

環境

年報

2021 Vol.26

早稲田大学環境保全センター

WASEDA UNIVERSITY ENVIRONMENTAL SAFETY CENTER

「環境」 Vol. 26 目次

巻頭言

環境保全センター所長に就任して

環境保全センター所長 菅原 義之 ----- 1

話題提供

C測定適用に向けた個人サンプリング法による作業環境測定の試行

環境保全センター 齊藤 純一 ----- 3

センター利用者報告

廃水中の有毒元素除去を目的とした新規吸着プロセスの開発

創造理工学部 環境資源工学科 所研究室 講師 淵田 茂司 ----- 7

2020年度 分析室 施設利用者の研究テーマ・利用内容 ----- 11

2020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 ----- 19

教育・研究支援 ----- 20

化学物質管理 ----- 21

作業環境測定 ----- 22

PRTR制度および東京都環境確保条例対象物質の集計結果 ----- 23

対外活動報告

私立大学環境保全協議会活動報告 ----- 24

組織

センターの組織 ----- 27

環境保全センター所長に就任して

環境保全センター所長 菅原 義之

平沢泉前所長の後任として、2020年9月に環境保全センター所長に着任した。恩師である加藤忠蔵先生、黒田一幸先生が過去に務められた役職であり、身が引き締まる思いを強く感じている。本センターのさらなる発展のため、微力ながら尽力していく所存である。

歴史を紐解いてみると、本センターは、教育研究活動等に伴い発生する環境汚染の防止と環境負荷を低減し、教職員・学生および周辺住民の生活環境の保全をはかることを目的として、1979年12月に設立された。以来本センターは、環境保全に関する本学の先駆的な取り組みにおいて中心的な役割を果たしてきており、現在学内の環境マネジメント全般にわたり業務を担っている。

中でも、学内の廃液処理の管理運営は設立時から主要な業務の1つである。教員の着任・退職や研究室の移動等の学内の状況変化に柔軟に対応するとともに、廃棄物管理の持続的体制の構築を目指していきたいと考えている。

現在大学が管理することが求められている化学薬品についても、本学が長年に渡り薬品の把握に取り組んできた結果、全学の化学薬品を化学物質管理システム（CRIS）で一括管理する体制が構築されている。CRISのメジャーバージョンアップを昨年完了したことから、バージョンアップ後の活用促進が現在の課題である。

また、本センターでは教職員と学生が安全に研究・教育活動を行えるよう、作業環境測定を実施し、実験室の環境をモニターしている。加えて、定期的な排水分析も行っている。今後も箇所と連携しながら、必要に応じて研究室等にアドバイスをを行い、安全に実験が行える環境を整えていく所存である。

一方、安全に研究活動を実施するためには、新しく研究を開始した学生や研究員に対する安全教育も重要である。例年安全講習会を開催しているが、昨年度はオンライン、本年度はハイブリッドでの開催となった。安全教育を今後も体系的に実施していくため、オンライン講習の利点を活用した、効果的な講習会実施方法の開発を目指す。

本センターの業務の中でかなりのウエイトを締めているのが分析機器や実験機材を利用した研究支援である。本センターは本学の先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）の一翼を担っていることから、機器共用利用の促進を今後さらに進め、可能な範囲で研究活動の支援に力を注いでいきたいと考えている。

新型コロナウイルスの感染拡大に伴う対応を含め、学内外の状況は常に変化している。本センターのミッションである学内の環境保全を行いつつ、研究・教育活動で環境に負荷を与えることのないよう、センターの教職員が一丸となって業務に当たる所存である。皆様のご理解とご支援をお願い申し上げます。

C測定適用に向けた個人サンプリング法による作業環境測定の実行

環境保全センター 齊藤 純一

1. はじめに

環境保全センターは、労働安全衛生法に基づく作業環境測定を実施し、研究室等の安全管理・安全教育を担っている。具体的には、デザイン・サンプリング・分析、そして問題発生時の改善支援も含めて総合的に対応している（図1）。ときには産業医らとも協働し、労働衛生の三管理を包括的に実現している。



図1 作業環境測定の一連の流れ

従来、日本では場の測定としてA測定・B測定を行うことが求められていたが、場の測定だけで化学物質に関わるリスクを完全に可視化できるとは限らないことが指摘されていた。大学においても、使用する化学物質が日々異なること、定常的な作業が継続されることは稀である（時間変動が無視できない）ことから、任意の一時間だけサンプリングして評価することに議論の余地があった。これらの背景を受け、個人サンプリング法による作業環境測定が注目され、令和3年から新たにC測定・D測定が追加されることとなった。本報告では、C測定・D測定の導入を見据えてその価値を検討するべく、個人サンプリング法による測定を試行し、大学における作業環境測定の在るべき姿を検討した。

2. 特殊健康診断との関連性

本題に入る前に、作業環境測定と特殊健康診断の

関連性について検証した結果を報告する。本学の場合、従業員だけでなく研究室に所属する学生に対しても特殊健康診断の機会を提供している。ここでは、2010年から2017年の学生の特殊健康診断の結果を調査し、その学生の所属する研究室の作業環境レベルに分けて基準超過の割合を算出した。この間、延べ1115件の作業環境測定を実施し、78件（7.0%）が第二管理区分または第三管理区分と判定されている。なお、検証対象として特殊健康診断のうち、肝臓を指標とする3つの項目を選定した。解析結果は表1の通りで、いずれの項目についてもそれぞれのグループで受診者の割合はおよそ等しいことが分かる。その一方、基準超過者の割合を見ると、明らかに第二・三管理区分グループの方が高い割合を示している。すなわち、作業環境上の課題がある研究室に所属している学生は、特殊健康診断において異常値を示しやすい傾向にあることが示唆される。これらの数値は、例えば肥満に代表されるその他の要素によって異常値を示すことがあり、作業環境の悪さが必ず異常値の原因であるとは言いがたい。ただ、そのような背景を加味したとしても明確に差がある事実は変わらないように思われる。「有機系の人には健康を害しやすい」という噂を聞いたことがある人は少なくないかもしれない。その真偽は定かではないが、第二・三管理区分の研究室に所属する学生の特殊健康診断結果の状況を俯瞰すると、あながち無視することのできない話題である。

表1 特殊健康診断における基準超過者の割合

	AST	ALT	γ-GTP
受診者総数	1453	1453	1353
第一管理区分 グループ	695 (48%)	695 (48%)	648 (48%)
第二・三管理区分 グループ	758 (52%)	758 (52%)	705 (52%)
基準超過者総数	34	84	26
第一管理区分 グループ	11 (32%)	27 (32%)	5 (19%)
第二・三管理区分 グループ	23 (68%)	57 (68%)	21 (81%)

