

洗心洞大学 教養講座

2006年9月25日

2006.08.13

野外照明と光害

光と ⇒ 人・虫・植物

< 新たな光・LEDの貢献 >

NPO法人 洗心洞大学

2006.9.25

講演 : JABMEE SENIOR

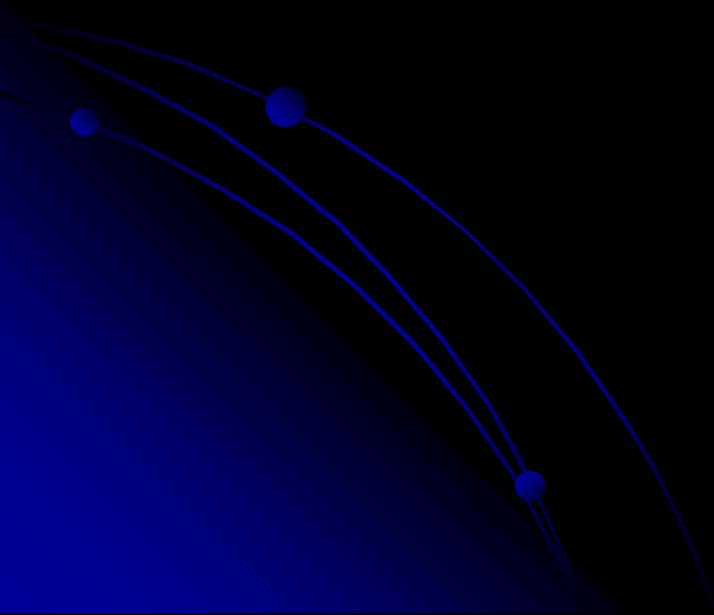
田中文夫

協力 : 東芝ライテック(株)

町田進

最近の話題から

3つ



(駅舎・電車) 照明と虫



©朝日新聞社 2006年
 〒104-8011 東京都中央区築地5丁目3番2号
 朝日新聞東京本社
 電話 03-3545-0131

2006年
 8月
 23日

虫が迷惑 浅草線

羽アリ カナブン ガ

カ コガネムシ カゲロウ

千葉郊外から「乗車」

都心部を走る都営浅草線の車内に羽アリやカナブンが飛び交い、駅員らが駆除に追われている。

都営浅草線の起終点・西馬込駅。夏になると北総線まで走ってきた列車では、カナブンや羽アリが見つかると、駅員がティッシュペーパーで捕獲したり、ひどい時には殺虫剤をまいたりする。

蚊、羽アリ、ガ、コガネムシ、カゲロウ……。そんな虫に混じり、時にはカフトムシやクワガタも乗り込んでくる。

時どろからホームの照明と、カナブンが飛び回り、ガが鱗粉をまき散らす。

「昆虫採集ができる電車」をアピールしようと、この企画も出たが、さすがに立ち消えとなった。

この虫たちが乗り込んでくるのは、千葉東北西部に広がる千葉ニュータウン。相互乗り入れしている北総鉄道(本社・千葉県鎌ヶ谷市)の沿線だ。開発が思うように進まず、草むらが広がり、深夜まで光を放つ駅や車内に虫が集まるらしい。

北総線の千葉側の起終点・印旛日本医大駅(印旛村)と隣の印西牧の原駅(印西市)。沿線の千葉ニュータウンの開

発はまだ半ばで、駅周辺は閑散としている。

この時期には、午後7時ごろからホームの照明と、ガが鱗粉をまき散らす。逆

に、子ども向けに

が、駅員はあきらめ顔だ。

指摘されることもあるが、駅員はあきらめ顔だ。

逆

逆

逆



都営浅草線車内

この時期には、午後7時ごろからホームの照明と、ガが鱗粉をまき散らす。

逆

逆

宇宙ステーションとLED 照明 & 植物育成

日 新 聞 (夕刊)

2006年(平成18年)8月26日 土

LEDによる起床装置

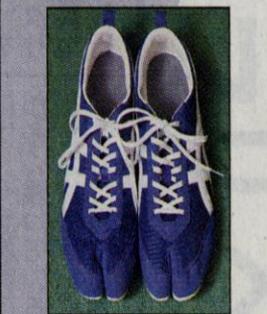
自然光に近い環境を作り、目覚めを促す

宇宙布団

保温性があり、空気にくるまれるような寝心地



足袋シューズ



足を優しく包み込みつつ、骨や筋肉をきたえる

日本の生活用品を宇宙へ

(◆ オープンラボ以外)

一目でナビ

体や衣服を清潔にする
清浄剤や電気製品

水をあまり使わなくてもよい
ものを工夫

LEDによる植物栽培システム
(構想中◆)



宇宙ステーションで食料とする植物などを生産。成長を楽しむなどの癒やし効果も

日本食(◆)



おにぎり、山菜ご飯、ビーフカレー、サンマのかば焼き、ようかんなどが候補。フリーズドライやレトルトなどにする

シャツなどの普段着

抗菌防臭や静電気防止などの効果のある素材を使って作る



The Asahi Shimbun

2006年(平成18年)8月26日 土曜日 43240号 (日刊)

日本の生活用品を宇宙へ

(◆ オープンラボ以外)

- LEDによる起床装置**
自然光に近い環境を作り、目覚めを促す
- 宇宙布団**
保温性があり、空気にくるまれるような寝心地
- LEDによる植物栽培システム(構想中◆)**
体や衣服を清潔にする清浄剤や電気製品
水をあまり使わなくてもよいものを工夫
- 日本食(◆)**
おにぎり、山菜ご飯、ビーフカレー、サンマのかば焼き、ようかんなどが候補。フリーズドライやレトルトなどにする
- シャツなどの普段着**
抗菌防臭や静電気防止などの効果のある素材を使って作る

日本版宇宙グッズ点火

「土曜フォーカス」
進む研究 開発
飛行士の声

宇宙ステーションで食料とする植物などを生産。成長を楽しむなどの癒やし効果も

日本食(◆)
おにぎり、山菜ご飯、ビーフカレー、サンマのかば焼き、ようかんなどが候補。フリーズドライやレトルトなどにする

シャツなどの普段着
抗菌防臭や静電気防止などの効果のある素材を使って作る

新技術への進歩期待

宇宙ステーションで食料とする植物などを生産。成長を楽しむなどの癒やし効果も

日本食(◆)
おにぎり、山菜ご飯、ビーフカレー、サンマのかば焼き、ようかんなどが候補。フリーズドライやレトルトなどにする

シャツなどの普段着
抗菌防臭や静電気防止などの効果のある素材を使って作る

究極の快適さ...「足袋シューズ」「立体布団」

朝日新聞
夕刊

©朝日新聞社 2006年

発行所 〒104-8011 東京都中央区新富1-1-1

印刷所 〒104-8011 東京都中央区新富1-1-1

朝日新聞東京本社

電話 03-3545-0131

宇宙グッズへの応用

CO₂減へ 中国に広がり蛍光灯

中国の一般的照明

白熱電球

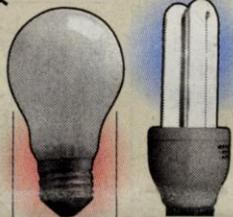
朝日新聞 9/3 朝刊

白熱灯と半額で交換 電機工業会

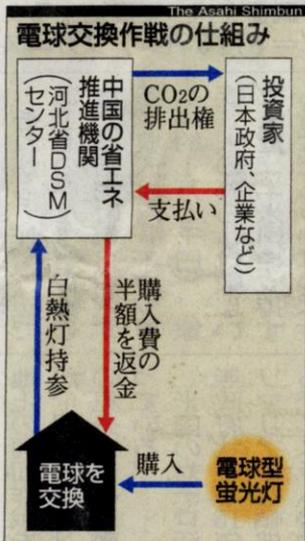
白熱灯と電球型蛍光灯の比較

	白熱灯	電球型蛍光灯
消費電力	60W	11W
寿命	1千時間	6千時間
価格	約2元	15~20元

(同じ明るさでの比較。1元=約15円)



電機メーカー約180社が加盟する日本電機工業会は来年にも、中国の家庭で一般的に使われている白熱灯の電球を、省エネタイプの電球型蛍光灯に交換する事業に乗り出す。節電効果で二酸化炭素(CO₂)排出量が減る。その分の「排出権」を政府や投資家に売却し、それを元手に電球型蛍光灯を半額に値引くという仕組みだ。メーカーにも消費者にも利点があるため普及が進みやすくなる。温暖化防止にも貢献できるとの目算だ。京都議定書で認められた温室効果ガス削減手段



排出権活用 温暖化防止+販売促進狙う

法、クリーン開発メカニズム(CDM)を活用する。先進国が途上国と共同で削減事業を実施。途上国で削減できた分の排出権を自国の削減目標達成に利用できる。消費者も巻き込んで家庭用製品の省エネにCDMを使う今回の試みは、実現すれば世界初の事例になるといふ。来年3月末までに国連からCDM活用の認証を得る計画だ。

電機工業会と中国の家発展改革委員会・エネルギー研究所はまず、河北省石家荘市(人口約920万人、約300万世帯)で電球交換プロジェクトを実施。電球型蛍光灯を買った消費者が、交換した白熱灯を河北省の省エネ推進機関「DSMセンター」に持ち込むと、購入費の半額が返金される。3900世帯を対象に実験したところ、2週間余りで約3千個の電球が交換できた。

同市では、年60万個の交換を想定。年約8万5300トンのCO₂削減につながり、この分の排出権が販売され、販売額は1億3600万円と見込んでいる。

電機工業会によると、中国では白熱灯が多く使われ、電力消費量の約3割を照明用が占めるといふ。電球型蛍光灯は価格が約10倍と高く、普及しないでいた。

工業会は石家荘市でのプロジェクトが成功したら、中国全土に広げていく方針。将来は冷蔵庫やエアコンなどへの応用も視野に入れており、巨大市場・中国での省エネ製品販売の強力な後押し役となりそうだ。(永田稔)

ランプの簡単な比較例

項目	単位	白熱電球	電球型 蛍光灯	白色LED
ランプ種類		IL60W	FDL13W	LED-90p
初光束	Lm	850	800	18cd × 90 1,620 cd
入力消費電力	VA	60	30	5.5
寿命	H	1,000	6,000	40,000~
ランプ価格	円	230	1,300	15,000

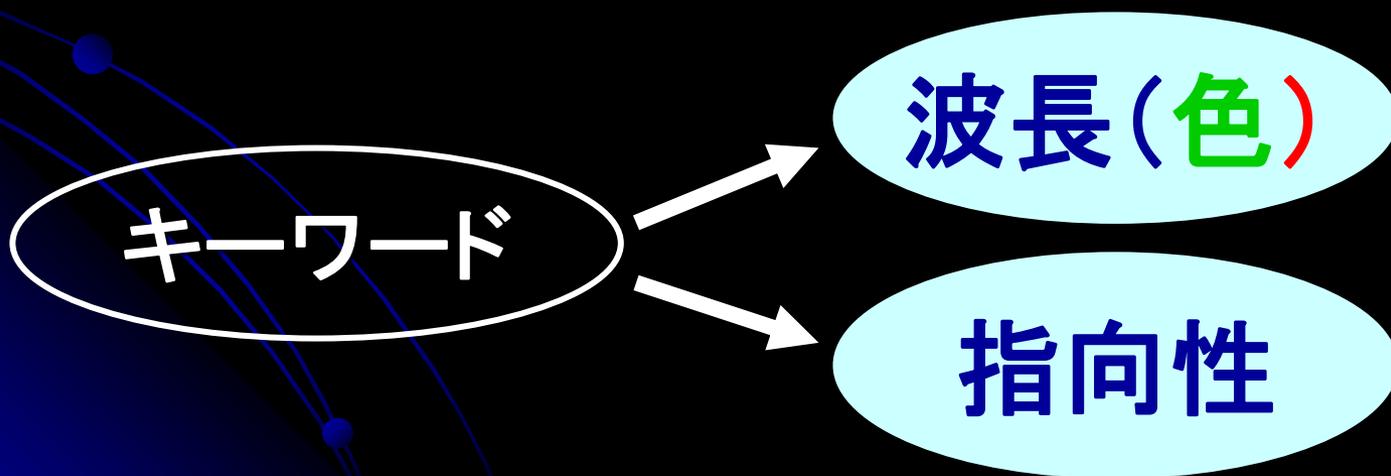
平成18年版 環境白書

光害(ひかりがい)対策等

光害対策ガイドライン、地域照明環境計画策定マニュアル及び光害防止制度に係るガイドブック等を活用して、地方公共団体における良好な照明環境の実現を図る取組を支援します。また、「全国星空継続観察」(スターウォッチング・ネットワーク)を引き続き実施します。

現代の光害

- ・ **トラブル と 問題提起**
- ・ **対応技術の例**



野外照明の光害：環境問題

<光害> → トラブル

- **社会生活** : 不要な明るさ、まぶしさ
- **生態系** : 小動物、昆虫、植物
- **天文系** : 天体観測、観賞

<環境> → 問題提起

- **文化** : 都市型ライフスタイルの拡大
- **文明** : エネルギー資源枯渇と代替エネルギー

野外照明の光害：環境技術

<光害> → トラブル解消

- **社会生活** : 配光制御、グレア低減、時間帯
- **生態系** : 光源の波長、配光制御
- **天文系** : 器具の上方光束比低減

<環境> → 環境技術

- **文化** : 高効率照明、防犯・監視・防災
- **文明** : 省エネルギー、自然エネルギー

光 と 照 明

の 基 礎

＜ 人 の 視 感 度 と 波 長 帯 ＞

光は文化・文明の基本要素

● 光の文化 ⇒ (言語とシンボル) 価値の享受と評価

- 神の表現 ... 思想、宗教
仕掛: 建築と光、ステンドグラス、天照大神
- 芸術の表現 ... 絵画、舞台、映像
光と影の演出
- 心に作用 ... 感性を刺激
心のエネルギー : 勇気、希望

