

エラートレランスを指向した論理・システム最適化設計の実用化

広島市立大学 情報科学研究科 情報工学専攻
ディペンダブルコンピューティング研究グループ

市原 英行

1. 目的

アプリケーションの誤りに対する許容性（エラートレランス）を考慮することで、従来の設計法では実現できなかった論理やシステムの最適化を実現します。

- 最適化の方向を変えることで、様々な効果が期待できます！

2. エラートレラントアプリケーションとは？

エラー(誤差)が外部に伝わっても支障がないサービス、機能のことです。以下のようなものがあります。

(1) 人間の知覚を対象とするもの

- 動画像処理
- 音声処理 など

(2) ベストエフォート(最善努力型)なもの

- プロセッサの分岐予測
- 低消費電力化機構
- ネットワーク通信
- 動画像圧縮転送 など

(3) 近似解が主目的であるもの

- 機械学習／ニューラルネットワーク
- モンテカルロシミュレーション など

(4) 制御系

- フィードバック制御（外乱に強い）



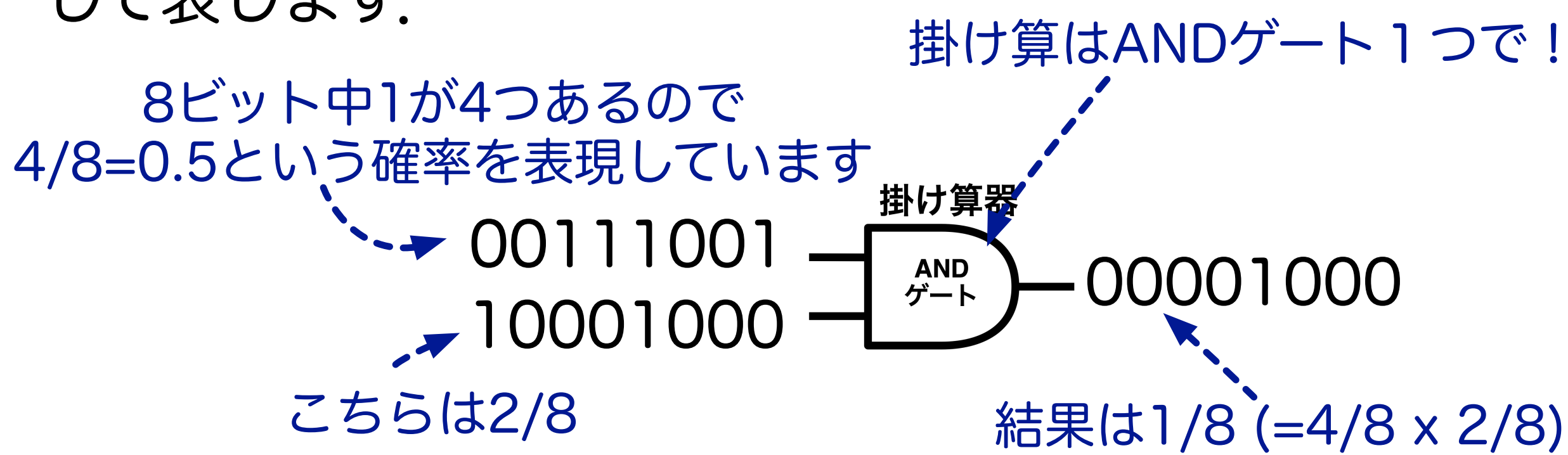
エラーなし

(1) の例です。
違いがわかりますか？

エラーあり

4. 例2：確率計算による耐故障化

ストカスティックコンピューティングとは、確率的に計算を行う演算手法です。数値はビット系列（ストカスティック数）で確率として表します。



youtubeの
「2分でわかる」
解説もあります！

この演算手法に従って、回路を設計します。

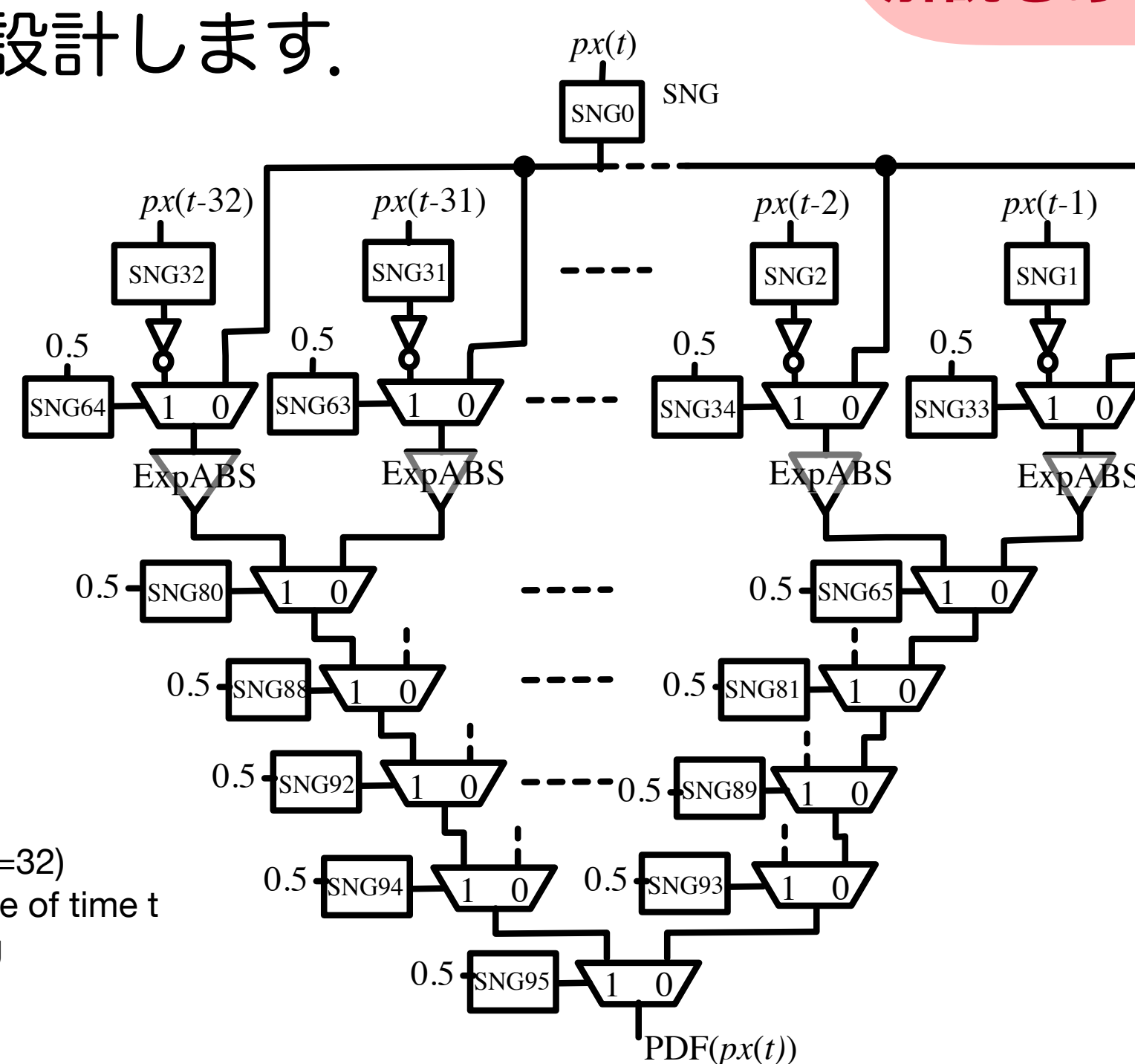
例：動画で動きがあるところを
検出する回路です。
(人が歩いている動画から
人だけ検出)



