



ガス系消火設備の現況及び今後

～二酸化炭素消火設備の安全対策について～



名前決定
「しょうすけ」です

第三部会技術分科会 主査 赤穂 徹

令和4年10月

目次

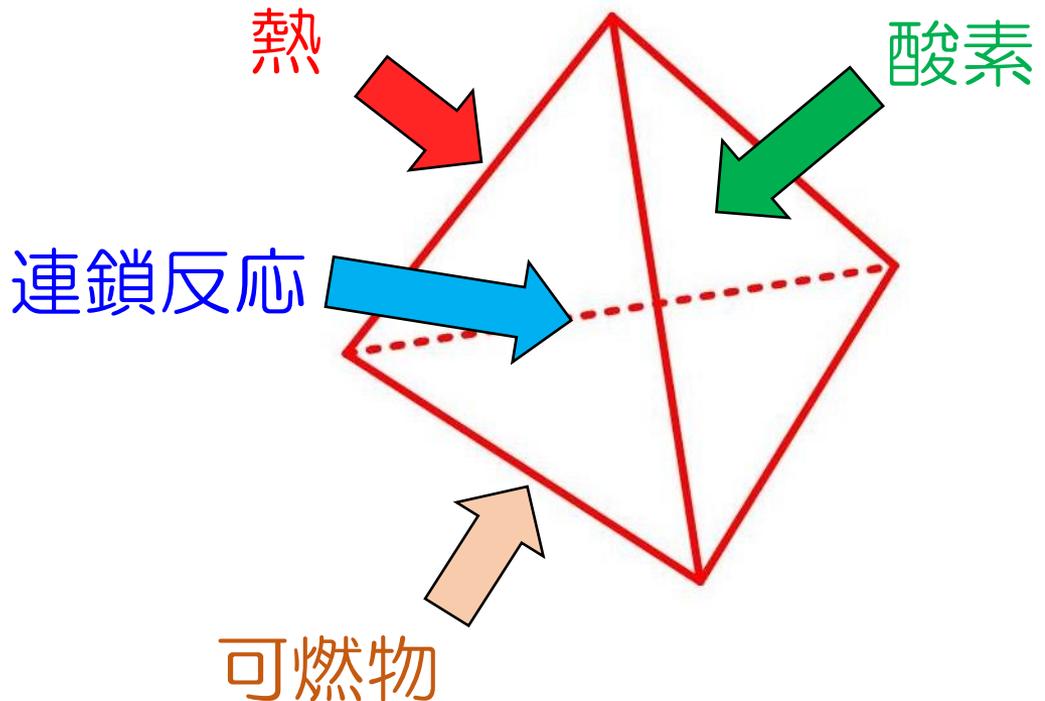
- | | |
|---|------------------|
| 1 | ガス消火設備の概要 |
| 2 | 二酸化炭素の危険性 |
| 3 | ガス消火設備の変遷と進化 |
| 4 | 二酸化炭素消火設備のシステム構成 |
| 5 | 二酸化炭素消火設備の安全対策 |
| 6 | 点検時の安全措置 |
| 7 | 最近の事件事例と安全対策強化 |
| 8 | 今後のガス消火設備について |

1. ガス消火設備の概要

燃焼の4要素 

燃焼の原理は4つの要素があり、ピラミッドで例えられる

- 可燃物
- 酸素
- 熱（温度）
- 連鎖反応



消火を行うためには

4要素のうち、一つ（または二つ以上）を取り去ることができれば、消火できる

- 可燃物
- 酸素
- 熱（温度）
- 連鎖反応



必要な消火剤は、

水 ・ 泡 ・ ガス ・ 粉末

水系消火設備のデメリット

- 水損 非火災部分も含めた広範囲の水濡れ
- 汚損 消火剤による汚れ、損傷
- 感電 電気機器の感電、短絡等のおそれ

ガス消火設備のメリット

- 消火剤自体は油類、金属類、電気絶縁物等に化学変化を及ぼさない
- 消火剤による汚損が無い
- 気体であるため、どのような隙間にも浸透し、複雑な形状の機器でも消火できる
- 電気絶縁性に優れ、電気機器に安心して使用できる
- ガス自体の圧力で放出し、他の動力源を必要としない

消火設備の種類

種類	水系	泡系	ガス・粉末
主な設備	スプリンクラー設備 屋内消火栓設備等	泡消火設備	<p>不活性ガス消火設備 (二酸化炭素、窒素、IG-541、IG-55)</p> <p>ハロゲン化物消火設備 (ハロン1301、HFC-227ea、HFC-23、FK5-1-12)</p> <p>粉末消火設備 第一種、二種、三種、四種</p>
消火方法	冷却消火	冷却+窒息消火	<p>窒息+冷却 消火</p> <p>連鎖反応抑制 消火</p>
主な用途	一般の建物	水では消火困難な用途	
		<ul style="list-style-type: none"> • 危険物施設 • 駐車場等 	
主な用途	人がいる居室関係	水を好まない用途	
		<p>通信機器室、電気室 資料室 等</p>	

消火設備の種類

ガス消火剤の種類と消火原理

	不活性ガス	ハロゲン化物	粉末
ガスの種類	<ul style="list-style-type: none"> • 二酸化炭素 • 窒素 • IG-541 • IG-55 	<ul style="list-style-type: none"> • ハロン1301 • HFC-227ea • HFC-23 • FK-5-1-12 	第一種 第二種 第三種 第四種
消火原理	酸素希釈、冷却（二酸化炭素のみ）	燃焼反応の抑制	同左

消火設備の種類

ガス消火設備の放出方式

ガス消火設備

固定式



設備全体が固定されている

移動式



二酸化炭素、ハロン
1301、粉末

ホースリール又はホース架を用いる

全域放出方式

防護区画内全体に放出

二酸化炭素、ハロン
1301及びすべての
ガス、粉末

局所放出方式

防護区画内の消火対象
物に向けて放出

二酸化炭素、ハロン
1301、粉末

ガス消火剤の特性

	不活性ガス消火剤				ハロゲン化物消火剤			
消火剤	二酸化炭素	窒素	IG-541	IG-55	ハロン1301	FK-5-1-12	HFC-227ea	HFC-23
消火原理	酸素希釈冷却	酸素希釈	酸素希釈	酸素希釈	燃焼連鎖反応抑制	燃焼連鎖反応抑制	燃焼連鎖反応抑制	燃焼連鎖反応抑制
オゾン破壊係数 (ODP)	0	0	0	0	10	0	0	0
地球温暖化係数 (GWP)	1	0	0.08	0	6290	<1	3350	12400
貯蔵状態	液体	気体	気体	気体	液体窒素加圧	液体窒素加圧	液体窒素加圧	液体
消炎濃度 (%)	22	33.6	35.6	37.3	3.4	4.8	6.4	12.4
設計濃度 (%)	34	40.3	37.6	37.9	5	5.8	7.0	16.1
LOAEL (%)	-	52	52	52	7.5	<10	10.5	>30
消火剤濃度の上限値 (%)	-	52	52	52	10	10	9	24
消防法による避圧措置	不要	要	要	要	不要	要	要	要
人体への影響 (消火剤自体)	有り	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し

