

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	小規模医療機関から発生する感染性廃棄物の危険排出事象及び排出機序に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	杉本大輔
Author(English)	Daisuke Sugimoto
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第18号, 授与年月日:2024年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 史武,村山 武彦,阿部 直也,時松 宏治,錦澤 滋雄
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第18号, Conferred date:2024/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

博士論文

小規模医療機関から発生する感染性廃棄物の危険排出事象及び排出機序に関する研究

2024 年 12 月

東京科学大学

環境・社会理工学院 融合理工学系 地球環境共創コース

杉本 大輔

指導教員

高橋 史武

要約

感染性廃棄物の安全/危険排出事象に至る機序は不明な点が多い。本研究は国内の小規模医療関係機関等（20床未満）に着目し、状況的要因、経済的要因、物理的要因、偶発的要因、認知的危険性、認知的困難性、煩雑性、容器容量への認知、これらを安全/危険排出事象の実績と照査し9つの仮説を提示・検証することで、当該廃棄物の安全/危険排出事象の機序に関する新たな知見を得ることを目的とした。

安全に排出された感染性廃棄物専用容器は全体の62.3%、一方で危険排出事象に分類された容器は全体の37.7%であった。

小規模医療関連機関等での年間平均排出量は約426Lであり、動物診療施設が最も多く、次いでヒトを対象とする診療施設であり、最も低かったのは歯科診療所であった。小規模医療関連機関等では感染性廃棄物の容器を1年間に約1～2回程度排出するケースが多く、多くても5回程度の排出に留まることを見出した。

危険排出事象に至る状況的要因、経済的要因、物理的要因、偶発的要因機序は次のように提案される。感染性廃棄物の危険排出事象は排出頻度に影響を受けていない。危険排出事象全てのケースにおいて、小さな容量よりも大きな容量の容器に危険排出事象が発生しやすい傾向にあり、容器変形と過重量の関連性について、過重量となっているのは大容量容器に顕著に多い。過重量となっている容器は容器変形となる確率が推奨される安全重量での排出容器と比較して高くなる。廃棄物処理コストを下げるために過充填された容器は過重量を引き起こし、容器変形を誘発する原因となっている。完全密閉に必要な最大押圧力は女性の平均押圧力を上回っており、女性看護師が容器を押圧して完全密閉する際、必要押圧力の不足から不完全密閉が発生していることを示唆している。

危険排出事象に至る認知的危険性、認知的困難性、煩雑性、容器容量への認知に係る機序は次のように提案される。排出作業への煩わしさや容器状態への危険性認知は危険排出事象を誘発する主要因ではない。容器の汚れは接触忌避の認知を引き起こし、蓋を足で押して閉める行動を誘発した上で不完全密閉に至る。分別方法が難しいと認知されると、容器への無分別な投入が誘発され、結果として容器変形へとつながる、

安全排出基準適合未達医院では容器容量が必要量に対して不十分と認知されるため、容器への過充填から誘発される過重量、そして不完全密閉が誘発される。そして過重量が容器変形、容器破損、内容物のはみ出しを並行して誘発させる。ただし、容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的である。安全排出基準適合医院では、特に容器状態と危険排出事象を誘発する行動（容器を足で動かすなど）に多くの有意な関連性が示された。ただし安全排出基準適合医院では適切に感染性廃棄物が排出されており、危険排出事象に至る前にそれを防ぐ機序が働いている。一方で、安全排出基準適合未達医院では有意な関連性が見出されず、危険排出事象に至る要因が認知されていない為に、危険排出事象に至る未然の防止機序が働いていない可能性が示唆された。

感染性廃棄物の安全排出に必要なことは、医療従事者となる者への教育を医科・歯科・獣医科・看護学校等で履修すること、すでに医療従事者となっている者への啓発活動または再教育を行っていくことによって、適切な知識の修得と不可欠な関心と注意、動機付けを持たせることが重要であると考えられる。また、感染性廃棄物の専用容器については、密閉性やその他の性能を損なわずに医療従事者、特に女性看護師の押圧力でも完全密閉しやすい容器の開発と普及が喫緊の課題である。本研究は今後のさらなる検討によって国内医療の質、特に医療安全の向上と公衆衛生の担保に貢献することを目標としている。

目次

1. 緒論	1
1.1 感染性廃棄物の定義と分類	2
1.2 感染性廃棄物の処理	4
1.2.1 感染性廃棄物の判断基準	4
1.2.2 感染性廃棄物の処理フロー	6
1.3 感染性廃棄物の社会的問題	7
1.4 感染性廃棄物に関するデータと既往の研究	13
1.4.1 国内の医療施設及び感染性廃棄物の排出状況	13
1.4.2 感染性廃棄物の処理状況	17
1.4.3 感染性廃棄物の専用容器	18
1.4.4 感染性廃棄物専用容器に係るトラブル	19
1.4.5 感染性廃棄物処理に係る問題事例	21
1.4.6 感染性廃棄物の分別	22
1.4.7 医療従事者に対する感染性廃棄物に係わる教育	23
1.5 新型コロナ（COVID-19）と感染性廃棄物	27
1.6 研究目的	31
1.7 補足	33
2. 感染性廃棄物の安全及び危険排出事象の実態調査	35
2.1 調査方法	36
2.2 調査結果	41
2.3 実務経験に基づく考察と補足説明	48
2.4 結言	49
3. 感染性廃棄物の安全及び危険排出事象に関する非心理的要因の分析	51
3.1 状況的要因（排出頻度）	52
3.1.1 第1の仮説の導出理由	51
3.1.2 仮説1の検証方法	53

3.1.3 仮説 1 の検証結果	53
3.2 経済的要因（処理コスト）	56
3.2.1 第 2 の仮説の導出理由	56
3.2.2 仮説 2 の検証方法	57
3.2.3 仮説 2 の検証結果	58
3.3 物理的要因（必要押圧力）	61
3.3.1 第 3 の仮説の導出理由	61
3.3.2 仮説 3 の検証方法	61
3.3.3 仮説 3 の検証結果	62
3.4 偶発的要因	65
3.4.1 第 4 の仮説の導出理由	65
3.4.2 仮説 4 の検証方法	66
3.4.3 仮説 4 の検証結果	66
3.5 結言	68
4. 感染性廃棄物の安全及び危険排出事象における心理的要因の分析	72
4.1 さらに仮説提示への動機	73
4.2 仮説の導出理由	74
4.3 アンケート調査の概要	77
4.4 仮説の分析手法	80
4.4.1 Scheffé の一対比較法（中屋の変法）による危険認知度の数値化	80
4.4.2 回答データと統計分析	82
4.5 結果と考察	84
4.5.1 危険排出事象に直結する容器状態を経験したとする認知と 実際の危険排出事象実績の関係	84
4.5.2 対象作業への危険認知度（仮説 5 の検証）	86
4.5.3 容器の大きさへの認知と危険排出事象の誘発過程の考察 （仮説 6 の検証）	90
4.5.4 容器を密閉する困難性への認知（仮説 7 の検証）	93

4.5.5 容器を密閉すること及び容器を入れ替えることに対する煩わしさ （仮説 8 と 9 の検証）	94
4.6 検証結果のまとめ	95
5. 安全および危険排出事象に至る機序	99
5.1 危険排出事象に至る機序の検討	100
5.2 結言	103
5.3 対応中の事項および危険排出事象の違法性	104
5.4 研究限界と今後の検討事項	106
6. 結言	108
6.1 結言	109
6.2 推奨事項	111
7. 参考文献	113
8. 謝辞	121

第 1 章

緒論

1.1 感染性廃棄物の定義と分類

特別管理廃棄物は、「爆発性，毒性，感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有する物」として令で定めた廃棄物であり，特に感染性一般廃棄物，並びに感染性産業廃棄物（以下，感染性廃棄物と記す）は「医療関係機関等（病院，診療所（保健所，血液センター等はここに分類される．），衛生検査所，介護老人保健施設，介護医療院，助産所，動物の診療施設 及び試験研究機関（医学，歯学，薬学，獣医学に係るものに限る．）から生じ，人が感染し若しくは感染する病原体が含まれ，若しくは付着している廃棄物，又はこれらのおそれのある廃棄物」と定義される（環境省 2022）（図 1.1）．

なお，「医療廃棄物」という言葉は狭義（感染性廃棄物を扱う医療及び処理従事者の間）では医療関係機関等から排出される感染性廃棄物を指すものの，広義では医療関係機関等から排出される，非感染性廃棄物を含む全般的な廃棄物（事業系一般廃棄物及び産業廃棄物）（表 1.1），または一般家庭から排出される在宅医療廃棄物（家庭系廃棄物）を指し，必ずしも特別管理（一般・産業）廃棄物である感染性廃棄物であることを意味しない．「医療廃棄物」又は「医療系廃棄物」は通称であって法令上の用語ではない．但し，本研究では引用箇所に「医療廃棄物」，「医療系廃棄物」，若しくは「医療関係廃棄物」と記載がある場合は，そのまま引用していることを注記する．

本研究では「適正排出」を「安全排出」，「不適正排出」を「危険排出事象」，「適正排出医院」を「安全排出基準適合医院」，「不適正排出医院」を「安全排出基準適合未達医院」とそれぞれ表しているが，引用部分に関しては，原文のままであることを注記する．また，第 2 章での実態調査期間中になんら危険排出事象を確認しなかった小規模医療機関を「安全排出基準適合医院」，1 箱でも危険排出事象が確認された小規模医療機関を「安全排出基準適合未達医院」としてそれぞれ分類しているが，すべての「安全排出基準適合未達医院」が容器すべてを継続的に「危険排出事象」として排出しているわけではないことを注記する．

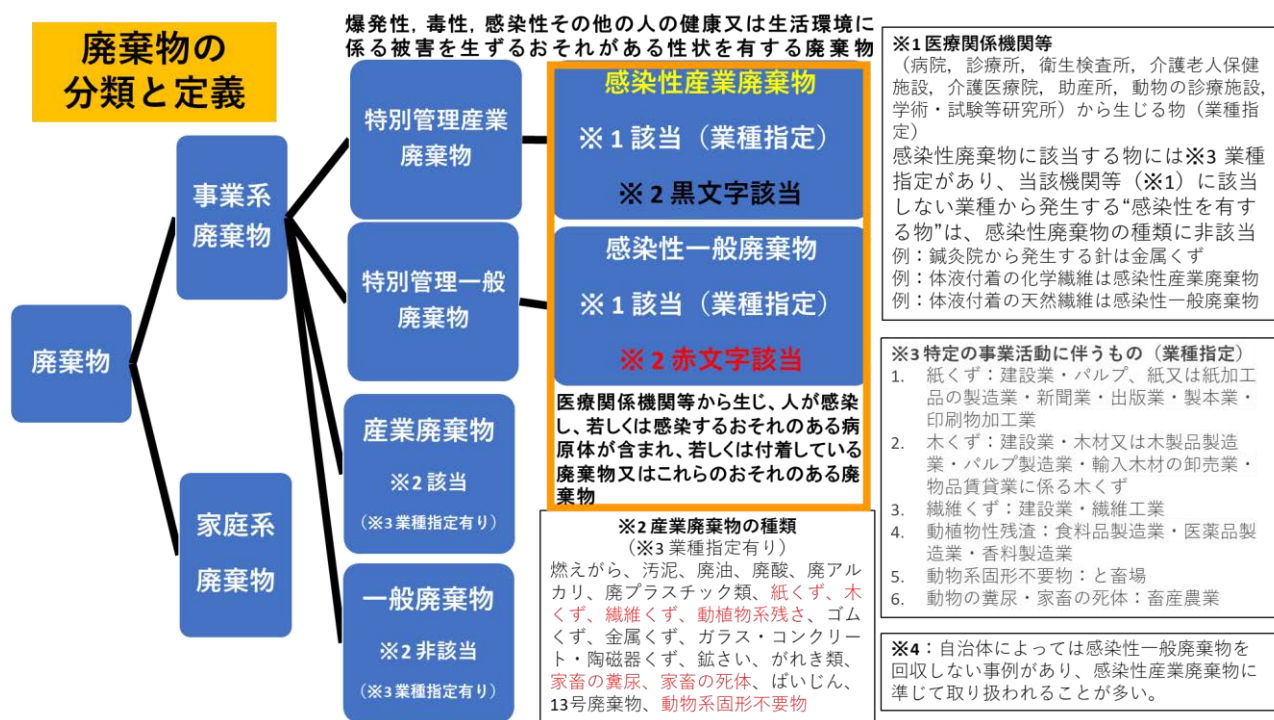


図 1.1 感染性廃棄物の分類と定義

（出典：環境省 2022 の資料を基に著者が作図）

表 1.1 医療関係機関等から発生する主な廃棄物

(出典：環境省 2022)

種類		例
産業廃棄物	燃え殻	焼却灰
	汚泥	血液（凝固したものに限る.）,検査室・実験室等の排水処理施設から発生する汚泥,その他の汚泥
	廃油	アルコール,キシロール,クロロホルム等の有機溶剤,灯油,ガソリン等の燃料油,入院患者のの給食に使った食料油,冷凍機やポンプ等の潤滑油,その他の油
	廃酸	レントゲン定着液,ホルマリン,クロム硫酸,その他の酸性の廃液
	廃アルカリ	レントゲン現像廃液,血液検査廃液,廃血液（凝固していない状態のもの）,その他のアルカリ性の液
	廃プラスチック類	合成樹脂製の器具,レントゲンフィルム,ビニルチューブ,その他の合成樹脂製のもの
	ゴムくず	天然ゴムの器具類,ディスポーザブルの手袋等
	金属くず	金属製機械器具,注射針,金属製別途,その他の金属製のもの
	ガラスくず,コンクリートくず及び陶磁器くず	アンプル,ガラス製の器具,びん,その他のガラス製のもの,ギブス用石膏,陶磁器の器具,その他の陶磁器製のもの
	ばいじん	大気汚染防止法第2条第2項のばい煙発生施設及び汚泥,廃油等の産業廃棄物の焼却施設の集じん施設で回収したもの
一般廃棄物		紙くず類,厨芥,繊維くず（包帯,ガーゼ,脱脂綿,リネン類）,木くず,皮革類,実験動物の死体,これらの一般廃棄物を焼却した「燃え殻」等

1.2 感染性廃棄物の処理

1.2.1 感染性廃棄物の判断基準

感染性廃棄物の判断については、大きく形状の観点、排出場所の観点、感染症の種類の観点から成り立っているが、これらによって判断できない場合は、専門知識を有する者（医師、歯科医師、獣医師）によって判断される。なお、非感染性でも鋭利な物、破損して鋭利になるものはメカニカルハザードとして感染性廃棄物に準じる扱いをする（図 1.2；図 1.3）。感染性廃棄物の処理フローを図 1.4 に示す。

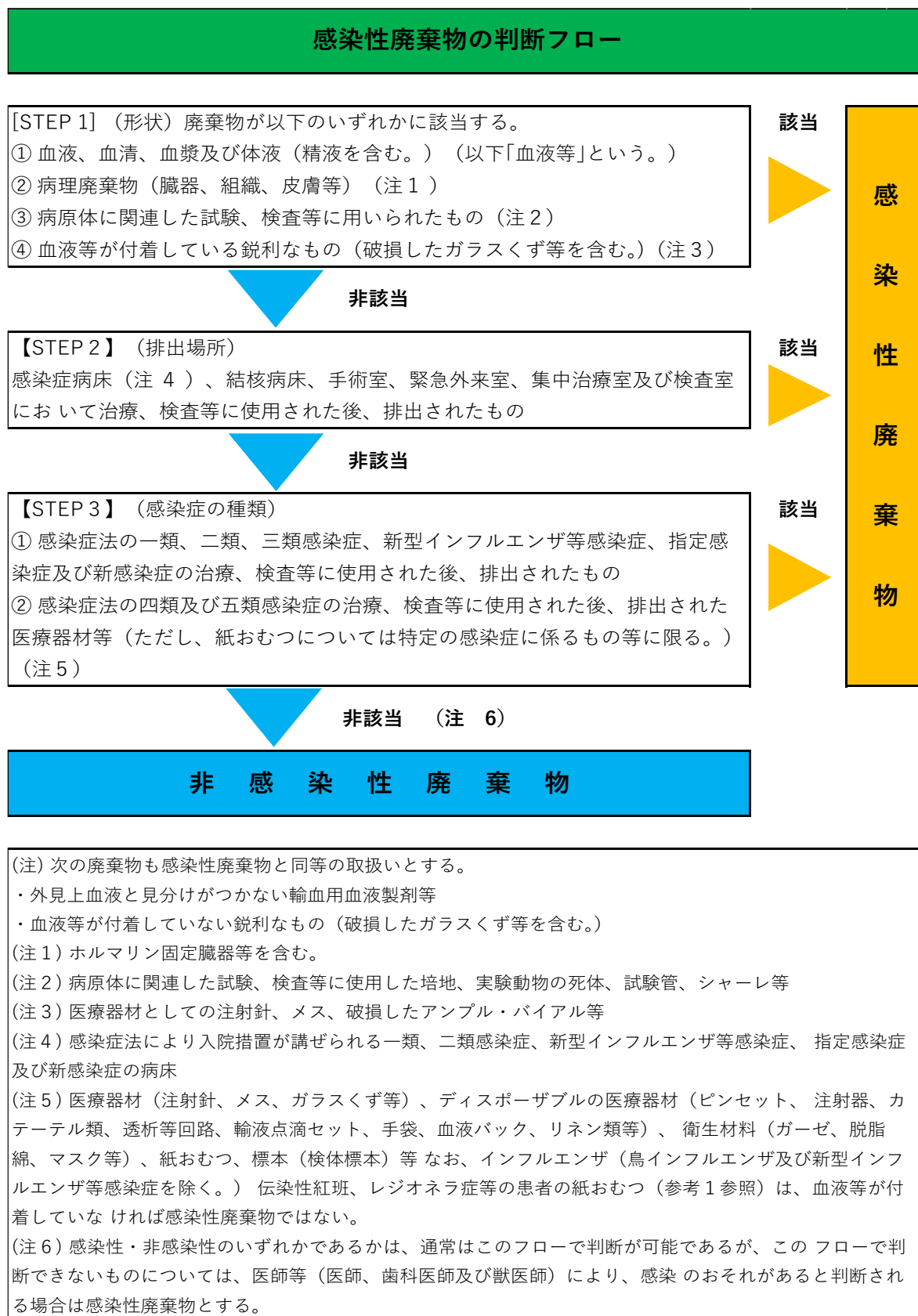


図 1.2 感染性廃棄物の判断フロー

（出典：環境省 2022）

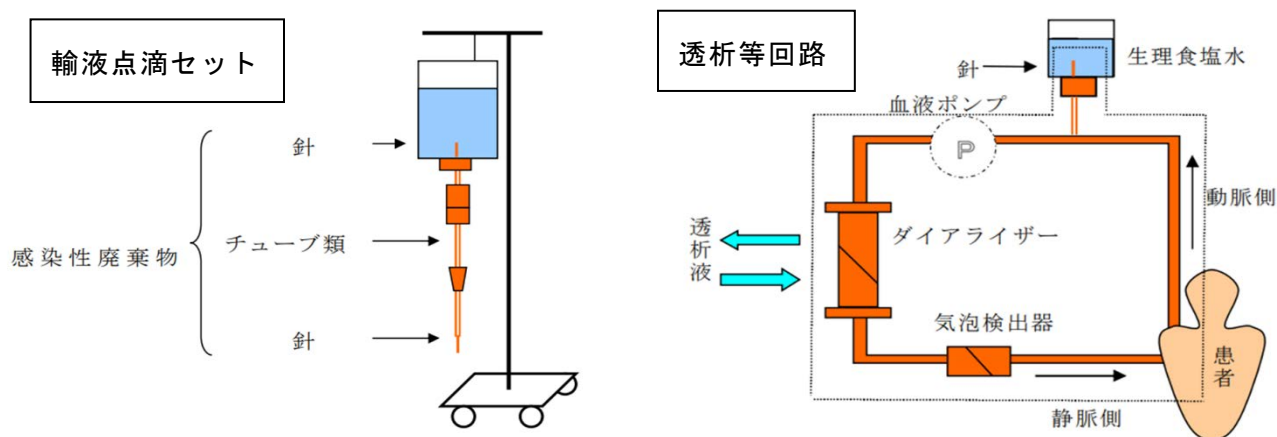


図 1.3 輸液点滴セットと透析等回路について
(出典：環境省 2022)

1.2.2 感染性廃棄物の処理フロー

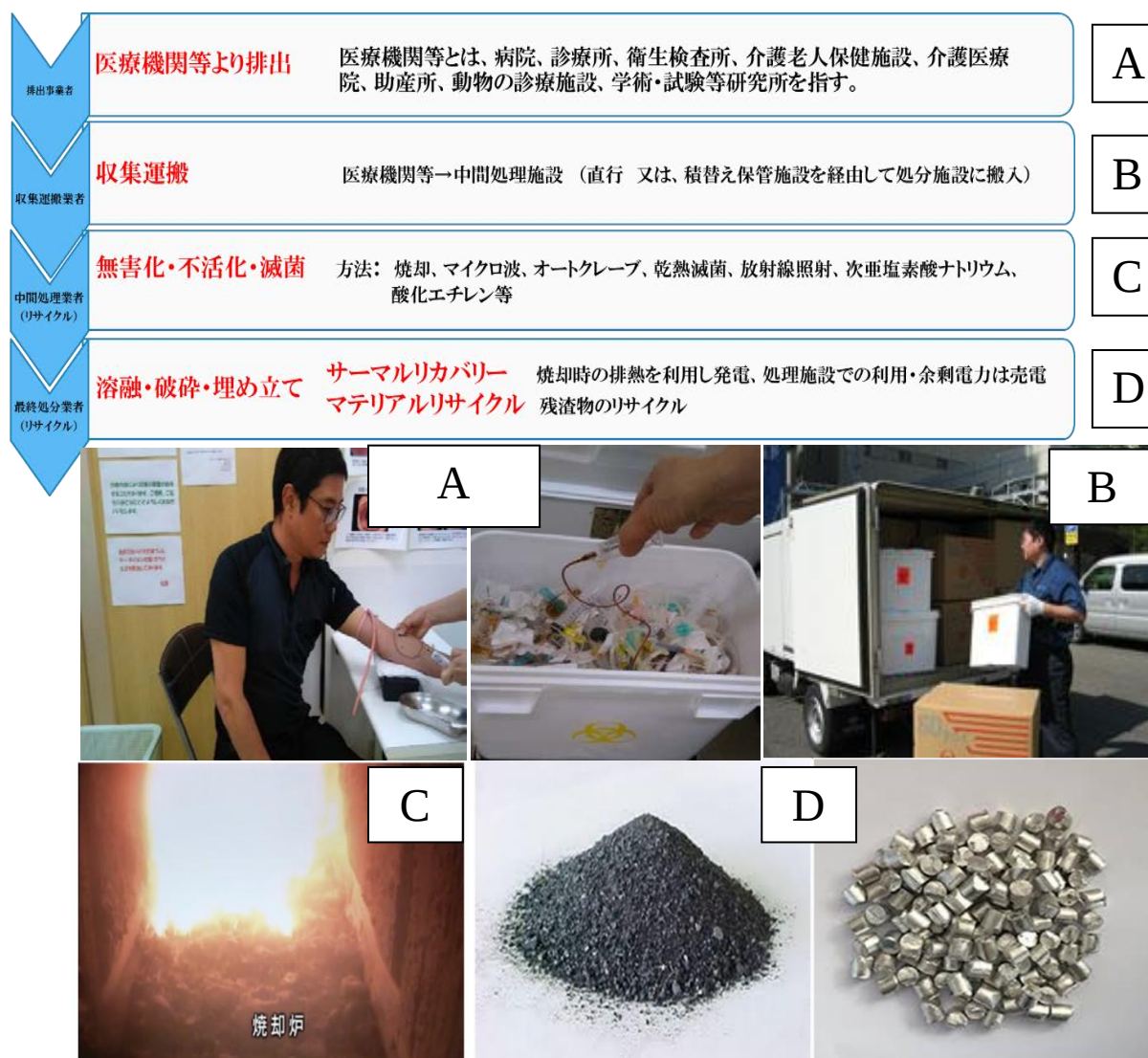


図 1.4 感染性廃棄物の処理フロー
(出典：東京都産業資源循環協会 2024)

1.3 感染性廃棄物の社会的問題

1988 年に設立された国内唯一の感染性廃棄物の研究機関、「医療廃棄物研究会」（現、有害・医療廃棄物研究会）の趣意書には、「医療の進歩に伴い、医療廃棄物が排出され続けているがその問題に多くの人が無関心である。医療機関から排出される廃棄物に関しては不明な点が多く、調査と研究が必要である（木ノ本 2011；鈴木 2013；鈴木 2021；原田 2017；石井 2017）。また、それらの問題点を明らかにし、適正な処理に向けた具体的な対策を検討していく必要がある」と記されている（医療廃棄物研究 1988）。

廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法又は廃掃法：以下、廃掃法という）は 1970 年 12 月 18 日に成立し、同年 12 月 25 日に公布され、翌年の 1971 年 9 月 24 日に交付された。第一章 総則（目的） 第一条にこの法律は、「廃棄物の排出を抑制し、及び廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、並びに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的とする」と記されている。その後、1991 年に改正がなされ、特別管理産業廃棄物制度が導入され、翌年の 1992 年 4 月 7 日に施行された。感染性廃棄物はこの改正の際に導入された、歴史の浅い廃棄物の種類である。

1992 年の改正以前における医療関係機関等から排出される廃棄物に関する法律は、「水質汚濁防止法」及び「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」で規制される物質のみであった。（柳川 1988）。感染性廃棄物は法学において十分に議論されなかった歴史がある。なぜなら、医療に関する法律については医事法学の分野であり、一方で環境に関する法律については環境法学の分野であったため、医事法学と環境法学の学際的狭間に嵌ってしまっていたからである（長島 2017）。

感染性廃棄物の処理コストは他の事業系一般廃棄物や産業廃棄物に比べて安価ではないこと、政府からの医療費削減も相まって適切な設備投資ができないなどの理由から、医療関係機関等から排出される感染性廃棄物の問題は後回しにされてきた実情がある（小酒井 1988）。医療関係機関等から排出される医療廃棄物は、分別もされずに感染性廃棄物や非感染性廃棄物が入り混じり、さらには鋭利物も同梱排出されている状態であった（高月 1988）。

現在は、感染性廃棄物の減容化による環境負荷の軽減ならびに排出コスト削減目的のために分別することが、推奨されているとともに、感染性廃棄物は専用の容器にバイオハザードマークを印し、鋭利物は容器からの突出が起きぬよう堅牢な容器に収納することが求められている（環境省 2022）。同様に、法規制以前、感染性廃棄物は、保管方法や収集運搬方法が確立されておらず、医療関係機関等から発生した注射器は麻薬中毒者や子供らによって持ち去られるケースがあった。さらに焼却処分等の中間処理が行われず、病原体等に汚染されている可能性がある感染性廃棄物は直接埋め立て処分となっていた（白戸 1988）。現在はみだりに人が立ち入れない場所、或いは施錠できる倉庫に保管することが定められている（環境省 2022）。

感染性廃棄物を梱包する専用容器は、一度密閉すると再開封が困難な構造となっている。専用容器は排出場所である医療関係機関等から、特別管理産業廃棄物の感染性（一般・産業）廃棄物の許可を持つ収集運搬業者によって収集され、処分施設まで運搬する。その際、収集運搬業者ならびに処分業者は容器の開封をすることが法律で禁じられている。密閉された感染性廃棄物の容器は内容物が見えないために、容器内で化学反応を起こして有毒ガスを発生する物、医療用ボンベやライターなどの爆発物、キシレンなどの引火物、リチウムイオンバッテリーなどの発火物等の危険物や、医療用計測器に使用される水銀などの重金属が混入されていても確認する術がない（図 2.3G）。

特別管理産業廃棄物である感染性廃棄物は、最終処分場にて埋め立て処分が行われる前に、中間処分場にて病原体等に汚染された当該廃棄物は適切な方法、例えば焼却、熔融、マイクロ波、オートクレーブ、乾熱滅菌、放射線照射、次亜塩素酸ナトリウム、酸化エチレンガス（EOG）等によって、滅菌し無害化することが法律で定められている。しかしながら医療の進歩は多種多様な成分、組成、性状を持つ有害廃棄物、例えば廃抗悪性腫瘍剤、核酸廃棄物、医療用放射性廃棄物を発生させている（柳川 1988）。また、抗生物質は使用頻度や濃度等による薬剤耐性菌を出現させ、その他ヒトに投与された薬剤は排泄から下水を介して生態系に影響を与えている。

デジタル化による進化は水銀含有の医療用計測器を旧式化させ、不要となった体温計や血圧計は適正な処理が行われない場合、大気汚染、水質汚染、土壌汚染の原因と

なり，さらに生物濃縮を経てヒトへの健康被害に繋がることから，医療関係機関等からの回収と適正処理が，今日喫緊の課題となっている（Environment Canada 2013; Schechter et al. 2006; Insa et al. 2010; Verma 2014; Weir 2002）．

このように，医療関係機関等から排出される廃棄物は感染性の有無に係わらず公衆衛生や環境保全問題に密接な係わり合いがある．加えて世界人口の拡大，医療器具のディスポーザブル化に伴って，医療関係機関等から発生する廃棄物は増加の一途をたどっている．注射器やメス，その他のディスポーザブル医療器具の増加によって，医療関係機関等では滅菌処理や焼却処理などの自己処理が困難となり，それら汚染された廃棄物は外部の業者によって処理されることになった．患者にとって安全なディスポーザブル器具は，不適正な排出方法によって，係る処理従事者の安全を脅かしているとすれば，ディスポーザブル器具はその価値を失う（白戸 1988; 柳川 1988）．

感染性廃棄物は図 1.1 で定義される通り，「人が感染し若しくは感染するおそれのある病原体が付着した廃棄物」であり，その発生から収集運搬，中間処分および最終処分の一連の過程で正しく分別され，排出され，安全に運搬され，そして適正に無害化されなくてはならない（環境省 2022; 杉本・高橋 2019; U. S. EPA 2012）．そのためにも排出事業者である医療関係機関等からの特別管理産業廃棄物である感染性廃棄物については処理業者への廃棄物データシート等（Waste Disposal Sheet: 以下 WDS という）を利用した，取扱い方法や処理方法等が記載された情報伝達が必要である．廃掃法は，排出事業者は排出しようとする廃棄物についての内容が記載されたものを処理業者に提供しなければならないと定めている．WDS は，排出事業者が当該廃棄物の成分や性状等を記し，処理業者が適正に処理するために活用する情報であるが，WDS が本来の目的を果たしているとは限らない（早川 2022）．WDS が正確に記載されない場合，処理工程において重大な事故が発生する可能性がある．また，WDS 記載の情報に則った適切な処理方法にも係わらず，実際の廃棄物が記載内容と異なる場合には意図せず不適切な処理となり，環境汚染や事故につながる可能性がある．例えば 2011 年，東京都内の産業廃棄物処理施設において，廃棄物を破砕中に爆発，大規模火災に発展した事例がある．また，2012 年には利根川水系において，基準値を超えるホルムアルデヒドが検出された事例がある．汚染の原因物質であったヘキサメチレンテトラミン

が処理廃液に含有されていることが処理業者に認知されていないがために、不適正な処理方法になったと考えられている（環境省 2012）。医療関係機関等から排出される感染性産業廃棄物は、病原体等を含む湿性生体物質、ガラス製器材、注射針、シリンジ、チューブ、ガーゼ、薬品、病理廃棄物等、多種多様な成分と性状そして物質からなり、内容物が一定しないという特徴がある。また、環境省作成の WDS は十分に網羅的であるものの、大学の化学科レベル以上の専門的知識が必要となる記載項目も多く、排出事業者が提示する内容と処理業者が必要とする情報に隔たりがある（早川 2022）。また、廃掃法は、排出事業者から処分業者への情報提供が必須としているが、収集運搬業者も安全に輸送するためにそれらの情報が必要な場合がある。そこで著者はこれらの状況を鑑み、医療関係機関等から排出される廃棄物は処分業者への一方向的な情報提供だけでなく、排出事業者、収集運搬業者、そして処分業者の三位一体が共有すべき情報を確認目的とした WDS を設計した（杉本・高橋 2019）。現在、（一社）東京都産業資源循環協会の公式な様式として採用されており、医療従事者並びに廃棄物処理業従事者の安全を担保するために「感染性廃棄物適正処理のための相互重要確認事項 廃棄物データシート（WDS）」として広く利用されている。表 1.2 は感染性廃棄物に特化した WDS である。SARS-CoV-2 への対応を含め、必要に応じて改定を重ねている。排出方法や、専用容器の適切な取り扱いの他に、禁忌品の混入防止など、感染性廃棄物の適正処理においては WDS の活用による円滑な情報伝達が重要である。

表 1.2 感染性廃棄物に特化した廃棄物データシート

感染性廃棄物適正処理のための相互重要確認事項 (WDS)				
1	提出年月日	年 月 日		☐ 新規 ☐ 変更
2	排出事業者 排出事業場	名称	電話	
		住所	責任者	
3	廃棄物種類	特別管理廃棄物 感染性廃棄物		
4	廃棄物の性状	☐ 右記の物すべて		☐ 固形状の物 ☐ 鋭利な物 ☐ 液状又は泥状の物
5	廃棄荷姿	☐ 密閉式ポリ容器 ☐ 液体用密閉式ポリ容器 ☐ ダンボール（鋭利物は不可） ☐ その他 相互に合意した容器を使用し、それ以外の容器は使用しない		
6	排出予定数量	() 箱・kg・リットル・本・式 / 週・月・年 ※著しい増減がある場合は WDS を再提出する		
7	感染性廃棄物の定義	「感染性廃棄物」とは、人が感染し、若しくは 感染するおそれのある病原体が含まれ、若しくは付着している廃棄物又はこれらのおそれのある廃棄物		
8	廃棄物の取扱い	手袋、マスク、キャップ、フェイスシールド等の個人防護具（PPE）を適宜使用する		
		標準予防策に準じ、全ての患者の体液、組織には病原体があるものとして考える 未知のウイルスなど感染のリスクが疑われる廃棄物は感染性廃棄物として分別する		
排出事業者確認事項（下記項目 9～12）				
9	専用容器の取扱い	注意事項	容器は、破損・鋭利物の突出・内容物漏洩の可能性がある	
		使用開始時	容器が破損していないか確認する	
		使用中	容器を乱暴に扱わない	
			廃棄物は容器に対して適正な容量と重量を厳守し、容器節減に努める	
			充填容量は容器の 8 割程度	
			適正重量は使用する容器の容量と強度に応じて相互に確認する	
			廃棄物を投げ入れない	
			非感染性でも破損して鋭利になりえる物は感染性と同等に取扱う	
		排出時	容器外周に感染物が付着していないことを確認する	
			容器の変形、破損がないことを確認する	
			容器が確実に密閉されていることを確認する	
			鋭利物が突出していないことを確認する	
			内容物の漏洩がないことを確認する	
			容器外周が汚染されている場合は必ず消毒をする	
液体は、漏洩事故防止のため収集運搬担当者に伝える				
10	禁忌品	下記の物は感染性廃棄物容器内へ混入しない		
		重金属	人体と環境へ重篤、重大な悪影響を及ぼす水銀などを含む有害質	
		試薬類	処分までの過程で、毒性ガス・火災・爆発等の発生原因となるもの	
		引火性物質	処分までの過程で、火災・爆発の発生原因となるもの	
		爆発性物質 発火性物質	リチウムイオン電池を含む製品・スプレー缶・ライター・ボンベ等	
		放射性物質	廃棄時、法令で定められた以上の濃度・線量のもの	
		違法な物	違法な物・社会通念上不適切なもの	
11	特記事項	新型コロナウイルス感染症に罹患した患者のおむつは感染性廃棄物に該当する		
12	その他	感染性廃棄物について不明な点がある場合、直接取引のある業者へ問い合わせる		
上記記載事項を相互に確認した				
排出事業者		名称	責任者名	
収集運搬業者		名称	責任者名	
処分業者		名称	責任者名	

1.2.1 で述べた通り、感染性廃棄物の感染性の該否は「廃棄物の形状（血液や他の病理廃棄物などの付着）」、「廃棄物の排出場所（感染症病床や手術室など）」（図 1.2），ただし、感染性廃棄物が感染性を有するか否かは、専門知識を有する医師等の主観的判断に委ねられている部分が大きく、分別の基準が医師によって異なることが、適正分別の標準化をより困難にしている（宮崎 2003; Tsakona et al. 2007; Garcia 1999）。複雑な分別方法と排出される廃棄物が少量であることによって、小規模医療関係機関等では不適正な排出となることがある（柳川 1988; Wilhemina et al. 2022）。特に、患者がなんらかの感染症に罹患しているかどうか、その患者由来の廃棄物が発生してから排出される過程で多くの場合、病原体の有無が不明であり、感染性該否の判断に迷うケースがあり、感染性廃棄物の分別方法について、その基準を発生過程に従って画一的に定義することが難しい（宮崎 2003; Insa et al. 2010 2010; Muhlich et al. 2003）。WHO の標準予防策に準じて、血液等の体液が付着した廃棄物全てを感染性として扱うことが望まれるが、感染性廃棄物の処理コストの上昇に直結することになる。感染性廃棄物の処理コストを削減するためには、非感染性の廃棄物を感染性廃棄物から分別除去することが有効である（梶井ら 2009; 服部ら 2011）。先述した通り、分別の感染性該否基準が複雑で専門知識を持つ者（医師）によって異なること、また多くの小規模医療関係機関等では労働資源に限りがあること、従事する医師は院長でもあり経営者でもあることが、人的、時間的、経済的コスト削減動機による適正分別の標準化を曖昧にする場合があり、最終的には不必要な非感染性廃棄物の感染性への分別による排出コストの上昇と、経済的コスト削減を目的として、本来感染性廃棄物として排出されるべき汚染物を非感染性廃棄物として分別し、事業系一般廃棄物、あるいは家庭系廃棄物として不適切な排出を行っている事例が現実に行き来している。感染性廃棄物の適正処理に必要なことは安全性を第一に担保した処理、そして責任のある排出が必要であり、医療関係機関等ならびに医療従事者の理解を得る必要がある（高月 1988）。魯は不適正排出に関して「しかるべき出費を惜しみ、貧しい事件を起こすなど恥と知るべきである」と記している（魯 1988）。感染性廃棄物の適正処理は処理業者側の問題とされているが、それらが発生し排出するのは医療関係機関等からであり、感染性廃棄物の不適正排出に伴う公衆衛生、環境破壊への脅威に

