



日本防火技術者協会
防火研修会

二酸化炭素消化設備による 事故の防止に向けて

オンライン研修会資料

二酸化炭素消火設備による事故の防止に向けて

防火研修会プログラム

1. 背景と趣旨説明1
福井潔（ADF 代表）
2. CO₂ 消火設備の導入および普及の経緯12
小林恭一（東京理科大学）
3. CO₂ 消火設備のしくみと特徴22
堀田博文（防災コンサルタンツ）
4. 駐車場における海外の自動消火設備の現状38
牧功三（リスクロジック）
5. CO₂ 消火設備による事故の防止対策について ...73
関澤愛（東京理科大学）

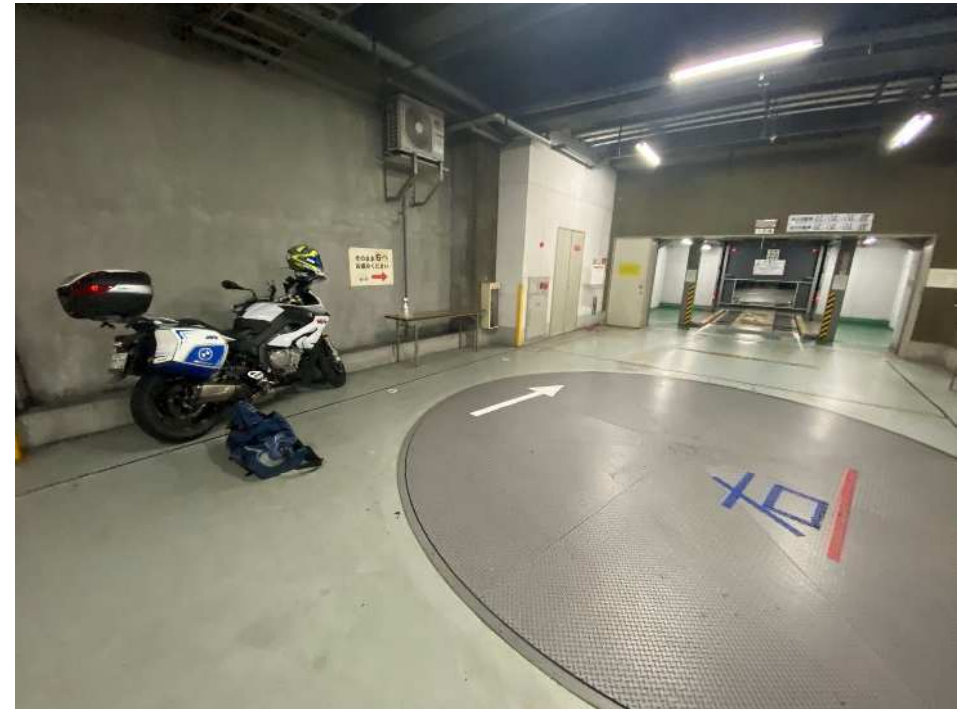
背景と趣旨説明

背景

CO₂消火設備設置の駐車施設で、誤放出による死傷者が発生する事故が多発

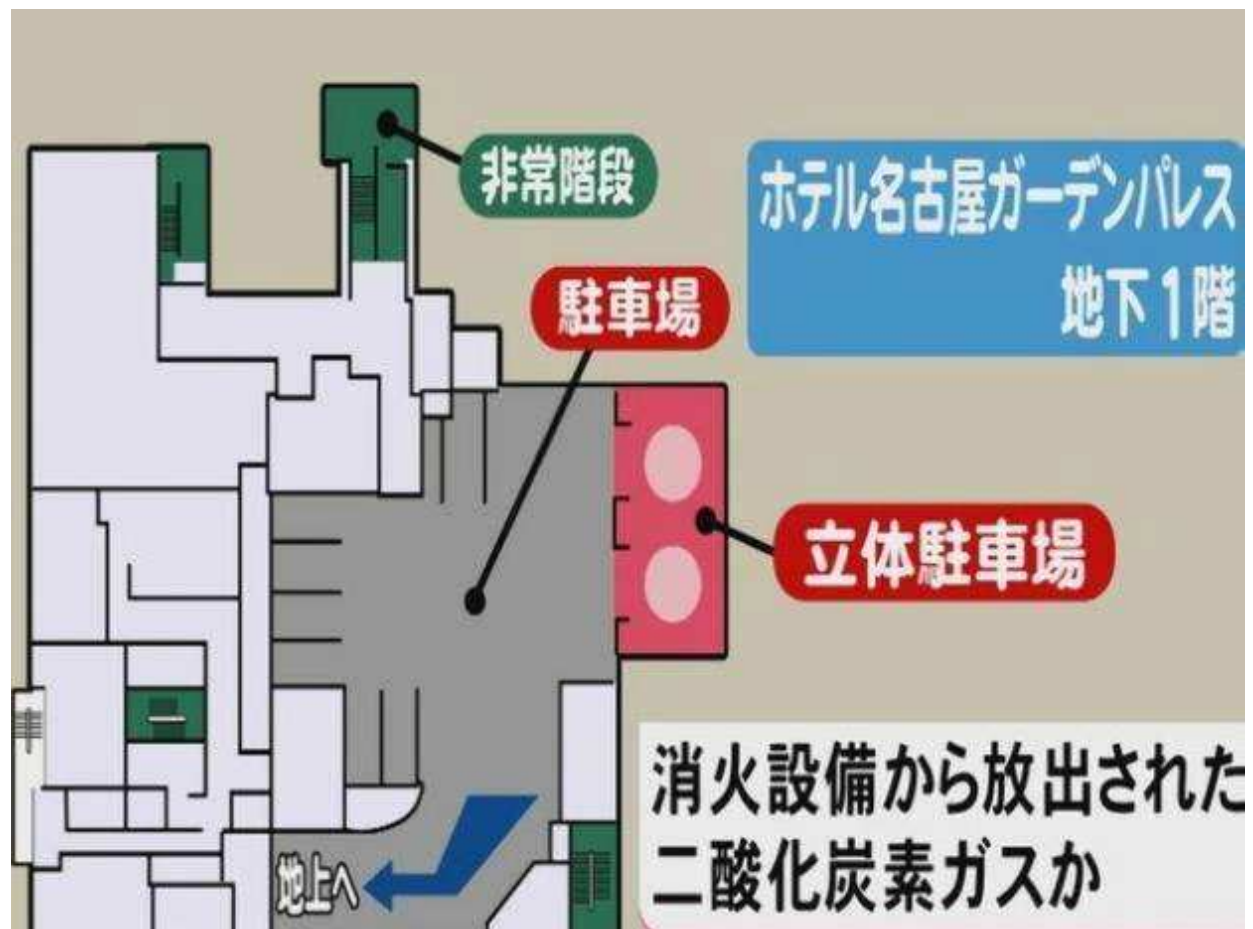
事故 1

- 日 時 2020年12月22日
- 場 所 名古屋市内のホテル立体駐車場
- 死傷者 死者1名 負傷者10名
- 原 因
不具合による点検作業中、工事で高熱の器具を使うため、作業員が火災報知器の誤作動を防ごうとして誤って消火設備の作動ボタンを押した。



RIGHT <https://meito.knt.co.jp/detail.aspx?crsno=3304841>

LEFT <https://twitter.com/yaehvalley/status/1341299036515487745/photo/1>



事故 2

- 日 時 2021年1月23日
- 場 所 東京都港区の事務所ビル立体駐車場
- 死傷者 死者2名 負傷者1名
- 原 因
点検作業中、作業員が誤放出



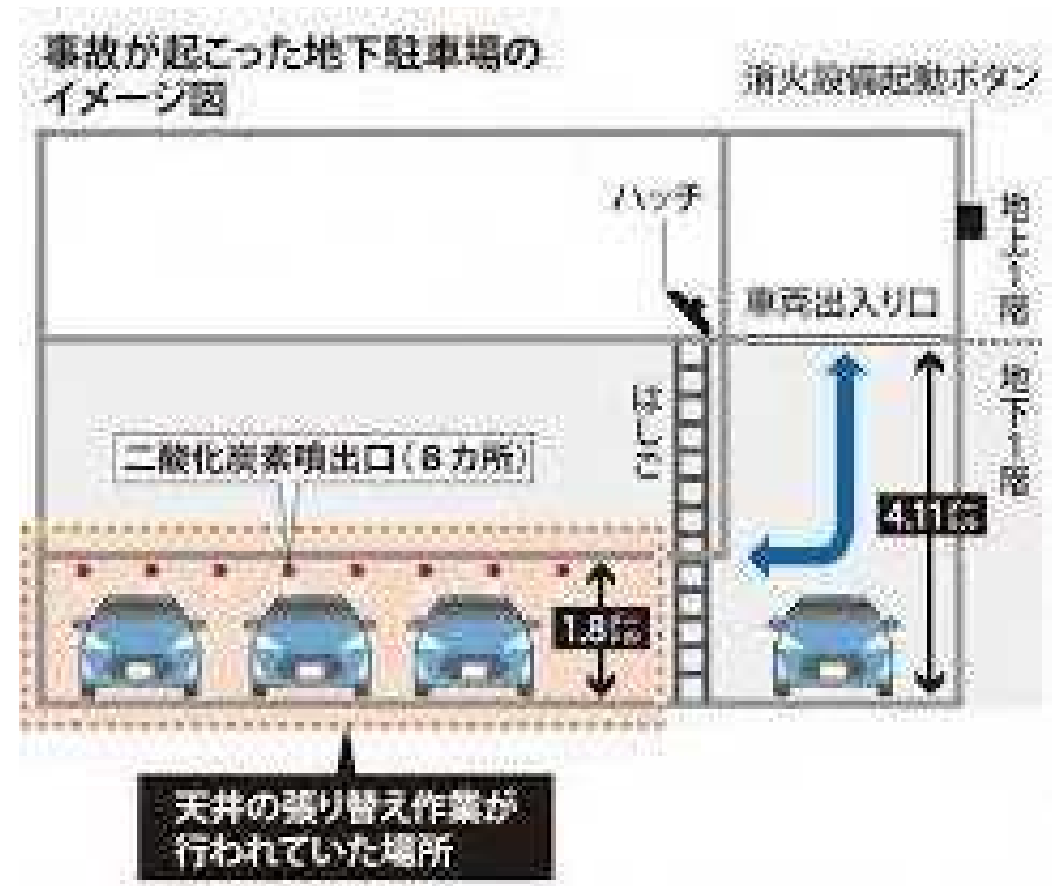
Google street view

事故 3

- 日 時 2021年4月15日
- 場 所 東京都新宿区の共同住宅立体駐車場
- 死傷者 死者4名 負傷者2名
- 原 因
駐車場の天井貼替工事中、CO₂消火を誤放出。
作業時消火設備の電源を切らずに、庫内の火災
感知器を天井から配線がつながったままぶら
下げていた。感知器や配線への物理的な刺激が
誤報につながった可能性が高い。



