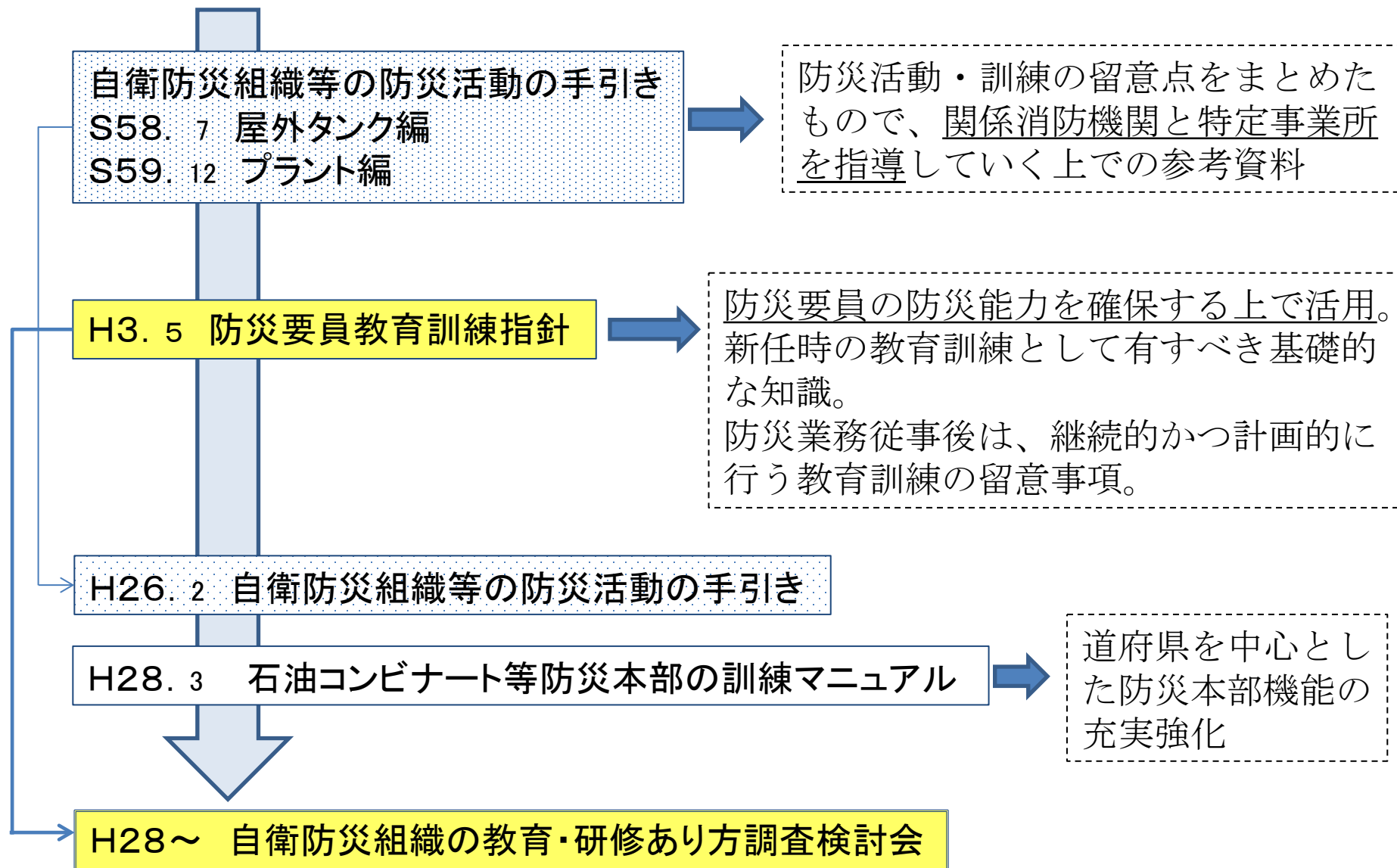


自衛防災組織等の研修資料の系譜フローチャート

資料4



第4節 火災の現象

1 燃焼の三要素

燃焼とは、一般的に空気中又は酸素中で物質が激しい酸化反応によって熱と光を発生する現象である。

この燃焼が起きる条件として①可燃物があること、②熱源（発火エネルギー）があること、③周囲に空気（酸素）があること、の三つの要素が必要である。これを燃焼の三要素といい、そのうちのどれ一つを欠いても燃焼は起こらない。したがって可燃物と空気が混ざり合っても熱が加わるまでは燃焼は起こらない。最近ではそれに連鎖反応を加え、四要素が存在しなければ燃焼が継続しないという考え方もある。