ついて熟考すべきである（柳川 1988；川端ら 1989）。

このように感染性廃棄物は必要な法改正，処理マニュアルの改定に法律上の枠組みが整ってきている一方で，医療従事者の対応が十分に追いついていないと言いきれない実情がある（Rahman et al. 2020；Joseph et al. 2015）。教育機関（医科，歯科，獣医科，看護科，その他）での感染性廃棄物に関する十分な初期教育と初期研修の不足，そして現在就業している医療従事者への十分な啓発と周知がなされていないことが大きな問題となっている（Bhalla et al. 2019）。

1.4 感染性廃棄物に関するデータと既往の研究

1.4.1 国内の医療施設及び感染性廃棄物の排出状況

厚生労働省の 2023 年に行われた調査によると，全国の医療施設の総数は 180542 施設。その内，20 床以上の病院に該当する施設は 8120 施設で，20 床未満に該当する診療所は 105418 施設，歯科診療所は 67004 施設であった（表 1.3）。病院施設数においては，東京都が一番多く（636），次いで，北海道（532），大阪府（504）の順となっている。一般診療所については，東京都が一番多く（15016），次いで，大阪府（8921），神奈川県（7162）の順となっている。歯科診療所については，東京都が一番多く（10666），次いで，大阪府（5448），神奈川県（4938）の順となっている（厚生労働省 2024）。また，農林水産省の 2023 年調査では，飼育動物診療施設数（動物病院）は全国で 16825 であった（表 1.4）。診療施設数において，東京都が一番多く（1959），次いで，神奈川県（1240），北海道（1138）の順となっている（農林水産省 2024）。そこで第 2 章の感染性廃棄物の安全及び危険排出事象の実態調査では，医療関係機関等の施設数ならびに，感染性廃棄物の排出量が最も多い首都圏にて実施した。

表 1.3 種類別及び都道府県別にみた施設数及び病床数

(出典：厚生労働省 2024)

都道府県別にみた施設数及び病床数									
令和 5 年 12 月末現在									
		施設数					施設数		
		病院	一般診療所	歯科診療所			病院	一般診療所	歯科診療所
全	国	8 120	105 418	67 004	24	三重	93	1 497	782
01	北海道	532	3 421	2 743	25	滋賀	58	1 155	563
02	青森	89	844	479	26	京都	160	2 506	1 258
03	岩手	91	881	538	27	大阪	504	8 923	5 448
04	宮城	135	1 732	1 033	28	兵庫	343	5 231	2 919
05	秋田	64	802	404	29	奈良	75	1 221	676
06	山形	66	883	452	30	和歌山	83	1 006	509
07	福島	122	1 384	813	31	鳥取	43	479	255
08	茨城	172	1 773	1 347	32	島根	46	693	250
09	栃木	108	1 475	946	33	岡山	159	1 588	986
10	群馬	127	1 567	973	34	広島	232	2 519	1 474
11	埼玉	341	4 570	3 519	35	山口	139	1 194	620
12	千葉	288	3 968	3 203	36	徳島	105	689	413
13	東京	636	15 016	10 666	37	香川	86	819	468
14	神奈川	335	7 162	4 938	38	愛媛	134	1 173	634
15	新潟	119	1 666	1 098	39	高知	119	516	337
16	富山	105	746	430	40	福岡	452	4 821	3 042
17	石川	89	881	472	41	佐賀	95	693	394
18	福井	67	575	289	42	長崎	146	1 328	686
19	山梨	60	736	416	43	熊本	202	1 471	831
20	長野	122	1 608	980	44	大分	151	947	512
21	岐阜	94	1 604	937	45	宮崎	129	914	482
22	静岡	170	2 736	1 716	46	鹿児島	230	1 379	774
23	愛知	314	5 692	3 688	47	沖縄	90	934	611

表 1.4 飼育動物診療施設の開設届出状況（診療施設数）

（出典：農林水産省 2024）

都道府県別飼育動物診療施設の開設届出状況					
令和 5 年 12 月 31 日現在					
全国	16,825	富山	89	島根	142
北海道	1,138	石川	118	岡山	251
青森	193	福井	53	広島	313
岩手	270	山梨	117	山口	189
宮城	298	長野	313	徳島	108
秋田	122	岐阜	266	香川	117
山形	135	静岡	459	愛媛	158
福島	262	愛知	822	高知	101
茨城	411	三重	210	福岡	480
栃木	321	滋賀	163	佐賀	86
群馬	304	京都	287	長崎	152
埼玉	868	大阪	870	熊本	280
千葉	870	兵庫	690	大分	165
東京	1,959	奈良	153	宮崎	238
神奈川	1,240	和歌山	96	鹿児島	386
新潟	211	鳥取	108	沖縄	243

環境省の令和 5 年度事業「特別管理産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」令和 3 年度実績によると、特別管理産業廃棄物の合計排出量は 2727000 t であり（図 1.5.1）、化学工業、鉄鋼業に次いで医療・福祉業の排出量が多く、全体の 16.0%、（435000 t）であった。また、地域別排出量では関東が全体の 27.5%、（749000 t）であり（図 1.5.2）、東京都から発生する感染性廃棄物が最も多く（46160 t）、次いで愛知県（36698 t）、北海道（29950 t）の順になっている（環境省 2024）。

日本では廃棄物の性状や種類よりも、その発生元に焦点が当てられている。1.1 項及び図 1.1 に表した通り、特別管理産業廃棄物の感染性廃棄物には業種指定があり、医療関係機関等から排出された感染性廃棄物のみを感染性産業廃棄物の種別として

呼べることから、ヒトに対する医療施設と動物を対象とする医療施設の合算（直近で集計された年度がそれぞれ異なる）、約 197194 の医療関係機関等で 464000 t の感染性産業廃棄物が排出されたことになる。なお、感染性産業廃棄物の排出量で図 1.5.1（435000 t）の排出重量と図 1.5.3（464000 t）での排出重量が異なるのは、感染性産業廃棄物に準じて処分された、医療関係機関等外からの廃棄物であり、2021 年当時、その多くは COVID-19 関連の感染性産業廃棄物が占めたと思われる。その他の例として、業種指定外で感染性産業廃棄物に準じて処理される物は、薬局が回収した自己穿刺針や、鍼灸院からの使用済み鍼があることを注記する。

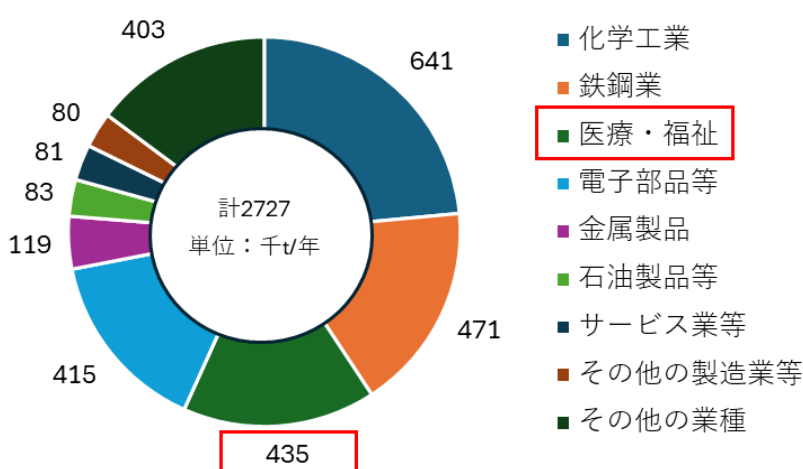


図 1.5.1 特別管理産業廃棄物の業種別排出量（令和 3 年度実績値）

（出典：環境省 2024）

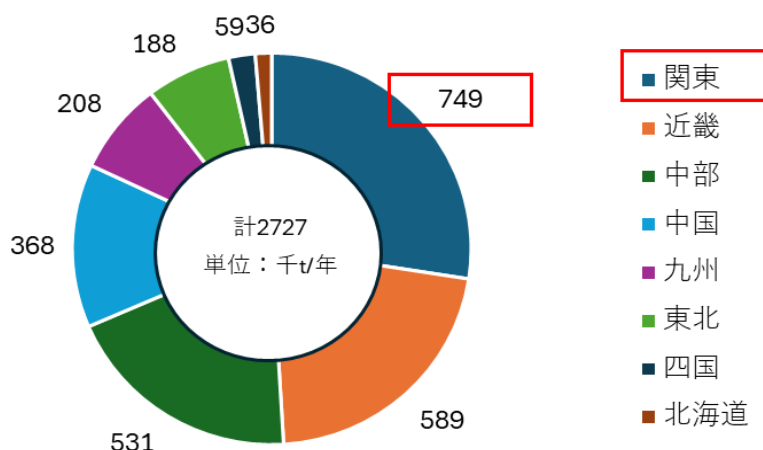


図 1.5.2 特別管理産業廃棄物の地域別排出量（令和 3 年度実績値）

（出典：環境省 2024）

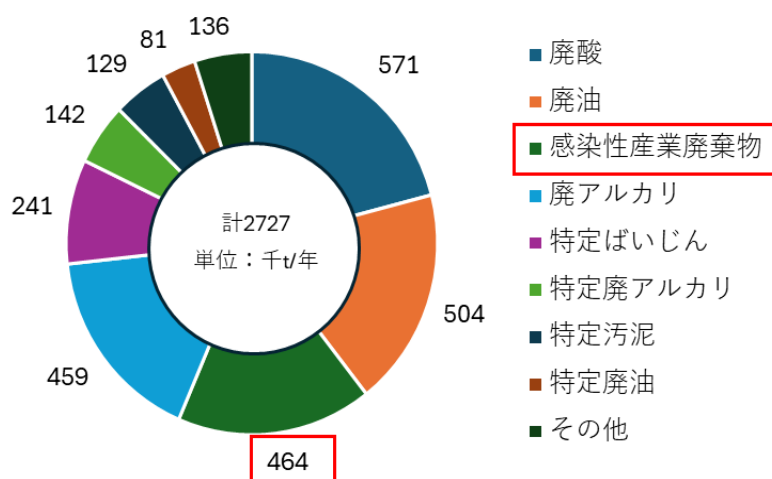


図 1.5.3 特別管理産業廃棄物の種類別排出量（令和 3 年度実績値）

（出典：環境省 2024）

1.4.2 感染性廃棄物の処理状況

感染性廃棄物はその性質が感染性であることから、再生利用量が最も少ない 5%程度（24000 t）に留まっている。再生利用の先としては、焼却処分後の残渣物（燃え殻）である注射針等の金属由来成分は金属ペレットに、飛灰等の粒子状残留物は建設材料等にリサイクルされる。減容化率については、液体である特定廃アルカリ（90%）、特定廃酸（81%）に次いで 80%（370000 t）と高く、固体又は泥状の廃棄物の中で最も減容化率が高い（環境省 2024）。理由としては先に述べた通り、感染性である理由から焼却処分が最も安全で確実な無害化方法であることによる（図 1.5.4）。最終処分比率については 6 番目の 15%程度と、決して高くはないものの、最終処分量としては、全体の 30.7%（70000 t）を占め最大である（図 1.5.5）

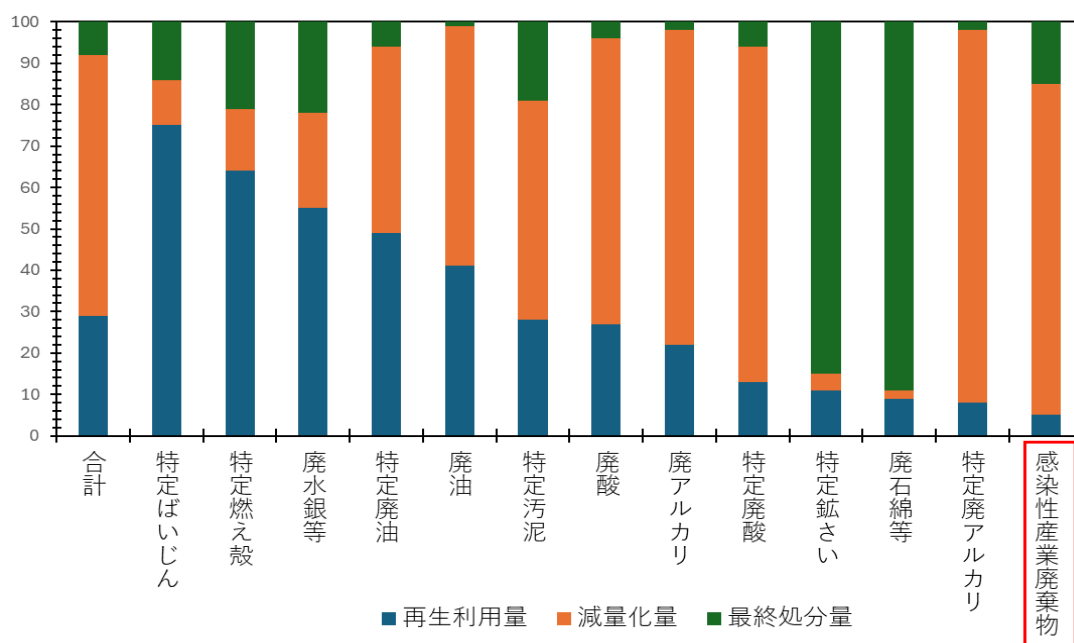


図 1.5.4 特別管理産業廃棄物の種類別処理状況（令和 3 年度実測値）

（出典：環境省 2024）

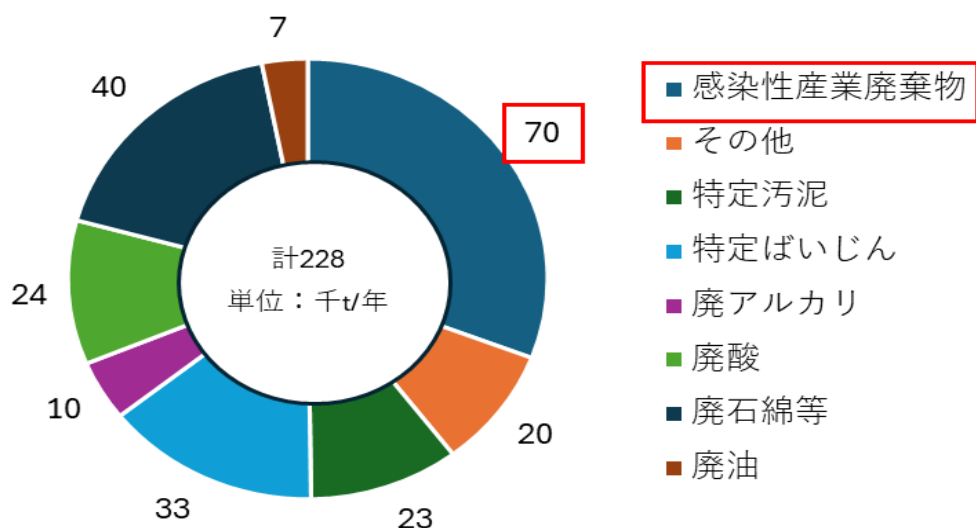


図 1.5.5 特別管理産業廃棄物の最終処分量の種類別内訳（令和 3 年度実測値）

（出典：環境省 2024）

1.4.3 感染性廃棄物専用容器

特別管理産業廃棄物である感染性廃棄物は、一連の処理過程での安全性確保と内容物識別のため、感染性廃棄物は液状又は泥状、固形状および鋭利なものをそれぞれ 3 種の色（赤・橙・黄）のバイオハザードマークへ分別することが推奨され（環境省 2022）、

収納が容易，かつ堅牢で内容物が漏洩しない密閉式の容器に梱包することが求められている．日本産業廃棄物処理振興センター（以下，JW センターと言う）は，感染性廃棄物の性状（液状，固形状および鋭利状）に応じて把手強度試験，落下試験，転倒試験，積重ね試験，耐漏洩性試験，耐貫通性試験，耐水性試験，密閉性試験の必要基準を満たす容器を用いることを推奨しているが（JW センター 2022），容器の選定は感染性廃棄物の排出者（医療関係機関等）に委ねられている．200 床以上の大規模医療機関を対象とした調査では，感染性廃棄物をすべてプラスチック製容器に梱包している病院は 5.9%に留まり，鋭利なものはプラスチック製容器に，脱脂綿やガーゼ等の固形物は段ボール製容器に梱包する使い分けが全体の 94.1%であったと報告されている（藤原ら 2018）．感染性廃棄物の受取側である収集運搬および処分業者を対象にした調査では，プラスチック製容器の使用割合が平均で 53.7%，段ボール製容器が 40.2%，ビニール袋が 10.5%と報告されている（佐々木ら 2021）．密閉性や堅牢性に優れるプラスチック製容器以外にも，段ボール（紙製）やビニール袋等の容器を使い分けする動機としては，プラスチック容器よりも紙製容器の方が安価であり自重も軽く，容器コストの削減と容器自体の自重削減によって容器の重量を含めた廃棄物重量を減らし，kg 単価での廃棄物処理コスト削減を狙うことが主な理由である．感染性廃棄物の処理コスト削減について排出者の関心は高く，分別の徹底による処理コスト削減について多く報告されている（梶井ら 2009）．

1.4.4 感染性廃棄物専用容器に係るトラブル

プラスチック製容器の密閉性や堅牢性は紙製容器，或いはビニール袋に比較して優れているが，プラスチック製容器は鋭利物（注射針やメス等）の突出や容器の破損などの問題を完全に防止できることを意味しない．医療関係機関からの感染性廃棄物の収集運搬業者を対象にしたアンケート調査に拠ると，過去 10 年以内に生じた問題として，容器の破損を約 40%の業者が経験したと回答している（佐々木ら 2021）．同様に容器の不完全密閉が約 47%，容器変形が約 25%，容器の汚れ（血液等の付着）が約 46%，容器への過充填が約 54%の業者で見出されている（図 1.6）．

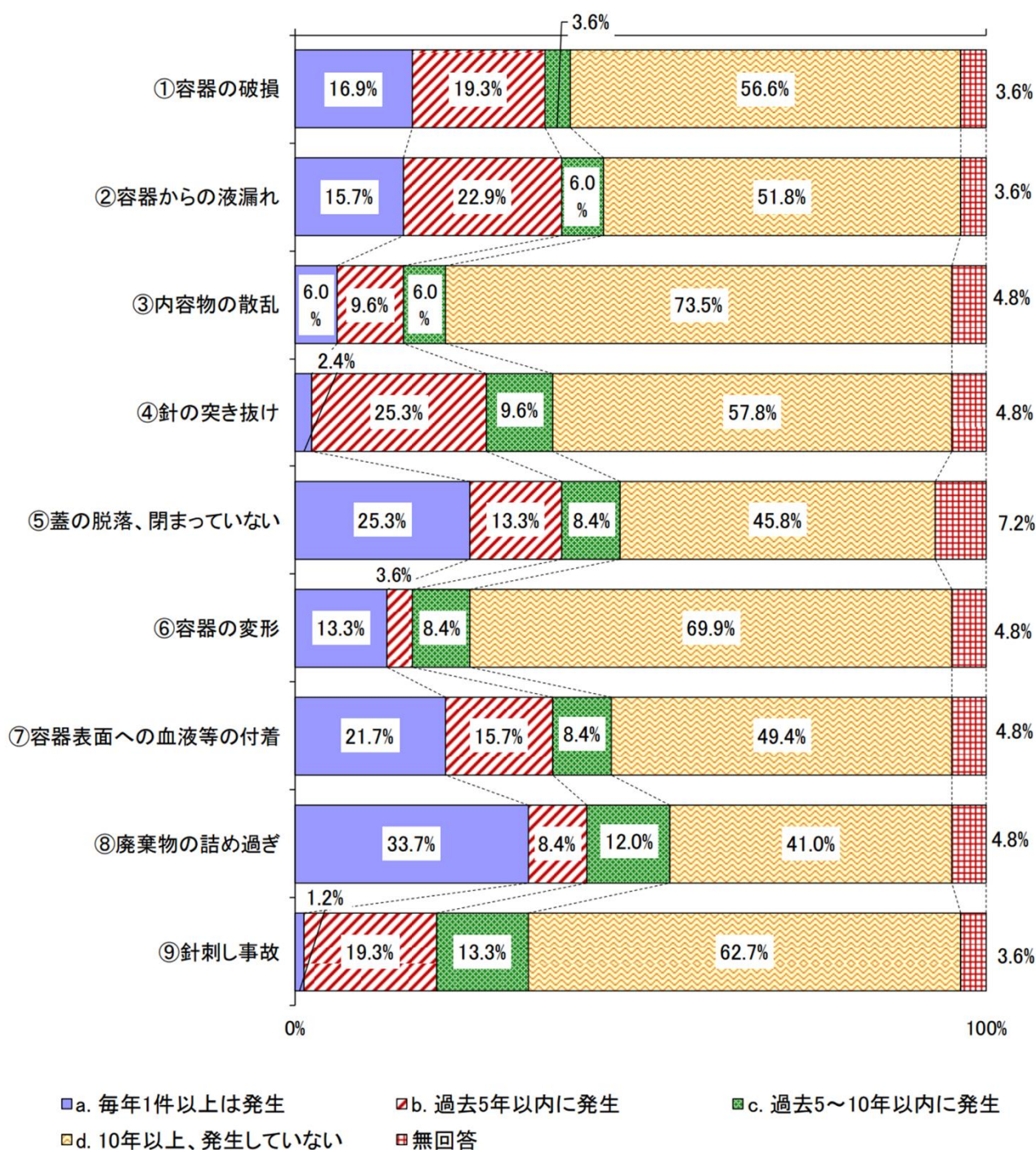


図 1.6 感染性廃棄物専用容器に係るトラブル

(出典：JW センター 2020)

1.4.5 感染性廃棄物の処理に係る問題事例

2020 年に JW センターが行った、処理業者（収集運搬業・処分業）向けのアンケート調査によると下記の問題事例が発生している（JW センター 2020）（表 1.5）。

これら問題事例はほとんどの場合、排出事業者である医療関係機関等による安全基準に不適合な取扱いと容器の選定及び排出に因るものである。

表 1.5 感染性廃棄物容器に係るトラブルの内容

（出典：JW センター 2020）

No.	意見
1	医療機関の看護師が、針を刺してしまったという報告を受けた。その後、肝炎検査を受けて、異常は 無かったとのこと。原因として、無理に詰め込んだためと、医療機関側で認識している。
2	廃棄物の入れ過ぎで閉めたフタが開いてしまうことがあった。排出事業者には注意喚起をしている。
3	弊社は歯科医院がメインであるが歯科医師会と医師会では教育の差がかなりあると思われる。現在 他社から商権の移行により取引件数が増えているが医師会や業者の指導を徹底する事と外部からの 梱包に関する指導文書等が必要。業者からは取引中止等の腰椎穿刺に使用する太いゲージの針が大容量プラスチック容器（50L）の側面から外部へ貫通し、職員が手に裂傷を負った。原因は詰め込みすぎ。以後、回収作業時は目視の徹底を指導。5 年以内に 1 件のみ発生。通常は比較的肉厚の容器を推奨し、使用している。また、容器からの液漏れは全てポリタンクの液状廃棄物。当社使用の大多数のプラスチック容器は接着性パッキンを採用しているため液漏れは見られない。脅しもある為言いにくい部分がある。
4	腰椎穿刺に使用する太いゲージの針が大容量プラスチック容器（50L）の側面から外部へ貫通し、職員が手に裂傷を負った。原因は詰め込みすぎ。以後、回収作業時は目視の徹底を指導。5 年以内に 1 件のみ発生。通常は比較的肉厚の容器を推奨し、使用している。また、容器からの液漏れは全てポリタンクの液状廃棄物。当社使用の大多数のプラスチック容器は接着性パッキンを採用しているため液漏れは見られない。
5	容器表面に血液付着、重すぎる
6	段ボール容器に泥状の物が含まれていたため、段ボール容器に浸透。 段ボール容器に針が混入され排出事業者から廃棄物容器を引取る際、作業者に針が刺さったことがある。
7	廃棄物の詰め過ぎで車両までの運び込みが困ることがあります。
8	ダンボール容器に血液を入れた病院があった。
9	プラスチック容器に詰め込み過ぎにより圧力で針が飛び出る事があります。 針刺し事故の主な原因は廃プラスチック類を入れる袋に誤って針が混入し刺さるケースが大半です。
10	感染症罹患等は特に発生していない。段ボールの容器は強度的にどうかと思う事がある。
11	容器の蓋が完全に閉まっていなかった。
12	針刺し事故については、当該医療機関にて早急対応されたため、感染症への罹患は無かった。
13	容器が重すぎるため体（腰）への負担が大きい
14	容器表面への血液等の付着は毎週発生している。 廃棄物の詰め過ぎによる容器の変形も毎週発生している。
15	専用プラスチック容器が、自社へ納品時に割れや欠けが見られるので、全商品を排出者へ手渡す前に目視チェックしている。段ボール容器では形が変わりやすい分詰めすぎ事案が発生するので 7～8 割での排出の徹底を案内している。
16	袋で回収する廃プラスチックの中に針が混入されていることがある
17	大抵は、廃棄物を詰めすぎた事による事故や、適切な容器に入れていない事による事故。 針刺し事故については、医療機関へ受診し感染症の罹患はないことを確認している。
18	製造メーカーにて成型直後に梱包したため、蓋が変形し、容器が密閉できなくなった。
19	プラスチック容器の蓋が破損してしまった。 医療系のお客様でダンボールを回収した際に注射針が混入しておりドライバーに刺さってしまった。
20	容器の破損は空容器の運搬中に起こることがあります。使用中のものではありません。蓋がきちんと閉まっていなかったり、内容物が一部出ていることがたまにあります。排出事業者様が蓋を閉める際に発生することが多いようで、収集の際に蓋がきちんと閉まっているかを確認することでトラブル防止措置をとっています。
21	収集後処分業者に引き渡した際、廃棄物容器から針が突き出ていて処分先の作業員が針刺し事故に遭遇、その後の検査追跡において人体的な問題がないことを確認している。
22	プラ容器に廃棄物の詰め過ぎが原因で針が飛び出していた。ゴム製の手袋をしていたが針刺し事故が発生。その医療機関で検査や治療を行い現在も経過観察中です。現在は耐貫通性のある特殊グローブを配布し使用している
23	容器破損

表 1.5 感染性廃棄物容器に係るトラブルの内容（続き）

（出典：JW センター 2020）

No.	意見
24	ダンボールでの回収時に液漏れがあり、再度入れなおしてもらった。廃プラスチック（ビニール袋）の針が混入し、針刺し事故となった。ただ血液ではなく輸液用の針だったため、定期検査でも陽性にはならなかった。
25	プラスチック容器の蓋が完全に閉まっていなかった。 その後、対応していただき現在は蓋を閉めた後にガムテープで止めている。
26	一箱当たりで請求している事業者ではコストを抑えるため、50～60Lダンボールでも15kg越えたり、80L位のダンボールだと30kgを超えているものを排出する事業者もある。軽くしてくれと言っても箱が耐えられるから大丈夫とか、値段を安くしろと言われたり、回収側が弱い立場にある。また保管場所もダンボールは湿気に弱いのにそういった場所に保管されたり、あわせて一箱当たりの重さも重いものにもかかわらず、段済みされたりするので箱が変形したり、避けたりすることがある。そういった事も業者のほうでダンボールの素材を変えろとか、品質が悪いとか理不尽なことを言われながら何とか対応しているのが現状。
27	パンパンに入っていることがあった
28	②では車両積込の際に容器を傾けたところ中身（液体）漏れが発生。④針の突き抜けについては、⑧廃棄物の詰め過ぎが原因となっているので、排出事業者に詰めすぎないように指導したので現在トラブルは起こっていない。
29	容器が病原体の漏洩を防止する為、蓋が密閉性を高める為に固く設計されている。従って、女性看護師が蓋を閉める際に十分な力がなく、不完全な密閉となっていることが多い。 上記の理由により、下記の事例が発生する ① 足で踏みつけ閉めようして破損 ②漏洩 ③散乱 ⑤不完全密閉 多量排出者（病院）と異なり、少量排出者（医院）では、廃棄物の請求方法が異なることが多い。病院はkg単価で請求するのに対して、医院へは箱単価で請求する。従って、廃棄物処理コストを抑える為に、詰め放題の心理が働く。 上記の理由（詰めすぎ）により、下記の事例が発生する。 ④針の突き抜け ⑥容器の変形 ⑧内容物のはみ出し・重すぎる等 ⑨針刺し事故 排出事業者が廃棄物の排出方法に無関心で有る為に、不完全密閉、詰めすぎ、⑦外周が汚染された容器の排出が発生する。 ⑨針刺し損傷の事例が過去に1件あったが、幸い感染症に罹患することはなかった。
30	液状のものを段ボールに入れていた為、漏洩した。
31	④容器の下方に針先が出ていた。⑤蓋が確実に閉まなくて1箇所少し浮いていた。⑨点滴のプラスチック容器の先の針がついたままビニール袋に入っていて手袋はしていましたが、持った時に少し刺さった。すぐに病院で検査をしてもらって異常はなかった。まさか針がはいっているとは思っていないため確認不足でした。
32	段ボール箱に液状のものが混入し液漏れが発生した。（排出事業者への報告後、プラスチック容器へ入れて処理場へ搬入 段ボール箱への投入量が多く、変形していた。（排出者の理解を得て、改善）プラスチック容器でのトラブルは無し。 従業員の感染症への罹患もありません。
33	段ボール製の為、詰めすぎによる変形・破損があります
34	液漏れについては、容器が倒れた時に起こります。廃棄物の詰め過ぎについては、容器が膨らむほど入っていたりします。
35	搬入車両で荷が崩れて、容器が破損、血液が社内に流れ出てきたことが過去にあった。

1.4.6 感染性廃棄物の分別

国内の既往研究は、医療関係機関等における感染性廃棄物の処理コスト削減目的のための調査と研究が多数を占める。医療従事者を対象にした分別方法に関する学習会前後に行われたテストでは、学習前で14点満点中平均9.0点（標準偏差3.63）、学習後で14点満点中10.9点（標準偏差3.1）と平均得点の上昇があり、t-検定で有意な差を見出している（ $p<0.001$ ）。また学習会参加の有無によって行われたテストでも参加無しで14点満点中平均8.5点（標準偏差3.8）、参加有りで14点満点中10.8点（標準偏差3.2）と平均得点の上昇があり、t-検定で有意な差を見出している

($p < 0.001$)。同研究では、学習会前後での感染性廃棄物の発生量の推移に変化があり、従来感染性廃棄物として分別されていた量を 100%とした場合、36.0%~44.1%までに減少したと報告している(桜井ら 2007)。別の研究では廃棄物を感染性または非感染性に適切に分別することによって、感染性廃棄物の処理コスト削減は可能であり、名古屋市内の病院で調査がされたところ、分別前後の年度で、診療活動の増加によって全体的な排出量は 3.1%増加したが、処理費用は 8.1%減少し、患者一人当たりの排出量も 3.1%減少したと報告されている(服部ら 2011)。適切な分別による感染性廃棄物の減量化は廃棄物コスト削減に効果があることは間違いがないが、コスト削減が優先されて、安全性が疎かになってしまっては意味がない。容器容量を無視した過充填による排出コスト削減方法は、様々な危険排出事象を誘引する元凶となる。特に容器からの針突出事例の原因にもなり、職業感染の危険が高まる。

1.4.7 医療従事者に対する感染性廃棄物の教育

矢野らによると、訪問看護に携わる従事者 26 名に対してアンケート調査を行った結果、感染性廃棄物の管理について基礎看護過程(専門学校または短期大学)では全員、その後の研修ではおよそ 70%近くがなんら教育を受けた経験がなく、安全排出に係る知見が十分ではないと報告している(矢野ら 2000)。同様に海外における事例でも、複数の国と地域、医療機関、または研究者らによって、同様の指摘がされていることを注記する(Venter and Ludick 2014; Wilhemina et al. 2022; Omoyajowo et al. 2021; Joseph et al. 2015; Pandit et al. 2005; Bhalla et al. 2019; Venter and Ludick 2014)。矢野らのアンケート調査では廃棄物に関連した感染症の知識不足の問に対して、半数以上(57.7%)の看護師が困っているという報告があり、感染性廃棄物管理に係る自身の知識が十分であるかどうかの問に対しても、半数以上(57.7%)が十分ではないと認識している(矢野ら 2000)。松下は、廃棄物は排出までの過程において責任のある行動が必要としているが、重要視されていない現状があると報告している(松下 2006)。松下による平成 14 年に行われた、全国の看護大学 89 校、短大 57 校、専門学校 157 校を対象にした感染性廃棄物に関する教育内容についての調査では、関連する 27 の質問項目を 5 段階リッカート尺度、「詳しく説明する

＝5」～「簡単に説明する＝4」～「用語の紹介のみ＝3」～「全く説明しない＝2」～「説明する必要がない＝1」を用いて回答を求めた。

1. 医療関係機関の定義, 2. 医療廃棄物の定義, 3. 医療廃棄物の具体例, 4. 感染性廃棄物の定義, 5. 感染性廃棄物の種類, 6. 廃棄物処理法, 7. 感染性廃棄物マニュアル, 8. スタンダードプリコーション, 9. 排出者責任の原則, 10. 委託処理, 11. マニフェストシステム, 12. 分別排出・収集, 13. 適正処理推進プログラム (ADPP), 14. バーゼル条約, 15. 感染管理認定看護師, 16. 特別管理産業廃棄物管理責任者の役割, 17. バイオハザードの意味, 18. 医療機関における施設内処理, 19. 在宅医療で発生する医療廃棄物の取扱い, 20. 感染症, 21. 院内感染, 22. 不法投棄, 23. 埋め立て処分場の限界性, 24. 高騰する処理費用, 25. 環境問題, 26. 焼却によるダイオキシン, 27. 医療関係者の書類送検. それぞれ 27 の回答に対して因子分析 (主因子法+バリマックス回転) をしたのちに得られた, 「a. 安全処理に関わる仕組みと連携」, 「b. 医療廃棄物の概要」, 「c. 感染性廃棄物の管理」, 「d. 環境配慮への気づき」, 「排出者の役割」を 5 因子として, 一元配置分散分析, チューキー・クレーマー法にて行った結果, 「a. 安全処理に関わる仕組みと連携」が他 b. ～d. までの因子に対して有意差 ($p<0.001$) を認め尺度得点が低かった. 同じく回答者をそれぞれ大学卒, 短大卒, 専門学校卒で分類した場合に, 「c. 感染性廃棄物の管理」について大学と専門学校間, 短大と専門学校間でそれぞれ ($p<0.05$, $p<0.01$) 有意差を認めた (松下 2006). これは, 感染性廃棄物の教育において, 特に安全処理に関わる廃棄物管理は重要視されていないことを示唆している. 2021 年の日本看護協会調査研究報告書によると, 看護師免許を取得した学歴の内訳として, 看護師 2 年過程と 3 年過程が全体の 69.2% であり, 看護系大学が 18.5% に留まっていることから, 感染性廃棄物に関する知識にムラがあることが示唆される (日本看護協会 2022). また, 松下は看護教育機関において, 感染性廃棄物の一元的な解釈や統一された教育方法が確立されておらず, それぞれの教育機関の判断に委ねられており, 原因として学習時間数と対応する学習計画に限界があると報告している (松下 2006).

