2011年東日本大震災および津波の対応活動における危険の管理



危険な作業：バージニア州フェアファックス郡消防救助局から来たバージニア タスクフォース 1 の隊員が岩手県大船渡市で生存者を捜索。米国海軍広報官 1 等兵曹 Matthew M. Bradley の撮影による公開写真。

作業員教育・研修プログラム

目次

概要 6
高度または追加の研修 7
労使の責務 8
研修で取り上げる災害事態 9

第 1 課 - ICS と米国人対応者の日本における役割を理解する 10
米国インシデント コマンド システム 11
ICS の主な目的 12
一元的な指揮命令系統 13
ICS 下の説明責任 14
統一指揮 15
初期要旨説明 16
緊急事態への準備 17
言語の障壁 18
割り当てられた保護具 29

第 2 課 – 日本における地震・津波災害後の危険管理 20
物理的環境 21
災害後の危険 22
余震 23
地滑りと雪崩 24
液状化 25
鉄砲水 26
地震による火災 27
津波 28
危険因子 30
制御階層 31
構造健全性の危険 32
建造物の解体 38
頭上の危険、瓦礫の落下 39
瓦礫の山と不安定な表面 40
火災と余燼 41
閉鎖空間 42
電気による危険 44

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

目次

電線とケーブル	45	熱ストレス	66
破損した公共設備	46	寒冷ストレス	68
たまり水の危険	47	寒さに関連する疾患	69
汚水と下水	48	重機	70
水の付近での作業	49	瓦礫撤去機	72
衛生安全計画（HASP）	50	交通事故	73
現場固有の HASP	52	交通事故の防止	74
汚染の現場管理	53	道路工事ゾーンの安全	75
有害な瓦礫	54	熱間加工	76
危険に関するコミュニケーション	55	手持ち削岩機とコンクリート ソー	77
被災者との遭遇	57	チェーン ソーの操作	78
血液媒介の危険	58	高圧洗浄機	80
最初の受領者	59	手持ち工具と携帯電動工具	81
放射能汚染	60	個人保護具（PPE）	82
死亡した被災者	61	個人保護具の例	84
飛散する瓦礫や物質の取り扱い	62	空気清浄型レスピレータ（APR）	85
身体への負担	63	レスピレータの特別ルール	87
一酸化炭素（CO）への曝露	64	除染	88
携帯発電機	65	除染プラン	89

目次

汚染拡散の防止	90
動物、虫、植物	91
一般的な安全のためのヒント	93
掘削作業時の危険	95
掘削関連の危険の管理	97
空中リフト	98
転落	99
はしご	100
騒音への曝露	101
第 3 課 – 福島第一原子力発電所からの放射線による危険の管理	**102**
放射線の危険	103
放射線	104
電離	105
電離放射線	106
電離放射線のリスク	107
電離放射線への曝露	108
放射線の基礎知識	109
電離放射線のまとめ	110
放射性物質	111
放射線警告シンボル	112
暮らしの中の放射性物質	113
放射線被曝	114
被曝 vs. 汚染	115
放射能汚染のタイプ	117
潜在的な放射能汚染	118
個人用線量計	119
放射線検出器	120
主線量計	121
線量計の問題	122
アルファ線検出器	123
モニタリング / 身体検査	124
放射線から身を守る	126
放射性粉塵から身を守る	128
ALARA	129
曝露の制限	130

目次

距離を置く 131
アルファ粒子 vs. ベータおよびガンマ粒子 132
最低限の対応 133
電離放射線の測定 134
線量 vs. 線量率 135
線量 136
線量レベル 137
内部被曝 139
飲食についての警告 140
最低限の防護要件 141

第 4 課 – 事故のストレス 143
外傷性ストレス 144
自分の身体に気をつける 145
家庭での予防措置 146
普段の生活への復帰 147
子供への配慮 148
疲労 149
疲労管理プラン 151

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

この研修資料は、2011年の東日本大震災と津波災害の援助活動に参加する米国の対応者（米陸軍予備部隊、医療従事者、放射線技師、兵員）を対象とした健康・安全面の啓蒙資料です。

この資料は、作業員の意識を高め、地震および津波とは何かを理解し、地震対応の特徴、および地震関連の対応・清掃活動に関する危険を特定し、管理する方法を理解する一助となります。

本資料では、福島第一原子力発電所がもたらした放射線の危険にも焦点を合わせます。

トレーナーはこの資料を活用して、地震啓蒙コースやその他の啓蒙資料（ファクトシート、卓上アクティビティなど）を作成することができます。

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

2011年東日本大震災の対応者に必要な、高度または追加の研修

- この研修資料は、受講が必要とされる具体的な防火研修、任務に特化された追加研修、または個人保護具（PPE）に特有の研修などの代わりとなるものではありません。
- 職務の範囲とは関係なく、この啓蒙研修資料では、多くのトピックを網羅しています。各トピックには、対応する米国労働安全衛生（OSHA）基準が記載されており、関連する職務を安全かつ合法的に実行するには、これらの基準を守らなければなりません。
- 対応者は、活動の安全性が疑わしい場合は、その活動を中止するべきであると、常に念頭に置いておく必要があります。作業を続ける前に、安全であることを確認してください。死んだ英雄にはならないでください。

高度な震災対応研修については、米国環境衛生科学研究所（NIEHS）の労働者安全衛生研修の全国情報交換所（National Clearinghouse for Worker Safety and Health Training）（202-331-7733）までご連絡ください。

労使の責務

今回の災害対応は日本で行われますが、使用者および作業員は、米国労働安全衛生法に従う責任があります。

- 労働安全衛生法は使用者に対し、特定された危険のない、安全で健康な職場の提供と、米国労働安全衛生（OSHA）基準の遵守を義務付けています。使用者の責務には、研修や健診の提供、記録保持も含まれます。
- 作業員は使用者の安全衛生規則を守り、義務付けられた保護装具や装置をすべて利用し、各自の業務に関して、使用者が指導する安全な労働慣行に従い、危険な状況を監督者に報告し、使用者が是正しない場合は、危険な状況を米国労働安全衛生局（OSHA）に報告しなければなりません。
- 外国政府が後援するボランティアとして参加する場合、主催国の労働安全計画の適用対象となるとしても、OSHA基準は優れた参考資料となります。

この研修資料で取り上げる災害事態

東日本大震災の影響、津波の影響、福島第一原発事故



米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

第 1 課 - ICS と米国人対応者の日本における役割を理解する



救援物資を運ぶ水兵（2011年3月13日）。写真は米国海軍提供。

あなたは米国インシデント コマンド システム（ICS）の一員となる



救援物資を搬送する米国海軍（2011年3月15日）。写真は米国海軍提供。

ICS には、主に 3 つの目的がある

- 対応者と他者の安全確保
- 作戦上の目標の達成
- 資源の効率的な使用



津波で打ち上げられた船に向かって歩く米軍水兵（2011年3月13日）

一元的な指揮命令系統の下で、あなたは：

- ただ一人の監督者に報告する
- その監督者のみから任務を受ける



機器の最終点検を行うバージニア タスク フォース 1（2011年3月14日）

ICS 下の説明責任は、人命の救助につながる

- 担当指揮官に到着を報告し、任務を受けるようにする。
- 作業は特定のプロトコル（災害対応計画の形をとる場合もある）に従うことに留意する。対応計画をチェックする。
- 監督者を特定できるようにする。



統一指揮は、複数の機関が関与する災害に適用される ICS である

インシデント コマンダーが、単一の指揮命令系統で共同決定を行えるようにする



捜索救助を調整する米国海軍と日本自衛隊

対応者は着任前に、現地で初期要旨説明を受ける



Los Angeles County Fire Dept Search and Rescue Team Briefing, Misawa, Japan 3-14-11

現場で緊急事態に対応する備えをする

- 現地での負傷はすべて、監督者かインシデント コマンダーに通知する
- 要旨説明の際に、どの応急処置サポートが利用可能か、それがどこにあるか尋ねる
- 軽度の負傷や健康問題があれば：
  - 応急処置所
  - 地元の病院・ 医院
  - 救急士、ナースステーション
- 深刻な緊急事態の際は、119 番に電話（日本）
- 自身の正確な位置を把握、GPS を利用。



言語の障壁に対する準備をし、どこで、どのようにすれば通訳や翻訳の援助を受けられるかを把握しておくこと



日本人男性に当地でどのような物資や援助がまだ必要かを、翻訳カードを使用して質問する海軍航空隊員。（米国海軍）

割り当てられた保護具を必ず使用すること

- 利用可能であれば、つま先と底が鋼製の安全靴の使用を考慮する。
- 瓦礫を扱う際は丈夫な保護手袋を使用する。
- 騒音環境では、聴覚保護装具を使用する。
- 疑わしい場合は、監督者に連絡する。



青森県八戸市（2011年3月18日）

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

第 2 課 – 日本における地震・津波災害後の危険管理



物理的環境：日本の海岸

陸地：

- 密集した都市開発
- 傾斜の急な山地
- 平地・海岸地域

気候：

- 高湿： 雨や雪の多い時期がある
- 温度： 0℃～16℃（32˚F ～ 60˚F）



地震・津波後の危険管理に備える

- 余震
- 建造物の崩壊（建物、橋、ダムなど）
- 公共設備の被害（ガス、電気、電話など）
- 危険物質の放出
- 放射線と放射能汚染
- その他の災害：
  - 地滑り
  - 液状化
  - 雪崩
  - 鉄砲水
  - 火災
  - 津波



余震に備える

- 余震とは本震の後に発生する地震のこと。
- 本震と同じ地域に発生する。
- 震度は本震より小さい。
- ***余震も地震！***
- 余震向けの衛生安全計画に概説されている手順に従うこと。



地滑りと雪崩

- 地滑りは土砂や岩盤が（重力によって）急激に斜面下方に移動する現象のこと。
- 地滑りは地震やその他の自然現象によって誘発され得る。
- 地滑りでは、岩石の落下、斜面の大幅な崩壊、表層の堆積土の流動などにより、地盤が動く。
- 雪崩は山腹の雪や岩が崩れ落ちる現象のこと。
- 瓦礫は除去される都度、移動し続ける可能性がある。
- 瓦礫の中に被災者が閉じ込められている可能性がある。
- ***不安定な地面や瓦礫の上を行き来しないこと***



新潟県中越沖地震に伴う地滑り（2007年）



新潟県青海川地区の地滑り（2007年）

液状化

- 土壌の強度や堅さが低下する現象のこと。
- 振動と水の飽和により、粒子状物質が一時的に強度を失い、軟らかい土壌が液体に変化。
- 建物や橋などの建造物が傾いたり、液状化した地面に沈んだりする。
- 液状化した地面に、移動する部分ができる場合がある。
- 建造物の安定性や安全性を弱体化する可能性がある。
- ***液状化ははっきり分からない場合がある。***
- ***重機は注意して駐車すること。***



日本での地震後の液状化による被害



2011年の東日本大震災による液状化

鉄砲水

鉄砲水：

- 低地における急激な洪水。
- 6時間以内に洪水が発生。
- 地震や余震時に発生する場合がある。

どうするか：

- 作業している地域について把握する。
- 高台を見つける。
- 利用可能な場合は、救命胴衣（PFD）を着用する。
- 急激に増水している場所を渡ろうとしないこと。



