

Computer Graphics

5. Lighting

Numazu College of Technology
Dept. of Computer & Control Engineering
CAD/CAM-CG Laboratory

Version 1.1 2006.03.31

5. Lighting

- 5. 1 光源の種類
- 5. 2 平行光源
- 5. 3 点光源
- 5. 4 線光源
- 5. 5 面光源

5.1 光源の種類

光の種類

- ・間接光(環境光)
壁など他の物体に反射した後、描画立体表面に照射される光
- ・直接光
反射せずに直接、描画立体表面に照射される光

光源の種類

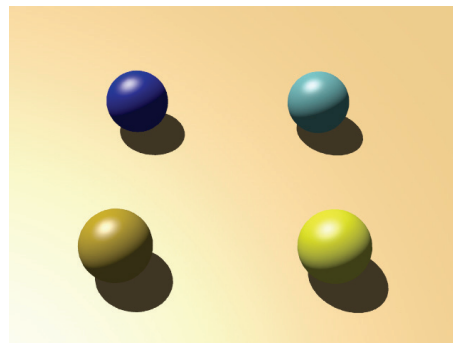
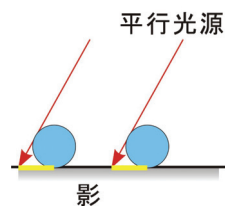
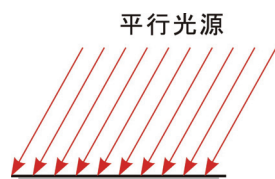
- ・平行光源
- ・点光源
- ・線光源
- ・面光源

Shadingにおける光源の輝度として用いる

5.2 平行光源

平行光源

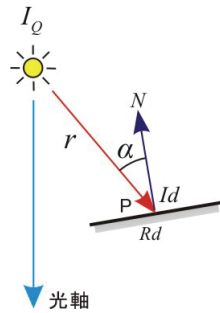
太陽光など、無限遠より物体に平行に照射される光
減衰する場合もある



5.3 点光源

点光源

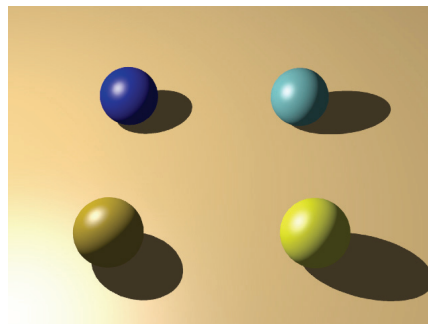
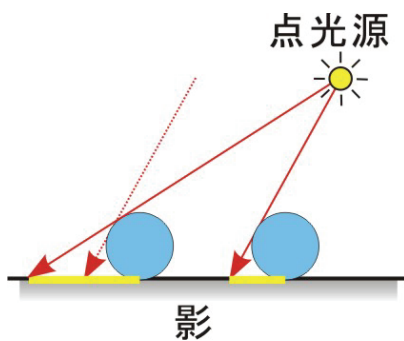
電球など1点より光が物体に照射する
 一般に光のエネルギーが距離の自乗に反比例して減衰する



$$I_d = I_Q \frac{\cos \alpha}{r^2} Rd$$

- I_Q :光源の強度
- α :面の法線ベクトルNと光線のなす角
- r :光源からPまでの距離
- Rd :点Pの拡散反射係数
- N :点Pの法線ベクトル

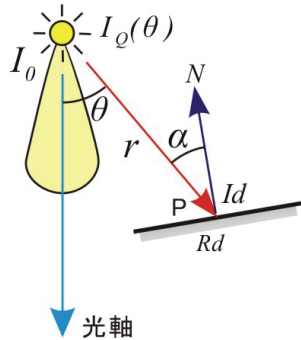
点光源の例



点光源 (指向性を持つ)

指向性光源

I_0 は常数として用いられるが、スポットライトのように指向性を持つ光源では、光の広がり具合により I_0 は次のように変化する



$$I_Q(\theta) = I_0(\cos \theta)^n$$

- I_0 : θ がZEROの時の光の強さ
- θ : 光軸と光の放射方向のなす角
- n : 指向性の強さを示す係数 (大ほど指向性大)

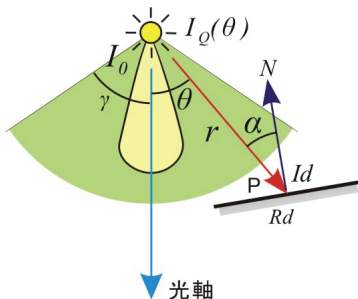
故に

$$I_d = I_0(\cos \theta)^n \frac{\cos \alpha}{r^2} R_d$$

点光源 (スポットライト)

