

レーザ計測によって取得された 大規模3次元点群の高品質透視可視化

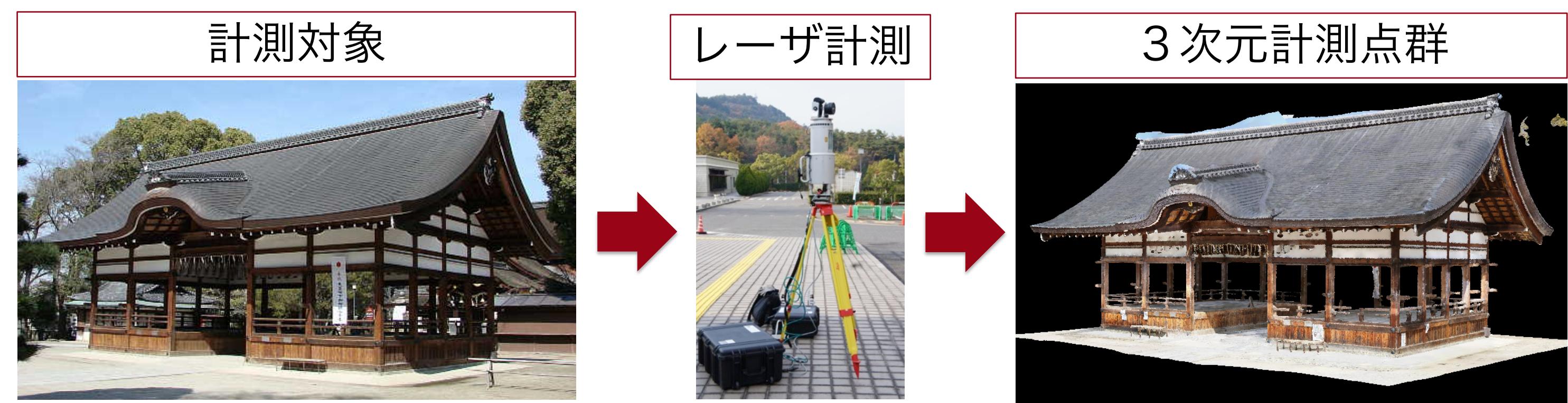


内田 知将[†], 長谷川 恭子[†], 李 亮[†], 田中 覚[†]

