

# 照明の基礎、光および電磁波の分類とその特徴 ーガンマ線からテラヘルツまでー

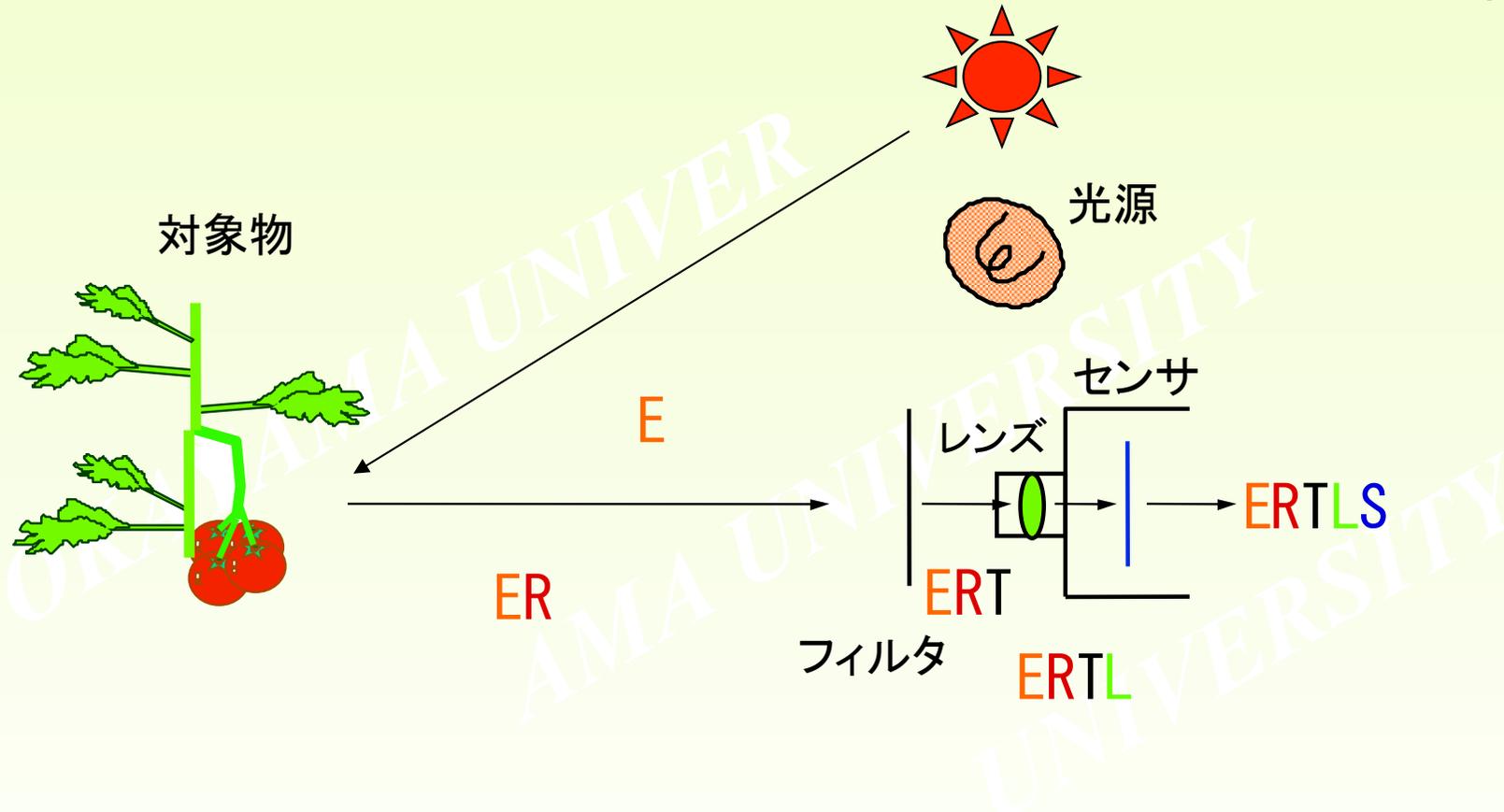
授業の目的: 照明、光、電磁波に関する基礎的知識を学習する。



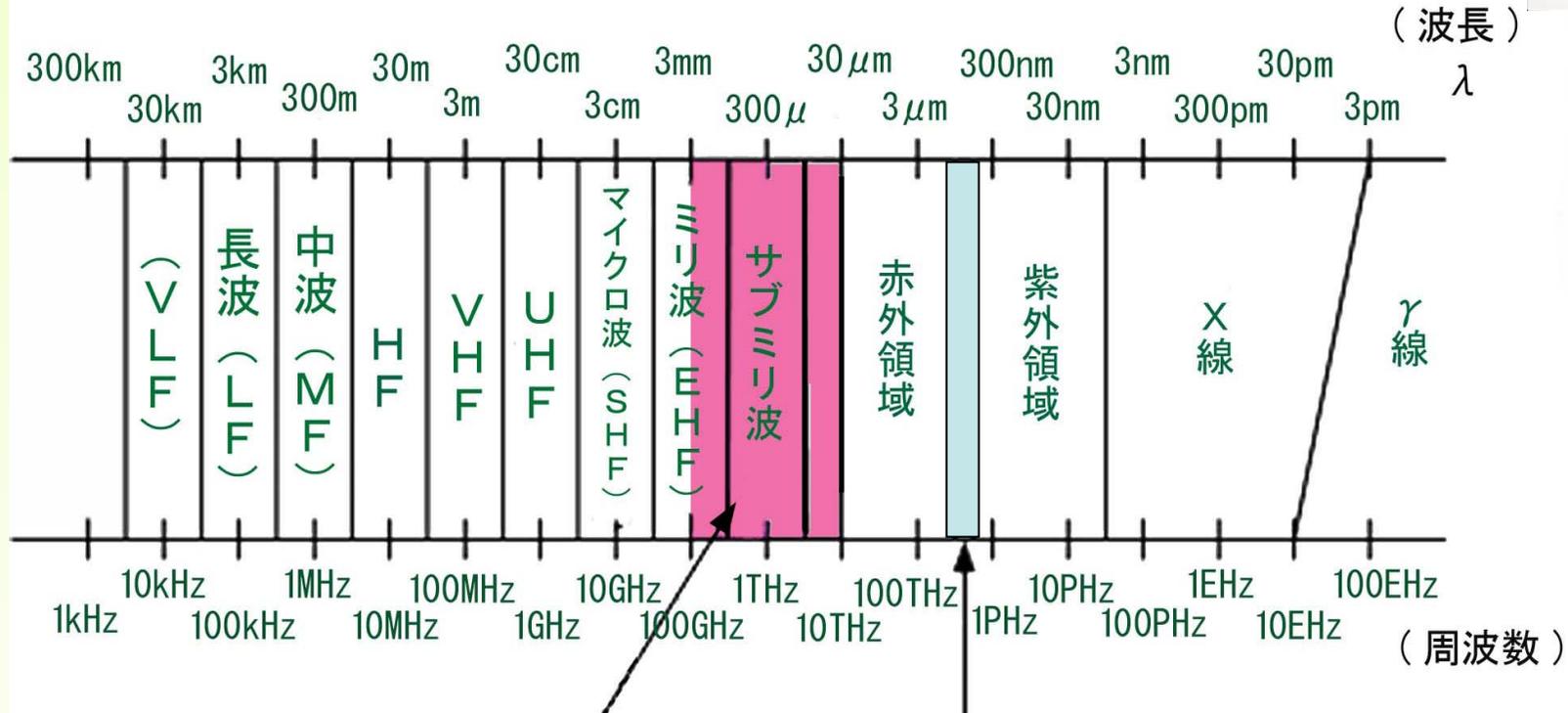
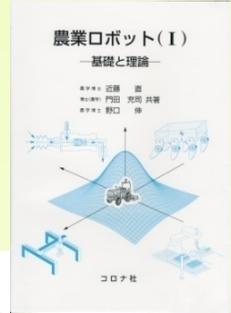
# エネルギーの流れ



