

レンダリング (rendering)

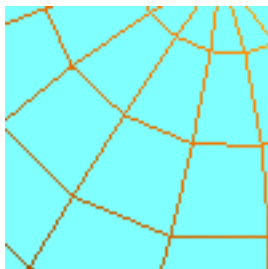
- = 描画処理, 描画結果
 - 狭義では「リアルなCG」的な意味で語られるが…
- リアリティと計算コストのトレードオフ
 - …品質だけでなく速度も重要
 - 静止画 → 動画 → インタラクティブな動画
 - 疑似的な表現技法を利用
- 要素技術:
 - スキャン変換, アンチエイリアス
 - シェーディング, シャドーイング
 - レイトレーシング, etc.

2D-CG のレンダリング技術

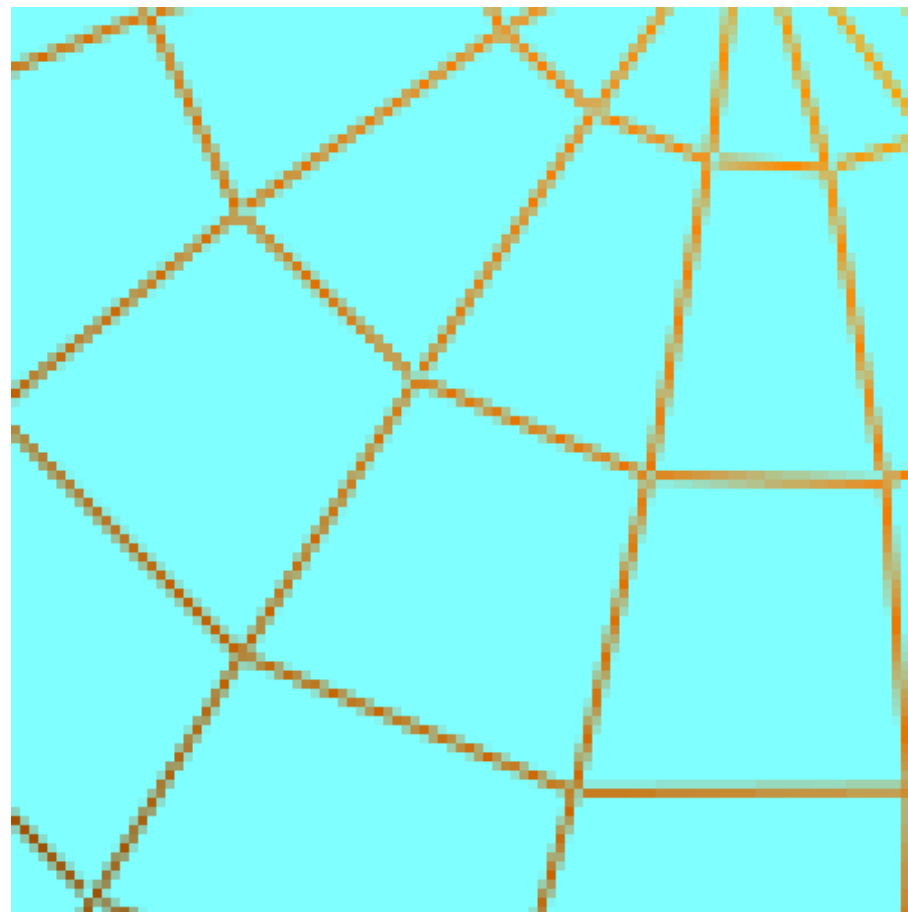
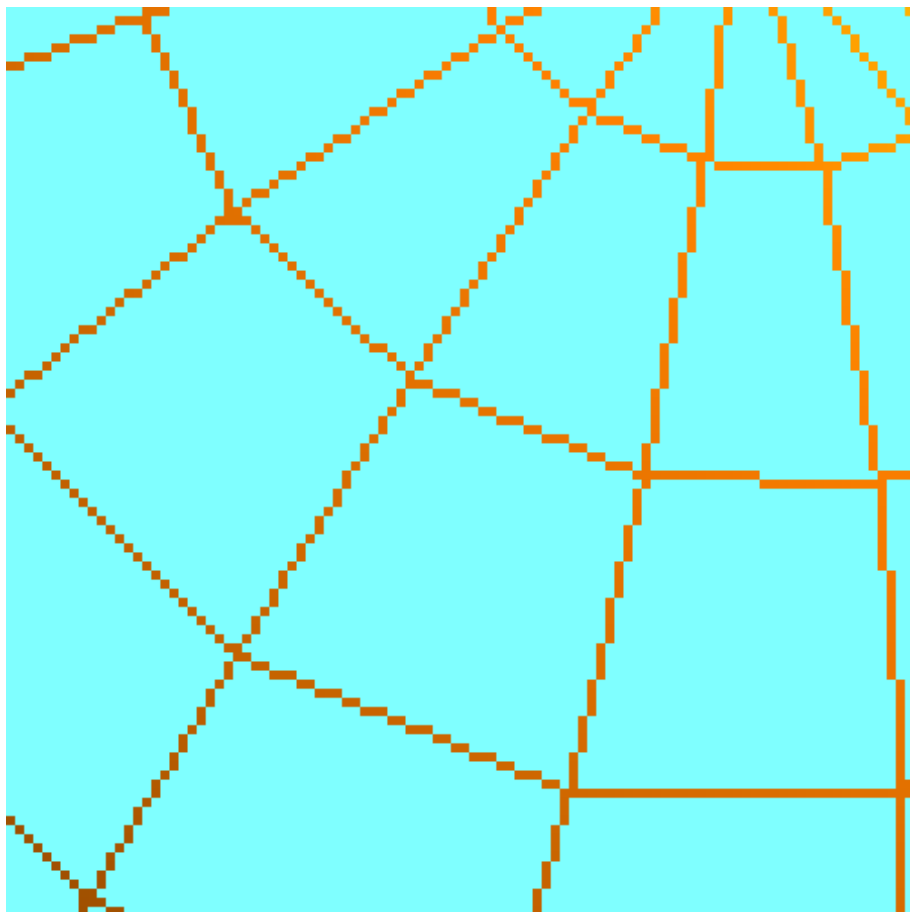
- 3D にも関係する話. 表示は現状 2D なので.
- スキャン変換 (scan conversion, rasterize)
 - 図形のデジタル画像化
 - Bresenham のアルゴリズム, etc. (既出)
- アンチエイリアス (anti-alias)
 - 輪郭のギザギザの除去 (滑らかな線・面の表現)
 - 解像度を下げ, 階調数を上げる
 - サブピクセル単位で描画 (大画像を描き, 縮小)
 - etc.

