

19980603

P.101-107 は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので  
下記の「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。

**研究成果の刊行に関する一覧表**

**廃溶剤焼却におけるダイオキシン類濃度と評価**

鈴木一成、宮沢雄一、牧原あゆみ 他

医療廃棄物研究 10(2) P.67-73 1998

# 医療廃棄物処理講習会

(管理責任者のために)

## 講演集

平成10年11月26日(木), 27日(金)

東京・順天堂大学有山記念館講堂

主催 社団法人 日本臨床衛生検査技師会  
後援 厚生省・日本医師会  
協賛 (社)日本病院会・(社)日本衛生検査所協会  
(社)東京産業廃棄物協会・医療廃棄物研究会

# 米国等における医療廃棄物の管理と新処理技術

浜松医科大学医学部環境科学研究室  
教授 松島 肇

## 1. はじめに

WHO(World Health Organization : 世界保健機関) 欧州事務局は1983年に「病院および医療機関から発生する廃棄物の管理」(Management of Waste from Hospitals and Other Health Care Establishments) をまとめて、医療廃棄物の管理についての結論と勧告を添えた報告書として発表している。本報告では感染性、損傷性および有害性廃棄物のほか、放射性廃棄物の管理についても言及している。

ISWA (The International Solid Wastes and Public Cleansing Association) は「医療機関からの廃棄物に関するハンドブック(案)」(Handbook on Waste from Healthcare Facilities (First Draft) ) をまとめている。

米国EPA(U. S. Environmental Protection Agency ; 環境保護庁) は1982年に感染性廃棄物 (一部損傷性廃棄物を含む) のみに限定した管理マニュアル (案) を「A Guidance Manual on Infectious Waste Management」として公表した後、これを修正して1986年に「感染性廃棄物の管理に対するEPAガイド」(EPA Guide for Infectious Waste Management ; EPAガイド) を発表した。そして、「医療廃棄物追跡法」(The Medical Waste Tracking Act) が1988年に連邦法として成立し、1989年6月から1991年6月まで2年間の時限立法として一部の州で施行された。その後、連邦法ではなく、1992年に発表された州政府協議会保健環境センター (Centers for Health and Environment, The Council of State Governments) の「Model Guidelines for State Medical Waste Management」に基づいて、各州政府の法律などで規制されているのが現状である。

## 2. 感染性廃棄物による感染例

感染性廃棄物 (主として血液など) による感染症としてはB型肝炎, C型肝炎, AIDS, 成人T細胞白血病 (ATL), マラリア, 梅毒, ウィルス性出血熱 (ラッサ熱, エボラ出血熱, マールブルグ病およびクリミア・コンゴ出血熱) などがあげられる。

汚染注射針による医療従事者などの感染事故例は1960年頃から報告されはじめ、1962年に医師、看護婦が注射針など鋭利な医療器具で皮膚を刺傷し、それが原因で単純ヘルペス感染を起こした6例が発表されている。1975年には内科医が汚染した注射針で斑点熱リケッチアに感染したという事例もある。清掃中のハウスキーパーが落ちていた注射針で刺傷し、それが原因で黄色ブドウ球菌に感染し、心内膜炎になったと報告されている（1983年）。1980年代に入ってからにはB型肝炎ウイルス（HBV）、C型肝炎ウイルス（HCV）による医療従事者の感染例が多数発表されている。

最近では、米国CDC（U. S. Centers for Disease Control；疾病管理センターまたは防疫センター）の発表によると、医療従事者約700万人の中で毎年1万2000人がsharps injuriesによりHBVに感染し、500～600人が施設収容が必要となり、約300人が死亡していると推定している。AIDSに関しては約7万人いる医療従事者のうち、sharps injuries（医療行為以外の因子は考えられないケースのみ）により、1989年に19人、1990年に26人がAIDSウイルス（HIV）に感染していたと報告され、年々増加の傾向にある。誤刺によるHIV感染の危険率について表1に示す。

フランス保健省は医療従事者など30人が1993年末までにHIVに感染したと発表している。その原因は汚染された注射針で刺傷したケースがほとんどであるが、傷のある皮膚に汚染血液がかかって感染したケースも2件あった。医療関係以外では清掃職員2人が家庭から排出された廃棄物に紛れ込んでいた注射針で感染していたと報告している。

表1 誤刺によるHIV感染の危険率

HIVの感染者の比率 (A)	HIVで汚染した誤刺によるHIVの感染率 (B)	誤刺によるHIVの感染率 (針が汚染しているか否か不明) $A \times B = C$	10回の誤刺によるHIVの感染率 $1 - (1 - C)^{10}$	100回の誤刺によるHIVの感染率 $1 - (1 - C)^{100}$
1/10,000	0.001	0.0000001	1/1,000,000	1/100,000
1/10,000	0.005	0.0000005	5/1,000,000	5/100,000
1/1,000	0.001	0.000001	1/100,000	1/10,000
1/1,000	0.005	0.000005	5/100,000	5/10,000
1/100	0.001	0.00001	1/10,000	1/1,000
1/100	0.005	0.00005	5/10,000	5/1,000

