

# パワーエレクトロニクス設計環境WG (案) 募集

半導体&システム開発技術委員会主査 福場義憲

# パワーエレクトロニクス設計環境の課題

## ■ 背景・課題

- パワーエレクトロニクスも電気シミュレーションを加えた電気熱機械連成による事前検証必要性増加
- パワーエレクトロニクスパッケージは**3D-CAD**設計（**3D**中間ファイル）が主流だが、電気回路&モデルや物性値情報と紐付けが無い。
- 電気シミュレーションツールの入力が共通化されていない。
- 電気設計セットアップ（現在ほぼ手作業）に多大な時間がかかり、サプライチェーンからの情報収集も困難で、開発コスト・期間増大、市場参入の遅れの原因になっている。

# パワエレ設計環境WG設置（提案）

## ◆ 提案事項（半導体システムソリューション技術委員会承認事項）

### • 第1段階

- **パワエレ設計環境準備TG**を半導体システムソリューション技術委員会傘下に**設置済**

- 当会は準備タスクフォースであり、上記課題の解決に向けて標準化活動を行う委員会の草案と要項を作成し、**2025**年度正式委員会発足を目指す。

### • 第2段階

- 半導体システムソリューション技術委員会傘下のサブコミに**WG設置を目指す**

- 準備**TG**ヒアリング分析結果より、開発**SC**、構造設計**SC**、モデル**SC**とのジョイント**WG**になる可能性大きい

# パワエレ設計環境WG活動対象（案）

## ■ 対象製品・技術範囲案

- パワエレ機器に搭載する半導体（既存・新規）の設計と機器開発との協調設計
- 近次世代デバイス（**SiC, GaN**等）及び、将来のデバイスにおけるパッケージング&モジュール化設計環境
- 実装形態や実装基板の構造を設計データベースで表現
- 機器開発者－半導体提供者間でのモデルベースデベロップメント (**MBD**) 遂行のための標準策定

## ◆ 準備TGの途中結果

- 準備TG参加メンバーからヒアリング（困りごと、要望、現状把握）
- ヒアリング結果を分析し、課題抽出→活動内容（案）策定
- 募集要項ひな形作成中
  - 背景・目的
  - 活動内容案
  - 事例毎課題を見える化（パワーモジュール、MBD、モデリング）

# パワエレ設計環境ヒアリング結果

## 課題共有

### 半導体側視点の課題

#### ヒアリングメモ

##### パワエレ用半導体開発における課題事項

- パッケージ設計が3DCADでネット情報がない。電気やメカニカルから接合材料、その情報をすぐに設計に使えるように
- パッケージの内部の寸法は出しづらい。モデル化している寸法は出せる？出せないという意見は多い。どこまで出す
- ワイドバンドギャップ半導体は最先端なので、細かい構造
- 電流の範囲で標準化の対象領域のカテゴリ分けがある
- 材料物性、どこから集める？どうやって？データの表現が
- 物性値計測法？（熱では測定法取り組み中、ばらつきに悩む）
- 標準化の範囲（オープン・クローズ戦略の仕分け）

