

ビル・オートメーションを 実現する コネクテッド型マイコンの 重要性



Punya Prakash
product line manager
SimpleLink™ マイコン

Casey O'Grady
product marketing engineer
SimpleLink マイコン

テキサス・インスツルメンツ

はじめに

商業ビルは世界のエネルギー消費量の**30%以上**⁽¹⁾を占めており、ビルのエネルギー・サービスに該当するのは、照明の監視と制御と保守、温度管理、温水システムなどが挙げられます。集合住宅と商業ビルは合計で、**米国のエネルギー消費量の41%**⁽²⁾を占め、これは、1980年から2011年の間に51%増加したことになります。

これまでも、ビル建築技術は比較的低いエネルギー消費量でビル管理を実現してきました。ただし、米国では商用電力グリッドが停電の影響を受けることが多くなっているため、ビル所有者はエネルギー・コストを削減する目的でビル・システムのオートメーション化への投資を進めています。このようなシステムは自給自足型を実現し、全体の運用効率を引き上げます。

オートメーションを導入するとエネルギー管理機能が強化されるのは明らかですが、根本的に複雑な実装であり、古くからある有線通信システム機器に加え、高度な(そしてより高速な)有線とワイヤレスの通信システムをサポートする必要性が生じます。

TIのSimpleLink™ マイコン(MCU)プラットフォームは、ビル・オートメーション・システム(BAS)の規模にかかわらず、新規または古くからあるBASに有線とワイヤレスのデバイスを追加するのに非常に幅広いオプションを提供しています。低消費電力のSimpleLinkマイコンを採用すると、バッテリーを交換せずに、バッテリー動作のデバイスを数年にわたって動作させることができます。さらに、SimpleLink製品は、顧客の安全性を重視したセキュリティ強化機能をオンチップでサポートしているので、外部にあるセキュリティの脅威に対して情報を露呈するリスクを減少します。設計者は、製品間で共通して使用できる統合型のソフトウェア開発キット(SDK)を活用して、最初は単一のマイコンで開発を行い、その後、有線とワイヤレスに対応する他の各種SimpleLinkデバイスで、開発したソフトウェアを再利用することができます。

このホワイト・ペーパーで、BASソリューション全般と、制御システムのインテリジェントなオートメーションや有線とワイヤレスのプロトコルを実現するために、TIのSimpleLinkマイコン・プラットフォームがどのような点で役立つかを説明します。

ビル・オートメーション・システム

BASは、各種ビル・サービスを管理する通信ネットワーク・インフラを意味します。

効率的なBASを実現するための鍵は、図1に示すように、新規と既存両方のビル・テクノロジー、および小規模と大規模両方の商用施設に対応できるユビキタス・システムを用意することです。

