

環境

年報

2015 Vol. 20

早稲田大学環境保全センター

WASEDA UNIVERSITY ENVIRONMENTAL SAFETY CENTER

「環境」Vol.20 目次

巻頭言

- 大学の環境安全を先導するセンターの取り組み
環境保全センター所長 平沢 泉 ----- 1

話題提供

- 本学の実験系廃棄物の現状および処理委託状況について
環境保全センター 清水 健弘 ----- 2
- 移動型局所排気装置の開発による作業環境改善に向けた試行実験
環境保全センター 齊藤 純一
森下美沙緒
佐竹 弓月
松尾 亜弓 ----- 5

センター利用者報告

- 硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度特性および析出挙動の研究
先進理工学研究科 応用化学専攻 平沢・小堀研究室博士後期課程3年 猪村 直子 ----- 8
- 2014年度 分析室 施設利用者の研究テーマ・利用内容 ----- 11

2014年度業務報告

- 年間活動日誌 ----- 15
- 実験系廃棄物処理 ----- 17
- 定期排水分析他 ----- 18
- 教育・研究支援 ----- 19
- 化学物質管理 ----- 20
- 作業環境測定 ----- 21
- PRTR制度および東京都環境確保条例対象物質の集計結果 ----- 22

対外活動報告

- 私立大学環境保全協議会活動報告 ----- 23

組織

- センターの組織 ----- 25

巻頭言

大学の環境安全を先導するセンターの取り組み

環境保全センター 所長 平 沢 泉

私は、2014年9月より前所長の常田聡先生より引き継ぎ、環境保全センター所長を務めております。実は、早稲田大学に入学したのは、国内の水や空気をきれいにしたいとの強い信念があったからで、このたび伝統のあるセンターの9代目の所長になったことは、大変感慨深く、かつ光栄であります。また、歴代所長の顔ぶれを見ますと身の引き締まる思いです。

この10ヶ月センターの仕事そしてスタッフの皆様の活躍を直に拝見し、その仕事の重要性、多様さ、忙しさを痛感するとともに、大学の環境安全を先導する必要性を再認識した次第です。

その仕事の主なものを挙げると以下になります。

- ① 実験廃棄物の処理（収集、管理、分析、処理委託など）：実験廃棄物は、無機系、有機系、感染性などの多様なものがあり、その搬入量の把握、管理や処理委託の適正化に努めています。
- ② 定期排水分析、作業環境測定（既設排水の定期監視、作業環境分析、改善指導など）：全学の該当施設排水を採取・分析し、定期的監視を行っています。基準超過した場合は、超過の周知と、注意喚起を実施している。必要に応じて原因の調査も行います。作業環境測定では、有機溶剤・特定物質を6ヶ月に1回実施するとともに、空気中の金属調査、個人暴露測定も行っている。
- ③ 化学物質管理およびPRTR（薬品、高圧ガス管理、化学物質管理 CRIS、化学物質の取り扱いに関する講習会など）：薬品、高圧ガス管理とともに、化学物質管理としてのCRISの適正な運用で、薬品の定量的な流れを把握しています。また化学物質に関する環境保全・安全講習会を実施し、約1,500名が参加している。
- ④ 教育・研究支援（分析コンサルティング、学内外各種依頼分析、安全eラーニング）：学内の依頼分析、分析相談、大学院生、4年生のための分析講習会など、活発な研究教育支援をしている。
- ⑤ 私立大学環境保全協議会：全国の私立大学による環境保全をキーワードにした協議会の事務局として、大学の環境保全・安全意識の涵養に貢献している。
- ⑥ 情報発信（年報「環境」の発行、利用の手引き、ニュースレター配信、ホームページ、学内外 施設見学対応）：センターの活動は、年報、ニュースレター、ホームページで発信していますので、ご覧いただけたら幸いです。

以上のように、本学の環境安全に関する様々の業務を進めております。もちろんセンターのみならず、教職、学生の環境に配慮できる意識を高めることが、大学の環境を向上させるのに不可欠なことは言うまでもありません。

センターの運営に関しましても、年2回運営委員会を開催して、審議決定するとともに、所長の諮問機関として専門委員会を構成し、それぞれの分野の専門知識を活かして、適切な助言をいただいています。

就任した10ヶ月の間、本学学生のみならず、高校生、小学生、また環境研修に来た中国の大学や韓国の大学職員など、大勢の方が当センターを見学され、その運営や管理システムの先進性に深い関心を示しておりました。

このように、当センターは、輝かしい伝統を背景に、さらに上を目指して、国際的にも大学の環境を先導すべく、スタッフ一同精進いたしますので、当センターへの活動や協力にご支援いただければ幸いです。

本学の実験系廃棄物の現状および処理委託状況について

環境保全センター 清水 健 弘

1. はじめに

廃棄物の処理および清掃に関する法律（以下、廃掃法という）では第3条において「事業者は、その事業活動に伴って生じた廃棄物を自らの責任において適正に処理しなければならない。」と定められている。教育・研究活動により発生する実験系廃棄物は、産業廃棄物もしくは特別管理産業廃棄物に該当し、自らの責任において適正に処理することが求められている。自らの責任において適正に処理する方法は、排出事業者が自ら処理施設を設置して処理を行う方法と、専門業者に処理を委託する方法の2通り挙げることができる。本学では、1979年12月の環境保全センター設立以来、自ら設置した廃液処理装置にて処理を行ってきたが、段階的に運用を見合せ、2001年より学内で発生する全ての実験系廃棄物を専門の廃棄物処理業者へ委託する体制へ移行し現在に至っている。本稿では、本学の実験系廃棄物の現状および学外業者への処理委託状況に関して概要を述べる。

2. 実験系廃棄物の発生状況

本学で発生する実験系廃棄物は、大きく4種類（無機系、有機系、感染系、その他（バッテリーなど））に分類を行っている。そのうち、無機系、有機系、感染系は28種類に細分化し、研究室や実験室はいずれかの区分に分別した上で、当センターへ搬入を行っている。

研究室や実験室から当センターへ搬入された実験系廃棄物（図1）は、近年増加の一途を辿り、2014年度の搬入量は約68万リットル（固体廃棄物は容積に換算した）となっている。特に、2008年度は2007年度と比較し10万リットル超えの増加となっており、これは2008年度に東京女子医科大学との連携施設である先端生命医科学センターが設立されたことによる。その後の増加の理由としては、外部資金獲得に伴う研究活動の活発化が主要因と推測される。なお、本学実験系廃棄物の特徴として有機固体の割合が多いことを挙げることができる。有機固体は、P区分（少量の薬品が付着したプラスチック製器具など）とS2区分（高分子化合物・樹脂など）の合計値となっており、P区分は毎年95%以上の高い割合を占めている。

3. 本学の処理委託管理体制

①実験系廃棄物の集約

本学では、九州地区等一部キャンパスで発生する実験系廃棄物を除いて、全て当センターに集約させてから廃棄物処理業者に処理委託を行っている（図2）。当センターへ実験系廃棄物を搬入する際には、当該実験系廃棄物と合わせて実験系廃棄物処理依頼伝票兼化学物質管理票（以下、処理依頼書という）を提出する。当センターへの搬入後、当センタースタッフが実験系廃棄物の受入確認を行い、廃棄物管理システムに情報の登録

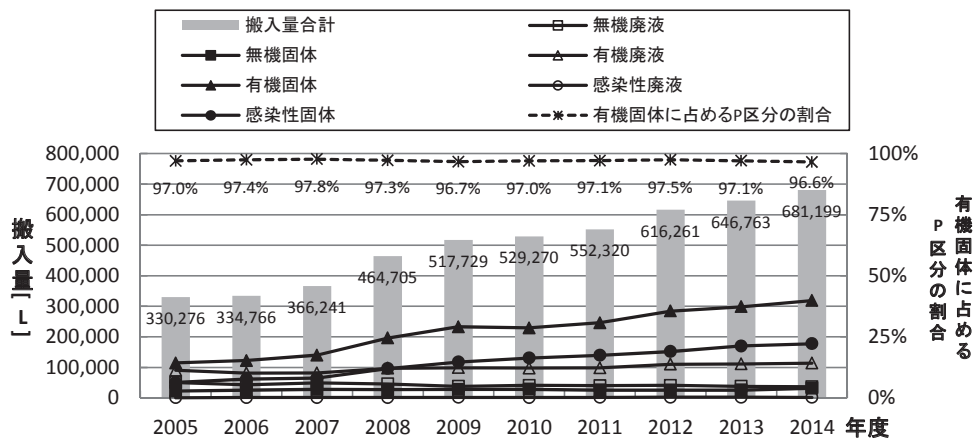


図1 実験系廃棄物の搬入量推移

を行う。実験系廃棄物管理システムは本学独自に採用しているシステムであり、各種資料作成のための集計の他、PRTR 等行政報告にも活用している。

西早稲田キャンパスで発生する実験系廃棄物に関しては、当センターに実験系廃棄物を直接搬入するルールとなっている。西早稲田キャンパス以外の新宿区内の各キャンパスおよび所沢キャンパス、本庄キャンパス、高等学院は当センターへの直接搬入が困難なことから大学のトラックを利用して当センターへの持込を行っている。頻度はキャンパスにより異なるが、およそ2週間から半年に一回程度となっている。なお、学内トラックを利用して当センターに実験系廃棄物を搬入することが困難な九州地区等一部のキャンパスは、電子マニフェストの発行に関する事務等を当センターで行い、収集運搬業者への搬出の際は、現地職員立会いのもと行う体制を整えている。

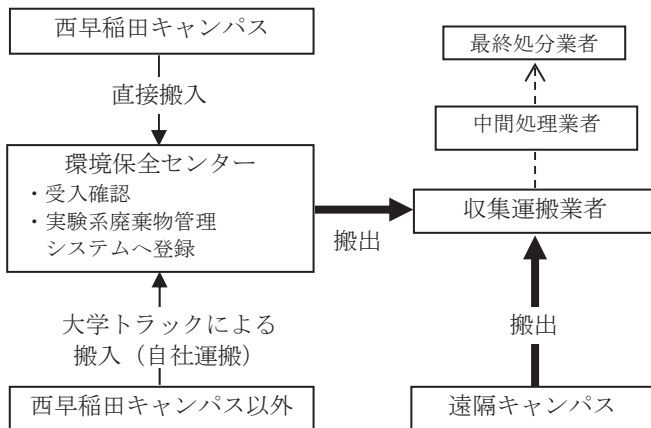


図2 各キャンパスの実験系廃棄物集約の流れ

②実験系廃棄物の学外業者への処理委託

本学での実験系廃棄物の学外委託の流れ（概要）を図3に示した。収集運搬から最終処分まで何らトラブルが発生することなく、処理が適正に行われることが理想であるが、その過程にはさまざまなリスクが存在する。例えば、廃棄物流出、不法投棄、事故、火災などのリスクを挙げることができる。本学では排出事業者として、これらのトラブルを未然に防ぐよう、関係法令に従い処理委託を慎重に行っている。

●委託業者の選定について

処理を委託するためには、信頼できる委託業者を選定することが必要となる。現在、本学では廃棄物の特性に応じ複数の収集運搬業者および廃棄物処理業者（中間処理業者）に委託している。業者の選定にあたっては、委託コストも重要であ

