

レンダリング (rendering)

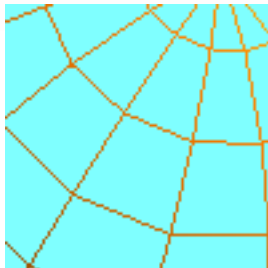
- レンダリング = 描画処理, 描画結果
 - 狭義では「リアルなCG」...
 - 手描きでも「レンダリング」...
- リアリティと計算コストのトレードオフ
 - 品質だけでなく速度も重要
 - 静止画 → 動画 → インタラクティブな動画
 - 疑似的な表現技法によるコスト削減
 - リアリティ低下は抑制しつつ...

2D-CG のレンダリング技術

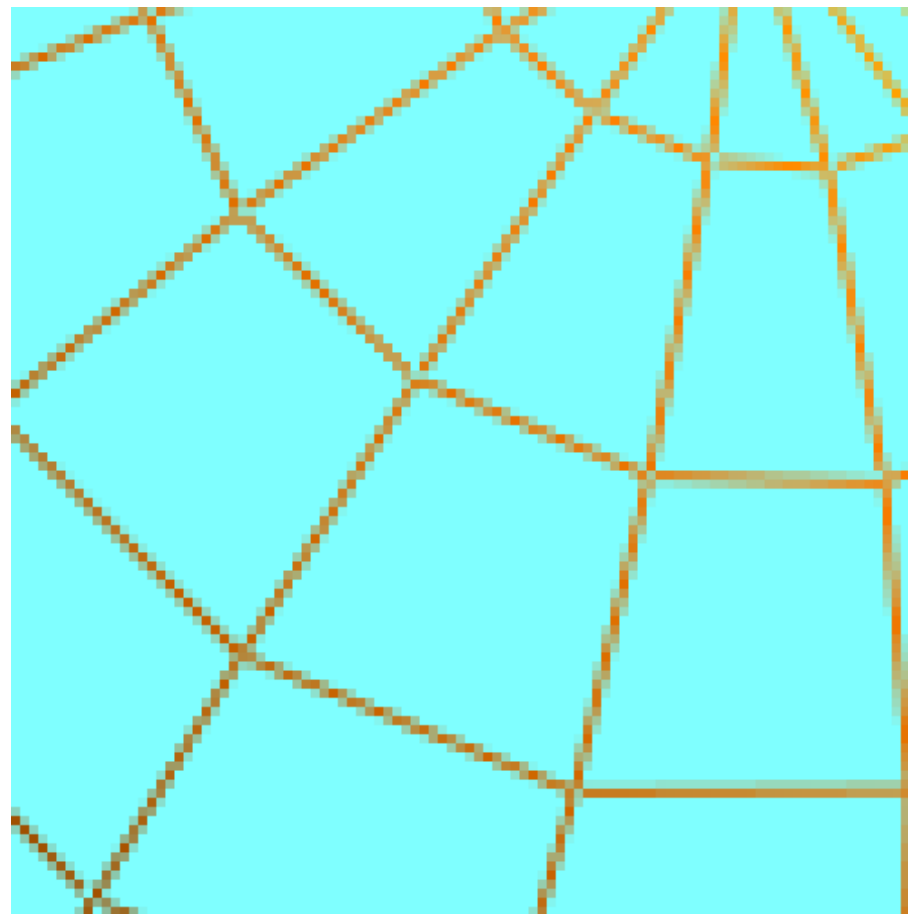
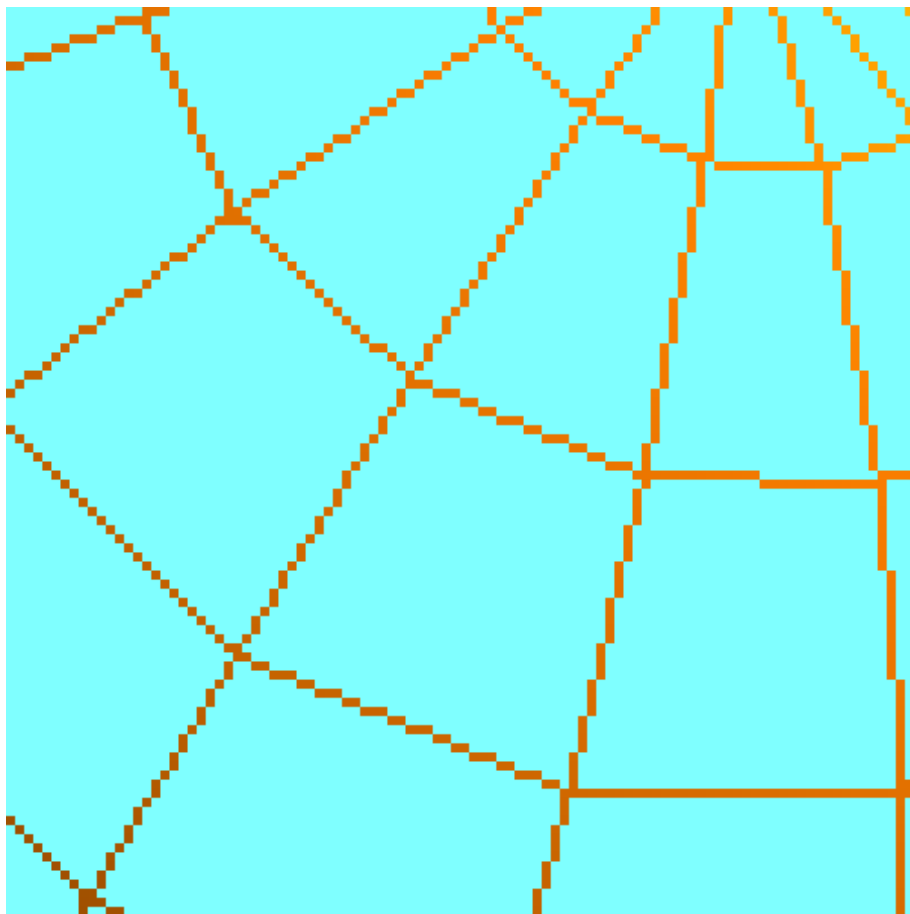
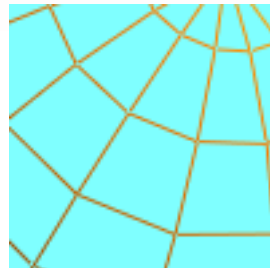
- 3D にも関係する話. 表示は現状 2D なので.
- スキャン変換 (scan conversion, rasterize)
 - 図形のデジタル画像化
 - Bresenham のアルゴリズム, etc. (既出)
- アンチエイリアス (anti-alias)
 - 輪郭のギザギザの除去 (滑らかな線・面の表現)
 - 解像度を下げ, 階調数 (色数) を上げる
 - or サブピクセル単位で描画
 - (大画像を描き, 縮小, 色を平均化)

