

大学等において貯蔵または排出される

水銀使用製品・廃棄物の洗い出し調査

富沢 美紀^a、藤井 邦彦

筑波大学総務部リスク・安全管理課

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

水銀に関する水俣条約(水俣条約)が2017年8月16日に発効した。条約への対応のため、国は新しい法律の施行や既存の法律の改正を行った。これにより、水銀を含有する製品や薬品の取り扱いが制限され、厳しく管理することが必要となった。そこで、全国の大学等が所有している水銀を含有する製品や排出している廃棄物を調査し、情報を共有することで大学等における適切な管理を目指すことを目的としてアンケート調査を行った。本報告は、その結果を取りまとめたものである。

キーワード: 水銀、廃棄物、水銀汚染防止法、廃棄物処理法

1. はじめに

水銀に関する水俣条約(水俣条約)が2017年8月16日に発効した。それに伴い、国内では、水銀による環境の汚染の防止に関する法律(水銀汚染防止法)が施行され、さらに同年10月1日には廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)の改正が行われた。これらの法律の施行により、水銀を使用した製品の製造が制限されるとともに、既に所有している水銀使用製品や薬品等については、使用、貯蔵、および廃棄物の取り扱いなど、これまで以上に厳しく管理することが求められるようになった。

これらの法律に対応するべく、大学等では積極的に水銀使用製品や貯蔵量を把握し、早期処分に向けた水銀系廃棄物の回収を行っているが、大学等における水銀の用途は多岐にわたり、我々化学物質や廃棄物を管理している実務者の知らない用途の水銀使用製品の所有や廃棄物としての排出も予想される。特に廃棄物については、水銀に関わる事故が生じた場合、環境中への漏えいなど社会的にも問題となることから実務者間で水銀を含有する廃棄物等の情報共有は極めて有益であるといえる。

そこで、本研究では、全国の国立大学等が所有・排出している水銀使用製品・廃棄物、並びにそれらを所持していた学部および研究内容を調査し、リストとして取りまとめ、情報を共有することにより、大学等における適切な水銀の管理を目指すことを目的としてアンケート調査を行った。

2. 方法

2.1 調査対象機関および周知方法

調査対象は、大学等環境安全協議会に所属の大学等とした。周知は、大学等環境安全協議会のウェブサイト¹⁾、および大学等環境安全協議会の実務者連絡会会員メーリングリスト(2018年7月現在、大学等54機関、131名が登録)へ周知を行った。

2.2 調査期間

調査は、2018年7月17日から9月末日までの約2か月間半とし、この期間の回答を取りまとめた。

2.3 調査回答方法

調査は Google フォームを利用したウェブアンケートにより実施した。アンケート項目は、「回答者の基本情報」、「実験系廃棄物の取り扱い基本情報」、「水銀系廃棄物回収について」、「水銀汚染防止法対応について」、および「水銀の貯蔵について」の5項目とした。

3. 結果

3.1 回答者の基本情報

アンケート回答件数は、36件であった。これは、大学等環境安全協議会の会員校の3割強にあたる。内訳は、国立大学31校、私立大学3校、工業高等専門学校2校であった(図1)。

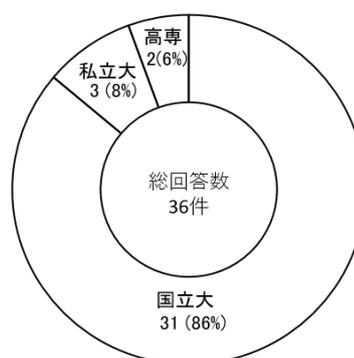


図1. アンケート回答機関の内訳

3.2 実験系廃棄物の取り扱い基本情報

各大学等における廃棄物の事前申込(受付)方法、および回収頻度について調査した。結果は図2および図3にそれぞれ示す。

事前申込(受付)については、実験系廃液と実験系廃試薬は事前申込をエクセル等で行っている大学等

^a tomizawa.miki.fe@un.tsukuba.ac.jp

が一番多く、実験系固形廃棄物については、事前申込はせずタグ等に記入して直接持ち込む方法を採用している大学等が一番多かった。

回収頻度(図3)をみると、実験系廃液と実験系固形廃棄物については回収頻度を定めている大学等の方が多かったが、実験系廃試薬については回収頻度を定めていない大学等が多かった。