##### セット側に求めるもの

- セットメーカーにどのようなモデルを出せばよいか？
- パッケージ構造を求められたときに何に使うのか？データ

## 課題共有

### セット側視点の課題

#### ヒアリングメモ

##### セット開発における課題事項

- モジュールを使いこなすうえで、試験をしてみても判定が難しい。壊れても妥当性が？
- EMCの評価をやってみて、その妥当性や、原因究明に解析でやってみたいが、Emissionはあり程度EDAツールで対応できつつある、ImmunityはFailしたときの妥当性で、判定に使えるモデルはないだろうか？モデル化が標準であれば自分たちでもモデル化チャレンジしてもよい。
- パワエレのシステムの範囲；構成要素はパワー半導体だけでいいか？
- パワー半導体でレンジアクチュエーターを設計する際、非常に細かい表現必要、熱でも、スイッチングの特性が重要、パワ変動。過渡特性が必要になってくる。
- MOSのSWを表現しているSPICEをつかって、機械負荷の歪（時間がかかる、または破綻する）。連成解析用のモデルとどう設計ポイント？
- Immunityモデルの難しさ、正常動作と異常動作の両面が表現対象をフェーズでわけるべき。正攻法の部分から取り組むべき
- パワーモジュールに含まれる絶縁層の効果を考えると段階の設計は難しい。特定とシミュレーションのハイブリッド開発では？
- 放熱（冷却）のプロファイルとシミュレーションの整合など
- ロジックではどうやってるのか？参考にできないか？
- MBDで連携を深めたい。インターフェースを標準化できると
- MBDは手段だが、MBDで達成したい目的が共有で、その目的は標準化できないか？

## 課題共有

### EDAベンダ視点の課題

#### ヒアリングメモ

##### パワエレ設計EDAにおける課題、または現状

- 計算機能としてはいろいろ持っているが、肝心のアプリケーション部分でも要素を持っているか課題は感じた。
- EDAの使い方を示していただければ、何ができるか提案していけるかも。
- PCBCADでモジュールせつけいがないか？なぜできないの？板金がある。Layerだけではだめ。
- WireもLogicとかなり異なる。それを表現できる機能はない。できたものでも寸法で読み込みはできるが、CAD上で設計はまだ機能不足。
- 3DCAD設計部分とPCB設計と別々に設計して、標準フォーマットでくっつける。検証ツール上では3D部分に電気回路不要が必要
- ANSYSサンにも声掛けしたい。

#### 半導体に求めるもの

# ヒアリング→基本機能→実現課題→活動内容（案）

## → 基本機能

- 設計ツールが自動でセットアップでできることによりフローとして確立される
- システムの設計・検証がモデルを使って行える・MBD
- システム動作不良分析が可能である
- 半導体パッケージ及びモジュール、または搭載基板の構造設計が一つの（統合）環境で行える
- 半導体の寸法・材料・物性情報が（容易に）流通する
- タスクのScopeや標準化アイテムが定義できる
- 測定法や測定・判定基準が定義されている

