

システムLSI時代の設計技術の動向と課題

安浦, 寛人
九州大学大学院システム情報科学研究院 | 九州大学システムLSI研究センター

<https://hdl.handle.net/2324/9117>

出版情報 : SLRC プレゼンテーション, 2005-07-26. 九州大学システムLSI研究センター
バージョン :
権利関係 :



システムLSI時代の設計技術 の動向と課題

安浦寛人

九州大学システムLSI研究センター

半導体集積回路技術を取り巻く環境の変化

- 物理的制約の変化
 - 材料や加工技術の進歩による新しい物理現象の出現
 - デジタル回路技術の限界
 - アナログ、メモリ、RFの混載への対応
- 論理的制約の変化
 - システムの複雑化による新しい設計階層の要求
 - 新しいモデル化とその記述方法の確立
 - システムの境界の拡大（ネットワーク接続、無線の搭載）
- 社会的制約の変化
 - 経済的、環境問題的、エネルギー的、倫理的な制約
 - 法的規制（電波、材料、リサイクル、信頼性（寿命））
 - 製造物責任

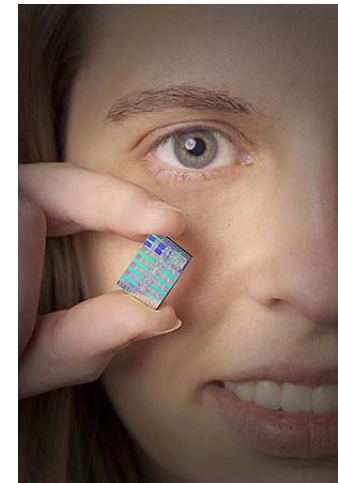
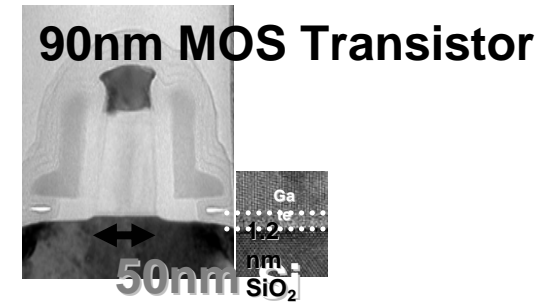


Technology Outlook

High Volume Manufacturing	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Technology Node (nm)	90	65	45	32	22	16	11	8
Integration Capacity (BT)	2	4	8	16	32	64	128	256
Delay = CV/I scaling	0.7	~0.7	>0.7	Delay scaling will slow down				
Energy/Logic Op scaling	>0.35	>0.5	>0.5	Energy scaling will slow down				
Bulk Planar CMOS	High Probability				Low Probability			
Alternate, 3G etc	Low Probability				High Probability			
Variability	Medium			High		Very High		
ILD (K)	~3	<3	Reduce slowly towards 2-2.5					
RC Delay	1	1	1	1	1	1	1	1
Metal Layers	6-7	7-8	8-9	0.5 to 1 layer per generation				

システムLSI設計の最近の話題

- 微細化による大量の資源の活用
 - 新しいプロセッサアーキテクチャ
 - オンチップマルチプロセッサ
 - 大容量メモリの搭載
- システムの大規模化によるコスト上昇
 - 可変構造論理
 - ストラクチャードASIC
- 設計の複雑化による設計期間の長期化
 - 設計プラットフォーム
 - システムレベル設計ツール



第12回LSI・オブ・ザ・イヤー受賞製品

- **デバイス部門**
 - 準グランプリ:エルピーダメモリ800MHz駆動56MbitDDR2 SDRAM
 - 優秀賞:日本テキサス・インスツルメンツMSP430F2xxファミリー
 - 優秀賞:日本ビクター“映像知能GENESSA”
 - 優秀賞:NECエレクトロニクス携帯電話向けアプリケーションプロセッサ「MP211」
- **設計環境開発ツール部門**
 - グランプリ:松下電器産業デジタル家電統合プラットフォーム「UniPhier」
 - 準グランプリ:シンプリシティストラクチャードプラットフォームASIC専用フィジカルシンセシス・ソフトウェア「Simplify・family of Structured Platform ASIC」
 - 優秀賞:マグマ・デザイン・オートメーションBlast Fusion
 - 優秀賞:沖電気工業 μ PLAT
 - 優秀賞:インターデザイン・テクノロジーVisualSpec/eMSCツールスイート