適切に確立された自動化ソリューションが存在する場合は、ビルと電力グリッドの間の通信だけではなく、ビル相互間の通信を通じて、優れたエネルギー管理を実現できます。

また、有線とワイヤレス両方の通信プロトコルを、これらのシステムに内蔵する必要もあります。

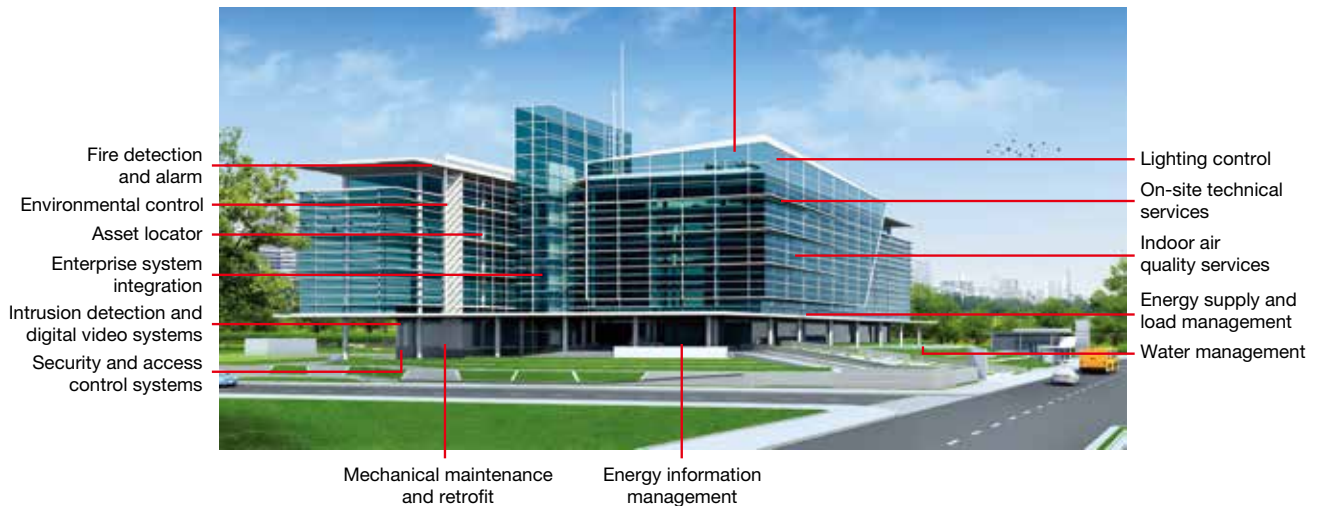


図 1 : BAS の例

ビル・サービス (BMS) では、支出が繰り返し発生します。自動化システムは定期的なビル・サービスを監視できることに加え、障害検出や基礎的な障害診断を実施できるように設計することも可能です。早期の検出と、適切に記録されたシステム・データは、運用実績の強化に寄与します。コネクテッド型システムを通じて収集したデータは、ライフスタイル改善に寄与するほか、職場環境や居住環境のグリーン対応能力、利便性、安全性向上につながります。

多数のデバイスで構成された複合的なネットワークは、ビル内部にいる人々の快適性と安全性を管理します。これらのデバイスは、エアコンや照明制御のような重要な環境条件を管理する、デマンド・ベースのサービスを提供します。エンド・ユーザは、ワイヤレス・アプリケーションとクラウド・ベース・アプリケーションを使用して、これらの機器へのアクセスを要求します。

トポロジ

ビル・オートメーション・デバイスのネットワークは通常、プライマリ・バスとセカンダリ・バスの両方を内蔵しており、これらは以下のように各種システム・ノードに接続されています。

- BMS ユニット
- ビル制御システム
- ゾーン・コントローラとエンド・ノード

BMS ユニット

BMS ユニットは、アプリケーション・サーバーとデータ・サーバーをホストします。サーバー以外に、BMS ユニットもデータの監視や制御を行うためのユーザ・インターフェイスを実装しています。

図2に示すように、ビル制御システム (BCS) はプライマリ・バス経由でBMSに接続します。これらのバックエンド制御システムは、環境を監視および制御するデバイスで構成された、集中型の相互リンクされたネットワークです。このような制御ユニットはビル・オートメーションを意識して設計されており、単一または複数のネットワークと通信プロトコルをサポートできます。