危険に備え、
避難経路を確保しておくこと！

地震による火災

- しばしば財産や人体への被害の最大の原因となる。
- 火災に遭遇する備えをしておき、消防所に連絡する方法を確認しておく。
- 火災の余燼は数日から数週間にわたり、くすぶり続ける可能性がある。
- 捜索救命活動や清掃活動の最中に余燼に遭遇する備えをしておくこと。



2011年東日本大震災・津波による仙台港付近の火災

津波とは、上げ潮の先端が波を作り、川や狭い入り江を水流に逆らって上っていく現象。水の急激な移動により発生する。

- 対応活動中、各自のいる場所と津波リスクを把握しておくこと。
- ***津波の到来に備え、避難経路を把握しておくこと。以下のような津波の兆候に注意すること。***







2011年東日本大震災に伴う津波の被害

2011年3月の東日本大震災の被害の大部分は津波による



損害や各自の負傷リスクを高める危険因子

- 断層線付近や低地の海岸地帯
- 不安定な土壌や岩石の上に建てられた建造物
- 耐震基準に準じて建築または改築されていない建造物
- 砕けやすい物質（ガラスなど）
- 地滑りや液状化の起こりやすい急斜面に建てられた建造物



衛生安全面の危険に対処する場合は、制御階層を使用して管理する



構造健全性の危険には、いくつかの種類がある

- 地震は建物、橋、ダムなどの建造物に深刻な損害を与え得る。
- 決して、破損した建造物や地面が安定していると仮定しないこと。有資格の専門エンジニアや建築士に、安全性を**認定**してもらうこと。
- 階段、床、屋根を点検するまでは、どれも危険であるとみなすこと。
- 隠れた危険や頭上の危険に目をむけ、留意すること。
- ***陥没や、階下への墜落・転落の原因となる不安定な（堅牢でない、または堅牢に固定されていない）地面や床に注意すること。***



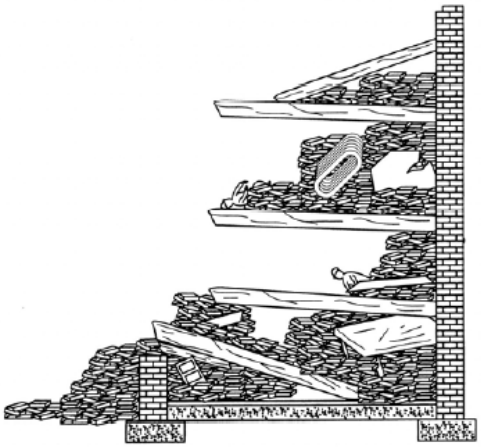
物が動く音や異常な音を聞いたら、直ちに避難すること―
倒壊が起こっている恐れがある

構造健全性（続き）

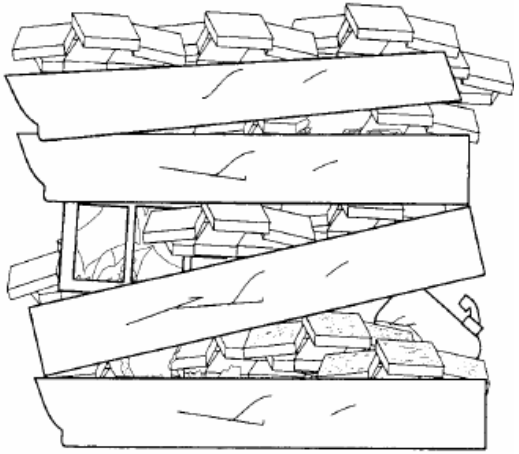
- 建造物内に作業員がいる場合、壁や床を支柱やブレースで支えることを OSHA は義務付けている。（29 CFR Part 1926.850(b)）
- 解体作業を始める前に、建物の外の電線、ガス管、水道管などを切断、閉塞、または制御する。適切な公共事業者に事前に通知する。
- 解体作業中に、公共事業サービスを維持する必要がある場合は、そのためのラインを一時的に移動し、保護する。
- 解体作業にかかる前に、危険物質を見つけ、除去する。
- どの階の構造や荷重を支える部材も、それより上の階がすべて取り壊され、除去されるまで、切断除去しないこと。



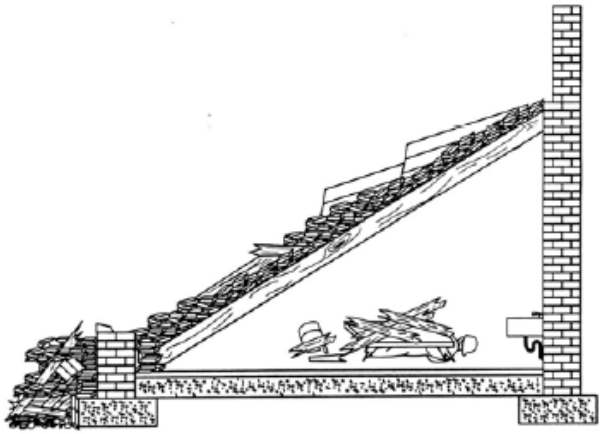
不安定な構造の例



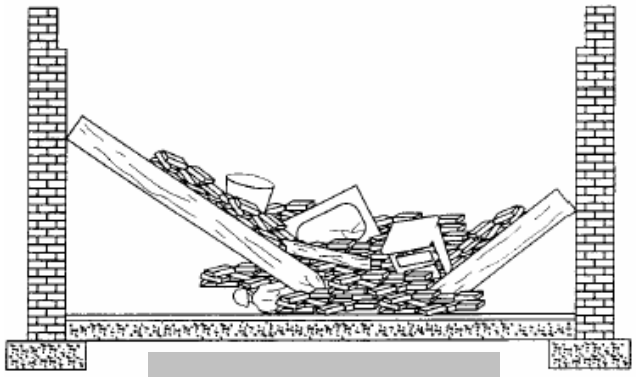
片持ち梁



平落ち（パンケーキ）



片流れ



V字型

他の建造物の支えとなっている瓦礫があることに注意！

初期の破損だけでなく、津波で泥、水、その他の物質が混沌と混ざり合ったために、建造物の安定性が大きく低下している可能性がある



重機などを使用して、支柱やブレースで建造物を安定化するのは、高度な熟練作業



- 建造物安定化作業に取り組むのは、適切な訓練を受けた人員のみ。
- 崩壊した建造物や不安定な建造物に関する作業は、最も危険度の高い作業に含まれる。

建造物の安定化作業の前に行うべきこと

- 適正な訓練を受けていることを確認する。
- 建造物の安定化にまつわる数々の危険を認識する。
- ***危険の通信方法を確認する - 通知手続きを把握する。***
- 支柱やブレース システムなど、構造的な支持の設置や除去には、それぞれの現場の設計プランが必要。
- 作業を始める前に、アクセス制限区域や避難経路を定める。





建造物の解体

- 解体作業に加わるのは、訓練を受け、**関連する危険を認識している**人員のみ。
- 各プロジェクト向けに設計された解体計画が義務付けられている（緊急、火災、避難など）。
- 有能な要員がすべての作業を監督すること。
- 作業を停止し、新しい危険や予期しなかった危険について報告する（隠れていたガス本管が引き抜かれた等）。
- 極めて危険な場所には、「危険」の標識を掲示する。





詳しくは、OSHA 1926 Subpart T 「解体（Demolition）」を参照

頭上の危険、瓦礫の落下

- 被災地での作業員の負傷は、不安定な建造物やその他の弱体化した表面からの物体や瓦礫の下落が原因で起こることが多い。
- 頭上の下落物の危険として：
  - ばらばらの瓦礫
  - 建築部材
  - 浴槽、冷蔵庫、家具などの固定されていない建屋内容物

このような場所では、安全な作業慣行を守り、ヘルメット、作業着、安全靴、保護手袋、保護眼鏡、レスピレーターなど、適切な個人保護具を着用すること。



瓦礫の山と不安定な表面

- 歩行や作業は、安定していることが確かな表面で行う。
- 火災後は、表面上または表面下に余燼がないか用心する
- 危険物質に気をつける。
- バケット トラックなど、作業面に到る別の手段を利用する。
- 足場の組み立てや、リフト機器を駐車する場合は、安定した路面で行い、安定した建造物に固定する。
- ヘルメット、保護眼鏡、皮手袋、裏に滑り止めのついた安全靴など、提供された保護装具を着用する。
- 可能な限り、適切な固定点（バケット トラックなど）に命綱を結びつけて転落保護を行う。
- 階下への転落の危険に注意する。



火災と余燼

- 日本では地震と津波によって多くの火災が発生。
- 米国の火災関連の死亡の25% は余燼が原因。
- 余燼は何週間もくすぶりつづける場合があり、（清掃作業中に瓦礫を動かすことによって）可燃物質と接触したり、酸素に接触すると、再燃するおそれがある。
- すべての清掃活動において、消火器を利用できるようにすること。



閉鎖空間

閉鎖空間（Confined Space）とは？

- 出入りのための開口部が狭い空間
- 人体が入るだけの大きさ
- 長時間の作業を前提として設計されていない
- 例： ボイラー、穴、浄化槽、ユーティリティ用地下設備、井戸、地下室、塹壕、倒壊した建造物、エレベーター シャフト





立ち入り許可が必要な閉鎖空間となるのは、どのような危険がある場合か？

- 酸素欠乏
- 脱出不能
- 埋没性
- 危険な環境
- その他の特定済みの深刻な衛生安全面の危険

作業員が閉鎖空間に入る前に、監督者は以下を行う義務がある。

- 作業員と付き添い人が、訓練を受けていることを確認する。
- 通気を行い、危険な環境でないか周囲を監視する。たとえば、可燃性ガス検出器（CGI）を使用して、可燃性の気体や蒸気を検出し、空気中濃度を測定する。光イオン化検出器（PID）を使用して、有機蒸気を検出する。
- 閉鎖空間のエネルギー源すべてに安全錠をかけ、「作業中」の札を下げる。
- 適切な個人保護具を提供し、場合によっては自給式呼吸装置（SCBA）も含める。
- 車両や歩行者など、外部の交通に対する障壁を設ける。
- 安全な出入りのため、はしごなどの装置を提供する。
- 適正な通信装置と警報システムを提供する。
- 救命装置と、訓練を受けた救命員を配備する。

構造的崩壊によってできた閉鎖空間の場合は、作業員が入る前に、有資格の専門エンジニアや建築士に安全であることを認証してもらうこと！

電気による危険

- 災害清掃活動で見られる、電気による主な負傷 4 つ：
  - 感電
  - 火傷
  - 電気接触を原因とする転落
  - 感電死
- 濡れた環境では、電気を使用する作業を避けること。どうしても必要な場合は、湿潤状態で認可されている装置を使用する。
- 電気コードやコンセントは OSHA 規格を満たすものでなければならない。
- 2 重絶縁性の工具を使用する
- すべての電動工具とコードに対して、できるだけパネルに近い場所で、漏電回路安全装置（GFCI）を使用する
- 有資格の電気技師が評価するまで、電気設備に通電したり、火災に遭った電気機器や水につかった電気機器を使用するのは避ける



