



# ローム製920MHz帯特定小電力無線モジュールの 最新技術動向

## 1. はじめに

IoT を支える無線技術として、低消費電力で、カバーエリアの広い、その名の通りの Low Power Wide Area (LPWA) が注目をあつめている。LPWA とひとくくりに呼ばれるものの、多種多様な方式があり、それらのメリット・デメリットもまた、多様である。今回は、その中でもロームが特に開発を注力している“Wi-SUN”の最新動向を紹介する。

## 2. Wi-SUN とは

Wi-SUN とは、Wireless Smart Utility Network の略で最近策定された新しい無線通信規格のことである。2012 年に Wi-SUN アライアンスが発足し、IEEE802.15.4 g をベースとした標準化が進められている。

図 1 に、様々な IoT 向け無線通信規格の中での Wi-SUN のポジションを示す。

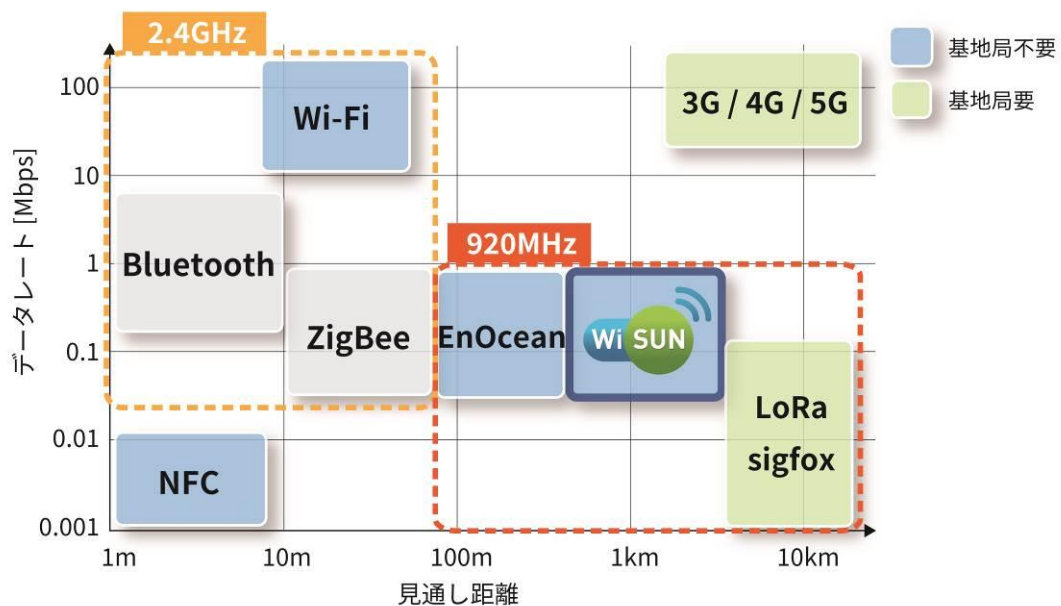


図 1. IoT 向け無線通信規格

この図から分かるように、Wi-SUN は Wi-Fi より通信距離が長く、LoRa WAN や Sigfox よりデータ転送のスピードが速いという特徴を持っている。適度に飛び適度に速く、基地局に依存しないバランスの良い無線通信規格であるため、IoT 市場で最も適用範囲が広い無線といえる。

## 3. Wi-SUN プロファイルの種類

Wi-SUN アライアンスには技術仕様を策定するワーキンググループ（以降、WG）があり、複数のプロファイルが策定されている（図 2）。

	HAN WG	JUTA WG	FAN WG	RLMM WG
Application	HAN (ECHONET)	JUTA	FAN	RLMM
Interface (Network, Transport layers, Authentication)	PANA UDP IPv6 6LowPAN 802.15.10	U-BUS Air	802.1x UDP RPL IPv6 6LowPAN	802.15.10
MAC Layer	IEEE802.15.4/4e			
	CSMA	F-RIT	CSMA	CSMA/RIT/LE-SF
PHY Layer	IEEE802.15.4g based PHY			