ガス消火設備の設置対象

防火対象物又はその部分	大きさ
道路	屋上 $\geq 600\text{m}^2$ 屋上以外 $\geq 400\text{m}^2$
自動車修理工場、整備場	地階 $\geq 200\text{m}^2$ 1階 $\geq 500\text{m}^2$ 2階以上 $\geq 200\text{m}^2$
駐車場	地階 $\geq 200\text{m}^2$ 1階 $\geq 500\text{m}^2$ 2階以上 $\geq 200\text{m}^2$ 屋上 $\geq 300\text{m}^2$
機械式駐車場	10台以上
発電機、変圧器その他電気設備が設置されている部分	$\geq 200\text{m}^2$
鍛造場、ボイラー室、乾燥室その他多量の火気を使用する部分	$\geq 200\text{m}^2$
通信機器室	$\geq 200\text{m}^2$

駐車場はガス
 消火設備を
 熟知していな
 い人が入室す
 る可能性あり



事故が発生し
 た場合の被害
 が大きい

ガス消火設備の設置対象

消火剤により、設置可能な防火対象物は異なる

	防火対象物又はその部分		不活性ガス	ハロゲン化物
全域 放出方式	鍛造場、ボイラー室、乾燥室その他多量の火気を使用する部分、ガスタービン発電機、指定可燃物		<ul style="list-style-type: none"> • 二酸化炭素 	<ul style="list-style-type: none"> • ハロン1301
	その他の防火対象物又は部分	1000m ² 以上 3000m ³ 以上	<ul style="list-style-type: none"> • 二酸化炭素 	<ul style="list-style-type: none"> • ハロン1301
		その他のもの	<ul style="list-style-type: none"> • 二酸化炭素 • 窒素 • IG-541 • IG-55 	<ul style="list-style-type: none"> • ハロン1301 • HFC-227ea • HFC-23 • FK-5-1-12
局所 放出方式			<ul style="list-style-type: none"> • 二酸化炭素 	<ul style="list-style-type: none"> • ハロン1301

2.二酸化炭素の危険性

一酸化炭素と二酸化炭素

■一酸化炭素 (CO)

一酸化炭素の毒性については、広く知られている。

一酸化炭素は、空気中における濃度が0.02% (200ppm) に上昇すると頭痛などが起こる。

さらに、濃度が上がると吐き気、めまいなどの中毒症状が進み、最悪の場合、死に至ると言われている。

■二酸化炭素 (CO₂)

二酸化炭素は、大気中に元々含まれていることや、人間の呼吸によっても発生すること等から広く知られているが、危険性についての認識は薄いのが現状。

ごく低濃度では人体に影響がないが、高濃度になると人体への影響がある。

二酸化炭素消火剤の毒性

(平成8年9月20日 消防予第193号 消防危第117号より)

参考値

二酸化炭素の濃度(%)	症状発現までの暴露時間	人体への影響	【参考】酸素の濃度(%)
大気中の二酸化炭素濃度 ≒ 0.035%			
<2%	—	はっきりした影響は認められない	>20.6%
2~3%	5~10分	呼吸震度の増加、呼吸数の増加	20.4~20.6%
3~4%	10~30分	頭痛、めまい、悪心、知覚低下	20.2~20.4%
4~6%	5~10分	上記症状、過呼吸による不快感	19.7~20.2%
6~8%	10~60分	意識レベルの低下、その後意識喪失へ進む、ふるえ、けいれんなどの不随意運動を伴うこともある	19.3~19.7%
8~10%	1~10分	同上	18.9~19.3%
10%<	<数分	意識喪失、その後短時間で生命の危険あり	<18.9%
30%	8~12呼吸	同上	14.7%

二酸化炭素（全域放出）の設計濃度は34%。その時の酸素濃度は約14%。窒素消火設備放出時の酸素濃度は約12.5%。

二酸化炭素の事故は、酸欠（低酸素）が原因ではない。

高濃度の二酸化炭素自体に毒性がある。

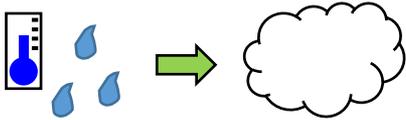
二酸化炭素放出後の視界

二酸化炭素 放出時の視界

二酸化炭素
放出後

放出前

二酸化炭素が放出されると、空気中の水分が霧化し、一瞬で白濁して視界は奪われる。



時間経過とともに透明になるが、依然として高濃度の二酸化炭素が充満した状態。
十分な換気が確認されるまで絶対に入室してはならない。



3.ガス消火設備の変遷と進化

黎明期（～1930年代）

米国

1914年 米国にて電話設備の消火用として炭酸ガス消火器が開発された
（二酸化炭素消火設備の原形？）

1924年 米国においてNFPA（米国防火協会）により二酸化炭素消火設備が
規格化される

日本

1933年（S8） 船舶安全法の公布により、船舶への二酸化炭素消火設備が義務付け
られる

・二酸化炭素消火設備の国産化開始

・軍用艦を含む船舶、電力会社の発電機室、変電器室等を中心に、
国内に二酸化炭素消火設備が普及する

発展期（1940～1970年代）

1948年
(S23)

消防法公布

二酸化炭素消火設備は船舶から、発電所、変電所、工場関係の危険物施設等へ、着実に設置実績を増やす

1961年
(S36)

施行令、施行規則が公布（二酸化炭素消火設備は『不燃性ガス消火設備』として基準化）
※同施行令により駐車場、通信機械室、危険物等が設置すべき防火対象物として定められた

この法令化を契機に一般施設への二酸化炭素消火設備の設置が増加

1960年代 米国では既に軍用として採用されていたハロン消火設備が一般の建築物に使用する動きがあり1970年にNFPAに基準化

国内でもハロン消火剤の研究、開発、実験を実施

1974年
(S49)

施行令、施行規則の大改正（ハロン消火設備の法令化）

以降、ハロン消火設備は高い安全性と消火性能から主流となり急速に普及を始める

二酸化炭素消火設備の誤放出事故発生

- ・ 仙台市オフィスビル駐車場（1971）
- ・ 自由民主党会館地下駐車場
- ・ 住友新橋ビル地下駐車場（1974）

転換期（1980～1990年代）

- 1985年 『オゾン層保護のためのウィーン条約』
- 1987年 『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』
- 1991年 消防庁から『ハロン消火設備の使用抑止、二酸化炭素の安全対策に関する通知』が出される
(H03) 通称：「抑制通知」
- 1992年 モントリオール議定書締結国会議（第4回）において、1994年からハロン消火剤の生産廃止が決定
- 1993年 ハロンバンク推進協議会の設立（特定非営利活動法人消防環境ネットワーク）