るが、法律を遵守した適正な処理を行う業者であるかを見極めることが最も重要である。委託業者を選定するにあたり、本学が確認または参考にしている主なものを以下に示す。

- ・都道府県知事等が発行した許可証の確認（新規取引の場合は必ず原本を確認）
- ・委託施設の現地確認
- ・優良産廃処理業者認定制度（環境省）や優良性基準適合認定制度（東京都）の認定状況の確認
- ・年一回の相見積の実施および委託量の見直し
- ・委託業者に対して調査票を用いた自己申告書作成の依頼（調査票は（社）全国産業廃棄物連合会発行の産業廃棄物処理業者チェックリストを参考に作成）
- ・委託業者の行政処分情報の確認など

●委託契約書の締結（図3①）

産業廃棄物の処理委託にあたっては、都道府県知事等から許可を受けた収集運搬業者および中間処理業者に委託する必要がある。廃掃法では、委託契約が適正に行われるよう、委託基準が定められており、委託基準に従って契約を締結することが義務付けられている。排出事業者は収集運搬業者および廃棄物処理業者それぞれと二者間で書面による委託契約書を締結することが必要であり、これも委託基準の一つに挙げることができる。また、本学では一度締結した契約書であっても最新の法令に適合していることの確認などの見直しを定期的に行っている。

●排出事業者からの情報提供（図3②）

処理依頼書は、三枚複写式となっており、廃棄物の明細については研究室や実験室の担当者が記入する。記入した明細は一部の区分を除いて三枚目が当該廃棄物とともに中間処理業者へ送付され、中間処理業者において処理方法を決定する重要なデータとなる。万一、明細に記載されている内容と当該廃棄物の内容が著しく異なり、そのことが直接の原因で中間処理施設における事故や火災が発生した場合、排出事業者にも一定の責任が生じる恐れがある。そのため、毎年年度初めに開催している当センター主催の学内説明会においては、廃棄物の明細を正確に記入することの重要性を説明している。このような排出事業者から廃棄物処理業者への廃棄物の情報提供は、環境省よりWDS（廃棄物データシート）ガイドラインとして示されているが、本学においては前述の処理依頼書により、中間処理業者への情報提供を行っている。

●電子マニフェストの活用 (図3 ③)

冒頭にも述べたとおり、廃棄物は自らの責任において適正に処理をする必要があります。搬出事業者は収集運搬業者へ廃棄物を引き渡した後においても、最終処分が適正に実施されるまでその責任が課される。本学では、電子マニフェストを用いて収集運搬業者へ引き渡し後の一連の工程を確認している。なお、電子マニフェストは従来の紙マニフェストに代わるものであり、本学の実験系廃棄物については2009年から電子マニフェストの利用を開始し、2013年に全て電子マニフェストによる運用へ移行した。

●処理状況の現地確認 (図3 ④)

現在、本学が委託している中間処理業者は北海道から九州に及ぶ。本学では、おおむね3年に1回を目安に現地での確認を行っている。これは、廃掃法12条第7項で努力義務とされている項目である。実際の現地確認の際は、事前に委託各社に申告頂いた調査票に基づき、目視確認、ヒアリングを実施している。特に新規に取引する委託業者の場合は、現地確認は欠かせない項目となっている。

4. まとめ

本学の教育研究活動により発生する実験系廃棄物の適正処理を考えるにあたり、廃棄物発生から処理委託までの一連の工程は、大きく二つの段階に分けることができる。

第一段階は学内に関する部分である。実験系廃棄物発生段階での正確な分類や処理依頼書による記入は現に教育研究活動を行っている学生がその主体となることから、学生自身の意識を高めることが必要となる。処理依頼書を正確に記入することは、結果として排出事業者から廃棄物処理業者への正確な情報提供へと繋がり非常に重要な位置付けとなっている。このことは、毎年開催している学内説明会において強調しているが、学生は毎年卒業し入れ替わりが起るため今後も継続していく必要がある。なお、学生への説明の際には、実験系廃棄物の法律での位置付けや当センターへの搬入後の処理委託状況について写真を交えてわかり易く説明するなど、学生に対しても排出事業者の一員としての当事者意識を高める工夫をしている。

第二段階は委託に関する部分である。収集運搬から最終処分までの一連の工程が適正に行われるためには、排出事業者も一定の関係法令の知識を持ち合わせた上で、処理委託を行うことが必要である。さらに、日頃から排出事業者と委託業者は双方でコミュニケーション取り、互いの信頼関係を高めることが望ましく、結果としてさまざまなリスクに対して抑止力として働き、適正処理に繋がるものと考えられる。

本学の社会的責任を果たすべく、当センターが関係法令に則った適正な実験系廃棄物の処理委託を継続していくことが必要であるが、これを排出事業者のみで行うことは困難である。一連の処理工程においては、多くの人の関わりがあることを忘れてはならず、排出事業者は委託業者に対して廃棄物に関する正確な情報提供を行うなどできる限りの協力を行う姿勢が必要である。今後とも当センターに対する委託業者のお力添えをお願いし、本稿を終了としたい。

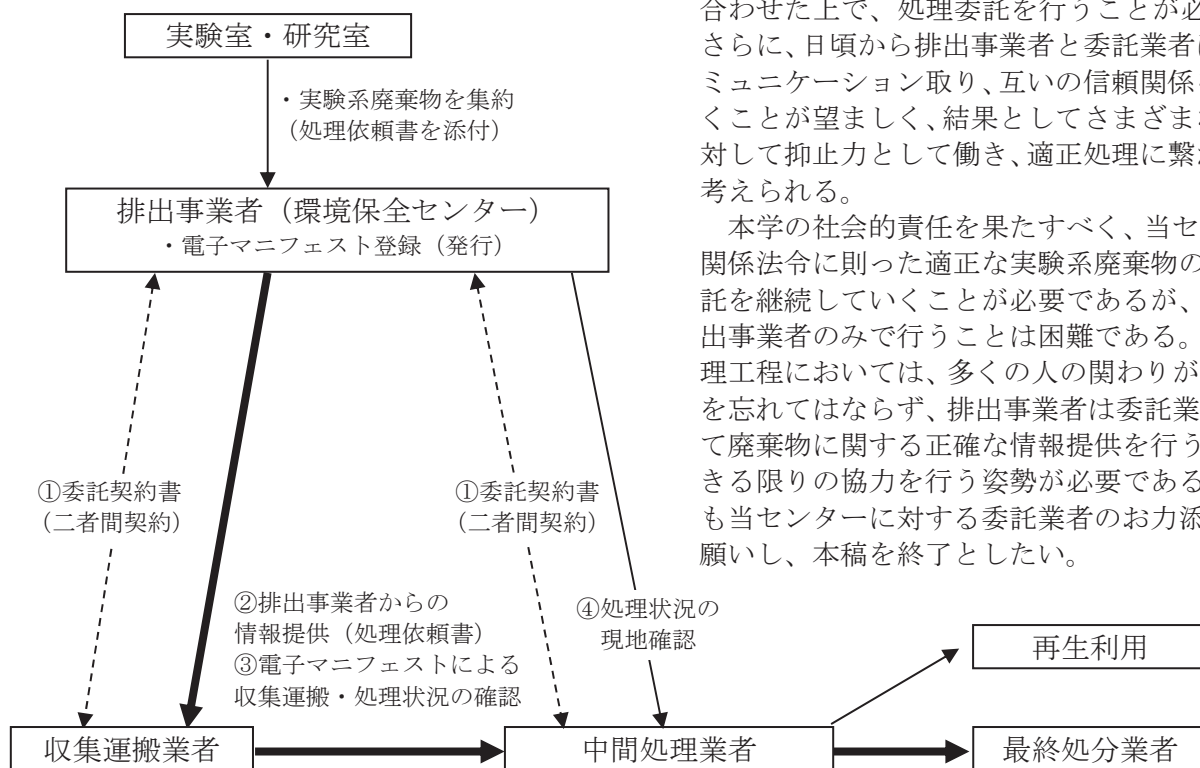


図3 実験系廃棄物の学外委託の流れ (概要)

移動型局所排気装置の開発による作業環境改善に向けた試行実験

環境保全センター ○ 斉 藤 純 一
森 下 美沙緒
佐 竹 弓 月
松 尾 亜 弓

1. はじめに

環境保全センターでは労働安全衛生法第 65 条に定められる作業環境測定を 2010 年より実施している。現在は研究室や実験室を対象として有機溶剤と特定化学物質の測定を行い、管理が不十分と評価された場合には原因の究明、個人曝露濃度の調査等を始めとした環境改善にも着手している。

測定と改善提案を始めてから第二、第三管理区分が徐々に減少する成果を上げているが、カラムクロマトグラフィーやエバポレータを用いた分離濃縮作業等を日常的に行う研究室では良好な環境を維持することが困難であるという実情も得ている。これは、作業性や器具・装置の寸法等の理由から、ドラフトチャンバー内ではなく一般の作業エリアにて作業を行わざるを得ない背景に起因しており、法令上問題のある状態である一方、国内の多くの大学で同様の状況が続いており改善が急務となっている。

上記の課題を踏まえ、作業内容によらず有害物質から人を守るための移動型局所排気装置を試作し、その性能評価を試みた。本報告では該当試作機の基本構成、実験方法、結果と考察、そしてまとめとして今後の展望を記す。

2. 移動型局所排気装置の開発

ヘキサンやクロロホルムのカラムクロマトグラフィーにおいて第二、第三管理区分となるケースが多いことを考慮し、カラムクロマトグラフィーへの適用を前提とした。基本的な構成としてはファンによって目的成分を吸引して活性炭フィルターに吸着させる方式を採用しており、ファンの効果を高めるためにアクリル板で実験系の半面を囲う外観となっている。なお、ファンの吸引流速は吸引面から 50 mm 地点で 80 cm/s、100 mm 地点で 35 cm/s、400 mm 地点で 10 cm/s である。

3. 実験方法

ヘキサン、エチルエーテル、アセトン、トルエン、酢酸エチル、ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素の 8 種混合溶液を作成し（表 1）、1 時間カラムに流しながらカラム下端にて活性炭管を用いてサンプリングした（図 1）。この時、吸引速度は 200 mL/min で 10 分間ずつの捕集とし、捕集後は活性炭をバイアル瓶に入れ、二硫化炭素を 1 mL 添加し、1 時間振動脱着させ、その上澄み液を定量分析した（島津製作所 GCMS-QP2010Ultra, Column: InertCap 1MS）。

更に、特に使用頻度の高いヘキサンとクロロホルムについては単物質として同実験を行い、カラム下端に加えて呼吸域（カラムから 300 mm）、カラム上端（300 mm 上方）の三地点にて測定した。

