九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

多機能電話を題材としたシステムLSI設計実習

林田，隆則
九州大学システムLSI研究センター

久住，憲嗣
九州大学システムLSI研究センター

グラール，ヴィクトル
九州大学システムLSI研究センター

築添，明
九州大学システムLSI研究センター

他

https://hdl.handle.net/2324/15614

出版情報：SLRC プレゼンテーション，2009-10-22. 九州大学システムLSI研究センター
バージョン：
権利関係：

[実践報告]
多機能電話を題材としたシステムLSI設計実習

九州大学 システムLSI研究センター

林田隆則, 久住憲嗣, ヴィクトルグラール,
築添明, 福田晃, 中西恒夫, 安浦寛人

Agenda

- QUBEの概要
  - QUBEとは
- QUBEにおけるシステムLSI設計実習講座
  - 実習題材：多機能電話
  - 実習カリキュラムの変遷
  - 平成20年度の実施結果
- システム設計実習における課題
- まとめ

福岡システムLSIカレッジとQUBE

- 「シリコンシーベルト福岡」プロジェクトの教育拠点
- 福岡システムLSIカレッジ
  - 福岡県が主体（運営は福岡県産業・科学技術振興財団）
  - 入門～初級教育主体
    - 設立～19年度はハードウェア設計技術教育が主体
    - 19年度後半より組込みソフトウェア技術者養成講座が開始
- QUBE（九州大学システムLSI設計技術者養成実践プログラム）
  - 文科省「科学技術振興調整費」による委託事業
    - H17年度～H21年度の5年間
  - ハード・ソフト・コデザイン　の3本柱の教育
    - 先端設計技術習得プログラム
    - システムLSI設計技術習得プログラム
  - 福岡システムLSIカレッジの上級講座を展開

QUBEのカリキュラム

システムLSI設計人材養成実践プログラム

【対象者】電子情報系企業において、システムLSI設計の高度かつ先端技術の修得を必要とする中堅、ベテラン技術者及び研究者
【養成すべき人材像】システムLSI設計において、ハードウェアや組込みソフトウェアの設計分野の垣根を越え、
先端技術や製品市場に対する広い視野を持ち、先端設計技術を駆使して高付加価値製品を設計できる能力を有する
①ハードウェア設計人材、②組込みソフトウェア設計人材、及び③HW/SWコデザイン人材。
【修了条件】「(S)の1講座合格」または「(A)の2講座合格(但し、技術マネージメント知識コースの2講座のみは除く)」

(S)システムLSI設計技術習得プログラム

【目　的】ハードウェア設計、組込みソフトウェア設計、及びHW/SWコデザインの3分野の設計者がチームを編成し、共同でシステムLSIの設計・試作・実機評価を実践し、一貫設計フローと先端設計技術を習得させる。
【期　間】設計 4日間、評価 1日間　年1～ 2回開催

(SLD)システムLSI設計コース

3分野の設計者で1チームを構成

「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」

(A)先端設計技術習得プログラム

【目　的】技術マネジメント知識等も盛り込み、ハードウェア設計・組込みソフトウェア設計・HW/SWコデザインの3分野の最先端設計技術を身に付けさせる。
【期　間】講義・実習 1～3日間　年1～ 2回開催

(A-MG)技術マネジメント知識コース　「知的財産」「プロジェクト管理」「MOT(Management Of Technology)」

(A-CD)HW/SWコデザイン技術コース　「システムレベル設計・検証」「協調設計」「低消費電力設計」

(A-HW)先端ハードウェア設計技術コース
「雑音問題」「Power/Signal Integrity問題」
「回路設計技術:A/D・D/A、RF・アナログ」
「テスト設計技術」「実践的設計手法」

(A-SW)先端組込みソフトウェア設計技術コース
「開発方法論」「モデリング」「モデル検査手法」
「プロダクトライン」「コーディング技術」「テスト手法」
「リアルタイムOS」「ミドルウェア」