携帯 GFCI

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

電線やケーブルは通電していないと証明されるまで、通電しているものとして扱うこと



適切に接地した低電圧の装置を使用すること。破損して、たれ下がっている電線には近づかないこと。

破損した電力関連装置は、災害対応の作業員にとって危険である可能性がある

- 頭上の電線や埋設された電線の標識を探す。警告の標識を掲示する。
- 埋設された電線の場所について、電力会社に問い合わせる。
- 頭上の電線からは 3 メートル以上距離を保つ。
- 通電していないことを確認するまで、頭上の電線は通電しているものと考える。
- 電線の付近で作業する際は、日本の連絡窓口を通して電源の所有者・運用者に電線の電源を落として接地してもらう。
- 電線の保護や絶縁など、保護対策を講じる。
- 電線の付近で作業する際は、電気を通さない木製またはファイバーグラス製のはしごを使用する。

瓦礫の付近での作業や瓦礫撤去の作業の前に、通電中の電線、稼働中の燃料ラインや化学物質供給ラインが存在しないことを確認！



たまり水の危険

堤防障害

最も一般的（かつ危険）な堤防障害は破堤である。破堤とは、堤防の一部が決壊し、大きな開口ができ、そこから水があふれ出て、堤防で守られていた土地に浸水すること。

汚水

汚水は生活雑排水とも呼ばれ、食器洗いや洗濯、入浴など、家庭での日常生活から生じる非産業源の廃水である。停留水の 50～80% は、生活雑排水が占める。

下水

下水とは、環境に放流する前に分解処理する必要のある有機廃棄物や病原菌の含有量が多い水である。下水には、トイレや生ごみ処理機からの廃水が含まれる。



破堤の写真



2011年東日本大震災の影響：　汚水または下水の可能性あり

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料





水の付近で作業する際は、水の種類に関係なく、救命胴衣を着用すること。救助手段なく、泥や水があふれた地面を行き来しないこと。

衛生安全計画（HASP）

OSHA は国家災害対応活動に従事する作業員を守る目的で、衛生安全計画（HASP）を義務付ける規制を制定した。*HASPは汚染の拡散、負傷、死亡を予防するため、使用者と作業員が日常活動で守るべき手引きの役割を果たす。**作業を開始する前に HASP を確認すること！**



津波後の日本の海岸（2011年）

日本での作業中、あなたは対応活動用に作成されたHASP の下で作業しなければならない！

*OSHA, 29 CFR 1910.120, HAZWOPER

HASP（続き）

本書では地震対応活動中に作業現場で使用される、HASPの一部のセクションを取り上げる。現場での安全セクションには、以下の HASP のセクションから抜粋された一般情報が含まれる。

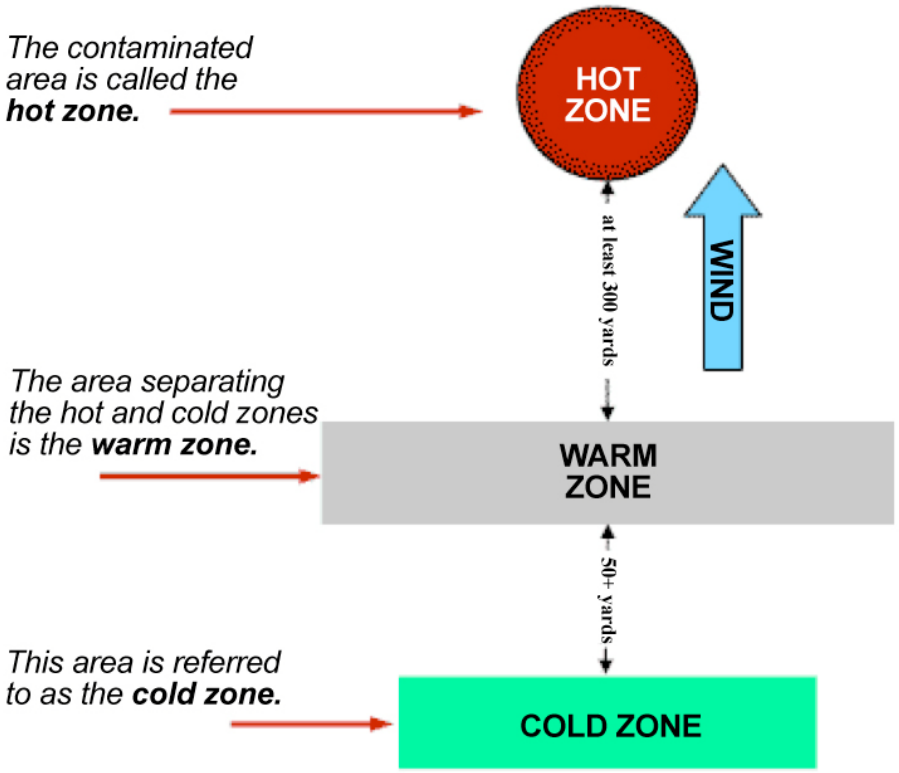
いずれの HASP も以下の項目をすべて網羅していなければならない。

- 緒言
- 主な要員
- 危険の評価
- 訓練
- 個人保護具
- 最高・最低温度
- 医療サーベイランス
- 曝露監視と空気のサンプリング
- 現場管理
- 除染
- 緊急対応 / 偶発事故対策
- 緊急対応計画
- 閉鎖空間へのアクセス
- 流出防止

現場固有の HASP の要素

- 責務 / 主力要員
- 有能 / 有資格要員の特定
- 作業範囲の評価
- 危険 / リスク / 曝露の評価
- 管理対策
- 定期点検
- 日常安全プランナー
- コンプライアンス
- 文書化された段階的懲罰制度
- 危険の是正
- 訓練と指示
- プロジェクト現場でのオリエンテーション
- 従業員通信システム
- 記録保持
- 事故・曝露調査
- 緊急対応計画
- 現場固有の緊急医療計画
- 危険に関する通信計画
- 作業員の訓練と指示のチェックリスト

化学物質や放射能による汚染管理のため、現場管理を使用すること



現場管理は以下の要素から成る。

- 管理区域（左の画像を参照）
- HASP
- 汚染
- 緊急時計画
- サイトマップ
- 「バディ システム」の使用

商業施設や住宅の瓦礫に関連し得る有害物質

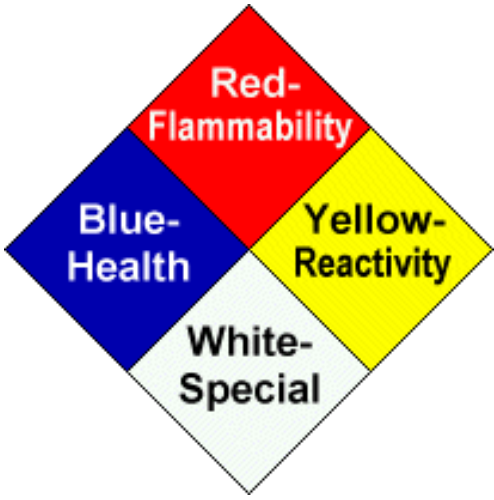
- アスベスト
- 灰
- 圧縮ガス シリンダー、プロパン ガス シリンダー
- ガソリン缶（およびその他の燃料容器）
- バルクの化学物質および化学物質容器
- 鉛酸電池
- 塗料とシンナー
- バルクの殺虫剤
- バルクの肥料
- カビの生えた物質
- 軍需品
- 検査機器
- 鉛
- 変圧器
- 空調設備
- 大型の金属製家電・機器
- 自動車
- 変電設備
- その他の微粒子物質
- 放射性物質

危険物質と危険に関するコミュニケーション

- 地震と津波により、危険物を収納していたタンク、ドラム缶、パイプ、装置などが外れたり、破損したりしている可能性がある。
- 内容不明の容器や破損している容器は取り扱わないこと。監督者に報告する。
- 物質安全性データシート（MSDS）を理解し、必要に応じてこれに従う。
- NFPA 704M の警告ラベルも現場では有用な場合がある。
- 各自が接触する可能性のある化学物質について、具体的な危険に関するコミュニケーションの訓練が義務付けられている。



IMDG



NFPA

日本に滞在中、危険物質を示すと思われるラベルがないか調べ、取り扱いの許可がない限り、近づかないこと。



被災者に遭遇する場合がある

- 対応･清掃活動中、身動きのとれなくなった被災者に遭遇する場合がある
- 中には生存者もいる。
- 身動きのとれなくなった人に到達する時間が長ければ長いほど、生存の確率は下がる。
- 遺体や遺体の一部を目にすることもあるので、心積もりをしておく。

生存率の黄金日

30分	生存率91.0%
1日	生存率81.0%
2日	生存率36.7%
3日	生存率33.7%
4日	生存率19.0%
5日	生存率7.4%

英国消防サービス捜索救命チーム構造崩壊

血液媒介による危険

- 遺体の取り扱い時や負傷者援助の際は、使い捨ての二トリル手袋などを着用する。
- 穴が開いたり、破れたりしたら、手袋を取り替える。
- 皮膚に切り傷や穿刺がある場合は、遺体の取り扱いや負傷者の援助をしないこと。
- 遺体回収作業では、ゴーグル、またはフェース シールドとマスクを着用する。レスピレータを必ず着用する。
- 密閉式の漏れない容器にラベルを貼付して、遺体を輸送する。



OSHA 血液由来の病原体に関する基準：29 CFR 1910.1030

最初の受領者は、患者をさらに除染しなければならない場合がある



写真提供： SEIU

- 危険物質について適切な訓練を受けておく。
- 個人保護具の使用法と限界を理解する。
- 滑り、躓き、転倒、肉体的疲労などの危険に注意する。
- 他の作業員と一緒に患者を持ち上げる。
- 熱ストレスに用心する。
- ***個人保護具を取り外す前に、まず除染すること！***

個人保護具を取り外す前に、低刺激性の石鹸と水で放射能汚染をすべて除去すること

- 個人保護具はアルファ線から人体を守る
- 個人保護具はベータ線から人体を守れない可能性がある
- 個人保護具はガンマ線から人体を守れない



写真提供： SEIU Education and Support Fund

死亡した被災者に関する活動



2005年ハリケーンDMORT（災害時遺体管理対応チーム）ステーション（米国ミシシッピ州）。

- 遺体は除染されていないかぎり、扱わない。
- 血液由来の病原体や空気伝染性の病原体からの保護が必要（電動ファン付き呼吸用保護具、保護衣など）。
- 疲労やストレスの兆候がないか、自分をモニターする。

飛散する瓦礫や物質の取り扱い

- 有効な破傷風ワクチンの予防接種を受けておく。
- 持ち上げられている荷の下を歩かない。
- 個人保護具（ヘルメット、安全靴、保護眼鏡、作業手袋）を着用する。



米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

身体の使い方に注意すること。持ち上げ作業には、可能なかぎり機械を使い、機械がない場合は、人体工学的に適切な方法で作業すること。重たい物体はパートナーと一緒に動かすこと。



