

# フィールド高信頼化のための 回路・システム機構

CREST DVLSI ワークショップ  
2011年3月5日

研究代表者：梶原誠司（九州工業大学）  
主たる共同研究者：藤原秀雄（奈良先端科学技術大学院大学）  
主たる共同研究者：三浦幸也（首都大学東京）





# 研究の背景と狙い

2

通信遮断！

衛星, 通信

医療, 車載

命！



SoC/NoC

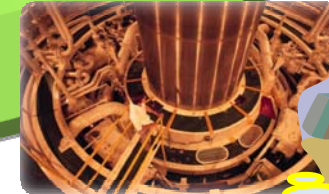
故障

データ破壊！

ネットワーク, サーバ,  
ストレージ

プラント制御

電力供給停止！

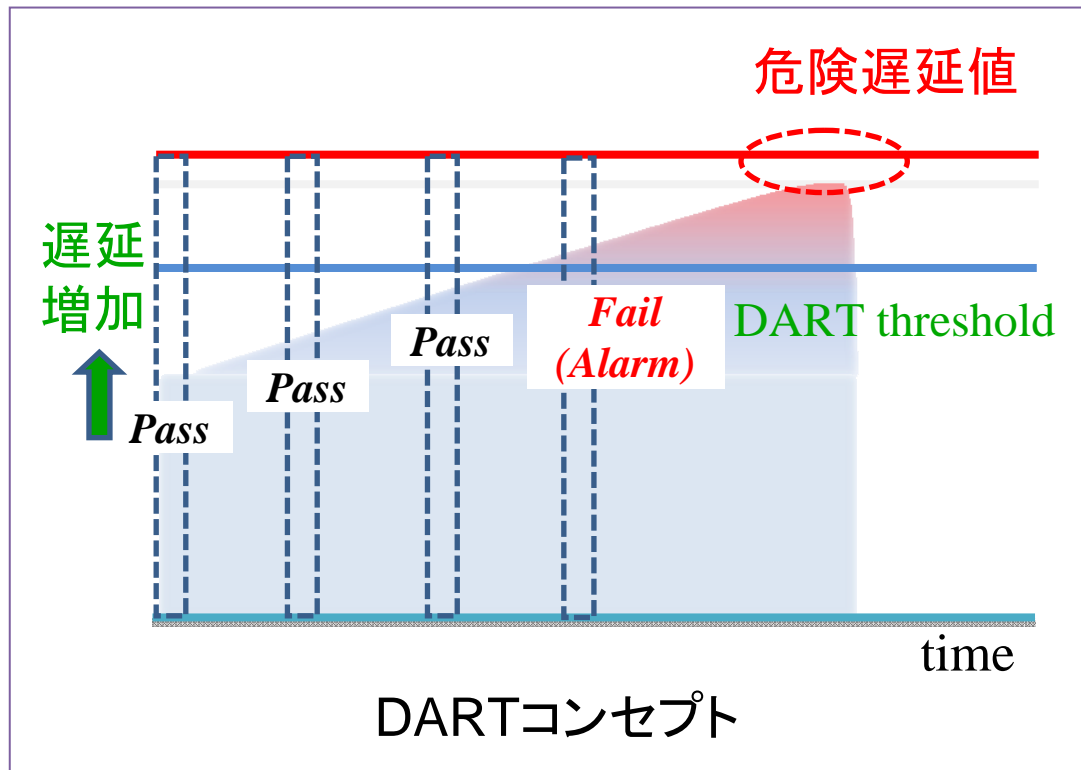


DART: 本研究で提案するフィールドテスト技術  
システム運用中の自己テスト・遅延測定による故障検出／劣化検知  
～突然のシステムダウンを回避・・・安全・安心～



