

電子機器の製品動向から考察する モジュール化の限界

—創造的製品開発を行うための製品アーキテクチャ論—

2011年10月1日

TM-Lab **ティー・エム研究所**

代表

工学博士 芳 賀 知
中小企業診断士

構成

1. はじめに

- 1. 1 背景
- 1. 2 狙いと本研究のアプローチ

2. モジュール型の背景、メリットとその制約

- 2. 1 これまでのモジュール化とその背景
- 2. 2 モジュール構成の基本とその制約

3. 事例による考察

- 3. 1 PC(パーソナルコンピュータ)
- 3. 2 iPad(タブレットパソコン)
- 3. 3 携帯電話
- 3. 4 考察

4. まとめ

1.1 背景

電子機器

先端技術を応用した代表的機器

- * 技術進展、先端技術を応用した代表的機器
- * 製品の応用が急速に広がっている分野

製品アーキテクチャ

産業構造(経営戦略)に大きな影響

- * ハード: 技術分野が広いため、複数企業による分業開発・生産が必須
- * ソフト: 大規模化、ユーザー開放のため、階層化、標準化、オープン化が必須



モジュール化の進展 ⇒ イノベーションに限界

最近の動向と推測

最近の動向: モジュール型以外と思われる製品が出現

- ・タブレット端末(一体型)
- ・特定用途の専用機器



推測: 現状のモジュール型では創作的製品の開発に限界

1.2 狙いと本研究のアプローチ



創造的な製品開発を行うための
製品アーキテクチャ論は？

目的: 今後の経営診断における有益な示唆を得る

本研究のアプローチ

- モジュール型の確認と整理
- 事例による考察

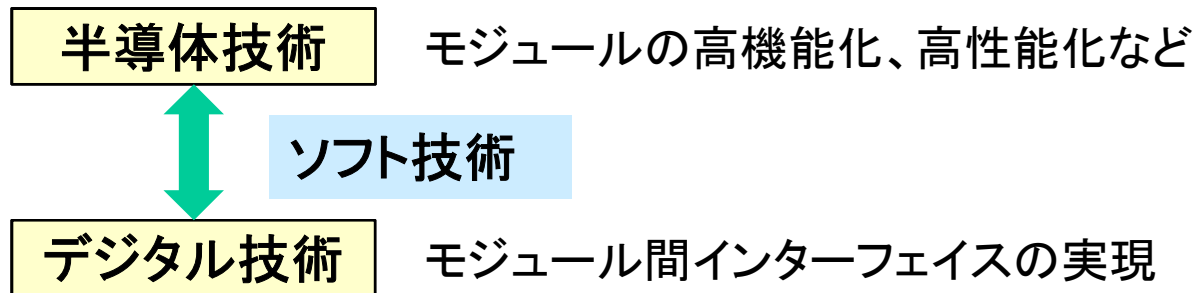


技術的視点

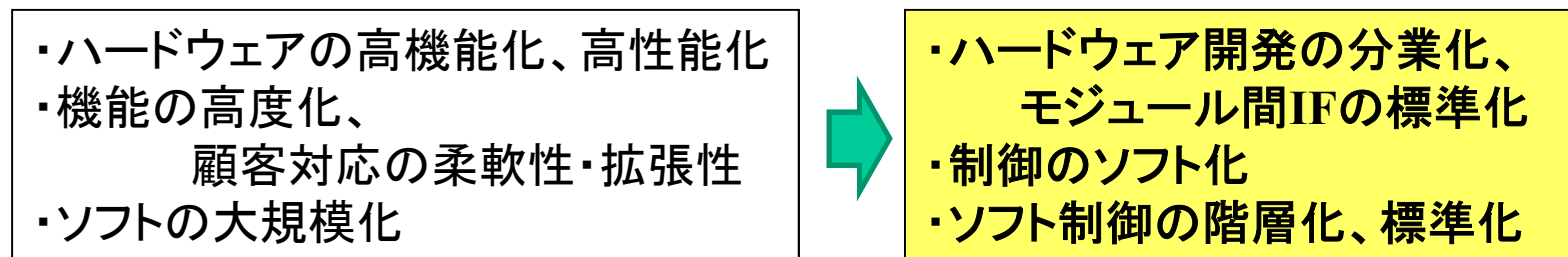
開発投資効率を確保しながら、
創造的製品開発をおこなうための
これからの製品アーキテクチャ論

