



テクノロジー解説シリーズ

CIP Safety:  
ワイヤレス機能安全



## 概要

このホワイトペーパーでは、EtherNet/IP ネットワーク上の CIP Safety 特有のネットワーク サービスのような機能安全通信を、移動機器やリモート機器のワイヤレス/ケーブルレス通信ネットワークに適用する方法について説明しています。ワイヤレスネットワークの利点について説明し、続いて機能安全の原則について説明しています。また、産業用通信ネットワーク、特に EtherNet/IP は、有線と無線の両面からレビューし、CIP Safety の診断機能の紹介、続いて CIP Safety を使用してワイヤレスネットワークを展開する手順を説明しています。

## はじめに

この15年間で、産業用通信は前例のない成長を遂げました。その背景には、コストダウンを実現したコンシューマテクノロジーやIT通信テクノロジーによる提供、およびシステムパフォーマンスに対する需要の高まりによって推進されてきました。ワイヤレス通信に対する期待は、自宅でもオフィスでも高まっており、様々な通信の中でも、最初に選択される接続方法と言えるでしょう。産業環境では、ワイヤレスソリューションは明らかに、より一般的になってきています。効率的な生産を可能にする以下のような様々な場面で、産業用ワイヤレス通信は活躍しています。

- モジュラー式で柔軟なプラント設計
- リモートプロセス計装
- レガシー機器のデータ収集
- 無人搬送車 (AGV)
- 自律移動ロボット (AMR)
- 独立型カート技術 (ICT)
- 自動倉庫システム (AS/RS)
- 移動機械の予測分析
- 衛生的デザインにおけるケーブル配線の削減

テクノロジーが進歩するに従い、ワイヤレス通信の性能は向上し、実現可能なケースはさらに増えていくでしょう。操作環境にワイヤレス通信を採用する企業では、従業員の安全確保など、組織の文化的小よび技術的な障壁に対処する必要があります。

## 安全について

モバイル機器、移動機械、再構成可能なプラントなど、産業用制御システム内にある危険を伴う恐れのあるものの近くに人間がいる場合、安全が特に重要です。このようなアプリケーションでは、産業用情報をどのようにワイヤレスで伝達するか、またモバイル機器を操作する際に従業員の安全をどのように確保するかなど、産業用通信に特有の課題があります。ワイヤレス通信は着実に進歩しており、機能安全を設計の一部とすることで、多くのアプリケーションが実現できるようになってきています。

ワイヤレスでどのように安全を確保できるのでしょうか？まず、機能安全の要件を広く検討し、それが産業用通信でどのように機能するかを考えるのが合理的でしょう。機能安全に関連する基準は、さまざまな状況に合わせて定められています。産業用制御システムの共通のテーマは次のとおりです。

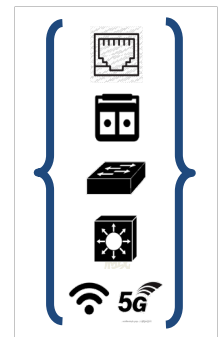
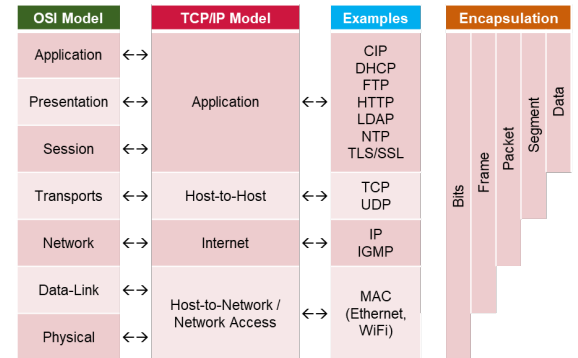
- 部品の故障やシステム障害のリスクを低減する
- 削減が実施された後の不具合のリスクを定量化する
- 不具合発生時の検出
- 不具合が起きても、常に安全な状態につなげる

数ある手法の中でも特に、優れた設計手法、特大の部品の適用、故障モードの統計的分析や定期的な診断は、これら共通のテーマを実現するための手段として用いられています。IEC61508 や IEC62061 などの安全システム設計の最新規格では、それら手法をシステム内の電子機器に取り入れる方法が指定されていますが、IEC 13849 では、電気機械システムに追加しています。それら規格の優れた原則は、ネットワーク通信、特にワイヤレス通信にどのように適用されるのでしょうか？

