

照明器具の適正交換に関する報告書

平成 23 年 3 月

社団法人 照明学会

照明器具適正交換に関する指針作成委員会

目次	ページ
1 はじめに	1
2 報告書内容要約	5
3 現状認識と課題	11
3.1 耐用年数・寿命の考え方	11
3.2 エネルギー使用量における照明の位置付け	17
3.3 照明計画の考え方の実態	27
3.4 既設と新設照明器具の実態と課題	35
3.5 まとめ	38
4 適正交換に関する新たな視点	40
4.1 環境負荷	41
4.2 社会的リスク	42
4.3 照明環境	42
4.4 まとめ	43
5 新たな視点にもとづく適正交換時期の検証	44
5.1 環境負荷	44
5.2 社会的リスク	54
5.3 照明環境	60
5.4 まとめ	61
6 適正交換を進める上での課題と施策	63
6.1 更新・交換の実態	63
6.2 適正交換時期10年を達成する為には	70
7 適正交換への提言	78
7.1 適正交換に関する提言骨子	78
7.2 適正交換時期での器具交換を促進する為の各分野への提言	80
8 まとめ	86

関連情報編

目次	ページ
1 耐用年数・寿命に関する基準及び実態調査報告	88
1.1 国及び関連団体などの基準データ	88
1.2 照明器具の寿命に関して	90
1.3 電気設備の使用実態や交換・メンテナンスに関する調査データ	93
1.4 照明器具の使用実態や交換・メンテナンスに関する調査データ	96
2 照明制御の事例検討	98
3 蛍光灯安定器の種類と特徴	105
4 LED照明の開発の現状	108
5 経年劣化についての調査報告	110
5.1 電氣的・物理的性能劣化及び寿命末期リスクに関する調査報告	110
5.2 長期使用による照明特性劣化についての調査報告	121
6 適正交換を進める上での課題と対策検討経過資料	132
用語	134

1. はじめに

1.1 報告書の作成にあたって

照明器具の長期使用については、これまで主に安全上の問題から寿命とされる適正な時期での交換を提唱してきたが、なかなか受け入れられない状況が続いている。

一方ここに来て地球温暖化防止のための対策はますます深刻な課題となっており、これまでに照明学会では日本照明器具工業会など関係団体とも協力して石油危機によるエネルギー問題などの様々な機会をきっかけとして省エネ貢献への提言を続けてきている。^{*1}

そもそも日本では各分野での省エネへの意識が高いこともあるが、照明学会や業界の提言が社会的にも受け入れられたこともあってか、新設の建物では照明の省エネ化は随分と浸透し、その進み具合は世界的にも誇れるものと思われる。しかしながら、冒頭に挙げた既存の照明器具の交換がなかなか普及、実施されないことで、既存施設も含めた日本全体における照明分野での省エネが大きく進まない最大の原因であることがわかって来た。

例えば蛍光灯の場合、新規の設備ではインバータ式蛍光灯器具（電子安定器搭載器具）の採用が 70%以上¹⁾と、いわば当たり前で常識化しているところまで来ている。

しかし、日本全体の蛍光灯照明器具（既存施設）の 60%以上²⁾は未だにスタータ方式やラピッドスタート方式の低効率の蛍光ランプが使用されており、安定器も低効率な従来型の磁気回路式が使用されているケースが大半と推測されている。この状況が起きている原因は、一度設置された照明器具がなかなか交換されずに使用し続けられていることが最も大きいと考えられる。

調査によれば蛍光灯照明器具の場合、平均でも 15 年程度³⁾使用されていることが分かっており、製造メーカーへの故障や事故の発生による調査依頼で届けられるものでは 30 年、40 年と言った異常に長い期間使用されているケースもまれではないようだ。こうした想定以上の長々期に亘る使用は、これまで言われているように安全面や照明環境面などの様々な面で問題を引き起こすばかりでなく、前述の様に既存設備の省エネ化（省エネ機器への交換）を阻害する大きな要因になっていることが推測される。

1.2 照明器具適正交換に関する指針作成委員会発足について

照明学会では、照明器具の長期使用の問題を解決するために適正交換を指針として示すことで使用期間の適正化をさせることを目的に日本照明器具工業会、日本電球工業会及び建築設計業界や建築施工業界などのご理解とご協力を得て下記に示す委員構成で『照明器具適正交換に関する指針作成委員会』を発足させた。

^{*1} 日本照明器具工業会 HP:照明器具のリニューアル(リニューアル促進),
<http://www.jlassn.or.jp/07renew/00sokusin.htm>

1.2.1 照明器具適正交換に関する指針作成委員会構成

	氏名	(所属)	担当章No.
委員長	大谷	義彦 (日本大学)	本編 1(共著)
幹事	野田	高季 (パナソニック電工)	本編 1(共著),4,5.3,6.1.1,6.2,7,8,情報編 6
幹事	本多	敦 (日建設計)	本編 1(共著)
委員	赤澤	幸造 (日本電球工業会)	情報編 3
委員	石井	健一 (三菱電機照明)	情報編 1.2
委員	黒田	功 (関電工)	情報編 1.3,1.4
委員	武田	哲史 (東芝ライテック)	情報編 5.1
委員	松川	一行 (日本照明器具工業会)	情報編 5.2
委員	松島	公嗣 (照明学会)	本編 3.2~3.5,情報編 2
委員	松本	稔 (LED照明推進協議会)	情報編 4
委員	横手	幸伸 (清水建設)	情報編 1.1
委員	湯原	恒平 (日本照明器具工業会)	本編 2,5.1~2,5.4,
委員	渡邊	忍 (日本設計)	本編 3.1,6.1.1
以上、順不同、敬称略			注) 情報編とは関連情報編の略称

委員の構成では、長年照明器具の適正な時期での交換を長年訴えてきた製造メーカ業界の立場である器具及び光源の工業会の委員の他、適正な照明環境や設備環境を設計する立場にある建築設計業界の委員、建物や設備を施工、管理運営する立場の建築業界の委員に参加していただいた。

多面的な立場の委員で構成することによりメーカ側からの主張だけでなく使用者側の立場や要望に配慮し、設備や環境をコンサルタントして、設計、施工、管理運営する立場からの意見を十分に取り入れて調査、分析及び議論が進められる様にしている。

1.2.2 委員会の目的と意義

委員会では、照明器具の長期使用における問題点の調査分析と適正交換を実現することによる効果によってもたらされる社会的意義の検証と成果目標を定めてそれらを実現するための『適正交換の方法や時期及び目的』を最終的には指針として提言することを目標としている。

また、環境負荷軽減、社会的リスク軽減、快適な照明環境を提供するという三つの側面から学術的見地、手法によって照明器具の適正交換の検証を行うことでその指針を示し、更には単純な器具交換にとどまらず、照明学会の様々な研究成果をベースに、新しい照明設計手法や光源及び照明制御方式など効果的な器具交換の手法も具体的に提示することで、照明学会として指針を提言する最大の意義としたいと考えている。

1.2.3 対象範囲について

照明器具の適正交換は、長年の問題であり一挙に解決するのは難しいと思われるのでまずは下記の理由により施設用（非住宅分野）の蛍光灯器具に限定して具体的検討を進めることとした。

(1) JIS C 8105-1 の解説などにも示されているように、日本照明器具工業会などでは過去から蛍光灯などの照明器具の適正交換時期を 30,000 時間、年数にして 8 年から 10 年程度であることを提言してきた。

照明学会³⁾⁴⁾や電気設備学会⁵⁾⁶⁾でも照明や電気設備の寿命に関する様々な調査報告が行われ照明器具の長期使用がもたらす問題点の指摘とリニューアルの必要性を訴えてきた。

しかしながら現実には、なかなか浸透していない状況で、前述の様に平均使用年数が 15 から 16 年⁷⁾とこれまでに一向に短縮されていないのが現実である。

(2) 照明器具の CO₂ 排出量の比率で見るとまず非住宅（産業・業務）分野が全体の約 60%、光源別では蛍光灯器具が約 64%と最も多く、HID は 18%程度、省エネ対象の代表格と言われがちな白熱灯は照明全体（非住宅、住宅合計）でみてもエネルギー比では 15%程度であり、日本では蛍光灯分野の省エネ機器への交換が最も大きな課題であると考えた。²⁾

(3) 既存施設では蛍光灯器具でも低効率の従来形蛍光灯が 60%以上使用されている。²⁾

(4) 現時点では、新設の蛍光灯器具でも低効率の従来形が 28%程度は使用されている。¹⁾

(5) 蛍光灯器具は、安定器が従来の磁気回路式から電子式(インバータ式)に急速に移行しているが、これは省エネ貢献面などの性能の向上と共に回路構成部品の違いや設計上の手法上の違いから安全面での考え方が大きく変わってきているためこれを社会的に認識して貰う必要がでてきている。

(6) 昨今の省エネ志向＝即 LED 化と言った社会現象の中で、白熱灯や HID は急速に LED 化が進行すると予測されるが、蛍光灯器具は安全面だけでなく様々な視点から既存器具交換の必要性を訴え、具体的な促進策を提言していかないと一向に器具交換が進まないことが推測される。

1.3 委員会の活動概要

「照明器具適正交換に関する指針作成委員会」の最終的目的は、「適正交換の方法や時期及び目的」を指針として示し世の中に普及浸透させて、環境負荷軽減、社会的リスク軽減、快適な照明環境の提供といった視点から照明設備が適正に維持管理、交換・更新されていくことを目指すものである。

今回の報告では、平成 21 年度及び平成 22 年度の活動として第一段階のレベルで社会的緊急の課題でもある省エネ貢献面（環境負荷軽減）を中心に焦点を当てて適正時期による照明器具の交換が社会的にはたす役割を幾つかの視点から調査、分析した結果を報告する。

長期使用による問題を従来の安全主体では無く、複数の視点から調査検討しており、また寿命に関して新しい論点を示し従来の安全面(物理的な寿命)とは違った切口での分析を

行い適正な器具交換の現社会における意義を提言する。

1.4 今後に向けて

照明器具の交換が現在の状況では、たとえ新設の建物で最新の省エネ照明が採用されているだけでは、緊急課題として益々社会的要求の高まってきた CO₂ 削減の目標値には大きく及ばないことが予測される。

なお、照明器具における省エネ貢献 (CO₂ 削減) については日本照明器具工業会から「照明器具業界の新成長戦略(照明器具業界が取り組む低炭素社会への挑戦)2010」として具体的な数値目標とロードマップが示されておりそのハードルの高さも含め基本的な目安として参考とされたい。^{*2}

本報告の内容は先に述べた様に第一段階の報告であるので、今後の委員会の活動報告にも多くの方々からご理解、ご賛同を頂くことにより、既存照明器具の交換が大いに促進されて、安全でより良い照明環境が提供されると共に、特に省エネ面で大きな社会貢献が出来るようになることを願う次第である。

【参考文献】

- (1)照明学会:環境負荷低減と豊かな光環境の両立にむけて,JIER-104(2009).
- (2)日本照明器具工業会:
照明器具業界の新成長戦略「照明業界が取り組む低炭素社会への挑戦」(2010.5).
- (3)藤村勉他:蛍光灯安定器の寿命に関する調査研究,照学誌,70-1,pp.25-30(1986)
- (4)斎藤満他:特集/照明設備の寿命,照学誌,85-9,pp.752-786(2001)
- (5)渡邊忍他:特集/照明設備の寿命,電気設備学会誌,26-1,pp.2-40(2006)
- (6)渡邊忍他:特集/電気設備の寿命,電気設備学会誌,26-9,pp.660-705(2006)
- (7)日本電球工業会,省エネルギーセンター共同調査:
照明器具更新に関する実態調査報告書(2008.6).

^{*2} 日本照明器具工業会 HP:照明器具業界の新成長戦略「照明器具業界が取り組む低炭素社会への挑戦」2010, <http://www.jlassn.or.jp/04siryo/pdf/sinSeichouSenryaku.pdf>

2. 報告書内容要約

2.1 目的

環境負荷、社会的リスク、照明環境の視点から適正交換の提言を行なう。ただし、今回は施設用蛍光灯器具を対象とする。

2.2 適正交換への提言

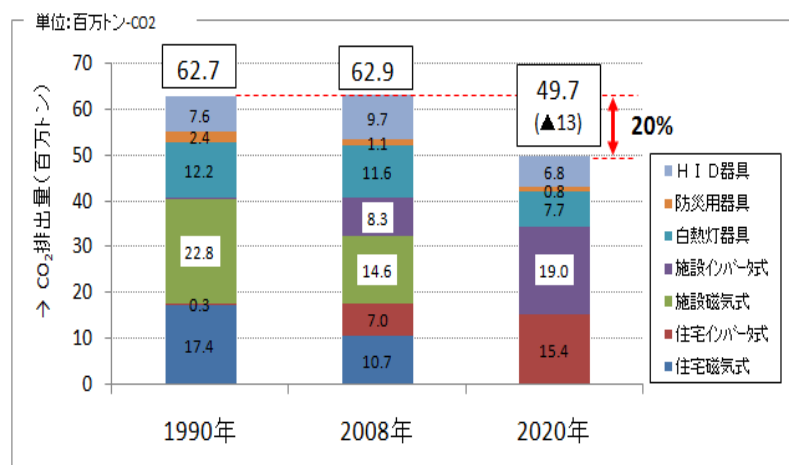
(提言)

適正交換は 10 年
10 年過ぎた器具は優先的に交換し、
2020 年までに 10 年超えた照明器具を市場から一掃する

2.3 現状認識と課題

(1) 高い CO₂ 削減目標

照明業界の CO₂ 削減目標は 2020 年に 1990 年比で 20%削減。本報告では施設用照明器具を対象に、日本の CO₂ 削減目標に合わせて 1990 年比 25%削減を目指して検討した。

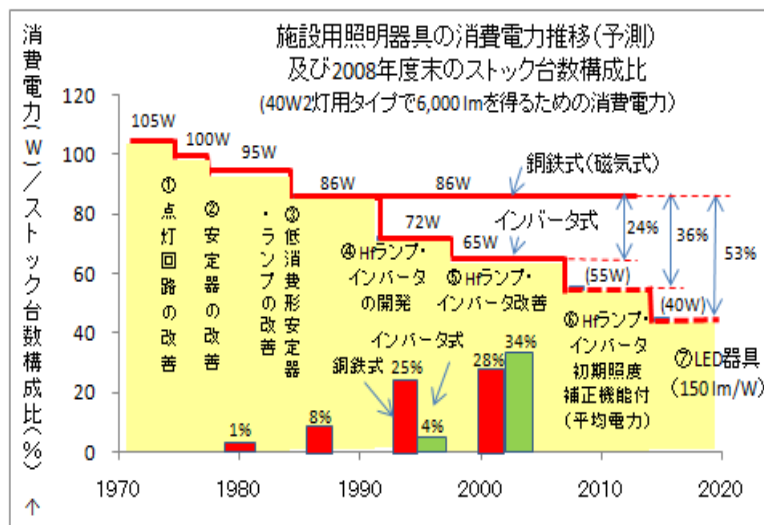


【詳細 p44】

図 2.2.1 照明器具業界の CO₂ 削減目標

(2) スtockベースでは照明の省エネ化 (CO₂ 削減) は進んでいない

出荷 (フロー) ベースでは照明の省エネルギーは大きく進展 (図 2.2.2) するも、市場の既存器具 (ストック) の変化は遅く省エネ化が進んでいない。施設用照明器具の 1990 年の CO₂ 排出量は 22.8 百万 t・CO₂ で、2008 年は 22.9 百万 t・CO₂ とほぼ横這い (図 2.2.1)。



【詳細 p45,53】

図 2.2.2 施設用照明器具の消費電力推移 (LED 器具は予測) と
2008 年度末のストック台数構成比

- ① 出荷ベースでは 40 年間で消費電力は半減化している(1970 年 105W⇒2010 年 55W)。
- ② 照明器具の交換は平均 15～16 年と長い。このため 2008 年度出荷(フロー)ベースは効率のよいインバータ器具が約 70%を占めていても、残存率から計算した 2008 年末のストック約 3 億台の内 62%(約 1.9 億台)が効率の悪い磁気回路式器具と見込まれる。
- ③ 交換(更新)期間が長いため、成行きベースでは 2020 年に 1990 年比で約 9%の CO₂削減しか見込めず、目標 25%から大きく未達成になると予測される。

- (3) 重大製品事故などの社会的なリスクに対し関心が高まってきている

製品安全に関する消費者の意識が大きく変化し、長期使用製品のライフエンド時(機能停止する時)の発煙・発火等の重大製品事故リスクへの関心が高くなっている。

- (4) 照明環境についての考え方が変化している

良い照明環境を、更にエネルギーを消費しないで実現するという考え方に進化してきている。(外光の利用、人感センサ利用、タスク&アンビエント)

2.4 適正交換に関する新たな視点

これまでの視点(保全、経済性)に加え、新たに、①環境負荷(省エネ、CO₂削減)、②社会的リスク、③照明環境の 3 つの視点で適正交換時期について検討を行なった。

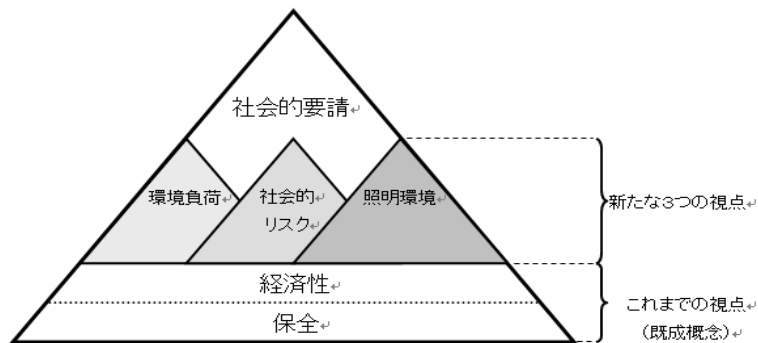


図 2.3.1 適正交換に関する新たな視点【詳細 p40】

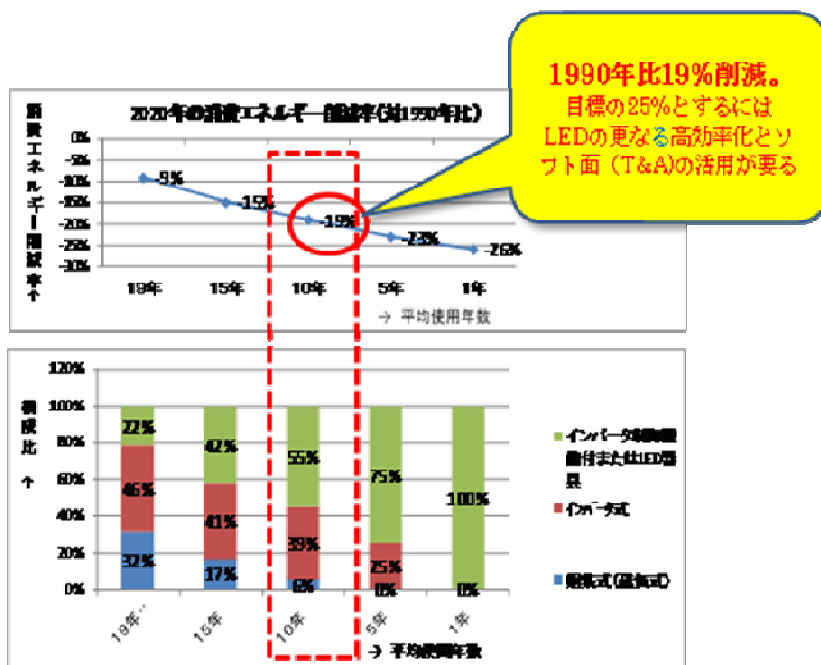
2.5 新たな視点に基づく適正交換時期の検討結果（まとめ）

(1) 環境負荷（省エネ、CO₂削減）

省エネ貢献面から現状 15～16 年の交換サイクルを 10 年以下とする必要がある。10 年以上使用した照明器具は最新の照明器具に交換していくべきである。成行き の 2 倍以上の出荷数量にして交換サイクルを早めていく必要がある（図 2.4.2）

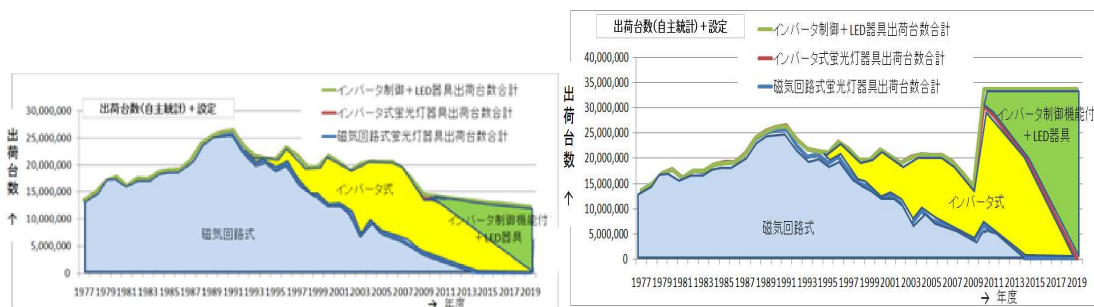
（理由）① 平均 10 年の交換として 2020 年の残存率を計算すると 1990 年比 19%の省エネが見込まれる（図 2.4.1）。

② なお、目標 25%の省エネには、更に LED 器具の更なる高効率化とソフト面（外光利用率向上、タスク&アンビエント）の活用が必要。



【詳細 p51】

図 2.4.1 平均使用年数を短縮した時の 2020 年におけるストック構成比と消費エネルギー削減率（1990 年比）



(a)成行き（平均 19 年の交換サイクル） (b) 平均 10 年にするための出荷数量

図 2.4.2 交換サイクル 10 年にするための出荷（フロー）数量 【詳細 p49,52】

（成行きの 2 倍以上の出荷数量にして交換サイクルを早めていく必要がある）

(2) 社会的リスク（ライフエンド時の重大製品事故に対する安全面でのリスク軽減）

10 年以上使用した照明器具（特に磁気回路式）は最新の照明器具に交換する必要がある。

（理由）① 経年劣化による発煙・発火事故は 10 年経過以降に大幅増加する（図 2.4.3）

② 長期使用による経年劣化によるライフエンド時のリスクは、電子安定器より磁気回路式安定器の方が高い。（巻線からの発煙・発火、力率改善コンデンサからの液漏れ） 電子安定器のリスク << 磁気回路式安定器のリスク

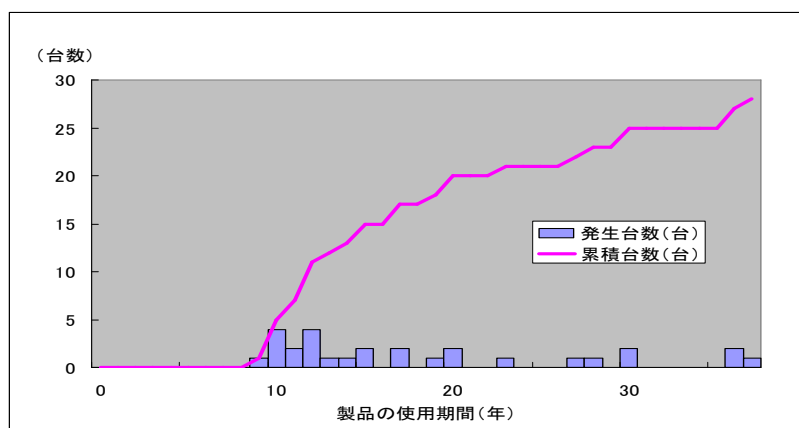


図 2.4.3 事故情報分析結果（経年劣化事故発生推移）【詳細 p57】

(3) 照明環境（快適な照明環境の提供）

10 年以上使用され続けてきた照明器具及びその照明環境は機能的、環境性能的な観点から社会的寿命が来ている。

（理由）① 10 年使用すると照明器具の明るさは 20%以上低下する（器具の汚れ）

② 定期的な清掃が行われているのはわずか 3 割程度。洗剤を使用した本格的な清掃の為には養生や足場を組んだ大掛かりな作業が必要。

③ 10 年経過で照明手法が変化してきている（図 2.4.4）

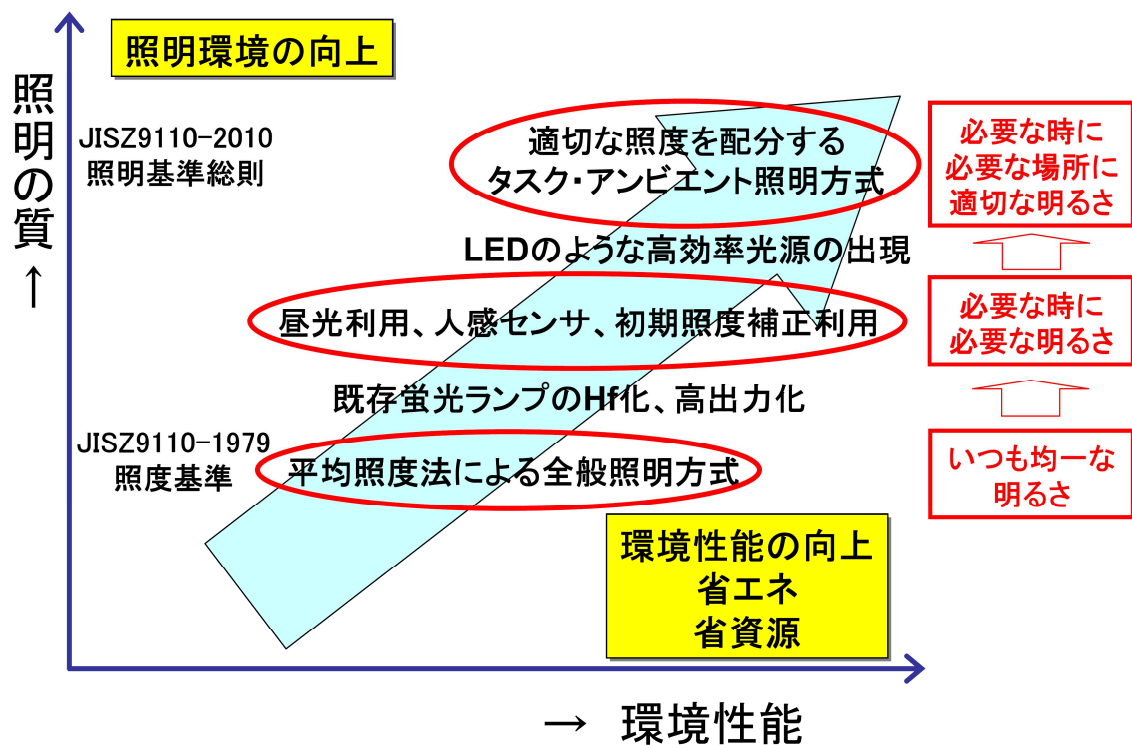


図 2.4.4 照明環境の変遷【詳細 p33,60】

2.6 「提言」を進める上での課題と施策（まとめ）

成行きの2倍以上のスピードで交換・更新を進めるための課題と施策は下記の通り。

(1) 5つの重点課題

① 環境負荷：省エネ、CO₂削減の為には、照明改修の優先度を上げる認識と意識改革が必要である。

（天井工事に伴って実施される工事（道連れ工事）なら改修工事を行なうが、単独改修の必要性の認識が低い）

② 社会的リスク：寿命末期のリスク軽減の為には、事後交換（こわれた部分を補修）から計画保全に変える必要がある。

（状態監視、事後保全が一般化している現状）

（寿命末期での安全上のリスク認識がほとんどない）

③ 照明環境：中小のオフィスでも快適な照明環境を実現の為には、働く人やテナントなどのニーズに先取りして対応する必要がある。

（テナントの指摘がないと改善しない（認識不足、動機づけ不足））

④ 経済性：照明単独での改修優先順位を上げる為、さらなる省エネ効果を出すには幅広い分野で最新のハード、ソフトの活用が必要。

⑤ 保全：基準やガイド見直しをすすめ、保全現場で適正交換の習慣化と意識改革が必要（法的基準・指導がない（現状は、寿命20年～30年の記載））

(2) 行政、建築業界及び照明器具業界における 9 つの実現施策

A 行政

- ①社会的要請に基づき、「10 年を適正交換の基準とする」 旨の周知・通達など
- ②国、地方自治体所管の建物のリニューアルを進める（中期計画、予算措置など）
- ③省エネ法（工場・事業場）の規制対象外の中小オフィスなどへの補助（予算措置など）

B 建築業界

- ④「照明器具は 10 年が適正交換の基準」とする旨の宣言など、
- ⑤ビルオーナー等への啓発活動
（照明リニューアルで建物価値やテナントスペース価値の向上：省エネ、安心、照明環境）

C 照明業界

- ⑥改修容易な器具・部材の開発（標準化）
- ⑦啓発資料の作成（パンフレット、リニューアル事例集、試算ツールなど）
- ⑧ビルオーナー等への啓発活動とブラッシュアップ（ニーズ・ウオントの把握・改善）
- ⑨高効率照明器具の開発と供給体制の構築

3. 現状認識と課題

3.1 耐用年数・寿命の考え方

3.1.1 建築電気設備の原点としての効果

電気設備を大別すると、電源設備、負荷設備、監視制御設備、情報通信設備、防災設備等に分けられる。設計図の構成上、民間物件では受変電設備からの構成になるが、官庁物件では特記仕様書の次は負荷設備である照明からの順番で整理される。これは照明が電気設備の原点であり、「電気を点ける」という間違っただけの表現が「照明を点ける」という意味で通用している慣例によく似ている。

このような視点で本論を思考していくと、照明器具の交換の実態年数が、ほぼ電気設備の耐用年数である 15 年程度であるため、全ての電気設備が 15 年であるとの間違っただけの一般認識が定着している要因かとも思えてくる。

近年、中央監視設備や各種情報通信機器の基板寿命（パーツ寿命）の問題や過電流保護ブレーカの不動作による事故などが報告されており、個々の機器毎による適正保全、適正交換の指標等を明確にする機運が高まっている。

このような背景の中、電気設備の代表格である照明器具の耐用年数や寿命についての調査研究がされ、適正交換時期の指針が示されることは、各設備におよぼす効果は非常に大きいものがある。

3.1.2 建築保全計画における照明器具の交換実態

わが国の高度経済成長の時代には、既存建築物を解体して建替えを推進する「スクラップ&ビルド」の勢いに立ち止まって疑問を持つ余裕もなかった。

また、経済や技術の急速な発展が高機能な性能を建物に要求することで建替えとなる事例が多く発生したため、建築全体の保全計画の分野が軽視されていた。

しかし今日、超高層建築のリニューアル、文化的価値のある建物のレトロフィット、長寿命建築を目指した「スケルトンインフィル手法」などが導入され、建築保全の関心が急速に高まりつつある。

さらに地球温暖化防止のため、CO₂削減という人類が避けて通れない命題に対して設備更新の新しい動向が芽生えつつある。

(注)：スケルトン⇒変更しない躯体

インフィル⇒仕上げ材や設備全般

保全計画は、安全性、機能維持（快適性の確保）、経済性を配慮して計画するものであるが、環境性の追求という命題も与えられるようになった。

保全に関する基本的な考え方を、図 3.1.1 に示す。

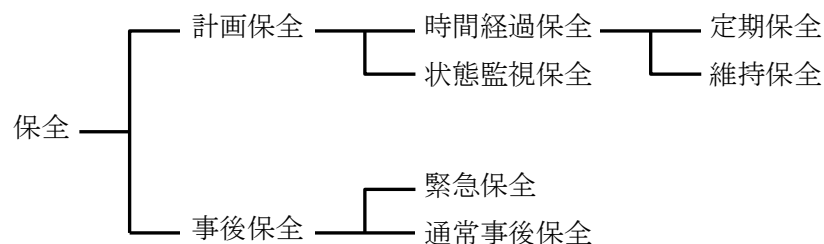


図 3.1.1 保全計画 1)

保全の実施方式は事後保全と計画保全（予防保全）に大別される。照明器具の交換は計画保全の時間経過保全に分類されるべきものであるが、実態は状態監視保全や事後保全になってしまい、適正交換という考え方からほど遠い状況である。

その原因は、ビル設備としては基幹設備ではなく、部分交換で対処できるし、緊急対応も可能と判断しているためと推察する。しかし適正交換が行われず事故に至る事例もあるため、啓発活動の必要性が叫ばれている。

3.1.3 耐用年数と寿命の違い

言葉の定義が正しく使われてこそ正確な議論が行われるものであるが、同義語として扱われている耐用年数と寿命は、微妙に違ったニュアンスで使われている。

耐用年数はある条件下で使われた場合の年数を定量化し社会的コンセンサスを得て、各種制度や保全計画の拠り所として使われている。代表的なものが法定耐用年数であり、税務会計や中長期修繕計画の立案等に活用されている。

ところが実態は、画一的に耐用年数だけの指標で更新されているわけではなく、社会情勢、建物用途等で、かなり違いがあり、これを補正、補足するために寿命という定義が必要となる。

故に寿命とは、機器の性能・構造上の劣化による機能低下や安全性だけでなく、継続使用するための経済性、環境性などの要素を踏まえて包括的に定義されるものである。

3.1.4 照明器具の寿命の体系

定量的検証が可能な物理的寿命と経済的寿命、それと間接的な要素で決まるため定性的な検証となる社会的寿命がある。

また、物理的寿命は、灯具の構成によって機械的寿命と電気的寿命に分けられる。

その他、税法上の寿命、JIS による寿命の指針、文化的寿命、意匠的寿命などがある。

3.1.5 物理的寿命について

物理的寿命のうち機械的寿命とは、灯具を構成する構造部材、反射板、アクセサリ（ルーバ、アクリル板）灯具のソケットなどの破損による劣化、外灯のポールの腐食等もここ

に分類される。設置されている施設の環境などに大きく左右される。

物理的寿命のうち電氣的寿命とは、磁気回路式安定器や電子安定器（インバータ式）の電気回路や IC 基板の寿命（特に電解コンデンサの寿命）器具内配線の熱による寿命などが挙げられる。設置されている熱環境や長時間連続使用などに大きく影響される。

このように照明器具の物理的寿命は、使い方と設置環境によって大きく影響されるため、設置環境別（施設別）、使用実態別に適正交換の指針を検討すべきである。また、製造者側の論理的な寿命の設定（適正交換時期）とユーザ側の経験的な寿命の認識（期待寿命）との整合を図りつつ理解を求める必要がある。

3.1.6 経済的寿命について

省エネ化によるランニングコストの縮減を目的とした更新が主である。白熱灯から蛍光灯へ、高効率蛍光灯器具から LED 器具へと急速な技術の発達が経済的寿命のサイクルに大きく影響している。

3.1.7 社会的寿命について

物理的にも経済的にも寿命には余裕があっても社会的な条件で寿命が決まることがある。

光害防止器具による改善更新、防犯灯の照度 UP 更新、CO₂削減を目的とした更新などがその例である。

特に、CO₂削減改修については、物理的寿命や経済的寿命より最優先で取り組む姿勢が高まりつつある。また前向きな改修を促進する助成金制度も施行されている。物理的寿命優先から経済的寿命優先、さらには社会的寿命優先の傾向はますます加速される社会情勢にあると確信する。

3.1.8 寿命の相関関係

まず、寿命の相関関係と変遷を図 3.1.2 に示す。

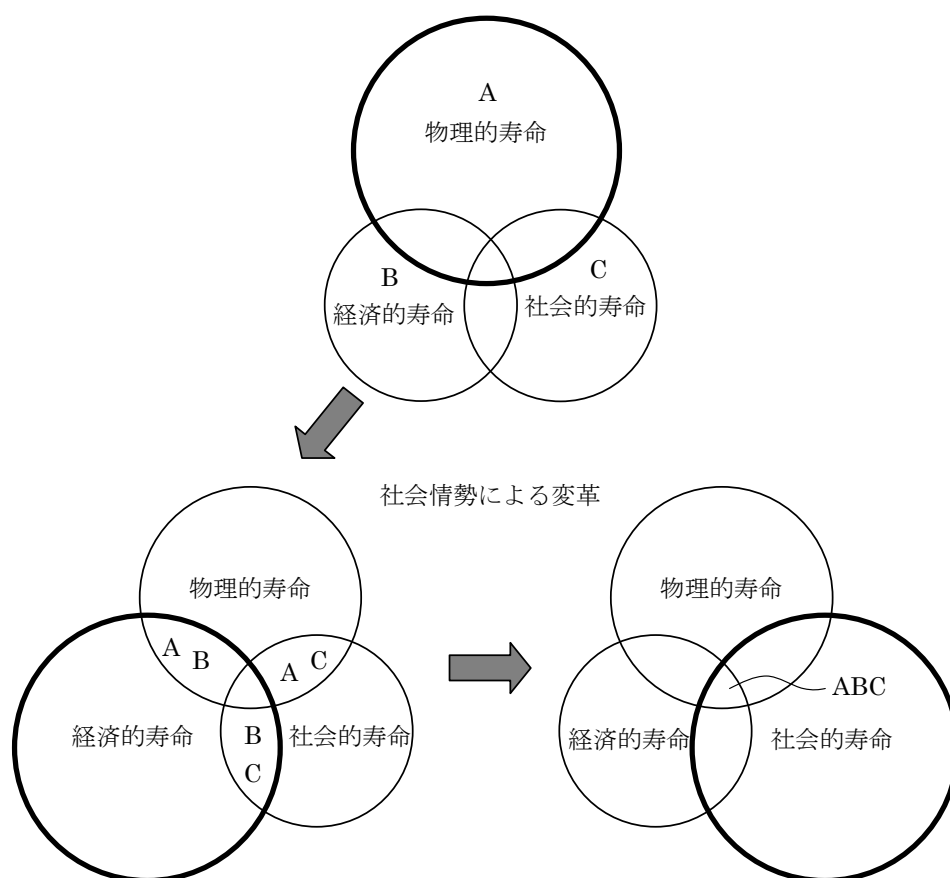


図 3.1.2 寿命の相関関係と変遷

次に、寿命の相関関係の事例を下記に示す。

- ・ A 例：長年の経年劣化で何台か不具合が起きているため、施設の安全性確保のために更新する。
- ・ B 例：まだ使用できる状態にある器具であるが、磁気回路式安定器の器具をインバータ式蛍光灯器具とし、さらに明るさセンサによる調光制御をすると数年で更新費用が償却できると判断し更新する。
- ・ C 例：企業姿勢（ISO14000 取得）に伴い、比較的新しい照明器具を LED に更新する。
- ・ AB 例：故障率が高くなり、部分交換を繰り返していたが、高所作業の足場などの費用が高額で一斉交換が安価であるため、天井改修も含めて全台数を交換した。
- ・ AC 例：10 年程度の使用状況であるが、CO₂削減目標を達成するため企業としての使命感から省エネ器具に更新する。
- ・ BC 例：賃貸ビルにおいて収益との関係で修繕費の計上年度として適切な時期を

図って更新した。

ホテルや商業施設の集客力の向上のため更新時期を早め、デザイン性に優れた省エネ器具に交換した。

- ・ABC 例：7 年程度の使用状況で経済比較をしても投資効果に疑問があるが CO₂ 削減改修であるため照明器具が補助金対象となった。
そこで経済性を再検証した結果、天井改修をしない範囲で省エネ器具への更新が行われた。

3.1.9 その他の寿命紹介

- (1) 税法上の寿命（法定耐用年数）・・・詳細は、関連情報編 1.1 章参照

税法上の減価償却額を算出するために財務省により規定されている。

毎年の原価償却額を損金として利益から落とすことができるため耐用年数が短いほどより多く償却できることになり、結果として納税者には有利となる。

現在、実態に合わない 15 年として電気設備一式で償却しているが、適正交換の考えが浸透することによって短縮された場合は、経済的寿命の考え方にも影響する。

- (2) JIS による寿命の指針・・・詳細は、関連情報編 1.2 章参照

照明器具の耐用年限は使用条件（温度、湿度、電源電圧、点灯時間等）により影響さて、端的に示すことは困難とされていますが、JIS C 8105-1 の解説では使用条件による指針が物理的寿命を主に解説されている。

- (3) 文化的寿命

歴史的価値や文化的価値をもつ器具は、たとえ物理的寿命がきてもレトロフィットなどにより器具の再生を行い保存する機運が高まっている。

- (4) 意匠的寿命 —（道連れ工事による寿命）

意匠的寿命は主観的なものであり、数年で飽きてインテリアにそぐわない器具と感じられて撤去交換される場合や店舗改装に伴う道連れ工事などがある。

- (5) 期待寿命

一般的にユーザ側が経験的に交換時期として認識している寿命で、施設の運用者や運用方法により相違がある。また、製造者側としても寿命に関する注意喚起の意味で次の事例のような使い方をしている。

このバッテリーの期待寿命は 5 年又は 3 年（周囲温度 20℃）となっていますが、周囲温度が 10℃上昇すると期待寿命は半分になりますので、使用する温度環境を考慮して下さい。また、充放電回数によっても影響を受けます。

この期待寿命は、中長期修繕計画を立案する場合、建築保全センターで設定された更新年数をユーザ経験値として変更し、より実態に合わせた更新・修繕計画等に採用されている。

[参考文献]

- (1) 巽和夫他: 進化する建築保全, 学芸出版社, (2002).
- (2) 渡邊忍他: 照明設備の寿命, 電気設備学会誌, 26-1, (2006).
- (3) 渡邊忍他: 設備の寿命, 電気設備学会誌, 26-9, (2006).