2.1 これまでのモジュール化とその背景

(1) モジュール化を推進した基礎技術



(2) モジュール化を必要とした製品仕様、内部構成



(具体例)

各種 専用システム、ワークステーションなど → PCベースのダウンサイジングシステム
 ワープロ専用機 → PC+汎用プリンタ
 年賀状印刷機(プリントゴッコなど) → PC+汎用プリンタ
 その他

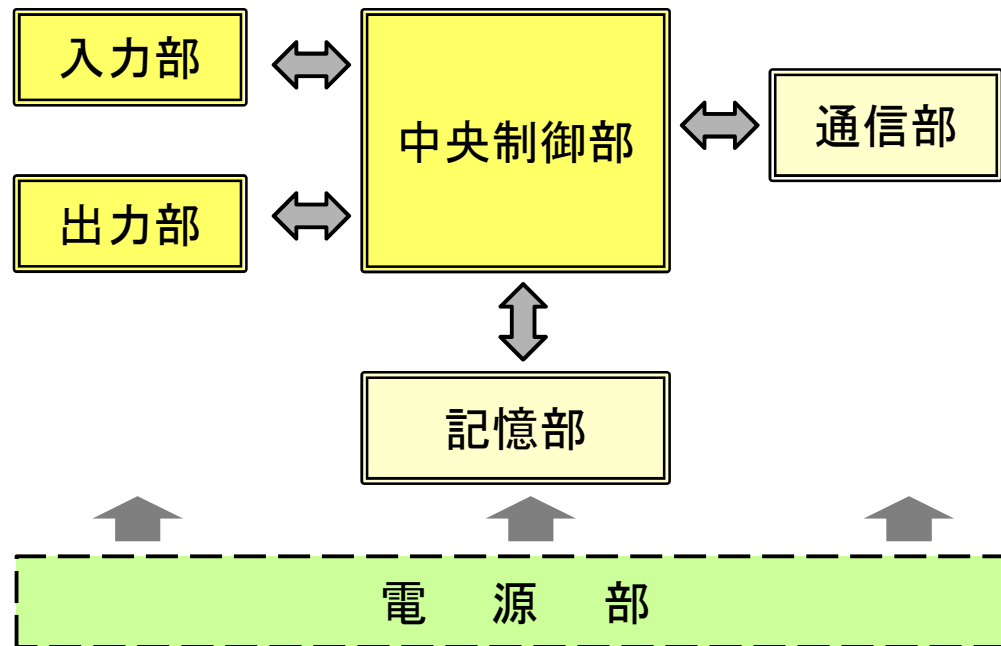
2.1 これまでのモジュール化とその背景

モジュール化の経緯

| | ~1980年代 | 1980~90年代 | 1990年代~ |
|-----------------|---|---|---|
| 製品 アーキテクチャ | <p>単機能製品</p> <p>ハードのみの製品構成</p> | <p>複合機能製品</p> <p>μコンピュータ制御</p> <p>ハードとソフトの構成</p> | <p>高度機能製品</p> <p>複数μコンピュータ制御</p> <p>ソフトの階層化 オープンアーキテクチャ 製品のモジュール構成</p> |
| 標準化の対象 | <p>・媒体、消耗品など</p> | | <p>・ソフトインターフェイス ・モジュールインターフェイス</p> |
| 顧客対応 量産型/受注型 | <p>量産型商品</p> <p>画一的仕様 複数企業で供給</p> <p>受注型商品</p> <p>フルカスタム品</p> | <p>量産型商品</p> <p>顧客別対応の拡大</p> <p>受注型商品</p> <p>セミカスタム品、 汎用品への移行</p> | <p>量産型、受注型の垣根の低下</p> |

2.2 モジュール構成の基本とその制約

(1) モジュール構成の基本



- 基本機能単位でモジュール構成となる 中央制御部が全体をコントロール
 - ・モジュール分割がしやすい、標準化しやすい
 - ・モジュール間インターフェイスを標準化しやすい
- * 通信部、記憶部は機器によって、ない場合がある
 - 多機能化、制御の高度化に伴い、本モジュール構成となる

2.2 モジュール構成のメリットとその制約

(2) モジュール化のメリット

- ・オープン化による水平分業化
- ・自社の担当モジュールの開発・生産に専念可能



- ・計画的に開発が可能 技術・製品のロードマップが明確
- ・機能拡張、高性能化が容易 (モジュール内であれば)
- ・開発投資負担が小、QCDの確保・保守が容易

