

第6章 環境パフォーマンス

6-1 研究・教育活動と環境負荷の全体像

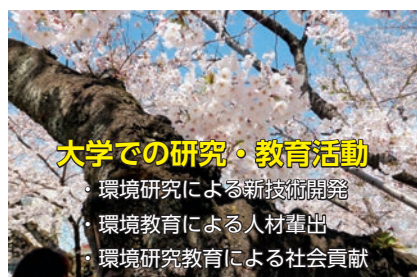


本学は、最先端の研究活動および教育（人材育成）活動に伴い多くのエネルギーとさまざまな物資を消費しています。エネルギーは主に電力、ガスであり、主な物資は化学物質、紙、水です。そのため本学では、できるだけ環境負荷の少ない事業活動を実現すべく環境保全に努めています。

INPUT

使用量		2019年度	2020年度	2021年度
エネルギー	購入電力	↓ 66,004千 kWh	↓ 59,839千 kWh	↑ 67,060千 kWh
	都市ガス	↓ 613千 m ³	↓ 430千 m ³	↓ 388千 m ³
	重油	— 0.97 kl	↑ 1.05 kl	↓ 0.82 kl
	ガソリン	↓ 0.2 kl	↓ 0.1 kl	↑ 0.2 kl
物資	化学物質	(2,335種) ↓ 75.3 t	(2,288種) ↓ 60.3 t	(2,834種) ↑ 86.7 t
	PRTR対象物質	↓ 32.3 t	↓ 25.5 t	↑ 40.1 t
	紙	↓ 53.6 t	↓ 28.3 t	↑ 29.3 t
	上水道	↓ 215.5千 m ³	↓ 171.0千 m ³	↑ 187.2千 m ³

研究・教育活動が活発になり2019年度比でも増加



RECYCLE

	2019年度	2020年度	2021年度
古紙類	↓ 307 t	↓ 258 t	↑ 315 t
その他再資源化物	↑ 404 t	↓ 266 t	↑ 331 t
中水再利用	↓ 52千 m ³	↓ 51千 m ³	↑ 64千 m ³

OUTPUT

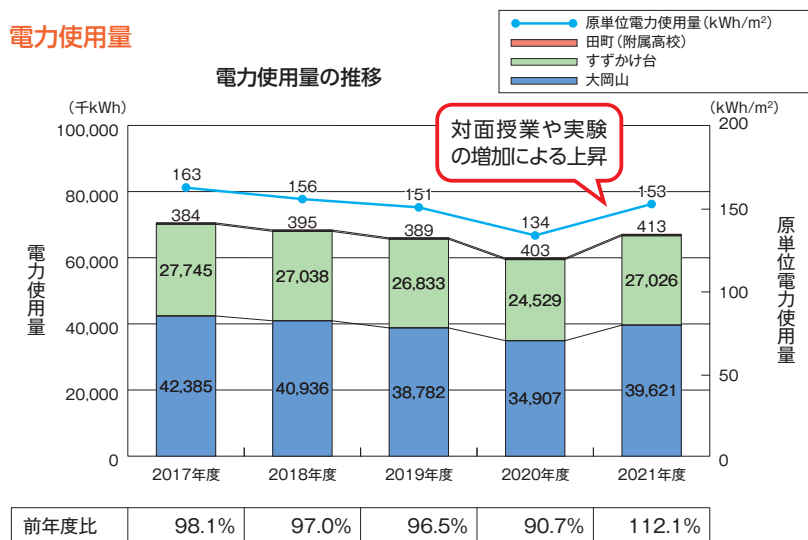
排出・排水量		2019年度	2020年度	2021年度
大気排出物	温室効果ガス排出量	↓ 31,449 t-CO ₂	↓ 24,353 t-CO ₂	↑ 32,780 t-CO ₂
	購入電力	↓ 29,927 t-CO ₂	↓ 23,273 t-CO ₂	↑ 31,781 t-CO ₂
	化石燃料	↓ 1,374 t-CO ₂	↓ 963 t-CO ₂	↓ 870 t-CO ₂
	上下水道	↓ 148 t-CO ₂	↓ 117 t-CO ₂	↑ 129 t-CO ₂
廃棄物	一般廃棄物	↓ 159.5 t	↓ 119.2 t	↑ 131.4 t
	産業廃棄物	↓ 547.8 t	↓ 442.6 t	↑ 601.2 t
水資源排出物	下水道への総排水量	↓ 213.5千 m ³	↓ 168.7千 m ³	↑ 186.0千 m ³
	汚染物質排出量			
	BOD	↑ 14.5 t	↓ 10.9 t	↑ 12.6 t
	窒素	↑ 9.8 t	↓ 5.5 t	↑ 6.8 t
	リン	— 0.8 t	↓ 0.4 t	↑ 0.6 t