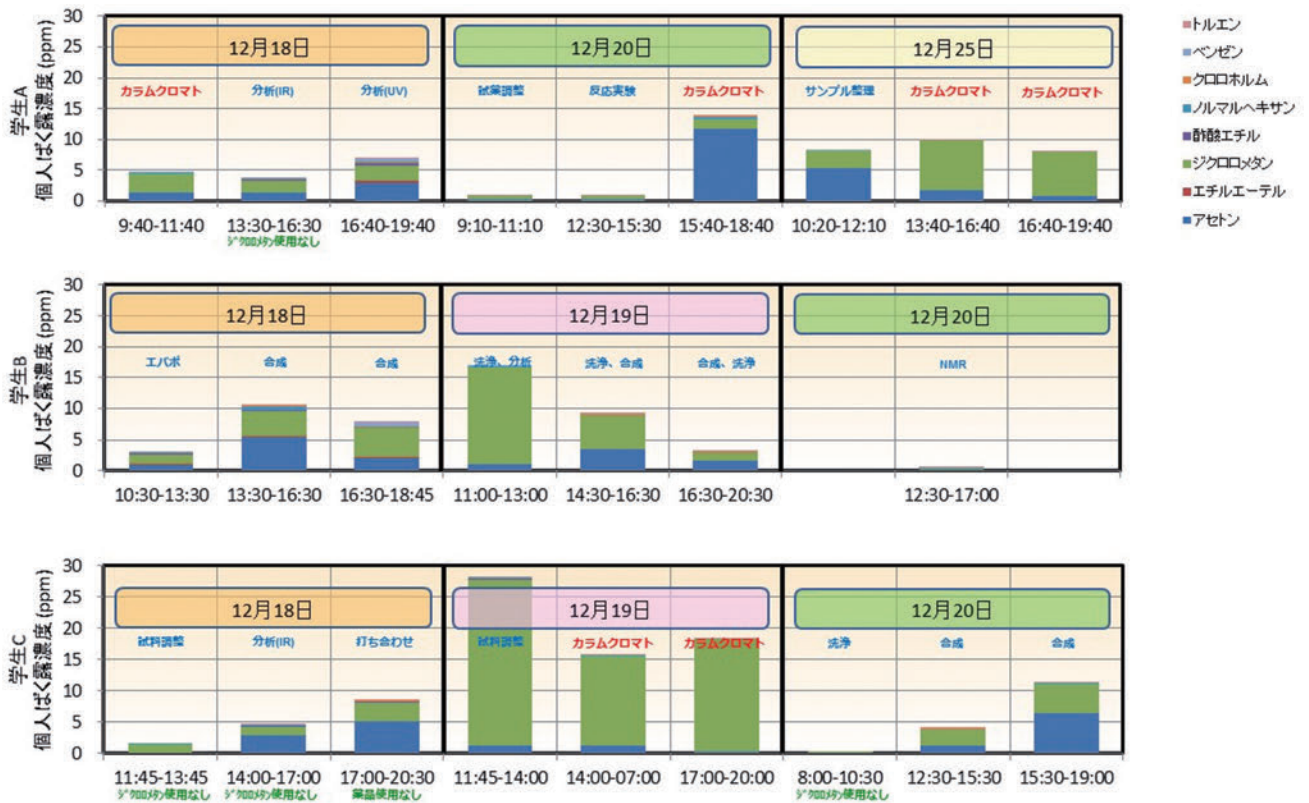


図2 ある研究室の学生3名の各時間帯における個人ばく露濃度（絶対量）

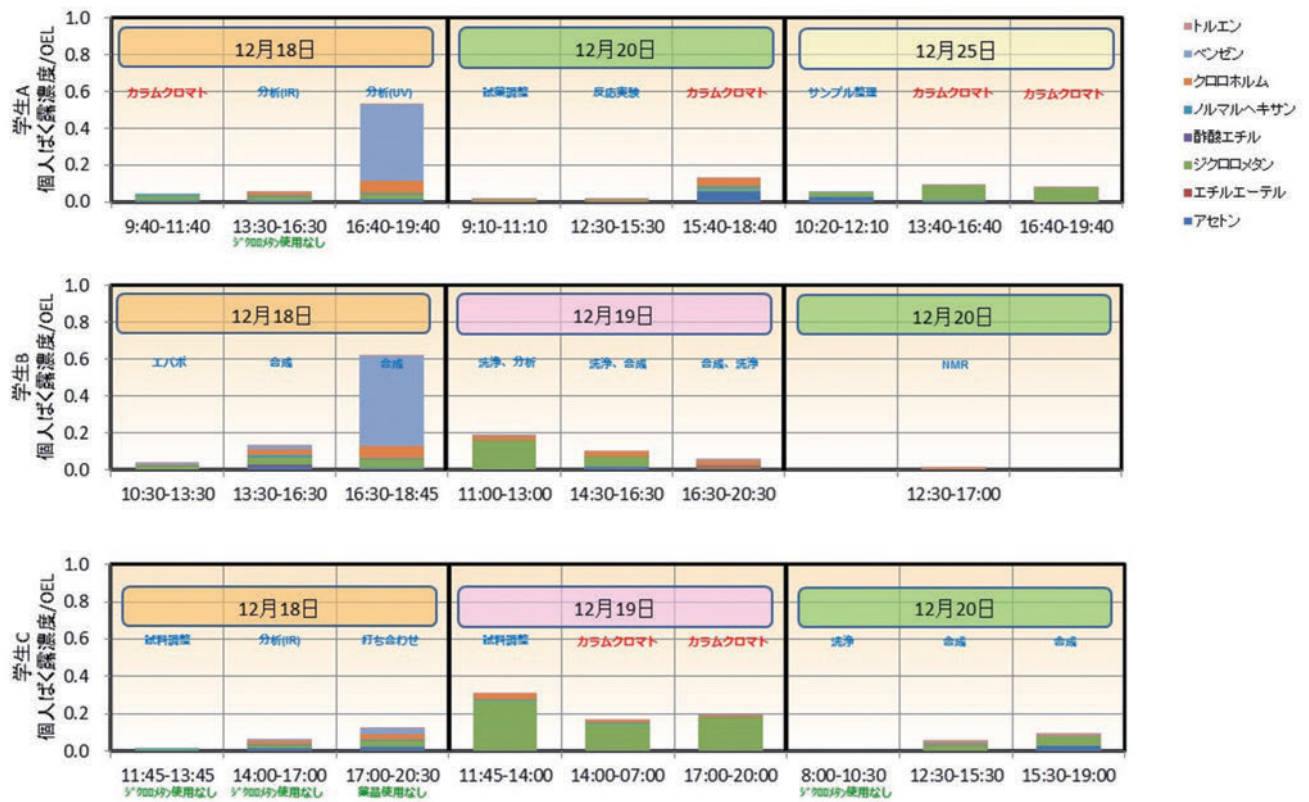


図3 ある研究室の学生3名の各時間帯における個人ばく露濃度（相対量）

以上を踏まえると、作業環境測定による安全性の定期確認、ひいては職業性疾病の予防は大きな価値があると考えられることができる。

3. 検証方法

過去の作業環境測定で第二・三管理区分として複数回判定されたことのある同一の研究室において、3名の学生を測定対象とした。測定は、柴田科学製パッシブガスチューブを呼吸域にセットすることで行い、捕集後の活性炭は二硫化炭素にて抽出してGCMSによる定量分析を行った。なお、通常は一つのパッシブガスチューブを継続して用いるが、今回は時間変動を一つの着目点とし、一日を三分割して捕集を行った。これを3日間繰り返すことで、一人当たり9つのデータを出して検証した。

4. 検証結果

分析結果を図2に示す。それぞれの学生ごとに3日間、各日ごとに3つのデータを示し、その時間帯に行っていた代表作業を記載している。いずれの学生も、ほとんどの時間帯で主にアセトンとジクロロメタンのばく露を受けていて、その他の化学物質についても若干のばく露を受けていることが分かる。

最も重要な要素として、作業内容によらずばく露の程度が時間帯によって大きく異なる場合があることが挙げられる。例えば、学生Aの12月20日の結果を見ると、15時30分までは目立ったばく露は認められない一方で、15時40分以降の時間帯は明らかに様子が異なる。これは、カラムクロマトグラフという高濃度ばく露が予想される作業を始めたことが要因となり、その作業前に第一管理区分であったとしても、その作業中は第二管理区分または第三管理区分になる可能性が高いことを示唆している。すなわち、サンプリング（A測定）を1時間実施したところでその結果が研究室のリスク全体を表すことにはならないことを意味し、従来の作業環境測定の問題点を浮き彫りにしたと言える。ただし、同様にカラムクロマトグラフを実施している時間帯で必ず高濃度ばく露を受けているとも言い難い。たとえば学生Aの12月18日の9時40分からのデータを見ると、カラムクロマトグラフを実施しているが明確な高濃度ばく露には至っていないことが分かる。また、12月20日はアセトンの方が高濃度であることに対し、12月25日のカラムクロマトグラフではジ

クロロメタンが高濃度を観測するという化学物質毎の傾向の変化も生じている。大学の研究室の場合、一口にカラムクロマトグラフと言ってもそのスケール、使用薬品は日々異なる場合があり、特定の作業にリスクが必ず存在するという解釈は難しい。更に、作業者の該当作業の熟練度も大きな要素であり、手際良く作業した場合は低濃度ばく露になる一方で、初心者が薬品をこぼしながら作業する場合は高濃度ばく露になることがある。同じ作業が継続されることも少なく、同じ作業であってもばく露の程度が全く異なる場合もあることから、その作業環境が時々刻々と変化することは必然であり、学生B、学生Cについても日内変動が非常に大きい様子が分かる。日内変動が大きいのであれば、日間変動が大きくなることも自明であり、二日間測定を適用した評価の信頼性も乏しくなることが予想される。二日間測定の妥当性の評価については、年報「環境」No.22を参照されたい。

次に、ばく露濃度と他者の作業の関連性について検証する。学生Aと学生Cの結果の中で、ジクロロメタンを使用していないにも関わらずジクロロメタンのばく露を受けている時間帯が存在する。これは、自身がその化学物質を使用していなくても他者が使用することで影響を受けていることを表す。驚くべきことに、学生Cは12月18日の17時以降、実験作業をせず打ち合わせに出席していただけであったにも関わらず、その日の中で最も高いばく露濃度を示した。打ち合わせは実験室のデスク近辺で行われ、その付近で他の学生が作業をしていたことが原因と推察される。学生の中には「自分は使っていないから大丈夫」と考える者もいるが、他者の影響で自身もばく露を受ける場合があることを理解し、研究室全体の環境管理として各自が問題意識を持つことが重要である。

作業環境測定の場合、それぞれの化学物質に固有の管理濃度等が設定されている。すなわち、管理濃度等が低い化学物質ほどリスクが高いと考えることができる。図3では、ばく露濃度をばく露限界値（Occupational Exposure Level）で除した指標を導入し、化学物質のリスクを加味した評価を行った。図2では全く目立たなかったベンゼンが、学生Aと学生Bのデータで最も目立つことが分かる。また、クロロホルムの割合も大きくなるが見られ、一方でアセトンはほとんど目立たなくなる。表面的に

ばく露濃度に着目するよりも、リスクがどの程度あるかを見定める必要があるため、ばく露濃度だけ注目することは危険であることが理解できる。ただし、前述した日内変動、日間変動が大きい様子は変わらず、任意の1時間だけサンプリングを実施して作業環境を評価することが充分であるか、疑問がある事実は変わらない。

5. これからの作業環境測定

大学の研究室では、従来のA測定・B測定だけで作業環境を評価することに限界がある。その理由は時間変動の大きさを無視できないことにあり、従来の1時間サンプリングを引き続き実施することは合理的と言えない。A測定を8～10時間継続して評価するのであればより総合的なデータとして活用できるが、測定の仕様上現実的な解決策とは考えにくい。このような矛盾を抱えながら測定していた最中、新たな手法としてC測定が提案された。C測定は、作業者が作業を継続している間、常時サンプリングを行う手法であり、任意の時間帯でなく全時間測定となる。すなわち、時間変動の大きさを完全に吸収して評価することが可能となり、より正確に作業環境を表す可能性が高いと考えられる。費用、測定対象者の理解・適切な運用、身体負担、均等ばく

露グループの設定、個人情報としての取扱い方、サンプリングレート、破過等、検討すべき事項は多々あるが、従来の測定の適切な総括のもと、新たな測定を必要性に応じて順次展開する価値は充分にある。まずはリスクの高い研究室から導入し、試行的にデータを蓄積することから始めたい。

6. おわりに

作業環境測定は、単位作業場に内在するリスクを明らかにし、職業性疾病等を未然に防ぐ目的がある。その目的を達成する手段として従来のA測定・B測定があり、そこに新たにC測定・D測定が追加されたことになる。どちらが優れているかは状況により異なり、必ずC測定・D測定が優位とは限らない。作業環境測定士は、現場の状況に合わせて測定法を選択することが必要となり、今まで以上に測定のデザインの重要性が高まると考えられる。デザインを誤ると、その作業環境測定結果の価値が大きく失われてしまうため、より丁寧に研究室の様子を見極めなければならない。今まで見えなかったリスクを顕在化できてこそ、新しい時代の作業環境測定であり、これからの作業環境測定士に求められる事項となるだろう。

廃水中の有害元素除去を目的とした新規収着プロセスの開発

創造理工学部 環境資源工学科 所研究室 講師 淵田 茂司

1. はじめに：所研究室とは？

創造理工学部・環境資源工学科の所研究室は、経済性を持った資源循環や環境浄化を達成するために、有価成分の高度分離技術とプロセス開発、有害成分の高効率かつ安定した処理プロセス開発を目的に実験やシミュレーションベースで研究を行っています。近年SDGsやESGにみられるようにこれら技術への社会的要求が急激に高まりつつあります。研究室では所教授を中心に16名の研究員・スタッフ、24名の学生（うち留学生10名）がこれらの研究に携わっています。

その一例として重金属元素やヒ素、フッ素などの無機有害元素を含む廃液を対象とした新規除去プロセスの開発が挙げられます。固液界面における物理化学構造の変化に着目し、有害元素の除去プロセスを検討するために原子・分子レベルでのメカニズム解明を行っています。このほかにも、粉砕・破碎による物理選別、湿式・高湿分離プロセスの検討や、実操業とシミュレーション結果との比較照合など、化学的側面からの検討を進めるうえでセンターでの各種化学分析は欠かせません。本稿では廃水処理技術開発に関する研究について具体的な例をご紹介します。

