

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.9

Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA



Newsletter

日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.9

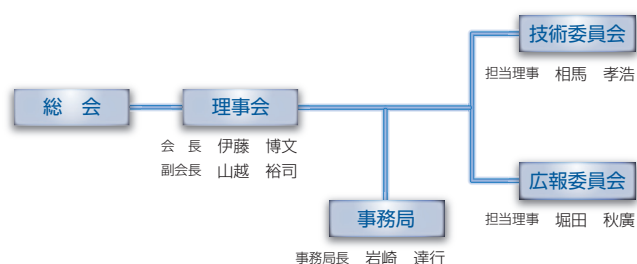
Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA

9

Newsletter

協会組織図



■顧問・役員（平成27年度）

顧問	大垣眞一郎（公益財団法人 水道技術研究センター 理事長）
会長	伊藤 博文（水ing株式会社 副統括）
副会長	山越 裕司（株式会社日本フォトサイエンス 理事）
事務局長	岩崎 達行（岩崎電気株式会社 課長）
理事	相馬 孝浩（株式会社東芝 参事）
理事	堀田 秋廣（フナテック株式会社 常務取締役）
理事	神子 直之（立命館大学 教授）
理事	大瀧 雅寛（お茶の水女子大学 教授）
理事	落合 隆（月島機械株式会社 担当部長）
理事	出口憲一郎（千代田工販株式会社 所長）
監事	谷口 康夫（セン特殊光源株式会社 室長）

もくじ

顧問・役員

●巻頭言

- 01 最近の水環境対策の動向と紫外線処理について
環境省水・大気環境局 水環境課長
二村 英介

●技術資料

- 02 RED（換算紫外線照射量）の不思議（～その使い方と注意点～）
お茶の水女子大学 教授
大瀧 雅寛
- 06 紫外線照射装置の認定取得及び導入の推移
公益財団法人 水道技術研究センター 主任研究員
田中 利明
- 08 残留性ゼロの消毒
紫外線水処理技術のリーフレット解説
一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会 副会長
山越 裕司
- 12 Coming of Age-UV-C LED Technology Update
Jennifer Pagan PhD and Oliver Lawal
- 19 導入事例紹介

●会員紹介

- 21 会員リスト

編集・発行

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会 広報委員会



最近の水環境対策の動向と紫外線処理について

環境省水・大気環境局 水環境課長 二村 英介

環境省においては、環境基本法に基づき、人の健康を保護する観点（健康項目）及び生活環境の保全の観点（生活環境項目）から、維持することが望ましい基準として水質汚濁に係る環境基準を設定しており、水質保全行政の目標としています。

健康項目については、現在までに公共用水域について27項目、地下水については28項目が設定されています。また、生活環境項目については、これまで12項目が設定されており、そのうち水生生物保全に関する項目は平成15年に全亜鉛が環境基準として設定され、平成24年にはノニルフェノールが、平成25年にはLAS（直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩）が追加されました。

環境基準の達成状況については、公共用水域については、健康項目に関してはほとんどの地点で環境基準を達成していますが、生活環境項目について、特に閉鎖性の水域での達成が依然として課題となっています。

既存の環境基準であるCOD（化学的酸素要求量）、窒素、磷は、有機汚濁物質及び富栄養化をもたらす栄養塩類の指標として設定され、負荷削減のための排水基準・総量規制基準としての設定とあわせて、環境水の状況を表しつつ対策と結びつける役割を担ってきました。その一方で、貧酸素水塊の発生や藻場・干潟等の減少、水辺地の親水機能の低下等の課題が残されています。このため、平成25年8月、中央環境審議会に「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて」諮問し、底層溶存酸素量（底層DO）等の新たな指標について、専門委員会を中心として検討が進められ、パブリックコメントの手続き等を経て、昨年12月4日開催の水環境部会で了承され、12月7日付けで中央環境審議会会長より答申をいただきました。底層DOは新たな生活環境項目環境基準とし、海域及び湖沼を対象として水生生物の生息等の観点から必要な基準値を水域毎に設定すること、沿岸透明度については水生植物の保全・再生、親水利用の観点から設定することは有効ではあるものの、環境基準ではなく、各地域の合意形成により、その地域にとって適切な目標値として設定することとされました。今後、答申を踏まえ、「水質の汚濁に関する環境基準」（告示）の改正を行うとともに、底層溶存酸素量の評価方法や類型指定について検討を行う予定です。

このほか、第4次環境基本計画においては、「新たな衛生微生物指標などに着目した環境基準等の目標について調査検討を行い、指標の充実を図る。」とされていることから、ふん便性汚染の指標として環境基準が設定されている大腸菌群数について、見直しの検討を行っています。

現在、大腸菌を新たな指標菌とすることを検討していますが、一方で、クリプトスポリジウム等塩素耐性のある微生物の扱いについて検討する必要がある、紫外線処理による対策が期待されるところです。

また、水質汚濁防止法第3条第1項に基づく排水基準は、公共用水域の水質汚濁の未然防止を図ることを目的として、全公共用水域に一律に適用される基準として設定しており、環境基準の見直し等に伴い、見直し等を行っています。

現在、有害物質28項目、生活環境項目15項目の排水基準が設定されている一方で、排水の水環境への影響や毒性の有無を総体的に把握・評価し、必要な対策を講じるため、現行の排水規制を補完する手法として、生物応答を利用した水環境管理手法の導入のあり方についても検討を進めています。これまで、海外の先行導入事例の調査や具体的な試験方法の提案、実排水を用いた試験の実施とデータ収集等を行い、様々な課題の抽出とその対応方針、排水管理への効果的な適用のあり方について検討を行ってきました。昨年11月には、これまでの検討結果をとりまとめるとともに、今後の検討に資するため広く意見募集を行いました。

さらに、昨年9月に議員立法により「琵琶湖の保全及び再生に関する法律」が制定されました。これは我が国最大の湖である琵琶湖について、水環境だけでなく生態系も含めた琵琶湖全体の保全・再生を、国・地方の関係者が一体となって進めていくことを規定した法律であり、今後本法律に基づく琵琶湖保全・再生のための施策が関係者連携の下で推進されることが期待されています。

このように、近年の水環境行政は公害防止という観点のみならず、生物の保全といった観点からも取り組んでいます。このため、水処理にあたっては水生生物への影響も考慮することが重要と考えており、残留物質を残さない、また、副生成物が生成しないといった特徴を有する紫外線処理について今後活躍が期待されます。



RED（換算紫外線照射量）の不思議 （～その使い方と注意点～）

お茶の水女子大学 教授 大瀧 雅寛

1. はじめに

紫外線消毒では対象水が受ける紫外線照射量によって消毒効果が決まる。この量が設定以上に確保されていれば、消毒性能が担保されている装置となるため、装置のもつ照射量の検証が重要なことは言うまでもない。一方、上下水道において用いられる紫外線照射装置は通水型装置がほとんどであり、ビーカー実験のような回分式（バッチ式）の照射装置はまず考えなくても良いであろう。回分式であれば、対象水が受ける照射量の把握は単純である。対象水が常に均一に攪拌されていれば、平均照射強度に反応時間を乗ずることにより、対象水が受ける照射量は簡単に定まる。つまりどの水塊にも同じ照射強度が照射され、同じ反応時間を経ることになるからである。

しかし通水型装置では、処理対象水が受ける照射強度は、装置内のどの流路を通過するかにより、まちまちである。滞留時間も然りである。即ち水塊ごとに受ける照射量は異なるため、分布が生じることになる。ところが水塊毎にどんな照射量を受けたのかを測定する技術は現時点では無く、照射量分布を把握することは困難を伴う。

ただし照射量分布があったとしても、処理されて出てくる水塊は、実際、流出管やそれに続く処理水タンク（例えば配水池など）で混合されることになり均一化される。それが最終処理水であり、つまり照射量分布がどうであろうが、全体として平均的に設定した照射量を受けたのかどうか、が性能評価としては重要と考えることもできる。本稿の表題にある RED（換算紫外線照射量）とは、正にそのことであり、実用的な視点から考えれば、納得出来る概念であろう。

ところが、この RED の正体を探ってみると、実は曖昧で恣意的に決まりかねないといった側面をもつものである。RED を利用するにあたっては、利用範囲を正しく理解し、その範囲内での利用に留意する必要があると思われる。本稿は、RED の原理について説明し、さらに利用範囲についても解説を加えていく。

2. RED の原理と測定法

JWRC（水道技術センター）が定めた紫外線照射装置の技術審査基準¹⁾には、実験によって RED 値を得ることが必須の事項となっている。認定をうける方法としては、この RED 値のみで申請する場合と、RED 測定により信頼性を担保した計算シミュレーション（照射強度分布モデルを考えた CFD（computational fluid dynamic）シミュレーション）による計算結果を用いて申請する場合のいずれかになる。まずは RED 測定の原理について解説する。

RED（換算紫外線照射量）とは、微生物を用いた不活化実験結果から得られる値である。この微生物は UV 耐性が既知である必要がある。UV 耐性が既知であるというのは、紫外線を照射しなくても、設定照射量から不活化率が推定できることを意味する。逆に言えば不活化率がわかれば、照射された照射量が推定されることになる。実際の例を参考にしつつ考えてみる。良く使われる微生物としてはファージ MS2 や枯草菌（*Bacillus subtilis*）が挙げられる。いずれも北米や欧州で紫外線装置の RED を求めるための標準的な微生物として使われている。

MS2 は以下の式に従って紫外線照射により不活化することがわかっている。

$$\log_e(N/N_0) = -\frac{I \cdot t}{D} \quad (1)$$

N ：照射後の個数 N_0 ：照射前の個数，
 I ：紫外線強度， t ：照射時間， D ：不活化速度定数

(1) 式の意味するところは、 $I \cdot t$ (= 紫外線照射量) によって一次反応的に個数（生残数）が減少するということである。MS2 の場合、 D は 8.5 mJ/cm^2 と報告されている²⁾。例えば照射量が 17 mJ/cm^2 だとすると、生残率 (N/N_0) は式 (1) から 0.14 と求められる。また MS2 に照射した結果、生残率が 0.14 だったとすれば、 17 mJ/cm^2 の照射量を受けたはずである。(図 1 参照)

