

環境

年報

2018 Vol.23

早稲田大学環境保全センター

WASEDA UNIVERSITY ENVIRONMENTAL SAFETY CENTER

「環境」 Vol. 23 目 次

巻頭言

大学の安全・安心を支えてきたセンターの軌跡と役割

環境保全センター所長 平沢 泉 ----- 1

加藤忠蔵名誉教授を偲んで

環境保全センター所長 平沢 泉 ----- 3
環境保全センター事務長 松尾 亜弓 ----- 3

話題提供

2017年度化学物質リスクアセスメントの報告と今後の方針について

環境保全センター 齊藤 純一
松尾 亜弓 ----- 5

センター利用者報告

バイオの無限の可能性を追求し社会に役立てる

先進理工学部 応用化学科 木野研究室 鈴木 (D3)
梅澤 (D2)
佐々木 (M1)
村瀬 (M1) ----- 8

2017年度 分析室 施設利用者の研究テーマ・利用内容 ----- 12

2017年度業務報告

年間活動日誌 ----- 16
実験系廃棄物処理 ----- 18
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 ----- 26

大学の安全・安心を支えてきたセンターの軌跡と役割

環境保全センター所長 平 沢 泉

早稲田大学の環境保全センターは、1979年12月に、教育研究活動に伴う環境負荷を抑制し、教職員・学生および周辺住民の安全をはかることを目的に設置された。1960年代～1970年代は、有機水銀、カドミウム、砒素などによる公害問題、硫黄酸化物による大気汚染、六価クロムの土壌汚染など社会の環境に関する関心が深まった時期である。設置から本年度で39年、教員、職員が連携して、センターの役割を伝承してきた。水質、大気の汚染は改善され、環境問題と言え、地球温暖化などに代表される地球環境問題に社会の関心は変遷してきた。一方、アジア地域では著しい経済発展を背景に伴う汚染物質越境問題さらには、その地域での大気・水質汚染など、経済発展と環境問題を両立することは、人類に与えられる大きな難問である。日本で顕在化した公害問題の後始末も依然継続しており、PCB特措法や、水銀に関する水俣条約締結など、時間軸も長期に及んでいる。また、国内では作業環境が悪化した環境での長時間作業に伴う健康被害（たとえば胆管がん）を契機に、労働安全衛生法が改正された。これを受けて、当大学でも2016年より大学内の実験室、分析室などにおける化学物質リスクアセスメントの運用を開始し、PDCAサイクルに基づいた自主的な環境改善を進めつつある。以上のように当センターでは、大学の安全・安心を考え、環境安全に関する課題を取り込みながら、以下の役割を担いつつ、その改善、改良を進めている。

その仕事の主なものを挙げると以下になる。

- 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る。
- 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る。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う。作業環境測定では、有機溶剤・特定物質を対象に6ヶ月に1回実施している。一部の作業域で、改善を要する第2、第3管理区分になるケースがあり、改善のための助言、指導をしているが、局所排気設備の充実など、環境改善の抜本的な対策を要すると考えている。
- 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る。また化学物質に関する環境保全・安全講習会を実施し、約800名が参加している。また、2016年度から、英語での講習会を企画し開催している。
- 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、分析指導、分析セミナーなど、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、ご覧いただきたい。

以上のように、本学の環境安全に関する様々な業務を進めている。もちろんセンターのみならず、教職、学生が環境配慮できる意識を有することが、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ない。

センターの運営に関しても、年2回運営委員会を開催し、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、適切な助言を得ている。本学学生のみならず、他大学や他の研究機関の環境関連部門など、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を評価いただいた。

このように、当センターは、設置の目的を涵養しつつ、運営に尽力された方々への敬意を忘れず、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、スタッフ一同精進するので、当センターへの活動にご協力、ご支援いただきたい。

加藤忠蔵名誉教授を偲んで

環境保全センターの第二代所長を、1980. 9～1986. 11 まで6年2ヶ月お勤めになった加藤忠蔵名誉教授が、2018年5月ご逝去されました。先生のセンター設置のご苦勞、運営を軌道にのせていただいたご尽力に深謝申しあげるとともに、ここに哀悼の辞を述べさせていただきます。設置当初のご苦勞、また環境の問題を全学的に普及させる考え方ならびに、日本における時代背景については、センターの年報 Vol.4 6 ページ（創設20周年記念号）に、加藤先生が寄稿されています。早稲田大学の環境保全センターは、1979年12月に、教育研究活動に伴う環境負荷を抑制し、教職員・学生および周辺住民の安全をはかることを目的に設置されました。創設時は、高度成長に伴う水、大気、土壌などの環境問題が顕在化し、いわゆる公害問題として大きな社会問題になりました。公害をなくすための法規制、公害防止技術が強く求められた時代です。そのような中、大学における環境問題を先駆的に推進し、学内の環境安全のみならず、国内の大学の環境安全の認識を大きく広めていただきました。このような背景で、現在の早稲田大学の環境保全センターがあり、また私立大学環境保全協議会もあるのだと、センターの創設と推進を進めていただいた加藤先生など創設メンバーに深く感謝したく存じます。

国内の環境はかなり改善されましたが、国境を越える地球環境問題、微量化学物質の問題、作業あるいは実験環境の改善のための化学物質リスクアセスメントなど、設立当時とは大きな変化を見せております。当センターは、加藤先生が積み上げたセンターの精神を忘れず、大学の環境安全の推進、学生諸君の環境マインドを涵養すべく、精進します。加藤先生どうか、天より見守りいただきたく、またご冥福をお祈りいたします。

環境保全センター所長 平 沢 泉

GWを過ぎた頃、応用化学科の黒田教授が環境保全センターに来訪され、加藤忠蔵先生がご逝去されたことを伺いました。先生に最後にお目にかかりましたのは、10年前の環境保全センター設立30周年記念式典のときでしたが、米寿を迎えられた先生は大変お元気で澁刺とされていて、その後のご活躍も伺っておいりましたので、ご逝去のお知らせには大変驚き、すぐには受け入れることができませんでした。私が右も左も分からない新米職員だった頃、「沖野さん（私の旧姓）、元気に頑張っていますね」といつも優しいお言葉をかけて下さった加藤先生の笑顔が思い出され、悲しみは広がるばかりでした。

私は応用化学科ではなく化学科（現在の化学・生命化学科）の学生でしたが、大学2年の時に先生の分析化学の講座を受講しており、先生の張りのある御声と分析化学理論を分かり易く机上で実証するような授業は今でも鮮明に記憶に残っております。私が大学職員として早稲田大学に就職した年に、先生は教授職をご退職されましたが、先生が初代会長として設立された私立大学環境保全協議会の関連で、年に数回、先生にお目にかかる機会がございました。センター設立30周年の際には、10年以上ぶりに先生にお会いしたにも関わらず、「沖野さん、暫くぶりですね」と私の名前を憶えて下さっていたことに大変感激いたしました。先生には門下生が何百人といらっしゃり、当時、他大学の理事や学会等でも現役でご活躍されておりましたので、普通であれば前職の大学の一職員のことなどとうにお忘れになられるところですが、先生は大学の職員一人一人を大

切に思ってください素晴らしい先生でいらっしゃいました。余談ではありますが、歴代の環境保全センター所長は時として学生には厳しく指導されていましたが、職員には常に優しく、我々がやりたいと思ったことに理解を示してくださり、正しい方向にご牽引くださる、そのような風土は加藤忠蔵先生がお作りになったのではと思っております。

「環境保全は『教育』なのです。早稲田大学環境保全センターは、化学物質の取扱いから廃棄に至るまで、適正に管理するとともに学生に環境保全を『教育』する機関でもあるのです」という加藤忠蔵先生のお言葉は、私が新入職員として環境保全センターに入職した時に、まず最初に先輩職員から教えられた言葉でした。当時、環境保全センターが理工学部でも庶務課でもなく教務課所管の組織であったのは、先生が関係箇所を奔走され、「理工学部だけではなく『全入学生』に対して公害問題を認識させ、環境保全の『教育』を行う必要性がある」と力強くご説得された故のことでした。私が環境保全センターの事務長になりましたのは3年前、折しも、大学は、Vision150のより一層の推進を目的に事務組織改組を検討しており、環境保全センターは教務課から総務課に移管されることになりました。私自身としては、総務課が所管として引き受けてくれたことに感謝しつつ、所管がどこであれ、環境保全センターとしてやるべきことをやっていくのみ、と思っておりましたが、その一方で、先生には何か申し訳ない気持ちでございました。環境保全センター設立から40年ほど経っていましたが、だからこそご報告せねば、と私は先生に手紙を書き、そして、ほどなくして、先生から直筆のお手紙が送られて参りました。所管の変更を詫げる私に、「当初の目的は充分果たしているからご心配なく、そして大学全体の行政の点から考えてやむを得ない判断だったのでしょう、今後も学生へ環境の大切さをPRしてご活躍ください」と優しさのこもった温かいお言葉が綴られていました。そして最後に「理屈の通る時は決して引き下がらないこと」と力強いメッセージも込められていました。当時、先生は御年95歳でいらっしゃいましたが、今なお沢山のことを教えて下さる先生に感謝の気持ちで一杯でした。悲しくも、そのお手紙が先生との最後の繋がりとなりました。

