

# ポストムーア時代を切り拓く設計検証技術

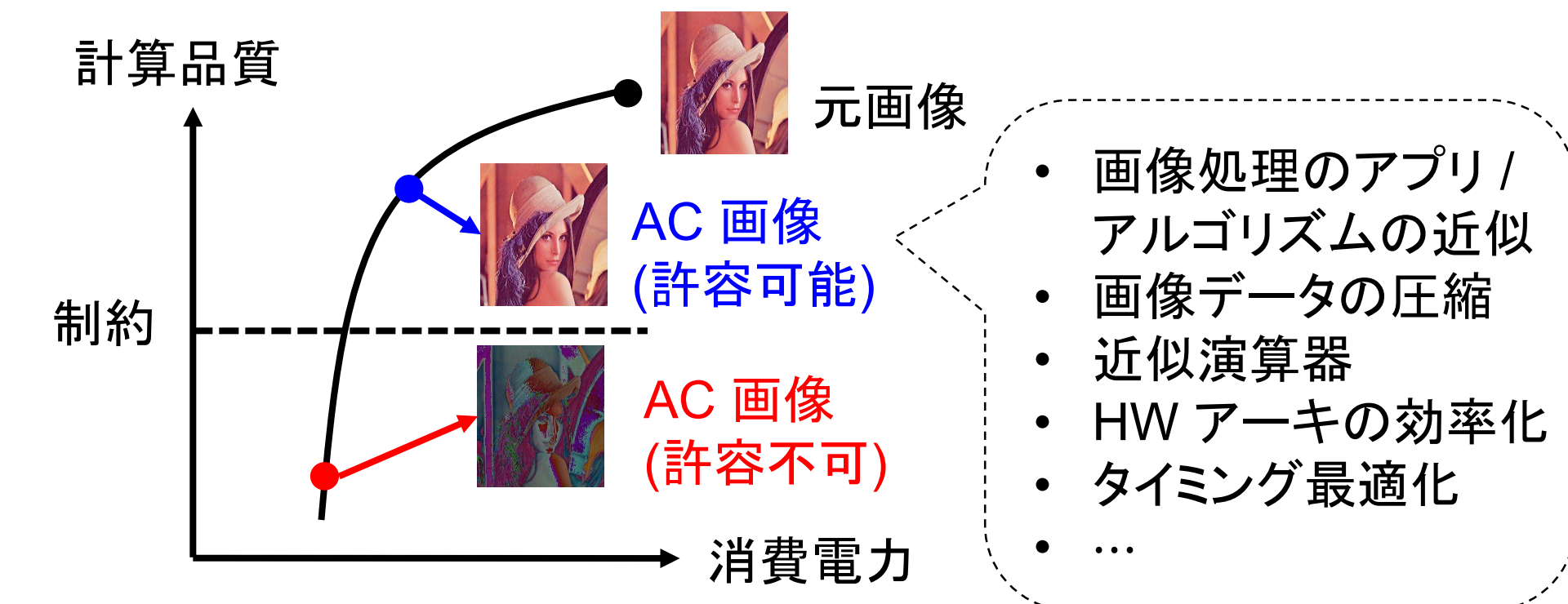
増田 豊 (名古屋大学 大学院情報学研究科)