● 光の文明 ⇒ (物質と手段) 技術の創造と進化

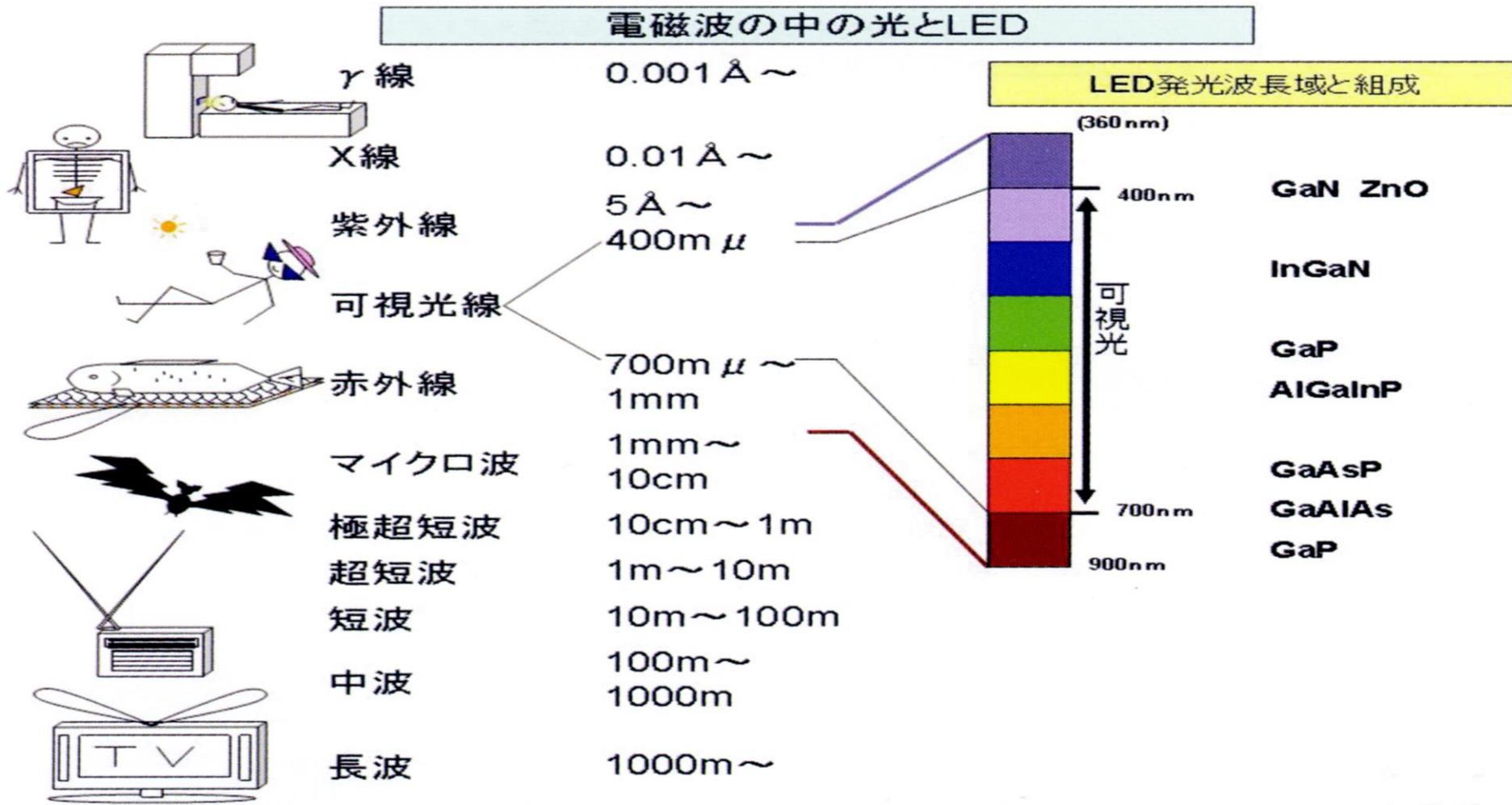
- エネルギー ... 電磁波 (太陽光 $\doteq 1$ [kw/m²])
光速 : $C = \text{波長} \times \text{振動数}$ ← (色に関係)
 $= 3 \times 10^8$ (真空中) [m/sec] ← (光速度不変)
屈折率 = 真空中の光速 / 物質中の光速
特殊相対性理論 ($E = m C^2$) E:エネルギー m:質量

現代科学と技術の主要素 ... 光通信、照明、計測、制御、記録、etc

電磁波の中の光(可視光線)

人が見える波長帯 = 380nm ~ 780 nm

反射 & 発光した光の波長(振動数)によって色が変わって見える



光の性質

- 屈折 …… 異なった物質の中では光の速度が異なり、光が屈折する
- 干渉 …… 光の波が重なると新たな波が合成される（模様、多層膜、等）
- 回折 …… 障害物に当たると波の直進が邪魔され、異なった方向に迂回する

色の性質

光の3原色 …… **赤(R)、緑(G)、青(B)**

人の網膜 : **光を検出する視細胞(桿体+錐体)**

3原色の波長帯で検出し、合成してその色となる

錐体細胞 ⇒ **色を検出(主に3原色を検出)**

桿体細胞 ⇒ **明暗を検出**

補色 …… **ある色と補色を混合すると白色になる**

(**白色発光ダイオード** = **青色発光LED** + **黄色蛍光体**)

色と明暗 …… **人の感性と心理へ作用**

明度、彩度、色相、色度、色温度、演色

野外照明の種類

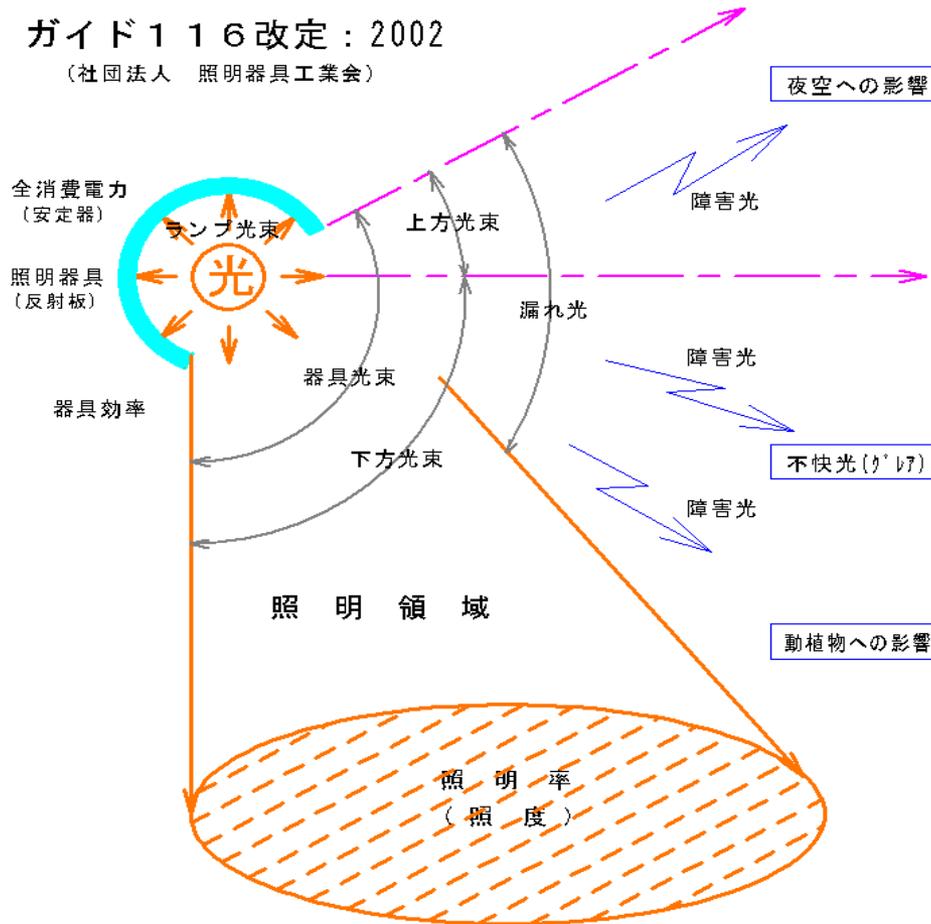
- 外灯 : 住宅、施設等
- 道路照明 : 街路、道路、防犯等
- スポーツ照明 : 野球、サッカー、テニス等
- 表示灯 : 標識、広告、サーチライト等
- 景観照明 : 建物、風景等
- 害虫防除照明 : 農作物、園芸等
- 殺菌灯 : 施設(池・プール)等

光源の種類

- 外 灯 : 蛍光、白熱、LED
- 道路照明 : 蛍光、水銀、ナトリウム、LED
- スポーツ照明 : メタルハライド、水銀+ナトリウム、ハロゲン
- 表示灯 : 蛍光、白熱、LED、ネオン、キセノン
- 景観照明 : 水銀、ナトリウム、ハロゲン
- 害虫防除照明 : 蛍光、水銀、黄色ナトリウム、LED
- 殺菌灯 : 紫外線(蛍光、水銀、LED)

ガイド116改定：2002

(社団法人 照明器具工業会)



上方光束

夜空への影響

[付属書 1] 6-2 「街路照明器具のガイド」

6-2-4 上方光束比率

- ・短期目標としての指針

0 ~ 15%	(照明環境Ⅲ)
0 ~ 20%	(照明環境Ⅳ)
- ・行政による公共街路照明整備指針

0 ~ 15%	(照明環境Ⅲ・Ⅳ)
---------	-----------

[付属書 3] 歩行者のための屋外公共照明基準 「グレアの制限」 JIEC-006 (1994)

- ・鉛直角85°以上の輝度 20,000 [cd/m²]

[付属書 4] 屋外照明設備による障害光低減ガイド

- ・環境ゾーン E1 : 自然 E2 : 地方 E3 : 郊外 E4 : 都市

言葉の説明

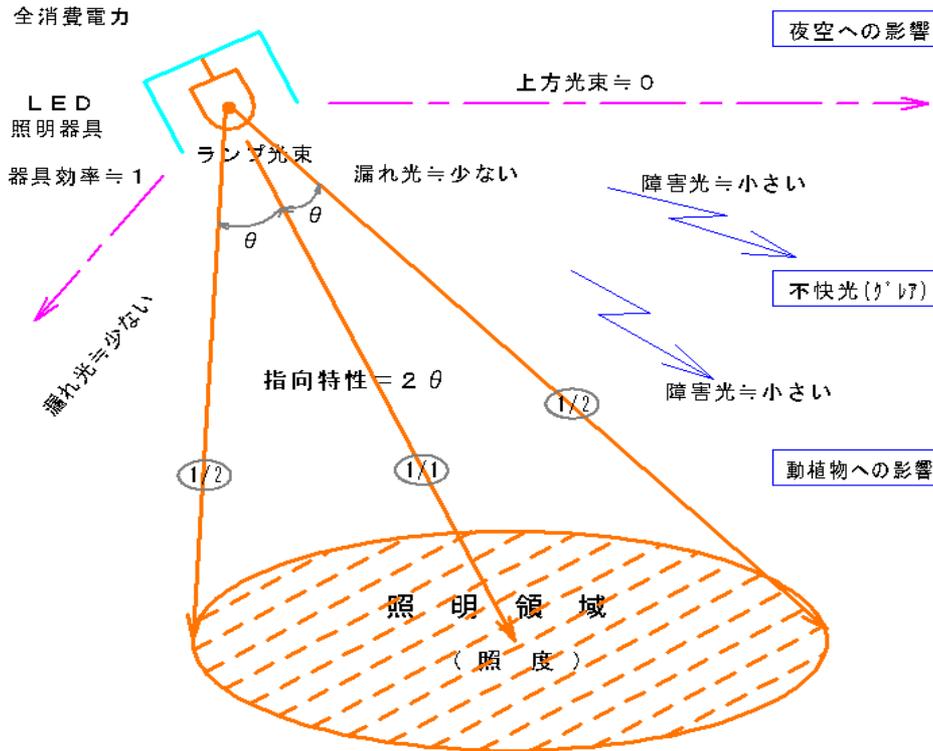
(社団法人 日本照明器具工業会)

障害光 : 漏れ光の内、光の量若しくは方向、又はその両者によって、人の活動や生物等に悪影響を及ぼす光

上方光束比 : ランプ光束に対する上方光束の比率
(水平より上に向かう光)

グレア : 視野内の輝度の分布や値の範囲が不適切であったり、極端なコントラストがあることにより不快を感じたり、細かいものや対象を見る能力が低下する状態

LED照明の光学的特徴



- ① 円錐状の光を直接放射する（反射板が不要、均斉度に注意）
- ② 集光性が高いため、漏れ光が少ない（上方光束≒0）
- ③ 広範囲な照明の場合、LEDを多数用い角度を変えて組み合わせるか、レンズを用い拡散させる（単一指向特性： $2\theta = 15^\circ \sim 120^\circ$ ）
- ④ グレアは少ないが、前面カバー等で防止可能
- ⑤ 必要ゾーンだけ照明設計可能となるが、範囲外とのコントラストが従来光源よりも大きくなる（不要な部分を照らさない）
- ⑥ 照明領域を同一照度とした場合、従来光源より省エネルギーとなる（従来光源は不要部分まで光が漏れ出し、グレアや周囲環境へ影響）

指向性が強い

上方光束≒0

LED照明は

野外照明光源の種類と波長

ランプの種類	封入ガス・発光体	放射帯域 [nm]	発光帯域 [nm]
白熱電球	窒素、アルゴン、クリプトン、ハロゲン化物 熱放射		
蛍光ランプ	水銀 + アルゴン 蛍光膜発光	253.7	380 ~ 780
水銀ランプ	水銀 + アルゴン アーク放電	低圧 : 253.7 高圧 : 313~579	380 ~ 780
メタルハライドランプ	水銀+アルゴン+金属ハロゲン化物 アーク放電	380 ~ 680	380 ~ 780
ナトリウムランプ	ナトリウム+水銀+キセノン ナトリウム蒸気中で放電	高圧 : 460~620 低圧 : 589	380 ~ 780 589 ~ 589.6
キセノンランプ	キセノン キセノン中の放電	230 ~ 800	230 ~ 800
ネオン管	ネオン、ヘリウム、アルゴン 冷陰極低圧放電		
紫外線ランプ	水銀 + アルゴン 紫外線発光	253.7	253.7
発光ダイオード (LED)	GaP、GaN、1nGaN等 半導体のP/N接合発光	420 ~ 820	420 ~ 820