A：例えば、1/100は人口100人あたりに1人のHIV感染がいる割合を示す。

B：Gerberdingらによって明らかになった誤刺によるHIV感染率のうち、0.1%と0.5%の場合が示されている。この表では、累積10回と100回の誤刺を経験した時のHIV感染（危険）率が計算されている。

CDC：(1989)Guidelines for Prevention of Transmission of Human Immunodeficiency Virus and Hepatitis B Virus to Health-Care and Public-Safety Workers., M M W R, 38 (S-6), 31. より引用

### 3. WHOのガイドライン

WHO欧州事務局では1983年7月に医療廃棄物の管理についての結論および勧告などを「病院および医療機関から発生する廃棄物の管理」として公表し、先進国におけるガイドラインなどの作成に大きな影響を与えたといわれている。その内容は1)廃棄物の種類およびその発生源、2)労働上の危険性と健康上のリスク、3)医療廃棄物がヒトの健康と環境に及ぼす影響、4)廃棄物の取扱い、貯留および運搬、5)廃棄物の処理および処分方法、6)放射性廃棄物、7)医療廃棄物管理計画、8)教育と管理、9)立法、行政および経済的観点、10)結論および勧告と非常に広範囲にわたっている。そして、基本的には医療廃棄物を1)一般廃棄物、2)病理廃棄物、3)感染性廃棄物、4)損傷性廃棄物、5)化学系廃棄物、6)薬剤廃棄物、7)放射性廃棄物、8)爆発性廃棄物に分類し、分別・隔離の必要な廃棄物を指定した上で防水効果、耐衝撃性のある使い捨て容器などを使用して色別化、ラベル表示する。中間処理方法では、感染性および損傷性廃棄物については焼却することが最良の方法であるとしている。その主な結論と勧告は表2のとおりである。

表2 WHOガイドラインの主な結論と勧告

- 1) 医療廃棄物の管理は、あらゆる段階で、健康と環境への危険を少なくする方法で行われなければならない。
- 2) 医療機関の従事者は医療廃棄物の危険性を知ったうえでトレーニングを行うべきである。
- 3) 危険性廃棄物は他の廃棄物と分離し、適切な容器とマークを記入する必要がある。
- 4) 廃棄物管理の基本的アプローチは、廃棄物の量を減らすことであり、再利用を考慮すべきことでもある。
- 5) 病原性および感染性廃棄物は焼却が好ましく、焼却炉は特別に設計されなければならない。
- 6) 医療系の放射性廃棄物は、きわめて低いレベルの放射能を有するものが多く、半減期も非常に短いので、放射能が認められない値になるまで貯え、その後、適用される規則にしたがって処分されるべきである。
- 7) 医療機関は廃棄物処理の総合計画を持つべきである。また、医療機関を新築および改築する場合も、廃棄物処理を考慮した設計をするべきである。
- 8) 医療廃棄物に関する規制は、あらゆる医療機関に最も適したシステムが採用できるような基本原則にとどめるべきである。
- 9) 医療廃棄物処理に関する技術的開発は、各種情報や研究成果の交換を促進することによってなされると思われるので、WHOは今後とも援助を続けるべきである。

一方、WHOは1992年9月に「医療廃棄物関連専門家会議」を開催して、開発途上国における医療廃棄物の適正処理ガイドラインを検討し、1994年1月に「開発途上国における管理すべき医療廃棄物」(Managing Medical Wastes in Developing Countries)を発表している。

ISWAは1992年に発表した「医療機関からの廃棄物に関するハンドブック(案)」(表3)で、医療廃棄物の分類、発生源における対処方法、収集運搬方法、中間処理などについて記載している。



#### 4. 米国EPAのガイドライン

1970年に設立されたEPAは現在2,000人のスタッフを有し、有害廃棄物の規制については固形廃棄物局（Office of Solid Waste）で実施している。1976年米国連邦議会は「資源保全再生法」（Resource Conservation and Recovery Act；RCRA）を制定し、1984年に同法は実質的に改正され、今日に至っている。RCRAの最終目標は 1)ヒトの健康および環境を守り、2)廃棄物を減量し、エネルギーおよび自然資源を保全し、3)有害廃棄物の発生を可及的速やかに削減することである。これによって、EPAは有害廃棄物の処理、輸送、貯蔵そして処分に至るまでの規制をしている。なお、固形廃棄物とは必ずしも固体ばかりでなく、液状物質も多く含まれることに注意する必要がある。

一方、EPAはRCRAによる有害廃棄物の管理システム確立の一環として「感染性廃棄物の管理に対するEPAガイド」を1986年に発表した。感染性廃棄物を 1)CDCの定めた隔離廃棄物、2)感染に関連した培地と株、3)血液など、4)病理廃棄物、5)損傷性廃棄物、6)実験動物廃棄物に分類し、損傷性廃棄物は耐裂性容器に、固形状のものはプラスチック袋を使用するなどしてバイオハザードシンボルで標識化し、専用の場所に短時間貯留した後、中間処理方法では蒸気(オートクレーブ)滅菌、焼却、乾熱滅菌、ガス噴霧消毒、放射線滅菌、化学的非感染化処理（化学的消毒）を単独あるいは併用して行うことを指示している。

