

【資料】

危険物事故対応にあたる者に必要とされる能力の基準(その12)

危険物部門士官(Hazardous Materials Branch Officer)に関する能力(承前)

梅津 隆弘

7-6.4 危険物事故の報告及び記録。擬似的な危険物事故が与えられたとき、危険物部門士官は、地方、州及び連邦の義務に合致した事故報告及び事故記録を行えることを実演するものとする。危険物部門士官は次に掲げることができるものとする：

7-6.4.1 連邦、州及び地方機関の報告義務を確認すること。

7-6.4.2 訓練記録、曝露記録、事故報告及び批評報告を含め、危険物事故に関する記録の重要性を確認すること。

7-6.4.3 危険物事故に関する活動記録及び曝露記録の保存の手順を確認すること。

7-6.4.4 危険物事故報告の編集に関する地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きに見出される義務を確認すること。

7-6.4.5 地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きに定められたとおりに、記録の綴じ込み及び記録の保存に関する義務を確認すること。

注. 海上保安庁における危険物部門に相当する特殊救難隊及び機動防除隊に確認したところ、このような事故報告及び事故記録に関する規則等は存在していないとのことであった。将来的には、このような規則を策定し、記録を保存することが望まれる。

(危険物部門士官の能力はここまで)

危険物部門安全管理官(Hazardous Materials Branch Sector Safety Officer)の能力

8-1 一般

8-1.1* 紹介。危険物部門安全管理官は、認知レベル、実務レベルの応急対応者及び技術者レベルにかかる全ての能力及びこの章の能力に適合するよう訓練されているものとする。危険物部門安全管理官は、適用される合衆国運輸省(DOT)、合衆国環境保護庁(EPA)、労働安全衛生管理局(OSHA)及び他の適切な州、地方又は領域の労働安全衛生規則の義務に適合するようあらゆる付随的な訓練も受けるものとする。

8-1.2* 定義。危険物部門安全管理官は、危険物部門内で認められた安全な行為が遵守されていることを確実にするために事故管理系統(IMS)内で作業する者である。危険物部門安全管理官は、危険物事故において安全問題に関する技術的助言又は支援を提供するために危険物部門士官及び事故安全管理官に召集されることになる。

8-1.3 目的。この章の目的は、安全に関して危険物事故を評価し及び認められた安全な作業行為が遵守されていることを確実なものとするための知識及び技能を危険物部門安全管理官に提供することにある。このため、実行されている作業の水準の知識を有していることに加えて、危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものと

する：

(a) 危険物部門の全ての人員の安全に関連するものとして、現場の観測による安全の観点から問題の程度を判断するため並びに危険及び対応情報の見直し及び評価のために危険物事故を分析すること。

(b) 次に掲げる任務を完遂することにより利用可能な対応人員、個人用保護具及びコントロール装備の能力の範囲内での安全な対応計画立案を支援すること：

1. 可能な行動選択肢に関する安全予防策を特定すること。
2. 安全考慮事項に関する勧告を提供すること。
3. 行動計画の策定を支援すること。
4. 行動計画を見直し、安全に関する勧告を提供すること。
5. 与えられた行動選択肢に関して要求される個人用保護具の選択を見直すこと。
6. 除染作業を見直すこと。
7. 適切な緊急医療サービスが提供されていることを確実なものとする。

(c) 次に掲げる任務を完遂することにより地方緊急対応計画、組織の標準作業手続き及び安全考慮事項に一致している安全に計画された対応の実行を確実なものとする：

1. 地方の事故管理系統(Incident management system: IMS)の危険物部門安全管理官としての任務を実行すること
2. 行動計画に定められたコントロール機能を実行する人員に関する安全考慮事項を特定すること。
3. 行動計画に定められたコントロール機能を実行する人員に対する安全事前説明を実行すること。
4. 安全考慮事項の実行及び強制を支援すること。
5. 事故時において事故指揮構造内の通信を維持すること。
6. ホット・ゾーン及びワーム・ゾーンにおける活動の状況報告を監視すること。
7. (人員及び環境の)曝露監視の実行を確実なものとする。

(d) 次に掲げる任務を完遂することにより対応目標が安全に適合していることを確実なものとするために計画された対応の進捗状況を評価すること：

1. 安全考慮事項からの逸脱及びあらゆる危険な状態を特定すること。
2. 不安全であると判断されうるあらゆる活動を変更し、停止させ又は終了すること

(e) 次に掲げる任務を完遂することにより事故の終了を支援すること：

1. 危険物部門士官に必要とされる報告作成、記録及び追跡調査を実行すること。
2. 危険物部門人員の事後説明を支援すること。
3. 事故の批評を支援すること。

注. 危険物部門安全管理官は、危険物事故時において、危険物事故を緩和するためにホット・ゾーン及びワーム・ゾーンにおいて活動を行う危険物部門人員の安全を確保するために存在するものである。海上保安庁においては、レベル A 保護衣を着装しての作業の訓練

を定期的且つ高度に実施していると思われる特殊救難隊及び機動防除隊が、危険物部門人員であり、これらの隊の隊長が危険物部門士官に該当し、恐らく、副隊長又はその他適切な隊員がこの危険物部門安全管理官に該当することとなると思われる。

危険物部門安全管理官は、NFPA 472 の 1997 年版から追加されたもので、他の能力水準より高度な能力水準が求められている。現場指揮官付きの事故安全管理官は、事故全体の安全を確保するために存在しているがここまで深い能力は求められていない¹⁾。

8-2 能力—事故の分析

8-2.1 安全に関する問題の規模の判断。非ばら荷及びばら荷包装を含む擬似的な施設における及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は現場を観察し、危険物部門の全ての人員の安全に関連するものとして、存在危険及び対応情報を見直し及び評価するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

注 1) 危険物部門安全管理官は、危険物技術者水準の訓練に基づいて、危険物の存在を示すことがある特殊な容器の特徴を特定し、危険物部門人員の安全を確保するために、事故における存在危険を評価し、対応策を評価することが求められている。

危険となった場所内の潜在的害の規模の予測には、放出され又は放出される可能性のある危険物の潜在的濃度等の推定、その濃度の程度及び曝露時間により対応人員が晒される危険の程度などが含まれる。

8-2.1.1* 次に掲げる放射性物質の用語を説明し、危険物事故時における健康危険及び環境的影響の程度の予測におけるその重要性を説明すること：

- (a) 種類
- (b) 測定値
- (c) 保護

注. これらに関する説明は次のようになる 1-17)。

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(中性子は、核分裂、核融合、粉砕などの高エネルギー反応、ある種の反応(ベリリウム、ホウ素又はリチウム原子などに α 粒子を吸収させ、これらから中性子を放射させるものなど)時に放射されるため、あまり一般的ではない)。

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(ヘリウム原子核)である。この貫通力は β 粒子及び γ 線よりも小さく、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、すなわち、外部被爆の場合には、危険であるとは考えられていない。しかしながら、体内に取り込まれた場合、すなわち、内部被爆の場合には同一の吸収線量の γ 線の 20 倍、

同一の吸収線量の β 粒子の2倍の等価線量となり、最も危険な存在となりえる。

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(電子)であり、 α 粒子に比べ質量はかなり小さく(1/7000)、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、粒子エネルギーにより決定され、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、すなわち、内部被爆の場合には同一の吸収線量の γ 線の10倍の等価線量となり、 α 粒子に次いで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、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：電離放射線に関する測定単位について、原書の付録 A の A-5-2.2.3 には放射能壊変速度(activity)、quantity gamma 及び吸収線量(Absorbed dose)が掲げられている。