これを流通装置に利用したのが RED である。すなわち、

装置に MS2 溶液を通水させ、照射装置通過前後の MS2 個数を測定して生残率 (N/N_0) を求めれば、式 (1) に代入して、 $I \cdot t$ (= 紫外線照射量) の値が算出できることになる。これが RED 値となる。

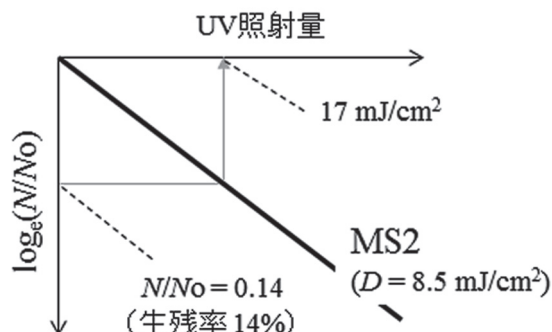


図 1 生物線量計を用いた RED 値の決定

3. 平均照射量と RED

流通装置には照射量分布があると述べたが、装置通過前後の MS2 の濃度比、すなわち生残率は一意に決まるので、RED 値としてあらわされる照射量が MS2 に平均的に照射されたということには間違いない。

しかし、この RED 値は平均的な照射量ではあるが、「平均照射量」になることはほとんどない。仮に以下のようなシンプルな照射量分布をもつ 3 つの照射装置を考えてみることにする。

A～C 型装置のそれぞれの照射量の分布を示す。照射量分布は違うものの、いずれも平均照射量は 10 mJ/cm² となっている。(図 2 に図示した)

- A 型: 10 mJ/cm² … 100%
- B 型: 5 mJ/cm² … 25%, 10 mJ/cm² … 50%, 15 mJ/cm² … 25%
- C 型: 0 mJ/cm² … 20%, 5 mJ/cm² … 20%, 10 mJ/cm² … 20%, 15 mJ/cm² … 20%, 20 mJ/cm² … 20%

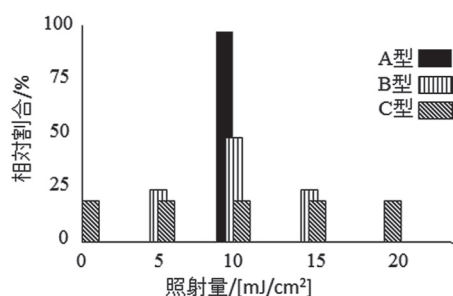


図 2 平均照射量が 10 mJ/cm² の照射量分布の異なる 3 つの照射装置の例

それぞれに MS2 ファージを投入した場合の各照射装置の RED 値を計算してみる。前述の (1) 式から、生残数 N は、照射前の個数 (投入個数) N_0 、照射量 $I \cdot t$ と不活化速度定数 D (MS2 の 8.5 mJ/cm² を用いる) から下式 (2) ((1) 式を変形したもの) で計算される。

$$N = N_0 e^{-\frac{I \cdot t}{D}} \quad (2)$$

簡単のため、今回ファージの投入個数を 10,000 個と仮定する。A 型反応槽では、照射量は 10 mJ/cm² のみもつような至ってシンプルな場合であるが、10,000 個全てのファージが 10 mJ/cm² の照射を受けるので、装置通過後の個数は (2) 式により計算すると、

$$N = N_0 e^{-\frac{\text{照射量}}{8.5}} = 10,000 \times e^{-\frac{10}{8.5}} = 3,084 \text{ 個}$$

となる。装置通過前後の個数比から生残率を求めれば、 $3,084 / 10,000 = 0.3084$ となるので、この生残率となる照射量は (1) 式から、

$$I \cdot t = -D \log_e(N / N_0) = -8.5 \times \log_e(0.3084) = 10 \text{ mJ/cm}^2 \text{ と計算される。これが RED 値であるが、この場合では平均照射量と一致している。}$$

では B 型反応槽ではどうであろう。装置に流入するファージの 25% (2,500 個) が 5 mJ/cm²、50% (5,000 個) が 10 mJ/cm²、25% (2,500 個) が 15 mJ/cm² を照射される。各々の計算方法は上述と同じであるので、割愛するが、5 mJ/cm² の照射量を受けた 2,500 個のファージのうち生残個数は 1,389 個となる (生残率は 0.5554)。同様に 10 mJ/cm² の生残個数は、1,542 個 (生残率は 0.3084)、15 mJ/cm² では、428 個 (生残率は 0.1713) となる。従って、出口での生残個数の合計は 3,359 個となる。投入量 10,000 個に対し、生残数が 3,359 個なので、装置全体としての生残率は 0.3359 となる。これを (1) 式に代入して RED 値を求める。

$$I \cdot t = -D \ln(N / N_0) = -8.5 \times \ln(0.3359) = 9.3 \text{ mJ/cm}^2 \text{ となる。平均照射量は 10 mJ/cm}^2 \text{ であるのに RED 値は 9.3 mJ/cm}^2 \text{ となっており、平均照射量と RED 値は一致するものではないということがわかる。}$$

照射量分布が最も広い C 型で確認する。B 型と同様に照射量毎の生残数を求めると、0 mJ/cm²: 2,000 個、5 mJ/cm²: 1,111 個、10 mJ/cm²: 617 個、15 mJ/cm²: 343 個、20 mJ/cm²: 190 個、となり、出口での合計個数は 4,260 個となる。つまり生残率は 0.4260

であるので、これを（１）式に代入し、RED 値を求める。

$$I \cdot t = -8.5 \times \ln(0.4260) = 7.2 \text{ mJ/cm}^2$$

となり、更に平均照射量との差が大きくなっている。

この様に RED 値は、微生物を通過させた時の不活化率となるはずの平均的な紫外線照射量であって、実際の平均照射量を表すものではないことに留意する必要がある。

図 3 は、A～C 型の照射装置内において各照射量ルートにおいて MS2 の個数がどう変化しているのかをまとめたものである。この図を眺めてみると出口の総個数は、照射の低いルートに依存している傾向が伺える。一方、高照射量ルートでいくら減らしても、低照射量ルートが頑張ってくれないと全体の生残個数は減らないのである。RED 値はこの様に低照射量ルートの存在に依存するという傾向がある。

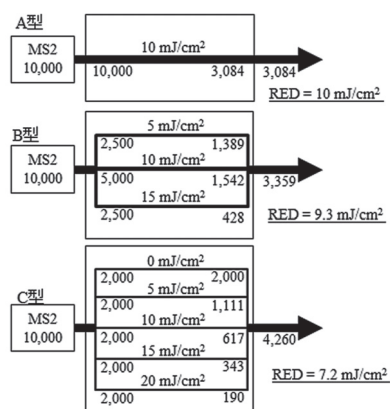


図 3 平均照射量が 10 mJ/cm² で分布の異なる 3 つの照射装置の各 RED 値

4. ランプ出力と RED 値の関係

前述のとおり平均照射量が同じでも、照射量分布が違う装置では、それぞれの RED 値は異なるが、同じ装置であっても、照射強度と RED 値の関係もまた一筋縄ではいかないのである。例えば前述の B 型装置で考えてみる。装置内の流動状況は変わらないが、継続使用に伴いランプ出力が仮に半分になったと仮定しよう。装置内の強度分布はランプ出力と線形関係にあるので、ランプ出力が半減すれば、照射強度はどの部分でも半減する。従って B 型装置では通過する水が受ける照射量は全てが半減することになるので、25% が 2.5mJ/cm² に、50% が 5mJ/cm² に、25% が 7.5mJ/cm² と受ける照射量がそれぞれ半減する。当然、装置の平均照射量は 5mJ/cm² と半減する。では MS2 を 10,000 個流してみる。

それぞれの照射量ルートでの通過後個数は、2.5mJ/cm² で 1,863 個、5mJ/cm² で、2,777 個、7.5mJ/cm² で 1,035 個となる。出口の総個数は 5,674 個となり、生残率は 0.5674 となる。（１）式から RED 値を求めると 4.8mJ/cm² になる。以上のことを、図 4 にまとめたが、強度が半減する前の RED 値と半減後の RED 値を比べてみると、減少率は強度の減少率に比例せず、より低い程度に留まっていることがわかる。

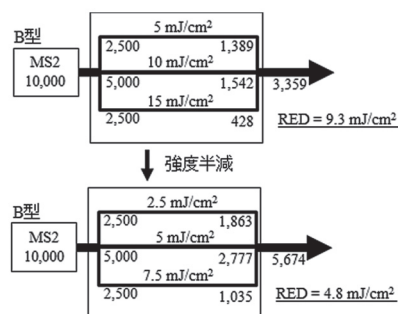


図 4 照射強度が半減した場合の RED 値の変化

5. 使用する微生物と RED 値の関係

これまでの RED 値の算出例は全てファージ MS2 を用いて考えてきた。この MS2 は北米で装置の検証試験に用いられている微生物であり、紫外線耐性が比較的高いことから、高照射量の装置評価にも使用できるために重宝されている。その他には *Bacillus subtilis* (枯草菌) も紫外線耐性が比較的高い菌種であり欧州でよく用いられている。JWRC の技術審査基準¹⁾ においては、MS2 や枯草菌以外も紹介されており、例えば Qβ や T7 (いずれも大腸菌ファージ) などが例示されている。では、これらの微生物はどれを使用しても RED 値は同じになるのであろうか。前出の B 型装置で検証してみよう。

ファージ Qβ と T7 はいずれも（１）式を用いれば、照射量によって生残率を求めることができる。不活化速度定数 D は Qβ : 5.9mJ/cm²、T7 : 1.9mJ/cm² とする¹⁾。図 5 に各照射量ルートにおける Qβ と T7 の個数変化を示し、通過前後の生残率から求めた RED 値を示した。MS2 では 9.3mJ/cm² であった RED 値が、Qβ では 9.0mJ/cm²、T7 では 7.4mJ/cm² となっている。即ち装置が同じでも使用する微生物によって得られる RED 値は異なってしまう。

