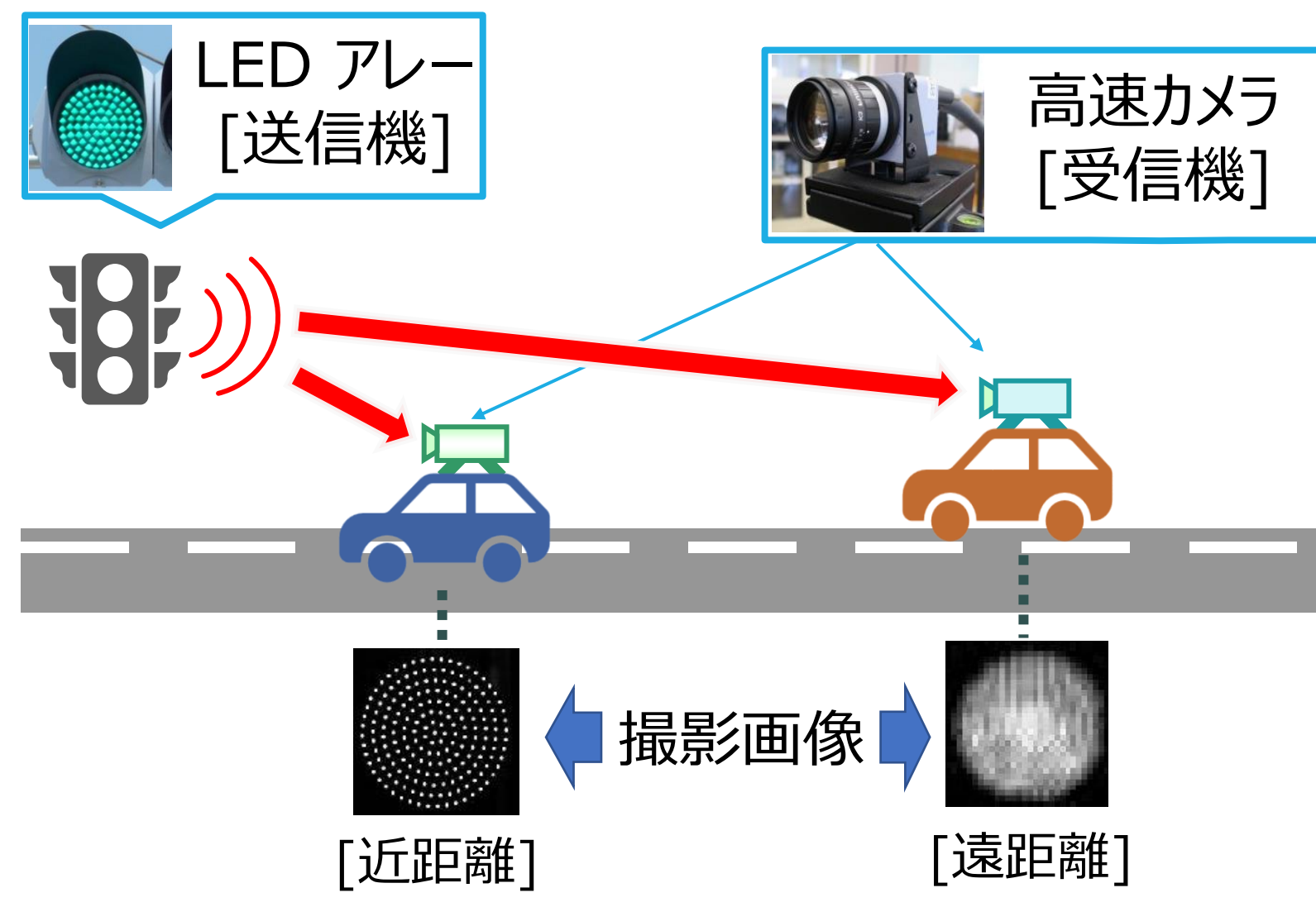


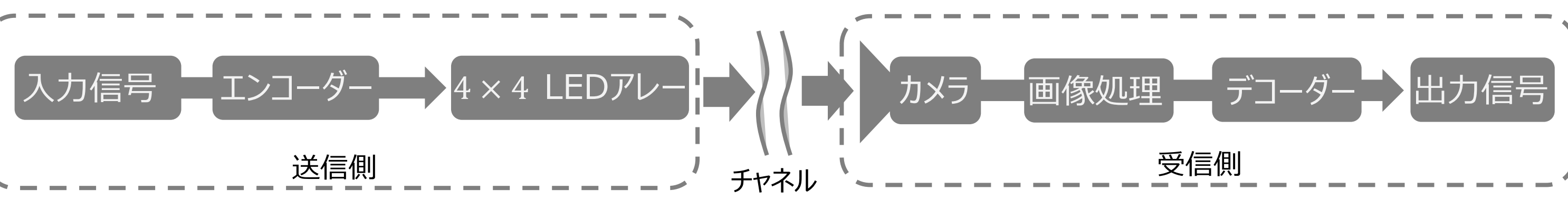
研究背景

- 送信デバイス: LED
高いエネルギー効率, 長寿命.
- 受信デバイス: イメージセンサ
外乱や干渉に極めて強い.

欠点:
距離等が原因で撮影画像のピクセル数の減少やピントのズレなど問題がある.