「環境保全は教育」という先生のご意志が、未来永劫、環境保全センターのスタッフに継承されていくことを願ってやみません。今後も本学の学生が、環境保全について意識を高く持ち、化学物質の適正な管理について十分に理解した上で社会で活躍できるよう、日々努力して参りたいと思います。

ここに謹んで加藤忠蔵先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

環境保全センター事務長 松尾 亜弓

2017 年度化学物質リスクアセスメントの報告と今後の方針について

環境保全センター 齊藤 純一
松尾 亜弓

1. はじめに

化学物質リスクアセスメント (RA) は、化学物質を取り扱う上での危険性・有害性を定量的にまたは定性的に判断することができるツールであり、2014 年の労働安全衛生法の改正により実施が義務化された。従来は 640 物質が対象であったが、種々の改正がなされ、現在は 673 物質が RA の対象とされている (平成 30 年 7 月時点)。

本学においても、2016 年度から RA を試行的に開始し、様々な改善のヒントを得ることができた。ここでは、RA の具体的な実施手法の改善策と、RA 実施結果について吟味する。

2. 2017 年度 RA の概要

2016 年度同様、RA の周知徹底も意図し、最も実施が容易とされるコントロール・バンディングによる評価を採択した。これは、対象となる化学物質の有害性情報と、使用者の使用条件からリスクを算出する手法であり、その他の手法に比べて簡易的に実行できる点が特徴である。具体的なプロセスとして、はじめに、化学物質の有害性情報として SDS の GHS 区分からハザードレベルを得る。次に、使用者の使用条件として取扱量、揮発性・飛散性、換気の状態、作業者の様子、作業時間を選択することで作業環境レベルを得る。最終的に、ハザードレベルと作業環境レベルの二者を加味して総合評価としてのリスクレベルが得られる。今回、全ての項目を選択すれば自動的にリスクレベルが判定される独自のツールを開発し、RA 実施者の負担を大きく軽減した。このシステムをウェブから各研究室に配布し、各研究室で 20 程度の高頻度または多量に使用する化学物質について RA することを依頼した。

3. 2017 年度 RA 実施結果

はじめに、RA の総数について吟味する。表 1 の

通り、全ての研究室に送付したところ、82%の回収率を得られ、前年度から微増した。ただし、化学物質を多量に使用するにも関わらず提出がない研究室もあるため、より積極的な広報が求められる。次に、表 2 にて集計内容を示す。一つの研究室で複数の実験室を持つ場合があり、回答を得た数と部屋数は一致しないことが分かる。RA を実施した化学物質の数について、一部屋辺りで 4.28 であり、多くの部屋で RA 対象となる化学物質を多種使用することはないことが示唆される (図 1)。

表 1. RA案内状況

依頼した研究室	208
回答を得た研究室	170
回収率	82%

表 2. RA集計概要

依頼した研究室	170
RA を実施した部屋数	229
一研究室辺りの部屋数	1.35
RA 結果総数	981
一部屋辺りの RA 数	4.28
一研究室辺りの RA 数	5.77

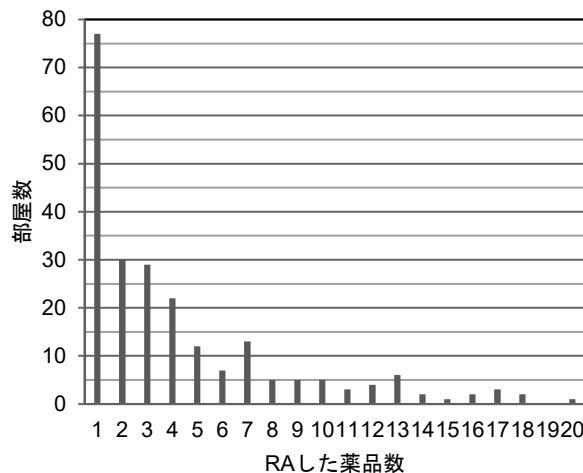


図 1. RAした薬品数と部屋数

続いて、RA 結果の具体的な内訳を示す。リスクレベルは全て1から5までの評価がつく仕様であり、その内容は表3の通りである。また、リスクレベルを算出する際に用いられるハザードレベル等についても同様の数値評価が用いられる。表4、表5にRA 結果一覧の絶対値と相対値をまとめる。はじめに、ハザードレベルについて、80%以上の化学物質が4以上の評価であり、使用される化学物質の有害性は高い場合が多いことが明らかとなった。一方、作業環境レベルについては90%以上が2以下の評価であり、定常的または多量を消費する作業は極めて限定的と見なすことができる。これらを加味すると、90%以上の場合でリスクレベルは3以下となり、安全管理上極めて重大な注意を要する事例は多くないと考えられる。

表3. 各評価のリスクに関するコメント

評価	内容
5	耐えられないリスク
4	大きなリスク
3	中程度のリスク
2	許容可能なリスク
1	些細なリスク

表4. RA結果一覧（絶対値）

評価	ハザードレベル	作業環境レベル			リスクレベル
		頻度レベル	ばく露レベル		
5	300	36	0	0	0
4	501	78	2	7	2
3	162	172	18	49	355
2	7	187	415	180	612
1	11	508	546	745	12

※評価が高いほど危険性が高い

表5. RA結果（相対値）

評価	ハザードレベル	作業環境レベル			リスクレベル
		頻度レベル	ばく露レベル		
5	30.6%	3.7%	0.0%	0.0%	0.0%
4	51.1%	8.0%	0.2%	0.7%	0.2%
3	16.5%	17.5%	1.8%	5.0%	36.2%
2	0.7%	19.1%	42.3%	18.3%	62.4%
1	1.1%	51.8%	55.7%	75.9%	1.2%

※評価が高いほど危険性が高い

ここで、リスクレベルが4と判定された事例は、多くの有機溶剤を必要とする有機合成系の研究室であり、実験する環境として充分とは言えない状況が続いている。作業環境測定でも第1管理区分とならない場合も多く、最も注意しなければならない対象の一つであると認識され続けている。今後、作業環境測定結果やRA 結果を活用し、化学系実験室の環境改善に向けた努力を加速させる必要がある。

視点を少し変え、RA 結果の質を吟味したい。前述の通り、特定の分野では作業環境測定で要改善となるケースが多いが、それらの研究室とRA 結果を表6に示す。第2、第3管理区分であってもRA 結果は3以下となる場合や、そもそもRA をしていない研究室もある。すなわち、作業環境が劣悪であるにも関わらず、その危険性を認識できずにいることは大変な不安要素となる。この原因として、限られたスペースに複数の作業員がいること及び各々が異なる作業をしている場合があることが挙げられる。RA は個人レベルで実施することから、評価者が有害な薬品を使用していなければ、RA の対象とはならない。しかし、同じ部屋で異なる作業員が有害な薬品を使用していれば、その部屋は汚染される可能性があり、結果として作業環境測定で基準を超過し、RA との相関性は見いだせなくなる。すなわち、RA は個人単位で実施するのではなく、場合に依って部屋全体の状況を踏まえて実施する必要があることが示唆される。これは、部屋の使用者全体で検討する機会を設けなければ実行できないため、いかに実現していくか今後の大きな課題と言える。

表6. 2016年度作業環境測定結果とRA結果の比較

研究室	対象物質	RA	作業環境測定結果
A	クロロム	3	第3管理区分 (04月)
B	クロロム	3	第2管理区分 (04月)
C	ヘキサン	なし	第2管理区分 (05月)
D	クロロム	2	第3管理区分 (07月)
	ヘキサン	なし	
	ジクロロメタン	なし	
E	ヘキサン	3	第2管理区分 (09月)
F	クロロム	なし	第2管理区分 (10月)
G	ヘキサン	2	第2管理区分 (01月)
D	ジクロロメタン	なし	第3管理区分 (01月)
E	ヘキサン	3	第2管理区分 (03月)

4. 今後について

書面でのRAを撤廃し、データベースに基づいたRAを構築したことにより、操作性・回収率の向上を実現できたため、同様の実施形態を継続する。その一方、作業環境測定結果とRA結果に大きな差が見られることは否めず、その実施結果の品質には向上の余地があると言える。今後、厳密な検討が必要と思われる箇所には一層の注意喚起を行い、化学物質の危険性の正しい認識を促せるよう工夫を凝らしたい。