## ムーアの法則とは源泉の異なる、新原理コンピューティングの開拓に挑戦!

### 近似コンピューティング (AC)

「品質」の制約下で、**計算方法を近似**  
 ・近似対象: SW から HW まで横断

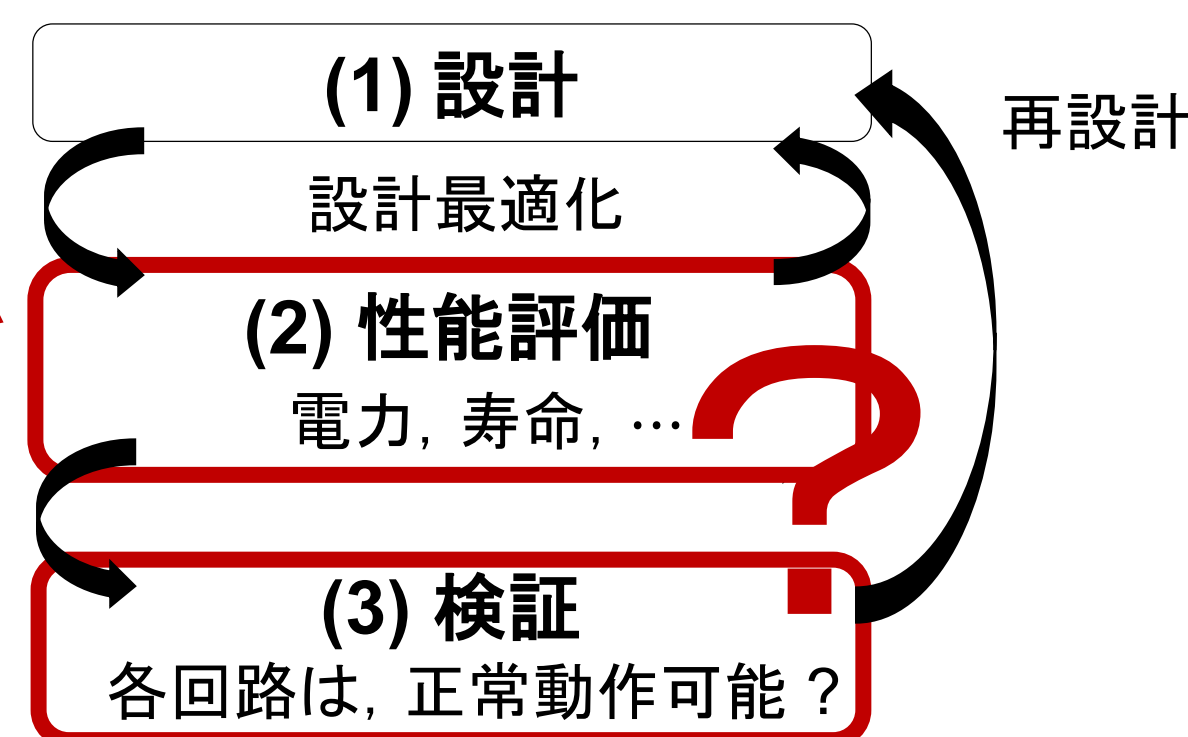
(例) AC + 画像処理



### 目的: AC 回路の設計検証技術の確立

・従来の CAD (Computer-Aided Design)  
 ✓HW 上の全パスが機能的・タイミング的に正しく動作する前提  
 → AC 回路にはそのまま適用できない

- 回路内の故障を、許容可能か判断する方法が未成熟
- 計算メカニズムのブラックボックス性 (例: 機械学習)

