

【資料】

危険物事故対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その9)

危険物技術者(Hazardous materials technician)の能力(承前)

梅津 隆弘

4-4.3 行動計画に規定されたコントロール機能の実行。非バラ荷及びバラ荷包装並びに施設容器を含む種々の擬似的な危険物事故が与えられたとき、危険物技術者は危険物事故をコントロールするための工具、装備及び物資を選択するものとし、これらの包装／容器からの放出をコントロールするための注意事項を特定するものとする。危険物技術者は次に掲げることができるものとする。

4-4.3.1 圧力容器が与えられたとき、適切な物資又は装備を選択し、次に掲げる場所からの放出を封じ込める方法を実演すること。

- (a) 可溶金属栓
- (b) 可溶栓のねじ山
- (c) シリンダーの側壁
- (d) 吹き飛んだバルブ
- (e) バルブのパッキン
- (f) バルブ吸入口のねじ山
- (g) バルブ座金
- (h) バルブ心棒集合体の吹き飛び

注. 圧力容器からの様々な場所からの放出を停止するために必要な物資等は次のとおりである。いずれの場合も、可能ならば、放出点が蒸気相になるように容器の姿勢を変えるべきである。

(a) 可溶金属栓 1.2.3)。

可溶金属栓(又は可溶栓)とは、溶解アセチレン容器用弁、高圧ガス容器用弁に取り付けられることがある安全装置の一種で、容器中の過圧状態を解消するために設定温度に到達したときに溶けて吹き飛ぶことによって容器用弁を開放状態とするよう設けられているものである。ここからの放出を停止するためには、米国の塩素協会が販売しているキット(CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT “A”)などの特殊な工具を用いる必要がある(手順等については、参考文献3を参照のこと)。

(b) 可溶栓のねじ山 1.2.3)。

可溶栓のねじ山からの漏出は、可溶栓の増し締め又は米国の塩素協会が販売しているキット(CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT “A”)などの特殊な工具の使用により停止できる(後者の手順等については、参考文献3を参照のこと)。

(c) シリンダーの側壁 3.4.5)。

シリンダーの側壁からの漏出は、漏出上に継ぎを当てることにより停止可能である。手

作りの道具類又は米国の塩素協会が販売しているキット(CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT “A”)などの特殊な工具の使用により停止できる(後者の手順等については、参考文献3を参照のこと)

(d) 吹き飛んだバルブ^{3,4)}

バルブが根元から折れて吹き飛んだ場合又はバルブの螺子が滑って吹き飛んだ場合には、打栓を行い停止できることがある。米国の塩素協会が販売しているキット(CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT “A”)では、更にその上にフードを被せて固定するようになっている。

(e) バルブのパッキン^{3,4)}

バルブのパッキンからの漏出は、パッキンを抑えているナットを締め付けることにより停止することができることがある。バルブ全体にフードを被せる方法もある。

(f) バルブ吸入口のねじ山^{3,4)}

バルブ吸入口(容器とバルブの接続部分)のねじ山からの漏出は、バルブ組み立て集合体全体を締め付けることで停止することができることがある。バルブ全体にフードを被せる方法もある。

(g) バルブ座金^{3,4)}

異物のためバルブが閉鎖できない場合には、この異物を除去するためにバルブを何度か開閉することを試みる方法がある。バルブの吐出口に蓋をかぶせる方法もある。

(h) バルブ心棒集合体の吹き飛び^{3,4)}

バルブの心棒が吹き飛んでいる場合には、心棒があった部分に打栓して漏出を停止することができることがある。

4-4.3.2 圧力容器の付属部が与えられたとき、次に掲げることを実行できることを実演すること。

- (a) 開いているバルブを閉じること
- (b) 失われた栓を取り替えること
- (c) 緩んだ栓を締め付けること

注. これらのことを実演する方法は、簡単であるため省略する。実際の状況に即して、保護具装着状態で実演すべきであるとされる⁴⁾。

4-4.3.3 55 ガロン・ドラムが与えられたとき、適切な工具及び物資を使用して次に掲げる漏出を封じ込めることができることを実演すること。

- (a) 口金からの漏出
- (b) 縁からの漏出
- (c) フォークリフトによる穿孔
- (d) 釘による穿孔

注. 55 ガロン・ドラムは、大気圧容器であり圧力容器ではないため、圧力容器より対応しやすい。

(a) 口金(Bung)からの漏出 5.6,7,8,9)

鋼製ドラムの口金の形状は、ISO 規格を翻訳している JIS Z 1604 により規格されていると思われる。口金からの漏出は、口金用レンチ(bung wrench、ドラムレンチなどと称されている)を使用して口金を締め付けることにより停止することができることがある。

口金のねじ山が腐食している場合には、打栓により漏出を停止できることがある。

(b) 縁(chime)からの漏出 5.7,10)

縁(chime、チャイム)からの漏出は、ドラムの円筒外壁に上板又は底板を結合している部分である。ここからの漏洩は、漏洩部分に沿って縁に鉛ウール(lead wool)等の適切な物質を打ち伸ばして継ぎ当てすることにより停止することができる。

(c) フォークリフトによる穿孔 4.5)

フォークリフトによる穿孔からの漏洩は、通常、大型で不規則な形状をしているため、数多くの種々の形状・寸法の木製栓などにより打栓されること又は当て板及びガスケットが付いたトグルパッチ又は T パッチを適用することで停止可能である。場合によっては、ファイバーグラスとエポキシ樹脂により継ぎを当てることもありえる。

(d) 釘による穿孔

釘による穿孔からの漏洩は、木製栓を打ち込むこと、ガスケットと座金付き金属ネジをねじ込むことにより停止することができる。

4-4.3.4 55 ガロン・ドラム及びオーバーパック・ドラムが与えられたとき、次に掲げる方法によりオーバーパック・ドラムの中に 55 ガロン・ドラムを入れることができることを実演すること。

(a) 転がして滑り込ませる方法

(b) 滑り込ませる方法

(c) かぶせる方法

注. この場合のオーバーパック・ドラムは、55 ガロン・ドラムより大きいドラムである。

(a) 転がして滑り込ませる方法 4.5)

55 ガロン・ドラムの側面が地面につくように置き、ころを 55 ガロン・ドラムの下に入れ、ころを使うことによりオーバーパック・ドラム内に滑り込ませる方法である。

(b) 滑り込ませる方法 4.5)

横にしたオーバーパック・ドラム内に 55 ガロン・ドラムを滑り込ませて入れる方法である。

(c) かぶせる方法 4.5)

