

光学放射の曝露限界値に関する指針 および電波の指針との接続について

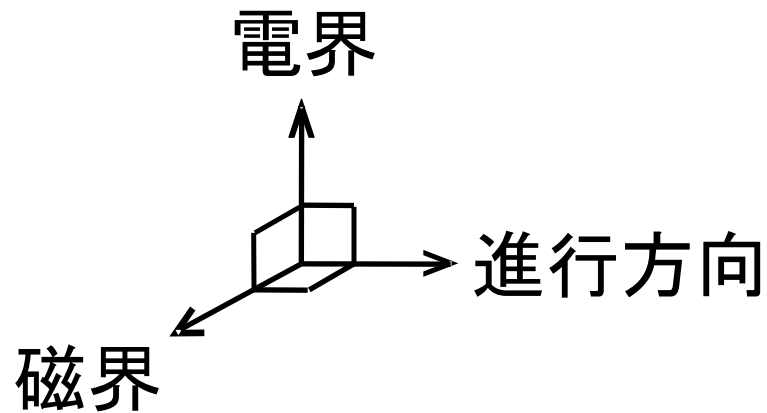
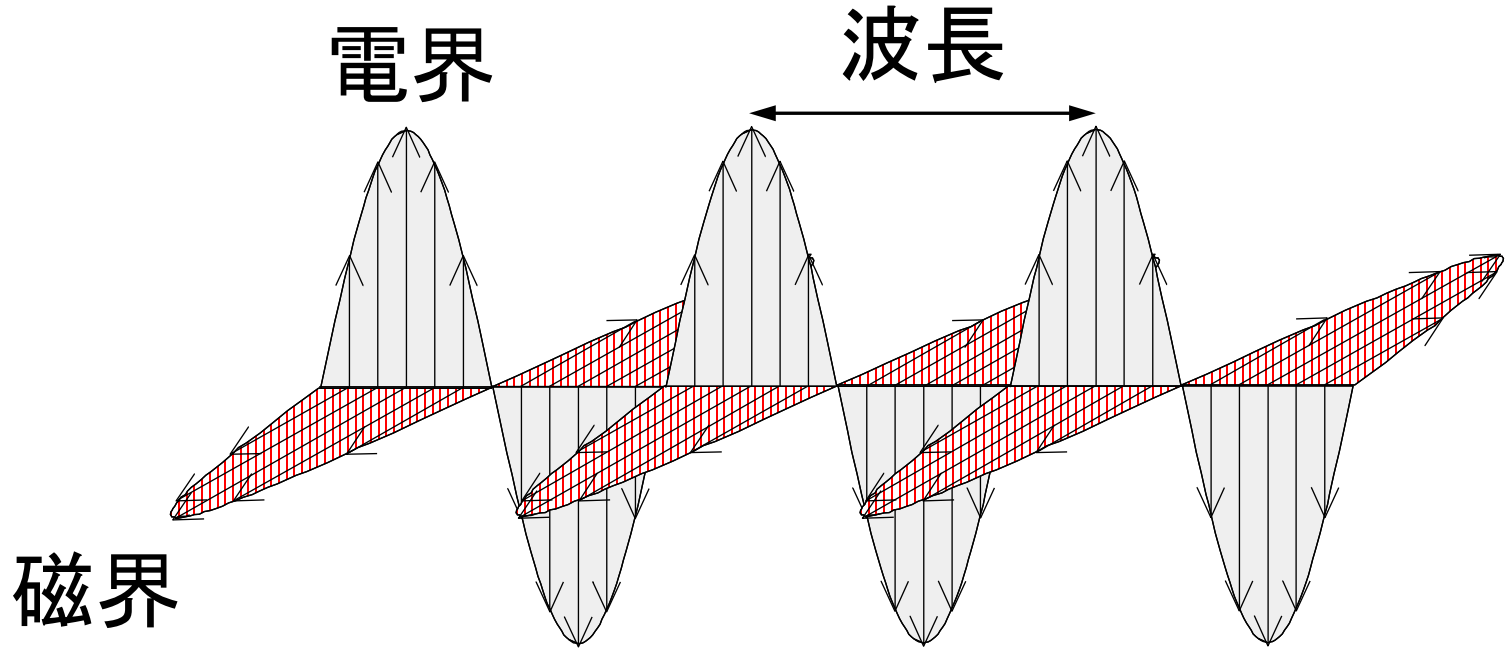
奥野 勉