[†]立命館大学 情報理工学部

1. 研究背景

- 有形文化財の保存・活用を目的とするデジタルアーカイブ
- レーザ計測技術の発展により大規模3次元点群が取得可能



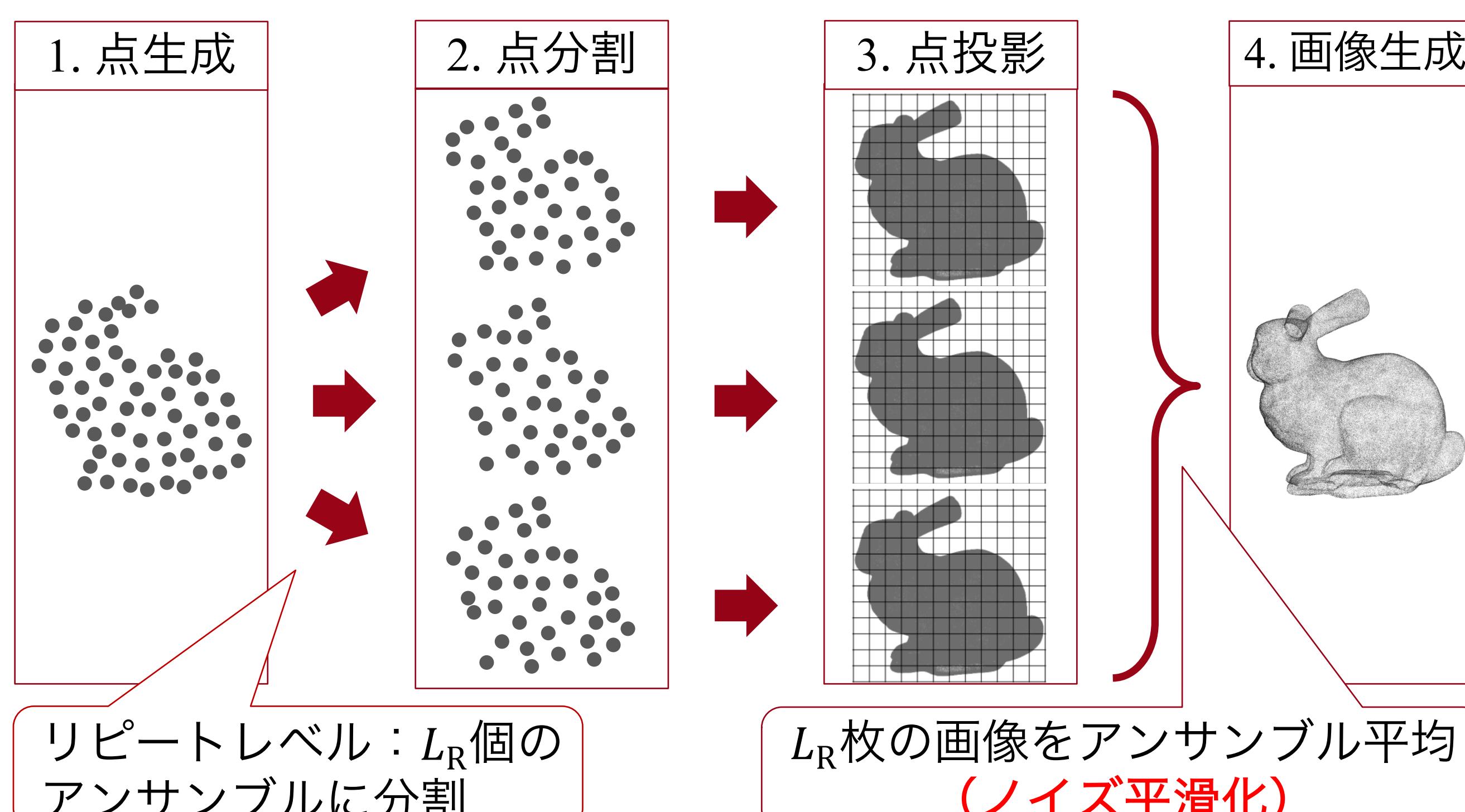
2. 研究目的

- 計測ノイズを含む大規模3次元点群を対象とした
高精細さと高視認性を実現する透視可視化手法の確立

 - 確率的ポイントレンダリング (SPBR) による**ノイズ平滑化の実証**
 - ノイズ平滑化によって視認性が低下した画像に対する**輝度値補正**

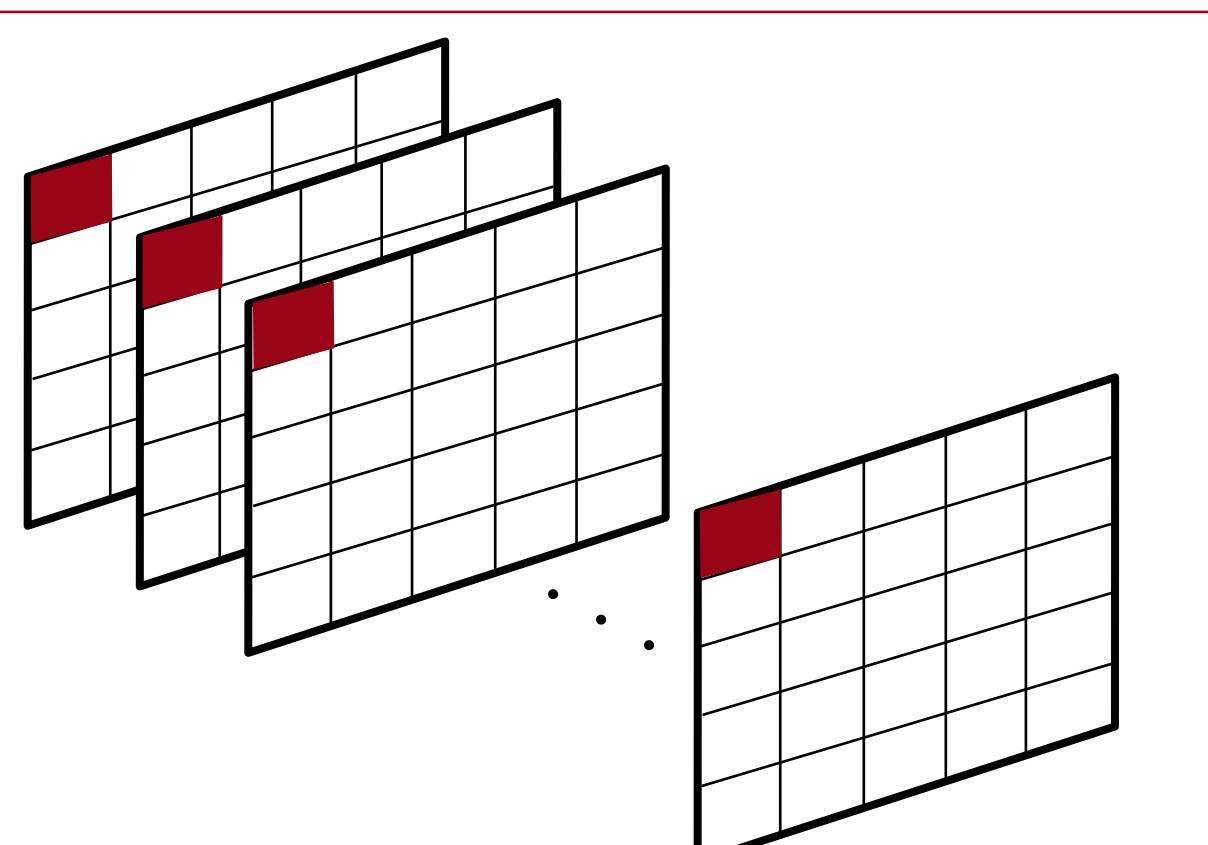
3. 確率的ポイントレンダリング

- 確率的処理に基づく高速かつ高精細な透視可視化手法 [1]



高精細な平滑化

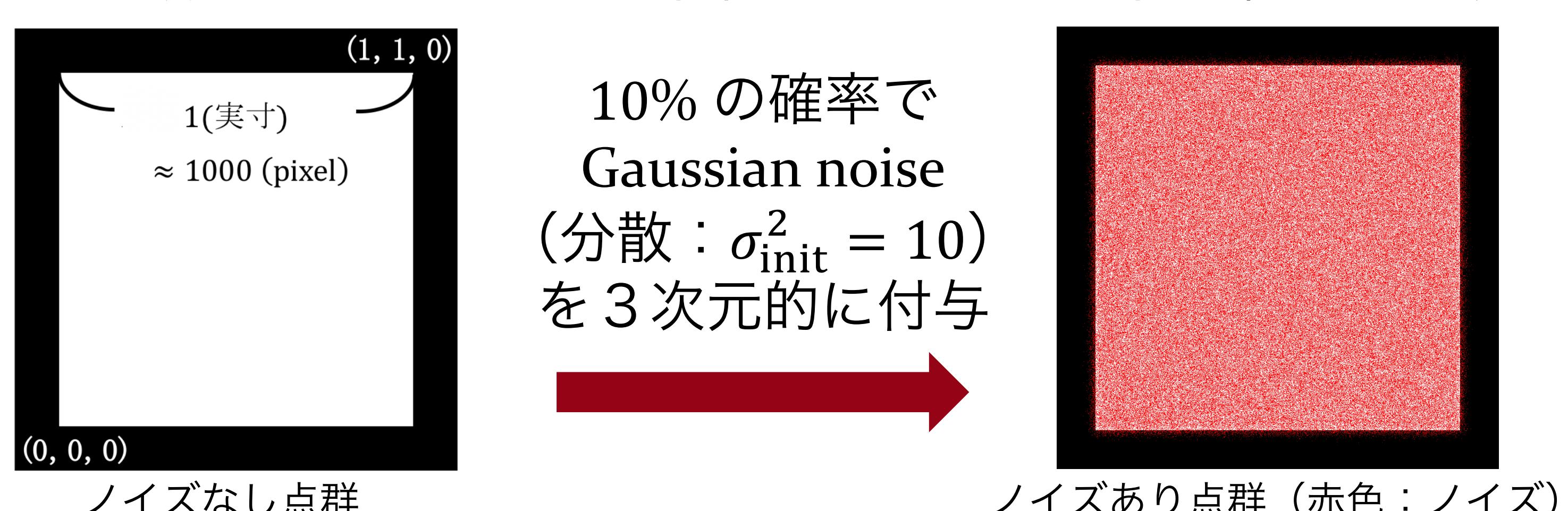
- 対応するピクセルごとに輝度値を平均
→ **解像度が低下しない**
- 大規模点群の**冗長性を画質向上に有効利用**



[1] S. Tanaka, K. Hasegawa, N. Okamoto, R. Umegaki, S. Wang, M. Uemura, A. Okamoto, and K. Koyamada, "See-Through Imaging of Laser-scanned 3D Cultural Heritage Objects based on Stochastic Rendering of Large-Scale Point Clouds," ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume III-5, 2016, pp.73-80, 2016.