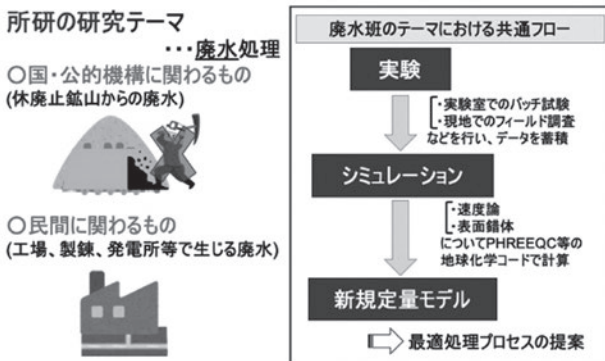


図1 所研究室の研究

2. 水酸化マグネシウムとの共沈・吸着反応による廃水中のフッ素除去

フッ素 (F) はガラス工業や電子工業のエッチング加工で大量に使用されるため、これらの工場排水にしばしば高い濃度で含まれています。F除去法としてフッ化カルシウム生成 (CaF_2) による凝集沈殿法や水酸化アルミニウム ($\text{Al}(\text{OH})_3$) との共沈法が用いられていますが、これらの方法では排水中のF除去は完全には難しく、大量の汚泥が発生するといった問題があります。私たちの研究室では安価かつ効率的な除去剤として水酸化マグネシウム ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) を用いた吸着および共沈除去実験を実施し、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 表面におけるF除去メカニズムについて化学平衡計算をもとに検討しました¹⁾。

異なるフッ素濃度 (2.6~5.3 mmol/L) のアルカリ模擬廃水 (pH 10.5) を用いて水酸化マグネシウムに対する吸着量を求めたところ、フッ素吸着量は吸着法に比べて共沈法で4倍以上高くなることが分かりました (図2)。また、収着等温線はいずれもLangmuir型を示すことから、主な反応機構は単分子層吸着であることが分かります。

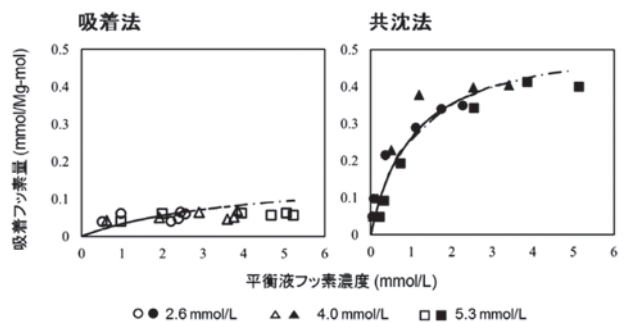


図2 吸着・共沈法によるF除去特性¹⁾

溶液中にFとMgが共存する場合、様々なフッ化物錯体 (MgF_2 , MgF_3^- , MgF_4^{2-} , MgF_5^{2-} など) が生成します。地球化学コードPHREEQC (USGS, ver 3) による熱力学平衡計算結果から、共沈操作に用いた

溶液中には MgF_3^- が多く存在していると考えられます。また、表面錯体モデルにより、吸着法の場合は $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 表面で MgF が、共沈法の場合は MgF_3^- が主な吸着形態であることがわかりました(図3)。

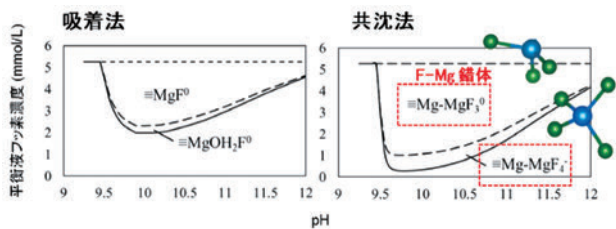


図3 吸着・共沈法における $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 表面のF錯体の割合¹⁾

吸着・共沈法において異なる錯体形成反応が生じるため、共沈法では吸着法よりもF除去量が増加するメカニズムがわかりました(図4)。 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ は粒径の小さい水酸化物であり沈降性(固液分離性)は低いのですが、出発物質として酸化マグネシウム MgO を用いることで表面のみが水和して $\text{Mg}(\text{OH})_2$ となり、有害元素除去能と沈降性向上の両方が同時に達成できることもわかりました。さらに MgO を 600°C 程度の温度で活性化することで、その除去能をさらに向上させることに成功しました。この方法はFだけでなくホウ素(B)²⁾やセレン(Se)³⁾等の有害陰イオン元素の除去にも有効であることも確認されており、今後実際の廃水処理に応用されることが期待されます。

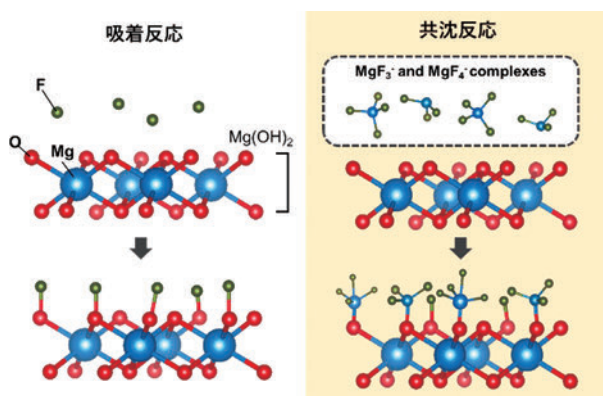


図4 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 表面におけるF除去メカニズムの比較¹⁾

3. マンガン酸化物を用いた酸性坑廃水中のMn, Cd, Znの除去

開発中もしくは開発後の陸上鉱山では硫化鉱物の酸化溶解に起因する酸性坑廃水が発生する場合は

ります。このような坑廃水はpHが低く(<4)、高い濃度で重金属元素を含んでいるため、放流前に消石灰や生石灰などの中和剤で処理する必要があります。なかでも、マンガン(Mn)、カドミウム(Cd)、亜鉛(Zn)を除去するためには高いpH領域($\text{pH}>9\sim 10$)までアルカリ剤を添加する必要があるため、排出前に逆中和等の追加処理が必要となります。Mn濃度の高い坑廃水は国内では北海道や東日本を中心に10鉱山程度確認されており(図5)、その処理の効率化が求められています⁴⁾。

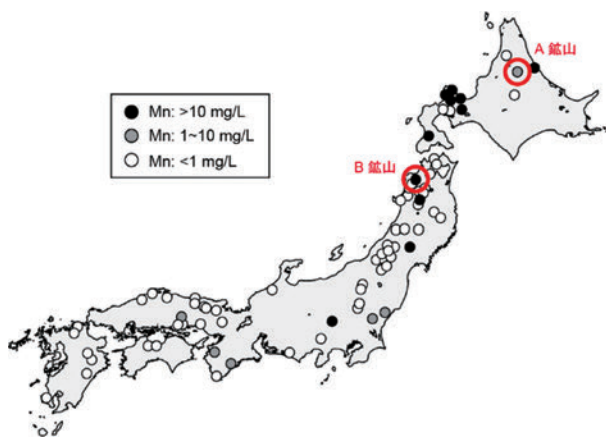


図5 酸性坑廃水処理が必要な国内休廃止鉱山の分布⁴⁾

私たちの研究室ではMn酸化物の自己触媒反応に注目し、酸性坑廃水中のMnとZn, Cdを同時除去する方法を検討しています。まず注目したのが北海道のA鉱山です。国内鉱山では自然力を活用した酸性坑廃水処理技術の導入が検討されており、2013年にその実地試験として表面流型と浸透流型の2種類の湿地が設置されました。各湿地の有害元素除去性能を評価するために、私たちは2017~2018年にかけて現地調査を実施し、湿地内の処理水や沈殿物の化学分析を行いました⁵⁾。その結果、浸透流型湿地内ではMnがpH 6で沈殿し、また同時にCdも除去されていることがわかりました。通常このpHではMnやCdは水酸化物を生成しませんが、沈殿物をX線吸収微細構造(XAFS)で分析したところ、微生物によって生成する $\delta\text{-MnO}_2$ という物質が確認されました。また菌叢解析によってMn酸化菌の活性が確認されました。その後、実験室で $\delta\text{-MnO}_2$ を合成しCdの表面錯体平衡定数を決定し、湿地内のCd測定値と化学平衡計算結果を比較したところほとんど一致しました。このことから、湿地内での微生物活動により坑廃水中のMnが効率的に $\delta\text{-MnO}_2$ として沈

殿し、表面錯体反応によりCdも同時に除去されていることがわかりました (図6)。

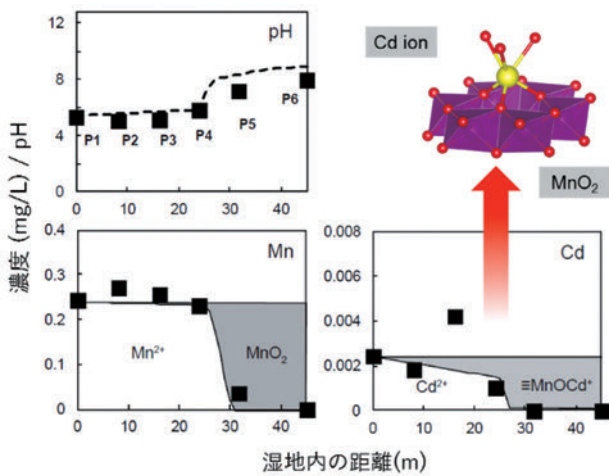


図6 浸透流湿地内のMn, Cd挙動の化学平衡計算モデル⁵⁾

一方Mn酸化菌の活性が低い場合は γ -MnOOHという物質が生成します。この酸化物もCdやZnの除去能を有していることから、ピーカー試験によりCdに対する表面錯体平衡を決定しました⁴⁾。MnとCd濃度の高いB鉱山坑廃水の中和試験結果 (図7プロット) と表面錯体モデルを考慮した化学平衡計算値 (図7実線) を比較すると殆ど一致することから、B鉱山では非生物的酸化によって γ -MnOOHが生成し、それによる表面錯体形成によってCdが水酸化物を生成するよりも (図7破線) 低いpH領域で除去されるということがわかりました。

