

ガス系消火設備の今

キーワードは

「濃度」 と 「安全」

火

人が制御できる火

炎

光と熱を伴う酸化反応

災

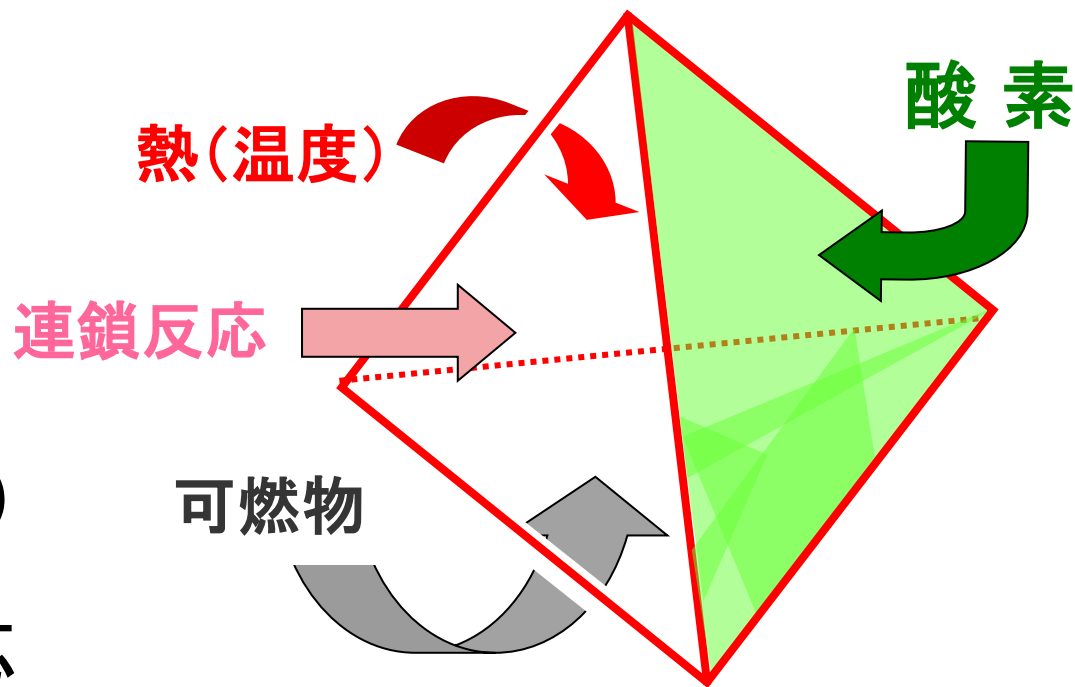
人が制御できなくなると
禍（わざわい）となり
災害となる。

火災

意図しない燃焼＝火災 → 消火が必要

燃焼の4要素

- ・可燃物
- ・酸素
- ・熱(温度)
- ・連鎖反応



これらの内、一つ(または二つ以上)を取り去れば、**消火**できる。

消火するために

可燃物の除去

酸素濃度の低下(希釈)

