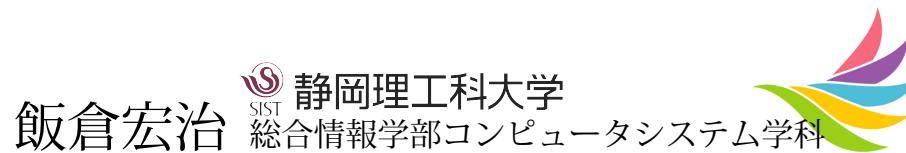


# Micro Point

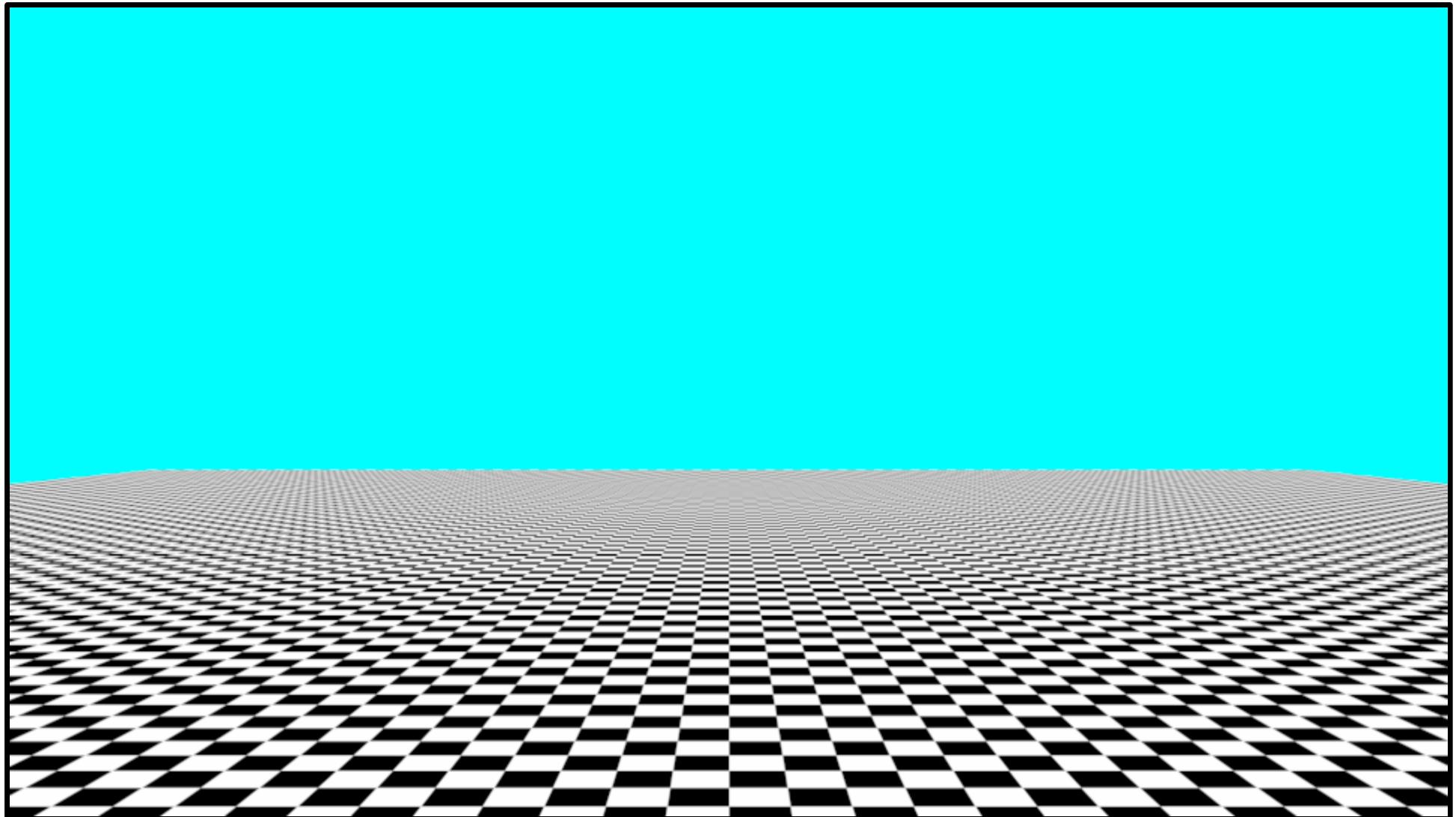
– 新しいレンダリングアルゴリズムに関する研究 –



# マイクロポイントによるレンダリング例

---

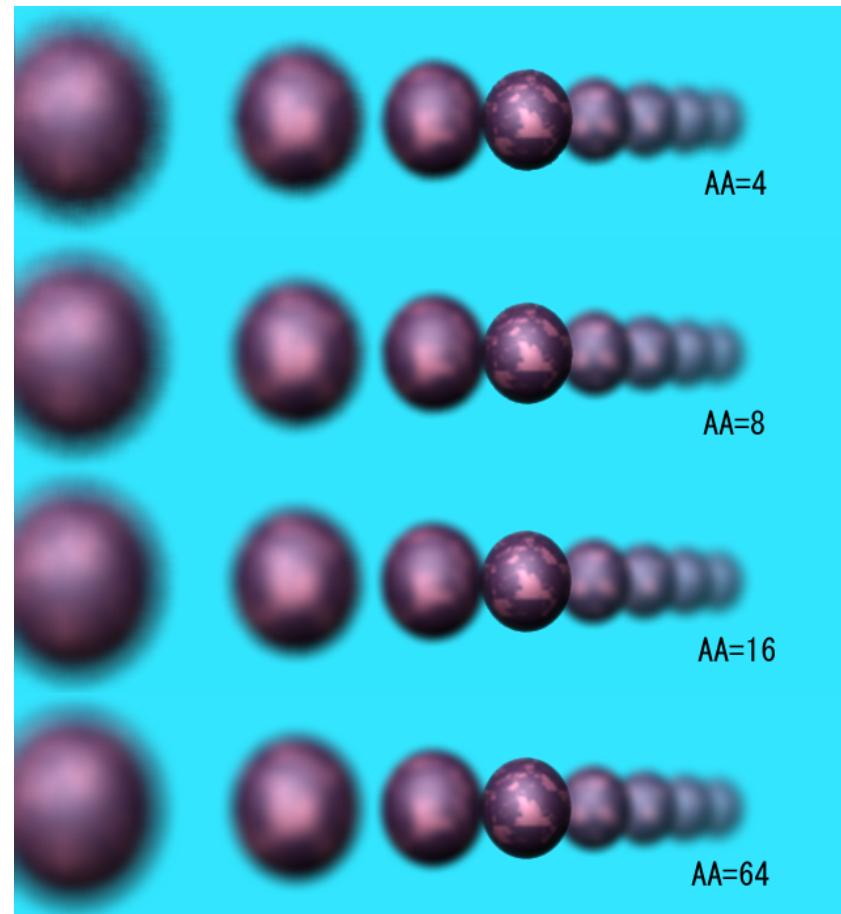
※スーパーサンプリング無し、テクスチャフィルタリング無し



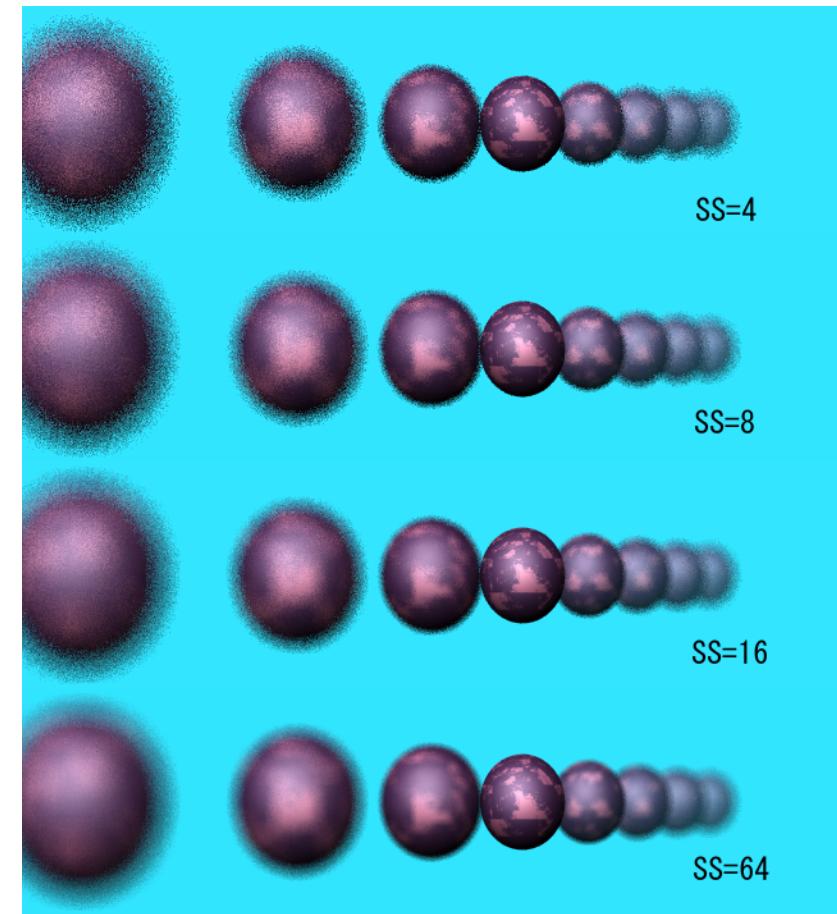