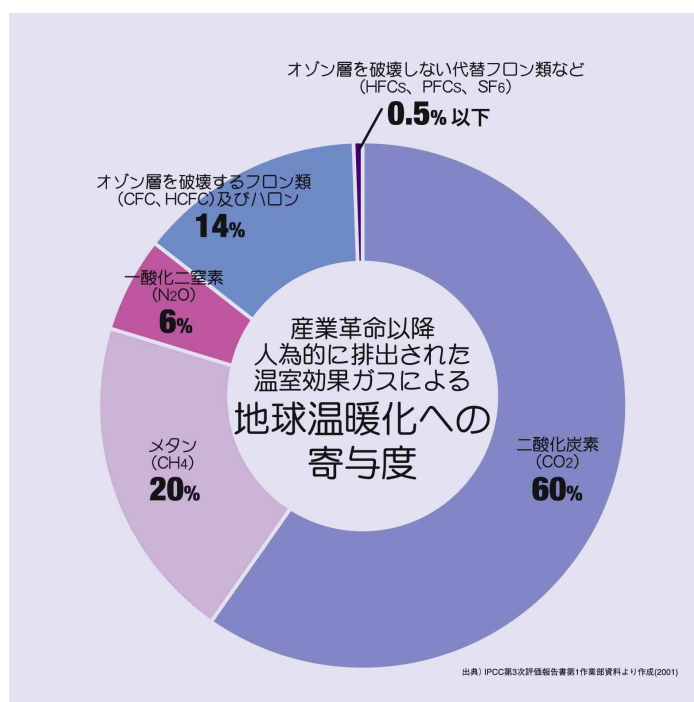
3.2 エネルギー使用量における照明の位置付け

3.2.1 日本の地球温暖化ガス削減目標

地球の大気の大気平均温度は、産業革命以後上昇傾向になっている¹⁾。地球温暖化が進むと、海水面の上昇などによる海岸線の変化や、気候の変化による農林水産業における地域特性が変化するなど問題になる。この現象は、地球を取り巻く大気の成分のうち、温暖化ガスの割合が高まった結果、地球から反射し宇宙空間へ放射される太陽赤外線が、大気に吸収・保持されることによる。

大気の成分別体積比は、窒素 N_2 78 %、酸素 O_2 21%、アルゴン Ar 0.93%、二酸化炭素 CO_2 0.038%、その他メタン、一酸化窒素、フロン類などである。温暖化ガスは、二酸化炭素のほか、メタン、一酸化二窒素、フロン類である。産業革命以後の温暖化ガスの推定量を図 3.2.1 に示す²⁾。この温暖化ガスの影響度の割合は、国・地域により異なる。わが国では二酸化炭素の割合が多いが、湖沼が多い国、畜産業が盛んな国では、メタンの影響度が高い。

2008 年度の、わが国における温室効果ガス別の排出量を表 3.2.1 に示す。2008 年度、二酸化炭素は、12 億 1400 万 t 排出され、そのうちエネルギー消費によるものは 11 億 3800 万 t となっている²⁾。



↑ IPCC 第 3 次評価報告書第 1 作業部資料より作成(2001)

図 3.2.1 産業革命以後の温暖化ガスの推定量¹⁾

表 3.2.1 わが国における温室効果ガスの種類と総排出量²⁾

	京都議定書の基準年〔シェア〕	2007 年度 (基準年比)	前年度から の変化率	2008 年度 (基準年比)
合計	1,261 〔100%〕	1,369 (+8.5%)	→ <-6.4%> →	1,282 (+1.6%)
二酸化炭素(CO ₂)	1,144 〔90.7%〕	1,301 (+13.7%)	→ <-6.6%> →	1,214 (+6.1%)
エネルギー起源	1,059 〔84.0%〕	1,218 (+15.1%)	→ <-6.6%> →	1,138 (+7.5%)
非エネルギー起源	85.1 〔6.7%〕	82.1 (-3.5%)	→ <-7.1%> →	76.3 (-10.3%)
メタン(CH ₄)	33.4 〔2.6%〕	21.7 (-34.9%)	→ <-2.1%> →	21.3 (-36.2%)
一酸化二窒素(N ₂ O)	32.6 〔2.6%〕	22.6 (-30.8%)	→ <-0.5%> →	22.5 (-31.2%)
代替フロン等3ガス	51.2 〔4.1%〕	24.1 (-52.9%)	→ <-1.9%> →	23.6 (-53.8%)
ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)	20.2 〔1.6%〕	13.3 (-34.3%)	→ <+15.0%> →	15.3 (-24.5%)
パーフルオロカーボン類(PFCs)	14.0 〔1.1%〕	6.4 (-54.3%)	→ <-28.0%> →	4.6 (-67.1%)
六ふっ化硫黄(SF ₆)	16.9 〔1.3%〕	4.4 (-74.0%)	→ <-14.7%> →	3.8 (-77.8%)

(単位: 百万t-CO₂換算)

これらの現状を踏まえて、2009 年 9 月に発足した鳩山内閣では、平成 21 年 9 月 22 日、国連気候変動首脳会合における演説で、基準年 1990 年の排出量に対して、2020 年に、25%の削減を約束している。すべての主要国の参加による意欲的な目標の合意が、わが国の国際社会への約束の「前提」となる、とされている。

中期目標を図 3.2.2 に示す。2020 年の中期目標は 9 億 4600 万 t になり、2007 年度（直近最大値 13 億 7400 万 t）に対して約 31%削減する必要がある。

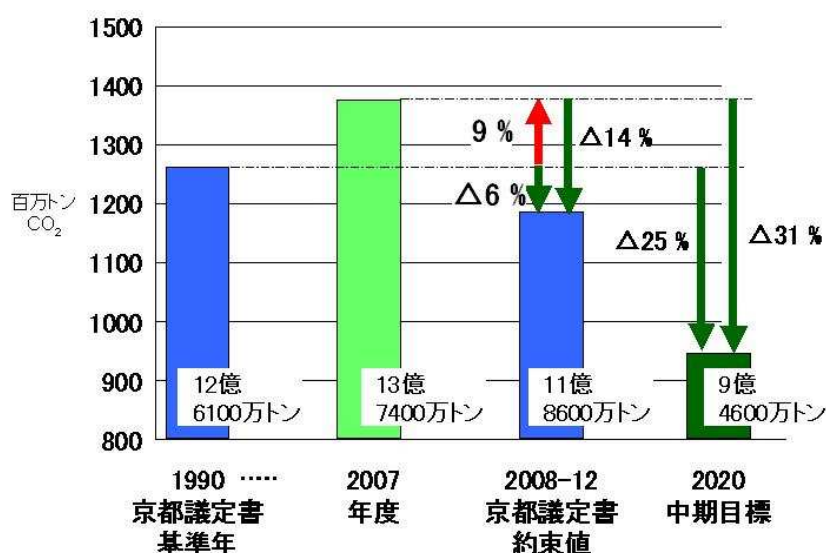


図 3.2.2 2020 年中期目標

3.2.2 照明分野の削減目標

(1) CO₂ 排出量の部門別構成比

二酸化炭素の総排出量(12.14 億 t)の分野別割合と、電力由来の割合を図 3.2.3 に示す。これによると、27%(約 3.28 億 t)が電力由来となる²⁾。



図 3.2.3 CO₂ 排出量の分野別構成比と電力由来の割合²⁾

(2) 照明器具の分野別の二酸化炭素排出量の割合

日本照明器具工業会で試算した³⁾、照明器具の分野別の二酸化炭素排出量を図 3.2.5 に示す。1990 年度では産業分野が 24.2%、業務分野が 38.9%、家庭分野が 37.0%であったが、2008 年度では総量の変化が少ない中で、産業分野が 18.0%と比率が減り、業務分野が 42.3%、家庭分野が 39.7%と比率が増加している。

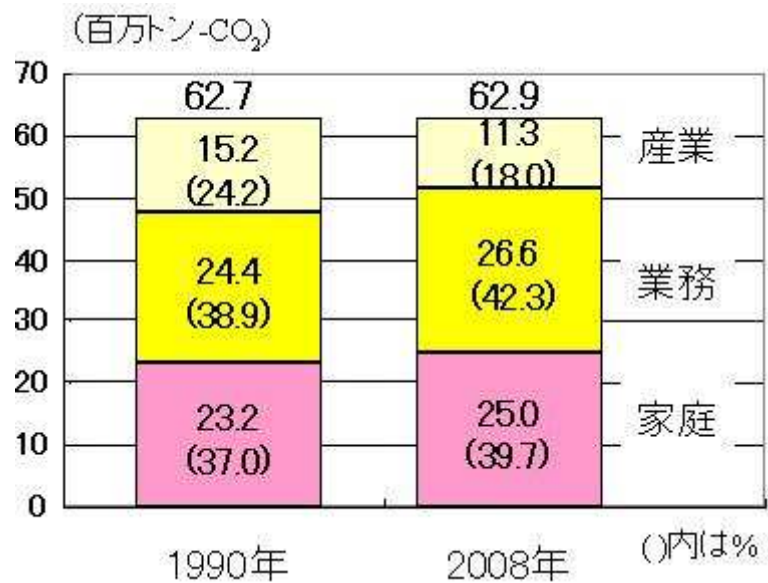


図 3.2.4 照明器具の CO₂ 排出量の分野別構成比 ³⁾

(3) 照明器具の種類別の二酸化炭素排出量の割合

日本照明器具工業会で試算した ³⁾、照明器具の種類別の二酸化炭素排出量を図 3.2.5 に示す。2008 年度で、62.9 百万 t とされている。

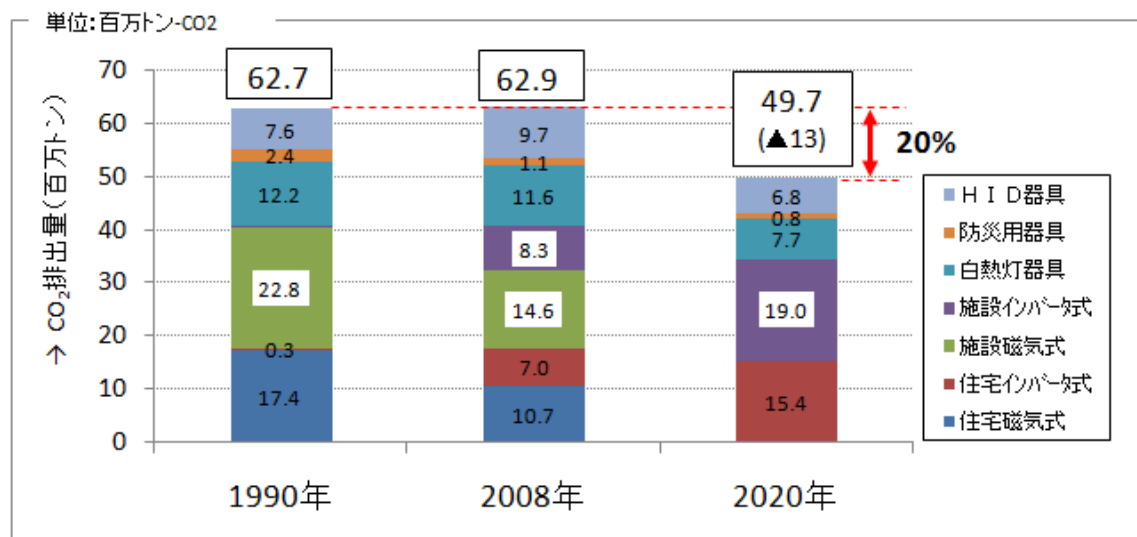


図 3.2.5 照明器具の CO₂ 排出量の構成比 ³⁾

(4) 照明の占める割合の例

オフィスビルの用途別エネルギーの割合を図 3.2.6 に示す。照明の割合は、21.3%となっている。

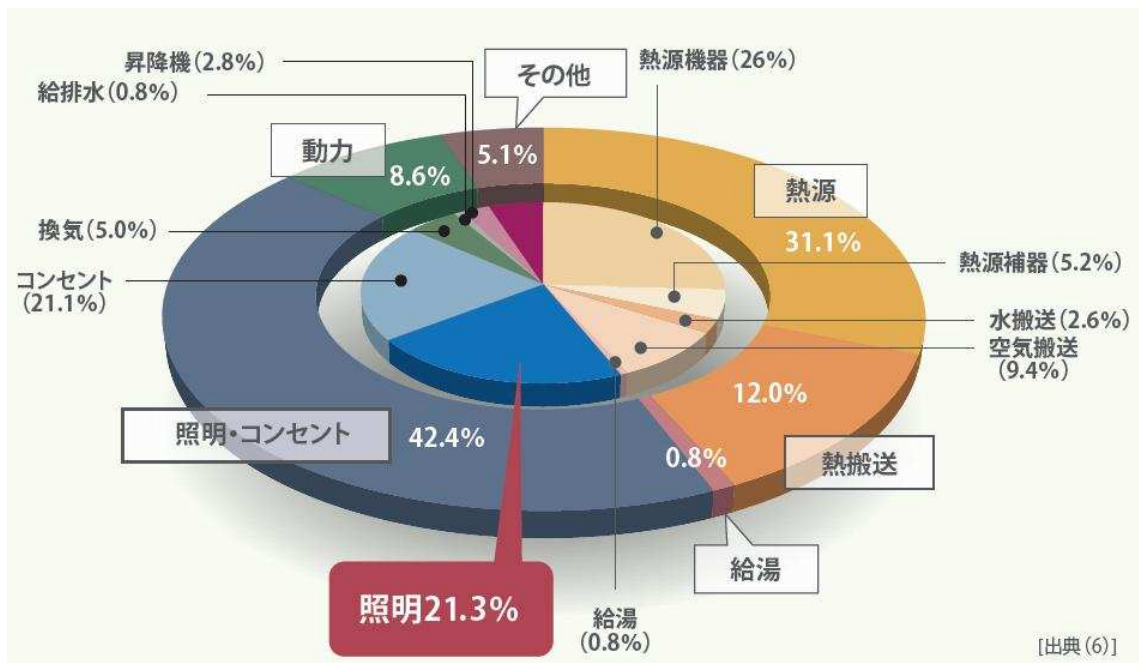


図 3.2.6 オフィスビルの用途別エネルギーの割合 4)

CO₂総排出量 12.8 億 t (2008 年) に占める、照明器具(0.629 億 t)の割合は、図 3.2.7 に示すように約 5%である。図 3.2.3 から、電力由来の温室効果ガスの割合が 27%であるので、電力由来の温室効果ガスは、約 3.3 億 t となる。3.3 億 t に占める照明器具の割合を図 3.2.9 に示すように約 20%となる。

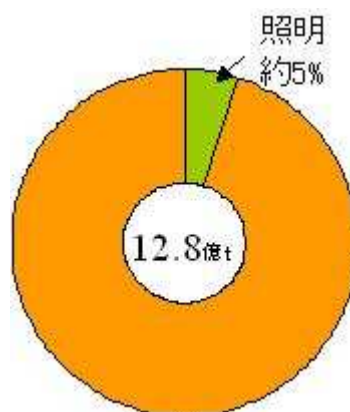


図 3.2.7 CO₂ 排出量に占める照明器具の割合 3)

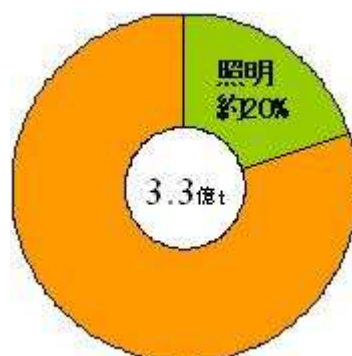


図 3.2.8 電力由来の CO₂ 排出量に占める照明器具の割合 ³⁾

(5) 結果

わが国の全体の二酸化炭素排出量（2008 年）に占める照明器具の割合は 5%となる。電力由来の二酸化炭素排出量に占める照明器具の割合は 20%となる ³⁾。

これを受けて、（社）日本照明器具工業会は「照明器具業界の新成長戦略」³⁾ の中で、2020 年の照明器具の推定 CO₂ 排出量を 1990 年に対して 13 百万トン・CO₂ 削減し、1990 年比で約 20%削減する目標を設定し公表した（図 3.2.5 に併記）。

3.2.3 省エネ技術の進化の歴史と今後の予測

各光源別のランプ効率[lm/W]の推移を図 3.2.9 に示す。ここで留意すべき点は、LED は、例えばそのまま交換が可能なタイプの lm/W の推定が困難なため、今回は、参考として、モジュール単体の値を示す。

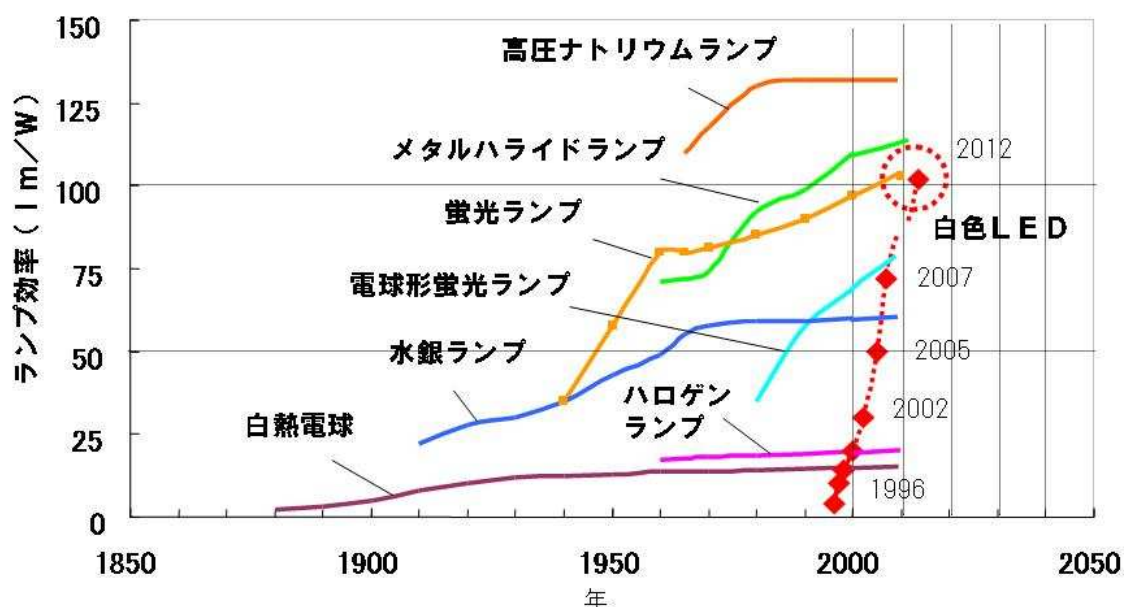


図 3.2.9 各光源別のランプ効率の推移 ⁵⁾

今回の報告で、主体となる蛍光灯安定器・インバータの消費電力とランプ効率の推移を図 3.2.10 に示す。30 年前の施設に使用されている 40W 蛍光ランプ 2 灯用照明器具は 102W/台で、60 lm/W 以下であった。45W Hf 蛍光ランプを 32W×2 で使用する最近の Hf 蛍光灯器具では、65W/台で、ランプ効率は 100 lm/W を超えている。

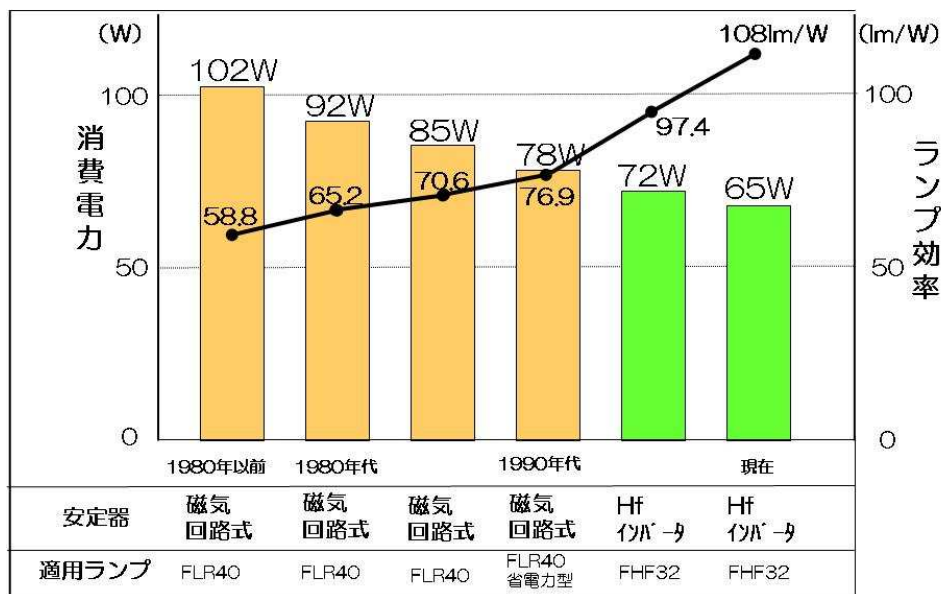


図 3.2.10 蛍光灯安定器・インバータの消費電力とランプ効率の推移

照明器具のトップランナー基準は、直近の 2010 年 3 月 19 日官報に公布された省令・告示、経済産業省令第十一号、経済産業省告示第五十四号によると、蛍光ランプのみを主光源とする照明器具の改正と、新たに電球形蛍光ランプが追加され、2010 年 4 月 1 日から施行された。蛍光灯器具の新基準を表 3.2.2 に示す。

これら省令・告示の主な改正ポイントは次の通りである。最も高い値は、ランプの大きさが、86W 以上の直管形蛍光ランプで、100.8 lm/W となっている。省エネ対策に、照明器具が期待されていることが、うかがえる。

- (1) 蛍光灯器具の区分が 12 区分より 6 区分に集約され、目標基準値 (lm/W) の見直しが行われた。
- (2) 目標年度は 2012 年度 (平成 24 年度)
- (3) 表示事項に「区分名」が追加された。
- (4) 電球形蛍光ランプが特定機器の対象となった。

表 3.2.2 蛍光灯器具（目標年度が 2012 年度以降の各年度のもの）

区分名	使用する用途	ランプの形状	ランプの大きさ	目標基準値 (lm/W)
I	施設用	直管形または 2本管形のコンパクト形	ランプの大きさが86以上のランプを使用するもの	100.8
II			ランプの大きさが86未満のランプを使用するもの	100.5
III		2本管形以外のコンパクト形		61.6
IV	家庭用	環形または直管形	ランプの大きさの総和が70以上のランプを使用するもの(ランプの大きさが20の直管形蛍光ランプを使用するもの)	91.6
V			ランプの大きさの総和が70未満のランプを使用するもの及びランプの大きさの総和が70以上であってランプの大きさが20の直管形蛍光ランプを使用するもの	78.1
VI	卓上スタンド	直管形またはコンパクト形		70.8

[lm/W]

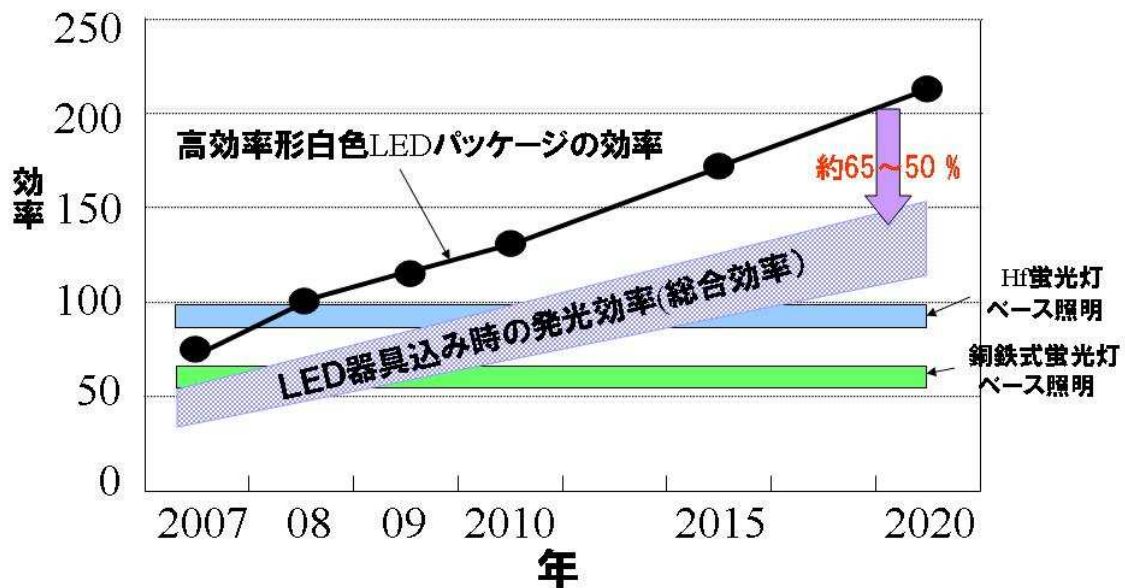


図 3.2.11 各種 LED 照明器具の総合効率の今後の推移⁶⁾

今後は、新たな技術開発が困難視される各種既存の照明器具と、LED 照明器具の総合効率推移の推定を図 3.2.11 に示す。2009 年現在、LED 照明器具は、蛍光灯ダウンライトもしくは銅鉄式安定器器具レベル (60～70 lm/W) であるが、Hf インバータ器具レベル (90～100 lm/W) レベルには、あと数年必要と言われている。2010 年代中盤には、凌駕することも予想される。

3.2.4 地球温暖化対策の課題と対策

1997 年(平成 9 年) 12 月に京都議定書が採択され、2005 年(平成 17 年) に発効した。これにより、わが国は基準年 1990 年の排出量に対して 2008 年から 2012 年にかけて、6% の削減を約束している。また、2020 年には 25%削減を国際公約している。

これに対して、わが国では早くから、省エネルギー法の改正などによる対策をとっている。これらの対策の成果ともいえる、ここ 20 年間の二酸化炭素排出量の推移を図 3.2.12 に示す²⁾。産業部門、運輸部門はここ 10 年近く、ほぼ増加が停止していることがうかがえる。一方、業務その他部門、住宅部門はこの一年は削減されているが、上昇の傾向にあるといえる。照明器具の分野別の二酸化炭素排出量は、1990 年度では産業分野が 24.2%、業務分野が 38.9%、家庭分野が 37.0%であったが、2008 年度では総量の変化が少ない中で、産業分野が 18.0%と比率が減り、業務分野が 42.3%、家庭分野が 39.7%と比率が増加している。この二つの分野で対策が必要である。

これまであまり検討がされていなかった、照明器具の適正な交換のガイドを照明学会で示すことで、温暖化ガス排出量の削減を促す。

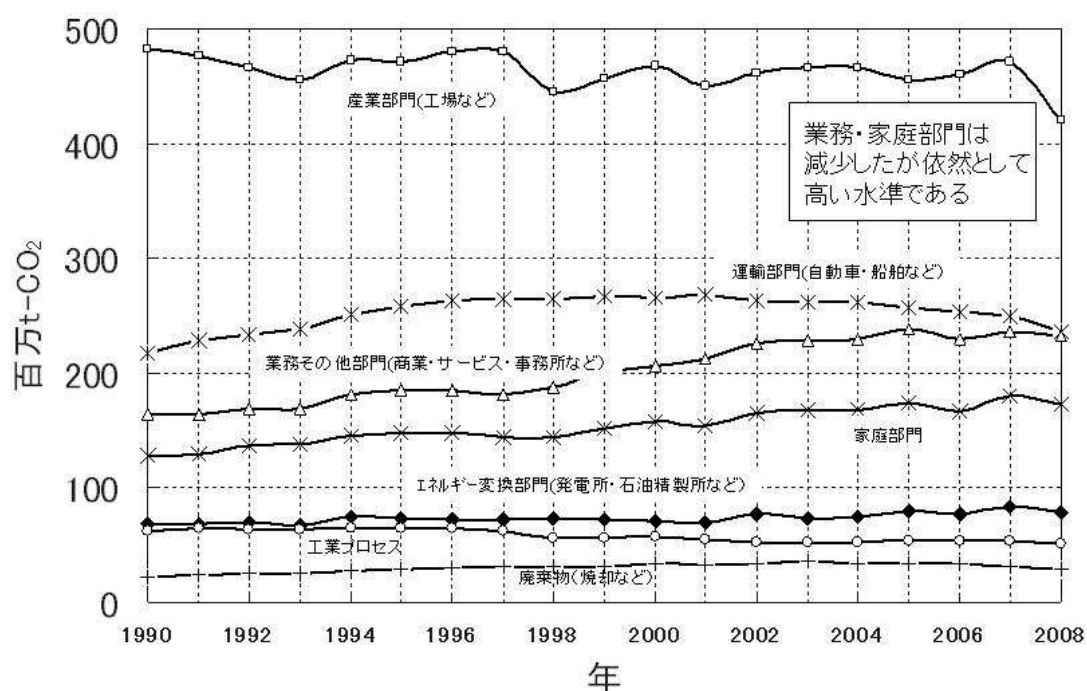


図 3.2.12 エネルギー起源の CO₂ 排出量の部門別推移²⁾

【参考文献】

- (1)IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部資料 (2007)
- (2)環境省：2008 年度（平成 20 年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について
- (3)日本照明器具工業会：照明器具工業界の新成長戦略(2010).
- (4)財団法人省エネルギーセンターHP: http://www.eccj.or.jp/office_bldg/01.html
- (5)日本電球工業会：電球工業会報（2004 年 1 月）.
- (6)LED 照明推進協議会資料(2008).

3.3 照明計画の考え方の実態

3.3.1 照明の目的

工場、オフィスビル、商業施設、住宅などの建築物は、業務空間および生活空間を構成して、その目的（例えば企業・家庭の維持・存続）を達成することを上位目標として、具体的な下位目標（例えば生産性向上、快適性向上など）を満たすよう計画される。下位目標を達成するために、例えばオフィスビルでは、執務室、コミュニケーションエリア、リフレッシュエリア、機械室など様々な領域があり、作業や活動を分担している。ここで言う、照明の目的とは、照明機能に特化した狭義のものであり、本委員会が、当初に挙げた3つの広義の目的「環境負荷軽減（省エネ貢献）、社会的リスク軽減（安全面）、快適な照明環境」とは意図が異なる。

建築物の設備として、照明には大きく分けて二つの目的がある¹⁾。

- ① 見ようとする対象が効率よく見えること（明視性）
- ② 空間が、作業、生活行為にふさわしい雰囲気を形成すること

また、時代の要請をまとめると、

- ① 空間の用途に対応できる柔軟性
- ② 高齢化社会やOA化などや、利用者や視対象の変更への対応
- ③ 省エネルギー、省資源を通じた、地球規模での環境負荷低減などに対する配慮が必要である。

3.3.2 照明要件

照明とは、あかりを人生のために役立たせる技術であるという。仕事の間では明るく快適に、いこいの場では、心休まる照明に、社会の間ではよい照明環境の整備をする、というように各所でそれぞれの目的に合わせた適正な照明が施されなければならない²⁾。そのために、さまざまな照明要件を適正な値にする必要がある。

主要な照明要件の内、旧 JIS Z 9110-1979³⁾『照度基準』は、場所及び作業の水平面照度推奨値を示していた。これに対して、JIS Z 9110-2010『照明基準総則』⁴⁾は、領域、作業又は活動の種類別に照度 $\bar{E}_m$ (lx)、照度均斉度 (U_0)、グレア制限値 (UGR_L)、平均演色評価数 (R_a) を規定している。

これまでの旧 JIS Z 9110-1979「照度基準」²⁾という名称であったように、視作業面の水平照度を決める傾向にあったと言えるが、改正 JIS Z 9110-2010「照明基準総則」³⁾に示されるように、照度 $\bar{E}_m$ (lx)、照度均斉度 U_0 、グレア（制限値） UGR_L 、演色性 R_a を初めとした照明の量、質の確保を、エネルギーの有効利用と両立して実現する必要がある。

JIS Z 9110-2010 では、これらの照明要件を、個々の領域、作業、又は活動別に推奨している。基本的要件の例として、事務所の例（抜粋）を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 事務所における推奨照明基準（抜粋）

領域，作業，又は活動の種類		E_m (lx)	U_0	UGR_L	R_a
作業	設計，製図	750	0.7	16	80
	キーボード操作，計算	500	0.7	19	80
執務空間	設計室，製図室	750	—	16	80
	事務室	750	—	19	80
	役員室	750	—	16	80
	診察室	500	—	19	90
	印刷室	500	—	19	80
	電子計算機室	500	—	19	80
	調理室	500	—	22	80
	集中監視室，制御室	500	—	16	80
	守衛室	500	—	19	80
	受付	300	—	22	80

おのこの推奨値において留意すべき内容は以下の通りである。

(1) 照度

① 推奨照度

推奨照度は、保守率を含む照度（維持照度）である。推奨照度は基準面の平均照度で、基準面が特定できない場合には、床上 0.8m（机上面）、床などと仮定して良い。基準面は、水平面、鉛直面、傾斜した面、又は曲面である³⁾。

② 照度段階

JIS Z 9110-2010 において、推奨照度は「750lx」のように単一数値で示される。JIS Z 9110-2010 では、照度の違いを感覚的に認知できる最小の照度の差異を、ほぼ 1.5 倍間隔とする。例えば 750lx は、500lx 以上 1000lx 未満といった範囲を持つと考えて良く、この意味では、照度範囲で示していた旧 JIS Z 9110-1979 と同じと考えて良い。

③ 設計照度

実際の施設の照明設計をする際、作業特性や作業者の視覚特性を考慮して決定する照度を、設計照度という⁴⁾。設計照度は、照明設計者が、推奨照度を元に決定する。JIS Z 9110-2010 照明基準総則では、例えば事務所の事務室の推奨照度は、『表 9 事務所』（表 3.3.1 に抜粋）において 750 lx を推奨しているが、これは、照明学会の屋内照明基準⁵⁾を参考に高齢化社会における基本的な照明要件の「やや精密な視作業」に該当する、として設定した経緯による。これに対して、国際照明基準 ISO8995-2002⁶⁾では「文字を見る」を「普通の視作業」と判断して 500 lx にしている。

JIS Z 9110-2010 照明基準総則を採用する場合、事務室の推奨照度 750 lx であることを参考にしながら、その空間に合った設計照度を決めれば良い。その空間は、高齢者が多くても『普通の視作業』が多いなら 500 lx を推奨照度と判断できるし、金融機関の事務室のように、紙に出力された数字を正確に読み取る必要がある場合は『精密な視作業』と考え

れば 1000lx が推奨照度という判断が必要となる。

現在では、全般照明方式が一般的であるので、設計照度は部屋全体の平均照度である場合が多いが、例えば作業領域が想定できる場合、タスク・アンビエント照明方式も採用できる。この場合、設計照度を、タスク照明と、アンビエント照明の合計照度で得る。又作業域周辺の環境（アンビエント）を、例えば「やや粗い視作業」と想定できれば、アンビエントエリアの設計照度を、タスクエリアのそれよりも低い値に決定することが可能となって、照明器具の配置、使い方によるエネルギーの有効利用の可能性が生まれる。

JIS Z 9125 屋内作業場の照明基準⁷⁾に紹介されている周辺の水平面照度の推奨値を**表 3.3.2**に示す。また、壁面や柱面などの鉛直面照度は、タスク・アンビエント照明の研究調査委員会報告書⁸⁾に紹介されているので参考とする。その例として、壁面照度は 100 lx 以上が望ましい（反射率 50%）とされている。

表 3.3.2 作業近傍の推奨照度⁷⁾ [単位:lx]

作業領域の照度	作業近傍の照度
750 以上	500
500	300
300	200
200 以下	作業照度と同一の照度

(2) 照度均斉度

ある面の、平均照度に対する最小照度の比を、照度均斉度(U_0)とする。作業領域の照度均斉度が、例えば、0.7 とされている。あらかじめ作業領域を決定していれば、照度均斉度の計算が可能である。

(3) 不快グレア

不快グレアの評価として、屋内統一グレア評価方法 UGR(Unified Glare Rating)が採用され、照明要件一覧表では、許容できる上限値を UGR 制限値 (UGR_L) が記載されている。 UGR_L を超えないことが望ましい、となっている。具体的な UGR 値の計算方法は、JCIE-002 屋内作業場の照明基準設計ガイド⁴⁾に記載されている。

不快グレアの主観評価が変化するには UGR 値が 3 程度異なることを考慮すると、例えば、 $19.0 \leq UGR$ 計算値 < 22.0 は UGR 制限値 (UGR_L) が 19 の部位にお勧めできる⁶⁾。

(4) 演色性

演色性が重視される作業や空間には、平均演色評価数 R_a が規定されている。例えば事務所において**表 3.3.2**を適用する場合、Ra80 以上を確保するよう照明設計をすることが望ましい。

3.3.3 採用される照明設備の実情

照明器具の種類、保守・維持（清掃、交換）に関する調査の一覧を**表 3.3.3**に示す。過去、7 回実施している。

表 3.3.3 過去の照明調査結果

No	年度	担当	目的	協力先	対象地域	調査対象 竣工年の範囲		年	依頼件数	回答件数	回答率
1	1961	照明学会 照明普及会	事務所ビルの様々な 部位の電気設備の現 状調査			1944	1961	18		59	
2	1965			電力会社経由ビル デング協会へ	全国	1962	1965	4	460	116	25.2%
3	1973			ビルデング協会お よび電力会社へ	全国	1969	1973	5	608	247	40.6%
4	1980			普及会維持会員、 日本ビルデング協 会	全国	1976	1980	5	785	343	43.7%
5	1992	照明学会 東京支部	一般執務室を中心に 現状調査		全国	1985	1992	8		208	
6	2001	照明学会研究 調査委員会		電気工事業団体？	全国	1994	2002	9		252	
7	2008	照明器具 工業会 リニューアル 小委員会	照明器具の更新。 支援措置の普及度	省エネルギーセン ター	東京・大阪			30	1000	425	42.5%

この中で、**No.6** の照明学会東京支部で実施したオフィス照明の実態の結果⁹⁾ および **No.7** の日本照明器具工業会の交換実態調査結果¹⁰⁾の一部を紹介する。

(1)調査事例 1

担当と名称：照明学会東京支部、オフィス照明の実態の結果

報告時期：2002 年 3 月

調査時期：200001 年 1 月～3 月

対象：1994 年以降、新設・改修された施設。

調査内容：基準階の照明方式、ランプの種類、演色区分、光色、点灯方式（磁気回路式、電子式）、工法（システム天井、一般天井）、照明器具の種類

調査件数：206 件

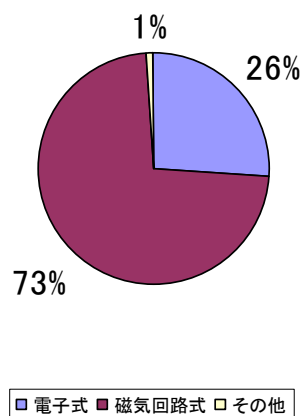


図 3.3.1 蛍光灯器具点灯方式

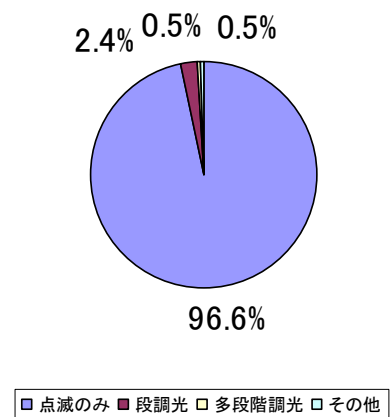


図 3.3.2 蛍光灯器具制御方式

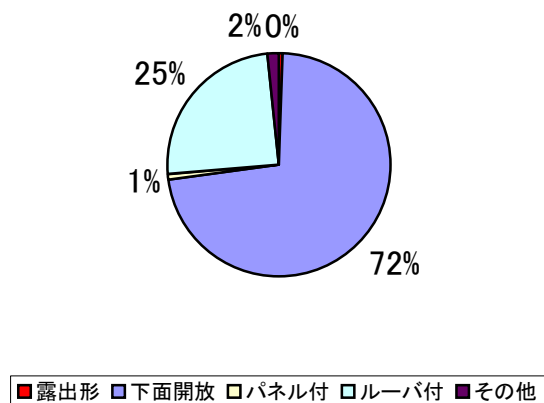


図 3.3.3 蛍光灯器具の種類

電子式点灯装置（インバータ式蛍光灯器具）の採用は 26%であるが(図 3.3.1)、1990 年代後半に提案された、照度センサや人センサによる制御システムは、調査された範囲内では、まだほとんど普及をしていない(図 3.3.2)。照明器具の種類では、下面開放形が、70%を占めている(図 3.3.3)。各種センサを活用して、適切な照度を選定することが期待される。

(2)調査事例 2

担当と名称：日本照明器具工業会、照明器具更新に関する実態調査

報告時期：2008 年 6 月

対象：省エネルギーセンターの診断事例 1000 件。

調査内容：エネルギー・設備管理、省エネの推進、省エネ技術などの把握状況

調査件数：425 件

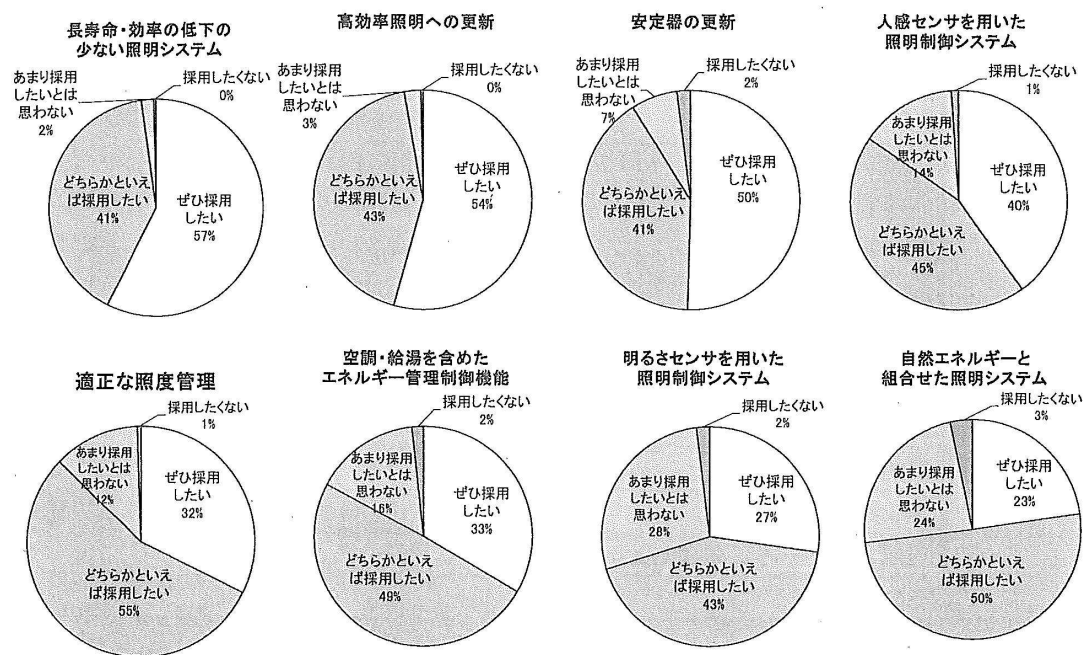


図 3.3.4 照明器具採用時の必要な機能（複数回答あり）

交換する際、どのような機能を重視しているかは、図 3.3.4 に示す。照明器具に対する要求事項として、最も重視しているのは、1)寿命が長いこと、2) 既存の照明器具の安定器を簡単に交換ができること、照明の消し忘れが多いと見られ、3)人感センサで制御をしたい、の順になっている。また、1)照度の管理、2)自然エネルギーとの組み合わせ、3)空調、給湯など他のエネルギー機器の管理制御となっている。

3.3.4 照明環境の変遷とトレンド

最近では、JISZ9110-2010 照明基準総則³⁾の改正で規定された照明の質の向上と、省エネ・省資源への対応に代表される環境性能技術向上を、ともに満たす新たな照明の考え方が採用されだしている。すなわち、既存の蛍光灯・白熱灯照明器具などを均等配置にする全般照明方式による照明設計から、新しい光源と照明制御あるいは、タスク・アンビエント照明手法の採用などへの動きがある。これまでの、変化の状態を図 3.3.5 に模式的に表す。

このトレンドに対する対応を準備する必要がある。

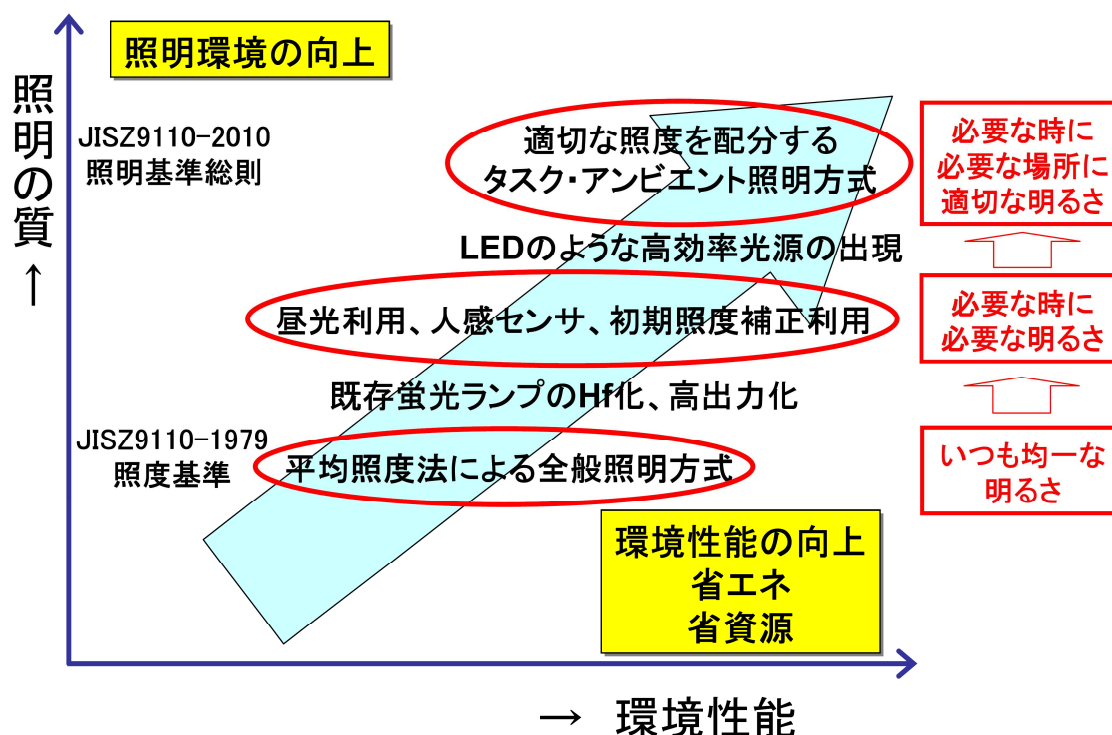


図 3.3.5 照明に対する要求の変化

3.3.5 結論

これまで日本の照明設備は、蛍光灯ランプ露出形・下面開放形照明器具が主流であった。国際照明基準 **ISO8995-2002** や、**JIS Z 9110-2010** 照明基準総則で示している、照明の質（不快グレアの制限、平均演色評価数、均斉度）を考慮した照明空間の採用が、照明設備の所有者および、その環境で仕事をする人にとって、有意義であることは確かであろう。

良い照明環境を、更にエネルギーを浪費しないで実現するには、今後は、効率向上が期待できない磁気回路式の蛍光灯照明器具ではなく、電子式の **Hf** 照明器具を使用することが必須である。また、**CO₂** 排出量をさらに削減するには、常時点灯ではなく、昼光利用や初期照度補正、人センサを活用した不在時点滅・調光制御など、各種の新しい機能を活用する必要がある。

不快グレアを軽減していない照明設備の場合、おのずと壁面照度が得られ、明るい空間を得ていた。これに対して、不快グレアを軽減した照明器具で、エネルギー消費の少ない設備を実現するには、全般照明方式や、タスク・アンビエント照明方式共に、積極的に壁面を照明するなど、照明設計段階において、工夫を要する。このためには、照明学会から 2010 年に発行される『照明合理化の指針』2010 年改正版などを参照する。

【参考文献】

- (1) 照明学会：技術基準 **JIEG-009**, 住宅照明設計技術基準(2006).
- (2) 日本規格協会：**JIS Z 9110**:1979 照度基準
- (3) 日本規格協会：**JIS Z 9110**:2010 照明基準総則
- (4) 日本照明委員会：**JCIE-002** 屋内作業場の照明基準設計ガイド(2009).
- (5) 照明学会：技術基準 **JIES-008** 屋内照明基準(1999).
- (6) ISO 8995-2002 Lighting of Indoorwork places
- (7) 日本規格協会：**JIS Z 9125**:2007 屋内作業場の照明基準
- (8) 照明学会：**JIER-043** タスク・アンビエント照明システム研究調査委員会報告書(1995).
- (9) 照明学会：オフィス照明の実態研究調査委員会報告書(2002).
- (10) 日本照明器具工業会：「照明器具更新に関する実態調査」報告書 (2008).