55 ガロン・ドラムの上にオーバーパック・ドラムをかぶせ、その後、オーバーパック・ドラムを逆転させる方法である。

- 4-4.3.5 製造者の仕様書及び勧告書に従い危険物放出のために提供された工具及び装備の維持管理及び検査の手続きを特定すること。

注. 特定の工具等及びその仕様書等を必要とするため、割愛する。

- 4-4.3.6 地域に進入することなく閉鎖空間内部の漏出又は漏洩を評価するための3つの考慮事項を特定すること。

注. 閉鎖空間に進入することなく、内部の漏洩又は漏出について次の3つの雰囲気について考慮する必要がある(OSHAの許可を必要とする閉鎖空間規則に定められている。日本では、酸素欠乏症等防止規則(酸素濃度18%未満の酸素欠乏雰囲気のみ)、有機溶剤中毒予防規則(濃度規定なし)、労働安全衛生規則(30LEL%のずい道における可燃性雰囲気のみ)程度の規定しか存在しない)^{11,12)}：

(1) 酸素濃度

酸素欠乏に対する行動水準は19.5%及び酸素過剰に対するそれは23.5%である。

酸素19.5%の行動水準は、排斥物が未知の場合、酸素20%の閉鎖空間に進入する作業を守るものではない。酸素水準の20.9%から20%への降下は、約45,000ppmの未知の潜在的に毒性である汚染物が存在している可能性を示している(酸素は空気全体のうち、高々20%しか占めないため、0.9%又は $9,000\text{ppm} \times 5 = 45,000\text{ppm}$)。酸素欠乏雰囲気では、雰囲気酸素を呼吸のために用いるガス・マスク着装状態での進入は禁止される。

酸素濃度23.5%を超える雰囲気は、火災・爆発の危険性が大きくなるとされている。

(2) 毒性雰囲気

OSHAの許容曝露限界(Permissible Exposure Limit: PEL)又はACGIHの限界閾値(Threshold Limit Value: TLV)を上回る雰囲気は、作業を実行するために閉鎖空間内への進入を必ずしも禁止しするものではない。しかし、進入チームに対する発生可能危険はかなり増加し、誤りに対する余裕が存在しないことを認識する必要がある。毒性雰囲気を有する閉鎖空間の内部で損傷した保護衣又は空気供給問題が生じた場合、ほとんどある種の負傷又は死に結びつく。

(3) 可燃性雰囲気

OSHAの許可を必要とする閉鎖空間規則に定義されている。可燃性気体及び蒸気に対する行動水準は10LEL%である。

- 4-4.3.7 製品移送作業に関する3つの安全上の考慮事項を特定すること。

注. 製品移送に関する考慮事項には次に掲げるものが含まれる^{4,12,13)}：

(1) 電氣的接続(Bonding)

(2) 接地(Grounding)

可燃性液体(そのほか、ダスト及び粉体も含む)移送作業時の静電気の発生及び蓄積は常に

考慮される必要があり、発火又は爆発の潜在的な危険を最小限化するために、静電気の発生は電氣的接続及び接地によりコントロールされる必要がある。

電氣的接続は、導電物を用いて一つ以上の導電物を接続する過程であり、導電物間の電位差を最小限化し、静電気火花発生の機会を最小限化し又は除去するものである。

接地は、一つ以上の導電物を接地棒を介して地面と接続する過程であり、導電物と地面との電位差を最小限化するものである。

電氣的接続及び接地に、巻線を用いた場合又は導電物に巻線が含まれる場合、接続又は切断時に、自己誘導により大電圧が発生する可能性がある。

(3) 着火源の除去

静電気火花のほか、可燃性雰囲気中に着火源が存在する場合には、火災・爆発の危険があるため着火源となりえるものは除去されなければならない。

(4) 容器の調査

製品が除去されることになる容器は、移送の最も安全な方法を判断するために最初に調査されるべきである。移送による製品積み降ろしは容器上の応力を減少させることがあるが、このことは容器が機械的に壊れないことを保障するものではない。次に掲げることを評価すべきであるとされる：

- ・ 容器の傾き及び姿勢
- ・ 製品積み降ろしのために用いられる開口又は取り付け物の姿勢及び位置
- ・ 容器に整流板がある場合には、その穴の位置
- ・ 積み降ろされる製品の性状(可燃性、腐食性、毒性など)
- ・ 製品移送及び容器の正位置回復について利用可能な訓練、リソース及び装備の水準

4-4.3.8 MC-306/DOT-406 貨物タンク及びドーム・カバー・クランプが与えられたとき、適切にドーム上のクランプに導入できることを実演すること。

注. MC-306/DOT-406 貨物タンクは、非圧力タンクであり、楕円形の横断面を有するものである(日本において、液体石油製品の輸送に使用されるタンクローリーと類似)。これらのタンク車が横転したとき、場合によってはタンク上部の製品積み込み用のドームから製品が漏出することがある。このとき、ドームを締め付けることにより漏出を止めるための工具がドーム・カバー・クランプである(参考文献 14 及び 15 参照)。インターネット検索の結果では、日本において類似の製品を見出すことはできなかった。

実演方法については、割愛する。

4-4.3.9 MC-306/DOT-406 型のアルミニウム殻貨物タンクが含まれた火災をコントロールする際に使用される方法及び注意事項を特定すること。

注. これらのタンクを含む火災に関する方法等は次のとおりである 4.12)。

非圧力タンクであり、融点が 660℃のアルミニウムで構築されているタンクであることか

ら、蒸気空間部分が火炎に晒された場合、熔融することになる。このため、鋼製タンクとなり、タンク内部圧力が上昇しないとされている。この結果として、これらの想定は、通常、ある規模の漏洩火災を含み、各区画の残りの製品が燃え尽きる、開放穴火災を含むものである。

移動している漏洩火災が防御的戦術(分流及び築堤など)を使用して安全に囲い込むことができる場合には、表面積はより小さくなり、区画内に液溜りとなっている製品は囲い込まれ、より少ない泡原液が、小さい表面積のため、消火のために必要とされることがある。

4.4.3.10 MC-306/DOT-406、MC-307/DOT-407、MC-312/DOT-412 貨物タンクにおける次に掲げる種類の漏出を封じ込めるための最低1つの方法を説明すること。

- (a) ドーム・カバーからの漏出
- (b) 不規則な形状をした穴
- (c) 穿孔
- (d) 漏れ又は涙状の漏れ

注. これらのタンクの概要及び漏出を封じ込めるための方法は次のとおりである(5.12)。

MC-306/DOT-406 タンクは楕円形の横断面を有する非圧力タンク、MC-307/DOT-407 タンクは円形の横断面を有する低圧タンク(最大許容使用圧力 40psi(約 2.7 気圧))、MC-312/DOT-412 タンクは小直径の円形の横断面を有する比較的低圧のタンク(最大許容使用圧力 40psi(約 2.7 気圧)、稀に 100psi(約 6.8 気圧))である。