A 型装置のように照射量が 10mJ/cm² のみというように分布を持たない装置であれば、(算定手順は省略する

が) Qβでも T7でも RED 値は等しく 10mJ/cm² となる。しかし照射量が分布をもつ装置では RED 値は微生物によって異なることは非常に留意すべき点といえる。

海外の紫外線装置の評価基準では RED 値がある値以上であれば OK とする場合が多い。しかし、ここで示しているように、使用する微生物で RED 値が異なるということは、条件の良い微生物を使用するかどうかで合否が決まることになりかねない。従って RED 値だけでなく、どの微生物を使ったのかを併せて評価しないと正しい装置の性能評価にはならないのである。

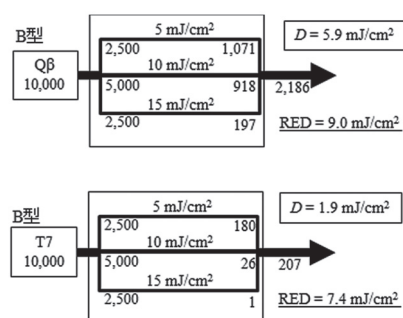


図 5 異なる紫外線耐性をもつ微生物毎の RED 値

6. RED 値判定の必要十分条件

使用微生物に留意しながら RED 値を用いることで装置の性能評価には必要十分なのかといえ、答えは No である。図 6 は異なる 3 つの照射量分布の例を示している。

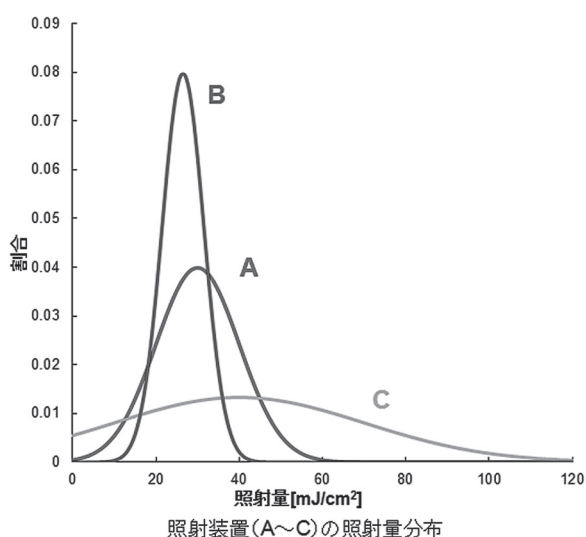


図 6 異なる照射量分布の一例

前出のように平均照射量は同じではないが、この照射量分布を持つ装置に、不活化速度定数 $D = 10\text{mJ/cm}^2$

の微生物を通過させると、どの照射量分布においても出口での個数が等しくなる。つまり生残率が、いずれの照射量分布において等しいので、RED 値は、なんとどれも同じ値となるのである。

これは使用微生物を明記し、かつ得られた RED 値を示すことで、装置の性能評価が必要十分に行えていないことを意味する。

ちなみに不活化速度定数 D が 10mJ/cm^2 ではない別の微生物を通過させると、その生残率は 3 つの照射量分布で全て異なる。これは、例えば MS2 によって RED 値が求められた装置があるとしても、この装置によってクリプトスピリジウムが生残率がどうなるのかは、照射量分布が把握されていない限り、わからないということを意味する。

JWRC が定める技術審査基準は、RED 値だけでなく、CFD 解析による照射量分布把握を課しているし、RED 値のみの合格を目指す場合は、少なくとも 95% が 10mJ/cm^2 以上でないといこの RED 値にならない、という値をクリアすることが条件となっている。いずれのケースにおいても装置の照射量分布を考慮して性能評価を行うという内容となっている。その点で RED 値のみでの性能評価に比べて、信頼性は高いといえるかもしれない。

7. まとめ

流通式の紫外線装置の評価に用いる RED 値については、以下のことに留意しながら使用する必要がある。

- 1) 微生物を不活化するための平均的な照射量値であり、装置の平均照射量ではない。
- 2) 流動条件が一定でもランプの照射強度と RED 値は比例しない。
- 3) 同装置でも使用する微生物によって RED 値は異なる。
- 4) RED 値だけでなく照射量分布を把握しないと装置の評価は必要十分には行えない。

参考文献

- 1) JWRC (2012) 紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準、
- 2) R. Sommer et al. (1998) Wat. Sci. Tech., 38 (12) , pp.145-150



紫外線照射装置の認定取得及び導入の推移

公益財団法人 水道技術研究センター 主任研究員 田中 利明

1. はじめに

平成 19 年 4 月 1 日に施行された「水道施設の技術的基準を定める省令」（厚生労働省）の一部改正により、水道における紫外線処理技術がクリプトスポリジウムとジアルジアの耐塩素性病原生物対策として位置づけられた。

また、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」（厚生労働省）に基づき、その照射槽を通過する水量の 95% 以上に対して紫外線（253.7nm 付近）の照射量を常に $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上確保できることが紫外線照射装置の備えるべき要件として示された。

これを受けて当センターでは、装置が求められる一定水準以上の性能及び品質を具体的に判断する基準として、「紫外線照射装置 JWR C 技術審査基準」を制定し、平成 20 年 4 月より適合認定業務を行っている。

この認定制度の意図するものは、紫外線照射装置の性能及び品質等の適正化を図り、一定水準以上の紫外線照射装置の水道事業者等への供給及び紫外線処理技術の浄水施設への円滑かつ適切な導入の促進に資することである。

本稿では、「紫外線照射装置 JWR C 技術審査基準」に基づく装置認定取得状況並びに紫外線照射装置の導入状況について紹介する。

2. 紫外線照射装置認定取得状況

当センターでは、審査基準に基づき以下に示す審査項目¹⁾について、有識者で構成する浄水技術支援委員会を設置し審査を実施している。

《紫外線照射装置の審査項目》

- ①照射装置の概要及び仕様（図面を含む）
- ②紫外線ランプの能力
- ③照射装置の照射性能
- ④紫外線モニタの性能

⑤照射槽及び槽内機器の浸出性

⑥照射槽の耐圧性

⑦その他性能（絶縁抵抗、耐電圧、寸法公差、構造一般等）

平成 27 年 12 月末現在の装置認定取得状況の推移を図 1 に示す。近年は年間 4 ～ 9 件のペースで認定取得件数が増加し、累計で 97 件になる。

認定取得数をランプ種別毎に分類すると、低圧紫外線ランプ照射装置については、19 企業が認定を取得し、認定件数は 78 件になる。一つの認定で複数の装置を登録できるため、認定装置の型式総数は、162 型式となる。

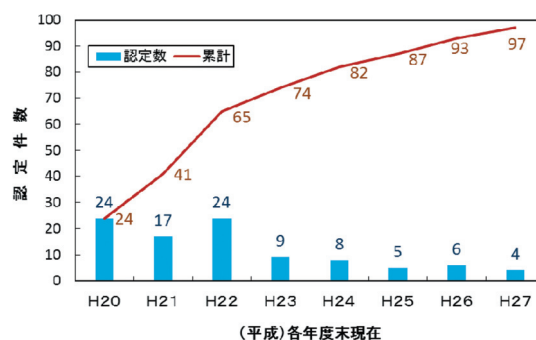


図 1 紫外線照射装置認定取得件数の推移
(平成 27 年 12 月末現在)

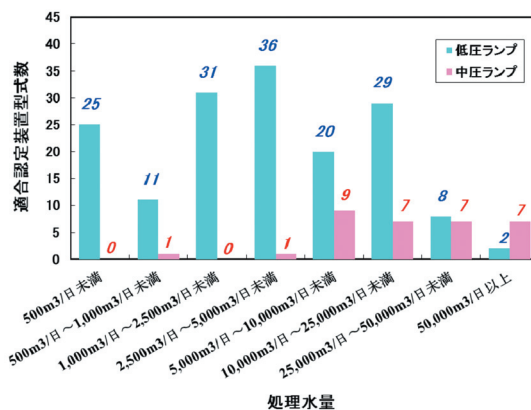


図 2 ランプ種類別、処理水量別の認定取得件数
(平成 27 年 12 月末現在)

中圧紫外線ランプ照射装置については、認定社数 6 企業、認定件数 19 件、認定装置の型式数 32 型式である。図 2 に平成 27 年 12 月末現在のランプ種類別（低圧・中圧）、処理水量別の認定取得件数を示す。

低圧ランプの認定装置を処理水量別で見ると、1,000m³/日未満が 36 型式、1,000m³/日以上～10,000m³/日未満が 87 型式、10,000m³/日以上が 39 型式となっている。

中圧ランプについては、1,000m³/日未満が 1 型式、1,000m³/日以上～10,000m³/日未満が 10 型式、10,000m³/日以上が 21 型式であり、中圧ランプは出力の高い特性を活かした大容量向けの認定が多く見受けられる。

3. 紫外線照射装置の導入状況

水道技術研究センターでは、日本紫外線水処理技術協会（JUVA）の会員企業の協力を得て、我が国の水道における紫外線照射装置の導入状況について調査を実施している。

平成 27 年 3 月末現在の調査結果を図 3 及び図 4 に示す。なお、この集計結果は契約済段階及び工事中の装置を含んでいる。

図 3 は紫外線照射装置の累積導入件数、累積計画処理水量を示したものである。浄水プロセスへの適用においては、累積導入件数は 303 件（対前年度比 12.6%増）、累積計画処理水量は約 1,025,000m³/日（対前年度比 9.0%増）となっている。平成 19 年に厚生労働省から指針が示され、翌平成 20 年に紫外線照射装置の適合認定業務を開始して以降、装置の導入件数は毎年およそ 40 件ずつ増加していることが分かる。

膜ろ過洗浄排水等の排水プロセスへの適用においては、累積導入件数は 8 件、累積計画処理水量は約 48,200 m³/日で、平成 19 年度以降、ほぼ横ばいとなっている。