3.4. 既設と新設照明器具の実態と課題

3.4.1 既設と新設照明器具の実態

日本照明器具工業会の資料から、照明器具のストック比率を図 3.4.1 に示す。

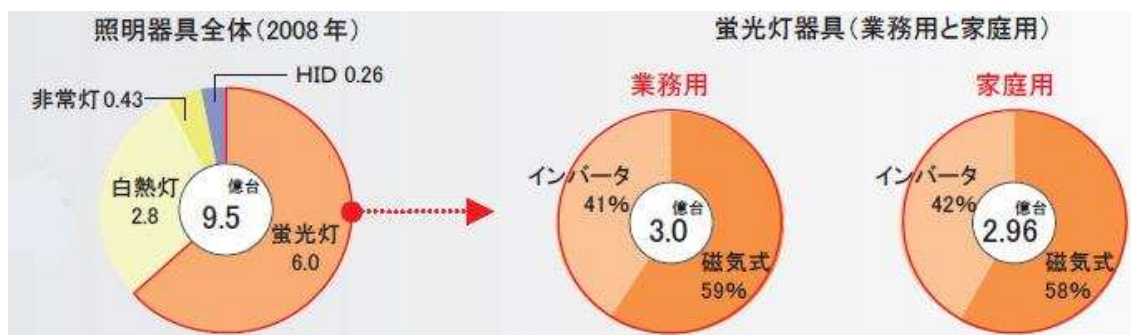


図 3.4.1 照明器具のストック台数の比率

日本照明器具工業会自主統計調査による、蛍光灯器具出荷台数における Hf インバータ化率（以下 Hf 化率）の推移を図 3.4.2 に示す。現在出荷される蛍光灯器具は、着実に高効率・省エネ化が進んでいる。非住宅の Hf 化率は特に高く、64%が Hf インバータ蛍光灯器具になっている。住宅を含めた、全体の Hf 化率は 44%になっている。

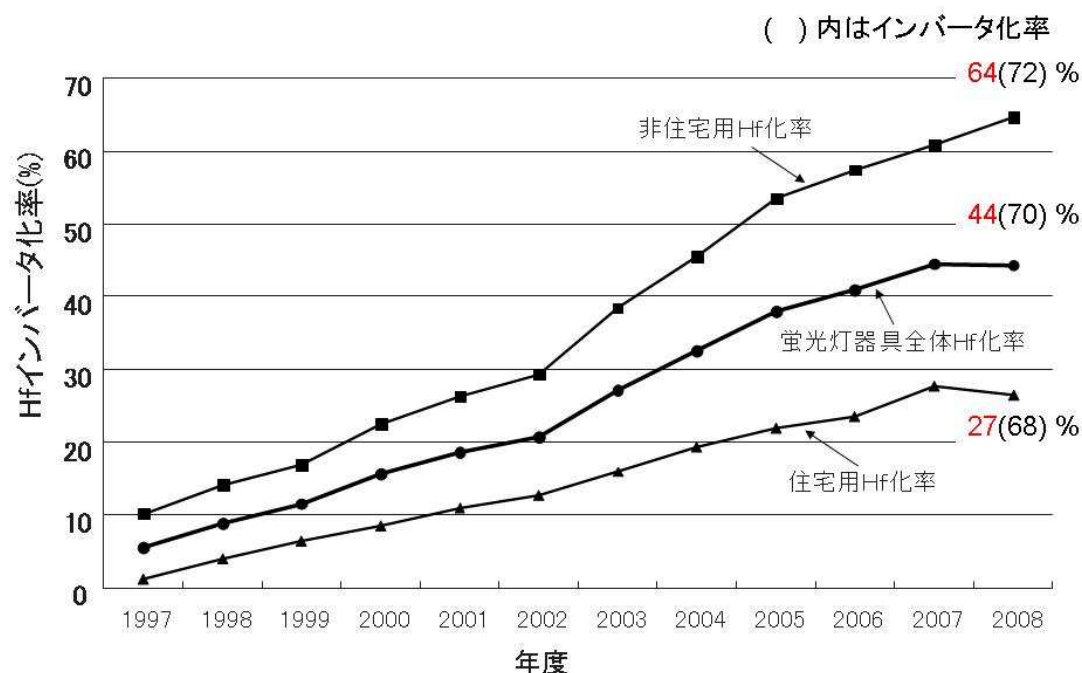


図 3.4.2 蛍光灯器具出荷台数に占める Hf インバータ化率の推移

(日本照明器具工業会自主統計調査)

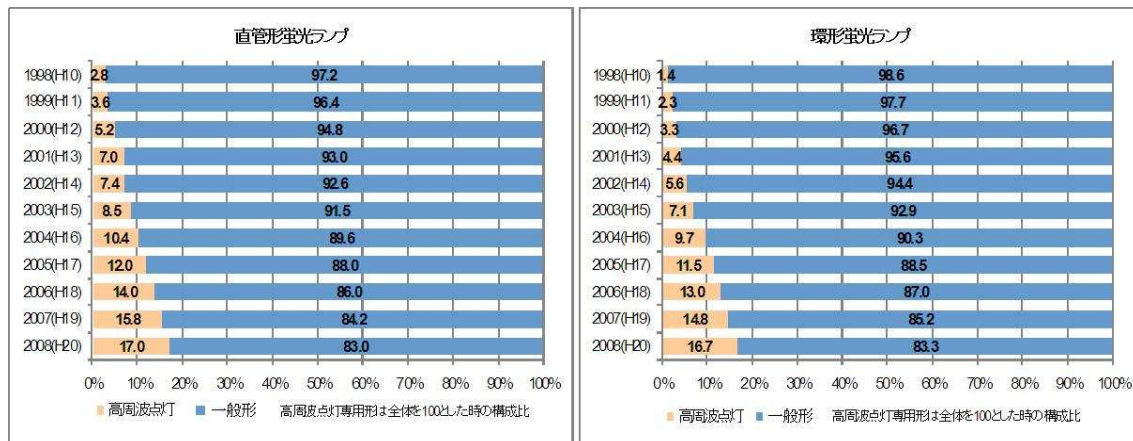


図 3.4.3 Hf 蛍光ランプの国内出荷数量比率の推移

(日本電球工業会自主統計調査)

日本電球工業会自主統計調査による、Hf 蛍光ランプの国内出荷数量比率の推移を図 3.4.3 に示す。Hf 蛍光ランプは、最高効率の高周波点灯システムを実現するために最適設計された蛍光ランプで、ランプ効率が 110 lm/W(直管 32W タイプ)と蛍光ランプの中で最も高く、直管、環形及びコンパクト形が揃っている。

これによると、ランプ交換のために市販されるランプを含めて、Hf 蛍光ランプの出荷比率は約 17%と、まだ低い。

3.4.2 照明器具維持保全

(1) 平均交換時期

建築保全センターのアンケート調査による耐用年数表などから見ると照明器具の使用期間は 10 年から 20 年と幅が広いとされている¹⁾。

日本照明器具工業会と省エネルギーセンターが協同で実施した、オフィスビル所有者などに実施したアンケート結果²⁾でも、事務所部分と共用部分の器具交換間隔の中央値(累積確率が 50%)は、15~16 年となっている(図 3.4.4)。カーブは、事務所、店舗、共用部別に、それぞれの総回答件数に対する回答した交換間隔年の割合(%)を、5 年あるいは 10 年で割り振った値の累積値である。棒グラフは、事務所、店舗、共用部の、それぞれの総回答件数に対する、回答した交換間隔年の割合(%)を表している。

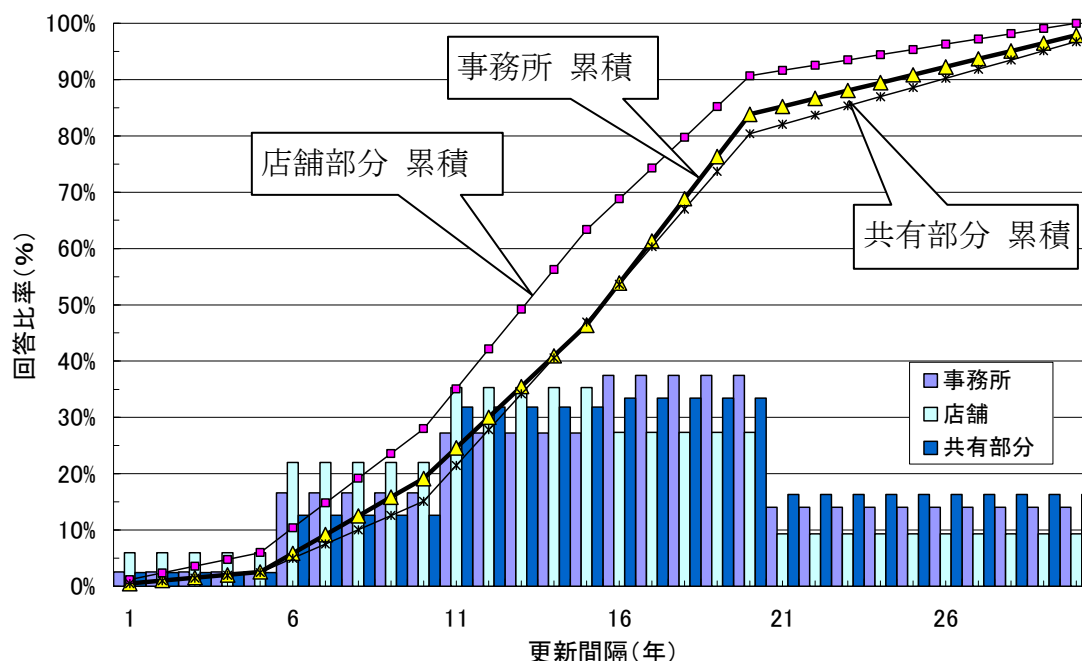


図 3.4.4 オフィスビル照明器具の交換間隔³⁾

(社) 日本照明器具工業会、(財) 省エネルギーセンター

「照明器具更新に関する実態調査」報告書(平成 20 年 6 月)

アンケート有効回答数：n=425

(2) 維持保全

メンテナンスの面からは、受電設備や発電機あるいは空調設備などに比べ、詳細な保守点検などの実施により機能維持及び延命を積極的にする意識は低いように思われる。

定期点検においても、ランプの不点灯以外の点検は目視や異音発生の確認程度で事前の対処をする意識より、都度の個別機器対応が一般的となっているようだ。

但し、不点やプラスチックカバーの破損などの不具合発生時に場合には比較的交換部品の修理対応がし易いこともあってかカバーや安定器の交換などである程度延命が行われていることが伺える。

この様に、個別のメンテナンスで不良部品が交換されて器具が使用される続けること自体は問題ないが、その方法によっては下記 2 点の問題点が考えられる。

a) 例えば蛍光灯で省エネ性能を決定する主要部品である安定器が交換される場合には、品質保証の問題から、現状の安定器と同等性能の安定器(銅鉄式の場合は銅鉄式)に交換される事が基本であり、より省エネの進んだインバータ式安定器への交換などは行われないうえ、省エネなどへの貢献は期待できない。

b) 上記の様なケースで、特に個別交換の様な場合は、蛍光灯器具に内蔵されているランプ以外の部品(安定器、ソケット、端子台、電線など)の中で、破損していなければ安定器

のみが交換されるケースが多い。この場合安定器が交換されても、長期使用で同様に劣化が考えられる他の電気部品は交換されずに、悪くすると次の安定器の寿命まで使い続けられる恐れもあるのが現実と推測される。

3.5 まとめ

(1) 耐用年数・寿命の考え方

かつては物理的寿命（保全）の考え方があり、次に経済的な寿命（ランニングコスト考慮）の視点が重視され、最近では環境性能（CO₂ 削減）を重視する考えが生まれている。この動きに対応し、従来の安全性と経済性に加えて環境を考慮した省エネ、省資源を重視する必要がある。

(2) CO₂削減目標

分野別の CO₂ 排出量は、1990 年度では産業分野 24.2%、業務分野 38.9%、家庭分野が 37.0%であったが、2008 年度では総量の変化が少ない中で、産業分野 18.0%と減少し、業務分野 42.3%、家庭分野 39.7%と全体に占める割合が増加している。CO₂ 削減目標は高い。適性交換時期の検証にあたって第 1 段階として最も焦点を当てるべき分野は、今回は、非住宅の蛍光灯照明器具に限定して検証する事とした。この分野で、CO₂ 排出量は 1990 年比で 20%削減する。

(3) 照明計画の考え方の実態

良い照明環境を、更にエネルギーを浪費しないで実現するには、今後は、効率向上が期待できない磁気回路式安定器を使用した蛍光灯器具ではなく、Hf インバータ式蛍光灯器具を使用することが必須である。また、CO₂ 排出量は 1990 年比で 20%削減するには、常時点灯ではなく、人感センサを活用した不在時点滅・調光制御や昼光利用・初期照度補正形照明器具を活用する必要がある。

また、エネルギー消費の少ない設備を実現するには、全般照明方式のほか、タスク・アンビエント照明方式で、積極的に壁面を照明するなど、照明設計段階において、工夫を要する。このためには、照明学会から 2010 年に発行される『照明合理化の指針』2010 年改訂版などを参照する。

社会的な状況の変化により寿命についての考え方や重みづけが変化している。かつては物理的寿命（保全）の考え方があり、次に経済的な寿命（ランニングコスト考慮）の視点が重視され、最近では環境性能（CO₂ 削減）を重視する考えが生まれている。この動きに対応し、従来の安全性と経済性に加えて環境を考慮した省エネ省資源を重視する必要がある。

(4) 社会環境（リスク）の変化

最近では、製品安全に関する消費者の意識が大きく変化しており、特に長期使用製品の重大製品事故発生リスクに関する関心が高くなってきている。この視点での、適正交換の訴求策を考慮する必要がある。

(5) 既設と新設器具の実態

現在、出荷される蛍光灯器具の Hf 化率は約 64%である。一方で、Hf 蛍光ランプの出荷比率は約 17%とまだ低い。事務所部分と共用部分の器具交換間隔の中央値（累積確率が 50%）は、15～16 年となっている。

非住宅における、蛍光灯照明器具はストックが多い。また、その内訳を調べると、磁気回路式安定器を使用するものの割合が約 60%で多い。

【参考文献】

- (1) 建築保全センター：アンケート調査「建築設備の耐久性向上技術」1986 年 5 月
- (2) 日本照明器具工業会：「照明器具更新に関する実態調査」報告書（平成 20 年 6 月）
- (3) 照明学会：委員会報告書 JIER-104「環境負荷低減と豊かな光環境の両立に向けて」（2009）.

4. 適正交換に関する新たな視点

従来の物理的劣化の面を主体として提唱されてきた寿命に対する考え方に対し、最近は様々な論点から寿命を語るべき時代に来ていることは3.1章や他の文献¹⁾でも時代背景の変化など面から詳しく述べている。

ここでは、これまでの「設備の保全や経済性」といった視点に加えて社会的要請の変化に基づく「新たな3つの視点」を加えることを提案する。そのイメージを図4.1.1に示す。

(視点1) 環境負荷 ……環境負荷低減、省エネ貢献面、CO₂削減、省資源面

(視点2) 社会的リスク…社会的リスク軽減、製品安全上のリスクに関する時代変化

(視点3) 照明環境 ……快適で適正な照明環境実現、提供に対する要求

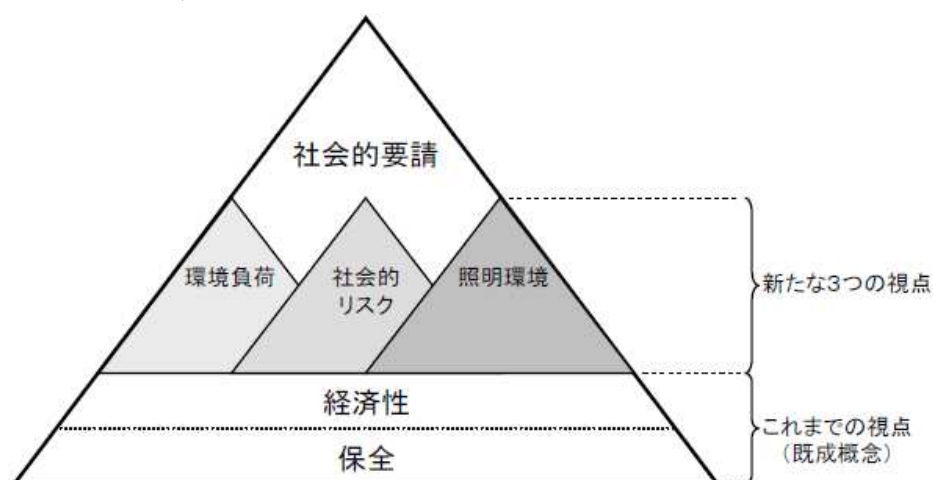


図 4.1.1 照明器具の適正交換に関する「これまでの視点」と「新たな3つの視点」関係図

以下3つの視点からその社会的意義や必要性について概要を述べ次項以降で検証を行う。

なお、本報告書3.1.8「寿命の相関関係」の図3.1.2で相関関係とその変遷を示しているが、「社会的寿命」とした部分が今後特に重要で高度な要求としてクローズアップされていくと考えられる。

そこで本章では、寿命の相関関係において今後の要求をより詳細に分析し今回の報告で特に「新たな3つの視点」として提言する要請事項についてその位置付けを明確にする為に、相関図で寿命と表現していた部分を潜在的な要請（社会的要請）や具現的な判断基準（保全や経済性）と解釈し、再構築して図4.1.1に示す関係図を作成している。

ついで、図4.1.1で示す「寿命の相関関係図」から「これまでの視点と新たな3つの視点関係図」への読み換え関係を図4.1.2に示した。

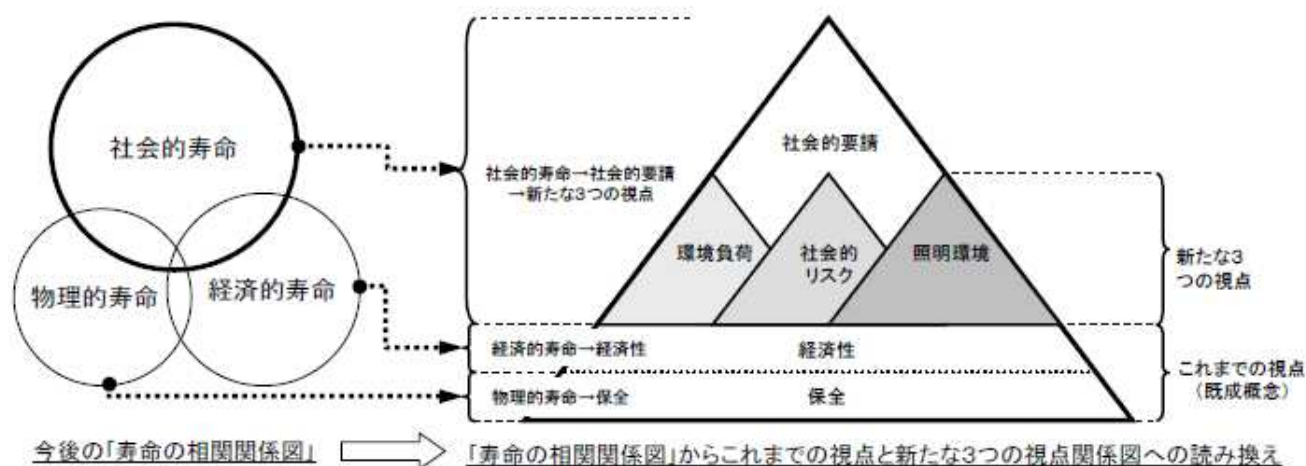


図 4.1.2 「寿命の相関関係図」から「これまでの視点と新たな3つの視点関係図」への読み換え説明図

4.1 環境負荷

本節では、環境負荷低減面（省エネ貢献面、CO₂削減、省資源面など）での貢献について述べる。

我が国では、CO₂排出量削減目標を1990年比で2020年に25%としている。照明分野は電力由来のCO₂総排出量の約20%を占めるとされており¹⁾、人が活動する空間で必ず利用され目につく存在として象徴的な意味合いも含め省エネ貢献面でその果すべき役割は非常に大きく重要である。

省エネ貢献の方法としては、運用面で無駄な照明のこまめな消灯など初歩的なことから、新規に計画される施設において積極的に最新の省エネ照明設備を導入して省エネをはかる事などは当然実施されている。

しかし、調査によれば既存照明器具のうち60%以上(効率の低い磁気回路式蛍光灯器具の設置比率)¹⁾の省エネ化がまだまだ進行しておらず平均使用年数が15~16年²⁾とされる既存照明器具の省エネ照明への交換のスピードを上げて省エネ化をはかることが大幅な省エネを実現する為のカギとなると考えられる。

今回、照明器具の適正交換時期の提言に当たっては、我が国が掲げる2020年（1990年比）25%のCO₂削減を理想的目標としてそれを実現する為の既存器具の交換の為の必要適正交換時期を試算することとし、従来から提言してきた安全面での適正交換時期に加えて社会的要請に基づく省エネ、環境貢献面での適正交換時期として検証する事とした²⁾。

なお、環境負荷には当面の緊急の課題であるCO₂削減というエネルギーでの問題と照明器具の交換が活発に行われるようになると既存器具の廃棄の問題や、電気部品は交換時期が来ても、まだまだ使える照明器具筐体部分を廃却することの是非などの省資源面での問題が更なる課題となる事が予想される。

4.2 社会的リスク

本節では、社会的リスク軽減、製品安全上のリスクに関する時代変化について述べる。³⁾

照明器具は「設備の保全（安全性と経済性）」の視点から適正交換時期は8~10年、耐用の限度を15年と推奨しており、照明器具業界では適正交換時期について様々な場面で啓発活動を続けてきている。

この考え方の基本になっているのは「故障率」で、適正交換時期は「経年劣化により「故障率」が増加し始める段階で、故障の交換費用を考慮して全数交換が推奨される時期」（計画保全の時期）として定義されている。

一方、実際の建築設備の保全現場では、故障が起きてから都度交換する「事後保全」が多く採用されている。調査によれば平均使用年数は15~16年となっており、適正交換時期に計画保全されることは少ないことを裏づけている。

しかしながら、昨今は消費者の安全に対する意識の向上と、長期使用の扇風機などの重大製品事故等をきっかけにして長期使用製品の劣化による「ライフエンド時のリスク」が問題視されるようになってきている。

その様な状況の中では、照明器具の「故障」の視点から提言してきた適正交換時期（寿命）に加えて、「ライフエンド時のリスク」を抑制するという社会的要請を背景とした視点から「適正交換時期」を検証すべきと考える。

今回の提言では独立行政法人製品評価技術基盤機構(以下n i t eと略)の事故情報の分析を通じて従来から提言してきた適性交換時期8年から10年の意味合いを再度検証することとした。

また、今後の器具交換に当たって省エネやチラツキの無い照明の質の面でも優位とされる電子式安定器の採用促進の背景の中で、磁気回路式安定器と電子式安定器の寿命末期のリスクについての分析を通じて、両者に寿命末期のリスク面での差異がある事を検証した。

4.3 照明環境

本節では、快適で適正な照明環境実現や維持、提供に対する要求への貢献及び問題点について述べる。

4.3.1 メンテナンス上の問題

関連情報編や他の文献⁴⁾でも報告されているが、照明器具のメンテナンスにおいても定期清掃はほとんどされておらず長期に渡る使用では反射板などの汚れで照明率が大きく低下し一般的な清掃方法では明るさはほとんど復帰しない場合があることも報告されている、このように照明環境が適切に維持されていないケースも多く適切なメンテナンスに対する啓発が必要と考える。⁵⁾

長期使用は安全上の問題だけでなくこの様な基本的照明性能、照明環境面でも問題点が多いことが分かる。

4.3.2 最新の照明器具（ハード）や照明計画手法（ソフト）の活用について

更なる省エネや快適な照明環境の維持、提供の為には、最新のハードは勿論、照明設計の考え方そのものに踏み込んで最適な照明計画を検討する必要がある。

技術の進歩は日進月歩であり世の中の様々な技術動向を見ても分野によっては過去には考えられなかったスピードで進化している。

照明器具もその例外では無い特に、蛍光灯や HID 光源の安定器、低電圧ハロゲン電球の変圧器などでは電子化が急速に進んでおり、新光源として注目される LED 照明などは電子回路、電子部品そのものでありその進化は従来の光源に比べて格段に早い。

これらの技術は 10 年もすれば完璧に陳腐化してしまう、例えばコンピュータがその顕著な例で 10 年前のコンピュータを使い続ける人は殆どいないのと同じである。

同様に照明ソフトも進化を続けており快適さや基本的環境性能を落とさずに照明設計の考え方や照明設計の手法を変えることで大きな省エネ効果を実現するような提言もされている。

これらの、ハード、ソフトの最新技術による省エネや快適な照明環境の維持、提供というメリットの使用者への享受を促進普及させることも我々照明に携わるものの義務ではないだろうか。

適正な照明環境の維持提供の面からも、安全や省エネ面だけでなく「社会的寿命」⁶⁾の観点から様々な技術やソフトの事例をあげて照明器具の交換時期について検討する事とした。

この様な分野では厳密な意味で定量的な検証は難しく定性的な提言として捉えられたい。

4.4 まとめ

この様なアプローチは従来の「設備の保全（安全性と経済性）」の視点に加えて、「環境負荷軽減（CO₂削減・省エネ）、社会的リスク軽減、快適な照明環境の提供」という社会的要請を背景とした視点で、適正交換時期を検証することを意味している。

しかし、この様な新しいアプローチがある一方で保全や経済性の問題がなおざりにされるわけでは無く、基本的な部分で考え方を進化させながら新たな視点との関係の中で正しく運営されていかなければならない。

【参考文献】

- (1)照明学会:環境負荷低減と豊かな光環境の両立にむけて,JIER-104(2009).
- (2)日本照明器具工業会:
照明器具業界の新成長戦略「照明業界が取り組む低炭素社会への挑戦」(2010.5).
- (3)武田哲史:磁気回路式と電子式安定器の寿命末期のリスクについて,
照学誌,94-9,pp.620-625(2010).
- (4)太刀川三郎:ビルディング照明の実態調査,照学誌,59-2,pp.86-94(1975)
- (5)松川一行:長期使用による照明特性劣化についての調査報告,
照学誌,94-9,pp.626-629(2010).
- (6)渡邊忍:照明器具の寿命に関する実態と変革への提言,照学誌,94-9,pp.616-619(2010).

5. 新たな視点にもとづく適正交換時期の検証

適正交換時期は、従来、絶縁物の劣化による故障発生時期と交換を考慮した経済的な側面から論じられてきた¹⁾²⁾³⁾。本章では前章で述べた新たな視点である、環境負荷（省エネ、CO₂削減）、社会的リスク、及び照明環境に対する要求の3つの面から適正交換時期の検証を行なう。

5.1 環境負荷

本節では環境負荷（省エネ、CO₂削減）の視点による適正交換時期の検証を行なう⁴⁾。

低炭素社会実現に向け、日本は2020年に1990年比で25%のCO₂排出量削減中期目標を掲げている⁵⁾。これを受けて、(社)日本照明器具工業会は「照明器具業界の新成長戦略」⁵⁾の中で、2020年の照明器具の推定CO₂排出量を1990年に対して13百万t・CO₂削減し、1990年比で約20%削減する目標を設定し公表した（図5.1.1）。施設用照明器具（施設用蛍光灯器具及び同じ用途に使用するLED器具を含む。以下同様）でのCO₂排出量の目標は2020年に1990年比で排出量を22.8百万t・CO₂から19.0百万t・CO₂に約17%削減するとしている。

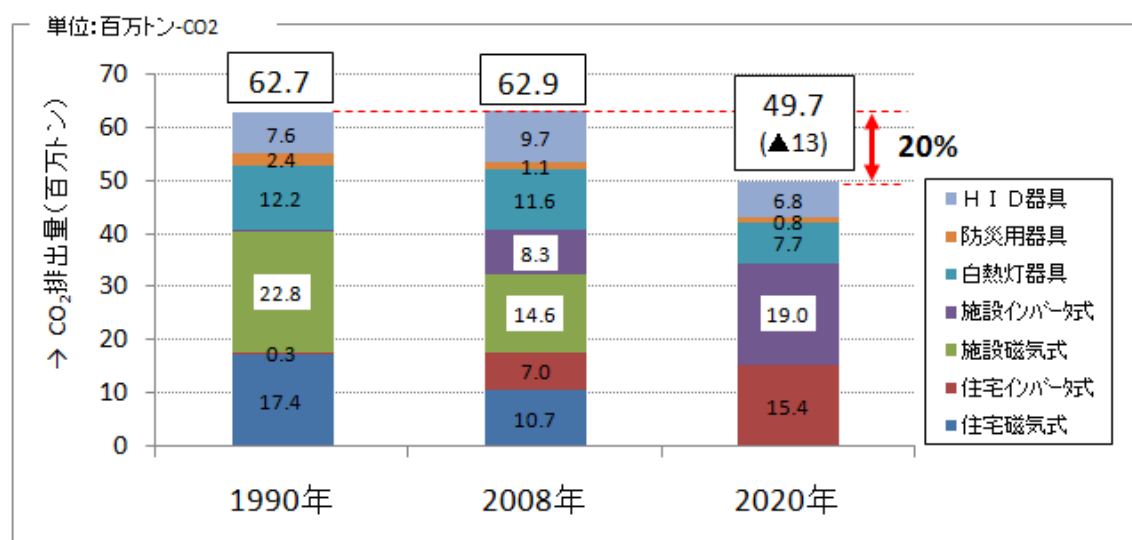


図 5.1.1 2020 年照明器具の推定 CO₂排出量（目標）

照明器具の省エネ化は図5.1.2に示す通り10年で約20%削減のスピードで進展している⁵⁾。

例えば、代表的な施設用蛍光灯器具（40W 2灯用）の消費電力の推移から、6,000lmの光束を得るための消費電力（W）はインバータ化により大幅に低減され、現在のHfインバータ器具（定格出力）では1980年代の器具と比べて32%、1990年代と比べ約24%、1995年代と比べて約10%の省エネになることがわかる。しかしながら、市場で使われている施設用照明器具（以下ストックという）は平均で15年から16年⁶⁾と長期間使用されており、ストック全体では約62%の器具の省エネ化が遅れており、結果としてCO₂削減が進んでい

ない⁵⁾。

本節では施設用照明器具について CO₂ 排出量の算定根拠を示した上で現状の交換スピード（以下成行きベースと言う）から考えたストックの消費エネルギー（以下、CO₂ 排出量に換算して示す）の見込みを試算する。そして、CO₂ 排出量削減の理想的目標値 25%を達成するために既存の照明器具の台数を変えないで照明器具を交換する場合に必要な平均使用年数（交換スピード）について試算を行ない、省エネから見た適正交換時期（社会的寿命）について考察を試みる。

なお、照明器具は使用時のエネルギー消費量の割合が製造時から廃棄されるまでの全ライフサイクルの 98%以上を占める⁷⁾と報告されており、省エネ化と CO₂ 削減効果が 1：1 で対応しているとみなして説明する。

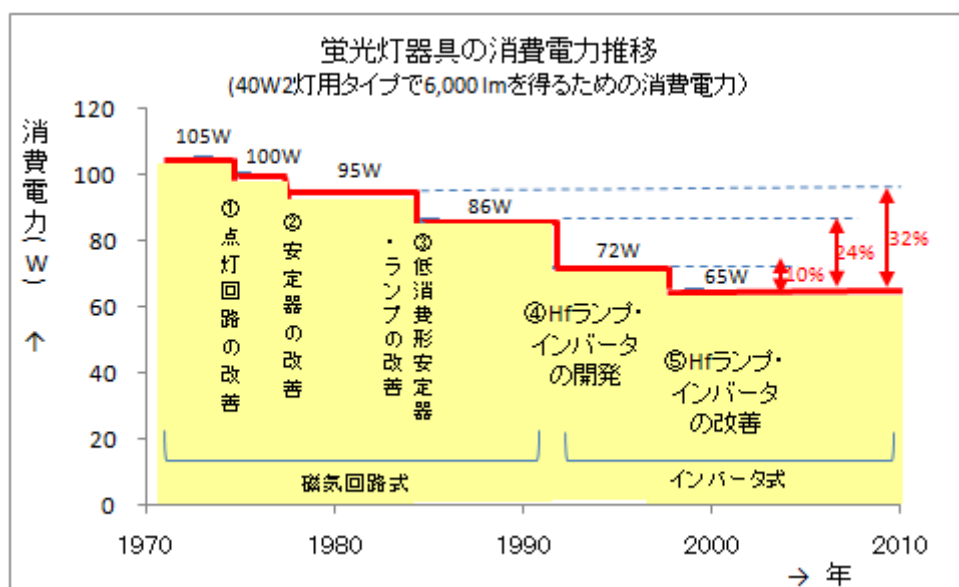


図 5.1.2 40W2 灯用蛍光灯器具の消費電力推移⁴⁾

（高効率化により 10 年で 20%程度スピードで省エネ化が進んでいる）

5.1.1 施設用照明器具の CO₂ 排出量の現状と試算上の目標設定について

(1) 施設用照明器具の CO₂ 排出量の試算条件

施設用照明器具からの CO₂ 排出量は施設用照明器具の平均使用年数を 15 年として過去に出荷された台数と残存率をもとに残存台数を計算し、磁気回路式蛍光灯器具とインバータ式蛍光灯器具の台数と消費電力及び CO₂ 排出係数から求めた。計算条件を下記に示す。

① 1990 年、2008 年、2020 年の CO₂ 排出量は下記の式で計算する。

各年度のストック台数×1 台あたりの平均電力×年間使用時間×CO₂ 排出係数

② ストック台数は、(社) 日本照明器具工業会の自主統計（1979 年～2008 年の過去 30 年）を基に平均使用年数を 15 年（年間約 21 百万台が交換される）と想定し、残存率はワイブルの確率分布を使用して求める。

- a) 1 台あたりの平均電力は、各機種群（磁気回路式安定器、電子安定器（インバータ式））別に 1990 年をベースに 2008 年、2020 年は各年度の効率アップを考慮する。なお、高出力型の構成比の増加も考慮する。
- b) 年間使用時間は 3,000 時間とする⁸⁾。
- c) CO₂ 排出係数は、0.39kg/kWh・CO₂ を使用する。

なお、平均使用年数を 15 年とした根拠は、民間オフィスビルの照明器具交換間隔（交換間隔）の中央値は 15 年から 16 年である（図 5.1.3）ことによる。図 5.1.3 をもとに残存率の計算に使用したワイブルの確率分布を図 5.1.4 に示す。

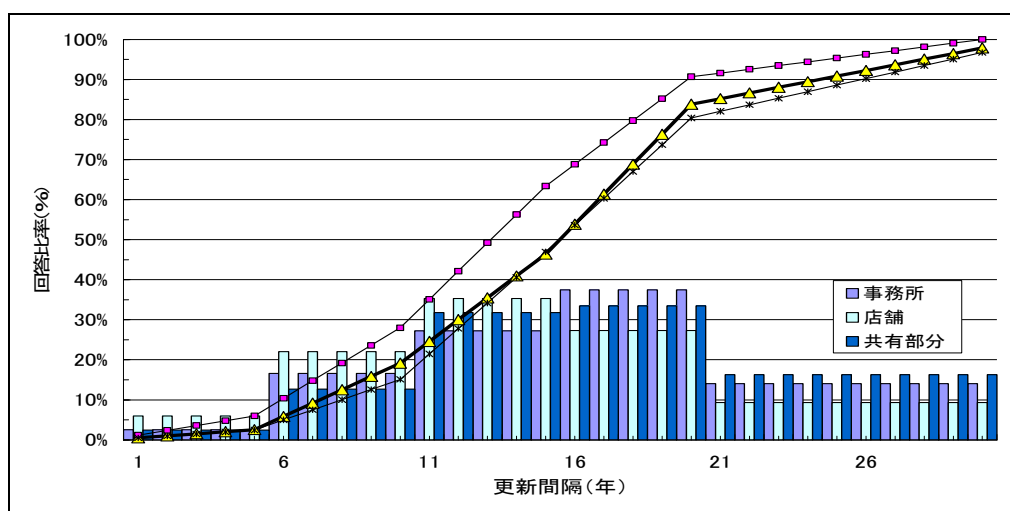


図 5.1.3 オフィスビル照明器具の交換間隔⁵⁾

（民間オフィスビルの照明器具交換間隔（交換間隔）の中央値は 15 年から 16 年である）

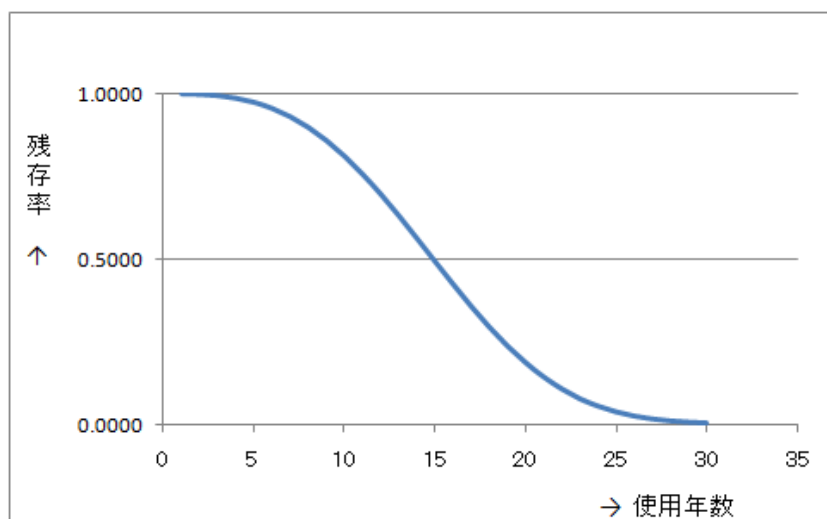


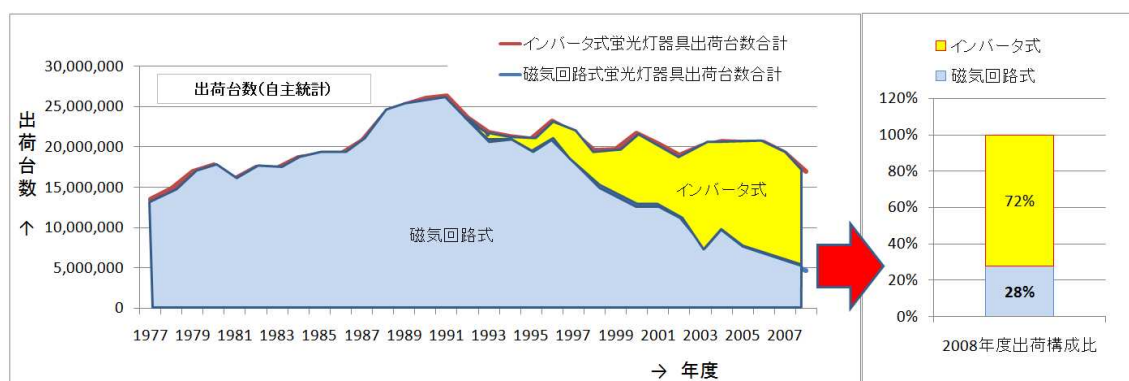
図 5.1.4 残存率の計算に使用したワイブルの確率分布（平均使用 15 年の場合を示す）

(2) 施設用照明器具の CO₂ 排出量の現状（出荷構成比並びにストックの構成比）

図 5.1.5 (a) に施設用蛍光灯器具の出荷台数（(社) 日本照明器具自主統計）の推移を示す。図 5.1.5 (a) に示す通り過去 30 年間（1979 年～2008 年）の平均出荷台数は約 21 百万台となっている。この年度別の出荷台数と図 5.1.4 に示す残存率を年度別に乘じて計算した 2008 年度における年度別のストック台数を図 5.1.5 (c) に示す。図 5.1.5 (c) の面積がストック台数を示している。同様に 1990 年についても計算を行なった結果、平均使用年数を 15 年とした場合の施設用蛍光灯器具のストック台数は 1990 年で約 2.8 億台、2008 年は約 3 億台となった。

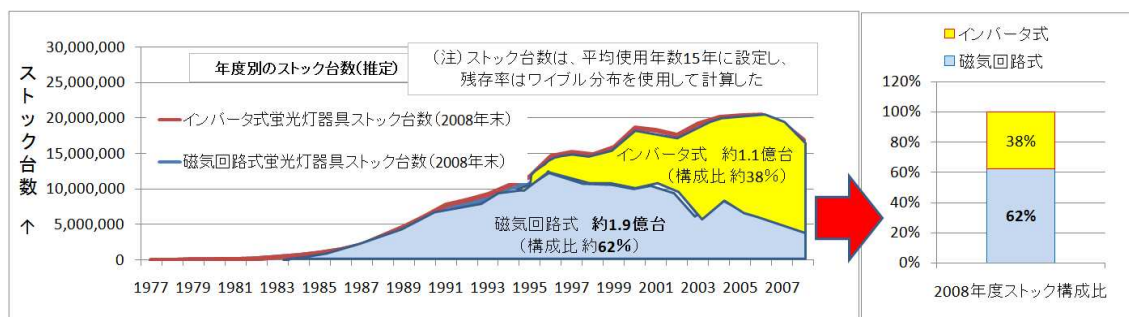
図 5.1.5 (b) は 2008 年度の出荷台数の構成比で、効率の低い銅鉄式蛍光灯器具の割合は約 28%まで減少している。しかしながら、図 5.1.5 (d) に示すように 2008 年度におけるストックは約 62%が効率の低い磁気回路式蛍光灯器具が占めており、ストックベースでは効率向上が進んでいないことを示している。なお、図 5.1.5 (d) は図 5.1.5 (c) の面積構成（%）を棒グラフで表わしている。

図 5.1.5 (c) に示すストック台数、平均電力、平均点灯時間及び CO₂ 排出換算係数から施設用蛍光灯器具の CO₂ 排出量を試算した結果、2008 年度はインバータ式蛍光灯器具が 8.3 百万 t、磁気回路式蛍光灯器具が 14.6 百万 t の計 22.9 百万 t の排出量となり、1990 年の 22.8 百万 t から僅かに排出量が増加している（図 5.1.1）。



(a) 出荷台数（自主統計）

(b) 2008 年度出荷構成比



(c) 年度別のストック台数試算

(d) 2008 年度ストック構成比

図 5.1.5 2008 年度末における施設用蛍光灯器具のストック台数（推定）

1990 年では出荷台数もストック台数もほぼ 100%磁気回路式蛍光灯器具であり、2008 年には出荷ベースで 72%までインバータ化が進んでいてもストックベースではまだ 38%しかインバータ化が進展していない。約 10 年分の出荷台数に相当するストック約 1.9 億台のインバータ化を進めなければ省エネ化が進まないことが分かる。従って、照明器具の交換スピードを上げなければ全体の省エネが進まないことが理解できよう。

表 5.1.1 に図 5.1.5(d)に示したストック 3 億台の内訳を示す。磁気回路式蛍光灯器具 1.9 億台の内、10 年超が 1 億台、15 年超は 45 百万台、20 年超は 10 百万台と推定される。

表 5.1.1 施設用照明器具の 2008 年度末におけるストック台数

					単位:百万台	
使用年数	10年以下 (99~08年)	10年超 (79~98年)	15年超 (79~93年)	20年超 (79年~88)	合計	
磁気式蛍光灯器具 ストック台数	85	102	45	10	187	62%
インバータ式蛍光灯器具 ストック台数	102	11	1	0	113	38%
計	187	113	46	10	300	100%
	62%	38%	15%	3%	100%	

5.1.2 省エネ促進面での適正交換時期のシミュレーション

(1) 成行きでのシミュレーション

2020 年までの施設用照明器具の出荷台数を想定し 1990 年をゼロベースにして消費エネルギーの削減率を試算した。設定した条件は下記の通り。

① 施設用照明器具のストック台数は 2020 年まで 3 億台一定とする。

(2008 年度末から変化しないと仮定)

② 2019 年度の出荷台数は 2009 年度比 85%とし、年率 1.5%減少とする⁹⁾。

なお、2009 年度の出荷台数の実績見込みは 14.4 百万台とした。

③ 施設用照明器具の 1 台あたりの消費電力は下記の数値で試算する。

a) 磁気回路式蛍光灯器具：70W

2 灯用 86W、1 灯用 46W、2 灯用：1 灯用＝3：2 とし加重平均の 70W に設定する。

b) インバータ式蛍光灯器具：56.2W (2020 年)

