

2.2 実験廃液処理報告

京都大学環境科学センター

真島 敏行、本田 由治、黒崎 陽介、矢野 順也

2.2.1 廃液情報管理

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って 28 年間はほとんどの有機廃液を学内の有機廃液処理装置 (KYS) で焼却処理を行ったが、その後徐々に学外処理が増えてきて平成 26 年度からは全ての有機廃液は外部委託処理となっている。平成 29 年度に有機廃液処理装置の解体が終わり、環境科学センター(平成 23 年までは環境保全センター)としては 45 年を経過している。

現在、有機廃液を多量に発生する部局はそれぞれが独自に外部委託業務を行い、その他の少量発生部局は環境科学センターを経由して業務を代行し搬出している。

図 1 は、過去 45 年分の年度別有機廃液処理量の棒グラフであるが、平成 30 年度の処理量は 178,161kg となり、前年度の 3.9%にあたる 7,325kg 減少し、これまでの 2 番目の排出量となった。その内訳として、廃溶媒量は 130,051kg で前年度の 3.7%にあたる

5,053kg 減少し、水溶性希薄廃液は 48,109kg で前年度の 4.5%にあたる 2,272kg 減少した。

図 2 のように平成 30 年度の処理量の内訳として、吉田地区は 60.8%の 108,363kg であり、桂地区は 24.8%の 44,250kg、宇治地区(農学部を除く)は 14.2%の 25,350kg、そしてその他として大津地区の工学研究科附属流域圏総合環境質研究センターの 198kg の 0.1%であった。

平成 30 年度の有機廃液処理量の部局別内訳比率を示したのが図 3 である。工学研究科は前年度に比べ、10,126kg 減少し、全学の 26.1%であった。iPS 細胞研究所は前年度より 2.1%の 764kg 増加し、37,922kg となり前年度同様全体の 2 番目の排出量であり 21.3%を占めている。なお、これは創部以来 9 年連続の増加である。宇治地区(農学部を除く)は 4,120kg 減少し、全学の 14.2%を占めている。理学研究科は前年度より 1,109kg 増加し、11.8%であり、薬学研究科も前年度より 770kg 増加し全学の 11.3%となった。

