボットから伝送される画像や計測データを解析し、**各ロボットの活動を消防隊員に提案**。
- ・ 消防隊員の判断に基づき、**各ロボットに活動指令を送信**。
- ・ 指令システムは搬送車両の**コンテナ内に設置**。
- ・ ロボットの遠隔操縦も可能



構成 ディスプレイ 32インチ, 27インチ×2
 メインPC + ラップトップPC×3
 GISエンジン(SIS社製)
 ディスプレイの録画機能
 UPS 3.0KVA(10分間)

- ・ 放水位置自動算出システム及び画像処理による着水位置推定システムを搭載（共に特許出願準備中）
- ・ 飛行型及び走行型偵察・監視ロボットへの指令部分は、それぞれ取り外し可能で、自律機能を含め、単体での運用可能

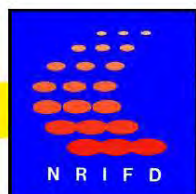
搬送車両

【機能】

- ・ 消防ロボットシステムの**搬送**だけでなく、消防ロボットシステムの**中心的な拠点**の役割を担う。
- ・ **発動発電機**を搭載しているため、**外部給電無し**で、消防ロボットシステムを**稼働**可能。
- ・ フックロールによりコンテナを積み卸し。



シャシー 10トン車両
 寸法 長さ：11.4m, 幅：2.5m, 高さ：3.8m
 （コンテナ下降時全長18.8m）
 質量 25,300kg（各ロボット積載状態時）
 変速機 AT（MTモード有）
 発動発電機 40KVA, 単相100V, 200V, 三相200V
 装備品 AVM（車両動態管理システム）,
 消防無線, 全国対応ナビなど
 コンテナ 長さ：7.61m, 幅：2.44m, 高さ：2.58m


Disaster Response Robotics

【ロボットシステムのイメージ】

【指令システム】 ロボットシステムの制御

- 隊員の判断、指示
- 偵察・監視ロボットからの情報
- 放水ロボットの活動状況を表示



↑ 指令システム

【偵察・監視ロボット】 自律的に移動し、 情報収集

- 自律的に現場まで移動し、熱画像、放射熱、可燃性ガス等を計測
- 火災現場で活動可能な
耐熱性能を確保

【放水ロボット】 自律的に最適位置に 部署し、自動放水

- 火災等へ接近が可能な
耐熱性能を確保
- 自動でホース延長し、コンビナート火災に有効な泡放射が可能

飛行型偵察・監視
ロボット



地上型偵察・監視
ロボット



協調連携



↑ 放水砲ロボット、
ホース延長ロボット

【スケジュール】

【H26～H28年度】

・試作機の研究開発

◎平成29年4月14日
実演公開



【H29～H30年度】

・実戦配備型の研究開発

◎平成31年3月22日
実演公開

【H31年度～】

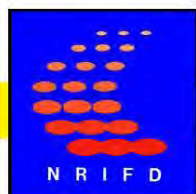
・実証配備 ・高度化



【機能】

- ・最初に現場上空を**自律飛行**し、災害の状況、放水砲ロボットが走行する経路の状況を偵察
- ・放水開始後には、放水軌跡を上空から撮影し、目的の場所に放水が到達しているかを監視
- ・**二重反転機構**による安定した飛行を実現
- ・**自動離着陸**により飛行

寸 法	機体 長さ：1.5m, 幅：0.5m, 高さ：1.0m プロペラ径 2.5m
質 量	69kg
飛行方式	同軸二重反転（上下のプロペラが逆向きに回転） バッテリーによるモーター駆動
最高速度	時速約60km（秒速16.0m）（マニュアル操作時） 時速約15km（秒速4.0m）（自律飛行時）
搭載機器	カメラ, 熱画像カメラ, 可燃ガス検知器, 放射熱量計
情報伝送	無線
制御センサ	高精度GPS, 移動速度及び向きを計測するセンサなど
自律機能	地図上の指定位置まで飛行 飛行中, 2台のカメラを常に目標物を撮影 （ジンバル機構搭載）
耐輻射熱	8.0kW/m ²
耐風性能	12m/s
飛行時間	13分（1飛行当たり）



AileLinX

Disaster Response Robotics



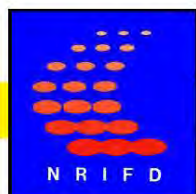
↑車輪
モード

←キャタピラ
モード

【機能】

- ・飛行型偵察・監視ロボットからの情報を参考として、放水砲ロボットが走行する経路を先に**自律走行**し、経路及び災害の状況をより詳しく偵察
- ・放水開始後には、放水軌跡を横から撮影し、目的の場所に放水が到達しているかを監視
- ・走行型ロボットとして、先行して現場に入るため、走行経路に障害物が飛散していることも考えられるため、**車輪及びキャタピラ2つの走行方式**を備え、状況に応じて使い分ける。
車輪：高速、自律走行精度が高い
キャタピラ：障害物踏破性能が高い

寸 法	長さ：1.4m、幅：0.9m、高さ：1.8m (アンテナ等を含む)
質 量	285kg
走行方式	車輪走行：後輪駆動，前輪操舵 キャタピラ：左右の速度差により方向転換 バッテリーによるモーター駆動
最高速度	時速約5.5km（秒速1.5m）
搭載機器	ロボットハンド，カメラ，熱画像カメラ， 燃焼ガス検知器，放射熱量計
情報伝送	無線（中継器を搬送設置）
制御センサ	高精度GPS，回転式レーザー距離計，車輪回転計 移動速度及び向きを計測するセンサなど
自律機能	地図上の指定位置まで走行
耐輻射熱	8.0kW/m ²
段差乗り越え	40cm
その他	電子地図生成機能



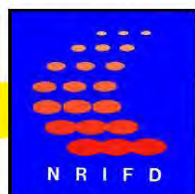


←放水時

【機能】

- ・ **世界最高レベルの耐熱性**
(特許出願準備中)
- ・ **広角放水, セミアスピレート泡放射, ストレート放水を1つのノズルの切替式で実現した新開発ノズルを装備** (特許出願中)
- ・ 偵察・監視ロボットが偵察した情報を基に, **自律走行**し, 放水位置まで移動, 風の状況を勘案し, 放水到達目標位置への**最適なノズルの方向を設定**
- ・ 偵察・監視ロボットが放水監視している情報を基に, 風の変化などによる**放水の外れを認識し, ノズルの向きを修正**

寸法	長さ : 2.3m, 幅 : 1.4m, 高さ : 2.1m
質量	1,700kg
走行方式	4輪駆動, 前輪操舵 バッテリーによるモーター駆動
最高速度	時速7.2km (秒速2.0m)
搭載機器	カメラ, 熱画像カメラ, 可燃ガス検知器, 放射熱量計, 風向風速計
情報伝送	有線
制御センサ	高精度GPS, 回転式レーザー距離計, 車輪回転計, 移動速度及び向きを計測するセンサなど
自律機能	地図上の指定位置まで走行, 放水目標位置への最適なノズルの制御 (上下左右角度)
耐輻射熱	20kW/m ² (自衛噴霧機構付)
放水ノズル	放水 : 広角, ストレート 泡放射 : セミアスピレート 4,000ℓ/分 1.0MPa (有効射程70m)
その他	電子地図生成機能



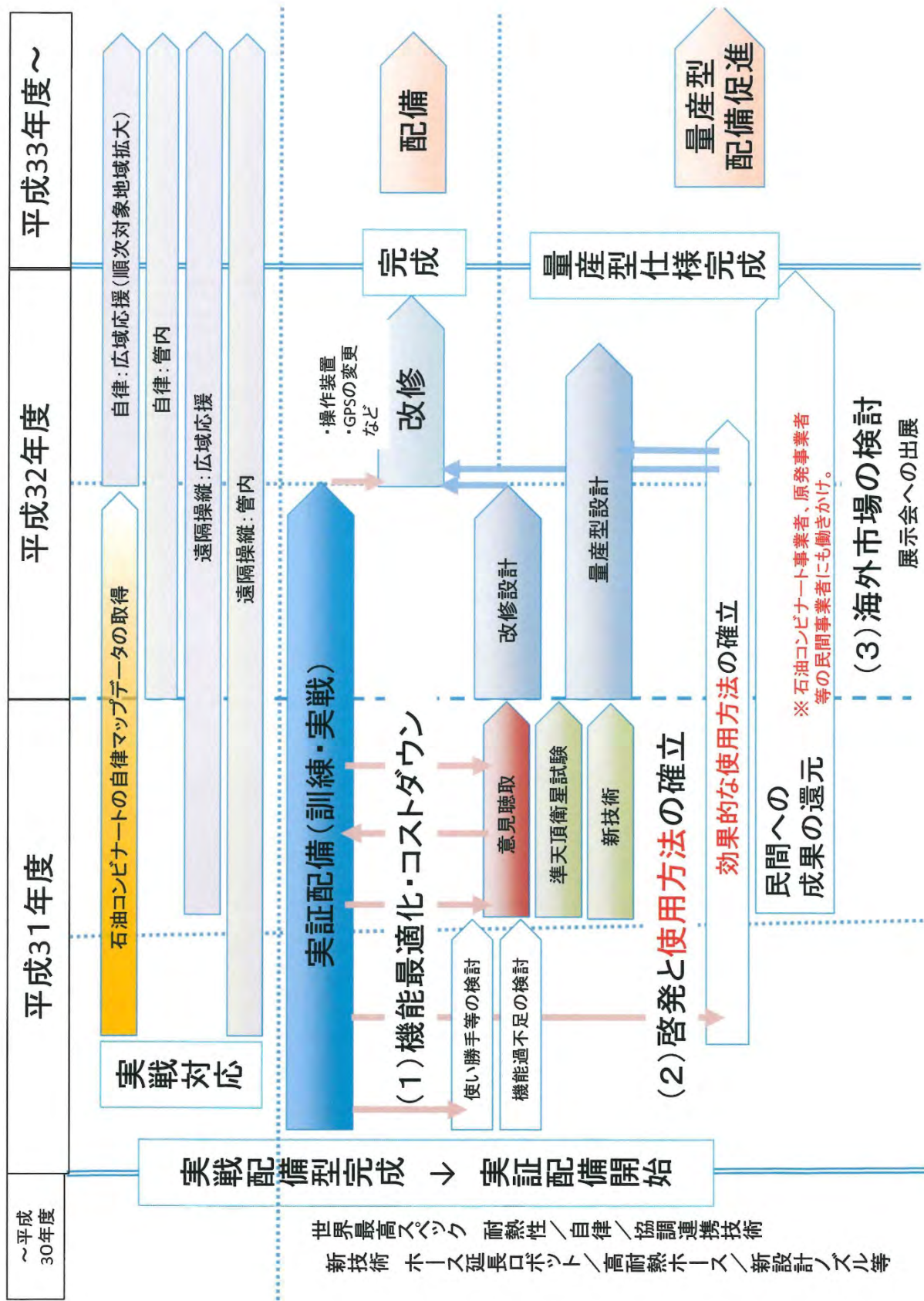


←ホース敷設時

【機能】

- ・放水砲ロボットに**自律的に追従**，放水砲ロボットが放水する位置まで移動
- ・水源（ポンプ）方向へ**自律走行**．移動中に**リールを自律的に制御**し，消防隊員が活動可能な安全な領域まで，直径150mmの**大口徑ホースを300m自動繰り出し**（世界初：特許出願中）．
- ・ロボット本体だけでなく，**高耐熱性能を有するホース**を新たに開発（特許出願中）

