

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03329

研究課題名(和文)紫外発光ダイオードを利用した電源自立型水処理システムの開発と実証

研究課題名(英文) Development and evaluation of water treatment system using ultraviolet light emitting diodes operated by independent power supply

研究代表者

小熊 久美子(Oguma, Kumiko)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授

研究者番号：00361527

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、波長の異なる紫外発光ダイオード(UV-LED)による水中微生物(病原微生物および指標微生物)の不活化特性を明らかにした。また、流水式のUV-LED装置を用いた国内外の実証試験により、分散型水処理技術としてのUV-LED装置の有効性と課題を示した。特に、太陽電池駆動による電源自立型UV-LED水処理システムを立案し、プロトタイプを作成し、オフグリッドな離島で実証データを取得したことで、今後の装置開発に資する知見を得た。本研究により、大規模集約的な水道施設では対応し難い地域や状況において、分散型処理としてUV-LEDを活用し、安全な飲み水の安定供給を実現する可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

UV-LEDによる微生物不活化について、様々な細菌・ウイルスの波長ごとの不活化特性を実験的に明らかにし、一覧表に整理して、後続研究や今後の装置開発に資する基礎データを提供した。UV-LED水処理の研究は実験室規模の知見がほとんどである中、実際に装置を使用する場を想定して実証試験を複数実施した本研究は、新規性の観点で学術的に、また実装へ繋がる端緒という観点で社会的に、意義が高い。本研究の成果は、国内外の学会や学術論文、寄稿文として積極的に社会発信した。また、実証試験に協力した行政や住民に対して知見を随時フィードバックし、将来の持続可能な水供給の在り方について再考頂くきっかけとなるよう努めた。

研究成果の概要(英文)：This study revealed the inactivation characteristics of various microorganisms in water, using UV light emitting diodes (UV-LEDs) at different peak emission wavelengths. Moreover, field test projects were conducted both in Japan and abroad, indicating the effectiveness and future challenges of flow-through UV-LED water disinfection modules as a part of decentralized water treatment system. In particular, a solar-powered UV-LED water treatment system was conceptualized, developed and finally field tested in an off-the-grid remote island in the Philippines, implying the high potential of standalone UV-LED water treatment systems, independent of power grid and water supply network, for areas and situations where large-scale centralized water supply systems are not feasible.

研究分野：環境工学

キーワード：浄水処理 消毒 紫外線 UV 発光ダイオード LED 分散型水処理 太陽電池

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

殺菌紫外線を放射する紫外発光ダイオード(Ultraviolet light emitting diode, 以下 UV-LED)は、2009年頃市場に登場して以降、出力や寿命の面で著しい向上を見せている。UV-LEDは、小型、レイアウト自在、無水銀、耐衝撃性、ウォームアップ不要など水処理の光源として魅力的な特徴を有し、従来の水銀灯では実現し得なかった利用方法や装置形状が可能である。小型で点灯後瞬時に出力が安定しオンオフの繰り返しで劣化しにくい特性は、給水末端で使用の都度に水を処理する Point-of-Use(POU)、建物の入り口で処理する Point-of-Entry(POE)に適している。また、一般の利用者が自己責任で運転する POU 装置では、無水銀は健康リスク回避の観点から意義が高い。さらに、衝撃に強い輸送が容易で水銀廃棄物を出さない特性から、物流システムや廃棄物管理が未熟な発展途上国でも使い勝手がよいと期待される。

発展途上国では、急速な人口集中に社会基盤の整備が追いつかず、水道が存在しない、水道は存在するが給配水に問題がある(高漏水率、低水圧、時間制限給水など)、水道は存在するが水質に問題があるなど、安全な水への安定的なアクセスに課題を抱える例が多い。例えばベトナムのハノイでは、浄水場で適量の塩素が注入されていないか、注入した塩素が給配水過程で著しく消失し、一般家庭の蛇口で大腸菌陽性となる事例が多数あった(小熊ら 2015)。また、ネパールのカトマンズでは、時間制限による間欠給水が常態化し、水道接続家庭の 38%(117/304 件)は給水時間が一週間あたり 4 時間に満たず、市民は水道以外の複数の給水方式(給水タンカー、宅配水、ボトル水など)への依存度が高かった(Guragai et al. 2017)。このような状況では、整備に長期間を要する水道の施設整備を待つよりも、迅速に整備できる POU や POE の装置を前提に給水システムを構築することが一つの方策として考えられる。