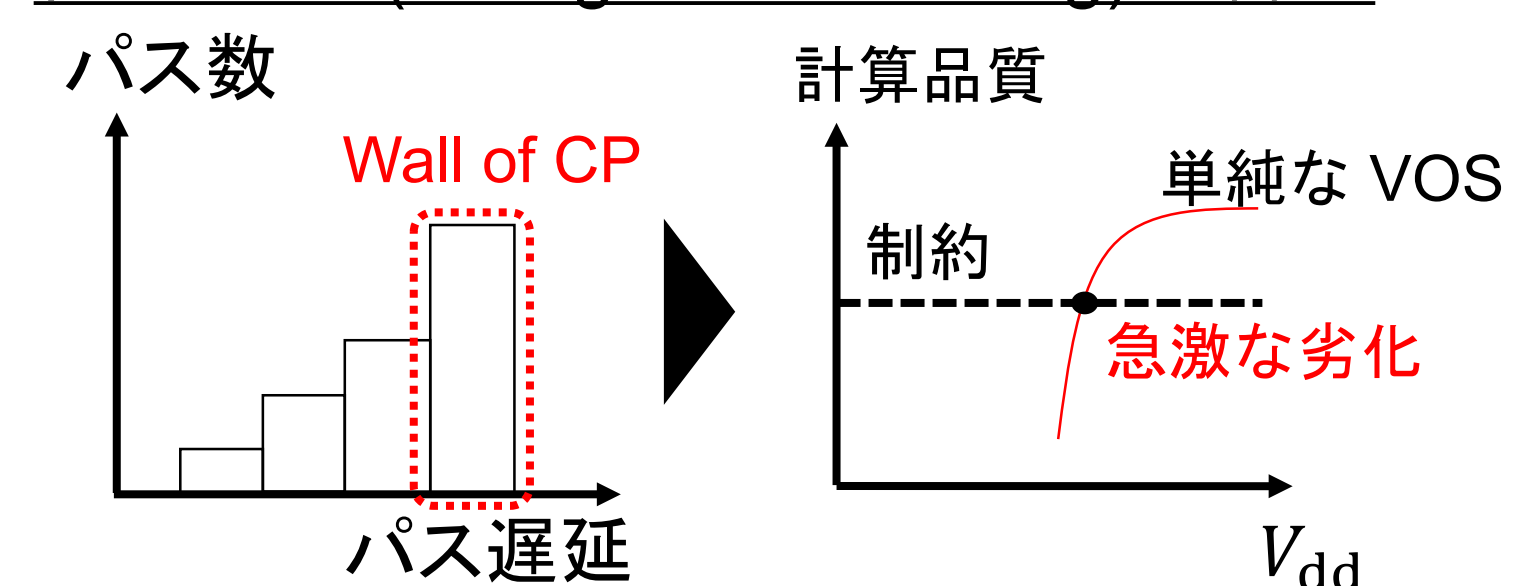


研究対象:  
**設計から検証まで一貫**

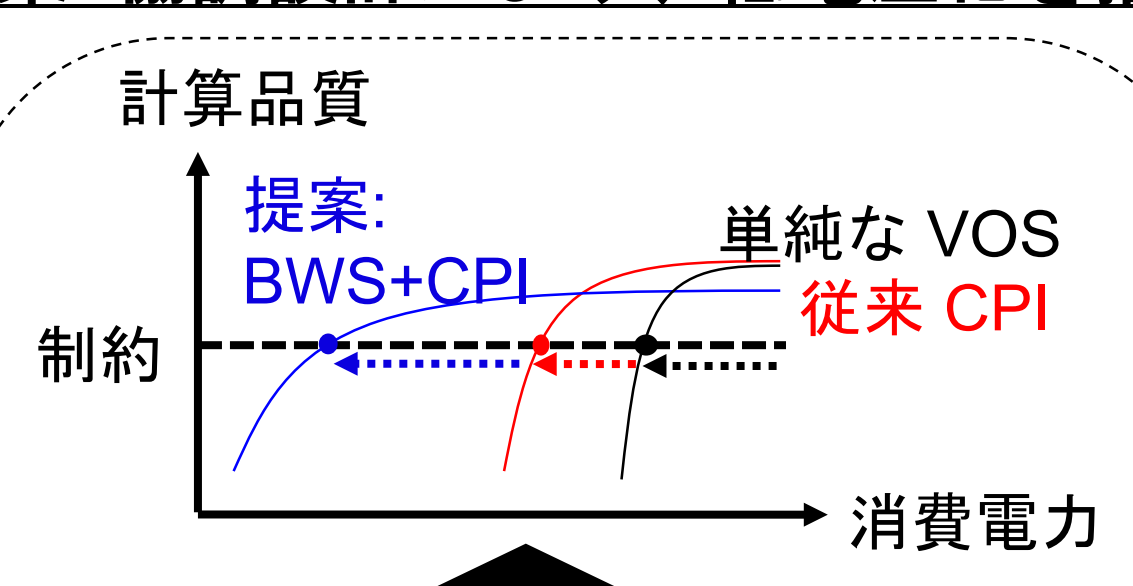
- AC の効率を高める **設計技術**
- AC 回路の **性能評価技術**、設計最適化への **還元法**
- 設計後 AC 回路の正当性を **検証する技術**

### AC 回路の省電力設計技術

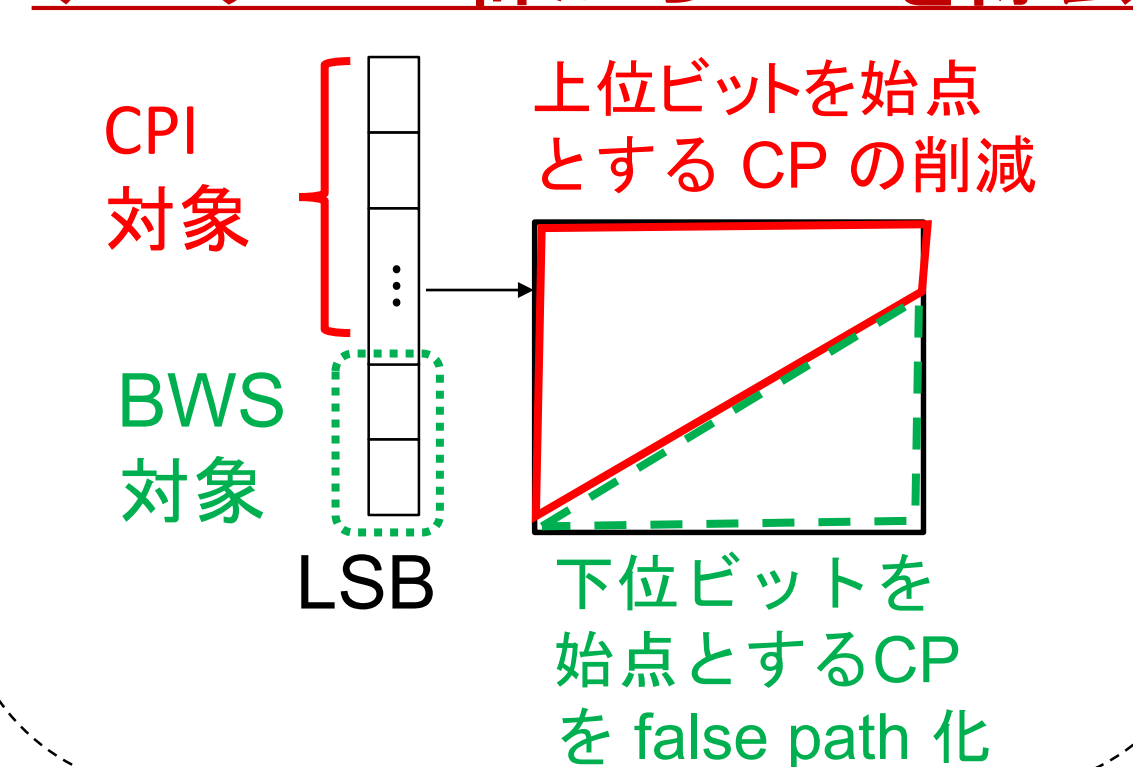
提案: BWS (ビット幅削減) と CPI (クリティカルパス・アイソレーション) の協調  
 従来 VOS (Voltage Over Scaling) の課題