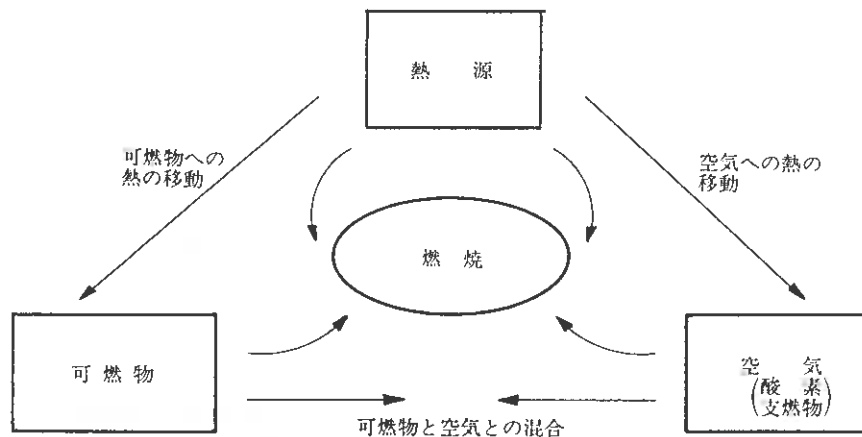


図1-5 燃焼の三要素

2 燃焼の種類

可燃性物質の燃焼は、液体、気体、固体によってそれぞれ燃焼の形態が異なり、また、酸素の供給形式によって相違する。

(1) 液体の燃焼

可燃性の液体の燃焼は、蒸発した気体が空気と混じり合って燃焼する。このような燃焼を「蒸発燃焼」と呼ぶ。

(2) 気体の燃焼

可燃性の気体は、空気とある一定範囲内で混合した場合に燃焼する。

燃焼ガスと酸素（空気）の混合された混合気（予混合気）が燃焼する現象を「予混合燃焼」と呼び、燃焼ガスと酸素（空気）をあらかじめ混合しないで、燃焼の過程に両者が拡散して混合し、燃焼を続ける現象を「拡散燃焼」と呼ぶ。

(3) 固体の燃焼

物質によってそれぞれ、木炭・コークスのように固体表面で酸素と反応して燃焼するもの、木材のように熱分解によって可燃性ガスが発生し、それが燃焼するもの及びナフタリンのように熱せられた固体から発生した蒸気が燃焼するものなどがある。それぞれ「表面燃焼」、「分解燃焼」及び「蒸発燃焼」と呼ぶ。

3 燃焼に関する定義

(1) 引火点

可燃性の液体や固体の表面近くに小さな口火を置き可燃物を徐々に加熱したとき可燃物から発生した蒸気が炎を発して燃え始める現象を引火といい、引火が起こる最低液体温度を引

第1章 安全管理の概説

第1節 安全管理の意義

【この節のねらい】

- 1 消防業務の危険性を感じることができる。
- 2 消防業務という安全という言葉の意味を理解できる。
- 3 消防業務における死傷事故の発生状況を確認するとともに、対策の重要性を認識できる。
- 4 安全管理の全体像を把握できる。

近年の重大な消防職員の死亡事故を顧みると、平成24年9月29日に化学工場の爆発火災により隊員1名が殉職する事故が、また、平成21年6月には倉庫火災において隊員1名が殉職する事故が発生した。消防白書によれば、近年5年間を振り返って我が国において消防職員の殉職者が出ていない年はない。

消防の仕事が、常に危険と隣り合わせであることは事実である。通常は人が逃げてくる災害現場という場所に赴き、人命救助のため、住民の財産を守るための任務に当たる使命を負っている。

だからこそ、我々は職務を担うに当たり組織的にも個人的にも日頃から安全管理に万全を期すことに全力をあげているのである。

この節では、安全というものの本質を学び、安全管理の全体像を捉えるための各論を展開していく。

1 消防業務と安全

消防業務における安全管理とは何であろうか。安全という言葉をもとに、どのように捉え、どのように安全管理を推進すればよいのだろうか。普段の生活において安全という言葉はあまりにも身近であるが故に、突き詰めて考えられることはあまりない。この教科書で学ぶ初任教育を受けている職員の多くも、消防に安全の考え方はつきものであると漠然と捉えている者が大多数ではないだろうか。

しかし、意外なことに労働安全の世界で使われている安全という言葉には、法令上の明確な定義が存在しない。生活の中での用語としては安全管理のほかにも、安全教育、交通安全、食品安全、学校安全、安全保障など多くの言葉が使用されているが、その意味を正確かつ簡潔に表現することは容易ではない。用語辞典では「安らかで危険のないこと」、「物事が損傷したり危険を受けたりするおそれがないこと」等と説明されており、抽象的な理解にとどまる。

