

第16回LPBフォーラム

電源LSIをモチーフとした EMCフロントローディング

～EMC評価モデルの提案～

システムフロントローディングWG

EMC&電源設計実証TG

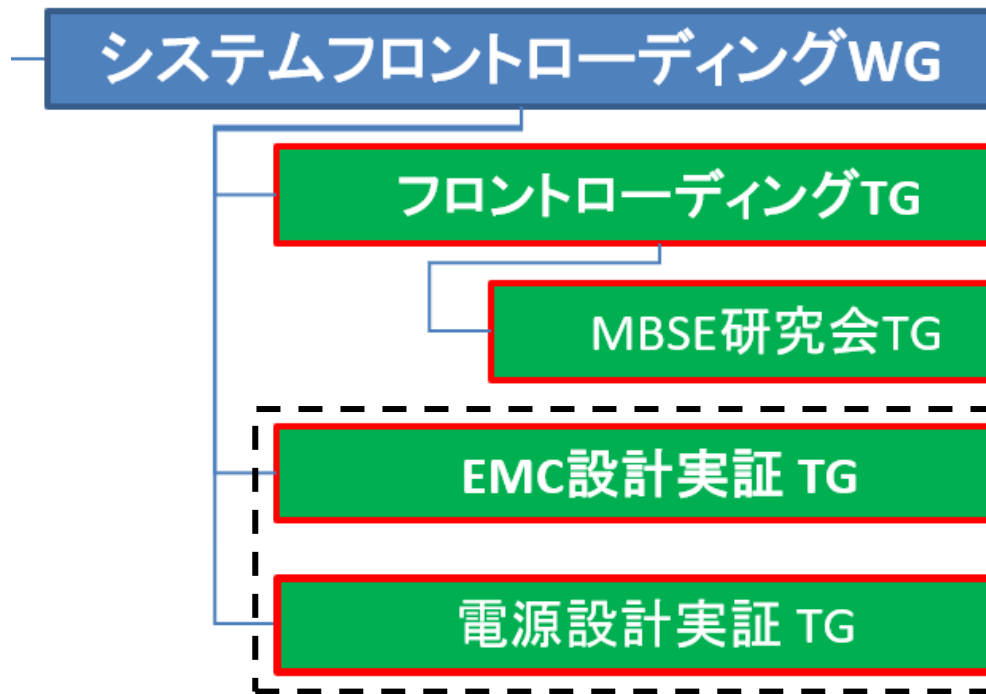
電源LSIをモチーフとしたEMCのフロントローディング

- ◆ EMC & 電源設計検証TGの目的
- ◆ 背景
- ◆ モデルケースの議論とは
 - 議論の中身はモデル要件定義
- ◆ 最近経験したモデルの話
 - モデルへの期待と失望
- ◆ とはいえ、モデルケースの議論が重要
 - ユーザーの需要が多そうなモデルケースを
- ◆ JEITA内でモデル要件定義の取り組み
 - 役割分担はできている
- ◆ モチーフを決めて具体化
 - DCDCConv.のEMI(CISPR25CE)
 - やりがいはある！
- ◆ DCDCConv.のフロントローディング
 - セットメーカーからの要求として
- ◆ DCDCConv.のフロントローディング
 - 半導体メーカーからのアウタ提案
- ◆ 論文から
 - FullFullでCE \pm 3dBだが、これが目指す姿か？
- ◆ 現流モデルの検証
 - Webで入手できるモデルを検証
 - EMI検証には使えない！
- ◆ フロントローディングモデルの活用
 - モデル活用シーンのイメージ
- ◆ フロントローディングモデルの提案
 - EMIフロントローディングモデル案
- ◆ 最後に
 - EMC & 電源設計実証TGに参加して議論を

EMC & 電源設計検証TGの目的

WG/TGの目的

半導体メーカー/セットメーカーが
メンバーとして参加



設計のフロントローディングを推進するため、目指すべき設計フローの議論、その実現に向けた検証

EMC・電源に特化した設計のフローやモデルの提案・検証
フロントローディングを阻害する要因を排除

背景

セットメーカー

期待するモデルが得られない／要求できない

モデルを必要とするときに素早く
必要とするモデルが要求できる

半導体メーカー

セットメーカーが何を検証
したいのかわからない

モデルが要求されたときに素早く
的確なモデルが提供できる

JEITAで具体的なモデルケースの
議論をしておく

メンバーのモチベーション
比較的難しいと言われている
EMCのモデルベース設計を推進したい

モデルケースの議論とは

モデルの要件定義

何を検証するためのモデル

設計のどの段階で使うモデル

精度はどの程度必要か？

最近経験したモデルの話

◆設計者からの依頼

「DCDCConv.の低電力モード(SW周波数可変モード)で電源リップルが増える。メーカーによって低電力モードに入る閾値やリップルが異なるので、部品選定時にどんな動作になるか見積もっておきたい。」