(3) モジュール化のデメリット

- ・冗長度(スペース、インターフェイス、機能など)が大きい
- ・実装、省電力など(携帯性、可搬性)に大きな制約

—イノベーションへの制約—

- モジュール内に限定できる技術革新しか採用できない
- モジュール間インターフェイスで吸収できる技術革新しか採用できない

3. 事例による考察

最近の製品動向から、モジュール化の関連動向を考察

考察する機種

1. PC (パーソナルコンピュータ)
モジュール型の機器の典型
2. iPad (タブレットPC)
最近、新たに出現した新たなコンセプトの機器
3. 携帯電話
技術進展が最も著しい機器

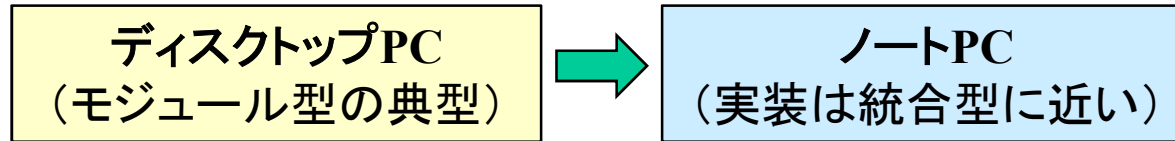


考察の切り口

1. 製品アーキテクチャとその動き
製品アーキテクチャはどのように進展しているか
2. 使用マイクロプロセッサ
製品アーキテクチャに影響を与える主要デバイス

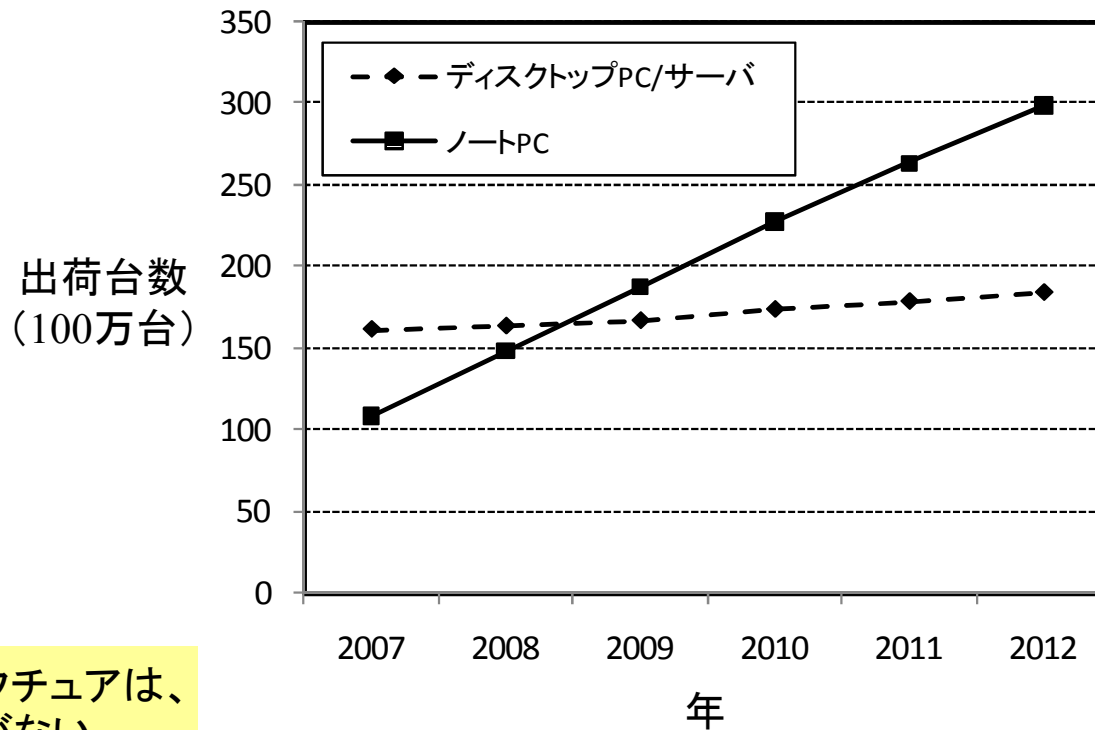
3. 1 PC

(2) 製品動向: ノートPCへの移行



- ・スペース効率の追求
- ・冗長度の抑制
- ・性能差の縮小
- ・可搬性の要求

PC 出荷台数
—2008年以降は予測—



基本アーキテクチャは、
ほとんど変化がない

(出典: 米国IDC)

