



**SiCパワーデバイスと駆動ICを一括検証できる
業界最先端のWebシミュレーションツール
「[ROHM Solution Simulator](#)」**

はじめに

近年、自動車分野では、CO2 削減を目的とした燃費向上や安心・安全機能、電動化、自動運転に向けた技術革新が進んでおり、電子部品に対しても多機能化や小型化が求められている。また産業機器分野においても、スマートファクトリーをはじめとする IoT 化にともない、次々と新たな機能が搭載され、電子部品の搭載率も年々上昇傾向にある。

ますます進むアプリケーションの電子化にともない、電子回路が担う役割と回路数は膨大に増加しており、アプリケーション開発時の部品選定から基板設計、評価に至るまで、回路設計時に膨大な工数を費やしていることが課題となっている。

アプリケーションにおける設計・検証の動向

前述した課題を解決するため、電子回路設計にシミュレーションを活用する傾向が強くなってきている。回路基板を試作する前にシミュレーションで動作検証を行うことで、問題点が事前に抽出できるため、基板の試作から評価までの工数を大幅に削減できることが見込める。

実際の自動車の車両設計においても、電子回路だけではなく、様々なシミュレーションが活用されるようになってきている。電子回路内の電力は増大しているにも関わらず小型化が求められるため、ユニット内の発熱問題が発生することがある。また、スイッチング動作を行うトポロジにおいては、相互に電磁干渉し、誤動作を引き起こすことがある。それらの熱や EMC^{*1} ノイズに対しても、シミュレーションで設計の妥当性を検証するフローが標準的になってきている。車両設計でこれらをシミュレーションするためには、構成部品に対してもシミュレーションモデルを提供することが求められる場合があり、デバイスメーカーも対応を迫られている。当然ながら、出来上がったものに対しても、評価・検証サポートを求められる場合があり、電気測定環境だけではなく、熱測定環境、EMC 測定環境も整えていく必要がある。

ユーザーの課題を解決するソリューション

一般的に、アプリケーション設計時の開発フローごとに、提供しなければならないツールやサポートが異なるため、部品サプライヤは、アプリケーション設計の全工数に対するサポートツールや環境をそろえることが望ましい。

これまでロームは、半導体メーカーとして、シミュレーションで製品の電気的特性を忠実に再現する SPICE モデルや、発熱現象・放熱効果を流体解析で検証する熱設計サポートなど、ユーザーの各開発フローで課題解決に貢献するさまざまなソリューションを提供してきた。最近では、自動車や産業機器分野に向けて、大電力を供給するパワーデバイス製品とパワーデバイスを駆動する IC 製品の性能を最大限に引き出すアプリケーション回路の開発・サポートにも注力しており、ユーザー開発フローへのサポートを充実させている。(図 1)