4/17 読売新聞オンライン



4/17 毎日新聞(WEB版)

開催趣旨

- 二酸化炭素消火設備は常時人のいない機械式駐車場、通信機器室、電気室、ボイラー室などに設置されている。
- 現在都内約3,500の機械式駐車設備に設置されている。(東京消防庁調べ)
- 以前はハロンなどのハロゲン化物も使われていたが環境問題で使用は抑制されている。
- 消火剤として、二酸化炭素より有害性の低い窒素を使うこともできる。ただし高コスト

開催趣旨

- 二酸化炭素設備の構造、安全対策含めた設置基準、メンテナンス時の安全確保対策などを確認する。
- 二酸化炭素消火設備を使用する際の安全対策により、十分な安全は確保されるのか？
- 二酸化炭素消火設備に代わる安全な消火設備はないのか？
- 海外ではどのような消火設備が使用されているのか？

二酸化炭素消火設備の導入および普及の経緯

東京理科大学総合研究院 小林恭一

講演要旨

- 消防法令におけるガス系消火設備の変遷
- 消防法令における駐車場用消火設備の変遷
- 二酸化炭素消火設備の事故を受けた消防法令における対策
- 駐車場用消火設備の設置の実態
- 駐車場用消火設備の最近の課題

ガス系消火設備の名称と消火剤の変遷

消令第7条に規定する 消火設備の名称		窒息消火			連鎖反応抑制による消火	
		不燃性ガス 消火設備	二酸化炭素 消火設備	不活性ガス 消火設備	蒸発性液体 消火設備	ハロゲン化物 消火設備
1961	昭和36年4月1日	不燃性ガス			蒸発性液体	
1975	昭和50年1月1日		二酸化炭素			ハロン1211 ハロン1301 ハロン2402
2001	平成13年4月1日					ハロン1211 ハロン1301 ハロン2402
						HFC23 HFC27ea
2010	平成22年8月26日			二酸化炭素 窒素 IG55 IG541		ハロン1211 ハロン1301 ハロン2402 HFC23 HFC27ea FK5-1-12

特定ハロン生産等禁止
 1987(S62)モントリオール議定書
 1994(H6)に国内法で生産禁止

N₂50、Ar50

N₂52、Ar40、
CO₂8

窒素

IG55

IG541

ハロン2402

二酸化炭素

大洋デパート火
 災を契機とした
 政令改正

駐車場に適應する消火設備（令第13条）

◎ 政令制定時（昭和36年（1961））

- 令別表第一（13）項イで、駐車場部分が地階又は2階以上は200m²以上、1階は500m²以上
- 水噴霧消火設備、泡消火設備、不燃性ガス消火設備又は粉末消火設備

二酸化炭素消火設備

◎ 昭和50年（1975）1月1日以降

- 令別表第一に掲げる防火対象物の駐車場部分で地階又は2階以上は200m²以上、1階は500m²以上、屋上部分300m²以上
- 機械式駐車場で収容台数10台以上
- 水噴霧消火設備、泡消火設備、二酸化炭素消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備

不活性ガス消火設備（2001. 4. 1～）

二酸化炭素消火設備安全対策検討委員会報告書

平成8年（1996）9月20日付け消防予第193号 消防危第117号

消防庁予防課長・危険物規制課長通知「二酸化炭素消火設備の安全対策について」別添

●「全域放出方式の二酸化炭素消火設備の安全対策ガイドライン」

（平成9年8月19日付け消防予第133号・消防危第85号）

●全域放出方式の二酸化炭素消火設備は、以下の場所には原則として設置しない

- (1) 部外者、不特定の者等の出入りするおそれのある部分
- (2) 関係者、部内者など常時人のいる可能性のある部分
- (3) 防災センター、中央管理室など、総合操作盤、中央監視盤等を設置し、監視、制御等を行う部分

→ 平成13年（2001）3月の改正で消則第19条第5項第1号の2として本則に組み込まれた

「常時人がいない部分以外の部分には、全域放出方式又は局所放出方式の不活性ガス消火設備を設けてはならない。」

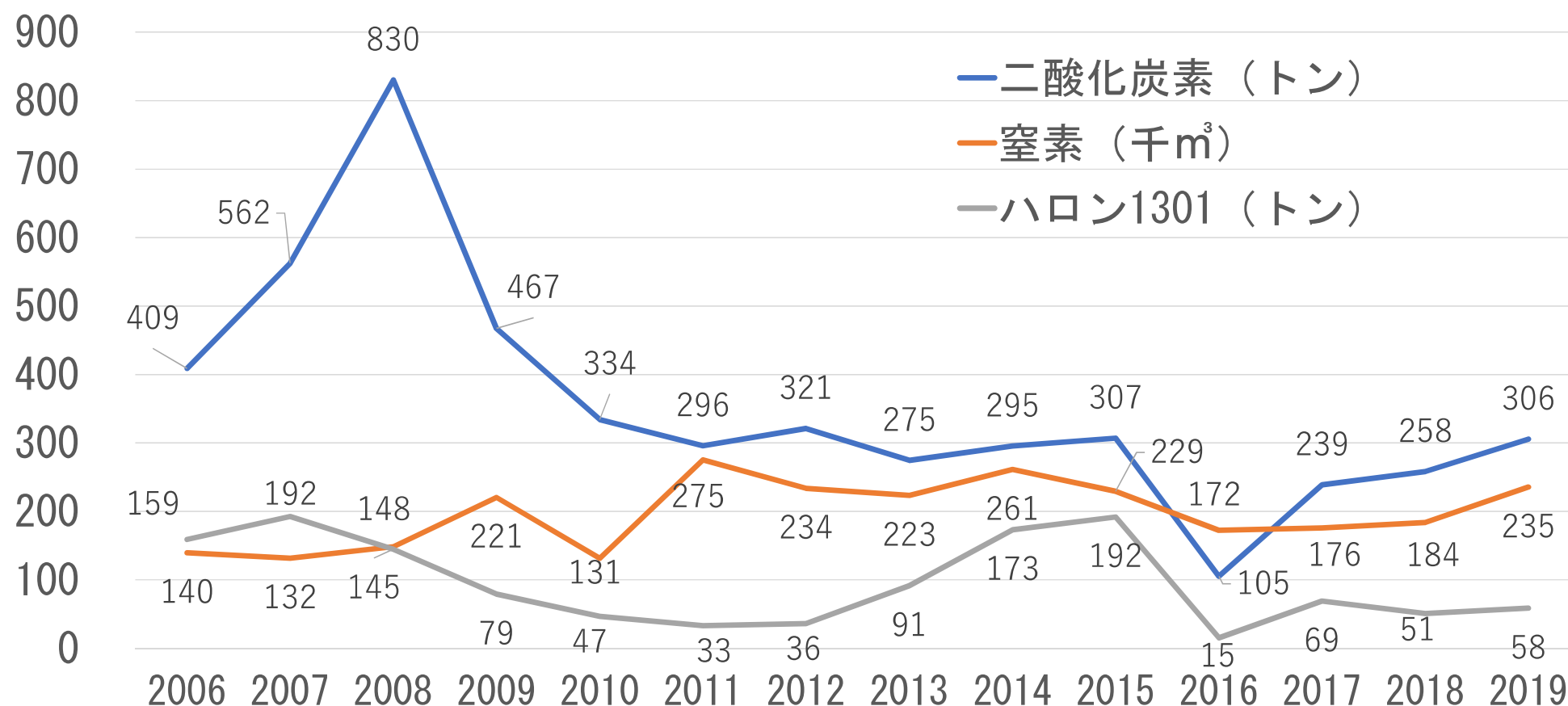
当報告書のうち、可能なものは同様に消則第19条に取り入れられた

駐車場の消火設備の推移（まとめ）

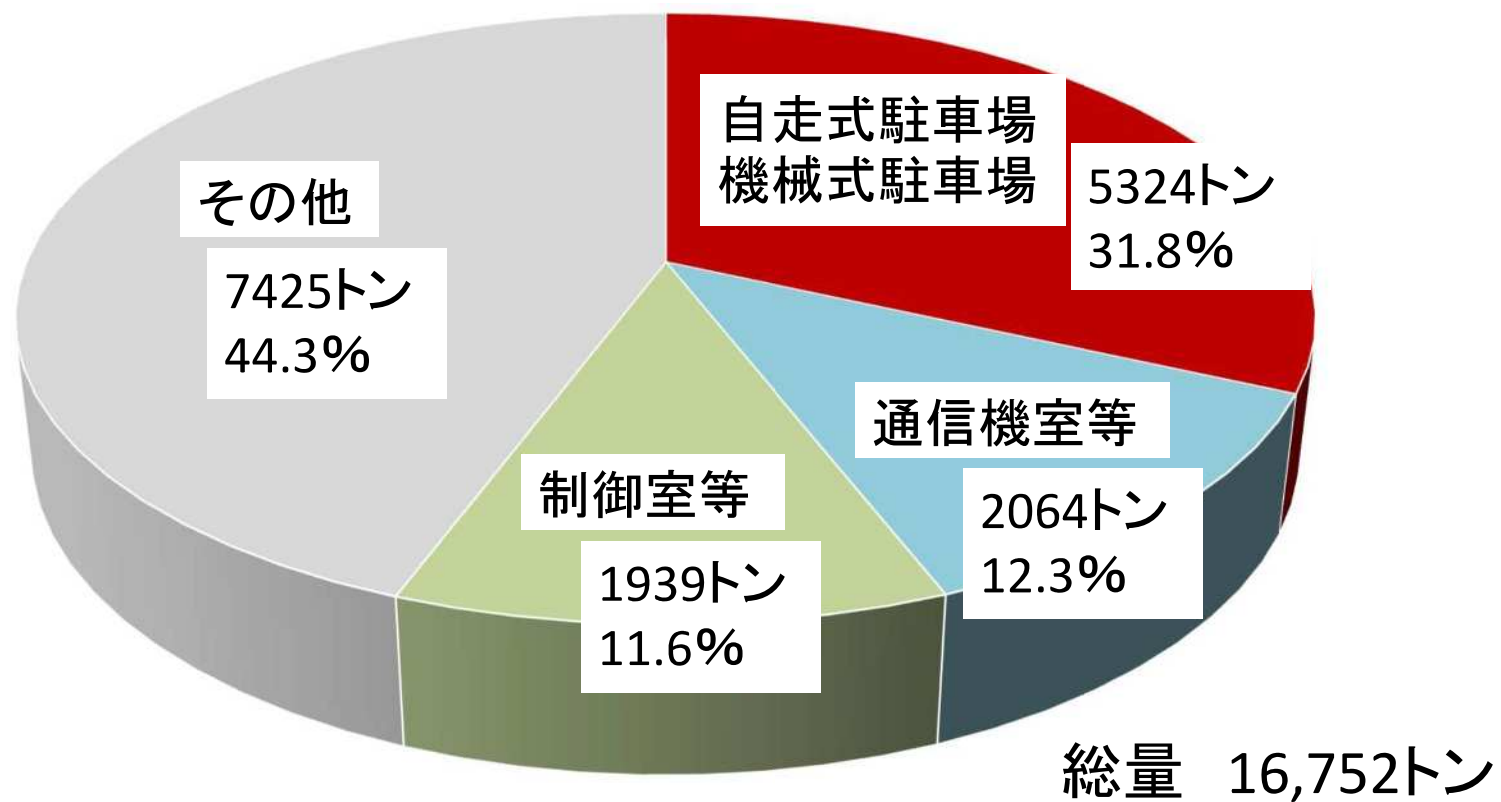
- 昭和36年（1961）当初
 - ・ 水噴霧消火設備、泡消火設備、二酸化炭素消火設備又は粉末消火設備
 - ・ 消火剤で出火車両を包み込むようにして消火するタイプの消火設備
 - ・ 当時は「消火」にこだわったため、ボンネット内や車室内の火災を消火できないスプリンクラー設備でなく、より粒径が小さく水圧、水量の大きい「水噴霧消火設備」が適応消火設備の一つとされた
 - ・ 大量の水を放射するため、当初から「排水設備」が要求され、そのための費用が大きかったことなどからあまり設置されなかった
- 昭和50年（1975）
 - ・ ハロン1301がラインアップに加わり、排出装置等の大きな工事が不要だったため、相当普及した
- 昭和62年（1987） オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書採択
- 平成5年（1993） ハロンバンク推進協議会設立
 - ・ ハロンを管理しながら必要な部分に使い回す戦略
- 平成6年（1994） ハロン消火剤国内生産禁止
- 平成13年（2001）
 - ・ 代替ハロン消火剤と窒素をラインアップに加える
 - ・ 自走式駐車場への二酸化炭素消火設備の設置を禁止
 - ・ その他二酸化炭素消火設備の安全対策強化
- 令和2年（2020）3月 特殊消火設備の設置基準等に係る検討部会報告書