# マイクロポイントの歴史（マイクロポイント前夜）

実は古くて新しい。

1999年 第15回 NICOGRAH 論文「スーパーサンプリングにおけるアンチ・エリアシング法」(AASS, 高桑)において、レイトレーシングに不確定性原理的発想を導入し、近傍ピクセルにサンプリング点の輝度値を分散する手法を提案。DOF, モーションブラーに適用し、飛躍的高速化を実現。



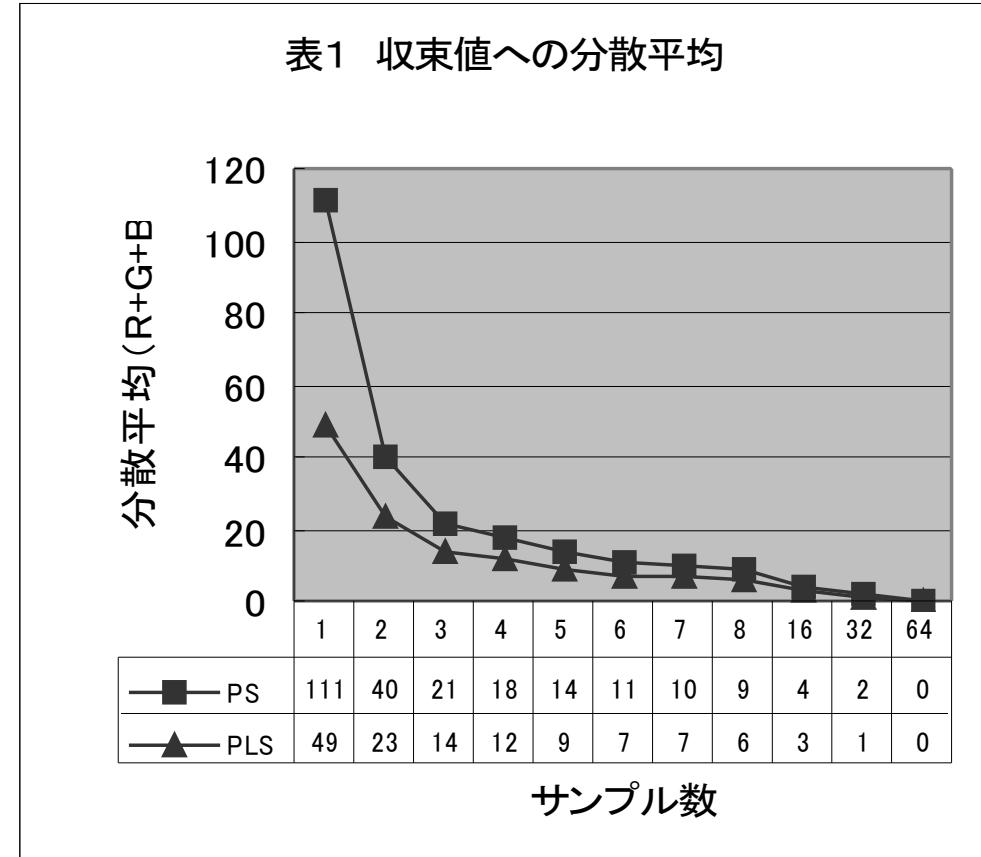
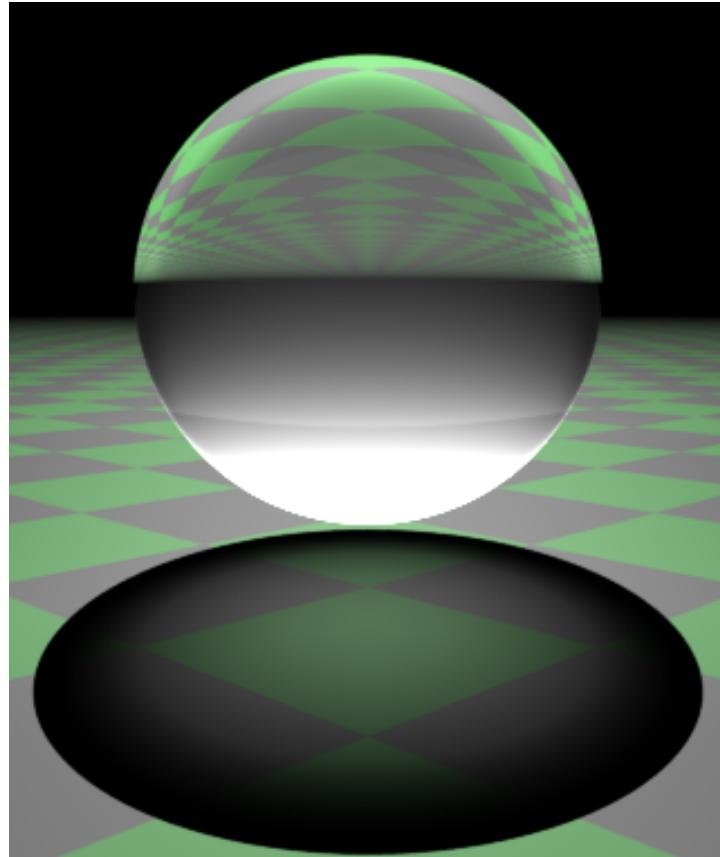
AASS