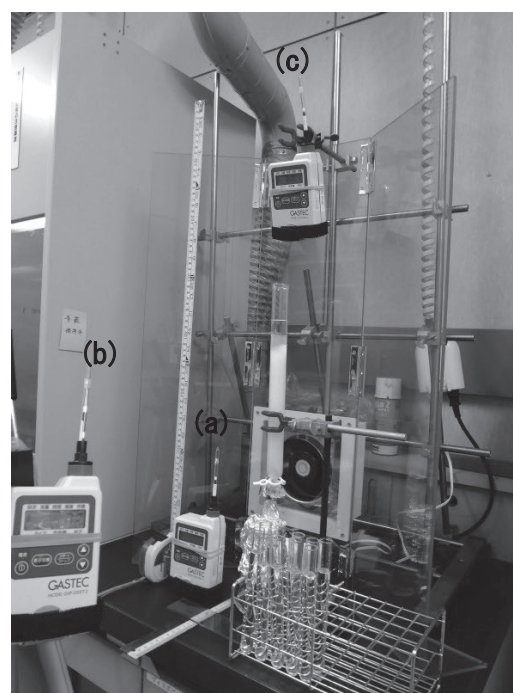


図 1. 装置外観とサンプリングの様子
(a) カラム下端、(b) 呼吸域、(c) カラム上端

表 1. 使用した有機溶剤の特性

選定物質	分子量 g/mol	沸点 ℃	密度 g/mL	管理濃度 ppm
ヘキサン	86.18	69.00	0.655	40
エチルエーテル	74.12	35.00	0.713	400
アセトン	58.08	56.50	0.788	500
トルエン	92.14	110.63	0.867	20
酢酸エチル	88.11	77.10	0.897	200
ジクロロメタン	84.93	40.00	1.327	50
クロロホルム	119.40	61.20	1.480	3
四塩化炭素	153.82	76.80	1.584	5

4. 結果と考察

図2に各物質の移動型局所排気装置稼働時(ON)と停止時(OFF)のカラム下端における60分平均濃度を示す。物性の差によって拡散の程度が異なることで濃度レベルが物質毎に異なるものの、全ての物質で稼働時では停止時よりも濃度が減少している。平均濃度の減少率は $38.82 \pm 12.80\%$ (平均±標準偏差)で、移動型局所排気装置の環境改善に関する一定の効果を確認することができる。

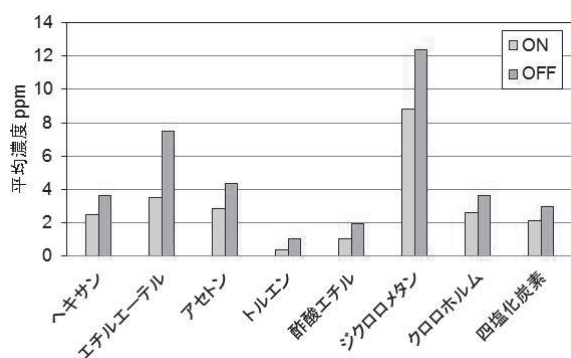


図 2. 各物質の移動型局所排気装置稼働時(ON)と停止時(OFF)のカラム下端における平均濃度

次に、図3にてヘキサンとクロロホルムを単物質として用いた場合の挙動について論じる。1時間のカラムクロマトグラフィーを10分ずつ6回に分けて捕集したが、時間帯によって特に停止時(OFF)で濃度のばらつきが大きい。この原因は、カラムクロマトグラフィーは溶液を継ぎ足す作業が複数回必要であり、その作業時に呼吸域を中心として有害物質が拡散してしまうことによると考えられる。一方、稼働時(ON)においても同様に継ぎ足しの作業は行われるが、移動型局所排気装置の吸引効果によって濃度の増加は比較的抑制されることが示唆される。しかし、クロロホルムのカラム上端における濃度では停止時よりも稼働時の方が高濃度になっている場合もあることから、移動型局所排気装置の効果は限定的であり、必ずしも任意の地点における有害物質濃度を

減少させることができるとは限らないことが明らかとなった。

ここで、時間帯によって大きく濃度が増減することを考慮し、前述した8種混合溶液と同様に60分平均濃度を求め、60分平均濃度減少率を算出した結果を表2に示す。

表 2. 各測定点における60分平均濃度減少率(%)

	カラム下端	呼吸域	カラム上端
ヘキサン	97.14	67.50	72.20
クロロホルム	87.40	35.25	1.16

測定点毎の差に着目すると、ヘキサン、クロロホルムともにカラム下端における濃度減少率が最も高く、ファンに近いほど濃度抑制効果が高いことが分かる。ここで、図2の結果に比べて大きな差が生じていることが明らかであるが、8種混合溶液の場合では他の物質との相互作用により、単物質の場合と挙動が大きく異なることが考えられる。実際の操作ではヘキサンと酢酸エチルの混合溶媒を用いた作業が多いため、複成分系における挙動を追及することも重要と考えられる。

ヘキサンとクロロホルムの物質間の差も顕著であり、呼吸域では濃度減少率に約二倍の差がある。また、カラム上端のクロロホルムに関しては稼働時と停止時の差がほとんどないことが分かる。すなわち、ヘキサンを始めとした分子量や密度が小さい発散しやすい化合物については移動型局所排気装置による大きな効果を見込むことができる一方、クロロホルムを始めとした分子量や密度が大きく発散しにくい化合物については極めて限定的な効果しか期待できないことが明らかとなった。

作業環境管理としては「管理濃度を超えないこと」が重要であり、その面から今回の結果を捉えると、ヘキサンについては移動型局所排気装置が停止されている場合、カラム下端にて管理濃度を大きく超えている。しかし移動型局所排気装置を稼働する場合は管理濃度を充分下回るため問題はなく、本実験の範囲において移動型局所排気装置の有用性は大きいことが言える。一方、クロロホルムについては全ての測定において管理濃度を超過しているため、濃度減少率の大小に関わらず当初の目的を達成しえないことが判明した。より効果的な環境改善を目指すべく、ファンの吸引性能向上、ハニカムやフランジの設置を始めとした吸引効率向上により移動型局所排気装置の高性能化が必須である。

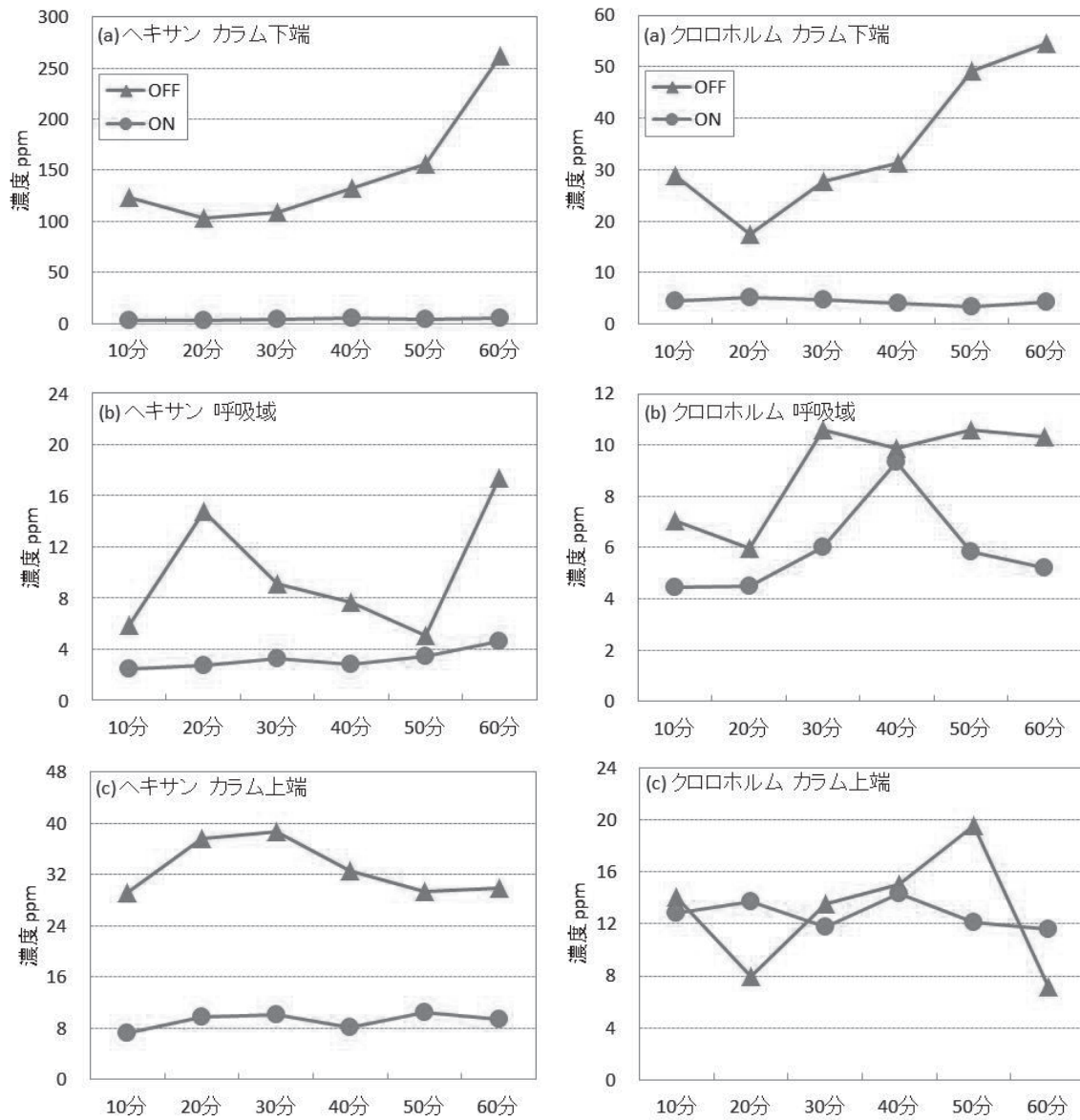


図3. ヘキサンとクロロホルムのカラムクロマト実験における三地点の濃度の経時変化

5. まとめ

本学の実験環境の改善を目的として移動型局所排気装置の開発を行い、その性能評価を試みた。カラムクロマトグラフィーを対象として有用性を確認したところ、当該装置の高い有用性が認められ環境改善の一助になることが期待される一方、その範囲は限定的であり、使用する物質に依存する。現状、本実験の範囲においてはヘキサンを始めとした比較的発散性の良い物質には効果的であるが、発散性の悪い物質には効果が低い。今後は移動型局所排気装置の抜本的な性能向上を達成すべく、使用機材の更なる選定、吸引効果を高める工夫を施したい。更に、より実用性の高

い移動型局所排気装置を開発した暁には環境改善が難しい実験室等に設置し、全ての実験室で第一管理区分を達成することで安全・安心なキャンパスの構築に役立てること、それによって環境保全センターの存在意義を高められることを心より望む。

硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度特性および析出挙動の研究

先進理工学研究科 応用化学専攻 平沢・小堀研究室博士後期課程3年 猪村直子

1. はじめに

平沢・小堀研究室では、物質の分離操作の一つである晶析法を用いて種々の条件下における標的化合物の析出挙動や生成した結晶の形状、構造および粒径分布の分析を行っています。目的物の結晶を得るためには、まずその化合物の溶解度を調査する必要があります。さらに、結晶の析出過程を分析する上では標的物質の経時的な濃度測定が欠かせません。すなわち、濃度分析は研究の基盤であり重要なツールでもあります。したがって、有機化合物から無機化合物まで様々な対象物質の濃度分析を行える環境保全センターには、研究室一同大変お世話になっております。