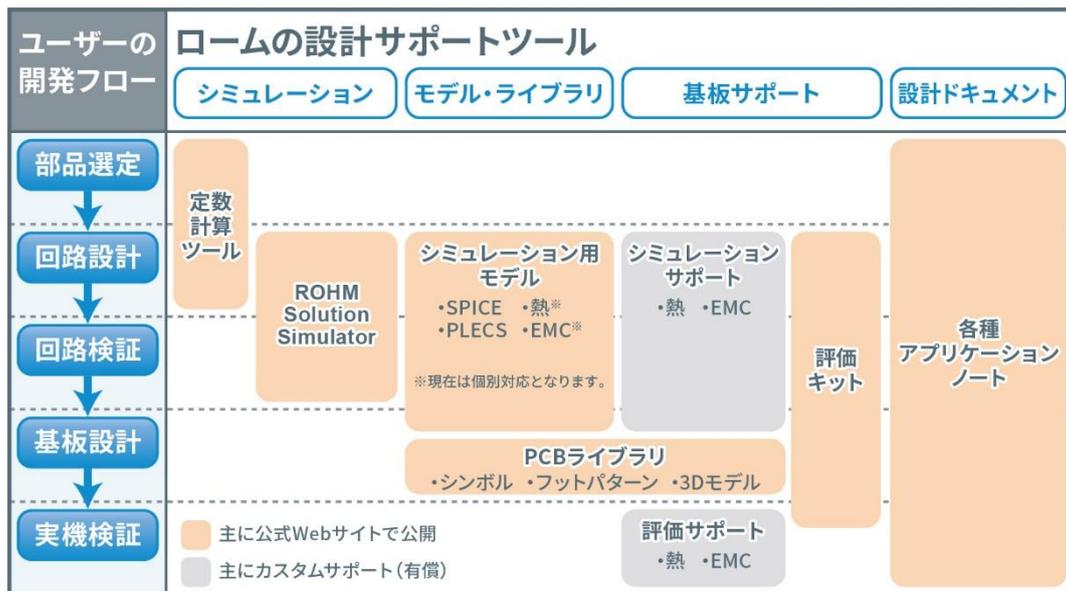


図 1. ロームの提供する設計・検証サポートツール

図 1 は、ユーザーの開発フローに対して、ロームが提供できるツールやサポートを示したものであるが、主なものについて、以下に概略を説明する。

① 定数計算ツール

例えば、DC/DC コンバータ IC を使いこなすためには、帰還系回路を安定動作させるために伝達関数を理解し、回路の内部定数を考慮して外付け回路の定数を決める必要がある。ロームでは通常、データシートに理論式を記載しているが、「定数計算ツール」を使用することで、簡単に定数を計算でき、計算時の間違いも起こりにくくなる。本ツールは、特に帰還系回路網である DC/DC コンバータ IC と LED ドライバに対し、重点的に提供している。

② [SPICE モデル](#)

SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) とは、電子回路の動作を検証するシミュレータの一種で、シミュレータ上でデバイス特性が表現できるものを「SPICE モデル」という。

前述した定数計算ツールは、理論的な伝達関数を計算するのに適しているが、波形の推測は手慣れた設計者でないと難しい。また、実際にアプリケーションを設計する際には、回路基板の寄生成分（配線抵抗や配線間容量）を考慮しなければならない。通常、シミュレーションを行って設計の妥当性を検証するため、ロームはユーザーのシミュレーション環境下で使用できる「SPICE モデル」を提供している。

一方、基板の寄生成分は半導体デバイスの諸特性に比較して微小なものであり、微小成分の影響を検証するためにはシミュレーション用モデルに高い精度が求められる。ロームの SPICE モデルは、実デバイスとの誤差を数パーセント以内に抑えることを一つの基準として作りこんでいる。実デバイス特性とシミュレーション結果を比較したレポートを提供し、シミュレーション結果の正確性を示しているため、ユーザーは安心して使用できる。

また、一般的に精度の高いシミュレーションは計算時間が増加するとされているが、ロームはスイッチング動作させずに周波数成分を抽出する独自技術により、高速シミュレーションが可能な周波数解析用の

SPICE モデルも提供可能だ。業界最速*の 1 秒以下で周波数解析を行うことができ、解析時間の削減に貢献している。

さらに、汎用的な SPICE を使って検証できるように、非暗号化 SPICE モデルの提供も開始する予定である。これにより、ユーザーは使用しているシミュレーションツールに依存せずに検証ができる。

* 2020 年 4 月時点 ローム調べ

③ EMC シミュレーション用 SPICE モデル

特に自動車分野においては、ユニット間の電磁波干渉により誤動作を起こす場合がある。これを防ぐための代表的な規格が「CISPR25」である。ロームの主要な製品は、CISPR25 に準拠した測定方法で評価を行っており、ユーザーのアプリケーションでノイズ問題が発生した際に、測定や改善提案のサポートを行っている。また、EMC シミュレーション用の SPICE モデルの提供も開始しており、今後これを拡充していく予定である。基板設計、部品選定にやり直しが多い EMC 設計に対して、シミュレーションでサポートをしていくことで、基板修正の回数削減に貢献できると考えている。

④ 熱シミュレーション用モデル

アプリケーション回路内では、CPU の高速化などによる負荷電流の増加や、筐体の小型化による発熱が課題となっている。発熱は部品の寿命を左右するため、重要な設計項目のひとつである。また、一度熱の問題が起こると、部品選定のやり直しや、基板パターンの修正、放熱設計のやり直しなど、手戻り工数は膨大なものになる。

ロームはこうした問題を事前に回避できるよう「熱シミュレーション用モデル」を提供している。ユーザーはこのモデルを使用して熱シミュレーションを行うことができる。(図 2) また、ロームでは基板や放熱フィンなどをモデリングできる技術を保有しており、ユーザーに応じて、熱設計のノウハウとともに、改善提案を行うこともできる。

