

方自治体の下水処理場で処理するため衛生的な下水に直接廃棄する、いずれかの方法を取ることを提唱した。

疾病管理および予防センター。

保健福祉省、公衆衛生局 Public Health Service の支局である CDC は、過去数年の間に種々の刊行物の中で公表した勧告を通して感染性廃棄物の管理について示してきた。ここでは、1983 年以降の CDC の 3 つの刊行物中で示された指針の勧告について示す。

病院における隔離予防. 1983 年、CDC は、CDC Guideline for Isolation Precautions in Hospitals (44) と題した、病院における隔離予防に対するマニュアルを公表した。このマニュアルで CDC は、隔離予防について漠然とではあるが患者のケアの中で生じた感染性廃棄物の管理を示した。

手洗いと病院環境の管理. 1985 年、CDC は Guideline for Handwashing and Hospital Environmental Control を公表した。この指針は、過去に CDC が公表した手洗いと環境の管理に関する全ての声明或いは CDC の Hospital Infectious Program (28) に取って代わった。感染性廃棄物の管理に関する項目では、CDC は以下の文章で始めている：病院由来の廃棄物の殆どが、家庭由来の廃棄物より感染性がいくらか強いことを示唆する疫学的な証拠はない。さらに、病院由来の廃棄物の廃棄行為が、公衆に病気を引き起こしたという疫学的な証拠もない。従って、特別な警戒の兆しが見られる廃棄物を識別することは、主として病気の伝播の相対危険度についての判断の問題である。感覚的および感情的な意見が、特に、病理学的な廃棄物による病気の伝播の実際危険性に優先する可能性はある。

勧告の中で、CDC は存在する病原体の量とタイプに基づき、廃棄物を感染性廃棄物として取扱うべきであると決定することは事実上不可能であると認めた。従って勧告の根拠を、取扱いや廃棄の間に感染する危険性が十分考えられ、その取扱いおよび廃棄に関する特別な警戒が妥当であると考えられる廃棄物の認定においた。CDC が認定した廃棄物には以下のものが含まれる：(1) 微生物学の研究所からの廃棄物；(2) 病理学からの廃棄物；(3) 血液標本或いは血液製剤；および(4) ある種の先が鋭利なもの（例えば、針および外科用メスの刃）。CDC は、廃棄物を感染性の可能性があるのみならず、特別に警戒して取扱ったり廃棄すべきであると勧告している。

隔離廃棄物に関して、CDC は、1983 年に Guidelines for Isolation Precautions in Hospitals (44) 中で公表した隔離廃棄物の廃棄に関する勧告にふれた。CDC はさらに、ある種の廃棄物が感染能を持つ血液、分泌物、排出物或いは滲出液に汚染されている可能性があったとしても、そのような廃棄物を感染性があるとして扱う必要はないと示した。しかし、CDC は、ラッサ熱のようなある種のまれにしか起こらない病気の病原体で汚染された廃棄物に対して、廃棄物の取扱いに関する特別な警戒が必要であろうと勧告している。

CDC は指針の中で(1) 感染性廃棄物は、通常、衛生的なゴミ投棄場に廃棄する前に、焼却するかオートクレーブにかけるべきである；(2) 使い捨ての先が鋭利なものは、それが実際に用いられる場所の近くに設置した穴があきにくい容器にそのままの状態に入れなければならない、針はキャップを被せたり、折ったり、曲げたり、他にも手で扱ったりしてはいけない；および(3) 多量の血液、分泌液、排出物および分泌物は、衛生的な下水管につながった排出口に、注意深く流さなければならないと提唱している。また、粉末などにしたり平らにしたりできる他の感染性廃棄物は、(1) 衛生的な下水管に注がなければならない、(2) ラッサ熱のようなある種のまれにしか起こらない病気の病原体で汚染された廃棄物に対して特別な警戒が必要であると提唱している。

HIV および HBV 伝播の防止. 1987 年、CDC は、過去に公表された健康管理の場での HIV 伝播の防止に関する CDC の勧告 (37) をまとめ、改訂するため、Recommendations for Prevention of HIV Transmission in Health-Care Settings を公表した。CDC はこの勧告で、全ての患者からでた血液および体液を、感染能があるとして処理することの必要性を強調した統括的な警戒の概念を確立した。感染性廃棄物の管理に対する CDC の勧告は、1985 年の文書 Guideline for Handwashing and Hospital Environmental Control (28) で示した勧告から変わっていない。

1989年、CDCは、感染性廃棄物の廃棄に対する追加の勧告を示し *Guidelines for Prevention of Transmission of Human Immunodeficiency Virus and Hepatitis B Virus to Health-Care and Public-Safety Workers* (45) を公表した。CDCは勧告の中で以下のように述べている：

唯一の実証された職業上の HIV および HBV 感染の危険性は、非経口的（開いた傷を含む）および血液や他の感染性の体液の粘膜暴露に関連している。しかし、以下に示す警戒に日常的に従わなければならない。

針などの先が鋭利なものおよび他の感染性廃棄物の廃棄に対する CDC の勧告は、過去に公表されたものから変わっていなかった。感染性廃棄物の廃棄に対して、CDCは「全ての場合において、廃棄行為の前に地域の規制を参考にしそれに従わなければならない」と強調している。

国立衛生研究所／疾病管理および予防センター、NIH と CDC は、微生物学および生物医学の研究の場において、研究室の職員と一般の人々を感染症の伝播から保護するために共同で指針マニュアルを作成した。*Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* の公表は1993年5月であった(46)。指針は、種々の人の感染性微生物を扱う際の研究室での操作を4つに分類（バイオセーフティーレベル）して記している。作業員への病原体の伝播を防ぐために必要な研究室での安全な作業および技術、安全な器具（一次バリア）および設備の設計（二次バリア）の要素を、それぞれのバイオセーフティーレベルに対して記している。生物医学および微生物学の研究の場での4つのバイオセーフティーレベルに対する動物の使用についての勧告もなされている。指針の多くの要素は、労働省、労働安全衛生局（OSHA）が29 CFR 1910.1030 で公布した血液で媒介される病原体の基準に取り入れられている。

Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations.

Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations (JCAHO) は、5,200以上の病院と6,000以上の他の健康管理の組織を評価および認可する組織であり、毎年、認可のために満たさなければならない基準を作成している。Joint Commission の認可は、(1) 精神医学、小児および他の専門病院だけでなく一般病院；(2) 在宅での健康、個人介護および支援、家庭での注射および耐久性の医療器具のサービスを提供する組織を含む在宅での介護のための機関および組織；(3) 養護施設および他の長期間の介護施設；(4) 全ての組織された奉仕活動の場における全ての年代の患者への、心の健康、化学物質依存、精神遅滞／発達障害に対する活動；(5) 外来患者の外科的施設を含む外来の処置を提供する場、リハビリテーションセンター、注射センター、グループ訓練およびグループおよびスタッフモデル HMOs のような管理された介護を提供する場；および(6) ヘルスケアネットワークに対して利用される(47)。認可のためのマニュアルが、以前に識別された様々な健康管理の組織に対して作成されている。病院に対しては、これら認可の基準は *Accreditation Manual for Hospital* (48) に公表されている。

廃棄物管理に対する基準は、認可を求めている健康管理の組織が満たすべき基準に含まれている。例えば、1995年に認可を求めた病院に対する基準は Section 2「治療環境の管理」に記されている。廃棄物管理の基準は漠然と書かれ、そして、地域、州および連邦の法律および規制（例えば、OSHA's Regulations for Bloodborne Pathogens）の通りに文書の計画中に引照されなければならない。計画は、方針および手順、実行の基準、書面での基準および廃棄物管理計画の目標や目的を含まなければならない。

JCAHOは、1995年の基準の中でバイオハザード廃棄物の管理に関して以下のように述べている：Joint Commission は、汚染廃棄物について様々な定義があることを認めている。この場合、連邦の規制は、感染性廃棄物或いは医療廃棄物を汚染廃棄物として定義していない。しかし、この基準の目的は、分別された職業上および環境上の汚染物を追

跡するため、特別な取扱いを必要とする全ての物質と廃棄物を含む管理の工程を実行することである。感染性廃棄物および医療廃棄物は、適切に取扱われなければならない職業上の暴露の問題が認識されているため特別な取扱いの分類に入る。

JCAHO の認可計画についてのさらなる情報は、JCAHO、Joint Commission Customer Service, 1 Renaissance Boulevard, Oakbrook Terrace, Illinois 60181, Tel:(708)916-5800 から得られる。

American society for testing and Materials.

ASTM は、原材料、製品、システムおよびサービスについて、自発的に産業界の基準を作成する非営利団体である。ASTM は、基準となる試験法、specifications、practices、基準、分類および 134 の基準作成委員会の作業における専門用語を公表している。毎年、ASTM は 68 巻の Annual Book of ASTM Standards の中で、8500 以上の基準を公表する。バイオハザード廃棄物の管理に関係ある基準は、プラスチックの強さを試験するために作成された基準であり以下のものを含む：ASTM Standard #D1709-90, Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastic Film by the Free-Falling Dart Method ; および ASTM Standard #D4272-90, Standard Test Method for Total Energy Impact of Plastic Films by Dart Drop.