冷却

連鎖反応の抑制

消火剤の使用

… 水 ・ 泡 ・ ガス ・ 粉末

水系消火設備のデメリット

- 水損 非火災部分も濡れてしまう
- 汚損 文化財や歴史的遺産の価値を損ねてしまう恐れ
- 感電 電気機器部分で感電したり短絡して二次災害を招く

ガス系消火剤のメリット

- ・安定したガス

油類、金属類、電気絶縁物などに化学変化を及ぼさない。

- ・消火剤による汚損がない

火災が及ばなかった機器は直ちに稼働できる。

- ・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。

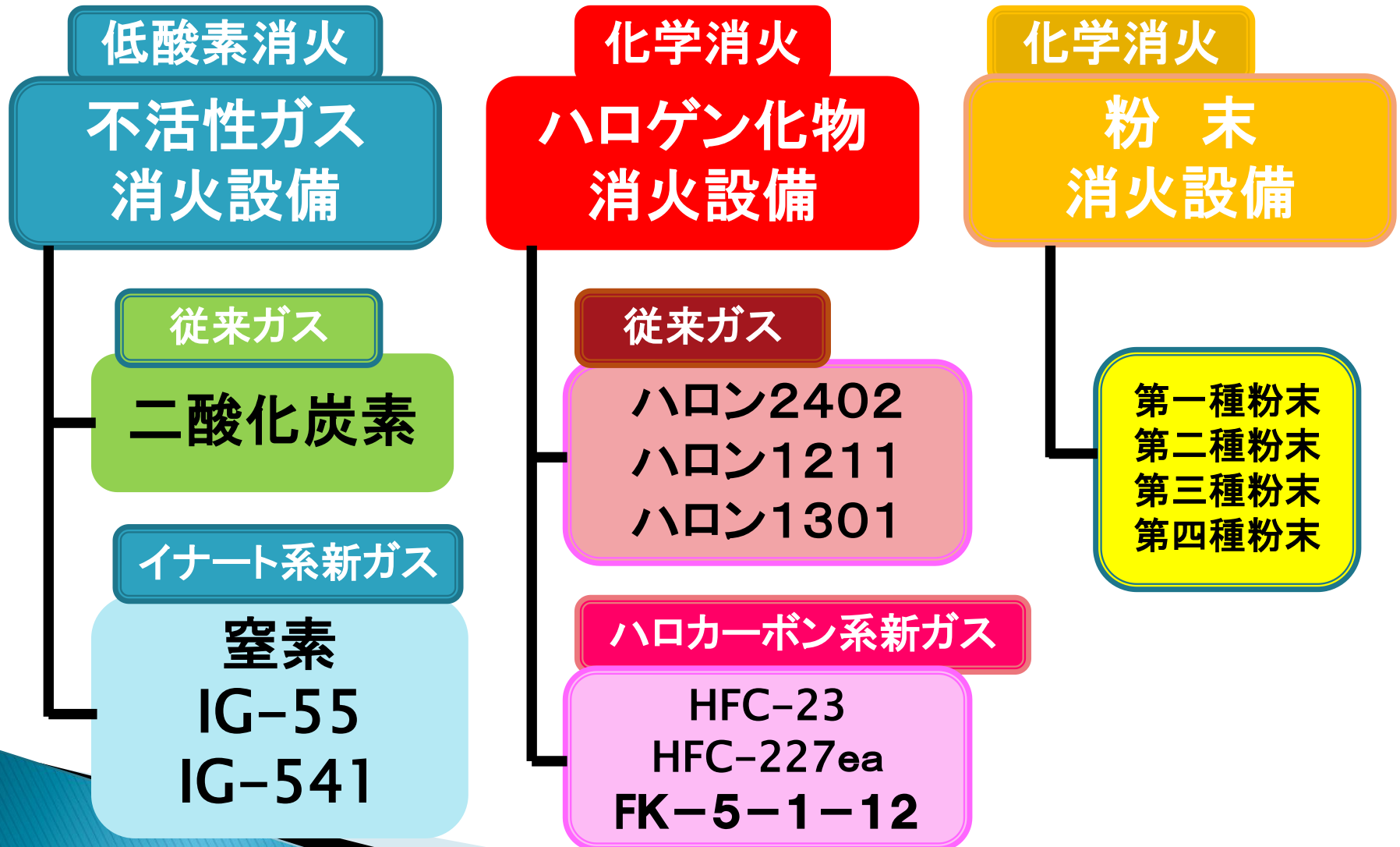
- ・気体で放出する

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。

- ・他の加圧装置を必要としない

ガス自体の圧力で放出し、動力源を必要としない。

ガス系消火設備の種類



1948年 消防法制定

(昭和23年)

1961年 消防法施行令制定

(昭和36年)

不燃性ガス消火設備

1974年 消防法令の大改正

(昭和49年)

二酸化炭素消火設備

蒸発性液体消火設備

ハロゲン化物消火設備

ハロン1211
ハロン2402
ハロン1301

1985年 オゾン層破壊問題

(昭和60年)

1991年 安全対策義務付け

(平成3年)

1993年 ハロンバンク

さらなる安全対策
(隣接区画対応策)

新ガス消火設備

1994年1月1日 ハロン生産中止

(平成6年)

評価制度

NPO 消防環境ネットワーク

不活性ガス

- 窒素
- IG-55
- IG-541

ハロゲン化物

- HFC-23
- HFC-227ea

大臣認定制度

ハロゲン化物

- FK-5-1-12

2001年3月29日(平成13年)
消防法施行規則改正

2010年8月26日(平成22年)
消防法施行規則改正

ガス系消火設備の放出方式

●全域放出方式

不燃材で造られた 壁・床・天井・柱・梁
不燃材で造られた扉 自動閉鎖装置付(ストッパー無し)
避難方向開き(二方向避難の確保)

●局所放出方式

防護対象物の周囲に有効な囲壁が無い場合 あるいは
消火効果を減ずる恐れのある開口部がある場合

⇒防護対象物の周囲に噴射ヘッドを配置し、消火剤の放射を
一定時間継続することにより、防護対象物周囲において
消火剤濃度を達成し維持し続ける。

●移動式

火災のとき煙が著しく充満する恐れのある場所以外の場所
に設置できる。

必要な消火剤濃度を

達成し 維持すれば

消火できる

消火剤濃度 と 酸素濃度

		濃度(%)			消火剤量算出係数	
		下限値	上限値	上限値の 酸素濃度	下限値	上限値
不 活 性 ガ ス	二酸化炭素	34.0	—	—	0.750	—
	窒素	40.3	52.3	10.0	0.516	0.740
	I G－5 5	37.9	43.0	12.0	0.477	0.562
	I G－5 4 1	37.9	43.0	12.0	0.472	0.562
ハ ロ ゲ ン 化 物	ハロン1301	5.0	10.0	18.9	0.32	0.625
	H F C－2 3	16.1	24.0	16.0	0.52	0.800
	H F C－2 2 7 e a	7.0	9.0	19.1	0.55	0.720
	F K－5－1－1 2	5.8	10.0	18.9	0.84	1.460