RAは私立大学環境保全協議会においても重要な議論の対象とされるようになった。2018年3月16日に行われた総会・研修研究会では、各大学のRAの実施状況を報告・質疑応答する機会が設けられ、各大学でより一層精度の高いRAを構築する機運が高まっている。

また、2018年4月には厚生労働省の「職場のあんぜんサイト」にて試験研究機関等の少量多品種の化学物質を使用する事業者向けのアセスメントツール「CREATE-SIMPLE」が公開された。これまでのコントロール・バンディングは大学の研究室・実験室にはあまり適さない選択肢が使われていたが、このシステムではより実態に即したRAが可能となっている。早稲田大学では環境保全センターが中心となって積極的にRAを推進・改善している状況で

あるため、今後はこのシステムをはじめとした各大学等のRAの実施手法も参考にしつつ、本学でのRAの改良と定着に注力していきたい。さらに、現在は化学物質の有害性にのみ着目したRAとしているが、同様に爆発・火災等の危険性に関するリスクについても理解する必要があるため、双方を兼ね備えたRAの体制を検討することも重要である。

参考文献

1. 中央労働災害防止協会、化学の基礎から学ぶやさしい化学物質のリスクアセスメント、2015
2. 中央労働災害防止協会、テキスト 化学物質リスクアセスメント、2016
3. 厚生労働省、労働災害を防止するためリスクアセスメントを実施しましょう、
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzeneiseibu/0000099625.pdf>
4. 厚生労働省、職場のあんぜんサイト、
<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm>
5. 松尾、斉藤、2016年度化学物質リスクアセスメントの報告と今後の方針について、環境-年報 Vol.22-、2017

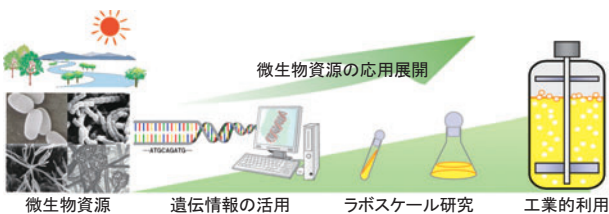
バイオの無限の可能性を追求し社会に役立てる

先進理工学部 応用化学科 木野研究室 D3 鈴木、D2 梅澤、M1 佐々木、M1 村瀬

1. はじめに：木野研究室とは？

今世紀、食料、資源、エネルギー、環境問題といった地球規模の課題が山積していますが、これら課題に対してその解決のカギを握るバイオテクノロジーによる持続的社會 (sustainable society) の実現に大きな期待が寄せられています。木野研究室では、そのアプローチの一環として多様性に富む微生物資源に着目し、低環境負荷型の物質生産プロセスの開発を目指して、各種有用化合物やそれら誘導体の合成を可能とする酵素探索と合成研究に取り組んでいます。

バイオの研究には高度な分析技術や装置類の開発が不可欠です。また、バイオ研究はその適用範囲が多岐にわたり、分析対象も多種多様であるため、その研究推進には様々な分析装置が必要です。本稿では、環境保全センターの最新鋭の分析装置を用いて取り組んでいる研究の一部を紹介します。



2. 酸化還元酵素を用いた有用香料化合物合成

香料は、食品や化粧品に香りを付加する揮発性の低分子化合物で、人々の生活を豊かにしています。また、匂いによる興奮・鎮静・抗ストレス等の多様かつ特異的な生理活性と、そのメカニズムが近年明らかになってきています。地球上には数十万種類以上の香気化合物が存在すると言われ、香料はその中から目的の香質に合わせて香気化合物を抽出・調合することで製造されます。また、香料は基本的に複数の香気化合物が組み合わさって構成されていますが、その中には、化合物単独で元の物質を想起できる「重要香気成分」が存在しており、バニラにおけ

るバニリンやスペアミントにおけるカルボン等がその代表例です (図1)。

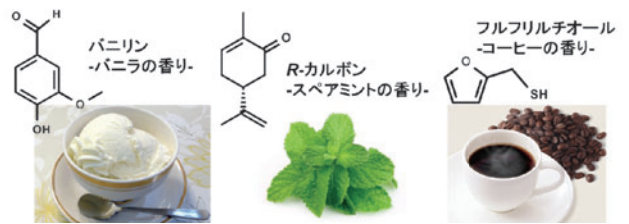


図1. 重要香気成分の一例

この時、これら香気化合物に共通する特徴として、主に酸素原子を含む極性分子であることが挙げられます。この極性を生む酸素原子の導入が化合物の香気を決定する重要な因子であり、その位置や立体配置によって香りの質や強さが大きく変化します。従って、香気化合物の合成においては、位置および立体選択的な酸素添加反応が大きな意味を持っています。しかし、従来の有機合成プロセスではこの選択的合成は一般的に難しく、また、副生物を含む反応液から目的物を精製回収する工程を必要とするため、廃棄分が多く環境負荷の大きい製法となってしまう。これに対して、微生物や酵素を利用するバイオプロセスでは、位置および立体選択的な合成が可能であるため、効率的かつ環境負荷を抑えた生産プロセスが構築できます。一例として、テルペン酸化酵素 (terpene monooxygenase) を用いたグレープフルーツの重要香気成分である(+)-ヌートカトンの合成を示します (図2)。この(+)-ヌートカト

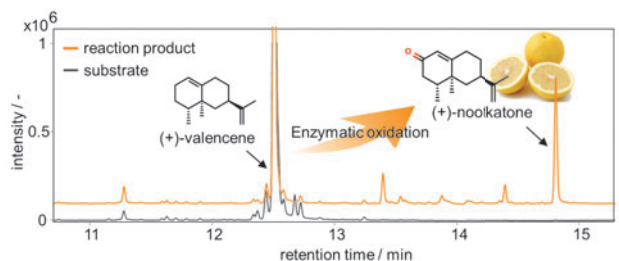


図2. (+)-ヌートカトンの酵素的合成 (GC-MS結果)

ンは、グレープフルーツ自体から抽出することも可能ですが、果実中に0.001%程度しか含まれないため非常に高価であり、合成法による供給が主要となっています。これら香気化合物はその揮発性ゆえにガスクロマトグラフィーとの相性が良く、分析には環境保全センターのGC-MS (Agilent Technologies社製・GC-MS 7890-5977B) を用いています。

(+)-ヌートカトンは、セスキテルペン的一种である(+)-バレンセンのアリル位にケトン基を導入することで合成されます。(+)バレンセン自体は若干の柑橘香気を有する化合物ですが、酸素添加によって(+)-ヌートカトンへ酸化することで、香調は華やかなグレープフルーツ様に変化し、その閾値(匂いを感知できる下限濃度)も低下するため、香気化合物としての価値が大きく高まります。(+)バレンセンにはその構造中に化学的性質の近い炭素が複数存在しますが、酵素の有する空間的な基質認識能によって、位置選択的なケトン基導入が可能です。当研究室で利用する酵素に関しては、目的に合う活性を有する微生物を自然界から探索することに加え、最近では、著しい進展を見せているゲノム情報を活用するデータベースからの探索も行っています。また、上記の酸素添加反応に関しては、必要な原料が生物の代謝活動によって供給される補酵素(エネルギー)と分子状酸素のみであるため、クリーンな反応と言えます。(+)バレンセン自体も地球上に普遍的に存在する糖からの供給が可能であり、また、微生物機能を活用することで汎用原料から高性能製品を産み出す連続的生産プロセスの開発も可能になります。微生物のさらなる有効活用を目指して研究を進めています。

3. NRPSのAドメインを利用したアミド化合物の合成

アミド結合を有する化合物はアミド化合物と呼ばれ、ポリマー原料や医薬品などさまざまな種類のアミド化合物が社会で利用されています。そのため、アミド結合形成は工業的に重要な反応と言えます。現在のアミド結合形成反応の主流は縮合剤を用いる有機合成ですが、目的物と等モル量の縮合剤が必要であることや、多量の有機溶媒を使用することに伴う廃棄物の処理が課題となっています。近年、触媒的なアミド結合形成法が注目されており、本研究室では生体触媒である酵素を利用した汎用的

なアミド化合物生産法の開発を目的に効率的なアミド結合形成反応の構築を目指しています。

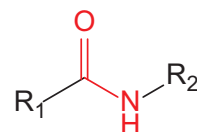


図3. アミド化合物

非リボソーム型ペプチド合成酵素(Nonribosomal peptide synthetase, NRPS)は、ペプチド系抗生物質など微生物の二次代謝産物の生合成に関与する酵素で、図4のように役割の異なるドメインと呼ばれる単位が集まったモジュールが複数連なった構造をしています。NRPSによるペプチド合成では、まずアデニル化ドメイン(Aドメイン)の働きにより基質アミノ酸にAMPが付加し活性化される反応、すなわちアデニル化が進行します。続いてアデニル化された基質がチオール化ドメイン(Tドメイン)上のホスホパンテテイン鎖にチオエステル結合を介してロードされ、縮合ドメイン(Cドメイン)がアミノ酸同士を結合することでペプチドが合成されます。