ASTM についてのさらなる情報は、ASTM、Member and Committee Service, 1916 Race Street, Philadelphia, Pennsylvania 19103, Tel:(215)299-5454 から得られる。

米国 EPA が実施した医療廃棄物追跡計画

42 USC 6992 に成文化され、1976 年の Resource Conservation and Recovery Act に新規の Subtitle J を追加して改正した、1988 年の医療廃棄物追跡条例は、EPA に医療廃棄物の追跡および管理についての 2 年間の実施計画を制定し、実行するよう求めた。1988 年 11 月 2 日に法律になったこの条例は、海岸への医療廃棄物の漂着に関する公衆の関心に対応して米国議会を通過したが、継続調査の結果、そのような廃棄物が主に台所ゴミで構成され、極く僅かに医療廃棄物と識別されるゴミが混じっていることが分かった。条例のもと、ニューヨーク州、ニュージャージー州およびコネチカット州のみこの計画に参加するよう求められたが、計画は EPA に参加したいと要望する州はどこでも参加できた。ロードアイランド州とコモンウェルス（プエルトリコ）の 2 つが、自発的に計画に参加することを EPA に要望した。五大湖に隣接する州は、この条例（MWTA）に参加するよう特に指名したが、これらの州には、条例のもと、希望すればいつでも計画から抜けられることが選択権として与えられ、全ての州が参加した。

MWTA は、6 ヶ月以内に実施プロジェクトにおいて追跡すべき廃棄物のタイプをリスト化した条例の条項の基準を公表するよう EPA に要求した。EPA は、生物汚染の可能性のある固形の廃棄物の 11 のカテゴリーを特別に基準の中に含むよう指定した。カテゴリーは以下の通りである。(1) 培地およびストック；(2) 病理学的廃棄物；(3) 廃棄されたヒト血液および血液製剤；(4) 先が鋭利なもの；(5) 汚染された動物の死骸；(6) 手術或いは剖検由来の廃棄物；(7) 研究室由来の廃棄物；(8) 透析の廃棄物；(9) 廃棄された医療器具；(10) 生物学的廃棄物および廃棄された汚染物質；(11) ヒトの健康或いは環境を脅かすと判明した他の廃棄物。EPA は、6 番から 10 番に含まれるすべての廃棄物について、ヒトの健康若しくは環境を汚染しないと決定された場合は、これらをリストから排除する選択権を与えられた。EPA は、さらに、発生から最終処分までの廃棄物の追跡システムを確立し、バイオハザード廃棄物の隔離、コンテナに入れるおよび表示に関する規制を作成するよう求められた。

MWTA は、EPA に 2 つの中間報告と 1 つの最終報告を議会に提出するよう求めた。最終報告は米国議会の命令で 1991 年 9 月 1 日に提出することになっていたが、EPA は未だ提出しておらず、しかも、すぐに報告を提出する意志も示していない。EPA は、また、1991 年 11 月までに健康影響の報告を議会に提出するよう求められたが、これも未だ

提出していない。しかし、EPA は 1989 年 3 月 24 日に暫定的な最終報告を公表した。この報告は時に有用な情報を多量にもたらす。

40 CFR Part 259 に公表された医療廃棄物の追跡および管理に関する EPA の基準 EPA Standards for the Tracking and Management of Medical Waste は、1989 年 3 月 24 日に暫定的な最終規則として発表された (1)。EPA は、以下のことを含むべき計画のもと、規制対象となる医療廃棄物の領域をまず初めに大きく定義した：医療廃棄物は、診断、処置（例えば、医療活動の提供）、若しくは人や動物の免疫処理、それに関係した研究或いは生物学的製剤の生産や試験の過程で生み出される固形の廃棄物を全て意味する。この言葉には、この章の Part 261 を基に分類或いはリストされた汚染廃棄物、若しくはこの章の 261.4 (b) (1) の中で定義された家庭由来の廃棄物をどれも含まない。この定義への注意：汚染された廃棄物と医療廃棄物の混合物は、259.31 (40 CFR 259.1) に示されるものを除き本項が適応される。

この計画のもと規制対象となる医療廃棄物はリストに従って分類された：即ち、基準に含まれる医療廃棄物のリストおよび基準から除外されるリストに基づいた。40 CFR 259 (a) で定義されたように、規制の対象となる医療廃棄物は以下のものより構成される：

259.30 規制対象となる医療廃棄物の定義

(a) 規制された医療廃棄物は、このパートの 259.10 (a) の中で定義されたすべての固形の廃棄物である。それは、診断、処置（例えば、医療活動の提供）、若しくは人や動物の免疫処理、それに関係した研究或いは生物学的製剤の生産や試験の過程で生み出され、この項の段落 (b) のもと除外、若しくは免除されず以下の表にリスト化されている。

「固形の廃棄物」の言葉は固形、半固形或いは液体の物質を含むが、本章の 261.4 (a) (1) の中で識別される家庭の汚水物質は含まない。

1. 培地およびストック。培地および病原体や関連した生物学的製剤のストックで、以下のものを含む：医学的および病理学的研究室から出た培地；研究用および工業用研究室から出た培地および病原体のストック；生物学的製剤の生産時の廃棄物；廃棄した生および弱毒化したワクチン；および培地を移動、接種、混合するのに使用した培養皿や器具。

2. 病理学的廃棄物。人の病理学的廃棄物で以下のものを含む：手術や剖検、或いは他の医療行為の間に切除された、組織、器官および身体部分や体液および体液標本やその容器。

3. ヒトの血液および血液。(1) 人の血液の液体廃棄物；(2) 血液製剤；(3) 人の血液で飽和または血液が混ざったもの；(4) 乾燥した人の血液で固まっているが、人の血液で飽和または血液が混ざったもの；血清、血漿、他の血液成分を含むものおよび患者の処置、試験および研究室での分析若しくは薬品の開発に用いられたか、用いられるためのそれらの容器。静脈用の輸液パックもこの分類に含まれる。

4. 先が鋭利なもの。動物或いは人の患者の処置や処理、若しくは医療、研究や工業的研究室で用いられた先が鋭利なもので以下のものを含む：皮下注射用針、シリンジ（付属の針の有無に関わらず）、パストールピペット、外科用メスの刃、血液バイアル、付属のチューブの付いた針および培養シャーレ（病原体の存在に関係なく）。病原体と接触したスライドガラスおよびカバーガラスに用いられたような、他のタイプの割れた、若しくは割れていないガラス容器

5. 動物の廃棄物。汚染された動物の死骸、身体部分および研究（動物病院における研究も含む）、生物学的製剤の生産、若しくは薬品の試験の間に病原体に暴露されていたことが確認されている動物の床敷。

6. 隔離廃棄物。生物学的廃棄物およびある種の伝染力の強い伝染病から他の人を守るために隔離されている人、若しくは伝染力の強い伝染病に感染していることが分かって隔離されている動物の血液、排出物、滲出液或いは分泌液で汚染されている廃棄物質。

7. 未使用の先が鋭利なもの。以下の未使用の廃棄された先が鋭利なもの：皮下注射用針、縫合用針、シリンジおよび外科用メスの刃。

規制対象から特別に除外された廃棄物は、40 CFR 259.3 (b) (1) の中で以下のように識別された：

(b) (1) 除外

(i) この章の Part 261 の規制の基に分類或いはリスト化された汚染廃棄物は、医療廃棄物として規制されない。また、規制対象となる医療廃棄物と汚染廃棄物の混合物は、この subpart の 259.31 (b) で提示されるものを除き、Part 259 の支配下にある。

(ii) この章の 261.4 (b) (1) において定義される家庭用廃棄物は、医療廃棄物として規制されない。

(iii) 規制対象となる医療廃棄物の焼却により生じた灰は、いったん焼却の工程が完了すると医療廃棄物として規制されない。

(iv) 処理および破壊の工程で生じた残留物は、いったん廃棄物が処理および破壊されるともはや規制対象となる医療廃棄物ではない。

(v) 埋葬或いは火葬される予定である人の死体、遺物および解剖の部分は規制されるべき医療廃棄物ではない。

規則により (40 CFR 259.3 (b) (2))、規制から特別に免除される廃棄物は、以下のようである：

(b) (2) 免除

(i) 米国運輸省、米国保健福祉省および他の利用しうる全ての運送に関する要求事項に従い州内で運搬された病原体はこの Part の要求事項から免除される。

(ii) 運搬の目的で EPA 若しくは州が任命した運搬業者により、現場から離れた場所に運搬された規制対象となる医療廃棄物の試料は、運搬行程中、この Part の要求事項から免除される。

規制対象となる医療廃棄物と汚染廃棄物の混合物の規制は、40 CFR 259.31 に以下のように示された：

259.31 混合物

(a) この項の段落 (b) で示されたものを除き、固形の廃棄物と、この subpart の 259.30 (a) にリスト化されている規制対象となる医療廃棄物の混合物は、規制されるべき医療廃棄物である。

(b) この章の Part 261 で分類されたか若しくはリスト化されている汚染廃棄物と、この subpart の 259.30 (a) の中でリスト化されている規制対象となる医療廃棄物の混合物は、この章の Part 262 若しくは Part 266 の中で汚染廃棄物の明白な要求事項に支配されない限りこの part の要求事項に支配される。汚染廃棄物の明白な必要事項 (例えば、40 CFR 261.5 のもと) から免除されている汚染廃棄物と規制対象となる医療廃棄物の混合物はこの Part の支配下にある。

一見すると、このリストに基づく定義は容易に解釈されるが、実際はそうではなかった。結果として、2年間のプロジェクトの間に、参加した州および規制委員会が規制対象となる廃棄物の定義の説明をさらに明確にするよう要請

したことに応じて、EPA はいくつかの definitional interpretive statements を公表した。

EPA の汚染された廃棄物の規則に基づき要求されるように、本プロジェクトに参加した 4 つの州および 1 つの地域（ニューヨーク、ニュージャージー、コネチカット、ロードアイランドおよびプエルトリコ）の規制対象となる医療廃棄物（RMW）の発生者は、それぞれが生み出した毎月の量を確認することが求められた。1 ヶ月に 22 kg (50 lbs) 以上発生させた場合、その施設は廃棄物の完全な追跡および管理の基準が適用された。1 ヶ月に 22 kg 以下しか発生しない施設は、追跡若しくは完全な運搬者の基準に参加する必要はなかったが、廃棄物の生成と処理の記録を保管する必要があった。

医療廃棄物管理の要求事項.