アンチエイリアスの例(1) 図形

AAなし

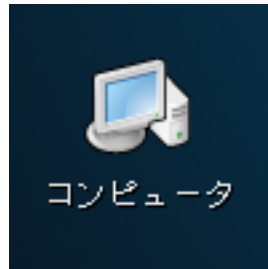


AA適用

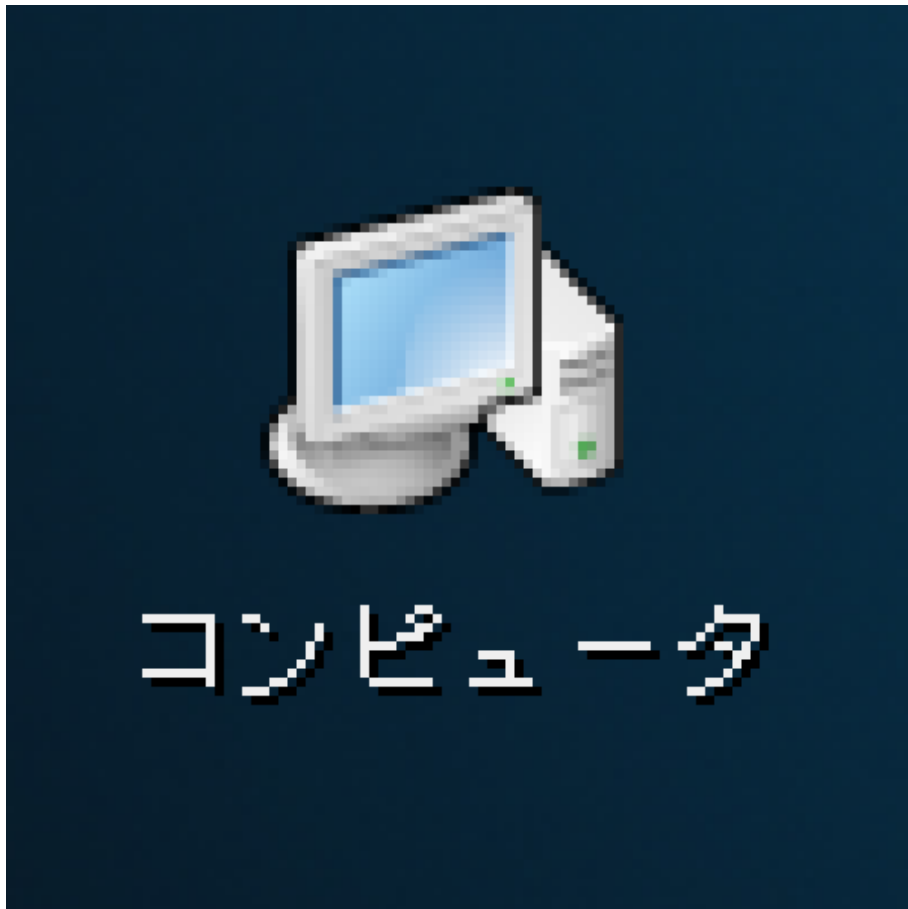
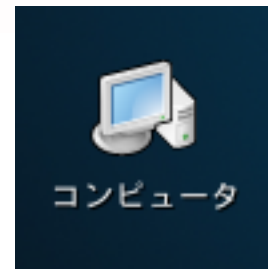