表 1 は平成 30 年度の部局別処理量を示した。

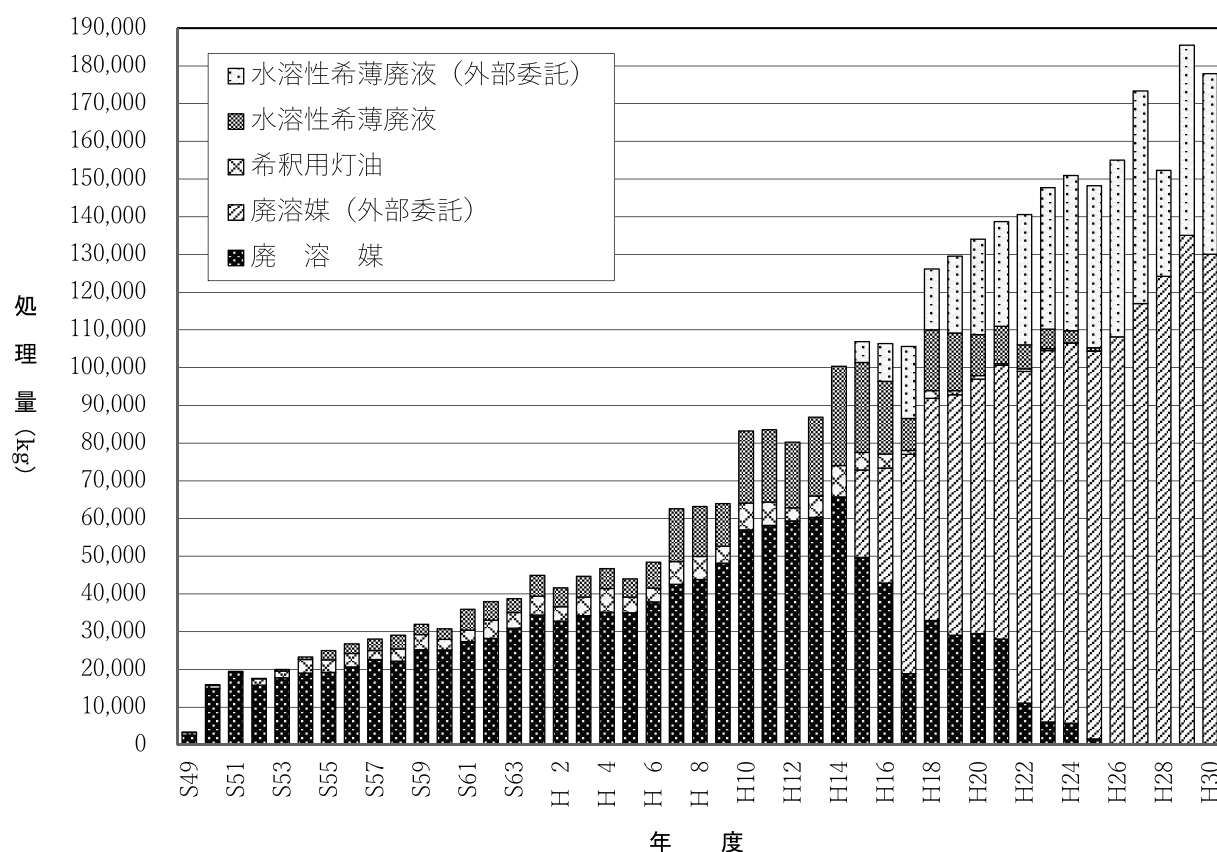


図 1 有機廃液処理量（年度別）

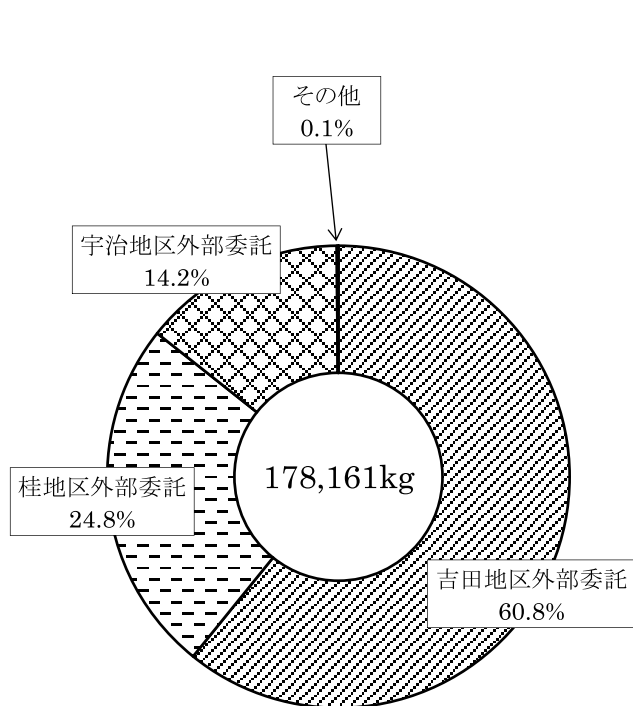


図 2 平成 30 年度有機廃液処理量

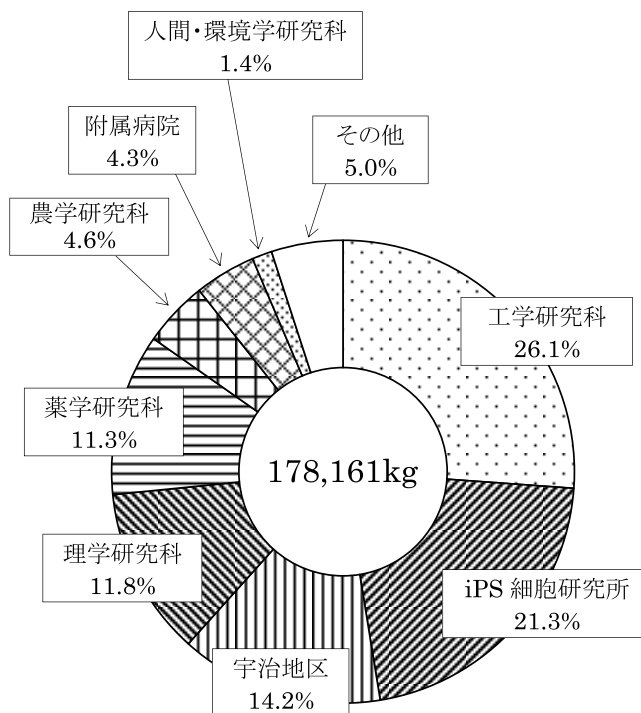


図 3 平成 30 年度部局別有機廃液処理量

表 1 平成 30 年度部局別処理量

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	13,397	7,562	吉田地区	20,959
医学研究科	460	610		1,070
附属病院	2,840	4,792		7,632
薬学研究科	14,970	5,200		20,170
工学研究科（物理、工業化学他）	1,060	1,070		2,130
農学研究科	5,260	2,900		8,160
人間・環境学研究科	1,470	1,010		2,480
エネルギー科学研究科	900	150		1,050
アジアアフリカ地域研究研究科	0	250		250
生命科学研究科	440	760		1,200
地球環境学堂・学舎	0	100		100
ウイルス, 再生医科学研究所	430	220		650
iPS 細胞研究所	37,902	20		37,922
総合博物館	0	100		100
環境科学センター	0	20		20
高等研究院	930	1,180		2,110
学際融合教育研究推進センター	390	1,970		2,360
工学研究科	30,600	13,650	桂地区	44,250
工学研究科附属 流域圏総合環境質研究センター	192	6	大津地区	198
宇治地区（NEDO 以外）	18,810	6,540	宇治地区	25,350
合 計	130,051	48,110		178,161

2. 有機廃液処理の外部委託について（外部委託処理の手続き含む）

(1) 学内処理

京都大学では、京都大学排水・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科学センターで実施していました。その際には、実際に廃液を排出される研究室に廃液処理指導員を設置し、その廃液処理指導員の責任の下、研究者みずからが廃液を処理するシステムを運用していました。

(2) 外部委託処理 への移行

平成 15 年 8 月より工学研究科の一部が桂キャンパスに移転を開始しました。京都大学廃棄物処理基準では、有機廃液は原則として環境科学センターの有機廃液処理装置で焼却処理することとなっていますが、消防法の制約等により、これまで通りの貯留が難しくなってきました。工学研究科は化学系を主として有機廃液が大量に発生し、吉田地区までの距離のこともあり、桂キャンパスの有機廃液は平成 15 年度秋より、宇治キャンパスの一部の有機廃液は平成 18 年度 6 月より、外部業者に委託処理を行っています。その後、処理に対してより高度な環境安全面での対策が必要になってくるという認識のもと、学内で検討を重ねた結果、有機廃液の処理を全面的に外部委託することを決定しました。部局単位で徐々に外部委託に移行し、平成 25 年 7 月に全面的に移行が完了しました。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ので、様々な法規制があります。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、環境科学センターが代行して委託処理をしています。

(3) 廃液情報管理システム

平成 15 年頃より、廃液発生量が多い一部の研究室から、廃液処理に長時間を要することから外部委託処理を求める声があがってきました。また非常に高濃度に塩素を含有する実験廃液に関しては、焼却炉の能力上の制約から、灯油によって廃液を希釈して処理をする必要があり、資源・エネルギーの観点から見ても、好ましくない状況でもありました。そこで、環境保全センター（現環境科学センター）運営委員会有機部会にて議論を重ね、まず取り扱いに注意を要する塩素系有機廃液（重量ベースで 30%以上の塩素を含む有機廃液）に限り、とくに希望する研究室を対象として、環境科学センターを通しての外部委託処理をすることとなりました。この際、後述す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・報告を、環境科学センターが行いました。そのためのしくみとして、「廃液情報管理システム」を平成 17 年度より発足しました。

(4) 外部委託処理の手続き

環境科学センターが代行する外部委託処理の処理手続きを以下に表します。

部局で外部委託処理を実施している部局は、部局の担当者に手続きの詳細を問い合わせてください。なお、不用薬品については、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の一部改正として令和 2 年 4 月 1 日から施行される電子マニフェストの一部義務化を受けて、令和元年度から不用薬品等の外部委託処理申請書類の様式を変更しています。