次に示す「医療廃棄物追跡法」が1991年6月に失効したのを受けて、EPAは同法施行に伴う意見などを集約した結果、現状では連邦法で規制するのではなく、1992年に州政府協議会保健環境センターが発表した「Model Guidelines for State Medical Waste Management」（表4）による医療廃棄物の管理の指針を受けて各州政府の法律などで規制することとし、現在に至っている。本ガイドラインでは医療廃棄物をEPAの感染性廃棄物より広くとらえて対象とし、それぞれの中間処理方法について詳細に呈示しているのが特徴である。

表 4 Model Guidelines for State Medical Waste Management  
1992

The Council of State Governments  
Centers for Health and Environment  
Lexington, Kentucky

医療廃棄物の分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 刃物類（血液など付着）</li> <li>② 感染に関連した培地と株</li> <li>③ 血液および血液製剤</li> <li>④ 病理廃棄物</li> <li>⑤ CDCの定めた隔離廃棄物（バイオセーフティレベル4）</li> <li>⑥ 実験動物関係廃棄物</li> <li>⑦ 刃物類（未使用など）</li> <li>⑧ 低レベル放射性廃棄物</li> <li>⑨ 抗悪性腫瘍剤（細胞毒性物質）</li> <li>⑩ 化学系廃棄物</li> </ul>
発生源における対処方法（分別、貯留など）	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 医療廃棄物の分別</li> <li>◇ 液状、刃物類、非刃物類および固形状</li> <li>◇ 明確な色別化またはバイオハザードシンボル使用</li> <li>◇ 梱包材料の適正使用（防水効果、耐衝撃性のあるプラスチックバッグ、耐裂性容器）</li> <li>◇ 貯留場所の確保と貯留時間の最小化</li> </ul>
収集運搬方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 梱包材料の開口部の密閉</li> <li>◇ 廃棄物容器の破損の防止</li> <li>◇ 運搬カートの殺菌</li> <li>◇ 医療廃棄物専用運搬車の使用</li> </ul>
中間処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 刃物類（血液など付着） 化学的消毒または蒸気滅菌または焼却後、埋立処分</li> <li>② 感染に関連した培地と株 蒸気滅菌または焼却または熱不活化または化学的消毒後、埋立処分</li> <li>③ 血液および血液製剤 焼却後、埋立処分、下水処理システムまたは施設内嫌気性消化処理システムに放流</li> <li>④ 病理廃棄物 焼却または蒸気滅菌後、埋立処分、熱不活化または化学的消毒粉砕後、埋立処分</li> <li>⑤ CDCの定めた隔離廃棄物 焼却または蒸気滅菌後、埋立処分</li> <li>⑥ 実験動物関係廃棄物             <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 屍体、体液、床敷き 蒸気滅菌、粉砕または焼却後、埋立処分</li> <li>(b) 体液 熱不活化または化学的消毒後、埋立処分または下水処理システムに放流</li> </ul> </li> <li>⑦ 刃物類（未使用など） 蒸気滅菌または焼却後、埋立処分 化学的消毒、マトリックスでカプセル化後、埋立処分</li> <li>⑧ 低レベル放射性廃棄物 化学的処理（蒸気滅菌は厳禁）</li> <li>⑨ 抗悪性腫瘍剤（細胞毒性物質） 化学的処理（蒸気滅菌は厳禁）</li> <li>⑩ 化学系廃棄物 化学的処理（蒸気滅菌は厳禁）</li> </ul>

## 5. 米国における「医療廃棄物追跡法」（1989年6月－1991年6月）

米国東部海岸海水浴場に使用済み注射器や血液残留採血瓶などが1988年7月末までに約2,000個、1トン以上漂着し、遊泳禁止になるなど大騒ぎになった事件があった。しかも一部の医療廃棄物からHIVなどが検出された。この事件を契機として米国連邦議会はニューヨーク、ニュージャージー、コネチカット、ロードアイランド州などで2年間の時限立法として「医療廃棄物追跡法」を成立させた。トラッキング（追跡）とは一種のマニフェストシステムであるが、その対象は、病院、医師、歯科医師、獣医師、保養所、葬儀場などである。トラッキングの対象となるものは、伝染病患者からの隔離廃棄物、感染に関連した培地と株、病理廃棄物、血液など、シャープな器具（使用済、未使用とも）、汚染された実験動物廃棄物である。暫定期間の2か年に施行地域は、トラッキングシステムの効果、有用性の調査、医療廃棄物がもたらす潜在的脅威に関するコメント、医療廃棄物の種類、発生量、全国規模の法制化へ向けての意見をEPAに報告しなければならないことになっていた。その結果についてはすでに述べたとおりである。