考えてみると、この世の中にはそもそも安全というものは存在するのだろうか。日常生活において真面目に交通法規を守って道路を歩いても、突風で飛んできた飛来物にぶつかって大けがをするなど、予想できない事故に巻き込まれることがありえる。また、家庭において日常的に炊事に携わる人が、炊事中に包丁で指を切ったり鍋でやけどをしたりしたことが一度もないということは恐らくないだろう。外を歩けばものにぶつかる危険があるし、刃物を握れば指を切る危険があるということである。

しかし、家から一步も外に出ず暮らしていくことは通常不可能であるし、はさみや包丁、カッターを一切さわらないという人もなかなかいない。およそ人間が生活を営む上においては、完全な安全は存在しないのであり、安全を語るには、このことをまず認識するべきである。

それでは、安全という言葉をもとに、どのように捉えればよいのだろうか。ハーバード大学のローレンス教授によれば、「安全とは許容限度を超えないと判断された危険」を言うと言われている。

第3章 警防活動（基本事項）

第1節 行動別安全基準

【この節のねらい】

- 1 災害現場等における様々な危険性を予測し理解する。
- 2 危険回避のための手段、方法を説明できる。

火災等の災害現場は、濃煙、熱気、落下物、建物の倒壊、転落など、様々な危険があるとともに、通常の作業現場とは異なった騒然とした異常な環境である。

このような厳しい作業環境下において、警防活動を効果的に遂行していくためには、隊員が作業現場におけるこれらの危険性を十分に理解したうえで「自分自身の安全は自分で守る」との強い自覚を持ち、積極的に安全を確保していくことが重要である。

1 出動前

- (1) 出動指令は、内容を確実に聴取した後、心に余裕をもって冷静に行動を開始する。
- (2) 車庫に向け階段を降りるときは、踏み外しに注意する。

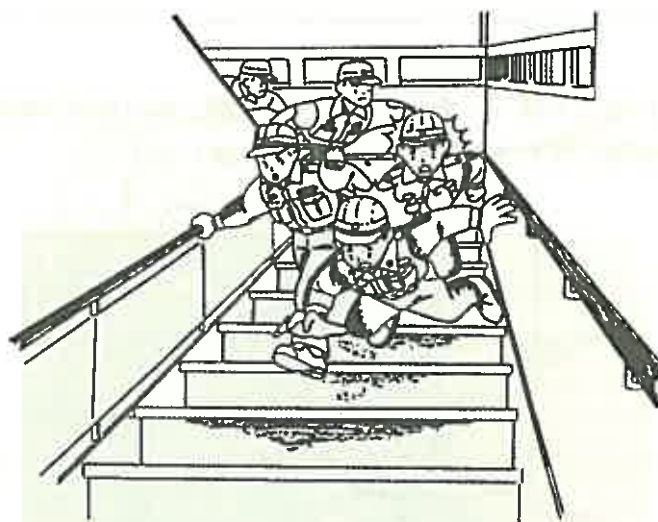
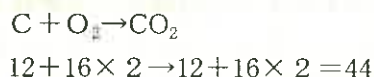


図3-1-1 出動時の階段の踏み外しに注意

2 化学の一般法則

(1) 質量不変の法則（質量保存の法則）

物質間に化学変化が起こる場合、その化学変化の前後における物質の質量の総和は変わらない。これを質量不変の法則又は質量保存の法則という。例えば、炭素12gが完全燃焼するためには、酸素32gが必要であり、その結果二酸化炭素44gが生じる。すなわち、反応前の炭素と酸素の質量の和44gと反応後に生じた二酸化炭素44gは等しい。



(2) 倍数比例の法則

同じ二つの元素が化合して2種類以上の化合物を作るときは、一方の元素の一定量に対する他方の元素の質量の比は簡単な整数比になっている。これを倍数比例の法則という。

例えば、窒素と酸素の化合物には次のようなものがあり、窒素の一定量に対する酸素の量は次に示すようになる。

物質名	化学式	質量比 (N : O)	窒素14gに対する酸素の比
酸化二窒素	N ₂ O	28 : 16	14 : 8 × 1
酸化窒素	NO	14 : 16	14 : 8 × 2
三酸化二窒素	N ₂ O ₃	28 : 48	14 : 8 × 3
二酸化窒素	NO ₂	14 : 32	14 : 8 × 4
五酸化二窒素	N ₂ O ₅	28 : 80	14 : 8 × 5

これからわかるように、窒素は酸素と化合して5種の酸化物を作るが、同じ量の窒素と化合する酸素の量は、ちょうど1 : 2 : 3 : 4 : 5という比になっている。

