

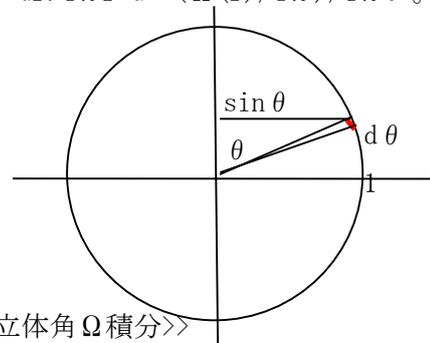
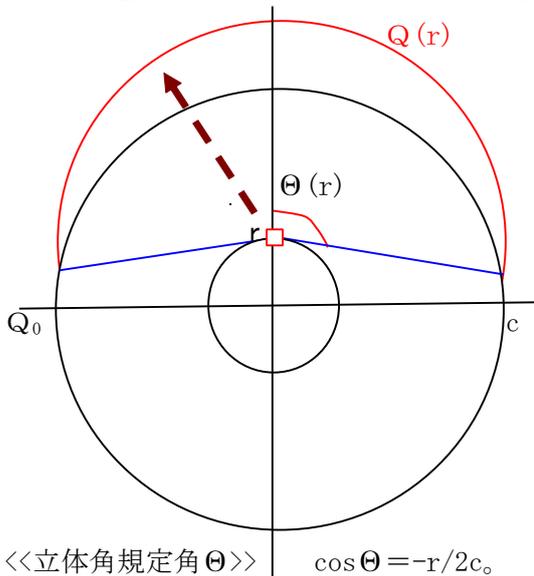
空洞 (平衡) 輻射場 energy 密度  $u$  は Planck 分布で決定、電力流面密度  $p$  は均質等方向性での **不偏推定** から  $p = (11/48)uc$ 。……従来主流は  $p = (1/4)uc$  ?。

証明：半径  $c$  の輻射場中球体  $Q_0$  を想定、中心  $O$  から位置  $r$  に中心を置く同半径  $c$  の球面  $Q(r)$  を描けば  $Q_0$  から飛び出した表面積が単位時間内の外部放出流、其の波源は  $4\pi r^2 dr$  層の更に分割された **一様微分体積** から **等方向** に発し、単位時間後に  $Q_0$  面を通過できるのは立体角  $\Omega(r)$  内の成分。  $4\pi r^2 dr$  層から  $Q_0$  の球表面を単位時間内に貫く量を積分勘定する。

(1)  $Q_0$  表面積  $= 4\pi c^2$ 。

(2) 其の一様  $\square$  微分体積から見た通過可能な立体角： $\Omega(r) = 2\pi(1+r/2c)$ 。

(3)  $4\pi r^2 dr$  層から  $Q_0$  の球表面を単位時間内に貫く量： $dp = dr \cdot 4\pi r^2 u \times (\Omega(r)/4\pi)/4\pi c^2$ 。



$$\int_0^\Theta d\Omega = \int_0^\Theta d\theta 2\pi \sin\theta = 2\pi(1 - \cos\Theta) = 2\pi(1 + r/2c).$$

(5)  $dp = dr 4\pi r^2 u \times (\Omega(r)/4\pi)/4\pi c^2 = dr u r^2 [2\pi(1+r/2c)]/4\pi c^2$ .

放射源エネ 通過率  $Q_0$  表面積

(6)  $p = \int_0^c dr u r^2 2\pi(1+r/2c)/4\pi c^2 = (u/2c^2) \int_0^c dr (r^2 + r^3/2c)$   
 $= (u/2c^2) [(1/3)c^3 + (1/4)r^4/2c] = (u/2c^2) [(1/3)c^3 + (1/8)c^3] = (11/48)uc$ . (証終)

(7) 空洞輻射 energy 体積密度：

$$u = \int_0^\infty dE E R(E) = \int_0^\infty dE \cdot 8\pi(\beta E)^3/h^3(\beta c)^3(\exp(\beta E)-1) = [8\pi^5/15]k^4 T^4/h^3 c^3 \equiv \sigma_0 T^4.$$

$\sigma_0 \equiv [8\pi^5/15]k^4/h^3 c^3 = 7.52 \times 10^{-16} \text{Jm}^{-3}\text{K}^{-4}$ . <体積 energy 密度の Stefan-Boltzmann 定数>.

(8) 空洞輻射 energy 流面積密度：

$$p = (11/48)cu = \langle (11/48)c\sigma_0 \rangle T^4. \rightarrow \sigma \equiv (11/48)c\sigma_0 = 5.17 \times 10^{-8} \text{Jm}^{-2}\text{K}^{-4}.$$

☞: 従来の  $\sigma \equiv (1/4)c\sigma_0 = 5.87 \times 10^{-8} \text{Jm}^{-2}\text{K}^{-4}$ .

### <<検討>>

筆者は今回初めて **Stefan-Boltzmann 定数**  $\equiv \sigma$  に関与、だが輻射場には実験関係者等多数が長年関与しており、かような違いが見過ごされるとは到底信じがたいので  $p = (1/4)cu$  の根拠を検索したが見出せない。光学に関する **Lambert's cosine law** というのがあるが証明という内容には見えない。元は体積密度量  $u$  だから体積分にして面積  $\times$  時間で割らねば  $p$  次元にならないのに、最初に面密度  $d\sigma$  で **cosine law** というのは本筋違い?!

- (1)  $p = (1/4)cu$  一つは原島鮮, 熱力学/統計力学, 倍風館, 1966 で参照。だが根拠記述は無。
- (2) [Wikipedia\(Stefan-Boltzmann 定数\)](#) にも  $p = (1/4)cu$  がある。
- (3) 結構真剣な解析にあるが、それでも肩透かしで納得できる証明に無いものもある。
- (4) [IEEE 関係者では cos 法則を否定した材料的な話題言及もある](#)。

筆者が敢えて site up load は輻射場には実験関係者等多数が関与しており、かような違いが見過ごされるとは到底信じがたいのです。筆者のどこが間違いなのでしょう。か?。