その地域の処理施設へ現場を離れて輸送されることになっている廃棄物について、特定の隔離および包装に関する基準が制定された。基準では、RMW を堅く、漏れない、湿気を透過しない、通常の使用や取り扱いの状態で破れたり破裂しない堅強で且つ運搬の間に漏れないよう封をした容器に封入するよう求めていた。先が鋭利なもの、液体を含む廃棄物および特大の RMW についての追加の基準も制定された [259. 41]。

EPA は現場での保管或いは RMW についての基準を制定したが、基準では廃棄物の発生者に以下のことを要求している：

(a) 規制対象となる医療廃棄物を、包装が無傷な状態のままで水、雨および風から守られる方法および場所に保管する； (b) 規制対象となる医療廃棄物を、必要な場合は冷蔵室を利用して腐敗しないよう維持する； (c) 不許可の進入を防ぐため、規制されるべき医療廃棄物を含む外部の保管場所（例えば、dumpsters、物置、貨物自動車、或いは他の保管場所）に鍵をかける； (d) 許可された従業員が現場の保管場所へ入るのを制限する；および (e) 動物から隔離し、飼育場所或いは昆虫や齧歯類動物の食料源とならないような方法で規制対象となる医療廃棄物を保管する [259. 42]。

加えて、基準では、再使用される容器の汚染除去の手順 [259. 43]、表示の必要事項 [259. 44] および marking (identification) requirements [259. 45] について具体的に述べた。

追跡の要求事項.

医療廃棄物の追跡システムには、発生者、送付先の施設および運搬業者からの廃棄物の放出或いは受け取りの署名を必要とする追跡書類が含まれた。このシステムを最も正直に利用する場合、発生者は、発生者、運搬業者それぞれ（1 つ以上含まれる場合）、中間の取扱業者コピー 1 部（必要な場合）および送付先の施設の所有者若しくは管理者にコピー 2 部を提出する分を含めて追跡書類を用意する。送付先の施設はコピー 1 部を記録のために保管し、もう 1 部を発生者に返すことが求められた。追跡の要求事項に加え、生成した規制対象となる医療廃棄物の所在を明らかにするため、EPA は複雑な記録保管システムを作成した。システムには、追跡書類をフォローする手順が含まれた。自らの廃棄物を現場の焼却炉で燃やす医療施設に対する記録保管についての特定の要求事項も併せて作成された。

運搬業者への要求事項.

EPA の医療廃棄物追跡計画の中で生まれた多くの情報は、規制対象となる医療廃棄物の運搬業者から得られた。EPA が実施するプロジェクトは、廃棄物が適切に表示され、区別され、また、適切な追跡書類を伴わない限り、運搬業者が発生者から規制された廃棄物を受取らないよう一連の要求事項を定めた。運搬業者は、規則に示されたように、EPA

および参加州の両方にそのような業務を行う登録をしなければならない。それに対して EPA は、その業者が管理される参加州それぞれに対する唯一の EPA Medical Waste Identification Number を運搬業者に発行した。運搬用の車は、完全に梱包され漏れないようになった積み荷を運ぶ車体を持つことおよび特別な認証を側面に 2 枚と後ろに 1 枚つけるといふ、特定の基準を満たさなければならなかった。The EPA rule identified specific tracking and recordkeeping requirements for transporters to follow to maintain a cradle-to-grave accounting of the RMW.

全てのプロジェクトに関して、運搬業者の最も重要な責任は、おそらく運搬業者が追跡報告を EPA と事業を行っているそれぞれの参加州に提出することであった。これらの報告書に含まれる情報は、プロジェクトの間に収集された多くの情報の基礎となり以下のものが含まれた。(1) 運搬業者が RMW を受け取った発生者の総数；(2) それぞれの発生者の氏名、住所および職業；(3) それぞれの発生者より受け取った RMW の重量と廃棄物の分類（未処理或いは処理済み）；(4) 運搬業者が二次運搬業者或いは運搬施設に運んだ参加州の中の全ての発生者からの RMW；(5) 重量および廃棄物の分類による運搬業者が中間取扱業者若しくは目的の施設へ運んだ全ての RMW；(6) 廃棄物が運ばれた中間処理業者と目的の施設それぞれの、名称と住所および運ばれた廃棄物の分類による量；および(7) 廃棄物が運ばれた中間取扱業者および目的の施設の総数。

処理／破砕／廃棄施設への要求事項.

処理／破砕／廃棄施設は、焼却炉の灰若しくは廃棄物を処理または破砕するなど RMW を他の処理工程で処理した残渣にする施設である。これらの施設には、廃棄物を処理または破砕し、もはや規制の支配下でないようにすることを目的とする施設および廃棄物を処理だけ行う（例えば、蒸気滅菌をするが、シュレッドしない）か、破壊だけ行う（例えば、シュレッドするが滅菌しない）中間処理業者を含むが、処理残渣は基準のもと規制され続ける。両方とも、RMW の発生から最終処分までの責任を完結するため、特定の追跡および記録保管の義務を果たさなければならなかった。

最終報告の現状.

EPA は 1988 年の医療廃棄物追跡条例のもと、プロジェクトの結果を確認する 2 つの中間報告と最終報告を 1991 年 9 月までに米国議会に提出するよう委任された。1996 年 9 月現在で、2 つの中間報告は公表され、この項で示した情報の基礎とされている。EPA の最終報告および多くのサポート資料は、現在期限を数年過ぎてているが、その完成と発表を待たれている。

医療機関におけるバイオハザード廃棄物の管理

Source to Endpoint Management.

この項では、病院、研究室、医院、歯医者、動物病院、長期間の健康管理施設、診療所、blood establishments および葬儀場のような医療機関で発生したバイオハザード廃棄物の管理について述べる。バイオハザード廃棄物の種類と量は、発生者となりうる種々の機関ごとに大きく異なるが、管理に関する共通の基本原則は提供することができる。ここに示した管理の手法は、まず施設のバイオハザード廃棄物の管理計画に取り入れることのできる共通した行為の概要を提供する。但し、廃棄物管理計画は、まず最初に政府機関が制定し、バイオハザード廃棄物の発生者が属する連邦、州および地域の要求事項に基づくことを承知すべきである。

第一段階として、それぞれの発生施設が作成したバイオハザード廃棄物の管理システムには、施設で働く個々の人間が計画の作成とそれに従う責任を持つことを記すべきである。それらの責任は、病院のような大規模な発生者の場合、主要な部門のリーダー（例えば、安全、環境業務、エンジニアリング、感染管理部門の部長）により構成される

廃棄物管理チームが、また、開業医院のような小規模な発生者の場合は、個々の人間が担うとよい。どのような手法が取られようとも、計画の作成と履行に対して責任を持つ者は、義務を果たすため施設の管理者によって全面的に支援されなければならない。

バイオハザード廃棄物管理には、定められた医療機関内での最初の発生の時点から最終の処理および廃棄までの廃棄物取扱いの全ての面に関する理解が必要とされる。適切な管理では、健康管理の提供者、施設内の清掃および保管職員、廃棄物収集者／従事者および廃棄物が最終的な廃棄のために施設を離れた場合、公衆を守るための方法を考慮する。

本計画では、連邦、州および地域の全ての適切な管理のための要求事項を満たすプロトコールを示さなければならない。計画が効力を持つためそれぞれの要素に対するプロトコールは、文書化されたバイオハザード廃棄物管理計画に記録されなければならない。また、その記録は、施設の利用者および政府、若しくは必要な場合は認可機関が容易に利用できる場所に保管されなければならない。プロトコールは、連邦、州および地域の全ての適切な要求事項および適用できる場合は認可機関の基準を満たすよう作成されなければならない。プロトコールを作成するときは、施設職員の健康および安全、廃棄物産業の従事者および公衆安全も考慮しなければならない。

バイオハザード廃棄物管理計画

施設のバイオハザード廃棄物管理計画は、廃棄物の発生から最終的な廃棄に至る廃棄物管理計画の全ての部分に関する情報を記載するべきである。病院のような大規模な発生者だけでなく、歯医者のような小規模な発生者も文書化した計画を用意しなければならない。計画を文書化することは、規模の大小に関係なく施設どのような方法で廃棄物を管理するかに焦点を当てており、また、廃棄物管理がどの様に行われているかを明白にするものである。管理計画は、さらに施設の廃棄に関する方針の記録を文書化して提供するものである。

一度文書化された計画は、定期的に見直され必要に応じて改正されなければならない。また、廃棄物管理の行為に携わる全ての従業員が容易に利用できるようにしなければならない。計画は、容易に理解できる形式で書かれていなければならない。施設はその計画を作業記録として保管しなければならない。また、政府の取締官および要求があれば一般人が調査のために利用できるようにしなければならない。計画には以下のものが含まなければならない：(1) 全ての適用可能な規制に従うこと；(2) 関係する全ての職員の責任（例えば、感染の管理メンバー、環境管理および清掃職員、部門および個々の責任）；(3) 施設内で扱われる全てのバイオハザード廃棄物の定義；(4) 以下のバイオハザード廃棄物を含むバイオハザード廃棄物管理の手順：(a) 定義；(b) 隔離；(c) 密封；(d) 表示；(e) 保管；(f) 処理；(g) 運搬（施設内および外への両方）；(h) 廃棄；(i) 監視および記録保管；(j) 不慮の出来事に対する計画；および(k) 関係する全てのスタッフ（専門職、医療職、環境業に携わる人、清掃職員等）の訓練。これら要素を個別に示す。

定義.

この要素は、施設内での廃棄物に対してバイオハザード廃棄物として分類される特有の定義の知識を必要とする。どのような廃棄物がバイオハザード廃棄物に相当するかについて定義した国の基準がないため、各々の施設の廃棄物管理チームは、全ての適用可能な連邦、州および地域のバイオハザード廃棄物に関連した基準の中で制定された定義をもとに、また健康や安全を守る必要性に基づき施設内での定義を作成しなければならない。基準の定義における言葉の矛盾はよくあることであり、廃棄物管理チームは、それらに対処することが求められる。言葉の矛盾は、しばしば規制機関との議論（常に文書で議論内容を提出しなければならない）を通じて解決できるが、施設は、最終的にそれぞれに従うことを保証するため、種々の政府組織が制定した言葉の矛盾を全て含む形で施設内で用いる拡大解釈した定義を制定しなければならないことがある。

識別.