SS

# マイクロポイントの歴史（マイクロポイント前夜）

2000年 第16回 NICOGRAF 論文「ピクセルレス・サンプリング」（PLS、高桑）において、AASSを1ピクセル範囲で適用する手法を提案。  
サンプリング定理がレイトレーシングにおいても成立することを具体例で立証。  
同論文において、今後の課題が高周波成分であることを指摘。以降、不確定性原理的発想を高周波成分に適用する手法の研究に取組む。



# マイクロポイントの歴史（マイクロポイント誕生）

---

2001 年 レイトレーシングによる解決が困難という結論に至り、マイクロポイント法を発案（高桑）

2002 年 マイクロポイント法の基本思想をWEBにて公開

ピクセルの色に関する考察 — 「ピクセルの色とは何か？」

メーリングリスト等で「マイクロポイント」という言葉が既に発言されている。

RayCustom.net にて一部実装（ダイシングプロセスなど）される（が、画像は生成されなかった）

（以上、全て高桑）

# マイクロポイントの歴史（沈黙の時代）

2002年～2011年 この間、マイクロポイント法のGIへの適用方法を模索するが、シンプルな解決手段を発見できず、RayCustom.netの開発中止。

HDR Movieなど、第3世代CGIパイプラインの研究を行う。  
(高桑 ※第3世代CGI研究には飯倉も参加)

備考：2011年11月頃～2012年4月頃

教育用レイトレーサ ToyBox 開発の為、高桑先生に助言を頂く（飯倉）  
(高桑・飯倉の研究交流の活発化→実証の時代へと繋がる)



教育用レイトレーサ  
ToyBox

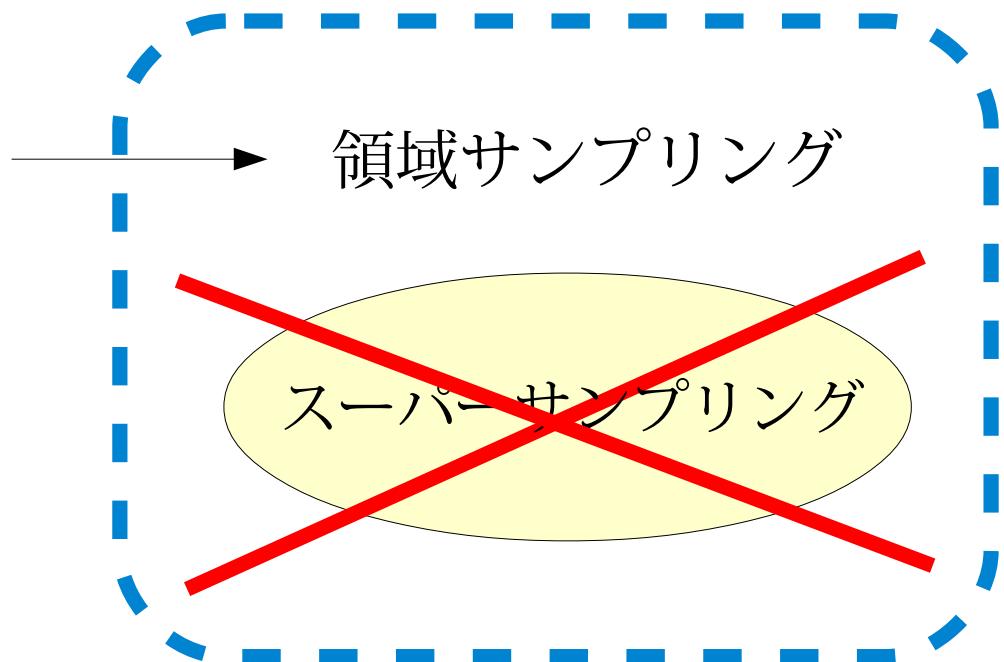
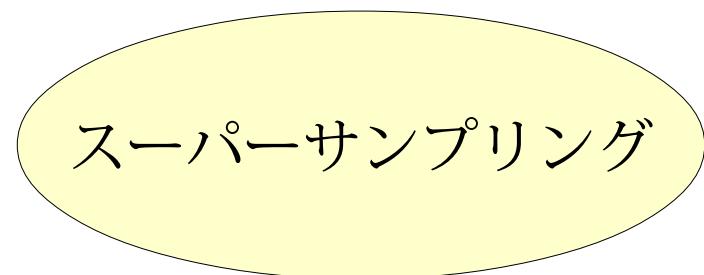
# マイクロポイントの歴史（実証の時代）

---

- 2012年5月頃 マイクロポイントレンダラ実装に向けて研究開始  
(高桑、飯倉)
- 6月頃 マイクロポイントレンダラ稼働 (高桑、飯倉)  
マイクロポイントによる初めての画像生成  
※3進4桁コードによるブレークスルー
- 7/22 マイクロポイントベーストシャドウにて影付け成功  
(高桑、飯倉)
- 8/30 映像情報メディア学会にてマイクロポイント発表  
(高桑、飯倉)
- 11/17 NICOGRAPH 2012 Autumn にてマイクロポイント  
ベーストシャドウ発表 (高桑、飯倉)