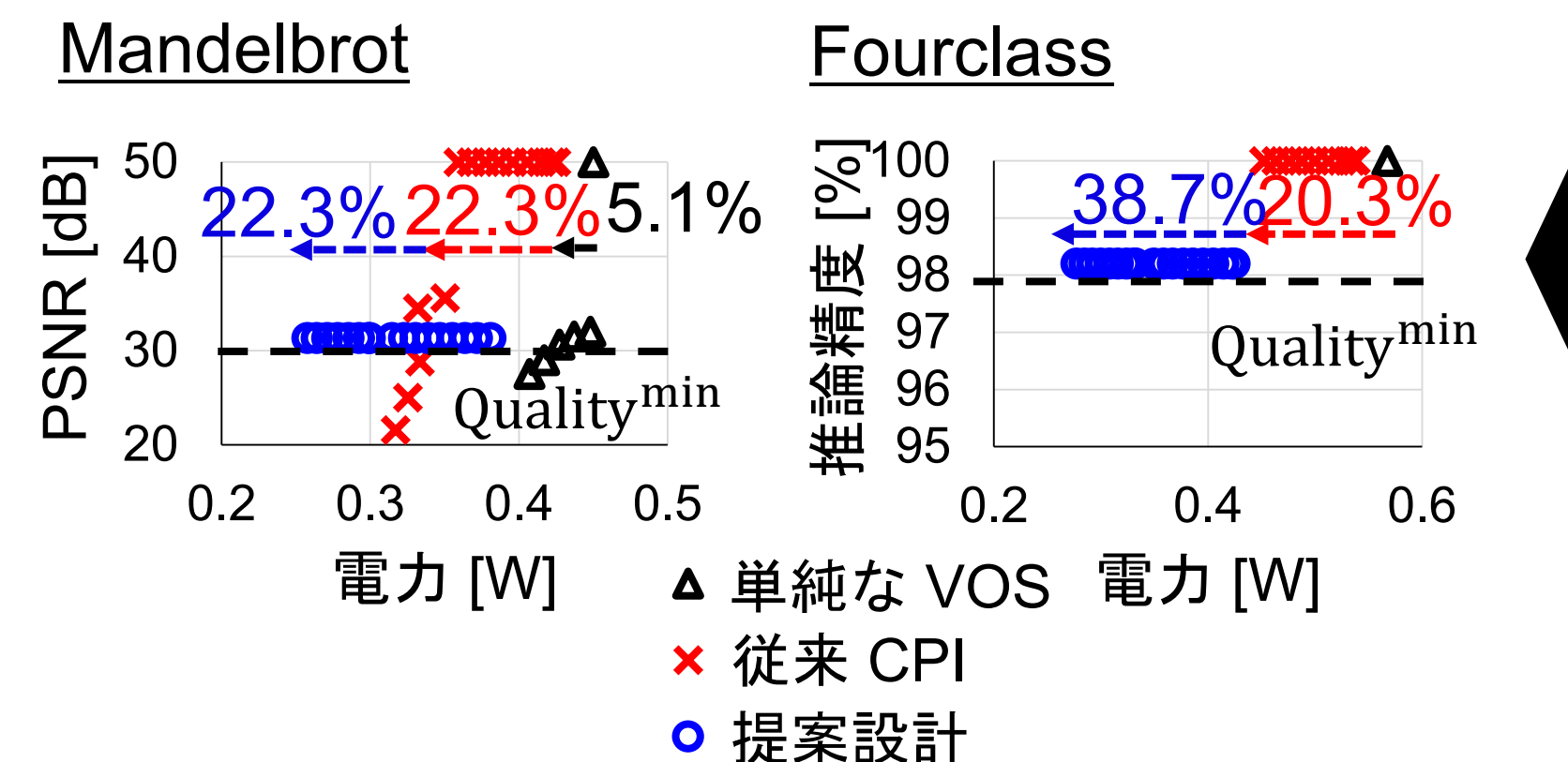
提案: 協調設計により、低電圧化を推進



#### データパス群から CP を除去

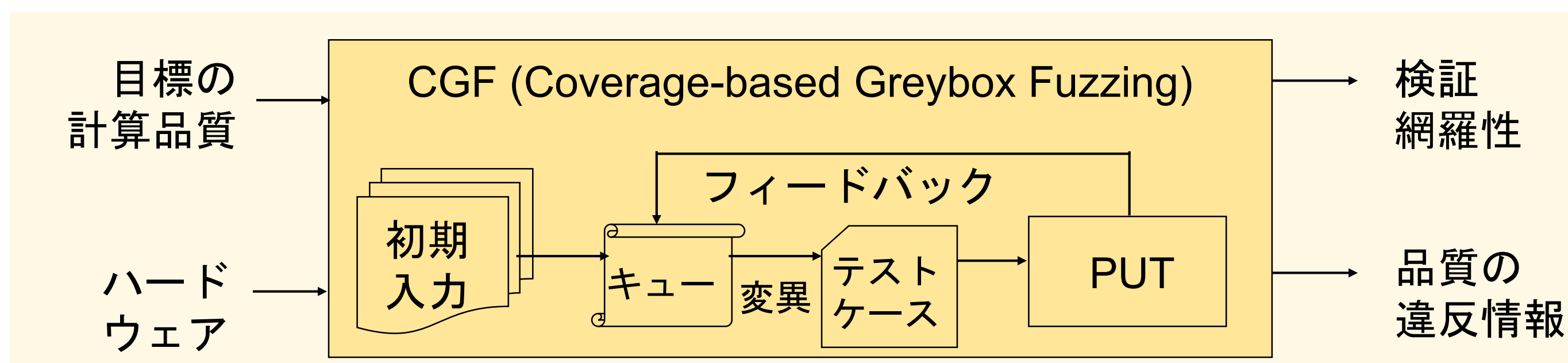


