

# 柳泉園組合水銀混入調査対策委員会

## 報 告 書

平成 2 9 年 3 月

柳泉園組合水銀混入調査対策委員会

## 目次

1. はじめに.....	1
2. 目的.....	3
(1) 柳泉園組合水銀混入調査対策委員会委員名簿.....	3
(2) 委員会議事概要.....	4
3. 『柳泉園クリーンポート』における水銀検出状況.....	5
(1) 焼却炉停止までの経緯.....	5
(2) 水銀検出後の対応.....	5
4. 水銀が検出された原因について.....	5
5. 水銀含有製品別の水銀排出源の可能性にかかる評価.....	6
6. 環境への影響について.....	6
7. 水銀 170 g に相当する使用済み廃乾電池の個数等の再試算について.....	7
8. 「環境省モデル事業」による水銀体温計等の回収結果.....	10
9. 提言.....	12
9.1 構成3市への提言.....	12
9.2 柳泉園組合への提言.....	13
9.3 市民の皆様への提言とお願い.....	14
9.4 排出事業者及び収集運搬業者への提言.....	14
10. おわりに.....	15

別紙—1 「柳泉園クリーンポート」における水銀検出状況

別紙—2 水銀検出後の対応

別紙—3 水銀混入推定量

別紙—4—①～③ 排出推定量

#### 参考資料1

水銀 170 g に相当する使用済み廃乾電池の個数等の再試算について

- (1) はじめに
- (2) 検討結果 (試算等の結果)

#### 参考資料2

水銀の用途、環境中での挙動、健康への影響情報、及び基準値について

- (1) 用途
- (2) 環境中での挙動
- (3) 健康影響情報
- (4) 基準値

## 1. はじめに

今日、我が国における水銀に関する動向は、水俣条約を受け国内法の整備や改正などが進み、柳泉園組合の事業に関連するものとしては、「改正大気汚染防止法」（平成 30 年 4 月 1 日施行予定）による水銀の排出規制及び「水銀による環境の汚染の防止に関する法律」（日本国において条約の効力を生じる日（一部は、別途政令で定める日））に基づく各種の施策が施行される見込みとなっている。

このため、今後、柳泉園組合は、「改正大気汚染防止法」の排出基準を遵守した事業の推進が求められ、また、市町村は「水銀による環境の汚染の防止に関する法律」に基づく水銀使用製品の適正回収を進める必要がある。

このように、水銀含有製品の混入の防止は、地域の生活環境の保全の観点に加えて、新たに法令遵守の観点からも極めて重要な課題となっている。

こうした中で、柳泉園組合水銀混入調査対策委員会（以下「本委員会」という。）は、平成 27 年 9 月に排ガス中から水銀が検出された原因究明や再発防止のため、これまでに 5 回の検討を踏まえ、柳泉園組合、構成 3 市（清瀬市、東久留米市、西東京市）及び事業者（排出事業者、収集運搬事業者）に対する提言や、市民の皆様へのお願いを以下のようにとりまとめた。

なお、留意すべきこととして、他自治体等における水銀含有製品に係るアンケート等の結果において、同製品に係る情報が広く市民の皆様にも共有されていないという状況が明らかになっており、これは構成 3 市においても同様と考えられる。

このため、柳泉園組合は構成 3 市とともに、市民の皆様や事業者にも水銀含有製品に関する情報を広く伝える取り組みを実施する必要があり、これは、不適切な排出や非意図的な排出を未然に防止する上で不可欠と考えられ、優先して取り組む必要がある。

とりわけ、市民の皆様には、表 7-2 に示した水銀含有製品のうち、特に使用せずに保管（退蔵）されている水銀血圧計や水銀体温計などについては、家の片づけや建替え時など

に非意図的に排出されることを未然に防止するためにも、今後各市において構築され  
ると考えられる回収システムを通じて、適切に排出されるように協力を求めていく必要が  
ある。

本書は、これまでに 5 回開催された水銀混入調査対策委員会での議論をもとに取りま  
とめたものである。

## 2. 目的

平成 27 年 9 月 1 日、稼働中の柳泉園クリーンポート 1 号炉排ガスより、水銀が検出されたことで焼却炉を一時停止するという事態が生じた。その後、平成 27 年第 4 回柳泉園組合議会定例会において、この件に関する陳情が出され、採択された。

本件については、適切な対応策を講じることが必要であることから、本委員会を設置し、①水銀が検出された原因究明、②水銀が可燃ごみに混入しないための対策、③搬入された水銀含有廃棄物の管理体制についての検証、④環境への影響についての検証を行った。

### (1) 柳泉園組合水銀混入調査対策委員会委員名簿

本委員会の委員名簿を表 2-1 に示す。

表 2-1 柳泉園組合水銀混入調査対策委員会名簿

委員長	宮川 正孝	環境カウンセラー
副委員長	武林 亨	慶應義塾大学 医学部 教授
委員	大塚 好夫	東京二十三区清掃一部事務組合 施設管理部処理技術担当部長
委員	鈴木 たかし	代表委員 (清瀬市)
委員	島崎 清二	代表委員 (東久留米市)
委員	桐山 ひとみ	代表委員 (西東京市) 第 1 回～第 4 回委員会
委員	田中 のりあき	代表委員 (西東京市) 第 5 回委員会
委員	黒田 和雄	清瀬市都市整備部長
委員	山下 一美	東久留米市環境安全部長
委員	松川 聡	西東京市みどり環境部長

## (2) 委員会議事概要

委員会議事概要を表 2-2 に示す。

表 2-2 議事概要

委員会	開催日	議事内容
第 1 回委員会	平成 2 8 年 5 月 1 1 日	(1) 施設概要及び水銀検出状況 (2) 乾電池・廃蛍光管搬入量 (3) 収集運搬業者へのアンケート調査結果
第 2 回委員会	平成 2 8 年 8 月 1 日	(1) ごみピット混入推定量及び混入経路について (2) 煙突からの排出推定量について
第 3 回委員会	平成 2 8 年 1 0 月 7 日	(1) 水銀が混入しないための対策について (2) 水銀含有廃棄物の管理体制の検証について (3) 国の動向について
第 4 回委員会	平成 2 9 年 1 月 1 3 日	(1) 中間報告書（案）について (2) 改正大気汚染防止法について
第 5 回委員会	平成 2 9 年 2 月 2 4 日	(1) 環境への影響について (2) 報告書（案）について

