

石油コンビナート災害対応への
先進技術活用検討会

報告書

令和4年12月

消防庁特殊災害室

はじめに

石油コンビナート等特別防災区域では大量の石油やガスを取り扱っていることから、ひとたび火災・漏えい等の事故が発生すれば甚大な被害に発展する可能性があります。これらの災害に対応するため各特定事業所には各種防災資機材とともに防災要員が配置されています。防災要員が効果的かつ安全に活動するためには、日々の防災要員の教育や訓練等が重要なことは言うまでもありませんが、防災要員の活動を支援する各種資機材の充実も非常に重要な要素であると考えられます。

昨今のAI・IoT等デジタル化の技術開発はめざましく、石油コンビナート保安分野においても応用可能な各種先進技術が多く開発されるとともに一部の技術は既に現場に導入され、防災要員による活動を支援する技術として活用されてきているところです。

そこで、本検討会ではこれらの状況を踏まえて、令和元年度から4年間にわたり「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、石油コンビナートの防災活動に応用可能な先進技術について開発状況等の調査を行うとともに、収集した各種先進技術に関する情報を整理し、その導入効果等について分析を行い、この度報告書としてまとめました。

本報告書の成果がコンビナート災害対応への先進技術導入をさらに促進させ、安全で効果的な防災活動を行うための一助となり、石油コンビナート防災体制のさらなる強化につながることを期待しています。

また、本報告書を取りまとめるにあたり本検討会に御参加いただき、4年間にわたり積極的な議論をいただいた委員をはじめオブザーバー関係各位に対し厚く御礼申し上げます。

令和4年12月

石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会
座長 小林 恭一

目次

はじめに	
I 検討会の概要	
1 検討会設置の背景・目的	1
2 委員名簿	2
II 検討の経過	6
III 検討結果	
1 3点セットの車両を一体化した消防自動車	
(1) 概要	7
(2) 検証結果	7
(3) まとめ	8
2 大容量泡放射システムの高機能化 (RCU)	
(1) 概要	9
(2) 検証結果	10
(3) まとめ	10
3 抽出した先進技術の検討	
(1) 実際に導入・開発されている先進技術	
ウェアラブルカメラの活用	11
プラント情報等の共有化	12
環境に優しい泡消火薬剤	14
ドローンの活用	16
無人自動放水消火ロボット	18
(2) 開発段階の技術、活用の可能性を検討した技術	
災害発生時の防災体制効率化	20
プラントのデジタル化	22
リモート査察等の実施	24
石油コンビナート災害へのAIの活用	26
IV 先進技術活用に向けた課題	28
参考資料 1 令和元年度 災害対応の未来像	29
参考資料 2 令和2年度 活用が見込まれる先進技術	33
参考資料 3 令和3年度 活用が見込まれる先進技術	36
参考資料 4 検討会の開催実績と検討項目	37

I 検討会の概要

1 検討会設置の背景・目的

石油コンビナートでは、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等災害防止法（以下「石災法」という。）によって特別防災区域を指定し、防災管理者や自衛防災組織、特定防災施設、防災資機材及び防災要員等の設置について各種規制が行われてきた。その後、平成15年には十勝沖地震で発生した大規模な火災を受けて、大容量泡放射システムが配備されるなど防災資機材の強化が図られた。

石油コンビナートにおける災害発生時には、防災要員が安全かつ的確に活動できるよう支援するしくみの構築が求められるが、昨今のAI・IoT技術等の先進技術の発展は目覚ましく、すでにウェアラブルカメラ等の情報収集デバイスやドローンによる情報収集など、保安分野での活用が期待される技術が現れている。

そこで、本検討会では石油コンビナート災害に対応する防災要員の安全性の向上や支援を目的として、令和元年度から「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、検討を重ねてきた。検討会では、先進技術活用に関するニーズ調査及び分析を行うとともに、すでに現場で活用されている先進技術や現場で活用が見込まれる技術を整理し、この度、石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会報告書として最終報告をとりまとめたものである。

2 委員名簿

令和4年度

(1) 委員

(敬称略、五十音順)

委員	氏名	役職
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
委員	荒木 勝美	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	白田 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 暮らし安全防災局 防災部 消防保安課 工業保安担当課長
委員	江藤 義晴	四日市市消防本部 予防保安課長
委員	金子 正和	川崎市消防局 予防部 危険物課長
委員	木附 登	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	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	鯉江 雅人	経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室 室長
委員	小谷 茂	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員
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	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	橘 修一	市原市消防局 火災予防課長
委員	土田 智彦	独立行政法人 エネルギー・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	布施 克通	東京消防庁 警防部 特殊災害課長
委員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長

(2) オブザーバー

組織名
警察庁 警備局 警備運用部 警備第三課
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 ACSL
NEC ソリューションイノベータ株式会社
株式会社 Spectee
千代田化工建設株式会社
帝国繊維株式会社
TerraDrone 株式会社
株式会社モリタ
横河電機株式会社

令和3年度

(1) 委員

(敬称略、五十音順)

委員	氏名	役職
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
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 暮らし安全防災局 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	阪本 裕子 (第1回) 廣山 奨平 (第2,3,4回)	経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室 統括補佐
委員	佐川 平 (第1回) 齋藤 知久 (第2,3,4回)	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	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	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 ACSL
NEC ソリューションイノベータ株式会社
株式会社 Spectee
千代田化工建設株式会社
帝国繊維株式会社
TerraDrone 株式会社
株式会社モリタ
横河電機株式会社

令和2年度

(1) 委員

(敬称略、五十音順)

委員	氏名	役職
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
委員	石田 修一	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 担当審議役(併任)技術課長
委員	今尾 清	四日市市消防本部 予防保安課長
委員	白田 裕一郎	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	遠藤 直樹	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員長
委員	河原 正和	岡山県 消防保安課長
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	阪本 裕子	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 マネジャー
委員	杉山 章	危険物保安技術協会 企画部長
委員	関 猛彦	神奈川県 暮らし安全防災局 防災部 消防保安課 工業保安担当課長
委員	中島 直人	市原市消防局 副参事
委員	西村 晋哉	石油化学工業協会 (東ソー(株)四日市事業所 設備管理部 電計課長)
委員	早坂 誠	東京消防庁 警防部 特殊災害課長
委員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長

(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
NEC ソリューションイノベータ株式会社
株式会社 Spectee
TerraDrone 株式会社

令和元年度

(1) 委員

(敬称略、五十音順)

