

赤外線センサを導入した照明設備の環境影響の評価

Evaluation of environmental impact of lighting equipment with infrared sensor

藤波岳史*¹⁾、伊坪徳宏^{1),2)}

Takeshi FUJINAMI, Norihiro ITSUBO

1) 武蔵工業大学, 2) 産業技術総合研究所

*g0331194@yc.musashi-tech.ac.jp

1. はじめに

現在、わが国で照明用に使用される電気エネルギーは総発電量の約8%に相当する¹⁾。そこで、エネルギーの使用の合理化に関する法律いわゆる省エネルギー法が制定され、照明の省エネルギー化、高効率化が求められている。さらに、運用面でもセンサを活用して必要な時に必要なだけの照明を自動的に行うことで、省エネルギー化を図る照明設備が増加している。

また、一般的に広く普及している蛍光灯は発光原理に不可欠な物質として微量の水銀を含む。蛍光灯の国内での廃棄本数は年間約4億本を数え、その大部分が破碎・埋立処理されている。しかし、現状でのリサイクル率は約12% (約5000万本) に留まっており²⁾、使用・保管・排出時の破損による水銀蒸気の消費者・作業員への暴露、焼却処分における大気への放出、不適正な埋立や不法投棄による土壌・水系への放出によるリスクが懸念されている³⁾。欧州ではRoHS指令を中心として水銀含有製品の規制が進んでいるが、他の家電・電機製品について廃棄方法や使用に関する法令が整備されているのに対し、蛍光灯に関しては一般廃棄に対する規制が厳密ではない。

2. 目的

上記のことから、センサを導入した照明設備は点灯時間を最小化し、省エネルギーに一定の効果をあげている。しかし、点灯回数が増大することで照明の寿命は短縮されるため、廃棄物が増大するだけでなく、蛍光灯中の水銀排出量が増加することが懸念される。本研究では人感センサを用いた照明設備を導入している武蔵工業大学横浜キャンパスの照明設備を対象とし、エネルギー削減効果と廃棄物および有害化学物質による影響のトレードオフの関係を定量的に評価することで、センサを用いた照明設備の環境有意性について検証を行う。

3. 評価対象及び調査範囲・方法

3.1 評価対象

蛍光灯は設置場所や用途に合わせて様々な形状、光色がある。本研究では、本学で用いられている直管32形のHf (High Frequency) 蛍光灯を対象とする。Hf蛍光灯とは、数十kHzの高周波で点灯することにより、発光効率は100lm/Wと従来の40W白色蛍光ランプの133%の発光効率

を持ち、演色性も高い¹⁾。また、高周波で点灯させるためちらつきが無いなどの特徴を持っている。

表1 評価対象データ

種別	光色	電力	全光束	重量	寿命
32形	白色	32W	3,520lm	185g	12,000h

3.2 調査範囲・方法

本研究の調査範囲は資源採掘から製品製造、使用、廃棄、リサイクル段階までとする。

3.2.1 製品製造段階における環境負荷の算定

製品製造段階については、企業へのヒアリングを基に原材料を入力する。また、蛍光灯の組立におけるユーティリティは入手できなかったため、今回は産業連関表を用いて計算を行う。

3.2.2 実測に基づく電力消費量と基準フローの導入

使用段階については、本学のセンサを導入した照明設備が設置されている4, 5, 6階の廊下で実測(10~12月の3ヶ月間)を行う。実測項目は対象時間内における各階での照明の点滅回数と点灯時間とし、この数値を代表値とする。機能単位は本学における授業日数・時間を基に8h/日(9~17時迄)、152日/年(休日、長期休業215日)で10年間と設定する。また、1回の点滅で寿命が1時間短縮されるものとして計算を行う。表2に実測から得られた結果と上記に示した設定から計算した基準フローを示す。なお、比較対象の従来型では点滅はないものとして計算を行う。

表2 基準フロー

	使用本数	点灯時間	点滅回数
従来型	4本	1,2160h	1,520回
センサあり	82本	3,800h	486,400回

3.2.3 廃棄段階における水銀の排出

現在、蛍光灯の廃棄処理は焼却によるものが大半を占めており、焼却処理後の水銀の分布と排ガスからの水銀除去率の設定を表3, 4に示す。焼却灰を埋立た際の土壌・水系への流出は除外し、今回は大気への排出のみを考慮する。

