

## LED技術

### 背景

#### 水銀に関する水俣条約の要件

水銀に関する水俣条約の第4条1項では、以下を定めています。  
 「締約国は、附属書A第I部に掲げる水銀使用製品に関して定める段階的廃止期限の後には、適当な措置をとることにより、当該水銀添加製品の製造、輸入又は輸出を許可しないものとする（ただし、第6条の規定に従って当該締約国が適用除外を登録した場合は除かれる）。」

水銀を含む製品は附属書A以外にも存在します。これらの製品は、現在附属書Aには掲げられていないため、条約の規制対象ではありませんが、将来的な附属書の見直しにより、条約の規制対象になる可能性もあります。日本では、そのような水銀使用製品についても、水銀フリーの代替製品を生産・提供している企業が存在します。このフライヤーでは、そのような技術の一例として、日本におけるLED技術の普及、開発状況について紹介します。

### 技術概要

#### 照明用および電子ディスプレイ用LED

照明用および電子ディスプレイ用の光源として従来は水銀が添加された蛍光灯が広く用いられていました。しかし、日本の研究者の努力により、青色LEDが発明され、そして青色LEDと蛍光体の組み合わせによる白色LEDが発明されました。開発と性能改善により、従来技術と比較して同等以上の性能を持つ白色LEDの実現により、蛍光灯の代替技術として白色LEDが広く認知されるようになりました。これにより、一部であります蛍光灯の製造規制にまで至っています。

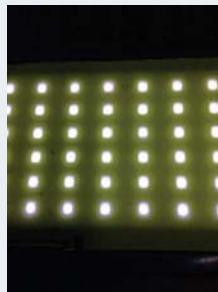
水銀封入技術の改良から、蛍光灯1本あたりの水銀含有量は大幅に削減され、現在日本の市場に出回っている蛍光灯は、附属書Aに記載されている水銀含有量の規制対象にならない製品がほとんどです。しかし、それでも環境負荷物質である水銀を含有しているとの理由から、日本の照明用光源製造メーカーの中には蛍光灯の製造を中止するところも出てきており、LED化が急速に進んでいます。

#### 蛍光灯と白色LEDの比較

	蛍光灯	白色LED
発光効率 (lm/W)	100	160
寿命 (h)	8,000	40,000
最低動作温度(℃)	5	-10
有害物質	水銀使用	なし
スイッチングによる磨耗	大きい (寿命が短くなる)	なし

出典：日機装株式会社

白色LED



#### 365nm帯の紫外線ランプから紫外線 (UV) LEDへの置き換え

青色LEDの製造技術、同じ半導体材料 (InGaN) を使った405nm~365nmの発光波長を持つ紫外線LEDも普及し始めており、従来の紫外線光源として一番使われている水銀ランプから紫外線LEDの置き換えが進みつつあります。発光波長が365nmの紫外線LEDの場合、同じ365nmの発光波長を持つ水銀ランプと同等以上の性能を持つまでに紫外線LEDの改良が進んでいます。現在水銀ランプは水俣条約の規制対象外ですが、365nmにおいては紫外線樹脂硬化の用途などで紫外線ランプから紫外線LEDへの置き換えが急速に進んでいます。

## 技術の利点・強み

### 深紫外線 (UV) LED

水銀ランプには発光波長が365nmの高圧水銀ランプのほかに、深紫外領域である254nmの発光波長を持つ低圧水銀ランプがあります。低圧水銀ランプは主に殺菌の用途で使用されています。深紫外領域の発光波長を持つLEDの半導体材料としてAlGaInがあります。近年深紫外LEDの改良が急速に進みつつあり、ようやく市場に出回るようになってきています。水殺菌の用途ではLEDの特徴を生かした光学設計等により、従来光源である低圧水銀ランプを使用した流水殺菌装置と同等以上の性能を持つ深紫外LEDを搭載した流水殺菌装置が登場しています。現在、このような深紫外LEDを量産レベルで生産している企業は、世界的にも日本企業を含め数社しか存在しておりません。

#### 水銀ランプと深紫外LEDの技術的比較

製品	A社 従来光源 (水銀ランプ)	日機装製 水殺菌装置 (深紫外LED)
殺菌量	30,000μJ/cm <sup>2</sup>	同等量 30,000μJ/cm <sup>2</sup> ~***
流量	3m <sup>3</sup> /hour	3m <sup>3</sup> /hour (50ℓ/分)
寿命	8,000hour	4倍以上 35,000hour **
消費電力	140W	電力半分 72W **
サイズ	W:30cm×H:160cm×L:45cm	容積10%以下 W:55cm×H:19cm×L:19cm
重量	30Kg	重量半分以下 13Kg

#### 深紫外LEDを搭載した流水殺菌装置



写真提供：日機装株式会社

出典：日機装株式会社

### 海外への適用性

深紫外LEDと水銀ランプの価格差は年々小さくなってきており、先進国を中心に普及が進みつつあります。世界的に拡大し猛威を振った新型コロナウイルスには様々な対策が打たれていますが、その一例として、空間除菌装置などにもこの深紫外LEDが搭載され、製品普及・認知が加速度的に進んでいます。また、水処理設備や電力設備が十分でない貧困地域へ深紫外LEDを導入するプロジェクトも実施されており、その有用性は認知され始められています。技術革新と水俣条約による水銀使用製品に対する規制が合わされば、将来的には普及が一層進むと考えられます。

#### 深紫外LEDを搭載した空間除菌装置



写真提供：日機装株式会社

### 参考文献

編集・発行：



令和4年3月

環境省 環境保健部 水銀対策推進室  
 〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2  
 Tel: 03-5521-8260, E-Mail: suigin@env.go.jp  
<http://www.env.go.jp/en/chemi/mercury/mcm.html>