通信システムモデル



送信側
1. On-Off-Keying (OOK) された入力信号をLEDの点滅により送信する.

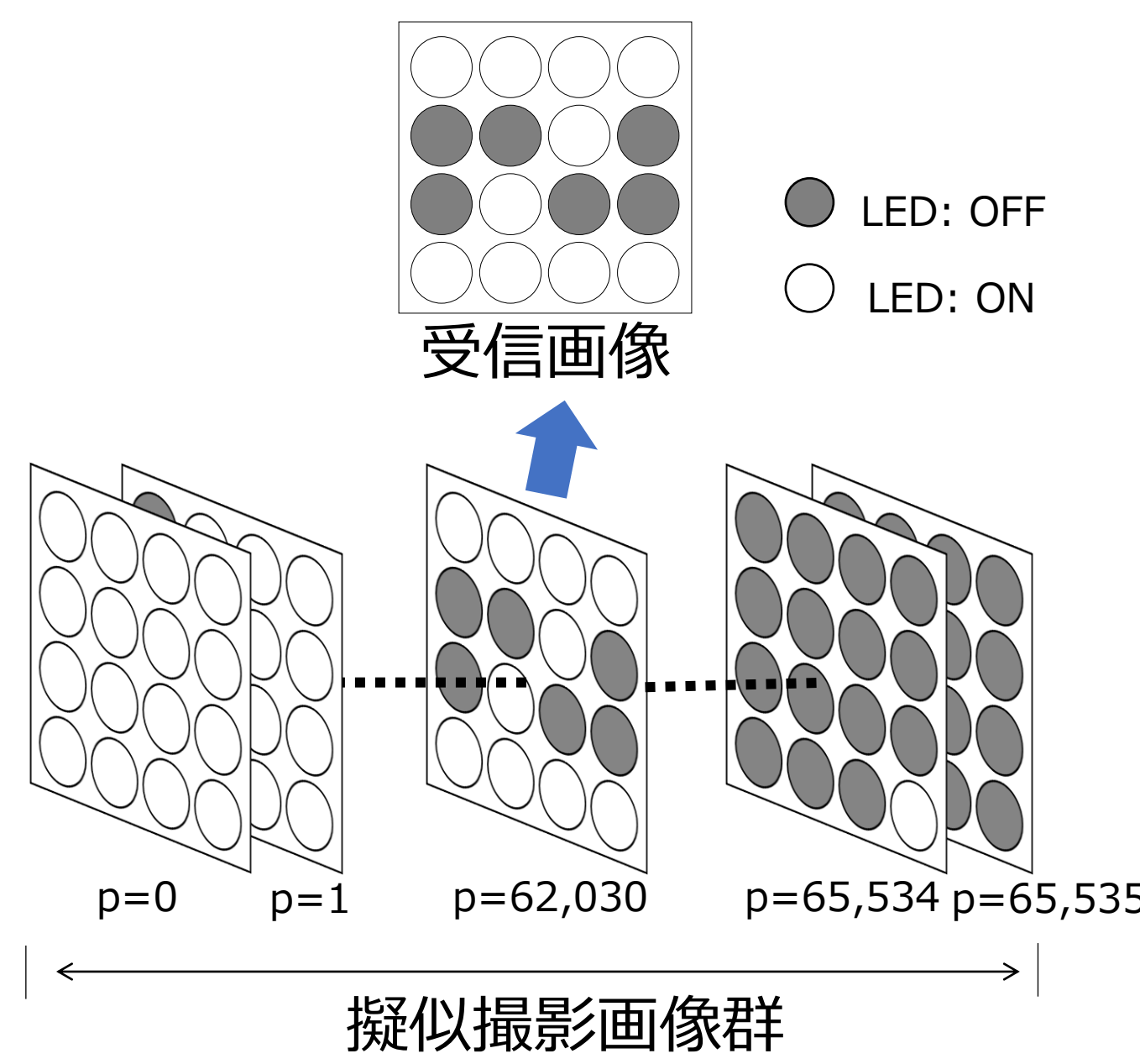
受信側
1. カメラでLEDの点滅を撮影する.
2. 画像処理部にてLEDの位置を判定し, 各LEDの輝度値を抽出する.
3. デコーダにて抽出した輝度を用いてデータを復調する.