### 3. 『柳泉園クリーンポート』における水銀検出状況

#### (1) 焼却炉停止までの経緯

柳泉園クリーンポートにおいて、平成 27 年 9 月 1 日 8 時 46 分ころ稼働中 1 号炉において排ガス中の水銀濃度が急上昇した。同日 16 時ころ 1 号炉の立ち下げを開始し、翌 9 月 2 日 10 時ころ 1 号炉停止が完了した。なお、詳細な焼却炉停止までの経緯については、中間報告書 表 3-1「焼却炉停止までの経緯」を本報告書「別紙—1」として添付する。

#### (2) 水銀検出後の対応

9 月 1 日水銀検出後、10 月に減温塔内、煙道、及び脱硝反応塔の清掃を実施した後、11 月 19 日に 1 号炉立ち上げを開始した。詳細な水銀検出後の対応については中間報告書 表 3-2「水銀検出後の対応」を本報告書「別紙—2」として添付する。

### 4. 水銀が検出された原因について

水銀が可燃ごみに混入した経路として、以下の 2 つの可能性が考えられる。

- ①事業系一般廃棄物からの混入
- ②家庭系一般廃棄物からの混入

混入経路等その原因を明らかにするため、以下の手法により調査を行った。

- 1) 収集運搬事業者へのアンケート調査
- 2) 可燃ごみ内容物調査
- 3) 看護系学校への聞き取り調査

しかし、これらの調査では明確な混入経路等その原因の特定はできなかった。また、本委員会において、柳泉園組合に持ち込まれた有害ごみ（乾電池及び蛍光管）が焼却炉に投



入された可能性についても調査検討を行ったが、入出量実績及びその他資料からその可能性は考えられなかった。

こうしたことから、本委員会としては、排ガスから水銀が検出されたことについての混入経路やその原因等は特定できないという結論に至った。

なお、柳泉園組合は、搬入された廃乾電池約 1,100 個について、平成 29 年 1 月に「水銀 0」の乾電池の割合等について実態調査し、結果をとりまとめている。

## 5. 水銀含有製品別の水銀排出源の可能性にかかる評価

水銀含有製品別の内、一般的な含有製品別の水銀排出源の可能性にかかる評価結果については中間報告書表 4-1「水銀含有製品別の水銀排出源の可能性にかかる評価表」に示したが、同表の内、乾電池については、新たに得られた水銀量に関する知見等を踏まえ再評価を行っているので、本報告書 7「水銀 170 g に相当する使用済み廃乾電池の個数等の再試算について」に記載し、さらにその詳細は参考資料 1 に示した。

また、水銀量に関する出典などをより詳細に記載するなど、整理し、新たに評価表を表 7-2 として示した。

## 6. 環境への影響について

水銀混入推定量「別紙—3」及び煙突からの排出推定量「別紙—4」において詳しい記載があるが、一定の条件の下で、排ガス量からの混入推定量として少なくとも 170 g 以上の水銀が混入されたと推測される。なお、混入推定量は、家庭等では、様々な水銀含有製品が広く使用され、かつ、それらに含有する水銀量は大きく異なること（例えば、ボタン電池などは数 mg であるが、水銀体温計約 1g(=1,000mg)、水銀気圧計は 1,500g(=1,500,000mg) など含有量には大きな幅がある。) などから、原因の特定に直接結びつくものではないが、推定量から想定される水銀含有製品の個数をもとに、その重量や容積

などを勘案した物理的な搬入可能性なども踏まえ、一般的な水銀含有製品が原因となり得るかについて評価の参考となると考える。

煙突からの排出推定量等については、煙突からの排出予測結果は  $140\mu\text{g}/\text{m}^3$  で、最大着地濃度は  $0.00236\mu\text{g}/\text{m}^3$  と予測された。

最大着地濃度は、「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について」（平成 15 年 中央環境審議会第 143 号）に示された有害大気汚染に係る指針値（年平均値  $0.04\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を大きく下回る結果であることから、環境に与えた影響は非常に小さかったと考えられる。

## 7. 水銀 170g に相当する使用済み廃乾電池の個数等の再試算について

一般的な水銀含有製品が今回の水銀混入の原因となり得るかを検討する一環として、水銀 170g に相当する廃乾電池の個数を試算するため、その水銀含有量を 1 個当たり平均  $0.01\text{g}(=10\text{mg})$  と仮定し試算した（第 2 回委員会配布資料 4）。

一方、野村興産(株)は、「平成 26 年度入荷使用済み電池水銀調査結果」として、廃乾電池中には、 $10\sim 20\text{mg}/\text{kg}$  の水銀が含有としている（「水銀廃棄物の処理とリサイクル」スライド No.52 野村興産(株)資料）。こうしたことから、前述した廃乾電池中の水銀含有量を 1 個当たり平均  $10\text{mg}$  との仮定は、その値が大きかったと考えられる。

そこで、野村興産(株)の水銀調査結果等を踏まえて、廃乾電池中の水銀含有量は、 $10\text{mg}/\text{kg}(=\text{g}/\text{t})$  と仮定し、 $170\text{g}$  の水銀に相当する乾電池の重量、個数及び容積を試算し、これらから、廃乾電池が今回の水銀混入の原因となり得る可能性について再度検討した。結果は、表 7-1 に示す。

表 7-1 水銀 170g に相当する廃乾電池に係る試算結果

	試算結果	備考
乾電池の重量	17,000kg=17t	2t 積みトラックで 8.5 台に相当
乾電池の個数	56 万個	
乾電池の容積	約 7m <sup>3</sup>	ドラム缶で運搬すると 47 缶に相当