放射能壊変速度(activity)は、放射能(radioactivity)とも呼ばれ、放射性核種が α 粒子、 β 粒子又は γ 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(これらの効果に寄与する壊変の種類及び放射線のエネルギーが考慮されていないため)。

quantity gamma については、筆者が利用可能な日本の文献には記載されていないが、NFPA 472 を元にしてと思われる米国のマニュアル¹³⁾には、Quantity gamma (Roentgen)と測定単位が Roentgen であることが記述されていることから、測定単位が同じく Roentgen である照射線量(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を間接的に測定した値であり、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(旧、線質係数)を重みとして吸収線量に乗じた量を使用されており、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。

環境に対する放射線の影響については、従来、放射線感受性が高いヒトについての防護ができていれば、ヒトより感受性が低い他の生物も同様に防護されることになるとの見解が取られていたため、最近ようやく影響評価に関する調査研究が進められている段階であるとされる¹⁸⁾。

- 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(=放射能壊変速度又は放射能が大の物質)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^{19,20)}。

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、放射線の飛距離を考慮しない場合、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^{1,2,19,20)}。更に、先に述べたとおり、 α 粒子及び β 粒子については、空気中の飛距離限界が存在するため、これらの粒子のみが存在していることが既知であれば、これを利用するのも一つの手であると思われる。

8-2.1.2 次に掲げる毒性学的用語及び曝露値を説明し、発生可能危険評価過程におけるその重要性を説明すること：

- (a) ppm
- (b) ppb
- (c) 致死量(LD50)
- (d) 致死濃度(LC50)
- (e) PEL (permissible exposure limit)
- (f) TLV-TWA (Threshold limit value time-weighted average)
- (g) TLV-STEL (Threshold limit value short-term exposure limit)
- (h) TLV-C (Threshold limit value ceiling)
- (i) IDLH (Immediately dangerous to life and health)

注 21,22,23,24). これらに関する説明は次のようになる。

- (a) parts per million (ppm) : 直訳すれば、百万分率であり、規模としては百分率(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値である。濃度を表すときには、通常、全体容積 1m^3 中に占める対象物の容積 cm^3 の値である容積 ppm が用いられる。毒性雰囲気の許容濃度を表す場合によく使用される。
- (b) parts per billion (ppb) : 直訳すれば、十億分率であり、規模としては百万分率(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値である。濃度を表すときには、通常、全体容積 1m^3 中に占める対象物の容積 mm^3 の値である容積 ppb が用いられる。極度に毒性である毒性雰囲気の許容濃度を表す場合に使用される可能性がある。
- (c) Lethal dose (LD50) : 正しくは、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 50%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。ヒトと実験動物との代謝機能は全く同じではないため、これに相当する量をヒトに投与した場合半数のヒトが死亡するかは不確定である。毒性の強さの指標として用いられ、この値が小さいほど毒性が強い。日本では経口投与で LD50 が、 50mg/kg 以下の物質を毒物、 $50\sim 300\text{mg/kg}$ のものを劇物として指定する判定基準が存在する。
- (d) Lethal concentration (LC50) : 正しくは、Lethal concentration 50%であり、特定期間吸入したとき、実験動物の集団の 50%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(米国労働省職業安全衛生管理局)により定められた危険雰囲気への個人曝露の 8 時間の時間加重平均に基づく限界値であり 24)、米国における法定の値である。下に掲げる TLV 値のように毎年改訂されていないため、危険物対応時にこの値を使用してのコントロール・ゾーン設定はほとんどの文献において紹介されていない。
- (f) Threshold limit value time-weighted average (TLV-TWA) : TLV-TWA は、米国 ACGIH²⁵⁾(American Conference of Governmental Industrial Hygienists、米国産業衛生専門家会議、という非営利団体)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、「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。作業日よりも作業中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。」²⁶⁾と紹介されている。
米国における危険物対応時にこの値を使用して、ワーム・ゾーンとコールド・ゾーンとの境界線とするとほとんどの文献で紹介されている。

(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に関する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 回未満生じるべきであり、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。」²⁶⁾と紹介されている。

海上保安庁の HNS 事故対応マニュアルにおいては、立入禁止区域と航行制限区域の境界線としてこの値が用いられている。

(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) : 直訳すれば「生命及び健康に対する即時の危険」となるこの値は、NIOSH(National Institute for occupational Safety and Health、国立職業安全衛生研究所：米国保健社会福祉省疾病対策予防センター(Centers for Disease Control and Prevention : CDC)に属する機関)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气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⁾

米国の多くの参考文献では、この値をもってホット・ゾーンとウォーム・ゾーンの境界線としている。また、NIOSH は、360 物質についてのみ IDLH 値を定めており、IDLH 値が存在しない場合には、TLV-TWA の 10 倍の値を持って、推定 IDLH 値と使用すると紹介されていることもある²⁸⁾。

8-2.1.3 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関連する基本的毒性学の原理を説明すること：

- (a) 急性毒性及び遅延毒性
- (b) 投与－反応
- (c) 局所効果及び系統効果
- (d) 毒性物質の曝露経路
- (e) 相乗効果

注．これらに関する説明は次のようになる。

- (a) 急性毒性とは、物質の単一投与(曝露)又は短時間(24 時間未満)での複数曝露の結果として、投与から 14 日(数日)以内に発現する毒性効果であり 21,22,29)、遅延毒性(delayed toxicity)とは、投与(曝露)から数日以上、数週間以上、数ヶ月以上又は数年以上経過してから発現する毒性効果であり、例えば、発がん性物質及びアスベストによる効果などが挙げられる 30)。
- (b) 投与－反応(dose-response)とは、用量反応とも称され、物質の投与量(曝露量)と影響の大きさ(毒性の発現の程度)との間に示される関係であり、一般毒性では、ある投与量(閾値)から毒性の発現が始まり(傾斜微小)、LD50 で傾斜が最大となり、所謂、致死量では再び傾斜が微小になる曲線関係となる。発がん性物質及び変異原性物質では毒性の発現は 0 直近から始まるため、これらの物質への曝露は可能な限り少なくすることが求められる 21,22)。
- (c) 局所効果とは、毒物が接触した部位の機能を損ね又は接触部位を損傷させる効果であり、系統効果とは毒物が接触した部位から血流中に入り全身を巡り、目標器官に到達し、目標器官において毒性効果を発現させるものである 30,31)。
- (d) 毒性物質の曝露経路は、口から嚥下することによる経口、呼吸器官を経由する吸入、皮膚など体の表面から吸収される経皮、皮膚を突き破って又は開放性の傷口から体内に侵入する注入の 4 種があり、危険物事故対応者の個人用保護具選択時の考慮事項となる。
- (e) 相乗効果とは、2 つの毒性物質が同時に投与されたとき、各々単独の毒性を相加した場合よりも強い毒性が発現するものである 31)。

8-2.1.4* 可燃性の危険が熱的保護を有する化学物質保護衣を必要とする 5 つの条件を確認すること。

注．化学物質保護衣に熱的保護を持たせるべきかを判断する条件は次のとおりである 1)(参考文献には 5 の条件以上に掲載されている)。

- (1) 物質の特定がなされているか。未知の物質は可燃性であると推定されるべきである。
- (2) 引火点。雰囲気温度及び漏洩場所の温度が引火点を超えている場合、可燃性混合気形成されることになる。