2 灯用高出力 88W、定格出力 65W (構成比 2：8)

1 灯用高出力 45W、定格出力 34W (構成比 2：8)

2 灯用：1 灯用＝3：2 とし、加重平均の 56.2W に設定する。

c) インバータ制御機能付蛍光灯器具及び LED 照明器具：47.8W (2020 年)

インバータ式器具より 15%平均電力が削減できるとして平均 47.8W に設定する。

なお、ここで述べるインバータ制御機能付蛍光灯器具とは、初期照度補正機能付、あかるさセンサ付もしくは人感センサ付蛍光灯器具のいずれかをいう。

- ④ 2014 年度は出荷ベースの構成を、磁気回路式蛍光灯器具 0%、インバータ式蛍光灯器具 50%、(インバータ制御機能付蛍光灯器具+LED 照明器具) を 50%に設定する。
- ⑤ 2019 年度は出荷ベースの構成を、(インバータ制御機能付蛍光灯器具+LED 照明器具) 100%に設定する。

以上の条件をもとに出荷台数を設定し 2008 年度末と同様に 2020 年におけるストック台数を図 5.1.4 に示す残存率カーブを使用して試算した結果を図 5.1.6 に示す。図 5.1.6 (d) に示す通り 2020 年においても効率の低い磁気回路式蛍光灯器具は約 32% (約 9,000 万台) も残存し効率改善がなかなか進まないことが分かる。この理由は、ストック台数 (約 3 億台) が一定のまま出荷台数 (交換台数) が過去 30 年 (1979 年～2008 年) の平均 21 百万台から 2009 年度以降は平均約 14 百万台に減少しているためである。この結果、2008 年度では平均使用年数が 15 年 (平均出荷台数約 21 百万台) だったものが 2020 年時点では 19 年 (平均出荷台数約 14 百万台) に伸びることになる。

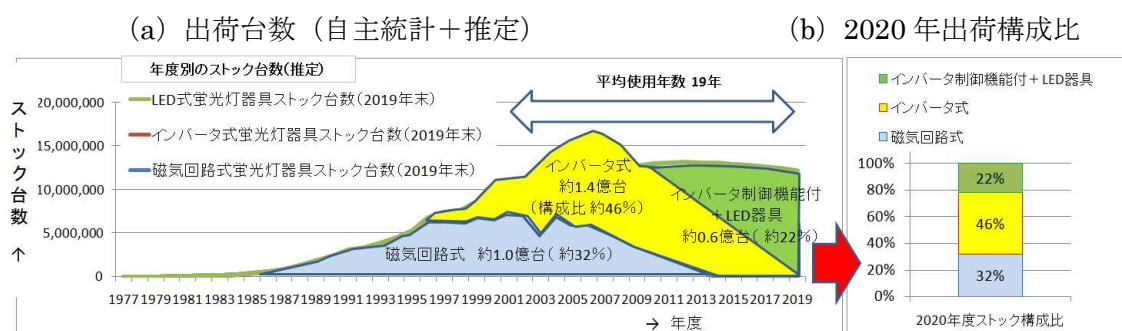
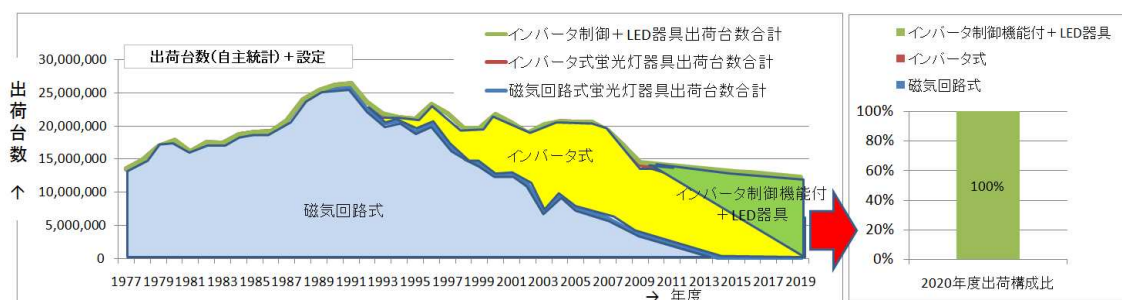
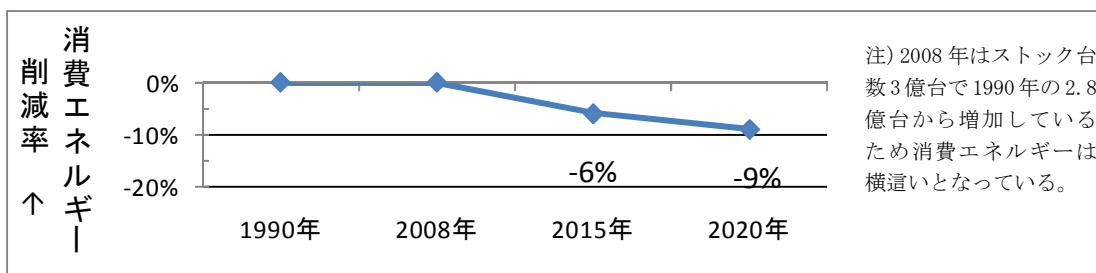
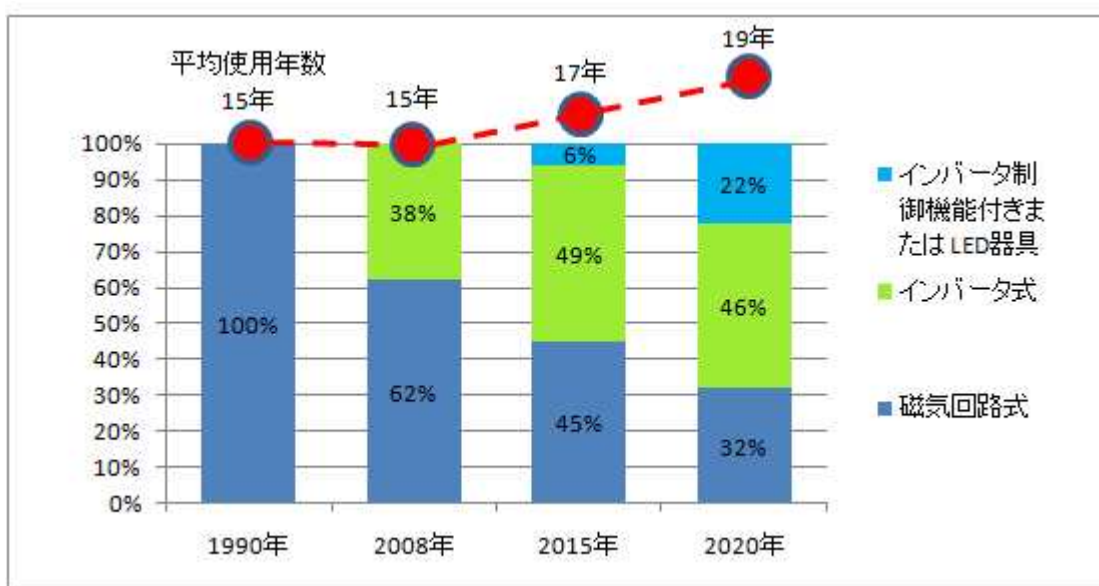


図 5.1.6 2020 年の施設用蛍光灯器具のストック台数試算

同様に 2015 年のストック台数の試算を行ない、1990 年～2020 年までのストック台数の推移をまとめた結果を図 5.1.7 (b) に示す。図 5.1.7 (b) の出荷構成比と (3) 項で述べた施設用照明器具の 1 台あたりの消費電力をもとに、1990 年を基準 (0%) として 2020 年までの消費エネルギー (CO₂) の削減率を試算した。結果を図 5.1.7 (a) に示す。成行きベースでは 2020 年でも磁気回路式安定器を使用した蛍光灯器具の構成が 32%あることから 2020 年の消費エネルギーは図 5.1.7 (a) に示すように 1990 年比で 9%しか削減できず、目標の 25%を大きく下回ると推定される。



(a) 消費エネルギー削減率（試算）

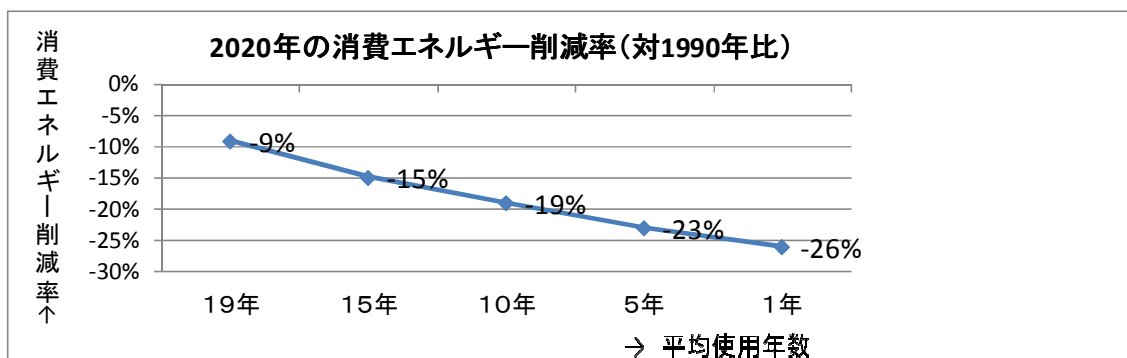


(b) ストック台数構成の推移（推定）

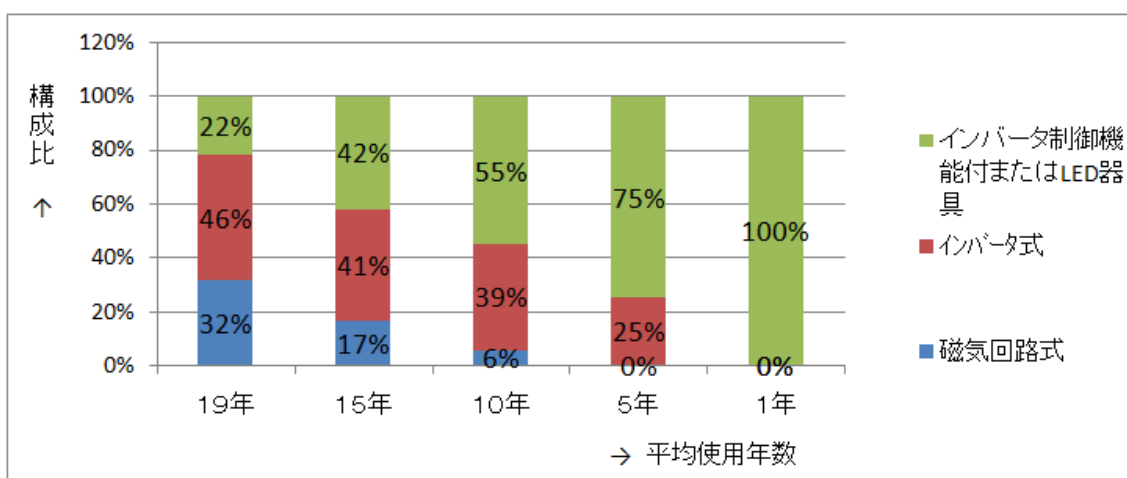
図 5.1.7 成行きベースでの施設用蛍光灯器具のストック台数構成の推移（推定）と消費エネルギー削減率（試算）

(2) CO₂削減目標達成のための適正交換時期シミュレーション

平均使用年数を成行きベースの 19 年から、15 年、10 年、5 年及び 1 年とした場合の省エネ試算を行なった。結果を図 5.1.8 に示す。



(a) 消費エネルギー削減率 (試算)



(b) ストック構成比の比較

図 5.1.8 平均使用年数を短縮した時の 2020 年におけるストック構成比と消費エネルギー削減率

図 5.1.8 に示すように、交換を促進することにより平均使用年数を成行き平均 19 年から短くできれば効率の低い磁気回路式蛍光灯器具の割合を小さくできるので消費エネルギー削減率を上げることが可能になる。図 5.1.8 より、平均使用年数 15 年で 1990 年比 15% の省エネが見込まれ、更に平均使用年数 10 年では 19% の省エネが見込まれる。しかしながら目標の 25% を達成するにはストックがすべてインバータ制御機能付き蛍光灯器具又は LED 照明器具にする必要があり、平均使用年数が 1 年程度（年間 3 億台の出荷（交換）台数）となり現実には実施できない。照明器具は物理的な劣化の見地から 8~10 年が適正な交換時期²⁾¹⁰⁾とされており、「省エネの面から施設用照明器具の適正交換時期は 10 年以下とする」ことを提案したい。

この場合、2020 年までに平均 10 年で交換を進めるために 2010 年以降 10 年間は長期使用の磁気回路式蛍光灯器具を中心に徹底的にリニューアルが必要になる。図 5.1.9 にこれを実現するための出荷台数とストック台数のイメージを示す。10 年間でリニューアルしていくためには成行き試算の平均出荷台数約 14 百万台を 2 倍強の約 33 百万台まで増

やす必要がある。リニューアルを加速し CO₂削減を大きく進めるためにはインセンティブを付けるなど行政面での支援策も必要であろう。

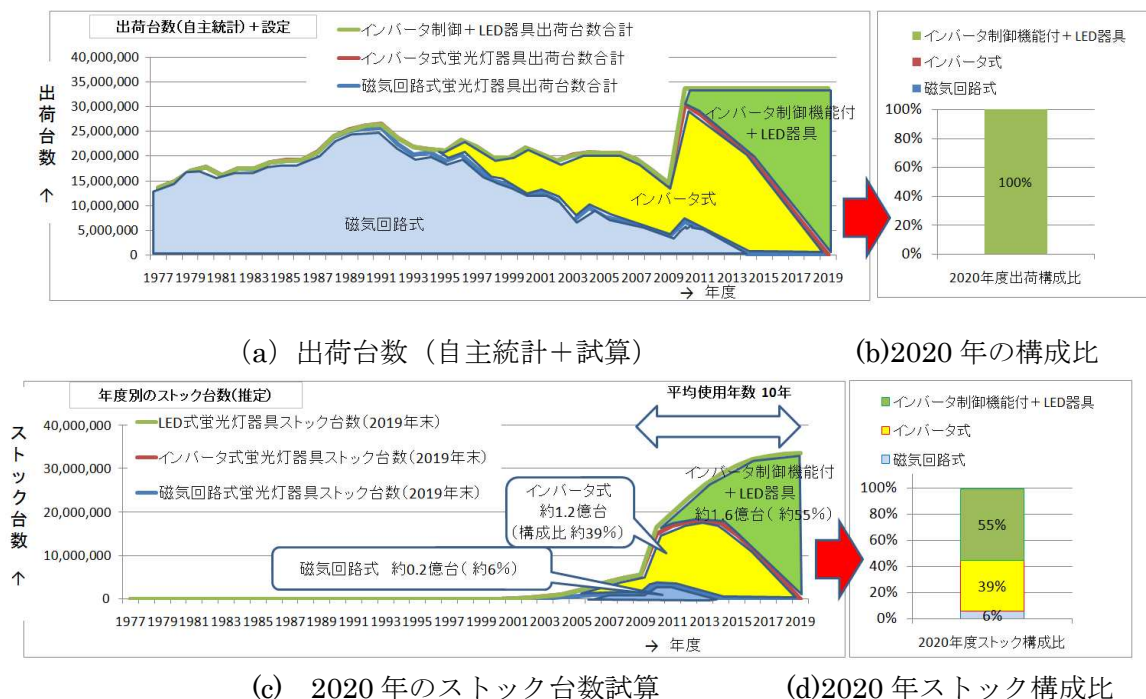


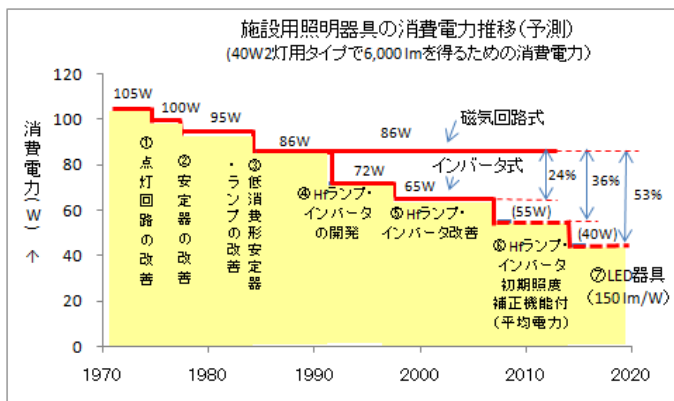
図 5.1.9 提案する平均使用年数 10 年の場合の出荷台数とストック台数のイメージ

図 5.1.9 に示すように、全国の施設用照明器具の交換を促進し 2020 年に平均使用年数 10 年が達成できたと仮定した場合、2020 年に 1990 年比で約 19%の省エネが見込まれる。

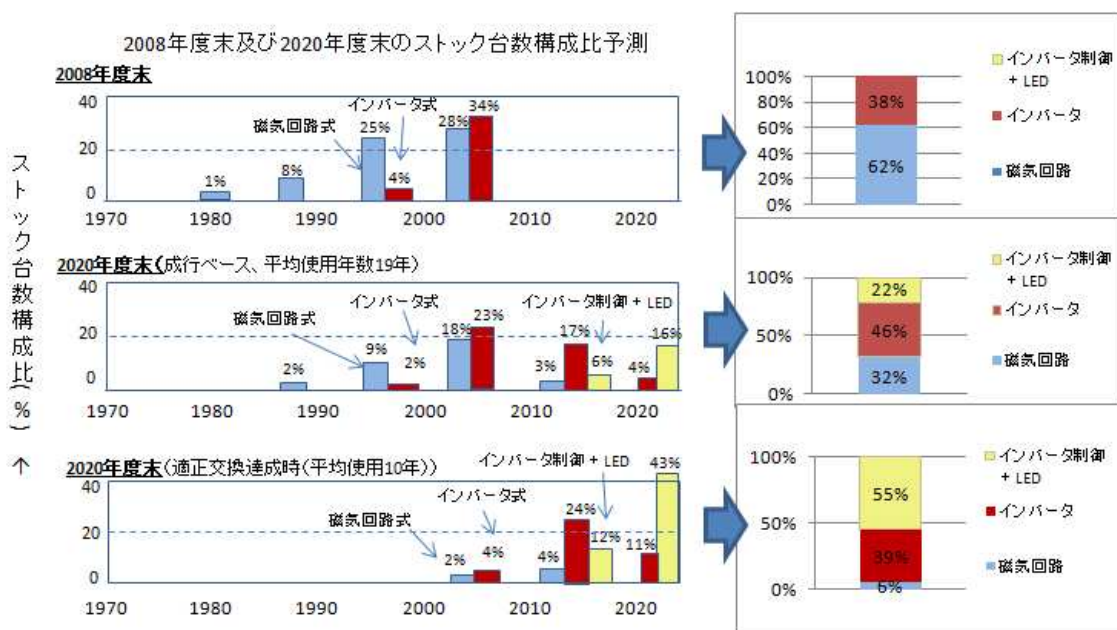
更に目標の 25%との差の 6%を埋めるためには、磁気回路式蛍光灯器具のストック（2009 年における構成比約 62%、台数約 1.9 億台）を中心に最新の制御機能付きインバータ蛍光灯器具などに交換を進めることの他に、ハード面では LED 器具の更なる高効率化や、ソフト面ではタスク&アンビエント照明の採用など照明設計手法の活用を積極的に行なっていく必要がある。

5.1.3 2020 年以降の消費電力の予測から考えた交換サイクルのあるべき姿について

2020 年以降の消費電力の推移と予測から考えた交換サイクルのあるべき姿を考察する。代表的な施設用照明器具（40W 2 灯用）の消費電力の推移と今後の予測を図 5.1.10 に示す。



(a) 施設用照明器具の消費電力推移 (予測⁵⁾を含む)



(b) 2008 年度末および 2020 年度末のストック台数構成 (年度別と合計)

図 5.1.10 施設用照明器具の消費電力推移とストック台数の変化

図 5.1.10(a)から、今後もこれまでと同様に 10 年間で約 20%のスピードで消費電力の削減が進んでいくと予想される。従って、ストックベースで施設用照明器具のエネルギー消費量を着実に削減していくためには、少なくとも 2030 年まで平均 10 年以下(平均出荷(交換)台数約 33 百万台)のスピードで照明器具の交換を進めていくことが望ましいと考える。「省エネ面で陳腐化した照明器具は社会的な寿命にきている」と考えれば、施設用照明器具の「社会的な寿命は 10 年」と考えることができると思われる。

なお、図 5.1.10(b)に消費電力の削減のステップと連動させて、2008 年度末及び 2020 年度末におけるストック台数構成を模式的に図示した。成行きベースでは 2020 年に 2007 年以前の照明器具が 54%も占めており、その内磁気回路式が 29%と半数以上を占めている。

長期使用照明器具の交換が進んで平均使用年数が10年まで短縮すると2007年までの照明器具の構成は6%まで減少し、その内磁気回路式が2%まで減らすことが見込める（合計では6%）。

5.1.4 環境負荷（省エネ、CO₂削減）の面からみた適正交換時期のまとめ

低炭素社会実現に向け、施設用照明器具のCO₂排出量削減目標を25%削減（2020年/1990年比）に設定し、適正交換時期を試算検討した。その結果は下記の通り。

- (1) 2020年の目標1990年比25%削減を達成するには、ストックをすべてインバータ制御機能付き蛍光灯器具又は、LED照明器具に改修する必要があるが、平均使用年数が1年（すなわち全ストック台数約3億台を1年で交換すること）になり現実には実施できない。
- (2) 照明器具は物理的な劣化の見地から8～10年が適正な交換時期とされており、「**省エネの面から照明器具の適正交換時期は10年以下とする**」ことを提案する。この場合、2020年に1990年比で19%の削減が見込まれる。なお、2008年度末の磁気回路式器具ストック1.9億台を2020年までにゼロ化する必要がある。
- (3) 2020年までに平均10年で交換を進めるために今後予想される出荷台数を2倍程度まで増やす必要がある。このためには10年以上経過している照明器具の交換にインセンティブを付けるなど行政面での支援策も必要であろう。
- (4) 目標の25%との差の6%を埋めるためには、ハード面ではLED器具の更なる高効率化や、ソフト面ではタスク&アンビエント照明の採用など照明設計手法の活用を積極的に行なっていく必要がある。

今後10年間で磁気回路式蛍光灯器具1.9億台を一掃し（最新の制御機能付きHfインバータ式蛍光灯器具及びLED照明器具にリニューアルし）、施設用照明器具の交換を10年以下に短縮するための施策を進めることが重要である。

5.2 社会的リスク

本節では社会的リスク（製品安全リスク）の視点による適正交換時期の検証¹⁴⁾を行なう。

製品安全に関する消費者の意識が大きく変化しており、特に長期使用製品の重大製品事故発生リスクに関する関心が高くなってきている。重大製品事故発生を防止・抑制するために平成19年5月に消費生活用製品安全法が改正施行（重大製品事故報告の義務化）され、更に平成21年4月には長期使用による経年劣化事故を未然防止するため長期使用製品安全点検制度と長期使用製品安全表示制度が施行された。

ここでは経年劣化に伴う製品事故情報をもとに寿命の要因と関連付けて寿命末期時の現象を材料・部品面から考察し、リスクを減らすための適正交換時期について検証を行なう。

5.2.1 照明器具の物理的劣化に伴う寿命について

安定器の平均寿命は、JIS C 8108:1991の解説によれば、標準条件（電源電圧が定格値、

安定器の周囲温度が 40℃以下、ランプ電流が定格値を著しく超過しないで安定器の巻線温度が 120℃以下に保たれること）で使用された場合は 8～10 年間としている。また、社団法人日本照明器具工業会では、ガイド 111-1994「建築物等に施設する照明器具の耐用年限」にて、屋内で使用する公共施設用照明器具を対象として一般的な使用条件（定格電圧、常温、常湿、使用時間：10 時間／日、大きな振動・衝撃のないこと）において適切な保全がなされた場合の耐用年限について述べている。ガイドによると適正交換時期を 8～10 年、耐用の限度を 15 年と推奨している。

ガイド 111-1994 では電気絶縁物の劣化等による故障発生による都度交換の費用と、一斉交換による交換費用を比較し、経済的な側面を適正交換時期を判断する要素の一つとしている。

5.2.2 寿命末期時のリスクについての分析

照明器具の寿命による事故情報分析結果を表 5.2.1 に示す。ここでは、独立行政法人 製品評価技術基盤機構（以下 nite と略す）の生活安全分野の事故情報の検索（<http://www.jiko.nite.go.jp/php/jiko/search/index.php>）を用いて「照明器具」「安定器」「経年劣化」で検索(2009 年 12 月実施)し、照明器具に関する経年劣化事故 30 件のデータを分析した。(2007 年 5 月～2009 年 11 月実績)

表 5.2.1 照明器具の経年劣化事故の要因別一覧（件数）

	磁気回路式安定器の銅線被覆の絶縁劣化	磁気回路式安定器の力率改善コンデンサの液漏れ	電子安定器の電解コンデンサの圧力弁動作	電子安定器のはんだクラック	器具内・外配線	ソケット	合計
施設用	6	3	1	1	1	0	12
住宅用	5	0	5	1	2	0	13
不明	3	0	1	0	0	1	5
合計	14	3	7	2	3	1	30

表 5.2.1 に示すように、磁気回路式安定器の銅線被覆の絶縁劣化では住宅用、施設用に
関係なく事故が発生している。力率改善コンデンサについては住宅用では使用が限られて
いるため施設用照明器具からの発生のみとなっている。この安定器の銅線被覆の絶縁劣化
と力率改善コンデンサの液漏れが磁気回路式安定器を搭載した照明器具の寿命末期におけ
る代表的な事故と見ることが出来る。また、電子安定器を搭載したインバータ式蛍光灯器
具の事故では電子安定器に内蔵された電解コンデンサの圧力弁動作と電子安定器のプリン
ト配線基板に部品を接続させるためのはんだ付け部分のクラックが代表的な事故とみなせ
る。

表 5.2.1 の 30 件の経年劣化事故を、製品の使用期間と経年劣化事故発生の関係で示すと
図 5.2.1 のようになる。図 5.2.1 から、経年劣化による発煙・発火事故は 10 年から 15 年
にかけて大幅に増加し、10 年から 15 年にかけて寿命に至ることがわかる。なお、15 年以
降の発生件数が減少しているのは 15 年から 16 年で器具交換が行われている事^④から、15
年以降は市場で使用される器具母数が減少しているためと考えられる。

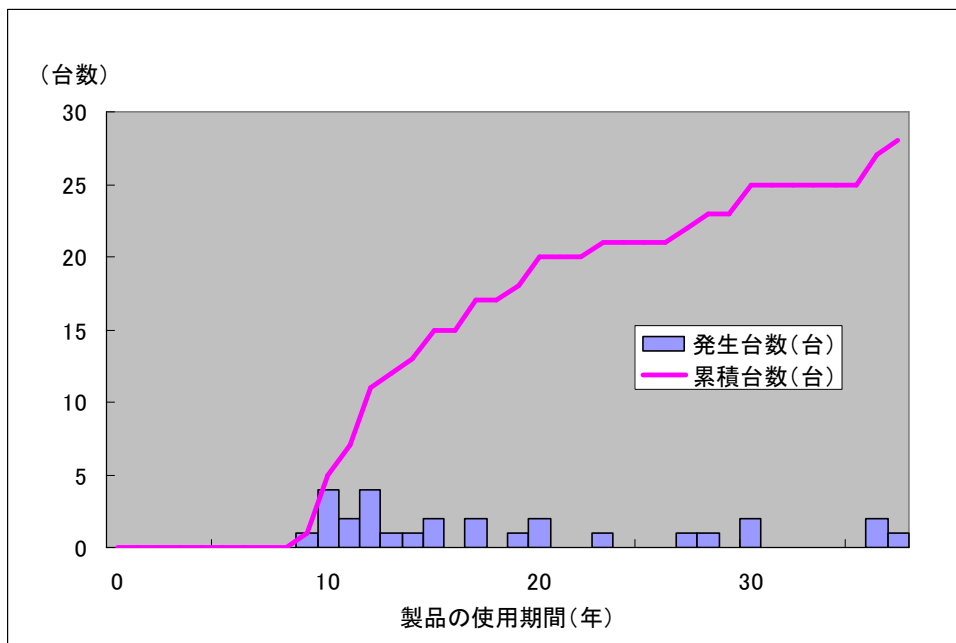


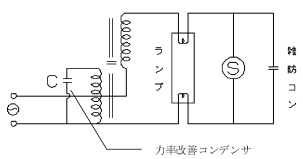
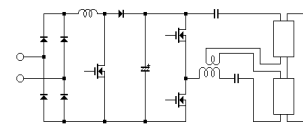
図 5.2.1 事故情報分析結果（経年劣化事故発生推移）

図 5.2.1 が全ての製品の経年劣化傾向を表しているとは言えないが、経年劣化事故のリスクを減らすには、図 5.2.1 を参照して 10 年以下の交換が望ましいものと考えられる。

5.2.3 磁気回路式安定器と電子安定器の経年劣化時の事故要因別のリスクについて

表 5.2.1 に示す事故要因について主要因を考察し、安定器別にリスクをまとめた結果を表 5.2.2 に示す。詳細は、関連情報編 5.1 章の考察結果を参照願いたい。

表 5.2.2 安定器の方式による経年劣化による事故発生リスク（まとめ）

安定器の方式	経年劣化部品	経年劣化による事故のメカニズム	事故現象	経年劣化による事故発生時のリスク	件数	リスク件数
磁気回路式安定器  スタータ形安定器回路例	巻線部分の銅線の被覆	絶縁劣化による絶縁破壊と循環電流で急速に発熱拡大	発煙・発火	巻線からの発煙・発火	14	17
	力率改善コンデンサ	誘電体の絶縁劣化・絶縁破壊で電極の一部が蒸発し発生したガスで内圧が上昇	内部ガス噴出による液漏れ（発煙）	保護構造なし 金属ケース破損（液漏れ）	3	
電子安定器  蛍光灯電子安定器回路例 （概念図）	電解コンデンサ	電解液の飛散と損失増加による発熱で内部蒸気圧が増加。安全弁が動作する。	電解液の蒸気の蒸気漏れ（発煙と誤認）	発生蒸気が発火温度より低く拡大被害の可能性は低い（注）	(7)	2
	はんだ接合部（プリント配線基板）	熱疲労による半田クラック	発煙	安定器設計上電解コンデンサ寿命以上の寿命確保によりリスク回避可能	2	

（注）経済産業省の製品安全小委員会の重大製品事故状況報告¹²⁾によると、「経年劣化による電子安定器の電解コンデンサの蒸気の噴出は、圧力弁の作動時の温度が電解液の発火温度より低いいため拡大被害に至る可能性が低いと考えられる」と報告されており、リスクは高くないと判断できる。

関連情報編の 5.1 章で述べているように、磁気回路式安定器と力率改善コンデンサは寿命末期の現象を設計段階でコントロールする事が困難であり、いずれも安全に終息する前に発煙・破損等の現象が発生するリスクが残る。電子安定器は設計段階での寿命末期現象のコントロールが容易で、しっかり設計されたものであれば安全に終息できるものと考えられる。なお、表中の「件数」とは nite の経年劣化事故報告件数をいう。

表 5.2.2 に示す「リスク件数」は同じレベルのリスクがある件数を記載している。磁気回路式安定器は 17 件、電子安定器は 2 件と考えられる。このように、現在市場で使用されている磁気回路式安定器は発煙・発火事故リスクが電子安定器に比べ高いと言わざるを得ない。交換されずに使用を続けている磁気回路式蛍光灯器具を電子安定器使用のインバータ式蛍光灯器具に交換する事により、経年劣化による発煙・発火事故リスクは大幅に減少するものと考えられる。磁気回路式のリスク件数 17 件の内、施設用は 7 件（発生年数不明の 2 件を除く）、年平均では 2.7 件/年の発生。磁気回路式器具の残存数 1.9 億台（図 5.2.2）から計算した発生率は 0.014ppm であるが、10 年超（残存数 1.0 億台、発生数 2.7 台/年）の発生率は 0.027ppm、20 年超（残存数 0.1 億台、発生数 1.5 台/年）では発生率 0.15ppm とリスクが 1 桁増加する。すなわち古い安定器ほどリスクが高くなるといえる。（「関連情報」5.1.1 表 5.1.3 参照）

なお、経年劣化による重大製品事故として問題とすべき発生率は、長期使用製品安全点検制度では 1ppm（年間発生件数/市場台数）、長期使用製品安全表示制度では発生件数が 5 件/年となっている。

5.2.4 リスクを軽減するための方策と適正交換時期について

前項の結果をもとに適正交換時期について考察する。2008 年度末における蛍光灯器具のストック台数は図 5.2.2（図 5.1.5 の再掲（抜粋））のように推定される。

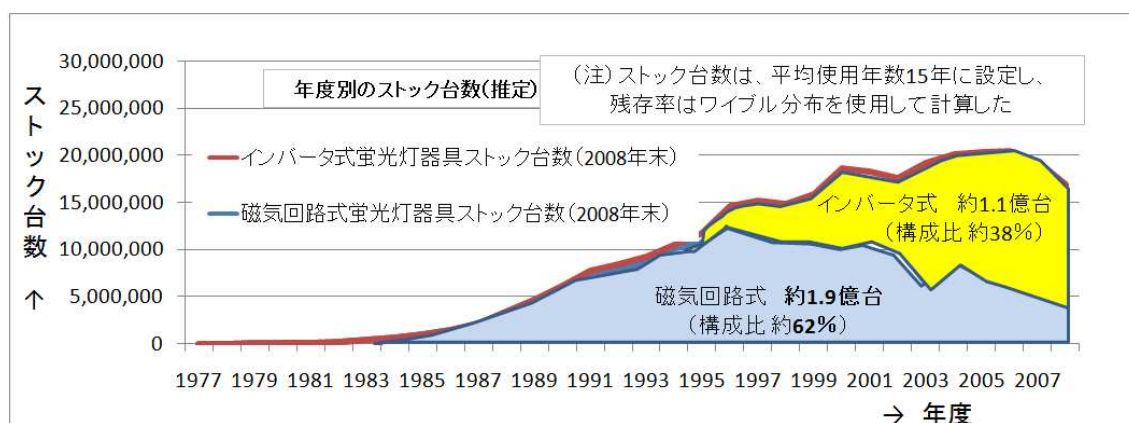


図 5.2.2 2008 年度末における施設用蛍光灯器具のストック台数（推定）

図 5.2.2 から、リスクが相対的に高い磁気回路式安定器使用の蛍光灯器具約 1.9 億台の内、2008 年度末において 10 年以上経過（1999 年度出荷以前）の器具は約 1.0 億台、15 年以上経過（1994 年度出荷以前）の器具は約 45 百万台が市場で使用されていると推測される。10 年以上経過している器具のストック 1.0 億台は、2009 年度実績見込み出荷台数 14.4 百万台の約 7 年分の規模に相当し、古い器具ほどリスクが高くなることから、速やかな交換が求められる。

これまで適正交換時期は故障と経済的な側面から 8 年~10 年と推奨されてきたが、更に経年劣化に伴う重大製品事故という社会的なリスク軽減の視点からも適正交換を 10 年以下とすることが有効と考えられる。

5.3 照明環境

本節では照明環境（設計）に対する要求（快適な照明環境の維持提供の為）における適正交換時期を論ずる。

5.3.1 清掃による省エネ効果とその必要性の再認識¹³⁾

従来、照明器具は使用に伴い反射板やランプの汚れで反射率が低下するため本来の器具性能を維持する為に定期的に清掃することをすすめてきた。また、照明設計時にもちいられる保守率は 1 年に 1 回程度の清掃を前提として設定された値であることは良く知られている。しかし、過去のアンケート調査でも定期的な清掃が行われている割合は 3 割程度¹⁴⁾であり、照明器具の清掃が積極的に行われているとは言いがたいのが実情のようだ。

もし反射板などの清掃が長年行われずに（例えば 10 年）、ランプ交換のみが行われた場合は照明器具の明るさは 20%以上も低下した状態になり、から拭き程度の清掃では殆ど快復しないとの調査結果もあり、5%程度の省エネを実現するのに苦勞している状況からするとやはり矛盾している状況と言える。特に明るさセンサによる初期照度補正などの省エネ制御をかけている照明器具では器具の汚れによる照度低下に対してはランプ出力を上げた状態で（反省エネ）で点灯するため、ランプを交換しただけでは十分な省エネ効果は期待できない。

調査によれば 10 年以上清掃されていない照明器具もメーカーが推奨する中性洗剤などを使った清掃を実施すれば反射率は 2~5%低下程度までは復活することもわかっており快適な照明環境の維持提供及び資源やエネルギーの有効活用の観点からもあらためて定期清掃の必要性を強く訴えて、その実施を積極的にすすめていく必要がある。現実、長期に渡って清掃がされていない施設で本格的清掃を実施しようとすると、養生の上、足場を組んで照明器具を取り外しての大掛かりな対応が必要とされている。

ここで、省資源の観点から異論があることを恐れずにあえて提案するとすれば、このような場合、費用や省エネと快適照明環境の提供などの面から総合的に判断して省エネ器具や省エネ安定器への交換を検討する必要があると考えられる。

5.3.2 新技術導入や照明ソフト活用による省エネ効果について

世の中の他の技術同様照明器具に関する技術も日進月歩である。特に電子安定器は勿論のこと、話題に事欠かない LED 照明器具に代表されるような電子応用技術の発達が目覚ましいものがある。さらに照明関係では電子回路技術とセンサ技術を組合せた技術も発達しており明るさセンサを利用した外光利用技術、目的とする空間の明るさを一定に保つシステムへの応用、人体を感知して人のいる時だけ照明を点灯する仕組みなど、快適性や省エ

ネへの貢献技術として盛んに応用されている。その他、化学分野でも従来より高い反射率の反射板を実現する表面処理技術や材料の開発など枚挙に暇が無い。

一方、ハード面だけでなくソフト面でも空間全体を均一に明るくする照明手法から必要な部分の照度（タスク＝T）と全般照明照度（アンビエント＝A）を分けて考え必要に応じた組合せで照明計画をすることで総合的に省エネを図るような照明手法もタスク＆アンビエント（T&A）の名称で導入が検討され始めている。また、実照度より感覚的な明るさ感が必要な空間での照明計画の手法として従来数値化が難しかった明るさ感を数値化することで客観性を持たせて、照度が低くても必要な明るさ感を確保することで実質省エネを目指すような照明手法も活用されは始めている。

何れも過去から提唱されて来たものの具体的な活用が進まなかったこの様なソフト技術も省エネへの社会的要求に強く後押しされてハードだけでは実現が難しい高いハードルへの挑戦を大きく支援することが期待されている。急速な技術革新の進む中で、照明でもハードは勿論ソフト面での様々な進化をより早く世の中に提供し、ユーザーにも省エネ面や快適性でのメリットを享受して頂くことは照明に関わる業界全体の社会的使命と考える。

適正照明環境上の問題から具体的な照明器具の適正交換時期を試算することは出来ないが10年以上も使用され続けた照明器具及びその照明環境は機能的、環境性能的な観点から「社会的寿命」¹⁵⁾が来ていると判断しても良いのではないだろうか。

5.4 まとめ

新たな視点である、環境負荷（省エネ、CO₂削減）、社会的リスク、および照明環境に対する要求の3つの側面から適正交換時期の検証を行なった。結果を下記に示す。

- (1) 環境負荷の面から現状15~16年の交換サイクルを10年以下とすること、即ち、適正交換時期を10年以下とする必要がある。10年以上使用した照明器具は最新の器具に交換することが望ましい。
- (2) 社会的リスクのひとつである経年劣化による照明器具の重大事故リスクを軽減するためには適正交換時期を10年以下とすることが望ましく、特に磁気回路式安定器を使用した蛍光灯器具の交換を促進する必要がある。
- (3) 照明環境の視点から定量的な試算は出来ないが、10年以上使用され続けた照明器具及びその照明環境は機能的、環境性能的な観点から「社会的寿命」¹⁵⁾が来ていると考える。

以上の3つの側面から、「施設用蛍光灯器具の適正交換期間は10年以下」とすることが適当である。10年経過した照明器具を優先的に交換し、2020年までに10年を超えた照明器具が市場から一掃されることが望ましいと言える。これにより2020年に1990年比で約19%の省エネが期待できる。なお、この場合、成行きベースの2倍のスピードで既設の照明器具を交換していく必要があり、なんらかのインセンティブ施策が必要と考える。また、省エネ目標25%を達成するには、適正交換時期を10年以下とすることに加えて、ハード面

ではLED器具の更なる高効率化を、ソフト面ではタスク&アンビエント照明の採用など照明設計手法の活用を積極的に行なっていく必要がある。

【参考文献】

- (1)JIS C 8108:1991 解説.
- (2)日本照明器具工業会：ガイド 111-1994 建築物等に施設する照明器具の耐用年限.
- (3)寺山一郎：安定器の寿命，照学誌，85-7，p.757(2001).
- (4)湯原恒平：省エネの面から見た照明器具の適正交換時期の検証，照学誌，94-9 pp.610-615(2010).
- (5)日本照明器具工業会：照明器具業界の新成長戦略，2010年5月.
- (6)日本照明器具工業会，省エネルギーセンター
：照明器具更新に関する実態調査報告書，平成20年6月.
- (7)脇清隆：LCAによる照明器具の環境負荷評価，電気設備学会誌，Vol.22，No1，pp.34-36(2002).
- (8)JIS C 8105-1:2010 解説
- (9)伊香賀俊治，村上周三，加藤信介，白石靖幸：我が国の建築関連CO₂排出量の2050年までの予測，日本建築学会計画系論文集 No.535，pp.53-58，2000年9月.
- (10)（社）日本照明器具工業会：照明器具リニューアルのすすめ，2009年8月.
- (11)武田哲史：磁気回路式安定器と電子安定器の寿命末期のリスクについて，照学誌，94-9，pp.620-625(2010).
- (12)経済産業省第15回製品安全小委員会：平成21年度重大製品事故報告・公表制度の施行状況について，p.14，pp.27-28(2009).
- (13)松川一行：長期使用による照明特性劣化についての調査報告，照学誌，94-9，pp.626-629(2010).
- (14)照明普及会：事業委員会報告『ビルディング照明の実態調査』，照学誌，59-2(1975).
- (15)渡邊 忍：耐用年数，寿命に関する実態と変革への提言，照学誌，94-9，pp.616-619(2010).