バイオハザード廃棄物の取扱いが定義されると廃棄物処理の検査が行われる。管理を実行する前に、バイオハザード廃棄物チームは、廃棄物の発生場所、発生した廃棄物のタイプと量（体積若しくは重量）を識別しなければならない。発生した廃棄物のタイプと量（廃棄にかかる費用をどちらをもとに計算するかに基づき、体積でも重量でも）を識別した表をバイオハザード廃棄物が発生した場所ごとに作成しなければならない。廃棄物の発生場所、タイプ、発生量を書類として提出することにより詳細な管理決定がなされる。

隔絶、密封および表示.

一般に、バイオハザード廃棄物は、廃棄物のタイプを考慮して発生源の場所で廃棄物の発生者によって、一般の廃棄物と明確に区別された容器（例えば、液体の廃棄物、先が鋭利でない／非液体の廃棄物および先が鋭利な廃棄物）に分けられていなければならない。費用が関係するため、施設職員は、施設がバイオハザード廃棄物であると特に定義したものだけを隔絶するよう訓練されなければならない。生物汚染されていない廃棄物の無頓着な廃棄により施設の廃棄物処理費用は劇的に増加しうる。

先が鋭利でないバイオハザード廃棄物. 固形／半固形の廃棄物は、特定の性能の基準を満たす使い捨ての漏れ防止加工の容器若しくはプラスチック袋に封入されなければならない。Standard Methods of Test for Impact Resistance of Polyethylene Film by the Free Falling Dart Method およびカリフォルニア州がバイオハザード廃棄物の規則として用いている Standard of the ASTM's Designation D1709-67, Method B を性能の基準として利用できる。袋は、さらに通常の使用状態で引き裂かれたり、破れたり、破裂したりしないように作られていなければならない。発生者は、これらの袋にバイオハザード廃棄物を含むと札をつけるか、明確に印を付けなければならない。袋は、取り扱い時、保管時、若しくは運搬時に中身が出ないように守られなければならない。液体のバイオハザード廃棄物はこれらの袋に入れてはならない。

先が鋭利な廃棄物. 皮下注射用針のような先が鋭利な廃棄物は、保管時、取扱い時、若しくは運搬時にしっかりと蓋のできる、堅く、漏れ防止加工され、穴があきにくく、破れにくい容器に入れなければならない。容器に最も適した材質はプラスチックである。

液体のバイオハザード廃棄物. これらは、こぼさずに廃棄物を運搬できる漏れ防止加工された容器に封入されなければならない。

上述のように包装された廃棄物の保管時、取り扱い時、若しくは運搬時には、もとの容器（プラスチック袋、先が鋭利なものの容器および液体の容器）に加え、それらを使い捨て若しくは再利用するバケツ、段ボール箱、箱、ドラム缶、若しくは携帯用瓶のような他の耐久性のある容器に入れ追加の防御をしなければならない。

もし、容器をバイオハザード廃棄物の保管、取り扱い、若しくは運搬に再利用するのであれば、容器の表面が使い捨ての裏地、プラスチック袋や他の方法で保護されていない限り、空にするたび提唱された方法で徹底的に洗浄と汚染除去をしなければならない。洗浄の過程には、目に見える固形の残留物を全て取り除くための攪拌（ごしごしこする）、続いて殺菌が含まなければならない。殺菌は化学的殺菌剤を用いて行われる。最小限の基準として、殺菌剤は、結核菌およびウイルス（ポリオ 1 型若しくは 2 型、レトロウイルス）を不活化するためのメーカーが推奨する方法で、若しくはそれと同等の手順で使用されなければならない。これらの容器は、適切に殺菌され、バイオハザード廃棄物の印とラベルが除かれない限り、他のいかなる目的にも使用してはならない。

特有の隔絶、密封および表示に関する要求事項は、(1) OSHA が職業上の廃棄物の取り扱いに関して公表した規則に、(2) 廃棄物を高速道路を使用して運搬するときは PHS の規則に、(3) 廃棄物を USPS の郵便システムを介して郵送するときは USPS の規則に、それぞれ具体的に述べられている。規制はさらに DOT によっても公表されている。

更に、全ての要求事項に従うことを保証するため、州および地域の規則も考慮に入れなければならない。

保管.

バイオハザード廃棄物を保管する施設は、その目的のため特別な保管場所を持たなければならない。保管場所には、許可されていない者は入室できないようにしなければならない。場所は、動物の進入や悪天候（例えば、雨や風）から守られなければならない。また、飼育場所若しくは昆虫や齧歯類動物の食料源となってはならない。廃棄物は時間の経過と共に腐敗するため、保管時間および温度を考慮しなければならない。微生物が繁殖し保管中の廃棄物を分解することにより腐敗臭を生じないようにする。

処理.

バイオハザード廃棄物の処理方法の選択については後述する。一般的に、処理方法の選択は、施設の必要性および予算に従い、現場若しくは現場を離れたいずれかの場所で行う。選択方法には、焼却、水蒸気滅菌およびマイクロ波照射、電熱による非活性化、化学処理、若しくは放射線照射を含む種々の処理技術が含まれる。

運搬.

バイオハザード廃棄物の運搬は、施設を通過して保管場所への廃棄物の移動、若しくは現場を離れた処理/廃棄施設への廃棄物の移動と見なされる。発生場所から保管場所へ廃棄物を施設内で運搬するのに用いられるワゴンは、その目的のみ使用されなければならない。他の目的（例えば、食品用ワゴン、若しくは様々な器具の移動手段）に用いてはならない。ワゴンは毎日洗い消毒しなければならない。現場を離れての運搬は、PHS、DOT が制定した要求事項およびバイオハザード廃棄物の州内および州間での運搬に関する全ての州や地域の運搬についての要求事項を満たさなければならない。一般的に現場を離れて運搬されることになっている廃棄物は、漏れ防止加工をし、完全に囲まれた容器若しくは車でのみ運搬が認められている。バイオハザード廃棄物は、分別して収容しない限り他の廃棄物若しくは医療用標本と同じ車で運搬してはならない。バイオハザード廃棄物が飛散した場合、即座に汚染除去しなければならない。廃棄物は、地域、州および連邦の全ての環境規制を満たしている処理施設にのみ運ばなければならない。

不慮の出来事に対する計画.

バイオハザード廃棄物の発生者は、器具の故障、漏れ、暴露、若しくは、日々の廃棄物処理の管理を妨害する全ての事象など、予期せぬ状況からの予期せぬ事故の発生に対する準備をしておかななければならない。予期せぬ事故は予想されなければならない。必要になった時のためにそれらの対処法を示した手順書を作成しなければならない。手順を文書化し、施設のバイオハザード廃棄物管理計画の中に保管し、必要に応じて定期的に改訂しなければならない。

バイオハザード廃棄物量の最小限度化

医療施設で発生した廃棄物の最小限度化は、コストを抑制する重要なステップであるが、特別な取扱い方、処理およびバイオハザード廃棄物としての廃棄が必要となる。例えば、バイオハザード廃棄物の運搬費用は、一般の廃棄物の費用の少なくとも 5 倍以上である (49)。ここでは、医療施設で発生した全ての廃棄物のうち、バイオハザード廃棄物画分のみを最小限度にすることについて述べる。バイオハザード廃棄物を最小限度にする技術には、適切な隔離、廃棄物の減少、製品の再利用およびリサイクルが含まれる。

隔離.

医療施設で発生したバイオハザード廃棄物量を減少させる第一の仕組みには、適切な廃棄物の隔離がある。例えば、

EPA の医療廃棄物追跡計画実行後の施設における規制医療廃棄物（バイオハザード廃棄物）の減量努力の中で、マンハッタンの lower East Side にある Beth Israel 医療センターは、「規制の理解、教育、訓練、適切な廃棄物用容器の設置および監視」の計画を実行し、その結果、施設で発生したバイオハザード廃棄物の量が大きく減少した（49）。1990 年、同医療センターは、1,040,558 kg (2,294,000 lbs) の規制医療廃棄物を発生し、廃棄に必要な年間のコストは \$858,550 であった。センターのバイオハザード廃棄物の減少計画が実行された結果、1992 年、発生量は 545,045 kg (1,201,600 lbs)、コストは \$311,087 に減少した。Figure 1 では、Beth Israel 医療センターにおける、規制対象となる医療廃棄物の発生率および廃棄にかかるコストを医療廃棄物追跡条例の規則に従う前の 1989 年 1 月から 1993 年 4 月まで示したものである。

増加する規制の方針および 1988 年の医療廃棄物追跡条例に起因したバイオハザード廃棄物の廃棄にかかるコストの急上昇に対応して、同様の計画である「積極的な廃棄物の隔離および行為の修正」がニューヨーク市にある Mount Sinai 医療センターで行われた（50）。この期間中、施設では、red bag の廃棄物が医療廃棄物追跡条例の規則を履行した直後の 5,443 kg/d (12,000 lbs/d) から、1 年後には 1,814 kg/d (4,000 lbs/d) へ減少した。この結果をコストの減少に直すと、月 \$110,000 から月 \$40,000 への減少となった。

医療施設におけるバイオハザード廃棄物の比率は、普及している規制が廃棄物処理をどのように定義しているかによって大部分決定される。バイオハザード廃棄物の取扱い、処理および廃棄に関連した高コストのため、バイオハザード廃棄物を一般の廃棄物から隔離するのに関わるスタッフがこの決定を行うために適切に教育および訓練されていると保証することは重要である。病院での廃棄物監査から、ソーダの缶若しくは事務所の廃棄物のような一般廃棄物が、バイオハザード廃棄物用の red bag に捨てられていることが明らかとなった。このような行為の結果が、著しい、しかし全く不必要な廃棄物の廃棄にかかるコストの増加につながる。