首都大学東京 大学院 理工学研究科

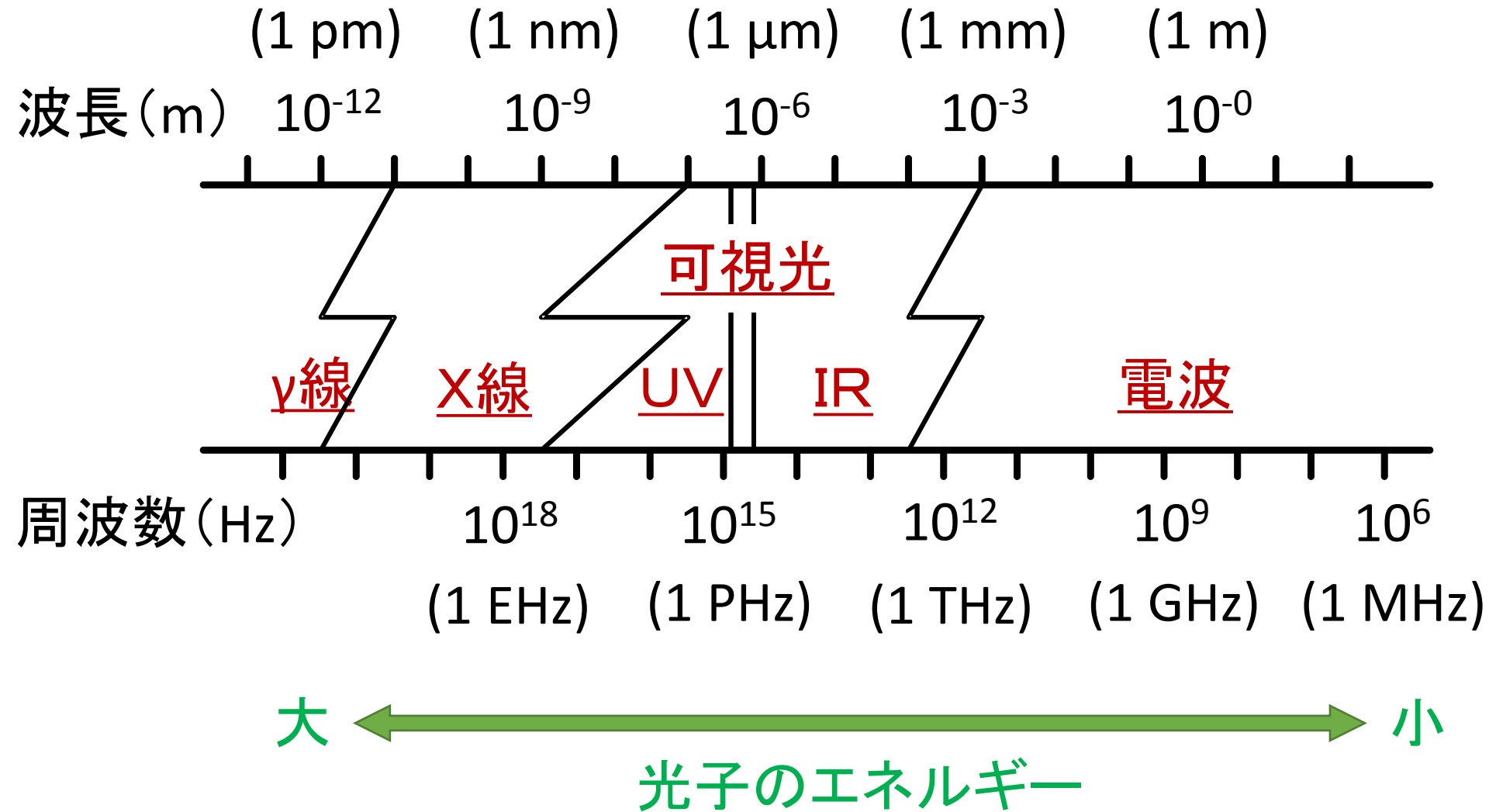
話の内容と流れ

1. 光学放射について
2. 光学放射による障害
3. 光学放射の有害性の評価方法
4. 光学放射と電波の指針の接続

電磁波

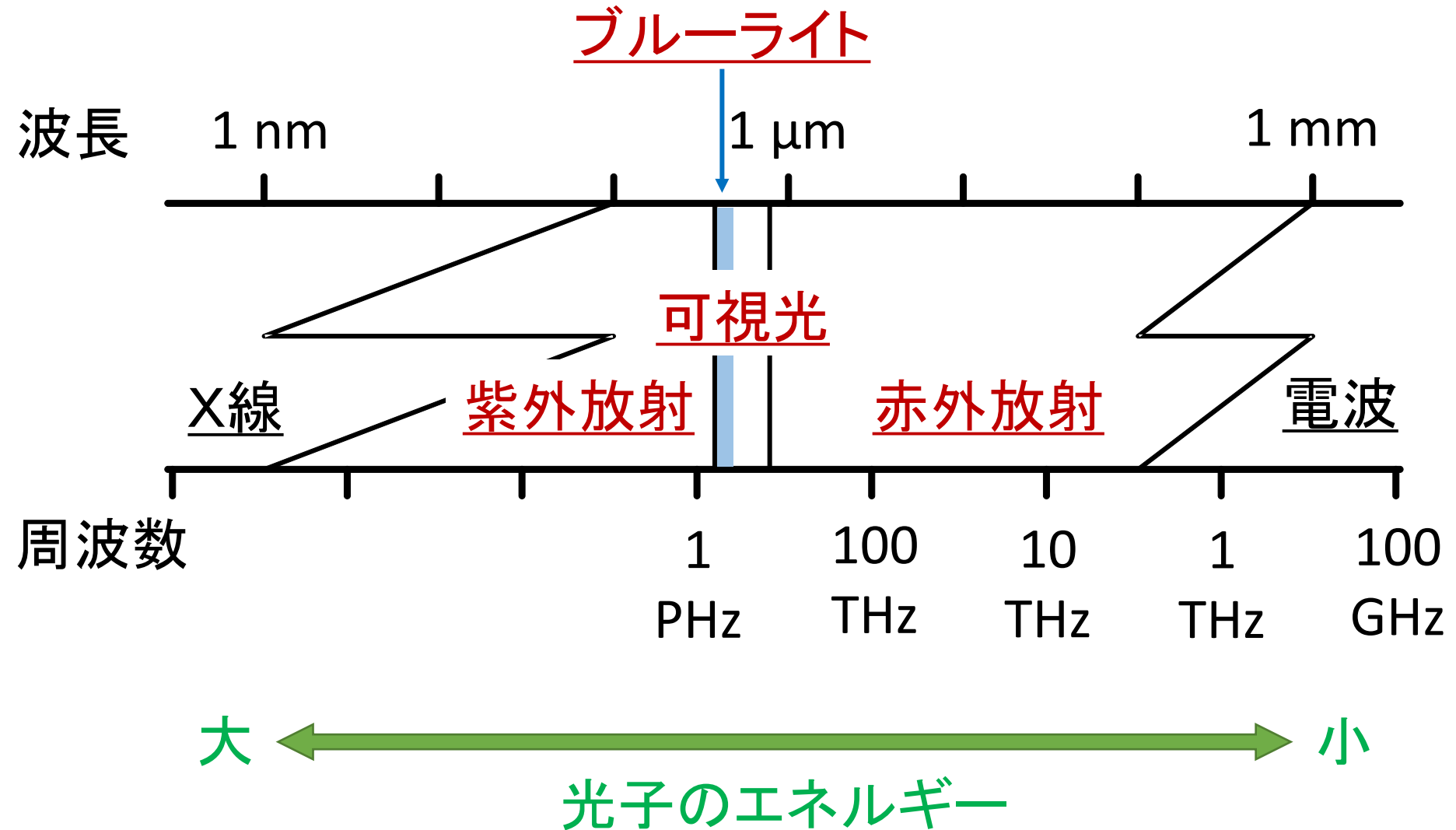


電磁波のスペクトル



光学放射のスペクトル

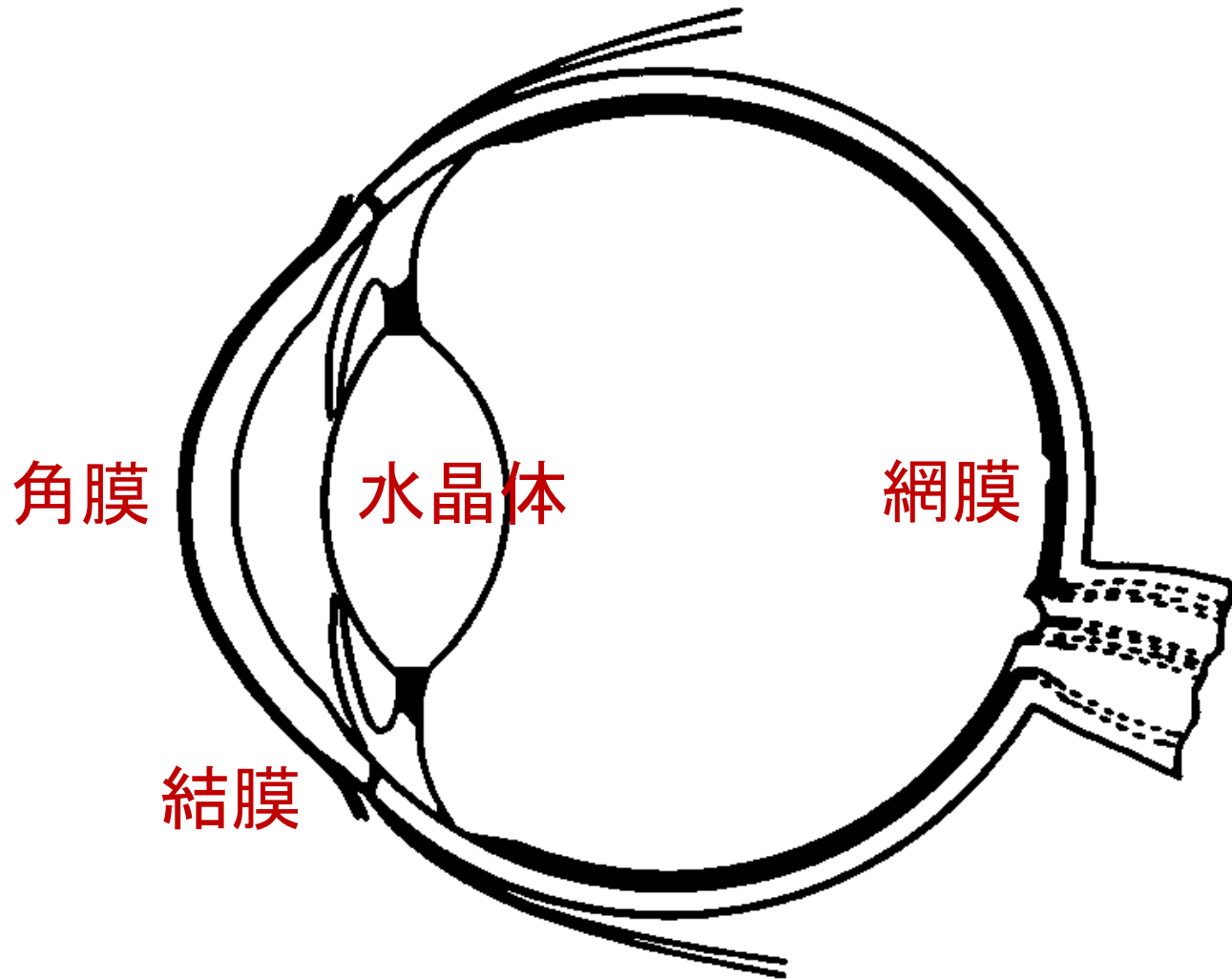
光学放射 : Optical radiation



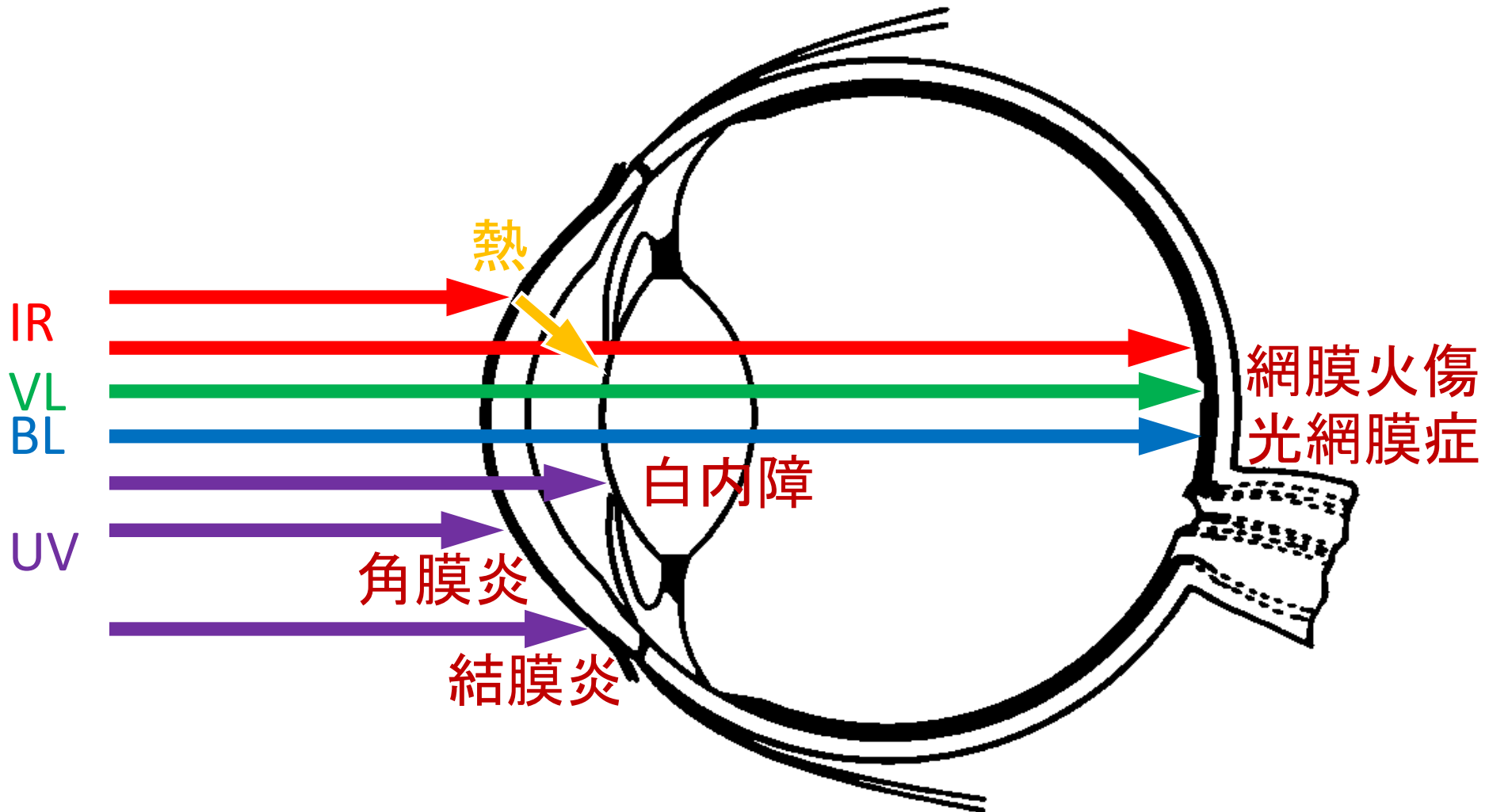
光学放射による実際の障害

- 紫外放射 角膜炎、結膜炎（雪目）、
皮膚炎（紅斑、日焼け）、
白内障、皮膚がん
 - ブルーライト 光網膜症（Photoretinopathy）