駐車場の消火設備の能力の比較（消防環境ネットワーク作成）

分類	ガス系消火設備								粉末消火設備	水系消火設備
	ハロゲン化物消火設備				不活性ガス消火設備				—	—
消火剤	ハロン1301	HFC-23	HFC-227ea	FK-5-1-12	二酸化炭素	窒素	IG-55	IG-541	—	—
設置条件 (消防法施行規則)	有人区画に 設置可	常時無人区画 に設置	常時無人区画 に設置	常時無人区画 に設置	常時無人区画 に設置	常時無人区画 に設置	常時無人区画 に設置	常時無人区画 に設置	有人区画に 設置可	有人区画に 設置可
毒性	◎	○	○	○	×	○	○	○	○	○
絶縁性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
浸透性	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
汚損性	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
避圧措置	不要	必要	必要	必要	不要	必要	必要	必要	—	—
貯蔵容器数 (対ハロン1301)	1	1.8	2	2.6	3.3	4.8	5.7	5.6	—	—



消防環境ネットワークに登録された主なガス系消火設備の登録量の推移
(ハロン等抑制対策に関する報告書 より作成)



ハロン1301(1211, 2402含む)の設置箇所別設置量 (2020年12月末)
ハロン等抑制対策に関する報告書 (令和2年度) ハロン等抑制対策連絡会

駐車場の消火設備の最近の課題

- 二酸化炭素消火設備の事故続発を踏まえてどのような対策をとるべきか
- 地球環境保護の観点から、ハロゲン化物消火設備だけでなく、化学系消火剤に対する規制も世界的に強化されたため、泡消火設備や粉末消火設備についても見直しが必要ではないか
- 水噴霧消火設備が設置しやすくなるよう、設置基準の見直しができるか

二酸化炭素消火設備のしくみと特徴

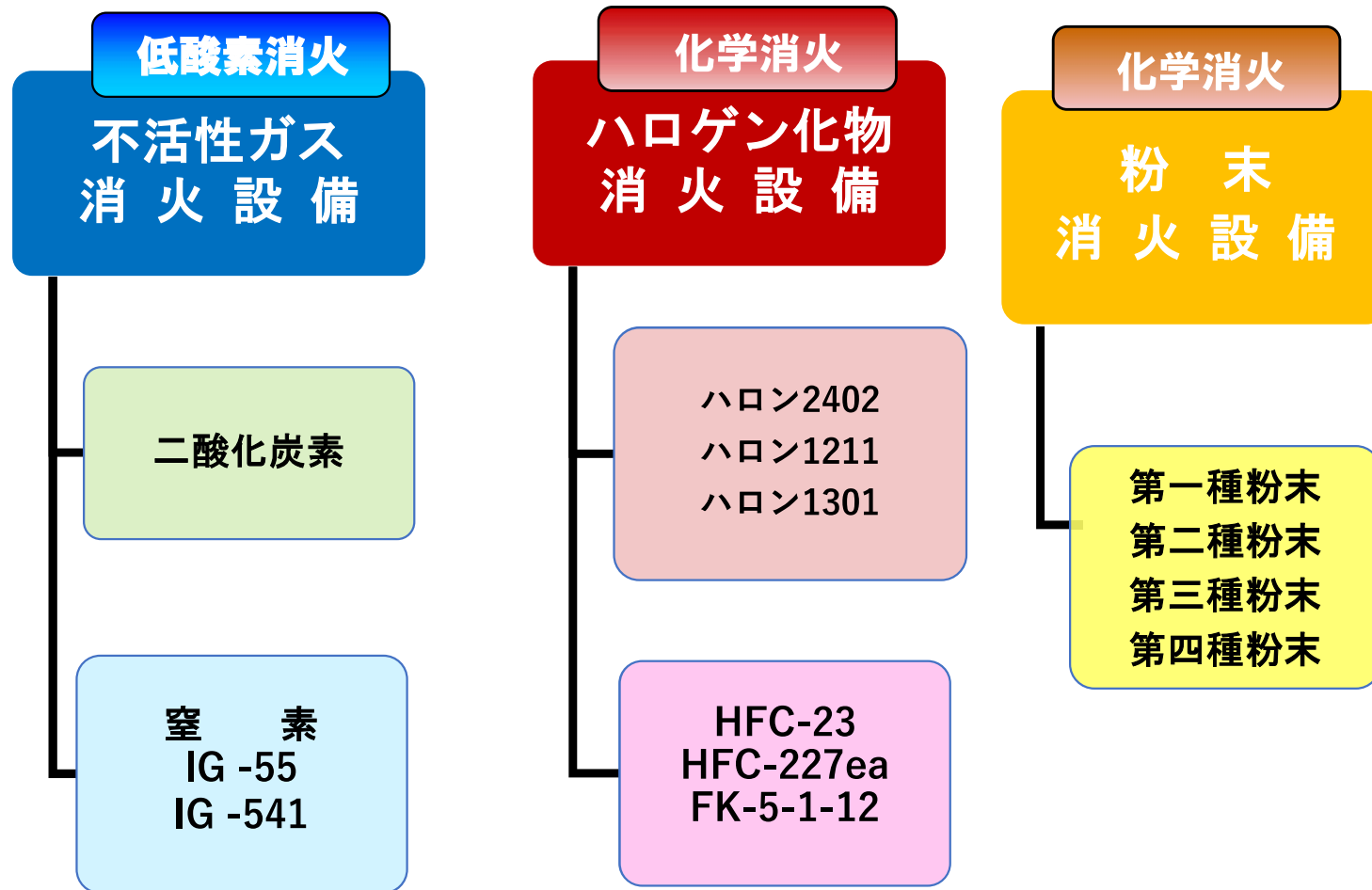
株式会社防災コンサルタント 堀田博文

講演内容

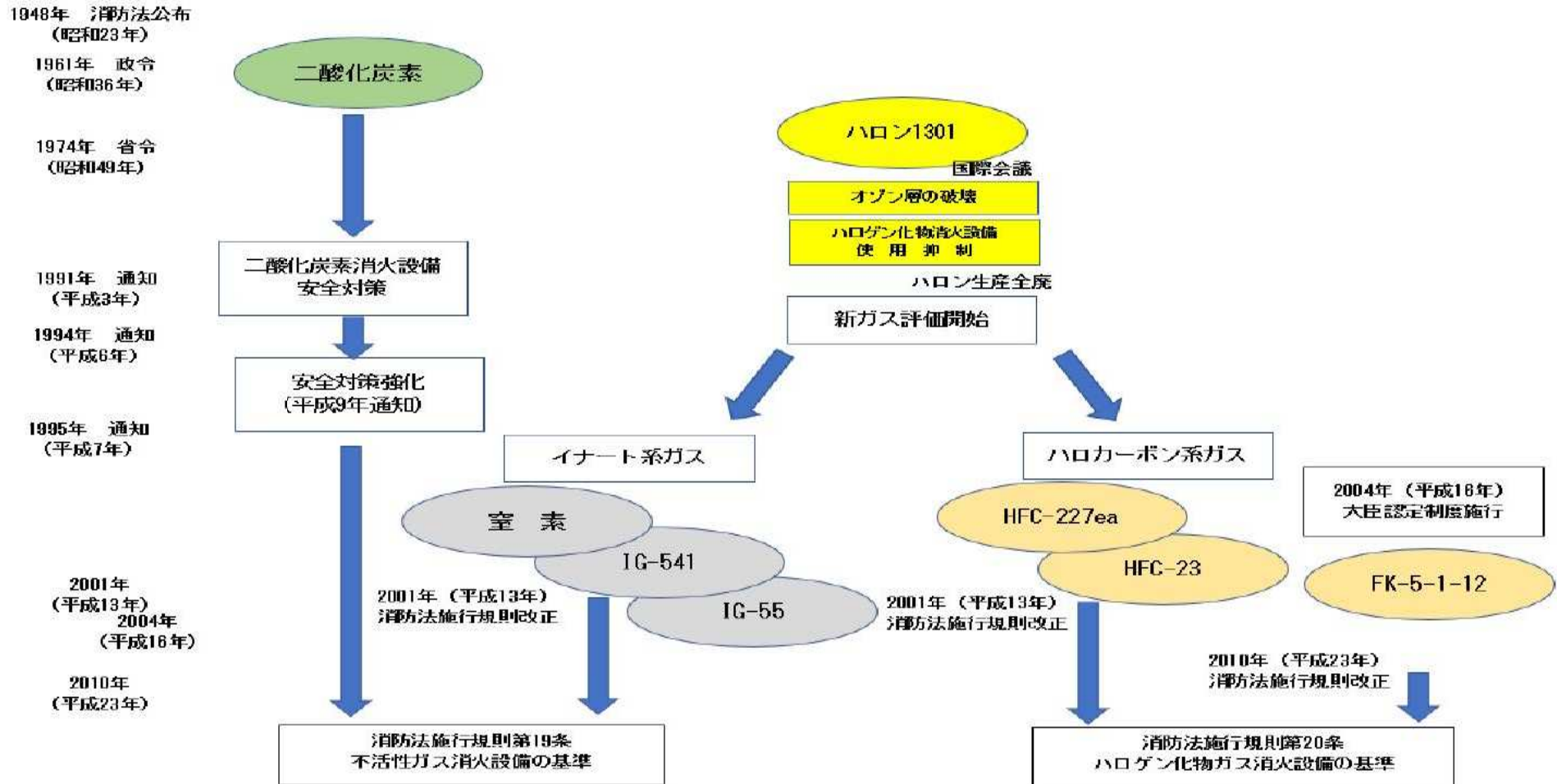
二酸化炭素消火設備のしくみと特徴
(消火性能、経済性 & 工事)