一方、日本など先進国では、人口減少等により水需要量が低迷する中で水道施設の更新期を迎え、特に山間地や過疎集落などを抱える小規模事業体では水道サービスの維持が極めて困難となっている。従来の水道施設が過大となった場合、地下水や伏流水、沢水などの近隣水源を原水とする POU、POE の処理、あるいは集落規模で処理を行う小規模分散型の給水システムが有効と期待される。また、そのような分散型の水システムは、大規模災害に対する断水リスクの分散という価値も見いだせる。

発展途上国、山間集落、さらには大規模災害の被災地にも共通する課題として、電源確保の問題がある。途上国では電力網は水道に先行して整備されることが多いが、例えばカトマンズでは 24 時間給電を実現できておらず、停電が給水継続の制約となる場合が多々ある。また、先進国でも山間の過疎集落では自家発電を利用している場合がある。さらに、被災時は停電中でも不断の給水が理想的であり、電力網へのアクセスに縛られることなくオフグリッドでも給水拠点を設置できるメリットは大きい。

### 2. 研究の目的

急速な経済発展と都市化の渦中にある途上国、人口減少の中で水道施設の維持更新と事業継続を求められる日本の小規模事業体、大規模災害の被災地など、安全な水の確保が待たなしの状況では、整備・更新・復旧に長期間を要する大規模な水道インフラとは異なる給水システムが有効に機能する可能性がある。その一案として、UV-LED を備えた水消毒装置を開発し、無電源状況下でも利用可能な電源自立型システムを構築することで、安全な水を安定的に供給するシステムの実現を目指すのが本研究の目的である。これにより、従来型の水道では対応し難い地域や状況における安全かつ安定的な水供給の実現に貢献することを研究の目的とした。

### 3. 研究の方法

原理原則を理解するための実験室規模の実験と、実装の可能性を探る実証規模の実験の双方に取り組んだ。

実験室規模では、回分式実験として、265nm, 280nm, 300nm の UV-LED を光源として指標微生物(大腸菌、枯草菌芽胞、従属栄養細菌、大腸菌ファージ MS2 と Q $\beta$  )および病原微生物(レジオネラ菌、緑膿菌、腸炎ビブリオ菌、ヒトアデノウイルス、ネコカリシウイルスなど)の不活化特性を調べた。また、流水式実験として、様々な環境条件下での UV-LED 浄水装置の性能を評価するため、原水水質(濁度、紫外線透過率など)や流動条件(流量など)の異なる条件で微生物不活化性能を調べた。

実証規模では、給水末端で使用の都度に水を処理する POU 型、建物の入り口で処理する POE 型の装置をそれぞれ選定し、国内山間地の一般家庭で UV-LED 装置 2 機種を 1 年間にわたり継続運転した。また、集落規模で利用可能な処理流量を備えた UV-LED 装置を選定した。

無電化地域や停電時でも利用可能な電源として、太陽電池駆動型の UV-LED 浄水処理システ

ムの構築を目指した。初めに実験室規模で人工光源を用いた検討を行い、その後プロトタイプを作成した。最後に、現地の大学および高校による協力のもと、フィリピンのオフグリッドな離島で現地地下水を原水とする実証試験を行った。

#### 4. 研究成果

回分式実験の結果、水処理において注目すべき指標微生物および病原微生物の不活化特性を波長ごとに明らかにし、国際学会および査読付き欧文学術誌で発表した(表1, Oguma *et al* 2019)。また、実験室規模の流水処理において、処理対象水の水質、特に紫外線透過率が不活化特性に及ぼす影響を調べた。

表1. UV-LEDによる微生物の不活化特性 (Oguma *et al.* 2019 より一部改編)