(P)実践設計技術習得プログラム

【目　的】実務の入口で必要な実践技術を身に付けさせる。(S)(A)受講前の補習講座。
【期　間】講義・実習 1～2日間　年1～ 2回開催

(P-HW)実践ハードウェア設計技術コース
「組込みソフトウェア技術者のためのハードウェア設計技術入門」
「デジタル設計基礎」「アナログ設計基礎」「DA基礎知識」

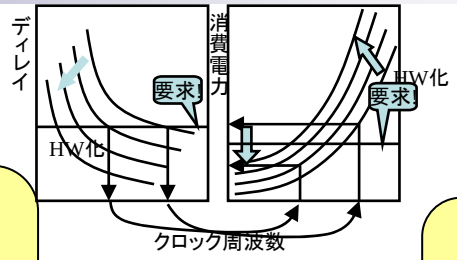
(P-SW)実践組込みソフトウェア設計技術コース
「ハードウェア技術者のための組込みソフトウェア設計技術入門」
「組込みソフトウェア開発基礎」

■ 設計実習・チップ試作は、VDEC(東京大学大規模集積システム設計教育研究センター)環境を活用
■ 受講者及び派遣企業のニーズ調査を適宜行い、出張講義や新規講座の追加などで対応

[HW/SW:Hardware/Software]

システムLSI設計技術習得プログラム: 目的

$$D = \gamma I_{cpu} f_{cpu} + \delta I_{hw} f_{hw}$$
$$P = \alpha G_{cpu} V_{dd}{}^2 I_{cpu} f_{cpu} + \beta G_{hw} V_{dd}{}^2 I_{hw} f_{hw}$$



性能, 電力, ...