※ ドラム缶の容量は 200L であるが、詰め込み時の空隙率を 25% と仮定し実容積は 150L とした。

このように、水銀 170g に相当する廃乾電池は、非常に大きい重量と容積になると試算された。

こうした膨大な量の廃乾電池を、一度あるいは数回で、かつ人目につかず搬入することは困難と考えられ、今回の水銀混入の原因は、本試算結果からは、廃乾電池による可能性は無いものと判断した。

なお、乾電池と同様に、水銀 170g に相当する蛍光管の容積に係る試算結果についても参考資料 1 に示す。

以上も踏まえ、水銀含有製品別の水銀排出源の可能性に係る評価表を再整理し表 7-2 に示す。

表 7-2 水銀含有製品別の水銀排出源の可能性に係る評価表

水銀含有製品	1個(本)当たりの平均的な水銀含有量	170g水銀相当個(本)数	水銀排出源の可能性に係る評価		
			一般家庭	事業所等	収集・運搬、処理業者及び製造業者等
蛍光管	2007年：0.007g 2013年：0.006g ※1	24,300 本 28,350 本	非常に低い	低い (搬入時等に発見可能)	
乾電池	マンガン乾電池は1991年、アルカリ乾電池については1992年から、水銀は使用されていない。試算では、10mg/kgとした。※2	560,000 個	非常に低い	非常に低い (搬入時等に発見可能)	
ボタン電池	無水銀製品の販売開始時期は、酸化銀電池：2005年、アルカリボタン電池：2009年で、空気亜鉛電池は技術的な課題もあり未対応。※3	34,000 個	非常に低い	低い (搬入時等に発見可能)	
水銀体温計	0.75 g 1.2 g	227 本 142 本	非常に低い	低い	ある
水銀血圧計	47.6 g	ほぼ3.5個	非常に低い	低い	ある
電球類	0.01～3.5g程度 (製品により使用量が異なるとともに、かつ、幅がある。) ※4	3,400個	非常に低い	低い (搬入時等に発見可能)	
計測器	・水銀温度計：2.0g/本 ・水銀湿度計：2.0g/本 ・水銀圧力計：40g/台 ・水銀気圧計：1,500g/台	・水銀温度計：85本 ・水銀湿度計：85本 ・水銀圧力計：4.3台 ・水銀気圧計：0.12台	非常に低い	低い 圧力計及び気圧計はあり	ある
朱肉 (練り物に限る。)	3.58 g/個 ※5	47 個	非常に低い	低い	ある
マーキュロクロム液	0.125 g/本 ※6	1,360 本	非常に低い	低い	ある
無機薬品	水銀単体や、各種の水銀化合物があり、推定不能	推定不能	低い	ある	ある

※1 蛍光管の水銀封入量は、一般社団法人日本照明工業会の資料による。

※2 乾電池中の水銀含有量は、水銀0以前の乾電池や水銀を使用している可能性のある輸入乾電池を考慮し、野村興産(株)の調査結果に基づき10mg/kgとした。

※3 ボタン電池の水銀含有量は、アルカリボタン電池の平均水銀含有量(0.0051g/個)などから0.005g(=5mg)/個とした。

※4 電球類の水銀量は、一般社団法人日本照明工業会の資料から、0.05g(=50mg)/個とした。

※5 朱肉の内、練り物には水銀を含有しており、水銀量(3.58g/個)は、8個の朱肉の実測値(平成26年12月熊本県保健環境科学研究所分析結果)による。

※6 マーキュロクロム液(通称赤チン)は殺菌剤で、水銀量(0.125g/本)は、「日本薬局方」、独立行政法人医薬品医療機器総合機構による。

## 8. 「環境省モデル事業」による水銀体温計等の回収結果

「環境省モデル事業」による水銀体温計等の回収の取り組みとその結果は、今後、構成3市などが、水銀含有製品の回収事業に取り組む際の参考となると考えられることから、中間報告書において示した旭川市と近隣自治体である東村山市におけるモデル事業の結果に、旭川市と同時期に実施された熊本県阿蘇市等の結果を加え整理して、表 8-1 に示した。

このうち、回収拠点については、阿蘇市等の事例においては、専ら本庁舎等の公共施設に設定しており、薬局や薬店の協力を得た他の事例とは異なっている。

表 8-1 東村山市等における「環境省モデル事業」による水銀体温計等の回収結果

		1	2	3
実施主体		東村山市	旭川市	阿蘇市、南小国町、小国町、 産山村、高森町、南阿蘇村 及び阿蘇広域行政事務組合
実施期間		平成 28 年 2 月 1 日～2 月 28 日	平成 27 年 2 月 1 日～2 月 28 日	平成 27 年 2 月 2 日～2 月 27 日
人口		約 151 千人	約 347 千人	約 60 千人
世帯数		約 71 千世帯	約 176 千世帯	約 24 千世帯
広報活動		市報、市 HP	市広報誌、市 HP 等 協力薬局へのポスター並 びにチラシの配布と掲示	広報紙掲載、HP、各戸 設置型電子端末、有線 放送、CATV、チラシ等
回収拠点		市内薬局・薬店(46 店 舗)、公共施設(13 か所)	市内協力薬局(184 店 舗)	各市町村の本庁窓口及 び支所等(15 か所)
回収対象		血圧計、体温計、温度 計	血圧計、体温計	血圧計、体温計
回 収 実 績	水銀血圧計	127 台	94 台	57 台
	水銀体温計	1,846 本	435 本 (+ イベント回収 6 本)	414 本
	水銀温度計	41 本	あり	15 本
	その他	169 内、瓶入り水銀(5) 残りは、アルコール体温計等水 銀を含まない物。	瓶入り水銀等	瓶入り水銀等
参考となる 取組み		市内薬局・薬店と公共 施設の両方に回収拠 点を設置	想定 Q&A 集の作成・配 布、イベントにおける回収 と意識調査の実施	ポスター等への「くまモ ン」の活用、回収品持 ち込み者への「水銀体 温計くまモン」シールの提 供
これまでの水銀 体温計・血圧計の 回収に係る 取り組み状況		週 1 回、有害物として 回収を実施	体温計は月 2 回乾電池 と同様に、ごみステーション における分別収集を実 施	体温計及び血圧計につ いては、主に公共施設 への直接持ち込みによ る回収を実施
出典		※ 1	※ 2	※ 3

