

令和３年度石油コンビナート災害対応への
先進技術活用検討会

まとめ

令和４年２月
消防庁特殊災害室

目 次

I 検討会の概要

1 検討会設置の背景・目的	2
2 委員名簿	3

II 検討の概要

1 石油コンビナートの災害対応に導入が考えられる先進技術	5
2 令和3年度における先進技術の検討	7

III 検証計画に基づく検討結果

項目1 災害発生時の防災体制効率化（防災管理者・防災要員）	9
項目2 プラントのデジタル化（情報共有・訓練活用）	12
項目3 3点セットの高機能化	15
項目4 容量泡放射システムの高機能化	17
項目5 ウェアラブルカメラ等新型機器の活用	19
項目6 プラント情報等の共有化	24
項目7 リモート査察等の実施	29
項目8 環境に優しい泡消火薬剤の開発	32
項目9 ドローンの活用方法	34
項目10 無人自動放水消火ロボット	37
項目11 石油コンビナート災害へのA I の活用	40

IV 先進技術活用に向けた課題

1 概論	43
2 先進技術活用に向けた課題と対策	43
3 まとめ	48

添付資料 別紙1「石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会〔検討内容の概要〕」

Ⅰ 検討会の概要

1 検討会設置の背景・目的

石油コンビナートは、多量の危険物・高圧ガス等を取り扱っていることから石油コンビナート災害等災害防止法（以下「石災法」という。）による規制等によって特別防災区域の指定や防災管理者や自衛防災組織、特定防災施設、防災資機材の配置等が行われてきた。さらに平成 15 年十勝沖地震や平成 23 年東日本大震災で発生した大規模な火災を教訓に防災体制の強化を図ってきたところである。

しかし、近年は南海トラフ地震の発生も懸念されており、近年は気象の激化によって風水害が多発している。想定を超える自然災害によって施設が破壊され、大規模な油流出や火災等が広域的に発生することも懸念される。

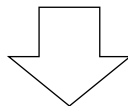
一方、I o T 技術等の先進技術の発展は目覚ましく、すでにドローンによる施設の点検や A I による部品交換時期の予測など保安分野では活用は始まっているところであるが、プラント情報のデジタル化など災害対応でも活用が可能と思われるものが散見されるようになった。

これを受け、石油コンビナートでの災害対応に先進技術の活用を図り、限られた防災リソースを適切に運用、最大限の効果を発揮させ、地域の産業基盤である石油コンビナートを災害から守ることを目的に令和 2 年度から引き続き「石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会」を開催した。

検討会の開催状況

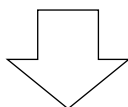
令和元年度 先進技術を活用した石油コンビナート災害対応に関する検討会（4 回）

石油コンビナートの災害対応の未来像を提示



令和 2 年度 石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会（3 回）

活用が見込まれる先進技術を抽出（40 件）



令和 3 年度 石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会（4 回）

活用が見込まれる先進技術を²集約し具体的に検証（11 項目）

2 委員名簿（令和3年度）

（1）委員

（敬称略、五十音順）

委員	氏 名	役 職
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	内山 和子	神奈川県 くらし安全防災局 防災部 消防保安課 工業保安担当課長
委員	遠原 直樹	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員長
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	小林 恭一	東京理科大学 総合研究院 教授
委員	齋藤 知久	電気事業連合会 立地電源環境部 副部長
委員	篠原 久二	一般社団法人 日本ガス協会 技術部 製造グループ マネジャー
委員	杉山 章	危険物保安技術協会 企画部長
委員	宗田 勝志	岡山県 消防保安課長
委員	土田 智彦	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 部長（併任）技術課長
委員	中山 則夫	市原市消防局 火災予防課長
委員	早坂 誠	東京消防庁 警防部 特殊災害課長
委員	廣山 奨平	経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室 総括補佐
委員	藤井 公昭	石油化学工業協会 保安・衛生委員会 消防防災専門委員長
委員	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
委員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長
委員	村上 治三郎	川崎市消防局 予防部 危険物課長

(2) オブザーバー

組織名
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
株式会社 Spectee
TerraDrone 株式会社
NEC ソリューションイノベータ株式会社
株式会社モリタ
帝国繊維株式会社
株式会社 ACSL
千代田化工建設株式会社
横河電機株式会社

(3) 検討の経過（令和3年度）

	日時（※）	議事
令和3年度 第1回	令和3年4月27日(火)	- 過去の検討会の振り返り - 令和3年度 石油コンビナート災害対応への先進技術検証計画
第2回	令和3年7月30日(金)	- 石油コンビナート災害対応への先進技術活用検証計画に基づく検証実施計画(案) - 今後のスケジュールについて
第3回	令和3年12月6日(月)	- 石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会(中間報告) - 今後のスケジュールについて
第4回	令和4年2月25日(金)	石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会まとめ(案)

※新型コロナウイルス感染症の拡大により、リモート及び対面（消防庁第一会議室）で開催

II 検討の概要

1 石油コンビナートの災害対応に導入が考えられる先進技術のこれまでの検討

「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への検討会」では、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、先進技術を活用した石油コンビナート災害の未来像を提示した。令和2年度からは「石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会」として、より具体的な検討を進めるため、石油コンビナートの防災体制について詳細をまとめたうえ、未来像に提示された内容をベースに導入検討箇所を事務局から例示し、各委員から「石油コンビナート災害対応への先進技術の導入検討箇所」について下記の表のとおり意見をいただいた。

石油コンビナートへの先進技術の導入検討箇所

No.	項目	内容
1	3点セットの各機能を1台に集約した消防車両	3点セット（大型化学消防車、大型高所放水車、泡原液搬送車）に代わる、3点セットの各機能を1台に集約した消防車両（オールインワン型消防自動車）により、効率的な防災活動を行い人員の省力化を図る。
2	高速通信技術を活用した消防車両や放水システムの遠隔操作による消防活動	現場活動に熟練した職員が、車両による情報収集や放水システムの操作を、5Gなど遅延が少ない高速通信と操作用 I/F を活用して、現場から離れた安全な場所から高精細な映像やセンサー情報に基づき遠隔で行う。
3	大容量泡放射システムの機能統合装置（オールインワン）	大容量泡放射システムのうち、泡混合装置、ポンプ、給水ポンプ等を統合した資機材
4	大容量泡放射システムの車載化	大容量泡放射システムを容易に移動できるように、車両と一体となったシステムとする。
5	大容量泡放射システムにおける混合器内蔵型ポンプのリモートコントロール装置	複数台の泡混合装置及び消防動力ポンプを1台のリモートコントロール装置で制御することによって、人員の省力化を図る。
6	消火ロボット	AIにより、自律で最適な配置場所まで移動し、消火活動にあたるロボットの実現
7	遠隔操縦無人機材の導入	遠隔操縦の消火器材を安全な場所から操作することで、人的被害を防止する消火活動を実現
8	ドローン・スマートグラスの情報データによる自動放水への連動	消防車で放水が、ドローン等で撮影した温度分布映像に連動し、自動で最適な位置や圧力を選定・調整することができる。
9	環境に優しい訓練専用の泡薬剤を活用した訓練	環境に優しく、下水道にそのまま排水でき、消泡時間の短い泡薬剤を活用した泡放射訓練を実施
10	ウェアラブル端末によるリアルタイムでの他職員または他機関との意思疎通	スマートグラス等を着用することで、災害現場のリアルタイム情報を、事業所モニタールームや消防機関と共有
11	スマートグラスによる活動補助	防災要員及び消防隊員が装備したスマートグラスが災害状況（屋外タンク内の火災状況）や危険性（輻射熱の広がり）を感知し、活動を補助
12	新技術の融合	「ウェアラブル端末による動態管理」「スマートグラスによる現場情報の把握」「ドローンによる災害状況の把握」といった内容をリモート接続することにより一括して、コンビナート事業所、管轄消防、県及び国の各機関がリアルタイムに情報共有できる
13	消防ドローンによる災害現場における状況把握	消防ドローンを経由し、災害現場における発災状況並びに自衛防災組織及び消防部隊の活動状況を現地指揮所が把握

14	大容量泡放射システムにおける展張ホース監視用ドローン	展張した消防ホース 200m ごとに必要となる防災要員に代わり、ドローンによって監視することで、人員の省力化を図る。
15	ドローンによる上空からの情報収集	複数ドローンで観察領域を分担し、素早く情報収集を行う。
16	ドローン（事業者の常時配備）による地震等発生時の初動被害確認	地震発生直後等、緊急に現場の確認が必要な場合、ドローン（自動航行）によって、一次点検を実施する。
17	上空からの長時間、映像送信による情報収集	有線ドローンやバルーンを活用し、災害の状況及び消防活動の効果を上空からの映像として長時間収集する。
18	レイアウト検査、特定防災施設の検査のオンライン化	検査の状況をリアルタイムかつ正確に共有することができる。
19	危険物施設等の検査、レイアウト検査及び特定防災施設の検査の電子化	変更内容が示された、工事等を行う前の変更箇所における全方位画像データ及び工事等を行った後の変更箇所における全方位画像データにより検査を行うことで、現地へ赴くことを省略する。
20	A I 活用	事業所ごとの情報を一括管理し（台帳など）、電子による申請や届出された内容を V R 化（3 D）し、A I 解析を行い、申請等の内容が各プラント等の設備機器に適切であるかを判断する。また、V R 化した情報を災害対応や消防訓練の教材として活用する。
21	各種データの D B 管理と、有事の際の消防機関との共有	集約している施設内各種データ（例えば、No. 2、3 など）を D B ・クラウド管理し、有事の際に消防機関と共有
22	消防指令センターで管理するリアルタイム災害情報の消防車両または消防隊員保有端末への配信	災害出場途上において、消防指令センターから消防車両または消防隊員保有端末に、リアルタイムの災害情報（映像）を配信
23	消防活動への A I 活用	A I により、発災現場及び状況に応じて、事業所入口から発災現場までの最適（安全性、距離）な消防車両進入経路を解析 A I が事業所 D B 等のリアルタイム情報を解析し、災害進展予測等を行う。また、安全エリアや危険エリアを判定し、部署位置や活動最適資機材等を示すことで消防活動を補助
24	各種データの D B 管理と、有事の際の消防機関との共有	集約している施設内各種データ（No. 2、3 など）を D B ・クラウド管理し、有事の際に消防機関と共有 さらに自営防災組織の活動情報（現地本部の位置や通行止め情報等）についても、リアルタイムで共有することができれば、例 6 に記載の、現場への誘導や、危険予知への活用が期待できる。
25	3 6 0 ° マップの災害時での利用	現場の状況が確認できる、空撮（ドローンにて撮影）も含めた 3 6 0 ° マップを作成する。
26	施設等の画像データと情報を一括管理するシステム	敷地内配置図に各施設及び設備の画像データを連携することによって視覚的に対象を選択できるようにし、さらに各施設及び設備に関わる情報（例：更新記録、点検記録、その他施設情報）を連携させることによって多岐にわたる情報を 1 つのシステム上で一括管理する。これにより、情報の検索性の向上及び共有の容易化を図る。
27	災害対応の支援及び教育システム	データ化された敷地内配置図において、発災箇所や風向風速等の情報を指定することで、消防車等の配置及びホース展張ルートの検討、煙等の拡散や輻射熱のシミュレーション結果を表示するシステム。これにより、実災害においては活動方針の決定に、訓練においては自身の選択した行動の検証に役立てることができる。
28	ビッグデータ分析に伴う施設維持管理及び損傷予測	施設内に各種センサーを配備するとともに必要情報を集約し、A I によるビッグデータ分析による所要の情報を基に施設を管理
29	A I による火災予測シミュレーションと最適な初動対応の提案	タンクの配置、風向き等の環境条件を考慮した火災予測シミュレーションにより、火災の広がりを予測する。その予測と器材能力（消火ロボット、消防ドローン等）を考慮し、最適な行動判断を A I によって導出して消火を効率化する。
30	A I 等を活用した早期の異常発見	A I やセンサを利用し、早期に異常箇所を発見する（例えば、普段の画像との比較等により異常箇所を発見）