アンチエイリアスの例(1) 図形

AAなし



AA適用



アンチエイリアスの例(2)文字

AAなし



コンピュータ



コンピュータ

AA適用



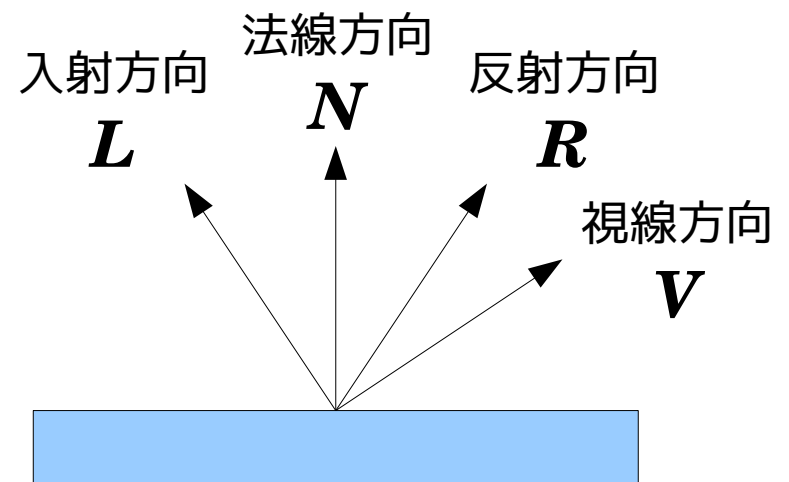
コンピュータ



コンピュータ

3D-CG のレンダリング技術 (1)