各種ランプの分光エネルギー分布

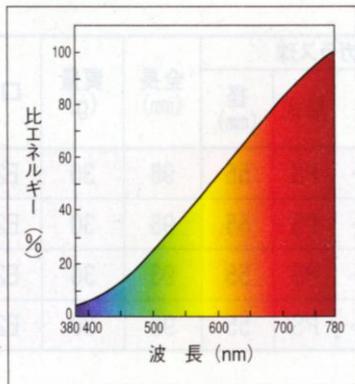
出展：東芝ライテック(株)：2006東芝ランプ総合カタログ

白熱電球

寸法図 単位：mm

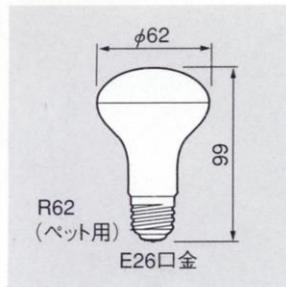


分光分布図

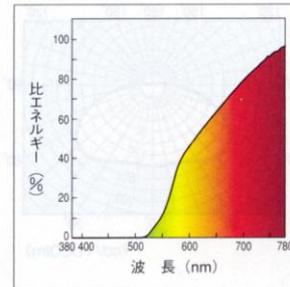


低誘虫電球

寸法図 単位：mm



分光分布図



点灯写真

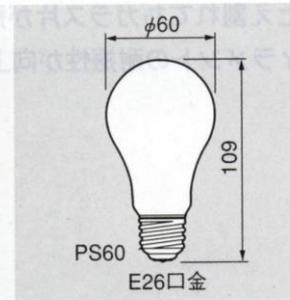


ペット用電球

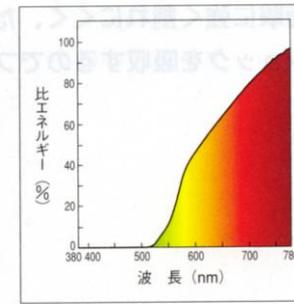
MUSI 100V 60WA



寸法図 単位：mm

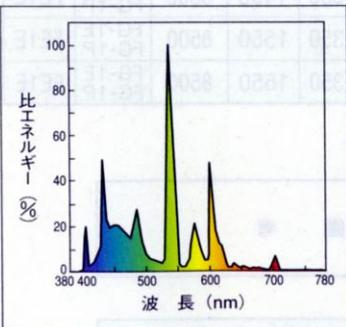


分光分布図

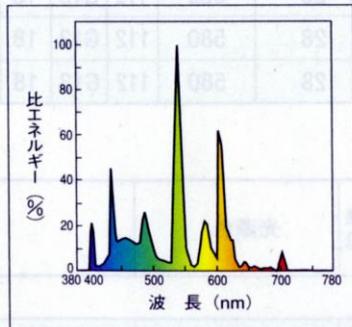


各種蛍光ランプ

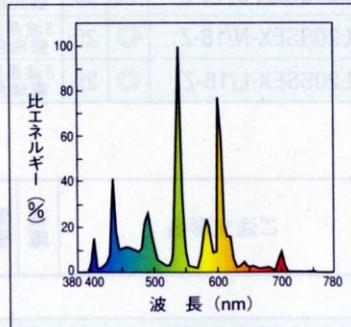
分光分布図 (EX-D:3波長形昼光色)



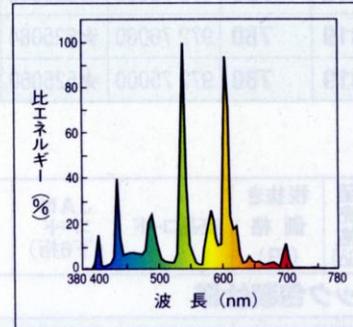
分光分布図 (EX-N:3波長形昼白色)



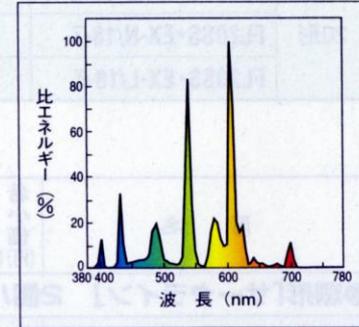
分光分布図 (EX-W:3波長形白色)



分光分布図 (EX-WW:3波長形温白色)



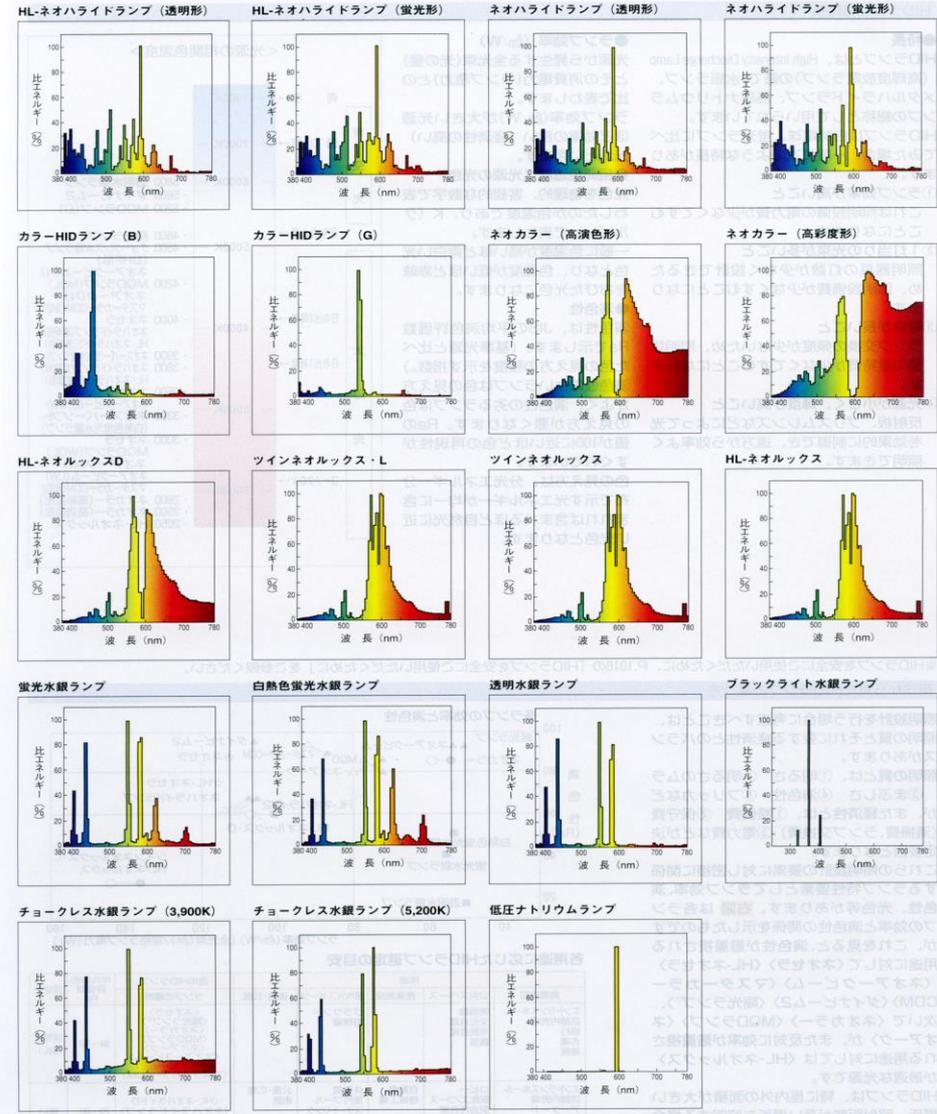
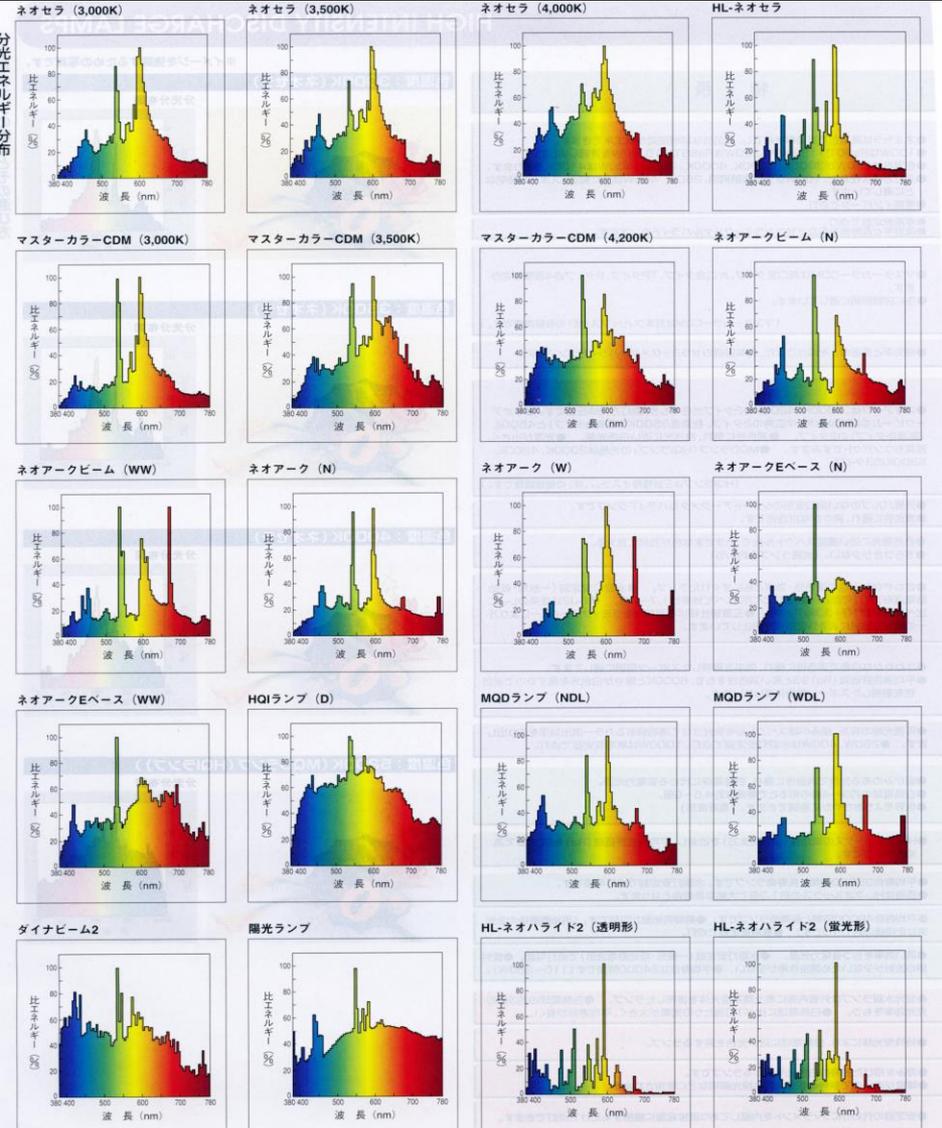
分光分布図 (EX-L:3波長形電球色)



各種ランプの分光エネルギー分布

各種HIDランプ

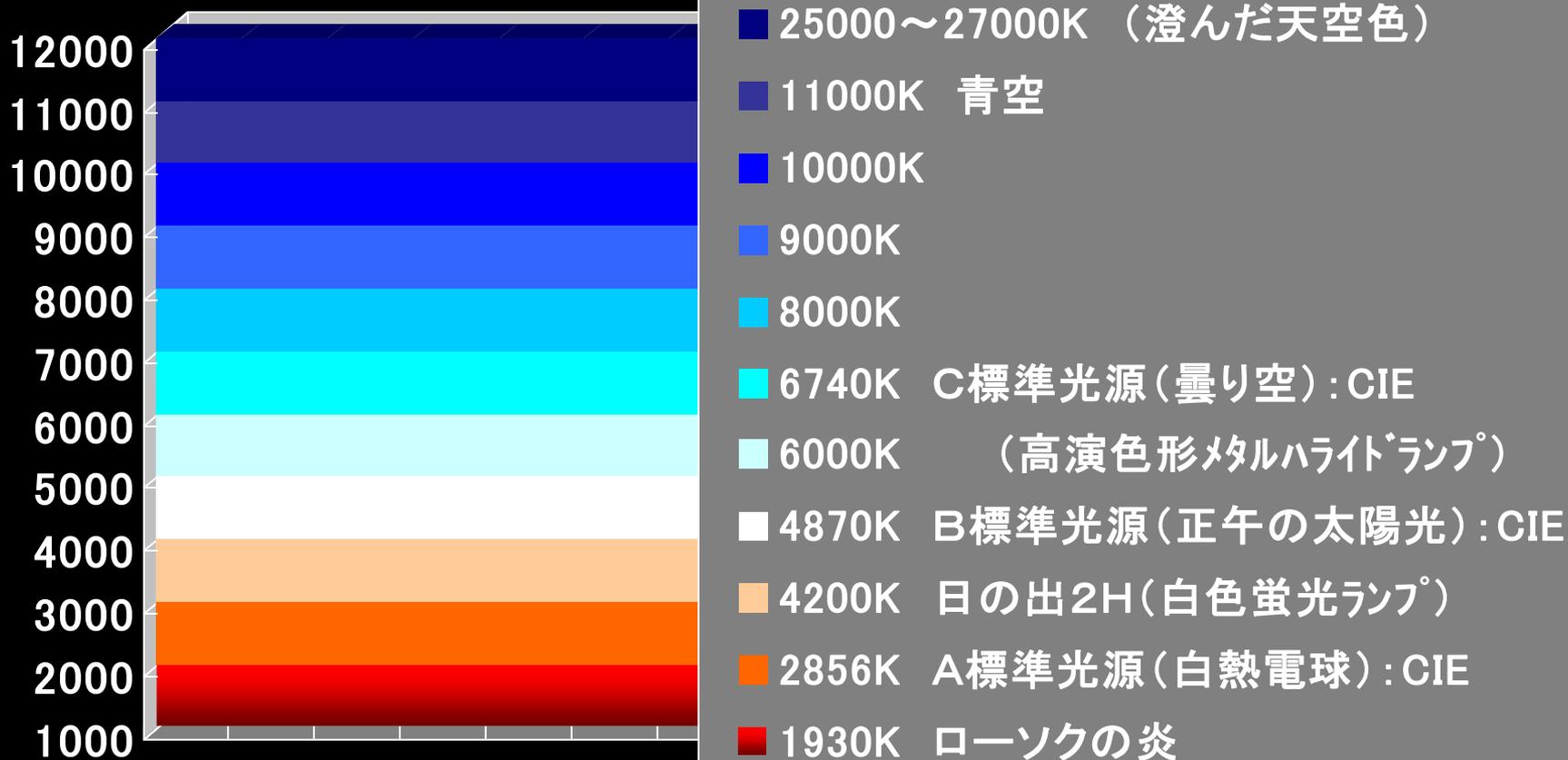
出展：東芝ライテック株：2006東芝ランプ総合カタログ



分光エネルギー分布

光源の色温度（見かけの色）

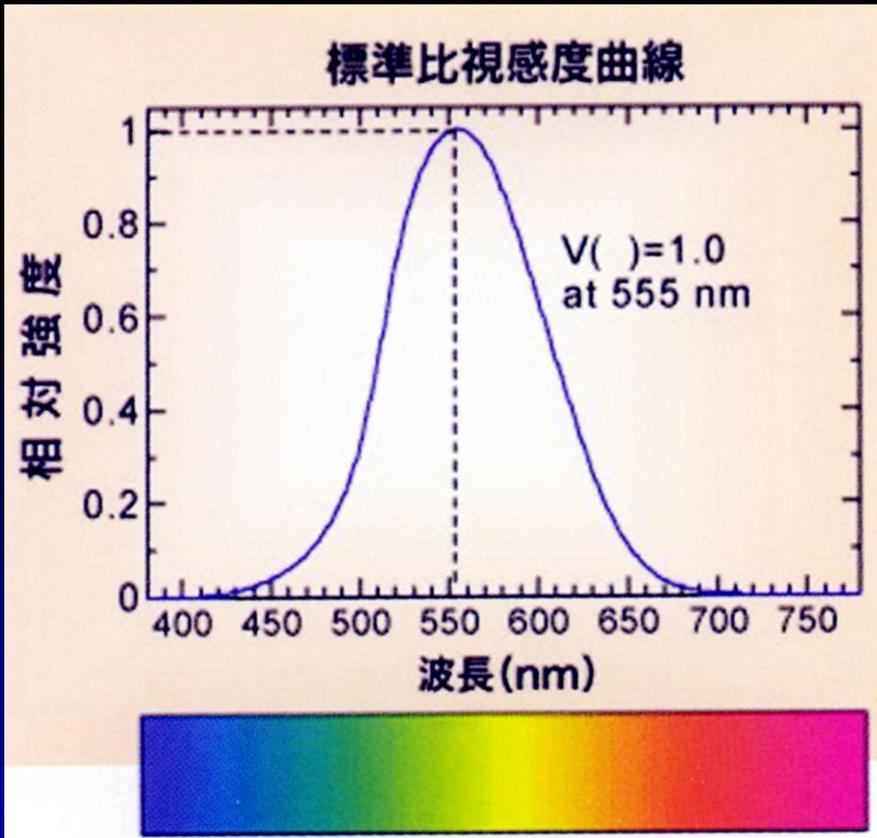
CIE: 国際照明委員会



人の目の感度（視感度）

CIE: 国際照明委員会: 決定

見える範囲 = 380 nm ~ 780nm



波長	比視感度	波長	比視感度	波長	比視感度
400	0.0004	550	0.995	690	0.0082
410	0.0012	555	1.0 (緑)	700	0.0041
420	0.0040	560	0.995	710	0.0021
430	0.0116	570	0.952	720	0.00105
440	0.023	580	0.870	730	0.00052
450	0.038	590	0.757	740	0.00025
460	0.060 (青)	600	0.631	750	0.00012
470	0.091	610	0.503	760	0.00006
480	0.139	620	0.381		
490	0.206	630	0.265		
500	0.323	640	0.175		
510	0.503	650	0.107		
520	0.710	660	0.061 (赤)		
530	0.862	670	0.032		
540	0.954	680	0.017		

