

# ディペンダブルネットワークオンチップ プラットフォームの構築

戦略的創造研究推進事業  
「ディペンダブルVLSIシステムの基盤技術」

研究代表者	米田友洋(国立情報学研究所)
主たる共同研究者	今井 雅(東京大学)
	松本 敦(東北大学)
	齋藤 寛(会津大学)

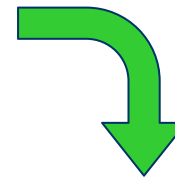
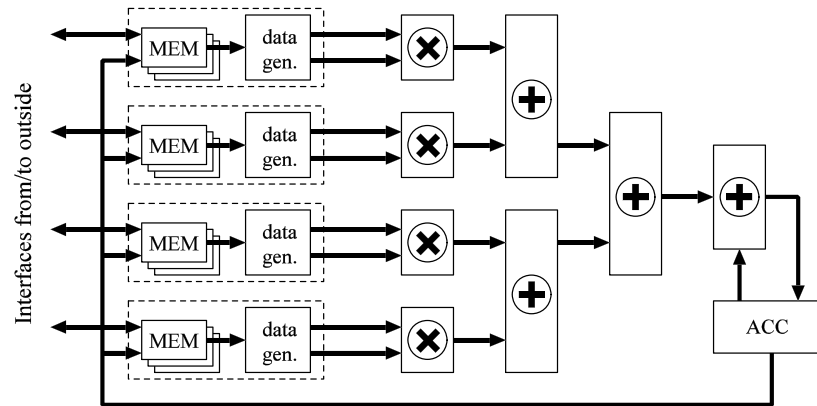
# 平成20年度研究進捗報告(1)

- ◆ 高アダプタビリティ・高性能・高ディペンダビリティ実現のための要素技術開発
  - 動的局所的な性能劣化検出機構および自律的な劣化部分回避機構の検討(NIIグループ)
  - 非同期式アービタの設計と評価(東大グループ)
  - 多値データ転送の効率化方式の検討(東北大グループ)
  - 実験基盤の整備
    - 各種非同期式回路用セル, ばらつき評価用セル等の開発(東大グループ)
    - Simulink記述からの変換環境の整備(会津大グループ)
    - NoCルータの解析と, 同期式・非同期式実現の検討(全グループ)

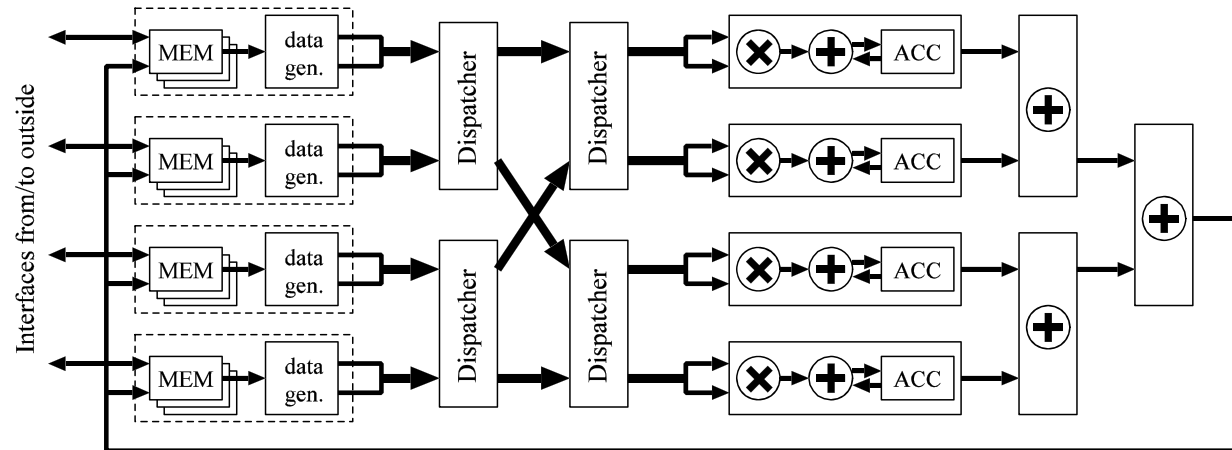
# 耐劣化性を有する並列演算機構(1)

