



**ON Semiconductor®**

**コスト効率の高い最先端  
エネルギーハーベスティング  
によるBluetooth® Low Energy  
スイッチの作成**



ON Semiconductor®

## コスト効率の高い最先端エナジーハーベスティング によるBluetooth Low Energyスイッチの作成

### はじめに

MHealth (モバイルヘルス)、アグリカルチャー4.0、およびビルオートメーションなどの新市場に向けてIoTが急速に成長するのに伴い、その成長を支えるのに必要なエネルギーに関する新たな疑問が持ち上がっています。業界内の電力要件は幅広いものです。一端には、(IoTノード数に応じて)電力要件が非常に高い少数のクラウドサーバがあります。これらのサーバは常時稼働しているため、エネルギー収支は大きな値になります。IoTエコシステムの他端には、電力需要が少ない膨大な数のエンドノードがあります。アクティブ状態になりエネルギー源を必要とする各エンドノードの稼働時間はごくわずかです。

2018年6月にフランスのナンシーで開催されたWorld Material Forum 2018において、「材料効率のためのビッグデータ/AI」と題した専門セッションがありました。スタンフォード大学のReinhold Dauskardt教授が発表した論文で、以下の指標が示されました。

「米国のみでのデータセンターにおける年間消費電力は900億kWhと見積もられる。これは500 MWの原子力発電炉34基分に相当し、フランスの原子力発電所(原子炉数は約56基)のちょうど半分である」

データセンター/クラウドコンピューティングサーバリソースの電力需要をさらに強調するのは、2017年には世界の電力消費の3%がデータセンターによって占められていたという統計です。この数字を低いと受け取る人もいるかもしれませんが、データの作成、利用、移動に対する飽くなき渴望によって推し進められた結果です。データセンターのエネルギー消費に適用できる一種のムーアの法則があり、それは4年ごとに2倍になります。このペースでは何も変わらなければ、理論的には2037年までにコンピュータは、現在の全世界での発電量以上の電力量を使用することになります。Reinhold Dauskardt教授の発表は次のように締めくくられました。「今後20年間、行く手にある大きな課題は、インターネットに接続されるが電力網からの接続を断つモノを設計して、IoTの電力消費量を低減することである。それは電気にやさしく、自律していて、振動、熱、光など、考えられるあらゆるエネルギー源を利用するものでなければならない」

エンドノード側ではこれまでに示唆されているように、2021年までに数十億ノードが配置されると予測されています。各ノードは非常に消費電力が低く稼働時間もわずかなので、個々のエネルギー収支は低く抑えられ好都合といえます。しかし、一段と普及が進めば、全世界における電力消費は非常に高くなるおそれがあります。

## 環境発電とBluetooth Low Energyの連動

代替エネルギー源の1つとして、ON/OFFスイッチなどのボタンに加えられた運動や力から収集する動的エネルギーがあげられます。この技術を導入できるアプリケーション例としては、壁面取り付けコントロール、照明コントロール、ビルオートメーション、資産追跡などがあります。

オン・セミコンダクターの[RSL10無線SoC](#)は、Bluetooth Low Energyに対応したBluetooth 5認証済みシステムオンチップ(SoC)であり、EEMBC<sup>®</sup> LPMark<sup>™</sup>のベンチマークで、電力効率に関して業界最高スコアを獲得しました(1090 ULPMark CP @ 3 V; 1260 @ 2.1 V)。ZFと共同で、バッテリーレスIoTアプリケーション向けのBluetooth Low Energyスイッチリファレンス設計を作成しました。このリファレンス設計は、エネルギーわずか300  $\mu$ Jで完全に自己給電されます。Bluetooth Low Energyのフレームプロトコルを10 msに短縮すると、必要な総エネルギーバジェットは100  $\mu$ J未満です。エネルギーハーベスティングによる300  $\mu$ Jと送信に必要な100  $\mu$ Jを比較すると、電力が十分なことは明らかです。

[RSL10 Bluetooth Low Energyスイッチのリファレンス設計](#)には、高性能で低コストの電源回路が組み込まれています。従来のトランシーバには2.5 V以上の電源が必要で、RSL10を使用するのに必要な電圧を大きく上回ります。さらに、従来型トランシーバでは、無線周波数との相互作用を超小型センサノード内に収めるために、高価なバック/ブーストコンバータ、EMC放射コイル、高価なタイミングジェネレータで構成される複雑なエネルギーハーベスティングの実装が必要です。

RSL10スイッチのリファレンス設計では、低ドロップのダイオードブリッジをフィルタ用コンデンサと併用してハーベスタをトランシーバに直接接続できるようにすることで、これらの問題を解決しました。