GPGPU プロセッサ: 最大 51.2% の省電力化



### AC 回路の検証技術

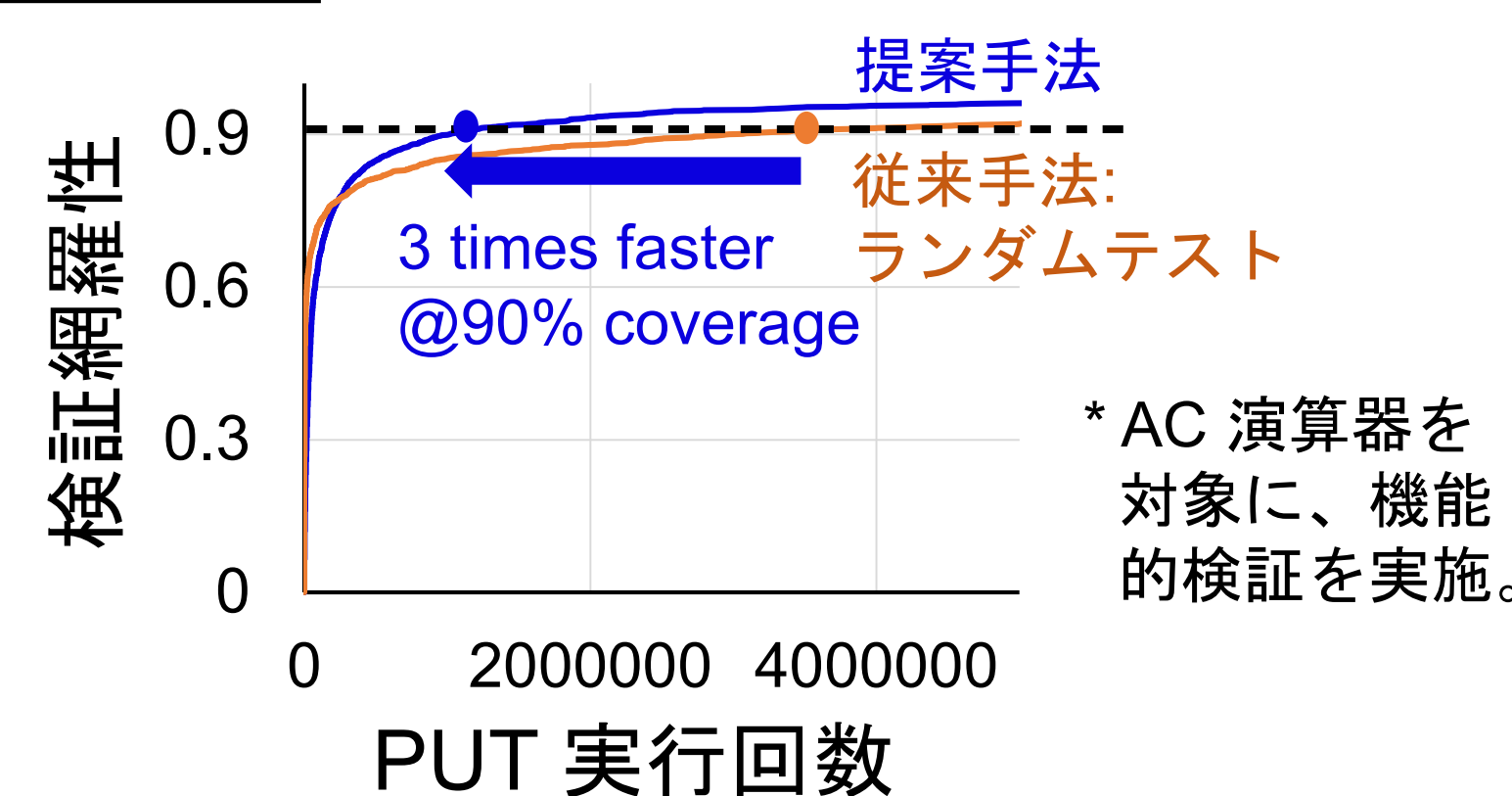
提案: ファジングを用いた検証技術