# EtherNet/IP の基礎

まず、標準的な産業用通信の仕組みを確認します。EtherNet/IP™ 産業用通信ネットワークにおいて、通信システムのさまざまな部分がどのように連携しているかを理解するには、通信の OSI モデルおよび TCP/IP モデルを確認するとよいでしょう。

- 2 台のデバイス間で通信するデータは、Common Industrial Protocol (CIP™ プロトコル) を使用して、上位層またはアプリケーション層で生成されます。HTTP や SMTP といった使い慣れた機能が存在するのと同じ層です。
- トランスポート層では、CIP 情報がカプセル化されます。EtherNet/IP の場合、それは TCP ヘッダーまたは UDP ヘッダーです。
- ネットワーク層では、論理アドレス情報が追加されます。EtherNet/IP の場合、それはインターネットプロトコル (IP) 情報です。これで、パケットはネットワークにアクセスできる状態になります。
- データリンク層と物理層では、パケットを送信メディアに変換しますが、パケットの衝突を避けるために追加の対策を施す場合もあります。これらを組み合わせてネットワークアクセス層と呼びます。



CIP の重要なユーザデータは、トランスポート層、ネットワーク層、データリンク層、物理層とは独立して最初のステップで完成するので、この階層構造は重要です。その独立性により、様々なネットワークや様々な送信メディアが可能になります。

つまり、レイヤ2スイッチやレイヤ3ルータを介して、銅線、ファイバ、およびワイヤレスを介した通信に EtherNet/IP という1つのプロトコルを使用できるということです。次に、有線リンク上での通信のしくみを見ていきます。

## 有線 EtherNet/IP

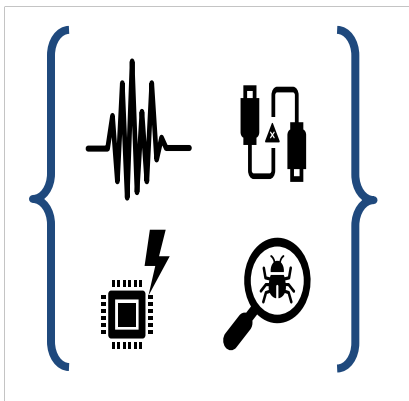
EtherNet/IP で様々なネットワークアクセス層の実装を使用する場合、考慮すべき重要な違いがあります。例えば、伝送速度、1秒あたりのパケット数の制限、衝突検出または防止メカニズムがそれぞれ異なる場合があります。また、物理メディアの品質を考慮することも重要です。これらの違いは、銅線のような固定メディアを使用すると、ある程度実証することができます。

データリンク層および/または物理層の種類	最大スループット速度	標準的なレイテンシ (遅延)	衝突検知と防止	物理メディアの品質
10BASE-T1S (SPE)	10 Mbit/s	170 us ± 15 us	ポイントツーポイント半/全二重、または半二重マルチドロップ (CSMA/CD)	15m、2線、電源供給、18 AWG ツイストペア
10BASE-T1L (APL)	10 Mbit/s	185 us ± 15 us [1000 m]	ポイントツーポイントのみ、全二重	1000m、2線、電源供給、24 AWG ツイストペア
100BASE-TX (Fast)	100 Mbit/s	85 us ± 15 us	全二重	100m、4線、Cat 5
1000BASE-T (Gig)	1000 Mbit/s	60 us ± 10 us	全二重	100 m、8線、Cat 5e

## 光ファイバーメディア

EtherNet/IP は光ファイバネットワークを介して展開することも可能で、データスループットおよびノード間の距離を大幅に向上させることができます。ファイバは、ノード間の速度または距離を1桁以上増やすことができますが、両方を増やすとゲインはより控えめになります。ファイバでの伝送距離とスループットには、トレードオフの関係があります。

固定システムの利点の1つとして、そのシステムの信頼性を予測できることが挙げられます。示される速度は様々ですが、達成可能な正味のデータレートが影響を受ける要因は、限られています。スループットの低下に対する主な影響は、パケット損失、破棄、または破損によるものです。これは、パケット損失とビットエラーレート(BER)で測定できます。イーサネット通信では、OSIモデルの上位レベルは、下位レベルのエラーを検出するように設計されています。ここで参照されるエラーは、主に物理層エラーです。



