

【第54回AIセミナー】「ABCI グランドチャレンジ 成果報告会」



大規模計算を用いたプリント回路基板設計における放射EMI(電磁妨害波)予測

2022年1月19日

富士通株式会社 計算科学事業部

巨智部(こちべ) 陽一



背景：電子機器のノイズ対策設計とCAE

大規模シミュレーションによるノイズ対策設計から設計者CAEへのチャレンジ

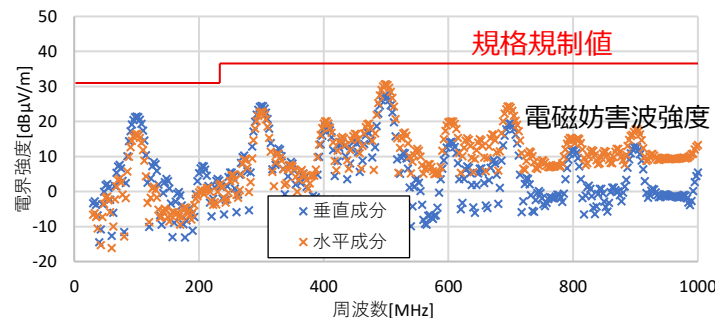
実装テクノロジーの進展と厳しい外部規制により、設計の難易度が上昇

高速化
高密度化
低電圧駆動化
...



EMC(*)規格
CISPR
VCCI
FCC
...

電磁妨害波強度と規格規制値



特に、EMC認証、熱対策、強度対策などは出荷直前まで苦慮する課題...