先行研究

最尤推定法^{[1][2]}

擬似撮影画像群から受信画像と最も近似する1枚を取り出す復調方法である.

- 優れた復調性能
なり得る全ての点滅パターンと比較するため, 復調精度が極めて高い.
- 膨大な計算量
LEDの数が増えることにより, 作成される擬似撮影画像も指数関数的に増加してしまう.



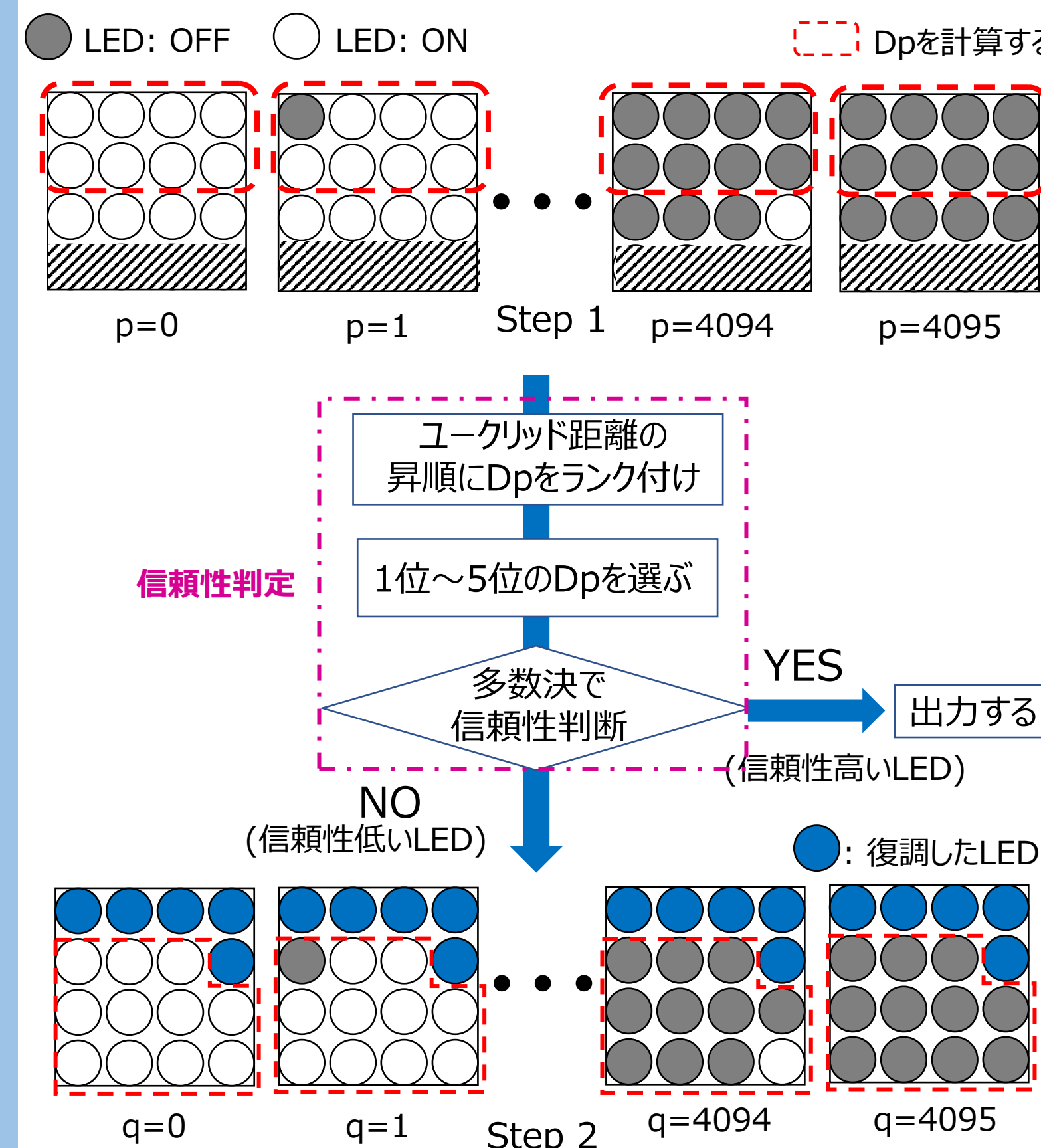
最尤推定法の分割型復調法^[3]

受信画像上のLEDアレー部分を二つに分けて, 最尤推定を逐次的に復調する.

- 少ない計算量
擬似撮影画像の総数を減らすため, 計算量を大幅に削減した.
- 復調性能の低下
最尤推定の性能を得るまでには至らなかった.

目的 最尤推定法の計算量を大幅に削減しつつ, ほぼ同じ復調性能を持つこと.
手法 最尤推定法の分割型復調法での信頼性判断手法に多数決判定を導入し, 復調性能をさらに向上させる.

提案手法



復調の流れ

- 上側3×4LEDを注目し, 擬似撮影画像を作成する.
- 擬似撮影画像と受信画像の上側2×4LEDのユークリッド距離 D_p を計算する.
- 距離 D_p の昇順に上位5位の擬似撮影画像を選んで多数決を導入した信頼性判断を行う.
- 信頼性が高いと判断したLEDはstep1に復調したデータで出力する.
- 信頼性が低いと判断したLEDは, 下側2×4LEDと一緒に最尤推定を行い, 復調する.