パケット損失は、ケーブルが破損した場合、衝突が発生した場合、またはスイッチのファームウェアがパケットを誤って処理したりした場合に発生する可能性があります。これらすべては、全二重通信を使用する場合、稀に発生することですが、全二重通信がないとパケットの衝突が増加する可能性があります。これは CSMA/CD プロトコルによって軽減されます。このプロトコルは、各送信機が送信を開始する前に、共有メディアを聞くことを可能にします。衝突が検出されると、2台(またはそれ以上)の該当する送信機が送信を停止し、ランダムな時間間隔で待機してから再試行します。

物理メディアを使用する際の個々のビット問題は、通常、送信メディアへの干渉から生じます。銅線の場合、それは電磁干渉である可能性があります。電磁干渉のリスクを低減するために、さまざまなグレードのケーブル、シールド、ねじれ、および距離にはすべて、物理メディアに関する厳しい要件が定められています。電磁干渉が回避できない場合や、長距離を使用する必要がある場合には、光ファイバ伝送が有効ですが、コストがかかります。ファイバの最も一般的なビットエラーは、汚れたコネクタ、押潰れたメディア、およびファイバの欠陥が原因です。

## ワイヤレス EtherNet/IP

ワイヤレス(またはケーブルレス)通信の場合、無線周波数を使う方法と光学的方法の2つが主要な方法となります。産業分野向けの無線周波数製品は光学製品よりも入手しやすいことから、本ホワイトペーパーでは無線周波数に焦点を当てて説明します。ワイヤレス通信の使用を検討する場合、有線通信と同じメトリクスを適用できます。

ワイヤレスメディア	最大スループット速度	標準的なレイテンシ(遅延)	タイプ	距離
Zigbee (802.15.4)	0.25 Mbit/s	40-350 ms	メッシュ	10-20m
Bluetooth (802.15.1)	1-2 Mbit/s	40-100 ms	ポイント ツーポイント	2-5m
Wi-Fi 3 (802.11g)	3-54 Mbit/s	1-4 ms	WLAN	35-100m
Wi-Fi 4 (802.11n)	72-600 Mbit/s	1-4 ms	WLAN	35-100m
Wi-Fi 5 (802.11ac)	433-6,933 Mbit/s	1-4 ms	WLAN	35-50m
Wi-Fi 6 (802.11ax)	600-9,608 Mbit/s	1 ms	WLAN	35-50m
5G	100-20,000 Mbit/s	1 ms	広域	広域

レイテンシ(=遅延)が、有線伝送に比べて桁違いに大きいことに注意してください。上記の表が示すように、利用可能な異なるテクノロジー間には根本的な違いがあり、それによって適用方法も変わってきます。表内の仕様は、すべての機能を使用できない可能性がある産業用アプリケーションに対して誤解を招く可能性があります。複数のテクノロジーが利用できる場合でも、アプリケーションには、どちらを使用するか決定するのに役立つ側面があるはずで、ワイヤレス技術の選択については、後述のセクションを参照してください。

伝送方法の違いを左右する要因は、有線メディアでの要因とは別ですが、同じメトリックで検討することができます。たとえば、ビットエラーレートを使用して、ワイヤレス通信を特徴付けることができます。2台のデバイス間で送信する無線周波数には、ビットエラーレートに影響するさまざまな要因があります。

- 距離
- 障害
- 干渉

送信デバイスからの電波は、送信機から遠ざかるにつれて指数関数的に強度を失います。2台のデバイスが物理的に近い場合でも、それらデバイスの送信装置と受信装置が狭い伝送フィールドに焦点を合わせていて、互いの位置がずれていると、通信を送信しても受信できないことがあります。最後に、障害物は信号をブロックしたり弱めたりします。構造の形状、材料の組成、さらには塗料の仕上げによっても、信号との干渉を引き起こす可能性があります。

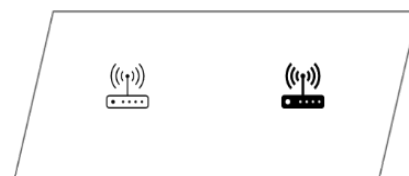
そのような干渉は、ワイヤレスネットワークが一般的な有線ネットワークよりも頻繁に再構成されていることを意味します。信号強度が変化すると、ワイヤレスデバイスは別の送信機にホップし、パケットのタイムアウトが発生することがあります。オフィスのWi-Fi環境では、ノートパソコンを持ってデスクと会議室の間を歩くと、新しいアクセスポイントへの移行を引き起こす可能性があります。仕事の中断とならない速さであり、その移行によってその日の生産性が変わることはありません。デバイスとネットワークが適切に構成されていないと、産業用通信における移行はプロセスを中断するのに十分な時間がかかる可能性があります。モーションの量は、再構成の発生頻度に影響を与えるため、以下の4つの異なる動作プロファイルを考慮する必要があります。