図 2. Wi-SUN アライアンスで策定されているプロファイルの種類

HAN WG、FAN WG、RLMM WG、JUTA WG の 4 つのワーキンググループにより 4 種類のプロファイル策定が進められている。

ロームでは、すでに仕様策定・認証が開始されている HAN、FAN、JUTA の 3 つのプロファイルに対応した製品の開発を進めており、その最新状況について紹介していく。

## 4. Wi-SUN Enhanced HAN

HAN WG で策定されたプロファイルのひとつに「Wi-SUN Enhanced HAN」がある。ロームでは 2019 年 1 月より Wi-SUN Enhanced HAN に対応した無線通信モジュール「BP35C0-J11」の量産を開始している。Wi-SUN Enhanced HAN は従来の HAN に通信距離を拡張するリレー通信機能や、電池駆動機器でも双方向通信を可能にするスリープ通信機能をサポートした最新の規格である。家庭内ネットワーク（Home Area Network : HAN）はもちろん、工場や商業施設内の広い場所で Wi-SUN 対応機器が活躍するシーンが増えていくことが予想される（図 3）。

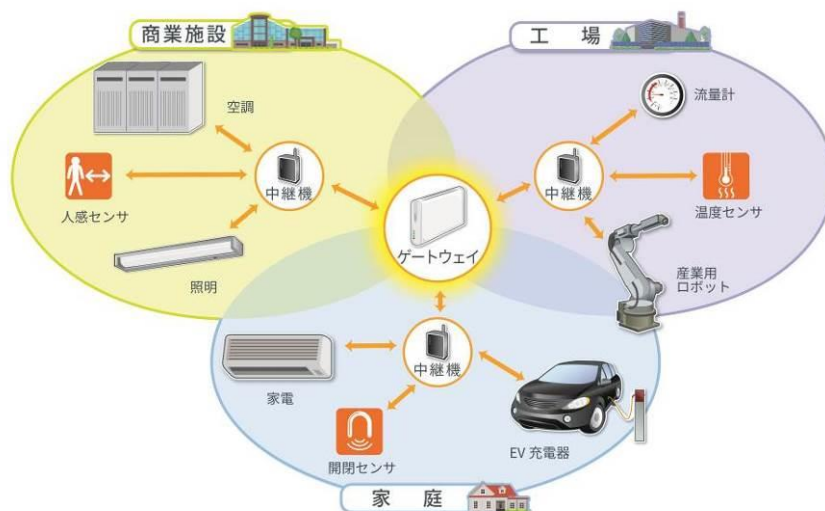


図 3. Wi-SUN Enhanced HAN の用途

Wi-SUN Enhanced HAN 規格について、図 4 に概要を表す。

HAN WG では、はじめに B ルート通信、次にシングルホップ HAN、そして最新の Enhanced HAN という順でプロファイルが策定されている。

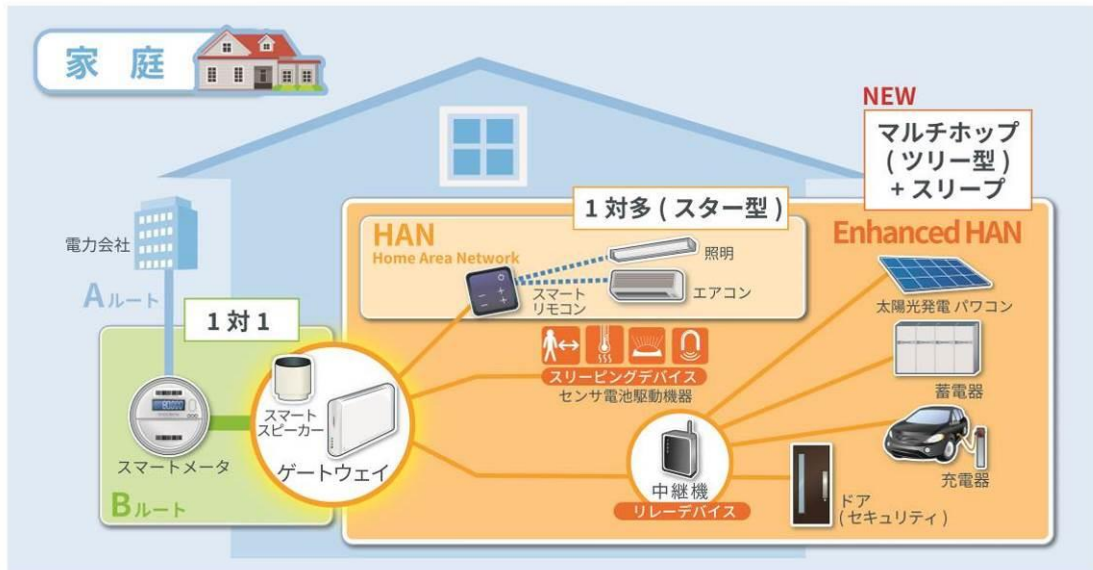


図 4. Wi-SUN Enhanced HAN 含む各プロファイルのイメージ

Wi-SUN Enhanced HAN 規格の特徴：

#### 1. リレー通信が可能

従来の Wi-SUN HAN 規格では 1 対多のスター型接続のみをサポートしていたが、Wi-SUN Enhanced HAN では 1 対多対多のツリー型接続が可能となる。これにより、例えば宅内の HEMS コントローラと屋外に設置された蓄電池や EV チャージャーといった機器との通信のように、通信端末同士が見通し外で通信距離が離れている場合でも、中継機を介することでより安定した通信が可能となる。