一酸化炭素（CO）への曝露

- **CO が存在する可能性のある場所：**
  - ガソリン、ディーゼル、プロパンを燃料とする機械を使用する活動
  - 運転中の機器の付近での作業
  - 瓦礫除去地
  - 特に閉鎖空間で行われる、切断や溶接などの熱間加工の付近での作業
- **CO への曝露を制御する方法**
  - CO モニターの着用
  - 屋内や閉鎖された場所で、ガソリンやディーゼルを燃料とする危機を運転しない
  - 強制換気（送風装置など）を使用する

症状：頭痛、めまい、眠気、悪心（嘔吐に悪化）、意識喪失。長期または高濃度の曝露は昏睡や死亡の原因となり得る。CO が存在するかもしれない場所でこれらの症状が発現したら、**ただちにその場所を離れること。**

一酸化炭素は警告となる特性のない無色無臭の気体！

携帯発電機



危険として：

- 一酸化炭素中毒
- 逆流による感電

携帯発電機をどうしても使用する必要がある場合は、メーカーの推奨と仕様に従うこと：

- 有資格の電気技師に設置と始動の作業を援助してもらう。
- ガソリンやディーゼルを燃料とする携帯発電機を使用する場合は、発電機を始動する前に、配電盤のメイン ブレーカーまたはヒューズを落としておく。
- 濡れている場所で使用しない。
- 発電機は、乾燥した状態で維持できる場合をのぞき、雨の中で運転しない。
- 燃料補給の際は、スイッチを切り、モーターが冷めるのを待ってから行うか、適切な漏斗を使用して、高温のエンジンに燃料がこぼれるのを防止する。
- 屋内や仮設（または恒久的な）シェルター内では使用しない。

熱ストレス



次の病状がある場合の一般的な兆候と症状

熱ストレス	熱中症	熱射病
頭痛	頭痛	頭痛
喉の渇き	めまい	めまい
大量発汗	錯乱	情動不安
筋肉痛	吐き気	錯乱
	発汗 - 青白く、湿った肌	熱く、紅潮し、乾燥した肌
	足の痙攣、腹痛	40℃を超える体温
	脈拍や呼吸数の増加と弱化	無反応 / 見当識障害

熱ストレス（続き）

- 喉が渇いたら飲む。アルコール、カフェイン飲料、脂っこい食事は避ける。
- 熱疾患の兆候を確認しておく。
- 自分や協力者の様子をモニターし、バディ システムを使用する。体温測定などのモニタリングを使用する。
- 直射日光またはその他の熱源を遮り、日陰で休む。
- 冷却ファンやエアコンを使用し、定期的に休憩する。
- 手元にあれば、軽量で軽色のゆったりした衣服や、帽子を着用する。バイタルサインの変化、錯乱、大量発汗、過度の疲労、心拍数増加などの症状があれば、医師の診察を受ける。
- 消防士は休息中、保護衣や保護具のボタンを外し、取り外すこと。

寒冷ストレス - 日本の一部の地域では、寒さに関連する疾患が起こるほど冷え込む可能性がある



寒さに関連する疾患とその症状

低体温症	凍傷	塹壕足炎	しもやけ
低い体温 震え 運動機能の喪失 錯乱 青白い肌 青い唇、耳、指	手足のひりひり感や痛み、それに続く痺れ 肌が赤くなり、次に紫になり、その後白くなる 皮膚に水ぶくれができる場合もある	足の刺痛、かゆみ、熱く感じる痛み 水ぶくれができる場合もある	赤くなってかゆい皮膚 足指のただれた炎症 赤い鼻や耳たぶ

寒さに関連する疾患のリスクを減らすために

- 自分や協力者の寒冷ストレス症の症状に注意する。
- 断熱性で耐水性の靴をはき、濡れたら履き替える。
- 通気性のある寒冷地用の保護衣を着用し、重ね着をする。
- 水分を十分摂取し、カフェインとアルコールは避ける。
- 高カロリー食を食べ、熱量を確保する。

対応活動中、次のような重機を使って、またはそれらの周囲で作業する場合がある。

- 掘削器 / ユンボ
- フロント エンド ローダ
- フォークリフト
- ボブキャット
- ATV
- トラクター
- クレーン
- トレーラー
- ダンプカー



重機の使用（続き）

- OSHA は、使用の都度、事前に有資格の作業員による機器点検を行うよう義務付けている。
- 自分の周囲の活動に注意する。
- 訓練を受けていない限り、機械を操作しないこと。
- 重機が物体を持ち上げている際に、その下や周囲を歩かない、また重機の後ろを歩かない。
- 持ち上げたり、動かしたりしている荷に登ったり、それに乗ったりしない。重機やバケットに乗らない。
- 地震で不安定になった地面や急斜地に注意する。
- リフト機の荷重容量を超えてはいけない。



負傷を減らすため、瓦礫撤去機を活用すること

危険：

- 頭上の電線
- 交通問題
- 道が狭く、渋滞しやすい地域
- 重機の整備士
- 不安定な荷物の上にいる作業員
- 大きな瓦礫の運搬に使用する修正トレーラー
- 交通整理（誘導）がない
- 霧や浮遊粒子による視界の悪さ





津波により、道路も交通整理もない可能性がある。交通事故はしばしば災害後の対応者の死亡や負傷の主な原因となる。

運転や交通事情による事故の防止（措置は場合により一時的）

作業現場の危険な地点には良く見える交通標識を掲示すること。標識、シグナル、バリケードなどで作業者を十分に保護できない場合は、旗振り人を置く。これらの場所で作業者が遭遇する問題には、次のものがある。

- 破損したインフラ
- 渋滞による遅延
- 経験の浅い / 下手な運転手
- 煙、灰、霧による視界の悪さ
- 疲労した運転手

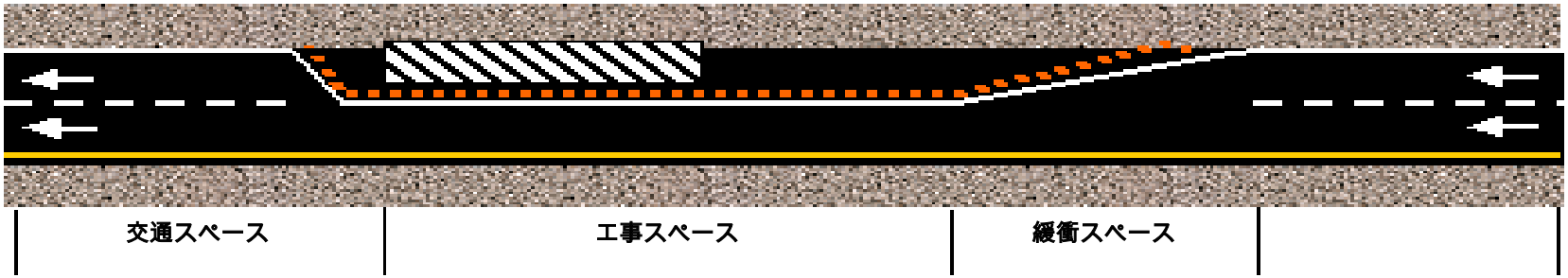
車道の付近で作業する作業員は、よく目立つ衣服または個人保護具を着用すること。





道路工事区域の安全

- 車の流れを管理する交通整理計画が必要。
- 工事区域内では、交通管制装置を使用する。
- 旗振り人など、一時的な交通整理を行う者は、よく目立つ、反射性の衣服を着用する。
- 旗振りのステーションには、照明をつける。
- 旗振りは訓練や免許を受けており、当局が義務付ける信号方法を使用するものとする。



一時的な交通整理区域の構成部分

溶断作業

- 規定の溶断作業の許可に関する全ての要件を守り、質問があれば、有能な高温作業の監督に問い合わせる。
- 作業中の火災監視手順を定め、作業完了後最低30分は火に注意する*（NFPA 241 および 51b を参照）*。
- 閉鎖空間や締め切った場所では、特に一酸化炭素やその他の有毒物質が発生し、滞留することにより、高濃度に達する場合がある。
- ***制御階層に従うこと！***溶断作業の許可証に概説されている、適切な個人保護具の着用だけでなく、可能であれば、通気も行う。



手持ち削岩機とコンクリート ソー

- 手持ち削岩機やコンクリートソーを使用するのは、訓練を受けている者のみ
- 手持ち削岩機とコンクリート ソーはマニュアルに従って点検し、操作する
- 安全眼鏡、フェース シールド、ヘルメット、安全靴、丈夫な作業服や手袋など、適切な個人保護具を着用する
- 過剰な粉塵が生じる場合は、制御階層を使用する
- 反動、引き込みなどの危険に留意する
- 疲れたら休憩をとる
- 不安定な場所では使用しない
- 足でピックを誘導しない



チェーン ソーの操作

- メーカーの指示に従って、チェーン ソーの操作、調整、保守を行う。
- 鋸のチェーンを適切に研ぎ、専用の潤滑油をバーとチェーンに差しておく。
- 操作員はチェーン ソー ブレードの張力を定期的にチェックして調節し、適正な切断力を確保する。
- 仕事にあった適切なサイズのチェーン ソーを選ぶ。
- チェーン ブレーキ、リア ハンド ガード、ストップ スイッチ、チェーン キャッチャー、スパーク アレスタなど、安全機能を取り込む。



チェーン ソーの操作（続き）

- **適切な保護具を着用する：**
  - ヘルメット
  - 保護眼鏡
  - 聴覚保護具
  - 丈夫な作業用手袋
  - 耐切断性の防護ズボン（チェーン ソー チャップス）
- **常に腰の位置かそれより下で切断する**
- **電線との接触を避ける**
- **傍観者や協力者は少なくとも：**
  - 木を切り倒している人から木 2 本分（最低46メートル）の距離を置く
  - チェーン ソーで枝を切り取っている人や、倒れた木を切っている人からは、9メートルの距離を置く



高圧洗浄機

関連する危険：

- 薬品熱傷
- 裂傷
- 熱傷
- 打撲傷
- 腰や肩のこり
- 一酸化炭素の発生
- 化学物質の透過
- 飛散物の発生
- 感電

安全な使用のガイドライン：

- 洗浄機の点検
- 訓練と適切な使用
- 個人保護具（絶縁性のゴムブーツを含む）
- 洗浄剤についての危険有害性の周知
- GFCI（漏電遮断器）と併せて使用し、適切な電気安全措置を講じる



手持ち工具と携帯電動工具—個人保護具を常に着用すること

手持ち工具

- メーカーの仕様通りに工具を点検する
- 破損した工具は使用しない
- 鋭利な工具のみを使用する

携帯電動工具

- メーカーの仕様通りに工具を点検する
- 鋭利なブレードを使用する
- GFCI（漏電遮断器）と併せて使用する
- ゲージの適正な電気コードを使用する
- 2 重絶縁性の工具を使用する



個人保護具（PPE）

作業現場での個人保護具プログラムや割り当てられた作業によって、以下の個人保護具が義務付けられる場合がある。

- 保護衣（標準的なカバーオールから、フードやブーツ付きの耐薬品性スーツまで）。
- N-95 から高曝露環境での過酷な作業用の電動ファン付き呼吸用保護具（PAPR）を含むレスピレータ　稀に送気マスクが必要な場合がある。
- つま先と底が鋼製の安全靴。作業によっては耐薬品性ブーツまたは外側ブーツの着用が必要な場合がある。