- ◆ 同種の計算を並行的に行うようなアプリケーションにおける耐劣化機構
  - ◆ 演算の非同期化
    - 演算器の劣化による突然の誤動作を防止
    - しかし, 全体の演算完了時刻は遅れてしまう
  - ◆ ディスパッチャの考案
    - データを任意の演算器に割り当て可能
    - 応答信号の帰ってきている側にデータ送出
- 耐劣化性

# 耐劣化性を有する並列演算機構(2)

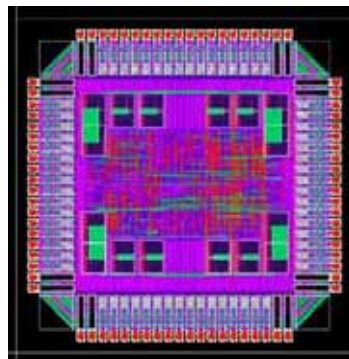


自律的なデータ  
フロー制御



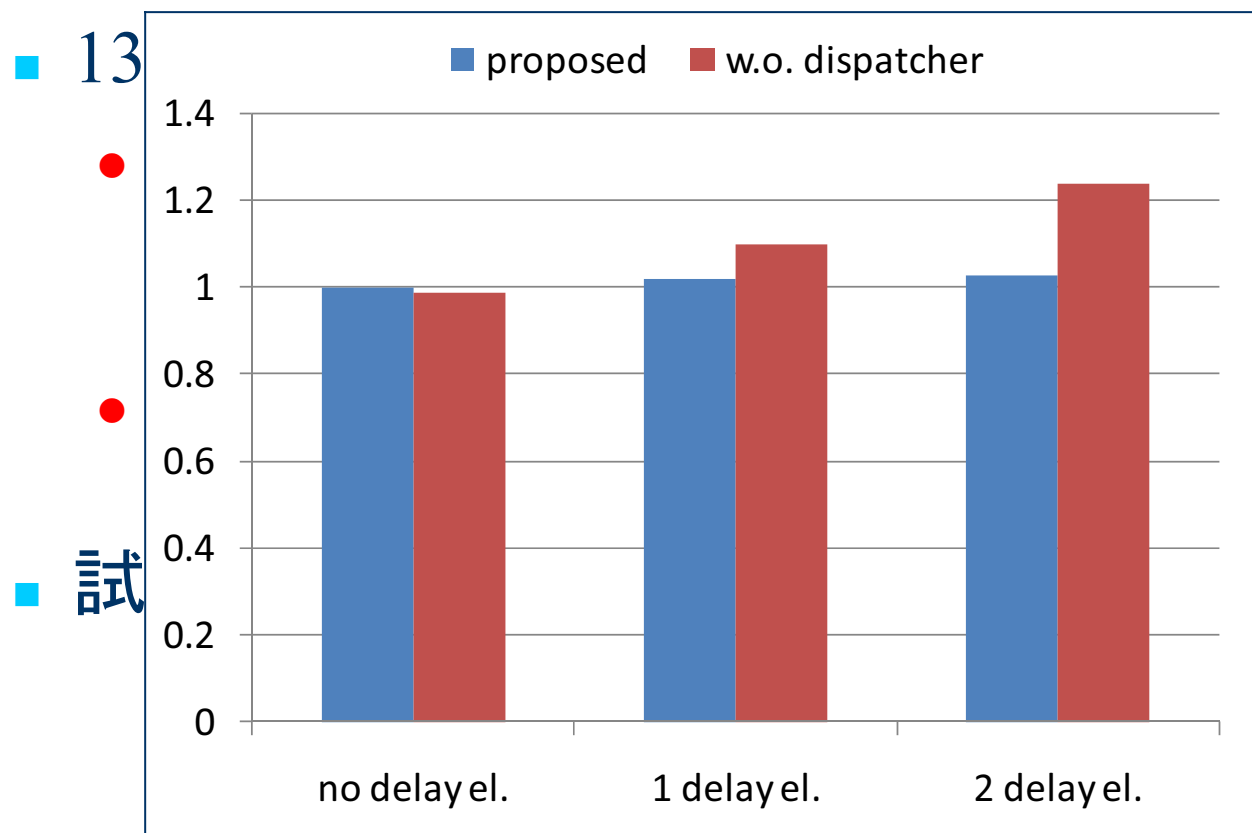
# 耐劣化性を有する並列演算機構(3)

