

Annual Report 2022年 システムフロントローディングTG

フロントローディングTG

【目的】

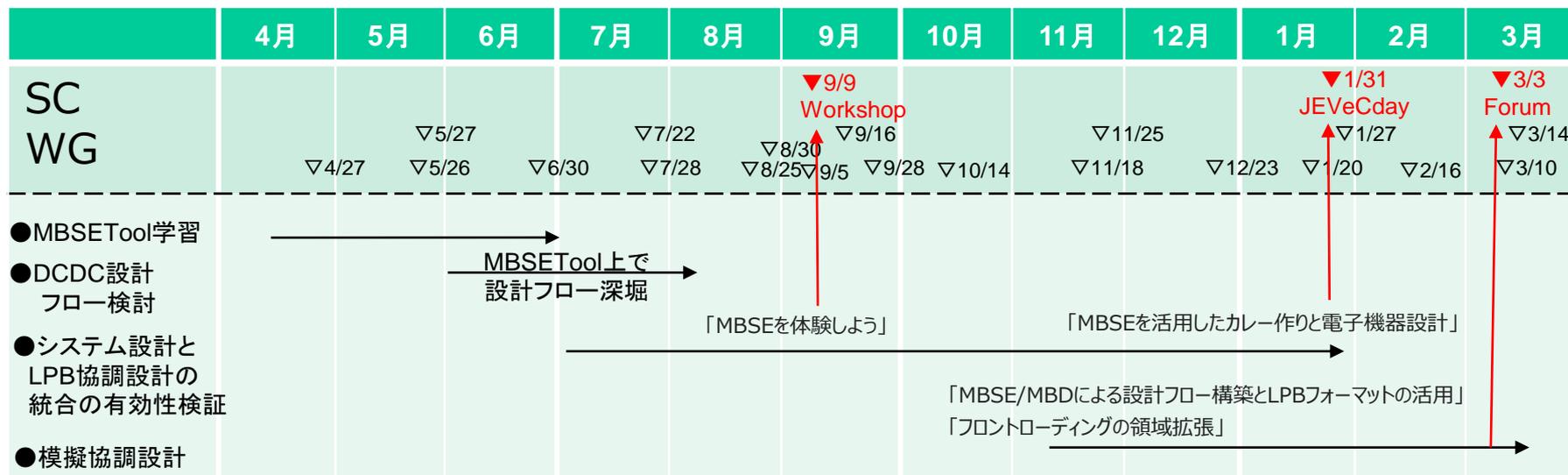
【2022年の取り組み】

- ◆ MBSEの啓蒙
- ◆ MBSEを用いた、EMCフロントローディング設計の見える化、フロー改善の効果分析

【2022年度の成果物】

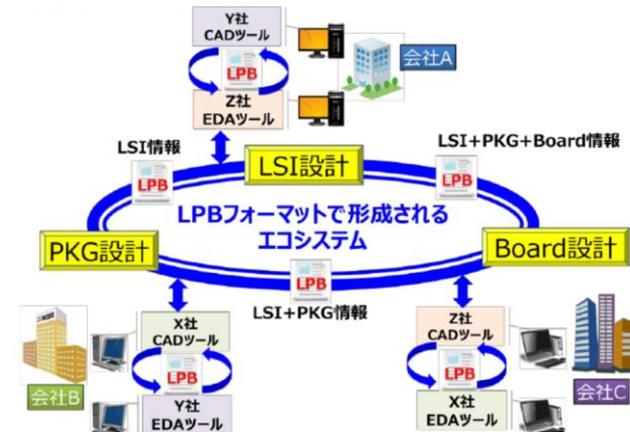
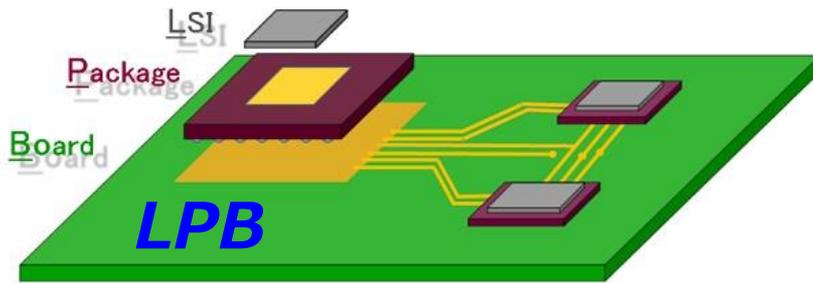
- ◆ 「カレーづくりに見るMBSE」を企画 フローを見える化するMBSE手法の有効性を示した
- ◆ 電子機器開発における、システム設計の要求事項と電子機器設計 (LSI、Package、Board) の繋がりを示すコンセプトを提示

【日程】



LPB format

電気ユニットを構成する**L**SI,**P**ackage,**B**oard の協調設計環境



目標性能を最小コストで実現



LPBの協調設計が必要

データフォーマットを共通化

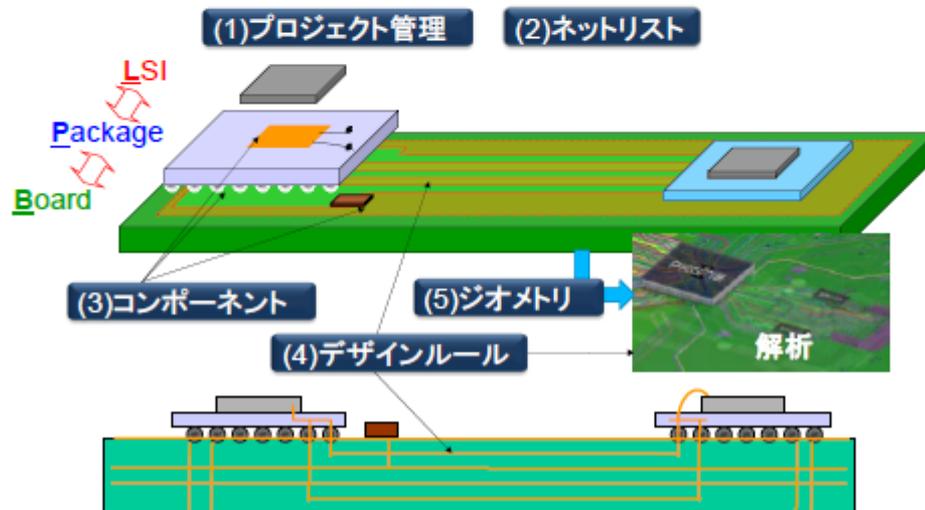


円滑な協調設計を実現

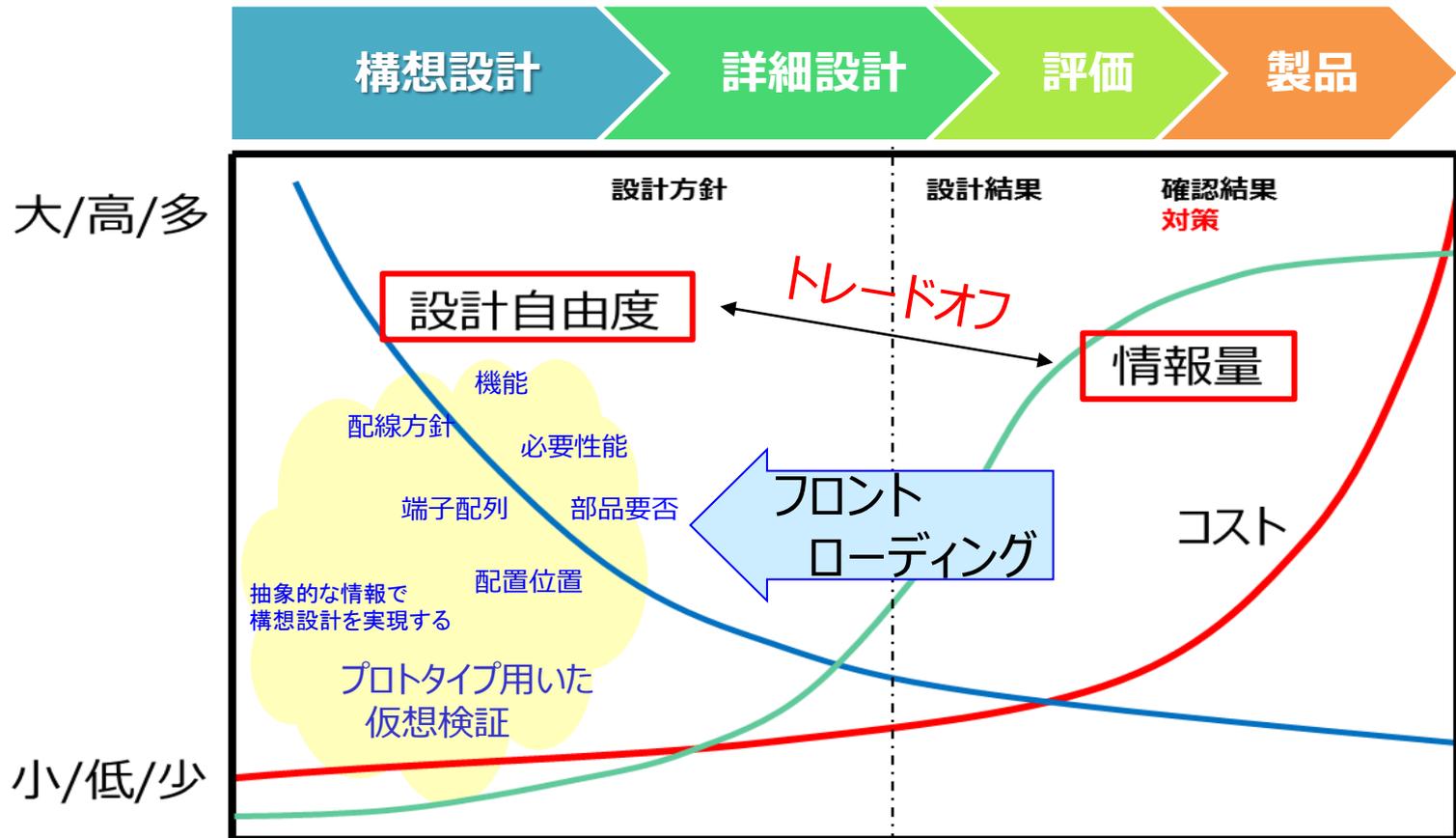
JEITA 半導体 & システム開発技術サブコミティが推進している、
設計エコシステムのコンセプトです。

LPB Format : 5種類の設計データフォーマット

フォーマット種別		概要	フォーマット書式
(1)プロジェクト管理	M-Format	LPB全体のファイル管理	XML (独自)
(2)ネットリスト	N-Format	ネット接続記述	Verilog-HDL (既存) ※電源・GNDはコメントで注記
(3)コンポーネント	C-Format	部品・制約・端子情報	XML (独自)
(4)デザインルール	R-Format	設計ルール・材料特性情報	XML (独自)
(5)ジオメトリ	G-Format	解析用形状データ	XFL Ver.1.0 (アパッチ殿からドネーション頂いている)
(6)用語集			