- シェーディング (陰付け; shading)
or ライティング (照明; lighting)
 - 物体表面の色 (RGBの輝度) の計算
- 物体表面の輝度 = 反射光強度
= 入射光強度 × 反射係数 × 方向因子
 - 方向因子:
 - 光線・視線の方向
 - 物体表面の状態

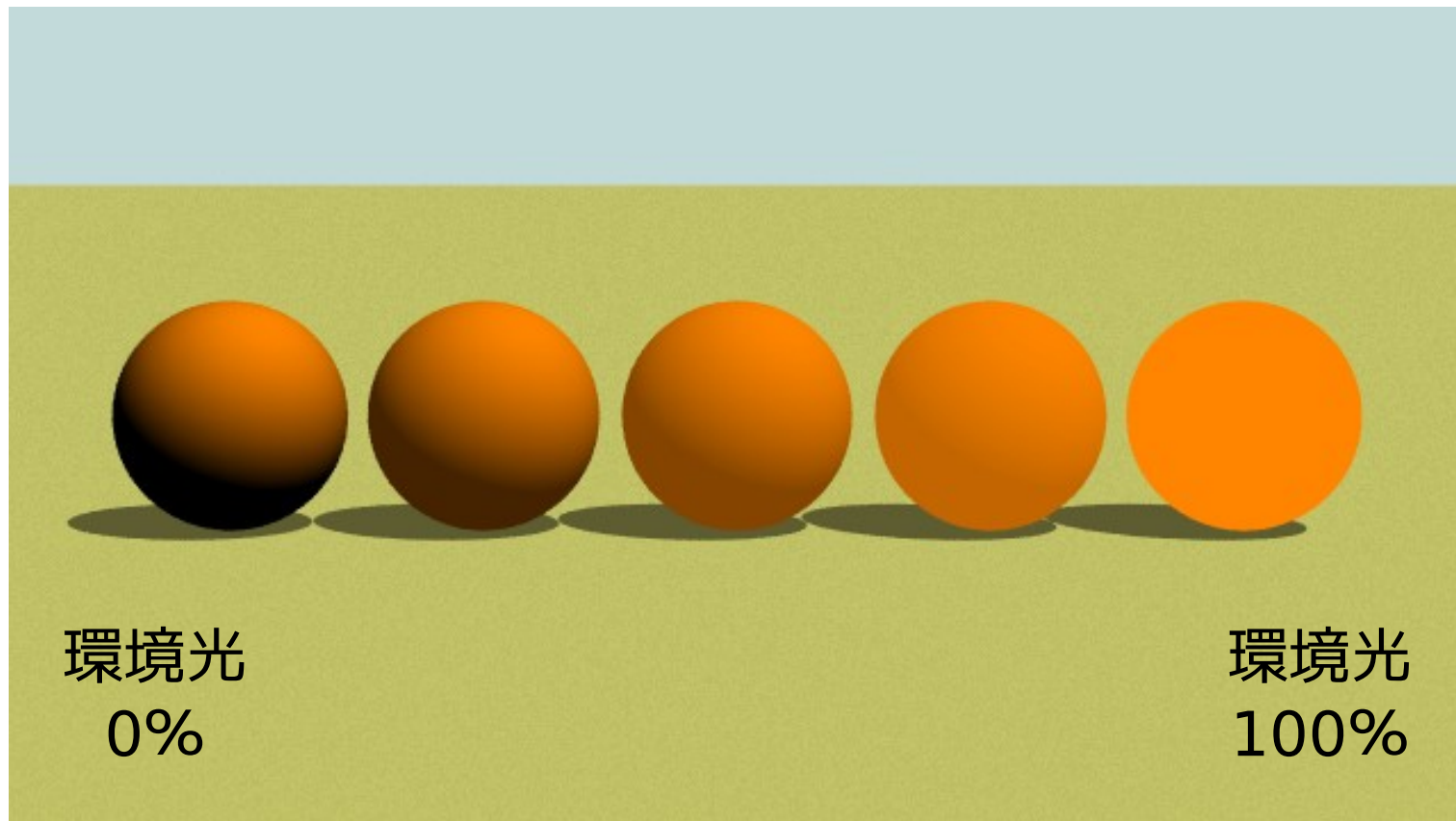


3D-CG のレンダリング技術 (2)