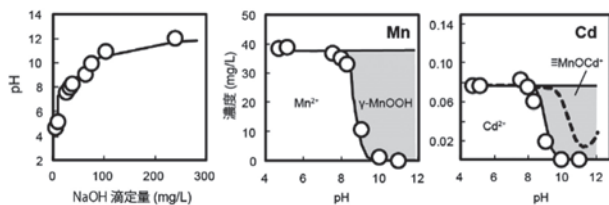


図7 B鉱山の中和試験結果と化学平衡計算値の比較⁴⁾

以上、得られた結果をもとに吸着容量の大きい δ -MnO₂を用いた酸性坑廃水中のMn, Cd, Znの除去方法や、酸化剤によるMn-CdあるいはMn-Zn共沈による除去法について検討しており、逆中和を必要としない低pH条件でのこれら元素を同時に除去できるプロセスの開発を進めています。これにより中和剤や発生する汚泥の減容、処理費用の削減などが達成できると期待されます。

4. 新規ナノ材料Fe⁰-Fe₃O₄を用いたAs除去方法の検討

鉱山廃水や地下水などに自然由来のヒ素 (As) が高濃度で含まれる場合があります。途上国を中心に人為被害が確認されています。水資源の確保あるいは汚染抑制のために、その適切な処理法が求められています。Asは鉄との親和性が高く、鉄水酸化物への吸着や共沈によって十分に除去できることが分かっていますが⁶⁾、汚泥量削減のための固液分離性や除去能の高い新規物質の開発が現在も進められています。私たちの研究室では、図8に示したような手順で0価鉄とマグネタイトを混合した新規ナノマテリアル (Fe⁰-Fe₃O₄) を開発し⁷⁾、As汚染水への適用を検討しました⁸⁾。

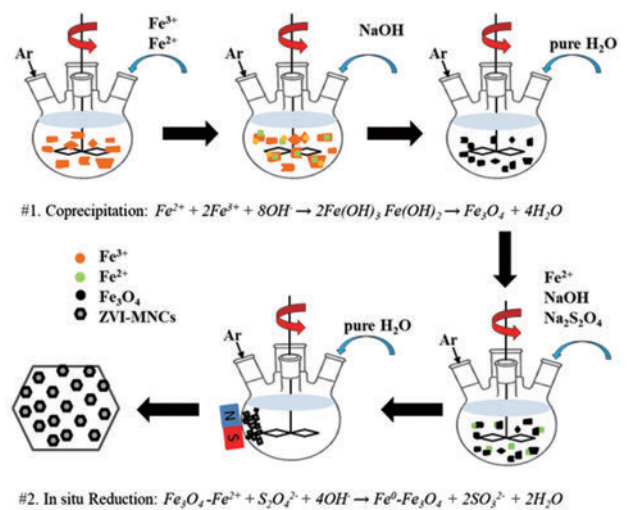


図8 Fe⁰-Fe₃O₄の作成手順⁸⁾

3価As (III) と5価As (V) の溶液に作成したFe⁰-Fe₃O₄を加えて反応させたところ、いずれも溶液中のAs濃度の減少が確認できました (図9)。

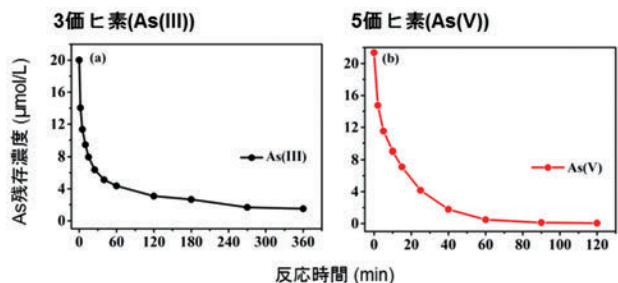


図9 Fe⁰-Fe₃O₄によるAs除去実験結果 (pH 5)⁸⁾

最適実験で求められた吸着量は Fe⁰-Fe₃O₄ 1 gあたり As (III)=47 mg、As (V)=100 mgとなり、他のFe酸化物 (e.g., Fe₃O₄ < 20 mg, γ -Fe₂O₃-TiO₂ < 17 mg) に比べて高いAs除去能を有することが分

かりました。また、幅広いpH領域（3～9）で同等の吸着能を有していることも特徴です。固体分析結果から $\text{Fe}^0\text{-Fe}_3\text{O}_4$ 表面でAs(V)はAs(III)に還元されることで内圏錯体を形成して除去されるというメカニズムが明らかとなりました（図10）。

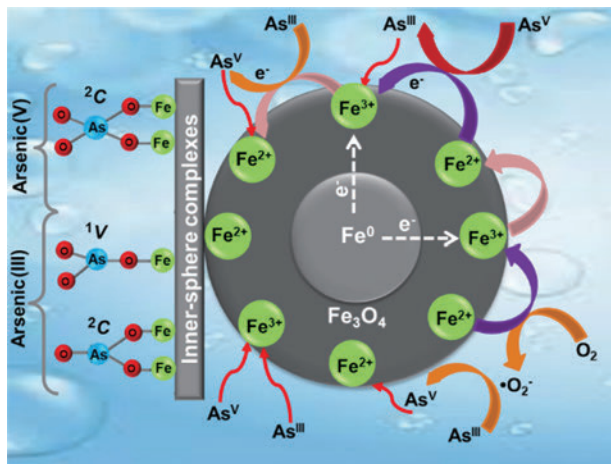


図10 $\text{Fe}^0\text{-Fe}_3\text{O}_4$ 表面におけるAs除去メカニズム⁸⁾

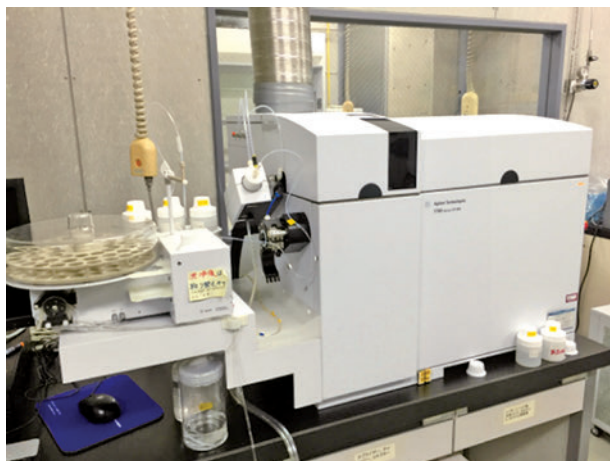
この物質は磁性を有するため、磁力で容易に固体が回収できます。また、0.1 Mの水酸化ナトリウム溶液で再生することで繰り返し吸着材として利用できることも分かりました。このような再生可能な物質を利用することで、廃水処理コストの削減や環境負荷低減に繋がることが期待されます。

5. おわりに

本研究で使用した環境保全センター保有の分析装置は以下の通りです。

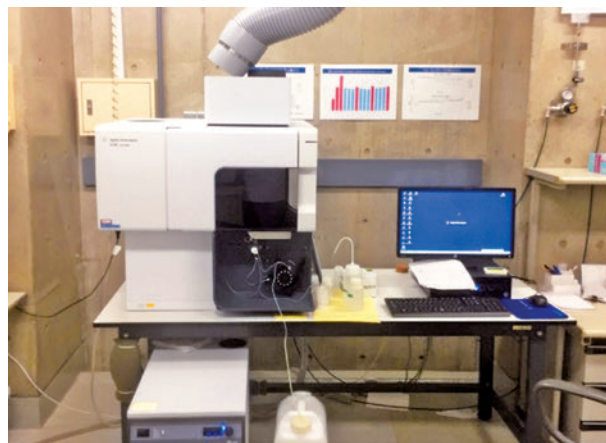
・ ICP-MS

(Agilent Technology社製・Agilent7700x ICP-MS)



・ ICP-OES

(Agilent Technology社製・Agilent5100 ICP-OES)



謝辞

所研究室で実施している研究の一部を紹介する機会を頂きまして誠にありがとうございます。上記装置使用に際してはセンタースタッフの方々に懇切丁寧な指導、サポートを頂きました。この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) K. Tsuchiya, S. Fuchida, C. Tokoro, *J Environ Chem Eng* 8, 104514 (2020).
- 2) H. Fukuda, K. Tsuchiya, Y. Toba, M. Eguchi, C. Tokoro, *J Environ Chem Eng* 8, 104171 (2020).
- 3) S. Fuchida, K. Tsuchiya, C. Tokoro, *Water, Air, & Soil Pollut* 232, 160 (2021).
- 4) 淵田 茂司, 田嶋 翔太, 所 千晴, *環境資源工学* 67, 117-121 (2021).
- 5) S. Fuchida, K. Suzuki, T. Kato, M. Kadokura, C. Tokoro, *Sci Rep* 10, 20889, (2020).
- 6) C. Tokoro, Y. Yatsugi, H. Koga, S. Owada, *Environ Sci & Technol* 44, 638-643 (2010).
- 7) X. Lv, W. Prastitho, Q. Yang, C. Tokoro, *Appl Organ Chem* 34, e5592, (2019).
- 8) Y. O. Zubair, S. Fuchida, C. Tokoro, *ACS Appl Mater Interfaces* 12, 49755-49767 (2020).

センター利用者報告

2020年度 分析室 施設利用者の研究テーマ・利用内容

2020年度は新型コロナウイルスの影響により、例年に比べて利用者数がおおよそ3割程度減少しましたが、利用内容は変わらず多岐に渡り、幅広い研究の支援を致しました。

これら多彩な研究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

■機械科学・航空学科

【鈴木研究室】

- ・液体金属の拡散係数測定（学部4年、修士1年、博士2年）
- ・液体金属の蛍光X線分析（修士2年）

創造理工学部

■総合機械工学科

【中垣研究室】

- ・ボイラ排ガスの化学吸収法による脱炭酸システムの研究（学部4年 修士1年 修士2年 博士1年）
- ・アミンベース固体吸収材を用いたDAC試験における揮散成分の定量評価（修士1年）
- ・海水および廃かん水を用いた有価物併産CO₂固定化技術の研究開発（学部4年 修士1年）
- ・固液分離プロセスにおける化学吸収法への適用に関する研究（学部4年 修士2年）

■社会環境工学科

【小峯研究室】

- ・産業副産物の遊離Caを活用した二酸化炭素固定化（修士2年）
- ・福島第一原子力発電所廃止措置に資する土質系材料超重泥水の処理・処分方法の提案（修士1年）
- ・産業副産物によるCO₂固定化反応の反応速度に影響を及ぼす基本的性質の実験的評価（学部4年）
- ・ベントナイトの力学特性に及ぼす水質や温度の影響を探る（博士1年）