1. 完全固定のポイントツーポイント
2. 固定点を中心とした動き
3. 固定パターンでの動き
4. 不規則な動き

これらいずれの場合でも、信頼性の高いワイヤレス性能を得るためには、適切なアンテナ設計とサイト調査を検討する必要があります。また、基地局間のローミングがシステムのパフォーマンスに与える影響も同様です。

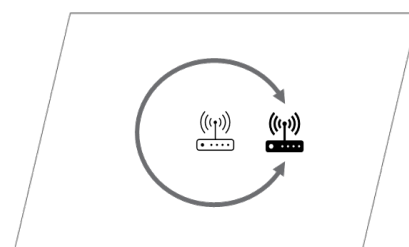
## 完全固定のポイントツーポイント

完全に固定されたポイントツーポイント伝送は、完全に密閉された容器の壁を通り抜ける場合や、ケーブルダクトの追加により人員やフォークリフトに問題が起こる可能性がある場合など、2つのステーション間の通信が簡単にできない場合に、非常に有効です。ワイヤレスステーション間には単一のポイントツーポイント接続があります。



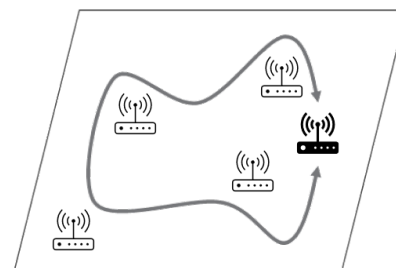
## 固定点を中心とした動き

固定点を中心とした動きの伝送は、回転機器の監視として最も特徴付けることができます。単一のポイントツーポイント接続が使用されることが多いですが、そのようなポイント間の形状と障害物は、変化している可能性があります。これらのアプリケーションは、通常、長距離伝送を必要としませんが、一定の動きは、可動部品の経路をカバーできるようにアンテナの設計に影響を与えます。ワイヤレス通信は、従来のソリューションであるスリップリングに比べて、メンテナンスの手間がかかりません。

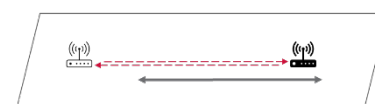
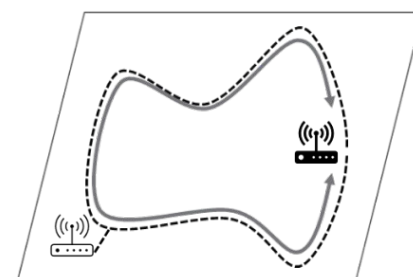


## 固定パターンでの動き

固定パターンでの動きは、いくつかの形があります。最も簡単な動きは、自動倉庫システム (AS /RS) またはガントリークレーンで、直線上で出入りするものです。より複雑な動きをするものは、床に埋め込まれた経路をたどる無人搬送車 (AGV)、固定レールを乗り物がたどるジェットコースター、および自動車工場のモノレール輸送システムがあります。各例では、それぞれ異なる考慮事項があります。

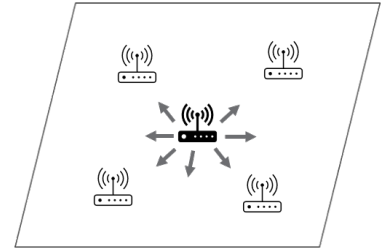


- これらはいずれも、Wi-Fiなどのシステムが全範囲で機能するために複数の無線基地局が必要になるほど十分に長い距離である可能性があります。
- 経路が単一の連続ループであるかを検討するための選択肢の一つとして、漏洩フィーダーまたは漏洩同軸とも呼ばれる放射ケーブルがあります。外部シールドに設計された変更を加えたこれらの同軸ケーブルは、経路の外側に過剰な無線ノイズを生成することなく、曲線的な経路をたどる信号のトンネルを作成します。
- 直線システムは赤外線またはレーザーベースの光通信を使用することがありますが、送信機と受信機の間の見通し線を維持する必要があります。