※前年度比の表示：増加は↑・減少は↓・同一は—で表示

6-2 エネルギー使用量



電力使用量



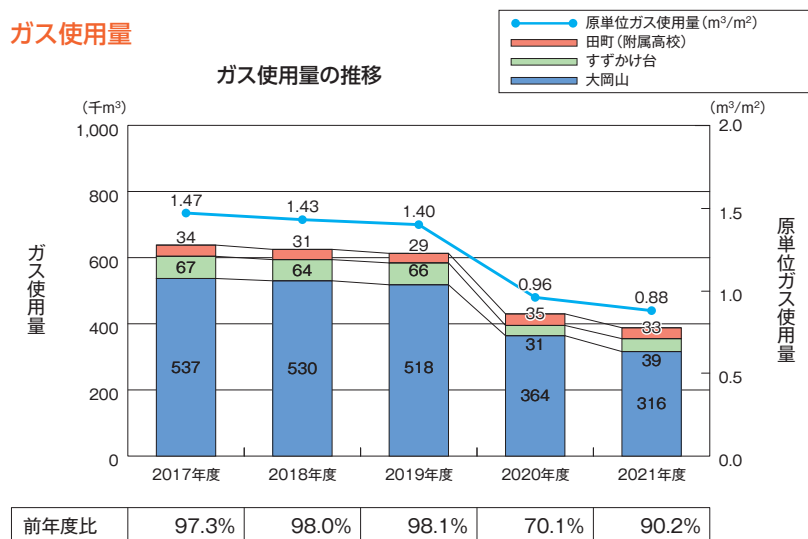
2021年度の状況と増減理由

2021年度は2020年度に比べ3つのキャンパスの合計電力使用量は、12.1%増加（2019年度比1.6%増）となりました。

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策により一部オンライン授業等も行っていますが、昨年度に比べて対面授業や実験が増えたため、換気しながらの冷暖房運転により増加となりました。

※最大電力・電力使用量の削減の取組については、6-3「省エネルギーとCO₂削減」21頁を参照ください。

ガス使用量

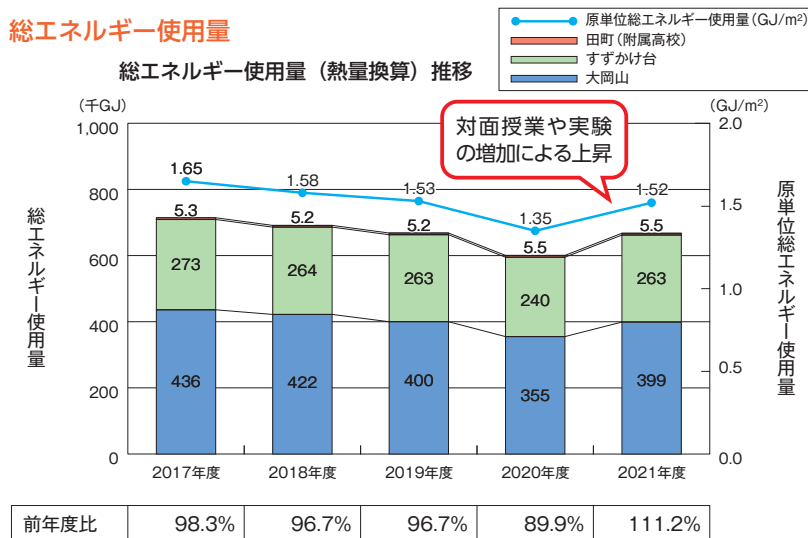


2021年度の状況と増減理由

2021年度は2020年度に比べ3つのキャンパスの合計ガス使用量は、9.8%減少（2019年度比36.7減）となりました。

3キャンパスで使用量削減に取り組んだことによるものと、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策に伴いオンライン授業等を行ったことによりです。