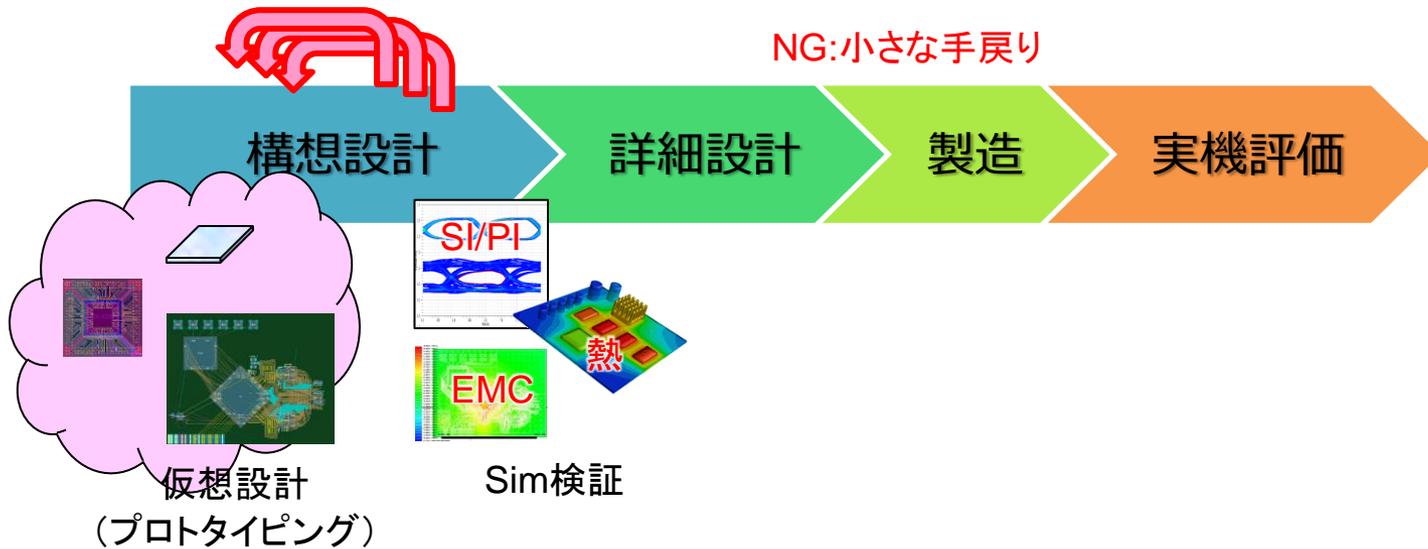
フロントローディングの重要性



設計自由度が高い設計上流で検討を行うことが（構想設計）、
協調設計を成功させるには重要

昨今のフロントローディングの課題

構想設計フェーズをなかなか抜け出せない



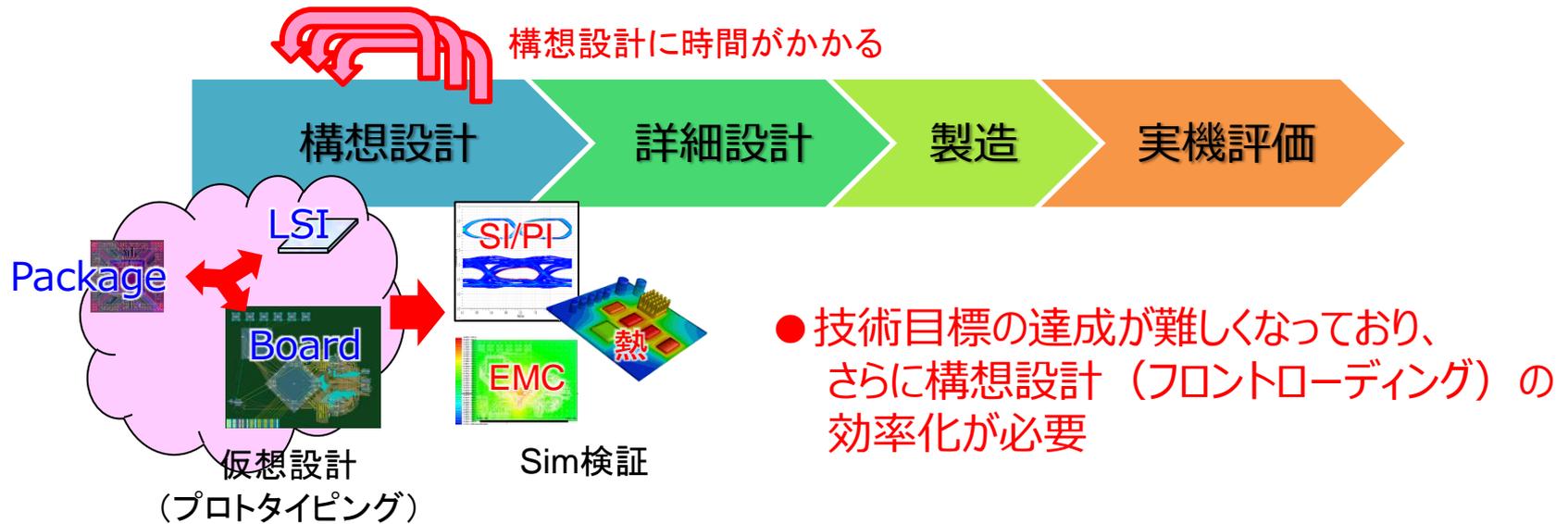
課題 1 : 設計解が、想定した選択肢の中に見出せない

課題 2 : 技術領域によっては、Sim技術が確立しておらず、OK/NGの判断ができない

課題 3 : 必要な情報の流通性、入手性にまだまだ課題がある

フロントローディングの課題

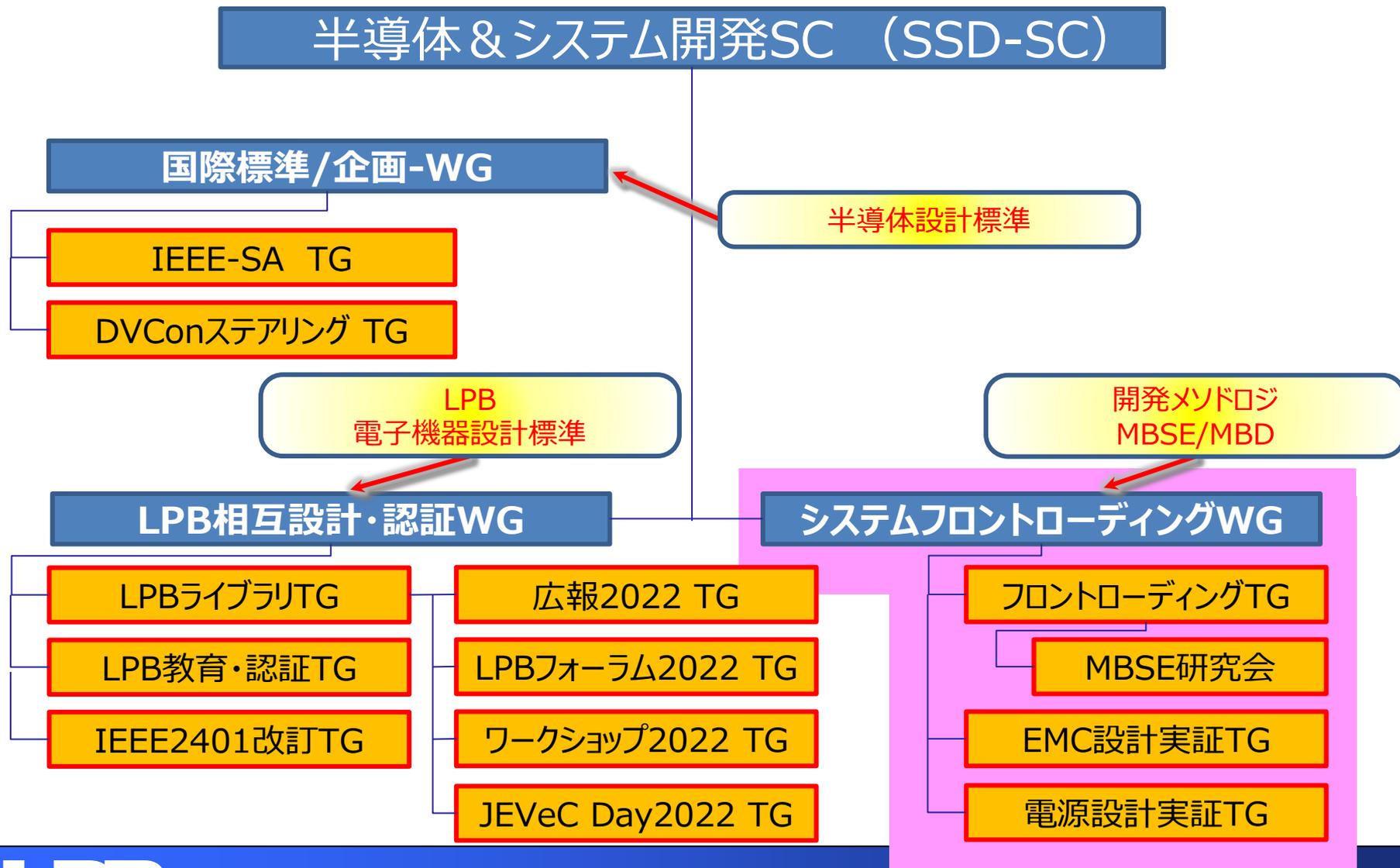
LPB format により **プロトタイピング** から **Sim検証** が効率化



【システムフロントローディングWGのねらい】

さらなる効率的なフロントローディング手法を研究
→LPB formatの拡充も視野に

JEITA半導体 & システム開発SC 組織図



システムフロントローディングWG スコープ

協調設計ツールであるLPB-formatの今後の高度化の方向性を探るために『協調設計のフロントローディング化』と『システム設計との協調』について研究を行う

1. システムフロントローディングTG

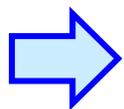
- ・フロントローディング設計フロー確立
- ・MBD/MBSEの最新技術動調査 業界横展開、人材育成

2. EMC実証TG

- ・EMC検証用モデルの有効性検証
- ・モデル流通に

3. 電源実証TG

- ・電源系の協調設計をフロントローディング化させるためのノイズ検証用電源回路モデル化



設計の時間的な流れを分析するのに MBSE が使えるのでは

外部発表

MBSEツール※を活用した、JEITAの活動報告を実施 (3イベント、4報告)

- LPB Workshop2022 ('22/9/9 @JEITA大手町)
「MBSEを体験しよう」
JEITA システムフロントローディングメンバー
- LPB フォーラム 2022 ('23/3/3 @JEITA大手町)
「MBSE/MBDによる設計フロー構築とLPBフォーマットの活用」
福場 義憲様 (東芝デバイス&ストレージ)
村田 洋様 (ジエム・デザイン・テクノロジーズ)、古賀 一成様 (図研)

「フロントローディングの領域拡張」
野村 毅様 (コニカミノルタ)、坂田 和之様 (ルネサス)、林 靖二 (キヤノン)
- JEVeC DAY 2022 ('23/1/31@川崎振興会館)
「技術セミナー JEITAの活動紹介 MBSEを活用したカレー作りと電子機器設計」
黒瀬幸司 様 (リコー)

※Genesys (Zuken)

「MBSEを体験しよう」 システムフロントローディングWGメンバー

パパのミッション

- 今夜は、ママは残業で遅くなるので、夕ご飯をパパが作ることになりました。
- メニューは、みんなが大好きなカレーを作ることになりました。
- しかし、普段家事をしないパパはどうすればよいのか途方に暮れています。
- MBSEを駆使して、パパのカレーづくりを成功させましょう。

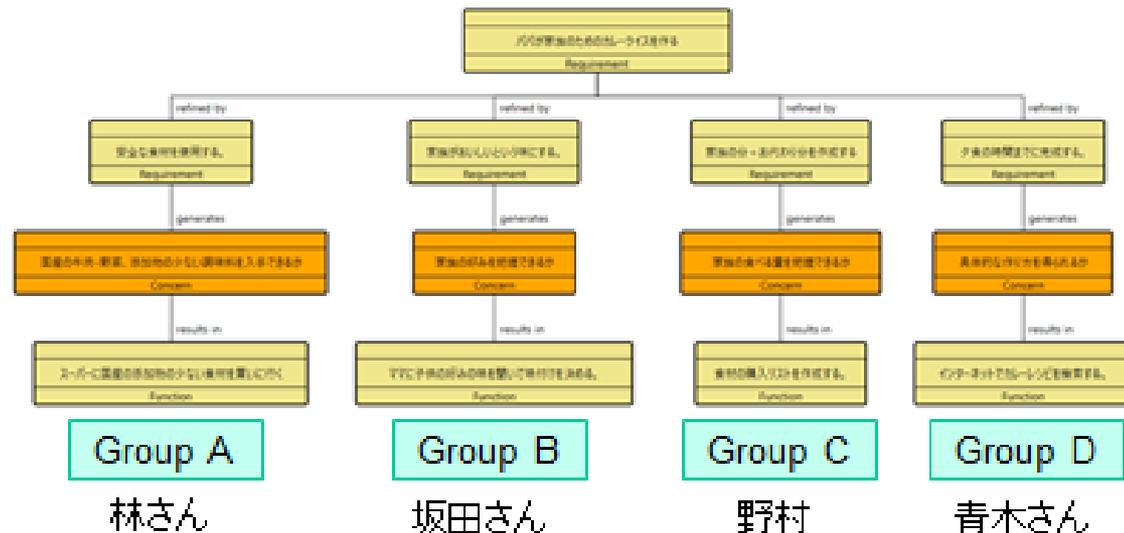


カレー作りを題材に 要求分析を実施

セッション3 カレー作りに見るMBSE

【MBSE的記述を作ってみよう】

ここからは、グループに分かれてシステムをさらに具体化してみましょ



実際に考えながら使ってみるとMBSEについて理解が進む

「MBSE/MBDによる設計フロー構築とLPBフォーマットの活用」 30分

発表 東芝デバイス&ストレージ (株) 福場 義憲氏

(株) ジェム・デザイン・テクノロジーズ 村田 洋氏

(株) 図研 古賀 一成氏

「フロントローディングの領域拡張」 120分

発表 コニカミノルタ株式会社 野村 毅氏

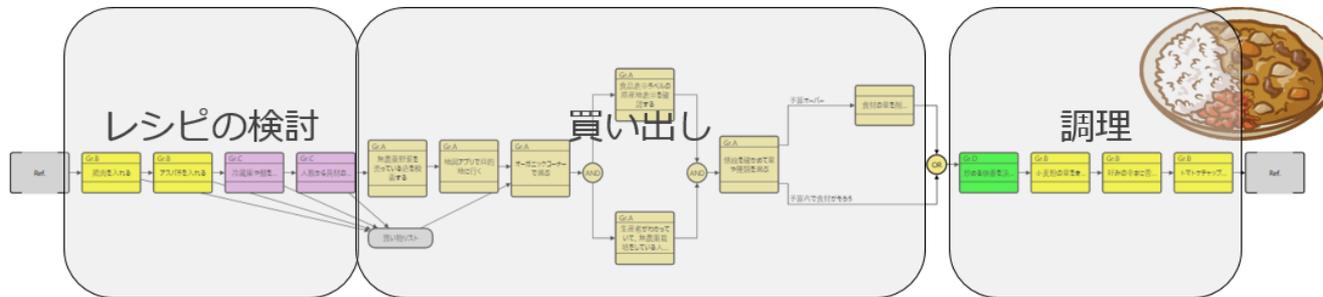
ルネサスエレクトロニクス 坂田 和之氏

キヤノン株式会社 林 靖二

JEVeC DAY 2022 ('23/1/31 @川崎振興会館)

技術セミナー「JEITAの活動紹介 MBSEを活用したカレー作りと電子機器設計」
発表 リコー株式会社 黒瀬幸司 氏

パパカレーを通しての気付き



WorkshopのSummary

誰もがイメージできるカレーづくりという題材でMBSEを体験
要求分析からカレーを作るまでのアクティビティダイアグラムを完成

気付き

視座/視点の異なるメンバーによるディスカッション
→多種多様なRequirementそれに関するConcern、および解決手段のFunctionが抽出
→情報の網羅性が高まり、システムの完成度が向上する



Copyright© JEITA SSD-SC All Rights Reserved 2022-2023

2023/1/31

Page13

カレー作りのMBSEから、電子機器設計への



Copyright© JEITA SD-TC All Rights Reserved 2022-2023

2023/2/20

Page14

MBSEの活用による電子機器設計のメリット

開発するシステムをモデル化(要求/構造/振る舞い/パラメトリック)
→デジタル管理できる/共通言語で対話ができる
タイムリーでチャレンジアブルなSEを実現



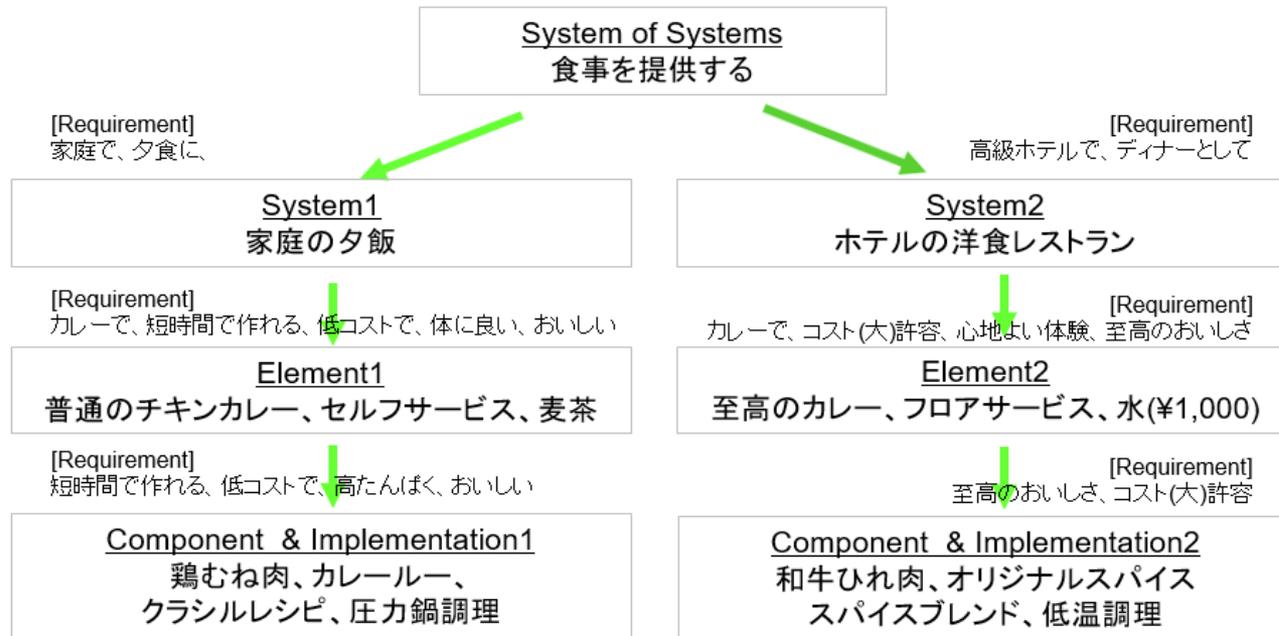
何をしなければならないのか
何故しなければならないか



適当な問題設定と複数ドメイン間のトレードオフのディスカッション
過去の設計資産 → 制約? or 参考?