視感度 = 入射光量 × 比視感度 × 最大視感度

(最大視感度値 = 683 [Lm/w])

[Lm]

青・緑・赤 ⇒ 1 [w]の光を目で感じる明るさ

● 青 (460 nm)

$$= 1.0 \times \underline{0.060} \times 683 = 41.0 \text{ [Lm]}$$

● 緑 (555 nm)

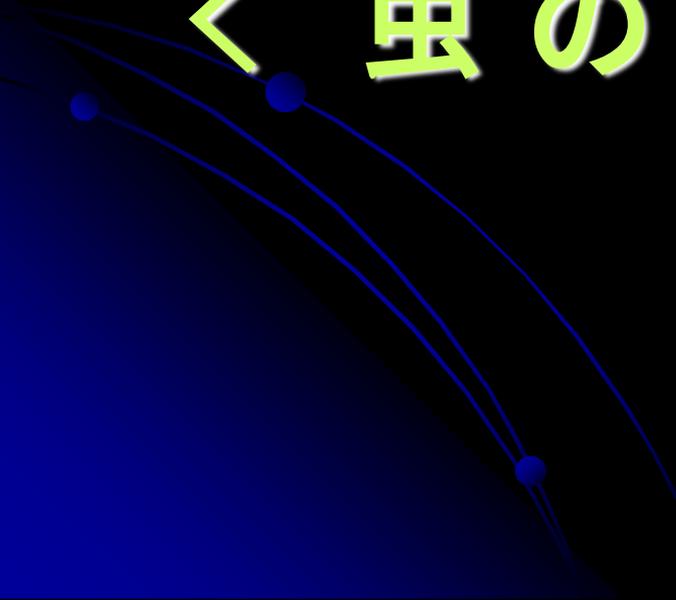
$$= 1.0 \times \underline{1.000} \times 683 = 683.0 \text{ [Lm]}$$

● 赤 (660 nm)

$$= 1.0 \times \underline{0.061} \times 683 = 41.6 \text{ [Lm]}$$

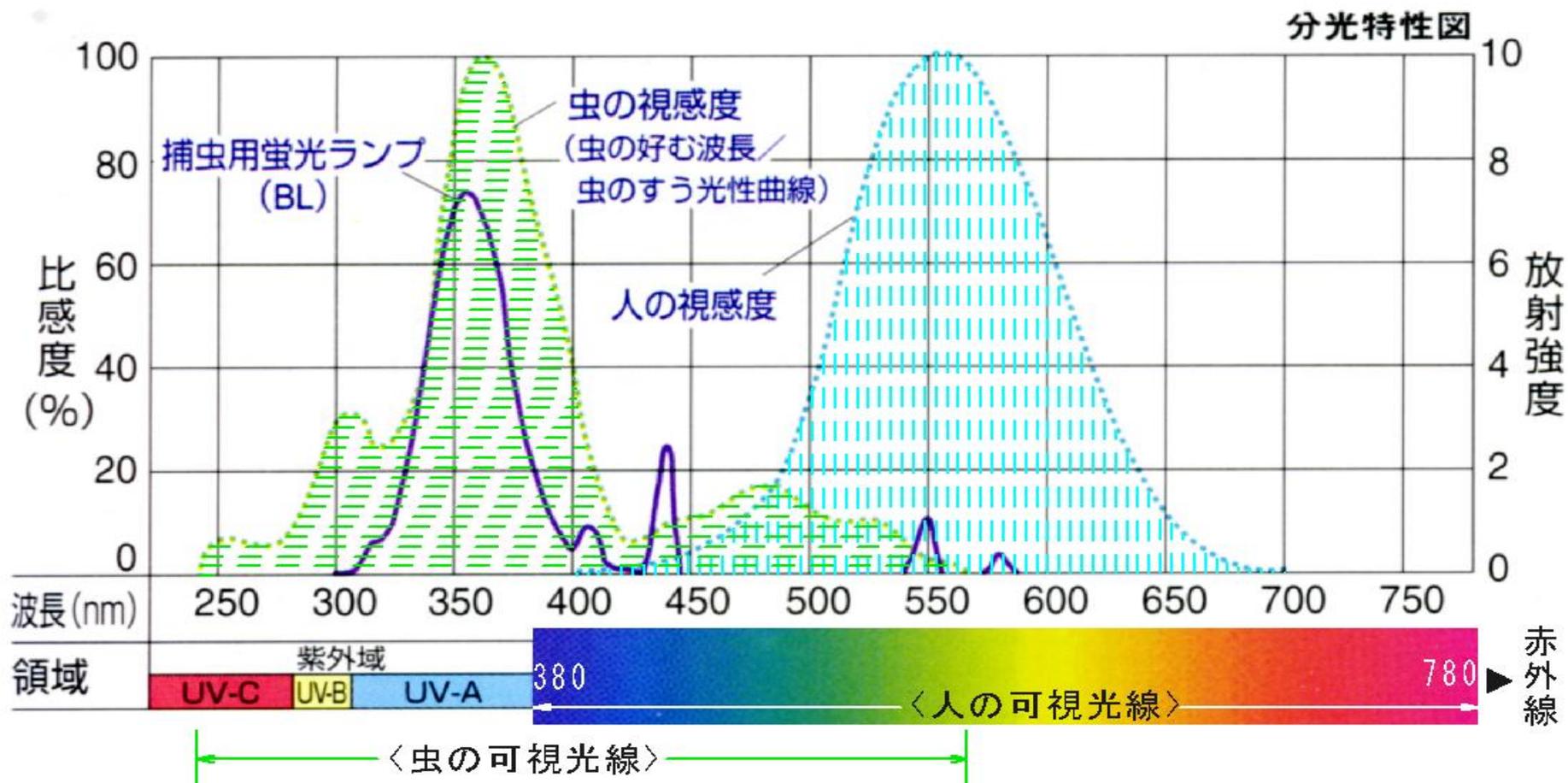
虫 と 光

〈 虫 の 視 感 度 と 波 長 〉



虫の視感度 人の視感度

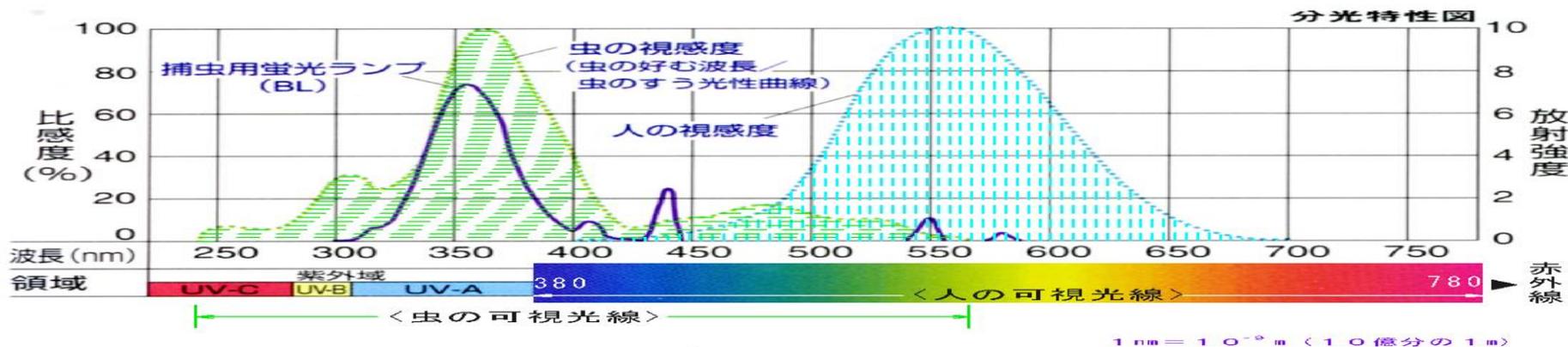
出展：「誘虫照明システム・低誘虫照明システム」：岩崎電気(株)



1 nm = 10^{-9} m (10億分の1m)

虫の誘引度 と ランプ光源

出展：「誘虫照明システム・低誘虫照明システム」：岩崎電気株



各種光源の誘虫性比較

種別	蛍光ランプ		水銀ランプ	メタルハライドランプ(蛍光形)		高圧ナトリウムランプ			白熱電球	
	普通形白色	捕虫用蛍光ランプ (BL)	蛍光形	5波長域・蛍光形	UVカット形 (UVC) 5波長域・蛍光形	高演色形 コンパクトタイプ	高効率形	黄色・害虫防除形	一般形	
商品名	アイライン	-	アイ水銀ランプ	FEC マルチハイエースH	FEC マルチハイエースH -UVC	セラルクス 3200K~4300K、 ハイラックス 3000K~6500K	ハイラックス 2500K	FEC サンルクスエース	エコイエロー	-
比率	84	4948	100	100	49	35~73	20	18	9	34

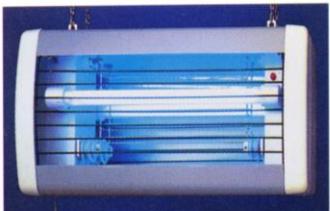
※比率は水銀ランプを100とした値です

虫を誘引して ⇒ 殺す

軒先・屋外 電撃殺虫灯

屋内・電撃殺虫灯

吊り下げタイプ(角形)



DWC20211
(捕虫ランプ20W2本付)

¥99,800

ステンレスタイプ
DWCS20211
¥125,000

吊り下げタイプ(丸形)



DWCR32111
(捕虫ランプ32W1本付)
¥76,600

ポールおよび壁付タイプ(角形)



DWTR32111
(100V用)
(捕虫ランプ30W2本付)
DWT30221
(200V用)
(捕虫ランプ30W2本付)
¥96,000

ステンレスタイプ
DWT30211(100V用)
DWT30221(200V用)
¥194,000

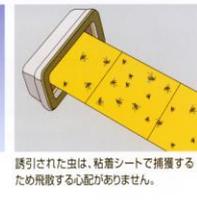
ポールトップタイプ(丸形)



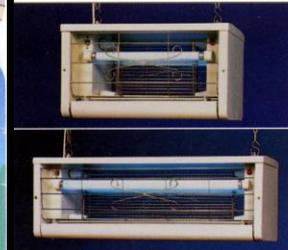
DWTR32111
(捕虫ランプ32W1本付)
低騒音形
¥85,000



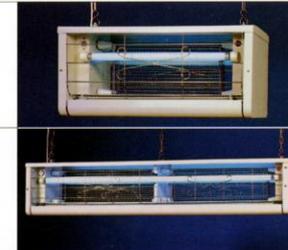
取付面積(m ²)/取付間隔(m)	吊り下げタイプ(鋼板塗装仕様)	吊り下げタイプ(ステンレス仕様)
一般形(広角タイプ) 30m ² ~100m ² / 5m~10m	 GNC20121 (捕虫ランプ20W1本付) (捕虫シート3個付) オープン価格	 GNC20521 (捕虫ランプ20W1本付) (捕虫シート3個付) オープン価格
意匠重視形 (ラングラー付) 30m ² ~100m ² / 5m~10m	 GNC20111 (捕虫ランプ20W1本付) (捕虫シート3個付) オープン価格	 GNC20511 (捕虫ランプ20W1本付) (捕虫シート3個付) オープン価格



吊り下げタイプ(角形)



DNC1023
(捕虫ランプ10W2本付)
¥46,500

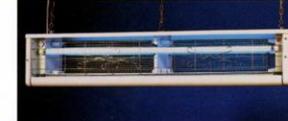


DNC1523
(捕虫ランプ15W2本付)
¥53,400

ステンレスタイプ
DNC1523
¥64,400



DNC3023
(捕虫ランプ30W2本付)
¥68,600



DNC4023
(捕虫ランプ40W2本付)
¥108,000

吊り下げタイプ(丸形)



DNR2013
(捕虫ランプ20W1本付)
低騒音形
¥34,900



DNR3213
(捕虫ランプ32W1本付)
¥52,400



虫を誘引しない ⇒ 殺さない

屋外

屋内

UVカット形メタルハライドランプ

ランプ外球にUVカット膜をコーティング。

UVカット形メタルハライドランプ ランプのワット数やランプ形状など豊富にラインナップしています。詳細は別途お問い合わせください。

特長

UVカットコーティング(特許出願中)

ランプ外球にUV-A(近紫外線)カット膜をコーティングし、紫外線域の光(380nm以下)を90%カット

虫の誘引を低減

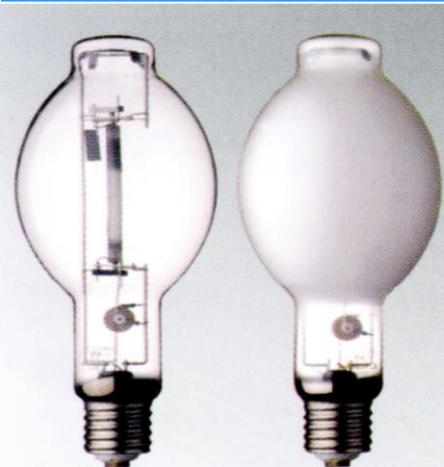
虫が好む光の波長を大幅にカットすることにより、通常ランプに比べて虫の誘引を抑制できます。