今回は筆者の研究概要をご説明しながら、センターを利用することで蓄積できたデータを、今年の Asian Crystallization Technology Symposium 2014 で行ったポスター発表および最近発表した論文(N. Imura, and I. Hirasawa: *Chem. Eng. Technol.*, 38, 1042-1046, 2015) に基づきご報告いたします。本研究では、有機酸の一種であるシュウ酸(**Figure 1**)の結晶化すなわち晶析現象を対象とし、硫酸水溶液系におけるシュウ酸の溶解度特性や生成した結晶の評価を行いました。この実験条件は硫酸を含んだ特定の廃水をモデルとして、そこからシュウ酸を回収することを想定しています。実廃水を意識し、硫酸水溶液にアルミニウム(Al)イオンを添加した系でも実験をしました。系中のシュウ酸および硫酸はイオンクロマトグラフ(IC)にて、Al イオンは ICP-OES にて濃度測定をしました。

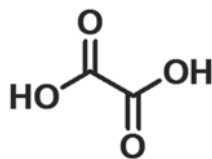


Figure 1. シュウ酸の構造式

2. 研究背景

一般的に、工場などから生じる廃水中の成分は、その種類や有用性によらずまとめて処理され汚泥として廃棄されます。一方、近年では廃水中の有価物の回収が注目され、リン¹⁾、フッ素²⁾、有機化合物³⁾など所望の溶質成分を選択的に分離する手法が確立されています。すなわち、資源の有効利用という観点からリサイクルを考慮した水処理プロセスの需要が高まっています。

また、半導体や建材の製造プロセスなど、金属の表面

処理後には無機酸および有機酸を多く含んだ廃水、すなわち廃酸が多量に発生します。廃酸は危険で扱いづらいため中和沈殿処理が一般的です。廃酸中からの有価物回収については需要がありながら報告例が少なく、学術的にも興味深い分野です。そこで、本研究は硫酸性廃酸を標的とし、晶析法を用いて廃酸中の有価物を選択的に回収することを目的としています。対象とする廃酸はシュウ酸、硫酸および Al イオンを含みます。したがって、晶析によりシュウ酸と硫酸アルミニウムが生成します。シュウ酸は金属の表面処理や食品添加物までその用途は広く、硫酸アルミニウムも水処理薬や消火剤として利用されている有用な物質です。

研究のポイントは、廃酸を想定した複雑な溶液条件下で、シュウ酸や硫酸アルミニウムの溶解度や生成する結晶がどのような影響を受けるか調査することです。なぜなら、共存物質の有無によって標的物質の溶解度や結晶の形状は変化することが考えられるためです。標的物質の結晶の析出機構を解明するためには、結晶核が生成するまでの時間や、その核が大きく成長するまでにかかる速度の分析が重要となります。また、回収をテーマとしているため、結晶純度の分析も重要な課題です。

本報告では特に、廃酸からの選択的なシュウ酸回収を想定し、硫酸水溶液中におけるシュウ酸の溶解度や生成した結晶に関して得られた知見をまとめます。

3. 実験方法

3.1 硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度測定

Table 1 のように各濃度の硫酸を調製し試験管(**Figure 2**)に入れ、各温度において十分量のシュウ酸を加えました。**Figure 2** に示す実験装置では、一度に 5 種類の温度条件を同時に制御することができ溶解度の温度依存性調査に最適です。シュウ酸が各温度で沈殿していることを確認し、20 時間後に水溶液の上澄みを採取しフィルターろ過しました。ろ液を 10^4 倍に希釈したのち、IC にてシュウ酸および硫酸の濃度を測定しました。

Table 1. 実験条件

H ₂ SO ₄ aq.	[molL ⁻¹]	0, 1.4, 3.0, 6.0
溶液量	[ml]	100
設定温度	[°C]	5, 10, 20, 30, 40, 50

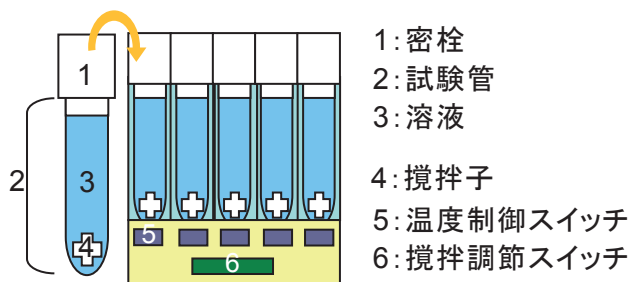


Figure 2. 実験装置図

3.2 Al 共存下、硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度測定

Table 2 のように各濃度の硫酸水溶液を系中の Al イオン濃度が 3 g L^{-1} になるように硫酸アルミニウムを添加して調製しました。その水溶液を試験管(Figure 2)に入れ、各温度において十分量のシュウ酸を加えました。シュウ酸が各温度で沈殿していることを確認し、20 時間後に水溶液の上澄みを採取しフィルターろ過しました。ろ液を 10^4 倍に希釈したのち、シュウ酸および硫酸の濃度を IC にて、Al イオン濃度を ICP-OES にて測定しました。

Table 2. 実験条件

H ₂ SO ₄ aq.	[mol L ⁻¹]	0, 1.4, 6.0
溶液量	[ml]	100
設定温度	[°C]	5, 10, 20, 30, 40, 50

3.3 シュウ酸の冷却晶析

超純水中および 6.0 mol L^{-1} 硫酸水溶液中にて、シュウ酸の冷却実験をしました。実験条件を Table 3 に、実験装置を Figure 3 にそれぞれ示します。生成した結晶は吸引ろ過後、単結晶構造解析をしました。

Table 3. 実験条件

硫酸水溶液	[mol L ⁻¹]	0	6.0
	[ml]		300
シュウ酸	[g]	93	27
初期温度	[°C]	60	55
最終温度	[°C]		40
40 °C での過飽和比	[-]	1.6	1.5
晶析槽の直径	[cm]		8.0
攪拌翼の直径	[cm]		3.5

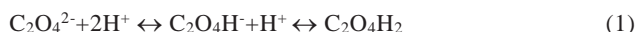


Figure 3. 晶析装置図

4. 実験結果

4.1 硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度

硫酸濃度が 0, 1.4, 3.0 および 6.0 M の水溶液中におけるシュウ酸の溶解度を Figure 4 に示します。シュウ酸の溶解度は、硫酸濃度が高くなるにつれて、低くなる傾向が見られました。これは、硫酸濃度の上昇に伴い、化学種がシュウ酸イオン、シュウ酸水素イオン、シュウ酸へと変化することで、溶解度が低下したためだと考えられます(式(1))。



また、シュウ酸の溶解度に及ぼす硫酸濃度の影響が、 3.0 M 以上では小さくなりました。これはシュウ酸の解離段階が 3.0 M 付近に存在するためだと考えられます。

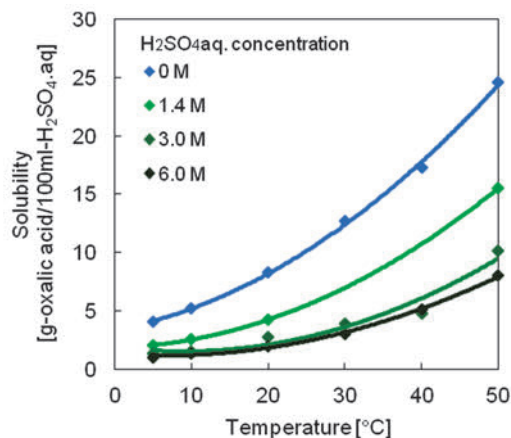


Figure 4. 純水および硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度と温度の関係

この結果から、廃水中からシュウ酸を回収する上では、系中の酸濃度が高いほど回収率が上がることが示唆されました。

4.2 Al 共存下、硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度測定

Al イオンが 3 g L^{-1} かつ硫酸濃度が 0, 1.4 および 6.0 M である水溶液中における、シュウ酸の溶解度を Figure 5 にてドットで示します。Figure 5 中の点線は Figure 4 で示した硫酸濃度が 0, 1.4 および 6.0 M である水溶液中での

シュウ酸の溶解度を示します。両者を比較すると、Al³⁺イオン濃度が 3 g L⁻¹ 存在しても、シュウ酸の溶解度には大きな変化は見られませんでした。

現在はこの溶解度データに基づき、Al³⁺ を添加した硫酸水溶液中でシュウ酸を析出させ、Al³⁺ がシュウ酸結晶に取り込まれないかどうか、結晶純度に関して研究しています。

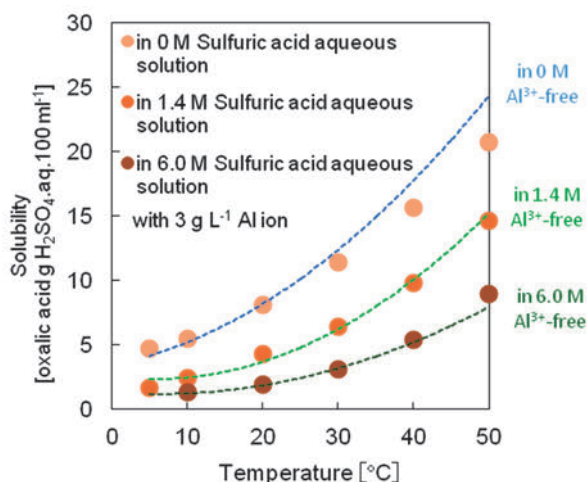


Figure 5. 純水および硫酸水溶液中でのシュウ酸の溶解度と温度の関係 (Al³⁺イオンを添加した場合)

4.3 シュウ酸の冷却晶析

40 °C における過飽和比が 1.5 付近のときの、純水中および 6.0 M 硫酸水溶液中で冷却晶析により生成したシュウ酸結晶を Figure 6 に示します。

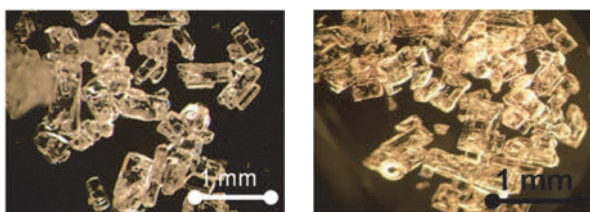


Figure 6. 冷却晶析により得られたシュウ酸二水和物結晶 (左: 純水中、右: 6.0 M 硫酸水溶液中より得られた結晶)

両系中からも柱状の結晶が得られましたが、純水中に比べて 6.0 M 硫酸水溶液中からの方が長軸・短軸ともに大きな柱状結晶が生成しました。これは、硫酸添加の影響により Figure 4 に示すように 6.0 M 硫酸水溶液中ではシュウ酸の溶解度曲線が純水中よりも緩やかになるためだと考えられます。

また、シュウ酸は二水和物が安定形ではありますが、6.0 M の高濃度の硫酸水溶液中からも二水和物結晶が得られたのかを確認するために、これらを単結晶構造解析にて分析しました。その結果、どちらもシュウ酸二水和物であることがわかりました。

今後の焦点は、晶析過程におけるシュウ酸濃度および

結晶粒径の経時的観察です。現在は硫酸濃度や Al³⁺イオン濃度の影響によって、シュウ酸結晶の核化や成長速度がどのように変化するか調査しています。

5. 結言

- ・シュウ酸の溶解度は硫酸の添加により低くなる。
- ・硫酸水溶液中においても、Al³⁺イオンが 3 g L⁻¹ 添加された系ではシュウ酸の溶解度は変動しない。
- ・純水中および 6.0 M 硫酸水溶液中に関わらず、冷却晶析ではシュウ酸二水和物が得られる。

6. さいごに

本研究ではシュウ酸、硫酸および Al³⁺イオン濃度の測定が不可欠であり、イオンクロマトグラフ担当の中川様と ICP 発光分析担当の村井様には日頃より、誠にお世話になっております。

環境保全センターの職員やスタッフの皆様を支えられ、恵まれた実験環境で研究を行っております。今後とも、何卒よろしくお願ひ申し上げます。

参考文献

- 1) Kazuaki Shimamura, Izumi Hirasawa, Hideyuki Ishikawa and Toshihiro Tanaka, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, **2006**, vol. 39, No. 10, 1119-1127.
- 2) Yoshiharu Shimizu and Izumi Hirasawa, *Chemical Engineering Technology*, **2012**, 35, No. 6, 1051-1054.
- 3) Jose Manuel Domingues, Jose Manuel Salgado, Noelia Rdrigues and Sndra Cortes, *Journal of Science Food Agriculture*, **2010**, 90, 2168-2177.