寸法	長さ：2.4m，幅：1.7m，高さ：2.1mm
質量	2,800kg
走行方式	4輪駆動，前輪操舵 バッテリーによるモーター駆動
最高速度	時速7.2km（秒速2.0m）
搭載機器	カメラ
情報伝送	有線
制御センサ	高精度GPS，回転式レーザー距離計，車輪回転計，移動速度及び向きを計測するセンサなど
自律機能	地図上の指定位置まで走行，150mmホース延長敷設，先行車追従自律走行
耐輻射熱	（放水砲ロボットに準ずる）
搭載ホース	150mmホース，300m（高耐熱）
その他	電子地図作成機能



■ SYSTEM NAMING

消防ロボットシステム

スクラムフォース

【Scrum Force】

CONCEPT

ロボット同士のチーム感、チームワークが伝わる名前に。4機のロボットが力「force」を結集してスクラム「scrum」を組み、ミッションを遂行する姿を表現しています。「force」は部隊も意味しています。



■ ROBOTNAMING

■ 飛行型 偵察・監視ロボット

スカイ・アイ

最初に投入される偵察ドローンは空から。空からの目という意味を直感的に表現。



■ 走行型 偵察・監視ロボット

ランド・アイ

続いて投入される偵察機は陸（地上）から。陸からの目という意味を直感的に表現。



■ 放水砲ロボット

ウォーター・キャノン

砲を意味する「cannon」という言葉を用いて災害に立ち向かう力強い放水を表現。



■ ホース延長ロボット

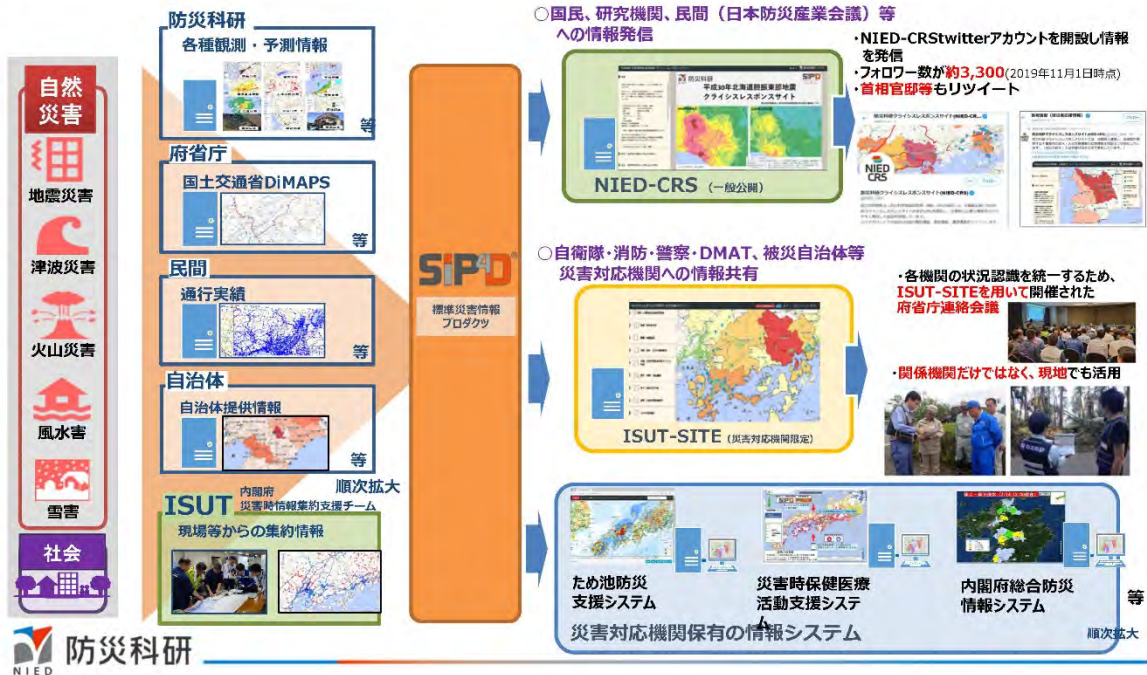
タフ・リーラー

糸巻きを意味する「reel」と頑丈、不屈なという意味の「tough」との組合せ。



SIP4Dによる情報集約・発信

SIP4D (Shared Information Platform for Disaster Management, 基盤的防災情報流通ネットワーク) :
防災科学技術研究所で研究開発中であり、災害対応に必要とされる情報を多様な情報源から収集し、
利用しやすい形式に変換して迅速に共有する機能を備えた、防災情報の流通を担うシステム



NIED-CRS (防災科研クライシスレスポンスサイト)

災害対応支援を目的として、防災科研が運用しているSIP4D (基盤的防災情報流通ネットワーク) により集約された情報を、目的別に統合し一般に公開しているWebサイト。

NIED-CRS (防災科研クライシスレスポンスサイト)
<http://crs.bosai.go.jp/>

1. NIED-CRS (防災科研クライシスレスポンスサイト) の情報発信について

■ NIEDトップページやNIED-CRStwitterアカウント開設し情報を発信



■ NIED-CRSの発信情報



2. 令和元年台風第15号、第19号時の活用及び反応

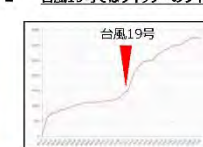
■ 首相官邸等がリツイート



■ メディアやSNS上での反応



■ 台風19号ではツイッターのフォロワー数が急増



フォロー数が3,000を超える

■ 自治体のHPにNIED-CRSの情報が公開





国家石油備蓄施設における防災監視・保全管理システム スマート化の取り組み状況（ドローン活用）

資源備蓄本部
環境安全・技術部 技術課
2019年12月2日

1

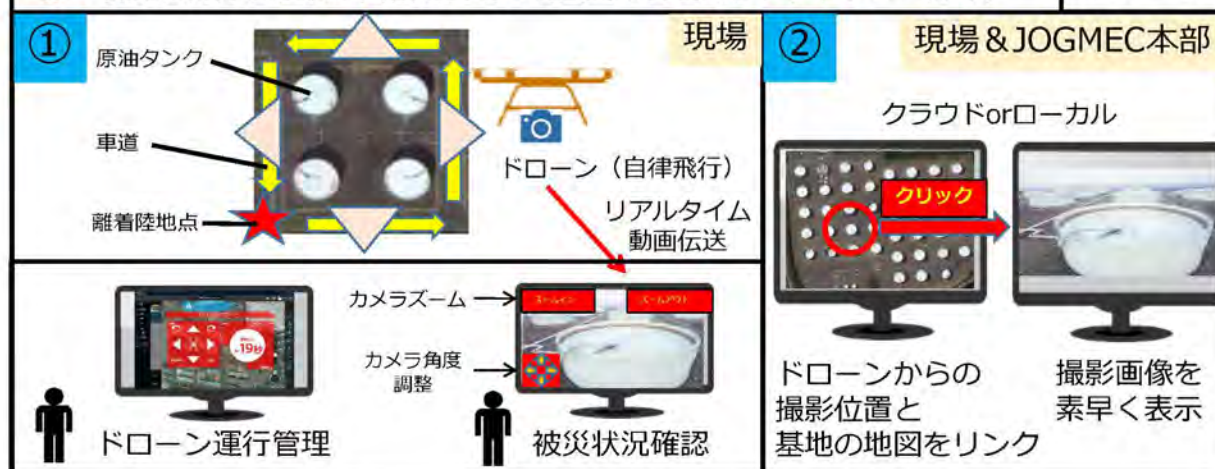
防災監視へのドローン活用イメージ

◆ 原油タンクの浮き屋根監視システムの構築

地震、異常気象（強風、豪雨、豪雪）等の自然災害発生後の初期点検（目視点検）を迅速かつ安全に行うシステムを構築し、異常の早期発見、二次災害拡大防止を図る。

- ① ・ 自然災害発生後、直ちにドローンが予め設定したルートを実行（目視外飛行）
・ ドローンに搭載したカメラで浮き屋根を撮影し、リアルタイムで被災状況を確認
・ 遠隔操作によって飛行中に任意の位置でカメラズーム・角度調整・画像撮影
- ② ・ 撮影した浮き屋根の画像を基地の地図上で管理（クラウドorローカル）

イメージ



2

保安全管理へのドローン活用イメージ

◆ 保全の高度化・コスト低減

基地毎の特性に応じた、ドローン、カメラ・センサー、AI等活用の最適化

イメージ

- ドローン活用により、人がアクセスしづらく足場や高所作業車が必要な箇所の目視点検を効率化
- 3次元管理台帳等の活用により、原油タンクの側板等の塗膜欠陥（サビ、割れ、ふくれ、剥がれ）の目視検査結果を経年的に管理
- AI等を活用した画像解析により、塗膜欠陥の検出を支援
- 蓄積した検査データからの経年劣化予測診断により補修計画を最適化