# DARTコンセプトと効果

- フィールドテストによる故障検知・劣化検知
  - 劣化による増加する遅延を繰り返し測定
  - ログの蓄積



## システム信頼性向上

- 故障の事前検知
- 誤動作時の診断情報提供
  - 遅延値変化履歴
  - 環境(温度・電圧)履歴

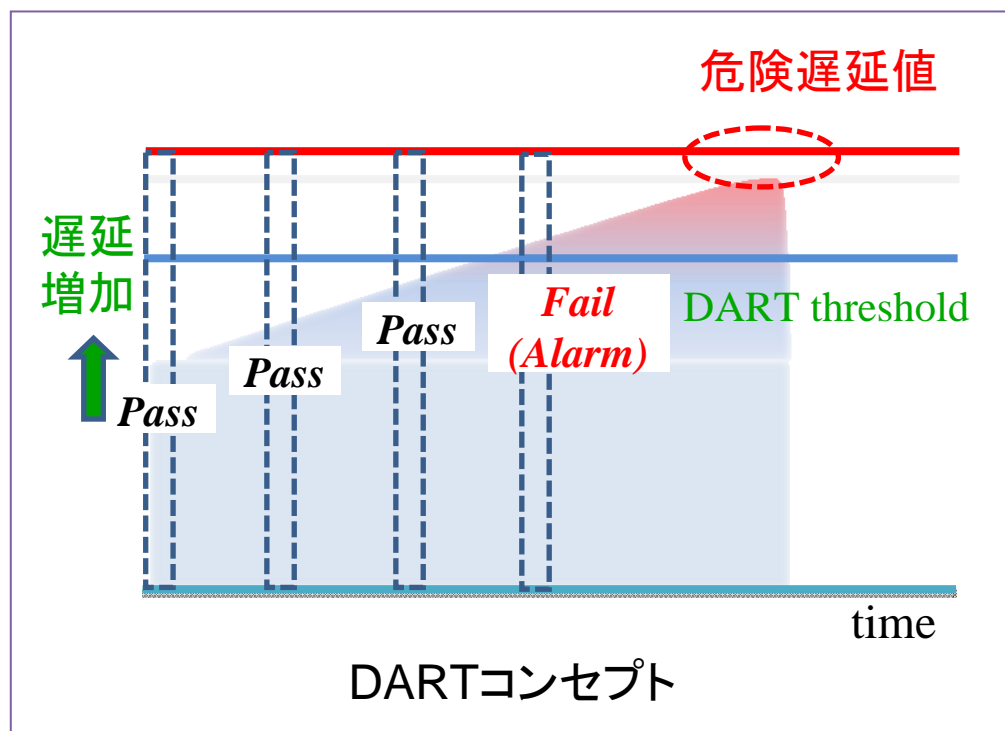
## システム開発効率向上

- LSI設計マージンの把握
- LSI劣化度合いの把握
- システム診断情報提供



# DARTコンセプトと技術課題

- フィールドテストによる故障検知・劣化検知
  - 劣化による増加する遅延を繰り返し測定
  - ログの蓄積



## システム化

- DART アーキテクチャ

## 遅延測定

- 温度 & 電圧モニタ回路

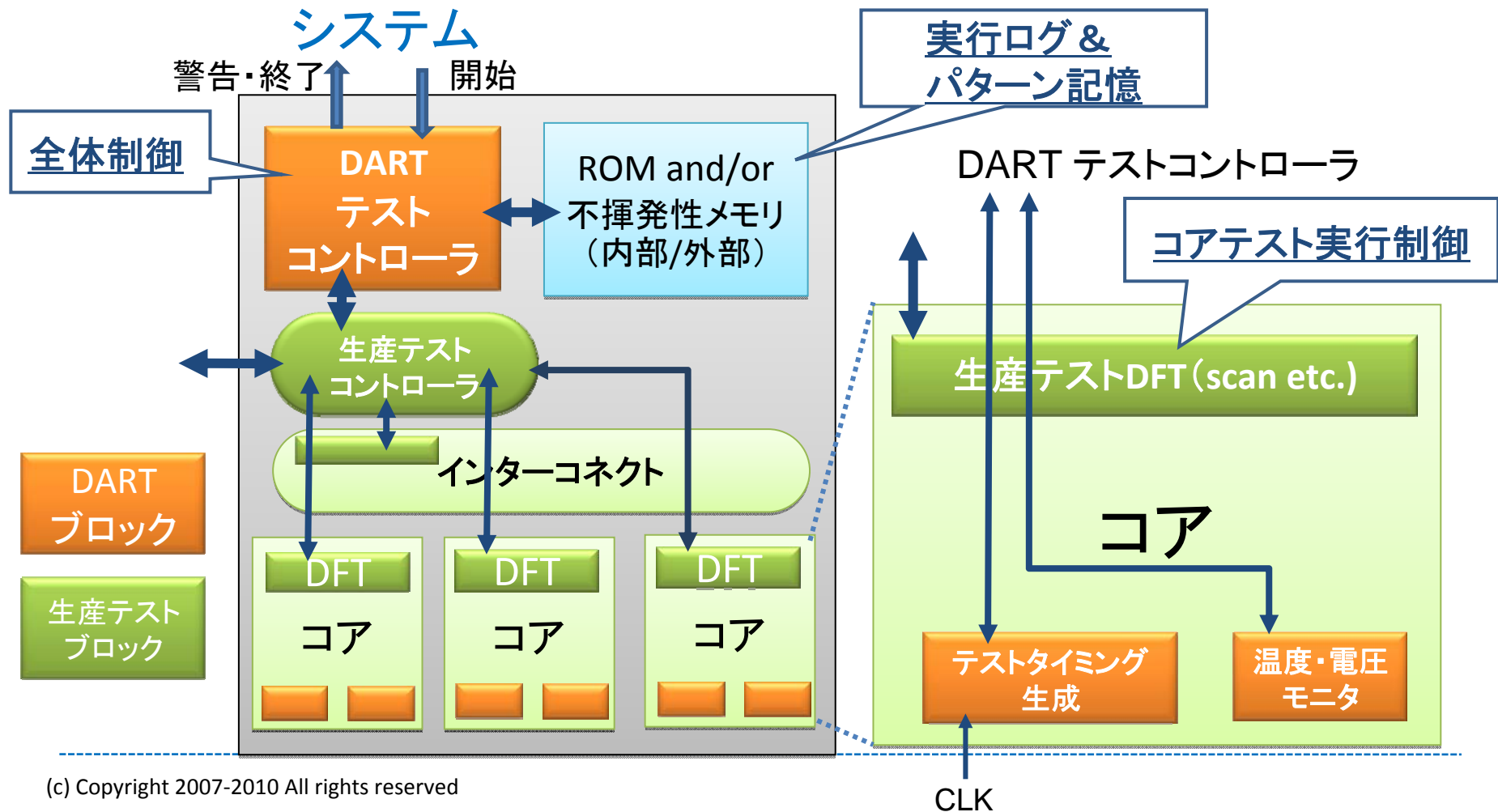