二酸化炭素消火設備のリスクと事故防止対策の現状

ガス系消火剤の種類



ガス消火設備の変遷



二酸化炭素消火設備の特徴

1. 安定したガスです。

油類、金属類、電気絶縁物などに化学変化をおよぼさない。長時間にわたって貯蔵しても変質しない。
放出時に二酸化炭素消火剤自体の毒性により人を死に至らしめることがある。

2. 消火剤による汚損がない。

火災のおよばなかった機器は直ちに稼動できる。

3. 電気絶縁性に優れている。

電気機器に安心して使用できる。

短時間に放出すると冷却により結露が生じる恐れがある。

4. 気体で放出する。

どのような隙間にも浸透するため複雑な形状の機器でも消火できる。

空気に比較して重い。高さ方向でガス濃度分布に差が生ずることがある。

地上の立体駐車場では、下部に開口部があると区画外に漏洩する恐れがある。

5. 他の加圧装置を必要としない。

ガス自体の圧力で放出しますので、ポンプその他の動力源に頼らず放出することができる。

二酸化炭素消火設備の駐車場への適用時の課題

1. 地下駐車場

地下駐車場には有効である。地上に消火剤が漏洩しにくい。消火能力、信頼性が高い。
駐車場内は無人で人が立ち入らなく、入出庫に管理者が操作する場合は、適している。

2. 立体式駐車場

縦長の駐車場の場合：空気に比較して重い消火剤では、上下で濃度差が生ずる恐れがある。
下部に開口部があると消火剤が漏れ出す。

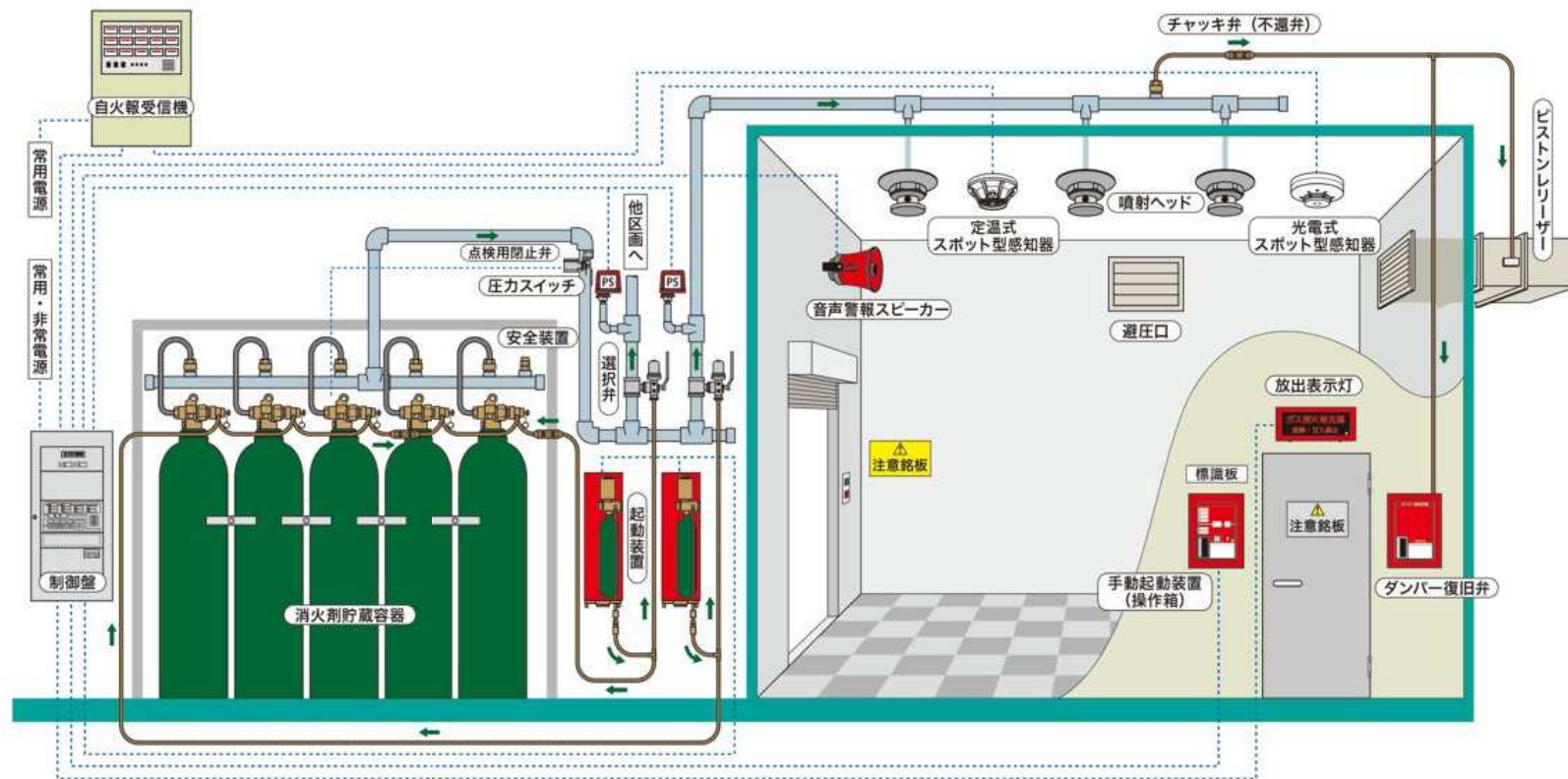
3. 設備の費用

ハロン消火設備の次に設備費が少ない。
窒素ガスは、消火剤の設置スペース、避圧口、排気ダクトなどの設備費用が高い。

4. 事故が多く発生する

対策が提案されるが、既存の設備に遡及することはまれである。
機械式駐車場など住民など利用者が入出庫を操作する場合、車に人が取り残される恐れもあり、また、放出ガスが放出しても安全な対策が取れていない場合は避けるべきである。

不活性ガス消火設備 (二酸化炭素を放射するもの)





ケーススタディ1

一般的な電気室、電算機室を防護区画とし、体積**500m³**
防護区画数を**3系統**と仮定した場合を比較

必要設置スペース(ボンベ庫)の比較



消火に必要な貯蔵容器本数の比較

設備コストの比較 ※注

ハロン1301	 3本	1
二酸化炭素	 8本	1.5
窒素	 13本	2



窒素は避圧口が必要

約500mm×500mmの避圧口
及び避圧ダクトが必要

※注 ハロン消火設備を1とした場合の概算比率

(建築工事や他設備の工事を除いた、消火設備のみの費用比率)

出典: PowerPoint プレゼンテーション - 消防環境ネットワーク
http://www.sknetwork.or.jp/pdf_topics/20170323.pdf



ケーススタディ2

一般的な電気室、電算機室を防護区画とし、体積**1500m³**防護区画数を**3系統**と仮定した場合を比較

必要設置スペース(ボンベ庫)の比較



消火に必要な貯蔵容器本数の比較

設備コストの比較 ※注

ハロン1301		8本	1
二酸化炭素		22本	1.4
窒素		39本	1.7



窒素は避圧口が必要

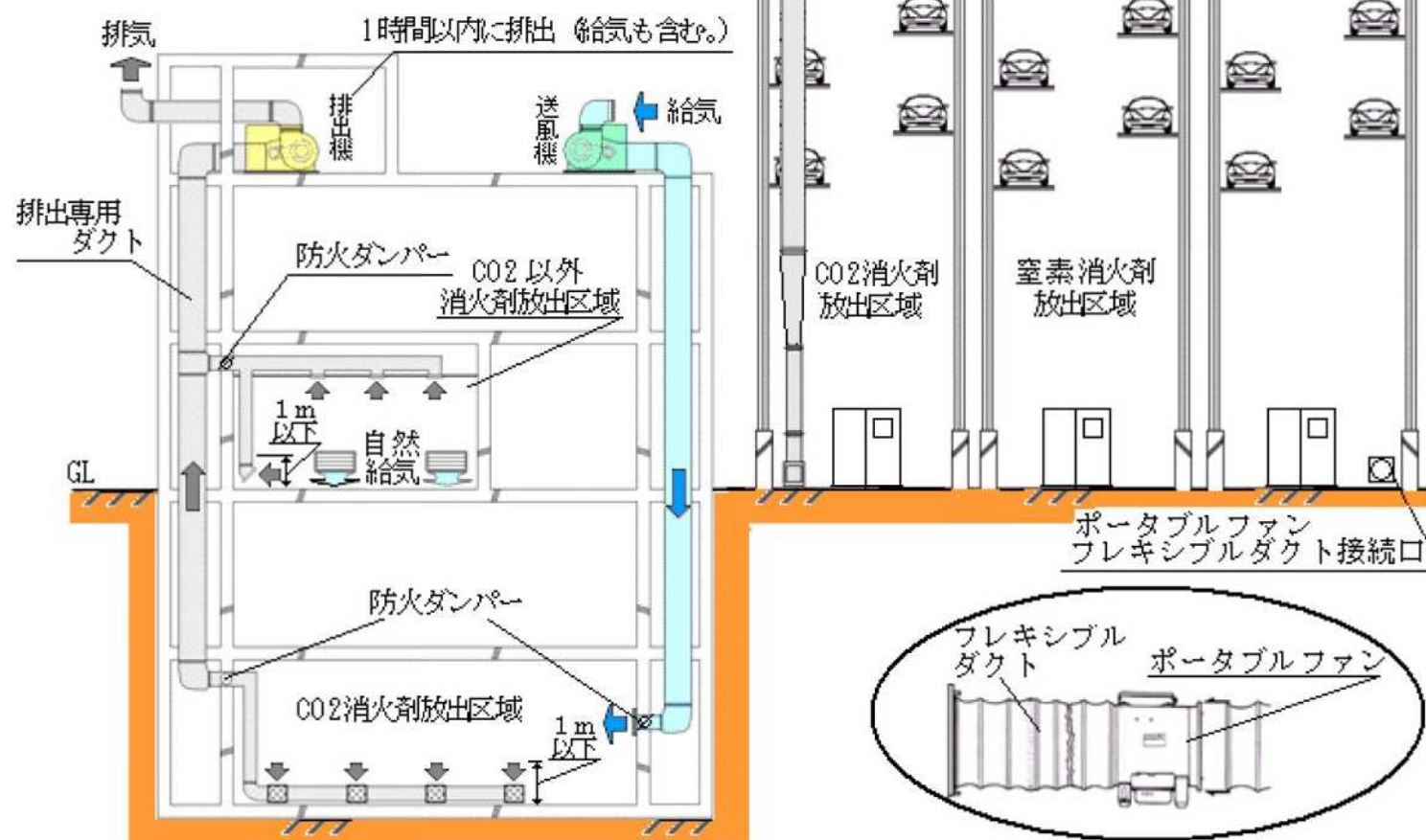
約800mm×800mmの避圧口及び避圧ダクトが必要

※注 ハロン消火設備を1とした場合の概算比率

(建築工事や他設備の工事を除いた、消火設備のみの費用比率)