一般的に, 廃棄物に対する排出者の関心は低いとされている. 環境経済学ならびに環境政策分野で広く議論されている理由として, 1. 外部性の問題, (廃棄物の適正処

理は個人や企業の生活や営業に無影響であること）。2. コスト，（廃棄物処理にかかる費用の対価として報酬が無いこと）。3. 効率性，（手間がかかること）。4. 情報の非対称性，（適正処理に関わる情報不足による，正しい選択肢の限定性）。5. 時間的ギャップ，（廃棄物は直ちに排出者に影響を与えない）があることが挙げられる。

特別管理産業廃棄物である感染性廃棄物，「人が感染し若しくは感染する病原体が含まれ，若しくは付着している廃棄物，又はこれらのおそれのある廃棄物」についても，多くの医療関係機関等，ならびに医療関係従事者は無関心であることに変わりはない（医療廃棄物研究 1997）。2006 年 12 月に公表された，日本医師会 感染性廃棄物等に関するアンケート調査報告書（日本医師会 2006）によると，感染性廃棄物に対する担当事務局が決まっていると答えた地区医師会は 43.8%と半数以下であり，感染性廃棄物に対する体制が整っていないと報告している（図 1.7）。

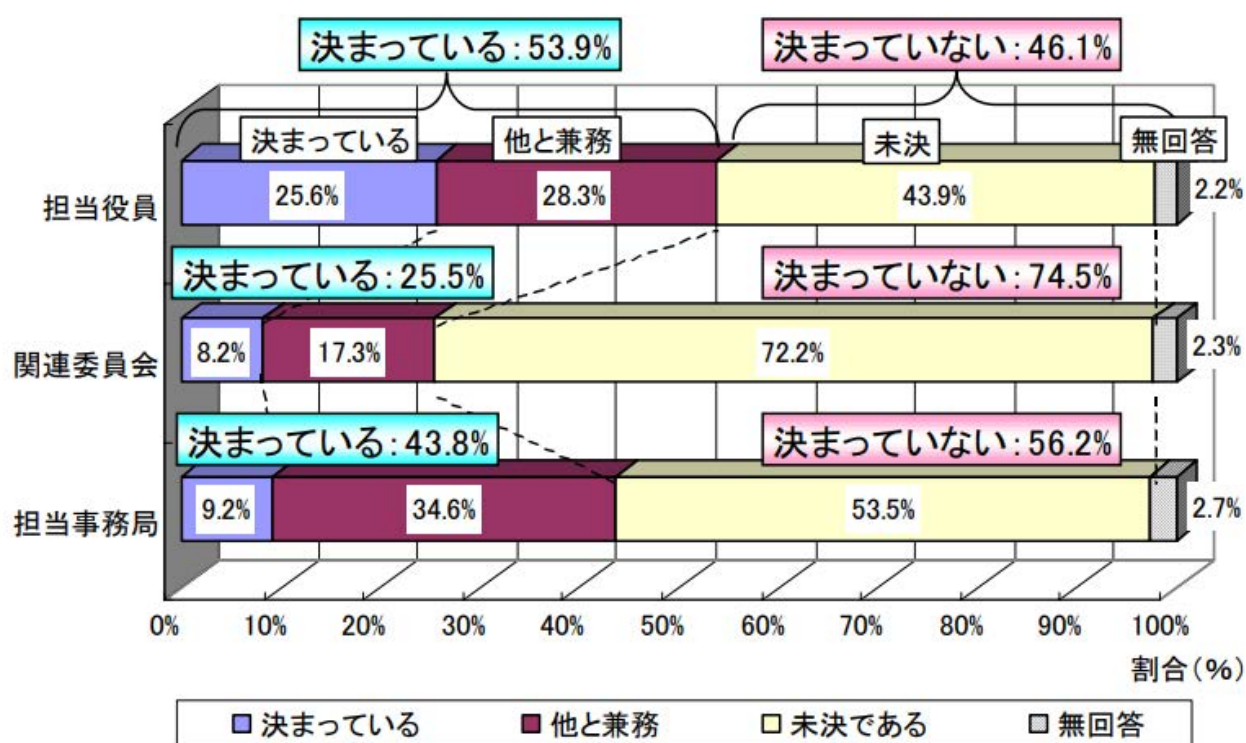


図 1.7 医師会の医療系廃棄物に対する体制整備状況 (n=742)

(出典：日本医師会 2006)

また、環境省が発行している「廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル」(環境省 2022)についての認識調査では、マニュアル存在について知っていたと答えたのは 82.6%であり、高い水準となっているが、マニュアルの内容について知らないと答えたのは 53.6%とほぼ半数まで減少している(図 1.8)。次にマニュアルの利用をしていないと答えた医師会は、半数以上で 60.1%であった。医師会では感染性廃棄物に関する事柄は必要性が低く、関心も低いと報告している(図 1.9)。更に医師会会員によるマニュアルの活用状況でのアンケート調査では、利用していると答えた会員は 14.3%であり、ほとんどの会員が利用していない結果となっている(図 1.10)。報告書では、環境省作成のマニュアルについて日本医師会が会員に周知徹底させてとしているが、周知されていない事実が判明し、そして利用されていない事実が問題であると報告している。また、環境省のマニュアルに記載されている感染性廃棄物の分別フロー(図 1.2)は理解することが難しく、実際の現場では感染性該否について不明となることが多いとして、マニュアルが利用されない理由を指摘している。また、医師会会員より各地区医師会への感染性廃棄物に関する問い合わせ状況について、ほとんどない、または全くないと答えたのは 71.1%であり、感染性廃棄物に対しての心度が低いと結論付けている(図 1.11)。

医師・看護師の場合、「医療廃棄物」に関する知識を含む国家試験に合格し免許の取得に至るが、看護助手或いは病院清掃従事者で実際に感染性廃棄物を扱う者に十分な知識があるとはいえない。また、感染性廃棄物を扱うには、国家資格である特別管理産業廃棄物管理責任者であることが求められる。しかしながら、医師免許・看護師免許を取得した者は、感染性廃棄物についての専門的知識が十分にあるとは限らないにもかかわらず、特別管理産業廃棄物管理責任者の有資格者となっていることも問題がある。特別管理産業廃棄物として分類される、「人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有する物」、感染性廃棄物は、「人が感染し若しくは感染する病原体が含まれ、若しくは付着している廃棄物、又はこれらのおそれのある廃棄物」であり、医療従事者への教育こそ適正処理のために必要な重要な課題である(大島 2011; 医療廃棄物研究 1997)。

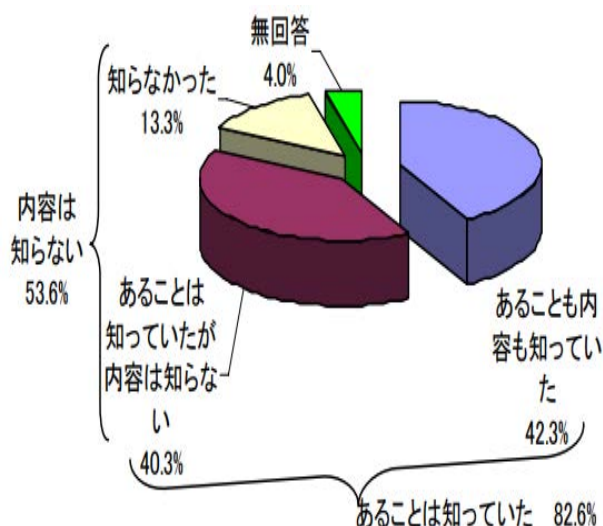


図 1.8 マニュアルの存在と把握

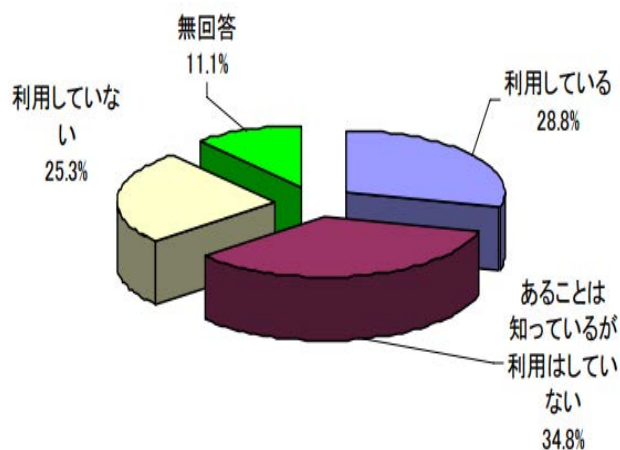


図 1.9

マニュアルの活用状況

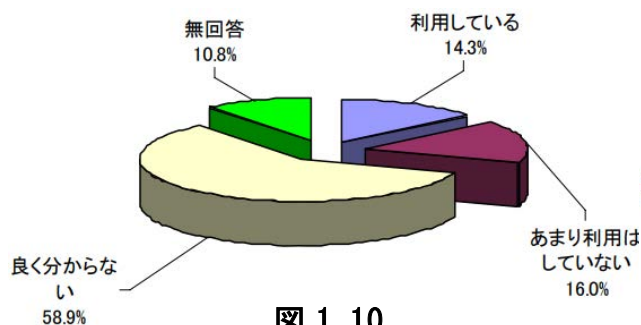


図 1.10

マニュアルの活用状況

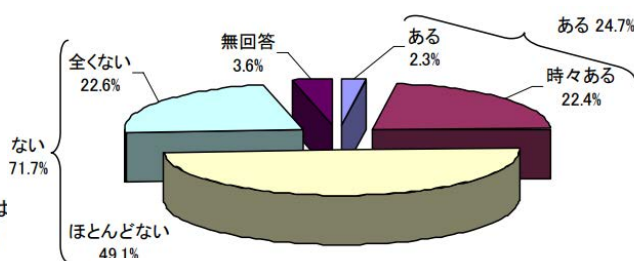


図 1.11

医師会会員からの問い合わせの有無

図 1.8-11 日本医師会アンケート

(出典：日本医師会 2006)

1.5 新型コロナ（COVID-19）と感染性廃棄物

図 1.12 は、COVID-19 のアウトブレイク前後での小規模医療関係機関等から排出される感染性廃棄物の平均排出重量と大規模医療機関から排出される感染性廃棄物を含む、都内処理施設で処分された 50 L 容器換算での平均重量を表している。この図で明らかなように、小規模医療関係機関等から排出される感染性廃棄物は、COVID-19 発生前である 2019 年度までにおいて、処理施設で処理された大規模医療機関から排出される感染性廃棄物との平均重量に明らかな差がある。COVID-19 のパンデミックが実社会に影響が現れ始めた 2020 年度以降では、50 L 容器換算での平均重量が右肩下がりとなっている。理由としては、小規模医療関係機関等は新型コロナに罹患した患

者を受診するために、フェースガード、手袋、マスク、防護衣等のような軽くて嵩張る個人用防護具（PPE：Personal protective Equipment）の使用頻度が激増し、空気感染による恐怖から適正な充填量に満たない容器も密閉され、通常時では考えられない莫大な量が排出され続けたからである。

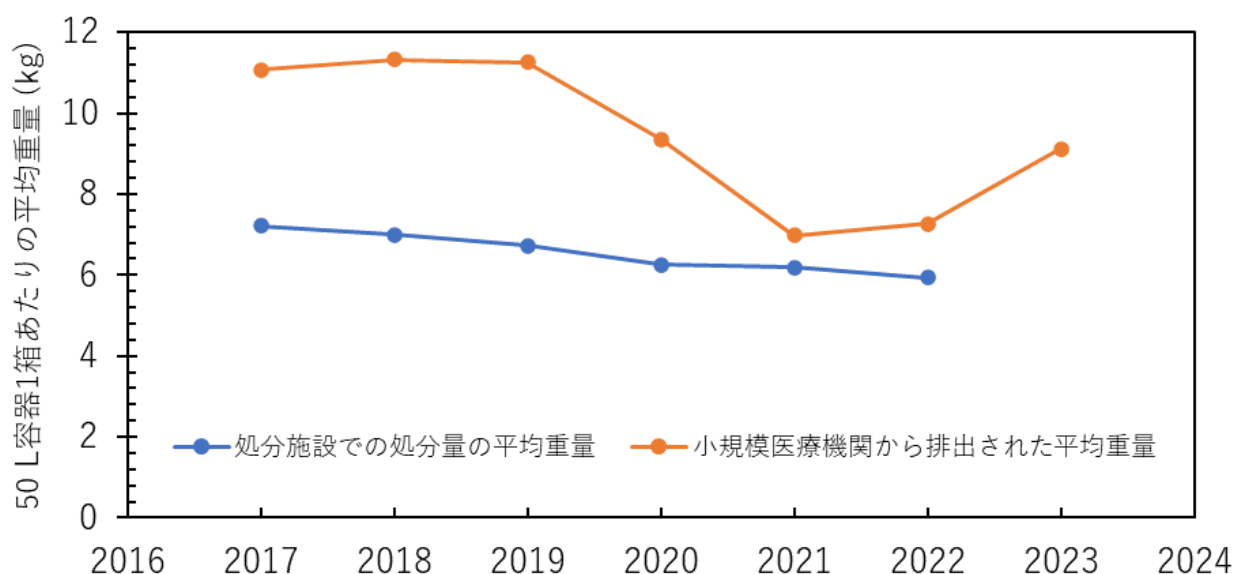


図 1.12 50 L 容器 1 箱あたりの平均重量の推移

（出典：東京都産業資源循環協会 2024）

図 1.13 に示すのは、都内にある A 社の感染性廃棄物の回収箱数の推移と都内の新規陽性者数の推移である。COVID-19 は 2019 年 12 月 30 日に中国武漢市での発生が確認され、翌年の 2020 年 1 月 15 日、国内で第一の罹患者が確認された。その後、2020 年 4 月 7 日に、東京都・埼玉県・神奈川県・千葉県、他に大阪府・兵庫県・福岡県に緊急事態宣言が発令されている。本来ならば、SARS-CoV-2 を検出するための PCR 検査 (Polymerase Chain Reaction Test) 後に発生する感染性廃棄物は、新規陽性者数の拡大・縮小に相関し増減すべきであるが、COVID-19 のアウトブレイク当初は PCR 検査機器と扱い者の不足によって需給のバランスが崩れており、民間企業による検査体制が整ったのは、2021 年 2 月頃である。一方で COVID-19 による入院患者または療養患者に関連する感染性廃棄物の爆発的な発生は図 1.14 の通り、2021 年 10 月頃から翌年 2022 年 4 月頃までである。

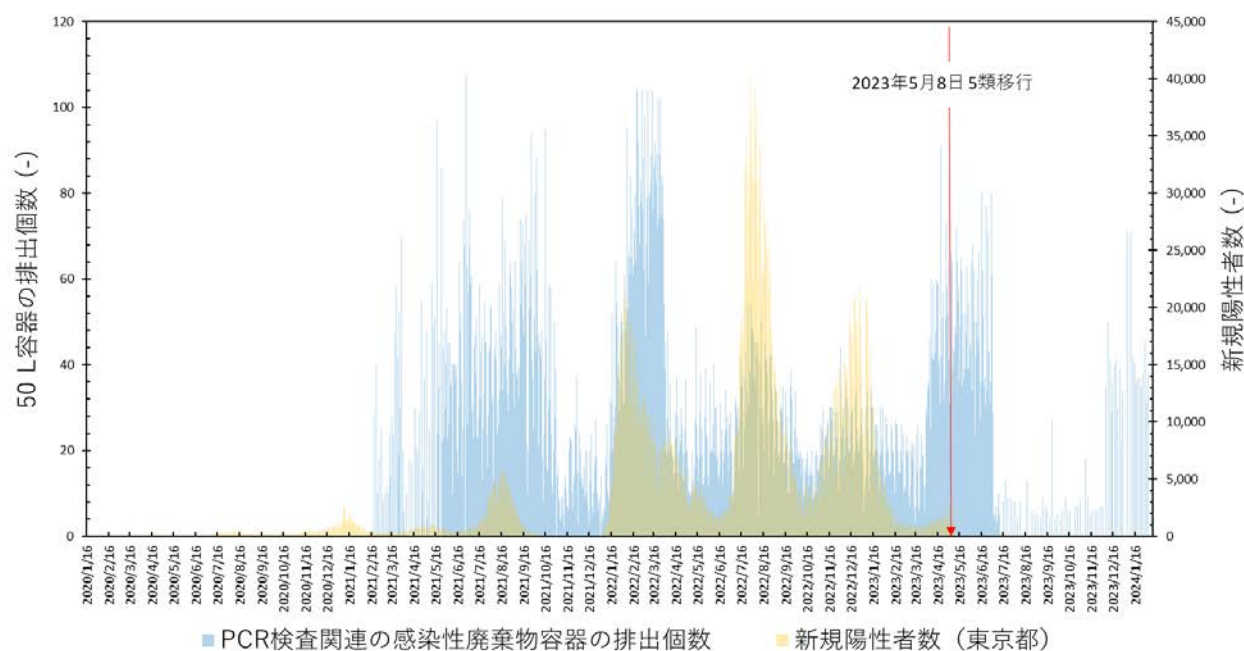


図 1.13 PCR 検査廃棄物排出個数と新規陽性者の推移（東京都内）

（出典：東京都産業資源循環協会 2024）

本研究では COVID-19 蔓延期間を下記の通り定義し図 1.14 に表した。

1. COVID-19 前： 2016 年 4 月 1 日（データ入手可能年度以降）から
2020 年 4 月 6 日（2020 年 4 月 7 日の緊急事態宣言発令以前）まで
2. COVID-19 中： 2020 年 4 月 7 日（2020 年 4 月 7 日の緊急事態宣言発令以降）から
2023 年 5 月 7 日（2023 年 5 月 8 日の 5 類移行以前）まで
3. COVID-19 後： 2023 年 5 月 8 日（2023 年 5 月 8 日の 5 類分類以降）から
2024 年 3 月 31 日（データ入手可能年度）まで

※ データセットが月別の為，日別での区分けをしていないことを注記する。

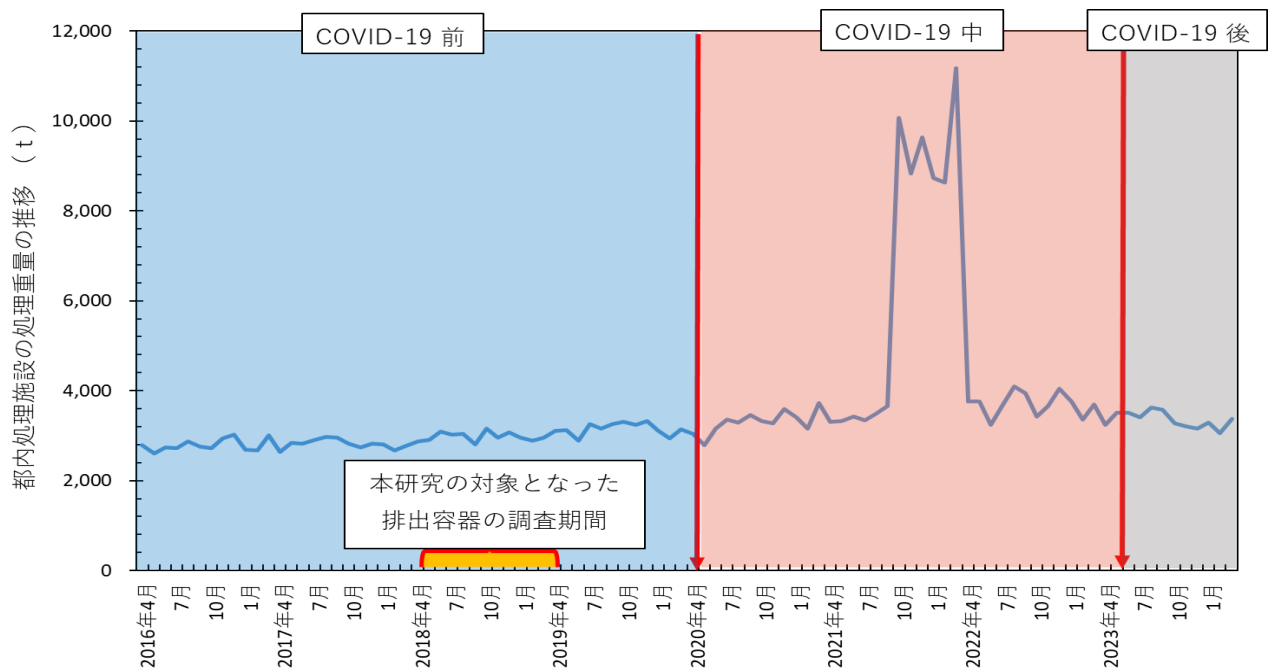


図 1.14 都内にある感染性廃棄物処理施設の合計処理重量の推移

COVID-19 前（2016 年 4 月 1 日から 2020 年 4 月 6 日）の平均処理重量は 2935792 t /月（標準偏差 186.797）であった。COVID-19 中（2020 年 4 月 7 日から 2023 年 5 月 7 日）の平均処理重量は 4445892 t /月（標準偏差 2301.222）であり，COVID-19 後（2023 年 5 月 8 日から 2024 年 3 月 31 日）の平均処理重量は 3362727 t /月（標準偏差 181.241）であった。図 1.15 については，それぞれの群（期間）が正規性を伴わないため（シャピロ・ウィルク検定），スティーラー＝ドゥワス法の多重比較によってそれぞれの群（期間）での p 値を求めた。有意水準を 5%としている。なお，本研究における小規模医療関係機関等から排出された容器についての調査は COVID-19 パンデミックでの特殊な状況下で行われておらず，平時での感染性廃棄物の排出状況下で行われたことを注記する。

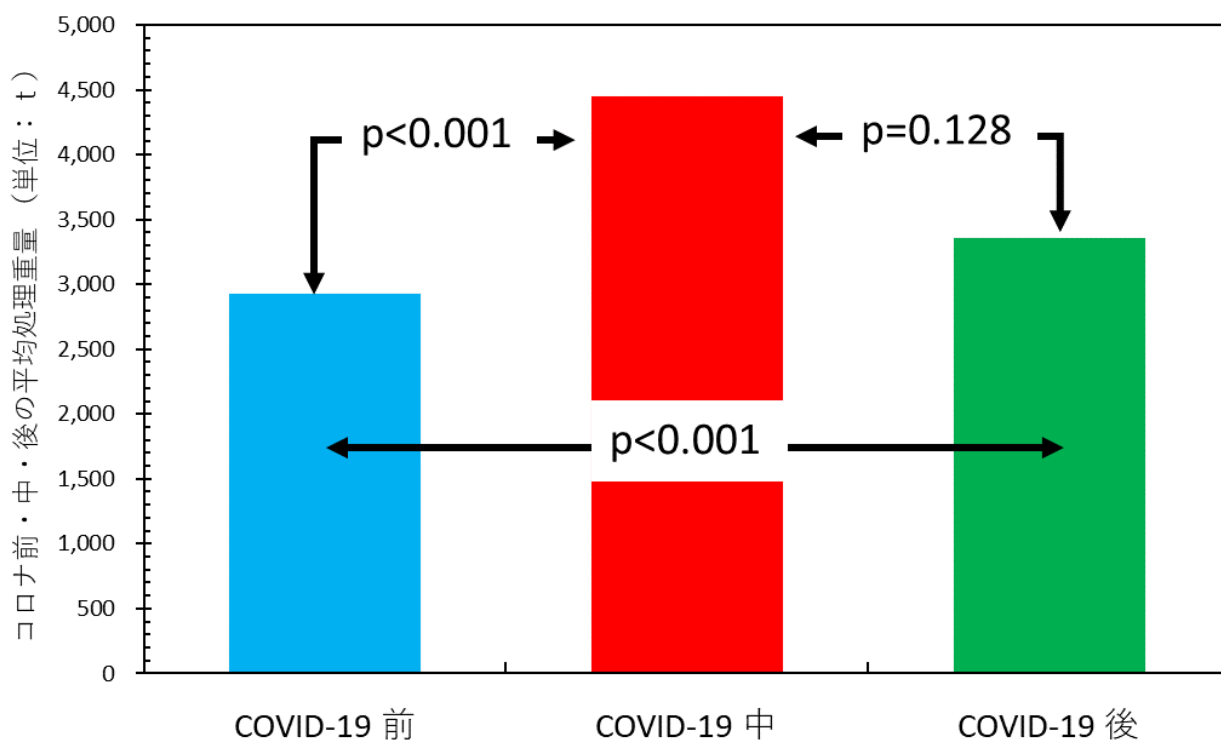


図 1.15 COVID-19 前・中・後での平均処理重量

1.6 研究目的

特別管理産業廃棄物である感染性廃棄物については、1992 年 4 月 7 日に法規制がなされて以降、今日までに関係法令の重なる改正もあり、排出事業者である医療関係機関等での取扱い、保管、排出方法から許可業者による収集運搬、中間処分から最終処分までの適正な処理方法と処理技術の確立がなされ環境省によってマニュアル化された。しかしながら、処理業者による不法投棄や不適正保管、マニフェストの改ざんなどの不正がある一方で、医療関係機関等による危険な排出事象が後を絶たない（杉本・高橋 2018）。廃棄物処理業者にとって、感染性廃棄物を排出する医療関係機関等は顧客であり、経済的に弱い立場である。ゆえに危険な排出事象が確認されても指摘、改善を求めることが難しい時がある。また個別の処理業者からではなく、廃棄物処理業界から医療業界の関係団体に対して改善を要望したとしても、それは“商売上の陳情”と受け止められてしまうだけでなく、その要望が現場の医療関係機関等に周知徹底される可能性は皆無と言っても過言ではない。従って、実際のデータに基づいた現実の実態報告は行政にとって、科学的に裏付けられた根拠となり、改善に向けた法改正が可能になる。

感染性廃棄物の安全/危険排出事象に至る機序はその一端が明らかになりつつあるが、未だに不明な点が多い。小規模医療関係機関等、特に診療所、動物診療施設、介護施設、歯科診療所による安全/危険排出事象について基礎的なデータが極めて不足しているのが現状である。そこで本研究では、病床数 20 未満の小規模医療関係機関等である、診療所、動物診療所、歯科診療所、介護施設から発生する感染性廃棄物に着目し、感染性廃棄物の専用容器における安全/危険な排出事象を対象に定量的に分類し、安全/危険排出事象に関わる要因について検討し、既存の知見と著者の既往研究(杉本・高橋 2018; Sugimoto・Takahashi 2023)を踏まえて 9 つの仮説を提示する。それら仮説の検証結果に基づいて物理的・経済的・行動心理的に考察・分析することで、感染性廃棄物の安全/危険排出事象の機序に関する新たな知見を得ることを目的とした。

これより本論文の構成は図 1.16 に示すとおりである。危険排出事象は小規模医療関係機関等で感染性廃棄物の排出業務に携わる医療従事者の行動の結果であり、その行動は何らかの心理的要因によって大きく関与されていると考えられる。心理的要因が外的要因によって誘発される場合と心理的要因そのものに内発される場合が想定されることから、両者を検討することとする。第 3 章では外的要因を検討対象とし、排出業務における認知や関心への影響するものとして状況的要因を、危険排出への動機に影響するものとして経済的要因を検討する。また、心理的要因への関与よりも危険排出事象を直接的に誘発させる外的要因として、不完全密閉における物理的要因を検討する。さらに、危険排出事象が偶発的に生じているケースも想定し、偶発的要因についても検討する。次に第 4 章では、心理的要因を検討対象とする。詳細については第 4 章にて詳述するが、危険排出事象を防ごうとする動機を弱めるもの、危険排出事象に対して認知する危険性、および安全な排出行動に対して認知する煩わしさを検討する。また、危険排出事象へ誘発される動機として容器の容量に対する認知を検討する。これより第 3 章では 4 つの外的要因に対して仮説を検証し、第 4 章では 5 つの心理的要因に対して仮説を検証することとする。

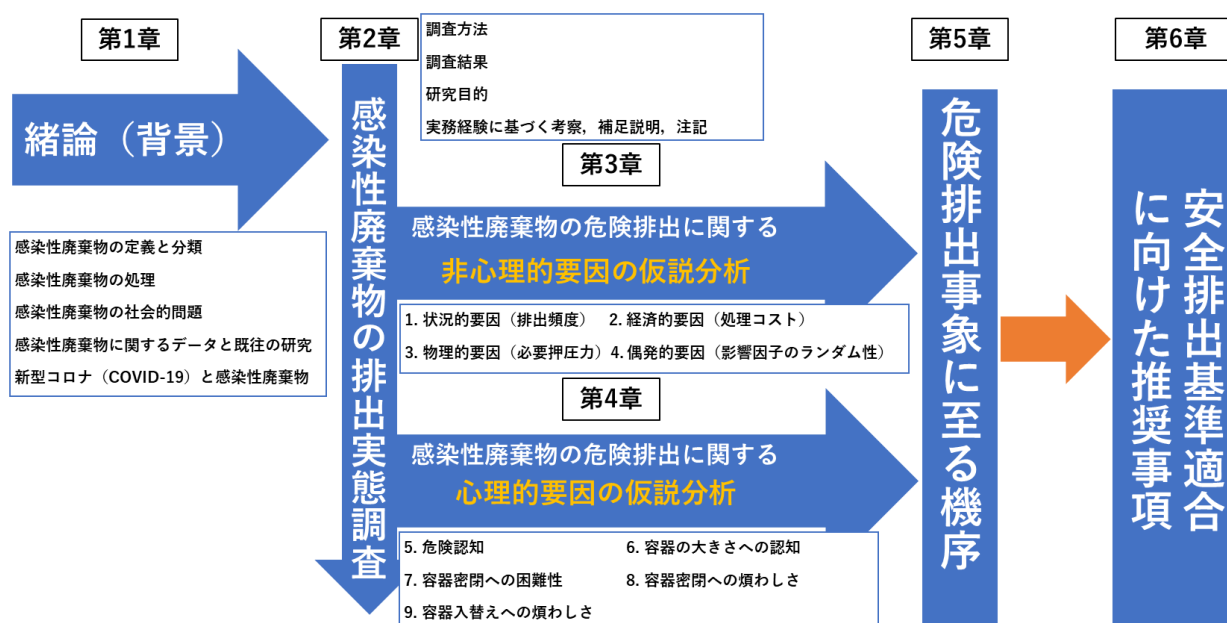


図 1.16 論文構成

本研究によって得られた知見は、感染性廃棄物の安全排出に向けたこれからの検討を必要とする論点を解明し、改善に向けた社会実装の為の道標となる。適正分別のための正しい知識の修得、ならびに安全な排出方法の習得は、医療従事者を含め、関係従事者にとって、公衆衛生上の極めて重要な課題である。医療行為とそれに伴って排出される感染性廃棄物の排出行為は医療行為の一端であるべきで、本研究は国内医療の質、特に医療安全の向上、公衆衛生の担保、ならびに医療関係機関等が与える環境への負荷の改善に寄与することを目標としている。

1.7 補足

著者は社会人博士課程学生であり、東京都に本社を置く感染性廃棄物の処理（収集運搬業）の代表取締役でもある。約 30 年の営業活動における現場での実務経験等で得られた専門知識、専門技能を有している。以下に研究者個人が保有する資格を挙げる。

- ① (公社) 日本医師会 感染性廃棄物安全処理推進者
- ② (国家) 特別管理産業廃棄物管理責任者
- ③ (東京都) 第一種公害防止管理者
- ④ (公財) ルイ・パストゥール医学研究センター 第一種生物安全技能士

以下に受嘱している委員会を挙げる.

- ① (一社) 東京都産業資源循環協会 医療廃棄物委員会 委員
- ② (公財) 日本産業廃棄物処理振興センター 感染性廃棄物容器評価事業委員会
委員

現場での実務経験は、「現在進行中の感染性廃棄物に係る問題点」を洗い出し、参画する委員会では「現在進行中の感染性廃棄物に係る議論」から業界全体としての感染性廃棄物管理の全容と、排出事業者である大規模/小規模医療関係機関等における感染性廃棄物の排出実態を知ることができた.

本研究は得られた科学的知見に対して、実務経験での知見と観察に基づく分析と考察、一般的解説を加えた.

第 2 章

感染性廃棄物の安全及び危険排出事象の 実態調査

2.1 調査方法

前章の表 1.3, 1.4 および図 1.5.2 の通り, 感染性廃棄物の安全及び危険排出事象の実態調査を, 小規模医療関係機関等の施設数ならびに, 感染性廃棄物の排出量が最も多い東京都内, 及び関東近県にて実施した。なお, 本調査では小規模医療関係機関等の定義を病床数 20 未満の診療所(厚生労働省準拠)ならびに介護老人保健施設とし, ヒトを対象とする医療施設に留まらず, 動物診療所及び歯科診療所を含めている。理由としては, 動物診療所ならびに歯科診療所も図 1.1 に示した環境省の「感染性廃棄物処理マニュアル」に記載された医療関係機関等に定義された感染性廃棄物を排出する医療関係施設であること, つまり, 「人が感染し若しくは感染する病原体が含まれ, 若しくは付着している廃棄物, 又はこれらのおそれのある廃棄物」が歯科診療所からも排出されること。人畜共通感染症(ズーノーシス)の原因となる病原微生物等が含まれる感染性廃棄物が動物診療所からも発生すること。また, 大学病院のような研究者を有す大規模医療機関では, 研究対象としてそれぞれ所属する医療機関から排出される感染性廃棄物に関する既往の研究が発表されているのに対して, 20 床未満の診療所, 介護老人保健施設, 歯科診療所, 動物診療所から排出される感染性廃棄物についての既往研究が極めて乏しいことが理由である。

排出時の容器状態の実態調査は 2018 年 4 月 1 日から 2019 年 3 月 31 日の間で行い, 2019 年末より国内で蔓延した COVID-19 下での特殊な影響を受けていない。また, 調査に当たっては事前に対象となった小規模医療関係機関等への通達をせず, データに偏りが生まれないように行った。図 2.1 に示すのは首都圏にある調査対象となった 151 の小規模医療関係機関等の位置であり, 図 2.2 に示すのは調査対象となった感染性廃棄物の専用容器である。また, 表 2.1 に示すのは危険排出事象の分類・定義・基準である。図 2.3A-G に示すのは危険排出事象の実物例である。なお, 図 2.3G に示す禁忌品の混入またはその疑いのある容器については, 蓋を開封することが違法で内容物の視認ができないため, 参考写真となっている。

小規模医療関係機関等から容器が排出された時点で, 目視によって表 2.1 に挙げる基準に合致する容器を計上した。但し, 各容器に複数の危険排出事象の基準を満たしている容器がある場合は複数計上とした。例えば, 一つの容器に不完全密閉, 変形容

器，過重量容器の基準が当てはまる場合は，それぞれの危険排出事象に該当すると計上した．

過重量については法律上明確な定義がないものの，処理業者が処理した感染性廃棄物の実績を年一回，東京都環境局（資源循環推進部 産業廃棄物対策課 規制監視担当）に報告する義務がある．その報告書の記載要項では感染性廃棄物の体積から重量に換算する係数（0.30）が記されている．当該の換算係数従うと，20 L 容器は 6.0 kg，40 L 容器は 12 kg，50 L 容器は 15 kg となり，それぞれの容器に期待する平均重量を導くことができる．過重量または適正重量については，感染性廃棄物を扱う各処理業者によって統計的，または実務経験（know-how）をベースにした平均重量があり，それらに従って箱ベースでの単価設定が行われるため，経済的な指標が主な理由となる．次章でも触れるが，適正な利益を確保するためには，感染性廃棄物の処理コスト（容器代・収集運搬費・処分費・人件費，その他）を勘案し，容器一箱の重量が期待される重量以下でなければならない．また，処理施設では感染性廃棄物を焼却炉に投入する際，リフター並びに，コンベヤによる自動投入によって行われるため，推奨される最大積載重量（15 kg）がある．これらのことから，各容量の容器対して過重量に該当する重量を経済的，物理的要因から定義した．

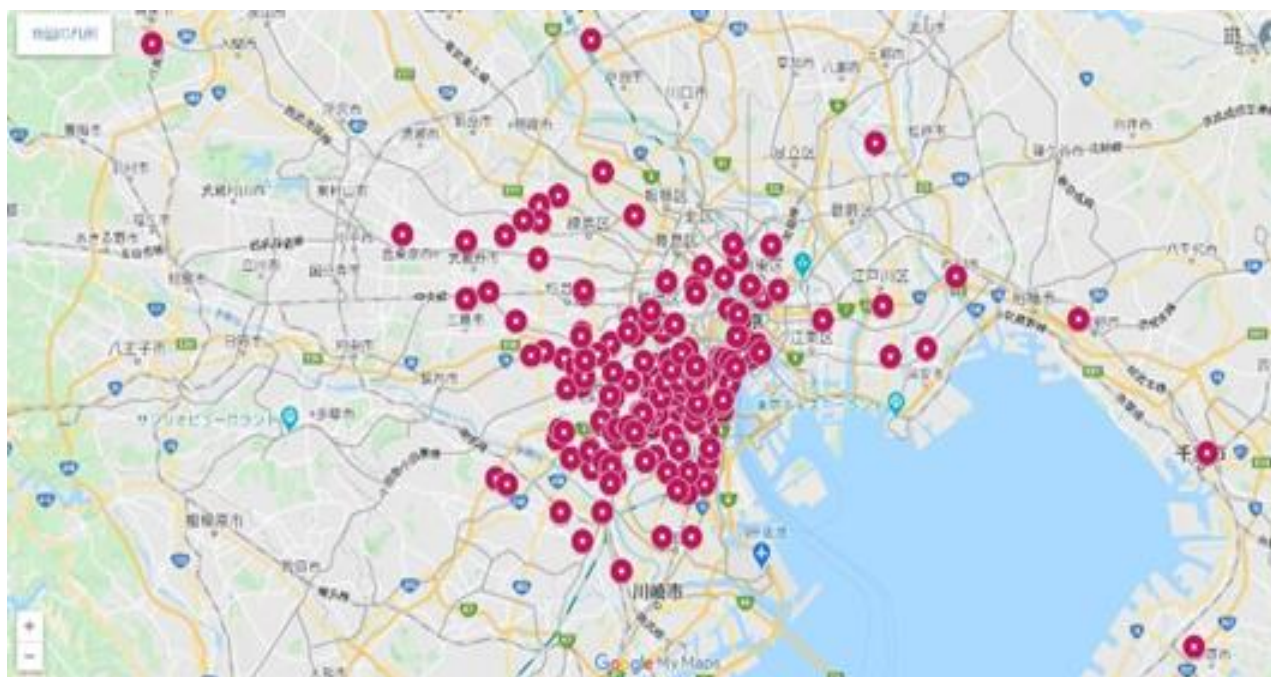


図 2.1 調査対象となった小規模医療関係機関等の位置

20 L 直方体容器



20 L 立方体容器



40 L 容器



50 L 容器



図 2.2 調査対象容器

表 2.1 危険排出事象の分類・定義・計上基準

分類	定義	計上基準
不完全密閉	蓋が完全に閉まっていない	蓋と本体が完全に圧着されていないと視認された時
変形容器	蓋や本体に物理的変形	蓋や本体に物理的変形を視認した時
過重量	それぞれの容器容量に対して内容物の比重が重い 1L $\geq$ 3kg, 20L $\geq$ 10kg, 40L 及び 50L $\geq$ 15kg	左記の重量を超過した時
容器汚染	容器外周に汚れ（汚染）がある	容器外周に体液，薬液等が付着していると視認した時
容器破損	容器外周に割れ，ひびがある	容器外周に物理的破損を視認した時
はみ出し	蓋と容器本体の隙間から内容物のはみだしがある	蓋と容器本体の隙間から内容物のはみだしがあるのを視認した時
鋭利物突出	容器外周から鋭利物の突出がある	容器外周から鋭利物の突出があるのを視認した時