- ◆ 32元線形連立方程式ソルバに応用
  - 130nmプロセスにおけるシミュレーション
    - 動作を確認し、演算器に遅延を挿入することで、劣化故障を模擬
      - ◆ 自律的な耐劣化機構が良好に動作することを確認
    - 同期式でも実現し、シミュレーションにより耐劣化性、オーバヘッド等の評価を行いつつある
  - 試作



# 耐劣化性を有する並列演算機構(3)

## ◆ 32元線形連立方程式ソルバに 응용



とで, 劣化故

認

耐劣化性,

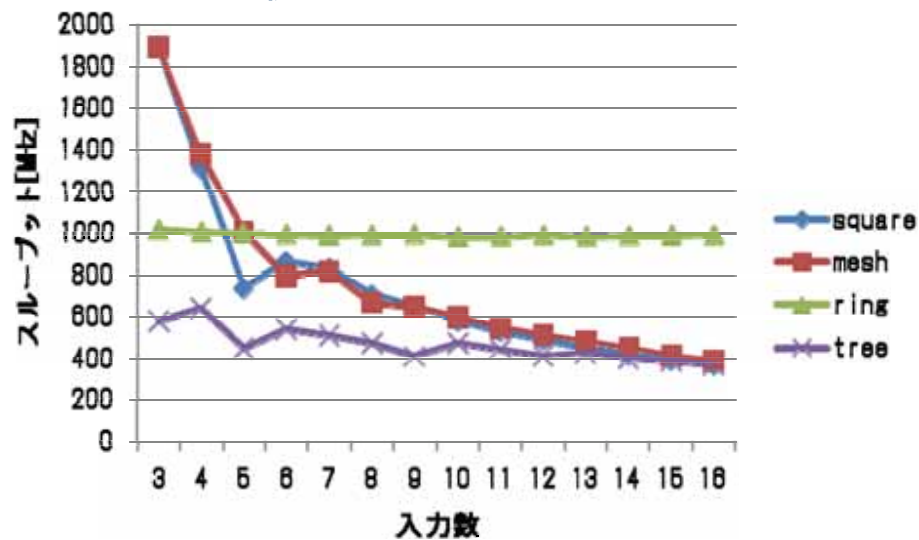
# アービタの設計と評価(1)

- ◆ 非同期式ルータの開発
  - 多資源非同期式アービタが必須
  - 新しく2つのタイプを開発
    - Lazyリング型
    - Square型

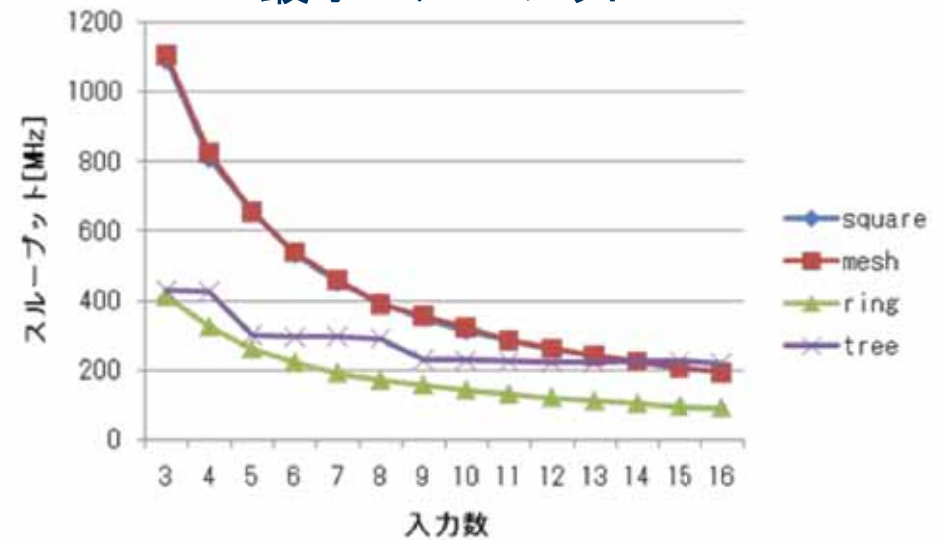
# アービタの設計と評価(2)