P.18



# 電磁波の分類



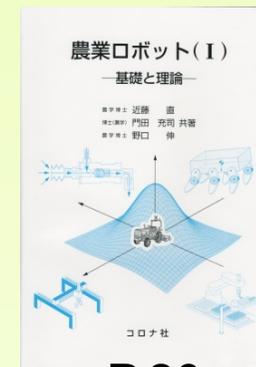
P.12

テラヘルツ帯  
(光と電波の中間)

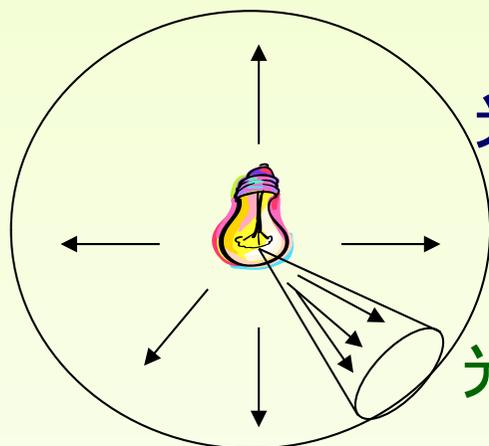
可視領域



# 照明の基礎



P.20

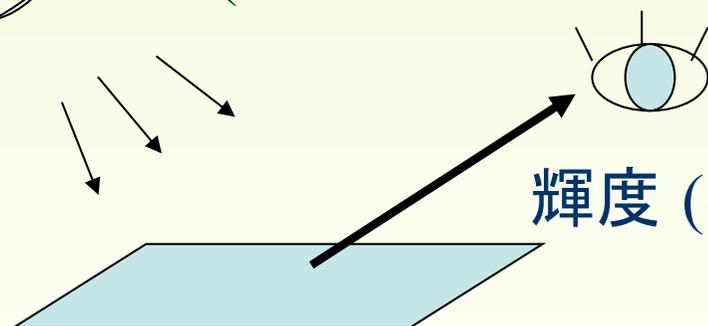


光量(光束を時間で積分した量:  $\text{lm} \cdot \text{s}$ )

光束(光源からの光の量:  $\text{lm}$ )

(単位立方角あたりに放射される光束)

光度(光源からある方向への光の強さ:  $\text{cd}$ ,  $\text{lm}/\text{sr}$ )



輝度 (ある方向から見た  
ものの輝きの強さ:  $\text{cd}/\text{m}^2$ )

照度 (単位面積あたりに入射する光束:  $\text{lx}$ ,  $\text{lm}/\text{m}^2$ )

光量、光束、光度、照度、輝度



KYOTO 京都大学  
UNIVERSITY

ランプの種類

ハロゲンランプ

白熱ランプ

蛍光ランプ

LED

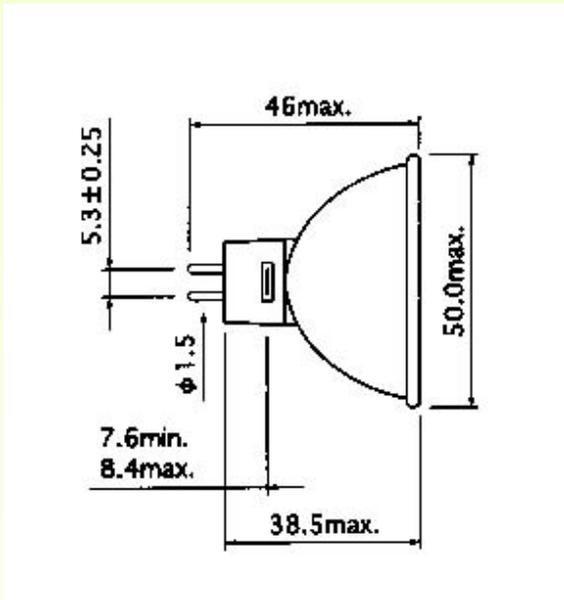
HIDランプ



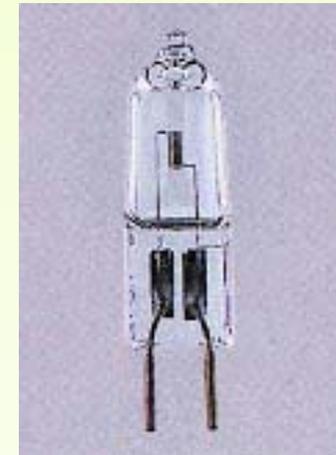
# ハロゲンランプ



P.26



ミラー付き  
ハロゲン  
ランプ



ミラー無し  
ハロゲン  
ランプ

(イワサキランプカタログより)