多数決判定基準

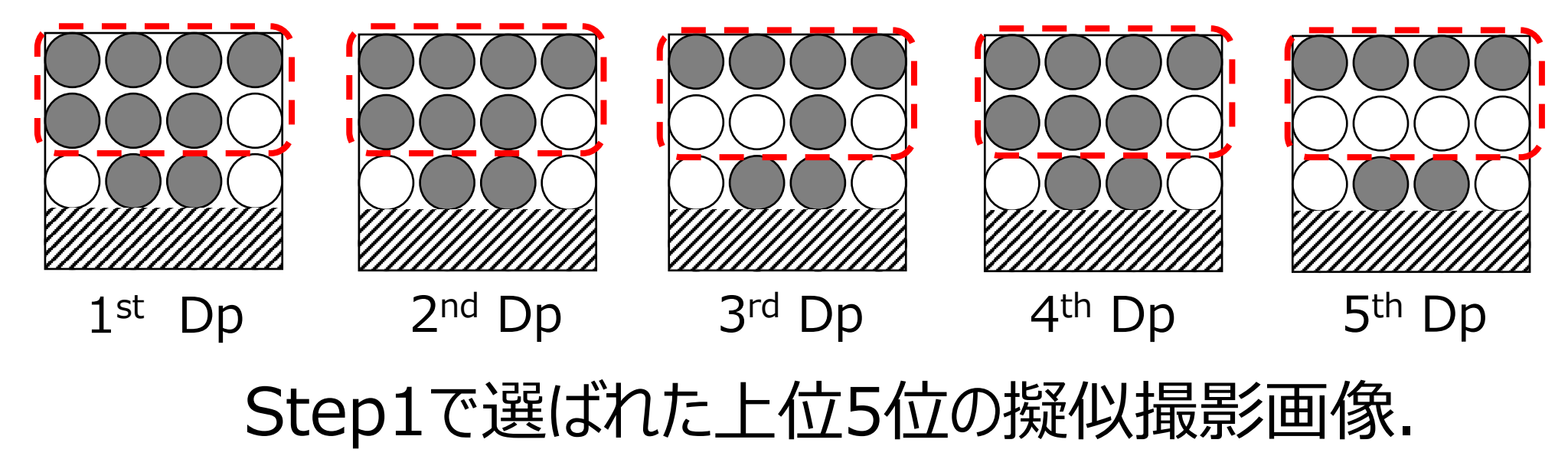


表1: 上側2×4LED信頼性判断.

	LED(0, 0)	LED(0, 1)	LED(0, 2)	LED(0, 3)	LED(1, 0)	LED(1, 1)	LED(1, 2)	LED(1, 3)
1st Dp	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
2nd Dp	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
3rd Dp	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON
4th Dp	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
5th Dp	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
信頼性	高い	高い	高い	高い	低い	低い	低い	高い

