

京都大学には、実験を行う研究室が数多くあり、中には、環境や健康に影響を与える可能性のある物質を扱うところもあります。そこで、適切な管理策を模索しながら、特に使用後の適正処理・環境保全を確保すべく、独自のシステムを整備してきました。その基本原則は、「原点処理」と「排出者責任」、つまり、できる限り発生源で回収し、無害化処理へ導くこと（原点処理）、その教育・研究に従事する者が責任を負い、自らも処理に携わること（排出者責任）です。今後は、安全な実験環境を確保するための教育や、購入・使用を含めた管理システムを、効果的に浸透させていくことが課題です。

なお、食堂や研究室からの排水、焼却炉やボイラーなどからの排ガスなども管理対象となっています。

化学物質等使用の実態

◇化学物質の使用量

京都大学においては、研究などのため、多種多様な化学物質が使用されています。そのうち、PRTR制度の届け出対象となっている物質^{*}の購入量を図12に示します。

※届け出対象となるのは、いずれかの第一種指定化学物質の年間取扱量が1トン以上（特定第一種指定化学物質は0.5トン以上）の事業所、つまり、各事業所（吉田／宇治／桂キャンパス／熊取）で1トン（0.5トン）を超える場合となりますが、ここでは、事業所合計で1トン（0.5トン）を超える場合も提示しました。また、一度でも対象となった物質については、経年データを提示しています。

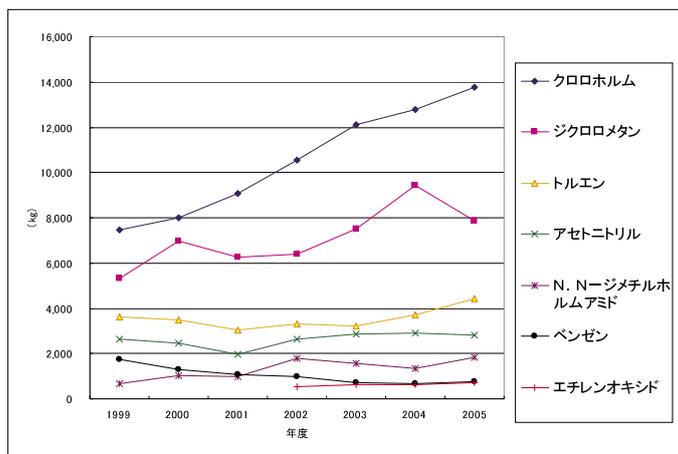


図12 京都大学における年度別PRTR対象物質購入量 (1999-2005年度)

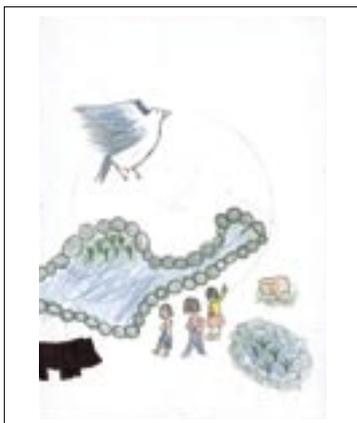
⇔データ集：キャンパス別 化学物質 (PRTR) の排出・移動・処理量

★PRTR制度とは？

事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的として、1999年7月に制定された「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（化学物質排出把握管理促進法）の柱の一つが、PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) 制度です。

PRTRとは、人の健康や生態系に有害となるおそれのある化学物質について、事業所からの環境（大気、水、土壌）への排出量、廃棄物に含まれて事業所外に移動する量（移動量）を、事業者が自ら把握し、国に対して届け出るとともに、国（行政庁）は届出データや推計に基づき、排出量・移動量を集計し、公表する制度です。日本では、2001年4月から実施されています。

PRTR制度の対象となる化学物質は、「第一種指定化学物質」として指定された354物質で、そのうち、12物質が発がん性のある「特定第一種指定化学物質」に指定されています。そして、PRTR制度の対象となる事業者は、いずれかの第一種指定化学物質の年間取扱量が1トン以上（特定第一種指定化学物質は0.5トン以上）の事業所を有するものとされています。



化学物質等の安全・適正管理及び適正処理

◇法令の遵守及び管理システムの構築

化学物質の購入から保管、使用（実験）、排出については、図13に示す通り、各種法令が定められており、管理体制を構築しながら、これらの遵守に努めてきました。また、京都大学化学物質等管理規程、同実施要項等の制定作業が京都大学化学物質管理システム（KUCRS）運営委員会を中心にして進められています。