アンチエイリアスの例(2)文字

AAなし

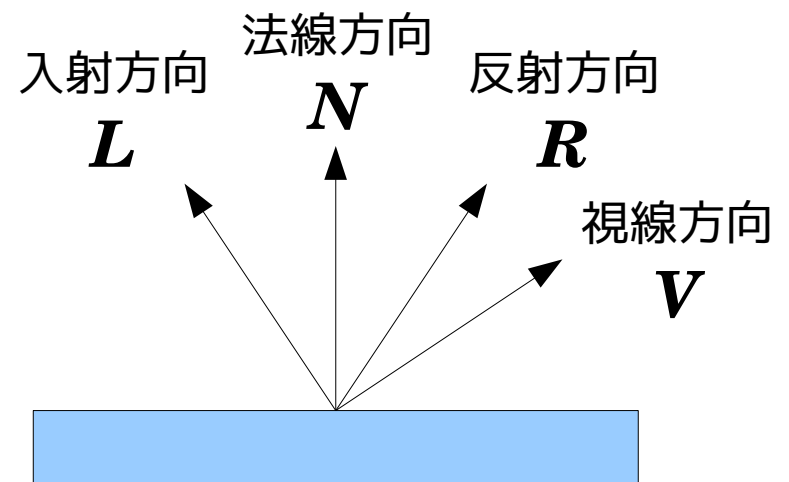


AA適用



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

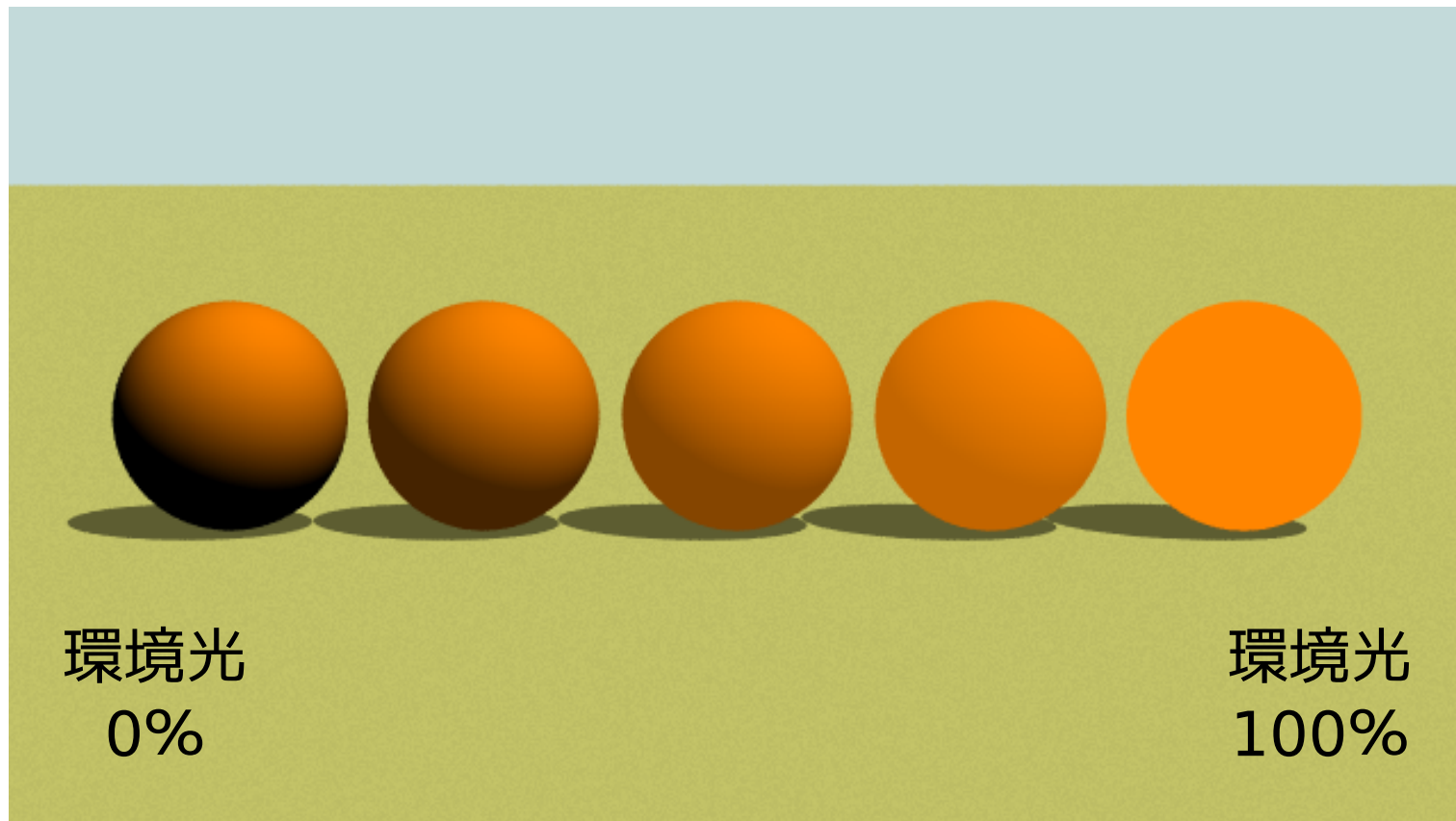


3D-CG のレンダリング技術 (2)

- 一般的 (古典的, 理想的) な光モデル
 - 照明光 (illumination) : 直接照明の近似
 - 平行光源 : 一方向にだけ放射
 - 点光源 : 全方向へ放射