**KYOTO** 京都大学  
UNIVERSITY

# ハロゲンサイクル



P.26

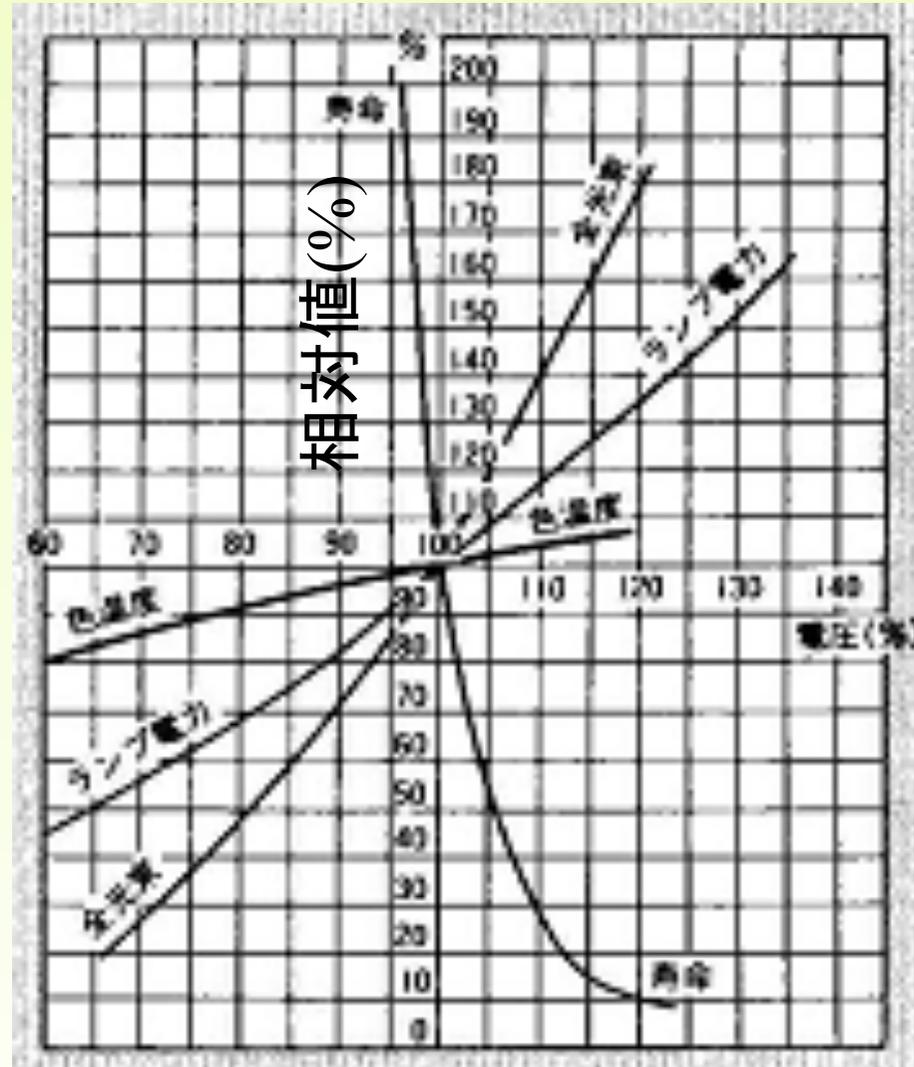


フィラメントが高温になるとタングステンが蒸発し、封入されているハロゲンガスと結合してバルブ内でハロゲン化タングステンを形成する。これはバルブ内の対流で移動し、温度の高いフィラメント付近で再び、ハロゲンとタングステンに分離する。タングステンはフィラメントに戻り、遊離したハロゲンは再び前述の反応を繰り返す。





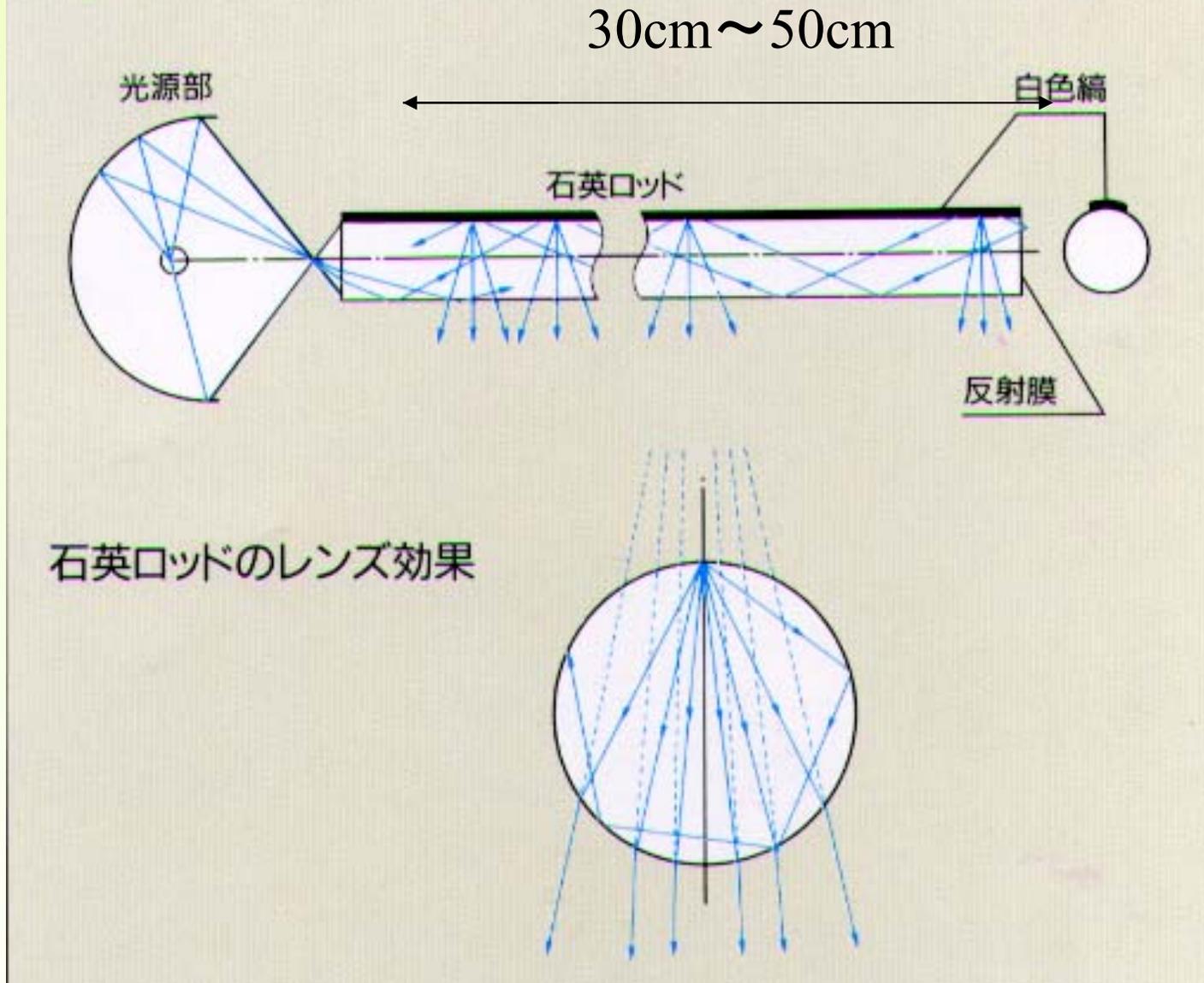
P.27



## ハロゲンランプの入力電圧と特性 (フィリップスカタログ)



■原理



伝送ロッドの原理

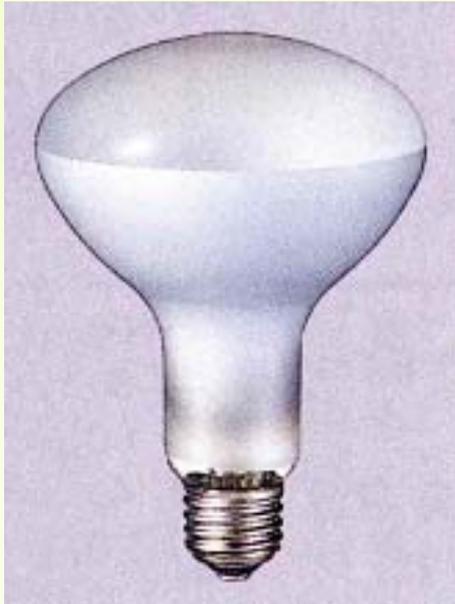
(日本ピーアイ株式会社カタログ)



KYOTO

京都大学  
UNIVERSITY

# 白熱ランプ



タングステンのフィラメントに電流が流れると、フィラメント自体の電気抵抗によって $2000^{\circ}\text{C}$ 以上に熱せられ、白熱化し、やや赤みを帯びた白色光を発する原理を用いたランプである。仕組みや構造はハロゲンランプとほぼ同じである。家庭等でも昔からよく用いられる電熱線の発光を用いて照射するもので、ガラス球内面にはアルミニウムなどを蒸着させて、電気-光変換効率を上げているものの、ハロゲンランプなどの効率に比べると低く、寸法も大きい。