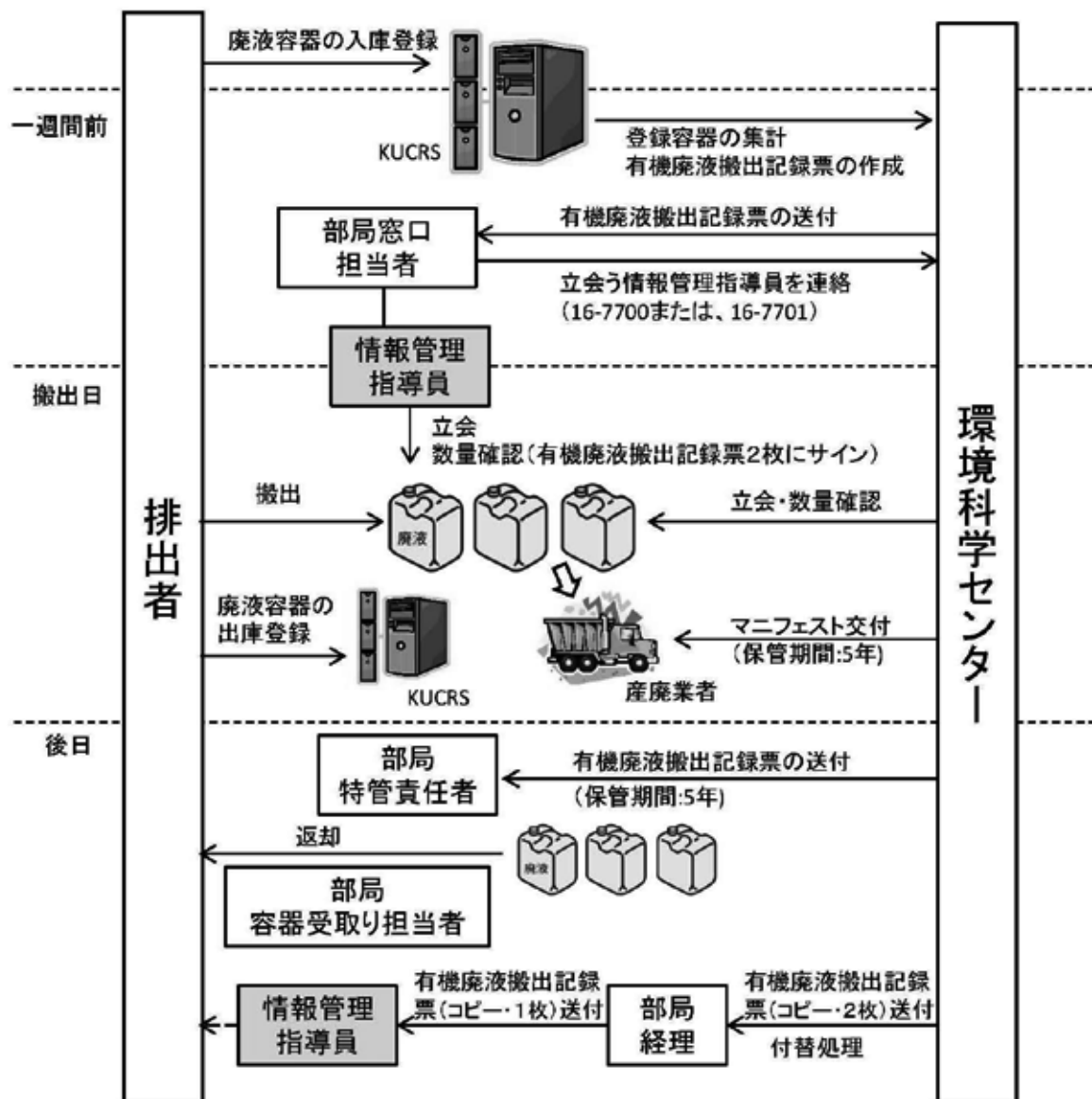


図 1 廃液情報管理システムでの手続きの流れ

表 1 令和元年度 有機廃液担当一覧

(2020 年 3 月 1 日現在)

部局	担当掛	TEL/E-mail
医学研究科	医学研究科 事務部 総務企画課 安全衛生掛	本部 16-9482 igakuanzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
医学部附属病院	医学・病院構内共回事務部 経理・研究協力課 経理掛	本部 16-4310 a40unei@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
医学部附属病院(ホルマリン)	医学部附属病院 事務部 経理・調達課 契約掛	
工学研究科	桂地区(工学研究科)事務部 管理課 資産管理掛	桂 15-2028 090fsisan@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
工学研究科附属流域圏 総合環境質研究センター		
宇治地区	宇治地区事務部 施設環境課 環境安全掛	宇治 17-3306 uji.kankyo@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
農学研究科	北部構内共回事務部 施設安全課 安全管理掛	本部 16-2254 a60anzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
フィールド科学教育研究センター (舞鶴水産実験所)		本部 16-3619 a60anzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
理学研究科		
薬学研究科	南西地区共回事務部 総務課 総務掛 安全衛生担当	病院 19-7105 A50anzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
ウイルス・再生医科学研究所		
iPS 細胞研究所		
アジア・アフリカ地域研究研究科		
東南アジア地域研究研究所		
生命科学研究科	生命科学研究科事務部 総務掛	本部 16-9248 150soumu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
地球環境学堂	本部構内(理系)共回事務部 経理課 執行掛	本部 16-5020 A20shikkou@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
情報学研究科	情報学研究科事務部 総務掛	本部 16-5945 140soumu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
エネルギー科学研究科	エネルギー科学研究科事務部 総務掛	本部 16-4871 energysoumu@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
人間・環境学研究科	吉田南構内共回事務部 経理課 施設・安全掛	本部 16-6722 A30shisetsuanzen@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
国際高等研究院		本部 16-9745 ias-facilities@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
高等研究院 (物質・細胞統合システム拠点)	高等研究院事務部 財務企画掛(施設担当)	
革新型蓄電池実用化促進 基盤技術開発	産官学連携本部 革新型蓄電池実用化促進基盤 技術開発支援事務室	宇治 17-4960 info-r@saci.kyoto-u.ac.jp
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	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	本部 16-5655 inoue@saci.kyoto-u.ac.jp shimada.yukiyoshi.3w@kyoto-u.ac.jp
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 18-3133 keiyaku@rri.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
霊長類研究所	霊長類研究所 事務部 総務掛	0568-63-0512 soumu_reichou@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