3

ドローン飛行試験内容（2017,2018年度分）

【目的】

- ドローンの有用性（取得画像の視認性等）の確認
- 国家石油備蓄施設の点検に最適なカスタム機構築へ向けた課題抽出

【実施内容】

- 防災監視:** 撮影高度、撮影位置を変え、陸上タンク浮き屋根の俯瞰画像を撮影し、取得画像から浮き屋根の状態が視認できるか確認を行う。



4

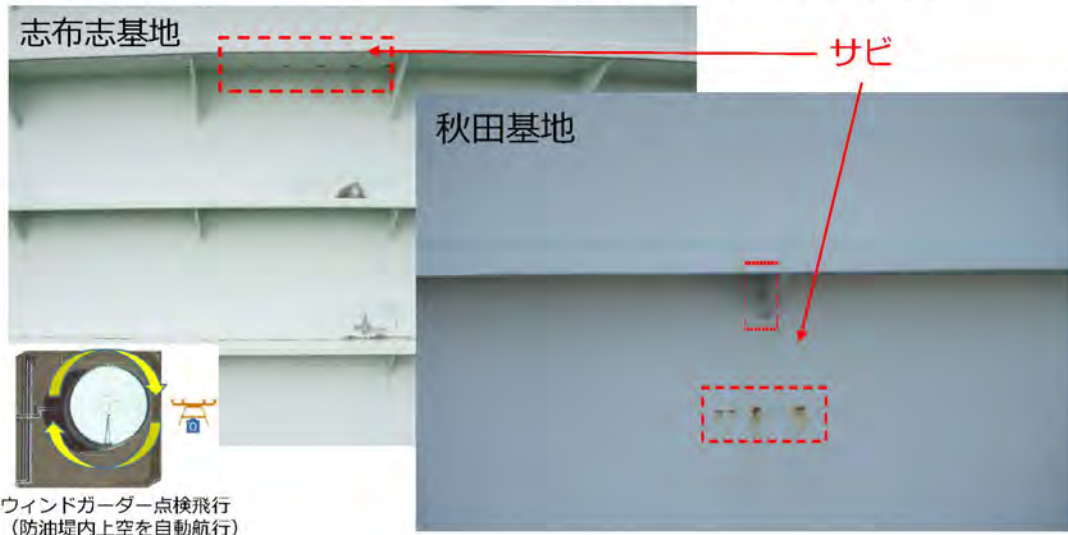
ドローン飛行試験内容（2017,2018年度分）

【目的】

- ・ ドローンの有用性（取得画像の視認性等）の確認
- ・ 国家石油備蓄施設の点検に最適なカスタム機構築へ向けた課題抽出

【実施内容】

- ・ **保全管理**：原油タンクのウィンドガーダー等を離隔10m程度の位置から近接撮影し、取得画像からサビや塗装剥がれ等を視認できるか確認を行う。



5

ドローン飛行試験結果（2017,2018年度分）

防災監視を目的とした試験

- ・ 平均風速8-9m/sの環境下においても、風に流されることなく、安定した自律飛行が可能である。
- ・ 飛行高度45mにおける原油タンク浮屋根の取得画像は、防止監視に十分な視認性を有している。

保全管理を目的とした試験

- ・ 取得画像（離隔10m）は、原油タンク側板の塗膜の目視検査等を行えるだけの視認性を有している。
- ・ AI活用によるサビ検出では、未検出及び誤検出が発生しているものの、実際の塗膜目視検査対象例である長さ10mm以上のサビを検出することができた。⇒教師データ拡充スキームの構築が必要



タンク浮屋根（志布志）

タンク側板（志布志）

風力発電ブレード（秋田）

AIによるサビ検出結果（秋田）

6

ドローン飛行試験結果（2017,2018年度分）

ドローン飛行・画像取得に関する課題

項目	事象	対策
地磁気及びGPSへの影響	大規模な金属構造物近傍(数m)にて、GPS及び地磁気の乱れを確認	<ul style="list-style-type: none"> 地磁気への影響が懸念されるエリアは、地磁気を用いないマニュアル飛行で事前に磁気影響を確認 離陸前に、地上局システムで異常がないことを確認し飛行実施
対象物との衝突回避	撮影対象設備との近接飛行時に衝突の懸念	<ul style="list-style-type: none"> 衝突回避機能の搭載
電波障害	タンク内壁撮影時に、操縦機の通信強度が低下する事象が発生	<ul style="list-style-type: none"> タンク内壁飛行時は、タンク上端より高度を下げない 電波確認用治具等を作成し、事前に電波確認を実施
強風への対策	飛行中止基準としている平均風速10m/s以上の強風が備蓄基地においては頻繁に発生	<ul style="list-style-type: none"> ガイドラインに則った運用 ※国土交通省が耐風性能20m/sの全天候型ドローンの実証試験を実施中
カメラの設定	日向部分の白飛び 日陰部分の黒つぶれ	<ul style="list-style-type: none"> 撮影条件毎に適したカメラ設定値を検討
カメラの遠隔操作	ドローン飛行中に任意の位置におけるカメラズーム及び静止画撮影が不可	<ul style="list-style-type: none"> 任意の位置におけるカメラズーム及び静止画撮影が可能なドローンの適用

⇒ 今後使用するドローンのカスタム仕様に対策を反映させる

7

今後の展開



8

産業保安のスマート化

2019年12月
産業保安グループ

1

- 0. 産業保安グループの概要
- 1. プラントが直面する課題
- 2. 安全性・生産性の維持・向上に向けたスマート保安
- 3. デジタル技術の活用を促進するためのルール整備
 - ①：規制上のインセンティブ措置
 - ②：ドローン活用の促進
 - ③：防爆規制の合理化
 - ④：CBMへの転換

2

0. 産業保安グループの概要（石油コンビナートの関係法令）

- 石油コンビナートについては、消防法、労働安全衛生法、高圧ガス保安法、石油コンビナート等災害防止法が適用され、各法の規制目的を達成するために必要な基準が設定され、それぞれの検査等が行われている。



1 消防法（主管：消防庁）（昭和23年）

爆発性物質、発火性物質、有害性物質、放射性物質等、社会生活を営む上で危険性を内在している物質のうち、特に火災を発生させやすい発火性、引火性等の物質を「危険物」として指定し、これらの危険物の貯蔵、取扱い等について、保安上の規制を行うことにより、火災を予防し、警戒し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護することを目的とする。

2 労働安全衛生法（主管：厚生労働省）（昭和47年）

ボイラー、圧力容器等は、内部に膨大な熱エネルギーを保有していることから、構造の欠陥、設備の不備や管理の不良等により爆発・破裂した場合には、これらを直接取り扱っている労働者の人命に関わる重大な災害となる。このため、労働安全衛生法に基づき労働者の安全と健康を確保する観点から必要な規制がされている。

3 高圧ガス保安法（主管：経済産業省）（昭和26年）

高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造、貯蔵、販売その他の取扱いを規制するとともに、民間事業者の自主的な保安活動を促進し公共の安全を確保することを目的とする。

4 石油コンビナート等災害防止法（主管：消防庁、共管：経済産業省）（昭和50年）

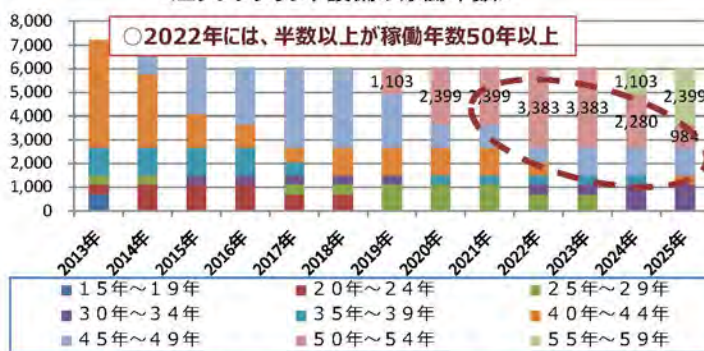
消防法等の災害の防止に関する法律と相まって、災害の発生及び拡大の防止等のための総合的な施策の推進を図ることを目的として、個々の事業所の安全性の確保のみならず、事業者及び地方公共団体を始めとする行政機関が一体となり石油コンビナート区域を含む地域の保安の確保対策について規定されている。

3

1. プラントが直面する課題①（老朽化、人材不足）

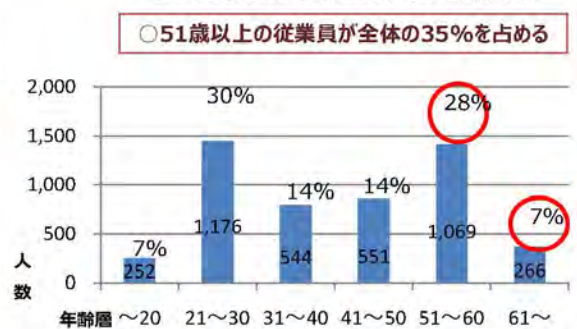
- 我が国では、多くのプラントで老朽化が進むほか、保守・安全管理の実務を担ってきたベテラン従業員が引退の時期を迎えつつあり、今後、重大事故のリスクは増大するおそれ。

＜エチレンプラント設備の稼働年数＞



（出典：日本の石油化学工業50年データ集（重化学工業通信社））

＜石油精製事業所における年齢構成＞



（出展：リスクアセスメント手法および保安教育プログラムに関するアンケート（平成26年、高圧ガス保安協会））

- 近年、ベテラン従業員の引退による人材育成・技術伝承が不十分であること等を背景に重大事故が発生。



アクリル酸製造施設の爆発死亡事故
2012年9月 死者1名 負傷者36名



レゾルシン製造施設の爆発死亡事故
2012年4月 死者1名 負傷者2名



塩ビモノマー製造施設の爆発死亡事故
2011年11月 死者1名

4

1. 我が国プラントが直面する課題②（生産性の維持）

- プラントの操業に当たっては、事故発生時の稼働停止損失や修繕費用を回避するため、**安定的かつ無事故で運転することが生産性の維持・向上の鍵。**

過去10年間におけるプラント事故事例		損失額※	受取保険金
日本触媒 (姫路工場)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 姫路工場でアクリル酸の入ったタンクの爆発事故発生（'12年9月） ✓ 死者1名、負傷者36名 	215億円 営業損益：△130億円 特別損益：△85億円	91億円 (カバー率: 42%)
三井化学 (岩国大竹工場)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 岩国大竹工場で、レゾルシン製造プラントの爆発事故（'12年4月） ✓ 死者1名、負傷者22名、近隣家屋484軒が損傷 	60億円 営業損益：△30億円 特別損益：△30億円	55億円 (カバー率: 92%)
東ソー (南陽事業所)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 南陽事業所で、ビニルモノマー製造施設の漏洩による爆発火災事故（'11年11月） ✓ 死者1名、負傷者46名 	70億円 営業損益：△50億円 特別損益：△20億円	30億円 (カバー率: 43%)
三菱化学 (鹿島工場)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 鹿島工場のエチレンプラントで火災事故（'07年12月） ✓ 死者4名 	207億円 営業損益：△187億円 特別損益：△20億円	140億円 (カバー率: 68%)

出所: 各社有価証券報告書、ニュースリリースより作成

※生産・販売量の減少及び代替品の調達による損失は営業損益/補償、撤去及び復旧等に係る費用、事故に起因するプラント停止に伴う固定費等は特別損益として計算

5

2. 安全性・生産性の維持・向上に向けたスマート保安

- **スマート保安とは、保安の仕組みを、技術の進歩や市場・国際的潮流の変化に迅速・柔軟かつ効果的・効率的に対応できるような、更に「賢い」制度へと進化させていくこと。**
- さらに、ヒトを補完するものとして、**IoT、ビッグデータ、AI等のデジタル技術も活用し、現場の自主保安力を高め、安全性と生産性（企業の「稼ぐ力」）の維持・向上を図る。**