Micro Point とは？

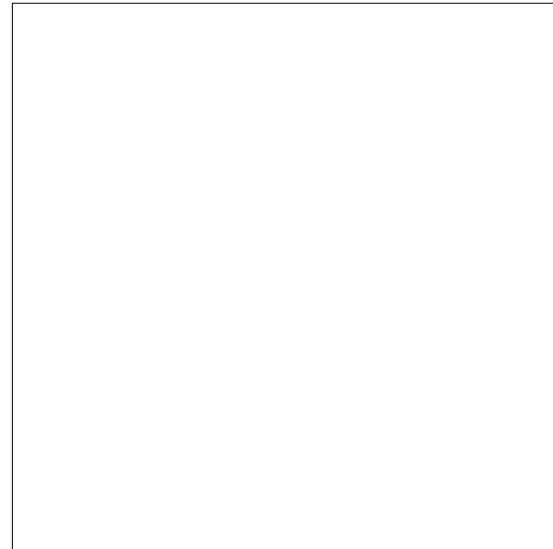
ポイントサンプリング



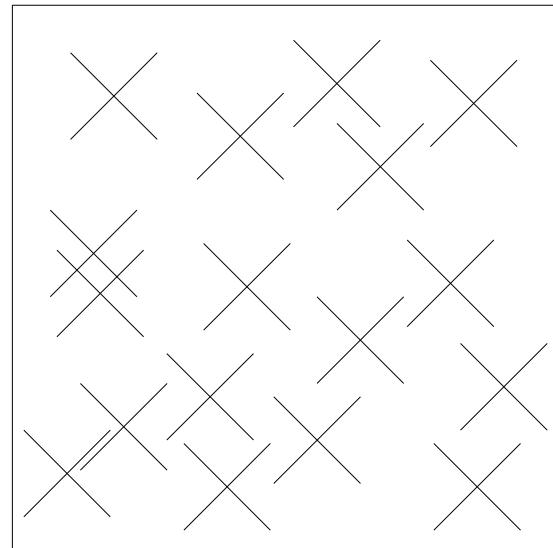
マイクロポイント

高周波成分 ————— スーパーサンプリング → ピクセル

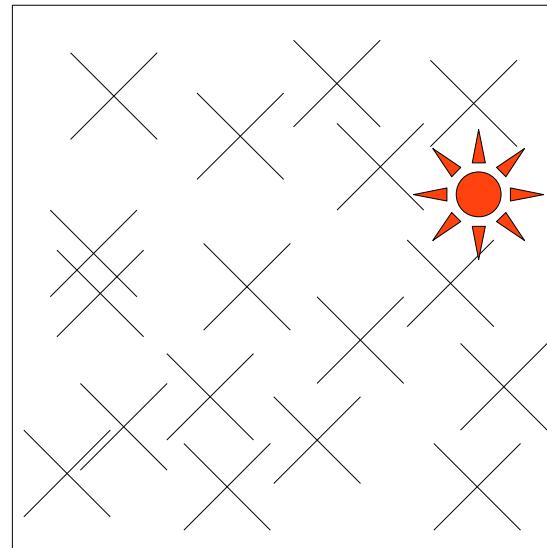
高周波成分 ————— スーパーサンプリング → ピクセル



高周波成分 ————— スーパーサンプリング → ピクセル



高周波成分 ————— スーパーサンプリング → ピクセル

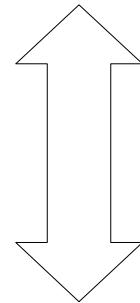


~~スーパーサンプリング~~

高周波成分 → 低周波成分分化 → ピクセル

~~スーパーサンプリング~~

高周波成分 → 低周波成分分化 → ピクセル



マイクロポイント

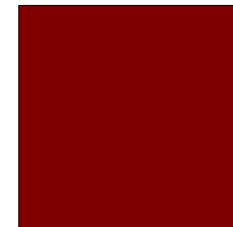
ピクセルの色とは何か？

背景色



RGB=(0,0,0)

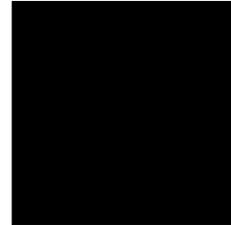
観測値



(128,0,0)

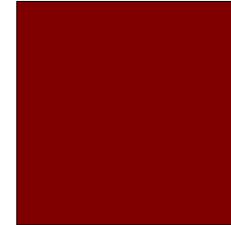
## ピクセルの色とは何か？

背景色



RGB=(0,0,0)

観測値



(128,0,0)

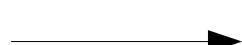
量子力学では…

プランク長以下の世界



位置と運動量を同時に、厳密に、  
測定できない

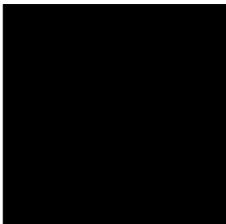
ピクセル長以下の世界



専有面積と透明度と色を一意に  
決定できない

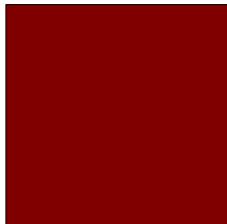
# ピクセルの色とは何か？

背景色



RGB=(0,0,0)

観測値



(128,0,0)

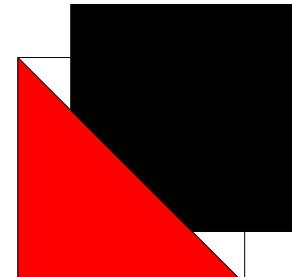
観測値 = 占有率 × 不透明度 × 色



RGB=(128, 0, 0)

Alpha=100% = 1

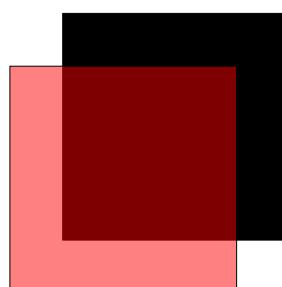
Coverage=100% = 1



(255, 0, 0)

Alpha=1

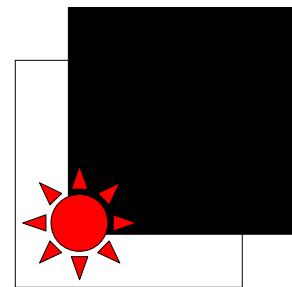
Coverage=0.5



(255, 0, 0)

Alpha=0.5

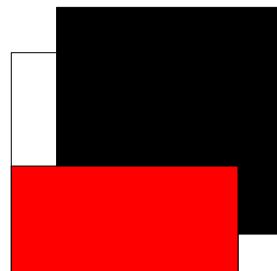
Coverage=1



(1280, 0, 0)

Alpha=1

Coverage=0.1



(255, 0, 0)

Alpha=1

Coverage=0.5

?