総エネルギー使用量



2021年度の状況と増減理由

2021年度は2020年度に比べ3つのキャンパスの総エネルギー使用量は、11.2%増加（2019年度比0.1%減）となりました。

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策により一部オンライン授業等も行っていますが、昨年度に比べて対面授業や実験が増えたため、換気しながらの冷暖房運転により増加となりました。

6-3 省エネルギーとCO₂削減

2021年度は、法令等に基づく温室効果ガス削減、「夏季の節電と省エネガイドライン」、省エネ機器の導入等による省エネ活動を積極的に推進し、効果を上げました。

法令規則等に基づく温室効果ガスの削減

●法令等一覧

省エネ法 エネルギーの使用の合理化等に関する法律	・ 本学全体として5年間平均1%の削減(努力義務)	延床面積あたり(m ²)の 原油換算エネルギー使用 量(kℓ/m ²)を削減
東京都条例 都民の健康と安全を確保する環境に関する条例	・ 大岡山キャンパス全体で基準値に対して5年間で27%の 削減義務(ペナルティあり)	基準排出量に対する年 間のCO ₂ 排出量(総量) (t)の削減
横浜市条例 横浜市生活環境の保全に関する条例	・ すずかけ台キャンパス全体で基準値に対して3年間で3% の削減(努力目標)	延床面積あたり(m ²)の CO ₂ 排出量(t)の削減
東工大 省エネルギー推進行動計画	・ 大学全体で基準値に対して4年間で累計4%の削減	総エネルギー使用量 (GJ)の削減

●省エネルギーの法令等の面からみた2021年度の実績

法規則	基準値	実績値	削減率 (2021年度実績)	評価
省エネ法	0.03434 (kℓ/m ²)	0.03865 (kℓ/m ²)	(増) -12.9%	基準値：過去5年間平均1%の削減 1.3%/5年 削減：達成
東京都条例	29,822 (t/年)	19,791 (t/年)	33.6%	基準値：2006-2007年度総CO ₂ 排出量 (t) 平均値 実績値：2020-2024年度の5年間で27%削減 37.3%/2年 削減：見なし達成
横浜市条例	82.69 (t/千m ²)	82.28 (t/千m ²)	0.5%	基準値：2018年度基準原単位CO ₂ 排出量 (t) 実績値：2019-2021年度の3年間で3%削減 3.6%/3年 削減：達成
本学行動計画	667,148 (GJ)	627,878 (GJ)	5.9%	基準値：2017年度総エネルギー使用量 (GJ) 実績値：2018-2021年度で4%削減 27.1%/4年 削減：達成

「節電と省エネガイドライン」とその効果について

●2021年度年間最大電力の節電実施状況

キャンパス	契約電力 (kW)	2019年度 最大電力 (kW)	2020年度 最大電力 (kW)	2021年度 最大電力 (kW)	'21/'20 年度比 (%)
大岡山	9,360	9,096	8,246	9,109	110.5%
すずかけ台	6,000	5,832	5,500	5,700	103.6%

●2021年度総電力使用量の節電実施状況

キャンパス	2019年度 総電力使用量 (千kWh)	2020年度 総電力使用量 (千kWh)	2021年度 総電力使用量 (千kWh)	'21/'20 年度比 (%)
大岡山	32,594	28,479	32,969	115.8%
すずかけ台	26,833	24,529	27,026	110.2%

※大岡山は学術国際情報センター・蔵前会館を除く

2021年度は、「節電と省エネガイドライン」を策定しました。例年、目標値を定めて全学を挙げて節電・省エネに取り組みましたが、新型コロナウイルス感染症感染拡大の影響により、数値的な目標を立てず、「節電と省エネガイドライン」により節電・省エネに取り組みました。

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策による一部オンライン授業等も行っていますが、昨年度に比べて対面授業や実験が増えたため、換気しながらの冷暖房運転により増加となりました。