図 4 は紫外線照射装置の導入件数を計画処理水量別に分類したものである。浄水プロセスへの適用では、1,000 m³/日未満が 147 件でほぼ半数を占め、1,000m³/日以上～10,000m³/日未満は 131 件、10,000m³/日以上は 25 件である。クリプトスポリジウム等対策の指

針が地表水以外を原水とする場合に限定されていることから、小規模浄水施設への導入が中心となっている。排水処理プロセスへの適用では、1,000m³/日未満は 4 件、1,000m³/日以上～10,000m³/日未満は 2 件、10,000m³/日以上は 2 件である。

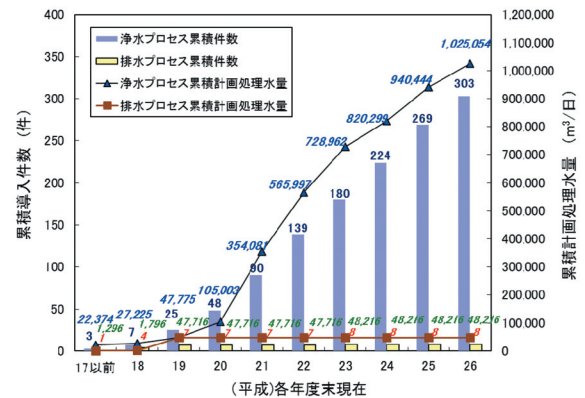


図 3 紫外線照射装置の導入状況
(平成 27 年 3 月末現在)

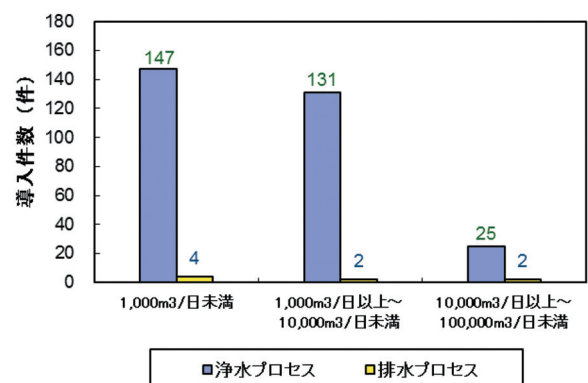


図 4 紫外線照射装置の導入状況（処理水量別）
(平成 27 年 3 月末現在)

4. おわりに

水道技術研究センターでは、紫外線照射装置に係る技術支援事業を推進してきた。これらの事業が水道事業体への紫外線照射装置の円滑な導入に寄与するものと期待している。

参考文献

- 1) (公財) 水道技術研究センター (2012) 紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準

残留性ゼロの消毒 紫外線水処理技術のリーフレット解説

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会 副会長 山越 裕司

残留性ゼロの消毒 紫外線水処理技術

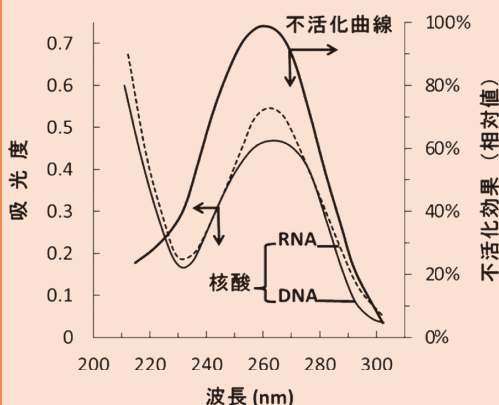
JUVA

■下水の補助金申請

塩素処理と同様に特別な書類は不要(H26年度通知から)となりました。

■紫外線消毒のメカニズムと長所

紫外線を吸収した核酸(DNA、RNA)の状態が変化することで、微生物の増殖能力を抑制し、クリプトスポリジウム、ジアルジア等の原虫による感染症を予防できます。紫外線消毒は残留性がないので、放流先への生態系のダメージを考慮する必要がありません。



(核酸は酵母のDNA、RNA 1 mg・50ml/15%過塩素酸液のもの)

図1 核酸の紫外線吸収曲線と不活化効果曲線¹⁾

■公共事業での国内導入状況

下水では141箇所(H24年度)、浄水では303箇所(H26年度、下図ご参照)で導入されています。



図2 紫外線処理設備導入状況(浄水プロセス)²⁾

■下水消毒での塩素と紫外線のコスト比較

公益財団法人日本下水道新技術機構の2015年の調査では塩素消毒(次亜塩素酸Na)と紫外線消毒のコスト(年価換算による建設費+維持管理費)はほぼ同等と報告しています(下図ご参照)。

■内水面漁業の振興に関する法律(平成二十六年六月二十七日法律第百三十三号)と固形塩素消毒の今後のあり方

固形塩素による消毒設備は右図に示すように安価ですが、塩素濃度調整が不十分なことより、紫外線消毒の方がこの法律による規制に適しています。

■災害時利用を想定した簡易下水消毒方法

消毒用塩素は災害時に入手が困難な上に、運搬にも支障が生じます。これに対して紫外線消毒は電源さえ確保できれば機能します。

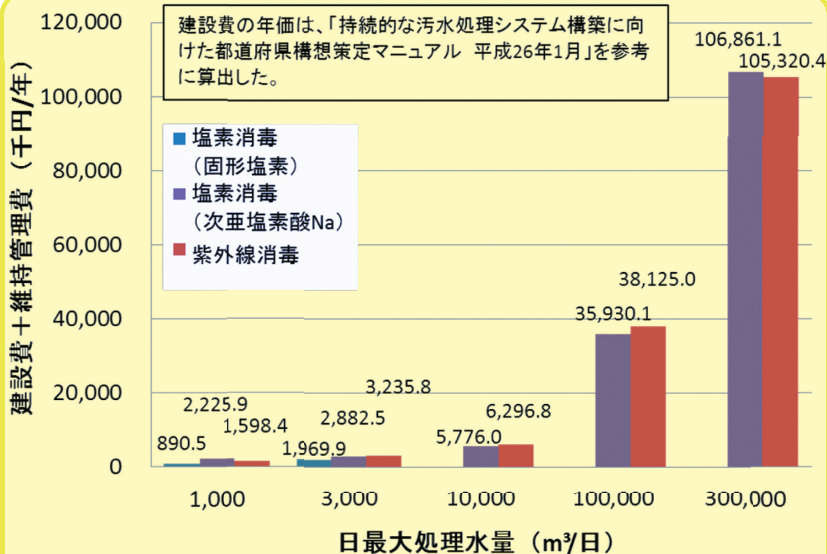


図3 年価換算による各消毒技術の建設費+維持管理費(紫外線:最小価格)³⁾

■浄水における海外事情

【アメリカ・カナダの状況】⁴⁾

- ・主に、クリプトスפורジウム等病原生物対策として使用。
- ・納入実績(1,900m³/日以上):アメリカ148施設、カナダ161施設。その内訳で原水として74%が地表水。

【ヨーロッパの状況】⁵⁾

- ・主に、消毒装置として導入。
- ・納入実績:オーストリアは消毒設備の80%、ドイツは42%、スイスは40%弱。ノルウェーは人口の55%。

【日本のクリプト対策との相違点】

- ・原水に地表水、地下水などの規制なし。
- ・マルチバリア方式:2つ以上の異なる処理手段で設計(ろ過+UVなど)。
- ・中小規模だけでなく、ニューヨーク市への供給水として850万m³/日の処理設備に導入。

■いろいろな用途・形状の国内導入事例



浄水用紫外線照射装置
(内部照射型縦置き)



下水処理水の消毒装置
(開水路型)



魚市場の魚洗浄水消毒装置
(ろ過+紫外線)



池水消毒装置
(外部照射型)



浄水膜ろ過配水用紫外線照射装置
(内部照射型横置き)



浄水用紫外線照射装置
(対象水:急速ろ過された伏流水)

【参考資料】

- 1) 金子光美:水の消毒、p230、(財)日本環境整備教育センター(1997)
- 2) (公財)水道技術研究センター:我が国の水道における紫外線処理設備の導入状況(全国計、平成26年度末現在)、水道ホットニュース、第472-2号(2015)
- 3) 森脇隆一、中野善彰、中島英一郎、小塚俊秀:各種消毒技術の経済比較に関する調査、第52回下水道研究発表会講演集、p305-307 (2015)
- 4) UV Disinfection Knowledge Base, Water Research Foundation (2012)
- 5) 安井 宣仁、神子 直之:第5回 IUVA(国際紫外線協会)国際会議参加報告～海外の技術動向～、JUVAニュースレター、No.3、P3-7 (2010)



Japan UV Water Treatment Technology Association

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会
HPアドレス <http://www.juva.jp> e-mail アドレス: info@juva.jp

【はじめに】

このリーフレットは、関連省庁のご担当者からのご意見で、紫外線による下水消毒に関して

- ・最新の納入件数を知らない
- ・イニシャルコストが高いという印象がある

といったことが理由で納入件数が伸び悩んでいるのではないかとのご指摘があったことに加えて、今後とも浄水・下水に紫外線設備が採用されるために紫外線の装置を扱ったことがない方を対象に、

- ・紫外線消毒の原理
- ・浄水・下水以外の納入事例
- ・海外事情

なども含めた情報をまとめるよう提案されたことがきっかけであった。

ここでは、このリーフレットに対してより深く理解いただくための解説を加える。

浄水分野

【国内導入状況】

「水道施設の技術的基準を定める省令（平成 19 年厚生労働省第 54 号）」が施行されて以降、クリプトスポリジウム等対策として紫外線処理設備が浄水プロセスに導入されるようになった。平成 26 年度末現在での浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況は 303 件、累積計画処理水量は 1,045,054 m³/日となっている。

【海外事情】

アメリカ・カナダの事情について参考にした資料（UV Disinfection Knowledge Base）には、事業者、技術者、監督機関が飲料水の紫外線消毒に関する知識を構築することと、紫外線消毒技術を用いるリスク、且つコスト削減に役立てることを目的に、紫外線消毒を実施するにあたっての具体的な課題がまとめられている。その一部を当協会の技術委員会で翻訳し、平成 27 年 2 月の JUVA 技術セミナーで紹介した。また、当協会が講師派遣の依頼を受けたセミナーでも紹介している。