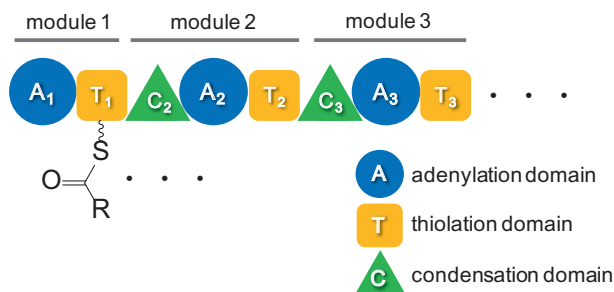


図4. NRPSの反応メカニズム

当研究室ではこの最初のステップであるアデニル化に着目し、アデニル化ドメインを単独で利用したアミド結合形成法を開発し、その詳細と工業的利用を検討しています。本反応では、基質カルボン酸のカルボキシ基のアデニル化と、それに続くアミンの求核置換反応によりアミド結合が形成されます(図5)。後半の求核置換反応は非酵素的な反応であり、酵素の基質特異性の影響を受けにくく、求核性の高い任意のアミンを反応させることで対応する多様なアミド化合物が合成可能であると考えています。従来の酵素的なアミド結合形成反応では、カルボン酸とアミンの両方が基質特異性による制限を受けることが

一般的でしたが、本反応はこの課題を解決する画期的な技術であると言えます。

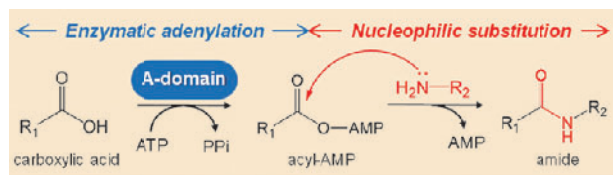


図5. Aドメインを利用したアミド合成

このような新しい反応の有用性を検証するためには、生成物の同定が不可欠です。しかし、合成するアミド化合物の多くは市販されておらず、比較により同定することは困難でした。そこで、環境保全センターのLC-MSを利用して分子量情報を得ることにしました。基質カルボン酸とアミン、そして酵素を混合し反応させ、生成物をLC-MSにより分析しました (Waters 社製・Xevo G2-XS QTof)。例えば、芳香族カルボン酸を基質として利用可能なAドメインを用いた *m*-methylbenzoic acid と *L*-proline の反応では、これらがアミド結合を形成した *m*-(methyl) benzoyl-*L*-proline の分子量と一致する 234.1131 のピークがマススペクトル上で得られました。この他にも、多くの基質カルボン酸とアミンの組み合わせで合成されうるアミド化合物の分子量と一致するピークを検出し、予測通りの反応の進行を裏付けることができ、多様なアミド化合物の合成が可能であると確認しました。

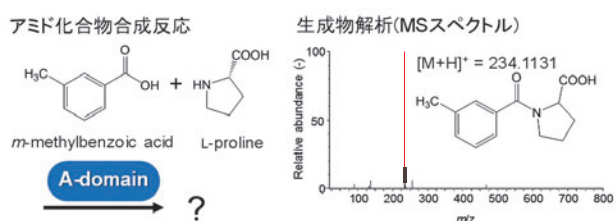


図6. アミド化合物合成の分析例

今後、酵素活性の増強を検討することで収率向上が達成されれば、汎用性のある低コスト型のアミド化合物生産プロセスの工業化に大きな期待が持てます。

4. 新規活性を有する脱炭酸酵素の機能解析

現代社会では、化石資源に依存した社会からの脱却と、低炭素社会を構築は急務であり、温室効果ガ

スの1つであるCO₂の排出を抑えることが課題となっています。この時、CO₂の排出を抑えるだけではなく、既に排出されてしまったCO₂を取り込み、固定化することで有用物質を生産できれば、物質生産と低炭素社会実現への貢献を同時に可能とする画期的なプロセスが構築できます。

そこで、微生物酵素の反応可逆性に着目した炭酸固定反応の検討を推進しています。具体的には、フェノール類への炭酸固定反応によって、直接的にヒドロキシカルボン酸を合成可能な可逆的脱炭酸酵素 (reversible decarboxylase) を利用した実用的な生産プロセスの開発を目指しています。

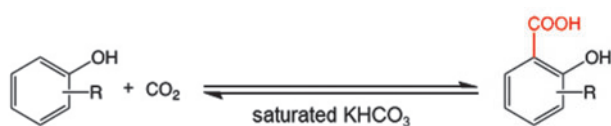


図7. 可逆的脱炭酸酵素を用いた炭酸固定反応

一般的にヒドロキシカルボン酸は食品や化粧品の防腐剤や保存料、医薬品やポリマー原料として工業的に有用な物質として知られています。これまでにサリチル酸やポリフェノール類に対する可逆的脱炭酸酵素がいくつか発見・取得されており、当研究室でも今まで活性が知られていない芳香族ヒドロキシカルボン酸を基質とする新規な可逆的脱炭酸酵素を土壌から取得しています。

この時、可逆的脱炭酸酵素に関しては、酵素の活性中心に金属イオンが存在することが結晶構造解析により判明しており、この金属イオンが酵素の触媒機構に大きく寄与することが示唆されています (図8)。そこで当研究室において取得した酵素にも同様に金属イオンが内在していると考え、環境保全

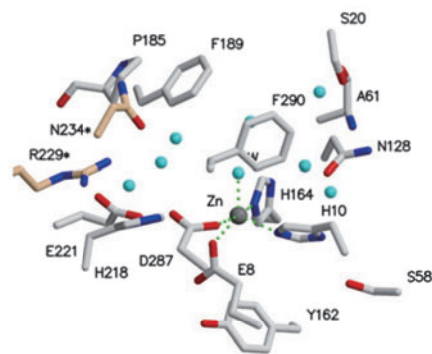


図8. 金属含有可逆的脱炭酸酵素の一例

M. Goto et al., *J. Biol. Chem.*, **281**, (2006), 34365-34373.

センターが保有する ICP-MS (Agilent Technologies 社製・ICP-MS 7700x) を用いた分析を行いました。ICP-MS では、高温アルゴンガスのプラズマを利用して試料に含まれる金属元素をイオン化し、ppt レベルの感度で定量が可能であるため、酵素に含まれる極僅かな金属イオンも検出できます。本検討においては、酸処理および加熱処理によって酵素を変性させ、金属イオンを酵素外に放出させることで、微量含有金属の検出を行いました。今回の結果を踏まえ、ICP を用いた微量含有金属の検出を他の有用酵素に展開することで、更なる知見の集積が可能であると考えています。

5. おわりに

今回本稿で紹介した環境保全センター保有の分析装置を以下に示します。

- ・ガスクロマトグラフ質量分析計 (香料合成)

Agilent 製 7890B 5977B



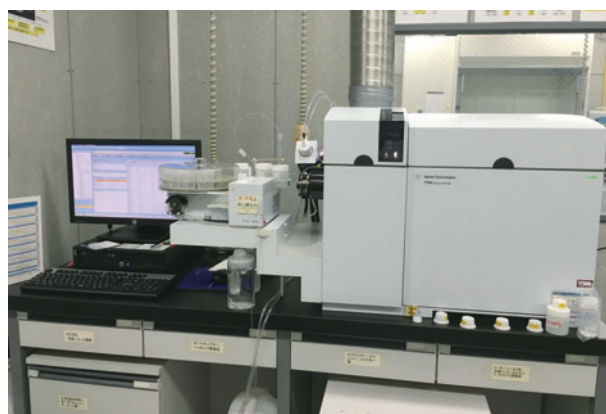
- ・高速液体クロマトグラフ質量分析計 (アミド合成)

Waters 製 Xevo G2-XS QTof



- ・ ICP-MS (脱炭酸酵素機能解析)

Agilent 製 7700x



謝 辞

この度は、木野研究室で実施している研究の一部を紹介する機会を与えて頂きまして、ありがとうございます。また、日頃より、分析条件の検討から試料の調製方法に至るまで、環境保全センターのスタッフの方々には大変親切にご指導・ご対応頂いており、とても勉強になっております。本紙面をお借りして、心よりお礼申し上げます。