※ 1 水銀体温計・水銀血圧計・水銀温度計の薬局・薬店及び公共施設による回収量報告(平成 28 年 4 月 7 日東村山市)

※ 2 平成 26 年度水銀添加廃製品薬局回収モデル事業業務報告書(平成 27 年 3 月 公益社団法人全国都市清掃会議)

※ 3 平成 26 年度水銀体温計等回収ルート実証事業業務報告書(平成 27 年 3 月 株式会社東和テクノロジー)

## 9. 提言

### 9.1 構成3市への提言

#### ① 全般的事項

「水銀による環境の汚染の防止に関する法律」は、国、事業者及び市町村の責務を規定している。そのうち、市町村の責務に関しては、「市町村は、その区域の経済的諸条件に応じて、その区域内における廃棄された水銀使用製品を適正に回収するために必要な措置を講ずるよう努めなければならない（第17条）」としている。

実際に市民と接し水銀使用製品を回収するのは構成3市であることから以下のとおり提言する。

- ・ 柳泉園組合との連携による搬入する廃棄物への水銀混入の防止
- ・ とりわけ、水銀体温計、水銀血圧計及び水銀温度計などは、1個あたりに含まれる水銀量が蛍光管や乾電池に比べて多いことを踏まえ、その回収を推進するため、適時回収事業を行うとともに、これらの製品を受け入れる仕組みも市民の利便性にも配慮しながら、速やかに構築することを検討されたい。

なお、特に、他の自治体における回収事業において、金属水銀（液状）が回収されていることには留意が必要である。水銀の比重は13.5と非常に大きいことから10mLで135gとなるなど、仮に不適切に排出や廃棄された場合には、環境汚染や健康への影響も懸念されるため、積極的にその回収を図る必要がある。

- ・ 市民や中小零細事業者からの水銀含有製品の搬出・処分などに関する相談窓口を設けること
- ・ 市のHPや市主催の行事等の場を活用して、市民・事業者への啓発活動を推進すること。
- ・ 水銀含有製品の回収等に関する情報の公開
- ・ 水俣条約や関連法令の施行等に伴う適切な対応

- ② 廃棄物収集事業者への広報及び指導
  - ・一般廃棄物収集運搬許可事業者に対し、適時説明会等を実施して指導監督を行う。
- ③ 構成 3 市と柳泉園組合による「搬入物・搬入方法等を協議する協同部会」の設置

## 9. 2 柳泉園組合への提言

中間処理施設としての柳泉園組合は、今後「改正大気汚染防止法」（平成 30 年 4 月 1 日施行予定）による水銀の排出規制の対象となること等を踏まえ、以下のとおり提言する。

- ① 全般的事項
  - ・ 構成 3 市との連携による搬入される廃棄物への水銀混入の防止
  - ・ 異常時の対応能力の向上に向けた職員等の教育訓練の実施
  - ・ 水俣条約や関連法令の施行等に伴う適切な対応
- ② 異常時の対応
  - ・ 対応マニュアルの職員及び運転担当委託事業者への周知
  - ・ 年に一度は対応訓練の実施【内 3 年に一度は、夜間又は休日など管理体制が比較的十分でない状況を想定して実施すること】
- ③ 搬入された蛍光管、廃乾電池の管理体制の向上
- ④ 運搬業者に対する搬入検査等・啓発等の強化
- ⑤ 構成 3 市と柳泉園組合による「搬入物・搬入方法等を協議する協同部会」の設置
- ⑥ 構成 3 市が行う市主催の行事等の場を活用しての啓発活動への参加協力
- ⑦ 排ガス中の水銀濃度低減等の関連する技術情報等の収集
- ⑧ HP による啓発活動
- ⑨ 小学校社会科見学・その他見学会などにおける啓発活動



### 9. 3 市民の皆様への提言とお願い

- ・ 蛍光管や乾電池については、含有する水銀量の低減が進んでいるが、なお、微量の水銀を含有することから、分別や適切な排出に、引き続きご協力されたい。
- ・ 水銀体温計、水銀血圧計、水銀温度計及び朱肉（粘土状のもの）などは含まれる水銀量も多く、誤って可燃ごみとして排出された場合、焼却処理や周辺の環境に影響を及ぼすおそれがあるので、今後、各市において検討が進められる回収の仕組みなどを通じて適切に排出されたい。
- ・ また、水銀体温計や水銀血圧計などを日常的に使用している、あるいは保管されている場合も、将来的には不要となり廃棄することも考えられることから、ご家庭の中で、こうした水銀含有製品を所有（保管）しているとの情報をご家族などで共有され、誤って（非意図的に）可燃ごみなどとして排出されないようにご配慮されたい。
- ・ 極めて稀なケースとも考えられるが、水銀（液状）そのものをその量に関わらず、保管されている場合、万が一、保管容器が破損し水銀が床等に広がるとその回収は非常に困難であり、室内が水銀で汚染される可能性がある。そのため、保管管理を徹底されるとともに、ご自身で専門業者に依頼して処分するか、市役所にご相談されるなどにより適切に処分されたい。

### 9. 4 排出事業者及び収集運搬業者への提言

- ・ 水銀含有廃棄物が不適正に廃棄・処分されないように、自主的に研修会等の開催を行い、水銀含有製品に係る情報や法規制の動向等を周知するとともに、法令等を遵守し適切に廃棄すること。
- ・ 水銀含有廃棄物を安全かつ効率的に分別・収集・運搬する方法を所管する行政等と連携して構築すること。