ランプのみの交換ですぐに効果

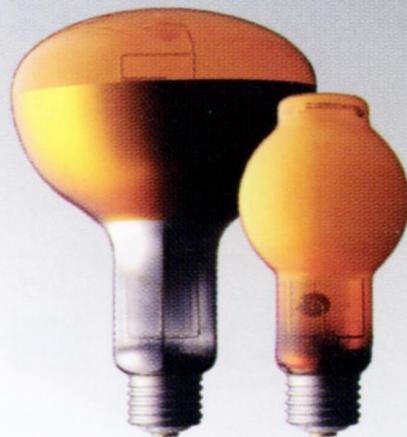
今お使いの既設の照明器具のランプをUVカット形に交換するだけで虫の誘引を低減します。



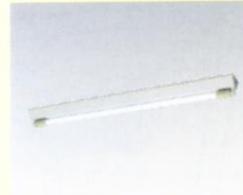
高圧ナトリウムランプ



黄色高圧ナトリウムランプ



UVカット形カバー



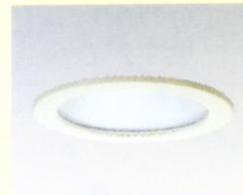
富士型タイプ



パネル付ベースライト、
ウォールライトなど



スクエアタイプ



ダウンライト、
軒下用ダウンライト



高天井用器具



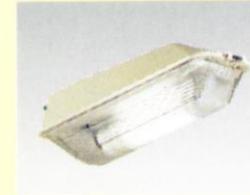
ブラケット



ガーデンライト



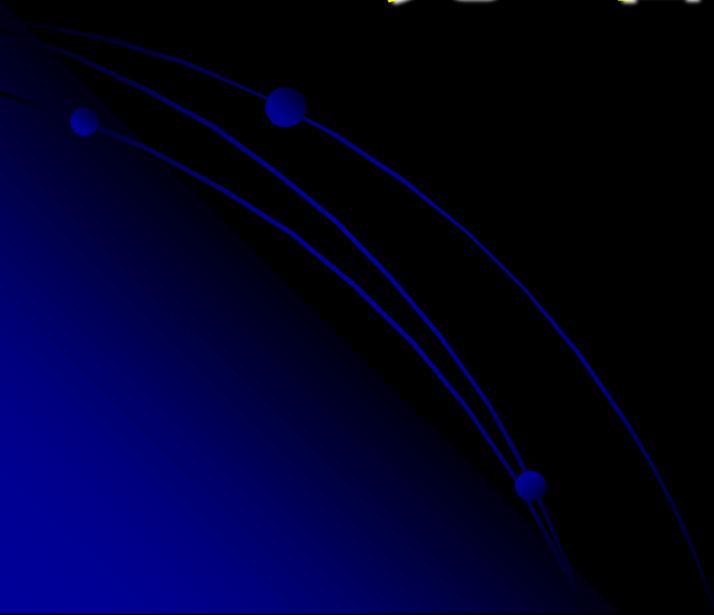
街路灯



防犯灯

植 物 と 光

< 光 合 成 と 波 長 >



植物育成に有効な波長の分類

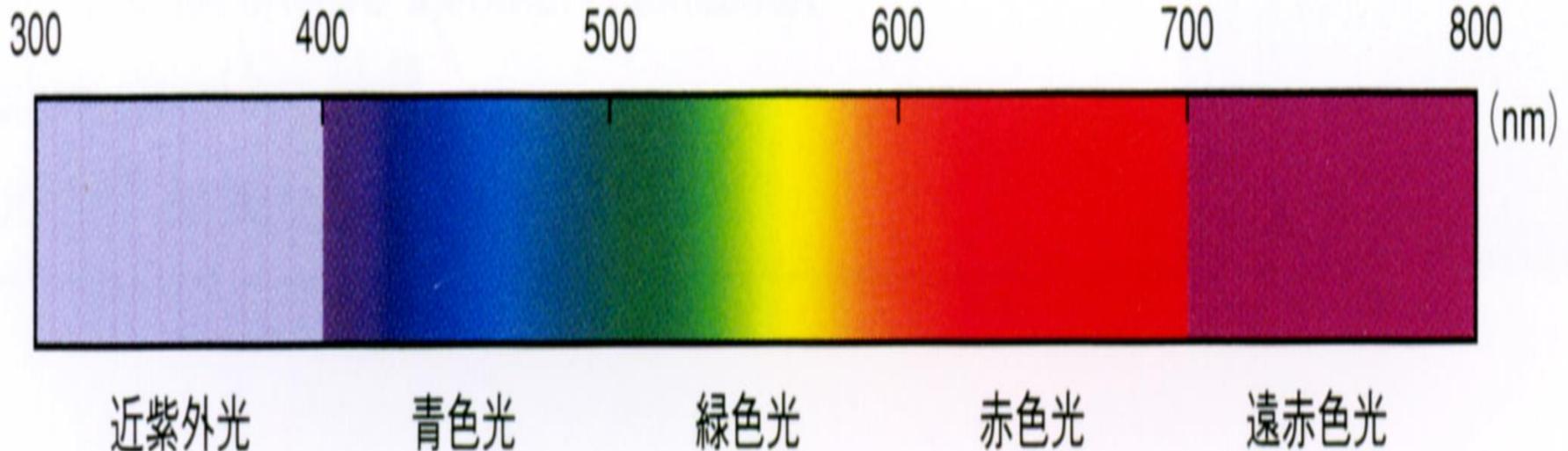
300nm ~ 800nm

光を信号 → 種子発芽、分化(花芽形成、葉形成)、運動(気孔開閉、葉緑体運動)、光屈性

光形態形成に有効な放射

光合成に有効な放射

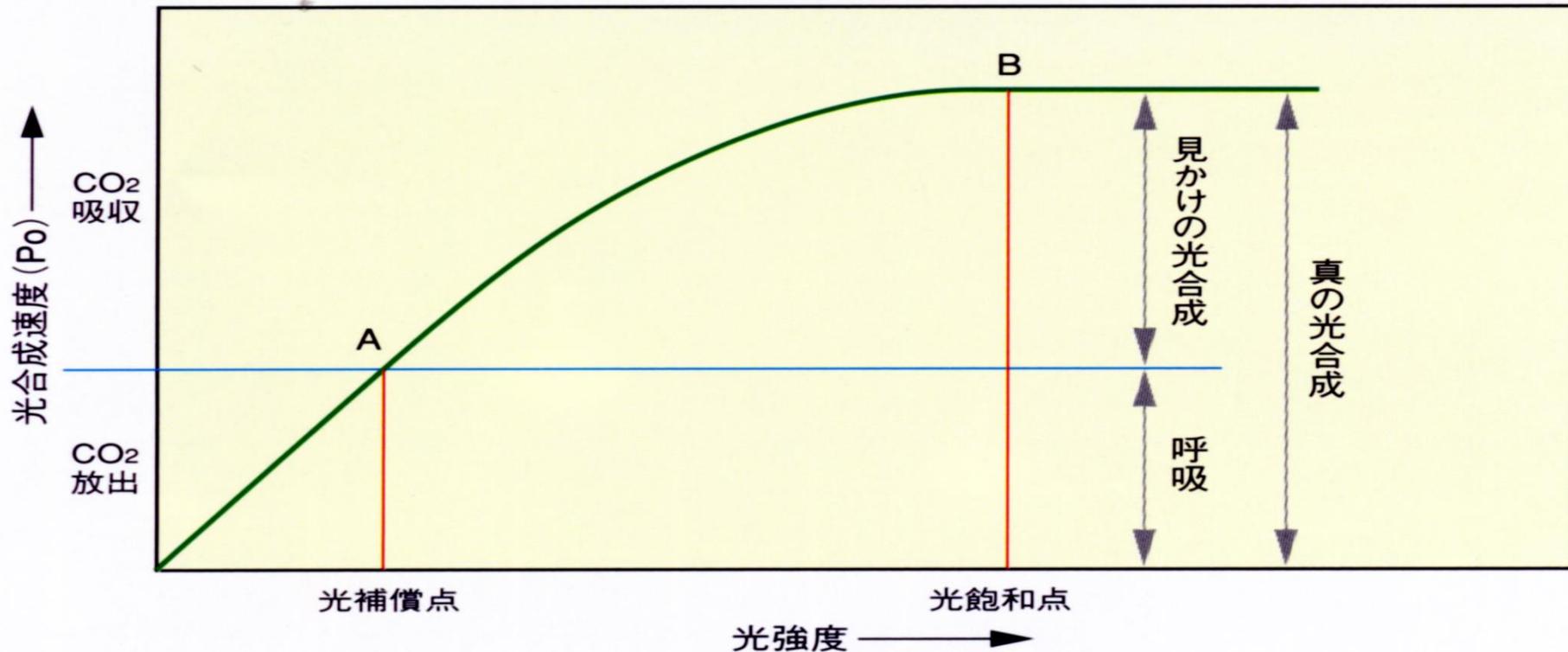
光をエネルギー → 有機物を合成



光合成



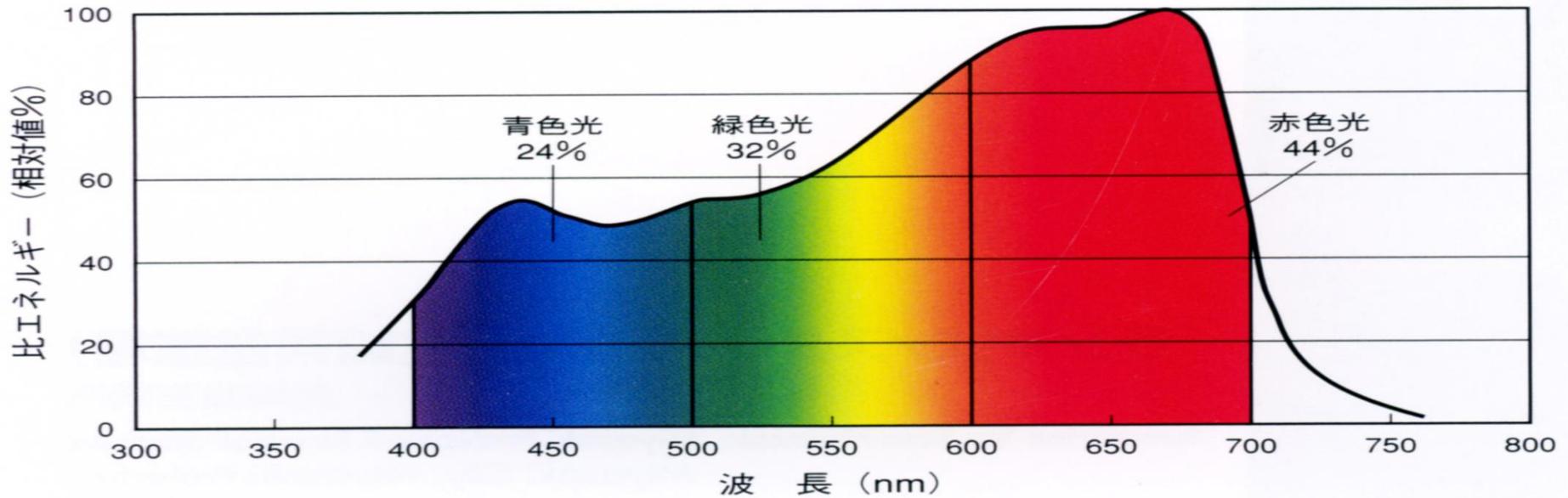
光飽和点と光補償点



- A : 光補償点 → CO₂吸収と放出の分界点
- B : 光飽和点 → 光合成速度が最大になる光強度

植物育成に効果的な光質バランス

光合成作用曲線(平均値)



黄金比 = (青)24 : (緑)32 : (赤)44 [%]

(青) ⇒ 丈夫な植物 …… 気孔開閉、葉緑体運動に有効

(緑) ⇒ 透過・反射 …… 葉を透過及び反射

(赤) ⇒ 生育促進 …… クロフィル(色素)によるエネルギー吸収を促進

植物の光飽和点(B)・光補償点(A)

出展 : 「植物育成照明」: 岩崎電気株: 田澤信二

	光飽和点 (klx)	光補償点 (klx)
イネ	40~50	0.5~1
トマト	70	—
ナス	40	2
キュウリ	55	—
エンドウ	40	2
レタス	25	1.5~2
ミツバ	20	1
ブドウ (巨峰)	40	0.4
(デラウェア)	48	0.3
モモ (白鳳)	40	0.2
ナシ (幸水)	40	0.3
オウトウ	40~60	0.4
イチジク (榊井ドーフィン)	40	1
セントポーリア	5~10	0.5
シンビジウム	10	0.3
シクラメン	15	0.3
プリムラ・マラコイデス	10	0.4
プリムラ・オブコニカ	10	0.4
アザレア	5	0.1

種苗工場

- 光、温度、二酸化炭素等を人為的に制御
- 成型苗により良質な苗が安定・大量供給可能

形式	目的	作物種類	光源	光強度 [Lx]
完全閉鎖 棚式	安定・大量 生産	トマト キュウリ etc	3波長白 色蛍光管	15,000 ~ 22,000

植 物 工 場

- 光、温度、二酸化炭素等を人為的に制御
- 年間10～11作等の無農薬が可能

形 式	目 的	作物種類	光 源	光強度 [Lx]
完全閉鎖 型	周年安定 生産	レタス サダナ etc	高圧ナトリウ ムランプ ^o	20,000 ~ 24,000
太陽光 併用型	周年安定 生産	レタス サダナ etc	高圧ナトリウ ムランプ ^o	8,000 ~ 10,000

施設園芸

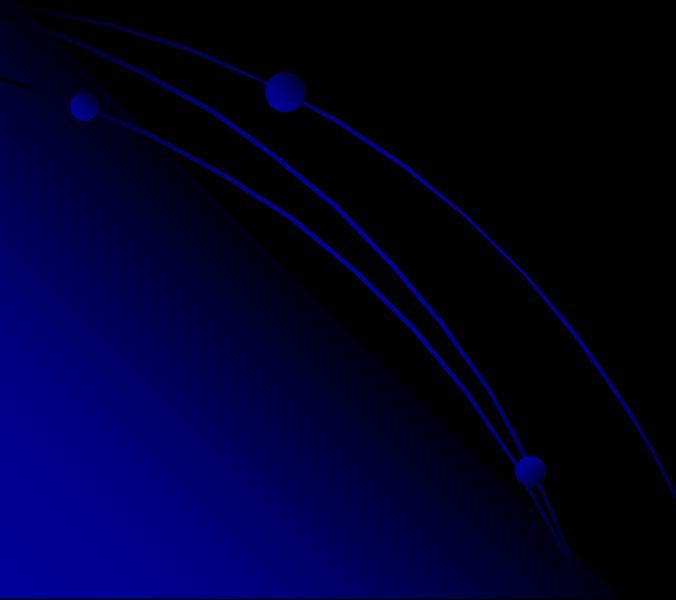
- ビニールハウス、ガラスハウス等の施設により栽培
- 人工光源併用は様々な種類の作物に活用

