１．２　実験廃液処理報告

１．２．１　廃液情報管理

１．２．１－１　有機廃液処理量

昭和 49 年度に有機廃液の学内処理が始まり、その後 29 年間はほとんどの有機廃液を学内に設置された有機廃液処理装置（KYS）で焼却処理を行ってきた。しかし、平成 15 年度に工学研究科が桂地区に移転すると、KYS で処理するためには、日常的に多量の有機廃液を桂から運搬する必要があり、危険物の輸送の観点から外部委託処理が検討されることになった。また、装置の老朽化などにより更新の必要も出てきたが、財源や技術職員の確保の問題もある中、徐々に学外処理が増え続け、平成 26 年度からは全面的に外部委託処理となっている。

その後、設置から 44 年経過した平成 29 年度に有機廃液処理装置の解体が完了している。

図 1 は、有機廃液処理量の年度別グラフである。有機廃液は、当初より廃溶媒（廃油）と水溶性希薄廃液の 2 つに分別して処理を行ってきた。

KYS での処理は、燃焼するためのカロリーが低い廃液や粘性が高い廃液、排ガス中の塩化水素濃度を抑制するために塩素濃度が高い廃液などには灯油を適宜加えて焼却していた。

現在外部委託処理では、有害廃油（ジクロロメタンやベンゼンなどの有害物質を含有）、引火性廃油（引火点が概ね 70°C以下の廃液）、一般廃油、有害廃希薄水溶液、一般廃希薄水溶液の 5 種類に分類して搬出しているが、大別すると廃溶媒（廃油）と水溶性希薄廃液となる。

令和 5 年度の処理量は 186,984kg で令和 4 年度の処理量 169,404kg に比較して 10.4%増加している。平成 29 年度処理量 185,486kg 以降は処理量の増加は見られず、ここ令和 2〜4 年間はその 90%強に留まっていた。種類別では水溶性希薄廃液はほぼ全体の処理量の 30%程度で推移している。

図 2 の円グラフは、令和 5 年度の地区別及び部局別有機廃液処理量の割合を示している。地区別では吉田地区が全体の 60%程度を占め、桂地区、宇治地区の順となる。部局別では、工学研究科、iPS 細胞研究所、薬学研究科、理学研究科、化学研究所がそれぞれ全処理量のおよそ 23%、17%、14%、13%、13%で、農学研究科、附属病院、高等研究院が続き、昨年度に比較してもほぼ同じ傾向が見られる。

表 1 は令和 5 年度の部局別処理量を示したものである。内訳をみると処理量の多い部局で廃溶媒（廃油）の方が水溶性希薄廃液よりも多い傾向が見られるが、理学研究科、附属病院、情報学研究科などは水溶性希薄廃液が廃溶媒を大きく上回っている。前述のように有機廃液全体では工学研究科が最も処理量が多いが、廃溶媒に限れば iPS 細胞研究所は工学研究科を上回り最も多い。ただし、水溶性希薄廃液の処理はなく廃溶媒のみである。それぞれ研究内容を反映した特徴的傾向がうかがわれる。