設計への手戻り発生

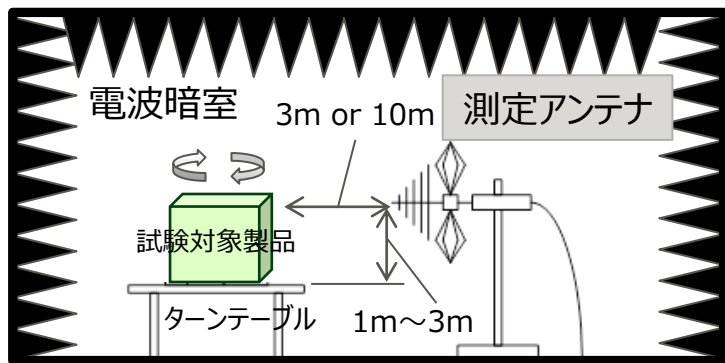
LSI・基板のリメイクや電波サイトでのCut&Try

勘に頼った対策による不必要かつ過剰部品の増加

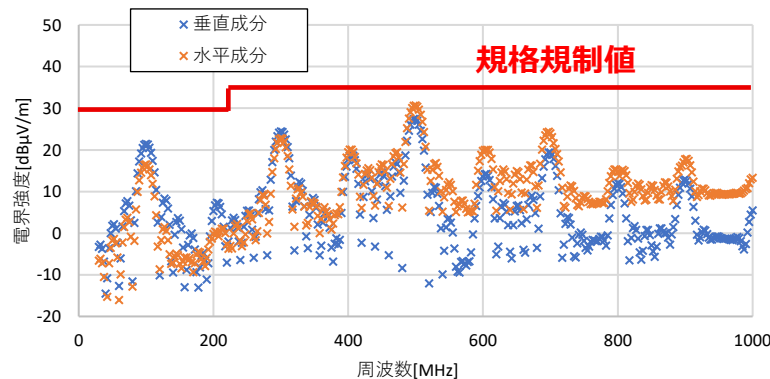


○EMC規格におけるEMI（電磁妨害波）規制

- 規格で決められた測定方法で製品から発生するノイズを測定し、定められた周波数帯で電磁波の強さが規格限度値以下にならないと出荷できない



EMI(電磁妨害波)測定の実例

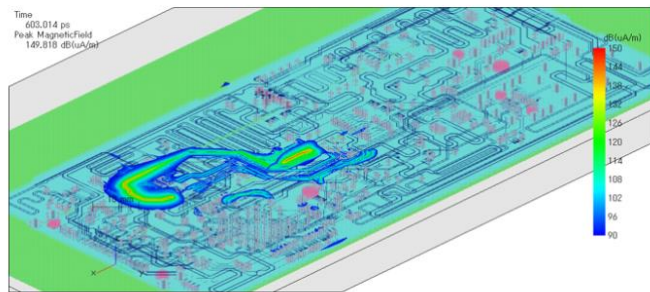


実測結果

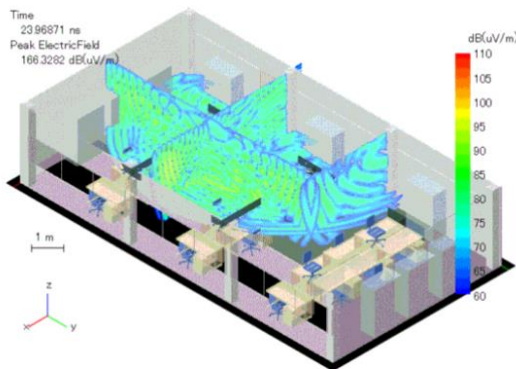
- 主な規格: CISPR(国際規格「シスプル」), EN(EU), FCC(米国), VCCI(日本)
- 製品毎に測定方法、測定内容、規格限度値が異なる CISPR32(マルチメディア機器), CISPR25(車載機器)

CAE(*)を用いた電磁ノイズ対策設計(1/2)

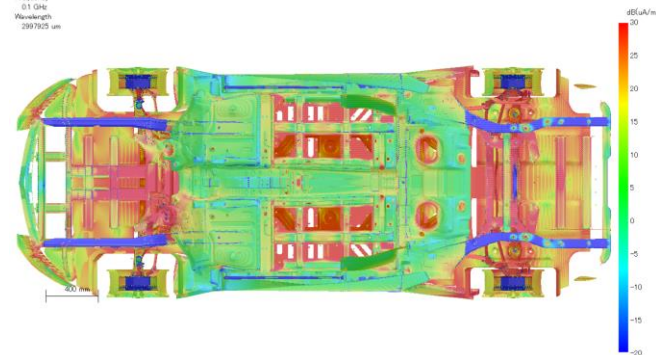
- FDTD法による電磁波シミュレーションを用いたノイズ対策設計
- 電磁波解析ソリューションPoynting・・・富士通自主開発の汎用高周波電磁界シミュレータ
 - 販売開始：2002年
 - 特徴：PC/WSからクラスタ、スパコンまで良好なスケーラビリティ
→回路基板まるごと・製品まるごとレベルの大規模解析も可能
 - 用途：電子機器の電磁波ノイズ対策、アンテナ解析、レーダー解析、ナノスケールの光の解析、など



プリント回路基板のノイズ解析



屋内空間の無線LAN帯伝搬解析



自動車まるごとのノイズ解析

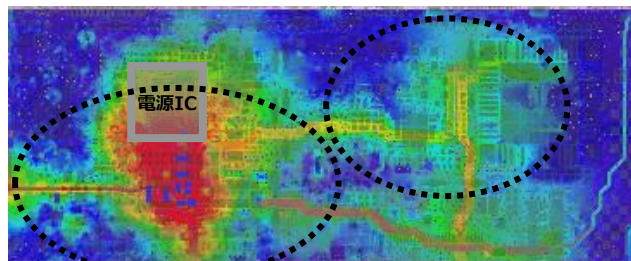
***CAE(Computer Aided Engineering)**・・・工業製品の設計、製造や工程設計の事前検討にコンピュータシステム、特に数値シミュレーションを導入して効率的に行うこと。

○富士通における電磁波解析ソリューションPoyntingを用いたノイズ対策設計事例:

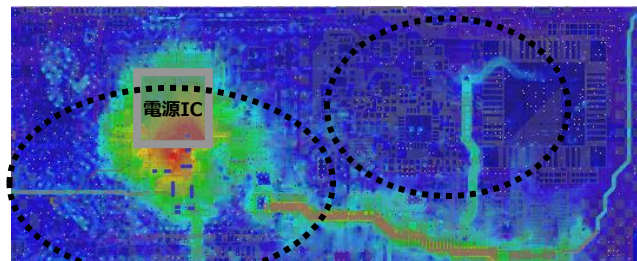
- プリント回路基板のEMI（電磁妨害）解析
- 問題：電源IC周辺のノイズ大→ IC周辺の部品配置、配線を改善