#### 2. スリープしながら双方向に通信（スリープ通信）が可能

通常、無線通信で双方向に通信を行う場合、無線機は常に受信状態を維持する必要がある。しかし、受信状態中はある程度電力を消費するため、電池で動作するセンサ機器等が双方向通信を行うことは難しく、一般的には送信のみをサポートする方式が採用されている。それに対し Wi-SUN Enhanced HAN では、省電力動作を意識した双方向通信方式をサポートしており、ユーザーは電池駆動でも最適な通信を行うことが可能となる。

ローム製無線通信モジュール「BP35C0-J11」の特長：

#### 1. 全モードサポート

BP35C0-J11 は、Wi-SUN Enhanced HAN で規定されているすべてのモードをサポートしている。そのため、ゲートウェイ等のネットワークを統括するコーディネータ、家電やセンサ等のネットワークにつながるエンドデバイス、無線通信を中継するリレーデバイス、省電力動作を行うスリーピングデバイスのすべてに使用でき

る。またスマートメータと接続する B ルートにも利用可能だ。煩わしいハードウェアの交換やファームウェアの切り替えも不要である。BP35C0-J11 は、お客様のニーズに応じた様々な用途に使用できる。

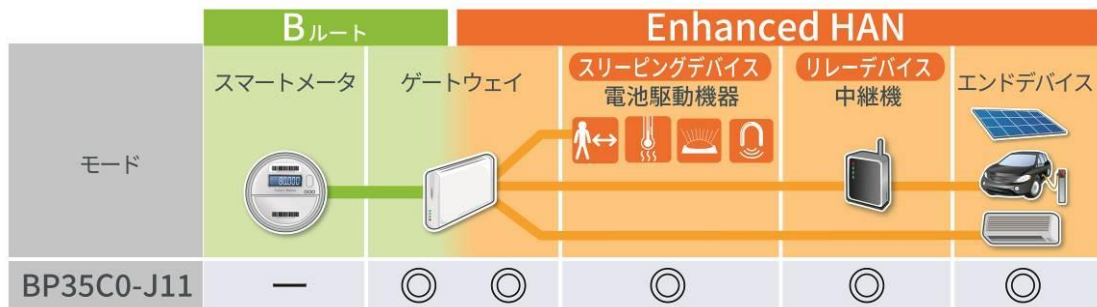


図 5. BP35C0-J11 対応モード

## 2. 「FOTA（Firmware update Over The Air）」機能を搭載

無線通信でファームウェアデータを配信および更新する FOTA を行うには、通信速度が遅いと時間がかかるため、ある程度の通信速度をもった規格が適している。また、実運用を考えた場合、通常の通信を行いながら FOTA を実行する必要がある、バックグラウンドでファームウェアを格納するための領域をデバイスに確保する必要がある。BP35C0-J11 は、①Wi-SUN による速い通信（100kbps）と②ファームウェア格納領域を 2 つ持つラピッドセミコンダクタ製無線通信 LSI を採用し、実運用に最適な FOTA 機能を実現した。