- (3) 発火点。雰囲気温度及び漏洩場所の温度が発火点に近い場合、発火する可能性がある。
- (4) 爆発範囲。物質の蒸気濃度が爆発範囲内にあれば着火源の存在により発火する可能性がある。
- (5) 対空気反応性。対空気反応性を有する物質は漏洩時に空気と反応して発火する可能性がある。
- (6) 対水反応性。ある種の対水反応性物質は漏洩時に水と反応して可燃性気体を発生させることがある。
- (7) 腐食性。腐食性物質は漏洩時に金属と反応して水素を発生させることがある。
- (8) 化学的安定性。化学的に不安定な物質は自己分解し、可燃性気体を発生させることがある。
- (9) 酸化性。強力な参加性を有する物質は可燃物と接触すると、それを発火させる可能性がある。
- (10) 酸素濃度。酸素過剰雰囲気では物質の爆発範囲が拡大し、火災爆発の危険性が大きくなる。

8-2.1.5* 人員がホット・ゾーン内への進入が許されるべきでない5つの条件を確認すること。

注. ホット・ゾーン内への進入が許されるべきでない条件は次の通りである¹⁾(参考文献には5の条件以上に掲載されている)。

- (1) 除染の準備。緊急除染を含め、除染回廊が設営されていない場合。
- (2) 応急医療処置及び搬送の手配がなされていない場合。
- (3) 可燃性雰囲気が存在する場合。
- (4) 23.5%を超える酸素濃度が存在する場合。
- (5) 暴走反応が生じている場合。
- (6) 適切な個人用保護具が利用できない場合。
- (7) 効果的な行動が実施できない場合。
- (8) 発生可能危険が利益を上回る場合。
- (9) 人員が適切に訓練されていない場合。
- (10) 任務を実行するための人員が不足している場合。

8-2.1.6 5つの危険物名及び最低3つの参考源が与えられたとき、物理的及び化学的性状並びにそれぞれの物質を含む事故における人員の安全への潜在的影響を確認すること。

注. 確認すべき危険物の物理的及び化学的性状には、蒸気密度、沸点、比重、水溶性、pH及び外観などが含まれる。調べるべき項目については以前の資料³²⁾の4-2.2.2に詳細に掲げてある。

8-2.1.7 5つの危険物名及び最低3つの参考源が与えられたとき、健康懸念並びにそれぞれの物質を含む事故における人員の安全及び健康に関する潜在的影響を確認すること。

注. 確認されるべき危険物の毒性情報には、毒性の強弱の判断のためのLD50及びLC50、コントロール・ゾーン確立のための3つのTLV値及びIDLH値、保護衣選択のための曝露経路、曝露の有無の確認のための曝露の兆候及び症状、存在する場合には医療的処置のための解毒剤の種類が含まれる。

8-2.1.8* 5つの危険物名及びその容器の説明が与えられたとき、それぞれの物質を含む事故において人員の安全に影響する5つの危険又は物理的条件を確認すること。

注. これらの状況について、NFPAの例示では、次のようなものが掲げられている¹⁾。

- (1) 鉄道タンク車の付属物又はバルブから漏出しているアンモニア
- (2) 68kgシリンダーのバルブ軸から漏出している塩素
- (3) 200ℓドラム缶の穴から漏出しているラッカー薄め液
- (4) アルミニウム製タンクトラックの側面の穴から漏出しているガソリン
- (5) 壊れたダンボール製ドラムに保管されていた粉末状態の殺虫剤であるカルバリル

8-2.1.9 最低3つの未知の物質(1つは固体、1つは液体、1つは気体)が与えられたとき、それぞれの未知の物質を存在危険により特定又は分類すること。

8-2.1.9.1 未知の固体及び液体物質の特定に関する分析過程の手順を確認すること。

8-2.1.9.2 未知の雰囲気の特特定に関する分析過程の手順を確認すること。

注. 危険物部門安全管理官は、容器の積み付け表、プラカード、MSDSその他の危険物を特定するための手段が失われたときに、未知の物質を特定することが期待されている。未知の危険物の特定はかなり高度な技術及び分析装置などを必要とするとともに実際の現場に赴いて試料採取を行う必要があるためかなり困難な任務となる¹⁾。

種々の検知キット、試験紙、検知管、GC-MSなどを駆使して分析することになり、手順も多岐にわたることからここでは割愛し、参考文献として「Emergency Characterization of Unknown Materials」³³⁾があることを紹介するに留める。

8-2.1.9.3 次に掲げる危険を判断するために使用される監視装置、試験紙及び試薬の種類を確認すること：

- (a) 腐食性(pH)
- (b) 可燃性
- (c) 酸化ポテンシャル
- (d) 酸素欠乏

- (e) 放射能
- (f) 毒性水準

注. これらに関する説明は次の通りである。

- (a) 腐食性(pH)について、液体である場合には pH 計又は pH 試験紙で、雰囲気中に存在する気体又はミストなどの場合には、蒸留水で濡らした pH 試験紙により判断することになる。
- (b) 可燃性については、酸素濃度計で雰囲気中の酸素濃度が正常値に近いことを確認した後、可燃性ガス検知器で測定することになる。
- (c) 酸化ポテンシャルは、酸化還元反応に酸化される物質から還元される物質間で移動するエネルギーの大きさを表すもので、酸化ポテンシャル計又は試験紙(ヨウ化カリウム澱粉試験紙、過酸化物試験紙、硝酸塩試験紙、過塩素酸試験紙)で測定される³³⁾。
- (d) 酸素欠乏は酸素濃度計により測定される。
- (e) 放射能を有する物質の存在は、GM 計数管及びシンチレーション検知装置により検知される。
- (f) 毒性水準は、雰囲気中に存在する毒性蒸気の濃度及びその TLV 値により判断することになる。未知の雰囲気の場合には、試料を採取して GC-MS にかけることにより有機化合物の場合は判断できる。また、北川式検知管の定性有機及び定性無機若しくはガステックのポリテストを使用することにより雰囲気中の気体をある程度特定した後、専用の検知管を使用して濃度を求めることが考えられる。
ほかに優れた装置が存在しているが、海上保安庁では使用していないため割愛するが、以前の資料³²⁾の 4-2.1.3.3 に詳しく記載している。

8-2.1.9.4* 次に掲げる監視装置、試験紙及び試薬の選択及び使用に関連した能力及び限界因子を確認すること：

- (a) 一酸化炭素濃度計
- (b) 検知管
- (c) 可燃性ガス検知器
- (d) 酸素濃度計
- (e) 受動線量計
- (f) 光イオン化検知器
- (g) pH 指示器及び／又は pH 計
- (h) 放射線検知装置
- (i) 試薬
- (j) 試験紙

注. これらに関する説明は以前の資料³²⁾の 4-2-1.3.4 に詳細に記載してある。

8-2.1.9.5 3つの危険物(1つは固体、1つは液体、1つは気体)及びつきに掲げる監視装置が与えられたとき、物質の特定及び定量をするために適切な装置を選択し、実演すること：

- (a) 一酸化炭素濃度計
- (b) 検知管
- (c) 可燃性ガス検知器
- (d) 酸素濃度計
- (e) pH 指示器及び／又は pH 計
- (f) 放射線検知装置
- (g) 試薬
- (h) 試験紙