プライマリ・バスとセカンダリ・バスは、以下のようなデバイスに接続できます。

- ローレベル・コントローラ
- 単一入出力デバイス
- 室内サーモスタットやアラーム監視システムのようなエンド・ユーザ・アプリケーション

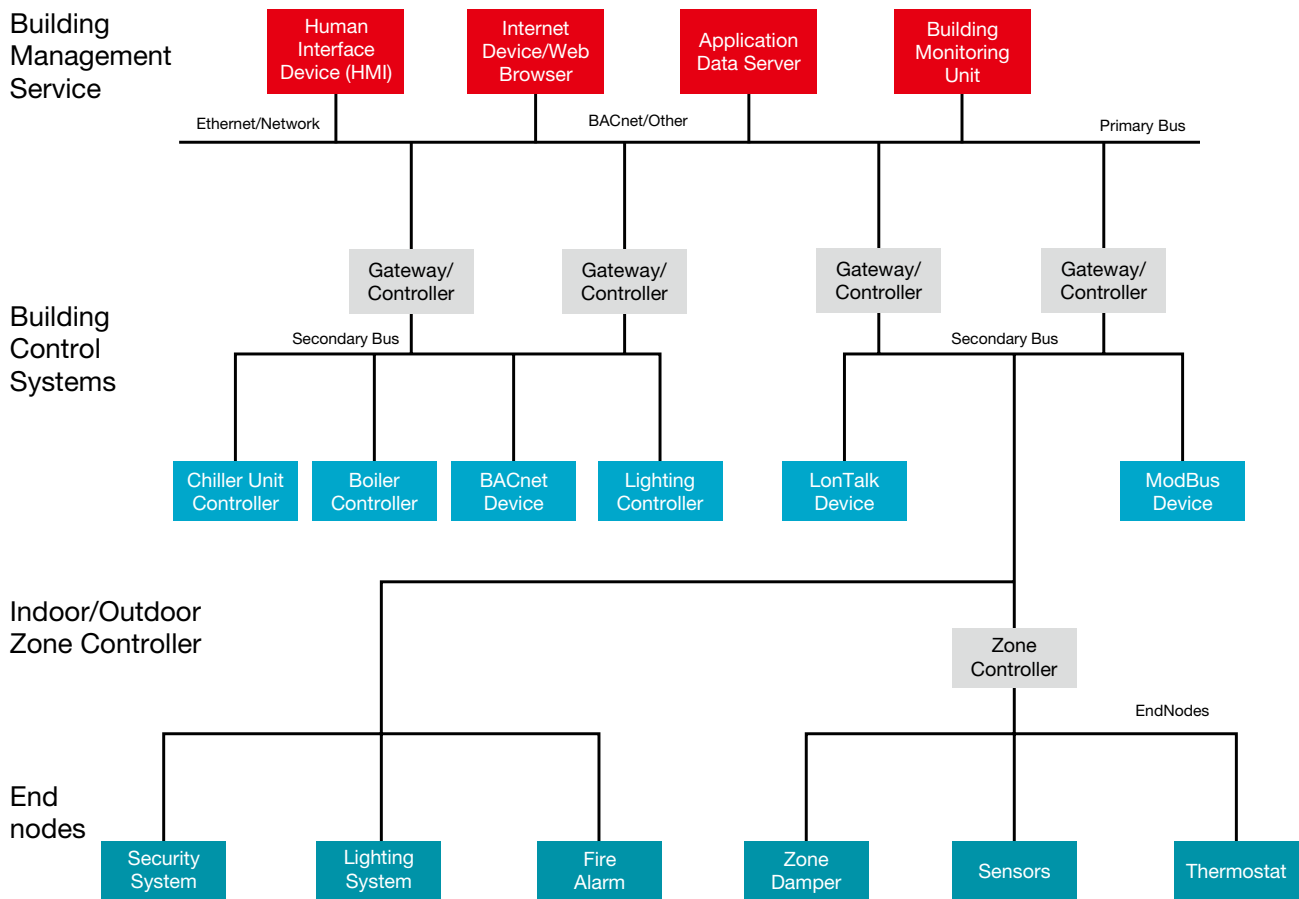


図 2：代表的な BAS トポロジ

プライマリ・バスとセカンダリ・バスは、RS-485、イーサネット、CAN(Controller Area Network)、または無線通信ネットワークで接続できます。

BASエンド・ノード・ネットワーク内で使用できる可能性のあるアプリケーションとして、セキュリティ監視ユニット、火災警報システム、警戒強化 / 警戒解除情報をBMSユニットに伝達するアラーム・システムを挙げることができます。屋内または屋外のゾーン・コントローラは、必要に応じて冷風または温風を要求するシステムの監視と制御を行うことができます。BCS向けのワイヤレス接続は、既存のシステムに対する後付けの実装、または新規システムの必須要件として、一般的になりつつあります。

ビル制御システム(BCS)

ビル内へのデジタル制御システムの展開に伴って、高度自動化システムのトレンドが始まりました。ただし、この分野では通信規格が存在していないので、各メーカーが独自通信プロト

コルを実装したシステムの開発への投資を行ってきました。その結果、従来のBASソリューションは自動化されているにもかかわらず、多様なメーカー間で相互運用性がありません。

多様なカスタム・ソリューションが市場に存在している状況で、ビル・システムは特定のメーカーに密接に結びつく形で囲い込まれてきました。標準的な通信規格を確立するニーズは、オープンな通信プロトコルの具体化に結びつき、現在はそのようなプロトコルが世界的に受け入れられています。