スマート保安の先行事例

ドローンによる点検



[出典] 自律制御システム研究所

パイプ音の解析・予兆把握



[出典] 横河 S S

外面腐食の画像解析



[出典] アクセンチュア

メリット

作業履歴
の管理
12/25社

現場の作業に関するメモなど、**作業履歴を電子データ化。タブレット端末を用いて効率的かつ効果的に入力・保存できる仕組み**でバックアップ（住友化学）

故障の
予測
10/25社

新たに配管の腐食速度、腐食倍率を導きだし、**配管の腐食を予測することで、配管からの漏れ等のトラブルを未然に防止**（旭化成）

メリット

生産性向上
による売上
拡大
10/25社

異常予兆検知システムにより、**異常への早期対応及び安定稼働が可能**となり、**品質のぶれ幅を縮小**。品質を一定に保つことで従来より売上を向上（宇部興産）

熟練ノウハウの
蓄積・可視化
7/25社

IT技術を駆使して、熟練運転員の意思決定方法をシステム化し、運転員の的確な判断と迅速な対処に貢献（ダイセル）

引用:「スマート保安先行事例集」(2017年4月公表)

6

3. デジタル技術の活用を促進するためのルール整備

①規制上のインセンティブ措置

「スーパー事業者認定制度」

- IoT、ビッグデータの活用等の高度な保安の取組を行っている事業所認定し、**能力に応じて規制を合理化**。
→ ex) 事業所の体制に応じて、開放検査周期を延長

②ドローン活用の促進

- プラント内の点検や災害対応で、ドローンの活用を促進するための**ガイドライン・活用事例集を策定**。
→

③防爆規制の合理化

- データ活用に向け、センサーやタブレット等の電子機器が使用できる範囲を拡大するための**ガイドラインを策定**。
→

④CBMへの転換

- 従来の“時間(=time)”に区切った画一的なメンテナンスから、設備の“状態(=condition)”に基づいた新しいメンテナンスを制度化。
→

7

①規制上のインセンティブ措置（スーパー認定事業者制度）

- ・ プラントの高経年化、熟練従業員の減少等に対応するため、IoT、ビッグデータの活用等の高度な保安の取組を行っている事業所を「**スーパー認定事業所**」として認定し、**能力に応じて規制を合理化**（2017年4月創設）。
- ・ 当該制度により、事業所の能力に応じて事業所の自由度を高めることとなり、国際的な競争力強化にも繋がると期待。



②ドローン活用の促進（保安分野での活用への期待）

- プラントにおけるドローンの活用は、高所点検の容易化・効率化や、災害時の迅速な現場確認を実現し、事故の未然防止や労働災害の減少に資することが期待されている。

高所点検

高所からの撮影が容易になることにより、プラントの定期検査等において、点検に足場を組む必要がある高所や目視が難しい塔類・屋外の大型貯槽タンク等の日常点検の点検頻度が上がり、保安力の向上を実現。

ドローンによる点検の様子



[出典]自律制御システム研究所

事故予兆の分析

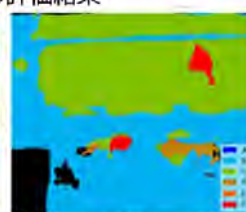
ドローンがプラントで撮影した画像をクラウドに自動でアップロードし、配管の腐食をAIで自動判定することにより、事故予兆を把握し重大事故の発生を防止。

ドローン撮影画像のAI解析



災害時の迅速な点検

大規模な地震の発生後、スロッシングによる浮き屋根の損傷や、プラントにおける異常現象の有無等を迅速に確認できる可能性がある他、余震の発生危険性等情况がある場合に活用することにより、現場作業員による点検リスクを回避できる可能性がある。



[出典]アクセンチュア株式会社 9

②ドローン活用の促進（ガイドラインの策定）

- 有識者を含む「プラントにおけるドローン活用に関する安全性調査研究会※」での議論を通じ、「**石油コンビナート等災害防止3省連絡会議（消防庁、厚労省、経産省）**」において、プラント内でドローンを安全に活用・運用するために留意すべき事項等を整理した**ガイドラインを策定（2019年3月）**。

プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン

2019年3月
石油コンビナート等災害防止3省連絡会議
（消防庁、厚労省、経産省）

背景・目的

現在、一部のプラントにおいて、ドローンは試験的に利用され始めているものの、安全に活用するための指標や方法が提示されていないこともあり、本格的な活用には至っていない状況にある。

本ガイドラインは、プラント内でプラント事業者がドローンを安全に活用・運用するための留意事項を整理したものである。

適用範囲

コンビナート等の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント内において、カメラ等を装備したドローンの飛行を行い、カメラによる撮影等を行う行為を対象とする。なお、ドローンを飛行させるエリアは、そのプラント事業者の管理下にある私有地の屋外を対象とし、プラント事業者の管理下にはないエリアは含まないものとする。

関連法令の適用

ドローンの活用にあたっては、航空法や電波法等の規制の下、実施する必要がある旨明記。

※座長：工学院大学 木村雄二 名誉教授

ドローン活用時の状態を3つに分類

①通常運転時

- ✓ プラント内において、通常の生産活動が実施されている状態をいう。

爆発性雰囲気を生じ生成する可能性がなく火気の制限がないエリア

爆発性雰囲気を生じ生成する可能性があるエリアの近傍や火気の制限があるエリアの近傍

②設備開放時

- ✓ プラント内において、開放状態によりメンテナンスが行われている設備や、遊休設備等において、爆発性雰囲気を生じ生成する可能性がなく、または、生成しないため、火気の使用制限がない状態をいう。

③災害時

- ✓ プラント内において火災等の事故が発生した場合、または、地震・津波・風水害・周辺地域の火災等の影響によりプラント内において火災等の事故が発生するおそれのある状態をいう。

活用時の状態・飛行エリアに応じたリスクアセスメントを実施

リスクアセスメントを踏まえたリスク対策の必要性を明記

参考：ドローン活用事例（国内）

出光興産（石油精製プラント）

自律制御システム研究所が出光興産株式会社の石油化学工場にて、設備点検・検査にドローンの導入を検討するためのデモ飛行を実施。フレア設備において飛行を実施し、撮影、検査適用の可否を調査。



[出典]自律制御システム研究所 HP

エヌアイ・ケミカル（石油貯蔵タンク）

エヌアイ・ケミカルでは、2018年よりタンク高所における点検でのドローンの活用について、実証を実施。今後、撮影した画像の分析等を行いつつ、ドローンを活用した点検について検討を行う。



[出典]エヌアイ・ケミカル HP

テラドローン（石油精製プラント）

テラドローン/ジョン・ジंकが国内大手製油所にてドローンによるフレアスタック点検を実施。DJI社の赤外線カメラ搭載ドローンを使用し、プラントの点検への活用に関する実証を実施した。



[出典]テラドローン HP

11

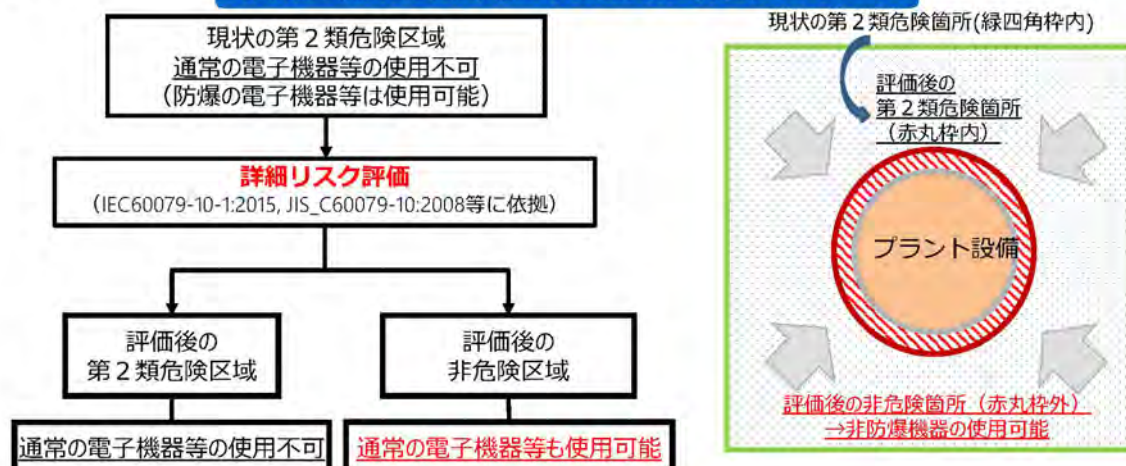
③ 防爆規制の合理化（ガイドラインの策定）

- IoT 機器を活用してプラント内のビッグデータを収集・分析・活用するため、プラント内でのセンサーやタブレット等の電子機器の安全な使用の拡大に向けたガイドラインを策定。

「最新のIEC規格」を用いて第2類危険箇所（防爆エリア）を再評価

- プラント事業者は、防爆指針に基づき、第2類危険箇所（防爆エリア）を設定するが、実態上は、プラント内設備の存する区域全体を第2類危険箇所として設定することが多い。
- 最新のIEC規格により、危険箇所の詳細な設定方法が示されている。これに従い、現状の第2類危険箇所を再評価することで、現行の防爆指針が定める保安レベルを低下させることなく、第2類危険箇所を精緻に設定する。

非防爆機器の使用可能エリア拡大の考え方・イメージ



12

④CBMへの転換（TBMからの移行）

- 従来の“時間（＝time）”に区切った画一的なメンテナンスから、設備の“状態（＝condition）”に基づいた新しいメンテナンスを制度上取り込んでいく。
- こうしたメンテナンス手法の転換により、より安全で効率的な保安管理を実現し更なる自主保安を促進。

Time Based Maintenance (TBM) “時間”で画一的に区切ったメンテナンス

＝あらかじめ定めた周期ごとに整備を行う方式。

例) ◆設備停止検査：連続運転を停止して実施するもの。

周期 一般事業者：基本1年
認定事業者：通常2年（4年／6年も可）
スーパー認定事業者：最大8年

◆開放検査：設備停止後、設備の内部を検査するもの。

周期 一般事業者：基本3年
認定事業者：最大12年
スーパー認定事業者：最大12年

Condition Based Maintenance (CBM) “状態”に基づいたメンテナンス

＝設備の劣化傾向を連続的又は定期的に監視、把握しながら設備の寿命などを予測し、次の整備時期を決める方式。

13

④CBMへの転換（高圧ガス保安規制の変遷）

- プラント設置時における規制については、詳細な仕様や特定の数値等で定める「仕様規定」から、保安上必要な性能を定めた「性能規定」へと改正し、急速に進む技術革新への迅速かつ柔軟な対応と、事業者による自主保安の促進を実現する規制体系へシフトさせてきた。
- この度、コネクテッドインダストリーズ等の取組も踏まえ、データの定点かつ高精度な取得を通じ、設備状態（＝Condition）の把握・分析が可能になったことから、運転時における規制体系も変えていく必要。