4. ノイズ平滑化

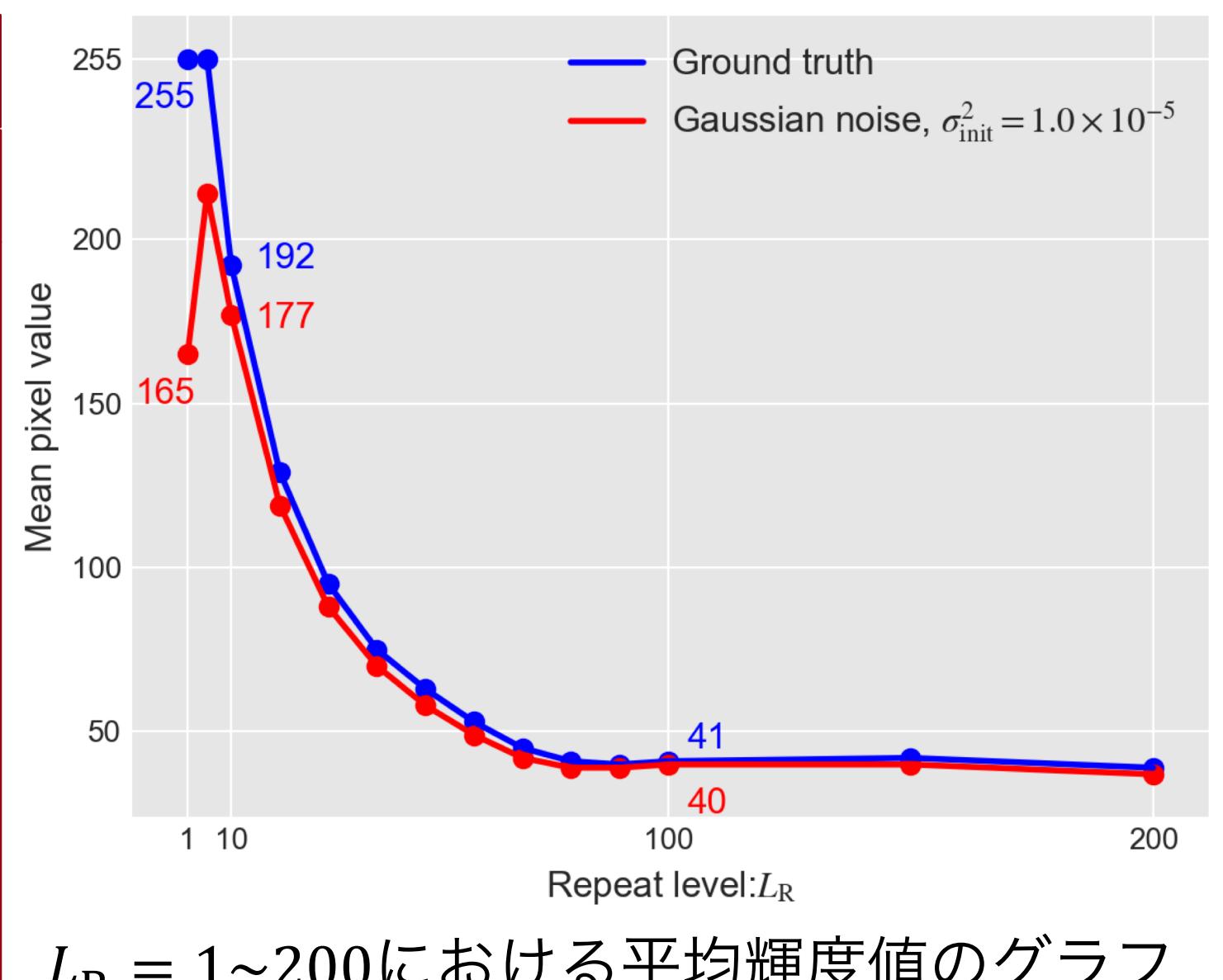
- 確率的ポイントレンダリングによる**ノイズ平滑化の定量評価**
- ノイズなし点群とノイズあり点群の2種類の点群を用意
- 2種類の点群から生成した平滑化画像に対して平均輝度値を計算