表3 処理後の水銀分布³⁾

	構成比
排ガス	54%
飛灰	36%
主灰	1%
排水	9%
合計	100%

表4 排ガス除去率³⁾

排ガス処理方式	水銀除去率
電気集塵装置	22%
BF・活性炭噴霧	90%

上記に示したデータを用いて JEMAI-LCA Pro でインベントリ分析、統合化手法にはLIMEを用いて計算を行う。

4. 結果

4.1 インベントリ結果

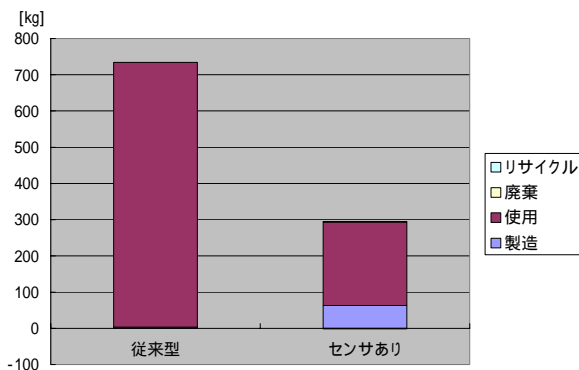


図1 CO₂排出量の比較

センサを導入した照明設備と従来型照明設備のCO₂ 排出量の比較を図1に示した。単純に総排出量だけ見ると、センサを導入した場合のCO₂排出量は従来型と比べて約60%の低減が見られた。一方、構成比に着目してみると、従来型は使用段階での排出が全体の約99%を占めているのに対し、センサを導入した場合の排出源は使用段階が約80%、製造段階が約20%となった。これはセンサを導入したことによる蛍光灯使用本数の増加が要因であると考えられる。

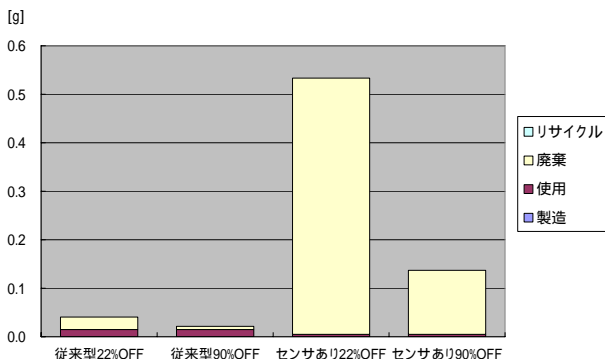


図2 水銀排出量の比較

次に、表4で設定した排ガス処理方式ごとの水銀排出量の比較を図2に示した。従来型では蛍光灯使用本数が少数のため廃棄での排出はあまり見られず、従来型の90%水銀除去の結果では使用段階での排出が廃棄段階で

の排出を上回っていた。一方、センサを導入した場合、廃棄段階での水銀排出は全体の約99%を占めており、従来型と比べて22%水銀除去で約10倍、90%水銀除去で約6倍の排出が見られた。

また、焼却処理における水銀の挙動は、処理方法によって大きく変化することを留意する必要があることが分かった。

4.2 統合化結果

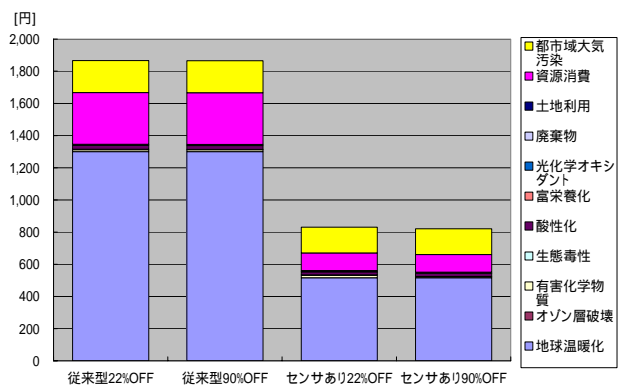


図3 統合化結果の比較

影響領域ごとの統合化結果の比較を図3に示した。全てのシナリオで地球温暖化が約60~70%を占めており、続いて資源消費、大気汚染となっていた。これらの主要因は使用段階でのエネルギー消費に由来したものである。水銀の排出における有害化学物質の影響は、図2で最も水銀の排出が大きかったセンサを導入した場合の水銀除去率22%のシナリオで全体の約2%を占める結果にしかならず、ほとんど影響は見られないことが分かった。これは、蛍光灯の水銀含有量が年々減少傾向にあり、処分時における水銀の排出が極めて微量であることが要因であると考えられる。

5. まとめ

今回の分析の結果から、センサを導入した照明設備は従来型照明設備に比べ環境影響を低減していることが分かった。本研究の目的であったエネルギー削減効果と廃棄物および有害化学物質による影響のトレードオフの関係を評価したが水銀による環境影響は小さかった。つまり、照明設備の環境負荷低減には使用時の省エネルギー対策が最も重要であると言える。

6. 参考文献

- 1) 照明学会編、「第2版照明ハンドブック」、(株)オーム社、東京(2003) p5
- 2) 小林哲男、産業機械「廃蛍光灯リサイクル処理事業」、(2005) pp40-41
- 3) 浅利美鈴、福井和樹、酒井伸一、高月鉞：廃棄物学会誌、16(4)、(2005) pp223 - 225