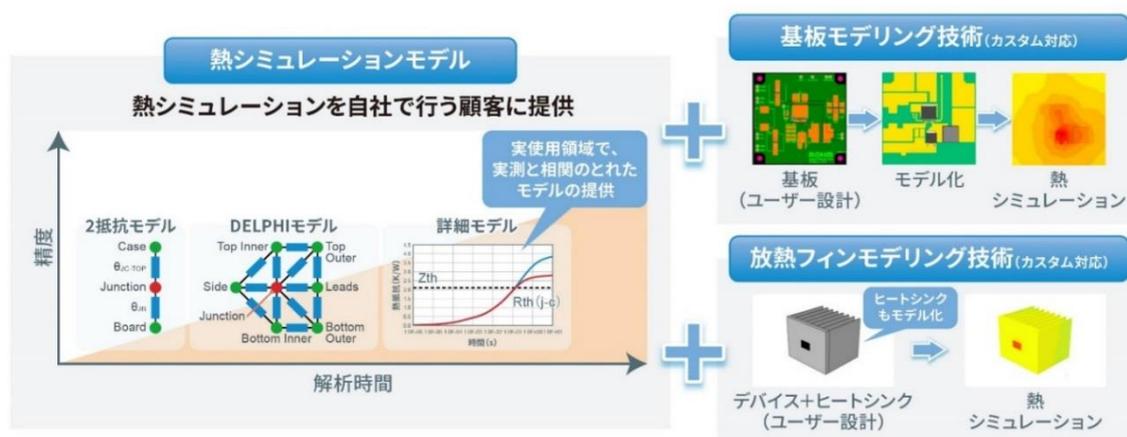


図 2. 熱シミュレーション

⑤ 評価キット

設計した回路をすぐに実機評価できるように、「評価キット (Evaluation Kit、以下 EVK) 」を準備している。シミュレーションで妥当性を確認したのち、実機でも確認できる環境を提供できる。評価キットには、評価ボード、部品リスト、基板 CAD データ、熱やノイズの評価データが含まれており、部品選定や基板パターン設計の参考にすることもできる。一部の評価キットはネット商社から購入可能であり、入手が容易である。

⑥ PCB ライブラリ

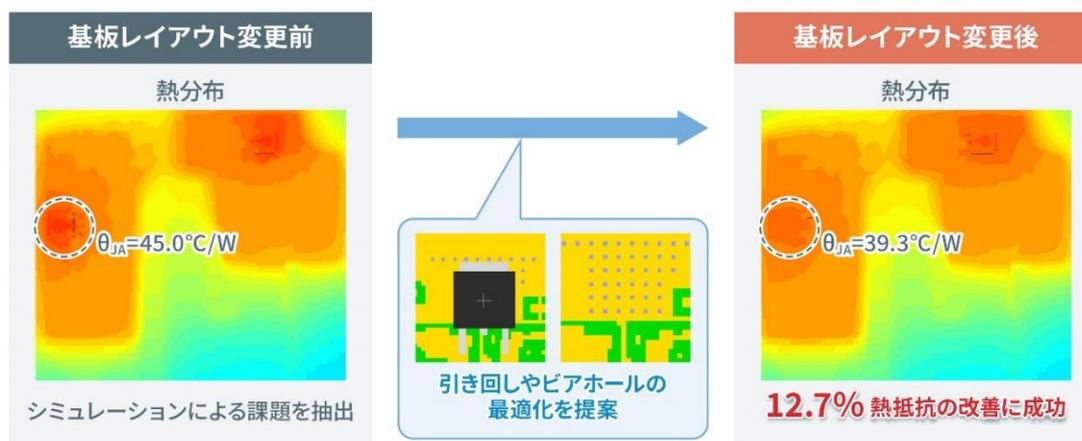
ユーザーが基板を作成する際に必要な、CAD ツール用の「PCB ライブラリ」も公開を開始する。

CAD ツール上に部品を配置するためには、部品情報（パッケージ情報や実装用ランドパターン）が必要であるが、ロームは、部品ごとの PCB ライブラリを準備する予定で、ユーザーはそれらをダウンロードして自分の CAD ツールにインポートするだけで部品登録が完了し、ローム部品を使った回路エントリと基板パターンの設計が容易になる。標準的な BXL 形式のファイルとして提供し、ユーザーが使用する CAD ツールにあわせて変換できる。（変換には、無償のツールを使用する。）

⑦ ユーザー基板の評価サポート

ユーザー基板の評価をサポートするために、デバイス単体の評価データをアプリケーションノートとして提供している。基板で得られた波形と比較することで、デバイスの特性が正しく出ているかを確認することができる。また、主要製品については、ローム公式 Web サイトで公開しており、簡単に入手可能である。