◆私

「前聞いたときは、

『DCDCコンバータの事前解析は必要ないなあ。

実測確認で事足りているよ』

なんて言ってたが・・・

やっとモデルが役に立つかもしれない。」

「解析モデルは仕様書に書いていないことも表現できているはずです。

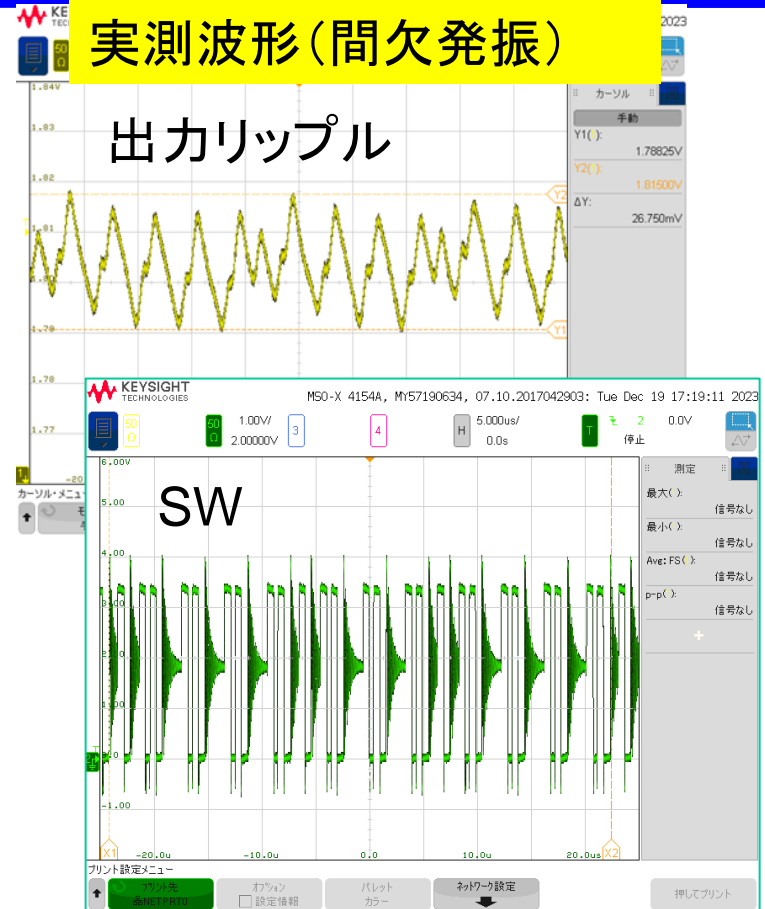
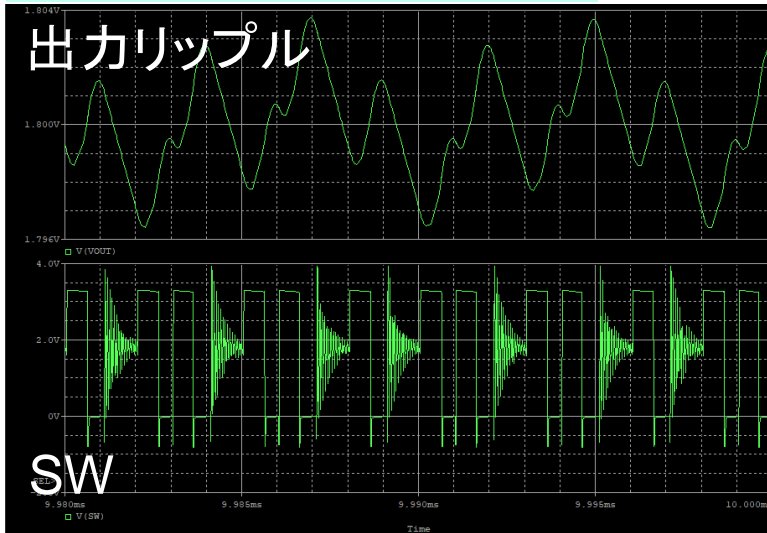
Webで入手可能なので実測との比較検証しておきます。」

最近経験したモデルの話

報告書の設定での解析

Sim波形(間欠発振)