## 6. 欧州における医療廃棄物の規制

EC（欧州共同体）では「共通指導要項策定特別委員会」を設置して医療廃棄物の処理処分についての指針を公表し、それに基づいて、各国のおかれている状況を考慮して具体的に規制するように指導している。その内容は病院、診療所、サナトリウムなどの医療機関を対象に広く医療廃棄物を安全物と危険物に区分し、その排出、収集、貯留、搬出に関するシステムなどを呈示し、危険物は医療機関側の負担と責任において完全焼却するか、完全消毒する。そして、焼却炉についてはその構造および取扱いについて、またベット100床以上の病院には廃棄物管理責任者を置くように指導している。そして、これらを発展させて、1995年8月に「Analysis of Priority Waste Streams Healthcare Waste Strategy Document」を公表している。

各国別ではデンマークが古くから法制化（1932年）をして医療関連廃棄物を規制している。ドイツは1972年に中央政府の法律として「廃棄物処分法」が制定され、その後、数回の改正を経て、1986年に「廃棄物忌避および処分に関する法律」と改名して現在に至っている。そして、有害廃棄物を要特別監視廃棄物と除外廃棄物に分けて規制している。医療廃棄物に関するものは前者として取扱われている。要特別監視廃棄物とは産業体または企業体あるいは公共機関からの廃棄物で、種類と量のために、時に健康、大気、水に害を及ぼすか、爆発性、引火性があるか、あるい

は伝染病菌などを含有しているか、または発生可能なものとしている。ドイツで1995年に発表された連邦環境行政法による医療廃棄物の管理について表5、図1、図2に示す。オランダにおける要注意医療廃棄物対策について表6に示す。

オランダにおける要注意医療廃棄物とは医療廃棄物のうち、感染性を有し、倫理的・美観的にも要注意とされる廃棄物をいう。要注意医療廃棄物を刃物類、微生物学研究室からの廃棄物、血液など、病理廃棄物、隔離病棟からの廃棄物および実験動物関係廃棄物に分類し、耐裂性・耐衝撃性の永久ロック式プラスチック容器を使用し、発生源が分かるようにバーコードを付与していることが特徴的である。要注

表5 Quantities of healthcare waste arising in European Member States

Member State	Risk waste (infectious) (t/a)	Other healthcare waste (t/a)	Total amount (t/a)	Date of survey
Belgium	13, 700	96, 250	110, 000	1992
Danmark	10, 000	—	10, 000	1989
France	105, 000	59, 500	700, 000	1990
Germany	28, 000	59, 000	87, 000	1990
Greece	—	—	—	—
Ireland	9, 000	12, 500	21, 500	—
Italy	55, 000	150, 000	215, 000	1991
Luxembourg	—	—	—	—
Netherlands	8, 500	147, 000	155, 500	1992
Portugal	15, 000	35, 000	50, 000	
Spain	23, 000	190, 000	213, 000	
United Kingdom	308, 000		308, 000	1991