ヨーロッパでの事情を次の表にまとめた。

表 ヨーロッパでの紫外線消毒装置の規定と動向

国名	規定照射量	備考
オーストリア	枯草菌芽胞体 RED40 mJ/cm ²	消毒設備の80%がUV (2009年10月現在) ÖNORM M5873-1, 2
ドイツ	枯草菌 ATCC6633芽胞 体RED40 mJ/cm ²	消毒設備の42%がUV (2005年12月現在) DVGW Standard W 294-2 or ÖNORM M5873-1
スイス	DVGW W294 or ÖNORM M5873 に従う	消毒設備の40%弱が UV(2009年10月現在)
オランダ	法的規定なし	対象とする病原微生物: <i>Enterovirus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i>
フランス	DVGW W294 or ÖNORM M5873 に従う	<i>Cryptosporidium</i> と <i>Giardia</i> の防御のため にUVを導入
イギリス	規定なし	<i>Cryptosporidium</i> の除 去を標準とし、かつ健康 影響被害を低減するた めUVを導入
ノルウェー	平均紫外線量 30mJ/cm ² 病原性ウイルス 対策ならば MS2or枯草菌 RED40 mJ/cm ²	人口の約55%が紫外 線処理 (水道水源の90%が表 流水)

下水分野

【下水の補助金申請】

毎年通知している国の補助対象の範囲を示す通知において、25 年度通知では紫外線については特別な場合のみに補助するという趣旨で「個別協議と学識者等による委員会での検討を経て初めて補助対象とする」という条項があったが、26 年度通知からはこれが削除された。

ゆえに、現状では塩素消毒と同様の補助対象になっている。

【下水消毒での塩素と紫外線のコスト比較】

紫外線の装置で使用するランプは、ランプ電力の大型化と UV 照度維持率の向上などにより、ランプ 1 本当たりの処理能力が上がった。そのため、従来に比べて建設費、維持管理費ともに安価になっている。

【災害時利用を想定した簡易下水消毒方法】

災害直後の下水処理で凝集沈殿さえ行えない場合、生下水を消毒する必要がある。その手段として塩素と紫外線を比較すると、塩素では10mg/Lの塩素を30分接触（この値は7割以上の下水処理場で実施している年平均塩素注入率2mg/L以下¹⁾×15分接触の条件と比べて、CT値が15倍）させても消毒できなかったのに対して、紫外線では消毒が可能であったと下図は報告している²⁾。

TC：大腸菌群、EC：大腸菌、SP：体表面吸着大腸菌ファージ

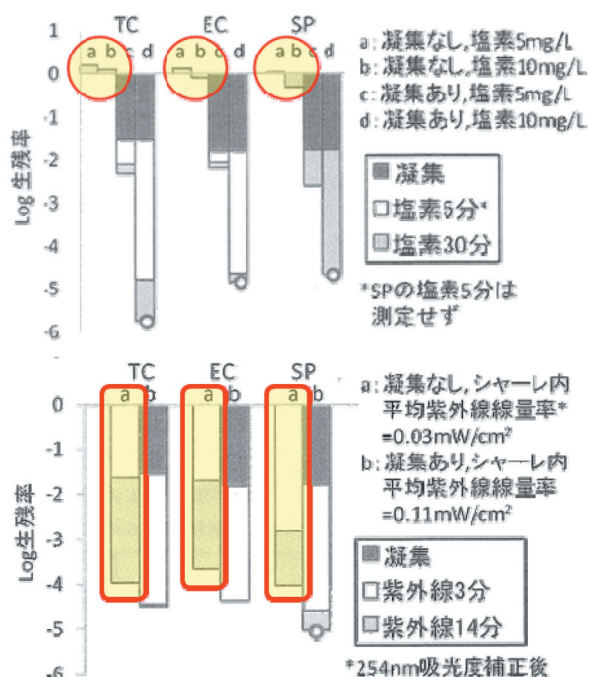


図1 消毒の効果（上）塩素消毒（下）紫外線消毒
（○は検出限界以下）

【内水面漁業の振興に関する法律（平成二十六年六月二十七日法律第百三十三号）と固形塩素消毒の今後のあり方】

この法律には、以下のことが記されている。

附則抄（検討）第五条 政府は、この法律の施行後速やかに、内水面に排出又は放流される水についての実態を踏まえ、水質汚濁防止法（昭和四十五年法律第百三十八号）、浄化槽法（昭和五十八年法律第四十三号）等による当該水に係る規制の在り方について、内水面における漁場環境の再生等の観点から検討を加え、必要があると認めるときは、その結果に基づいて所要の措置を講ずるものとする。

固形塩素のコスト面で安価であるが、塩素濃度調整が不十分な消毒設備であることより、紫外線消毒の方がこの法律による規制に適している。

【いろいろな用途・形状の国内導入事例】

紫外線の装置形状には、内部照射型と外部照射型があり、内部照射型には円筒形の圧力容器になっているタイプと開水路に設置するタイプがある。浄水・下水以外の用途の一例として、ろ過＋紫外線による海水の消毒設備を紹介した。

下水処理の場合、放流先の鮎やノリなどの生態系に配慮すること、下流が水道水源になっていることなどが紫外線消毒を選択する理由になっている。浄水では塩素消毒に抵抗性がある病原生物対策として使用されている。飲料・純水・超純水・液糖等の製造では薬品を使用できないこと、残留性がないことなどの理由から紫外線消毒が採用されている。紫外線消毒が用いられるその他の理由として、消毒用塩素濃度を低くできる、運転が容易、処理時間が短い、多種の細菌やウイルスに有効であることなどがある。下図に紫外線消毒設備が適用されている分野とその特長や理由を示した。

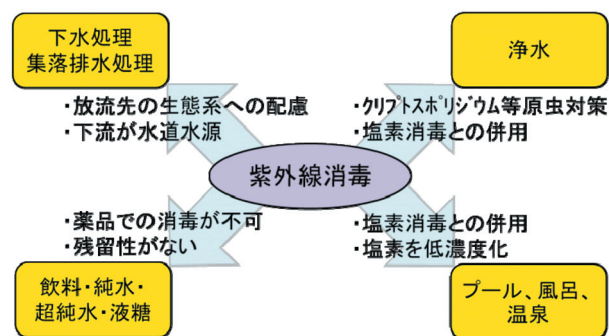


図2 紫外線消毒の用途と特長

【参考資料】

- 1) 日本下水道事業団技術開発部：最近の消毒技術の評価に関する報告書、P99（1997）
- 2) 小熊久美子、Jatuwat Sangsanont、端昭彦、稲葉愛美、片山浩之：災害時利用を想定した簡易下水消毒方法の検討、第47回日本水環境学会講演集、P281（2013）

Coming of Age-UV-C LED Technology Update

Jennifer Pagan PhD and Oliver Lawal

はじめに ー典型的なパラダイムシフト

技術革新が起こることで、製品設計におけるパラダイムシフトを伴う場合がある。典型的な例としてテレビがある。ブラウン管からプラズマ方式や液晶（LCD）方式といったフラット画面にシフトしたことで、家具メーカーはエンターテインメント関連製品すべての再設計を余儀なくされた。つまり居間の壁を占領していた大型のテレビ台が、スリムなキャビネットにとって代われ、また DVD プレイヤーやゲーム機などの周辺機器にもその影響は波及していった。一見、紫外線消毒とは何の関係もない事例に思えるが、実際これはすでに始まっている変化であり、消毒市場に参入しつつある UV-C LED が、このようなデザインシフトを招くかもしれないという意味では良い例といえよう。

UV-C LED の構造および操作上の相違点

UV-C LED は構造も操作方法も水銀ランプとは異なる。構造的には UV-C LED は水銀ランプに比べて小型で、かつ高密度の紫外線を発する（図 1）。つまり光源以外の外部装置のことを余り考慮せずに、スペースを使わずに特定の場所に強い光を集中させる事ができる。このため、低出力に関わらず UV-C LED が、まず分析機器において使われ始めたのである。UV-C LED と水銀ランプとでは、パッケージサイズの差は明確である。また光学性能および温度依存性の違いがシステム的设计に与える影響は大きい。UV-C LED は理論上、全方位に照射することができるが、実際は材質やパッケージ上の制約により特定方向のみの照射に限定されている。パッケージ化された UV-C LED の場合、ほとんどの照射光が 100-120° の角度内に収まってしまうというのが典型的な照射光パターンである。ここでの定義としては最大光強度値の 50% 以上

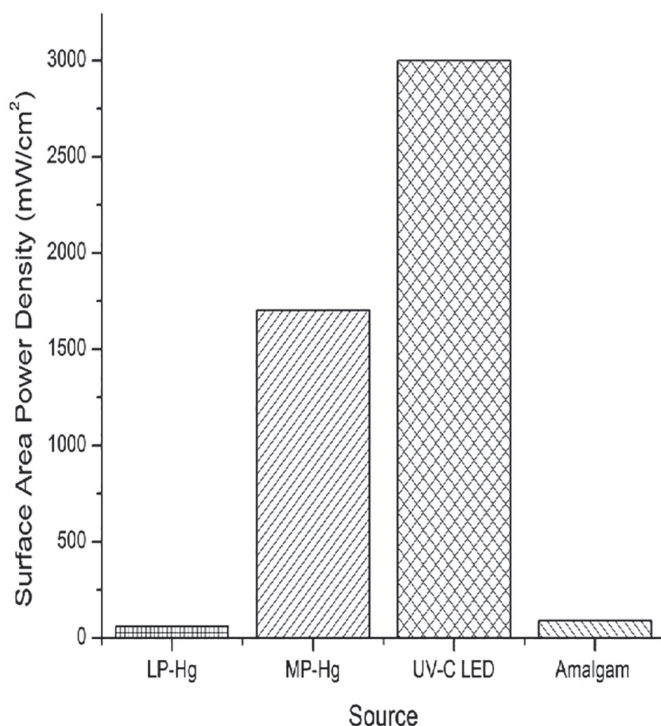


図 1 : 30mW UV-C LED と典型的な低圧水銀ランプ（LP-Hg）、中圧水銀ランプ（MP-Hg）、アマルガムランプの照射光密度の比較。放射面には、ランプについてはガラスエンベロープ（バラストなし）、LED については半導体チップを使用。