消火剤量算出係数

可燃物ごとに測定した
「消炎濃度」から「設計濃度」を決定

標準設計濃度

可燃物＝n－ヘプタン

カップバーナー法により消炎濃度を測定

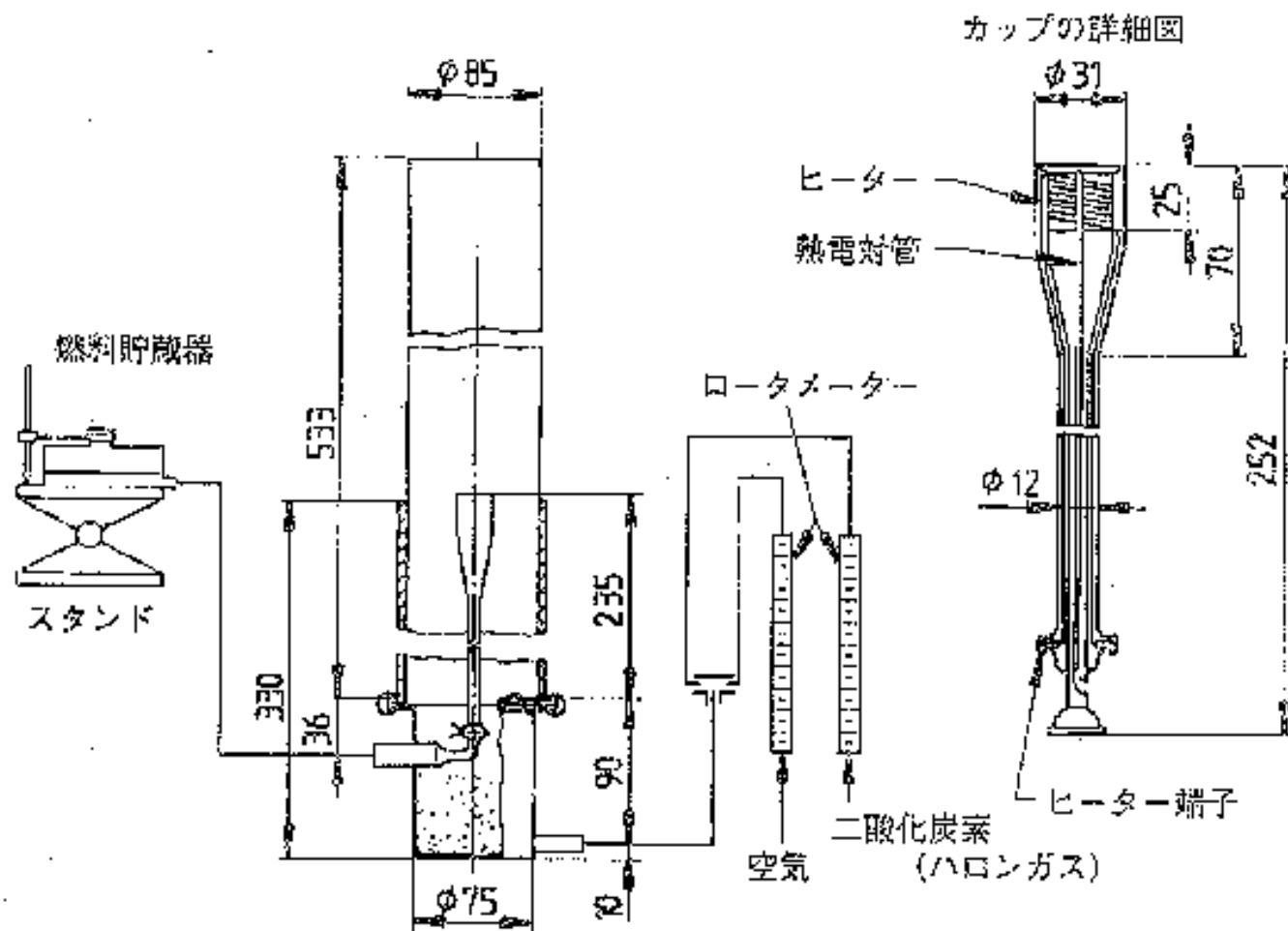
設計濃度＝(消炎濃度 × 安全率)