出典：PowerPoint プレゼンテーション - 消防環境ネットワーク
http://www.sknetwork.or.jp/pdf_topics/20170323.pdf

ガス消火設備の放出後の排気方法



久留米市広域消防本部 ホームページから

<http://www.fire-city.kurume.fukuoka.jp/media/001/202003/第06%20%20%20不活性ガス消火設備.pdf>

JAFPE

安全性について

防護区画の条件

- 壁・床・天井・柱等は、不燃材
 - 開口部は消火剤放出時に自動閉鎖
 - 換気装置は消火剤放出前に停止
 - 出入り口は 避難方向開き
-
- ハロン、CO₂以外の消火剤放射時の圧力上昇を緩和する措置（避圧口）の設置

消火剤の放出時間

ハロカーボン

●ハ口ン2402 ハ口ン1211 ハ口ン1301 : 30秒

●HFC-23 HFC-227ea FK-5-1-12 : 10秒

イナートガス

●二酸化炭素 通信機器室 : 3.5分

指定可燃物　　： 7 分

その他 : 1 分

●窒素 IG-55 IG-541 : 所要量の90%以上を1分

放出時間をゆっくりする効果。建物構造を護る。消火剤の漏れを防ぐ。

窒素系：放出後のガスの置換が少ない。

消 炎 濃 度

種類	消火剤	化学式	分子量	消炎濃度 n-ヘプタン(vol%)
イナート系	二酸化炭素	CO ₂	44.0	22.0
	窒素	N ₂	28.0	33.6
	IG-541	N ₂ : 52% Ar : 40% CO ₂ : 8%	34.0	35.6
	IG-55	N ₂ : 50% Ar : 50%	34.0	37.8
フッ素系	ハロン1301	CF ₃ Br	148.9	3.4
	HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	170.0	6.4
	HFC-23	CHF ₃	70.0	12.4
	FK-5-1-12	CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂	316.0	4.8

☆消炎濃度は消火性能を表す指標の一つで、値が小さいほど消火効果が高いことを意味する。消炎濃度については、様々な研究機関により研究されているが、測定方法の一つにカップバーナー法があり、国内ではFRI(消防研究所)タイプカップバーナ装置によるデータが基準となっている。

➡ この消炎濃度の値に安全率を乗じたものを設計(消火剤)濃度としている

タワー方式の機械式駐車場に対する 各種消火剤の設置容器本数の試算

項 目	ハロン1301	HFC-23	HFC-227ea	FK-5-1-12	二酸化炭素	窒 素
駐車場の大きさ (7m×7m×25mの例)	同左	同左	同左	同左	同左	同左
防護区画の体積 m ³	1,225	同左	同左	同左	同左	同左
内容物体積 (10%と想定) m ³	—	—	—	—	—	122.5
防護空間の空間体積 m ³	1,225	同左	同左	同左	同左	1,102.5
防護区画の体積1m ³ 当たりの消火剤量 kg	0.32	0.52	0.59	0.84	0.8	
必要消火剤の量 kg	392	637	722.75	1029	980	
容器 kg/本	60	60	50	60	55	
防護区画の体積1m ³ 当たりの窒素消火剤量 m ³	—	—	—	—	—	0.516
窒素容器(83ℓ) m ³ /本	—	—	—	—	—	20.3
必要消火剤の量 m ³	—	—	—	—	—	632.1
必要容器本数 本	6.5	10.6	14.5	17.2	17.8	31.1
設置容器本数 本	7	11	15	18	18	32
二酸化炭素容器に対する比	0.39	0.61	0.83	1.00	1.00	1.78

二酸化炭素消火設備の運用上の課題①

1. 防災診断を実施し課題の解消

既存の建物の設備を専門家による総合的に危険性を顕在化する防災診断する必要がある。
設備の防災診断のための設備及び運用のチェック項目と判断基準を整備する必要がある。

2. 既存設備の安全対策

既存の設備に関してはハード的な安全対策が行き届かない。
運用を含めた維持管理の負担が高くなる。一方、使用者が危険性を理解しているか疑問が残る。
既存の設備の代替えとして、HFCなどに置き換えることが提案されている。
放出時間を10秒から30秒に緩和していただくことにより既存の配管が使用可能となるとしている。

3. 放出事故情報の共有化

非日常的な点検、設備の改修、その他の改修など作業時の誤放出事故などの情報を共有化することが望ましい。

二酸化炭素消火設備の運用上の課題②

4. ガス消火設備の工事・点検・整備等の技術向上と専門化

ガス消火設備はガス消火設備以外の消防用設備等に比較して誤放出により人命の危険性が高い。特に、既存設備では、製造会社の専門家でも経験のない設備が設置されていることもある。設備の点検作業といえども実機による経験や研修は不可欠となる。既存の古い設備に関して工事・点検整備について製造会社毎に研修済の自主認定などにも取り組むべきではないか？。

5. 施設ごとの運用マニュアルの整備と実行

ハード的な安全対策でも限界がある。手動運用でも、人的な誤操作は防げない。利用者、運用者、管理者、所有者、点検・工事者、立ち入る人すべてに情報が行き渡るようにわかりやすい運用マニュアルの整備にとりく取り組むが必要である。

駐車場等の施設における 海外の消火設備の現状

Risk Logic Inc.
牧 功三



駐車場の自動消火設備は 日本以外では水のスプリンクラー！



駐車場の防火対策の問題点は プール火災ではなく車両本体の可燃性！



NFPA88A

(Standard for Parking Structures)

駐車場の防火に関する基準

NFPA13

(Standard for the Installation of Sprinkler Systems)

スプリンクラーの設置に関する基準

NFPAとは？



- ・ 1896年にアメリカのボストンで設立された防火に関する非営利組織。
- ・ 消火設備（とくにスプリンクラー）に関する基準は世界中で広く使われている。
- ・ 建物からの避難や電気設備に関する基準も網羅している。



アメリカが行っている スプリンクラーの有効性の検証



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

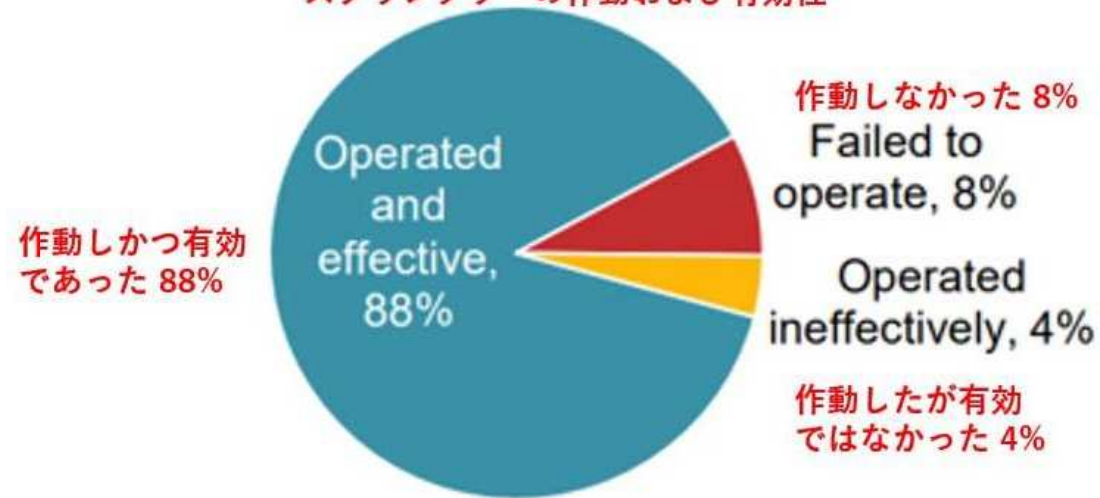
- ・ スプリンクラーが設置されている建物で火災が発生しないと有効性は検証されない
- ・ スプリンクラー普及率が高く(約10%)火災件数が多いため可能
- ・ 2017年には全米で21,246(全体の71%)の消防署がデータ収集に協力
- ・ スプリンクラーの有効性に関して毎年3万件以上のデータを収集