- 一般的 (古典的, 理想的) な光モデル
 - 照明光 (illumination) : 直接照明
 - 平行光源, 点光源, スポットライト, ...
 - 環境光 (ambient) : 間接照明
 - 全方向から均一に入射
 - 拡散反射 (diffuse) : ザラザラの表面
 - 全方向へ均一に反射
 - 鏡面反射 (specular) : ツルツルの表面
 - 特定方向へ強く反射

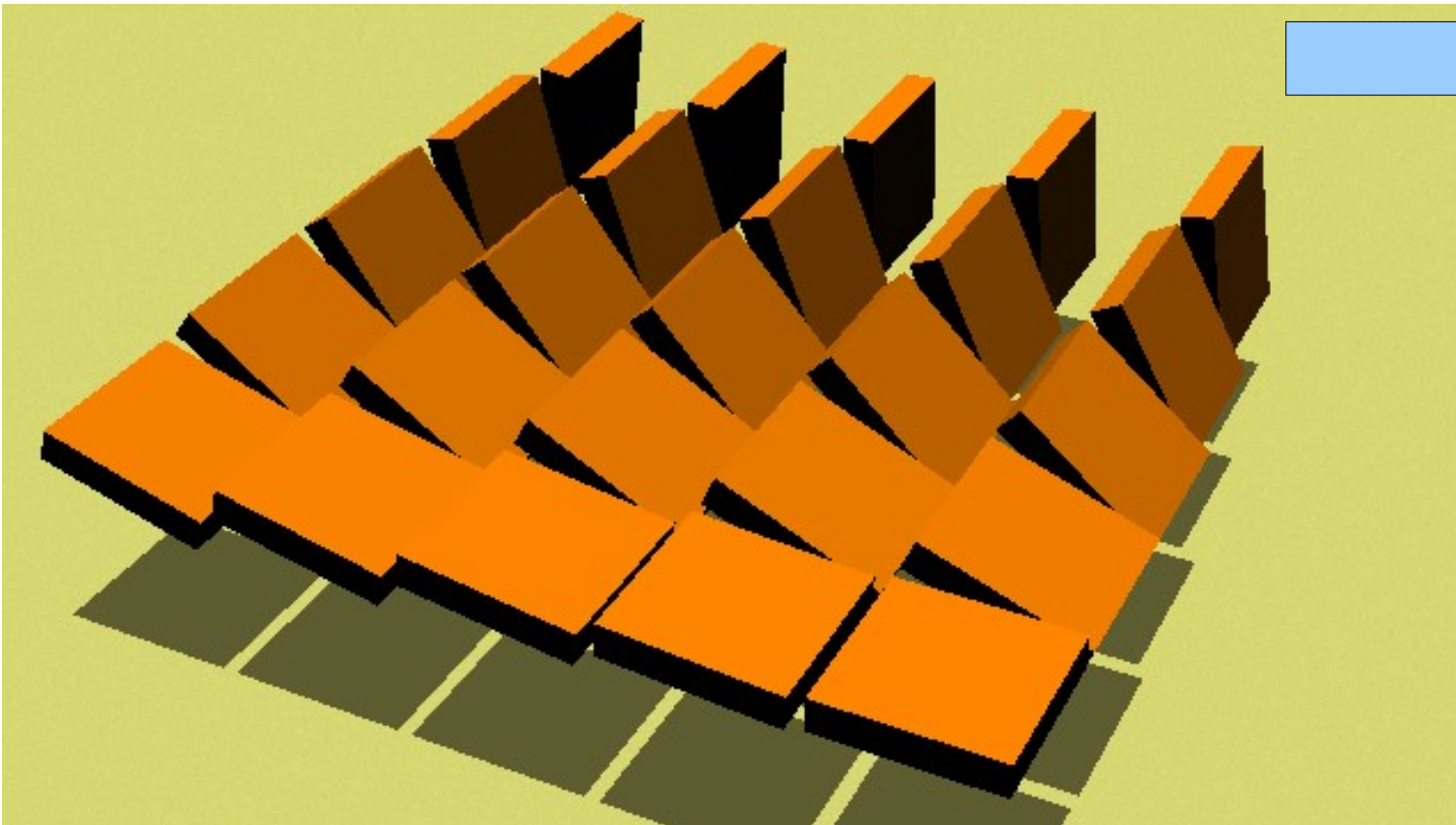
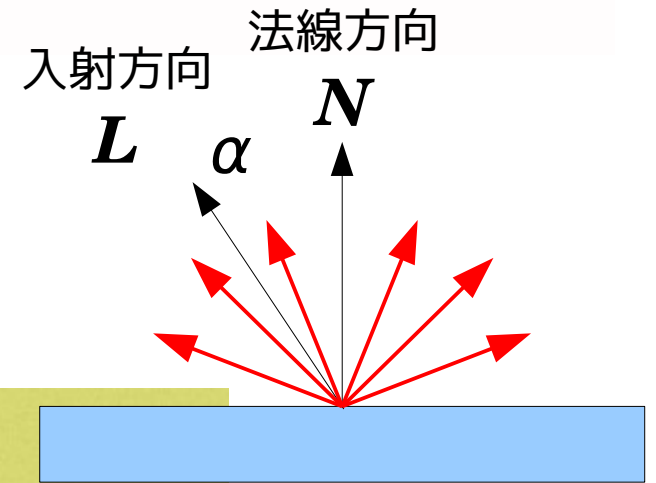
環境光 (ambient)