6. 適正交換を進める上での課題と施策

6.1 更新・交換の実態

6.1.1 更新検討のきっかけと課題

3.1 章の「耐用年数・寿命の考え方」に記述したように、老朽化による機器交換を主眼とした物理的寿命から省エネ効果等も期待した経済的寿命、さらに環境性等を総合的に検証した上での社会的寿命へと交換のきっかけとなる要因が変化しつつある。

また、個々の機器ではなく、建物全体としての最新リニューアル事例を通してその動向を探ると、次のような分類と課題が見えて来る。

(1) 建物リニューアルの動機

① ライフサイクルに基づくリニューアル

単純な老朽化更新ではなく、建物に付随した仕上げ材や各種機器のライフサイクルを考慮した上、先送りすべきもの、前倒しすべきもの等を総合的に判断し、道連れ工事の発生を最小限として計画する。

② 環境改善・情報化対応リニューアル

入居者ニーズに合致した室内環境の改善を主目的としたもので、水廻りの内装改修やリフレッシュルームの新設、喫煙室の新設、OA 機器の増大による電源容量補強や空調容量補強等が代表的ものである。

③ 省エネ化（CO₂削減）リニューアル

機器の老朽化はエネルギー効率の低下でもあり、高効率機器への更新を行い、省エネ化を図るきっかけとなる。

また、地球温暖化対策推進のため、「エネルギー消費が大幅に増加している業務・家庭部門の省エネ対策の強化・拡大が必須」との判断から、オフィス、コンビニ等や住宅・建築物に係る省エネ法を改正したことも追い風となっている。

特記すべき事としては、業務部門等に係る措置の強化⇒1,500KL 以上使用する事業者単位での規制に変更。住宅・建築物に係る措置の強化⇒特定建築物の対象を 300 m²クラスから拡大されたことである。この改正省エネ法は、2008 年 5 月 30 日に公布され、2009 年 4 月 1 日から 2010 年 4 月 1 日にかけて 2 段階の施行となった。施行に伴い、対象となる事業所が有意義な CO₂削減計画を申請した場合、助成金を支給する制度もできている。

④ 防災・防犯・災害対策リニューアル

阪神淡路の大震災を契機に防災拠点整備が促進され、ニューヨーク世界貿易センタービルのテロ事件により、セキュリティ計画の見直しが各政府機関や企業で実施された。日本の安全神話も過去のものとなり新設、既設ビルを問わず防犯、防災に対する重み付けが増している。

⑤ 耐震補強に伴う全面リニューアル

建築基準法により、1981 年に新しい耐震基準が施行され、耐震補強工事が実施されるようになった。耐震補強は主要構造物を強化するため、大規模なリニューアル工事となり、

道連れ工事として各種設備の交換を伴う場合が多い。

⑥ 電源・熱源リニューアル

電算センターや放送局、高度な研究機関などで停電等によるリスク回避のため、より信頼性の高いシステムに更新するケースがある。非常用発電機の増量やUPSの冗長性更新、瞬低対策機器の導入、熱源の分散化などがある。

⑦ 入居者移転等によるリニューアル

入居者移転や配置換えによる改修工事は、本来リフォーム工事に分類されるものであるが、1フロア以上の移動がある場合、事業運営者としては、この機会を利用して、全面リニューアルを実行する場合がある。

(2) 更新計画のマスタープランと照明器具交換の関係

ここでは建物全体の更新計画と照明器具交換との関係を探ることにする。
まず、リニューアルの目的を明確にし、項目を整理した上で施工条件を整備して予算を提示し、工事範囲の設定を行う。このプロセスを、図 6.1.1 に示す。

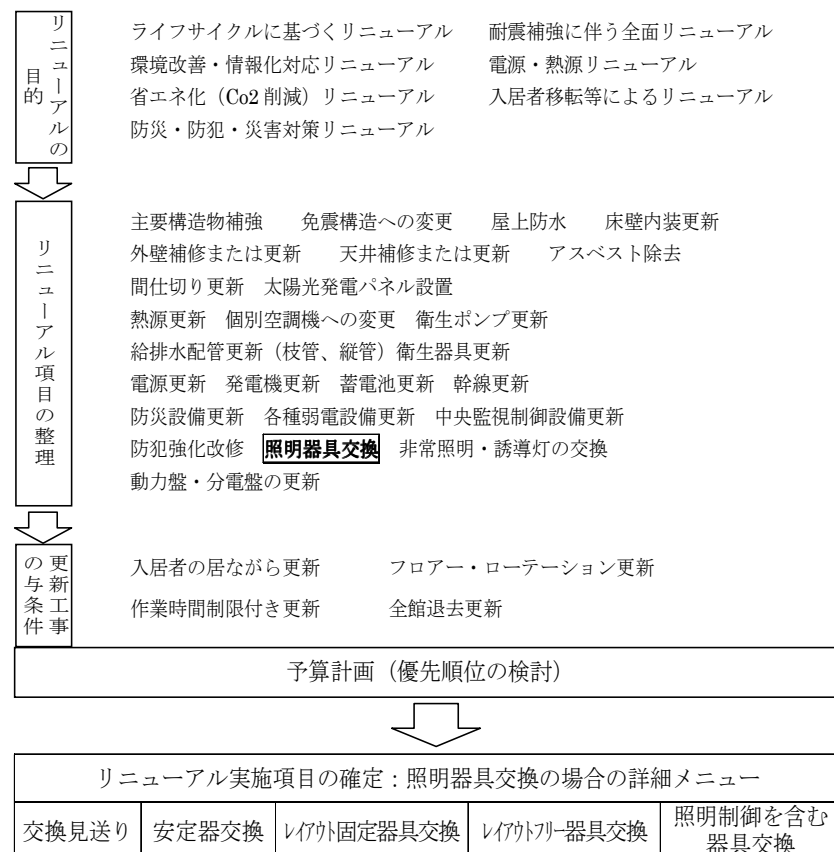


図 6.1.1 建物の更新計画プロセス

(3) 照明器具交換計画の重み付け

建物全体の保全計画の中で、施主（事業主）、運営・管理者としては、設計者や施工者・製造者の意見を参考に更新すべきアイテムの重み付けを行う。

照明器具交換は、常に計画の俎上に掲げられるが先送りされてしまう場合もある。

① 先送りの要因

- a) 事後保全で部分交換でも重大事故や業務への支障が少ない。
- b) 各部屋の使用状況によって、老朽化のバラツキが大きい。
- c) 実態としての交換時期と施主側の期待寿命に対して、適正交換時期との乖離が明確に解説できていない。
- d) 誘導灯のように法的基準・指導がない。

② 必須となる要因

- a) 個別空調等の改修にあわせて天井改修が実施され、この機会を逃すと照明器具の一斉交換のチャンスが遠のくと判断した場合。
- b) 業務環境として、照度やグレア等に対して入居者からの問題提起があった場合。
- c) 事業主が CO₂削減に対して、社会的使命感を強く認識している場合。
- d) 商業施設の売り場改善や事務所ビルの入居者確保のため、照明器具交換が重要な課題と判断された場合。

(4) 今後の課題

このように照明器具本体の寿命の3大要因に係らず、建物の付加価値を向上させる目的で行われるリニューアル工事やリフォーム工事では、照明器具交換は「道連れ工事」として実施される場合が多い。

逆に、照明器具交換が主目的の場合は、天井材の改修が行われないレイアウト固定型の器具交換となる場合が多いため、リニューアル対応器具の開発が期待されている。また、更新計画が社会的にも、序々に変化しているにも係らず、代表的な蛍光灯である下面開放型 FLR40W×2 と FHF32W×2 でさえ同じように扱われていることは問題であり、啓発活動も含めて今後の課題である。

参考資料として、今までの実績ベースで作成されている建築保全センター資料（平成17年度）を表6.1.1として添付する。

表 6.1.1 建築保全センター資料

名 称	建設・修繕・更新内容	建設費用 (円)	単位	使用 年数 (年)	法定 耐用 年数 (年)	計画 更新 年数 (年)	修繕 周期 (年)	修繕・更新 係数 (1回当りの係数)	修繕・更新 費用 (使用年数 当りの費用)
照明器具 蛍光灯 埋込・下面開放 FLR 40W×2	建設	15,100	円	65	15				
	修繕	1. 定常修繕(ランプ交換)	円				5	0.020	3,020
		2. 部分修繕(安定器交換)					10	0.300	18,100
	更新	3. 更新	円			20		0.886	26,800
		4. 撤去・処分						0.109	3,290
照明器具 蛍光灯 埋込・下面開放 FHF 32W×2	建設	17,800	円	65	15				
	修繕	1. 定常修繕(ランプ交換)	円				5	0.050	8,910
		2. 部分修繕(安定器交換)					10	0.200	14,300
	更新	3. 更新	円			20		0.904	32,200
		4. 撤去・処分						0.080	2,850

【参考文献】

- (1) 箕浦秀夫:リニューアル計画の留意点と最新動向,電気設備学会誌,28-9,(2008).

6.1.2 照明器具交換方法の実態と問題点

具体的な器具交換方法と効果及び問題点について以下にまとめてみた。

蛍光灯器具の交換に当たっては予算や目的に応じて幾つかの段階があると思われる。その段階を最も最も理想的なレベル(1)と最も簡便なレベル(3)及びその中間的レベル(2)の3段階とした場合にその効果と方法について概要を解説する。

以下で説明する器具交換の3つの手法についてその概念比較を表6.1.1に示す。

表 6.1.1 器具交換手法と費用と省エネ効果、快適性及び廃材量の概念比較

手法	交換方法	工事費用	機器費用	省エネ効果	快適性	廃材量	問題点その他	適用比率(現状推定)
(1)	最適設計で全面交換 (最新機器で配置も変更)	大	大	大	大	大	工事中の施設一時閉鎖 などが必要 照明と内装廃材処理	20%
(2)	現状位置で最新機器に交換 (取付穴、電源、取付方法流用)	中	中	中	中	中	工期は 比較的短くて済む 照明廃材処理	70%
(3)	電気部品一式を最新式に交換 (磁気回路式は電子式へ変更)	中	小	小	小	小	交換に合わせて 反射板等の清掃必要 部分更新も可能	10%

(1) 照明器具撤去、天井も撤去又は改修して最も合理的な照明設備（計画）に変更

この方法は、最も理想的な方法で新築の場合と同様に合理的でその空間や用途に最適な照明方式を採用する事で省エネ効果も場合によっては50%以上が期待できる。

しかし、照明器具のほかに天井などの内装部材の廃材が出ることと、この様な改修ではその施設は工事期間中使用できないため業務への影響なども出てくる為、直接費用以外の費用についても検討が必要となってくる。

なお、詳細の照明設計の事例や手法は別途報告されている文献¹⁾や本報告書関連情報編2章に詳細の説明を譲るが、ランプや安定器などの省エネ機器の採用は当然だが、今後はそれらを適正なセンサや制御装置と組合せた機器もしくはシステムの採用がより進んだ省エネの実現や快適な照明環境の実現に不可欠となってきた。

その事例として表6.1.2に制御方式の種別とその省エネ効果の比較を示す。

表 6.1.2 照明制御方式別の省エネ効果の事例

No.	照明制御方式名称	具体的制御方法の例	省エネ率参考値
1	昼光利用	明るさセンサと明るさ制御装置の組合せ	10%
2	初期照度補正	点灯時間累積タイマと明るさ制御装置の組合せ	15%
3	ひと（熱線）センサ	人感センサと明るさ制御装置の組合せ	20%
4	スケジュール	スケジュールタイマと明るさ制御装置の組合せ	10%

例えば、20年前の既存設備(ラピッドスタート方式蛍光灯器具)の場合は電子式安定器と高周波点灯専用蛍光ランプ(Hf 蛍光灯)の組合せ設備に変更するだけでも、条件によるが25%程度の省エネルギーができる。

更に、これに表6.1.2に示すような制御を組合せて使用することで、表に示す省エネ率が加算され効果的に組合せれば、最大では50%以上の省エネルギーも実現できる。

(2) 照明器具は撤去するが既存の取付け部分（開口部）に合理的な照明器具を設置

この方法も現実には良く利用されている方法で、後述する(3)の次に費用も抑えることが出来る、特に埋め込み形器具の場合、現状の開口寸法に合う器具の選定が条件となるため現状のメーカーの品揃えでは機種選択に制限が出てしまう事もありうる。

但し、(3)の部品の交換と違って器具一式交換することから、明るさセンサや人感センサなどを組込んだ器具一体で合理的に設計された機器を採用できることから(3)に比べると省エネ効果は高く 30～40%程度の省エネ効果が期待できる。

なお、(3)の電気部品のみを交換する方式と器具を全て交換する方式の中間的な方式として電気部品と長年の使用で反射率の低下した反射板をより最新技術で反射率を向上させた様なものに交換して更に照明性能を向上させるような交換方式もメーカーから提案されている。(図 6.1.1 参照)

この方式では、既存器具をそっくり取替える場合に比べて廃材を少なくすることが出来るメリットがあり、電気部品のみ交換に比べ幾分かの照明性能の向上も期待でき、今後活用していくべき手法の一つと考える。

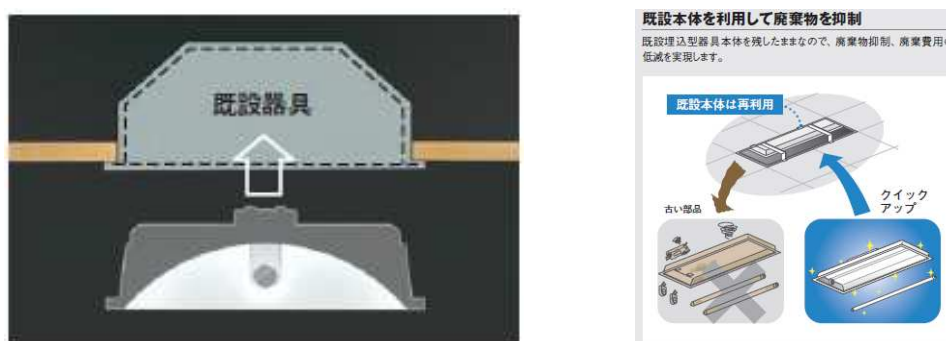


図 6.1.1 既設器具の開口部寸法に合わせた器具や既存器具の本体などを流用するリニューアル用照明器具の概念図

(3) 照明器具の筐体はそのまま安定器他電気部品を合理的なものに取替え

一般的に複数設置された器具の中で不点が起きてランプを交換しても点灯しないような場合には安定器その他の電気部品を点検して不具合部品を交換される方法が取られているがこの場合通常は、もと付いていた同等品の部品と交換される事が多い、しかし例えば磁気回路式安定器が付いていた器具で同じ磁気回路式安定器に取替えたのでは省エネ化は実現できないのでメーカーなり専門家に相談して電子式安定器と高周波点灯専用の省エネ型ランプに交換することが必要である。

但し、この場合資格を持った専門家の手でメーカーが保障する安定器の他ランプソケットや端子台、電線も含めた電気部品一式セットで交換することで電氣的性能と安全性を担保することが不可欠となる。

また、この場合交換された後の器具についての性能や安全に対する保障は交換した業者やメーカーと良く話し合い整合しておくことも忘れてはならない。

このレベルでは台数の変更や器具の筐体は交換しないことから、反射板の性能アップや場合によってはランプの光束アップで得られる器具灯数の削減などによる省エネ効果は期待できないため省エネ貢献レベルは 15～25%程度⁹⁾と予測される。

大幅な省エネ効果は期待できないものの、器具や内装部材の撤去もしないことから廃棄する部材も少なく資源の有効利用にもなる。

費用については器具の構造や電気部品の交換手順によって左右されるので見積もりなどによる事前検討が必要である。

特に構造上比較的電気部品の交換しやすいシステム天井照明器具の場合には良く利用されている方式のようだ。

但し、この方法は現時点としては当面の延命措置としての暫定的な方法と考えるべきで次期改修では合理的な照明計画に改修して大幅省エネを目指して欲しいところである。

図 6.1.2 に電子式安定器とソケット、端子台など電気部品が結線されたリニューアル用電気部品セットの例を示す。



図 6.1.2 電子式安定器とソケット、端子台など電気部品が結線されたリニューアル用電気部品セットの例

(4) 器具交換に関する問題点のまとめ

表 6.1.1 に、各交換手法別の現状での推定適用（採用）比率を示した、あくまで推定ではあるが現状では、器具交換をする場合個別の不点灯などへの対応では(3)の部品交換の方式が採用されるケースが基本と推測されるが比率としては限定的と考えられる。

一方、不点灯器具の増加や省エネへの対応をきっかけとして一斉交換が検討されその場合に、在来天井の場合は(2)の現状位置での器具の取替え、システム天井などが採用されている大規模施設では、(3)の省エネタイプの電気部品への交換が検討されるケースが多いようだ。

省エネ効果面から考えた時には、その施設の用途や空間に最も適した最適の照明設計に基づく照明器具への前面取替えで(3)のケースへの交換が最も理想的と言えるが、最も多くのインシャルコストが必要なことも事実である。

上記のような問題から実際問題、中小の施設も多く全ての施設を考えた時は(2)の器具交換の手法が最も多いと考えられる為、その省エネ効果は限定的ならざるを得ない。

しかし当面交換が優先されるべき効率の低い磁気回路式蛍光灯器具の台数は、非住宅(施設分野) 蛍光灯器具だけでも 1.9 億台と推定されておりその数は膨大である。²⁾

ただし、今後器具交換が大量に行われるようになると、撤去された既存器具が大量に廃

棄されることが予想される。

さらには 4.1 章でも述べているように電気部品は交換時期に来てとして、まだまだ使える照明器具筐体部分を破棄することと合わせて省資源の面でも今後大きな問題となる事が予想される。

よって、省エネ効果面、電気部品の交換の面倒さや交換後の品質保証の問題など法規上の問題も含め解決すべき課題は多いが今後議論を進め、技術開発や法整備など対応できる体制の構築が必要と考える。

しかし、現時点ではこれが現実であり照明器具交換がもたらす省エネ効果はこの実情を踏まえた試算にならざるを得ない。

照明学会としては、照明交換による省エネ効果をより効果的にするため器具交換に当たっては表 6.1.1 に示す(1)の最適設計による照明器具の全面交換の比率が増加する為の提言を続けていく必要がある。

この為には、その施設の用途や空間に照明環境面でも省エネ面でも最も適した照明設計の考え方やハードの紹介のほか、新しい照明ソフトの採用で大幅な省エネを実現できることも積極的に世に紹介していきたい。

【参考文献】

- (1)照明学会:環境負荷低減と豊かな光環境の両立にむけて,JIER-104(2009).
- (2)湯原恒平:省エネの面から見た照明器具の適性交換時期の検討,
照学誌,94-9,pp.610-615(2010).

6.2 適正交換 10 年を達成する為には

6.2.1 器具更新・交換が進まない要因と課題

照明器具の平均使用年数が平均 15 年と長く一向に既存器具の交換が進まない理由について本委員会では設計、施工、運営管理、工業会(電球及び器具メーカなど)、照明学会といった様々な立場や経験からその要因について意見を抽出し分類することでその問題点を明らかにすることを試みた。

課題の抽出や整理分析に当たっては、4 章で述べた「これまでの視点」と「新たな 3 つの視点」を切り口とすることとした。

様々な意見を基にその問題点や課題を抽出し「照明器具の交換が進まない」課題一覧としてまとめて表 6.2.1 に示す。

なお、課題一覧表をまとめるにあたっては、表 6.2.1 の(1)から(6)に示す要因項目毎にその要因を抽出し、要因分析図として整理作成して問題点を導き出した。

抽出、分析に当たっての資料は関連情報編 6 章を参照頂きたい。

「新たな 3 つの視点」の内、環境負荷については今後の課題として最も重要な要因と考えられることと、大きく「エネルギー面」と「省資源面」の 2 つの要因を含んでいると分析し要因項目としては 2 つに分けて表すこととした。

表 6.2.1 「照明器具の交換が進まない」課題一覧

No.	分類	要因項目名		課題の概要
(1)	新たな 3 つの視点	環境負荷	省資源面	・改修し難い器具構造(新旧互換性) ・改修を前提としない器具構成
(2)			エネルギー面	・照明改修の優先順位が低い ・照明は対策が進んでいる誤解
(3)		社会的リスク		・寿命末期のリスク認識不足 ・状態監視、事後保全的対応一般化
(4)		照明環境		・暗さへのなれ、点灯していれば満足 ・ランプさえ交換すれば新品同様
(5)	これまでの視点	経済性		・照明単独で省エネ効果が少ない ・器具交換では投資が改修できない
(6)		保全		・寿命 20 年の一般的認識(法規・基準) ・物理的、経済的寿命優先風潮、習慣

特性要因図に示す項目について「これまでの視点」から「新たな 3 つの視点」の順に要因項目別に以下に説明をする。

(1) 保全

照明器具の交換を考える上では、管理運営面での考え方を理解する必要があるがその最もベースにあるものが保全の考え方ではないだろうか、その実態について考察してみる。

照明器具は安定器の電気絶縁物の寿命が来ている様な状況でも取合えずランプが点灯している場合も多く、照明器具の寿命は外観からは判断しにくい。

受電設備や発電機あるいは空調設備などに比べ、照明器具の場合詳細な保守点検などの実施により機能維持及び延命を積極的にする意識は低いように思われる。

定期点検においても、ランプの不点灯以外の点検は目視や異音発生の確認程度で事前の

対処をする意識より、都度の個別機器対応が一般的となっているようだ。

但し、不点やプラスチックカバーの破損などの不具合発生時に場合には比較的交換部品の修理対応がし易いこともあってかカバーや安定器の交換などである程度延命が行われていることが伺える。

この様に、個別のメンテナンスで不良部品が交換されて器具が使用される続けること自体は問題ないが、その方法によっては下記２点の問題点が考えられる。

① 補修部品として従来同等性能の電気部品に交換される場合（特に安定器の場合）

例えば蛍光灯で省エネ性能を決定する主要部品である安定器が交換される場合には、品質保証の問題から、現状の安定器と同等性能の安定器（磁気回路式の場合は磁気回路式）に交換される事が基本であり、より省エネの進んだ電子安定器（インバータ式）への交換などは行われない為、省エネなどへの貢献は期待できない。

② 安定器のみが交換される場合

①の様なケースで、特に個別交換の様な場合は、蛍光灯器具に内蔵されているランプ以外の部品（安定器、ソケット、端子台、電線）などの内で、破損していなければ安定器のみが交換されるケースが多い。この場合安定器が交換されても、長期使用で同様に劣化が考えられる他の電気部品は交換されずに、悪くすると次の安定器の寿命まで、さらに劣化が進行しながら使い続けられる恐れもあるのが現実と推測される。

もう一つの問題点の要因は蛍光灯器具の点灯装置である安定器の主力となってきた従来型の磁気回路式安定器の寿命特性が与えて来た寿命にたいする印象があると考えられる。

詳細の説明は寿命を解説した多くの文献にそれを譲るとして、乱暴な表現をすれば磁気回路式の安定器は絶縁抵抗値や絶縁耐力など厳密には電気特性上の寿命が来ている様な状態になっても最後の最後のギリギリまでランプを点灯させているケースが多いと言われている。

その証拠に、メーカーには場合によっては不点灯などの原因調査で30年も40年も使用され続け、絶縁物や電解コンデンサの劣化などで電氣的に非常に危ない状態に至った照明器具が送られてくることもまれではないようだ。

特にリスク面では、特に既存照明器具にまだまだ多い磁気回路式安定器は寿命末期までランプを点灯させリスクを増大させながらも延命しているケースも多く、特に既存照明器具の60%以上を占めるとされる磁気回路式安定器搭載の照明器具の器具交換は早急な対策による器具交換が必要と考える。

先ずは、それぞれの企業や現場での、保全計画や交換・更新の基準やガイドの見直しをすすめる、保全現場で照明器具の適正交換の習慣化と意識改革が必要と考える。

根本的には、法基準や官公庁関係の営繕基準や運用の見直しが必要ではないだろうか、平行して行政の指導などの具体的活動につなげられることが望まれる。

(2) 経済性

保全の次に管理運営の基本となるのは運営管理コストの削減の要求に基づく経済性の問

題ではないだろうか、電気設備の管理運営面の中で照明器具の位置付けへの認識も重要な要素となる。

電気設備改修を行う場合、受変電設備（変圧器）や空調設備などエネルギー比率が大きく、よって省エネ効果も大きく投資回収が明確な分野から手が付けられていくのが一般的である。

一方照明は、設置台数も多く、種類も多く改修計画が煩雑な上に、回路数が多く複雑な為効果測定にも手間がかかることから敬遠されがちだと思われる。

さらには、投資回収（償却）が長くかかる傾向にあり単独での改修予算が付き難いとの意見が多く、改修のきっかけは他の設備改修の機会に通称「みちづれ工事」として改修が計画されることも多いようだ。

いずれにしても省エネ効果が高ければおのずと照明器具単独でも改修の優先順位は上げられると思われる。その為に更なる省エネ効果を出す為には最新のハードの活用だけでなく、まだまだ一般化されていない明るさ感指標の活用やタスク&アンビエント照明手法などソフト（照明環境や照明計画の考え方）を活用することも大変有効な手段ではないだろうか。

(3) 照明環境

前述の様に照明器具単独での改修要望は中々出にくいのが現実のようだ。

照明器具はその基本的性能を発揮する部分のランプに寿命があることは使用者に明確に認識されており消耗品としてランプの寿命が来て暗くなったり、点灯しなくなると新しいものに交換することは常識となっている。

しかしここが問題で照明器具はランプを新しい物に交換して同時に器具の清掃をすれば明るさも快復し、一見器具も新しくなった様に感じられることからランプは寿命があって交換することは広く認識されているものの器具にも寿命があって交換する必要があることの認識は薄いように感じられる。

勿論電気設備の管理、運営に携わる方々にはそんな誤解は無いかもしれないが、一般の方々にはその事が、器具にも寿命があることの印象を薄くしているのかもしれない。

現実、中小のオフィスビルでは露出型のグレア制御されていない照明器具も多く、古い時代に設計されたオフィスでは現在の照明基準にそぐわない照明環境のオフィスも多いのではないだろうか。

テナントの需要が減り競争が激化する中ではテナントや建物価値を上げることも重要な課題となってくることが容易に予想される。働く人やテナントなどのニーズを先取りして照明を含めた快適な環境を提供する事が必要な時代になってきていると考える。

(4) 社会的リスク

一般的に電気設備の寿命に対する認識は20年から30年と長く、電気設備はメンテナンスで部品交換や不具合部分を修理しながら使うとの認識が強いように感じられる。³⁾

ランプが点灯してさえいれば、器具は正常に使えとの誤解があり寿命に対する認識が

薄いのではないだろうか。

照明器具でも同様の考え方で認識されており他の厳密な定期点検などもされないことが多いこともあってか、他の電気設備よりやや短く認識しているケースも多いようだがそれでも寿命 20 年といったレベルが現状と推測される。

更には、官公庁の営繕基準でも寿命 20 年、法定耐用年数も 15 年であり、照明業界で提唱してきた 8 年から 10 年での器具交換との年数とは大きくかけ離れている。

これらの国及び関連団体などで基準となっている寿命などに関するデータは関連情報編 1 章を参照頂きたい。

いずれにしても、長期使用照明器具の寿命末期の安全性に対するリスク軽減の為に、現状照明器具で行われている事後交換（こわれた部分を補修する、状態監視から事後保全の考え方）から計画保全の考え方に変えていただく必要がある。

特に、寿命末期の安全上のリスクについては昨今様々な家電製品で取りざたされているように社会的な認識も高まり、メーカーだけでなく保安全管理する側にも重要な責任と義務が要求される状況になっており、本報告を参考にその認識を改めて頂く必要がある。

(5) 環境負荷（省エネルギー面）

社会的には工場生産設備などの産業分野、自動車などの運輸分野など及び発電などの社会インフラ面での効果のある分野への省エネへの関心や家電分野での安全面への関心は高いが一電気設備である照明器具への関心や要求は中々クローズアップされ難い。

一方手軽で目につきやすい面もあって白熱灯の LED ランプへの交換など当面对策的な意味合いでの照明での省エネ対策への関心は一定のレベルで注目されている。

しかし、本質的には既存器具の器具交換が問題でその分野での本格的な省エネ対策が環境負荷低減など社会的にも大きな効果や意味があることは認識されていない。

長期使用の照明器具の更新が進まないのは、改修候補に挙がっても最後まで残りにくいとの現実があるようだ。原因はその投資対効果にあるようで、単独での改修から空調改修に合わせて行う通称「道連れ工事」などでの改修も積極的に活用して行く必要を感じる。

省エネ候補で、空調や受変電設備など大口が進むと照明は必ず注目されるウエイトを占めており、省エネだけでなくテナント価値、快適な環境提供など様々な貢献側面をクローズアップして改修の優先順位を上げる認識と意識改革が必要である。

(6) 環境負荷（省資源面）

器具交換が進まない理由には現状の照明器具の設計や構造などのあり方にも問題は多い。

新しいコンパクトで高出力の光源が開発されたり、高反射率の材料や表面処理方法が開発されると照明器具の寸法は潜在的な要求であるコンパクト設計に向かう傾向にある。

加えて、新しい照明手法の開発や材料、加工技術の発展に連動してデザインの面でも様々なチャレンジがなされ、毎年のように新しい照明器具が発売され結果照明器具は構造の構造や寸法は、新商品で様々に工夫され新旧の互換性は取られていない状況が多い。

また、個別の不点对応(修理)の場合は勿論、省資源の観点や改修時の廃材の抑制もしく

は改修費用抑制などの目的で、器具の筐体を生かしたまま電気部品を交換するような場合も問題は多い。

つまり、現状器具で磁気回路式安定器搭載の蛍光灯照明器具があつて、これを省エネ化を兼ねて電子式安定器搭載型に改造するような場合、先ず電気部品の互換性が無い事が多いからだ。

さらには器具筐体メーカーと交換する電気部品メーカーが異なる場合や、交換の作業を誰が行うかなどで、電気部品交換後の器具への品質保証の問題などで難しい問題も残されている。

つまり改修の容易さの側面から器具の形態や構造を考えると前述の様な理由で時代毎に器具の外観寸法や構造が変わると過去に設置された器具を容易に交換することが難しくなることも考えられる。

また、大規模なオフィスビルではシステム天井方式の照明器具が導入されるケースが多いがこの場合、その施設で求められる様々な要望に対応する為その施設向けの特注設計された照明器具が設置されるケースが多い。

この様な場合、将来器具交換をする場合特注器具であるがゆえに個別に交換用器具を製作することはコスト的にも難しく、ある程度まとまっているかあるいは全面改修の必要があり器具交換のきっかけは掴みにくい。

(7) まとめ

器具交換が進まない要因は(1)から(6)の項目別に分析する事が出来た。

全体としては照明器具に寿命があることの認識が薄いことが最大の要因であることがわかって来た。本報告書では、照明器具の寿命が安全面や省エネ要求面からも従来から照明業界で提唱してきた平均使用年数8年から10年での交換が望ましいとの検証結果を背景に先ずは広く普及、啓発する必要があることが明らかになった。

【参考文献】

(1) 日本照明器具工業会：

照明器具業界の新成長戦略「照明業界が取り組む低炭素社会への挑戦」(2010. 5)。

(2) 武田哲史：磁気回路式と電子式安定器の寿命末期のリスクについて、

照学誌, 94-9, pp. 620-625 (2010)

(3) 渡邊忍：照明器具の寿命に関する実態と変革への提言, 照学誌, 94-9, pp. 616-619 (2010)。

6.2.2 器具更新（適正時期での交換）を促進する為の対策

対策の検討に当たって、最初にこの課題に関与する関係者、組織が誰でどの様な関係にあるかを明確にしておく必要があると考え整理し概念図として図 6.2.2 に示す。

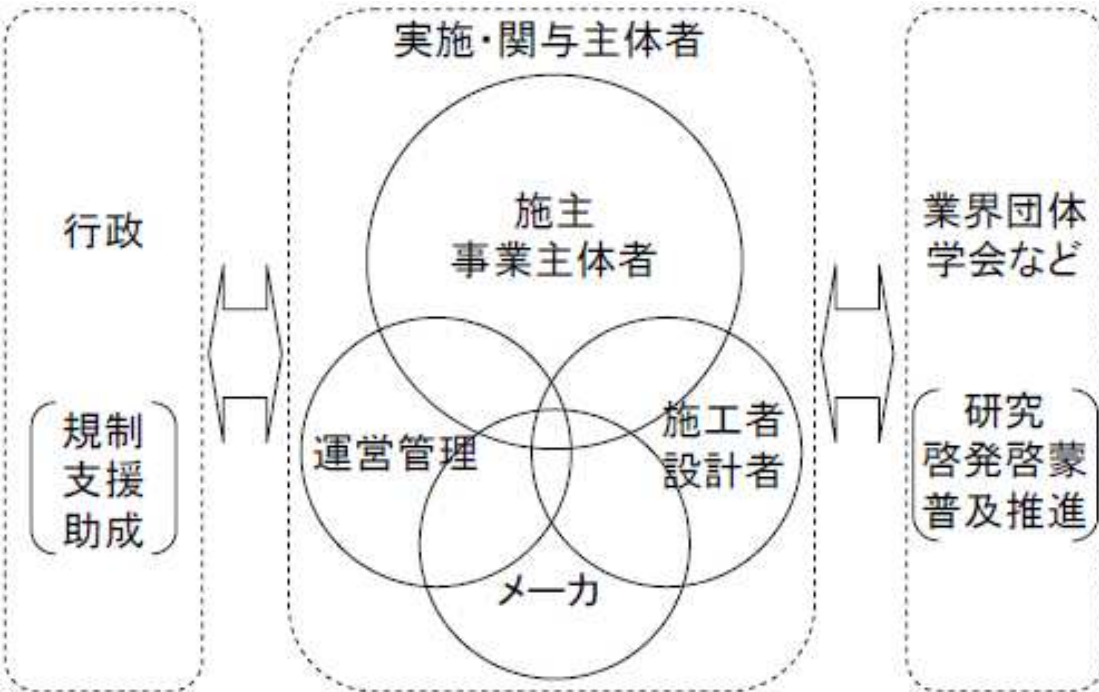


図 6.2.2 主たる関係者とその関係概念図

以下に示す表 6.2.2 では、前項での器具交換が進まない要因分析項目毎に課題の概要と共に対策の方向性及びその対策の主たる対象及びその関与の関係性を○印で示している。

なお、表 6.2.2 において実施・関与主体者及び推進・支援組織は図 6.2.2 で図示した分類と名称に基いている。

表 6.2.2 要因項目別課題と対策方向性及び主たる対象関係一覧表

No.	分類	要因項目名		対策の方向性	実施・関与主体者				推進・支援組織	
					施主・事業主体者	設計者 施工者	運営 管理	メーカ	業界団体 学会など	行政
(1)	新たな 3つの視点	環境 負荷	省資源面	・省エネ改修を前提とした器具、部材開発 ・更なる省エネ光源、器具、ソフト開発要望	○	○	○	○	○	○
(2)			エネルギー面	・優先順位を上げる行政施策、指導 ・必要性和省エネ貢献効果の啓発	○	○	○		○	○
(3)		社会的リスク		・寿命末期のリスクの認識、啓発 ・電子式安定器のメリット啓発	○	○	○	○	○	○
(4)		照明環境		・照明ソフト、ハード活用省エネ改修の啓発 ・清掃の重要性や照度低下の実態啓発	○	○	○	○	○	
(5)	これまでの 視点	経済性		・他設備との道づれ改修工事の促進 ・更新促進の為の補助、助成制度制定	○	○	○			
(6)		保全		・社会的要請や社会的寿命への認識啓発 ・基準、規定の解釈、改定働きかけ	○	○	○	○	○	○

以下に対策の方向性を今後より重要となると考えられる課題から順に要因項目別に解説する。

(1) 環境負荷（省資源面）

新しい技術の活用は様々な面で今後とも必要でありLED照明や有機EL照明の出現などの例もあり益々加速されていくことが予想される。

しかし今後はその様な条件の中でも器具や電気部品の互換性など、器具交換を積極的に行うような思想が器具設計上や法整備上も十分に配慮されていく必要があり、今後の重要な課題と考えられる。

但し、単純に不具合器具の修理や交換のための互換性から一步進んで器具や部品を交換する場合には省エネ化が同時に達成できるような新しい工夫がほしいところである。

器具メーカーや工業会へのこの様な思想の啓発は勿論のこと規格化なども視野に入れた活動が必要な時期に来ていると考える。

(2) 環境負荷（エネルギー面）

照明改修への優先順位を上げるためには、既存の蛍光灯器具の交換が進んでいないことが非住宅照明分野で問題である事を業界、行政共に認識していただき社会的要請として交換、改修促進を業界、行政連携して啓発促進していく必要がある。

特に行政の関係の方々にはまだまだ省エネ余地が残された貴重な分野として照明設備を認識していただき様々なCO₂削減施策の中で取上げて器具交換の促進の為の指導をお願いしたい。

(3) 社会的リスク

従来からの提唱のように安全面からの寿命、適正交換時期8年から10年の主張は粘り強く続けていくものの、今回の提言ではこれに加えて社会的要請や社会的寿命の観点からも適正交換時期を検証し提言したい。

一方、法規、各基準に示された寿命や交換時期に対しても社会的要請の観点からその解釈や運用についての適正化を提言していきたいと考える。

(4) 照明環境

今後とも毎年要求される省エネ促進の社会的要請の中で、省エネ効果の大きい受配電設備や空調設備の徹底的な省エネが推進され電気設備の省エネの余地は益々なくなっていく事が予想される。

その様な中で、改修されない既存の照明設備は残された大きな省エネ対象設備と言えるが、実際には照明は、単独では改修対象に上がり難いとされており¹⁾その原因は、その省エネ効果に対する社会的意義が理解されていないことにも問題があると思われる。

照明はハードの省エネだけでなく照明設計ソフトの有効化活用では最大50%近い省エネ効果¹⁾も実現できることが分かっておりその手法や効果を正しく知らしめていく事も必要であろう。

様々な場面での照明改修の必要性和重要性、社会的意義や効果について啓発してゆく必要がある。

また、単独での改修が対象になりくいとの現実もあり今後は施設の運営管理団体などで

制定されている改修検討マニュアルなどに照明改修を必須項目に入れて頂き通称「道連れ工事」²⁾など改修のきっかけを多くする様な仕掛けへの提言も必要と考える。

(5) 経済性

CO₂削減対象電気設備としての照明器具の存在は重要であるものの投資対効果を考えた時なかなか単独での改修テーマに上がりにくいのも事実とされる。

照明器具の交換促進の為に、他の設備や建物や内装の改修に合わせて照明の改修を必ず検討対象とする社会的習慣や関係団体の電気設備改修マニュアルへの掲載などの促進策も必要と思われる。

なお、新規の施設の様に A 案、B 案と照明計画を比較するような場面では投資金額の差に対し、運営費用の差によって投資を回収、償却するような計算によって多少投資費用がかかっても運営費用や安くなれば投資を決心し易い状況となる。

しかし、照明器具の単純な交換では単純に投資費用全てを現状との運営費用の差で回収、償却する計算となり一般的には長い回収、償却期間となり決心し難い要因となっている。

今後既存器具の交換を本格的に進めていく場合、この費用差を埋める為の何らかの補助金や助成制度が必要と思われる。

(6) 保全

特に照明器具の寿命末期における安全上の問題は、従来から様々に啓発されてきたが、使用現場における認識はまだまだ十分ではない。

今後とも照明器具に寿命があることの認識の啓発を継続すると共に、磁気回路式安定器と電子式安定器での寿命末期におけるリスクの差なども含め省エネ以外でも電子式安定器の有効性を訴求し、器具交換が加速されるよう働きかけていきたい。

【参考文献】

- (1) 照明学会：環境負荷低減と豊かな光環境の両立にむけて，JIER-104(2009)．
- (2) 渡邊忍：照明器具の寿命に関する実態と変革への提言，照学誌，94-9，pp. 616-619(2010)

7. 適正交換への提言¹⁾

7.1 適正交換に関する提言骨子

今回は、これまでの視点（保全、経済性）に加え、新たな視点として高まる社会的要請の中で「環境負荷低減（省エネ、CO₂削減）」、「社会的リスク軽減」、「快適な照明環境の提供」の3つを加えて調査、分析し特に適正交換の時期について検証し、提言する。

結果、本報告での提言は3つの視点からの検証を総合して適正交換時期について

(1) 適正交換時期は10年

(2) 現時点10年以上使用している器具は優先的に交換する

(3) 2020年までに使用期間10年を超えた照明器具を市場から一掃する
とする。

なお、新しい3つの視点での検証結果の要約は以下の通りである。

(1) 環境負荷（省エネ、CO₂削減）

省エネ、CO₂削減の観点からは、現状10～15年の交換サイクル²⁾を現実的な観点から10年以下とする事とした。なお、適正交換時期10年では2020年に1990年比で19%のCO₂削減貢献が出来るとの試算となった。(但し、今回検証対象の施設用蛍光灯器具分野において)

環境負荷低減では緊急かつ最優先の社会的要請である地球温暖化対策のためのCO₂削減については照明としての貢献を2020年に1990年比25%削減を理想的目標値³⁾として検証を進めた。しかし、様々なシミュレーションの結果25%削減の為には交換サイクルを1～2年程度まで短縮する必要があるとの結果を得たが、現状15～16年とかけ離れており現実的でないと判断した。

(2) 社会的リスク（ライフエンド時の重大製品事故に対する安全面でのリスク軽減）

10年以上使用した照明器具、特に既存器具の60%以上を占めるとされる磁気回路式の蛍光灯器具はライフエンド時の安全面のリスク軽減の観点からも最新式の照明器具（インバータ式蛍光灯器具など）に交換する必要がある。

(3) 照明環境（快適な照明環境の提供）

10年以上使用され続けた照明器具及びその照明環境は機能的、環境性能的な観点から社会的寿命が来ているといえる。

以上、3つの新しい視点から適正な交換の時期について検証を行い、(1)や(2)で定量的な数値を得、(3)では定性的な観点から従来照明業界で提唱してきた8年から10年での適正交換との背景も踏まえ今回適正な交換の時期を10年と提言することとした。

本節の最後として、提言の推進、実現の為には以下に示す5つの重点課題と9つの実施施策提言がある。

ここにはその概要のみを示し、その詳細を6章以降で述べる。

(1)5つの課題項目とその概念

- ①環境負荷：省エネ、CO₂削減の為には、照明改修の優先度を上げる認識と意識改革が必要
 - ②社会的リスク：寿命末期のリスク軽減の為に、事後保全から計画保全に変える必要
 - ③照明環境：快適な照明環境の実現には、働く人やテナントのニーズを先取し対応必要
 - ④経済性：照明単独での改修優先順位向上の為には、最新のハード、ソフトの活用が必要
 - ⑤保全：法基準やガイド見直しをすすめ、保全現場で適正交換の習慣化と意識改革が必要
- (2)9つの実現施策提言（9つの項目を行政、建築業界、照明業界の3分野に分けて提示）

A 行政

- ①社会的要請に基づき、「10年を適正交換の基準とする」旨の周知・通達など
- ②国、地方自治体所管の建物のリニューアルを進める（中期計画、予算措置など）
- ③省エネ法（工場・事業場）の規制対象外の中小オフィスなどへの補助（予算措置など）

B 建築業界

- ④「照明器具は10年が適正交換の基準」とする旨の宣言など、
- ⑤ビルオーナー等への啓発活動（照明リニューアルで建物価値向上：省エネ、安心、快適）

C 照明業界

- ⑥改修容易な器具・部材の開発（標準化）
- ⑦啓発資料の作成（パンフレット、リニューアル事例集、試算ツールなど）
- ⑧ビルオーナー等への啓発活動とブラッシュアップ（ニーズ・ウオントの把握・改善）
- ⑨高効率照明器具の開発と供給体制の構築

【参考文献】

- (1)大谷義彦他：特集/照明器具の適正交換時期に関する提言作成に向けて、照学誌, 94-9, pp. 598-629(2010).
- (2)日本電球工業会, 省エネルギーセンター共同調査：照明器具交換に関する実態調査報告書(2008. 6).
- (3)照明学会：環境負荷低減と豊かな光環境の両立にむけて, JIER-104(2009). 日本照明器具工業会：

7.2 適正交換時期での器具交換を促進する為の各分野への提言

具体的提言に当たって、それぞれの立場の方々や組織に対して行う提言の方向性や要望する実施項目の例を表 7.2.1 の一覧表で示す。

表 7.2.1 提言の方向性と実施項目例一覧表

No.	区分	立場・組織名称	施策の方向性	実施項目例
(1)	実施・関与主体者	施主 事業主体者	・長期使用器具の積極的更新促進 ・照明器具更新の優先順位の引き上げ	・長期使用器具の現状認識と更新によるCO2削減効果の認識促進 ・行政の更新促進政策の積極的活用
(2)		設計者 施工者	・リニューアル計画への照明積極採用 ・ソフト、ハード活用によるCO2削減提言	・照明リニューアル優先順位上げ策検討、実施（みちづれ改修など） ・施主への照明更新によるCO2削減提案の積極実施（行政施策活用） ・CO2削減を実現する照明設計ソフト、ハードの積極採用と提案実施
(3)		運営管理	・事後保全から計画保全への変更 ・寿命末期リスクの再認識	・施主への照明更新によるCO2削減提案の積極実施（行政施策活用） ・社会的リスクに対する認識、知識の習得（セミナー受講など）
(4)		メーカ	・省エネ促進 ・照明改修の促進	・磁気回路式安定器の生産終了と電子式安定器のメリット啓発 ・SSL光源（LED、有機EL）やセンサー活用による更なる省エネ技術開発 ・改修容易な（改修を前提とした）器具開発
(5)	推進・支援組織	業界団体 学会など	・適正時期交換の啓発 ・業界、行政への提言	・普及、啓発の為にセミナー、関係誌への投稿実施 ・ソフト、ハード含めたリニューアル手法、事例紹介と活用促進 ・行政への器具更新促進策、規制策の提言 ・建築保全センターなどの保全基準値（年数）の運用見直しと行政への提言
(6)		行政	・CO2削減策での適正交換政策導入 ・既存器具更新促進と長期使用の規制 ・保全基準の見直し	・CO2削減政策への適正交換政策導入 ・支援、補助金制度など優遇策と長期使用の規制策設定実施 ・官公庁施設の長期使用器具の率先更新実施 ・保全基準の基準もしくは運用の見直し

以下に、施策、提言の主たる対象業界、機関別に提言を解説する。

(1) 施設の建設、保有をされている施主、事業主体の方々へ

施主の方々へは(1)から(4)までに上げた様々な立場の方々から自主的もしくは施主の立場からもしくはそれぞれの立場からの要求で提言や具体的な器具交換への提案がなされる場合も多いと思われる。

しかし最終的には器具交換の為の投資と決断を行う立場にある施主の方々の意識が最も重要と考えられる。

よって様々な立場からの提言、提案に対し今回の提言で示す「新たな3つの視点」に立った考え方などを十分に考慮した判断をお願いしたい。

ここで省エネやCO₂削減と言った論点の他に建物価値やテナント価値を上げる事への貢献を考えてみては如何だろうか、厳しい経済情勢の中でテナント獲得も益々厳しさを増してきると推測される。

照明設備についても最新のハードやソフトへ応用での改修はCO₂削減などの環境貢献面での優位性は勿論、照明環境面での機能向上は大いにテナント価値向上につながるのではないだろうか。