なにを ハードで

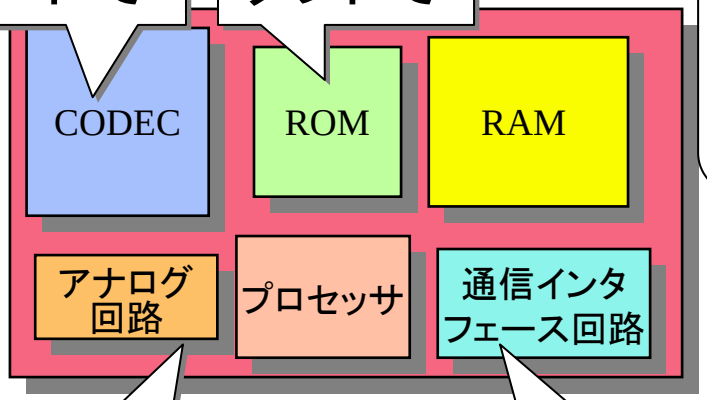
なにを ソフトで

プロジェクトの 進め方

開発 プロセス

演習中心

実装 ノウハウ



コミュニケーション

プロセッサ混載 FPGAボード

なにを 買うか

なにを 作るか

コスト

$$COST_{chip_sw} = COST_{chip} + CPC_{sw_k}$$

$$CPC_{sw_k} = \frac{COST_{sw_k}}{N_{good\,k}}$$

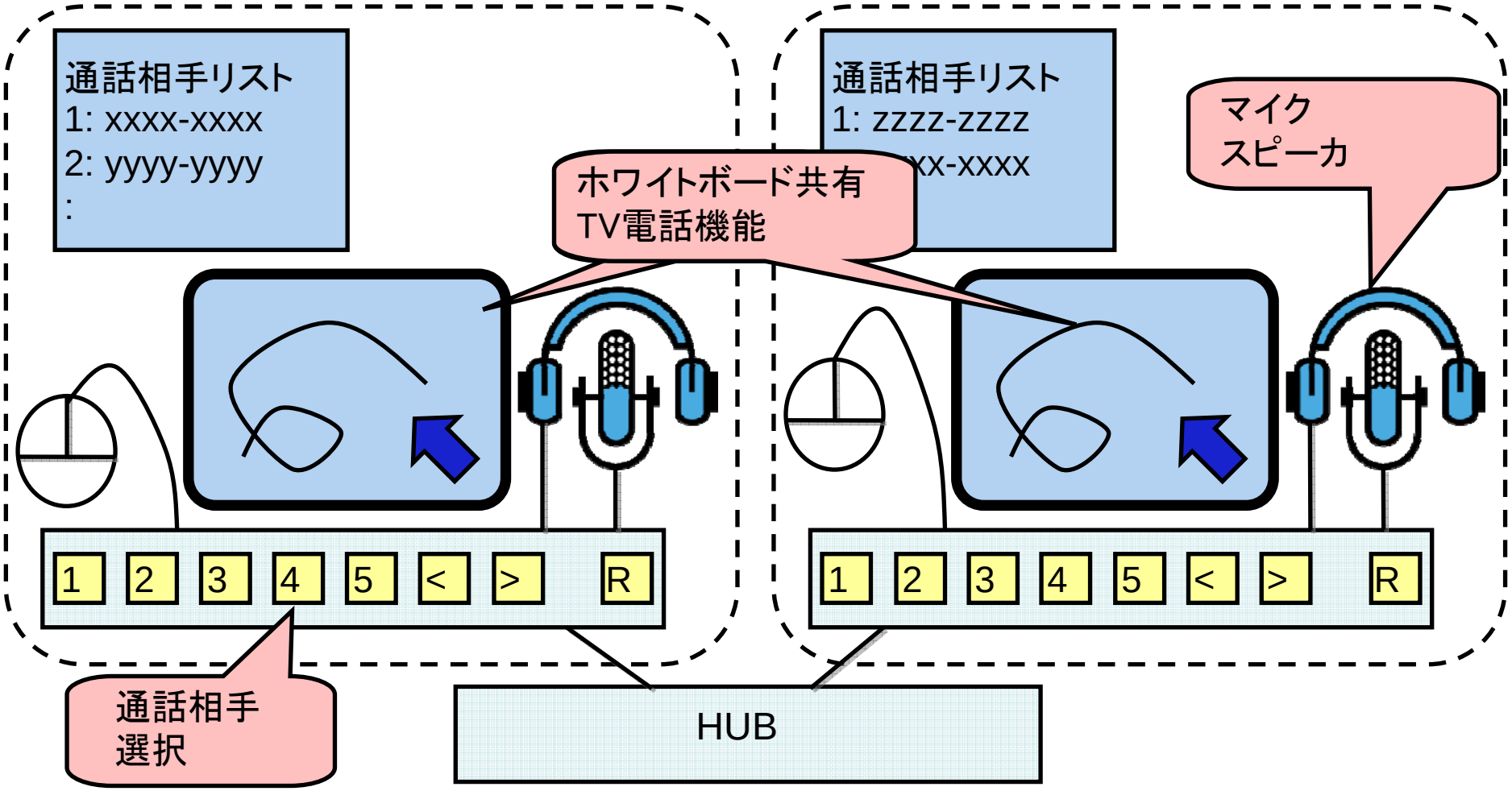
$$N_{good} = \sum_{k}^{N_k} N_{good\,k}$$

(C)QUBE

実習題材の選択

- 短期セミナー型に向いた実習題材は？
  - 社会人向けの受講者公募型
    - 各受講者の背景知識はさまざま
  - 短期講座
    - 演習時間をできるだけ多く確保したい
    - 題材を理解するために特殊な背景知識を要する題材は不適切
- モノと機能を直感的に理解しやすい題材
  - 多機能電話（音声・映像・UI）
  - 最低限取り扱うデータ⇒音声：単純なデータ
  - 映像やUIは拡張機能の位置づけに設定
    - 受講者に背景知識があれば実現する
    - 講義ではこれらの背景知識を教えることはしない

実習題材：多機能電話（MMP）



MMP: Multi Media Phone

「SLD1:システムLSI設計実習」[H17-19]

目　的

- システムLSI設計に必要な知識の習得
- 設計指針、設計技術、実装技術
- システムLSI設計の過程を体験
  - プロジェクトの進め方
  - コミュニケーション