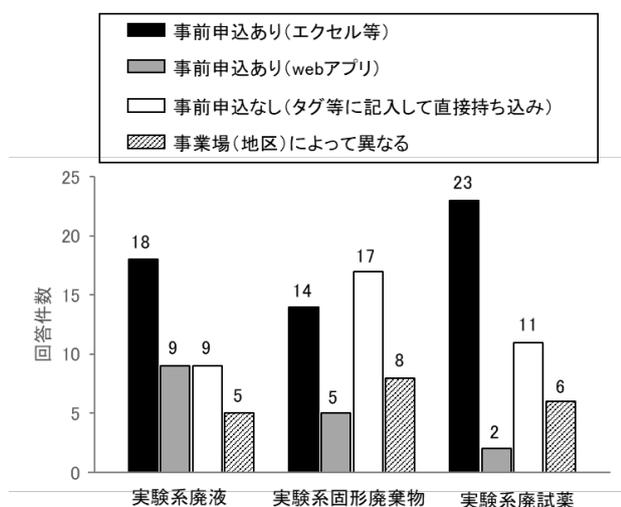


図 2. 実験系廃棄物回収の事前申込の有無

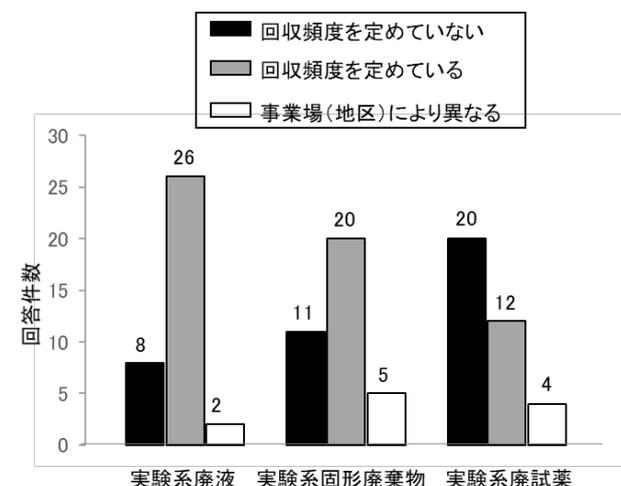


図 3. 実験系廃棄物回収頻度の設定の有無

3.3 水銀系廃棄物回収について

「水銀系廃棄物回収について」の項目では、水銀汚染防止法対応のための水銀系廃棄物(廃液、固形廃棄物)の回収実施の有無、過去に排出されたことのある水銀系廃棄物、および特種な水銀系廃棄物の調査を行った。特に、この項目においては、各大学等が所有・排出している水銀使用製品・廃棄物とそれを所持していた学部を調査・リスト化するために、環境省が作成した「主な水銀使用製品リスト」¹²⁾を参考にして写真やイラストを利用した設問や選択肢を設け、回答者が判断しやすいよう工夫した。

3.3.1 水銀系廃棄物の回収

水銀系廃棄物については、処分できる産業廃棄物処分業者が限られることから、計画的に回収および処分委託を行う必要がある。そこで、水銀系廃棄物

(廃液、固形廃棄物)について回収日を定めているか調査したところ「定めている」が 28%、「定めていない」が 58%、「一部のみ対応」が 8%、および「その他」が 6%であった(表 1)。この結果から、水銀系廃棄物(廃液、固形廃棄物)は、他の廃棄物と同時に回収している大学等が多いことが分かった。

表 1. 水銀系廃棄物の回収日の設定

選択肢	選択数
回収日を定めている	10 (28%)
回収日を定めていない (他の廃棄物と同時)	21 (58%)
一部のみ対応	3 (8%)
その他	2 (6%)