委員	氏名	役職
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 (第1回) 山本 政樹 (第2, 3, 4回)	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 暮らし安全防災局 防災部 工業保安課 コンビナートグループ 副技幹
委員	小林 正幸	経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室 室長補佐
委員	佐川 平	電気事業連合会 工務部 副部長
委員	篠原 久二	一般社団法人 日本ガス協会 技術ユニット 製造グループ マネージャー
委員	杉山 章	危険物保安技術協会 企画部長
委員	田邊 正透	独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 資源備蓄本部 環境安全・技術部 環境安全課 担当調査役
委員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長
委員	村上 建治郎	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

(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

II 検討の経過

「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、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した（参考資料1）。

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、令和2年度においては、活用が見込まれる先進技術について40件を抽出（参考資料2）、令和3年度においては、活用が見込まれる先進技術について11件を抽出（参考資料3）し、具体的に検証を行い、このたび最終報告としてとりまとめた。

各検討会の開催実績と検討課題は参考資料4のとおり。

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）

先進技術活用に関するニーズ調査及び分析
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集約し具体的に検証（11項目）



令和4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（1回）

最終報告書

Ⅲ 検討結果

1 3点セットの車両を一体化した消防自動車

(1)概要

一定規模の事業所には、大型化学消防車、大型高所放水車、泡原液搬送車（通称「3点セット」）の設置を義務づけている。（石油コンビナート等災害防止法施行令第8条）

これまで、大型化学消防車と大型高所放水車を一体化した「大型化学高所放水車」が開発され、その使用が認められている。（石油コンビナート等災害防止法施行令の一部を改正する政令（平成10年政令第410号））

今般、3点セットのすべての車両を一体化した消防自動車（仮称：オールインワン型）の開発が進んでおり、その検証を行った。



大型化学消防車



大型高所放水車



泡原液搬送車

3点セット



一体化した消防自動車(仮称:オールインワン型)

(2)検証結果

1) 機械的性能

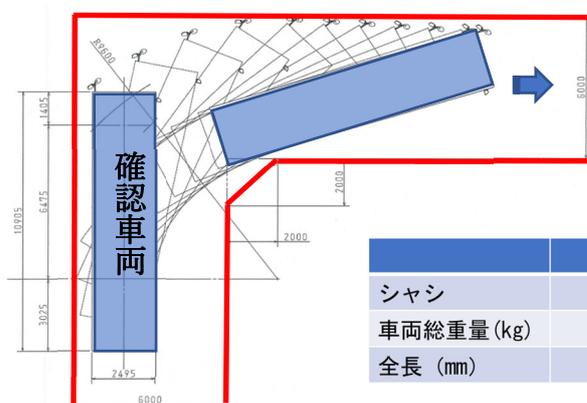
オールインワン型車両について、放水圧力、泡消火薬剤タンク容量、放水塔高さなどの機械的な能力が、現行の3点セットで求められている法令（石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令）の基準を満たしていることを確認した。

2) 走行性能

車両の全長がこれまでの車両に比して長くなる懸念があることから特定事業所構内を支障なく走行できるかどうかを確認するため以下の性能について検証を行った。

○車両操作性

特定通路の法令上の最小通路幅 6 m を模擬し、支障なく曲がれることを確認した（確認は左右で実施。）。

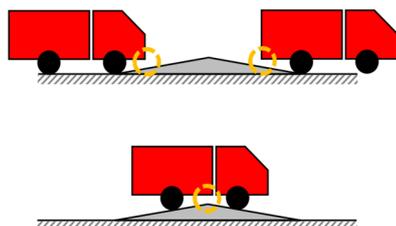


	オールインワン型	大型化学高所放水車
シャシ	10 t 車級 (4 軸)	8 t 車級 (2 軸)
車両総重量 (kg)	約24,960	約16,300
全長 (mm)	約11,640	約8,900

※A社カタログ値

○登坂能力

特定通路の法令上の最大勾配 7 % を模擬し、登坂能力を確認し、支障がないことを確認した。



3) 放水操作性

消火活動を想定し、所定の位置から「操作はじめ」の号令で操作を開始し、給水栓にホースを接続後、放水塔を 22m 以上に設定し規定の塔放水に至るまでの所要時間を確認し、現行の 3 点セットと比較し、同等以上の操作性を有していることを確認した。

(3)まとめ

検証結果からオールインワン型車両は、現行法令上求められる 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）と同等の機械的性能及び走行性能が認められた。

また、オールインワン型車両の操作性についても、現行の 3 点セットと同等以上の操作性が認められたため、消防庁において導入に必要な政省令改正を検討するよう提案する。

なお、事業所への導入にあたっては、市長村長等は、石油コンビナート等災害防止法第 16 条に基づく現況についての届出（又は同法第 19 条に基づく届出）の提出の際に、オールインワン型車両で支障なく消火活動ができるかどうか確認していくことが必要である。

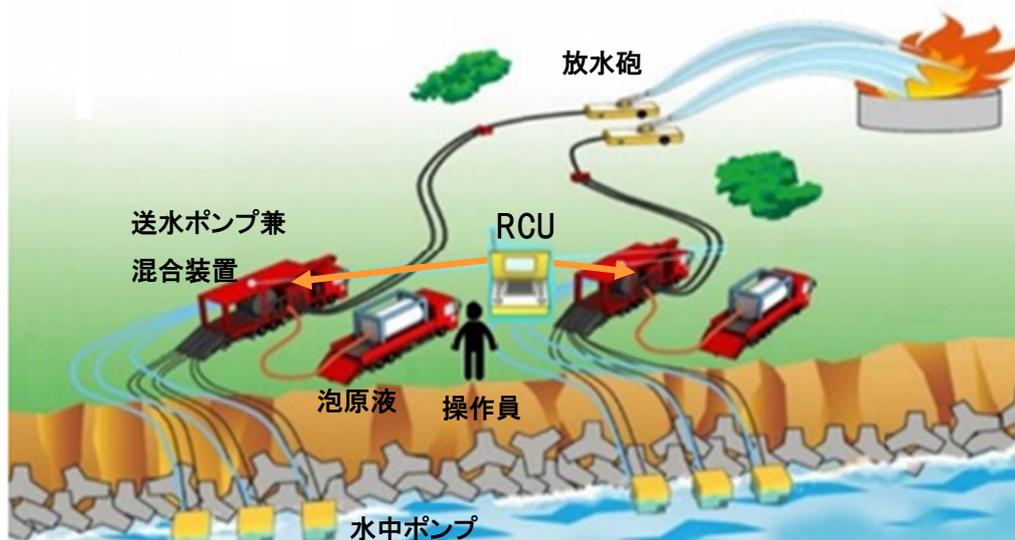
2 大容量泡放射システムの高機能化（RCU）

(1)概要

石油コンビナートの特定事業者（石油・高圧ガス等を大量に貯蔵、取扱い又は処理を行う事業所を設置している者）は、直径 34m以上の浮き屋根式屋外貯蔵タンクがある場合、当該特定事業所の自衛防災組織に、大容量泡放射システムを備えなければならないとされており、全国 12 ブロックの広域共同防災組織に大容量泡放射システムが配備されている。（石油コンビナート等災害防止法第 16 条第 4 項）