が得られる角度という意味である。このような特徴をもつ照射光なので、LED を使った消毒システムでは、光強度分布の濃淡の差が大きくなる。例えば、ある限られた場所でのスポット的な消毒法であれば、一個のデバイスで良いだろうし、複数の場合では、デバイス一個一個には、限られた範囲内では均一な光強度となるものの、弱い点と強い点が交互につながるようなパターンをなす事になる。このように UV-C LED の出力光の特徴をシステムとしてどう活かすのかが課題である。

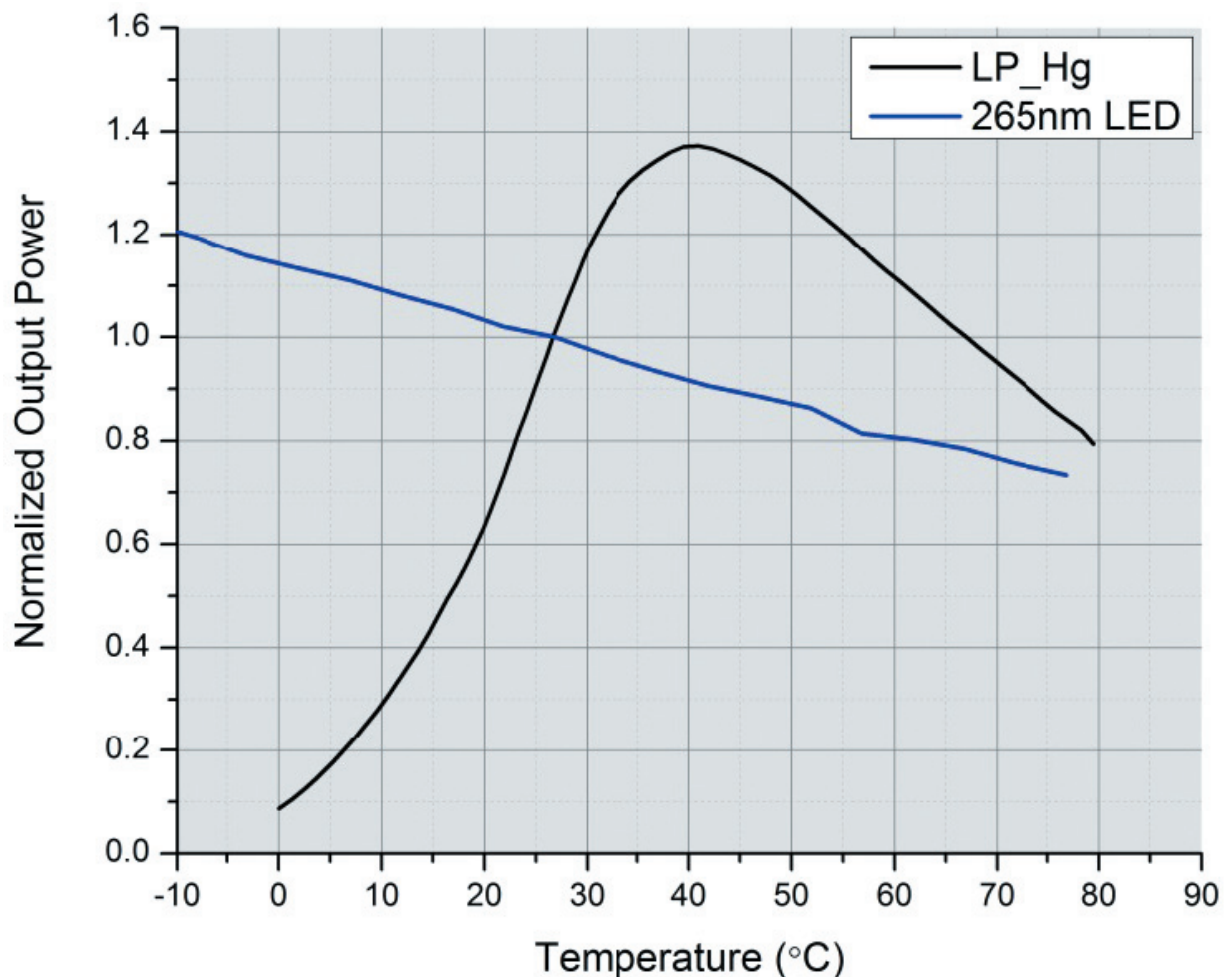


図2：低圧水銀ランプと 265nm LED の出力の温度に伴う変化。温度は 26°C を基準とした。

水銀ランプと同様に LED システムにおいても温度依存性は重要である。UV-C LED は半導体の個体部分（LED チップ）から発熱するが、この熱はチップの固定部分の裏側から放熱される。パッケージ LED は小さいため、その裏側に 1cm 程度の小さいペルチェ素子もしくはファンによる空冷といった冷却で済む。このような冷却法により、比較的簡単に LED を室温より若干高い温度へと低下させられる。室温範囲での UV-C LEDs の温度依存性は、水銀ランプとは逆であるため都合がよい。水銀ランプと違って、UV-C LEDs は室温下では低いほど出力が増し、高温では出力が下がる（図 2）。このような特徴をもつため UV-C LEDs は温度管理が難しい場合やウォームアップ時間が設定できないような、冷却／低温環境での適用に向いている。

操作の面から言えば、UV-C LEDs は典型的な水銀ランプ技術における制約条件から離れた自由な設計が可能である。UV-C LEDs は直流（DC）で運転可能であり、これによりポータブルで電池使用が可能なシステムとなることから、一般的に装置として小型化が可能となっている。UV-C LEDs のシステム設計で見落とされがちなものの 1 つとして、バック

エンド電子工学の側面が挙げられる。バックエンド電子工学は、システム全体を機能させるとともに LED 光源に電力を供給するという意味では、水銀ランプにおいても用いられているが、これは、LEDs を断続的もしくは継続的に動かすときに、LED の使用状態を設定運転条件へと戻すような、もしくは照射が止まったような場合に、電圧や光強度をどう変化させるのか自身をモニターしながら制御する仕組みである。バックエンド電子工学は、温度コントロールのフィードバックや、無線によるデータログとも相性がよく、システム全体が直流なので、システムに LED を組み込む際も小さくて済む。

高出力への道のり

前述のとおり UV-C LED は分析機器において広く使われているが、UV-C LED メーカーは、2012 年から、他の市場へと展開し始めた。図 3 で示されるように、2012 年から 2015 年にかけて 7 つのメーカーが市場に新規参入し、うち 4 社は大量生産能力を持つ。現在、チップ 1 つ分の光出力は 50mW まで達し、その寿命も数千時間に伸びている。文献や研究段階の装置としては、もっと優れたものも報告されているが除外している。またこのリストは生産に踏み切った製造業者全てを網羅しているわけではない。

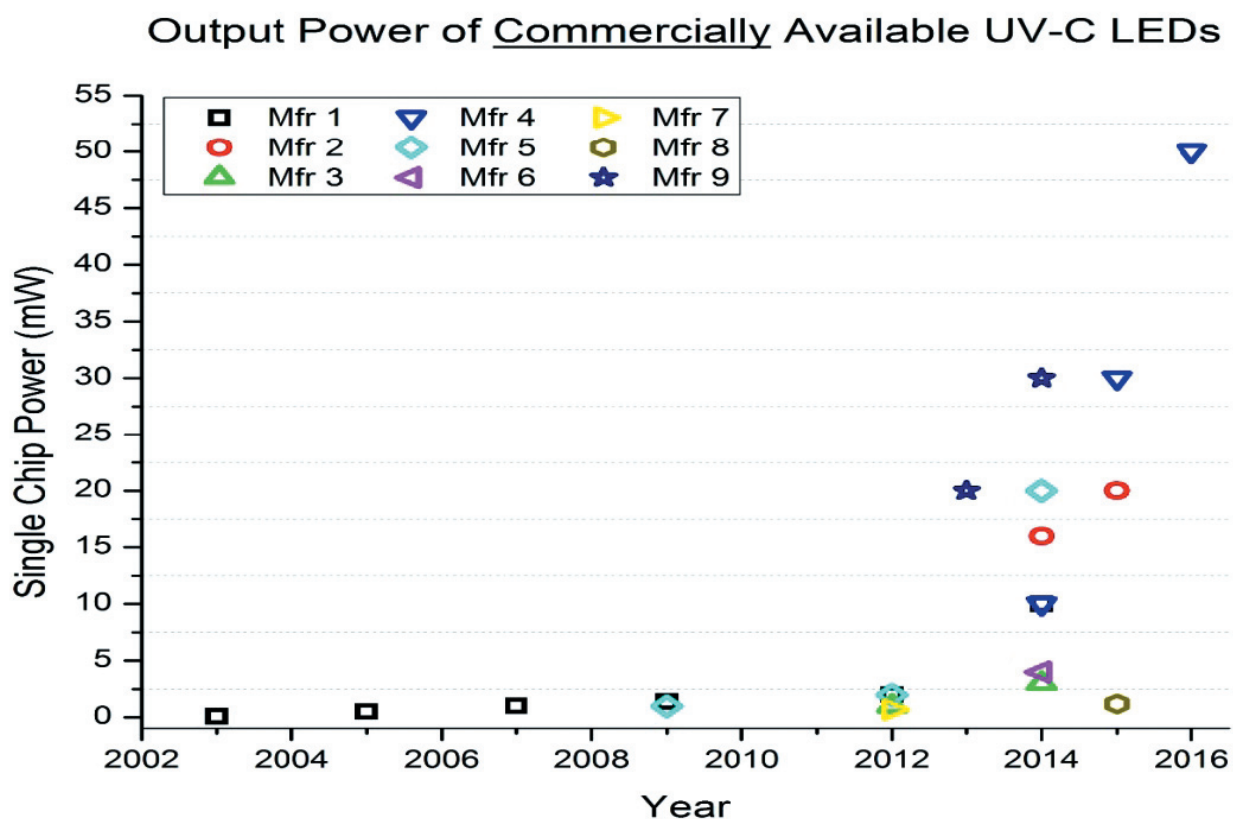


図 3：製造歴があり市場にて入手できるチップ 1 つ当たりの UV-C LED 出力。メーカー毎に表示

システム開発

フラットテレビがその周辺機器を小型化させたのと同様に、近年の UV-C LED メーカーの市場参入とより低コストな装置の供給は、より小型でより安価な UV-LED 光源の開発を促す。しかし、どの UV システム開発者にとっても、この技術の長所を活かそうとする場合、システムの効率化を可能にするために重要なのは、要素の組合せ方とその関連性である（図 4）。