負荷: 0.2A

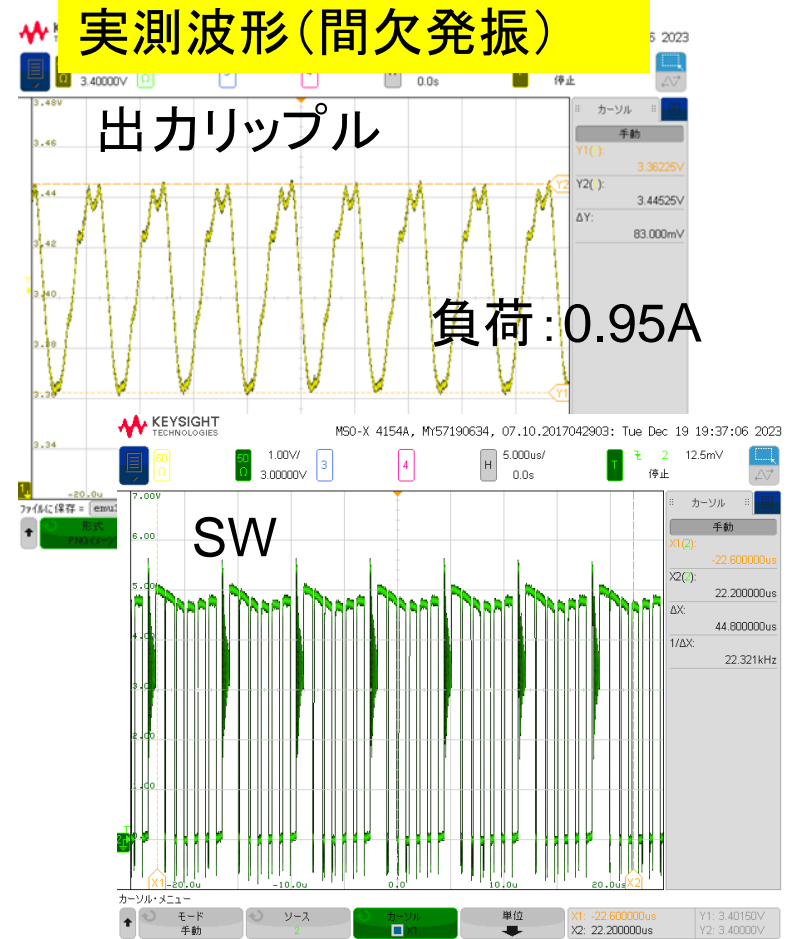
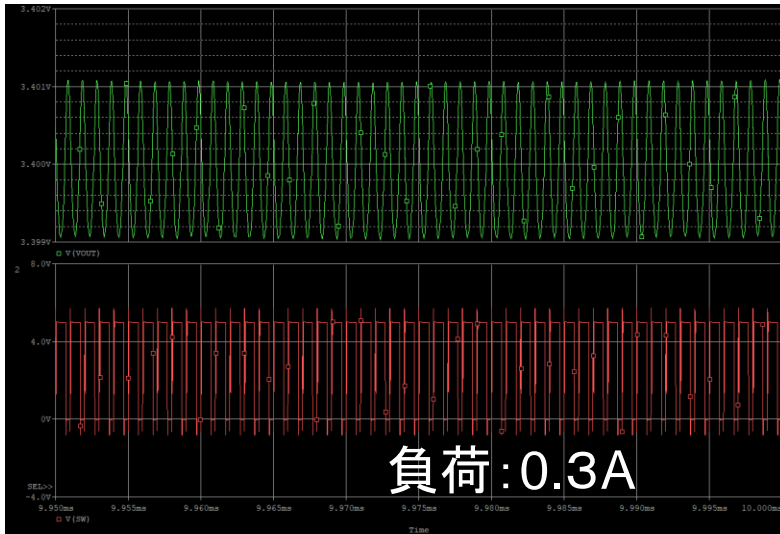


「解析結果の報告書」通り間欠発生とそれに伴う出力リップルの増加が再現できている

最近経験したモデルの話

実機搭載条件での解析

Sim波形(PWM)