制御ソリューション、ゾーン・コントローラ、およびエンド・ノード

制御システムは、BAS内に分散しているデバイスを監視し、ネットワークの中で優先順位の高い構造を管理して、他のコントローラにフィードバックします。コントローラのコア機能を付加的な機能と組み合わせると、差別化を実現し、システム・ソリューションに付加価値をもたらすことができます。

BCSに適応型の制御機能を追加すると、ネットワーク要素を継続的に微調整し、各種ノードに関するリアルタイム・データを提供することができ、その結果、障害の予防と検出を支援する保守と診断機能を実現できます。フレキシブルでスケラビリティの高いアーキテクチャを展開した環境では、アプリケーションをカスタマイズできます。または、事前プログラム済みアプリケーションを利用可能にする方法で、設置に要する時間を改善すると同時に、エンジニアの開発期間を短縮することもできます。

各種システム・ノードからBCSへのデータを取得するには、何らかの通信プロトコルが必要です。特に、古くからあるシステムの一部は、コントローラとエンド・ノードの間で通信を行うために有線プロトコルに依存しています。一方、新しいアプリケーションの多くは、より高速な有線プロトコルを使用し、多数のセンサからデータを瞬時に転送することができます。ただし、この場合は、既存のビルで再配線を行うなど大掛かりなインフラ更新が必要になります。通信にワイヤレス・プロトコルを使用すると、インフラの大規模な変更は必要なくなります。IoT（モノのインターネット）デバイスの増加とスマート・センサ・テクノロジーの発展に伴い、このようなエンド・ノードは手ごろな価格になっています。この種のワイヤレス・テクノロジーをゾーン・コントローラとエンド・ノードに追加すると、インフラの課題を解決できる一方で、これらのエンド・ノードで複数のワイヤレス・テクノロジーを混在させて使用する場合は、ソフトウェアとシステムの統合に関する複雑さが増すという別の課題を招くことになります。

有線のビル・オートメーション・プロトコルは、より高速な通信を実現するために、RS-485またはイーサネットをベースにしていることがあります。

以下に、BASシステムで使用されている、最も代表的な有線通信プロトコルを示します。

- **BACnet** は、ビル・オートメーションの制御と通信に関するオープン規格であり、ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers、暖房冷凍空調学会) によって策定および監督されています。数年にわたる開発を経て、この規格は現在ではISO (国際標準化機構) 16484-5という国際規格として受け入れられています。

- **LonMark** は、独自通信プロトコルであるLonTalkに基づく規格で、複数のデバイス間の通信を管理する一連のルールを規定しています。LonWorksは、デバイス間で交換される情報の内容と構造を定義します。BACnetと同様、LonWorksも国際的な標準化機関によって受け入れられ、採択されています。ANSI/CEA (米国規格協会 / 全米家電協会) 709.1と、IEEE (米国電気電子学会) 1473-Lがこれに該当します。

- **Modbus** は、真の意味でオープンな規格であり、産業用の製造環境では非常に広く使用されているプロトコルの1つです。この規格のメッセージング構造は、デバイス間でマスター/スレーブおよびクライアント/サーバー通信を確立します。導入済みの事例のうち、Modbus認証を受けた割合は比較的少数です。

すでに説明したように、エンド・ノード・アプリケーションの分野ではワイヤレスをサポートする傾向が強まっており、現在主に使用されているのは、以下の4つのワイヤレス・プロトコルのいずれかです。

- **Bluetooth® Low Energy** は、オープンソースの標準化されたプロトコルであり、個人向け、産業用、およびIoTの各ネットワークに対応できるように設計されています。この規格は、小型のコイン・セル・バッテリーで動作するデバイスや、エネルギー・ハーベスト・アプリケーションに最適です。Bluetooth Low Energyは、ビル・オートメーションの分野で多くの導入例があり、小規模センサやスマート・ドア・ロックなどで使用されています。Bluetooth Low Energyテクノロジーは、性質上、スマートフォンとの相互運用性があり、スマートフォンやタブレットを使用してエンド・ノードを制御する場合に採用しやすい選択肢になっています。