(2) 設備計画や照明コンサルタントや照明設計を行う立場の方々へ

照明でも白熱灯や小型HID系照明は、昨今LEDの技術革新が目覚しく施主サイドでの情報収集も活発であり、我々も含め採用促進をすすめていくことになるが、単独でも省エネ効果が大きいから積極的に自主交換も大いに進んでいくと予測される。

しかし本報告でも解説した様に日本規模で考えた時照明で本格的CO₂削減効果（省エネ効果）を実現するためにはCO₂排出比で60%以上をしめる従来型蛍光灯の交換を積極的にす

めることが不可欠である。

この分野は、省エネ効果だけでなく適正、快適な照明環境を実現しながら器具交換が進行していくことが必要でそのためには専門家による適切な関与が重要である。

照明設計の提案やコンサルタントにおいては単に器具単体の省エネに留まらず、明るさセンサや人感センサや制御を組合せた提案及び明るさ感を活用した方法、タスクアンドアンビエント照明手法などソフトの活用も積極的な実施が是非とも必要と考える。

本報告書の関連情報編 2 章でもセンサや制御を活用した方式やその効果を紹介しているのでご覧頂き、明るさ感を活用した照明設計手法とその効果については照明学会誌で特集されているので詳細はこの記事を参考にして頂きたい。^{1) 2)}

日常的に照明の仕事にたずさわっておられる方々にこそ、この現実を良くご理解頂き適正交換時期の実現、促進にご協力お願いしたい。

(3) 施設の運営、維持管理をする立場の方へ

設備の現場を最も良く把握しておられる立場で、まずは長期使用照明器具の点検の実施と実態の把握をお願いしたい。

累積点灯時間の確認などの適正交換時期判断の確認の他、エネルギー使用実態も把握していただき、器具交換による CO₂ 削減対策への対応を検討、実施頂きたい。

その際、現状も様々に実施されている行政などの支援策を活用しながら施主や事業主体の立場の方々へ積極的に照明リニューアルの提言をお願いしたい。

(4) 照明器具メーカーへの提言

① 磁気回路式蛍光灯器具の生産終了要望

まずは現在も一部生産が続けられている効率の低い磁気回路式安定器搭載蛍光灯照明器具の生産終了をお願いしたい。日本照明器具工業会の統計によれば現状も約 30%³⁾ の磁気回路式蛍光灯器具が出荷されているようであり早急に期限を決めて生産を終了し、当面は高効率の Hf インバータ式蛍光灯照明器具の採用促進に努力いただきたい。

② 既存器具のリニューアルを意識した機器の積極的開発要望

埋め込み器具に代表されるように既存器具の交換に当たっては、交換費用を抑えるため同じ埋め込み穴で取り付けられる器具が要望される。

現在もこの様なニーズに対応した器具はメーカーで用意されているが、新設用の機器のバリエーションには程遠く、今後新設よりもリニューアルが増加していく中では逆にこの様なニーズに対応する機器の充実が切に望まれ、メーカーには積極的開発をお願いしたい。

この様な交換方法では一般的には器具台数が同じ為、理想的な照明配置や台数を実現することが出来ないため、台数や配置が同じでもランプの工夫やセンサ、制御技術の応用などで新規設計と同等の省エネ効果が得られるような技術開発が望まれる。

③ 電気部品交換への対応についての研究と技術開発要望

現状も、個々の器具の故障などの際には電気部品の交換で対応されることが多いが今後は器具の交換をすすめていく中では、個別、大規模に関わらず費用や廃材抑制などの観点

からも電気部品交換での対応への要望は増加していくと予想される。

現状の器具は電気部品を交換してある程度継続して使用し続けることを前提とした設計となっており、電気部品の交換は基本的には修理、補修の為と考えられている、また法規上の解釈もやや曖昧な印象に感じられる。

原点に立ち返ってみれば、この方法は資源の有効利用の面では有利な手法であり、今後は必要であれば関係の法整備や解釈を明確にした上で、器具メーカーがこのことを前提とした器具の設計や省エネ交換部材の提供などの整備を行うことで促進していく方法も並行して採用すべきと考える。

また、廃材抑制や資源の有効利用の考え方から器具の筐体部分は物理的耐用年数ギリギリまで長期(例えば 20 年)に使用し、逆に電気部品は適正交換時期(8~10 年)で交換する事を前提とした器具が開発されてもよいのではないだろうか。(図 7-2-1 参照)

この考え方では、電気部品や光源、さらには反射板など光学系部品もその時代で最新のものに交換することで自由度や社会貢献面でも有利になると考えられる。

但し、前提として新規の器具への交換と比較しても省エネ貢献や組換え後の品質の確保などの面でも優位差が出ないレベルの技術開発を期待したい。



図 7-2-1 将来電気部品の交換を前提とした照明器具の概念図

④ 将来交換が一巡した次の交換の時期にも同様に適正交換が継続される為には

今回の適正交換時期のシミュレーションでは、現時点における既存器具のストック台数やエネルギー効率の実情などから、将来も予測してそれぞれの時代の最新の機器への交換で得られる CO₂ 削減効果(省エネ効果)を推定し目的とする削減効果の目標値から必要な交換サイクルを算出している。

しかし、ここで提言する交換サイクルの低減が順調に実施されて、目標の 10 年後の 2020 年に目標の CO₂ 削減効果(省エネ効果)が達成できたとするとその時点での問題点は何になるだろうか。

その後も同様に CO₂ 削減効果(省エネ効果)が要求されるとすると、8 年なり 10 年で器具交換が継続される為には、更なる省エネ機器で現在と同等以上の効果が得られるような技術革新が必要となり更にハードルは高くなるが継続的な挑戦をお願いしたい。

(5) 業界団体、関係学会などへ

前述の(4)の提言はその関係団体である日本照明器具工業会や日本電球工業会では一体となって規格化や法整備への働きかけをお願いしたい。

特に、日本照明器具工業会が2010年5月に発表している「照明器具業界の新成長戦略(照明業界が取り組む低炭素社会への挑戦)」⁴⁾の実現の為に具体的シナリオの一つとして捕らえていただければ幸いである。

建築学会や設備学会へは業界での啓発啓蒙の為に学会誌投稿、セミナー実施などでご協賛やご支援を頂くと共に行政への提言も連携して推進も合わせてお願いしたい。

この為に、啓発資料の作成(パンフレット、リニューアル事例集、試算ツールなど)も関係者の協力を得て整備をすすめていく予定である。さらにはビルオーナーや大手デベロッパーなどへの啓発活動ブラッシュアップ(ニーズ、ウオントの把握、改善)も合わせて推進していきたい。

建物保全などで業界の基準となっている「建築保全センター」への基準や運用の見直しへの働きかけなども必要と考える。

なお、元請的立場である、建築業界には「照明器具は10年が適正交換の基準」とする旨の宣言など大きな流れの主導的役割に期待したいと考える。

(6) 行政への提言

① 当面の費用などについて

器具交換が進まない理由は経済的な問題が大きいと考えられる。

図 7.2.2 のシミュレーションに示すように器具更新(交換)を考えた場合に必要な費用と省エネ化で得られる経済的なメリット(単純に電気代の削減とした場合)で器具交換にかかった費用を償却しようとする条件によっては単純償却期間が13.5年程度かかることになり現実的ではない。

この様な状況では、特に法制度的具体的な規制が無い中小規模の単独施設では今後とも器具交換は進まないと推測される。例えば、省エネ効果による単純償却年数を13.5年から3年に短縮しようとする場合初期投資費用を80%近く費用削減する必要がある。

もし、大規模施設や大口需要家ではもう少し長い償却期間が長くても許容できると仮定して単純償却年数を10年に短縮する場合でも34%程度の費用削減ができないと実現は難しい。

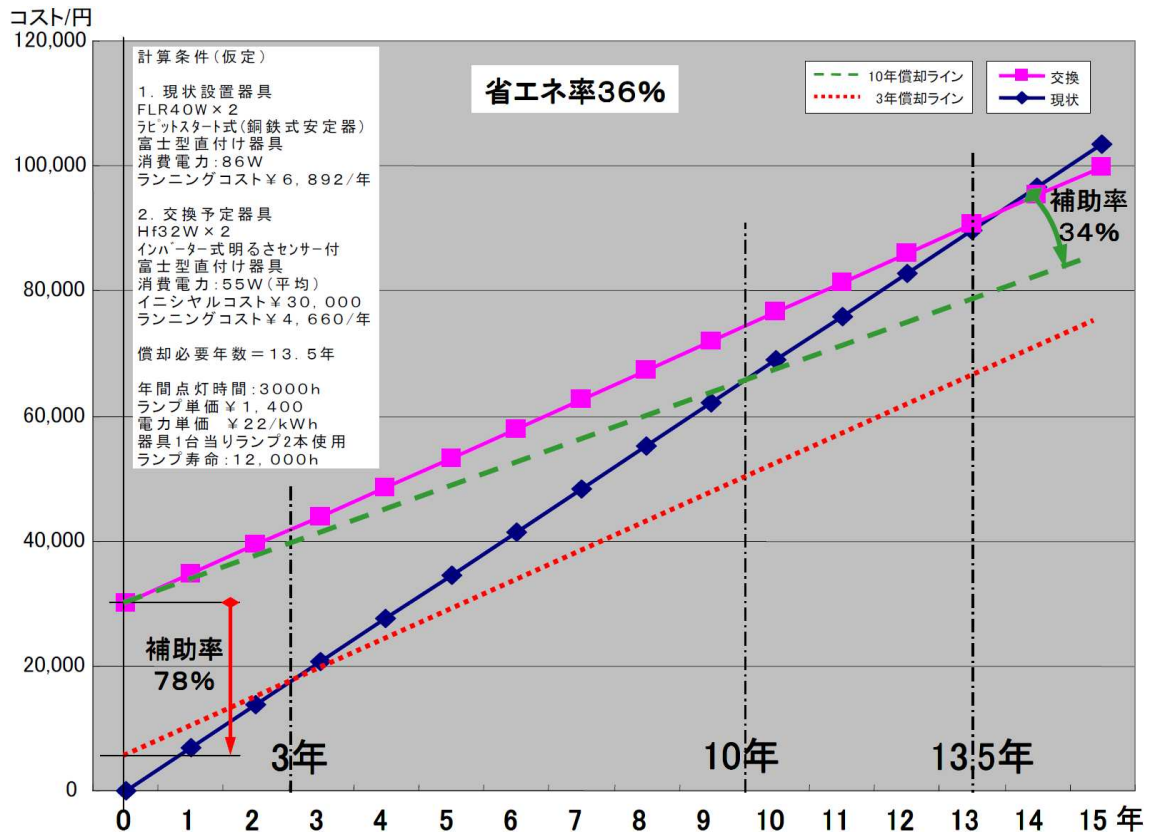


図 7.2.2 照明器具更新(交換)のコストシミュレーションの例

② 効率の低い既存器具交換促進の為に助成制度制定要望

前述の様に現状の状況で既存器具の交換を行う場合費用面で大きな負担が発生し省エネ費用削減効果だけでは投資費用が10年以上も回収できないのが現実である。

改正エネ改法などで管理された大規模需要家などは強制的な法規制により、CO₂削減目標を達成する為の交換が進んでいくと考えられるが、それでも交換サイクルの大幅な低減までは期待できないのが現実であろう。

いずれにしても、器具交換サイクルを短縮(適正化)するためには何らかの促進、助成対策が必要と考える。

特に従来から照明業界で提唱している8年から10年での交換である一定以上の、CO₂削減効果を実現する対策に限って助成を行うことで交換時期の適正化が大いに促進されると確信する。

なお、中小事業者にはより助成率の高い一時費用助成、大口需要家では助成率をある程度制限した長期の税制優遇措置などが考えられるのではないだろうか。

③ 行政、官公庁への総括的要望

いずれにしても照明器具の適正交換は官公庁で先行して実施されることで民間での普及が進むと考え積極的な推進をお願いしたい。

その為には「照明器具適正交換10年基準」の制定や周知、通達の実施、率先しての実施

内容では、国・地方自治体所轄建物での積極推進の為の中期計画、予算措置をお願いしたい。

また、中小のオフィスなど小規模施設が適正交換が進まないことが容易に予測される。

この様な規模の施設は省エネ法の規制対象外であり、厳しい経済状況や意識の低さなど単なる啓発活動では推進は残念ながら期待できないのが現実であろう、ついではこの様な分野での補助制度の制定と予算措置を是非ともお願いしたい。

【参考文献】

- (1) 中村芳樹他：特集/明るさ感の研究と活用事例, 照学誌, 86-10, pp. 746-790 (2002).
- (2) 岡崎克典他：特集/新しい光環境の評価手法について, 照学誌, 93-12, pp. 872-926 (2009).
- (3) 照明学会：環境負荷低減と豊かな光環境の両立にむけて, JIER-104 (2009).
- (4) 日本照明器具工業会：照明器具業界の新成長戦略「照明業界が取り組む低炭素社会への挑戦」(2010. 5).

8. まとめ¹⁾

8.1 今回の提言の全体イメージ

図 8.1.1 に今回の提言の社会的要請レベルと項目の時代経過に対する位置付けを示した。

照明設備は保全、経済性と言ったこれまでの視点から今回提言する新たな視点として高度で厳しい要請へとシフトしていくことが予想され、適正交換は具体的にそれらを実現する為の手段として効果的で重要な位置付けとなる事を確信する。

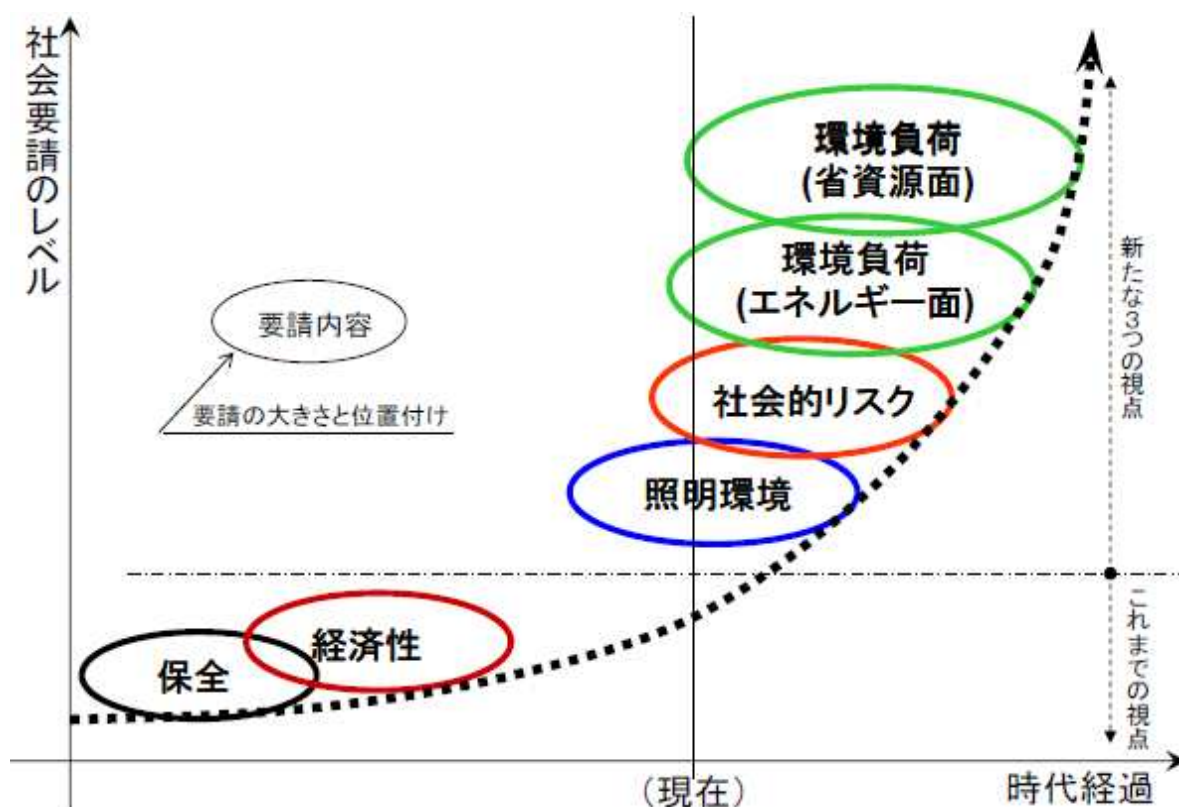


図 8.1.1 提言の位置付けと全体イメージ図

8.2 普及に向けての活動について

本活動は、日本照明器具工業会、日本電球工業会のほか設計や施工、施設管理運営に携わる方々にも参画いただき、照明学会で学術的な裏付けをしながら照明器具の適正交換時期の提言を行い、現状 15 年から 16 年とされる器具の交換サイクルの短縮により安全、CO₂削減、快適照明環境の維持、提供といった面で社会貢献していくことも目標としている。

今後普及活動に向けての活動については、本報告書をベースに照明学会は勿論のこと、工業会関係、建築学会、設備学会、建築業界、設備業界、不動産業界、メンテナンス関係業界などへの説明を行い、本報告へのご理解と賛同を得て普及に努めていきたい。

当面は、各学会誌への投稿、照明学会でのシンポジウムの実施、他学会などでご理解と機会を得て講演活動などを計画している。

また、行政への説明や助成制度制定への提言などもしていきたいと考えている。

8.3 残された課題と今後の委員会活動について

様々な課題が残されていると思うが、現段階では次のようなことが今後の課題であると考え、第二段階としての報告及び指針作成に向けた委員会活動を継続予定である。

- (1) 適正交換の促進のための啓発、普及活動の具体化
- (2) 法規制や助成制度にのりにくい中小事業所での器具交換促進策
- (3) 器具メーカーへの器具交換促進（リニューアル）対応機器開発強化の働きかけ
- (4) 第一段階の提言とした適正交換時期 10 年の更なる適正化の検証
- (5) LED や有機 EL (OLED) など長寿命の新光源の登場による課題
- (6) 寿命や耐用年数の考え方や規定の統一及び運用方法の明確化
- (7) 交換によって廃棄される既設器具の廃材が与える影響と特に資源活用の研究

なお、この問題では廃棄資源のリサイクルなど資源活用の問題と長期的には廃棄抑制のための技術や仕組みの開発などの 2 つの課題が考えられる。

- (8) 適正交換が実施されれば、照明器具の需要は大きく拡大することになる。

一方では省エネ、CO₂削減性能への要求は益々厳しくなり、LED 照明や有機 EL 照明など新光源も含め技術革新はいつそう加速されると期待する。この様な分野での貢献についても検証していきたい。

- (9) (6)、(8) などの課題では照明の分野での産業育成や雇用確保といった社会貢献へも期待できる可能性があり、今後の提言として言及していきたい。

8.4 さいごに

今回は、第一段階として現状の段階での既存照明器具の交換を主なターゲットとした報告書の形で提言を行う事としたが、委員会では前述の様に LED や有機 EL といった長寿命光源の登場によって器具寿命の考え方も変わらざるを得ない時期に来ており、10 年後を見据えた提言を目指していきたいと考える。

LED や有機 EL のようなランプ自身が長寿命の光源が登場すると器具寿命との関係はやや複雑になる、この場合は特にユーザ（施設管理や運用も含め）の立場と安全や品質保証などメーカーの立場での十分な議論が必要と考える。

また、今回は特に適正交換の時期（交換・更新の期間）を主体に提言したが、今後は適正交換の方法（照明環境などソフト面）や目的についても言及していきたい。

十分な調査、検討や議論が進み学会としての方向性が決定すれば、その段階では、照明学会の「照明器具適正交換に関する指針」として完結を目指している。

【参考文献】

- (1) 野田高季:適正交換の提言作成について, 照学誌, 94-9, pp. 601-609 (2010).

関連情報

1. 耐用年数・寿命に関する基準及び実態調査報告

1.1 国および関連団体などの基準データ

大蔵省令、国交省、建築、設備、営繕、BELCA、建築、設備学会等の基準データを紹介する。

(1) 法定耐用年数

法定耐用年数とは、法人税などの課税所得（資産の減価償却費用）の計算に用いられる耐用年数をいう。一般にいう耐用年数とは区別される。

照明設備の法定耐用年数は、大蔵省令第15号（昭和40年3月31日公布、最終改正：平成20年4月30日財務省令第32号）「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」別表第1（機械及び装置以外の有形減価償却資産の耐用年数表）に規定されている。事例を表1.1.1に示す。すなわち、建築附属設備としての照明器具は、たとえば、店舗、事務所等の天井に組み込まれた、あるいは天井や壁面に取付けられた照明器具が該当し、法定耐用年数は15年である。一方、電気配線の端末機具にコンセントやシーリングプレート類により接続して使用する電気スタンドや蛍光灯器具は、法定耐用年数は6年である。

表 1.1.1 耐用年数の事例

別表第1 機械及び装置以外の有形減価償却資産の耐用年数表 (一部抜粋)

種類	構造又は用途	細目	耐用年数
建築附属設備	電気設備（照明設備を含む）	蓄電池電源設備	6
		その他のもの	15
機器及び備品	家具、電気機器、ガス機器及び家庭用品（ほかの項に掲げるものは除く）	電気冷蔵庫、電気洗濯機その他これらに類する電気又はガス機器	6

(2) 学会等の耐用年数に関するデータ

耐用年数に関しては、明確な定義がないのが実情であるが、総花的には、「当該機器の標準的な使用状況と標準的な保守状況の中で、交換部品、消耗品等を交換したり、修理・オーバーホールを繰り返したりしても、その機器の信頼性・安全性が目標値を維持できなくなると予想される年数」といえる。すなわち、機器等が物理的、社会的及び経済的に磨耗期に到達してしまった状態と解釈できる。

具体的には、JIS C 8105「照明器具通則」の解説によると、照明器具の交換時期（耐用年数）を判断する要素として、次の項目が示されている。

- ① 故障率が高くなり、集団交換が有利となるとき（物理的劣化）
- ② 反射板などの反射率、透光性カバーの透過率などの低下により、所要照度が不足し、不経済となったとき（物理的劣化、経済的劣化）
- ③ 部品交換が不能となったとき（物理的劣化、社会的劣化）

- ④ 構造、機能等が劣化し、安全性が維持できないと判断したとき（社会的劣化）
- ⑤ 照度設計上、照度経済上、デザイン上等の要求の変化により、新機種へ切り替えた方が効果的であると判断したとき（社会的劣化、経済的劣化）

学会等の耐用年数等に関するデータにおいて、取替時期及び更新周期に関する定義は明確でないが、概ね、上記に沿った基準で表現されているものとする。データとしては陳腐化している感は否めまないが、新しいデータがないことから、これらを表1.1.2で示す。

表1.1.2 照明器具関連の耐用年数等

No	文献名	書名	出版・発行元	発行年 (年)	耐用年数等	
					蛍光灯	白熱灯
1	修繕方法の標準	耐火建築物の維持保全に関する研究	日本建築学会	1955	取替時期 10年ごと	取替時期 15年ごと
2	修繕方法の標準	ビルの管理	森北出版	1975	取替時期 10年目	取替時期 15年目
3	設備機材の具体的耐用年数の調査報告		建築業協会	1979	実使用年数 10.9年	
4	庁舎の修繕費算定資料		建設省官庁営繕	1981	取替 30年目	—
5	修繕周期・更新周期	建築物のLC評価用データ集	建築・設備維持保全推進協会	1990	更新周期 30年	更新周期 30年

1.2 照明器具の寿命に関して

適正交換時期に照明器具の交換がされないことが比較的多くある。これは、照明器具の最重要機能が物を照らすことにあるため、ランプが点灯しない状態にならないと不便を感じないためであると考えられる。しかし、故障する前に照明器具の交換をした方が安全性、経済性等の面で好ましいということが、後述の JIS 規格 (JIS C 8105-1) やガイド 111 (日本照明器具工業会) に耐用年限の考え方を含め記載されている。

照明器具の耐用年限に関する記載のある規格類として、JIS C 8105-1 (照明器具・第 1 部：安全性要求事項通則) 及びガイド 111 (建築物等に設置する照明器具の耐用年限 (日本照明器具工業会)) などがあり、その要点を以下に示す。

(1) JIS C 8105-1

JIS C 8105-1 の解説文中に「照明器具の耐用年限などとその維持管理」という見出しがある。ここには、「照明器具の耐用年限又は交換時期は、使用条件、部品などの規格との関連から、慎重な検討が必要であり、一律に規定することは難しい。しかし、一般に関心が高い問題であるので、ここでは主として施設用蛍光灯器具を代表にして、その知見を次に示す。」とある。具体的には、「交換時期を判断する要素」、「劣化の要因」、「照明器具の選択と維持管理」、「電気絶縁材料の性能劣化」等が解説されている。ここでは、交換時期を判断する要素、劣化の要因及び電気絶縁材料の性能劣化を解説文中より抜粋して紹介する。

交換時期を判断する要素については、

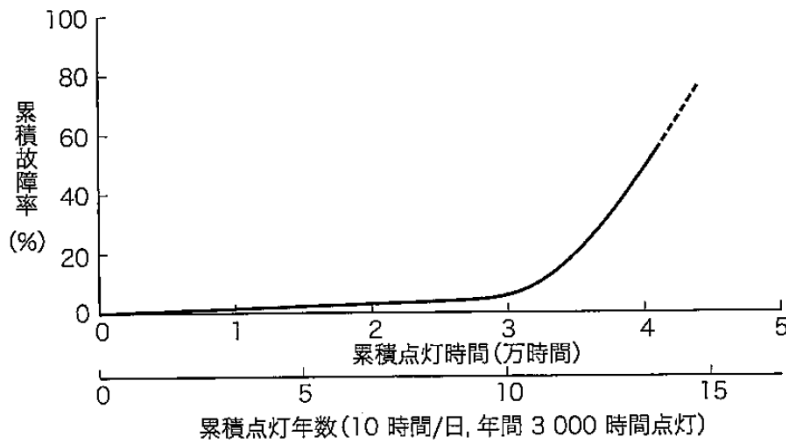
- ① 照明器具の使用期間。
- ② 故障率が高くなり、集団交換が有利となるとき。
- ③ 反射板などの反射率、透光性カバーの透過率などの低下によって、所要照度が不足し、不経済となったとき。
- ④ 部品交換が不能になったとき。
- ⑤ 構造、機能などが劣化し、安全性が維持できないと判断したとき。
- ⑥ エネルギー消費効率、照明環境などの要求変化によって、新機種へ切り替えた方が有効であると判断したとき。

を挙げている。

劣化の要因については、まず、「照明器具の耐用年限は、他の電気機器と同様に、主に絶縁物の寿命によって左右される。」と述べ、その主要な要素として、周囲温度、湿度、電源電圧、点灯時間、汚損、腐食性ガス、振動、取扱方法などがある。と説明している。

電気絶縁材料の性能劣化については、電気用品安全法・技術基準第 1 項で電気絶縁材料の性能の限界を 40,000 時間として、その期間、性能が維持できる使用温度を個別に定めていることを引用しつつ、実際の電気部品は、諸条件が影響し、30,000 時間くらいから磨耗故障期間と呼ばれる部品劣化が始まるとしている。また、照明器具が、常温の環境で定格電圧で集団で使用されている場合の使用期間と累積故障率との関係を解説図 5 として図示 (図 1.2.1) している。適正交換時期の目安についても解説表 2 (表 1.2.1) により説明

している。この表では、用途に対応した年間使用時間を設定し、使用条件として電圧と温度を挙げ、それぞれに対応した交換時期を示している。例えば事務所・工場（一般）・店舗用途に使用される照明器具の一般的な年間使用時間は 3,000 時間とし、定格電圧、使用温度（照明器具の周囲温度）が 30℃以下で照明器具を使用する場合の交換時期は 10 年（累積点灯時間は 30,000 時間）としている。使用電圧が高く、使用温度も高い場合は電気絶縁材料等の劣化も早まるため交換時期も短くなる。使用電圧が定格の 105%、使用温度が 40℃の場合、同表によると交換時期は 3.5 年と極端に短くなる。



解説図 5—照明器具の累積故障率

図 1.2.1 JIS C 8105-1 解説図 5 照明器具の累積故障率

表 1.2.1 JIS C 8105-1 解説 解説表 2 適正交換時期の目安

使用時間	1500時間／年 (5時間／日)				3000時間／年 (10時間／日)				5000時間／年 (17時間／日)				8000時間／年 (約24時間／日)			
主な用途	体育館・会議室				事務所・工場（一般） 店舗				工場（2交替）				工場（全日操業） 24時間点灯			
使用条件	電圧		105%		定格		105%		定格		105%		定格		105%	
	温度 (℃)		30 以下		30 以下		30 以下		30 以下		30 以下		30 以下		30 以下	
交換時期 (年)	15	10	14	7	10	5	7	3.5	6	3	4	2	3.8	1.9	2.5	1.3

(2) ガイド 111

一般的な環境で使用される場合の照明器具の耐用年限を明らかにすることを目的としたガイドである。

耐用年限、適正交換時期、耐用の限度については、用語として次のように定義している。

耐用年限 建築物に設置された照明器具が部材の経年劣化等によって徐々に劣化して不具合が生じ始めたり、不具合を生じる頻度が高くなり、交換を必要とするまでの使用期間をいい「適正交換時期」と「耐用の限度」とが含まれる。

適正交換時期 照明器具の劣化が進み、照明器具の故障率が増加し始める段階をいい、施設に使用する照明器具の場合は、この時期以降に発生する故障の対策費用等を考慮して、全数交換が推奨され、住宅に使用する場合は、1 部位（1 部屋又は 1 用途）に 1 台の使用が多く、急な故障により行動や生活に支障を来たすため、この時期以降が推奨される時期。

耐用の限度 照明器具として本来有している機能の低下又は劣化が進んでいて、故障の有無に関係なく、安全のために全ての照明器具の交換を必要とする年限。
照明器具の耐用年限については、一般的な使用条件のもとで安全性及び経済性を考慮に入れた耐用年限としてガイド 111 中の表 1 -耐用年限を、表 1.2.2 に示す。

表 1.2.2 ガイド 111 の表 1 -耐用年限

適正交換時期	8 ～ 1 0 年
耐用の限度	1 5 年

(3) まとめ

適正交換時期と耐用の限度を図示すると図 1.2.2 のようになる。照明器具を定格電圧でかつ使用温度を 30℃以下で使用した場合、適正交換時期は 10 年であり、これを過ぎると磨耗故障期間に移行する。このため、故障発生 の頻度が増加する。さらに、累積点灯時間が 40,000 時間になると寿命期となる。図 1.2.2 に示す例は一般的な照明器具にあてはまるが、使用電圧が高く、又使用温度が 30℃を超える条件のときは適正交換時期が短くなるため、早めに照明器具を交換するなど注意をはらう必要がある。

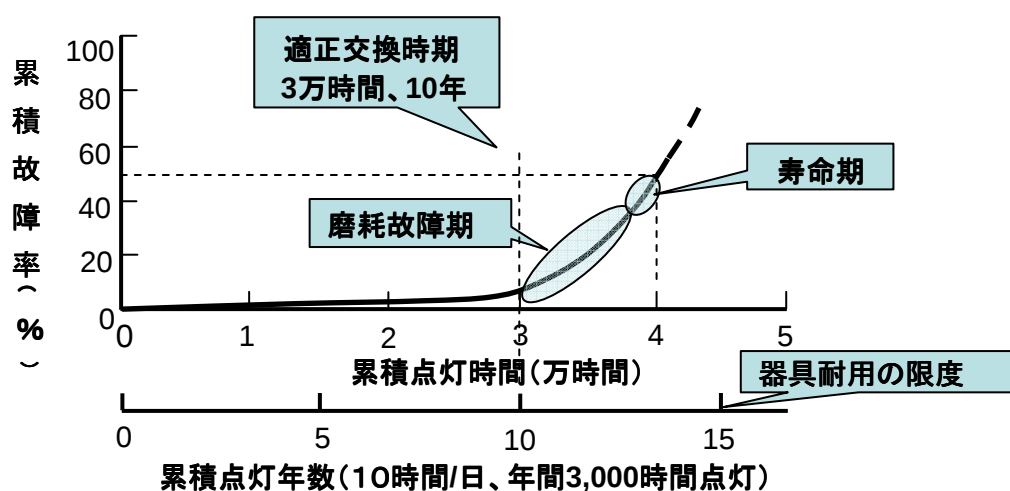


図 1.2.2 適正交換時期のイメージ図

【参考文献】

パナソニック電工(株):SmartLighting(施設・店舗・屋外照明総合カタログ)2006-2008 改訂版,p.1401(2006).

1.3 電気設備の使用実態や交換・メンテナンスに関する調査データ

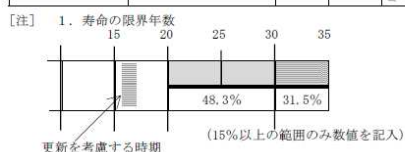
1.3.1 電気設備機器の使用実態

建築保全センターのアンケートによる耐用年数表を表 1.3.1 に示す。アンケートの対象者は建築分野の電気主任技術者であり、各設備の限界年数及び終期状態が記載されている。

表 1.3.1 建築保全センターのアンケートによる耐用年数

(対象：建築分野の電気主任技術者)

設 備 名		調 査 項 目		実績から想定しての寿命としての限界年数と寿命の終期状態											
大 分 類	小 分 類	限 界 年 数 (注1)						アンケート 回 答 数	終 期 状 態 (%) (注2)					アンケート 回 答 数	
		5	10	15	20	25	30		A	B	C	D	E		
受 変 電 設 備	変 圧 器						48.3	31.5	89			○	○		96
	遮 断 器				27.9		43		86		○	○	○		94
	避 雷 器						48.6	29.2	72				○		78
	計 器 用 変 成 器				27.1		48.2		85				○		93
	保 護 リ レ ー				18.6	39.6	24.4		86				○		94
	計 器				22.5	33.7	21.4		89			○	○		91
	配 線 用 遮 断 器								86				○		90
自家発電機設備	原 動 機								54			○	○		56
	発 電 機								52			○	○		52
	配 電 盤								53			○	○		54
	補 機								50			○	○		54
												○	○		
蓄 電 池 設 備	蓄 電 池								95				○		98
	架 台								52			○	○		57
	充 電 装 置								84			○	○		86
動 力 ・ 照 明 設 備	照 明 器 具								94			○	○		96
	動 力 ・ 分 電 盤								90			○	○		91
	バ ス ダ ク ト								51			○	○		63
防 災 設 備	自 動 火 災 報 知 設 備								73				○		75
	非 常 放 送 設 備								55			○	○		58
	非常照明・誘導灯設備								67				○		66
	防 排 煙 設 備								41				○		43
避 雷 設 備	受雷部・導線・接地極								79				○		84
監 視 制 御 設 備	監 視 盤								74			○	○		76



- [注] 2. 寿命の終期状態
- A. 故障頻度が高くなり、停電による損失が多くなった時点
 - B. 交換部品の入手が困難になった時点
 - C. 修理が技術的に不可能になった時点
 - D. 性能が低下し、使用上の安全性が維持できないと判断した時点
 - E. 性能劣化により維持管理費の増大が著しくなった時点

受変電機器や発電機・蓄電池設備は概ね 20 年から 30 年使用しているが、受変電機器を

構成しているリレー、計器類などは本体機器の使用期間に比べ短い。これらの部品を交換することによって設備機器を長年使用しているケースが多く、実際 30 年超の機器が稼動している現場も少なくない。

対して防災設備である非常照明・誘導灯設備などバッテリーを必要とする機器は、バッテリーの寿命が短く、交換コストの問題もあり使用期間が 7 年～15 年と短い。

電気設備機器の限界年数は機器により様々であり、保守点検の方法や頻度、部品交換の回数などによっても限界年数は大きく変化する。

1.3.2 電気設備機器の交換・メンテナンスについて

保守点検の分類を表 1.3.2 に、受変電設備・発電機設備の保守点検の要点を表 1.3.3 及び表 1.3.4 に示す。受変電・発電機設備は他の設備に比べ点検項目も多く、毎年の定期点検や隔年の精密点検、絶縁抵抗などの測定によりメンテナンスの必要性や劣化状況を把握し、機能維持及び延命を行なっていることがわかる。

表 1.3.2 保守点検の分類

種 類	点検周期	内 容	実施者
巡視点検 (通常点検) ※(月次点検)	日、週、月単位	設備を運転状態のまま、日常的のチェックポイントを定期的に巡視し、運転状態あるいは温度などを五感によって確認、記録し異常の有無の監視と予知を行う。	使用者 ※電気管理 技術者
普通点検 (定期点検) (年次点検 A)	1～3 年	設備の運転を停止し、分解等をしないで清掃、給油等の軽微な回復措置を実施するほか、設備の主機能の状態や動作等を五感と動作試験あるいは測定等によって確認・記録し異常の有無を監視と予知を行う。	※電気管理 技術者
精密点検 (年次点検 B)	ほぼ 6 年	設備の運転を停止し、巡視あるいは普通点検から得られた情報等を加味して設備の全機能・性能の確認と回復を目的として、部品交換を伴う分解整備（オーバーホール）のほか、多岐に亘る測定あるいは試験を総合的に実施する。(注 1) (この点検にはノウハウが必要となる)	メーカー
臨時点検	必要の都度	この点検は「巡視・普通点検で発見された異常で緊急を要する場合」あるいは「不測の事故が発生した場合」に継続使用可能かどうかの判断をするために行う。	使用者 メーカー

(注 1) 一般的に、可動機器である開閉機器は、接触部の腐食、潤滑グリースの変質・硬化、気密パッキングの変質等は経年とともに進行するので、ほぼ 6 年の周期で実施することが推奨されている。一方静止機器である変圧器の内部点検や避雷器の特性試験等は 10～15 年の周期で実施するのが望ましい。

表 1.3.3 受変電設備保守点検の要点（日本電機工業会）

機器別点検周期と更新推奨時期

区分	機器名称	普通点検	精密点検	診断実施	更新推奨時期	平均更新
高圧受電設備	スイッチギア	1年	6年	15年	20年	25.8年
	断 路 器	3年	6年	15年	20年	25.2年
	油遮断器（OCB）	3年	6年	15年	20年	26.1年
	磁気遮断器（MBB）	3年	6年	15年	20年	——
	真空遮断器（VCB）	3年	6年	15年	20年	25.5年
	ガス遮断器（GCB）	3年	6年	15年	20年	26.8年
	モールド計器用変成器	3年	6年	15年	20年	26.3年
	避 雷 器	2年	——	15年	20年	——
	油入変圧器	3年	6年	15年	20年	27.6年

区分	機器名称	普通点検	精密点検	診断実施	更新推奨時期	平均更新
配電設備	スイッチギア コントロールギア	1年	6年	15年	20年	——
	断路器、遮断器 計器用変成器	3年	6年	15年	20年	高圧受電 設備と同じ
	負荷開閉器	3年	6年	15年	20年	24.9年
	電磁接触器	3年	6年	12年	15年	真空25.5年
	限流ヒューズ	1年	——	8年	屋外10年 屋内15年	16.2年
	電力用コンデンサー	1年	3年	15年	20年	23.2年
	油入変圧器	3年	6年	15年	20年	27.6年
	乾式変圧器	3年	6年	15年	20年	26.9年
	モールド変圧器	3年	6年	15年	20年	27.1年

表 1.3.4 非常用発電機保守点検の項目例

項目 対象	日常巡回点検手入れ		定期点検手入れ		精密点検手入れ		測 定	
	周期	点検箇所のねらい	周期	点検箇所のねらい	周期	点検箇所のねらい	周期	点検箇所のねらい
非常用予備発電装置	原動機機関 1 ディーゼル機関 2 ガスタービン機関	月 1 無負荷、負荷運転試験 2 機関ターニング 3 油面、油量、温度、圧力、水量の確認 4 潤滑油、燃料の補給	2～4年	1 潤滑油交換 2 スタータ点検 3 エレメント交換 4 燃料加圧ポンプの点検 5 燃焼室ドレンバルブ分解清掃				
	交流発電機	日～月 1 発電機全体の汚損、損傷、変形、塵埃の除去、清掃 2 軸受部の潤滑油状態 月 1 負荷運転試験（ディーゼル機関） 2 無負荷運転試験（ガスタービン機関）	1年	1 保護カバー通風孔の清掃 2 接地線、高圧ケーブルの接続、布設状態 3 スペースヒータの断線、過熱 4 無負荷運転試験（ガスタービン機関） 5 保護連動試験 6 制動巻線、ブラシの点検	10～15年	オーバーホール	1年	1 絶縁抵抗測定 2 接地抵抗測定 3 巻線抵抗測定 4 カーボンブラシ摩耗測定
	擬似負荷装置（ダミーロード）	月 1 装置の外観形状 2 昇降動作試験 3 水量確認 4 負荷運転試験 5 電極の状態						

1.4 照明器具の使用実態や交換・メンテナンスに関する調査データ

1.4.1 照明器具の使用実態

1.3 章で示す建築保全センターアンケートによる耐用年数表(表 1.3.1)を見ると照明器具の使用期間は10年～20年と幅が広い。更新を考慮する時期が5～6年目から始まっており、そこから限界年数が10年以上あることから、照明器具は交換部品が多く、修理対応がし易いので部品交換である程度、延命していることがわかる。

寿命の終期状態では「性能が低下し、使用上の安全性が維持できないと判断した時点」がほとんどであることから、故障だけではなく、社会的劣化という要素も更新の要因になっている事が推測できる。

照明器具の部品・部位を分別すると表 1.4.1 のようになる。この中でランプ、及び光学系部品については容易に交換することができるが、電気系部品、機械系部品の故障については一般的に器具更新を考慮する契機となっている。

表 1.4.1 照明器具の部品・部位の分類

照明器具	使用ランプ	電気系部品	機械系(構造系) 部品・部分	光学系部品・部分
蛍光灯器具	蛍光ランプ	蛍光灯安定器 コンデンサ ランプソケット 内部配線 スイッチ 端子台	外部 一造営材 一器具の部品 調整部、開閉部 パッキン	透光性カバー (プラスチックカバー) グローブ、セード ルーバー 反射板
白熱灯器具	白熱電球	ランプソケット(ねじ込み型) 内部配線 スイッチ 端子台	同上	同上
ハロゲン電球器具	ハロゲン電球	ランプソケット(ねじ込み型、差込型) 変圧器(低電圧ハロゲン電球の場合) 内部配線 スイッチ 端子台	同上	同上
HID 照明器具	(高圧)水銀ランプ メタルハライドランプ 高圧ナトリウムランプ	HID安定器(器具外別置がある) コンデンサ(器具外別置がある) ランプソケット(ねじ込み型) 内部配線 端子台	同上	同上

容易に交換



器具更新を考慮



器具更新を考慮



容易に交換



1.4.2 照明器具の交換・メンテナンスについて

保安規定などに定められる保守点検要領では、照明設備のメンテナンス項目はほとんどなく、定期点検の内容も簡単な目視調査程度が一般的である。事前に対処するというよりは不点灯時に管灯交換、安定器交換を随時行えば良いという要領となっている。

一般的に受変電機器や発電機などに比べメンテナンスや詳細な保守点検などにより、照明器具の機能維持、及び延命をするという意識は低いと思われる。

一般的な照明設備の保守点検項目を表 1.4.2 示す。

表 1.4.2 一般的な照明設備の保守点検項目

項目		日常巡視点検手入れ		定期点検手入れ		精密点検手入れ		測定	
対象		周期	点検箇所のねらい	周期	点検箇所のねらい	周期	点検箇所のねらい	周期	点検箇所のねらい
負荷設備	高圧電動機	日～月	1 軸受温度、油量、油もれ 2 音響 3 振動	3～6月	1 ブラシの測定 2 カーボンダストの汚損 3 集電環面の状態 4 ブラシ保持器の損傷 5 グリス補給 6 流水継電器の動作 7 流水検知器の汚損	5～10年	1 分解整備 2 固定子点検 3 ワニス処理	1年	1 振動測定 2 運転状態での温度、電流、軸受音の測定 3 絶縁抵抗測定
				1～3年	1 損傷、汚損 2 塗装のはく離 3 潤滑油交換 4 起動抵抗器			5～10年	1 巻線抵抗測定 2 無負荷試験 3 絶縁抵抗測定 4 耐電圧試験 5 気密試験 6 軸受温度計比較試験
	照明設備	日～月	不点灯	1年	異音、汚損、不点灯			1年	絶縁抵抗測定
				随時	1 管灯交換 2 安定器交換				
	その他負荷	日～月	1 音響 2 振動					1年	絶縁抵抗測定

2. 照明制御の事例検討

この章では、制御による省エネ率をどの程度に見積もるかを解説する。次に、検討した省エネ率を、いくつかの制御事例に使用して CO₂ 削減効果を試算する。

2.1 制御の必要性

施設空間の部位、作業ごとに目的と狙いに応じた照明の状態が設定されることが望ましい。会議室の例にとると、スクリーンに投射しての説明、紙面資料説明、討議などでおのずと、照明の状態は異なる。また、生活者の好みに応じた照明状態を任意に設定できることは、納得性・満足度を向上させ、快適性や生産性を向上させる¹⁾。