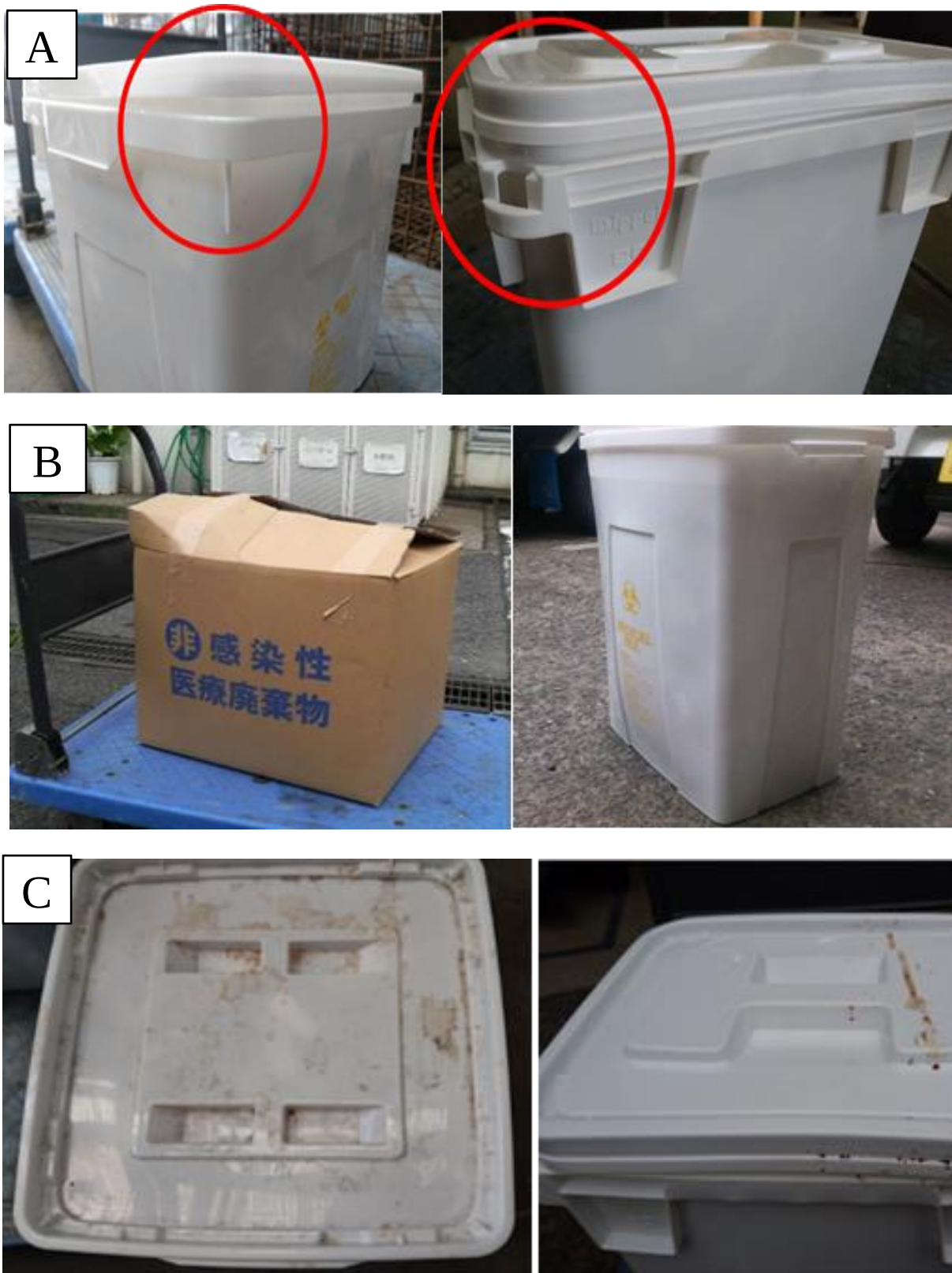


図 2.3 危険排出事象の例

(A:不完全密閉, B:容器変形, C:汚染容器)



図 2.3 危険排出事象の例（続き）

（D: 容器破損，E：はみ出し，F：鋭利物突出）

G



図 2.3 危険排出事象の例（続き）

（G:不審な内容物）

2.2 調査結果

合計 151（診療施設：130，動物診療施設：12，介護老人保健施設：6，歯科診療施設：3）（表 2.2）の小規模医療関係機関等から排出された感染性廃棄物専用ポリ容器の合計個数は 2364 個（診療施設：2089，動物診療施設：244，介護老人保健施設：24，歯科診療施設：7），合計量は 64320 リットル（診療施設：53460，動物診療施設：9700，介護老人保健施設：1020，歯科診療施設：140），合計重量は約 13.19 t（Mg）であった。

表 2.2 調査サンプル

	診療所			歯科診療所			動物診療施設			介護保険施設			合計
	n	母数	割合 (%)	n	母数	割合 (%)	n	母数	割合 (%)	n	母数	割合 (%)	割合 (%)
東京都	120	15016	0.799	3	10666	0.028	6	1959	0.306	—	—	—	1.134
神奈川県	5	7162	0.070	0	4938	0.000	1	1240	0.081	—	—	—	0.150
埼玉県	2	4570	0.044	0	3519	0.000	1	868	0.115	—	—	—	0.159
千葉県	3	3968	0.076	0	3203	0.000	4	870	0.460	—	—	—	0.535
合計	130	30716	0.423	3	22326	0.013	12	4937	0.243	6	13797	0.043	0.723
2024 年 12 月末時点での各都道府県にある施設数（厚労省・農水省）， 介護保険施設は 2022 年 10 月 1 日時のデータで全都道府県での施設数（厚労省）													

安全に排出された感染性廃棄物専用容器は全体の 62.3%であり、危険な排出事象と認められた容器は 37.7%であった。またその内訳としては、不完全密閉：67.0%、容器変形：24.6%、過重量：6.31%、容器汚染：0.853%、破損容器：0.683%、はみ出し：0.512%、鋭利物の突出：0.0853%であった（図 2.4）。危険排出事象としては不完全密閉が圧倒的に多く、容器変形や過重量まで含めるとこれらの 3 項目で危険排出事象の 97.9%を占めている。つまり、感染性廃棄物の容器の危険排出事象を防止する観点では、不完全密閉、容器変形、過重量をどのように防ぐかが重要な鍵となる。ただし感染性廃棄物の収集・運搬時の安全性の観点では、感染性廃棄物に直接的に接触しないし病原体に曝露する危険性がある容器破損、はみ出し、鋭利物の突出が注目すべき危険排出事象であり、頻度が高くないが危険性が高い危険排出事象をどのように防ぐか、危険排出事象の大部分を占める不完全密閉、容器変形、過重量の防止とは異なるアプローチが必要であることが示唆される。

各診療施設別の年間平均排出量の比較としては、動物診療施設が最も多く 808 L、次いで診療施設 411 L、介護老人保健施設 170 L、歯科診療施設 47 L の順であった（図 2.5）。平均排出量は 426 L/年であり、排出量の最頻値は 21-40 L/年であった（図 2.6）、次に相対頻度が高い排出量は 20 L 以下であり、以降は 41-60 L、61-80 L、81-100 L と続く。一方で 200 L 以上の排出量も 81-100 L と同程度の相対頻度であった。容器は 20 L、40 L、50 L が主に使用され、1 L、10 L の容器は使用例が少ない。つまり調査対象となった小規模医療関係機関等では感染性廃棄物の容器を 1 年間に約 1~2 回程度排出するケースが多く、多くても 5 回程度の排出に留まることを見出した。なお、1 L、10 L の容器は使用例が少ない理由として、収集運搬業者が排出事業者に対して通常支給する容量の容器ではなく、排出事業者である小規模医療関係機関等が独自に購入し使用しているからである。大容量容器に比べてスペースを取らない小容量容器は持ち運びに便利であり、また設置場所を選ばない利点がある。

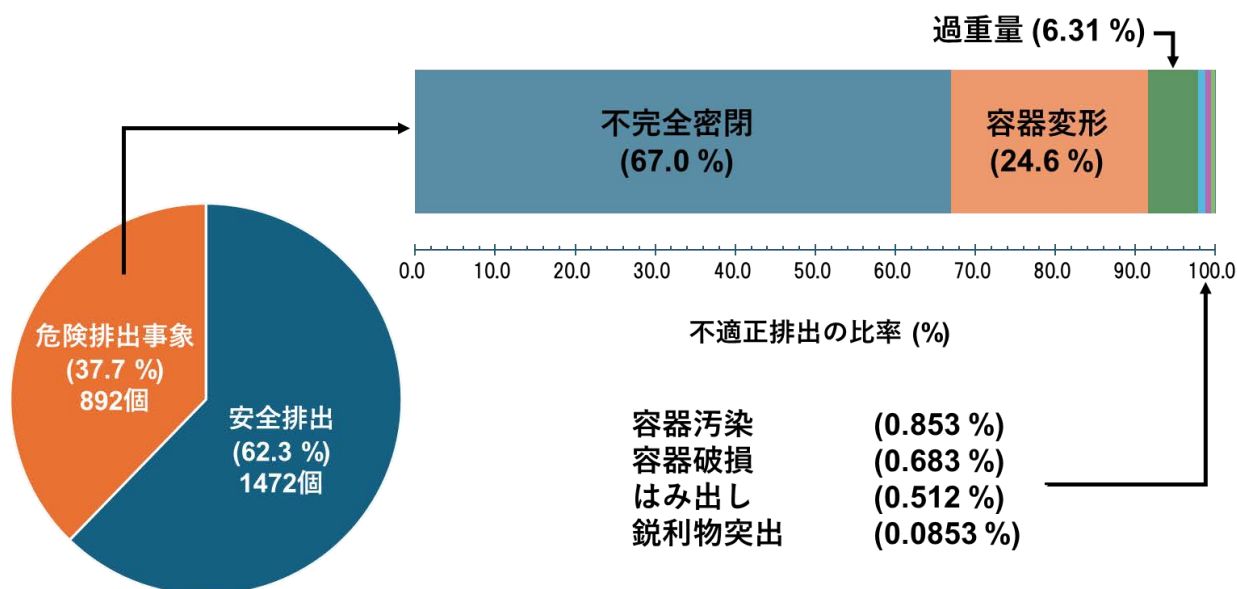


図 2.4 安全/危険排出事象の割合と内訳

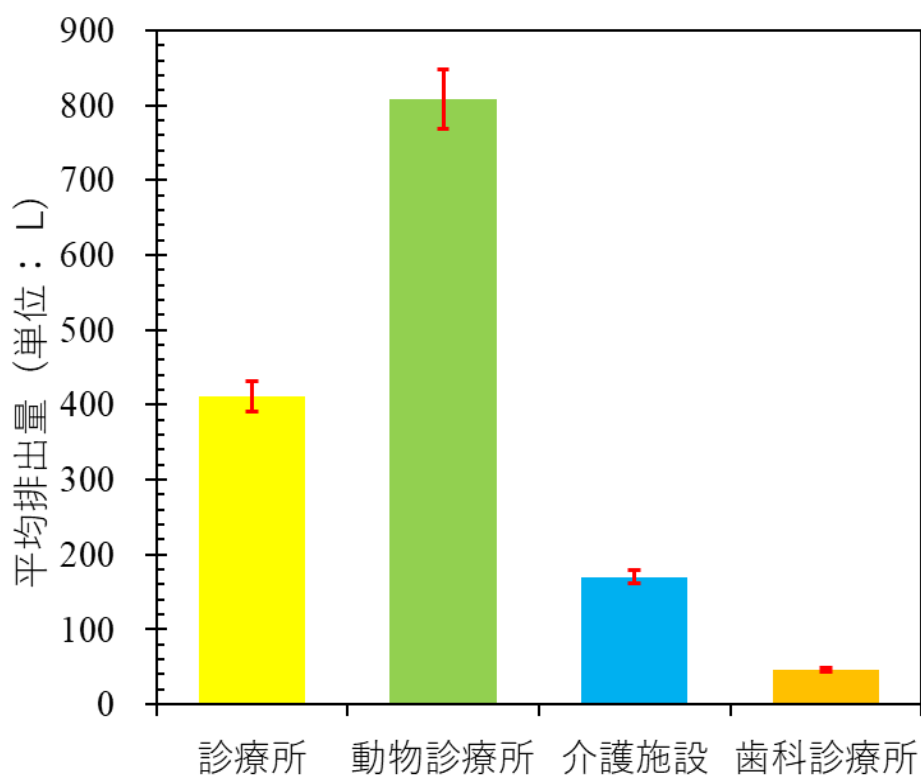


図 2.5 小規模医療関係機関における平均排出量の比較

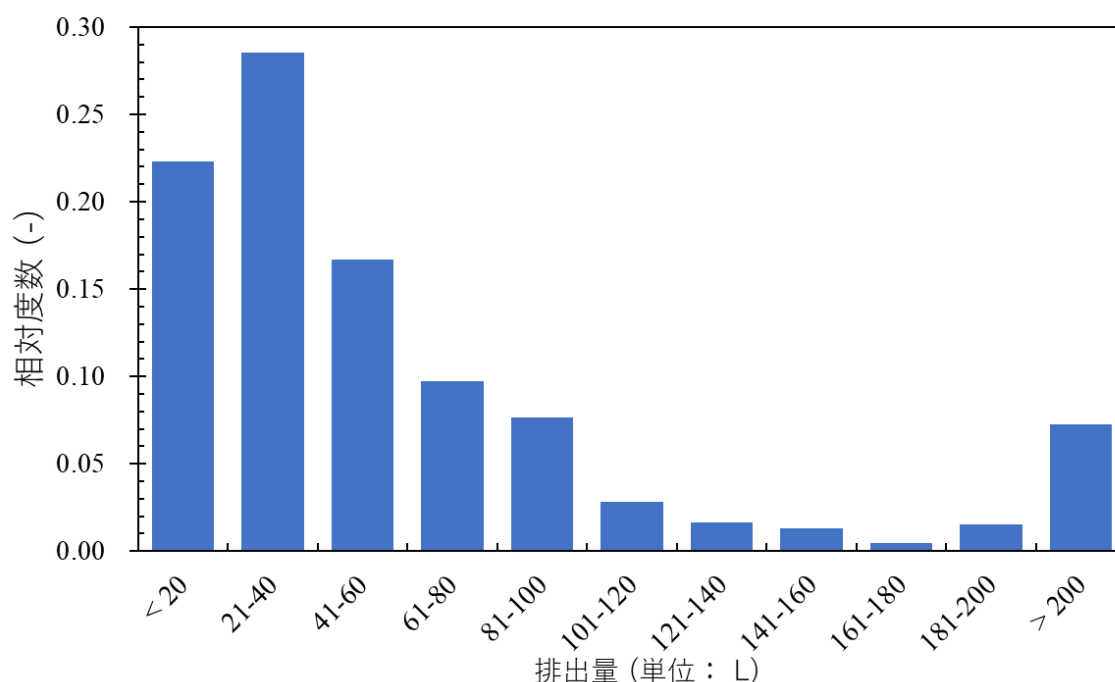


図 2.6 小規模医療関係機関での平均排出量の相対度数分布

本研究では、危険排出事象の内訳で合計 97.9%を占める不完全密閉、容器変形、過重量容器について、有意水準を 5%としてウェルチの t -検定で分析した。なお、効果量(Cohen's d)については、0.2 以上で小程度の差、0.5 以上で中程度の差、0.8 以上で大きな差としている。図 2.7A-C に示す通り平均排出容量の比較では、不完全密閉に関しては危険排出事象と分類された容器が安全排出と分類された容器よりも 11%大きく、その差は有意であった($p<0.001$)。なお、効果量(Cohen's $d=0.235$)は小程度の差である。次に容器変形に関しては危険排出事象と分類された容器が安全排出と分類された容器よりも 37%大きく、その差は有意であった($p<0.001$)。効果量(Cohen's $d=0.851$)は大きな差であることを示しており、容器変形が生じる容器は大きな容器である傾向が高い。言い換えれば、大きい容器の方が容器変形を生じやすいことを示している。容器の強度、特に蓋上部からの押圧負荷に対する強度は側面部の機械的強度に依存しており、側面部が大きいほど圧迫変形（共役のせん断応力の発生）しやすくなるため、上記の結果は容器の強度の視点からの予想と一致するものである。一方で過重量に関しては、小さい容器の方が満杯となりやすいため、感染性廃棄物を詰め込む動機が増えると考えられた。つまり、過重量は小さい容器の方が生じやすいと予想

された。しかし過重量に関しても危険排出事象と分類された容器が安全排出と分類された容器よりも 88%大きく、その差は有意であった($p<0.001$)。効果量(Cohen's $d=2.097$)も大きな差があることを示しており、容器変形と同様に過重量も大きな容器で生じやすい傾向を示している。

一方、図 2.8 A-C に示す通り平均排出個数の比較では、不完全密閉に関しては危険排出事象と分類された容器が安全排出と分類された容器よりも 50%小さく、その差は有意であった($p<0.001$)。なお、効果量(Cohen's $d=0.463$)は小程度の差である。次に容器変形に関しては危険排出事象と分類された容器が安全排出と分類された容器よりも 80%小さく、その差は有意であった($p<0.001$)。効果量(Cohen's $d=1.005$)は大きな差であることを示している。過重量に関しても危険排出事象と分類された容器が安全排出と分類された容器よりも 95%小さく、その差は有意であった($p<0.001$)。効果量(Cohen's $d=1.340$)も大きな差があることを示している。不完全密閉、容器変形、過重量それぞれの平均個数での比較では明確な差異があり、危険排出事象と分類された容器の平均個数は安全排出に分類された容器の個数に比べて常に有意に小さいものであった。

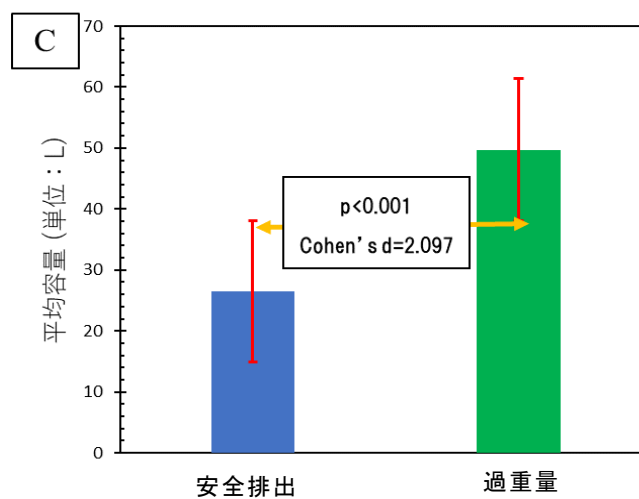
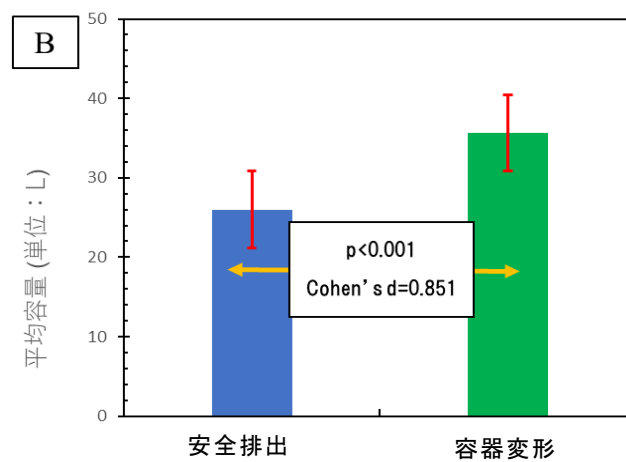
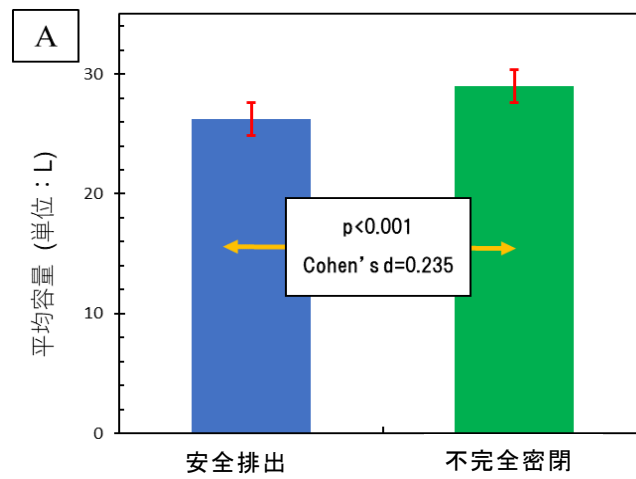


図 2.7 安全/危険排出事象での容器の平均排出量の比較
(A : 不完全密閉, B : 容器変形, C : 過重量)

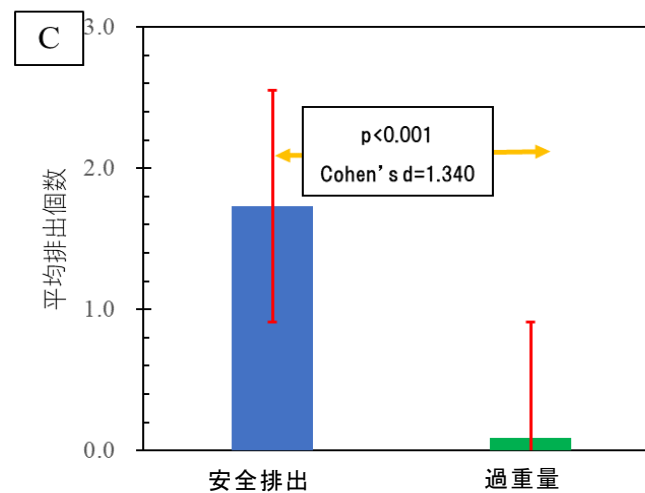
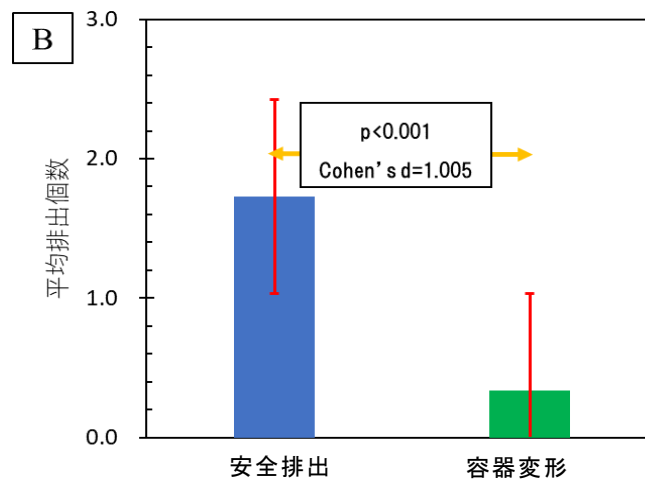
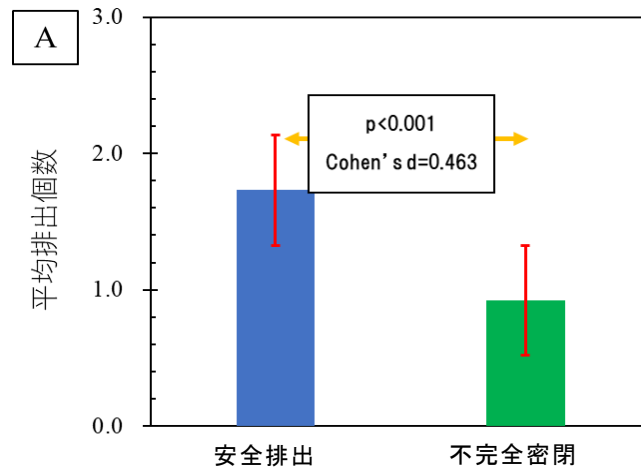


図 2.8 安全/危険排出事象の平均個数の比較
(A : 不完全密閉, B : 容器変形, C : 過重量)

2.3 実務経験に基づく考察と補足説明

実務経験での観察に基づく傾向としては、外科的治療が多い施設（動物診療施設を含む）は、内科的診療を行う施設に比べて年間排出量個数が多く、排出頻度も高く、より大きな容量の容器を使用している、また、安全充填（容器容量の80%程度以下）ないし過充填（容器容量の80%程度以上）に係わらず一箱当たりの重量密度(kg/L)が高い傾向にあった。理由としては、外科用器材や湿性生体物質が多く発生すること、注射筒や点滴バッグに薬液が残ったまま入っていること、ガラス製器材が入っていること（バイアル、アンプル、シャーレ、プレパラート等）などが考えられる。一方で眼科、皮膚科、心療内科では年間排出個数が少なく、一箱当たりの重量が軽い傾向にあった。また、診療施設内に感染性廃棄物を保管する十分なスペースを確保できない診療所では、1回の排出個数が少ない傾向があった。

著者が参画している、東京都産業資源循環協会 医療廃棄物委員会の他委員で主に大規模医療関係機関を対象に営業を行っている業者は、大規模医療機関での感染性廃棄物専用ポリ容器の危険排出事象については、一番に不完全密閉が多く、段ボール製容器の使用が多いことから、紙製容器の堅牢性に起因する容器変形も多いと報告している。他方で小規模医療関係機関等とは真逆に、感染性廃棄物専用ポリ容器には過少充填されている事例が多く観測されており、大規模医療機関を主に扱う業者内では過少充填を「経済的な理由」と「容器（資源）の無駄」、「処分施設への収集運搬回数の増便に因る温室効果ガスの増加原因」として“好ましくない排出事象”と考えている。

大規模医療機関での過少充填の原因は、以下のことが考えられる。

1. 容器排出における処理料が容器代を含む重量ベース（kg 単価計算）であり、処理料を箱の個数（箱単価）で計算する小規模医療関係機関等と比べて経済的動機（詰め放題心理）が働きにくい。
2. 従事する医師、看護師が経営者であるケースがほとんどないことから、感染性廃棄物の過少充填による経済的コストの損失意識が低い。
3. 医療従事者ではない、医療関係機関等と別途契約を結んでいる清掃業者によって感染性廃棄物容器が直近の設置場所（病室・処置室・手術室等）から指定の廃棄物

保管場所まで運搬されるため、推奨される充填容量に達していなくても、清掃時間のタイミング（一定の時刻または一定の間隔）で密閉・排出されてしまうことがある。

4. 医療関係機関等と契約を締結している清掃業者にとって、感染性廃棄物にかかる経済的コストを心配する理由がそもそも発生しない。

つまり、大規模医療機関では感染性廃棄物の過充填が発生しにくく、逆に過少充填が発生しやすい（都医ニュース 2023）。そのような環境下では、過重量や感染性廃棄物専用のポリ容器が変形する危険排出事象の発生が生じにくくなる。多くの病床を持つ大規模医療機関では、使用済みおむつが多量に発生する。おむつについては、患者が罹患している感染症ごとにその扱い、感染性廃棄物の該当性が決定される。病院経営者にとっては、おむつを感染性廃棄物に分類するよりも、非感染性廃棄物（現在のディスプレイザブルおむつの素材にポリマーを含んでいることから廃プラスチック類）として分類し、段ボール容器に収納して排出した方が安価となる。また、段ボール容器それ自体もプラスチック製容器ほどではないが相応のコストがかかっており、そのコストを削減するため、使用済みおむつを段ボール容器に過充填する状況が発生しやすい。結果として、水分を含む当該廃棄物は過重量と容器変形を誘発するケースが多いことが東京都産業資源循環協会 医療廃棄物委員会で報告されている。

2.4 結言

安全基準適合容器は全体の 62.3%であった。一方で危険排出事象に該当した容器は全体の 37.7%で約 4 割弱が該当した。その内訳としての主となる危険排出事象は不完全密閉：67.0%，容器変形：24.6%，過重量：6.31%であり、危険排出事象内訳全体の 97.9%を占めていた。小規模医療関係機関等での年間平均排出量は 426 L であり、動物診療施設が最も多く（808 L）、次いでヒトを対象とする診療施設（411 L）、介護老人保健施設（170 L）、最も低かったのは歯科診療所（47 L）であった。

排出量の最頻値は 21-40 L/年であった、次に相対頻度が高い排出量は 20 L 以下であり、以降は 41-60 L，61-80 L，81-100 L と続く。一方で 200 L 以上の排出量も 81-100 L と同程度の相対頻度であった。容器は 20 L，40 L，50 L が主に使用され、1 L，

10 L の容器は使用例が少ない。つまり調査対象となった小規模医療関係機関等では感染性廃棄物の容器を 1 年間に約 1～2 回程度排出するケースが多く、多くても 5 回程度の排出に留まることを見出した。

安全排出された容器と危険排出事象容器を平均排出容量で比較したところ、不完全密閉、容器変形、過重量の全てにおいて、危険排出事象となった容器が安全排出された容器よりも平均排出容量が有意に大きく、大きい容量の容器の方が不完全密閉、容器変形、過重量を生じやすいことを示唆している。次に安全排出された容器と危険排出事象容器をそれぞれの平均排出個数で比較したところ、不完全密閉、容器変形、過重量の全てにおいて明確な差異があり、危険排出事象容器が安全排出された容器よりも平均排出個数が有意に少なかった。

第 3 章

感染性廃棄物の安全及び危険排出事象に関する非心理的要因の分析

—

状況的要因
経済的要因
物理的要因
偶発的要因

—

第2章で示した通り、小規模医療関係機関等（病床数20未満の診療所、動物診療施設、歯科診療所および介護老人保健施設）を対象に感染性廃棄物の安全/危険排出事象の実態、特に感染性廃棄物が梱包されたプラスチック製容器の状態について調査したところ、危険排出事象に該当するケースは全体の37.7%であった。またその内訳としては、不完全密閉が67.0%、変形容器が24.6%、過重量が6.31%であり、これらの3ケースで危険排出事象の約98%に該当することを見出した。本章では、第2章での結果をもとに危険排出事象を引き起こす要因として状況的要因（排出頻度）、経済的要因（廃棄コスト）、物理的要因（必要押圧力）、偶発的要因を仮定し、それらの影響について検討、考察する。

注）本研究では安全排出基準適合医院ならびに、安全排出基準適合未達医院とで分類し記述している。特別管理産業廃棄物は、爆発性、毒性、感染性、その他人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有する廃棄物であり、感染性廃棄物は医療関係機関等から生じ、人が感染し、若しくは感染するおそれのある病原体が含まれ、若しくは付着している廃棄物又はこれらのおそれのある廃棄物と定義されることから、1箱でも感染性廃棄物の危険な排出は人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある。よって、危険な排出がなんら発生しなかった医院を「安全排出基準適合医院」と定義し、1箱でも安全排出基準に満たない排出があった医院を「安全排出基準適合未達医院」と定義した。但し、「安全排出基準適合未達医院」のうち、1年間の調査期間中に排出された感染性廃棄物容器の全てが危険な排出事象に該当した医院もあれば、そうではなかった医院もあったことを注記する。

3.1 状況的要因（排出頻度）

3.1.1 第一の仮説の導出理由

第一の仮説の導出理由として、感染性廃棄物の安全な取扱いには定期的なトレーニングが必要不可欠であると多くの先行研究が推奨している（Abdulla 2008; Adu 2020; Morela and Gunther 2013）。小規模医療関係機関等が感染性廃棄物を排出する頻度が低い場合（つまり排出する機会が少ない場合）、排出の頻度が高い他の小規模医療関係機関等に比べて次回排出時までの間隔が開くことになる。従って、排出の間隔が開

けば、安全な取扱いのための知識、経験、注意が薄れることになる（Bansal et al. 2011; Wafula et al. 2019）。これより、以下の仮説を導出した。

仮説 1

初回の排出から次回の排出までの期間が長いほど安全な取扱いのための記憶なし注意が薄れ、医療従事者が感染性廃棄物を安全に排出する行為が阻害される。結果として危険排出事象が増加する。

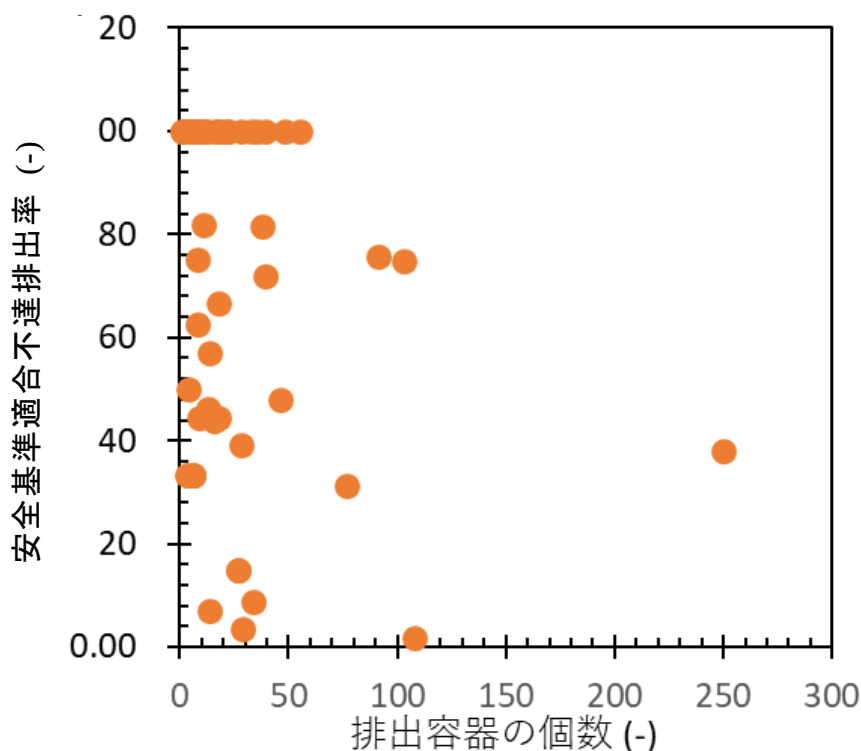
3.1.2 仮説 1 の検証方法

仮説 1 が正しい場合、次回排出までの期間の長さが長いほど危険排出事象となるケースが増えるはずである。危険排出事象の該当数（危険排出事象のケースに該当する容器数）は小規模医療関係機関等から年間にどれくらいの容器が排出されたのか、つまり年間容器排出数にある程度依存する可能性が考えられることから、危険排出事象となったケースの数を年間容器排出数で除して、危険排出事象率を検証に用いることとした。これにより、年間容器排出数が異なる小規模医療関係機関等を公平に比較することができる。次回排出までの期間の長さは医療機関での活動量に応じて変動するため、1 年間（時間長さ）を年間容器排出数で除したものがその平均値として代替できると考え、検証に用いることとした。よって、危険排出事象率と排出個数の相関をまず検証し、相関係数の有意性（帰無仮説は無相関、つまり相関係数はゼロ）は t-検定を用いた。また、危険排出事象率ごとの排出個数の違いについて一元配置分散分析を用いて検証した。有意水準を 5% とし、本仮説は負の相関を期待することとなる。

3.1.3 仮説 1 の検証結果

図 3.1 に示す通り、排出個数とその危険排出事象率に明確な相関性は見られなかった（ $r=-0.268$, 95%信頼区間： $-0.492 \sim -0.0105$ ）。ただし相関係数の有意性は見出されたため（ $p=0.0209$ ）、無相関であるとの結論は得られない。そこで、危険排出事象率を 0.2 区間で区分し、排出個数に有意な違いが見出されるか検証した。図 3.2 に示す通り、危険排出事象頻度に応じて平均個数に有意な違いは見出されなかった。

($p=0.0693$)。つまり、高い排出頻度は危険排出事象率の低下、すなわち安全排出に繋がるとは言えない。また、危険排出事象となった小規模医療関係機関等は、安全排出を行った小規模医療関係機関等よりも多くの感染性廃棄物を排出しており、有意に中程度の差を見出した($p<0.001$, Cohen's $d=0.661$) (図 3.3)。この結果は仮説 1 で予想されるものと反対になっている。これより本研究は仮説 1 を棄却する。排出頻度が高いほど安全排出に関する取扱い、記憶や注意が維持されやすいが、感染性廃棄物の危険排出事象は排出頻度に大きな影響を受けていない。つまり危険排出事象は他の要因に影響を受けており、感染性廃棄物に係る医療従事者の知識、関心や注意の強さや内容などが今後の検討要因として考えられる。これについては第 4 章にてさらなる仮説を提示し、検証していく。



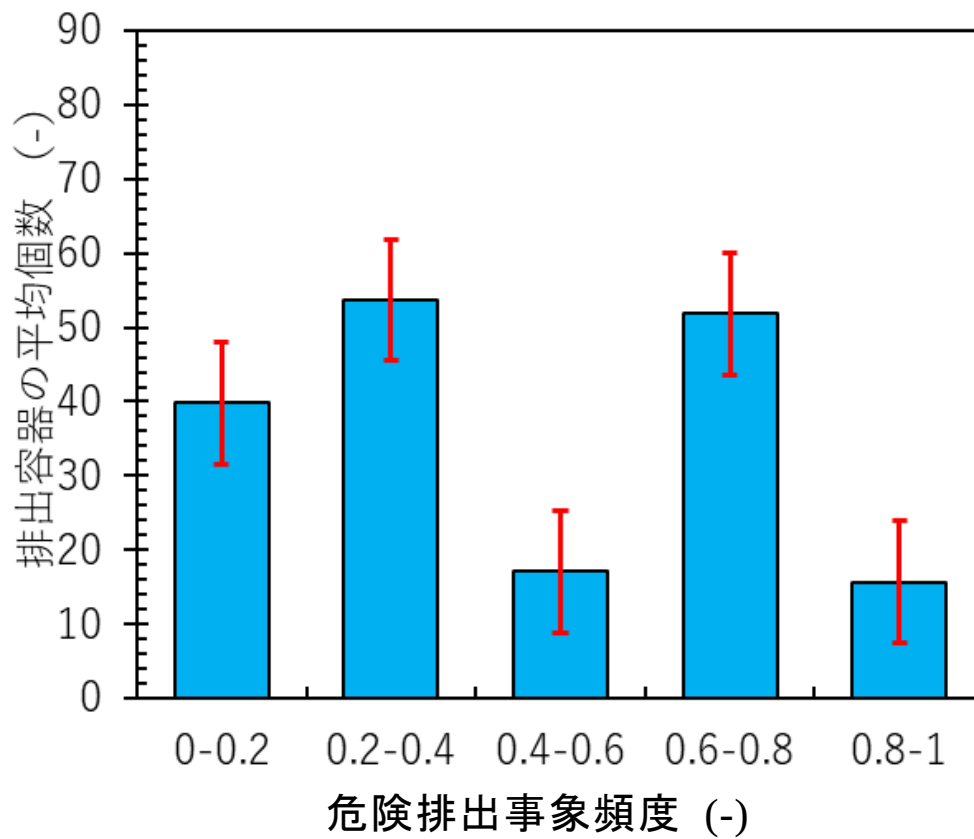


図 3.2 危険排出事象の頻度と平均個数

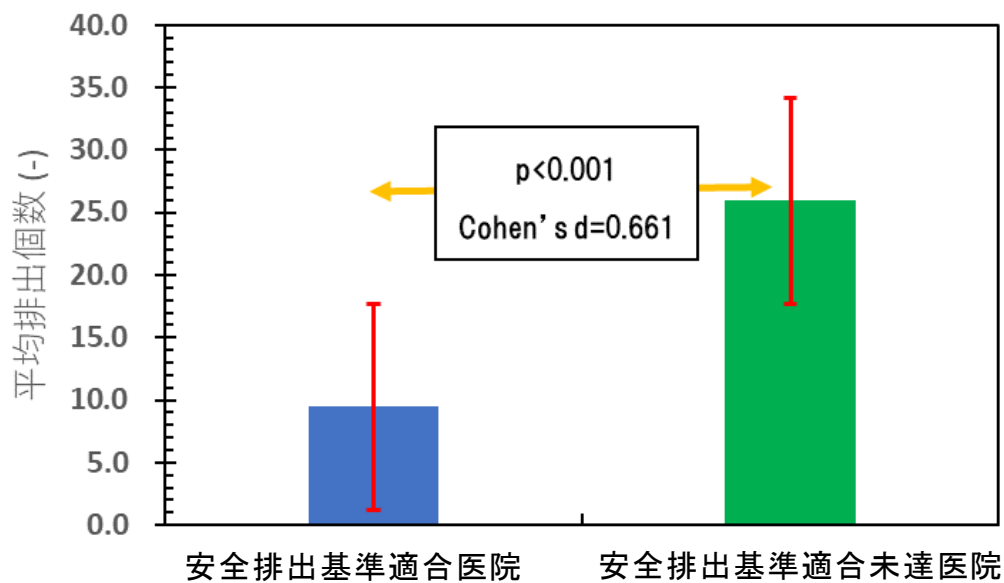


図 3.3 安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院
の平均排出個数の割合

3.2 経済的要因（処理コスト）

3.2.1 第二の仮説の導出理由

第二の仮説は、感染性廃棄物の処理コストという経済的要因から導かれる。大小の規模に依らず医療関係機関等には不可避な経済的事情があり、経営コスト削減のために先ず一番目に削られるのは廃棄物の処理費用であるとされる（木ノ本 2018）。首都圏に係わらず、通常、小規模医療関係機関等での廃棄コストは容器の大きさと排出個数ベースで決定されるのに対して、大規模医療機関（又は多量排出医療関係機関等）では重量ベース（¥ / kg）で処理費用が決定される。何故ならば、小規模医療関係機関等では一回の排出での容器個数または合計容量が少量であり、廃棄物自体の処理費用（重量コスト）よりも、収集運搬にかかる費用（運搬コスト）が大きな比重を占める、従って廃棄物の実際の重量は重要視されず、業者の経験則による容器容量ごとの平均重量が適用され、収集運搬費と感染性廃棄物専用容器代を含んだ単価見積りとなる。また、都内での収集運搬作業では、収集時におけるコインパーキング等の駐車スペースの不足に伴い、路上駐車を余儀なくされる場合が多くあり、駐車禁止違反として罰金がかかるリスクがあるため、容器重量をその場で量る時間的余裕が無いことも理由として挙げられる。一方で大規模医療機関の場合は、収集運搬費（車両費）、処分費（重量）、そして感染性廃棄物専用容器代が別々に請求されるケースが多い。1.4.3 項で挙げた梱包容器の選択において、多量排出者である医療関係機関等ではプラスチック製容器よりも紙製などの安価な容器が選択される理由がここにある。大規模医療機関は排出する個数または容量が多量であり、収集トラックに満載となるケースが多い。従って、収集運搬にかかる費用はトラック 1 台分のように一定であり、排出毎に異なる廃棄物自体の重量が処理費用全体で大きな比重を占めることから、重量ベースでの請求となる。また、収集作業時の駐車スペースについても、ほとんどの場合、それらの医療機関内に確保されていることが多く、作業員は駐車禁止違反を気にせずに作業が可能である。