解析は0.3AでPWMモードに遷移。
実測は0.95Aまで間欠発振が続いた。

最近経験したモデルの話

セットメーカー

解析報告書を見て、間欠モードが再現できていると思った

入力電圧が異なっても再現できるモデルはご提供いただけないか？

すべてを再現するモデルは作れないことは理解できるし、解析が重くなるのはNG

半導体メーカー

報告書の定数設定では再現できています

新たにモデルを提供する予定はございません

評価ボードで測定をお願いします

モデルへの期待と落胆を実感

とはいえ、モデルケースの議論が必要

モデルの要件定義

何を検証するためのモデル

設計のどの段階で使うモデル

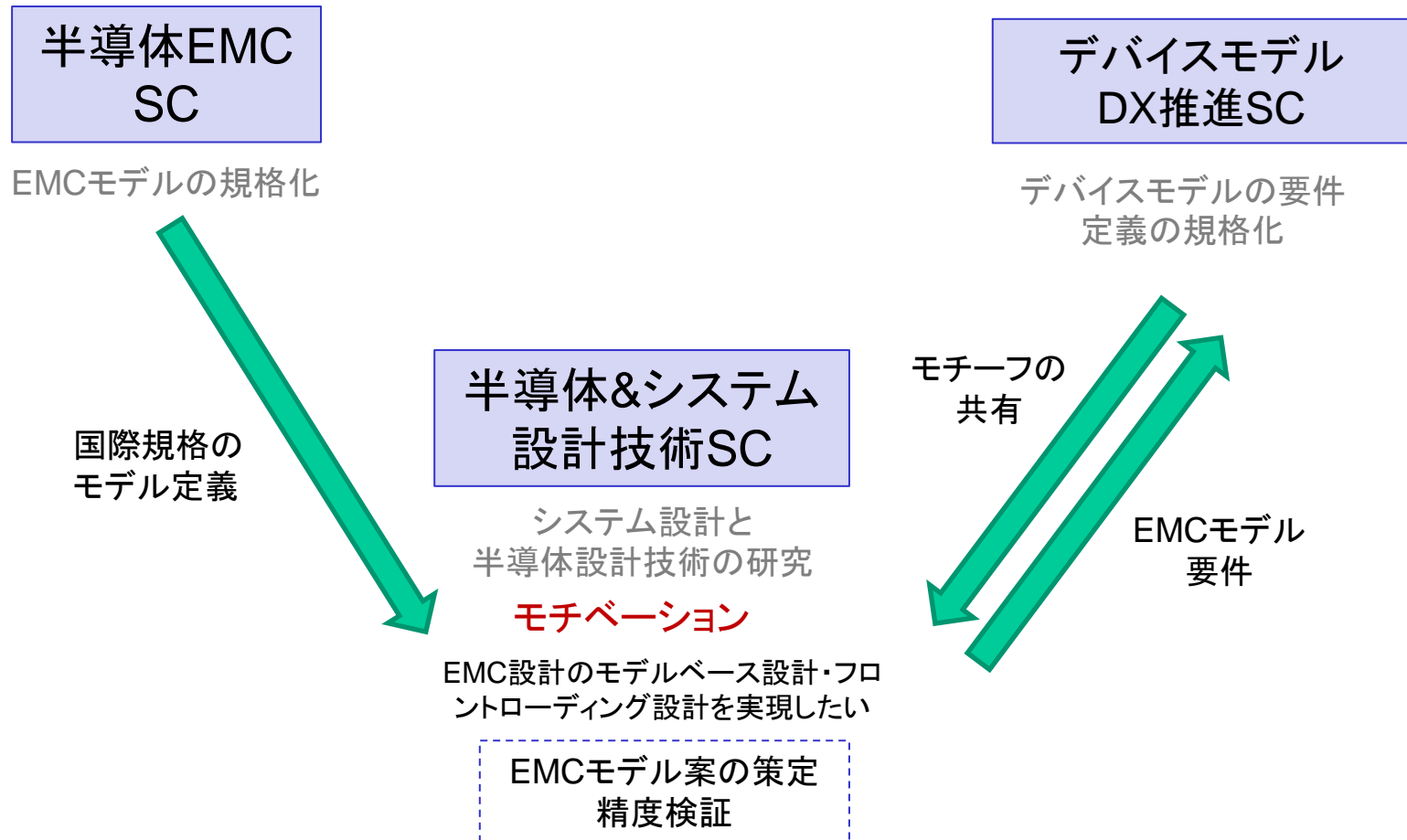
精度はどの程度必要か？

すべてのユーザーの要求にこたえることはできない。

多数派のモデルケースに絞って、ユーザーの要求に答えるモデルの議論を行う

JEITA内でモデル要件定義の取り組み

JEITAの中で役割分担



モチーフを決めて具体化

何を検証するためのモデル

電力系デバイスモデル

DCDCConv.