変化の必要性を、3つの事例で解説する。

- (1) 多目的使用
- (2) 時間的变化
- (3) 省エネルギー

空間の時間的变化に伴う作業の変化の事例を表 2.1.1 に示す。これらの用途に応じて、照明を制御するのであるが、人手で制御を行なう手法もあるが、場合によっては、センサやタイマーを活用した制御装置の助けを借りるのも意味がある。

トイレや、ロッカー室のように点滅可能な部位もあれば、廊下、階段のように段調光や連続調光を選ぶことで、生活者の快適性・安全性を高めることもできる。

きめ細かい照明制御を行なう事は、必要な場所、時間に重点的に照明設備を使用するので、省エネルギーとなる。

表 2.1.1 時間の推移に伴う変化¹⁾

部位	変化
オフィス	就業時間帯における、作業形態の変化、場所の変化
工場	多品種少量生産により生じる作業動作の変化
	自動生産機械の定常稼働に対する整備、保全作業の変化
店舗	来店者数の多少、客層の変化
住宅	くつろぎ、だんらん、食事などの生活行為の変化

照明学会：照明専門講座テキストから一部追記

2.2 制御装置と機器

- (1) 窓際の昼光利用制御

窓から差し込む昼光の量に応じて明るさセンサにより照明器具を調光制御する。明るさセンサの使用事例を図 2.2.1、窓際昼光利用制御の概要を図 2.2.2 に示す。

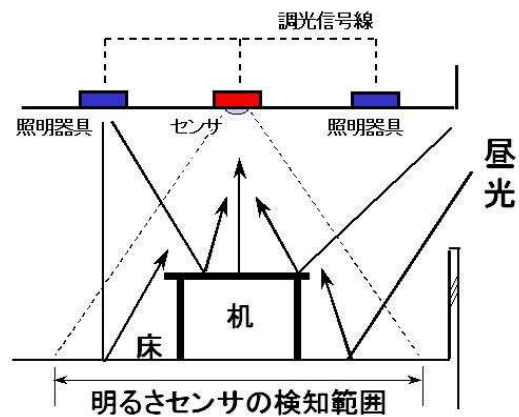


図 2.2.1 明るさセンサの説明²⁾

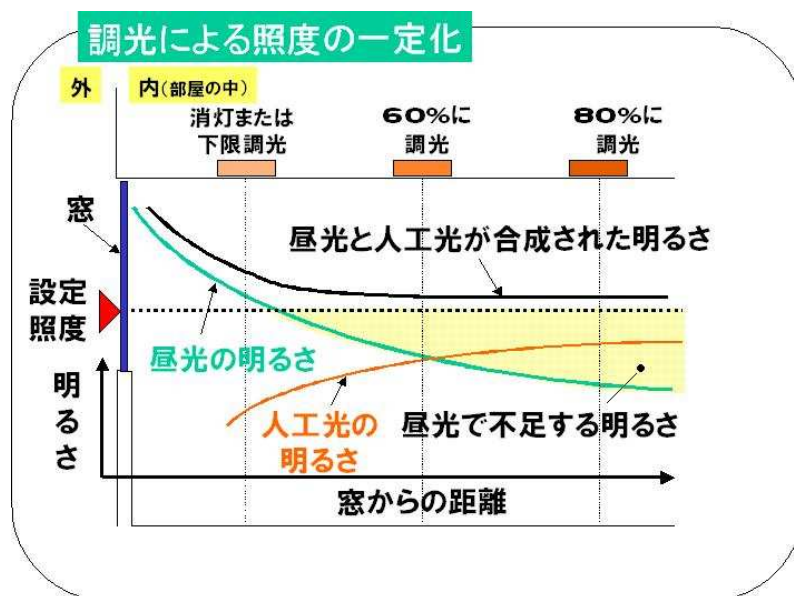


図 2.2.2 窓際調光の説明²⁾

(2) 初期照度補正制御

照明器具は、使用時間の経過に伴いランプの光束低下や照明器具の汚れなどによる照度の低下が存在する。このため、設計時には保守率を採用して、あらかじめ照度の低下分を見込んでいる。初期照度補正制御による省エネルギーの考え方を図 2.2.3 に示す。明るさセンサを活用する場合と、照明器具に使用時間に応じて光束を調整する機能をもたせる方式がある。

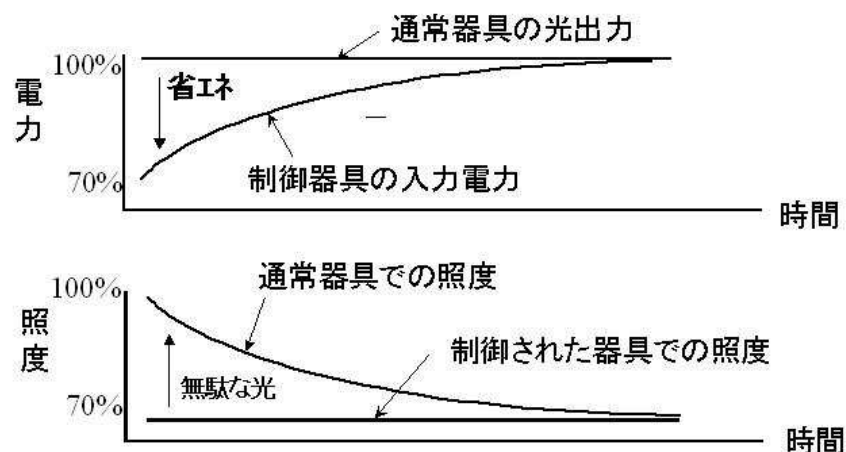


図 2.2.3 初期照度補正

(3) 居室、廊下などの人感センサ検知制御

人感センサは、人体から放射される赤外線を検知する方式を採用している。人や壁面、床面などは輻射熱を赤外線として放射している。人体がセンサの検知エリアに入ると、人感センサは人体表面と、壁面や床面のような背景との温度差に相当した量だけセンサに入射する赤外線の量が変化するのをとらえ、存在を検知する。

人感センサを活用するさい、化粧室、ロッカー室のように、不在時消灯をしても支障が無い場合は点滅制御、廊下、階段室のようにある程度の明るさを保つほうが望ましい場合は調光制御を採用とすることが望ましい。

(4) タイムスケジュール制御

日常的に、ほぼ決められたスケジュールで施設は活用される場合がある。昼食時や、休暇時間中は、消灯したり、適切な照度に調光することで省エネルギーとなる。その動作を確実にこなうため、タイマーと制御装置を連動させる場合が多い。タイムスケジュール制御の概要を図 2.2.4 に示す。簡単な面積計算で説明ができる。濃い網がけの部分が段調光による省エネ分である。これを一日単位でとらえるか、週単位でとらえるか決めて算出する。

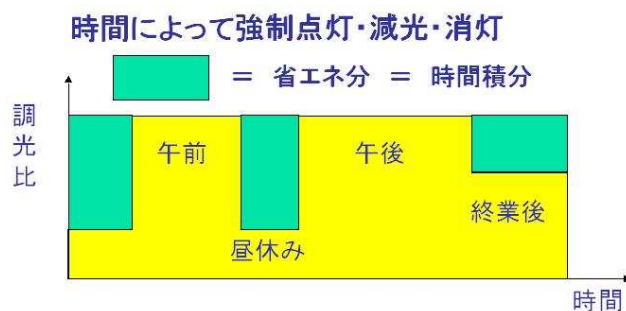


図 2.2.4 タイムスケジュール制御

2.3 制御装置の省エネ効果試算

省エネルギー法の CEC/L に示されている、代表的な照明制御による省エネ効果の事例を表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 CEC/L に示された制御による省エネ率の例¹⁾

制御技術	CEC/L の係数	省エネ率
昼光利用	0.9	10%
初期照度補正	0.85	15%
ひと（熱線）センサ	0.8	20%
スケジュール	0.9	10%

2.4 オフィスビル省エネシミュレーション事例

オフィスビルを事例に、代表的な部位の照明設計事例で、既存の照明器具と、最近の省エネ形照明器具による電力、二酸化炭素削減効果を示す。

(1) 更衣室

更衣室(間口 6 m×奥行 6 m) の照明設計・計画をする。JISZ9110-2010²⁾では 200 lx であるが、ロッカーが並べられていることを考慮して、300lx を設計照度とする。

既存の照明設備の場合、

- ① FLR40W2 灯用（以下 FLR）9 台配置。最近の設備の事例として、
- ② Hf インバータ高出力形（以下 Hf 常時点灯）6 台、
- ③ 人感センサを用いた Hf インバータ点滅制御（以下 Hf 人感センサ点滅制御）を 6 台採用した場合を比較する。

人感センサ点滅の使用時間を全体の 60%と仮定する。年間(3000h)の電力使用量を比較して表 2.4.1 に示す。最近の照明設備（Hf、Hf 人感センサ点滅制御）は、25-50%の電力削減が達成できる。

Hf 常時点灯及び Hf 人感センサ点滅制御は、FLR と比較して初期設備費でも優れている。Hf 人感センサ点滅制御は、Hf 常時点灯に対して約 2.8 万円割高となる。10 年間の、ランプ交換費用と、電気料金の総和を積算した図 2.4.1 によると、Hf(常時点灯)と Hf インバータ点滅制御は満 4.0 年で並ぶ。

表 2.4.1 更衣室照明制御の省エネ効果の事例¹⁾

	照明設備	年間電力量	省エネルギー率
①	FLR	2,295 kWh,	－
②	Hf	1,548 kWh	▲27.7%
③	Hf ひと検知	929 kWh	▲59.5%

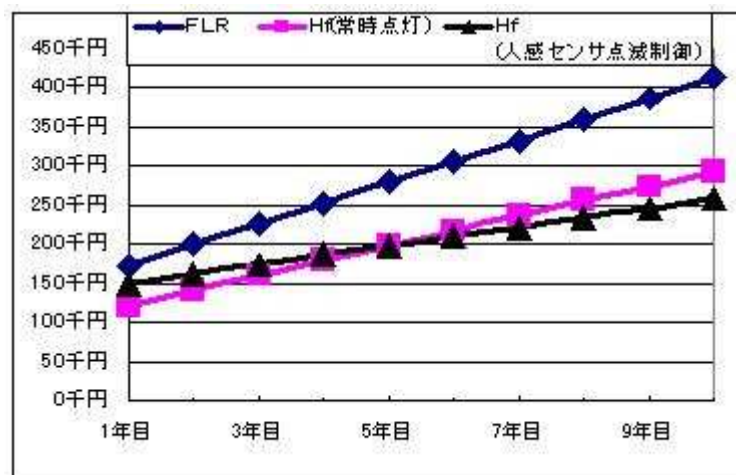


図 2.4.1 更衣室照明の既存設備と最近の設備の LCC 事例 1)

(2) 執務室(明るさセンサ)

執務室(間口 18 m×奥行 12 m) の照明設計・計画をする。JIS Z 9110-2010²⁾ の 750 lx をよりどころとして、750 lx を設計照度とした。

既存の照明設備の場合、

- ① FLR40W2 灯用 (以下 FLR) 60 台配置。平均照度は約 760lx となる。最近の設備の事例として、
 - ② Hf インバータ高出力形 (以下 Hf 常時点灯) 40 台に置換、また、明るさセンサを用いた窓際昼光利用および初期照度補正を採用した
 - ③ Hf インバータ連続調光制御 (以下 Hf 明るさ制御) を 40 台採用を比較する。
- ②③は、平均照度は約 830 lx となる。

2.3 で説明したように、初期照度補正による省エネ率は 15%、窓際の昼光利用による年間平均省エネ率は 10%と設定し、合わせて点灯率 (年間 3000h への掛け率) は、 $(1.0-0.1) \times (1.0-0.15) = 0.685$ とする。

照明方式は、全般照明方式を採用する。照明器具の種類は、不快グレアを低減した UGR22 のグレア規制形を採用する。LCC_{CO₂}および LCC を検討する。

年間 (3000h) の電力使用量を比較して表 2.4.2 に示す。最近の照明設備 (Hf、Hf 昼光利用、初期照度補正制御) は、30-45%の電力削減が達成できる。

Hf 常時点灯及び Hf 人感センサ点滅制御は、FLR と比較して初期設備費でも優れている。Hf 人感センサ点滅制御は、Hf 常時点灯に対して約 8.8 万円割高となる。10 年間の、ランプ交換費用と、電気料金の総和を積算した図 2.4.2 によると、Hf (常時点灯) と Hf (昼光利用、初期照度補正制御) は満 4.5 年で並ぶ。

表 2.4.2 更衣室照明制御の省エネ効果の事例¹⁾

	照明設備	年間電力量	省エネルギー率
①	FLR	12 MWh	－
②	Hf	10.32 MWh	▲32.5%
③	Hf 昼光利用、初期照度補正	8.08 MWh	▲47.2%

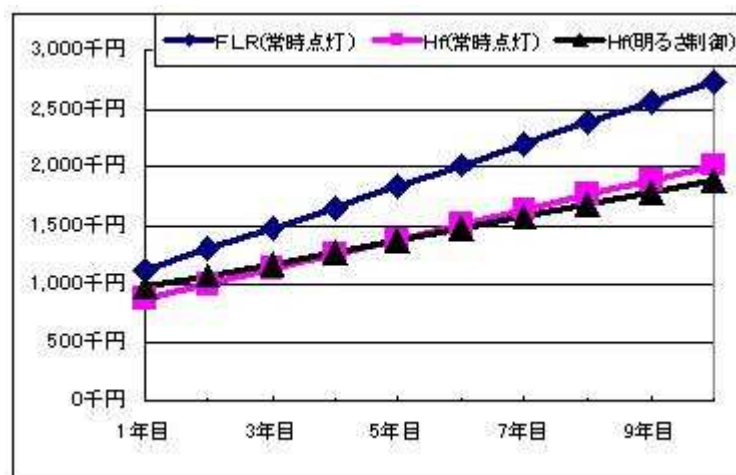


図 2.4.2 執務室の既存設備と最近の設備の LCC 事例

(6) 結論

20 年前の既存設備 (FLR) の場合は、新しい Hf 設備に変更するだけで、条件によるが、初期設備費も安価で、電気エネルギーの使用量を 25%削減できる。また、Hf 制御を採用すると、条件によるが FLR に対して初期設備費も安価で、かつ電気エネルギーの使用量を既存設備の 50%削減できるので、20 年前の既存設備 (FLR) の場合は、Hf 設備に交換することを勧める。

様々な制御設備 (Hf 制御) を採用すると、初期設備費は若干増えるが、4 年前後で改修できることを考えると、制御装置を採用することを勧める。

2.5 学校の事例

照明学会誌、特集学校照明施設の最新動向³⁾によると表 2.4.3 のようになる。

表 2.4.3 大学の教室照明制御の省エネ効果の事例³⁾

	照明設備	100%出力時	省エネルギー率
①	FLR	85 W	－
②	Hf 昼光利用、初期照度補正	68 W	▲47.2%

【参考文献】

- (1) 照明学会委員会報告書：JIER-104 環境負荷低減と豊かな光環境の両立に向けて
(2009).
- (2) JISZ9110-2010 照明基準総則
- (3) 齋藤良徳：中央大学理工学部 6 号館の教室照明設備、照学誌, 92-4 , pp. 208-212.
(2008).

3. 蛍光灯安定器の種類と特徴

蛍光灯ランプの点灯には、ランプの放電を開始し、また放電を安定に維持する蛍光灯安定器を必要とする。蛍光灯安定器は大別すると電子安定器と、磁気回路式安定器とがある。また、蛍光灯ランプにはいろいろ種類があるが、それぞれのランプの特性に対応した安定器の種類がある。

3.1 蛍光灯電子安定器

商用の交流電源を直流電源に変換し、さらにトランジスタ、コンデンサ、チョークコイルなどで構成するインバータ回路で高周波（数十 kHz）に変換して蛍光灯ランプを点灯させる安定器である。チョークコイルを用いた磁気式安定器に比べて、省電力、高効率、50Hz/60Hz 兼用、低騒音、ちらつきが感じられない等の特長をもっている。回路構成の事例を図 3.1.1 に示す

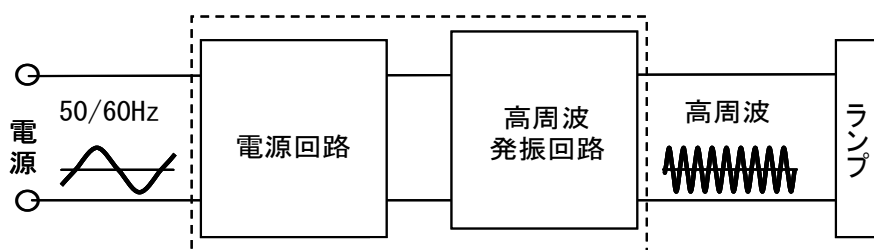


図 3.1.1 電子安定器

3.2 磁気回路式安定器

磁気を通す鉄心に銅の巻線を巻きつけた構造のチョークコイルの電氣的な特性（インダクタンス）により、ランプの放電の始動と安定した放電の維持をさせる安定器である。電氣的には、リアクターあるいはトランスの機能をしているとも考えられる。磁気回路部品を使っているので、磁気回路式安定器と言う。主用材料により銅鉄形安定器とも言う。

3.2.1 スタータ式安定器

始動装置により電極を予熱して点灯するタイプで、点灯方式としては簡便で広く普及している。始動装置には、一般的に点灯管（グロースタータ）が多く用いられるが、半導体スイッチを用いた電子スタータもあり、スイッチをいれてから数秒（電子スタータの場合は1秒以内）で点灯する。スタータ式安定器点灯回路の一例を図 3.2.1(a) に示す。

3.2.2 ラピッドスタート式安定器

始動補助装置（照明器具の回路を含めて）が付いたラピッドスタート形のランプと組み合わせる安定器で、スイッチを入れると電極の予熱と同時に即時に点灯する。グロースタータの保守が不要なため、事務所や工場、店舗などの設備照明として広く採用されて来た。最近ではラピッドスタート形のランプを用いる場合も、電子安定器に変わってきている。ラピッドスタート式安定器の点灯回路の一例を図 3.2.1(b) に示す。

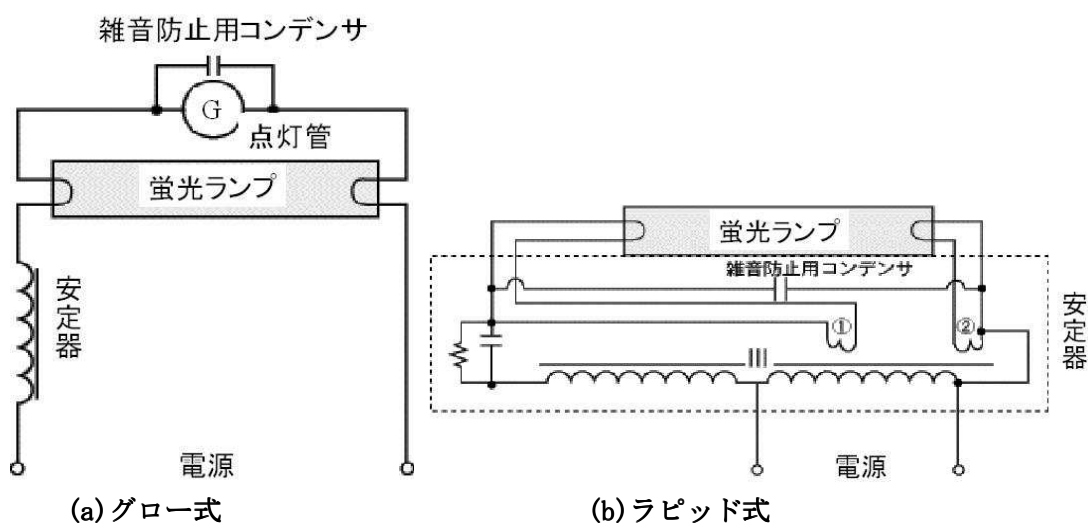


図 3.2.1 磁気回路式安定器

3.3 Hf 蛍光灯の特徴

蛍光灯の発光原理を図 3.3.1 に示す。蛍光灯では、水銀イオンと電子とのプラズマ空間に電流を流して、水銀原子と電子の衝突により励起された水銀原子から放出される紫外線を蛍光体により可視光に変換している。蛍光灯は、商用周波数点灯においても、管径を現在のものよりも細くすると効率が高くなる傾向がある。

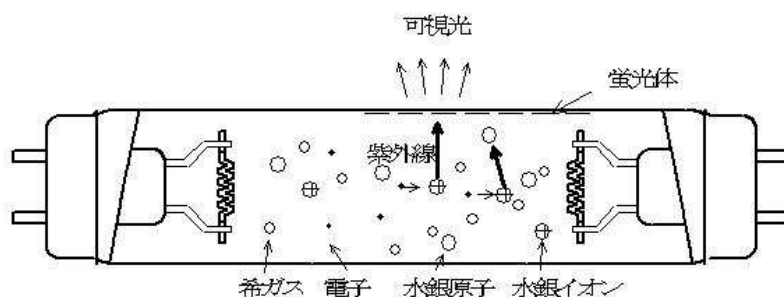


図 3.3.1 蛍光灯の発光原理の模式図

蛍光灯の管径を細くすると、発光効率が向上する理由のひとつとして、紫外線のプラズマ空間内での再吸収率が低下して、蛍光体に達する光子の数が増大する効果が挙げられる。もうひとつの効果は、細径化により電子の流れが制限され、その結果、ランプ電圧が上昇し、電子が加速されることで、より高い運動エネルギーをもった電子が増加する結果、励起効率が上昇する。

点灯回路とランプが、それぞれ新規に設計される Hf 蛍光灯と、高周波点灯専用電子安定器の組み合わせの場合には、明るさの絶対値やランプの大きさなど使用上の要求を満足出来る範囲で、より高い効率を実現できるランプ管径を選択できる。さらに、Hf 蛍光灯では、高負荷に耐える希土類蛍光体の三波長形蛍光体を採用していることと、新たな専用の点灯回路の導入により、効率向上を狙った細管化が可能である。

3.4 磁気式安定器と電子式安定器の比較

磁気式と電子式の特徴を大まかに比較したものを表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 磁気式安定器と電子式安定器の比較

		磁気式(電子式に比べ)	電子式 (磁気式に比べ)
質量		△ (重い)	○ (軽い)
効率 (省エネ効果)		○ (低い)	◎ (高い、Hfランプとの組み合わせは特に高い)
電源	周波数	50Hz、60Hz 各専用	50/60Hz 共用
	電圧	100V, 200V 各専用	100/200V 専用、共用安定器有
照明制御		演出用調光タイプ有	演出用とセンサ・タイマー等による省エネ制御タイプ有
チラツキ		△ (感じる場合有)	◎ (少ない)
電磁ノイズ (ラジオノイズ)		◎ (小さい)	○ (大きい)
漏洩電流		◎ (少ない)	○ (多い)
騒音		△ (比較的大きい)	◎ (小さい)
入力電流波形歪 (高調波)		○ (-)	◎ (少ない)
点滅時のランプ寿命		○ (短い)	◎ (比較的長い)
始動装置 (スタータ)		必要(スタータ式の場合)	不要

4. 照明用 LED の開発の現状

4.1 LED の発光効率の進展

白色 LED は、近年急速に発光効率が向上している。既に白熱灯をはるかに上回っており、今後、蛍光灯を凌ぐレベルまで性能が向上すると見込まれている。現在の、各種光源の発光効率を図 4.1.1 に示す。

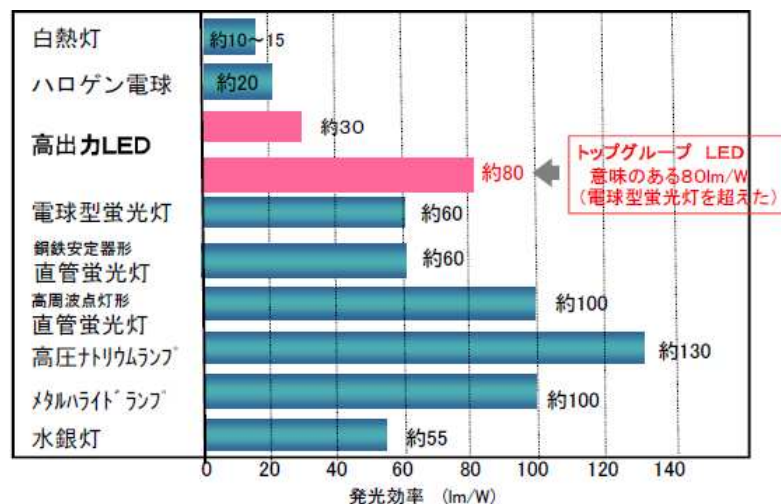


図 4.1.1 各種光源の発光効率の比較
(JLEDS調べ)

4.2 LED の発光効率の技術開発動向

JELDS の技術・標準化推進委員会では、LED 照明の普及促進を目的として、会員企業に対するアンケート結果を集計し、図 4.2.1 に示す発光効率の技術ロードマップを作成している。

2008 年 4 月の技術ロードマップ Vol. 2 で、チップ単体では 2015 年頃には 150 lm/W に到達する見込みとしている¹⁾。

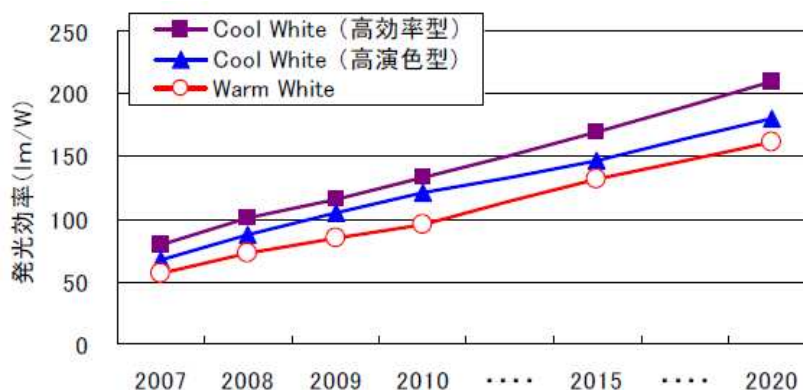


図 4.2.1 発光効率ロードマップ¹⁾

4.3 照明用LEDの課題

LEDは発光効率の向上や高出力化によって、一般照明用途としての普及が始まっているが、一層の普及にはまだ解決すべき課題があるのが現状である。

技術ロードマップで示すLEDチップ単体のパッケージ温度25℃での発光効率と、照明器具での総合効率は相違する。LEDは、光源・発光部+電源部+器具本体で構成され、温度や電流の影響で器具組み込み時に、各段階で効率が下がる。図4.3.1に各段階での効率の低下を示す。

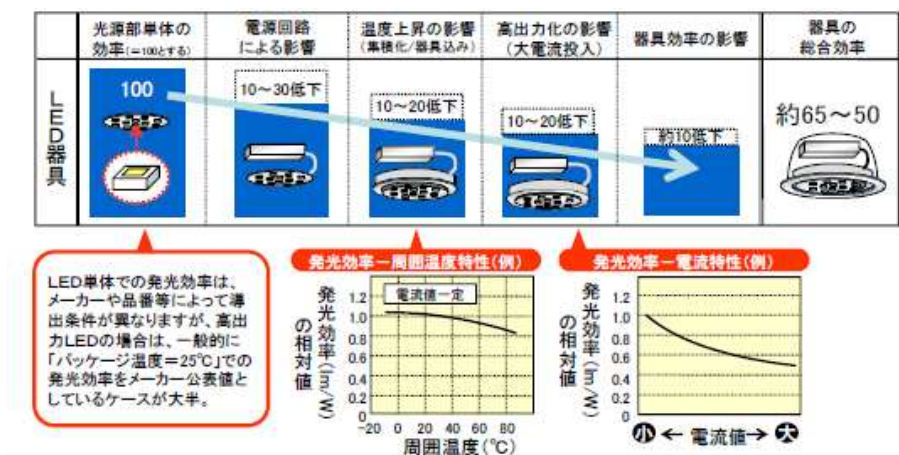


図 4.3.1 照明器具組み込み時の各段階での効率

そのため、電源回路の低ロス化、関連部品や放熱技術の開発などが進められている。

LED単体の発光効率に、器具組み込み時の低下を見込んだ照明器具の発光効率の予測レベルを

図4.3.2に示す。

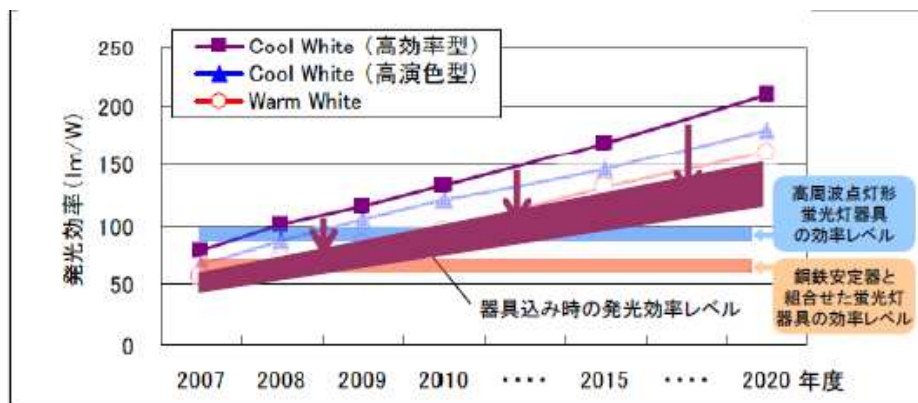


図 4.3.2 LEDの発光効率の予測（JLEDS）¹

なお、LEDに関する技術進歩は日進月歩の状況であり最新情報については、特定非営利活動法人LED照明推進協議会(略称JLEDS)のHP*¹等も参照されたい。

【参考文献】

(1)JLEDSテクニカルレポート Vol.2:白色LEDの技術ロードマップ(2008)。

*¹ 特定非営利活動法人LED照明推進協議会(JLEDS)HP: <http://www.led.or.jp/index.htm>

5. 経年劣化についての調査報告

5.1 電氣的・物理的性能劣化及び寿命末期リスクに関する調査報告

5.1.1 事故情報抽出と分析

情報量の多いnite^{*1}の生活安全分野の事故情報の検索

(<http://www.jiko.nite.go.jp/php/jiko/search/index.php>) を用いて「照明器具」「安定器」「経年劣化」で検索(2009年12月実施)し、表5.1.1の照明器具に関する経年劣化事故を30件抽出できたのでこのデータを分析した。(2007年5月～2009年11月、2年7ヶ月)

表 5.1.1 nite データベースからの抽出事故一覧

原因	品名	製品の使用期
電子・電解	不明	照明器具(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
電子・電解	施設	照明器具(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
電子・電解	住宅	照明器具(蛍光灯、インバーター式)【家庭用つり下げ型蛍光灯器具】
電子・電解	住宅	照明器具(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
磁気・コン	施設	照明器具(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
電子・電解	住宅	照明器具(シーリングライト)【その他の放電灯器具】
電子・電解	住宅	照明器具(蛍光灯)【その他の放電等器具】
電子・はんだ	住宅	照明器具【家庭用つり下げ型蛍光灯器具】
電子・電解	住宅	照明器具(つり下げ型、インバーター式)【家庭用つり下げ型蛍光灯器具】
磁気・コン	施設	照明器具(蛍光灯安定器)【蛍光灯安定器】
器具配線	施設	屋内配線【電線】
電子・はんだ	施設	蛍光灯用安定器【蛍光灯用安定器】
磁気	施設	照明器具(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
磁気	住宅	照明器具(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
器具配線	住宅	室内灯【その他の白熱電灯器具】
器具配線	住宅	照明器具【その他の白熱電灯器具】
磁気	住宅	照明器具【家庭用つり下げ型蛍光灯器具】
磁気	施設	室内灯(天井直付型)【その他の放電灯器具】
ソケット	不明	照明器具(天井直付型)【その他の放電灯器具】
磁気	住宅	照明器具(室内灯蛍光ランプ用、吊り下げ型)
磁気	施設	照明器具(蛍光灯)
磁気・コン	施設	照明器具(蛍光灯)
磁気	施設	照明器具
磁気	不明	蛍光灯用安定器【蛍光灯用安定器】
磁気	住宅	室内灯(蛍光灯)【その他の放電灯器具】
磁気	住宅	室内灯【家庭用つり下げ型蛍光灯器具】
磁気	施設	室内灯(蛍光ランプ用)【その他の放電灯器具】
磁気	不明	室内灯
磁気	施設	室内灯(蛍光ランプ用)
磁気	不明	室内灯(蛍光ランプ用)

照明器具の寿命は電気機器としての絶縁構成部分(一般的には絶縁樹脂)の使用環境条件など種々の要因による劣化により決定されるもので不点灯という現象となって消費者に認知されるが、ごく稀に発煙、発火等を伴う現象が発生する事がある。この稀な現象が事故情報として公開されているため、事故現象及び原因について分析する事で照明器具の寿命末期における安全に対するリスクを検証できるものとする。

*1 独立行政法人製品評価技術基盤機構(略称 nite)HP: 生活安全分野の事故情報, <http://www.jiko.nite.go.jp/php/jiko/search/index.php>

表 5.1.2 照明器具の経年劣化事故の要因別一覧（件数）

	磁気回路式安定器の銅線被覆の絶縁劣化	力率改善コンデンサの液漏れ	電子安定器の電解コンデンサの圧力弁動作	電子安定器のはんだクラック	器具内・外配線	ソケット	合計
施設用	6	3	1	1	1	0	12
住宅用	5	0	5	1	2	0	13
不明	3	0	1	0	0	1	5
合計	14	3	7	2	3	1	30

30 件の事故情報の要因別一覧を、表 5.1.2 に示す。磁気回路式安定器の銅線被覆の絶縁劣化では住宅用、施設用に関係なく事故が発生している。力率改善コンデンサについては住宅用では使用が限られているため施設用照明器具からの発生のみとなっている。この安定器の銅線被覆の絶縁劣化 14 件と力率改善コンデンサの液漏れ 3 件が磁気回路式安定器を搭載した照明器具の寿命末期における代表的な事故と見ることが出来る。

17 件の磁気回路式安定器の経年劣化事故を製品使用期間で区分した結果を表 5.1.3 に示す。17 件の内、施設用は 7 件（発生年数不明の 2 件を除く、2.6 年（2 年 7 ヶ月））で年平均では 2.7 件/年の発生。磁気回路式器具の残存数 1.9 億台（図 5.2.2）から計算した発生率は 0.014ppm であるが、10 年超（残存数 1.0 億台、発生数 2.7 台/年）の発生率は 0.027ppm、20 年超（残存数 0.1 億台、発生数 1.5 台/年）では発生率 0.15ppm とリスクが 1 桁増加する。すなわち古い安定器ほどリスクが高くなる。

表 5.1.3 磁気回路式安定器の経年劣化事故の分析

製品使用期間	施設磁気式	住宅磁気式	不明	合計
10年以下	0	2	0	2
11年～20年	3	2	3	8
21年～30年	1	1	0	2
31年～40年	3	0	0	3
小計	7	5	3	15
不明	2	0	0	2
合計	9	5	3	17

また、電子安定器を搭載した照明器具の事故では電子安定器に内蔵された電解コンデンサの圧力弁動作と電子安定器のプリント配線基板に部品を接続させるためのはんだ付け部分のクラックが代表的な事故とみなせる。

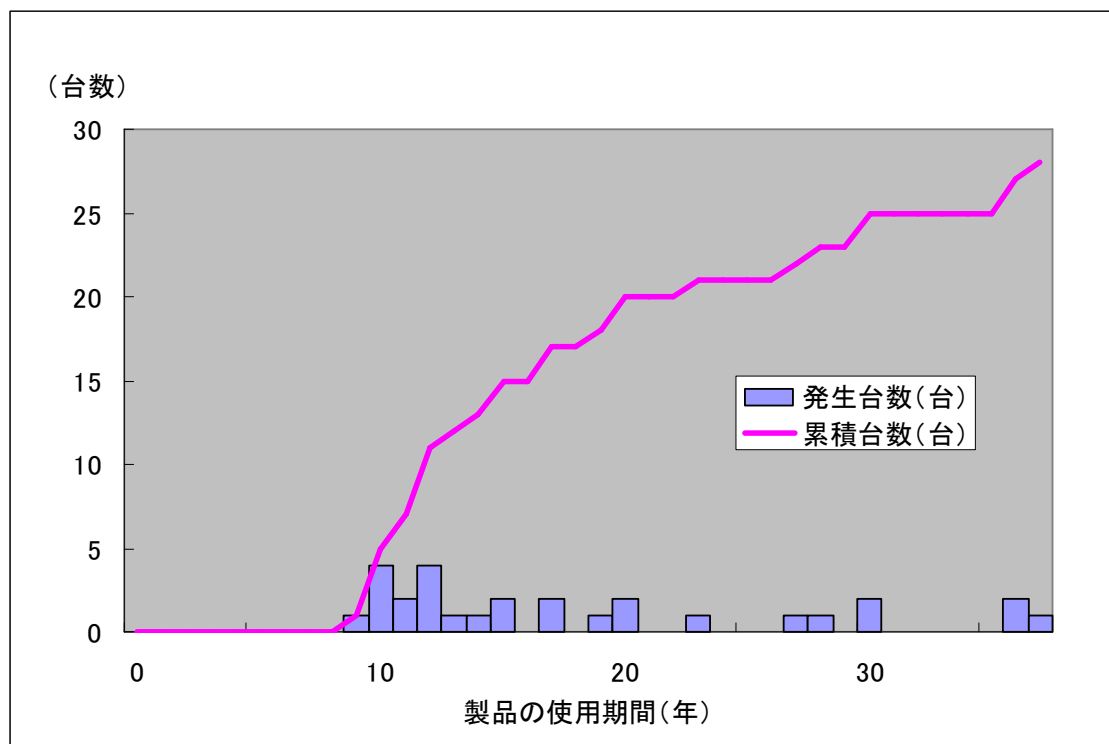


図 5.1.1 事故情報分析結果（経年劣化事故発生推移）

抽出結果の内、使用年数が判明しているものをグラフ化すると図 5.1.1 となる。経年劣化による発煙・発火事故は 10 年から 15 年にかけて大幅に増加し、10 年から 15 年にかけて寿命に至ることがわかる。また、現実的に 15 年から 16 年で器具更新が行われている事²⁾ から、15 年以降は市場で使用される器具母数が減少しているため、長期使用のリスクが増加していると見たほうが無難である。

この抽出で得られた寿命末期の現象に関して以下に詳細分析を示す。

5.1.2 磁気回路式安定器の銅線被覆の絶縁劣化³⁾

磁気回路式安定器の絶縁構成として以下部品があげられる。

- ・ 銅線の絶縁被覆
- ・ 樹脂製ボビン
- ・ 絶縁テープ

前述した事故事例から磁気回路式安定器の寿命末期における事故としては銅線の絶縁劣化によるとされている。

銅線の寿命に影響を与える要因として以下が考えられる

- ・ 温度
- ・ 電圧
- ・ 湿度
- ・ 使用環境における大気含有物質
- ・ 機械的振動、衝撃

安定器が動作するときに流れる電流により銅線の素線抵抗による発熱と、ケイ素鋼板による磁気回路抵抗による発熱がある。銅線の絶縁を構成する樹脂はポリアミドイミドなどの有機絶縁材料であり電気絶縁寿命はアレニウスの法則に従い、その関係は式（１）により示される。

$$\ln \tau = A / T + B \cdots (1)$$

τ : 寿命 T : 温度 (°C) A, B : 定数

この式で絶縁物の寿命は温度の逆数に比例する事がわかる。

また、銅線は樹脂製ボビンに巻き回されるが、通常は準整列巻きとしておりボビンの縁部分での折り返しにて整列性が乱れたり、巻き始めの引出線と巻線間で層間電圧以上の電圧が印加されている箇所が存在する。銅線の絶縁が劣化した場合はこのような箇所が起点となり絶縁破壊を起こす。巻線内で絶縁破壊を起こした場合は短絡した箇所により巻線内にループが構成され、そのループ内に循環電流が流れ、更に発熱する。

その後、発熱による絶縁劣化が加速し、なだれ的に短絡箇所が拡大する。磁気回路式安定器の保護は一般的に電流ヒューズを電源に挿入したり、巻線の絶縁樹脂を低融点樹脂としている。異常発熱時に積極的に絶縁破壊を起こし短時間で短絡箇所が拡大し、安定器全体のインダクタンスが低下し、主電流が増加するため保護用電流ヒューズが作動したり、巻線の引出線が溶断し電源が開放され不点灯となる。磁気回路式安定器の寿命末期の現象はこのように銅線の熱劣化による絶縁破壊と循環電流による発熱拡大の組合せで発生するものだが、銅線の短絡箇所はコントロールできないため保護動作が働くまで時間がかかる場合が稀に発生する。この時に発煙・発火等の現象が現れる事がある。図 5.1.2 は内部の劣化が進み高温となった安定器の内部写真を示す。

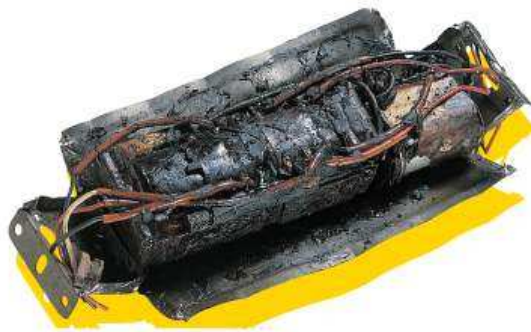


図 5.1.2 劣化が進んだ安定器の内部例¹⁾

5.1.3 力率改善コンデンサの液漏れ

照明器具用の力率改善コンデンサは JIS C 4908 電気機器用コンデンサで規定されている。保安構造のあるもの、無いものに分けることが出来る。

現在、市場で事故が発生している力率改善コンデンサは保安構造なしのものである。保安構造なしの代表的なコンデンサ構成は以下となる。

- ・ 金属ケース
- ・ 金属蒸着紙
- ・ 封止キャップ
- ・ 誘電体

力率改善コンデンサの構造は、図 5.1.3 に示すように、金属蒸着紙を巻き回したモジュールを金属ケースに収め、金属ケース内に誘電体である鉱物油を含浸して封止キャップで密閉されている。

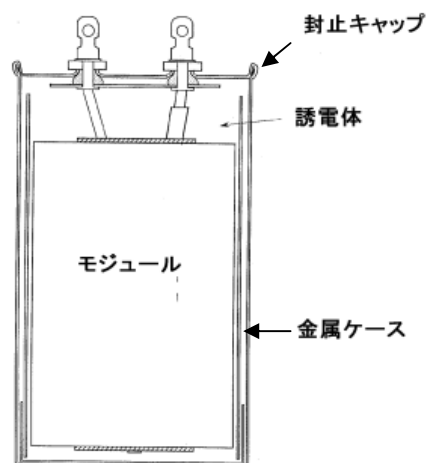


図 5.1.3 保安構造なしのコンデンサ構造例

力率改善コンデンサの経年劣化は絶縁体を兼ねる誘電体の絶縁劣化に起因し、その寿命はアレニウスの法則に従う。金属蒸着紙を用いたコンデンサは、誘電体の一部が絶縁破壊を起こした場合、破壊点周辺の電極の微小面積が消滅する事により、瞬間的にコンデンサの機能を回復する機能がある。経年劣化により絶縁破壊箇所が急激に増加した場合電極の消滅が急激に繰り返されることから、消滅により発生したガスがケース内に充満し、密閉ケースの内圧が急激に上昇する。密閉ケースは金属製でありケースの膨張により内圧を吸収する。最終的に回路が開放され、コンデンサ機能を停止する。しかし、稀にケース膨張で吸収しきれない場合には回路を解放するための構造がコントロールされていないため、**図 5.1.4** に示すように封止キャップが外れ内部ガスが噴出する。



図 5.1.4 力率改善コンデンサケース破壊例¹⁾

5.1.4 電子安定器の電解コンデンサの圧力弁動作

一般的に電子安定器は、商用交流電圧を一旦整流平滑し高周波電圧に変換することから、比較的大型のアルミ電解コンデンサが使用されている。アルミ電解コンデンサの構造を、**図 5.1.5** に示す。アルミ電解コンデンサは、アルミケースに電解液を含浸させた素子本体を挿入し、ゴム素材の封口材で封口した構成となっている。ケース上部には、異常時に内部圧力を放散させる圧力弁が設けられている。