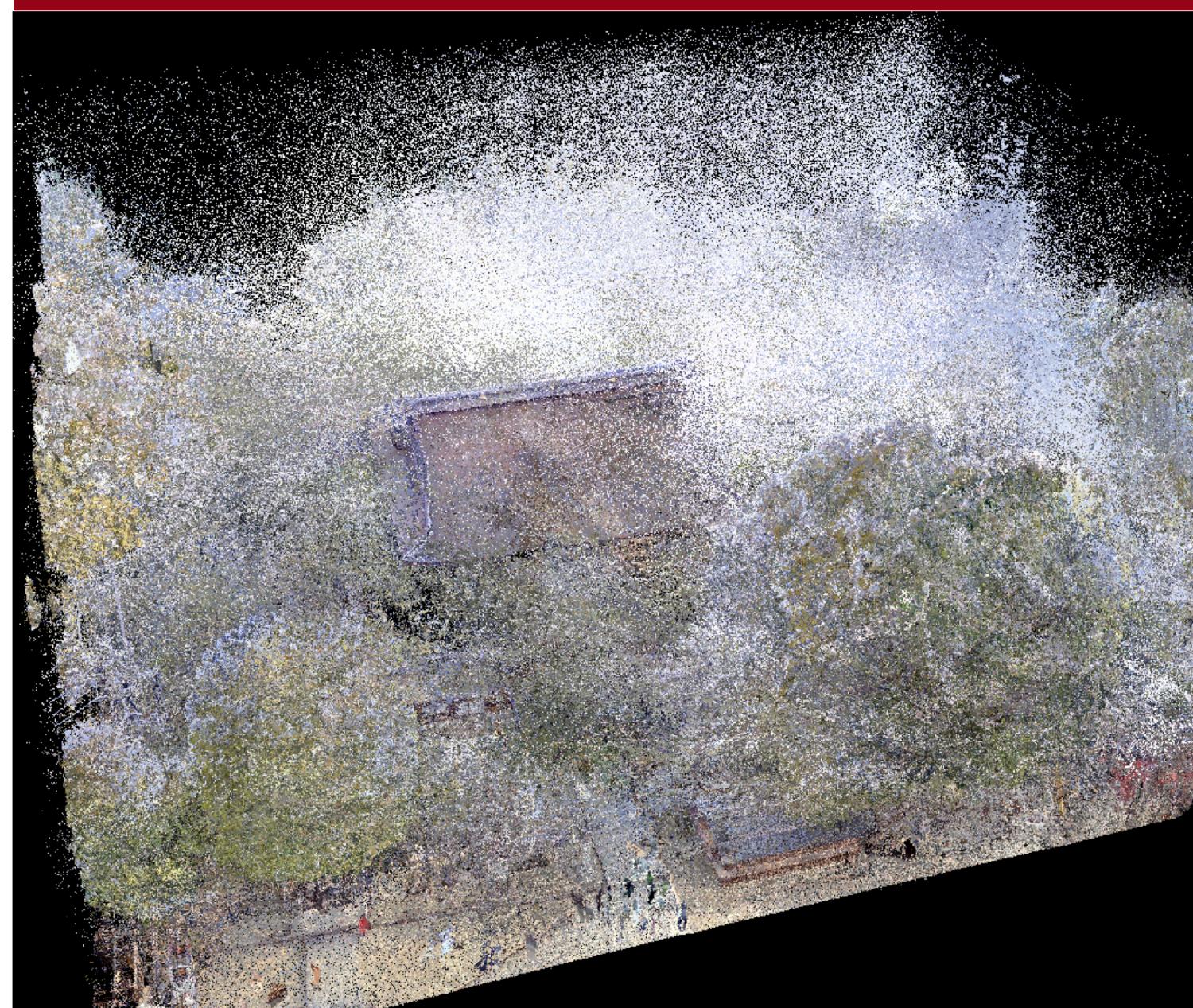
- 中心極限定理より**ノイズの分散 σ_{init}^2 は $1/L_R$ 倍に減少**