隔離の効率を改善する技術は、廃棄物の監査から始まる。監査は、廃棄物の隔離行為を監視するスタッフが、バイオハザード廃棄物の red bag および容器の内容物を調査して行う。監査の一つの目的は、スタッフがバイオハザード廃棄物の定義を満たす廃棄物のみを隔離する堅実性を確認し、さらに、他のバイオハザードでない廃棄物のタイプ全てを排除しているかを確認することである。それ以外の目的は、一般廃棄物の廃棄に用いられる可能性のある red bag の設置位置を確認することである。

監査は、バイオハザード廃棄物用の容器の位置の調査を含む。明確に区別されたバイオハザード廃棄物用容器は、バイオハザード廃棄物が発生する全ての場所に効率よく設置されなければならない。しかし、経験上 red bag の置き方が適切でないと、一般廃棄物の廃棄用に不適切に使用されコストが上昇する事が分かっている（49, 50）。病室の red bag は、一般廃棄物を廃棄する訪問者の使用が最小限になる場所に置くか、全く病室から排除するかのいずれかにすべきである。バイオハザード廃棄物の隔離計画を成功させるためには、透明の袋（一般用）の廃棄物用容器を全ての red bag の隣に置かなければならない。更に各々の施設では、一般廃棄物の収集にあたる清掃職員が red bag を代わりに使用しないよう、透明の袋を十分に注文し、全ての在庫戸棚の中に効率よく備えておく必要がある。

各々の施設は、バイオハザード廃棄物の隔離についての計画を作成し、廃棄物の隔離に関わる全ての職員が、十分な訓練と教育を受け計画に従うと約束することを保証しなければならない。Mount Sinai 医療センター（ニューヨーク）の経験から、red bag 中の廃棄物減量を成功させるための唯一で最も重要な要因は、看護部門と協力することである。この理由のため初期の教育努力の大半は看護部門に向けられた。

減少.

適切な隔離計画の実行後、廃棄時にバイオハザード廃棄物として特別に取扱う必要の生じる製品の使用を減らすことにより、さらにその発生量を減少させることが可能である。1991 年のミネソタ病院協会による「The MHA Recycling and Conservation Guide」と題した報告の中で、ある病院は、年間 10 トンまでのプラスチックがバイオハザード廃

棄物の中から除外されうると見積もった。その場合バイオハザード廃棄物は、以前の方針では 2 つ若しくは 3 つの袋に入れられていたのが 1 つの袋に収納できる量になった (51)。報告に挙がっていた別の病院では、感染性廃棄物の収集袋をより軽量で強いプラスチック袋へ変更する事によりプラスチック性廃棄物量が 86 トン減少し、その結果、コストを \$7,740 節約できると見積もった。その病院では、さらにプラスチック袋を代える事で、年間 \$90,000 のプラスチック購入コストの節約を計画した。病院のスポークスマンは以下のように述べた：「病院が、売り主に耐久性で、軽量の袋の仕様書を明らかにさせ、袋により感染性廃棄物の飛散が防御されることを確認することは大変重要である。我々は、耐久性を試験するため、売り主に袋の ASTM の D1709 Dart 試験を行わせ、さらに我々の仕様書に適合していることを確認するため売り主から届けられたケースの重さを量った。」Beth Israel 医療センターは、先が鋭利なもののフルサービスの収集システムを提供するある会社と契約を結び、施設中の先が鋭利なものの容器を使い捨てのものから再利用のものに代えた。その後、同医療センターでは、詰めすぎの容器の発生頻度が著しく低下し、廃棄に関係する針刺事故はまれであると報告した。また施設では、一月当たり 2,700 個の施設外における廃棄用容器焼却の必要性がなくなると報告している。

製品の再利用.

バイオハザード廃棄物を減少する他の方法には、ディスポ・ザブル製品を再利用可能なものに変更することがある。過去 20 年間の間にディスポ・ザブル製品は、感染管理に関する利点から医療機関で幅広く使用されるようになった。しかし、多くの場合廃棄に要するコストがかさむため、ディスポ・ザブル製品より再利用品の利点が再び調べられるようになっている。例えば、ミネソタのセントルイスパークにある Methodist 病院では、施設が焼却しなければならないバイオハザード廃棄物の量を減らすため、OSHA の要求事項を満たし且つ再利用可能な費用効率の高い手術着に移行した (51)。

再利用できる医療用品へ変更する決定は、職員の安全と患者の治療に対する効果の可能性を考慮してケースバイケースで行われなければならない。1990 年の議会への報告の中で Office of Technology Assessment は「ディスポ・ザブル製品の利用 (再利用) は、感染の危険性およびそれらの危険性に関連した他の因子についての考慮も含め、それがどのように用いられるかを考慮して検討されるべきである」と述べている (52)。

リサイクル.

リサイクルは、使用した製品を廃棄よりも将来使用する方向へ転換することである。未処理のバイオハザード廃棄物のリサイクルの選択は、感染性の性質や本来持っている危険性のため非常に制限される。しかし、適切な処理を施し、非感染性にしたバイオハザード廃棄物をリサイクルするという選択肢は考えられる。技術的な見地からいえば、処理後のバイオハザード廃棄物はもはやバイオハザード廃棄物として取扱う必要はない。例えば、非感染性にしたプラスチック若しくは金属は、その後バイオハザード廃棄物の処理工程から除かれる。プラスチックのリサイクルは、商業的 Stericycle, Inc. (Deerfield, Illinois) が行っている。この会社は、高周波照射による微生物の不活性化処理を利用して地域のバイオハザード廃棄物の処理業務を行っている。工程の一部として、処理したプラスチックを Sage Company がリサイクルして、医療用の先が鋭利なもの用の廃棄容器やその他の製品に転換している。他のプラスチックは、その高い BTU 値からゴミ固形燃料として用いられ、梱に詰められ、燃料としてセメントキルン中で燃やされている。

医療以外の機関でのバイオハザード廃棄物の管理

在宅での健康管理の実行

在宅での健康管理、若しくは自己管理の行動の過程の中で発生したバイオハザード廃棄物の管理は、規制機関、在

宅での健康管理の提供者および健康管理の教育者に新たな努力目標をもたらす。在宅治療におけるバイオハザード廃棄物の取扱いには、施設における取扱いと多くの類似点があるが、その多くは、訓練されておらず技術を持たない人々や家族によって施設の場を離れたところで扱われている。それらの人々の第一の関心事は、健康管理を行うことであり廃棄物を廃棄することではない。在宅治療を提供する機関の廃棄物管理に対する役割について、また、どのように廃棄物管理の決定に関わるかについては明白でない部分が多い。

在宅での健康管理は、医療健康保険制度の償還の変更に伴い、健康管理にかかるコストを減らす手段として、ここ 10 年間の間に急速に広がっている (53)。在宅での健康管理は、居住の場において患者に施される、医療、看護、薬学および他の治療を含むと広く定義されている (54)。在宅での健康管理産業が急成長していることは、顧客サービスを提供する在宅の健康管理に関わる機関数が増加していることから分かる。家族や友人もまた、廃棄物をゴミ箱に入れる役割を十分に担うが、彼らが行う患者の世話について明らかにされていない事が多い。

在宅での健康管理の行為の中で発生するバイオハザード廃棄物は、施設において発生するバイオハザード廃棄物と類似点を持つ。北部カリフォルニアにある在宅健康管理を提供する施設についての個別報告において、治療活動の一環で種々の医療行為を行っており調査に応じた施設の数と割合が示された (Table 7) (55)。それらの行為は、施設で行われるものと類似しており同様のバイオハザード廃棄物を発生する。

廃棄物管理の戦略の制定

在宅での健康管理の場におけるバイオハザード廃棄物管理は、施設におけるバイオハザード廃棄物管理に比べ基準化されておらず規制を受けていないことに問題がある。これは、不良な廃棄物管理の行為により家庭内外 (例えば、廃棄物産業の従事者) で、他人を傷つけたり、感染させる危険性を増加させる。適切な廃棄物管理システムを制定し、家族や友人など世話をする人々が、責任を持ってそのシステムに従うよう適切に教育することは、在宅健康管理を提供する機関の責任である。

在宅治療によるバイオハザード廃棄物の管理についての計画を作成する際、在宅治療を提供する機関は (1) 全ての適用可能な規制、認定された基準や指針およびそれらの施行や履行に責任のある機関や関係筋を確認しなければならない； (2) 規制、認定された基準および指針に基づき、以下の要件を適切に示すバイオハザード廃棄物管理のプロトコールを作成しなければならない； (a) 識別； (b) 隔離； (c) 容器への封入； (d) 表示 (必要な場合)； (e) 保管； (f) 運搬 (必要な場合のみ)； (g) 廃棄； (h) 教育；および (i) 記録保管； (3) 技術を持った施設の在宅治療の提供者および日々の世話をを行う家族や友人の両者に対して、教育計画を作成し実行しなければならない； (4) 計画を施設職員および在宅治療を行う家族や友人を介して実行しなければならない。

健康管理施設外のシリンジの廃棄

在宅での使用者 (例えば、糖尿病患者、アレルギーの治療および静脈注射薬の使用者) によって不適切に廃棄された使用済みのシリンジは、廃棄物産業の従事者や、場合によっては一般人を物理的に傷つける危険性および感染能を持つ危険性を有する。正式な医療の場以外の発生源から不適切に廃棄されたシリンジについて調査した論文が報告されており、その中で適切なシリンジ廃棄の技術および方法の選択は、知られていない或いは誤解されていることが多いと示されている (56, 57)。

米国の様々な政府若しくは大学グループは、使用済みのシリンジを安全に廃棄するための方法の選択を模索している。例えば、ワシントン州の Department of Ecology は、インシュリン注射使用者をターゲットにした教育計画を行った。その計画では、以下に示す 7 つの廃棄方法を示した：方法 1, Becton-Dickinson Corporation 製の手で握るニードルクリッパーで針を切り、針のないシリンジをゴミ箱に捨てる；方法 2, 明るいオレンジ色の警告ラベルを貼った (Fig. 2)、一般の 2-1 PETE (ポリエチレンテレフタレート) 製のソーダ瓶にシリンジを封入する；方法 3,