※ソフト：保安人員・体制の体制は別途存在

14

④CBMへの転換（現状の開放検査周期のルール）

- **開放検査とは**、設備（塔、貯槽等）を停止し、**設備の内部から目視検査、非破壊検査等を行い、設備の健全性確認を行うもの。定められた周期で実施されている。**
- 認定事業者・スーパー認定事業者に対しては、**民間規格（KHK/PAJ/JPCA S 0851）に基づいて、開放検査周期の設定手順が定められている。**具体的には、設定損傷パターンを分類し、運転中に安全を維持できるかを評価し、開放検査周期を定めることとしている。
- 一般の事業者の周期は基本3年、**認定事業者・スーパー認定事業者は最大12年と限定されている。**

開放検査周期設定の手順

（KHK/PAJ/JPCA S 0851(2014)）

Step1 損傷パターンの分類

- 設備の材質、**設計時の運転条件（圧力、温度、流量、流体成分等）**、検査記録等から設備の損傷パターンを特定
- 損傷パターンの分類：①減肉（各種腐食等）、②クリープ損傷等、③応力腐食割れ等

Step2 運転中に安全を維持できるかの評価

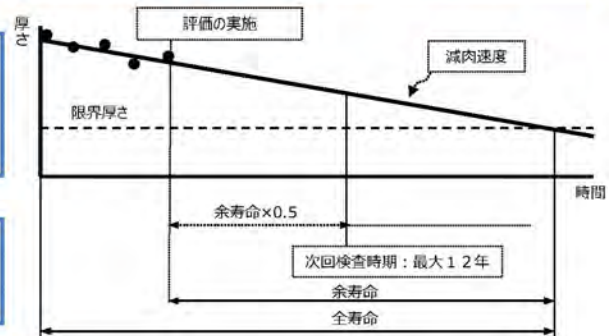
- 特定された損傷パターンが余寿命予測可能であるかを判定
- 運転開始後、2回以上の開放検査実績を踏まえ、5回以上の肉厚測定を用いて余寿命（あとどれくらい保つか）を算定

Step3 開放検査周期決定

- 余寿命×0.5（or 0.8 検査時期設定係数）＝次回の開放検査時期（ただし、**最大12年と限定されている＝TBM**）

次回検査時期の設定例

（損傷が減肉で検査時期設定係数＝0.5の場合）



（参考：KHK/PAJ/JPCA S 0851(2014) 高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定基準）

15

④CBMへの転換（開放検査周期の拡大）

- 検討の結果、従来の検査記録による評価に加え、データを活用した腐食等の要因となる**環境変化（状態）の把握を通じ、より信頼性の高い設備管理を実現できることが分かった。**
- このため、従来の検査方法に新たにCBMの考え方を取り込むことで、**現行の開放検査周期の上限（12年）を越えた場合でも、しっかりと安全性が担保できると考えられる。**
- ただし、スーパー認定事業者のみを対象とする等、**一定の要件を追加で課すとともに、事業者がこの要件を満たしているかをKHKが事前に審査することを条件に、開放検査周期を12年超に設定することを認めていくこととする。**

	周期12年 (KHK/PAJ/JPCA S 0851)	周期12年超（案）	周期12年超 要件追加等の理由
開放検査周期	● 最大12年	● 最大 余寿命×0.5	
対象者	● 認定事業者 ● 特定認定事業者（スーパー認定事業者）	● 特定認定事業者（スーパー認定事業者）に限定	● 高度なリスク低減対策、IoT及びビッグデータ等の先進的技術の導入等が求められ、高い保安力を有する特定認定事業者に限定
損傷パターン	● 減肉 ● クリープ損傷 ● 水素侵食 ● き裂状欠陥	● 減肉に限定	● 他の劣化損傷と比較して精度の高い余寿命予測が可能で減肉に限定 ● 外部からの検査により内部の損傷状態の把握が可能であることが必要条件
環境の監視	—	● 腐食環境を監視できること	● 減肉の要因となる運転中の腐食環境の変化を常時又は定期的に確認することを新たに要求
運転実績・検査実績	● 運転実績 2年以上 ● 開放検査 2回以上	● 長期的な運転実績及び開放検査実績があること	● 長期的な運転実績と検査実績から損傷パターン等を確認できていることを要求
評価体制	● 開放検査周期設定のための組織（評価区分Ⅰ） ※一部評価区分Ⅱの体制が必要	● 開放検査周期設定のための組織（ 評価区分Ⅱ ）	● 腐食環境の状態等を踏まえた、より高度な評価を行うため、組織要員となるための要件（資格、実務経験）レベルの高い評価区分Ⅱを要求
本社の監査等		● 評価結果に対する本社の監査 ● データの提出 ● 必要な基準類の整備等	● 周期延長の責任を明確にするため評価結果に対する本社の関与を新たに要求、余寿命予測等に関するデータの提出、その他必要な基準類の整備等を要求

16

第 3 回検討会資料

(※資料 1 は本文に収載しているため省略)

第3回 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

議 事 次 第

日時：令和2年1月29日（水）

14:00～16:00

場所：三田共用会議所

1 開 会

2 議 事

- （1）先進技術の導入事例について
- （2）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について
- （3）先進技術を活用したコンビナート災害対応における課題について
- （4）その他

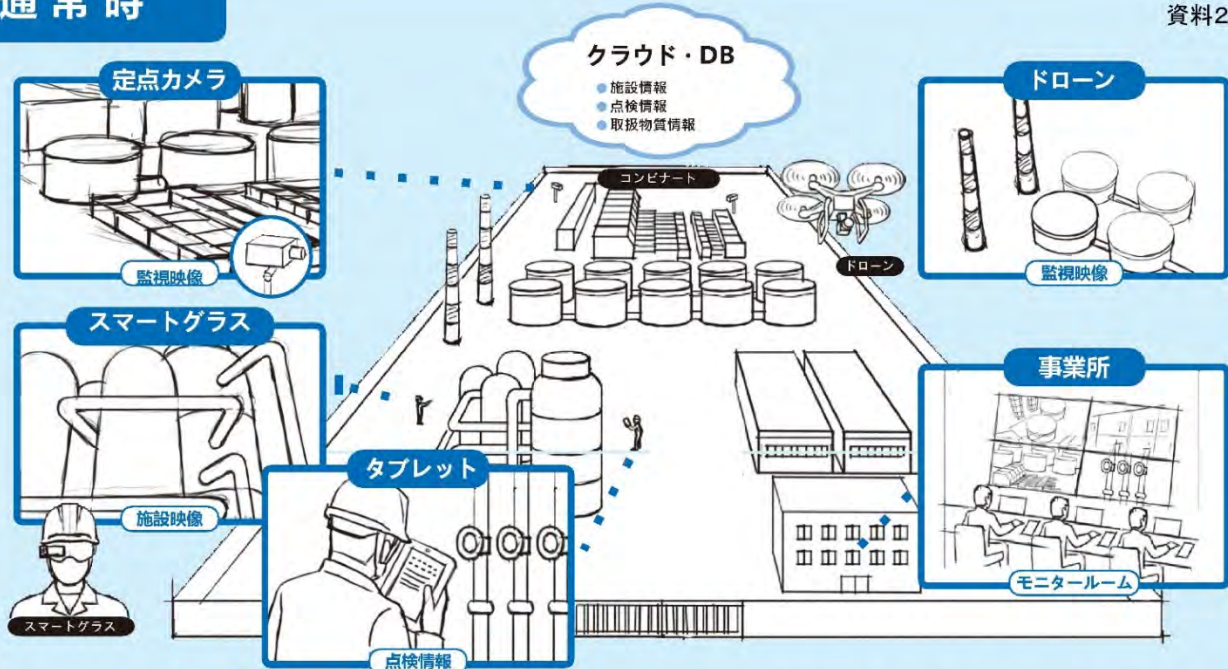
3 閉 会

【資料等一覧】

- 資料1 先進技術活用事例
- 資料2 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
- 資料3 先進技術を導入する上での課題・留意点
- 資料4 報告書の骨子（案）
- 資料5 本検討会の今後の方向性