システムLSI設計の動向

- 物理的状況の変化への対応
- 設計対象の変化への対応
- 評価尺度の変化への対応

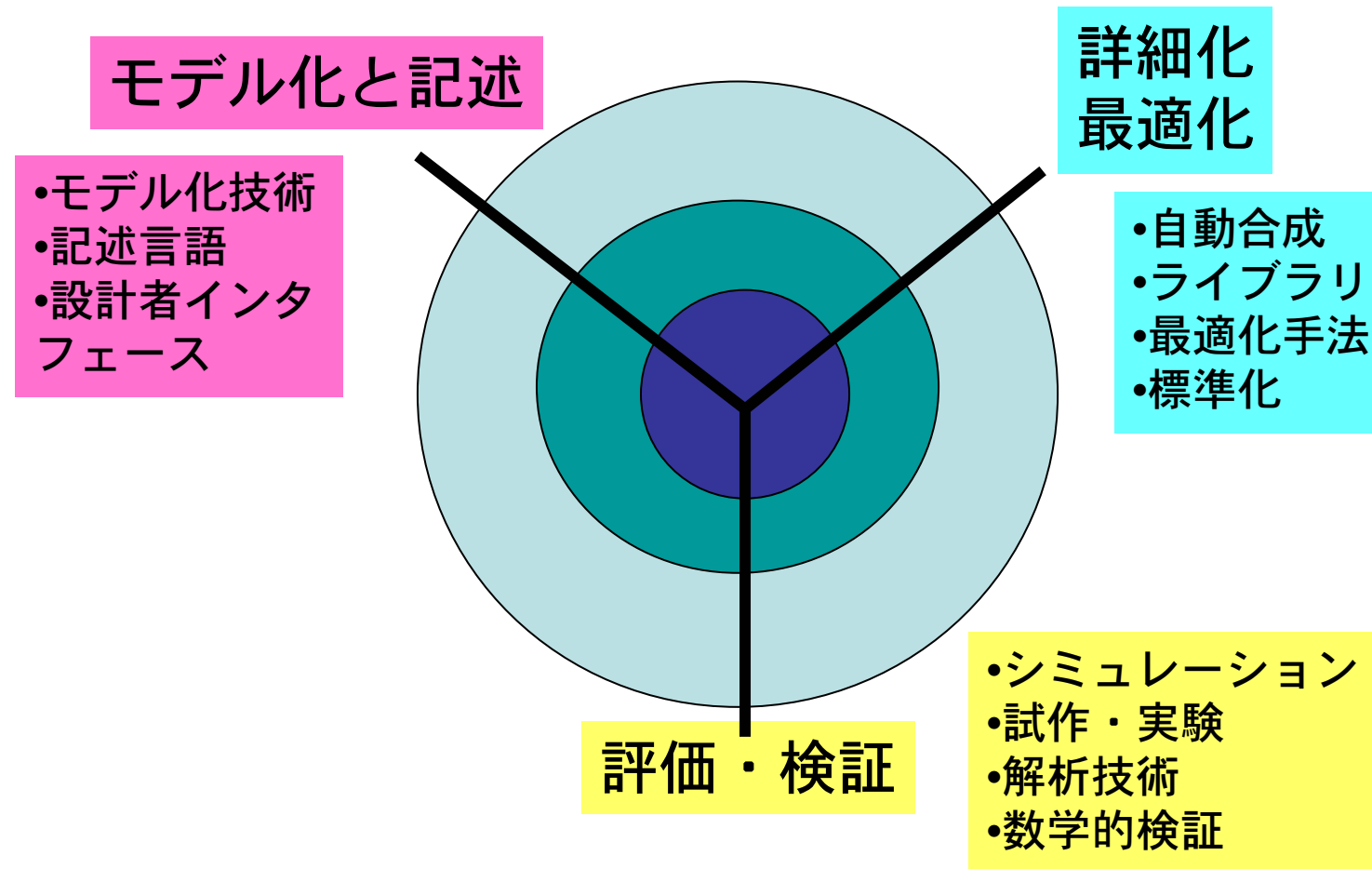
物理的状況の変化への対応

- 90 nm以降の微細加工技術への対応
 - ModelingとSignal Integrity
 - プロセス、温度、電源の変動への対応
 - 信頼性維持のための技術
 - ⇒ デジタル回路の限界？
- 高速化とエネルギー消費の限界への対応
 - 電力消費を増やさない高性能化技術
 - ⇒ 超低消費電力化技術
- 新しい実装技術への対応
 - SiP(System in a Package)
 - 無線通信による入出力

設計対象の変化への対応

- 部品からシステムへの転換
 - システム設計法の確立
 - 設計技術の再構築
- 多様な構成要素の集積技術
 - メモリ、アナログ、センサ、RF、MEMS
- 組込みソフトウェアの増大
 - システムLSI向きの組込みソフトウェア設計技術
- 教育問題