 - 赤外放射 白内障
-
- 可視、近赤外 網膜火傷
レーザー光

ヒトの眼の構造



光学放射による眼障害



光学放射に関する指針

ICNIRP

(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

- Ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation)
- Incoherent visible and infrared radiation
- Laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 μm

ACGIH

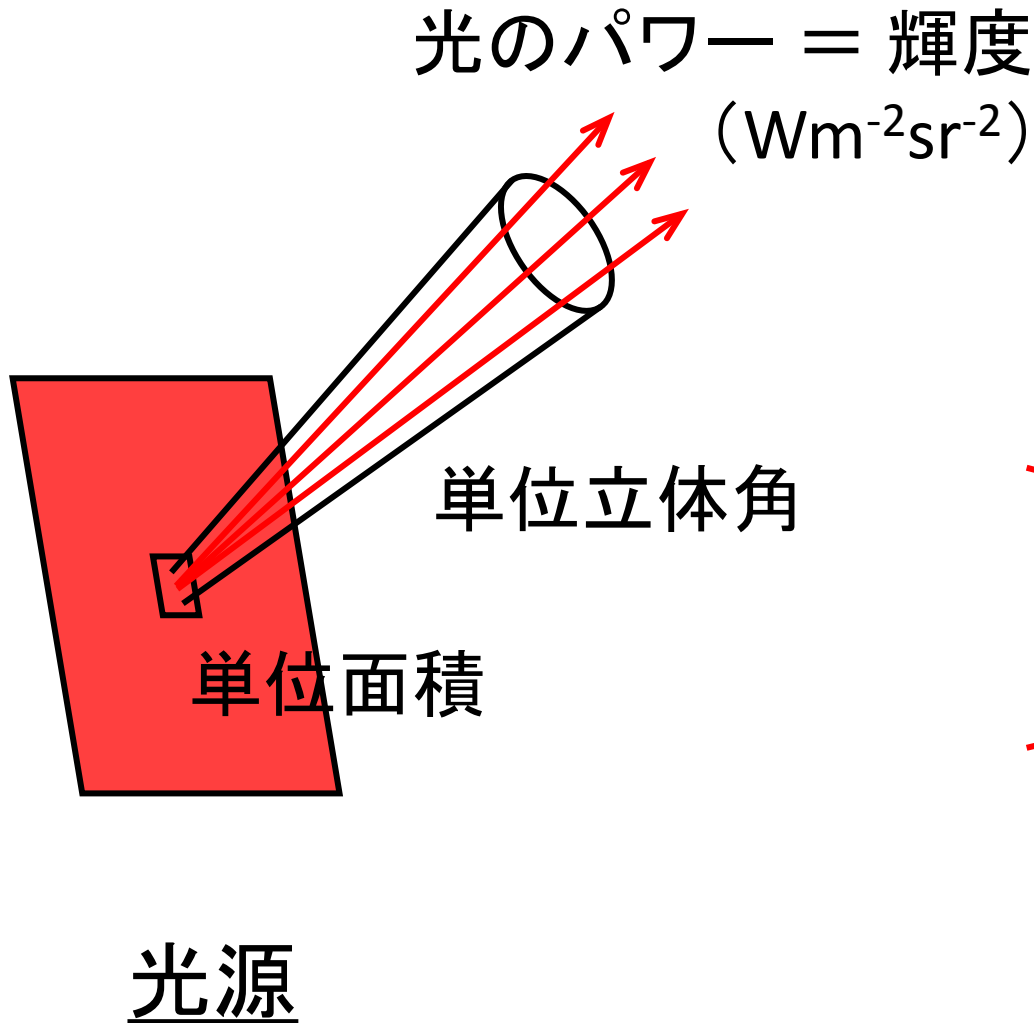
(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