以上の処理費決定のベースの相違の他に、サイズが大きい容器は（50 L など）、小さい容器（20 L など）に比べて容器単価（箱単価）は高い反面、サイズが大きい容器は小さい容器に比べて単位容積（L）当たりの処理単価が安価となる場合が多い。つま

り、容器個数ベースで処理費を請求する場合、処理コスト削減の視点では大きい容器に割安感がある。特に小規模医療関係機関等で大きい容量の容器が使用される場合、過充填をすることによって排出個数を抑制できるため、さらなるコスト削減のために過充填をする動機が発生する状況となる。

以上の理由から、以下の仮説を導出した。

仮説 2

- 2a. 大きな容量の容器は小さい容量の容器に比べて過充填を招きやすく、危険排出事象につながる要因（過重量・不完全密閉・容器変形）を連鎖的に生じさせる。よって危険排出事象に該当する容器は、小さな容量よりも大きな容量の容器に発生しやすい。
- 2b. 小規模医療関係機関等では、容器に過充填をすることで排出個数を減らして感染性廃棄物の排出コスト削減を図る動機が生じる。過充填が過重量を引き起こし、連鎖的な容器変形の原因となっている。

3.2.2 仮説 2 の検証方法

仮説 2a が正しい場合、危険排出事象（過重量・不完全密閉・容器変形）となっている容器の容量（平均容量）は安全排出の平均容量よりも大きくなるはずである。そこで安全排出および危険排出事象となっている容器の平均容量をウェルチの t -検定によって比較検討した（有意水準を 5% とした）。効果量は Cohen's d で評価した。次に仮説 2b が正しい場合、過重量と容器変形の間には統計的有意な関連性が現れるはずである。そこで両者の関連性をフィッシャーの正確確率検定によって検討した。有意水準は 5% とし、有意水準 10% では有意な傾向ありと表記する。このときの効果量はクラメールの連関係数 (Cramer's V) で評価した。効果量が 0.10 以上で弱い関連性、0.30 以上で中程度の関連性、0.50 以上で強い関連性に分類される。また、容器変形と過重量についてはオッズ比を求め、過重量と安全排出基準適合重量の容器において容器変形が生じる比率の偏りについて定量的に評価した。

3.2.3 仮説 2 の検証結果

参考のため、第 2 章での図 2.7A-C を図 3.4 として再掲する。危険排出事象（過重量・不完全密閉・容器変形）全てのケースにおいて、容器の平均容量は安全基準適合排出での平均容量よりも有意で大きかった($p<0.001$)。よってこれらの結果は仮説 2a を支持しており、小さな容量よりも大きな容量の容器に危険排出事象が発生しやすい。ただし大きい容器への過充填が結果として容器変形や不完全密閉を引き起こしているかは、さらなる検討を要する。過充填が容器の過重量を引き起こす主要因であることは自明であると考えられることから、容器変形に着目して過重量との関連性を次に検討する（仮説 2b の検討）。

容器変形と過重量の関連性について、容器容量ごとの結果を表 3.1 に示す。過重量となっている容器は最も大きい容量（50 L）のものが顕著に多く、小さな容量（20 L）のものは本研究では観察されなかった。一方、容器変形が観察された容器は 20 L の容量（形状は立方体）のものが最も多い。容器変形と過重量の有意な関連性を確認するため、それらのクロス集計結果とフィッシャーの正確確率検定の結果を表 3.2 および表 3.3 に示す。また、40L と 50 L の集計結果をもとに算出した容器変形と過重量におけるオッズ比を表 3.4 に示す。

容器変形と過重量の関連性について、40 L および 50 L の容量の容器でそれぞれにおいて有意差な関連性が認められた（40 L 容器: $p=0.00277$, Cramer's $V=0.326$; 50 L 容器: $p<0.001$, Cramer's $V=0.445$ ）。効果量は 40 L, 50 L の容器ともに 0.3 以上であり、中程度の関連性を見出している。よってこれらの結果は仮説 2b を支持するものである。クロス集計分析は過重量と容器変形の因果関係までを検討するものではないが、過重量（過充填の結果）に附随して容器変形が起きる事象に不自然性がない反面、容器が変形することによって過重量が引き起こされるプロセスには蓋然性が乏しい。よってこれらの結果は、過充填の結果として容器が過重量となり、連鎖的に容器変形が生じていることを強く示唆している。

次に容器変形と過重量におけるオッズ比において、その 95%信頼区間は 31.04-529.1 であった。これは、過重量となっている容器は容器変形となる確率が安全排出基準適合容器（過重量となっていない容器）と比較して約 31~529 倍高いことを意味

している。よってこの結果も仮説 2b を支持しており、容器の処理コストを下げるために過充填された容器（主に 40 L/50 L）は過重量を引き起こし、付随して容器変形の原因となっていることが見出された。

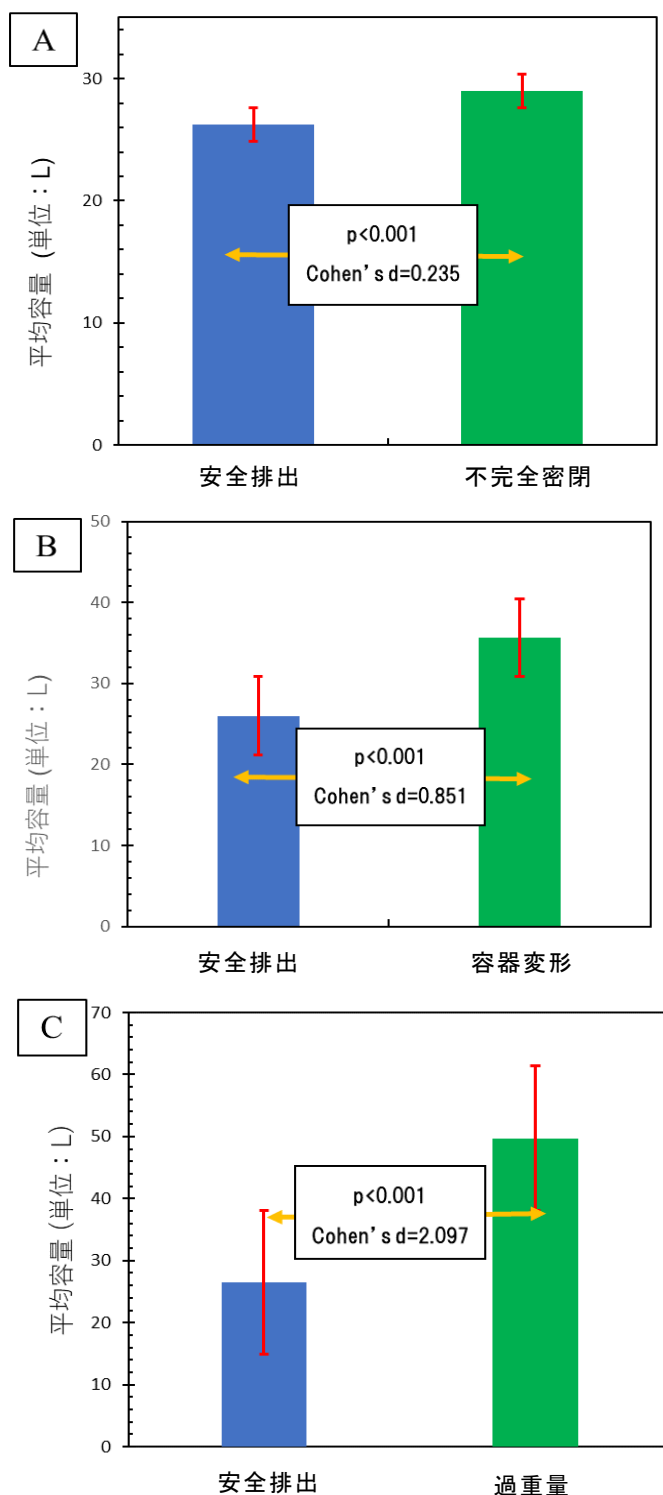


図 3.4 安全/危険排出事象での容器の平均排出量の比較
(A : 不完全密閉, B : 容器変形, C : 過重量) (図 2.7 再掲)

表 3.1 容器容量による容器変形と過重量の関連性

容器重量	容器容量	変形無し				変形有り			
		20 L (直方体)	20 L (立方体)	40 L	50 L	20 L (直方体)	20 L (立方体)	40 L	50 L
安全重量	20 L (直方体)	170	-	-	-	2	-	-	-
	20 L (立方体)	-	1374	-	-	-	127	-	-
	40 L	-	-	315	-	-	-	16	-
	50 L	-	-	-	162	-	-	-	118
過重量	20 L (直方体)	0	-	-	-	0	-	-	-
	20 L (立方体)	-	0	-	-	-	0	-	-
	40 L	-	-	0	-	-	-	2	-
	50 L	-	-	-	2	-	-	-	70

表 3.2 容器変形と過重量の関連性 (40 L)

観測度数 (40 L)	変形無し	容器変形	合計
適正重量	315	16	331
過重量	0	2	2
合計	315	18	333

40 L: $p=0.00277$

表 3.3 容器変形と過重量の関連性 (50 L)

観測度数 (50 L)	変形無し	容器変形	合計
適正重量	162	118	280
過重量	2	70	72
合計	164	188	352

50 L: $p<0.001$

表 3.4 容器変形と過重量のオッズ比（50L）

		値	95%信頼区間	
			下限値	上限値
リスク比	A/C	83.71	20.74	337.9
	B/D	0.6532	0.5909	0.7221
オッズ比	AD/BC	128.1	31.04	529.1
注) A:変形有り・過重量, B:変形有り・安全基準適合重量 C:変形無し・過重量, D:変形無し・安全基準適合重量				

3.3 物理的要因（必要押圧力）

3.3.1 第三の仮説の導出理由

第三の仮説は、容器の蓋を完全に密封するために必要な押圧力が強すぎるという物理的要因から導かれる。蓋を完全密閉するには非常に大きな押圧力が必要であり、感染性廃棄物を扱う医療従事者にとって完全密閉という作業に不可避な困難性を生じさせている可能性がある。つまり仮説3として、完全密閉のための必要押圧力が強く、医療従事者の押圧力が不足しているために不完全密閉を誘発していることが示唆される。

仮説3

医療従事者が容器を完全密閉する際の押圧力が密閉に必要な押圧力よりも小さく、結果として不完全密閉を誘発している。

3.3.2 仮説3の検証方法

仮説3を検証するため、本研究では蓋を密閉するために必要な押圧力を重量計で測定した。蓋が完全に密閉されてロックされる際に、「カチッ」とクリック音が鳴るように設計されている。そこで容器に蓋をセットし、各四隅で当該音が鳴るまでの押圧力（の最大値）を記録した。ただし、最後に閉めた隅の重量は除外することとした。

最後の隅を密閉する際、クリック音と最大押圧が観測されたときの間に無視のできない時間差が観察されたため、最後の隅の最大押圧力データは過度の押圧によって影響を受けていると判断した。なお、押圧力の測定データに重力加速度定数($g = 9.807 \text{ m/s}^2$)を掛けることで単位を newton (N) に変換している。本実験では、図 2.2 に挙げた容量が 20 L の直方体タイプと立方体タイプ、40 L、および 50 L の 4 種類の容器を使用し押圧力をテストした。サンプルサイズは東京工業大学の学生とスタッフから募集した 20 人である。各被験者について、各容器に対して 3 回ずつ最大押圧力を測定した。統計分析には各被験者および各容量容器の平均データを使用し、蓋を密閉するための押圧力に対する性別および年齢の影響を、多元配置分散分析 (multi-way ANOVA) および Tukey-Kramer 多重比較法を用いて検討した。密閉作業に関わる医療従事者は女性が多いと考えられることから、完全密閉に必要な押圧力が、一般女性が出し得る身体的押圧力と比較して大きいものであるか比較検討した。

3.3.3 仮説 3 の検証結果

各容器ならびに男女間、年齢層ごとの最大押圧力の測定結果を表 3.5、図 3.5 に示す。同じ 20L 容器で立方体 (29 cm×29 cm×28 cm)、および直方体 (32 cm×23 cm×26 cm) を比較した場合、直方体の 20L 容器は立方体の 20L 容器よりも完全に密封するために必要な力が有意に大きかった ($p=0.00176$, Cohen's $d=1.165$)。なお、直方体の 20 L 容器では約 268 N、立方体の 20 L 容器では約 183 N の押圧力が必要であった。直方体の 20 L 容器の蓋には、その裏側にゴム製のパッキングリングが取り付けられている。また、直方体の 20 L 容器は容器壁面の厚さが立方体のそれよりも厚い。これらの仕様の要因が完全密閉のために必要な押圧力を増加させている可能性がある。40 L 容器では約 229 N、50 L 容器では 208 N であった。つまり最低でも 183 N 以上の押圧力が蓋の完全密閉には必要である。また、男性と女性の間にも有意な差が見出された ($p<0.001$, Cohen's $d=0.909$)。蓋を密閉するのに必要な押圧力は密閉する人間の性別や年齢に依存せず一定であるため、これは男性が必要以上の押圧力で蓋を密閉したことを意味している。性別間の押圧力における有意差は年齢への依存性があり特に 20 代 ($p<0.001$, Cohen's $d=1.918$) と 40 代 ($p=0.00213$, Cohen's $d=0.982$) で

性別間の有意差が見られた。対照的に 60 代では性別差は見られなかった。女性が蓋を密閉する際の平均押圧力が約 184 N であり、密閉に必要な最低押圧力とほぼ等しい。人体の押引力操作と回転力操作における操作力を調査した研究において、被験者である若年女性（年齢 19～23 歳，11 名）が縦方向に押す最大筋力を平均で 141 N と報告している（徳田ら 1992）。これは密閉作業に必要な 183 N の押圧力より小さく、女性の医療従事者が密閉作業を行う際には押圧力の不足を補う工夫（蓋を体重で押すなど）が必要となるケースがあることを示唆している。本研究の調査では女性すべてが容器を密閉したが、日本女性が持つ平均的な筋力より大きな押圧力を要求されており、その際に困難性などの心理的負担を与えている可能性が考えられる。密閉作業に対して認知する困難性について、次章にてさらに検討していく。以上より押圧力の測定結果は仮説 3 を棄却するものではない反面、積極的に支持する証左を与えるものでもなかった。

他方、厚生労働省発表の就業看護職員の性別構成割合の推移、ならびに年齢階級別構成割合を参考資料として図 3.6 A-B に挙げる。本資料によると、看護職員の女性の割合は 1996 年時 96.6%，2020 年時は 92.4% で女性がほとんどを占める。著者の観察でも、小規模医療関係機関等で看護師業として従事するのは女性であり、男性看護師を観察することはなかった。つまり女性看護師がほとんどの場合において、感染性廃棄物容器を実際に扱い、密閉作業を行っている。このような事実から、危険排出事象で大きな割合を占める不完全密閉は女性看護師の必要押圧力の不足に因るものであると考察される。必要押圧力に因らず完全密閉を可能にするためには、密閉性を損なわず、なおかつ閉めやすい容器の改良が望まれる。

表 3.5 各容器ならびに男女間，年齢層での最大押圧力の測定結果

単位: N(newton)

性別/年齢層 /容器	サン プル	平均 (N)	標準偏差 (SD)	平均-SD	平均+SD	標準誤差 (SE)	平均-SE	平均+SE
女性	36	184.435	79.480	104.956	263.915	13.247	171.189	197.682
男性	44	252.391	70.648	181.743	323.039	10.651	241.740	263.041
20s	32	229.890	78.553	151.336	308.443	13.886	216.003	243.776
40s	28	217.823	97.490	120.334	315.313	18.424	199.400	236.247
60s	20	214.467	63.092	151.375	277.559	14.108	200.359	228.575
20L (直方体)	20	268.405	85.823	182.582	354.228	19.191	249.215	287.596
20L (立方体)	20	182.574	59.097	123.476	241.671	13.215	169.359	195.788
40L	20	228.765	87.399	141.366	316.164	19.543	209.222	248.308
50L	20	207.500	71.243	136.257	278.743	15.930	191.569	223.430

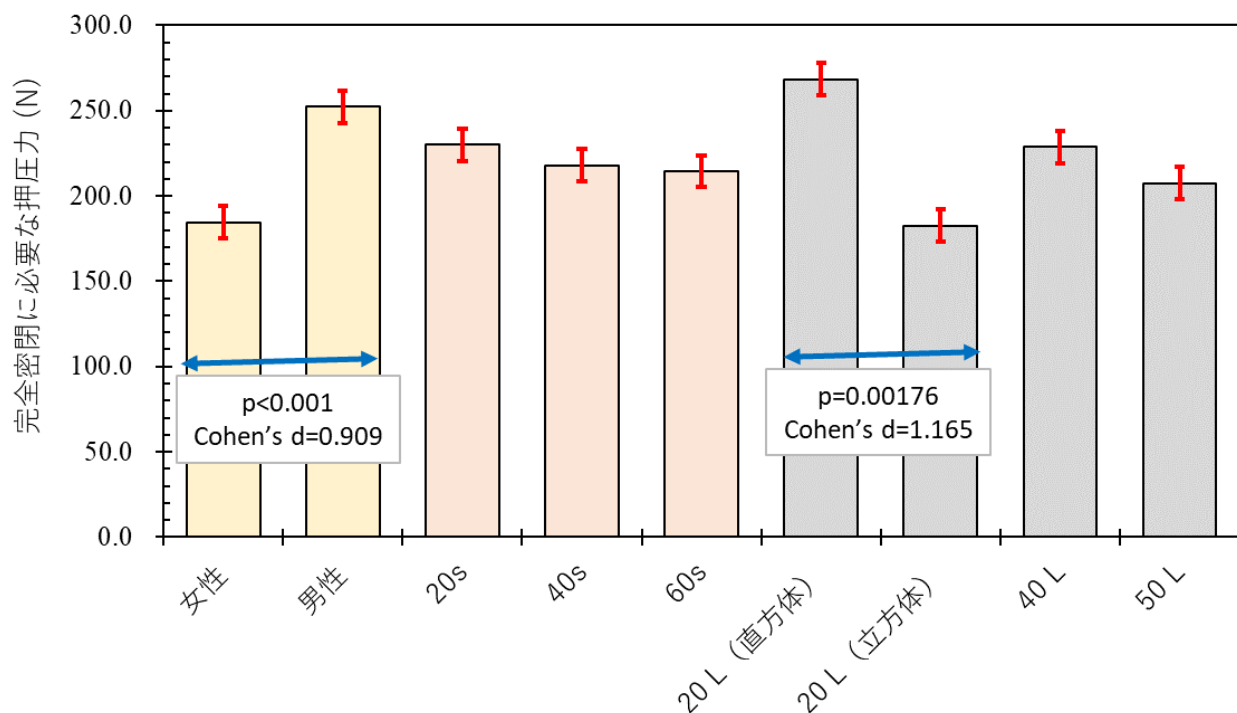


図 3.5 各容器ならびに男女間，年齢層での最大押圧力の測定結果

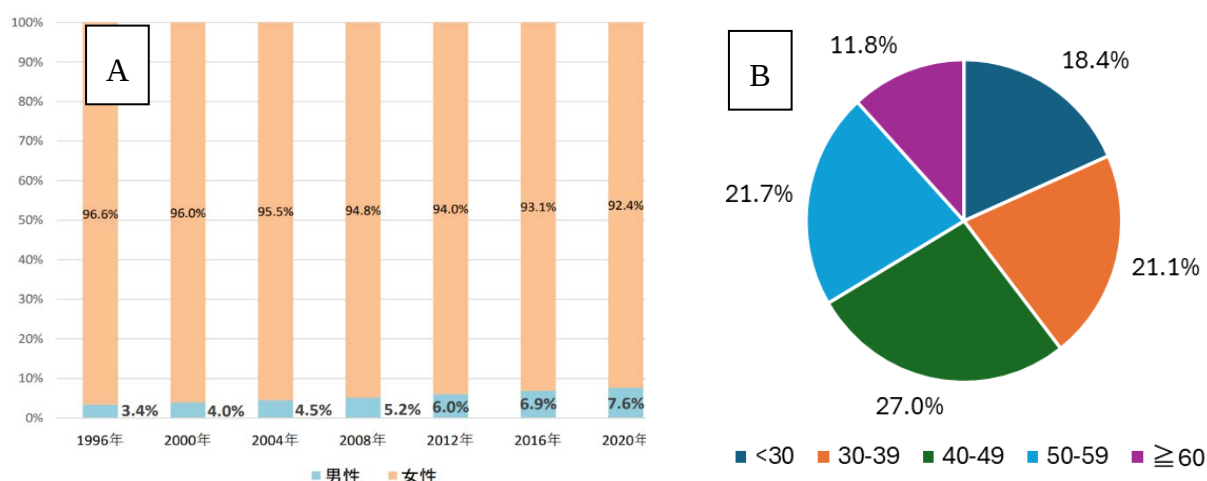


図 3.6 A-B 就業看護職員 (A: 性別割合の推移, B: 年齢階級別の割合 2020 年)

(出典: 厚生労働省 2023)

3.4 偶発的要因

3.4.1 第四の仮説の導出理由

3.3.1 項で提示したとおり（仮説 3），密閉作業を担当する医療従事者のその時々
 の身体的押圧力に依存して不完全密閉が誘発されている場合（つまり身体的押圧力<密
 閉に必要な物理的押圧力），身体的押圧力に影響を与える要因，例えば上記の認知的
 困難性や医療従事者の作業的余裕（例えば密閉作業に要することができる時間的余裕）
 などが影響要因として考えられる．密閉作業をする際の作業的余裕などは偶発的（ラ
 ンダム的）要因と考えられること，医療従事者の誰が（年齢や性別，身体的能力など）
 どの順番で密閉作業を担当するかも偶発的要因であることから，不完全密閉は偶発的
 事象である可能性が考えられる．また，容器への感染性廃棄物の過充填による過重量
 は感染性廃棄物の発生状況に依存しており，季節性インフルエンザの流行などの偶発
 的要因で小規模医療関係機関等での診療活動が変化し，結果として感染性廃棄物の発
 生量が増加することもあると考えられる．容器変形についても，感染性廃棄物の充填の仕方
 など（容器に感染性廃棄物を押し込む際の力のかけ方などを含む）によって発生確率
 が変化する可能性が考えられる．つまり，容器が安全排出ないし危険排出事象となる
 かは，偶発的要因によって主に支配され，継続的ないし特徴的要因の影響は小さいこ
 とが予想される．これより，以下の仮説 4 が提案される．

仮説 4.

危険排出事象は主に偶発的要因に起因しており、容器が安全排出となるか危険排出事象となるかはランダムである。

3.4.2 仮説 4 の検証方法

危険排出事象が偶発的要因によって主に影響されている場合、個々の容器ベースでの危険排出事象の割合と危険排出事象に該当した容器を排出した小規模医療関係機関等の割合は異なることが予想される。なぜなら、各小規模医療関係機関等がほぼ同程度の回数で容器を排出する場合に、個々の容器ベースでの危険排出事象割合と危険排出事象に該当する容器を排出した小規模医療関係機関等の割合が一致するからである。図 2.6 で示したとおり、小規模医療関係機関等ごとに排出容器の総個数が異なり、よって危険排出事象が偶発的要因に起因している場合、個々の容器ベースでの危険排出事象割合と危険事象に該当した容器を排出した小規模医療関係機関等の割合は乖離した値を示すはずである。また、危険排出事象が偶発的要因に起因している場合、排出個数の多い小規模医療関係機関と排出個数の多い小規模医療関係機関においても、同じ割合で危険排出事象となるはずである。つまり、両者を比較することで仮説 4 を検証することができる。ただし、偶然に一致ないし近い割合となる可能性は排除されない点をここに注記する。

3.4.3 仮説 4 の検証結果

個々の容器ベースでの危険排出事象割合（と安全排出の割合）を図 3.7（図 2.4 再掲）に、危険排出事象に該当した容器を排出した小規模医療関係機関等の割合（と安全排出のみの小規模医療関係機関等の割合）を図 3.8 に示す。容器の個数ベースでは 37.7%の容器が危険排出事象であったのに対し、危険排出事象に該当した小規模医療関係機関等の割合は 38.2%であり、非常に近い値を示した。Z 検定で両者の割合について検定したところ、両者に有意な違いは見出されなかった($p=0.992$)。ただし検出力($1-\beta$)は 0.0522 と低いため、第 2 種の過誤、すなわち Z 検定の検出力が小さいために有意な違いを見出されなかった可能性を否定することはできなかった。よって、本研

究では仮説 4 を支持しない結果が得られたものの、仮説検定の検出力の弱さに起因している可能性を否定できない。今後のさらなる検討が必要である。

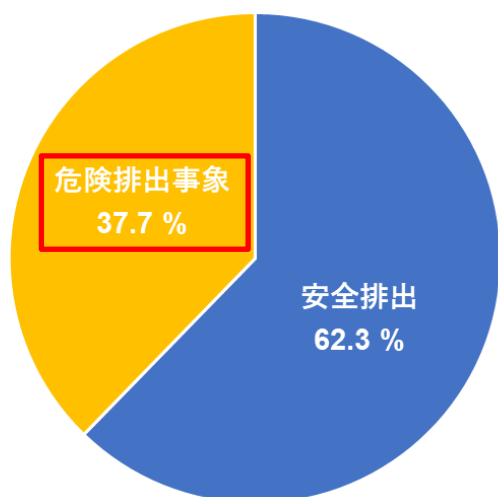


図 3.7 安全/危険排出事象の容器個数割合
(図 2.4 再掲)

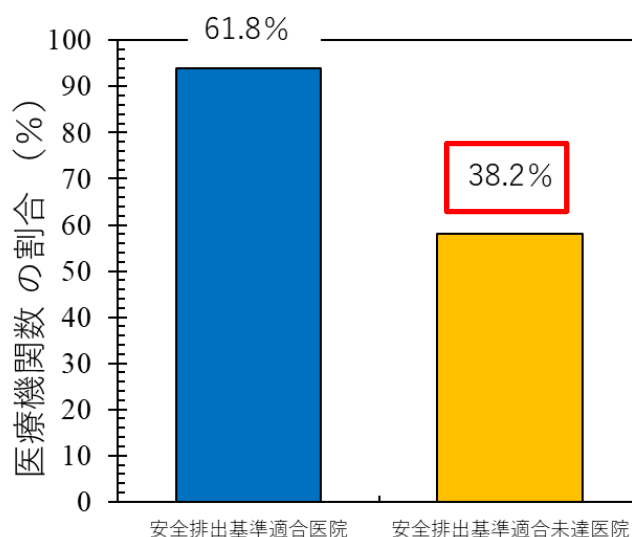


図 3.8 安全排出基準適合医院と
安全排出基準適合未達医院の比率

次に、危険排出事象が偶発的要因に起因している場合、排出個数の多い小規模医療関係機関と排出個数の多い小規模医療関係機関においても、同じ割合で危険排出事象となることが予想されることから、総排出個数で区分した場合での安全及び危険排出事象された割合（総排出個数の実数割合）を図 3.9 に示す。

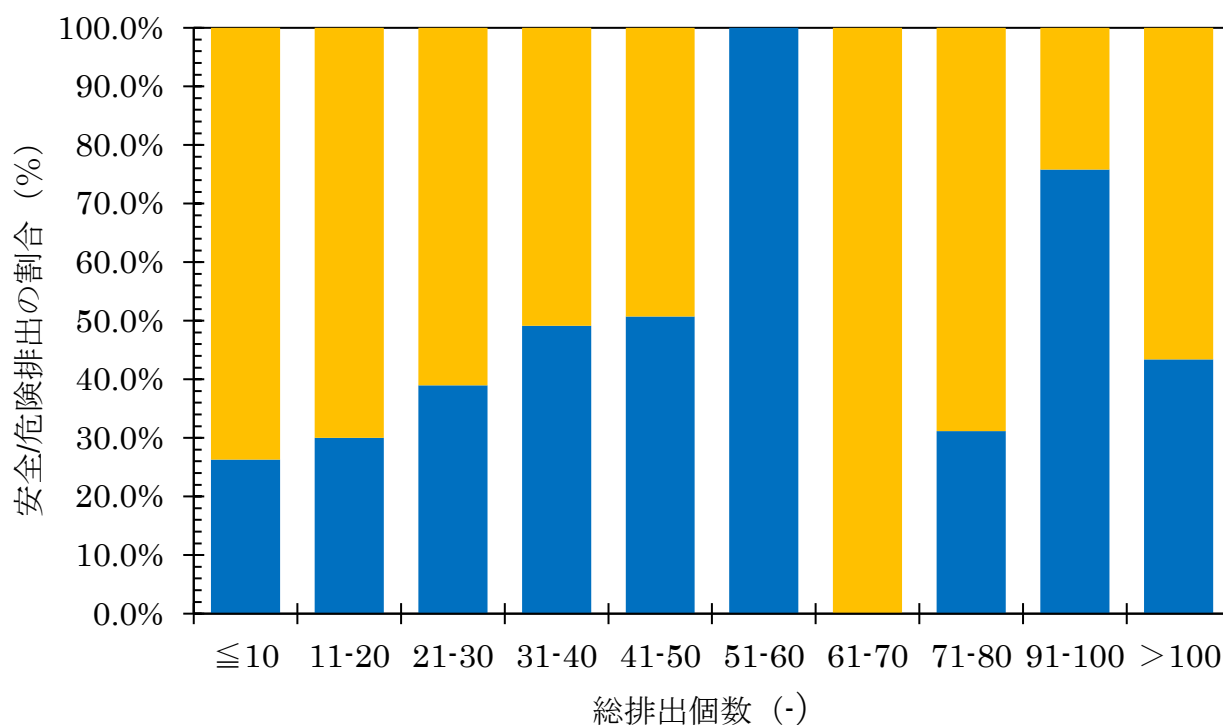


図 3.9 安全及び危険排出事象となった総排出個数の比率

安全排出と危険排出事象の割合は、それぞれ 62.3%, 37.7%であり、これが総排出個数に関わらず一定となるはずである（一様分布）。しかし実際の割合は想定された割合は一様分布に適合しなかった($p < 0.001$, Cramer's V: 0.400)。なお、区間 81-90 は該当するデータが欠損しているため削除している。

これらの結果は本仮説で予想されたものと反対となっているため、本研究は仮説の 4 を棄却する。安全及び危険排出事象は偶発的要因に起因しておらず、特定の医療機関が安全基準に満たない排出事象を繰り返し行っている可能性、ないし他の要因によって起因していることが示唆された。

3.5 結言

本章では危険排出事象を引き起こす原因として、4 つの要因（状況的要因、経済的要因、物理的要因、偶発的要因）を考慮し、それぞれに対応する仮説を提案して検証した。

仮説 1 では、容器排出の間隔が長いほど安全排出基準適合のための取扱い、記憶な

いし注意が薄れ、危険排出事象が増加すると考えた。排出個数と危険排出事象率に明確な相関性は見られなかった反面、相関係数に有意性が見出された。一方、危険排出事象率を区分して排出個数に有意な違いがあるかを検証したところ、有意な違いは見出されなかった。高い頻度で容器を排出、つまり容器排出のインターバルが短くても危険排出事象率の低下、すなわち安全基準の適合に繋がらない結果となった。また、安全排出基準適合未達に該当した小規模医療関連機関等は、安全排出のみであった小規模医療関連機関等よりも多くの容器を排出しており、有意に中程度の差を見出した。この結果は仮説 1 で予想されるものと反対になっていることから、本研究は仮説 1 を棄却する。排出頻度が高いほど安全排出に関する取扱い、記憶や注意が維持されやすいと考えられるが、感染性廃棄物の危険排出事象は排出頻度に大きな影響を受けていない。つまり危険排出事象は他の要因に影響を受けており、感染性廃棄物に係る医療従事者の知識、関心や注意の強さや内容などが今後の検討要因として考えられる。これについては第 4 章にてさらなる仮説を提示し、検証していく。

つぎに仮説 2a では、大きな容量の容器は小さい容量の容器に比べて過充填を招きやすく、危険排出事象につながる要因（過重量・不完全密閉・容器変形）を連鎖的に生じさせると考えた。危険排出事象（過重量・不完全密閉・容器変形）全てのケースにおいて、容器の平均容量は安全排出での平均容量よりも有意で大きかった。よって本研究は仮説 2a を支持し、小さな容量よりも大きな容量の容器に危険排出事象が発生しやすい傾向にあると結論付ける。ただし大きい容器への過充填が結果として容器変形や不完全密閉を引き起こしているかは、さらなる検討を要する。過充填が容器の過重量を引き起こす主要因であることは自明であると考えられることから、容器変形に着目して過重量との関連性を第 4 章にて検討する。

仮説 2b では、廃棄物の排出コストを削減するため容器に過充填し、過重量および連鎖的な容器変形を引き起こしていると考えた。変形容器と過重量の関連性について、過重量となっている容器は最も大きい容量（50 L）のものが顕著に多く、小さな容量（20 L）のものは本研究では観察されなかった。一方で、容器変形が観察された容器は 20 L の容量（形状は立方体）のものが最も多い。容器変形と過重量の有意な関連性を確認するため、フィッシャーの正確確率検定で行った結果、変形容器と過重量の関

連性について、40 L および 50 L の容量の容器でそれぞれにおいて有意な関連性が認められた。効果量は 40 L、50 L の容器ともに 0.3 以上であり、中程度の関連性を見出している。よってこれらの結果は仮説 2b を支持するものである。容器変形と過重量におけるオッズ比より、過重量となっている容器は容器変形となる確率が安全排出に該当した容器（過重量となっていない容器）と比較して約 31～529 倍高いことを見出した。よってこの結果も仮説 2b を支持しており、容器の処理コストを下げるために過充填された容器（主に 40 L/50 L）は過重量を引き起こし、付随して容器変形の原因となっていることが見出された。

仮説 3 では、医療従事者が完全密閉する際の押圧力が密閉に必要な押圧力より小さく、結果として不完全密閉を誘発していると考えた。密閉に必要な最大押圧力は、直方体の 20 L 容器の方が立方体の 20 L 容器よりも有意に大きく（直方体の 20 L 容器：約 268 N、立方体の 20 L 容器：約 183 N）、蓋のパッキングリングの有無や容器壁面の厚さなどの仕様の要因が、完全密閉のために必要な押圧力を増加させている可能性がある。また、40 L 容器では約 229 N、50 L 容器では 208 N であった。つまり最低でも 183 N 以上の押圧力が蓋の完全密閉には必要である。また、男性と女性の間にも有意な差が見出された。性別間の押圧力における有意差は年齢への依存性があり、特に 20 代と 40 代で性別間の有意差が見られた。対照的に 60 代では性別差は見られなかった。女性が蓋を密閉する際の平均押圧力が約 184 N であり、密閉に必要な最低押圧力とほぼ等しい。若年女性（年齢 19～23 歳）が縦方向に押す最大筋力が平均で 141 N と報告されており（徳田ら 1992）、これは密閉作業に必要な 183 N の押圧力より小さく、女性の医療従事者が密閉作業を行う際には押圧力の不足を補う工夫（体重をかけて手で押圧、蓋を足で踏み閉めるなど）が必要となるケースがあることを示唆している。本研究の調査では女性すべてが容器を密閉したが、その際に平均で約 184 N の押圧力を必要とした。平均的な筋力より大きな押圧力を要求されており、その際に困難性などの心理的負担を与えている可能性が考えられる。密閉作業に対して認知する困難性について、第 4 章にてさらに検討していく。以上より押圧力の測定結果は仮説 3 を棄却するものではない反面、積極的に支持する証左を与えるものでもなかった。但し、現実社会では女性看護師がほとんどの場合において、感染性廃棄物容器を実際に

扱い、密閉作業を行っている。このような事実から、危険排出事象で大きな割合を占める不完全密閉は女性看護師の必要押圧力の不足に因るものであることが強く示唆される。必要押圧力に因らず完全密閉を可能にするためには、密閉性を損なわずなおかつ、閉めやすい容器の改良が望まれる。