「カレー作り」と「電子機器設計」のアナロジーからMBSE手法の有効性を議論

システムのバリエーション | カレーの場合



Requirementが異なると出来上がるシステムは異なる

「見える化」により Requirementの重要性等、気が付きが得られる

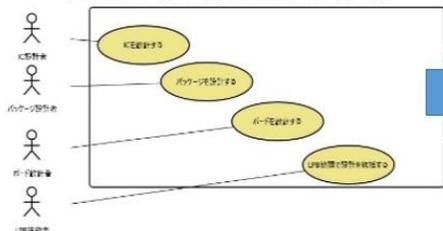
EMCを技術課題として、解決する設計手法（MBSE、MBD、LPB）を提案
→懸念事項（Concern）の抽出、解決に向けたBreak Downに活用

ECUのEMCフロントローディング設計 JEITA-MBSE研究会

登場人物・開発対象を決め、機能を時系列順に並べ、シーケンスを作成

2. ユースケース

登場人物と開発対象を定義



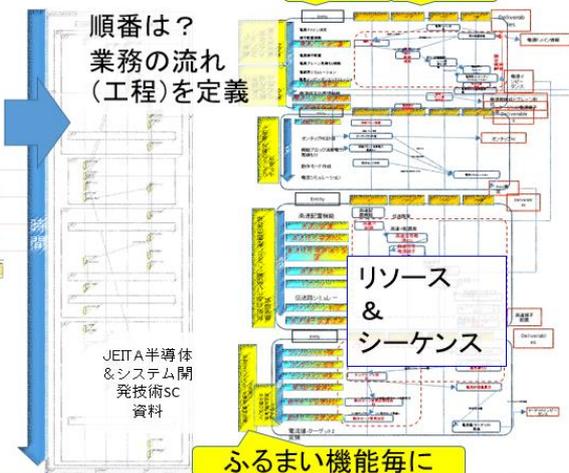
3. インプリ機能まで細分化

誰が？
何を？ = インプリ機能ふるまい機能毎に抽出



4. 機能の時系列

順番は？
業務の流れ（工程）を定義



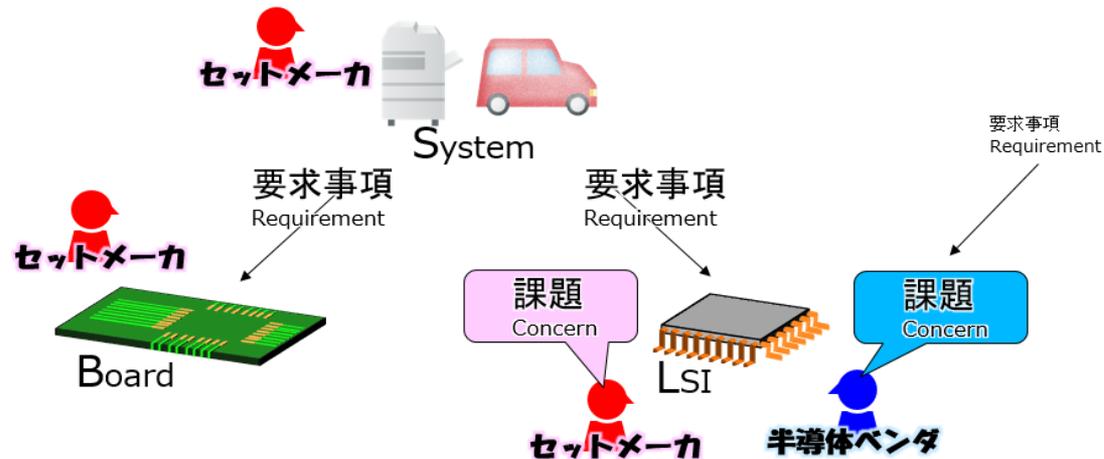
LPB Forum 「フロントローディングの領域拡張」

模擬 協調設計

セットと LSIベンダ 間の情報の受け渡しの円滑化

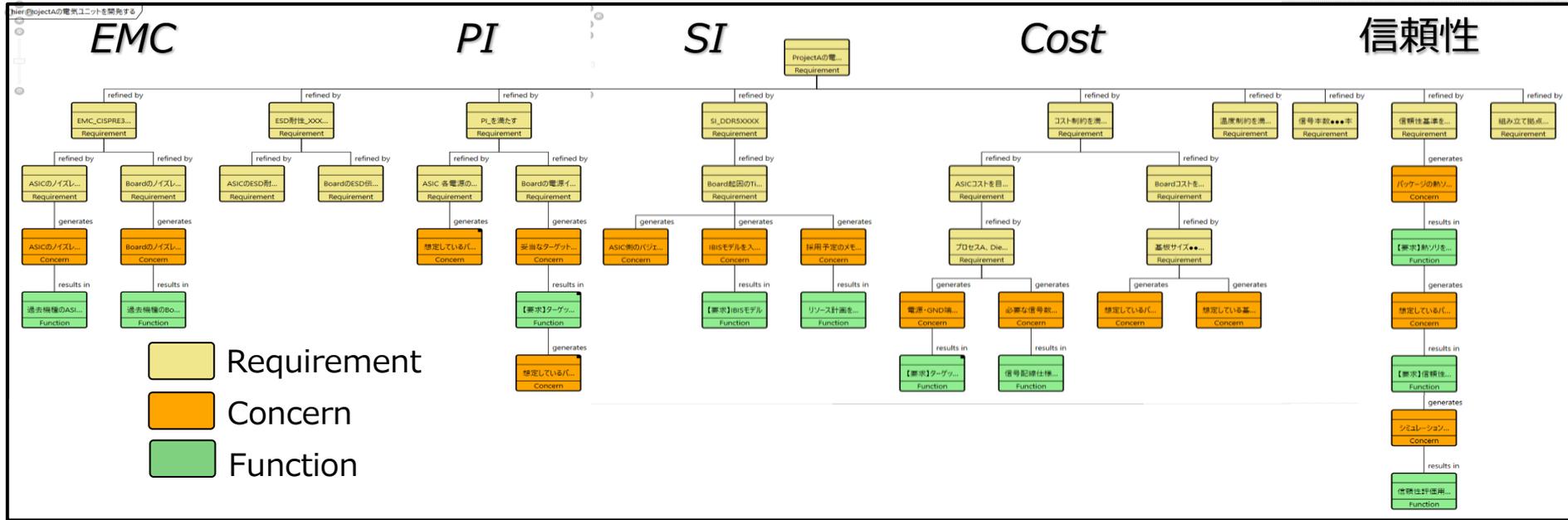
LSI開発に対するセットメーカ、半導体ベンダの課題認識(Concern)に違いがあるではないか
違いの原因を探り、解決に向けて事前に共有すべき内容等対策を提案する

セットメーカの要求分析 (MBSE) 、半導体ベンダの要求分析を突き合わせる



仮想の製品開発において、セットメーカと半導体ベンダの認識の違いを分析

LPB Forum 「フロントローディングの領域拡張」



ASIC仮想開発時、Requirement事項をセット・半導体ベンダの視点で議論
 →セット・半導体ベンダが考えるRequirement、Concernが見える化

MBSE

【メリット】

- シミュレーションモデルを半導体ベンダに提供してもらうためにMBSEは有効
MBSEによりセットメーカーの設計プロセスを半導体ベンダと素早く共有できる
(LPB formatは設計データの共有に有効なツール)
 - どのような課題解決を目的としたSimに必要なのか（重要性の共有）
 - どのようなタイミングでSimを実行するのか（設計フローの共有）
 - どんな精度のモデルを出すのかモデルの仕様整合が効率化される
- 構想設計段階では、「形」の自由度が高いために、考える範囲が
広くなりすぎて検討が発散したり、逆に狭くなりすぎて収束しなかったりする。
「目的」や「ねらい」は、しっかり定義することが重要でMBSEはそれに有効。
 - 制約条件がない中で、課題や相互作用を具体的に抽出するには、
網羅的に書き下すMBSEが重要

【課題】

- ・メンテナンスに時間がかかる
- ・Entityの記述のニュアンスが人によってばらつく

終わり

LPB Forum2022

フロントローディングの領域拡張

フロントローディングWG

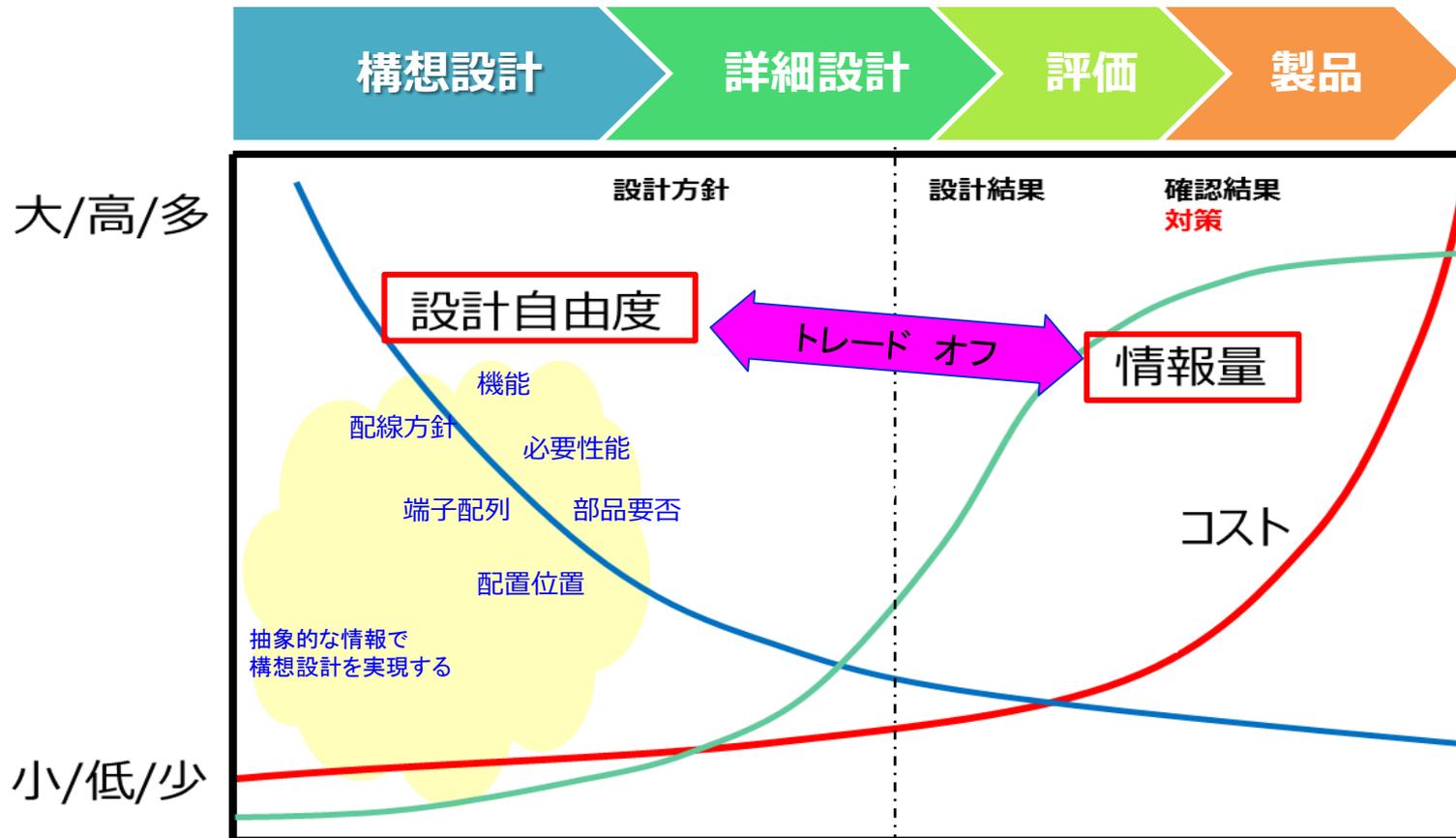
- ・フロントローディングTG
- ・EMC 設計実証TG
- ・電源設計実証TG