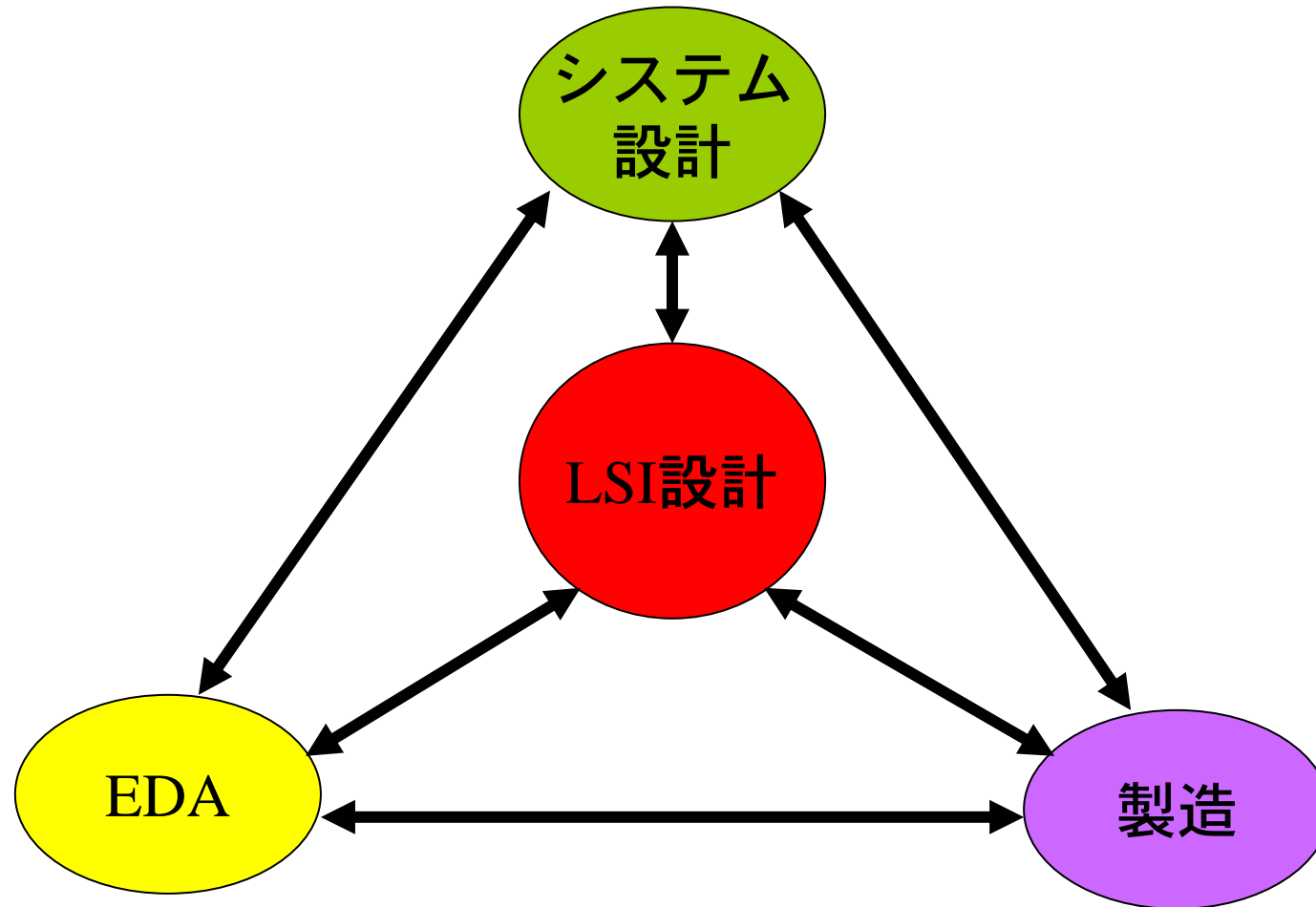
システム設計のモデル



大規模システムの設計手法

- 階層化（設計問題の単純化）
 - 設計を階層化し、下部の詳細情報を隠ぺいした部品として上位設計に提供
 - 部品化、ブラックボックス化
 - デザインルールとしての上位への情報提供
- 物理層と論理層の分離
 - 物理制約を受ける部分を論理的な部分から分離
 - デジタル化、同期設計、ソフトウェア化
- 設計の自動化
 - 物理現象のモデル化
 - 設計支援ツール、設計自動化ツール
 - 標準化、ライブラリ化、設計資産の商品化（IP）
- プログラム可能性
 - 設計の一部を固定化せず、容易に修正が可能な形にする
 - プログラム制御、可変構造論理、適応可能なシステム

システムLSI設計の要素技術



我が国の問題点

- 製造現場と設計・EDAの距離
 - 人脈、地理的距離、技術的交流、総合的な解探索
- 産業界の問題先鋭化能力
 - 外に出ない現場の問題
 - Ph.Dの不足と組織の壁
- 大学の現場からの阻害
 - 現実的問題へのアクセスチャンスが少ない
 - 大学発ベンチャーなどの強調しすぎ？
 - 人脈の欠如
 - 学内・学会の業務の過多
- ソフトウェア技術との協力関係
 - 組込みソフトウェアへの偏見（特に学会）
 - ソフトウェア開発現場のあきらめ
 - ノウハウの海外流出（中国の戦略）
- 国家戦略の欠如
 - 明確な共通課題の提示の欠如

台湾の取り組み

- Si-Softプロジェクト
 - 製造中心から設計力強化への戦略転換
 - 3年間で255人の教員増強
 - 有力大学での設計力強化プロジェクト
 - CICの完全サービス機関化（70名の技術スタッフ）
- 構造的な強み（地域としてのIDM化）
 - ファウンダリの独立による製造側情報の公開
 - 製造現場とIP開発とEDA開発の距離
 - 設計・製造・EDAの連携（Ph.D人材と人脈）
 - 政策による学生・人材の半導体産業への誘導
 - 大学と産業界の人脈と共同研究
- TSMCとUMCの方針の違い
 - TSMCは設計も取り込み（社内・社外協力会社）
 - UMCは純粋ファウンダリの方向

韓国の取り組み

- Embedded System 設計技術の国家的プロジェクト
(2005年2月からスタート)
 - ソフトウェアおよびシステム開発力の強化
 - 海外戦略 (国際教育セミナー)
- SoC設計技術強化の施策
 - SIPAC:IP開発の共同センター
 - バーチャルキャンパス
 - IDECを中心とした教材開発と遠隔講義
 - 若手を中心としたアジア地区国際会議の立ち上げ
 - International Conference on SoC
 - AP-ASIC

九州大学における新社会人教育プログラム

対象とする
受講者層

先端レベル
入社10年目程度対象

応用レベル
入社3~4年目対象

基礎レベル
新入社員、大学院生対象

入門レベル
学部生、高専生対象

「システムLSI設計人材養成実践プログラム」

目標: ハードウェア設計、組み込みソフトウェア設計、及びHW/SWコデザインの3分野における設計人材の養成。先端技術や製品市場に対する広い視野を持つシステムLSI設計人材を5年間で360人養成。