この大容量泡放射システム（送水ポンプ、水中ポンプ、混合装置等）を構成する機器を遠隔で操作できる装置（RCU：リモートコントロールユニット）が開発されており、その検証を行った。

また、有線ドローンについても、その活用可能性について検証を行った。



危険物保安技術協会提供資料より



(2) 検証結果

1) RCU

RCU を活用して、車両での操作に代えて、無線による遠隔操作によって、複数の送水ポンプ、水中ポンプ、混合装置等の操作（始動・停止・圧力調整等）が可能であることを確認した。また、異常発生時における送水ポンプの緊急停止も可能であることを確認した。

併せて、遮蔽物がある状況で 100m 離れていても操作が可能であることを確認した。

なお、RCU において、何らかのトラブルが生じ操作が不能となった場合においては、車両での操作により、消火活動は継続できると考えられる。

2) 有線ドローン

有線ドローンについては、大容量泡放射システムの運用にあたって必要なホースの監視業務を補完する技術となり得るか検証を行った。当該資機材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からの監視も可能である。検証において、有線ドローンについては 250m 先のタンクを想定した標的、200m 先の消防ホースの屈曲、漏水等の送水障害を視認することができたが、夜間、荒天時を想定した試験は実施していない。

(3) まとめ

RCU の基本性能として、大容量泡放射システムを構成する送水ポンプ等の遠隔操作に必要な機能を有していることを確認したが、今後、各事業所への導入にあたっては、国や道県は、石油コンビナート等災害防止法第 19 条の 2 に基づく広域共同防災規程（又は同法第 19 条に基づく共同防災規程）の変更届の提出の際に、RCU によって大容量泡放射システムが安全に運用できるかどうか確認していくことが必要である。

また、石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令第 17 条の 2 で、大容量泡放射システムの防災要員については、「市町村長等（都道府県知事又は主務大臣）が適当と認めるときは、その人数を減ずることができる」と規定しており、この RCU 導入により必要となる防災要員の人数については、消防庁において、製品の導入段階において、大容量泡放射システムの一連の操作を確認した上で、基本的な考え方を整理していくよう提案する。

3 抽出した先進技術の検討

検討会においては、3点セットの車両を一体化したオールインワン型消防自動車、大容量泡放射システムの高機能化（RCU）以外の活用が見込まれる先進技術について、以下のとおり調査を行った。

(1) 実際に導入・開発されている先進技術

既に導入・開発されている先進技術について、調査しまとめた。

ウェアラブルカメラの活用	
1. 概要	
<ul style="list-style-type: none">・現場指揮本部とともに、警防本部において、現場情報の共有ができれば、現場への指示や支援に有効であると考えられる。・消防の現場においても、ウェアラブルカメラの活用により、現場と現場指揮本部、警防本部の間で情報共有している事例があり、その概要を紹介する。	
2. 事例	
名古屋市消防局	
<ul style="list-style-type: none">・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、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、出勤先の災害状況等を警防本部へリアルタイムに動画で送信する。災害現場の映像は、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、消防隊の活動について、現場指揮本部が保有する情報や消防活動について警防本部でもリアルタイムで共有することが可能となった。	
名古屋市消防局 画像伝送装置一式	
3. 導入費用（概算）	
<ul style="list-style-type: none">・初期費用：4,168,800円、通信費：月額22,000円（1セット）	

プラント情報等の共有化

1. 概要

- ・災害対応には危険物情報やプラント情報が重要であり、プラント情報が共有できれば有効である。
- ・特定事業所等において、発災場所、現地対策本部等でプラントの情報の共有化が行われている導入事例があり、その概要を紹介する。

2. 事例

株式会社ダイセル 姫路製造所 網干工場

- ・当事業所では災害時の情報共有を円滑に行うため、4拠点（①発災場所、②事業所の防災本部、③現地対策本部、④公設消防との集結場所（アクセスポイント））について、クラウドを活用した画像伝送システムで接続して、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他のPCやiPadと共有できる。
- ・令和3年に実施した訓練において現地対策本部にて、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。



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

太陽石油株式会社四国事業所

- ・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。
- ・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。
- ・ドローンについては、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。
- ・今後はパイロットの確保と操縦技術の向上、通信の信頼性が課題。



3. 導入費用 (概算)

- ・株式会社ダイセル姫路製造所網干工場
 初期費用：116 万円、維持費：約 3 万円/月 × 5 回線
- ・太陽石油株式会社四国事業所
 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

環境に優しい泡消火薬剤

1. 概要

- ・石油コンビナート火災対応の泡消火薬剤は、有機フッ素化合物（PFOS、PFOA）の製造・使用が制限されている。
- ・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の含有などにより、訓練等で使用した場合もできるだけ回収することが求められている。
- ・これらのことから「環境に優しい泡消火薬剤（※）」の開発状況について紹介する。
※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

2. 事例

- ・PFOS・PFOA を含有しない泡消火薬剤については開発・販売されている。
また、フッ素を一切含まず生分解性のあるものも開発されている。

(参考)

日本消火装置工業会 HP<http://shosoko.or.jp/info/index.html>

化審法施行令改正（PFOA 規制）に伴う泡消火薬剤の扱いに関する資料（第三報）（泡消火薬剤一覧表）（令和4年1月）

http://shosoko.or.jp/wp/wp-content/uploads/2014/04/pfoa_awashoukayakuzai_list_v3.pdf

- ・2022年1月時点で、フッ素を一切含まない石油火災用の泡消火薬剤については、深田工業(株)、第一化成産業(株)、(株)初田製作所、日本ドライケミカル(株)、ヤマトプロテック(株)が販売中である。
- ・また、PFOS・PFOA を含有しておらず、非水溶性液体（ガソリン、重油等）、水溶性液体（メタノール、アセトン等）の両方に対応しているタンパク泡消火薬剤もある（例：深田工業株式会社製「フカダ・エコアルコフォーム」）。
- ・海外製品では、PFOS・PFOA をはじめフッ素を一切含まず、生分解性のある泡消火薬剤が販売されている（例：舟山株式会社「エコポール F3HC」、注：日本の検定機関の承認は受けていない。）。

<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。（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。