2023/3/3

はじめに

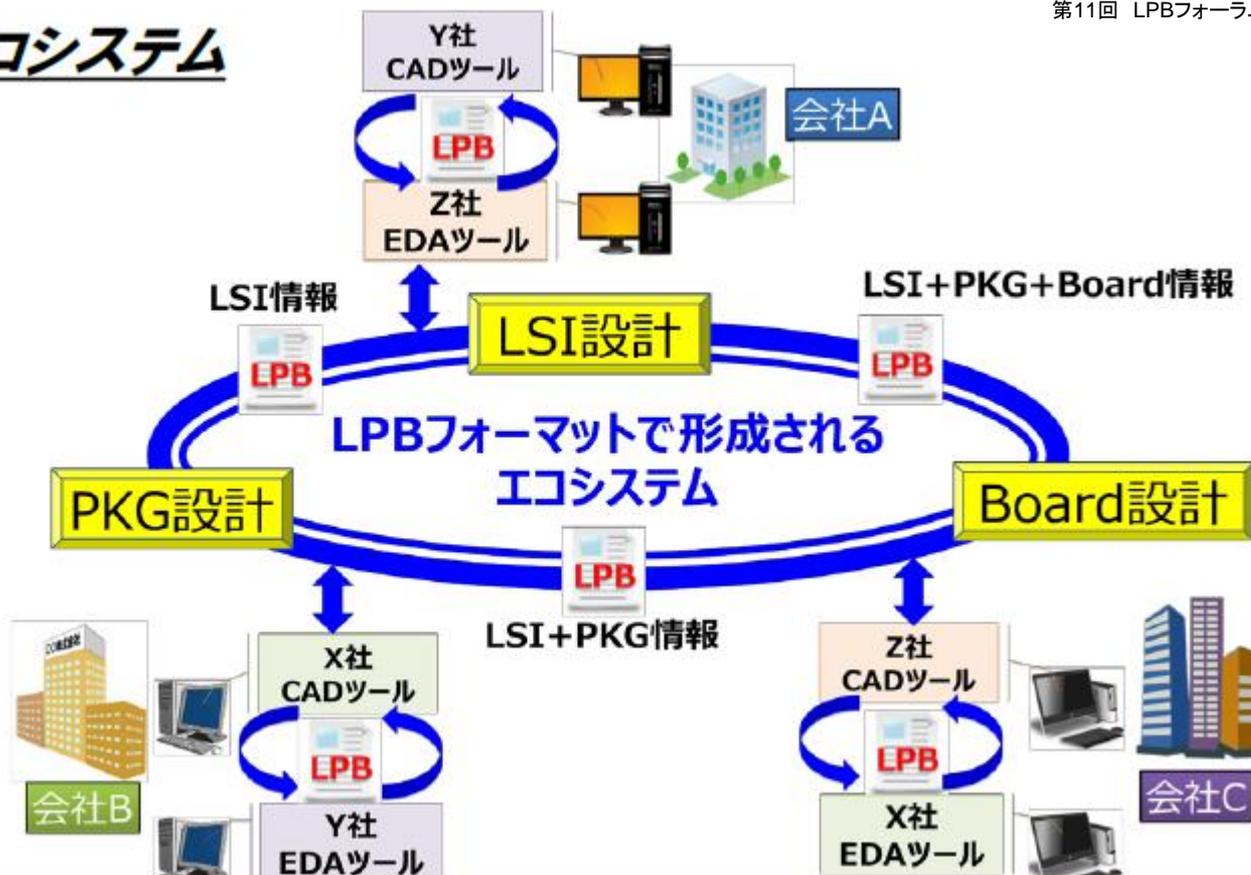
フロントローディング設計

設計自由度が高い上流で検討を行い、素早く最適な設計解に到達できる



LPB Format : 円滑に協調設計を行うためのツール

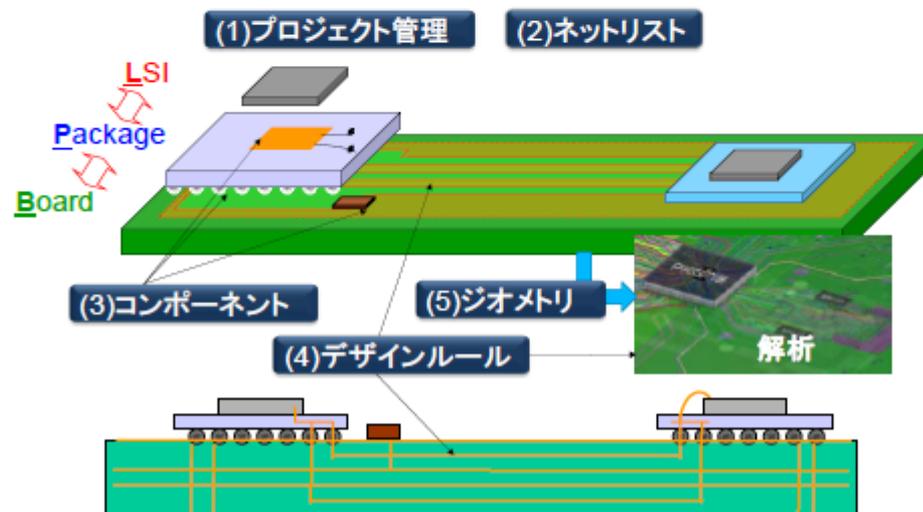
・設計エコシステム



LPB Format : 5種類の設計データフォーマット

第11回 LPBフォーラム[2019/03/08]資料より抜粋

フォーマット種別		概要	フォーマット書式
(1)プロジェクト管理	M-Format	LPB全体のファイル管理	XML (独自)
(2)ネットリスト	N-Format	ネット接続記述	Verilog-HDL (既存) ※電源・GNDはコメントで注記
(3)コンポーネント	C-Format	部品・制約・端子情報	XML (独自)
(4)デザインルール	R-Format	設計ルール・材料特性情報	XML (独自)
(5)ジオメトリ	G-Format	解析用形状データ	XFL Ver.1.0 (アパッチ殿からドネーション頂いている)
(6)用語集			

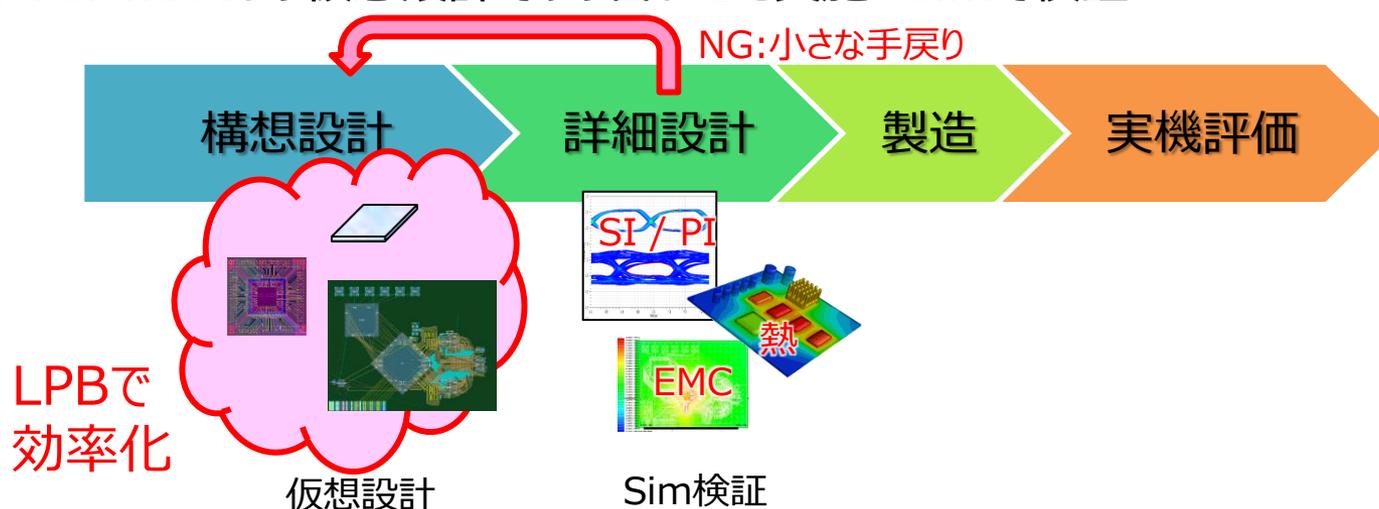


LPB Formatの狙い

【太古の昔】造って、評価して、ダメなら作り直し

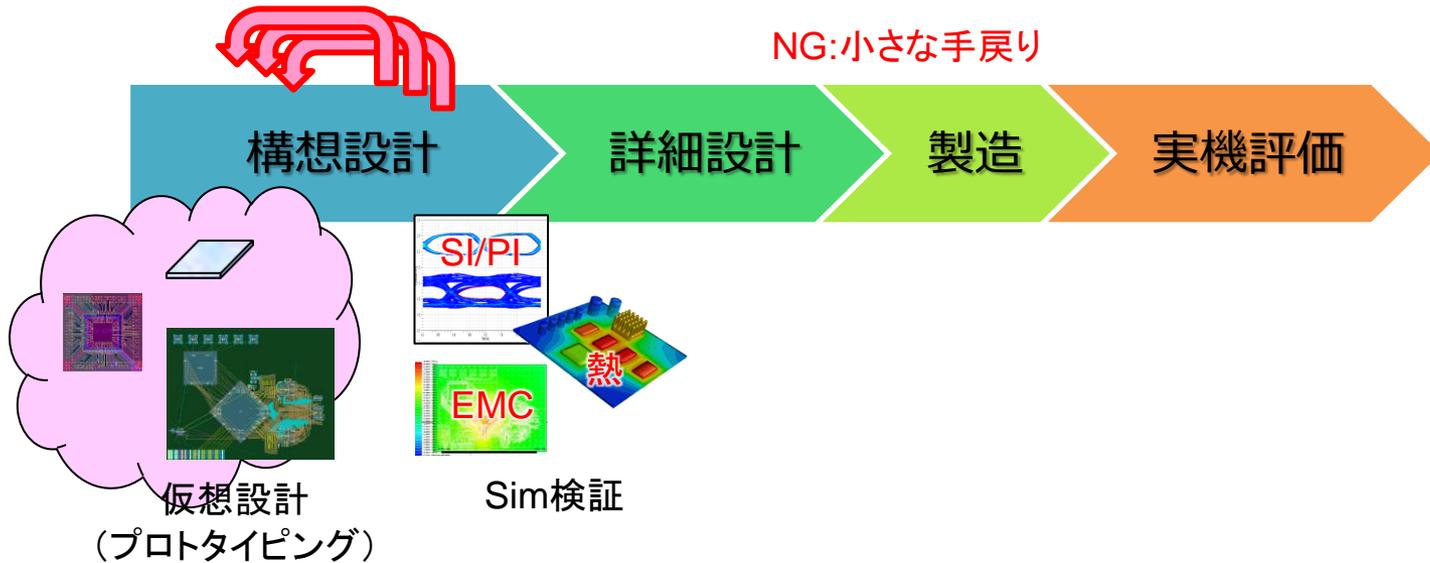


【LPB】LPB Formatにより仮想設計ですり合わせを実施 Simで検証



フロントローディングの課題

構想設計フェーズをなかなか抜け出せない



課題 1 : 設計解が、想定した選択肢の中に見出せない

課題 2 : 技術領域によっては、Sim技術が確立しておらず、OK/NGの判断ができない

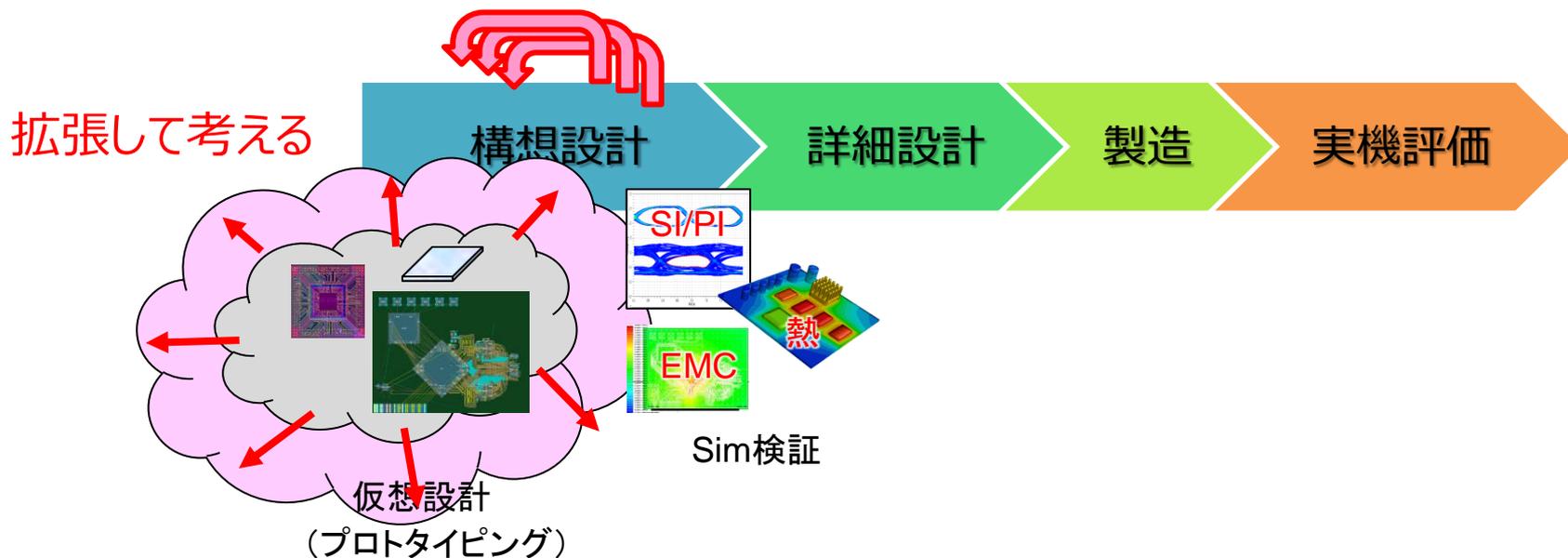
課題 3 : 必要な情報の流通性、入手性にまだまだ課題がある

課題 1 : 設計解が、想定した選択肢の中に見出せない

●従来型フロントローディング



●選択肢の幅を広げる 必要があるのではないか



2022年LPB Workshop:MBSE

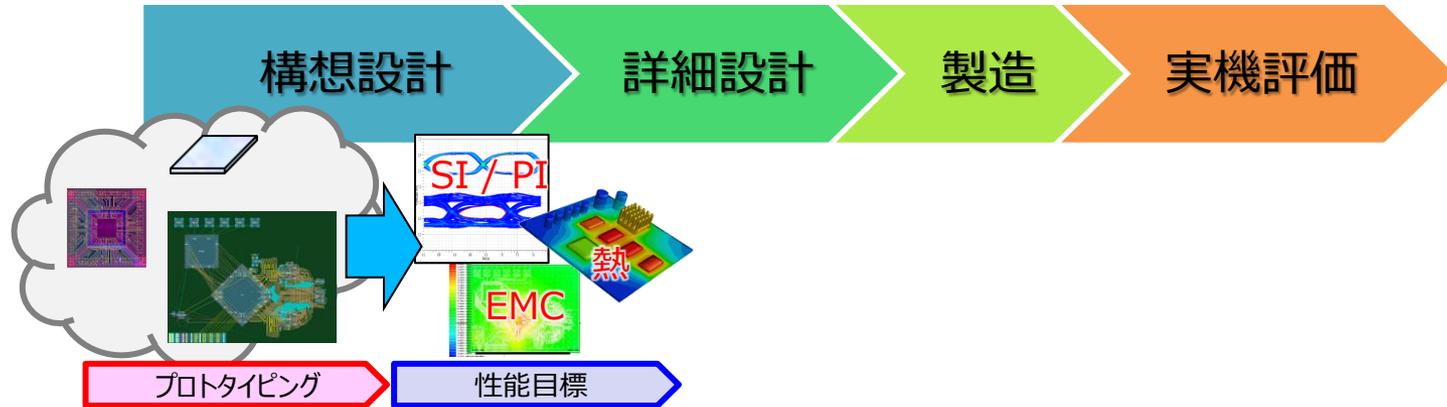
- カレー作りをMBSE手法を用いて分析
電気ユニット開発とのアナロジーから、Requirement（要求事項）の重要性を議論
LSI、Package、Board各設計 と システム設計 との繋がりに課題がある