EMCの検証

EMI (CISPR25) 伝導性、放射性エミッション

電力系デバイスのモデルの要件や要件の
定義方法の規格化は未実施

電力系であれば、モータードライバとかLEDドライバ
とかに応用もでき考え方の適用範囲は広い

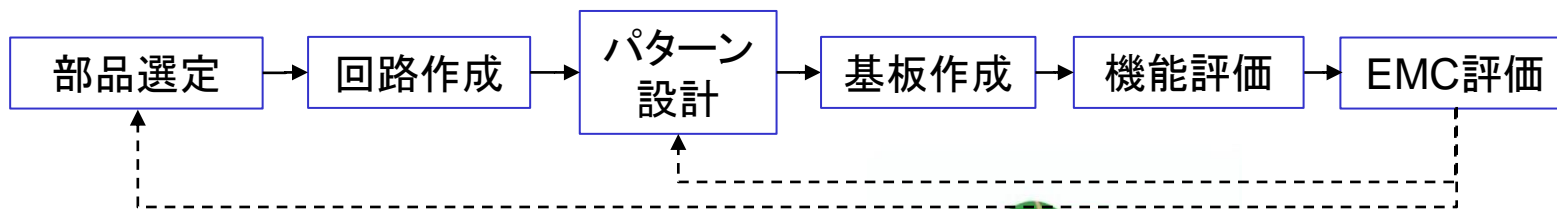
DCDCConv.のフロントローディング

EOL対応のCase

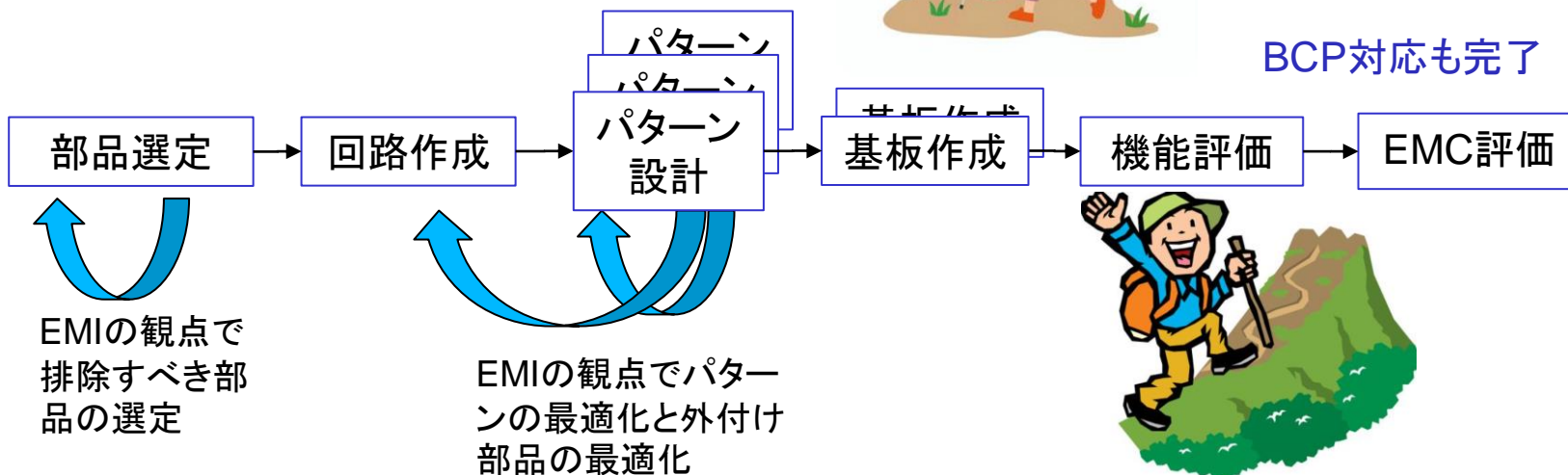
設計のどの段階で使うモデル

現在の設計評価フロー

セットメーカーからの要求



フロントローディング



DCDCConv.のフロントローディング

EOL対応のCase

半導体メーカーからのカウンター提案

A社

軽いモデル

シミュレータA、B、C、Dが使える

精度は？

B社

重いモデル

シミュレータBしか使えない

メーカー間の比較ができた方がよいよね

軽くて精度のある検証がしたいでしょ

EMI検証に必須のパラメータを明確化してモデルに組み込むべき
パラメータの導出方法も規定するべき

評価環境を統一して精度検証結果もつけるべき

例えばIBISのようなモデルがよいのでは

論文から

Multiscale EMC Modeling Simulation and Validation of a Synchronous Step-Down DC-DC Converter

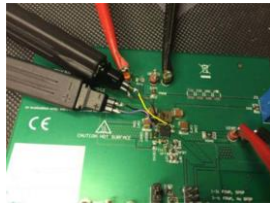
R. Murugan, *Senior Member, IEEE*, J. Chen, *Member, IEEE*, A. Tripathi, B. P. Nayak, H. Muniganti, and D. Gope, *Senior Member, IEEE*

第1段階

the IC model is generated either by **non-linear time-domain simulation using a device-level physics model** or **oscilloscope measurements** if a prototype is available.

LSIのモデル生成

1) 実測波形から生成



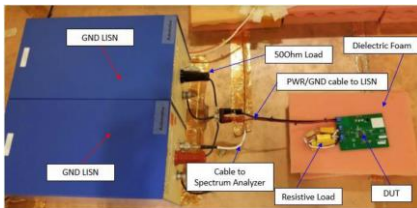
2) BSIMモデル+受動部品のSpara+PCBの3D-simulationから波形生成

CEで+/-3dBV以内の精度を得られる
これも一つのSolutionだが……

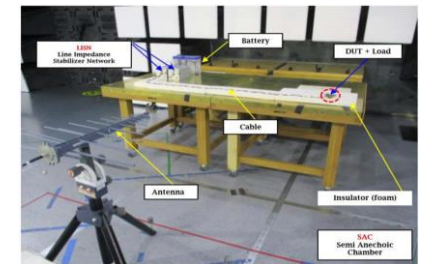
第2段階

the **IC model waveforms** are used in a simulation environment comprising 3D full-wave frequency domain analysis and specially prepared macro-models for the laboratory equipment.

TABLE I 実験環境を3DFullWaveシミュレーションで実現
LIST OF COMPONENTS MODELS



Component	CE Model	RE Model
Harness	2D TLM method	3D Full-wave
LISN	Spice	Touchstone
DUT	3D Full-wave	3D Full-wave
Passives	Spice/Touchstone	Spice/Touchstone
IC	Voltage/Current waveforms	Voltage/Current waveforms