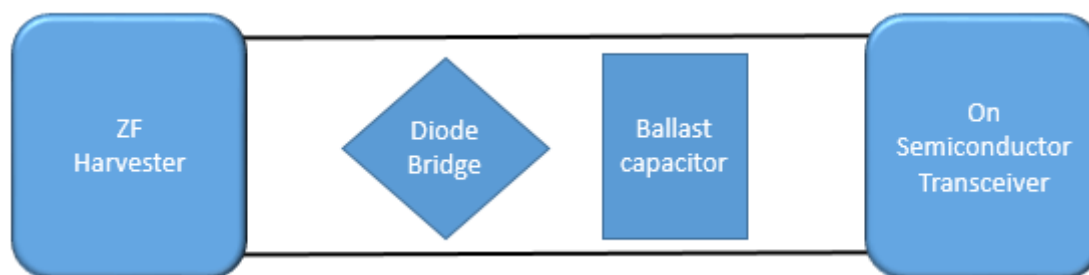
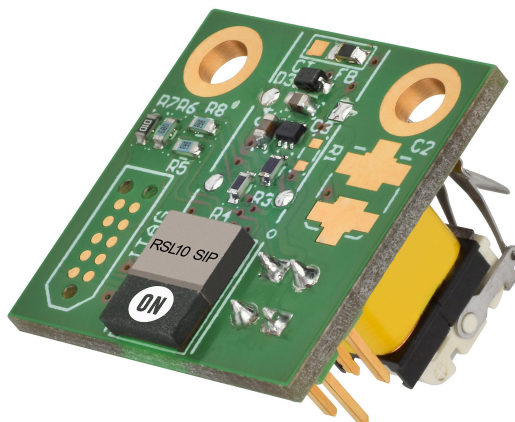


Figure 1. Simple RF Transceiver with Energy Harvester

私どもが実現したトランシーバのコンパクト設計により、Bluetooth Low Energy (Bluetooth 5)による送信に対応しながら、小型フォームファクタのバッテリーレススイッチにすべての素子を容易に統合できます。



**Figure 2. Energy Harvesting Bluetooth Low Energy Switch**

この洗練されたハードウェア設計によって、部品表(BoM)の部品数を削減でき、レイアウトの柔軟性が向上し、市場投入後のアプリケーションのアップグレードが容易になります。

## ZFのスイッチ

ネットワーク数が増加している世界では、情報伝送に対する要件も変化しています。伝送は使用エネルギーを最小限に抑えながら、移動可能かつ柔軟でなければなりません。そのソリューションが、ZFのエナジーハーベスティングワイヤレススイッチです。これはケーブルやバッテリーなしに簡単に効果的に使用できます。

ZFのワイヤレススイッチは、小型構造、機能チェーンでの高効率性、スイッチングサイクル最高100万回の長い平均寿命を特長とし、動作にわずかな電力しか必要とせず、メンテナンスが不要で、狭いスペースに設置できます。

環境に優しいこのシステムには多くの利点があります。例えば、どんな場所にもケーブルを使用しないでスイッチを設置できる適応性があり、耐用年数の全期間に渡って、メンテナンスやバッテリー交換なしに動作します。ケーブルによる情報伝送とは対照的に、自己給電式ワイヤレススイッチは、据え付けが簡単なためビル管理にも魅力的です。例えば、新たに内装を施した部屋に、壁に穴を開けることなく、新しい照明スイッチを取り付けることができます。

特にケーブルを敷設する時間がアプリケーションにとって長過ぎる場合は、産業オートメーションで使用できる可能性も数多くあります。ここでも、エナジーハーベスティングワイヤレススイッチは、ケーブルベースのマイクロスイッチに対するコスト効率が高いバッテリーレス代替手段です。

## 技術仕様

- 誘導型発電：データ伝送に必要なエネルギーは、スイッチの機械的作動によって生成される。発生エネルギー: 2× min. 0.33 mWs
- 極めて高いエネルギー出力が可能な小型構造
- 長い機械的寿命: 最小100万回のスイッチ操作
- 単安定/モメンタリ設計: 手を離れた後にスイッチ機構が開始位置に復帰(押しボタン)
- 双安定/ラッチ設計: 2つの静止位置を備えたスイッチ機構(例：オン/オフスイッチ)
- 寸法: 20.1 × 7.3 × 14.3 mm
- 温度範囲: -40~+85°C
- スイッチで使用するエネルギーが少ないためEMCの考慮が不要

## エネルギーハーベスティングの進化

IoTが成長し続けると、メーカーはエネルギー効率を向上させるための新たな方法や完全な**バッテリーレスアプリケーション**のための代替エネルギー源を探し続けることとなります。これにより、メンテナンスの削減、ワイヤレス到達距離の拡大、EMC伝送の単純化、アプリケーションのコスト削減を達成できます。IHS Marketは、ホームオートメーション向けのコネクテッドスイッチが大きく成長する(CAGR 57%)と予測しています。

Application	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Connected & Smart Home						
Home automation						
Plugs/switches	14,943	23,773	38,947	65,670	97,206	143,904