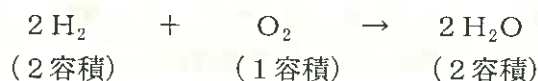
(3) 定比例の法則

化合物を構成する各成分元素の質量はその化合物については常に一定である。すなわち、水であれば水を燃やして作ったものでも、雨水や海水であっても、その組成は一定であり、水素と酸素の質量比は常に1 : 8である。これを定比例の法則という。

(4) 気体反応の法則（ゲイリュサックの法則）

気体と気体が反応して気体が生ずるときには、それらの気体の体積の間には圧力や温度が一定のとき、簡単な整数比が成り立つ。これを気体反応の法則という。

例えば、水素2容積と酸素1容積が化合すると水蒸気2容積が生ずる。



(5) アボガドロの法則

すべての気体は、同温、同圧のもとでは同体積中に同じ数の分子を含む。すなわち、すべての気体の1モルは標準状態（0℃、1気圧≒100kPa）のもとでは約22.4ℓの体積を占め、その体積中には6.02×10²³個（これをアボガドロ数という）の分子を含む。これをアボガドロの法則という。

3 溶 液

(1) 溶液

物質が他の物質に混ざって全体が均質化している液体を溶液という。溶液を作る物質のう

(1) 消防活動概要

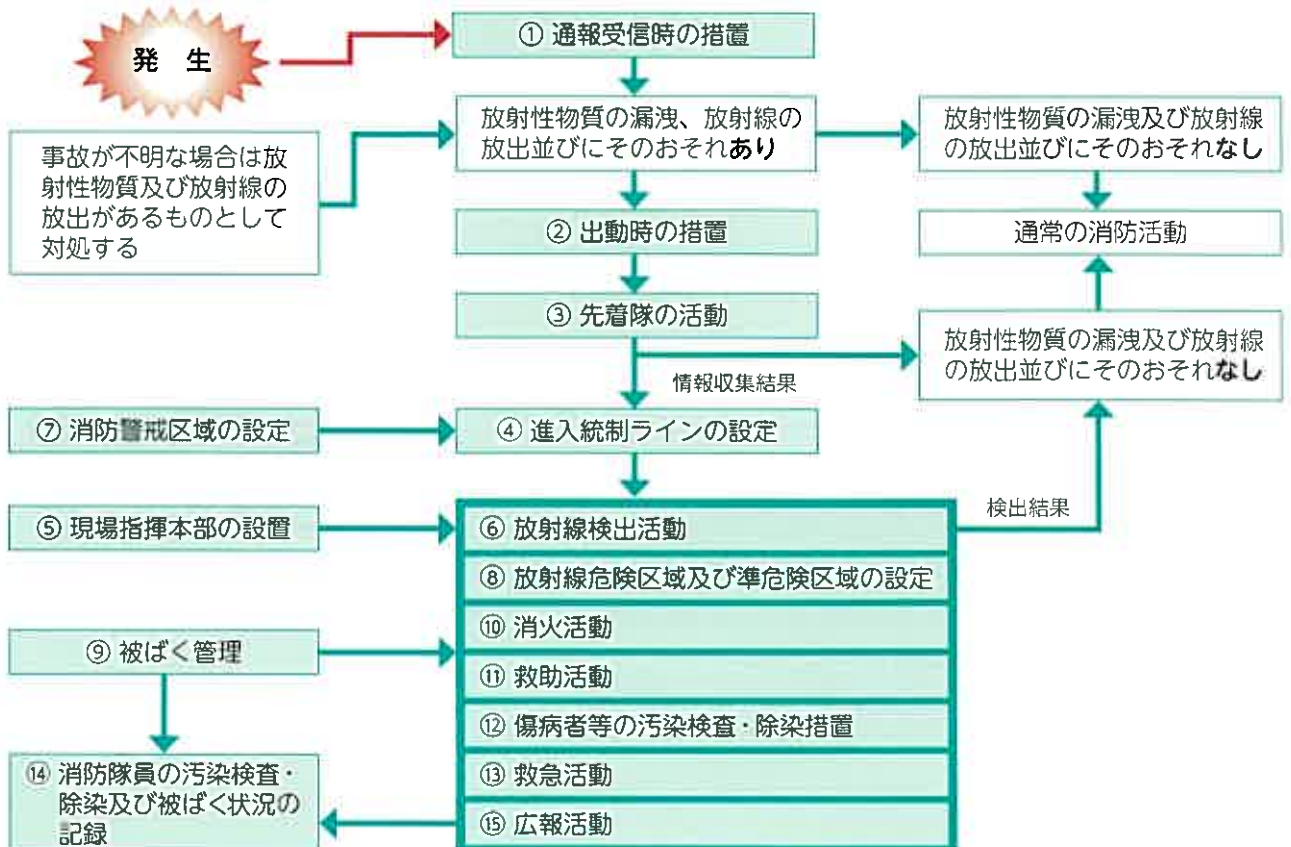
- ☑ 放射線は五感で感じられないため、専用の測定器を用いる必要があること
- ☑ 専門家との連携が重要であること
- ☑ 「被ばく」と「汚染」の危険性があること
- ☑ 十分な体制を整えてから活動を行うこと