TLVs and BEIs

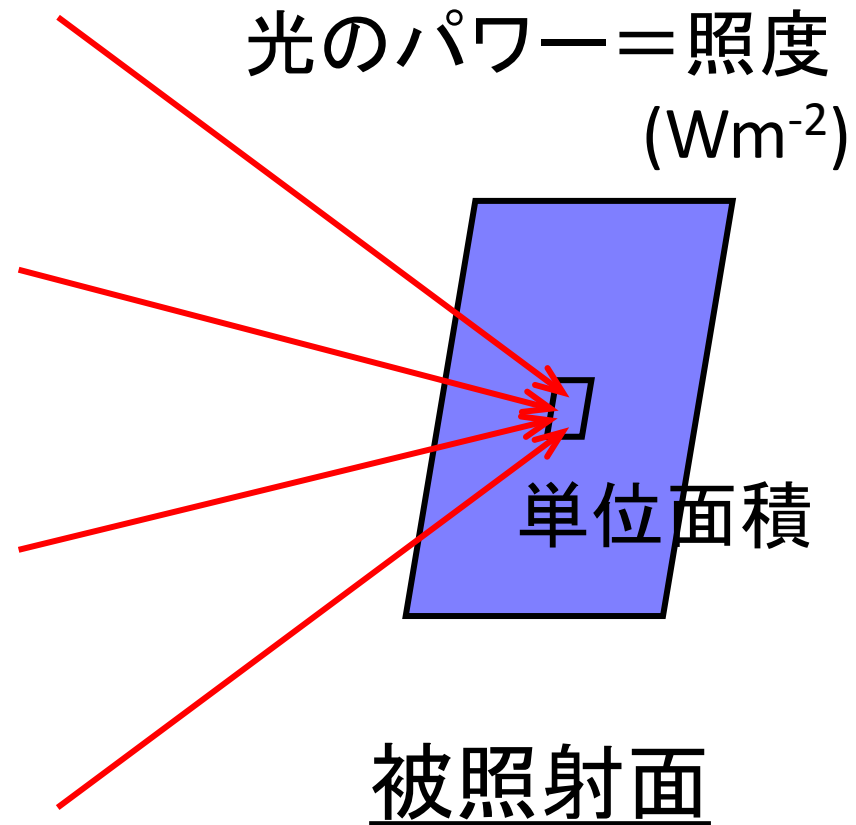
- Ultraviolet radiation
- Light and near-infrared radiation
- Lasers