センター利用者報告

2014年度 分析室 施設利用者の研究テーマ・利用内容

2014年度は189名、延べ約1600名の学生及び教職員が環境保全センター分析室を利用しました。利用内容もスタッフの関わり方も各々様々ですが、下記のように幅広い研究の支援をさせていただきました。様々な研究の一部に携わることによって、スタッフの技術も蓄積され、それらがまた新たな研究にも還元されています。今後も、より質の高い研究支援を提供できるよう、一同、日々研鑽を積んでいきたいと思っております。

基幹理工学部

■応用数理学科

<伊藤研究室>

- ・鉄鋼スラグ中のエトリンガイトの分解、生成条件の検討（修士2年）

■機械科学・航空学科

<川田研究室>

- ・海水環境下におけるGFRPの耐久性（修士2年、学部4年）
- ・長繊維強化熱可塑性プラスチックの衝撃特性評価（学部4年）
- ・放電処理を施したCNTの分散性評価および複合化の検討（修士2年、学部4年）
- ・AOのポーラス化（修士1年、学部3年2名）
- ・CNT無燃系の親水化処理（修士1年、学部3年）

<酒井研究室>

- ・二相ステンレス鋼のすき間腐食のメカニズム解明（修士1年）

<鈴木研究室>

- ・ポーラスアルミニウム合金の強ひずみ加工による微細化及び熱処理による析出強化との並立（学部4年）
- ・高張力鋼板の打抜き加工時における割れ発生メカニズムの解明（学部4年）
- ・液体金属ガラスの拡散係数測定（修士2年、学部4年）
- ・高炭素鋼極細線における表層部付加的せん断ひずみ層を利用した高強度伸線材の開発（修士1年）

創造理工学部

■建築学科

<輿石研究室>

- ・木摺り耐力壁に施す漆喰の高強度化に関する研究（修士2年、学部4年）
- ・遮熱断熱防水システムに関する研究（修士2年、修士1年）

<田辺研究室>

- ・二酸化塩素ガス散布による環境表面中塩素量への影響（博士1年、修士1年2名）

■総合機械工学科

<勝田研究室>

- ・HF0-1234yf用熱交換器単体の性能予測（学部4年）

<菅野研究室>

- ・自己組織化膜の機械システムへの導入（修士2年、修士1年）

<大聖研究室>

- ・バイオディーゼル混合軽油がディーゼル機関の燃焼及び排出ガスに与える影響（修士2年、学部4年）

<中垣研究室>

- ・エネルギーストレージ 熱輸送 熱コンテナ（学部4年）
- ・塩水を使った炭酸マグネシウム沈殿（修士1年）

<吉田研究室>

- ・Al-Si-Mg系ダイカスト用合金のT5熱処理に対するMnの影響（修士2年）
- ・超音波振動によるAl合金の凝固組織制御とプロセス条件最適化（修士1年）
- ・超音波によるAl合金の結晶粒微細化のメカニズムに関する研究（学部5年）
- ・超音波振動がアルミニウム合金の凝固組織に及ぼす影響（修士2年）
- ・ステンレス鋼の腐食（修士1年）

■社会環境工学科

<赤木研究室>

- ・薬液改良体の劣化メカニズムの検討（修士1年、学部4年）
- ・薬液固結砂の強度発現と劣化メカニズムの解明に関する研究（修士2年）

<小峯研究室>

- ・災害廃棄物津波堆積物の降雨による塩分除去時間の予測方法の提案と模型実験による検証（学部5年）
- ・鉄鋼スラグおよび石灰炭の二酸化炭素固定化材料としての展望（学部4年）

<榊原研究室>

- ・バイオフィenton法を用いた微量有害物質除去に関する研究（博士3年）
- ・バイオフィenton法を用いた難分解性物質の連続処理に関する基礎的研究（修士1年、学部4年）
- ・バイオフィenton法を用いた医薬品類の除去に関する基礎的研究（学部4年）
- ・エストロゲン類の高効率電解処理に関する研究（修士1年）
- ・電気化学的促進酸化処理法における医薬品の分解・無害化（修士2年）
- ・自然エネルギーを用いた原位置脱窒法の現場適用に関する基礎的検討（修士2年）

■環境資源工学科

<大河内研究室>

- ・首都圏における豪雨の実態解明（学部4年）
- ・大気エアロゾル中の有機成分の発生源プロファイルの構築（学部4年）
- ・大気中の揮発性有機化合物の水相濃縮・分解機構の解明（修士2年）
- ・森林樹冠による微量金属元素の捕捉能と葉上での存在状態（修士2年）
- ・富士山体を利用した雲水化学特性とその濃度支配要因の解明（修士2年）
- ・丹沢山塊における微量金属元素の流出挙動と大気沈着の影響評価（修士1年）
- ・土壌ガスの組成分析（学部4年）
- ・超微小粒子（UFP）の大気圏動態と森林樹冠による捕捉効果（修士1年）
- ・森林の微量金属元素に対する大気浄化能について（学部3年）
- ・土壌中の二酸化炭素濃度と土壌溶液の組成（学部3年）

<香村研究室>

- ・処分場における電気探査を用いた可視化（修士1年）
- ・シラス土壌のもつ重金属吸着能の検討（修士1年）
- ・火山灰土壌と酸化マグネシウムを用いた混合吸着材による塩水の脱塩技術の開発（修士1年）
- ・廃棄物埋立層中のメタル含有量とその鉱物形態（修士1年）
- ・火山灰土壌の有する重金属吸着特性に関する研究（修士1年、学部4年2名）
- ・火山灰土壌によるホウ素吸着（学部4年）
- ・最終処分場埋立層内における金属類の賦存量及び形態の検討（修士2年）
- ・廃棄物埋立層が都市鉱山になるのか（修士1年）
- ・福井県最終処分場の埋立廃棄物に含まれるメタル類に関する基礎的検討（学部4年）
- ・電気探査IP法を用いた廃棄物埋立層内のメタル濃集ゾーンの把握（学部4年）
- ・福島第一原発事故により関東地方へ降下した放射性物質の土壌内挙動に関する検討（修士2年）
- ・越境汚染履歴の検討（修士2年）
- ・三次元比抵抗による判断安定化の評価（学部4年）

<栗原研究室>

- ・低塩濃度水攻法のメカニズム解明に向けた実験及び数値モデルの開発（修士1年、学部4年）

<所研究室>

- ・熱水鉱床鉱石選鉱廃水のAs、Hgの処理（学部4年）
- ・Fe(III)を担持させたイオン交換樹脂を用いた廃水中のAs(V)除去機構の解明（修士2年）
- ・エトリンサイト法による坑廃水からのホウ素除去の最適化（学部4年）

<名古屋研究室>

- ・金属酸化物触媒を用いた有機溶剤の分解に関する研究（修士2年）
- ・オゾン分解法を用いた有機溶剤の分解特性に関する研究（修士1年）
- ・強制送風式パッシブサンプラーによる個人曝露濃度測定に向けた基礎的研究（学部4年）

<不破研究室>

- ・液相還元法による耐酸化銅ナノ粒子の生成実験（修士1年）
- ・黄銅鉱湿式製錬に関する基礎的研究（修士2年）

<山崎研究室>

- ・磁硫鉄鉱の合成と環境浄化システムへの応用（修士2年）

先進理工学部

■物理学科

<勝藤研究室>

- ・ $Ba_xTi_8O_{16}$ の単結晶作製と物性研究（修士1年）
- ・ $Ba_{2-x}Sr_xTi_{13}O_{22}$ の単結晶作製と物性（学部4年）
- ・スピネル型バナジウム酸化物の歪、熱伝導に関する研究（修士2年）
- ・ $RTiO_3$ （R:希土類）の磁気抵抗（修士2年）

■応用物理学科

<青木研究室>

- ・NV 中心とファイバブラッググレーティング共振器の結合系 (修士 1 年)

<竹延研究室>

- ・大面積 WSe₂ 薄膜を用いたフレキシブル論理回路 (博士 1 年、修士 1 年 2 名)

<鷲尾研究室>

- ・固体高分子形燃料電池用電解質膜の開発 (修士 2 年、修士 1 年、学部 4 年)
- ・ポリ乳酸からの溶出物の定性、定量 (修士 1 年)

■化学・生命化学科

<井村研究室>

- ・プラズモン-エキシトン間相互作用の究明 (修士 1 年)

<山口研究室>

- ・光水素発生触媒についての研究 (修士 2 年)

■応用化学科

<逢坂・門間研究室>

- ・リチウム二次電池用電析 Si-O-C 負極作製 (修士 2 年、修士 1 年 2 名)
- ・リチウムイオン電池の LiCoO₂ 正極からの電解液中への Co イオン溶出 (修士 1 年)
- ・イオン液体中のリチウムの定量 (修士 1 年)
- ・リチウム二次電極の負極に用いた電析シリカの定量 (学部 4 年)
- ・Si electrodeposition from organic solvent (博士 3 年、博士 1 年)
- ・Li/S 電池のフルセル化 (学部 4 年)

<桐村研究室>

- ・可逆的サリチル酸脱炭酸酵素の X 線結晶構造解析と改変型酵素創製への応用 (修士 2 年)
- ・Aspergillus niger NRRL 328 由来 III 型ポリケタイド酵素 An-CsyA を用いた反応生成物の構造決定 (修士 1 年)

- ・レブリン酸変換微生物の探索と有用化合物生産への応用 (修士 1 年)

<木野研究室>

- ・生体触媒を利用した 2-フェニルエタノールの位置選択的水酸化によるチロソールおよびヒドロキシチロソールの合成 (修士 1 年)

- ・新規可逆的脱炭酸酵素の探索 (修士 2 年)

- ・Mycobacterium 属細菌由来モノオキシゲナーゼ MimABCD のアセトン代謝における機能解析 (修士 2 年)

<黒田・下嶋・和田研究室>

- ・Cu、Na を含む環状シロキサンの合成 (学部 4 年)

- ・有機配位子と金属水酸化物からなる新規ハブリッド層状化合物の合成と反応性 (学部 4 年)

- ・層状物質の表面構造を利用した集積型金属錯体の作製 (修士 1 年)

- ・LDH ナノ粒子を用いた塩基性メソ多孔体の合成 (学部 4 年)