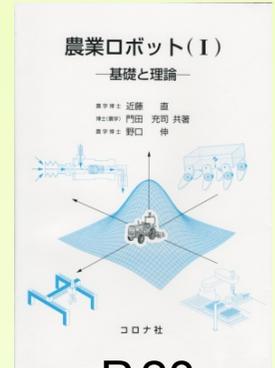


P.28

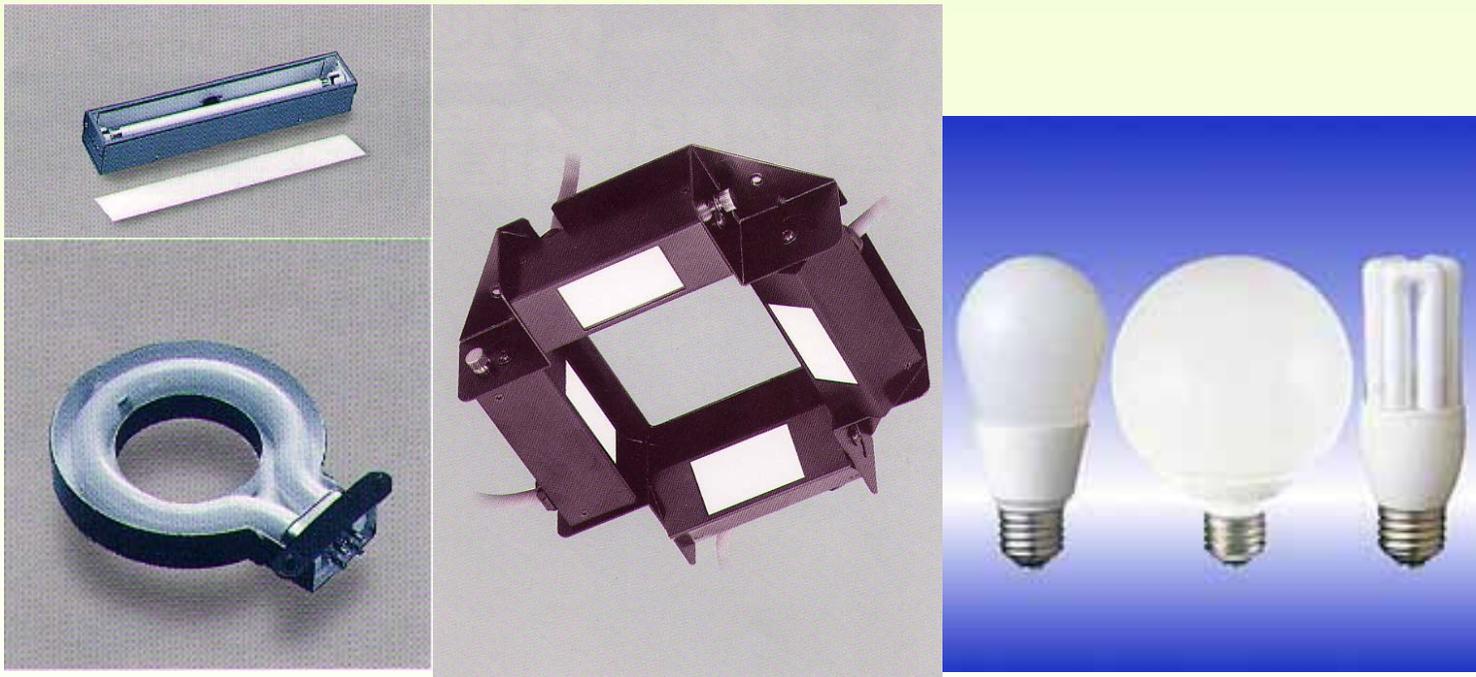


# 蛍光ランプ

電極に電流を流すと加熱され、フィラメントから熱電子が管内に放出されて放電が始まる。放電により流れる電子は、管内の水銀蒸気中の水銀原子と衝突して紫外線（253.7nm）を発生する。この紫外線が蛍光管に塗布されている蛍光物質に照射され、可視光線となる。



P.28



マシンビジョンに利用する時は、20～60kHzの高周波

(電通産業(株)、東芝ライテック(株))

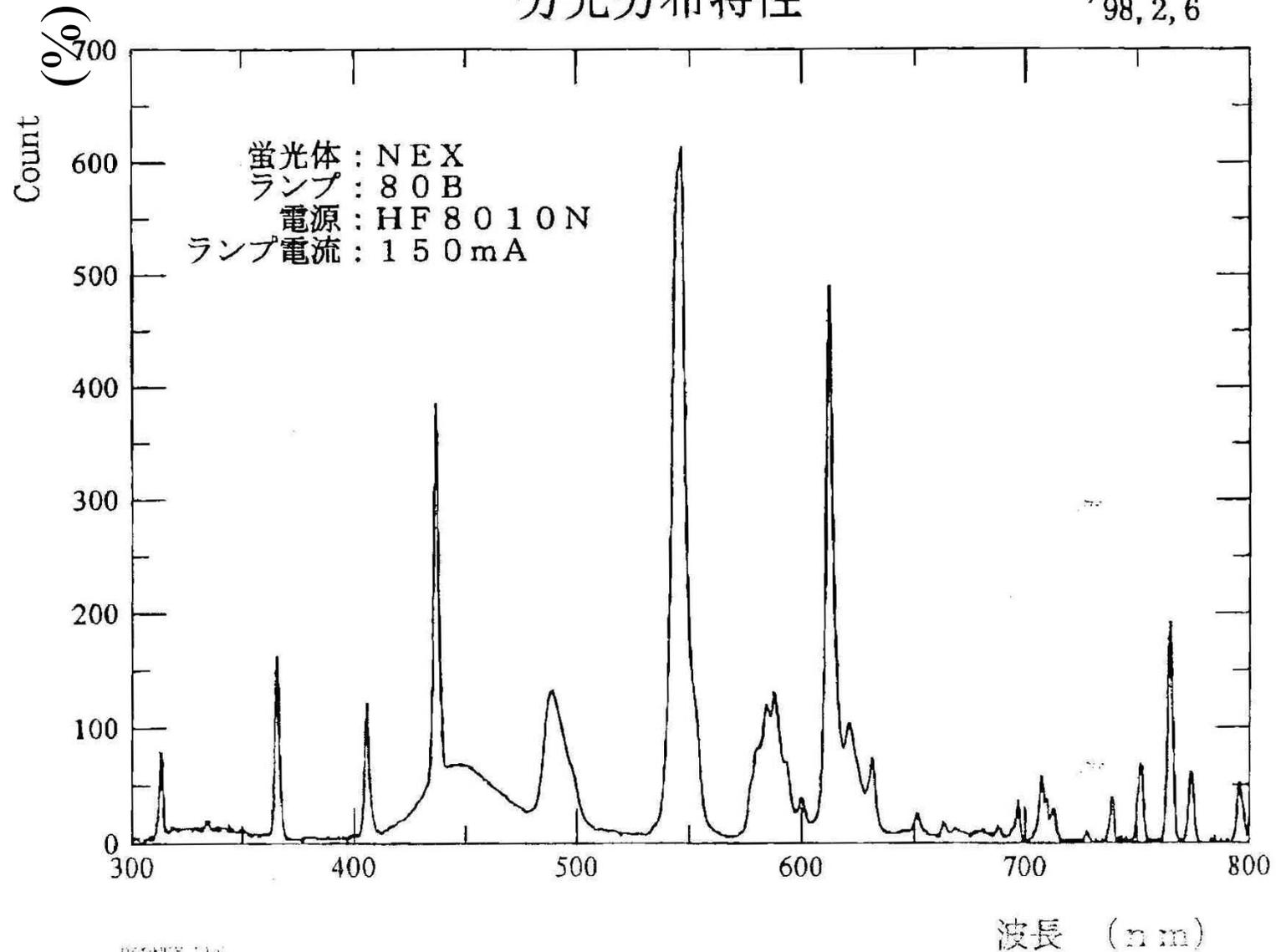


KYOTO

京都大学  
UNIVERSITY

# 分光分布特性

'98, 2, 6



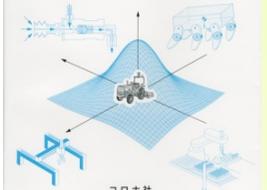
80B/NEX-11S

## 蛍光灯の分光分布(電通産業株式会社製品カタログ)

農業ロボット(I)