ハードウェア
設計

HW/SW
コデザイン

組み込み
ソフトウェア
設計

システムLSI設計技術習得コース

先端設計技術習得コース

設計教育ノウハウの提供
スタッフによるバックアップ

連携講座「実エンベデッド
ソフトウェア開発工学講座」

福岡知的クラスター
創成事業

システムLSI研究センター
「設計手法研究部門」

21世紀COEプログラム

九州大学システムLSI研究センター
九州大学大学院システム情報科学研究院

上級者向け
講座を編入

応用課程・実践課程等

基本課程

若年者人材育成
プロジェクト講座

福岡システムLSIカレッジ

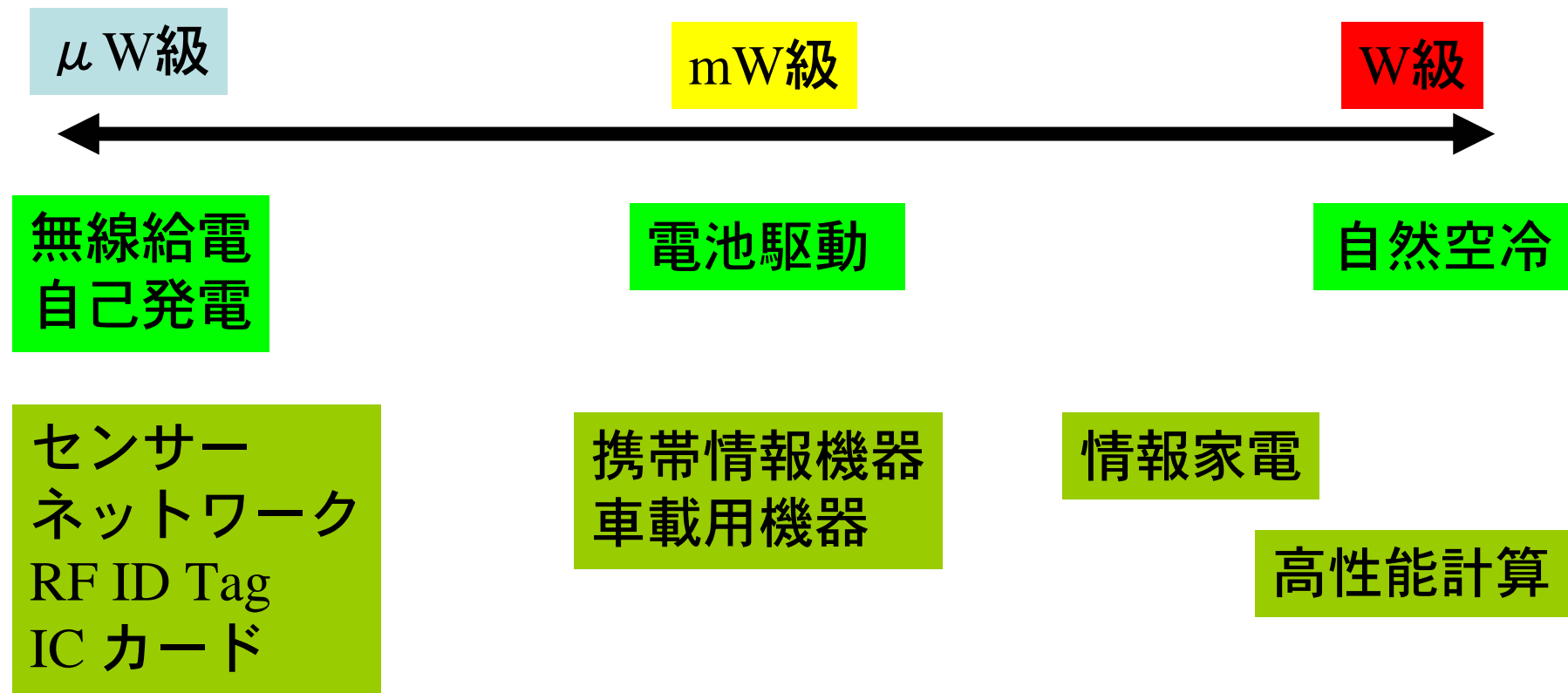
カリキュラム

- ・ システムLSI設計技術習得コース
 - ・ システムLSI設計、ハードウェア設計実習、組込みソフトウェア設計実習、HW/SWコデザイン実習、試作チップ評価
 - => 3分野の人材養成（一部、システムLSI研究センターの経験を利用）
- ・ 先端設計技術習得コース
 - － 先端A 「ハードウェア設計技術習得コース」
 - ・ 基板雑音問題、A/D・D/A変換の回路方式と設計法、EDAアルゴリズム、Signal Integrity問題、RF回路設計技術、LSIテスト設計技術
 - => ハードウェア設計人材養成（一部、システムLSIカレッジのカリキュラムを拡張し利用）
 - － 先端B 「組込みソフトウェア設計技術習得コース」
 - ・ 組込みソフトウェア開発方法論、ソフトウェア検証とテスト手法、リアルタイムOSとミドルウェア
 - => 組込みソフトウェア設計人材養成（連携講座のカリキュラムを拡張）
 - － 先端C 「HW/SWコデザイン技術習得コース」
 - ・ HW/SWコデザイン技術、C言語によるLSI設計実習、低消費電力設計技術
 - => HW/SWコデザイン人材養成（一部、システムLSIカレッジのカリキュラムを利用）
 - － 先端D 「技術マネジメント知識習得コース」
 - ・ 知的財産管理、技術開発とリスクマネジメント
 - => 3分野の人材養成（新規）