 - スポットライト : 特定方向へ強く放射
 - 環境光 (ambient) : 間接照明の近似
 - 全方向から均一に入射
 - 拡散反射 (diffuse) : ザラザラな物体表面の近似
 - 一方向から入射 → 全方向へ均一に反射
 - 鏡面反射 (specular) : ツルツルな物体表面の近似
 - 一方向から入射 → 特定方向へ強く反射

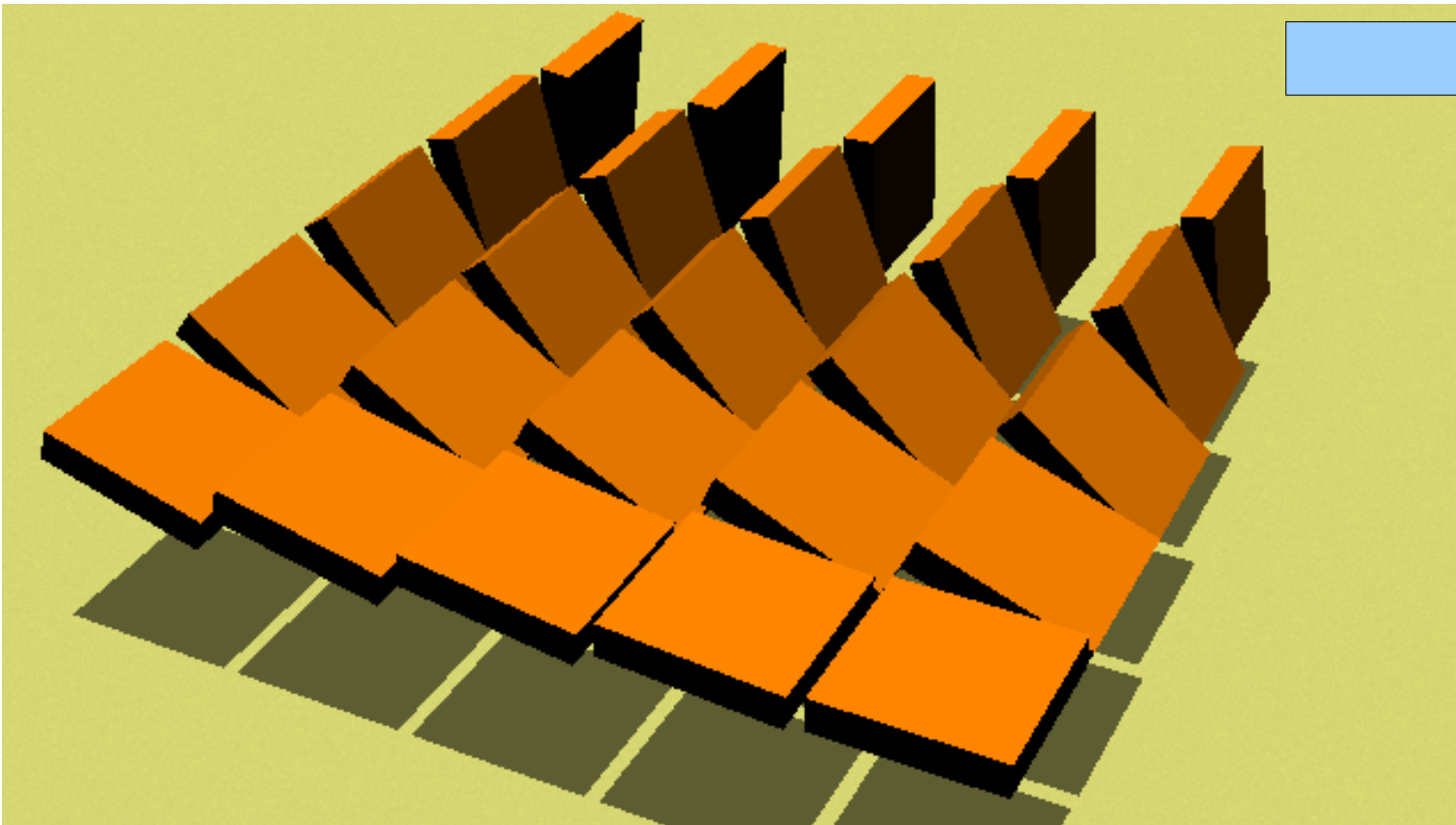
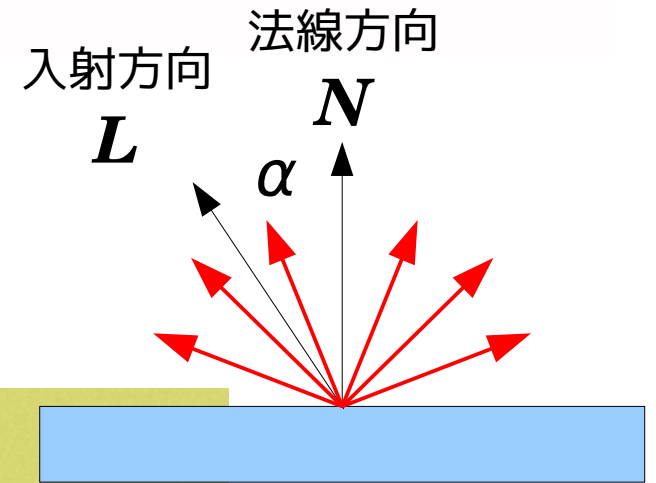
環境光 (ambient)