	$n^*$	$k^{**}$ [cm <sup>2</sup> /mJ]	xlog 不活化に要する 紫外線量 [mJ/cm <sup>2</sup> ]			
			$x$			
			1	2	3	4
<b>細菌</b>						
<i>Legionella pneumophila</i>						
265 nm	14	1.039	1.3	2.2	3.2	4.2
280 nm	15	0.458	2.2	4.4	6.6	8.8
300 nm	15	0.051	24.2	43.9	63.5	83.2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>						
265 nm	16	0.774	2.5	3.8	5.1	6.3
280 nm	16	0.582	2.6	4.3	6.0	7.7
300 nm	12	0.058	36.3	53.4	70.5	87.6
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>						
265 nm	7	0.359	3.0	5.7	8.5	11.3
280 nm	11	0.281	4.7	8.2	11.8	15.3
300 nm	7	0.017	54.4	113.3	172.2	231.1
<i>Escherichia coli</i>						
265 nm	13	0.878	2.7	3.8	4.9	6.1
280 nm	15	0.562	3.8	5.6	7.3	9.1
300 nm	16	0.067	41.2	56.1	71.1	86.1
<i>Bacillus subtilis</i> spores						
265 nm	9	0.197	11.4	16.5	21.6	26.7
280 nm	13	0.112	18.3	27.3	36.3	45.2
300 nm	9	0.005	671.4	882.8	1094.3	1305.8
<b>ウイルス</b>						
Feline Calicivirus						
265 nm	4	0.113	6.7	15.6	24.5	33.4
280 nm	4	0.101	9.0	18.9	28.9	38.8
300 nm	4	0.007	139.1	286.8	434.6	582.3
Bacteriophage Q $\beta$						
265 nm	17	0.091	8.9	19.9	31.0	42.0
280 nm	17	0.052	16.0	35.1	54.1	73.2
300 nm	17	0.005	100.0	304.8	509.7	714.5
Bacteriophage MS2						
265 nm	5	0.034	18.1	47.1	76.1	105.2
280 nm	5	0.033	30.3	60.9	91.5	122.1
300 nm	4	0.003	412.8	763.4	1114.1	1464.7

\* $n$ : 対数直線回帰に用いた独立データ数。不活化曲線の肩とテーリングの領域を除く。

\*\* $k$ : 不活化速度定数 (cm<sup>2</sup>/mJ)。Log[不活化率]= $k \times$  [紫外線量] +  $b$  により定義。

実証規模の検討では、国内の水道未普及地区に位置する一般家庭で小型装置（処理流量 2L/min、10L/min の 2 機種、順に POU、POE での利用を想定）を用いて 1 年間にわたる実証試験を行った。その結果、大腸菌、大腸菌群、一般細菌、従属栄養細菌のいずれも安定した不活化を維持し、特に大腸菌について、処理後不検出を 1 年間継続して達成した UV-LED 装置があった。すなわち、分散型の水の消毒技術として、UV-LED 装置の有効性を定量的に示した（図 1、小熊と渡邊 2020）。この成果を受け、複数世帯で共有する集落規模の水処理施設への適用を想定し、処理流量 50L/min の UV-LED 装置を選定して、今後の研究展開に生きる素地を整備した。