## → 実現課題

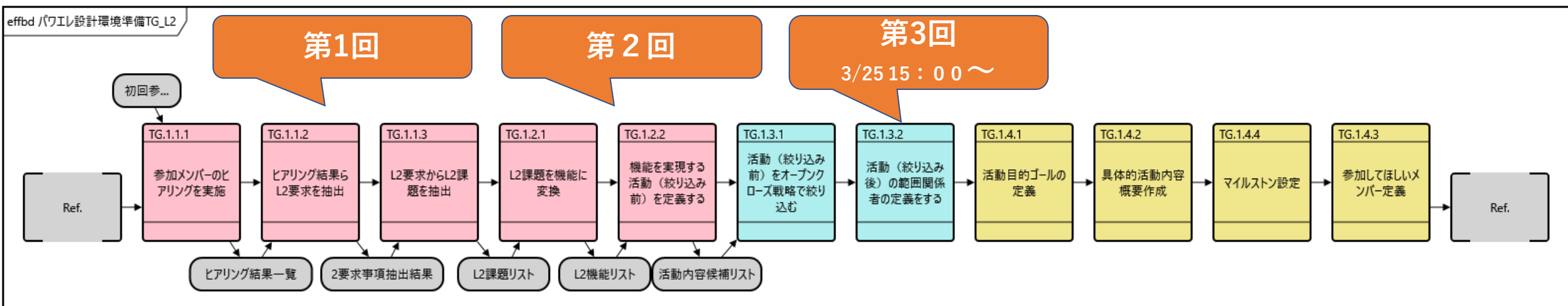
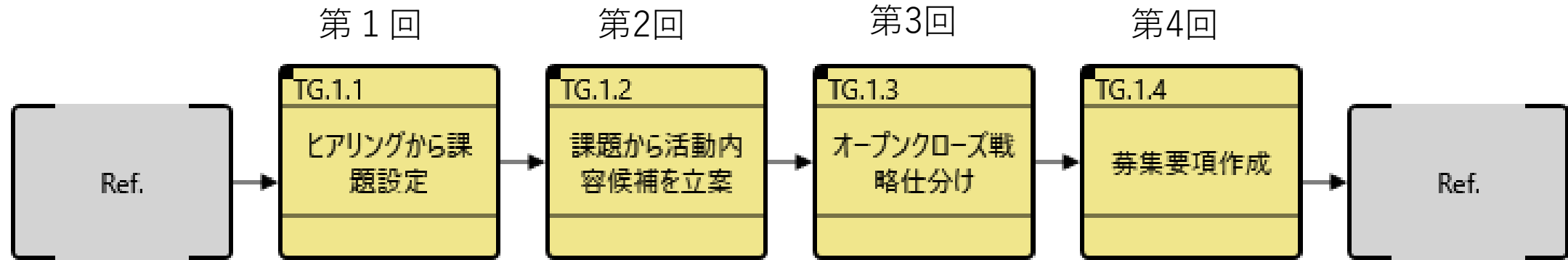
- HILSの標準化が可能か
- パワエレ設計に使用される設計ツールの種類
- モデルの精度は必要性に対して適切か
- モデルの素子詳細度は必要性に対して適切か
- モデルの要件をユーザーと提供者で共有できるか
- モデルの粒度（Time,Freq.）が指定されているか
- モデル要件を指定できる標準化があるか
- ユースケースを考慮したEDAフロー
- 開発のフェーズで要件が異なるか
- 機械負荷駆動の場合のモデル整合はできるか
- 構造設計ツールに必要な機能とは
- 構造設計の出力情報とは
- 構造設計の入力情報とは
- 構造設計上、特殊な形状とは
- 情報流通のアイテムリストが標準化されているか
- 情報流通の書式が決まっているか
- 設計ツールごとの出力情報
- 設計ツールごとの入力情報
- 設計ツールの順番
- 測定からモデルが作成できるか
- 測定方法の標準化可能か
- 動作判定に使えるモデルがあるか
- 標準化する部分とクローズ部分の仕分けができるか

## → 活動内容

- システムの動作Pass/Fail に使えるモデリング
- シミュレーションの前提条件の設定
- シミュレーション結果の共有
- パワー半導体パッケージ・モジュールの構造の設計手法の議論
- パワエレ・ボード設計特有の設計手法の議論
- パワエレ構造と材料のリンク
- モデルの精度、粒度、詳細度の議論
- モデル仕様書のDX
- モデル仕様書の記載内容
- モデル要求側と提供側の記載内容
- 開発プラットフォームと共通認識
- 構造設計ツールの議論
- 情報流通の書式
- 設計工程フロー、EDA、情報流通
- 測定によるモデリング
- 測定法、測定設定の標準化
- 標準化する部分の仕分け・目的
- 標準化項目の具体化
- クローズ戦略部分の認識

# 準備TGの進め方（案）

下記のステップを踏んで募集要項作成まで進める



プロジェクト:	パワエレ設計環境WG設立プロジェクト	組織:	JEITA 半導体システム書リユース技術委員会パワエレ設計環境準備TG	日付:	2025/02/19
---------	--------------------	-----	-------------------------------------	-----	------------

# パワーエレクトロニクス設計環境WG設立スケジュール（案）

- 4月 準備会議：募集要項の1次案完成
- 5月 半導体システムソリューション技術委員会で承認、募集開始
- 6月 **WG**募集締め切り
- 7月 第1回**WG**会議開催
- その後も、活動指針にあわせ、参加メンバー声掛け継続
- 10月 **WG**活動指針を半導体システムソリューション技術委員会活動連絡会でお披露目