方式	目的	作物種類	光源	光強度 [Lx]
電照	開花制御	キク	白熱電球	30 ~ 50
		シャコバサボテン	白熱電球	60 以上
		イチゴ	白熱電球	20 ~ 25
		リーガース・ペゴニア オオバ、etc		
補光	安定生産	ミツバ	高圧ナトリウム	5,000
		パンジー苗	高圧ナトリウム	1,000 ~ 3,000
		アニゴザンサス	高圧ナトリウム + メタルハライド*	1,000 ~ 3,000
	花落防止	アルストロメリア	蛍光水銀 : メタルハライド*	1,000 : 3,000
		スイートピー	高圧ナトリウム	10,000 以下
	着色	サクランボ、モモ、 ブドウ	メタルハライド*	4,000 ~ 20,000
	樹勢回復	巨峰、デラウエア	高圧ナトリウム・メタルハライド*・蛍光灯	200
		バラ	高圧ナトリウム	3,000
	徒長防止	キウリ苗	蛍光水銀	1,000 ~ 3,000
	内成分制御	ハウレンソウ	紫外線ブラックライト、蛍光灯	

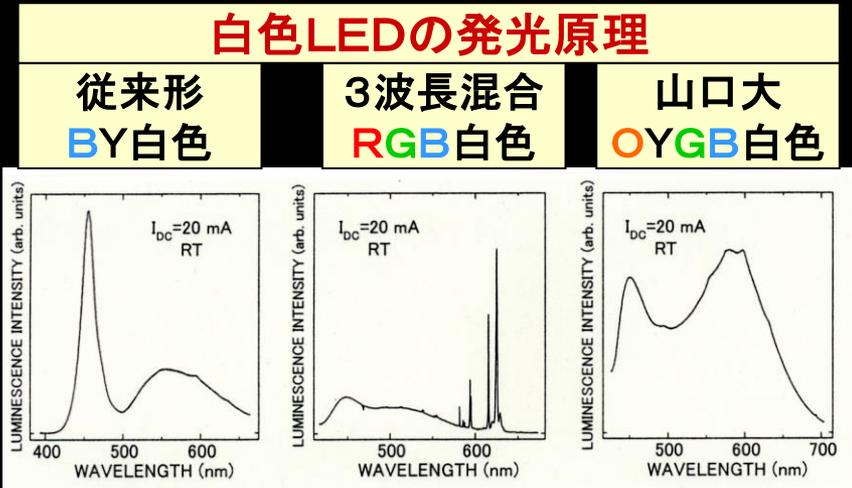
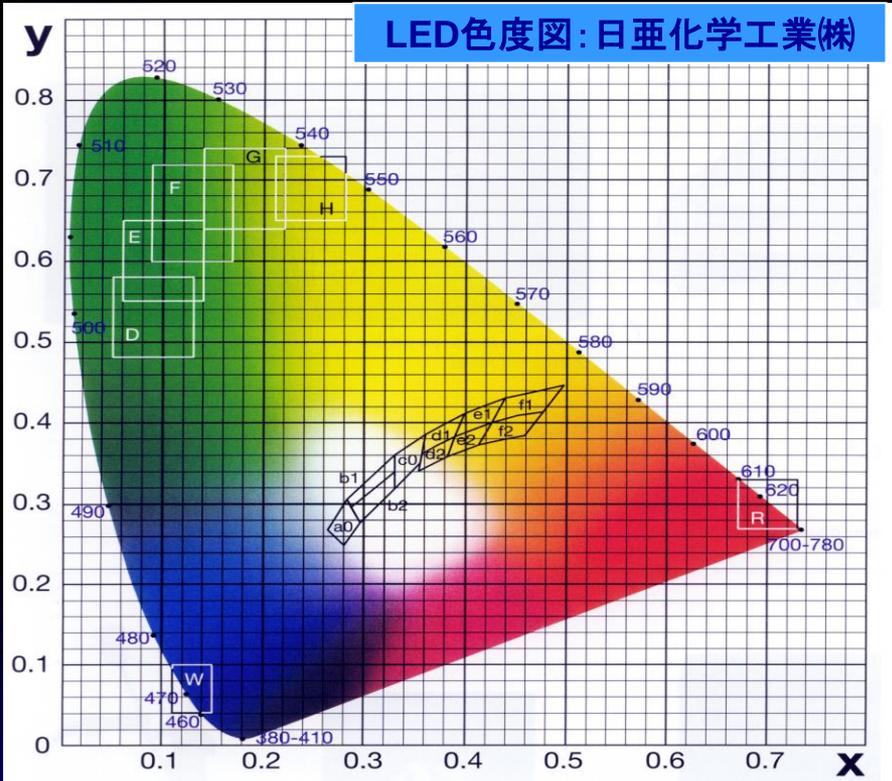
新たな光

発光ダイオード

(LED)



白色LEDの発光原理



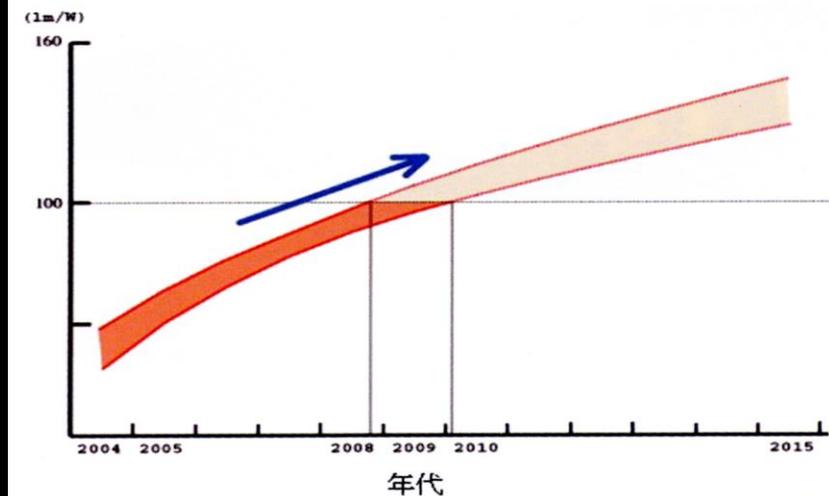
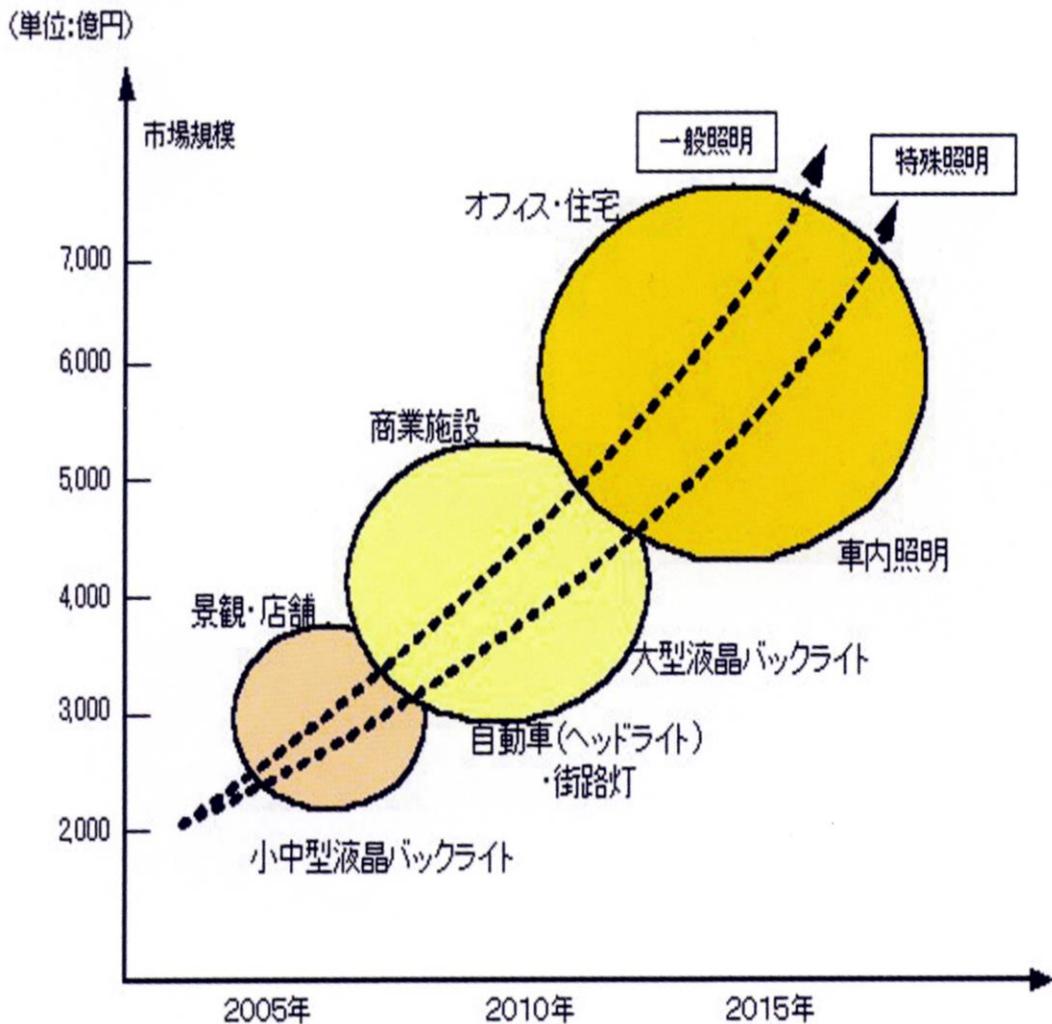
従来形BY方式

黄色蛍光体発光
合成 ⇒ 白色
(補色の関係)
青色発光ダイオード

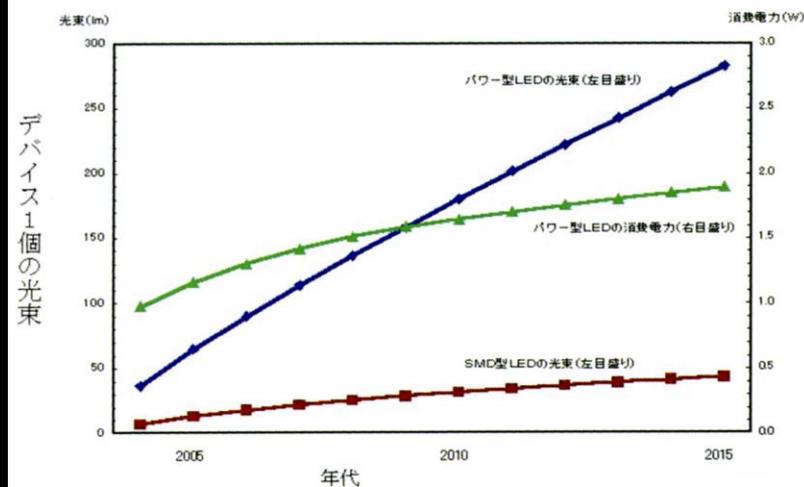
	BY	RGB	OYGB
発光効率	> 50 [Lm/w]	30 [Lm/w]	40 [Lm/w]
相関色温度	6,500 [k]	4,000 [k]	3,700 [k]
平均演色評価	80 ~40	>90	>93

今注目の光源 ⇒ 発光ダイオード

出展：LED照明推進協議会 (JLEDS)



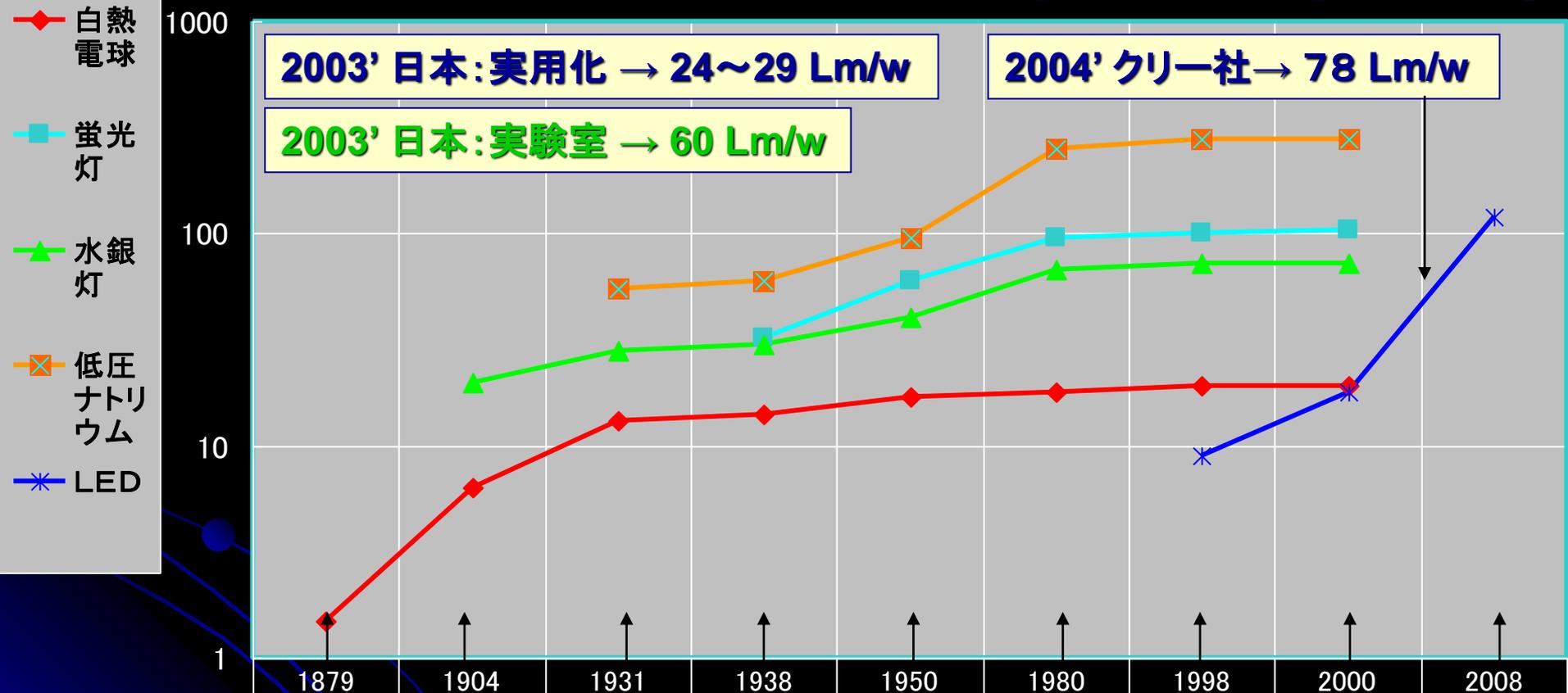
【出典：JLEDSロードマップ資料】



【出典：JLEDSロードマップ資料】

電球発光効率の推移

山口大学教授: 田口常正 [Lm/W]