- (a) ドーム・カバーからの漏出

MC-306/DOT-406 タンクのドーム・カバーからの漏出は、前述のドーム・カバー・クランプを使用してコントロールされることが一般的である。

MC-307/DOT-407 及び MC-312/DOT-412 タンクのドーム・カバーからの漏出は、ドームの周りにある蝶ナットを締め付けることにより、ときに、コントロールされることが可能である。

- (b) 不規則な形状をした穴

穴が小規模の場合、適切な大きさ・形状の当て板及びガスケットが付いたトグル継ぎ又は T 字継ぎが有効であることがあり、木製楔を穴に打ち込み、締め付けることが可能であることがあり、金属当て板及びガスケットでできた継ぎを開裂上に当て、その後紐などで締め付けることも可能であることがある。

穴が大規模の場合、開裂を覆うような金属当て板及びガスケットでできた継ぎをあて、その後紐などで締め付けることが可能であることがあり、開裂を通した T 字ボルトにより保持される継ぎを当てることが可能であることがあり、膨張式継ぎ(参考文献 16 及び 17 参照)を使用することが可能であることがある。

- (c) 穿孔

打栓又は継ぎ当てにより停止可能であることがある。穴がトグルが通るだけ大きい場合

にはトグルボルト付きの継ぎが用いられることがある。エポキシ樹脂やパテ等を注入することも可能であることがある。

(d) 漏れ又は涙状の漏れ

開裂が非常に小さい場合には、ダクト・テープで継ぎを当てることが可能であることがある。鉛ウール又は板鉛などで充填することにより停止可能であることがある。

4-4.3.11 横転した MC-306/DOT-406、MC-307/DOT-407、MC-312/DOT-412、MC-331 及び MC-338 貨物タンクに対する 3 つの製品除去及び移送時の考慮事項を説明すること。

注. 製品除去及び移送時の考慮事項には次に掲げるものが含まれる^{12,13,18)} :

(1) このような作業に関連した内在的な危険

容器の状態(内部圧力、損傷状況など)及び製品の性状に関連した危険(可燃性、腐食性、毒性など)について考慮する必要がある。

(2) 手続き及び安全予防措置

考慮された危険を最小限にする手続き及び安全予防措置が考慮される必要がある。たとえば、電氣的接続・接地の手続き及び関連する予防措置など。

(3) 必要とされる装備

製品移送は選択された方法により及び製品の種類により、必要な装備が異なることがある。例えば、前回述べたようにこれらのタンク内の製品は液体であるため、移送方法は重力流れ、ポンプ移送、圧力移送の 3 つがあり、必要とされる装備はそれぞれ異なることになる。

4-5 能力—進捗状況の評価。

4-5.1 コントロール機能の効果性の評価。非バラ荷及びバラ荷包装を含む種々の擬似的な施設及び輸送時の危険物事故並びに行動計画が与えられたとき、危険物技術者は行動計画に定められたあらゆるコントロール機能の効果性を評価するものとする。

注. 選択されたコントロール機能が、事故を緩和し又は望むべき結果をもたらしているか評価し、必要があれば、別の選択肢を選ぶことが必要となる。

4-6 能力—事故の完了。

4-6.1 事後報告への支援。非バラ荷及びバラ荷包装を含む種々の擬似的な施設及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物技術者は事故の事後報告に参加するものとする。危険物技術者は次に掲げることができるものとする :

4-6.1.1 効果的な事後報告に 3 つの構成要素を説明すること。

注. 事後報告に必要とされる項目は次のとおりである¹²⁾ :

(1) 健康に関する情報

曝露の可能性並びに曝露の兆候及び症状を説明する必要がある。曝露の兆候及び症状は

物質によっては曝露後 24～48 時間後に発現することもあり、このような情報を伝達すべきである。

(2) 装備及び車両等の曝露の見直し

供用に適さない装備及び車両が修理のために明瞭に特定の印が付けられていること及び特殊な清掃又は装備廃棄の計画が確実に作られているようにすることが必要とされる。消防用具及び個人用衣服は、部署に戻ったとき、洗濯されるべきである。担当者に、汚染された上衣が適切に洗濯又は適切に廃棄されることを保障するための責任を委任されなければならない。

(3) 追跡のための連絡人員

現場から対応者の解散後、清掃請負者及び調査官など、関与していた者が必要な情報を共有できる単一の情報源の利用機会を確実に有するようにすること。この連絡人員は、適切な調査官又は批評指導者に配布するまで、全ての事故文書を収集及び管理することについて責任も有するべきである。

(4) 即時の行動を必要とする問題

装備損壊、安全、多数の人員問題又は潜在的な法的問題は、現場で迅速に見直されるべきである。事後の批評時の検討でも許容されるのは、これが特に重要でない問題の場合に限られる。

4-6.1.2 効果的な事後報告の鍵となる事柄を説明すること。

注. 事後報告の鍵となる事柄には、次に掲げるものが含まれる¹²⁾：

- ・ (潜在的に)曝露した危険物及びその兆候並びに症状がなんであるかを正確に対応者に伝えること
- ・ アフター・サービス、交換又は修理を必要とする損傷した装備を特定すること
- ・ 特殊な除染又は廃棄を必要とする装備又は高額補給物資を特定すること
- ・ 清掃及び復旧段階に影響する不安全な現場条件を特定すること
- ・ 事故後の分析及び批評のための情報収集責任を割り当てること
- ・ 重大事故ストレス事後説明(Critical Incident Stress Debriefing)の必要性を評価すること
- ・ 事故関連の問題(遅延症状に関する懸念)のための連絡点を割り当てること

4-6.1.3 事後報告をいつ行うべきかを説明すること。

注. 事後報告を行うべき時は、作業の緊急段階が終了した直後に開始されるべきである。理想的には、これは、対応者の一人でも現場から退去する前であるべきである¹²⁾。

4-6.1.4 事後報告に誰が参加すべきかを説明すること。

注. 事後報告には、HMRT、緊急対応士官及び現場指揮官により知る必要があると判断された、情報士官並びに機関責任者その他の鍵となる者が含まれるべきである。大規模事故で

は、これらの者は代表者として、その所属人員のところに帰り、更なる情報のための適切な場所、連絡すべき者を含め、重要な情報を伝えることになる¹²⁾。

4-6.2 事故批評への支援。非バラ荷及びバラ荷包装を含む種々の擬似的な施設及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物技術者は事故時にホット・ゾーン及びウォーム・ゾーンで行われた活動の作業的観測を提出するものとする。危険物技術者は次に掲げることができるものとする。

4-6.2.1 効果的な批評の3つの構成要素を説明すること。

注. 批評の主要な目的は、個人の行為の過ちを発見することではなく、緊急対応システムを改善するための勧告を作ることにある。上首尾な批評は次に掲げることが助長させるとされる¹²⁾：