【榊原研究室】

- ・Antibiotic Removal by Integrating Biological Fenton Process and an Anaerobic and Aerobic Sequencing Batch Reactor with Magnetite（博士1年）
- ・Sunflower Phytoremediation of Cd removal with Chitosans and Vermicompost（修士1年）
- ・ファイトレメディエーションにおける重金属の浄化速度（学部4年）
- ・促進活性汚泥法による新興汚泥物質の除去（学部4年）
- ・ファイトレメディエーションの数学モデルの構築（博士1年）
- ・ファイトフェントン法による有機汚染土壌の浄化（修士2年）
- ・植物を用いた重金属モニタリング法の開発（学部4年）
- ・重金属含有泥の電気化学的浄化（学部4年）

■環境資源工学科

【栗原研究室】

- ・実験による新EORの増油メカニズムの検討（修士1年）
- ・ナノ粒子を用いたEORの適用性の検討（学部4年）
- ・新EOR技術の効果・原理の検討（修士2年）

【古井研究室】

- ・酸処理におけるワームホール伸展現象の実験的解析及び数値計算による研究（修士1年 修士2年）

【大和田研究室】

- ・焙焼および高度粉碎・選別による電子基板からの（貴）金属濃縮および非鉄製錬忌避物質の除去（学部4年 修士2年）
- ・高度粉碎・物理選別による廃コンクリートからの骨材・セメントペーストの相互分離（修士1年 修士2年）

【所研究室】

- ・排水中の凝集沈殿メカニズムに関する地球化学シミュレーション（教職員）
- ・スケール抑制を目的とした共存元素系におけるシリカ重合への速度論的評価（学部4年）
- ・新規電気パルス法を用いた廃太陽光発電パネル（PV）シートからの銀の回収とCIS層の分離に関する検討（学部4年）
- ・ MnO_2 を用いた抗廃水処理におけるMn, Zn, Cd除去技術の検討（修士1年）
- ・メカノケミカル反応を用いた脱臭素の定量的評価（修士2年）
- ・プラスチック相互分離高精度化を目的とした水流型比重選別機開発（修士2年）
- ・廃棄物最終処分場における雨水浸透に伴う多硫化物および焼却灰の浸出挙動解析（修士2年）
- ・酸化マグネシウムおよびアルミニウムを用いた新規生成法による層状複水酸化物の物理化学特性およびSe除去性能の把握（修士2年）
- ・Effect of Ca^{2+} on pyrite oxidative dissolution and secondary minerals formation（博士2年）
- ・銅鉱石の浮選における黄鉄鉱の抑制機構解明（修士1年）
- ・リユース高度リサイクルを目的とした新規電気パルス法等による物理的分離濃縮技術開発（職員）

【山口研究室】

- ・ $PbO-Na_2O-SiO_2$ 系スラグと貴鉛間の貴金属の分配挙動（修士2年）
- ・炭素飽和下における $Nd_2O_3-Na_2B_4O_7-Fe-Cu-C$ 系の相平衡（学部4年）
- ・ FeO_x-SiO_2 系の液相線に及ぼす CrO_x の影響（学部4年）
- ・ $Ag-AgBr-FeO_x$ 系スラグ平衡におけるスラグへのBr溶解度（学部4年）
- ・白金族金属の高温リサイクルプロセスに関する研究（博士1年）

【香村研究室】

- ・八ヶ岳火山灰土壌における含有粘土鉱物の解明および吸着能測定（学部4年）
- ・アロフェンリッチ試料を用いた塩水化地下水の脱塩化（学部4年）
- ・火山灰土壌と天然素材を用いたヒ素およびセレンの吸着材の開発（学部4年）
- ・比抵抗モニタリングを用いた汚染水浄化層の有効性検討（修士2年）
- ・関東ロームに含まれる粘土鉱物とそれらの吸着能力の解明（学部4年）
- ・火山灰土壌と酸化マグネシウムを用いたハイドロタルサイトの合成およびその陰イオン吸着能に関する検討（修士2年）
- ・アロフェンを主成分とする火山灰土壌を用いた地下水中の硝酸態窒素の除去（修士1年）

【大河内研究室】

- ・都市域表面に大気沈着した有機エアロゾルの光分解によるVOC生成機構の解明（修士2年）
- ・Chemical Speciation of Trace Metals in Urban Particulate Matter and its Health Risk（修士2年）
- ・大気汚染が豪雨現象に及ぼす影響に関する化学安定同位体分析と気象化学モデルを用いた統合研究（修士2年）
- ・富士山体を利用した自由対流圏および大気境界層の雲水化学特性の解明（修士2年）
- ・化学・安定同位体分析を用いた山間部豪雨の実態と生成機構の解明（修士1年）
- ・パーソナルケア商品中のマイクロカプセルの同定と環境・健康影響評価（学部4年）
- ・生物起源一次有機エアロゾルの大気圏動態（学部4年）
- ・カンボジアにおける大気汚染の実態解明と熱帯スコール性豪雨に及ぼす影響評価（学部4年）
- ・化学・安定同位体分析を用いた都市型豪雨の実態と生成機構の解明（学部4年）
- ・丹沢山塊における渓流水質に及ぼす大気沈着の影響評価（学部4年）
- ・都市域における大気および雨水中農薬の迅速分法の開発と健康影響評価（学部4年）

【村田研究室】

- ・Improvement of occupational hygiene status in the manufacturing factories in Myanmar（博士）
- ・金属加工時に発生する切削油剤ミスト濃度測定法の確立（修士2年）
- ・銅亜鉛合金ナノ粒子を用いた二酸化炭素の電気的還元（修士2年）
- ・大気中粒子状物質PM2.5, PM1の発生源推定（学部4年）

先進理工学部

■物理・応用物理学科

【鷲尾研究室】

- ・ドラッグデリバリーシステム（学部4年）

■化学・生命化学科

【古川研究室】

- ・二酸化炭素の光還元による再資源化（修士1年）
- ・非水系アミン溶液CO₂吸収剤の電解還元（修士1年）
- ・二酸化炭素の電解還元による再資源化（学部4年）
- ・MEA-CO₂-水混合溶液におけるCO₂の電解還元に関する研究（修士1年）

【中尾研究室】

- ・塩の分析（学部4年 修士1年）
- ・3種のトウガラシ成分の分析（学部4年）
- ・天然化合物の探索（博士3年）

■応用化学科

【小柳津研究室】

- ・機能性高分子の研究（研究員）

【木野研究室】

- ・アデニル化酵素を利用したポリアミドの合成（学部4年）
- ・水酸化酵素を用いたDOPA含有ジペプチドの合成（学部4年）
- ・アデニル化酵素を利用した α -ケトアミドと α -ヒドロキシアミドの合成（学部4年）
- ・アデニル化酵素を利用したD-アミノ酸含有ペプチドの合成（修士2年）
- ・アデニル化酵素によるジケトピペラジンの合成（修士1年）
- ・2-フェニルエタノール酸化活性を有する微生物によるヒドロキシチロソールの合成（学部4年）

【桐村研究室】

- ・XgtAを用いた α -グリセリルグルコシドの合成（学部4年）
- ・Ⅲ型ポリケチド合成酵素An-CsyAとマロニエルCoA合成酵素を用いた新規化合物の合成（学部4年）
- ・植物由来試料を原料にしたクエン酸の発酵生産（学部5年）

【黒田・下嶋・和田研究室】

- ・かご型シロキサン金属架橋による多孔体の合成（修士1年）
- ・三脚型配位子により修飾された単分散性水酸化マグネシウムナノシートの直接合成（修士2年）
- ・シリカコロイド結晶を鋳型とした多孔質ZnOの作製（修士2年）
- ・フッ化物イオンを包接したかご型ゲルマノキサンを用いたイオン液体の作製（修士1年）

【関根研究室】

- ・電場印加中のメタン水蒸気改質におけるCeO₂担体へのAlドーピング効果（学部4年 修士2年）
- ・電場触媒反応を用いたCO₂転換（修士1年）

【野田・花田研究室】

- ・高効率アルカリ水電解に向けたカーボンナノチューブ膜ベース三次元電極の開発（学部4年）
- ・窒化ホウ素ナノチューブ合成法の開発（修士1年）
- ・水素の高効率製造に向けた金属カルコゲナイト触媒による水電解の機構研究（招聘研究員 教職員）

【福永研究室】

- ・二酸化炭素を電解還元してメタノールの生成（学部4年）

【平沢・小堀研究室】

- ・疎水性アミノ酸結晶化に及ぼす界面活性剤の影響（学部4年）
- ・反応中のZMH結晶がZMH付着に及ぼす影響の調査（修士1年）
- ・余剰汚泥からのリン回収方法の検討（修士2年）

【門間研究室】

- ・リチウム空気二次電池用TEMPO固定正極の性能向上（学部4年）
- ・電解めっきによるCu電極の作成（学部4年）

■電気・情報生命工学科

【柴田研究室】

- ・おからの摂取がマウスの腸内細菌叢に与える影響（修士1年）
- ・食事内容がマウスの腸内細菌叢に与える影響（学部4年）
- ・経皮感作OVA食物アレルギーモデルマウスにおけるイヌリンが重症度に与える影響（学部4年）
- ・イヌリン摂取による腸内細菌叢改善が脳機能に及ぼす影響の検証（修士1年）
- ・運動の実施タイミングがマウスの腸内細菌叢に与える影響（博士3年）
- ・グルコサミンが腸内環境に与える影響及び熱産生との関係（学部4年）
- ・耐性デンプンがマウスの体内時計と腸内細菌叢に与える影響（学部4年）

【木質研究室】

- ・大腸菌の抽出液を用いたモノテルペンの合成（学部3年）

その他

【日本女子大学理学研究科・宮崎研究室】

- ・家畜から排出される揮発性有機成分の研究（修士1年）

【教育研究支援課（二系）材料実験室】

- ・エッチング液の作成（教職員）

2020年度業務報告

年間活動日誌

2020年度初頭より新型コロナウイルス感染症の流行により、キャンパスの入構が制限され、多くの研究室において研究活動が大幅に制限される状況となった。しかし、環境保全センターでは、制限下においても研究活動を維持すべく6月より順次業務を再開してきた。以後、各種業務のオンライン化等の取組みを含め、状況に合わせた体制を整備し、研究活動への支援を継続している。

また、文部科学省の各種事業に本学が採択されたことを受け、当該事業の下、各種装置を導入するなど研究支援機能の強化にも取り組んでいる。

4月

- 8日 キャンパス入構制限措置
- 14～16日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会（持回り開催）
- 18日 2020年化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会、CRIS説明会中止、オンラインにて公開

5月

- 19～24日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会（持回り開催）
- 25～29日 第1回センター運営委員会（持回り開催）

6月

- 1日 キャンパス入構制限一部解除
- 16日 安全衛生管理委員会
- 23日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