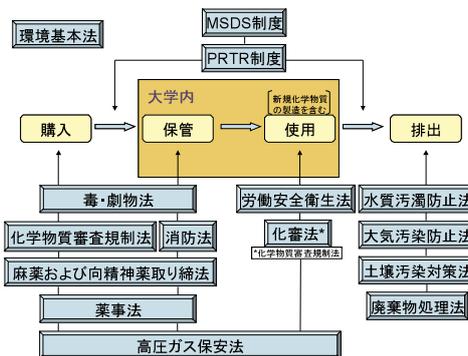


図13 化学物質の利用に関連する法制度

◇実験廃液の学内処理（原点処理及び排出者責任）

二つの原則の象徴とも言えるのが、学内における実験廃液の処理です。1974年度より学内の処理装置の運転が始まり、1977年より京都大学環境保全センターが管理を担ってきましたが、排出者自らも運転に携わる仕組みになっています。

年間処理量は、図14に示すとおり、運転開始当時、有機廃液が3,500L（1974年度）、無機廃液が4,200L（1980年）でしたが、その後、特に有機廃液は大幅に増加し、2005年は、年間約100,000Lとなっています。なお、有機廃液については、工学研究科の桂キャンパス移転に伴う物理的・制度的な問題から、2003年より外部委託処理を始めましたが、発生源において適正処理に導くような分別等を行うこと（原点処理）、また、責任をもって、適正処理を確保・確認すること（排出者責任）を念頭に、対応を進めています。

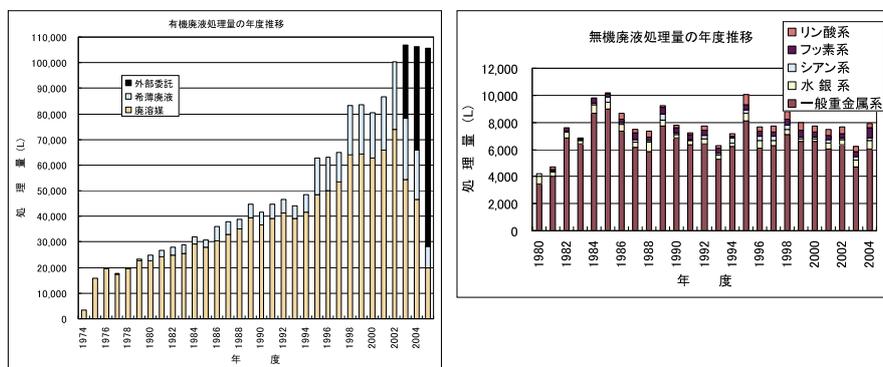


図14 KYS（有機廃液処理装置）、KMS（無機廃液処理装置）における処理量等
⇨データ集：部局別 実験系／特別管理産業廃棄物等発生量

実験系廃棄物や汚染物質発生の実態

◇実験系／特別管理産業廃棄物等の発生量

京都大学における実験系／特別管理産業廃棄物発生量（2002～2005年度）を図15に示します。

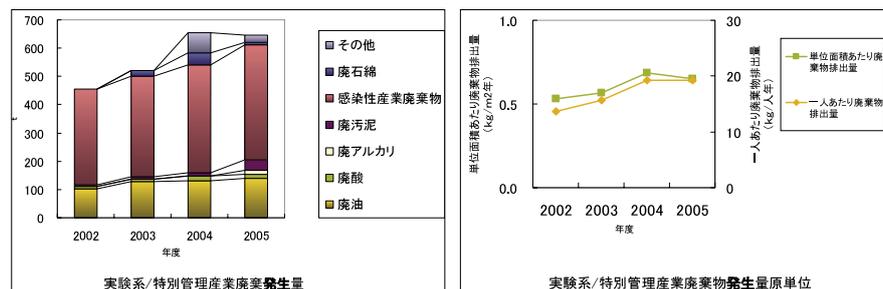
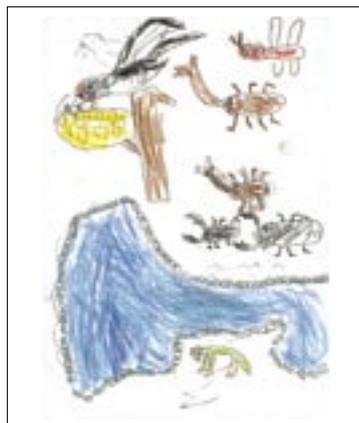