3. 導入費用（概算）

・薬剤の種類、購入数等により異なる。

ドローンの活用

1. 概要

- ・ドローンは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されており、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いる。
- ・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期待されているため、その開発状況を紹介する。

2. 事例

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業

- ・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」の事業委託を株式会社 ACSL が受託し、高い飛行性能や操縦性、セキュリティを実現する国産ドローンの開発を行い、販売されている。

【開発機体】小型空撮ドローン「蒼天（SOTEN）」

- ・セキュリティ対策を施し、データの漏洩や抜き取りの防止、機体の乗っ取りへの耐性を実現し取得データの保護などのセキュリティを強化。
- ・IP43（防塵・防水）、最大対気速度 15m/s で災害時・荒天時などの厳しい環境下での使用を想定している。
- ・日本において高精度な位置情報を把握することができる SLAS/SBAS（準天頂衛星システムみちびきのサブメータ級測位補強サービス）を搭載しており、正確な位置情報を把握する必要がある場面では、より安全に離着陸することが可能。
- ・カメラのワンタッチ切り替え方式を採用。カメラは標準カメラの他、赤外線カメラ＋可視カメラ、マルチスペクトルカメラ、光学ズームカメラとの交換が可能。
- ・LTE通信を活用し、インターネットを介した機体制御が可能。



製品カタログより抜粋

石油コンビナートでの保守での活用

- ・石油コンビナートの保守・点検に、ドローンが活用されている。

【参考】

- プラントにおけるドローン活用事例集

<https://www.meti.go.jp/press/2021/04/20210414002/20210414002-1.pdf>

- プラント設備等におけるドローンを活用した点検事例集

<https://jsite.mhlw.go.jp/yamanashi-roudoukyoku/content/contents/001138452.pdf>

タンクの肉厚測定に、ドローンが活用されているものがあるので、その例を以下に示す。

- ・テラドローン株式会社（日本ベンチャー企業）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、無人航空機測量、レーザー測量、三次元解析、二次元図面作成
- ・点検については、超音波ドローンでの板厚計測、電線の離隔計測、パイプラインや太陽光発電設備の点検を実施している。

開発機体

- ・UT Wall drone（壁対応）、UT Roof drone（天板対応）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あり。

3. 導入費用（概算）

- ・事業所の様態、設備規模、検査日数及び機体により異なる。

無人自動放水消火ロボット

1. 概要

- ・石油コンビナート災害では、火災や爆発等が発生し、人間が容易に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活用や開発が進められている。
- ・なお、無人自動放水消火ロボットは、石油コンビナートの他、倉庫、工場、トンネル等の火災での活用も考えられる。

2. 事例

市原市消防局

- ・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。

○構成及び特徴

- ・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

1 システム構成



2 活動イメージ



船山株式会社

・船山株式会社では、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。

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

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



製品カタログより抜粋

3. 導入費用 (概算)

- ・スクラムフォース 初期費用：5億1,900万円 維持費用：年数により変動
- ・コロッサス 納入費用：約6,000万円 ブルードラゴン 納入費用：約2,200万円

(2) 開発段階の技術、活用の可能性を検討した技術

開発段階や活用の可能性を検討した技術について、その状況を調査しまとめた。

災害発生時の防災体制効率化

1. 概要

- ・特定事業所については、防災管理者・防災要員の配置を義務づけており、その役割、機能が補えるような先進技術（リモート対応、遠隔操作等）があるか調査を行った。

【調査対象】

- ・防災要員が最低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た。
- ・特定事業所は、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調査対象とした。
- ・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、夜間は無人で機械警備を取り入れている事業所、遠隔地から監視業務を行っている事業所も調査対象とした。

【調査結果】

- ・調査結果については下表のとおり。

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
倉庫 A	第2種特定事業所	約 9,800k1	36人	2名(委託)
倉庫 B	第2種特定事業所	約 5,200k1	48人	2名(委託)
倉庫 C	非該当 (非常時の機械 警備体制あり)	約 7,000k1	40人	無人(委託)
ガス工場 D	非該当 (遠隔地ガス工場 から監視)	約 13 万 N m ³ /日	6人	1名(社員)

- ・特定事業所においては、危険物の流出を自動で覚知する設備等の設置は少なく、自動で全ての箇所について漏えいを覚知する設備はなかった。
- ・調査対象においては、ガス製造設備は屋外にあったため、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。
- ・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、離れた場所（警備会社本部、県内の他工場等）からでも災害を覚知できる仕組みは概ね構築されていた。

2. 開発状況

特定事業所以外では、夜間は無人で機械警備を取り入れている事業所、遠隔地から監視業務を行っている事業所がある。

3. コンビナート防災での活用にあたっての期待

- ・ 特定事業所では、災害を覚知するセンサーや遠隔監視によって、危険物の漏えいを覚知できる設備の設置があったが、設置が限定的であり、全ての箇所の漏えいを覚知できるような状況ではなかった。
- ・ 災害を覚知するセンサーや遠隔監視の設置状況によっては、それによって、遠隔での災害監視業務や通報業務を補うことができ、防災要員2名のうち、1名を駆けつけ対応とすることも想定されるが、1名を駆けつけ対応としたとしても、事故の発生状況も勘案しつつ、遠隔での監視等も含め防災要員の行うべき災害監視業務、通報、初期消火、漏えい拡大防止措置などの業務を迅速に行えるかどうかを考慮していくことが必要である。
また、駆けつけ時間にあっては、石油コンビナート等災害防止法施行令第7条第5項において、防災要員は、災害が発生した場合に直ちに防災活動を行うことができる者をもって充てなければならないとされていることにも留意していくことが必要である。
- ・ 消防庁においては、事業所の具体的な状況を踏まえつつ、どのような体制が整えられていれば、駆けつけ対応が可能であるのか、引き続き、整理を進めていくべきである。
- ・ 一方、防災管理者は災害時に自衛防災組織を統括する役割があり、現状の遠隔技術のみでは、五感で感じられることや現場で得られる情報量と比較して、災害現場と同等の情報共有ができず、確実・迅速な指揮活動が期待できないと考えられるが、今後の技術の進展を注視していくことが必要である。