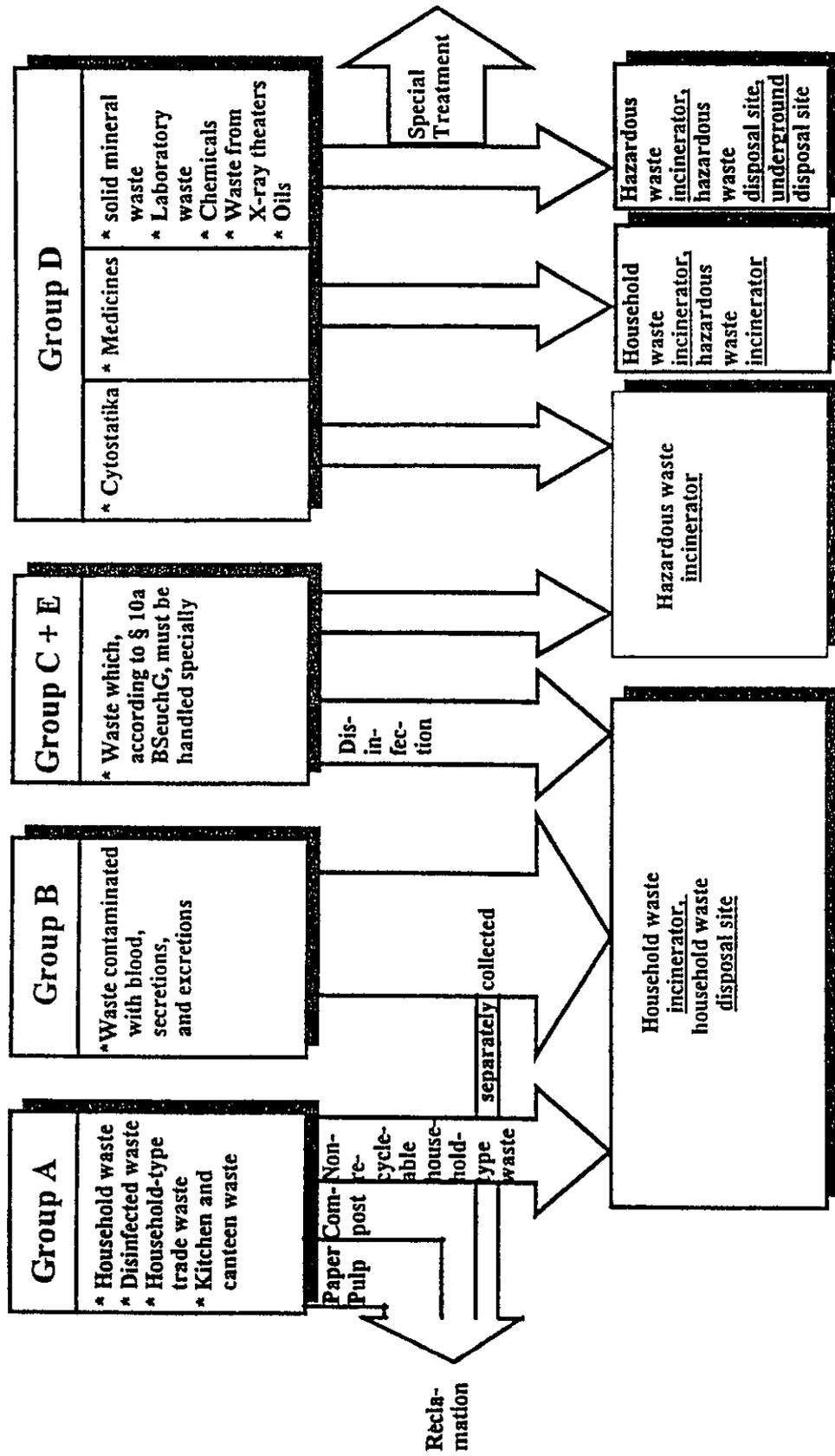


图 1 Segregation and treatment of health care waste in accordance with the “L A G A – guideline”