FOTA 機能の搭載により、万一の不具合にも迅速に対応することができ、さらに規格のマイナーアップデートにも低コストで対応することができる。

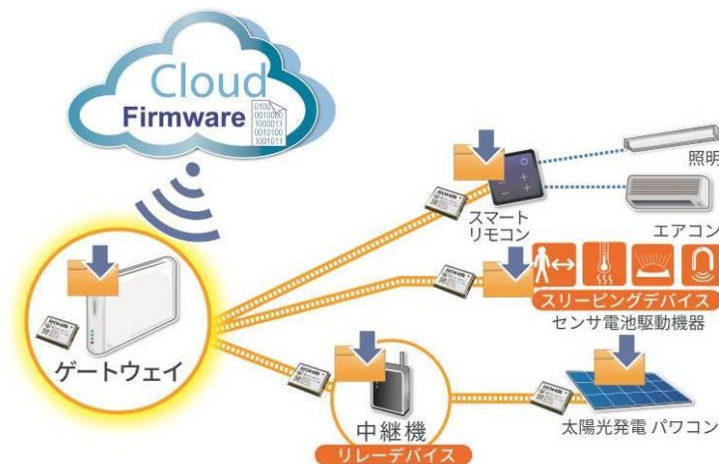


図 6. FOTA イメージ

## 3. 評価ボード

ロームは、お客様の評価期間短縮に寄与する、BP35C0-J11 を実装した評価用基板「BP35C0-J11-T01」のインターネット販売を 3 月より開始している（図 7）。

また、無線モジュールスタートガイドやハードウェア仕様書、外付けアンテナリストなど、開発に必要なドキュメントすべてを、ロームホームページのサポートページよりダウンロードすることができます。

[https://micro.rohm.com/jp/download\\_support/wi-sun/](https://micro.rohm.com/jp/download_support/wi-sun/)





図 7. BP35C0-J11 評価ボード

## 5. Wi-SUN JUTA

ロームは電池駆動を行うスマートメータ用の新しい国際無線通信規格である「Wi-SUN JUTA」に向けた製品開発を規格策定の段階から行ってきた。ローム製無線通信モジュールは、既に東京ガス株式会社で採用されており、2019 年 5 月に正式リリースされた「Wi-SUN JUTA」において、認証試験用の基準器（CTBU: Certified Test Bed Unit）として採用されるとともに、業界でいち早くアライアンス認証を取得した。

Wi-SUN JUTA 規格の特徴：

### 1. 電池駆動のスマートメータで 10 年以上の動作が可能

Wi-SUN JUTA は、独自の間欠動作（一定間隔で送受信する以外、全てスリープ）を行うことで、受信時間を極めて短くしており、同じ 920MHz 帯特定小電力無線を扱う従来の Wi-SUN（Wi-SUN Enhanced HAN のエンドデバイスモード）と比較して消費電流を 98%以上削減している。このため、電池駆動のガススマートメータや水道スマートメータなどを 10 年以上動作させることが可能になる（図 8）。