8-2.1.9.6 権限を有する関係機関により提供された監視装置、試験紙及び試薬に関する野外保守管理及び試験手続きを実演すること。

注. これらについては実演が必要なので割愛する。

8-3 能力一対応の計画立案

8-3.1* 可能性のある行動選択に関する安全予防策の特定。非ばら荷及びばら荷包装を含む擬似的な施設における及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は利用可能な対応人員の能力、個人用保護具及びコントロール装備の範囲内での安全な対応の計画立案を支援するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-3.1.1* 8-2.1.8 で定められた存在危険又は状況の各々の緩和時に観察される 5 つの特定の安全予防策を確認すること。

注. 危険又は状況の緩和時の見られる安全予防策には次に掲げるものが含まれる¹⁾(参考文献には5の条件以上に掲載されている)。

- (1) 着火源の除去
- (2) 監視装置の使用
- (3) 容器の安定化
- (4) 緊急避難手続きの確立
- (5) 適切な場合、消火ホース及び消火泡を利用可能とすること
- (6) 曝露物の避難
- (7) 地域の隔離
- (8) 建物内等での保護
- (9) 適切な保護具の着装

8-3.1.2* 危険物事故時における捜索・救助に関連する 5 つの安全予防策を確認すること。

注. 危険物事故時における捜索・救助に関連する安全予防策には次に掲げるものが含まれる¹⁾(参考文献には5の条件以上に掲載されている)。

- (1) 全ての人員に対し適切な保護衣を確実に使用させること。
- (2) 監視装置を使用すること。
- (3) 脱出経路を維持管理すること。
- (4) 全ての人員に承認された手信号を知らせること。
- (5) 各チームに対し通信装備を確実に使用させること。
- (6) 進入に先立ち捜索手順を予め計画すること。

8-3.2 安全考慮事項に関する勧告の提供。非ばら荷及びばら荷包装を含む擬似的な施設における及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、現場人員の安全に関する考慮事項に関する観察に基づいた勧告を事故安全管理官、危険物部門士官及び現場指揮官に提供するものとする。危険物部門安全管理官は、8-2.1.8 で定められた危険物および容器の各々に関する存在危険又は状態の安全考慮事項に関して現場指揮官に対して5つの勧告を確認できるものとする。

注. 事故現場における安全考慮事項に関する勧告の提供は、危険物部門安全管理官の最も重要な機能の一つである。対応者の達成事項の観察、容器及び危険物の知識及び行動計画に関する情報を使用しての潜在的な安全問題の迅速かつ正確に特定する能力は、経験、集中的訓練及び教育によってのみ習得することが可能である¹⁾。

8-3.3 行動計画策定の支援。非ばら荷及びばら荷包装を含む擬似的な施設における及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は安全な行動計画の策定において事故安全管理官及び危険物部門士官を支援するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-3.3.1* 特定の場所に関係する緊急事態発生前の計画立案の5つの利点の重要性を確認し、それらを掲げること。

注. 特定の場所に関係する緊急事態発生前の計画立案の利点は次に掲げるものである¹⁾(参考文献には5の条件以上に掲載されている)。

- (1) 計画立案過程時における存在危険の特定及びその緩和
- (2) 施設についての人員の慣熟
- (3) 24時間責任を有する者の特定
- (4) 組み込まれている封じ込め系統の特定
- (5) 電気・ガス・水道等及びその他の遮断/停止のためのバルブ及びスイッチの位置の特定
- (6) 施設の地図の位置の特定
- (7) 危険物の位置及び量の特定
- (8) 脆弱な住民の確認

(9) 施設の対応能力の確認

8-3.3.2* 危険物事故に接近するとき、観察されるべき5つの危険及び予防策を確認し、これらの名前を掲げること。

注. 危険物事故に接近するとき観測すべき存在危険には次のものが含まれる¹⁾(参考文献には5の条件以上に掲載されている)。

- (1) 吸入危険
- (2) 皮膚吸収危険
- (3) 可燃性危険
- (4) 放射性危険
- (5) 電氣的危険
- (6) 機械的危険

8-3.3.3* 安全考慮事項の要素を掲げること。

注. 次にかけるものが現場安全計画の要素である¹⁾。

- (1) 現場の記述
- (2) 進入目的
- (3) 現場にある組織
- (4) 現場で行われているコントロール
- (5) 存在危険評価
- (6) 個人用保護具
- (7) 現場における作業計画
- (8) 通信手続き
- (9) 除染手続き
- (10) 現場での安全及び健康に関する計画

8-3.3.4 組織の事故前計画及び8-2.1.8に掲げられた危険物及び容器の一つを含む擬似的な危険物事故が与えられたとき、その事故に関する安全考慮事項を策定すること。

注. これについては割愛する。

8-3.4 安全に関する勧告の提供及び行動計画の見直し。8-2.1.8に掲げられた危険物及び容器の一つを含む事故に関する提案された行動計画が与えられたとき、危険物部門安全管理官は行動計画に関する安全予防策を事故安全管理官、危険物部門士官及び現場指揮官に対して確認するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-3.4.1 提案された行動計画における安全考慮事項が地方緊急対応計画及び組織の標準作

業手続きと矛盾していないことを確実なものとする。

8-3.4.2 提案された行動計画の安全考慮事項について現場指揮官に対する勧告を作成すること。

注. これらについては割愛する。

8-3.5 個人用保護具の選択の見直し。非ばら荷及びばら荷包装を含む擬似的な施設における及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は与えられた行動選択肢に要求される個人用保護具の選択を見直す能力を実演するものとする。

危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-3.5.1 4つの水準の化学物質保護(EPA/NIOSH)を確認し、各水準に対して要求される装備及び各水準が使用される条件を説明すること。

注. 化学物質保護具の4つの水準とは、レベルA、レベルB、レベルC及びレベルDである。詳細については、以前の資料³⁴⁾の4-3.3.1に記述されているので割愛する。

8-3.5.2 対蒸気、液体飛沫保護及び高温保護衣を着装する人員に関する5つの安全考慮事項を確認すること。

注. これらのSCBAとともに用いられる全身保護衣を着装する人員に関する安全考慮事項には次のものが含まれる³⁵⁾。

(1) 高温又は低温条件、騒音、バイザーの曇りによる視界制限、低光量環境での作業、複層手袋着装による手先の器用さの減少、不利な天候条件並びに物理的危険などの身体的ストレス要因の存在

(2) 要求された任務を実行するための身体健康及び身体的能力の欠如、負傷者、死者又はこう危険作業が含まれる対応作業、閉鎖空間内での作業、保護衣着装及び敵対的環境両方における経験水準並びに保護衣又は呼吸器故障に対する恐怖などの精神的ストレス要因の存在

(3) 進入、退出及び除染手続きを考慮した空気供給の問題

(4) 進入作業の目的、全ての割当ての見直し、無線通信手続き及び緊急信号の照会、緊急脱出計画及び手続き、保護衣の必要物、曝露の兆候及び症状並びに除染場所の配置などに関する進入前の安全事前説明の実施

(5) 進入チーム支援のための後方支援チームの編成及び待機

8-3.5.3 5つの異なる危険物名及び化学物質保護衣に関する化学物質適合表が与えられたとき、その5つの物質それぞれに対して着装者に適切な保護を提供する化学物質保護衣を確認すること。