シリンジ返却計画に参加している薬局に返却する；方法 4、廃棄する使用済みのシリンジを受け取る意志のある開業医に返却する；方法 5、使用済みのシリンジを受け入れる地方自治体の廃棄場所に捨てる；方法 6、使用済みのシリンジを集めて廃棄することに参加したゴミ運搬業者に集めてもらう；方法 7、使用済みのシリンジを、シリンジ返却計画を介した UPS 経由で医療廃棄物の廃棄業者に返す。しかし、それぞれの方法には利点と欠点があった（58）。方法 1（ニードルクリッパー）に関しては、切断した後、針の 1/4 インチがシリンジに残ったままになり人を傷つける危険性があった。方法 2 は、シリンジの入ったプラスチックのソーダ瓶がリサイクル施設に混入し、作業員が針刺しで怪我をする危険性やリサイクルしたプラスチックが汚染される可能性があるため、プラスチックリサイクル業者の心配が生じた。方法 3 から 6 では、薬局、開業医、地方自治体の廃棄物収集施設およびゴミ運搬業者の参加率が非常に低いことが判明した。方法 7 では、返却計画は殆どの在宅でのシリンジ使用者にとってコストが高すぎた。

1980 年代後半、フロリダでは、しばしば公共の場所に混入しているシリンジの廃棄を防止しようと努力して、De Soto County Public Health Unit と Desoto 記念病院が、community-wide な針の廃棄に関して計画をたてた（59）。この計画には、子どもが公立学校の近くのゴミ箱により、針刺しで怪我をする疑いがあったため高い反応があった。計画では、公衆が針を捨てるための、安全で、よく見えて、容易に入手可能な赤色の針収集容器を全ての地域の消防署および警察署／保安官事務所に設置した。計画では、在宅での使用者のために、さらに針保管容器を公衆に提供することとし、容器を収集するため地面に据え付けた古いポストを使用した。計画は成功しており、毎年新しい集荷場が追加されている。この計画は、実用的で安価な解決法であると見なされている。

バイオハザード廃棄物の処理

ここでは、廃棄の前にバイオハザード廃棄物を処理するための技術について述べる。この技術には、焼却、水蒸気滅菌およびそれに相当する処理技術が含まれる。バイオハザード廃棄物は、廃棄の前に主として存在する病原微生物を減らす、若しくは排除するために処理される。その結果、人に対する感染の危険性が減少し、若しくはなくなる。バイオハザード廃棄物を処理する技術には、さらに廃棄物の原型を無くし、且つ処理工程を容易にするための機械的な粉碎、シュレッド、若しくは最終的な廃棄物の容積を減らすための圧縮なども含まれる。

医療施設の廃棄物の特徴

医療施設の廃棄物には、健康管理若しくは健康に関連した施設で発生した全ての廃棄物が含まれる。施設によって、そのような廃棄物は、施設の一般廃棄物（例えば、事務所や喫茶室の廃棄物）、バイオハザード廃棄物、放射性廃棄物、若しくは毒性のある化学的廃棄物を含み得る。実際問題として、各種の廃棄物の混入がしばしば発生し、それによって廃棄方法の決定がより複雑になる。例えば、医療施設における廃棄物の処理が適切でなかった場合、処理技術の効果が無いという印象を与えたり、処理残渣から人の健康を害する要因を生み出す可能性があるため、分類の知識、発生源および処理されることになっていた廃棄物の容積などを理解しておかなければならない。

一般廃棄物.

一般廃棄物は、規制されていない、危険性があるとして取扱われない、他の危険性が考えられない、特別な廃棄物以外の廃棄物より構成される。例として、紙製品、ボール紙、プラスチック、残飯、ガラス製品および他の種々の一般廃棄物がある。そのような廃棄物は、健康管理施設のいかなる場所からも発生する。米国の病院では、患者一人あたり平均値で約 6.8 kg (15 lbs) / 日程度の一般廃棄物が発生している（60）。

バイオハザード廃棄物.

生物医学的廃棄物、感染性廃棄物、規制対象となる医療廃棄物、red bag の廃棄物に加えバイオハザード廃棄物には、連邦、州、若しくは地域の規制で人に対する病原体を含み、感染症を伝播する可能性が強いと定義されている廃棄物が含まれる。感染性廃棄物として典型的に定義される廃棄物の分類には、微生物のストックおよび培地、血液および血液製剤、先が鋭利な廃棄物（例えば、シリンジ）、人若しくは動物の病理学的廃棄物および伝染病患者由来の廃棄物が含まれる。どのように定義されるかによって多少変動するが、感染性廃棄物は、病院の廃棄物全体の約 15% を構成している (60)。

毒性のある化学的廃棄物.

工業的な作業工程に比べ量は少ないが、病院は日常的に患者の診断と処置のために毒性物質を使用する。これらの物質には、抗腫瘍薬（少なくとも 8 種類がバイオハザード廃棄物として EPA のリストに掲載されている）、ホルムアルデヒド、現像用薬品、溶剤、水銀、廃棄した麻酔用ガスおよび他の毒性や腐食性のある種々の化学物質が含まれる。

低レベル放射性廃棄物.

低レベル放射性廃棄物は、主に核医学若しくは臨床試験を行う研究室から患者の診断や処置の過程で発生する。放射性同位体を含む廃棄物には、人や動物の解剖試料、シリンジ、水溶液や有機溶液、汚れた衣類や紙、洗浄に用いた物質およびシンチレーション用バイアルも含まれる。

ベッド数 560 床の医学部付属の大学病院で、低レベル放射性廃棄物 (LLRW) の特徴を調査したある研究では、1990 年に収集した総 LLRW は 75.8m^3 で、発生した LLRW の 67% が固形物であり、7% が液体、8% がシンチレーション用バイアルおよび 18% が生物学的廃棄物であった (62)。放射性同位体には、 I^{125} (25.5%)、 P^{32} (19.1%)、 H^3 (14.5%)、 C^{14} (8.7%)、 S^{35} (6.2%)、 I^{131} (1.1%)、 Cr^{51} (0.8%)、 Ca^{45} (0.4%)、microspheres (17.6% : Gd^{153} 、 Ce^{141} 、 Sn^{113} 、 Ru^{103} 、 Nb^{95} 、 Sc^{46} を含み、それぞれの廃棄物の袋は 5 種類を同時に含む) および他の同位体 (6.1%) が含まれていた。

プラスチックおよび金属.

ここ 20 年の間に、医療行為がプラスチック製ディスポザブル製品に頼るようになるにつれて、医療廃棄物のプラスチック含量は劇的に増加した。1970 年代初期には、プラスチックは全ての医療廃棄物のおよそ 10% でしかなかった。1980 年代後半には、プラスチック含量は 30% 以上になり (63)、地方自治体の固形の廃棄物の約 5 倍以上に増加した (64)。塩素系プラスチック（例えば、PVCs）の量が、酸性ガスの発生に直接影響を与えることが分かってきたことに加え、ダイオキシン類やフラン類の生成にも関与している事が判明した。医療廃棄物中の重金属の発生源には、針、外科用メスの刃およびホイラップに加え、プラスチックの産生に用いられる賦形剤、安定剤、着色剤およびインクも確率は低いが含まれる (63)。

熱量価.

医療廃棄物の熱量価は、プラスチックおよび水分含量に依存して低いところでは解剖由来廃棄物の 2,000 Btu/pound から 17,000 Btu/pound まで変化するが、典型的な値はおおよそ 8,000 から 8,500 Btu/pound である (65)。例えば、殆どの医療廃棄物の焼却炉能力は pounds/hour で評価されるが、実際の処理量の制限因子は廃棄物の熱量価である。

医療廃棄物の焼却

焼却は、廃棄物の原形を破壊し、病原体を殺滅し、廃棄物の量を 90 から 95% 減らす能力があるため、歴史的に、

医療廃棄物の廃棄に対する優先的な方法として認識されていた。多くの病院が、現場の焼却炉を管理し続けているが、化学物質、生物学的物質および放射性物質を含む放出物について調べるなど、廃棄物の廃棄方法についての精密な調査も行うケースが増えてきている。カリフォルニア、ニューヨークおよびテキサスを初めとした多くの州は、医療廃棄物の焼却炉に限定して適用される大気汚染制御の規制を公布している。現在ある焼却炉を、これらの放出物の基準を満たすよう改良するためのコストは非常に高価である。結果として、これらの州の多くの医療施設は、焼却炉に対する歴史的な依存から焼却以外の他の廃棄物処理システムへ移行した。更に、1995年2月27日、EPAは、maximum achievable control technology (MACT) に基づき、新しい焼却炉、一部改良された焼却炉および現存の焼却炉から発生する大気汚染に関わる放出物を制限する、医療廃棄物焼却炉に関する proposed standards を提案し、公表した(66)。EPAの現在のスケジュールでは、最終基準は1997年7月25日までに公表される予定である(67)。EPAは、その結果、現在設置が計画されている新しい焼却炉の80%が減少し、また、現存の焼却炉も80%減少すると見積もっている (see HAZARDOUS WASTE INCINERATION)。