- ・ 水銀含有廃棄物を分別し、適正に収集・運搬及び処理することができる事業者に委託すること。

## 10. おわりに

世界から水銀による被害をなくしていくため、水銀の人為的な排出及び放出から人の健康及び環境を保護することを目的とする水俣条約が発効する見込みとなる中で、我が国においては、同条約を推進する一環として、「改正大気汚染防止法」や「水銀による環境の汚染の防止に関する法律」が施行される予定である。

このような情勢の中で、平成 27 年 9 月 1 日に発生した排ガス中の水銀検出、焼却炉停止、再稼働といった一連の事象を教訓に、市民、市役所、中間処理施設、収集運搬事業者が水銀製品に関して各々の立場において、適切に行動していくことが必要である。

また、今回の事象については、大気及び土壌を含めた環境に与えた影響は極めて少なかったとの意見を付して本報告書の結びとする。

## 『柳泉園クリーンポート』における水銀検出状況

## (1) 焼却炉停止までの経緯

柳泉園クリーンポートにおける水銀検出状況について、焼却炉停止までの経緯を表1-1に示す。

表 1-1 焼却炉停止までの経緯

日時	状況
平成27年9月1日	
8時46分ころ	稼働中1号炉において排ガス中の水銀濃度が急上昇。活性炭吹込み量を増やし、計器の誤作動も含め校正を行った。
10時ころ	点検業者が排ガス分析計の点検を開始。測定器に異常は無く、実際に排ガス中に水銀が含まれ検出されたことが考えられる。
13時ころ	9時の水銀濃度一時間平均値が0.14mg/Nm <sup>3</sup> と高い数値のため、他団体の対応を確認する。
14時ころ	現場の分析計で0.07mg/Nm <sup>3</sup> を確認する。1号炉を立ち下げる方向のため、分析計を「点検」にする。
15時ころ	組合の対応を協議し、停止することで決定。管理者に報告する。
16時ころ	1号炉の立ち下げを開始する。現場の分析計で0.05mg/Nm <sup>3</sup> を確認する。
20時30分ころ	ごみが無くなるまでの水銀濃度計の推移を確認するため、水銀濃度計を「点検」から「測定」に切り替える。
平成27年9月2日	
0時ころ	1時間平均値が0.07mg/Nm <sup>3</sup> を示す
1時ころ	1時間平均値が0.04mg/Nm <sup>3</sup> を示す
2時ころ	1時間平均値が0.00mg/Nm <sup>3</sup> を示す
10時ころ	1号炉停止完了。周辺自治会に報告する。

## 水銀検出後の対応

柳泉園クリーンポートにおける水銀検出後の対応について、表 2-1 に示す。

表 2-1 水銀検出後の対応

日時	状況
平成 27 年 9 月 4 日	組合議会議員、関係 3 市及び組合周辺自治会、9 自治会への停止の経緯及び今後の対応について文書にて報告する。また、当組合ホームページに停止の経緯について掲載する。
平成 27 年 9 月 15 日	水銀含有廃棄物の分別排出の徹底について、事業系一般廃棄物収集運搬許可業者へ文書にて依頼する。1 号炉水銀濃度分析計について精密検査を実施、分析計に異常がないことを確認する。また、飛灰を採取し、水銀の溶出検査を実施するが、溶出がないことを確認する。
平成 27 年 9 月 25 日	クリーンポート搬入内容物調査 1 回目を実施する。台数は 4 台、内容についてはごく少量の乾電池の混入は認められたが水銀含有物は発見されなかった。
平成 27 年 10 月 3 日	脱硝反応塔の飛灰を採取し、水銀含有検査を実施。 バグフィルター等の交換を要する値ではなかった。
平成 27 年 10 月 16 日 ～ 19 日	減温塔内の清掃を実施する。
平成 27 年 10 月 20 日	搬入内容物調査 2 回目を実施、台数は 2 台、内容についてはごく少量の乾電池の混入は認められたが水銀含有物は発見されなかった。
平成 27 年 10 月 28 日～ 31 日	煙道及び脱硝反応塔の清掃を実施する。
平成 27 年 11 月 13 日	組合議会議員、関係 3 市、東村山市及び周辺自治会に「柳泉園組合クリーンポート 1 号炉の再稼働について」という文書を発送する。水銀に関わる※1 自己規制値を「0.05 mg/Nm <sup>3</sup> 」と定め、1 時間平均値が自己規制値 2 時間連続して超えた場合は、焼却炉を停止することとした。
平成 27 年 11 月 19 日	1 号炉の立ち上げを開始する。

※1 この時点では大気汚染防止法では排ガス中の水銀については法規制値が制定されていなかったため東京二十三区清掃一部事務組合等の自己規制値を参考に定めた

## 水銀混入推定量

水銀計の値がトレンド表示の限界値 ( $0.5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ) を超えていたため、限界値をもとに下記のとおり試算すると  $170\text{g}$  以上の水銀が混入されたと推定される。

<試算方法>

X：水銀混入量推定量 (g)

A：測定水銀濃度： $0.5\text{mg}/\text{Nm}^3$  ( $0.0005\text{g}/\text{Nm}^3$ )

(水銀計の値が※1トレンドの表示の限界値をmgからgに単位調整)

B：排ガス量： $23,520$  ( $\text{m}^3\text{N}/\text{h}$ ) (排ガス量は常時変動する)

C：排ガス処理装置で捕捉できない割合 ( $1 -$ 排ガス処理装置による※2低減率)

連続焼却の場合バグフィルターで補足できる※2低減率は  $93.1\%$

( $=0.931$ ) とした。

$C = 1 - 0.931 = 0.069$  (バグフィルターで捕捉できない率)

X (水銀混入量推定量) = A (測定水銀濃度)  $\times$  B (排ガス量)  $\div$  C (排ガス処理装置で捕捉できない割合)

$X = 0.0005 \times 23,520 \div 0.069 = \text{約} 170.4\text{g}$

この水銀混入推定量 ( $170\text{g}$ ) を容量で示すと、水銀の密度は  $13.5$  のため約  $13\text{mL}$  と非常に小さい。