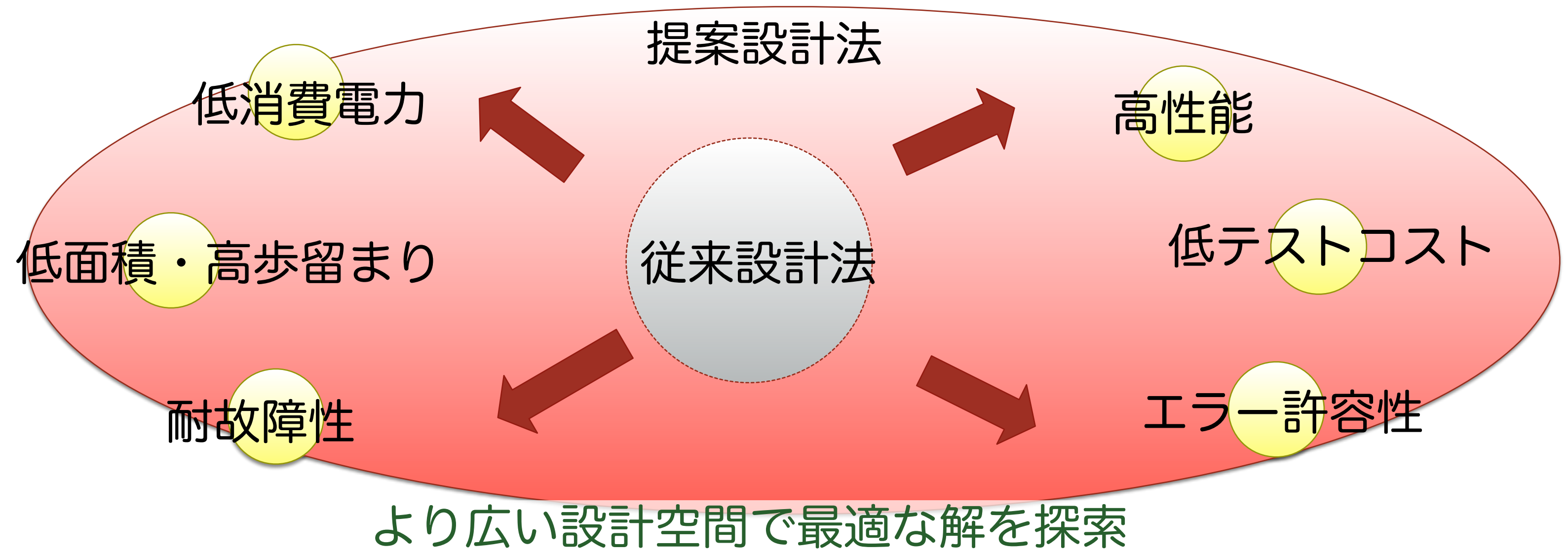
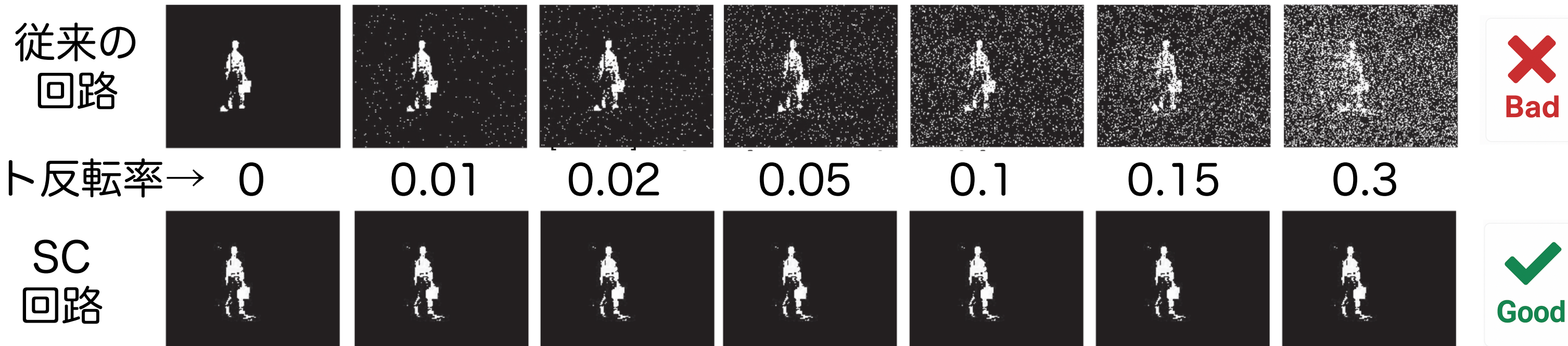
Original Image