$$\text{- 減少した分散: } \sigma^2 = \frac{\sigma_{\text{init}}^2}{L_R}$$

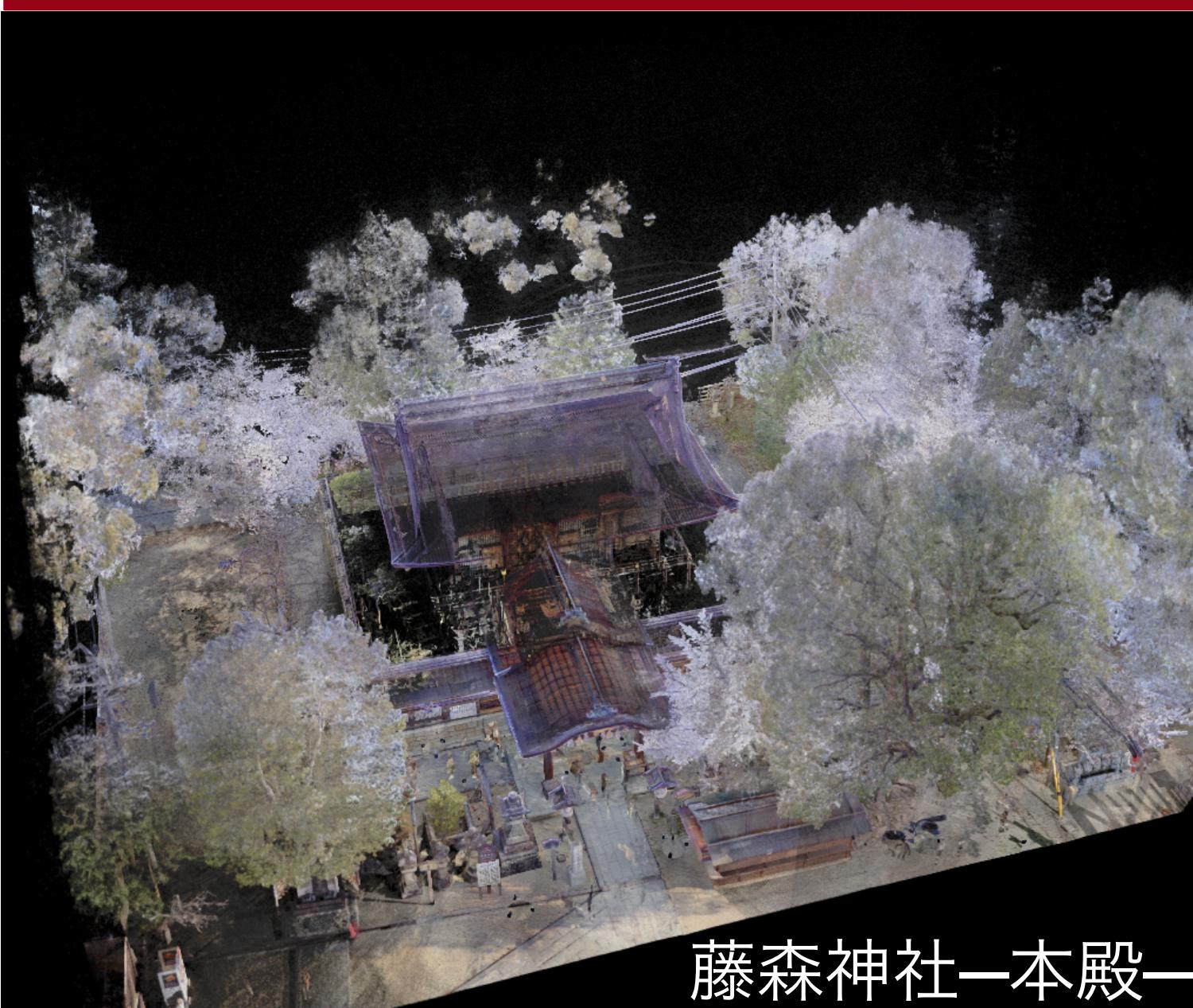
ノイズ平滑化条件	
最低条件	十分条件
$\sigma < 1(\text{pixel})$	$\sigma < 0.3(\text{pixel})$
$\sigma^2 < 1$	$\sigma^2 < 0.09$
$\frac{\sigma_{\text{init}}^2}{L_R} < 1$	$\frac{\sigma_{\text{init}}^2}{L_R} < \frac{9}{100}$
$L_R > 10$	$L_R > 100$



ノイズ平滑化前 ($L_R = 1$)