仮説 4 では、危険排出事象は主に偶発的要因に起因しており、容器が安全排出となるか危険排出事象に該当するかはランダムであると考えた。容器の個数ベースでは 37.7%の容器が危険排出事象であったのに対し、安全排出基準適合未達排出を行った小規模医療関連機関等の割合は 38.2%であり、非常に近い値を示した。これは仮説 4 での予想と異なる結果である。ただし、Z 検定で両者の割合に有意差は見出されなかったが ($p=0.992$)、検出力の小ささに依る可能性を否定できない ($1-\beta=0.0522$)。また、安全排出と危険排出事象の割合は容器の総排出個数に依存しない一様分布とは適合せず、仮説 4 での予想と異なる結果となった。つまり、本研究では仮説 4 を支持しない結果が得られたものの、仮説検定の検出力の弱さに起因している可能性を否定できない。今後のさらなる検討が必要だが、安全及び危険排出事象は偶発的要因に起因しておらず、特定の医療機関が安全排出基準適合未達を繰り返し行っている可能性、ないし他の要因によって起因していることが示唆された。

以上より、本研究では危険排出事象を招いている要因として経済的要因が関わっていることを見出した。容器の処理コストを削減するために過充填し、過重量および容器変形を引き起こしている。不完全密閉に関しては、医療従事者、特に女性看護師の身体的押圧力が密閉に必要な押圧力より小さく、結果として不完全密閉を引き起こしている可能性が示唆された。一方で、排出頻度の多少は安全/危険排出事象の該否を決定する要因とは考えられず、他の偶発的要因も主な原因である可能性は小さいと考えられる。ただし、本研究の成果のみでは検証が不十分であり、今後のさらなる調査が必要であることも見出された。

第 4 章

感染性廃棄物の 安全及び危険排出事象における心理的要因 の分析

—

認知的危険性
容器容量への認知
認知的困難性
煩わしさ

—

4.1 さらなる仮説提示への動機

第3章では危険排出事象を引き起こす要因として状況的要因（排出頻度）、経済的要因（廃棄コスト）、物理的要因（必要押圧力）、偶発的要因を考え、仮説1～4を提示して検証した。そして経済的要因として、廃棄物の処理コストを下げるために感染性廃棄物を過充填することで過重量を引き起こし、付随して容器変形を引き起こしていることを見出した。また物理的要因として、蓋を密閉する必要押圧力が女性の平均的な身体的押圧力より強く、不完全密閉を招いている可能性が否定できないことを見出した。さらに、危険排出事象は偶発的要因で主に起因しているわけではなく、継続的ないし特徴的な要因によって起因している可能性を見出した。

これより第4章では、危険排出事象（不完全密閉、容器変形、過重量、容器破損、内容物のはみ出しなど）に至る機序を明らかにするため、さらに5つの仮説を考慮し、検証することとした。第4章では検証結果の議論における連続性を考慮し、まず初めに5つの仮説をすべて提示し、その後に検証していく記述とした。なお、第3章と同様に安全排出であった小規模医療関連機関等を安全排出基準適合医院(n=94)、安全排出基準に満たない排出を一度でも行った小規模医療関連機関等を安全排出基準適合未達医院(n=57)と分類して検討していくが、すべての安全排出基準適合未達医院が継続的に危険な排出を行っているわけではないことを注記する（図4.1）。

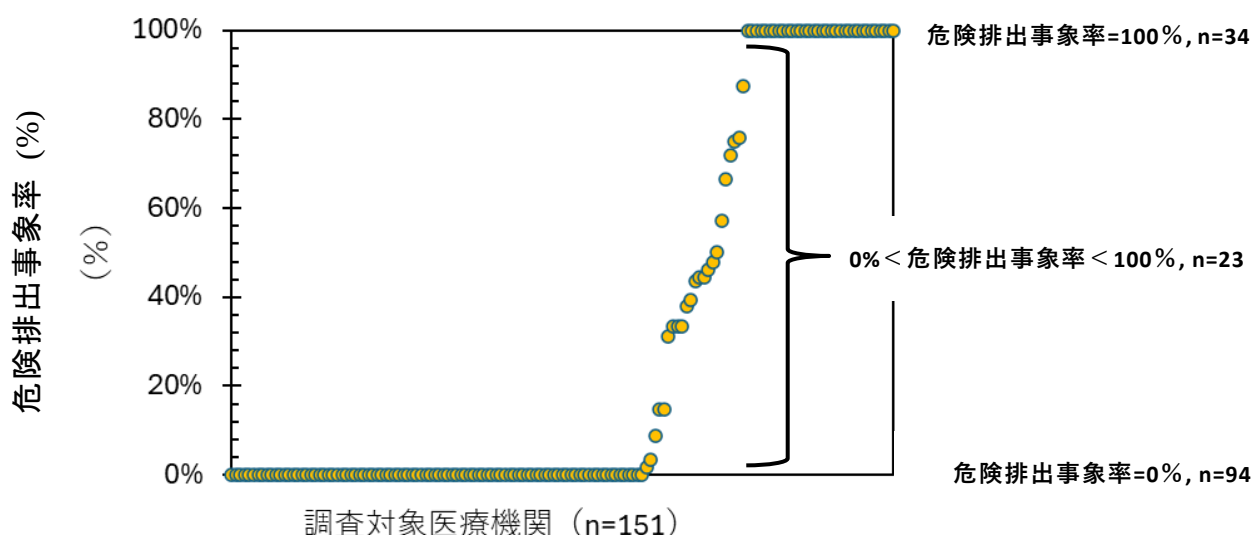


図 4.1 調査対象医療機関の危険排出事象率
(危険排出該当個数/排出総個数)

4.2 仮説の導出理由

危険などへの認知と安全のための行動の関係については、多くの事例で先行研究が報告されている。例えば災害の際の避難行動において、状況に対する危険認知が与える影響であり、危険認知の低さが避難時の意図形成に影響することが報告されている（田中 2015）。自転車の危険運転（ないし安全運転）についても、危険性の認知が意図形成に影響を与えている。自身が被害者となる場合より加害者となる場合の方が安全運転への意図が形成されにくいと報告されている（田中 2016）。安全排出基準適合未達医院が危険な排出を行う場合、その危険性はまず感染性廃棄物の収集・処理業者に向けられる。よって、安全排出基準適合未達医院は加害者的な立場に近い。感染性廃棄物のリサイクルに対する認知について活性化する脳領域を脳波計測で分析した研究によると（Xu et al. 2023）、リサイクルへの肯定的な意思（willingness）が理知的な判断プロセスにおいて形成されている反面、否定的な意思（unwillingness）は認知する危険性や本能的忌避感などによって形成されていると報告されている。これより危険性への認知が危険排出事象誘発行動への意図形成において重要な要因であると考え、以下の仮説 5 を提示する。

仮説 5：低い危険認知度が危険排出事象を誘発している。

その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合途達成医院」では危険認知度が異なり、安全排出基準適合途達成医院の方が危険認知度は低い傾向にあるはずである。

第 2 章で示したとおり（図 2.7A-C）、不完全密閉や容器変形、過重量に該当する危険排出事象では、比較的大きな容量の容器が使用されている傾向が多いことを見出している。第 3 章で検討したとおり、容器容量に対して過大な感染性廃棄物を充填したことで（過充填）、これらの危険排出事象が引き起こされている可能性が考えられる。大きな容器を使用しているにも関わらず過充填が相対的に多く生じているということは、廃棄したい感染性廃棄物に対して必要な容器容量が小さい、ないし不足しがちであることを示唆している。この容量における不均衡は容器容量に対する不満、つま

り容器を小さいと認知する傾向に現れると考え、以下の仮説 6 を提示する。

仮説 6：容器容量の不足が過充填（過重量）を誘発し、さらに他の危険排出事象（不完全密閉および容器変形）を誘発している。

その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の大きさに対する認知が異なり、安全排出基準適合未達医院の方が小さいと認知する傾向にあるはずである。

梱包容器の蓋を密閉するには、蓋の四隅を強く押し付ける動作（押圧動作）が必要である。第 3 章で示したとおり（表 3.5）、密閉作業には平均で 184 N 以上の押圧力が必要であることを見出している。徳田は人体の押引操作と回転操作における操作力を調査・報告しており（徳田 1992）、被験者である若年女性（年齢 19～23 歳、11 名）が縦方向に押す最大筋力を平均で 141 N としている。これは梱包容器の密閉に必要な押圧力（184N）より小さい。つまり身体的な押圧力だけでは容器を密閉できず、何かしらの工夫（体重をかけて押圧するなど）によって密閉しなければならない困難性が生じていると考えられる。作業に対して認知する困難性はそれに要すると認知する労務量（エフォート）と比例的な関係があり（Locke and Latham 2002）、梱包容器の密閉における困難性が不完全密閉を誘発している可能性がある。その場合、安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院で容器密閉に対して認知する困難性が異なっていると考え、以下の仮説 7 を提示する。

仮説 7：容器を密閉する困難性が不完全密閉を誘発している。

その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の密閉作業に対して認知する困難性が異なり、安全排出基準適合未達医院の方が強い困難性を認知する傾向にあるはずである。

仮説 7 では、作業の困難性が梱包容器の不完全密閉を誘発すると考えた、廃棄物の分別やリサイクルに対する意思（および行動）に認知的困難性が影響を与えているとする研究例は多いが（Hu et al. 2019; Cheng et al. 1999; Nguyen et al. 2015）、直接的にリサイクルへの意思や行動に関与しているかはよく分かっていない。例えば認知的困難性が他の心理要因（計画的行動理論における行動統制感（perceived behavioral control）と態度（attitude））に複雑に関与しているとする報告例もあれば（Kraft et al. 2005）、意思から行動への駆動力に関与しているとの報告もある（Greendemers et al. 1997）。よって認知する困難性が直接的な誘発要因（不完全密閉への誘発）となっていない可能性も考えねばならない。そこで困難性が低いものの心理的負担感（煩わしさ、面倒さ、嫌悪感など）が大きいといったケースでは、心理的負担感が不完全密閉を誘発している可能性がある。そこで心理的負担感、特に煩わしさが不完全密閉を招くと考え、次の仮説 8 を提示する。

仮説 8：容器を密閉することに対する煩わしさが不完全密閉を誘発している。

その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の密閉に対して認知する煩わしさが異なり、安全排出基準適合未達医院の方が強い煩わしさを認知する傾向にあるはずである。

過充填によって梱包容器に不具合（完全密閉しづらい、容器変形、容器破損）が生じて、新たな容器へ入れ替えれば危険排出事象は防がれるはずである。よって、新たな容器への入れ替えに対する煩わしさが、危険排出事象を招いている可能性も考えられる。そこで次の仮説 9 を提示する。

仮説 9：容器の入れ替えに対する煩わしさが危険排出事象（不完全密閉、容器変形および容器破損）を誘発している。

その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の入れ替えに対して認知する煩わしさが異なり、安全排出基準適合未達医院の方が強い煩わしさを認知する傾向にあるはずである。

4.3 アンケート調査の概要

第2章で示した首都圏にある151の小規模医療関連機関等を対象に、質問票を送付してアンケート調査を行った。質問票の送付時期は2021年4月10日から5月9日の一か月間であり、71の小規模医療関連機関等よりFAXまたは手渡しで回収した（回答率46.7%）。アンケートは鏡文と6個の質問で構成されており（図4.2.1-2）、各質問の詳細とその目的は以下のとおりである。なお、問6のみ回答が不十分なものがあったため、その有効回答率は44.1%（回答数N=67）である。

院長先生

廃棄物ご担当者様

感染性廃棄物容器に係わるアンケート調査のご協力をお願い

いつも大変お世話になっております。

貴医療機関の廃棄物回収でお伺いしております杉本と申します。

私事ではございますが、現在、社会人学生（博士後期課程：工学）として感染性廃棄物に係わる研究を行っております。

感染性廃棄物の排出状況等について、論文（査読付き）作成の為のアンケートにご協力頂きたいようお願い申し上げます。

別紙の「感染性廃棄物の排出におけるアンケート調査」（2枚）にご記入頂きまして、誠に恐縮ではございますが、

令和3年4月16日までに下記までご返送をお願い致します。

なお、本回答データは統計処理のみに使用し、個別の回答データ

（医療機関名、個人名）は一切公表を致しません。

何卒、よろしくお願い申し上げます。

杉本 大輔

図 4.2.1 感染性廃棄物の排出における認知や経験についてのアンケート調査票
（鏡文）

1ページ目

感染性廃棄物の排出におけるアンケート調査

該当する答えに○をつけて下さい。

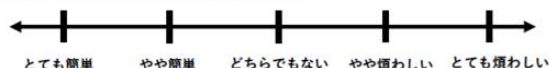
1. 廃棄物を排出する際、今までに経験したことや感じたことを選択してください(複数回答可)。

蓋が閉まりきらない	容器が曲がっている	容器が割れている	密閉後の容器が重い
蓋からはみ出している	容器から突出物がある	容器に汚れがある	容器に液体がたまっている
蓋がかたく閉めにくい	容器が満杯になっている	容器が膨らんでいる	容器が倒れる
蓋を足で押して開める	容器を足で動かす	分別方法が難しい	容器に触りたくない

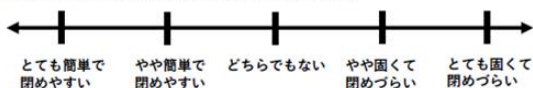
2. 容器の大きさについて、どのように感じますか？(1つを選択)



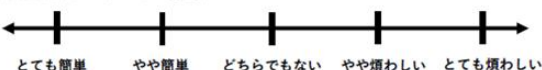
3. 蓋を閉めて密閉するとき、煩わしいですか？(1つを選択)



4. 蓋を閉めて密閉するとき、かたくて閉めづらいですか？(1つを選択)



5. 容器に不具合があるため(蓋が閉まらない、容器にヒビがある、など)、廃棄物を新たな容器へ入れ替える作業は、煩わしいですか？(1つを選択)



2ページ目

6. 容器に不具合がある際、AとBの不具合において、危険度が高い(もしくは、より不適切である)と思われる方に○をつけてください(それぞれ1つを選択)。

A	Aの方がとても問題	Aの方がやや問題	同じくらい	Bの方がやや問題	Bの方がとても問題	B
(例) 針が突出		○				(例) 血液が付着
蓋が閉まりきらない						蓋からゴミがはみ出している
容器が膨らんでいる						蓋からゴミがはみ出している
容器が割れている						容器が汚れている
蓋が閉まりきらない						容器が割れている
蓋が閉まりきらない						容器が膨らんでいる
蓋が閉まりきらない						容器が汚れている
容器から突出物がある						蓋からゴミがはみ出している
A	Aの方がとても問題	Aの方がやや問題	同じくらい	Bの方がやや問題	Bの方がとても問題	B
容器が汚れている						容器が割れている
容器が割れている						蓋からゴミがはみ出している
蓋が閉まりきらない						容器から突出物がある
容器が膨らんでいる						容器が割れている
容器が割れている						容器から突出物がある
容器が汚れている						蓋からゴミがはみ出している
容器が膨らんでいる						容器から突出物がある
容器が汚れている						容器から突出物がある

図 4.2.2 感染性廃棄物の排出における認知や経験についてのアンケート調査票

問 1 では感染性廃棄物を廃棄する際、危険排出事象に関連する容器の状態や経験、認知を複数選択式で質問している。これは、仮説 5 の経験や認知の有無が安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院で異なるか検討することを意図している。危険排出事象に直結する容器状態（を経験したと認知している）に関するものおよびどの危険排出事象に該当するか対応を明記したものは、以下のとおりである。

- 蓋が閉まりきらない【＝不完全密閉】
- 容器が膨らんでいる【＝容器変形】
- 容器が割れている【＝容器破損】
- 密閉後の容器が重い【＝過重量】
- 蓋からはみ出している【＝内容物のはみ出し】
- 容器から突出物がある【＝針突出】
- 容器に汚れがある【＝容器汚染】

危険排出事象の誘発要因となり得る経験に関するものは、以下のとおりである。

- 蓋が固く締めにくい【＝不完全密閉への誘発】
- 容器が満杯になっている【＝針突出以外の危険排出への誘発】
- 容器が曲がっている【＝不完全密閉や容器変形への誘発】
- 容器が倒れる【＝容器破損への誘発】
- 蓋を押して閉める【＝不完全密閉への誘発】
- 容器を足で動かす【＝容器破損への誘発】

認知に関するものは、分別方法が難しい、容器に触りたくない、の2項目が該当する。

問2～5は仮説6～9を検証することを目的に、安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院の間での認知の違いを検討できるように質問している。各質問ともリッカート尺度の5段階評価で認知の度合いについて質問している（-2から+2）。

- 問2：仮説6の検証を目的に、容器の大きさ（小ささ）に関する認知を質問している【とても小さい（-2）～とても大きい（+2）】
- 問3：仮説8の検証を目的に、容器の完全密閉に対して煩わしさを質問している【とても簡単（-2）～とても煩わしい（+2）】
- 問4：仮説7の検証を目的に、容器の完全密閉に対して認知する困難性を質問している【とても簡単で閉めやすい（-2）～とても固くて閉めづらい（+2）】
- 問5：仮説9の検証を目的に、容器の入れ替えに対して認知する煩わしさを質問している【とても簡単（-2）～とても煩わしい（+2）】

問6は仮説5を検証することを目的に、安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院での危険認知度の違いを検討できるように質問している。危険認知度を測る対象作業・経験は、以下の6項目である。

- 蓋が閉まりきらない【不完全密閉】
- 容器が膨らんでいる【容器変形】
- 容器が割れている【容器破損】
- 蓋からはみ出している【内容物のはみ出し】
- 容器から突出物がある【針突出】
- 容器に汚れがある【容器汚染】

危険認知度は Scheffé の一対比較法 (Scheffé 1952), 特に中屋の変法 (中屋 1970) を用いて数値化した。一対比較法の詳細については次節にて述べる。一対比較における回答形式は問 2~5 と同様に 5 段階評価を用いているが, 問 2~5 とは異なり対象項目への危険認知度を直接的に質問していない。2 つの対象項目を比較し (一対比較), 相対的な危険性を質問するものである。危険認知度を測る対象項目が 6 つと多く, 直接的に質問した場合には中間回答バイアス (田崎 2017) によって対象項目間での違いが現れにくい可能性が懸念されたため, 一対比較法によって危険認知度を数値化した。

4.4 仮説の分析手法

4.4.1 Scheffé の一対比較法 (中屋の変法) による危険認知度の数値化

一対比較, 特に Thurstone の方法は単純な二項選択を採用している。Thurstone の方法は心理刺激に対する反応強度 (興奮量) に確率変動があり, 弁別過程 (心理刺激への反応における心理的過程: Discrimination process) での興奮量は正規分布に従うと想定している。これにより二項選択の結果 (選択率) から興奮量を数値化している (Thurstone の比較判断の法則) (Thurstone 1927; Bockenholt 2006)。一方, 一対比較にリッカート尺度を採用する Scheffé の方法では弁別過程などの心理的過程は考慮していない。分散分析のモデルを援用してリッカート尺度での評価スコアを説明するものである (Scheffé 1952)。Scheffé の方法では一人の回答者が一対比較を一回のみ行い, 比較対象の順序効果も考慮する。よってアンケート調査の回答者数は, 一対比較の総数の 2 倍を必要とする制約がある。そこで本研究では, 回答者はすべての一対比較に対して回答し, 一対比較での順序効果も考慮しない中屋の変法 (中屋 1970; 佐藤 1985) を用いた (図 4.3)。

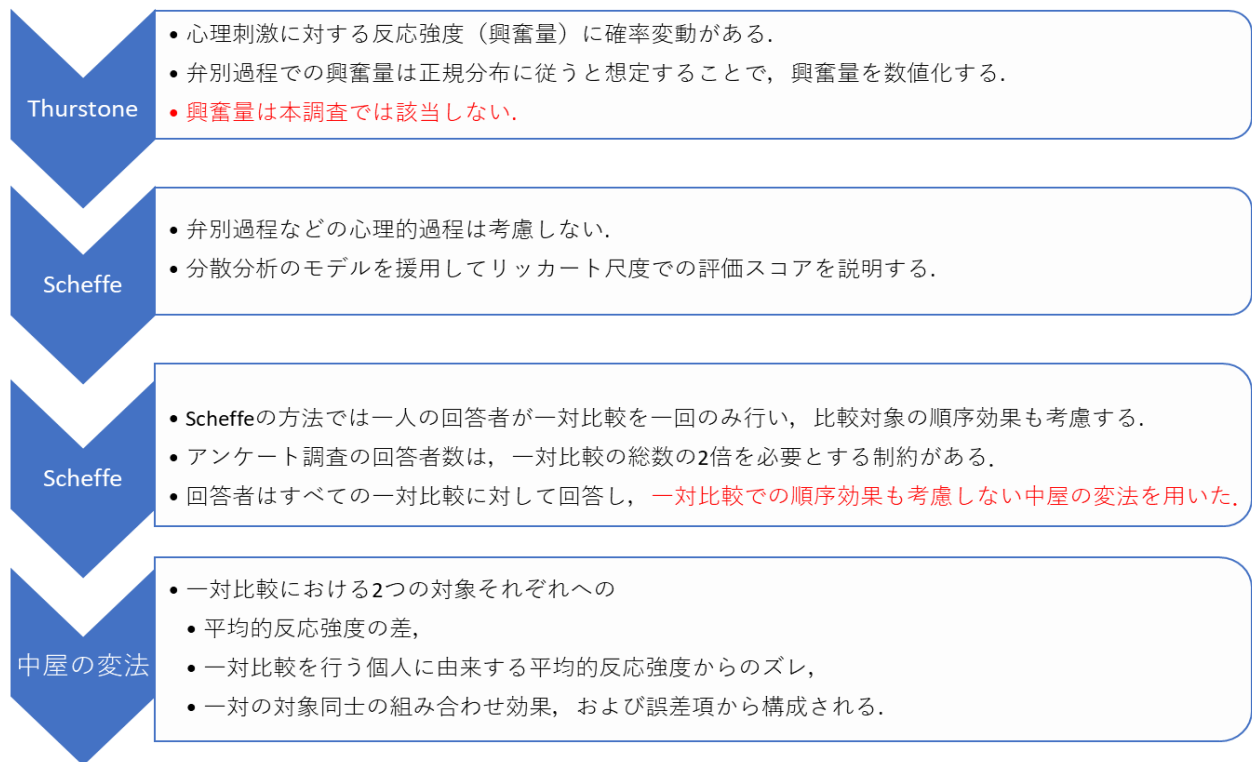


図 4.3 仮説 5 の分析手法選択

Scheffé の方法（中屋の変法）では、一対比較における 2 つの対象それぞれへの平均的反応強度（対象項目に対する危険認知度）を考え、その差および附随的な効果によって回答スコアが説明されるとする。附随的な効果は、一対比較を行う個人に由来する平均的反応強度からのズレ（正確にはズレ同士の差）、一対比較の対象同士の組み合わせ効果（注記：順序効果ではない）、および誤差項から構成される（式 1）。

$$Z_{i, j, m} = (A_i - A_j) + (\alpha_{i, m} - \alpha_{j, m}) + \gamma_{i, j} + \varepsilon_{i, j, m} \quad (\text{式 1})$$

ここで i, j は一対比較の対象（2. 1 節で示した 6 つの対象項目）、 m は一対比較を行う回答者を意味する。 $Z_{i,j,m}$ は回答者 m が対象項目 i および j を比較したときの対象 i に与えたリッカート尺度でのスコア（-2, -1, 0, +1, +2 のどれか）、 A_i および A_j は対象 i および j への危険認知度（ただし回答者グループにおける平均的な危険認知度であり、回答者 m の個人的な危険認知度ではない）、 $\alpha_{i,m}$ および $\alpha_{j,m}$ は回答者 m における対象 i および j への個人的危険認知度と平均的な危険認知度の差（よって $A_j + \alpha_{i,m}$ が回答者 m の対象 i への個人的危険認知度となる）、 $\gamma_{i,j}$ は対象 i および j での組

み合わせ効果， $\varepsilon_{i,j,m}$ は誤差項である． K を対象項目の数（ $K=6$ ）， N をサンプルサイズ（有効回答者数： $N=67$ ）としたとき A_j ， $\alpha_{i,m}$ ， $\gamma_{i,j}$ は以下のとおりに計算される．

$$A_i = \frac{1}{KN} \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^M Z_{i,j,m} \quad (\text{式 2})$$

$$\alpha_{i,m} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K Z_{i,j,m} - \frac{1}{KN} \sum_{m=1}^N \sum_{j=1}^K Z_{i,j,m} \quad (\text{式 3})$$

$$\gamma_{i,j} = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N Z_{i,j,m} - \left(\frac{1}{KN} \sum_{m=1}^N \sum_{j=1}^K Z_{i,j,m} - \frac{1}{KN} \sum_{m=1}^N \sum_{i=1}^K Z_{j,i,m} \right) \quad (\text{式 4})$$

Scheffé の一対比較法では，平均的反応強度（対象項目に対する危険認知度）の違いが統計的誤差の範囲内に留まっているかどうかを検証することができる．2 つの対象項目（ i と j ）の危険認知度（ A_i と A_j ）の差（ $A_i - A_j$ ）が Yardstick より小さい場合，差が統計誤差の範囲内のため 2 つの危険認知度に有意な差はないと判断される．

Yardstick は以下のとおりに計算される．

$$\text{Yardstick} = q_{(K, df, \alpha)} \sqrt{\frac{U_{\text{Error}}}{KN}} \quad (\text{式 5})$$

$$df = \frac{1}{2}(K-1)(K-2)(N-1) \quad (\text{式 6})$$

$$U_{\text{Error}} = \frac{1}{\frac{1}{2}(K-1)(K-2)(N-1)} \left\{ \sum_{m=1}^N \sum_{i=1}^{K-1} \sum_{j>i}^K Z_{i,j,m}^2 + \frac{1}{KN} \sum_{i=1}^K \left(\sum_{m=1}^N \sum_{j=1}^K Z_{i,j,m} \right)^2 - \frac{1}{K} \sum_{m=1}^N \sum_{i=1}^K \left(\sum_{j=1}^K Z_{i,j,m} \right)^2 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{K-1} \sum_{j>i}^K \left(\sum_{m=1}^N Z_{i,j,m} \right)^2 \right\} \quad (\text{式 7})$$

ここで $q_{(K,df,\alpha)}$ は対象の数 K ，自由度 df （式 6），有意水準 α のときのステューデント化された範囲（studentized range）， U_{error} は分散分析での誤差の平均平方（式 7）である．以上より，危険認知度（平均的）および個人的危険認知度を評価し，危険認知度（平均的）に差がある場合には統計的誤差の範囲内か検証した．危険認知度（平均的）および個人的危険認知度ともに値が大きいほど，より危険であると認知していることを意味する．なお，平均的な危険認知度を以降は危険認知度とのみ記す．

4.4.2 回答データと統計分析

仮説 6～9 を検証するための質問（問 2～5）において，回答データ（5 段階のリッカ

ート尺度の数値)の正規性シャピロ・ウィルク検定(有意水準 5%)で判断した。正規性が認められた場合、平均値の差をウェルチの t-検定を用いて検証した。一方で正規性が認められなかった場合、ブルンナー・ムンツェル検定を用いて平均値の差を検証した(両者とも有意水準は 5%)。ただし 5 段階リッカート尺度の数値データの場合、平均値の差を検定においてウェルチの t-検定とマン・ホイットニーの U 検定(ブルンナー・ムンツェル検定と同様にノンパラメトリックであるが、等分散性を仮定する点で異なる)では同程度の検出力であると報告されている(Winter and Dodou 2010)。また、4 段階リッカート尺度の数値データにおいても大標本(サンプルサイズが 72 以上)ではパラメトリックな検定とノンパラメトリックな検定で大きな差は無いと報告されている(Mircioiu and Atkinson 2017)。本研究ではウェルチの t-検定とブルンナー・ムンツェル検定を使い分けているが、結論を大きく変えるほどの違いは現れない可能性が高いことをここに注記しておく。なお、効果量はウェルチの t-検定では Cohen's d を、ブルンナー・ムンツェル検定では Stochastic superiority を用いた。Cohen's d では 0.20 以上で小程度の差、0.50 以上で中程度の差、0.80 以上で大きな差と分類されており、Stochastic superiority ではそれぞれが 0.56 以上、0.64 以上、0.71 以上に該当する(図 4.4)。

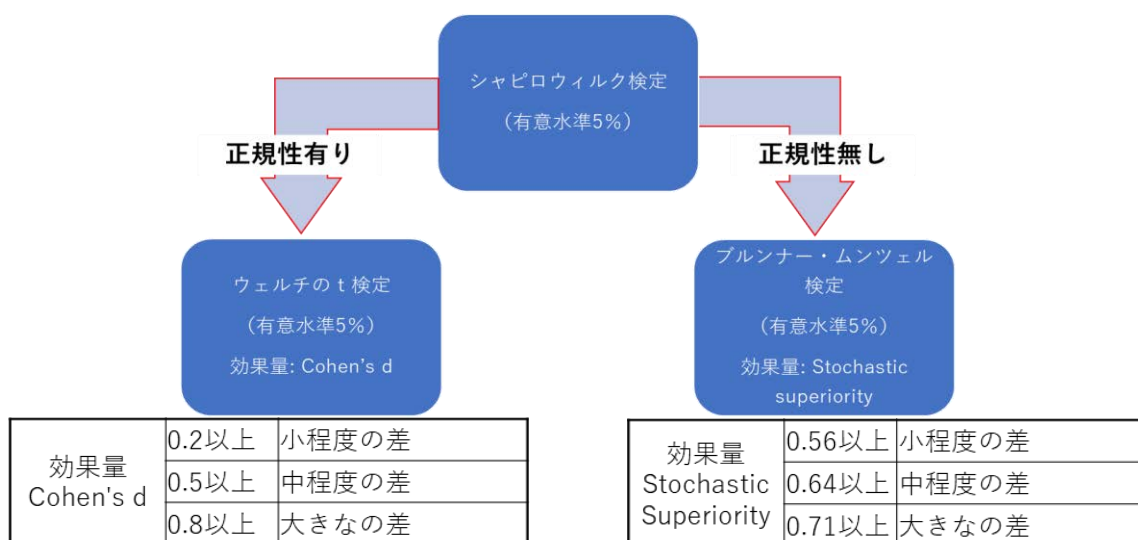


図 4.4 仮説 6～9 での分析手法

問1では危険排出事象に直結する経験をしたか質問しており、その回答（経験の選択の有無）は実際の経験の有無よりも、「経験をしたと認知している（ないし認知していない）」と経験認知の有無と解釈できる。つまり、実際の経験がなくても「そのような経験をした」と認知している場合、「経験した」項目として選択することとなる。逆に、経験していてもそのことを認知していない場合（忘却など）、「経験した」項目として選択されることがない。そこで経験の有無と認知（経験したとする認知）の有無の関連性を検討するため、実際の危険排出事象の実績の有無（実経験の有無）と経験認知の有無を組み合わせ、 2×2 のクロス集計にまとめ、実績と経験認知の関連性をフィッシャーの正確確率検定を用いて検証した（有意水準 5%で有意な関連性あり、10%で有意な傾向ありと表記する）。このときの効果量はクラメールの連関係数(Cramer's V)であり、0.10 以上で弱い関連性、0.30 以上で中程度の関連性、0.50 以上で強い関連性に分類される。また、問1の選択肢間での関連性についてもケンドールの順位相関係数で評価し、有意水準 5%でその有意性を検証した。有意性が認められても相関係数が0~0.1の場合は「ほぼ相関無し」とし、有意性が認められた場合に相関係数が0.1~0.3では弱い関連性、0.3~0.5では中程度の関連性、0.5~1.0を強い関連性として考察に用いた（なお、この場合での効果量は相関係数と一致する）。

4.5 結果と考察

4.5.1 危険排出事象に直結する容器状態を経験したとする認知と実際の危険排出事象実績の関係

過重量、容器破損、外周汚染を行った実績（実経験）がある安全排出基準適合未達医院のうちアンケート調査に回答した医院はそれぞれ1つだけであり、針突出と内容物のはみ出しに関しては回答した安全排出基準適合未達医院が無かった。よって危険排出事象の実績（不完全密閉、容器変形、容器破損、過重量、内容物のはみ出し、針突出、容器汚染）とそのような経験をしたとする認知の関連性に関し、本研究では不完全密閉と容器変形のみ、実績と経験認知の関連性を検証できた。不完全密閉については「蓋が閉まりきらない」経験認知と有意な関連性は見出せなかった($p=0.479$, Cramer's V=0.0557)。一方、容器変形では「容器が膨らんでいる」経験認知と実績の

間でやや有意な関連性が見出された($p=0.0813$, Cramer's $V=0.237$). 効果量は小程度の関連性 (0.10) から中程度 (0.30) の間であり, 関連性があると判断して良い. 回答データが1つだけであった過重量, 容器破損, 容器汚染については, 過重量の実績がある安全排出基準適合未達医院は経験認知している反面, 容器破損や容器汚染の実績がある安全排出基準適合未達医院ではそのような経験認知をしていなかった. サンプル数を増やした追加調査が必要であるが, 危険な排出に該当してもそのことが認知されづらい可能性が示唆される. なお, 「密閉後の容器が重い」経験認知は容器変形と有意に中程度の関連性を示し($p=0.0231$, Cramer's $V=0.301$), 「容器が満杯になっている」経験認知も有意に小程度の関連性をもつ($p=0.0521$, Cramer's $V=0.257$). また, 「足で押して閉める」経験認知は不完全密閉と有意に小程度の関連性を示した($p=0.0358$, Cramer's $V=0.256$). これらの経験認知と危険排出事象の実績の関連性を (表 4.1; 図 4.5) に示す.