$$PDF(X_t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-4|X_t - X_{t-i}|}$$

- 32 frames (n=32)
- X_t : pixel value of time t
- Thresholding

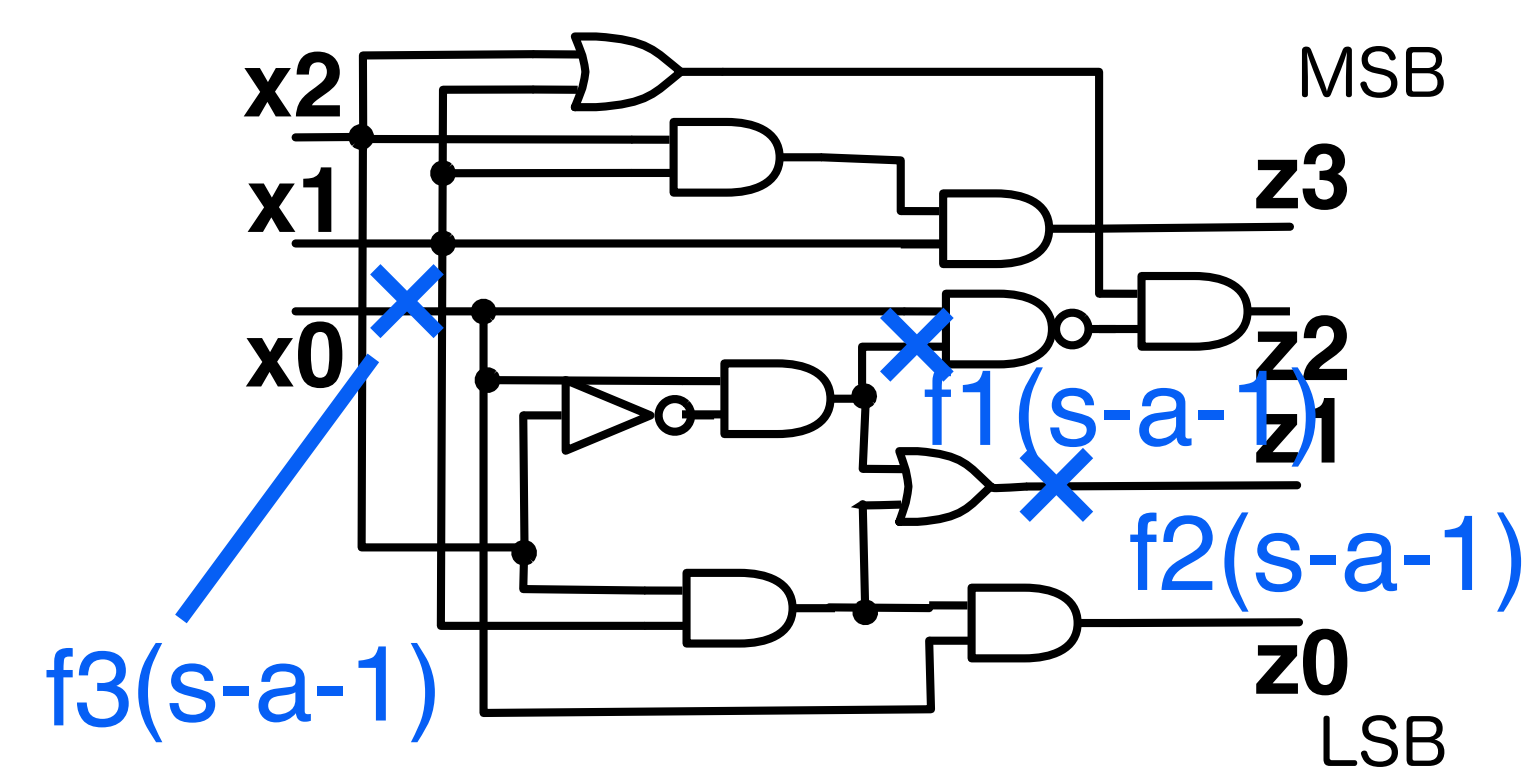


ストカスティックコンピューティング (SC) を使った回路だと、ノイズが多い環境（ビット反転率が高い環境）でも正しく動きを検出できます。



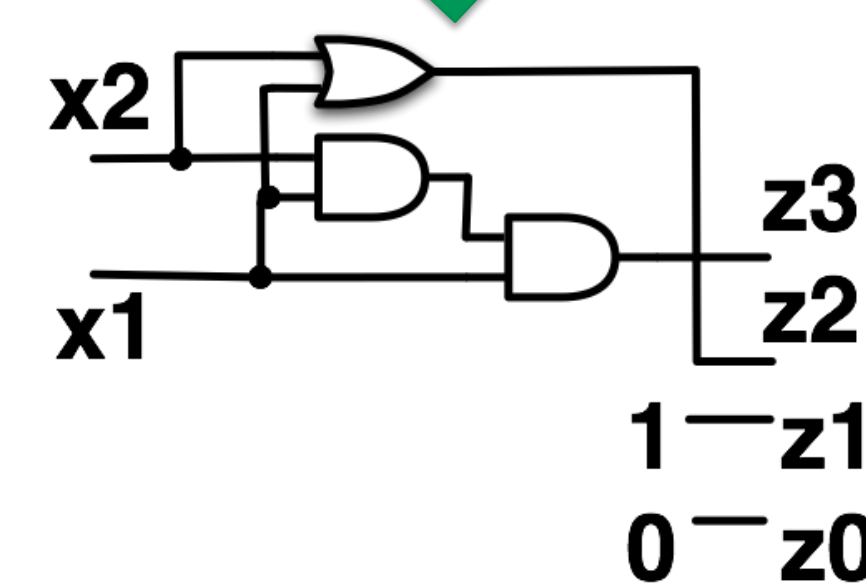
3. 例1：故障の許容性に基づく論理回路簡単化

回路の許容性を故障の許容性として表現し、回路を簡単化（最適化）します