図15 京都大学における実験系／特別管理産業廃棄物発生量（2002-2005年度）
⇨データ集：部局別 実験系／特別管理産業廃棄物等発生量

これによると、実験系／特別管理産業廃棄物は、2005年度で年間およそ800トンであり、2002年度から増加傾向が続いていることがわかります。2004年度については、学内に保管されてきた不用試薬類の処理（リスク削減のため）に積極的に取り組んだことが排出量増加の一因です。実験系／特別管理産業廃棄物の発生量抑制や適正管理に向けた取り組みが必要と考えられます。

◇感染性廃棄物（医療系廃棄物）の処理について

実験系／特別産業廃棄物の大半を占めるのは、感染性廃棄物であり、そのほとんどは附属病院からの排出です。これら医療関係機関等から生ずる感染性廃棄物（感染性病原体が含まれ、若しくは付着している廃棄物又はこれらのおそれがある廃棄物をいう）は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」において、特別管理廃棄物（特別管理産業廃棄物又は特別管理一般廃棄物）とされており、密閉した容器での収集運搬、感染性を失わせる処分方法等が処理基準として定められています。また、特別管理廃棄物制度が導入された1992年（2004年に改正）に、この処理基準等を補完するものとして、感染性廃棄物の判断基準及び医療関係機関等が感染性廃棄物を処理する際の注意事項を記載した「感染性廃棄物処理マニュアル（環境省）」が作成されています。京都大学においては、これらの動きに先駆けて、環境保全センターが中心となり、1988年より医療系廃棄物の発生や性状調査を始めました。そして、周辺環境の保護のため、病院から発生する医療系廃棄物は院内で適正処理を行い、安全な状態にしてから外部に搬出するという方針のもと、適正処理に向けた計画をたてました。その後、1995年になって、病院敷地内における医療廃棄物専用の焼却炉設置がかない、運転が始まりました。以来、ダイオキシン類を始めとする諸規制の強化などにも順次対応し、現在も順調に稼働しています。

◇廃PCBの保管

京都大学におけるPCB（ポリ塩化ビフェニル）廃棄物の保管数（2005年度）を表8に示します。PCB廃棄物については、「PCB廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法」（2001年7月施行）により、処理施設ができるまで事業場内において適正に保管することや、保管状況を市町村等へ届け出ることが求められており、京都大学も適正な対処に努めています。

表8 2005年度のPCB保管数

	高低圧 トランス	高圧 コンデンサ	遮断器	低圧 コンデンサ	蛍光灯 安定器
台/個	9	171	4	23,872	3,372

⇨データ集：部局別PCB保管量

大気汚染物質の排出

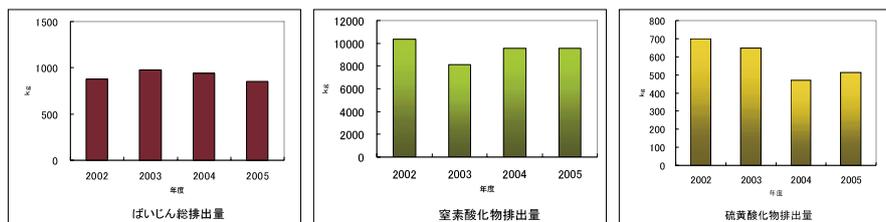


図16 京都大学における大気汚染物質の排出量（2002-2005年度）

⇨データ集：部局別大気汚染物質排出量

京都大学における大気汚染物質（ばいじん、NO_x：窒素酸化物、SO_x：硫黄酸化物）排出量（2002～2005年度）を図16に示します。これらは、主にボイラーや焼却炉（実験廃液及び医療系廃棄物処理用）からの排出です。なお、定期的に（1年に1～2回）各種濃度を測定していますが、大気汚染防止法で定められた基準値の超過などはみられませんでした。

排水汚染物質の排出

京都大学で使用された水は、排水として、主にキャンパスごとの貯留槽にためられたのち、下水道へ放流されます。定められた排水基準値を超過しないよう注意を促し、定期的にサンプリングを行っています。超過をゼロにすることは難しく、2005年度は表9に示すとおり、24件(測定した16,075件のうち)の超過がみられました。超過が確認された場合は、主に建物ごとに設置されたモニタリングシステムにより、原因究明に努めています。今後は、件数の多くを占めるノルマルヘキサン抽出物質の基準値超過などに対して、改善策を検討する必要があると考えられます。