3. 1 PC

(3) 製品動向：専用機器の出現、普及

デジタル写真プリンタ プリン写る



2008年11月に販売開始 カシオ
約10万台

- ・使い勝手の追求
- ・携帯性の追求
- ・起動・処理時間の短縮

テキスト専用メモ機 ポメラ



2008年11月に販売開始 キングジム
約10万台

電子辞書



2003年 - 204万台 / 264億円
2004年 - 238万台 / 334億円
2005年 - 238万台 / 342億円
2006年 - 251万台 / 374億円
2007年 - 280万台 / 463億円

3. 2 iPad(タブレットPC)

(1) 製品コンセプト

PC (MacBook)
プロセッサ: Intel系

携帯電話 (iPhone)
プロセッサ: ARM系



PC、携帯電話のどちらにも属さない
携帯情報端末

(特徴)

- 1) タブレットベース(マルチタッチパネル)
- 2) 携帯性(薄い、軽い)
- 3) 瞬間起動
- 4) バッテリーが長寿命
- 5) 高いパフォーマンス、高速グラフィックス機能
- 6) モバイルOS(アップル独自 iOS4) PC-OSも対応可能
- 7) 加速度センサー、3軸ジャイロ스코ープ、コンパス内蔵
- 8) フェイスタイム対応(カメラ×2内蔵)
- 9) 電子ブック対応 その他

) PCの弱点



3. 2 iPad(タブレットPC)

(2) 製品アーキテクチャ

統合型 アップル独自の構成

○プロセッサ チップレベルから SoC「A4」、「A5」を独自開発

ARMベースのCortex-A8のシングルコア、またはCortex-A9のデュアルコア

GPUにPowerVR SGX

その他I/Oやコントローラを内蔵したSoC

(補足) インテル系では バッテリー寿命、起動時間の問題がある

○マルチタッチパネルの採用 入力デバイスと出力デバイスの融合

投影型静電容量方式タッチパネル 表示ユニットと一体化、多点検知、指の動き検知

(3) ハードの実装



回路部の分解



分解後の状況

デザインを確保し、限られたスペースに各ユニット、部品を実装

(例)