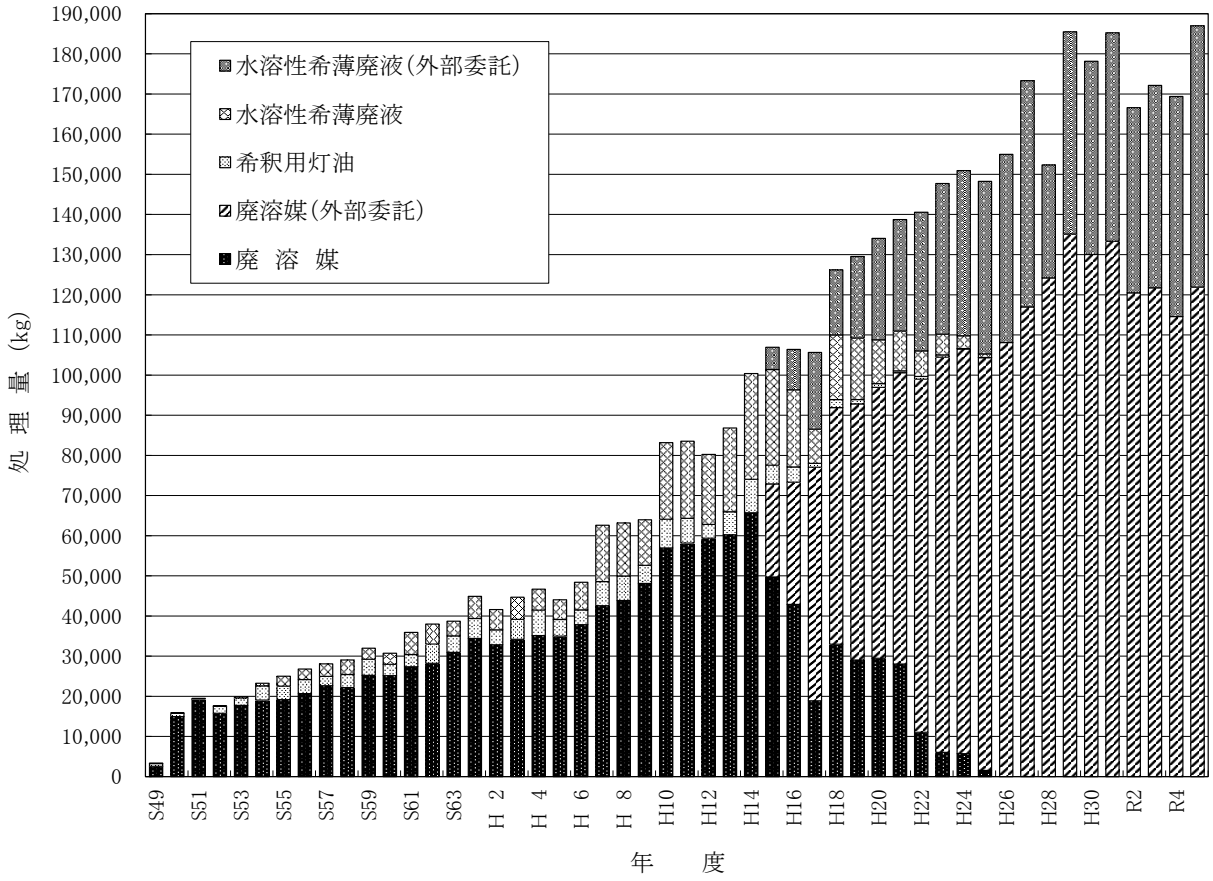


図 1　有機廃液処理量（年度別）

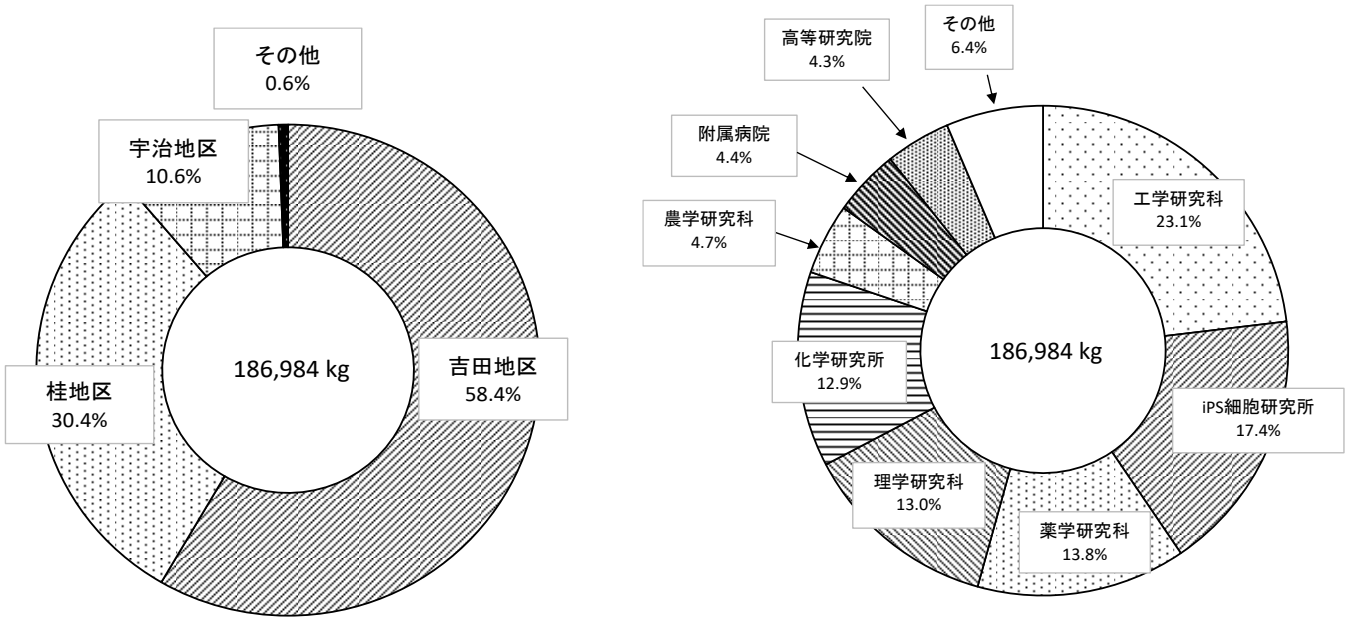


図 2　地区別及び部局別有機廃液処理量（令和 5 年度）

表１　令和５年度部局別有機廃液処理量

部　局　名	廃溶媒 kg	水溶性希薄廃液 kg	地区名	計 kg
理学研究科	7,320	17,050	吉田地区	24,370
附属病院	2,360	5,794		8,154
薬学研究科	18,600	7,210		25,810
農学研究科	5,460	3,320		8,780
人間・環境学研究科	1,230	950		2,180
エネルギー科学研究科	870	600		1,470
生命科学研究科	480	240		720
地球環境学堂・学舎	280	700		980
医生物学研究所	380	590		970
iPS細胞研究所	32,590	0		32,590
総合博物館	0	150		150
環境管理部門	40	60		100
高等研究院	4,260	3,790		8,050
情報学研究科	600	1,270		1,870
総合生存学館	180	10		190
学際融合教育研究推進センター ナノテクノロジーハブ拠点	330	1,220		1,550
工学研究科	27,120	16,150	桂地区	43,270
化学研究所	19,150	5,040	宇治地区	24,190
生存圏研究所	590	720		1,310
生態学研究センター	60	200	大津地区	260
ヒト行動進化研究センター	0	20	犬山地区	20
合　　計	121,900	65,084		186,984

１．２．１－２　有機廃液処理の外部委託について

(1)　廃液情報管理システム

京都大学では、京都大学排出水・廃棄物管理等規程および京都大学廃棄物処理基準に従い、排出者責任・原点処理の原則のもと、実験で発生した有機廃液の処理も学内に設置された環境管理部門で実施していた。その後、部局単位で徐々に外部委託に移行し、平成 25 年 7 月以降は全面的に外部委託処理となっている。有機廃液の外部委託に関する部局別の担当者一覧は表 2 のとおりである。廃棄物の外部委託処理は、有害な廃棄物を事業所外に搬出することになるため、様々な法規制がある。このような法規制への対応が困難な小さい部局に対しては、環境管理部門が代行して委託処理をしている。

廃棄物処理業者との契約、マニフェスト業務（廃液性状の確認を含む）、および化学物質移動量の集計・報告は、図 3 に示した手順にしたがって環境管理部門が「廃液情報管理システム」として行っている。

(2)　PRTR と廃液情報

廃液を外部へ委託するとなると、廃棄物および化学物質を事業所外へ搬出することとなり、廃液そのものが、廃棄物処理法および化学物質排出把握管理促進法（PRTR 法）の適用を受ける。廃液情報管理システムは、外部委託処理に必要な情報を登録するシステムである。具体的には、表 3 に示す貯留区分のうち、有害廃油、有害廃希薄水溶液、引火性廃油は、廃棄物処理法で定めている特別管理産業廃棄物に該当する。特別管理産業廃物を外部委託する事業者は、特別管理産業廃棄物管理責任者（特管責任者）を置かなければならない。特管責任者は、各部局で選任されているが、環境安全保健機構環境管理部門が代行している部局に関しては、当部門の特管責任者がその役割を果たすことになっている。また、PRTR 法では、法律で指定されている化学物質を年間 1 トン（特別管理物質は 0.5 トン）以上取り扱う場合に、環境（大気、水、土壌）へ排出した量および外部への移動量を行政に報告しなければならない。外部への移動量は、外部委託で処理した量のことであり、廃液中に含まれる対象物質の量を把握し、KUCRS へ登録する等の必要がある。