焼却の技術および汚染制御。

今日、米国で管理されている殆どの医療廃棄物の焼却炉は、excess-air (retort) systems、controlled-air (starved-air) systems および rotary kilns に分類される(65)。デザインに従い、焼却炉は連続的、断続的、若しくはバッチ方式により運転される。

excess-air systems は、使用されるものの中では比較的古典的な装置であり通常バッチモードで運転される。このシステムを運転するため、廃棄物を燃焼チャンバーに入れ、チャージングドアを閉め、アフターバーナーに点火する。スタックが目標温度に到達すると、一次バーナーが点火する。水分と揮発性の有機物が気化し、揮発性ガスが燃焼室とスタックで燃え、廃棄物が燃え始める。空気は一定の割合で供給される。このシステムは有機物が燃えるまでは starved air モードで運転される。サイクルの最後にチャンバーを過剰の空気存在下に運転する(68)。廃棄物が燃焼後、一次バーナーを消す。excess-air combustor の図を Figure 3 に示す。

controlled-air systems は最も幅広く用いられている。このシステムでは、下側のチャンバーは controlled (例えば、starved-air) モードで運転される。まず初めに廃棄物を下側の燃焼チャンバーに入れる。下側のチャンバーでは、廃棄物を燃焼するのに化学量論的に必要な空気の約半分しか供給されない。下側のチャンバーで部分的に燃焼したガスは、フレイムポートと呼ばれる上下をつなぐ排気口を通して二次チャンバーに入る(68)。これは、総燃焼空気の約75%がこの短い排気口の出入口を通して導入されるためである。二次チャンバーは、下側のチャンバーから発生した水素と炭素質成分を完全に燃焼させるのに十分な状態に保たれている。一次ゾーン出口でのガス温度は、通例、約760から871°C (1400から1600°F) に調節される。二次チャンバーでは、ガスは通常少なくとも約1秒滞留し、982°C (1800°F) の温度で処理されて排出される。もし最低のガス出口温度が維持されない場合は、二次チャンバー内の補助燃料点火用バーナーから補助熱を得る。controlled air combustor の図を Figure 4 に示す。

rotary kiln の焼却炉は、燃焼サイクルの間、ゆっくり回転する僅かに傾斜したシリンダー(キルン)から構成される。廃棄物は回転によって混合され、焼却炉の中を移動する。工程の間、灰はキルンからコンベヤーの上に落ち、廃棄物を集めるホッパーに移動する。通風装置のガスはキルンを出て、補助燃料バーナーと温度コントロールシステムが付いた二次チャンバーに入る。二次チャンバーは、通常1093°C (2000°F) で、1、2秒間、ガスが滞留するように設計されている(68)。rotary kiln の図を Figure 5 に示す。

地域に普及している殆どの焼却炉は現場で運転されている。例えばカリフォルニアでは、確認された146基の稼働中の医療廃棄物用焼却炉の内、94%(137施設)が小型の現場焼却炉で、6%(9施設)が医療廃棄物のみ焼却するプラント型焼却炉である(69)。EPAは、米国で運転されている医療廃棄物用焼却炉は、およそ2400基であると見積もっている(67)。

Brinckman は、燃焼による汚染物質を以下の 3 つのグループに分類した：(1) 燃焼の工程で制御される汚染物質（例えば、一酸化炭素、炭化水素類および有機化合物）；(2) 重金属や、時にはダイオキシン類やフラン類および気流によって運搬される灰のような微粒子物；(3) 酸性ガス（例えば、塩化水素、フッ化水素およびイオン酸化物（70））。医療廃棄物焼却炉由来の汚染物質の制御は、以下の 3 つの工程に注意が必要である：(1) 燃焼前（廃棄物処理の規制）；(2) 燃焼（施設の管理および維持）；および(3) 燃焼後（排出物の制御装置）(71)。

医療廃棄物の焼却炉からの多量の排出物を制御するため、燃焼前に廃棄物中の毒性物質源を識別し、これらを燃焼前に廃棄物から除去する必要がある。廃棄物中の個々の成分を調べることで、排出物中の汚染物質源の識別が可能である事が示されている。例えば、排出物中の鉛およびカドミウム量は、紙を印刷するインクおよびプラスチックの安定剤と関連している事が分かっている。医療廃棄物の約 30% がプラスチックより構成される事が判明しており、そのうちの約 15% が塩化ポリビニル製プラスチック（PVC）である事が示されている。PVC は、約 45% の塩素を含むが、医療廃棄物の焼却炉中での塩酸発生に最も寄与する事が確認されている（72）。焼却の工程以前の汚染防止を介して、廃棄物中の汚染物質を最小限にすることは、毒性排出物を減らす効果をもたらすと思われる。

焼却を制御することは、汚染物質の排出に直接影響を与える。焼却効率は、温度、残存時間および空気/燃料の混合により影響される。例えば、医療廃棄物の焼却炉に関する EPA の規制作成計画の一部として、各種の運転パラメーターが調査された（73）。テスト計画では、7 基の焼却炉からの情報が集められた。パラメーターとして燃焼温度、残存時間、廃棄物を供給する時間および一酸化炭素（CO）に対する過剰な空気量、微粒子物（PM）、塩素化されたジベンゾ-p-ダイオキシン（DD）と塩素化されたジベンゾフラン（CDF）の放出量などが調査された。その結果、テストした 7 基の焼却炉の排出物は、施設内よりも施設間で変動していた。これは各基の燃焼コントロールが排出物に影響する事を示している。古い施設からの有害排出物は、二次チャンバーの温度が適切でないことに最も影響を受けることが分かった。この結果から、適切な残留時間と気流コントロールがなされている施設では、二次チャンバーの温度が 871 から 1093°C（1600 から 2000° F）の範囲では、有害物質の排出に殆ど影響しないことが示された。また、新しい施設では、一次チャンバー温度のコントロールが、CO および CDD/CDF の排出を最小限にするために必要であることが示された。有害物質の排出を最小限にするため、医療廃棄物の焼却炉の管理と維持を最適化しなければならないことは明らかである。

燃焼後の管理は、環境への有害物質の放出を最小限にするよう、通風装置のガスからの汚染物質を捕獲する事によっても可能でありこれらのシステムにより、著しく高い汚染物除去率を達成することができる。湿式スクラバーおよびフィルターは、医療廃棄物の焼却炉から発生する汚染物質の放出を最小限にするためのオプション装置である（74）。湿式スクラバーとしては、低エネルギー（spray tower）、中エネルギー（impingement scrubbers）および高エネルギーのスクラバー（venturi）の 3 つのタイプが使用される。乾式スクラバーシステムは、炭酸水素ナトリウムや水和石灰のようなアルカリ試薬と通風装置からのガスを混合するものもあり、試薬をガス中の酸性ガス放出物と混合し、塩素の塩のような危険性のない化合物に変換する。生成した化合物は、微粒子物としてフィルター上で集められる。未反応の試薬が酸性ガスと反応し続けるため、二次酸性ガスの中和がフィルター上で起こる。

健康影響

発癌性のある大気放出物。California Air Resources Board.

1990 年、California Air Resources Board（CARB）は、医療廃棄物の焼却炉由来のダイオキシンおよび他の排出物を減らすための規制方法を提案した（68）。有毒な大気汚染物であるダイオキシン類に関する 1986 年の CARBs の指示に従い、Board は、その化合物に対する規制の必要性和適切な濃度基準値に関して検討した。CARB は、以下の理由から、ダイオキシン類の規制方法の作成に関して医療廃棄物の焼却炉を最優先とした。（1）CARB は、これまでに確認されている全てのダイオキシン類の発生源のうち、医療廃棄物の焼却炉が最も高い危険性を持つと示した；（2）

CARB が確認した焼却炉の殆どは規制されておらず住宅区域に位置する；(3) CARB が行った排出物の試験の結果、医療廃棄物の焼却炉は、カドミウム、ベンゼン、ポリ環状芳香族炭化水素類、鉛、水銀、窒素酸化物類、二酸化硫黄、微粒子物、塩酸等の他の汚染物質源でもあることが示された。

急性疾患、慢性疾患および癌などの発症など、燃焼由来の汚染物質による健康影響の可能性を評価するため、健康のリスクアセスメントモデルが作成された。潜在的な癌の危険性は、生涯における汚染物の平均日用量に California Department of Health Services (DHS) が制定したリスクファクターを乗じて決定した。1 pg/m³ のダイオキシン類に一生暴露されたときの DHS のリスクファクターは、100 万の癌の罹患のうちの 24 から 38 の可能性の範囲であった。大気中に放出されたダイオキシン類は環境中に蓄積され、他の経路を通して暴露を生じるため、多経路のリスクアセスメント方法も作成された。全ての潜在的なダイオキシンの危険性の評価は、吸入、皮膚からの吸収、固形物の摂取および母乳摂取の経路で暴露されるダイオキシン類の日用量の平均に基づいて行われた。

データは、カリフォルニアの 8 基の医療廃棄物の焼却炉で行われた排出調査に基づいた。これらの焼却炉には、1 時間あたり 45 kg (100 lbs) 以下の処理能の大気放出コントロールシステムを装着していない単一チャンバーの装置および殆どがフィルター・か湿式スクラバーを装着し、1 時間あたり 225 からおよそ 450 kg (500 ~ 1,000 lbs) の廃棄物を処理する、多チャンバーの装置を含んでいた。放出物をコントロールする装置を装着した焼却炉のうち、ダイオキシン類を減少するよう設計されたものはなかった。

ダイオキシン類の排出量は、15 種類のダイオキシン類若しくはフラン類を 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxins (TCDD) と比較した相対効力に基づき、TCDD 当量に換算して表された。8 基の焼却炉からのダイオキシン類の排出の割合は、制御された施設で燃やされた廃棄物 1 kg 当たり 7 から 216 ng の範囲であり、制御されていない施設では 230 から 6,200 ng/kg の範囲であった。ダイオキシン類の排出とそれに伴う危険性は、廃棄物の組成、焼却炉のデザインおよび運転条件に依存して幅広く変化することが報告された。

モデル実験から、個々の潜在的な危険性は 100 万の癌患者のうち、最大 1 から約 250 の可能性の範囲であると示された。注意すべきことに、湿式スクラバーを装着した 3 基は、100 万の癌のリスクのうち 1.3 から 15.7 の範囲のリスクを示したのに対し、フィルターを装着した 1 基は、100 万当たり 180 のリスクを示した。これらの数値を州全体の全ての医療廃棄物の焼却炉に外挿した結果、ダイオキシン類の排出物に対する州全体の潜在的な癌の発生率は、暴露された人口あたり 1.2 から 1.8 件の範囲であった。適切に設計された焼却炉と放出制御装置を装着し、調査の期間中提唱された制御方法により稼働させた 1 カ所の大規模な施設は、100 万当たり 1 から 10 のリスクであった。