## 観測値の解釈

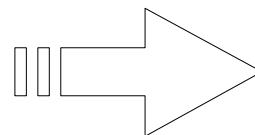
$$\begin{aligned}\text{観測値} &= \text{Coverage} \times \text{Alpha} \times \text{RGB} \\ &= \underbrace{1.0}_{\substack{\uparrow \\ \text{正規化された} \\ \text{占有率}}} \times \underbrace{(\text{Coverage} \times \text{Alpha})}_{\substack{\uparrow \\ \text{正規化された} \\ \text{不透明度}}} \times \text{RGB}\end{aligned}$$

高周波成分 → 低周波分化

## 高周波成分

占有率 : 0.000001%  
不透明度 : 1.0  
輝度 : 10 万

オブジェクト



## 低周波成分

占有率 : 100%  
不透明度 : 0.000001  
輝度 : 10 万

マイクロポイント

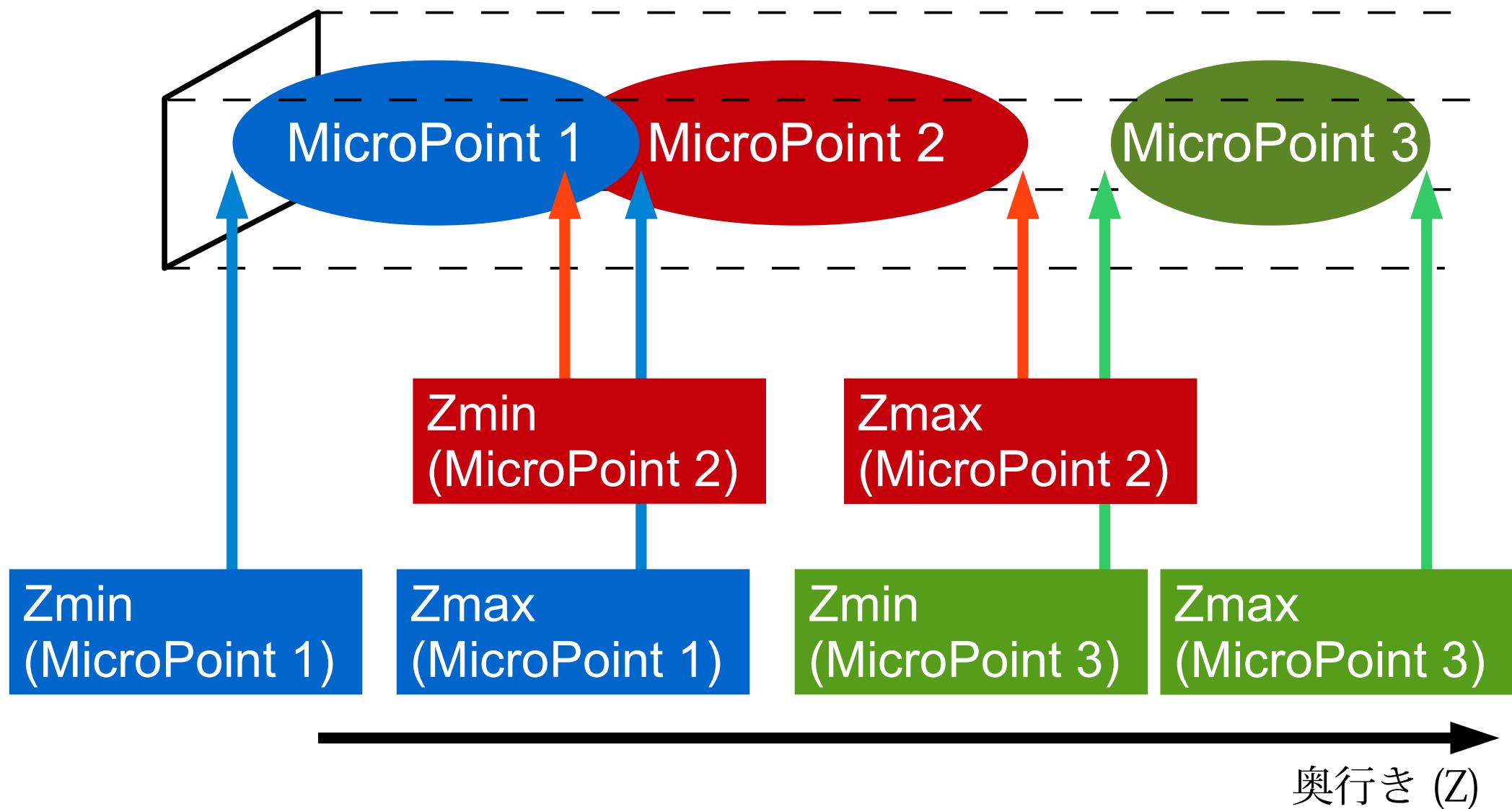
## マイクロポイント

- 色情報
- 正規化された透明度
- スクリーン座標
- 奥行情報 ( $Z_{min}, Z_{max}$ )
- 各種の付属情報（オプション）
- 法線、ライト情報、etc

## ピクセルを横から見た図

(実際には  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  サイズのサブピクセル)