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

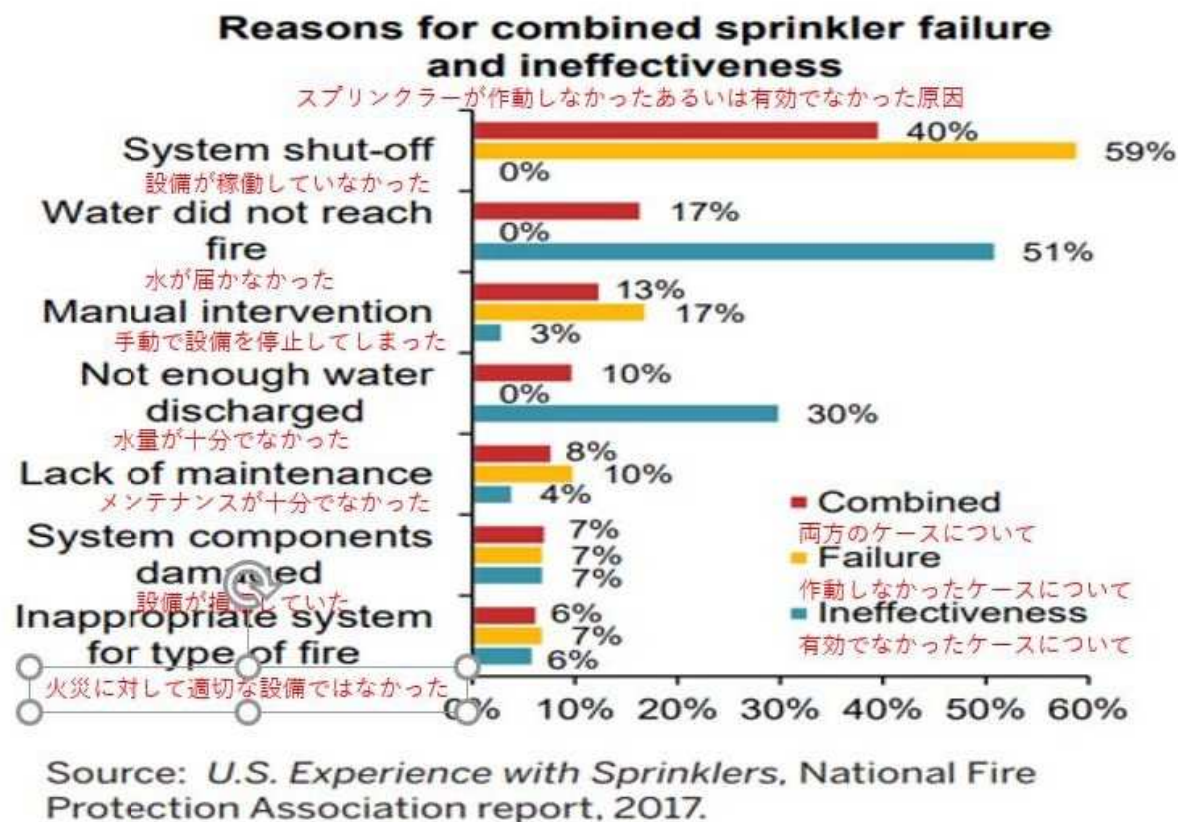
Sprinkler operation and effectiveness

スプリンクラーの作動および有効性



NFPAのウェブサイト内のSprinklers in Reported U.S. Fires during 2010 to 2014より

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



NFPAのウェブサイト内のSprinklers in Reported U.S. Fires during 2010 to 2014より

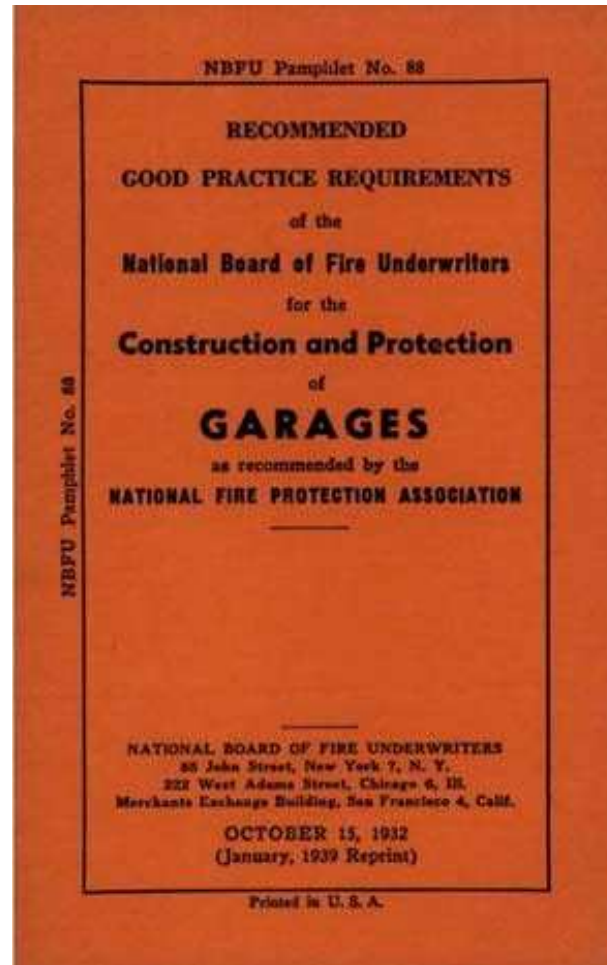


- ・ NFPA88Aは1927年に初版発行
- ・ 1932年版にスプリンクラーの要求が追加される
- ・ 駐車場の自動消火設備は一貫してスプリンクラー
- ・ 機械式駐車場にもスプリンクラー設置の要求あり



特定非営利活動法人
日本防火技術者協会

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



JAFPE



NFPA13では駐車場の可燃性を Ordinary Hazard Group 1(OH1) と規定



Ordinary Hazard Group 1(OH1)とは？



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

OH1の火災危険性を持つ防火対象の例

- (1) 駐車場および車のショールーム
- (2) パン屋
- (3) 飲料の工場
- (4) 缶詰の工場
- (5) 乳製品の工場
- (6) 電気製品の工場
- (7) ガラスおよびガラス製品の工場
- (8) ランドリー
- (9) レストランの客席
- (10) 屋根付きの車寄せ
- (11) 機械室

NFPA13 (2019)のA.4.3.5より



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

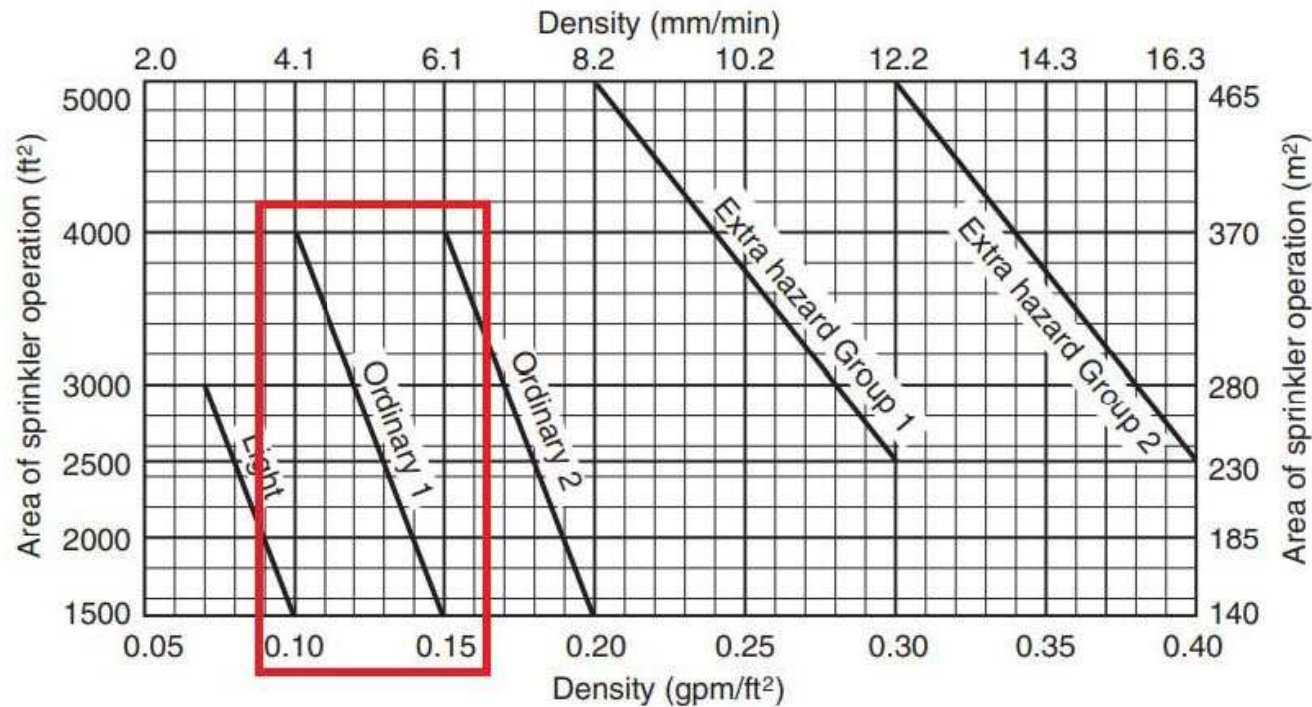


FIGURE 19.3.3.1.1 Density/Area Curves. NFPA13 (2019)



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

アメリカの駐車場におけるスプリンクラーの作動状況 (2014-2018の5年間の年平均)	
火災がスプリンクラーを作動させる に至るまで大きくなかった	12件
作動してかつ有効だった	12件
作動したが有効ではなかった	1件
作動しなかった	1件

Sprinklers in Commercial Garage Fires (by Marty Ahrens, NFPA, February 2020)より



アメリカの駐車場火災で
スプリンクラーが有効であった割合

$$12 / 14 = 85.7\%$$



ガソリンに水をかけたら
火災を拡大させないのか？



Fire spread in car parks – BD2552

(イギリスにおける駐車場の実物大火災試験)



- ・ イギリスのコミュニティ・地方自治省が2007～2009年にかけて実施
- ・ 駐車を模した6×12mのスペースに3台の車（中・小型車）を並べた状態で試験を行った
- ・ スプリンクラーは車両間の延焼を防ぐのに有効

以下のURLから報告書をダウンロード可能

<https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20120919132719/http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/1795610.pdf>
f

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



Fire spread in car parks – BD2552より

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



Fire spread in car parks – BD2552より



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

- ① スプリンクラーなしで小型～中型車
1台目に着火後、2台目に延焼するまで20分、
2台目から3台目に延焼するまで1分（計21分） - ここで試験終了
- ② スプリンクラーありで小型～中型車
1台目に着火後、4分後にスプリンクラーが作動、
2台目と3台目には延焼せず1時間後に鎮火
- ③ スプリンクラーなしで中型～大型車
1台目に着火後、2台目に延焼するまで9分、
2台目から3台目に延焼するまで1分（計10分） - ここで試験終了

Fire spread in car parks – BD2552より



イギリス リバプールの駐車場火災 (2017年12月31日)

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



Fire Investigation Report 382-17 Kings Dock Car Park Monarch Quay Liverpoolより

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



NFPA Journal March/April 2019より

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて



NFPA Journal March/April 2019より



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

- ・ エコアリーナ横のKings Dock駐車場で発生
- ・ 8階建ての建物で最大1,600台収容
- ・ 1,309台の車が被災(リバプール市の報告書より)
- ・ 死傷者はゼロ
- ・ スプリンクラーはなし
- ・ 損害額は推定2,000万ポンド（31億円）



**最近の車には大量のプラスチックが使用
されており燃えやすくなっている！**



二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

- ・ 現代の乗用車において、プラスチックは体積の50%を占めるがその重量は10%にすぎない。
- ・ アメリカでは燃費規制により、各自動車メーカーは2025年までに平均の燃費を54.5 mile/gallon (23.3 km/liter) に引き上げなければならない。
- ・ 車1台あたりのプラスチック使用量が2014年には200 kgであったが2020年には350 kgになるとしている。

NFPA Journal March/April 2019より



フランスの駐車場火災で燃えた車の台数

1995-1997

6台以上: 1‰

8台以上: 0%

2010-2014

6台以上: 8‰

8台以上: 6%

NFPA Journal March/April 2019より



フランスの駐車場火災で消火に費やした時間

1997

1時間以内: 95%

2時間以上: 1%以下

2010-2014

1時間以内: 40%

2時間以上: 30% (4時間以上が10%)

NFPA Journal March/April 2019より



暫定的な措置として、NFPA13の2022年度版における駐車場の火災危険性を、
OH1(Ordinary Hazard Group 1)から
OH2(Ordinary Hazard Group 2)へと変更予定