- ファジングの HW 記述言語への適用
- AC 回路の機能的検証
- AC 回路のタイミング検証

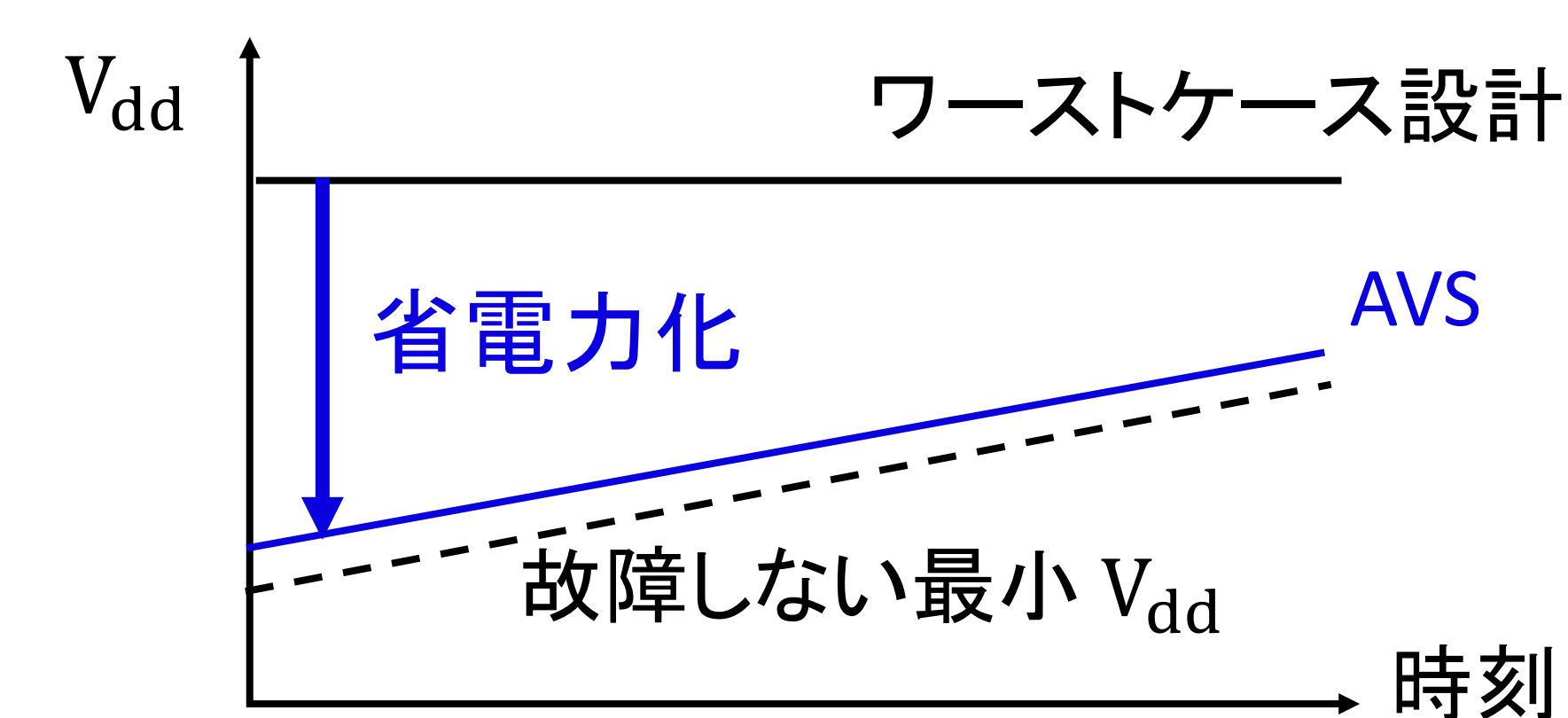
SW セキュリティ、HW 検証、アルゴリズムの技術を集約