2020年度の最大電力量に対しては、大岡山は10.5%の増加(2019比0.1%増)、すずかけ台は3.6%の増加(2019比2.3%減)となっています。

2020年度の総電力使用量に対しては、大岡山は15.8%の増加(2019比1.2%増)、すずかけ台は10.2%の増加(2019比0.7%増)となっています。

高効率機器の採用

空調機やLED照明の更新および省エネ改修により、合計で152.3t-CO₂/年のCO₂削減効果を得ることができました。

空調機を高効率機器に更新

大岡山

すずかけ台

建物名称	更新台数	削減効果
80周年記念館	3台	-1.9t/年
サークル棟2	1台	-0.5t/年
印刷室	1台	-0.5t/年
事務局1号館	3台	-3.1t/年
大岡山西3号館	7台	-7.4t/年
大岡山西8号館 (E)	15台	-37.1t/年
大岡山西8号館 (W)	6台	-27.0t/年
大岡山西9号館	4台	-1.1t/年
石川台1号館	10台	-5.5t/年
石川台2号館	1台	-0.1t/年
石川台6号館	1台	-0.7t/年
大岡山南3号館	5台	-3.6t/年
大岡山南6号館	4台	-2.9t/年
大岡山南8号館	12台	-29.0t/年
保健管理センター	5台	-0.2t/年
大岡山北1号館	3台	-0.1t/年

建物名称	更新台数	削減効果
大岡山北2号館	6台	-0.1t/年
大岡山北実験棟2A	1台	-0.4t/年
緑が丘1号館	4台	-0.2t/年
緑が丘3号館	1台	-1.3t/年
B1・B2棟	1台	-0.1t/年
B1・B2-A棟	1台	-1.8t/年
B1・B2-B棟	2台	-0.8t/年
B1・B2-C棟	1台	-4.5t/年
G1棟	1台	-0.1t/年
G4棟	1台	-0.4t/年
G5棟	4台	-1.6t/年
J1棟	2台	-0.6t/年
R1棟	2台	-0.5t/年
R2棟	4台	-0.1t/年
S1棟	1台	-0.1t/年

照明器具や外灯をLED型に更新・変圧器を高効率機器に更新

大岡山

すずかけ台

建物名称等	更新台数	削減効果
国際交流会館	43台	-2.8t/年
大岡山南8号館	10台	-0.1t/年
石川台6号館	9台	-4.2t/年

建物名称等	更新台数	削減効果
本館	431台	-7.5t/年
外灯	6台	-2.2t/年
G3棟	394台	-2.2t/年

EV・FCV（電気自動車・燃料電池自動車）の電源を用いた環境負荷軽減

2021年3月に大岡山キャンパスとすずかけ台キャンパスにEV（電気自動車）およびPCS（パワーコンディショナー）を設置し、大岡山キャンパスで開発実証を行う系統協調／分散型エネルギーシステム（エネスワロー）に接続し、2021年4月より運用を開始しました。また、2022年3月に大岡山キャンパスにFCV（燃料電池自動車）も設置しました。

将来的に自動車を持つ蓄エネルギーデバイス（蓄電池、水素）は、カーボンニュートラルエネルギーシステムにおいて高い潜在性を有しており、今後の開発が期待されています。



大岡山キャンパスEV



大岡山キャンパスEV



大岡山キャンパスFCV

6-4 化学物質管理



PRTR対象物質等の環境中への排出抑制管理

PRTR(Pollutant Release and Transfer Register)制度は、人の健康や生態系に有害なおそれのある化学物質が、事業所から環境(大気、水、土壌)へ排出される量および廃棄物や下水に含まれて事業所外へ移動する量を、事業者が自ら把握し、国に届け出て、国が公表する制度です。対象となる化学物質は年間使用量が1t以上のもので、本学ではクロロホルム、ジクロロメタン、ノルマルヘキサンが該当します。これらPRTR対象物質の移動量と排出量の把握の方法を表1に示します。

表1 PRTR報告データの集計方法

集計方法		報告区分
①使用量	化学物質管理支援システムを用いて集計した該当化学物質使用量	使用量
②廃棄物	実験廃液・廃棄物処理申請システムを用いて集計した該当化学物質廃液・廃試薬・実験系廃棄物総量	移動量
③下水	下水に流出した該当化学物質量(分析値×下水量)	
④大気	①－{②+③}＝大気への放出量	排出量

移動量は5-5項で述べたシステム等を用いて②の廃棄物と③の下水とから算出し、排出量は①の使用量と移動量の差分から算出します。その結果を表2に示します。

表2 PRTR対象物質の使用量・移動量・排出量

年度	2019年度			2020年度			2021年度		
	使用量	移動量	排出量	使用量	移動量	排出量	使用量	移動量	排出量
クロロホルム	7,729	6,779	950	6,545	5,623	922	9,317	8,473	844
ジクロロメタン	10,080	8,562	1,518	7,553	6,691	862	14,052	12,305	1,747
ノルマルヘキサン	11,311	8,843	2,468	8,944	6,457	2,487	12,842	10,598	2,244
合計	29,120	24,184	4,936	23,042	18,771	4,271	36,211	31,376	4,835