個人保護具（続き）

- 使い捨ての耐切断・耐研磨性の作業手袋　作業によっては耐薬品性ブーツが必要な場合がある。
- 密閉性のゴーグル（灰に最適）や保護眼鏡を使用する。
- 騒音の多い場所では聴覚保護具。
- 建設現場や解体現場では頭部保護具。
- 作業現場の個人保護具プログラムに必ず従う。
- 垂れ下がった電線の付近で作業する場合：
  - NFPA 1500 準拠のノーメックス防護服、ゴム手袋、誘電性のオーバーシューズ、絶縁工具。

個人保護具の選定と使用の際は、OSHA 個人保護具規格（29 CFR 1910 Subpart I）に従う。

個人保護具の例



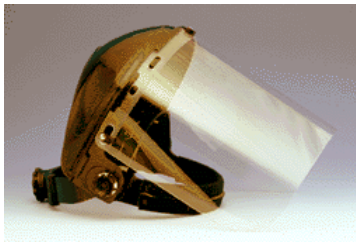
レベル C 個人保護具、Tyvek スプラッシュスーツと空気清浄型レスピレータ（APR）



ニトリル手袋の例
写真提供：Kirkwood



皮手袋の例
写真提供：Kirkwood



フェース シールド



保護眼鏡



保護ゴーグル



N-95 レスピレータ



ハーフ フェース APR



フル フェース APR



電動ファン付き呼吸用保護具（PAPR）

空気清浄型レスピレータ（APR）

レスピレータの着用に加えて、次の工学制御を適用する。

- ウェット メソッド
- 適切な HEPA 掃除機

微粒子物質（塵）の発生を最小限に抑える。

- 灰用に承認されておらず、HEPA フィルターのない掃除機は使用しない。
- 過剰にドライ スイープをしない。
- リーダーに続く者が微粒子物質にまみれる恐れがあるため、一列になって歩かない。



2003年のアンゴラの山火事の清掃作業中に濡れた瓦礫

空気清浄型レスピレータ（APR）（続き）

NIOSH 認可レスピレータの着用：

- **レスピレータの動作が疑わしい場合は、監督者に連絡すること。**
- 活動によっては、N-95（微粒子物質の 95% を取り除く）以上のレスピレータを使用する。
- アスベストまたは発がん性物質の存在が疑われる場合は、N、R、P-100 シリーズのゴム製ハーフマスク レスピレータ使用する。
- 大気中の汚染物質が目に刺激を与える場合は、P-100 OV/AG（有機蒸気 / 酸性気体）コンビネーション カートリッジの付いたフルフェースのレスピレータを使用すること。
- 手術用マスクは充分な保護を与えないため、使用しないこと。
- 呼吸が困難になった場合、または有機蒸気カートリッジの臭いに気づいた場合は、フィルターを交換する（29 CFR 1910.134）。



P-100/OV/AG カートリッジ入りのハーフ フェース レスピレータ

レスピレータの特別ルール

- 特定のレスピレータの着用について、医師による承認を必ず受ける
- 必要な訓練を必ず受ける
- 自分のレスピレータのフィット性を必ずテストする
- 脱着の都度、レスピレータを点検する
- 装着の都度、密閉性のチェックを行う
- ゴム製レスピレータを少なくとも一日一回、メーカーの指示通りに手入れする
- ゴム製レスピレータは清潔な袋に入れて保管する
- レスピレータが破損または故障したら、作業を中止して新しいレスピレータを入手する

OSHA 呼吸保護規格、29 CFR 1910.134

除染

作業によっては、放射能汚染物質を含む危険物質に接触する可能性があり、作業員の除染が必要となる。

- 除染とは、人体や環境に危険な灰、アスベスト、有毒化学物質などの物質を除去、破壊したり、その活性を低下させるプロセス。
- 他の場所（各自の車や家など）に汚染が拡散するのを防止する。
- 現場の標準作業手順書に従う現場作業員は、それに従わない作業員よりも汚染する可能性が低い。



除染プランには、次の項目を含める

研修

- 除染ステーション / エリアの場所とレイアウト
- 除染方法
- 必要な除染装置
- 除染中に、作業員に対する汚染の接触を最小限に抑えるための標準作業手順書
- 除染要員向けの標準作業手順書
- 完全に除染されていない衣服、装置、その他の物質の回収、保管、および廃棄の手順
- 個人保護具や除染剤の汚染廃棄物としての廃棄
- 充分な個人用洗浄ステーション

家族や家庭への汚染拡散を防止すること

- 汚染した作業服や装置を家に持ち帰ると、家庭を汚染し、家族を危険をもたらす恐れがある。
- 作業現場には清潔な着替えを持参する。
- 作業服は別に分けて洗濯する。使用者が提供する場所での洗濯が好ましい。



動物、虫、植物



ゴケグモ

- **蚊から身を守る：**
  - 寝起きの場所では網戸を使用する。
  - 長ズボン、ソックス、長袖のシャツを着用する。
  - DEET またはピカリジン入りの虫除け剤を使用する。



- **野生動物や野放しの動物に用心する。**
  - 野生動物や野放しの動物を避ける。地元の動物当局に連絡する。
  - 地方自治体の指針に従って、死んだ動物を処分する。
  - 死体の取り扱い時は、適切な保護衣を着用し、洗浄する。
  - 建造物内（特に閉鎖空間）にいる、げっ歯動物に用心する。
- **作業地域に生育する有毒または危険な植物に注意する。**

動物、虫、植物（続き）

- 日本には、ヤマカガシ、ハブ、マムシという３種類の毒蛇が生息。
- 意外な場所に隠れている蛇に警戒する。
- 噛まれたら：
  - ただちに医師の診察を受ける。
  - 毒蛇の場合、正しい抗毒素を受けられるよう、どういう蛇だったか説明する。
  - 傷口を切ったり、毒素を吸い取ろうとせず、地元の緊急医療当局に連絡して治療を受ける。



マムシの毒素は組織を溶解させるため、噛まれたらすぐに治療を受けること。

貫通不能な防護服の重ね着で皮膚を守ること！

一般的な安全のためのヒント

- 注意を怠らず、作業現場の衛生安全計画（HASP）に概説されている安全措置に従う。
- 歩行面や作業面は濡れていたり、滑りやすい状態であったり、不安定であったりする可能性がある。（滑ったり転んだりしないよう）砂を撒き、可能であれば滑り止めのある靴をはく。



一般的な安全のためのヒント（続き）

- 不安定な瓦礫の上を歩いたり、それを取り扱うことは、切り傷、擦り傷、打撲、捻挫などの原因となる。
- 有効な破傷風の予防接種を受けていることを確認する。
  - 最後に受けた予防接種が 5 年以上前の場合は、負傷に備えて、再度予防接種を受ける。
  - 直接的な患者ケアを行う場合や、その他の形で体液への接触が予想される場合は、B 型肝炎の予防接種を受けておく。
- たまり水との接触を避ける。
  - たまり水に接触した場合は、身体や汚染した装具をただちに洗って除染する。
- つま先や底が鋼製で、滑らない靴を履く。
- 瓦礫を扱う際は、丈夫な外手袋を着用する。
- 騒音環境では、聴覚保護装具を使用する。

掘削作業時の危険

捜索救命、構造修理、解体、および清掃の作業には、掘削が必要となる場合がある。

- 掘削中は多くの危険が発生する場合があるため、その周囲で安全に作業するには、これらの危険を管理する必要がある。
- 掘削とは、土を除去して地表に人工的な切り込み、穴、壕、くぼみなどをつくること。
- 壕とは、地下に掘削した狭い穴で、幅よりも深さがあり、幅が 4.5 メートル未満のもの
- 掘削の危険には、次の項目が含まれる。
  - 陥没
  - 下落、積荷の転落
  - 危険な環境
  - 移動型機器の関わる事故

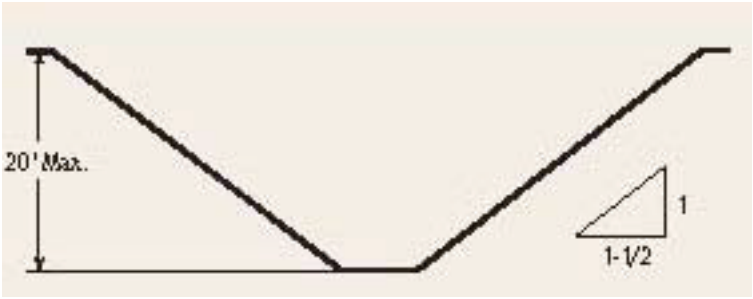


掘削（続く）

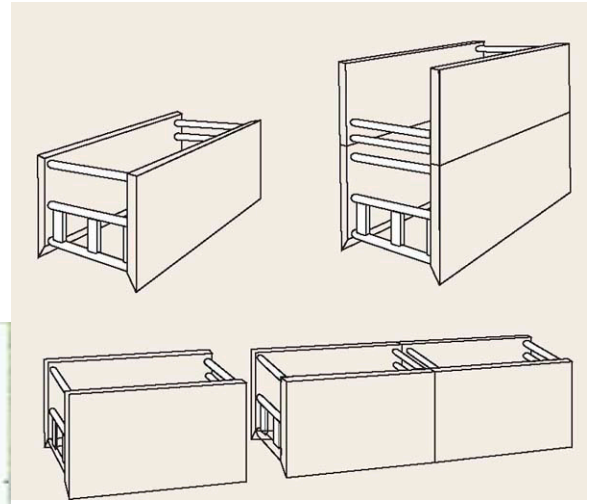
- 掘削時の安全のため、有能な人物が土壌を評価しなければならない。掘削した穴や壕には、安全な出入りの手段（はしご、安全設計など）がある。危険な穴には入らないこと！
- 深さが 1.2 メートル以上の壕では、作業員が 7.6 メートル以上横方向に移動しなくてもよいような階段、はしご、ランプなどの安全な出口を設ける。
  （出口までの距離は 7.6 メートル以下とする）。
- 掘削した穴が 1.5 メートル以上の場合は、次の工学制御を使用しなければならない。
  - 支柱
  - 遮蔽
  - 傾斜