31	A I 活用	「赤外線ドローンによる通常時と非常時の設備機器の比較」「危険物・高圧ガス・毒劇物タンクの発災時の天候（気温、風向風速など）、内容物、容量、地形など」といった情報をA I が解析することにより、瞬時に災害対応や付近住民への広報活動に活かせる
32	防災・副防災管理者の常駐	災害の状況をリアルタイムかつ正確に共有することができる。
33	防災資機材の義務のない特定事業所における防災要員の減員	災害の発見、通報、初期消火について、災害状況を映像等を用いて通報するなど、新技術を活用することにより防災要員の業務の効率化を図る。
34	防災資機材の義務のない特定事業所における防災要員の減員	災害の発見、通報、初期消火について、自動化・遠隔操作による対応や災害状況を映像などを用いて通報するなど、新技術を活用することにより防災要員の業務の効率化を図る。
35	防災・副防災管理者の常駐	災害の状況をリアルタイムかつ正確に共有することができる。
36	通信インフラの強靱化	通信インフラが火災により損傷を受けても、ドローン操作や情報共有等を可能とする強靱性がある通信インフラの構築
37	防災チャットボットを活用したスマート消防システムの導入	スマート消防システムを活用し、現場職員から災害の情報を写真、位置情報とともに報告してもらい、AI による災害種別の判断とともに地図上に即座に表示する。
38	SIP4D（基盤的防災情報流通ネットワーク）による組織間情報共有	災害時には行政の災害対策本部、DMAT 等の医療活動組織、消防、自衛隊等、複数の組織が同時並行で活動するため、それぞれの組織が有する情報システム間を接続し、情報を共有する。
39	電子化した事業所情報を活用したシミュレーション訓練の実施	大規模災害の対応を経験することは、多くなく災害対応の知見の蓄積はわずかであるが、様々な事業所情報を電子化することによりシミュレーション訓練ができるツールを導入する
40	A R 技術による実施設での訓練	A R 技術を活用し、実施設での災害を想定した訓練を実施

2 令和3年度における先進技術の検討

（1）概要

令和3年度においては、以上の40の意見をもとに、さらに検証を具体的に進めるために、ドローンやウェアラブルカメラ、情報共有システムなど、重複するものを以下11項目に意見を集約し、それぞれ検証計画に基づき検討を行った。

石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会 検証項目

No.	項目
1	災害発生時の防災体制効率化（防災管理者・防災要員）
2	プラントのデジタル化（情報共有・訓練活用）
3	3点セットの高機能化
4	大容量泡放射システムの高機能化
5	ウェアラブルカメラ等新型機器の活用
6	プラント情報等の共有化
7	リモート査察等の実施
8	環境に優しい泡消火薬剤の開発

9	ドローンの活用方法
10	無人自動放水消火ロボット
11	石油コンビナート災害へのA I の活用

※「通信インフラの強靱化」はすべてに関わる重要な要素であるため、項目ごとに検証

（２）検証計画に基づく検討

検証項目ごとに、「効果」、「経済性」、「強靱性・信頼性」、「汎用性」、「技術」について検討し、石油コンビナート災害対応にどの程度活用できるのかを見定めた。なお、個別の商品、資機材の性能等の定量的評価は行わないものとした。

Ⅲ 検証計画に基づく検討結果

項目 1

災害発生時の防災体制効率化

項目の説明

特定事業所に配置されている人員（防災管理者、防災要員）にかかる業務に対し、先進技術を活用して効率化を図る。

調査方針

①防災要員等の業務について求められる機能を整理し標準モデルを作成、②先進技術適用モデルの作成、③モデル比較によって先進技術による機能代替等が可能か検証する。

調査対象

特定事業所等（調査については危険物保安技術協会に委託）

内 容

概要

石災法により、特定事業所には防災管理者の選任や防災要員の配置が義務づけられている。防災要員の配置については、特定事業所にある屋外タンク貯蔵所の規模や取り扱う石油又は高圧ガス等の量に応じて必要とされる防災資機材等の種類、台数によって必要な人数が定められている。これらの防災要員には、配置された防災資機材等を有効に活用して災害対応を行うことが求められている一方で、防災資機材等を配置する必要がない事業所においても、災害対応の初動措置等に備えて最低2名以上の防災要員を配置することになっている。

本調査では、防災要員2名の配置が義務づけられている特定事業所を対象とし、防災要員2名の役割、機能等を調査した上で、先進技術やリモート対応、遠隔操作等で防災要員の役割、機能が代替え出来るか否かを検討していく。

特定事業所の選定にあたり、主に夜間・休日にプラント等が稼働していない事業所、プラント監視のみで人的な操作の必要がない事業所等をターゲットとし、特定事業所以外でも特定事業所と同等の規模（危険物数量等）で、かつ、夜間は無人で機械警備を取り入れている事業所や遠隔地から監視業務が可能な事業所を調査対象とした。

調査結果と課題

事業所の調査結果については下表のとおりであった。

調査実施事業所

事業所	種別	危険物等	従業員数	夜間休日の体制	特記事項
倉庫 A	第 2 種特定事業所	約 9,800kl	36 人	2 名(委託)	
倉庫 B	〃	約 5,200kl	48 人	2 名(委託)	
倉庫 C	非該当	約 7,000kl	40 人	無人(委託)	非常時の機械警備体制あり
ガス工場 D	〃	約 13 万 N m ³ /日	6 人	1 名(社員)	遠隔他ガス工場からも監視

※ガス事業法によりガス製造設備が稼働している場合、ガス主任技術者等の常駐が必要となる。

特定事業所以外の事業所では、夜間等無人であることから、すでに災害を離れた場所（警備会社本部、県内の他工場等）からでも覚知することができる仕組みは概ね構築されていた。

この調査の場合、常駐が義務づけられている防災管理者の業務について先進技術を活用して遠隔対応が可能かがポイントのひとつとなるが、調査では危険物流出を自動で覚知する設備等の設置は少なく、ガス製造設備は屋外にあるため、自動火災報知設備等の火災を自動で感知する設備は設けられていなかった。（稀に屋内のガス製造設備もあり）

評 価

今回の調査では、常駐する防災要員が最低 2 名必要な事業所の作業時間外（休日・夜間等）を想定し、防災要員の役割を先進技術で代替することが可能か、また、可能とするために必要な設備について検討した。

災害覚知設備（センサー、カメラ）の設置と共有するシステムの配置等により、常駐防災要員の業務の一部又は全部を補うことが可能ではないかと考えられるが、これら設備の設置位置や台数など必要な設備の具体的な配置については事業所の作業形態、危険物施設等の配置や貯蔵取扱い形態等により個別に評価する必要がある。

また、事業所社員、防災要員の代替として事業所内の施設監視及び初動措置、通報を担う警備会社等の情報の移報先での監視要員、初動として駆けつけてくる巡回警備員等も含めた運営体制も重要な要素であることから、先進技術の導入、設置のみの評価ではなく、これら設備を有機的に運用できる体制も含めた総合的な評価をもって導入の可否を判断すべきと考える。

特定事業所の防災要員は、消防車両の配置状況により、その人員が定められているが、法令により、配置されている消防車両に省力化装置等の機能があり、防災体制との総合的な評価制度のもと防災要員の減員が図られていることから、これら車両の配置義務のない事業所や共同防災組織での代替で防災要員 2 名の常駐が必要である事業所についても、同様に

事業所の状況に応じた防災要員の減員に資する制度評価方法の創設等が考えられる。

次年度以降には、具体的な取組状況や開発状況を注視しながら、必要な先進技術の設備、運用体制等についてより深掘りした議論を行い、まずは常駐規制の緩和に必要な基準等について研究を進める必要がある。

項目 2

プラントのデジタル化（情報共有・訓練活用）

項目の説明

プラントの情報をデジタル化（360° ビューカメラ映像等）し、災害時の情報共有、訓練等に活用。

調查方針

- ・「No. 1 災害発生時の防災体制効率化」の先進技術として活用できるか検証する。

調査対象

JANUS等（危険物保安技術協会を通じた情報提供）

内 容

概要

デジタル技術を活用した VR ツアー型「電子版立体構内図」及びインタラクティブ性を特徴とする「電子版事前消火計画」を組合せ、日常の設備保全、災害活動支援及び防災活動訓練等に活用できるシステムの開発が進められている。

「電子版立体構内図」は、危険物施設内数十箇所（地上・上空）で撮影した 360 写真で構成され、その画像内に事業所が保有する各種デジタル情報を集約されるものである。

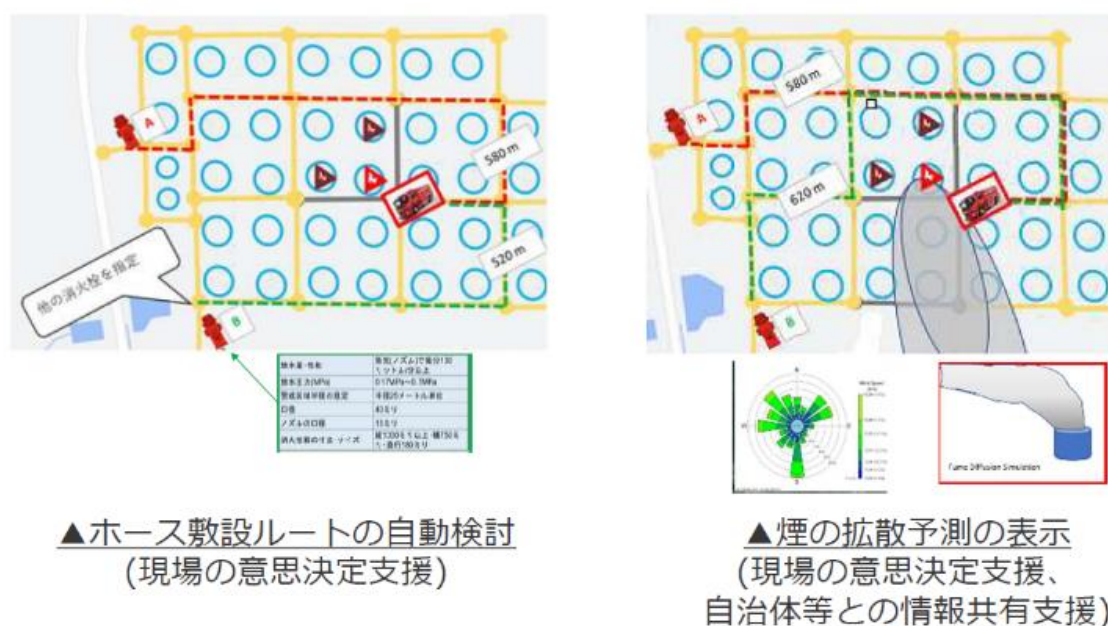


危険物保安技術協会提供資料より抜粋

制作手法は、HTML5 であることから多様なデバイスで閲覧でき、関係者の情報共有リソースとして活用できる。また、システムデータをローカル PC に保存すれば、インターネットを介さずとも閲覧が可能となる。