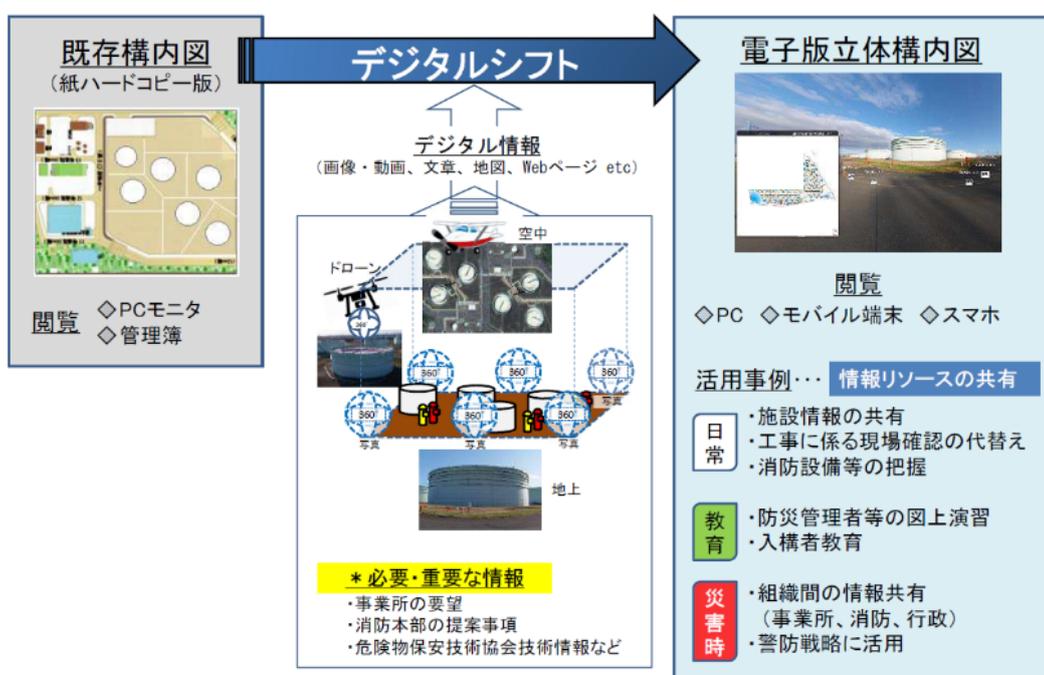
プラントのデジタル化

1. 概要

- ・「電子版立体構内図」とは、危険物施設内（地上・上空）で撮影した360°写真で構成され、事業所が保有する各種デジタル情報を集約できるシステムである。
- ・デジタル技術を活用したVRツアー型「電子版立体構内図」及び双方向性の「電子版消火計画」を組合せ、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開発が進められている。
- ・調査対象は危険物保安技術協会等による共同研究事業。

「電子版立体構内図」

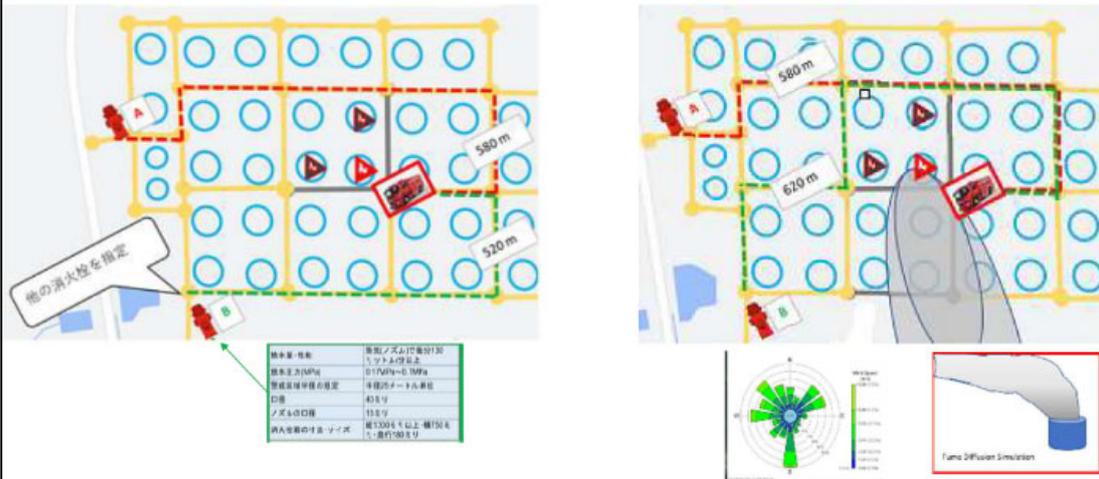
* パノラマ写真と情報を統合した360度VRコンテンツ



危険物保安技術協会提供資料より抜粋

- ・「電子版消火計画」は、入力した基本情報（消防設備情報、警防計画等）によって動作し、事故発生時には、障害事象等を付加し消火戦略が遷移することで、災害活動の支援ツールとなり得る。

電子版消火計画を用いた訓練のイメージ



▲ホース敷設ルートの自動検討
(現場の意思決定支援)

▲煙の拡散予測の表示
(現場の意思決定支援、
自治体等との情報共有支援)

危険物保安技術協会提供資料より抜粋

2. 開発状況

- ・開発が進んでいる事業所では、タンクヤード地区の360°撮影及び基地関係資料等の取得が完了しており、「電子版立体構内図」「電子版事火計画」のプロトタイプが制作されている。
- ・上記事業所の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」「電子版消火計画」を試作する予定である。
- ・危険物保安技術協会では、プロトタイプ「電子版立体構内図」及び「電子版消火計画」について、施設データ提供事業所で図上演習を実施し、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。

3. コンビナート防災での活用にあたっての期待

- ・災害発生時、事業所と消防本部等の機関との情報共有が本システムにより容易に実現できることが期待される。
- ・電子版立体構内図はカメラ画像を使用して作成するシステムであるため、比較的容易に作成でき、様々な事業所で取り入れ、活用することが考えられる。
- ・一方で、事業所の機密情報をどこまで共有するのかあわせて検討をしていく必要がある。

リモート査察等の実施

1. 概要

- ・石油コンビナートに対して行われる現地検査等について、現地に職員が出向かずに IT 資機材等を使って実施できるか、可能性について検証を行った。

株式会社ダイセル 姫路製造所網干工場

- ・タブレットやウェブカメラ等を使用して総務省消防庁が実施する検査（消防機関が同行）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項に基づく現地確認調査
- ・法令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



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、室内で受信）
- ・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。

[課題]

- ・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。
- ・プラント内の音声が、リモート側からの指示を現場に伝えるのを妨げる。

- ・現地画像だけでは検査場所の位置の特定は難しい。
- ・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。
- ・事業所内での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。