スポットライト

スポットライトにおいてさらに指向性を強調させるため、スポットライトの範囲を明確にする。



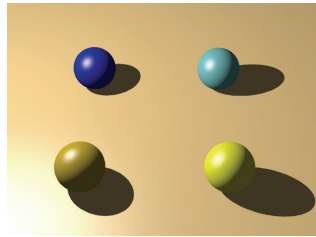
$$I_Q(\theta) = I_0 \left[(1-q) \frac{(\cos \theta - \cos \gamma)}{(1 - \cos \gamma)} + q \right]$$

- γ : スポットライトのビームの広がり角度
- q : スポットライトの周囲との差の強度 (大ほどエッジがシャープ)

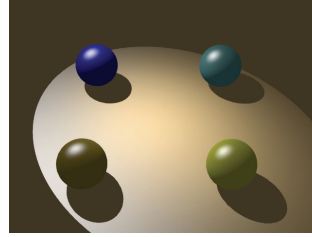
故に

$$I_d = I_0 \left[(1-q) \frac{(\cos \theta - \cos \gamma)}{(1 - \cos \gamma)} + q \right] \frac{\cos \alpha}{r^2} R_d$$

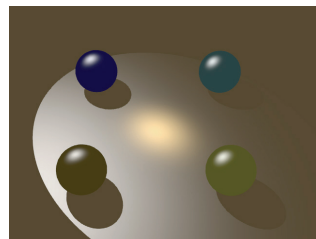
点光源の例



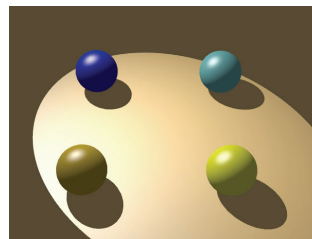
点光源



スポットライト(指向性のみ)



スポットライト(q小)

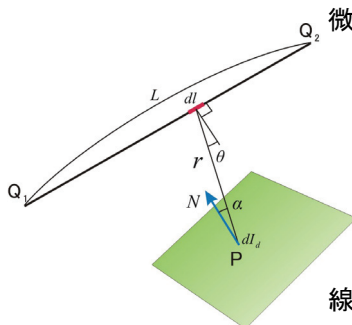


スポットライト(q大)

5. 4 線光源

線光源

直線または曲線状の蛍光灯などに見られる光源
線光源は、点光源が連続的に直線状に並んでいると考える。



微小光源dlによる光源の輝度は

$$dl_d = I_Q \frac{\cos \alpha}{r^2} Rd \cdot \cos \theta dl$$

I_Q : 光源の強度

α : 面の法線ベクトルNと光線のなす角

θ : 光軸と光の放射方向のなす角

r : 光源からPまでの距離

Rd : 点Pの拡散反射係数

N : 点Pの法線ベクトル

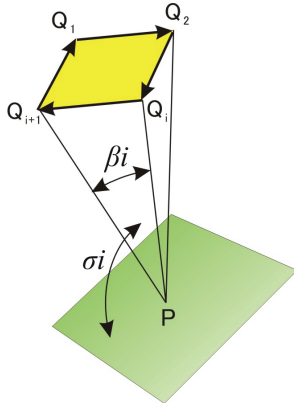
線光源全体から点Pに発せられる光源の輝度は

$$I_d = I_Q Rd \int_0^L \frac{\cos \alpha \cdot \cos \theta}{r^2} dl$$

5.5 面光源

面光源

カバー付の蛍光灯など光源が面形状を持つ光源



境界積分法によりP点の輝度を求める

$$I_d = I_s \sum_{i=1}^m \sigma_i \cdot \cos \beta_i \cdot Rd$$

I_s : 面光源の単位面積あたりの光の強度

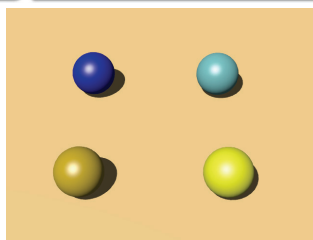
σ_i : $\triangle Q_{i+1}PQ_i$ と面のなす角度

β_i : PQ_i と PQ_{i+1} のなす角度

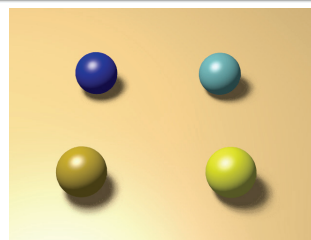
Rd : 点Pの拡散反射係数

m : 多角形の頂点数

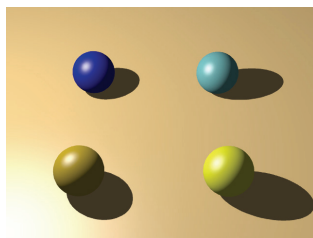
線光源・面光源の例



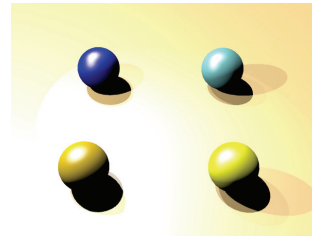
線光源



面光源



点光源



スポット・線・面光源