「電子版事前消火計画」は、入力した各種基本情報（消防設備情報、警防計画等）によって動作し、火災を含めた事故発生時には、気象条件、消防隊活動の障害事象等を付加することによってインタラクティブに消火戦略が遷移（消防車両の配置位置、ホース敷設ルート、火災の延焼対策の優先度等の検討等）し、災害活動の支援ツールとなり得るものである。

電子版事前消火計画を用いた訓練のイメージ



危険物保安技術協会提供資料より抜粋

開発状況

現在、開発が進んでいる事業所においては、タンクヤード地区の 360° 撮影（地上部及びドローン飛行撮影）及び基地関係資料等の取得が完了しており、これをもとに「電子版立体構内図」「電子版事前消火計画」のプロトタイプが制作されている。プラント施設地区については、石油精製事業所内訓練プラントをフィールドとして実画像データを取得しており、これをもとに仮想的な石油・化学工場の「電子版立体構内図」「電子版事前消火計画」を試作する予定である。

成果物による効果・汎用性等の確認

プロトタイプの「電子版立体構内図」及び「電子版事前消火計画」は、施設データ提供事業所において社会実装を想定した図上演習を実施し、消防本部等からも意見を聴取して有効活用方法を検証する予定である。

評 価

危険物が混在する石油コンビナートにおいて災害が発生した場合、事業所と関係機関（都道府県、市町村、消防本部等）の間で、発災地点や危険物の種別、施設構造、影響度等の情報共有が大変重要であるが、本システムにより組織間の情報共有が容易に実現できる。電子版立体構内図は 360° カメラの画像を利用して作成することから、図作成にかかる負担も少なく様々な事業所で取り入れることが可能な点も評価に値する。複雑なプラントについては、360° カメラで対応できないことも考えられることから、プラントのデジタル化の手段について更なる技術進展等が期待される。

一方、プラント情報は企業秘密であることから、災害時にどこまで関係機関と共有するのかについても今後検討が必要である。

今後、危険物保安技術協会の検討結果を踏まえたうえで、情報共有ツールとして関係機関と情報共有するとともに、項目 1 と併せ、常駐規制の緩和に適用できるか研究を進める必要がある。

項目 3

3点セットの高機能化

項目の説明

3点セット（大型化学消防車、大型高所放水車、泡原液搬送車）に代わる、3点セットの各機能を1台に集約した車両（オールインワン型消防車両）の導入。

調査方針

- ・実際に特定事業所で活用できるか検証する。
- ・導入に必要な法令改正等を整理する。

調査対象

消防車両メーカー（危険物保安技術協会を通じた情報提供）

内 容

概要

一定規模以上の屋外貯蔵タンクには、3点セット（大型化学消防車、大型高所放水車、泡原液搬送車）の配備が義務づけられている。（法第16条第4項、令第8条）

これら資機材等には防災要員の配置が定められており（令第7条）、

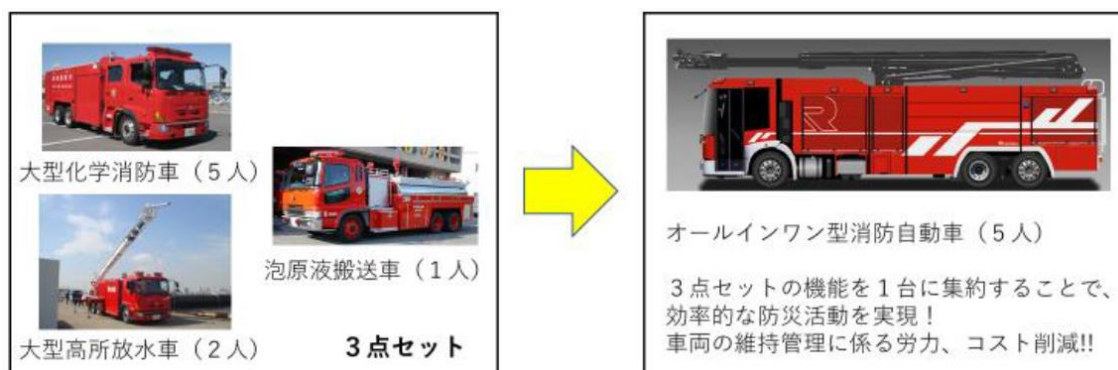
大型化学消防車 5人、大型高所放水車 2人、泡原液搬送車 1人

となっている（3点セット合計で8人）。

なお、遠隔操作装置やホース延長用資機材、低反動ノズル、携帯無線機等防災活動における省力化に資する装置又は機械器具を配置した場合は、3点セット合計で5人まで防災要員が減員される。

過去にも大型化学車と大型高所放水車を合わせた大型化学高所放水車が登場し、すでに多くの特定事業所で使用されている。車両が統合されているため、省力化資機材を配置した場合の防災要員は4人となり、物的な面だけでなく、人的な省力化も進んできた。

現在、大型化学高所放水車に泡原液搬送車も統合した「オールインワン型消防自動車」が消防車両メーカーから提案されている。物的、人的な省力化につながるか情報を収集した。



危険物保安技術協会提供資料より抜粋

調査結果と課題

必要とされる放水能力など、機械的能力は技術的に実現可能である見込みであった。
(放水量、放水圧力、筒先高さ、筒先遠隔操作、自動比例泡混合装置、泡消火薬剤タンク等)

ただし、省令第20条では「当該特定事業所における通路の状況等を勘案して、火災が発生した場合において、大型化学消防車、～（略）～、普通高所放水車に代えて、大型化学高所放水車を使用することによって支障なく消火活動ができることとする」と規定されている。また、省力化による減員を行う際の規定である省令第17条の3第1項1号イ(2)、(3)では「消防自動車が消火活動場所まで安全かつ迅速に走行することができる通路が配置されていること」「消火活動場所には消防自動車を配置するときに障害となる物が存在しないこと」と規定されている。大型化学高所放水車の規定であるが、オールインワン型消防自動車にも当然求められる要素と考えられる。

オールインワン型消防自動車は技術向上によってある程度コンパクトになりながらも、車両の全長は現行の大型化学高所放水車より長くなる見込みである。実際の車両が完成し、実際に配置が予定される特定事業所において支障なく消火活動ができるか確認が必要と考えられる。

なお、関係法令等の改正を行い、泡原液搬送車の機能を追加したことで同車両を備えたこととみなす規定を加えなければ、泡原液搬送車分の防災要員は減員とまらない点に留意が必要である。

評 価

オールインワン型消防自動車については、従来からある機能統合の考え方から生まれたものである。石油コンビナートでの災害対応を担う自衛防災組織で活用されることで、より効率的な災害対応につながる可能性があり、引いては負担軽減や防災力の向上等につながる技術と考えられる。

車両としては大型化することになるため、導入効果だけでなく、活動上問題がないかなどについて、危険物保安技術協会において有効性に関する委員会を設置し、現行の3点セットとの活動上の比較や特定事業所構内における走行性等の検証を行っている。

検証を踏まえ、導入に問題が無いことが確認できれば、大型化学高所放水車の導入事例を参考に法令改正に向けて検討を進める必要がある。

項目 4

大容量泡放射システムの高機能化

項目の説明

大容量泡放射システム（送水ポンプ、水中ポンプ、混合器、放水砲等）を構成する機器の統合やリモートコントロールを導入し高機能化を図る。

調査方針

- ・既存の機能統合車両について情報収集する。（機能統合は一部の見込み）
- ・今後適用できる先進技術について情報収集する。

調査対象

消防車両メーカー（危険物保安技術協会を通じた情報提供）

内 容

概要

大容量泡放射システムは、平成 15 年十勝沖地震を教訓に、これまでの大型化学車の約 3 倍から 10 倍の大量の泡放射ができるシステムを 34m 以上の浮屋根式屋外貯蔵タンクに設置を義務づけた資機材である。

放水砲、ポンプ、混合装置等の各機器が長大なホースで接続された構成となっており、各機器を操作する要員に加え、全体を統括する要員やホース接続状況を監視する要員も必要となっている。

現在 RCU（リモートコントロールユニット）と言われる遠隔操作装置や有線ドローンなど同システムに活用ができる可能性がある先進技術が開発されている。これらが大容量泡放射システムに活用できるか情報を収集した。

特に RCU については無線を使った資機材となるため、遮へい物等による無線接続状態の影響の有無や、万が一トラブルが発生した場合でも安全性は確保されているか等について確認を行った。



危険物保安技術協会提供資料より抜粋

調査結果と課題

危険物保安技術協会では「新技術を活用した防災要員の減員に資する資機材の有効性に関する検討委員会」を設置して技術的な検討を進めている。現地にて機器性能等の確認を行っているが、現在のところ技術的な面について支障は確認されていない。

RCUについては、無線による遠隔操作によって複数の送水ポンプの操作（始動・停止・圧力調整等）が可能となっている。緊急停止も可能となっており、遮蔽物ありで100m以上離れていても操作が可能である。

有線ドローンについては、有線であるため長時間飛行できることが特徴であり、高画質な動画を送信することによって上空遠隔からでの監視も可能となっている。これらの技術がどのように大容量泡放射システムの運用に活用できるかは、引き続き確実性、安全性、効率性等を確認し、機能代替性について評価することが必要と考えられる。

評 価

大容量泡放射システムについては、省令第17条の2で「市町村長等（都道府県知事又は主務大臣）が適当と認めたときは、その人数を減ずることができる」と規定しており、当該技術もこれら減員にかかる技術として適当と認められる可能性はある。なお、これらの技術を認めて減員をしようとする場合、当該減員の判断は広域共同防災規程を定め都道府県知事又は主務大臣に届け出る際になされるものであり、関係法令等の改正を要せずとも対応可能である。

大容量泡放射システムの配備に係る危険物保安技術協会が行う「大容量泡放射砲用防災資機材等に係る防災要員の減員計画等の評価」等を参考にしながら、判断する根拠等を明らかにし、事業所等から具体的な導入要望があった際には、導入方法と減員の考え方について示せるよう検討を進める必要がある。