このように、 $170\text{g}$  の水銀は、その重量や容量を踏まえると、収集や搬入の段階で、発見・識別して除去することは非常に困難と考えられる。

※1 排ガス中の水銀濃度を表示しているトレンドグラフ表示画面の上限値  $0.5\text{mg}/\text{Nm}^3$

※2 ふじみ衛生組合「水銀対策の検討について (中間報告)」(平成25年7月) より引用

## 排出推定量

「環境省大気環境保全技術研修マニュアル(平成10年3月、(社)海外環境協力センター)」に準拠し、大気拡散モデル(プルームモデル)を用いて煙突からの排出推定量について予測を行った。

### (1) 排ガス諸元

排ガス諸元を表4-1に示す。

柳泉園組合の日報データをもとに高濃度となった日時(9月1日9時)の運転条件を抽出した。2炉運転であったが、2号炉からの排ガスの水銀濃度は0であったため、本予測計算には使用しないこととした。

予測に用いた水銀濃度は、「⑦水銀濃度(実酸素濃度)」を用いた。

表4-1 排ガス諸元

項 目		条 件	備 考	
予測日時	月 日	9月1日	日報データ	
	時 間	9時	日報データ	
運転状況		2炉	日報データ	
排ガス諸元	共通	煙突高さ[m]	100	-
		内筒頂部内径[m]	1.25	-
	1号炉	①実排ガス温度[°C]	193.7	日報データ
		②実排ガス量[Nm <sup>3</sup> /h]	23,520	日報データ
		③水分量[%]	19.2%	排ガス分析参考値
		④乾きガス量[Nm <sup>3</sup> /h]	19,000	②、③より算出
		⑤吐出速度[m/s]	10.0	排ガス分析参考値
		⑥実酸素濃度[%]	8.1	日報データ
		⑦水銀濃度(実酸素濃度) [μg/m <sup>3</sup> ]	140	日報データ

## (2) 気象条件

予測に用いた気象条件を表 4-2 に示す。

風向・風速は、柳泉園組合の屋上(GL+32m)に設置されている風向風速計の観測データを用いた。

大気の上下混合の度合いを表す「大気安定度」は雲量より、Dとなる。

表 4-2 予測条件

項 目	条 件	備 考	
予測日時	月 日	9月1日	日報データ
	時 間	9時	日報データ
気象条件	①風向	南南東	日報データ
	②風速[m/s]	3.6	日報データ
	④雲量	10	気象庁過去データ (東京都東京)
	⑤大気安定度	D	現地状況より

## (3) 予測地域

予測範囲は南北約10km×東西約10kmの範囲とした。

## (4) 予測結果

高濃度排出時における予測結果を表 4-3 に示す。

施設からの寄与分は最大  $0.00036 \mu\text{g}/\text{m}^3$  となり、拡散倍率は高濃度となった1炉での濃度から算出すると39万倍であった。

周辺環境における大気中の水銀濃度測定結果を足し合わせた結果、最大で  $0.00236 \mu\text{g}/\text{m}^3$  となり、「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について」(平成15年、中環審第143号)に示された有害大気汚染物質に係る指針値(年平均値  $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下)を大きく下回る結果であった。

表 4-3 予測結果

	煙突からの 水銀排出濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (①)	予測結果						中央環境審議 会において示 された指針値 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
		最大着地濃度				最大着地濃度出現地点		
		施設からの 寄与分 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (②)	拡散倍率 (=①÷②)	バックグラウンド濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (③)	合計 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (=②+③)	方角	煙突からの 距離 [m]	
9月1日 9時	140 (15.63ppb)	0.00036 (0.00004ppb)	39万倍	0.002 <sup>注1)</sup> (0.00022ppb)	0.00236 (0.00026ppb)	北北西	5,000	0.04 (0.0045ppb)

注1) 東京都環境局における有害大気汚染物質モニタリング調査結果(平成 26 年度)-水銀及びその化合物- (表 5-4 参照)

表 4-4 有害大気汚染物質モニタリング調査結果-水銀及びその化合物- (平成 26 年度)

測定地点(局)		測定結果-年平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
多摩一般	八王子市片倉町	0.0021	0.0020
	八王子市大楽寺町	0.0018	
	小金井市本町	0.0021	
	東大和市奈良橋	0.0021	

出典：東京都環境局ホームページ「有害大気汚染物質のモニタリング調査」より抜粋



## 水銀 170 g に相当する使用済み廃乾電池の個数等の再試算について

## (1) はじめに

一般的な水銀含有製品が今回の水銀混入の原因となり得るかを検討する一環として、水銀 170g に相当する廃乾電池の個数を試算するため、その水銀含有量を 1 個当たり平均 0.01g(=10mg)と仮定したところ 17,000 個と試算された(第 2 回委員会配布資料 4)。

この仮定は、1992 年以降に我が国で製造されている乾電池は、製造工程において水銀の添加は行われていない「水銀 0」とされていることから、それ以前に国内で製造された乾電池や、水銀を使用している可能性のある海外製乾電池が、使用済みとなり廃棄されることを考慮したものである。

その後、2017 年 1 月に柳泉園組合に搬入された廃乾電池の実態を調査した結果、搬入された廃乾電池の 20 本に 19 本は「水銀 0」の乾電池となっている状況を確認した。

一方、野村興産㈱は、「平成 26 年度入荷使用済み電池水銀調査結果」として、廃乾電池中には、10~20mg/kg の水銀が含有としている(「水銀廃棄物の処理とリサイクル」スライド No.52 野村興産㈱資料)。また、廃乾電池からの水銀回収量に関連して、年間 12,000t の廃乾電池、ボタン電池及び水銀体温計からの回収実績とし、300kg の水銀を回収(=25mg/kg)したとも公表している(同スライド)。ただし、後者の回収実績値は、乾電池以外にボタン電池や水銀体温計を含んだものであることから、この値を廃乾電池からの水銀回収の実績値とすることはできない。