コロナ禍の2020年度を除いて減少傾向

この3年間の推移をみると、コロナ禍の影響を受けた2020年度を除いて、使用量の増加に伴い移動量は増加しています。一方の排出量は概ね減少しており、環境中への放出は少なくなってきました。これは5-5項に述べたように定期的に環境への排出が多い可能性のある研究室へ環境負荷削減の注意喚起を行い、削減取組の実施が反映されていることが考えられます。引き続き本学では化学物質の環境中への排出を抑制するよう管理を進めます。

実験室などの作業環境中および大気への有機溶剤等の排出抑制管理

本学において、化学物質は、局所排気装置(ヒュームフード等)の中で使用することを原則とし、揮散した化学物質が実験室内および環境中へ排出されることを抑制しています。

局所排気装置内の化学物質を含む空気は排ガス処理装置で、有機溶剤は活性炭に吸着、酸は水に吸収させた後に、大気へ放出しています。

実験室内の化学物質の濃度は、定期的に測定(作業環境測定)を実施しています。その結果と指標(管理濃度)を比較し、適切な環境であるかを評価します。改善が必要な第二、第三管理区分となった場合は、局所排気装置の排気能力や使用方法などの改善を行っています。第二、第三管理区分となった原因物質(図1参照)の取り扱いについては、特に注意喚起をしています。

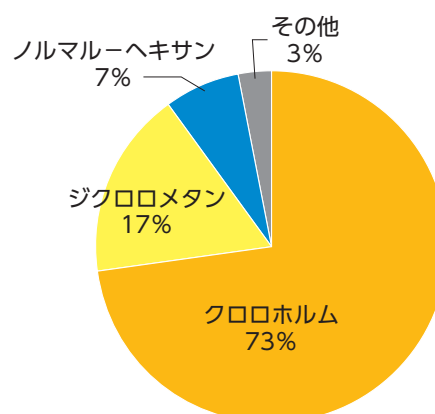


図1 第二、第三管理区分となった原因物質の件数の割合

～トピックス～

「室内における化学物質と換気対策における課題」

環境・社会理工学院 建築学系

教授 鍵 直樹*



現代人は多くの時間を建物室内で過ごすことから、室内空気が汚染されると、その居住者がばく露されることで健康への悪影響が問題となります。ホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物や粉じんなどの室内の発生源として、内装材料、家具や電化製品、家庭用品、調理や喫煙、燃焼器具など人の活動、そして外気から侵入するものなどがあります。

1970年代前半におけるオイルショックにより、省エネルギーのために換気量の低減が図られたとともに、建築物の気密化が進められました。更に室内にはカーペットや什器など接着剤を多用したもので構成されたことで室内における空気質が悪化し、その居住者が不定愁訴（体調が悪いという自覚症状はあるが、検査をしても原因となる病気が見つからないこと）を訴えることとなりました。WHOではこのような症状で、問題となる建物を離れると解消するものをシックビルディング症候群（シックビル症候群）と呼んでいます。同様に、1990年代住宅の高気密化、内装材料の変化により同様に室内空気汚染、特にホルムアルデヒド濃度の上昇による問題をシックハウス症候群と呼びます。

室内の空気を清浄に保つには、室内に汚染物質を入れない、持ち込まない、室内での汚染物質の発生を極力抑える、室内での汚染物質を留めないよう除去し、一旦発生した汚染物質は速やかに排除することが基本となります。よって、汚染物質の室内発生源を特定し、室内では極力使用しないことが重要となります。シックハウス症候群の主要原因とされた揮発性有機化合物に関しては、厚生労働省から13物質の指針値およびTVOC（Total Volatile Organic Compound、総揮発性有機化合物）の暫定目標値が示されました。表1に揮発性有機化合物の指針値について示します。ここで示した指針値は、現時点で入手可能な毒性に係る科学的知見から、ヒトがその濃度の空気を一生にわたって摂取しても、健康への有害な影響は受けまいと判断される値です。指針値の対象となっている物質は、室内に発生源が存在し、外気よりも室内の方が濃度が高い物質および利用可能な毒性に関するデータのある物質から選定されています。