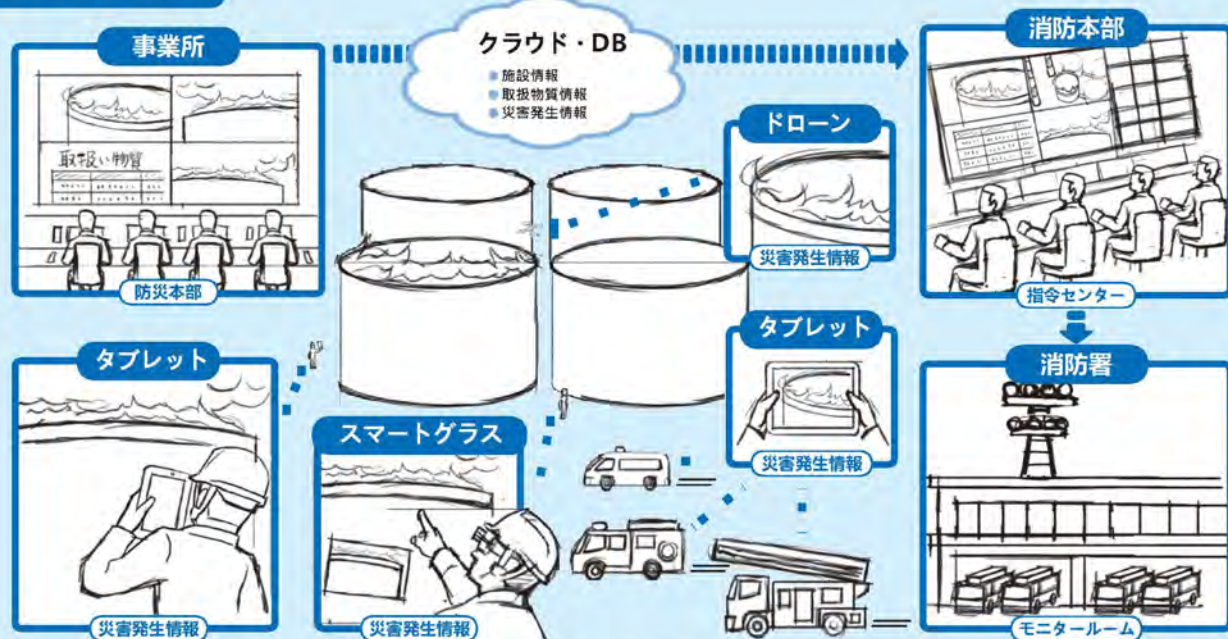
通常時

資料2



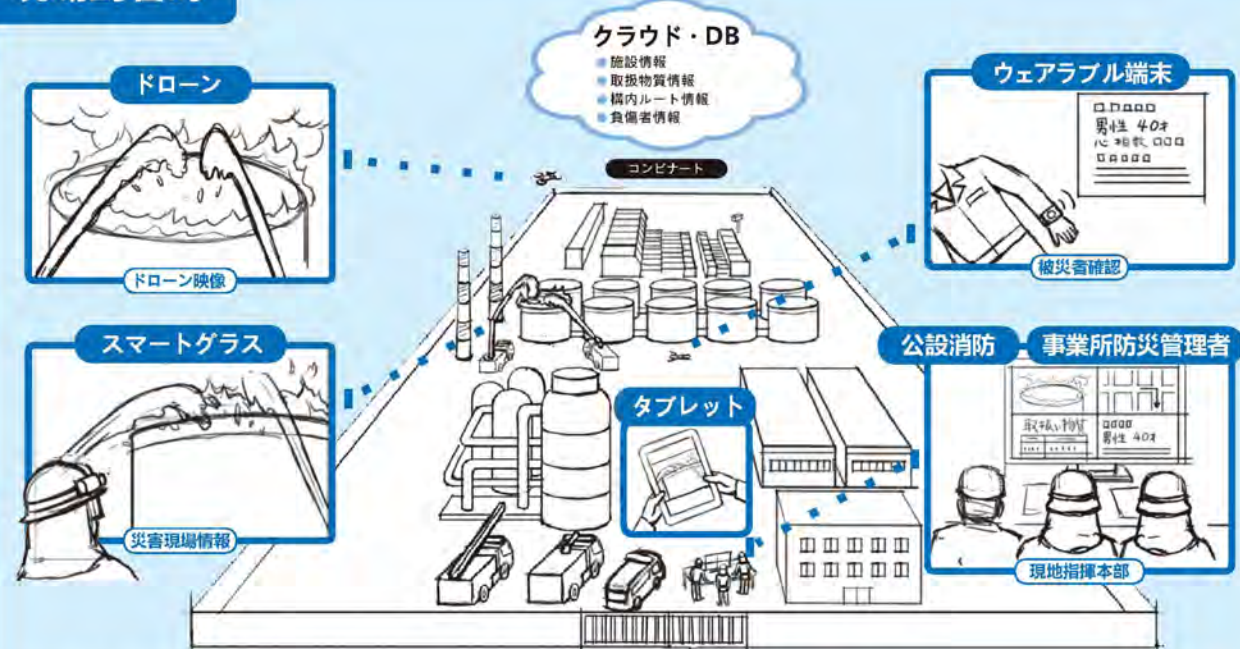
- ・ドローン、タブレット、スマートグラス、定点カメラ等のさまざまなIoTデバイスからの点検データ等がクラウドに蓄積される。
- ・映像はモニタールームにリアルタイムで送信される。
- ・異常があった場合は、IoTデバイスを通じてリアルタイム映像をモニタールームへ送信でき、必要な指示が受けられる。

119番通報時



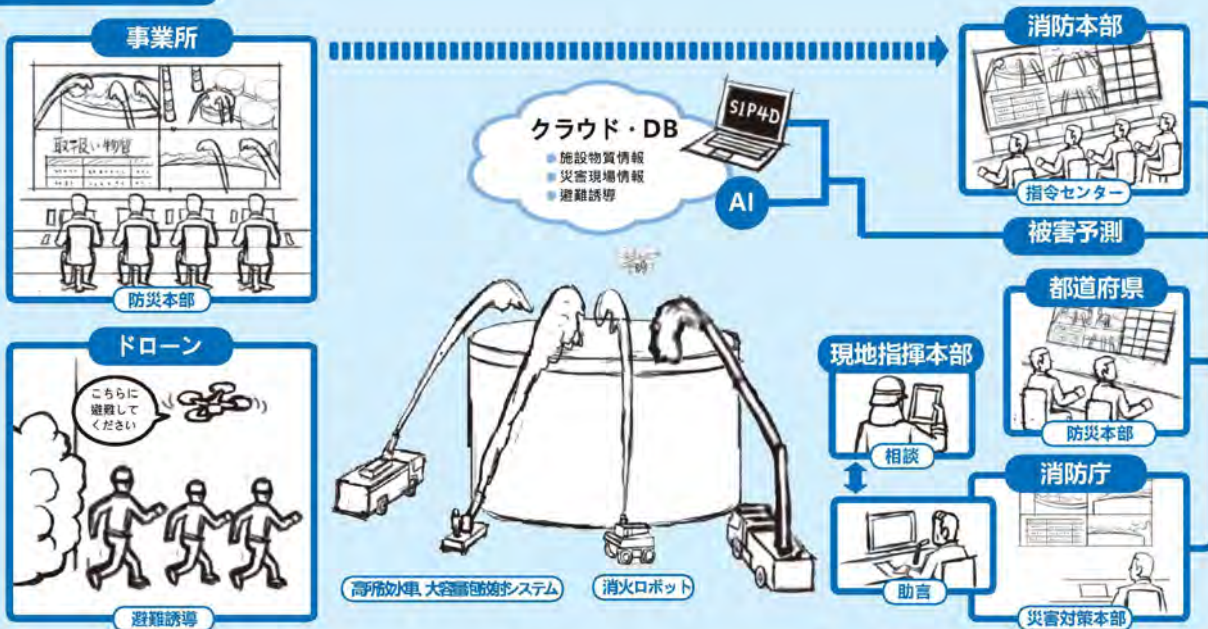
- ・通報と同時にクラウド上の各種情報が消防本部と共有される。
- ・消防署からの出動車両に積載したタブレットでも同じ情報が共有される。

現場到着時



- ・現地指揮本部に設置されたモニターで、事業所とさらに情報共有できる。
- ・ドローンからの俯瞰映像により、現場への安全なルートが提示される。
- ・負傷者が装着したウェアラブル端末から生体反応や位置情報が送信される。

災害対応時



- ・リアルタイムな情報が、都道府県、消防庁、SIP4Dにも共有される。
- ・AIが有害物質の拡大予測などを行い、避難の判断を支援する。
- ・リアルタイム映像を共有しながら、専門家が現場へ具体的な助言を行える。

先進技術を導入する上での課題・留意点

情報共有に関するもの

- 事業所の保有データ（取扱い物質・作業工程・図面・点検データ等）を共有する際、企業の秘密を害しないためのルール作り、セキュリティの確保が必要
- 災害時だけ使うようなデバイスやシステムでなく、普段から使うものでなければ普及しない
- 情報共有プラットフォームの持続性のある運営が求められる

AIの活用に関するもの

- データが少ないものは機械学習ができない
- 言葉の意図など、あいまいな要素が含まれるものの理解が困難
- 災害の全体像を踏まえた戦術の提案など、定量化しにくい判断が困難

費用対効果に関するもの

- 先進技術の導入という手段が目的になってはならず、技術の導入により、大幅にコストダウンした、省力化された、これまでできなかったことができたという成果を得ることが必要

将来的に開発の必要があるもの

- 高温、有毒ガス存在下等の過酷な環境において自律的に消火、救助、応急措置を行うロボット
- 自律的に安全な運行ができるドローン
- 防爆型で低コストかつ操作性の良い機器
- 災害に強い電力供給、ネットワーク環境

報告書の骨子（案）

I 検討会の概要

- 検討会設置の背景・目的
- 検討事項
- 委員名簿

II 災害対応時の課題・ニーズ

- アンケート調査結果
- まとめ

III 先進技術の活用事例

- 各機関における先進技術活用事例
- 事業所における先進技術活用事例
- まとめ

IV 災害対応の未来像と課題

- 災害対応の未来像
- 課題
- 本検討会の今後の方向性

V おわりに

VI 参考資料

- 第1回～第4回検討会資料

本検討会の今後の方向性

実現可能なニーズの高い課題を選定し、解決策について具体的に検討

【例】

- 「情報共有」を来年度詳細に詰める課題として選定し、具体的な共有すべき情報について検討
- どのような「デバイス」や「プラットフォーム」を使えば、実装・普及できるかについて具体的に検討

第 4 回検討会資料

(※資料 3 は本文に収載しているため省略)

第4回 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

議 事 次 第

日時：令和2年2月20日（木）

14:00～16:00

場所：三番町共用会議所

1 開 会

2 議 事

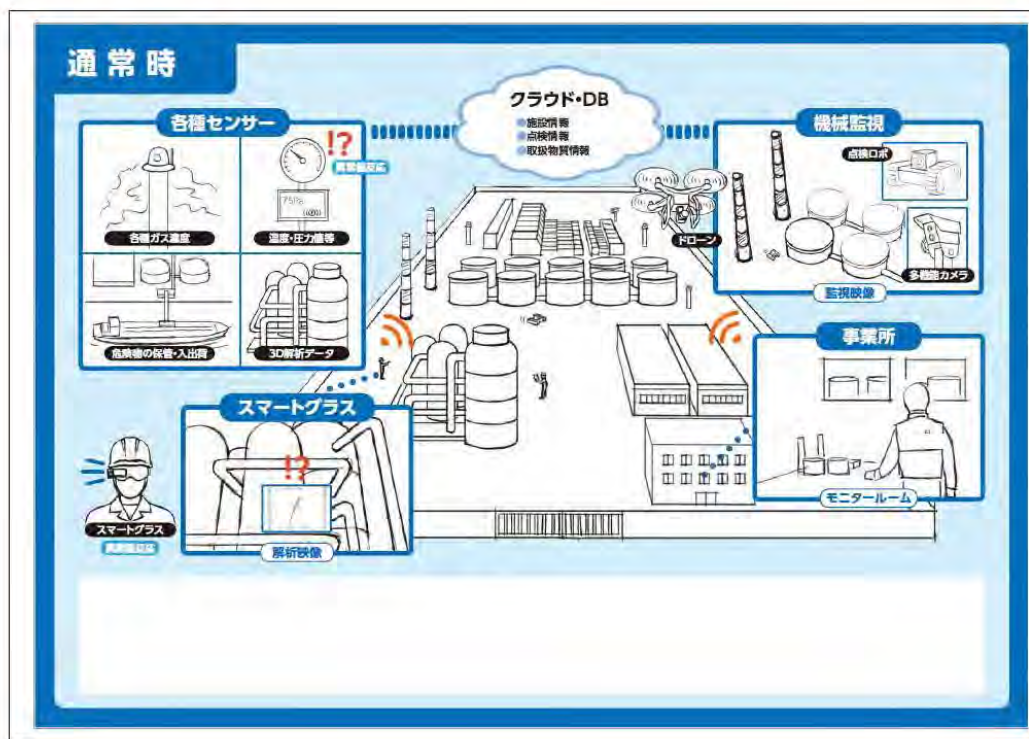
- （1）先進技術を活用した石油コンビナート災害対応イメージ及び課題・留意点について
- （2）検討会報告書について
- （3）その他