## 不規則な動き

デバイスの知能化の向上は、自律移動ロボット (AMR) などの不規則な動きの増加に貢献しています。不規則な動きのもう一つの例は、ワイヤレスティーチングペンダントや緊急停止装置などの自動化システムの一部であるワイヤレス通信デバイスを持った人間です。ダッシュボードに使用されるタブレットコンピュータは、通信が途絶えてもプロセスを停止させない可能性が高いため、OT 資産というよりも IT 資産とみなす必要があります。前述の他のケースを含め、このケースも、スペースを適切にカバーするために複数の基地局が必要になる可能性があります。



## 送信デバイス増加に伴うプランニング増加

これまでに示した例は、単一のワイヤレスブリッジを考慮したものです。現実的には、アプリケーションは複数のワイヤレスブリッジを持つ場合が多く、それぞれが計画された動きをします。有線ネットワークの場合、全二重通信は各リンクが独立したネットワーク接続であることを意味し、これはほとんど問題になりません。ワイヤレスでは、ステーション間の空間は一般的に、共有されるメディアを表します。ワイヤレスネットワークは、有線ネットワークよりも動作パラメータが制約されていることが多いだけでなく、ネットワークが混雑すると動作も異なります。それはどのようにして起こるのでしょうか？各周波数では、伝送範囲内の1つのデバイスのみが一度に送信できます。2台のデバイスが同時に話し始めると、両方とも停止し、ランダムな時間待機してから、再度送信を試みます。ワイヤレス送信機は干渉を減らすために多くの周波数に通信を分散しますが、小さすぎる周波数範囲に送信機が多すぎると衝突が増え、ネットワークの全体的な実効スループットが低下します。このような状況では、ビット/秒のようなスループットの純粋な測定から、より長いバーストデータを送信することは、わずかながら効率的です (802.11n のパケット集約のようなそのための機能)。ただし、これらのロー・スループットの利点は、レイテンシの犠牲の上に成り立っています。産業用アプリケーションの場合、通常、レイテンシがスループットよりも重要です。

初期のワイヤレステクノロジーでは、この問題に悩まされていましたが、5G や Wi-Fi 6 (802.11ax) などの最新のワイヤレステクノロジーでは、利用可能な送信周波数を増やし、スケジューリングによって周波数の効率を高めることで、より高いデバイス密度に合わせて特別に調整しています。



# ワイヤレスアプリケーションへの CIP Safety 適用

有線およびワイヤレスの通信ネットワークはどちらも、デバイスからスイッチやルータ、すべてのネットワークメディアを経て別のデバイスに至るまで複雑です。通信ネットワーク全体が機能安全の原則を満たすようにすることは大きな取り組みであり、ネットワークの任意の部分への変更には、再検証が必要になる可能性があります。このアイデアは理論的な可能性ですが、通信ネットワーク上の機能安全は、代わりに IEC 61508 に規定されている「ブラックチャネルの原理」という概念に従います。

ブラックチャネルの原理では、通信ネットワーク全体が、デバイスの通信エラー検出能力に影響を与えないよう、2 台の安全デバイス自体に十分なインテリジェンスを持ち、通信に十分な診断機能を備えていることを規定しています。イーサネット通信ネットワークにはかなりのエラー検出機能が組み込まれていますが、安全機能の一部を満たすために使用することはできません。

CIP Safety™ デバイスは、使用されているネットワークテクノロジーとは無関係に、相互に論理的な接続を確立します。デバイスでの一般的なエラーは、IEC 61784-3-2 で説明されているように、さまざまな手法で軽減できます。タイムスタンプは、パケットが失われたり、遅延したり、繰り返されたり、または誤った順序で送信されたりしたかどうかを検出するために、時間の予測と共に使用されます。一意のデバイス識別子は、2 台の安全デバイス間の通信を認証するために使用されます。メッセージが転送中に破損していないことを検証するために、追加の診断やチェックが含まれており、これらの機能はすべて標準の通信方法とは別のものとなっています。

CIP Safety IEC 61784-3-2:2016 Page 29	Time Stamp	Time Expectation	Connection Authentication	Data Integrity Assurance	Redundancy with Cross Checking	Diff. Data Integrity Assurance Systems
Corruption				✓	✓	
Unintended repetition	✓			✓		
Incorrect sequence	✓			✓		
Loss		✓		✓		
Unacceptable delay		✓				
Insertion	✓		✓	✓		
Masquerade	✓		✓	✓	✓	✓
Addressing			✓	✓		