- 全方向から均一に入射



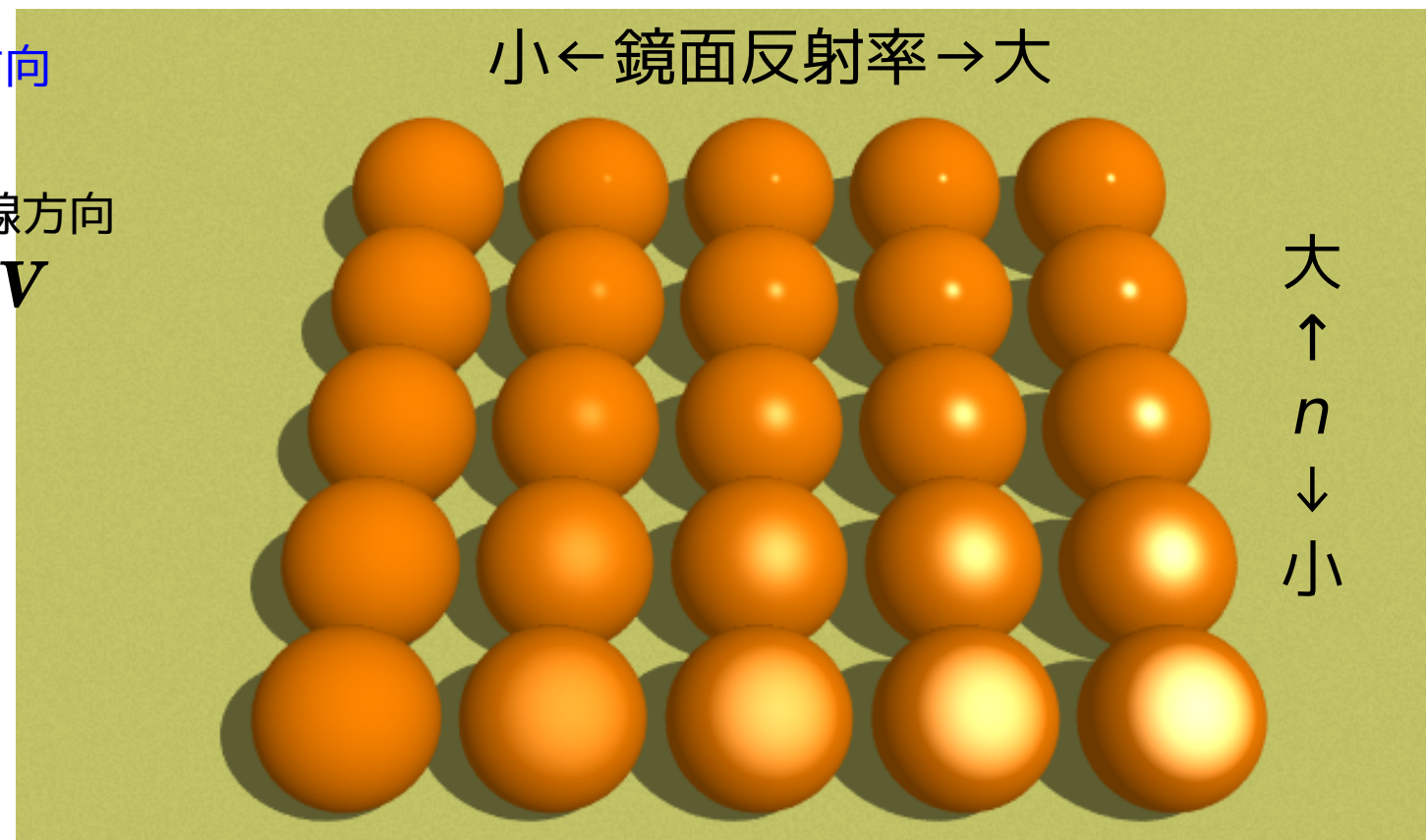
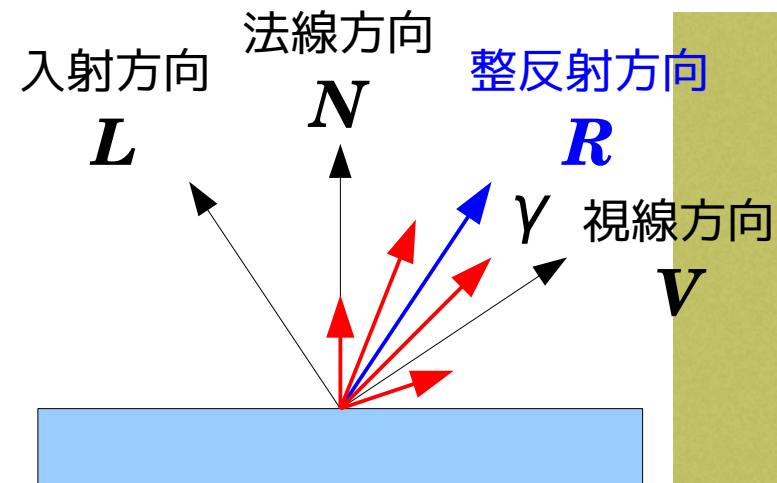
拡散反射 (diffuse)