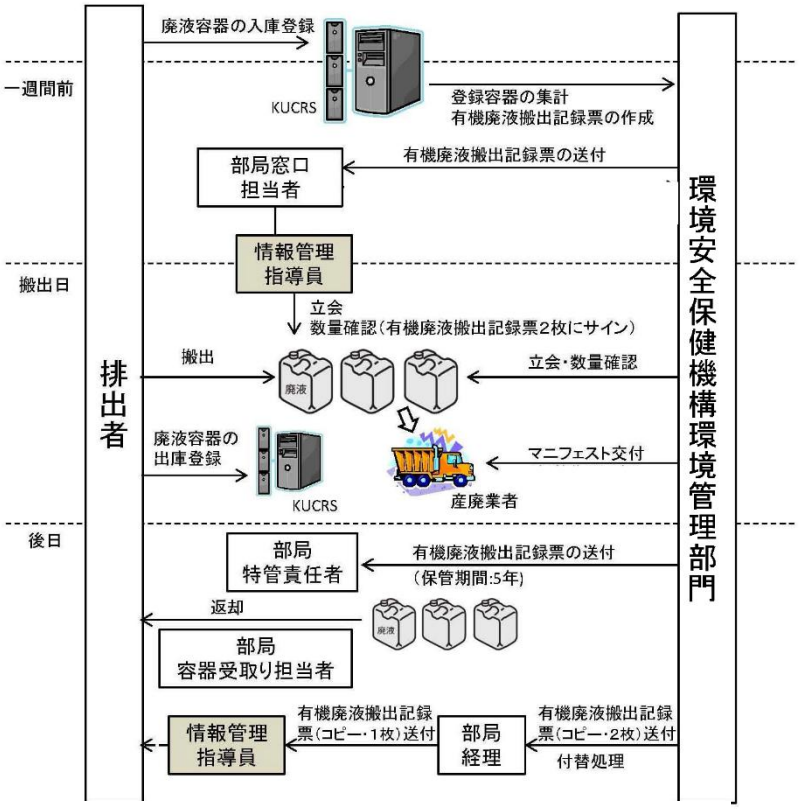


図 3　廃液情報管理システムでの手続きの流れ

表 2　令和 6 年度　有機廃液担当一覧（2024 年 4 月 1 日現在）

<table>
<tr><th>部局</th><th>担当掛</th><th>Tel./e-mail address</th></tr>
<tr><td>総合博物館</td><td>総合博物館事務掛</td><td>本部 16-7728
880museum@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>医学研究科</td><td>医学研究科 事務部
総務企画課　安全衛生掛</td><td>本部 16-9482
igakuanzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>医学部附属病院</td><td>医学・病院構内共通事務部
経理・研究協力課　経理掛</td><td>本部 16-9581
a40unei@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>医学部附属病院（ホルマリン）</td><td>医学部附属病院 事務部
経理・調達課　契約掛</td><td>病院 19-3025
070keiyaku@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>工学研究科</td><td rowspan="2">桂地区（工学研究科）事務部
管理課 環境管理掛</td><td rowspan="2">桂 15-2028
090fsisan@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>工学研究科附属流域圏
総合環境質研究センター</td></tr>
<tr><td>化学研究所</td><td rowspan="4">宇治地区事務部
施設環境課 環境安全掛</td><td rowspan="4">宇治 17-3306
uji.kankyo@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>エネルギー理工学研究所</td></tr>
<tr><td>生存圏研究所</td></tr>
<tr><td>防災研究所</td></tr>
<tr><td>農学研究科</td><td rowspan="3">北部構内事務部
施設安全課　安全管理掛</td><td rowspan="2">本部 16-2254
a60anzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>フィールド科学教育研究センター
（舞鶴水産実験所）</td></tr>
<tr><td>理学研究科</td><td>本部 16-3619
furubayashi.hiroko.4z@kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>薬学研究科</td><td rowspan="5">南西地区共通事務部
総務課　総務掛　安全衛生担当</td><td rowspan="5">病院 19-7105
A50anzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>医生物学研究所</td></tr>
<tr><td>iPS 細胞研究所</td></tr>
<tr><td>アジア・アフリカ地域研究研究科</td></tr>
<tr><td>東南アジア地域研究研究所</td></tr>
<tr><td>生命科学研究科</td><td>生命科学研究科事務部
総務掛</td><td>本部 16-9248
150soumu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>地球環境学堂</td><td>本部構内（理系）共通事務部
経理課 経理掛</td><td>本部 16-5020
A20shikkou@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>情報学研究科</td><td>情報学研究科事務部
総務掛</td><td>本部 16-5945
140soumu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>エネルギー科学研究科</td><td>エネルギー科学研究科事務部
総務掛</td><td>本部 16-4871
energysoumu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>人間・環境学研究科</td><td rowspan="3">吉田南構内共通事務部
環境安全室</td><td rowspan="3">本部 16-6722
a30kanzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>国際高等教育院</td></tr>
<tr><td>総合生存学館</td></tr>
<tr><td>高等研究院（物質-細胞統合システム拠点・ヒト生物学高等研究拠点）</td><td>高等研究院事務部
財務企画掛（施設担当）</td><td>本部 16-9745
ias-facilities@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>産官学連携本部
電気自動車用革新型蓄電池開発</td><td>産官学連携本部
電気自動車用革新型蓄電池開発
支援事務室</td><td>宇治 17-4960
rising-anzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>学際融合教育研究推進センター
ナノテクノロジーハブ拠点</td><td>学際融合教育研究推進センター
ナノテクノロジーハブ拠点</td><td>本部 16-5655
nanohub-sisetu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp</td></tr>
</table>

複合原子力科学研究所	複合原子力科学研究所 事務部 契約管理掛	熊取 18-2321 410youdo@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
生態学研究センター	生態学研究センター 総務掛	077-549-8200 620groupA@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
ヒト行動進化研究センター	北部構内総務課 ヒト行動進化研究センター総務掛	0568-63-0512 soumu_ehub@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

学外移動量の正確な把握のため、薬品使用履歴に基づく各研究室からの自己申告値の集計にかえ、実験廃液中の対象物質濃度の実測に基づく算定方法へ切り替えを進めている。2023 年度は環境管理部門による代行処理分 7 部局（56 検体）および自部局処理の 10 部局（薬学、人間・環境学、理学、工学、宇治 4 部局、高等研究院、医学）を対象に測定を実施した。

表 4 に 2023 年度の PRTR 対象物質の環境への排出量および事業所外への移動量を示した。PRTR は事業所単位での報告になるため、本学では、吉田、桂、宇治が対象の事業所となる。なお、2022 年 3 月の化管法政令改正により 2023 年 4 月 1 日より物質見直しに伴う改正部分が施行され、今回の届出よりアセトニトリルが対象物質から外れた。

表 3 有機廃液の貯留区分

貯留区分	記号	摘要
有害廃油	WO-HO	特定有害物質※を含む可燃性の廃液
(一般)廃油	WO-OO	有害廃油、引火性廃油以外の可燃性の廃液
引火性廃油	WO-IO	引火性の高い可燃性の廃液（引火点 70°C以下）
有害廃希薄水溶液	WO-HAQ	特定有害物質を含む廃水溶液
(一般)廃希薄水溶液	WO-OAQ	有害廃希薄水溶液以外の廃水溶液

※特定有害物質：トリクロロエチレン, テトラクロロエチレン, ジクロロメタン, 四塩化炭素,1,2-ジクロロエタン, 1,1-ジクロロエチレン, シス-1,2-ジクロロエチレン, 1,1,1-トリクロロエタン, 1,1,2-トリクロロエタン, ベンゼン, 1,3-ジクロロプロペン, 1,4-ジオキサン

表 4　PRTR 対象物質の環境への排出量および事業所外への移動量（2023 年度実績、単位：kg）

		大気	下水道	事業所外	事業所内 在庫変動
吉田	クロロホルム	2,644	0.3	4,539	-149
	ジクロロメタン	3,191	0.1	2,470	-154
	ヘキサン	471	0.1	7,453	-608
桂	クロロホルム	3,256	0.3	4,843	-331
	ジクロロメタン	2,615	0.1	2,873	-280
	ヘキサン	2,316	0.1	3,445	-213
宇治	クロロホルム	1,183	0.1	2,452	-160
	ジクロロメタン	1,478	0.0	1,499	-126
	ヘキサン	733	0.1	2,505	-95

１．２．２　無機廃液

１．２．２－１　ＫＭＳ利用状況

a.　無機廃液の処理実績

無機廃液に関する 1980 年度から 2023 年度までの年度別処理量及び、2023 年度の部局別処理実績をそれぞれ図 4、表 5 に示す。

図 4 のグラフにおいて、2005 年度の処理量が他年度に比較して極端に少ないのは、建物改修工事の影響である。また、2009 年度は京都大学無機廃液処理装置（KMS）の一部改修工事があり、一時的に運転を停止したため処理量が例年より少なくなった。2020 年度は新型コロナウイルスの影響等による KMS の運転日数削減に伴い処理量が減少した。

廃液処理計画は全学の廃液排出部局を関連部局、小部局、遠隔地部局などを考慮して分類した 11 の所管（2008 年度から 1 追加）単位で立てられており、表 1 に示されているように各所管の中に複数部局を含んでいる。各部局に割り当てられる処理量は、全学の廃液貯留量調査結果に基づいて、無機廃液管理小委員会で決められるが、小部局にも配慮してできるだけ貯留廃液を減らせるように処理量を割り当てている。

2023 年度は 10 所管 23 部局の利用があり、処理量は前年度に比べて 501 L 減少した。これは、前年度は 631 L であった水銀系廃液の処理量が、2023 年度では 49 L と大きく減少したことが影響している。