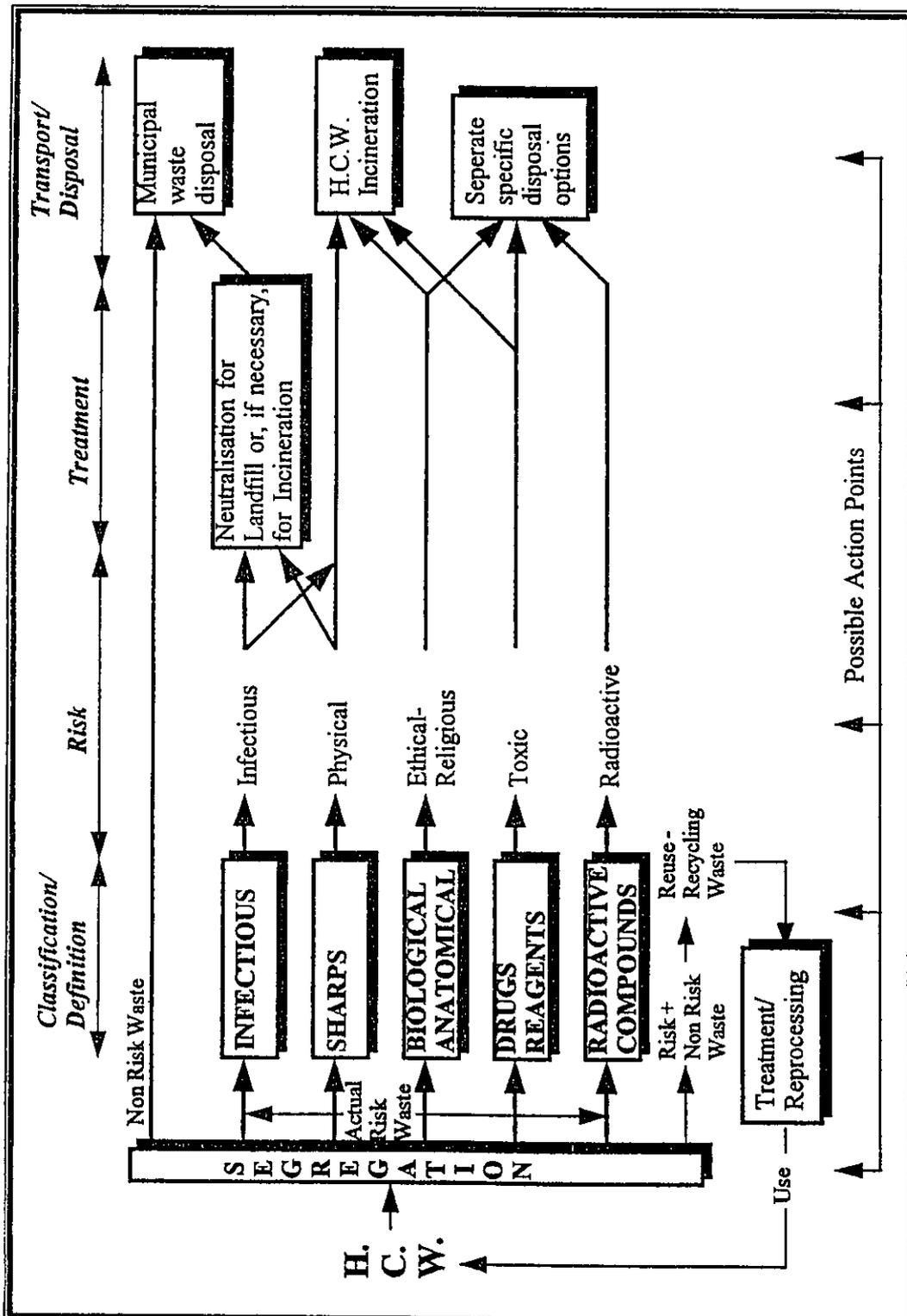


图 2 E C - S 策略用于风险和非风险医疗保健废物的分离

表6 オランダにおける要注意医療廃棄物対策

要注意医療廃棄物：医療廃棄物のうち、感染性を有し、倫理的・美観的側面から要注意とされる廃棄物をいう。

分 類	<ul style="list-style-type: none"> <li>①刃物類（損傷性廃棄物）</li> <li>②微生物学研究室からの廃棄物</li> <li>③血液など</li> <li>④病理廃棄物</li> <li>⑤隔離病棟からの廃棄物</li> <li>⑥実験動物関係廃棄物</li> </ul>
容 器	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇耐裂性，耐衝撃性の永久ロック式プラスチック容器</li> <li>◇液漏れ防止</li> <li>◇発生源の分かるバーコード付与</li> <li>◇RI物質の検査</li> </ul>
発 生 量	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇医療廃棄物：15万トン／年</li> <li>◇要注意医療廃棄物：8,000トン／年</li> </ul>
中 間 処 理	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇“ZAVIN”（Ziekenhuis Afval Verwerkings Installatie Netherland；Dutch hospital waste processing plant；オランダ医療廃棄物処理プラント；約20億円） 年間処理能力 6,000トン（時間処理能力 1トン）</li> <li>◇二段燃焼方式－廃熱ボイラー排ガス処理方式 焼却炉：一次燃焼室：低空気比燃焼，850℃ 二次燃焼室：過剰空気比燃焼，900－1000℃ 滞留時間 2秒（850℃） 廃熱ボイラー出口：250℃ 排ガス処理：湿式二段スクラバー （スクラバー排水は処理） 活性炭フィルター 120℃ 脱窒 1994年までに設置予定</li> </ul>

意医療廃棄物の年間発生量は8,000トンであり、中間処理として二段燃焼方式を採用して大部分の廃棄物を処理している。

#### 7. 米国の医療機関における具体例

米国の医療機関におけるUniversal Precautionsの具体例として医療行為を行う場合の感染防止対策（Tucson Medical Center, Tucson, Arizona）を表7に、医療廃棄物の管理（Harper Hospital, Detroit, Michigan）を表8に、医療廃棄物の収集運搬（San Francisco General Hospital, San Francisco, California）を表9に示すとともに、

院内感染防止対策および医療廃棄物管理に関するトレーニングと教育（Children's Hospital National Medical Center, Washington, D. C.）を表10などについて詳細に報告する。

## 8. 米国における感染性廃棄物の新処理技術

米国では、従来の焼却、高圧蒸気滅菌などの中間処理技術のほか、マイクロ波、マクロ波、放射線照射、電子線照射などによる滅菌方法が開発されつつあり、一部は実用化されている。これらの装置のほとんどは院内タイプであり、焼却に比べて割安であるといわれている。多くの技術では、医療廃棄物の容積を顕著に削減（60%以上）でき、焼却処理と違って排気について心配する必要がないようである。これらの大部分は病理廃棄物には向かない。

これらの処理法に起因するヒトへの健康影響に関する研究は十分とはいえず、新しい方法を採用する場合には、処理従事者が受ける可能性のある新たな危険について明らかにする必要がある。

### (1) マイクロ波滅菌

感染性廃棄物にマイクロ波を利用して処理する方法は、最初ドイツで考案され、ヨーロッパで始められ、最近アメリカでも市場に出回り始めた。本装置は院内型と車両搭載型がある。院内型の第1号は、1990年にノースカロライナ州で設置された。その直後、第2号のマイクロ波を利用した処理システムがカリフォルニア州で操業中の自治体の廃棄物焼却施設の附属設備として設置され運転されている。

廃棄物を外部と遮断された空間内で粉碎し、チャンバーに送ってマイクロ波の照射によって滅菌する。マイクロ波は波長約1m以下の電磁波であり、周波数にすると300-30000MHzをいう。一例として、波長5cm、2500Vという相対的に周波数の高いマイクロ波を照射すると、感染性廃棄物の表面から内部に至るまで均一に加熱され、滅菌される。本法は、廃棄物の外部から熱処理するほかの方法と決定的に異なり、効率的であるといわれている。ただし、マイクロ波の透過性は廃棄物の表面から5インチ位であるので、熱や蒸気の通りを容易にするために廃棄物を細かく裁断し、湿熱を浸透させなければならない。