3 閉 会

【資料等一覧】

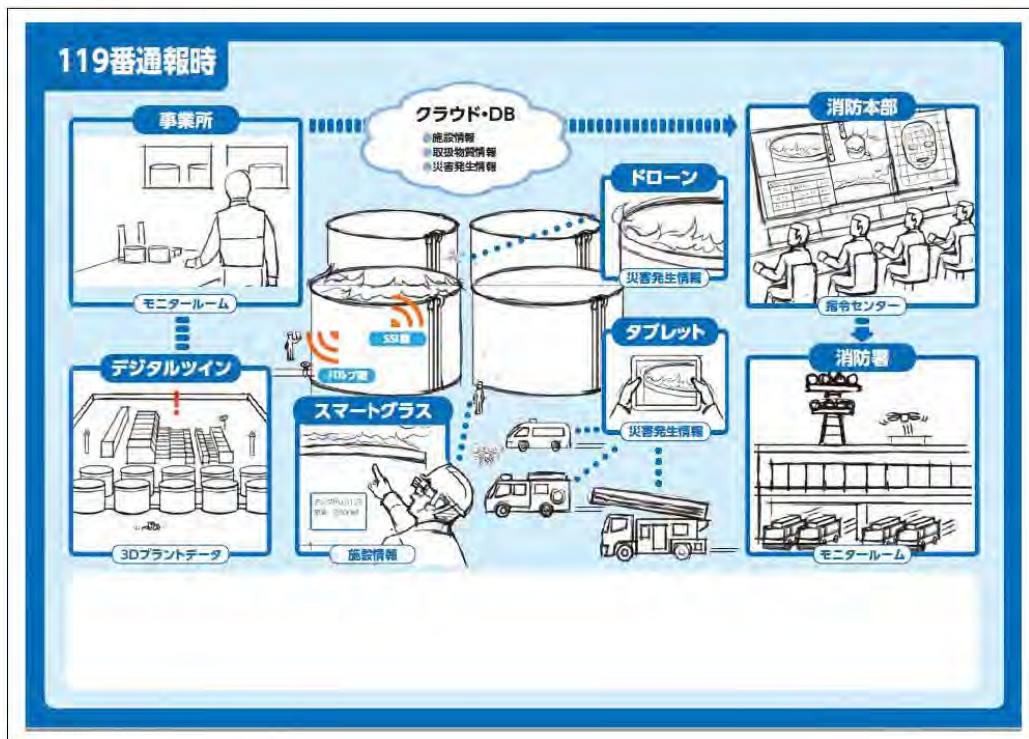
- 資料1 先進技術を活用した石油コンビナート災害対応イメージ
- 資料2 先進技術を導入する上での課題・留意点
- 資料3 検討会報告書（案）
- 資料4 第3回検討会議事要旨

(1)通常時



- ・通常時は、各種センサーからの膨大なデータから必要な情報が効率よく事業所内DBに集積され、AIによるビッグデータ分析で運転の状態管理や損傷予測がなされる。
- ・ドローン、点検ロボット等が自動制御により、常時プラント内の監視を行う。撮影した画像等は、リアルタイムで事業所DBを経由し事業所モニタールームで把握が可能。
- ・保安業務に従事する作業員は、スマートグラス等のウェアラブル端末から情報支援を受け、リアルタイムで事業所モニタールームと意思疎通ができる。
- ・事業所モニタールームには、少人数でも監視が可能となるよう、卓上モニターに3Dプラントのデジタルツイン表示がなされ、敷地内全体を俯瞰的に把握することができる。また、各種センサーや、ドローン・ロボットといった機器による、異常値検出時の通知機能を有し、プラント内の異常を瞬時に把握できる。

(2) 119 番通報時



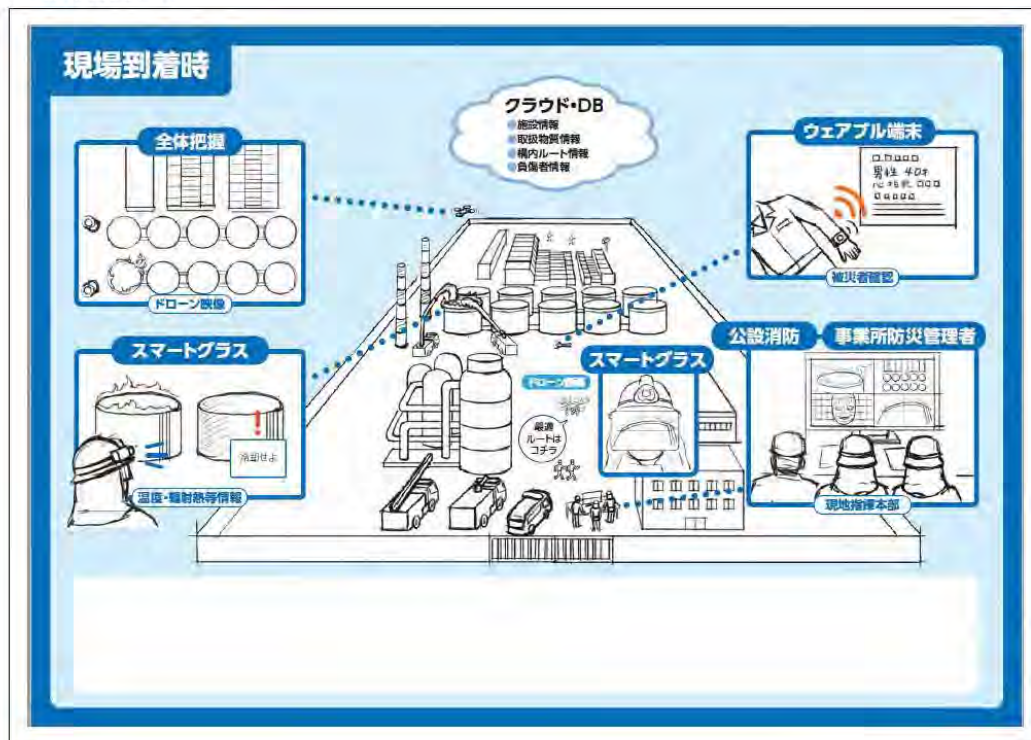
【特定事業所】

- ・災害が発生した際、事業所のモニタールームでは、卓上モニターのデジタルツイン表示より、的確に災害の発生箇所や、電磁弁や消火設備等の起動状況を把握することができる。
- ・ドローンや作業員のウェアラブル端末等から得られた映像等の情報は、事業所モニタールームで共有するとともに、DBに蓄積され、事業所から消防本部へ、119番通報と同時に、リアルタイムの映像等が共有される。

【消防機関】

- ・リアルタイムの災害発生状況を確認した消防本部指令センターより、得られた情報を、出場部隊が保有するタブレット端末等に配信することで、消防隊員は、出場途上の緊急車両内にて、リアルタイムの災害状況を把握することができ、予め災害活動を想定するなど先手をとった方針をとることができる。
- ・消防部隊の出場と同時に、消防本部庁舎屋上より、自動制御のドローンが飛行。いち早く現場へ向かい、リアルタイムの空撮映像等を指令センター及び出場部隊へと配信する。

(3)現場到着時



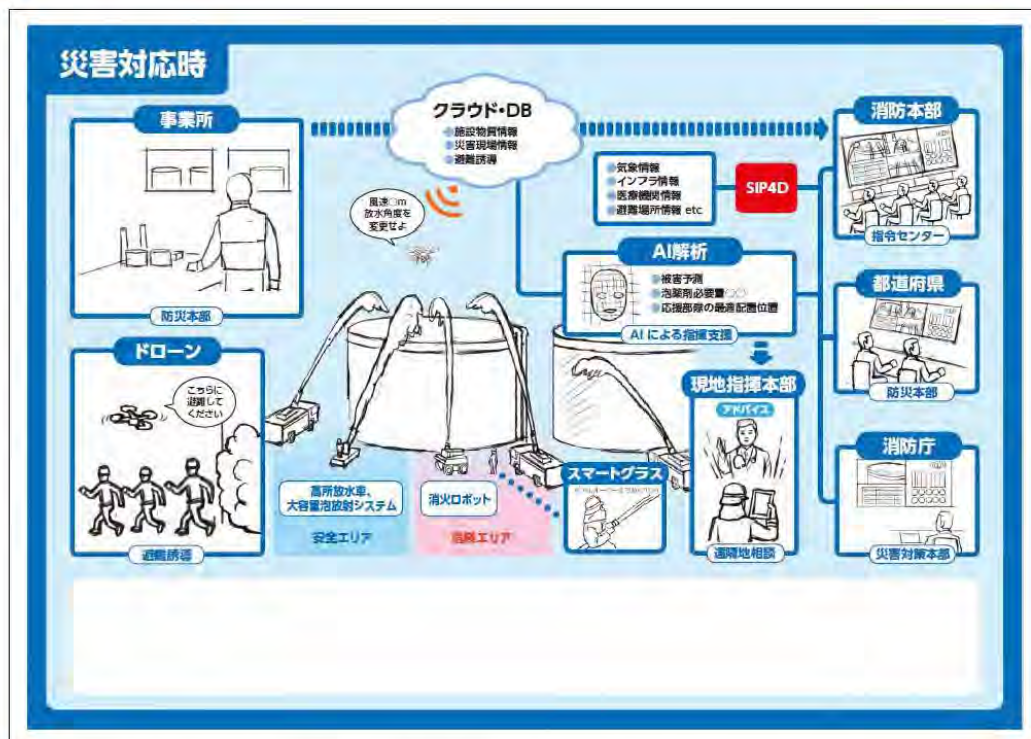
【特定事業所】

- ・施設入口等に現地指揮所を設置。モニターにて、到着した消防部隊との情報共有を行う。ここでは、各種機器から配信された映像等の情報に加え、作業員が身につけたウェアラブル端末からの生体反応による負傷者状況の把握、事業所DBに蓄積されたビッグデータを基に、AIが解析した最適な自衛防災組織を始めとした従業員の配置状況等を共有することができる。
- ・AIが、解析結果を基に、消防部隊の最適な進入ルートを提案。事業所の誘導用ドローンが、進入ルートの自動案内を行う。
- ・自衛防災組織の防災要員は、自らが装備するスマートグラス等により、火災の発生状況や、輻射熱等隣接施設への影響等を把握し、効果的な初動対応が可能となる。

【消防機関】

- ・到着時、現地指揮所にて、災害の状況や負傷者情報等を共有し、消防活動方針を検討。
- ・現地指揮本部で共有した情報は、活動隊員のスマートゴーグルに表示させ、消防部隊の意思統一が図られる。
- ・同時に出場した消防ドローンにて、災害発生場所、自衛防災組織の活動状況等、プラント内の全体像を把握。消防部隊の部署位置や、活動方針決定を支援する。