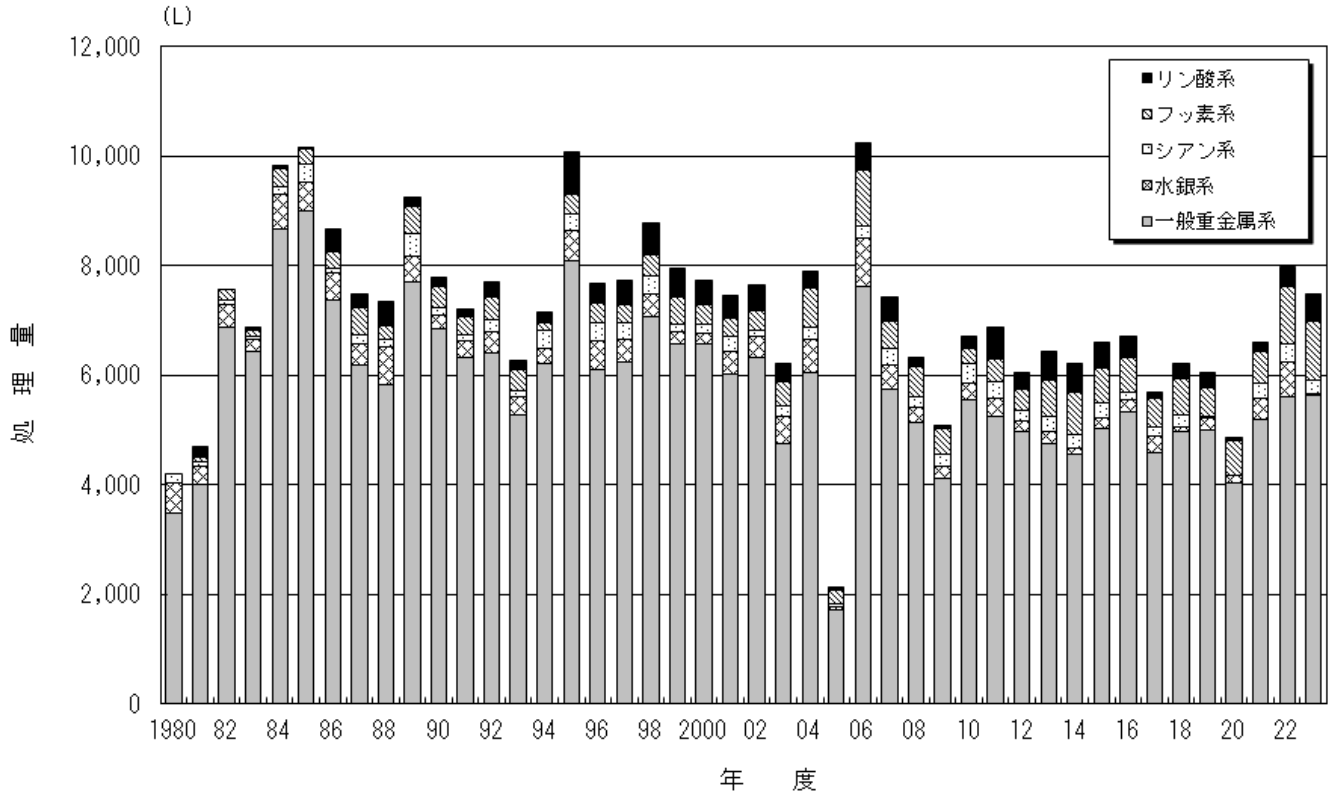


図 4　無機廃液の年度別処理量

表 5　無機廃液部局別処理実績

(L)

所　管	部　　局	一般重金属系	水銀系	シアン系	フッ素系	リン酸系	合 計
理学研究科	理学研究科	230.0	0.0	46.0	15.0	20.0	311.0
	生態学研究ｾﾝﾀｰ	139.0	0.0	0.0	0.0	60.0	199.0
	生命科学研究科	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	10.0
医学研究科	医学研究科	120.0	0.0	1.0	0.0	0.0	121.0
病院	医学部附属病院	410.0	0.0	10.0	0.0	0.0	420.0
病院西地区	医学部人間健康科学科	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
	医生物学研究所	29.0	5.0	0.0	0.0	0.0	34.0
薬学研究科	薬学研究科	115.0	5.0	20.0	0.0	40.0	180.0
工学研究科	工学研究科	2,124.0	20.0	76.0	546.0	154.0	2,920.0
	エネルギー科学研究科	340.0	0.0	0.0	5.0	80.0	425.0
	地球環境学堂	500.0	0.0	0.0	60.0	0.0	560.0
	情報学研究科	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	20.0
農学研究科	農学研究科（含宇治地区）	422.0	0.0	0.0	58.0	30.0	510.0
	ﾌｨｰﾙﾄﾞ科学教育研究ｾﾝﾀｰ	20.0	0.0	40.0	0.0	0.0	60.0
人間・環境学研究科	国際高等教育院	531.0	0.0	0.0	0.0	0.0	531.0
	人間・環境学研究科	70.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0
宇治地区	化学研究所	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0
	生存圏研究所	80.0	0.0	0.0	0.0	20.0	100.0
	防災研究所	40.0	0.0	0.0	280.0	18.0	338.0
環境管理部門	複合原子力科学研究所	131.0	1.0	0.0	0.0	10.0	142.0
	ﾅﾉﾃｸﾉﾛｼﾞｰﾊﾌﾞ拠点	60.0	0.0	0.0	20.0	20.0	100.0
	蓄電池※	219.0	0.0	0.0	19.0	0.0	238.0
	環境管理部門	0.0	18.0	18.0	71.0	33.0	140.0
合　　計		5,626.0	49.0	241.0	1,074.0	485.0	7,475.0

※蓄電池は桂（工学研究科）、宇治地区、吉田（環境管理部門）の 3 地区で所管

b.　使用薬品等とスラッジの発生・搬出状況

表 6 に 2023 年度の処理に使用した薬品と光熱水量を、表 7 に発生したスラッジ等に関するデータを示す。表 6 には各項目で示される薬品等が、どの処理に使用されたかを使用対象として記号 M, Hg, CN, P, F で表し、対応する処理について注釈を付けて表の下に示している。表 7 の数値は、2023 年度に発生・搬出したスラッジ等の量である。

フェライトスラッジは、結晶格子の中に有害な重金属等を安定的に組み込む処理方法で発生することから、通常は法令に基づく溶出試験を行った後、普通産廃として埋立て処分を行っている。ただし、フェライト化処理できない水銀の混入により、特別管理産業廃棄物として処分する場合もある。一方、フッ素、リン酸系廃液から発生するスラッジは、処理過程で重金属等が取り込まれそれらは溶出しやすいこと、処理で使用する薬品のため埋め立て処分場の独自受け入れ基準（塩化物イオン）に対応できないことから、現在は特別管理産業廃棄物として処分している。

搬出するフェライトスラッジが特別管理産業廃棄物に該当するかどうかは、「廃棄物の処理および清掃に関する法律」に基づいて行う溶出試験で、基準を超えた項目があるかどうかで決まる。項目には、Cd、Pb、全水銀、有機水銀、As 等があるが、フェライトスラッジが特別管理産業廃棄物になる原因のほとんどは、全水銀の基準超過である。水銀が検出されたスラッジについては、有害汚泥として北海道の野村興産（株）イトムカ鉱業所に処理を委託しているが、特別管理産業廃棄物は取り扱い上の厳しい基準が設定されており、処理コストも高い。

搬入された廃液は KMS 処理前にサンプル検査をしているが、事前検査では精度より迅速性を優先した分析を行うので、水銀のような基準値が低いものはどうしても完全にはチェックできない。一般重金属系廃液中

に混入してフェライト化処理後に検出された処理水中の水銀は、専用のキレート樹脂で吸着除去することができるが、スラッジに入り込んでしまった水銀は除去できないので、水銀を含む廃液は発生元で厳密に分別貯留して頂きたい。

表 6　KMS 処理における使用薬品・光熱水量等（2023 年度分）

項　　目	使 用 量		使 用 対 象				
			M	Hg	CN	P	F
苛性ソーダ（24%）	4,640	L	○	○	○	○	○
苛性ソーダ（フレーク）	112	kg				○	○
硫酸（10%）	276	L	○	○	○		
硫酸（98%）	7	L	○	○			
硫酸第 1 鉄	4,000	kg	○				
過マンガン酸カリウム（粉末）	20	kg	○	○			
塩酸ヒドロキシルアミン（5%）	2	L		○			
オリトール S（重金属除去剤）	1	L	○				
消泡剤	3	L	○		○		
塩化カルシウム	563	kg				○	○
次亜塩素酸ソーダ	42	L			○		
硫酸ばんど	12	kg					○
高分子凝集剤（0.1%）	695	L				○	○
電気（動力）	4,397	kwh	○	○	○	○	○
都市ガス	776	m^3	○	○			
上水	248	m^3	○	○	○	○	○

M　一般重金属系（フェライト化処理）
Hg　水銀系（酸化分解・キレート樹脂吸着処理）
CN　シアン系（アルカリ塩素処理＋紫外線・オゾン分解処理）
F,P　フッ素・リン酸系（石灰化処理）