- 全方向から均一に入射



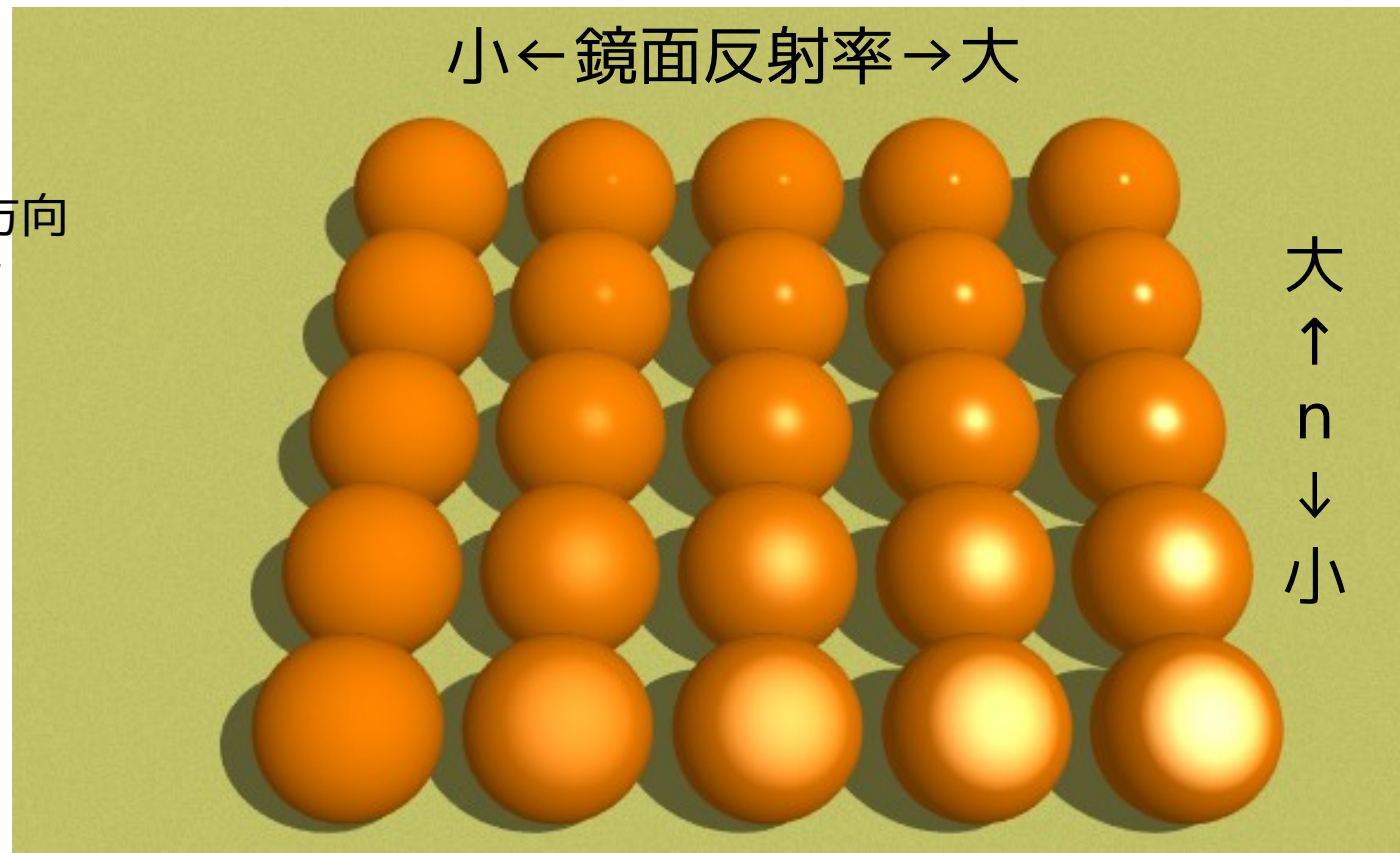
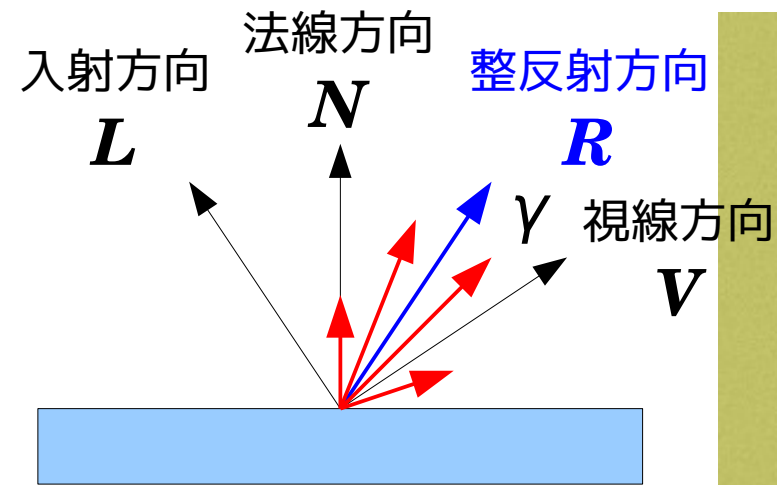
拡散反射 (diffuse)

- 全方向へ均一に反射
- 反射光強度 $\propto L \cdot N = \cos \alpha$



鏡面反射 (specular)