—基礎と理論—

編著者: 近藤 直  
著者: 門田 充司 共著  
著者: 野口 伸



コロナ社

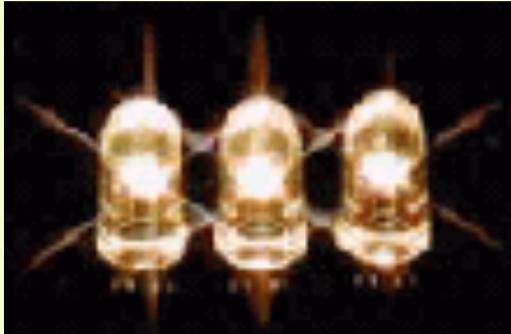
P.29



**KYOTO**

京都大学  
UNIVERSITY

# LED (Light Emitting Diode)



P.30

LED素子(日亜化学工業カタログ)  
照明装置(日進電子工業(株)、林時計工業カタログ)



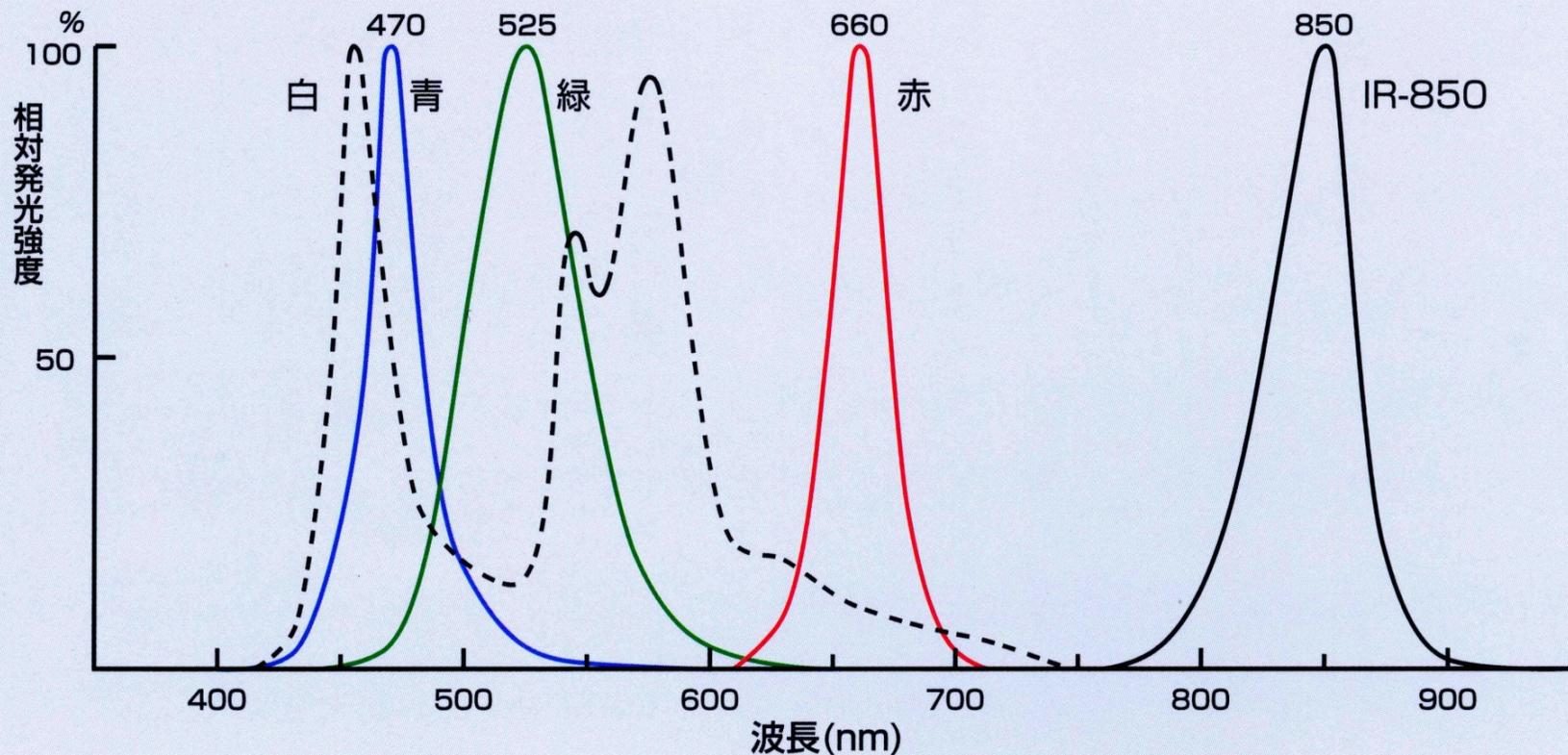
**KYOTO** 京都大学  
UNIVERSITY

# LEDの放射特性



P.30

発光波長・スペクトル分布



(日進電子工業(株)製品カタログ)



**KYOTO** 京都大学  
UNIVERSITY

# HIDランプ (High Intensity Discharge Lamp)



P.31

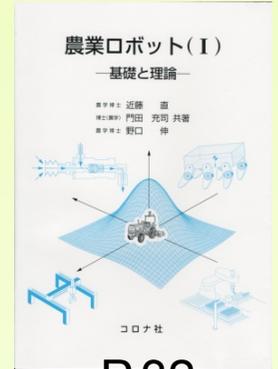


HIDランプとは、高輝度放電灯とも、単にディスチャージランプ等とも言ったり、メタルハライドランプのことを言ったりすることもある。これはフィラメントを持たない放電灯であることより、点灯時に必要な高い電圧と、一定の電流制御を行う必要がある。そのため高電圧を作るインバータと安定器が必要である。

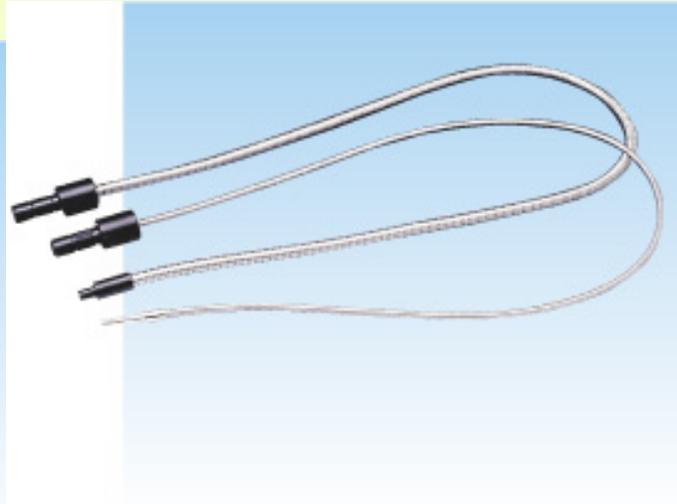
メタルハライドランプ、水銀ランプ、高圧Naランプ(岩崎電気株)