表 7　KMS におけるスラッジ等発生・搬出状況（2023 年度分）

スラッジ種類	発生量 (kg)	搬出量 (kg)
フェライトスラッジ	1,721	1,760
フッ素・リン酸系スラッジ	1,065	890

c.　ミニプラント利用者数

表 8 に 2023 年度のミニプラント利用者数を示す。延べ人数は 141 人であり、前年度の 148 人から少し減少した。しかし、2021 年度の利用者数が新型コロナウイルスの感染拡大防止策の実施により 52 人であったとことを踏まえると、この 2 年の利用者数は同等に近い水準で推移したといえる。

京都大学の廃液処理の理念である原点処理・排出者責任の考え方をよく理解し、排出者は日常の適正な廃液管理を心がけるとともに、スケールダウンしているとはいえ、本プラントと同一原理で処理を行うミニプラント試験にも積極的に参加し、処理について理解を深めてほしい。

表 8　所管別ミニプラント利用者数（2023 年度）

（人）

所　　管	2023 年度					
	5 月	7 月	9 月	11 月	2 月	年度計
工学研究科	10(9)	27(0)	17(9)	9(2)	12(10)	75(30)
農学研究科	0	5	0	7	8	20
理学研究科	4	0	3	0	0	7
病院	0	0	0	3	0	3
人間・環境学研究科	0	0	7	0	0	7
薬学研究科	3	0	0	0	4	7
病院西地区	0	0	1	2	0	3
医学研究科	0	0	1	0	2	3
宇治地区	0	2	0	1	1	4
高等教育院	1	3	0	0	2	6
環境管理部門	0	0	0	2	4	6
合　　計	18	37	29	24	33	141

※　工学研究科（）の数字は桂で行った分

1．2．2－2　搬入廃液の性状

a.　廃液中の元素等の濃度について

表 9 に、KMS で 1 年間に処理された無機廃液中の主な元素等の、過去 5 年間における廃液区分別の平均濃度を示す。これらの濃度は、事前に排出者から提出された廃液サンプルを、蛍光 X 線分析法で測定して求めた値である（CN,F は別法による）。同法による一般重金属系の測定では、Cu, Mn, Zn, Fe, Ni の濃度が比較的高くなっている。

一方で、近年は高濃度なフッ素系廃液の搬入が増加している。2023 年度のフッ素平均濃度は前年度に比べて大きく低下したが、依然高い水準で推移している。高濃度かつ低 pH のフッ素系廃液はフッ化水素が発生し危険なので、pH をできるだけ中性付近まで上げておくとともに、高濃度にならないように貯留しておくことが必要である。

また、シアン廃液についても、猛毒のシアン化水素の発生を防ぐためにシアン濃度を下げて、pH を高めアルカリ性の状態で貯留・搬入してほしい。

表 9　KMS で処理された無機廃液中の主な元素等の年度別平均濃度（mg/L）

一般重金属系

年　　度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4
2019	5,006.2	0	35	6	0	8	1000	150	180	310	180	5	21	310
2020	4,027.0	0	19	2	0	7	1100	58	350	2000	130	24	10	110
2021	5,201.3	0	45	5	0	5	360	65	200	980	58	29	12	33
2022	5,619.0	0	40	6	3	8	860	74	320	2200	210	35	21	120
2023	5,626.0	0	40	3	2	31	420	110	190	120	210	25	12	270

水銀系

年　　度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4
2019	212.0	330	63	0	110	17	0	30	0	17	0	0	8	430
2020	146.0	63	46	0	7	0	15	20	94	69	4	5	5	13
2021	376.2	180	54	0	81	0	0	69	1	6	0	0	29	27
2022	631.0	190	41	0	47	7	320	180	84	34	3	0	15	0
2023	49.0	890	300	0	450	0	40	40	110	0	3	0	0	37

リン酸系

年　　度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4
2019	292.0	0	29	7	0	0	170	34	40	670	68	1	310	61,000
2020	80.0	0	6	0	0	40	2	0	75	34	0	0	0	6,100
2021	174.0	0	48	0	0	0	69	3	40	230	30	1	25	100,000
2022	340.0	0	43	1	0	0	860	12	54	130	19	0	8	45,000
2023	485.0	0	33	2	1	0	300	18	52	85	570	5	180	43,000

シアン系

年　　度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4	CN
2019	40.0	0	0	0	0	0	0	2	0	61	11	0	0	790	180
2020	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	277.0	0	30	0	0	77	4	0	0	100	6	13	11	290	460
2022	323.0	0	6	0	0	11	15	9	170	230	110	38	5	220	220
2023	241.0	0	70	1	0	11	14	25	37	2	25	22	4	1000	470

フッ素系

年　　度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4	F
2019	510.0	0	24	8	0	1	3	3	88	99	4	3	4	370	29,000
2020	624.0	0	7	0	0	1	3	1	4	72	39	0	1	375	33,000
2021	578.0	0	9	0	0	1	1	1	110	72	7	0	15	78	48,000
2022	1,063.0	0	11	1	0	0	42	1	410	74	49	5	5	260	99,000
2023	1,074.0	0	7	0	4	22	31	2	59	32	22	1	5	420	46,000

b.　有機物の影響について

図 5 は、フェライト化処理における再処理率（処理回数に対する、処理水が排水基準値を超えた回数の割合）と搬入廃液の TOC（全有機体炭素）の年度変化のグラフである。廃液中の炭素量すなわち有機物量を示す TOC 値は、各年度に搬入された一般重金属系廃液の平均であり、TOC 値が高い年度は再処理率も高くなる傾向がみられる。2023 年度では再処理率が 10%であったが、これは処理バッチ 10 回分のうち 1 回は、フェライト化反応後に再処理（活性炭塔通水など）を要した事を意味する。2023 年度において再処理の原因となった排水基準項目は SS（浮遊物質量）及び Cu 濃度で、活性炭塔の通水及び重金属固定剤の投与により適切に対処した。

排水中に含まれる有機物の指標として BOD（生物化学的酸素要求量）が排水基準項目として設定されているが、同指標の測定には 5 日間を要する事情もあり、KMS では運用上の都合で、同様な有機物含有の目安である COD 値（化学的酸素要求量）をもって管理している。表 10 は、2023 年度に搬入された一般重金属系廃液の部局別 TOC 測定結果である。排水基準項目のうち、前述した管理対象の COD が自主管理基準値 600 mg/L を超えた場合は処理水の放流ができないので、COD に影響する TOC が高い廃液は分割して処理を行っている。フェライト化処理では、TOC が目安 100,000 mg/L 以上と極めて高い廃液を扱う場合や、同目安以下でも比較的 TOC の高い廃液が多量に搬入された場合は、分割処理だけでは対応できないので、受け入れも難しくなる。2023 年度は搬入廃液平均 TOC が前年度に比べて減少した事もあり、TOC の基準超過による再処理は発生せず、再処理率も大きく低下したが、引き続き、KMS 処理予定の無機廃液には有機物の混入を極力避けるよう管理・分別をお願いしたい。