ほかの処理技術の場合と同様、コンピュータが使用されており、非感染化を確実にを行うためのパラメーターが決められ、装置の適正な運転に寄与している。廃棄物の滅菌に必要な火力や温度条件はオートクレーブと同じである。また、生物学的インジケータとして「Bacillus subtilis」の微生物胞子を使用して行われたアメリカ

での性能試験で、処理後の廃棄物は滅菌済みとみなせると報告されている。

RTI (Research Triangle Institute) によれば、マイクロ波滅菌はオートクレーブ滅菌の一種とみなされると結論づけている。オートクレーブ滅菌同様、感染性廃棄物の90%をこのマイクロ波滅菌で非感染化（本法を病理廃棄物に適用することは困難である）することができる。エネルギー消費は焼却処理に比べて小さい。マイクロ波処理装置の操作は簡単であり、訓練を受けなくても扱えるように設計されている。廃棄物の処理レベルや処理時間はあらかじめシステムに組み込まれている。

このシステムによる健康への危険性は、破碎装置へ廃棄物を投入中やそのメンテナンス中などに気化した化学物質に処理従事者が曝されることである。

### (2) マクロ波滅菌

マイクロ波滅菌と同様の原理であるが、電磁波にマクロ波（5-100MHz）を使用するところが異なる方法であり、マクロ波滅菌を電熱不活化法（ETD）ということもある。一例として、波長3-4m、5000Vという相対的に周波数の低い電磁波の振動エネルギー場を利用して、感染性廃棄物全体を均一に加熱し、滅菌する。マクロ波はマイクロ波に比べて透過性が強く有利であるなどの利点がある。

### (3) 放射線照射

放射線照射は、処理に使用する<sup>60</sup>Co（コバルト60）が高価であることや運転コストが高くつくことで、この技術を感染性廃棄物に適用することに積極的ではなかった。しかし、1990年に最初の商業ベースの感染性廃棄物照射施設がアーカンソー州で操業を開始し、カリフォルニア州とニュージャージー州でも、新しい施設が計画中であるといわれる。

放射線には $\alpha$ （アルファ）線、 $\beta$ （ベータ）線、 $\gamma$ （ガンマ）線などがあるが、滅菌処理に適用できるのは、コバルト60などの放出するガンマ線である。ガンマ線は波長の短い電磁波であり、透過性が強く、電離作用があるので、廃棄物に照射すると、その中に混入している病原微生物を不活化して滅菌することができる。

RTIの分析によれば、処理の仕方はありふれたものである。滅菌条件の設定には、生物学的インジケータとして「Bacillus pumilis」を用いる。なお、感染性廃棄物を入れた容器が等量の放射線を浴びたことを確認するために、数箱ごとにフィルムを挟むことになっている。EPAは、本システムによっても病理廃棄物を処理することは適当でないとしている。

放射線照射による滅菌は、処理従事者に対する放射線被曝による健康影響などの問題があることを忘れてはならない。

#### (4) 電子線照射

電子発生器によって発生した高エネルギー電子を感染性廃棄物に照射することにより、滅菌する方法である。電子線が細胞内に入ると、強い反応性分子を生成して核酸を攻撃するとともに、少量のオゾンや過酸化水素も生成して病原微生物を不活化する。本法はカリフォルニア州にある企業が、感染性廃棄物の処理プロセスとして適用することを提案している。

これらの新処理技術を認定するために、STTATT (The State and Territorial Association on Alternative Treatment Technologies) が「医療廃棄物処理技術の承認に関する州ガイドライン (State Guideline for Approval of Medical Waste Treatment Technologies)」を発表している。本ガイドラインはA. 微生物不活化の定義, B. 代表的な生物学的インジケーター, C. 微生物不活化の定量, D. 有効性試験・プロトコール, E. 技術承認プロセス, F. 処理場承認プロセス, G. 使用者による確認, H. 小型医療廃棄物処理装置, I. 過去に承認された技術, J. 廃棄物残渣の処分, K. 操作員の訓練, L. 研究開発, で構成されている。ここではA. からE. までを表11に示す。

#### (参考) ガス化溶融炉

廃棄物を粉碎し、熱分解炉400℃以上で蒸し焼きにして、熱分解ガスと熱分解残渣を生成させて熱分解残渣より鉄、アルミニウム、ガラスなどの有価物を選別して回収する。熱分解ガスとカーボン残渣を溶融炉の熱源として1400℃程度の高温で焼却灰などを溶融し、ガラス状スラグとして排出する。ガス化溶融炉は、十分な滞留時間と高温燃焼によってダイオキシン類の排出を著しく抑制することができる。排出されたガラス状スラグは建設骨材、路盤材として利用し、熱回収で発生させた高温蒸気で発電することも可能である。