Kimo Laboratory

2017年度 分析室 施設利用者の研究テーマ・利用内容

2017年度は195名、延べ約1800名の学生及び教職員の皆様が環境保全センター分析室を利用されました。利用内容は多岐に渡り、下記のような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】

- ・スケール効果を利用した対流抑制セルによる地上でのソーレ係数測定手法の検討（学部4年）
- ・液体金属中の拡散係数の測定（修士1年 修士2年 学部4年）
- ・高炭素鋼伸線材の延性向上要因の究明（修士1年）
- ・伸線時の高精度後方応力制御による極細共析鋼線材の集合組織形成と機械的性質の改善（博士2年）

【岩瀬研究室】

- ・金属ナノ粒子の電界トラップにおける電解質濃度による粒子流れの影響（学部4年）

【川田・細井研究室】

- ・熱処理による金属材料疲労き裂の治癒及び治癒メカニズム評価（修士2年）

■電子物理システム学科

【山本研究室】

- ・有機無機ペロブスカイト単結晶の作製（学部4年）

創造理工学部

■建築学科

【輿石研究室】

- ・打放しコンクリート仕上げの外壁の汚れ防止に関する研究（学部4年）
- ・水硬性石灰を用いた塗り仕上げにおける白華抑制に関する研究（修士2年）
- ・遮熱・断熱防水システムに関する研究（修士1年）

【田邊研究室】

- ・環境条件が皮膚ガス放散量に与える影響（教職員 修士2年 学部4年）

■総合機械工学科

【上杉研究室】

- ・保湿効果・剛性に着目した新聞用紙による簡易防寒具のデザインに関する研究（修士2年）

【中垣研究室】

- ・IPAEを用いた Aspen Plus シミュレーションモデルの構築（学部4年）
- ・CO₂分離回収用化学吸収液の劣化に関する研究－劣化要因の分析及び劣化防止対策の確立（修士2年）
- ・廃液かん水を利用したCCUSシステムの研究（学部4年）

【吉田研究室】

- ・溶接組織に関する研究（修士1年 学部4年）

■社会環境工学科

【赤木研究室】

- ・各種建設副産物の環境地盤工学技術への適用に関する研究（修士1年 学部4年）
- ・ウレタン系注入材を用いた溶出物試験（修士2年）

【小峯研究室】

- ・ベントナイトの膨潤圧測定における周辺水質分析（学部4年）
- ・高レベル放射性廃棄物地層処分に資するベントナイト系緩衝材の長期物理特性に関するナチュラルアナログ的考察（修士1年）
- ・放射線遮蔽性能を有する覆土材としての復興資材の適用性に関する基礎的研究（学部4年）

- ・仮置き時の大気中の CO₂ 暴露による自然由来重金属等の溶出抑制に関する基礎的研究 (修士 1 年)
- ・放射線遮蔽性能を有する超重汚水の特異性評価 (修士 2 年)
- ・産業廃棄物処分場用の多機能覆土の開発と吸着バリア設計 (学部 4 年)
- ・石灰炭や岩石への二酸化炭素固定と、有害物質の不溶化と CCS への展望 (学部 4 年)

【神原研究室】

- ・Phytoremediation (学部 4 年)
- ・都市排水における抗生物質及び抗生物質耐性菌の除去 (修士 1 年 学部 4 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 1 年)
- ・ファイトフェントン法を用いた土壌修復 (学部 4 年)
- ・Removal of antibiotics from contaminated water (博士 2 年)
- ・ファイトフェントン法による微量有害物質の除去 (教職員)

■環境資源工学科

【大河内研究室】

- ・首都圏小規模森林における土壌ガスに関する研究 (学部 3 年)
- ・首都圏近郊山間部における渓流水を通じた微量金属元素の流出挙動と大気沈着の影響評価 (修士 2 年)
- ・大気中陰イオン界面活性物質の動態・起源・環境影響 (学部 4 年)
- ・都市型豪雨の実態と生成機構 (学部 4 年)
- ・首都圏小規模森林における酸性物質・微量金属元素の森林フィルター効果の解明 (修士 2 年)
- ・福井県大野市の水の起源および水質汚染要因の解明 (学部 4 年)
- ・首都圏近郊山間部森林域における渓流水の化学特性と大気沈着の影響評価 (修士 2 年)
- ・首都圏小規模森林における土壌呼吸に関する研究 (学部 4 年)
- ・家畜から排出される揮発性有機化合物の動態解明 (学部 4 年)
- ・富士山体を利用した雲水化学特性の解明 (修士 2 年)
- ・航空機・船舶由来 VOCs と有機エアロゾルによる地球規模汚染 (学部 4 年)
- ・航空機・船舶による VOCs の地球規模汚染 (学部 4 年)
- ・首都圏における小規模森林と大気相互作用 (学部 4 年)

【香村研究室】

- ・電気探査比抵抗法による粘土鉱物への重金属吸着挙動の可視化方法の検討 (学部 4 年)
- ・武蔵野ローム層の Cu、Pb、Cs に対する吸着能について (学部 4 年)
- ・立川ロームのホウ素、フッ素、セレンに対する吸着能 (学部 4 年)
- ・赤玉土・鹿沼土を用いた硝酸態窒素吸着材開発に関する検討 (修士 1 年)
- ・鳥取県大山に分布する火山灰土壌の有する重金属吸着能力の検討 (学部 4 年)
- ・管理型最終処分場の安定化における埋立廃棄物のイオン吸着能が塩類洗い出し作用に及ぼす影響 (修士 2 年)
- ・宍道湖底質を用いた越境汚染履歴の研究 (学部 4 年)
- ・廃棄物埋立層における電気探査 IP 法のメタル濃集ゾーンの把握とその有効性について (学部 4 年)
- ・最終処分場の資源化に関する基礎的研究 (学部 4 年)

【栗原研究室】

- ・低塩分濃度水攻法のメカニズム解明に向けた実験 (修士 2 年)

【所研究室】

- ・Elucidation of Fluoride removal mechanism from contaminated water (修士 2 年)
- ・Surfactant-assisted cementation for copper nanoparticles with iron (修士 2 年)
- ・硫酸共存化におけるフッ素廃液からの CaF₂ の選択的回収プロセスの検討 (学部 4 年)
- ・風化残留型レアアース鉱石からのレアアース浸出 (博士 2 年)
- ・地球化学コードを用いた本庫鉱山人工湿地のモデル化 (学部 4 年)
- ・鉱山廃水処理の定量モデル化 (修士 2 年)
- ・Arsenite removal by using Ferrihydrite (修士 2 年)
- ・セリウムを用いたホウ素含有廃水からの高効率ホウ素除去プロセスの確立 (修士 2 年)
- ・腐葉土による抗廃水中の亜鉛・カドミウム除去における物理的・化学的捕捉機構の解明および表面錯体モデルの構築 (学部 4 年)
- ・表面粉碎/電気パルス粉碎等による太陽光パネルリサイクルプロセスの検討 (学部 4 年)
- ・Chromate immobilization with green rust sulfate based on pH in aqueous solution (博士 2 年)

【村田研究室】

- ・酸化チタン等有害物の測定分析方法に関する研究 (修士 1 年)
- ・可視光応答型光触媒作製条件の検討 (学部 4 年)

- ・作業現場におけるセミアクティブサンプラーを用いた有機溶剤等の個人曝露濃度測定に関する基礎的研究（学部4年）
- ・大気環境中の微細粒子における成分分析及び発生源推定（修士1年・学部4年）

【山口研究室】

- ・EV モーターコアからの REE 回収の高温分離プロセスの開発（修士1年）
- ・鉛溶錬スラグの銀ロスに及ぼす溶融塩の影響（学部4年）
- ・Pt-Cu 合金と $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2$ 系スラグ間の Pt 及び Cu の分配挙動（学部4年）
- ・ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 系スラグの液相線に及ぼす FeO_x の影響（修士1年）
- ・ $\text{FeO}_x\text{-SiO}_2$ 系状態図に及ぼす Al_2O_3 の影響（学部4年）

先進理工学部

■物理・応用物理学科

【勝藤研究室】

- ・ $\text{Ba}_3\text{Nb}_{5-x}\text{Ti}_x\text{O}_{15}$ の単結晶作成と物性（修士1年 学部4年）
- ・軌道/電荷整列系 $\text{BaV}_{13}\text{O}_{18}$ の V サイトの置換効果（修士2年）
- ・ $\text{Ba}_x\text{Ti}_8\text{O}_{16}$ の単結晶作製とその物性（修士2年）

【寄田研究室】

- ・気液二相型 Ar 光検出器を用いた暗黒物質直接探索実験における内部放射線背景事象の理解と低減（修士2年）

【鷲尾研究室】

- ・DMFC 用有機/無機ハイブリッド電解質膜の開発（修士2年）
- ・DDS 構築へ向けた電子線グラフト重合による pH 応答膜の作製（修士1年）
- ・放射線グラフト重合による直接グルコース形燃料電池用電解質膜の創製（修士1年）