表 2 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℃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 2 に本学で定めている有機廃液の貯留区分を示します。有機廃液の処理では、京都大学化学物質管理システム (KUCRS) に廃液容器を登録する必要があります。その際、貯留区分を間違えないようにしてください。

廃液の搬出時には、廃液・廃棄物情報管理指導員が立ち会うことになっています。環境科学センターでは、年に 1 回、廃液・廃棄物情報管理指導員講習会を開催しており、それを受講して廃液・廃棄物情報管理指導員の資格を取っていただいたうえで、上記のシステムを利用してもらっています。

3. 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）の適用を受けます。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す。具体的には、有機廃液の貯留区分のうち、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します。特別管理産業廃棄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）を置かなければなりません。特管責任者は、各部局で選任されていますが、環境科学センターが代

行している部局に関しては、センターの特管責任者がその役割を果たすことになっています。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りません。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ります。

表 1 には 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ています。PRTR は事業所単位での報告になるので、本学では、吉田、桂、宇治が対象の事業所となっています。

表 1 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（2018 年度、単位：kg）

		大気	下水道	事業所外
吉田	クロロホルム	2,789	48	2,452
	ジクロロメタン	3,684	12	2,519
	アセトニトリル	569	76	1,901
	N,N-ジメチルホルムアミド	457	37	731
	ヘキサン	2,778	0	6,309
桂	クロロホルム	2,914	56	3,269
	ジクロロメタン	3,376	11	1,991
	トルエン	418	0	1,024
	ヘキサン	2,848	0	4,962
宇治	クロロホルム	1,792	40	2,561
	ジクロロメタン	1,634	5	778
	ヘキサン	1,176	0	1,878

2.2.2 KMS

1. KMS 利用状況

(1) 無機廃液の処理実績

無機廃液に関する 1980 年度から 2018 年度までの年度別処理量及び 2018 年度の部局別処理実績をそれぞれ図 1、表 1 に示す。図 1 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。ここ数年は、6000L～7000L 間で推移しているが、一般重金属系廃液の割合は 8 割程度である。一方、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 の地区(2008 年度から 1 地区追加)の単位で処理の計画が立てられており、表 1 に示されているように各地区は複数部局を含んでいる。工学部地区で全体の 5 割を超える廃液を処理している。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すようにしたいと考えている。

廃液量とは別に、1 年間に処理した量を元素別に示したものが図 2 である（使用した薬品分は除く）。サンプル分析から算出した値と処理時に混合廃液を採取して分析した値を比較して示している。処理時分析のグラフの方には数値を付している。凡例中にある ICP-OES、AA はそれぞれ ICP 発光分光分析、原子吸光分析のことである。異なった情報源から算出した 1 年間分の処理元素量であるが、全体的には特に一方の算出法に偏った傾向は見られない。ただし、これまでと同様 Fe については処理時分析による算出量の方が大きい。ミニプラント試験後のスラッジや脱水機の枠板の洗浄液に含まれるスラッジを処理時に廃液に加えているためと思われる。一般重金属系廃液の処理では、サンプル分析の結果に基づいて最適な廃液の組み合わせを考えグループ分けを行って処理をするので、提出する試料はできるだけ母体を代表するように採取する必要がある。

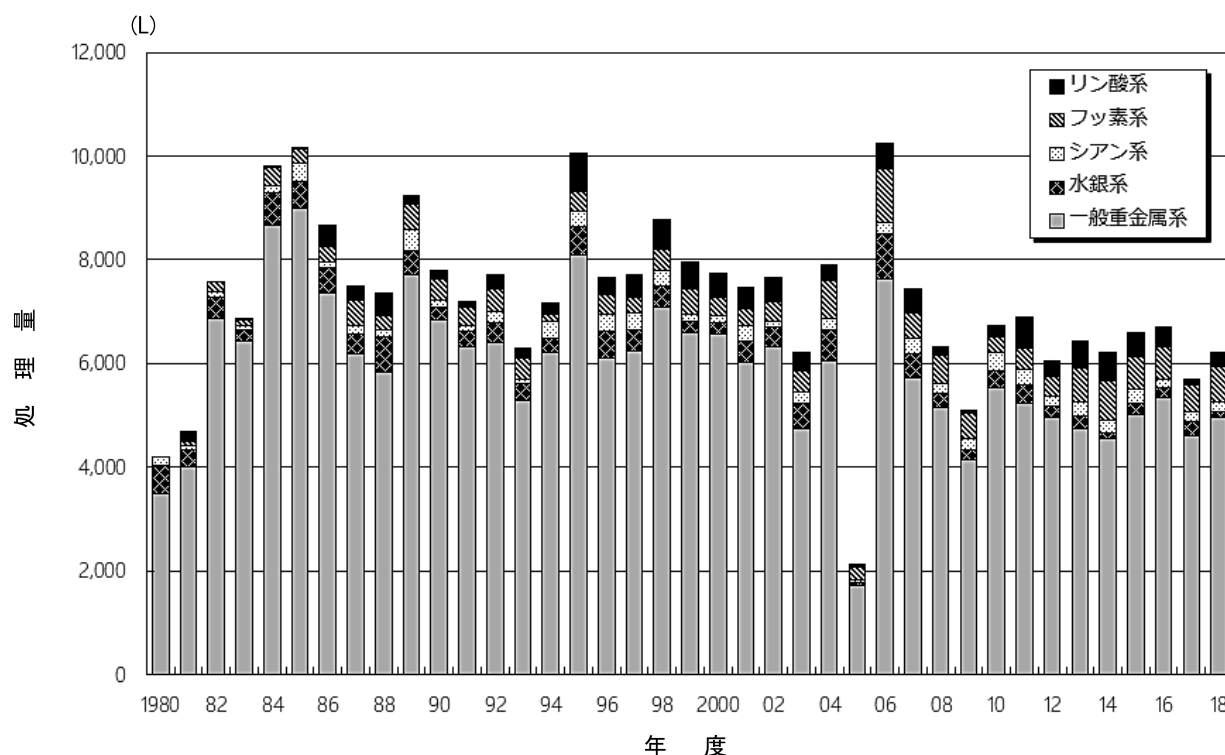


図 1 無機廃液の年度別処理量

表 1 無機廃液部局別処理実績（2018 年度）

(L)