- ・ 個人の知識・技能に依存していない、システムに依存した緊急対応作業
- ・ チームワークとして協力することの自発
- ・ 安全作業手続きの改善
- ・ 緊急対応組織間の情報共有

米国では、OSHAにより各危険物緊急対応について批評が実施されることが義務付けられている。

批評の構成要素 4.12.19)

効果的な批評には、批評進行監督者、参加者及び解決策が含まれている。

批評進行監督者は、批評会合を肯定的な学習の場とするために重要な役割であり中立的立場を保持し、批評のやり方を説明し、進行を司り、予定時間(60～90分以内)にこれを終了させ、質問に対する回答を引き出し、参加者がその与えられた役割に応じて参加していることを確実なものとし、個人の観察事項が集団内で共有されることを確実なものにする者である。この者は、最後に批評により明らかにされた重要な観察及び結論をまとめ、得られた教訓として改善に関係する勧告が付された簡潔で要領を得た批評報告を作成することになる。

参加者は、事故において観察された事柄に対する批評を個人非難することなく発表し又は質問に対して回答するもののほか、手続き等の改善に関係する者が含まれる。

解決策は、手続き等の改善に関する事柄及び共有されるべき得られた教訓という形をとる。

4-6.2.2 批評に誰が参加すべきかを説明すること。

注. 批評に参加すべき者⁴⁾

批評は、対応の多くの水準に焦点を置くために、作業又は指揮機能に参加して現場にいた代表者が含まれることが最も利益のあるものである。訓練、標準作業手続き及び緊急対応計画の修正並びに利用可能なリソースの獲得に責任を有する者も、あらゆる必要な修正

を獲得するために参加すべきである。

4-6.2.3 危険物事故の後、効果的な批評が必要な理由を説明すること。

注. 批評の必要性⁴⁾

効果的な批評は、欠陥及び不完全性を特定し及びこれらを修正するための好機を危険物事故現場で対応に参加していた者たちに提供する。批評は、将来の緊急対応の改善及び再発の防止のための示唆及び勧告の作成を助けるものとなる。価値ある情報は、後の事故対応時における関連した負傷及び死亡を防止することになる、得られた教訓、機器の開発、技術改善を含め、批評時の議論から生じる可能性がある。

4-6.2.4 批評の結果としてどのような書面にされた文書を準備するかを説明すること。

注. 批評報告^{4.12)}

批評報告は肯定的行為に焦点を当てるよう試みるべきであるが、改善が明らかに必要である部分を見逃す又は度外視すべきではない。批評報告は、簡潔で要領を得たものとし、1～2頁を発生した事柄の記述に当て、次いで得られた教訓を記述し、最後に適切な場合には改善に関する勧告を記述するべきであるとされる。

良好な批評報告から知識を獲得することは、次の事故現場での悲劇的経験から知識を獲得することよりもましである。

4-6.3 報告書及び記録の提出。擬似的な危険物事故が与えられたとき、危険物技術者は組織の緊急対応計画及び標準作業手続きに義務付けられた報告書及び記録を完成させるものとする。危険物技術者は次に掲げることができるものとする。

4-6.3.1 地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きにより義務付けられた報告書及びこれを補足する記録を特定すること。

4-6.3.2 地方緊急計画及び組織の標準作業手続きにより義務付けられた報告を適切に完成させることと実演すること。

注. 上の2項目は、具体的な標準作業手続き等を必要とするので割愛する。

4-6.3.3 人員曝露記録の重要性を説明すること。

注. 人員曝露記録の重要性⁴⁾

直接汚染又は間接汚染、権限付与されていない地域への進入、不適切な PPE の着装又は実際の PPE 故障のいずれの結果として曝露が生じた場合には、曝露は適切な行為、処置、試験、篩い分けなどを判断するための評価及び見直しのため医療監督者に報告されなければならない。初期曝露及び関連した長期効果の発生の間に数年が経過することがあるため、事故報告の写しは、個人の医療記録内に維持管理されるべきである。OSHA は、曝露及び医療記録が被雇用者退職後少なくとも 30 年間維持管理されること並びに要請時にこれらの

記録が全ての影響を受けた被雇用者及びその代表者が利用できるものでなければならないことを義務付けている。

4-6.3.4 事後報告の記録の重要性を説明すること。

注. 事後報告の記録の重要性⁴⁾

事後報告記録は、事故の年代順の報告及び問題が後日生じたかどうかに関して対応者の追跡調査を支援するために重要なばかりではなく、正確な情報の注意深い記録は、全ての文書、写真、ビデオテープ、録音テープ及びコンピューター・ファイルを含め、証拠提出の対象である。

4-6.3.5 批評の記録の重要性を説明すること。

注. 批評の記録の重要性⁴⁾

批評記録は、現場作業の安全のみならず、計画立案、訓練、存在危険の特定及び優先順位付け並びに不注意な作業(例えば、手続きに従われなかったもの又は装備が維持管理されていなかったもの)の防止に関連した情報を改善するために使用できうる。批評記録は後日再度参照されることにより、特定の問題が修正され及び／又は決定されているかの判断を助けることになる。

4-6.3.6 活動記録及び曝露記録を保存する手続きを特定すること。

4-6.3.7 連邦、州、地方及び組織の義務に適合する事故報告の編集においてとられる手続きを特定すること。

4-6.3.8 ホット・ゾーン進入及び退出記録の作成義務を特定すること。

4-6.3.9 個人用保護具の記録の作成義務を特定すること。

4-6.3.10 報告記録をファイルにし、記録を維持管理する義務を特定すること。

注. これらの手続き及び義務は、具体的な手続き等を必要とするため、割愛する。

(危険物技術者の能力は、以上)

現場指揮官(Incident Commander)の能力

5-1 一般

5-1.1 緒言。現場指揮官は認知レベル及び実務レベルの応急対応者の能力並びにこの章に掲げる能力全てを充足するよう訓練されているものとする。また、現場指揮官は適用される米国運輸省(DOT)、米国環境保護庁(EPA)、労働衛生安全局(OSHA) 及び他の適切な州、地域又は地方の労働安全衛生規則の義務に充足するようあらゆる付加的な訓練を受けるものとする。

5-1.2 定義。現場指揮官は事故の管理に関係する全ての判断に責任を有するものである。現場指揮官は事故現場を指揮する。

注。現場指揮官について 12.19)

現場指揮官とは、事故現場にあって事故の管理に関する全ての判断を行うものである。(参考文献 12 及び 19 においては、現場にいる指揮官であることを明確にするために、On-Scene Incident Commander として説明されている。)