電磁波シミュレーションによるノイズ対策検証

プリント回路基板 内層の磁界分布

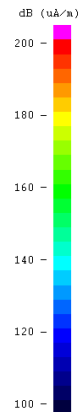


改善前



改善後

IC周辺の部品配置、配線を改善
→10dB以上のノイズ低減効果を確認



- 効果: ① 部品点数削減によるコストダウン ② 実機を使ったテスト工数の削減

○電磁波シミュレーション適用の現状の課題

- 大規模電磁波シミュレーションを活用すれば、製品レベルのノイズ対策設計は可能

課題 1 : 大規模シミュレーションにはPCクラスタ、スパコンなど**計算機資源への投資**が必要

課題 2 : 製品レベルの電磁波シミュレーションの実施には、多くは**専任技術者**が必要

CAE活用の二ーズは広く設計現場に潜在している…「設計者CAE」
設計者CAE実現への取り組みが求められる

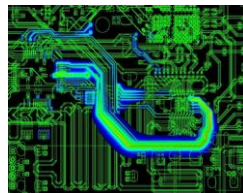
数×万¥、数×¥～、…



PCクラスタ

スーパーコンピュータ

メッシュ生成、材質、回路素子によるモデリング
ノウハウ、ポスト処理・・・



- CAEの効率化と利用拡大（設計者CAE）への取り組みとしてのAI適用

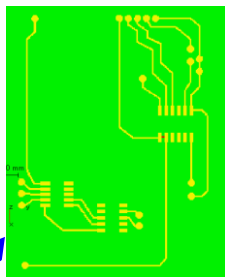
【テーマ】プリント回路基板パターンからノイズ放射強度をAIで直接推測

- 蓄積した学習データを用いて推測→推測は廉価のPCにより短時間
- メッシングなどモデル作成の知識は極力不要とする→設計者CAEを目指す

設計者



導体パターン等を入力として
直接ノイズ強度を推測



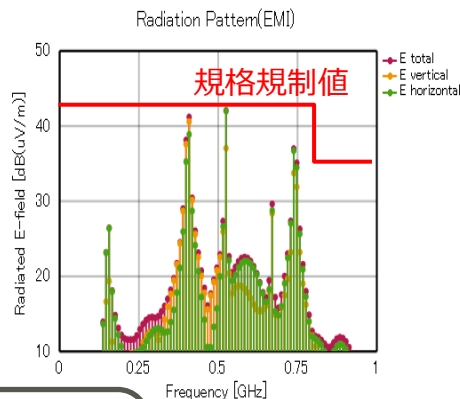
プリント回路基板

AIによる即時予測

学習済みデータ

学習データ（ABCIで生成）

- ①プリント回路基板上の配線パターン、素子情報
- ②①の電磁波解析による解析結果



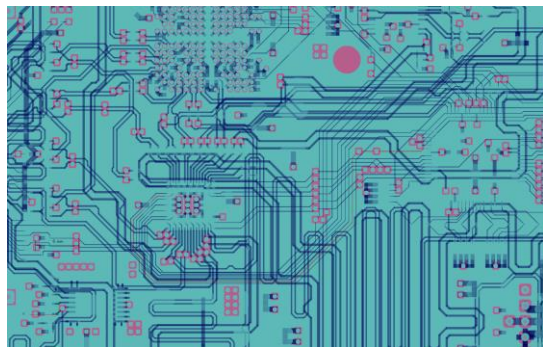
プリント回路基板の放射EMI(電磁妨害波)の AI即時推測の取り組み

ABCIグランドチャレンジプログラムのGPUシミュレーションとマルチ
GPU学習の融合による大規模AIの構築

【事例】 富士通製品（ネットワーク機器製品）のメイン基板

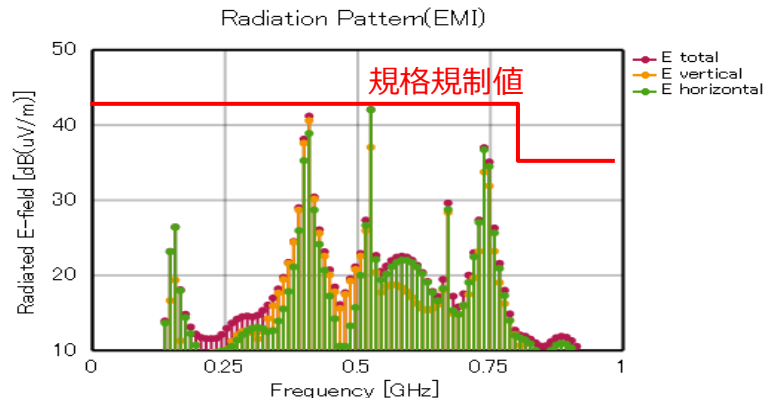
- 外寸：～30cm×～20cm、層数：10層
- FDTD法シミュレーション条件
 - 格子数：17.9億格子、ステップ数：140万ステップ
 - 解析結果（放射EMIスペクトル）
 - 計算時間：～**24日**@Intel Xeon Gold [6148@2.4GHz](#) x 2CPU