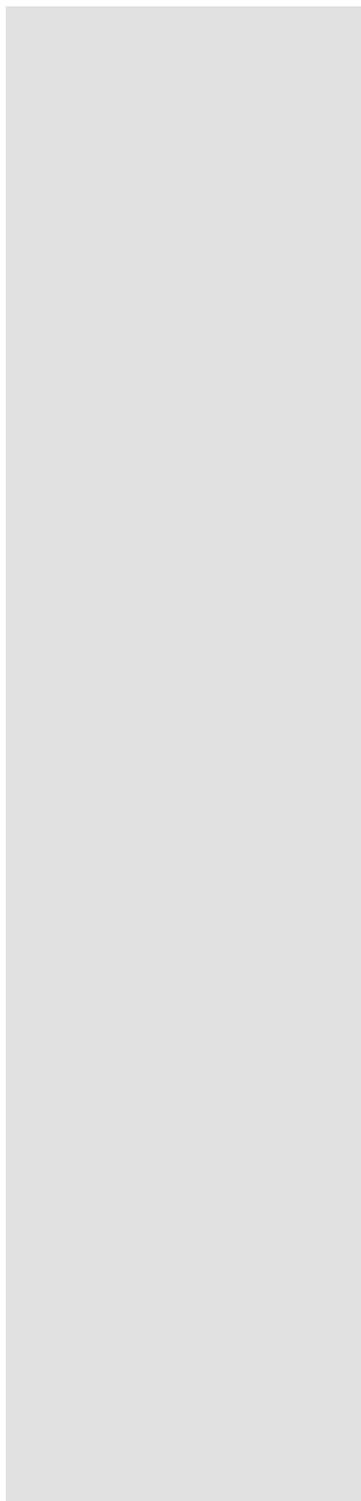
表9 2005年度の排水基準超過一覧

部局等名	場所	日付	項目	値	基準値	原因	対策
〈吉田キャンパス(病院除く)〉							
協力会社等	中央食堂	2005/4/5	ノルマルヘキサン抽出物質	33	30	厨房排水より油分が流入	油分流出防止等の対策事項徹底
協力会社等	中央食堂	2005/4/6	ノルマルヘキサン抽出物質	77	30	厨房排水より油分が流入	
協力会社等	中央食堂	2005/4/20	ノルマルヘキサン抽出物質	34	30	厨房排水より油分が流入	
協力会社等	中央食堂	2005/5/11	ノルマルヘキサン抽出物質	40	30	厨房排水より油分が流入	
協力会社等	中央食堂	2005/5/25	ノルマルヘキサン抽出物質	48	30	厨房排水より油分が流入	
協力会社等	レストランラトゥール	2005/5/27	ノルマルヘキサン抽出物質	40	30	厨房排水より油分が流入	残留油分拭き取りの徹底、従業員への意識徹底・教育、浮遊油分の吸着・除去の徹底、再度採水の実施
ウイルス研究所	分子生物実験研究	2005/6/1	ノルマルヘキサン抽出物質	20	5	原因不明	改善策を検討し、関係教員等に厳重注意
協力会社等	中央食堂	2005/6/1	ノルマルヘキサン抽出物質	43	30	原因不明	油分流出防止等の対策事項徹底、除害設備のタンク清掃、厨房内の側溝清掃、除害施設タンク内の流水清掃
協力会社等	中央食堂	2005/6/15	ノルマルヘキサン抽出物質	46	30	原因不明	油分流出防止等の対策事項徹底、除害槽のフロート交換、除害設備のタンク清掃、厨房内の側溝清掃、除害施設タンク内の流水清掃
協力会社等	中央食堂	2005/7/13	ノルマルヘキサン抽出物質	33	30	厨房排水より油分が流入	油分流出防止等の対策事項徹底、除害槽のフロート交換、除害設備のタンク清掃、厨房内の側溝清掃、除害施設タンク内の流水清掃
協力会社等	レストランラトゥール	2005/9/30	ノルマルヘキサン抽出物質	36	30	調理場の稼働がふえたため	グリストラップ清掃の再度徹底、残留油分の拭き取りの徹底、従業員への意識徹底・教育、浮遊油分の吸着・除去の徹底
理学研究科	総合研究棟(化学系)	2005/10/27	ジクロロタン	0.41	0.2	実験中に誤って流しに放流	再発防止措置の更なる向上、継続的に関係教員・実験者への厳重注意
農学研究科	農学・生命科学研究棟もしくは農芸化学科棟	2005/12/29	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.022	0.005	(汚染源の究明にいたらず)	再発防止措置の更なる向上、継続的に関係教員・実験者への厳重注意
協力会社等	南部食堂	2005/12/14	ノルマルヘキサン抽出物質	32	30	除害槽の清掃が不十分	油分流出防止等の対策事項徹底、除害設備のタンク・グリストラップ清掃の強化、グリストラップ清掃の強化
協力会社等	中央食堂	2005/12/21	ノルマルヘキサン抽出物質	35	30	グリストラップ清掃が不十分	油分流出防止等の対策事項徹底、除害設備のタンク・グリストラップ清掃の強化、グリストラップ清掃の強化