1. 放射性同位元素等取扱施設、放射性医薬品取扱施設、放射性物質輸送時において、火災や事故などが発生した場合における消防活動の全体フローは下図のとおりです。
2. 放射性物質事故の特徴は次のとおりです。

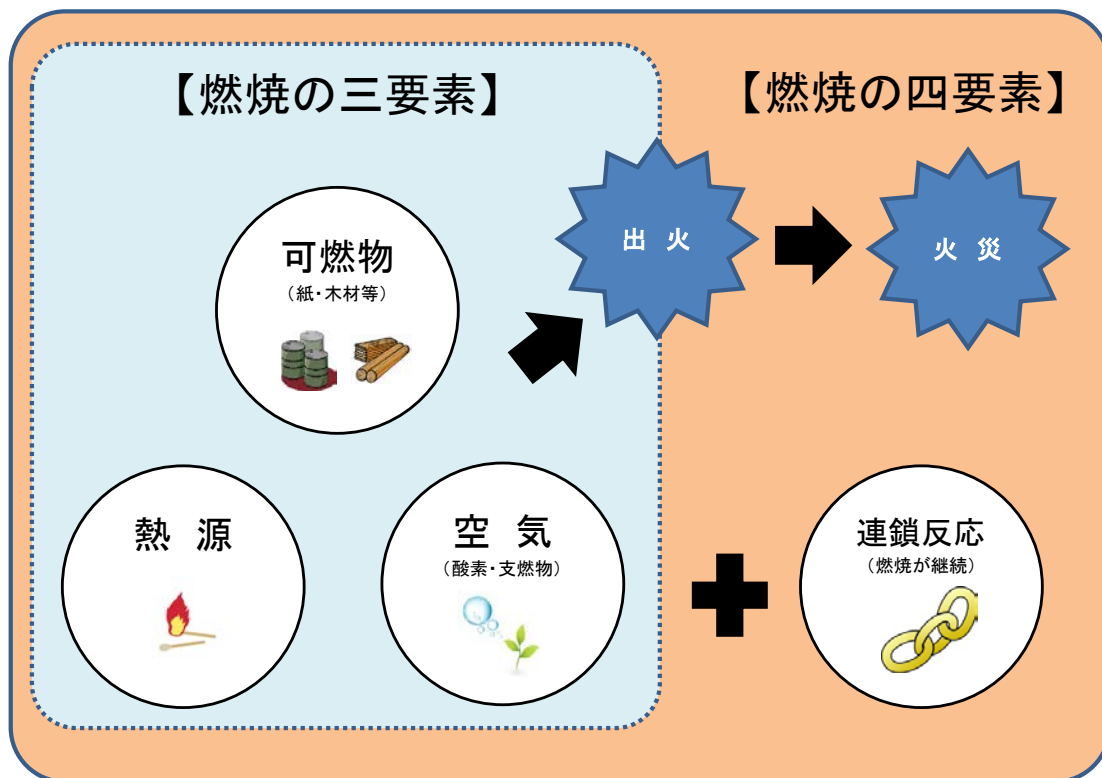
- ✓ 放射性物質や放射線の存在は、五感で感じられず、被ばくの程度を自ら判断できない(専用の測定器を用いれば測定が可能)
- ✓ 事故対応には、専用の測定器を用いることが必要
- ✓ 事故対応には放射線等に関する専門的な知識が必要 → 専門家の指示、助言が重要
- ✓ 事業者が危険時の措置の義務を負うなど大きな責務を有する

3. 放射性物質事故の危険性は、被ばくと汚染です。
4. 消防活動を行う際には、① 安全な場所において十分な体制を整え(対応部隊が不足する場合には応援要請を行う。)、② 被ばく管理を行った上で、③ 人命救助等の活動を行います(消防活動時の個人装備(例)については附属資料3-1参照)。
5. 現場に到着後、放射性物質や放射線による事故であることが判明した場合(おそれを含む。)には、直ちに通信指令室に報告するとともに、応援部隊(必要に応じて、県内応援、緊急消防援助隊)の派遣を要請します。