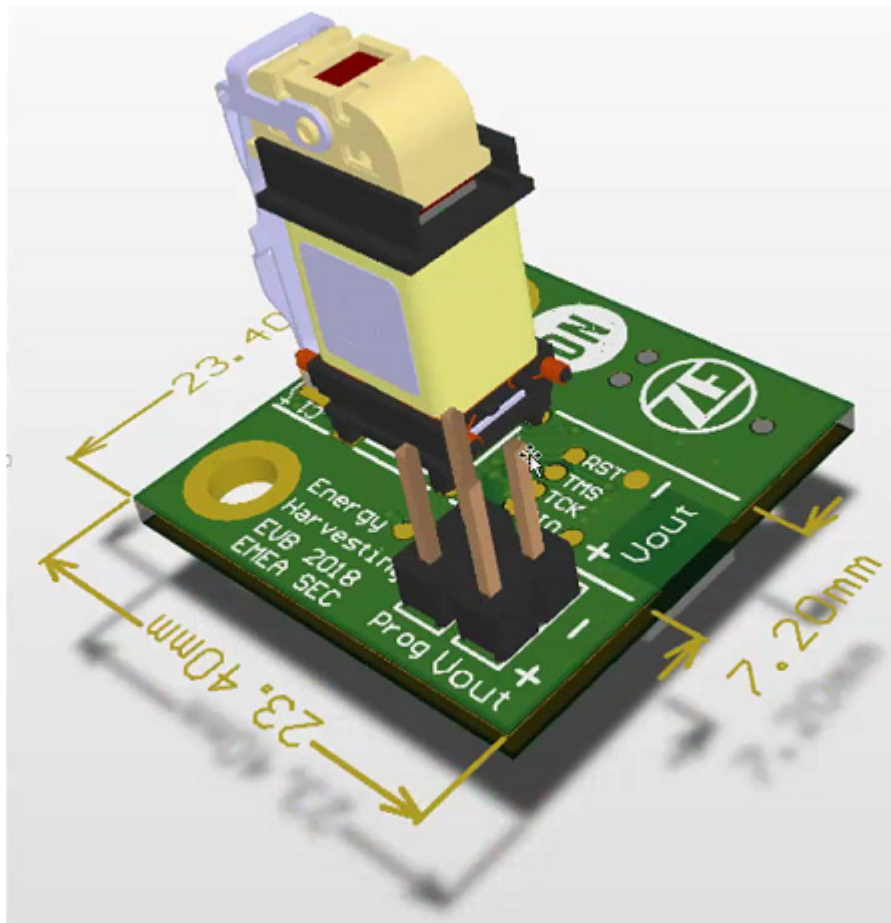
Figure 3. IHS MARKET Annual Shipment Estimations (Kunits)

大手DIY小売店による最近の民生照明分野への導入は、ワイヤレススイッチの大きな流れを示しています。しかし、これらのスイッチはバッテリー駆動であり、性能改善の努力にもかかわらず短寿命(3~6ヶ月)となっています。

バッテリーレスを導入すれば、間違いなくこの制約を取り除くことができます。

2021年までに全世界で1億個のスイッチが販売されると推定されており、コストとメンテナンス上の理由からバッテリーレス動作の必要性が高まっています。

オン・セミコンダクターはZFと共同で、直面する最も困難な課題に取り組むための最適な技術を提供できます。



**Figure 4. CAD Rendering of the Bluetooth Low Energy Switch**

Bluetooth is a registered trademark of Bluetooth SIG.

EEMBC is a registered trademark and ULPMark is a trademark of the Embedded Microprocessor Benchmark Consortium.

ON Semiconductor及びON SemiconductorのロゴはON Semiconductorという商号を使うSemiconductor Components Industries, LLC 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における商標です。ON Semiconductorは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。ON Semiconductorの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。[www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf)。ON Semiconductorは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。ON Semiconductorは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害など一切の損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。お客様は、ON Semiconductorによって提供されたサポートやアプリケーション情報の如何にかかわらず、すべての法令、規制、安全性の要求あるいは標準の遵守を含む、ON Semiconductor製品を使用したお客様の製品とアプリケーションについて一切の責任を負うものとします。ON Semiconductorデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。ON Semiconductorは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。ON Semiconductor製品は、生命維持装置や、いかなるFDA (米国食品医薬品局)クラス3の医療機器、FDAが管轄しない地域において同一もしくは類似のものと分類される医療機器、あるいは、人体への移植を対象とした機器における重要部品などへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にON Semiconductor製品を購入または使用した場合、たとえ、ON Semiconductorがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、ON Semiconductorとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。ON Semiconductorは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

#### PUBLICATION ORDERING INFORMATION

##### LITERATURE FULFILLMENT:

Email Requests to: [orderlit@onsemi.com](mailto:orderlit@onsemi.com)

ON Semiconductor Website: [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)

##### TECHNICAL SUPPORT

North American Technical Support:

Voice Mail: 1 800-282-9855 Toll Free USA/Canada

Phone: 011 421 33 790 2910

Europe, Middle East and Africa Technical Support:

Phone: 00421 33 790 2910

For additional information, please contact your local Sales Representative