# 光ファイバ照明

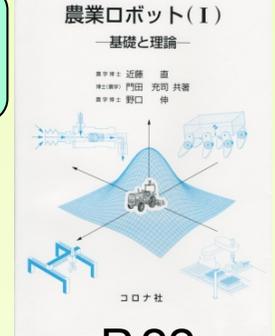


P.32

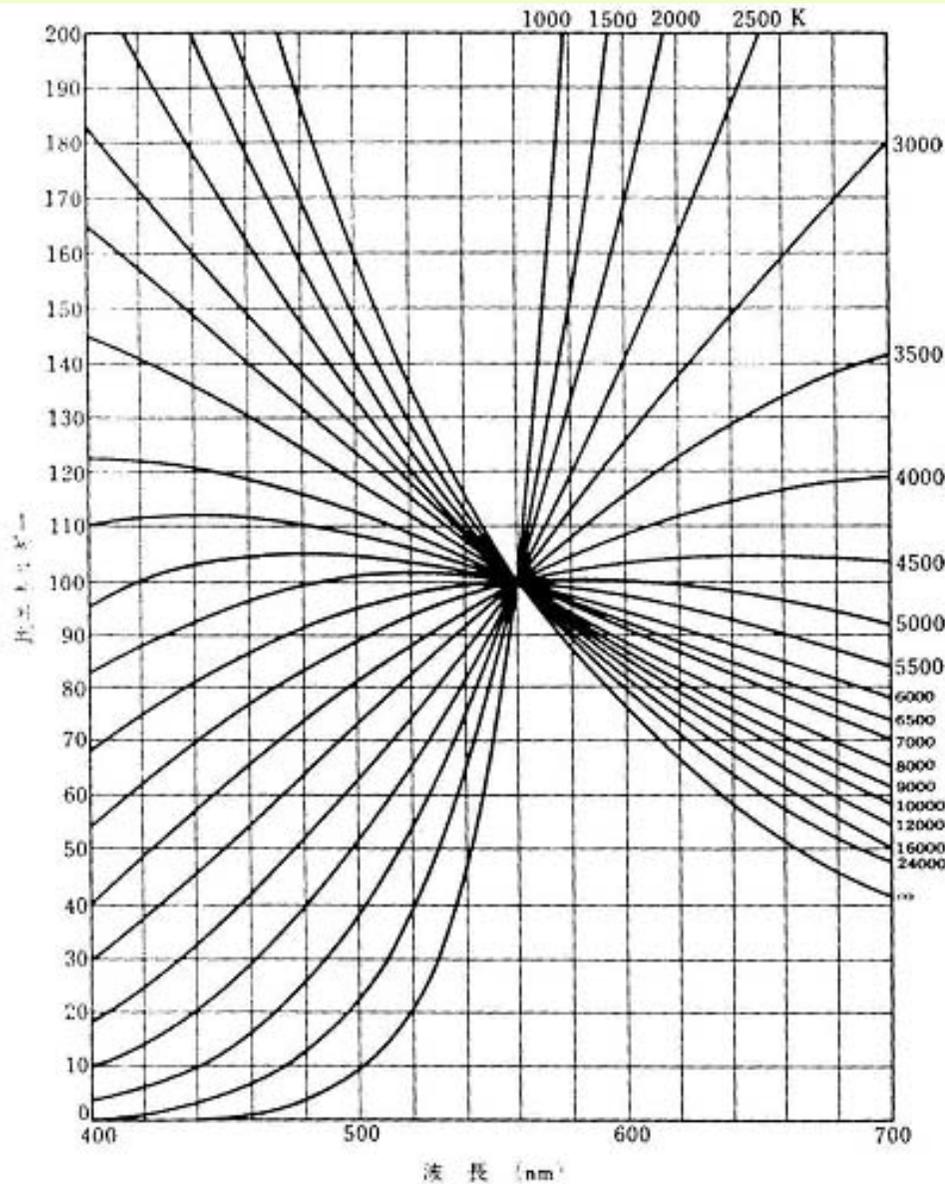


光源部と照射部を離して設置する必要がある場合、照射部の寸法を小さくする必要がある場合等には光ファイバを用いる。本照明は、ランプ、電源、光量制御装置、ファイバガイド、および光出射端アクセサリ等から成り、ランプにはハロゲンランプ、メタルハライドランプなどがよく用いられる。

# 光源の放射エネルギー (Radiation Energy of Light Source)



P.22



黒体の分光分布

## プランクの放射則

$$E_{\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5 (e^{C_2/\lambda T} - 1)}$$

$T$ : 色温度 (K)

$C_1 = 3.740 \times 10^{20}$  (W·m<sup>-2</sup>·nm<sup>4</sup>)

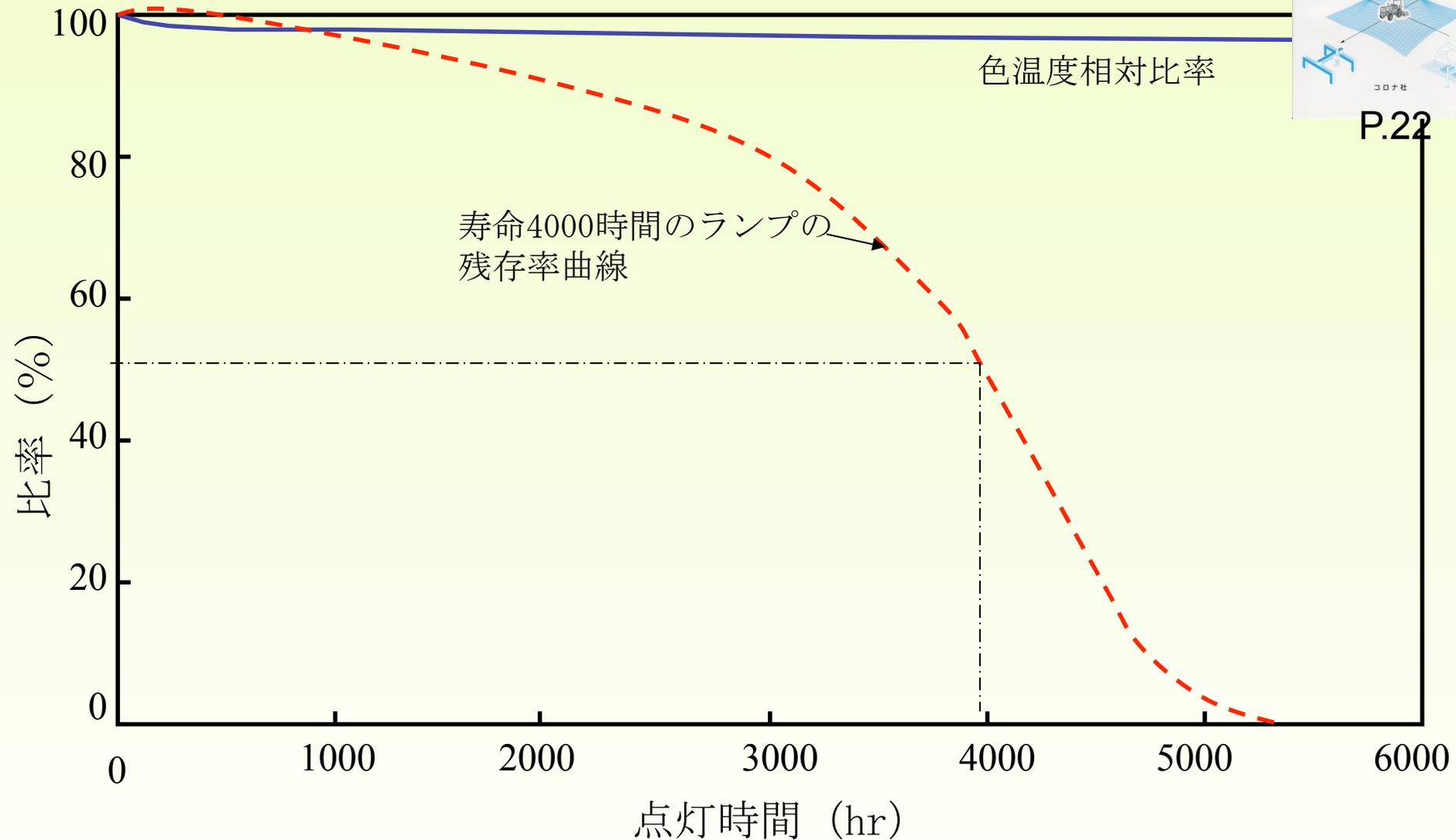
$C_2 = 1.438 \times 10^7$  (nm·deg)