(4) 災害対応時



- ・特定事業所及び消防機関が得た災害現場における情報は、クラウド上で共有され、特定事業所、消防機関、都道府県、国等それぞれの関係機関で共有が可能。
- ・各関係機関が有する情報を、必要に応じてSIP4Dによる統合を行い、GISでの表示等による情報共有を支援。
- ・AIが、事業所DB及びクラウド上に保存されるリアルタイムの情報を解析し、今後の被害拡大予測や、必要な応援部隊、資機材の数等を提案。
- ・現地指揮本部では、AIからの提案に合わせ、ホログラム表示された遠隔地にいる専門家との助言相談が可能。
- ・活動する防災要員及び消防隊等のスマートゴーグル上には、現在のタンクの状況や、爆発等の発生予測等、安全管理に資する情報が提供され、二次的災害の防止を可能とする。
- ・消防ドローンは上空からの災害状況監視から、消火薬剤の投入状況等を把握し、必要に応じて、消防活動の修正等を促す。また、音声発信機能を備えており、AIの解析による被害予測結果を踏まえ、施設内従業員及び近隣住民等の避難誘導を行う。

先進技術を導入する上での課題・留意点

情報共有に関するもの

- 事業所の保有データ（取扱い物質・作業工程・図面・点検データ等）を共有する際、企業の秘密を害しないためのルール作り、セキュリティの確保が必要
- 災害時だけ使うようなデバイスやシステムでなく、普段から使うものでなければ普及しない
- 情報共有プラットフォームの持続性のある運営が求められる

AIの活用に関するもの

- データが少ないものは機械学習ができない
- 言葉の意図など、あいまいな要素が含まれるものの理解が困難
- 災害の全体像を踏まえた戦術の提案など、定量化しにくい判断が困難

費用対効果に関するもの

- 先進技術の導入という手段が目的になってはならず、技術の導入により、大幅にコストダウンした、省力化された、これまでできなかったことができたという成果を得ることが必要
- 事業者には何かの導入を促したい場合、例えば規制上のインセンティブを与えることも考えられる

将来的に開発の必要があるもの

- 高温、有毒ガス存在下等の過酷な環境において自律的に消火、救助、応急措置を行うロボット
- 地震を検知すると、自動的に離陸、事業所全体の点検を行い、施設の異常を発見するなど自律的な運行ができるドローン
- 防爆型で低コストかつ操作性の良い機器
- 災害に強い電力供給、ネットワーク環境

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（第3回）

【議事要旨】

1 開催日時

令和2年1月29日（水）14:00～16:00

2 開催場所

東京都港区三田2-1-8

三田共用会議所 第3特別会議室

3 配布資料

- 資料1 先進技術活用事例
 資料2 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
 資料3 先進技術を導入する上での課題・留意点
 資料4 報告書の骨子（案）
 資料5 本検討会の今後の方向性

4 議事内容

（1）先進技術の導入事例について

【事務局】	資料1により説明。
【今尾委員】	特定事業所におけるドローンの活用状況について、映像により説明。赤外線カメラを搭載したドローンにより、可視と赤外線画像を撮影して対比させ、配管の断熱材における腐食状況を確認することができる。

（2）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について

【事務局】	資料2により説明。
【川越委員】	イメージ図については現状の技術レベルやコスト等にはこだわらずに作るということで良いか。→【事務局】そのとおり
【川越委員】	<ul style="list-style-type: none"> ・事業所のモニタールームには通常時は人が少ないので、AIが通常の画像の比較により異常検知を行って確認指示を出すことが出来れば理想的と思われる。 ・スマートグラスについては現場の画像を取り込むだけでなく、現場の人に情報を伝える際にタブレットのように手をつかわず空けておけることも有用な長所である。 ・災害時には防災本部や現場の指揮者の負荷が大きく、特に人員配置を適切に行うのが難しいので、AIが全従業員の位置を把握して過不足を判断できるようになると良い。 ・現場と中央の情報伝達のスピード感を上げたい。また公設消防と

	<p>の情報伝達も同様に迅速かつ自動的になされるようになればよい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通常時に監視をするための種々のセンサーを災害時に活用するだけでなく、災害時にだけ必要となるようなデータ等に着目した高度化したセンサーというものもありうるのではないか。
【小島委員】	<p>イメージ図は、ここ1、2年でできるかもしれないものが多いと思うが、少し突拍子もないような内容になるかもしれないが、もっと先の未来の可能性も含めた絵にした方が目指すべき未来としては良いのではないか。</p>
【森口委員】	<p>スマートグラスは、手が空くというメリットの他に、カメラ等で意識的に撮影する情報だけでなく、無意識的に見ている映像や音を情報として取得できるので、異常の発見にも活用できるなどのメリットがあり、意識的な情報と無意識的な情報の使い方といった利用方法も考えると、意義のあるものになると思われる。</p>
【國方委員】	<p>AIの活用について避難の判断とあるが、消防車両の配置など消火活動の判断にも活用できると思う。ここにドローンによる赤外線センサー情報等を使えるのでは。</p>
【臼田委員】	<p>SIP4Dのイメージはこの図のような端末ではなく、システムを結びつけるネットワークのイメージとなる。専用線でつながっている防災関係機関等の間だけでなくその他のシステムもつなぎ合わせる役割がSIP4Dとなる。また、例えば地震であれば震度分布や気象災害であれば降雨状況等のこの絵にないようないろいろな災害関係情報や被害予測情報なども重ね合わせて統合していくようなイメージとなる。</p>
【細川座長代理】	<ul style="list-style-type: none"> ・通報時と119番通報時の間に、火災直前のフェーズを加え、ドローンで異常を検出し、災害を未然に防ぐというようなことを入れてはどうか。先進技術の活用で災害を未然に防ぐというのも将来の夢として良いと思われる。SIP4D等で緊急地震速報や気象警報等を活用して未然に災害を防ぐことに加え、ヒューマンファクター等も含めて未然に災害を防げることも考えられるのでは。 ・こういった未来構想を描くときには、数年後ぐらい、20～30年後、さらに本当に未来というようにフェーズを分けて描くのも、一つのやり方だと思う。
【小出委員】	<ul style="list-style-type: none"> ・配管の3Dモデル化についても災害時の状況確認や応急措置等に有効でありこの中に取り入れれば良いと思う。 ・消火ロボットの活用については消防車両に比べたロボットの特性を表現できるようなイメージ図になるとよい。
【村上委員】	<p>カメラ等による映像情報が目立つが、AIの解析には、映像だけでなく、例えば音や温度など、いろいろな情報を複合的に解析することも有用である。</p>
【神取委員】	<p>かなり視覚データに頼っている感があるので、非破壊検査等も取り入れていくのは大切だと思う。</p>

【小川委員】	・消火戦術を立てる上では有毒ガス・可燃性ガスの検知や風向風速等も有用であるので、例えば消防車の放水塔やタンク上部、ドローン等にそのような検知設備があると良い。様々なデータを集約して、最適な消火戦術の提案や必要な泡消火剤量、ボイルオーバーの予測などが考えられる。
【小林座長】	企業のニーズは、コストダウン、人手不足、専門的知識保有者の減少という3つの点が多分にあり、それらを先進技術で補うという取り組みはすでに一生懸命考えられている。それをもうすこし延長することで、防災に役立つということを見えるようにすれば良いと思われる。

(3) 先進技術を導入する上での課題と留意点について

【事務局】	資料3により説明。
【川越委員】	センサリング技術やAIなどの先進技術を導入するにあたり、人材の問題も抱えている。製造プロセスに関する技術者はいるが、先進技術そのものの技術者や、それをプロセスと結びつけて活用する技術者が不足している。
【今尾委員】	低コストの防爆という記載については、消防隊の資機材が防爆化されておらず、また全ての資機材を防爆化することも困難と考えると、災害現場到着時に、可燃性ガスの拡散範囲の予測・可視化ができると、防爆・非防爆の資機材の使い分けで対応ができる。
【小林委員】	<ul style="list-style-type: none"> ・情報共有については、企業側からの情報提供には困難が多く、まずは行政が所有している情報から活用していくのが良いと考える。 ・データサイエンティスト・ベンチャー企業の人にプラントをわかってもらう取り組み、プラント企業側にITをわかってもらう取り組み両方が重要。 ・先進技術を企業に導入してもらうために、価値の見える化が重要であり、安全というだけでなく生産性の向上や省力化等の面も併せてアピールしていくことが重要。 ・先進技術を導入するメリットについて規制制度とのコラボレーションも将来的には考えられる。
【國方委員】	ドローン・ロボットについては、将来的に開発が必要であるものとして、地上を走る無人機を含めるとともに、消火、救助、応急措置等の機能について優先順位をつけて考えた方が良いと思われる。
【小川委員】	・先進技術の導入について例えば石炭法で義務づけられている資機材等への反映についてはまだそこまでは考えないという話があったが、何らかのインセンティブがないとなかなか普及は進まないのではないかと。

【森口委員】	先端デバイスは海外やベンチャーも含む市場製品が多く、保守としてはメーカー保証1年が限界であったり、1年もすれば、どんどん新しい製品が出てくる、一方で消防や自治体は10年保証が基本であったりするので、保守性や持続的な運営も課題であると感じる。
【村上委員】	<ul style="list-style-type: none"> ・情報システムについても災害時だけでなく日常的にも使えるという提案はできる。 ・自律型ドローン等については、異常を検知すれば人が介在しなくてもすぐに飛んで行って写真を撮るといった自律運行は、遠い未来でなくても可能になるのではないかな。
【神取委員】	ドローン等の資機材については企業の共有資産として導入できれば、費用が抑えられると思われる。
【細川副座長】	5G等高速ネットワークが普及してくると、AIの学習やロボットの自律運行でなくても遠隔で専門家が対応するということも考えられるのではないかな。
【村上委員】	情報共有について、インターネットを介さないといけないものが発生してくると、セキュリティの確保が議題に挙がると思われる。その場合はどこまでのレベルを求めるのかについても共通の認識が必要になるとと思われる。
【小林委員】	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、企業の生産データは、ローカル管理が主流であるが、今後、大量のデータや重たい画像データを扱う場合、クラウドに移行していくことも考えられる。クラウドサービスそのものについては、かなりセキュリティは高いと思っているが、データを移送するときにセキュリティの問題が出てくると考えている。 ・情報共有する時には企業の生産ノウハウ等出たくない情報は取り除いてプラットフォームに乗せる等になっているが、その精査にかなり手間がかかっている。 ・仮想プラントであるデジタルツインを介して遠隔操作するようなことも考えられているが、そういった場面ではセキュリティが重要になってくる。
(4) その他	
【事務局】	資料4及び資料5により説明。