窒素ガス消火設備の場合

消炎濃度＝33.6 %

設計濃度＝33.6 × 1.2＝40.3 %

キーワード は 「濃度」



消防法令のカップバーナー装置

消火剤濃度の計算方法

C	: 消火剤濃度
G	: 放出消火剤量
V	: 防護区画体積

●完全置換

$$C = (G/V)$$

開口部からは、空気のみが流出し
放出消火剤は、区画内に残留する

●自由流出

$$C = 1 - \exp(-G/V)$$

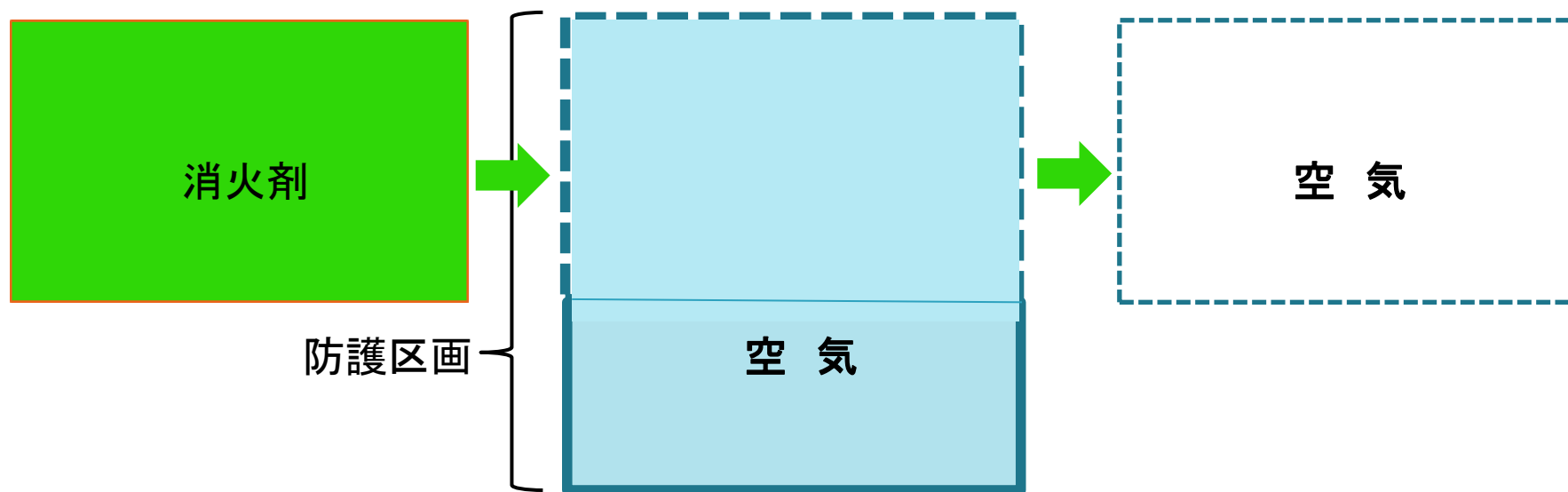
放出された消火剤が混合しながら
流出する

●完全密閉

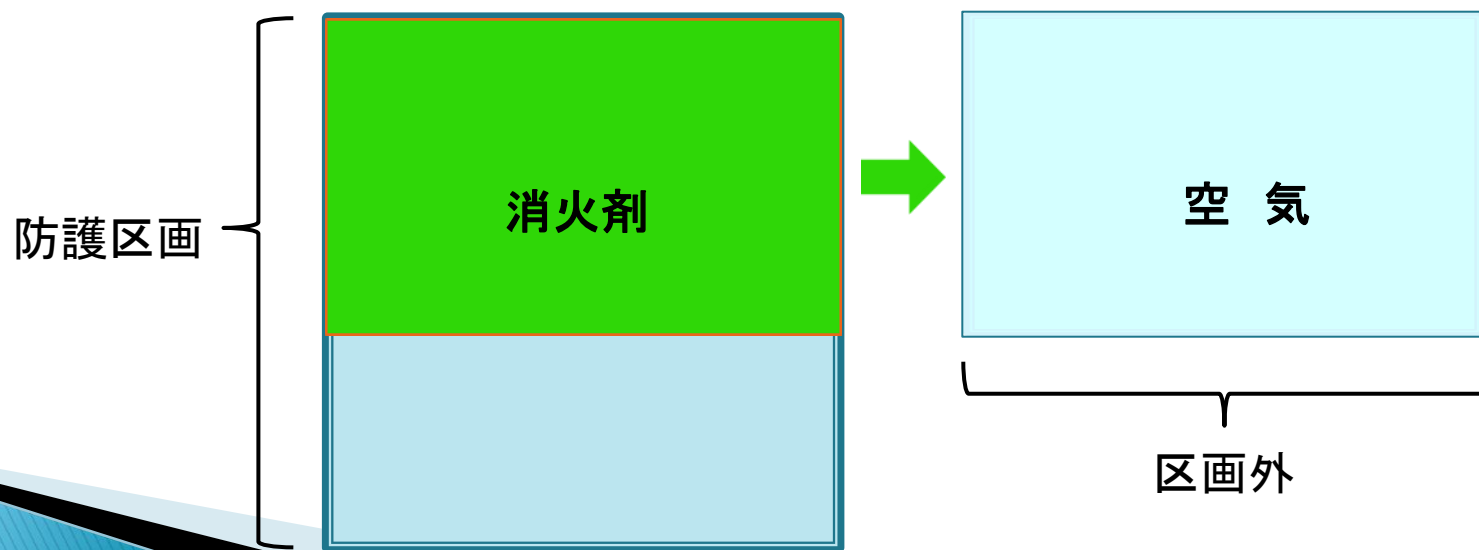
$$C = G/(V+G)$$

消火剤の放射が完了後に混合気体
が流出する

完全置換



消火剤放出時に空気のみが流出し、放出消火剤は区画内にとどまる



消火剤濃度の計算方法

C : 消火剤濃度
G : 放出消火剤量
V : 防護区画体積

●完全置換

$$C = (G/V)$$