国際的なハロン消火剤規制

業界では新しい消火剤（ハロン代替消火剤）の調査・研究

二酸化炭素消火設備
 の誤放出事故発生
 ・池袋立体駐車場
 1995

- 1995年 二酸化炭素消火設備の安全対策に関する規制の強化開始
(H07)

5種類の新ガス消火剤（窒素、IG-541、IG-55、HFC227ea、HFC23）の開発完了、販売体制の確立

ガス系消火設備等評価委員会による評価制度開始（特例32条による設置）

評価制度を利用した新ガス5種の販売を開始

新ガスは高い環境性能、安全性、消火性能から主流となる



成熟期（2000～現在）

2001年 施行規則19条、20条改正 **（評価実績、知見の蓄積により5種類の新ガスが基準化される）**
(H13) ※ただし、1000m²、3000m³以上の区画、常時有人の区画、ガスタービン発電機、多量の火気を取り扱う部分については、評価実績等の理由から基準化を見送られた。

新ガス消火剤（5種類）の設置実績が、法令化により加速

2010年 施行規則20条改正（新たな消火剤としてFK-5-1-12が追加される）

2019年 特殊消火設備の設置基準等に係る検討部会
(R01)

閉鎖型水噴霧消火設備、放射時間を延長した不活性ガス消火設備の検討

二酸化炭素消火設備の誤放出事故発生

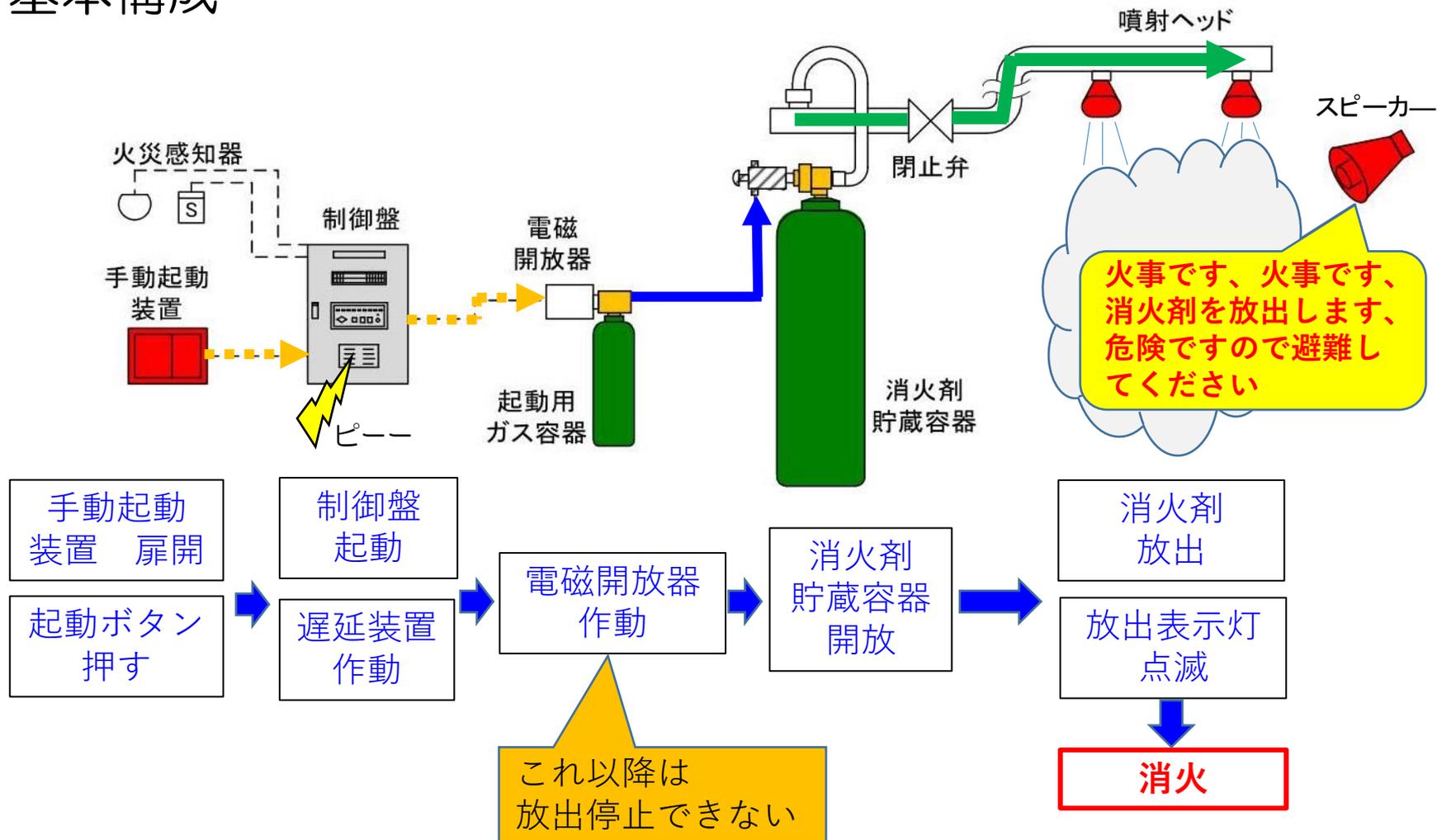
- ①2020年12月22日 愛知県名古屋市
ホテル立体駐車場 駐車場メンテナンス作業中
- ②2021年1月23日 東京都港区
オフィスビル地下駐車場 消火設備点検作業中
- ③2021年4月15日 東京都新宿区
共同住宅地下駐車場 天井ボードの張替え作業中