# 残存率曲線と色温度

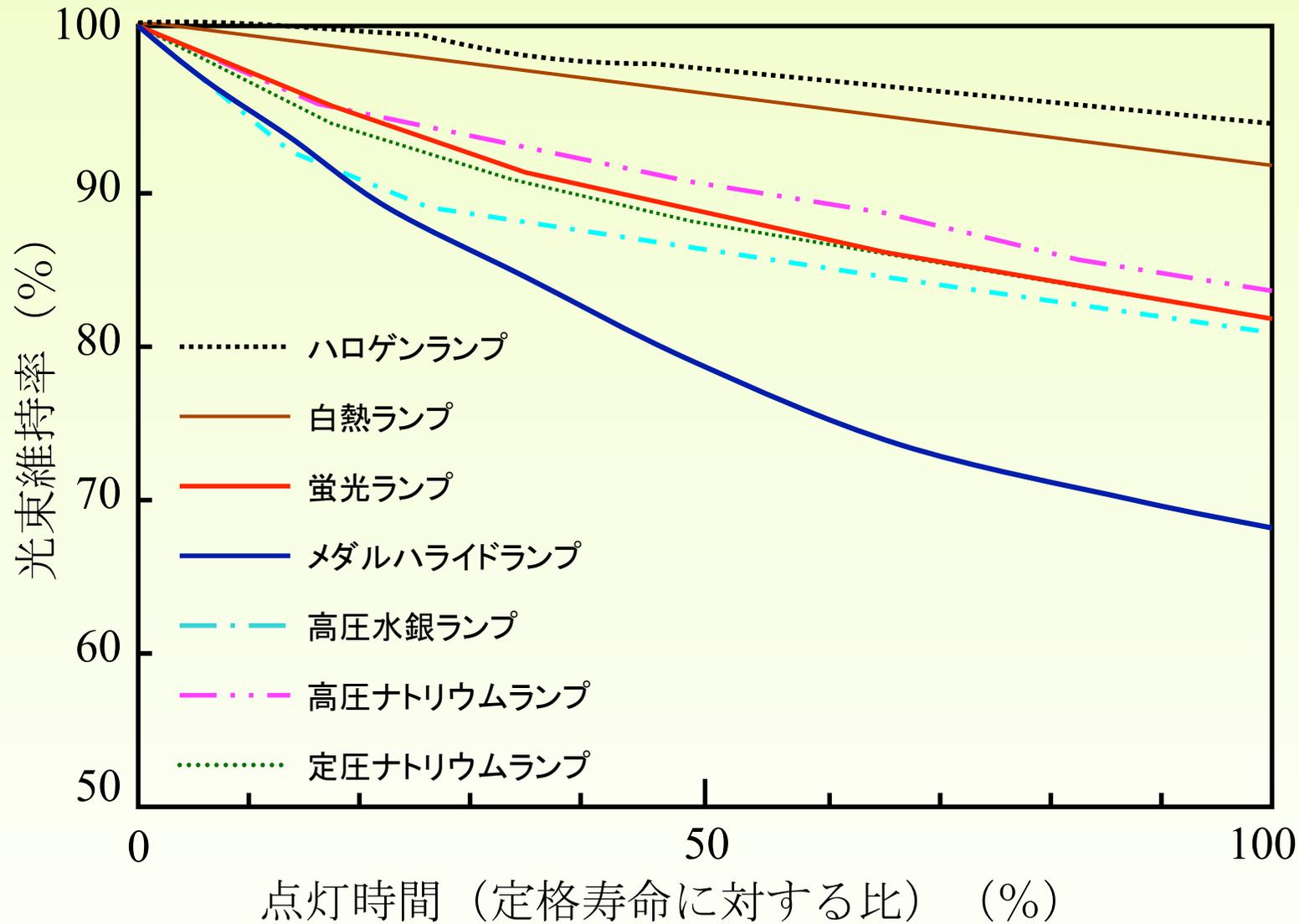


P.22



(イワサキ資料)