OSHA のトレンチおよび掘削ファクトシート（Trenching and Excavation Factsheet）を参照のこと

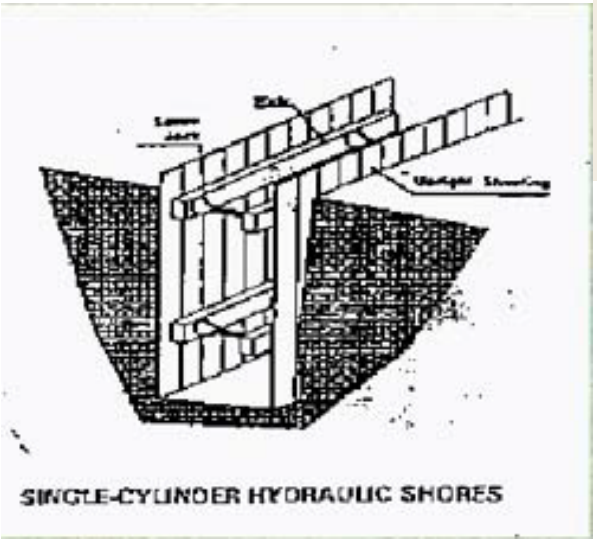
掘削関連の危険の管理



C 型土壌での傾斜



遮蔽



支柱

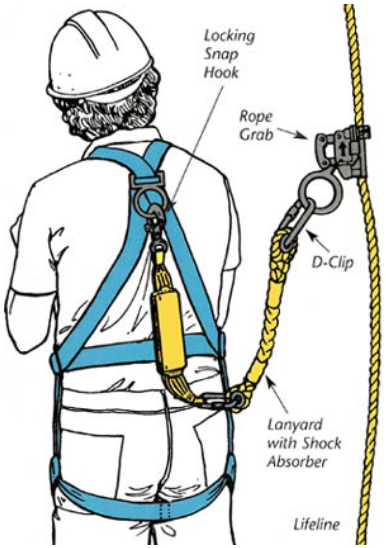
空中リフト

空中リフトは車上搭載の装置で、作業員を高い場所に運ぶために使用する（「チェリーピッカー」、「ブームトラック」とも呼ばれる）。

- 訓練を受け、許可を受けた人物のみがリフトを操作する。
- すべての警告標識・ラベルを含め、安全と操作に関する指示を読み、理解する。
- 使用前に頭上に物体がないかチェックする。
- 瓦礫の山、岩の急斜面、床の裂け目に近づかない。
- 電線が通電していない場合や、充分な距離を維持できる場合を除き、電線の付近では決して使用しないこと。
- 装置をオフにした状態でのみタンクに燃料を補給し、電池は火炎から離れた、充分に換気されている場所で充電する。
- しっかりした、平らな面にある場合のみ、リフトを持ち上げる。
- 空中リフトから作業する際は、全身ハーネスを装着し、これをバスケットに取り付けること。
- メーカーが安全と考える限度よりも高い位置では、空中リフトを運転しないこと。

1.8 メートル以上の高さからの転落

- **作業員は 1.8 メートル（6 フィート）以上の高さからの転落に対して保護されている。（29 CFR Part 1926.500）**
  - ガードレール システム
  - 安全ネット システム
  - 落下阻止システム（ガードレールや安全ネットのシステムよりも効果が低い）
  - 床の裂け目や穴は、できる限りすぐに覆うか、ガードする
  - 床の穴を覆う場合は、作業員、装置、および材料の重量の 2 倍に耐えるようにする
  - 不安定な表面、平らでない表面、または（水で覆われるなどして）表面が見えないところへ足を踏み込む場合は気をつける
- **作業員は、下にいる人に物が落ちるのを防止すること。**



はしご：安全はしごには、転落の危険がある

- 根開きが 1:4 の比率となるよう設置する。
- 携帯はしごは、上部の到達地点から 90cm 以上、はしごが上に出るよう設置する。90cm 以上出ない場合は、手すり装置を使用する。
- 最上部を頑丈な支えに固定する。
- はしごの設計仕様を超える重量をはしごにかけない。はしごにかかる重量によって、はしごが支えから外れないことを確認する。
- 使用の都度、前もってはしごを点検し、裂け目や故障、不良部品がないことを確認する。
- OSHA 規格を満たすはしごのみを使用する。



写真提供： IUOE National Hazmat Training Program

騒音への曝露： 一部の作業では、健康に有害なレベルの騒音が発生する。

- 騒音の多い作業環境では、適切な聴覚保護具を装着する
  - 例： チェーン ソー、重機、送風装置の周囲での作業
- 90cm 離れた人に話かける際、叫ぶ必要がある場合、作業現場の騒音は高いとみなされる
- 騒音に関する OSHA のPEL（許容曝露上限値）は 90dB



耳栓



イヤー マフ

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料

第 3 課 – 福島第一原子力発電所からの放射線の危険の管理



福島第一原発からの放射線の危険—*これは一触即発の状況—常に最新状況を確認すること*

- 放射性物質の拡散は、放射性物質の物理的形状、風、降雨、潜在的な原子炉事故をはじめとする多くの因子に左右される。
- 塵の大部分は原発付近に落ちるが、少量の塵は遠距離まで飛散する。



放射線とは？

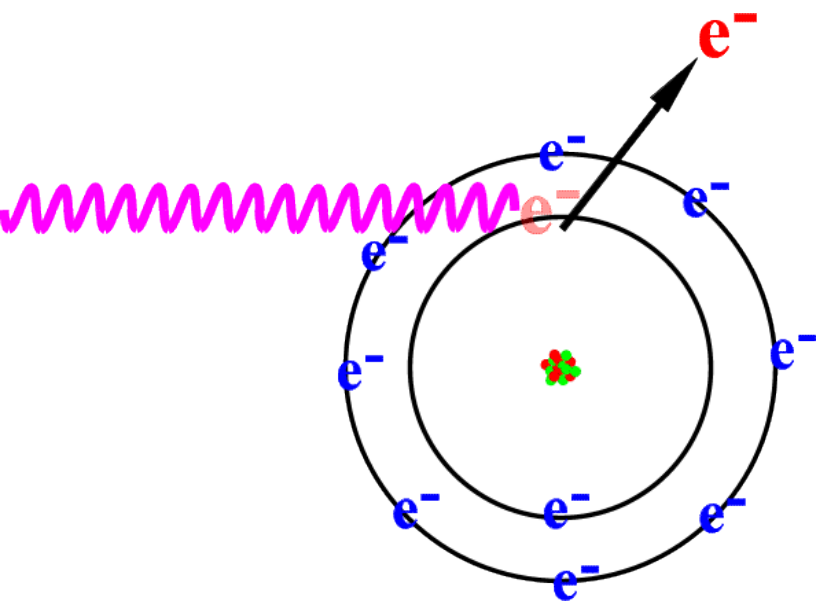
- 放射線とは、動いているエネルギー
- 放射線は粒子の形をとる場合もあれば、光線や波の形をとる場合もある



- 放射線には 2 つのタイプがある：
  - 非電離放射線
  - 電離放射線

日本での対応活動では、電離放射線が最も懸念される。

電離とは？



- 電離は、原子が、粒子または波状の放射線から充分なエネルギーを吸収して、分子結合を破壊し、電子を放出する際に起こる
- これによって分子の変化や破壊が生じる
- 電離は生体組織にダメージを与える可能性がある

電離放射線

原子核から放出されるエネルギーを電離放射線と呼ぶ。

- 原子から電子を引き離すほど強力。
- 原子が電子を一つ失うと、正の電荷を帯び、イオンに変化する。
- このイオンと失われた電子のペアをイオン対と呼ぶ。
- 電離放射線は生体組織にダメージを与える可能性がある

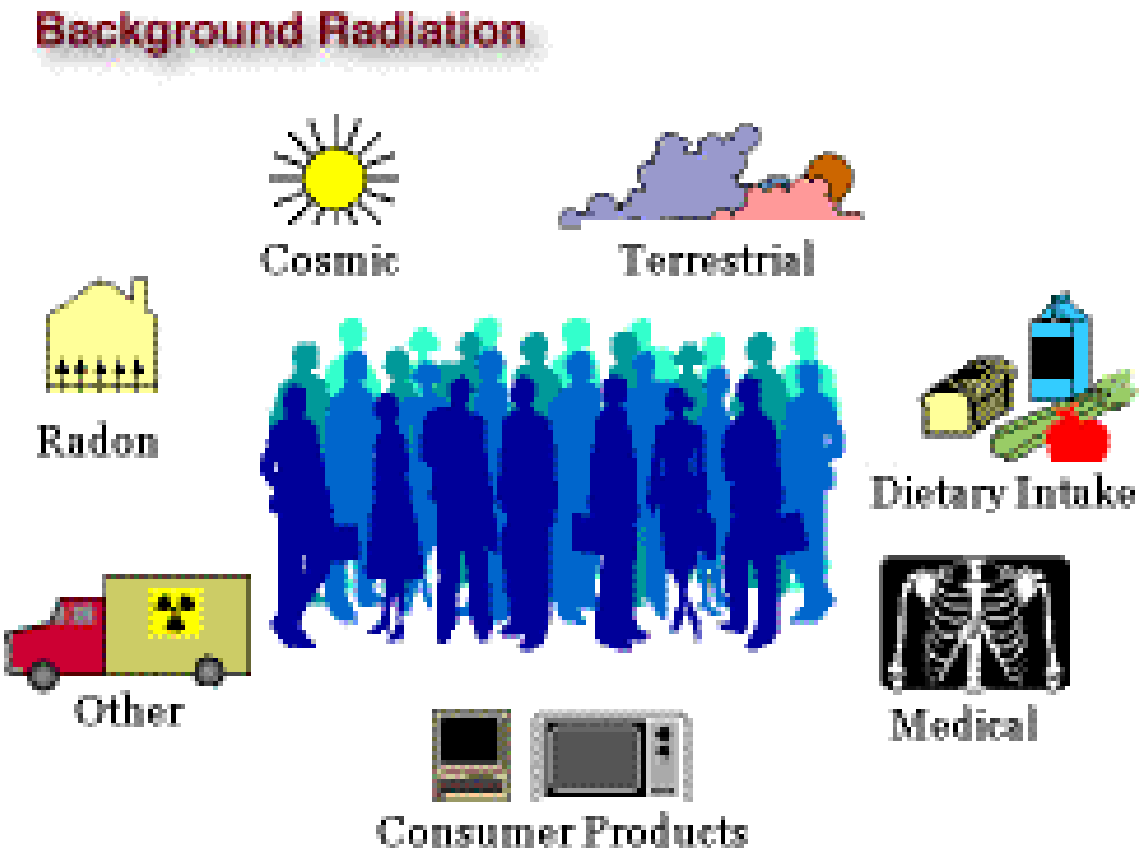
電離放射線が有害である理由は？

- 細胞を破壊する
- 遺伝に影響を与える場合がある
- 胎芽や胎児に影響を与える
- 発癌のリスクを高める

胎芽や胎児の細胞は急速に分割しているため、電離放射線の影響を受けやすい状態にある。

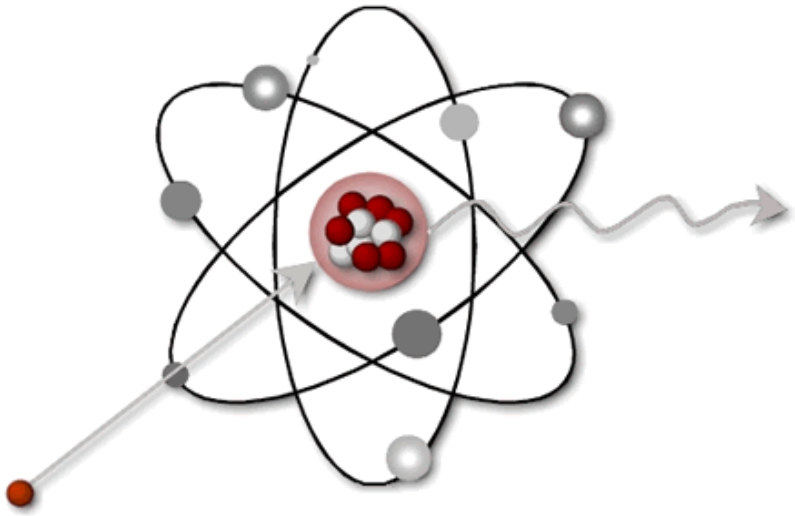
妊婦、妊娠していると思う人、妊娠しようとしている人は、医師（またはその他の適切な専門家）の診察を受けること。