照度と輝度

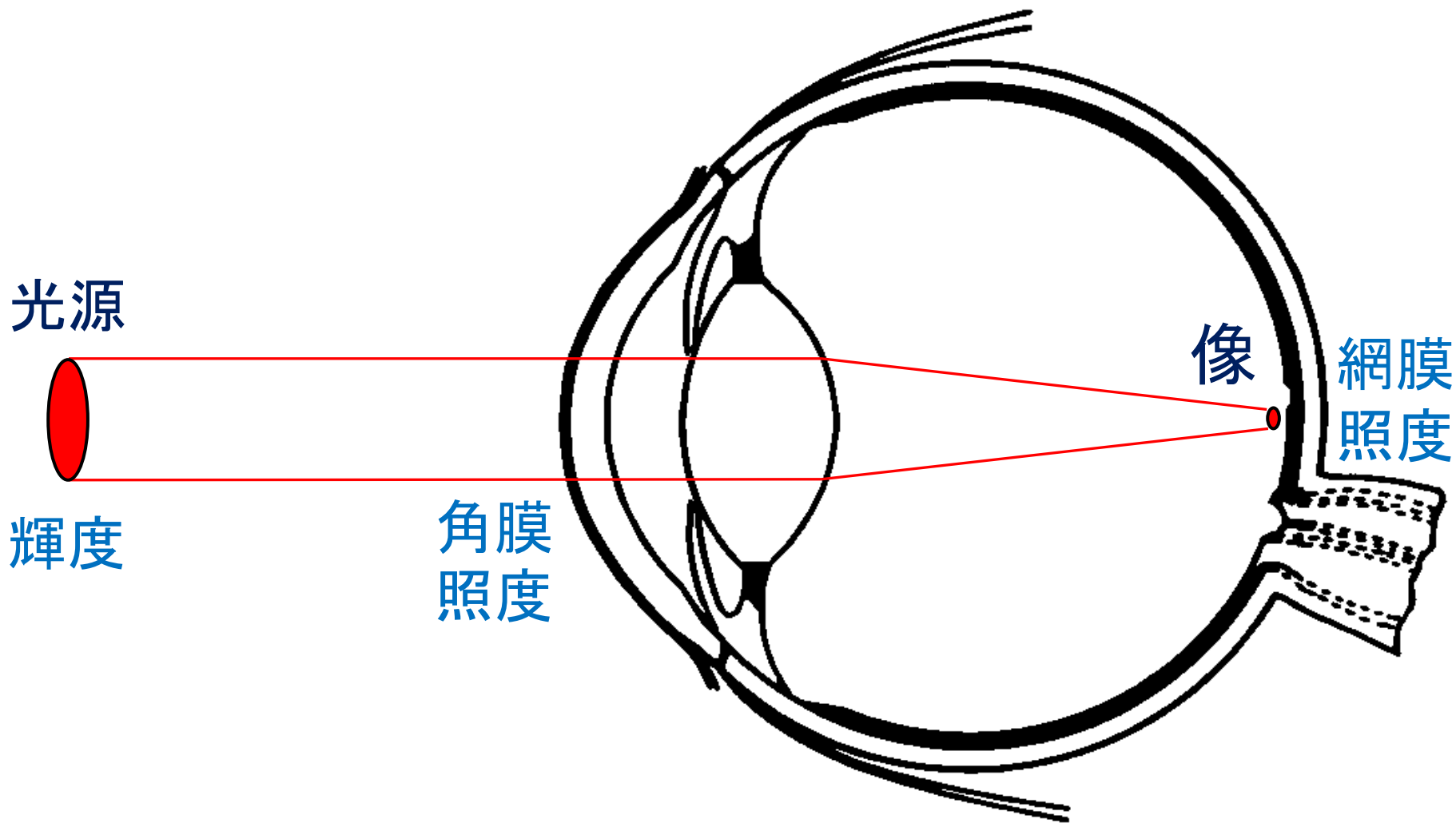
【照度】



【輝度】



網膜への可視光の集中



$$\text{網膜照度} \propto \text{光源の輝度}$$

光学放射の作用の種類

光学放射の
種類

作用の種類

蓄積性

有害性の評価
に係る量

紫外放射
ブルーライト

光化学的作用

あり

照度または輝度
の時間積分値

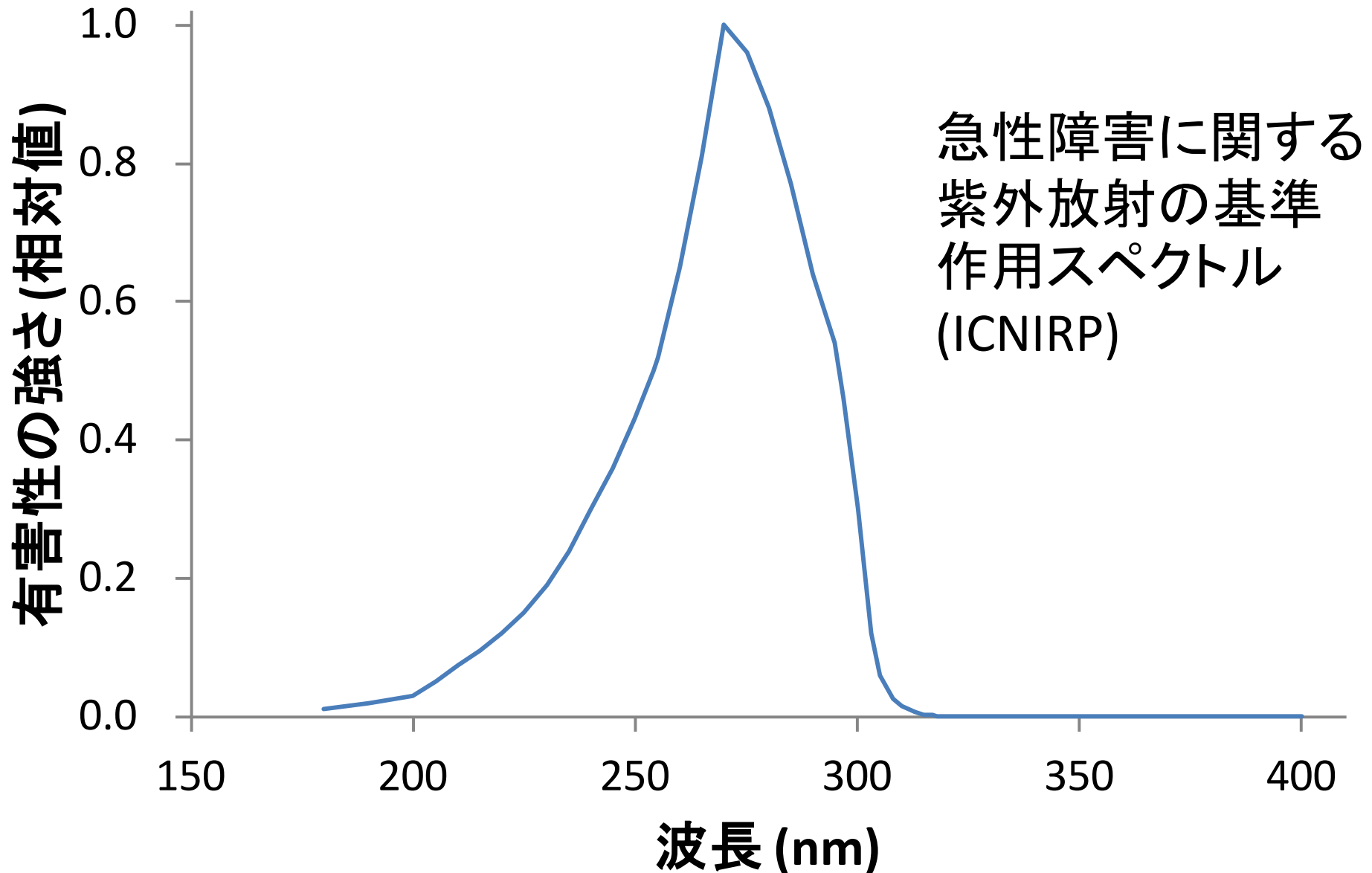
長波長可視光
赤外放射

熱的作用

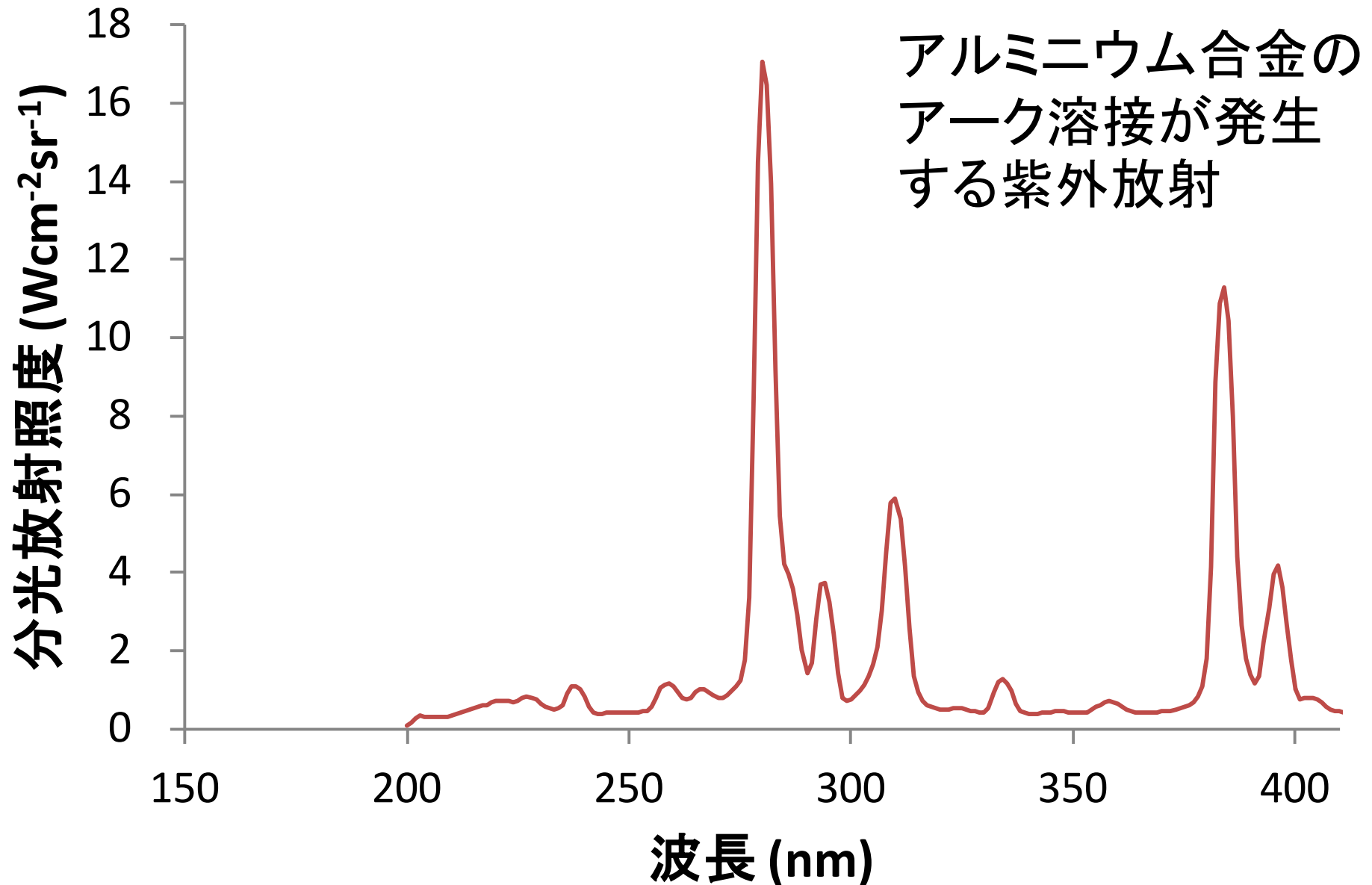
なし

照度または輝度