# 光束維持特性



P.21

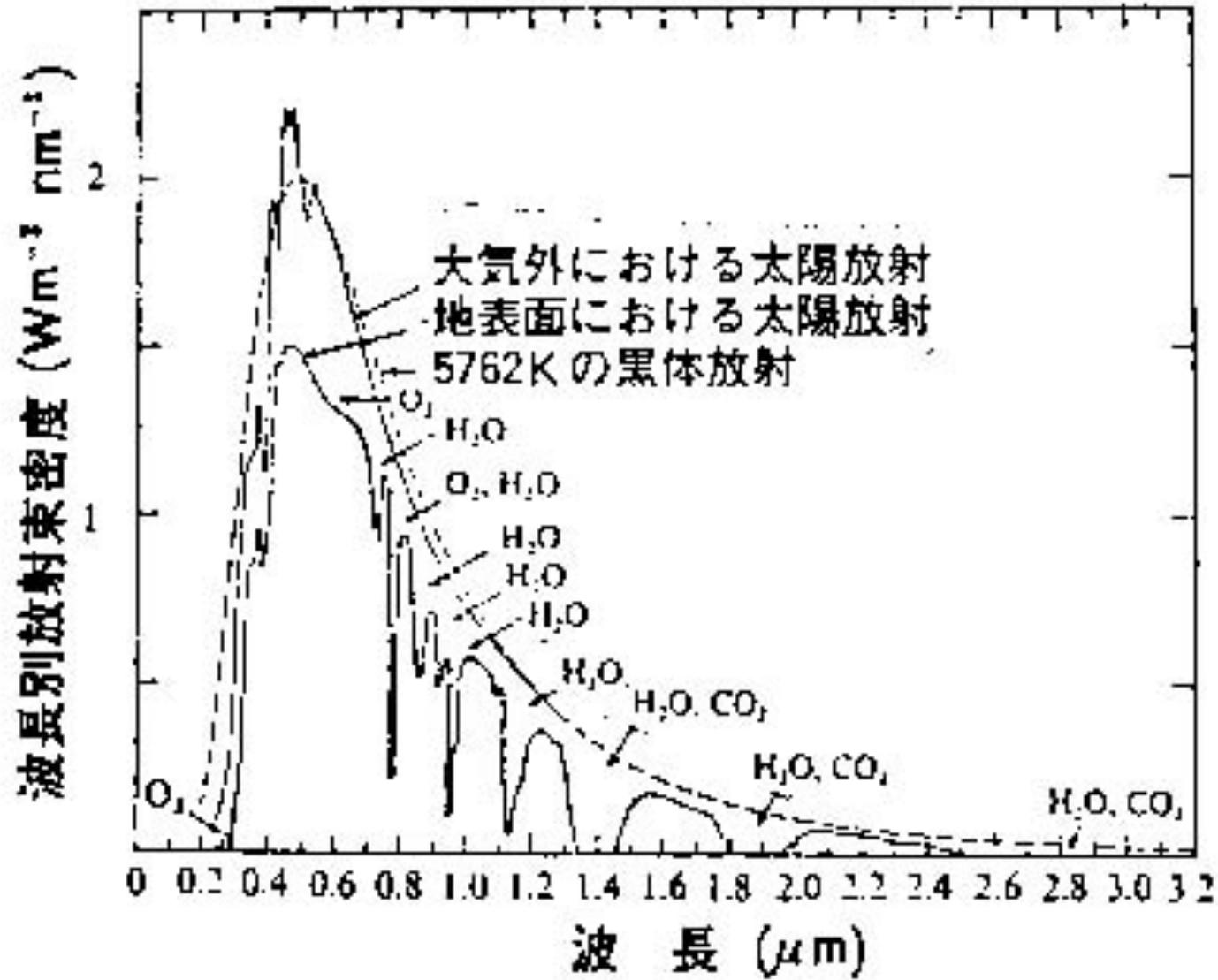


KYOTO

京都大学  
UNIVERSITY



P.19



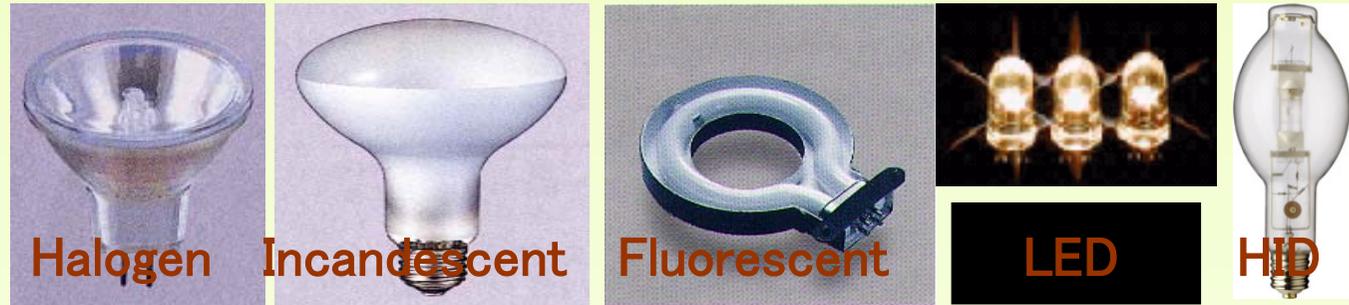
太陽光の放射エネルギー



KYOTO

京都大学  
UNIVERSITY

# ランプの比較



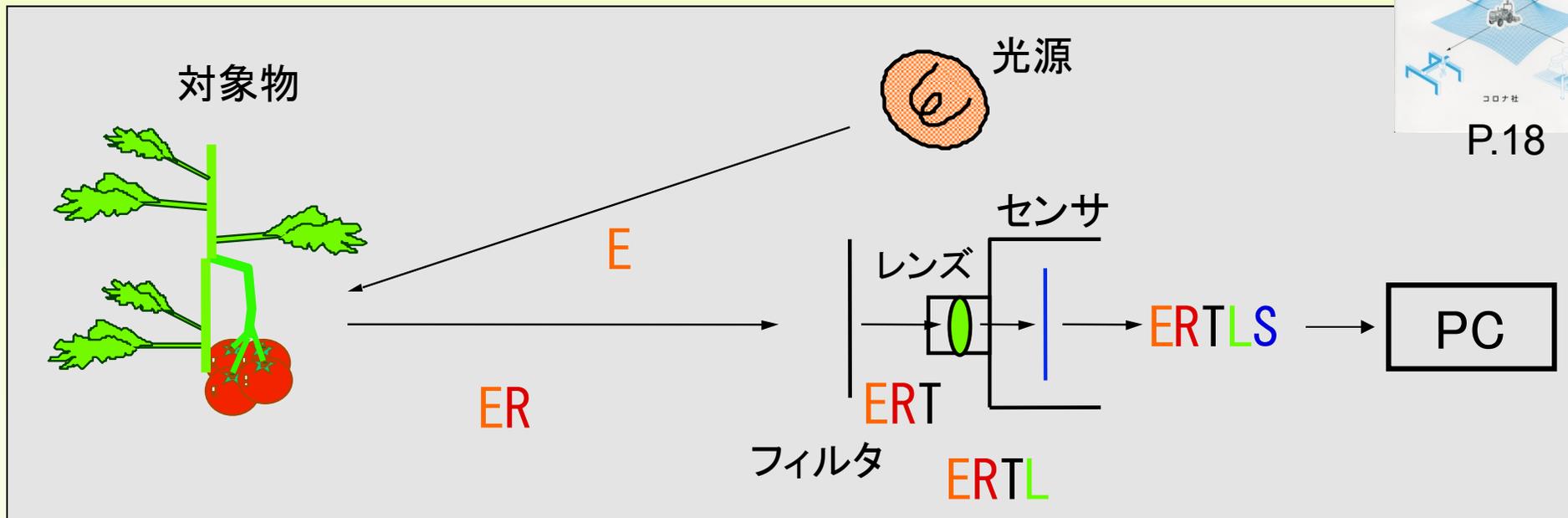
輝度	High	Mid	Low	Low	High
演色性	High	High	Low	Mid	Mid
光束維持特性	High	High	Mid	High	Low
寿命	Mid	Short	Mid	Long	Long
価格	Low	Low	Mid	High	High



# エネルギーの流れ (Energy Flow)



P.18



光源の放射エネルギー :  $E$

対象物  $j$  の反射特性 :  $R_j$

フィルタの透過率 :  $T$

レンズの透過率 :  $L$

撮像素子の感度 :  $S$

対象物  $j$  のセンサの出力 :  $O_j$

フィルタの番号 :  $i$  ( $i=1, 2$ )

対象物 :  $j$  ( $j= a, b$ )

$$\text{対象物aの出力 } O_{ai} = \sum E R_a T_i L S \Delta \lambda$$

$$\text{対象物bの出力 } O_{bi} = \sum E R_b T_i L S \Delta \lambda$$

$$\text{評価関数 } C = \frac{O_{a2} - O_{a1}}{O_{a1} + O_{a2}} - \frac{O_{b2} - O_{b1}}{O_{b1} + O_{b2}}$$

**対象物との最適なインターフェースを構築するには、各要素のモデル化、数式化を図ることが必要**



KYOTO

京都大学  
UNIVERSITY

# 植物各部位の分光反射特性



P.15