開口部からは、空気のみが流出し
放出消火剤は、区画内に残留する

●自由流出

$$C = 1 - \exp(-G/V)$$

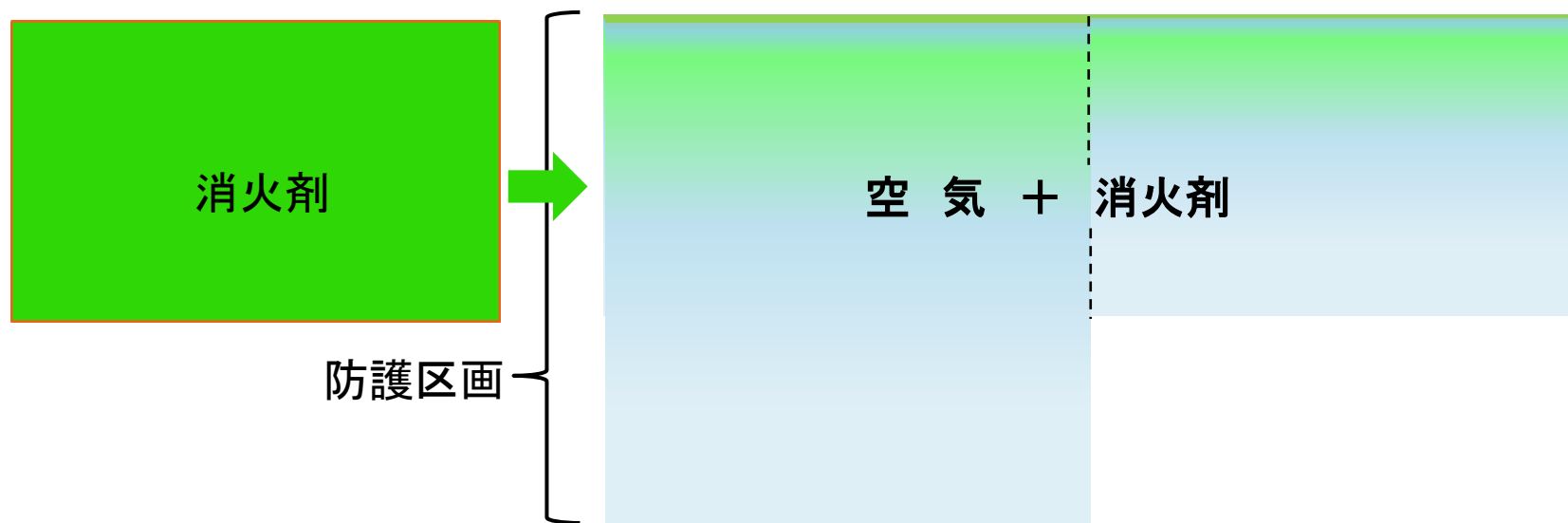
放出された消火剤が混合しながら
流出する

●完全密閉

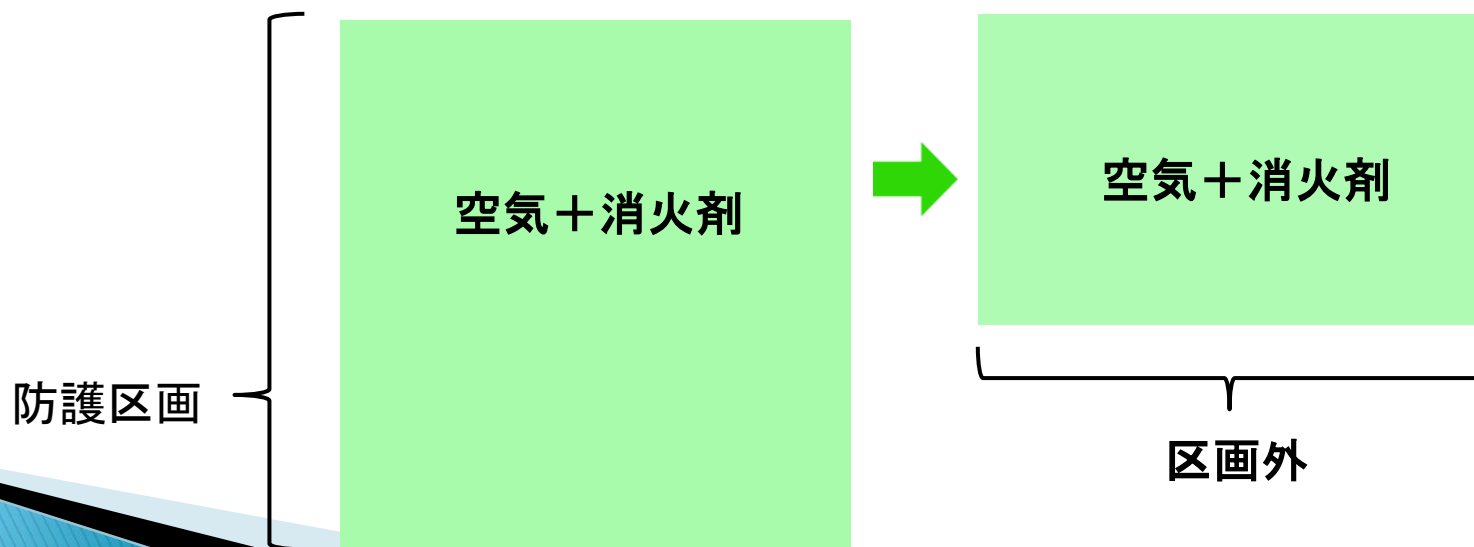
$$C = G/(V+G)$$

消火剤の放射が完了後に混合気体
が流出する

完全密閉



全量放出されて混合した(消火剤+区画内空気)が流出するとした式



消火剤濃度の計算方法

C : 消火剤濃度
G : 放出消火剤量
V : 防護区画体積

●完全置換

$$C = (G/V)$$

開口部からは、空気のみが流出し
放出消火剤は、区画内に残留する

●自由流出

$$C = 1 - \exp(-G/V)$$

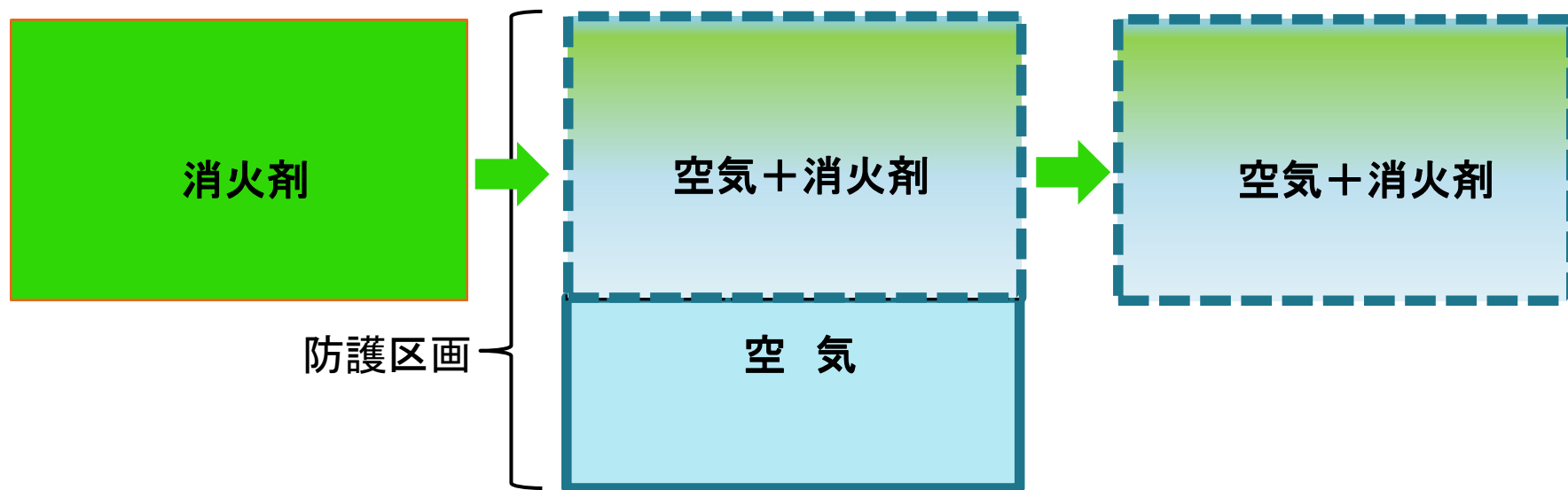
放出された消火剤が混合しながら
流出する

●完全密閉

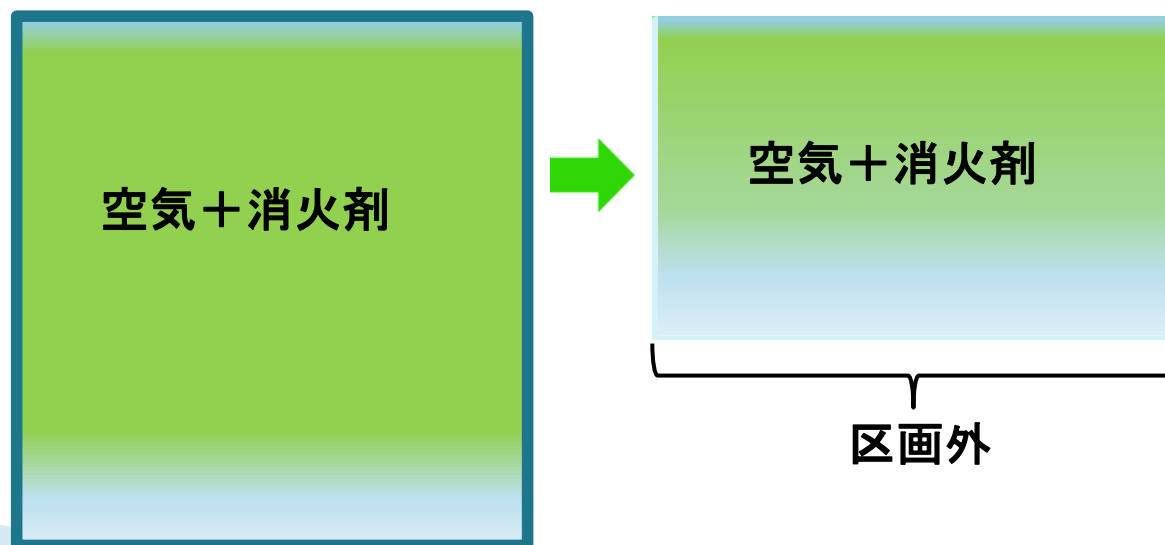