項目 5

ウェアラブルカメラ等新型機器の活用

項目の説明

スマートグラス等を着用することで、災害現場のリアルタイム情報災害状況や危険性を、事業所モニタールームや消防機関と共有する。

調査方針

- ・導入実績を調査し、導入にかかる経緯や効果、コスト等を抽出する。
- ・機器の最新情報を得るため、ベンダー等に情報収集する。

調査対象

I Tベンダー、消防本部、特定事業所

内 容

名古屋市消防局

概要

近年の建物構造の変化等により、多様化する災害形態に対し、より安全で効果的な災害活動を実施するために、平成 30 年度にウェアラブルカメラと映像伝送装置を導入。

警防本部直轄の指揮隊員のヘルメットにウェアラブルカメラを取り付け、出動先の災害状況等を警防本部（市役所）へリアルタイムに動画を送信する仕組み。災害現場の映像は、従前から消防ヘリ、ドローンの映像伝送、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、警防本部へ災害状況把握として使用。ウェアラブルカメラと映像伝送装置により、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、より詳細な状況把握が警防本部で可能となった。



名古屋市消防局 画像伝送装置一式

導入コスト 初期費用：4,168,800 円、通信費：月額 22,000 円（1 セットあたり）

日本ゼオン株式会社 川崎工場

概要

「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」を背景に「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正確に伝わる」というメリットに着目し試験的に使用した。

課題等

(日本ゼオンの所感)

- ・ウェアラブル端末は WiFi 端末と合わせて非防爆であり、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り、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、セキュリティー対策を万全にして情報漏洩を防止する必要がある。
- ・公衆回線を利用する場合、大規模な災害時には使用できず、自事業所内だけで発生した災害といった小規模な災害時での使用に制限されてしまう。
- ・公衆回線を使った動画の共有では、WEB 会議システム (ZOOM や Teams など) を使用していれば追加の費用の発生もなく、ウェアラブルカメラを使用せずに動画での情報共有が簡便に導入できる。
- ・ウェアラブルカメラ導入検討時の反省から、「すぐには先端技術に飛びつかず、汎用化されてきた時点で目的にあった手段を検討する」のが良いと考えている。

AtlasDirecton 株式会社

概要

AtlasDirection 株式会社が取り扱うシステム「AtlasDirection」は、スマートグラス端末の特性を活かして作業者の作業の手を止めることなく、手順書等の確認や遠隔指示、サポート等の遠隔支援が行える。

遠隔支援は、技術やノウハウといった理由により、対応できる人が限定されてしまう業務に対し、熟練の技術者が遠隔で指示サポートを行うことで、技術者が現場にいないと対応できない業務を減少させることができる。また熟練者のサポートを受けることで、若手技術者への技術継承も期待できる。場所を問わず遠隔で支援することができるため、指示・サポートを行う者の移動に伴うコストも削減される。

特徴

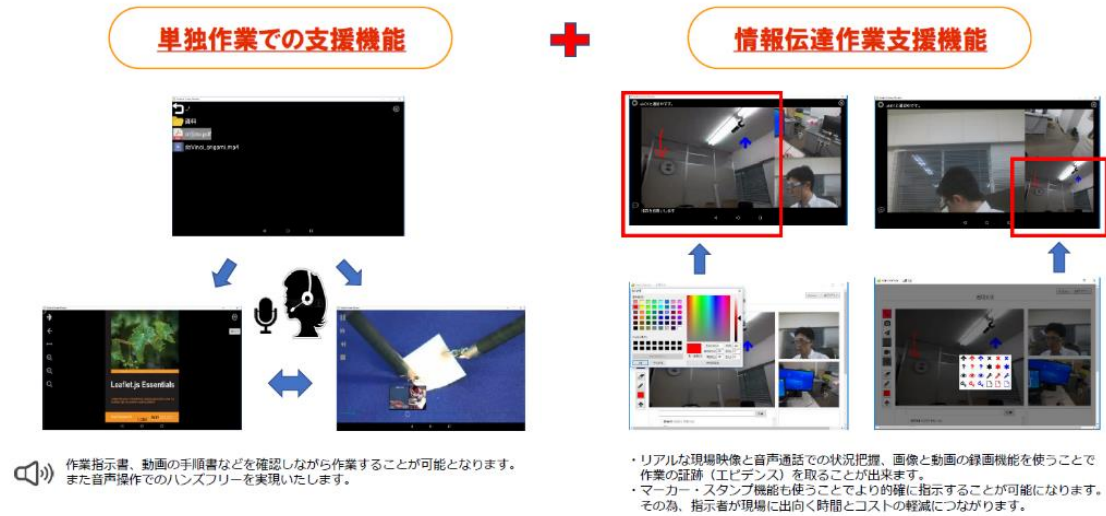
①単独作業での支援機能

作業指示書、動画の手順書などを確認しながら作業することが可能。音声操作でのハンズフリーを実現。

②情報伝達作業支援機能

- ・リアルな現場映像と音声通話での状況把握、画像と動画の録画機能を使うことで作業の証跡 (エビデンス) を取ることができる。
- ・マーカー・スタンプ機能も使うことでよりの確に指示することが可能。指示者が現場に出向く時間とコストが軽減される。
- ・ドローン (空中、水中、陸上) やアクションカメラなど外部機器と連携可能、それら

のリアルタイム映像も配信することが出来る。



AtlasDirecton 株式会社提供資料から抜粋

導入コスト

初期費用 332,500 円（ミニマム：各 1 台を 1 年間利用時）

端末代（スマートグラス） 32,500 円、クラウドサーバ 300,000 円

ランニング 486,000 円

PC・タブレット等レンタル 22,500 円/月、端末代 18,000 円/月

株式会社オプティム

株式会社オプティムでは、現場の各デバイス（スマートフォン、スマートグラス）で撮影された画像／映像を自動でサーバにアップロード、ダッシュボード上で管理することが出来る「Smart Field」等を提供している。

Smart Field の活用事例

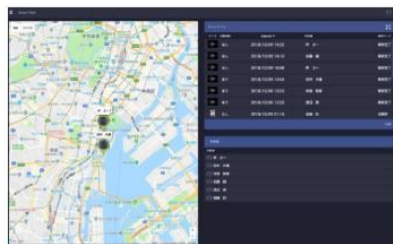
①遠隔作業支援をしながら現場状況の記録

現場の各デバイスにアプリをインストールすることで遠隔のオペレーター（PC）に映像共有を行うことができ、オペレーターは遠隔作業支援をしながら撮影することで映像として記録。いつ・どこで・誰が・撮影した映像なのかダッシュボード上で管理することが可能。

②クライアントアプリによる記録

記録を現場側（スマートデバイスにインストールしたアプリ）単独でも利用でき、アプリを介して写真の撮影/動画を撮影すると自動でサーバにアップロードされ、アップロードされたデータは①同様に、ダッシュボード上で管理することが可能。

また、通信状況が悪い中で利用した際にはクライアントアプリ内の領域にプールされ、通信状況が改善した際に再度アップロード処理を行うことから、遮蔽物の多い環境、海上やトンネル内の作業、災害時等でも利用が可能。



ダッシュボード

ダッシュボードでは下記AIタスク管理を除く5つの機能を使用した作業結果を統合的に管理することが可能です。特別なアプリケーションをインストールする必要なくお持ちのPCのブラウザ上で動作することが可能です。



作業記録

作業状況を画像や音声で入力すると、クラウド上にそれぞれ画像・音声ファイル形式のエビデンスとして記録され、一元管理することが可能。



遠隔作業支援

Option

スマートデバイスを通してオペレーターに映像を共有することによりオペレーターが現場にいるかのように作業の確認や指示出しをすることが可能。



電子小黑板

NEW

従来のチョーク等を用いて記載していた小黑板を電子化し、管理を効率化することが可能。



位置情報管理Map

作業員の位置情報・タスク進捗・記録データを地図上にマッピング。作業員の現在位置とタスク管理を組み合わせることで動作管理を実現。



音声解析・画像解析

C

記録したデータを分析し、文字列に変換。事務作業と労働時間を削減します。さらにヒューマンエラー防止や業務報告書にも活用出来る。

d.



AIタスク管理

Option

作業手順を表示・読み上げを行い作業者は手順を確認しながら作業の実施が可能です。ウェアラブルデバイスを用いることで対話形式でチェック項目を埋め、レポートとして出力可能。

株式会社オプティム提供資料から抜粋

主な機能

作業記録、遠隔作業支援、電子小黑板、作業員位置情報管理 Map、音声・画像解析による文字起こし、AI タスク管理（作業指示書の音声読み上げ・音声チェックによるタスク管理）

導入コスト

基本ライセンス 1 ライセンスあたり 1,980 円/月

遠隔作業支援オプション 1 ライセンスあたり 8,000 円/月

※最小構成 10 ライセンス～、デバイス代金は含まれず

評価

ウェアラブルカメラやスマートグラスを使い、現場情報の共有や現場への指示が容易に

できれば災害対応時に大変有効である。実際に導入事例もあることから、導入へのハードルも低い。ただし、現状のシステムは災害対応等切迫する状況で使用することを基本的に想定していないことから、災害時にも同様に機能するのか、また何を情報共有するのか、など災害対応への活用はさらに研究が必要である。

今後、災害対応機能の整理を踏まえつつ、防災要員への支援や防災体制の効率化に資するか（防災要員の常駐規制の緩和への適用含む）等、各事業所、消防本部及びベンダー等での共有を行いながら研究を進めていくことが考えられる。

項目 6

プラント情報等の共有化

項目の説明

プラントの情報を災害時に特定事業所や都道府県、消防本部等と情報共有できるシステムを構築する。

調査方針

特定事業所等における導入事例（類似事例）や実現可能性等について情報収集する。

調査対象

特定事業所等

内 容

株式会社ダイセル 姫路製造所 網干工場

概要

当該工場では、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があった。

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（当該工場ではアクセスポイントと呼称）【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。

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。



事業所防災本部



アクセスポイント



発災場所



ネットワーク通信用携帯電話

IPネットワーク

導入コスト

初期費用 116 万円（備品：モニター、アンプ、スピーカー、PC、iPad）

ランニング 約 3 万円/月× 5 回線（クラウド使用料）

取組の効果と今後の課題

現場の情報を画像で確認でき、アクセスポイント（公設消防への情報提供場所）と自衛防災組織の本部との情報共有が図られた。かつ画像等により現場の状況が明確に伝わるようになり、防災力の向上が図られた。

当初はアクセスポイントでシステム立ち上げを行っていたが、準備を行っている間に公設消防が到着してしまい映像を確認することが困難であった。その後、システム立ち上げをアクセスポイントから現地対策本部（公設消防と自衛防災組織の合同指揮所）に変更し、令和 3 年 11 月に実施した訓練で効果を確認したところ、スムーズに現場状況をシステムで確認でき、その映像をもとに作戦会議を行うことができた。



概要

クラウドサーバを使い、モバイル回線でドローンとスマートフォン (iphone) の映像&音声 (ドローンは映像のみ) をリアルタイムに伝送し共有する。また、IWB (インタラクティブ ホワイトボード) を社内 LAN に接続し、被災・防災記録をリアルタイムに共有する。情報共有は事故の映像、活動状況 (現場指揮本部の情報をリアルタイムで) 等について図面を引用して、記入し、記録する。情報共有の範囲は、現在のところ現場共有のみ。情報 (現場映像、災害状況・情報) がリアルタイムで確認でき、迅速かつ的確な災害対応に繋がる。