- **Sub-1GHz**は、壁を通過する際のRF（無線周波数）減衰が小さい長距離ワイヤレス・プロトコルであり、優れた室内到達範囲を実現する実証済みのソリューションになっています。Sub-1GHzは、コンクリート壁や他の障壁を貫通して通信を行う必要のあるエレベータ・システムのようなエンド・ノードにとって理想的なプロトコルです。また、Sub-1GHzはサーモスタットとモーション検出器を大きく推進する役割を果たしており、小型のコイン・セル・バッテリーでワイヤレス・コネクティビティを実現します。
- **Wi-Fi®**を採用すると、バッテリー動作またはライン電源で動作するエンド・ノードを、インターネットに迅速に接続できます。この結果、サーモスタット、各種センサ、ビデオカメラ、さらに家電製品のようなビル・オートメーション・システムを、容易かつ安全にクラウドに接続できます。ユーザはWi-Fi通信を活用して、高度な革新を実現するエンド・ノードを製作し、インターネットを使用してリモートから制御または監視することができます。
- **ゲートウェイまたはデュアル・バンド・デバイス**は、Wi-FiとBluetooth Low Energy、またはSub-1GHzとBluetooth Low Energyのように、他の3つのプロトコルを何らかの形で組み合わせて使用します。設計者は2つのプロトコルを組み合わせて1つのアプリケーションを実現すると、包括的な接続が可能で、フレキシブルで堅牢なBASを製作できます。複数のワイヤレス・コネクティビティ・テクノロジーを活用することで、設計者は各プロトコルの利点を組み合わせ、長距離、クラウド・コネクティビティ、またはスマートフォン接続の機能を混在させることができます。

ビル・オートメーション・アプリケーションのもう1つの重要な要素は、ハッカーがスマート・ロックのような機密サービスの制御を乗っ取ることを防止するシステム・セキュリティです。ただし、セキュリティ・プロトコルは大量の処理能力やメモリを必要とし、多くのデバイスはこれらのリソースを確保できません。TIのSimpleLinkマイコンは、オンチップ・ハードウェア・アクセラレータとエンジンを搭載しており、コントローラの負荷をオフロードするとともに、現在のデバイスが必要とする堅牢なセキュリティを実現します。

TIのSimpleLinkマイコン・プラットフォームは、BCSアプリケーションにとって優れた選択肢です。SimpleLinkデバイスは、ビル・オートメーション・システムで採用されている多くのワイヤレス規格とテクノロジーをサポートしています。

ワイヤレスの豊富な選択肢に加え、TIのSimpleLinkマイコンは低消費電力なので、最大10年の長いバッテリー寿命を実現できるスマート・エンド・ノードの製作に寄与します。また、SimpleLinkプラットフォームには、スタンドアロン・マイコンとしてワイヤレス・コネクティビティを追加するか、ホスト・マイコンとの通信を行うネットワーク・プロセッサを構成するというフレキシビリティもあります。設計者はカスタム・アプリケーション・コードを維持し、ネットワーク・プロセッサを追加する方法でコネクティビティをシームレスに追加することができます。

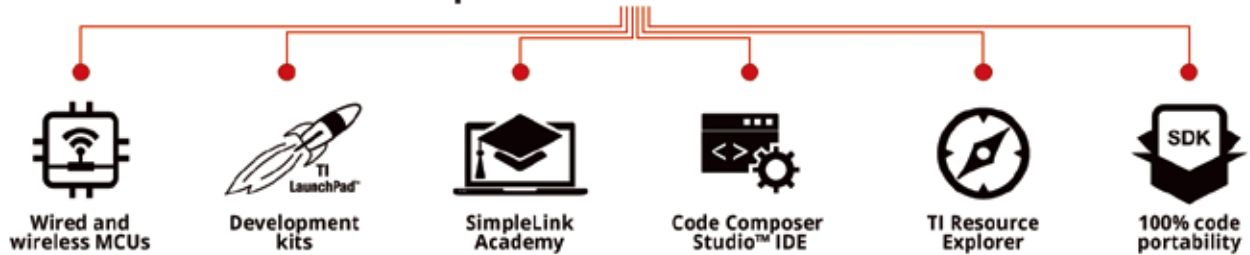
さらに、TIはワイヤレス・マイコンに関して、ICオプションとモジュール・オプションのいずれかを提供しています。モジュールを採用すると、包括的な統合、事前認証、RF設計の複雑さ緩和により、開発期間を短縮できます。TIのワイヤレス・モジュールは、継続性と安定した性能を実現しています。

