

LED技術

背景

水銀に関する水俣条約

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1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。

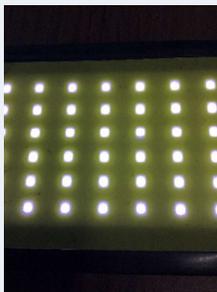
技術概要

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ランプ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、蛍光灯ランプ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、蛍光灯ランプの製造を規制する動きが徐々に広がっています。

水銀封入技術の改良から、蛍光灯ランプ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ランプは、「水銀に関する水俣条約」で定めら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ランプ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。

白色LED



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(°C)	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

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、深紫外領域の水銀ランプがあります。254nmの発光波長の水銀ランプは、主に殺菌の用途で使用されています。

深紫外領域においてもLEDの研究開発が進められ、2015年に量産化されるまでに至りました。深紫外LEDは水銀ランプに比べて消費電力が少ないため、発電量の多くない地域においても殺菌に使用できるという利点があります。低消費電力や環境への配慮という観点から深紫外LEDに対するニーズが徐々に高まってきています。

実際に、近年では深紫外LEDの社会実装が進んでいます。水銀ランプと比較し、深紫外LEDの大きな特長の一つであるサイズのコンパクトさを生かし、除菌脱臭機や給湯器をはじめとする小型~中型サイズの製品を中心に導入が進んでいます。

また、深紫外LEDの研究開発も進み、電気エネルギーの変換効率や出力が向上したことで、上下水道ほどの大きな流量に対応する流水殺菌装置も見られるようになりました。従来、一定量の流水殺菌を行うにあたっては流量の観点から水銀ランプを使用することが一般的でしたが、深紫外LEDを搭載した装置を使用するケースが増加。実際に、アメリカ ラスベガス州においては、上下水道の流水殺菌において水銀ランプではなく、深紫外LEDを搭載した流水殺菌装置が使用されています。

大流量対応 流水殺菌装置における水銀ランプと深紫外LEDの技術的比較

	A社 水銀ランプ装置	日機装製 水除菌装置
線量	30mJ/cm ²	30mJ/cm ²
流量	8,760m ³ /day	7,500m ³ /day
寿命	9,000時間	10,000時間
サイズ	W780×H1,365×D730 mm	W342×H342×D1,200 mm
重量	320kg	250kg
水銀使用有無	水銀使用	水銀不使用

出典：日機装株式会社

アメリカ ラスベガス州での深紫外LED流水殺菌装置による上水道殺菌の様子



写真提供：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ています。今後のさらなる技術革新と水銀使用製品に対する規制により、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5年10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>