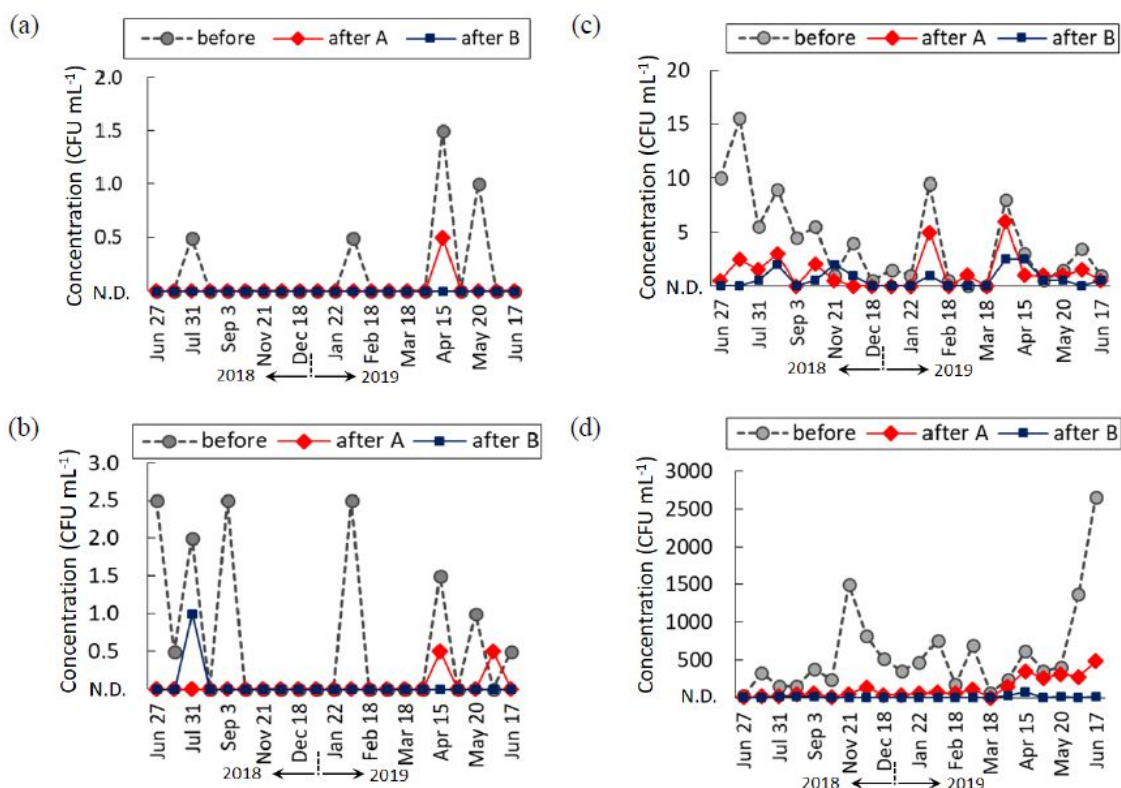


図 1. UV-LED 装置 2 機種を用いた実証試験における水中微生物の不活化  
（小熊と渡邊 2020 より）

Before: 未処理原水

A: POU 想定装置を 2L/min で運転

B: POE 想定装置を 10L/min で運転

(a) 大腸菌 (b) 大腸菌群 (c) 一般細菌 (d) 従属栄養細菌

ND ( not detected ) は定量下限値 0.5 CFU/mL 以下

太陽電池の検討では、実験室規模で人工光源を利用して実験し、太陽電池で UV-LED 照射装置を駆動し大腸菌を不活化できること、またその不活化特性（照射紫外線量当たりの不活化率）は商用電源で給電する場合と同等であることを確認した（日本水環境学会年会、2019 年）。その後、装置をスケールアップして太陽電池から流水式 UV-LED 装置に給電する試作機（プロトタイプ）を作成し、さらに、悪天候や夜間に備えて必要な蓄電システムを選定・接続した。加えて、飲み水の安全性に課題があり、かつ太陽放射強度が強い地域の一例として、フィリピンのオフグリッドな離島を選定し、現地の飲用井戸の水質調査および住民の水利用実態調査を実施して、査読付き欧文学術誌に発表した（表 2, Yu Jeco *et al* 2019）。

表 2 . 実証試験地としたフィリピン離島の井戸 9 カ所における  
大腸菌および大腸菌群数の測定結果  
( Yu Jeco, Larroder and Oguma, 2019 より )

Site #	Total coliform count (CFU/100 mL)	<i>E. coli</i> count (CFU/100 mL)
1	2100	540
2	21,600	2500
3	5280	260
4	6310	270
5	Too many to count	Too many to count
6	Too many to count	Too many to count
7	8560	4070
8	883	17
9	4810	280

現地の行政および住民に説明会を開催し、実証試験への理解と協力を得たうえで、プロトタイプを当該の離島に輸送・設置し、現地での実証試験を行った。その結果、事前の実験室での試行に比べて現地での微生物不活化率が低く、例えば大腸菌不活化率は実験室で 5 Log ( 99.999% ) 程度に対し、現場では 1 Log ( 90% ) 程度となる事例があった ( Espaldon *et al* 査読中 )。その原因として、水の紫外線透過率、装置内に混入する気泡の影響、野生株大腸菌の紫外線耐性が実験室純粋株に比べて高いこと、太陽光線により光回復を生じること、などの可能性が挙げられ、今後の装置改良に重要な示唆を得た。なお、自然太陽光による光回復の可能性とそれを制御するための方策については、実証試験後に実験室規模で検討し、知見を整理した ( 佐渡、2020 年度修士論文、投稿準備中 )。