$$C = G/(V+G)$$

消火剤の放射が完了後に混合気体
が流出する

自由流出



初期段階は低濃度で時間とともに高濃度の(空気 + 放出消火剤)が流出する



消火剤量算出係数

自由流出の式 $C = 1 - e^{-(G/V)}$

$$e^{-(G/V)} = 1 - C$$

$$-(G/V) = \ln(1 - C)$$

$$(G/V) = -\ln(1 - C)$$

$$\text{消火剤量算出係数} = (G/V)$$

$$= -\ln(1 - C)$$

C: 消火剤濃度

G: 放出消火剤量

V: 防護区画体積

窒素ガス消火設備の場合(設計濃度=40.3%)

$$\text{消火剤量算出係数} = (G/V)$$

$$= -\ln(1 - C)$$

$$= -\ln(1 - 0.403)$$

$$= 0.5158 \approx 0.516$$

ガス系消火設備の留意点

可燃物は何？

防護区画内に存する可燃物の種類により、必要な消火剤濃度が異なる

→ 消火剤量算出係数の決定

二方向避難は？

室内の人が速やかに安全な場所に避難できるよう、避難用扉を二方向に向けて設置する

→ 避難口までの歩行距離
30m以内とする

避圧措置は？

消火剤放射による内部圧力の上昇を低減し、区画壁を維持する

→ 避圧口の設置

排出措置は？

消火後に、消火剤及び煙や燃焼ガスを屋外の安全な場所に排出する

→ 1時間以内（各都市基準により異なる場合あり）に排出

防護区画の構成

不燃材による壁・床・天井で自閉式の扉
ダンパーによる給排気ダクトの閉鎖

人命安全の確保

二方向避難 = 避難扉 が 二か所 以上
扉は、避難方向開き

歩行距離 = 避難距離
= 室内のどこからでも歩く距離が30m
以内となるように、避難扉を設置しな
ければならない

キーワード は 「安全」

ガス系消火設備の留意点

●不活性ガス消火設備

二酸化炭素 → 人への危険性 … 放出時の**視界不良**
窒息の危険性
常時人がいない部分が原則
物への影響 …… 急激な**温度低下**
(約10℃前後の
温度低下)