## ◆ 基盤技術考察

- 次ページ以降に事例、及び適用案
  - 熱設計WGの活動成果のEDA対応
  - LPB標準フォーマットの活用・拡張検討
  - 付帯するモデルの考察
  - 上記の技術などを考慮して**Use Case**を定義し、標準案に展開

# 現状例：熱設計WG：パワー半導体パッケージ/モジュールの熱設計環境

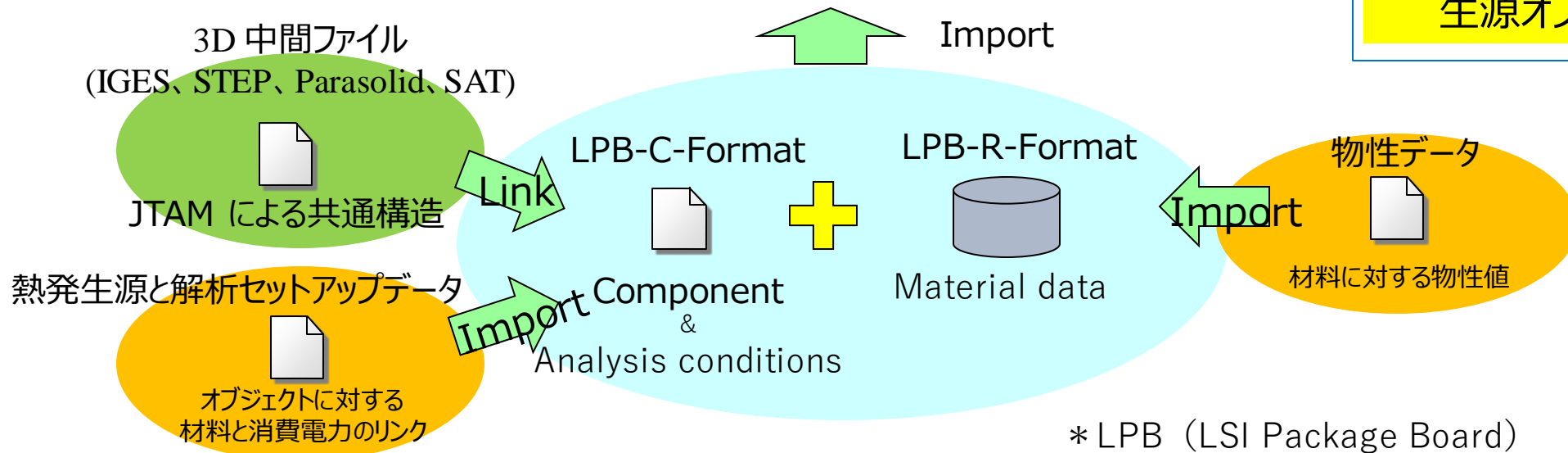
## LPB-Format (IEC 63055/IEEE2401) と連携

### 課題

- 熱シミュレーションによる事前検証必要性増加
- パワエレパッケージはメカCAD設計（3D中間ファイル）だが、熱解析に必要な物性値と消費電力情報を持つことが出来ない
- 熱解析ツールの入力が共通化されていない

### LPBのC-Format, R-Formatによって熱解析に必要な情報を連結

- 3D形状には3D 中間ファイル (SAT、Step、IGES)を使用
- 熱伝導体媒体の物性値を紐付け
- 熱発生源の設定（消費電力と発生源オブジェクトの設定）



\* LPB (LSI Package Board)