3.3.2 水銀汚染防止法対応のための水銀系廃棄物回収

「水銀汚染防止法対応のため、大規模な水銀系廃棄物の回収を実施したか」という質問について、結果は「実施済」が 55%、「未実施」が 39%、および「その他」が 6%であった(図 4)。

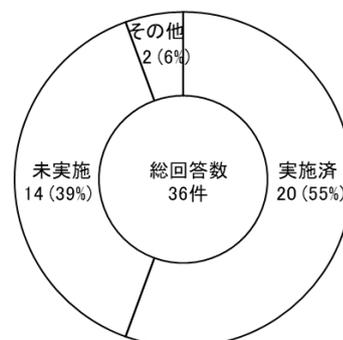


図 4. 大規模な水銀系廃棄物回収の実施の有無

「その他」は 2 件とも「一部の部局で実施」という回答であったことから、約 60%の大学等で水銀汚染防止法対応のための大規模な水銀系廃棄物の回収を実施したことが分かった。また、「実施済」と回答した大学等のうち、45%が複数回大規模な水銀系廃棄物の回収を実施したことが分かった。その大規模な水銀系廃棄物の回収時期と件数についてみると、水俣条約が締結された 2017 年 5 月 18 日以降に件数が増加しており、多くの大学等で条約締結を機に対応を行ったことが分かった(図 5)。

また、「大規模な水銀系廃棄物回収のために工夫した点」についての回答結果を表 2 に示す。最も多かった回答は「周知・呼びかけを行った」であった。また、「処分費高騰をアピール」や「今回限り大学等の予算で処分」といった工夫をしている大学等もあった。特に、「今回限り大学等の予算で処分」は、全学を跨いで多くの水銀系廃棄物を回収するためには大変有効であると考えられる。

大規模な水銀系廃棄物の回収を実施した大学等 22 校のうち処分費用負担先は、「経常予算内で処分」

が68%、「特別予算を確保し処分」が32%という結果であった(図6)。特別予算の内容としては、校長・学長裁量経費、および研究用大型備品用予算の申請などの間接経費等であった。

3.3.3 特種な水銀系廃棄物の調査

この項目では、前述したとおり、環境省が作成した「主な水銀使用製品リスト」を参考にして「過去に排出されたことのある水銀系廃棄物」を調査した。図7のように、写真やイラストを載せて、排出されたことのある水銀系廃棄物すべてにチェックをいれる形式で、1つ以上チェックがあった35大学等を対象に集計を行った。結果は表3の通りである。