予備実験\*



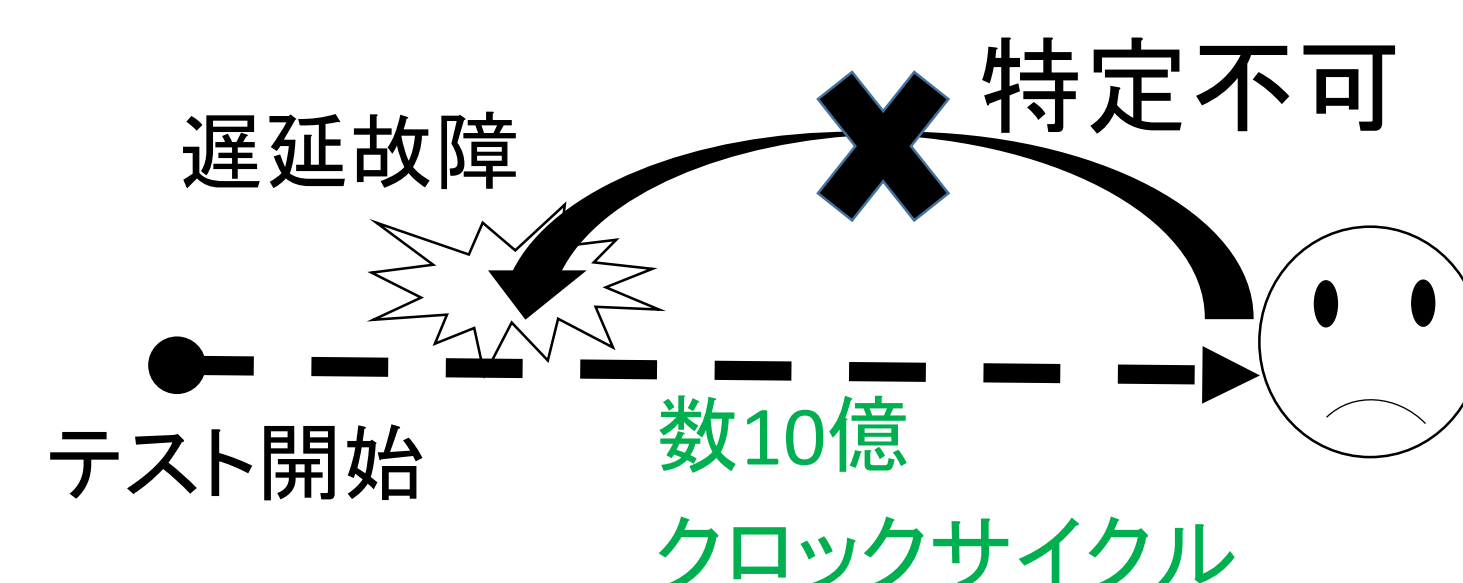
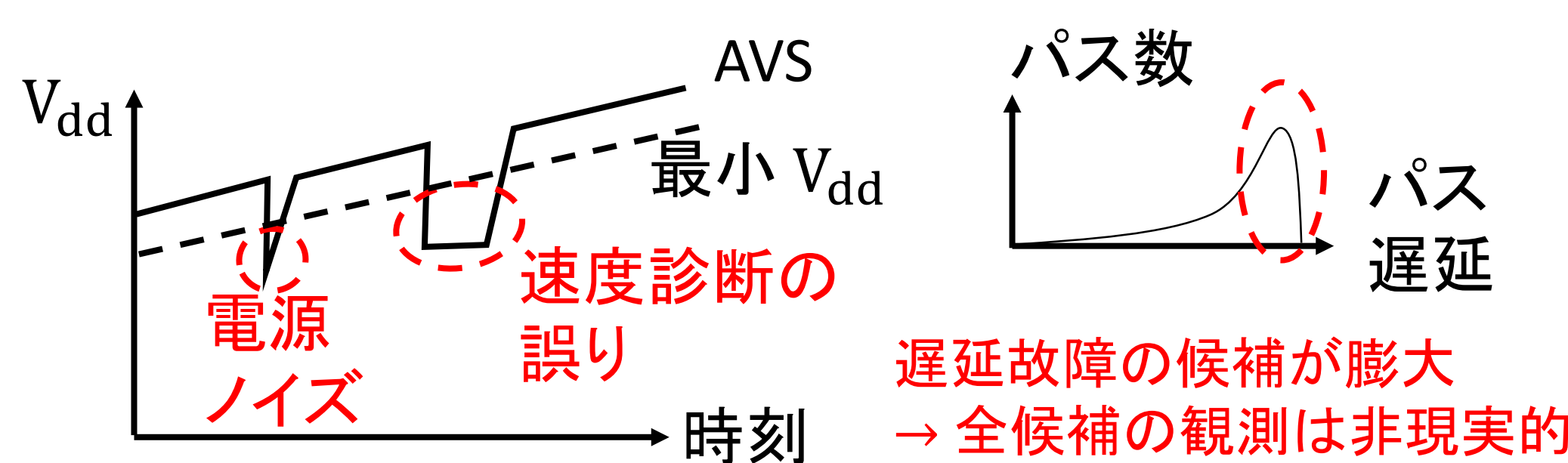
### 適応的電圧制御 (AVS)