## ◆ 様々な評価

### 最大スループット



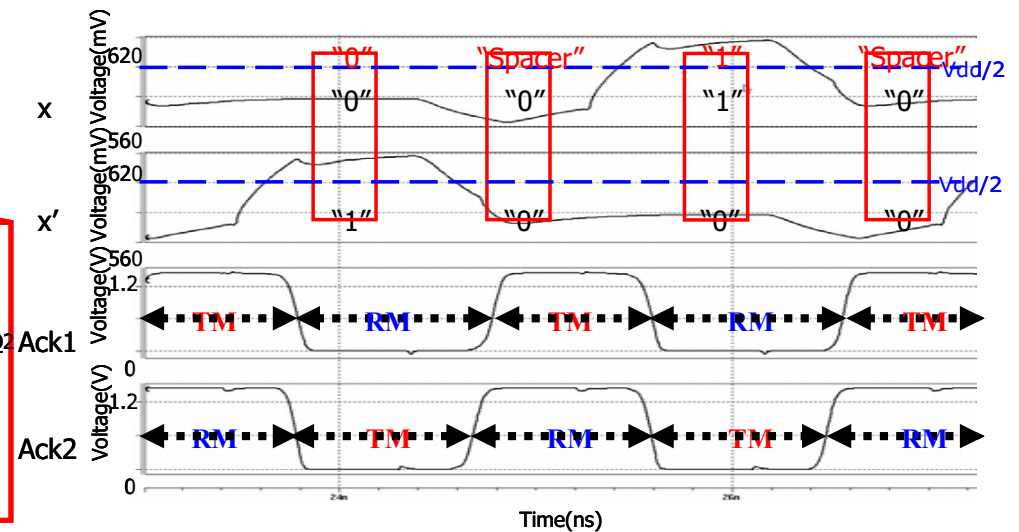
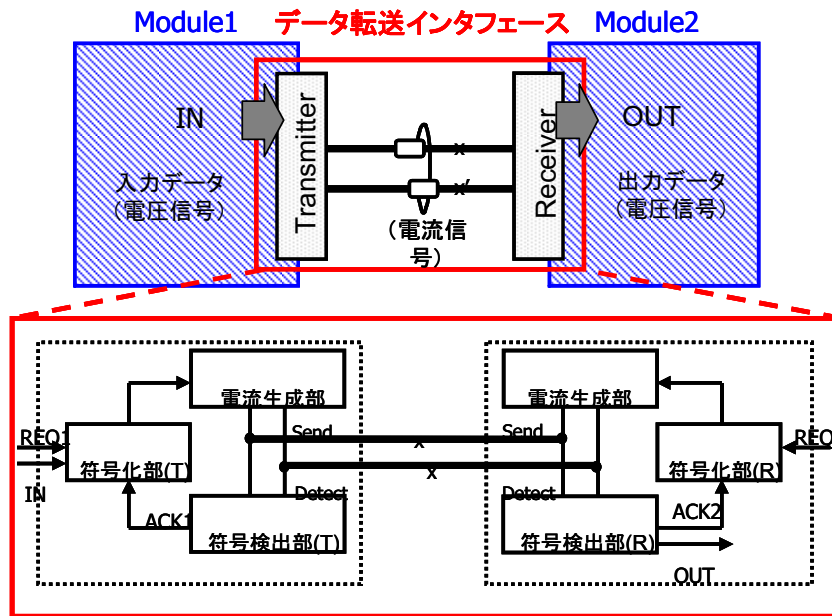
### 最小スループット