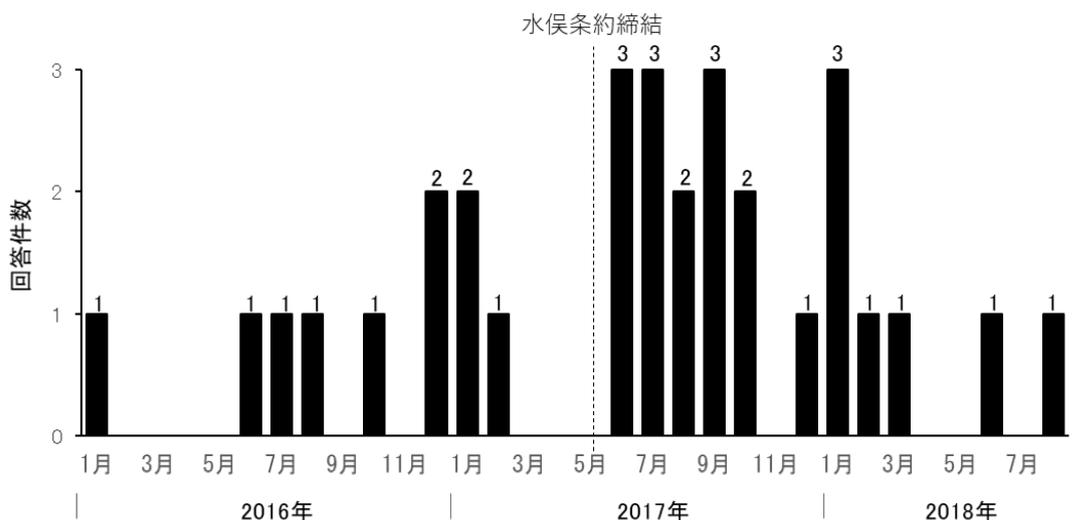


図 5. 大規模な水銀系廃棄物の回収実施時期と件数

表 2. 大規模な水銀系廃棄物回収のために工夫した点

<p>【周知・呼びかけ、回収頻度の工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・法令改正の周知、一斉回収のポスターやグループウェアでの案内 ・水銀の管理が厳しくなるといったアナウンスと共に、通常年1回の回収を年2回に増やして排出を促した ・温度計等は割れた状態だと処理費用が高くなる場合があることを周知した ・一斉処分のため、各研究室の処分負担費が安くなりますと周知を行った ・法改正について周知し、今後の所持については管理の厳格化や行政への報告があることをお知らせした。併せて所持量調査を実施した。 ・薬品管理システムに登録のある研究室すべてに水銀所有状況を報告させた。今後の処分費の高騰をアピールした ・法律改正の内容、法令遵守のために調査が必要であることを盛り込み、安全衛生担当部署より全学に貯留量及び廃棄希望の有無の調査表(excel)を送付 ・安全衛生委員会で法改正の動向を報告 ・毎年、水銀廃棄物一斉処分を実施するようにした ・学内特別予算による一斉回収を2回に分けて実施。先に水銀温度計だけを回収。その後試薬類含め大規模に回収
<p>【予算関係の工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回限り大学等の予算で処分する ・大規模回収のとき、「なお当センターからの予算要求は今回限りを予定しております」と強調
<p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教育学部や附属学校等が洩れないように注意した ・ローラー作戦で在校全て確認してもらった

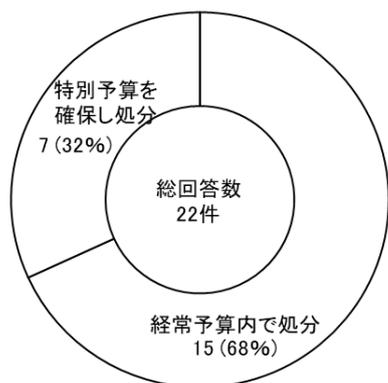


図 6. 大規模な水銀系廃棄物の処分費用負担先

□ 水銀血圧計



図 7. 「過去に排出されたことのある水銀系廃棄物」の選択肢例

表 3. 過去に排出されたことのある水銀系廃棄物

回答 順位	水銀系廃棄物の名称	回答数 (35大学等中の割合)
1	水銀汚染防止法に係る水銀系試薬等*1	33(94%)
2	ガラス製温度計	32(91%)
3	水銀体温計	30(86%)
4	水銀式血圧計	29(83%)
5	水銀系試薬等(水銀汚染防止法に係る物質および水銀含有医薬品以外)	28(80%)
6	HIDランプ(高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプ、プロジェクタ用ランプ、水銀キセノンランプなど)	27(77%)
7	放電ランプ(殺菌ランプ、低圧UVランプ、紫外線照射ランプ、ホロカソードランプ、ペンレイランプなど)	26(74%)
8	蛍光灯・蛍光ランプ	25(71%)
8	水銀気圧計	25(71%)
8	真空計(マクラウド真空計、マノメーター)	25(71%)
11	スイッチ・リレー	24(69%)
12	水銀含有医薬品(マーキュロクロム液(赤チン)、チメロサル、塩化第二水銀を含む医薬品など)	23(66%)
13	水銀電池	21(60%)
13	湿度計(アスマン式温湿度計、アウグスト乾湿計、アスマン通風乾湿計)	21(60%)
15	液柱型圧力計	10(29%)
16	ポロシメーター	8(23%)
16	空気亜鉛電池	8(23%)
16	顔料(水銀朱、辰砂、朱肉・印泥)	8(23%)
16	水銀等の製剤(歯科用アマルガム、写真の感光用製剤など)	8(23%)
20	水銀含有農薬	5(14%)
20	握力計	5(14%)
20	標準電池(ウェストン電池)	5(14%)
20	その他1*2(1つでも該当すればチェックを入れる)	5(14%)
20	その他2*3(1つでも該当すればチェックを入れる)	5(14%)
25	水銀拡散ポンプ	4(11%)
25	回転接続コネクタ(ロータリーコネクタ)	4(11%)
25	浮ひょう形密度計	4(11%)
25	水銀整流器	4(11%)
29	弾性圧力計(ダイヤフラム式に限る)	3(9%)
29	その他3*4(1つでも該当すればチェックを入れる)	3(9%)
31	水銀充満圧力式温度計	2(6%)
31	積算時間計 ※医療機器に組込	2(6%)
33	圧力伝送器(ダイヤフラム式のものに限る)	1(3%)
33	ジャイロコンパス	1(3%)