さらに、ロームには熱測定が可能な環境と EMC 測定が可能な環境があるため、ローム作成の評価基板のみならず、ユーザー基板で熱測定サポート（図 3）や EMC 測定サポートを実施できる。設計情報を頂く必要はあるが、ユーザーの実基板で熱測定や EMC 測定を実施できるので、特性の再現性が担保され、ユーザー評価のサポートとして活用できる。



実機の熱評価とシミュレーションを駆使して、課題解決を提案

図 3. 熱測定サポートの事例

パワーデバイスと IC を一括検証できる、業界最先端の Web シミュレーションツール

前述した様々なサポートツールや環境に加え、ロームは、ユーザーの課題解決に貢献するソリューションの一環として、2020 年 2 月より、自動車や産業機器などのシステム設計者・電子回路基板設計者に向けて、パワーデバイスと駆動 IC・電源 IC などをソリューション回路で一括検証できる最先端の Web シミュレーションツール「[ROHM Solution Simulator](#)」をローム公式 Web サイトで公開した。（図 4）ユーザーにインターネット接続環境があれば、ロームが準備した、パワーデバイスと駆動 IC を組み合わせたソリューション回路で、すぐにシミュレーションを開始できる。

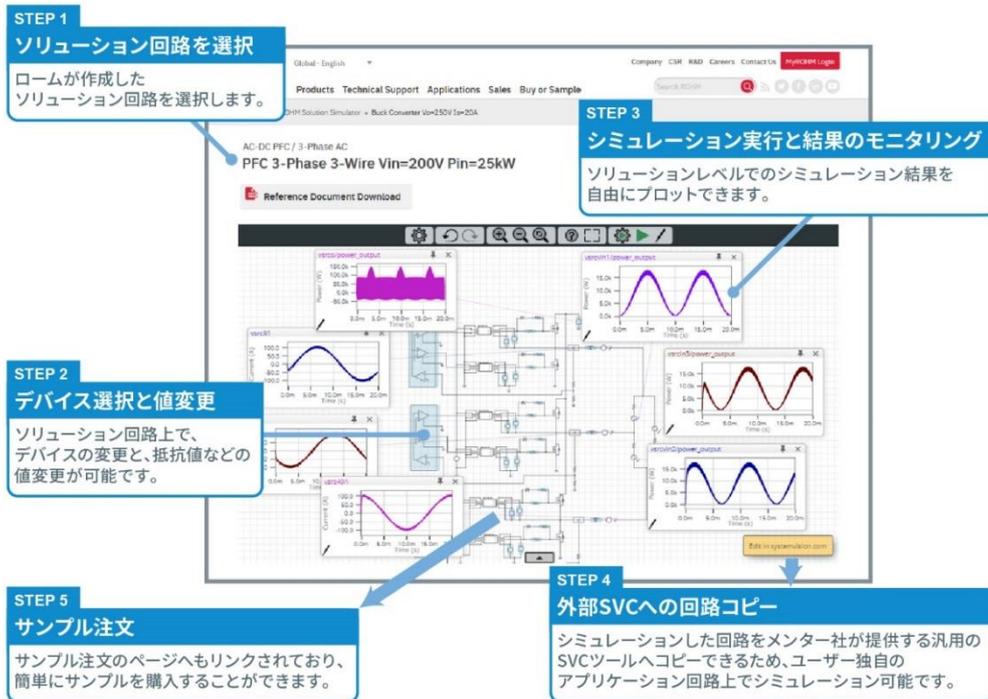


図 4. ROHM Solution Simulator の使用イメージ

本シミュレーションツールを使用することで、部品選択の手間、回路を作成する手間、シミュレーションモデルの手配の手間から解放され、すぐに技術検討をスタートする事ができる。SiC パワーデバイスと駆動 IC を組み合わせたソリューション回路から、周辺回路を含めた電源 LSI 回路など多岐かつ豊富に準備されているため、部品選定やデバイス単体検証などの開発初期段階からシステムレベルの検証段階まで幅広く、Web 上でシミュレーションできる。シミュレーション検証を活用することにより、基板発注前に不具合箇所の抽出や、パワー回路に多いトラブルも未然に防止でき、アプリケーション開発の大幅な工数削減が期待できる。(図 5)