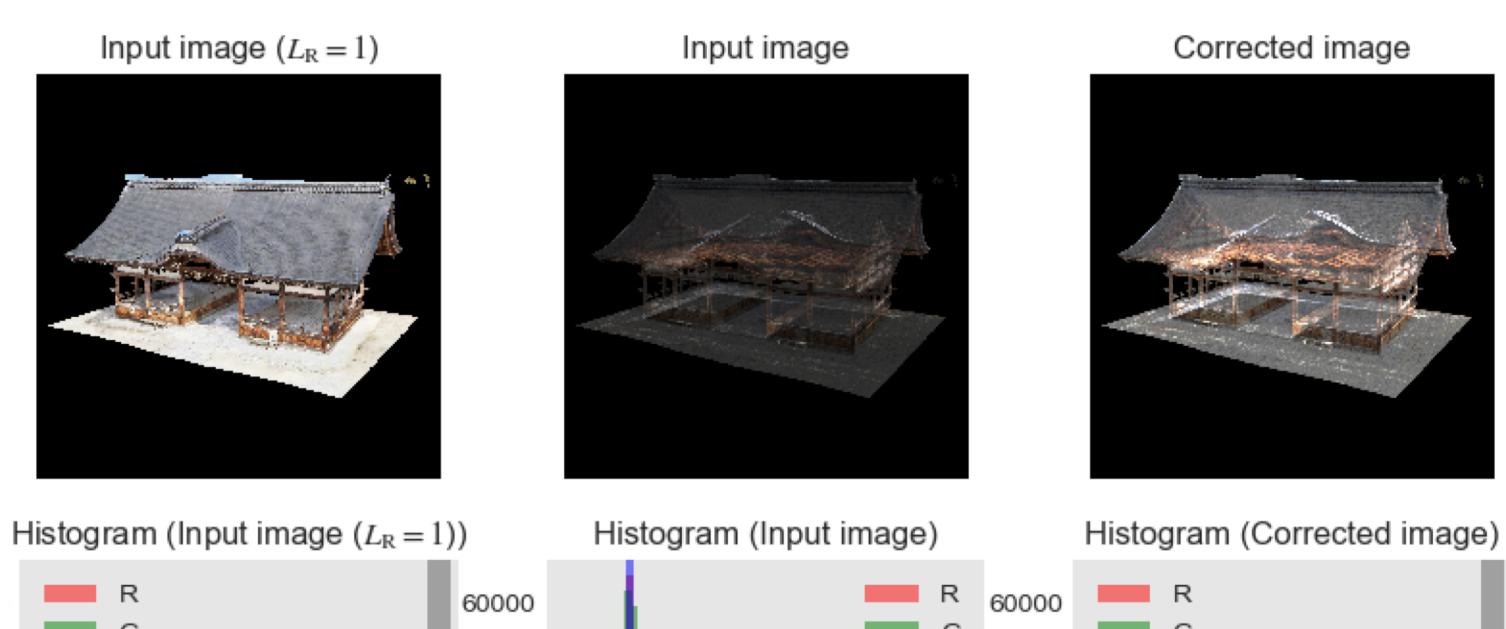


ノイズ平滑化後 ($L_R = 100$)