このように「水銀 0」乾電池の普及状況や、廃乾電池からの水銀回収量等を考慮すると、前述した廃乾電池中の水銀含有量を 1 個当たり平均 10mg との仮定は、その値が大きかったと考える。

そこで、野村興産(株)の水銀調査結果等を踏まえて、廃乾電池中の水銀含有量は、10mg/kg(=g/t)と仮定し、170gの水銀に相当する乾電池の重量、個数及び容積を試算し、これらから、廃乾電池が今回の水銀混入の原因となり得る可能性について再度検討した。

## (2) 検討結果 (試算等の結果)

170gの水銀に相当する廃乾電池の重量は、17,000kg=17tとなった。

また、上述した組合が実施した廃乾電池の種類別(マンガン乾電池、アルカリ乾電池)及び規格別(単一形から単四形の4つの規格)の実態調査結果を踏まえ、重量17tの廃乾電池に相当する個数と容積を試算した結果、個数は56万個、容積については約7m<sup>3</sup>となった。

仮に、この重量の廃乾電池を2t積みトラックで運搬する場合は、その8.5台分に相当し、その約7m<sup>3</sup>の容積を踏まえ、ドラム缶で運搬する場合、必要とするドラム缶※は47缶で、1缶当たりの重量は乾電池のみで約360kgとなる。以上を整理して、表1に示す。

表1 水銀170gに相当する廃乾電池に係る試算結果

	試算結果	備考
乾電池の重量	17,000 kg=17 t	2t積みトラックで8.5台に相当
乾電池の個数	56万個	
乾電池の容積	約7m <sup>3</sup>	ドラム缶で運搬すると47缶に相当

※ ドラム缶の容量は200Lであるが、詰め込み時の空隙率を25%と仮定し実容積は150Lとした。

混入推定量は、「少なくとも170g以上」と試算されており、仮に170gの場合であっても、上述のように相当する廃乾電池は、非常に大きい重量と容積になると試算した。

こうした膨大な量の廃乾電池を、一度あるいは数回で、かつ人目につかず搬入す

ることは困難と考えられ、今回の水銀混入の原因は、本試算結果からは、廃乾電池による可能性は低いものと判断した。

また、乾電池と同様に、水銀 170g に相当する蛍光管の容積を試算した。

蛍光管は、その形状（直管、環状等）や大きさも異なることから、ここでは、表 7-2 に示したように、蛍光管 1 本当たりの平均的な水銀含有量を 0.006g(=6mg)とし、28,350 本全てが一般的な 20W の直管蛍光管と仮定した。

20W の直管蛍光灯のサイズは、直径：約 30mm、長さ：580mm（メーカー公表値）であることから、その 1 本の容積は、 $0.015 \times 0.015 \times 3.14 \times 0.580 = 0.0004097 \approx 0.00041 \text{m}^3$  であり、これに、28,350 本を乗じて、この本数の蛍光管の容積を求めると  $11.7 \text{m}^3$  となる。

この本数の蛍光管を、畳 2 枚(1 坪)に積み上げると、その高さは 3.5m となる。

以上を整理して、表 2 に示す。

表 2 水銀 170g に相当する廃蛍光管に係る試算結果

	試算結果	備考
蛍光管の個数	28,350 本	蛍光管 1 本当たりの水銀含有量を 6mg と仮定。
蛍光管の容積	約 $11.7 \text{m}^3$	畳 2 枚に積み上げた場合、高さ 3.5m に相当（全てが 20W の直管蛍光管と仮定した場合）

水銀の用途、環境中での挙動、健康への影響情報、及び基準値について

(1) 用途

水銀は、常温で液体である唯一の金属で、水に溶けにくい銀色の物質であり、他の金属と違って低温で固体から液体になり、また常温でも揮発する。水銀は自然界では硫黄と結合しやすいため、硫化水銀（辰砂）の形で存在することが多く、硫化水銀は、紀元前から赤色顔料などとして用いられ、金メッキをする際にも利用されてきた。

水銀は、各種電極や金・銀などの抽出液などに使われているほか、身近なところでは、血圧計、体温計、温度計などの計器類、水銀灯、蛍光灯などに使われており、かつては虫歯に詰めたりするアマルガムや消毒薬のマーキュロクロムにも多く使われていたが、現在ではほとんど使われていない。水銀の化合物には、塩化第二水銀、酸化第二水銀や塩化メチル水銀などがあり、それぞれの用途等について、表 3 にまとめた。

表 3 水銀の用途等

水銀化合物	用途
塩化第二水銀	水に溶けやすく、常温で白色の固体。殺菌剤や防腐剤、実験用試薬や合成樹脂製造の際の触媒などに使われる。
酸化第二水銀	常温では固体で、赤色と黄色の 2 種類が存在。磁器顔料の希釈剤、試薬の触媒などに使われる。
塩化メチル水銀	常温で白色の固体で、試薬として使用される。 ※有機水銀中毒として知られる水俣病は、アセトアルデヒドの製造過程で触媒として使われていた無機水銀化合物から塩化メチル水銀が副生され、これを処理しないまま排水として川や海へ排出したことから起きたものである。

## (2) 環境中での挙動等

水銀は石炭中にも微量に含まれ、その燃焼等により、大気中へ排出された水銀は、ほとんどが水銀蒸気として存在すると考えられる。人為的な排出以外にも、水銀蒸気として地殻や海などから揮発したり、火山からの噴出によって、大気中に放出される。大気中での残留時間は、報告によって 6 日から 6 年間までと幅があり、多くは雨とともに地表に降下する。土壌中や水中では再び水銀蒸気に戻ったり、微生物によって有機水銀化合物に変化するものもある。さらに、水と食物の両方から食物連鎖を通じて水生・海洋動物に生物濃縮すると考えられている。