システム・エネルギー・オートメーション

BASの主な役割は、特定の施設内にある各種システムとデバイスを結びつけることです。ビル内にある個別の要素を接続することで、BASはメイン・スーパーバイザが管理する集中型のコアを実現します。この通信ネットワーク・インフラは、信頼性の高いデータ転送とログ記録を保証します。

BCS内で各種の有線およびワイヤレス・プロトコルをサポートしているので、多様なプロトコルをベースとするエンド・ノードへのアクセスと制御を行う、スケーラブルな連携システムを展開することが可能です。また、このようなシステムは、信頼性を確立すると同時に、運用効率を引き上げます。運用コストとエネルギー・コストを削減することに加え、データ・ロギングとクラウド・コンピューティングを通じて学習ベースのアプリケーションを導入し、より利便性の高いライフスタイルの基準を推進することも可能です。メーカーが事前プログラム済みの特定用途向け設置を可能にする次世代BASを実現するための投資を行う場合、設置コストの削減も可能です。

SimpleLink™ MCU Platform



TIのSimpleLinkデバイスを採用すると、設計者は火災警報制御パネル、侵入管理パネル、ワイヤレス・ロック、スマート・ドアベル、煙探知器、サーモスタットのようなエンド・ノード・アプリケーションも開発できます。SimpleLinkプラットフォームを採用すると、ARM®をベースとするスケーラブルで高集積の低消費電力マイコンを使用して、各種の有線とワイヤレス・プロトコルを容易に内蔵することができます。新しいSimpleLink SDKを採用すると、設計者は単一の開発環境を習得するだけで、サポートされている多数のSimpleLinkデバイスにまたがって、多様なアプリケーションを開発することができます。SimpleLinkプラットフォームとそのデベロッパー・エコシステムの詳細については、www.tij.co.jp/simplelinkでご確認ください。

結論

BASデベロッパーは、標準化されたオープンな通信プロトコルをサポートする、スケーラブルでコスト競争力の高いソリューションを引き続き探し求めています。有線とワイヤレスの通信プロトコルは、現在ではビル制御システムの事実上あらゆる要素に統合されつつあります。TIのSimpleLinkマイコンは高集積で、低消費電力のソリューションであり、デベロッパーはBCSシステム内のエンド・ノードとのコネクティブ・プロトコルを迅速に追加することができます。専用のオ

ンチップ実行環境を通じてセキュリティを強化しているため、SimpleLinkマイコンはマイコンの負荷をオフロードし、最新のセキュリティ・プロトコルを実現することができます。共通のソフトウェア・プラットフォームは、複数のアプリケーション間でコードが再利用できることを意味するので、新規または既存のアプリケーションに迅速かつ簡単に機能を追加できます。

エネルギー・コストの上昇に伴い、ビル・ソリューションの将来はグリーン対応ビルに依存しています。このことは同時に、ライフスタイルの利便性と安全性にもつながります。

リソース

¹ IEA, "Energy Efficiency Market Report 2015." (2015): 67. International Energy Agency. IEA. Web. Mar 6, 2017. <<http://www.iea.org>>.

² Alliance Commission on National Energy Efficiency Policy. Residential & Commercial Buildings. (7011 So. 19th St., P.O. Box 11700, Tacoma 98411-0700): APA-Engineered Wood Association, 2013. <https://www.ase.org>. Alliance to Save Energy, Jan. 2013. Web. Mar 6, 2017. <<http://www.ase.org>>.