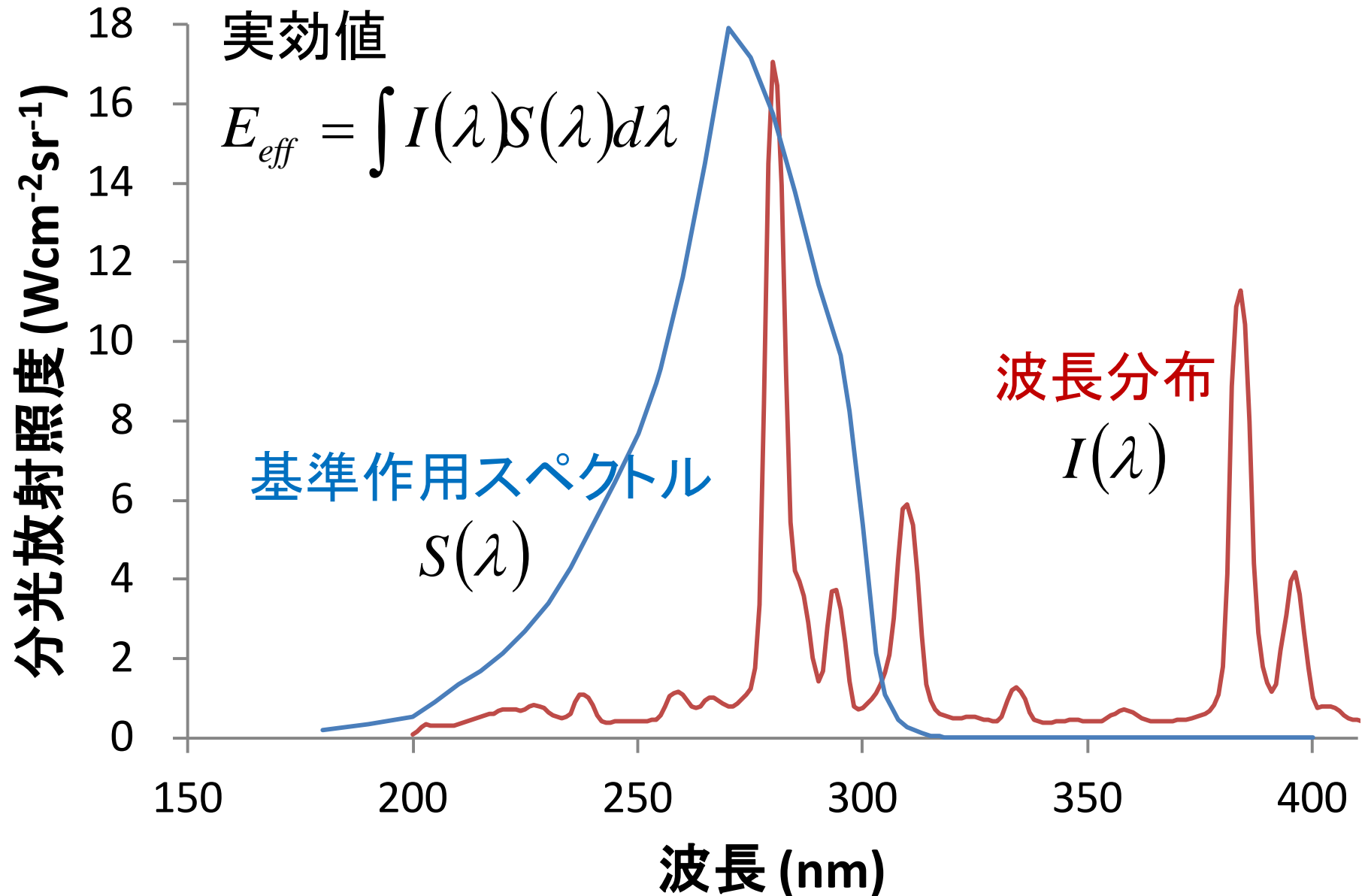
作用スペクトルの例



Broadband光の波長分布の例

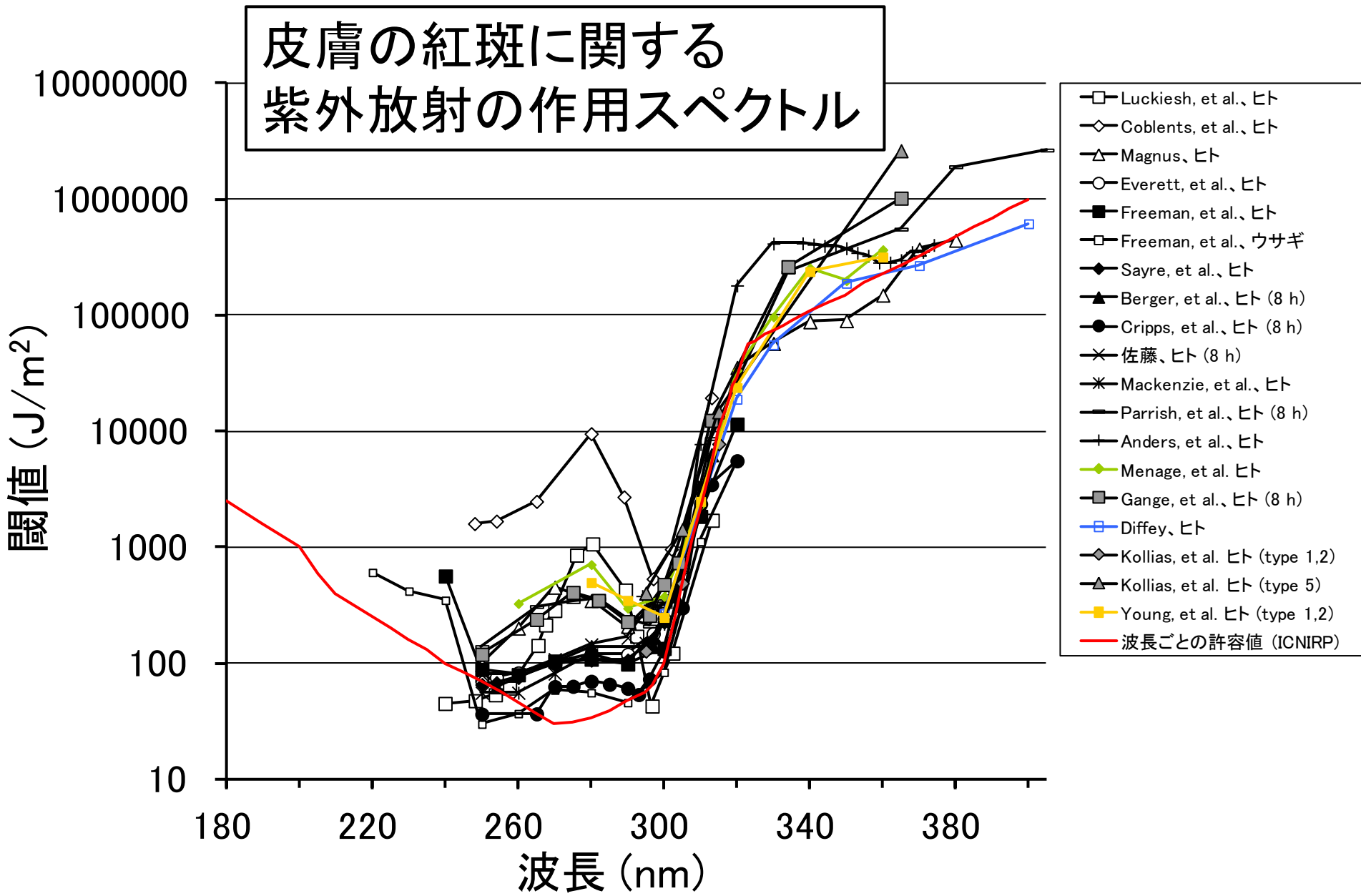


Broadband光の有害性の評価



基準作用スペクトルの求め方の例

皮膚の紅斑に関する
紫外放射の作用スペクトル

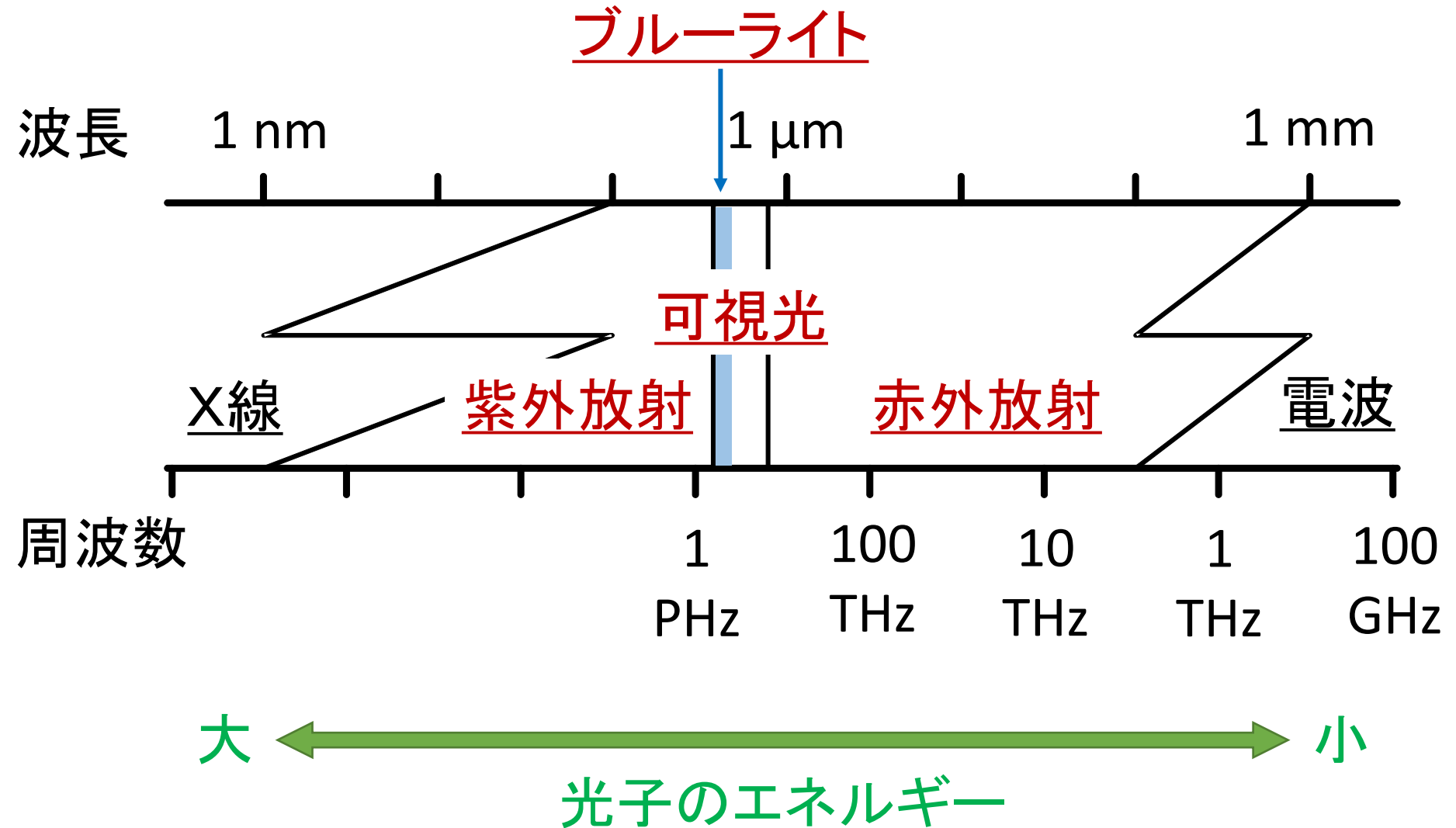


光学放射(通常光)の指針の策定の現状

障害	作用スペクトル のデータ	基準作用スペクトル (指針)
UV 角結膜炎	有り	有り
UV 皮膚炎	多い	
UV 白内障	少ない	無し
UV 皮膚がん	少ない	無し
光網膜症	少ない	有り
IR 白内障	無し	(有り)