- Requirementを正しく認識し、設計の選択肢を柔軟に考える

JEITA式 フロントローディング (LPB Forum2021)

●従来型フロントローディング



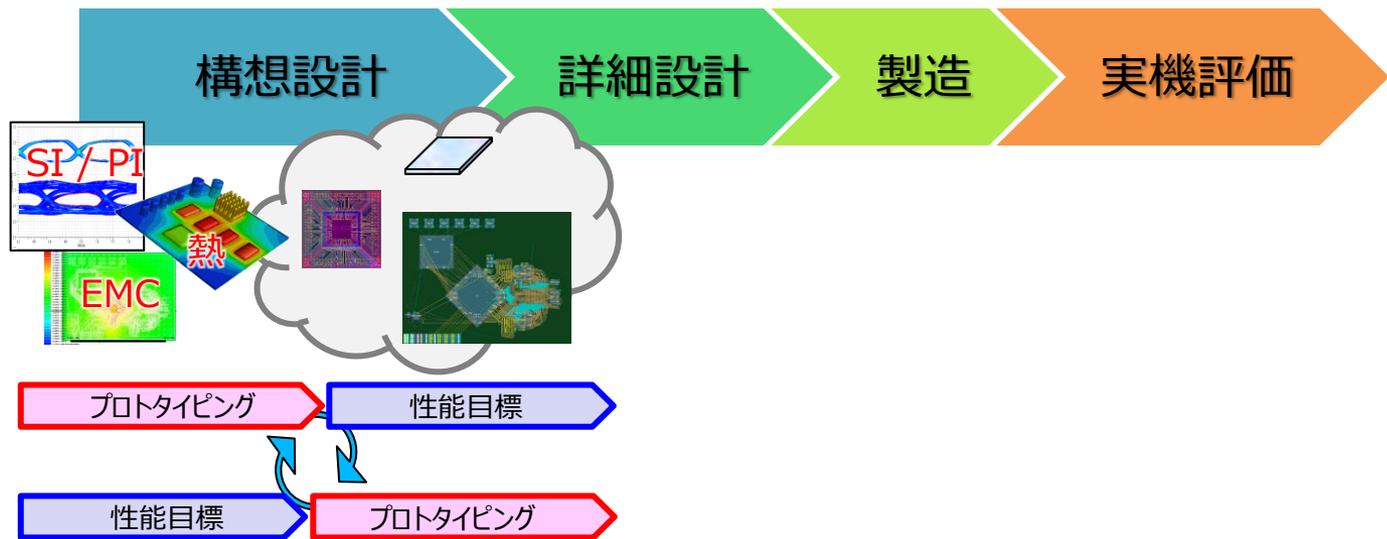
●JEITA式 プロタイピング



「形」 → 「特性」 から 「特性」 → 「形」 への転換について議論

LPB Forum2021での議論

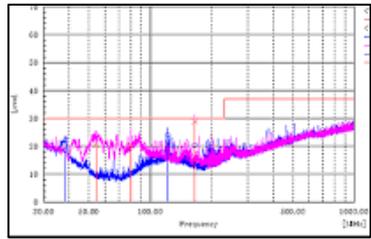
- 「形」 → 「特性」と 「特性」 → 「形」 の両方の視点が必要



- 「形」 → 「特性」 に必要な情報 ☞ シミュレーション (手法、モデル)
- 「特性」 → 「形」 に必要な情報 ☞ 設計目標値 (過去実績、バジェット、中間目標値)

設計目標値

最終性能目標を達成するために、各要素の個別設計目標値を設定する



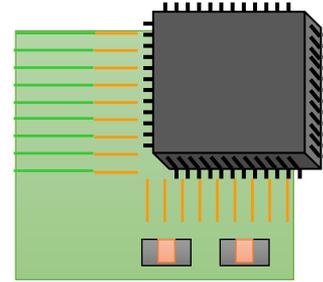
EMI

=



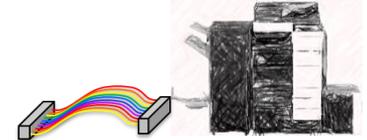
LSI
(駆動源)

×



PKG, Board
(伝搬経路)

×



ケーブル、筐体
(アンテナ)

最終性能目標

遠方電界強度

30dB μ V/m @30~230MHz

37dB μ V/m @230~1000MHz

個別設計目標値

端子電流 (ノイズ)

● ● dB μ A

伝搬特性
アイソレーション

-△△dB

放射効率

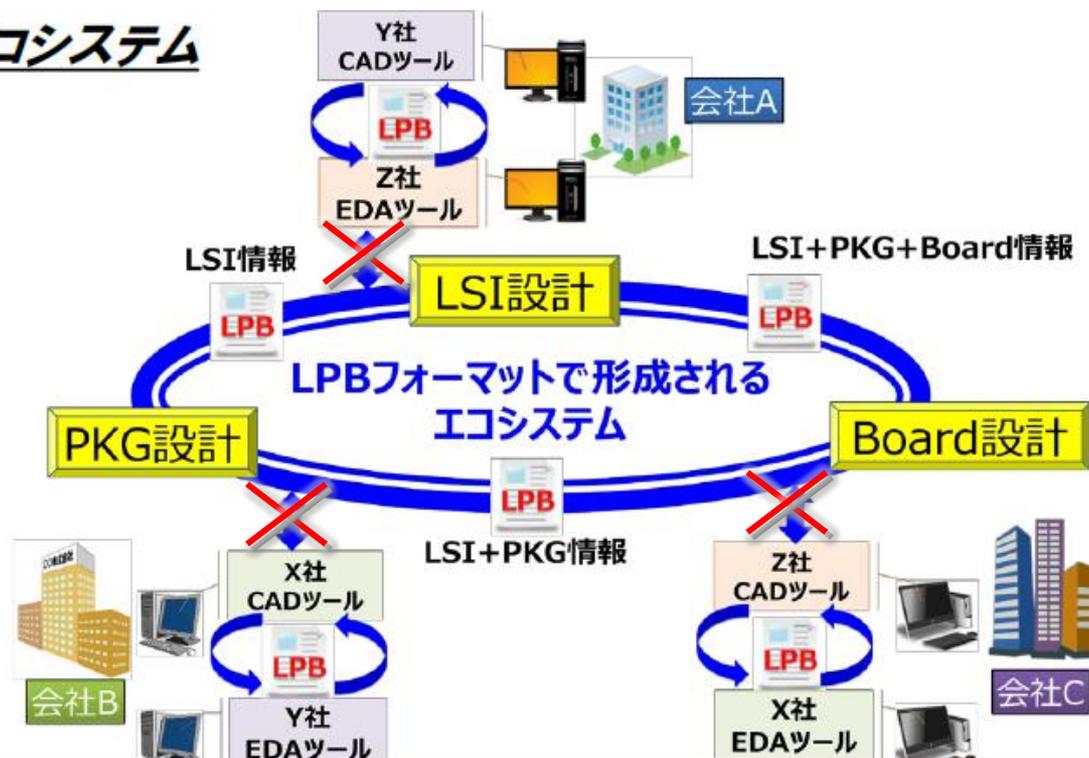
- ???

各要素ごとに個別目標値が設定されており、「形」を決めやすくなる

課題 3 : 必要な情報の流通性、入手性に課題がある

LPB formatによって、提供されたデータは円滑に活用できる仕組みが整った

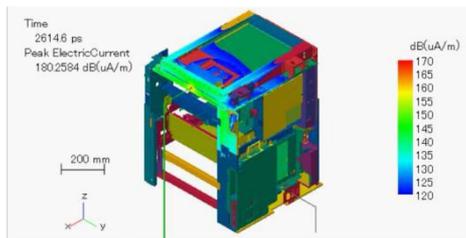
・設計エコシステム



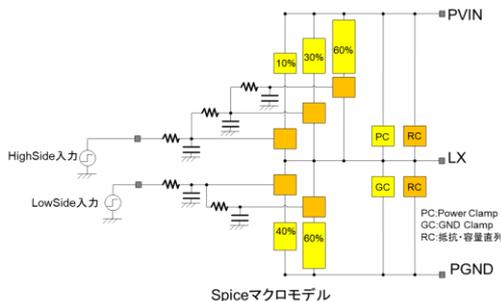
● 本当に情報が出てくるのか？ 本日第2部の議論

課題 2 : Sim技術が一般化しておらず OK/NG判断できない

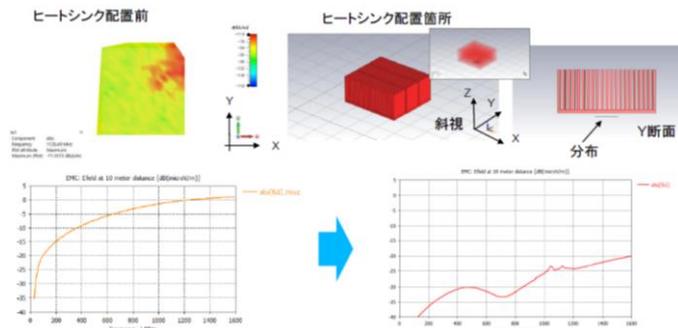
EMCのシミュレーション技術には様々な課題がある



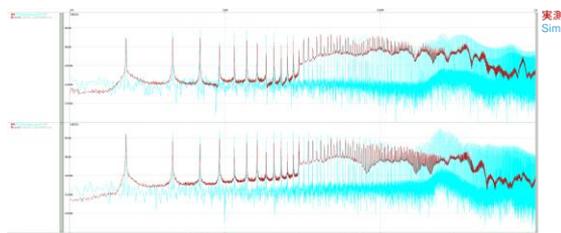
解析規模



デバイスモデル



多様なEMC問題
(Immunity / Emission)



実測 vs シミュレーション (精度)