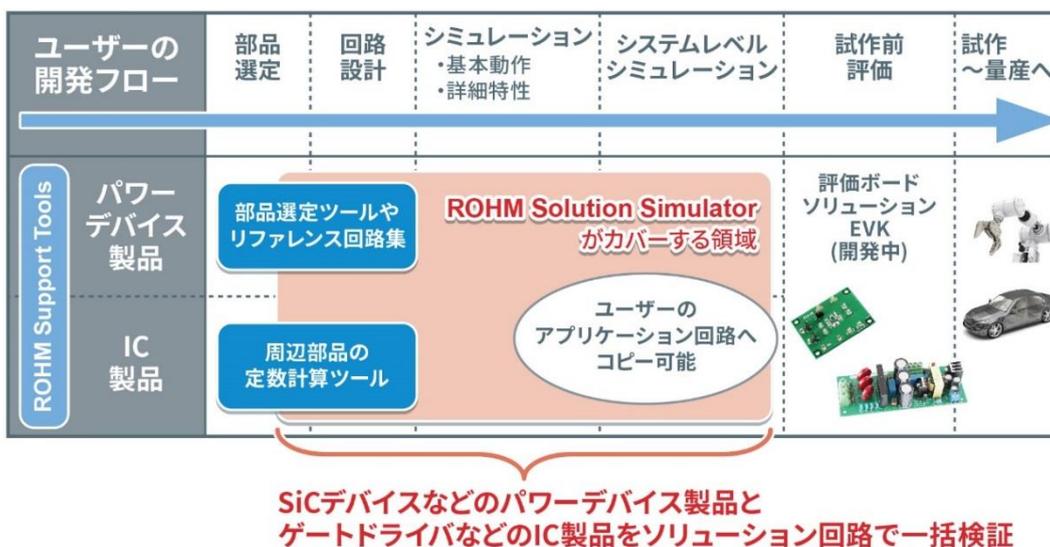


図 5. ソリューション回路を簡単に検証できる Web シミュレーション

ROHM Solution Simulator は、メンター、シーメンス・ビジネス社（以下、メンター社）製シミュレーションプラットフォーム「SystemVision™ Cloud（以下、SVC）」を採用して開発した。SVC は、メンター社が提供する最新のマルチドメインシミュレーションを実施できるクラウド型のソフトウェアサービス（SaaS）である。インターネットブラウザからのアクセスに対応しているため、PC 環境からいつでもどこでも会社にいるときと同じように解析ができる。また、ROHM Solution Simulator でシミュレーションした回路をエクスポートして引き継ぎ、ユーザーの回路を付け加えることができるため、実システムにより近い回路でシミュレーションが可能になる。メンター社の PCB ボード設計環境（Xpedition シリーズ）へのインポートが可能なシステムとなっているため、部品選定、回路設計から PCB 設計までシームレスなデータの引継ぎが可能であり、ユーザーの手間も最小限にとどめられる。（SVC の使用には、SVC アカウントへの無償登録が必要です。）

ROHM Solution Simulator 特設サイト : <https://www.rohm.co.jp/solution-simulator>

＜コラム： ROHM Solution Simulator でのシミュレーション波形の高再現性＞

本コラムでは、今回導入を開始した ROHM Solution Simulator を使用した場合のシミュレーション結果と、実機の測定結果を比較する。

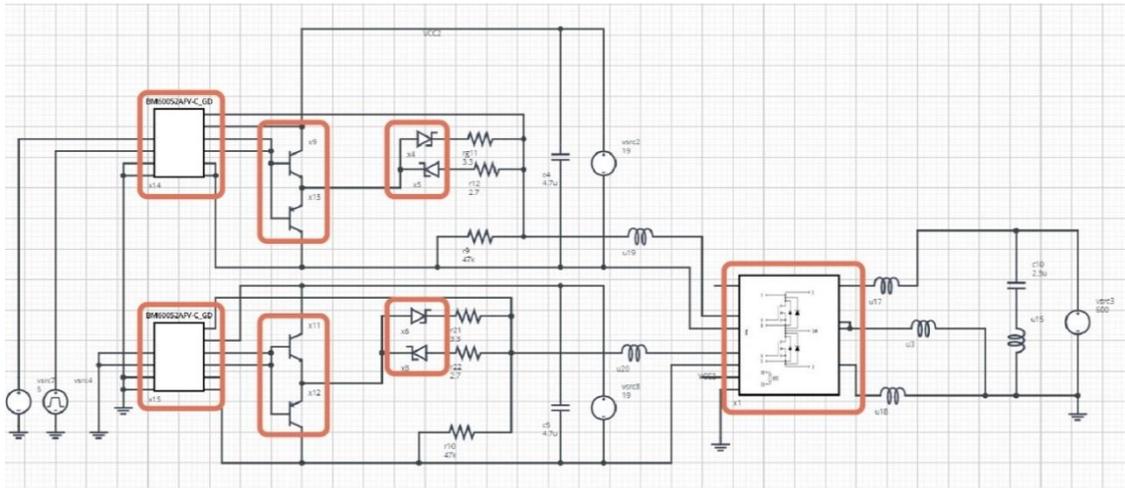
① 使用するデバイス（図 6）およびシミュレーション回路（図 7）

- ・SiC パワーモジュール「[BSM600D12P3G001](#)」
- ・SiC パワーモジュール評価用 EVK「[BSMGD3G12D24-EVK001](#)」