光学放射のスペクトル

光学放射 : Optical radiation



赤外放射(通常光)に関する指針

平均化面積 7 mm径

- 赤外放射(波長780 nm – 1 mm)に対する
角膜と水晶体の保護

実効照度 $E_{IR} = 0.3 \int_{780 \text{ nm}}^{1000 \text{ nm}} E(\lambda) d\lambda + \int_{1000 \text{ nm}}^{3000 \text{ nm}} E(\lambda) d\lambda$

$E(\lambda)$ = 分光放射照度

曝露時間 $t < 1000 \text{ s}$ $E_{IR} \leq 18 \times t^{-0.75} \times 10^3 \text{ Wm}^{-2}$

曝露時間 $t \geq 1000 \text{ s}$ $E_{IR} \leq 100 \text{ Wm}^{-2}$

赤外放射(通常光)に関する指針

- 可視光と赤外放射による熱障害に対する皮膚の保護

実効照度 $E_{Skin} = \int_{380\text{ nm}}^{3000\text{ nm}} E(\lambda) d\lambda$

$E(\lambda) = \text{分光放射照度}$

曝露時間 $t < 10\text{ s}$ $\int_0^t E_{Skin}(t_1) dt_1 \leq 2.0 \times t^{0.25} \times 10^4\text{ Jm}^{-2}$

中遠赤外放射(レーザー光)に関する指針

波長範囲1400 nm – 1 mm

● 熱障害に対する眼の保護

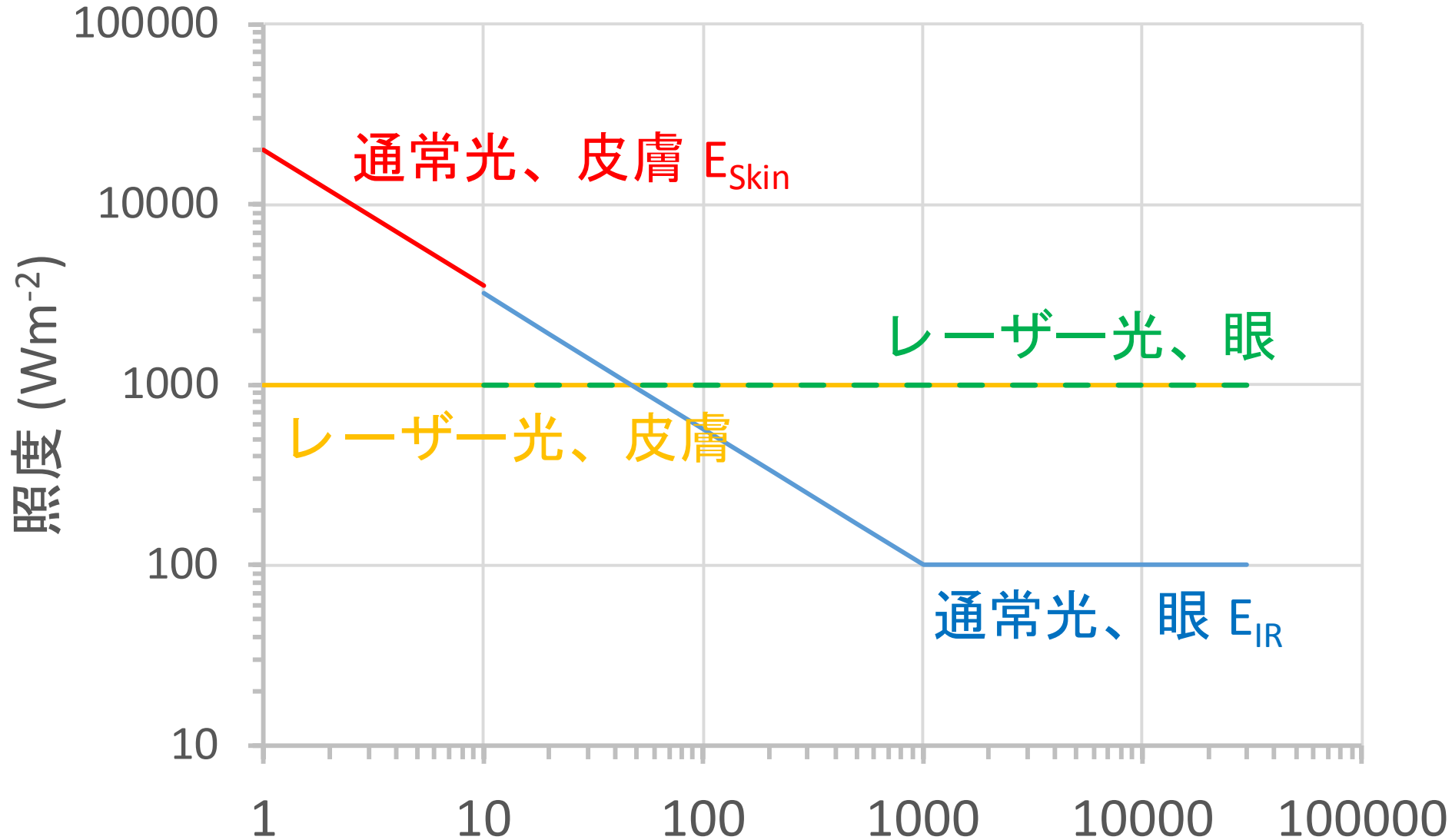
曝露時間 $10\text{ s} < t < 30\text{ ks}$ 放射照度 $E \leq 1.0\text{ kWm}^{-2}$