- ・スピーカーからの音はケースと一体でステレオ化





- ・バッテリーはテープで実装など

日経Tech-on[iPad分解]より

3.3 携帯電話

(1) 携帯電話の進展の経過

1990年代に入って、本格的に普及が進む

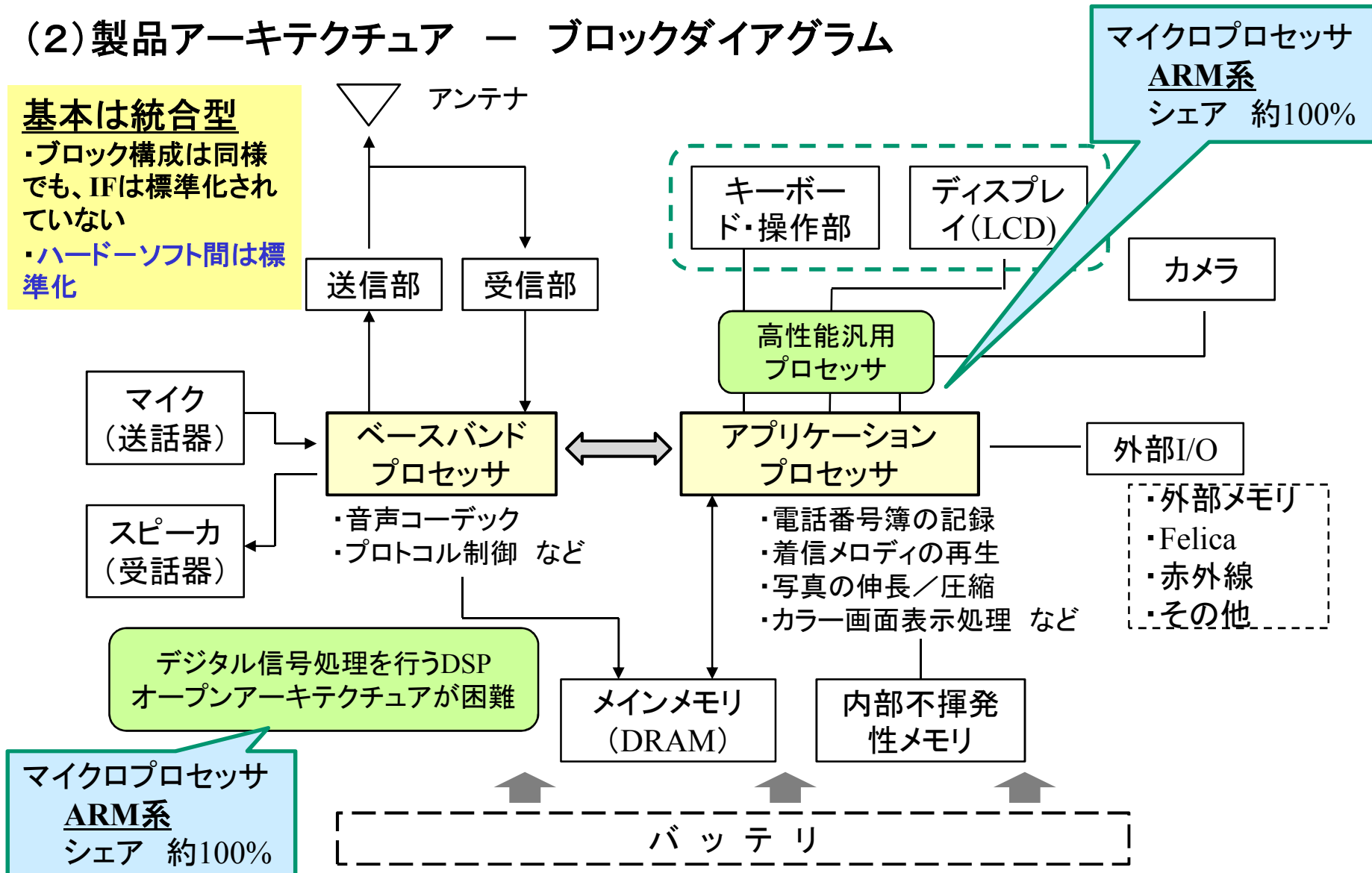
| 年代 | 1994年 | 2000年 | 2005年 | 2010年 | |
|--------|--|---|---|---|---|
| トピックス | <ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話販売自由化 ・ショートメール  | <ul style="list-style-type: none"> ・iモード(ドコモ) ・Ezweb(au)  | <ul style="list-style-type: none"> ・FOMA(ドコモ) ・CDMA-1(au)  | <ul style="list-style-type: none"> ・FOMAハイスピード ・iPhone(スマートフォン)  | |
| 通信方式 | ・PDC方式(デジタル方式) | ・3G(W-CDMA) | ・第3.5世代 | | |
| 機能サービス | <ul style="list-style-type: none"> ・通話主体 | <ul style="list-style-type: none"> ・ショートメール | <ul style="list-style-type: none"> ・電子メール ・インターネット ・カメラ付き携帯 | <ul style="list-style-type: none"> ・動画撮影 ・動画メール ・音楽携帯 ・おサイフケータイ ・らくらくホン | <ul style="list-style-type: none"> ・マルチタッチパネル ・汎用アプリの搭載可能 |
| OS | ・RTOS(OS-9、Nucleus、iTRONなど) | ・汎用OS(Symbian OS、Linuxなど) | | ・Android | |