原子力施設等における消防活動全体フロー



第 1 節 火災の現象



第 1 火災の定義

火災とは「人の意図に反して発生し若しくは拡大し、又は放火により発生して消火の必要がある燃焼現象であって、これを消火するために消火施設又はこれと同程度の効果のあるものの利用を必要とするもの、又は人の意図に反し発生若しくは拡大した爆発現象をいう。」と定義されている。

第 2 燃焼の四要素

燃焼とは、一般的に空气中又は酸素中で物質が激しい酸化反応によって熱と光を発生する現象である。

この燃焼が起きる条件として①可燃物があること、②熱源（発火エネルギー）があること、③周囲に空気（酸素）があること、の三つの要素が必要である。これを燃焼の三要素といい、そのうちのどれ一つを欠いても燃焼は起こらない。最近では、それに連鎖反応を加え、四要素が存在しなければ燃焼が継続しないという考え方もある。

2. 教育テキストの目次（案）について

第1章 安全管理

- 第1節 安全管理の概説
- 第2節 受傷危険と事故防止
- 第3節 基本的な事故予防
- 第4節 緊急事態
- 第5節 安全教育

第2章 火災の性状

- 第1節 燃焼・火災・爆発の現象
- 第2節 タンク火災の基礎知識
- 第3節 プラント火災の基礎知識
- 第4節 高圧ガス火災の基礎知識

第3章 防災活動

- 第1節 火災の防災活動
- 第2節 タンク火災の防災活動
- 第3節 プラント火災の防災活動
- 第4節 高圧ガス火災の防災活動
- 第5節 関係機関との連携
- 第6節 大容量泡放射システムの運用

第4章 消火及び除害方法

- 第1節 消火の理論
- 第2節 消火の方法
- 第3節 毒劇物の除害方法

第5章 施設地区

- 第1節 製造施設の概要
- 第2節 貯蔵施設の概要
- 第3節 用役施設の概要
- 第4節 入出荷施設の概要
- 第5節 事務管理施設の概要

第6章 特定防災施設

- 第1節 流出油等防止堤
- 第2節 消火用屋外給水施設
- 第3節 非常通報設備

第7章 防災資機材

- 第1節 消防自動車
- 第2節 消防自動車の操作訓練
- 第3節 個人防護装備（PPE）
- 第4節 個人装備の着装訓練
- 第5節 可搬式放水銃
- 第6節 空気呼吸器
- 第7節 空気呼吸器の操作訓練
- 第8節 消火設備
- 第9節 消防ホース
- 第10節 消防水利
- 第11節 泡消火薬剤
- 第12節 オイルフェンス
- 第13節 油回収船

第8章 防災活動要領

- 第1節 通報、情報収集、情報提供要領
- 第2節 指揮本部の設置要領
- 第3節 火災の防御活動要領
- 第4節 漏えい・流出時の防災活動要領

- 第5節 自然災害時の防災活動要領
- 第6節 防災資機材の調達要領
- 第7節 災害広報要領
- 第8節 応急救護要領

第9章 災害想定訓練

- 第1節 図上訓練
- 第2節 泡消火の基本訓練
- 第3節 建物火災の想定訓練
- 第4節 タンク火災の想定訓練
- 第5節 プラント火災の想定訓練
- 第6節 高圧ガス火災の想定訓練
- 第7節 熱及び煙の体験訓練

第10章 災害事例の検証

- 第1節 火災
- 第2節 爆発
- 第3節 危険物の漏えい
- 第4節 浮き屋根の沈降
- 第5節 内部浮き蓋の異常
- 第6節 その他

3. 教育テキストに係る各目次の視点について

第1章 安全管理

【目 的】

防災要員が、防災活動における危険要因及び一般的な安全行動を説明できるようになる。

【内 容】

- ・ 第1節 安全管理の概説
- ・ 第2節 受傷危険と事故防止
- ・ 第3節 基本的な事故予防
- ・ 第4節 緊急事態
- ・ 第5節 安全教育

【ポイント】

- ・ 安全管理の全体像を把握し、業務の危険性を感じる。
- ・ 日常業務における受傷防止策を理解する。
- ・ 災害現場等における様々な危険性を理解する。
- ・ 事故の要素（要員と資機材）を制御し、未然に事故を防ぐ。
- ・ 安全管理における優先事項を理解する。
（人命救助→拡大防止→消火→残火処理）
- ・ 緊急避難計画の作成、緊急避難信号及び警報を活用する。
- ・ 安全な一時退避所、避難待避所の設定方法を学ぶ。
- ・ 危険予知訓練の効果と進め方を理解する。