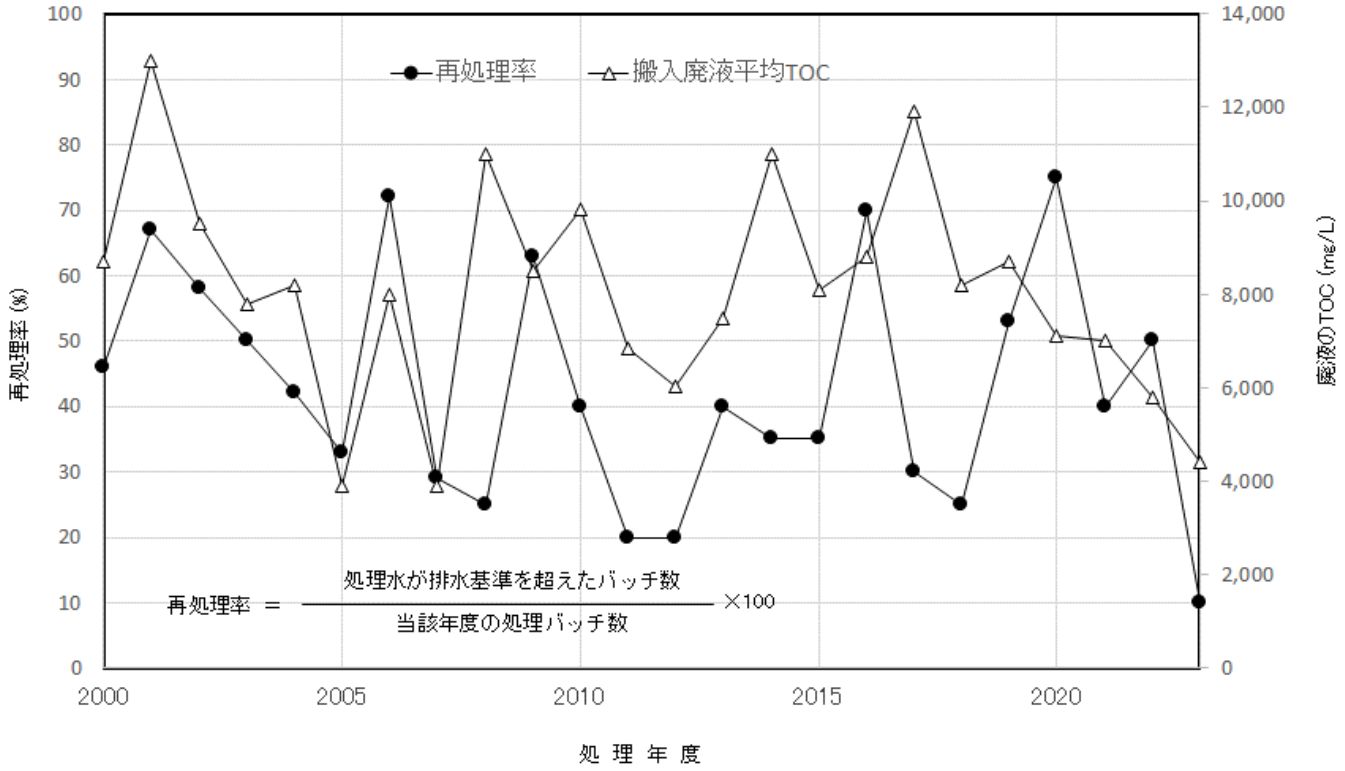


図 5　フェライト化処理における再処理率と搬入廃液の TOC 推移（2000～2023 年度）

表 10　一般重金属系廃液中の TOC（全有機体炭素 mg/L）測定結果

2023 年度

部　　局	液量(L)	平均　TOC	サンプル数
人間・環境学研究科	40	2700	2
蓄電池	219	1900	4
生命科学研究科	0	0	0
工学研究科	2184	3700	52
病院	410	5600	4
生存圏研究所	80	9900	2
エネルギー科学研究科	370	17000	11
農学研究科	422	2700	11
理学研究科	240	2900	4
環境管理部門	18	4300	1
エネルギー理工学研究所	0	0	0
医生物学研究所	29	1600	2
生態学研究センター	61	11000	3
国際高等教育院	531	800	7
化学研究所	26	39	1
薬学研究科	130	22000	7
防災研究所	40	40	1
ナノテクノロジーハブ拠点	60	87	3
複合原子力研究所	141	4800	4
地球環境学堂	500	170	3
全　部　局	5,501	4,500	122

１．２．２－３　無機廃液処理の今後に関する検討

（１）KMS の概要と運用状況について

■　KMS の設置経緯と学内処理の理念

京都大学における実験廃棄物の学内処理設備は『大学の研究・教育に伴って排出される実験廃棄物の処理は研究・教育の一環をなすものであって、あくまでも大学、ことに排出者自身の責任において可能な限り果たされなければならない』『この見解をさらに深めて、大学は、処理装置を学内に設置し、排出者の利用に供し、排出者がみずからその処理にあたる』という『排出者責任』『原点処理』の基本原則に則って設置計画が進められ、1974 年（昭和 49 年）に有機廃液処理装置（KYS）、1980 年（昭和 55 年）に無機廃液処理装置（KMS）が完成し、これらは長く本学で発生した実験廃液の処理に活用されてきた。ここでは KMS の設備概要とこれまでの処理実績、および学内廃液処理を取り巻く状況の変化について記す。

■　KMS の設備概要

KMS は一般重金属系（フェライト化反応）処理装置と、前処理系である水銀系、シアン系およびフッ素・リン酸系の廃液処理装置で構成されている。

①一般重金属系廃液処理装置

無機廃液中に溶存している各種重金属イオンを湿式フェライト化反応によりスピネル型フェライトに取り込ませ、生成したフェライトスラッジを含む懸濁液を磁気分離法により固液分離することで、重金属類を一括して液中から取り除く。

②水銀系廃液処理装置

水銀系廃液を適切な空間速度および pH 条件でキレート樹脂塔に通水し、液中の無機水銀を吸着除去する。廃液が有機水銀を含む場合は、予め同装置の分解槽で、硫酸酸性下での過マンガン酸カリウムによる酸化分解反応により無機イオンとしておく。

③シアン系廃液処理装置

シアン系廃液処理ではまずアルカリ塩素法による分解を行い、続いて、UV オゾン法による強力な酸化処理で難分解性のシアン錯体を分解する。これらの処理を経てもなおシアンが残留する場合は、キレート樹脂塔に通水して吸着除去する。

④フッ素・リン酸系廃液処理装置

フッ素・リン酸系廃液処理では、処理槽中にて、無機廃液中のフッ素およびリン酸を適切な pH 条件下で塩化カルシウムと反応させ、難溶性のカルシウム塩として沈殿固定する。生成した沈殿はろ過により固液分離する。

■　KMS の処理実績

KMS は運用開始以来、一般重金属系、水銀系、シアン系、フッ素系およびリン酸系の 5 つの貯留区分に分類された無機廃液について、それぞれの性状に応じ適正な廃液処理を行ってきた。2023 年度末までの累計の処理実績を表 11 に示す。

表 11　KMS における無機廃液累計処理量（1980～2023 年度、単位 L）

一般重金属系	水銀系	シアン系	フッ素系	リン酸系	全区分計
255,249	15,770	8,991	20,050	13,126	313,186

■　学内廃液処理を取り巻く状況の変化

KMS および KYS は幾度かの部分的な修繕・更新を経て運転を継続してきたが、完成から 40 年以上が経過して、処理装置の運用に関する学内の状況および大学を取り巻く社会環境は設備設置当時から大きく変化した。

学内においては、2003 年（平成 15 年）より工学研究科の大部分が桂キャンパスへの移転を開始し、キャンパスをまたいで処理設備へ搬送される廃液の量が大きく増加した。この移転の影響や設備老朽化など複数の要因により、KYS は 2013 年度（平成 25 年度）をもって運転を終了することとなった。

KMS においても、近年は設備老朽化による維持管理費用の増大に加え、経済情勢の変化による物価高や人件費増加の影響により、長期的な運用の継続は難しい状況を迎えている。一方で、民間の廃棄物処理業者の技術力および社会的信用の向上や、不法投棄などを防ぐための法整備よび社会全体での環境意識の醸成が、KMS の設置当時に比べて著しく進んでいる。これらの状況を踏まえて、無機廃液の安全・安定的な処理を長期的に実現するため、外部委託移行も含め、今後の無機廃液処理のあり方について検討を開始するに至った。

（2）無機廃液処理の今後に関する検討

■　本検討の背景

前述の通り、京都大学無機廃液処理装置（KMS）は 1980 年（昭和 55 年）に完成し、学内で発生した無機廃液のフェライト化処理を同年から開始した。しかし、運転開始から 40 年以上が経過した現在は、処理経費の増加や経済事情の変化により、従来の予算規模で設備運転を継続することが困難な状況にある。