- DCDCコンバータが波源となるEMIシミュレーションについて 本日第1部議論

第1部

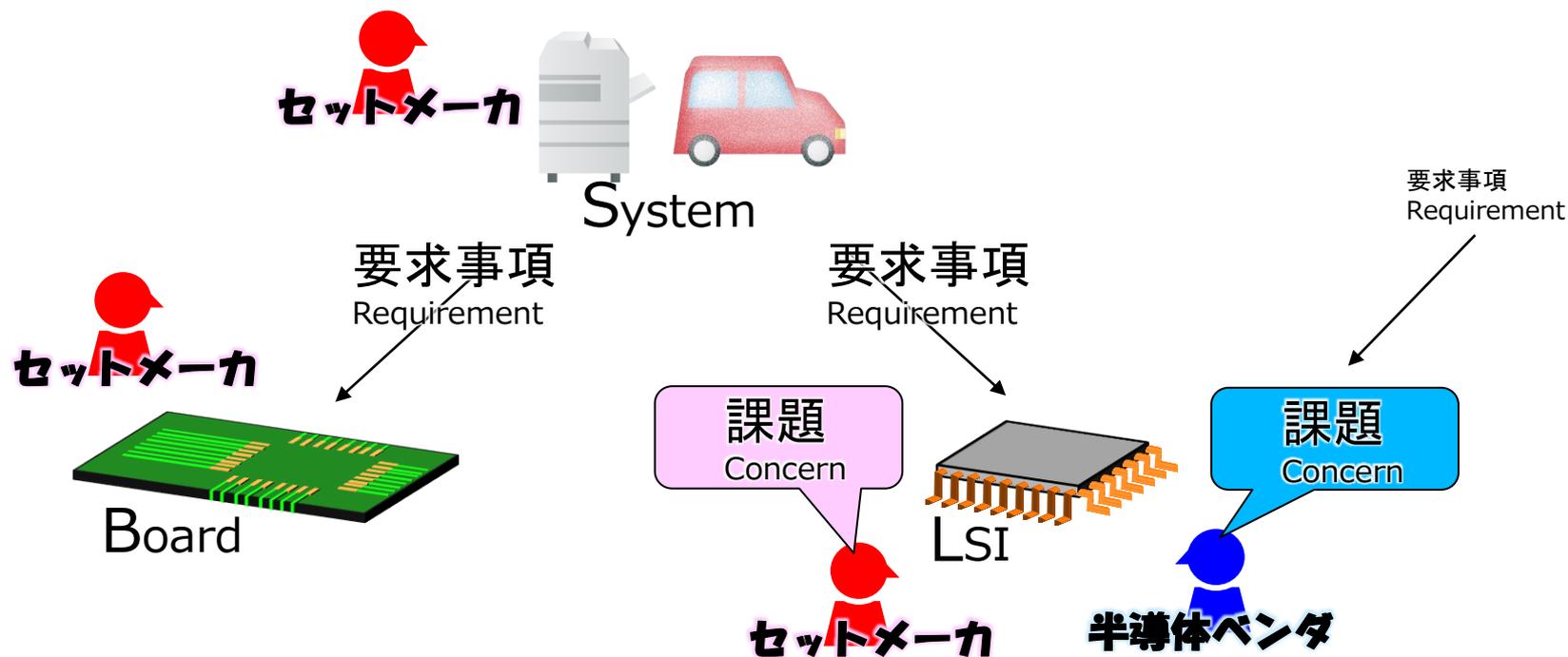
課題3：必要な情報の流通性、入手性に課題がある

模擬 協調設計

セットとLSIベンダ間の情報の受け渡しの円滑化

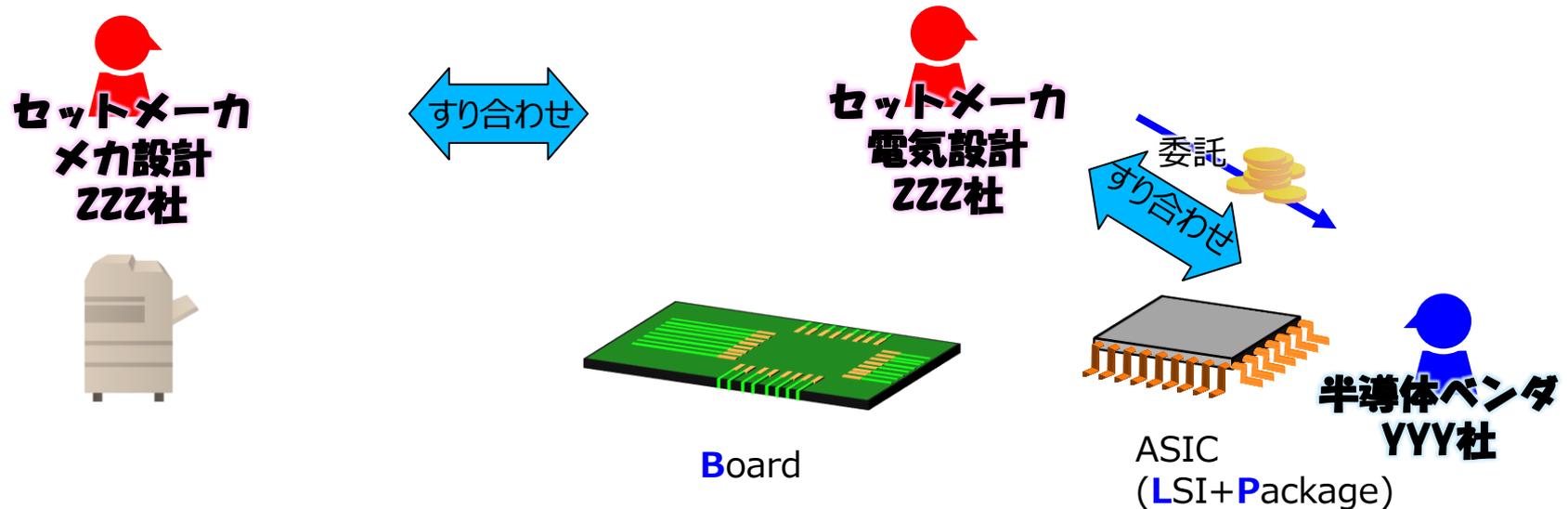
LSI開発に対するセットメーカー、半導体ベンダの課題認識(Concern)に違いがあるではないか
違いの原因を探り、解決に向けて事前に共有すべき内容等対策を提案する

セットメーカーの要求分析 (MBSE) 、半導体ベンダの要求分析を突き合わせる



シナリオ（前提条件）

とある電子機器メーカー（ZZZ社）が新製品（ProjectA）の開発を行う。
その電気設計部門（我々）は、画像処理を行うBoardの開発を行う。
画像処理ASICを新規に開発し、その開発を半導体ベンダ（YYY社）に委託する。
画像処理ASICは、ProjectA以降も別機種での搭載が想定されている。
回路設計（信号種等）は自部門で行う。
筐体設計は社内のメカ設計部門が行う。ボードのサイズ制約や、ハーネスの引き回しに関しては、メカ設計部門と協議の上決定する。



参加メンバー

精密機器メーカー A … 1名

精密機器メーカー B … 1名

精密機器メーカー C … 3名

元精密機器メーカー D … 1名

車載機器メーカー E … 1名

EDAベンダー F … 1名

半導体ベンダ G … 2名

半導体ベンダ H … 1名

半導体ベンダ I … 1名

元半導体ベンダー J
大学教員 … 1名

MBSEによる分析

① Requirement: 要求事項、② Concern: 懸念・課題、③ Function: 職務・行動
の関係を視覚的に表し、分析する

① : 要求事項の詳細化



② : 要求事項を実現する際の懸念（課題）の抽出



③ : 懸念（課題）を解決するための職務（行為）



④ : 職務を実行する際の懸念（課題）の抽出



目標: Requirement → 課題: Concern → 解決手段: Function、日程 までを実感する

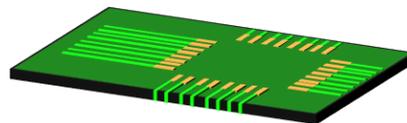
Requirement (要求事項)

- Cost : ASIC [LSI+Package] + Board[基板、部品]
 - Delivery : ・基板製造委託先、基板実装拠点
 - Quality : ・各信号伝送帯域 [速度、信号本数] ※UserIFは事前に決定
 - ・Power Integrity
 - ・EMC [Emission/Immunity]
 - ・放熱
- EMC規格 ClassBなど
動作時のデバイス温度85℃以下

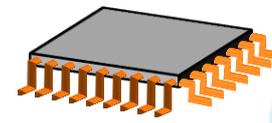
セットメーカー
メカ設計



セットメーカー
電気設計



Board



ASIC
(LSI+Package)

半導体ベンダ
YYY社

Concern (懸念事項)

Requirement (要求事項)

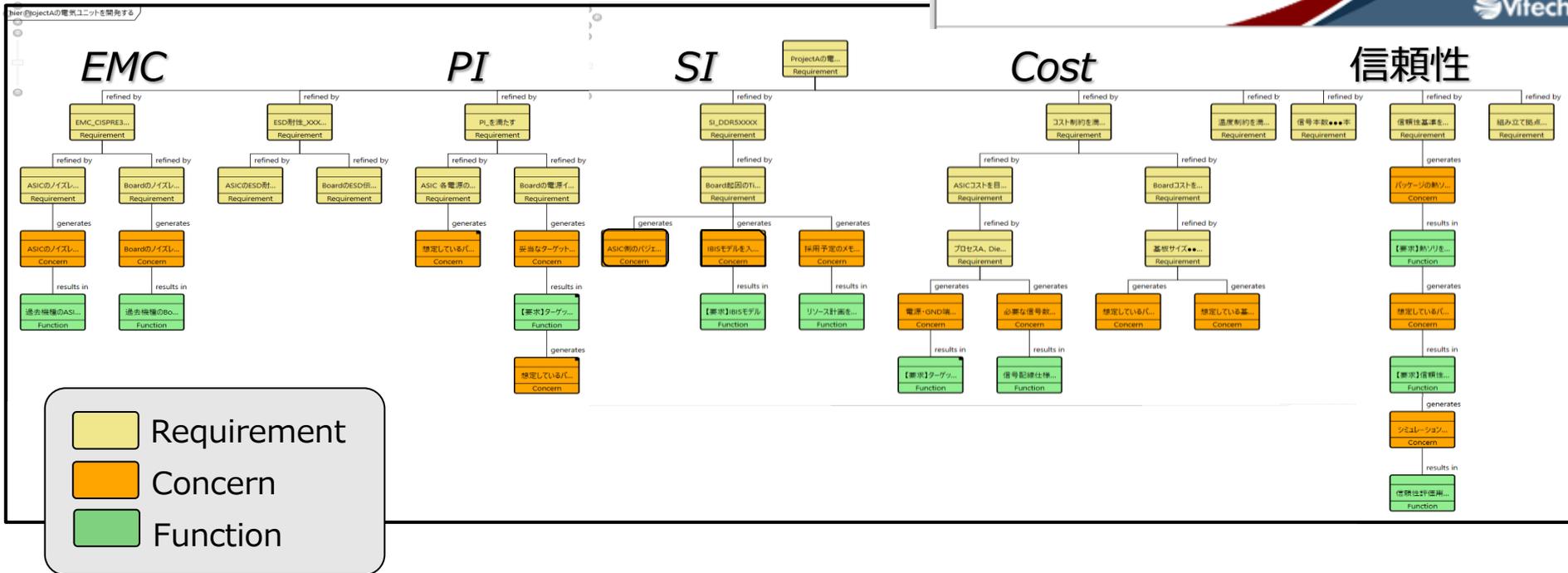
- Cost : ASIC [LSI+Package] + Board[基板、部品]
- Delivery : ・基板製造委託先、基板実装拠点
- Quality : ・各信号伝送帯域 [速度、信号本数] ※UserIFは事前に決定
 - ・Power Integrity
 - ・EMC [Emission/Immunity] EMC規格 ClassBなど
 - ・放熱 動作時のデバイス温度85℃以下

Concern

リソース : ◎「**情報**」、「人」、「金」、「もの」

MBSEツール

MBSEツール (GENESYS[Zuken])を使用して記述



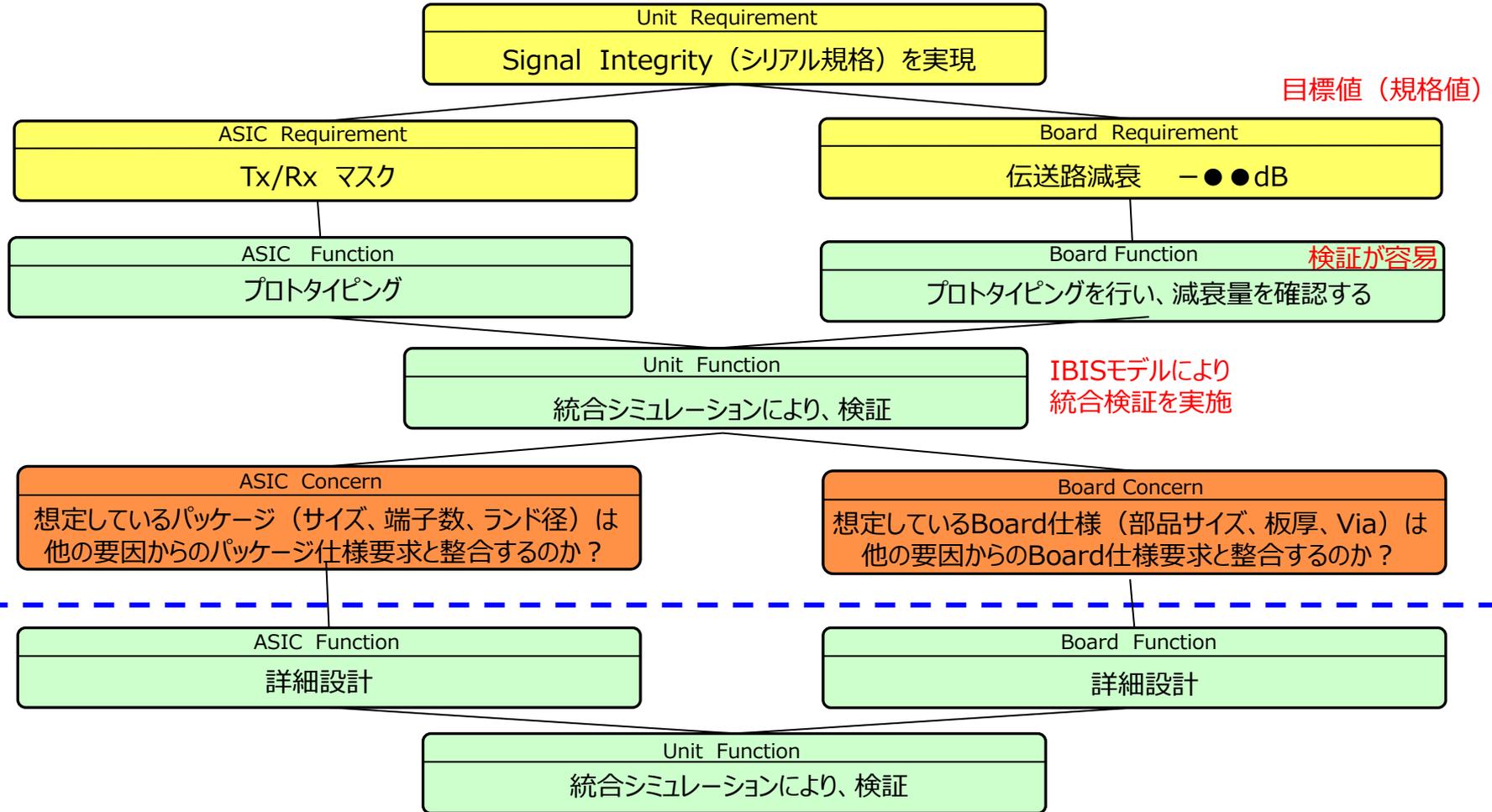
Requirement項目 Pick Up

Requirement		System	ASIC (Package)	Board
C	Total Cost	Unitコスト ¥ ●●●●●	パッケージ種 : BGA パッケージサイズ : ●●mm□ ボールピッチ : ▼▼mm ゆえにピン数 : ■■pin	メカ制約から基板サイズは ●●●×▲▲▲mm コスト制約から●層板 (ベンダが決めるケースあり)
D ・ C	製造拠点	販売国を考慮し、 製品組み立て工場●●●を 決定	ベンダ-に一任	基板工程能力、コスト 製造・部品実装歩留まり ↑ 基板テクノロジー、使える部品
Q	Signal Integrity	DDR5-●●●●●、 USB●.●、etc	・Tx/Rxのマスク[規格] (シリアル) ・タイミングバジェット (メモリIF) 個別目標値が出てくる場合がある	・減衰●●dB以下 (シリアル) ・タイミングバジェット (メモリIF) 個別目標値が出てくる場合がある
Q	Power Integrity		各電源の電圧と変動許容値 数値目標は出てこない	ターゲットインピーダンス以下 目標値が出てくる場合があるが、 当初 セットメーカーはわからない
Q	EMC (emission)	CISPR ClassB	『前回の製品並でお願いします』 数値目標が出せていない	特になし (自動車系 : Unit (ASIC+Board) 車載部品規格)
Q	EMC (immunity)		『前回の製品並でお願いします』 数値目標が出せていない	特になし (自動車系だと車載部品規格)
Q	信頼性	ヒートサイクル●●回 (-X℃～+Y℃)	ヒートサイクル●●回 (-X℃～+Y℃) バジェットがない	ヒートサイクル●●回 (-X℃～+Y℃) バジェットがない