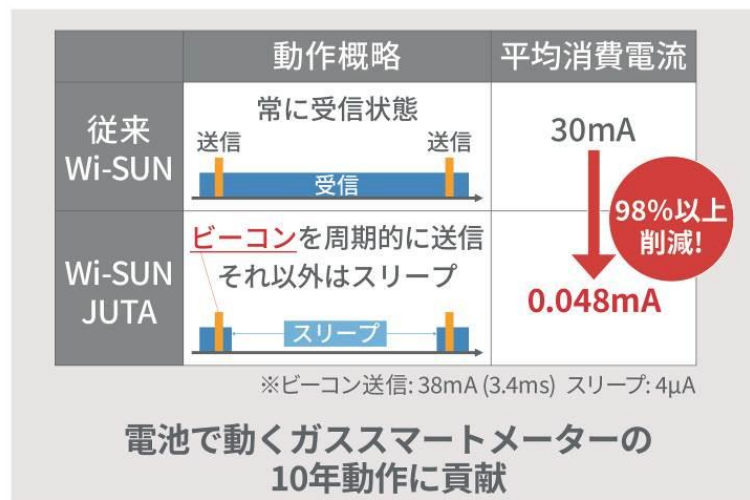


図 8. 消費電流動作について

## 2. 多数のアプリケーションが混在するエリアでも高信頼の通信が可能

送信機が通信を開始するにあたり、一般的な低消費電力無線通信では連続で送信動作を行うが、Wi-SUN JUTA ではビーコンをキャッチするまで受信動作を行い、この間電波を占有する送信動作を行わない。したがって、通信回数が増えた場合でも電波占有時間が増えにくく、安定した通信を行うことができる（図 9）。

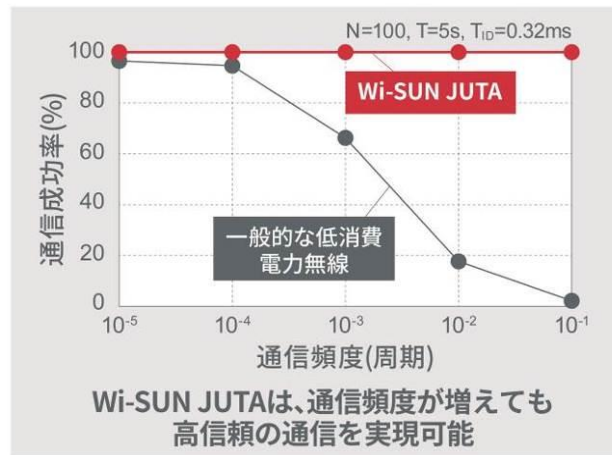


図 9. 通信頻度に対する通信成功率

ローム製無線通信モジュールの特長：

### 1. 高信頼のメッシュネットワークを構築可能

最大 4 ホップまでのマルチホップ通信（中継機能）をサポートしているため、故障などで使えなくなった経路が発生した場合に、送信先に達するまで継続的に経路を再構成するメッシュネットワークを構築することができる。

### 2. セキュリティ機能内蔵

セキュリティ機能を内蔵し、通信の暗号化とセキュリティ鍵の更新を無線通信モジュール側でサポートしているため、ホスト側で複雑な処理をすることなく、簡単にセキュアな通信を行うことができる。

## 6. Wi-SUN FAN

京都大学 大学院情報学科原田博司教授の研究グループと、株式会社日新システムズ、ロームの共同開発によって、2019 年 1 月に Wi-SUN FAN の認証を取得した（図 10,11）。



図 10. Wi-SUN FAN モジュールと評価ボード（開発中）



図 11. Wi-SUN FAN 認証書

Wi-SUN FAN 規格の特徴：

## 1. マルチホップ・メッシュネットワークへの対応

マルチホップ・メッシュネットワークは、一般的に用いられるスター型ネットワークとは異なり、図 12 に示す通り多段にデバイスを接続してメッシュ状にネットワークを構築し、面的にエリアをカバーすることができる方式である。デバイスの冗長な配置により、複数の経路ができるため、単一障害点によるシステム全体の障害を避けて、より安全なネットワークを構築することが可能となる。

これには IETF のオープンな仕様である RPL (IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Low Network) と呼ばれるプロトコルを採用している。RPL により、近隣のデバイスを自動的に発見し、自律的にメッシュネットワークを構築する。通信経路はまず、デバイス同士が交換する無線通信品質を基にデータを収集するアクセスポイントであるボーダールータ (Border router) までの仮想的な距離である Rank 値を計算する。そして、Rank が最も小さい経路を最適経路と判断して通信を行う。