二酸化炭素消火設備による事故の再発防止に向けて

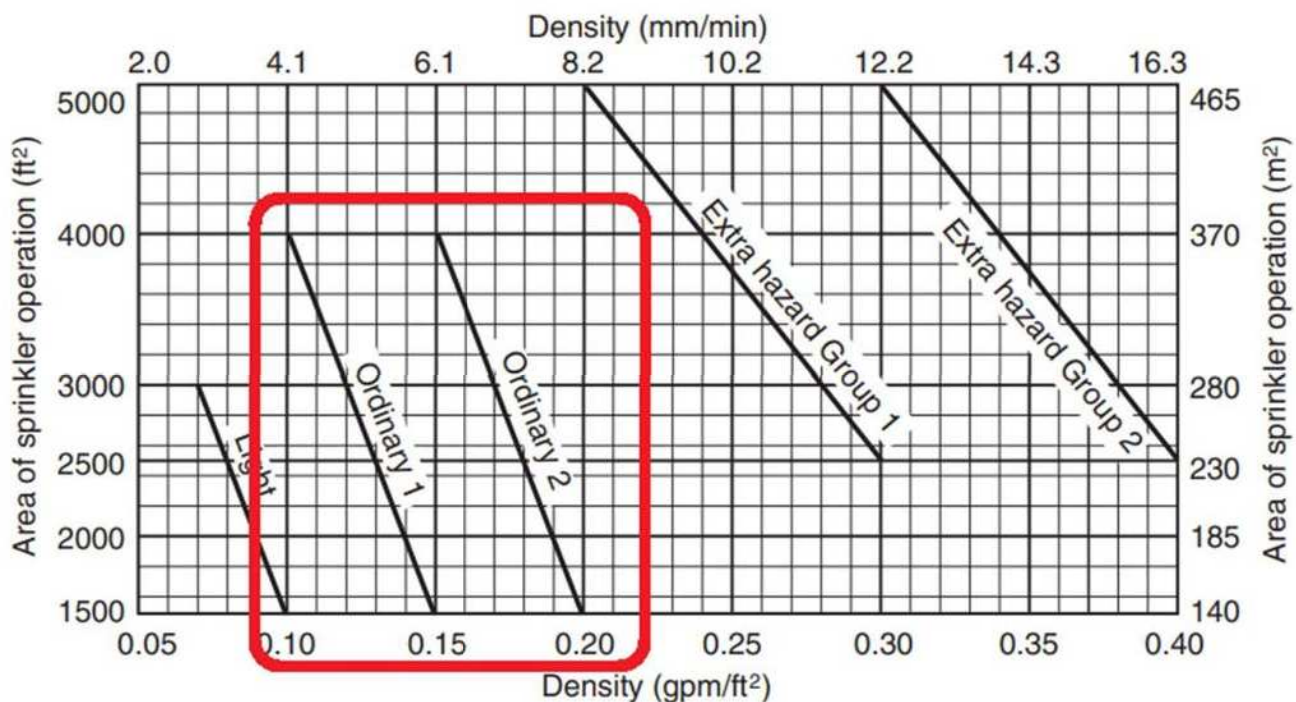


FIGURE 19.3.3.1.1 Density/Area Curves. NFPA13 (2019)

二酸化炭素消火設備による事故の防止対策について

東京理科大学総合研究院 関澤 愛

発表の項目と流れ

消防庁の動きについて

- 1) CO₂消火設備による過去の事故実態の分析
- 2) CO₂消火設備についての事故タイプ別の安全対策
- 3) 消火剤別ガス消火設備の設置状況
- 4) 全域放出方式のCO₂消火設備の安全対策の概要
- 5) 事故防止対策を考える

CO₂消火設備の安全対策を検討 消防庁、死亡事故受け

2021年5月11日 20:52 (日本経済新聞)

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0UE11AIIOR10C21A5000000/>

二酸化炭素消火設備による死亡事故が相次いだことを受け、総務省消防庁は2021年5月11日、再発防止策の検討に着手した。

有識者検討会で全国の設置状況を調べ、事故が起きた経緯も検証。誤作動などにつながった要因を分析し、安全確保に向けた具体策を探る。年内をめどに報告書をまとめる。

全国でどの程度設置されているのか詳細なデータがないため、有識者検討会は今後、設備の設置場所や設置年数などを全国的に調査。過去に起きた事故の経緯も改めて調べ、こういったケースで誤作動が起きたかなど想定されるリスクを洗い出す。

1) CO₂消火設備の誤放出による過去の事故実態

表 1990年以降の駐車場等における二酸化炭素消火設備の主な事故事例

タイプ	関与者	死傷者	施設用途	背景にある要因	対策
A	点検業者と管理人	軽症者2名	地下1階駐車場	消火設備点検業者による致命的な単純ミス	点検業者の技能、適格性の徹底
A	点検業者	重症2名、中等症1名、 軽症1名	機械式駐車場	設備が旧く安全対策の欠如も事故の一要因、 点検実施に伴う事前準備の不足	点検業者の技能、適格性の徹底
A	点検業者	死者2名、負傷者1名	機械式地下駐車場	ビルメンテナンス業者による知識・経験不足による 操作ミス	点検業者の技能、適格性の徹底
B	空調設備工事業者	死者1名	地下の発電機室	消防設備と無縁の工事作業関係者による不用意 な作業によるミス	駐車場での工事作業における注意の徹底
B	別の設備工事業者	死者1名、負傷者10名	立体駐車場	消防設備と無縁の工事作業関係者による不用意 な作業によるミス	駐車場での工事作業における注意の徹底
B	内装の工事業者	死者4名、重傷者1名	地下駐車場	消防設備と無縁の工事作業関係者による不用意 な作業によるミス	駐車場での工事作業における注意の徹底
C	警備員	なし	立体駐車場	設備に不慣れな警備員による操作ミス	誤操作による放出防止の安全システム
C	管理人	なし	立体駐車場	設備に不慣れな駐車場管理人による操作ミス	誤操作による放出防止の安全システム
C	駐車場利用者	死者2名	立体駐車場	駐車場利用者の知識不足。警備員にCO2消火設 備の設置が周知されていなかった。	誤操作による放出防止の安全システム
C	駐車場利用者	死者1名	立体駐車場	駐車場利用者がCO2消火設備の設置を知らず、知 識が不足していた。	誤操作による放出防止の安全システム
C	駐車場利用者	軽症1名	立体駐車場	駐車場利用者が、誤って手動起動装置を操作。 CO2消火設備の設置を知らなかった。	誤操作による放出防止の安全システム
C	駐車場利用者	中等症1名	立体駐車場	駐車場利用者が、誤って手動起動装置を操作。配 管の区画貫通部分の埋め戻しが不十分であったた め、管理人室に二酸化炭素が漏洩した。	誤操作による放出防止の安全システム

1) CO₂消火設備の誤放出による過去の事故実態の分析（表1）

- CO₂消火設備の誤放出による過去の事故12事例を事故の発生タイプ別に分けると、

タイプA: 消火設備点検業者の知識・経験不足による操作ミス

タイプB: 消防設備と無縁の工事関係者による作業ミス

タイプC: 消火設備を知らない、あるいは不慣れな管理人、警備員、さらに駐車場利用者の誤操作。

- 12事例のうち、タイプAは3例（25%）、タイプBは3例（25%）、そして、タイプCは6例（50%）である。
- 死者の発生した6例のうち5例は、タイプB、タイプCである。

1) CO₂消火設備の誤放出による過去の事故実態の分析 (つづき)

- CO₂消火設備点検業者による点検作業中の操作ミスによる誤放出事故は全体の25%に過ぎず、大半の事故は消火設備とは縁のない、あるいは専門知識を有しない人による誤操作が原因である。
- また、後者のタイプB、タイプCの事故において、死亡事故が多いことから、CO₂消火設備の点検時の有資格者の立会いの義務付け、個別安全対策などの対症療法だけでは事故防止対策としては不十分。
- そもそも、タイプB、タイプCの事故防止対策が困難であるとするれば、少なくとも今後の新規のCO₂消火設備の使用の原則禁止を考えるべきではないだろうか。

2) CO₂消火設備についての事故タイプ別安全対策

表 二酸化炭素消火設備の事故タイプ別の安全対策

事故のタイプ	過去の誤放出事故のパターン	安全対策（消防庁の通知等から）
A	点検時の操作ミスによる誤放出	・閉止弁の設置
B	建物改修工事（ハツリ・貫通工事等）を原因とする電気回路の短絡による誤放出	・短絡事故防止回路の付加 ・他の設備機器の設置工事、改修工事等が行われる場合には、第三類の消防設備士又はCO ₂ 消火設備を熟知した第一種の消防設備点検資格者が立会う
C	消火設備を知らない、あるいは不慣れな管理人、警備員、駐車場利用者の誤操作	・防止対策は困難か？ 原則としてCO ₂ 消火設備の禁止が抜本的対策 ・作動ボタン操作の冗長性と音声確認による誤操作の気づきを促す対策が必要
D（共通）	感知器の非火災報による誤放出	・2種類の火災感知器のAND回路の作動信号による冗長システムによる防止
	二酸化炭素放出時の隣接区画への漏洩による人身事故	・隣接区画に対して消火剤が防護区画内に放射される旨を知らせる音響警報装置および放出表示灯の設置 ・消火剤を安全な場所に排出するための措置
	誤作動後の事故回避対策 ・作動後の緊急停止措置 ・音響警報による周知と避難の呼びかけ	・作動時に音響警報装置が作動する。 ・作動に引き続き、容器弁又は放出弁開放装置の作動までの時間が20 秒以上となる遅延時間 ・20 秒以上の遅延の間に、放出停止操作を行ったとき放出起動が作動停止 ・閉止弁の設置
	事故の基本的防止 ・設置の原則禁止 ・他の消火設備への転換	・不特定の人が入り出る場所への全域放出方式の二酸化炭素消火設備の原則設置禁止 ・他のガス消火設備、泡消火設備、水噴霧消火設備への転換 ・海外の例に学び、スプリンクラー設備の導入を許容する

3) 消火剤別ガス系消火設備の設置状況

駐車場に設置される消火剤別ガス系消火設備の年別設置状況（2007～2009）

文献）消防庁：高層機械式立体駐車場におけるガス系消火設備のあり方検討会報告書（平成23年3月），p.4より

年	不活性ガス系消火設備				ハロゲン化物消火設備			合計(件数)
	二酸化炭素	新ガス系消火設備			ハロン1301	新ガス系消火設備		
		IG-541	IG-55	窒素		HFC-227ea	HFC-23	
2007	219	2	5	20	158	4	4	412
	53.2	0.5	1.2	4.9	38.3	1.0	1.0	
2008	416	1	1	29	101	6	0	554
	75.1	0.2	0.2	5.2	18.2	1.0	0.0	
2009	194	1	1	40	44	3	2	286
	67.8	0.3	0.3	14	15.4	1.0	1.0	
合計	829	4	7	89	303	13	7	1252
	66.2	0.6	0.6	7.1	24.2	1.0	0.6	