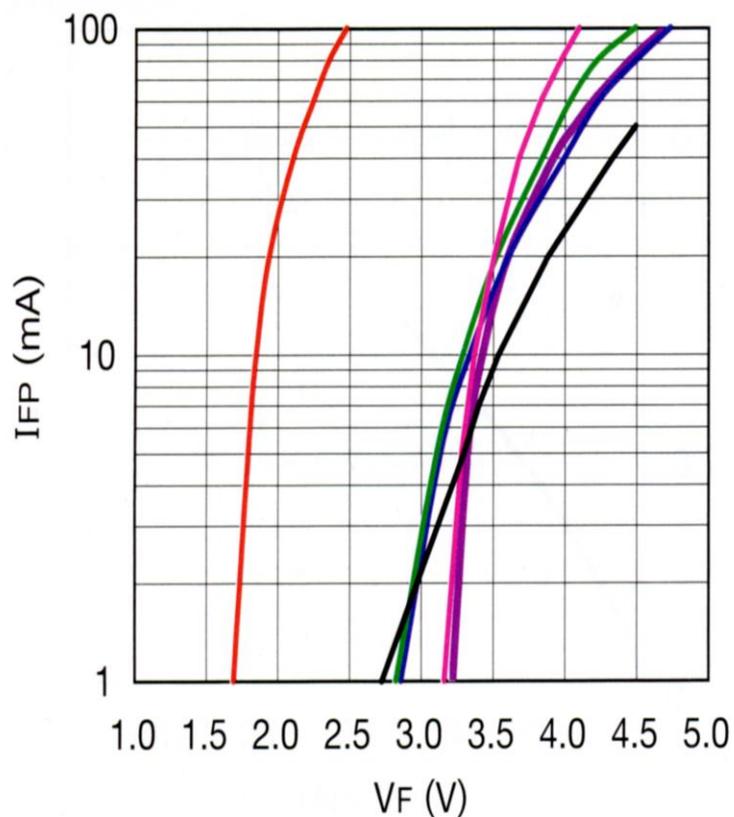
◆ 白熱電球	1879	1904	1931	1938	1950	1980	1998	2000	2008
■ 蛍光灯									
▲ 水銀灯									
⊠ 低圧ナトリウム									
✱ LED									
◆ 白熱電球	1.5	6.3	13	14	17	18	19	19	
■ 蛍光灯				32	60	95	100	105	
▲ 水銀灯		20	28	30	40	68	72	72	
⊠ 低圧ナトリウム			55	60	96	250	280	280	
✱ LED							9	18	120

発光ダイオードの特性

出展 : 日亜化学工業(株)

● 順電圧 - 順電流特性

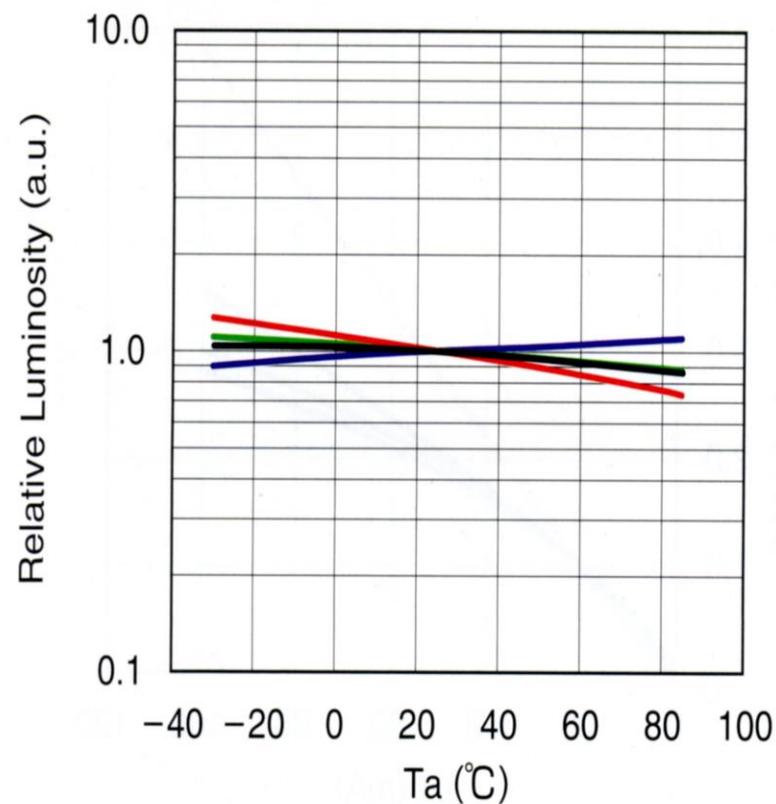
($T_a=25^\circ\text{C}$)



— : Red — : Green — : NEPE510S
— : NSHU5x0A — : White/Blue, NSPL5xxS — : NSHU5x0B

● 周囲温度 - 相対光度特性

($I_{FP}=20\text{mA}$)



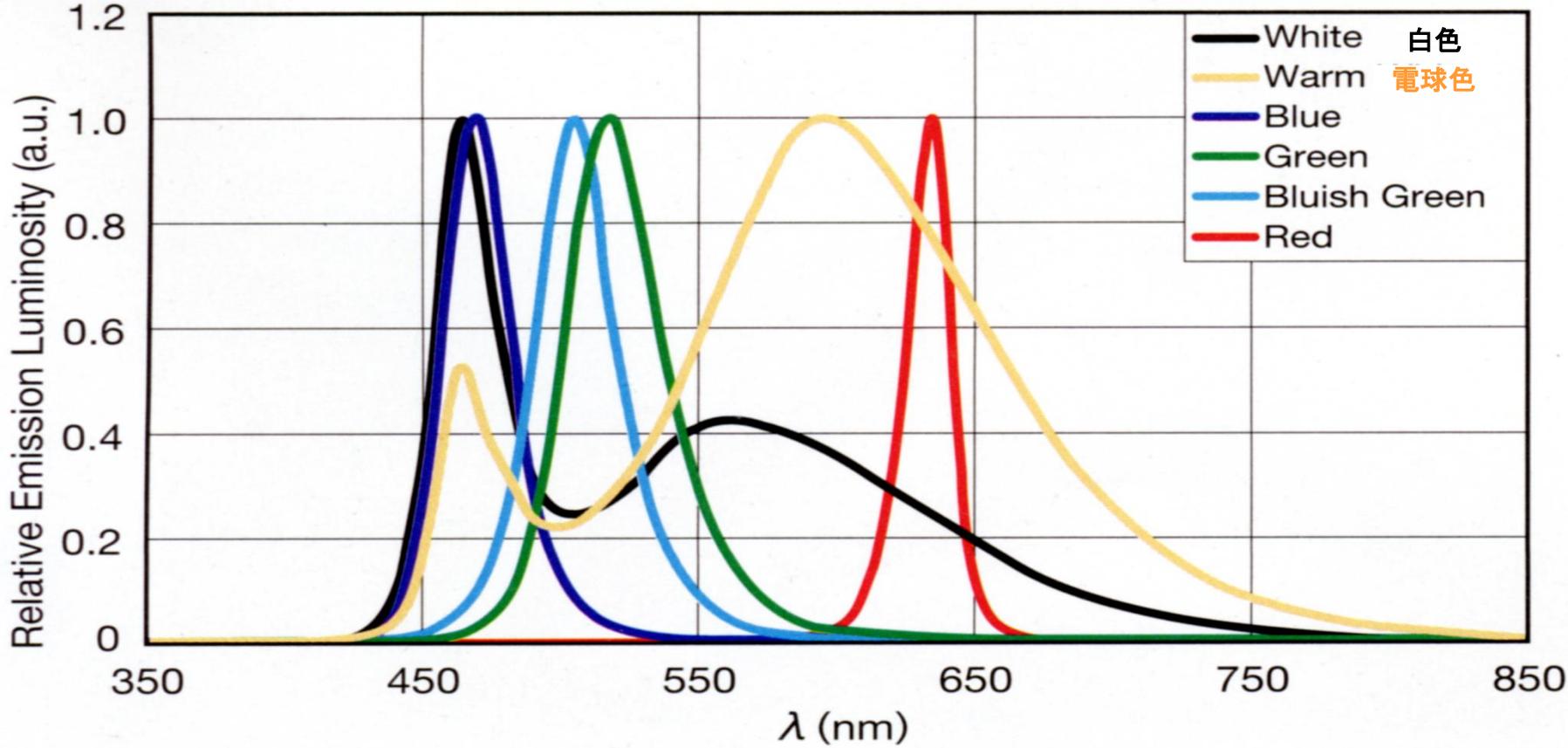
— : Red — : Green
— : White — : Blue

発光ダイオード (LED) の分光エネルギー分布

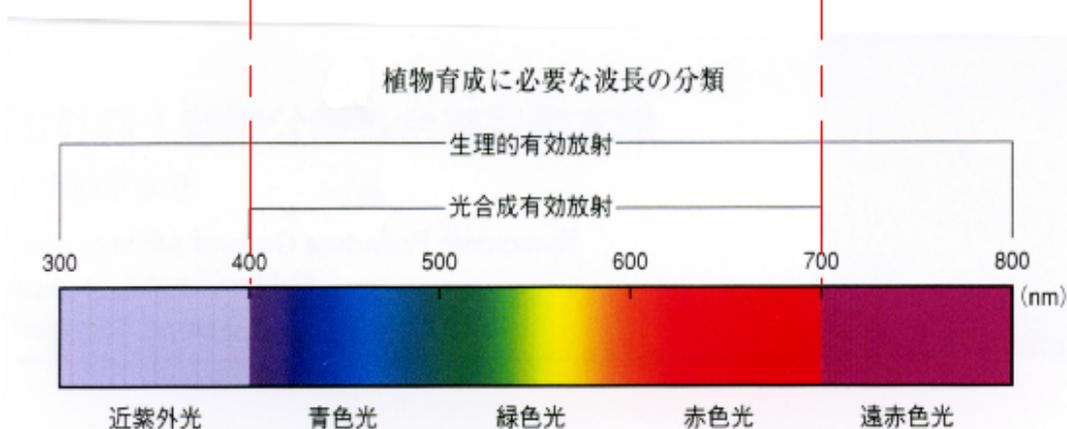
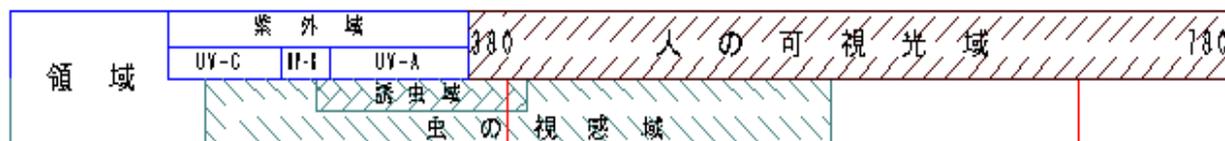
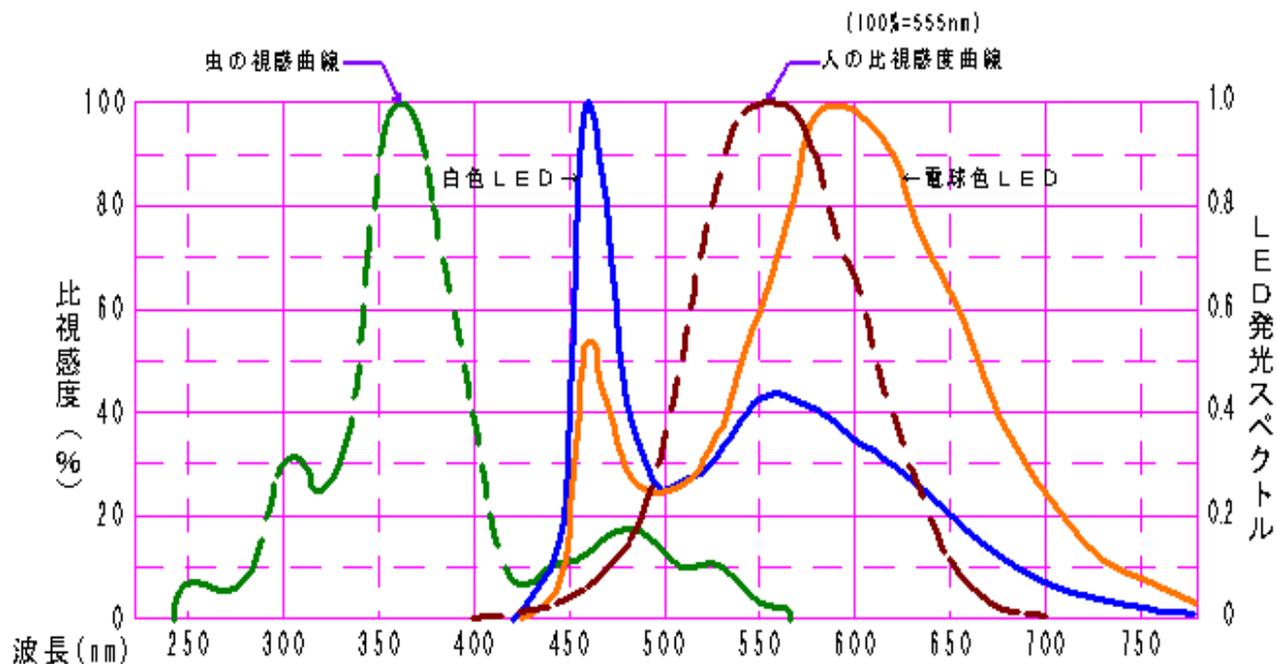
出展 : Light Emitting Diode Gide2005 : 日亜化学工業(株)

発光スペクトル Spectrum

白色 = 420 nm ~ 770 nm
電球色 = 430 nm ~ 820 nm



人・虫・植物 白色LED光(波長)