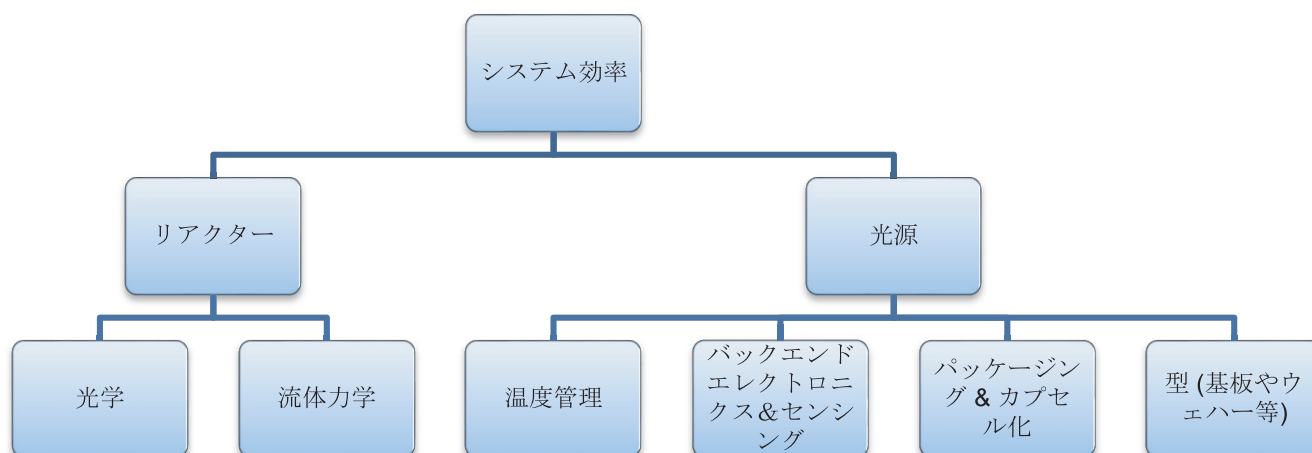


図 4：効率的な UV システムの要素

従来型の水銀ランプを用いた UV システムでは、システムの設計方法において CFD（計算流体力学）や生物線量計の利用があたり前となるなど、ここ 20 年において進化してきた。この方法は、UV-C LED を用いた UV システムにおいても重要なことには変わりはない。しかし、前述したように光源の基本的構造や操作上の設計といった前提条件は大きく異なっている。さらに UV-C LEDs には、これまでとは異なる温度管理方法や電子工学的デザインが求められるため、従来型とは異なる反応器の設計を行う必要があり、それを総合的に理解するためのスキルが、水銀ランプの UV システムのそれと全く異なっているという点が極めて重要である。フラットテレビの登場により、ブラウン管テレビメーカーは市場から撤退するのか、新技術を獲得するのかの選択を迫られたのと同様のことが起こっている。ここ数年に公表された UV-C LED システムの性能比較において、最も良く表現していると思われる図を示す（図 5）。市場において入手可能で、非常に高効率なデザインであり、最も高性能なユニットは Aquisense Technologies 社が開発した PearlAqua であり、同社は図 4 で示すような UV-C LED システム設計を全体的に扱っている唯一の企業である。

この点について明らかにするために、二つの UV-C LED のシステムデザインについて見てみる。一つは一般的な L 型デザインであり、もう一つは Aquisense が設計した PearlAqua システムである。いずれも流量や LED の強度を同じにし、同一条件下で生物試験を行った。供試生物には UV システムにおいてよく使われる MS2 ファージを使用した。図 6 に結果を示すが、一般的な L 型デザインでは UV 照射量が 12.9 mJ/cm^2 でしかなかったが、PearlAqua のでは 78 mJ/cm^2 であった。つまり UV システムにおいては、システム設計が UV-C LED の性能に与える影響は非常に大きいということである。

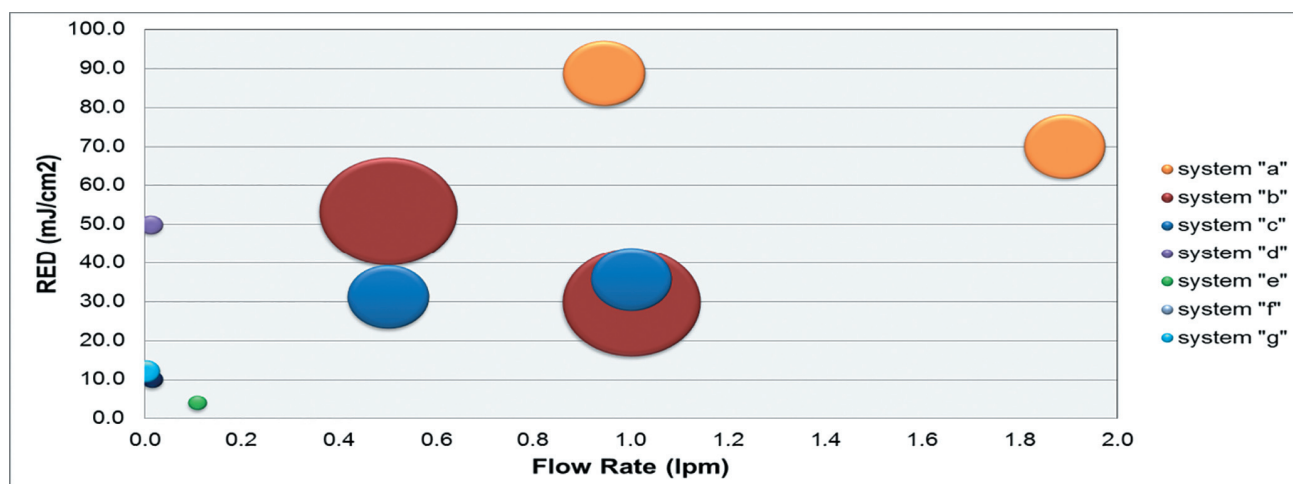
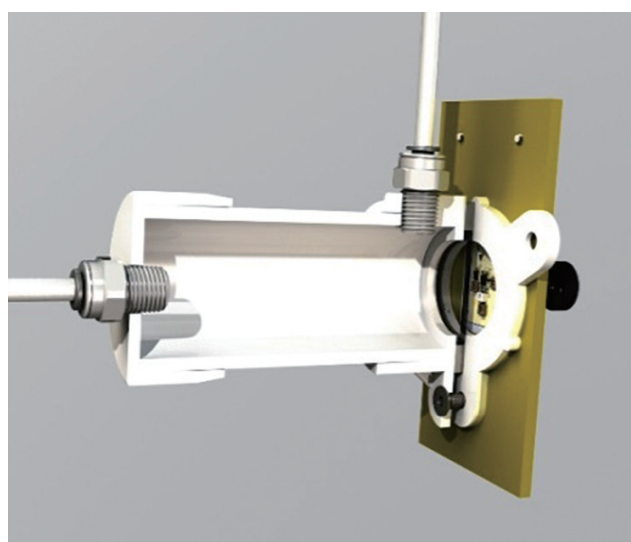


図 5：UV 透過率で標準化した UV-C LED システムの性能比較。円のサイズは UV-C 出力を示す。



System A
UV-C LED based
Generic Design



System B
UV-C LED based lamp
Aquisense Design

RED MS2(mJ/cm ²)	12.9	78.0
------------------------------	------	------

図 6：UV-C 出力、容積、生物試験条件を同一にした場合の、生物試験結果

適用性について

瞬時の開始 / 停止、低電圧供給、小型化、無水銀といった UV-C LED 技術の長所を考えれば、LED を使ったシステムの適用場所としては水銀ランプが適用されていたような既存の場所から、これまで無かったような新規の場所へと広い適用性が考えられる。しかしこれまでの UV-C LEDs の高価格や未成熟な UV-C LED のシステム設計といった理由から、UV-C LED の UV システムの市場への参入はチャレンジであった。しかしこのような開拓者が製品を発表するにつれ（図 7）、水銀ランプでは不可能であるが UV-C LED だと可能であるような適用場所が潜在的に多くあるということが明らか