● 個別(ASIC、Board) の 目標値[Requirement] 入手状況は異なる

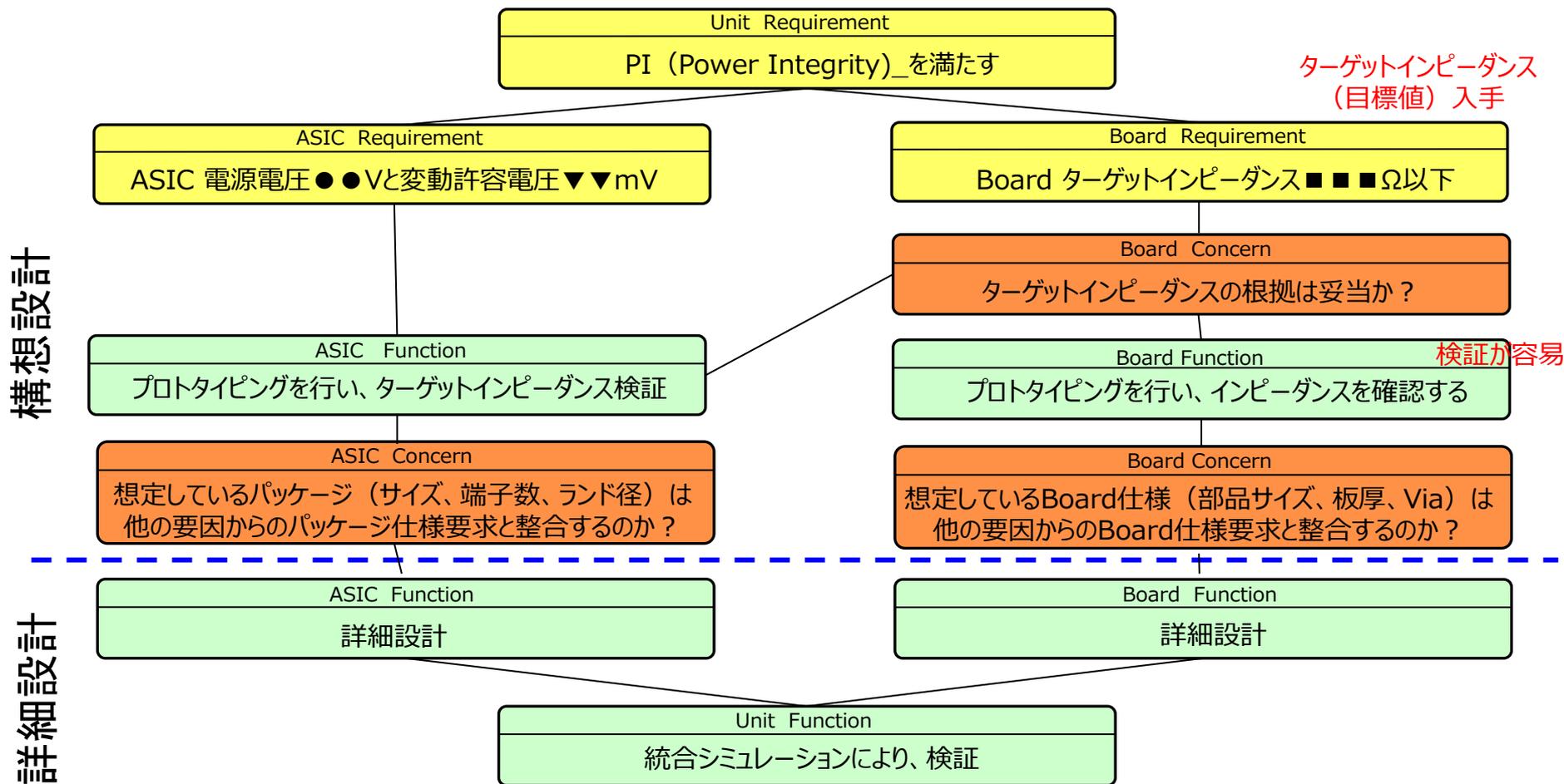
Signal Integrity (目標値、モデルともに○)

構
想
設
計



👉 シリアル伝送規格では各要因毎の目標値が決められている

Power Integrity (目標値、モデルともに○)



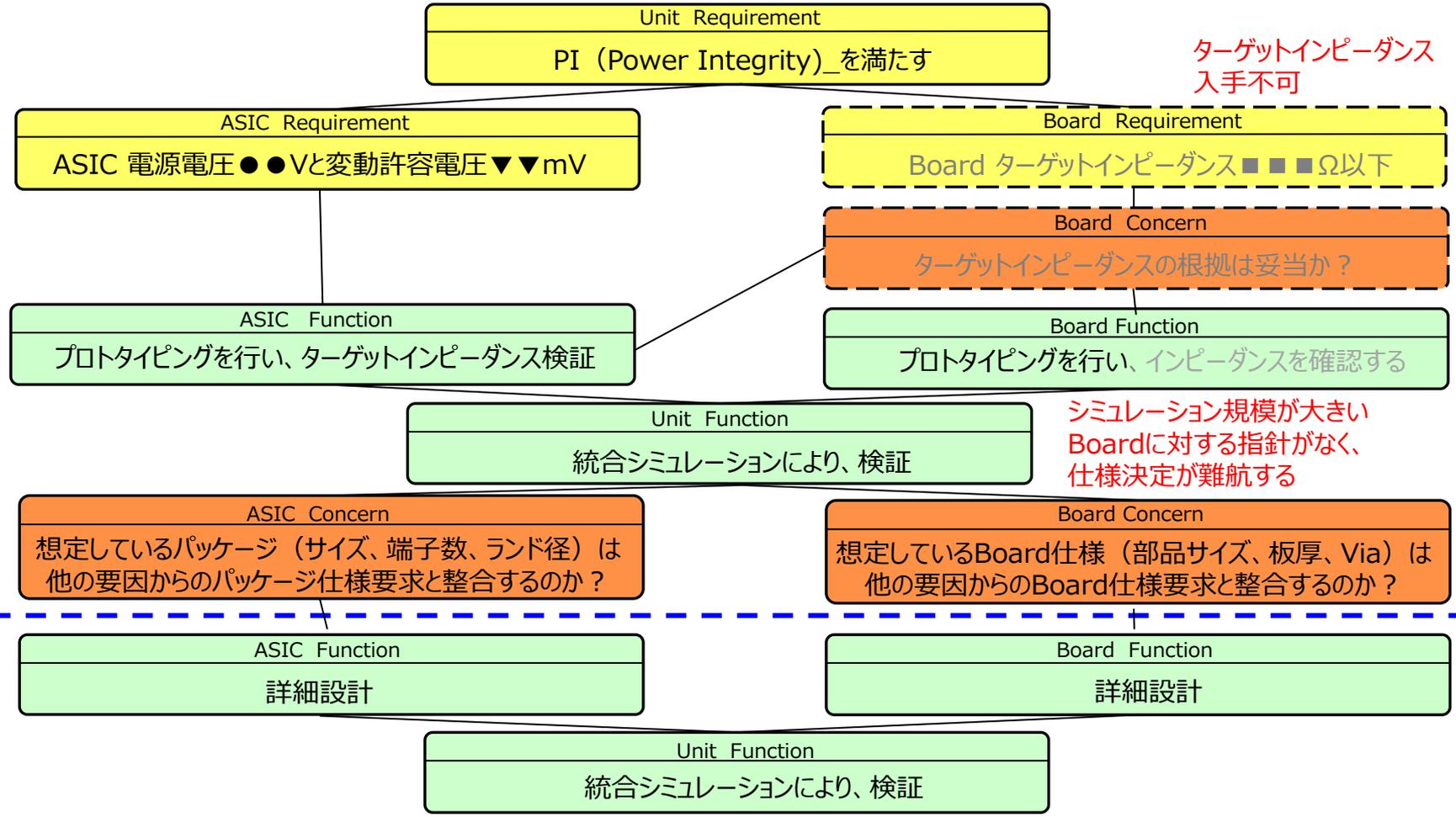
👉 目標を達成する各ASIC、Boardの仕様を導出しやすくなる

(課題：ターゲットインピーダンスの妥当性、根拠)

Power Integrity (目標値×、モデル○)