3.3 携帯電話

(2) 製品アーキテクチャ - ブロックダイアグラム

基本は統合型

- ・ブロック構成は同様でも、IFは標準化されていない
- ・ハードソフト間には標準化



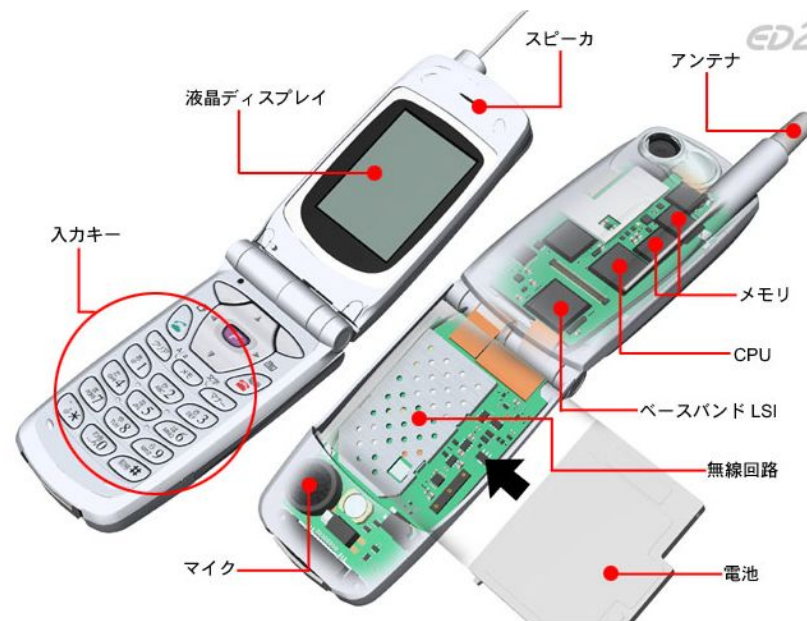
3. 3 携帯電話

(3)ハードの実装

厳しい要求仕様から 統合型の実装

(要求仕様)

- ・外形寸法、重量
- ・操作性(キー操作、画面など)
- ・通信性能(アンテナ実装、干渉問題など)
- ・通話特性
- ・低消費電力
- ・その他



3.4 考察

(1) 製品アーキテクチャの全体的動向

○従来のモジュール型は縮小 ← 顧客の有用性を重視

・製品の汎用性、拡張性 ⇒ 操作性(使い勝手)、携帯性 重視

○新規コンセプトの製品(iPad、ポメラなど)

・見かけ上は統合型の製品(従来のモジュール型からの脱却)

(2) ハードウェアのアーキテクチャ

実装では、ほぼ統合型志向



○モジュールより低いレベルで、共通化、事実上の標準化が堅持

・ユニット、デバイス単位(FPGA、メモリなど)での共通化、標準化は行われている
水平分業構造は堅持されている(技術の高度化、専門化が進んでいるため)

○ARM系プロセッサ IP(設計資産)での活用

・設計思想はモジュール型 ハードウェアの物理的構成は統合型

3.4 考察

プロセッサの比較

パソコン系プロセッサ(インテル系)
 —性能重視

- ・必要な回路を組み込み
- ・可能な範囲でクロック高速化
- ・独立したチップ(パッケージ)で供給

周辺回路(メモリIFなど)は標準化
 周辺チップセットは標準品
 セットメーカーが実装ボード開発

組込系プロセッサ(ARM系)
 —消費電力重視

- ・トランジスタの上限を設定、その制限の中で設計
- ・提供は、IP(知的財産)による



- ・SoC (System on Chip)で実装
 CPUに必要な回路や関連デバイスをまとめて一つのチップとする
 デバイス数の低減、フットプリント数の低減が可能

4. まとめ

(1) 従来 モジュール型では、創造的製品開発に限界

小型軽量、省電力、使い勝手を追求するためには統合型が基本設計、実装、処理における冗長性を徹底的に排除が必要

イノベーション発生の枠組み

(PCの場合)

- ・CPUの高速化
 - ・グラフィックス機能の高度化
 - ・I/Oモジュールの高機能化
 - ・インターネットの高度化
 - ・その他
- への対応では効果的であった