方　針

- 実習中心
- プロセッサ混載FPGAボード
- チームを組んで設計、実装

実　施

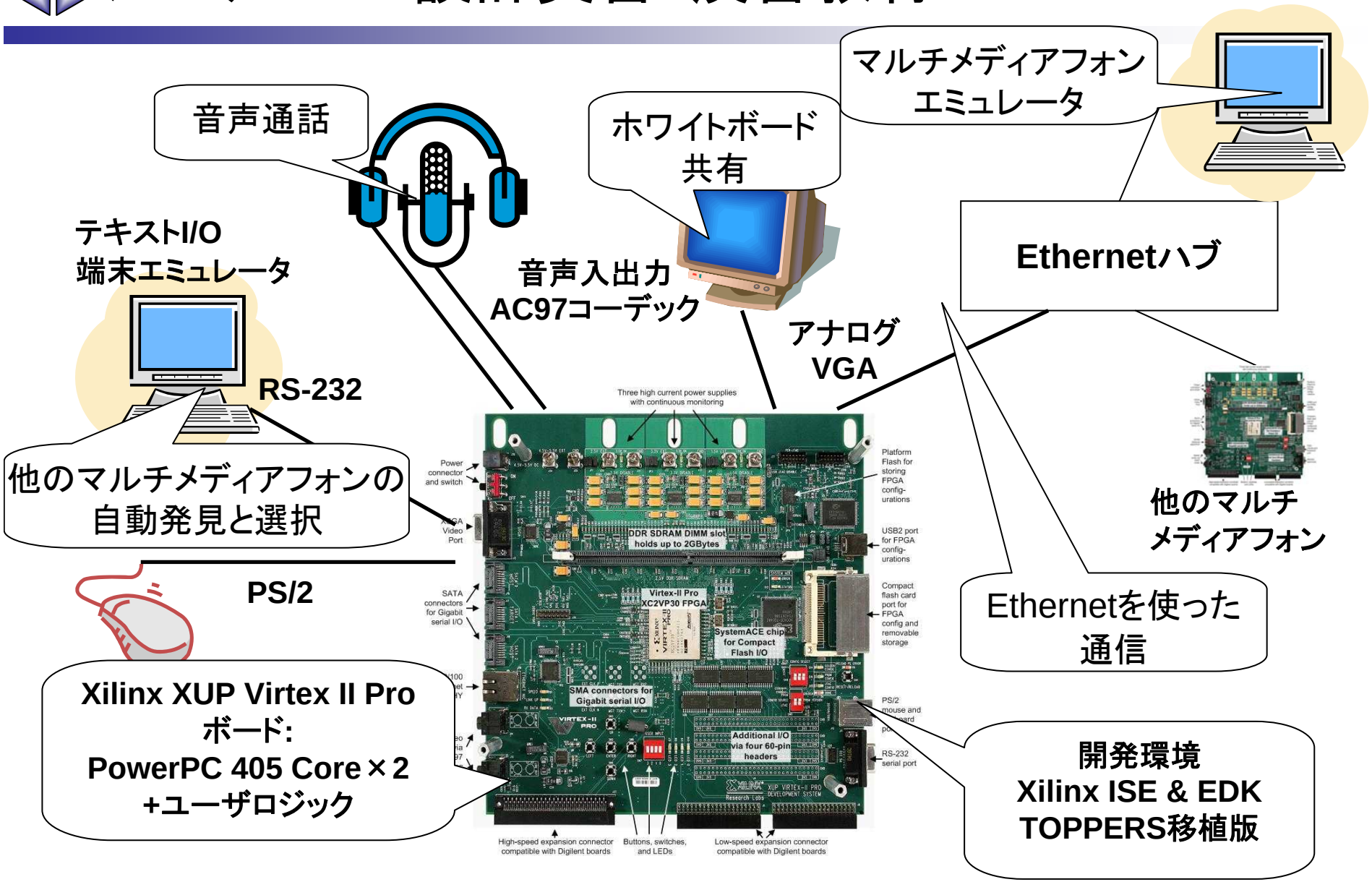
- 平成17年度:2グループ
- 平成18年度:3グループ
- 平成19年度:1グループ