表 4.1 経験認知と危険排出事象の実績の関連性

危険排出事象 の実績	経験認知	p 値	Cramer's V	関連性	効果量
不完全密閉	蓋が閉まりきらない	0.479	0.0557	有意性無し	
不完全密閉	蓋を足で押して閉める	0.0358	0.256	有意性有り	小～中程度
容器変形	容器が膨らんでいる	0.0813	0.237	有意な傾向	小～中程度
容器変形	密閉後の容器が重い	0.0231	0.301	有意性有り	小～中程度
容器変形	容器が満杯になっている	0.0521	0.257	有意な傾向	小～中程度

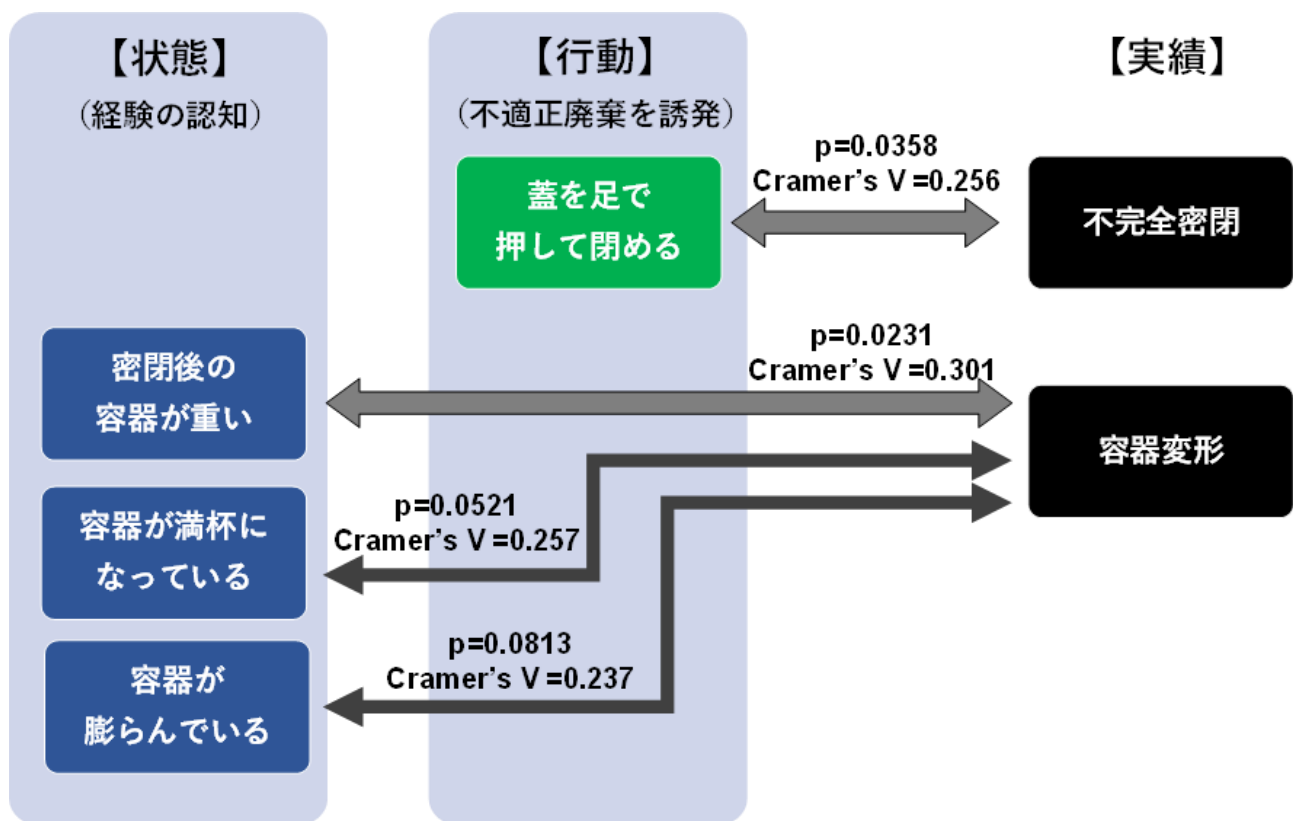


図 4.5 容器の状態への認知と危険排出事象行動（実績）の関連性

4.5.2 対象作業への危険認知度（仮説 5 の検証）

6 つの対象項目への危険認知度を図 4.6 に示す。なお図中の L~Z は以下の項目を示している。

- 蓋が閉まりきらない 【不完全密閉：L】
- 容器が膨らんでいる 【容器変形：M】
- 容器に汚れがある 【容器汚染：N】
- 容器が割れている 【容器破損：X】
- 容器から突出物がある【針突出：Y】
- 蓋からはみ出している【内容物のはみ出し：Z】

危険認知度をその大きさに応じて順に示す（有意な差がある場合「>」で示す）。安全排出基準適合医院では以下のとおりである。

容器から突出物がある【針突出】≡容器が割れている【容器破損】

> 蓋からはみ出している【内容物のはみ出し】

＞蓋が閉まりきらない【不完全密閉】

＞容器に汚れがある【容器汚染】

＞容器が膨らんでいる【容器変形】

一方で安全排出基準適合未達医院では、以下のとおりである。

容器が割れている【容器破損】≡容器から突出物がある【針突出】

＞蓋からはみ出している【内容物のはみ出し】≡蓋が閉まりきらない【不完全密閉】

＞容器に汚れがある【容器汚染】≡容器が膨らんでいる【容器変形】

安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院の間で危険認知度の順序に大きな違いはなく、各項目の危険認知度の平均についても有意な差は見出されなかった（対応のある t-検定： $p=1.00$ ）。よって本研究は仮説 5 を棄却する。

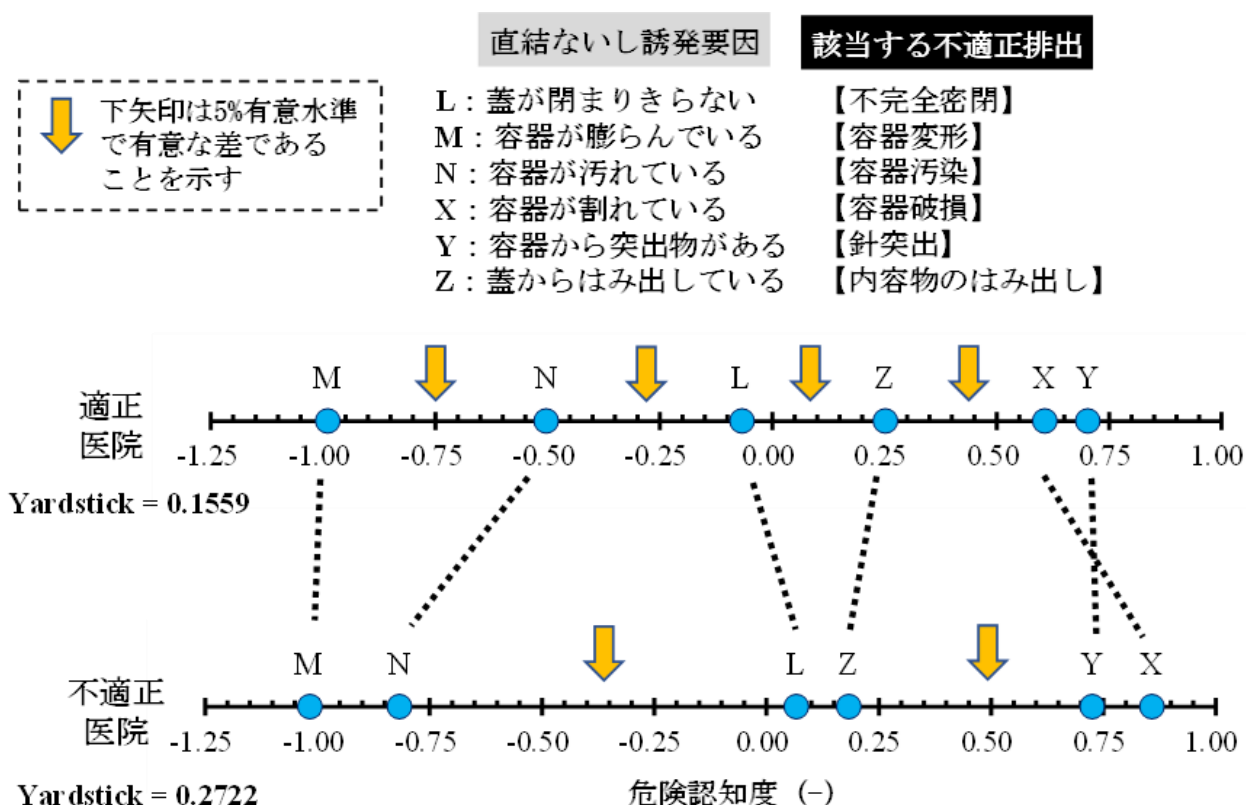


図 4.6 危険排出事象に直結ないし誘発する状況に対する危険認知度

次に問 1 での危険排出事象に直結する経験や誘発要因となる経験について(経験認知), その有無でグループ化した(経験の認知あり/認知なし, 誘発要因の認知あり/認知なし). そして, グループ間で個人的危険認知度に違いが現れるか検討した(表 4.2). ただし, 「容器が満杯になっている」経験については「容器からゴミがはみ出している」ことに対する個人的危険認知度を, 「容器に触りたくない」認知については「容器が汚れている」ことに対する個人的危険認知度を対応させることとした. 安全排出基準適合医院, 安全排出基準適合未達医院ともに経験認知の有無で分けたほぼ全てのグループにおいて, 個人的危険認知度に有意な差が見出されなかった. 安全排出基準適合医院では「容器に触りたくない」認知の有無でのみ有意差が出ており(ウェルチの t-検定: $p=0.0331$, Cohen's $d=0.847$), 効果量は大きな差(0.80)に該当している. よって, 容器に触りたくないと認知することで個人的危険認知度が有意に増加している(または個人的危険認知度が高いことで, 容器に触りたくないと認知する). 安全排出基準適合未達医院では「容器が膨らんでいる」経験の有無で個人的危険認知度に差が見出された(ウェルチの t-検定: $p=0.0347$, S Cohen's $d=1.168$). ただし, 経験がある場合にむしろ危険認知度が有意に低くなっていることをここに注記する. 上記 2 点の例外を除いて, 経験や認知の有無で個人的危険認知度に顕著な違いは現れないことから, 危険認知度は危険排出事象を招く心理的機序において重要な要因にはなっていないと考えられる.

表 4.2 危険排出事象に直結ないし誘発要因への経験や認知の有無と危険認知度
(個人的危険認知度の平均) の比較

	問 1 での選択項目	経験の 認知	危険認知度 (問 6 より)	検定 法*	p 値 (効果 量)	備考 (問 6 での選択 項目)
安全排出基準適合医院	蓋が閉まりきらない 【不完全密閉】	なし	-0.0465	BM	0.592 (0.613)	蓋が閉まりきらない
		あり	-0.292			
	容器が膨らんでいる 【容器変形】	なし	-0.976	BM	0.350 (0.600)	容器が膨らんでいる
		あり	-1.10			
	容器が割れている 【容器破損】	なし	0.606	-	-	容器が割れている
		あり	-			
	容器から突出物がある【針突出】	なし	0.702	-	-	容器から突出物がある
		あり	-			
	容器が満杯になっている【内容物のはみ出し】	なし	0.233	BM	0.489 (0.595)	蓋からはみ出している
		あり	0.357			
安全排出基準適合未達医院	蓋が閉まりきらない 【不完全密閉】	なし	0.0926	t	0.576 (0.646)	蓋が閉まりきらない
		あり	-0.167			
	容器が膨らんでいる 【容器変形】	なし	-0.917	t	0.00347 (1.168)	容器が膨らんでいる
		あり	-1.42			
	容器が割れている 【容器破損】	なし	0.858	-	-	容器が割れている
		あり	-			
	容器から突出物がある【針突出】	なし	0.725	-	-	容器から突出物がある
		あり	-			
	容器が満杯になっている【内容物のはみ出し】	なし	0.143	t	0.642 (0.254)	蓋からはみ出している
		あり	0.278			
	容器に汚れがある 【容器汚染】	なし	-0.807	-	-	容器が汚れている
		あり	-1.00			
	容器に触りたくない 【容器汚染】	なし	-0.771	t	0.384 (0.448)	容器が汚れている
		あり	-1.00			

備考：

- シャピロ・ウィルク検定によって、正規性がある場合はウェルチの t-検定と効果量 (Cohen' d) を適用。正規性が無い場合は、ブルンナー・ムンツェル検定 (B

M) と効果量 (Stochastic Superiority) を適用した。

➤ -と記載した箇所は、危険排出事象の観測数が 1 又は 0 の為、検定不能であった。

4.5.3 容器の大きさへの認知と危険排出の誘発過程の考察（仮説 6 の検証）

容器の大きさへの認知（5 段階評価：小さい値ほど容器を小さいと感じている）に関して、安全排出基準適合医院および安全排出基準適合未達医院での平均値を比較したものを図 4.7 に示す。仮説 6 での予想と同様に、不適性医院が認知する大きさ（平均値-0.273）の方が、安全排出基準適合医院が認知する大きさ（平均値 0.0816）よりも有意に小さいものであった（ブルンナー・ムンツェル検定： $p=0.0063$, Stochastic superiority=0.635）。なお、効果量は中程度の差（0.64）を示している。

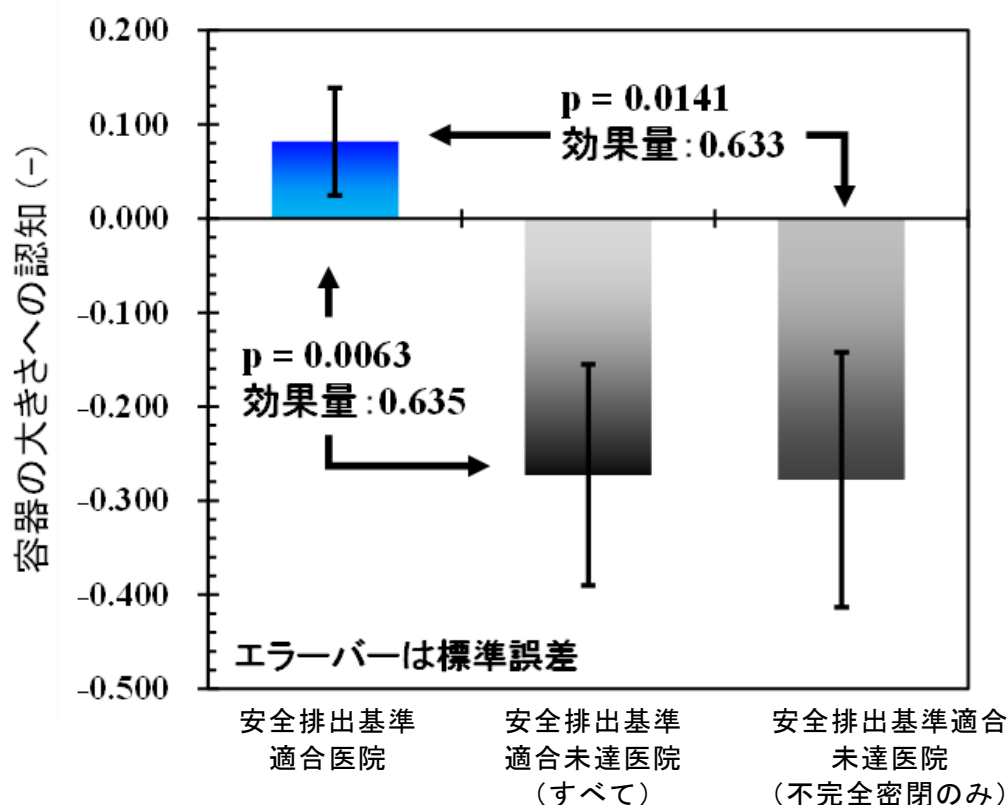


図 4.7 容器の大きさへの認知（平均値）の比較

仮説 6 では、容器を小さいと感じるゆえに過充填（過重量）を誘発し、結果として他の危険排出事象に至ると想定している。そこで過重量が他の危険排出事象を誘発しているか検証するため、第 3 章での検証に用いたデータ（危険排出事象の総回数:493,

安全排出基準適合未達医院ののべ数：381) を使用して、危険排出の項目間の関連性をケンドールの順位相関係数 (τ_b) で評価した。結果を図 4.8 に示す。ただし、相関は因果関係を特定できるものではないため、誘発過程 (図 4.8 の矢印) は著者の実務経験に基づく考察であることを注記する。

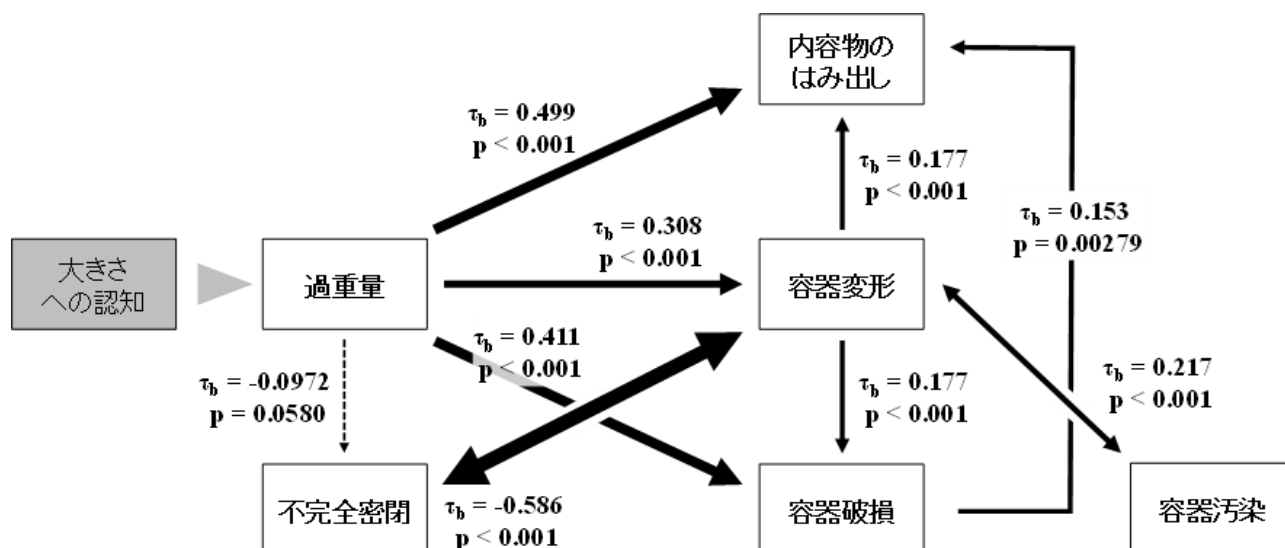


図 4.8 安全排出基準適合未達医院での危険排出事象（実績）の相関性

過重量は容器変形、容器破損、内容物のはみ出しと有意に正の相関を示している。容器変形によって蓋の密閉が困難となり、結果として不完全密閉を誘発すると予想された。しかし予想と異なり、両者には有意に負の相関 ($\tau_b = -0.586$, $p < 0.001$) が見出された。不完全密閉は過重量とも強い相関は示しておらず ($\tau_b = -0.097$, $p = 0.058$)、過重量や容器変形を経て不完全密閉が誘発される過程は考えづらい。安全排出基準適合医院よりも不完全密閉を行った安全排出基準適合未達医院の方が容器の大きさに対して小さいと認知する傾向が有意に高く (ブルンナー・ムンツェル検定: $p = 0.0141$, Stochastic superiority = 0.633) (図 4.9), 効果量は中程度の差 (0.64) に近い。よって、不完全密閉は過重量と並行して生じていると考えられる。容器変形は容器破損や内容物のはみ出しと有意に正の相関を示しているが、それらは弱い相関であった (ともに $\tau_b = 0.177$, $p < 0.001$)。よって容器破損や内容物のはみ出しは、主に過重量から誘発されると考えられる。

以上より、危険排出事象の誘発過程は以下のとおりに提案される。安全排出基準適合未達医院では容器について小さいと認知する傾向が有意に高く、小さいと認知するがゆえに梱包容器への過充填（過重量）または不完全密閉が誘発される（可能性が示唆される）。ただし、両者が同時に誘発されることは限られる。過重量から容器変形、容器破損、内容物のはみ出しが並行して誘発されており、容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的である。

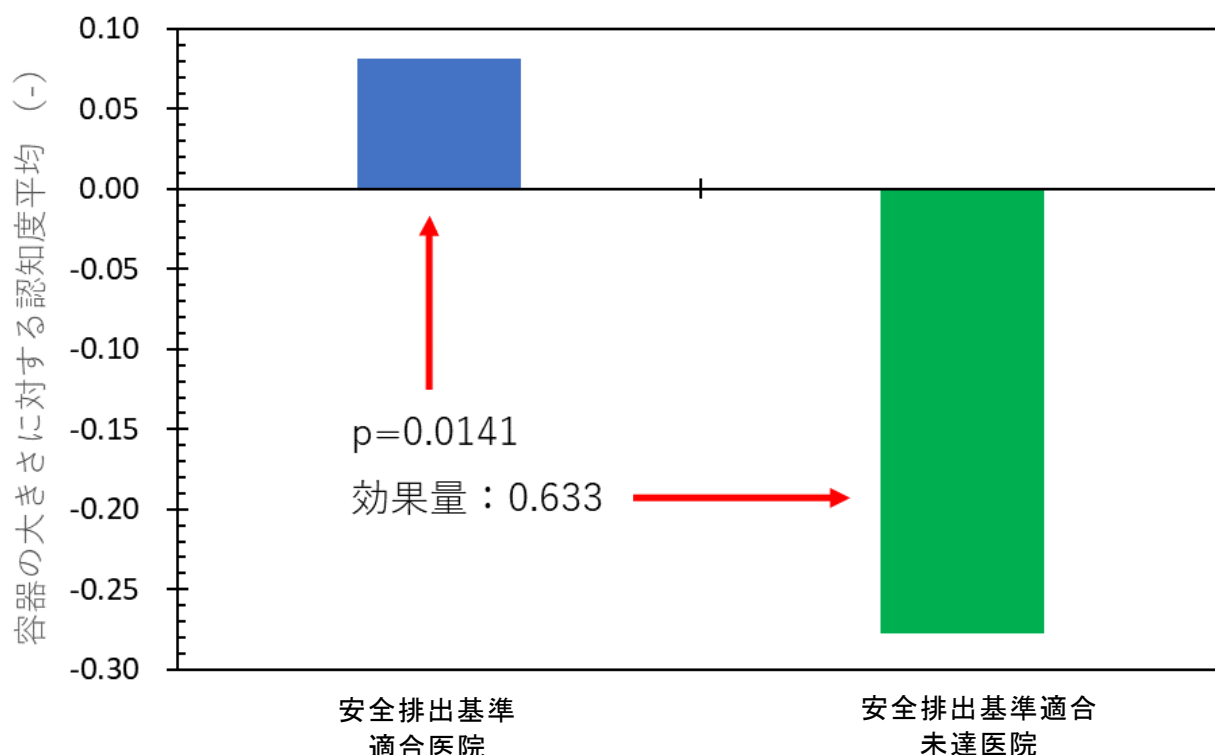


図 4.9 容器の大きさに対する認知度平均（不完全密閉）

安全排出基準適合未達医院は容器について小さいと認知する傾向が高いことを見出したが、より大きな容器を用いることで現実的に問題が解決できるかという点、感染性廃棄物の処理装置における機械的制約を考慮せねばならない。市場に出回っている容器容量は 1L から 80L サイズがあり、医療機関で使用される鋭利物が梱包可能なポリ容器は 20L、40L、50L サイズが主流である。容量（大きさ）が充足しているかの判断は主観的であり、仮に 50L サイズを超える容器を利用したとしても、コスト削減の為に過充填が発生する医院では容器が小さいと認知され、危険排出事象は改善できないと考えられる。また、処分施設における感染性廃棄物の焼却炉の投入口のサイズ

制限，焼却炉へ搬送するまでのエレベーターやコンベアに推奨される重量制限（15Kg）があることから，80L を超える容量容器はサイズと廃棄物梱包時における重量制限に抵触する恐れがある。

4.5.4 容器を密閉する困難性への認知（仮説7の検証）

容器を密閉する困難性への認知（5段階評価：大きい値ほど困難だと感じている）に関して，安全排出基準適合医院および安全排出基準適合未達医院での平均値を比較したものを図4.10に示す。仮説7での予想と異なり，不適性医院が認知する困難性（平均値0.0455）と安全排出基準適合医院が認知する困難性（平均値0.0408）に有意な違いは見出されなかった。両者ともに，容器密閉に対してはほぼ中立的な認知（困難性は大きくないが，小さくもない）をしている（ブルンナー・ムンツェル検定： $p=0.924$ ，Stochastic superiority=0.507）。効果量も小さいことから（小程度の差で0.56以上），容器を密閉する困難性が不完全密閉を誘発しているとした仮説7を本研究は棄却する。

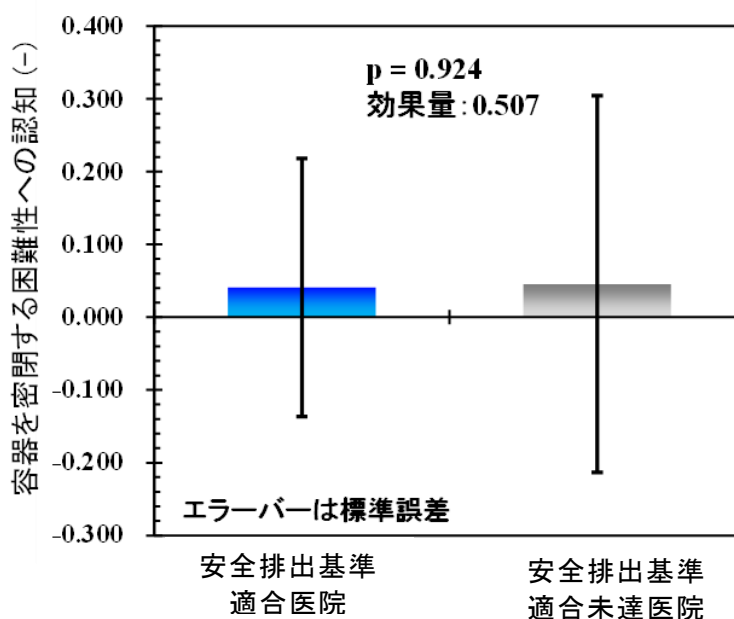


図4.10 容器を密閉する困難性への認知（平均値）の比較

4.5.5 容器を密閉することおよび容器を入れ替えることに対する煩わしさ（仮説 8 と 9 の検証）

容器を密閉する煩わしさへの認知（5 段階評価：大きい値ほど煩わしいと感じている）に関して、安全排出基準適合医院および安全排出基準適合未達医院での平均値を比較したものを図 4.11 A に示す。

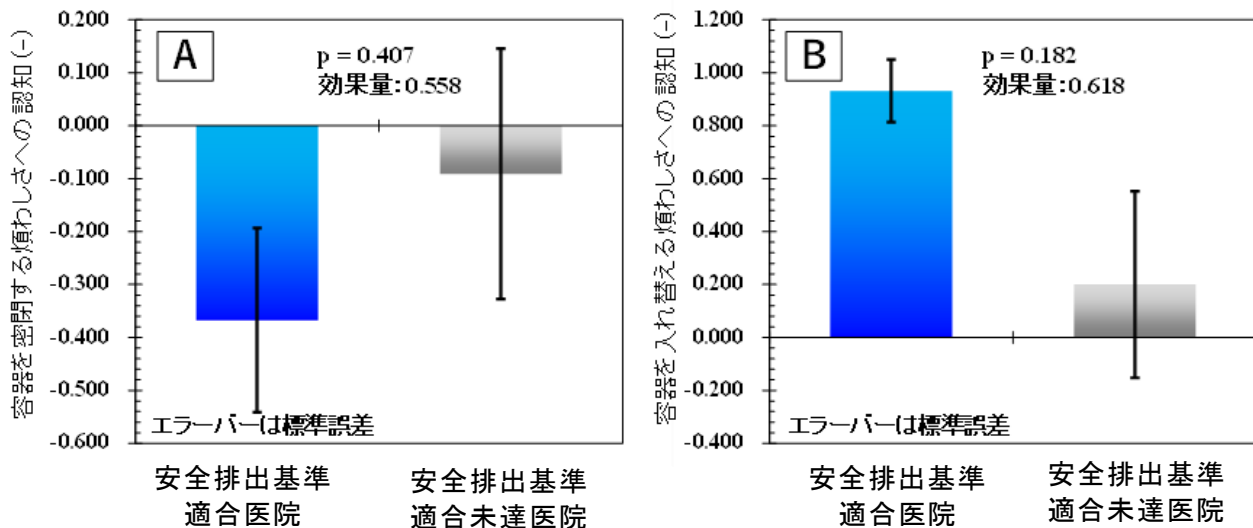


図 4.11 A B 容器の密閉および入れ替えに対する煩わしさへの認知（平均値）の比較（A：密閉する煩わしさ，B：容器を入れ替える煩わしさ）

仮説 8 での予想と同じく、安全排出基準適合未達医院が認知する煩わしさ（平均値 -0.0909）の方が、安全排出基準適合医院が認知する煩わしさ（平均値 -0.367）より強い傾向を示した。ただし、有意な違いは見出されなかった（ブルンナー・ムンツェル検定： $p=0.407$, Stochastic superiority=0.558）。効果量も小さいことから、容器を密閉する煩わしさが不完全密閉を誘発しているとした仮説 8 を本研究は棄却する。

また、容器を入れ替える煩わしさへの認知（同様に大きな値ほど煩わしいと感じている）に関して、安全排出基準適合医院および安全排出基準適合未達医院での平均値を比較したものを図 4.11 B に示す。仮説 9 での予想に反し、安全排出基準適合未達医院が認知する煩わしさ（平均値 0.200）の方が、安全排出基準適合医院が認知する煩わしさ（平均値 0.932）より弱い傾向を示した。しかし容器密閉への煩わしさ同様に、有意な違いは見出されなかった（ブルンナー・ムンツェル検定： $p=0.182$, Stochastic superiority=0.618）。よって、容器を入れ替える煩わしさが不完全密閉を誘

発しているとした仮説 9 についても本研究は棄却する。ただし、効果量は中程度の差 (0.64) に近いとため、サンプルサイズ (特に安全排出基準適合未達医院) の小ささのため有意差を見出せなかった可能性が考えられる。安全排出基準適合未達医院の方が容器入れ替えに対して安全排出基準適合医院よりも弱い煩わしさを認知している理由として、安全排出基準適合医院では必要に応じて容器の入れ替えを行っているがゆえにその煩わしさを認知している反面、安全排出基準適合未達医院では容器の入れ替えを行っていないために、そもそも煩わしさを認知することがない可能性が示唆される。容器に不具合があった場合、筆者の実務経験から実際の移し替え作業は医療従事者ではなく収集業者が行っているケースが多い。容器の入れ替えに対する煩わしさの認知結果は筆者の実務経験と整合するものである。

4.6 検証結果のまとめ

本章では危険排出事象を引き起こす心理的機序を考慮し、危険排出事象 (不完全密閉、容器変形、過重量、容器破損、内容物のはみ出しなど) に至る、それぞれに対応する仮説を提案して検証した。

仮説 5 では、低い危険認知度が危険排出事象を誘発していると考えた。その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では危険認知度が異なり、安全排出基準適合未達医院の方が危険認知度は低い傾向にあるはずである。6 つの対象項目 (不完全密閉、容器変形、容器破損、内容物のはみ出し、針突出、容器汚染) を危険認知度の大きさ順に示すと (有意な差がある場合、> で示す)、安全排出基準適合医院では以下の通りである。

針突出 ≡ 容器破損

> 内容物のはみ出し

> 不完全密閉

> 容器汚染

> 容器変形

一方で安全排出基準適合未達医院では、以下の通りである。

容器破損 ≡ 針突出

＞内容物のはみ出し≡不完全密閉

＞容器汚染≡容器変形

安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院の間で危険認知度の順序に大きな違いはなく、各項目の危険認知度の平均についても有意な差は見出されなかった。よって本研究は仮説 5 を棄却する。

つぎに仮説 6 では、容器容量の不足が過充填（過重量）を誘発し、さらに他の危険排出事象（不完全密閉および容器変形）を誘発していると考えた。その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の大きさに対する認知が異なり、安全排出基準適合未達医院の方が小さいと認知する傾向にあるはずである。仮説 6 での予想と同様に、不適性医院が認知する容器の大きさの方が、安全排出基準適合医院が認知する大きさよりも有意に小さいものであった（中程度の差）。仮説 6 では、容器を小さいと感じるゆえに過充填（過重量）を誘発し、結果として他の危険排出に至ると想定している。1 点のみのデータであるが、過重量を行った安全排出基準適合未達医院の容器の大きさに対する認知は中立的であるのに対し、安全排出基準適合医院ではやや大きいと認知する傾向にある。これは仮説 6 での予想を支持している。過重量が他の危険排出事象を誘発しているか危険排出事象間の関連性をケンドールの順位相関係数（ τ_b ）で評価したところ、過重量は容器変形、容器破損、内容物のはみ出しと有意に正の相関を示した。一方、過重量や容器変形を経て不完全密閉が誘発される過程は支持されなかった。安全排出基準適合医院よりも不完全密閉を行った安全排出基準適合未達医院の方が容器の大きさに対して小さいと認知する傾向が有意に高く、効果量は中程度の差に近い。よって、不完全密閉は過重量と並行して生じている可能性が示唆される。容器変形は容器破損や内容物のはみ出しと有意に正の相関を示しているが、それらは弱い相関であり、容器破損や内容物のはみ出しは主に過重量から誘発されると考えられる。以上より、危険排出事象の誘発過程は以下のとおりに提案される。安全排出基準適合未達医院では容器について小さいと認知する傾向が有意に高く、小ささへの認知ゆえに梱包容器への過充填（過重量）または不完全密閉が誘発される可能性が示唆される。ただし、両者が同時に誘発されることは限られ

る。過重量から容器変形、容器破損、内容物のはみ出しが並行して誘発されており、容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的である。

仮説 7 では、容器を密閉する困難性が不完全密閉を誘発していると考えた。その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の密閉作業に対して認知する困難性が異なり、安全排出基準適合未達医院の方が強い困難性を認知する傾向にあるはずである。仮説 7 での予想と異なり、不適性医院が認知する困難性と安全排出基準適合医院が認知する困難性に有意な違いは見出されず、両者ともに容器密閉に対してはほぼ中立的な認知をしている。効果量も小さいことから、容器を密閉する困難性が不完全密閉を誘発しているとした仮説 7 を本研究は棄却する。

つぎに仮説 8 では、容器を密閉することに対する煩わしさが不完全密閉を誘発していると考えた。その場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の密閉に対して認知する煩わしさが異なり、安全排出基準適合未達医院の方が強い煩わしさを認知する傾向にあるはずである。仮説 8 での予想と異なり、安全排出基準適合未達医院と安全排出基準適合医院が認知する煩わしさに有意な違いは見出されなかった。よって、容器を密閉する煩わしさが不完全密閉を誘発しているとした仮説 8 を本研究は棄却する。

仮説 9 では、過充填によって梱包容器に不具合（完全密閉しづらい、容器変形、容器破損）が生じて、新たな容器へ入れ替えれば危険排出事象は防がれるはずであり、新たな容器への入れ替えに対する煩わしさが、危険排出事象を招いている可能性があると考えた。つまり、容器の入れ替えに対する煩わしさが危険排出事象（不完全密閉、容器変形および容器破損）を誘発している場合「安全排出基準適合医院」と「安全排出基準適合未達医院」では容器の入れ替えに対して認知する煩わしさが異なり、安全排出基準適合未達医院の方が強い煩わしさを認知する傾向にあるはずである。仮説 9 での予想に反し、不適性医院と安全排出基準適合医院が認知する煩わしさで有意な違いは見出されなかった。よって、容器を入れ替える煩わしさが不完全密閉を誘発しているとした仮説 9 についても本研究は棄却する。ただし、効果量は中程度の差に近く、サンプルサイズ（特に安全排出基準適合未達医院）の小ささのため有意差を見出せなかった可能性が大きい。安全排出基準適合医院では必要に応じて容器の入れ替えを行

っているがゆえにその煩わしさを認知している反面、安全排出基準適合未達医院では容器の入れ替えを行っていないために、そもそも煩わしさを認知することがない可能性が示唆される。容器に不具合があった場合、実際の移し替え作業は医療従事者ではなく収集業者が行っているケースが多いと考えた場合、この結果と整合するものである。これらの結果をもとに、次章では危険排出事象に至る機序について提案した。

第 5 章

安全および危険排出事象に至る機序

5.1 危険排出事象に至る機序の検討

これまでの仮説検証結果の確認のために仮説 1 から 9 までのまとめと関連性を図 5.1 に示す。アンケートの問 1 で質問している容器の状態（を経験したとする認知）、危険排出事象を誘発する行動および認知について、項目間の関連性をケンドールの順位相関係数で評価した。安全排出基準適合医院および安全排出基準適合未達医院での結果を（図 5.2；図 5.3）に示す。

安全排出基準適合未達医院では（図 5.2）、項目間で有意な関連性が見出されたものは限定的であった。これは、安全排出基準適合医院（図 5.3）と比べて容器状態や容器の廃棄行動に対する関心の低さを反映していると考えられる。有意な関連性が見出されたものに着目すると、容器が汚れている状態が「容器を触りたくない」とする認知を引き起こし、「容器を足で動かす」ないし「蓋を足で押して閉める」行動を誘発している。足で動かす行為は容器破損や容器変形に直結するわけではない反面、蓋を足で押して閉める行為は不完全密閉を誘発している。ただし仮説 7 が棄却されたことから、蓋が閉めづらいために足で押して閉める行為をしているわけではない。むしろ、容器を触りたくないで、蓋を足で押して閉めている。分別方法が難しいと認知されると、容器への無分別な投入が容器容量を超えるほどとなり、結果として容器が膨らむまでに至る。これが容器変形へとつながる。仮説 5、8 および 9 が棄却されたことから、危険認知度や煩わしさは感染性廃棄物の排出機序に顕著な影響を与える心理要因ではない。支持された仮説 6（と図 4.8）より、安全排出基準適合未達医院では安全排出基準適合医院より大きな容器を使う傾向がある反面、それでも容器を小さいと認知している。つまり容器容量が必要量に対して十分でないため、容器への過充填（過重量）または不完全密閉が誘発される。そして過重量が容器変形、容器破損、内容物のはみ出しを並行して誘発させる。一方で容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的となる。以上より、安全排出基準適合未達医院での危険排出事象に至る機序は図 5.2 のとおりに示される。

一方で安全排出基準適合医院では、容器の状態や危険排出を誘発する行動および認知に関する項目間で有意な関連性が多く見出された（図 5.3）。特に容器状態と危険排出事象を誘発する行動（容器を足で動かす）に多くの関連性が示された。ただし安

全排出基準適合医院では危険排出を行わず適切に感染性廃棄物が排出されており、危険排出事象に至る前にそれを防ぐ何らかの機序が働いている。安全排出基準適合医院では容器の大きさに対して小さいと認知する傾向が低く、十分な容器容量を確保している。これにより、過重量と附随する危険排出事象が未然に防がれている。特定の容器状態（密閉後の容器が重い、容器が満杯になっている、容器が膨らんでいる）が容器変形と有意な関連性があることを見出しているが、安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院ではそれらの経験認知について有意な差は見出されなかった（フィッシャーの正確確率検定： $p>0.163$, Cramer's $V<0.155$ ）。これについては2点の可能性が考えられる。第一は、安全排出基準適合医院では安全排出基準適合未達医院よりも容器の取り扱いが適切であり、上記の容器状態が未然に防がれている可能性である。もう一方は、容器の適切な取り扱いによって上記の容器状態（容器が重い、満杯になっている、膨らんでいる）が未然に防がれているのではなく（つまり安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院で同程度に生じている）、容器変形に至るプロセスが安全排出基準適合医院では何らかの理由で阻止されている可能性である。今後の検討が必要であるが、前者の可能性が大きいと考えられる。