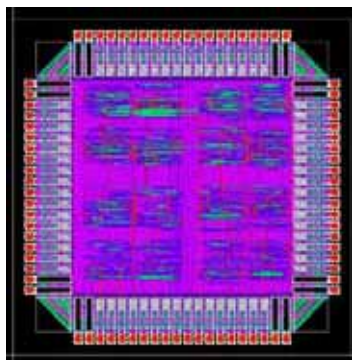
# 多値データ転送の効率化検討

- ◆ SingleTrack方式の電流モード実現
  - 高速な転送動作が実現できることをシミュレーションにより確認, 試作



# 実験基盤の整備

- ◆ ライブラリセルの試作
  - 各種C素子, 非同期式ME素子, 各種遅延素子
- ◆ 各種遅延素子による発振回路256個を実装したチップ試作
  - プロセスパラメータのばらつき評価を目的



# 平成20年度研究進捗報告(2)

- ◆ 評価・実証用NoCプロトタイプ設計(全グループ)
  - エンジン制御等の車載制御システムを対象
  - カーメーカ, 関連メーカとの連携準備

# 平成20年度研究進捗報告(3)

- ◆ 評価・実証用NoCプロトタイプ設計(全グループ)
  - エンジン・車体系の物理モデル, シミュレーション環境の調査
    - 具体的な環境でエンジン制御等の評価が行える見通し
    - HIL(Hardware In the Loop)シミュレーション
      - ◆ 我々が開発したNoCを用いて本物のエンジンを制御したり, ブレーキ, パワートレイン系の制御を行うのと同等の評価が得られる
        - 有効性・実用性の実証
        - タスク割当更新時等のタイミング余裕の検討
      - ◆ カーメーカーでも使用実績あり
    - カーメーカーからの情報に対する依存度を下げられる