TIの設計情報およびリソースに関する重要な注意事項

Texas Instruments Incorporated ("TI")の技術、アプリケーションその他設計に関する助言、サービスまたは情報は、TI製品を組み込んだアプリケーションを開発する設計者に役立つことを目的として提供するものです。これにはリファレンス設計や、評価モジュールに関する資料が含まれますが、これらに限られません。以下、これらを総称して「TIリソース」と呼びます。いかなる方法であっても、TIリソースのいずれかをダウンロード、アクセス、または使用した場合、お客様(個人、または会社を代表している場合にはお客様の会社)は、これらのリソースをここに記載された目的にのみ使用し、この注意事項の条項に従うことに合意したものとします。

TIによるTIリソースの提供は、TI製品に対する該当の発行済み保証事項または免責事項を拡張またはいかなる形でも変更するものではなく、これらのTIリソースを提供することによって、TIにはいかなる追加義務も責任も発生しないものとします。TIは、自社のTIリソースに訂正、拡張、改良、およびその他の変更を加える権利を留保します。

お客様は、自らのアプリケーションの設計において、ご自身が独自に分析、評価、判断を行う責任がお客様にあり、お客様のアプリケーション(および、お客様のアプリケーションに使用されるすべてのTI製品)の安全性、および該当するすべての規制、法、その他適用される要件への遵守を保証するすべての責任をお客様のみが負うことを理解し、合意するものとします。お客様は、自身のアプリケーションに関して、(1) 故障による危険な結果を予測し、(2) 障害とその結果を監視し、および、(3) 損害を引き起こす障害の可能性を減らし、適切な対策を行う目的で、安全策を開発し実装するために必要な、すべての技術を保持していることを表明するものとします。お客様は、TI製品を含むアプリケーションを使用または配布する前に、それらのアプリケーション、およびアプリケーションに使用されているTI製品の機能性を完全にテストすることに合意するものとします。TIは、特定のTIリソース用に発行されたドキュメントで明示的に記載されているもの以外のテストを実行していません。

お客様は、個別のTIリソースにつき、当該TIリソースに記載されているTI製品を含むアプリケーションの開発に関連する目的でのみ、使用、コピー、変更することが許可されています。明示的または黙示的を問わず、禁反言の法理その他どのような理由でも、他のTIの知的所有権に対するその他のライセンスは付与されません。また、TIまたは他のいかなる第三者のテクノロジーまたは知的所有権についても、いかなるライセンスも付与されるものではありません。付与されないものには、TI製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、プロセスに関連する特許権、著作権、回路配置利用権、その他の知的所有権が含まれますが、これらに限られません。第三者の製品やサービスに関する、またはそれらを参照する情報は、そのような製品またはサービスを利用するライセンスを構成するものではなく、それらに対する保証または推奨を意味するものでもありません。TIリソースを使用するため、第三者の特許または他の知的所有権に基づく第三者からのライセンス、あるいはTIの特許または他の知的所有権に基づくTIからのライセンスが必要な場合があります。

TIのリソースは、それに含まれるあらゆる欠陥も含めて、「現状のまま」提供されます。TIは、TIリソースまたはその仕様に関して、明示的か暗黙的にかかわらず、他のいかなる保証または表明も行いません。これには、正確性または完全性、権原、続発性の障害に関する保証、および商品性、特定目的への適合性、第三者の知的所有権の非侵害に対する黙示的保証が含まれますが、これらに限られません。

TIは、いかなる苦情に対しても、お客様への弁済または補償を行う義務はなく、行わないものとします。これには、任意の製品の組み合わせに関連する、またはそれらに基づく侵害の請求も含まれますが、これらに限られず、またその事実についてTIリソースまたは他の場所に記載されているか否かを問わないものとします。いかなる場合も、TIリソースまたはその使用に関連して、またはそれらにより発生した、実際の、直接的、特別、付随的、間接的、懲罰的、偶発的、または、結果的な損害について、そのような損害の可能性についてTIが知らされていたかどうかにかかわらず、TIは責任を負わないものとします。

お客様は、この注意事項の条件および条項に従わなかったために発生した、いかなる損害、コスト、損失、責任からも、TIおよびその代表者を完全に免責するものとします。

この注意事項はTIリソースに適用されます。特定の種類の資料、TI製品、およびサービスの使用および購入については、追加条項が適用されます。これには、半導体製品(<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、評価モジュール、およびサンプル(<http://www.ti.com/sc/docs/sampterms.htm>)についてのTIの標準条項が含まれますが、これらに限られません。