H19年度は講義部分を
単独受講可能に変更

日　程

- 講義(1,2日目の前半)
  - システムLSIとは?
  - HW設計、SW設計の基礎
  - システムLSIとコスト
  - HW/SWコデザイン
  - 省エネルギー設計
- チュートリアル(1,2日目の後半)
  - ツールとボードの解説
- 実習(3～8日目)
  - マルチメディアフォン
  - 小講義
    - オンデマンド講義
    - ドライバの仕組み
    - 割り込みとは
- 成果発表会(8日目後半)

システムLSI設計実習：演習教材



問題点

- 実施期間が長い
  - 中堅技術者を1週間出すのは企業側が大変
  - 受講者が集まらなければ意味がない
- 系統立てた設計方法論の教育になっていない
  - UMLなどの「道具」の使い方は教えていたが・・・
  - QUBEとしても方法論はきちんと整理して教えたい！
- コーディング（実装）にかかる時間が長い
  - 実習7日間のうち半分（以上）はコーディング
  - システムの規模を考えるとかなり短い
- 実習の成果物が残らない
  - 実習の途中でドキュメントをしっかり作成しない
  - 作成する時間もなかなか取れない

H20年度：SLD1の大改革

- 期間を短くし
- 設計方法論を整理し
- 成果物を残す

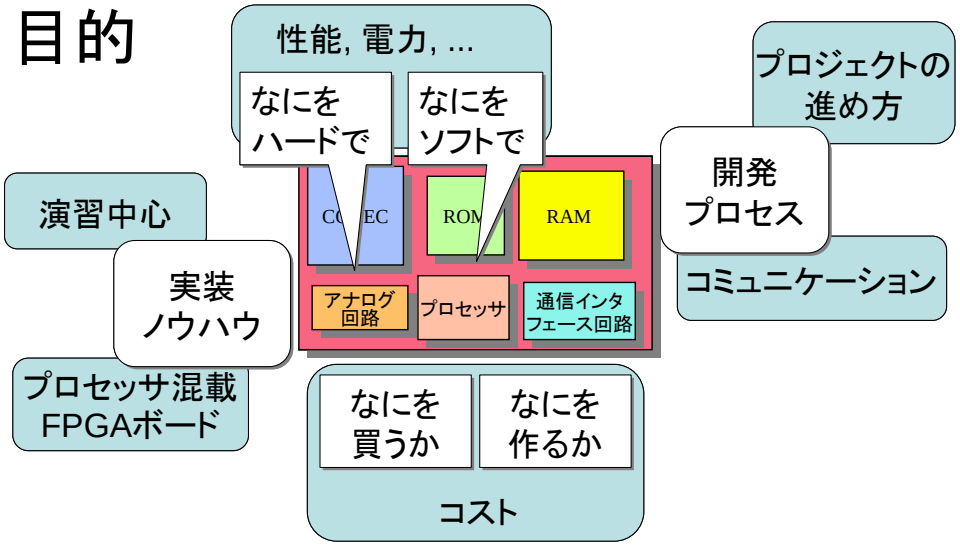
→ FPGAボードでの実装を全カット

実習を要求分析からアーキテクチャまでに絞る
→ システム設計・開発のプロセスをきちんと教える

- 座学1日間＋実習4日間
- 開発方法論を実践で学ぶ講座に

SLD1:システムLSI設計実習(＋A-CD8)[H20]

目的



特徴

- 要求分析からシステム設計まで
- 設計方法論とその実践
- 異分野でチームを構成
  - HW/SWコデザイン
  - ハードウェア
  - 組込みソフトウェア
- QUBEで教材を独自開発

日程 (1+4日間)

- 1日目 講義(A-CD8)
- 2日目 品質表の作成
- 3日目 ロバストネス分析
- システムアーキテクチャ設計
- 4日目 システムアーキテクチャ設計
- 5日目 成果発表会