2. 開発状況

- ・タブレット、ウェブカメラ、ノートPCなどの経費が必要。
- ※既存の機器を使用したため、新たな開発費用は必要なし

3. コンビナート防災での活用にあたっての期待

- ・石油コンビナート等災害防止法第11条に基づくレイアウトの現地検査について、一般的に業務に使用している機器、会議システム等を使い、リモートで確認することは現状でも可能だが、画質の見づらさや音声の聞き取りづらさなどの課題もあった。
- ・課題を技術的に解決し、検査全てをリモートで行うことができれば、業務効率化や移動時間の節減等の効果が期待できる。
- ・また、平時の現地検査等だけではなく、事故発生時においても現場に臨場した消防職員等がIT資機材等を使用して現場指揮所や消防本部に映像を報告するなどの活用も期待できる。

石油コンビナート災害へのAIの活用

1. 概要

- 石油コンビナート分野では保守点検へのAIの活用が進んでおり、発生した事故の災害進展・被害予測及び災害状況に即した最適活動案の提示等、災害対応へも活用できないか検討した。

IT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（実例あり）。
- 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に判断させるには現状は困難と考えられる。

※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、事故で放出された放射性物質の量や放出時期が不明であればクオリティが低くなり避難等に使用はされていない。

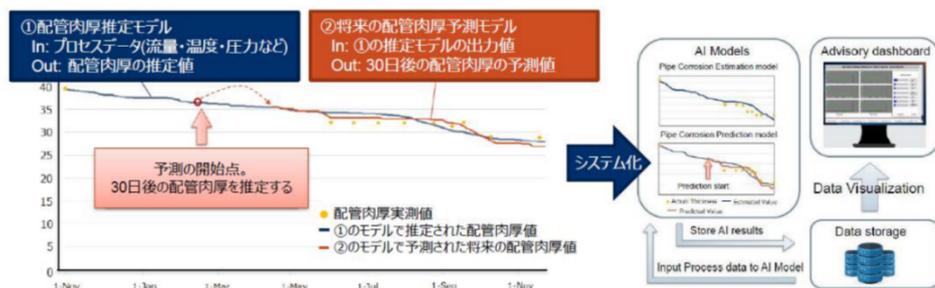
<参考：横河電機 保安関連事例>

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

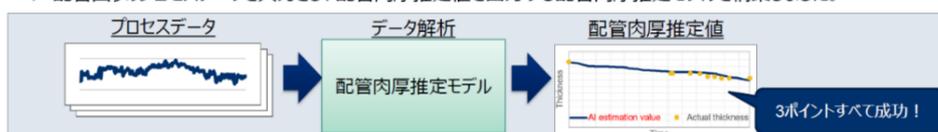
最終的にシステム化を実施



オペレータの実用性を踏まえ2つのモデルを構築

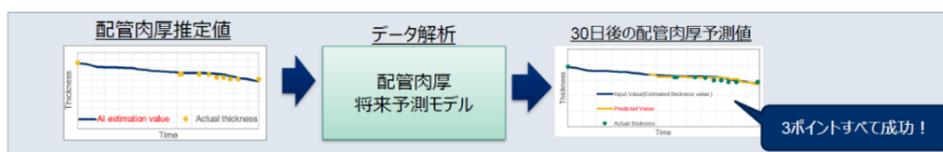
■ 配管肉厚推定

- ◆ 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。



2. 開発状況

- ・ 保安分野での AI は開発しているが、一方、災害対応分野については開発が進んでいない。

3. コンビナート防災での活用にあたっての期待

- ・ 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つに分けられると考えられる。
- ・ ①については放出量など物質の基本情報が入力できれば実現可能と考えられる。
- ・ ②についてはプラントの過去・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災害対応分野での実現可能性も高まるものと期待される。

IV 先進技術活用に向けた課題

本検討会では、令和元年から石油コンビナート災害対応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。

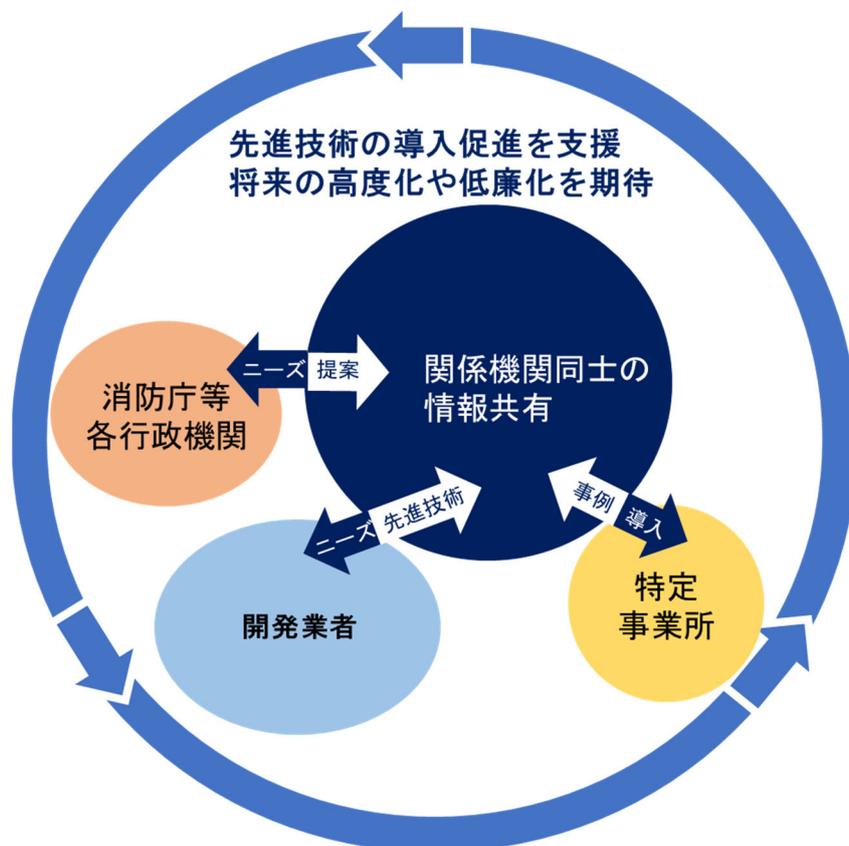
現状の各種先進技術を活用した技術について、3点セットの車両を一体化した消防自動車について、現行の資機材との同等性を検証し、制度改正につなげるなど一定の成果をあげた。

また、実際に導入されている先進技術の調査を行い、その概要や導入費用について、各消防本部や事業所が導入を検討しやすいよう簡潔にまとめた。

さらに、開発段階の先進技術、活用の可能性を検討した先進技術について、その概要や開発状況、活用にあたって期待する事項について簡潔にまとめた。

検討会としては、報告書を取りまとめ、4年間にわたる検討を終了したところであるが、今後も、様々な技術が開発されていくこととなることから、消防庁に対しては、先進技術の開発業者とその技術を使用する特定事業者との情報共有の場を設け、先進技術の導入を支援することを提案する。これら事例の共有を通じ、先進技術導入が増え、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と考えられる。