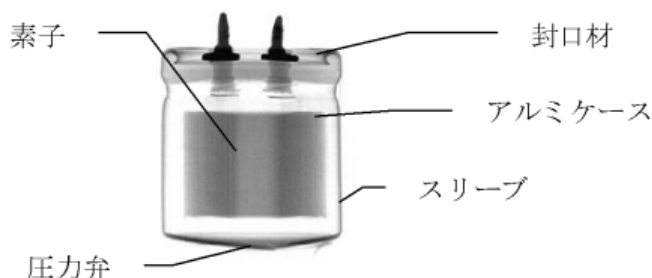


図 5.1.5 電解コンデンサ構造

電解液が封口材から徐々に透過することにより容量減少・損失角の正接 ($\tan \delta$) の増加という劣化過程を経て寿命に至る。このことから電解コンデンサは寿命が定義されており電子安定器に使用される比較的大型の電解コンデンサは 105℃、5000 h ～7000 h 程度の基

礎寿命のことが多い。絶縁物の場合と同様に周囲温度と寿命の関係はアレニウスの法則に従うことが一般的に確認されており式（２）にて表される。

$$L_2 = L_1 \times 2^{(t_1 - t_2) / 10} \dots\dots (2)$$

ここで、 L_1 ：温度 t_1 における寿命（h）

L_2 ：実使用温度 t_2 における寿命（h）

t_1 ：最高使用温度（℃）

t_2 ：実使用時の周囲温度（℃）

電子安定器は、この法則に基づき実使用寿命を十分確保できるように配慮され設計されている。通常は電気用品安全法の技術基準の電気絶縁材料の限界（40,000 h）を目処として実使用温度における寿命を設定する事が多い。

アルミ電解コンデンサは仕様・規格を超える温度、電圧、リプル電流などが印加された場合、安全のためにケースに予め弱い部分を作り開放する事により内部圧力を放散させる仕組みを持っている。この機構は圧力弁として電解コンデンサの JIS C5101-4 にてケースの離脱などの危険な爆発がなく、また、火が出ないで圧力弁が動作しなくてはならないと規定されている。

長期使用による電解液の飛散・損失角の正接（ $\tan \delta$ ）の増加によるリプル電流、自己発熱の増加のため、急激な発熱現象が発生し内部蒸気圧が上昇して圧力弁が動作する場合があります、電解液が蒸気となり噴出するため発煙と誤判断される場合がある。図 5.1.6 は安全弁が動作した電解コンデンサを示す。



(a) 横から見た写真



(b) 上から見た写真

図 5.1.6 電解コンデンサの圧力弁動作例

5.1.5 電子安定器のはんだクラック^{4) 5)}

電子安定器は、回路構成部品をプリント配線基板上に実装しプリント配線基板に形成された銅箔のパターンにはんだ付けをする事により電気回路を構成し所定の動作が可能となる。回路構成部品は以下のような部品がある。

- ・ トランス、チョーク類の巻線部品
- ・ 抵抗

- ・ 電解コンデンサ
- ・ フィルムコンデンサ
- ・ 半導体（ダイオード、トランジスタ等）
- ・ 集積回路（IC 等）
- ・ コネクタ・リレー等

はんだ接合部には、電源 ON-OFF に伴い繰り返し温度サイクルが印加されるため、プリント配線基板と回路構成部品の線膨張係数の差異により、主としてクリープ変形による塑性変形が生じる。プリント配線基板と電子安定器のトランス等を使用される、代表的な樹脂の線膨張係数を表 5.1.4 に示す。プリント配線基板の線膨張係数に対し、樹脂は大きな値をとる仕様があることが解る。

表 5.1.4 線膨張係数

	線膨張係数 (10 ⁻⁵ /℃)
プリント配線基板 (FR-1)	1.7～2.2
ナイロン 66	2～10
ポリブチレンテレフタレート (PBT)	2～10
フェノール	2～7

又、はんだ接合部の破壊現象としては以下の 4 つがあるといわれている

- ① 引っ張りやせん断荷重が短時間で印加されたことによる延性破壊
- ② 高温で一定応力が継続的に印加されたことによるクリープ破壊
- ③ 構成材料の線膨張係数の差異により応力が繰り返し印加されたことによる熱疲労破壊
- ④ 振動などの繰り返し印加による機械的疲労破壊

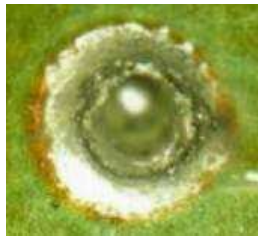
これらの破壊現象には、はんだ接合部に発生する亀裂形状に特徴がある。延性破壊、クリープ破壊では図 5.1.7 に示すように部品リード線とはんだ接合部の境界面から発生し、熱疲労破壊や機械的疲労破壊では、図 5.1.8 に示すように、はんだ接合部のフィレットの中央付近で発生する。



(a) はんだ付け外観

(b) はんだ付け部断面写真

図 5.1.7 クリープ破壊例



(a) はんだ付け外観



(b) はんだ付け部断面写真

図 5.1.8 熱疲労破壊例

通常使用状態での寿命破壊として考えられる破壊は、クリープ破壊と熱疲労破壊である。線膨張係数の差異が大きい場合、塑性変形が発生し、はんだ接合部の寿命は低サイクル疲労の塑性ひずみと破断寿命の関係であるコフィン–マンソン則に従うことが知られている。

低サイクル疲労による破断寿命は式（3）で表現される。

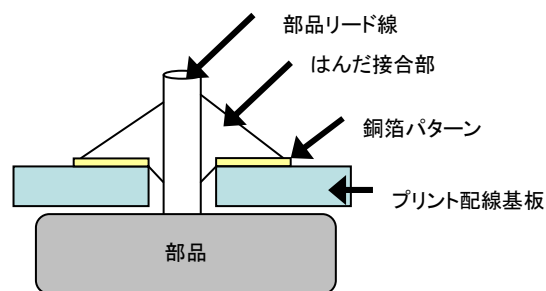
$$N = K \times (\Delta \varepsilon_p)^{-n} \cdots (3)$$

ここで、 K 、 n ははんだ材料や環境等で決まる定数、 $\Delta \varepsilon_p$ は塑性ひずみ振幅である。

コフィン–マンソン則に従い加速係数を求めることができるため、一般に、電子安定器のはんだ接合部信頼性試験として、温度サイクル試験を実施している。温度サイクル試験の結果クラックが発生したはんだ接合部の写真を図 5.1.9 に示す。



(a) 試験結果写真



(b) はんだ接合部断面構造図

図 5.1.9 温度サイクル試験結果例

はんだ接合部のクラックはフィレット中央部に発生しており熱疲労破壊である事がわかる。

nite 事故情報でははんだ付け部の事故は施設用照明器具 1 件、住宅用照明器具 1 件となっており、事故発生箇所は発振トランスとリレーのはんだ接合部とされている。発振トランスは樹脂製ボビンに銅線を巻き回したもので熱変形はボビン材質に依存している。また、

リレーも樹脂台座に電磁コイル、接点等を配置しているため熱変形は樹脂台座の材質に依存している。実際の事故品の確認はできないためはんだ接合部の状態は不明であるが、部品構成から熱疲労破壊が疑われる。

プリント配線基板上ではんだにクラックが発生すると、接続が不安定となり、クラック箇所によって開放時にアーク放電現象が発生し、はんだ接合部周辺のプリント配線基板が発煙する事が稀にある。

5.1.6 まとめ

これまで、nite の事故情報を元に検証をしてきたが、寿命域による事故について経済産業省の製品安全小委員会にて事故状況がまとめられ報告されている。例えば、平成 22 年 5 月 25 日の第 15 回製品安全小委員会資料⁶⁾によれば磁気回路式安定器のコイルのショート 5 件、力率改善コンデンサ 1 件、電解コンデンサ 3 件などと報告されている。ただし、電解コンデンサについては、圧力弁の作動時の温度が電解液の発火温度より低いいため拡大被害に至る可能性が低いと報告されているため、リスクは高くはないと判断できる。

これまで述べてきたように、磁気回路式安定器と力率改善コンデンサは寿命末期の現象を設計段階でコントロールする事が困難であり、いずれも安全に終息する前に発煙・破損等の現象が発生するリスクが残る。電子安定器は設計段階での寿命末期現象のコントロールが容易で、しっかり設計されたものであれば安全に終息できるものと考えられる。これまでの検証をまとめると表 5.1.5 のようになる。表中で「件数」とは nite の経年劣化事故報告件数をいう。

表 5.1.5 検証まとめ一覧

方式	対象部品	事故現象	件数	リスク
磁気回路式	銅線の被覆	発煙	14	巻線からの発煙・発火
磁気回路式	力率改善コンデンサ	液漏れ（発煙）	3	保護構造なし 金属ケース破損（液漏れ）
電子式	電解コンデンサ	蒸気発生（発煙）	7	発生蒸気が発火温度より低く 拡大被害の可能性は低い
電子式	はんだ接合部	発煙	2	安定器設計上電解コンデンサ 寿命以上の寿命確保

このように、現在市場で使用されている磁気回路式安定器は発煙・発火事故リスクが電子安定器に比べ高いと言わざるを得ない。交換されずに使用を続けている磁気回路式安定器を使用した照明器具の取替えをする事により照明器具における経年劣化による発煙・発火事故リスクは大幅に減少するものと考えられる。

【参考文献】

- (1) 日本照明器具工業会：照明器具リニューアルのすすめ，pp8-9（2009）.
- (2) 省エネルギーセンター：照明器具更新に関する実態調査報告書，p8（2008）.
- (3) 寺山一郎：安定器の寿命，照学誌，85-7，p 757(2001).
- (4) 久里，若松，齋藤：東芝レビュー，56-12，pp60-63(2001).
- (5) 大野，本山，魚留，黒井：パナソニック電工技報，80，pp35-39(2003).
- (6) 経済産業省第 15 回製品安全小委員会：平成 21 年度重大製品事故報告・公表制度の施行状況について，p14，p27，p28(2009).

5.2 長期使用による照明特性劣化についての調査報告

照明器具の交換に関して、照明学会、日本照明器具工業会等、過去から市場調査が行われてきており、また安定器の寿命に関する調査研究も報告されている。例えばその一例として、照明学会照明普及会が報告した「ビルディング照明の実態調査」¹⁾を見てみると、従来行われた調査は、よい照明設計の普及度を確認することが目的で、ランプ交換頻度、器具清掃の方式等のアンケート調査が主に行われ、照明器具交換に関する幅広い調査を目的としたものであって、器具そのものの劣化状態を調査したものではなかった。

そこで今回は、照明器具の長期使用による照明特性面の劣化を調査することとし、器具新設時の照明環境から長期使用後の特性がどの程度変化(劣化)したのかを把握するために、その第1段階の予備調査を行ったので、ここに報告する。

5.2.1 光学的性能劣化検証方法

(1) 試供サンプル

実際の市場環境にて使用されている照明器具の劣化状態の実態を把握するためには、使用環境が類似で使用年数が既知であるサンプルを比較することが望ましい。

そこで、今回は予備調査として委員会メンバーの近辺にて使用環境、履歴が確認できる器具を使用して測定を行った。その測定したサンプルの一覧を表 5.2.1 に示す。

表 5.2.1 測定サンプル

サンプル	使用年数	使用場所	使用時間 (時間／日)	推定累計 使用時間 (時間)
1	12 年	事務所	12h/日	38, 000 h
2	18 年	事務所	12h/日	57, 000 h
3	29 年	事務所 お茶室	1h/日	7, 600 h
4	41 年	事務所 更衣室	1h/日	11, 000 h

(2) 調査方法

今回、収集した4種類のサンプル（各1台）について、各試験を測定0～4番まで番号をつけ以下の方法での測定を行なった。測定は器具効率、直下照度で行なっているが、ここでは直下照度を比較して説明する。

① 測定0：使用器具新品時の初期直下照度データ。

（このときの値を100とする）

② 測定1：取り外したままの状態での測定。

③ 測定2：ランプのみ新品と交換して測定。

④ 測定3：反射板を雑巾にて反射板の乾拭きを行なった後測定。

（サンプル12年、29年は乾拭きを実施せず）

⑤ 測定4：反射板を中性洗剤を用いて雑巾にて清掃、洗剤、汚れをふき取り測定。

また、器具配光測定も上記①から⑤までの照度測定項目に併せて行なっているので、後ほどその一例にて状況を報告する。

5.2.2 照度・配光実測データ

(1) サンプル1

器具種類 : FLR40×2 灯 天井埋め込み型

器具ロット : 1997 年 12 月

使用期間 : 約 12 年

使用場所 : 事務所ビル 執務室

① 器具状況



図5.2.2 天井取り付け



図5.2.3 反射板清掃前



図5.2.4 反射板清掃後

② 器具測定結果

○器具効率、照度値比較

表 5.2.3 サンプル1 測定データ

測定番号	ランプ	安定器	ランプ清掃	器具清掃	器具効率	最大照度	直下照度
0	同品番初期値データ				88%	100.0%	100.0%
1	旧	旧	未	未	68%	79.3%	79.1%
2	新品	旧	未	未	68%	79.1%	79.0%
3	旧	旧	済	済	84%	97.3%	96.9%
4	旧	新品	済	済	86%	100.0%	99.4%

○ 配光測定

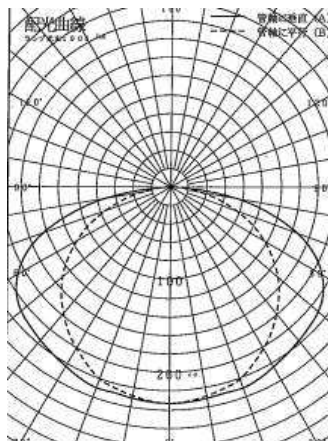


図5.2.4測定番号0

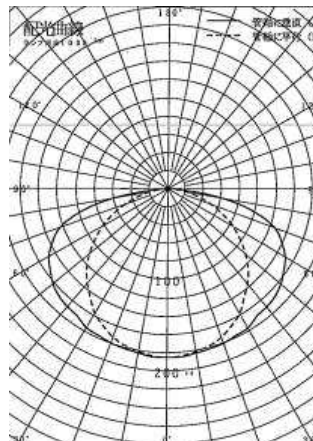


図5.2.5 測定番号1

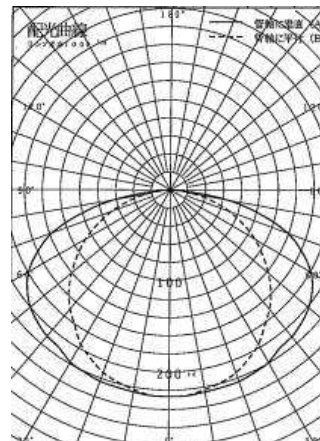


図5.2.6 測定番号3

(2) サンプル 2

器具種類 : FLR40×2 灯 システム天井埋め込み型
 器具ロット : 1991 年 9 月
 使用期間 : 約 18 年
 使用場所 : 事務所ビル 執務室

① 器具状況



図5.2.7 天井取り付け時



図5.2.8 反射板清掃前



図5.2.9 反射板乾拭き清掃後



図5.2.10 反射板本拭き清掃後

② 器具測定結果

○ 器具効率、照度値比較

表 5.2.4 サンプル2 測定データ

測定番号	ランプ	安定器	ランプ清掃	器具清掃	器具効率	最大照度	直下照度
0	同品番初期値データ				83 %	100.0 %	100.0 %
1	旧	旧	未	未	63 %	77.0 %	77.1 %
2	新品	旧	未	未	64 %	80.1 %	79.4 %
3	旧	旧	未	乾拭き	62 %	74.8 %	74.4 %
4	旧	旧	済	本拭き	78 %	94.2 %	94.2 %

※1. 安定器形式古く、新品安定器は所有ないため実験省略

※2. 初期値配光も特注のためなし、データのみ残存

○配光測定

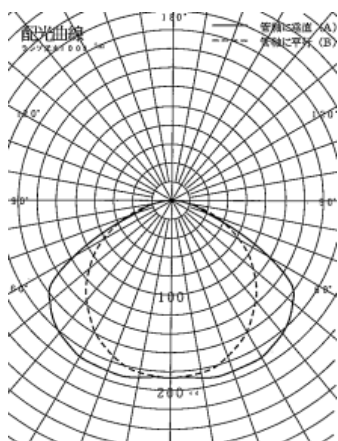


図5.2.11 測定番号1

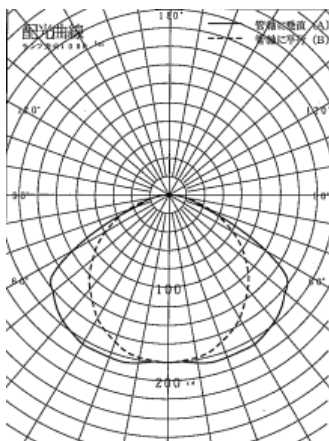


図5.2.12 測定番号3

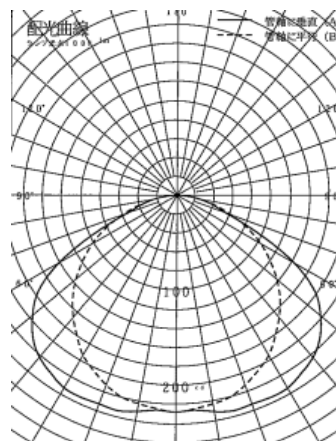


図5.2.13 測定番号4

(3) サンプル 3

器具種類 : FLR40×1 灯 天井埋め込み型

器具ロット : 1980 年 3 月

使用期間 : 約 29 年

使用場所 : 事務所ビル 執務室

① 器具状況



図5.2.14 天井取り付け



図5.2.15 反射板清掃前



図5.2.16 反射板清掃後

② 器具測定結果

○器具効率、照度値比較

表 5. 2. 5 サンプル 3 測定データ

測定番号	ランプ	安定器	器具清掃	器具効率	最大照度	直下照度
0	同品番初期値データ			73%	100.0%	100.0%
1	旧	旧	未	58%	78.2%	78.5%
2	新品	旧	未	60%	80.4%	81.4%
3	新品	旧	済	72%	98.3%	99.4%
4	新品	新品	済	70%	95.5%	96.6%

○ 配光測定

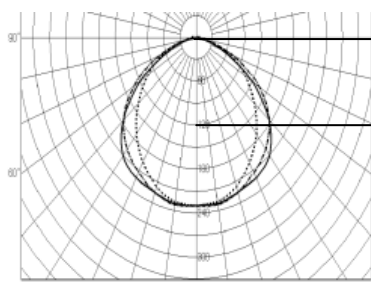


図5. 2. 17 測定番号0

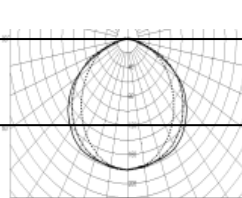


図5. 2. 18 測定番号1

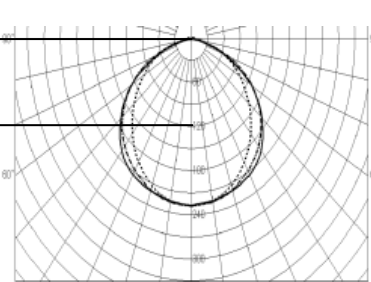


図5. 2. 19 測定番号3

(4) サンプル 4

器具種類 : FLR40×1 灯 天井直付け型
 器具ロット : 1969 年 9 月 30 日
 使用期間 : 約 41 年 (累積点灯時間は短い)
 使用場所 : 倉庫に使用、最近 10 年は更衣室に使用

① 器具状況



図5. 2. 20 天井取り付け時



図5. 2. 21 反射板清掃前



図5. 2. 22 反射板清掃後

② 器具測定結果

○器具効率、照度値比較

表 5. 2. 6 サンプル4 測定データ

測定番号	ランプ	安定器	器具清掃	器具効率	最大照度	直下照度
0	同品番初期値データ			83%	100.0%	100.0%
1	旧	旧	未	58%	82.2%	82.2%
2	新品	旧	未	60%	83.8%	83.8%
3	新品	旧	済	72%	83.8%	83.8%
4	新品	新品	済	70%	92.6%	92.6%

○ 配光測定

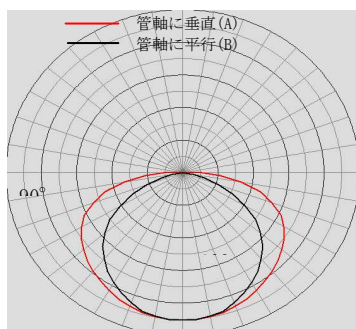


図5.2.23 測定番号0

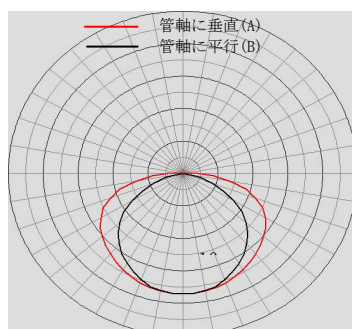


図5.2.24 測定番号1

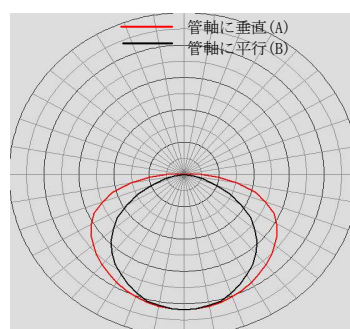


図5.2.25 測定番号4

(5) サンプル測定比較

全体の測定データのまとめを、上記分析からもっとも特徴的な初期値、取り外し時、乾拭き後及び洗剤を用いた清掃（以下本拭きと記す）を比べてのサンプル測定結果を、まとめて表 5.2.7 に示す。

器具効率の低下も初期を 100 とした時の比率を示すと、直下照度と同程度の低下比率となっている。

表 5.2.7 サンプル測定まとめ表

器具種類 状況	12年器具		18年器具		29年器具		41年器具	
	(%) 器具効率	(%) 直下照度	(%) 器具効率	(%) 直下照度	(%) 器具効率	(%) 直下照度	(%) 器具効率	(%) 直下照度
初期	100	100	100	100	100	100	100	100
取り外し時	77.3	79.1	75.9	77.1	79.4	78.5	81.9	82.2
乾拭き後	—	—	74.7	74.4	—	—	83.1	83.8
本拭き後	95.5	96.9	94.0	94.2	98.6	99.4	91.6	92.6

また、上記器具配光の代表例を図 5.2.26 から図 5.2.28 に示す。

この測定結果は、サンプル 4 種とも同等の配光変化の傾向を示したので、使用年数 12 年の照明器具の結果について説明する。

- ① 照明器具設置時の初期配光曲線を図 5.2.26 に示す。
- ② 図 5.2.27 には、器具を取り外して、汚れた状態のままで配光測定を行なった結果を示す。一目で差がわかるように、直下照度も下がり、配光全角度方向の光も大きく低下しており、光の広がり大きく低下していることがわかる。
- ③ さらに、中性洗剤で清掃した後の配光を図 5.2.28 に示す。直下照度はかなり回復しているが、全体的な配光の広がりやや狭まっているように見える（図 5.2.26 の C 部と図 5.2.28 の D 部との差）。

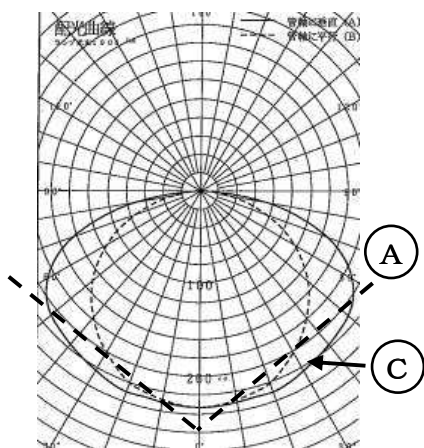


図 5.2.26 初期配光曲線

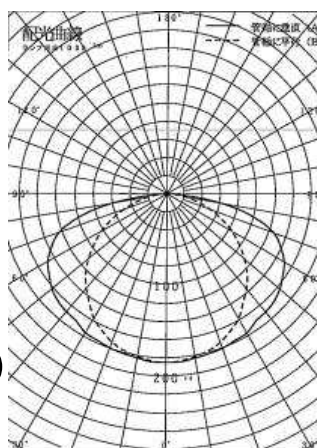


図 5.2.27 汚れ状態

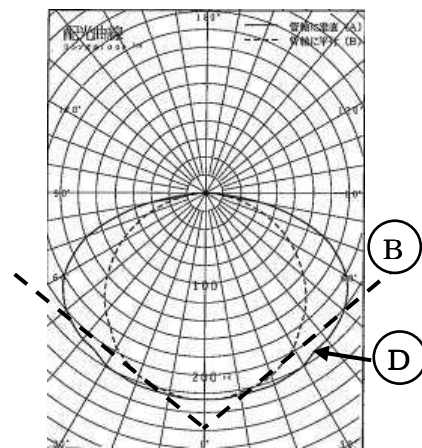


図 5.2.28 反射板清掃後

5.2.3 まとめ

今回のサンプル測定においては、それぞれの使用環境は若干異なっているが、事務所周辺からサンプリングした照明器具であるため、使用温度状況等はほぼ同じと考えて良いであろう。上記のデータから見ると、12年から41年にかけて、周辺の埃、熱による反射板への吸着等により使用年数で照度劣化、器具効率劣化が大きく見られる（器具効率にて約20%低下している）。

ただ、今回のサンプル試験の結果に見られるように、反射板を清掃した場合、乾拭きでは効果がまったくなかったが、洗剤での清掃を行うことにより、照度が回復することが理解できる。洗剤を用いての清掃を行なうことにより、器具効率は15%程度復活し、初期から2~5%の効率ダウンで収まっている。この照度低下が長期使用、周辺環境による器具の塗装等の劣化の結果である。ただし、直下照度（明るさ）は戻るが、光そのものの広がり狭くなり光環境としては劣化しているのであろう。事務所環境程度の器具使用では、反射板の汚れによる効率低下が大きく、従来より照明学会が提唱している器具清掃が最も大きな効果があるといえる。長期使用による反射板の（塗装の）劣化は12年から18年の使用ではあまり現れていないが、点灯時間が短くとも41年間使用継続された反射板は劣化が進行しているものと考えられる。今回の調査器具では4機種とも白色塗装反射板で、配光の広がり差が顕著ではなかったが、それに対し、鏡面反射鏡を利用して光を横に飛ばしつつグレアカットを行っているような器具の場合は、配光の狭まり方が大きくなったり、均斉度低下や鉛直面照度低下、汚れによる拡散反射成分によるグレア増加等いろいろな懸念点が考えられる。そのため、器具の品種も増やした確認が必要となるであろう。

また、清掃そのものに関して、実際の清掃環境はどの程度のものがあるのだろうか、前出の、「ビルディング照明の実態調査」¹⁾によると、表5.2.8 器具の清掃状況に示すように、約30%のビルが定期清掃を行っており、不定期には68%程度が清掃を行っている。

表 5.2.8 器具の清掃状況

完 成 年 度	44	45	46	47	48	計	%
定 期	8	17	24	14	9	72	31.7
不 定 期	38	35	36	37	9	155	68.3
計	46	52	60	51	18	227	100.0

この定期清掃を行っているビルは問題ないが、不定期清掃の実施時期を表 5.2.9 から、約 12%のビルが照度測定を行って清掃時期を決めるのに対し、約 70%が目視にての判断で行うとしており、継続的な清掃の実施が確認できなかった。

表 5.2.9 不定期清掃の内訳

完成年度 判定基準	44	45	46	47	48	計	%
照度測定結果	5	4	5	5	0	19	12.2
目で判断	27	26	25	25	7	110	71.0
記入なし	6	5	6	7	2	26	16.8
計	38	35	36	37	9	155	100.0

したがって、長期的な使用実態に合わせてみると、清掃も定期的ならば乾拭き程度で済むものが、目視による汚れは事務所等においてはあまり汚れを感じられないため、段々と実施されなくなって来ているのが現実ではないだろうか。また、今回のサンプル試験に見られるように、10 年程度経過した照明器具に於いても、約 15%程度の照度低下が起こっており、10 年前のレベルの効率であることと合わせると、現在の器具に比べると大きなエネルギー効率の損失があるのではないだろうか。

5.2.4 おわりに

今回の予備調査では、

- (1) このサンプルは事務所環境だけであったこと、反射板が白色塗装品のみであったこと。
- (2) 各年代でのサンプル数が各 1 台の結果であるため、全体の傾向を表している不明であること。
- (3) 設置当時の照明器具効率、最近の照明器具の効率と合わせての比較ができていないこと。
- (4) 反射板にとって環境が良いとは言えない工場等のサンプルも反射板劣化を見るために必要であること。

以上のような課題を残した結果となった。

今後、上記課題についてサンプル追加を行い、包括的な長期使用器具劣化を見ていく必要がある。

また、清掃作業（洗剤使用）によって、器具効率はかなり復活していることが明らかになったが、実際の環境において、例えばランプ交換時などでの清掃作業の実態も調査する必要がある。

今後は、その実態に合わせて清掃作業にての効率向上を行なうか、その費用で高効率照明器具への促進を行なうのか、検討が必要である。

【参考文献】

- (1) 照明普及会：事業委員会報告「ビルディング照明の実態調査」照学誌，59-2（1975）．

6. 適正交換を進める上での課題と対策検討経過資料

照明器具の平均使用年数が平均 15 年と長く一向に既存器具の更新が進まない理由について本委員会では設計、施工、運営管理、工業会（電球及び器具メーカーなど）、照明学会といった様々な立場や経験からその要因について意見を抽出し分類することでその問題点を明らかにすることを試みた。

課題の抽出や整理分析に当たっては、先の述べた「これまでの視点」と「新たな 3 つの視点」を切り口とすることとした。

(1) 様々な意見を基にその問題点や課題を抽出してそれを表 6.1 に示した。

なお「新たな 3 つの視点」の内、環境負荷については今後の課題として最も重要な要因と考えられることと、大きく「エネルギー面」と「省資源面」の 2 つの要因を含んでいると分析し要因項目としては 2 つに分けて表すこととした。

ここでは抽出された問題点を視点と要因項目別に分類し、更にはその重要性を議論して表に◎、○、△で示して問題点を明確にしている。

表 6.1 器具交換が進まない課題要因（問題点）リスト

視点	項目(特性要因)	No.	要因	重要性	備考
これまでの視点	保全	1	物理的・経済的寿命優先の社会的風潮・習慣	◎	
		2	メンテナンスに対する認識の違い(部品交換で対応する習慣)	○	
		3	低い意識とあいまいな保全実態	○	
		4	電気設備寿命20年の一般的認識	◎	
		5	官公庁営繕基準20年	◎	
		6	法定耐用年数15年	◎	
	経済性	7	改修の場合イニシャルコストが回収できない	◎	
		8	照明器具単独での省エネ効果は少ない	○	
		9	単独で予算がつかない	◎	
		10	改装に伴うみづれ工事	○	
		11	建物のリニューアル計画で照明の優先順が低い	○	
新たな3つの視点	照明環境	12	テナントの指摘がないと改修しない実情	◎	
		13	省エネへのソフト応用の遅れ	○	
		14	視環境より省エネ優先の風潮	◎	
		15	ランプを交換すると新しく見える	△	
		16	空気みたいなもの	△	
		17	暗さへのなれ	△	
		18	照度さえとれていれば満足	○	
		19	リスクが認識されていない(社会的な認知がない)	◎	
	社会的リスク	20	状態監視保全または事後保全になっている	◎	
		21	磁気回路式安定器の寿命末期リスクへの認識不足	◎	
		22	長い期間使用しても実用上問題が少ない	○	
		23	古いが取合えず点いている	△	
		24	照明の優先順位が低い	○	
	環境負荷	25	環境面での要求小さい(環境面要求<経済効果)	◎	
		26	省エネが進んでいる一般的認識	△	
		27	省エネランプ交換など当面对策先行	○	
		28	既存設備の比率や改修比率、省エネ効果への認識不足	◎	
		29	改修する魅力のある照明が無い	○	
		30	改修しにくい器具設計(新旧互換性が無い)	◎	
		31	特注が多いシステム天井器具	○	
		32	大型件名では特注品も多く標準品との互換性が無い	○	
		33	新商品毎に変わる器具構造や部品	○	

(2) 更には要因項目別に分類された課題を特性要因図の手法をもちいて、図 6.1 に課題要因図としてそれぞれの関係性を示した。

この図では表 6.1 で重要性（◎）とした課題については太枠で示している。

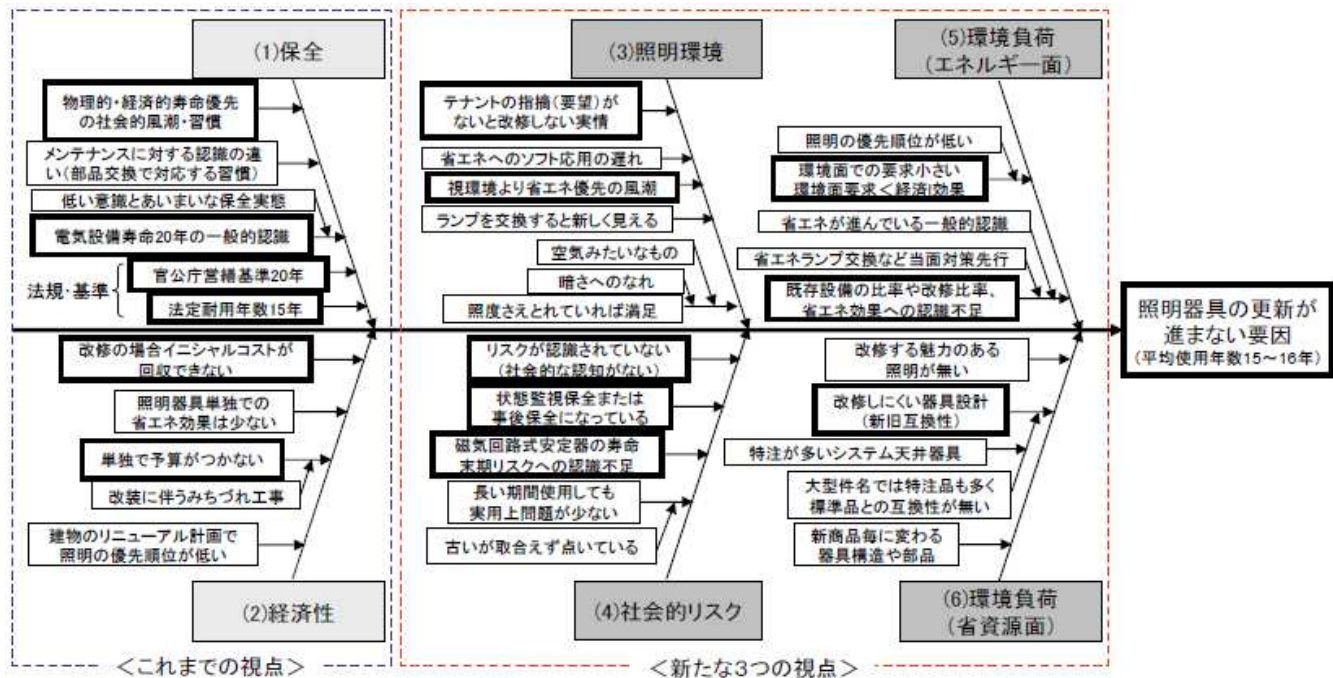


図 6.1 「照明器具の交換が進まない」 課題要因図

(3) 表 6.1、図 6.1 から課題を表 6.2 で集約して示す。

表 6.2 要因項目別の課題の概要一覧表

	分類	要因項目名	課題(問題点)の概要
(1)	新たな3つの視点	環境負荷	省資源面 ・改修し難い器具構造(新旧互換性) ・改修を前提としない器具構成
(2)			エネルギー面 ・照明改修の優先順位が低い ・照明は対策が進んでいる誤解
(3)		社会的リスク	・寿命末期のリスク認識不足 ・状態監視、事後保全的対応一般化
(4)		照明環境	・暗さへのなれ、点灯していれば満足 ・ランプさえ交換すれば新品同様
(5)	これまでの視点	経済性	・照明単独で省エネ効果が少ない ・器具交換では投資が改修できない
(6)		保全	・寿命20年の一般的認識(法規・基準) ・物理的、経済的寿命優先風潮、習慣

用語

注) 例えば、文末の[1]などの鍵括弧番号は最初に出現する章番号を示す。

1. 地球温暖化：温室効果ガスの濃度が増加すると、地表面温度が上昇すること。[1]
2. 温室効果ガス：温室効果をもたらす気体のこと。産業革命以降に人が使用するエネルギーにより発生する。京都議定書では二酸化炭素、メタンなど 6 種類を管理することになった。[1]
3. 磁気回路式安定器：変圧器、チョークコイル、コンデンサなどを組み合わせて、蛍光ランプを適正に動作させるために使用する装置。JIS C 8108 参照。[1]
4. 蛍光灯電子安定器：電子回路式安定器、インバータ式安定器ともいう。蛍光ランプの点灯を適正に動作させるために使用する装置の内、一般電源周波数を高周波変換し、点灯させる電子回路方式を採用するもの。JIS Z 8113 参照。[1]
5. 更新、交換：本報告書では器具の取替えについて「交換」と「更新」と 2 つ用語を使用しておりその使い分けは次の通りとする。照明学会の委員会名称「照明器具の適正交換に関する指針作成委員会」の名称が示す様に照明器具の取替えについては基本的には「交換」と表現する。例えば現状の従来設置されていた照明器具を高効率な照明器具に台数を削減して取り合えるような場合も器具交換と表現する。「更新」は特に寿命などによって使用に耐えなくなった照明器具を同等の新しい器具へ 1 : 1 で取り合えるような場合に限って使用するものとする。[1.1]
6. 適正交換時期：JIS C 8105-1（照明器具第 1 部安全性能要求事項通則）では、照明器具の劣化が進み、照明器具の故障率が増加しはじめる段階を「適正交換時期」として、この時期以後に発生する故障の対策費用を考慮して全数交換が推奨される時期としている。本報告書では、この考え方以外に社会的要請に基づく環境負荷や照明環境の新しい視点も含めて適正交換時期を検証、提言している。[1.2]
7. 重大製品事故：製品事故のうち、一般消費者の生命又は身体に対する危害が発生した事故のうち、危害が重大であるもの（死亡事故、重傷病事故（治療に要する期間が 30 日以上を負傷・疾病）、後遺障害事故及び一酸化炭素中毒事故）、又は消費生活用製品が滅失し、又はき損した事故であって、一般消費者の生命又は身体に対する重大な危害が生ずるおそれのあるもの（火災（消防が確認したもの））。（消安法第 2 条第 5 項）。[2.2]
8. ライフエンド：製品を長期間にわたって使用した後に動作停止したとき。[2.2]
9. フローベース：一定期間に生産され流動する経済数量。本報告では、1 年間の施設用照明器具の出荷台数。[2.2]
10. ストック、ストック台数：国富・資本など、ある一時点に存在する経済数量。本報告では、ある時点に存在する国内全市場の施設用照明器具台数。[2.2]
11. 寿命、寿命期：大辞泉によれば「1. 生命の存続する期間。特に、あらかじめ決められたものとして考えられる命の長さ。命数。2. 物の使用に耐える期間。また、その限

界。」とある。(社)日本電球工業会では「器具寿命とはお客様が使用中に電気絶縁物などの経年変化により、照明器具として正常な機能を失うこと」としている。[3.1]

12. 耐用年数：減価償却資産が利用に耐える年数をいう。
ある条件下で使われた場合の年数を定量化し、各種制度や保全計画の拠り所として使われている。代表的なものに法定耐用年数や会計上の耐用年数がある。[3.1]
13. 法定耐用年数：税法上の減価償却額を算出するために財務省により規定されている。
法定耐用年数は、その性格上、長短によって納税額に影響を及ぼす。そのため法人税法において、恣意性を排除する目的で「資産の種類」「構造」「用途」別に耐用年数を詳細に定めて画一的に扱うこととしている。[3.1]
14. 計画保全：保全計画の中で安全性、機能維持、経済性を配慮して計画を立てて管理する方法を計画保全（予防保全ともいう）、最近では環境性の追求という命題も与えられるようになった。[3.1]
15. 事後保全：計画保全に対し、日常監視や使用者からの要望に応じてランプ交換や故障対応を行う方法を事後保全という。（状態監視保全ともいう）[3.1]
16. 道連れ工事：改修工事において発生する、本来の改修目的以外の付帯工事をいう。
（たとえば、設備配管を交換するために内装などを撤去しなければならない場合など）
新築の段階で、部位別に改修する場合を想定し、できるだけ道連れ工事を少なくする工夫が重要である。[3.1]
17. レトロフィット：歴史的な建造物や価値のある製品をデザイン変更せずに改修し再生すること。retrofit。[3.1]
18. スケルトンインフィル手法：スケルトンとは、変更しない躯体。インフィルとは、仕上げ材や設備全般。建物を長期使用する場合、耐用年数が大きく違う躯体と内装等を個々に計画し、改修し易くする手法。[3.1]
19. 光害：目的外の配光により、人や鳥獣植物に、影響を及ぼすこと。ひかりがい。[3.1]
20. UPS：無停電電源装置。Uninterruptible Power Supply。[3.1]
21. 電力由来：自家発電を含まない、電力会社などから購入する電力に由来する温暖化ガス排出量を言う。[3.2]
22. トップランナー方式：法令を制定時、商品化されている製品で最もエネルギー消費効率が優れている製品の性能を目標値として定め、製造業者は、ある期間内にそれ以上の性能を目指すことを示した施策。[3.2]
23. 明るさセンサ：照度センサ、あかりセンサともいう。昼光や、自ら発生する光量を検知する。[3.2]
24. 人感センサ：人（ひと）センサともいう。不在時に消灯や、段調光にすることで省エネを図る。人の有無を検知するための装置。赤外線で判断する場合、熱線センサという場合がある。[3.2]
25. 省エネルギー率：省エネ率ともいう。新しい技術の省エネ性能を表現するために設け

た指標。省エネ対策を実施したときの消費エネルギーを、省エネ対策を実施しないときの消費エネルギーで除し、1からこの値を引いたもの。[3.2]

26. IPCC：気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change）。1988年11月設置された地球温暖化について科学的な研究の収集、整理、議論を行なう公式の場。2004年に第4次評価報告書(AR4)を公表している。[3.2]
27. UGR：1995年にCIE(Commission International de l'Eclairage/国際照明委員会)で定めた、屋内照明の不快グレア評価手法。 Unified Glare Rating。 [3.3]
28. 環境負荷：広義には環境に与えるマイナスの影響を指す。本報告書では、CO2排出の原因となるエネルギー面での影響と照明器具の製造や改修などで発生する資源面での影響を主に対象とする。[4]
29. 社会的リスク：本報告書では、特に長期使用照明器具の寿命期に発生が予測される発煙、発火事故などによる使用者、施設及びその他関係者に与える様々なリスクを指す。同様の問題は照明器具以外では扇風機や瞬間湯沸し器などで問題となっている。[4]
30. 照明環境：広義には照明によって得られる視環境全体を示すが、本報告書では目的とする空間や作業、生活活動において快適で適切な照明環境が維持、提供されているかを問題としている。新規の施設は勿論改修及び設備の維持管理の面も含め環境負荷面や社会的リスクを含めた最適な照明環境の維持、提供の必要性を含んで照明環境としている。[4]
31. 社会的要請：法制度や従来への慣習を超えて地球環境上の問題や多様化する社会環境の変化の中で企業や個人に要求されてくる課題の中で、本報告書では環境負荷低減への要求、安全・安心に対する要求、より快適な環境(本報告書では照明環境)の維持・提供への要求などを具体的な内容とした。[4]
32. 省資源面：環境負荷の低減要求の中で、短期的には照明器具改修の場合に発生する既存器具撤去による廃材の発生や処理の問題がある。本報告書では、長期的には8年から10年で適正交換時期を迎える電気部品(電気絶縁物の寿命)と照明器具の筐体部分の様な比較的長期に使用できる部品の合理的利用による LCA(ライフサイクルアセスメント)上の省資源への貢献なども課題としている。[4.1]
33. 磨耗故障期：照明器具などの使用時間と故障率の関係では、使用時間の経過により、初期故障期、偶発故障期、磨耗故障期の3つに分けられる。最後に迎える「磨耗故障期」では、故障率は時間の経過により増加していく。この時期はいわゆる劣化が進行している期間であり磨耗や老化などにより、同時に同種の器具が集中的に故障し始める頃の故障率に相当し、使用時間がその装置の寿命に近づいて、本質的に寿命が切れる時期をさす。[関連情報編 1.2]
34. 耐用の限度：照明器具として本来有している機能の低下又は劣化が進んでいて、故障の有無に関係なく、安全のために全ての照明器具の交換を必要とする年限。[関連情報編 1.2]

委員会報告書の著作権について

本、報告書の著作権は社団法人照明学会に帰属します。

複写をされる方に

本報告書に掲載された著作物は、政令が指定した図書館で行うコピーサービスや、教育機関で教授者が広義に利用する複写をする場合等、著作権法で認められた例外を除き、著作者に無断で複写すると違法になります。

照明器具の適正交換に関する報告書

平成 23 年 3 月 7 日発行

編集発行

社団法人 照明学会

照明器具適正交換に関する指針作成委員会

〒101-0048 東京都千代田区神田司町 2-8-4

電話：03-529400101 FAX：03-5294-0102

無断転載を禁ず