第2章 火災の性状

【目 的】

防災要員が、燃焼の分類及びコンビナート火災の性状を理解し、消火する者の行動が、火災の挙動にどのような影響を及ぼすかを説明できるようになる。

【内 容】

- ・第1節 燃焼・火災・爆発の現象
- ・第2節 タンク火災の基礎知識
- ・第3節 プラント火災の基礎知識
- ・第4節 高圧ガス火災の基礎知識

【ポイント】

- ・燃焼、火災、爆発の基礎概念を理解する。
- ・危険物質の種類と特性及び消火原理を理解する。
- ・固定屋根式、浮屋根式、固定屋根付浮屋根式タンク火災の特徴を把握し、初期段階の的確な防災活動を理解する。
- ・爆発による二次災害の可能性を理解する。
- ・消火に伴う危険性及び安全な防災活動を理解する。
- ・火災に対する応急措置を理解する。
(発災施設への危険物等の供給及び流入停止)
(発災施設等の緊急停止)
(発災施設内の危険物等の除去)

第3章 防災活動

【目 的】

防災要員が、各種災害の注意点を理解し、安全的確な防災活動を説明できるようになる。

【内 容】

- ・第1節 火災の防災活動
- ・第2節 タンク火災の防災活動
- ・第3節 プラント火災の防災活動
- ・第4節 高圧ガス火災の防災活動
- ・第5節 関係機関との連携
- ・第6節 大容量泡放射システムの運用

【ポイント】

- ・ 基本的な火災に対する防災活動を理解する。
(出動準備、指揮命令系統の確認、消防水利の確認)
(人員の確認及び人命検索、指揮本部の設置、警戒区域の設定)
(防災資機材の集結、消火設備等の準備)
(緊急車両入門口の開閉、事業所への進入制限等)
- ・ タンク火災の注意点を理解し、安全的確に防災活動を行う。
(資機材の確認、水利の確認、情報の整理、部署位置の確認)
- ・ プラント火災の注意点を理解し、安全的確に防災活動を行う。
- ・ 高圧ガス火災の注意点を理解し、安全的確に防災活動を行う。
- ・ 防災本部及び現地指揮本部の役割を理解する。
(各本部の役割、指揮命令系統)
- ・ 大容量泡放射システムの概要を理解する。
(性能、運用基準、配置場所等)

第4章 消火及び除害方法

【目 的】

防災要員が、消火の原則を理解し、根拠のある消火方法及び除害方法を説明できるようになる。

【内 容】

- ・第1節 消火の理論
- ・第2節 消火の方法
- ・第3節 毒劇物の除害方法

【ポイント】

- ・ 燃焼理論と対比させながら消火の科学的基礎論を理解する。
- ・ 各消火方法を理解し、適切な消火方法を選択する。
(窒息消火法：化学泡消火薬剤、空気泡消火薬剤、たん白泡消火薬剤、合成界面活性剤泡消火薬剤、水成膜泡消火薬剤)
- ・ 各毒劇物の特性に応じた中和等の除害方法を学ぶ。

第5章 施設地区

【目 的】

防災要員が、石油コンビナート等災害防止法を理解し、自事業所の発災地区について、地区概要を説明できるようになる。

【内 容】

- ・第1節 製造施設の概要
- ・第2節 貯蔵施設の概要
- ・第3節 用役施設の概要
- ・第4節 入出荷施設の概要
- ・第5節 事務管理施設の概要

【ポイント】

- ・ 製造施設地区の概要について理解する。
(製造工程の例：石油化学、石油精製のフロー)
(外周が特定通路、セットバック)
- ・ 貯蔵施設地区の概要について理解する。
(外周が特定通路)
- ・ 用役施設地区の概要について理解する。
(電気、ガス等の取扱い有、外周の1/2が特定通路)
- ・ 入出荷施設地区の概要について理解する。
(事業所外の車両等の出入り有、外周の1/4が特定通路)
- ・ 事務管理施設地区の概要について理解する。
(事業所の管理事務所)
- ・ 特定通路の概要について理解する。

第6章 特定防災施設

【目 的】

防災要員が、特定防災施設の性能を理解し、施設の活用について説明できるようになる。

【内 容】

- ・第1節 流出油等防止堤
- ・第2節 消火用屋外給水施設
- ・第3節 非常通報設備

【ポイント】

- ・施設の位置、構造、機能、維持管理方法等を理解する。
- ・流出油等防止堤の位置、エリア内の排水経路、止水弁の位置、門扉の位置等を理解する。
- ・消火用屋外給水施設の給水能力、消火栓の位置・構造、貯水槽の位置、代替水利の位置等を理解する。
- ・消火用屋外給水施設について、加圧装置起動方法、部署可能隊数、消火栓放口サイズ、結合金具型式等を理解する。
- ・非常通報設備について、設置場所、通報要領を理解する。