- ・不均一系二元機能触媒作製 (修士 1 年)

- ・5 配位及び 6 配位ケイ酸塩をビルディングブロックとした多孔性三次元構造体の作製 (学部 4 年)

- ・コロイド状メソポーラスシリカナノ粒子を出発物質に用いた結晶性ナノ構造体への構造転換 (修士 1 年)

- ・Nb をドーブした単結晶性メソポーラス TiO₂ の作製と熱電変換材料への応用 (修士 1 年)

- ・触媒応用に向けた結晶性骨格を有する Ti 含有メソポーラスシリカの合成 (修士 2 年)

- ・ハードテンプレート法を用いたメソポーラス層状ケイ酸塩の合成 (修士 1 年)

- ・球状シリカナノ粒子集積体の結晶化による新規高規則性シリカ構造体の作製 (修士 2 年)

- ・層状オクトシリケートの高効率な薄層化 (学部 4 年)

- ・メソポーラスシリカを鋳型とした Bi ナノワイヤの合成 (博士 2 年)

<清水研究室>

- ・水熱反応による 1,4-シクロヘキサジオンの合成 (学部 4 年)

- ・Dibarrelane 類縁体の合成 (学部 4 年)

- ・¹⁸F 標識 Estradiol の合成 (修士 2 年)

<菅原研究室>

- ・A0N/BN セラミックコンポジットの合成 (修士 2 年)

- ・CST-SNT 複合体の Cs⁺ 及び Sr²⁺ イオンの吸着機構の解析と構造の最適化 (学部 4 年)

- ・Preparation of triethylene -bis(3-triethoxysilyl-propyl) ether via hydrosilylation reaction and its application to an organic-inorganic hybrid material (修士 1 年)

- ・リン酸エステルを用いた TiO₂ ナノ粒子の表面修飾 (修士 1 年)

- ・誘電性を有する層状ペロブスカイトを用いたナノシート/ポリマーハイブリッドの作製 (学部 4 年)

- ・環境調和型ポリマーを用いたポリマー/ナノシートハイブリッドの合成 (修士 2 年)

- ・かご型 B-O-P 元素ブロックの合成及びその連結による無機元素ブロック高分子の合成 (学部 4 年)

<関根研究室>

- ・芳香族炭化水素の水蒸気改質用触媒の開発 (修士 2 年)

- ・炭素材料を担体に用いた触媒の研究 (修士1年)
- ・Co 担持アパタイト触媒を用いたエタノールの水蒸気改質による水素製造 (修士2年)
- ・無機金属クラスター触媒の合成 (修士1年、学部4年)
- ・アパタイト担持金属触媒を用いたエタノールの水蒸気改質 (学部4年)
- ・セルロースから軽質炭化水素への直接転換 (修士2年、学部4年、教職員)
- ・トルエン水蒸気改質における Ni/ペロブスカイト型酸化物触媒への Ba 置換・添加効果の検討 (学部4年)
- ・エタノール水蒸気改質による水素製造 (修士1年)

<西出・小柳津研究室>

- ・有機ラジカル二次電池を配した発・蓄電一体型色素増感太陽電池の作製 (修士2年、学部4年)
- ・水素結合供与性分子とアルカリ金属酸化物の錯形成 (修士2年)
- ・PSTFSI を利用した LiS 電池のサイクル特性向上 (学部4年)

<平沢・小堀研究室>

- ・硫酸酸性水溶液からの選択的有機酸回収プロセス開発 (博士2年、学部4年)
- ・反応晶析過程における ZMH の粒径及び付着性制御 (学部4年)
- ・Pt 合成における PEI 添加の効果の解明 (学部4年)
- ・高分子電解質反応場を用いた炭酸カルシウム結晶の多形・粒径・形状制御 (修士1年)
- ・半回分反応晶析装置における種晶を用いた銅イオン回収 (修士1年)
- ・放射性 Sr 除去技術としての CaCO₃ 結晶の Sr イオン取り込み挙動の解明 (学部4年)
- ・酸化モリブデン結晶表面におけるモリブデン酸ジルコニウムの析出過程の評価 (修士2年)
- ・硝酸アルミニウム冷却晶析における不純物同伴挙動の検討 (修士1年)
- ・白金族ナノ粒子の粒径制御 (博士1年)
- ・還元反応場およびシーディングが Au ナノ粒子に与える影響の解明 (修士1年)
- ・MAP 結晶生成時における不純物取り込みの検討 (学部4年)
- ・膜分離を用いた濃縮による CaC₂O₄ 結晶の析出挙動の解析 (修士2年)
- ・尿路結石の形成挙動の解明 (学部5年)
- ・重金属イオンの回収 (修士2年)
- ・有機化合物の多形転移におけるパラメータ測定 (修士1年)

<本間研究室>

- ・電析ナノドットアレイ及び薄膜形成における初期析出過程解析 (博士1年)
- ・CoPt 及び FePt 薄膜、ナノドットアレイの電析による形成 (学部4年2名)
- ・電解析出法によるマイクロ Bi-Te 系熱電変換素子の作製 (修士2年)
- ・磁性金属の電析初期過程の解析 (博士1年)
- ・高保磁力 CoPt ナノドットアレイの形成 (修士2年)
- ・高保磁力 FePt ナノドットアレイの形成 (修士2年)

■生命医科学科

<朝日研究室>

- ・リチウム二次電池のシリカ電析の定量 (修士2年)

<武岡研究室>

- ・放射性セシウム吸着分子 Calix crown を用いたセシウム除去デバイスの開発 (修士1年)

<常田研究室>

- ・損傷した大腸上皮バリアの回復に寄与するプロバイオティクスの作用機 (教職員)

■電気・情報生命工学科

<井上研究室>

- ・三つ葉成分が細胞に与える影響について (修士2年)

<大木研究室>

- ・高誘電率材料の欠陥構造の解明 (学部4年)
- ・IGZO の組成元素分析 (修士1年)

その他

■理工学研究所

- ・室内空気質の測定 (教職員)

■高等研究所

- ・金属水酸化物ナノ粒子の合成 (教職員)

■循環型環境技術研究センター

- ・ひ素セレンの分析 (教職員2名)

2014 年度業務報告

年間活動日誌

4月

- 9～10日 4月定期排水分析
- 15～21日 作業環境測定(西早稲田、120号館)
- 22日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席
- 23日・28日 化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会開催

5月

- 7～8日 5月定期排水分析
- 14～20日 作業環境測定(西早稲田、6号館)
- 23日 MS分析技術基礎講習会(日本水環境学会共催)
- 27日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席

6月

- 4～5日 6月定期排水分析
- 10日 第1回センター「運営委員会」開催
- 11～17日 作業環境測定(西早稲田、42号館)
- 17日 安全衛生管理委員会出席
- 19日 廃棄物処理施設視察：東京リサイクルパワー(株)
- 24日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席

7月

- 2～3日 7月定期排水分析
- 9～15日 作業環境測定
- 15日 ニュースレター「環境保全」第1号発行
- 18～31日 安全衛生一斉点検
- 29日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席

8月

- 26日 センター年報「環境」vol.19発行
- 26日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席

9月

- 3～4日 9月定期排水分析
- 10～17日 作業環境測定
- 19日 東京都立城東職業能力開発センター江戸川校見学
- 30日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席

10月

- 8～9日 10月定期排水分析
- 10日 第2回センター「運営委員会」
- 15～21日 作業環境測定
- 28日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席



化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会



ICP 発光分光分析装置
(Agilent Technology 社 5100)

11月

- 5～6日 11月定期排水分析
- 11～18日 作業環境測定
- 13日 廃棄物処理施設視察：ツネイシカムテックス(株)福山工場
- 14日 廃棄物処理施設視察：共英製鋼(株)山口事業所
- 25日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席
- 27日 韓国大学見学

12月

- 3～4日 12月定期排水分析
- 10～16日 作業環境測定
- 16日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席



LC-QToF(Waters社 Xevo G2-XS)

2015年

1月

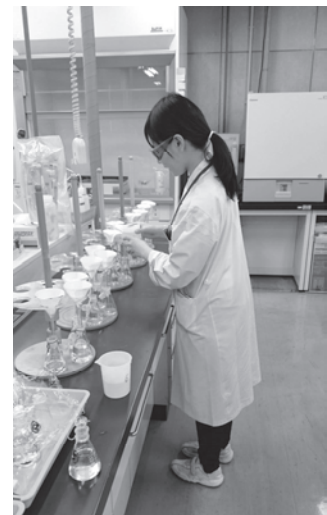
- 5日 北京大学見学
- 7～14日 作業環境測定
- 21～22日 1月定期排水分析
- 26日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席

2月

- 1日 センター「利用の手引き 2015-2016」発行（日本語版）
- 12日 ニュースレター「環境保全」第2号発行
- 27日 渋谷区小学校見学

3月

- 3日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席
- 4日～5日 3月定期排水分析
- 11日 安全衛生管理委員会出席
- 11日～17日 作業環境測定
- 11日・19日・27日 化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会開催
- 30日 Waters UPLC-QToF セミナー主催
- 31日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会出席



定期排水分析

2014 年度業務報告

実験系廃棄物処理

2014 年度の実験系廃液・廃棄物発生量（搬入量）は、前年度と比較して約 5%増加した。西早稲田キャンパス、先端生命医学センター、材料技術研究の 3 箇所が前年度と比較して増加し、それぞれ増加量は約 20,500L、約 19,800L、約 6,400L であった。

1. 実験廃液・廃棄物搬入量（％）

（ ）内は 13 年度

		西早稲田 キャンパス	先端生命 医学センター	研究開発 センター	材料技術 研究所	早稲田 キャンパス	所沢 キャンパス	その他 ^{注1)}	合計	
無 機 系	廃液	搬入量	21,340 (22,060)	650 (590)	7,560 (8,970)	1,990 (1,380)	1,950 (2,180)	120 (40)	3,010 (3,100)	36,620 (38,320)
		割合(%)	58.3 %	1.8 %	20.6 %	5.4 %	5.3 %	0.3 %	8.2 %	
	固体 廃棄物	搬入量	26,440 (19,960)	2,720 (3,900)	560 (580)	860 (420)	460 (300)	680 (160)	140 (500)	31,860 (25,820)
		割合(%)	83.0 %	8.5 %	1.8 %	2.7 %	1.4 %	2.1 %	0.4 %	100.0%
有 機 系	廃液	搬入量	80,464 (77,464)	24,776 (26,412)	2,920 (3,020)	2,610 (1,190)	1,520 (1,354)	210 (20)	1,380 (1,844)	113,880 (111,304)
		割合(%)	70.7 %	21.8 %	2.6 %	2.3 %	1.3 %	0.2 %	1.2 %	
	固体 廃棄物	搬入量	138,500 (125,130)	150,090 (139,920)	10,820 (11,190)	11,280 (7,330)	2,570 (2,780)	3,210 (2,850)	2,480 (9,300)	318,950 (298,500)
		割合(%)	43.4%	47.1 %	3.4 %	3.5 %	0.8 %	1.0 %	0.8 %	
感 染 性	廃液	搬入量	317 (399)	1,319 (1,566)	310 (330)	0 (0)	0 (0)	55 (150)	0 (0)	2,001 (2,445)
		割合(%)	15.8 %	65.9 %	15.5 %	0.0 %	0.0 %	2.7 %	0.0 %	
	固体 廃棄物	搬入量	22,897 (24,410)	137,226 (124,596)	2,724 (2,808)	6 (6)	2 (0)	14,333 (17,294)	700 (1,260)	177,888 (170,374)
		割合(%)	12.9 %	77.1 %	1.5 %	0.0 %	0.0 %	8.1 %	0.4 %	