新ガス

窒素

IG-541

IG-55



→ **常時人がいない部分**が原則
全域放出方式とする
自動起動方式を原則

区画内圧力の上昇…**避圧口**の設置

1,000m²以上又は3,000m³以上及び常時人が
いない部分以外の部分 = 評価委員会の**評価**

ガス系消火設備の留意点

●ハロゲン化物消火設備

ハロン1301

→ 分解生成物への配慮必要
オゾン層の破壊
地球温暖化寄与物質

新ガス

HFC-23

HFC-227ea

FK-5-1-12



→ 分解生成物への配慮必要
全域放出方式が原則
常時人がいない部分が原則
自動起動方式を原則
区画内圧力の上昇・・・**避圧口**の設置

1,000m²以上又は3,000m³以上及び常時人がいない部分以外の部分 = 評価委員会の**評価**

避圧口・・・消火剤放出による内圧上昇の緩和

$$A = K \times \frac{Q_M}{\sqrt{P - \Delta P - \Delta P_G - P_u}}$$

A : 避圧口面積 (cm²)

K : 消火剤ごとの定数

不活性ガスの場合=134 、ハロゲン化物の場合=1120

Q_M : 消火剤最大流量 (m³/min)

P : 許容区画内圧力 (Pa : パスカル)

ΔP : ダクトの圧力損失 (Pa : パスカル)

ΔP_G : 落差による差圧 (Pa : パスカル)

不活性ガスの場合=0

P_u : 外気風圧 (Pa : パスカル)

$$P_u = 0.5 \times 1.21 \times V^2$$

V : 外気風速 (m/s)

避圧口からも燃焼ガス等が排出される ⇒ **避圧先**が屋外の安全な場所であること

排出措置 …… 消火後(再入室時)の安全確保

●機械換気による排出

- ・概ね1時間以内に消火剤及び燃焼ガスを排出すること
(1時間に3～5回の換気能力を持つもの)
- ・専用 又は 他の排気装置等と兼用 とすることができる
- ・消火設備の起動装置と排気装置の起動装置を並べて設置する等
操作が的確かつ迅速に行えるように配置すること

●自然換気による排出

- ・屋外から開放操作ができる屋外に面した開口部で、防護区画の床面からの高さの3分の2以下の位置にあり、当該防護区画の床面積の10%以上で、かつ、容易に消火剤が拡散されるもの

いずれの場合も、**屋外の安全な場所**に排出できること

● ガス系消火設備に必要な付帯設備

- 専用電源の引き込み
- D種接地工事
- 給排気ファン及び関連機器停止用信号の移報用配線
- 各種表示信号の移報用配線
- 給排気ダクトのダンパー設置
(PD、MD)
- 避圧口の設置
- 避圧ダンパーの設置
- 排出装置の設置





透過型放出表示灯



透過型放出表示灯の設置例



静音形噴射ヘッド取付例

消音器付き噴射ヘッド = 静音形噴射ヘッド

●消火剤放射時に、障害物が無いこと

消火剤を、速やかに、均一に放射できること

適切な型式の噴射ヘッドを選定
噴射ヘッドの**適切な配置**

★ ●HDD等の電子機器への放射音の影響を考慮

低騒音型(**静音形**)噴射ヘッドの採用

評価制度

①ガス系消火設備等評価

義務設置の代替設備として設置されるもの
(防護区画の面積が1,000m²以上 又は
体積が 3,000m³以上のもの 及び
常時人がいない部分以外の部分に係る防護区画)
＝消火性能や生体に対する安全性などの知見が
十分に蓄積されていない。
⇒評価委員会の評価により消防法施行令第32条
または危険物の規制に関する政令第23条により
特例が適用される。

②設備等個別評価→性能評定として実施 パッケージタイプなど設備に着目した設備

③設備等基本類型評価

一定の用途に設置することを前提とした評価

★ 容器弁の安全性点検

二酸化炭素を消火剤とするもの

… **設置後25年**を経過する日までに実施

ハロゲン化物等（上記以外のもの）

… **設置後30年**を経過する日までに実施

点検対象機器

貯蔵容器、加圧用ガス容器、起動用ガス容器 の

容器弁並びに容器弁に設けられた安全装置

点検項目

- | | |
|----------|------------|
| ①外観 | ②構造、形状及び寸法 |
| ③耐圧性能 | ④気密性能 |
| ⑤安全装置の作動 | ⑥表示 |

● 消火剤・防護対象区画に応じた
安全対策の実施

● 高圧ガス保安法の適用
容器保安規則と高圧ガス貯蔵所

● ハロン1301消火剤の
設置・回収・再利用

● 容器弁の安全性点検

● 消火剤放射時の放射音低減

消火剤 **濃度** の 達成 と 維持

可燃物ごとに必要濃度を決定
防護区画の構成
開口部の閉鎖

安全 を確保するシステム・機器

人命安全 と 二次災害の防止
容器弁の安全性点検の実施
平常時の有資格者による**定期点検**の実施