現流モデルの検証

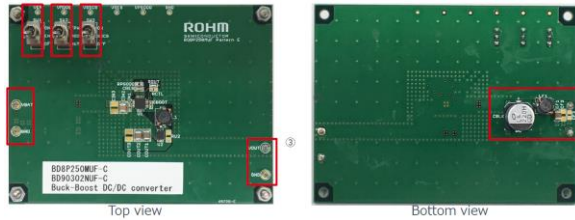
Webで取得できるモデルを検証してみよう

解析モデル

Webで流通しているモデル

受動部品の等価化回路

評価基板

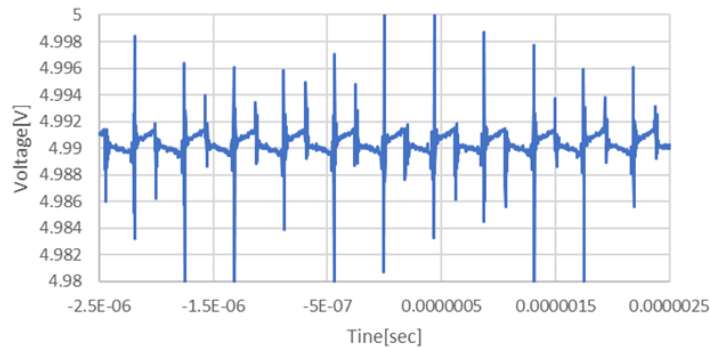


基板パターンデータ

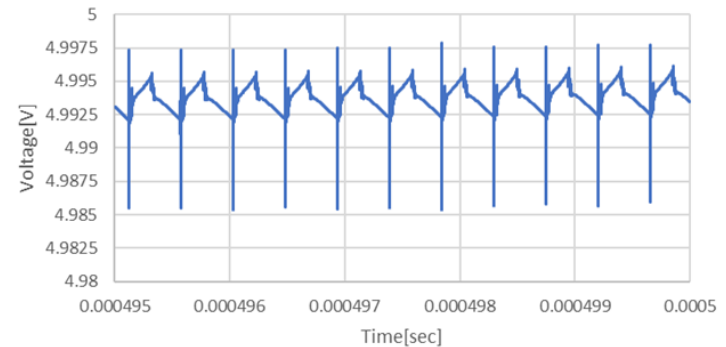
基板のSparaを導出

OUTPUT電圧の測定結果と解析結果

VOUT電圧波形



VOUT電圧波形



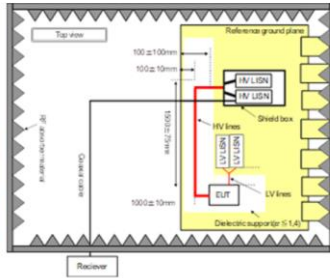
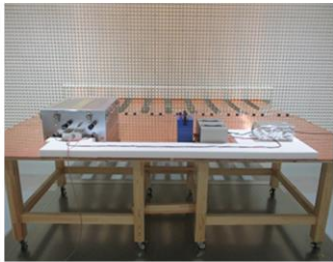
機能的検証については実測と解析で相関をとることができた

現流モデルの検証

Webで取得できるモデルを検証してみよう

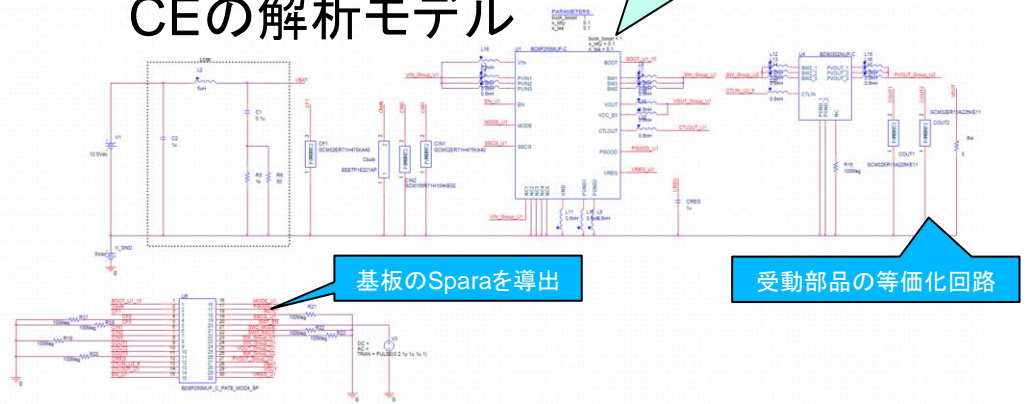
CEの測定

伝導エミッション 電圧法



CEの解析モデル

Webで流通しているモデル



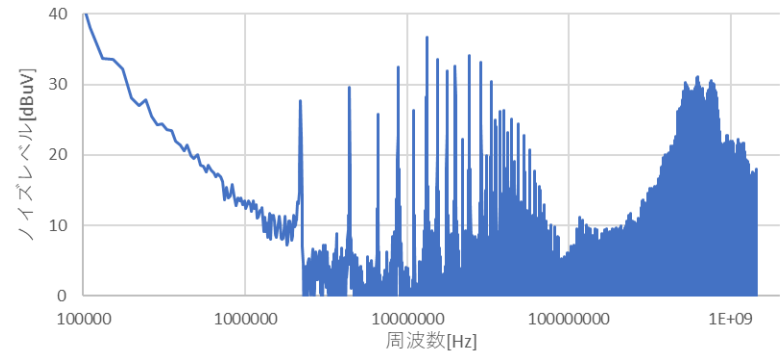
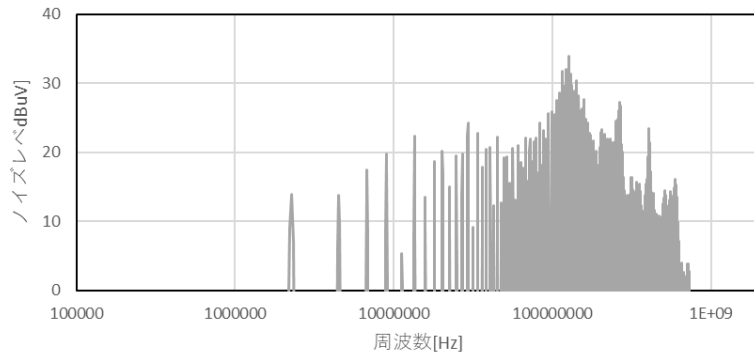
基板のSparaを導出