室内に発生してしまったものは、速やかに排除するためには換気が必要となります。換気とは、悪化した室内空気を清浄な外気と入れ換えると共に、熱や水蒸気を取り除くのに有効です。必要となる換気量については、目標となる濃度（指針値）、室内の発生量と外気濃度により求めることが可能となります。

さて現在の新型コロナウイルスも、室内の汚染物質であることから、換気を行うことが求められています。しかし、感染者からのウイルスの発生量、感染に至るまでのばく露量が分からないため、必要となる換気量を規定することができません。そこで厚生労働省は、換気の悪い密閉空間を避けることが重要であることから、機械換気設備がある場合には、室内濃度が建築物衛生法の二酸化炭素の基準値である1000ppm以下になるように換気量を確保することを提案しています。換気設備がない場合、換気設備容量が不足している場合には、窓開け換気も推奨しています。あくまでも、新型コロナウイルスの感染に至る濃度を考慮した換気量ではなく、建物に導入されている換気設備を正しく使用していただきたいという意味となっています。

本学では、新型コロナウイルス感染対策として、冷暖房期であっても、窓開け換気を行うことを推奨しているところでもあります。しかしながら建築物において、必要以上に外気を入れることは、使用エネルギーの大幅なロスにつながり、環境保全、SDGs、カーボンニュートラルの観点から課題があります。さらに、室内温熱環境の悪化にも関係し、ウェルネス、生産性の観点からも問題があります。本学においても理工系総合大学として、科学的な最新の知見により運用を判断することが求められると考えています。

表1 揮発性有機化合物の室内濃度指針値

対象物質	室内濃度指針値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
ホルムアルデヒド	100
トルエン	260
キシレン	200
パラジクロロベンゼン	240
エチルベンゼン	3800
スチレン	220
クロロピリホス	1 (0.2)
フタル酸ジ-n-ブチル	17
テトラデカン	330
フタル酸ジ-n-エチルヘキシル	100
ダイアジノン	0.29
アセトアルデヒド	48
フェノブカルブ	33
TVOC（暫定目標値）	400

*鍵直樹教授は「室内空気質におけるガス及び粒子状物質の実態把握及び汚染機構解明に関する一連の研究」の研究題目で、一般社団法人日本建築学会の2021年度日本建築学会賞(論文)を受賞しました。

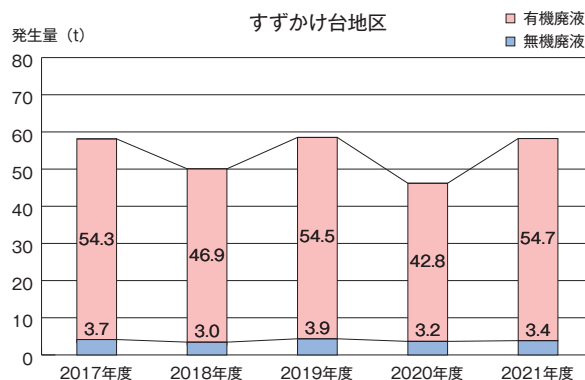
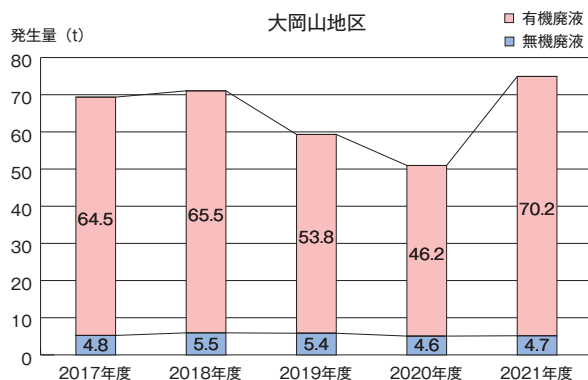