図 6. 使用するデバイス

ロームでは、各デバイスの高精度 SPICE モデルを提供しており、図 7 のシミュレーション回路では、BSM600D12P3G001 の SPICE モデルおよび、ゲートドライバ IC の SPICE モデルを使用している。バッファ回路などは BSMGD3G12D24-EVK001 と同じ形式を使用し、トランジスタやダイオードには SPICE モデルをインポートする。また、ここに、モジュールや基板で発生する寄生インダクタンスなどを加味する事で、より精度の高いシミュレーションができる。



□:ロームが提供するデバイスの高精度SPICEモデル

図 7. SPICE モデルを使用したシミュレーション回路

② シミュレーション回路の結果

シミュレーションでもリングングやアンダーシュートなどが再現できるようになり、実機の測定結果と波形が近いことがわかる。(図 8)

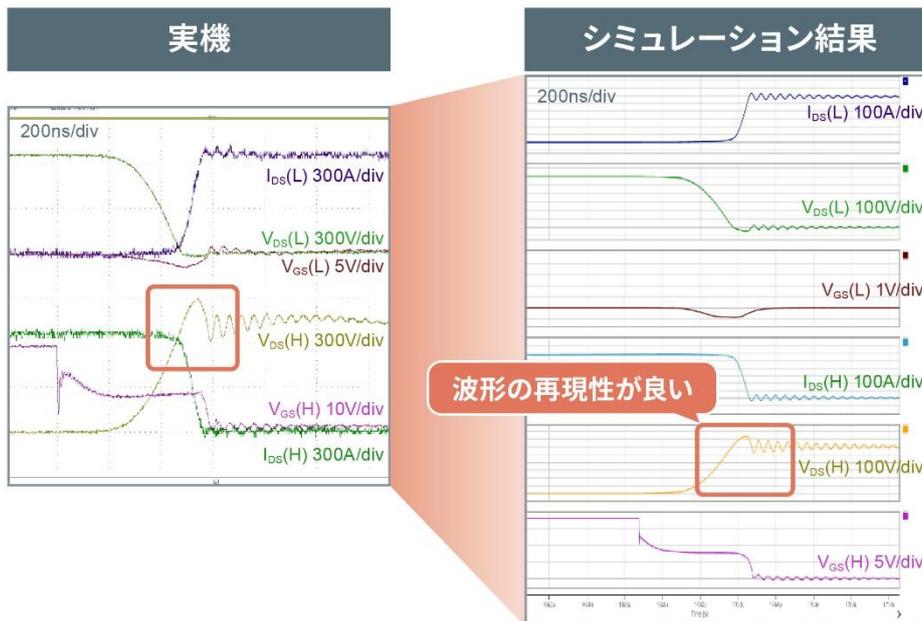


図 8. SPICE モデルと各種パラメータを使用した場合のシミュレーション結果

③ 結論

シミュレーションの精度を高めるには、高精度なデバイスの SPICE モデルに加えて、基板などで発生する寄生成分も考慮しなければならない。ロームは今後、基板やモジュールなどの寄生成分パラメータも追加したソリューション回路を提供していく。これにより、ユーザーが回路設計段階から、基板設計で起こりえる寄生成分を盛り込んだ、実機により近いシミュレーションが可能になる。

ユーザーの課題を解決する評価キット

ROHM Solution Simulator に登録されるソリューション回路の一部に対しては、評価キット「ソリューション EVK (Evaluation Kit)」も準備している。ユーザーの設計フローにおいて、実機評価は必要不可欠であるが、このソリューション EVK を使用すれば、シミュレーションで設計した回路と同じ回路を実機で簡単に検証できるため、シミュレーションと実機の両方で設計の妥当性を検証できる。そうすることで、設計時に発生するトラブルの未然防止にもつながる。