大規模事故にあっては、日本では対策本部が作られることがある。対策本部は米国で言うところの緊急作戦センター(Emergency Operation Center: EOC)に相当するものと思われる。EOC の役割は全般の指揮を執ることであり、全般指揮が EOC に移行した後も、現場対応作業は、現場指揮官により管理され続けることになる。このときの EOC の役割は、現場の指揮ではなく、戦略及び外的世界両方を取り扱い、現場作業に対する全ての兵站的及びリソース支援を調整することであるとされる。

より大規模な事故にあっては、日本では複数の関係機関により合同対策本部が作られる。米国においては統合化された指揮(Unified Command: UC)と称されているものに近いとおもわれる。統合化された指揮は、委員会による合議制の管理ではないことが強調されている。主導機関又は他と比較して 51%の票決権を有する一機関は常に存在する。主導機関の代表者は IC として仕えるべきであり、関与する他の機関からの前任士官により支援されるべきであるとされる。

5-1.3 目的。この章の目的は次に掲げる任務を安全に実行するための知識及び技能を現場指揮官に提供することにある。このため、認知レベル及び実務レベルの応急対応者の能力に加えて、現場指揮官は次に掲げることができるものとする。

(a) 次に掲げる任務を実行することにより結果として生じる問題の程度を判断するために危険物事故を分析すること。

1. 印刷されたリソース、技術的リソース、コンピューター・データベース及び監視装置から得られる存在危険(hazard)及び対応情報を収集・解釈すること。
2. 危険物事故時に危険となった地域内の潜在的な結果を推測すること。

(b) 次に掲げる任務を実行するために利用できる人員、個人用保護具及びコントロール

装備の能力及び資格の範囲内で対応作業を計画立案すること。

1. 危険物事故に対する対応目標を特定すること。
 2. 対応目標により利用できる行動選択肢(防御的、攻撃的及び非干渉)を特定すること。
 3. 与えられた行動選択肢に対する必要な個人用保護具の水準を承諾すること。
 4. 地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続き並びに利用できる人員、個人用保護具及びコントロール装備の能力の範囲内で、安全への考慮事項を含め、行動計画を策定すること。
- (c) 次に掲げる任務を実行することにより地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きからなる結果を好転させるための対応を実行すること。
1. 通報の特定の手続き及び地方のリソース以外のリソース(民間、州、連邦政府の人員等)の利用を含め、事故管理系統(IMS)を実行すること。
 2. 予期されている任務割り当て及び現場活動によりリソース(民間、行政及びその他)に指示し、民間部門及び行政部門の人員に対し管理の概要、技術的見通し、兵站的支援を提供すること。
 3. 事故管理系統(IMS)構造を介してメディア及び地方の公選職員への情報伝達のための中心点を提供すること。
- (d) 対応目標が安全性、効果性、効率性を充足していること確実にするために計画された対応の進捗状況を評価し、コントロール機能の効果性の評価に基づいて行動計画を調整すること。
- (e) 次に掲げる任務を行うことにより事故を完了すること。
1. 適切な時期に指揮(コントロール)を委譲すること。
 2. 事故後の報告を実施すること。
 3. 複数機関の批評を実施すること。
 4. 危険物事故の報告及び記録を行い、適切なところにその報告を提出すること。

5-2 能力—事故の分析。

5-2.1 存在危険及び対応情報の収集・解釈。印刷されたリソース、技術的リソース、コンピューター・データベース及び監視装置の利用機会を与えられたとき、現場指揮官は現行の版の ERG 及び MSDS からは得ることのできない存在危険及び対応情報を収集・解釈するものとする。現場指揮官は次に掲げるリソースの各々から得られる存在危険及び対応情報の種類を特定・解釈するものとし、各リソースの利点及び不利な点を説明するものとする。

- (a) 参考手引書
- (b) 危険物データベース
- (c) 技術的情報センター
- (d) 技術的情報専門家

(e) 監視装置

注. これらから得られる情報の種類並びにこれらの利点及び不利な点は次に掲げる通りである：

(a) 参考手引書(reference manual)

米国では、数多くの危険物事故対応に関する参考手引書が存在するが、日本においてはほとんど存在しないのが現状である。

利点

- ・ 参考手引書の種類によっては、かなり詳しい存在危険及び対応情報が得られる。
- ・ 特殊な機器等を必要とせず利用可能である。

欠点

- ・ (日本では)英語の読解力がない場合利用できない。
- ・ 誤植等の危険を回避するため、複数の参考手引書の相互参照が必要とされる。
- ・ 種類が多く、ものによっては特定の情報を見出すのに時間がかかることがある。

(b) 危険物データベース

数多くのデータベースが利用可能であり、市販されているものから無料で配布されているものがある。また、インターネットの普及に伴い、これを介して利用できるものも存在する。(EPA が無料で配布している CAMEO(Computer-Aided Management of Emergency Operation)²⁰⁾及びインターネットで検索できる USCG の CHRIS(Cheical Hazard Response Information System)²¹⁾などを使用できる)

利点

- ・ かなりの量の化学的及び物理的性状、毒性性状、対応情報を提供する
- ・ 混触反応の予測を行えるものもある(CAMEO)

欠点

- ・ 携帯が容易とはいいがたい(ラップ・トップ型のコンピューターでも)
- ・ 他の情報との相互照会が必要(これは、データベースに限らず全ての情報についていえる)
- ・ 動作環境を必要とする(電源、電話など)

(c) 技術的情報センター

CHEMTREC は米国の化学工業会社が共同出資して運営している事故対応の技術情報提供所であり、CANUTEC はこれのカナダ版、SETIQ は同メキシコ版のである。日本には、中毒情報センターは2つ存在するが、事故対応情報を提供するような組織は存在しない。

利点

- ・ 多くの情報が蓄積されており、連絡さえできれば必要な情報入手可能
- ・ 必要な場合、専門家に引き継いでくれることもある

欠点

- ・ (日本では)英語会話能力がなければ、CHEMTREC は利用できない

(d) 技術的情報専門家

技術的情報を提供するだけの知識を有する者を指すのだが、特定の事象について適切な回答を提供できる能力を有する者は見出すことが困難である。過去の事例では、専門家と考えられる者から得られた予測内容は一人一人異なり、却って判断を困難にしたという話が伝わってきている。また、問い合わせたところ、回答を拒絶されたという話も伝わってきている。

事故後に、様々の情報をまとめて分析することは、事故の最中に情報が欠落している状態で予測を立てることよりも、かなり容易であることに留意しつつ、常日頃から予測できそうな者を物色し、いざという時利用できるよう確保しておかなければならないと思われる。

利点

- ・ 専門的な項目については、種々の文献、研究から得られた知識を有する

欠点

- ・ 専門的な項目以外については、視野の内には入っていないことが考えられる

(e) 監視装置

特定の物質に適切な監視装置により事故現場に存在する存在危険(可燃性、腐食性、放射性など)の実測値を提供する。

利点

- ・ 実際の現場の情報を提供できる

欠点

- ・ 実測値を得るためには、誰かをホット・ゾーン内に進入させなければならず、死傷の発生可能危険を伴う
- ・ 監視装置の利点及び限界に関する知識がない場合、解釈を誤る可能性がある