協力会社等	レストランラトゥール	2006/1/27	ノルマルヘキサン抽出物質	47	30	宴会が集中したため	グリストラップ清掃の再度徹底、皿・調理器具の残留油分の拭き取りの徹底、従業員への意識徹底・教育、浮遊油分の吸着・除去の徹底
協力会社等	中央食堂	2006/1/18	ノルマルヘキサン抽出物質	49	30	除害槽の清掃が不十分	油分流出防止等の対策事項徹底、除害設備のタンク・グリストラップ清掃の強化、除害施設タンク内の流水清掃、グリストラップ清掃の更なる強化
協力会社等	中央食堂	2006/1/25	ノルマルヘキサン抽出物質	36	30	除害槽の清掃が不十分	油分流出防止等の対策事項徹底、除害設備のタンク・グリストラップ清掃の強化、除害施設タンク内の流水清掃、グリストラップ清掃の更なる強化
(不明)	(本部構内であるが特定に至らず)	2006/2/28	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.007	0.005	(汚染源の究明にいたらず)	関係教員・学生への注意喚起
協力会社等	吉田食堂	2006/3/8	ノルマルヘキサン抽出物質	35	30	厨房排水より油分が流入	油分流出防止等の対策事項徹底、グリストラップの吸い上げ清掃、厨房内側溝清掃の強化
〈病院構内〉							
協力会社等	外来棟1階コーヒーション	2006/3/2	BOD	980	600	食器洗浄機排水、飲み残し等が誤って大量に流れ込んだ	グリストラップの定期清掃、食器類の拭き取り等、排水負荷の低減を工夫するよう運用改善の指導
〈宇治キャンパス〉							
(不明)	(不明)	2006/1/14	シアン	0.62	0.5	(排水水質自動監視システムでごく短時間超過を確認)	宇治地区全教員に通告
〈桂キャンパス〉							
工学研究科(桂)	A1実験棟	2005/7/5	ノルマルヘキサン抽出物質	31	30	食品廃棄物が生活排水として投棄されたためと考えられる	グリストラップ清掃を週1回から週2回実施に変更
協力会社等	生協食堂	2005/10/4	BOD	870	600	厨房排水	汚水をごみとして廃棄、汚れを拭き取った後に流水で洗浄の実施

★ノルマルヘキサン抽出物質とは？

排水の水質基準では、「下水道法」により、鉱物油5 (mg/l) 以下、動植物油30 (mg/l) 以下と定められており、油分の定量法として「ノルマルヘキサン抽出法」がある。これは、排水をノルマルヘキサンと混合することによって、鉱物油や動植物油がノルマルヘキサン層に分配され、排水に含まれる油分が測定できるという方法である。このようにノルマルヘキサンにより抽出される物質を総称してノルマルヘキサン抽出物質という。

⇨データ集: キャンパス別 排水排出量、BOD関連データ、水質測定結果、基準値超過一覧



京都大学にはKUCRS（Kyoto University Chemicals Registration System）という大規模化学物質管理システムが導入されています。これは、京都大学にある化学物質等を、ネットワークによって一元管理し、それらの管理の労力、時間を節約するための支援ツールであり、京都大学の環境マネジメントシステムの一部も担っています。本報告書では、KUCRSの導入背景とその機能、特徴、そしてこのシステムの運用を通して構成員、特に学生の方々に学んでいただきたいことについて、KUCRS運営委員会委員長の木下知己助教授（工学研究科）にお話を伺いました。