注. 全ての危険物に対して万能である化学物質保護衣は存在していないため、化学物質保護衣製造者から提供される化学物質適合表を確認し、適合する化学物質保護衣を選択する

必要がある。特に、化学物質に直接触れる可能性が大きい手袋については、よく検討する必要がある。

8-3.5.4* 5つの異なる危険物名が与えられたとき、一般的な行動選択肢に対して適切な化学物質保護衣の水準を確認すること。

注. 一般的な行動選択肢には、現場調査、試料採取、監視、打栓及び継ぎ当てが含まれる³⁵⁾。これらの行動は、それぞれ、遭遇する化学物質の濃度及び漏洩又は漏出している化学物質までの距離(飛沫を浴びたりする危険性に関係する)が異なることになるため、化学物質保護衣選択時に考慮する必要がある。

8-3.5.5 危険物対応活動での使用について権限を有する管轄機関により提供された全ての個人用保護具の着装、脱装及び使用に関する適切な方法を実演すること。

注. これについては割愛する。

8-3.6 提案された除染計画の見直し。擬似的な危険物事故に対して危険物部門士官又は現場指揮官により現場特有の除染計画が与えられたとき、危険物部門安全管理官は計画実行前に安全考慮事項を特定するためにその計画を見直すものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-3.6.1 次に掲げる除染方法の各々の利点及び限界を確認し、これらが使用される例を説明すること：

- (a) 吸収
- (b) 吸着
- (c) 化学的劣化
- (d) 希釈
- (e) 廃棄
- (f) 蒸発
- (g) 中和
- (h) 固化
- (i) 真空吸引
- (j) 洗浄

注. これらの利点及び限界、使用例については以前の資料³⁶⁾の4-3.4.1に詳しく述べてあるので割愛する。

8-3.6.2 除染過程の重要性及び限界のほか、どのように人員、個人用保護具、車両、工具及び装備が汚染されるかを確認すること。

注. 除染が適切に行われない場合には汚染されたものが清浄な区域であるコールド・ゾーン

ン及びその外側の人員、装備、環境に汚染を拡大することになる。除染の限界には、表面汚染の場合には除去及び検知することが比較的容易であるが、浸透した汚染に対しては除去も検知も困難又は不可能になることが含まれる。汚染は、汚染物と直接接触したとき又は汚染されたものと接触したときに生じる³⁵⁾。

8-3.6.3 危険物事故における除染手続きの必要性を説明すること。

注. 除染は被害者、対応者、装備及び環境からの汚染物のきわめて重要な減少及び除去であり、これにより汚染物はホット・ゾーン内に囲い込まれ、コールド・ゾーン内の対応人員、装備、緊急医療サービス人員、救急車及び被害者搬送先の病院の人員への二次汚染が防止される¹⁾。

8-3.6.4 適切な除染手続き選択のための3つの技術的情報源を確認し、緊急時にこれらの情報源との連絡方法を確認すること。

注. これらの情報源には、以前の資料³⁶⁾の4-3.4.2に掲げてあるもののほか、海上保安庁内部の情報源として機動防除隊及び特殊救難隊が挙げられる。

8-3.6.5 除染回廊の配置、位置及び設営に関する考慮事項を確認すること。

注. 陸上では、除染回廊の場所は温度、風向、降水量を含めた天候条件及び事故現場よりも高い土地であること、雨下水溝、マンホール、池、川などから離れた場所であることなどを考慮して決められ、除染回廊はホット・ゾーンとウォーム・ゾーンに設けられる¹⁾。

海上における除染場所をどこにするのかについては、状況に応じて考えることとなる。また、海岸線付近では、昼間の海風、夜間の陸風と、時間に応じて風向が逆転することになるため、必ずしも風上に除染回廊を設けるということにならないものと思われる。

8-3.6.6 危険物事故時に人員及び個人用保護具のために管轄を有する権限機関により定められているように除染手続きを確認すること。

注. 日本では定められていないため、割愛する。

8-3.6.7 3つの参考源及び2つ以上の異なる化学物質を含む擬似的な危険物事故が与えられたとき、地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きと矛盾しない現場特有の人員除染計画を策定すること。

注. 各都道府県で定められていることがある緊急対応計画を参考にする必要があるので割愛する。

8-3.7 適切な緊急医療サービスの確実な提供。擬似的な危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、対応人員に医療処置が提供されていることを確実なものとする。

するために緊急医療サービス計画を見直すものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-3.7.1* 緊急医療サービス計画に必要とされる要素を確認すること。

注. NFPA 473、危険物事故に対応する緊急医療サービス人員にかかる能力の基準(Standard for Competencies for EMS Personnel Responding to Hazardous Materials Incident)に従った緊急医療サービス計画の要素には次に掲げるものが含まれる 1)：

- (1) EMS コントロール活動
- (2) 事故管理システムの EMS 部門
- (3) 化学物質保護衣及び高温保護衣を利用する人員の医学的監視
- (4) 危険物の被害者のトリアージ
- (5) 化学的に汚染された者に対する医療処置
- (6) 製品及び曝露情報の収集及び記録

以上の要素が必要とされるとあるが、ドクターカーなどの救急部隊を有している消防と異なり、海上保安庁は、救急救命士の資格を持った者を集めている部隊は存在しないため、このようなことができないと思われる。

8-3.7.2 現場での医学的監視計画の重要性を確認すること。

注. 医学的監視は、元となる生命兆候を得るため、事故に含まれている危険物による蒙る負傷又は疾病の危険がある対応者を除外するため並びに不利な心理的又は感情的反応の早期の兆候を確認するために用いられる。進入前試験の内容には、生命兆候(血圧、心拍数、呼吸回数、体温、目の動き、体重、可能な場合には心電図)、皮膚評価(発疹、外傷及び開放性の傷)、肺音(喘鳴の確認)、精神状態(時間、位置及び人柄に対する注意及び指向)、最近の医療履歴(薬物治療、アルコール摂取及びあらゆる医療処置)及び事前の水分補給(水及び電解質)が含まれる 1)。

8-3.7.3 危険物に曝露した負傷した人員の搬送及び処置のための 3 つのリソースを確認すること。

注. 海上保安庁におけるこれらのリソースには、機動救命士又は特殊救難隊隊員が搭乗したヘリコプター、高速巡視艇などが含まれるとともに事前計画時に覚書を作成した地方自治体及び民間の救急搬送体制及び医療施設が該当すると思われる。

8-4 能力—計画された対応の実行

8-4.1 危険物部門安全管理官の任務の遂行。非ばら荷及びばら荷包装を含む擬似的な施設における及び輸送時の危険物事故が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、地方緊急対応計画、組織の標準作業手続き及び安全考慮事項に矛盾しない方法でその

立場の任務を実行するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-4.1.1 組織の標準作業手続きに定められたものとして危険物部門安全管理官の任務を確認すること。

8-4.1.2 組織の標準作業手続きに定められたものとして危険物部門安全管理官の任務の適切な遂行を実演すること。

注. これについては割愛する。

8-4.2 対応人員の安全の監視。擬似的な危険物事故及び安全考慮事項が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、行動計画に定められたコントロール機能に関する安全考慮事項を特定することにより人員が安全な方法でその任務を遂行することを確実なものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-4.2.1 地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きに記されている通りに、危険物事故において遵守されることが必要とされる安全な作業行為を確認すること。