地 区	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
理学部	理学研究科	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170.0
	生態学研究センター	167.0	0.0	0.0	0.0	20.0	187.0
	生命科学研究科	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
医学部	医学研究科	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0
病院	病院	360.0	0.0	24.0	0.0	0.0	384.0
病院西地区	ウイルス・再生医科学研究所	15.5	0.0	3.0	0.0	0.0	18.5
薬学部	薬学研究科	85.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.0
工学部	工学研究科	1,896.0	100.0	78.0	413.0	50.0	2,537.0
	エネルギー科学研究科	390.0	0.0	20.0	60.0	60.0	530.0
	地球環境学堂	260.0	0.0	0.0	0.0	0.0	260.0
農学部	農学研究科(含宇治地区)	292.0	0.0	20.0	0.0	60.0	372.0
	フィールド科学教育研究センター	40.0	0.0	20.0	0.0	0.0	60.0
総合人間学部	人間・環境学研究科	200.0	0.0	0.0	26.0	0.0	226.0
	国際高等教育院	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	360.0
宇治地区	化学研究所	125.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.0
	生存圏研究所	220.0	0.0	0.0	0.0	0.0	220.0
	防災研究所	50.0	0.0	0.0	60.0	0.0	110.0
	エネルギー理工学研究所	60.0	0.0	0.0	40.0	0.0	100.0
環境科学センター	複合原子力科学研究所	243.0	0.0	0.0	0.0	0.0	243.0
	ナノテクノロジーハブ拠点	20.0	0.0	0.0	60.0	0.0	80.0
	環境科学センター	0.0	0.0	40.0	20.0	60.0	120.0
合 計		4,969.5	100.0	205.0	679.0	250.0	6,203.5

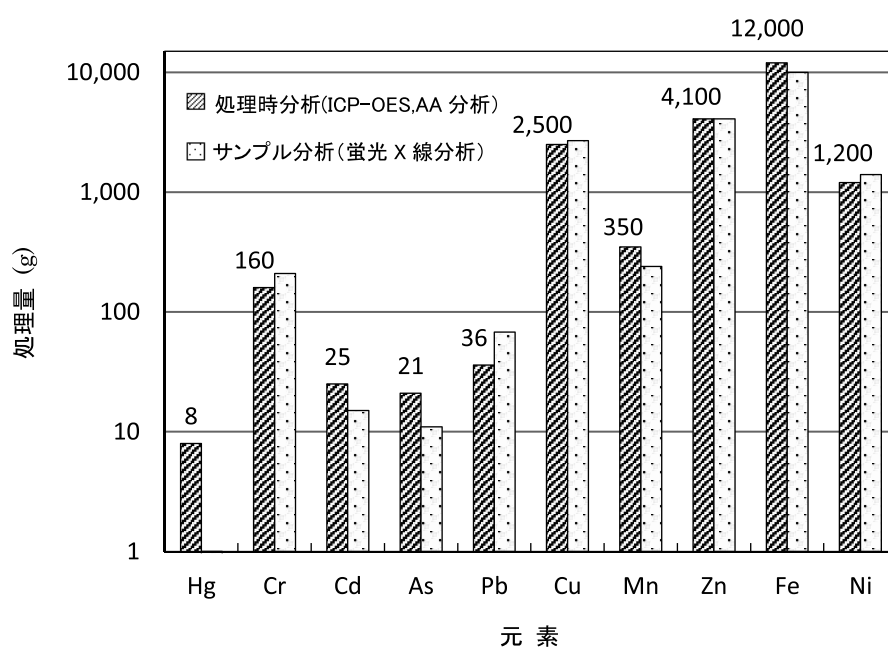


図 2 KMS で 1 年間に処理された主な元素の量 (2018 年度)

ーサンプル分析と処理時分析の比較ー

(2) 部局別利用者数

表 2 に 2018 年度の地区別ミニプラント利用者数を示す。上述したように、地区とは処理計画を効率よく実施するための便宜上のグループであり複数部局を含んでいる。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。ミニプラント試験は、複数の講座・教室あるいは部局の利用者といっしょに行うので、他の方の迷惑にならないようくれぐれも時間厳守をお願いする。2006 年度からは桂地区にもミニプラントが設置され利用されている。2018 年度の延べ利用者数は 154 人であった。

表 2 地区別ミニプラント利用者数 (2018 年度)

地 区	実 施 月					合 計
	5 月	7 月	9 月	11 月	2 月	
工学部	31(12)	0	11(11)	25(5)	23(12)	90(40)
農学部	0	4	0	10	0	14
理学部	0	9	0	0	8	17
病院	0	0	0	0	3	3
総合人間学部地区	0	4	0	9	0	13
薬学部	0	3	0	0	0	3
病院西地区	0	1	0	0	0	1
医学部	0	0	0	0	1	1
宇治地区	0	0	9	0	0	9
高等研究院	0	0	0	0	0	0
環境科学センター	0	2	0	1	0	3
合 計	31	23	20	45	35	154

※工学部地区 () の数字は桂で行った分

(3) 使用薬品等とスラッジの発生・搬出状況

表 3 は 2018 年度の処理に使用した薬品と光熱水量を、表 4 は発生したスラッジ等に関するデータを示している。表 3 の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、対応する処理を注釈を付けて表の下に示した。表 4 中の数字は、2018 年度に発生・搬出したスラッジ等の量である。当該年度の搬出分はすべて特別管理産業廃棄物として処理を行った。フェライトスラッジの搬出は行わなかった。搬出する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、搬出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、全水銀が基準を超えたためである。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) イトムカ鉱業所に委託処理をしている。特別管理産業廃棄物は、取り扱いに厳しい基準が設けられ、処理のコストもかかる。廃液は事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。発生源で厳しく分別貯留していただくようお願いする。