また、本研究で提案した太陽電池駆動型 UV-LED 装置の他都市での利用可能性について、太陽放射強度が異なる複数の都市 ( 東京、札幌、ベルリン、ワガドゥーゲー ( プルキナファソ )、ケープタウン、ニューデリー ) を選定し、太陽電池や蓄電池の規模を換えた場合や、UV-LED 装置を換えた場合など複数のシナリオを立て、年間を通じた電力の需給バランスに関するシナリオ分析を行った。その結果、太陽放射強度が強い低緯度地方では、年間を通じて UV-LED 装置の駆動に必要な電力以上の余剰電力を得ることが可能であった ( 日本水環境学会年会、2021 年 )。すなわち、本研究で提案したシステムは、安全な飲み水だけでなく生活の質の向上 ( 夜間照明、家電製品、携帯電話等の充電など ) に寄与できる可能性が示唆された。

本研究により、波長の異なる UV-LED による多様な微生物の不活化特性が明らかになった。また、国内外の実証規模の検討により、分散型水処理技術としての UV-LED 装置の有効性と課題が明らかとなった。特に、太陽電池駆動による電源自立型 UV-LED 水処理システムのプロトタイプを例示したことで、従来の水道では対応し難い地域や状況において UV-LED を活用して安全かつ安定的な水供給を実現できる可能性が示された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Majid Keshavarzfathy, Yamato Hosoi, Kumiko Oguma, Fariborz Taghipour	4. 巻 407
2. 論文標題 Experimental and computational evaluation of a flow-through UV-LED reactor for MS2 and adenovirus inactivation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 127058
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cej.2020.127058	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Surapong Rattanakul and Kumiko Oguma	4. 巻 19(1)
2. 論文標題 Applicability of infectivity assay for the quantification of infectious human adenovirus genotype 5 in UV-irradiated wastewater	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Water and Health	6. 最初と最後の頁 67-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2166/wh.2020.224	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Sachithra Imbulana, Kumiko Oguma, Satoshi Takizawa	4. 巻 745
2. 論文標題 Evaluation of groundwater quality and reverse osmosis water treatment plants in the endemic areas of Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology (CKDu) in Sri Lanka	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 140716
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2020.140716	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 小熊久美子、渡邊真也	4. 巻 43(4)
2. 論文標題 分散型水処理技術としての活用を想定した紫外発光ダイオード (UV-LED) 装置の実証	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 水環境学会誌	6. 最初と最後の頁 119-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2965/jswe.43.119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小熊久美子	4. 巻 48(8)
2. 論文標題 紫外発光ダイオード (UV-LED) を用いた消毒技術	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本防菌防黴学会誌	6. 最初と最後の頁 351-354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐渡友康、小熊久美子、橋本崇史、風間しのぶ、滝沢智	4. 巻 75(7)
2. 論文標題 深紫外LEDを用いた紫外線のパルス照射による大腸菌の不活化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集G(環境)	6. 最初と最後の頁 111_91-111_96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejer.75.7_111_91	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 政池美映、小熊久美子、橋本崇史、滝沢智	4. 巻 75(7)
2. 論文標題 凝集状態にある大腸菌の紫外線不活化特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集G(環境)	6. 最初と最後の頁 111_85-111_90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejer.75.7_111_85	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yu Jeco Bernice Mae F., Larroder Aris C., Oguma Kumiko	4. 巻 9(4)
2. 論文標題 Technosocial feasibility analysis of solar-powered UV-LED water treatment system in a remote island of Guimaras, Philippines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photonics for Energy	6. 最初と最後の頁 43105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.JPE.9.043105	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumiko Oguma, Surapong Rattanakul, Mie Masaike	4. 巻 19 (5)
2. 論文標題 Inactivation of health-related microorganisms in water using UV light-emitting diodes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Water Science and Technology: Water Supply	6. 最初と最後の頁 1507-1514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2166/ws.2019.022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Surapong Rattanakul and Kumiko Oguma	4. 巻 130
2. 論文標題 Inactivation kinetics and efficiencies of UV-LEDs against <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Legionella pneumophila</i> , and surrogate microorganisms	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Water research	6. 最初と最後の頁 31-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.watres.2017.11.047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumiko Oguma, Kaori Kanazawa, Ikuro Kasuga and Satoshi Takizawa	4. 巻 94(3)
2. 論文標題 Effects of UV Irradiation by Light Emitting Diodes on Heterotrophic Bacteria in Tap Water	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Photochemistry and Photobiology	6. 最初と最後の頁 570-576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/php.12891	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 政池美映, 小熊久美子, 橋本崇史, 滝沢 智	4. 巻 74(7)
2. 論文標題 紫外発光ダイオードによる腸炎ビブリオ( <i>Vibrio parahaemolyticus</i> )の不活化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集G(環境)	6. 最初と最後の頁 III_225-230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.74.III_225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Kumiko Oguma	4. 巻 365(18)
2. 論文標題 Inactivation of feline calicivirus using ultraviolet light-emitting diodes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 FEMS Microbiology Letters	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/femsle/fny194	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 政池美映, 小熊久美子, 橋本崇史, 滝沢 智	4. 巻 74(7)
2. 論文標題 紫外発光ダイオードによる腸炎ビブリオ(Vibrio parahaemolyticus)の不活化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集G(環境)	6. 最初と最後の頁 III_225-III_230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.74.III_225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小熊 久美子	4. 巻 59(4)
2. 論文標題 紫外発光ダイオード(UV-LED)の水処理光源としての魅力	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 用水と廃水	6. 最初と最後の頁 177-281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 細井山豊, 小熊久美子, 滝沢智	4. 巻 73
2. 論文標題 大腸菌の不活化と光回復を考慮した紫外発光ダイオード(UV-LED)の評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集G(環境)	6. 最初と最後の頁 _337- _343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.73.III_337	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計39件（うち招待講演 20件 / うち国際学会 17件）