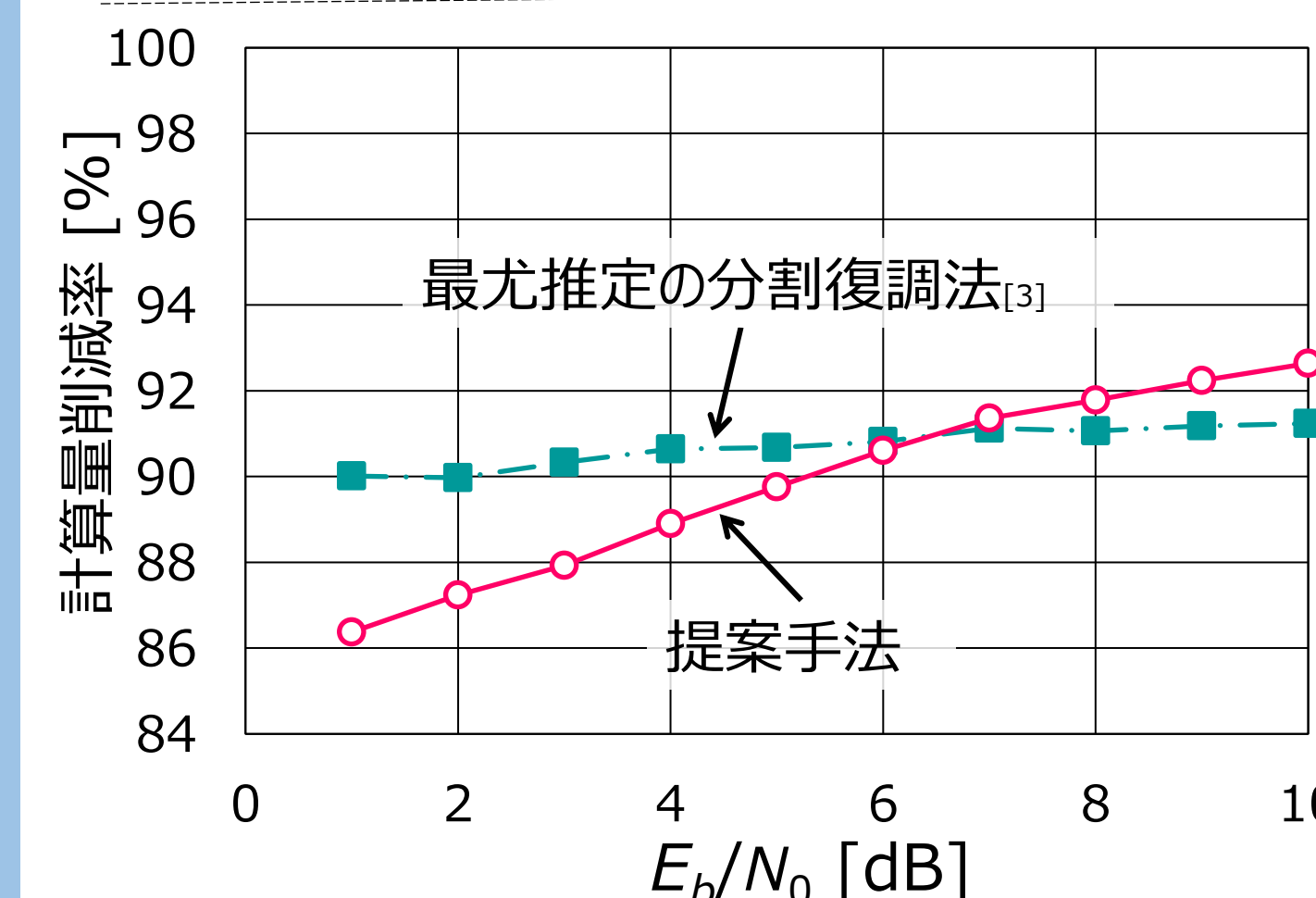