2021年 **二酸化炭素消火設備のさらなる安全対策の検討 ⇒2022.3月 検討結果報告書**

2022年 **安全対策のための法令改正、ガイドラインの発出**

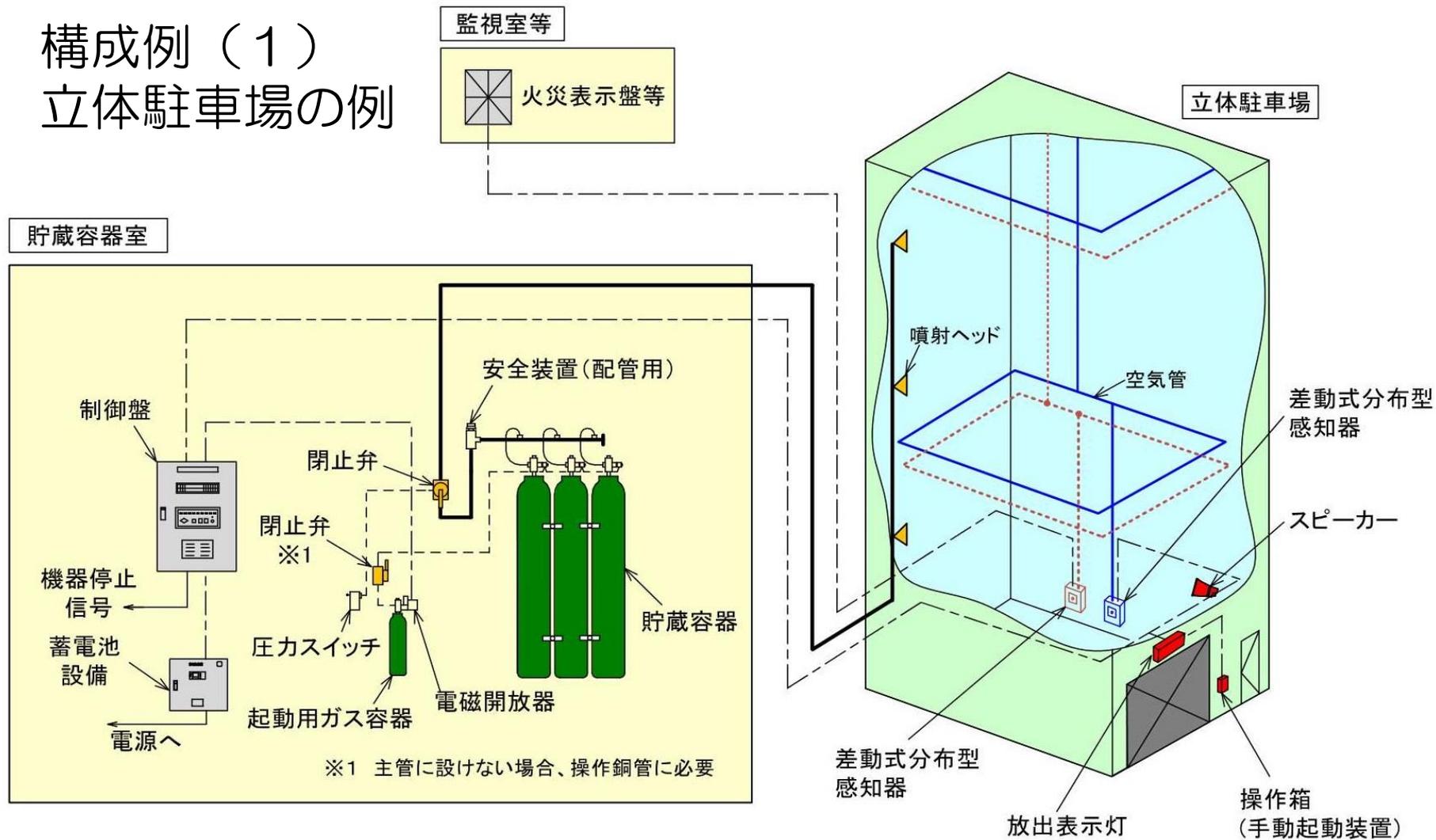
4. 二酸化炭素消火設備のシステム構成

基本構成

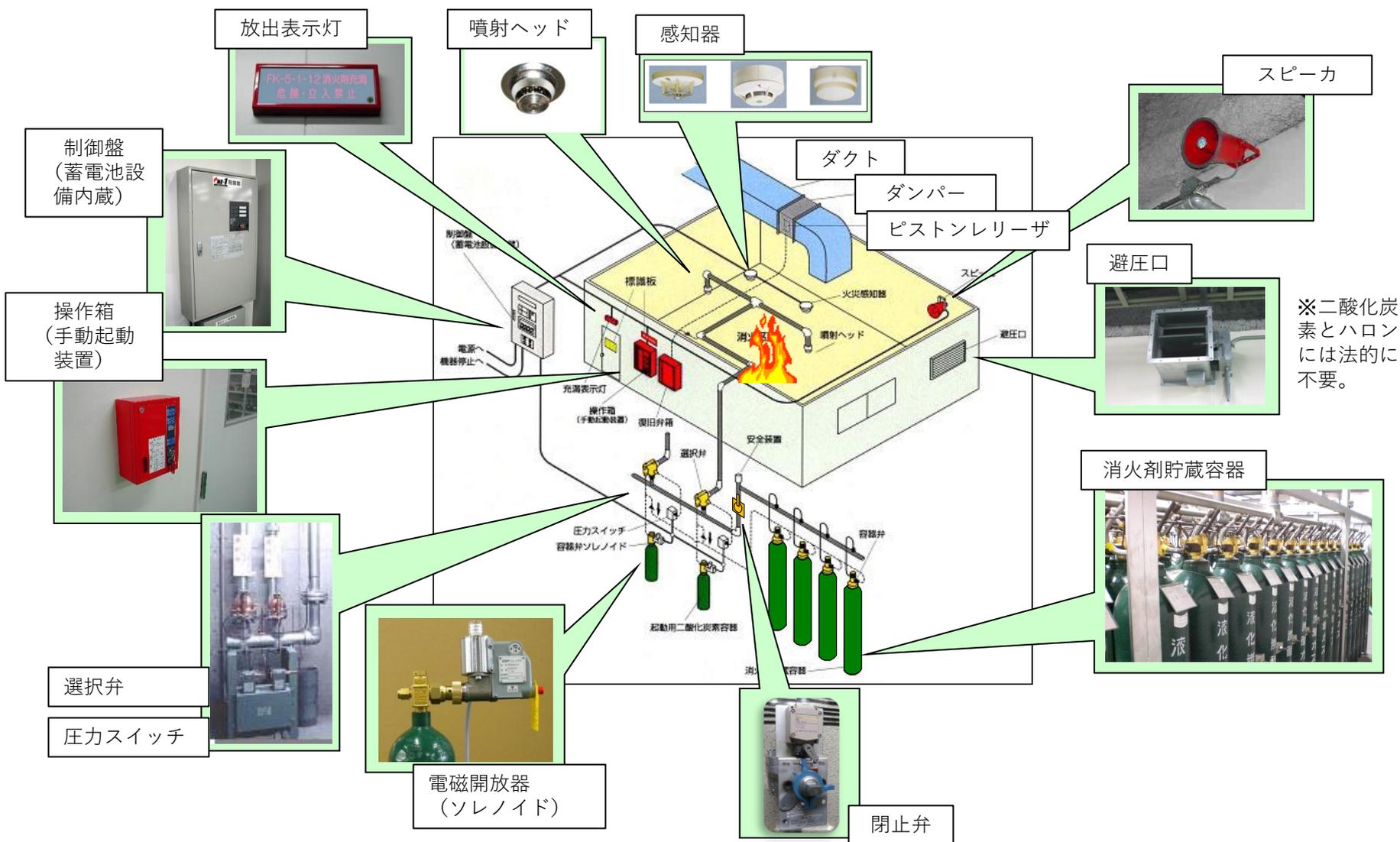


4. 二酸化炭素消火設備のシステム構成

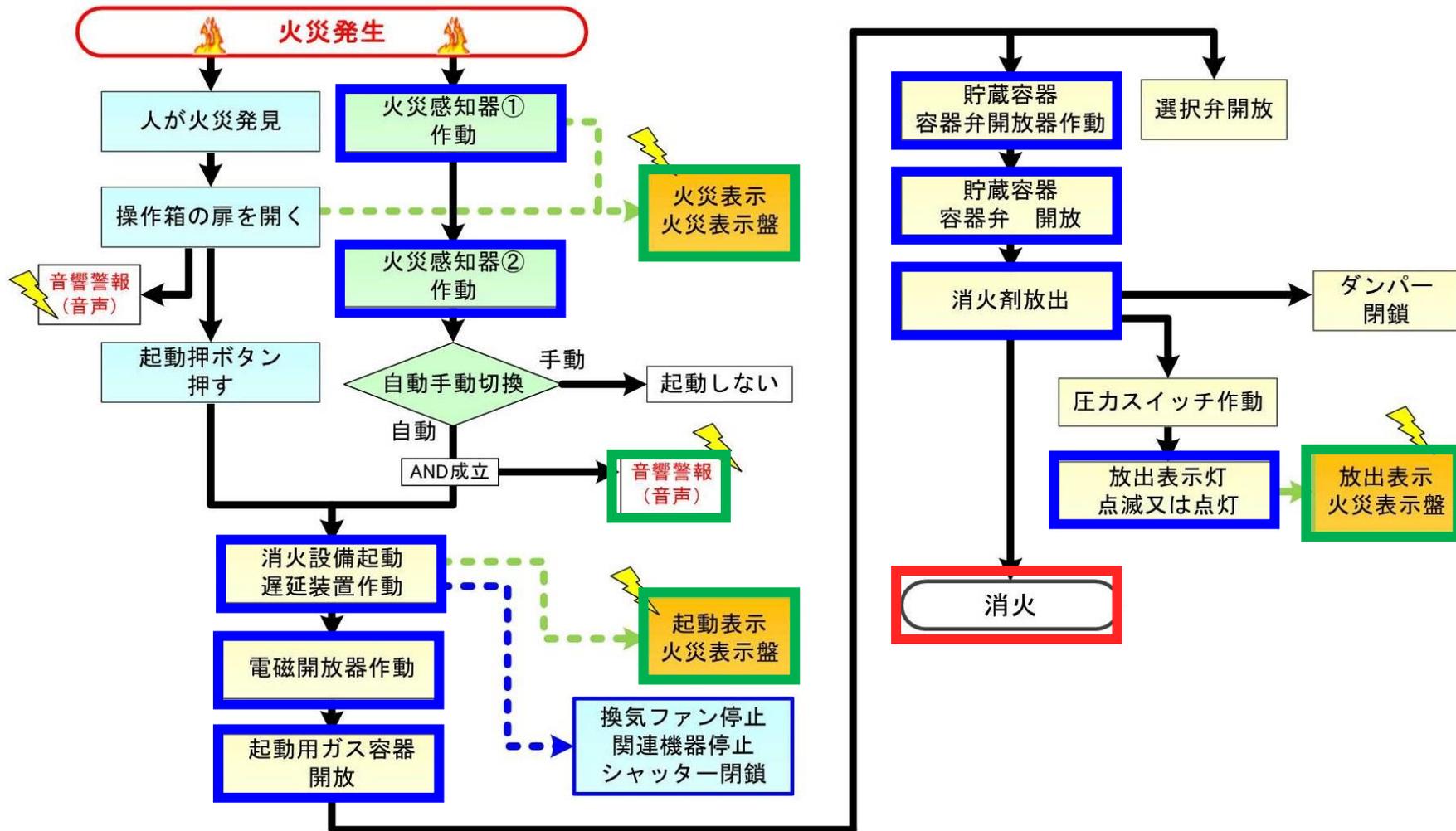
構成例 (1) 立体駐車場の例



構成例（２）複数区画の例（選択弁を使用）



二酸化炭素消火設備 動作フロー



5.二酸化炭素消火設備の安全対策

■消防危第88号、消防予第161号 (平成3年) (抑制通知)

- 自動起動の場合はAND回路起動方式
- 起動回路に誤放出防止回路を組込む
- 点検用閉止弁の設置

■消防予第133号、消防危第85号 (平成9年) (安全対策ガイドライン)

- 二方向避難、外開き扉、誘導灯の設置
- 手動起動装置の照明の設置
- 隣接区画にも排出措置・放出表示灯・音声警報装置設置

■消防庁告示19号 (平成25年)