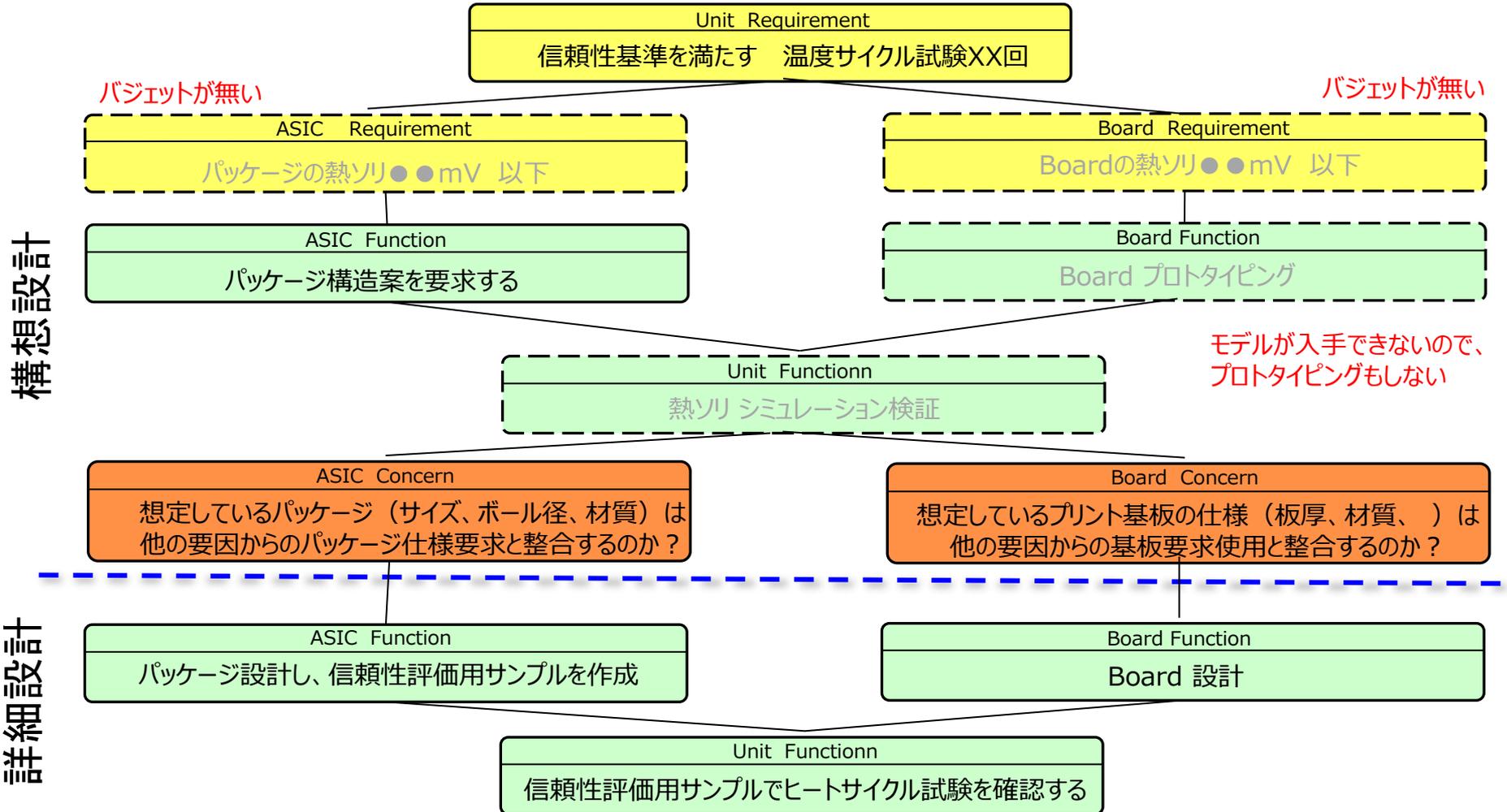
構想設計

詳細設計



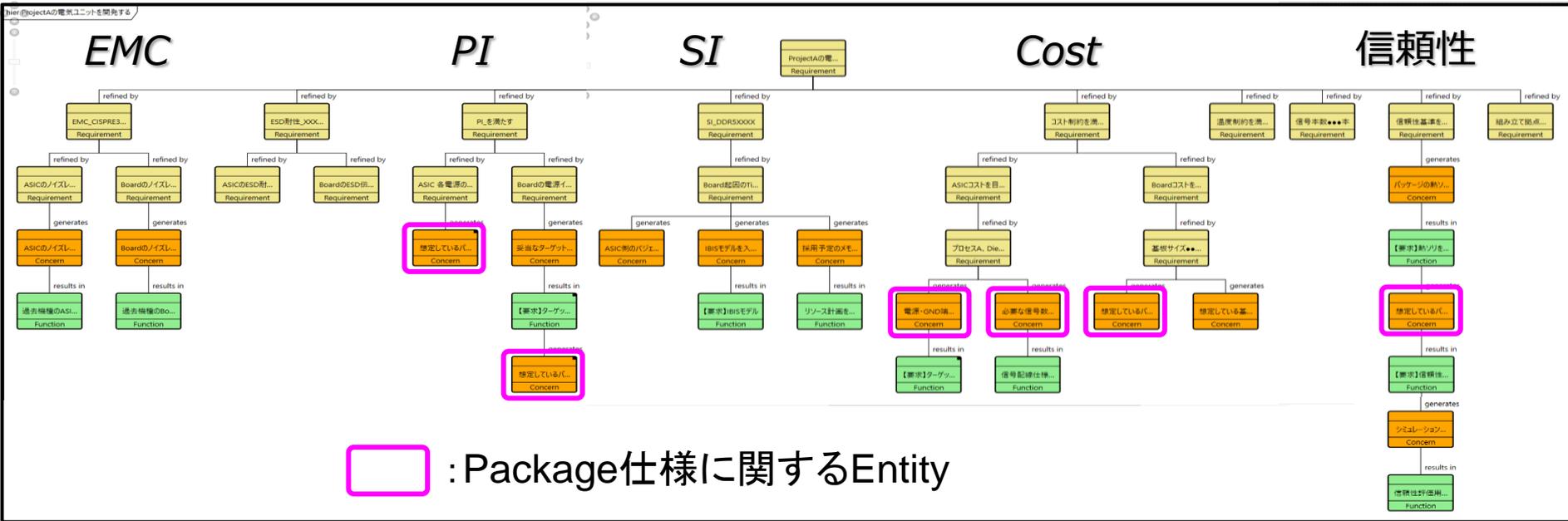
👉 組み合わせてOK/NGを判定するので、個々の要素の仕様を決めるのが難しい

信頼性確保（目標値、モデルともに×）



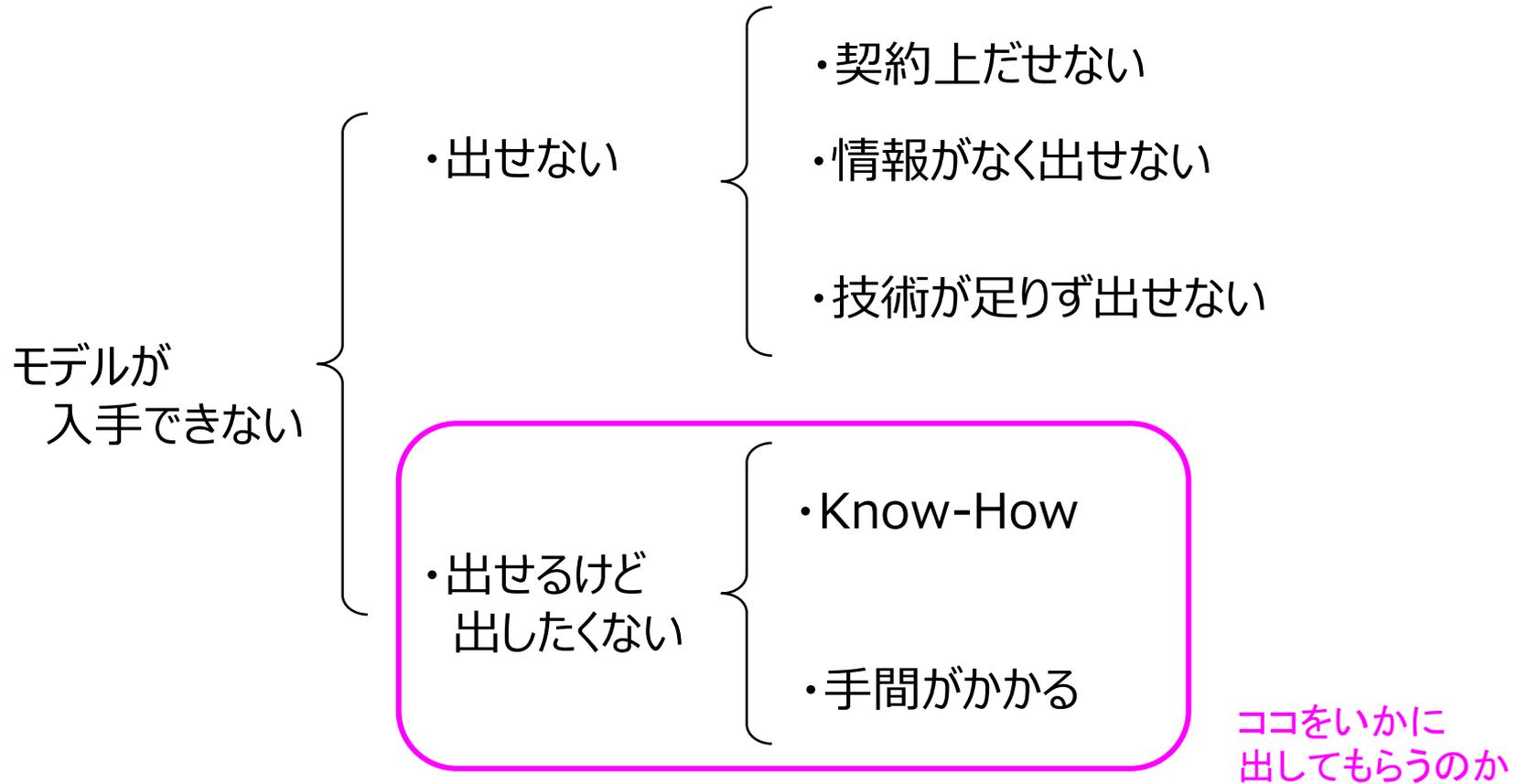
👉 実物での検証が必要で、手戻りリスクが大きい

パッケージ選択



技術課題 どれか一つでも検討が後回しになっても 手戻りリスクがある
 👉 密接に絡み合った複雑なフロー

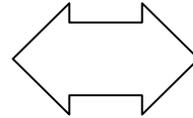
情報入手性



設計フローを開示することで、モデルの使用目的・必要性を共有し、モデル提供を促がす

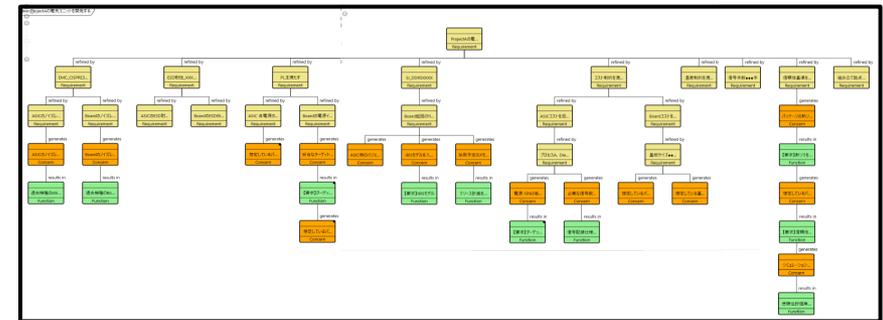
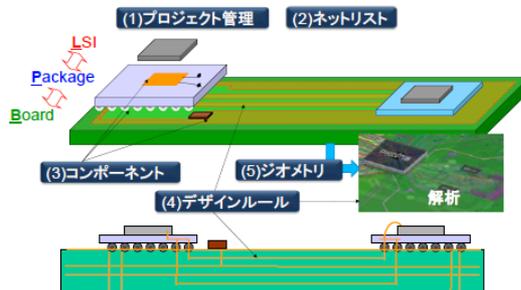
LPB FormatへのFeedback

設計情報の共有 (LPB format)



開発フロー(MBSE)

フォーマット種別		概要	フォーマット書式
(1)プロジェクト管理	M-Format	LPB全体のファイル管理	XML (独自)
(2)ネットリスト	N-Format	ネット接続記述	Verilog-HDL (既存) ※電源・GNDはコメントで注記
(3)コンポーネント	C-Format	部品・制約・端子情報	XML (独自)
(4)デザインルール	R-Format	設計ルール・材料特性情報	XML (独自)
(5)ジオメトリ	G-Format	解析用形状データ	XFL Ver.1.0 (アパッチ殿からドネーション頂いている)
(6)用語集			



設計情報と設計フローの紐づけ

補足 MBSEについて

セッション1 : MBSEとは何？

Model-Based Systems Engineering システム開発手法

- どんなシステム
- ・システムが巨大
 - ・多岐にわたる専門領域の多くの人がかかわる
 - ・失敗が許されない
- (例 自動運転)
(例 ロケット開発)



- 要求分析、ふるまい分析、構造分析、パラメータ分析 等の分析を通じて、
- ✓ 開発の初期段階で顧客のニーズを明確化し、機能要求を定義
 - ✓ 関連する問題をすべて考慮しながら、設計のための統合とシステムの妥当性確認

セッション1 : MBSEとは何？

System設計に必要な分析

要求分析

- ・要求図

ふるまい分析

- ・アクティビティ図
- ・シーケンス図
- ・ブロック定義図

構造分析

- ・ユースケース図
- ・内部ブロック図
- ・状態マシン図
- ・パッケージ図

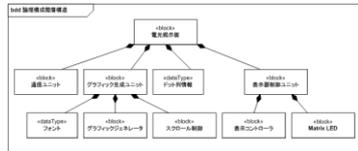
パラメータ分析

- ・パラメトリック図

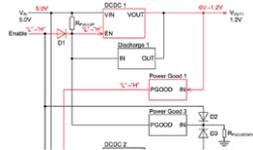
セッション1 : MBSEとは何？

従来

部門A: ブロック図

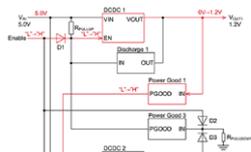


部門B: シーケンス図



表記法 α

部門C: シーケンス図



表記法 β

- ・部門毎にFormatが異なる
- ・他部門の状況が分からない
つまりは全体が分からない
- ・進捗の逐次, 相互反映は困難

MBSE

InterDiscipline: 学際性
Wholeness: 全体的
Iterative: 反復的

- ・共通モデルで記述し、
適宜必要な情報(図9種)に加工し分析

部門A:

共通
モデル

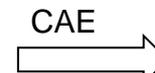
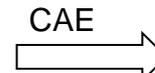
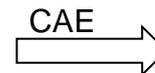
部門B

共通
モデル

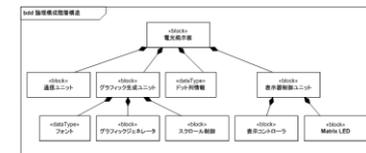
部門C

共通
モデル

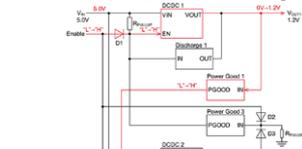
全体を網羅



ブロック図



シーケンス図

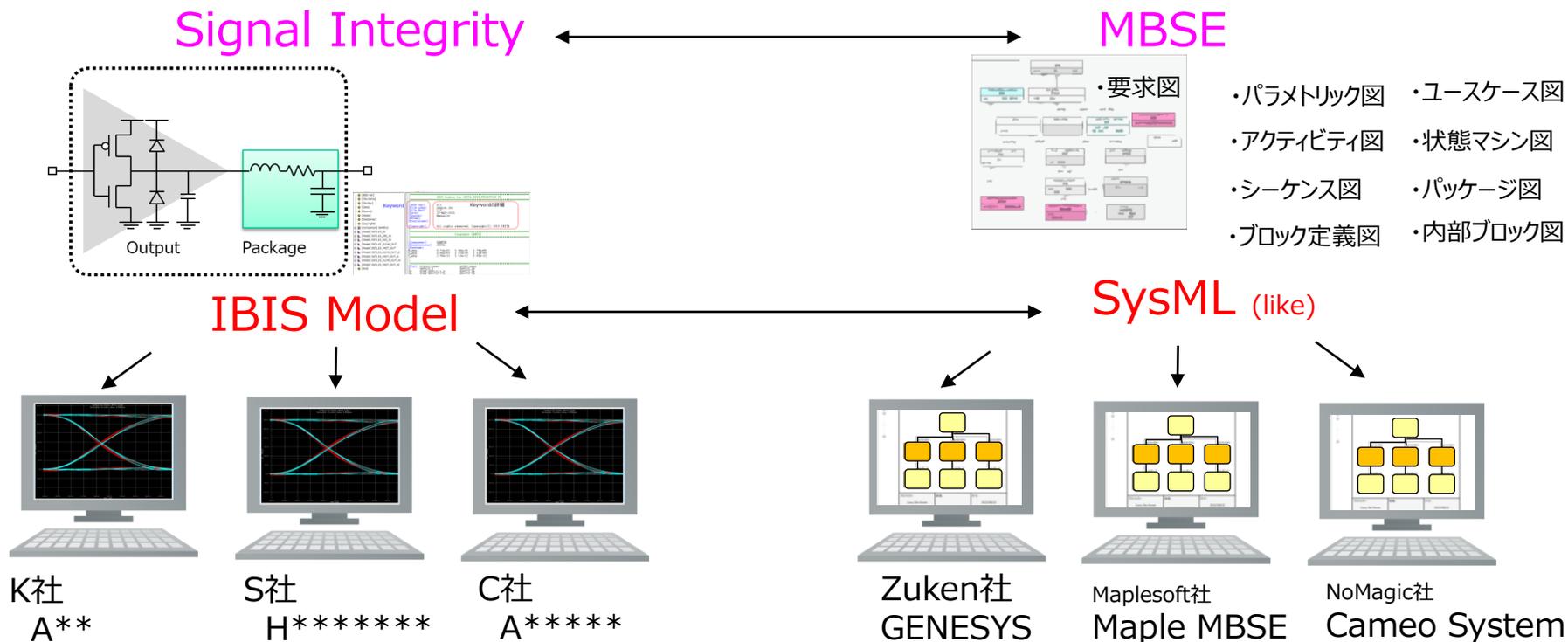


アクティビティ図

セッション1 : MBSEとは何？

MBSEでよく使われている**共通モデル** : SysML

System開発に必要な情報、情報の関連性の記述ツール



✓ MBSEを行うための様々なソフトが存在している

✓ ソフトは、入力した情報のつながりをさまざまな視覚表現(図)に変換

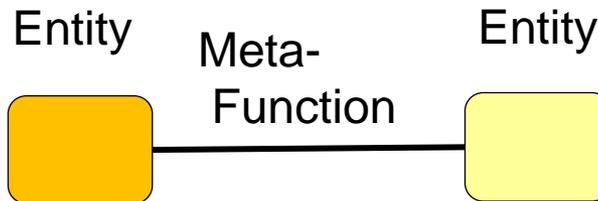
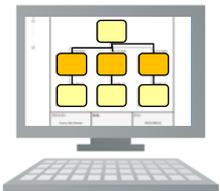
セッション1：設計情報 model

“Entity” : 「もの」、「存在」と一般的に訳されますが、
各種 分析図で、『箱』の中に記載されるもの

“Meta-Function” : 各種 分析図で『箱』を接続する、『線』の意味を表現
“Entity” 間の関係性を定義

“Entity:A” = “Meta-Function:B” _ “Entity:C”

のような形式で記述していく



セッション1: Entity

よく使うモノ

Component	構成要素
Concern	心配、懸念
Constraint Definition	制約条件定義
Document	文書
Function	機能、職務
Item	アイテム
Link	繋がり
Requirement	要求事項
Risk	リスク
State	状態
Use Case	ユースケース
Verification Requirement	検証必須条件

Category	
Change Request Package	
Defined Term	
Domain Set	
Event	
Exit	
External File	
Mitigation Activity	
Mode	
Note	
Organization	
Package	
Port	
Port Definition	
Product	

Program Activity	
Program Element	
Requirement Group	
Resource	
Service Specification	
Test Activity	
Test Configuration	
Test Item	
Text	
Transition	
UML Association	
Use Case	
Verification Event	
Verification Requirement	
Verification Requirement Group	

セッション1 : Meta-Function

augmented by	..によって増強される
basis of	..の基礎
categorized by	..によって分類される
Causes	..を引き起こす
documented by	..によって文書化させる
elicited by	..によって誘発される
Establishes	..を設立する
Generates	..を生成する
grouped by	..によってグループ化される
has comments	..コメントがある
impacted by	..によって影響を受けた
packaged by	..によってパッケージ化された
refined by	もっとfineにすると
Refines	精錬した
result in	..という結果になる
Specifies	..を指定する
Uses	..を使って
verified by	..によって確認された

“Entity”どおしの
結びつきを定義

セッション1:本日使用する文法

今日は**要求分析**を体験してみます

→ 3つのEntity、3つのMeta-Function を組み合わせた以下4つの文法を使います

① : **要求事項**の詳細化



② : **要求事項**を実現する際の**懸念 (課題)** の抽出



③ : **懸念 (課題)** を解決するための**職務 (行為)**



④ : **職務**を実行する際の**懸念 (課題)** の抽出



目標:Requirement →課題:Concern →解決手段:Function、日程 までを実感する

おわり