## テスト制約

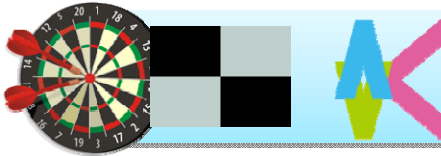
- 温度均一化テスト
- LSI劣化度合いの把握



# DARTのアーキテクチャ

- フィールドテストによる故障検出／劣化検出
  - 生産テスト用テスト機構を最大限利用

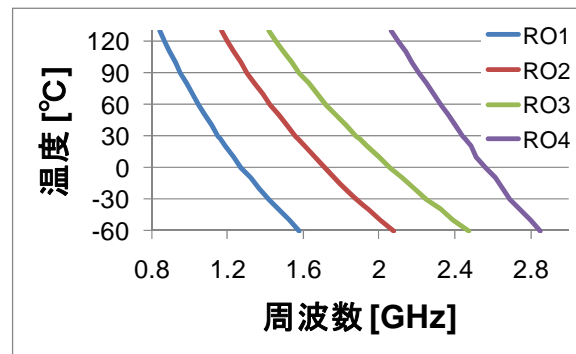
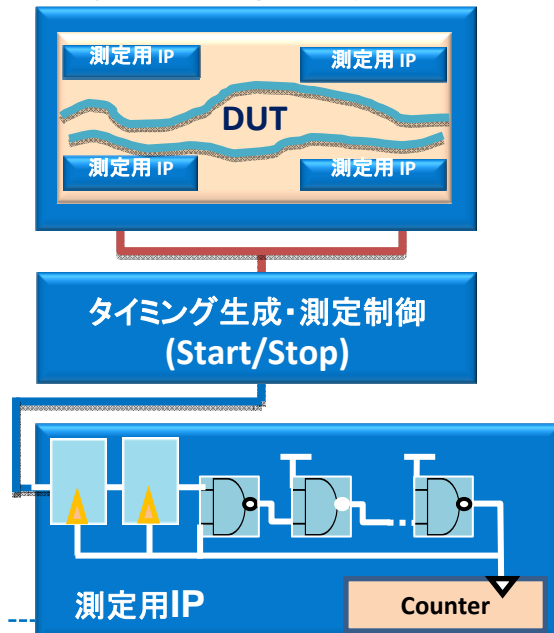




# モニタ回路

ねらい	FF間の遅延テストで測定された論理パスの遅延値に対して、温度や電圧の影響を補正するために、テスト時環境をモニタする。
目標	温度、電圧の推定精度: 3~5%程度を目標に検討中。
内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタ回路は劣化の影響を受けないよう工夫する。</li> <li>・テスト時に、RO (Ring Oscillator) ベースの回路で発振周波数を測定。</li> <li>・出力の周波数は、上位階層の全体制御IPで、遅延値補正に用いる。 (補正方法を含めて本技術研究で検討を行う)</li> </ul>

測定回路系の概略図



- ・ ROの温度変化に対する線形性活用
- ・ 異なる特性RO併用による推定精度向上

$$\begin{bmatrix} Te \\ Ve \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} k_1 F_{d1} - k_2 F_{d3} \\ k_3 F_{d2} - k_4 F_{d3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix}$$