半導体構造設計SC  
の熱設計技術WGの  
活動成果

# 今回の提案例：パワー半導体パッケージ/モジュールの **電気設計環境**

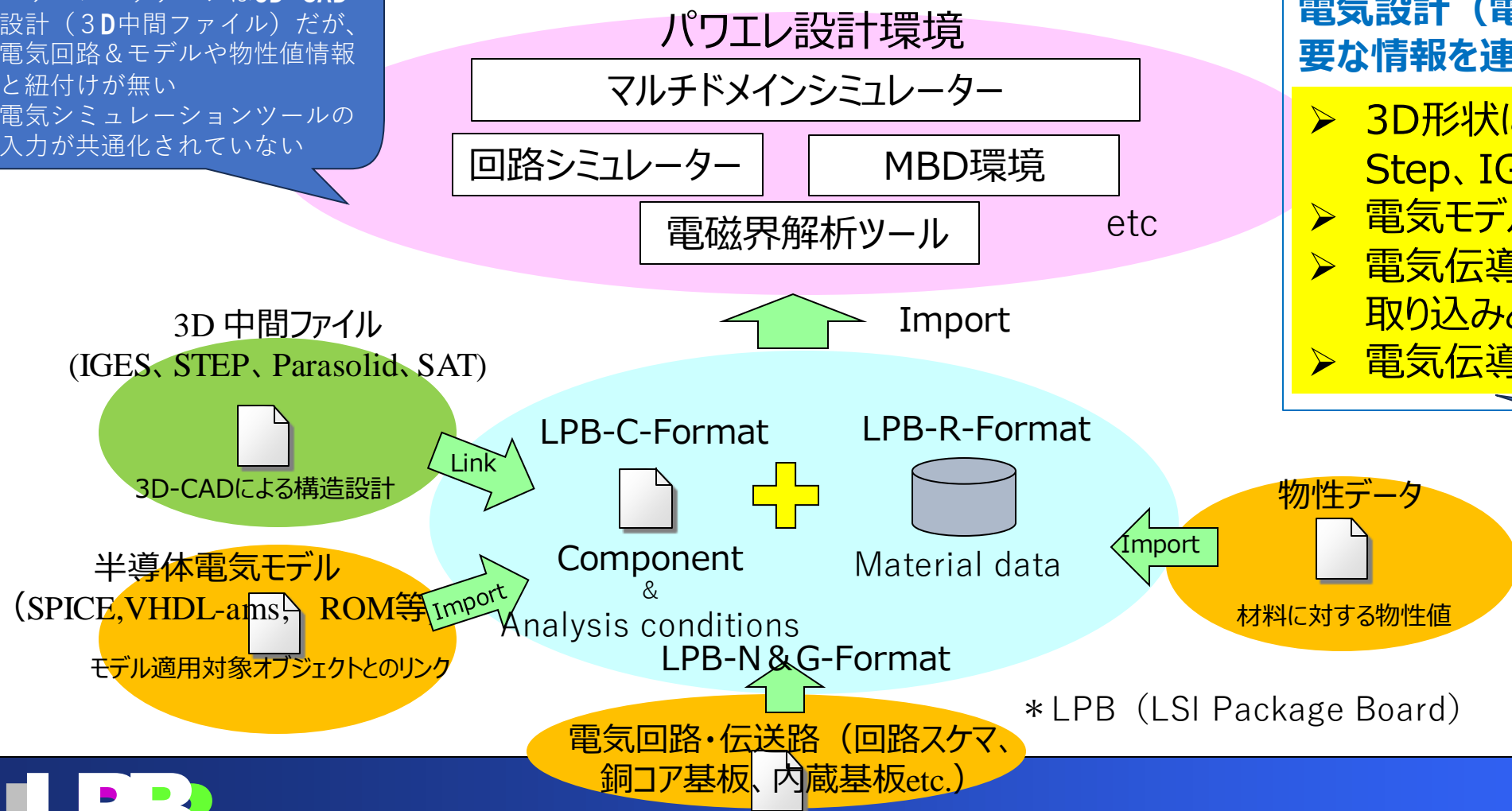
## 課題

- パワエレも電気シミュレーションを加えた電気熱機械連成による事前検証必要性増加
- パワエレパッケージは3D-CAD設計（3D中間ファイル）だが、電気回路&モデルや物性値情報と紐付けが無い
- 電気シミュレーションツールの入力が共通化されていない