これらの緩和策を CIP Safety としてまとめると、有線またはワイヤレスの 2 台のデバイス間の単一接続で、IEC 61508 では SIL 3 まで、ISO 13849-1 ではカテゴリ-4/PLe までの認証された通信に使用できます。

## ワイヤレスアプリケーションのセキュリティ

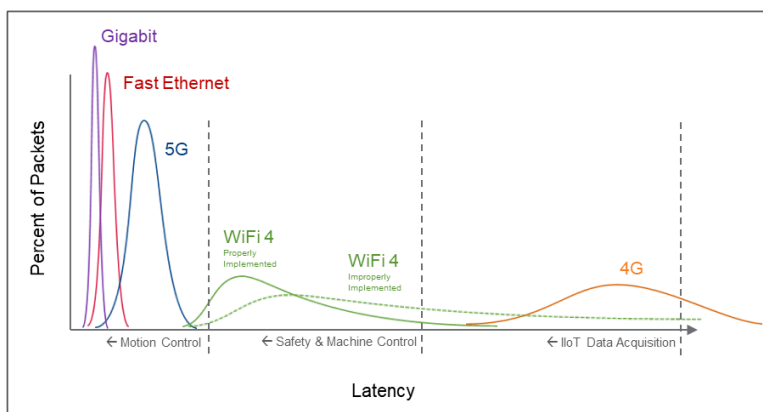
ワイヤレスの導入を検討する場合は、有線ネットワークとは攻撃対象領域が異なるため、セキュリティを考慮することが特に重要です。従来の物理メディアネットワークには、ケーブルやスイッチなどのアクセスポイントが定義されており、アクセスから保護する必要がありました。従来の有線ネットワークに物理的なセキュリティを追加することは比較的簡単です。ドアをロックして誰かがネットワークに接続できないようにすれば、アクセス制御を維持できます。

ワイヤレスは、近くにいる誰もがアクセスできる可能性があるため、別次元のセキュリティを追加します。盗聴の可能性に関しては、幸い、暗号化によってすべてのワイヤレスシステムで対処されています。家庭用、オフィス用、またはオペレーション用のいずれのワイヤレスシステムでも、利用可能なセキュリティ機能をアクティブにする必要があります。これは通常、送信デバイスを認証し、ノード間のトラフィックを暗号化し、構成をロックするメカニズムを提供します。ワイヤレスネットワークは、メディアが保護された施設のケーブルではなく、空間であるため、サービス拒否 (DoS) 攻撃の影響を受けやすい可能性があります。

また、意図した場所以外に迷走信号が送信されるリスクを減らすための放射ケーブルやアンテナの適切な配置などは、設計プロセス全体で決定できます。CIP Security™のようなエンドデバイスからエンドデバイスへのすべての産業用トラフィックを保護するための方法を、追加検討する必要があります。これにより、完全性や機密性を持たない可能性のある有線リンクに対する保護が追加されます。

## ワイヤレス EtherNet/IP 導入の計画と構築

ワイヤレスシステムのプランニング、設計、実装を行う際に利用できるベストプラクティスがあります。右に示す図は、ユースケースに応じて異なるテクノロジーを適用できることを示しています。テクノロジーやアプリケーションを包括的に含むわけではありませんが、これはどこから始めるかのガイドラインになります。また、Wi-Fi の例に示すように、実装された特定の機能によってパケットの分散がどのように劇的に変化するかも示しています。



# どのテクノロジーが最も効果的か？

モーションコントロールと非常に高速な反応時間には、コントローラとデバイス間に有線ネットワークが推奨されます。それぞれのコントローラの両方がドライブに対してローカルであり、時間同期のためにネットワークレイテンシとクロックジッタが適度に小さい場合は、ワイヤレスブリッジの異なる側でサーボ軸の調整を行うことができます。Wi-Fi (右の説明を参照) など、現在利用可能なワイヤレステクノロジーは、システムを慎重に調整することで使用できます。ただし、Wi-Fi 6 やプライベート 5G システムは、このタイプの展開の信頼性を向上させるでしょう。4G LTE のような公共の携帯電話システムは、往復時間が長い場合成功する可能性は低く、プライベート 4G LTE の実装は市場に定着しませんでした。Bluetooth と ZigBee システムは、これらのアプリケーションで成功する可能性は低いです。