設置後の地勢の変化や突発的な電波障害に対して、他の経路を選択することで安定したシステムの運用が可能になる。

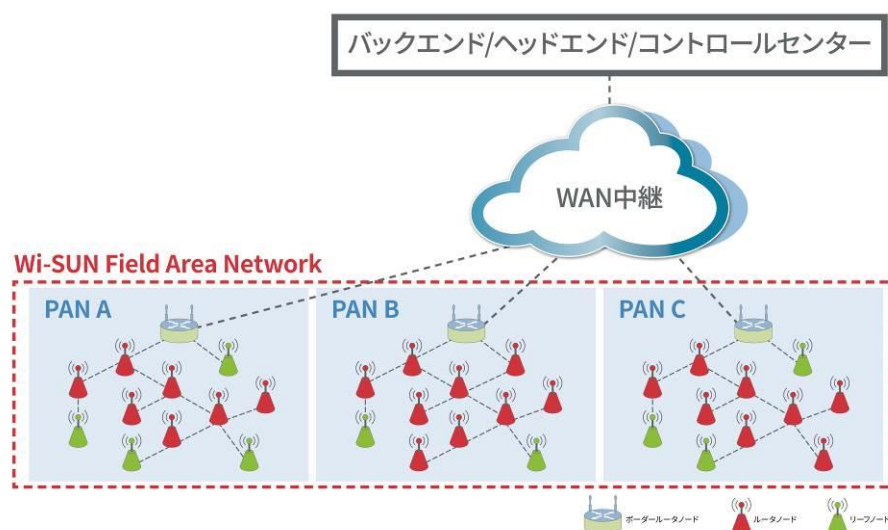


図 12. マルチホップ・メッシュネットワーク



## 2. 高度な認証と暗号通信

RADIUS/AAA サーバによる認証を採用しており、認証方式には EAP-TLS を使用する。接続されるデバイスには、クライアント認証書を設定できる。許可されたデバイスのみボーダールータ側で一元管理されるため、経路が変わってもデバイスごとの設定は不要となる。また、暗号には非常に強力な AES 暗号を用いて安全な通信が可能となっている。クライアント証明書は、Wi-SUN アライアンスによって指名された GlobalSign 社の発行する証明書を使用することができる。本格的にシステムを稼働させる際には正式なクライアント証明書で運用できるよう設計されている。

## 3. 周波数ホッピング

国内においては、50kbps 通信時に 922.40MHz (33ch) から 928.00MHz (61ch) の 28 チャネル、150kbps 通信時には 922.50MHz (33,34ch) から 927.7MHz (59,60ch) の 14 チャネルの範囲で各デバイスはチャネル切り替えを行いながら動作させる。ユニキャスト通信の場合は、各デバイス自身が持つ EUI-64 の MAC アドレスをキーに、ブロードキャスト通信の場合は疑似乱数である TR51CF (TR51 Channel Function) あるいは DH1CF (Direct Hash Channel Function) により利用チャネルを計算し、一定の周期ごとにチャネルを切り替えて通信を行う。チャネル切り替えはシステムの目的や運用に合わせて変更が可能となっている。また、切り替えチャネルの範囲あるいはチャネルマスクを個々のデバイスに設定することも可能で、柔軟なシステムを構築することができる。周波数ホッピングによって電波干渉やノイズなどに耐え得る強固なシステムを構築するとともに秘匿性の高い通信ができる。現在の電波法では、Wi-SUN FAN の電波帯において 1 時間に 6 分のみの送信制限があるが、周波数ホッピングにより複数チャネルを使用することで 1 時間に 12 分の制限に緩和される法改正が計画されており、それが施行されると更に Wi-SUN FAN の適用範囲が拡大されていく。

## 7. 今後の展望

ロームは今後 Wi-SUN Enhanced HAN (BP35C0-J11) 、JUTA の普及促進および Wi-SUN FAN モジュールの開発・量産に注力していく。

スマートメータはもちろん、それ以外の物流・資産管理やセキュリティ・スマートビルなどが注目されている LPWA 市場で最も適用範囲の広い Wi-SUN の普及促進に努め、より良い社会の実現に貢献していく。

※ Bluetooth®のワードマーク及びロゴは、Bluetooth SIG, Inc.が所有する登録商標であり、これらのマークをライセンスに基づいて使用しています。その他の商標及び商号は、それぞれの所有者に帰属します。

※ Sigfox®は、SIGFOX S.A.の登録商標です。

(2019 年 7 月 4 日 電波新聞 第 2 部 電波ハイテクノロジー 掲載)

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 2019年 7月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。