- 容器弁の安全性点検 (全ガス消火設備が対象)
二酸化炭素貯蔵容器は設置後25年まで
その他の容器は30年まで



消装工 容器弁の安全性点検
リーフレット

6.点検時の安全措置

ガス消火設備の点検にあたっては、事前の準備を含め、十分な打合せ、調整の上で実施することが重要です。

■事前準備

- ・ 情報収集
- ・ 点検対象となる消火設備のシステム、動作仕様の把握

■点検当日

- ・ 点検実施者間での作業の打合せ
- ・ 建物関係者との綿密な打ち合わせ
- ・ 工具、計測器等の確認
- ・ 移報先の確認、連動機器の確認

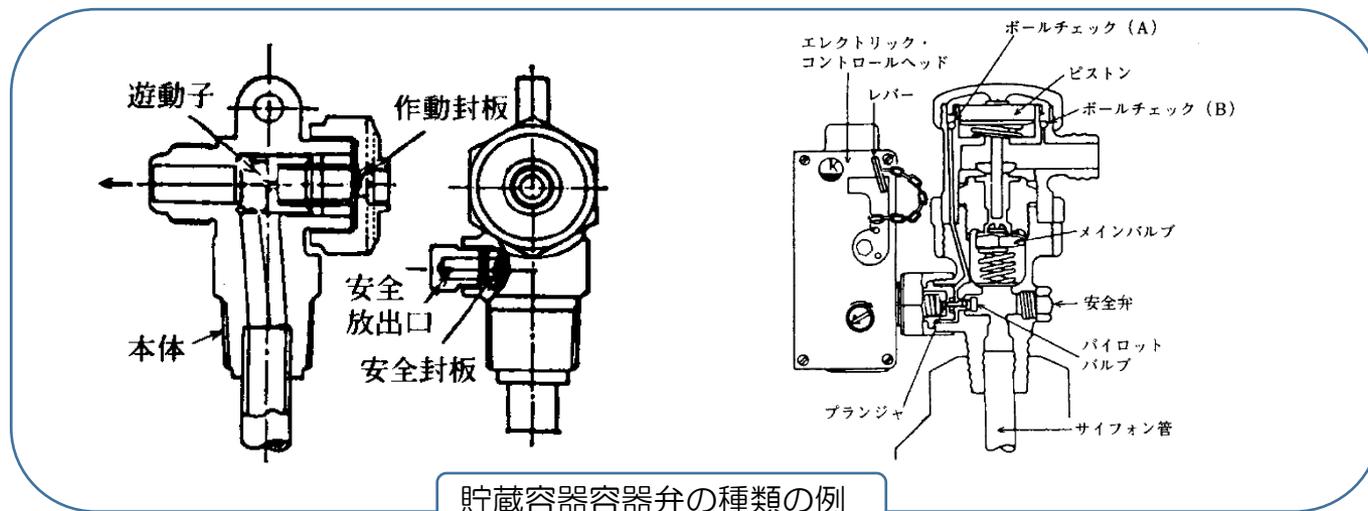
【安全措置の手順】

1) 事前準備

安全措置を実施する前に下記の事前準備を行うこと。

① 図面等により、対象の消火設備の仕様を把握すること。

- 平面図および系統図（容器、選択弁の配置および放出系統）
- 銅管系統図（起動銅管、操作銅管等の確認）
- 貯蔵容器容器弁の種類（各メーカー・年代により異なる）
- 閉止弁の有無
- 制御盤の型式、仕様（いたずら防止対策の有無など）
- 起動方式（自動又は手動、接続感知器の種類、AND起動かどうか）
- 移報および関連設備連動



【安全措置の手順】

1) 事前準備（つづき）

② 点検実施者同士で十分に打合せを行う

- 当日の点検の内容、範囲、注意事項、非常事態発生時の対応や退避ルートを確認する。
- 機器操作等により点検を実施する場合は、実施者相互間で密に連絡を取る。

③ 建物管理者や関係者と十分に打合せを行う

- 点検の内容、範囲、時間割、在室者がいないこと、非常事態発生時の対応、関連設備の機能停止・連動停止等について
- 点検手順について（個々の勝手な判断で実施しないよう確認）
- 安全措置の実施箇所の確認。

④ 使用工具、専用工具、測定器の確認

- 使用する工具、専用工具、適切な測定器が用意されていることを確認する。

⑤ 自動火災報知設備の受信機や関連設備の連動停止

- 連動停止処理がされていることを確認し、作業実施の了承を得ること。



点検開始

【安全措置の手順】 2) 実施手順

<①閉止弁を閉止>



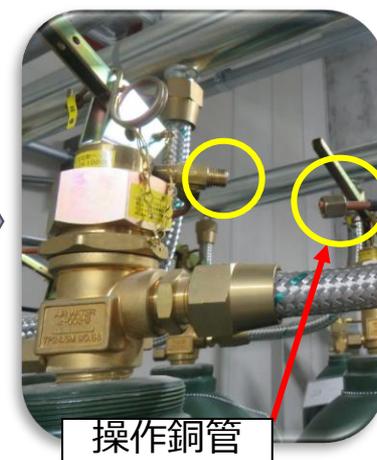
<②閉止弁閉灯の確認>



<③安全ピンの取付>



<④操作銅管の取外し>



閉止弁によっては、
通常時は操作レバー
が取り外されている
ものもある

閉止弁の閉表示
は、制御盤と手
動起動装置に表
示される

容器弁に付属し
ている場合。
容器弁によって
異なる

起動容器が誤作動し
た場合でも
消火剤を放出させな
い最重要措置

閉止弁が閉止していれば、消火剤は
放出しない。

容器弁が開放しなければ、消火剤は
放出しない。

【安全措置の手順】 2) 実施手順 (つづき)

<⑤ 起動容器銅管の取外し>



<⑥ 制御盤の電源OFF>



電源用
ブレーカ
(制御盤)



負荷側スイッチ
(蓄電池設備)