私たちは毎日電離放射線にさらされている



放射線の基礎知識

- 懸念される電離放射線の４つのタイプ：
  - アルファ（α）線 - 体内被曝の危険性
  - ベータ（β）線 - 体内 / 体外被曝の危険性
  - ガンマ（γ）線と X 線 - 全身、体外被曝の危険性
  - 中性子線（n）線 - 全身、体外被曝の危険性



電離放射線のまとめ

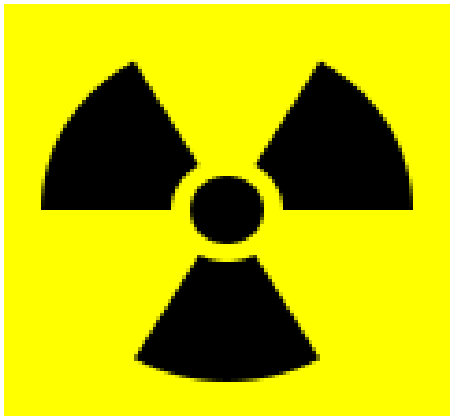
放射線のタイプ	アルファ（α）線	ベータ（β）線	ガンマ（γ）線とX線	中性子線（n）線
物理特性	質量が大きく、+2 の電荷	質量が小さく、-1 または +1 の電荷	• 質量も電荷もない • 電磁波または光子 • 互いに類似している（違いは発生場所）	• 電荷がない • 質量はある
飛程	• 非常に短い（大気中で約 2.5～5 cm） • 短い飛程で大量のエネルギーを放出	短距離 - 2.5 cm ～ 6 m	• 大気中の飛程は極めて長い • 数百m なら、容易に移動する • 質量も電荷もないため、透過力が極めて高い	• 大気中の飛距離は極めて長い • 数百m なら、容易に移動する • 透過力が高い • 阻止しにくい
遮蔽	空気中では数 cm、紙 1 枚、無傷の皮膚（表皮）	プラスチック、ガラス、保護眼鏡	コンクリート、水、鉛	水、コンクリート、プラスチック（水素含量の高いもの）
バイオ ハザード	体内被曝の危険性：体細胞の小さな部分に大量のエネルギーを蓄積する可能性がある	体内被曝の危険性（飛程の短さによる）。 体外では、皮膚や目に対して危険な場合がある。	全身性被曝。 体外でも体内でも危険となる場合がある。放射線源が体内と体外のどちらにあるかによる。	全身性被曝。 一般的に、体外の被曝危険性。

放射性物質とは不安定であり、自然に放射線を放出する物質である。

- 放射性物質は爆発、火災、蒸気から塵の形で飛散する可能性がある。この塵が落ちると地面が汚染され、これを吸入すると、肺が汚染される。
- 福島第一原発から放出される可能性のある放射性物質の例：
  - ヨウ素 131
  - セシウム 137
  - ナトリウム 24（冷却液として使用される海水から）
  - 塩素 38（冷却液として使用される海水から）

放射性物質から放出される放射線には臭いも味もなく、目にも見えないため、ガイガーカウンターなどの放射線検知器と適切な測定技術が必要。

放射線が原因で管理されている区域や物質は、黄色の背景にマゼンタまたは黒の標準的な 3 枚羽根の放射線警告シンボル、あるいは新しい赤の背景に黒の絵の付いた三角形マークで指定されている。







日々の暮らしの中にある放射性物質の例



カリウム 40 を含有するバナナ



トリウム サンドを含有する 1970 年代のテープ ディスペンサー



フィエスタ ウェアとウラン塗料



トリチウムを使用した出口標識



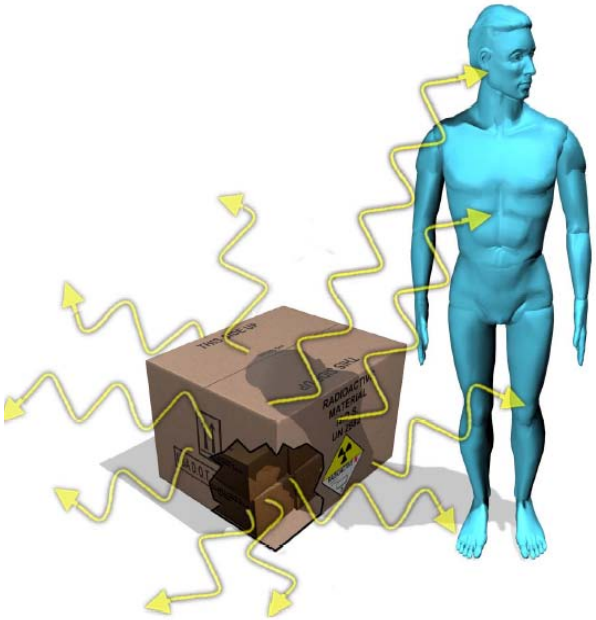
トリウムを含有する手提げランプのマントル



アメリシウム煙探知器

放射線被曝

対応作業者の放射線被曝は、原子炉が爆発した場合、大気中に放出される放射性物質の粉塵、原子炉の大きなかけらなどから起こる。放射性物質に触れなくても被曝は起こる。



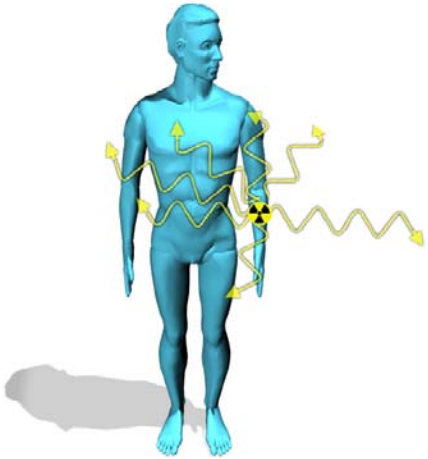
大きな放射性物質による作業員の被曝

被曝 vs. 汚染

- 被曝は人体や物体が、触れなくても影響を受けるほど放射性物質に近い場合に起こる（放射線のタイプと放射線源による）。
- 汚染は放射性物質に接触した際、それが皮膚、衣服、表面に付いたり、体内に摂取されたりすると起こる。汚染は必ずしも被曝を意味しない（放射線のタイプと放射線源による）。



被曝であるが、汚染ではない



汚染であり、被曝の可能性がある（ベータ線とガンマ線）



体内汚染による被曝（アルファ線、ベータ線、ガンマ線）

被曝と汚染（続き）

- 放射能汚染が衣服、無傷の皮膚、または表面に付いた場合は、除染手順で除去できる。
- 放射能汚染が吸入（肺）や、（食べることや粘液から）消化系を通して人体に入ったり、直接（傷から）血流に入ったりすると、体内汚染の危険があり、高度の被曝となる可能性がある。

放射能汚染物には様々なタイプがある

汚染物質のタイプ	定義
固定	簡単に触れただけでは除去できない。 表面が荒れると、放出される場合がある。
除去可能	簡単に触れただけで、移る場合がある。 接触する物体がすべて汚染される可能性がある。
空中	空中の放射能は、空中に浮遊する放射能汚染物質。

作業員は、潜在的な放射能汚染の問題を認識しておく必要がある

- 漏れ、こぼれ、たまり水
- 破損した / 漏れる容器
- 目に見える制御のない、未閉鎖の放射性システム
- 埃 / 粉塵の蓄積
- 裂け目や破損のある、放射性システムのテントやグローブ バッグ、または格納設備
- 放射線を管理する担当員や監督者に通知すること

作業員は個人用の線量計を装着し、対応活動の放射線管理プランに概説された、以下を含む手順に従うこと。

- 現場や管理対象の放射線区域では、常時外衣を着用する
- 主線量計は胸部に装着する
- 線量計が紛失または破損したら、PAIN を実行
- 保管場所を確認する
- 定期的な処理のために返却する
- 許可なく別の区域に持ち去らない
- ***現場で判読できる線量計を要請する***

放射線検出器を使用して、潜在的な被曝量と実際の線量をモニターすること



パンケーキ型プローブ（ガイガー カウンタ）付きの放射線検出器は、アルファ線、ベータ線、ガンマ線の検出に使用される



直読式の線量計は、ガンマ線と X 線を測定し、現在の被曝量をリアルタイムで表示できる



フィルム バッジは、ベータ線、ガンマ線、X線、中性子線を測定する



熱ルミネセンス検出器は、ベータ線、ガンマ線、中性子線を測定する

主線量計は胸部に装着する

この TLD 線量計は、作業員の首と腰の間の位置に適切に装着されている



現場で線量計を紛失した場合、もしくは線量計が故障、破損、または汚染が発生した場合は、適切な行動をとること

- **P**—安全な状態で作業を行う（Place work activities in a safe condition）
- **A**—他者に注意する（Alert others）
- **I**—ただちにその区域を去る（Immediately exit the area）
- **N**—放射線管理の担当員に通知する（Notify Radiological Control personnel）

検出器を使用してアルファ線を測定する場合は、プローブを対象面から 6～12 mm 離し（接触させない）、ゆっくりと動かさなければならない



放射能汚染の測定装置を使用したモニタリング（身体検査）

- 装置がオンになっていることを確認し、スケールを正しく設定し、較正日を入力する（まだプローブには触れない）
- 放射線源チェックにより、装置の反応を確認する
- 装置のアラームが有効になっており、音が聞こえることを確認する
- 装置のバックグラウンドを決定する
- 目安となる水準を確認する（現在は 100,000 cpm）

身体検査（続き）

- プローブを取り上げる前に、両手を測定する
- プローブは対象面に沿ってゆっくりと動かし、ゆったりした衣服はまっすぐに伸ばしながら行う
- 身体検査中にカウント値が上昇した場合は、5～10 秒間止めて、測定器を安定させる
- 100,000 を上回る値（1 分あたりの力ウント数「cpm」）が表示された場合は、すべて監督者に報告し、測定を受けた人物を除染に送る。



写真提供： IUOE National Hazmat Training Program

どうやって放射線から身を守るか？

- 放射性粉塵の吸入や摂取、皮膚や傷口への付着を予防する
- 制御階層に従う：
  - 危険の排除（その区域から離れる）
  - 危険管理法の考案（ウェット メソッドで粉塵を制御）
  - 管理手段（標準作業手順書（SOP）の使用）
  - 個人保護具（PPE）（レスピレータ）