システムの仕様

UCS(※)クラウドサーバ及び社内 LAN を介し、ドローンやスマートフォンで撮影した映像等をリアルタイムに共有する。

※UCS : Unified Computing System Cisco 社が提供する IA (Intel Architecture) サーバ製品群

信頼性・強靱性

ドローンについては、2.4GHz 帯の空きチャンネルを自動で検知・変更するとともに、万一送信機からの信号をロストした場合は、通信が回復するまでその場でホバリングする等、信頼性は高める工夫がなされている。

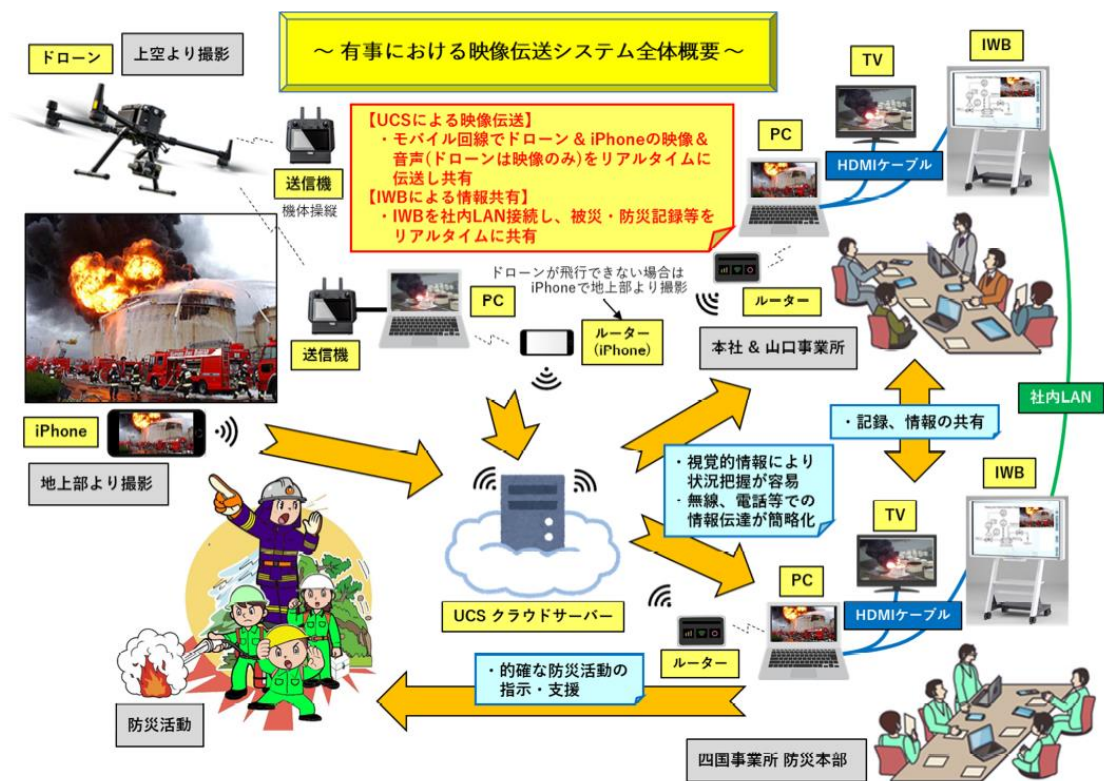
導入コスト

初期費用 約 400 万円 (ドローン、カメラ、ドローンパイロットの養成)

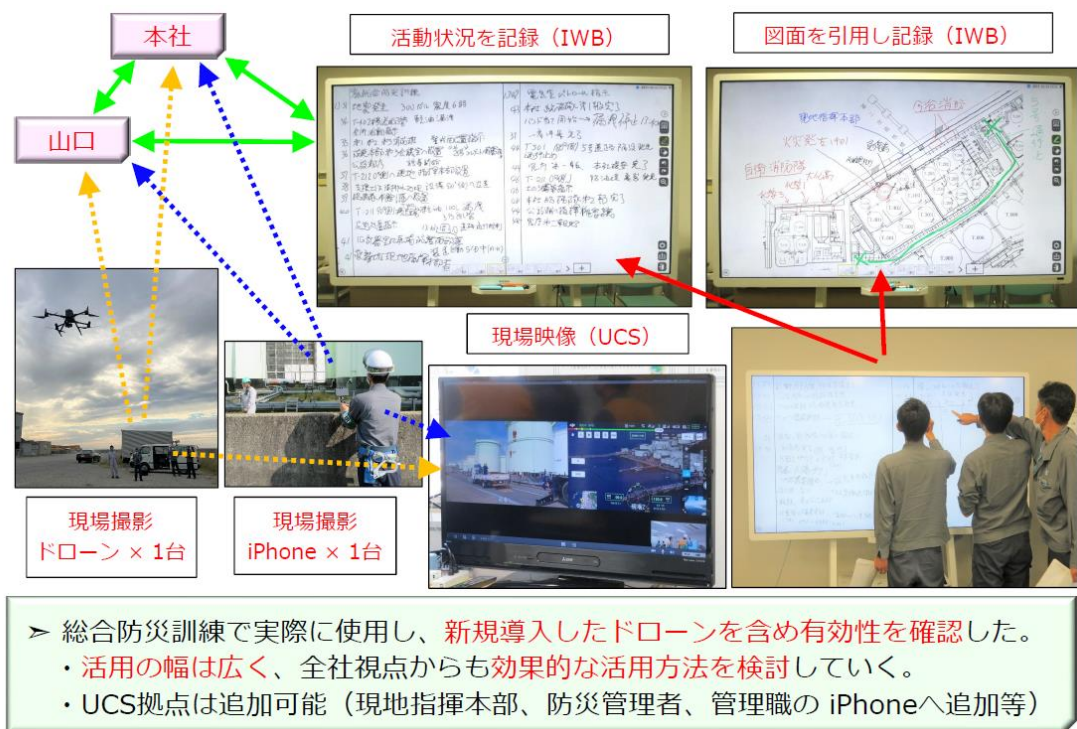
ランニング 約 60 万円

課題

- ・パイロットの確保と操縦技術の向上
- ・無線計装導入 (予定) に伴う 2.4GHz 帯チャンネル割振りにより空きチャンネルが少なくなるため、通信の信頼性が課題。



太陽石油株式会社四国事業所提供資料から抜粋



太陽石油株式会社四国事業所提供資料から抜粋

評価

すでに保守等で活用されているシステムや一般的に使用されている端末等を使っているものが多く導入は比較的容易である。災害対応には危険物情報やプラント情報が重要であ

り、システムの有効性も高い。現状では事業所内の情報共有に留めているケースが多いことから、消防機関等と共有できる体制づくりについて研究を進める必要がある。

項目 7

リモート査察等の実施

項目の説明

石油コンビナートに対して行われる現地検査（事故発生時、平常時の検査を含む）等について、現地に職員が出向かずに IT 資機材等を使って実施する。

調査方針

- ・ 実態を調査し、導入にかかる経緯や効果、コスト等を抽出
- ・ 制度的に問題がないか検証

調査対象

消防本部等

内 容

株式会社ダイセル 姫路製造所網干工場

概要

タブレットやウェブカメラ等を使用して消防機関が実施する検査を現在業務に使用している機器を用いてリモートで事業所・関係機関の協力により実施できるか試行的に検討を行った。

検証内容

- ・ 実施日 令和 3 年 1 月 20 日～22 日
- ・ 石災法 11 条 1 項（※1）に基づく現地確認調査
- ・ レイアウト省令（※2）の基準に合致しているかを確認。施設地区面積、特定通路の幅員、連結導管、通路勾配等

※1 石災法第 11 条（新設等の確認）

新設等の届出をした者は、当該届出に係る第一種事業所の新設又は変更をしたときは、主務省令で定めるところにより、その旨を主務大臣に届け出て、当該新設又は変更が当該新設等の届出に係る新設等の計画（当該計画について第八条第一項の規定による指示があつたときは、当該指示に従って変更された場合の当該計画。次条第一号において同じ。）に適合しているかどうかについて、主務大臣の確認を受けなければならない。



※2 レイアウト省令

石油コンビナート等特別防災区域における新設事業所等の施設地区の配置等に関する省令

使用した機器の構成

[現地]

- ・ノートPC（カメラ内蔵）2台（Wi-Fi）→スマホでデザリング→モバイル通信からインターネット送信
- ・人員 消防庁2人、姫路市消防局8人、兵庫県1人、産業保安監督部近畿支部1人
※事業所除く

[リモート側]

- ・インターネット経由省内LAN 接続 タブレットPC（テレワーク及び執務室で受信）
- ・人員 産業保安監督部近畿支部1人

検証結果

[確認できた機能]

- ・巻き尺等の読み取り値はPC内蔵カメラの画質でも確認可能（明るさの調整等の工夫は必要）。
- ・拡声器を使用すれば、現地の説明音声はマイクでほぼ聞き取れる。

[欠点]

- ・デジタル測距儀等の液晶画面は内蔵カメラの画質では読むことは困難で工夫が必要。
- ・プラント操業の音が大きく、現場PC等のスピーカーでリモート側からの指示を現場に伝えるのは困難。リモート側で検査をコントロールするには指示を伝達する工夫が必要
- ・現地画像だけでは検査場所の位置の特定は難しい（事前にしっかり経路場所を把握しておく必要がある）
- ・屋外の現場では光の加減（逆光、順光、日陰など）により画質が大きく変化し調整の手間がかかる。
- ・現行の機器では雨天等悪天候に対応出来ない。
- ・事業所内で安定した公共通信環境が確保されていない場所がある。
- ・通信環境が悪いと画像の停止等で作業が中断し、検査に時間がかかる。
- ・現場撮影者がリモート側にどの部分を撮影しているのかリアルタイムに伝えにくい。
- ・現地対応とリモート対応を混在させると事業者に余計な手間をかけることになり、メリットが少ない（人数減による感染症リスク低減等のみ）

評価

一般的に業務に使用している端末、会議システム等を使い、一部の職員がリモートで検査することは現状でも可能であり、制度的にも問題はないが、リモートの導入効果は高くないと推定される（新型コロナウイルス等感染症対策としては一定の効果が期待される。）。

検査全てをリモートで行おうとした場合、業務効率化や移動時間の節減等の効果が期待できるが、リアルタイム動画の確保による真正性の担保（改ざん等を防止）や、検査対象を
もれなく確実に検査を行うために必要な念入りな事前計画の作成、準備作業や当日作業に
かかる事業所側の負担軽減、検査手数料の算定方法等、種々の検討がさらに必要である。