- *1 金属水銀、塩化第一水銀、酸化第二水銀、硫酸第二水銀、硝酸第二水銀・硝酸第二水銀水和物、硫化水銀、辰砂(硫化水銀を含む鉱物)
- *2 その他1: 周波数標準機、駆除剤・殺虫生物剤および消毒剤(医薬品および農薬を除く)、塗料(酸化第二水銀を含む塗料)、圧力逃し装置、ダンパ、X線管
- *3 その他2: 赤外線検出素子(水銀、カドミウム、テルルを混合したもの)、放射線検出器(X線センサー)、ひずみゲージ式センサー(脈波計)、水銀電量計、鏡(巨大望遠鏡用)、参照電極
- *4 その他3: 温度定点セル(水銀三重点セル)、ボイラ(二流体サイクルに用いられるものに限る)、灯台の回転装置、水銀トリム・ヒール調整装置※船舶で使用、水銀抵抗原器、差圧式流量計、傾斜計※船舶で使用

半数以上が排出経験ありと回答した水銀系廃棄物としては、上位から、水銀汚染防止法に係る水銀系試薬(金属水銀、塩化第一水銀、酸化第二水銀、硫酸第二水銀、硝酸第二水銀・硝酸第二水銀水和物、硫化水銀、辰砂)94%、ガラス製水銀温度計 91%、水銀体温計 86%、水銀式血圧計 83%、水銀系試薬等(水銀汚染防止法に係る物質および水銀含有医薬品以外)80%、HID ランプ(高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプ、プロジェクタ用ランプ、水銀キセノンランプなど)77%、放電ランプ(殺菌ランプ、低圧 UV ランプ、紫外線照射ランプ、ホロカソードランプ、ペンレイランプなど)74%、蛍光灯・蛍光ランプ、水銀気圧計、および真空計(マクラウド真空計、マノメーター)は 71%、スイッチ・リレー69%、水銀含有医薬品(マーキュロクロム液(赤チン))、チメロサル、塩化第二水銀を含む医薬品など)66%、水銀電池および湿度計は 60%であった。その他半数以下が排出経験のある水銀系廃棄物に

ついては、排出された主な分野別にまとめた(表 4)。

理学系・工学系で排出された水銀系廃棄物は最も種類が多く、標準電池 14%(5 件)、水銀拡散ポンプ 11%(4 件)、回転接続コネクタ11%(4 件)、浮ひょう形密度計 11%(4 件)、水銀整流器 11%(4 件)、弾性圧力計 9%(3 件)、X 線管 11%(4 件)、参照電極 9%(3 件)、水銀充滿圧力式温度計 6%(2 件)、圧力伝送器 3%(1 件)、圧力逃し装置 3%(1 件)、および差圧式流量計 3%(1 件)であった。