どうやって身を守るか？（続き）

- 放射能汚染のある場所を避ける
- 現場の除染プランに従って、身体を除染する
- 放射線検出器を使用する
- ALARA 原則に従う

どうやって放射性粉塵から身を守るか？

- 粉塵が皮膚に付着し、汚染が発生する場合もあれば、体内に吸入または摂取されて、汚染が発生する場合もある。
- 粉塵の発生を最小限に抑える措置がすべて講じられるようにする（ウェット メソッドの使用など）
- 最後のステップとして、適切なレスピレータを着用して、埃の吸入を回避し、保護外衣を着用し、皮膚汚染を防止する。
- 汚染が発生したら、粉塵を除去するために要求される手順をすべて講じる。

ALARA（合理的に達成できる限り低く）原則の使用

- **A**—As
- **L**—Low
- **A**—As
- **R**—Reasonably
- **A**—Achievable



日本の原発の緊急事態作業者： 出典不明

ALARA には、時間、距離、遮蔽の技法が取り込まれている

時間面

- 放射線源への曝露を制限する
- 時間を制限することによって、被曝量を制限することになる

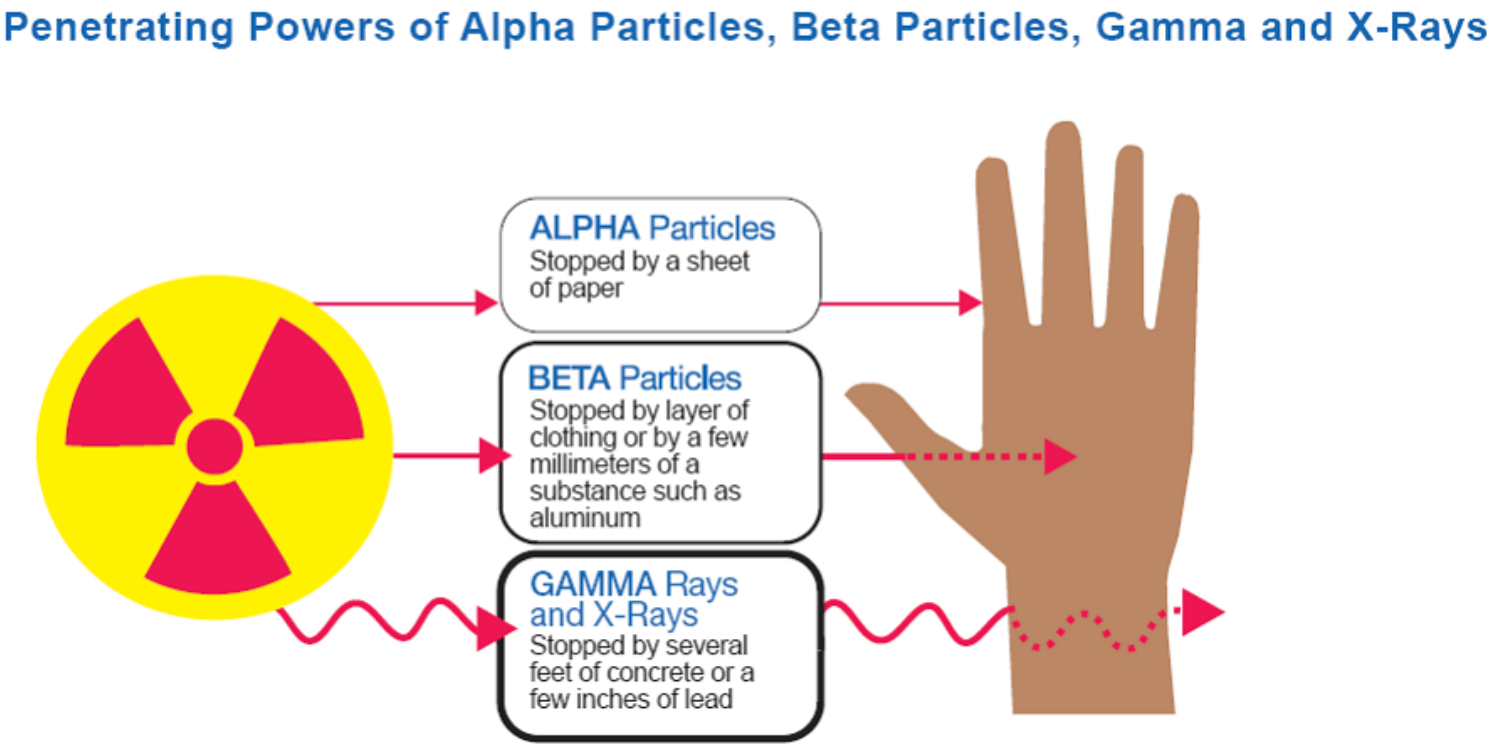


距離面—近づかない！

- 放射性物質からの距離を離すことによって、線量率が下がる。
- 実際に、放射線源からの距離が２倍になれば、線量率は４分の１に減る。



無傷の皮膚はアルファ線粒子のみを効果的に遮断する。原子炉からの放射性物質には、ベータ線とガンマ線の放射体も含まれる。



放射性物質を発見した場合の最低限の対応

- 実行中の作業を中止する
- その場にいる他の作業員に警告する
- その場を離れる
- ALARA 原則に従い、放射線と汚染への曝露を最小限に抑える
- 放射線管理の担当員に通知する

電離放射線の測定単位

次の単位は線量の測定に使用される。次の用語を現場で耳にする場合がある：

- **ラド（rad）**—吸収した放射線の総量を表す単位
- **レントゲン**—ガンマ線曝露の単位
- **レム（mrem）**—生態危険に関連する線量の単位
- **グレイ（Gy）**—吸収した放射線の総量を表す SI 単位
- **シーベルト（Sv）**—生態危険に関連する線量の単位

注：1000 mrem = 1 rem = 0.01 Sv

線量 vs. 線量率

線量（累積値）：

- 体内に取り込まれた放射性工ネルギーの***量***
- ミリレムまたはミリシーベルトで測定される場合が多い

線量率：

- 放射性工ネルギーが体内に取り込まれる***速度***
- 毎時ミリレムまたは毎時ミリシーベルトで測定される場合が多い

線量

急性

- 高線量率
- 短期間の被曝
- 目に見える被曝の兆候
  - 吐き気
  - 疲労
  - 脱毛
  - 火傷
- 組織に大きなダメージを与える
  - 細胞の修復にかかる時間が短い
  - 免疫系が損傷を受ける

慢性

- 低線量率
- 長期間の被曝
- 組織に対して、即時には損傷を与えない
- 即時に見える影響はない
- 癌を誘発する可能性がある

放射線が有害となる線量とは？

健康への影響	線量（レム）
一時的な精巣の生殖不能	15
吐き気	35
骨髄抑制	20～50
可逆性の皮膚へのダメージ	200
恒久的な卵巣の生殖不能	250
嘔吐、疲労、中等度の骨髄抑制	300
恒久的な精巣の生殖不能	350
致死量	450 以上

2011年東日本大震災における電離放射線の線量レベル



防護処置基準（PAG）：環境保護庁（EPA）と厚生省（DHS）が緊急対応事態について設定した自主的な線量限度

10 レム / 年 — 有価財産の防護
25 レム / 年 — 多数の人々の救命と防護

PAG の水準でも、急性（ただちに発生する）および慢性（長期にわたり漸次的におこる）の健康への影響を与える可能性がある

比較として、米国の放射線業務従事者の年間線量限度は 5 レム（全身）である

もし内部被曝を受けたら？

高度の内部被曝を受ける前、または受けた後に利用可能な医薬品がある。

- ヨウ化カリウム
- ニューポジェン
- プルシアン ブルー
- ジエチレントリアミン五酢酸（DTPA）



これらの治療については、医師の診察を受けること。
一部の治療には副作用がある。

提供された食品と飲料品のみを飲食すること。原子力発電所に近い日本の食糧源や水源は、安全ではないレベルの放射能汚染を受けている可能性がある



対応者の最低限の防護要件

- 原子力発電所からの避難距離（安全域）と安全域に到達するまでの所要時間に留意する
- 用途を理解し、個人用線量計を指示通り装着する
- 指示通りにガイガー カウンターやその他の放射線検知器を使用して、放射能汚染と放射線レベルを検出する
- 大気中に汚染物質がある可能性があれば、OV/HEPA カートリッジの付いたレスピレータを着用する。
- 除染手順を理解し、実行する
- 提供された食品と飲料のみを飲食する
- ***米国の指揮スタッフが概説するすべての手順に従う***

米国環境衛生科学研究所（NIEHS）研修資料



対応活動中に遭遇し得る放射線の危険について懸念や質問があれば、ただちに監督者に連絡すること。先延ばしにしない！

第 4 課 – 事故のストレス



写真：Øyvind Hagen / StatoilHydro

外傷性ストレスは当たり前であり、多くの対応者に影響を与える

- 無理をせず、頻繁に休憩を取る。
- 自分の周りにいる人が疲労しすぎていないか、ストレスを受けていないか、一時的に気が散っていないか、気をつける - 他人や自分が危険にさらされる恐れがあるため。
- できる限り、普段のスケジュールを維持する。規則的な食事や睡眠が極めて大切。
- 充分な水分の摂取を行う。



VA TF-1、岩手県大船渡市（2011年3月15日）

他者を援助できるよう、自分の身体に気をつける

- 可能な場合は、いつでも作業場所から離れて休憩する。
- 自分には変えられない事項を認識し、受け入れる。
- ひどい気分になることもあって当然だと考える。あなたは困難な状況に置かれている。
- 繰り返し浮かぶ思い、夢、フラッシュバックなどは正常であるため、それを阻止しようとしない。これらは時間の経過とともに、減っていく。
- 家にいる大切な人とできるだけ頻繁に連絡を取り合う。



家庭でも予防措置を講じる



- 家族、自分の信仰（宗教）、地域社会との絆を新たにする。
- 日誌をつけることを検討する。
- 大きな人生の決断をしない。
- 他者と一緒に、あるいは一人で、好きなことをして時間を過ごし、自分をリフレッシュし、充電する。
- 特に家族のために恐怖を感じる場合があることに留意する。これは普通であり、時間の経過とともに薄れる。

「普段の生活に戻る」には、時間がかかることを覚えておくこと

- 普段の生活に少しずつ戻す。しばらくは家庭でも職場でも、他の人に責任を多めに負担してもらう。
- 回復は容易ではなく、二進一退。次第に前進する。
- あなたの家族もあなたと一緒に災害を体験する。互いに支えあう必要がある。忍耐、理解、意思疎通が重要となる。
- ドラッグやアルコールの過剰使用を避ける。現在の状況を薬物乱用の問題でさらに複雑にする必要はない。

子供が安心するように配慮する

- 子供に安全であることをしっかり伝える
- 子供に話しかけ、質問するよう奨励する
- 日常のきまった活動や外出を行う（可能なときに）
- テレビで子供達が見るものに気をつける



写真提供： FEMA

疲労に注意！17 時間就寝しないでいると、酔ったときと同様に作業能力が低下する。



対応者は自分で能力低下を認識できない。どれほど訓練や経験を積んでも、疲労を避けることはできない。



Arendt et al., 2005; Van Dongen et al., 2003

国家災害対応チームは、各対応活動で疲労管理プランを策定するよう勧告する指針を定めている

組織のプランの確認を要請すること！