6-5 実験系産業廃棄物



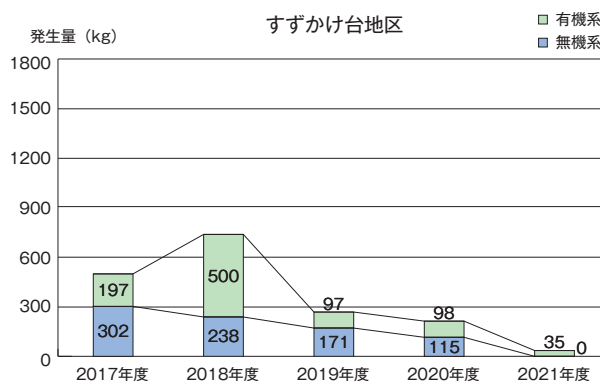
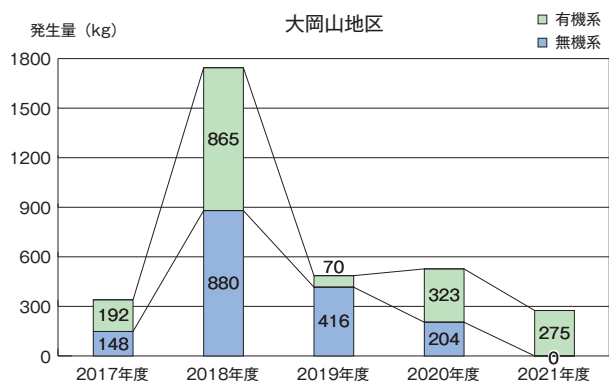
実験系産業廃棄物は多品種の化学物質が付着、含有するため廃棄物の性状に合わせた適正処理をしています。また、処理にあたり焼却時の熱回収や残渣の再資源化を重視し、業者を選定しています。

実験廃液



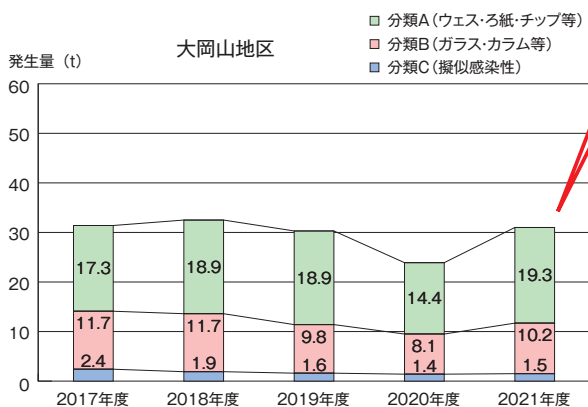
実験廃液は二次洗浄水まで回収し、産業廃棄物（特別管理産業廃棄物を含む）として焼却または中和等湿式処理を行っています。液体培地は自然分解困難な抗生物質等を含有する場合もあるため、本学では全量回収し焼却処理を行っています。

廃試薬・廃サンプル

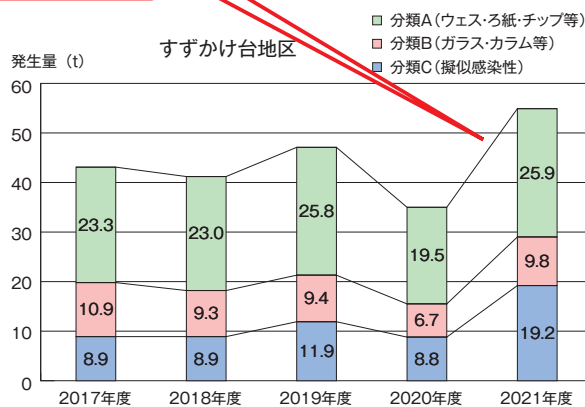


廃試薬・廃サンプル類は、有機系・無機系それぞれ専門業者に委託し、焼却および湿式処理しています。2018年度は、本学の廃試薬・廃サンプルの廃棄費用等の一部有償化前の駆け込みにより増加しました。2021年度はキャンパス再開発のため環境安全管理棟廃止にともなう回収頻度の削減により発生量が一時的に減少しました。

実験系固形廃棄物



研究・教育活動の
活発化により増加



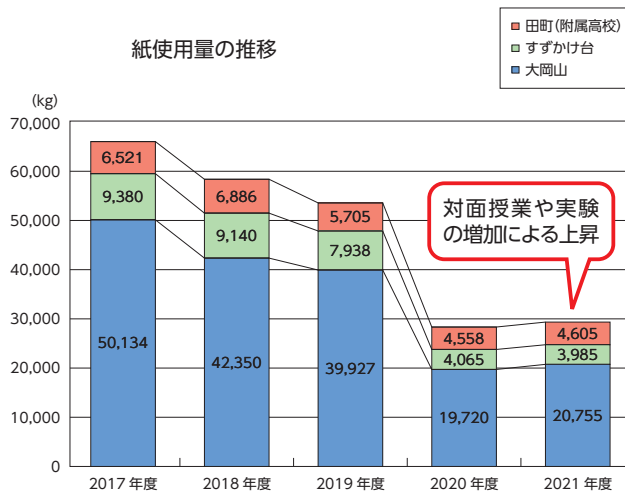
実験系固形廃棄物は、産業廃棄物として焼却・熔融処理を行い残渣は廃スラグとして土壌改良剤等として再利用されています。廃試薬の空ビン等のガラスはスラグ化させるための重要な素材として利用されています。