限界が見え始めた

コア・コンセプト(構成モジュール)の変化

強化される

転換される

変化しない

インクリメンタルイノベーション

モジュラーイノベーション

変化する

アーキテクチャルイノベーション

ラディカルイノベーション

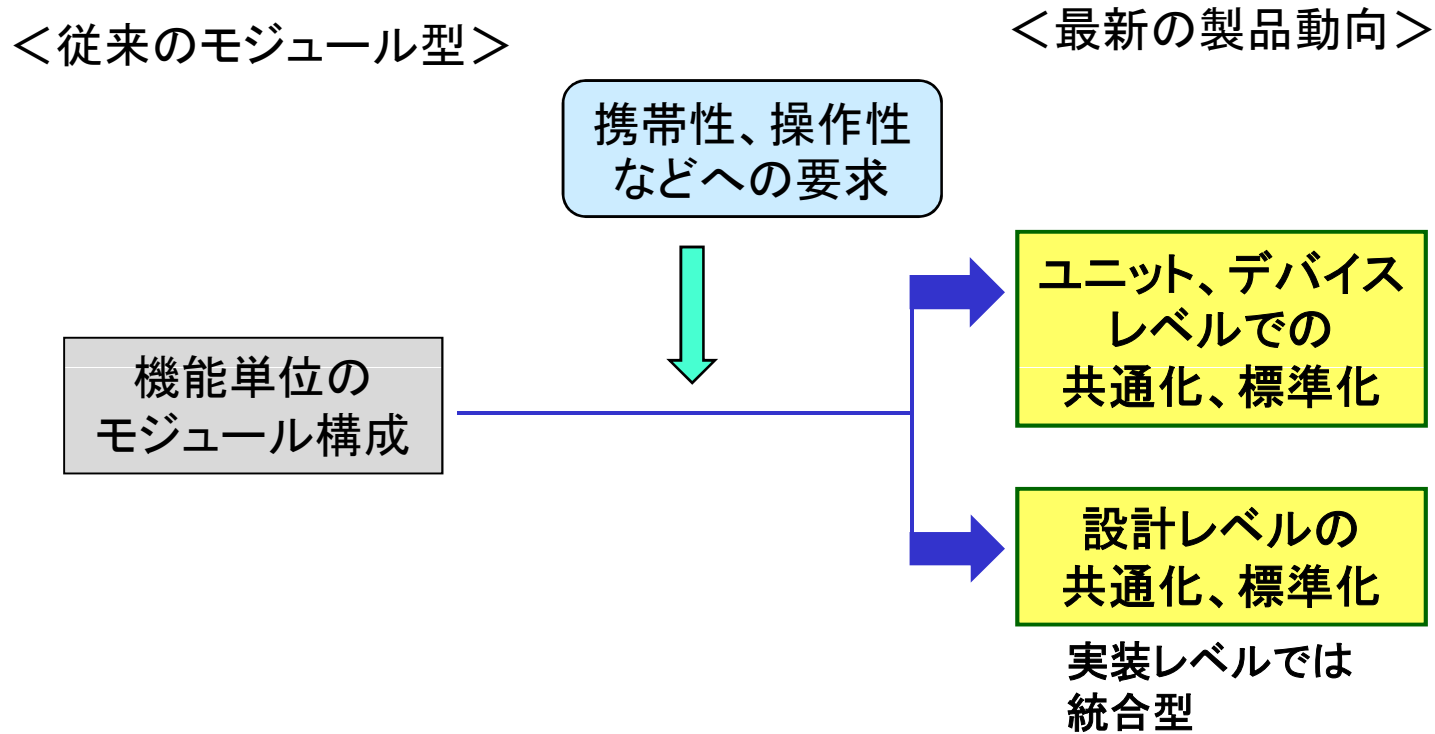
構成モジュール間のつながりの変化

一部の機器で
起き始めている

Henderson and Clark資料に著者が追記

4. まとめ

(2) 新たなモジュール構成の二つの方向



[参考文献]

- [1] Henderson, R., and Clark, K.B., "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms, "Administrative Science Quarterly, 1990
- [2] 佐伯靖雄: イノベーション研究における製品アーキテクチャ論の系譜と課題(佐伯) 161 『立命館経営学』第46 巻第5 号
- [3] 藤本隆宏、武石 彰、青島 矢一: ビジネス・アーキテクチャ製品・組織・プロセスの戦略的設計、有斐閣、2001
- [4] 鶴光太郎: モジュール化の経済学、RIETI Discussion Paper Series 02-J-009、2002 年6 月
- [5] 日野三十四: [実践]モジュラーデザイナー時代が求めていた新しい解、日経ものづくりの本、日経BP社、2009
- [6] 田中辰雄: モジュール化の終焉と統合への回帰、NTT出版、2009
- [7] 新型タブレット「iPad2」を分解 薄型化の秘密は両面テープ、日経エレクトロニクスno.1053、2011
- [8] 牧本次生、David Manners: デジタル革命—半導体が開くマルチメディア社会、日経BP社、2007
延岡健太郎: 付加価値創造のための製品開発-高収益企業の戦略パターン、半導体技術ロードマップ専門委員会 平成15 年度報告、2003
- [9] 山田基成: モノづくり企業の技術経営—事業システムのイノベーション能力、中央経済社、2010
- [10] 各製品の写真、画像は、提供企業のホームページから引用
(カシオ、キングジム、キャノン、apple社、NTTドコモ、au、ソフトバンク)

ご清聴ありがとうございました



ご質問、ご意見等 お待ちしております

E-Mail: info_tm-lab@mbn.nifty.com
(@は全角にしてあります)

URL: <http://homepage3.nifty.com/s-haga/>