1. 発表者名 小熊久美子、佐渡友康
2. 発表標題 紫外線と塩素の併用による水中の2-メチルイソボルネオール分解に関する基礎的検討
3. 学会等名 第55回日本水環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐渡友康、小熊久美子、風間しのぶ、滝沢智
2. 発表標題 紫外LEDを用いた太陽電池駆動型水処理装置の実証試験と電力に関するシナリオ分析
3. 学会等名 第55回日本水環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV disinfection the achievements and prospects for the future,
3. 学会等名 International UV Association Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 深紫外LEDによる殺菌応用の最新動向
3. 学会等名 三重大学北勢サテライト研究会セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 深紫外LEDによる水の消毒
3. 学会等名 GaNコンソーシアム 2020年度光デバイスWG講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小熊久美子、渡邊真也
2. 発表標題 山間地における紫外発光ダイオード（UV-LED）水消毒装置の実証
3. 学会等名 第23回日本水環境学会シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 紫外線を利用した水処理技術の世界動向と将来展望
3. 学会等名 第9回機能性バイオミニシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 紫外線を利用した水処理技術の最前線
3. 学会等名 InterAqua 2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 Sustainable Water Use: A Future Perspective
3. 学会等名 UNIDO (国連工業開発機関) Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 適応策としての浄水技術の新展開
3. 学会等名 「Future Earth時代における地球表層システム科学と防災・減災研究」シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV Disinfection of Water: Current Status and Future Perspectives
3. 学会等名 International Symposium on Water Supply Technology, Yokohama (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 Toward Safe, Stable and Sustainable Water Supply in Asia
3. 学会等名 1st Symposium of JSPS Core-to-Core Program "Center of Excellence in Health Risk Assessment for Adaptation to Climate Change" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV Disinfection: It's Achievements and Forefronts with focus on UV-LEDs
3. 学会等名 International UV Association (IUVA) Asia Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 紫外線消毒の動向と展望
3. 学会等名 第11回JWRC水道講座、2月、東京 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 水処理におけるUV殺菌技術の最新情報
3. 学会等名 造水シンポジウム2018、2月、東京 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 Responses of health-related microorganisms in water to UV-LED exposures
3. 学会等名 IUVA World Congress, February, Sydney, Australia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Bernice Mae F. Yu Jeco, Yamato Hosoi and Kumiko Oguma
2. 発表標題 Solar-powered ultraviolet light-emitting diodes (UV-LED) for inactivation of Escherichia coli in water
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会、3月、山梨
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細井山豊、小熊久美子、橋本崇史、滝沢智
2. 発表標題 紫外線消毒が緑膿菌バイオフィルム中のEPS組成に及ぼす影響
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会、3月、山梨
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 政池美映、小熊久美子、橋本崇史、滝沢智
2. 発表標題 大腸菌の凝集状態が紫外線不活化に及ぼす影響
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会、3月、山梨
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mari Asami, Dai Simazaki, Kumiko Oguma, and Koichi Ohno
2. 発表標題 Trend of Operation and Management of Water Supplies in Size and Location Diversity
3. 学会等名 IWA World Congress 2018, September, Tokyo. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Oguma, Surapong Rattanakul and Mie Masaike
2. 発表標題 Inactivation Of Health-related Microorganisms In Water Using UV Light Emitting Diodes (UV-LEDs)
3. 学会等名 IWA World Congress 2018, September, Tokyo. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV Light-Emitting Diodes for Water Treatment