5-2.2 潜在的結果の推定。擬似的な危険物を含む施設又は輸送時の事故、周囲の状況、及びその容器及び内容物の予想される挙動が与えられたとき、現場指揮官は危険となった地域内の潜在的な結果を推定するものとする。現場指揮官は次に掲げることができるものとする。

5-2.2.1 危険となった地域の曝露者の数を推定する手順を特定すること。

注. 危険となった地域の曝露者数の推定手順^{22,23,24)}

危険物事故により危険に晒される地域内での結果を推定する手順は参考文献 22 に記載されており、危険物技術者に必要とされる能力の 4-2.5.3 にて以前紹介している²³⁾ので項目

だけを掲げる。

1. 巻き込まれた地域の範囲の決定
2. 巻き込まれた地域内の曝露物の数量の推定
3. 巻き込まれた地域内の放出された危険物濃度の決定
4. 現在の条件下での巻き込まれた地域内の物理的危険、健康危険及び安全危険の程度の予測
5. 巻き込まれた地域内で害が生じる可能性のある地域の予測
6. 巻き込まれた地域内での結果の推定

現場指揮官としては、これらの手順の具体的方法を知ることは要求されていないが、これらの手順並びにやり方の概要及び必要とされる情報は、実務レベルの応急対応者の能力の3-4.2においても必要とされていること²⁴⁾から知っておくべきであると思われる。

5-2.2.2 次に掲げる毒性学の用語及び曝露値を説明し、危険評価過程におけるこれらの重要性を説明すること。

- (a) parts per million(ppm)
- (b) parts per billion(ppb)
- (c) lethal dose(LD50) 半数致死量
- (d) lethal concentration(LC50) 半数致死濃度
- (e) permissible exposure limit(PEL) 許容曝露限界
- (f) TLV-TWA
- (g) TLV-STEL
- (h) TLV-C
- (i) IDLH

注. これらの用語は、危険物技術者の能力の4-2.5.2.1²³⁾において以前紹介しているので簡単に記述する。

- (a) parts per million (ppm) : 百万分率であり、百分率(パーセント)の1万倍の値を示すことになる。百分率と同様に全体に対する一部の割合を示す無次元の単位。濃度表示には、通常、全体容積 1m^3 中に占める対象物の容積 cm^3 の割合となる容積 ppm が用いられる。
- (b) parts per billion (ppb) : 十億分率であり、百万分率(ppm)の1千倍の値を又は百分率の1千万倍の値を示すことになる。百分率、百万分率と同様に全体に対する一部の割合を示す無次元の単位。濃度表示には、通常、全体容積 1m^3 中に占める対象物の容積 mm^3 の割合となる容積 ppb が用いられる。
- (c) Lethal dose (LD50) : Lethal dose 50%であり、吸入以外の経路(嚥下、注入など)を経て物質が単一投与された試験動物の集団の半数の死亡を引き起こす物質の体重当たりの量であり、通常、mg/kg の単位で表される。
- (d) Lethal concentration (LC50) : Lethal concentration 50%であり、特定期間吸入したと

き、実験動物の集団の半数の死亡を引き起こす物質の空气中濃度であり、通常、ppmで表される。

- (e) **Permissible exposure limit (PEL)** : PEL は、米国 OSHA により定められた危険物への個人曝露の 8 時間の時間加重平均に基づく限界値である ²⁵⁾。
- (f) **Threshold limit value time-weighted average (TLV-TWA)** : TLV-TWA は、米国 ACGIH(米国産業衛生専門家会議)が作成した産業作業場所における許容濃度の勧告値の一つであり、「作業に従事する期間、不利な効果を蒙ることなくほとんど全ての作業者が日々繰り返し曝露されると信じられている通常の日 8 時間、週 40 時間に関する時間加重平均濃度。作業日よりも作業集に対する平均濃度を計算することがある場合には適切であることがあるが、ACGIH はこのような曝露に関する指針を提供しない。」と紹介されている ²⁶⁾。
- (g) **Threshold limit value short-term exposure limit (TLV-STEL)** : TLV-STEL は、ACGIH が作成した産業作業場所における許容濃度の勧告値の一つであり、「8 時間 TWA が TLV-TWA の範囲内である場合でも作業日中いかなるときも超えるべきではない 15 分 TWA 曝露値。TLV-STEL は、事故による負傷、阻害された自己救助又は相当に減少した作業効率の起こりやすさを増加させる程度の(1)刺激、(2)慢性又は不可逆の組織損傷、(3)投与割合に依存した毒性効果若しくは(4)知覚麻痺状態を蒙ることなく作業者が短時間連続的に曝露できると信じられている濃度である。1 日の TLV-TWA を上回っている場合、TLV-STEL はこれらの効果から必ずしも保護するものとはならない。毒性効果が主に慢性的なものである物質による急性効果が認められている場合、TLV-STEL は、単独、独立した曝露指針ではなく、TLV-TWA を補完するものである。TLV-TWA を上回り TLV-STEL 以下の曝露は、15 分未満であるべきであり、一日当たり 4 回未満に限定されるべきであり、この範囲の引き続く曝露間には最低 60 分の時間がおかれるべきである。15 分以外の平均時間は観測された生物学的効果により保証された場合に勧告される。」²⁵⁾と紹介されている。
- (h) **Threshold limit value ceiling (TLV-C)** : TLV-C は、ACGIH が作成した産業作業場所における許容濃度に関する勧告値の一つであり、「あらゆる作業曝露時に超えるべきではない濃度。装置による測定値が利用不能な場合には、この天井値以上の曝露を検知するために十分な最低時間について試料採取が実施されるべきである。ACGIH は、身体刺激に基づいた TLV 値は身体的害に基づいた値よりも拘束力が小さいものであると考えられるべきであると信じている。身体刺激が他の化学的又は生物学的作用剤との相互作用若しくは他の機構により不利な健康効果を開始し、促進し又は加速することがあるという増加している証拠が存在する。」²⁶⁾と紹介されている。
- (i) **Immediately dangerous to life and health value (IDLH)** : 「生命及び健康に対する即時の危険」は、NIOSH(国立職業安全衛生研究所)が定めた「死亡又は即時又は遅延した恒久的な不利な健康効果を引き起こし若しくはこのような環境からの脱出を阻害するこ

とを引き起こしやすい空気中汚染物への曝露の脅威をもたらす」状況と定義しており、IDLH 値は 30 分間曝露の帰結として生じることがある効果に基づいて定められている²⁷⁾。