ABCIでは
96ノード(CPU)で1晩くらい



プリント回路基板の配線パターンの例(*)

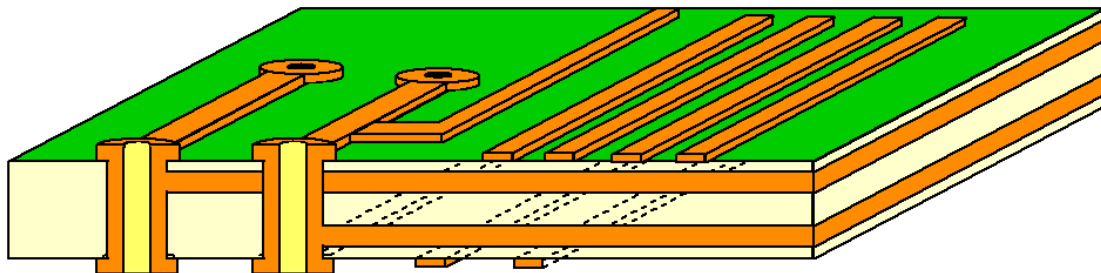
*画像はイメージです。実際の製品データのものとは異なります。



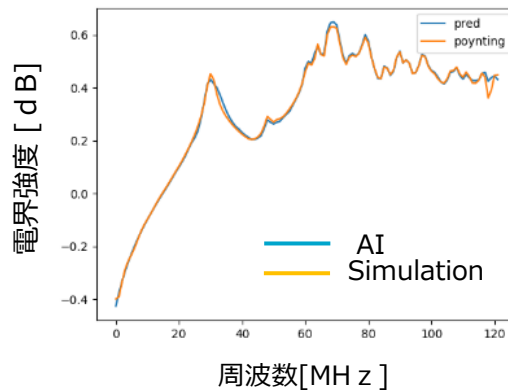
解析結果の例(*)

○学習データとAI構築

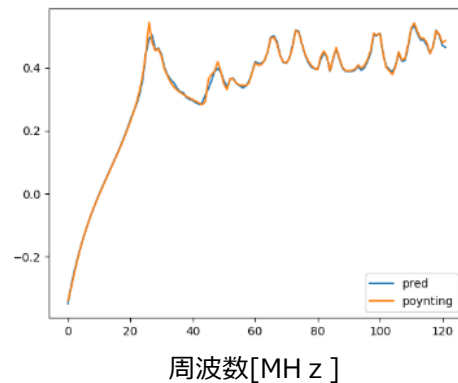
- あるノイズ源（励振源）を想定した場合
- 放射への寄与が予想される部位の**各諸元をパラメータ化**
- 元の基板モデルから同部位を抽出し、各パラメータでのパターンを反映したプリント回路基板モデル**をPoyntingによる電磁波シミュレーションで解析
 - ノイズ源位置：3ケース、解析モデル数合計：**45,958件**
- ①**パラメータ**、②①の条件による**解析結果**を**学習データ**として**AIを構築**



- 推測結果（トレーニングデータでテストデータを推測した場合）
 - 以下は合計45,958件のうちノイズ源位置が同じ16,229件で評価実験を実施した結果
 - トレーニングデータ数:12,983件
 - テストデータ数:3,246件
 - 結果：平均二乗誤差で評価,
最小 $3.98e-6$, 最大 $4.07e-3$,
平均 $9.83e-5$



(a)



(b)

図 結果の例

まとめと今後の展望

- 弊社の実際の製品で実装されているプリント回路基板を元に、パラメータ化されたプリント基板情報と電磁波シミュレーションの結果を学習データとしてAI構築した。
- その結果電磁波シミュレーションの解析結果に近い推測値を短時間で算出するAIを構築することができた。
- 今後もプリント回路基板からのノイズ放射の物理メカニズムを参考として選択パラメータを検討・効率化し、推測精度と適用汎用性の向上を目指す。

Thank you