受動部品の等価化回路

CISPR25 CEの測定結果と解析結果

Vin=

無、負荷1A



EMIについては実測と解析で相関をとることができなかった

現流モデルの検証

Webで取得できるモデルを検証してみよう

機能評価モデルは、動作の検証や出力波形のリップルスパイクについての検証に適しているが、CISPRE25CEの実測との相関性は得られなかった。

EMI検証には使えない

5~10dB程度の精度はほしい

共振周波数はあっていてほしい

Spice解析が重い

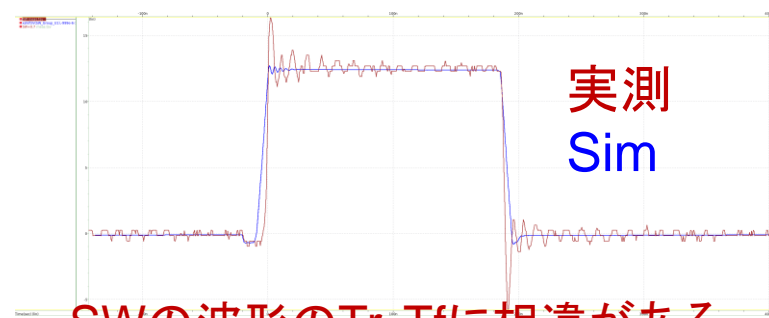
実測と解析の差異の原因と考えられるもの

端子から見たインピーダンスの差異



モデルには端子のL成分が定義されていない
容量成分に差がある

SW波形の実測と解析の差異

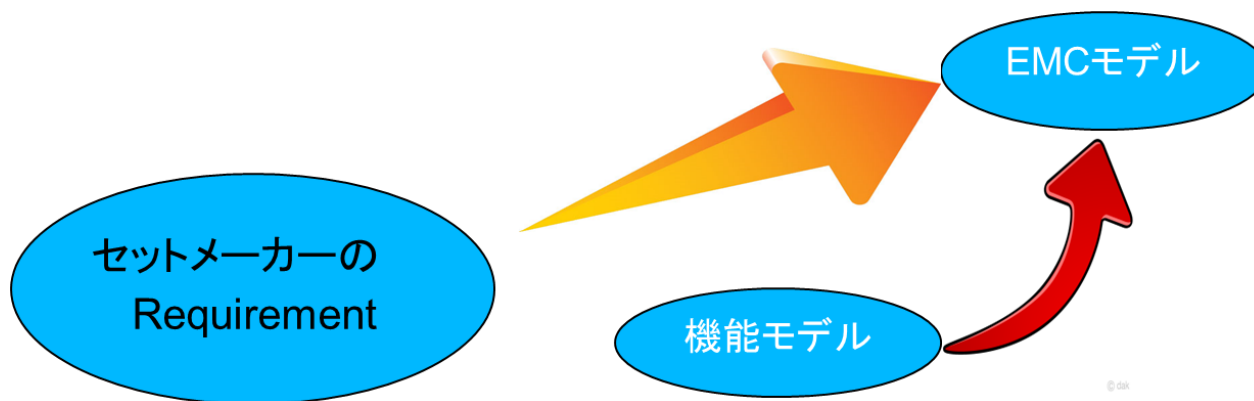


SWの波形のTr・Tfに相違がある
リップルの波高値、周波数が再現できていない

現流モデルの検証

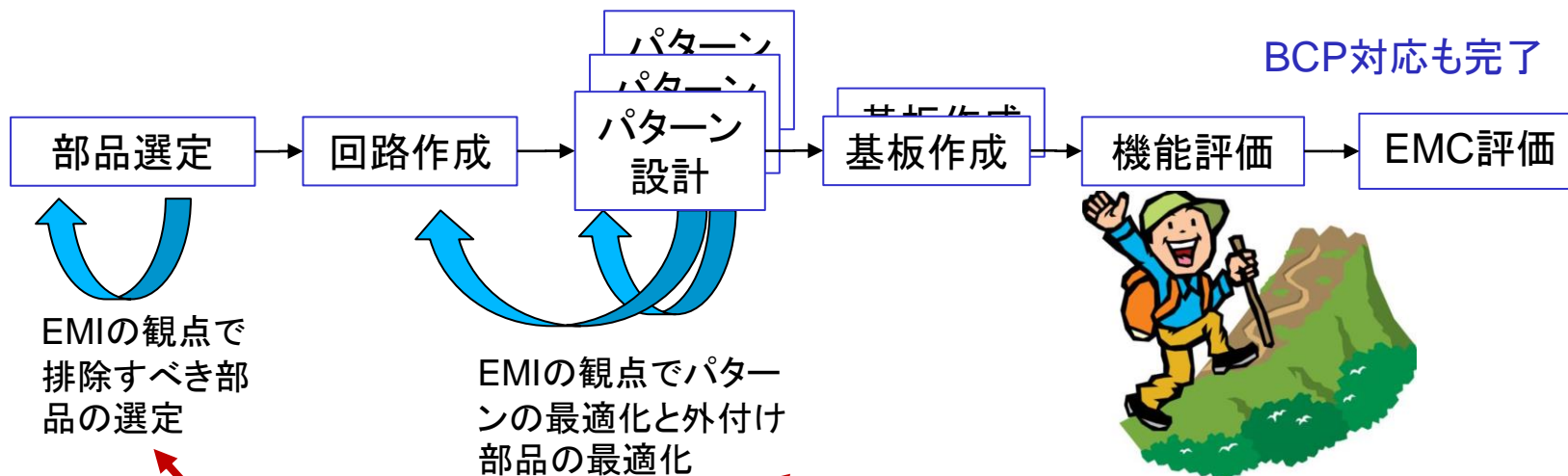
モデルを評価してみてもわかったこと

EMIの検証に必要なモデルパラメータをモデル化
できていること
機能評価モデルの延長線になくてもよい



フロントローディングモデルの活用

DCDCのフロントローディング



◆JEITAの考えるフロントローディングモデル

- デバイスの比較段階でも必須パラメータが提示されていれば見積もりや比較検討は可能。現在はSW周波数の記載のみ。必須パラメータからざっくり放射パターンを計算比較できると便利