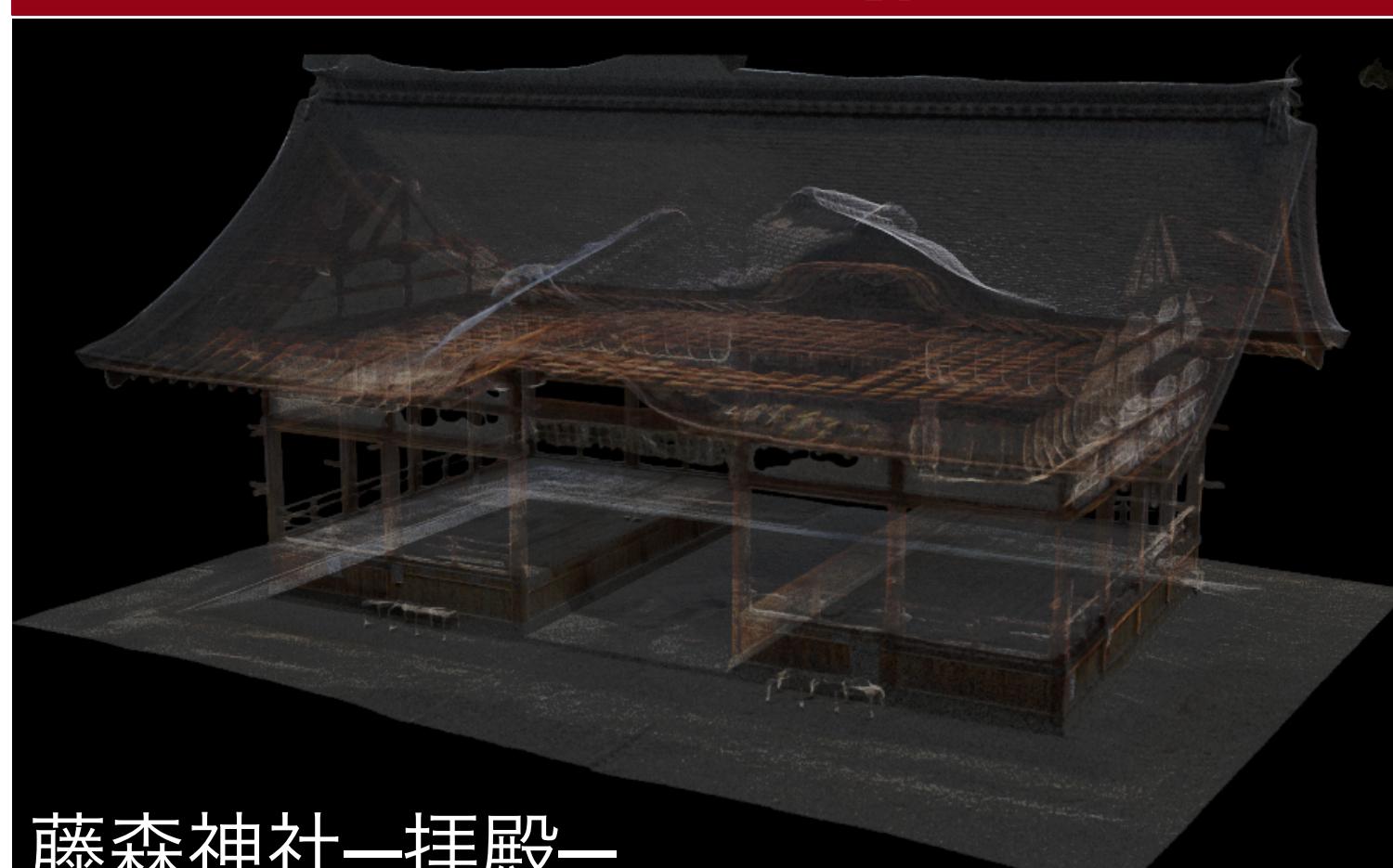


5. 輝度値補正

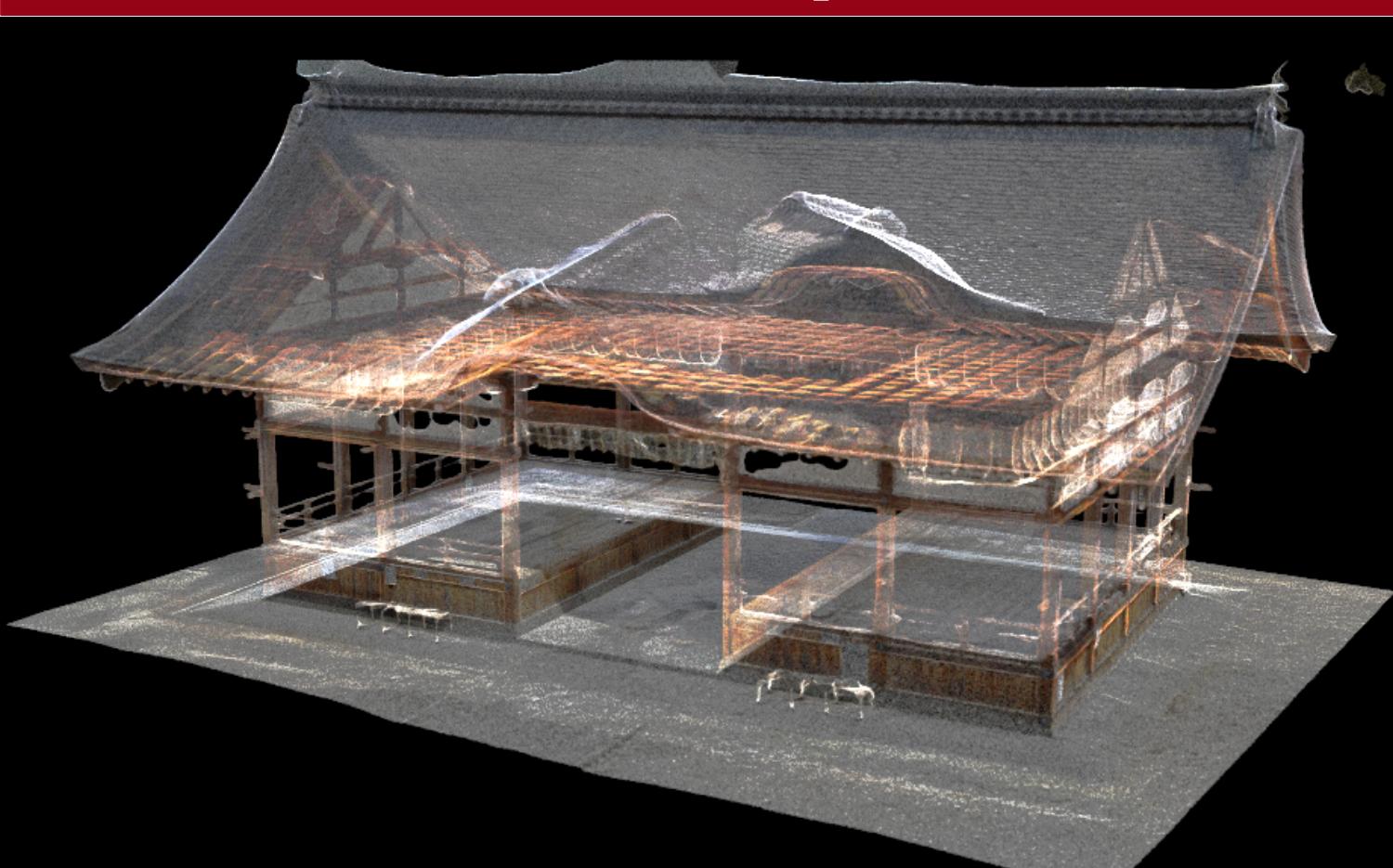
- 平滑化効果によって視認性が低下することがある（下図左）
 - 画像の輝度値を増大することで**視認性を向上させる**
- STEP 1 : $L_R = 1$ の画像に対して最大輝度値から 1% の輝度値を特定
- STEP 2 : 入力画像に対して STEP1 で特定した輝度値以上のピクセルの割合が 1% になる p を決定
- STEP 3 : 入力画像に対して RGB 各輝度値を p 倍することで補正



輝度値補正前 ($L_R = 100$)



輝度値補正後 ($p = 2.51$)



6. まとめ

- 確率的ポイントレンダリングによるノイズ平滑化を実証
- 視認性を向上させる輝度値補正の手法を提案
- ノイズが含まれた大規模3次元点群を対象として**高精細かつ高視認性を満たす透視可視化手法を実現**