● 熱障害に対する皮膚の保護

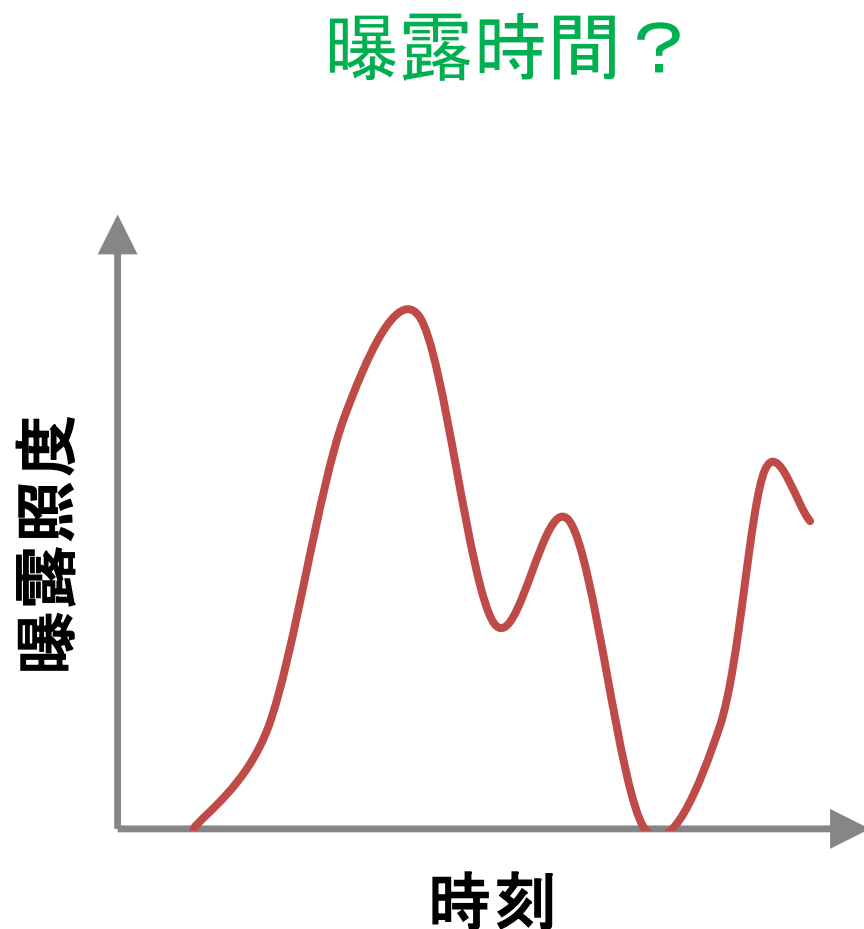
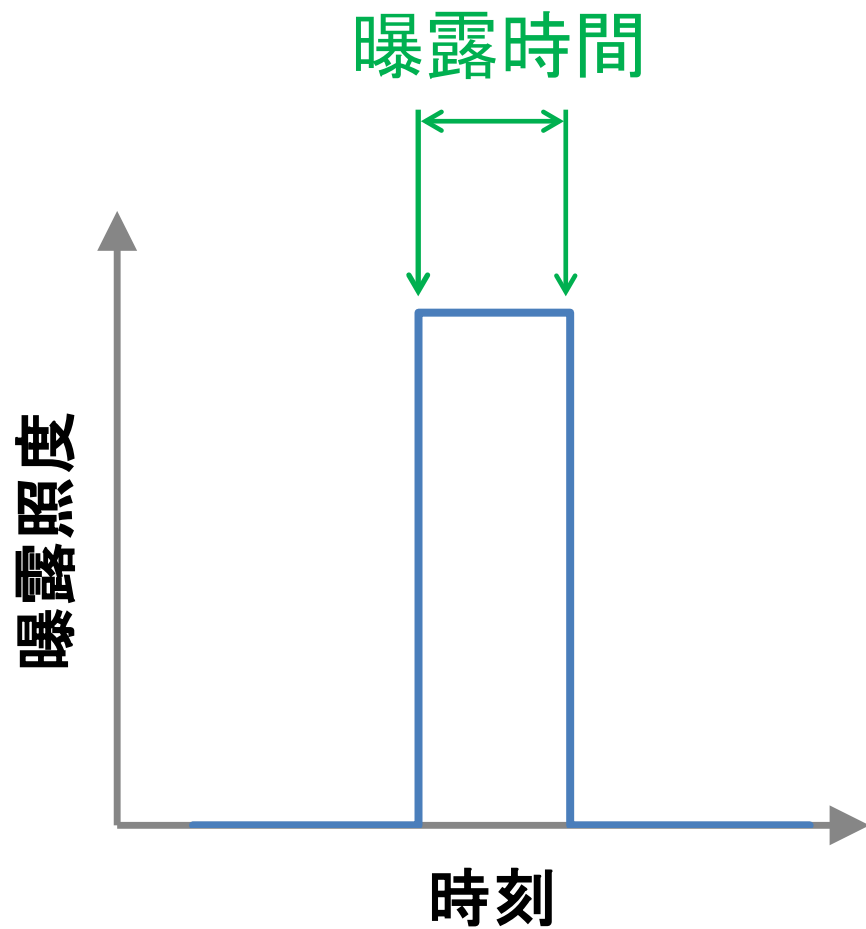
曝露時間 $1\text{ ns} < t < 30\text{ ks}$ 放射照度 $E \leq 1.0\text{ kWm}^{-2}$

平均化面積 3.5 mm径 (1400 nm – 0.1 mm)
 11 mm径 (0.1 mm – 1 mm)

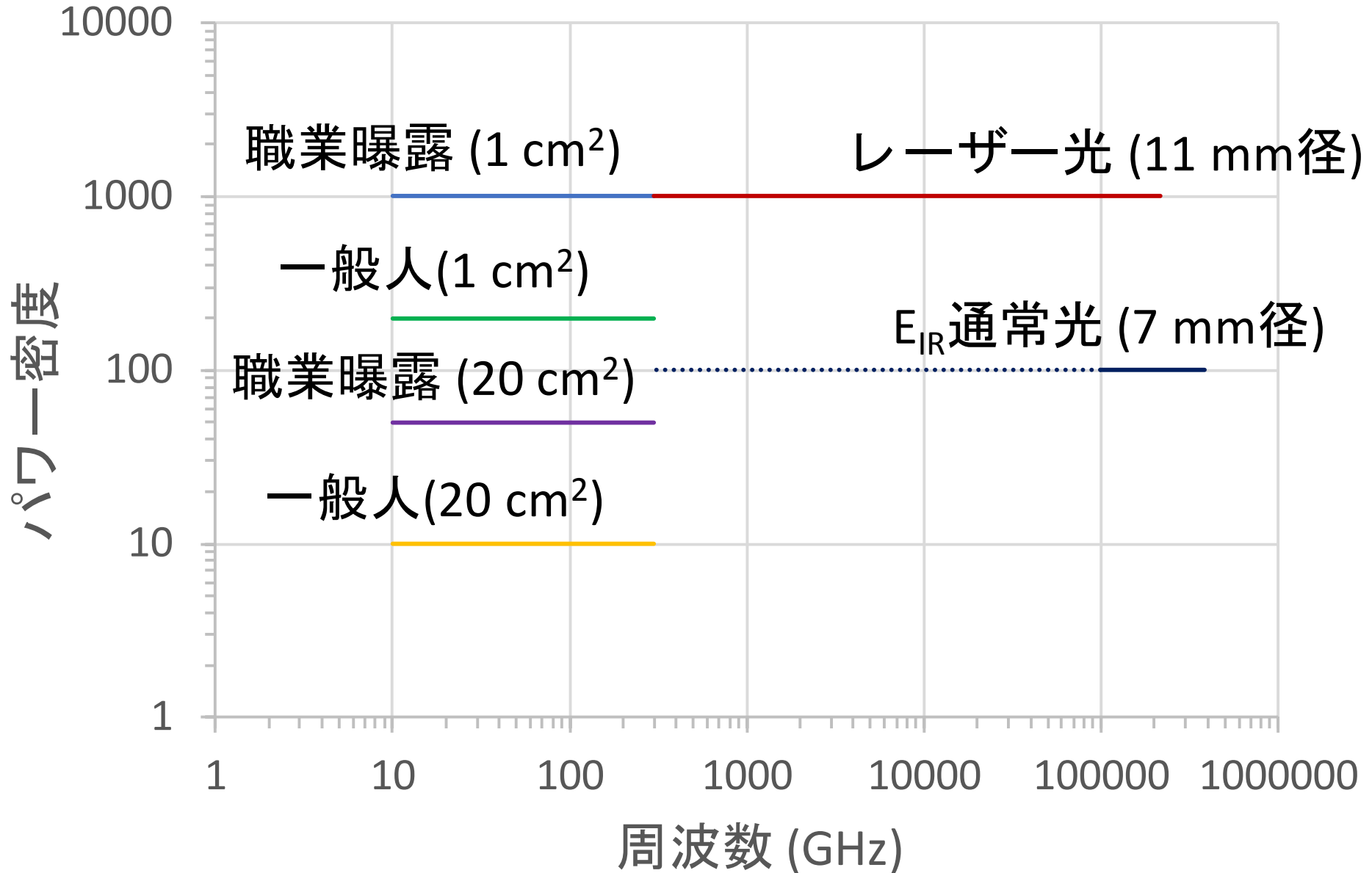
赤外放射の曝露限界値



曝露時間に関する問題



赤外放射と電波の曝露限界値の比較



赤外放射と電波の指針の接続について

- どちらも熱的作用による障害を対象としている。
- 赤外放射の指針は、長波長領域についてあまり考慮していない。
- 赤外放射と電波の指針では、曝露限界値が異なる。
- 赤外放射と電波の指針では、平均化面積が異なる。
- 赤外放射の指針では、平均化時間を考慮していない。
- 電波の指針では、異なった周波数の同時曝露の影響を考慮していない(作用スペクトルを考慮していない)。