注 1) その他は、高等学院、理工学研究所、戸山キャンパス、写真部、自動車部、図書館、川口芸術学校、神戸 BT センター、ユニラブ、理工展連絡会、環境保全センター

2. 実験廃液・廃棄物処理量^{注2)}（％）

2015 年 3 月 31 日現在

		2013 年度 繰越量	2014 年度 搬入量	2014 年度 委託処理量	廃棄物残量 次年度繰越
無 機 系	廃液	650	36,620	36,930	330
	廃棄物	1,000	31,860	29,360	3,500
有 機 系	廃液	3,020	113,880	111,556	5,334
	廃棄物	2,800	318,950	317,540	4,210
感 染 性	廃液	10	2,001	2,011	0
	廃棄物	286	177,888	178,048	126

注 2) 搬入量と委託処理量の実態等を合わせるため、全て容器容量にて算出した。

3. 廃薬品等処理量

（ ）内は 13 年度

無機試薬	有機試薬	取扱注意試薬 ^{注3)}	薬品瓶等 ガラスくず	金属くず	廃バッテリー
159.9kg 540 本 (97.3 Kg) (182 本)	419 kg 1,227 本 (85.1 kg) (292 本)	11.9 kg 56 本 (4.9 kg) (14 本)	4,000 リットル ドラム 20 缶 (4,000 リットル) ドラム 20 缶	490 kg (475.9 kg)	216.5 kg (31.5 kg)

注 3) シアン含有薬品、水銀含有薬品

2014 年度業務報告

定期排水分析他

1. 学内排水管理業務

下水道法における、特定事業場からの下水の排除に係る水質の基準について、2014年度は4件の超過があったが、超過幅は僅かであり全体的には概ね良好であった。賃借物件（豊島区高田 中橋商事ビル）中に設置されていた特定施設は2013年度末に廃止となり、東京都環境確保条例および土壤汚染対策法における土壤汚染状況調査（ラントソリューション株）を行い、土壤汚染がないことを確認した。

【学内採水箇所】

西早稲田キャンパス:4 早稲田キャンパス(教育学部):2 材料技術研究所:5 喜久井町キャンパス(理工研):2
研究開発センター:4 先端生命医科学センター:1

【実施回数および分析項目数】

8・2月を除く毎月1回26項目（箇所により年2回31項目）の分析を実施

【定期排水分析結果】

採水年月日	検査結果	備考
2014/ 4/ 9,10	基準値内	
2014/ 5/ 7, 8	基準値内	
2014/ 6/ 4, 5	基準値内	
2014/ 7/ 2, 3	材料技術研究所南側排水橋 pH 4.9 (基準値 5.0~9.0)	再測定 異常なし
2014/ 9/ 3, 4	西早稲田キャンパス65号館北側 ジクロロメタン 0.37mg/L (基準値 0.2mg/L) 西早稲田キャンパス62号館E棟中和槽 ジクロロメタン 0.28mg/L (基準値 0.2mg/L)	再測定 異常なし
2014/10/ 8, 9	基準値内	
2014/11/ 5, 6	基準値内	
2014/12/ 3, 4	基準値内	
2015/ 1/21,22	基準値内	
2015/ 3/ 3, 4	理工学研究所 41-1号館 B1階排水橋 亜鉛 2.6mg/L (基準値 2.0mg/L)	再測定 異常なし

<東京都下水道局による立入水質調査>

2014年度は、計4回の立入水質検査が実施された。いずれも基準値以内であった。

採水年月日	検査箇所	検査結果
2014/ 6/17	理工学研究所 中和処理装置1箇所	基準値内
2014/10/24	研究開発センター 中和処理装置4箇所	基準値内
2014/11/27	材料技術研究所 私桝5箇所	基準値内
2015/ 2/ 2	西早稲田キャンパス 62,63,65号館中和処理装置	基準値内

2. 所沢B地区の自然環境水分析

8月、2月を除く毎月1回8項目(3,6,9,12月は37項目)の分析を実施

<測定結果>

採水日	採水場所	検出物質	濃度	基準値
2014年度は基準値の超過なし				

2014 年度業務報告

教育・研究支援

センターでは、学内の研究活動を支援するために、分析講習会、分析室（設備・機器）開放、依頼分析、分析相談、情報提供などを行っている。利用状況等は以下の通りである。

1. 分析講習会実施状況

講習内容	受講者数	講習内容	受講者数
ICP発光分光分析の試料調製法と測定法	23名 (37名)	イオンクロマトグラフィーの原理と測定法	14名 (18名)
ICP質量分析の試料調製法と測定法	15名 (24名)	TOC計の原理と測定法	5名 (2名)
ガスクロマトグラフィー (GCMS含む) の原理と測定法	18名 (14名)	試料調製法、その他	13名 (1名)
液体クロマトグラフィー (LCMS含む) の原理と測定法	15名 (0名)		

() 内は前年度数

参加者の所属：基幹理工学部（航空）、創造理工学部（建築、機械、資源、社工）、先進理工学部（物理、応物、化学、応化、電生）

2. 分析機器・設備利用状況

分析装置名	利用時間(時)	分析装置名	利用時間(時)
ICP発光分光分析装置	505 (464)	TOC計	71 (27)
ICP質量分析装置	525 (419)	水銀分析装置	140 (45)
ガスクロマトグラフ質量分析計	786 (585)	加熱脱着装置	341 (373)
ガスクロマトグラフ(FID)	304 (885)	分光光度計	16 (21)
ガスクロマトグラフ(ECD)	293 (220)	ドラフトチャンバー	692 (462)
ガスクロマトグラフ(TCD)	274 (55)	電気炉・オープン	109 (5)
イオンクロマトグラフ	579 (798)		
超高速液体クロマトグラフQToF	59 (-)		
液体クロマトグラフ	42 (8)	純水・超純水	809L (614L)

() 内は前年度数

3. 学内依頼分析

学部	学科	分析内容	件数
基幹理工	航空	固体試料中の金属元素定量	1
創造理工	機械	液体試料中の陰イオン分析	1
	資源	固体試料中の金属元素定量	6
先進理工	応物	液体試料中の有機化合物定量	5
	応化	固体試料中の金属元素定量など	11
	生医	液体試料中の有機化合物定量	2
	電生	固体試料中の金属元素定量	1
その他		土壌分析 など	2
計			29(23)

() 内は前年度数

4. 分析相談

142件 (前年度 125件)

学部	試料調製について	測定法について	安全について	その他
基幹理工	7	5	1	0
創造理工	6	35	2	2
先進理工	2	79	0	2
その他	0	1	0	0
合計	15	120	3	4

2014 年度業務報告

化 学 物 質 管 理

1. 化学物質管理システム

早稲田大学では、全キャンパスで使用される薬品および高圧ガスの出入りを各キャンパス窓口担当者協力の下、化学物質管理システム (CRIS) により、効率的かつ安定した管理を行っている (CRIS 薬品登録件数: 表-1)。また、搬入に関しては 2009 年度から薬品・高圧ガスの納品確認 (検収) を継続して行っており、化学物質管理システム登録との二重の管理体制となっている。

一方、検討課題や改善策もある。

近年、新たな生命系薬品の購入件数が増加し、新規のマスター登録件数も増えている。しかし、その多くでは危険性が少ないことから、検討を行い、2014 年 8 月から CRIS への登録を行わない (法規制に抵触する物は除く) こととした。この影響か、表-1 では、先端生命医科学センターが 60% 近くまでに減った。

表-1. 2014 年度キャンパス別 CRIS バーコード発行 (薬品登録) 件数 (単位: 件)

	キャンパス名	2014 年度	2013 年度	2012 年度
1	早稲田キャンパス	435	696	1,026
2	西早稲田キャンパス	21,021	22,217	21,543
3	所沢キャンパス	928	1,673	1,355
4	高等学院	116	146	104
5	本庄キャンパス	107	38	158
6	喜久井町キャンパス	10	12	28
7	材料技術研究所	953	1,044	970
8	研究開発センター	3,498	2,752	2,377
9	先端生命医科学センター	6,174	10,191	9,890
10	北九州キャンパス	82	56	39
	計	33,324	38,825	37,490

2. ドライアイス及び液体窒素利用状況

ドライアイス及び液体窒素の供給量は、表-2 に示すとおりである。供給方法や供給単価に変更は無かった。

表-2. 供給量内訳 (kg)

品名	2014 年度	2013 年度
ドライアイス	2,000.5	2,130.7
液体窒素	21,974.3	20,827.1

※ケミカルショップ委託業務 (西早稲田キャンパス)

3. 免税アルコール使用業務報告

今年度も、2013 年度同様、年度を四か月ごとに区切り (計 3 回)、使用明細書、研究記録簿、回収記録、洗浄記録の報告を受けて、収支量のデータ記録から使用報告まで円滑な運用を行った。年度の使用量を表-3 に示す。

表-3. 使用量内訳 (L)

品名		2014 年度	2013 年度
発酵	99 度	308.0	350.5
	95 度	—	—
合成	99 度	892.6	760.4
	95 度	347.2	383.6

※西早稲田キャンパス+TWIns

2014 年度業務報告

作業環境測定

1. 2014 年度総括

2014 年度については、2013 年度に引き続き、法令で定める 6 ヶ月に 1 回の測定を円滑に実施することができた（対象：有機溶剤・特定化学物質）。測定にあたっては、対象研究室・実験室に薬品取扱いに関するヒアリングを実施するとともに、化学物質管理システム（CRIS）による薬品購入量の調査を行い、法令に準じた使用頻度・使用量の基準にもとづき、測定箇所を精査した。また、金属類（Mn, Co 等）を対象とした簡易測定も実施し、学内の金属類使用状況を把握することができた。

測定結果を振り返ると、第 2・第 3 管理区分となった件数は昨年度より増加した。第 2 管理区分となった箇所については、都度、当該研究室の指導教員等に対して測定結果の説明および改善提案を行い、第 3 管理区分となった箇所については、それに加えて改善対応後に再測定も実施した。再測定でも引き続き第 3 管理区分となった 2 箇所については、溶媒を代替溶媒に変更、排気設備を改良するなどして第 1 管理区分になったことを確認した。しかしながら、第 2 管理区分のまま、顕著な改善がみられない、あるいは、しばらく経つと再発するケースも散在し、第 1 管理区分を継続させることの難しさが浮き彫りになった。

2. 測定結果

2014 年度の測定箇所数を表 1 に示す。

（2014 年度より有機溶剤の使用量が許容消費量以下の箇所は対象外とした）

表 1：2014 年度測定箇所数 ()内は前年度件数

キャンパス・研究所名	測定箇所数
早稲田キャンパス	1 (5)
西早稲田キャンパス	114 (126)
材料技術研究所	2 (10)
喜久井町キャンパス	1 (4)
研究開発センター	5 (22)
先端生命医科学センター	10 (25)
所沢キャンパス	8 (6)