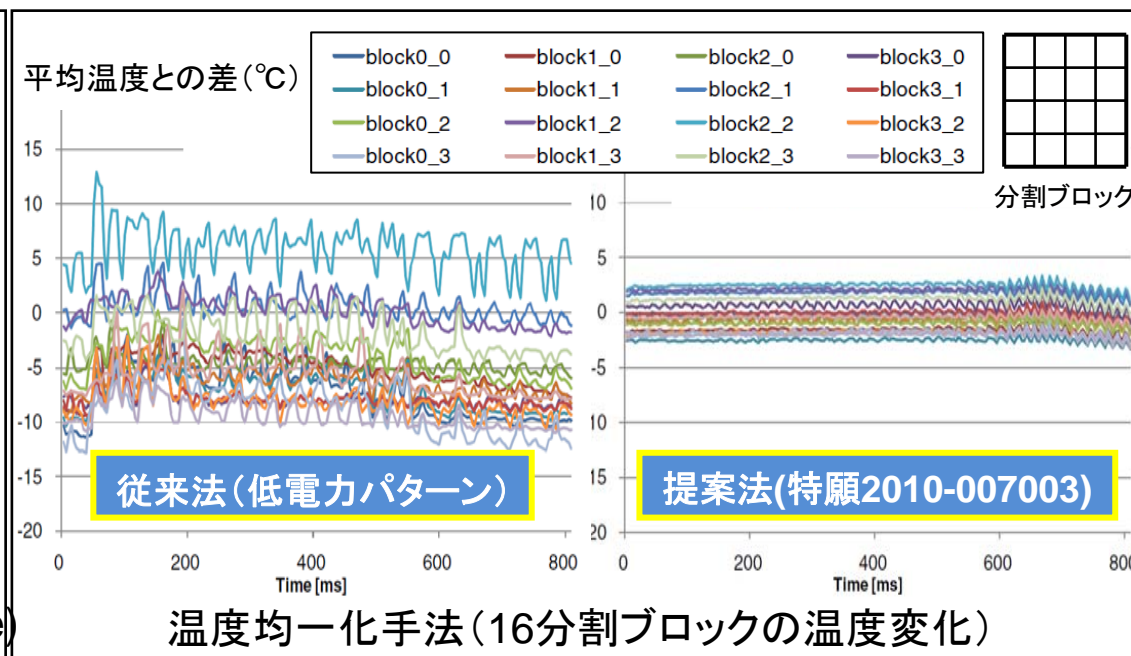
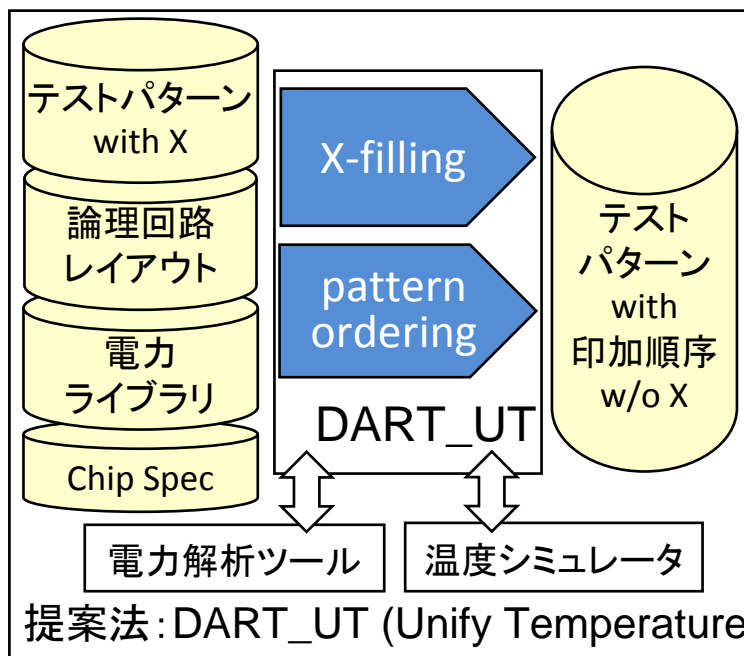
$$F_d(T, V) \equiv F(T, V) - F(T_0, V_0)$$

初期値と測定周波数の差分から  
温度、電圧を推定 (特願2010-057310)