1.KUCRSの導入背景

2006年1月現在、世界中で約10万種、日本では約5万7千種の化学薬品が市販、使用されており、それらの数は急激に増加しつつあります。しかし、それらのうち毒性等がはっきりと調べられているのは数%にしかすぎません。

大学等の教育・研究機関に存在する化学物質類は、一般的な企業と比較して、少量であるため、あまり問題視されてきませんでした。しかし、少量であっても非常に多品種であること、それらの大部分について潜在的危険性の検討がほとんどなされていないこと、様々な実験を行うため、使用の仕方が非定常的であることなどから、むしろ事故発生の危険性がより高いという認識が一般的になってきました。また、取扱者には、作業に習熟していない実習中の者が多いことにも十分留意しておかなければなりません。

さらに、たとえ微量であっても環境中に漏出した化学物質類が蓄積して、現在の深刻な地球規模の長期汚染を引き起こした一因になっていることも忘れてはなりません。こうした流れの中で、日本での法規制も変化し、MSDS交付制度に続いてPRTR法が施行され、大学における化学物質管理の実態の一部も公表されるようになりました。さらに、国立大学、研究機関の法人化に伴い法令の適用も厳格化されつつあります。

以上から、たとえ少量であっても管理を軽視することは許されないばかりでなく、むしろ大学に対して社会の模範となる管理、積極的な公開を行うことや化学物質類の管理に注意深い卒業生を社会に送り出すことが期待されていると考えることができます。

このような流れのなかで、KUCRSは、2002年2月に、環境マネジメントシステム検討の一環として、大学院工学研究科化学系研究室で、研究室の化学薬品類のネットワークによる一元管理システムの導入検討に端を発します。大学用に徹底的に改良された市販システムを、化学系約50研究室で運用が開始され、その後、カスタマイズを繰り返し、今日の約600台近い端末から構成される全学的な実用大規模システムとなっています。KUCRSは、東大、早大等の全学システムとして導入され、これまで10数大学で採用されており、さらに約20大学が導入検討に入っています。

2.KUCRSの機能と特徴

各研究室がKUCRSに登録を行うのは、基本的には

- 化学薬品購入時
- 化学薬品一瓶使用終了時
- 所持薬品が不用であるとの判断時
- 排出された実験廃液の外部業者への引き渡し希望時
- 廃液を外部業者に引き渡し終了時

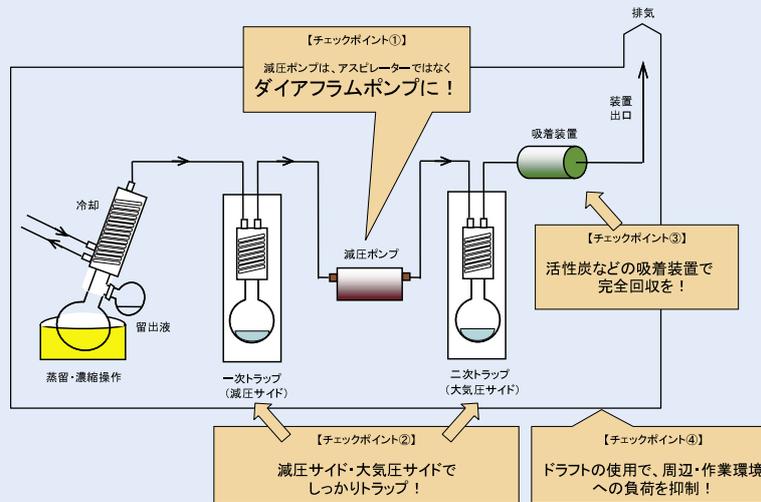
です。これらの登録によって、個々の研究室が所持している薬品の種類、量、保管場所、廃液の排出量等のデータがストックされ、そのデータを用いて法規制に則した提出資料の作成等を効率よく進めることが可能となります。そして、最も重要なのが、このように現状を把握することで、今後の京都大学の化学薬品に関する明確な管理方針を打ち立てる事が可能となる点です。



(KUCRSメニュー画面)

KUCRSの特徴を示すと以下のようになります。

- 化学物質等管理の労力、時間を節約するための支援ツール
- 独自のバーコードラベルによる極めて簡便で高効率の管理方式の採用
- 全ての教育研究用保有化学物質等（化学薬品、高圧ガス、実験廃液、特定廃棄物等）の一元管理
- 各種法規制に対応
- 約70万点の市販化学薬品データベースが構築済み
- 利用者の要望に即し、常に更新され続ける、柔軟な拡張性に富んだシステム。将来の各種LANシステムとのリンクへの発展も可能な拡張性がある
- 五重のデータ保存システム、突発的停電に対する保護機能、高度のセキュリティー機能等危機管理に対する十分な配慮
- 利用操作の利便性についても、入力画面を超簡易版と詳細版の二面が用意され教育的配慮もなされている。