※上記の他、金属の簡易測定を 2 箇所、個人ばく露測定を 2 箇所で行った。

また、上記のうち、2014 年度に第 2 管理区分、第 3 管理区分になった件数について、表 2 に示す。

表 2：2014 年度第 2・3 管理区分件数 ()内は前年度件数

測定項目	測定結果	件数
有機溶剤		
アセトン	第 2 管理区分	1 (0)
ヘキサン	第 3 管理区分	0 (1)
ヘキサン	第 2 管理区分	6 (1)
特定化学物質		
ベンゼン	第 3 管理区分	2 (1)
ベンゼン	第 2 管理区分	1 (0)
クロロホルム	第 3 管理区分	5 (1)
クロロホルム	第 2 管理区分	5 (4)
ジクロロメタン	第 2 管理区分	4 (1)

3. 今後の対応

2015 年度は、第 2 管理区分が継続している箇所の環境改善を急務とし、積極的に改善提案を行っていききたい。また、これまでクロロホルム・ジクロロメタンの第 3 管理区分のみに限定していた個人ばく露測定について、対象を限定せず、必要と認められた場合は測定を実施し、学生の安全衛生の確保に努めたい。

2014 年度業務報告

PRTR 制度および東京都環境確保条例対象物質の集計結果

2014 年度 1 年間におけるキャンパス毎の「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（PRTR 制度）」（対象物質数：462 物質かつ使用量 1 トン以上）における報告対象物質、ならびに「東京都環境確保条例」における適正管理化学物質（対象物質数：59 物質かつ使用量 100kg 以上）の使用量、移動量（廃棄量）は以下のとおりとなった（有効数字 2 桁）。

<西早稲田キャンパス>

	対象化学物質	2014 年度		2013 年度		備考
		使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	
1	アセトン	17,000	11,000	16,000	11,000	
2	ヘキサン	8,000	6,100	8,300	5,700	PRTR 報告対象
3	クロロホルム	6,100	4,200	6,800	4,700	PRTR 報告対象
4	ジクロロメタン	5,100	3,500	4,800	3,400	PRTR 報告対象
5	メタノール	5,300	3,700	4,600	3,700	
6	酢酸エチル	4,100	2,900	3,900	2,700	
7	トルエン	560	390	760	660	
8	イソプロピルアルコール	560	340	480	190	
9	硫酸	390	280	350	240	
10	硝酸	240	170	230	160	
11	塩酸	200	120	230	150	

<材料技術研究所>

	対象化学物質	2014 年度		2013 年度		備考
		使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	
1	アセトン	130	90	130	110	

<研究開発センター>

	対象化学物質	2014 年度		2013 年度		備考
		使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	
1	硫酸	290	200	410	290	
2	アセトン	340	290	320	220	
3	イソプロピルアルコール	150	110	120	84	
4	硝酸	130	90	150	100	

<先端生命医科学センター（早稲田大学分のみ）>

	対象化学物質	2014 年度		2013 年度		備考
		使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	使用量(kg)	移動量(kg) (廃棄量)	
1	クロロホルム	700	520	840	580	
2	アセトン	530	370	740	520	
3	メタノール	460	290	310	220	
4	ヘキサン	190	80	110	26	
5	酢酸エチル	130	70	130	92	

対外活動報告

私立大学環境保全協議会活動報告

2014年度は、9月に東北学院大学において夏期研修研究会、2015年3月に名城大学において総会・研修研究会が開催された。夏期研修研究会の主なテーマは開発途上国における環境の保全に私立大学はどのように貢献できるか、また、グループ討議については、細分化したテーマ（4グループ）についておこなった。総会・研修研究会の主なテーマは持続可能な社会を目指した食糧・エネルギー・環境技術の開発、であった。

12月には東京ビッグサイトにて行われたエコプロダクツ展に7年連続出展し、外部に向けて積極的なPRを行った。

現在、正会員・準会員は145校、賛助会員は51社。（2015年7月現在）。なお、開催された研修研究会の内容は以下のとおり。

— 第28回 夏期研修研究会 —

【日 時】 2014年 9月4日(木)・5日(金)

【会 場】 東北学院大学 土樋キャンパス
〒985-8511 宮城県仙台市土樋1-3-1

【参加者】 約110名

【内 容】

9月4日(木)

1. 開会挨拶

私立大学環境保全協議会会長 伊藤 政博

2. 開催校挨拶

東北学院大学副学長 齋藤 誠

3. 特別講演

「開発途上国における環境の保全に私立大学は
どのように貢献できるか」

東北学院大学工学部環境建設工学科教授 遠藤 銀朗

4. 研修講演

「災害ボランティアステーションの取り組みと今後の検討」
東北学院大学災害ボランティアステーション所長

郭 基煥他

5. グループ討議1

テーマ 主 査

A エコ・キャンパスを目指して

-初心者の方を中心に- 竹内 有次

B 化学物質の包括的な管理

-入り口から出口まで- 村上 明男

C 省エネ・省資源

-低炭素社会の形成・省コストなど- 矢ノ目 優

D 実践的環境教育プログラム実施に向けて

尾上 薫

9月5日(金)

1. グループ討議2

テーマ 主 査

A エコ・キャンパスを目指して

-初心者の方を中心に- 竹内 有次

B 化学物質の包括的な管理

-入り口から出口まで- 村上 明男

C 省エネ・省資源

-低炭素社会の形成・省コストなど- 矢ノ目 優

D 実践的環境教育プログラム実施に向けて

尾上 薫

2. 研修講演

「いつか必ずくる大地震から命を守る」

慶應義塾大学環境情報学部准教授 大木 聖子

3. 閉会挨拶

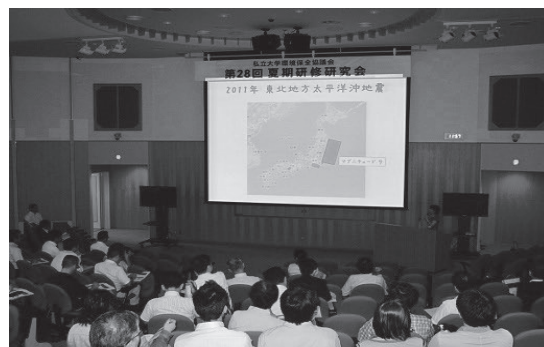
私立大学環境保全協議会副会長 田中 勉



被災地見学



グループ討議



研修講演会

— 第31回 研修研究会 —

【日 時】 2015年 3月5日(木)・6日(金)
 【会 場】 名城大学 天白キャンパス
 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501
 【参加者】 約120名
 【内 容】

3月5日(木)

1. 開会挨拶
 私立大学環境保全協議会会長 伊藤 政博
2. 開催校挨拶
 名城大学学長 中根 敏晴
3. 特別講演
 「持続可能な社会を目指した食糧・エネルギー・環境技術の開発」
 名城大学総合研究所教授 高倍 昭洋
4. 研修講演
 「名城大学ボランティア協議会の取り組みについて」
 名城大学総務部 総合・環境安全グループ 渡邊 智哉
5. グループ討議1
 テーマ 主 査
 A エコ・キャンパスを目指して
 -初心者の方を中心に- 竹内 有次
 B 化学物質の包括的な管理
 -入り口から出口まで- 村上 明男
 C 省エネ・省資源
 -低炭素社会の形成・省コストなど- 矢ノ目 優
 D 実践的環境教育プログラム実施に向けて 藤野 裕弘



研修講演会

3月6日(金)

1. グループ討議2
 テーマ 主 査
 A エコ・キャンパスを目指して
 -初心者の方を中心に- 竹内 有次
 B 化学物質の包括的な管理
 -入り口から出口まで- 村上 明男
 C 省エネ・省資源
 -低炭素社会の形成・省コストなど- 矢ノ目 優
 D 実践的環境教育プログラム実施に向けて 藤野 裕弘
2. 研修講演
 「ESDユネスコ世界会議を終えて」
 愛知県環境部ESD会議推進監
 (ESDユネスコ世界会議あいち・なごや支援実行委員会事務局長)
 吉田 英生
3. 閉会挨拶
 私立大学環境保全協議会副会長 保利 一



グループ討議

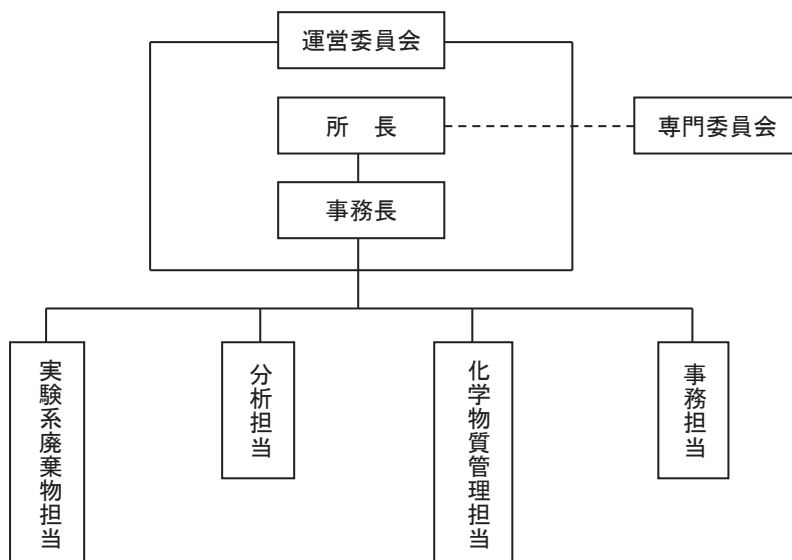
— 第31回 総会 —

【日 時】 2015年 3月5日(木)
 【会 場】 名城大学天白キャンパス
 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501
 【議 事】 2014年度活動・決算報告、新会員紹介等
 2015年度活動計画・予算審議・その他

組 織

センターの組織（2015年7月現在）

環境保全センターの運営に関する重要事項は「運営委員会」で審議されて決定しています。また、所長の諮問機関として「専門委員会」があり、各分野の専門知識を生かして、諮問事項に対して適切な助言を行っています。



運営委員

理事… 1名
理工学研究所長
各務記念材料技術研究所長
環境総合研究センター所長
理工学術院教授… 3名
教育・総合科学学術院教授… 1名
人間科学学術院教授… 1名
高等学院教諭… 1名
本庄高等学院教諭… 1名
教務部長
研究推進部長
総務部長
理工学術院統合事務・技術センター長
理工学術院統合事務・技術センター技術部長
キャンパス企画部企画・建設課長
環境保全センター所長
環境保全センター事務長

専門委員

理工学術院教授… 8名
教育・総合科学学術院教授… 1名
環境保全センター事務長

スタッフ

所長…平沢 泉
事務長…松尾 亜弓
専任職員… 4名
常勤嘱託… 4名
派遣社員… 1名
株式会社ハチオウ（業務委託）
和光純薬株式会社（業務委託）
寿産業株式会社（業務委託）
私立大学環境保全協議会事務局… 1名



環境 ～年報～

Vol.20

発行日：平成27年9月16日

発行所：早稲田大学環境保全センター

〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1

TEL.(03)5286-3089

<http://www.waseda.jp/environm>

印刷所：株式会社 野毛印刷社



この冊子は、「FSC® 認証紙」と植物由来の「植物油インキ」を使用し、水を使わない方式で印刷しています。