<⑦ 電磁開放器の取外し>



ソレノイドを取り外すときは、ケーブルを引っ張って、持ち上げないこと。断線(故障)の原因になります。

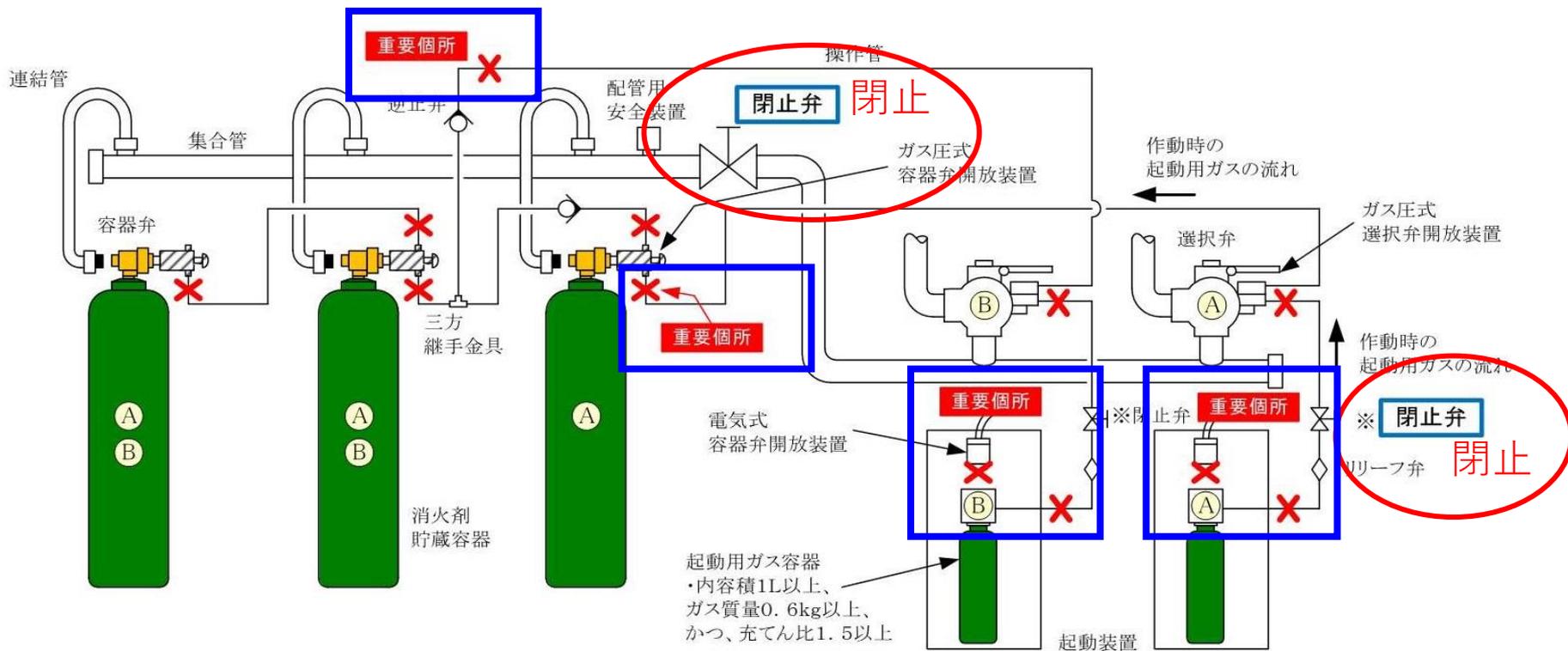
電源OFFは、スイッチ操作だけでなく、**テスターで確認**すること

電源のON、OFFは注意を要する作業。閉止弁の閉止、容器弁を作動させない措置が完了してから行うこと。

電磁開放器は、**形状、取扱方法もメーカー、機種により大きく異なる**ので、取扱方法を事前に把握しておくこと。

【安全措置の手順】 3) 取外し箇所の例

操作管および電気式容器弁開放装置の取外し箇所の例



【安全措置の手順】

4) 復旧手順

- 復旧を行う前に、点検作業が全て完了していることを関係者全員で必ず確認してから復旧を開始する。

①蓄電池設備の負荷側のスイッチを「入」にし、制御盤の電源をONにする。

※「火災」、「起動」が表示されていないことを確認する。

※遅延タイマーの時間待機し、作動しないことを確認する。

②電磁開放器を起動用容器に取り付ける。

※専用工具を使用し、ニードルやカッターが戻っていること、及び歪みがないことを取付前に確認すること。

③起動用ガス容器側の操作管（銅管）を接続する。

④貯蔵容器側の操作管（銅管）を接続する。

⑤消火剤貯蔵用容器の容器弁の安全ピンを取り外す。

⑥閉止弁用ハンドルを使用し、閉止弁を「開放」する。

※閉止弁の赤矢印が「開放」の位置になっていることを確認する。

※制御盤の「閉止弁開」灯が点灯していることを確認する。

⑦制御盤にて異常がないこと、連動機器の復旧を確認し、作業を終了すること。



7.最近の事故事例と安全対策強化

令和2年12月から令和3年4月にかけて3件発生した二酸化炭素消火設備の放出事故により、多数の死傷者が発生した。

- 令和2年12月 愛知県名古屋市
- 令和3年1月 東京都港区
- 令和3年4月 東京都新宿区

これを受け、令和3年5月から令和4年3月にかけて特殊消火設備の設置基準等に係る検討部会において、二酸化炭素消火設備の安全対策強化に向けた検討が行われ、令和4年3月に検討結果報告書が発行された。

「二酸化炭素消火設備に係る事故の再発防止策に関する検討結果報告書」

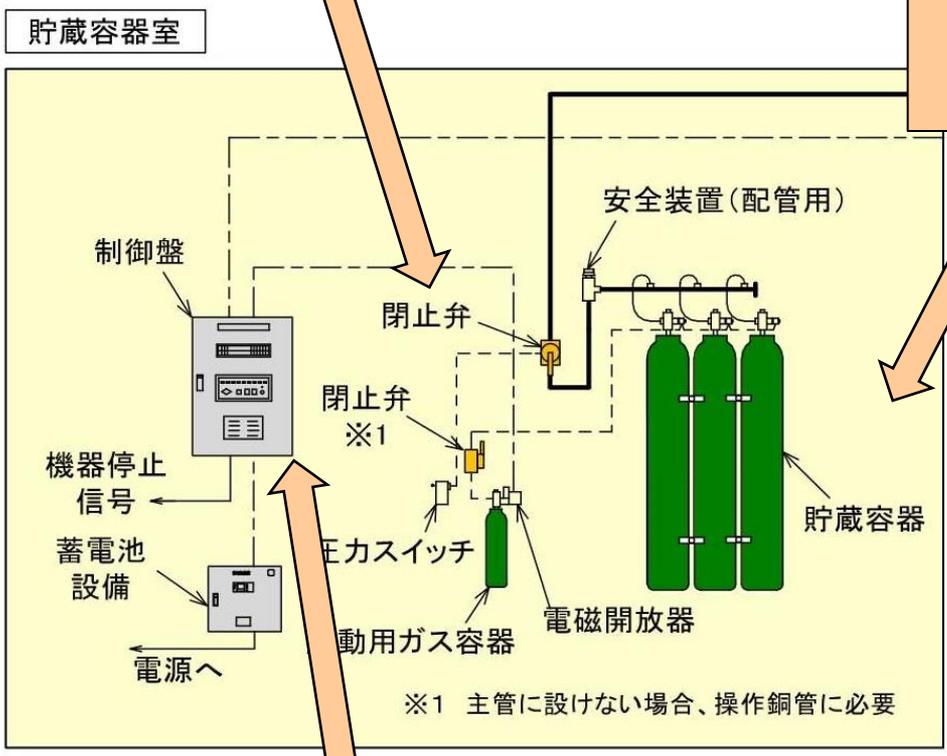
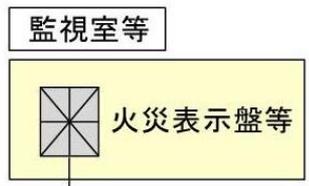
消防庁のホームページからダウンロード可能