- 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)

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

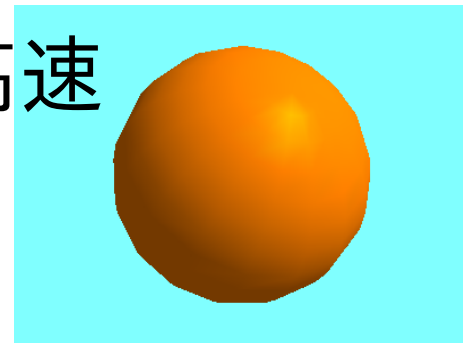
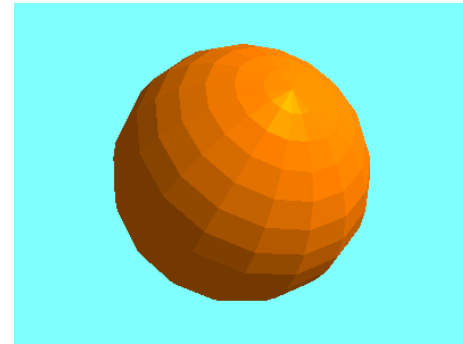


3D-CG のレンダリング技術 (3)

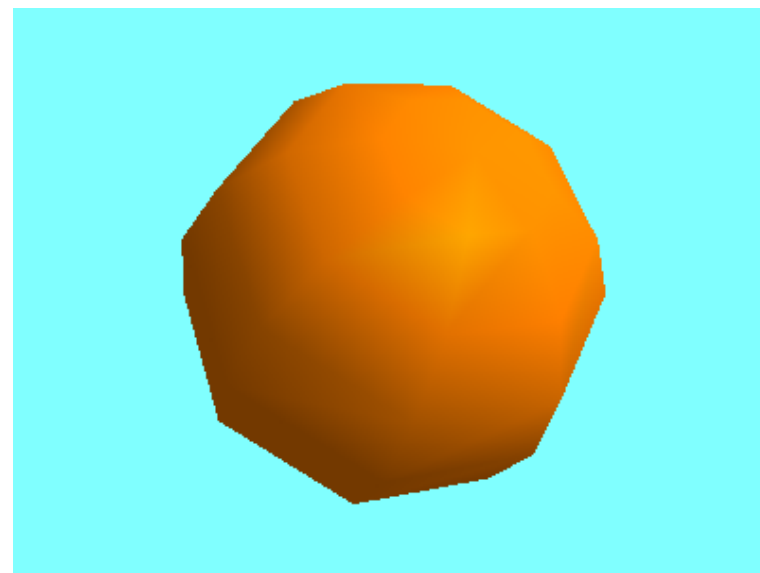
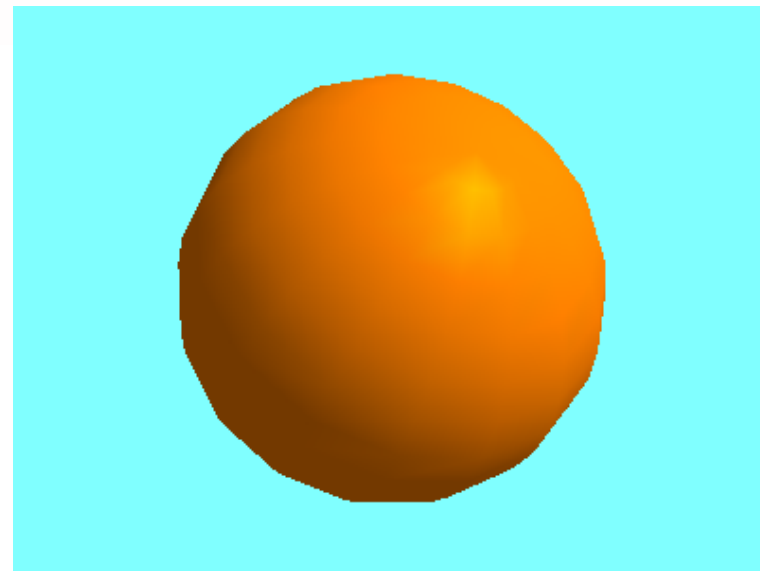
- シャドーイング (影付け; shadowing)
 - 照明が他の物体で遮られているかどうか?
 - 重い処理... $O(n^2)$ n : 物体数 or ポリゴン数
 - ...工夫により, リアルタイム処理も可能
- グローバルイルミネーション (大域照明)
 - 環境光の分布を考慮
 - 「環境光が均一」は非現実的すぎるだろ?
 - 方向による差違を考慮
 - (上空からは強く, 地面からは弱く)
 - 周囲物体による差違 (広いと強く, 狭いと弱く)