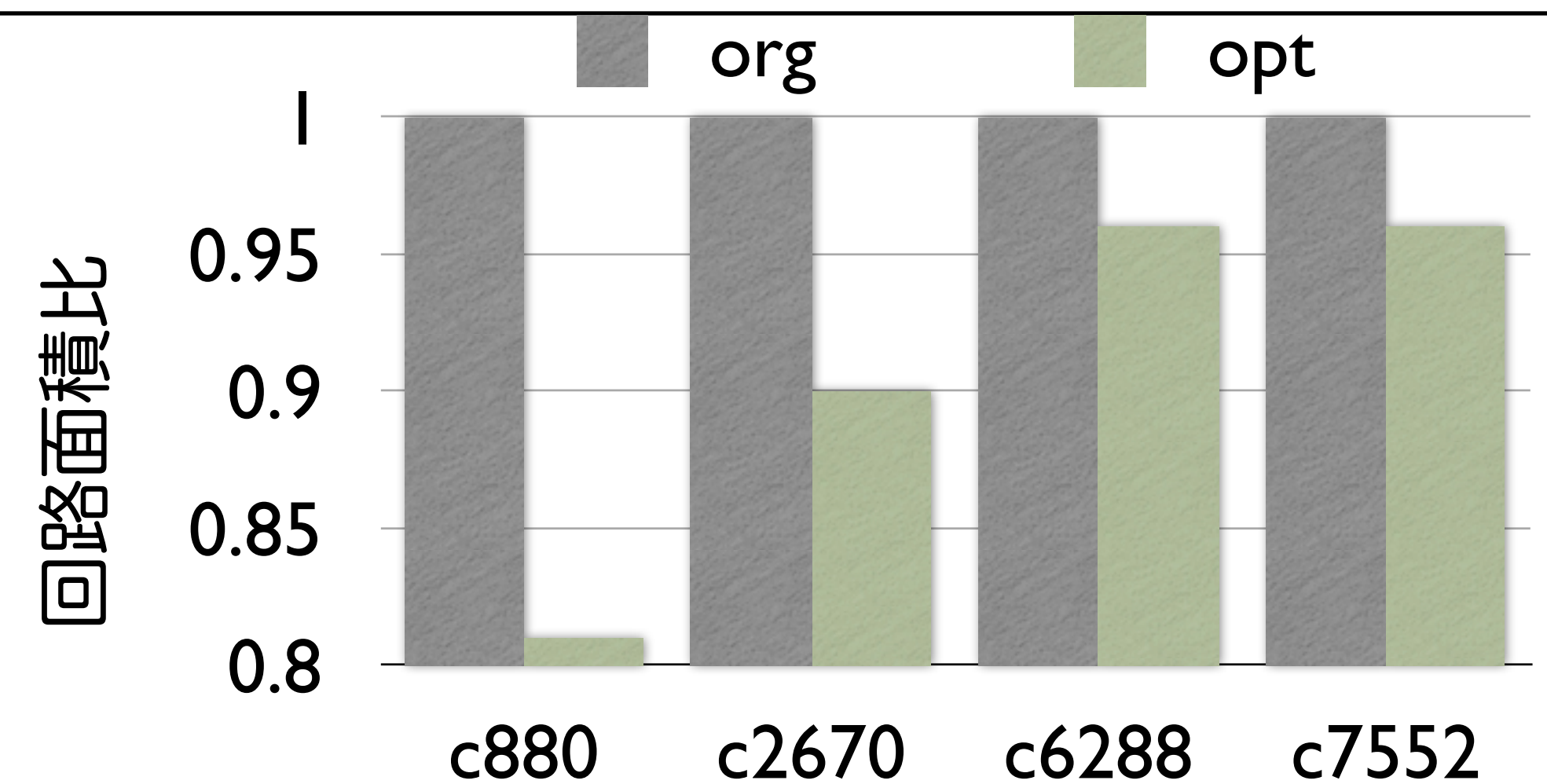
許される故障を探します。
例：この3つの故障（縮退故障）があっても、回路の出力は高々±3の誤差しか含まないことがわかります。

等価な回路に変換します。



許容する誤差の範囲で
回路を簡単化（最適化）
できました。

ベンチマーク回路に対する実験結果（精度に対して3%の誤差）



誤差の範囲を指定するだけで、自動的に5～20%面積削減

Hideyuki Ichihara, Junpei Kamei, Tsuyoshi Iwagaki, Tomoo Inoue, "A practical approach for logic simplification based on fault acceptability for error tolerant application," Proc. 20th IEEE European Test Symposium (ETS '15), May 2015.

5. 企業の方との今後の展開

企業の方が対象としている各アプリケーションに合わせて、エラーの許容性に着目した設計法を一緒に模索したいです。

例えば...

2. エラートレラントアプリケーションとは？

- に示したようなアプリケーションを扱っていませんか？
- ベストエフォートで良いのに、やりすぎていませんか？
- 要求よりも過剰な能力をシステムに与えていませんか？
- 多少誤差があっても「誤動作を防ぎたい！」とか「消費電力を小さくしたい！」と思いませんか？
- ノイズが多い環境で誤動作に困っていませんか？

このような企業の方は是非ご相談ください。
市原英行 (ichihara@hiroshima-cu.ac.jp)