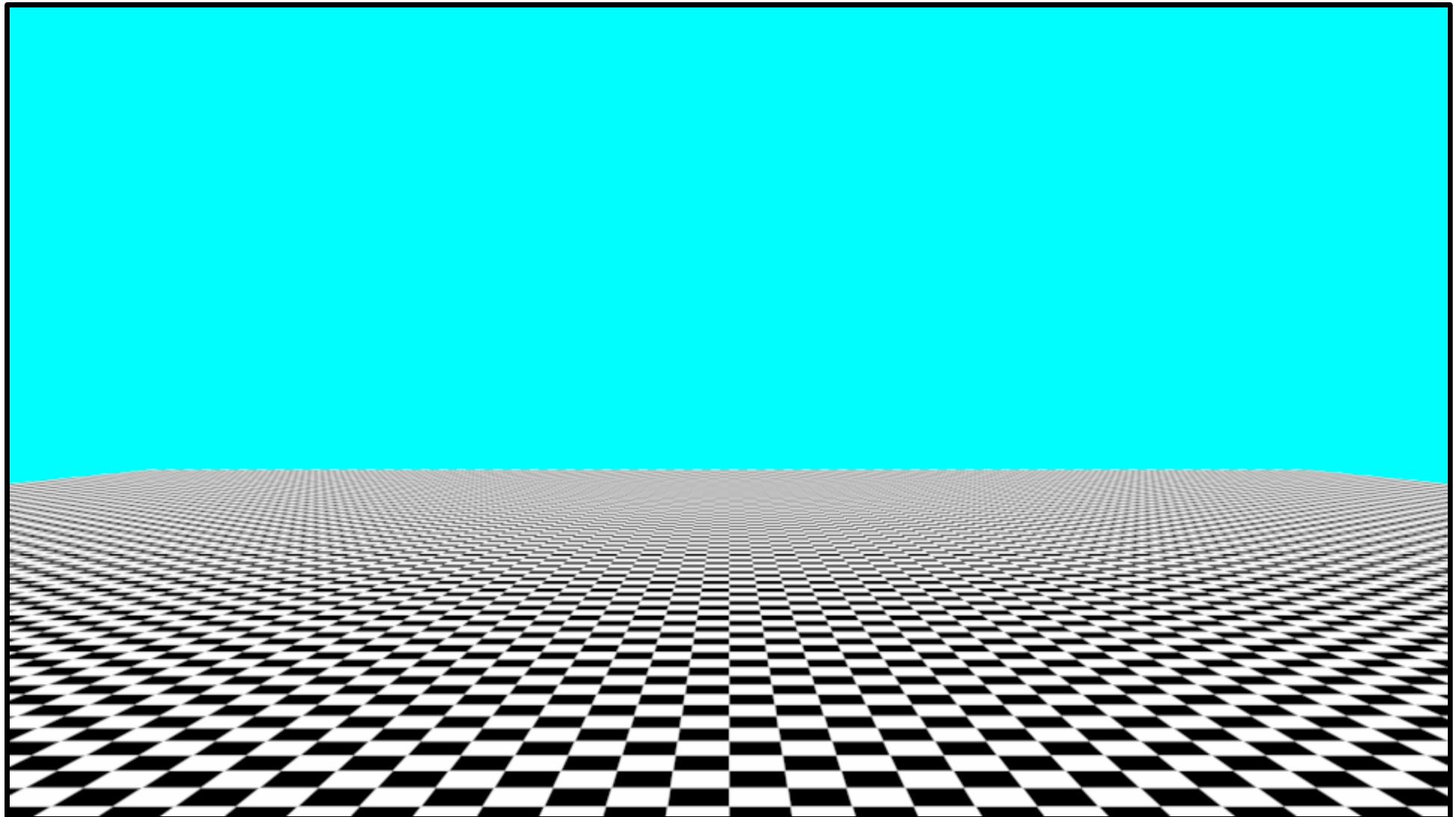
※実装上は特に違いは無い為、以下、特にサブピクセルであることを断らない



# マイクロポイントによるレンダリング例

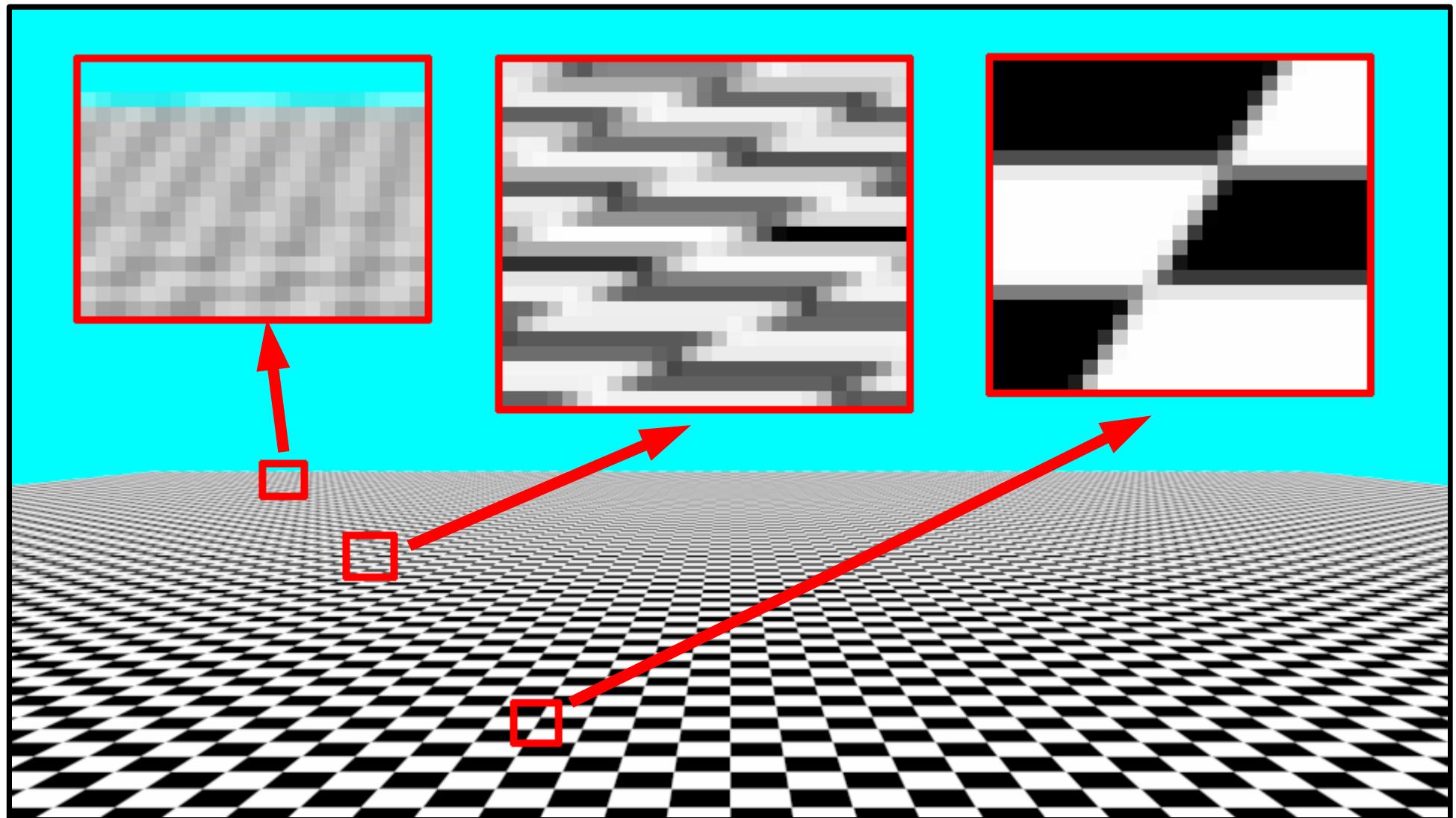
---

※スーパーサンプリング無し、テクスチャフィルタリング無し



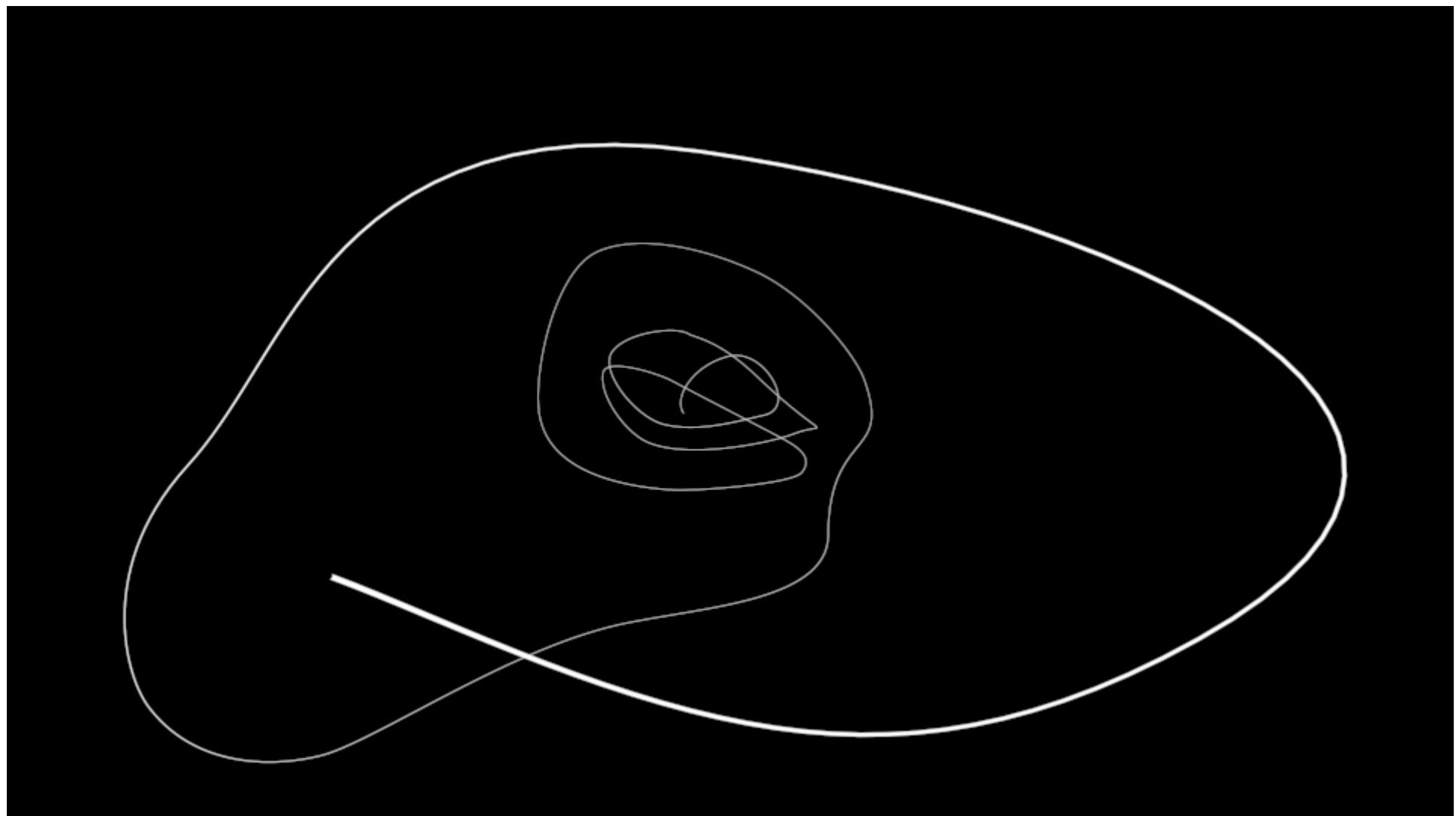
# マイクロポイントによるレンダリング例

※スーパーサンプリング無し、テクスチャフィルタリング無し



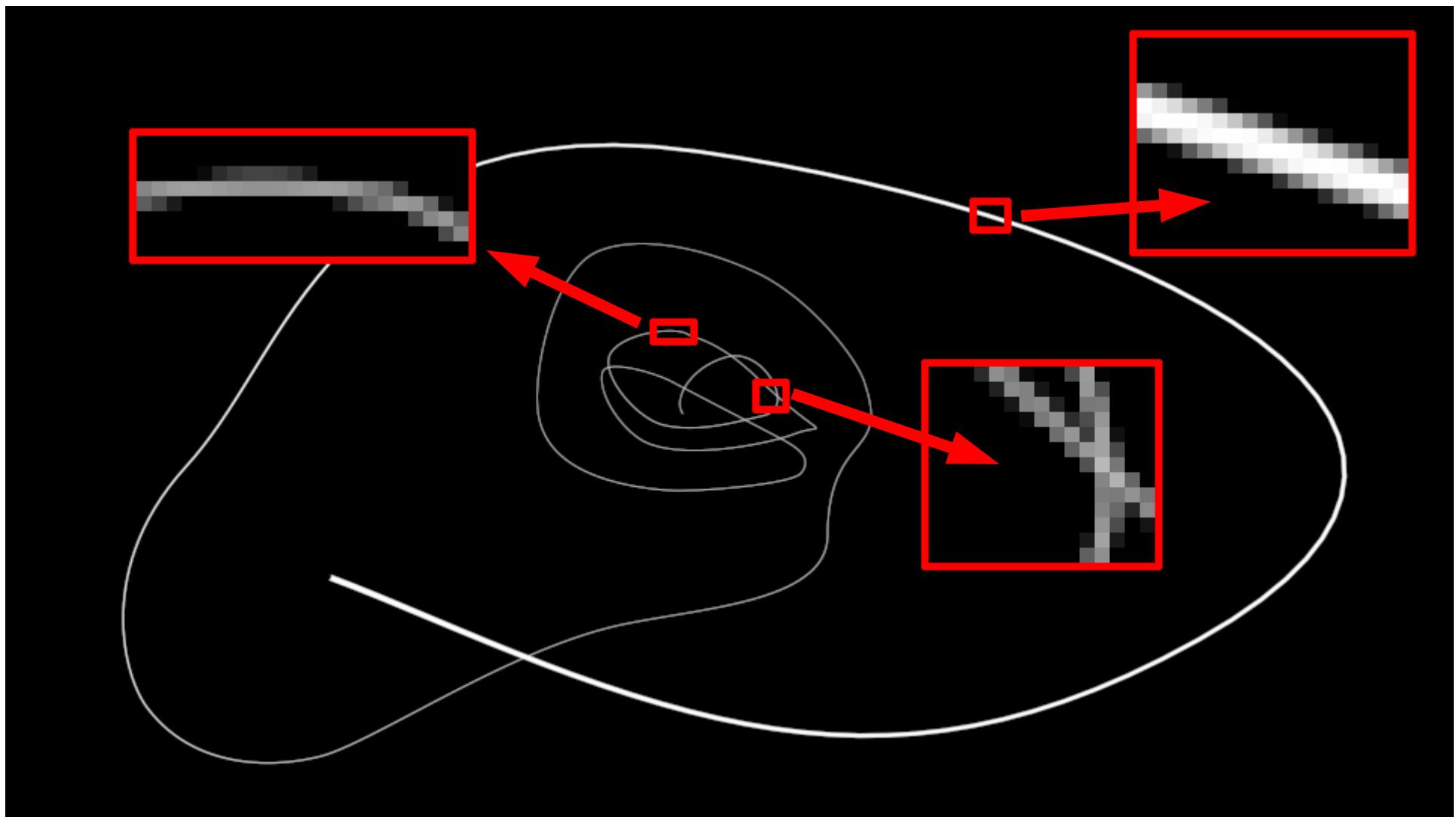