リアルタイム3D-CGの レンダリング技術

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



スムーズシェーディング



フラットシェーディング

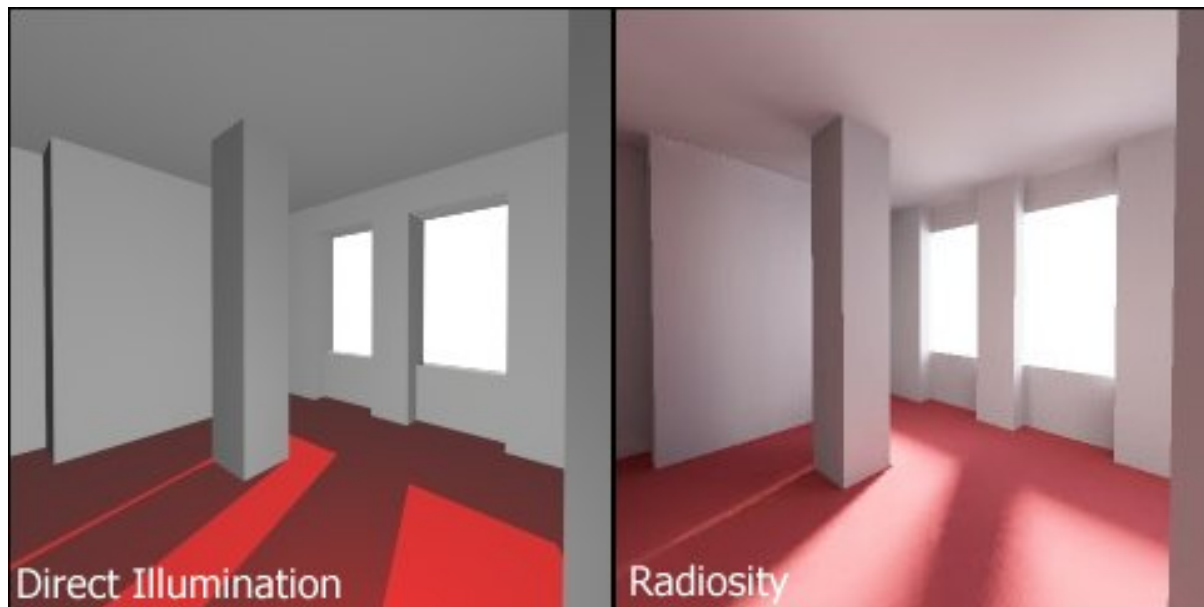
スムーズシェーディング(グロー)

リアリスティック3D-CGの レンダリング技術(1)