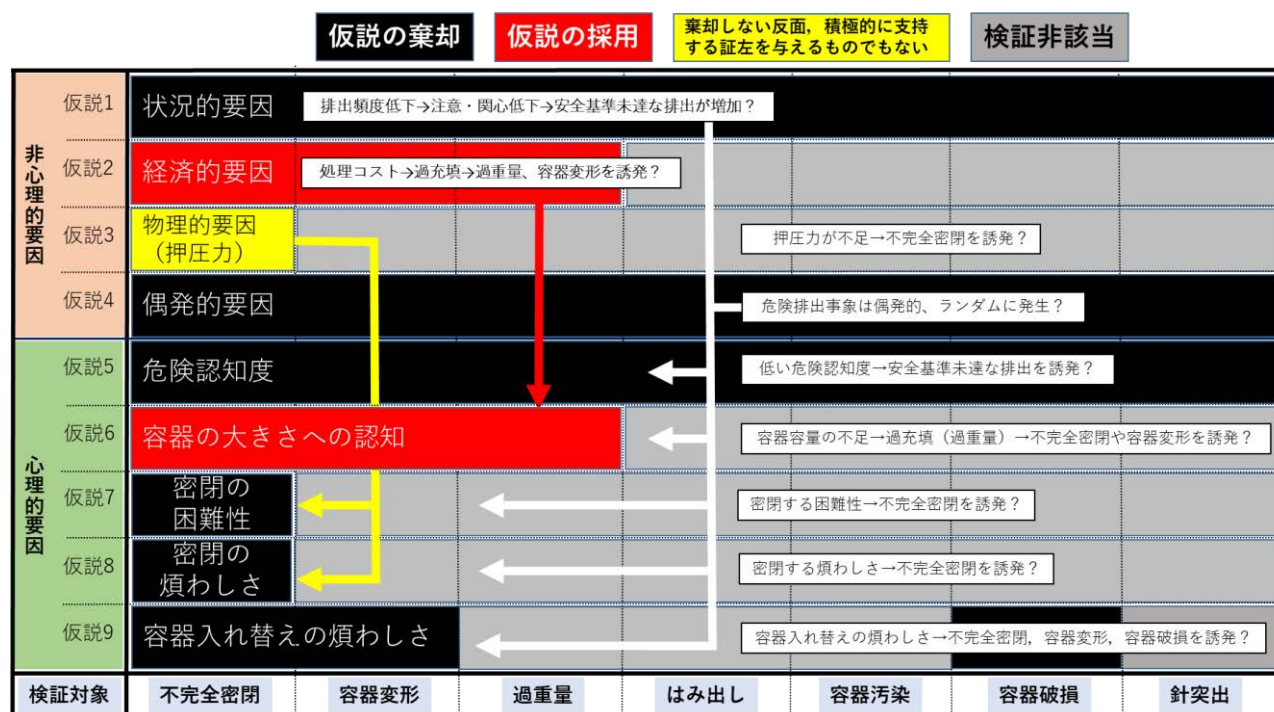


図 5.1 仮説検定のまとめと関連性

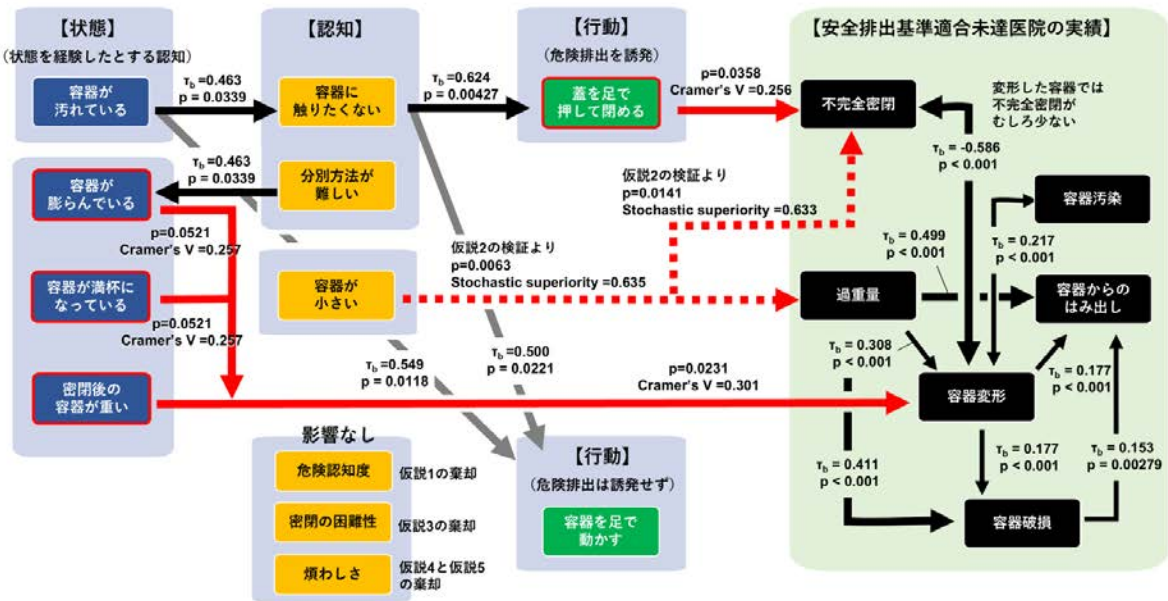


図 5.2 安全排出基準適合未達医院での
容器排出に至る容器状態，認知および行動機序

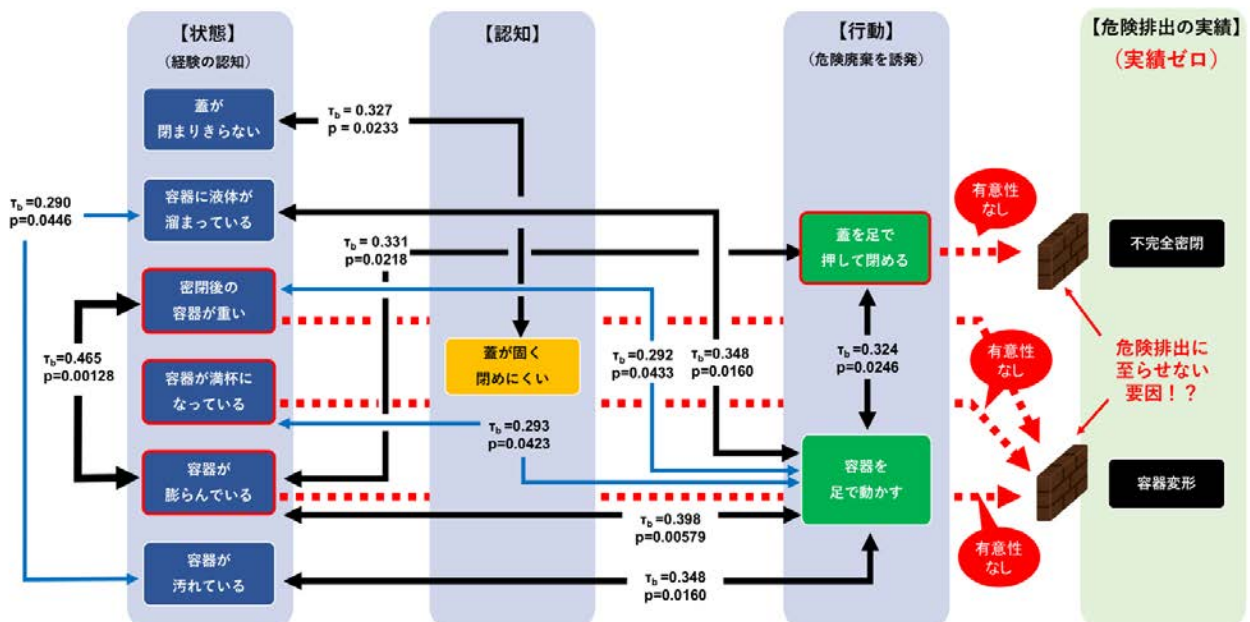


図 5.3 安全排出基準適合医院での
容器排出に至る容器状態，認知および行動機序

5.2 結言

アンケートの問1で質問している容器の状態（を経験したとする認知）、危険排出事象を誘発する行動および認知について、項目間の関連性をケンドールの順位相関係数で評価した。安全排出基準適合未達医院では項目間で有意な関連性が見出されたものは限定的であり、安全排出基準適合医院と比べて容器状態や廃棄行動に対する関心の低さを反映していると考えられる。有意な関連性が見出されたものに着目すると、容器が汚れている状態が「容器を触りたくない」とする認知を引き起こし ($p=0.0339$)、
「容器を足で動かす」 ($p=0.0221$) ないし「蓋を足で押して閉める」 ($p=0.0427$) 行動を誘発している。足で動かす行為は容器破損や容器変形に直結するわけではない反面、蓋を足で押して閉める行為は不完全密閉を誘発している ($p=0.0358$)。仮説7が棄却されたことから ($p=0.924$)、蓋が閉めづらいために足で押して閉める行為を誘発し、不完全密閉が引き起こされている可能性は小さいと考えられる。分別方法が難しいと認知されると、容器への無分別な投入が誘発されて容器容量を超えるほどとなり、結果として容器が膨らむまでに至り ($p=0.0339$)、これが容器変形へとつながる、仮説5 ($p>0.05$)、8 ($p=0.407$) および 9 ($p=0.182$) が棄却されたことから、危険認知度や煩わしさは感染性廃棄物の排出機序に顕著な影響は与えていない反面、支持された仮説6により、安全排出基準適合未達医院では安全排出基準適合医院より大きな容器を使う傾向がある反面、それでも容器を小さいと認知している。つまり容器容量が必要量に対して十分でないため、容器への過充填（過重量） ($p=0.0063$) または不完全密閉が誘発される ($p=0.0141$)。そして過重量が容器変形 ($p<0.001$)、容器破損 ($p<0.001$)、内容物のはみ出し ($p<0.001$) を並行して誘発させるが、容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的となる。

一方で安全排出基準適合医院では、容器の状態、危険排出事象を誘発する行動および認知に関する項目間で有意な関連性が多く見出された。特に容器状態と危険排出を誘発する行動（容器を足で動かす）に多くの関連性が示された。ただし安全排出基準適合医院では危険排出を行わず適切に感染性廃棄物が排出されており、危険排出事象に至る前にそれを防ぐ機序が働いている。安全排出基準適合医院では容器の大きさに対して小さい認知する傾向が低く、十分な容器容量を確保している。これにより、過

重量と附随する危険排出事象が未然に防がれている。特定の容器状態（密閉後の容器が重い、容器が満杯になっている、容器が膨らんでいる）は容器変形との関連性が示されているが、安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院ではそれらの経験認知について有意な差は見出されなかった($p>0.05$)。これについては2点の可能性が考慮される。第一は、容器への適切な廃棄によって上記の容器状態が未然に防がれているのではなく（つまり安全排出基準適合医院と安全排出基準適合未達医院で同程度に生じている）、容器変形に至るプロセスが安全排出基準適合医院では何らかの理由で阻止されている可能性である。もう一方は、安全排出基準適合医院では安全排出基準適合未達医院よりも容器状態に対する評価基準が相対的に厳しく、上記の容器状態が未然に防がれている可能性である。今後の検討が必要であるが、後者の可能性が大きいと考えられる。

5.3 対応中の事項および危険排出事象の違法性

1. 危険排出が閉める割合で一番高い事象は「不完全密閉」である。不完全密閉の原因となる過充填が、過重量、容器変形を誘発していることについては、容器容量の約8割充填を推奨し、啓発している。具体的には、環境省の「感染性廃棄物処理マニュアル」改定時に記載をした。その他に東京都医師会・東京都環境局・東京都産業資源循環協会にて啓発活動中である。
2. 感染性廃棄物容器については女性看護師の完全密閉に必要な押圧力の不足が生じていることについては、日本産業廃棄物処理振興センター（JW センター） 感染性廃棄物容器評価委員会において、容器の密閉性を損なわず、なおかつ閉め易い容器の評価項目を設ける事を提案中である。
3. 感染性廃棄物の安全処理には、安全性を最重視した処理、そして責任のある排出が必要であり、それらを担保するために排出事業者と処理業者間の「相互重要事項の確認」を主目的とした情報伝達（WDS）方法の確立が必要となっていることについては、廃棄物データシート（WDS）を用いた情報伝達方法推奨し、筆者作成の WDS 様式は東京都産業資源循環協会の公式様式となっており、周知・啓発活動中である。
4. 医療従事者の感染性廃棄物に係る知識の修得については、医療従事者への継続的

な啓発活動を推奨し、現在も東京都医師会及び地区医師会での講演活動で啓発活動を行っている。

なお、本研究で取り上げた危険な排出事象はなんら違法ではなく罰則も無い。但し、それらの危険排出方法によって環境汚染、処分施設への損害、処理工程一連の作業に従事する者への危害、図 5.4 に挙げるバイオハザードによる発病やメカニカルハザードによる怪我等が発生した場合は、民事・刑事罰（民法 415 条 債務不履行、民法 709 条 不法行為、刑法 211 条 業務上過失致死傷罪）の対象となることがある。



図 5.4 病原体への曝露に直接繋がる危険排出事象

（出典：東京都廃棄物資源循環協会 2024）

5.4 研究限界と今後の検討事項

本研究の研究限界と今後の検討事項として、先ず調査対象医療機関が首都圏における東京 23 区に偏っていることが挙げられる。なぜならば、調査を行った著者の会社は東京都内に所在し、収集運搬業務における許認可及び回収可能距離の限界性に因る。従って、首都圏外の医療関係機関等では異なる調査結果が生じる可能性がある。

アンケート調査の対象となった小規模医療関係機関は著者が所属する会社の顧客であり、一般的に業者は顧客を選ぶことができない反面、首都圏の小規模医療関係機関から無作為抽出したものではない。よって、調査対象バイアスの可能性は否定できないことを注記する。また、アンケートの回答者は実際に感染性廃棄物を扱っている医療従事者であることを想定しているが、対面での回答を得られていないため、実際の取扱者ではない可能性がある。サンプル数と母数については、表 2.2 に示した通りであり、より正確な調査結果を得るためにはサンプル数の増加が望ましい。厚生労働省ないし日本医師会の協力によって、全国的な追跡調査が必要であると考え、一方で危険排出事象は安全排出基準適合未達医院にはそもそも認知されにくい可能性があることが本研究で示唆されている。

本研究では安全排出基準適合医院ならびに、安全排出基準適合未達医院とで分類し記述している。1 箱でも感染性廃棄物の危険な排出は人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある。よって、危険な排出がなんら発生しなかった医院を「安全排出基準適合医院」と定義し、1 箱でも安全排出基準に満たない排出があった医院を「安全排出基準適合未達医院」と定義した。但し、「安全排出基準適合未達医院」のうち、1 年間の調査期間中に排出された感染性廃棄物容器の全てが危険な排出事象に該当した医院もあれば、そうではなかった医院もあった。図 4.1（再掲）では、常に安全排出であった医院は 94（危険排出事象率 0.00%）、常に危険排出事象に該当した安全排出基準適合未達医院は 34（危険排出事象率 100.0%）であった。従って、残りの 23 医院は安全排出基準適合未達医院に分類されたものの、（0%＜危険排出事象率＜100.0%）排出されたすべての容器が危険排出事象にはなっていないことを注記する。（安全排出基準適合医院の平均排出頻度は 4.41 回/年、平均排出個数 2.11 個/年に対して、安全排出基準適合未達医院の平均排出頻度は 7.38 回/年、平均排出個数 2.42 個

/年であり，仮説 1 の検証と整合する結果となっている）．危険排出事象率（安全排出率）を基にした研究，特定の安全排出基準適合未達医院が継続して（毎排出時，全ての容器）危険排出事象となる排出を行っているのかについては今後の検討事項となる．

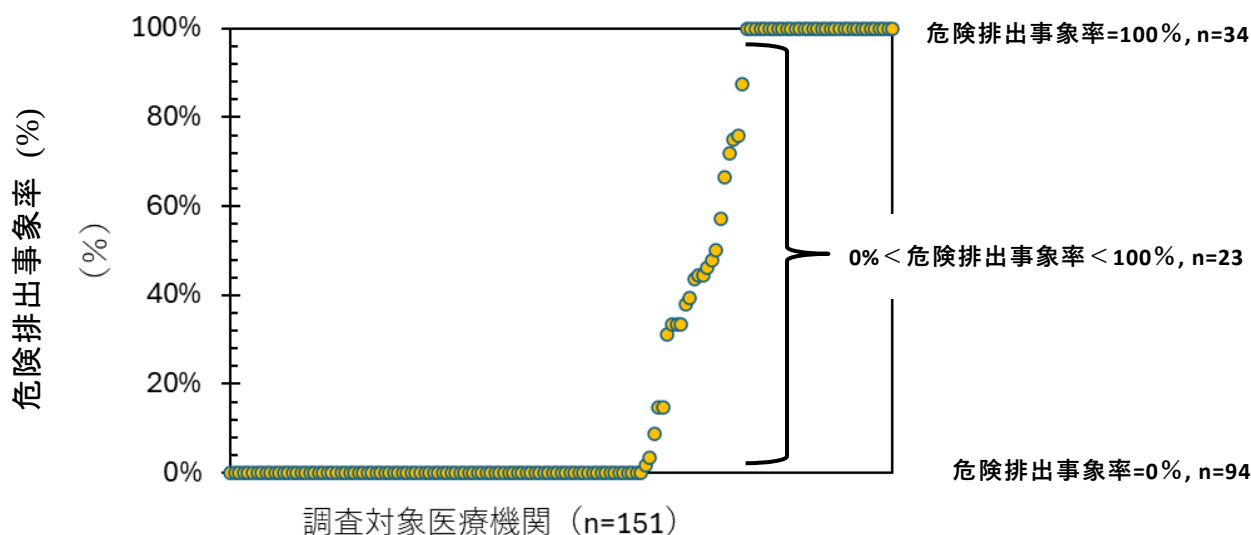


図 4.1 調査対象医療機関の危険排出事象率
(危険排出該当個数/排出総個数)

行動および意思決定に関しては多くの先行研究があり，特に廃棄物の排出行動に関しては計画的行動理論などの適用例が多い (Ajzen 1991; Li et al 2019)．多くの意思決定モデルでは社会的規範や態度を重要な因子として考慮している．一方，小規模医療関係機関等を対象とした感染性廃棄物の排出行動への適用例は皆無に近い．本研究では医療関係機関等から排出される感染性廃棄物に関する社会的規範（社会道徳ないし同調圧力）や態度（責任意識など）がもたらす医療従事者の容器状態への認知，排出時の経験や排出行動への認知についての分析ならびに考察を加えていない．本研究の研究限界とし今後の検討事項として対応していくこととする．

第 6 章

結言

6.1 結言

感染性廃棄物の安全/危険排出事象に至る機序は未だに不明な点が多い。小規模医療関係機関等、特に診療所、動物診療施設、介護施設、歯科診療所を対象に、感染性廃棄物の専用容器における安全/危険な排出事例を定量的に分類した。そして安全/危険排出事象に関わる要因について9つの仮説を提示・検証することで、感染性廃棄物の安全/危険排出機序に関する新たな知見を得ることを目的とした。

安全に排出された感染性廃棄物専用容器は全体の62.3%、一方で危険な排出に該当した容器は全体の37.7%であった。危険排出事象の内訳は不完全密閉が67.0%と過半数を超え、次いで変形容器と過重量を合わせると危険排出事象全体の97.9%を占めていた。

危険排出事象に関し、非心理的要因として状況的要因、経済的要因、物理的要因、偶発的要因を考慮し、それぞれに対応する仮説を提案して検証した。危険排出事象を行った小規模医療関連機関等は、安全排出のみであった小規模医療関連機関等よりも多くの容器を高い頻度で排出しており、感染性廃棄物の危険排出事象は排出頻度に影響を受けると仮定した状況的要因は棄却された。つまり他の要因として、感染性廃棄物の排出方法に係る医療従事者の知識、関心や注意の強さなどが影響していると考えられる。危険排出事象（過重量・不完全密閉・容器変形）全てのケースにおいて容器の平均容量は安全排出での平均容量よりも有意に大きく、小さな容量よりも大きな容量の容器に危険排出事象が発生しやすいことを見出した。過重量となっている容器は容器変形となる確率が安全排出の容器（過重量となっていない容器）と比較して約31～529倍高く、廃棄物処理コストを下げるために過充填された容器は過重量を引き起こし、容器変形を誘発すると仮定した経済的要因が支持された。医療従事者、特に女性が容器を完全密閉する際の押圧力は完全密閉に必要な押圧力とほぼ等しく、不完全密閉が物理的要因に起因していることを棄却するものではない。これより、女性が容器を押圧して完全密閉する際、必要押圧力の不足から困難性が発生していることが仮定されたが（認知的困難性）、これは棄却された。危険排出事象は主に偶発的要因に起因するとした仮説は、仮説検定の検出力の弱さが懸念されるものの、棄却された。よって安全及び危険排出事象は偶発的要因に起因しておらず、特定の医療機関が危険排出

事象を繰り返し行っている可能性、ないし他の要因によって起因していることが示唆された。

次に危険排出事象を引き起こす心理的機序を考慮し、危険排出事象（不完全密閉、容器変形、過重量、容器破損、内容物のはみ出しなど）に至る 5 つの仮説を提示し、検証した。危険認知度、容器密閉への認知的困難性や煩わしさ、容器を交換する煩わしさは危険排出事象を引き起こす重要な心理的要因であるとした仮説は棄却された反面、容器容量の不足が過充填（過重量）を誘発し、さらに他の危険排出事象（不完全密閉および容器変形）を誘発するとした仮説は支持された。ケンドールの順位相関係数(τ_b)での結果をもとに、危険排出事象の誘発過程は以下のとおりに提案される。安全排出基準適合未達医院では容器について小さいと認知する傾向が有意に高く、小ささへの認知ゆえに梱包容器への過充填（過重量）または不完全密閉が誘発される。ただし、両者が同時に誘発されることは限られる。過重量から容器変形、容器破損、内容物のはみ出しが並行して誘発されており、容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的である。

以上より、危険排出事象の実績の有無とその実績に対する認知の有無（経験認知）や容器状態などのへの認知をもとに、危険排出事象に至る機序は次のように提案される。排出作業への煩わしさや容器状態への危険性認知は危険排出事象を誘発する主要因ではない。一方、容器の汚れは接触忌避の認知を引き起こし、蓋を足で押して閉める行動を誘発した上で、不完全密閉に至る。分別方法が難しいと認知されると、容器への無分別な投入が誘発され、結果として容器が膨らむまでに至り、これが容器変形へとつながる。安全排出基準適合未達医院では安全排出基準適合医院より大きな容器を使う傾向がある反面、それでも容器を小さいと認知している。つまり容器容量が必要量に対して十分でないため、容器への過充填（過重量）または不完全密閉が誘発される。そして過重量が容器変形、容器破損、内容物のはみ出しを並行して誘発させるが、容器変形を経由した容器破損や内容物のはみ出しは限定的である。

安全排出基準適合医院では、特に容器状態と危険排出事象を誘発する行動（容器を足で動かすなど）に多くの有意な関連性が示された。ただし安全排出基準適合医院では危険排出事象を行わず適切に感染性廃棄物が排出されており、危険排出事象に至る

前にそれを防ぐ機序が働いている。一方で安全排出基準適合未達医院では安全排出基準適合医院ほど有意な関連性が見出されず、危険排出事象に至る要因をそもそも認知されていないが故に上記の未然防止機序が働いていない可能性が示唆される。

6.2 推奨事項

感染性産業廃棄物の安全処理の為には、医療機関から排出される危険排出事象の防止が必要であり、その為には、物理的要因としての容器完全密閉の為の必要押圧力の不足に伴う容器構造、経済的要因としての充填容量、その他の要因としての知識、関心、注意の不足の改善が喫緊の課題となる。そしてそれらの課題への対応策として、容器構造の改善と容器評価基準の策定（新定義ないしは別枠定義）、医療機関の経営者及び、実際に感染性廃棄物を扱う医療従事者（医師・看護師）への継続的な啓発活動、そして医・歯・獣・看護学部での初期教育が重要であると考え（図 6.1）。

参考文献

1. Abdulla F, Abu Qdais H, Rabi A (2008) Site Investigation on Medical Waste Management Practices in Northern Jordan, *Waste Manage.*, Vol.28 (2), pp. 450–8
2. Adu R.O, Gyasi S.F, Essumang D.K, Otabil K.B (2020) Medical Waste–Sorting and Management Practices in Five Hospitals in Ghana, *J Environ Public Health*, Vol. 2020 (2934296)
3. Ajzen I (1991) The Theory of Planned Behavior, *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.*, Vol.50, pp. 179–211
4. Bansal M, Mishra A, Gautam P, Changulani R, Srivastava D, Gour NS (2011) Biomedical Waste Management: Awareness and Practices in A District Of Madhya Pradesh, *Natl. J. Commun. Med.*, Vol3, pp. 452–6
5. Bhalla G.S, Bandyopadhyay K, Sahai K (2019) Keeping in Pace with the New Biomedical Waste Management Rules: What We Need to Know!, *Medical Journal Armed Forces India*, Vol. 75 (3), pp. 240–245
6. Bockenholt U (2006) Thurstonian–Based Analyses: Past, Present, and Future Utilities, *Psychometrika*, Vol. 71 (4), pp. 615– 629
7. Cheng S.F, Chan D.K.S, Wong Z.S.Y (1999) Reexamining the Theory of Planned Behavior in Understanding Wastepaper Recycling, *Environment and Behavior*, Vol. 31 (5), pp. 587–612
8. Environment Canada (2013) Management of Toxic Substances: Incineration Sector, *Environment Canada*,
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/management-toxic-substances/sources/incineration-sector.html>, アクセス日 2024–11–20
9. De Winter JCF, Dodou D (2010) Five–point Likert Items: t Test Versus Mann–Whitney–Wilcoxon, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Vol. 15 (11), Article 11

10. Garcia R (1999) Effective Cost-Reduction Strategies in the Management of Medical Waste, *Am. J. Infect. Control*, Vol. 27 (2), pp. 165–175
11. Greendemers, Pelletier L.G, Menard S (1997) The Impact of Behavioural Difficulty on the Saliency of the Association Between Self-Determined Motivation and Environmental Behaviours, *Canadian Journal of Behavioural Science*, Vol. 29 (3), pp. 157–166
12. Hu H, Zhang J.H, Wang C, Yu P, Chu G, (2019) What Influences Tourists' Intention to Participate in the Zero Litter Initiative in Mountainous Tourism Areas: A Case Study of Huangshan National Park, China, *Science of The Total Environment*, Vol. 657, pp. 1127–1137
13. Insa E, Zamorano M, Lopez R (2010) Critical Review of Medical Waste Legislation in Spain, *Resources Conservation and Recycling*, Vol. 54 (12), pp. 1048–1059
14. Joseph L, Paul H, Premkumar J, Rabindranath, Paul R, Michael JS (2015) Biomedical Waste Management: Study on the Awareness and Practice among Healthcare Workers in a Tertiary Teaching Hospital, *Indian Journal of Medical Microbiology*, Vol. 33 (1), pp. 129–131
15. Kraft P, Rise J, Sutton S, Roysamb E (2005) Perceived Difficulty in the Theory of Planned Behaviour: Perceived Behavioural Control or Affective Attitude, *British Journal of Social Psychology*, Vol. 44, pp. 479–496
16. Li D, Zhao L.M, Ma S, Shao S, Zhang L.X (2019) What Influences an Individual's Pro-Environmental Behavior? A Literature Review, *Resour. Conserv. Recycl.*, Vol.146, pp. 28–34
17. Locke E.A, Latham G.P (2002) Building a Practically Useful Theory of Goal Setting and Task Motivation: a 35-Year Odyssey, *American Psychologist*, Vol. 57 (9), pp. 705–717
18. Mircioiu C, Atkinson J (2017) A Comparison of Parametric and Non-Parametric Methods Applied to a Likert Scale, *Pharmacy*, Vol. 5 (2), article number

19. Moreira A.M.M, Gunther W.M.R. (2013) Assessment of Medical Waste Management at a Primary Health-Care Center in São Paulo, Brazil, *Waste Management*, Vol. 33 (1), pp. 162–7
20. Muhlich M, Scherrer M, Daschner F.D (2003) Comparison of Infectious Waste Management in European Hospitals, *Journal of Hospital Infection*, Vol. 55 (4), pp. 260–268
21. Nguyen T.T.P, Zhu D.J, Le N.P (2015) Factors Influencing Waste Separation Intention of Residential Households in a Developing Country: Evidence from Hanoi, Vietnam, *Habitat International*, Vol. 48, pp. 169–176
22. Omoyajowo K, Raimi M, Waleola T, Odipe O, Ogunyebi A (2022) Public Awareness, Knowledge, Attitude and Perception on Microplastics Pollution Around Lagos Lagoon. *Ecol. Saf. Balance Use Resour*, Vol. 2 (24), pp.35-46
23. Pandit N.B, Mehta H.K, Kartha G.P, Choudhary S.K (2005) Management of Bio-Medical Waste: Awareness and Practices in a District of Gujarat, *Indian J Public Health*, Vol. 49 (4), pp. 245–7
24. Rahman M, Doza B, Griffiths M.D, Mamun F.A (2020) Biomedical Waste Amid COVID-19: Perspectives from Bangladesh, *Journal of Affective Disorders*, Vol. 8 (10)
25. Schechter A, Birnbaum L, Ryan J.J, Constable J.D (2006) Dioxins: an Overview, *Environ. Res.*, Vol. 101, pp. 419–428
26. Scheffé H (1952) An Analysis of Variance for Paired Comparison, *Journal of American Statistical Association*, Vol. 147, pp. 381–400
27. Sugimoto D, Takahashi F (2023) Motivation to Decrease Discharge Cost Results in Improper Discharge of Regulated Medical Wastes from Small Clinics: Inspectional and Statistical Evidence in the Tokyo Metropolitan Area, *JMA Journal*, Vol. 6 (2), pp. 138–147

28. Thurstone L. L (1927) A Law of Comparative Judgement, *Psychological Review*, Vol. 24, pp. 273–286
29. Tsakona M, Anagnostopoulou E, Gidarakos E (2007) Hospital Waste Management and Toxicity Evaluation: a Case Study, *Waste Management*, Vol. 27 (7), pp. 912–920
30. U. S. EPA (2012) Medical Waste, *U. S. Environment Protection Agency*, <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/industrial/medical/>
アクセス日 2024-11-20
31. Venter C, Ludick R (2014) Keep Our Planet Clean: Morsjors, Litter Bug, Illegal Dumping, and Littering–Team Up to Clean Up, *In Proceedings of the 20th Waste Conference, Cape Town: Somerset West*
32. Verma R (2014) Medical Waste Disposal Incineration and Non-Incineration Technology Their Effects and Prospects, *Nat. Environ.*, 2014, pp. 195–198
33. Wafula S.T, Musiime J, Oporia F (2019) Health Care Waste Management among Health Workers and Associated Factors in Primary Health Care Facilities in Kampala City, Uganda: a Cross-Sectional Study, *BMC Public Health*, Vol. 19 (1), p. 203
34. Weir E (2002) Hospitals and the Environment, *Can. Med. Assoc. J.*, Vol. 166 (3), p. 354
35. Wilhemina A, Amedumey P, Boaka G, Raphael H (2022) Solid Waste Management in Hospitals: A Comparative Assessment in Some Selected Hospitals in Obuasi Municipality of Ghana, *Cleaner Waste Systems*, Vol.3,
36. Xu B.X, Ding Y, Bilal M, Wang M.Y, (2023) Event-Related Potentials for Investigating the Willingness to Recycle Household Medical Waste, *Heliyon*, Vol. 9 (10)
37. 石井 美也紀 (2017) 医療機関等から排出される有害・医療廃棄物の実態調査, *有害・医療廃棄物研究*, Vol. 29 (1), pp. 25–34.
38. 医療廃棄物研究 (1997) 安全に関する教育について, *医療廃棄物研究*, Vol. 9

(2), pp. 93-112

39. 医療廃棄物研究 (1988) 設立趣意書, *医療廃棄物研究*, Vol. 1 (1), p. 巻頭
40. 大島 義人 (2011) 「守られる」安全から「守る」安全へ -有害・医療廃棄物の取扱いにおける教育の重要性-, *有害・医療廃棄物研究*, Vol.23 (2), pp. 59-62
41. 川端 貞美, 津田 征枝, 川島 徹, 山形 進 (1989) 順天堂大学浦安病院における医療廃棄物の現状, *医療廃棄物研究*, Vol. 2 (1), pp. 1-5
42. 環境省 (2012) 利根川水系における取水障害に関する今後の措置に係る検討会, *環境省中間取りまとめ*, pp. 3-5.
https://www.env.go.jp/water/confs/tonegawa_intake/interim_rep.pdf
アクセス日 2024-11-20
43. 環境省 (2022) 廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル, *環境再生・資源循環局*, pp. 4-5
44. 環境省 (2024) 令和3年度事業 特別管理産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 令和元年度実績, *環境省環境再生・資源循環局廃棄物規制課*
45. 木ノ本 雅道 (2011) 感染性廃棄物とバイオセーフティー, *有害・医療廃棄物研究*, Vol. 23(2), pp. 72-77
46. 木ノ本 雅通 (2018) 研究会設立 30 周年に際して, *有害・医療廃棄物研究*, Vol. 30 (1), pp. 1-4
47. 厚生労働省 (2024) 看護師等 (看護職員) の確保を巡る状況, *看護師等確保基本指針検討部会*, 資料 2, p. 6
48. 小酒井 望 (1988) 創刊号に寄せて, *医療廃棄物研究*, Vol. 1 (1), p. 1
49. 桜井 亜矢子, 狩野 太郎, 神田 清子 (2007) 医療廃棄物適正処理に向けた看護職員教育の効果, *北関東医学*, Vol. 57 (2), pp. 169-174
50. 佐々木 いづみ, 藤原 博良, 佐々木 基了, 池田 行宏 (2021) 感染性廃棄物容器の取扱い等に関する調査, *廃棄物資源循環学会研究発表会講演集*, Vol. 32, pp. 67-68.
51. 佐藤 信 (1985) 統計的官能検査法, *日科技連*, pp. 263-270
52. 白戸 四郎 (1988) 医療廃棄物研究の過去・現在そして未来, *医療廃棄物研究*,

Vol. 1 (1), pp. 4-13

53. 杉本 大輔, 高橋 史武 (2018) 感染性産業廃棄物の現状および問題事例, *廃棄物資源循環学会研究発表会講演集*, Vol. 29, pp. 517-518
54. 杉本 大輔, 高橋 史武 (2019) 感染性廃棄物に特化した廃棄物データシート (WDS) の構築, *廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集*, Vol. 30, pp. 89-90
55. 鈴木 良寛 (2013) 医療機関が排出する廃棄物の分別ある分別の概要と解説及び今後の課題, *有害・医療廃棄物研究*, Vol. 25 (1-2), pp. 7-11
56. 鈴木 知己 (2021) 廃棄物の分別と適正処理について, *有害・医療廃棄物研究*, Vol. 33(1), pp. 11-13
57. 高月 紘 (1988) 廃棄物処理も仁術なり, *医療廃棄物研究*, Vol. 1(1), p. 2
58. 田崎 勝也, 申知 元 (2017) 日本人の回答バイアス・レスポンス・スタイルの種別間・文化間比較一, *心理学研究*, Vol. 88 (1), pp. 32-42
59. 田中 孝治, 梅野 光平, 池田 満, 堀雅 洋 (2015) 安全避難行動に対する危険認知が行動意図の形成に与える影響, *日本認知心理学会発表論文集*, Vol. 13, pp. 127
60. 田中 孝治, 佐々木 駿作, 池田 満, 堀雅 洋 (2016) 自転車安全運転における知識と行動意図の不一致, *日本認知心理学会発表論文集*, Vol. 14, p. 112
61. 都医ニュース (2023) 東京都産業資源循環協会, 医療廃棄物委員会からのお願い, *東京都医師会*, p 5
62. 徳田 哲男, 児玉 桂子 (1992) 押引および回転操作機器の操作高と操作力に関する年代的特徴, *人間工学*, Vol. 28 (2), pp. 69-78
63. 中屋 澄子 (1970) Scheffé の一対比較法の一変法, *第 11 回官能検査大会報文集*, pp. 1-12
64. 長島 光一 (2017) 有害・医療廃棄物の法的課題と将来を考える, *有害・医療廃棄物研究*, Vol. 29(1), pp. 12-17
65. 日本医師会 (2006) 感染性廃棄物等に関するアンケート調査報告書,
https://www.med.or.jp/dl-med/doctor/haiki_enq1812.pdf アクセス日 2024-11-20

66. 日本看護協会 医療政策部（2022） 看護職員実態調査， *日本看護協会調査研究報告*， No. 98
67. 公益財団法人 日本産業廃棄物処理振興センター（JW センター）（2022） 感染性廃棄物評価事業 適正な感染性廃棄物容器の基準（審査の基準）， *（JW センター）*， pp. 4-6.
68. 農林水産省（2023） 飼育動物診療施設の開設届出状況（診療施設数）， *消費・安全局畜水産安全管理課*，
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/animal/attach/pdf/index-12.pdf>
アクセス日 2024-11-20
69. 服部 勝儀， 波田野 為夫， 野田 一夫， 真野 真紀子， 久田 直彦， 阿知波 輝彦， 加藤 秀樹， 石田 泰之， 湯浅 典博（2011） 当院における感染性廃棄物減量のための対策の検証， *日赤医学*， Vol. 62（2）， pp. 328-332
70. 早川 健一（2022） 廃棄物情報の共有・伝達における化学の重要性， *廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集*， Vol. 33， p. 65
71. 原田 優（2017） 感染性廃棄物の適正処理とは何か－排出側と処理側の立場から考察する－， *有害・医療廃棄物研究*， Vol. 29（1）， pp. 18-24
72. 藤原 博良， 谷川 昇， 佐々木 基了（2018） 病院における感染性廃棄物容器の使用状況の推計， *廃棄物資源循環学会研究発表会講演集*， Vol. 29， pp. 33-34
73. 梶井 和恵， 綱村 麻岐， 吉村 典恵， 東 裕作， 横田 亜委， 竹澤 久美子， 荒川 仁（2009） 医療廃棄物分別による処理費用のコストダウン， *新田塚医療福祉センター雑誌*， Vol. 6， pp. 41-45
74. 松下 由美子（2006） 基礎看護教育課程における医療廃棄物に関する講義の検討， *日本看護教育学会誌*， Vol. 16（1）， pp. 13-23
75. 宮崎 元伸（2003） 感染性廃棄物の判断基準における見直しの必要性， *日本公衆衛生雑誌*， Vol. 50（12）， pp. 1113-1116
76. 矢野 久子， 広瀬 幸美， 新村 純子， 石黒 千映子， 飯室 美智子， 平井 栄利子， 杉下 知子， 小玉 香津子， 松島 肇（2000） 在宅医療廃棄物の適正処理に関する訪問看護ステーション管理者の意識および患者・家族の相談・指導内容， *医療廃*

棄物研究, Vol. 13 (1-2), pp. 1-10

77. 柳川 忠二 (1988) 病院における医療廃棄物の処理の現状と問題点, *医療廃棄物研究*, Vol. 1 (1), pp. 14-20
78. 魯 英成, (1988) 医療廃棄物で現実悩まされる問題, *医療廃棄物研究*, Vol. 1 (1), p. 34

謝辞

博士(工学)の取得するにあたり、多くの方々のご支援とご指導を賜りましたことに、心より感謝申し上げます。

まず、指導教員である、国立大学法人 東京科学大学(旧 東京工業大学) 環境・社会理工学院 融合理工学系 地球環境共創コースの高橋 史武教授には、私が2018年に本学の研究生となり、そして翌年2019年に博士課程学生となってから今日まで、研究の初期段階から最後まで卓越したご指導と励ましを賜り、深く御礼申し上げます。研究の方向性についての貴重なアドバイスや、膨大な量のデータ解析に対する鋭い洞察力と綿密なフィードバックは、私の研究を大きく進展させるものでした。

研究室では、吉川 邦夫名誉教授、時松 宏治准教授、H. Gonzales 准教授よりゼミを通じて貴重なご助言を頂いたこと、学内発表や審査でご指導を賜りました地球環境共創コースの先生方に厚く御礼申し上げます。また、本学のイノベーション科学系の仙石 慎太郎教授と宮下 修人助教におかれては、友人としてのみならず、技術・イノベーション経営論の見地からご助言を頂きました。

本研究を進めるにあたって、貴重なアドバイスをくださった、(一社)東京都産業資源循環協会 医療廃棄物委員会の皆様、有害・医療廃棄物研究会の皆様、アンケートに回答して下さった医師の先生方、看護師の皆様方にも御礼申し上げます。特に、本研究を始める動機を与えてくださった、感染症学の本ノ本 雅通先生に深く御礼申し上げます。

息子たちへ、父が大学院に入学したのは大芽(8歳)、滉樹(5歳)の時でした。まだ幼かった君たちと今日まで一緒に遊ぶ貴重な時間が限られてしまったことに、毎日大変心を痛め大変申し訳なく思っていました。「無限に知る楽しさのこと」、「万物に飽くなき興味を抱くこと」を忘れずに、良き人間となるよう弛まぬ努力を続けてください。重要なのは「できる・できない」での判断で行動しないよりも、「やるか・やらないか」の行動で結果が変わること。

最後に、2018年からの今日にわたって研究生活を見守ってくれた妻子、家族、友人、そして関係者の皆様方と先生の皆様方に、改めて深い感謝の意を表します。