# 研究計画

## ◆ 全体目標

- 多数のコアが適応的に協調動作して異種多様なタスクを効率よく実行できるプラットフォームを新しい技術に基づくNoCシステムとして実現すること

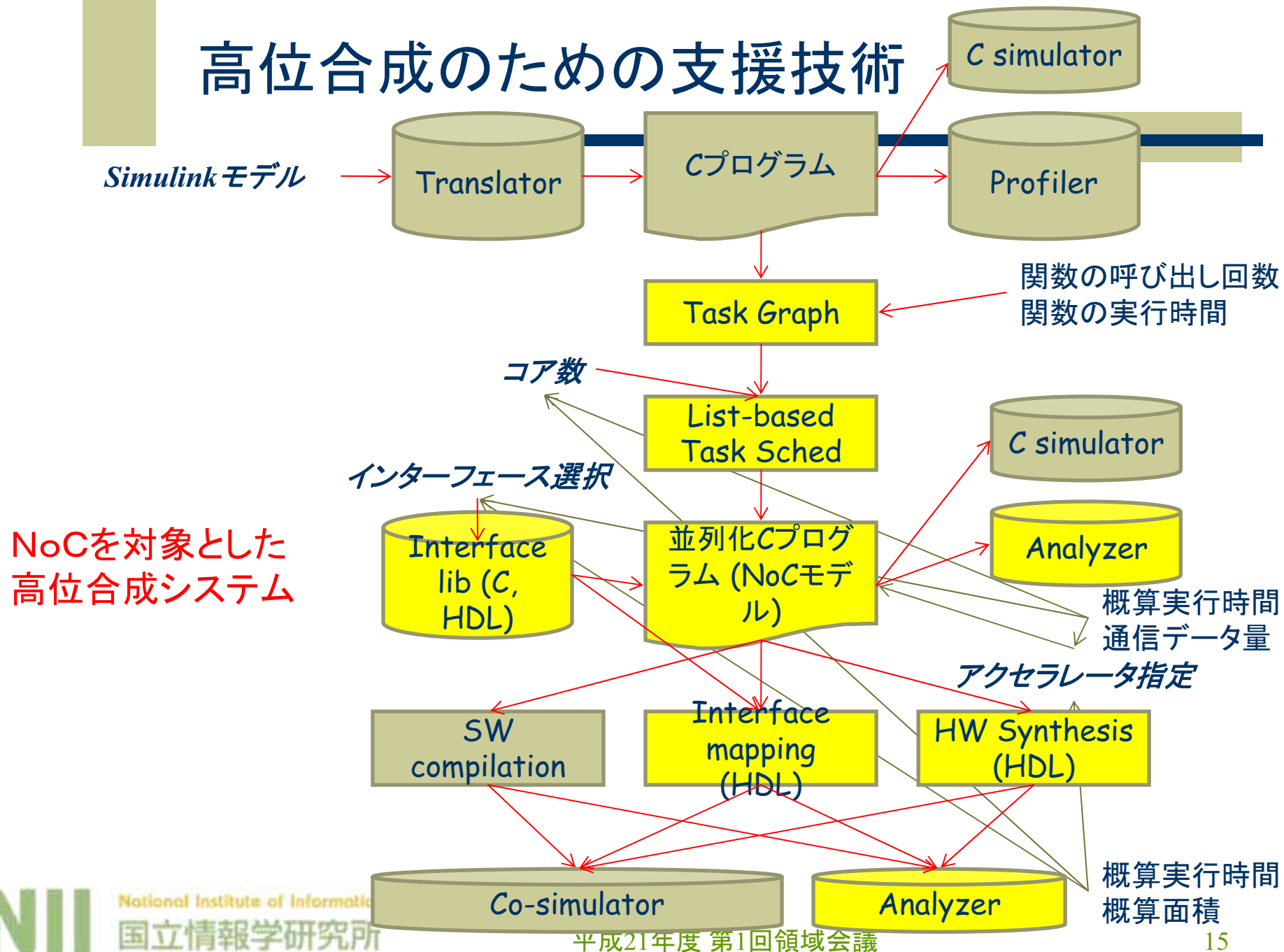
## ◆ 平成21年度の進め方

- 要素技術開発
- NoCプロトタイプ的设计・試作
  - 小さな構成のNoCをHILシミュレーション環境で動作させる
    - ◆ 平成22年度以降のプロトタイプ実験基盤の構築