なお、地殻の表層部には重量比で 0.00002%程度存在し、クラーク数<sup>\*</sup>で 65 番目に多い元素となっている。

---

※クラーク数：地球上の地表付近に存在する元素の割合を火成岩の化学分析結果に基いて推定した結果を存在率(質量パーセント濃度)で表したものである

## (3) 健康影響情報

水銀及びその化合物は、その形態によって毒性が異なる。

水銀は脳の中に蓄積しやすく、体内で酸化反応を受ける前に脳に移行すると水銀によって中枢神経障害を起こすおそれがある。呼吸によって取り込んだ場合の LOAEL (最小毒性量) は 0.02mg/m<sup>3</sup>と考えられ、これに基づいて有害大気汚染物質の指針値が設定されています。

塩化第二水銀の場合、動物に長期間、口から取り込ませたいくつかの実験では、尿細管の変性及び壊死、腎症などの重い腎臓障害などが報告された。

有機水銀化合物は、無機水銀化合物に比べて毒性が強いとされている。メチル水銀は神経細胞中のたんぱく質の構造を変えることによって、神経細胞を変性、壊死させると考えられており、特に胎児への影響が大きいとされている。魚介類中に含まれる

水銀は、そのほとんどがメチル水銀の形態で含まれていることから、厚生労働省では、妊婦に対して、水銀・メチル水銀を含む魚介類等の摂取について注意事項を公表し、バランスよく魚介類をとるよう注意を促している。また、妊婦を対象としたメチル水銀のTWI（耐容週間摂取量）※を、1週間に体重1kg当たり0.002mgと算出している。また、水道水質基準は、魚介類の食品としての暫定的規制値（総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm）を超えない濃度となるように設定されている。

塩化第二水銀は、マウスの骨髄細胞を使った染色体異常試験で陽性を示したと報告されている。また、水銀も、マウスを使った変異原性を調べる試験で陽性を示したと報告されている。

発がん性については、国際がん研究機関（IARC）ではメチル水銀化合物をグループ2B（人に対して発がん性があるかもしれない）に分類し、水銀及び無機水銀化合物はグループ3（人に対する発がん性については分類できない）に分類している。

人が水銀及びその化合物を体内に取り込む可能性があるのは、水銀の場合は呼吸、水銀化合物の場合は食物や飲み水によると考えられる。口から取り込まれた場合には、水銀はほとんど吸収されずに、そのままの形で便や尿に含まれて排せつされる。呼吸によって取り込まれた場合には、血液を通して全身に運ばれ、二価水銀へ酸化されてから、尿や便に含まれて排せつされ、約1～2カ月で半分の濃度になるとされています。

水銀化合物である塩化第二水銀では、口から人の体内に取り込まれた場合の吸収率は平均5～7%とされ、主に尿や便から排せつされる。半分の濃度になる期間は水銀とほぼ同じである。

---

※ TWI（耐容週間摂取量）：食品の消費に伴い摂取される汚染物質に対して人が許容できる一週間当たりの摂取量

環境省の平成21年度の調査では、大気中からは有害大気汚染物質の指針値を超える濃度の水銀及びその化合物は検出されておらず、呼吸に伴う人の健康への影響は小さいと考えられます。

厚生労働省の調査では、日本人の食品からの水銀（総水銀）の摂取量は、平成6年～平成15年の10年間の平均では、1週間に体重1kg当たり0.0012mgと低く、平均的な食生活をしている限り、健康への影響について懸念されるレベルではないと考えられる。また、水道水からは水道水質基準を超える濃度の水銀は検出されていないが、河川や地下水から水質環境基準を超える濃度の水銀がまれに検出される。このような汚染された水を長期間飲用するような場合を除いて、飲み水などを通じて口から取り込むことによる人の健康への影響は小さいと考えられる。

出典:「事業者が行う土壌汚染リスクコミュニケーションのためのガイドライン」(平成27年6月 公益財団法人 日本環境協会) 資料編 P144～145

#### (4) 基準値

上記のように、水銀は摂取等した場合の健康被害等が想定されることから、各種法律等により、環境中における濃度などに係る基準が定められている。

水銀に係る主な基準値を表4に示す。

表4 水銀に係る基準値

媒体等	基準値等の種類 (括弧内は法令等の名称)	基準値等の値	
		総水銀	アルキル水銀
大気	大気環境基準	未設定	未設定
	水銀及びその化合物が優先取組物質に指定(有害大気汚染物質に係るリストについて) ○有害大気汚染物質指針値	0.00004mg/m <sup>3</sup> 以下	—
	排出基準	施行日未定	—
水質	公共用水域についての環境基準 (環境基本法—水質汚濁に係る環境基準について)	0.0005mg/L 以下	検出されないこと
	地下水環境基準 (環境基本法—地下水の水質汚濁に係る環境基準)	0.0005mg/L 以下	検出されないこと
	公共用水域への排水基準 (水質汚濁防止法—排水基準を定める省令)	0.005mg/L 以下	検出されないこと
	下水道への排除基準 (下水道法—下水道法施行令)	0.005mg/L 以下	検出されないこと
	水道水質基準 (水道法—水質基準に関する省令)	0.0005mg/L 以下	—
土壌	土壌環境基準 (環境基本法—土壌の汚染に係る環境基準について)	0.0005mg/L 以下(検液中)	検出されないこと (検液中)
	土壌溶出量基準 (土壌汚染対策法—同施行規則・別表第3)	0.0005mg/L 以下(検液中)	検出されないこと (検液中)
	土壌含有量基準 (土壌汚染対策法—同施行規則・別表第4)	15mg/kg 以下	—
廃棄物	溶融固化物の目標基準(溶出基準) (一般廃棄物の溶融固化物の再生利用の実施の促進について)	0.0005mg/L 以下(検液中)	—
作業環境	管理濃度 (労働安全衛生法)	水銀及びその無機化合物 0.025mg/m <sup>3</sup> (水銀として)	0.01mg/m <sup>3</sup> (水銀として)

※平成20年度水銀に関する国際的な法的枠組み検討調査委員会参考資料より抜粋  
なお、一部については加筆