CARB は、調査した 8 基の焼却炉に対して、カドミウムの排出の割合についても調べた結果、カドミウム排出量は施設で焼却された廃棄物 1 kg あたり 1.2 から 3183 μg の範囲であった。DHS は、1 ng/m³ のカドミウムに一生連続して暴露された場合のリスクファクターを 100 万の癌の罹患のうちの 2 から 12 の可能性であると決定した。カドミウムに対する健康のリスクアセスメントの方法は、母乳摂取経路を除いた以外、ダイオキシン類の方法と同じであった。調査した焼却炉由来のカドミウム暴露による個人の生涯における最大リスクは、制御された施設の 100 万当たり 1 以下から、制御されていない施設の 100 万当たり 45 までの範囲であった。吸入による暴露のみを考慮すると、リスクは 100 万当たり 1 から 15 の範囲であったが、8 基の焼却炉のうち 7 基は 100 万当たり 10 以下のリスクであった。

湿式スクラバー、フィルターおよび乾式スクラバー／フィルターの組み合わせのような排出を制御するいくつかの技術が、ダイオキシン類の排出を減らす可能性を検討するために評価された。CARB と Environment Canada が行った医療廃棄物の焼却炉および地方自治体の固形廃棄物の焼却炉に対する source test の結果を CARB が精査したところ、通常の状態では運転されている医療廃棄物の焼却炉では、ダイオキシン類排出が 99% 減少している事が判明した。乾式スクラバー／フィルターの組み合わせでは、湿式スクラバーシステムと比べダイオキシン類の排出物の減少

がより大きくなることが明らかとなった。これに基づき CARB は、適切に設計された乾式スクラバー／フィルターシステムが、提案された制御方法のダイオキシン類排出に関する要求事項を完全に満たすと結論したが、湿式スクラバー技術を利用した場合でも十分達成される事も認められている。

99% の減少効率、若しくは 10 ng ダイオキシン類／1 kg 廃棄物の排出率は、ダイオキシン類に対する利用可能な制御技術のうち最良であると確認された。もしそのような制御が 8 基の医療廃棄物の焼却炉に対して適用され 99% の減少が達成されれば、暴露された 100 万当たりの個人の最大のダイオキシンリスクは、100 万当たり 1 から 2.5 の範囲となる。

New York City Health and Hospitals Corporation.

New York City Health and Hospitals Corporation は、6 つの将来の焼却の選択方法に基づき、医療廃棄物の焼却炉による短期および長期の健康影響を調べる研究に着手した (65)。研究対象施設は、一日当たりの処理能力が 48, 165 および 330 トンの 3 個所の地域の医療廃棄物焼却炉、一日当たりの処理能力が 2,250 トンである共同焼却施設および一日当たりの処理能力が 4 および 13.6 トンの 1 個所の現場の焼却炉であった。分散因子、施設管理および汚染物制御装置のような変動しやすい要素を考慮すると共に、他の施設での排出物の研究に基づきいて排出ファクターを決定した。

長期の健康影響が癌を発生させる能力に基づいて判断された。最大の影響を受けたときの吸入による癌発生の危険率は、体重 70 kg の大人が最大濃度の発癌物質を含む 20 m³ の空気一日 24 時間、毎日、一生涯暴露され、さらに 100% 吸収されるという仮定に基づき計算した。また、EPA の癌評価グループ Cancer Assessment Group が決定したダイオキシン類 (PCDD/PCDF) に対する conservative な発癌の可能性の因子および重要な主要微量金属 (砒素、クロム (IV) およびカドミウム) に対する conservative な発癌の可能性の因子が適用された。他の発癌性有機物の排出物は、危険性全体に対して殆ど寄与しないと仮定され、従って、評価に含まれなかった。

全ての暴露経路を介して、沈着した粒子に暴露される危険性も考慮された。legal review で高く評価されていると見なされている Brooklyn Navy Yard の資源回収施設の個別のリスクアセスメントの中で、金属およびダイオキシン類に対する総吸入リスクは、全てのリスクのおよそ 1/3 であると認められている。この事実に基づき、最大の影響力で 70 年間暴露された個人に対する発癌の可能性上限は、吸入リスクを 3 倍にした数値を適用して計算された。

リスクアセスメントに基づき、最大暴露された 100 万の個人のうち、それぞれの施設由来の排出物に一生涯暴露されたために癌になる可能性を Table 8 に示した。規制の reviews の中で、一般に許容されるリスクの上限は、100 万のうち発癌の可能性が 10 以下と見積もり、100 万のうちの 1 の危険性は無視できるとされた。この仮定に基づく、1 カ所の病院の現場の焼却炉が 100 万のうち 10 以上の危険性を示した。他の施設は全て許容範囲内の危険性に収まり、3 カ所の施設の (2 カ所の地域の施設と 1 カ所の共同焼却施設) 危険性は無視できた。将来の焼却の選択方法の危険性評価値は、既存の制御されていないか若しくは制御法が適切でない医療廃棄物の焼却炉に対する CARB の結果よりはるかに小さかった。

焼却炉から排出される大気中の最大濃度の有害物質が、暴露される個人の感受性受容体に影響を及ぼす可能性について議論されている。共同燃焼施設および地区の施設は、影響を及ぼす範囲が広く、また工業エリアに位置する場合が多いため、その危険性は非常に低い。病院の焼却炉は、その多くが有害物質に対して高い感受性を示す多数の個人がいる居住区域に位置し、各自の感受性受容体に影響を与える可能性が最も高いと指摘されているため、場所に特異的な評価が必要である。

発癌性を持たない毒性の大気放出物。

California Air Resources Board が 1990 年に行った医療廃棄物焼却炉のリスクアセスメントの一部として、8 基

の焼却炉由来の上記以外の排出物に暴露される事によって生じる、発癌以外の急性および慢性疾患に関する健康リスクが調査された (68)。平均寿命まで、毎日、カドミウム、鉄、マンガン、ニッケルおよび鉛に暴露された場合の慢性影響の可能性を調べるためのファクターとして、上述の発癌リスク分析のために使用された分散モデルの結果および California Department of Health Services が提唱している基準容量 (RFDS) が用いられた。但し、これら汚染物質の環境中のバックグラウンド濃度は考慮されなかった。その結果、焼却炉から発生する殆どの汚染物質は RFDS を越えなかったが、1カ所の施設が RfD 値の 57% に相当する鉛の排出に関与していることが指摘された。

塩酸および微粒子物への 24 時間の暴露による潜在的な急性の影響についても調べられた。調査した全く制御されていないか若しくは適切に制御されていない施設のうちの 5カ所は、塩酸排出に関して RfD 値を大きく越えていることが分かった。焼却施設から発生する微粒子量は、カリフォルニアの微粒子量に関する環境基準に合致している事が分かった。dry infection/布によるろ過技術のような現在利用できる排出制御のための技術は、微粒子 (重金属およびダイオキシン類を含む) および塩酸放出量を規制基準内に収める事が可能である (69)。

空気中および灰中の放射性汚染物質.

低レベル放射性廃棄物 (LLRW) の主要な規制機関は、原子力規制委員会 Nuclear Regulatory Commission (NRC) であるが、州政府が規制を適用し、計画を実行する権限を持つ。大気および水中の安全水準は、NRC によって最大許容濃度 Maximum Permissible Concentrations (MPC) として設定されている。MPC の水準は人の健康を守るために設定されており、バックグラウンドの放射能レベルも考慮されている。LLRW の焼却は NRC が設定した MPC 値より過剰の放射性物質を排出するような方法で行われてはならない (73)。

スタック排出物から大気中への放射性物質の放出を確認するための研究が、ニューヨーク、ロチェスターにある Mayo Foundation の焼却炉に対して行われた (75)。LLRW を焼却する前に Mayo Foundation は、特定の同位体の半減期および同位体が安全水準まで崩壊するのに必要な時間に依存して、廃棄物を最高で 22 ヶ月間保管した。調べた 26 種の同位体のうち、スタックの一番上で測定した場合、NRC の最大許容濃度を超えるものはなかった。NRC の最大許容濃度と比較した場合、スタックの一番上で測定した全ての同位体に対する比率は合計で 1.5×10^{-4} であった。比率の合計が 1 以下であれば NRC の基準に合致しており、人の健康にとって安全であると見なされた。

1992 年、2 つのチャンパーを持ち、空気の制御がされ、99.5 から 99.9% の有機化合物の破壊および除去効率を持つ湿式スクラバーの放出制御システムを装着した典型的な医療廃棄物焼却炉中での、トリチウム (H3)、C14 および I131 の動態を調べた研究が発表された (76)。これらの同位体が焼却炉に導入されると、C14 標識された有機物の 99.9 から 99.95% が二酸化炭素と微量の炭酸塩に変換される。H3 は同様の効率で燃焼され、水蒸気、塩酸およびヨウ化水素になり、I131 標識されたヨウ化ナトリウムの一部は、ヨウ化水素およびヨウ素に変換される。残ったヨウ化ナトリウムも、通例サブミクロンの微粒子物に変換され、その殆どが気相へ蒸発すると報告された。

C14 標識された化合物と H3 は共に 99.95% 以上の効率で燃焼されるため、焼却灰は導入された C14 および H3 量の 0.05% 以下しか含まない (76)。C14 若しくは H3 のいずれかの量が、排出スタック中の許容濃度を越えた場合の対処方法は、焼却炉に導入する各同位体の量を減らすことである。ヨウ化ナトリウムの 20 から 30% は、焼却灰中に結晶性の灰物質として残り、I131 同位体の残りは排気ガスへ流出するが、その 99% は冷却システムで除去され、最終的にはスクラバーからの液体廃棄物中でヨウ化ナトリウムとなる。

焼却灰は、排出ガス中の放射活性水準が NRC によって 10 CFR20 中で提議された最大許容濃度を超えない限り、放射活性水準を含み得る。ここでは、一年間に施設で法的に焼却を許される LLRW 量を計算するため、MPC の水準により Mayo Foundation の焼却炉が評価された。

空気中への病原微生物放.