環境管理部門では経費増に対応するため、一般重金属系廃液の 1 バッチあたりの処理量の増加や、フッ素・リン酸系廃液処理での資材投入量の削減などの実施により、KMS 運転の合理化を進めてきた。これらの取り組みでは一定の経費削減効果を得られたが、経費の増分を吸収するには限界があり、また、これ以上のコストカット策は排水基準を満足する上でのリスクの増加も伴う。

上記の事情を踏まえ、KMS 利用者から徴収している廃液処理装置利用負担金（以下、負担金）の価格を改定し学内処理を継続するか、或いは学内処理から外部委託処理へ移行するかどうかについて、無機廃液管理小委員会（以下、委員会）にて検討を行ったので、以下にその内容を記す。

■　KMS 運営費の状況について

KMS 運営費は、環境管理部門の予算である基盤強化経費と利用者が支払う負担金収入で賄われており、負担金価格は 1995 年（平成 7 年）の改定以来、変更は行われていない。また、近年の KMS 運営費における基盤強化経費と負担金収入の比率はおおむね 7 ： 3 程度だが、基盤強化経費は例年予算分だけでは不十分で、環境安全保健機構に補填を請願する事態が続いている。

KMS 運営費が増加した複数の要因のうち、直接的かつ影響が大きいものとして、設備老朽化に伴う修理・点検費用の増加と、保守運転管理費用の値上げが挙げられる。KMS の主要設備の大半は、設置以来大規模な更新を経ること無く継続使用されている。2010 年（平成 22 年）にシアン分解装置などの一部改修を行ったが、以降はまとまった修繕・改修の実施はなく、設備老朽化の進行により、年間の修理・点検費用は顕著に増加している。また、KMS の運転時には、民間業者の技術員と分析担当者それぞれ 1 名が操業にあたっており、業務委託による保守運転管理費用が発生している。同費用については 2020 年（令和 2 年）に、業者より人件費増に基づく抜本的な価格見直しの通達があり、同年以降は大幅に増加する事となった。

図 6 に、廃液処理量あたりの負担金収入及び各費用（5 年平均）の推移を、2007～2011 年平均値を 100 とした相対比率で示した。同図より、負担金収入はこの 15 年間ほぼ同水準で推移しているが、修理・点検費用および保守運転管理費用は明確に増加していることが分かる。

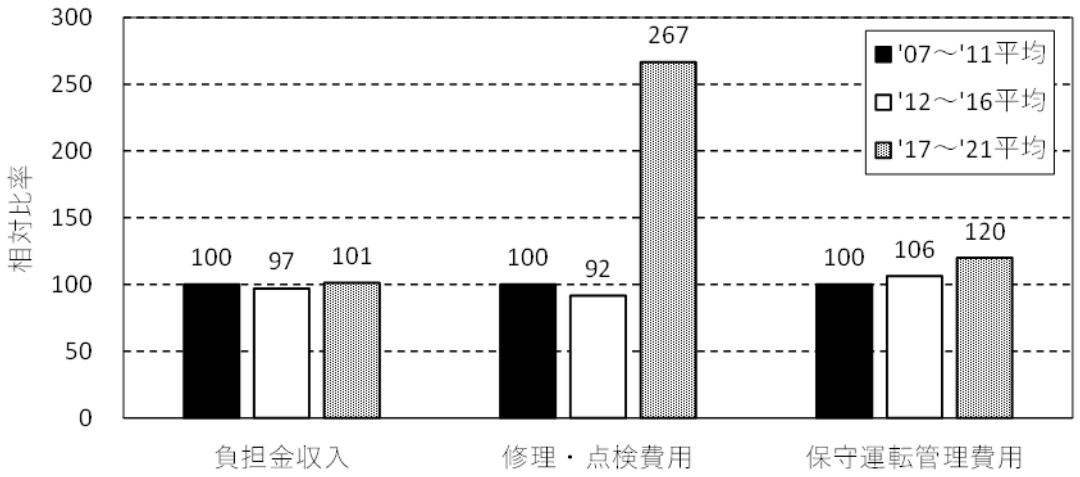


図 6　KMS の負担金収入と各費用（5 年平均）の推移

■　無機廃液処理将来検討のためのワーキンググループの設置

KMS 運用における厳しい予算状況について対応を検討するため、2022 年（令和 4 年）6 月の委員会で、KMS 運営費の状況について当部門から各委員へ説明を行い、本学の無機廃液処理の今後について議論を開始した。

同年 11 月委員会での意見収集と調整を経て、翌 2023 年（令和 5 年）3 月の委員会で、利用負担金改定に関する検討と、外部委託処理への移行可能性に関する検討および調査を行うためのワーキンググループ（以下、WG）を設置することとなった。WG のメンバーは委員会委員、桂キャンパスおよび宇治キャンパス在籍の関連教職員から、自薦・他薦により 12 名を選出した。WG および委員会での検討では経済面のみを重視するのではなく、安全・環境面にも配慮のうえ、かつ教育的効果も期待できる無機廃液処理について議論し、本学の環境管理水準の向上に資する無機廃液処理体制の確立を目指すこととした。

■　利用負担金の改定案

2023 年 3 月の委員会にて、表 12 の利用負担金の改定価格案を環境管理部門より提示した。本価格案の作成においては、処理実績と原価計算の数値に基づき、経費増分を吸収するのに必要な値上げ幅を算定した。また、高濃度な前処理系廃液については割増価格を設定し、不公平感を払拭するよう配慮した。

表 12　利用負担金改定案

廃液区分	小区分	現行負担金（円/L）	改定案**（円/L）
一般重金属系	希薄廃液	230	680
	飽和磁化評価◎	500	1,060
	飽和磁化評価〇	610	1,060
	飽和磁化評価△	950	1,400
	飽和磁化評価×	受入不可	受入不可
水銀系廃液*	100 mg/L 未満	2,440(2,170)	3,000(2,620)
	100 mg/L 以上		3,430(3,050)
シアン系廃液*	500 mg/L 未満	1,000(730)	1,960(1,580)
	500 mg/L 以上		2,550(2,170)
フッ素系廃液*	0.1%未満	1,220(950)	1,630(1,250)
	0.1%以上 10%未満		1,780(1,400)
	10%以上		2,780(2,400)
リン酸系廃液*	0.2%以上 10%未満	1,220(950)	1,630(1,250)
	10%以上 25%未満		1,780(1,400)
	25%以上		2,780(2,400)

*　前処理系は一般重金属系負担金との合計額。カッコ内は重金属濃度が希薄の場合。

** 複数ある改定案のうち代表的なものを記載。

■　外部委託先候補業者の現地視察と WG 案の決定

無機廃液処理を外部委託へ移行する場合の委託先候補として A 社と B 社（X 工場）の 2 社を選定し、これらに加え B 社の再委託先である C 社について、WG メンバーによる処理施設の現地視察を実施した。A 社は 2023 年 5 月 9 日に、B 社 X 工場および C 社は同年 6 月 14 日および 8 月 3 日に WG の構成メンバーで現地に伺い、担当者から廃液処理に関する説明を受け、質疑応答を行った。

A 社および B・C 社の特徴について表 13 に示した。

表 13　A 社と B・C 社の比較

	案 1	案 2
委託先	A 社	B 社（X 工場）・C 社
環境法令対応	排ガス・排水基準を満たす	排ガス・排水基準を満たす
処理費用	学内処理よりも安価	学内処理よりも安価
廃液の分別区分案	貯留時区分 4 種類 搬出時区分 11 種類	貯留時区分 5 種類 搬出時区分 13 種類
特記事項	水銀系を除き、すべて焼却処理 湿式排ガス処理のため排水量が多い（廃棄物処理量の 50 倍の水を使用） 金属類の最終的な到達先が不明瞭	廃液の種類に応じて様々な処理を使い分け 鉄、銅、鉛、亜鉛が資源回収され、その他の元素もセメント原料として利用される