7月

- 8～9日 7月定期排水分析
- 14日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 16～17日 作業環境測定
- 17日 文部科学省 先端研究設備整備補助事業
(研究活動再開等のための研究設備の遠隔化・自動化による環境整備) 採択

8月

- 1日 文部科学省 先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）採択
- 25日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

9月

- 2～3日 9月定期排水分析
- 9, 14日 作業環境測定
- 26日 年報『環境』2020 Vol.25発行
- 29日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 30日 化学物質安全管理委員会

10月

- 5～9日 第2回センター運営委員会（持回り開催）
- 7～8日 10月定期排水分析
- 14, 15日 作業環境測定
- 20日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 22日 マイクロ波試料前処理装置 設置
(文部科学省 先端研究設備整備補助事業)

11月

- 11~12日 11月定期排水分析
- 17日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 18日 作業環境測定
- 25日 処理場視察（株式会社ハチオウ）

12月

- 2~3日 12月定期排水分析
- 9~11日 作業環境測定
- 11日 GCMS用熱分解装置設置
(文部科学省 先端研究基盤共用促進事業)
- 15日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

1月

- 13~14日 1月定期排水分析
- 19日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 20日 利用の手引き 2021-2022（日本語版）
発行
- 20~21日 作業環境測定
- 26日 2021年化学物質・実験系廃棄物
取扱いに関する環境保全・安全
講習会オンライン開講

2月

- 2日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 2日 純水・超純水製造装置 設置

3月

- 3~4日 3月定期排水分析
- 10日 安全衛生管理委員会
- 16日 利用の手引き 2021-2022（英語版）
発行
- 16日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 17日 第3回センター運営委員会
- 26日 ホームページ（全面リニューアル）
公開



オンライン版
化学物質・実験系廃棄物取扱いに関する環境保全・安全講習会



全面リニューアルした環境保全センターホームページ

実験系廃棄物処理

2020年度の実験系廃液・廃棄物発生量（搬入量）は、4-5月の各キャンパス構内立入禁止措置に伴い、前年度と比較して全体で約20%（約128,000 L）減少した。一方で、研究開発センターにおいては121号館開業に伴い、前年度と比較して約70%（約15,000 L）増加した。

1. 実験廃液・廃棄物搬入量（％）

（ ）内は19年度

			西早稲田 キャンパス	先端生命 医科学センター	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	9,710 (17,080)	20 (230)	4,810 (4,040)	350 (510)	10 (500)	60 (0)	2,340 (3,277)	17,300 (25,637)
		割合(%)	56.1%	0.1%	27.8%	2.0%	0.1%	0.3%	13.5%	100.0%
	固体 廃棄物	搬入量	21,960 (29,220)	1,460 (2,000)	2,620 (960)	1,380 (900)	0 (720)	380 (460)	300 (240)	28,100 (34,500)
		割合(%)	78.1%	5.2%	9.3%	4.9%	0.0%	1.4%	1.1%	100.0%
有 機 系	廃液	搬入量	42,800 (63,430)	4,990 (6,740)	8,600 (2,450)	1,660 (2,290)	0 (1,385)	70 (20)	1,430 (1,798)	59,550 (78,113)
		割合(%)	71.9%	8.4%	14.4%	2.8%	0.0%	0.1%	2.4%	100.0%
	固体 廃棄物	搬入量	100,240 (137,210)	65,180 (88,540)	20,980 (14,090)	7,450 (7,840)	0 (1,610)	6,720 (6,570)	2,210 (2,240)	202,780 (258,100)
		割合(%)	49.4%	32.1%	10.3%	3.7%	0.0%	3.3%	1.1%	100.0%
感 染 性	廃液	搬入量	142 (262)	867 (1,396)	1 (50)	0 (0)	0 (0)	60 (107)	0 (0)	1,070 (1,815)
		割合(%)	13.3%	81.0%	0.1%	0.0%	0.0%	5.6%	0.0%	100.0%
	固体 廃棄物	搬入量	11,985 (16,794)	97,080 (126,272)	1,182 (1,320)	6 (15)	60 (83)	30,539 (32,774)	7,680 (10,320)	148,532 (187,578)
		割合(%)	8.1%	65.4%	0.8%	0.0%	0.0%	20.6%	5.2%	100.0%

注1) その他は、高等学院、理工学研究所、戸山キャンパス、自動車部、WASA、北九州キャンパス、理工展連絡会、環境保全センター（不明物等の解体処理後の廃棄物を含む）である。

2. 実験廃液・固体廃棄物処理量（％）^{注2}

2021年3月31日現在

		2019年度 繰越量	2020年度 搬入量	2020年度 委託処理量	廃棄物残量 次年度繰越
無 機 系	廃液	1,160	17,300	17,410	1,050
	固体廃棄物	2,080	28,100	27,120	3,060
有 機 系	廃液	3,485	59,550	60,160	2,875
	固体廃棄物	5,740	202,780	203,160	5,360
感 染 性	廃液	1	1,070	1,070	1
	固体廃棄物	590	148,532	148,356	766

注2) 繰越量、搬入量および委託処理量は容器容量にて算出した。

3. 廃薬品等処理量

（ ）内は19年度

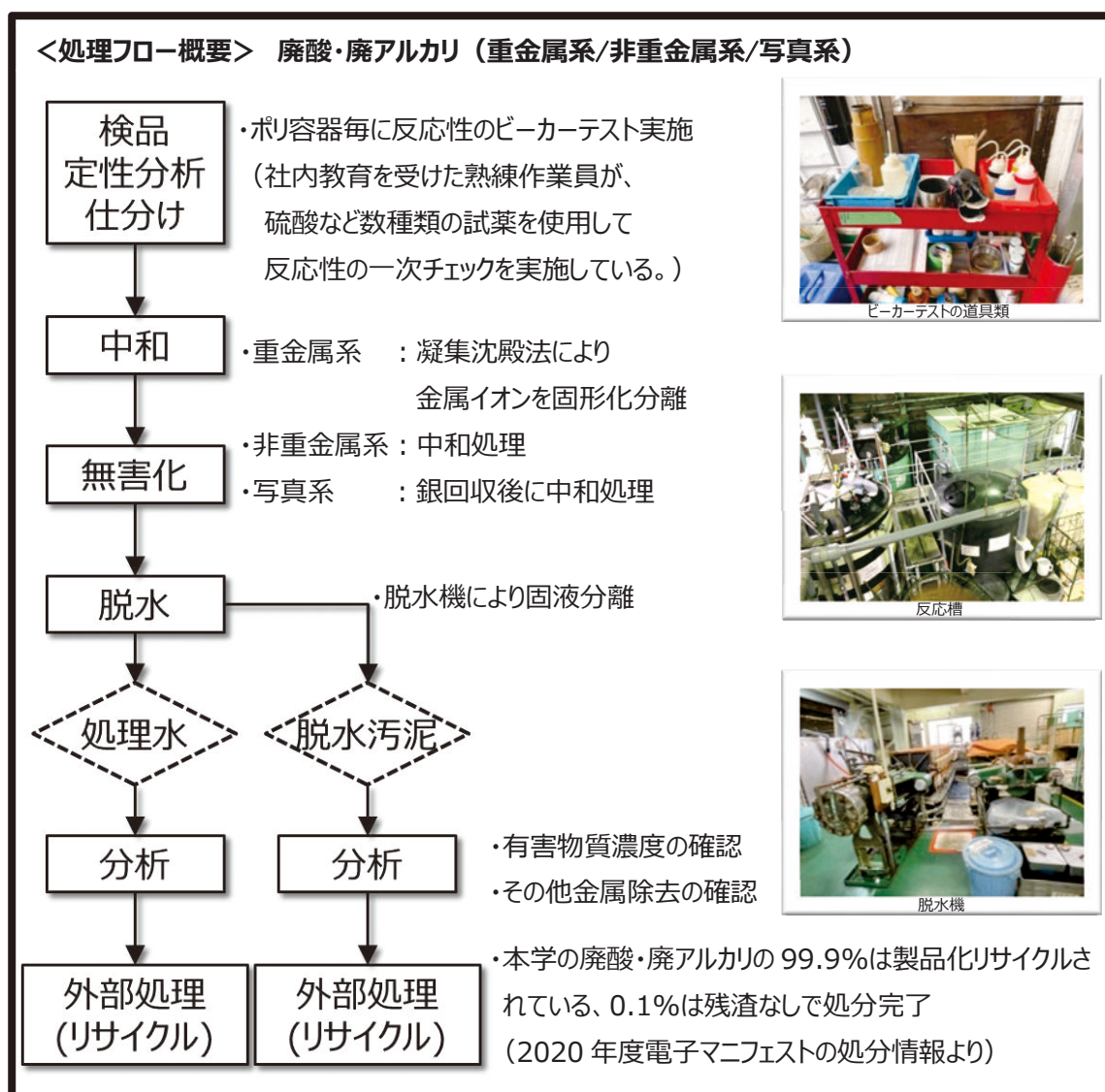
無機試薬	有機試薬	取扱注意試薬	内容不明試薬	薬品瓶等 ガラス屑	金属屑	廃土	廃バッテリー
75.1 kg 265本	115.5 kg 391本	4.1 kg 29本	34.9 kg 169本	11,000 L ドラム缶55本	739.4 kg	フレコン14袋	275.3 kg
(42.5 kg) 115本	(81.8 kg) 237本	(4.1 kg) 16本	(38.5 kg) 100本	(13,40 0L) ドラム缶67本	(971.1 kg)	(フレコン19袋) ペール 38缶	(488.1 kg)

実験系廃棄物の処理施設視察～無機廃液編～

早稲田大学では実験系廃棄物を28の収集区分に分別回収し、区分に応じて適切な業者に廃棄物処理を委託しています。委託先である廃棄物処理業者に対して、環境保全センターでは定期的に処理施設・処理フローを現地視察し、委託した廃棄物が適切に処理されていることを確認しています。2020年度は、無機廃液の処理委託先である株式会社ハチオウ（東京都八王子市）の処理施設を訪問しました。（2020年11月25日実施）

処理施設・処理フロー紹介

本学の無機廃液の多くは株式会社ハチオウで中間処理がなされ、処理後の残渣の多くは製品化リサイクルされています（下図）。処理委託した廃液は、まずは同社での検品・確認のために、反応性に関するビーカーテストが行われます。その後、内容物に応じて中和・無害化処理が行われ、脱水機により処理水と脱水汚泥に分離されます。処理水と脱水汚泥はそれぞれ分析により有害物質およびその他金属の除去を確認した後、最終処分業者へ引き渡され、製品化リサイクルされています。同社からは、本学の廃液については大きな問題なく分別・内容申告がなされていることを確認できていると伺っていますが、引き続き「正しく分別、詳しく記録」のほどよろしくお願ひします。今回の訪問を通じて、同社では整備の行き届いた設備と高い技術力によって、本学からの廃棄物が適切に処理されていることが確認できました。