タイムクリティカルな安全性と I/O アプリケーションでは、もう少し選択肢があります。個々のデバイスは、通信の障害を検出しシステムを安全な状態にするために、安全プロトコルを使用しますが、厄介なトリップなしで適切な稼働時間を取得するには、信頼性の高いネットワークを使用することが依然として重要です。有線ネットワークと Wi-Fi システムは、適切に使用すれば、これらのアプリケーションで実証されています。Bluetooth の最新リビジョンでは、安全プロトコルを含む産業用制御アプリケーションへの適用性が向上しています。

この記事の執筆時点では、5G や Wi-Fi 6 はまだ登場していませんが、予備テストでは、安全プロトコルがこれらの新しいテクノロジーでも、うまく機能することがわかっています。検討しているテクノロジーの機能を必要とする要件を必ず比較してください。

他のデータ監視アプリケーションでは、高いレイテンシを許容できる場合、セルラーネットワークやメッシュネットワークを含むあらゆるワイヤレステクノロジーを利用できます。

## Wi-Fi: バージョンで何が異なる？

開発された Wi-Fi にはさまざまなバージョンがあります。最も一般的なものは以下になります。

### 初期の Wi-Fi (802.11a/b/g)

最大 54Mbit/s でクロックするこれらの規格は、多くの産業用アプリケーションに適しています。

### 現在の Wi-Fi (802.11n/ac)

Wi-Fi4 および Wi-Fi5 と呼ばれるこれらの各リビジョンは、スループットの向上に重点を置いています。バルク容量の増加は、ファイル転送や Web トラフィックなどのコンシューマのユースケースにメリットをもたらします。通常、これらを産業用制御トラフィックに使用するメリットはありませんが、他のプラントデータには役立つ可能性があります。まれに、これらの機能の一部が産業用制御の信頼性に反する場合があります。

### Wi-Fi 6 (802.11ax)

新たに追加されたものは、産業用アプリケーションとモノのインターネット (IoT) の改善を目的としています。エリア毎のより多くのデバイスとの接続、低レイテンシ、時間決定性の向上、全体的な速度の向上などが含まれます。

## ニーズの決定 - トラフィックレート、レイテンシ、消費電力、距離

テクノロジーを選択する前に、ワイヤレスのニーズを理解する必要があります。適用すべき特性はいくつかありますが、最初に検討すべきは、ワイヤレストラフィックの要件です。ワイヤレスブリッジを通過する内容を予測する必要があります。どの種類のパケット（大きいか小さいか）、1秒あたりの送信されるパケット数、および制御ループ時間や安全反応時間制限などのアプリケーション情報を考慮すべきです。ベンダーツールは、これらの要件がアプリケーションでどのように見えるかを示すのに役立ちます。

何を送信する必要があるかについての基本的な情報を使用して、検討しているモーションパスの種類、ワイヤレスで伝送するデバイスの数、および伝送に必要な距離を確認して下さい。また、熱、湿度、衝撃、振動など、関連する環境要因も考慮すると良いでしょう。

消費電力は、選択したテクノロジーに影響を及ぼす可能性があります。一部のワイヤレステクノロジーは、バッテリーで効果的に使用できるように、低消費電力に最適化されていますが、そうでないものもあります。ワイヤレスブリッジを設置する場所には、十分な電力がありますか？ワイヤレス電力を使用する多くのアプリケーションは、電化レールまたはワイヤレス誘導電力伝送のいずれかを介して、かなりの電力にアクセスできます。どちらも充電式バッテリーと組み合わせることが可能です。一部のアプリケーション、特に定期的なデータ収集では、長年の動作に設計された使い捨てバッテリーを採用する場合があります。バッテリーが主電源である場合、ワイヤレス通信テクノロジーを選択するプロセスに、消費電力分析を含める必要があります。

下の表は、トラフィックレート、レイテンシ、消費電力、および距離が有線とワイヤレスの決定に及ぼす潜在的な影響を説明するのに役立ちます。

トラフィック	レイテンシ	消費電力	距離	推奨	有線またはワイヤレス
高い	低い	高い	短い	→	おそらく有線
中程度	中程度	中程度	中程度		アプリケーション依存
低い	高い	低い	長い		おそらくワイヤレス

上記のすべての要因は、アンテナに必要な特定の製品特性や使用するテクノロジーの種類に関する決定に影響を及ぼす可能性があります。

## サイト調査の実施

各施設はそれぞれ異なり、ワイヤレスシステムの実装には独自の課題があります。施設の構造や配置の方法は、さまざまな表面仕上げと形状が電波を反射および減衰させるため、デバイスの配置場所を変更する必要があるでしょう。サイト調査では、ワイヤレスデバイスの数量と配置に基づいて信号強度を測定するため、ワイヤレス装置をサイ