表 3 KMS 処理における使用薬品・光熱水量等（2018 年度）

項 目	使 用 量		使 用 対 象				
			M	Hg	CN	P	F
苛性ソーダ(24%)	4,790	L	○	○	○	○	○
苛性ソーダ(フレーク)	58	kg				○	○
硫酸(10%)	368	L	○	○	○		
硫酸(98%)	11	L	○	○			
硫酸第 1 鉄	4,000	kg	○				
過マンガン酸カリウム(粉末)	22	kg	○	○			
塩酸ヒドロキシルアミン(5%)	4	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	282	kg				○	○
次亜塩素酸ソーダ	61	L			○		
硫酸ばんど	15	kg					○
高分子凝集剤(0.1%)	495	L				○	○
電気(動力)	3,318	kwh	○	○	○	○	○
都市ガス	585	m ³	○	○			
上水	210	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 4 KMS におけるスラッジ等発生・搬出状況（2018 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	1,713	0
フッ素・リン酸系スラッジ	506	1,011

2. 搬入廃液の性状

(1) 廃液中の元素等の濃度について

表 5 は、KMS で 1 年間に処理された無機廃液中の主な元素等の平均濃度を過去 5 年間にわたり区分別に表わしたものである。濃度は、事前に排出者から提出されたサンプルを蛍光 X 線分析法で測定して求めたものである（CN,F は別法による）。依然として高

濃度のリン酸、フッ素を含む廃液が搬入されている。高濃度かつ低い 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必要がある。一方、2017 年度の CN の平均濃度がかかなり高かったが、シアン系廃液についてもあまり高濃度にならないようシアン濃度を下げて、pH を高くアルカリ性の状態で貯留・搬入してほしい。

表 5 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
2014	4,557.8	0	45	5	0	12	1000	63	570	1200	220	9	12	310
2015	5,022.9	0	90	7	42	11	350	160	67	240	150	12	41	300
2016	5,332.4	0	120	12	2	6	710	98	120	1000	230	57	23	360
2017	4,594.0	0	21	11	1	7	650	50	570	1400	110	42	5	120
2018	4,969.5	0	39	3	2	12	469	47	810	2145	267	100	12	270

水銀系

年度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4
2014	110.0	250	6	0	0	0	4	4	25	68	2	0	7	5,200
2015	200.9	100	39	1	14	150	94	58	54	67	63	8	1	990
2016	212.0	550	23	0	35	2	3	9	7	10	0	0	0	0
2017	285.0	180	41	0	70	3	11	130	35	90	6	7	1	2,100
2018	100.0	4	4	0	0	9	0	34	2	13	0	0	0	0

リン酸系

年度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4
2014	537.0	0	20	0	1	6	19	7	92	16	10	0	0	43,000
2015	465.7	0	2	3	0	0	2	3	5	12	190	21	3	27,000
2016	395.3	0	33	2	0	0	31	6	21	87	310	5	210	50,000
2017	105.0	0	10	0	0	2	66	9	4	160	81	0	72	22,000
2018	250.0	0	11	0	0	3	1257	8	4	24	137	3	0	32,000

シアン系

年度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4	CN
2014	240.4	0	0	4	1	0	23	2	4	40	0	0	0	58	720
2015	283.0	0	0	0	0	0	10	3	59	51	47	4	0	260	820
2016	140.0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	2	0	0	90	95
2017	180.0	0	24	0	0	2	0	4	1	660	1	0	0	440	1,300
2018	205.0	0	42	0	1	2	4	6	1	795	21	2	3	2,500	140

フッ素系

年度	処理量	Hg	Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	PO4	F
2014	771.5	0	10	0	0	15	11	170	54	210	7	3	0	650	33,000
2015	630.7	0	6	0	0	0	1	2	17	33	0	0	0	54	54,000
2016	629.0	0	49	0	2	1	4	7	14	75	7	1	0	380	31,000
2017	523.0	0	8	1	0	0	1	6	2	28	6	4	0	180	17,000
2018	679.0	0	8	0	1	10	18	2	103	12	11	0	1	780	28,000

(2) ミニプラントの結果について

環境科学センターでは、廃液サンプルの分析に加え、ミニプラント試験を行うことでより詳細に廃液の性状を把握し、本処理を適正に行うように努めている。表 6 は 2018 年度のミニプラント試験結果を表しており、試験された廃液を飽和磁化の大きさにランク分けしてある。ランクが※の廃液は 10 倍を超える希釈倍率で試験したものまたは著しく磁性の低い 40 (emu/g) 未満の廃液である。通常試験は、廃液 100mL を水で 10 倍希釈して 1L で行うが、生成スラッジの磁性が著しく低い評価の場合、再度希釈倍率を上げて (20~50 倍程度) 試験する。スラッジの有効利用の可能性や重金属類の溶出を考慮して望ましいとされる飽和磁化 60 (emu/g) 以上あった廃液の割合は全試験廃液中 90% (容量ベース) であった。

表 6 ミニプラント試験結果 (2018 年度)

飽和磁化 (emu/g)	評価	容 量 (L)	比 率 容量%	平 均 濃 度 (mg/L)											試験数 (バッチ)
				Cr	Cd	As	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Co	Sn	
※	×	299	6.0	8	0	0	4	721	13	10761	1050	2107	549	1	12
40~60	△	200	4.0	88	15	0	8	2895	25	243	1050	239	0	0	6
60~70	○	1,328	26.8	43	1	0	14	1085	95	66	7229	388	114	0	23
70 以上	◎	3,123	63.2	36	3	3	12	30	31	217	172	43	58	19	73

※ 10 倍を超える希釈倍率で試験した廃液が飽和磁化が 40(emu/g)未満の廃液

(3) 有機物の影響について

図 3 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) と処理前の廃液の COD 値 (化学的酸素要求量) の年度平均の推移の関係である。再処理率と廃液の COD に比較的相関があることがわかる。1994 年度では再処理率が 90%に達した。10 回のうち 1 回しかフェライト化処理がスムーズにできず何らかの再処理を行ったことになる (例えば活性炭塔の通水)。排水基準を超えた主な項目は Cd、Cu 等であり、この原因は主としてアンモニアや有機物による影響と考えられる。COD 値が高いことはこれらの金属を含む有機金属化合物の存在やこれらの金属と廃液中の有機物との錯体生成の可能性を示唆している。2014 年 12 月に水質汚濁防止法が改正され、本学に適用されるカドミウムの排水基準が 0.05mg/L から 0.03mg/L に強化されたことも踏まえ (前号に記載) 有機物の混入は必要最小限に押さえるように心がけてほしい。