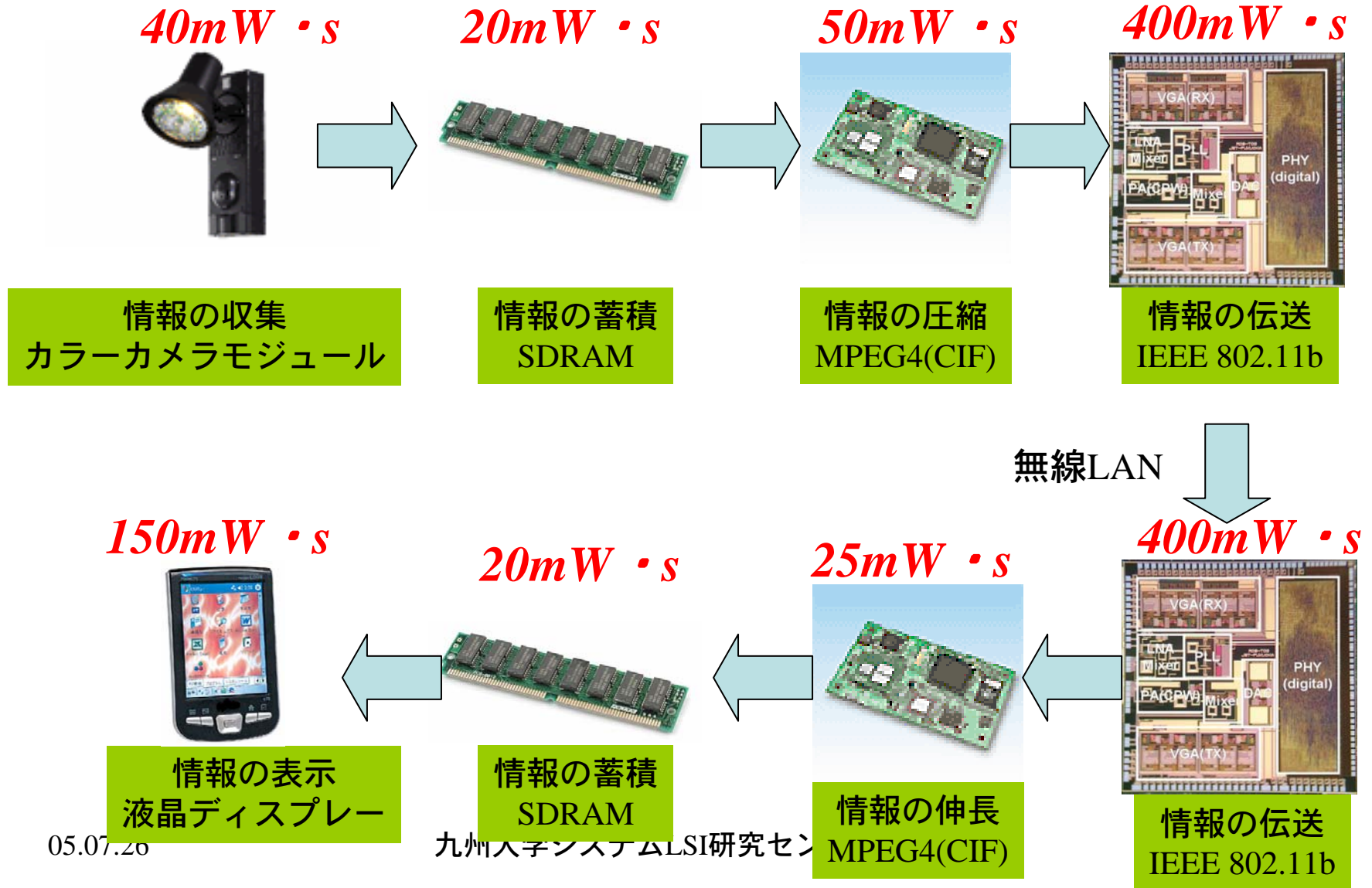
新しい評価尺度への対応

- 性能・コストから消費電力へ
 - マイクロワット級の設計技術
 - システム全体を考慮した低消費エネルギー化
- 新しい評価尺度
 - 品質(QoS:Quality of Service)
 - 信頼性(Dependability)
 - 安全性(Security)
- 短TAT設計への要求