今後とも引き続き研究を進めていく。

項目 8

環境に優しい泡消火薬剤の開発

項目の説明

泡消火薬剤は、石油コンビナート火災対応に必須のものであるが、従来高い消火性能を持つとされていた泡消火薬剤には、高い蓄積性があり国内外において製造、使用が制限されることとなった有機フッ素化合物（PFOS、PFOA）を含んでいるものがあり、また当該有機フッ素化合物を含まない泡消火薬剤であっても、自然環境下で容易に分解しない成分を含んでいたりと、また環境意識の高まりで河川等で泡が目立ちやすいという社会情勢の変化などにより、容易に使用することができなくなっている。このため消火活動だけでなく泡を出した訓練や性能確認も難しくなっており、「環境に優しい泡消火薬剤（※）」の開発が求められている。

※PFOS、PFOA を含まず、残留泡が短時間で消失するなどより環境に配慮した薬剤

調査方針

- ・泡消火薬剤と取り巻くこれまでの状況を整理（PFOS 等）
- ・現時点で基準を満たす消火薬剤、そういった消火薬剤の開発が可能か調査

調査対象

消火薬剤メーカー

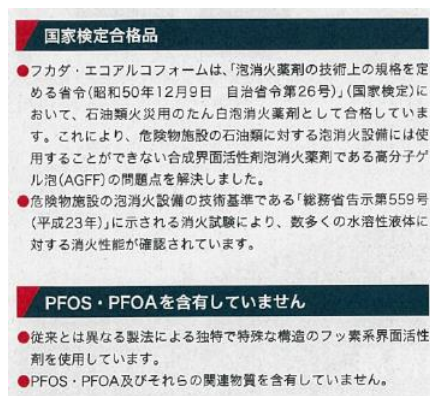
内 容

深田工業株式会社

PFOS 又はその塩を含有しない泡消火薬剤はすでに開発・販売されている。（商品名：フカダ・エコアルコフォーム）

非水溶性液体（ガソリン、重油）・水溶性液体（メタノール、アセトン）に使用可能なタンパク泡消火薬剤であり、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（以下「化審法」という。）で規制される PFOS・PFOA 等は含有していないがフッ素は含有している。また生分解性は確認できていない。

フッ素を使わず従来品と同程度の性能を有する油火災用泡消火薬剤を開発するには、開発期間やコストが大きくなる。



製品カタログより抜粋

舟山株式会社

海外製品でフッ素を含まない泡消火薬剤がある（バイオエックス社・フランス 商品名：エコポール F3HC、エコポールプレミアム）。

石油火災に使用可能。プレミアムは、水溶性液体（メタノール、アセトン）に使用可能。

化審法で規制される PFOS・PFOA 等を含有しておらず、生分解性を有する。日本の検定機関の承認は受けておらず、日本に納入した実績は無し。

研究・開発

バイオエックスは、環境にやさしい消火フォーム(PFASフリー)のバイオニアです。2002年、バイオエックスは、フッ素フリーフォームを初めて市場に投入しました。当社は、今後も社内研究開発を進め、高効率フッ素フリー発泡体の開発・革新を進めていきます。

BIOEXは、優れた性能と信頼性を有するフッ素化発泡体に代わる、環境にやさしい代替品を提供しています。本発明者らのフッ素を含まないフォームは、容易に生分解性であり、環境や生きている生物内に残存しません。

製品カタログより抜粋

<参考：PFOS・PFOAについて>

PFOS は、2009 年のストックホルム条約会議により残留性有機汚染物質 (POPS) として評価され、化審法の第一種特定化学物質（製造・輸入・使用禁止）に指定された。（エッセンシャルユースとして火災使用は可能）

PFOA は、2019 年のストックホルム条約会議により残留性有機汚染物質 (POPS) として評価された。製造時に副生される第一種特定化学物質の低減方策と自主的に管理する上限値を設定し、厚労省、経産省、環境省に対し、事前確認をした上で報告した場合、化審法の第一種特定化学物質として取扱わないこととされている（BAT (Best Available Technology 利用可能な最良の技術) 申請）。一時期 PFOS の代替物質として着目されていたが、現時点では泡消火薬剤で PFOA が含有しているものはない。

評価

泡消火薬剤メーカーでは規制されている PFOS 等の対応は進めているが、環境負荷が極めて少ないものまで対応できておらず、現状では専用の施設で回収・処分するほかない状況である。海外では生分解性のある消火薬剤も開発されているが性能評価はされていない。将来的に環境負荷が軽減されたものを使用できる可能性はあるため今後の研究、開発を注視していく必要がある。

引き続き、より環境負荷が少なく使いやすい消火薬剤普及のため、現場が求める性能等についてメーカー等と情報共有を行っていくことが考えられる。

項目 9

ドローンの活用方法

項目の説明

コンビナートの災害対応にドローン（無人の遠隔・自動操縦小型航空機等）を活用する。

調査方針

- ・コンビナートの災害対応の観点で、ドローンの活用について専門家から情報収集する。
- ・普段の活用（保守等）と災害時の活用との留意点について整理する。

調査対象

特定事業所・ドローンベンダー

内 容

株式会社 ACSL

概要

株式会社 ACSL では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が推進する「安心・安全なドローン基盤技術開発」の事業委託を受け、高い飛行性能や操縦性、セキュリティーを実現するドローンの開発を行っている。

開発機体

①技術

- ・自社開発の FC（フライトコントローラー）、非 GPS 環境向けの Visual SLAM（※）、自動緊急着陸、データセキュリティ、目視外飛行実績、用途特化型カスタマイズ
- ※SLAM…Simultaneous Localization Mapping 自動位置推定、環境地図作成の同時実行機能。画像解析で GPS が取得できない地区でも自律飛行が可能となる。

- ・安全安心に対する考え方

0 次「事故を起きにくくする」

機体設計、耐風性能、防水防塵、型式認定、トレーニング

1 次「事故が起こりそうでも未然に防ぐ」

緊急時操作画面、衝突回避機能、安全操作介入

2 次「事故が起きても最小限にする」自動開化型パラシュート

3 次「事故の拡大を防ぐ」遠隔による電源回路遮断、防爆設計

②ドローン

ACSL-PF2 (Payload2.75kg)、Mini (No Payload)、【開発中】 5kg Payload 機体

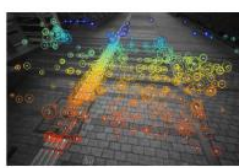


自律飛行

- ・自社開発のフライトコントローラー
- ・非GPS環境向けのVisual SLAM

安心・安全

- ・飛行に関する安全技術(自動緊急着陸など)
- ・国産に求められるデータセキュリティ
- ・目視外飛行の圧倒的な実績



カスタマイズ

- ・用途特化型の機体開発

製品カタログより抜粋

テラドローン株式会社

概要

テラドローン株式会社では、ドローンを活用した測量、点検サービス、ハード・ソフトウェア販売を実施している。測量については、UAV 測量 (※)、レーザー測量、三次元解析、二次元図面作成を、点検については、超音波ドローンでの板厚計測や電線の離隔計測、パイプライン・太陽光点検を実施しており、日本唯一ドローン測量に取り組んでいる事業所。

※UAV 測量…Unmanned Aerial Vehicle 無人航空機測量

開発機体

- ・UT Wall drone、UT Roof drone など、箇所に応じた測定 (点検) が行える機体を作成。コアプラットフォームが統一されており、役割に応じたアタッチメントを付け替えることで対応できる。

プラントにおいては、高解像度、赤外線サーマルカメラを搭載することで、これまで人間が行っていた施設の検査をドローンで代替することが可能。

UT Wall drone



UT Roof drone



UT Beam drone



製品カタログより抜粋

- ・ UT Wall サイズ 20 インチ (50 cm) のマンホールを通過できる大きさ、マニュアル操作、飛行時間 15 分 (有線接続であれば延長可)、交信・バッテリー容量低下時の自動着陸機能。

評 価

ドローンは多くの分野で既に一定の活用が進んでおり、さらに高い飛行性能や操縦性、セキュリティの実現に向けて開発が進んでいる。将来的には目視外完全自動飛行も視野に開発が進められており、石油コンビナートにおいても保守等に加えて災害時の利用も大いに期待されている。ただし、ドローンを所有するのか、委託で対応するかによって災害時対応等も変化するため留意が必要である。今後、可能な範囲でドローンを石油コンビナート災害対応に活用していくことと並行して、防災要員への支援や防災体制の効率化に資するか (防災要員の常駐規制の緩和への適用含む) 等、各事業所、消防本部及びベンダー等で情報を共有しながら研究を進めていく。

項目 10

無人自動放水消火ロボット

項目の説明

石油コンビナート災害では、火災や爆発等が発生することによって人間が近づくことができない場合が想定されるため、無人で放水・消火するロボットの開発が期待されている。

調査方針

- ・すでに開発されている消火ロボットについて情報収集（スクラムフォースほか）
- ・無人自動放水消火ロボットについて専門家（消研）から情報収集する。

調査対象

開発研究機関等

内 容

船山株式会社

概要

船山株式会社では、防災関連機器を取り扱っており、海外で開発・販売されている遠隔操作消火ロボットの「コロッサス（Colossus）」、「ブルードラゴン（Blue Dragon）」を販売している。いずれも SHARK ROBOTICS 社（フランス）製であり、一般に販売されている。

機器の特徴

①コロッサス

パリ消防で採用

重量 510kg、寸法 160×78×76（cm）、スピード 4.5km/h、積載重量 500kg、持続時間 最大 12 時間、障害物乗越 30 cm、登坂 40°、防水 IP67、動力 バッテリー、放水量 3,000ℓ/m、泡放射可能、無線範囲 1,000m（直線・障害物なし）技適 100m、ホース差込形状 65mm マチノ式

（以下オプション）

カメラ（日中/夜間モード）、衝撃吸収バンパー、電動放水台、センサー（可燃性気体、温度等）、LED ライト など



製品カタログより抜粋

②ブルードラゴン（コロッサスのダウンサイジング版）

重量 150kg、寸法 95×65×77（cm）、スピード 3.5km/h、積載重量 150kg～200kg、持続時間 4～6 時間、障害物乗越 20～30 cm、防水 IP65、動力 バッテリー、放水量 2,000ℓ/m、泡放射可能、操作範囲 100m、ホース差込形状 65mm マチノ式

(以下オプション)

カメラ（日中/夜間モード）、衝撃吸収バンパー、電動放水台、センサー（可燃性気体、温度等）、LED ライト など



製品カタログより抜粋

導入コスト

コロッサス

納入価格：約 6,000 万円

ブルードラゴン

納入価格：約 2,200 万円

市原市消防局

概要

消防庁では、平成 23 年の東日本大震災等の教訓を踏まえ、耐熱性能・自律性能・相互連携性能を有した消防ロボットシステムの開発を進めてきた。令和元年度から千葉県市原市消防局に実証配備している。（緊急消防援助隊資機材として無償使用制度による配備）

特徴

①構成等

- ・放水砲ロボット「ウォーター・キャノン」、ホース延長ロボット「タフ・リーラー」、走行型偵察・監視ロボット「ランド・アイ」 飛行型偵察・監視ロボット「スカイ・アイ」の 4 台と搬送車両、指令システムで構成される。
- ・石油コンビナート火災で想定される高熱の災害現場においても現場活動ができるよう各ロボットが高い耐熱性能を実現。
- ・直接目視による遠隔操縦では到達できない距離まで、事業所のマッピングデータ（平時に作成）を元にロボットが自ら判断し災害地点に移動・放水等の活動ができる。
- ・ロボット相互に情報を共有・解析し効率的な活動ができる。