## LPB-Format (IEC 63055/IEEE2401) を活用できないか？

LPBのC-Format, R-Formatによって電気設計（電気-熱-応力含む）に必要な情報を連結

- 3D形状には3D 中間ファイル(SAT、Step、IGES)を使用
- 電気モデルと対象オブジェクトをリンク
- 電気伝導路の回路・PCB伝送路の取り込みとリンク
- 電気伝導路媒体物性値を紐付け



半導体構造設計SCと半導体&システム設計技術SCのリエゾンで協議できないか？  
パワー半導体パッケージモジュールWGの分科会？  
⇒リエゾンの設置を要望

# 参考：LPBコンセプト紹介：電子機器開発の為の設計情報標準

## LPB-Format (IEC 63055/IEEE2401-2015) 国際標準

連携の強化

競争領域:非公開

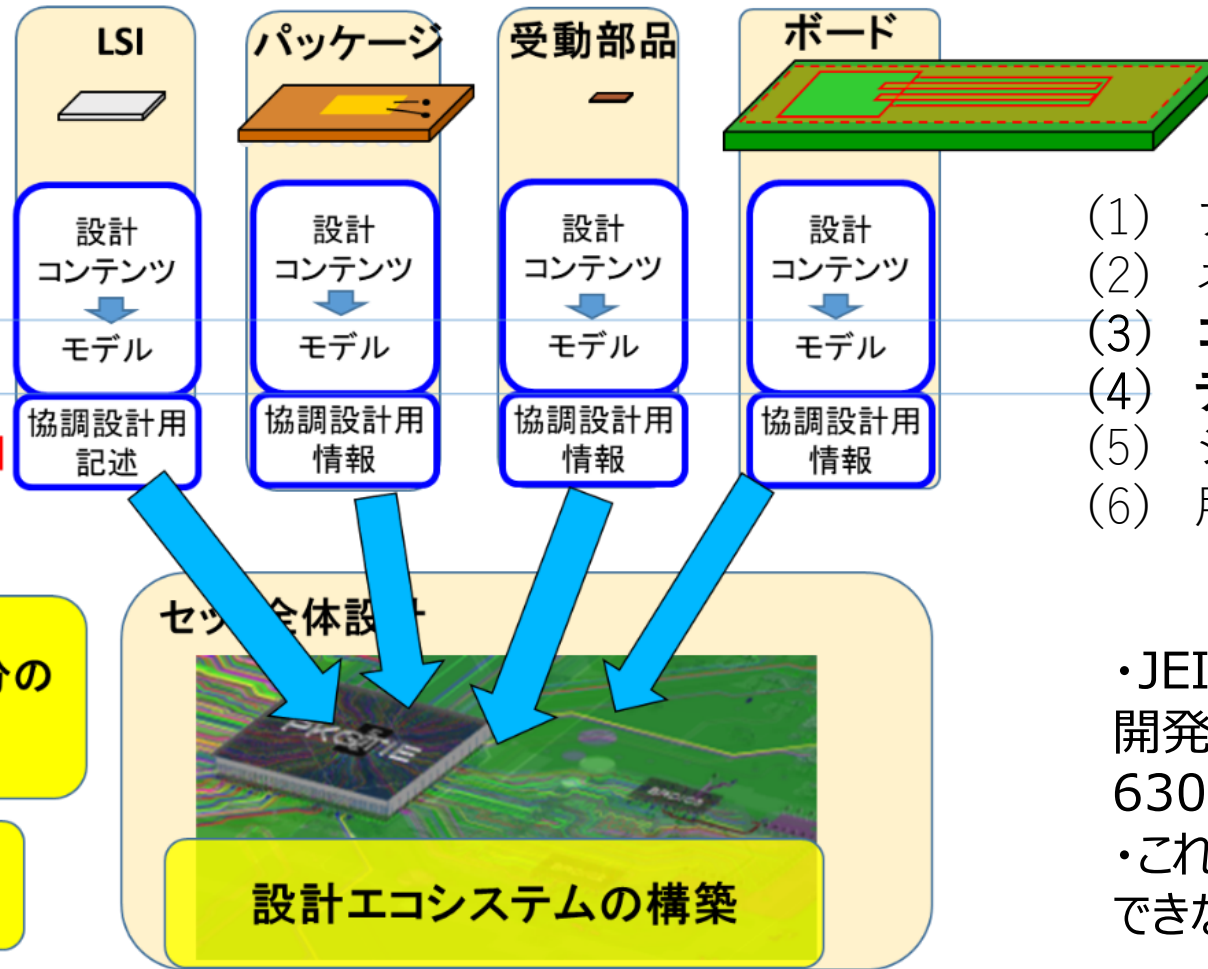
Models, etc.