表 7 Tucson Medical Center  
Tucson, Arizona

Barrier Usage Guidelines	Universal Precautions and Isolation Systems				
Procedure	Wash Hands	Gloves	Gown	Mask	Eyewear
Talking with patient					
Adjusting I. V. rate or noninvasive equipment					
Examining patient without touching blood, body fluids, mucous membranes	*				
Examining patient with contact with blood, body fluids, mucous membranes	*	*			
Drawing blood	*	*			
Inserting venous access devices	*	*	Use gown, mask, eyewear if bloody fluid splattering is likely		
Handling soiled waste, linen, other materials	*	*	Use gown, mask, eyewear if bloody fluid splattering is likely		
Operative and other procedures that produce extensive splattering of blood or body fluids	*	*	*	*	*
Handling lab specimen	*	*	Use gown, mask, eyewear if bloody fluid splattering is likely		
Inserting arterial access devices	*	*	*	*	*

表 8 Harper Hospital  
Detroit, Michigan

Medical Waste Emergency Rules	【State of Michigan】	Medical Waste Management
<p style="text-align: center;">Generators</p>	<p style="text-align: center;">Categories of Infectious Medical Waste</p>	<p style="text-align: center;">Suggested Methods of Infectious Medical Waste Management</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambulance operations</li> <li>• Advanced mobile emergency care services</li> <li>• Limited advanced mobile emergency care services</li> <li>• Laboratories(research, analytical, or clinical)</li> <li>• County medical care facility</li> <li>• Freestanding surgical OP clinics</li> <li>• Health maintenance organizations</li> <li>• Homes for the aged</li> <li>• Hospitals</li> <li>• Nursing homes</li> <li>• Hospices</li> <li>• Physicians</li> <li>• Dentists</li> <li>• Veterinary clinics</li> <li>• Podiatrists</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures and stocks of infectious agents and associated biologicals, including laboratory waste, biological production wastes, discarded live and attenuated vaccines, culture dishes, and related devices</li> <li>• Liquid human and animal waste, including blood and blood products and body fluids, but not including urine or materials stained with blood or body fluids</li> <li>• Pathological waste—human tissue, organs, products of conception, body parts other than teeth, and body fluids removed by trauma or in surgery, autopsy, or other medical procedure and not fixed in formaldehyde</li> <li>• Sharps—needles, syringes, scalpels, intravenous tubing with needles attached, and any other medical or laboratory instruments or glassware that might cause punctures or cuts, excluding needles used by an individual in his home as prescribed by his physician</li> <li>• Contained wastes from animals that have been exposed to agents infectious to humans, these being primarily research animals</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Store in closed, labeled, puncture—proof containers, decontaminated by autoclaving or incineration</li> <li>• Flushing down sanitary sewer</li> <li>• Decontamination by autoclaving or incineration</li> <li>• Solidifying</li> <li>• Sanitary landfill</li> <li>• Incineration or cremation</li> <li>• Grinding and flushing into a sanitary sewer</li> <li>• Burial in a cemetery(must be transported in leak—proof containers)</li> <li>• Grinding to render unrecognizable, stored in closed, puncture—proof containers and disposed of in a sanitary landfill</li> <li>• Stored at the facility in rigid, puncture—proof containers, labeled and disposed of in a sanitary landfill</li> <li>• Incineration or decontamination and grinding that renders the objects unrecognizable and placed in sealed, rupture—proof containers and disposed of in a sanitary landfill</li> <li>• Other process approved by the department</li> <li>• Incineration or burial in sanitary landfill or burial in sanitary landfill in labeled, double containers that are leak—proof and puncture resistant and sealed to prevent escape of fluids or materials. Contaminated animal organs disposed of separately shall be rendered unrecognizable.</li> </ul>

Adapted from Bureau of Health Facilities Administration, State of Michigan.

表 9 San Francisco General Hospital  
San Francisco, California

Waste Collection Transport and Disposal Chart

Waste	Containment and Transport	Responsibility	Final Disposal
Infectious Waste			
1. Needles/sharps and syringes for injection and aspiration	1-2. Rigid-walled container located as near site of use as possible, place in "Infectious Waste" box located in chute room	1-6. Housekeeping	1-6. Off-site incineration
2. Unprocessed blood specimens for disposal			
3. Fluid-filled disposable suction devices/bags	3-6. Infectious waste-covered containers lined with red bags		
4. Blood transfusion bags and administration sets			
5. Blood-soaked waste from Operating Room, Delivery Room, and Trauma Rooms	1-6. Transported by infectious waste cart		
6. Dialyzer peritoneal dialysis bags			
7. Large-volume urine and stool	7. Utility hoppers/sinks(not used for hand washing or food preparation)	7. Care providers	7. Sanitary sewer
8. Specimens and their disposable containers	8-9. Step-on pedal cans lined with tan/buff liners	8-9. Lab utility area	8-9. Autoclaved in utility area and disposed of by sanitary landfill
9. Cultures of patient specimens			
10. Body parts, animal and human	10. Transported by utility cart	10. Morgue attendant and animal lab attendant	10. Incineration on site