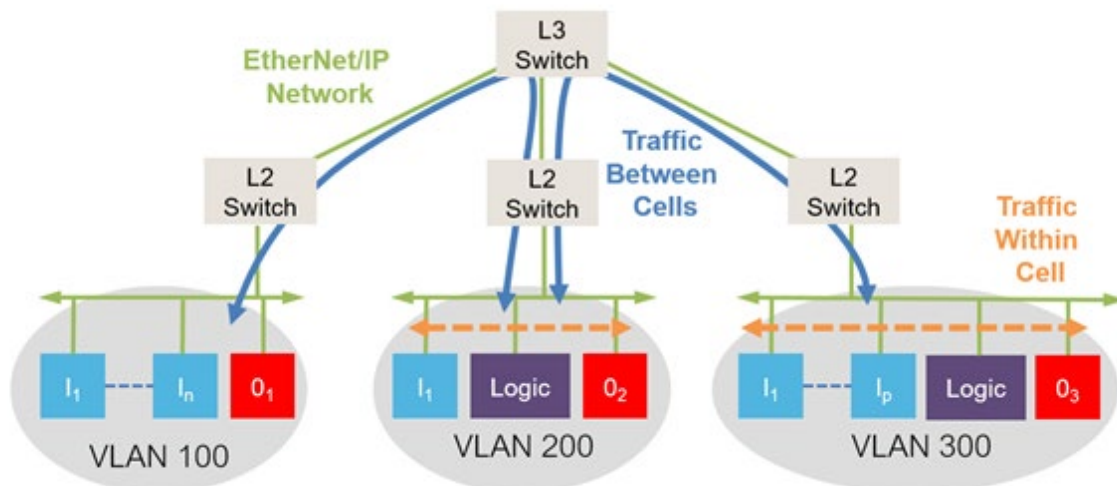
ト周辺に設置する必要があり、サイト調査を行う上で重要となります。ワイヤレス装置のパートナーは、多くの場合、サイト調査を支援するサービスを提供しています。

## 試運転と調整

ワイヤレスのパートナーは、希望するレベルの稼働時間に到達できるように、システムの試運転と調整を支援します。パケットが欠落または遅延すると安全機能がアクティブになる可能性があるため、パケットが期待どおりにワイヤレスブリッジを通過していることを確認する必要があります。制御システムの調整に加え、ワイヤレスリンク上にある他のトラフィックよりも頻繁に発生する小さい CIP Safety パケットが優先されるよう、最適化できる設定がワイヤレスデバイスにはあります。このような設定は、ベンダーによって若干の違いがある場合があります。

以下に挙げる項目を実装することで、EtherNet/IP ネットワーク上で CIP Safety パケットを最適化し、優先順位を付けることができます。

1. 完全に切り替えられたネットワーク。これにより、衝突がなくなり、データネットワークの決定的動作が向上します。
2. サービス品質 (QoS) トラフィックの優先順位付け。QoS の優先順位付けにより、タイムクリティカルなトラフィックが監視トラフィックよりも優先的に処理されるようになります。
3. ネットワークの論理セグメンテーション。VLAN はセキュリティを向上させ、ブロードキャストメッセージを含みます。
4. IGMP スヌーピング。これにより、ネットワークホストのパフォーマンスを低下する可能性があるマルチキャストメッセージが制御されます。また、ネットワーク上のトラフィック量が指数関数的に減少し、輻輳とその結果としてのパケット損失が起るのを減らします。



詳細については、「ODVA Pub 35 Network Infrastructure for EtherNet/IP」と「PUB 110 CIP Safety: Safety Networking for Today and Beyond」を参照ください。

# 成功ユースケース

ワイヤレス通信を利用した新しい設計が可能であり、従来の制約がまだ適用されているかどうかを評価する必要があります。ワイヤレスデバイスのベンダー、装置ビルダー、およびエンドユーザー間の複数の関係者による連携を計画します。ワイヤレス展開は、機能を向上させながらコストを削減し続けています。CIP Safety はすでに数百件導入されており、その数は増え続けています。

**著者: Oliver C. Haya**

CIP、CIP Safety、CIP Security、および EtherNet/IP は、ODVA, Inc.の商標です。  
ODVA, Inc.に属さない商標は、それぞれ各社の商標です。