IEC 63055/IEEE 2401

LPBフォーマット

協調設計に必要な部分の  
アブストラクト

日本発、英米以外では初の  
IEEE EDA標準  
2015年JEITA会長賞受賞



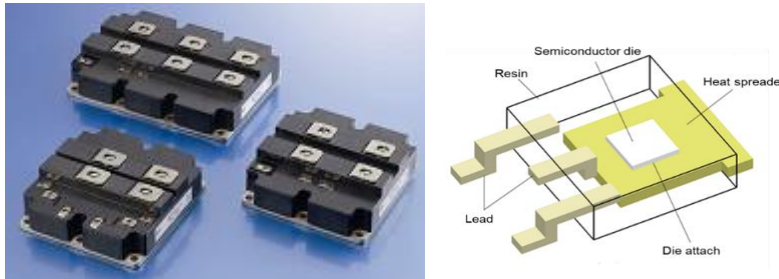
- (1) プロジェクト管理 (M-Format)
- (2) ネットリスト (N-Format)
- (3) コンポーネント (C-Format)
- (4) デザインルール (R-Format)
- (5) ジオメトリ (G-Format)
- (6) 用語集

- ・JEITA 半導体 & システム設計技術SCが開発している国際規格LPB-Format (IEC 63055/IEEE2401)
- ・これをパワエレにも応用して設計環境構築ができないか？

# 対象範囲例：パワー半導体パッケージ/モジュールの電気設計対象（案）

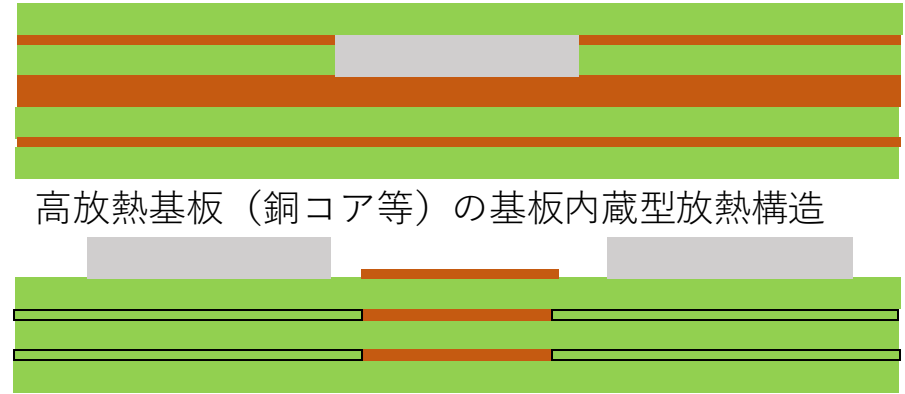
## パワエレモジュール、MBD、埋め込み基板、高放熱基板

SiC、GaN等新デバイスの新実装方法を検討する設計環境の構築を目指す



3D構造

積層基板による実装例にも対応



高放熱基板（銅コア等）の基板内蔵型放熱構造

バスバー構造

機器レベルの設計検証にパワー半導体とシステム間MBDのアプローチを探求。  
MBD  
実施者ーモデル提供者間のインターフェース検討