生物・農学系では水銀含有農薬 14%(5 件)があり、農薬の種類としてはメルボルドー18、ウスプルン、ボルドウ、ルベロン等の回答があった。ただし、大学等では、過去に農薬の研究をしていた医学系や生物系の学部でもまだ所有している可能性があるため注意が必要である。

土木系(建築・工学・農学など)では、試料の細孔分布を測定するポロシメーターが 23%(8 件)であった。特にコンクリート関係の研究をしている土木系研究

表 4. 「過去に排出されたことのある水銀系廃棄物」で回答率が半数以下の主な排出分野別水銀系廃棄物

主な排出分野	排出された水銀系廃棄物の種類	備考
理学系・工学系	<ul style="list-style-type: none"> ・標準電池5件(14%) ・水銀拡散ポンプ4件(11%) ・回転接続コネクタ4件(11%) ・浮ひょう形密度計4件(11%) ・水銀整流器4件(11%) ・弾性圧力計3件(9%) ・X線管4件(11%) ・参照電極3件(9%) ・水銀充滿圧力式温度計2件(6%) ・圧力伝送器1件(3%) ・圧力逃し装置1件(3%) ・差圧式流量計1件(3%) 	
生物・農学系	<ul style="list-style-type: none"> ・水銀含有農薬5件(14%) 	農場からの排出のほか、医学系からも排出あり
土木系 (建築 工学 農学)	<ul style="list-style-type: none"> ・ポロシメーター8件(23%) 	建築学のほか工学系(無機材料科学)、農学系(農業土木学)でも排出あり
芸術系 (芸術 工芸 美術)	<ul style="list-style-type: none"> ・顔料(水銀朱、辰砂、朱肉・印泥)8件(23%) 	朱肉・印泥については事務系部局からも排出あり
海洋学系	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャイロコンパス1件(3%) 	
医学系・附属病院	<ul style="list-style-type: none"> ・水銀等の製剤8件(23%) ・握力計5件(14%) ・積算時間計 2件(6%) ※医療機器に組込 	積算時間計は農学系、水銀アマルガムは理工学系(合成実験)でも排出あり
分野に寄らない	<ul style="list-style-type: none"> ・液柱型圧力計10件(29%) ・空気亜鉛電池8件(23%) 	

室でポロシメーターを保有していることが多いという結果だが、化学合成した触媒表面の細孔分布の測定にも使用されており、無機材料系などの合成分野も保有の可能性が高いことが分かった。

芸術系(芸術・工芸・美術)で多い水銀系廃棄物としては、顔料が23%(8件)であった。特に、水銀朱や辰砂については絵具として持っていることが多いことが分かった。

海洋学系では方位の確認に使用するジャイロコンパスが3%(1件)であった。

医学系・附属病院で主に排出された水銀系廃棄物は、水銀等の製剤23%(8件)、握力計14%(5件)、医療機器に組み込まれている積算時間計6%(2件)であった。水銀等の製剤ではアマルガムが多く、医学系だけでなく、理工学系の合成実験で使用されていた例もあった。また、液柱型圧力計29%(10件)、空気亜鉛電池23%(8件)については、様々な分野で排出されていることが分かった。

アンケートの結果から、水銀系廃棄物の主な排出分野をある程度把握することができたが、主な排出分野だけでなく大学等では意外な分野からの排出も考えられるため注意が必要である。

上記の過去に排出されたことのある水銀系廃棄物に該当しない、または該当するが他大学においても特に注意すべき特種な水銀系廃棄物として、薬学系や生物学系で排出された水銀汚染防止法に係る物質および水銀含有医薬品以外の水銀系試薬、化学系で排出されたポーラログラフ、物理学系で排出された水銀含有基盤並びに、附属学校で排出された気体分子運動用水銀管といった回答があった。