3. 学会等名 Water Treatment symposium organized by Tsinghua University, October, Suzhou, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 紫外発光ダイオードの水処理への応用
3. 学会等名 光とレーザーの科学技術フェア2018、11月、東京 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV Light-Emitting Diodes for Disinfection of Water
3. 学会等名 Agricultural Biotechnology Symposium 2018 on Innovative Control Methods for Food Safety, November, Seoul, South Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 政池美映, 小熊久美子, 橋本崇史, 滝沢 智
2. 発表標題 紫外発光ダイオードによる腸炎ビブリオ( <i>Vibrio parahaemolyticus</i> )の不活化
3. 学会等名 第55回環境工学研究フォーラム、12月、京都
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 深紫外LEDを利用した水処理 -研究最前線と将来展望-
3. 学会等名 深紫外LEDで創生される産業連鎖フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 細井 山豊, 小熊 久美子, 橋本 崇史, 滝沢 智
2. 発表標題 細菌の細胞外高分子物質(EPS)産生に及ぼす紫外線照射の影響
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamato Hosoi, Kumiko Oguma and Satoshi Takizawa
2. 発表標題 Effects Of UV-LEDs Irradiation On Biofilm Formation By <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>
3. 学会等名 IWA World Congress 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV Light-Emitting Diodes for Disinfection of Water
3. 学会等名 Agricultural Biotechnology Symposium 2018 on Innovative Control Methods for Food Safety (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 UV Light-Emitting Diodes for Water Treatment
3. 学会等名 Water Treatment symposium organized by Tsinghua University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 政池美映, 小熊久美子, 橋本崇史, 滝沢 智
2. 発表標題 紫外発光ダイオードによる腸炎ビブリオ(Vibrio parahaemolyticus)の不活化
3. 学会等名 第55回環境学研究フォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Surapong Rattanakul
2. 発表標題 Protocol Development for the Detection of Human Adenovirus Serotype 5 in Wastewater with Infectivity Assay
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 Inactivation of Pseudomonas aeruginosa, Legionella pneumophila and Common Indicator Microorganisms by UV-LEDs at Different Wavelengths
3. 学会等名 IUVA 2017 World Congress & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Surapong Rattanakul
2. 発表標題 Spectral Impacts of UV-LEDs on the Efficiencies and Mechanisms of Virus Inactivation
3. 学会等名 IUVA 2017 World Congress & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 紫外線を利用した水処理技術の最前線
3. 学会等名 第20回日本水環境学会シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 細井山豊・小熊久美子・滝沢智
2. 発表標題 大腸菌の不活化と光回復を考慮した紫外発光ダイオード (UV-LED) の評価
3. 学会等名 第54回環境工学研究フォーラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kumiko Oguma
2. 発表標題 Expansion of UV Light-Emitting diodes, UV-LED's, to Water Treatment
3. 学会等名 IUVA Symposium: UV Technology Advancement For Water Environment (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 濁質が紫外線処理に及ぼす影響～地表水の水質変動を想定して
3. 学会等名 JUVA技術セミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小熊久美子
2. 発表標題 紫外発光ダイオードの水処理への展開
3. 学会等名 第46回結晶成長国内会議 (JCCG-46) (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 小熊久美子  
<http://www.urbanwater.t.u-tokyo.ac.jp/oguma/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	春日 郁朗  (Kasuga Ikuro)  (20431794)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授    (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
カナダ	ブリティッシュコロンビア大学		