(c)～(f)の値は、危険物の有している毒性に関する情報であり、(c)及び(d)は危険物の急性の致死量及び致死濃度に関する元データであり、(e)～(g)は労働安全に関する雰囲気基準であり、(f)は短時間であれば生命及び健康に対する害が発生しないと思われる最大濃度である。

5-2.2.3 次に掲げる放射性物質に関する用語を説明し危険物事故における健康危険及び環境への打撃の程度を予測する上でのこれらの重要性を説明すること。

- (a) 種類
- (b) 測定
- (c) 防護

注. 用語の説明と重要性

危険物技術者の能力の 4-2.5.2.2²³⁾において以前紹介しているので若干簡単に再掲する。

① 種類：電離放射線の種類は、通常、 α 粒子、 β 粒子及び γ 線からなる。

α 粒子は、ある種の放射性物質から放射される正の電荷を帯びた粒子である。この貫通力は最も小さく、1 枚の厚手の紙又は皮膚の角化層で遮蔽されるとされる。また、空気中での飛程は約 10 cm 程度(最大 12 cm 程度)とされる。これらのことから、放射性物質を吸入、嚥下などにより体内に取り込まない限り危険であるとは考えられていない。

β 粒子は、ある種の放射性物質から放射される負の電荷を帯びた粒子であり、 α 粒子に比べ質量はかなり小さく、貫通力はこれを上回り(体組織を 1～2 cm 程度以上貫通)、外部被爆により皮膚組織損傷を引き起こすとされる。この粒子の空気中の飛程は、18m 以下であり、通常のものでは 9m 以下であるとされる。また、嚥下などにより体内に取り込まれた場合も危険であると考えられている。

γ 線は、ある種の放射性物質から放射される電磁波であり、上の 2 つの粒子に比べ貫通力が大きいため、特に危険であるとされる。この放射線は、皮膚火傷及び内部機関の重篤な損傷を引き起こす可能性がある。

α 粒子及び β 粒子は、陽圧式 SCBA を併用した、全身保護衣を用いることにより、外部被爆及び内部被爆から身体を保護することが可能であるが、 γ 線ではこの方法による保護は期待できない。また、人体に対する影響は放射線により異なり、 α 粒子は β 粒子及び γ 線に比べ 20 倍ほど人体に対する影響が大きいとされている。このため、どの種の放射線が放射されているかを知ることが、必要な保護具及び健康危険を推定する上で重要な意味を有する。

② 測定単位：

放射能壊変速度(activity)は、放射能(radioactivity)とも呼ばれ、放射性核種が放射線を放出し他の核種に変わる現象(放射能のもう一つの意味)の強度を表し、通常、単位時間に崩壊する放射性核種の数で表され、単位は Bq(1Bq は毎秒 1 個の壊変が起こる速度)又は Ci(Ci は旧単位、 $1\text{Ci}=3.7\times 10^{10}\text{Bq}$)である。放射能壊変速度は、単位時間当たりの崩壊核種数のみを表し、これにより引き起こされる物理的効果又は生物学的効果との因果関係はない。

quantity gamma は、照射線量(exposure)のことであると推察される。照射線量は、空気中をどの程度の γ 線又は X 線が通過しているか測定した値であり、X 線又は γ 線により単位質量の空気中に作られる正又は負いずれかのイオンの総電荷量と定められており、単位は C/kg(旧単位の R(Roentgen)は、 $1\text{R}=2.58\times 10^{-4}\text{C/kg}$)である。照射線量は、 γ 線又は X 線についてのみ測定される値であるため、次に掲げる吸収線量とは互換的な値ではない。

吸収線量は、放射線を照射された物質が吸収した単位質量当たりのエネルギー量であり、単位は Gy($=\text{J/kg}$ 、旧単位の rad は、 $1\text{rad}=0.01\text{Gy}$)である。ヒトの身体では、特定の組織、放射線の種類及びエネルギーにより受ける影響が異なるため、放射線加重係数を重みとして吸収線量に乗じた量が使用されており、等価線量と呼ばれ、単位は Sv($=\text{J/kg}$ 、旧単位の rem は、 $1\text{rem}=0.01\text{Sv}$)である。

これらの単位は、放射線に関する情報が更新されるにつれ又は単位系が変わる際に、変化してきているため、古い文献から情報を得ようとする際には注意が必要とされる。

- ③ 保護：電離放射線からの保護において考慮される事項は、半減期、時間、距離及び遮蔽である。

半減期は、放射性物質の壊変速度の測定値の一つであり、元の放射性物質数が壊変により半分になるまでの時間である。半減期の短い物質であって、拡散がない場合には放射線源を隔離するという手段が使用できる。壊変によりできた核種が放射能を有しないと仮定した場合、半減期毎に放射能壊変速度は $1/2$ となり、元の壊変速度の 1% 未満になるまでには 7 倍の半減期の経過を、元の壊変速度の 0.1% 未満になるまでには 10 倍の半減期の経過を必要とする。

時間、距離及び遮蔽は、放射線曝露量を減少するための基本的考慮事項であり、放射線被ばく量は、時間に比例し、放射線源からの距離の自乗に反比例し、放射線源と被曝物との間に遮蔽物を設けることにより、遮蔽物及び放射線の種類に応じて、放射線被ばく量は減少する。

5-2.2.3 危険物事故で危険となった地域内の潜在的害の及ぶ地域を予測するための 2 つの方法を認識すること。

注。危険物技術者の能力の 4-2.5.2.3²³⁾において以前紹介しているので簡単に再掲する。

危険物事故の潜在的に害が及ぶ地域を予測するための方法は、(1)放出された危険物を特

定すること並びに(2)放出された危険物の潜在的な曝露量を推定すること及びその曝露量による影響を推定することの 2 段階により行われる。これがなされない限り、危険となる地域を予測することは不可能である。

5-2.2.4 地域の天候条件及び短期間の天候の変化の予測を得るための機関を利用するための方法を認識すること。

注. どのような天候条件及びその変化に関する予測を必要とするかは危険物技術者の能力 4-2.5.1⁽²³⁾において以前紹介しているとおり、風、雲量、気温、安定度クラス、逆転層の高さ、相対湿度、波の高さ及び海水温度などである。

これらの情報は、気象庁、海上保安庁、気象予報業務機関のデータ配信を受けている Web サイト、現場の船舶などからほとんど入手可能であるが、安定度クラスについては風速及び雲量の情報を元に表から求めることになり、また、逆転層の高さについては今のところ気象庁は情報公開していないことから予め気象庁と情報提供に関する協定を必要とするものとおもわれる。