注. これについては割愛する。

8-4.2.2 危険物対応人員に対して次に掲げる因子がヒート・ストレス及びコールド・ストレスにどのように影響するかを確認すること。

- (a) 活動水準
- (b) 進入期間
- (c) 環境的因子
- (d) 水分補給
- (e) PPE の水準
- (f) 身体の健康

注. これらの因子が、ヒート・ストレス及びコールド・ストレスにどのように影響するかは次の通りである。

(a) 高温環境中においては、身体にかかる作業荷重が増加すれば、代謝により発生する熱が増加し、ヒート・ストレスの危険が増大する。重度の作業荷重がかかる任務においては、作業速度を落とすこと及び作業人数を増やすこと又は機械的支援を利用することにより、発生する代謝熱を減少できる³⁰⁾。

低温環境中において、作業荷重が大きく発汗するような場合、汗が蒸発することにより急速に身体から熱が奪われることとなり、汗をかいていない場合に比べてコールド・ストレスの危険が増大する³⁰⁾。

(b) 高温環境又は寒冷環境に中に進入している時間が長ければ、蓄熱量又は放熱量が大きくなり、ヒート・ストレス又はコールド・ストレスにかかる危険が増大する。

(c) ヒート・ストレスに影響する環境的因子としては、高い環境温度、太陽又は熱を発生す

る装備からの赤外線、火災又は化学反応からの熱があり、これらへの曝露は身体の蓄熱量を大きくする。また、湿度が高い場合、風速が小さい場合、汗の蒸発による蓄熱の放散が小さくなることからヒート・ストレスの危険を増大させうる。

コールド・ストレスに影響する環境的因子としては、低い環境温度、降水、風速冷却に関係する風速、低温液化気体又は冷却装置の存在が挙げられる。

- (d) ヒトの身体内の体液量は約 40ℓほどであり、作業中は一時間あたり 1ℓ程度発汗により体液が失われえること及び体重の 1.5～2%の体液が失われた場合、ヒート・ストレスへの耐性が低下し、心拍数及び体温上昇が始まることから、ヒート・ストレス防止の観点からみれば水分補給は重要な意味を持つ。また、汗とともに電解質も失われることからこれらも補給される必要がある 30)。
- (e) PPE は、対応者の蓄熱の放散を阻害するためヒート・ストレスの危険を増大させる。レベル A は最も熱の放散を阻害する。レベル B とレベル C は、同一の保護衣から構成されているが、重量のある SCBA を使用するレベル B の方が軽量の防毒マスクを使用するレベル C に比べて、作業荷重が大きいいためヒート・ストレスの危険が大きい。また、PPE は防寒機能を有していないため、寒冷な場所での作業においては、防寒服、手袋及び靴下などとの併用が必要となる 37)。
- (f) 身体の健康は、熱耐性を改善する上で最も効果的な方法であり、身体構成(人体の脂肪、骨格及び筋肉の百分率を表すもの 38))及び有酸素容量(運動時に酸素を運搬し利用する個人の身体の最大容量で、個人の身体の健康を反映するもの 39))の 2 つが最も重要な因子であるとされる。脂肪は熱の放散を阻害し、体重を増加させ、体表面積の割合を減少させるため、ヒート・ストレスの危険を増大させる。高い有酸素容量を有する者は、電解質の少ない大量の汗をかくこと、運動時に代謝による発熱が少ないことから、ヒート・ストレスの危険を減少させることになる 30)。
- 寒冷環境に対して、効率的な心肺系統を有する健康条件を保つことが個人の体温調整能力を拡大することになるため、コールド・ストレスの危険を減少させる 30)。

8-4.2.3 ヒート・ストレス及びコールド・ストレスによる潜在的な害を最小限化する方法を確認すること。

注. ヒート・ストレス及びコールド・ストレスによる潜在的な害を最小限にする方法は次の通りである。

① ヒート・ストレス対策 30,40)

- ・ 高温環境下においては、頻繁に休息をとり高温環境にさらされている時間を短くする。
- ・ 重労働を必要とする任務に対して支援を提供することにより代謝熱の発生を少なくする。
- ・ 任務の前後に水分補給を行う。
- ・ 脱水症状に寄与することから、体調の悪い者(吐き気、嘔吐、下痢、発熱、上部呼吸器

感染症、熱中症)及び72時間以内に大量の飲酒をした者、6時間以内に飲酒をした者は、任務から除外する。

- ・ 普段の訓練において、高温環境に身体を順応させておく。

② コールド・ストレス対策³⁰⁾

- ・ 体温調整機能が低下することから、体調の悪い者並びにアルコール及び医薬品を摂取した者は任務から除外する。
- ・ 作業と休息の周期を設ける。
- ・ 防寒のための衣服を利用する。

8.4.2.4 蒸気保護衣、液体飛沫保護衣及び高温保護衣を着装する人員の心理的ストレス及び身体的ストレスを最小限化する安全考慮事項を特定すること。

注. 心理的ストレス及び身体的ストレスを最小限化するための安全考慮事項は次の通りである⁴¹⁾。

- ① 心理的ストレス：定期的な評価及び継続的なストレス減少計画への参加を含め、対応者の感情的安定及び健康を確実なものとする事と並びに事故の最悪の部分の直接取り扱う対応者の数を制限すること、ストレスに満ちた状況に直面している合計時間を減じるために頻繁に交替させること、適切な休息及び CISM(critical incident stress management)によるストレス解消を行うことにより困難な条件がある事故を適切に管理すること。

急性心理的ストレスの兆候には次に掲げるものがある：

- ・ 一般的に又は他の人々に向けられた、不適切な水準の怒り又は攻撃的振る舞い
 - ・ しばしばコントロールできないほどの、号泣、叫び又は恐慌感などの明らかな感情的症状
 - ・ 内向的であること、衝撃を受けた状態であること又は意気消沈していることの兆候
- このような兆候を示した者は適切に訓練された人員によって評価され、任務再開に適していると判断されるまで、緊急作業に再度付かせるべきでないとされる。

- ② 身体的ストレス：任務実行のために着装される重装備及び極度に身体的に依存する活動のため、対応者には著しい水準の身体的ストレスが作用する。このストレスの効果には、心拍数の増大、血圧の上昇及び身体中枢温度の上昇などが含まれる。これらの影響は健康でない対応者に現れるが、極端な状況では最も健康な対応者にも悪影響を与える。緊急現場での活動により悪化されることがあり、身体的緊急事態に繋がることのある既存の医学的条件を多くの対応者が有していることも認知されなければならない。

緊急作業時における身体的疾病発症の機会を少なくする最良の方法には、運動、適切な栄養及び充分な急速が含まれる。これらにより対応者の体力及び能力を向上させ、重作業時における対応者の過大活動を回避することができるようになる。

心臓に関連した疾病の可能性に加え、過大活動は極度の疲労及び脱水を導く。これらの条件は、合理的思考及び判断などの認知的能力を阻害するほか、全体的及び細かい筋肉運動技術を阻害する。踏み外し及び落下などの多くの軽い怪我は低下した筋肉運動技術又は低まった認知により引き起こされる。

心臓発作—ヒトの心肺系統は、心臓、肺、血管及び他の関連した器官よりなる。心肺系統が適切に機能するためには2つの基本的機能を必要とする：

- ・ 適正な酸素が血液系統及び身体に送られことを確実にし、身体から血流中に集められた二酸化炭素を除外するために、肺が適切に機能しなければならない。
- ・ 全ての身体の器官の適切に流れることを確実にするために、心臓が適切に機能し、血流系統を通して十分な量の血液を押し出さなければならない。