利用者は、◎○△等で評価された試験結果に基づいて処理費を負担することになる (×の場合は再試験)。評価と元素濃度の関係について、一般的に Cr の濃度が高いと評価が低くなる (×△) 傾向にあるが、2018 年度の結果からはそのようには読み取れず、×△や○○の比較でもわかるように、必ずしも磁性を下げる原因は元素濃度だけではないことがわかる。元素の種類、有機物やリン酸など他の要因も影響する。

本処理では、搬入された個々の廃液 (一般重金属系廃液) にこれらの磁性の評価情報も加えてグループ分けし、フェライト化処理が円滑に行えるようきめ細かく対応している。

なお、工学部附属環境安全衛生センターにミニプラントおよび蛍光エックス線分析装置が設置されており、桂地区の方は 2006 年度から廃液サンプルの分析およびミニプラント試験は当該センターで行っている。

2000 年度から 2005 年度ころまでは、廃液の COD が確実に減少しており、それに伴い再処理率も低下してきていたが、2006 年度は 70%と急上昇した。

原因は有機物の影響ではなく、多量のフッ素が一般重金属系廃液に混入したためであった。このため、既号 (No.22) に記したが、ミニプラントの試験後にフッ素分析用のバックテストを行うことでフッ素を多量に含んだ一般重金属系廃液の搬入を防止することにした。この結果、フッ素混入の廃液は事前にチェックでき改善された。有機物以外では他に 2013 年度に金属水銀混入が原因で再処理率が高くなった事例もある。2016 年度は、COD と再処理率がともに上昇した。センターでは、有機物のチェックのため、一般重金属系廃液を対象に TOC (全有機体炭素) を測定している。表 7 は、2018 年度の一般重金属系廃液の部局別 TOC 測定結果を示している。かなり TOC 濃度の高い廃液が搬入された部局もあったが、事前分析での把握により、高濃度の TOC の廃液は分割処理を行って、処理への影響を極力抑えるようにしている。

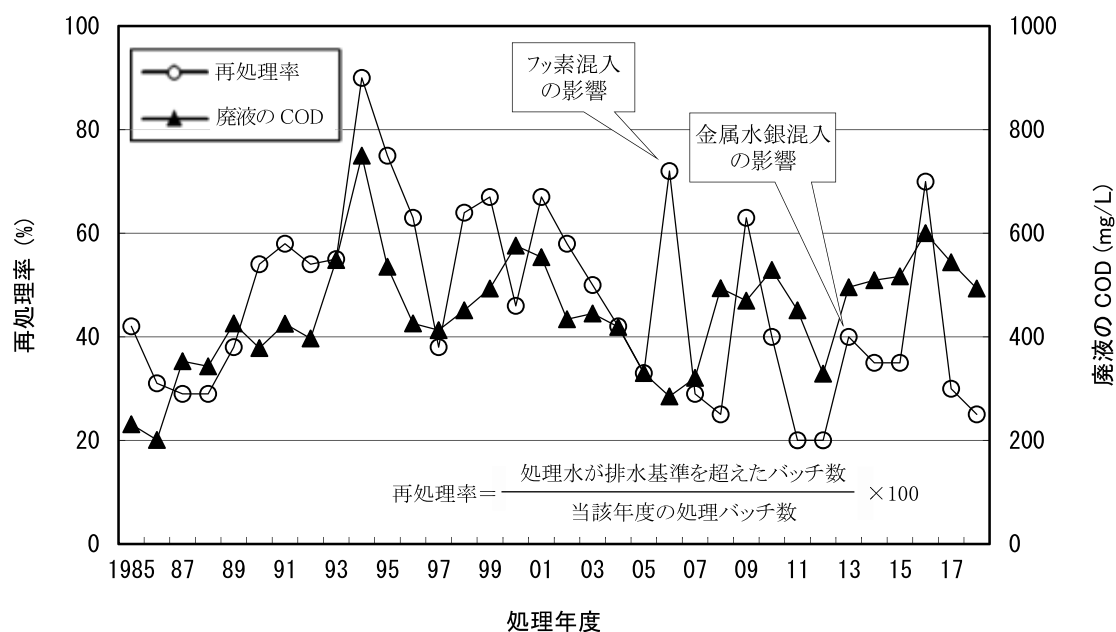


図3 フェライト化処理における再処理率と廃液の COD の年度変化（1985～2018）

表7 一般重金属系廃液中の TOC（全有機体炭素 mg/L）測定結果

2018 年度

部 局	液量 (L)	平均 TOC	サンプル数
化学研究所	120	64000	2
薬学研究科	85	22000	4
ウイルス・再生医科学研究所	15.5	18000	3
理学研究科	150	17000	5
エネルギー科学研究科	400	13000	9
人間・環境学研究科	200	13000	3
工学研究科	1876	8700	43
病院	360	5000	5
フィールド科学教育研究センター	40	4700	1
生態学研究センター	167	4100	5
農学研究科	292	1700	6
国際高等教育院	360	940	4
地球環境学堂	260	580	3
医学研究科	16	490	1
生存圏研究所	220	310	1
複合原子力科学研究所	243	130	3
防災研究所	50	80	2
エネルギー理工学研究所	60	71	1
ナノテクノロジーハブ拠点	20	64	1
全 部 局	4934.5	8200	102

3. KMS を利用する

貯留している実験廃液を処理したいけれど、どうすればよいかわからない人のために、当センターの廃液処理装置（KMS）の利用方法について概説します。KMS は、無機系廃液を処理するための装置で、手続き方法は次の通りです。

（ア）KMS の利用は、利用者が属する部局の責任において当該部局の指導員の指導のもとに行います。従って、指導員不在の部局は原則として装置の利用はできません。指導員は、当センターで実施している講習を受け、本処理装置の利用に関して一定の知識を有するとセンターの長が認めた教職員のうち、利用部局の長によって命ぜられた者です。

（イ）KMS の利用を希望する方は、提出用と保存用の 2 枚の利用申込カード（表 1 参照）に所定事項を記入し、提出用を所属部局の KMS 管理小委員会委員に提出します（図 1 の(a)）。

（ウ）各部局の KMS 管理小委員会委員は、あらかじめ当委員会で協議して定めた装置利用日程計画に従って処理実施計画を作成し、これを利用者および環境科学センターに通知します（図 1 の(b) (c)）。