超低消費電力設計技術



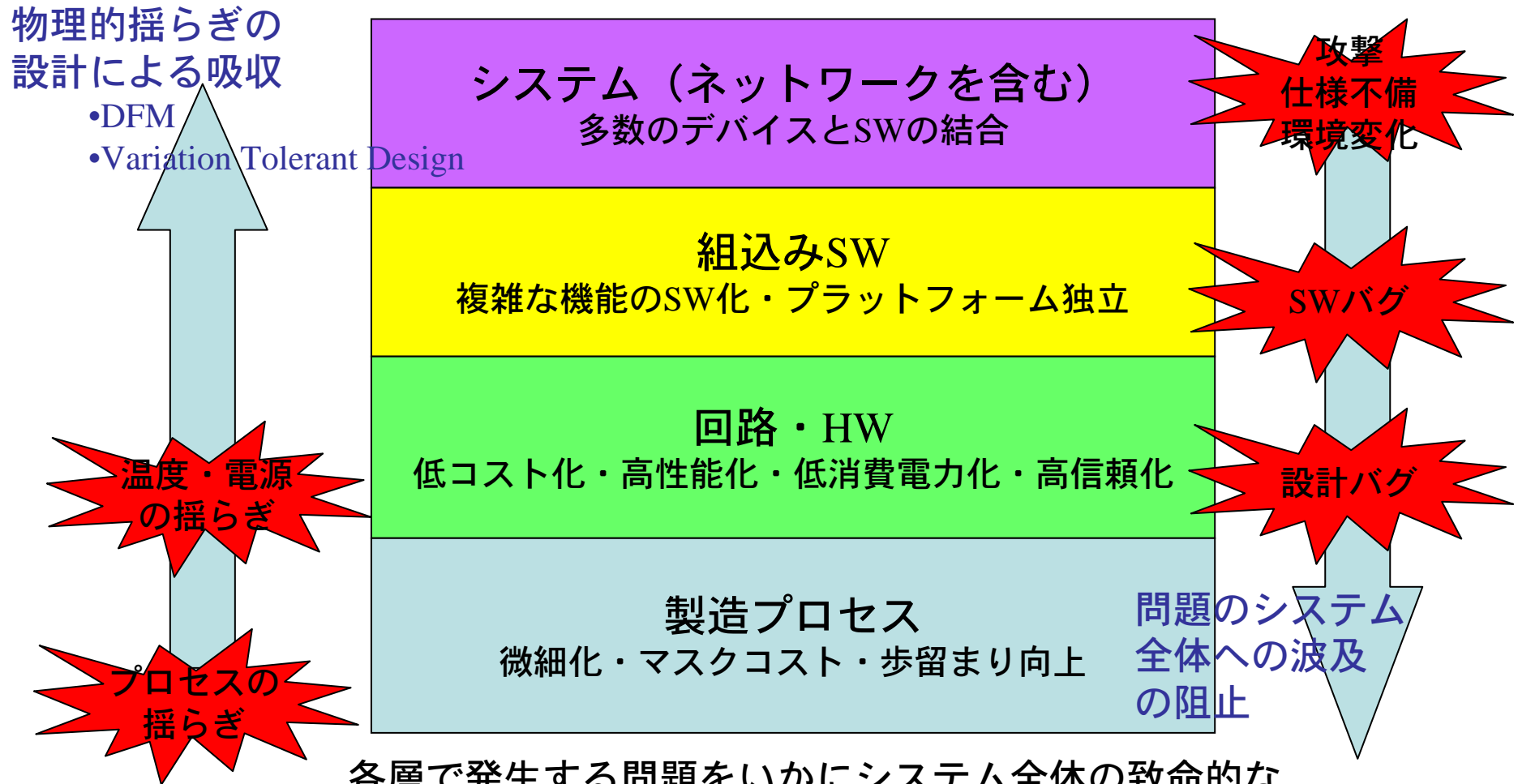
消費エネルギーの分布



超高信頼化設計技術

- 10億トランジスタの世界
 - 10^{-8} の故障率->100個は不良
 - プロセス・温度・電源の変動->10,000個は間欠不良
 - 経年変化
- 信頼度の低い部品を用いて信頼度の高いシステムを作る技術
- 長期間（50年）の動作保証

揺らぎと不確実性への対応



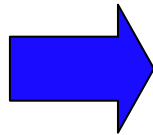
各層で発生する問題をいかにシステム全体の致命的な問題にせずに済ませるかという問題

歴史的な大問題

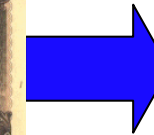
- 人類は、紙幣の発明に2000年かかった！
- そして、LSIは紙幣や貨幣に置き換わる？