第7章 防災資機材

【目 的】

防災要員が、事業所に設置されている資機材等の性能及び使用上の留意事項について、具体的に説明することができる。

【内 容】

- | | |
|------------------|---------------|
| ・第1節 消防自動車 | ・第8節 消火設備 |
| ・第2節 消防自動車の操作訓練 | ・第9節 消防ホース |
| ・第3節 個人防護装備（PPE） | ・第10節 消防水利 |
| ・第4節 個人防護装備の着装訓練 | ・第11節 泡消火薬剤 |
| ・第5節 可搬式放水銃 | ・第12節 オイルフェンス |
| ・第6節 空気呼吸器 | ・第13節 油回収船 |
| ・第7節 空気呼吸器の操作訓練 | |

【ポイント】

- ・2点、3点セット等の車両の用途、機能及び性能等を理解する。
- ・耐熱服等の正しい着装方法や性能等を理解する。
- ・空気呼吸器の正しい着装方法や性能を理解する。
- ・空気呼吸器の点検方法を習得し、使用可能時間の算出及び高圧酸素の注意事項等を理解する。
- ・危険物施設に設置されている消火設備の特性、消火効果等について理解する。
- ・消火栓、防火水槽等の取扱い方法を理解する。
- ・火災種別により有効泡薬剤が異なることを学び、他の消火方法（水、水噴霧、不活性ガス等）について理解する。
- ・油回収船で効果的に回収作業を行うことができる災害について理解する。

第8章 防災活動要領

【目 的】

防災要員が、災害を最小限に止めるために行う防災活動要領について、具体的に説明することができる。

【内 容】

- ・第1節 通報、情報収集、情報提供要領
- ・第2節 指揮本部の設置要領
- ・第3節 火災の防御活動要領
- ・第4節 漏えい・流出時の防災活動要領
- ・第5節 自然災害時の防災活動要領
- ・第6節 防災資機材の調達要領
- ・第7節 災害広報要領
- ・第8節 応急救護要領

【ポイント】

- ・迅速な通報の手順、通報内容の整理、消防機関への適切な情報提供の重要性を理解する。
- ・各種災害に応じた情報提供について学び、SDS及び情報提供の制度等の活用を理解する。
- ・指揮本部の役割、設置場所及び設置時期を理解する。
- ・指揮本部の指揮命令統制等を理解する。
- ・引火防止、漏えい・流出範囲の局限化について理解する。
- ・地震、津波、台風及び高潮等について、情報により各種対応を事前にとることを理解する。
- ・資機材の要請・種類・数量・運搬・集結場所等を理解する。
- ・住民及び報道機関に対する広報の内容・手段等を理解する。
- ・止血、CPR（心肺蘇生法）、AED、搬送方法等を理解する。

第9章 災害想定訓練

【目 的】

防災要員が、各種災害を想定した訓練を行うことにより、消火技術の向上を図る。

【内 容】

- ・ 第1節 図上訓練
- ・ 第2節 泡消火の基本訓練
- ・ 第3節 建物火災の想定訓練
- ・ 第4節 タンク火災の想定訓練
- ・ 第5節 プラント火災の想定訓練
- ・ 第6節 高圧ガス火災の想定訓練
- ・ 第7節 熱及び煙の体験訓練

【ポイント】

- ・ 化学消防車、泡消火栓等を使用し、平面的な危険物火災を消火する訓練
- ・ 援護注水の下で、火点に接近して泡放水する訓練
- ・ 気象状況、火災状況の変化に対応して部隊を移動し、消火活動する訓練
- ・ 2点、3点セットを使用した想定訓練
- ・ 可搬式放水銃を使用した想定訓練
- ・ 泡消火薬剤の補給訓練
- ・ 大容量泡放射システムの要請訓練
- ・ 模擬タンク及び防油堤火災の想定訓練
- ・ 危険物火災の消火及び周辺機器冷却注水想定訓練
- ・ 可燃性ガス火災の消火及び周辺機器冷却注水訓練
- ・ 建物内に進入する想定訓練
- ・ 固定消火設備を使用する想定訓練

第 10 章 災害事例の検証

【目 的】

防災要員が、過去の災害事例における問題点を教訓に、効果的な防災活動を実施できる体制を構築することができるようになる。

【内 容】

- ・第 1 節 火災
- ・第 2 節 爆発
- ・第 3 節 危険物の漏えい
- ・第 4 節 浮き屋根の沈降
- ・第 5 節 内部浮き蓋の異常
- ・第 6 節 その他

【ポイント】

--