となり、また、これまで水銀ランプが適用されていた場所の主役が次の時代には LED を利用した処理システムへ変更されるかもしれない。

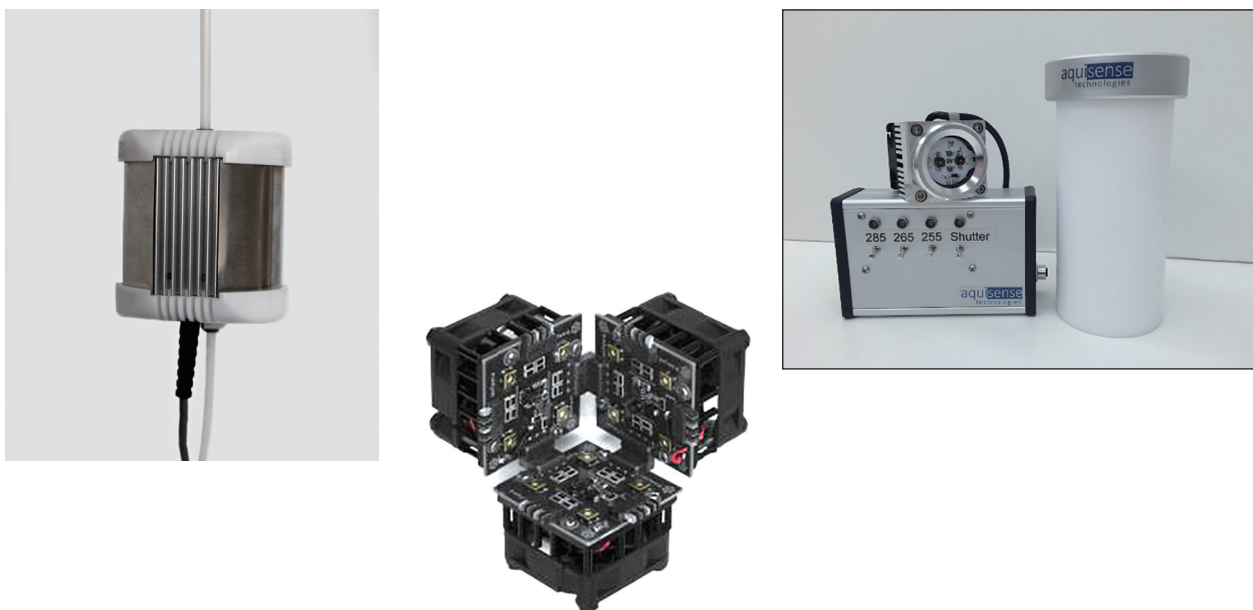


図 7：UV-C LED ベースの水・表面消毒機器

最初の適用場所は、価格についてのこだわりが小さい低流量での水消毒の市場であった。低価格の UV-C LED 光源が 2015 年に立て続けに市場に出てきてからは、PearAqua のような POU（使用場所）での UV-C LED 利用が水銀ランプとの競合システムとなった。結局、消毒への適用における UV-C LED 技術の市場拡大のスピードは、他の LED 技術の適用スピードに匹敵すると思われ、かつ LED 供給量とコスト、また初期におけるシステム製造がどの位の實力であるのかによるところが大きい。

製品の信頼性、第三者機関による認証、供給網については、LED 特有の問題とはいえないが、効率的に行わねばならないことである。水の消毒以外の適用についても核となる技術的利点は同じであろう。促進酸化、固体表面の消毒、空気への適用においても、UV-C LED ならではの特徴によってこれまでにない適用法が考えられる。

まとめ

現在、UV-C LED が市場に進出してから、水銀 UV ランプの牙城を崩し始めていることは明白である。またこの装置が改良されつづけ、今後短期間に、多大な投資を受けて急速な性能の向上が起ころであろう。可視光 LED 用のウエハー生産能力が高いアジアでは、メーカーが近接する市場、即ち注目せずにいられない水の市場へと注目が向いている。これらの装置の大量生産が増すことで、価格が下がることにつながる。過去には、消費電力と金属の過度の使用への意識が高まったことにより、多くのユーザーの関心が高まり、需要が生まれたことで、半導体機器技術がアナログ機器を凌駕した歴史がある。システム効率を全体的なデザインから考えたり、従来の UV システムには見られないようなノウハウによって、UV-C LED を利用する新しい消毒システム性能の強みが発揮される。UV-C LED システムは既に実現化した未来の技術と見て良いのでは無いだろうか。ブラウン管から平面スクリーンの TV へと変わったことで、ホームエンターテインメント産業で生じたパラダイムシフトと同じように、UV のシステム設計や操作法においても歴史的転換点に直面しているのである。

著者経歴

Jennifer Pagan, PhD

UV LED 製品開発に 16 年関わっている。AquiSense テクノロジー社の共同出資者でもある。彼女は UV LED を使った空気、表面、水の消毒の技術開発をおこなった Dot Metrics Technologies の主任という前歴をもつ。また彼女は LEDs、光電子工学、消毒、マイクロ光学製造での研究経験があり、多くの関連研究基金において主任研究員を務めてきた。彼女はまた、ノースカロライナ（Charlotte 校）大学で電子工学の Ph.D を取得しており、論文も数多く発表している。

Oliver Lawal

AquiSense テクノロジー社の共同出資者として、UV 消毒に 18 年間携わってきた。彼は Aquionics Inc. 社の社長を務め、2015 年に完全に米国へ移るまで、英国、フランス、ニュージーランド、ドイツの Wedeco（Xylem）において、数多くの研究を手がけてきた。彼は英国のマンチェスター大学から 2 種類の工学学位を取得している。また彼は IUVA のボードメンバーを精力的に務め、次期会長のポジションでもある。

施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：I 県 W 浄水場
計 画 水 量：5,960 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：3 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：高出力低圧アマルガムランプ
ランプ出力：160 W / 本
灯 数：4 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂コーティング石英ガラス
石英ガラス
U V モ ニ タ：空間紫外線強度計 1 式 / 基
処 理 能 力：2,980 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：伏流水
紫外線透過率：95 % 以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：S 市 K 浄水場
計 画 水 量：2,800 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：高出力低圧アマルガムランプ
ランプ出力：160 W / 本
灯 数：4 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂コーティング石英ガラス
石英ガラス
U V モ ニ タ：空間紫外線強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：2,800 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：地下水
紫外線透過率：95 % 以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：T市T浄水場
計 画 水 量：2,800 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧アマルガムランプ
ランプ出力：140 W / 本
灯 数：4 灯 / 基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式UV強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：2,800 m³ / 基・日

<原 水>

対 象 水：地下水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：M市Iポンプ所
計 画 水 量：2,940 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧アマルガムランプ
ランプ出力：140 W / 本
灯 数：6 灯 / 基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式UV強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：4,400 m³ / 基・日

<原 水>

対 象 水：ろ過処理水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



会員リスト

平成 28 年 3 月現在（五十音順）

☐正会員

岩 崎 電 気 株 式 会 社	〒103-0002 東京都中央区日本橋馬喰町 1-4-16 馬喰町第一ビルディング TEL 03-5847-8906
株 式 会 社 ウ ォ ー タ ー テ ッ ク	〒108-0023 東京都港区芝浦 3-16-1 中野興産ビル TEL 03-3456-0795
ウ シ オ 電 機 株 式 会 社	〒100-8150 東京都千代田区大手町 2-6-1 TEL 03-3242-5614
株式会社神鋼環境ソリューション	〒651-0072 神戸市中央区脇浜町 1-4-78 本社 TEL 078-232-8115 大阪支社 TEL 06-6206-6746
神鋼環境メンテナンス株式会社	〒651-0086 神戸市中央区磯上通 2-2-21 本社 TEL 078-261-7910 東京支社 TEL 03-3459-5974
J F E エンジニアリング株式会社	〒230-8611 横浜市鶴見区末広町二丁目 1 番地 TEL 045-505-8761（アクアプラント事業部 技術開発部）
水 道 機 工 株 式 会 社	〒156-0054 東京都世田谷区桜丘 5-48-16 TEL 03-3426-2953（営業統括課）
水 i n g 株 式 会 社	〒108-8470 東京都港区港南 1-7-18 TEL 03-6830-9000
セ ン 特 殊 光 源 株 式 会 社	〒561-0891 大阪府豊中市走井 1-5-23 TEL 06-6845-5111
千 代 田 工 販 株 式 会 社	〒104-8115 東京都中央区銀座 7-13-8 第2丸高ビル3F TEL 03-3547-1277
月 島 機 械 株 式 会 社	〒104-0053 東京都中央区晴海 3-5-1 TEL 03-5560-6540（水環境事業本部 事業統括部）
株 式 会 社 東 芝	〒212-8585 神奈川県川崎市幸区堀川町 72-34 TEL 044-331-0808
東 洋 濾 水 機 株 式 会 社	〒612-8296 京都市伏見区横大路柿の本町 12-1 TEL 075-601-5206
ド リ コ 株 式 会 社	〒103-0027 東京都中央区日本橋 2-13-10 日本橋サンライズビルディング 3 階 TEL 03-6262-1421
株 式 会 社 西 原 環 境	〒108-0022 東京都港区海岸 2-20-20 ヨコソーレインボータワー 3 階 TEL 03-3455-4880
株式会社日本フォトサイエンス	〒193-0832 東京都八王子市散田町 5-8-3 TEL 042-667-5641
株 式 会 社 フ ソ ウ	〒104-0033 東京都中央区新川 1-23-5 TEL 03-3552-7019（営業本部）
フ ナ テ ッ ク 株 式 会 社	〒134-0085 東京都江戸川区南葛西 2-6-22 TEL 03-5679-2700
前 澤 工 業 株 式 会 社	〒322-8556 埼玉県川口市仲町 5-11 TEL 048-253-0907（環境ソリューション事業部 第一部）
メ タ ウ ォ ー タ ー 株 式 会 社	〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 1-25 J R 神田万世橋ビル TEL 03-6853-7340（営業本部 営業企画室）
株 式 会 社 ヤ マ ト	〒371-0844 前橋市古市町 118 番地 TEL 027-290-1821（環境事業部）
理 水 化 学 株 式 会 社	〒530-0054 大阪市北区南森町 1-4-10 理水ビル TEL 06-6365-0691

☐特別会員：民間企業

DNライティング株式会社

ヒメジ理化学株式会社

株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン

☐特別会員：団体

財団法人千葉県薬剤師会検査センター

☐特別会員：個人

浅見真理 大瀧雅寛 神子直之
小熊久美子 府中裕一

入会を希望される場合は、当協会のホームページ（<http://www.juva.jp/>）の入会申込書 PDF をダウンロードしていただき、必要事項をご記入のうえ事務局までお送りください。

〔セミナー・講演会へ〕 の講師派遣を随時受付〕

本協会では、紫外線水処理装置・技術の啓蒙活動を積極的に行っており、その一環として紫外線水処理装置および技術に関する講師の派遣を行っております。

お申し込みは、メールにて承ります。

(メールアドレス：info@juva.jp)



JUVA施設見学会



Japan UV Water Treatment Technology Association

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会

HPアドレス <http://www.juva.jp/> メールアドレス info@juva.jp