提供第一弾は、車載向け電源 IC のパワーツリーボードである。(図 9) これは、ADAS やクラスターブロックなど車載アプリケーションが必要とする電源系統 (8 系統出力) に対して、電源 IC を最適な構成で電源供給するものである。SoC、MCU、CAN などへの電源供給を想定し、12V バッテリーに直接接続可能なプライマリ DC/DC コンバータ (BD9P シリーズ)、セカンダリ電源としての DC/DC コンバータ (BD9S シリーズ)、リアレギュレータ(LDO)、ロードスイッチを搭載。また、保護機能や、機能安全機能を想定して、逆接続防止ダイオードや、電圧モニター IC (BD390xx シリーズ) も搭載している。

また、ボード全体で、EMC 試験の代表的規格である、CISPR25 Class5 のノイズ試験をクリア。熱の評価も実施しており、基本特性だけではなく、セットとして必要になる EMC ノイズや熱に関する評価データも、アプリケーションノートで提供できる。シミュレーションとあわせて、ユーザーは安心してロームのソリューションを選択できる。

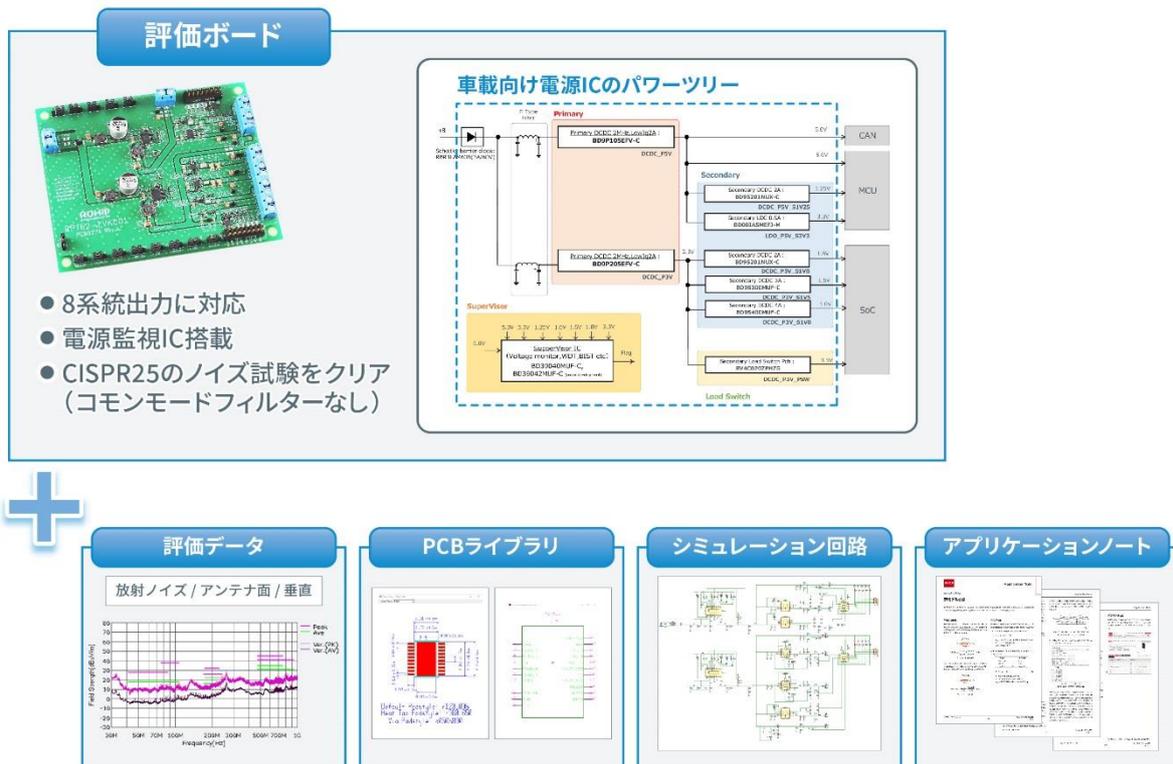


図 9. ソリューション EVK (車載向け電源 IC のパワーツリーボード)

現在、SiC パワーデバイスとゲートドライバの評価ボード開発も進めており、こちらも今後、シミュレーションから評価キットまで提供していく予定である。

おわりに

ロームでは、素早くユーザーの課題を解決する「ソリューション」として、多方向からサポートやツールを提供している。(図 10)