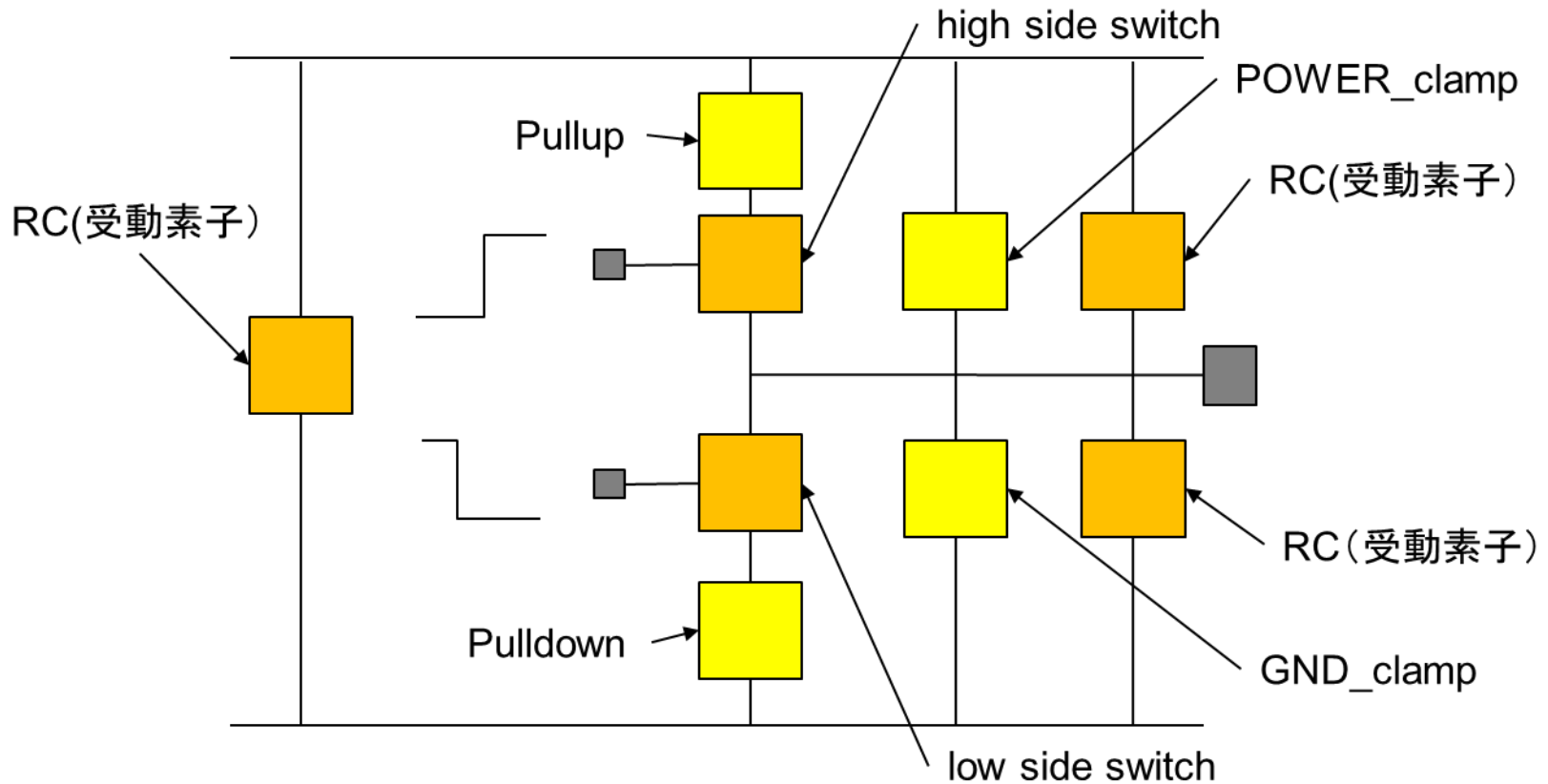
◆JEITAの考えるフロントローディングモデル

- EMIに必須のパラメータ
- TrTf、寄生容量、端子等価回路、IV特性
- モデルパラメータの導出方法の実例
- 実測との比較結果

フロントローディングモデルの提案

我々の考えるEMC(EMI)評価モデル

SpiceかVerilog-A、VHDL-AMSでの記述を検討



最後に

来期は、モデルケースとしてDCDCConv.のフロントローディングを検証

- ・フロントローディングの姿のブラッシュアップ
- ・解析モデルの作成
- ・解析モデルの検証

EMC & 電源設計実証TGでフロントローディングの姿を描いてみませんか？