# 平成21年度研究計画(1)

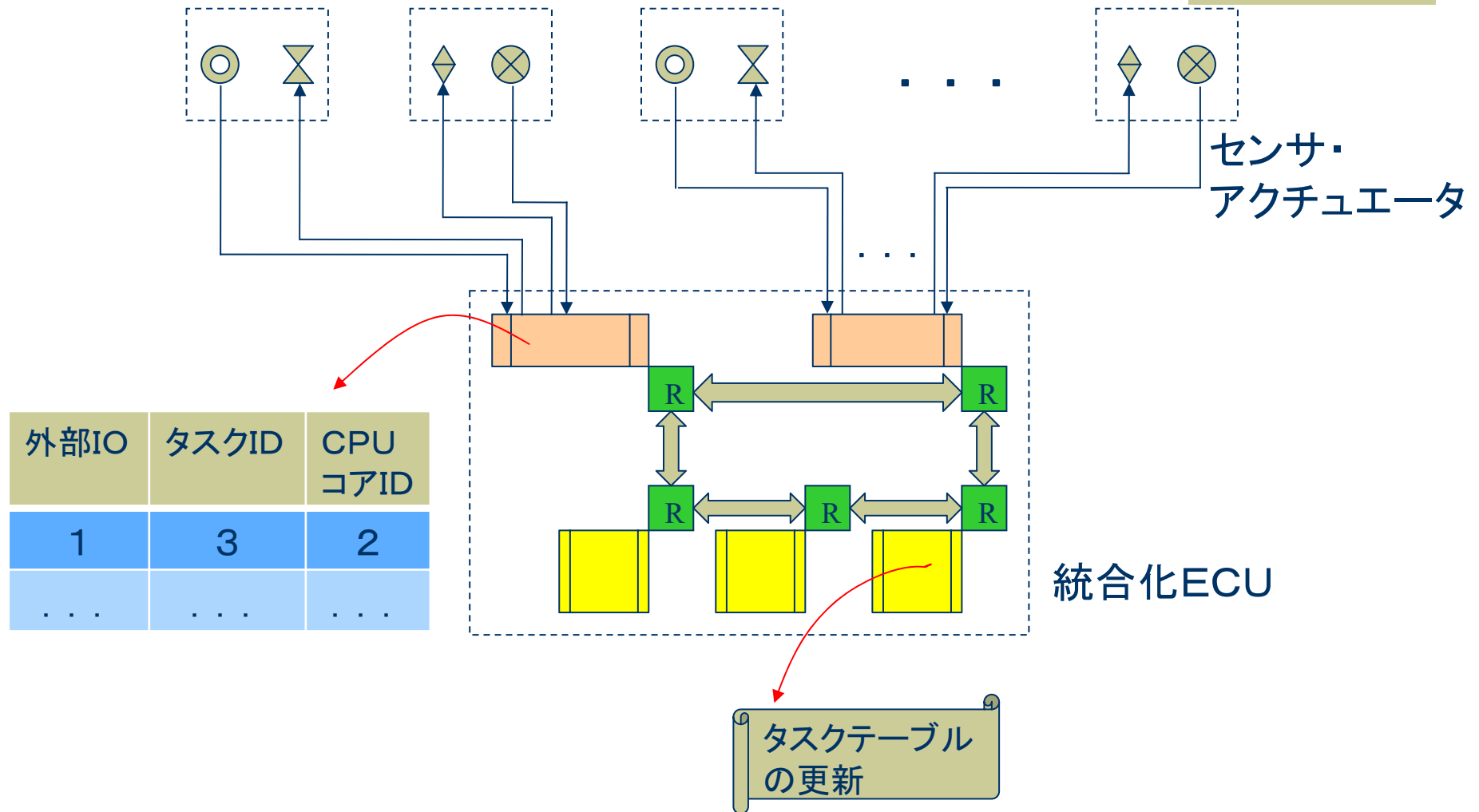
- ◆ 高アダプタビリティ・高性能・高ディペンダビリティ実現のための要素技術開発
  - 昨年度行った下記に関する基礎的考察, 設計, 実験をさらに具体化していく
    - 高位合成のための支援技術
    - モジュール再割り当て技術
    - データパス符号化のための符号の決定と符号化回路合成のための支援技術
    - 多値・非同期式高速データ転送技術
  - 新たに始めるもの
    - ネットワーク, ルータの構成方法について比較・評価
      - ◆ 同期式, 非同期式, ベンダーツール等
    - リアルタイムOSにおける適応的スケジューリングの検討
    - 梶原チームとの連携(NoCのテスト)

# 高位合成のための支援技術



NoCを対象とした  
高位合成システム

# CPUコアレベルでの割当変更





# 平成21年度研究計画(2)

- ◆ NoCプロトタイプ的设计・試作実験
  - V850E同等コアの購入
  - そのネットワークインターフェース部を設計
  - ルータ, ネットワーク部を実装
  - 小さな構成(2ノード程度)のNoCを試作
  - エンジンの物理モデルを実現したHILシミュレータとのインターフェース基板等を製作し, HILシミュレーション実験のための基盤を構築
  - いくつかの車載制御系ベンチマークを実行し, 初期評価を行うとともに, カーメーカからアプリケーション選定に対するアドバイスを受ける

# 評価指標についての考え方

- ◆ どのようなディペンダビリティ尺度を用いるか
  - MTTF
    - 劣化や停止故障に対して、いかに長く生きながらえるか
  - (高度な問題に取り組む) (不安定要因が発生)  
(それをいかに解決できたか, その度合い)
    - オンチップネットワーク部:いかに高信頼かつ高性能なものが実現できるか
    - CPUコアへのタスクスケジューリング:いかに適応的に  
行えるか
    - 統合化ECU:いかに現実性のある解となっているか

# 組込OSとの関係についての考え方

- ◆ NoCアプリケーション(車載制御系システム)はリアルタイムOSのもとで動作
  - 耐劣化性や能力に基づく適応性スケジューリングを既存のリアルタイムOS(T-kernel)に組み込む必要あり
  - 組込OSの専門家の意見を聞ければありがたい