2,000年



1,000年



電子マネー
21世紀？

金属貨幣

紀元前10世紀以前

- 価値は金属の希少性と不変性で保証

05.07.26

紙幣：10世紀中国で発明

- 価値は政府などの発行者の権威と社会制度で保証
- 物質不滅の法則

九州大学システムLSI研究センター

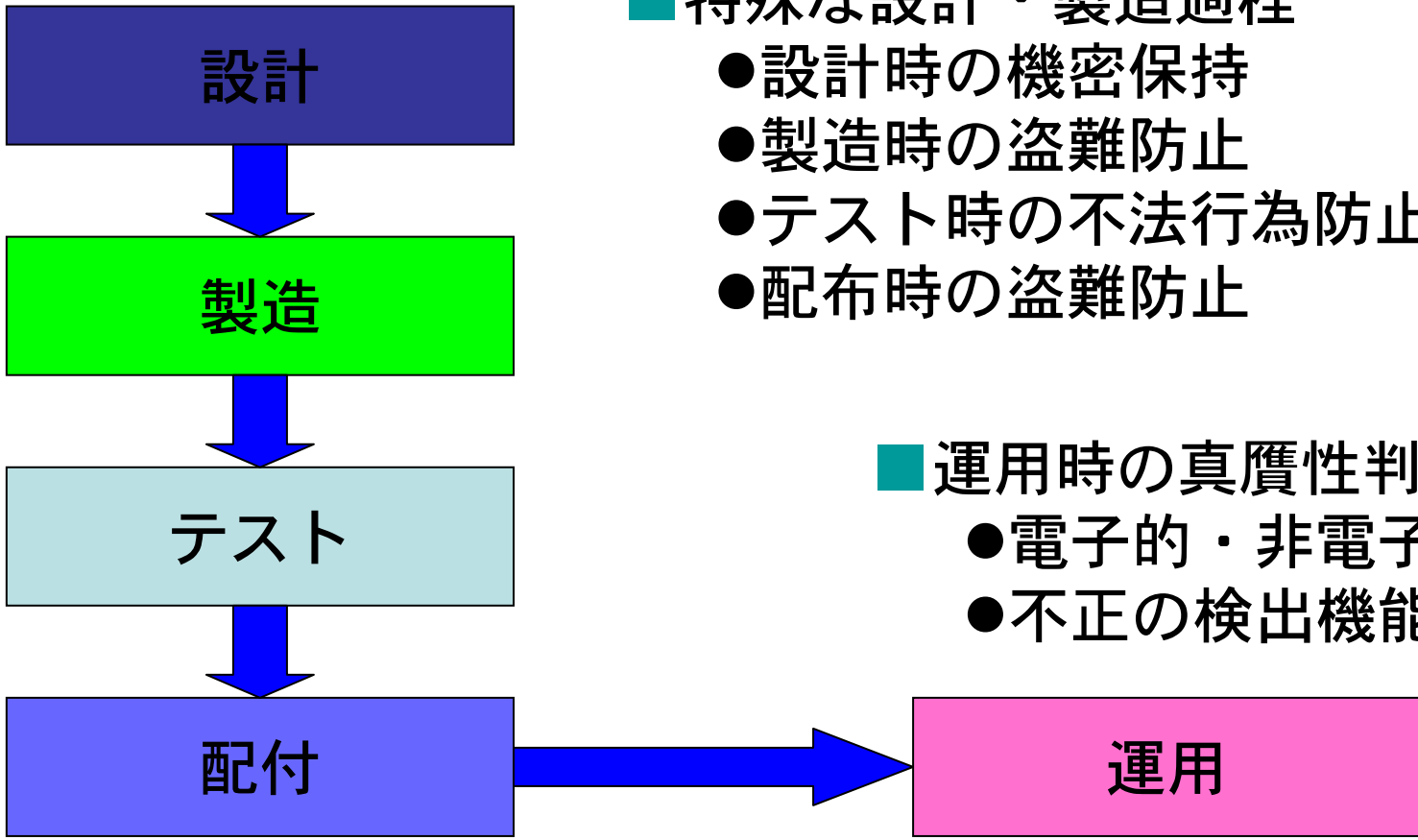
- 物理的保証の無い仕組み？

セキュリティとLSI

- LSIが「価値」や「信用」の媒体となる時代
- 暗号だけが問題ではない！社会システム自身に内在する危険を考えることが重要
- 攻撃者には格好の標的！

技術的課題

特殊性の実現
 材料
 加工方法
 機能・性能



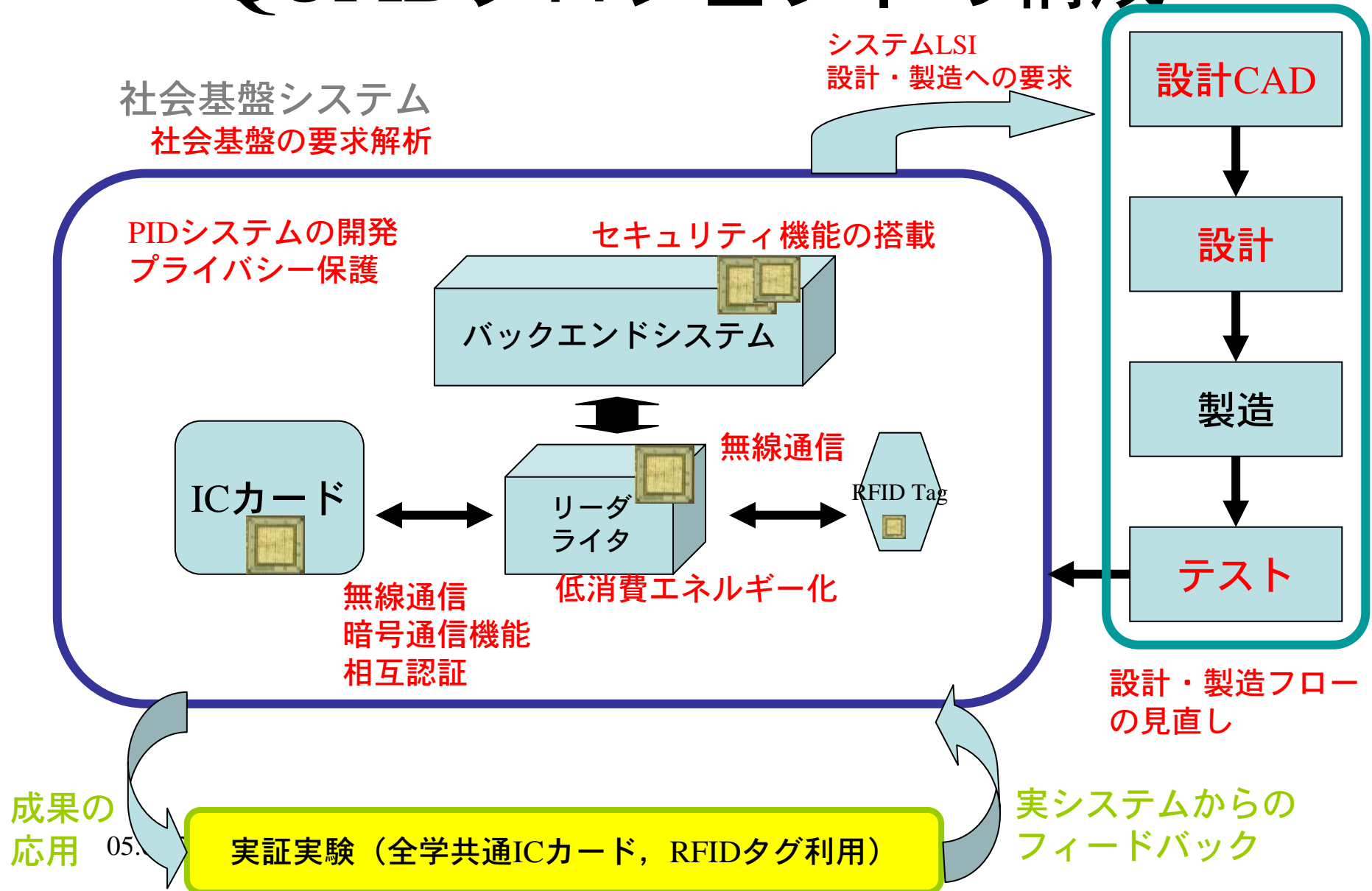
■ 特殊な設計・製造過程

- 設計時の機密保持