- 特定方向へ鋭く反射 (周囲へも弱く反射)
- 反射光強度 $\propto (R \cdot V)^n = \cos^n \gamma$



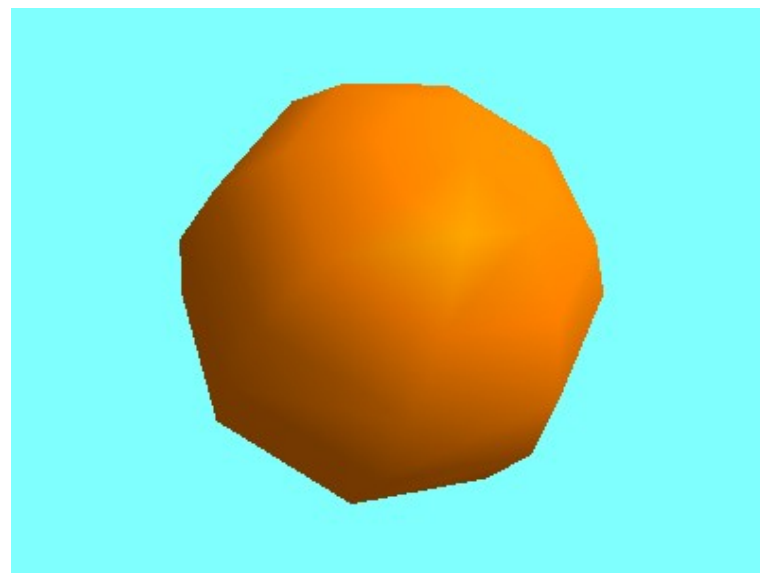
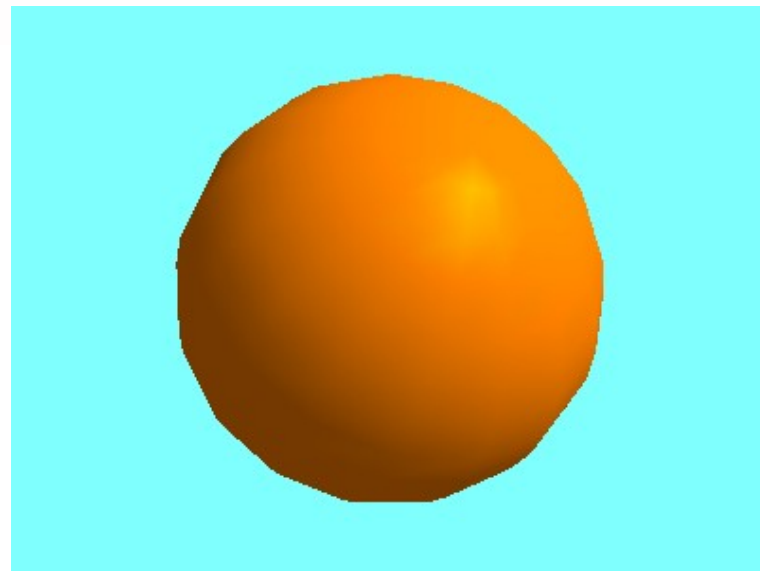
3D-CG のレンダリング技術 (3)

- シャドーイング (影付け; shadowing)
 - 照明が他の物体で遮られているかどうか?
 - 重い処理... $O(n^2)$ n : 物体数 or ポリゴン数
 - ...工夫により, リアルタイム処理も可能
- グローバルイルミネーション (大域照明)
 - 環境光の分布を考慮
 - 「環境光が均一」だなんて, あまりにも非現実的すぎ
 - 方向による差違 (上空からは強く, 地面からは弱く)
 - 周囲物体による差違 (広いと強く, 狭いと弱く)

リアルタイム3D-CGの レンダリング技術

- スムーズシェーディング
 - ポリゴンモデル(多面体)を曲面体に見せかける
 - フラットシェーディング
 - ポリゴン毎にシェーディング(ベタ塗り) → 多面体
 - Gouraud(グロー)シェーディング
 - 頂点毎にシェーディング後,ピクセル毎に輝度を補間
 - → 高速
 - Phong(フォン)シェーディング
 - 法線を補間し,ピクセル毎にシェーディング
 - → 高品質

スムーズシェーディング



フラットシェーディング

スムーズシェーディング(グロー)

リアリスティック3D-CGの レンダリング技術(1)

- レイトレーシング(光線追跡; ray-tracing)
 - ピクセル毎に光線の運動を追跡
 - 光線の運動: 直進, 反射, 屈折, 透過(分岐あり)
 - 完全鏡面での多重反射(映り込み)を考慮
 - 拡散面では直接反射のみ
 - 計算量は大
 - そろそろ, GPU によるリアルタイム処理が可能に?

リアリスティック3D-CGの レンダリング技術(2)

- ラジオシティ (radiosity)
 - 拡散面での多重反射を考慮
 - → 現実感の非常に高い画像
- フォトンマッピング (photon mapping)
 - 透明媒質 (水, 霧) による集光模様も表現可能

レイキャスティング法

- レイトレの簡易版
 - 多重反射を無視(直接反射のみ考慮)
- 連立方程式により可視物体を判定
 - 光線(視線)ベクトルの方程式
 - 物体(頂点, 法線)ベクトルの方程式
- …次回, 実習で実装