講義内容

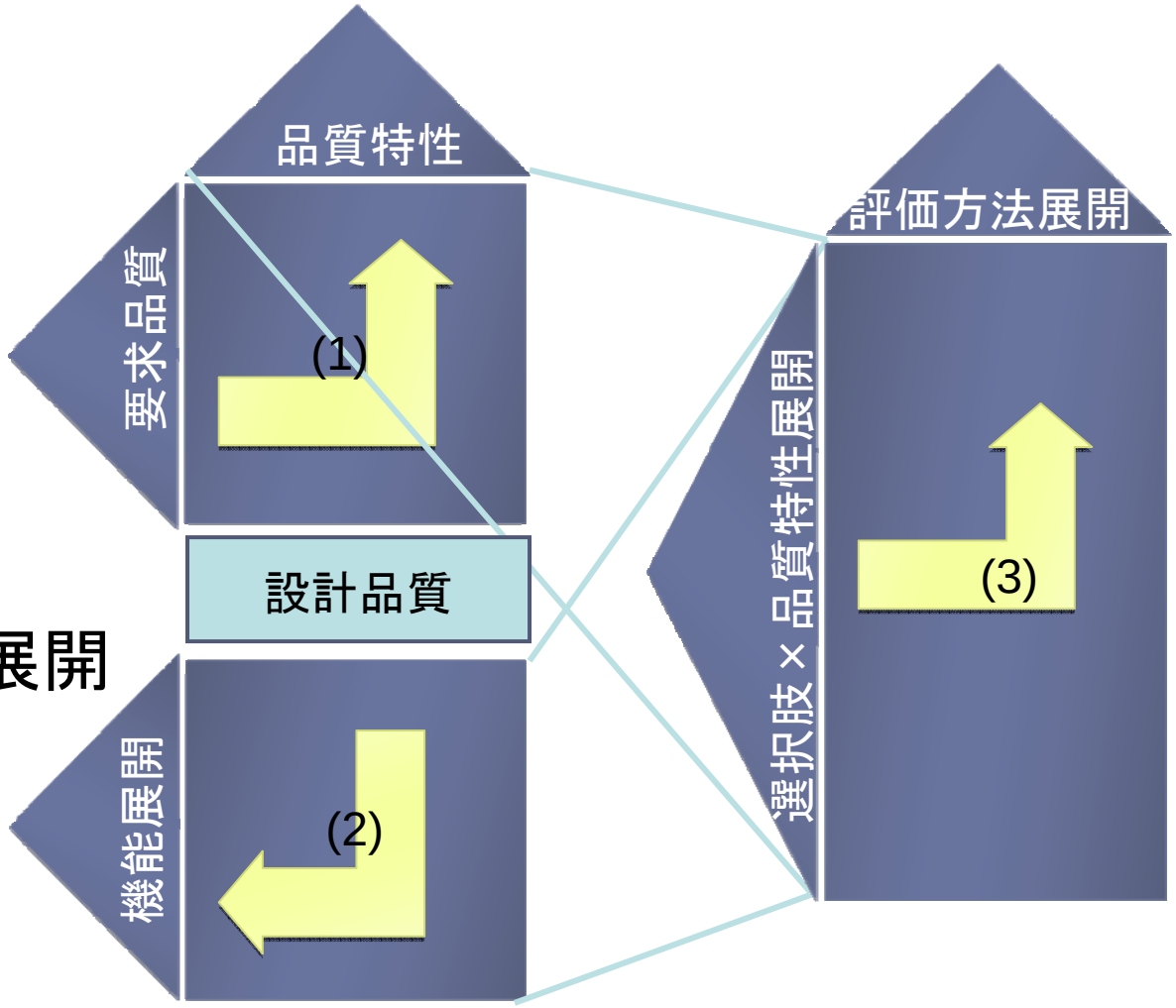
- システムLSIとは?
- HW設計、SW設計の基礎
  - HW屋のためのSW設計基礎
  - SW屋のためのHW設計基礎
- システムLSIとコスト
  - コデザインのための評価指針
- HW/SWコデザイン
  - システムレベル記述
  - システムソフトウェア生成
  - HW/SW分割
- **システム設計の基礎**
  - **UMLの基礎**