令和4年 消防法施行令、施行規則等の改正

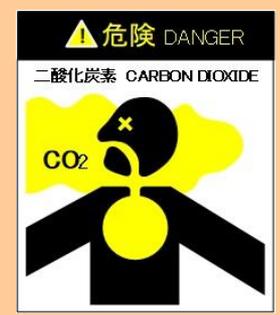
(1) 改正の要旨1

① 既存設備も含め、閉止弁を設置

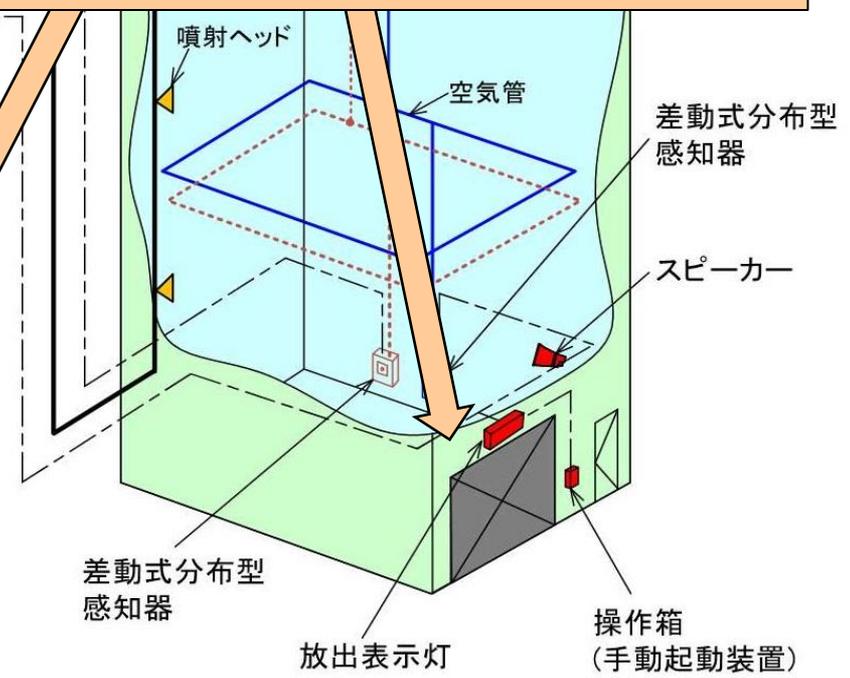


※1 主管に設けない場合、操作銅管に必要

② 既存設備も含め、貯蔵容器室の出入口と防護区画の出入口に「危険性等に係る標識」を設置

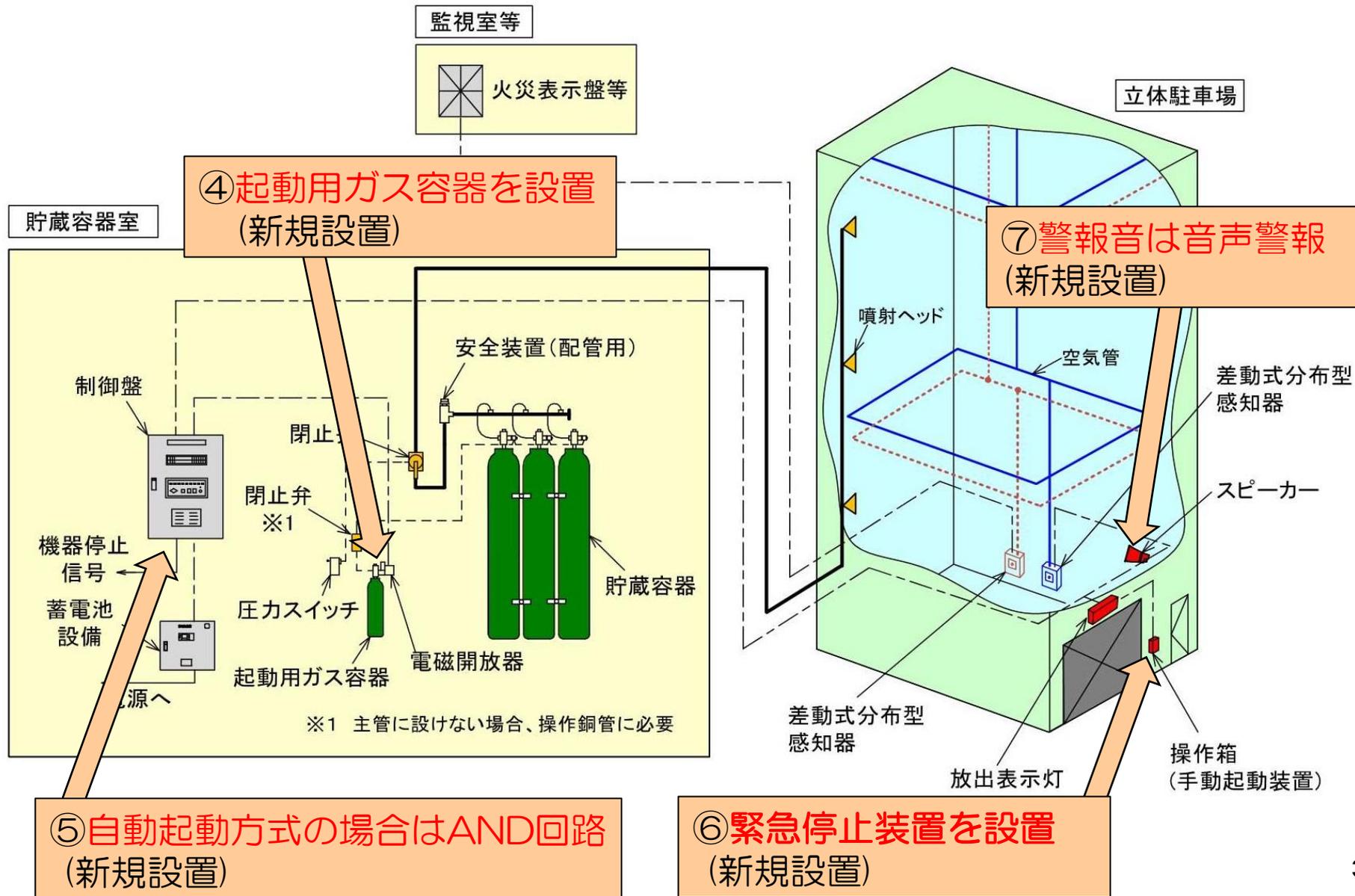


危険
 この室は、二酸化炭素消火設備が設置されています。消火ガスを取り込むと死傷のおそれがあります。
 消火ガスが放出された場合は入室しないでください。
 室に入る場合は、消火ガスが滞留していないことを確認してください。



③ 機器構成及び工事上の安全手順を記載した図書を備え付け

(2) 改正の要旨2



(3) 改正の要旨3

⑧二酸化炭素消火設備は、消防設備士又は消防設備点検資格者が点検を行う。

⑨設備士及び点検資格者講習時、工事・点検時の保安に関する内容を追加する。

⑩防護区画内に人が立ち入る場合は、建物関係者の責任において、閉止弁を閉止し、かつ、手動起動に切り替えた状態を維持する。

上記の内容について、消防法施行令、施行規則を始めとして各種関係法令が令和4年度に改正されます。

8. 今後のガス消火設備について

検討 1

放射時間を延長した不活性ガス消火設備の検討

特殊消火設備の設置基準等に係る検討部会にて、放射時間を1分から2分に変更した不活性ガス消火設備の検討を進める。

検討 2

二酸化炭素以外の消火剤への切り替えの取り組み

- ①二酸化炭素及びハロン1301以外の消火剤にあっては、技術基準において設置できない場所が規定されている。
 - ①鍛造場、ボイラー室、乾燥室その他多量の火気を使用する部分
 - ②ガスタービンを原動力とする発電機が設置された部分
 - ③指定可燃物を貯蔵又は取り扱う部分
 - ④上記以外で、面積1000m²以上又は体積3000m³以上

必要となる技術的な要件を整理し、上記への設置拡大を検討。

8. 今後のガス消火設備について

②放射時間の延長の検討

（放射時間を10秒から30秒程度に延長したハロゲン化物消火設備の検討）

二酸化炭素以外の消火剤（ハロン1301を除く）を選択した場合、単位時間当たりの配管内の流量が大きいことから、配管径を大きくする必要がある。

そのため、新規設置では配管コストの増加、既存設備の消火剤切り替えでは貯蔵容器の変更の他、配管改修のための工事も必要となり、二酸化炭素以外の消火剤への変更、更新が困難。

したがって、消火性能等への影響を確認したうえで、放射時間の延長を検討していきたい。

さいごに



(一社)日本消火装置工業会
<http://shosoko.or.jp/>

「工業会情報」から各種資料をダウンロードできます。

- ・ 二酸化炭素を放射する不活性ガス消火設備の点検における安全のための厳守事項について 令和4年6月改訂
- ・ 容器弁の安全性の点検において既設と異なるメーカーへの容器弁(容器)の交換について 令和3年11月 など

ご清聴、ありがとうございます。



「しょうすけ」でした