この2つの機能の結び付きが、通常時及び身体に身体的ストレスが作用するとき両方においてヒトの身体が適切に機能できるようにしている。慢性的条件若しくは急性疾病若しくは負傷により、これらの機能の何れかが傷ついた場合、ヒトの健康及び生命が危険となる。

循環系統に悪影響を与える最も一般的な慢性(既存)条件は、冠状動脈疾病である。これはコレステロールなどの有害な物質の沈着により長い間に、心筋へ血液を供給する動脈が次第に狭くなったとき生じる。この結果は、狭心症、急性心筋梗塞及び律動不整などの重大な心臓の緊急事態を引き起こす可能性がある心筋への血流の減少である。この既存条件を有する対応者は、重運動時に身体にかかる大量の身体的ストレスのため、緊急時又は訓練作業時に特に危険となる。これらの運動は身体を支えるために必要とするより多くの量の血液を供給するため振動がより速く脈打つことを必要とする。心臓が早く動くとき、適切に機能するためにより多くの酸素を必要とする。狭窄した動脈は大きくなった必要量に合うだけの十分な血液を阻害する。血液量の要求がそれを供給する血管の容量を超えた場合、虚血と呼ばれる条件が生じることがある。虚血の症状には、呼吸困難及び胸の痛み(狭心症)が含まれる。虚血は、心室細動などの律動不整を引き起こすことがある、心臓の電氣的系統の混乱にも繋がる可能性がある。心室細動は、矯正されない場合、突然死を引き起こす可能性がある。

1つ以上の冠状動脈を通る血液流が完全に閉塞された場合、虚血が生じるだけでなく、心臓組織の死である、梗塞も生じる可能性がある。これは致命的律動不整を引き起こす急性心筋梗塞又は心臓発作という結果を引き起こすことがある。

これらの疾病の重篤な性質のため、休息作業に配置された医療人員は潜在的な心臓緊急事態の兆候を呈している人員を敏感に知らなければならない。心臓緊急事態を呈している人々の症状の範囲はかなり広く、もっとも一般的なもののいくつかには次に掲げるものが含まれる：

- ・ 単に重労働して疲れている者のそれを超えるような、息切れ

- ・ 胸苦しさ又はしばしば、背中、腹部又は腕に広がる、胸の痛み
- ・ 尋常ではないほど急速な、緩慢な又はその他の不規則な心拍及び／又は心拍の感覚

このような心臓緊急事態を呈しているあらゆる対応者は現場にいる最高位の訓練を受けた医療人員により処置を受けるべきである。この処置には、最低限、大流量酸素の投与及び可能な場合、自動体外式除細動器への接続が含まれるべきである。上級生命支援人員が利用できる場合には、対応者は心電図モニターに接続され、通常の生理食塩点滴が開始されるべきであり、心臓の薬が投与されることがある。これらの処置が施されたら、可能な限り迅速に医療施設へ搬送されるべきである。これらの勧告への厳格な遵守は対応者の生と死を分けることがある。

卒中－卒中とも称される、脳血管障害は、一般的に、脳の大脳動脈の閉塞の結果である。一般的に小さい血栓である、閉塞は血流中を移動し、脳の特定の部位へ血液を供給する血管内に使える。この血液流の減少又は停止は、休息に脳のその部位に影響する。これがどのように脳に影響するか、その後どのような症状が発現するかは、脳の影響を受けた部分の通常の機能に依存して大きく変化する。より一般的な兆候及び症状には次に掲げるものが含まれる：

- ・ 重篤な頭痛
- ・ 会話困難、不明瞭な会話、会話能力の喪失
- ・ 顔のゆがみ
- ・ 一般的に現れている顔のゆがみと反対側の、半身の脱力又は麻痺

心臓発作と同様に、潜在的な卒中の症状は致死的帰結の可能性を有しており、これらの症状を呈している対応者は、可能な限り迅速に、現場の最高位の訓練を受けた人員により積極的な医療処置を受けるべきである。最低限、気道確保の努力及び酸素供給が開始されなければならない。医療施設への即時の反応が重要である。症状の発言から3時間以内投与された場合卒中患者の帰結を非常に改善する可能性がある、血栓溶解の医薬の使用をふくめ、最近の医学は進歩している。これは、医療施設手実施されなければならない試験に引き続いてのみ行われる可能性がある。

8-4.2.5 危険物事故から撤退することが思慮深いものである5つの条件を説明すること。

注．撤退が好ましい場合条件は、非干渉戦略を選択する条件とほぼ同一である。ただ異なるのは、撤退は非干渉戦略以外の戦略が決定された後、状況の変化により非干渉戦略に移行することが再考されたときに生じることになる。撤退の条件としては次に掲げるものが上げられるが、これらに限らない^{35,37)}(参考文献には5の条件以上に掲載されている)：

- ① 存在危険の事故発生前評価により撤退することが指示されている場合
- ② 対応者の能力を明らかに超えている場合
- ③ 爆発が切迫している場合(BLEVEの可能性、火災に巻き込まれた火薬類及び有機過酸

化物の存在、ボイル・オーバーの可能性など)

- ④ 大量放出の脅威がある重大な容器損傷がある場合
- ⑤ 必要なリソースが切れ、追加のリソースの到着を待つ場合
- ⑥ 状況の変化により、介入することにより得られる利益が危険に去られる利益を大きく下回るようになった場合

8-4.3 安全事前説明の実施。擬似的な危険物事故及び安全考慮事項が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、行動計画で定められたコントロール機能を実行する人員に対して安全事前説明を実施するものとする。危険物部門安全管理官は、組織の標準作業手続きにより定められたとおりに、8-2.1.8 に掲げられている危険物及びその容器の一つを含む事故に対して人員への安全事前説明の実施に関する適切な手続きを実演することができるものとする。

注. これについては割愛する。

8-4.4 安全考慮事項の実行及び強制。擬似的な危険物事故及び安全考慮事項が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、安全考慮事項の実行及び強制について、現場指揮官、事故安全管理官及び危険物部門士官を支援するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-4.4.1 確立されたコントロール・ゾーンの境界が・明瞭に標識が付けられており、安全考慮事項と矛盾しておらず、維持管理されているかどうかを確認すること。

8-4.4.2 権限を有する管轄機関により義務付けられた現場の医療監視が実行されているかどうかを確認すること。

8-4.4.3 個人用保護衣及び装備を着装した進入チーム、後方支援チームおよび除染チームが与えられたとき、各チームがその割当てられた任務を安全に実行するために適切に保護され及び準備がととっているかを確認すること。

8-4.4.3.1 保護衣及び装備の選択が安全考慮事項と矛盾していないか確認すること。

8-4.4.3.2 適切な正常動作を確実なものとするために障壁の無欠性及び装備について各チームが保護衣を試験したかどうかを確認すること。

8-4.4.3.3 保護衣及び装備が組織の標準作業手続き及び製造者の勧告に従って着装されているかどうかを確認すること。

8-4.4.4 全ての割当て時において、ホット・ゾーンに進入する各人が、特定の任務割当てを有し、割当てを理解しており、割当てられた任務を遂行するために適切に訓練されており、指定された相方と作業しているかを確認すること。