3.3.4 意外な所から廃棄物依頼があった水銀系廃棄物

特種な水銀系廃棄物ではないが意外な所から廃棄依頼があった水銀系廃棄物についてもアンケート調査を行った。その結果、プロジェクトに内蔵されている水銀ランプ、救急箱や防災用品の中からガラス製水銀体温計や赤チン(水銀含有医薬品)、非水銀系廃液貯留タンクからの金属水銀、天文系の学部からの水銀系廃棄物、地学系の鉱物標本中の辰砂等の回答があった。また、不明試薬のスクリーニングから金属水銀が見つかった事例もあった。

3.4 水銀汚染防止法対応について

水銀汚染防止法では、貯蔵する水銀等を飛散・流出するおそれのない容器に保管し、その容器や貯蔵する場所に水銀等の名称を表示すること等が必要となる。そこで、アンケートにおいて水銀汚染防止法対応のために工夫した点があるか質問した。

その結果、「対象物質全てに水銀管理ナンバーシールを発行した」、「対象物質を所持しているグループに保管容器の購入(推奨容器を紹介)または、廃棄するように通知した」、「水銀含有機器や水銀等物質を保管している保管庫には水銀の種類を明示したラベルを張り付ける等、管理についての方針を再整理し、早見表等を作成した」、「学内調査用に対応マニュアルを作成した」、および「施錠できる保管場所を用意した」など多くの回答があった。

3.5 水銀の貯蔵について

本項目では、水銀の貯蔵量把握のための学内調査実施の有無や、調査手法や報告における疑問点等についてアンケート調査を行った。

水銀汚染防止法では、特定の水銀化合物について、種類ごとにキャンパス全体で30kg以上貯蔵していた場合、年度毎に貯蔵量を取りまとめ、翌年度6月30日までに報告する必要がある(初年度は条約が発効した2017年8月16日から2018年3月31日分を2018年6月30日までに報告)。

水銀貯蔵量についての学内調査実施の有無は、複数回答可で全36大学中、「未実施」が10(28%)、「エクセルなどの調査票により実施」が13(36%)、「薬品管理システムへの登録量より集計」が17(47%)、「薬品管理システムで調査後、個別に対応」が1(2%)、および「不明」が2(6%)であった(図8)。

貯蔵量の多い水銀系試薬の上位3件を調査したところ、金属水銀が一番多かった(図9)。

また、条約発効後、初年度に水銀貯蔵量の届出(報告期限は2018年6月30日)を実施した大学等は3校だった。この3校全てで届け出の対象となった水銀は「金属水銀」であった。金属水銀の用途として、ポロシメーターの補充用に30kg以上保有していた大学等があった。ポロシメーターについては、装置に使用中の金属水銀は貯蔵の報告の対象ではないが、補充用は報告の対象となるため、他大学等においても注意が必要である。