SLD1で使うシステム開発方法論

- 品質特性：評価の道具→QFD(品質機能展開)
  - QFD: Quality Function Deployment
  - システムが満たすべき性質の集合
  - 品質を意識したプロセス
    - プロセスの目標を明確にする
      →要求される品質が明確
    - 品質と機能のトレーサビリティ
      →どの機能がどの品質特性に影響するか？
- 開発方法論：ICONIXプロセス
  - UMLベースの開発方法論
  - モデル駆動型開発→設計とアーキテクチャを分離する
  - ユースケースとロバストネス分析を重視する方法論

QFDの全体像

- 要求品質
- 品質特性
- 品質表(1)
- 設計品質
- 機能展開
- 機能品質表(2)
- 選択肢×品質特性展開
- 評価方法展開
- 評価表(3)



(C)QUBE

要求品質一覧表

H20年度SLD1成果報告会の資料より抜粋

		品質要素																			
		フレームレート	カメラ画素数	ディスプレイ画素数	画像の階調度	画像符号化方式	音声符号化方式	通信ポート数	通信方式	ホワイトボードディレイ	音声遅延	着信履歴数	発信履歴数	接続可能チャネル数	通信速度	起動ディレイ	ボタンの数	筐体のサイズ	マイクの感度	動作時消費電力	待機時消費電力
要求品質	多数のMMPと通信したい							○	○												
	重複する着信を処理したい								○												
	通話音声品質がいい						○								○						
	通話遅延が少ない						△				○				○						
	多数のMMPを自動発見したい								○												
	使いやすい	△	△	△	△	△	△	△	△						○		○	○	○		
	TV電話の画質がいい	○	○	○	○	○									○						
	ホワイトボードで画像を表示したい			○																	
	ホワイトボードにマウスを使ってリアルタイムに線を書きたい								△	○					○						
	通話中の着信を可能にしたい													○							
	多数の着信履歴を表示したい											○									
	多数の発信履歴を表示したい												○								
	起動時間を短くしたい															○					
	消費電力を抑えたい																			○	○
設計目標値		30/f/s	300万画素	640x480	256	H264	HE-AAC	16	TCP/IP	500ms	30ms	10	10	2	20Mbps	2s	20	40x25x10(cm)	50cm離れた声が拾える	90W	500mW

(C)QUBE

H20年度実施結果

- Aグループ[SW/HW技術者混成]
  - 機能盛りだくさんの製品開発計画
  - 詳細な品質特性分析
  - 機能展開に時間がかかってしまった
  - 選択肢×品質特性展開で項目爆発→演習時間不足
  - 設計過程で演習期間に合わせた調整を入れるべきだった
- Bグループ[HW技術者]
  - 現実的な製品開発計画
  - 品質特性分析も現実的(しかしあっさり風味)

(C)QUBE

システム設計実習における課題

- システム設計と実装の方法論のギャップ
  - 抽象度の高いシステム設計の方法論
  - 具体的・即物的な実装の方法論
    - 両者のギャップをうまく埋めることが重要
- 自由度と実現性のバランス（ジレンマ）
  - 実習⇒頭の体操的な自由度を持たせたい
    - 検討の幅を広げすぎると実現性の乏しい設計になる可能性
    - 現実的な設計に走りすぎると検討の幅が狭まる
- 課題の選択
  - 背景知識不要・HW/SW協調あり・コンパクト
    - そんな都合の良い題材があるか？
    - MMPの多くの機能はSWだけでも実現できてしまう

まとめ

- QUBEのシステムLSI設計実習
  - 開発方法論の習得・実践ができる実習
    - UMLの基本も一緒に学ぶ
  - 座学1日＋実習4日の集中型
  - 品質を考えた開発プロセスを体験できる
  - 4年間の試行錯誤の集大成
    - FPGAによる実装はなくなったけれど
    - 要求分析からアーキテクチャ設計までを通しで学べる実習に昇華
  - よりよい講座にするには課題もまだまだ多い

九州大学の学生向け講義等で引き続き活用予定