■化学・生命化学科

【石原研究室】

- ・2-carboxy phenyl boronic acid の糖との反応の速度論的解析（修士2年）

【小出研究室】

- ・ペプチドライブラリを用いたスクリーニングによる新規活性ペプチドの探索（修士1年）

【中尾研究室】

- ・天然物から生理活性化合物の探索（修士2年）

■応用化学科

【木野研究室】

- ・Arthrobacter sp. K8 株由来オルセリン酸脱炭酸酵素（OAD）の解析（学部4年）
- ・アミノ酸水酸化酵素による 3-ヒドロキシグルタミンおよび 3-ヒドロキシヒスチジンの構造解析（学部4年）
- ・P450 酸化酵素を利用した α -グアイエンの位置選択的酸化によるロタンドンの合成（修士2年）
- ・生体触媒を用いた香料物質生産（博士1年）
- ・5-Hydroxylysine 生産菌由来の L-Lysine 5-水酸化酵素の精製（学部4年）
- ・D-アミノ酸含有ジペプチドの酵素的合成（修士1年）
- ・P450 酸化酵素を利用したテルペノイド型香気化合物の合成（学部4年）
- ・アデニル化酵素を利用した芳香族カルボン酸アミド化合物の合成（学部4年）
- ・Cupriavidus sp. TK 株由来 6-メトキシサリチル酸脱炭酸酵素の特性解析（修士1年）
- ・Escherichia coli K12 株由来 RimK の基質認識機構の解明および改変（修士2年）

【桐村研究室】

- ・非海洋性細菌由来 β -アガラーゼの酵素的諸性質の検討（修士2年）
- ・レブリン酸資化性細菌によるバイオサーファクタントの生産（修士2年）
- ・アコニット酸イソメラーゼを利用した trans-アコニット酸生産と異性化機構の解明（修士2年）

【黒田・下嶋・和田研究室】

- ・二元シリカナノ粒子結晶内での Au の位置選択的な還元析出によるシリカ-Au 多元ナノ粒子結晶の作製（学部4年）
- ・三脚型配位子による層状複水酸化物の層間修飾（修士1年）
- ・層状ケイ酸塩の層間縮合による閉じたゼオライトナノ空間に導入された金属単原子の作製（学部4年）
- ・熱電変換性能の向上を目指したメソポーラス N,Nb-codoped anatase TiO_2 モノリスの作製（学部4年）
- ・制限空間を利用した周期ポリシロキサン合成（学部4年）
- ・層状ケイ酸塩のナノスクロール化のメカニズム調査（修士1年）
- ・多脚型配位子を用いた金属水酸化物の構造・組成制御（修士2年）
- ・Brucite 型金属水酸化物の層表面が有機修飾された層状ハイブリッド化合物を用いた NC ハイドロゲルの作製（学部4年）

- ・ホウ素¹⁰B含有メソポーラスシリカナノ粒子の作製及び生体分解能の付与（学部4年）

【菅原研究室】

- ・Synthesis of Ti-Al-Nitride（教職員）

【関根研究室】

- ・ペロブスカイト型酸化物触媒によるn-ヘプタン環化脱水素反応（修士2年）
- ・Pt担持触媒を用いたバイオマスセルロースからC₃, C₄炭化水素への転換反応（修士1年）
- ・金属担持ゼオライトによるエタンの脱水素芳香族化反応（博士1年 学部4年）

【西出・小柳津研究室】

- ・気相酸化重合によるπ共役高分子のその場形成と太陽電池・電解触媒への適用（修士2年）
- ・トリフルオロメタンスルホニルイミド基を置換したポリプロピルメタクリレートの合成とリチウム硫黄電池への適用（修士1年）
- ・アイソタクチックポリアクリロニトリルの精密合成及びその誘電特性（博士1年）
- ・イリジウム触媒によるカルボニル化合物の電解水素化および高分子型水素キャリアへの応用（修士2年）

【平沢・小堀研究室】

- ・渦流式微粒子製造装置を用いたアミノ酸ナノ結晶作製手法の検討（修士1年）
- ・L-オルニチンL-アスパラギン酸塩のオイル化に関する知見（学部4年）
- ・超音波誘導核化手法を用いたアミノ酸結晶の多形制御（修士2年）
- ・疎水性有機化合物のナノ粒子作成手法の検討（修士1年）
- ・モリブデン酸ジルコニウムのスケーリング抑止方法の検討（修士2年）
- ・MoO₃結晶添加によるZMH付着抑制結果の検討（学部4年）
- ・Pt粒子の還元晶析におけるシーディング効果の解析（修士1年）
- ・クエン酸Niめっき廃液からのクエン酸Caの回収（修士1年）
- ・エトリンサイトによる排水中のホウ酸除去（修士1年 学部4年）
- ・廃酸中からの硫酸アルミニウム回収プロセスの最適化（修士2年）
- ・シュウ酸ニッケル共存下におけるシュウ酸除去方法の検討（学部4年）
- ・異種金属イオン添加によるZMH析出抑制効果の検討（修士1年）

【本間研究室】

- ・Znアノード反応におけるZnO形成と充放電挙動の解析（修士2年）

【松方研究室】

- ・ディーゼル酸化触媒上における重質HCの吸着・脱離・酸化挙動の解明（修士2年）
- ・Partial Oxidation Catalyst for HC-SCR（修士1年）

【門間研究室】

- ・リチウム二次電池用電析Si-O-C複合負極の形成機構解析（修士2年）
- ・リチウムイオンキャパシタ用負極適用に向けた検討（修士1年）
- ・金属リチウムを用いない新規リチウム蓄電池系の探索
- ・キュリー温度を制御したスピネルフェライトナノ粒子の合成と交流磁場下での粒子発熱が細胞に与える影響に関する研究（修士2年 学部4年）

■電気・情報生命工学科

【大木研究室】

- ・CL法による酸化防止剤の効能測定（学部4年）

【柴田研究室】

- ・マウス各臓器におけるセロトニン-有機酸複合体の定量（教職員）
- ・食品成分の腸内環境に与える影響（学部4年）
- ・食物繊維がマウス腸内細菌叢に与える影響（研究補助者 修士1年）

■生命医科学科

【朝日研究室】

- ・アラニンドープ硫酸トリグリシン結晶の結晶構造解析（修士2年）

その他

■理工学術院技術部教育研究支援課（一系）

- ・飲料水に含まれるFeの定量（教職員）

■高等学院

- ・ヒトスジシマカを殺傷するクロクサアリ分泌物の研究（教職員）

年間活動日誌

4月

- 5～6日 4月定期排水分析
- 12～18日 作業環境測定（西早稲田、120号館）
- 19日 教育学部新入生見学
- 13・21日 化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会
- 18日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会



化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会

5月

- 10～11日 5月定期排水分析
- 16日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 17～23日 作業環境測定（西早稲田、教育）
- 30日 分析セミナー

6月

- 6日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 7～8日 6月定期排水分析
- 9日 第1回センター「運営委員会」
- 15日 安全衛生管理委員会
- 14～20日 作業環境測定（西早稲田、材研）



実験体験ツアー受入（中央区立城東小学校）

7月

- 12～13日 7月定期排水分析
- 18日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
化学物質管理システムデータ照合
化学物質リスクアセスメント依頼
- 19～25日 作業環境測定（西早稲田、TWIns）

8月

- 8日 ユニラブ参加
- 29日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

9月

- 6～7日 9月定期排水分析
- 13～20日 作業環境測定(西早稲田、TWIns)
- 23日 センター年報「環境」Vol.22 発行
専門委員会（持ち回り開催）
- 26日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
- 29日 東京都立城東職業能力開発センター
江戸川校
分析室見学対応



ユニラブ

10月

- 4～5日 10月定期排水分析
- 6日 第2回センター「運営委員会」
- 2～3日・11～20日 作業環境測定

24日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
26日 化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会（英語）

11月

8～9日 11月定期排水分析
2～7日・15日～24日 作業環境測定
21日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

12月

6～7日 12月定期排水分析
13～18日 作業環境測定
19日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

2018年

1月

24～30日 作業環境測定
17～18日 1月定期排水分析
30日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

2月

6日 中央区立城東小学校受入
23日 センター「利用の手引き 2018-2019」発行（日本語版）
23日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会

3月

7～8日 3月定期排水分析
8日 安全衛生管理委員会
14～23日 作業環境測定
19日 西早稲田キャンパス安全衛生委員会
23日・28日 化学物質取扱いに関する環境保全・安全説明会