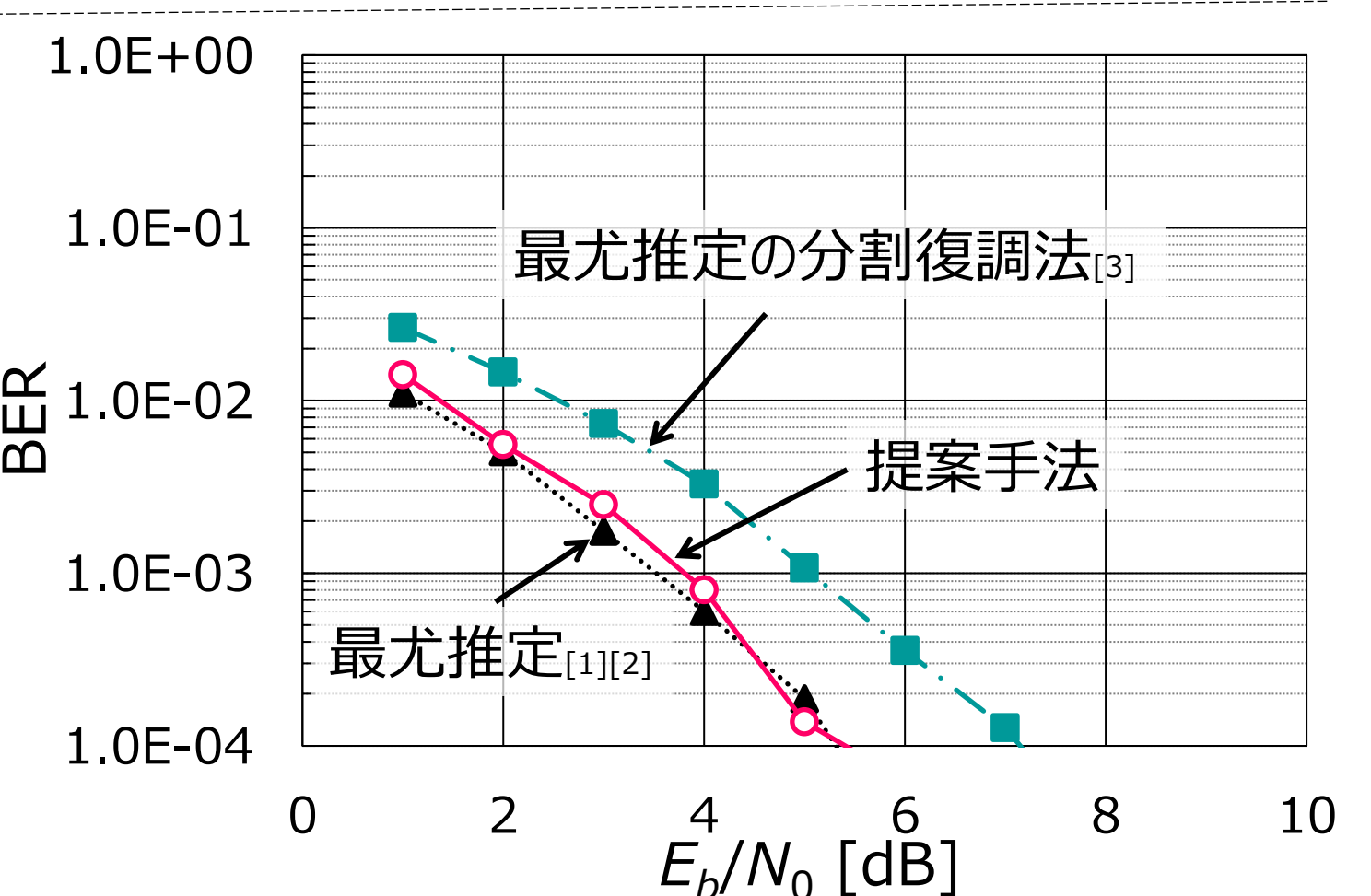
シミュレーション結果