SCRUM FORCE スクラムフォース



ホース延長ロボット
タフ・リーラー

放水ロボット
ウォーター・キャノン

走行型 偵察・監視
ロボット ランド・アイ

飛行型 偵察・監視
ロボット スカイ・アイ

②各機特徴

- ・放水ロボット（ウォーター・キャノン）は、自律走行し、風・施設諸元等を勘案し、活動に応じたノズル方向を自動設定。偵察・監視ロボットの放水監視画像を基に、指令システムにて解析し、放水目標位置からの外れを認識し、ノズルの向きを自動修正（放水距離 70m）。放水量は接続される元ポンプに依存（緊急消防援助隊のドラゴンハイパー・コマンドユニットとの連携を想定：4,000ℓ/m）
- ・ホース延長ロボット（タフ・リーラー）は、ウォーター・キャノンに自動追従し、目的地到着後自動走行により大口径ホースを敷設する。（150 ミリホース 300m）
- ・走行型偵察・監視ロボット（ランド・アイ）は、指令システムが提案する経路を自律走行し、災害の状況及び走行経路を偵察。車輪とキャタピラを使い分け、高速移動／障害物踏破を両立。
- ・飛行型偵察・監視ロボット（スカイ・アイ）は、指令システムが提案する経路を自律飛行し、最初に、災害の状況、放水砲ロボットの走行経路を偵察。二重反転ローター機構による安定した飛行を実現。

導入コスト

初期費用 5 億 1,900 万円（設計 4,400 万円、製作 4 億 7,500 万円）
ランニング 平均約 940 万円/年

評 価

無人自動放水消火ロボットは、活動が危険な区域でも安定した放水が可能となり、石油コンビナートはもとより、倉庫、工場、トンネル等の火災でも有効と考えられる。現時点では消防研究センターが開発、市原市消防局に配備されている「スクラムフォース」がこの定義に該当する技術であるが、導入、維持にかかるコストが高額であること、150 ミリホースによる運用を前提としているため水源や元ポンプが限定されること等の課題が残る。

一方、目視ではあるが遠隔操縦により移動・放水ができる機器も開発・販売されている。能力的には現場が求める最低限の機能に限定されており、機器により性能、評価できる対象、局面が異なるため、使い方も十分に検証されているとは言えない。今後もこれら消火ロボットの研究開発の促進が期待されるところであり、また導入状況を踏まえつつ石災法の防災資機材と同様に活用することができるか（石災法施行令第 16 条の代替措置等の対象となりえるか等の検討を含む）研究を進めていく。

項目 11

石油コンビナート災害への A I の活用

項目の説明

石油コンビナートでは保守への AI の活用が進んでおり、災害対応へも活用できないか検討する。

(活用イメージ)

- ・発生した事故の災害進展・被害予測
- ・災害状況に即した最適活動案の提示 等

調査方針

- ・ I Tベンダー等に導入事例（類似事例）や実現可能性等について情報収集する。

調査対象

I Tベンダー等

内 容

I Tベンダー（NEC-産総研、横河電機株式会社、千代田化工建設株式会社）

- ・早期の異常発見は、各種センサーで情報を入手できる環境であることを前提に、AI を活用して実現が可能である。（事例あり）
- ・災害対応時の最適活動案の提示は、そもそも最適活動の定義が必要であり、AI に判断させるには事例も少なく実現は困難と思われる。現場へのアクセスルート選定レベルであれば検討の余地はある。
- ・これらを実現できたとしても、必要なデータが共通のプラットフォームで提供されなければ単独の事業所しか対応できない。

※参考

- ・災害進展予測は、知見をもつベンダーがいなかった。放射能拡散予測での AI 活用の事例はあるが、基本的な拡散結果をあらかじめ気象条件で計算しておき、AI によって素早く結果を導き出すものであり、事故で放出された分量や時期が不明であればクオリティが低くなり避難等に使うことはできないとのこと。コンビナートは物質の種類、状態、施設の状況等が複雑であり、また事業所ごとに違うため実現は困難とみられる。

<参考：横河電機 保安関連事例>

Sushi Sensor による回転機異常検知

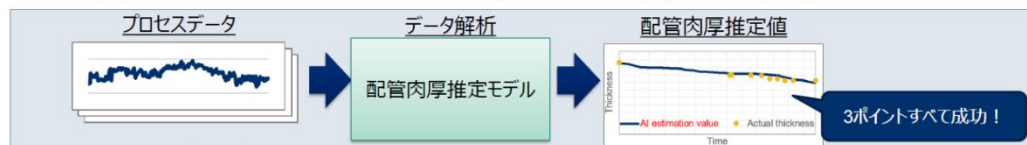


プロセスデータから配管の腐食による減肉量を予測

オペレータの実用性を踏まえ2つのモデルを構築

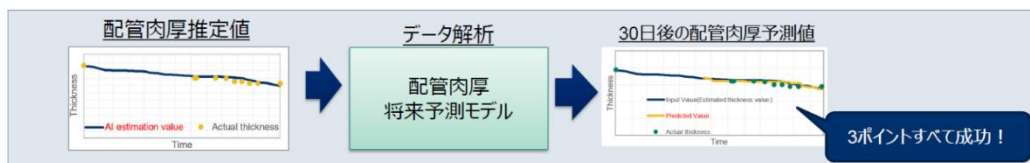
■ 配管肉厚推定

- ◆ 配管回りのプロセスデータを入力とし、配管肉厚推定値を出力する配管肉厚推定モデルを構築しました。

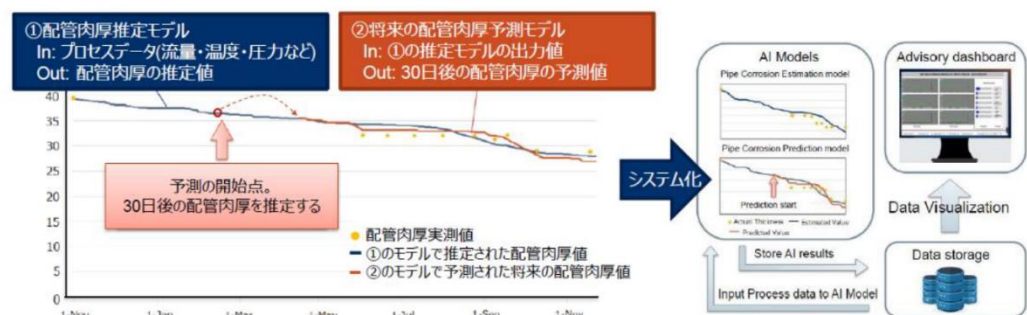


■ 配管肉厚の将来予測

- ◆ 配管肉厚推定値を入力とし、30日後の配管肉厚予測値を出力する将来予測モデルを構築しました。



最終的にシステム化を実施



評 価

災害対応への AI 活用は、①危険度予測（災害進展予測影響範囲・物質拡散予測）、②災害状況に応じた提案（判断支援）、の大きく 2 つに分けられる。①は予測範囲を限定すれば実現可能と推定されるが、②はプラントの過去・現在の測定データ（温度、圧力、性状、量、施設形状、処理方法 等）をデジタル化したうえで防災組織の最適活動をパターンごとに定義、事例ごとに学習させる必要がある。現状では災害対応への AI 活用は難しいと思われるが、今後の保安分野での AI 活用が進むことによって実現可能性も高まるものと期待される。今後は AI 開発を支援していくために知見の整理、現場ニーズの提供、事故予測等の類似分野で応用可能な技術の調査等に取り組み、各事業所、消防本部及びベンダー等での共有を行いながら研究を進めていく。

Ⅳ 先進技術活用に向けた課題

1 概論

我が国、日本は自然からの豊かな恵を受けながらも、その位置、地形、地質、気象などから自然災害が発生しやすい国土となっており、特に近年の気象激化によって自然災害は増加の一途を辿っている。また昭和 30 年代半ばから始まった高度経済成長期には重化学工業化が進み、石油コンビナート地域でも多くのプラントが建設されたが、近年はこれら施設の老朽化が顕著になるとともに、熟練者の退職時期を迎えている。これらが影響してか平成 30 年には事故件数が最多となるなど、当該区域での事故件数は増加傾向である。

また、2021 年 10 月 26 日には「第 6 次エネルギー基本計画」が発表され、世界的に取組が加速している気候変動問題への対応として「2050 年カーボンニュートラル」という目標が提示された。大量の化石燃料を扱っている石油コンビナート内の特定事業所への影響も大きなものとなっている。

これら取り巻く環境の激しい変化に対応しながら、いつ発生するか分からない災害、事故に対応するためには、防災業務の効率化を図り、人的・物的資源を有効的に活用することが求められるが、AI や IoT など先進技術の有効的活用がひとつの解決策と考えられる。

消防庁では、令和元年からこれら石油コンビナートへの先進技術の活用について継続して検討を進めてきたが、災害対応という過酷な使用環境、そして発生頻度が低いものの、ひとたび発生すれば甚大な被害が発生するという特殊性を考慮する必要があるため、現時点では導入が難しく今後の技術進展や普及促進を待ち望む技術もあった。そのなかでも、実現可能性を見据えながら石油コンビナートの災害対応への先進技術活用に資するものとして当該検討会の意見をとりまとめた。

2 先進技術活用に向けた課題と対策

課題と対策案

石油コンビナートの災害対応へ先進技術の活用を図るにあたり、課題、対策案は大きく以下の 5 点が考えられる。

課題	対策案
① 災害対応に求められる能力	機器のさらなる改善、性能向上
② 導入コスト	導入数の増加等による低廉化の促進
③ 先進技術の活用方法	活用事例の共有を呼び水にする
④ 規制（法令等）	ハードルとなる規制の見直し等
⑤ プラットフォームの共通化	関係団体と消防機関等による整理推進

① 【課題】災害対応に求められる能力不足

石油コンビナートの災害を前提に考えると、放射熱、爆発、視界不良（黒煙、夜間）等の劣悪な環境での使用を考慮しなければならず、また災害現場という特殊環境によ

る精神的な負担によって精緻な行動が困難になる可能性も考慮すると、より安全側に立った能力が求められる。検証を行った先進技術の多くは、平常時での使用を想定したものであることから、さらに堅牢性や全天候性などの性能が求められる。(No.5 ウェアラブルカメラ等新型機器の活用、No.11 石油コンビナート災害へのAIの活用 など)

【対策】機器のさらなる改善、性能向上

災害対応に求める先進技術が一般のそれより高い能力が必要となることは前述のとおりであるが、こういった先進技術を整備するには、直接的に研究開発するか普及等が進むことによる技術向上を待つかに分かれる。