# マイクロポイントによるレンダリング例

---



# マイクロポイントによるレンダリング例

※スーパーサンプリング無し



# Micro Point Based Shadow による影付けの例



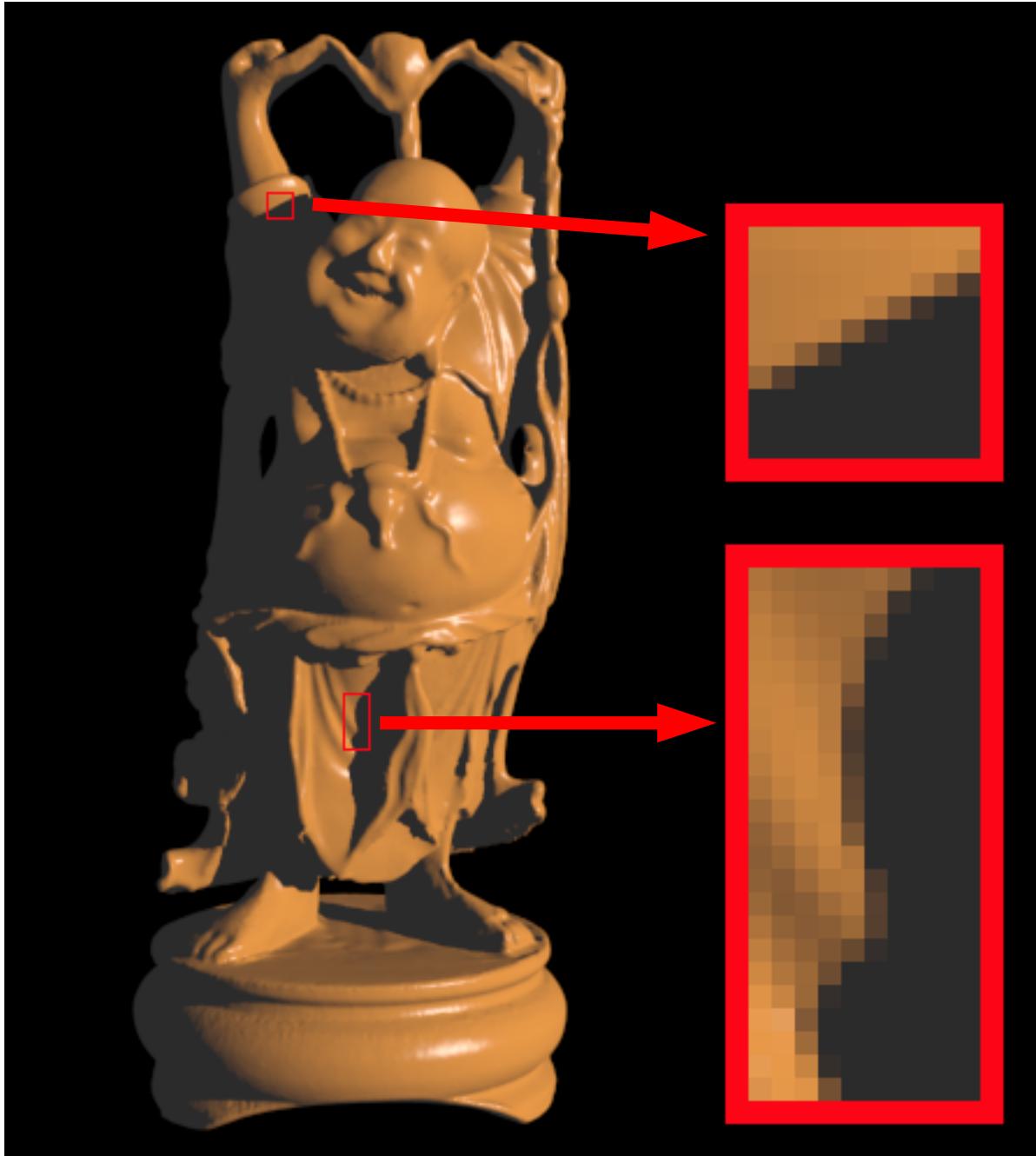
マイクロポイントを用いたハ  
ードシャドウ生成技法。

シャドウマップで発生していた  
各種の問題を一気に解決。

スーパーサンプリングなし  
フィルタリングなし

※ガンマ補正有り

# Micro Point Based Shadowによる影付けの例



マイクロポイントを用いたハードシャドウ生成技法。

シャドウマップで発生していた各種の問題を一気に解決。

スーパーサンプリングなし  
フィルタリングなし

※ガンマ補正有り

# マイクロポイントの未来

- 既存の技法をマイクロポイントにて置き換える
  - 線光源、面光源、全方位ライト、ソフトシャドウ
  - 鏡面反射、屈折
  - 集光効果、カラーブリーディング (G.I.)
- 実用に耐えるレンダラの実現
  - 商用映像製作に耐えうるレンダラおよびワークフローの開発
  - Out of Core 化
  - 並列化、GPGPU?
- その他 → <http://micropoint.jimdo.com>