2020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、2件の超過があったが、全体的には概ね良好であった。

【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）：1 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

【結果】

採水年月日	検査結果	備考
2020/04/08,09	キャンパス入構制限の影響により測定無し	
2020/05/13,14	キャンパス入構制限の影響により測定無し	
2020/06/03,04	キャンパス入構制限の影響により測定無し	
2020/07/08,09	基準値内	
2020/09/02,03	基準値内	
2020/10/07,08	材研 42-1 号館 北側排水枡 pH 9.2 (基準値 5~9) ^(*)	再測定：8.3
2020/11/11,12	基準値内	
2020/12/02,03	基準値内	
2021/01/13,14	材研 42-1 号館 北側排水枡 pH 9.6 (基準値 5~9) ^(*)	再測定：8.1
2021/03/03,04	基準値内	

*; 箇所を管轄する水質管理責任者を通じ、現場検証を行った。

その結果、清掃スタッフがアルカリ性洗剤を使用していることが原因と推測された。

今後、中性洗剤への切り替えを進める。

<東京都下水道局による立入水質調査結果>

例年、任意の特定施設設置箇所に立入水質検査が実施されていたが、2020年度は実施されなかった。

<その他>

2020年9月24日、研究室に所属する学生が65号館1階西側シャッター前でジクロロメタンの3Lガロン瓶を破損し、ジクロロメタンが雨水枡に流出する水質事故が発生した。発生直後の緊急対応の後、下水道局に連絡し、現場確認を行った。枡内のジクロロメタン濃度は下水排除基準の100倍以上を観測したこともあり、バキュームカーによる貯留水の徹底回収・洗浄を行い、ジクロロメタンを完全に回収した。本事故により下水道局から注意書を受領した。

2. 所沢B地区の自然環境水分析（人の健康の保護に関する環境基準）

9, 12, 3月に分析を実施

<測定結果>

採水日	採水場所	検出物質	濃度	基準値
基準値の超過なし				

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。

緊急事態宣言およびキャンパス入構制限による在宅研究・在宅勤務のため、4月～6月中旬程度までは分析機器を用いた研究支援は行われなかった。その後も学生が十分に登校できなかったことから、特に春学期中は例年に比べて研究支援の機会が大きく減った。秋学期以降は徐々に学生の来所も増え、おおむね例年と変わらない利用状況であった。

職員は、時期によって週に1回または2回の在宅勤務が導入され、在宅勤務時に資料作成、データ整理、情報収集、学生の予約受付を行った。従来、学生の予約受付は全て環境保全センター窓口で行っていたが、接触機会の低減を目的として全てメールで受け付ける体制を開始し、今後も同様に運用する予定である。

(1) 施設利用申込書提出者の推移

2019年度：171人
2020年度：128人（前年度比 25% 減）

(2) 延べ利用者の推移

2019年度：2,053人
2020年度：1,324人（前年度比 35% 減）

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	515 (674)	液体クロマトグラフ	245 (459)
ICP質量分析装置	614 (880)	TOC計	13 (190)
ガスクロマトグラフ質量分析計	1141 (811)	水銀分析装置	0 (52)
ガスクロマトグラフ(FID)	34 (181)	分光光度計	60 (91)
ガスクロマトグラフ(ECD)	68 (197)	ドラフトチャンバー	750 (1108)
ガスクロマトグラフ(TCD)	10 (59)		
イオンクロマトグラフ	1311 (3126)		
超高速液体クロマトグラフ	378 (529)		

() 内は前年度数

<コアファシリティプログラムの件>

早稲田大学は2020年度、文部科学省「先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）」に採択され、共用研究設備の一層の有効活用のための事業を開始した。物性計測センター、材料技術研究所、先端生命医科学センター、研究開発センター、そして環境保全センター等の研究支援関連箇所が対象となり、既存機器の高度化及びメンテナンス等を計画している。また、予約システムの整備、メーカーとも連携した教育機会創出等も同時に狙いとする。

環境保全センターでは、当プログラムによってGCMSに試料を導入する前処理装置「熱分解分析装置（パイロライザー）」を2020年度に新規導入した。今後はLCMSのメンテナンス等を実施する予定である。また、島津製作所と協働し、GCMS及び熱分解分析装置に関するセミナー（2021年4月20日）を行うことで、利用促進・教育機会創出を達成した。

化 学 物 質 管 理

1. 化学物質管理体制

本学では、学内で使用される全ての薬品および高圧ガスの出入りを各キャンパス薬品管理窓口にて化学物質管理システム（CRIS）を利用し、効率的かつ安定した管理を行っている。なお、化学物質管理システムCRISによるバーコード発行枚数（薬品登録件数）は表-1のとおりである。また、各キャンパス薬品管理窓口では、2009年度から薬品や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CRISの利用との二重の管理体制を敷いている。

西早稲田キャンパスの薬品管理窓口（ケミカルショップ）では、上記の業務に加えて、研究用ドライアイスや液体窒素の販売および液体窒素供給のための実習も行っている（表-2参照）。

(1) 化学物質管理システム

表-1. 2020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	2020年度	2019年度	2018年度
早稲田キャンパス	105	305	347
西早稲田キャンパス	12,580	14,970	15,074
所沢キャンパス	397	433	511
喜久井町キャンパス	50	4	11
戸山キャンパス	27	16	49
北九州キャンパス	111	140	228
材料技術研究所	788	843	851
研究開発センター	3,482	1,160	1,258
先端生命医科学センター	2,884	2,822	2,700
高等学院	90	123	123
本庄高等学院	12	9	42
計	20,526	20,825	21,198

2. ドライアイス及び液体窒素利用状況

ドライアイスおよび液体窒素の供給量は、表-2に示すとおりである。

表-2. 供給量内訳（kg）

品名	2020年度	2019年度
ドライアイス	943	1617
液体窒素	13,917	21,722

3. 免税アルコール使用業務報告

今年度も、従来どおり4ヶ月ごとに区切り（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		2019年度	2019年度
発酵	99度	73.95	150.15
	95度	-	-
合成	99度	388.80	764.15
	95度	64.80	136.8

作 業 環 境 測 定

1. 2020年度総括

一定の基準を超える化学物質（有機溶剤・特定化学物質・金属）の使用状況が認められる作業場所に対し、作業環境測定を実施することが労働安全衛生法で定められている。測定にあたって、対象研究室・実験室の薬品取扱い状況に関するヒアリング及び化学物質管理システム（CRIS）による薬品購入量の調査によって、測定箇所を精査する。ただし、2020年度は新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から、過去の測定結果を鑑みて丁寧な現状把握の継続が必要と考えられる箇所を厳選することが必要であった。これは、例年よりも化学物質使用量が大きく低減している箇所が散見されたことも反映している。

測定結果を振り返ると、第2・第3管理区分となった箇所は3箇所であった。第2・第3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った。

参考：基準超過件数

2012	15
2013	9
2014	9
2015	12
2016	11
2017	3
2018	8
2019	5
2020	3

2. 作業環境測定結果

2020年度測定箇所数を以下に示す。

期間 (20年4月～21年3月)	西早稲田 キャンパス	材料技術 研究所	研究開発 センター
測定箇所数（計60箇所）	52	3	5

上記測定箇所のうち、第2・第3管理区分となった箇所について、詳細を以下に示す。

キャンパス 号館	研究室名	測定月	測定項目	測定結果	特記事項	その後の経過
西早稲田	A 研究室	7月	ジクロロメタン	第2 管理区分	メールで現状報告・改善依頼	1月測定 第1管理区分
西早稲田	B 研究室	7月	ジクロロメタン	第2 管理区分	メールで現状報告・改善依頼	1月測定 第1管理区分
西早稲田	C 研究室	10月	ジクロロメタン	第3 管理区分	教員を交えて対面で現場見学し、改善の方策について提案。その後、理工学術院執行部も該当教員と環境改善に向けた懇談を実施し、より安全な実験方法の構築を実現。	11月再測定 第1管理区分

3. 2021年度について

新規対象物質を含め継続的に、有機溶剤・特定化学物質・金属類の測定を実施する。第2・第3管理区分となった箇所への説明・改善提案と、適時個人ばく露測定も実施する。一方、今までの測定で得られた知見から、問題が生じる研究室には設備的な抜本的見直しが必要と強く感じるため、各学術院等との連携を深め、組織的な対策の検討を進める。

また、作業環境測定基準に新たな測定方法（C測定・D測定）が追加されたことを踏まえ、新たな測定方法の優位性を検証し、より適切な環境管理につながる体制を検討する。

2020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

2020年度1年間における各キャンパス毎の「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	2020年度		2019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	6,700	5,600	10,000	8,300	
2	ヘキサン	4,800	3,700	8,500	5,900	PRTR 報告対象
3	メタノール	3,600	2,300	4,000	2,400	
4	ジクロロメタン	3,300	2,300	3,700	2,600	PRTR 報告対象
5	酢酸エチル	2,700	2,200	5,800	3,800	
6	クロロホルム	1,900	1,300	3,300	2,300	PRTR 報告対象
7	イソプロピルアルコール	350	220	540	340	
8	トルエン	280	200	520	410	
9	硫酸	170	170	240	240	

<材料技術研究所>

	対象化学物質	2020年度		2019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	100	73	100	70	

<研究開発センター>

	対象化学物質	2020年度		2019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	1,400	1100	180	120	
2	ヘキサン	1,200	770	<100	<100	PRTR 報告対象
3	酢酸エチル	1,100	800	<100	<100	
4	クロロホルム	950	560	<100	<100	
5	ジクロロメタン	490	340	<100	<100	
6	メタノール	320	270	<100	<100	
7	硫酸	150	150	<100	<100	
8	イソプロピルアルコール	110	66	130	58	

<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	2020年度		2019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	メタノール	160	120	170	120	

私立大学環境保全協議会活動報告

—WEBシンポジウムをオンラインで開催—

新型コロナウイルス感染症拡大により、第34回夏期研修研究会が1年程度の延期となりましたことを受け、協議会初のWEBシンポジウムを開催いたしました。

オンデマンド講演（1講演あたり20～30分）3講演ならびに賛助会員紹介動画（1社あたり5分）を9月7日から2週間にわたり公開し、3講演で854件のアクセス、8社で406件のアクセスがありました。また、グループ討議の代わりとして、ZOOMを利用したライブ意見交換会を行い、各グループ20名ほどの方にご参加いただきました。