2005年度、京都大学環境保全センターでは、全学の理系研究室を対象に有機溶媒回収装置の使用実態調査を行いました。ここで紹介します有機溶媒回収とは、濃縮、蒸留などを行う過程で環境中へ有機溶媒が漏出することを防止することであり、そのための上図で示したような一連のシステムを有機溶媒回収装置と考えております。減圧を得るためのポンプとその前後に溶媒を回収するための冷却トラップ、さらに完全回収のための活性炭などの吸着装置を付け、装置全体はドラフト内に置くことが望ましい形と言えます。

☆☆☆ 有機溶媒回収装置の使用実態調査について☆☆☆

背景

京都大学における実験排水系の定期測定の結果、有害物質であるジクロロメタンの基準値超過（2004年度で4件）が見られ、また、PRTR法（化学物質排出把握管理促進法）に基づく調査でも特にジクロロメタン、クロロホルムが大気へ多く排出されているという結果がでています。これらを踏まえ、排出原因のひとつと考えられる蒸留・濃縮操作における有機溶媒漏出防止装置の使用実態を把握し、排出抑制の対策を講じるための参考資料とすべく全学の有機溶媒を使用していると思われる研究室に対してアンケート調査を行いました。

結果

前年度のPRTR法に基づく調査を参考に、有機溶媒（クロロホルム、ジクロロメタン、トルエン、DMF：N,N-ジメチルホルムアミド、ベンゼン、キシレン）を使用していると思われる学内の272研究室に調査用紙を送付し、51%にあたる138研究室より回答を得ました。その結果の概要は、以下の通りです。

- ・ 回答が得られた全研究室で有機溶媒の使用が確認され、調査対象物質の中での使用量の割合は、クロロホルム（41%）、ジクロロメタン（41%）がほとんどで、次いでトルエン（12%）でした。有機溶媒回収装置を使用している研究室は、138のうち41研究室（30%）でした。
- ・ 減圧ポンプは、回収装置使用41研究室のうち、アスピレーター（5研究室：12%）、油回転真空ポンプ（11研究室：27%）、ダイアフラムポンプ（34研究室：83%）が使用されていることがわかりました。
- ・ 減圧ポンプの前後に設置するトラップについては、前後両方が7研究室、前のみ20研究室、後のみ12研究室という結果でした。
- ・ 吸着装置の使用は、5研究室（12%）でした。
- ・ 回収装置出口からの排ガスを、ドラフト経由で放出していたのは19研究室（46%）でした。

なお、同じ研究室で種類の異なったポンプの使用やトラップの設置方法など複数のシステムを使用している場合があるため、必ずしも調査の合計が研究室数と一致しません。

今後

- ・減圧ポンプに関しては、アスピレーターは、水栓直結式、循環式に関わらず、ジクロロメタンなどの低沸点化学物質が水中や大気中へ放出されやすいため、また油回転真空ポンプは溶媒の影響を受けやすいことなどから、これらを使用している研究室に対しては、耐蝕性に優れたテフロン材のダイアフラムポンプへの移行を推奨します。
- ・トラップの設置方法に関しては、溶媒蒸気からポンプを保護するためには前に設置することが常識的な方法といえますが、減圧下であると冷却しても低沸点の溶媒を完全に回収するのは難しく、むしろ耐薬品性ポンプを用いて後の大気圧下に設置した方が回収効率がよいという結果も出ています。そして、もっとも望ましいのはポンプの前後に設置することです。
- ・吸着装置に関しては、トラップと一体型の市販品を使用している研究室もありました。環境への負荷を少しでも減らすため完全回収を目指しましょう。
- ・ドラフトの使用に関しては、装置出口からの排ガスをドラフト経由で放出するのが望ましいといえますが、さらには装置全体をドラフト内に置いて使用すべきと考えます。作業環境や安全面からも大切です。

今後、有機溶媒回収装置を使用している研究室に対しては、さまざまな機会や広報を通して適切な装置の選択と使用方法がなされているかの確認・見直しを行っていただくとともに、継続的にさらにきめ細かな調査を進める予定です。