実際に消防庁が推し進める「消防防災科学技術研究推進制度（※）」によって研究、開発が進み、具体的な成果も生まれている。

しかし、直接的な研究開発によって生まれた技術は求める性能を満たす一方、導入にかかるコストが高くなる傾向があり、基本的には普及等が進むことによる技術向上の方が研究開発の継続性の観点からも望ましく、最終的な現場での活用促進につながるものと考えられる。

なお、現状では災害対応に求める先進技術へのマッチングができていない可能性がある。つまり災害対応を目的として開発したものでなくても、転用できる他用途技術が潜在している可能性もあり幅広い情報収集の重要性も高いと考えられる。これについては、IoT技術等に詳しい専門家の養成だけでなく、常日頃から先進技術の動向を注視しながら組織全体で情報収集を進めていくことが望ましい。

※消防防災科学技術研究推進制度・・・近年の自然災害の増加、社会資本の老朽化等を踏まえ、消防防災分野における課題解決や重要施策推進に資するため、消防庁が研究開発を推進する制度。災害対応分野では、「現場支援システム」（呼吸器の面体にヘッドマウントディスプレイ、カメラ（可視・赤外線）等を装備した情報共有機能に優れた資機材）の開発も行われている。

②【課題】導入コスト

災害対応に特化した機材は、購入者が限られることから購入価格が上昇する。また、維持費についても同様である。(No.8 環境に優しい泡消火薬剤の開発、No.10 無人自動放水消火ロボット など)

【対策】導入数の増加等による低廉化の促進

石油コンビナートの災害対応は、特定事業所に配置された自衛防災組織や行政機関である消防本部など様々な機関がそれぞれの立場で防災活動に従事するが、特に民間企業である特定事業所が先進技術を導入するためには、費用対効果の評価が重要となる。

費用対効果を高めるためには、費用（導入コスト）を下げるほか、効果を高める（防災体制以外の用途にも効果を発揮する）等の考え方もあるが、効果を高めた場合、特定

事業所が求める効果と一致しなければならず、一般的には費用を下げていくことが妥当と考えられる。

導入コストを下げるためには、先進技術を使った機器等の流通量を増加させることが最も効果的である。近年はデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進が自治体、企業共に進められていることから、一定の年数が経過すれば先進技術を使った機器の低廉化も進むと思われる。

ただし、商業ベースであるため、災害対応に資する技術が低廉化するかは流動的であり、前述した他用途技術の転用などによって補完する、研究開発（消防防災科学技術研究推進制度など）によって、災害対応に必要な先進技術の進展を促すことも考慮する必要がある。

③【課題】先進技術の活用方法

先進技術は、基本的に一般消費者による使用を目的としており、災害対応に特化した技術は限られていることから活用可能な先進技術が潜在している可能性が高い。

【対策】活用事例の共有

先進技術を導入するには、これまでの防災体制の機能を代替（上位互換含む）できるかについて検討する必要がある。

先進技術は、災害対応に特化したものを除き、どのように防災体制に組み込むのかなど手法等が明示、提案されてものは少なく、普段の活動のなかで効率化すべき課題を見つけ、適用できると見込まれる先進技術を選定し、場合によっては試行しながら導入を検討していくことになる。

特定事業所等が単独でこれら検討を行うのは効率的ではなく、他事業所等が検討した導入方法等を参考にしながら進めることが適当であり、先進技術の活用事例の共有する場を定例的に設けるのが有効な手法と考えられる。なお、防災体制上必要とされる能力、機能、また関係法令上の制約等を確認するためにも、特定事業所や地方自治体等が導入事例共有の場に参画することが望ましい。

④【課題】規制（法令等）

石油コンビナートの規制としては、消防法や危険物に関する政令等にはじまり、特定事業所の防災体制や設置される防災資機材等については、石災法等で基準が定められている。そのほか、危険箇所に応じた防爆性能をもつ防爆電気機器を使用することが定められている。

防災力を強化したり、業務を効率化したりするためにこれまでにない先進技術を導入する場合には、関係法令等に抵触し導入ができない場合、また導入できたとしても想定していた効果が現れない（常駐を緩和できない、減員を認められない等）場合などが考えられる。（No.1 災害発生時の防災体制効率化、No.3 3点セットの高機能化、No.4 大容量泡放射システムの高機能化 など）

【対策】関係法令の改正

特定事業者に対しては、特定防災施設等の設置（法第 15 条）、自衛防災組織の設置（防災管理者の選任、防災規程の策定、防災要員の配置、防災資機材の配備等）（法第 16 条）が関係法令にて義務づけられている。

消防車両等の防災資機材等は、政令や省令で詳細が定められており、先進技術の導入には関係法令等の改正が必要なものがあり、例えば検証結果「No.3 3点セットの効率化」でもオールインワン型消防自動車を導入するための法令改正等について触れたところである。

また、現在政府を挙げてデジタルトランスフォーメーション（DX）に向けた取組を進めており、特にデジタル社会の実現に向けた構造改革のための5つの原則を示している。そのひとつに「原則①デジタル完結・自動化原則」があり、書面、目視、常駐、実地参加等を義務づける手続・業務について、デジタル処理での完結、機械での自動化を基本とするものがある。この原則の発表に先駆けて、令和3年3月26日消防危第43号「製造所等の定期点検に関する指導指針の整備についての一部改正について」で通知されているとおり、「点検方法が『目視』となっているものについては、点検を実施する物が自ら目視によるときと同等以上の情報が得られると判断した方法（ファイバースコープ、カメラ、拡大鏡等の検査機器類を使用した結果、目視と同等以上の情報が得られる方法等）で代替しても差し支えない」と通知している。

防災力の低下を招かないことが前提ではあるが、機能を代替することで効率的な対応等が実現するのであれば、消防庁において先進技術導入に必要な法令改正等を検討すべきである。

⑤【課題】プラットフォームの共通化

石油コンビナートで災害が発生した場合、要救助者の有無や発災場所、周辺の状況等の情報を共有する必要があるが、さらにプラントの温度や圧力、取扱物質、中間生成物、施設図面など、内容によっては社外秘の情報も共有が必要になる。災害の事例も少ないことからこういった情報共有については、各地の事業所と消防機関がそれぞれ取り決めて対応しているが、システム化をした場合には全国的な応援体制を考えると共有する情報の明確化とシステムのプラットフォーム共通化が課題となる。（No.2 プラントのデジタル化、No.6 プラント情報等の共有化、リモート査察等の実施 など）

【対策】関係団体と消防機関等による整理

課題の箇所でも述べたが、石油コンビナートで災害が発生した場合、要救助者の有無や発災場所、周辺の状況等の情報を共有する必要があるが、さらにプラントの温度や圧力、取扱物質、中間生成物、施設図面など、内容によっては社外秘の情報も共有が必要になる。

大型の屋外貯蔵タンクが全面火災になり延焼危険が大きい場合などでは、単独の特定事業所、消防本部のみで対応することは難しく、特別防災区域内での応援、大容量泡放

射システムの出動、さらには緊急消防援助隊による応援も必要になってくる。その際には、前述のとおり必要な情報の共有が必要となるが、そういった情報の共有はIoT等の技術が得意とするところであり、有効的な活用が期待される。

しかし、これらシステムの必要性が認知され、導入に向けて各特定事業所等が取組を進めようと動き出した場合、システムをそれぞれ単独で整備すると、他のシステムとの共有ができないなどのケースが発生し、システム導入の効果が半減することもあると考えられる。将来的には災害情報を共有するためのシステム仕様書などの研究も検討の余地がある。これらの問題については、消防機関と関係機関との整理を推進していくべきである。

具体的対策

先進技術導入の下地として、必要な関係法令等を解決すれば時間の経過とともに先進技術が市場に出回り、自然に導入事例も増加すると見込まれる。しかし、これからカーボンニュートラル対策等に取り組むなかで、自然増に任せたままでは企業体力等によって先進技術導入のばらつきが生じ、自然災害が多発している近年において、さらに防災力の格差が生じることにもなりかねない。

関係法令等の整理も本検討会の重要な検討課題であるが、自然な増加に任せるのではなく、可能な限り具体的な対策案が必要である。

先進技術の導入促進を図るためには、導入コストがひとつの重要な要素となる。現在を石油コンビナート災害対応への先進技術活用を目的とした初期段階とすると、いまだ同目的での導入事例は少なく当然供給量も少ないことから、導入意欲としては低調となる。

そこで、数は限られているが実際に先進技術を導入している事業所もあることが今回の調査で判明していることから、前述の「事例共有」でも述べたようにそれら事例の共有を行い、導入効果やコスト、留意点等を確認できるようにすることから取り組むべきと考える。各特定事業所等は、そこで得た情報を組織内で共有し、災害対応に対する自社の課題解決に向けた検討を進めることで導入に向けた取組が進めやすくなる。

これによって導入が進めば、さらに一事例としてフィードバックし他特定事業所等と共有すればさらなる導入に向けたモーメントの増大が期待される。

消防庁をはじめとした行政機関は、共有の場を通じて特定事業所のニーズを把握するとともに、必要な法令改正等について整理することが可能となる。合わせてプラットフォームの共通化について関係機関と消防機関による整理の実施に資する関係性の醸成にもつながるであろう。さらには要望をもとに開発メーカー・ベンダーと協力し、新たな先進技術を提案し共有することも考えられる。

危機管理産業展（RISCON）という展示会では、様々な防災資機材の展示が行われているが、そういった展示会での石油コンビナート災害対応分野の展示も先進技術導入促進への一助となる可能性があるため検討されたい。

これら事例の共有を通じた取組のサイクルを回し続けることで、先進技術導入の件数が増え、将来的には新しい技術の提案や流通量の増大による価格の低廉化も期待される。

この流れを表したものが下表である。



3 まとめ

本検討会の検証結果からは、現在の石油コンビナート災害対応に対する先進技術は効果や経済性等にばらつきがあり、技術によっては更なる技術の高度化や低廉化の促進等が必要なことが導き出された。

取り組むべき対策としては、事例共有を中心とした先進技術導入促進を支援しながら、将来的な技術の高度化や価格の低廉化を期待することを提案した。

AI や IoT 等のデジタル技術だけに止まらず、これまでに無かった消防車両まで幅広く検討してきたが、特にデジタルトランスフォーメーション（DX）の流れはこれからさらに加速することが考えられるため、今後も動向を注視しておく必要がある。

ただし、デジタルトランスフォーメーション（DX）は目的ではなく手段である。

先進技術の活用により業務効率化を図ることで得たリソースを有効活用することが重要であり、先進技術の導入を優先することによって、これまでの防災力を低下させてはな

らない。一方で、低廉化等を期待することによって、先進技術の導入・活用を控え、防災力向上の取組を鈍化させてはならないことを申し添える。

近年、気象の激化に伴って自然災害による被害が多発し、活動期に入っているとして地震も頻発している。南海トラフ地震については、マグニチュード8～9クラスの地震の40年以内の発生確率が90%程度と言われている。(2022年1月1日時点)

本検討会の結果をもとに先進技術の活用を図ることで、いつ発生するか分からない事故、災害に対して計画的に備え、万が一発生した場合は石油コンビナート区域の被害を最小限にするとともに、大切な住民や従業員、職員を守っていただくよう祈念する。