（エ）利用者は、廃液を搬入する前にあらかじめ母体からサンプルを採取して環境科学センター

に持ち込みます。センターでは、分析を行って利用申し込みカードに記載された貯留区分に適合している廃液であるかを確認します（図 1 の(d)）。

（オ）利用者は、上記の実施計画書に定められた日時および廃液の種類と量に限って本装置を利用することになります。利用者は廃液を搬入し、指導員の指示に基づいて、ミニプラント（本装置と同原理で規模を縮小したもの）での試験を行います（図 1 の(e) (f)）。ただし、ミニプラント試験を行うのは一般重金属系の廃液であり、水銀系等他の廃液については行いません。

（カ）空廃液容器の返却は、後日、利用記録記入後になります（図 1 の(g) (h)）。

（キ）最後に利用負担金がセンターに移算されて手続きは完了します（図 1 の(i)）。なお、さらに詳細を知りたい方や疑問のある方は、センターまでお問い合わせ下さい。

KMS 利用申込カード

保存用（提出用）

令和 年 月 日

部局名

整理番号

廃液系別 Hg, CN, P, F, M（該当するものすべて○印で囲む） 貯留区分（ ）

廃液量 L pH 容器番号

① 有機物の有無（EDTA などのキレート剤も含む）

☐ 0% ☐ 0 ～ 0.1% ☐ 0.1% 以上

（内容物）

② リン酸の有無 ☐ 0% ☐ 0 ～ 0.1% ☐ 0.1% 以上

③ 珪酸の有無 ☐ 0% ☐ 0 ～ 200ppm ☐ 200ppm 以上

④ アンモニアの有無 ☐ 0% ☐ 0 ～ 0.1% ☐ 0.1% 以上

⑤ 廃液区分 Hg の有無 ☐ 無機水銀 ☐ 有機水銀（塩化物の混入・☐ 有 ☐ 無）

⑥ 1,4-ジオキサンの有無 ☐ 有 ☐ 無（無の場合は、⑦に回答してください。）

⑦ 研究室で 1,4-ジオキサンを ☐ 使用している ☐ 使用していない

⑧ 主たる内容物	濃度 mg/L（金属や CN ⁻ として）

○特記すべき事項

所 属

申込責任者（職名：教員） ㊟

連絡先電話番号（ ）

指導員（職名） ㊟

連絡先電話番号（ ）

利用者（職名）

連絡先電話番号（ ）

京都大学環境安全保健機構

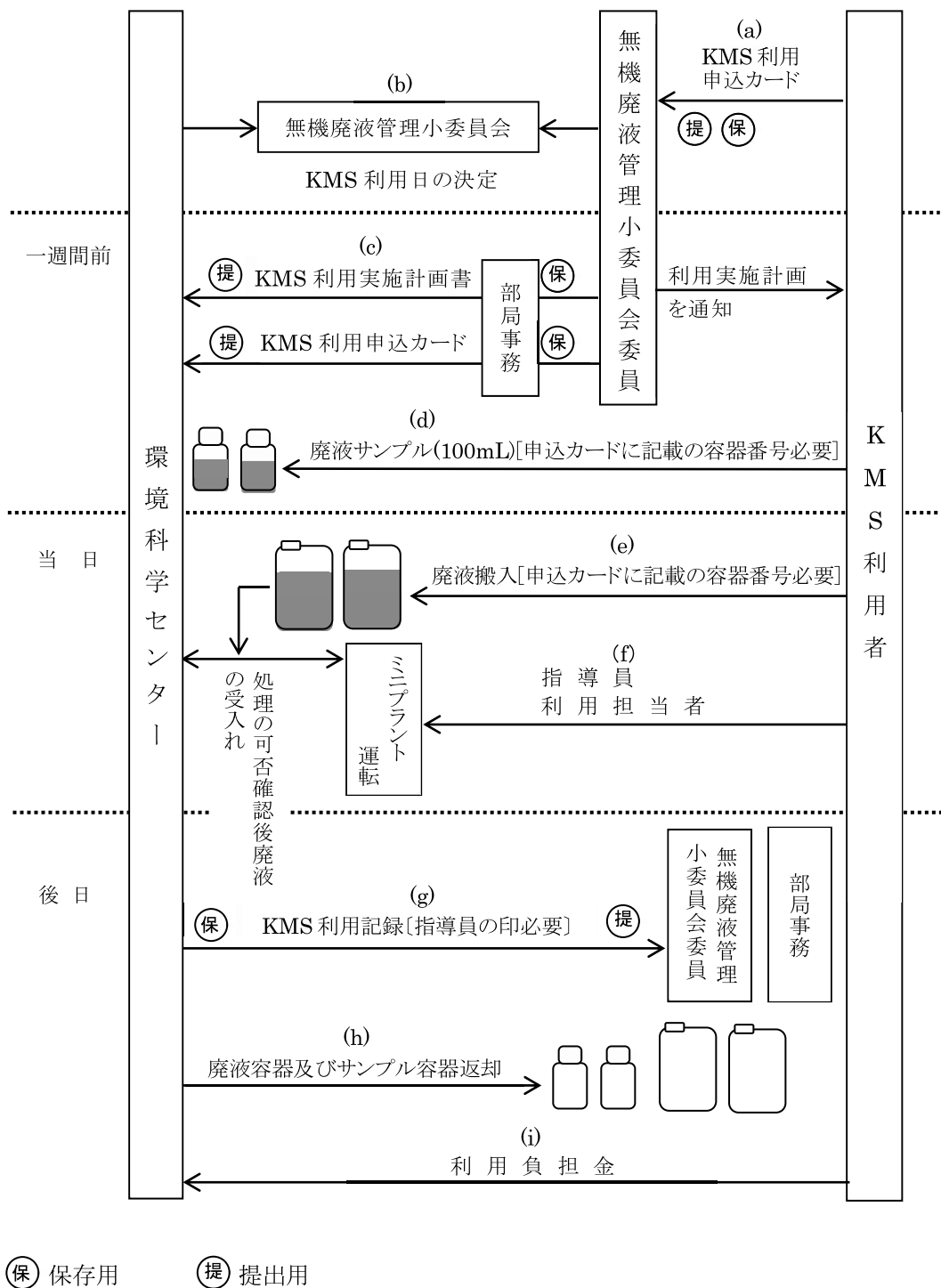


図1 KMS利用手続き