LED照明の特徴

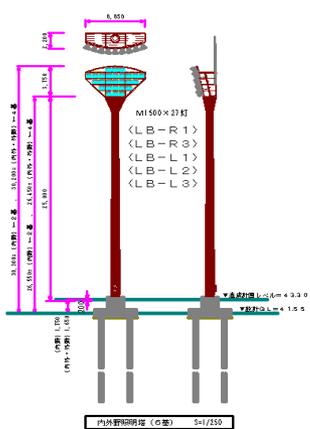
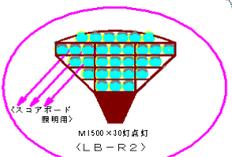
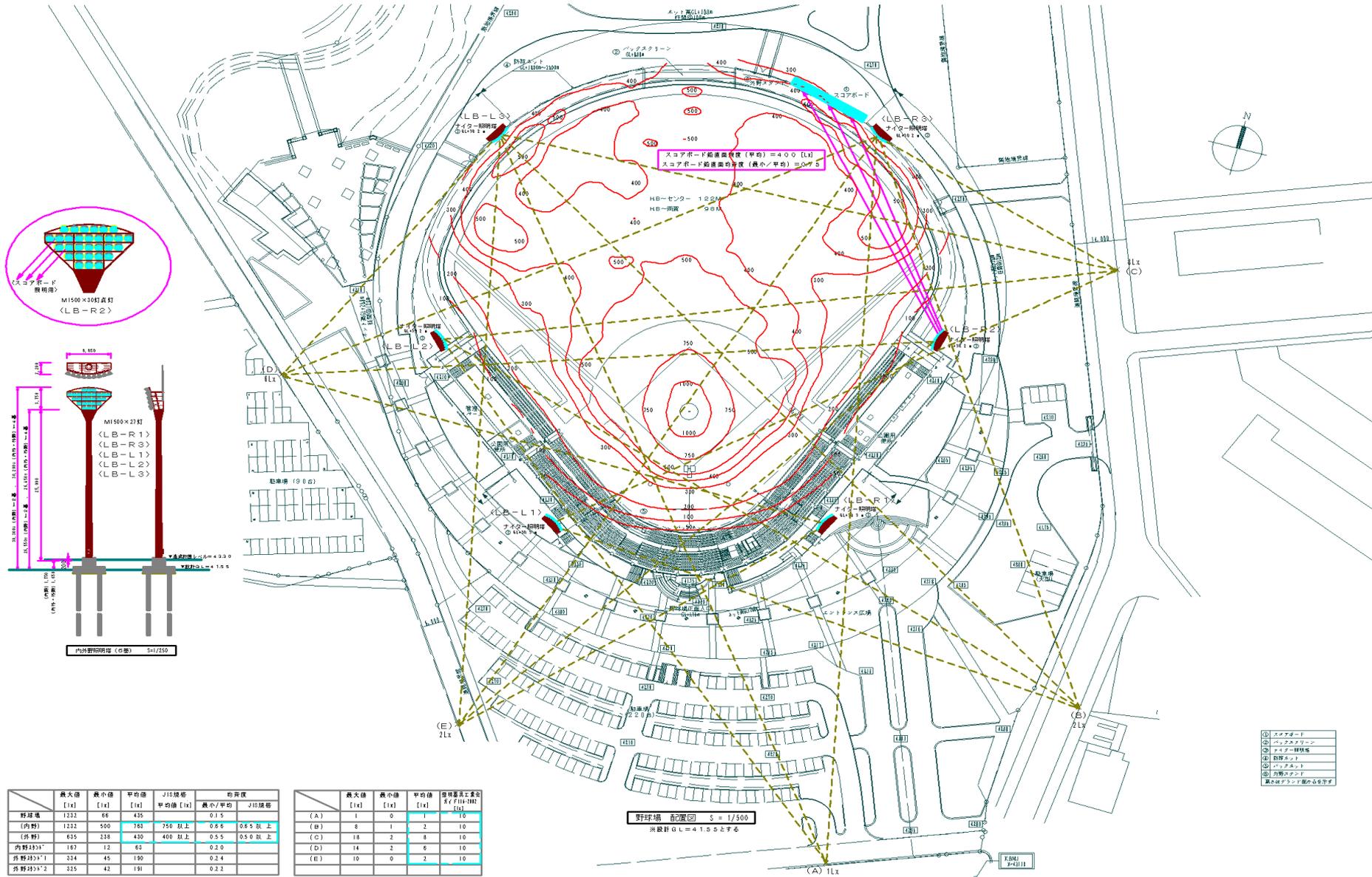
- ① 発熱量が少なく省エネルギー、長寿命、軽く薄く小型化可能
- ② 自然エネルギー(太陽光・風力等)の負荷に適し発電容量を低減
- ③ 低誘虫光源となり、昆虫への影響が少ない(420nm~850nm)
- ④ 光の3原色(赤・緑・青)発光素子として、人工植物育成制御光源
- ⑤ 指向性が強く、配光制御は反射板によらぬ直接設計が可能
<上方光束比を低減させ、周辺光公害の低減が可能>
- ⑥ 低温に強く、温度変化に伴う光度の変化が少ない
<蛍光灯は低温度で極度に光束が減少する>
- ⑦ 現在は発展途上にあり、価格・発光効率等蛍光灯に比べて落ちる
<2010年頃にはかなりの範囲で採用される見込み>
- ⑧ 電球色LEDは人の視感度特性に隣接しているので明るく見える

光害を考慮した

< 野外照明実施例 >

- 野球場ナイター照明 → UVカットランプ
- 街の中の街路灯 → LED街路灯
- 閑静な住宅地の施設 → LED外灯
- 畑の中の施設 → LED外灯
- 施設アプローチ講演照明 → LED照明

横浜市保野公園野球場 ナイター照明照度分布



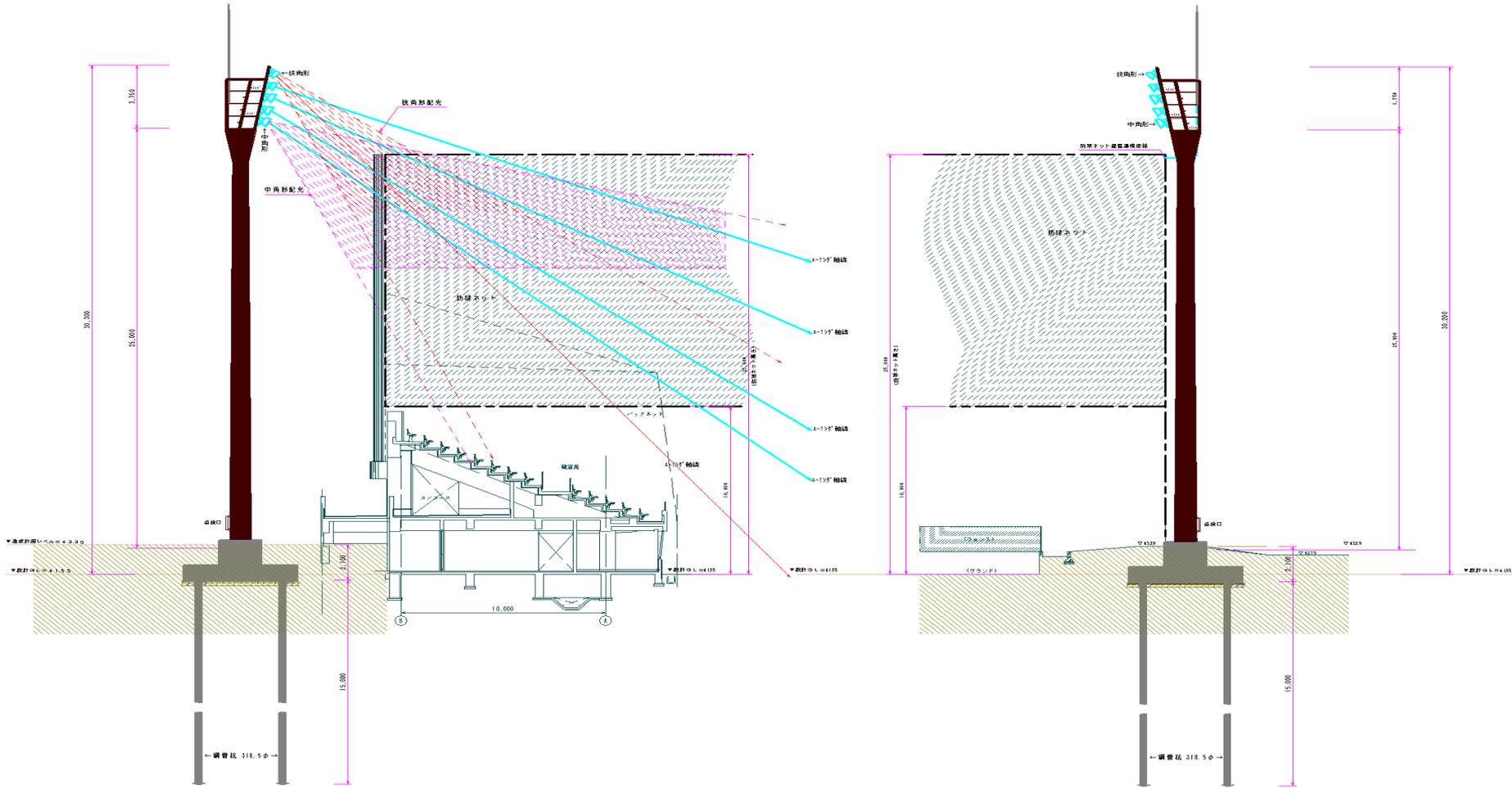
	最大値 [lx]	最小値 [lx]	平均値 [lx]	JIS規格 平均値 [lx]	照度値	JIS規格 照度値
野球場	1232	88	435	0.15		100
内野	1232	500	763	750 以上	0.64	0.5 以上
外野	635	238	430	400 以上	0.55	0.5 以上
内野333*1	167	12	63		0.20	
外野333*1	334	45	190		0.24	
外野333*2	335	42	191		0.22	

	最大値 [lx]	最小値 [lx]	平均値 [lx]	照度規格 平均値 [lx]	照度値
(A)	1	0	1		
(B)	6	1	2		
(C)	14	2	6		
(D)	14	2	6		
(E)	10	0	2		

野球場 照度図 1/500
 演色性 G.L = 4.1.5.5 とする

- ① スコアボード
 - ② ベンチスタタリン
 - ③ ナイター照明塔
 - ④ 照明ユニット
 - ⑤ ベンチスタタリン
 - ⑥ 外野スタンド
- 異なるカラーで異なるものを示す

投光器のエーミング



内野用照明塔 (2基) S=1/100

LB-L1

LB-R1

内外野用照明塔 (2基) S=1/100

LB-L2

LB-R2

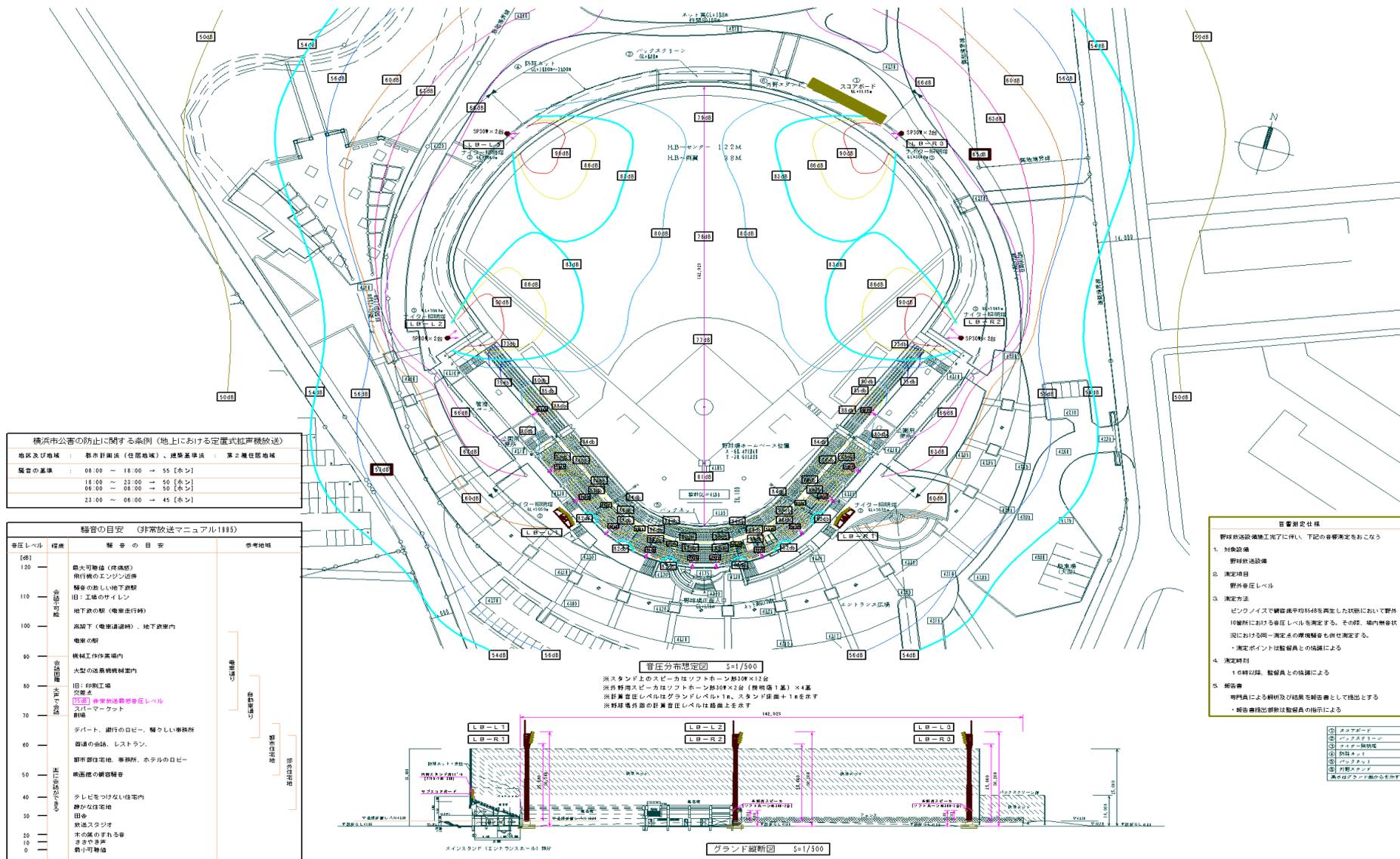
外野用照明塔 (2基) S=1/100

LB-L3

LB-R3

横浜市保野公園野球場

野球放送音圧分布



街の中の街路灯

横浜市港湾局出田町埠頭

(太陽光発電式独立電源形LED街路灯)



横浜市港湾局出田町埠頭街路灯設置
平成14年10月23日

(4台)



(100V商用電源形LED街路灯)

横浜市港湾局出田町埠頭

街の中の街路灯



閑静な住宅地の街路灯

横浜市沢渡三ツ沢地域ケアプラザ

(100V商用電源形LED外灯)

畑の中の施設外灯

横浜市上飯田地区センター

(100V商用電源形LED外灯)



施設のアプローチ講演照明

多摩美術大学

(商用電源形LED照明)