表2: シミュレーション諸元.

LED数	16 (4×4 LED アレー)
変調方法	On-Off-keying(OOK)
ガウシアンフィルタの分散	0.7
ノイズ	AWGN
E_b/N_0	1-10dB
試行回数	10,000

- コンピュータシミュレーションによって提案手法の性能を評価する.
- 送信機側のLEDが受信画像の1画素で捉えられと仮定し, 隣接するLEDとの画像による隙間はないものとする.
- 信頼性判断条件: 同じ位置にあるLEDの状態全てがONまたはOFFの時に信頼性が高いと設定する.

- BER特性グラフから分かるように, 提案手法は最尤推定とほぼ一致していることから, 本シミュレーション条件下において提案手法は最尤推定とほぼ同一の性能を有することが確認できた.



- 計算量削減率に注目すると, 提案手法は雑音が大きくなるにつれて, 計算量削減率が徐々に減少する.
- しかしながら, 提案手法の計算量削減率は86~93%の間を推移しており, 十分に削減率は高いと言える.

[1] 大平祐生, 荒井伸太郎, 圓道知博, 何 迪, "イメージセンサ型路車間可視光通信における擬似点滅パターン画像に基づいた劣化画像からの信号復調手法の一検討," 信学技報, vol.115, no.365, ITS2015-16, pp.31-35, 2015年12月.
[2] S. Arai, H. Matsushita, Y. Ohira, T. Yendo, D. He, and T. Yamazato, "Maximum Likelihood Decoding Based on Pseudo-Captured Image Templates for Image Sensor Communication," NOLTA, IEICE, vol.10, no.2, pp.173-189, Apr. 2019.
[3] Z. Tang, S. Arai, and T. Yendo, "A Study on Image Division Approach for Signal Demodulation Method Incorporating Reliability Determination in Image-Sensor-Based Visible Light Communication," Proc. NCSP'18, pp.399-402, Mar. 2018.