チップの能力を引き出す設計パラダイム



### 目的: AVS 回路の設計と製造後テスト手法の確立

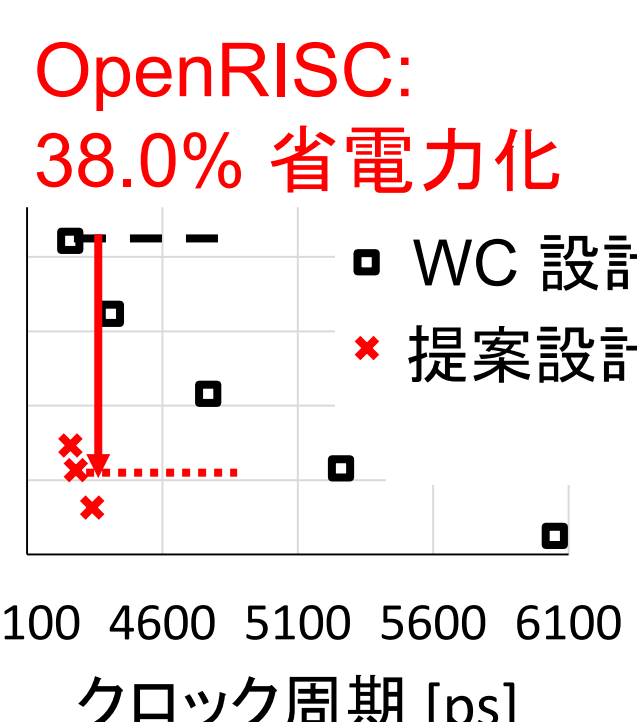
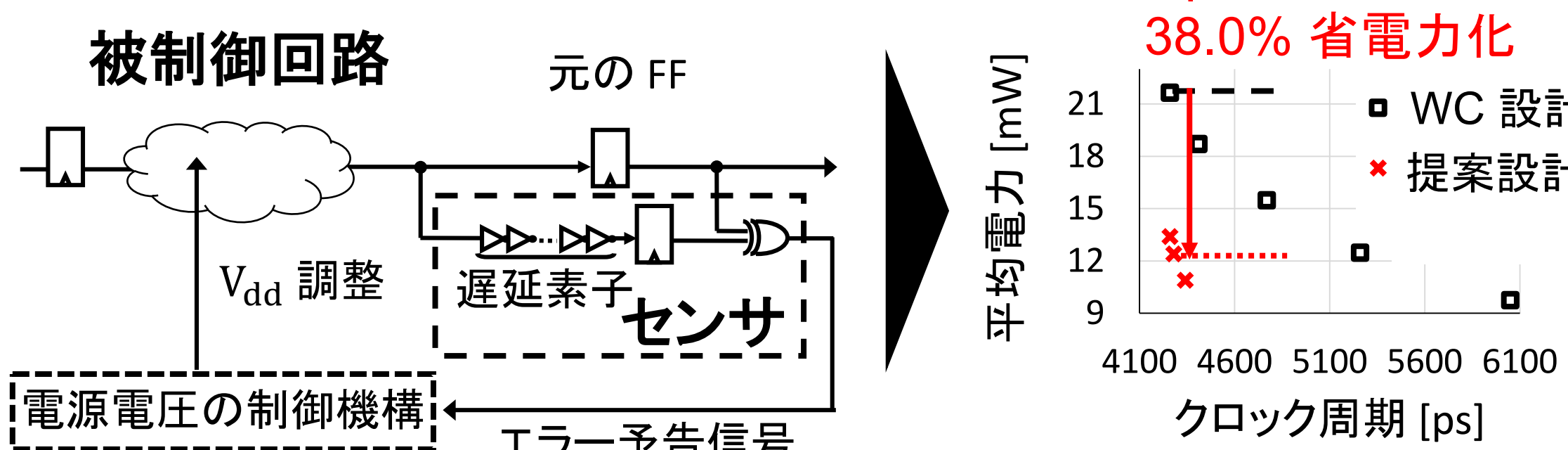
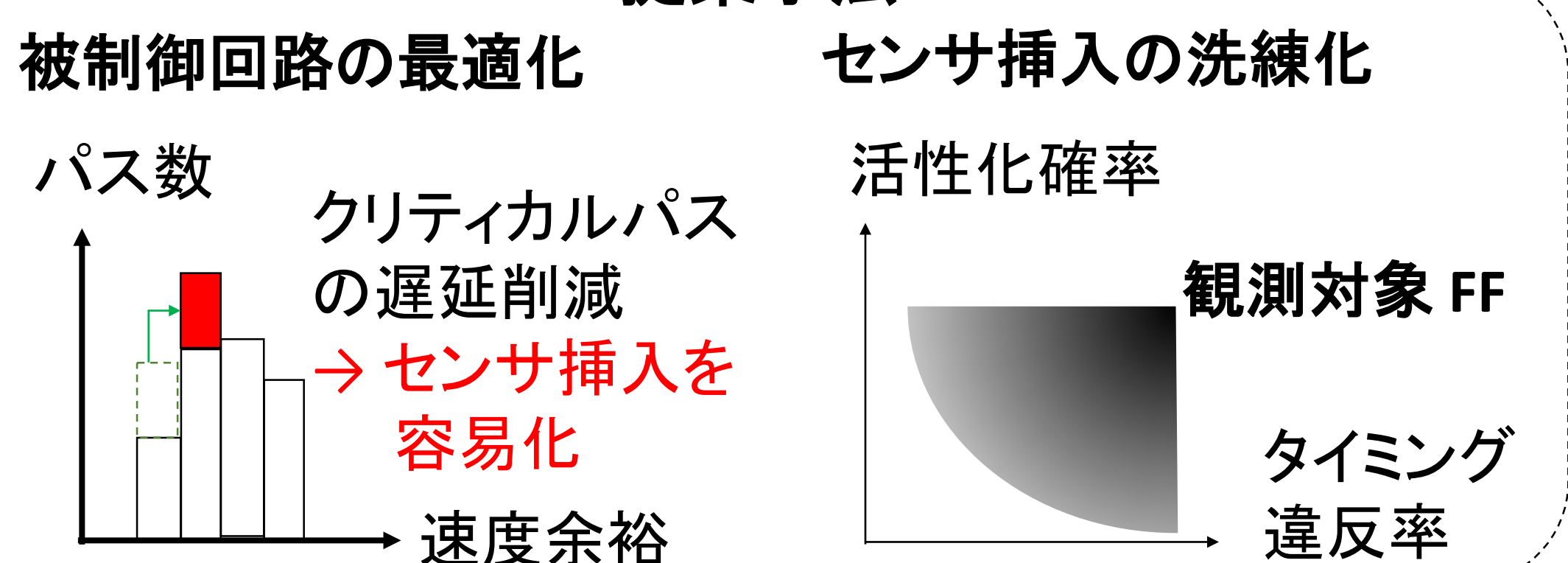
設計 → 性能評価 (既存技術を活用) → 製造後テスト  
 課題: 電源電圧の適切な制御  
 課題: 故障の位置特定



### AVS の設計

提案: センサと被制御回路の一体最適設計

提案手法



### AVS のテスト

提案: ソフトウェアベース故障検出手法

・製造後テストプログラムに、故障の高速検出性を付与

提案手法

```

a = b;
a0 = b0;
a1 = b1;
if (a0 != a1) {
    error();
}
    
```

全命令を複製  
 書き込み時に data check  
 書き込み直後のチェックにより、遅延故障の早期検出に期待

検討課題

プログラム実行時電源ノイズに起因する故障を検出可能か?  
 オリジナル複製チェック ✗  
 複製前後で同等の電源ノイズ → チェック機能しない

実測評価