本検討会を通じて、先進技術の活用への取組みが、さらなる防災力向上への取組となり、石油コンビナートの事故、災害の防止とともに、その被害拡大防止に資することを期待する。

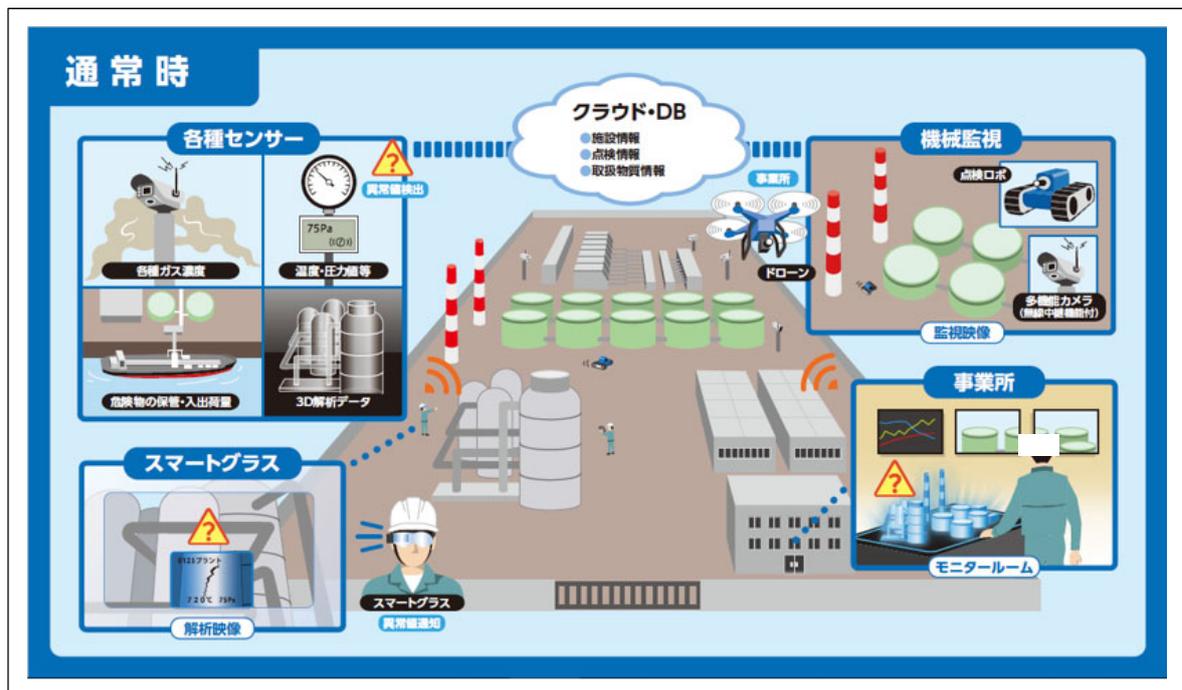


令和元年度 災害対応の未来像

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。

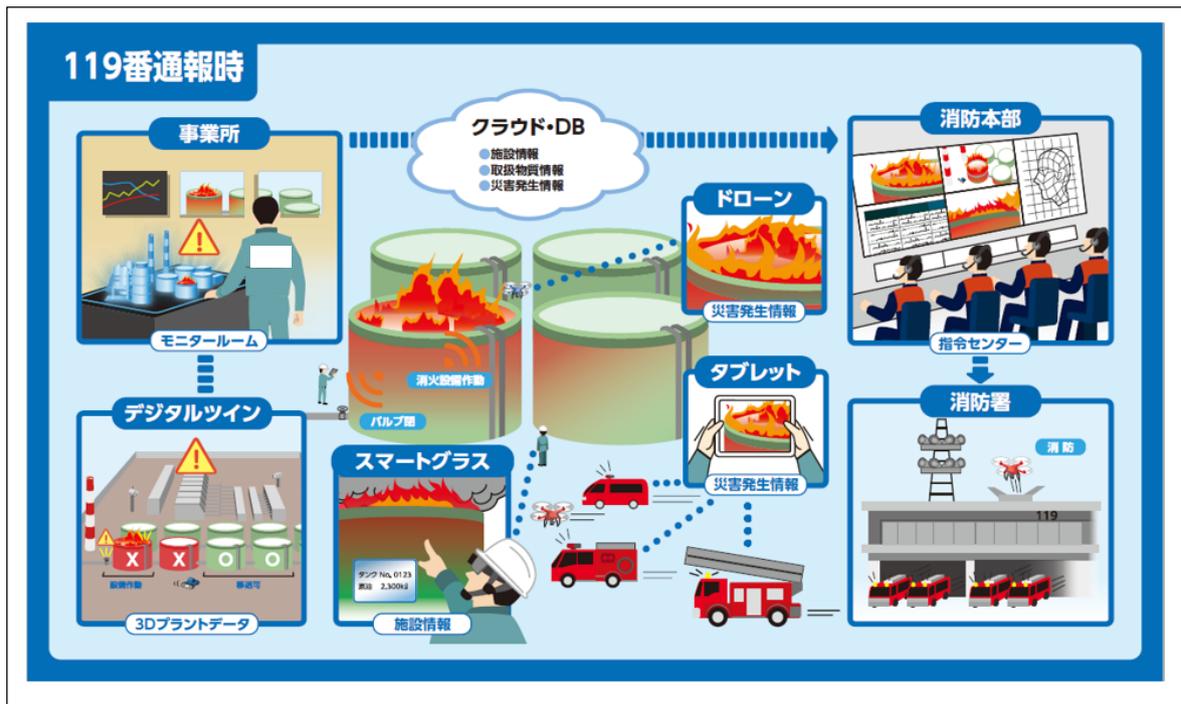
なお、情報の流れ、活用されるデバイス等がわかりやすいよう、通常時（災害発生前）～災害対応時（災害最盛期）までを4つのフェーズに分けている。