WEBシンポジウム開催にあたり、会員校の皆様には「COVID-19に関する私立大学の対応について」と題するアンケートを配信し、学生支援や遠隔授業、実験実習、感染防止、大学院試験等の多岐にわたるご回答をいただきました。

2020年9月 私立大学環境保全協議会 WEBシンポジウム

ウィズコロナ時代の大学のあり方を考える

第1部 2020年9月7日～13日オンデマンド講演

◇ご挨拶・基調講演

「ウィズコロナ時代の大学におけるリスクマネジメント」

私立大学環境保全協議会会長・産業医科大学名誉教授 保利 一

◇事例報告

「学生参加で進めた新型コロナウイルス感染症対策の一事例」

帝京大学大学院公衆衛生学研究科講師 津田 洋子

◇話題提供

「コロナ禍における教育のBCP」

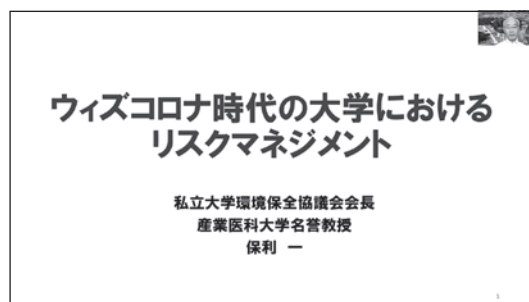
大学マネジメント研究会会長・梅光学院理事長・立命館アジア

太平洋大学客員教授 本間 政雄

◇私立大学環境保全協議会賛助会員紹介

希望される賛助会員から、1社あたり5分以内の企業紹介動画を公開します。

（企業からのウィズコロナ時代のご提案なども含みます。）



オンデマンドでの講演動画

第2部 私立大学環境保全協議会 会員大学教職員によるライブ意見交換会（Zoom ミーティング）

各グループともコーディネータを除く定員20名

◇Ⅰグループ：教育と連携「遠隔授業と学生支援—ウィズコロナと各大学・教職員の取り組み—」

<内 容> ・遠隔授業

遠隔授業の実施時期・授業スタイル・サポート体制など

・学生支援

経済的支援、就職支援、障がい学生支援、留学生支援など

・その他「教育と連携」に関連するテーマ

オンデマンド講演やアンケート調査から討議内容を抽出

※テーマと内容は緩く設定し、自由に情報交換を行う

◇Ⅱグループ：化学物質「COVID-19状況下での、化学物質を用いた実験実習や研究の進め方について」

<内 容> アンケート結果をふまえ、上記テーマで意見交換を行う

◇Ⅲグループ：施設・設備「COVID-19が施設・設備へ与える影響と共存するための対応を考える」

<内 容> アンケート調査に基づき、以下を議論する。

・施設の使用制限状況（図書館、教室、食堂など）

- ・施設関連職員への影響（職員テレワーク、管理会社）
- ・エネルギー消費傾向（電力量、ベース電力など）
- ・建物設備での対応（入構管理、換気、検温）
- ・今後の対応（各種判断指標、教室の運用など）

—第37回総会・研修研究会をオンラインで開催—

第37回総会・研修研究会は早稲田大学西早稲田キャンパスにて対面及びライブ配信、オンデマンド配信を組み合わせたハイブリッド開催を予定しておりましたが、開催日が緊急事態宣言期間中となったため、早稲田大学西早稲田キャンパスに配信会場を設け、Zoomライブ配信またはオンデマンド配信により全面オンラインにて開催いたしました。ライブ配信形式の総会には約60名、講演会は100名近くの方に参加いただきました。

また、グループ討議（オンライン意見交換会）についても、計70名以上が参加し、活発な意見交換を行いました。

私立大学環境保全協議会 第37回総会・研修研究会

「ウィズ&ポストコロナ時代の大学のあり方を考える」

後援：早稲田大学 環境保全センター

日時 <第1部> 総会・講演会

3月4日（木） 13:00～16:40

※講演会のオンデマンド視聴期間：3月8日（金）～3月21日（日）

<第2部> グループ討議（オンライン意見交換会）

3月8日（月） 14:00～16:30

I グループ：教育と連携

3月10日（水） 14:00～16:00

III グループ：施設・設備

3月12日（金） 14:00～16:00

II グループ：化学物質

会場 オンライン開催

第1部（総会・講演会）プログラム

- 【総会】 13:00～13:30
- ◆議事 2020年度活動・決算報告・新会員紹介等
2021年度活動計画・予算・次期役員審議等

【研修研究会】

1. 開会挨拶 13:40～13:50
私立大学環境保全協議会 会長

2. 講演 13:50～14:40
「ウィズ&ポストコロナの大学をめぐる政策動向」
文部科学省高等教育局私学部私学行政課 課長補佐・私学行政専門官 相原 康人

コロナ禍における大学の学修の機会を保障するため、国では、卒業要件における遠隔授業の単位算入の特例をいち早く示しました。また、後期からは、感染対策を講じた上での対面授業の実施や、学生への丁寧な説明、1年生への特段の配慮、交流機会の設定などを要請しています。本講演では、これらの趣旨を再確認するとともに、議論の素材として、授業実施状況の調査結果や大学の取組事例、今後のハイブリッド授業の在り方を巡る検討動向などをご紹介します。

3. 講演 14:50～15:40
「ポストコロナ時代の大学授業の在り方」
早稲田大学人間科学学術院 教授・大学総合研究センター 副所長 森田 裕介

2020年は、多くの大学教員が緊急的にオンライン授業を実施することとなりました。インターネットを介したオンライン授業は20年前から実施されており、最近では対面授業と組み合わせたブレンド型授業、特に「反転授業」が注目されていました。また、2012年には、米国マサチューセッツ工科大学とハーバード大学がedXと呼ばれるプラットフォームを立ち上げ、MOOCs（大規模公開オンライン講座）を展開していました。本講演では、国



総会（ライブ配信）の様子

内外のオンライン授業の20年間の経緯をご紹介するとともに、ポストコロナ時代の大学授業の在り方を考えてまいります。

4. 大学の事例紹介 15:50~16:35

- ◇「ウィズコロナを目指す薬科大学の挑戦」 学校法人東京薬科大学 事務局総務部 総務課 荒井 翔平
- ◇「京都産業大学 PCR検査センターの設置について」 学校法人京都産業大学 理事・総務部長 吉門 敬二
- ◇「福岡大学における新型コロナウイルス感染症対策（2020→2021）」 福岡大学 環境保全センター事務室長 井上 英樹

5. 閉会挨拶 16:35~16:40

私立大学環境保全協議会 副会長

第2部（グループ討議）プログラム

◇Ⅰグループ：教育と連携「ポストコロナとプラスチックごみ問題の行方」

「脱プラスチック文明をめざした取り組み」と「プラスチック削減のためのキャンパス活動」に関する2つの講演を通じて、ポストコロナの世界を見据えたプラスチックごみ問題の行方について意見交換を行います。

日程：3月8日（月）14:00~16:30（150分）

形式：Zoomによるオンライン意見交換会（定員20名）

プログラム：主査による趣旨説明、参加者全員による自己紹介など（20分）

「脱プラスチック文明をめざして」大阪産業大学教授 花田真理子（30分）

「農工大プラスチック削減5R キャンパス活動」東京農工大学名誉教授 岡山隆之（30分）

質疑応答を含む意見交換（70分）

◇Ⅱグループ：化学物質「コロナ禍におけるオンライン安全教育のあり方と新実験棟建設にあたってのポイント」

新たな実験棟を建設する際の注意点などについて、早稲田大学での建設事例を講演で取り上げ、討議するとともに、各大学でのコロナ禍でのオンライン安全教育等について情報交換を行います。

日程：3月12日（金）14:00~16:00（120分）

形式：Zoomによるオンライン意見交換会（定員20名）

プログラム：「早稲田大学121号館建設にあたって」

早稲田大学理工センター 島田剛・椿野結哉（30分）

実験棟建設についての意見交換（30分）

コロナ禍でのオンライン安全教育等について意見交換（60分）



グループ討議配信の様子

◇Ⅲグループ：施設・設備「ポストコロナにおけるこれからの施設・設備の在り方」

消毒・ソーシャルディスタンス・換気と空調管理の観点から、コーディネーターや会員による情報提供や事例報告を踏まえて「ポストコロナにおけるこれからの施設・設備の在り方」について意見交換をします。

日程：3月10日（水）14:00~16:00（120分）

形式：Zoomによるオンライン意見交換会（定員20名）

プログラム：消毒・ソーシャルディスタンスについての情報提供と意見交換（50分）

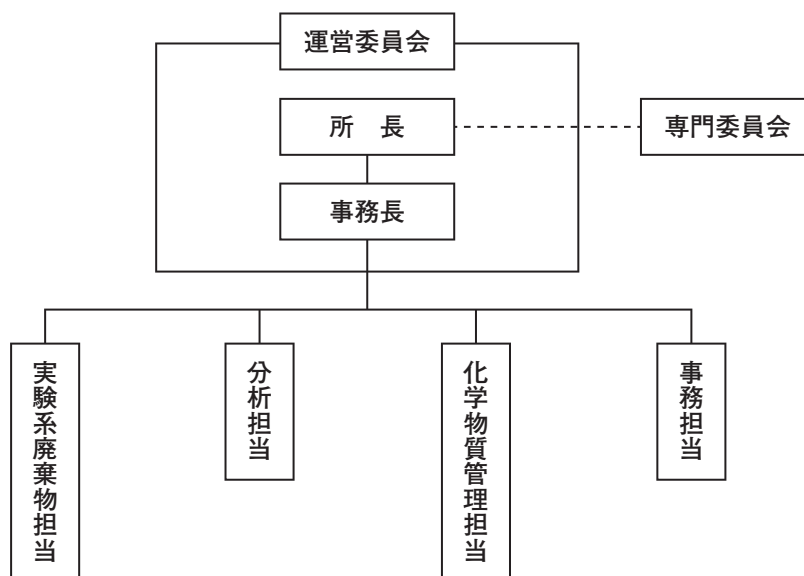
換気と空調管理についての情報提供と意見交換（50分）

話題提供「新型コロナウイルスによりもたらされる新しい社会に向けて」（20分）

組 織

センターの組織 (2021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
環境安全担当課長
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…菅原義之
事務長…服部貴澄
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）
富士フィルム和光純薬株式会社（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.26

発行日：令和3年9月20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 芳文社



古紙パルプ配合率60%再生紙を使用