4) 全域放出方式消火設備の安全対策の概要

電路の短絡による 誤放出防止機能つく制御盤

断線、短絡、地絡の各検出器により、操作回路の状態を常時監視し、短絡等による異常な放出信号を遮断し、警報を出力します。

閉止弁の開・閉表示機能 つきの操作箱

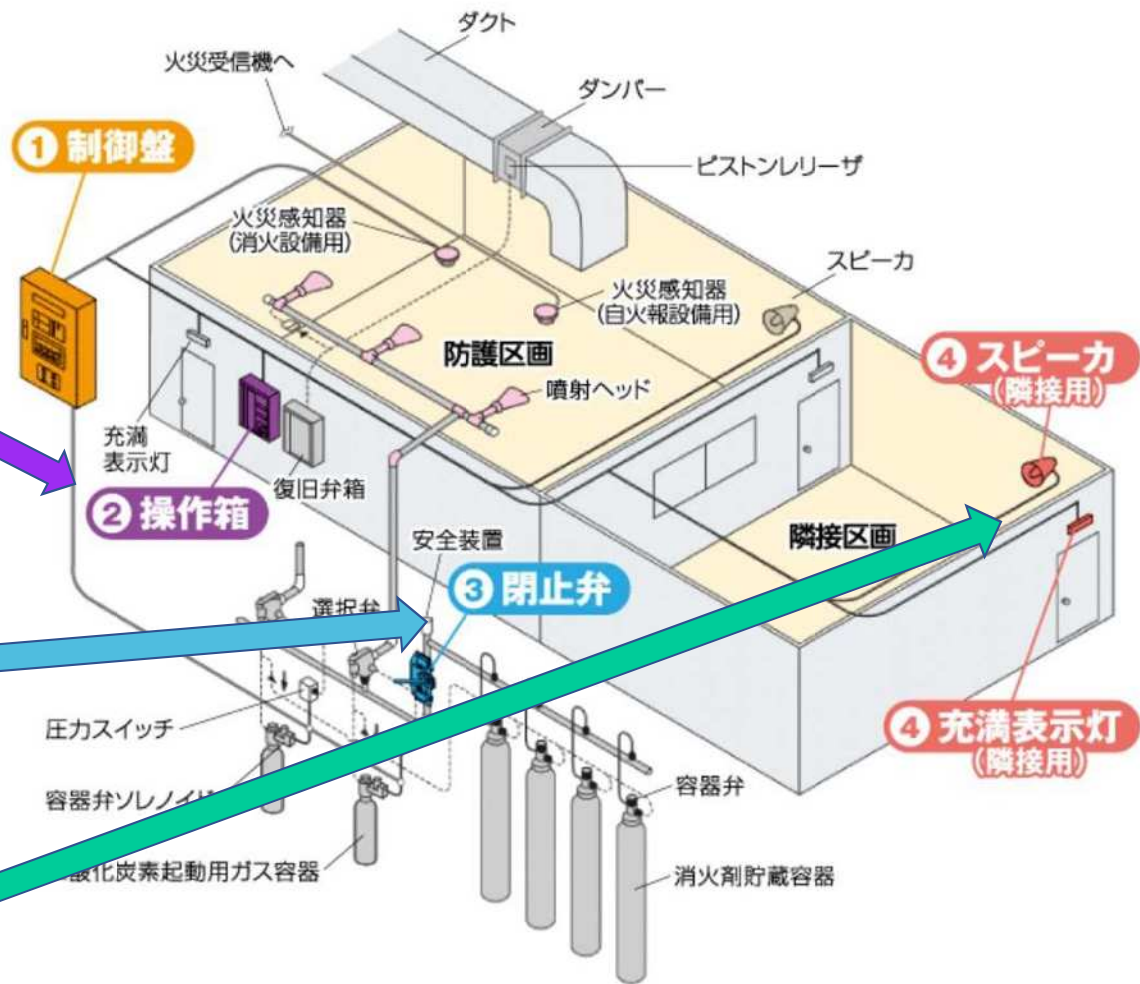
操作箱に付加した閉止弁の開・閉の表示窓により、防護区画入口で閉止弁の状態を確認することができます。また当社の操作箱は「カウントダウン・デジタルタイマー」機能付きで、放出までの残り秒数を表示します。

点検時に消火剤の 放出を遮断する閉止弁

万一、作業中に設備が起動しても、閉止弁が閉まっていれば消火剤は防護区画に放出されません。

隣接区画への注意喚起

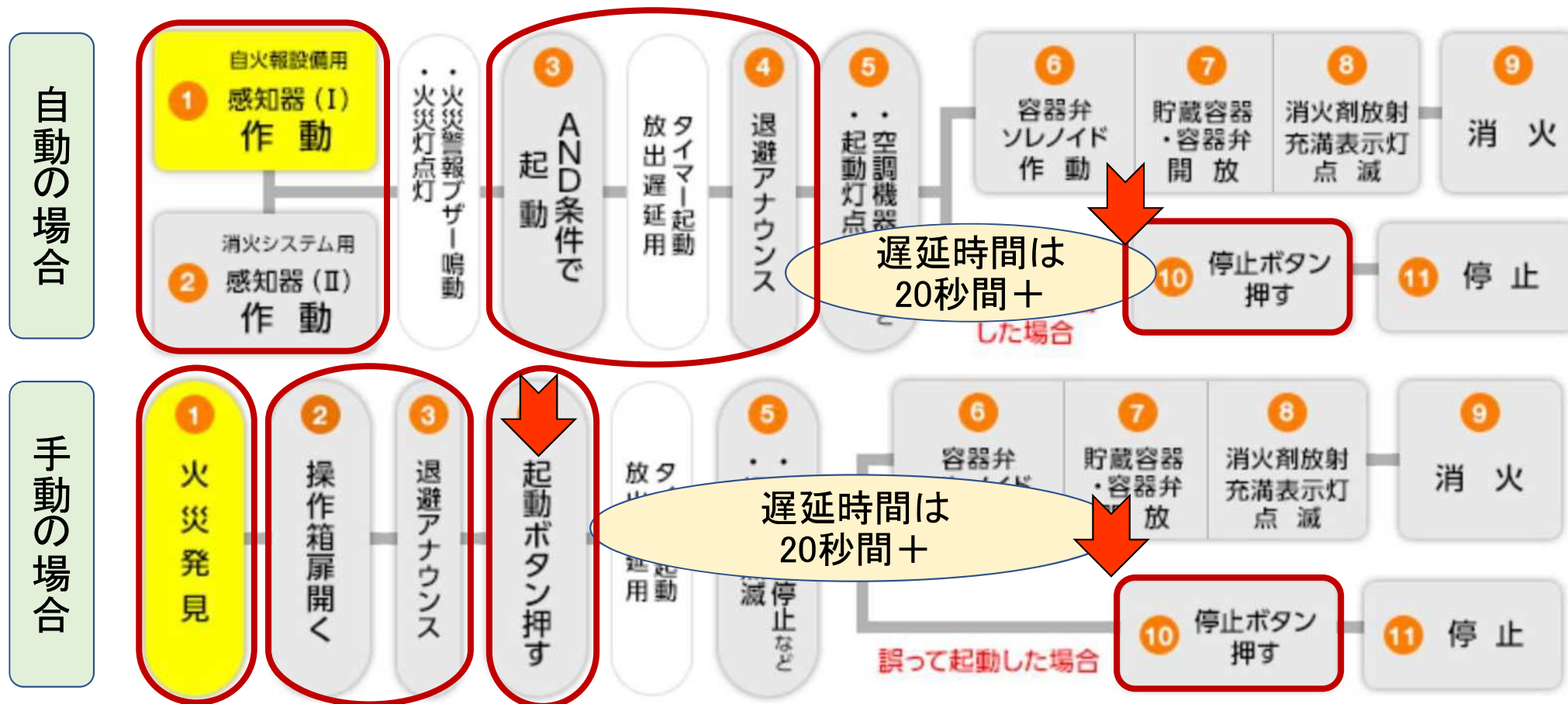
防護区画に放出された消火剤は開口部を通じて漏れます。隣接区画内にスピーカと充満表示灯を設置し注意喚起を促します。



(株)コーアツのHPから

<https://www.koatsu.co.jp/ss/carbondioxide.php>

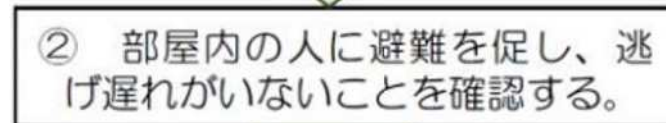
火災発生から消火開始あるいは停止までの流れ



短時間で致死濃度に達する危険性を知らなければ迅速な対応は期待薄



操作箱(盤)にも、メーカーによって様々なデザインがあり、起動ボタンの位置や非常停止ボタンの位置も様々で統一がとれていないようである。





5) 事故防止対策を考える

事故防止対策を考える際の留意点（必要六か条）

- (1) 事故のタイプ別に防止対策を考える必要
- (2) 既存設備の設置年代別の対応が必要（既存不適格対策）
- (3) 設置施設（空間や用途）別の対応が必要
- (4) 指導、啓発すべき相手（対象者）別の対応が必要
- (5) 対策の実効性や普及可能性、経済性の考慮も必要
- (6) 個別対処的対応から抜本的な事故防止への転換が必要
（SPの導入を視野に入れるべきではないか）

(1) タイプAの事故に対して

- ・消火設備点検業者が対象であり、既存の種々の対策により点検作業時の安全は一定の水準にまで確保されているとみることができる。
- ・しかしながら、今年1月に東京都で発生したビル地下駐車場での事故で2名の死者が出ているように、消火装置工業会等に対する引き続き注意喚起、作業手順遵守の徹底が今後も必要である。

(2) タイプBの事故に対して

- ・駐車場の所有者、管理者、駐車場での工事を行う業者団体、および立体駐車場工業会等への消火設備の特性、とくにCO2消火設備のリスクの周知、および作業時の注意喚起や作業手順の徹底を行う必要がある。
- ・消防以外の関連行政機関による安全指導や協力も重要ではないか。

(3) タイプCの事故に対して

- ・設置されている消火設備の種類やその危険性まで、住民や一時的な駐車場利用者に周知するのは困難。
- ・死に至る危険性を知らなければ、緊急停止操作や退避への理解も乏しいと考えざるを得ない。(根本的対策は困難ではないか)

(1) 既存の消火設備に対して

- 古い既存不適格の設備に対しては現在の安全対策の遡及適用実施、または、ガイドラインに沿った対策実施を促す指導・奨励策
- 既存設備の更新時期、あるいは施設の改修時期を機会に、別のガス消火設備への転換を奨励する
- 誤放出防止の冗長システム、あるいは遅延時間、退避アナウンス、誤操作後の緊急停止操作について、より安全側のシステムの開発とその普及が必要ではないか(後付け設置が可能なもの)

(2) 新規設置の場合に対して(原則禁止に踏み出すべきではないか)

- CO₂消火設備の危険性を知らない人の存在は解消できない
- 誤作動や誤操作の際に冗長的な緊急安全システムがあっても、死に至る危険性を知らなければ停止や退避への理解も乏しい
- 新規は原則禁止とし、他の消火設備の転換、導入の容易化を図る
(海外で認められているSP導入の検討は不可避ではないか)