6-6 その他物資



紙使用量

紙使用量の推移



前年度比	99.5%	88.4%	91.8%	52.9%	103.5%
------	-------	-------	-------	-------	--------

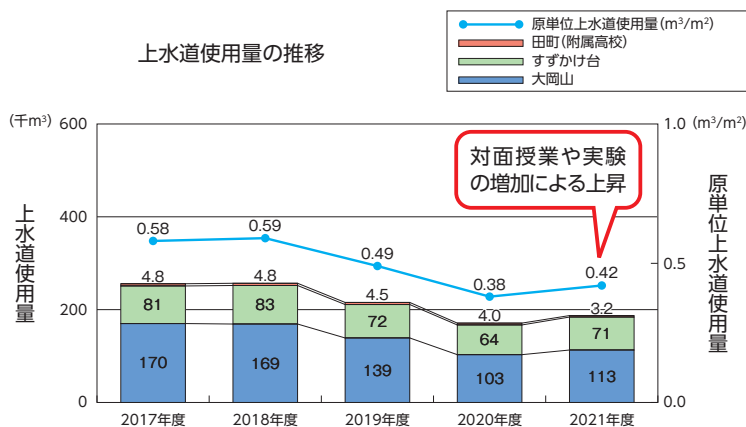
2021年度の状況と増減理由

2021年度は2020年度に比べ3つのキャンパス合計の紙の使用量は、約3.5%増加となりました。

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策によりオンライン会議が定着し、また一部オンライン授業、在宅勤務等も行っているため、資料等の電子媒体への移行が進んだことにより2019年度以前に比べると減少していますが、昨年度に比べて対面授業が増えたことや在宅勤務から出勤が増えたことによりやや増加となっています。

上水道使用量

上水道使用量の推移



前年度比	97.8%	100.3%	83.9%	79.4%	109.5%
------	-------	--------	-------	-------	--------

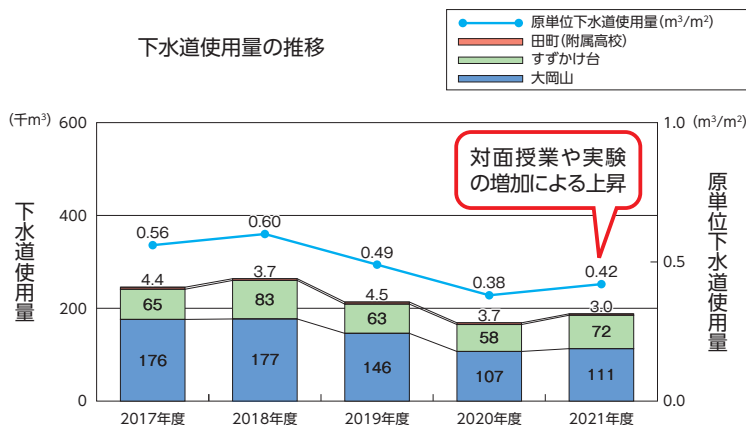
2021年度の状況と増減理由

2021年度は2020年度に比べ3つのキャンパス合計の上水使用量は、約9.5%増加（2019年度比13.1%減）となりました。

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策により一部オンライン授業等も行っていますが、昨年度に比べて対面授業や実験が増えたことによりです。

下水道使用量

下水道使用量の推移



前年度比	98.6%	107.5%	81.0%	79.0%	110.3%
------	-------	--------	-------	-------	--------

2021年度の状況と増減理由

2021年度は2020年度に比べ3つのキャンパス合計の下水道使用量は、約10.3%増加（2019年度比12.9%減）となりました。

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策により一部オンライン授業等も行っていますが、昨年度に比べて対面授業や実験が増えたことによりです。