定期排水分析

実験系廃棄物処理

2017 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 1%増加した。先端生命医科学センター、西早稲田キャンパスは前年度と比較してそれぞれ約 9,300L、約 3,900L 増加した。

1. 実験廃液・廃棄物搬入量 (ト)

() 内は 16 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	19,280 (22,420)	250 (210)	5,130 (5,810)	540 (640)	620 (750)	0 (60)	3,070 (3,235)	28,890 (33,125)
		割合 (%)	66.7 %	0.9 %	17.8 %	1.9 %	2.1 %	0.0 %	10.6 %	100.0 %
	固体 廃棄物	搬入量	33,260 (25,580)	2,960 (2,520)	920 (900)	520 (700)	200 (180)	380 (560)	316 (300)	38,556 (30,740)
		割合 (%)	86.3 %	7.7 %	2.4 %	1.3 %	0.5 %	1.0 %	0.8 %	100.0 %
有 機 系	廃液	搬入量	64,965 (67,975)	23,960 (21,755)	4,330 (3,550)	2,670 (2,115)	730 (830)	20 (120)	1,622 (1,985)	98,297 (98,330)
		割合 (%)	66.0 %	24.5 %	4.4 %	2.7 %	0.7 %	0.0 %	1.7 %	100.0 %
	固体 廃棄物	搬入量	149,100 (144,160)	135,940 (133,480)	13,660 (14,470)	7,000 (6,870)	660 (1,450)	4,260 (4,410)	2,830 (2,460)	313,450 (307,300)
		割合 (%)	47.6 %	43.4 %	4.4 %	2.2 %	0.2 %	1.4 %	0.9 %	100.0 %
感 染 性	廃液	搬入量	173 (300)	1,251 (1,429)	80 (190)	0 (0)	0 (0)	86 (34)	20 (0)	1,610 (1,953)
		割合 (%)	10.7 %	77.7 %	5.0 %	0.0 %	0.0 %	5.3 %	1.2 %	100.0 %
	固体 廃棄物	搬入量	16,387 (18,831)	119,006 (114,654)	880 (1,764)	20 (20)	183 (45)	24,882 (27,594)	2,940 (3,070)	164,298 (165,978)
		割合 (%)	10.0 %	72.4 %	0.5 %	0.0 %	0.1 %	15.1 %	1.8 %	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、本庄キャンパス、自動車部、WASA、図書館、神戸 BT センター、北九州キャンパス、ユニラブ、理工展連絡会、環境保全センター

2. 実験廃液・固体廃棄物処理量^{注2)} (ト)

2018 年 3 月 31 日現在

		2016 年度 繰越量	2017 年度 搬入量	2017 年度 委託処理量	廃棄物残量 次年度繰越
無 機 系	廃液	510	28,890	28,970	430
	固体廃棄物	1,900	38,556	38,736	1,720
有 機 系	廃液	660	98,297	96,617	2,340
	固体廃棄物	5,630	313,450	315,270	3,810
感 染 性	廃液	40	1,610	1,610	40
	固体廃棄物	1,714	164,298	164,275	1,737

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 16 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
94.4 kg 274 本	67.3 kg 395 本	7.7 kg 40 本	2,400 リットル ドラム 12 缶	1599.4 kg	268 .0kg
(133.7 kg) (439 本)	(263.5 kg) (1,000 本)	(43.7 kg) (147 本)	(3,400 リットル) (ドラム 17 缶)	(115.3 kg)	(270.7 kg)

注 3) シアン含有薬品、水銀含有薬品

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、2017年度は5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）：2 研究開発センター：2 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
2017/04/05,06	基準値内	
2017/05/10,11	基準値内	
2017/06/07,08	基準値内	
2017/07/12,13	基準値内	
2017/09/06,07	材研 42-1号館 南側排水槽 鉛 0.12 mg/L (基準値 0.10 mg/L)* ¹	再測定 異常なし
2017/10/04,05	基準値内	
2017/11/08,09	材研 41-5号館 調整槽 ジクロロメタン 0.22 mg/L (基準値 0.20 mg/L)* ¹	再測定 異常なし
2017/12/06,07	基準値内	
2018/01/17,18	教育学部 6号館 東側排水槽 鉛 0.12 mg/L (基準値 0.10mg/L)* ¹ 教育学部 6号館 東側排水槽 pH 3.4 (基準範囲 5.0~9.0)* ¹	再測定 異常なし
2018/03/07,08	教育学部 6号館 東側排水槽 鉛 0.11 mg/L (基準値 0.10mg/L)* ¹	再測定 異常なし

*1 箇所を管轄する水質管理責任者を通じ、薬品を使用する研究室・実験室に注意喚起を行った

<東京都下水道局による立入水質調査>

計2回の立入水質検査が実施された。いずれも基準値内であった。

採水年月日	検査箇所	検査結果
2017/09/25	研究開発センター 120-1号館, 5号館	基準値内
2017/11/21	西早稲田キャンパス 62号館, 63号館, 65号館	基準値内
	喜久井町キャンパス 41-5号館	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
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。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	受講者人数
ICP 発光分析・質量分析の試料調製法と測定法	50 名 (47 名)
ガスクロマトグラフ (GCMS 含む) の原理と測定法	12 名 (14 名)
イオンクロマトグラフの原理と測定法	10 名 (10 名)
液体クロマトグラフ (LCMS 含む) の原理と測定法	20 名 (18 名)
TOC 計の原理と測定法	2 名 (4 名)
合 計	94 名 (93 名)

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	517 (462)	液体クロマトグラフ	208 (552)
ICP質量分析装置	555 (645)	TOC計	156 (115)
ガスクロマトグラフ質量分析計	1068 (1280)	水銀分析装置	89 (69)
ガスクロマトグラフ(FID)	499 (248)	分光光度計	21 (5)
ガスクロマトグラフ(ECD)	272 (364)	ドラフトチャンバー	1016 (995)
ガスクロマトグラフ(TCD)	97 (282)	電気炉・オープン	95 (68)
イオンクロマトグラフ	1049 (752)		
超高速液体クロマトグラフQToF	285 (252)	純水・超純水	1123 (1917 L)

() 内は前年度数

3. 学内依頼分析

学部	学科	分析内容	件数
先進理工	物理	実験機材に吸着したU, Th	1
	ナノ・ライフ創新研究機構	素材中のSi, B, Bi	1
	循環型環境技術センター	土壌中のCs	1
計			3 (8)

() 内は前年度数

4. 分析相談 95 件 (前年度 86 件)

	試料調製について	測定法について	その他
基幹理工	2	15	0
創造理工	1	41	0
先進理工	3	33	0
合計	6	89	0

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）。

表-1. 2017 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	2017 年度	2016 年度	2015 年度
早稲田キャンパス	225	339	338
西早稲田キャンパス	16,632	16,731	19,903
所沢キャンパス	622	1,037	897
本庄キャンパス	31	32	29
喜久井町キャンパス	20	30	26
戸山キャンパス	4	0	0
北九州キャンパス	260	267	201
材料技術研究所	1,007	941	800
研究開発センター	1,979	2,408	2,501
先端生命医科学センター	4,594	3,407	3,829
高等学院	225	180	203
神戸バイオテクノロジーセンター※	12	9	32
計	25,611	25,381	28,759

※神戸大学との共同研究施設

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	2017 年度	2016 年度
ドライアイス	1,058.0	1,224.0
液体窒素	24,604.8	24,876.3

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		2017 年度	2016 年度
発酵	99 度	326.7	276.5
	95 度	—	—
合成	99 度	810.5	732.0
	95 度	100.8	129.6

作業環境測定

1. 2017 年度総括

2017 年度については、2016 年度に引き続き、労働安全衛生法で定める 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。

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 4 箇所であった（2012 年度：15 箇所、2013 年度：9 箇所、2014 年度：9 箇所、2015 年度：12 箇所、2016 年度：12 箇所）。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。

2. 測定結果

2017 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 1：2017 年度測定箇所数

期間 (17 年 4 月～18 年 3 月)	西早稲田 キャンパス	TWIns	材料技術 研究所	研究開発 センター	早稲田 キャンパス	喜久井町 キャンパス
測定箇所数（計 146 箇所）	97	27	6	10	4	2

また、上記のうち、2017 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 2：2017 年度第 2・3 管理区分件数

キャンパス	測定月	測定項目	測定結果	対応策	その後の経過
西早稲田	9 月	クロロホルム	第 2 管理区分	・当該教員との状況確認および作業方法改善	18 年 3 月 第 1 管理区分
西早稲田	10 月	クロロホルム	第 2 管理区分	・当該教員との状況確認および作業方法改善	18 年 4 月 第 1 管理区分
早稲田	11 月	ホルムアルデヒド	第 3 管理区分	・当該職員との状況確認および作業方法改善	18 年 11 月 測定予定
西早稲田	3 月	ジクロロメタン	第 3 管理区分	・当該教員との状況確認および作業方法改善	18 年 4 月 再測定 第 1 管理区分