# 温度均一化テスト

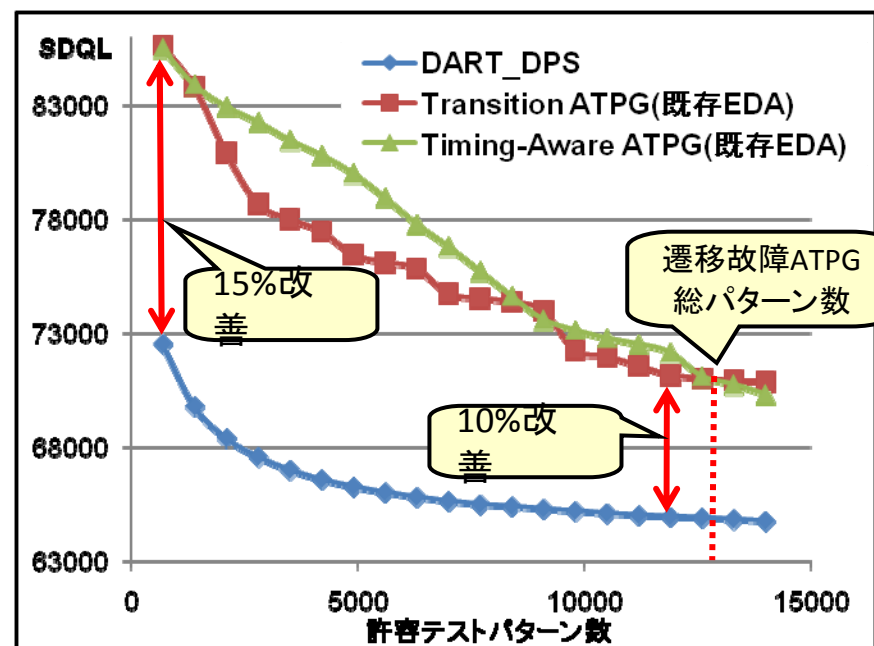
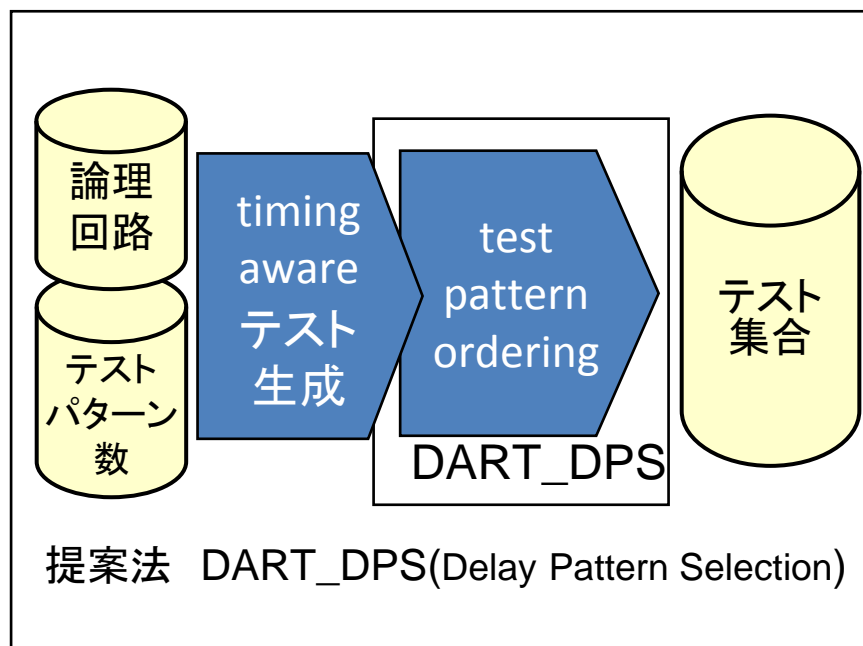
ねらい	テスト時のチップ内温度を均一化し、温度による遅延変動量を低減することにより、高精度な遅延故障テストを実現する。
目標	(1) テスト時のチップ内位置による温度差: <u>10°C</u> 以内 (2) テスト時の同一位置の温度差: <u>5°C</u> 以内 <small>*テスト開始直後の急激な温度上昇は除く</small>
内容	入力: ドントケア付きテストパターン、論理回路、レイアウト 出力: 温度均一化テストパターンと印加順序 (故障検出率は維持)





# 高品質遅延テスト集合

ねらい	許容テストパターン数に応じて高品質遅延テスト集合を生成する
目標	許容テストパターン数に対し、SDQL(未検出の微小遅延量)を最適化 遷移故障ATPGパターン集合に対するSDQL改善値: 許容パターン数小の場合:15%, 許容パターン数大の場合:10%
内容	入力:論理回路、テストパターン数 出力:遅延故障用テストパタン集合



提案法とATPGテストパターンのSDQL比較