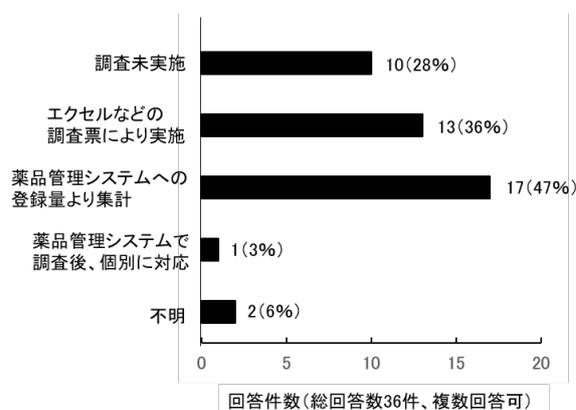


図 8. 水銀貯蔵量の学内調査方法

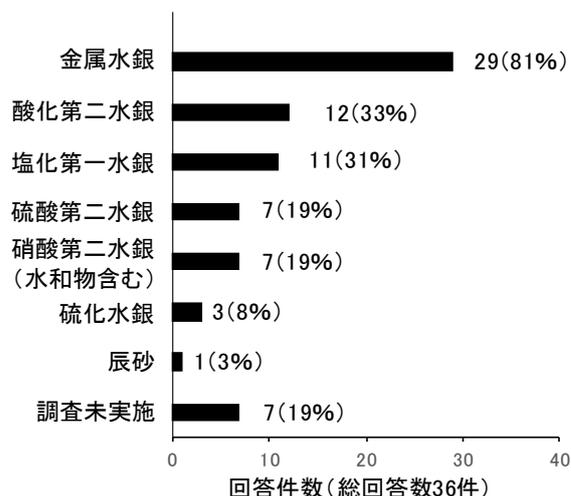


図 9. 貯蔵中の水銀試薬で重量の多いもの上位3件

このように、水銀貯蔵量調査において大学等で注意すべきは「金属水銀」であることがアンケートの結果から分かった。

4. 水銀使用製品・廃棄物の排出元別のリスト化と利用方法

今回行ったアンケート結果をもとに水銀使用製品、水銀系廃棄物を排出元別に写真付きリスト(図 10)を作成した。このリストを大学等に配布し、排出される分野別に注意すべき水銀系廃棄物を挙げることで、水銀系廃棄物の回収率も上がると考えられる。また、排出者の中には、保有している器具等が水銀を使用している製品であるという知識がない例もあるため、本リストは、不要な水銀系廃棄物の掘り起こしに極めて有効と考えられる。

芸術系（芸術・工芸・美術）	
排出された水銀系廃棄物	備考
【顔料】 ・水銀朱・辰砂  ・朱肉・印泥 	朱肉・印泥については、事務系部局からも排出あり
理学・工学系	
排出された水銀系廃棄物	備考
【水銀拡散ポンプ】 	主に化学系（分析）で排出
【水銀整流器】 	主に物理系で排出

図 10. リストの一例

5. まとめ

今回のアンケート調査に協力いただいた大学等のうち約 60%の大学等において、水銀汚染防止法対応のための水銀系廃棄物の回収を実施していることがわかった。水銀系廃棄物の回収において、「今回限り大学等の予算で処分」といった条件付きの回収は、よ

り多くの廃棄物を回収するために有効であると考えられる。処分のための予算を捻出することが難しい場合でも、きちんと全学に周知を行い、回収頻度を増やすなどの工夫により、より多くの不要な水銀系廃棄物を回収できていることが分かった。

今後、水銀系廃棄物の処分費用が高騰する可能性も指摘されていることから、水銀系廃棄物の回収を実施していない大学等については、今回のアンケート結果を活用してほしい。

また、過去に排出されたことのある水銀系廃棄物については、表 3 および表 4 から、水銀系廃棄物の種類別の排出割合や主な排出分野が把握できた。あわせて、珍しい水銀系廃棄物や意外な所から廃棄依頼があった水銀系廃棄物の掘り起こしができた。

6. 謝辞

本アンケートにご協力いただいた皆様、そして大学等環境安全協議会、および大学等環境安全協議会実務者連絡会の方々に大変感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 富沢美紀, “実務者連絡会プロジェクトアンケートの協力について(依頼)”, 大学等環境安全協議会, 2018, <https://www.daikankyo.org/%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%82%B1%E3%83%BC%E3%83%88.html>, (2019年7月30日閲覧)
- [2] 平成 27 年度水俣条約対応技術的事項検討会, “主な水銀使用製品リスト”, 環境省, 2015, <https://www.env.go.jp/chemi/tmms/taioujijutsukento.html>, (2023年2月9日閲覧)

Fact-finding survey on the storage of mercury-using products and discharge of mercury-based waste at universities

Miki TOMIZAWA, Kunihiko FUJII
Division of Risk Management, Department of General Affairs, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, JAPAN

The Minamata Convention on Mercury entered into force on August 16, 2017. The government has enacted new laws and amended existing laws to comply with the Convention. As a result, the handling of products and chemicals containing mercury has been restricted, requiring strict control. We conducted a questionnaire survey on the storage and discharge of mercury-containing products and mercury-based reagents at universities with the aim of achieving appropriate mercury management.

Keywords: Mercury, Waste, Act on Preventing Environmental Pollution of Mercury, Waste Management and Public Cleansing Act