現地視察および候補業者との質疑内容に基づく検討において、案 1 では使用水量が非常に多いこと、化学物質の環境中への放出量を含めた物質フローのトレースが困難なこと、および処理水が放流後に農業用水として使用されていることが懸念点として指摘された。一方、案 2 では廃液区分が案 1 よりもやや多いが、排水中の鉄や銅、鉛、亜鉛等を製鉄原料・非鉄精錬原料として回収する等の資源循環が図られている点を考慮し、案 2 を外部委託に移行する場合の WG 案として提示する方針となった。

しかし後日、B 社の都合により再委託先が C 社から B社 Y 工場および E 社へ変更になるとの説明を受けたため、2024 年（令和 6 年）2 月 29 日に B 社 Y 工場のコンクリート固形化施設についても追加で現地視察を行った。B 社 Y 工場においても、管理運用体制および処理物の最終処分状況について法令遵守上問題点がないこと、処理物の一部が路盤材等として循環使用されていることを確認したため、B 社を外部委託先候補とすることをＷＧ案として決定した（E 社の焼却処理施設は翌年度の 2024 年 5 月 9 日に現地視察を行い、法令遵守上問題がないことを確認した）。

■　メール審議および小委員会での検討

KMS での学内処理継続を想定した改定価格案と、外部委託処理へ移行する場合の委託先候補案（案 2）を委員会で提示し、各委員が内容を持ち帰って受け持ち部局で検討の上、メール審議により今後の方針を決定することとなった。2023 年 11 月末まで各部局で出た意見の収集・集約を行い、本審議で各委員から頂いた意見要望ついて表 14 に記した（記載にあたっては一部表現を変更している）。これらの意見に基づく審議および各部局の意向調査の結果、賛成多数で外部委託処理への移行を進める方針を定めた。

表 14　「今後の無機廃液処理について」の審議で各委員から頂いた意見要望（抜粋）

Q. 今後の無機廃液処理についての意見・要望
・現状の学内処理では KMS 登録および処理時の研究者/教員の長時間の立ち合いを要し、教育研究に専念する時間に影響するので、外部委託処理への移行に強く賛成する。 ・吉田キャンパスまでの運搬費がかかっているので、他地区から直接搬出できるようになるのはとても良い。 ・負担金が増額となっても学内処理の継続が望ましい（柔軟に対応していただけることのメリット、教育的機能の重視）。 ・単純に費用負担増加を理由とするのは問題。処理業者の質が確保されてきたというような環境面でも問題がないという位置づけが必要。
Q. 無機廃液の外部委託処理についての意見・要望
・外部委託処理に移行する場合、搬出時には担当教員もしくは安全衛生掛の方に立ち合いしてもらうことが良い。また、これまでの KMS 処理と回収業者の貯留区分・搬出区分が異なる場合、これを理解するための資料や講習会が必要。 ・外部委託処理を行っている「有機廃液」と似たシステム・スキームだと一貫性があって使いやすいかもしれない。その場合、搬出前に分析を行う必要があるため、申請やサンプル提出がかなり早くなるが、それは問題ない。 ・不明廃液の取り扱いなどの業者に問い合わせる事項が出た際、環境管理部門が窓口になって対応してもらえると、全学的な事例としてストックできるのでは。 ・業者選定に意見はないが，容器使い捨てには反対。 ・歴史的経緯を含めて、排出者への教育機能を拡充すべき。毎年の E-learning 講習も望まれる。
Q. 学内処理時の利用負担金改定案についての意見・要望
・受け持ち部局からは、金額について特段の意見はなかった。 ・必要であれば利用負担金の値上げは仕方ない。 ・環境管理部門で本部からの支援をできる限り引き出してもらいたい。
Q. 外部委託処理案あるいは学内処理継続案について、そのほか意見・要望

・学内処理の方が融通が利くので、学内処理継続を希望。負担金値上げはやむを得ない。
・外部委託に移行することで良いと思うが、現在貯留しているもの（有機物含量が高い）が処理できるか不安。
・処理にかかる費用が高く処理量の少ない廃液種のみ、または逆に、処理量の多い一般重金属系のみ、学外委託するのはどうか。
・外部委託となった場合でも、廃液処理について相談できる窓口は残して欲しい。
・KMS の教育的機能がなくなるのは残念。
・現在、学生実験で KMS の見学をカリキュラムに含めている。外部委託に移行した場合、このような見学は不可能になるのか？

委員会の検討では、外部委託処理への移行を進めるにあたり、2024 年度は KMS での学内処理を例年通り年 5 回運転する一方で、並行して農学（吉田）・工学（桂）・宇治地区の廃液について外部委託での処理を試行すること、外部委託処理において廃液容器は使い捨てではなく繰り返し使用することを決定した。また、無機廃液の処理申込から搬出までの手順、搬入場所および搬入時期、廃液サンプルの回収手順および性状分析、講習会および指導員制度の今後、ミニプラント試験に代わる教育的機会の提供、各種学内規定の改定などについて、継続して検討していくこととなった。

ここまでの検討の経緯を 2024 年 2 月に親委員会である環境管理専門委員会にて報告し、外部委託処理への移行を進めること、2024 年度より一部部局での外部委託の試行を開始することについて承認を得た。

■　2024 年度の無機廃液処理について

以上の検討経緯より、2024 年度は KMS による無機廃液学内処理の最終年度となる見込みとなるので、同年度中にこれまでの廃液区分で貯留されていた全ての無機廃液の処理を完了させる。また、外部委託処理の試行を通して手順に関する問題点・懸念点の洗い出しを行い、完全移行に向けた改善と準備を進めていく予定である。

１．２．３　廃液用ポリ容器の学内一斉回収

2023 年 9 月 20 日(水)と 27 日(水)の両日に吉田地区の使用済み廃液容器の一斉回収を実施した。使用済みポリ容器の学内一斉回収は、２年に１度の実施となっているが、吉田地区においては、研究室からの要望に応えて、令和元年度(2019 年度)より、毎年実施している。

使用済み廃液容器の一斉回収は、対象となる容器が、「京都大学」の刻印がある廃液用の指定容器で、6〜7 年と言われている耐用年数を過ぎた 2016 年（平成 28 年）以前の製造年のもの。また、耐用年数にかかわらず、脱色や亀裂が見られるなどの劣化が進んだポリ容器も回収の対象とした。

回収個数は、表 15 のとおり。容器 1 個当たりの処分費用は、税抜きで 200 円/個。回収のためのトラックは 1 台（税拭き 30,000 円/車）なので、1 個当たりの処理費用は、税込みで約 281 円/個だった。処理方法は、廃プラスチック類としての処分を実施した。

なお、容器に酷いこびりつきがあったものが 1 件あった。また、溶媒で濯いだものの、残液が残っているものがあったが、溶媒で濯いだ後に水で濯ぐと残液がきれいになる。

回収した容器は、10 月 2 日に環境管理部門より業者に搬出した。

写真 1. 容器内の固形物



写真 2. 容器内から取り出した固形物



表 15　廃液用ポリ容器の回収個数

ご担当部局	有機廃液用 白色 10 L	無機廃液用 青色 20 L	無機廃液用 灰色 20 L	容器個数計
エネルギー科学研究科	0	7	0	7
生命科学研究科	5	1	1	7
人間・環境学研究科	29	0	0	29
国際高等教育院	15	1	1	17
高等研究院	0	1	2	3
医学研究科	49	1	1	51
医学部附属病院	61	0	0	61
薬学研究科	39	0	0	39
医生物学研究所	12	1	0	13
理学研究科	135	5	4	144
農学研究科(吉田)	37	14	7	58
工学研究科(吉田)・工学部	43	10	10	63
ナノテクノロジーハブ拠点	24	4	0	28
環境管理部門	14	0	3	17
計	463	45	29	537