8-4.4.5 適切な水準の個人用保護具を有する支援チームが、進入チーム作業時に常にホット・ゾーンへの即時進入の準備がなされているかを確認すること。

8-4.4.6 ホット・ゾーンへのあらゆる進入前に安全考慮事項において定められた除染過程の

準備ができているかを確認すること。

8-4.4.7 ホット・ゾーンから退出する各人及び各工具又は装備の部品が、安全考慮事項及び危険物曝露の程度に従って除染されているかを確認すること。

8-4.4.8 地方の緊急対応計画及び組織の標準作業手続きに定められている通りに、ホット・ゾーンを退出した個人の氏名の記録に関する適切な手続きを実演すること。

注. これらについては割愛する。

8-4.4.9 * 二次汚染を最小限化しうる3つの安全考慮事項を確認すること。

注. 二次汚染を最小限化しうる安全考慮事項は次の通りである¹⁾(参考文献には3つの条件以上に掲載されている)：

- ① コントロール・ゾーンが確立され、強制されていること
- ② ホット・ゾーンに進入した全ての人員及び装備が除染されていること
- ③ 除染を行う人員が適切に訓練されていること
- ④ 除染を行う人員が適切に保護されていること

8-4.5 通信の維持。擬似的な危険物事故及び安全考慮事項が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、事故時において常に事故指揮系統内の通常及び緊急通信を維持するものとする。危険物部門安全管理官は次に掲げることができるものとする：

8-4.5.1* 危険物事故現場で使用される3種の通信系統を確認すること。

8-4.5.2 ホット・ゾーン内への進入前に、ホット・ゾーン内での作業に割当てられた各人が、緊急警告及び安全考慮事項で定められた対応手続きを理解しているかを確認すること。

注. これらについては割愛する。

8-4.6 状況報告の監視。擬似的な危険物事故及び安全考慮事項が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、事故時において常に事故指揮系統内の通常及び緊急通信を監視するものとする。危険物部門安全管理官は、進入チーム構成員が危険物部門士官にその作業割り当ての状態を定期的に通信しているかを確認できるものとする。

注. これについては割愛する。

8-4.7 曝露監視の実行。擬似的な危険物事故及び安全考慮事項が与えられたとき、危険物部門安全管理官は、曝露監視の実行について現場指揮官、事故安全管理官及び危険物部門士官を支援するものとする。

注. これについては割愛する。

8-4.8 危険物部門安全管理官は、組織の標準作業手続き及び安全考慮事項で定められたと

おりに曝露監視(人員及び環境)が実行されているかを確認するものとする。

注. これについては割愛する。

参考文献

- 1) Jerrey Laughlin & David G. Trebisacci, Hazardous Materials Response Handbook 4th edition, NFPA, MA(2002)
- 2) 伊澤他、改訂三版 放射線の防護、丸善(1978)
- 3) Wikipedia, the free encyclopedia, Nuclear technology,
http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_technology
- 4) Wikipedia, the free encyclopedia, Neutron radiation,
http://en.wikipedia.org/wiki/Neutron_radiation
- 5) 国連環境計画編、吉澤他訳、放射線 その線量、影響、リスク、同文書院(1988)
- 6) 浅田忠一他監修、新版 原子力ハンドブック、オーム社(1989)
- 7) DRAFT Study Guide, U.S. Department of Energy,
<http://cted.inel.gov/cted/radpro/em1-3.pdf>
- 8) NFPA, Professional Competence of Responders to Hazardous Materials Incidents 1997 Edition NFPA 472
- 9) 兵庫県立大学 HP、放射能の基礎知識、
<http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/kumagai/eac/chem/radiochem.htm>
- 10) 川島他、放射線測定技術、通産産業研究社(1983)
- 11) 久保他編、岩波 理化学辞典 第4版、岩波書店(1987)
- 12) 日本アイソトープ協会編、新版 アイソトープ便覧、丸善(1970)
- 13) 例えば、Texas Commission on Fire Protection HP,
http://www.tcfp.state.tx.us/standards/curriculum_manual/hazmat/604.pdf
- 14) 高エネルギー加速器研究機構 HP、空気カーマ、空気衝突カーマ、空気吸収線量、照射線量と実効線量、<http://ccwww.kek.jp/kek/rad/center/kerma.pdf>
- 15) 高エネルギー加速器研究機構 HP、光子の測定値から実効線量への評価、
http://ccwww.kek.jp/kek/rad/center/rem_ed.pdf
- 16) 原子力のすべて HP、放射線・放射能の単位について、
<http://www.genshiryoku-subete.jp/q&a/ans16.html>
- 17) 原子力図書館「げんしろう」HP、吸収線量に関する単位、
http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/18040204_1.html
- 18) 原子力図書館「げんしろう」HP、環境の放射線防護研究、
http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/06030505_1.html
- 19) Gregory G. Noll et. al., Hazardous materials managing the incident 2nd Ed., FIRE PROTECTION PUBLICATIONS, OKLAHOMA STATE UNIVERSITY(1994)
- 20) Robert Burke, Counter-Terrorism for Emergency Responders, Lewis publishers(2000)
- 21) 泉邦彦、有害物質小事典、研究社(2004)

- 22) Anthony T. Tu、毒物・中毒用語辞典、化学同人(2005)
- 23) 国立医薬品食品衛生研究所 HP、毒物劇物の判定基準、
<http://www.nihs.go.jp/law/dokugeki/kijun.pdf>
- 24) OSHA HP、Permissible Exposure Limits, <http://www.osha.gov/SLTC/pel/index.html>
- 25) ACGIH HP、<http://www.acgih.org/home.htm>
- 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) 例えば、Gregory G. Noll et.al., Hazardous Materials Managing the Incident 3rd edition, RED HAT Publishing, MA(2005)
- 29) Wikipedia, Acute toxicity, http://en.wikipedia.org/wiki/Acute_toxicity
- 30) Kenneth W. Oldfield et. al., Emergency Responder Training Manual for the Hazardous Materials Technician 2nd edition, Jon Wiley & Sons. Inc, NJ(2005)
- 31) 白須康彦、吐山豊秋、毒性学概論、朝倉書店(1982)
- 32) 梅津隆弘、危険物事故の対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その 5)、海保大研究報告 法文学系、第 49 巻第 2 号、pp.256-224、(2004)
- 33) Rick Houghton, Emergency Characterization of Unknown Materials, CRC Press, NW(2008)
- 34) 梅津隆弘、危険物事故の対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その 7)、海保大研究報告 法文学系、第 50 巻第 2 号、pp.212-182、(2005)
- 35) Gregory G. Noll et. al., Hazardous materials managing the incident 3rd Ed., Red Hat Publishing. MD(2005)
- 36) 梅津隆弘、危険物事故の対応にあたるものに必要とされる能力の基準(その 8)、海保大研究報告 法文学系、第 51 巻第 1 号、pp.262-242、(2006)
- 37) Barbara Adams et. al., Hazardous Materials for First Responders 3rd edition, Board of Regents, Oklahoma State University, OK(2004)
- 38) Wikipedia, the free encyclopedia, Body composition, http://en.wikipedia.org/wiki/Body_composition
- 39) Wikipedia, the free encyclopedia, VO2 max, http://en.wikipedia.org/wiki/Aerobic_capacity
- 40) NFPA, Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents 1997 Edition, NFPA(1997)
- 41) U.S. Fire Administration, Emergency Incident Rehabilitation, http://www.usfa.dhs.gov/downloads/pdf/publications/fa_314.pdf