(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



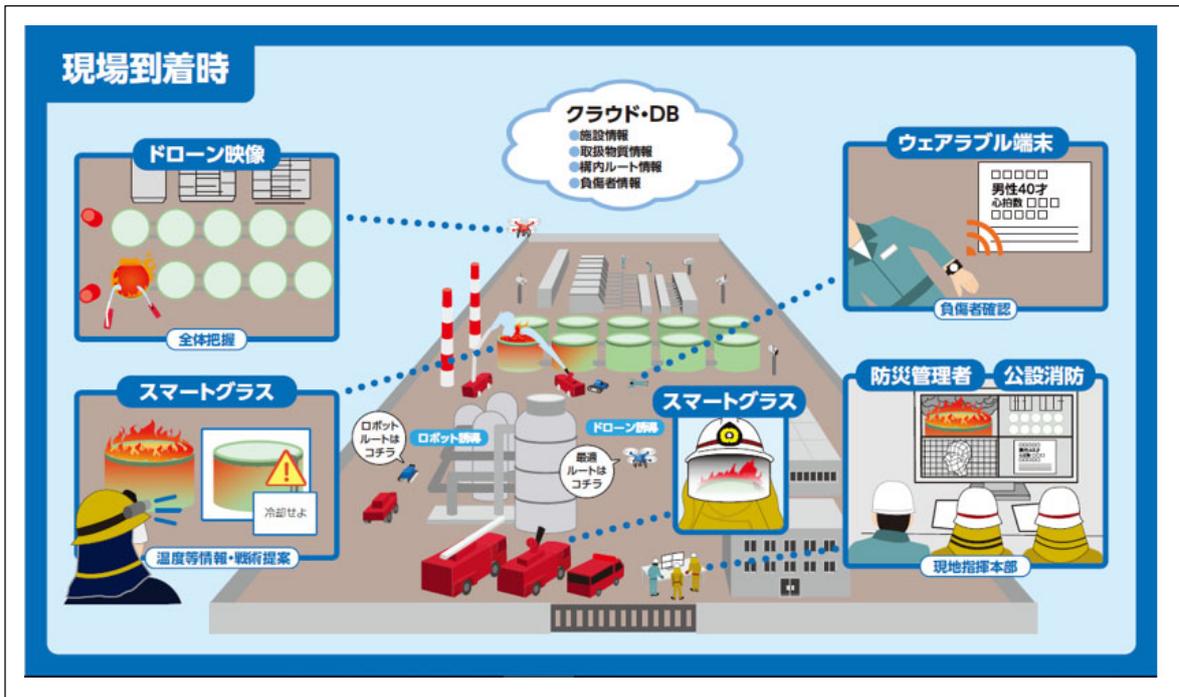
【特定事業所】

- ・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



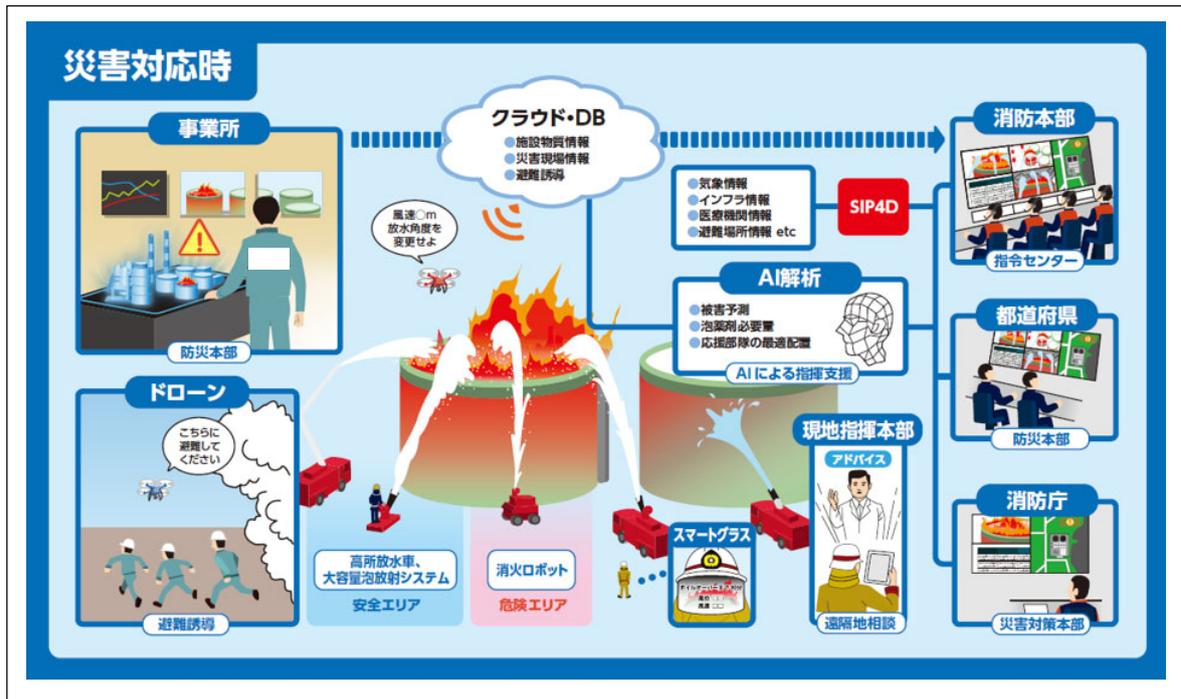
【特定事業所】

- ・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。

令和 2 年度 活用が見込まれる先進技術

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	消防車での放水が、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、現地に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VR化（3D）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、VR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DB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DB・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DB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DB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DB・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	360° 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360°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開ルートの検討、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	AI 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AIによって導出して消火を効率化する。
30	AI 等を活用した早期の異常発見	AI 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	AR技術による実施設での訓練	AR技術を活用し、実施設での災害を想定した訓練を実施

令和3年度 活用が見込まれる先進技術

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

検討会の開催実績と検討項目

1 令和元年度

	開 催 日	議 事
第 1 回	令和元年 8 月 7 日(水)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 検討会の概要及び進め方 ・ 先進技術を活用した災害対応支援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)	<ul style="list-style-type: none"> ・ アンケート調査結果 ・ 国内外の先進技術活用事例
第 3 回	令和 2 年 1 月 29 日(水)	<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
第 4 回	令和 2 年 2 月 20 日(木)	<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）の確認

2 令和 2 年度

	開 催 日 (※)	議 事
第 1 回	令和 2 年 11 月 26 日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前回検討会の振り返り ・ 調査項目の確認
第 2 回	令和 3 年 2 月 1 日(月)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防災体制の整理 とりまとめ内容の報告 ・ 先進技術導入箇所の検討
第 3 回	令和 3 年 3 月 8 日(月)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 先進技術導入箇所の整理 ・ 次年度検討会スケジュール

※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

3 令和3年度

	開催日(※)	議事
第1回	令和3年4月27日(火)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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

4 令和4年度

	開催日(※)	議事
第1回	令和4年12月7日(水)	<ul style="list-style-type: none"> 石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会 報告書(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（三田共用会議所）で開催