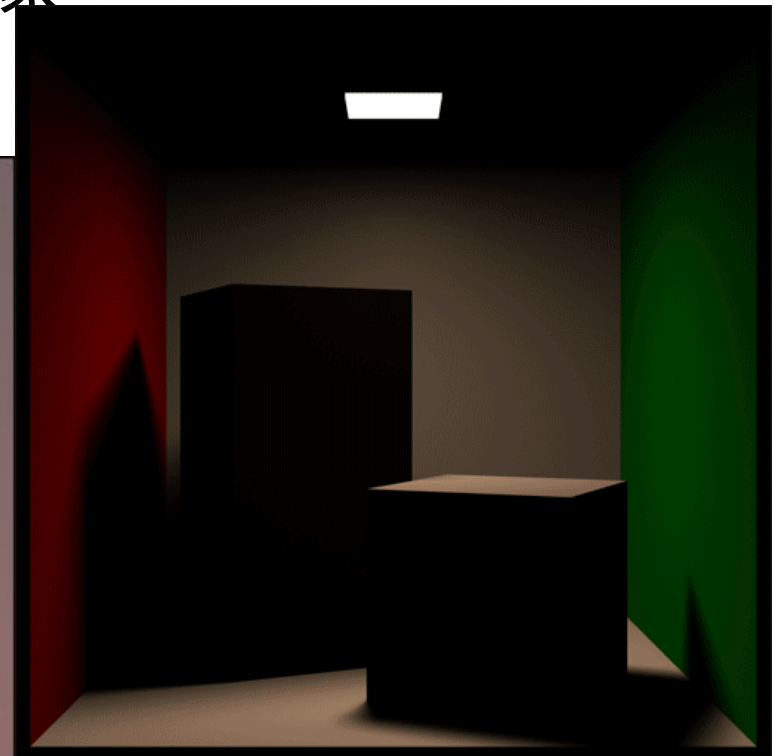
- レイトレーシング (光線追跡; ray-tracing)
 - ピクセル毎に光線の運動を追跡
 - 光線の運動: 直進, 反射, 屈折, 透過, 分岐
 - 完全鏡面での多重反射 (映り込み) を考慮
 - 拡散面では直接反射のみ
 - 計算量は大
 - GPUによるリアルタイム化も進行中
 - ハイブリッドレンダリング =
 - 大部分はラスタライズ
 - 一部分をレイトレ

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



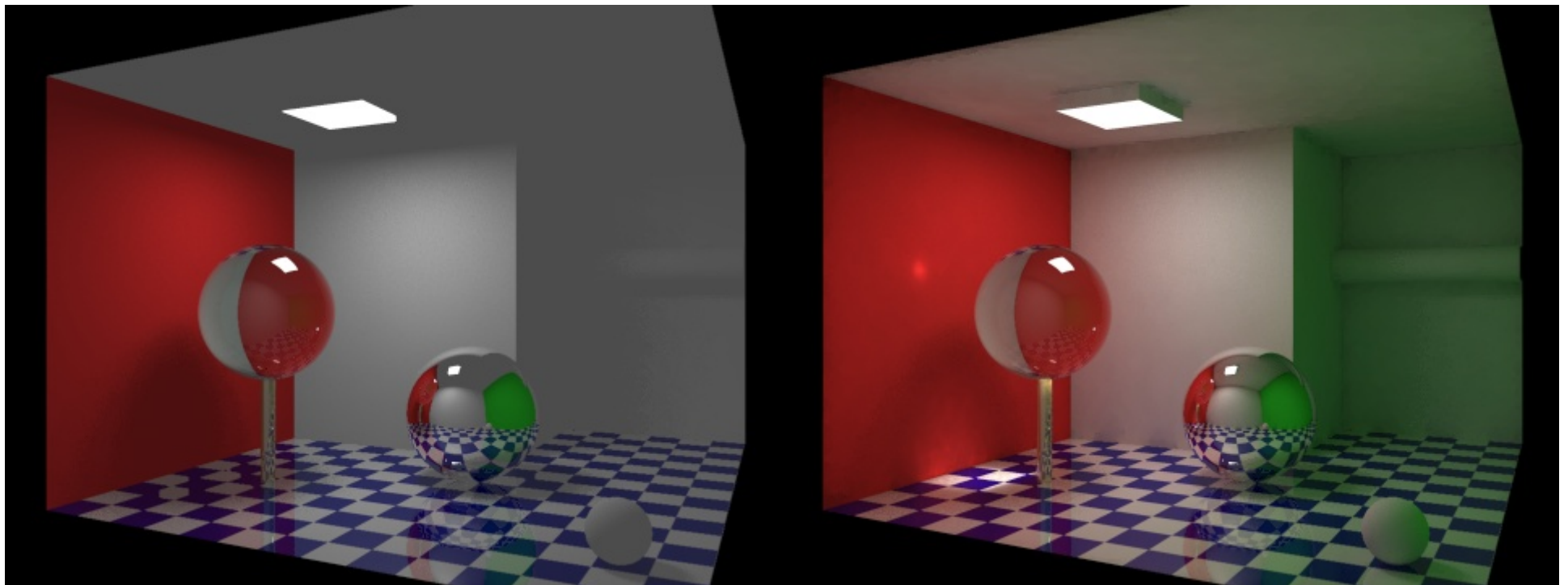
by Hugo Elias



by Paul Johnston

リアリスティック3D-CGの レンダリング技術(3)

- 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



by user:Gtanski

レイキャスティング法

- レイキャスティング (ray-casting)
 - 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
 - 「POV-Rayを作る」的な...