3. 今後の対応

第 2・第 3 管理区分と判定される部屋の特徴として、多量の試薬をドラフト外で使用していること（特にカラムクロマトグラフィーによる分離作業やエバポレータによる濃縮作業）、また試薬瓶や試験管を密栓せず放置していることが傾向として挙げられるため、主な注意事項として今後も継続的に周知する必要がある。一方、設備（局所排気装置）不足により上記の課題を克服できない側面も見受けられるため、研究室に個別に注意喚起するだけでなく、組織的に安全設備の充実を検討する必要があると強く感じる。良好な作業環境を維持するために、研究室に必要な設備を精査し、提言書として関係箇所への提出を継続することで、より一層の安全衛生に努める。

2017 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

2017 年度 1 年間における各キャンパスの「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	2017 年度		2016 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	11,000	8,300	14,000	9,000	
2	ヘキサン	7,600	5,800	7,300	5,700	PRTR 報告対象
3	メタノール	4,500	2,800	4,800	2,700	
4	酢酸エチル	4,400	3,600	4,100	2,900	
5	クロロホルム	3,700	2,600	4,800	3,400	PRTR 報告対象
6	ジクロロメタン	3,400	2,400	3,100	2,200	PRTR 報告対象
7	イソプロピルアルコール	560	390	690	480	
8	トルエン	540	420	550	380	
9	硫酸	300	210	380	270	
10	硝酸	220	150	230	160	
11	塩酸	200	140	190	130	

<材料技術研究所>

	対象化学物質	2017 年度		2016 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	170	120	140	97	

<研究開発センター>

	対象化学物質	2017 年度		2016 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	390	330	460	320	
2	イソプロピルアルコール	340	240	270	190	
3	硫酸	240	170	330	230	
4	硝酸	110	80	180	130	

<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	2017 年度		2016 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	280	190	250	170	
2	アセトン	160	130	210	150	
3	ジクロロメタン	140	85	25	18	
4	クロロホルム	140	120	59	42	
5	イソプロピルアルコール	120	83	130	89	
6	酢酸エチル	100	70	53	37	

私立大学環境保全協議会活動報告

2017年度は、8月・9月に福岡大学において夏期研修研究会、2018年3月に千葉工業大学において総会・研修研究会が開催された。夏期研修研究会の特別講演のテーマは「命の水・土を考える－『山河滅びて民不在』にならないために－」、また、グループ討議については、メインテーマ「サステイナブルキャンパス構築に向けて」を細分化したテーマ（4グループ）と、Ⅰ教育と連携、Ⅱ化学物質、Ⅲ施設・設備の3グループについて行った。総会・研修研究会の特別講演のテーマは「災害対応ロボットの現状－大学の社会貢献活動とマスコミ対応について－」であった。グループ討議については、Ⅰ教育と連携、Ⅱ化学物質、Ⅲ施設・設備の3グループについて行った。

12月には東京ビッグサイトにて行われたエコプロ展に10年連続出展し、外部に向けて積極的なPRを行った。

正会員・準会員は142校、微減、賛助会員については51社（2018年2月末現在）。なお、開催された研修研究会の内容は以下のとおり。

－ 第31回 夏期研修研究会 －

【日 時】 2017年8月31日(木)・9月1日(金)

【会 場】 福岡大学 七隈キャンパス
〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1

【参加者】 約150名

【内 容】

8月31日(木)

1. 開会挨拶

私立大学環境保全協議会会長 山崎 裕康

2. 開催校挨拶

福岡大学学長 山口 政俊

3. 特別講演

「命の水・土を考える－『山河滅びて民不在』にならないために－」
福岡大学工学部社会デザイン工学科教授 松藤 康司

4. 話題提供

「熊本地震における東海大学の対応－教育機関として巨大地震に備えるには－」
東海大学九州キャンパス長・農学部長 荒木 朋洋

5. グループ討議まとめ

テーマ「サステイナブルキャンパス構築に向けて」 主 査
A ファシリティ機能の向上 矢ノ目 優
B エコ活動と人材の育成 飛田 満
C 物質の適正管理 押尾 浩志
D マネジメントシステムの構築 原 渡

6. グループ討議1

Ⅰ 教育と連携 (飛田 満)
Ⅱ 化学物質 (押尾 浩志)
Ⅲ 施設・設備 (矢ノ目 優)

9月1日(金)

1. グループ討議2

Ⅰ 教育と連携 (飛田 満)
Ⅱ 化学物質 (押尾 浩志)
Ⅲ 施設・設備 (矢ノ目 優)



開催校挨拶 (福岡大学山口政俊学長)



グループ討議Ⅰ教育と連携
(学生によるプレゼンテーション)



キャンパス見学会 (廃棄物処理研究施設)

2. 研修講演

「福岡における全国研究機関共同 PM2.5 観測－越境汚染と局地汚染」
福岡大学理学部地球圏科学科教授 林 政彦

3. 閉会挨拶

私立大学環境保全協議会副会長 保利 一

— 第 33 回 研修研究会 —

【日 時】 2018 年 3 月 15 日 (木)・16 日 (金)

【会 場】 千葉工業大学 津田沼キャンパス
〒275-0016 千葉県習志野市 2-17-1

【参加者】 約 170 名

【内 容】

3月15日 (木)

1. 開会挨拶

私立大学環境保全協議会会長 山崎 裕康

2. 開催校挨拶

千葉工業大学学長 小宮 一仁

3. 特別講演

「災害対応ロボットの現状－大学の社会貢献活動と
マスクミ対応について－」
千葉工業大学未来ロボット技術研究センター室長

先川原正浩

4. 話題提供

「千葉工業大学の再開発について」
千葉工業大学大学事務局長 前田 修作

5. 話題提供

『千葉商科大学の「自然エネルギー 100% 大学計画」』
－エネルギーの地産地消が未来を拓く－
千葉商科大学学長 原科 幸彦

6. グループ討議 1

- I 教育と連携 (飛田 満)
- II 化学物質 (押尾 浩志)
- III 施設・設備 (矢ノ目 優)

3月16日 (金)

1. グループ討議 2

- I 教育と連携 (飛田 満)
- II 化学物質 (押尾 浩志)
- III 施設・設備 (矢ノ目 優)

2. 研修講演

「風力発電による大学発のまちおこし－千葉科学大学の挑戦－」
千葉科学大学危機管理学部危機管理学科教授 安藤 生大

3. 閉会挨拶

私立大学環境保全協議会副会長 保利 一

— 第 34 回 総会 —

【日 時】 2018 年 3 月 15 日 (木)

【会 場】 千葉工業大学 津田沼キャンパス
〒275-0016 千葉県習志野市 2-17-1

【議 事】 2017 年度活動・決算報告、新会員紹介等
2018 年度活動計画・予算審議・その他



開催校挨拶
(千葉工業大学小宮一仁学長)

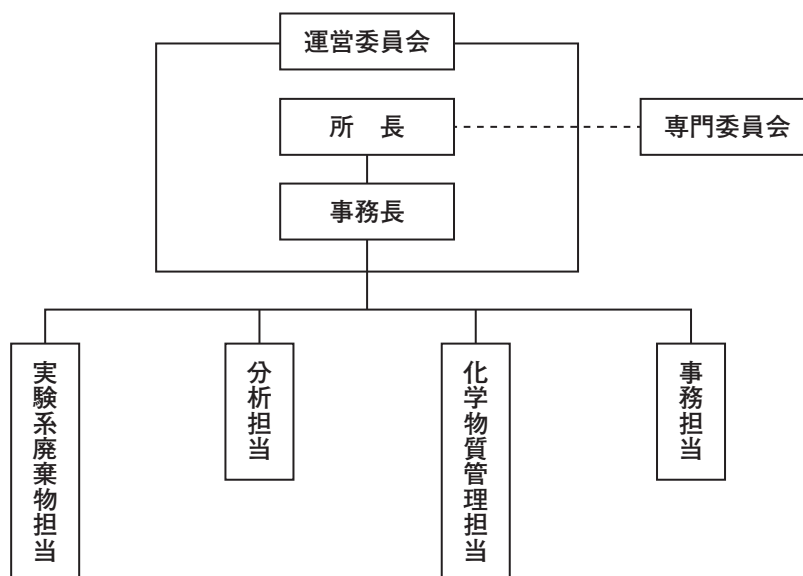


特別講演
(先川原教授)

組 織

センターの組織 (2018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
環境安全管理担当課長
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…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.23

発行日：平成 30 年 9 月 23 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