- 製造時の盗難防止
- テスト時の不法行為防止
- 配布時の盗難防止

■ 運用時の真贋性判定

- 電子的・非電子的
- 不正の検出機能

QUPIDプロジェクトの構成



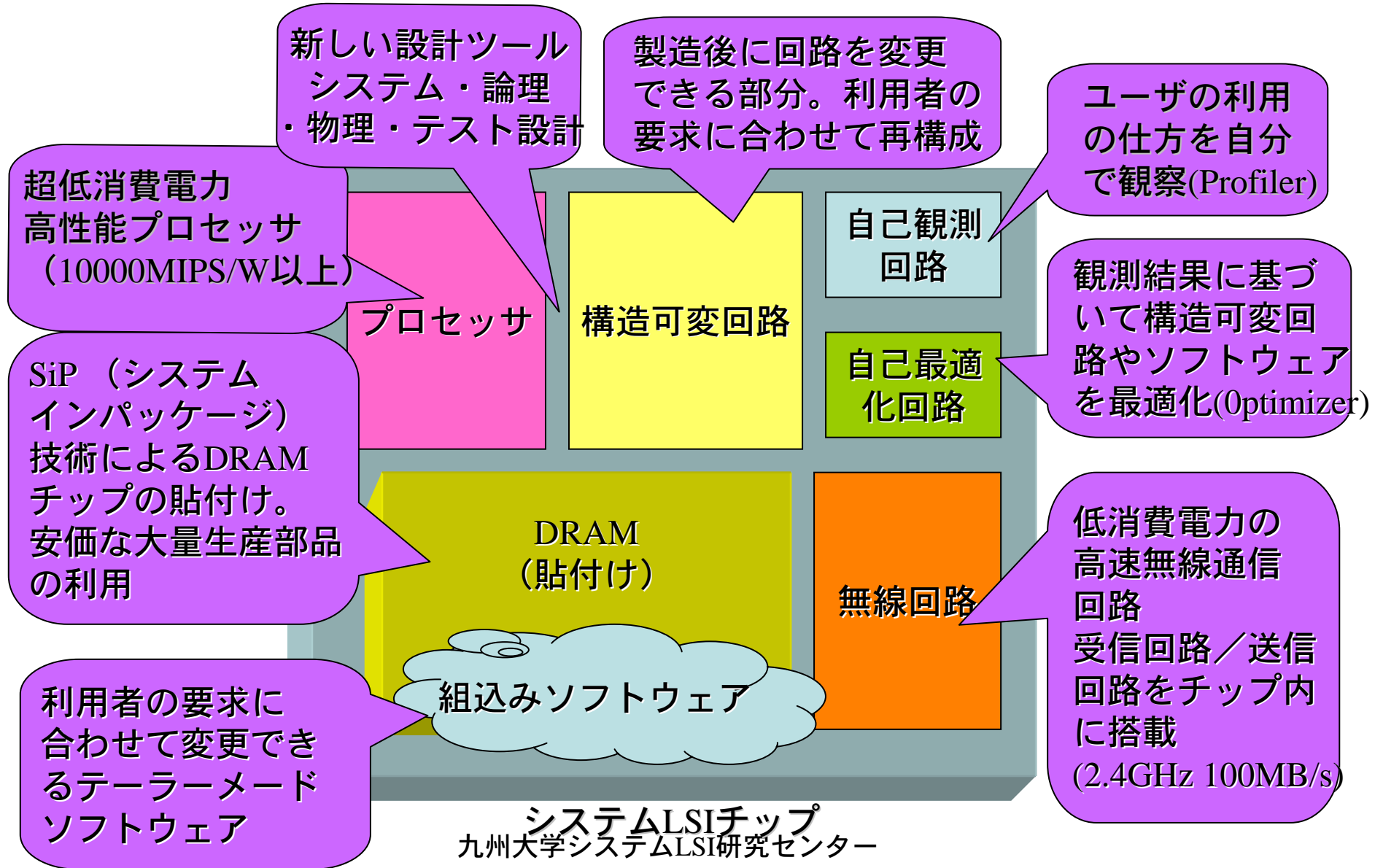


福岡県知的クラスター創成事業
福岡システムLSI設計開発クラスター
CLUSS: Cluster for Silicon Sea Belt

安浦寛人

知的クラスター創成事業研究総括

新しいシステムLSI像と開発技術



まとめ

- 設計対象の変化への対応
 - システム設計技術への転換
 - 多彩な構成要素と実装技術
 - 大規模化と複雑化への対応
- 評価尺度の変化への対応
 - 新しいSilicon Value Chain
 - 付加価値の源泉
 - Quality, Reliability, and Security