5-2.2.5 次に掲げるものを含め、危険物に曝露した人員の評価及び処置に係る基本的毒性学の原理を説明すること。

- (a) 急性及び遅延毒性(慢性)
- (b) 毒性物質への曝露経路
- (c) 局所及び系統的効果
- (d) 用量反応
- (e) 相乗効果

注. これらの毒性学の原理は次のとおりである。

(a) 急性及び遅延毒性(慢性)^{4,28,29,30}—急性毒性は、単一又は短期間の曝露の結果として、重篤な短期及び長期健康効果を引き起こすことがある毒性。遅延(慢性)毒性は長期にわたる反復投与又は 1 回若しくは数回の投与後長期間(数時間～数日以上)経過後症状が発現する毒性。

(b) 毒性物質への曝露経路^{4,31}—毒性物質の侵入経路とも称され、吸入、嚥下、吸収及び注入がある：

吸入—口呼吸又は鼻呼吸により取り込まれた物質が肺を介して身体内に入る過程。

嚥下—吸入以外の方法で口を通して物質を取り込む過程。嚥下は溶解しない物質の粒子が気管支粘膜に捉えられ、呼吸器系から去ったのち飲込まれることによっても発生する。

吸収—皮膚又は他の外部組織を通して身体内に吸収される過程。

注入—針による穿孔又は刺し傷により物質を取り込む過程。開放性の傷を通して身体内に入る汚染物も注入によるものであると考えることができる。

(c) 局所及び系統的効果^{4,31}—局所効果は、毒性物質の接触部位に生じる効果を指す。系

統的効果は、毒性物質の効果が全身又は特定の系統若しくは器官いずれかに生じるものである。

(d) 用量反応(dose response)^{4.5.12.32}—曝露した化学物質の量と身体の生物学的反応との間の関係は「用量・反応関係(dose-response relationship)」と呼ばれており、大部分の場合、曝露が増大すれば、反応も増大する(一般的に、投与量の大きさが増加すれば、毒性反応の可能性も増加する)。

(e) 相乗効果^{4.5}—2つの化学物質が同時に生体に作用したとき、それぞれの単独効果を相加したよりも強い反応が認められることがあり、これを相乗効果という。

(続く)

参考文献

- 1) JIS B 8244、溶解アセチレン容器用弁、<http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=11786> から閲覧可能
- 2) JIS B 8246、高圧ガス容器用弁、<http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=11786> から閲覧可能
- 3) The Chlorine Institute, Inc., CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT “A” FOR 100-LB. & 150-LB. CHLORINE CYLINDERS EDITION 10(2003)、<http://www.chlorineinstitute.org/> から有料ダウンロード可能
- 4) Jerry Laughlin and David G. Trebisacci, Hazardous Materials Response Handbook 4th edition, NFPA, Quincy, Massachusetts(2002)
- 5) Lori P. Andrews et. al., Emergency responder training manual for the hazardous materials technician, VAN NOSTRAND REINHOLD, New York, NY(1992)
- 6) JIS Z 1604、鋼製ドラム缶用口金、<http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=25247> より閲覧可能
- 7) 日本ドラム株式会社 HP、ドラム缶用語辞典、http://www.nippon-drum.co.jp/kiso_yougo.html
- 8) 株式会社ミック HP、ガソリン携行缶、<http://www.mic-w.co.jp/g-ts.html>(ドラムレンチ)
- 9) ESCO 便利カタログ、ドラム缶レンチ、
<http://ds.esco-net.com/ebase-web/DispDetail.do?itemID=t000100040116&volumeName=00005>
- 10) Dyna City Corporation HP、Alpha Metal 鉛ウール、
<https://www.dyna.com/wj/ace/procs/displnd.php?subcat=26601&pid=24655>
- 11) Carol. J. Maslansky / Steven P. Maslansky , AIR MONITORING INSTRUMENTATION, John Willy & Sons, INC., New York(1993)
- 12) Gregory G. Noll, Michael S. Hildebrand, James Yvorra, Hazardous Materials Managing the Incident 3rd Edition, International Fire Service Training Association, RED HAT Publishing, Maryland(2005)
- 13) NFPA, NFPA 472 Standard on Professional Competence of Responders to Hazardous Materials Incidents 1997 Edition, NFPA, Avon, MA(1997)
- 14) ドーム・カバー・クランプの例、
<https://www1.fishersci.com/Coupon.jsessionid=FsG7Wll5srTb0FKqBzcPrltuh2xwrakwjMpdO2buE1J3P3y9jd3r!1491719299?cid=1342&gid=2611483&details=Y>
- 15) ドーム・カバー・クランプの例、http://www.safetransportation.com/dome_clamp_lid_loc.htm
- 16) 膨張式継ぎの例、
<http://www.wfrfire.com/website/front/index.htm?/website/hazmat/hazindex.htm&front>
- 17) 膨張式継ぎの例、
<http://www.wfrfire.com/website/front/index.htm?/website/hazmat/hazindex.htm&front>
- 18) 梅津隆弘、危険物事故対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その8)、海上保安大学校研究報告法文系、第51巻、第1号(2006)に掲載予定
- 19) David M. Lesak, Hazardous materials : strategies and tactics, Brady, NJ(1999)

- 20) U.S. Environment Protection Agency HP, <http://www.epa.gov/ceppo/cameo/>から無料ダウンロード可能
- 21) U.S. Coast Guard HP, <http://www.chrismanual.com/>
- 22) NFPA, Fire Protection Handbook 19th Edition, MA(2003)
- 23) 梅津隆弘、危険物事故対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その 7)、海上保安大学校研究報告法文系、第 50 巻、第 2 号(2005)
- 24) 梅津隆弘、危険物事故対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その 2)、海上保安大学校研究報告法文系、第 48 巻、第 1 号(2003)
- 25) OSHA HP、Permissible Exposure Limits, <http://www.osha.gov/SLTC/pel/index.html>
- 26) ACGIH HP、Products, <http://www.acgih.org/Products/tlvintro.htm>
- 27) CDC HP、Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Considerations (IDLH): Introduction, <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlhintr.html>
- 28) Gregory G. Noll, Michael S. Hildebrand, James G. Yvorra, Hazardous materials managing the incident 2nd Ed., FIRE PROTECTION PUBLICATIONS, OKLAHOMA STATE UNIVERSITY, STILLWATER, OKLAHOMA 74078(1994)
- 29) U.S. Environmental Protection Agency, Management Agency, U.S. Department of Transportation, Technical Guidance for Hazards Analysis Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances Federal Emergency, December 1987, <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Septiembre2004/pdf/eng/doc746/doc746.htm> よりダウンロード可能
- 30) 白須泰彦、吐山豊秋、毒性学概論、朝倉書店(1982)
- 31) Michel Wilder et. al., Hazardous Materials for First Responders 2nd edition, International Fire Service Training Association, Stillwater, OK(1994)
- 32) Joe Marela, HAZRDOUS MATERIALS HANDBOOK FOR EMERGENCY RESPONDERS, VAN NORSTRAND REINHOLD, New York, NY(1996)