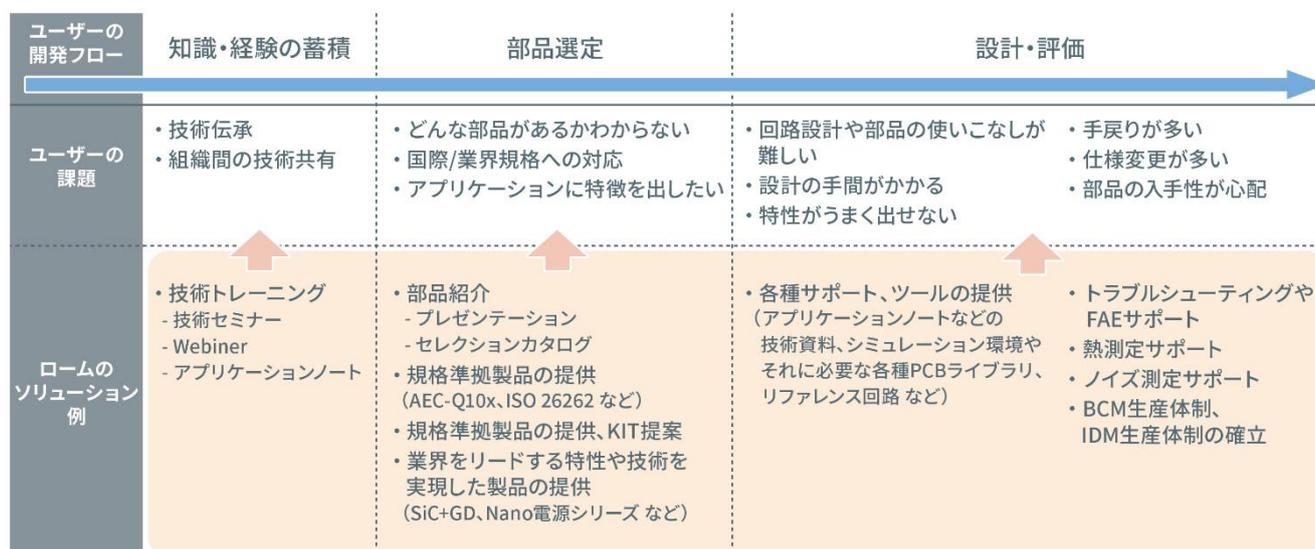


図 10. ユーザーの課題解決に貢献するロームのソリューション

ユーザーのアプリケーション開発において、部品選定からシミュレーション、評価、基盤作成に至るまで、それぞれのフローに最適なソリューションを提案することで、アプリケーション開発のスピードアップや、トラブル・不具合の未然防止に貢献できると考えている。

今後ロームは、今回新たに提供を開始した ROHM Solution Simulator に対応するソリューション回路と対応製品を拡充し、デバイスの性能を最大化できるソリューション回路を中心に、ライブラリのラインナップ拡充を進めていく。またシミュレーションした回路をそのまま評価できる「ソリューション EVK (評価キット)」の提供も一部実施し、アプリケーション開発のさらなる工数削減や評価トラブルの未然防止に貢献していく。

将来的には、電気シミュレーションと熱シミュレーションを連成させるモデル開発を進め、自動車をはじめアプリケーション設計にシミュレーションを活用する設計手法の流れにのったサポートを実施し、ユーザーの課題解決に貢献していきたい。

<用語説明>

*1. EMC

EMCとは、Electromagnetic Compatibility の略。主に 2 つのノイズについて評価が必要とされる。一つは、スイッチングレギュレータなどの電源 IC から発生するノイズが他の機器に対して影響を与えないこと、もう一つは、デジタルテレビ放送やラジオの公共電波と機器が干渉し誤動作を引き起こさないことである。特に自動車分野では EMC の対策が求められている。

本資料に記載されている内容はロームの製品（以下「ローム製品」といいます）のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新の仕様書およびデータシートを必ずご確認ください。本資料に記載されております情報は、何ら保証なく提供されるものです。万が一、当該情報の誤りまたは使用に起因する損害がお客様または第三者に生じた場合においても、ロームは一切の責任を負うものではありません。本資料に記載されておりますローム製品に関する代表的動作および応用回路例は、一例を示したものであり、これらに関する第三者の知的財産権およびその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。ロームは、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。本資料に記載されております製品および技術のうち、「外国為替及び外国貿易法」その他の輸出規制に該当する製品または技術を輸出する場合、または国外に提供する場合には、同法に基づく許可が必要です。本資料の記載内容は 2020年 5月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。

ローム株式会社

〒615-8585 京都市右京区西院溝崎町21
TEL: (075)311-2121

www.rohm.co.jp

